

분류번호 : 1903060217\_24v5

능력단위 명칭 : 투과형 노광장비 운영

능력단위 정의 : 투과형 노광장비 운영이란 반도체 생산을 위한 제조공정 중 사진공정을 진행하기 위한 대표적인 노광장비인 스캐너 및 스테퍼 장비를 셋업 및 유지 관리하는 능력이다.

능 력 단 위 요 소	수 행 준 거
1903060217_24v5.1 투과형 노광장비 셋업하기	<p>1.1 투과형 노광장비 모델, 공정모듈 구성, 공통사양 등 투과형 노광장비별 규격서를 작성할 수 있다.</p> <p>1.2 투과형 노광장비와 부대설비들의 규격을 파악하여 레이아웃을 작성할 수 있다.</p> <p>1.3 각종 유틸리티의 제원을 바탕으로 배관자재의 종류를 선택하고 연결할 수 있다.</p> <p>1.4 시운전에 필요한 장비를 조작하여 장비의 각종 매개변수의 운용자료를 기록할 수 있다.</p> <p>1.5 투과형 노광장비를 셋업하고 작업표준을 작성할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 노광장비 주요 구성 부품 및 동작원리<ul style="list-style-type: none"><li>- 조명계, 웨이퍼와 레티클 로드부 및 스테이지부 / 웨이퍼 틸트부 / 얼라인먼트부</li></ul></li><li>• 노광장비 종류별 구성 및 특징<ul style="list-style-type: none"><li>- 스캐너, 스테퍼</li></ul></li><li>• 레시피 구성</li><li>• 포토공정</li><li>• 주변 환경조건<ul style="list-style-type: none"><li>- 청정도, 온도조건, 습도조건, 조명조건, 기압조건</li></ul></li><li>• 유틸리티 공급 조건</li><li>• 레티클 물질 이해 및 축소와 크기 이해</li><li>• 공압, 센서류의 동작원리</li><li>• P&amp;ID(Piping &amp; Instrumentation Diagram) 이해</li></ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 스캐너장비 운영 기술<ul style="list-style-type: none"><li>- 웨이퍼 로드, 레티클 스테이지, 웨이퍼 틸트, 얼라인먼트부 운영 기술</li></ul></li><li>• 스테퍼장비 운영 기술</li><li>• 레시피 구성 능력</li><li>• 노광결과 평가 기술</li><li>• 주요공정 매개변수 조작 기술</li><li>• 장비구성품 셋업 기술</li><li>• 포토공정 후의 결과분석 기술</li></ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li><li>• 체계적인 장비설치를 위한 준비성</li><li>• 셋업을 완벽하게 하려는 의지와 노력</li></ul>

1903060217_24v5.2 투과형 노광장비 유지 관리하기	2.1 투과형 노광장비 운용설명서를 바탕으로 사전예방 점검항목 및 점검방법을 확인할 수 있다. 2.2 투과형 노광장비 운용설명서에 따라 장비를 조작할 수 있다. 2.3 투과형 노광장비 운용설명서에 따라 장비이력을 관리할 수 있다. 2.4 투과형 노광장비 운용설명서에 따라 세부공정의 주요 매개변수의 관리를 통하여 고장종류에 따라 조치 및 개선할 수 있다. 2.5 투과형 노광장비 내 부품의 세정 및 교환 주기를 설정하여 예방정비를 할 수 있다.
	<b>【지식】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 노광장비의 주요 구성 부품의 구성 및 설치방법</li> <li>• 노광장비 종류별 구성품</li> <li>• 구성품별 사용기간</li> <li>• 노광장비의 설치 및 운영 환경 조건</li> <li>• 공압 및 센서류의 동작원리</li> <li>• P&amp;ID(Piping &amp; Instrumentation Diagram)</li> </ul>
	<b>【기술】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 일간, 월간, 계간, 연간 PM 기술</li> <li>• 일간 모니터링 기술</li> <li>• 예비부품 관리</li> <li>• 장비이력 관리</li> </ul>
	<b>【태도】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li> <li>• 고장진단을 위한 논리적이며 과학적인 사고</li> <li>• 유지보수 과정에서의 정확하고 정밀한 관찰력과 집중력</li> </ul>

## □ 적용범위 및 작업상황

### 고려사항

- 이 능력단위는 반도체 생산을 위한 제조공정 중 사진공정을 진행하기 위한 대표적인 노광장비인 스캐너 및 스테퍼 장비를 셋업 및 유지 관리하는 업무에 적용한다.
- 노광장비는 ArF 또는 KrF 스캐너, I-line 스테퍼, 마스크 Aligner를 포함한다.
- 스테퍼 장비의 요소별 운영능력을 구비하고 에러 발생 시 적절하게 대처할 수 있어야 한다.
- 장비 내부에 있는 웨이퍼나 레티클 혹은 기타 부수 공정에 사용되는 물건이 장착되어 있는지 반드시 확인해야 한다.
- 램프 등이 파손되었을 경우에 가스 흡입을 하지 않도록 주의하고, 파손된 램프의 처리에 주의를 기울여야 한다.
- 화학약품의 경우는 강한 휘발성과 화기와의 접촉 시 폭발과 화재를 유발시킴으로 안전에 각별히 유의하고 챔버에 시너를 보충하거나 장치 교체가 있을 시에는 화기 발생의 원인이 될 만 한 모든 물건들을 주변에서 정리한다.
- 모든 PM의 경우 절차에 준해서 점검을 시행하고 수리 및 유지 보수해야 한다.
- 장비 가동 중 점검할 경우 내부에 있는 고전압 부위를 주의해야 한다.
- 도포 및 현상장비의 주요 구성품을 분해하고 점검해야 한다.
- 레시피의 정상적인 동작 여부를 파악해야 한다.
- 장비에 사용되는 감광제를 구분해야 한다.
- 현상액 분사부의 노즐을 분해하고 관리해야 한다.
- 도포 및 현상과 관련하여 발생하는 불량률 유형별로 파악해야 한다.
- 화학약품의 경우는 강한 휘발성과 화기와의 접촉 시 폭발과 화재를 유발시킴으로 안전에 각별히 유의하고 챔버에 시너를 보충하거나 장치 교체가 있을 시에는 화기 발생의 원인이 될 만 한 모든 물건들을 주변에서 정리한다.
- 이 능력단위에서 '투과형 노광장비 유지 관리하기' 절차에는 다음의 공통직무사항을 포함한다.
- 레티클 로드부, 웨이퍼 틸트부, 조명계, 웨이퍼 스테이지부, 장비자체 공조부 등
- ND 필터, 줌 Expander, 광로전환 Expander, FD 필터, Fly eye's 렌즈, Revolver, 레티클 블라인더 등
- 웨이퍼 이송장치, Load/Unload Slide Arm 등
- Y-스테이지, X-스테이지, Theta-스테이지
- 레벨검출시스템
- Theta-Z 틸트부
- 초점 측정원리 및 LED를 이용한 검출 방법
- SRA(Scanning Reticle Alignment), VRA(Visual Reticle Alignment), ISS(Image Slit Sensor)
- LSA(Laser Step Alignment), LIA(Laser Interferometer Alignment), FIA(Field Image Alignment)
- 웨이퍼 스테이지부의 로봇 제어 및 에러에 대한 대처
- 레티클 스테이지부의 로봇 제어
- 웨이퍼 틸트부의 로봇 제어
- 웨이퍼 틸트부의 에러 코드에 따른 고장 발생 시 대처
- 얼라인먼트부 장비의 고장 진단
- Carrier Station, Carrier Station Arm, Process Station, Aain Arm, HMDS, PR, Developer, Nozzle, Canister, Hot Plate, Cool Plate, Develop부, Coat부, WEE(웨이퍼 Edge Exposure), 웨이퍼 이송로봇, Centering부 등
- 성분별, 광원별, 광반응별 등
- 온도영향, 습도영향, 회전수 영향 등

- 자리안착 및 장비 수평조정
- 스케줄 관리 능력(일정, UT hook-up, UT turn-on)
- 기구 및 전장 조립(외주 사용시 관리 능력 有)
- Module Settion 기능
- 메인 콘트롤러 인스톨 및 I/O 체크 능력
- 반송 테스트 오퍼레이션 기능
- 양산 적용(장애 대응 가능)
- 오퍼레이션 기능
- 장애 발생 시 조치 가능(전장, 제어, 기구)

### 자료 및 관련 서류

- 노광장비(스캐너 & 스테퍼)의 하드웨어 및 소프트웨어 설명서
- 노광 및 트랙장비의 공정조건별 레시피
- PM 자료
- 장비운영지침서
- 각종 재료의 규격서: PR, developer, 시너, HMDS 등

### 장비 및 도구

- 스캐너, 스테퍼, 트랙장비
- CD-SEM, 오버레이 장비
- 조립공구
- 수평계
- 진동 측정장비

### 재료

- PR(Photo Resist)
- Developer
- 레티클
- 웨이퍼
- 카세트
- HMDS(Hexa Methyl Disilazane)
- 시너
- DI Water

## □ 평가지침

### 권장평가방법

- 평가자는 능력단위 투과형 노광장비 운영의 수행준거에 제시되어 있는 내용을 평가하기 위해 이론과 실기를 나누어 평가하거나 종합적인 결과물의 평가 등 다양한 평가 방법을 사용할 수 있다.
- 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.

권 장 평 가 방 법	평 가 유 형	
	과 정 평 가	결 과 평 가
A.포트폴리오		
B.문제해결 시나리오	V	
C.서술형시험	V	V
D.논술형시험		
E.사례연구		
F.평가자 질문		V
G.평가자 체크리스트		V
H.피평가자 체크리스트		
I.일지/저널		
J.역할연기		
K.구두발표		
L.작업장평가	V	
M.기타		

### 평가지 고려사항

- 수행준거에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행할 수 있는지를 평가해야 한다.
  - 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.
- 투과형 노광장비별 규격서 작성 능력
  - 투과형 노광장비와 부대설비 규격 파악 능력
  - 레이아웃 작성 능력
  - 배관자재 종류 선택 및 연결 능력
  - 장비의 각종 매개변수 운용자료 기록 능력
  - 투과형 노광장비를 셋업 및 작업표준 작성 능력
  - 투과형 노광장비 운용설명서 작성 능력
  - 투과형 노광장비 사전예방 점검항목 및 점검방법 확인 능력
  - 투과형 노광장비 조작 능력
  - 투과형 노광장비 장비이력 관리 능력
  - 투과형 노광장비 고장종류에 따른 조치 및 개선 능력
  - 투과형 노광장비 부품 예방정비 능력
  - 부대설비 예방정비 능력

## □ 관련기초능력

순번	관 련 기 초 능 력	
	주 요 영 역	하 위 영 역
1	의사소통능력	경청 능력, 기초외국어 능력, 문서이해 능력, 문서작성 능력, 의사표현 능력
2	수리능력	기초연산 능력, 기초통계 능력, 도표분석 능력, 도표작성 능력
3	문제해결능력	문제처리 능력, 사고력
4	대인관계능력	갈등관리 능력, 고객서비스 능력, 리더십 능력, 팀워크 능력, 협상 능력
5	기술능력	기술선택 능력, 기술이해 능력, 기술적용 능력

□ 개발·개선 이력

구 분		내 용
직무명칭(능력단위명)		반도체제조(투과형 노광장비 운영)
분류번호	기존	1903060217_23v4
	현재	1903060217_24v5
개발·개선연도	현재	2024
	2차	2023
	최초(1차)	2014
버전번호		v5
개발·개선기관	현재	전자 산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	2차	전자산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	최초(1차)	한국반도체산업협회
향후 보완 연도(예정)		2029

분류번호 : 1903060218\_24v5

능력단위 명칭 : 반사형 노광장비 운영

능력단위 정의 : 반사형 노광장비 운영이란 반도체 생산을 위한 제조공정 중 사진공정을 진행하기 위한 대표적인 노광장비인 극자외선(EUV)장비를 셋업 및 유지 관리하는 능력이다.

능 력 단 위 요 소	수 행 준 거
1903060218_24v5.1 반사형 노광장비 셋업하기	1.1 반사형 노광장비 모델, 공정모듈 구성, 공통사양 등 반사형 노광장비별 규격서를 작성할 수 있다. 1.2 반사형 노광장비와 부대설비들의 규격을 파악하여 레이아웃을 작성할 수 있다. 1.3 각종 유틸리티의 제원을 바탕으로 배관자재의 종류를 선택하고 연결할 수 있다. 1.4 시운전에 필요한 장비를 조작하여 장비의 각종 매개변수의 운용자료를 기록할 수 있다. 1.5 반사형 노광장비를 셋업하고 작업표준을 작성할 수 있다.
	【지식】 <ul style="list-style-type: none"><li>• 노광장비 주요 구성 부품 및 동작원리<ul style="list-style-type: none"><li>- 조명계, 웨이퍼와 레티클 로드부 및 스테이지부 / 웨이퍼 틸트부 / 얼라인먼트부</li></ul></li><li>• 노광장비 종류별 구성 및 특징<ul style="list-style-type: none"><li>- 스캐너, 스테퍼</li></ul></li><li>• 레시피 구성</li><li>• 포토공정</li><li>• 주변 환경조건<ul style="list-style-type: none"><li>- 청정도, 온도조건, 습도조건, 조명조건, 기압조건</li></ul></li><li>• 유틸리티 공급 조건</li><li>• 레티클 물질 이해 및 축소와 크기</li><li>• 공압, 센서류의 동작원리</li><li>• P&amp;ID(Piping &amp; Instrumentation Diagram)</li><li>• 감광제(PR) 특성</li></ul>
	【기술】 <ul style="list-style-type: none"><li>• 스캐너장비 운영 기술<ul style="list-style-type: none"><li>- 웨이퍼 로드, 레티클 스테이지, 웨이퍼 틸트, 얼라인먼트부 운영 기술</li></ul></li><li>• 스테퍼장비 운영 기술</li><li>• 레시피 구성 능력</li><li>• 노광결과 평가 기술</li><li>• 주요공정 매개변수 조작 기술</li><li>• 장비구성품 셋업 기술</li><li>• 포토공정 후의 결과분석 기술</li></ul>
	【태도】 <ul style="list-style-type: none"><li>• 반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li><li>• 체계적인 장비설치를 위한 준비성</li><li>• 셋업을 완벽하게 하려는 의지와 노력</li></ul>



1903060218_24v5.2 반사형 노광장비 유지 관 리하기	2.1 반사형 노광장비 운용설명서를 바탕으로 사전예방 점검항목 및 점검방법을 확인할 수 있다. 2.2 반사형 노광장비 운용설명서에 따라 장비를 조작할 수 있다. 2.3 반사형 노광장비 운용설명서에 따라 장비이력을 관리할 수 있다. 2.4 반사형 노광장비 운용설명서에 따라 세부공정의 주요 매개변수의 관리를 통하여 고장종류에 따라 조치 및 개선할 수 있다. 2.5 반사형 노광장비 내 부품의 세정 및 교환 주기를 설정하여 예방정비를 할 수 있다.
	<b>【지식】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 노광장비의 주요 구성 부품의 구성 및 설치방법</li> <li>• 노광장비 종류별 구성품</li> <li>• 구성품별 사용기간</li> <li>• 노광장비의 설치 및 운영 환경 조건</li> <li>• 공압 및 센서류의 동작 원리</li> <li>• P&amp;ID(Piping &amp; Instrumentation Diagram)</li> </ul>
	<b>【기술】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 일간, 월간, 계간, 연간 PM 기술</li> <li>• 일간 모니터링 기술</li> <li>• 예비부품 관리</li> <li>• 장비이력 관리</li> </ul>
	<b>【태도】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li> <li>• 고장진단을 위한 논리적이며 과학적인 사고</li> <li>• 유지보수 과정에서의 정확하고 정밀한 관찰력과 집중력</li> </ul>

## □ 적용범위 및 작업상황

### 고려사항

- 이 능력단위는 반도체 생산을 위한 제조공정 중 사진공정을 진행하기 위한 대표적인 노광장비인 극자외선(EUV)장비를 셋업 및 유지 관리하는 업무에 적용한다.
- 장비 내부에 있는 웨이퍼나 레티클 혹은 기타 부수 공정에 사용되는 물건이 장착되어 있는지 반드시 확인해야 한다.
- 화학약품의 경우는 강한 휘발성과 화기와의 접촉 시 폭발과 화재를 유발시킴으로 안전에 각별히 유의하고 챔버에 시너를 보충하거나 장치 교체가 있을 시에는 화기 발생의 원인이 될 만 한 모든 물건들을 주변에서 정리한다.
- 모든 PM의 경우 절차에 준해서 점검을 시행하고 수리 및 유지 보수해야 한다.
- 장비 가동 중 점검할 경우 내부에 있는 고전압 부위를 주의해야 한다.
- 도포 및 현상장비의 주요 구성품을 분해하고 점검해야 한다.
- 레시피의 정상적인 동작 여부를 파악해야 한다.
- 장비에 사용되는 감광제를 구분해야 한다.
- 현상액 분사부의 노즐을 분해하고 관리해야 한다.
- 도포 및 현상과 관련하여 발생하는 불량률 유형별로 파악해야 한다.
- 화학약품의 경우는 강한 휘발성과 화기와의 접촉 시 폭발과 화재를 유발시킴으로 안전에 각별히 유의하고 챔버에 시너를 보충하거나 장치 교체가 있을 시에는 화기 발생의 원인이 될 만 한 모든 물건들을 주변에서 정리한다.

### 자료 및 관련 서류

- 노광장비(스캐너 & 스테퍼)의 하드웨어 및 소프트웨어 설명서
- 노광 및 트랙장비의 공정조건별 레시피
- PM 자료
- 장비운영지침서
- 각종 재료의 규격서: PR, developer, 시너, HMDS 등

### 장비 및 도구

- 스캐너, 스테퍼, 트랙장비
- CD-SEM, 오버레이 장비
- 조립공구
- 수평계
- 진동 측정장비

### 재료

- PR(Photo Resist)
- Developer

- 레티클
- 웨이퍼
- 카세트
- HMDS(Hexa Methyl Disilazane)
- 시너
- DI Water

## □ 평가지침

### 권장평가방법

- 평가자는 능력단위 반사형 노광장비 운영의 수행준거에 제시되어 있는 내용을 평가하기 위해 이론과 실기를 나누어 평가하거나 종합적인 결과물의 평가 등 다양한 평가 방법을 사용할 수 있다.
- 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.

권 장 평 가 방 법	평 가 유 형	
	과 정 평 가	결 과 평 가
A.포트폴리오		
B.문제해결 시나리오	V	
C.서술형시험	V	V
D.논술형시험		
E.사례연구		
F.평가자 질문		V
G.평가자 체크리스트		V
H.피평가자 체크리스트		
I.일지/저널		
J.역할연기		
K.구두발표		
L.작업장평가	V	
M.기타		

### 평가지 고려사항

- 수행준거에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행할 수 있는지를 평가해야 한다.
  - 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.
- 반사형 노광장비별 규격서 작성 능력
  - 반사형 노광장비 레이아웃 작성 능력
  - 유틸리티의 배관자재 종류 선택 및 연결 능력
  - 장비의 각종 매개변수 운용자료 기록 능력
  - 반사형 노광장비 셋업 및 작업표준 작성 능력
  - 반사형 노광장비 사전예방 점검항목 및 점검방법 확인 능력
  - 반사형 노광장비 장비 조작 능력
  - 반사형 노광장비 장비이력 관리 능력
  - 반사형 노광장비 고장 조치 및 개선 능력
  - 노광장비 내 부품 예방정비 능력

## □ 관련기초능력

순번	관 련 기 초 능 력	
	주 요 영 역	하 위 영 역
1	의사소통능력	경청 능력, 기초외국어 능력, 문서이해 능력, 문서작성 능력, 의사표현 능력
2	수리능력	기초연산 능력, 기초통계 능력, 도표분석 능력, 도표작성 능력
3	문제해결능력	문제처리 능력, 사고력
4	대인관계능력	갈등관리 능력, 고객서비스 능력, 리더십 능력, 팀워크 능력, 협상 능력
5	기술능력	기술선택 능력, 기술이해 능력, 기술적용 능력

□ 개발·개선 이력

구 분		내 용
직무명칭(능력단위명)		반도체제조(반사형 노광장비 운영)
분류번호	기존	1903060218_23v4
	현재	1903060218_24v5
개발·개선연도	현재	2024
	2차	2023
	최초(1차)	2014
버전번호		v5
개발·개선기관	현재	전자 산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	2차	전자산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	최초(1차)	한국반도체산업협회
향후 보완 연도(예정)		2029

분류번호 : 1903060219\_23v4

능력단위 명칭 : 트랙장비 운영

능력단위 정의 : 트랙장비 운영이란 반도체 생산을 위한 제조공정 중 노광을 위한 포토레지스트(PR) 도포와 노광 후 현상을 수행하기 위한 장비를 셋업 및 유지 관리하는 능력이다.

능 력 단 위 요 소	수 행 준 거
1903060219_23v4.1 트랙장비 셋업하기	<p>1.1 트랙장비 모델, 공정모듈 구성, 공통사양 등 트랙장비별 규격서를 작성할 수 있다.</p> <p>1.2 트랙장비와 부대설비들의 규격을 파악하여 레이아웃을 작성할 수 있다.</p> <p>1.3 각종 유틸리티의 제원을 바탕으로 배관자재의 종류를 선택하고 연결할 수 있다.</p> <p>1.4 시운전에 필요한 장비를 조작하여 장비의 각종 매개변수의 운용자료를 기록할 수 있다.</p> <p>1.5 트랙장비를 셋업하고 작업표준을 작성할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 노광장비 주요 구성 부품 및 동작원리</li><li>- HMDS부, Cool &amp; Hot Plate부, WEE, Coating부 / 인터페이스</li><li>• 노광장비 종류별 구성 및 특징</li><li>- 스캐너, 스테퍼의 구성 및 특징</li><li>• PR Coating 및 Develop 레시피 구성</li><li>• 포토공정</li><li>• PR의 특성</li><li>• 현상액과 현상 지식</li><li>• 공압 및 센서류의 동작 원리</li><li>• P&amp;ID(Piping &amp; Instrumentation Diagram)</li></ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 웨이퍼 이송로봇 운영 기술</li><li>• 각종 구성부품의 결합 및 포토장비와의 인터페이스 기술</li><li>• PR Coating 및 Develop에 대한 평가 기술</li><li>• 각종 공정 불량개선을 위한 공정 매개변수 조작 기술</li></ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li><li>• 체계적인 장비 설치를 위한 준비성</li><li>• 셋업 작업시의 사명감과 정확성</li></ul>
1903060219_23v4.2 트랙장비 유지 관리하기	<p>2.1 트랙장비 특성에 따라 트랙장비 운용설명서를 작성할 수 있다.</p> <p>2.2 트랙장비 운용설명서를 바탕으로 사전예방 점검항목 및 점검방법을 파악할 수 있다.</p> <p>2.3 트랙장비 운용설명서에 따라 장비를 조작할 수 있다.</p> <p>2.4 트랙장비 운용설명서에 따라 장비이력을 관리할 수 있다.</p> <p>2.5 트랙장비 운용설명서에 따라 세부공정의 주요 매개변수의 관리를 통하여 고장증상에 따라 조치 및 개선할 수 있다.</p> <p>2.6 소자특성에 따라 트랙장비 내 부품의 세정 및 교환 주기를 설정하여 예방정비를 할 수 있다.</p> <p>2.7 각종 부대설비의 동작상태를 파악하여 예방정비를 할 수 있다.</p>

1903060219_23v4.2 트랙장비 유지 관리하기	<b>【지식】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 트랙장비의 주요 구성 부품의 구성 및 설치방법</li> <li>• 트랙장비 구성품 종류별 기능</li> <li>• 트랙장비 구성품별 사용기간</li> <li>• 트랙장비의 설치 및 운영 환경 조건</li> <li>• 공압 및 센서류의 동작 원리</li> <li>• P&amp;ID(Piping &amp; Instrumentation Diagram)</li> </ul>
	<b>【기술】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 일간, 월간, 계간, 연간 PM(Preventive Maintenance) 기술</li> <li>• 일간 모니터링 기술</li> <li>• 예비부품 관리</li> <li>• 장비이력 관리</li> </ul>
	<b>【태도】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li> <li>• 고장 진단을 위한 논리적이고 과학적인 사고</li> <li>• 유지보수과정에서의 정확하고 정밀한 관찰력과 집중력</li> </ul>



## □ 적용범위 및 작업상황

### 고려사항

- 트랙장비란 PR Coater와 Develop 장비가 일체형으로 구성되어 있는 것을 말한다.
- 노광장비는 ArF 또는 KrF 스캐너, I-line 스테퍼, Mask Aligner를 포함한다.
- 스테퍼 장비의 요소별 운영 능력을 구비하고 에러 발생 시 적절하게 대처할 수 있어야 한다.
- 장비 내부에 있는 웨이퍼나 레티클 혹은 기타 부수 공정에 사용되는 물건이 장착되어 있는지 반드시 확인해야 한다.
- 램프 등이 파손되었을 경우에 가스 흡입을 하지 않도록 주의 하고, 파손된 램프의 처리에 주의를 기울여야 한다.
- 화학약품의 경우는 강한 휘발성과 화기와의 접촉 시 폭발과 화재를 유발시킴으로 안전에 각별히 유의하고 챔버에 시너를 보충하거나 장치 교체가 있을 시에는 화기 발생의 원인이 될 만 한 모든 물건들을 주변에서 정리한다.
- 모든 PM의 경우 절차에 준해서 점검을 시행하고 수리 및 유지 보수해야 한다.
- 장비 가동 중 점검할 경우 내부에 있는 고전압 부위를 주의해야 한다.
- 도포 및 현상장비의 주요 구성품을 분해하고 점검해야 한다.
- 레시피의 정상적인 동작 여부를 파악해야 한다.
- 장비에 사용되는 감광제를 구분해야 한다.
- 현상액 분사부의 노즐을 분해하고 관리해야 한다.
- 도포 및 현상과 관련하여 발생하는 불량률 유형별로 파악해야 한다.
- 화학약품의 경우는 강한 휘발성과 화기와의 접촉 시 폭발과 화재를 유발시킴으로 안전에 각별히 유의하고 챔버에 시너를 보충하거나 장치 교체가 있을 시에는 화기 발생의 원인이 될 만 한 모든 물건들을 주변에서 정리한다.
- 이 능력단위에서 '트랙장비 유지 관리하기' 절차에는 다음의 공통직무사항을 포함한다.
- 레티클 로드부, 웨이퍼 틸트부, 조명계, 웨이퍼 스테이지부, 장비자체 공조부 등
- ND Filter, Zoom Expander, 광로전환 Expander, FD filter, Fly eye's Lens, Revolver, 레티클 Blinder 등
- 웨이퍼 Transfer Robot, Load/Unload Slide Arm 등
- Y-스테이지, X-스테이지, Theta-스테이지
- Level Detecting System
- Theta-Z 틸트부
- 초점 측정원리 및 LED를 이용한 검출 방법
- SRA(Scanning Reticle Alignment), VRA(Visual Reticle Alignment), ISS(Image Slit Sensor)
- LSA(Laser Step Alignment), LIA(Laser Interferometer Alignment), FIA(Field Image Alignment)
- 웨이퍼 스테이지부의 로봇 제어 및 에러에 대한 대처
- 레티클 스테이지부의 로봇 제어
- 웨이퍼 틸트부의 로봇 제어
- 웨이퍼 틸트부의 에러 코드에 따른 고장 발생 시 대처
- 얼라인먼트부 장비의 고장 진단
- Carrier Station, Carrier Station Arm, Process Station, Aain Arm, HMDS, PR, Developer, Nozzle, Canister, Hot Plate, Cool Plate, Develop부, Coat부, WEE(웨이퍼 Edge Exposure), 웨이퍼 Transfer Robot, Centering 부 등
- 성분별, 광원별, 광반응별 등
- 온도영향, 습도영향, 회전수 영향 등

- 자리안착 및 장비 수평조정
- 스케줄 관리 능력(일정, UT hook-up, UT turn-on)
- 기구 및 전장 조립(외주 사용시 관리 능력 有)
- Module Settion 기능
- Main Controller Install 및 I/O check 능력
- 반송 Test(Operation 기능)
- 양산 적용(장애 대응 가능)
- Operation 기능
- 장애 발생 시 조치 가능(전장, 제어, 기구)

### 자료 및 관련 서류

- 트랙장비의 설명서
- 트랙장비의 공정조건별 레시피
- PM 자료
- 장비운영 지침서
- 사용되는 각종 재료의 규격서
- - PR, developer, 시너, HMDS 등

### 장비 및 도구

- 스캐너, 스테퍼, 트랙장비
- CD-SEM, 오버레이 장비
- 조립공구
- 수평계
- 진동 측정장비

### 재료

- PR(Photo Resist)
- Developer
- 레티클
- 웨이퍼
- 카세트
- HMDS(Hexa Methyl Disilazane)
- 시너
- DI Water

## □ 평가지침

### 권장평가방법

- 평가자는 능력단위 트랙장비 운영의 수행준거에 제시되어 있는 내용을 평가하기 위해 이론과 실기를 나누어 평가하거나 종합적인 결과물의 평가 등 다양한 평가 방법을 사용할 수 있다.
- 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.

권 장 평 가 방 법	평 가 유 형	
	과 정 평 가	결 과 평 가
A.포트폴리오		
B.문제해결 시나리오	V	
C.서술형시험	V	V
D.논술형시험		
E.사례연구		
F.평가자 질문		V
G.평가자 체크리스트		V
H.피평가자 체크리스트		
I.일지/저널		
J.역할연기		
K.구두발표		
L.작업장평가	V	
M.기타		

### 평가지 고려사항

- 수행준거에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행할 수 있는지를 평가해야 한다.
  - 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.
- 트랙장비별 규격서 작성 능력
  - 트랙장비와 부대설비 레이아웃 작성 능력
  - 배관자재 종류 선택 및 연결 능력
  - 장비의 각종 매개변수 운용자료 기록 능력
  - 트랙장비 셋업 및 작업표준 작성 능력
  - 트랙장비 운용설명서 작성 능력
  - 트랙장비 사전예방 점검항목 및 점검방법 파악 능력
  - 트랙장비 조작 능력
  - 트랙장비 장비이력 관리 능력
  - 트랙장비 고장 조치 및 개선 능력
  - 트랙장비 부품 예방정비 능력
  - 부대설비 예방정비 능력

## □ 관련기초능력

순번	관 련 기 초 능 력	
	주 요 영 역	하 위 영 역
1	의사소통능력	경청 능력, 기초외국어 능력, 문서이해 능력, 문서작성 능력, 의사표현 능력
2	수리능력	기초연산 능력, 기초통계 능력, 도표분석 능력, 도표작성 능력
3	문제해결능력	문제처리 능력, 사고력
4	대인관계능력	갈등관리 능력, 고객서비스 능력, 리더십 능력, 팀워크 능력, 협상 능력
5	기술능력	기술선택 능력, 기술이해 능력, 기술적용 능력

□ 개발·개선 이력

구 분		내 용
직무명칭(능력단위명)		반도체제조(트랙장비 운영)
분류번호	기존	1903060219_23v4
	현재	1903060219_23v4
개발·개선연도	현재	2023
	2차	2023
	최초(1차)	2014
버전번호		v4
개발·개선기관	현재	전자 산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	2차	전자산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	최초(1차)	한국반도체산업협회
향후 보완 연도(예정)		2029

분류번호 : 1903060220\_24v5

능력단위 명칭 : 가스 식각장비 운영

능력단위 정의 : 가스 식각장비 운영이란 가스를 활용하여 반도체 웨이퍼 상의 특정물질을 제거하는 장비와 부대설비를 규격서에 맞도록 셋업 및 유지 관리하는 능력이다.

능 력 단 위 요 소	수 행 준 거
1903060220_24v5.1 가스 식각장비 셋업하기	<p>1.1 장비모델, 공정모듈 구성, 공통사양 등 가스 식각장비별 규격서를 작성할 수 있다.</p> <p>1.2 가스 식각장비와 부대설비들의 규격을 파악하여 레이아웃을 작성할 수 있다.</p> <p>1.3 각종 유틸리티 및 공정가스의 제원을 바탕으로 배관자재의 종류를 선택하고 연결할 수 있다.</p> <p>1.4 시운전에 필요한 장비를 조작하여 장비의 각종 매개변수의 운용자료를 기록할 수 있다.</p> <p>1.5 가스 식각장비를 셋업하고 작업표준을 작성할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 가스식각의 소스 Reactor의 종류, 특성 및 작동 원리</li><li>• 식각 공정 가스 MSDS(Material Safety Data Sheet)의 특성 및 용도</li><li>• 가스유량제어기(MFC: Mass Flow Controller), 압력제어기, 체크밸브 특성 및 용도</li><li>• 진공, 대기압 게이지 종류, 특성 및 작동원리</li><li>• 웨이퍼 반송장치 원리 및 작동원리</li><li>• 전장 &amp; 소프트웨어 인터락, 셋업 설정 방법</li><li>• 건식펌프, 터보펌프의 작동원리</li><li>• 온도제어장치 칠러의 역할</li><li>• 공압 및 센서류의 동작 원리</li><li>• P&amp;ID(Piping &amp; Instrumentation Diagram)</li></ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 가스 식각장비 공정모듈, 반송모듈 시운전 기술</li><li>• 부대설비 설정 능력</li><li>• 가스 식각장비 부품 설정 능력</li><li>• 공정 셋업 능력</li></ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li><li>• 셋업 이후 서비스 공간 확보를 위한 부대설비 배치 노력</li><li>• 정확한 배관, 배선을 위한 셋업 순서 준수</li></ul>
1903060220_24v5.2 가스 식각장비 유지 관리하기	<p>2.1 가스 식각장비 운용설명서를 바탕으로 사전예방 점검항목 및 점검방법을 확인할 수 있다.</p> <p>2.2 가스 식각장비 운용설명서에 따라 장비를 조작할 수 있다.</p> <p>2.3 가스 식각장비 운용설명서에 따라 장비이력을 관리할 수 있다.</p> <p>2.4 가스 식각장비 운용설명서에 따라 세부공정의 주요 매개변수의 관리를 통하여 고장종류에 따라 조치 및 개선할 수 있다.</p> <p>2.5 프로세스 챔버 내 부품의 세정 및 교환 주기를 설정하여 예방정비 할 수 있다.</p>

<p>1903060220_24v5.2</p> <p>가스 식각장비 유지 관리하기</p>	<div data-bbox="499 154 1426 669"> <p><b>【지식】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 식각공정가스 MSDS(Material Safety Data Sheet)</li> <li>• EFEM (End Foup Equipment Module) 기능 및 원리</li> <li>• Transfer/Loadlock 챔버 &amp; Transfer Robot의 역할과 기능</li> <li>• ESC(Electro Static Chuck) 역할 및 Back Side He Cooling Flow 원리</li> <li>• 건식 펌프의 작동 원리</li> <li>• Throttle(또는 Pendulum) Valve와 Capacitance Manometer</li> <li>• 전극(Cathode, Anode)구성 및 챔버내 부품(Process kit)의 구성</li> <li>• 레귤레이터, 가스 필터, 체크 밸브, MFC(Mass Flow Controller)의 특성 및 용도</li> <li>• 가스 식각의 생성원리, 종류별 특성</li> <li>• Etch Rate, Uniformity Setup기술 및 CD(Critical Dimension)제어 원리</li> <li>• 공압 및 센서류의 동작 원리</li> <li>• Hookup 사양서 및 P&amp;ID(Piping &amp; Instrumentation Diagram)</li> </ul> </div> <div data-bbox="499 669 1426 893"> <p><b>【기술】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 각 모듈을 점검하는 기술</li> <li>• 공정챔버의 PM(Preventive Maintenance) 기술</li> <li>• 고장수리 기술</li> <li>• 이물 관리 및 제어 기술</li> <li>• 시스템 소프트웨어 프로그램 셋업 및 제어 설정 기술</li> </ul> </div> <div data-bbox="499 893 1426 990"> <p><b>【태도】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li> <li>• 공정챔버 내의 부품에 대한 충격주의 노력</li> </ul> </div>
---	---

## □ 적용범위 및 작업상황

### 고려사항

- 식각 장비 셋업하기 능력을 수행하기 위하여 O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, Ar, He, NF<sub>3</sub>, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>O, Hf, H<sub>2</sub>, PCW(Process Cooling Water), 시수 등의 특성을 알아야 한다.
- 가스 식각장비 셋업 전에 각종 게이지의 영점 조절은 반드시 표준 게이지와 비교하여 조정하거나 전문기관에 의뢰하여야 한다.
- 공정챔버 내의 부품은 Quartz, 세라믹, 실리콘 등으로 이루어져있어 충격에 약하므로 취급에 주의가 필요하다.
- 가스 식각 공정에서의 사용 가스에 대한 MSDS(Material Safety Data Sheet)를 숙지해야 한다.
- PM 시 Process 챔버 내부에 잔류 가스가 남아 있지 않도록 충분히 Purge 및 배기를 해야 한다.
- 장비 가동 중 RF(Radio frequency) Power 와 고전압에 신체접촉이 되지 않도록 주의해야한다.
- 이 능력단위에서 '가스 식각장비 유지 관리하기' 절차에는 다음의 공통직무사항을 포함한다.
- H<sub>2</sub>, NF<sub>3</sub>, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>O, Hf, 등
- O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, Ar등
- CCP(Capacitance Coupled Plasma), RIE(Reactive Ion Etch), ICP(Inductance Coupled Plasma)/TCP(Transformer Coupled Plasma) 등
- EFEM(End Foup Equipment Module), Load Lock Chamber, Transfer Chamber, Process Chamber 등
- 시스템 전원공급 장치인 Main Power Rack, RF Rack Module 등
- 진공계통에 Dry 펌프, CM(Capacitance Manometer), Throttle(또는 Pendulum) Valve 등
- 플라즈마 계통으로 RF매처(Matcher), Matching Network, Cathode, Anode 등
- 공정 가스 공급계통의 가스 레귤레이터, 가스 필터, MFC(Mass Flow Controller), 가스 밸브, 압력 게이지 등
- 온도제어장치로 Chiller와 웨이퍼 후면 냉각을 위한 ESC(Electro Static Chuck)
- 자리안착 및 장비 수평조정
- 스케줄 관리 능력(일정, UT hook-up, UT turn-on)
- 기구 및 전장 조립
- Module Setting 기능
- Main Controller Install 및 I/O check 능력
- 반송 Test Operation 기능
- 양산 적용(장애 대응 가능)
- Operation 기능
- 장애 발생 시 조치 가능(전장, 제어, 기구)

### 자료 및 관련 서류

- 장비 설명서
- 반도체 공정개론 자료
- Silicon Processing 자료



## 장비 및 도구

- 가스 식각장비
- 칠러
- RF매처(Matcher)
- RF Power Meter
- Dummy Loader
- MFC
- 건식 펌프
- 진공 게이지
- 흡(FOUP, Front Opening Unified Pod) or 웨이퍼 Cassette
- 안전보호구(방독마스크, 고글 등)

## 재료

- 웨이퍼
- 공정가스( $H_2$ ,  $NF_3$ ,  $NH_3$ ,  $H_2O$ ,  $Hf$ ,  $O_2$ ,  $N_2$ ,  $Ar$  등)
- 보유 가스식각 장비의 예비 부품
- Clean Wiper

## □ 평가지침

### 권장평가방법

- 평가자는 능력단위 가스 식각장비 운영의 수행준거에 제시되어 있는 내용을 평가하기 위해 이론과 실기를 나누어 평가하거나 종합적인 결과물의 평가 등 다양한 평가 방법을 사용할 수 있다.
- 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.

권 장 평 가 방 법	평 가 유 형	
	과 정 평 가	결 과 평 가
A.포트폴리오		
B.문제해결 시나리오	V	
C.서술형시험	V	V
D.논술형시험		
E.사례연구		
F.평가자 질문		V
G.평가자 체크리스트		V
H.피평가자 체크리스트		
I.일지/저널		
J.역할연기		
K.구두발표		
L.작업장평가	V	
M.기타		

### 평가지 고려사항

- 수행준거에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행할 수 있는지를 평가해야 한다.
  - 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.
- 가스 식각장비별 규격서 작성 능력
  - 가스 식각장비와 부대설비 레이아웃 작성 능력
  - 배관자재 종류 선택 및 연결 능력
  - 장비의 매개변수 운용자료 기록 능력
  - 가스 식각장비 셋업 및 작업표준 작성 능력
  - 가스 식각장비 사전예방 점검항목 및 점검방법 확인 능력
  - 가스 식각장비 조작 능력
  - 가스 식각장비 장비이력 관리 능력
  - 가스 식각장비 고장 조치 및 개선 능력
  - 공정챔버 부품 예방정비 능력

## □ 관련기초능력

순번	관 련 기 초 능 력	
	주 요 영 역	하 위 영 역
1	의사소통능력	경청 능력, 기초외국어 능력, 문서이해 능력, 문서작성 능력, 의사표현 능력
2	수리능력	기초연산 능력, 기초통계 능력, 도표분석 능력, 도표작성 능력
3	문제해결능력	문제처리 능력, 사고력
4	대인관계능력	갈등관리 능력, 고객서비스 능력, 리더십 능력, 팀워크 능력, 협상 능력
5	기술능력	기술선택 능력, 기술이해 능력, 기술적용 능력

□ 개발·개선 이력

구 분		내 용
직무명칭(능력단위명)		반도체제조(가스 식각장비 운영)
분류번호	기존	1903060220_23v4
	현재	1903060220_24v5
개발·개선연도	현재	2024
	2차	2023
	최초(1차)	2014
버전번호		v5
개발·개선기관	현재	전자 산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	2차	전자산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	최초(1차)	한국반도체산업협회
향후 보완 연도(예정)		2029

분류번호 : 1903060221\_24v5

능력단위 명칭 : 플라즈마 식각장비 운영

능력단위 정의 : 플라즈마 식각장비 운영이란 플라즈마를 활용하여 반도체 웨이퍼 상의 특정물질을 제거하는 장비와 부대설비를 규격서에 맞도록 셋업 및 유지 관리하는 능력이다.

능 력 단 위 요 소	수 행 준 거
1903060221_24v5.1 플라즈마 식각장비 셋업하기	<p>1.1 장비모델, 공정모듈 구성, 공통사양 등 플라즈마 식각장비별 규격서를 작성할 수 있다.</p> <p>1.2 플라즈마 식각장비와 부대설비들의 규격을 파악하여 레이아웃을 작성할 수 있다.</p> <p>1.3 각종 유틸리티 및 공정가스의 제원을 바탕으로 배관자재의 종류를 선택하고 연결할 수 있다.</p> <p>1.4 시운전에 필요한 장비를 조작하여 장비의 각종 매개변수의 운용자료를 기록할 수 있다.</p> <p>1.5 플라즈마 식각장비를 셋업하고 작업표준을 작성할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 플라즈마식각의 Source Reactor의 종류, 특성 및 작동 원리</li><li>• 플라즈마식각 가스 MSDS(Material Safety Data Sheet)의 특성 및 용도</li><li>• MFC(Mass Flow Controller), Regulator, 가스 필터, 체크 밸브,의 특성 및 용도</li><li>• 진공, 대기압 게이지 종류, 특성 및 작동원리</li><li>• 웨이퍼 반송장치(Transfer Module) 원리 및 작동원리</li><li>• 전장 &amp; SW Interlock, Config Option, Function 작동원리</li><li>• 건식펌프, TMP(Turbo Molecular 펌프)의 작동 원리</li><li>• 온도제어장치 고온, 저온, 극저온 칠러의 역할</li><li>• 공압 및 센서류의 동작 원리</li><li>• Hookup 사양서 및 P&amp;ID(Piping &amp; Instrumentation Diagram)</li></ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 플라즈마식각 장비 시운전 기술</li><li>• 부대설비(칠러, 진공 펌프, MFC 등) 초기 설정 기술</li><li>• 시스템 소프트웨어 프로그램 셋업 및 제어 설정 기술</li></ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li><li>• 셋업 이후 서비스 공간 확보를 위한 부대설비 배치 노력</li><li>• 정확한 배관, 배선을 위한 셋업 순서 준수</li></ul>
1903060221_24v5.2 플라즈마 식각장비 유지관리하기	<p>2.1 플라즈마 식각장비 운용설명서를 바탕으로 사전예방 점검항목 및 점검방법을 확인할 수 있다.</p> <p>2.2 플라즈마 식각장비 운용설명서에 따라 장비를 조작할 수 있다.</p> <p>2.3 플라즈마 식각장비 운용설명서에 따라 장비이력을 관리할 수 있다.</p> <p>2.4 플라즈마 식각장비 운용설명서에 따라 세부공정의 주요 매개변수의 관리를 통하여 고장종류에 따라 조치 및 개선할 수 있다.</p> <p>2.5 프로세스 챔버 내 부품의 세정 및 교환 주기를 설정하여 예방정비 할 수 있다.</p>

1903060221_24v5.2 플라즈마 식각장비 유지 관리하기	<b>【지식】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Transfer/Loadlock 챔버 &amp; Vacuum/ATM 로봇의 역할과 기능</li> <li>• ESC(Electro Static Chuck) 역할 및 He Cooling Flow 원리</li> <li>• 건식 펌프, TMP(Turbo Molecular 펌프)의 작동 원리</li> <li>• Throttle(또는 Pendulum) Valve와 Capacitance Manometer</li> <li>• 전극(Cathode, Anode)구성 및 챔버내 부품(Process kit)의 구성</li> <li>• Regulator, 가스 필터, 체크 밸브, MFC(Mass Flow Controller)의 특성 및 용도</li> <li>• 온도제어장치 칠러의 역할</li> <li>• P&amp;ID(Piping &amp; Instrumentation Diagram)</li> </ul>
	<b>【기술】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 각 모듈을 점검하는 기술</li> <li>• 공정챔버의 PM(Preventive Maintenance) 기술</li> <li>• 고장수리 기술</li> <li>• 이물 관리 및 제어 기술</li> </ul>
	<b>【태도】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li> <li>• 공정챔버 내의 부품에 대한 충격주의 노력</li> </ul>

## □ 적용범위 및 작업상황

### 고려사항

- 식각 장비 셋업하기 능력을 수행하기 위하여  $O_2$ ,  $N_2$ , Ar, He,  $CF_4$ ,  $CHF_3$ ,  $C_4F_8$ ,  $SF_6$ , HBr,  $BCl_3$  등의 특성을 알아야 한다.
- 플라즈마 식각장비 셋업 전에 각종 게이지의 영점 조절은 반드시 표준 게이지와 비교하여 조정하거나 전문기관에 의뢰하여야 한다.
- 공정챔버 내의 부품은 Quartz, 세라믹, 실리콘 등으로 이루어져있어 충격에 약하므로 취급에 주의가 필요하다.
- 플라즈마식각 공정에서의 사용 가스에 대한 MSDS(Material Safety Data Sheet)를 숙지해야 한다.
- 플라즈마식각 장비의 PM 시 공정챔버 내부에 잔류 가스가 남아 있지 않도록 충분히 Purge 및 배기를 해야 한다.
- 장비 가동 중 RF(Radio frequency) Power 와 고전압에 신체접촉이 되지 않도록 주의해야한다.
- 이 능력단위에서 '플라즈마 식각장비 유지 관리하기' 절차에는 다음의 공통직무사항을 포함한다.
- $CF_4$ ,  $CHF_3$ ,  $C_4F_8$ ,  $SF_6$ , HBr,  $BCl_3$  등
- $O_2$ ,  $N_2$ , Ar, He 등
- CCP(Capacitance Coupled Plasma), RIE(Reactive Ion Etch), MERIE(Magnetic Enhanced Reactive Ion Etch), ICP(Inductance Coupled Plasma)/TCP(Transformer Coupled Plasma) 등
- EFEM(End Foup Equipment Module), Load Lock 챔버, Transfer 챔버, 공정챔버 등
- 시스템 전원공급 장치인 Main Power Rack, RF Rack Module 등
- 진공계통에 Dry 펌프, TMP(Turbo Molecular Pump), CM(Capacitance Manometer), Throttle(또는 Pendulum) Valve
- 플라즈마 계통으로 RF매처(Matcher), Matching Network, Cathode, Anode 등
- 공정 가스 공급계통의 가스 레귤레이터, 가스 필터, MFC(Mass Flow Controller), 가스 밸브, 압력 게이지 등
- 온도제어장치로 칠러와 웨이퍼 후면 냉각을 위한 ESC(Electro Static Chuck)
- 자리안착 및 장비 수평조정
- 스케줄 관리 능력(일정, UT hook-up, UT turn-on)
- 기구 및 전장 조립(외주 사용시 관리 능력 有)
- Module Setting 기능
- Main Controller Install 및 I/O check 능력
- 반송 Test Operation 기능
- 양산 적용(장애 대응 가능)
- Operation 기능
- 장애 발생 시 조치 가능(전장, 제어, 기구)

### 자료 및 관련 서류

- 장비 설명서
- 반도체 공정개론 자료
- Silicon Processing 자료

## 장비 및 도구

- Plasma Etch 장비
- Chiller
- RF매처(Matcher)
- RF Matching Network
- Dummy Loader
- MFC (Mass Flow Controller)
- Dry 펌프/Turbo Molecular 펌프
- 진공 게이지
- 흡(FOUP, Front Opening Unified Pod) or 웨이퍼 Cassette
- 안전보호구(방독마스크, 고글 등)

## 재료

- 웨이퍼
- 공정가스( $\text{CF}_4$ ,  $\text{CHF}_3$ ,  $\text{C}_2\text{F}_6$ ,  $\text{SF}_6$ ,  $\text{Cl}_2$ ,  $\text{HBr}$ ,  $\text{BCl}_3$  등)
- 보유 Dry Etch 장비의 예비 부품
- Clean Wiper



## □ 평가지침

### 권장평가방법

- 평가자는 능력단위 플라즈마 식각장비 운영의 수행준거에 제시되어 있는 내용을 평가하기 위해 이론과 실기를 나누어 평가하거나 종합적인 결과물의 평가 등 다양한 평가 방법을 사용할 수 있다.
- 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.

권 장 평 가 방 법	평 가 유 형	
	과 정 평 가	결 과 평 가
A.포트폴리오		
B.문제해결 시나리오	V	
C.서술형시험	V	V
D.논술형시험		
E.사례연구		
F.평가자 질문		V
G.평가자 체크리스트		V
H.피평가자 체크리스트		
I.일지/저널		
J.역할연기		
K.구두발표		
L.작업장평가	V	
M.기타		

### 평가지 고려사항

- 수행준거에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행할 수 있는지를 평가해야 한다.
  - 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.
- 플라즈마 식각장비별 규격서 작성 능력
  - 플라즈마 식각장비와 부대설비 레이아웃 작성 능력
  - 배관자재 종류 선택 및 연결 능력
  - 장비의 매개변수 운용자료 기록 능력
  - 플라즈마 식각장비 셋업 및 작업표준 작성 능력
  - 플라즈마 식각장비 점검항목 및 점검방법 확인 능력
  - 플라즈마 식각장비 장비 조작 능력
  - 플라즈마 식각장비 장비이력 관리 능력
  - 플라즈마 식각장비 고장 조치 및 개선 능력
  - 프로세스 챔버 내 부품 예방정비 능력

## □ 관련기초능력

순번	관 련 기 초 능 력	
	주 요 영 역	하 위 영 역
1	의사소통능력	경청 능력, 기초외국어 능력, 문서이해 능력, 문서작성 능력, 의사표현 능력
2	수리능력	기초연산 능력, 기초통계 능력, 도표분석 능력, 도표작성 능력
3	문제해결능력	문제처리 능력, 사고력
4	대인관계능력	갈등관리 능력, 고객서비스 능력, 리더십 능력, 팀워크 능력, 협상 능력
5	기술능력	기술선택 능력, 기술이해 능력, 기술적용 능력

□ 개발·개선 이력

구 분		내 용
직무명칭(능력단위명)		반도체제조(플라즈마 식각장비 운영)
분류번호	기존	1903060221_23v4
	현재	1903060221_24v5
개발·개선연도	현재	2024
	2차	2023
	최초(1차)	2014
버전번호		v5
개발·개선기관	현재	전자 산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	2차	전자산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	최초(1차)	한국반도체산업협회
향후 보완 연도(예정)		2029

분류번호 : 1903060222\_24v5

능력단위 명칭 : 에싱(Ashing)장비 운영

능력단위 정의 : 에싱(Ashing)장비 운영이란 반도체 기관 상의 감광액을 제거하는 장비의 올바른 사용을 위하여 장비와 부대설비를 규격서에 맞도록 셋업 및 유지 관리하는 능력이다.

능 력 단 위 요 소	수 행 준 거
1903060222_24v5.1 에싱장비 셋업하기	<p>1.1 장비모델, 공정모듈 구성, 공통사양 등 에싱장비 규격서를 작성할 수 있다.</p> <p>1.2 에싱장비와 부대설비들의 규격을 파악하여 레이아웃을 작성할 수 있다.</p> <p>1.3 각종 유틸리티 및 공정가스의 제원을 바탕으로 배관자재의 종류를 선택하고 연결할 수 있다.</p> <p>1.4 시운전에 필요한 장비를 조작하여 장비의 각종 매개변수의 운용자료를 기록할 수 있다.</p> <p>1.5 에싱장비를 셋업하고 작업표준을 작성할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Ashing Source Reactor의 종류, 특성 및 작동 원리</li><li>• 에싱공정 가스 MSDS(Material Safety Data Sheet)의 특성 및 용도</li><li>• MFC(Mass Flow Controller), 레귤레이터, 가스필터, 체크밸브 의 작동원리 및 용도</li><li>• 레귤레이터, 가스 필터, MFC(Mass Flow Controller)의 특성 및 용도</li><li>• 진공, 대기압 게이지 종류, 특성 및 작동원리</li><li>• 건식펌프의 작동 원리</li><li>• 온도제어 장치(Heater Chuck, IR Lamp)</li><li>• 웨이퍼 반송장치(Transfer Module) 원리 및 작동원리</li><li>• 전장 &amp; 소프트웨어 Interlock, Config Option, 기능 작동원리</li><li>• 공압 및 센서류의 동작 원리</li><li>• Hookup 사양서 및 P&amp;ID(Piping&amp;Instrumentation Diagram) 지식</li></ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 에싱장비 시운전 기술</li><li>• 부대설비(진공 펌프, MFC 등) 초기 설정 기술</li><li>• 시스템 소프트웨어 프로그램 셋업 및 제어 설정 기술</li></ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li><li>• 셋업 이후 서비스 공간 확보를 위한 부대설비 배치 노력</li><li>• 정확한 배관, 배선을 위한 셋업 순서 준수</li></ul>
1903060222_24v5.2 에싱장비 유지 관리하기	<p>2.1 에싱장비 운용설명서를 바탕으로 사전예방 점검항목 및 점검방법을 확인할 수 있다.</p> <p>2.2 에싱장비 운용설명서에 따라 장비를 조작할 수 있다.</p> <p>2.3 에싱장비 운용설명서에 따라 장비이력을 관리할 수 있다.</p> <p>2.4 에싱장비 운용설명서에 따라 세부공정의 주요 매개변수의 관리를 통하여 고장종류에 따라 조치 및 개선할 수 있다.</p> <p>2.5 프로세스 챔버 내 부품의 세정 및 교환 주기를 설정하여 예방정비 할 수 있다.</p>

1903060222_24v5.2 에싱장비 유지 관리하기	<b>【지식】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ashing Source Reactor의 종류, 특성 및 작동 원리</li> <li>• EFEM (End Foup Equipment Module)with LPM(Load Port Module) 기능 및 원리</li> <li>• Transfer/Loadlock 챔버 &amp; Vacuum/ATM 로봇의 역할과 기능</li> <li>• Heater 스테이지 역할 및 온도 제어 원리</li> <li>• Dry 펌프의 작동 원리</li> <li>• Throttle(또는 Pendulum) Valve와 Capacitance Manometer</li> <li>• Ashing Rate, Uniformity제어 원리</li> <li>• ATM(Atmosphere) or Vacuum Transfer Robot의 역할</li> <li>• Throttle(또는 Pendulum) Valve와 Capacitance Manometer</li> <li>• 전극(Cathode, Anode) 구성 및 챔버내 부품의 구성</li> <li>• Etch Rate, Uniformity 및 CD(Critical Dimension)제어 원리</li> <li>• 에싱 플라즈마 생성원리, 종류별 특성</li> <li>• 공압 및 센서류의 동작 원리</li> <li>• P&amp;ID(Piping&amp;Instrumentation Diagram) 지식</li> </ul>
	<b>【기술】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 각 모듈 점검 기술</li> <li>• 공정챔버의 PM 기술</li> <li>• 고장수리 기술</li> <li>• 이물 관리 기술</li> </ul>
	<b>【태도】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li> <li>• 공정챔버 내의 부품에 대한 충격주의 노력</li> <li>• 독가스에 누출되지 않도록 안전수칙 준수</li> </ul>

## □ 적용범위 및 작업상황

### 고려사항

- 에싱장비 셋업하기 능력을 수행하기 위하여  $O_2$ ,  $N_2$ ,  $H_2$ , 4% $H_2N_2$ ,  $CF_4$ , PCW(Process Cooling Water), 시수 등의 특성을 알아야 한다.
- 에싱장비 셋업 전에 각종 게이지의 영점 조절은 반드시 표준 게이지와 비교하여 조정하거나 전문기관에 의뢰하여야 한다.
- 공정챔버 내의 부품은 Quartz, 세라믹 등으로 이루어져있어 충격에 약하므로 취급에 주의가 필요하다.
- 에싱공정에서의 사용 가스에 대한 MSDS(Material Safety Data Sheet)를 숙지해야 한다.
- PM 시 공정챔버 내부에 잔류 가스가 남아 있지 않도록 충분히 Purge 및 배기를 해야 한다.
- 장비 가동 중 RF(Radio frequency) Power와 고전압에 신체접촉이 되지 않도록 주의해야한다.
- 이 능력단위에서 '에싱장비 유지 관리하기' 절차에는 다음의 공통직무사항을 포함한다.
- $O_2$ ,  $N_2$ ,  $H_2$ , 4% $H_2N_2$ ,  $CF_4$  등
- CCP(Capacitance Coupled Plasma), ICP(Inductively Coupled Plasma)/TCP(Transformer Coupled Plasma), FICP(Ferrite Inductively Coupled Plasma), RIE(Reactive Ion Etch), RPS(Remote Plasma Source) 등
- EFEM, Mini Environment, Load Lock 챔버, Transfer 챔버, 공정모듈(공정챔버 등)
- 시스템 전원공급 장치인 Power Rack
- 진공계통에 건식펌프, CM(Capacitance Manometer), Throttle(또는 Pendulum) Valve
- 플라즈마 계통으로 RF매처(Matcher), Matching Network, Cathode, Anode 등
- 공정 가스 공급계통의 가스레귤레이터, 가스필터, MFC(Mass Flow Controller), 가스 밸브, 압력 게이지 등
- 온도제어장치로 웨이퍼 후면 Heating을 위한 Heater 스테이지 등.
- 자리안착 및 장비 수평조정
- 스케줄 관리 능력(일정, UT hook-up, UT turn-on)
- 기구 및 전장 조립(외주 사용시 관리 능력 有)
- Module Setting기능
- Main Controller Install 및 I/O check 능력
- 반송 Test Operation 기능
- 양산 적용(장애 대응 가능)
- Operation 기능
- 장애 발생 시 조치 가능(전장, 제어, 기구)

### 자료 및 관련 서류

- 장비 설명서
- 반도체 공정개론 자료
- Silicon Processing 자료

## 장비 및 도구

- Asher(PR Strip) 장비
- 칠러
- RF매처(Matcher)
- RF Power Meter
- Dummy Loader
- MFC
- 건식펌프
- 진공게이지
- 홉(FOUP, Front Opening Unified Pod) or 웨이퍼 Cassette
- 안전보호구(방독마스크, 고글 등)

## 재료

- 웨이퍼
- 공정가스(O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, CF<sub>4</sub>, 4%H<sub>2</sub>N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub> 등)
- 보유 Ashing 장비의 예비 부품
- Clean Wiper

## □ 평가지침

### 권장평가방법

- 평가자는 능력단위 에싱(Ashing)장비 운영의 수행준거에 제시되어 있는 내용을 평가하기 위해 이론과 실기를 나누어 평가하거나 종합적인 결과물의 평가 등 다양한 평가 방법을 사용할 수 있다.
- 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.

권 장 평 가 방 법	평 가 유 형	
	과 정 평 가	결 과 평 가
A.포트폴리오		
B.문제해결 시나리오	V	
C.서술형시험	V	V
D.논술형시험		
E.사례연구		
F.평가자 질문		V
G.평가자 체크리스트		V
H.피평가자 체크리스트		
I.일지/저널		
J.역할연기		
K.구두발표		
L.작업장평가	V	
M.기타		

### 평가지 고려사항

- 수행준거에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행할 수 있는지를 평가해야 한다.
  - 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.
- 에싱장비 규격서 작성 능력
  - 에싱장비와 부대설비 레이아웃 작성 능력
  - 배관자재 종류 선택 및 연결 능력
  - 장비 매개변수 운용자료 기록 능력
  - 에싱장비 셋업 및 작업표준 작성 능력
  - 에싱장비 사전예방 점검항목 및 점검방법 확인 능력
  - 에싱장비 조작 능력
  - 에싱장비 장비이력 관리 능력
  - 에싱장비 고장 조치 및 개선 능력
  - 프로세스 챔버 내 부품 예방정비 능력



□ 관련기초능력

순번	관 련 기 초 능 력	
	주 요 영 역	하 위 영 역
1	의사소통능력	경청 능력, 기초외국어 능력, 문서이해 능력, 문서작성 능력, 의사표현 능력
2	수리능력	기초연산 능력, 기초통계 능력, 도표분석 능력, 도표작성 능력
3	문제해결능력	문제처리 능력, 사고력
4	대인관계능력	갈등관리 능력, 고객서비스 능력, 리더십 능력, 팀워크 능력, 협상 능력
5	기술능력	기술선택 능력, 기술이해 능력, 기술적용 능력

□ 개발·개선 이력

구 분		내 용
직무명칭(능력단위명)		반도체제조(에싱(Ashing)장비 운영)
분류번호	기존	1903060222_23v4
	현재	1903060222_24v5
개발·개선연도	현재	2024
	2차	2023
	최초(1차)	2014
버전번호		v5
개발·개선기관	현재	전자 산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	2차	전자산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	최초(1차)	한국반도체산업협회
향후 보완 연도(예정)		2029

분류번호 : 1903060223\_23v4

능력단위 명칭 : 박막 도금장비 운영

능력단위 정의 : 박막 도금장비 운영이란 반도체 소자 특성을 결정하는 금속 박막공정을 진행하기 위하여 도금장비를 셋업하고, 유지 관리하며, 개선하는 능력이다.

능 력 단 위 요 소	수 행 준 거
1903060223_23v4.1 박막 도금장비 셋업하기	<p>1.1 금속박막 도금장비의 셋업을 위해 유틸리티 구성 및 공급조건을 확인하고 준비할 수 있다.</p> <p>1.2 다양한 도금 박막별로 EFEM, 웨이퍼 이송장치, 전해도금챔버, 도금액 공급장치 등을 분류할 수 있다.</p> <p>1.3 설치 매뉴얼을 기준으로 각 구성장치를 조립한 후 셋업할 수 있다.</p> <p>1.4 도금 박막별 공정 레시피를 구성하여 증착특성을 평가하고 수정 보완할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>반도체 소자의 금속 박막공정 절차</li><li>공정 주요 관리 매개변수</li><li>EFEM 모듈 특성</li><li>웨이퍼 이송장치 구조</li><li>도금챔버의 구조 및 반응 메커니즘</li><li>Cu, Co 박막 도금액 특성 및 공급장치 구조</li><li>Cu, Co 박막 도금액 안전관리 및 처리 방법</li><li>LFC(Liquid Flow Controller) 및 다양한 센서의 동작 원리</li><li>P&amp;ID(Piping&amp;Instrumentation Diagram) 지식</li></ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>웨이퍼 이송장치 기술</li><li>Dry-Wet 겸용 로봇 기술</li><li>도금챔버 분해 및 조립 기술</li><li>도금챔버 운영 기술</li><li>Cathode, Anode 운영 기술</li><li>도금액 공급장치 운영 기술</li><li>LFC(Liquid Flow Controller) 운영 기술</li><li>약액 기반 밸브, 센서 운영 기술</li></ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li><li>체계적인 장비 설치를 위한 준비성</li><li>장비 셋업을 완벽하게 하려는 의지와 노력</li></ul>
1903060223_23v4.2 박막 도금장비 유지 관리하기	<p>2.1 박막 도금장비의 부품, 소재의 수명을 관리하여 최적의 공정으로 진행할 수 있다.</p> <p>2.2 박막 도금장비 구성 부품의 동작원리에 따라 이상상황 발생시 문제를 해결할 수 있다.</p> <p>2.3 박막 도금장비의 운영지침서에 따라 주기적으로 점검하여 장비를 관리할 수 있다.</p> <p>2.4 장비의 고장내역 및 PM(Preventive Maintenance) 이력을 관리할 수 있다.</p>

<p>1903060223_23v4.2</p> <p>박막 도금장비 유지 관리하기</p>	<p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 박막 도금공정의 특성 및 공정 조건</li> <li>• Cu, Co 박막 도금공정의 도금액, 전해 도금 반응에 따른 매개변수</li> <li>• 박막 도금챔버 구조와 반응 메커니즘</li> <li>• Cu, Co 박막 도금액 특성, 진단 방법</li> <li>• Dry, Dry-Wet 겸용 로봇</li> <li>• Cathode, Anode 원리 및 주요 부품</li> <li>• LFC(Liquid Flow Controller)의 원리와 종류</li> <li>• 약액 제어 밸브, 유량센서의 동작 원리</li> <li>• P&amp;ID(Piping&amp;Instrumentation Diagram)</li> </ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• EFEM, 웨이퍼 이송장치, 도금 챔버모듈에 대한 조작, 분해 조립 기술</li> <li>• 도금챔버 전극 고장에 대한 점검 및 조치 기술</li> <li>• 도금챔버 내부 각 모듈에 대한 조작과 분해 조립 기술</li> <li>• Dry, Dry-Wet 겸용 로봇 고장에 대한 점검 및 조치 기술</li> <li>• LFC, 밸브 및 센서의 조작과 기본적인 고장 점검 기술</li> <li>• LFC, 밸브 및 센서의 분해 조립 기술</li> <li>• 주요 유틸리티(전기, 벌크가스, 도금액, 배기, 폐수) 점검 기술</li> </ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li> <li>• 주요 부품 소재 교체 시기에 대한 정확한 판단 능력</li> <li>• 유지보수 과정에서 정밀한 관찰력과 집중력</li> </ul>
<p>1903060223_23v4.3</p> <p>박막 도금장비 개선하기</p>	<p>3.1 박막 도금장비의 부품, 소재의 상태를 실시간 감지할 수 있는 센서 특성에 따라 적합한 센서를 선정할 수 있다.</p> <p>3.2 부품 소재 감지센서의 실시간 데이터를 수집, 분류, 분석하여 박막 도금공정의 품질 개선을 지원할 수 있다.</p> <p>3.3 부품 소재 상태를 실시간 감시하여 고장 발생 여부를 예측할 수 있는 박막 도금장비의 불량 예측시스템에 따라 조치할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 박막 도금 공정 특성 및 입출력 변수</li> <li>• 박막 도금액 특성 데이터와 도금 공정간 상관관계</li> <li>• Cathode, Anode 특성 데이터와 도금 공정간 상관관계</li> <li>• LFC 유량 데이터와 공정간 상관관계</li> <li>• 약액 제어 밸브, 유량 센서 데이터와 공정간 상관관계</li> <li>• 통계적 품질관리, 빅데이터, 딥러닝 이론</li> </ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 박막 도금공정 입출력 변수 관리 기술</li> <li>• 박막 도금액 특성과 공정 성능지표와 영향 평가 기술</li> <li>• Cathode, Anode 데이터와 공정 성능지표간 상관관계 분석 기술</li> <li>• LFC 유량 데이터와 공정 성능지표간 영향 평가 기술</li> <li>• 약액 제어밸브, 유량센서 데이터와 공정 성능지표간 영향 분석 기술</li> <li>• 통계적품질관리, 빅데이터, 딥러닝 응용프로그램 동작, 분석 기술</li> <li>• 주요 유틸리티와 공정 성능지표간 영향 분석 기술</li> <li>• 빅데이터, 딥러닝 학습 등 데이터 기술</li> </ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li> <li>• 고장 진단을 위한 논리적이고 과학적인 사고</li> <li>• 빅데이터, 딥러닝 기술에 대한 이해력</li> </ul>

## □ 적용범위 및 작업상황

### 고려사항

- 박막 도금장비의 챔버 모듈 조작 시 웨이퍼 이동경로와 공정 온도를 고려해야 한다.
- 장비 유지보수 시 장비 내부에 웨이퍼가 장착되어 있는지 반드시 확인해야 한다.
- 장비의 수리 보수 시에는 반드시 도금액이 작업 환경 내에 존재하지 않도록 장시간 배출하여야 한다.
- Sub FAB(공정실 아래 지하에 유틸리티가 설치되어 있는 공간)에서 작업 시 다른 작업자와의 충돌 방지 및 기타 같은 공간에서 장비 이설이 있을 경우 주변을 경계해야 한다.
- 이 능력단위에서 '박막 도금장비 유지 관리하기' 절차에는 다음의 공통직무사항을 포함한다.
- Electro Plating, Electroless Plating Cu, Co
- Liquid Flow Controller, 약액 밸브, 필터, 센서
- 웨이퍼 이송장치, Dry, Dry-Wet 겸용 로봇 및 에러에 대한 대처
- 자리안착 및 장비 수평조정
- 스케줄 관리 능력(일정, UT hook-up, UT turn-on)
- 기구 및 전장 조립(외주 사용시 관리 능력 有)
- 주 컨트롤러 인스톨 및 I/O 확인 능력
- 반송 테스트 Operation 기능
- 양산 적용(장애 대응 가능)
- Operation 기능
- 장애 발생 시 조치 가능(전장, 제어, 기구)

### 자료 및 관련 서류

- 박막 도금장비의 하드웨어 및 소프트웨어 설명서
- 공정 조건별 레시피
- PM, CM, PBM 자료
- 장비운영 지침서
- 사용되는 각종 재료의 규격
- - 웨이퍼, 도금액 등

### 장비 및 도구

- 도금 챔버 or Bath
- 면저항 측정 장비
- 공구류
- 실험 및 보호용 도구
- Smock, 마스크, 고무장갑 등

## 재료

- 웨이퍼
- 도금액
- 초순수(DI Water)

## □ 평가지침

### 권장평가방법

• 평가자는 능력단위 박막 도금장비 운영의 수행준거에 제시되어 있는 내용을 평가하기 위해 이론과 실기를 나누어 평가하거나 종합적인 결과물의 평가 등 다양한 평가 방법을 사용할 수 있다. • 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.

권 장 평 가 방 법	평 가 유 형	
	과 정 평 가	결 과 평 가
A.포트폴리오		
B.문제해결 시나리오	V	
C.서술형시험	V	V
D.논술형시험		
E.사례연구		
F.평가자 질문		V
G.평가자 체크리스트		V
H.피평가자 체크리스트		
I.일지/저널		
J.역할연기		
K.구두발표		
L.작업장평가	V	
M.기타		

### 평가지 고려사항

- 수행준거에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행할 수 있는지를 평가해야 한다.
  - 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.
- 금속박막 도금장비 준비 능력
  - 도금 박막별 EFEM, 웨이퍼 이송장치, 전해도금챔버, 도금액 공급장치 분류 능력
  - 구성장치 셋업 능력
  - 도금 박막별 증착특성 평가 및 수정 보완 능력
  - 박막 도금장비 공정진행 능력
  - 박막 도금장비 부품 문제 해결 능력
  - 박막 도금장비 주기적 점검 능력
  - 장비 고장내역 및 PM(Preventive Maintenance) 이력 관리 능력
  - 박막 도금장비 센서 선정 능력
  - 박막 도금공정 품질개선 지원 능력
  - 박막 도금장비 불량 조치 능력

## □ 관련기초능력

순번	관 련 기 초 능 력	
	주 요 영 역	하 위 영 역
1	의사소통능력	경청 능력, 기초외국어 능력, 문서이해 능력, 문서작성 능력, 의사표현 능력
2	수리능력	기초연산 능력, 기초통계 능력, 도표분석 능력, 도표작성 능력
3	문제해결능력	문제처리 능력, 사고력
4	대인관계능력	갈등관리 능력, 고객서비스 능력, 리더십 능력, 팀워크 능력, 협상 능력
5	기술능력	기술선택 능력, 기술이해 능력, 기술적용 능력



## □ 개발·개선 이력

구 분		내 용
직무명칭(능력단위명)		반도체제조(박막 도금장비 운영)
분류번호	기존	1903060223_23v4
	현재	1903060223_23v4
개발·개선연도	현재	2023
	2차	2023
	최초(1차)	2014
버전번호		v4
개발·개선기관	현재	전자 산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	2차	전자산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	최초(1차)	한국반도체산업협회
향후 보완 연도(예정)		2029

분류번호 : 1903060224\_23v4

능력단위 명칭 : 이온가속 주입장비 운영

능력단위 정의 : 이온가속 주입장비 운영이란 반도체 소자 특성을 결정하는 이온가속 주입 공정을 진행하기 위하여 이온가속 주입장비를 셋업하고, 유지 관리하는 능력이다.

능 력 단 위 요 소	수 행 준 거
1903060224_23v4.1 이온가속 주입장비 셋업하 기	<p>1.1 이온가속 주입장비 셋업에 필요한 유틸리티 및 공급조건에 따라 준비할 수 있다.</p> <p>1.2 이온가속 주입장비 셋업시 Source Housing, Analyzer Magnet부, Beam Line, Beam Focus, Beam Scan, End Station, 고진공 펌프 등 주요 구성부품이 정상적으로 동작되도록 조작할 수 있다.</p> <p>1.3 각 구성장치를 점검 조치하고, 설치매뉴얼을 기준으로 조립 후 전원을 공급, 하드웨어 신뢰성평가를 실시하여 정상상태 여부를 확인할 수 있다.</p> <p>1.4 이온주입 공정별 레시피를 구성하여 특성을 평가하고 수정 보완할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 이온주입 공정의 목적 및 원리</li><li>• 이온 가속 주입 공정 특성에 따른 장비의 종류와 차이점</li><li>• 이온 Beam 형성에서 이온 주입까지의 메커니즘</li><li>• Source Housing System의 원리와 구조</li><li>• Analyzer Magnet의 원리와 구조</li><li>• Beam Focus System의 원리와 구조</li><li>• Beam Scan System의 원리와 구조</li><li>• End Station의 구조와 원리</li><li>• 고진공 펌프의 종류와 특성</li><li>• 불순물 가스 운영 및 안전관리 방법</li><li>• 공압 및 센서 류의 동작 원리</li><li>• P&amp;ID(Piping&amp;Instrumentation Diagram) 지식</li></ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 이온주입량에 따른 장비 선정 기술</li><li>• 웨이퍼 이송장치 운영 기술</li><li>• Arc 챔버 분리 및 조작 기술</li><li>• Analyzer Magnet 구조 이해와 운영 기술</li><li>• Beam Line, Focus, Scan System 운영 기술</li><li>• 이온주입 제어시스템 조작 및 운영 기술</li><li>• 이온주입장비의 다양한 구성품에 대한 고장 진단 및 대처 기술</li></ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li><li>• 체계적인 장비 설치를 위한 준비성</li><li>• 셋업 작업시의 사명감과 정확성</li></ul>
1903060224_23v4.2 이온가속 주입장비 유지 관리하기	<p>2.1 이온가속 주입장비의 주요부품, 소재의 수명을 주기적으로 관리하여 최적의 공정으로 진행할 수 있다.</p> <p>2.2 이온가속 주입장비의 구성부품의 동작원리를 파악하고 이상상황 발생시 문제를 해결할 수 있다.</p> <p>2.3 이온가속 주입장비의 운영지침서를 작성하고, 주기적인 사전 예방 점검 항목 및 점검 방법에 따라 사전정비를 함으로써 최적화 상태를 유지할 수 있다.</p> <p>2.4 이온가속 주입장비의 고장내역 및 PM이력을 관리할 수 있다.</p>

<p>1903060224_23v4.2</p> <p>이온가속 주입장비 유지 관리하기</p>	<p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 빔 형성에서 이온주입까지 전체 메커니즘</li> <li>- Arc 챔버, Extractor, Analyzer, Accelerator, Mass Slit, Corrector Magnet</li> <li>• 이온 주입공정 매개변수 특성</li> <li>- Energy, Dose, Beam Current, Scan 등</li> <li>• 이온가속 주입장비에 필요한 고진공 제반사항</li> <li>• 이온가속 주입장비 제어시스템 구조 및 역할</li> <li>• 이온가속 주입장비 사전예방 점검항목 및 점검방법</li> <li>• 공압 및 센서류의 동작 원리</li> <li>• P&amp;ID(Piping&amp;Instrumentation Diagram) 지식</li> </ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 이온 주입공정(주입량)에 따른 장비 구분</li> <li>• Arc 챔버에서 발생 가능한 문제 식별 및 해결 기술</li> <li>• Beam Line에서 발생 가능한 문제 식별 및 해결 기술</li> <li>• Analyzer Magnet에서 발생 가능한 문제 식별 및 해결 기술</li> <li>• Beam Scan System에서 발생 가능한 문제 식별 및 해결 기술</li> <li>• End Station System에서 발생 가능한 문제 식별 및 해결 기술</li> <li>• 주요 유틸리티(벨크가스, 전기, 웨이퍼, 배기) 점검 기술</li> </ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li> <li>• 미세한 기능 변화에 대한 주의 집중력 및 융통성</li> <li>• 고장 진단을 위한 논리적이고 과학적인 사고</li> </ul>
<p>1903060224_23v4.3</p> <p>이온가속 주입장비 개선하기</p>	<p>3.1 이온 가속 주입장비의 부품, 소재의 상태를 실시간 감지할 수 있는 센서를 선정할 수 있다.</p> <p>3.2 부품 소재 감지 센서의 실시간 데이터를 수집, 분류, 분석하여 이온가속 주입공정의 품질 개선을 지원할 수 있다.</p> <p>3.3 이온 가속 주입 장비의 불량 예측시스템을 파악하고 조치할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 이온 가속 주입공정 특성 및 입출력 변수</li> <li>• Dopant 특성 데이터와 이온주입 공정간 상관관계</li> <li>• 각 시스템 특성 데이터와 이온주입 공정간 상관관계</li> <li>• 정성, 정량 이온주입 계측장치 데이터와 공정간 상관관계</li> <li>• 정전 필터 등 이온주입 방향 제어장치 데이터와 공정간 상관관계</li> <li>• 통계적품질관리, 빅데이터, 딥러닝 이론 및 응용 지식</li> </ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 이온가속 주입공정 입출력 변수 관리 기술</li> <li>• Dopant 특성과 공정 성능지표와 영향 평가 기술</li> <li>• 각 시스템 특성 데이터와 공정 성능지표간 상관관계 분석 기술</li> <li>• 정성, 정량 이온주입 계측데이터와 공정 성능지표간 영향 평가 기술</li> <li>• 정전 필터 등 이온주입 방향 제어장치 데이터와 공정 성능지표간 영향 분석 기술</li> <li>• 통계적 품질관리, 빅데이터, 딥러닝 응용 프로그램 동작, 분석 기술</li> <li>• 주요 유틸리티와 공정 성능지표간 영향 분석 기술</li> <li>• 빅데이터, 딥러닝 학습 등 데이터 기술</li> </ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li> <li>• 고장 진단을 위한 논리적이고 과학적인 사고</li> </ul>

## □ 적용범위 및 작업상황

### 고려사항

- 이온 주입장비에 필요한 고진공에 대한 특징 및 종류를 구분해야 한다.
- 이온 주입기와 관련된 모든 작업은 반드시 충전된 전하를 방전시킨 후 작업을 실시해야 한다.
- 이온소스 가스는 직접 흡입 시 생명을 위협하여 인사사고로 이어질 수 있으므로, 펌프를 통해 완전히 배기한 후 작업을 실시해야 한다.
- 장비 유지보수시 장비 내부에 웨이퍼가 장착되어 있는지 반드시 확인해야 한다.
- 장비의 수리 보수 시에는 반드시 가스 및 이온이 작업 환경 내에 존재하지 않도록 장시간 배출하여야 한다.
- Sub FAB(공정실 아래 지하에 유틸리티가 설치되어 있는 공간)에서 작업 시 다른 작업자와의 충돌 방지 및 기타 같은 공간에서 장비 이설이 있을 경우 주변을 경계해야 한다.
- 이 능력단위에서 '이온가속 주입장비 유지 관리하기' 절차에는 다음의 공통직무사항을 포함한다.
- Source Housing, Beam Line, Beam Fucus, Beam Scanning 장치
- Mass Flow Controller, 가스 밸브, 필터, 센서
- Mass Analyzer, Faraday Cup
- 자리안착 및 장비 수평조정
- 스케줄 관리 능력(일정, UT hook-up, UT turn-on)
- 기구 및 전장 조립
- Main Controller Install 및 I/O check 능력
- 반송 Test Operation 기능
- 양산 적용(장애 대응 가능)
- Operation 기능
- 장애 발생 시 조치 가능(전장, 제어, 기구)

### 자료 및 관련 서류

- 이온 가속 주입 장비의 하드웨어 및 소프트웨어 설명서
- 공정 조건별 레시피
- PM, CM, PBM 자료
- 장비운영 지침서
- 사용되는 각종 재료의 규격: 웨이퍼, Dopant 등

## 장비 및 도구

- 이온 가속기 등
- 면저항 측정 장비
- 공구류
- 실험 및 보호용 도구
- Smock, 마스크, 고무장갑 등

## 재료

- 웨이퍼
- Dopant
- 초순수(DI Water)

## □ 평가지침

### 권장평가방법

- 평가자는 능력단위 이온가속 주입장비 운영의 수행준거에 제시되어 있는 내용을 평가하기 위해 이론과 실기를 나누어 평가하거나 종합적인 결과물의 평가 등 다양한 평가 방법을 사용할 수 있다.
- 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.

권 장 평 가 방 법	평 가 유 형	
	과 정 평 가	결 과 평 가
A.포트폴리오		
B.문제해결 시나리오	V	
C.서술형시험	V	V
D.논술형시험		
E.사례연구		
F.평가자 질문		V
G.평가자 체크리스트		V
H.피평가자 체크리스트		
I.일지/저널		
J.역할연기		
K.구두발표		
L.작업장평가	V	
M.기타		

### 평가시 고려사항

- 수행준거에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행할 수 있는지를 평가해야 한다.
  - 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.
- 이온가속 주입장비 유틸리티 및 공급조건 준비 능력
  - 이온가속 주입장비 구성부품 조작 능력
  - 구성장치 정상상태 여부 확인 능력
  - 이온주입 공정별 특성 평가 및 수정 보완 능력
  - 이온가속 주입장비 최적의 공정진행 능력
  - 이온가속 주입장비 구성부품 문제해결 능력
  - 이온가속 주입장비 최적화 상태 유지 능력
  - 이온가속 주입장비 고장내역 및 PM이력 관리 능력
  - 이온가속 주입장비 센서 선정 능력
  - 이온가속 주입공정 품질개선 지원 능력
  - 이온가속 주입장비 불량 조치 능력

## □ 관련기초능력

순번	관 련 기 초 능 력	
	주 요 영 역	하 위 영 역
1	의사소통능력	경청 능력, 기초외국어 능력, 문서이해 능력, 문서작성 능력, 의사표현 능력
2	수리능력	기초연산 능력, 기초통계 능력, 도표분석 능력, 도표작성 능력
3	문제해결능력	문제처리 능력, 사고력
4	대인관계능력	갈등관리 능력, 고객서비스 능력, 리더십 능력, 팀워크 능력, 협상 능력
5	기술능력	기술선택 능력, 기술이해 능력, 기술적용 능력

## □ 개발·개선 이력

구 분		내 용
직무명칭(능력단위명)		반도체제조(이온가속 주입장비 운영)
분류번호	기존	1903060224_23v4
	현재	1903060224_23v4
개발·개선연도	현재	2023
	2차	2023
	최초(1차)	2014
버전번호		v4
개발·개선기관	현재	전자 산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	2차	전자산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	최초(1차)	한국반도체산업협회
향후 보완 연도(예정)		2029



분류번호 : 1903060225\_23v4

능력단위 명칭 : 플라즈마 이온주입장비 운영

능력단위 정의 : 플라즈마 이온주입장비 운영이란 반도체 소자 특성을 결정하는 플라즈마 방식 이온 주입공정을 진행하기 위하여 장비를 셋업하고, 유지 관리하는 능력이다.

능 력 단 위 요 소	수 행 준 거
1903060225_23v4.1 플라즈마 이온주입장비 셋 업하기	<p>1.1 플라즈마 이온주입장비 셋업을 위한 유틸리티 및 공급조건을 알고 준비할 수 있다.</p> <p>1.2 플라즈마 이온주입장비 셋업시 EFEM, Transfer 챔버, 진공 플라즈마 챔버, 가스 캐비닛, 펌프, 가스 스크러버 등 주요 구성부품이 정상적으로 동작되도록 조작할 수 있다.</p> <p>1.3 각 구성장치를 점검 조치하고, 설치 매뉴얼을 기준으로 조립 후 전원을 공급, 하드웨어 신뢰성 평가를 실시하여 정상상태 여부를 확인할 수 있다.</p> <p>1.4 이온주입 공정별 레시피를 구성하여 특성을 평가하고 수정 보완할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 3차원 등방성 이온주입공정의 목적 및 원리</li><li>• 플라즈마 이온주입공정 특성에 따른 장비의 종류와 차이점</li><li>• Load Lock or Buffer 챔버 원리와 구조</li><li>• 웨이퍼 Transfer 챔버 원리와 구조</li><li>• 진공 플라즈마 챔버 원리와 구조</li><li>• 고진공 펌프의 종류와 특성</li><li>• Dopant 운영 및 안전관리 방법</li><li>• 공압 및 센서 류의 동작 원리</li><li>• P&amp;ID(Piping &amp; Instrumentation Diagram)</li></ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 3차원 등방성 이온주입 공정 기술</li><li>• Load Lock or Buffer 챔버 운영 기술</li><li>• 웨이퍼 Transfer 챔버 분리 및 조작 기술</li><li>• 진공 플라즈마 챔버 운영 기술</li><li>• 진공펌프 운영기술</li><li>• 플라즈마 이온주입 제어시스템 조작 및 운영 기술</li><li>• 플라즈마 이온주입장비 구성품 고장 진단 및 대처 기술</li></ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li><li>• 체계적인 장비 설치를 위한 준비성</li><li>• 셋업 작업시의 사명감과 정확성</li></ul>
1903060225_23v4.2 플라즈마 이온주입장비 유 지 관리하기	<p>2.1 플라즈마 이온주입장비의 주요 부품, 소재의 수명을 주기적으로 관리하여 최적의 공정으로 진행할 수 있다.</p> <p>2.2 플라즈마 이온주입장비의 구성부품의 동작원리를 파악하고 이상상황 발생시 문제를 해결할 수 있다.</p> <p>2.3 플라즈마 이온주입장비의 운영지침서를 작성하고 주기적인 사전 예방 점검 항목 및 점검 방법에 따라 사전정비를 함으로써 최적화 상태를 유지할 수 있다.</p> <p>2.4 플라즈마 이온주입장비의 고장내역 및 PM이력을 관리할 수 있다.</p>

<p>1903060225_23v4.2</p> <p>플라즈마 이온주입장비 유지 관리하기</p>	<p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>진공 플라즈마 이온 생성 및 주입까지 전체 메커니즘</li> <li>가스주입, baffle, Plasma Source, Electrode</li> <li>플라즈마 이온주입 공정과 관련된 주요 매개변수 특성</li> <li>플라즈마 이온주입 장비에 필요한 고진공에 대한 제반사항</li> <li>플라즈마 이온주입 장비의 제어 시스템별 구조 및 역할</li> <li>플라즈마 이온주입 장비의 주기적인 사전 예방 점검 항목 및 점검 방법</li> <li>공압 및 센서 류의 동작원리</li> <li>P&amp;ID(Piping &amp; Instrumentation Diagram)</li> </ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>플라즈마 특성에 따른 이온주입 장비 구분</li> <li>버퍼챔버에서 발생 할 수 있는 문제를 식별하고 해결하는 기술</li> <li>Transfer 챔버에서 발생 할 수 있는 문제를 식별하고 해결하는 기술</li> <li>진공 플라즈마 챔버에서 발생 할 수 있는 문제를 식별하고 해결하는 기술</li> <li>고진공 펌프의 기본적인 고장을 점검하고 정비하는 기술</li> <li>주요 유틸리티(별크 가스, 전기, 웨이퍼, 배기) 점검 기술</li> </ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li> <li>미세한 기능 변화에 대한 주의 집중력 및 융통성</li> <li>고장 진단을 위한 논리적이며 과학적인 사고</li> </ul>
<p>1903060225_23v4.3</p> <p>플라즈마 이온주입장비 개선하기</p>	<p>3.1 플라즈마 이온주입장비의 부품, 소재의 상태를 실시간 감지할 수 있는 센서를 선정할 수 있다.</p> <p>3.2 부품 소재 감지센서의 실시간 데이터를 수집, 분류, 분석하여 이온주입공정의 품질 개선을 지원할 수 있다.</p> <p>3.3 이온주입장비의 불량 예측시스템에 따라 조치할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>이온주입 공정 특성 및 입출력 변수</li> <li>Dopant 특성 데이터와 이온주입 공정간 상관관계</li> <li>코팅 두께 특성 데이터와 절연 박막 공정간 상관관계</li> <li>LFC 유량 데이터와 공정간 상관관계</li> <li>약액 제어 밸브, 유량 센서 데이터와 공정간 상관관계</li> <li>통계적 품질관리, 빅데이터, 딥러닝 이론</li> </ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>플라즈마 이온주입공정 입출력 변수 관리 기술</li> <li>Dopant 특성과 공정성능지표와 영향평가 기술</li> <li>정성, 정량 이온주입 계측 데이터와 공정성능지표간 영향 평가 기술</li> <li>통계적품질관리, 빅데이터, 딥러닝 응용프로그램 동작, 분석 기술</li> <li>주요 유틸리티와 공정 성능지표간 영향 분석 기술</li> <li>빅데이터, 딥러닝 학습 등 데이터 기술</li> </ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li> <li>고장진단을 위한 논리적이며 과학적인 사고</li> <li>공정, 장비 특성 데이터 수집, 분류, 분석 능력</li> </ul>

## □ 적용범위 및 작업상황

### 고려사항

- 플라즈마 이온주입장비에 필요한 고진공에 대한 특징 및 종류를 구분해야 한다.
- 이온소스 가스는 직접 흡입시 생명을 위협하여 인사사고로 이어질 수 있으므로, 펌프를 통해 완전히 배기한 후 작업을 실시해야 한다.
- 장비 유지보수시 장비 내부에 웨이퍼가 장착되어 있는지 반드시 확인해야 한다.
- 장비의 수리보수시에는 반드시 Dopant가 작업 환경 내에 존재하지 않도록 장시간 배출하여야 한다.
- Sub FAB(공정실 아래 지하에 유틸리티가 설치되어 있는 공간)에서 작업 시 다른 작업자와의 충돌 방지 및 기타 같은 공간에서 장비 이설이 있을 경우 주변을 경계해야 한다.
- 이 능력단위에서 '플라즈마 이온주입장비 유지 관리하기' 절차에는 다음의 공통직무사항을 포함한다.
- Load Lock, Buffer 챔버, Transfer 챔버, Process 챔버
- Mass Flow Controller, 가스 밸브, 필터, 센서
- 자리안착 및 장비 수평조정
- 스케줄 관리 능력(일정, UT hook-up, UT turn-on)
- 기구 및 전장 조립
- Main Controller Install 및 I/O check 능력
- 반송 Test Operation 기능
- 양산 적용(장애 대응 가능)
- Operation 기능
- 장애 발생 시 조치 가능(전장, 제어, 기구)

### 자료 및 관련 서류

- 플라즈마 이온주입장비의 하드웨어 및 소프트웨어 설명서
- 공정 조건별 레시피
- PM, CM, PBM 자료
- 장비운영 지침서
- 사용되는 각종 재료의 규격: 웨이퍼, Dopant 등

### 장비 및 도구

- 진공 플라즈마 챔버
- 면저항 측정 장비
- 공구류
- 실험 및 보호용 도구
- Smock, 마스크, 고무장갑 등

## 재료

- 웨이퍼
- Dopant
- 초순수(DI Water)

## □ 평가지침

### 권장평가방법

- 평가자는 능력단위 플라즈마 이온주입장비 운영의 수행준거에 제시되어 있는 내용을 평가하기 위해 이론과 실기를 나누어 평가하거나 종합적인 결과물의 평가 등 다양한 평가 방법을 사용할 수 있다.
- 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.

권 장 평 가 방 법	평 가 유 형	
	과 정 평 가	결 과 평 가
A.포트폴리오		
B.문제해결 시나리오	V	
C.서술형시험	V	V
D.논술형시험		
E.사례연구		
F.평가자 질문		V
G.평가자 체크리스트		V
H.피평가자 체크리스트		
I.일지/저널		
J.역할연기		
K.구두발표		
L.작업장평가	V	
M.기타		

### 평가시 고려사항

- 수행준거에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행할 수 있는지를 평가해야 한다.
  - 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.
- 플라즈마 이온주입장비 유틸리티 및 공급조건 준비 능력
  - 플라즈마 이온주입장비 정상동작 조작 능력
  - 구성장치 정상상태 여부 확인 능력
  - 이온주입 공정별 특성 평가 및 수정 보완 능력
  - 플라즈마 이온주입장비 공정진행 능력
  - 플라즈마 이온주입장비 구성부품 문제해결 능력
  - 플라즈마 이온주입장비 최적화 상태 유지 능력
  - 플라즈마 이온주입장비 고장내역 및 PM이력 관리 능력
  - 이온주입공정 품질개선 지원 능력
  - 이온주입장비 불량 조치 능력

## □ 관련기초능력

순번	관 련 기 초 능 력	
	주 요 영 역	하 위 영 역
1	의사소통능력	경청 능력, 기초외국어 능력, 문서이해 능력, 문서작성 능력, 의사표현 능력
2	수리능력	기초연산 능력, 기초통계 능력, 도표분석 능력, 도표작성 능력
3	문제해결능력	문제처리 능력, 사고력
4	대인관계능력	갈등관리 능력, 고객서비스 능력, 리더십 능력, 팀워크 능력, 협상 능력
5	기술능력	기술선택 능력, 기술이해 능력, 기술적용 능력

## □ 개발·개선 이력

구 분		내 용
직무명칭(능력단위명)		반도체제조(플라즈마 이온주입장비 운영)
분류번호	기존	1903060225_23v4
	현재	1903060225_23v4
개발·개선연도	현재	2023
	2차	2023
	최초(1차)	2014
버전번호		v4
개발·개선기관	현재	전자 산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	2차	전자산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	최초(1차)	한국반도체산업협회
향후 보완 연도(예정)		2029

분류번호 : 1903060226\_23v4

능력단위 명칭 : 스피온 박막장비 운영

능력단위 정의 : 스피온 박막장비 운영이란 반도체 소자 특성을 결정하는 배선 간 절연박막공정을 진행하기 위하여 장비를 셋업하고, 유지 관리하는 능력이다.

능 력 단 위 요 소	수 행 준 거
1903060226_23v4.1 스핀온 박막장비 셋업하기	<p>1.1 스피온 박막장비의 셋업을 위해 유틸리티 구성 및 공급조건에 따라 준비할 수 있다.</p> <p>1.2 EFEM, 웨이퍼 이송장치, 스피코팅, 열처리, 약액공급장치 등을 분류할 수 있다.</p> <p>1.3 각 구성장치를 점검 조치하고 설치 매뉴얼을 기준으로 조립 후 전원을 공급, 하드웨어 신뢰성 평가를 실시하여 정상상태 여부를 확인할 수 있다.</p> <p>1.4 스피온 박막공정 레시피를 구성하여 증착 특성을 평가하고 수정 보완할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>반도체 소자의 절연 박막공정</li><li>공정 주요 관리 매개변수</li><li>EFEM 모듈</li><li>웨이퍼 이송장치</li><li>Spin Coater, Hot Plate, Furnace 구조 및 반응 메커니즘</li><li>SOD(SOG) 전구체 약액 특성 및 공급 장치</li><li>SOD(SOG) 전구체 약액 안전 관리 및 처리 기술</li><li>LFC(Liquid Flow Controller) 및 다양한 센서의 동작원리</li><li>P&amp;ID(Piping &amp; Instrumentation Diagram)</li></ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>웨이퍼 이송 장치 기술</li><li>Dry-Wet 겸용 로봇 기술</li><li>Spin Coater 운영. 분해 및 조립 기술</li><li>Hot Plate 운영. 분해 및 조립 기술</li><li>Furnace 운영. 분해 및 조립 기술</li><li>SOD(SOG) 전구체 약액 공급 장치 운영 기술</li><li>LFC(Liquid Flow Controller) 운영 기술</li><li>약액 기반 밸브, 센서 운영 기술</li></ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li><li>체계적인 장비 설치를 위한 준비성</li><li>장비 셋업을 완벽하게 하려는 의지와 노력</li></ul>
1903060226_23v4.2 스핀온 박막장비 유지 관리하기	<p>2.1 스피온 박막장비의 부품, 소재의 수명을 관리하여 최적의 공정으로 진행할 수 있다.</p> <p>2.2 스피온 박막장비 구성부품의 동작원리에 따라 이상상황 발생시 문제를 해결할 수 있다.</p> <p>2.3 스피온 박막장비의 운영지침서를 작성하고 주기적인 사전예방 점검항목 및 점검방법에 따라 사전정비를 함으로써 최적화 상태를 유지할 수 있다.</p> <p>2.4 장비의 고장내역 및 PM(Preventive Maintenance)이력을 관리할 수 있다.</p>



<p>1903060226_23v4.2</p> <p>스핀온 박막장비 유지 관리하기</p>	<p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 스핀온 박막 특성 및 공정 조건</li> <li>• 스핀온 박막공정의 전구체, 열처리 반응에 따른 매개변수</li> <li>• Spin Coater, Hot Plate, Furnace 구조와 반응 메커니즘</li> <li>• 스핀온 박막 전구체 특성, 진단 방법</li> <li>• Dry, Dry-Wet 겸용 로봇</li> <li>• LFC(Liquid Flow Controller)의 원리와 종류</li> <li>• 약액제어밸브, 유량센서의 동작원리</li> <li>• P&amp;ID(Piping&amp;Instrumentation Diagram)</li> </ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• EFEM, 웨이퍼 이송장치에 대한 조작, 분해 조립 기술</li> <li>• Spin Coater, Hot Plate, Furnace에 대한 조작, 분해 조립 기술</li> <li>• Spin Coater, Hot Plate, Furnace 고장에 대한 점검 및 조치 기술</li> <li>• Dry, Dry-Wet 겸용 로봇 고장에 대한 점검 및 조치 기술</li> <li>• LFC, 밸브 및 센서의 조작과 기본적인 고장 점검 기술</li> <li>• LFC, 밸브 및 센서의 분해 조립 기술</li> <li>• 주요 유틸리티(전기, Bulk 가스, 전구체, 배기, 폐수) 점검 기술</li> </ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li> <li>• 사전 예방 점검을 위한 논리적이고 과학적인 사고</li> <li>• 유지 보수 과정에서 정밀한 관찰력과 집중력</li> </ul>
<p>1903060226_23v4.3</p> <p>스핀온 박막장비 개선하기</p>	<p>3.1 Spin Coater, Hot Plate, Furnace 장비의 부품, 소재의 상태를 실시간 감지할 수 있는 센서 특성을 파악하고 적합한 센서를 선정할 수 있다.</p> <p>3.2 부품 소재 감지센서의 실시간 데이터를 수집, 분류, 분석하여 스핀온 박막공정의 품질 개선을 지원할 수 있다.</p> <p>3.3 부품 소재 상태를 실시간 감시하여 고장발생 여부를 예측할 수 있는 스핀온 박막장비의 불량 예측시스템을 파악하고 조치할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 스핀온 박막 공정 특성 및 입출력 변수</li> <li>• 절연 박막 전구체 특성 데이터와 도금 공정간 상관관계</li> <li>• Coating 두께 특성 데이터와 절연 박막 공정간 상관관계</li> <li>• LFC 유량 데이터와 공정간 상관관계</li> <li>• 약액 제어 밸브, 유량 센서 데이터와 공정간 상관관계</li> <li>• 통계적 품질관리, 빅데이터, 딥러닝 이론</li> </ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 스핀온 박막공정 입출력 변수 관리 기술</li> <li>• 절연 박막 전구체 특성과 공정 성능지표와 영향 평가 기술</li> <li>• 코팅 두께 데이터와 공정 성능지표간 상관관계 분석 기술</li> <li>• LFC 유량 데이터와 공정 성능지표간 영향 평가 기술</li> <li>• 약액 제어 밸브, 유량 센서 데이터와 공정 성능지표간 영향 분석 기술</li> <li>• 통계적품질관리, 빅데이터, 딥러닝 응용프로그램 동작, 분석 기술</li> <li>• 주요 유틸리티와 공정 성능지표간 영향 분석 기술</li> <li>• 빅데이터, 딥러닝 학습 등 데이터 기술</li> </ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li> <li>• 고장 진단을 위한 논리적이고 과학적인 사고</li> <li>• 공정, 장비 특성 데이터 수집, 분류, 분석 능력</li> </ul>

## □ 적용범위 및 작업상황

### 고려사항

- 스핀온 박막 장비의 모듈 조작 시 웨이퍼 이동경로와 공정 온도를 고려해야 한다.
- 장비 유지 보수 시 장비 내부에 웨이퍼가 장착되어 있는지 반드시 확인해야 한다.
- 장비의 수리 보수 시에는 반드시 전구체 등이 작업 환경 내에 존재하지 않도록 장시간 배출하여야 한다.
- Sub FAB(공정실 아래 지하에 유틸리티가 설치되어 있는 공간)에서 작업 시 다른 작업자와의 충돌 방지 및 기타 같은 공간에서 장비 이설이 있을 경우 주변을 경계해야 한다.
- 이 능력단위에서 '스핀온 박막장비 유지 관리하기' 절차에는 다음의 공통직무사항을 포함한다.
- Spin on Dielectric(or Glass) Coater, Hot Plate, Furnace
- Liquid Flow Controller, 약액 밸브, 필터, 센서
- 웨이퍼 이송 장치, Dry, Dry-Wet 겸용 로봇 및 에러에 대한 대처
- 자리안착 및 장비 수평조정
- 스케줄 관리 능력(일정, UT hook-up, UT turn-on)
- 기구 및 전장 조립(외주 사용시 관리 능력 有)
- Main Controller Install 및 I/O check 능력
- 반송 Test Operation 기능
- 양산 적용(장애 대응 가능)
- Operation 기능
- 장애 발생 시 조치 가능(전장, 제어, 기구)

### 자료 및 관련 서류

- 스핀온 박막 장비의 하드웨어 및 소프트웨어 설명서
- 공정 조건별 레시피
- PM, CM, PBM 자료
- 장비운영 지침서
- 사용되는 각종 재료의 규격: 웨이퍼, 전구체 등

### 장비 및 도구

- Spin Coater, Hot Plateh
- 박막 두께 측정 장치
- 공구류
- 실험 및 보호용 도구
- Smock, 마스크, 고무장갑 등

### 재료

- 웨이퍼
- 전구체
- 초순수(DI Water)

## □ 평가지침

### 권장평가방법

- 평가자는 능력단위 스펠온 박막장비 운영의 수행준거에 제시되어 있는 내용을 평가하기 위해 이론과 실기를 나누어 평가하거나 종합적인 결과물의 평가 등 다양한 평가 방법을 사용할 수 있다.
- 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.

권 장 평 가 방 법	평 가 유 형	
	과 정 평 가	결 과 평 가
A.포트폴리오		
B.문제해결 시나리오	V	
C.서술형시험	V	V
D.논술형시험		
E.사례연구		
F.평가자 질문		V
G.평가자 체크리스트		V
H.피평가자 체크리스트		
I.일지/저널		
J.역할연기		
K.구두발표		
L.작업장평가	V	
M.기타		

### 평가지 고려사항

- 수행준거에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행할 수 있는지를 평가해야 한다.
  - 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.
- 스펠온 박막장비 유틸리티 구성 능력
  - EFEM, 웨이퍼 이송장치, 스펠 코팅, 열처리, 약액공급장치 분류 능력
  - 구성장치 정상상태 여부 확인 능력
  - 스펠온 박막공정 증착특성 평가 및 수정 보완 능력
  - 스펠온 박막장비 최적의 공정진행 능력
  - 스펠온 박막장비 구성부품 문제 해결 능력
  - 스펠온 박막장비 최적화 상태 유지 능력
  - 장비의 고장내역 및 PM이력 관리 능력
  - 센서 선정 능력
  - 스펠온 박막공정 품질개선 지원 능력
  - 스펠온 박막장비 불량 조치 능력

## □ 관련기초능력

순번	관 련 기 초 능 력	
	주 요 영 역	하 위 영 역
1	의사소통능력	경청 능력, 기초외국어 능력, 문서이해 능력, 문서작성 능력, 의사표현 능력
2	수리능력	기초연산 능력, 기초통계 능력, 도표분석 능력, 도표작성 능력
3	문제해결능력	문제처리 능력, 사고력
4	대인관계능력	갈등관리 능력, 고객서비스 능력, 리더십 능력, 팀워크 능력, 협상 능력
5	기술능력	기술선택 능력, 기술이해 능력, 기술적용 능력

## □ 개발·개선 이력

구 분		내 용
직무명칭(능력단위명)		반도체제조(스핀온 박막장비 운영)
분류번호	기존	1903060226_23v4
	현재	1903060226_23v4
개발·개선연도	현재	2023
	2차	2023
	최초(1차)	2014
버전번호		v4
개발·개선기관	현재	전자 산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	2차	전자산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	최초(1차)	한국반도체산업협회
향후 보완 연도(예정)		2029

분류번호 : 1903060227\_24v5

능력단위 명칭 : 퍼니스 열처리장비 운영

능력단위 정의 : 퍼니스 열처리장비 운영이란 반도체 생산 시 산화공정, 확산공정, LPCVD 공정 장비를 셋업하고 유지 관리하는 능력이다.

능 력 단 위 요 소	수 행 준 거
1903060227_24v5.1 퍼니스 열처리장비 셋업하 기	<p>1.1 퍼니스 열처리장비 모델, 공정 모듈의 구성, 공통사양 등 퍼니스 열처리장비별 규격서를 작성할 수 있다.</p> <p>1.2 퍼니스 열처리장비와 부대설비들의 치수를 파악하여 레이아웃을 작성할 수 있다.</p> <p>1.3 각종 유틸리티 및 공정가스의 제원을 파악하고 배관자재의 선택과 접속위치를 파악할 수 있다.</p> <p>1.4 장비 시운전에 필요한 장비를 조작하여 장비의 각종 매개변수의 자료를 기록할 수 있다.</p> <p>1.5 해당 장비 및 공정을 검증하고 설비표준 및 작업표준을 작성할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 퍼니스 공정의 중요 관리 인자</li><li>• 열전대(Thermo Couple)의 원리와 종류별 특성</li><li>• 압력 게이지의 종류와 특성</li><li>• APC(Auto Pressure Controller)의 종류</li><li>• 공압 및 센서류의 동작 원리</li><li>• 퍼니스 공정 가스 MSDS(Material Safety Data Sheet)</li></ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 퍼니스 열처리 장비 시운전 기술</li><li>• 챔버(Heat &amp; Burn) 조작 기술</li><li>• 열전대(Thermo Couple) 장착 및 교정 기술</li><li>• 압력 게이지, 활용 기술</li><li>• 퍼니스 열처리 로봇 조작 기술</li><li>• 공압장치 조작 및 운영 기술</li></ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li><li>• 장비/공정 정상 여부에 대한 정확한 판단력</li><li>• 체계적인 장비 설치를 위한 준비성</li></ul>
1903060227_24v5.2 퍼니스 열처리장비 유지 관리하기	<p>2.1 퍼니스 열처리장비 운용설명서를 바탕으로 사전예방 점검항목 및 점검방법을 확인할 수 있다.</p> <p>2.2 퍼니스 열처리장비 운용설명서에 따라 퍼니스 장비를 조작할 수 있다.</p> <p>2.3 퍼니스 열처리장비 운용설명서에 따라 장비의 성능유지를 위해 장비이력을 점검 및 관리할 수 있다.</p> <p>2.4 퍼니스 열처리장비 운용설명서에 따라 주요 세부공정의 매개변수를 관리하고 고장 종류에 따라 점검 및 조치를 할 수 있다.</p> <p>2.5 공정챔버내 부품의 세정 및 교환주기를 설정하는 등 예방정비를 할 수 있다.</p>

<p>1903060227_24v5.2</p> <p>퍼니스 열처리장비 유지 관리하기</p>	<p><b>【지식】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 챔버(Heat &amp; Burn) 조작 기술</li> <li>• 가스 공급 장치의 원리와 종류</li> <li>• 열전대(Thermo Couple)의 원리와 종류별 특성</li> <li>• 퍼니스 로봇 구조 및 역할</li> <li>• 가스 스크러버 장치의 원리 및 종류</li> <li>• 공압 및 센서류의 동작 원리</li> <li>• P&amp;ID(Piping&amp;Instrumentation Diagram) 지식</li> </ul> <p><b>【기술】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 퍼니스 열처리장비 예방정비 기술</li> <li>• 진공 펌프를 직접 작동하고 조작하는 기술</li> <li>• 반도체 장비 진공 부품 및 배관을 점검하고 조작하는 기술</li> <li>• 열전대(Thermo Couple) 장착 및 교정 기술</li> <li>• 반도체 장비 진공 부품(펌프 및 배관)을 점검하고 조작하는 기술</li> <li>• APC를 실제 장착, 교정 및 분리하는 기술</li> <li>• 주요 유틸리티(벌크 가스, 전기, 웨이퍼, 배기 등) 점검 기술</li> <li>• 퍼니스 열처리 장비 모니터링 기술</li> <li>• 퍼니스 열처리 장비 유지관리를 위한 이력 관리 능력</li> <li>• 이물 관리 및 제어 기술</li> </ul> <p><b>【태도】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li> <li>• 미세한 기능 변화에 대한 주의 집중력 및 융통성</li> <li>• 고장 진단을 위한 논리적이고 과학적인 사고</li> </ul>
---	--



## □ 적용범위 및 작업상황

### 고려사항

- 장비 유지보수시 장비 내부에 있는 웨이퍼나 레티클 혹은 기타 부수 공정에 사용되는 물건이 장착되어 있는지 반드시 확인해야 한다.
- 유독가스 및 공기와의 접촉 시 자연 발화되는 가스들이 다수 존재함으로 장비의 수리 보수 시에는 반드시 잔류가스가 작업 환경 내에 존재하지 않도록 장시간 배기시켜야 한다.
- 퍼니스 장비를 구성하는 모듈별 기능을 파악하고 에러 발생 시 적절하게 대처할 수 있어야 한다.
- 장비 유지보수시 장비 내부에 있는 웨이퍼나 부수 공정에 사용되는 물건이 장착되어 있는지 반드시 확인하여야 한다.
- 세부공정의 매개변수에는 열처리 온도, 가스량, 가스비율, 압력 등이 있다.
- 유독가스 및 공기와의 접촉 시 자연 발화되는 가스들이 다수 존재함으로 장비의 수리 보수 시에는 반드시 잔류가스가 작업 환경내에 존재하지 않도록 장시간 배기시켜야 한다.
- Sub FAB(공정실 아래 지하에 유틸리티가 설치되어 있는 공간)에서 작업 시 다른 작업자와의 충돌 방지 및 기타 같은 공간에서 장비 이설이 있을 경우 주변을 경계해야 한다.
- 장비 유지 보수 시 장비 내부에 있는 웨이퍼나 부수 공정에 사용되는 물건이 장착되어 있는지 반드시 확인하여야 한다.
- 이 능력단위에서 '퍼니스 열처리장비 유지 관리하기' 절차에는 다음의 공통직무사항을 포함한다.
- Booster 펌프, Dry 펌프
- 냉동 Type, Heat Exchanger Type, 전기식
- Compressor, Condenser, Evaporator, Expansion Valve, 펌프, 수액기, 액분리기, 필터, 압력 스위치
- Load Lock, Orient 챔버, Buffer 챔버, Transfer 챔버
- Cryo Pump, Ion Pump, Diffusion Pump, Turbo Pump
- Ceramic Parts, Quartz Parts, O-Ring Parts, SUS, AL Shield
- Chemical Coating Cup, 웨이퍼 Backside/Edge Rinse, Baking System, UV Station
- 웨이퍼 Transfer System 및 에러에 대한 대처
- 진공 시스템 및 가스 공급장치 에러에 대한 대처
- Furnace Robot 제작 및 가스 Scrubber 에러에 대한 대처
- APC(Auto Pressure Controller) System 조작 및 에러에 대한 대처
- 증착속도(Deposition Rate), 온도제어, 오염정도, Quartz/SiC 세정주기 등
- Capacitor Process, Metalization Process 장애 등
- 세라믹 부품 및 그래파이트(Graphite) 재질에 대한 특징 및 종류
- 자리안착 및 장비 수평조정
- 스케줄 관리 능력(일정, UT hook-up, UT turn-on)
- 기구 및 전장 조립(외주 사용시 관리 능력 有)
- Module Settion 기능
- Main Controller Install 및 I/O check 능력
- 반송 Test Operation 기능
- 양산 적용(장애 대응 가능)
- Operation 기능

-장애 발생 시 조치 가능(전장, 제어, 기구)

### 자료 및 관련 서류

- 박막/확산 장비의 하드웨어 및 소프트웨어 설명서
- 공정조건별 레시피
- PM 자료
- 장비운영 지침서
- 사용되는 각종 재료의 규격: Target, 가스, Precursor, Ion Source 등

### 장비 및 도구

- 퍼니스 열처리장비
- 두께 측정, Rs측정, 농도 측정, Particle 측정 장비
- 드라이버
- 렌치류
- 실험 및 보호용 도구
- Smock, 마스크, 고무장갑 등
- Single Process 장비
- 두께 측정 장비
- Rs 측정 장비
- 농도 측정 장비
- 이물 측정 장비

### 재료

- Impurity Source( $\text{PH}_3$ ,  $\text{AsH}_3$  등)
- 웨이퍼
- Cassette
- Target
- 가스
- Precursor
- 초순수(DI Water)

## □ 평가지침

### 권장평가방법

- 평가자는 능력단위 퍼니스 열처리장비 운영의 수행준거에 제시되어 있는 내용을 평가하기 위해 이론과 실기를 나누어 평가하거나 종합적인 결과물의 평가 등 다양한 평가 방법을 사용할 수 있다.
- 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.

권 장 평 가 방 법	평 가 유 형	
	과 정 평 가	결 과 평 가
A.포트폴리오		
B.문제해결 시나리오	V	
C.서술형시험	V	V
D.논술형시험		
E.사례연구		
F.평가자 질문		V
G.평가자 체크리스트		V
H.피평가자 체크리스트		
I.일지/저널		
J.역할연기		
K.구두발표		
L.작업장평가	V	
M.기타		

### 평가지 고려사항

- 수행준거에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행할 수 있는지를 평가해야 한다.
  - 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.
- 퍼니스 열처리장비와 부대설비 레이아웃 작성 능력
  - 배관자재 선택과 접속위치 파악 능력
  - 장비의 각종 매개변수 자료 기록 능력
  - 해당 장비 및 공정 검증 능력
  - 설비표준 및 작업표준 작성 능력
  - 퍼니스 열처리장비 사전예방 점검항목 및 점검방법 확인 능력
  - 퍼니스 열처리장비 조작 능력
  - 퍼니스 열처리장비 장비이력 점검 및 관리 능력
  - 퍼니스 열처리장비 고장 점검 및 조치 능력
  - 공정챔버내 부품 예방정비 능력

## □ 관련기초능력

순번	관 련 기 초 능 력	
	주 요 영 역	하 위 영 역
1	의사소통능력	경청 능력, 기초외국어 능력, 문서이해 능력, 문서작성 능력, 의사표현 능력
2	수리능력	기초연산 능력, 기초통계 능력, 도표분석 능력, 도표작성 능력
3	문제해결능력	문제처리 능력, 사고력
4	대인관계능력	갈등관리 능력, 고객서비스 능력, 리더십 능력, 팀워크 능력, 협상 능력
5	기술능력	기술선택 능력, 기술이해 능력, 기술적용 능력

□ 개발·개선 이력

구 분		내 용
직무명칭(능력단위명)		반도체제조(퍼니스 열처리장비 운영)
분류번호	기존	1903060227_23v4
	현재	1903060227_24v5
개발·개선연도	현재	2024
	2차	2023
	최초(1차)	2014
버전번호		v5
개발·개선기관	현재	전자 산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	2차	전자산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	최초(1차)	한국반도체산업협회
향후 보완 연도(예정)		2029

분류번호 : 1903060228\_24v5

능력단위 명칭 : 급속 열처리장비 운영

능력단위 정의 : 급속 열처리장비 운영이란 반도체 생산 시 이온주입으로 인한 결정결함을 급속열처리로 안정화시키는 장비를 셋업하고 유지 관리하는 능력이다.

능 력 단 위 요 소	수 행 준 거
1903060228_24v5.1 급속 열처리장비 셋업하기	<p>1.1 급속 열처리장비 모델, 공정 모듈의 구성, 공통사양 등 급속 열처리장비별 규격서를 작성할 수 있다.</p> <p>1.2 급속 열처리장비와 부대설비들의 치수를 파악하여 레이아웃을 작성할 수 있다.</p> <p>1.3 각종 유틸리티 및 공정가스의 제원을 파악하고 올바른 배관자재의 선택과 정확한 접속 위치를 파악할 수 있다.</p> <p>1.4 장비 시운전에 필요한 장비를 조작하여 장비의 각종 매개변수의 초기 자료를 기록할 수 있다.</p> <p>1.5 해당 장비 및 공정을 검증하고 설비표준 및 작업표준을 작성할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>급속 열처리장비내에서의 웨이퍼 반송 시스템</li><li>히팅시스템 지식</li><li>가스 공급장치의 원리와 종류</li><li>급속 열처리공정의 중요 관리인자</li><li>접촉식(Thermo Couple), 비접촉식(pyrometer)의 원리와 종류별 특성</li><li>공압 및 센서류의 동작 원리</li><li>급속 열처리공정 가스 MSDS(Material Safety Data Sheet)</li><li>P&amp;ID(Piping&amp;Instrumentation Diagram) 지식</li><li>O<sub>2</sub> 농도 모니터링 모듈</li></ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>급속 열처리장비 시운전 기술</li><li>공정챔버를 구성하는 모듈 조작 및 분해조립 기술</li><li>진공펌프 조작 기술</li><li>가스공급장치 조작 기술</li><li>접촉식, 비접촉식 센서모듈 장착 및 교정 기술</li><li>주요 구성품의 고장 진단 기술</li></ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li><li>장비/공정 정상 여부에 대한 정확한 판단력</li><li>체계적인 장비 설치를 위한 준비성</li></ul>
1903060228_24v5.2 급속 열처리장비 유지 관리하기	<p>2.1 급속 열처리장비 운용설명서를 바탕으로 사전예방 점검항목 및 점검방법을 확인할 수 있다.</p> <p>2.2 급속 열처리장비 운용설명서에 따라 급속 열처리장비를 조작할 수 있다.</p> <p>2.3 급속 열처리장비 운용설명서에 따라 장비이력을 점검할 수 있다.</p> <p>2.4 급속 열처리장비 운용설명서에 따라 세부공정의 주요 매개변수를 관리하고 고장 종류에 따라 점검 및 조치를 할 수 있다.</p> <p>2.5 공정챔버 내 부품의 세정 및 교환주기 설정 등 예방정비를 할 수 있다.</p>

1903060228_24/5.2 급속 열처리장비 유지 관 리하기	<b>【지식】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 반응 에너지원에 따른 반응의 특징</li> <li>• 급속 열처리공정에서의 주요 관리인자</li> <li>• 램프 어레이 구조와 특성</li> <li>• 가스공급장치의 원리와 종류</li> <li>• 접촉식(Thermo Couple), 비접촉식(pyrometer)의 원리와 종류별 특성</li> <li>• 공압 및 센서류의 동작 원리</li> <li>• P&amp;ID(Piping&amp;Instrumentation Diagram) 지식</li> </ul>
	<b>【기술】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 급속 열처리장비 예방정비 기술</li> <li>• 접촉식, 비접촉식 센서모듈 장착 및 교정 기술</li> <li>• 가스 스크러버 장치의 기본고장 점검 및 조치 기술</li> <li>• 주요 관리 매개변수 및 기본고장 점검 기술</li> <li>• 가스플로우콘트롤러 기본고장 점검 및 조치 기술</li> <li>• APC 장착, 교정 및 분리 기술</li> <li>• 주요 유틸리티(별크 가스, 전기, 웨이퍼, 배기 등) 점검 기술</li> <li>• 급속 열처리장비 모니터링 기술</li> </ul>
	<b>【태도】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li> <li>• 미세한 기능 변화에 대한 주의 집중력 및 융통성</li> <li>• 고장 진단을 위한 논리적이며 과학적인 사고</li> </ul>

## □ 적용범위 및 작업상황

### 고려사항

- 장비 유지 보수 시 장비 내부에 있는 웨이퍼나 레티클 혹은 기타 부수 공정에 사용되는 물건이 장착되어 있는지 반드시 확인해야 한다.
- 유독가스 및 공기와의 접촉 시 자연 발화되는 가스들이 다수 존재함으로 장비의 수리 보수 시에는 반드시 잔류가스가 작업 환경 내에 존재하지 않도록 장시간 배기시켜야 한다.
- 급속열처리 장비를 구성하는 모듈별 기능을 파악하고 에러 발생 시 적절하게 대처할 수 있어야 한다.
- 장비 유지 보수 시 장비 내부에 있는 웨이퍼나 부수 공정에 사용되는 물건이 장착되어 있는지 반드시 확인하여야 한다.
- 유독가스 및 공기와의 접촉 시 자연 발화되는 가스들이 다수 존재함으로 장비의 수리 보수 시에는 반드시 잔류가스가 작업 환경내에 존재하지 않도록 장시간 배기시켜야 한다.
- Sub FAB(공정실 아래 지하에 유틸리티가 설치되어 있는 공간)에서 작업 시 다른 작업자와의 충돌 방지 및 기타 같은 공간에서 장비 이설이 있을 경우 주변을 경계해야 한다.
- 세부공정의 주요 매개변수에는 열처리온도, 가스량, 가스비율, 압력 등이 있다.
- 장비 유지 보수 시 장비 내부에 있는 웨이퍼나 부수 공정에 사용되는 물건이 장착되어 있는지 반드시 확인하여야 한다.
- 이 능력단위에서 '급속 열처리장비 유지 관리하기' 절차에는 다음의 공통직무사항을 포함한다.
- Booster Pump, Dry Pump
- 냉동 Type, Heat Exchanger Type, 전기식
- Compressor, Condenser, Evaporator, Expansion Valve, 펌프, 수액기, 액분리기, 필터, 압력 스위치
- Load Lock, Orient 챔버, Buffer 챔버, Transfer 챔버
- Cryo Pump, Ion Pump, Diffusion Pump, Turbo Pump
- Ceramic Parts, Quartz Parts, O-Ring Parts, SUS, AL Shield
- Chemical Coating Cup, 웨이퍼 Backside/Edge Rinse, Baking System, UV Station
- 웨이퍼 Transfer System 및 에러에 대한 대처
- 진공 시스템 및 가스 공급장치 에러에 대한 대처
- Furnace Robot 제작 및 가스 Scrubber 에러에 대한 대처
- APC(Auto Pressure Controller) System 조작 및 에러에 대한 대처
- 증착속도(Deposition Rate), 온도제어, 오염정도, Quartz/SiC 세정주기 등
- Capacitor Process, Metalization Process 장애 등
- 세라믹 부품 및 그래파이트 재질에 대한 특징 및 종류
- 자리안착 및 장비 수평조정
- 스케줄 관리 능력(일정, UT hook-up, UT turn-on)
- 기구 및 전장 조립(외주 사용시 관리 능력 有)
- Module Settion 기능
- Main Controller Install 및 I/O check 능력
- 반송 Test Operation 기능
- 양산 적용(장애 대응 가능)
- Operation 기능



-장애 발생 시 조치 가능(전장, 제어, 기구)

#### 자료 및 관련 서류

- 박막/확산 장비의 하드웨어 및 소프트웨어 설명서
- 공정조건별 레시피
- PM 자료
- 장비운영 지침서
- 사용되는 각종 재료의 규격: Target, 가스, Precursor, Ion Source 등

#### 장비 및 도구

- 급속 열처리장비
- 두께 측정, Rs측정, 농도 측정, Particle 측정 장비
- 드라이버
- 렌치류
- 실험 및 보호용 도구
- Smock, 마스크, 고무장갑 등
- Furnace 장비
- Single Process 장비
- 두께 측정 장비
- Rs 측정 장비
- 농도 측정 장비
- 이물 측정 장비

#### 재료

- Impurity Source( $\text{PH}_3$ ,  $\text{AsH}_3$  등)
- 웨이퍼
- Cassette
- Target
- 가스
- Precursor
- 초순수(DI Water)

## □ 평가지침

### 권장평가방법

- 평가자는 능력단위 급속 열처리장비 운영의 수행준거에 제시되어 있는 내용을 평가하기 위해 이론과 실기를 나누어 평가하거나 종합적인 결과물의 평가 등 다양한 평가 방법을 사용할 수 있다.
- 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.

권 장 평 가 방 법	평 가 유 형	
	과 정 평 가	결 과 평 가
A.포트폴리오		
B.문제해결 시나리오	V	
C.서술형시험	V	V
D.논술형시험		
E.사례연구		
F.평가자 질문		V
G.평가자 체크리스트		V
H.피평가자 체크리스트		
I.일지/저널		
J.역할연기		
K.구두발표		
L.작업장평가	V	
M.기타		

### 평가지 고려사항

- 수행준거에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행할 수 있는지를 평가해야 한다.
  - 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.
- 급속 열처리장비와 부대설비 레이아웃 작성 능력
  - 배관자재 선택과 접속위치 파악 능력
  - 장비의 각종 매개변수 초기 자료 기록 능력
  - 해당 장비 및 공정 검증 능력
  - 설비표준, 작업표준 작성 능력
  - 급속 열처리장비 사전예방 점검항목 및 점검방법 확인 능력
  - 급속 열처리장비 조작 능력
  - 급속 열처리장비 장비이력 점검 능력
  - 급속 열처리장비 문제 해결 능력
  - 급속 열처리장비 고장 점검 및 조치 능력
  - 공정챔버 부품 예방정비 능력

## □ 관련기초능력

순번	관 련 기 초 능 력	
	주 요 영 역	하 위 영 역
1	의사소통능력	경청 능력, 기초외국어 능력, 문서이해 능력, 문서작성 능력, 의사표현 능력
2	수리능력	기초연산 능력, 기초통계 능력, 도표분석 능력, 도표작성 능력
3	문제해결능력	문제처리 능력, 사고력
4	대인관계능력	갈등관리 능력, 고객서비스 능력, 리더십 능력, 팀워크 능력, 협상 능력
5	기술능력	기술선택 능력, 기술이해 능력, 기술적용 능력

□ 개발·개선 이력

구 분		내 용
직무명칭(능력단위명)		반도체제조(급속 열처리장비 운영)
분류번호	기존	1903060228_23v4
	현재	1903060228_24v5
개발·개선연도	현재	2024
	2차	2023
	최초(1차)	2014
버전번호		v5
개발·개선기관	현재	전자 산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	2차	전자산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	최초(1차)	한국반도체산업협회
향후 보완 연도(예정)		2029

분류번호 : 1903060229\_24v5

능력단위 명칭 : 레이저 열처리장비 운영

능력단위 정의 : 레이저 열처리장비 운영이란 웨이퍼 전체를 가열하지 않고 특정 부분만 선택적으로 레이저 열처리하는 장비를 셋업하고 유지 관리하는 능력이다

능 력 단 위 요 소	수 행 준 거
1903060229_24v5.1 레이저 열처리장비 셋업하기	<p>1.1 레이저 열처리장비 모델, 공정 모듈의 구성, 공통사양 등 레이저 열처리장비별 규격서를 작성할 수 있다.</p> <p>1.2 레이저 열처리장비와 부대설비들의 치수를 파악하여 레이아웃을 작성할 수 있다.</p> <p>1.3 각종 유틸리티 및 공정가스 공급라인을 레이저 열처리장비에 연결하고 셋업할 수 있다.</p> <p>1.4 장비 시운전에 필요한 장비를 조작하여 장비 매개변수의 자료를 기록할 수 있다.</p> <p>1.5 해당 장비 및 공정을 검증하고 설비표준 및 작업표준을 작성할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 레이저 열처리 공정</li><li>• 레이저 열처리 장비 내에서의 웨이퍼 반송 시스템</li><li>• 반송 관련 모듈 특성</li><li>• 레이저 시스템</li><li>• 레이저 시스템의 빔 프로파일 및 균일도</li><li>• 레이저 시스템의 빔크기 최적화</li><li>• 레이저 열처리 공정의 관리 인자</li><li>• 가스 공급 장치의 원리와 종류</li><li>• P&amp;ID(Piping&amp;Instrumentation Diagram) 지식</li></ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 레이저 열처리 장비 시운전 기술</li><li>• 레이저 열처리 시스템을 구성하는 모듈 조작 기술</li><li>• 온도 예측 시뮬레이션 도구</li><li>• 가스 공급 장치 조작 기술</li><li>• 열전대(Thermo Couple) 장착 및 교정 기술</li><li>• 로봇 조작 기술</li><li>• 공압장치 조작 및 운영 기술</li></ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li><li>• 공정 정상 여부에 대한 정확한 판단력</li><li>• 체계적인 장비 설치를 위한 준비성</li></ul>
1903060229_24v5.2 레이저 열처리장비 유지 관리하기	<p>2.1 레이저 열처리장비 운용설명서를 바탕으로 사전예방 점검항목 및 점검방법을 확인할 수 있다.</p> <p>2.2 레이저 열처리장비 운용설명서에 따라 레이저 열처리장비를 조작할 수 있다.</p> <p>2.3 레이저 열처리장비 운용설명서에 따라 장비 성능유지를 위해 장비이력을 점검 및 관리할 수 있다.</p> <p>2.4 레이저 열처리장비 운용설명서에 따라 주요 세부공정의 매개변수를 관리하고, 고장 종류에 따라 점검 및 조치를 할 수 있다.</p>

1903060229_24/5.2 레이저 열처리장비 유지 관리하기	<b>【지식】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 반응 에너지원에 따른 반응의 특징</li> <li>• 레이저 열처리 공정</li> <li>• 레이저 구조와 특성</li> <li>• 가스 공급 장치의 원리와 종류</li> <li>• 로봇 구조 및 역할</li> <li>• 공압 및 센서류의 동작 원리</li> <li>• P&amp;ID(Piping&amp;Instrumentation Diagram) 지식</li> </ul>
	<b>【기술】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 레이저 열처리 장비 PM기술</li> <li>• 웨이퍼 반송 기술</li> <li>• 주요 관리 매개 변수 및 기본 고장 점검 기술</li> <li>• 주요 유틸리티(Bulk 가스, 전기, 웨이퍼, 배기 등) 점검 기술</li> <li>• 레이저 열처리 장비 유지관리를 위한 이력 관리</li> <li>• 레이저 열처리 장비 모니터링을 위한 웨이퍼 특성 측정 기술</li> <li>• 레이저 열처리 장비 모니터링을 위한 데이터 관리 능력</li> <li>• 이물 관리 및 제어 기술</li> </ul>
	<b>【태도】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li> <li>• 미세한 기능 변화에 대한 주의 집중력 및 융통성</li> <li>• 고장 진단을 위한 논리적이며 과학적인 사고</li> </ul>

## □ 적용범위 및 작업상황

### 고려사항

- 장비 유지 보수 시 장비 내부에 있는 웨이퍼나 레티클 혹은 기타 부수 공정에 사용되는 물건이 장착되어 있는지 반드시 확인해야 한다.
- 유독가스 및 공기와의 접촉 시 자연 발화되는 가스들이 다수 존재함으로 장비의 수리 보수 시에는 반드시 잔류가스가 작업 환경 내에 존재하지 않도록 장시간 배기시켜야 한다.
- 레이저열처리 장비를 구성하는 모듈별 기능을 파악하고 에러 발생 시 적절하게 대처할 수 있어야 한다.
- 장비 유지 보수 시 장비 내부에 있는 웨이퍼나 부수 공정에 사용되는 물건이 장착되어 있는지 반드시 확인하여야 한다.
- 유독가스 및 공기와의 접촉 시 자연 발화되는 가스들이 다수 존재함으로 장비의 수리 보수 시에는 반드시 잔류가스가 작업 환경내에 존재하지 않도록 장시간 배기시켜야 한다.
- Sub FAB(공정실 아래 지하에 유틸리티가 설치되어 있는 공간)에서 작업 시 다른 작업자와의 충돌 방지 및 기타 같은 공간에서 장비 이설이 있을 경우 주변을 경계해야 한다.
- 세부공정의 주요 매개변수에는 열처리온도, 가스량, 가스비율, 압력 등이 있다.
- 장비 유지 보수 시 장비 내부에 있는 웨이퍼나 부수 공정에 사용되는 물건이 장착되어 있는지 반드시 확인하여야 한다.
- 이 능력단위에서 '레이저 열처리장비 유지 관리하기' 절차에는 다음의 공통직무사항을 포함한다.
- Booster Pump, Dry Pump
- 배관 게이지, Heating Jacket, Hot N2, 클램프
- 냉동 Type, Heat Exchanger Type, 전기식
- Compressor, Condenser, Evaporator, Expansion Valve, 펌프, 수액기, 액분리기, 필터, 압력 스위치
- Load Lock, Orient 챔버, Buffer 챔버, Transfer 챔버
- Cryo Pump, Ion Pump, Diffusion Pump, Turbo Pump
- Ceramic Parts, Quartz Parts, O-Ring Parts, SUS, AL Shield
- Chemical Coating Cup, 웨이퍼 Backside/Edge Rinse, Baking System, UV Station
- 웨이퍼 Transfer System 및 에러에 대한 대처
- 진공 시스템 및 가스 공급장치 에러에 대한 대처
- Furnace Robot 제작 및 가스 Scrubber 에러에 대한 대처
- APC(Auto Pressure Controller) System 조작 및 에러에 대한 대처
- 증착속도(Deposition Rate), 온도제어, 오염정도, Quartz/SiC 세정주기 등
- Capacitor Process, Metalization Process 장애 등
- 세라믹 부품 및 그래파이트 재질에 대한 특징 및 종류
- 자리안착 및 장비 수평조정
- 스케줄 관리 능력(일정, UT hook-up, UT turn-on)
- 기구 및 전장 조립(외주 사용시 관리 능력 有)
- Module Settion 기능
- Main Controller Install 및 I/O check 능력
- 반송 Test Operation 기능
- 양산 적용(장애 대응 가능)

-Operation 기능

-장애 발생 시 조치 가능(전장, 제어, 기구)

### 자료 및 관련 서류

- 박막/확산 장비의 하드웨어 및 소프트웨어 설명서
- 공정조건별 레시피
- PM 자료
- 장비운영 지침서
- 사용되는 각종 재료의 규격: Target, 가스, Precursor, Ion Source 등

### 장비 및 도구

- 레이저 열처리장비
- 두께 측정, Rs측정, 농도 측정, Particle 측정 장비
- 드라이버
- 렌치류
- SOG 장비
- 실험 및 보호용 도구
- Smock, 마스크, 고무장갑 등
- Furnace 장비
- Single Process 장비
- 두께 측정 장비
- Rs 측정 장비
- 농도 측정 장비
- 이물 측정 장비

### 재료

- Impurity Source( $\text{PH}_3$ ,  $\text{AsH}_3$  등)
- 웨이퍼
- Cassette
- Target
- 가스
- Precursor
- 초순수(DI Water)



## □ 평가지침

### 권장평가방법

- 평가자는 능력단위 레이저 열처리장비 운영의 수행준거에 제시되어 있는 내용을 평가하기 위해 이론과 실기를 나누어 평가하거나 종합적인 결과물의 평가 등 다양한 평가 방법을 사용할 수 있다.
- 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.

권 장 평 가 방 법	평 가 유 형	
	과 정 평 가	결 과 평 가
A.포트폴리오		
B.문제해결 시나리오	V	
C.서술형시험	V	V
D.논술형시험		
E.사례연구		
F.평가자 질문		V
G.평가자 체크리스트		V
H.피평가자 체크리스트		
I.일지/저널		
J.역할연기		
K.구두발표		
L.작업장평가	V	
M.기타		

### 평가지 고려사항

- 수행준거에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행할 수 있는지를 평가해야 한다.
  - 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.
- 레이저 열처리장비와 부대설비 레이아웃 작성 능력
  - 레이저 열처리장비 연결 및 셋업 능력
  - 배관자재 선택과 접속위치 파악 능력
  - 장비 매개변수 자료 기록 능력
  - 해당 장비 및 공정 검증 능력
  - 설비표준 및 작업표준 작성 능력
  - 레이저 열처리장비 사전예방 점검항목 및 점검방법 확인 능력
  - 레이저 열처리장비 조작 능력
  - 레이저 열처리장비 장비이력 점검 및 관리 능력
  - 레이저 열처리장비 고장 점검 및 조치 능력

## □ 관련기초능력

순번	관 련 기 초 능 력	
	주 요 영 역	하 위 영 역
1	의사소통능력	경청 능력, 기초외국어 능력, 문서이해 능력, 문서작성 능력, 의사표현 능력
2	수리능력	기초연산 능력, 기초통계 능력, 도표분석 능력, 도표작성 능력
3	문제해결능력	문제처리 능력, 사고력
4	대인관계능력	갈등관리 능력, 고객서비스 능력, 리더십 능력, 팀워크 능력, 협상 능력
5	기술능력	기술선택 능력, 기술이해 능력, 기술적용 능력

□ 개발·개선 이력

구 분		내 용
직무명칭(능력단위명)		반도체제조(레이저 열처리장비 운영)
분류번호	기존	1903060229_23v4
	현재	1903060229_24v5
개발·개선연도	현재	2024
	2차	2023
	최초(1차)	2014
버전번호		v5
개발·개선기관	현재	전자 산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	2차	전자산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	최초(1차)	한국반도체산업협회
향후 보완 연도(예정)		2029

분류번호 : 1903060230\_24v5

능력단위 명칭 : 물리기상증착(PVD)장비 운영

능력단위 정의 : 물리기상증착(PVD)장비 운영이란 반도체 생산 시 원하는 박막물질을 구성하고 있는 타겟을 물리적으로 분리시켜 웨이퍼에 박막으로 증착시키는 장비를 셋업하고 유지 관리하는 능력이다.

능 력 단 위 요 소	수 행 준 거
1903060230_24v5.1 물리기상증착장비 셋업하기	1.1 장비 모델, 공정 모듈의 구성, 공통사양 등 물리기상증착(PVD)장비별 규격서를 작성할 수 있다. 1.2 물리기상증착장비와 부대설비들의 치수를 파악하여 레이아웃을 작성할 수 있다. 1.3 각종 유틸리티 및 공정가스 공급라인을 물리기상증착(PVD)장비에 연결하고 셋업할 수 있다. 1.4 장비 시운전에 필요한 장비를 조작하여 장비의 각종 매개변수의 초기 자료를 기록할 수 있다. 1.5 해당 장비 및 공정을 검증하고 설비표준 및 작업표준을 작성할 수 있다
	<b>【지식】</b> <ul style="list-style-type: none"><li>반도체 소자 공정에서 금속배선, 절연막, 보호막 등 박막공정</li><li>공정 주요 관리 매개변수</li><li>반송시스템 구조</li><li>반응 챔버의 구조 및 반응 메커니즘</li><li>플라스마 발생 방법 및 종류</li><li>웨이퍼 Chuck의 종류</li><li>마그넷 소스 지식</li><li>타겟의 종류</li><li>칠러 원리</li><li>Dry, Turbo Molecular, Cryo Pump</li><li>RF매처(Matcher)</li><li>가스 공급 장치와 가스의 성질</li><li>스크리버의 종류와 특성</li><li>가스 안전 관리 및 처리 기술</li><li>공압 및 센서류의 동작 원리</li><li>P&amp;ID(Piping&amp;Instrumentation Diagram) 지식</li></ul>
	<b>【기술】</b> <ul style="list-style-type: none"><li>웨이퍼 Transfer 기술</li><li>반응챔버의 각 모듈에 대한 조작 능력 및 분해 조립 기술</li><li>마그넷 소스 조립 기술</li><li>웨이퍼 Chuck 조립 기술</li><li>진공 펌프 조작 기술</li><li>칠러 조작 기술</li><li>RF매처(Matcher) 장착 및 점검 기술</li><li>스크리버 운영 기술</li><li>가스 공급 장치 운영 기술</li><li>압력 게이지의 설치 및 운영 기술</li><li>유공압 장치 운영 기술</li></ul>
	<b>【태도】</b> <ul style="list-style-type: none"><li>반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li><li>체계적인 장비 설치를 위한 준비성</li><li>셋업을 완벽하게 하려는 의지와 노력</li></ul>

<p>1903060230_24v5.2</p> <p>물리기상증착장비 유지 관리하기</p>	<p>2.1 물리기상증착(PVD)장비 운용설명서를 바탕으로 사전예방 점검항목 및 점검방법을 확인할 수 있다.</p> <p>2.2 물리기상증착장비 운용설명서에 따라 물리기상증착장비를 조작할 수 있다.</p> <p>2.3 물리기상증착장비 운용설명서에 따라 장비이력(공정누적시간, 고장이력, PM이력 등) 점검 및 관리할 수 있다.</p> <p>2.4 물리기상증착장비 운용설명서에 따라 주요 세부공정 주요 매개변수(열처리 온도, 가스량, 가스비율, 압력 등)를 관리하고, 고장 종류에 따라 점검 및 조치를 할 수 있다.</p> <p>2.5 공정챔버내 부품의 세정 및 교환주기를 설정 등 예방정비 할 수 있다.</p>
	<p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• PVD(physical Vapor Deposition) 공정 종류별 특성 및 공정 조건</li> <li>• PVD 공정의 온도/압력/가스의 종류 및 유량에 따른 매개변수</li> <li>• PVD 반응 챔버 구조와 반응 메커니즘</li> <li>• 플라즈마 생성원리, 종류별 특성, 플라즈마 소스 진단 방법</li> <li>• Magnetron Sputtering</li> <li>• PVD에서의 진공펌프</li> <li>• 냉동기 기본원리 및 주요 부품</li> <li>• RF매처(Matcher)의 원리와 종류</li> <li>• 공압 및 센서류의 동작 원리</li> <li>• P&amp;ID(Piping&amp;Instrumentation Diagram)</li> </ul>
	<p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 가스 스크리버 장치 조작 및 고장 점검 기술</li> <li>• 챔버 모듈 조작 및 분해 조립 기술</li> <li>• 유틸리티(Bulk 가스, 전기, 웨이퍼, 배기) 점검 기술</li> <li>• RF매처(Matcher) 및 DC 전원장치의 기본 고장에 대한 점검 및 조치 기술</li> </ul>
	<p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li> <li>• 미세한 기능 변화에 대한 주의 집중력 및 융통성</li> <li>• 고장 진단을 위한 논리적이며 과학적인 사고</li> </ul>

## □ 적용범위 및 작업상황

### 고려사항

- 물리기상증착(PVD)장비 운영은 금속막 증착에 사용되는 다양한 PVD 장비를 셋업하고 유지보수하는 활동 업무에 적용한다.
- PVD장비의 모듈 조작 시 웨이퍼 이동경로와 공정 온도를 고려해야 한다.
- PVD장비를 구성하는 모듈별 기능을 파악하고 예러 발생 시 적절하게 대처할 수 있어야 한다.
- 장비 유지보수시 장비 내부에 있는 웨이퍼나 부수 공정에 사용되는 물건이 장착되어 있는지 반드시 확인하여야 한다.
- 유독가스 및 공기와의 접촉 시 자연 발화되는 가스들이 다수 존재함으로 장비의 수리 보수 시에는 반드시 잔류가스가 작업 환경내에 존재하지 않도록 장시간 배기시켜야 한다.
- Sub FAB(공정실 아래 지하에 유틸리티가 설치되어 있는 공간)에서 작업 시 다른 작업자와의 충돌 방지 및 기타 같은 공간에서 장비 이설이 있을 경우 주변을 경계해야 한다.
- 이 능력단위에서 '물리기상증착장비 유지 개선하기' 절차에는 다음의 공통직무사항을 포함한다.
- Booster 펌프, Dry 펌프, Turbo 펌프, Cryo 펌프
- Load Lock, Orient 챔버, Buffer 챔버, Transfer 챔버
- Wafer Transfer System 및 에러에 대한 대처
- 진공 시스템 및 가스 공급장치 에러에 대한 대처
- APC(Auto Pressure Controller) System 조작 및 에러에 대한 대처
- 자리안착 및 장비 수평조정
- 스케줄 관리 능력(일정, UT hook-up, UT turn-on)
- 기구 및 전장 조립
- Main Controller Install 및 I/O check 능력
- 반송 Test Operation 기능
- 양산 적용(장애 대응 가능)
- Operation 기능
- 장애 발생 시 조치 가능(전장, 제어, 기구)

### 자료 및 관련 서류

- PVD 장비의 하드웨어 및 소프트웨어 설명서
- 공정조건별 Recipe
- PM 자료
- 장비운영 지침서
- 사용되는 각종 재료의 규격(Target, 가스)

## 장비 및 도구

- PVD 장비
- 두께 측정, Rs측정, Particle 측정 장비
- 드라이버
- 렌치류
- 실험 및 보호용 도구
- Smock, 마스크, 고무장갑 등

## 재료

- 웨이퍼
- Cassette
- Target
- 가스

## □ 평가지침

### 권장평가방법

- 평가자는 능력단위 물리기상증착(PVD)장비 운영의 수행준거에 제시되어 있는 내용을 평가하기 위해 이론과 실기를 나누어 평가하거나 종합적인 결과물의 평가 등 다양한 평가 방법을 사용할 수 있다.
- 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.

권 장 평 가 방 법	평 가 유 형	
	과 정 평 가	결 과 평 가
A.포트폴리오		
B.문제해결 시나리오	V	
C.서술형시험	V	V
D.논술형시험		
E.사례연구		
F.평가자 질문		V
G.평가자 체크리스트		V
H.피평가자 체크리스트		
I.일지/저널		
J.역할연기		
K.구두발표		
L.작업장평가	V	
M.기타		

### 평가지 고려사항

- 수행준거에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행할 수 있는지를 평가해야 한다.
  - 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.
- 물리기상증착(PVD)장비와 부대설비 레이아웃 작성 능력
  - 물리기상증착(PVD)장비 연결 및 셋업 능력
  - 장비의 매개변수 초기자료 기록 능력
  - 해당 장비 및 공정 검증 능력
  - 설비표준, 작업표준 작성 능력
  - 물리기상증착(PVD)장비 사전예방 점검항목 및 점검방법 확인 능력
  - 물리기상증착(PVD)장비 조작 능력
  - 물리기상증착(PVD)장비 장비이력 점검 및 관리 능력
  - 물리기상증착(PVD)장비 고장 점검 및 조치 능력
  - 공정챔버내 부품 예방정비 능력



## □ 관련기초능력

순번	관 련 기 초 능 력	
	주 요 영 역	하 위 영 역
1	의사소통능력	경청 능력, 기초외국어 능력, 문서이해 능력, 문서작성 능력, 의사표현 능력
2	수리능력	기초연산 능력, 기초통계 능력, 도표분석 능력, 도표작성 능력
3	문제해결능력	문제처리 능력, 사고력
4	대인관계능력	갈등관리 능력, 고객서비스 능력, 리더십 능력, 팀워크 능력, 협상 능력
5	기술능력	기술선택 능력, 기술이해 능력, 기술적용 능력

## □ 개발·개선 이력

구 분		내 용
직무명칭(능력단위명)		반도체제조(물리기상증착(PVD)장비 운영)
분류번호	기존	1903060230_23v4
	현재	1903060230_24v5
개발·개선연도	현재	2024
	2차	2023
	최초(1차)	2014
버전번호		v5
개발·개선기관	현재	전자 산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	2차	전자산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	최초(1차)	한국반도체산업협회
향후 보완 연도(예정)		2029

분류번호 : 1903060231\_24v5

능력단위 명칭 : 화학기상증착(CVD)장비 운영

능력단위 정의 : 화학기상증착(CVD)장비 운영이란 반도체 생산 시 원하는 박막물질을 구성하기 위한 성분을 갖는 공정가스를 분해하여 웨이퍼 표면에 박막을 증착하게 하는 장비를 셋업하고 유지 관리하는 능력이다.

능 력 단 위 요 소	수 행 준 거
1903060231_24v5.1 화학기상증착장비 셋업하기	<p>1.1 장비 모델, 공정 모듈의 구성, 공통사양 등 화학기상증착장비별 규격서를 작성할 수 있다.</p> <p>1.2 화학기상증착장비와 부대설비들의 치수를 파악하여 레이아웃을 작성할 수 있다.</p> <p>1.3 각종 유틸리티 및 공정가스의 제원을 파악하고 올바른 배관소재의 선택과 정확한 접속 위치를 알 수 있다.</p> <p>1.4 장비 시운전에 필요한 장비를 조작하여 장비의 각종 매개변수의 초기 자료를 기록할 수 있다.</p> <p>1.5 해당 장비 및 공정을 검증하고 설비표준 및 작업표준을 작성할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>반도체 소자 공정에서 금속배선, 절연막, 보호막 등 박막공정</li><li>반송시스템 원리</li><li>Booster, Dry, Turbo Molecular, Cryo 펌프 원리</li><li>RF매처(Matcher) 원리</li><li>가스 공급 장치와 가스의 성질</li><li>가스 안전 관리 및 처리 기술</li><li>공압 및 센서류의 동작원리</li><li>P&amp;ID(Piping &amp; Instrumentation Diagram)</li></ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>웨이퍼 Transfer 기술</li><li>반응 챔버의 각 모듈에 대한 조작 능력 및 분해 조립 기술</li><li>웨이퍼 Chuck 조립 기술</li><li>진공 펌프 조작 기술</li><li>Chiller 조작 기술</li><li>RF매처(Matcher) 장착 및 점검 기술</li><li>Scrubber 운영 기술</li><li>가스 공급 장치 운영 기술</li><li>압력 게이지의 설치 및 운영 기술</li><li>유공압 장치 운영 기술</li></ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li><li>체계적인 장비 설치를 위한 준비성</li><li>셋업을 완벽하게 하려는 의지와 노력</li></ul>
1903060231_24v5.2 화학기상증착장비 유지 관리하기	<p>2.1 화학기상증착(CVD)장비 운용설명서를 바탕으로 사전예방 점검항목 및 점검방법을 확인할 수 있다.</p> <p>2.2 화학기상증착장비 운용설명서에 따라 장비를 조작할 수 있다.</p> <p>2.3 화학기상증착장비 운용설명서에 따라 장비이력을 관리할 수 있다.</p> <p>2.4 화학기상증착장비 운용설명서에 따라 세부공정과 매개변수를 관리하고 고장 종류에 따라 점검 및 조치를 할 수 있다.</p> <p>2.5 공정챔버내 부품의 세정 및 교환주기를 설정 등 예방정비 할 수 있다.</p>

1903060231_24v5.2 화학기상증착장비 유지 관리하기	<b>【지식】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CVD(chemical vapor deposition) 공정 종류별 특성 및 공정 조건</li> <li>• CVD 공정의 온도/압력/가스의 종류 및 유량에 따른 매개변수</li> <li>• CVD 반응 챔버 구조와 반응 메커니즘</li> <li>• 플라즈마 생성원리, 종류별 특성, 플라즈마 소스 진단 방법</li> <li>• RPS(Remote Plasma System)의 원리, 구조, 종류 및 차이점</li> <li>• CVD에서의 진공펌프 구조</li> <li>• 냉동기 기본원리 및 주요 부품 종류</li> <li>• RF매처(Matcher)의 원리와 종류</li> <li>• 공압 및 센서류의 동작 원리</li> <li>• P&amp;ID(Piping&amp;Instrumentation Diagram) 지식</li> </ul>
	<b>【기술】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 가스 스크러버 장치의 조작과 기본적인 고장 점검 기술</li> <li>• 반응 챔버 내부 각 모듈에 대한 조작과 분해 조립 기술</li> <li>• 유틸리티(벌크 가스, 전기, 웨이퍼, 배기) 점검 기술</li> <li>• 웨이퍼 로더, 웨이퍼 언로더, 챔버 각각의 모듈에 대한 조작 기술</li> <li>• RF매처(Matcher) 및 DC 전원장치의 기본 고장에 대한 점검 및 조치 기술</li> </ul>
	<b>【태도】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li> <li>• 미세한 기능 변화에 대한 주의 집중력 및 융통성</li> <li>• 고장 진단을 위한 논리적이며 과학적인 사고</li> </ul>

## □ 적용범위 및 작업상황

### 고려사항

- 화학기상증착(CVD)장비 운영은 절연막 및 금속막 증착에 사용되는 다양한 CVD 장비를 셋업하고 유지보수하는 활동 업무에 적용한다.
- CVD장비의 모듈 조작 시 웨이퍼 이동경로와 공정 온도를 고려해야 한다.
- 유독가스 및 공기와의 접촉 시 자연 발화되는 가스들이 다수 존재하므로 장비의 수리 보수 시에는 반드시 잔류가스가 작업 환경 내에 존재하지 않도록 장시간 배기시켜야 한다.
- CVD장비를 구성하는 모듈별 기능을 파악하고 에러 발생 시 적절하게 대처할 수 있어야 한다.
- 장비 유지보수시 장비 내부에 있는 웨이퍼나 부수 공정에 사용되는 물건이 장착되어 있는지 반드시 확인하여야 한다.
- Sub FAB(공정실 아래 지하에 유틸리티가 설치되어 있는 공간)에서 작업 시 다른 작업자와의 충돌 방지 및 기타 같은 공간에서 장비 이설이 있을 경우 주변을 경계해야 한다.
- 능력단위요소 '화학기상증착장비 유지 관리하기'에서 장비이력에는 공정 누적시간, 고장이력, PM이력 등이 있다.
- 능력단위요소 '화학기상증착장비 유지 관리하기'에서 매개변수에는 열처리 온도, 가스량, 가스비율, 압력 등이 있다.
- 이 능력단위에서 '화학기상증착장비 유지 개선하기' 절차에는 다음의 공통직무사항을 포함한다.
- APCVD, SACVD, PECVD, HDP, METAL CVD
- Booster 펌프, Dry 펌프, Turbo 펌프
- 배관 게이지, Heating Jacket, Hot N2, 클램프
- Load Lock, Orient 챔버, Buffer 챔버, Transfer 챔버
- Wafer Transfer System 및 에러에 대한 대처
- 진공 시스템 및 가스 공급장치 에러에 대한 대처
- 가스 Scrubber 에러에 대한 대처
- APC(Auto Pressure Controller) System 조작 및 에러에 대한 대처
- 자리안착 및 장비 수평조정
- 스케줄 관리 능력(일정, UT hook-up, UT turn-on)
- 기구 및 전장 조립
- Main Controller Install 및 I/O check 능력
- 반송 Test Operation 기능
- 양산 적용(장애 대응 가능)
- Operation 기능
- 장애 발생 시 조치 가능(전장, 제어, 기구)

### 자료 및 관련 서류

- 화학기상증착(CVD) 장비의 하드웨어 및 소프트웨어 설명서
- 공정조건별 Recipe
- PM 자료

- 장비운영 지침서
- 사용되는 각종 재료의 규격(가스, Precursor 등)

#### 장비 및 도구

- CVD 장비
- 두께 측정, Rs측정, 농도 측정, Particle 측정 장비
- 드라이버
- 렌치류
- 실험 및 보호용 도구
- Smock, 마스크, 고무장갑 등

#### 재료

- 웨이퍼
- 카세트
- 가스
- Precursor
- 초순수(DI Water)

## □ 평가지침

### 권장평가방법

- 평가자는 능력단위 화학기상증착(CVD)장비 운영의 수행준거에 제시되어 있는 내용을 평가하기 위해 이론과 실기를 나누어 평가하거나 종합적인 결과물의 평가 등 다양한 평가 방법을 사용할 수 있다.
- 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.

권 장 평 가 방 법	평 가 유 형	
	과 정 평 가	결 과 평 가
A.포트폴리오		
B.문제해결 시나리오	V	
C.서술형시험	V	V
D.논술형시험		
E.사례연구		
F.평가자 질문		V
G.평가자 체크리스트		V
H.피평가자 체크리스트		
I.일지/저널		
J.역할연기		
K.구두발표		
L.작업장평가	V	
M.기타		

### 평가지 고려사항

- 수행준거에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행할 수 있는지를 평가해야 한다.
  - 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.
- 화학기상증착장비와 부대설비 레이아웃 작성 능력
  - 배관자재 선택과 접속위치 차악 능력
  - 장비의 각종 매개변수 초기자료 기록 능력
  - 해당 장비 및 공정 검증 능력
  - 설비표준, 작업표준 작성 능력
  - 화학기상증착(CVD)장비 사전예방 점검항목 및 점검방법 확인 능력
  - 화학기상증착(CVD)장비 조작 능력
  - 화학기상증착(CVD)장비 장비이력 점검 및 관리 능력
  - 화학기상증착(CVD)장비 고장 점검 및 조치 능력
  - 공정챔버내 부품 예방정비 능력

## □ 관련기초능력

순번	관 련 기 초 능 력	
	주 요 영 역	하 위 영 역
1	의사소통능력	경청 능력, 기초외국어 능력, 문서이해 능력, 문서작성 능력, 의사표현 능력
2	수리능력	기초연산 능력, 기초통계 능력, 도표분석 능력, 도표작성 능력
3	문제해결능력	문제처리 능력, 사고력
4	대인관계능력	갈등관리 능력, 고객서비스 능력, 리더십 능력, 팀워크 능력, 협상 능력
5	기술능력	기술선택 능력, 기술이해 능력, 기술적용 능력



□ 개발·개선 이력

구 분		내 용
직무명칭(능력단위명)		반도체제조(화학기상증착(CVD)장비 운영)
분류번호	기존	1903060231_23v4
	현재	1903060231_24v5
개발·개선연도	현재	2024
	2차	2023
	최초(1차)	2014
버전번호		v5
개발·개선기관	현재	전자 산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	2차	전자산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	최초(1차)	한국반도체산업협회
향후 보완 연도(예정)		2029

분류번호 : 1903060232\_24v5

능력단위 명칭 : 원자층증착(ALD)장비 운영

능력단위 정의 : 원자층증착(ALD)장비 운영이란 반도체 생산 시 원하는 박막물질을 구성하기 위한 성분을 갖는 프리커서(Precursor)를 펄스 형태로 유입시켜 웨이퍼 표면에서 절연막 또는 금속막 층을 형성시키는 장비를 셋업하고 유지 관리하는 능력이다.

능 력 단 위 요 소	수 행 준 거
1903060232_24v5.1 원자층증착장비 셋업하기	1.1 장비 모델, 공정 모듈의 구성, 공통사양 등 원자층증착(ALD)장비별 규격서를 작성할 수 있다. 1.2 원자층증착장비와 부대설비들의 치수를 파악하여 레이아웃을 작성할 수 있다. 1.3 각종 유틸리티 및 공정가스의 제원을 파악하고 올바른 배관자재의 선택과 정확한 접속 위치를 알 수 있다. 1.4 장비 시운전에 필요한 장비를 조작하여 장비의 각종 매개변수의 초기 자료를 기록할 수 있다. 1.5 해당 장비 및 공정을 검증하고 설비표준 및 작업표준을 작성할 수 있다.
	<b>【지식】</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• ALD(atomic layer deposition) 공정 종류별 특성 및 공정 조건<ul style="list-style-type: none"><li>- Thermal ALD, Plasma ALD</li></ul></li><li>• 공정 주요 관리 매개변수</li><li>• 반송시스템에 대한 이해</li><li>• 반응챔버의 구조 및 반응 메커니즘</li><li>• 플라즈마 발생 방법 및 종류</li><li>• 웨이퍼 Chuck의 종류</li><li>• Heating 시스템</li><li>• 칠러 구조</li><li>• Booster, Dry, Turbo Molecular 펌프 구조</li><li>• 압력게이지의 종류와 특성</li><li>• RF매처(Matcher) 원리</li><li>• 가스 공급 장치와 가스의 성질</li><li>• 스크러버의 종류와 특성</li><li>• 가스 안전관리 및 처리 기술</li><li>• 공압 및 센서류의 동작원리</li><li>• P&amp;ID(Piping&amp;Instrumentation Diagram) 지식</li></ul>
	<b>【기술】</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• 웨이퍼 Transfer 기술</li><li>• 반응 챔버의 각 모듈에 대한 조작 능력 및 분해 조립 기술</li><li>• 웨이퍼 Chuck 조립 기술</li><li>• 진공 펌프 조작 기술</li><li>• Heating 시스템 조작 기술</li><li>• Chiller 조작 기술</li><li>• RF매처(Matcher) 장착 및 점검 기술</li><li>• Scrubber 운영 기술</li><li>• 가스 공급 장치 운영 기술</li><li>• 압력 게이지의 설치 및 운영 기술</li><li>• 유공압 장치 운영 기술</li></ul>

1903060232_24v5.1 원자층증착장비 셋업하기	<b>【태도】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li> <li>체계적인 장비 설치를 위한 준비성</li> <li>셋업을 완벽하게 하려는 의지와 노력</li> </ul>
1903060232_24v5.2 원자층증착장비 유지 관리하기	<div data-bbox="491 297 1442 560"> 2.1 원자층증착(ALD)장비 운용설명서를 바탕으로 사전예방 점검항목 및 점검방법을 확인할 수 있다.  2.2 원자층증착장비 운용설명서에 따라 장비를 조작할 수 있다.  2.3 원자층증착장비 운용설명서에 따라 장비이력을 관리할 수 있다.  2.4 원자층증착장비 운영설명서에 따라 세부공정과 매개변수를 관리하고 고장 종류에 따라 점검 및 조치를 할 수 있다.  2.5 공정챔버내 부품의 세정 및 교환주기를 설정 등 예방정비 할 수 있다. </div> <div data-bbox="491 560 1442 969"> <b>【지식】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>ALD 공정 종류별 특성 및 공정 조건</li> <li>ALD 공정의 온도/압력/가스의 종류 및 유량에 따른 매개변수</li> <li>ALD 반응 챔버 구조와 반응 메커니즘</li> <li>플라즈마 생성원리, 종류별특성, 소스 진단 방법</li> <li>RPS(Remote Plasma System)의 원리, 구조, 종류 및 차이점</li> <li>ALD에서의 진공펌프 원리</li> <li>냉동기 기본원리 및 주요 부품 종류</li> <li>RF매처(Matcher)의 원리와 종류</li> <li>공압 및 센서류의 동작원리</li> <li>P&amp;ID(Piping &amp; Instrumentation Diagram)</li> </ul> </div> <div data-bbox="491 969 1442 1227"> <b>【기술】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>가스 Scrubber 장치의 조작과 기본적인 고장 점검 기술</li> <li>반응 챔버 내부 각 모듈에 대한 조작과 분해 조립 기술</li> <li>유틸리티(Bulk 가스, 전기, 웨이퍼, 배기) 점검 기술</li> <li>웨이퍼 Loader, 웨이퍼 Unloader, 챔버 각각의 모듈에 대한 조작 기술</li> <li>RF매처(Matcher) 및 DC 전원장치의 기본 고장에 대한 점검 및 조치 기술</li> </ul> </div> <div data-bbox="491 1227 1442 1370"> <b>【태도】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li> <li>미세한 기능 변화에 대한 주의 집중력 및 융통성</li> <li>고장 진단을 위한 논리적이고 과학적인 사고</li> </ul> </div>

## □ 적용범위 및 작업상황

### 고려사항

-원자층증착(ALD)장비 운영은 절연막 및 금속막 증착에 사용되는 다양한 ALD 장비를 Set-up하고 유지보수하는 활동 업무에 적용한다.

-ALD장비의 모듈 조작 시 웨이퍼 이동경로와 공정 온도를 고려해야 한다.

-유독가스 및 공기와의 접촉 시 자연 발화되는 가스들이 다수 존재함으로 장비의 수리 보수 시에는 반드시 잔류가스가 작업 환경 내에 존재하지 않도록 장시간 배기시켜야 한다.

-ALD장비를 구성하는 모듈별 기능을 파악하고 에러 발생 시 적절하게 대처할 수 있어야 한다.

-장비 유지 보수 시 장비 내부에 있는 웨이퍼나 부수 공정에 사용되는 물건이 장착되어 있는지 반드시 확인하여야 한다.

-Sub FAB(공정실 아래 지하에 유틸리티가 설치되어 있는 공간)에서 작업 시 다른 작업자와의 충돌 방지 및 기타 같은 공간에서 장비 이설이 있을 경우 주변을 경계해야 한다.

-능력단위요소 '원자층증착장비 유지 관리하기'에서 장비이력에는 공정 누적시간, 고장이력, PM이력 등이 있다.

-능력단위요소 '원자층증착장비 유지 관리하기'에서 매개변수에는 열처리 온도, 가스량, 가스비율, 압력 등이 있다.

-이 능력단위에서 '원자층증착장비 유지 개선하기' 절차에는 다음의 공통직무사항이 포함된다.

-Thermal ALD, Plasma ALD

-Booster 펌프, Dry 펌프

-배관 게이지, Heating Jacket, Hot N2, 클램프

-Load Lock, Orient 챔버, Buffer 챔버, Transfer 챔버

-Booster 펌프, Dry 펌프, Turbo 펌프

-Wafer Transfer System 및 에러에 대한 대처

-진공 시스템 및 가스 공급장치 에러에 대한 대처

-가스 Scrubber 에러에 대한 대처

-APC(Auto Pressure Controller) System 조작 및 에러에 대한 대처

-자리안착 및 장비 수평조정

-스케줄 관리 능력(일정, UT hook-up, UT turn-on)

-기구 및 전장 조립

-Main Controller Install 및 I/O check 능력

-반송 Test Operation 기능

-양산 적용(장애 대응 가능)

-Operation 기능

-장애 발생 시 조치 가능(전장, 제어, 기구)

### 자료 및 관련 서류

- 원자층증착(ALD) 장비의 하드웨어 및 소프트웨어 설명서
- 공정조건별 Recipe
- PM 자료

- 장비운영 지침서
- 사용되는 각종 재료의 규격(가스, Precursor 등)

#### 장비 및 도구

- ALD 장비
- 두께 측정, Rs측정, 농도 측정, Particle 측정 장비
- 드라이버
- 렌치류
- 실험 및 보호용 도구
- Smock, 마스크, 고무장갑 등

#### 재료

- 웨이퍼
- Cassette
- 가스
- Precursor
- 초순수(DI Water)

## □ 평가지침

### 권장평가방법

- 평가자는 능력단위 원자충증착(ALD)장비 운영의 수행준거에 제시되어 있는 내용을 평가하기 위해 이론과 실기를 나누어 평가하거나 종합적인 결과물의 평가 등 다양한 평가 방법을 사용할 수 있다.
- 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.

권 장 평 가 방 법	평 가 유 형	
	과 정 평 가	결 과 평 가
A.포트폴리오		
B.문제해결 시나리오	V	
C.서술형시험	V	V
D.논술형시험		
E.사례연구		
F.평가자 질문		V
G.평가자 체크리스트		V
H.피평가자 체크리스트		
I.일지/저널		
J.역할연기		
K.구두발표		
L.작업장평가	V	
M.기타		

### 평가지 고려사항

- 수행준거에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행할 수 있는지를 평가해야 한다.
  - 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.
- 원자충증착(ALD)장비별 규격서 작성 능력
  - 원자충증착(ALD)장비와 부대설비 레이아웃 작성 능력
  - 배관자재 선택과 접속위치 파악 능력
  - 장비의 매개변수 초기 자료 기록 능력
  - 해당 장비 및 공정 검증 능력
  - 설비표준, 작업표준 작성 능력
  - 원자충증착(ALD)장비 사전예방 점검항목 및 점검방법 확인 능력
  - 원자충증착(ALD)장비 조작 능력
  - 원자충증착(ALD)장비 장비이력 점검 및 관리 능력
  - 원자충증착(ALD)장비 고장 점검 및 조치 능력
  - 공정챔버내 부품 예방정비 능력

## □ 관련기초능력

순번	관 련 기 초 능 력	
	주 요 영 역	하 위 영 역
1	의사소통능력	경청 능력, 기초외국어 능력, 문서이해 능력, 문서작성 능력, 의사표현 능력
2	수리능력	기초연산 능력, 기초통계 능력, 도표분석 능력, 도표작성 능력
3	문제해결능력	문제처리 능력, 사고력
4	대인관계능력	갈등관리 능력, 고객서비스 능력, 리더십 능력, 팀워크 능력, 협상 능력
5	기술능력	기술선택 능력, 기술이해 능력, 기술적용 능력

□ 개발·개선 이력

구 분		내 용
직무명칭(능력단위명)		반도체제조(원자층증착(ALD)장비 운영)
분류번호	기존	1903060232_23v4
	현재	1903060232_24v5
개발·개선연도	현재	2024
	2차	2023
	최초(1차)	2014
버전번호		v5
개발·개선기관	현재	전자 산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	2차	전자산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	최초(1차)	한국반도체산업협회
향후 보완 연도(예정)		2029



분류번호 : 1903060233\_23v4

능력단위 명칭 : 배치형 세정(Batch Type Wet Cleaning)장비 운영

능력단위 정의 : 배치형 세정장비 운영이란 반도체 소자 특성을 결정하는 오염물질을 제거하기 위한 다수 웨이퍼의 물리적, 화학적 세정장비를 셋업하고 유지 관리하는 능력이다.

능 력 단 위 요 소	수 행 준 거
1903060233_23v4.1 배치형 세정장비 셋업하기	1.1 배치형 세정장비의 셋업을 위해 유틸리티 구성 및 공급조건을 확인할 수 있다. 1.2 배치형 세정장비 셋업시 Loader, Unloader, Chemical Bath, Rinse Bath, Spin or IPA Dryer 등을 분류할 수 있다. 1.3 각 구성장치를 점검하고, 설치 매뉴얼을 기준으로 조립한 다음, 전원을 공급, 하드웨어 신뢰성 평가를 실시하여 정상상태 여부를 확인할 수 있다. 1.4 오염 유형 및 박막별 세정공정 레시피를 구성하여 세정 특성을 평가하고 수정 보완할 수 있다.
	【지식】 <ul style="list-style-type: none"><li>반도체 소자의 세정 공정</li><li>Wet Station 장비 주요 구성 부품 및 동작원리</li><li>Chemical, Rinse, Dry Bath별 구성 및 특징</li><li>웨이퍼 Handling Robot의 구성부품 및 동작원리</li><li>화학약품 공급장치의 종류 및 특성</li><li>화학약품의 종류 및 특성</li><li>소모성 부품 소재의 종류 및 특성</li><li>LFC(Liquid Flow Controller) 및 다양한 센서의 동작원리</li><li>P&amp;ID(Piping &amp; Instrumentation Diagram)</li></ul>
	【기술】 <ul style="list-style-type: none"><li>배치식 세정장비의 운영 조작 능력</li><li>배치식 세정장비 구성부품의 교환 및 점검 능력</li><li>웨이퍼 조작 로봇의 구성부품의 교환 및 점검 능력</li><li>화학약품 공급장치의 운영 조작 능력</li><li>화학약품 공급장치 구성부품의 교환 및 점검 능력</li><li>장비 셋업 후 체계적인 문서 작성 능력</li></ul>
	【태도】 <ul style="list-style-type: none"><li>반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li><li>성능평가의 공정성 유지</li><li>납기 준수를 위한 체계적인 계획 작성 노력</li></ul>
1903060233_23v4.2 배치형 세정장비 유지 관리하기	2.1 배치형 세정장비의 부품, 소재의 수명을 주기적으로 관리하여 최적의 공정진행을 할 수 있다. 2.2 배치형 세정장비 구성 부품의 동작원리에 따라 문제 발생 시 해결할 수 있다. 2.3 배치형 세정장비를 사전정비하여 최적화 상태를 유지할 수 있다. 2.4 장비의 고장 내역 및 PM(Preventive Maintenance) 이력을 관리할 수 있다.

<p>1903060233_23v4.2</p> <p>배치형 세정장비 유지 관리하기</p>	<p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>배치식 세정장비 구성부품 및 동작원리</li> <li>배치식 세정장비 종류별 구성 및 특징</li> <li>웨이퍼 조작 로봇의 구성부품 및 동작원리</li> <li>화학약품 공급장치의 종류 및 특성</li> <li>화학약품의 종류 및 특성</li> <li>LFC(Liquid Flow Controller)의 원리와 종류</li> <li>약액 제어 밸브, 필터, 히터, 유량 센서의 동작원리</li> <li>P&amp;ID(Piping &amp; Instrumentation Diagram)</li> </ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>세정장비의 운영 조작 능력</li> <li>세정장비 구성부품의 교환 및 점검 능력</li> <li>웨이퍼 조작 로봇의 구성부품의 교환 및 점검 능력</li> <li>화학약품 공급장치의 운영 조작 능력</li> <li>화학약품 공급장치 구성부품의 교환 및 점검 능력</li> <li>세정장비 모니터링을 위한 웨이퍼 측정 능력</li> <li>세정장비 모니터링 데이터관리 능력</li> <li>장비 유지관리를 위한 이력관리 능력</li> </ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li> <li>적극적인 예방정비 자세 유지</li> <li>성능평가의 공정성 유지</li> </ul>
<p>1903060233_23v4.3</p> <p>배치형 세정장비 개선하기</p>	<p>3.1 배치형 세정장비의 부품, 소재의 상태를 실시간 감지할 수 있는 센서 특성을 파악하고 적합한 센서를 선정할 수 있다.</p> <p>3.2 부품 소재 감지센서의 실시간 데이터를 수집, 분류, 분석하여 배치식 세정공정의 품질 개선을 지원할 수 있다.</p> <p>3.3 부품 소재 상태를 실시간 감시하여 고장 발생 여부를 예측할 수 있는 배치형 세정장비의 불량 예측시스템에 따라 조치할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>배치형 세정공정 특성 및 입출력 변수</li> <li>세정 케미컬 특성 데이터와 세정 공정간 상관관계</li> <li>케미컬 순환장치 특성 데이터와 세정 공정간 상관관계</li> <li>통계적품질관리, 빅데이터, 딥러닝 이론</li> </ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>배치형 세정공정 입출력 변수 관리 기술</li> <li>세정 케미컬 특성과 공정 성능지표와 영향 평가 기술</li> <li>케미컬 순환장치 특성 데이터와 공정 성능지표간 상관관계 분석 기술</li> <li>통계적 품질관리, 빅데이터, 딥러닝 응용 프로그램 동작, 분석 기술</li> <li>주요 유틸리티와 공정 성능지표간 영향 분석 기술</li> <li>빅데이터, 딥러닝 학습 등 데이터 기술</li> </ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li> <li>고장 진단을 위한 논리적이고 과학적인 사고</li> <li>공정, 장비 특성 데이터 수집, 분류, 분석 능력</li> </ul>

## □ 적용범위 및 작업상황

### 고려사항

- 배치형 세정공정은 습식 세정 및 건조 과정을 포함한다.
- 세정공정의 특성에 따라 다양한 유독 화학약품을 취급하게 되므로, 안전에 매우 유의해야 한다.
- 이 능력단위에서 '배치형 세정장비 유지 관리하기' 절차에는 다음의 공통직무사항을 포함한다.
- Loader, Unloader, Chemical, Rinse, Dry Bath
- Pre Cleaning, Post Cleaning, Wet Etch, Nitride Strip, Solvent Cleaning
- 자리안착 및 장비 수평조정
- 스케줄 관리 능력(일정, UT hook-up, UT turn-on)
- 기구 및 전장 조립
- Module Settion 기능
- Main Controller Install 및 I/O check 능력
- 반송 Test(Operation 기능)
- 양산 적용(장애 대응 가능)
- Operation 기능
- 장애 발생 시 조치 가능(전장, 제어, 기구)

### 자료 및 관련 서류

- 배치식 세정 장비의 하드웨어 및 소프트웨어 설명서
- 공정 조건별 레시피
- PM, CM, PBM 자료
- 장비운영 지침서
- 사용되는 각종 재료의 규격(웨이퍼, 도금액 등)

### 장비 및 도구

- Chemical, Rinse, Dry Bath
- 이물 측정장비
- 공구류
- 실험 및 보호용 도구
- Smock, 마스크, 고무장갑 등

### 재료

- 웨이퍼
- 세정 케미컬

- 초순수(DI Water)

## □ 평가지침

### 권장평가방법

- 평가자는 능력단위 배치형 세정(Batch Type Wet Cleaning)장비 운영의 수행준거에 제시되어 있는 내용을 평가하기 위해 이론과 실기를 나누어 평가하거나 종합적인 결과물의 평가 등 다양한 평가 방법을 사용할 수 있다.
- 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.

권 장 평 가 방 법	평 가 유 형	
	과 정 평 가	결 과 평 가
A.포트폴리오		
B.문제해결 시나리오	V	
C.서술형시험	V	V
D.논술형시험		
E.사례연구		
F.평가자 질문		V
G.평가자 체크리스트		V
H.피평가자 체크리스트		
I.일지/저널		
J.역할연기		
K.구두발표		
L.작업장평가	V	
M.기타		

### 평가지 고려사항

- 수행준거에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행할 수 있는지를 평가해야 한다.
  - 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.
- 배치형 세정장비 유틸리티 구성 및 공급조건 확인 능력
  - 배치식 세정장비 셋업시 Loader, Unloader, Chemical Bath, Rinse Bath, Spin or IPA Dryer 분류 능력
  - 구성장치 정상상태 여부 확인 능력
  - 오염 유형 및 박막 별 세정특성 평가 및 수정 보완 능력
  - 배치형 세정장비 공정진행 능력
  - 배치형 세정장비 구성부품 문제해결 능력
  - 배치형 세정장비 사전정비 능력
  - 장비의 고장내역 및 PM관리 능력
  - 배치형 세정장비 센서 선정 능력
  - 배치형 세정공정 품질개선 지원 능력
  - 배치형 세정장비 불량 조치 능력

## □ 관련기초능력

순번	관 련 기 초 능 력	
	주 요 영 역	하 위 영 역
1	의사소통능력	경청 능력, 기초외국어 능력, 문서이해 능력, 문서작성 능력, 의사표현 능력
2	수리능력	기초연산 능력, 기초통계 능력, 도표분석 능력, 도표작성 능력
3	문제해결능력	문제처리 능력, 사고력
4	대인관계능력	갈등관리 능력, 고객서비스 능력, 리더십 능력, 팀워크 능력, 협상 능력
5	기술능력	기술선택 능력, 기술이해 능력, 기술적용 능력

## □ 개발·개선 이력

구 분		내 용
직무명칭(능력단위명)		반도체제조(배치형 세정(Batch Type Wet Cleaning)장비 운영)
분류번호	기존	1903060233_23v4
	현재	1903060233_23v4
개발·개선연도	현재	2023
	2차	2023
	최초(1차)	2014
버전번호		v4
개발·개선기관	현재	전자 산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	2차	전자산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	최초(1차)	한국반도체산업협회
향후 보완 연도(예정)		2029

분류번호 : 1903060234\_23v4

능력단위 명칭 : 매엽식 세정(Single Type Wafer Cleaning)장비 운영

능력단위 정의 : 매엽식 세정장비 운영이란 반도체 소자 특성을 결정하는 오염물질을 제거하기 위한 단일 웨이퍼의 물리적, 화학적 세정장비를 셋업하고 유지 관리하는 능력이다.

능 력 단 위 요 소	수 행 준 거
1903060234_23v4.1 매엽식 세정장비 셋업하기	<p>1.1 매엽식 세정장비의 셋업을 위해 유틸리티 구성 및 공급 조건을 확인하고, 준비할 수 있다.</p> <p>1.2 매엽식 세정장비 셋업시 EFEM, 웨이퍼 이송장치, 세정 및 건조 챔버 등을 분류할 수 있다.</p> <p>1.3 설치 매뉴얼을 기준으로 각 구성장치를 조립한 후 셋업할 수 있다.</p> <p>1.4 오염 유형 및 박막별 세정공정 레시피를 구성하여 세정특성을 평가하고 수정 보완할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>반도체 소자의 세정공정</li><li>싱글 웨이퍼 세정장비 주요 구성 부품 및 동작 원리</li><li>EFEM, 웨이퍼 이송 장치, 세정 및 건조 챔버 구성, 특징</li><li>웨이퍼 Handling Robot의 구성부품 및 동작원리</li><li>화학약품 공급장치의 종류 및 특성</li><li>화학약품의 종류 및 특성</li><li>LFC(Liquid Flow Controller) 및 다양한 센서의 동작 원리</li><li>P&amp;ID(Piping&amp;Instrumentation Diagram) 지식</li></ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>매엽식 세정장비의 운영 조작 능력</li><li>매엽식 세정장비 구성부품의 교환 및 점검 능력</li><li>웨이퍼 조작로봇 구성부품의 교환 및 점검 능력</li><li>화학약품 공급장치 운영 조작 능력</li><li>화학약품 공급장치 구성부품 교환 및 점검 능력</li></ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li><li>성능평가의 공정성 유지</li><li>장비 운영 시 관찰력 및 주의력 유지</li></ul>
1903060234_23v4.2 매엽식 세정장비 유지 관리하기	<p>2.1 매엽식 세정장비의 부품, 소재의 수명을 주기적으로 관리하여 최적의 공정으로 진행할 수 있다.</p> <p>2.2 매엽식 세정장비 구성부품의 동작원리에 따라 문제 발생 시 해결할 수 있다.</p> <p>2.3 매엽식 세정장비를 사전정비하여 최적화 상태를 유지할 수 있다.</p> <p>2.4 장비의 고장내역 및 PM(Preventive Maintenance)이력을 관리할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>매엽식 세정장비 구성부품 및 동작원리</li><li>매엽식 세정장비 종류별 구성 및 특징</li><li>웨이퍼 조작로봇의 구성부품 및 동작원리</li><li>화학약품 공급장치의 종류 및 특성</li><li>화학약품의 종류 및 특성</li><li>LFC(Liquid Flow Controller)의 원리와 종류</li><li>약액 제어 밸브, 필터, 히터, 유량 센서의 동작 원리</li><li>P&amp;ID(Piping&amp;Instrumentation Diagram) 지식</li></ul>



<p>1903060234_23v4.2</p> <p>매엽식 세정장비 유지 관리하기</p>	<p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 세정장비의 운영 조작 능력</li> <li>• 세정장비 구성부품의 교환 및 점검 능력</li> <li>• 웨이퍼 조작로봇 구성부품 교환 및 점검 능력</li> <li>• 화학약품 공급장치 운영 조작 능력</li> <li>• 화학약품 공급장치 구성부품의 교환 및 점검 능력</li> <li>• 세정장비 모니터링을 위한 웨이퍼 측정 능력</li> <li>• 세정장비 모니터링 데이터관리 능력</li> <li>• 장비 유지관리를 위한 이력관리 능력</li> </ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li> <li>• 적극적인 예방정비 자세 유지</li> <li>• 성능평가의 공정성 유지</li> </ul>
<p>1903060234_23v4.3</p> <p>매엽식 세정장비 개선하기</p>	<p>3.1 매엽식 세정장비의 부품, 소재의 상태를 실시간 감지할 수 있는 센서 특성을 파악하고 센서를 선정할 수 있다.</p> <p>3.2 부품 소재 감지 센서의 실시간 데이터를 수집, 분류, 분석하여 매엽식 세정공정의 품질 개선을 지원할 수 있다.</p> <p>3.3 부품 소재 상태를 실시간 감시하여 매엽식 세정장비의 불량 예측시스템에 따라 개선할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 매엽식 세정공정 특성 및 입출력 변수</li> <li>• 세정 케미컬 특성 데이터와 세정 공정간 상관관계</li> <li>• 케미컬 순환장치 특성 데이터와 세정 공정간 상관관계</li> <li>• 통계적품질관리, 빅데이터, 딥러닝 이론</li> </ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 매엽식 세정공정 입출력 변수 관리 기술</li> <li>• 세정 케미컬 특성과 공정 성능지표와 영향 평가 기술</li> <li>• 케미컬 순환 장치 특성 데이터와 공정 성능지표간 상관관계 분석 기술</li> <li>• 통계적품질관리, 빅데이터, 딥러닝 응용 프로그램 동작, 분석 기술</li> <li>• 주요 유틸리티와 공정 성능지표간 영향 분석 기술</li> <li>• 빅데이터, 딥러닝 학습 등 데이터 기술</li> </ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li> <li>• 고장진단을 위한 논리적이며 과학적인 사고</li> <li>• 공정, 장비 특성 데이터 수집, 분류, 분석 능력</li> </ul>

## □ 적용범위 및 작업상황

### 고려사항

- 매엽식 세정 공정은 습식 세정 및 건조 과정을 포함한다.
- 세정 공정의 특성에 따라 다양한 유독 화학약품을 취급하게 되므로, 안전에 매우 유의해야 한다.
- 이 능력단위에서 '매엽식 세정장비 유지 관리하기' 절차에는 다음의 공통직무사항을 포함한다.
- EFEM, 웨이퍼 이송 로봇, 세정 및 건조 챔버
- Pre Cleaning, Post Cleaning, Wet Etch, Nitride Strip, Solvent Cleaning
- 자리안착 및 장비 수평조정
- 스케줄 관리 능력(일정, UT hook-up, UT turn-on)
- 기구 및 전장 조립
- Main Controller Install 및 I/O check 능력
- 반송 Test(Operation 기능)
- 양산 적용(장애 대응 가능)
- Operation 기능
- 장애 발생 시 조치 가능(전장, 제어, 기구)

### 자료 및 관련 서류

- 매엽식 세정 장비의 하드웨어 및 소프트웨어 설명서
- 공정 조건별 레시피
- PM, CM, PBM 자료
- 장비운영 지침서
- 사용되는 각종 재료의 규격(웨이퍼, Chemical 등)

### 장비 및 도구

- Spin type Cleaning, Dry 챔버(or Bath)
- 이물 측정장비
- 공구류
- 실험 및 보호용 도구
- Smock, 마스크, 고무장갑 등

### 재료

- 웨이퍼
- 세정 케미컬
- 초순수(DI Water)

## □ 평가지침

### 권장평가방법

- 평가자는 능력단위 매엽식 세정(Single Type Wafer Cleaning)장비 운영의 수행준거에 제시되어 있는 내용을 평가하기 위해 이론과 실기를 나누어 평가하거나 종합적인 결과물의 평가 등 다양한 평가 방법을 사용할 수 있다.
- 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.

권 장 평 가 방 법	평 가 유 형	
	과 정 평 가	결 과 평 가
A.포트폴리오		
B.문제해결 시나리오	V	
C.서술형시험	V	V
D.논술형시험		
E.사례연구		
F.평가자 질문		V
G.평가자 체크리스트		V
H.피평가자 체크리스트		
I.일지/저널		
J.역할연기		
K.구두발표		
L.작업장평가	V	
M.기타		

### 평가지 고려사항

- 수행준거에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행할 수 있는지를 평가해야 한다.
  - 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.
- 매엽식 세정장비 준비 능력
  - 매엽식 세정장비 EFEM, 웨이퍼 이송장치, 세정 및 건조 챔버 분류 능력
  - 구성장치 셋업 능력
  - 세정특성 평가 및 수정 보완 능력
  - 매엽식 세정장비 공정진행 능력
  - 매엽식 세정장비 구성부품 문제해결 능력
  - 매엽식 세정장비 최적화 상태 유지 능력
  - 장비의 고장내역 및 PM이력 관리 능력
  - 매엽식 세정장비 센서 선정 능력
  - 매엽식 세정공정 품질개선 지원 능력
  - 매엽식 세정장비 불량 조치 능력

## □ 관련기초능력

순번	관 련 기 초 능 력	
	주 요 영 역	하 위 영 역
1	의사소통능력	경청 능력, 기초외국어 능력, 문서이해 능력, 문서작성 능력, 의사표현 능력
2	수리능력	기초연산 능력, 기초통계 능력, 도표분석 능력, 도표작성 능력
3	문제해결능력	문제처리 능력, 사고력
4	대인관계능력	갈등관리 능력, 고객서비스 능력, 리더십 능력, 팀워크 능력, 협상 능력
5	기술능력	기술선택 능력, 기술이해 능력, 기술적용 능력

□ 개발·개선 이력

구 분		내 용
직무명칭(능력단위명)		반도체제조(매엽식 세정(Single Type Wafer Cleaning)장비 운영)
분류번호	기존	1903060234_23v4
	현재	1903060234_23v4
개발·개선연도	현재	2023
	2차	2023
	최초(1차)	2014
버전번호		v4
개발·개선기관	현재	전자 산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	2차	전자산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	최초(1차)	한국반도체산업협회
향후 보완 연도(예정)		2029

분류번호 : 1903060235\_23v4

능력단위 명칭 : 화학적 기계적 연마(CMP)장비 운영

능력단위 정의 : 화학적 기계적 연마장비 운영이란 반도체 셀과 주변회로 간 단차를 평탄화하거나, 소자를 분리하기 위한 연마장비를 셋업하고 유지 관리하는 능력이다.

능 력 단 위 요 소	수 행 준 거
1903060235_23v4.1 화학적 기계적 연마장비 셋업하기	1.1 화학적 기계적 연마장비 및 연마 후 세정장비의 역할을 파악하고 셋업을 위해 유틸리티 구성 및 공급 조건을 확인하고, 준비할 수 있다. 1.2 화학적 기계적 연마장비 셋업시 EFEM, Dry-Wet 겸용 로봇, HCLU, Head, Platen, 슬러리 분산장치, Pad Conditioning 장치 등을 분류할 수 있다. 1.3 화학적 기계적 연마 후 세정장비 셋업시 SC-1 Bath, Double Sided Brush Scrubbing Station, Dry Station 등을 분류할 수 있다. 1.4 각 구성장치를 점검 조치하고, 설치 매뉴얼을 기준으로 조립 후 전원을 공급, 하드웨어 신뢰성 평가를 실시하여 정상상태 여부를 확인할 수 있다. 1.5 연마 대상 박막별 화학적 기계적 연마 및 연마 후 세정 레시피를 구성하여 연마특성을 평가하고 수정 보완할 수 있다.
	<b>【지식】</b> <ul style="list-style-type: none"><li>반도체 소자의 화학적 기계적 연마 공정</li><li>연마장비 주요 구성부품 및 동작 원리</li><li>Post CMP Cleaning 장비 주요 구성 부품 및 동작 원리</li><li>EFEM, HCLU, Head, Platen, 슬러리 분산장치, Pad Conditioning 장치 구성, 특징</li><li>SC-1 Bath, Double Sided Brush Scrubbing Station, Dry Station 구성, 특징</li><li>Dry-Wet 겸용 로봇의 구성부품 및 동작원리</li><li>슬러리 공급장치의 종류 및 특성</li><li>슬러리 종류 및 특성</li><li>화학약품의 종류 및 특성</li><li>LFC(Liquid Flow Controller) 및 다양한 센서의 동작 원리</li><li>P&amp;ID(Piping&amp;Instrumentation Diagram) 지식</li></ul>
	<b>【기술】</b> <ul style="list-style-type: none"><li>화학적 기계적 연마장비 및 연마 후 세정장비 운영 능력</li><li>화학적 기계적 연마장비 및 연마 후 세정장비 구성부품 교환 및 점검 능력</li><li>Dry-Wet 겸용 로봇 구성부품 교환 및 점검 능력</li><li>슬러리 공급장치 운영 조작 능력</li><li>화학약품 공급장치 구성부품의 교환 및 점검 능력</li><li>HCLU, Head, Platen, 슬러리 분산장치, Pad Conditioner 구성부품의 교환, 점검 능력</li></ul>
	<b>【태도】</b> <ul style="list-style-type: none"><li>반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li><li>성능평가의 공정성 유지</li><li>장비 운영 시 관찰력 및 주의력 유지</li></ul>

<p>1903060235_23v4.2</p> <p>화학적 기계적 연마장비 유지 관리하기</p>	<p>2.1 화학적 기계적 연마장비 및 연마 후 세정장비의 부품, 소재의 수명을 주기적으로 관리하여 최적의 공정진행을 할 수 있다.</p> <p>2.2 화학적 기계적 연마장비 및 연마 후 세정장비 구성부품의 동작원리를 파악하고 이상상황 발생시 문제를 해결할 수 있다.</p> <p>2.3 화학적 기계적 연마장비 및 연마 후 세정장비의 운영지침서를 작성하고, 주기적인 사전예방 점검항목 및 점검방법을 파악하고 사전정비를 함으로써 최적화 상태를 유지할 수 있다.</p> <p>2.4 장비의 고장 내역 및 PM(Preventive Maintenance)이력을 관리할 수 있다.</p> <p><b>【지식】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 화학적 기계적 연마장비 및 연마 후 세정장비 주요 구성부품 및 동작원리</li> <li>• 화학적 기계적 연마장비 및 연마 후 세정장비 종류별 구성 및 특징</li> <li>• Dry-Wet 겸용 로봇의 구성부품 및 동작원리</li> <li>• 슬러리 공급장치의 종류 및 특성</li> <li>• 화학약품 공급장치의 종류 및 특성</li> <li>• HCLU, Head, Platen, Slurry 분산장치, Pad Conditioner 구성부품 종류 및 특성</li> <li>• LFC((Liquid Flow Controller)의 원리와 종류</li> <li>• 약액 제어 밸브, 필터, 히터, 유량 센서의 동작 원리</li> <li>• P&amp;ID(Piping&amp;Instrumentation Diagram) 지식</li> </ul> <p><b>【기술】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 화학적 기계적 연마장비 및 연마 후 세정장비의 운영 조작 능력</li> <li>• 화학적 기계적 연마장비 및 연마 후 세정장비 구성부품의 교환 및 점검 능력</li> <li>• Dry-Wet 겸용 로봇 구성부품의 교환 및 점검 능력</li> <li>• 슬러리 공급장치의 운영 조작 능력</li> <li>• 화학약품 공급장치의 운영 조작 능력</li> <li>• HCLU, Head, Platen, Slurry 분산장치, Pad Conditioner 구성부품 교환 및 점검 능력</li> <li>• 화학적 기계적 연마장비 및 연마 후 세정장비 모니터링을 위한 웨이퍼 측정 능력</li> <li>• 화학적 기계적 연마장비 및 연마 후 세정장비 모니터링 데이터 관리 능력</li> <li>• 장비 유지관리를 위한 이력관리 능력</li> </ul> <p><b>【태도】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li> <li>• 적극적인 예방정비 자세 유지</li> <li>• 성능평가의 공정성 유지</li> </ul>
<p>1903060235_23v4.3</p> <p>화학적 기계적 연마장비 개선하기</p>	<p>3.1 화학적 기계적 연마장비 및 연마 후 세정장비의 부품, 소재의 상태를 실시간 감지할 수 있는 센서특성을 이해하고 적합한 센서를 선정할 수 있다.</p> <p>3.2 부품 소재 감지센서의 실시간 데이터를 수집, 분류, 분석하여 화학적 기계적 연마공정 및 연마 후 세정공정의 품질 개선을 지원할 수 있다.</p> <p>3.3 부품 소재 상태를 실시간 감시하여 고장 발생 여부를 예측할 수 있는 화학적 기계적 연마장비 및 연마 후 세정장비의 불량 예측시스템에 따라 조치할 수 있다.</p>

1903060235_23v4.3 화학적 기계적 연마장비 개선하기	<b>【지식】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 화학적 기계적 연마공정 및 연마 후 세정공정 특성 및 입출력 변수</li> <li>• 연마 대상 박막별 특성 데이터와 세정 공정간 상관관계</li> <li>• 슬러리 케미컬 특성 데이터와 세정 공정간 상관관계</li> <li>• 통계적품질관리, 빅데이터, 딥러닝 이론</li> </ul>
	<b>【기술】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 화학적 기계적 연마공정 및 연마 후 세정공정 입출력 변수 관리 기술</li> <li>• 연마 대상 박막별 특성과 공정 성능지표와 영향 평가 기술</li> <li>• 슬러리 케미컬 특성 데이터와 공정 성능지표간 상관관계 분석 기술</li> <li>• 통계적품질관리, 빅데이터, 딥러닝 응용프로그램 동작, 분석 기술</li> <li>• 주요 유틸리티와 공정 성능지표간 영향 분석 기술</li> <li>• 빅데이터, 딥러닝 학습 등 데이터 기술</li> </ul>
	<b>【태도】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li> <li>• 고장진단을 위한 논리적이며 과학적인 사고</li> <li>• 빅데이터, 딥러닝 기술에 대한 이해력</li> </ul>



## □ 적용범위 및 작업상황

### 고려사항

- 화학적 기계적 연마장비 및 연마 후 세정장비는 반도체 셀과 주변회로간 단차를 평탄화하거나, 소자를 분리하기 위한 연마장비를 셋업하고, 운영하는 업무에 적용한다.
- 화학적 기계적 연마공정 및 연마 후 세정공정은 Oxide, Metal, Ceria CMP 기술을 포함한다.
- 화학적 기계적 연마공정의 특성에 따라 다양한 Slurry를 취급하게 되므로 안전에 유의해야 한다.
- 이 능력단위에서 '화학적 기계적 연마장비 유지 관리하기' 절차에는 다음의 공통직무사항을 포함한다.
- EFEM, Dry-Wet 겸용 Robot, HCLU, Head, Platen, Slurry Supply Unit, Pad Conditioner
- Oxide, Nitride, Poly, Metal, Ceria CMP 공정
- 자리안착 및 장비 수평조정
- 스케줄 관리 능력(일정, UT hook-up, UT turn-on)
- 기구 및 전장 조립
- Main Controller Install 및 I/O check 능력
- 반송 Test(Operation 기능)
- 양산 적용(장애 대응 가능)
- Operation 기능
- 장애 발생시 조치 가능(전장, 제어, 기구)

### 자료 및 관련 서류

- 화학적 기계적 연마장비 및 연마 후 세정장비의 하드웨어 및 소프트웨어 설명서
- 공정 조건별 레시피
- PM, CM, PBM 자료
- 장비운영 지침서
- 사용되는 각종 재료의 규격(웨이퍼, 슬러리, 패드, 패드 컨디셔너, Retainer Ring, Membrane, 케미컬, 브러시, 필터 등)

### 장비 및 도구

- 연마장치(Polisher)
- 연마 후 세정장치(Post CMP Cleaner)
- 박막두께 측정장치
- 공구류
- 실험 및 보호용 도구
- 방진복, 마스크, 고무장갑 등

### 재료

- 웨이퍼, 슬러리, 패드, 패드 컨디셔너, Retainer Ring, Membrane, 케미컬, 브러시, 필터 등
- 초순수(DI Water)

## □ 평가지침

### 권장평가방법

- 평가자는 능력단위 화학적 기계적 연마(CMP)장비 운영의 수행준거에 제시되어 있는 내용을 평가하기 위해 이론과 실기를 나누어 평가하거나 종합적인 결과물의 평가 등 다양한 평가 방법을 사용할 수 있다.
- 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.

권 장 평 가 방 법	평 가 유 형	
	과 정 평 가	결 과 평 가
A.포트폴리오		
B.문제해결 시나리오	V	
C.서술형시험	V	V
D.논술형시험		
E.사례연구		
F.평가자 질문		V
G.평가자 체크리스트		V
H.피평가자 체크리스트		
I.일지/저널		
J.역할연기		
K.구두발표		
L.작업장평가	V	
M.기타		

### 평가지 고려사항

- 수행준거에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행할 수 있는지를 평가해야 한다.
  - 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.
- 화학적 기계적 연마장비 준비 능력
  - EFEM, Dry-Wet 겸용 로봇, HCLU, Head, Platen, 슬러리 분산장치, Pad Conditioning 장치 분류 능력
  - 구성장치 정상상태 여부 확인 능력
  - 연마대상 박막별 연마특성 평가 및 수정 보완 능력
  - 화학적 기계적 연마장비 공정진행 능력
  - 화학적 기계적 연마장비 구성부품 문제 해결 능력
  - 화학적 기계적 연마장비 최적화 상태 유지 능력
  - 장비의 고장내역 및 PM관리 능력
  - 화학적 기계적 연마장비 센서 선정 능력
  - 화학적 기계적 연마공정 품질개선 지원 능력
  - 화학적 기계적 연마장비 불량 조치 능력

## □ 관련기초능력

순번	관 련 기 초 능 력	
	주 요 영 역	하 위 영 역
1	의사소통능력	경청 능력, 기초외국어 능력, 문서이해 능력, 문서작성 능력, 의사표현 능력
2	수리능력	기초연산 능력, 기초통계 능력, 도표분석 능력, 도표작성 능력
3	문제해결능력	문제처리 능력, 사고력
4	대인관계능력	갈등관리 능력, 고객서비스 능력, 리더십 능력, 팀워크 능력, 협상 능력
5	기술능력	기술선택 능력, 기술이해 능력, 기술적용 능력

## □ 개발·개선 이력

구 분		내 용
직무명칭(능력단위명)		반도체제조(화학적 기계적 연마(CMP)장비 운영)
분류번호	기존	1903060235_23v4
	현재	1903060235_23v4
개발·개선연도	현재	2023
	2차	2023
	최초(1차)	2014
버전번호		v4
개발·개선기관	현재	전자 산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	2차	전자산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	최초(1차)	한국반도체산업협회
향후 보완 연도(예정)		2029

분류번호 :	1903060248_24v4
능력단위 명칭 :	박막구조 분석장비 운영
능력단위 정의 :	박막구조 분석장비 운영이란 반도체공정에서 진행된 웨이퍼 및 제품의 박막구조 분석 관련 장비를 셋업 및 유지 관리하는 능력이다.

능 력 단 위 요 소	수 행 준 거
1903060248_24v4.1 박막구조 분석장비 셋업하기	<p>1.1 장비 설치 및 운영 설명서에 따라 박막구조 분석장비를 조립 및 장착하고 로봇, 현미경 등 주요 구성부품의 동작원리에 따라 분석장비를 조작할 수 있다.</p> <p>1.2 박막구조 분석장비 특성에 따라 전원, 가스 등 유틸리티 제원을 파악하고 장비를 셋업할 수 있다.</p> <p>1.3 박막구조 분석장비 특성에 따라 모니터 웨이퍼 등 주요 소재를 적용하여 공정평가를 진행할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 박막구조 분석장비의 기능 및 구조</li> <li>• 박막구조 분석장비 설치가이드 및 안전지침</li> <li>• 전원, 가스 등의 유틸리티 제원</li> </ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 박막구조 분석장비 설치 능력</li> <li>• 박막구조 분석장비 기능 및 동작상태 점검 능력</li> <li>• 박막구조 분석장비 미세조정 및 테스트 능력</li> </ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 박막구조 분석장비 설치시 안전수칙을 준수하려는 자세</li> <li>• 박막구조 분석장비 설치 작업절차에 따라 셋업하려는 노력</li> <li>• 부대장치 및 유틸리티 제원을 확인하려는 의지</li> </ul>
1903060248_24v4.2 박막구조 분석장비 유지관리하기	<p>2.1 박막구조 분석장비 운영설명서에 따라 주기적인 사전예방 점검항목 및 점검방법을 파악할 수 있다.</p> <p>2.2 파악된 점검방법에 따라 박막구조 분석장비를 조작하고 주기적으로 예방 및 점검할 수 있다.</p> <p>2.3 박막구조 분석장비의 성능을 유지하기 위하여 장비이력을 관리하고 유틸리티를 점검할 수 있다.</p> <p>2.4 박막구조 분석장비 운영설명서에 따라 주요 세부 공정의 매개변수를 관리하고 고장 종류에 따라 점검 및 조치를 할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 박막구조 분석장비의 기능 및 구조</li> <li>• 박막구조 분석장비 운영의 주의사항 및 유지보수 계획</li> <li>• 박막구조 분석장비 정기점검 절차 및 기준</li> </ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 박막구조 분석장비 고장진단 능력</li> <li>• 부품 점검 및 미세조정 능력</li> <li>• 유지보수 이력관리 능력</li> </ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 박막구조 분석장비 유지보수시 안전수칙을 준수하려는 자세</li> <li>• 박막구조 분석장비 작업절차에 따라 유지 보수하려는 의지</li> <li>• 고장수리와 유지 보수 이력을 확인하려는 노력</li> </ul>

## □ 적용범위 및 작업상황

### 고려사항

- 이 능력단위는 반도체공정에서 진행된 웨이퍼 및 제품의 박막구조 분석 관련 장비를 셋업 및 유지 관리하는 업무에 적용된다.
- 전자계 주요 구성요소는 다음사항을 포함한다.
- 각종전원(가속전압, 렌즈전원, 주사전원, 직류전원)
- 신호처리계, 카메라 장치부 등
- 조작부 주요 구성요소는 다음사항을 포함한다.
- 조명계, Electron Source 등
- 샘플 스테이지 조작 시 무리하게 레버를 돌리는 경우 임계값을 넘어서 부러지는 경우가 발생할 수 있으므로 조작에 세심한 신경을 써야한다.
- 전원부의 전압을 적정 전압 범위를 인지하여 작업 시 사용해야 한다.
- Electron Gun 등의 교체 시 내부 전원이 차단되었는지를 확인하여 감전에 주의한다.
- 모듈의 구성, 소프트웨어 구동방식을 숙지하여 장비를 조작한다.
- 웨이퍼 Inspection 기술은 다음사항을 포함한다.
- 광학 이미지 프로세싱, 레이저 Scattering
- 불량 검출을 위한 방법은 다음사항을 포함한다.
- 어레이 모드(Cell to Cell)
- 랜덤 모드(Die to Die)
- 박막 구조분석 방법은 다음사항을 포함한다.
- 현미경 법, 프로파일러 법, X선 형광 분석법, 광학적 측정법
- 레이저 소스의 조리개가 열려 있는지에 대한 관찰과 표준시료를 이용한 애널라이저 부의 정상 분석 여부를 관찰해야 한다.
- 레이저를 측정과정에서 사용하는 장치의 경우 신체와의 직접적인 접촉이 발생하지 않도록 주의해야 한다.
- 이 능력단위에서 '셋업하기' 절차에는 다음의 공통직무사항이 포함된다.
- 자리안착 및 장비 수평조정
- 스케줄 관리 능력(일정, UT hook-up, UT turn-on)
- 기구 및 전장 조립(외주 사용 시 관리 능력 有)
- 모듈 Settion 기능
- 메인 콘트롤러 인스톨 및 I/O 확인 능력
- 반송 테스트(오퍼레이션 기능)
- 양산 적용(장애 대응 가능)
- 장비성능을 유지하기 위한 장비이력은 웨이퍼 반송 부 에러, 부품교체 등이 있으며, 점검할 유틸리티 항목은 가스, 전원, 배기, PCW 등의 내용을 포함한다.
- 박막구조 분석장비 유지관리를 위한 세부 공정의 매개변수는 진공, LAM값 등의 내용을 포함한다.

### 자료 및 관련 서류

- 박막구조 분석장비 설명서

## 장비 및 도구

- 박막구조 분석장비

## 재료

- 반도체 웨이퍼 및 제품



## □ 평가지침

### 권장평가방법

- 평가자는 능력단위 박막구조 분석장비 운영의 수행준거에 제시되어 있는 내용을 평가하기 위해 이론과 실기를 나누어 평가하거나 종합적인 결과물의 평가 등 다양한 평가 방법을 사용할 수 있다.
- 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.

권 장 평 가 방 법	평 가 유 형	
	과 정 평 가	결 과 평 가
A.포트폴리오		
B.문제해결 시나리오	V	
C.서술형시험	V	V
D.논술형시험		
E.사례연구		
F.평가자 질문		V
G.평가자 체크리스트		V
H.피평가자 체크리스트		
I.일지/저널		
J.역할연기		
K.구두발표		
L.작업장평가	V	
M.기타		

### 평가지 고려사항

- 수행준거에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행할 수 있는지를 평가해야 한다.
  - 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.
- 박막구조 분석장비 조작 능력
  - 전원, 가스 등 유틸리티 제원 파악 및 장비 셋업 능력
  - 모니터 웨이퍼 등 주요 소재를 적용한 공정평가 진행 능력
  - 사전예방 점검항목 및 점검방법 파악 능력
  - 박막구조 분석장비 예방 및 점검 능력
  - 장비이력 관리 및 유틸리티 점검 능력
  - 세부 공정의 매개변수 관리 및 고장 종류에 따른 점검 및 조치 능력

## □ 관련기초능력

순번	관 련 기 초 능 력	
	주 요 영 역	하 위 영 역
1	의사소통능력	경청 능력, 기초외국어 능력, 문서이해 능력, 문서작성 능력, 의사표현 능력
2	수리능력	기초연산 능력, 기초통계 능력, 도표분석 능력, 도표작성 능력
3	문제해결능력	문제처리 능력, 사고력
4	대인관계능력	갈등관리 능력, 고객서비스 능력, 리더십 능력, 팀워크 능력, 협상 능력
5	기술능력	기술선택 능력, 기술이해 능력, 기술적용 능력

□ 개발·개선 이력

구 분		내 용
직무명칭(능력단위명)		반도체제조(박막구조 분석장비 운영)
분류번호	기존	1903060205_14v3
	현재	1903060248_24v4,1903060249_24v4,1903060250_24v4,1903060251_24v4,1903060252_24v4,1903060253_24v4,1903060254_24v4,1903060255_24v4,1903060256_24v4,1903060257_24v4
개발·개선연도	현재	2024
	최초(1차)	2014
버전번호		v4
개발·개선기관	현재	전자 산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	최초(1차)	한국반도체산업협회
향후 보완 연도(예정)		2029

분류번호 : 1903060249\_24v4

능력단위 명칭 : 박막성분 분석장비 운영

능력단위 정의 : 박막성분 분석장비 운영이란 반도체공정에서 진행된 웨이퍼와 제품의 박막성분을 분석하기 위한 장비를 셋업 및 유지 관리하는 능력이다.

능 력 단 위 요 소	수 행 준 거
1903060249_24v4.1 박막성분 분석장비 셋업하 기	<p>1.1 장비 설치 및 운영 설명서에 따라 박막성분 분석장비를 조립 및 장착하고 로봇, 현미경 등 주요 구성부품의 동작원리에 따라 분석장비를 조작할 수 있다.</p> <p>1.2 박막성분 분석장비 특성에 따라 전원, 가스 등 유틸리티 제원을 파악하고 장비를 셋업할 수 있다.</p> <p>1.3 박막성분 분석장비 특성에 따라 모니터 웨이퍼 등 주요 소재를 적용하여 공정평가를 진행할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 박막성분 분석장비의 기능 및 구조</li><li>• 박막성분 분석장비 설치가이드 및 안전지침</li><li>• 전원, 가스 등의 유틸리티 제원</li></ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 박막성분 분석장비 설치 능력</li><li>• 박막성분 분석장비 기능 및 동작상태 점검 능력</li><li>• 박막성분 분석장비 미세조정 및 테스트 능력</li></ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 박막성분 분석장비 설치시 안전수칙을 준수하려는 자세</li><li>• 박막성분 분석장비 설치 작업절차에 따라 셋업하려는 노력</li><li>• 부대장치 및 유틸리티 제원을 확인하려는 의지</li></ul>
1903060249_24v4.2 박막성분 분석장비 유지 관리하기	<p>2.1 박막성분 분석장비 운영설명서에 따라 주기적인 사전예방 점검항목 및 점검방법을 파악할 수 있다.</p> <p>2.2 파악된 점검방법에 따라 장비를 조작하고 주기적으로 예방 및 점검할 수 있다.</p> <p>2.3 박막성분 분석장비의 성능을 유지하기 위하여 장비이력을 관리하고 유틸리티를 점검할 수 있다.</p> <p>2.4 박막성분 분석장비 운영설명서에 따라 주요 세부 공정의 매개변수를 관리하고, 고장 종류에 따라 점검 및 조치를 할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 박막성분 분석장비의 기능 및 구조</li><li>• 박막성분 분석장비 운영의 주의사항 및 유지보수 계획</li><li>• 박막성분 분석장비 정기점검 절차 및 기준</li></ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 박막성분 분석장비 고장진단 능력</li><li>• 부품 점검 및 미세조정 능력</li><li>• 유지보수 이력관리 능력</li></ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 박막성분 분석장비 유지보수시 안전수칙을 준수하려는 자세</li><li>• 박막성분 분석장비 작업절차에 따라 유지 보수하려는 의지</li><li>• 고장수리와 유지 보수 이력을 확인하려는 노력</li></ul>

## □ 적용범위 및 작업상황

### 고려사항

- 이 능력단위는 반도체공정에서 진행된 웨이퍼와 제품의 박막성분을 분석하기 위한 장비를 셋업 및 유지 관리하는 업무에 적용된다.
- 전자계 주요 구성요소는 다음사항을 포함한다.
- 각종전원(가속전압, 렌즈전원, 주사전원, 직류전원)
- 신호처리계, 카메라 장치부 등
- 조작부 주요 구성요소는 다음사항을 포함한다.
- 조명계, Electron Source 등
- 샘플 스테이지 조작 시 무리하게 레버를 돌리는 경우 임계값을 넘어서 부러지는 경우가 발생할 수 있으므로 조작에 세심한 신경을 써야한다.
- 전원부의 전압을 적정 전압 범위를 인지하여 작업 시 사용해야 한다.
- Electron Gun 등의 교체 시 내부 전원이 차단되었는지를 확인하여 감전에 주의한다.
- 웨이퍼 Inspection 기술은 다음사항을 포함한다.
- 광학 이미지 프로세싱, 레이저 Scattering
- 불량 검출을 위한 방법은 다음사항을 포함한다.
- 어레이 모드(Cell to Cell)
- 랜덤 모드(Die to Die)
- 박막 성분 분석 방법은 다음사항을 포함한다.
- 현미경 법, 프로파일러 법, X선 형광 분석법, 광학적 측정법
- 레이저 소스의 조리개가 열려 있는지에 대한 관찰과 표준시료를 이용한 애널리저 부의 정상 분석 여부를 관찰해야 한다.
- 레이저를 측정과정에서 사용하는 장치의 경우 신체와의 직접적인 접촉이 발생하지 않도록 주의해야 한다.
- 이 능력단위에서 '셋업하기' 절차에는 다음의 공통직무사항이 포함된다.
- 자리안착 및 장비 수평조정
- 스케줄 관리 능력(일정, UT hook-up, UT turn-on)
- 기구 및 전장 조립(외주 사용 시 관리 능력 有)
- 모듈 Settion 기능
- 메인 콘트롤러 인스톨 및 I/O 확인 능력
- 반송 테스트(오퍼레이션 기능)
- 양산 적용(장애 대응 가능)
- 장비성능을 유지하기 위한 장비이력은 웨이퍼 반송 부 에러, 부품교체 등이 있으며, 점검할 유틸리티 항목은 가스, 전원, 배기, PCW 등의 내용을 포함한다.
- 박막성분 분석장비 유지관리를 위한 세부 공정의 매개변수는 진공, LAM값 등의 내용을 포함한다.

### 자료 및 관련 서류

- 박막성분 분석장비 설명서

## 장비 및 도구

- 박막성분 분석장비

## 재료

- 반도체 웨이퍼 및 제품

## □ 평가지침

### 권장평가방법

- 평가자는 능력단위 박막성분 분석장비 운영의 수행준거에 제시되어 있는 내용을 평가하기 위해 이론과 실기를 나누어 평가하거나 종합적인 결과물의 평가 등 다양한 평가 방법을 사용할 수 있다.
- 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.

권 장 평 가 방 법	평 가 유 형	
	과 정 평 가	결 과 평 가
A.포트폴리오		
B.문제해결 시나리오	V	
C.서술형시험	V	V
D.논술형시험		
E.사례연구		V
F.평가자 질문		V
G.평가자 체크리스트		
H.피평가자 체크리스트		
I.일지/저널		
J.역할연기		
K.구두발표		
L.작업장평가	V	
M.기타		

### 평가지 고려사항

- 수행준거에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행할 수 있는지를 평가해야 한다.
  - 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.
- 박막성분 분석장비 조립, 장착, 조작 능력
  - 박막성분 분석장비 유틸리티 제원 파악 및 장비 셋업 능력
  - 모니터 웨이퍼 등 주요 소재를 적용한 공정평가 진행 능력
  - 사전예방 점검항목 및 점검방법 파악 능력
  - 박막성분 분석장비 조작 및 주기적인 예방 및 점검 능력
  - 장비이력 관리 및 유틸리티 점검 능력
  - 박막성분 분석장비 매개변수 관리 및 고장 종류에 따른 점검 및 조치 능력

## □ 관련기초능력

순번	관 련 기 초 능 력	
	주 요 영 역	하 위 영 역
1	의사소통능력	경청 능력, 기초외국어 능력, 문서이해 능력, 문서작성 능력, 의사표현 능력
2	수리능력	기초연산 능력, 기초통계 능력, 도표분석 능력, 도표작성 능력
3	문제해결능력	문제처리 능력, 사고력
4	대인관계능력	갈등관리 능력, 고객서비스 능력, 리더십 능력, 팀워크 능력, 협상 능력
5	기술능력	기술선택 능력, 기술이해 능력, 기술적용 능력



□ 개발·개선 이력

구 분		내 용
직무명칭(능력단위명)		반도체제조(박막성분 분석장비 운영)
분류번호	기존	1903060205_14v3
	현재	1903060248_24v4,1903060249_24v4,1903060250_24v4,1903060251_24v4,1903060252_24v4,1903060253_24v4,1903060254_24v4,1903060255_24v4,1903060256_24v4,1903060257_24v4
개발·개선연도	현재	2024
	최초(1차)	2014
버전번호		v4
개발·개선기관	현재	전자 산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	최초(1차)	한국반도체산업협회
향후 보완 연도(예정)		2029

분류번호 :	1903060250_24v4
능력단위 명칭 :	오버레이(Overlay)장비 운영
능력단위 정의 :	오버레이(Overlay)장비 운영이란 반도체에 적층된 패턴의 선폭을 계측하기 위하여 장비를 셋업 및 유지 관리하는 능력이다.

능 력 단 위 요 소	수 행 준 거
1903060250_24v4.1 오버레이장비 셋업하기	<p>1.1 오버레이(Overlay)장비 설치 가이드 및 안전지침에 따라 장비와 도구를 확인하고 설치 위치를 결정할 수 있다.</p> <p>1.2 평탄도와 진동을 고려하여 장비를 배치한 후 오버레이장비를 설치할 수 있다.</p> <p>1.3 진공, 공압 등의 유틸리티 제원을 확인하고 설치조건에 맞도록 오버레이장비를 설치할 수 있다.</p> <p>1.4 설치된 장비의 기능과 동작상태를 확인하고 미세조정을 통해 초기 설정 및 테스트 작업을 수행할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 오버레이장비의 기능 및 구조</li> <li>• 오버레이장비 설치 가이드 및 안전지침</li> <li>• 진공, 공압 등의 유틸리티 제원</li> </ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 오버레이장비 설치 능력</li> <li>• 오버레이장비 기능 및 동작상태 점검 능력</li> <li>• 오버레이장비 미세조정 및 테스트 능력</li> </ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 오버레이장비 설치시 안전수칙을 준수하려는 자세</li> <li>• 오버레이장비 설치 작업절차에 따라 셋업하려는 노력</li> <li>• 부대장치 및 유틸리티 제원을 확인하려는 의지</li> </ul>
1903060250_24v4.2 오버레이장비 유지 관리하기	<p>2.1 오버레이장비의 운영을 위하여 점검항목을 확인하고 유지보수 계획을 수립할 수 있다.</p> <p>2.2 유지보수 계획에 따라 정기적인 점검을 통해 장비의 상태를 유지할 수 있다.</p> <p>2.3 오버레이장비의 고장을 예방하고 성능을 유지하기 위하여 부품을 점검하고 미세조정 작업을 수행할 수 있다.</p> <p>2.4 오버레이장비의 고장수리와 유지보수 이력을 관리할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 오버레이장비의 기능 및 구조</li> <li>• 오버레이장비 운영의 주의사항 및 유지보수 계획</li> <li>• 오버레이장비 정기점검 절차 및 기준</li> </ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 오버레이장비 고장진단 능력</li> <li>• 부품 점검 및 미세조정 능력</li> <li>• 유지보수 이력관리 능력</li> </ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 오버레이장비 유지보수시 안전수칙을 준수하려는 자세</li> <li>• 오버레이장비 작업절차에 따라 유지 보수하려는 의지</li> <li>• 고장수리와 유지 보수 이력을 확인하려는 노력</li> </ul>

## □ 적용범위 및 작업상황

### 고려사항

- 이 능력단위는 반도체에 적층된 패턴의 선폭을 계측하기 위하여 장비를 셋업 및 유지 관리하는 업무에 적용한다.
- 오버레이장비 설치에는 레벨링, 정렬 및 고정을 위한 작업 등을 포함한다.
- 장비 셋업에는 제조업체의 권장 사항과 안전 지침에 따라 설치하고 전원 공급 및 필요한 구성품을 연결하고 확인하는 작업 등을 포함한다.
- 오버레이장비 셋업에 유틸리티 제원에는 전원 공급, 냉각시스템, 압축 공기, 청정 공기, 안전 시설 및 장비를 포함한다.
- 반도체 제조용 오버레이장비 설치 후 테스트 작업에는 기능 검증 테스트, 오버레이장비가 반도체 웨이퍼에 대한 정확한 측정 수행에 대한 검증, 안정성 테스트, 환경 조건 테스트, 문제 해결 및 조정 등의 내용을 포함한다.
- 유지보수 계획 수립에는 정기적인 점검 일정과 정비 작업 계획, 고장 예방 및 대비 방법, 비상 대응 계획, 유지보수 기록 관리, 인력 및 자원 관리 등의 내용을 포함한다.
- 정기 점검에는 정기적인 점검으로 부품교체, 오일교환 및 필요한 조정 작업을 포함한다.
- 오버레이장비의 미세 조정에는 시스템 보정, 레이저 조정, 렌즈 미세 조정, 카메라 및 센서 조정, 프로그램 설정 등의 작업을 포함한다.
- 오버레이장비의 성능을 유지하기 위한 내용에는 오버레이 장비의 부품 및 구성 요소를 꾸준히 유지보수하고 청소, 주기적인 점검 및 검사, 부품 교체 및 보수, 업데이트 및 소프트웨어 관리, 사용자 교육 및 훈련 등의 내용을 포함한다.

### 자료 및 관련 서류

- 오버레이 계측장비 매뉴얼
- 단계별 계측품질기준서
- 오버레이 계측절차서
- 장비사용 안전에 관한 기준서

### 장비 및 도구

- 오버레이 계측장비(측정시스템, 주사전자현미경 등)
- 측정 소프트웨어(측정데이터를 분석하고 처리하는 소프트웨어)
- 측정기판(반도체 웨이퍼를 고정할 수 있는 치공구)
- 안전장비(보호안경, 장갑, 안전화 등)

### 재료

- 반도체 웨이퍼
- 측정 액체와 가스
- 측정장비 클리닝 소재(알코올, 정제수, 청소 티슈 등)
- 보호필름 또는 캡(측정 대상을 보호하기 위한 보호 필름과 캡)



## □ 평가지침

### 권장평가방법

- 평가자는 능력단위 오버레이(Overlay)장비 운영의 수행준거에 제시되어 있는 내용을 평가하기 위해 이론과 실기를 나누어 평가하거나 종합적인 결과물의 평가 등 다양한 평가 방법을 사용할 수 있다.
- 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.

권 장 평 가 방 법	평 가 유 형	
	과 정 평 가	결 과 평 가
A.포트폴리오		
B.문제해결 시나리오	V	
C.서술형시험	V	V
D.논술형시험		
E.사례연구		
F.평가자 질문		V
G.평가자 체크리스트		V
H.피평가자 체크리스트		
I.일지/저널		
J.역할연기		
K.구두발표		
L.작업장평가	V	
M.기타		

### 평가지 고려사항

- 수행준거에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행할 수 있는지를 평가해야 한다.
  - 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.
- 오버레이(Overlay)장비 설치 위치 결정 능력
  - 장비 배치 후 오버레이장비 설치 능력
  - 유틸리티 제원 확인 및 오버레이장비 설치 능력
  - 오버레이장비 초기 설정 및 테스트 작업 수행 능력
  - 장비 제조업체 주의사항 확인 및 유지보수 계획 수립 능력
  - 오버레이장비 점검항목 확인 및 유지보수 계획 수립 능력
  - 정기적인 점검을 통한 장비 상태 유지 능력
  - 오버레이장비 부품 점검 및 미세조정 작업 수행 능력
  - 오버레이장비의 고장수리와 유지보수 이력 관리 능력

## □ 관련기초능력

순번	관 련 기 초 능 력	
	주 요 영 역	하 위 영 역
1	의사소통능력	경청 능력, 기초외국어 능력, 문서이해 능력, 문서작성 능력, 의사표현 능력
2	수리능력	기초연산 능력, 기초통계 능력, 도표분석 능력, 도표작성 능력
3	문제해결능력	문제처리 능력, 사고력
4	대인관계능력	갈등관리 능력, 고객서비스 능력, 리더십 능력, 팀워크 능력, 협상 능력
5	기술능력	기술선택 능력, 기술이해 능력, 기술적용 능력

□ 개발·개선 이력

구 분		내 용
직무명칭(능력단위명)		반도체제조(오버레이(Overlay)장비 운영)
분류번호	기존	1903060205_14v3
	현재	1903060248_24v4,1903060249_24v4,1903060250_24v4,1903060251_24v4,1903060252_24v4,1903060253_24v4,1903060254_24v4,1903060255_24v4,1903060256_24v4,1903060257_24v4
개발·개선연도	현재	2024
	최초(1차)	2014
버전번호		v4
개발·개선기관	현재	전자 산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	최초(1차)	한국반도체산업협회
향후 보완 연도(예정)		2029

분류번호 : 1903060251\_24v4

능력단위 명칭 : 주사전자현미경(SEM)장비 운영

능력단위 정의 : 주사전자현미경(SEM)장비 운영이란 반도체 표면정보를 최적의 조건으로 관찰할 수 있도록 주사전자현미경을 셋업 및 유지 관리하는 능력이다.

능 력 단 위 요 소	수 행 준 거
1903060251_24v4.1 주사전자현미경장비 셋업 하기	<p>1.1 주사전자현미경의 설치 가이드 및 안전지침에 따라 장비와 도구를 확인하고 설치 위치를 결정할 수 있다.</p> <p>1.2 평탄도와 진동을 고려하여 주사전자현미경을 배치할 수 있다.</p> <p>1.3 고진공 펌프, 영상분석장치 등 부대장치를 고려하여 주사전자현미경을 설치할 수 있다.</p> <p>1.4 설치된 주사전자현미경의 기능과 동작상태를 확인하고 미세조정을 통해 초기 설정 및 테스트 작업을 수행할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 주사전자현미경의 기능 및 구조</li><li>• 주사전자현미경 설치 가이드 및 안전지침</li><li>• 고진공 펌프, 영상분석장치 등 부대장치 제원</li></ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 주사전자현미경 설치 능력</li><li>• 주사전자현미경 기능 및 동작상태 점검 능력</li><li>• 주사전자현미경 미세조정 및 테스트 능력</li></ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 주사전자현미경 설치시 안전수칙을 준수하려는 자세</li><li>• 주사전자현미경 설치 작업절차에 따라 셋업하려는 노력</li><li>• 부대장치 및 유틸리티 제원을 확인하려는 의지</li></ul>
1903060251_24v4.2 주사전자현미경장비 유지 관리하기	<p>2.1 주사전자현미경의 운영을 위하여 장비 제조업체의 주의사항을 확인하고 유지보수 계획을 수립할 수 있다.</p> <p>2.2 유지보수 계획에 따라 정기적인 점검을 통해 장비의 상태를 유지할 수 있다.</p> <p>2.3 주사전자현미경의 고장을 예방하고 성능을 유지하기 위하여 부품을 점검하고 미세조정 작업을 수행할 수 있다.</p> <p>2.4 주사전자현미경의 고장수리와 유지보수 이력을 관리할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 주사전자현미경의 기능 및 구조</li><li>• 주사전자현미경 운영의 주의사항 및 유지보수 계획</li><li>• 주사전자현미경 정기점검 절차 및 기준</li></ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 주사전자현미경 고장진단 능력</li><li>• 부품 점검 및 미세조정 능력</li><li>• 유지보수 이력관리 능력</li></ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 주사전자현미경 유지보수시 안전수칙을 준수하려는 자세</li><li>• 주사전자현미경 작업절차에 따라 유지 보수하려는 의지</li><li>• 고장수리와 유지 보수 이력을 확인하려는 노력</li></ul>



## □ 적용범위 및 작업상황

### 고려사항

- 이 능력단위는 반도체 표면정보를 최적의 조건으로 관찰할 수 있도록 주사전자현미경을 셋업 및 유지 관리하는 업무에 적용한다.
- 주사전자현미경 장비란 장비구동을 위해 필요한 진공과 온도, 습도 조건을 유지하기 위한 장비를 포함한다.
- 주사전자현미경 장비란 검사를 위해 사용되는 본체와 검사를 위해 필요한 전력시스템과 진공 장비를 포함한다.
- 주사전자현미경을 사용하기 위한 샘플의 특성을 파악하고 검사를 위한 샘플 처리를 하는 것이 필요하다.

### 자료 및 관련 서류

- 주사전자현미경 기준서
- 진공장비 운영관리 시설 기준
- 환경시설 및 시공 기술 시방서
- 산업안전 보건법

### 장비 및 도구

- 주사전자현미경
- 전기제어장치
- 진공상태측정기
- 주사전자현미경 구동 소프트웨어

### 재료

- 해당사항 없음

## □ 평가지침

### 권장평가방법

- 평가자는 능력단위 주사전자현미경(SEM)장비 운영의 수행준거에 제시되어 있는 내용을 평가하기 위해 이론과 실기를 나누어 평가하거나 종합적인 결과물의 평가 등 다양한 평가 방법을 사용할 수 있다.
- 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.

권 장 평 가 방 법	평 가 유 형	
	과 정 평 가	결 과 평 가
A.포트폴리오		
B.문제해결 시나리오	V	
C.서술형시험	V	V
D.논술형시험		
E.사례연구		
F.평가자 질문		V
G.평가자 체크리스트		V
H.피평가자 체크리스트		
I.일지/저널		
J.역할연기		
K.구두발표		
L.작업장평가	V	
M.기타		

### 평가지 고려사항

- 수행준거에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행할 수 있는지를 평가해야 한다.
  - 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.
- 주사전자현미경 설치 위치 결정 능력
  - 주사전자현미경 배치 능력
  - 주사전자현미경 설치 능력
  - 주사전자현미경 초기 설정 및 테스트 작업 수행 능력
  - 주사전자현미경 유지보수 계획 수립 능력
  - 장비 상태 유지 능력
  - 주사전자현미경 부품 점검 및 미세조정 작업 수행 능력
  - 주사전자현미경의 고장수리와 유지보수 이력 관리 능력

## □ 관련기초능력

순번	관 련 기 초 능 력	
	주 요 영 역	하 위 영 역
1	의사소통능력	경청 능력, 기초외국어 능력, 문서이해 능력, 문서작성 능력, 의사표현 능력
2	수리능력	기초연산 능력, 기초통계 능력, 도표분석 능력, 도표작성 능력
3	문제해결능력	문제처리 능력, 사고력
4	대인관계능력	갈등관리 능력, 고객서비스 능력, 리더십 능력, 팀워크 능력, 협상 능력
5	기술능력	기술선택 능력, 기술이해 능력, 기술적용 능력

□ 개발·개선 이력

구 분		내 용
직무명칭(능력단위명)		반도체제조(주사전자현미경(SEM)장비 운영)
분류번호	기존	1903060205_14v3
	현재	1903060248_24v4,1903060249_24v4,1903060250_24v4,1903060251_24v4,1903060252_24v4,1903060253_24v4,1903060254_24v4,1903060255_24v4,1903060256_24v4,1903060257_24v4
개발·개선연도	현재	2024
	최초(1차)	2014
버전번호		v4
개발·개선기관	현재	전자 산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	최초(1차)	한국반도체산업협회
향후 보완 연도(예정)		2029

분류번호 : 1903060252\_24v4

능력단위 명칭 : 박막두께 측정장비 운영

능력단위 정의 : 박막두께 측정장비 운영이란 굴절률, 흡수율 등 광학적 특성을 이용하여 웨이퍼 박막두께를 측정하는 장비를 셋업 및 유지 관리하는 능력이다.

능 력 단 위 요 소	수 행 준 거
1903060252_24v4.1 박막두께 측정장비 셋업하 기	<p>1.1 박막두께 측정장비의 설치가이드 및 안전지침에 따라 장비와 도구를 확인하고 설치 위치를 결정할 수 있다.</p> <p>1.2 평탄도와 진동을 고려하여 박막두께 측정장비를 배치할 수 있다.</p> <p>1.3 광원소스와 CCD의 종류를 확인하고 박막두께 측정장비를 설치할 수 있다.</p> <p>1.4 설치된 박막두께 측정장비의 기능과 동작상태를 확인하고 미세조정을 통해 초기 설정 및 테스트 작업을 수행할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 박막두께 측정장비의 기능 및 구조</li><li>• 박막두께 측정장비 설치가이드 및 안전지침</li><li>• 공압 등의 유틸리티 제원</li></ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 박막두께 측정장비 설치 능력</li><li>• 박막두께 측정장비 기능 및 동작상태 점검 능력</li><li>• 박막두께 측정장비 미세조정 및 테스트 능력</li></ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 박막두께 측정장비 설치시 안전수칙을 준수하려는 자세</li><li>• 박막두께 측정장비 설치 작업절차에 따라 셋업하려는 노력</li><li>• 부대장치 및 유틸리티 제원을 확인하려는 의지</li></ul>
1903060252_24v4.2 박막두께 측정장비 유지 관리하기	<p>2.1 박막두께 측정장비의 운영을 위하여 장비 제조업체의 주의사항을 확인하고 유지보수 계획을 수립할 수 있다.</p> <p>2.2 유지보수 계획에 따라 정기적인 점검을 통해 장비의 상태를 유지할 수 있다.</p> <p>2.3 박막두께 측정장비의 고장을 예방하고 성능을 유지하기 위하여 부품을 점검하고 미세조정 작업을 수행할 수 있다.</p> <p>2.4 박막두께 측정장비의 고장수리와 유지보수 이력을 관리할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 박막두께 측정장비의 기능 및 구조</li><li>• 박막두께 측정장비 운영의 주의사항 및 유지보수 계획</li><li>• 박막두께 측정장비 정기점검 절차 및 기준</li></ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 박막두께 측정장비 고장진단 능력</li><li>• 부품 점검 및 미세조정 능력</li><li>• 유지보수 이력관리 능력</li></ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 박막두께 측정장비 유지보수시 안전수칙을 준수하려는 자세</li><li>• 박막두께 측정장비 작업절차에 따라 유지 보수하려는 의지</li><li>• 고장수리와 유지 보수 이력을 확인하려는 노력</li></ul>

## □ 적용범위 및 작업상황

### 고려사항

- 이 능력단위는 굴절률, 흡수율 등 광학적 특성을 이용하여 웨이퍼 박막두께를 측정하는 장비를 셋업 및 유지 관리하는 업무에 적용한다.
- 박막두께 측정장비 설치에는 레벨링, 정렬 및 고정을 위한 작업 등을 포함한다.
- 장비 셋업에는 제조업체의 권장 사항과 안전 지침에 따라 설치하고 전원 공급 및 필요한 구성품을 연결하고 확인하는 작업 등을 포함한다.
- 정기 점검에는 정기적인 점검은 부품교체 및 필요한 조정 작업을 포함한다.
- 장비의 주요구성으로 멀티 스테이지, Electron Beam CCD Detector, 콘트롤러, 프로그램 등을 포함한다.
- 전자계 주요 구성요소는 다음사항을 포함한다.
- 각종전원(가속전압, 렌즈전원, 직류전원),신호처리계, 카메라 장치부 등
- 이 능력단위에서 '박막두께 측정장비 셋업하기' 절차에는 다음의 공통직무사항을 포함한다.
- 자리안착 및 장비 수평조정
- 스케줄 관리 능력(일정, UT hook-up, UT turn-on)
- 기구 및 전장 조립(외주 사용 시 관리 능력 有)
- 모듈 셋팅 기능
- 메인 콘트롤러 인스톨 및 I/O 확인 능력
- 양산 적용(장애 대응 가능)

### 자료 및 관련 서류

- 박막두께 측정장비 매뉴얼
- 단계별 계측품질기준서
- 박막두께 측정절차서
- 장비 사용안전에 관한 기준서

### 장비 및 도구

- 박막두께 측정장비(측정시스템 등)
- 측정 소프트웨어(측정 데이터를 분석하고 처리하는 소프트웨어)
- 측정기판(반도체 웨이퍼를 고정할 수 있는 치공구)
- 안전장비(보호안경, 장갑, 안전화 등)

### 재료

- 반도체 웨이퍼
- 측정장비 클리닝 소재(알코올, 정제수, 청소 티슈 등)

## □ 평가지침

### 권장평가방법

- 평가자는 능력단위 박막두께 측정장비 운영의 수행준거에 제시되어 있는 내용을 평가하기 위해 이론과 실기를 나누어 평가하거나 종합적인 결과물의 평가 등 다양한 평가 방법을 사용할 수 있다.
- 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.

권 장 평 가 방 법	평 가 유 형	
	과 정 평 가	결 과 평 가
A.포트폴리오		
B.문제해결 시나리오	V	
C.서술형시험	V	V
D.논술형시험		
E.사례연구		
F.평가자 질문		V
G.평가자 체크리스트		V
H.피평가자 체크리스트		
I.일지/저널		
J.역할연기		
K.구두발표		
L.작업장평가	V	
M.기타		

### 평가지 고려사항

- 수행준거에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행할 수 있는지를 평가해야 한다.
  - 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.
- 박막두께 측정장비 설치 위치 결정 능력
  - 박막두께 측정장비 배치 능력
  - 박막두께 측정장비 설치 능력
  - 박막두께 측정장비 초기 설정 및 테스트 작업 수행 능력
  - 박막두께 측정장비 유지보수 계획 수립 능력
  - 장비 상태 유지 능력
  - 박막두께 측정장비 부품 점검 및 미세조정 작업 수행 능력
  - 박막두께 측정장비의 고장수리와 유지보수 이력 관리 능력

## □ 관련기초능력

순번	관 련 기 초 능 력	
	주 요 영 역	하 위 영 역
1	의사소통능력	경청 능력, 기초외국어 능력, 문서이해 능력, 문서작성 능력, 의사표현 능력
2	수리능력	기초연산 능력, 기초통계 능력, 도표분석 능력, 도표작성 능력
3	문제해결능력	문제처리 능력, 사고력
4	대인관계능력	갈등관리 능력, 고객서비스 능력, 리더십 능력, 팀워크 능력, 협상 능력
5	기술능력	기술선택 능력, 기술이해 능력, 기술적용 능력



□ 개발·개선 이력

구 분		내 용
직무명칭(능력단위명)		반도체제조(박막두께 측정장비 운영)
분류번호	기존	1903060205_14v3
	현재	1903060248_24v4,1903060249_24v4,1903060250_24v4,1903060251_24v4,1903060252_24v4,1903060253_24v4,1903060254_24v4,1903060255_24v4,1903060256_24v4,1903060257_24v4
개발·개선연도	현재	2024
	최초(1차)	2014
버전번호		v4
개발·개선기관	현재	전자 산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	최초(1차)	한국반도체산업협회
향후 보완 연도(예정)		2029

분류번호 : 1903060253\_24v4

능력단위 명칭 : 파티클 검사장비 운영

능력단위 정의 : 파티클 검사장비 운영이란 반도체 웨이퍼 표면에 부착된 파티클의 입경 및 개수를 광학적으로 측정하여 자동으로 파티클의 크기와 개수를 분류하는 장비를 셋업 및 유지 관리하는 능력이다.

능 력 단 위 요 소	수 행 준 거
1903060253_24v4.1 파티클 검사장비 셋업하기	<p>1.1 파티클 검사장비의 설치가이드 및 안전지침에 따라 장비와 도구를 확인하고 설치 위치를 결정할 수 있다.</p> <p>1.2 평탄도와 진동을 고려하여 파티클 검사장비를 배치할 수 있다.</p> <p>1.3 로봇, 얼라이너 등 부대장치를 확인하고 파티클 검사장비를 설치할 수 있다.</p> <p>1.4 설치된 장비의 기능과 동작상태를 확인하고 미세조정을 통해 초기 설정 및 테스트 작업을 수행할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 파티클 검사장비의 기능 및 구조</li><li>• 파티클 검사장비 설치가이드 및 안전지침</li><li>• 진공, 공압 등 유틸리티 제원</li></ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 파티클 검사장비 설치 능력</li><li>• 파티클 검사장비 기능 및 동작상태 점검 능력</li><li>• 파티클 검사장비 미세조정 및 테스트 능력</li></ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 파티클 검사장비 설치시 안전수칙을 준수하려는 자세</li><li>• 파티클 검사장비 설치 작업절차에 따라 셋업하려는 노력</li><li>• 부대장치 및 유틸리티 제원을 확인하려는 의지</li></ul>
1903060253_24v4.2 파티클 검사장비 유지 관리하기	<p>2.1 파티클 검사장비의 운영을 위하여 점검항목을 확인하고 유지보수 계획을 수립할 수 있다.</p> <p>2.2 유지보수 계획에 따라 정기적인 점검을 통해 장비의 상태를 유지할 수 있다.</p> <p>2.3 파티클 검사장비의 고장을 예방하고 성능을 유지하기 위하여 부품을 점검하고 미세조정 작업을 수행할 수 있다.</p> <p>2.4 파티클 검사장비의 고장수리와 유지보수 이력을 관리할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 파티클 검사장비의 기능 및 구조</li><li>• 파티클 검사장비 운영의 주의사항 및 유지보수 계획</li><li>• 파티클 검사장비 정기점검 절차 및 기준</li></ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 파티클 검사장비 고장진단 능력</li><li>• 부품 점검 및 미세조정 능력</li><li>• 유지보수 이력관리 능력</li></ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 파티클 검사장비 유지보수시 안전수칙을 준수하려는 자세</li><li>• 파티클 검사장비 작업절차에 따라 유지 보수하려는 의지</li><li>• 고장수리와 유지 보수 이력을 확인하려는 노력</li></ul>

## □ 적용범위 및 작업상황

### 고려사항

- 이 능력단위는 반도체 웨이퍼 표면에 부착된 파티클의 입경 및 개수를 광학적으로 측정하여 자동으로 파티클의 크기와 개수를 분류하는 장비를 셋업 및 유지 관리하는 업무에 적용한다.
- 파티클 검사장비 설치에는 레벨링, 정렬 및 고정을 위한 작업 등을 포함한다.
- 장비 셋업에는 제조업체의 권장사항과 안전지침에 따라 설치하고 전원 공급 및 필요한 구성품을 연결하고 확인하는 작업 등을 포함한다.
- 정기 점검에는 부품교체, 필터 교환 및 필요한 조정 작업을 포함한다.
- 파티클 검사방법에는 EFEM(Equipment Front End Module)의 LPM(Load Port Module)위에 검사할 웨이퍼를 Foup에 넣고 얼라이너에서 웨이퍼 Notch 방향 정렬후 대기압 로봇을 통해 측정 스테이지에 이송한 후 검사를 실시한다.
- 분석대상 웨이퍼 상에 레이저를 주사하여 스캐터링되는 레이저를 디텍터로 센싱하여 센싱된 레이저의 인텐시티(Intensity)를 분석함으로써 분석대상 웨이퍼 상에 존재하는 파티클의 개수 및 크기를 분석하여 운용한다.
- 장비의 본체부 구성요소는 다음사항을 포함한다.
- EFEM(Equipment Front End Module), 로봇, 얼라이너, Measurement 챔버, 레이저 모듈, 컨트롤러, 프로그램 등
- 유틸리티의 구성요소로는 전원공급기, CDA, Vacuum 등을 포함한다.
- 파티클 측정방법은 측정할 Foup을 Load Port Module위에 셋팅 후 다음의 순서로 측정실시한다.
- JOB 선택 및 Job Library 선택
- 진행할 Job을 선택
- 측정 LPM 선택후 Continue 선택
- 측정 Slot 선택후 Continue 선택
- 측정결과 화면 (3~5분 정도 소요)

### 자료 및 관련 서류

- 파티클 검사장비 매뉴얼
- 단계별 계측품질기준서
- 파티클검사 계측절차서
- 장비 사용안전에 관한 기준서

### 장비 및 도구

- 파티클 검사장비(검사시스템 등)
- 측정 소프트웨어(측정 데이터를 분석하고 처리하는 소프트웨어)
- 측정기판(반도체 웨이퍼를 고정할 수 있는 치공구)
- 안전장비(보호안경, 장갑, 안전화 등)

## 재료

- 반도체 웨이퍼
- 측정장비 클리닝 소재(알코올, 정제수, 청소 티슈 등)

## □ 평가지침

### 권장평가방법

• 평가자는 능력단위 파티클 검사장비 운영의 수행준거에 제시되어 있는 내용을 평가하기 위해 이론과 실기를 나누어 평가하거나 종합적인 결과물의 평가 등 다양한 평가 방법을 사용할 수 있다. • 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.

권 장 평 가 방 법	평 가 유 형	
	과 정 평 가	결 과 평 가
A.포트폴리오		
B.문제해결 시나리오	V	
C.서술형시험	V	V
D.논술형시험		
E.사례연구		
F.평가자 질문		V
G.평가자 체크리스트		V
H.피평가자 체크리스트		
I.일지/저널		
J.역할연기		
K.구두발표		
L.작업장평가	V	
M.기타		

### 평가지 고려사항

- 수행준거에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행할 수 있는지를 평가해야 한다.
- 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.
  - 파티클 검사장비 설치 위치 결정 능력
  - 파티클 검사장비 배치 능력
  - 파티클 검사장비 설치 능력
  - 장비의 초기 설정 및 테스트 작업 수행 능력
  - 파티클 검사장비 점검항목 확인 및 유지보수 계획 수립 능력
  - 장비 상태 유지 능력
  - 파티클 검사장비 부품 점검 및 미세조정 작업 수행 능력
  - 파티클 검사장비의 고장수리와 유지보수 이력 관리 능력

## □ 관련기초능력

순번	관 련 기 초 능 력	
	주 요 영 역	하 위 영 역
1	의사소통능력	경청 능력, 기초외국어 능력, 문서이해 능력, 문서작성 능력, 의사표현 능력
2	수리능력	기초연산 능력, 기초통계 능력, 도표분석 능력, 도표작성 능력
3	문제해결능력	문제처리 능력, 사고력
4	대인관계능력	갈등관리 능력, 고객서비스 능력, 리더십 능력, 팀워크 능력, 협상 능력
5	기술능력	기술선택 능력, 기술이해 능력, 기술적용 능력

□ 개발·개선 이력

구 분		내 용
직무명칭(능력단위명)		반도체제조(파티클 검사장비 운영)
분류번호	기존	1903060205_14v3
	현재	1903060248_24v4,1903060249_24v4,1903060250_24v4,1903060251_24v4,1903060252_24v4,1903060253_24v4,1903060254_24v4,1903060255_24v4,1903060256_24v4,1903060257_24v4
개발·개선연도	현재	2024
	최초(1차)	2014
버전번호		v4
개발·개선기관	현재	전자 산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	최초(1차)	한국반도체산업협회
향후 보완 연도(예정)		2029

분류번호 : 1903060254\_24v4

능력단위 명칭 : 결함(Defect) 검사장비 운영

능력단위 정의 : 결함(Defect) 검사장비 운영이란 반도체 제조공정에서 진행된 웨이퍼 표면의 스크래치나 구조상의 결함을 검사하는 장비를 셋업 및 유지 관리하는 능력이다.

능 력 단 위 요 소	수 행 준 거
1903060254_24v4.1 결함 검사장비 셋업하기	<p>1.1 결함 검사장비의 설치가이드 및 안전지침에 따라 장비와 도구를 확인하고 설치 위치를 결정할 수 있다.</p> <p>1.2 평탄도와 진동을 고려하여 결함 검사장비를 배치할 수 있다.</p> <p>1.3 로봇, 이송장치, 얼라이너 등 부대장치를 확인하고 결함 검사장비를 설치할 수 있다.</p> <p>1.4 설치된 장비의 기능과 동작상태를 확인하고 미세조정을 통해 초기 설정 및 테스트 작업을 수행할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 결함 검사장비의 기능 및 구조</li><li>• 결함 검사장비 설치가이드 및 안전지침</li><li>• 로봇, 이송장치, 얼라이너 등 부대장치 제원</li></ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 결함 검사장비 설치 능력</li><li>• 결함 검사장비 기능 및 동작상태 점검 능력</li><li>• 결함 검사장비 미세조정 및 테스트 능력</li></ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 결함 검사장비 설치시 안전수칙을 준수하려는 자세</li><li>• 결함 검사장비 설치 작업절차에 따라 셋업하려는 노력</li><li>• 부대장치 및 유틸리티 제원을 확인하려는 의지</li></ul>
1903060254_24v4.2 결함 검사장비 유지 관리하기	<p>2.1 결함 검사장비의 운영을 위하여 점검항목을 확인하고 유지보수 계획을 수립할 수 있다.</p> <p>2.2 유지보수 계획에 따라 정기적인 점검을 통해 장비의 상태를 유지할 수 있다.</p> <p>2.3 결함 검사장비의 고장을 예방하고 성능을 유지하기 위하여 부품을 점검하고 미세조정 작업을 수행할 수 있다.</p> <p>2.4 결함 검사장비의 고장수리와 유지보수 이력을 관리할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 결함 검사장비의 기능 및 구조</li><li>• 결함 검사장비 운영의 주의사항 및 유지보수 계획</li><li>• 결함 검사장비 정기점검 절차 및 기준</li></ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 결함 검사장비 고장진단 능력</li><li>• 부품 점검 및 미세조정 능력</li><li>• 유지보수 이력관리 능력</li></ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 결함 검사장비 유지보수시 안전수칙을 준수하려는 자세</li><li>• 결함 검사장비 작업절차에 따라 유지 보수하려는 의지</li><li>• 고장수리와 유지 보수 이력을 확인하려는 노력</li></ul>



## □ 적용범위 및 작업상황

### 고려사항

- 이 능력단위는 반도체 제조공정에서 진행된 웨이퍼 표면의 스크래치나 구조상의 결함을 검사하는 장비를 셋업 및 유지 관리하는 업무에 적용한다.
- 전자계 주요 구성요소는 다음사항을 포함한다.
- 각종전원(가속전압, 렌즈전원, 주사전원, 직류전원)
- 신호처리계, 카메라 장치부 등
- 조작부 주요 구성요소는 다음사항을 포함한다.
- 조명계, Electron Source 등
- Sample Stage 조작 시 무리하게 레버를 돌리는 경우 임계값을 넘어서 부러지는 경우가 발생할 수 있으므로 조작에 세심한 신경을 써야한다.
- 전원부의 전압을 적정 전압 범위를 인지하여 작업 시 사용해야 한다.
- Electron Gun 등의 교체 시 내부 전원이 차단되었는지를 확인하여 감전에 주의한다.
- 결함 측정방법은 다음사항을 포함한다.
- 현미경 법, 프로파일러 법, X선 형광 분석법, 광학적 측정법
- 레이저 소스의 조리개가 열려 있는지에 대한 관찰과 표준시료를 이용한 애널라이저 부의 정상 분석 여부를 관찰해야 한다.
- 레이저를 측정과정에서 사용하는 장치의 경우 신체와의 직접적인 접촉이 발생하지 않도록 주의해야 한다.
- 이 능력단위에서 '결함 검사장비 셋업하기' 절차에는 다음의 공통직무사항을 포함한다.
- 자리안착 및 장비 수평조정
- 스케줄 관리 능력(일정, UT hook-up, UT turn-on)
- 기구 및 전장 조립(외주 사용 시 관리 능력 有)
- 모듈 Settion 기능
- 메인 콘트롤러 인스톨 및 I/O 확인 능력
- 반송 테스트(오퍼레이션 기능)
- 양산 적용(장애 대응 가능)
- 장비성능을 유지하기 위한 장비이력은 웨이퍼 반송 부 에러, 부품교체 등이 있으며, 점검할 유틸리티 항목은 가스, 전원, 배기, PCW 등의 내용을 포함한다.
- 결함 검사장비 유지관리를 위한 세부 공정의 매개변수는 진공, LAM값 등의 내용을 포함한다.

### 자료 및 관련 서류

- 결함 검사장비 설명서

### 장비 및 도구

- 결함 검사장비

## 재료

- 반도체 웨이퍼 및 제품

## □ 평가지침

### 권장평가방법

- 평가자는 능력단위 결함(Defect) 검사장비 운영의 수행준거에 제시되어 있는 내용을 평가하기 위해 이론과 실기를 나누어 평가하거나 종합적인 결과물의 평가 등 다양한 평가 방법을 사용할 수 있다.
- 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.

권 장 평 가 방 법	평 가 유 형	
	과 정 평 가	결 과 평 가
A.포트폴리오		
B.문제해결 시나리오	V	
C.서술형시험	V	V
D.논술형시험		
E.사례연구		
F.평가자 질문		V
G.평가자 체크리스트		V
H.피평가자 체크리스트		
I.일지/저널		
J.역할연기		
K.구두발표		
L.작업장평가	V	
M.기타		

### 평가지 고려사항

- 수행준거에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행할 수 있는지를 평가해야 한다.
  - 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.
- 결함 검사장비 설치 위치 결정 능력
  - 결함 검사장비 배치 능력
  - 결함 검사장비 설치 능력
  - 장비 초기 설정 및 테스트 작업 수행 능력
  - 결함 검사장비 점검항목 확인 및 유지보수 계획 수립 능력
  - 결함 검사장비 유지보수 계획 수립 능력
  - 장비 상태 유지 능력
  - 결함 검사장비 부품 점검 및 미세조정 작업 수행 능력
  - 결함 검사장비의 고장수리와 유지보수 이력 관리 능력

## □ 관련기초능력

순번	관 련 기 초 능 력	
	주 요 영 역	하 위 영 역
1	의사소통능력	경청 능력, 기초외국어 능력, 문서이해 능력, 문서작성 능력, 의사표현 능력
2	수리능력	기초연산 능력, 기초통계 능력, 도표분석 능력, 도표작성 능력
3	문제해결능력	문제처리 능력, 사고력
4	대인관계능력	갈등관리 능력, 고객서비스 능력, 리더십 능력, 팀워크 능력, 협상 능력
5	기술능력	기술선택 능력, 기술이해 능력, 기술적용 능력

□ 개발·개선 이력

구 분		내 용
직무명칭(능력단위명)		반도체제조(결함(Defect) 검사장비 운영)
분류번호	기존	1903060205_14v3
	현재	1903060248_24v4,1903060249_24v4,1903060250_24v4,1903060251_24v4,1903060252_24v4,1903060253_24v4,1903060254_24v4,1903060255_24v4,1903060256_24v4,1903060257_24v4
개발·개선연도	현재	2024
	최초(1차)	2014
버전번호		v4
개발·개선기관	현재	전자 산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	최초(1차)	한국반도체산업협회
향후 보완 연도(예정)		2029

분류번호 : 1903060255\_24v4

능력단위 명칭 : 박막응력 측정장비 운영

능력단위 정의 : 박막응력 측정장비 운영이란 반도체 공정에서 제작된 웨이퍼 박막의 특성을 확인하기 위하여 박막의 응력상태를 측정하는 장비를 셋업 및 유지 관리하는 능력이다.

능 력 단 위 요 소	수 행 준 거
1903060255_24v4.1 박막응력 측정장비 셋업하기	<p>1.1 박막응력 측정장비의 설치가이드 및 안전지침에 따라 장비와 도구를 확인하고 설치 위치를 결정할 수 있다.</p> <p>1.2 평탄도와 진동을 고려하여 박막응력 측정장비를 배치할 수 있다.</p> <p>1.3 로봇, 이송장치, 얼라이너 등 부대장치를 확인하고 박막응력 측정장비를 설치할 수 있다.</p> <p>1.4 설치된 장비의 기능과 동작상태를 확인하고 미세조정을 통해 초기 설정 및 테스트 작업을 수행할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 박막응력 측정장비의 기능 및 구조</li><li>• 박막응력 측정장비 설치가이드 및 안전지침</li><li>• 로봇, 이송장치, 얼라이너 등 부대장치 제원</li></ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 박막응력 측정장비 설치 능력</li><li>• 박막응력 측정장비 기능 및 동작상태 점검 능력</li><li>• 박막응력 측정장비 미세조정 및 테스트 능력</li></ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 박막응력 측정장비 설치시 안전수칙을 준수하려는 자세</li><li>• 박막응력 측정장비 설치 작업절차에 따라 셋업하려는 노력</li><li>• 부대장치 및 유틸리티 제원을 확인하려는 의지</li></ul>
1903060255_24v4.2 박막응력 측정장비 유지 관리하기	<p>2.1 박막응력 측정장비의 운영을 위하여 점검항목을 확인하고 유지보수 계획을 수립할 수 있다.</p> <p>2.2 유지보수 계획에 따라 정기적인 점검을 통해 장비의 상태를 유지할 수 있다.</p> <p>2.3 박막응력 측정장비의 고장을 예방하고 성능을 유지하기 위하여 부품을 점검하고 미세조정 작업을 수행할 수 있다.</p> <p>2.4 박막응력 측정장비의 고장수리와 유지보수 이력을 관리할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 박막응력 측정장비의 기능 및 구조</li><li>• 박막응력 측정장비 운영의 주의사항 및 유지보수 계획</li><li>• 박막응력 측정장비 정기점검 절차 및 기준</li></ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 박막응력 측정장비 고장진단 능력</li><li>• 부품 점검 및 미세조정 능력</li><li>• 유지보수 이력관리 능력</li></ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 박막응력 측정장비 유지보수시 안전수칙을 준수하려는 자세</li><li>• 박막응력 측정장비 작업절차에 따라 유지 보수하려는 의지</li><li>• 고장수리와 유지 보수 이력을 확인하려는 노력</li></ul>

## □ 적용범위 및 작업상황

### 고려사항

- 이 능력단위는 반도체 공정에서 제작된 웨이퍼 박막의 특성을 확인하기 위하여 박막의 응력상태를 측정하는 장비를 셋업 및 유지 관리하는 업무에 적용한다.
- 전자계 주요 구성요소는 다음사항을 포함한다.
- 각종전원(가속전압, 렌즈전원, 주사전원, 직류전원)
- 신호처리계, 카메라 장치부 등
- 조작부 주요 구성요소는 다음사항을 포함한다.
- 조명계, Electron Source 등
- 샘플 스테이지 조작 시 무리하게 레버를 돌리는 경우 임계값을 넘어서 부러지는 경우가 발생할 수 있으므로 조작에 세심한 신경을 써야한다.
- 전원부의 전압을 적정 전압 범위를 인지하여 작업 시 사용해야 한다.
- Electron Gun 등의 교체 시 내부 전원이 차단되었는지를 확인하여 감전에 주의한다.
- 박막응력 측정 방법은 다음사항을 포함한다.
- 현미경 법, 프로파일러 법, X선 형광 분석법, 광학적 측정법
- 레이저 소스의 조리개가 열려 있는지에 대한 관찰과 표준시료를 이용한 애널라이저 부의 정상 분석 여부를 관찰해야 한다.
- 레이저를 측정과정에서 사용하는 장치의 경우 신체와의 직접적인 접촉이 발생하지 않도록 주의해야 한다.
- 이 능력단위에서 '박막응력 측정장비 셋업하기' 절차에는 다음의 공통직무사항을 포함한다..
- 자리안착 및 장비 수평조정
- 스케줄 관리 능력(일정, UT hook-up, UT turn-on)
- 기구 및 전장 조립(외주 사용 시 관리 능력 有)
- 모듈 Settion 기능
- 메인 콘트롤러 인스톨 및 I/O 확인 능력
- 반송 테스트(오퍼레이션 기능)
- 양산 적용(장애 대응 가능)
- 장비성능을 유지하기 위한 장비이력은 웨이퍼 반송 부 에러, 부품교체 등이 있으며, 점검할 유틸리티 항목은 가스, 전원, 배기, PCW 등의 내용을 포함한다.
- 박막응력 측정장비 유지관리를 위한 세부 공정의 매개변수는 진공, LAM값 등의 내용을 포함한다.

### 자료 및 관련 서류

- 박막응력 측정장비 설명서

### 장비 및 도구

- 박막응력 측정장비

## 재료

- 반도체 웨이퍼 및 제품



## □ 평가지침

### 권장평가방법

- 평가자는 능력단위 박막응력 측정장비 운영의 수행준거에 제시되어 있는 내용을 평가하기 위해 이론과 실기를 나누어 평가하거나 종합적인 결과물의 평가 등 다양한 평가 방법을 사용할 수 있다.
- 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.

권 장 평 가 방 법	평 가 유 형	
	과 정 평 가	결 과 평 가
A.포트폴리오		
B.문제해결 시나리오	V	
C.서술형시험	V	V
D.논술형시험		
E.사례연구		
F.평가자 질문		V
G.평가자 체크리스트		V
H.피평가자 체크리스트		
I.일지/저널		
J.역할연기		
K.구두발표		
L.작업장평가	V	
M.기타		

### 평가지 고려사항

- 수행준거에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행할 수 있는지를 평가해야 한다.
  - 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.
- 박막응력 측정장비 설치 위치 결정 능력
  - 박막응력 측정장비 배치 능력
  - 박막응력 측정장비 설치 능력
  - 초기 설정 및 테스트 작업 수행 능력
  - 박막응력 측정장비 점검항목 확인 및 유지보수 계획 수립 능력
  - 정기적인 점검을 통한 장비 상태 유지 능력
  - 박막응력 측정장비 부품 점검 및 미세조정 작업 수행 능력
  - 박막응력 측정장비 고장수리와 유지보수 이력 관리 능력

## □ 관련기초능력

순번	관 련 기 초 능 력	
	주 요 영 역	하 위 영 역
1	의사소통능력	경청 능력, 기초외국어 능력, 문서이해 능력, 문서작성 능력, 의사표현 능력
2	수리능력	기초연산 능력, 기초통계 능력, 도표분석 능력, 도표작성 능력
3	문제해결능력	문제처리 능력, 사고력
4	대인관계능력	갈등관리 능력, 고객서비스 능력, 리더십 능력, 팀워크 능력, 협상 능력
5	기술능력	기술선택 능력, 기술이해 능력, 기술적용 능력

□ 개발·개선 이력

구 분		내 용
직무명칭(능력단위명)		반도체제조(박막응력 측정장비 운영)
분류번호	기존	1903060205_14v3
	현재	1903060248_24v4,1903060249_24v4,1903060250_24v4,1903060251_24v4,1903060252_24v4,1903060253_24v4,1903060254_24v4,1903060255_24v4,1903060256_24v4,1903060257_24v4
개발·개선연도	현재	2024
	최초(1차)	2014
버전번호		v4
개발·개선기관	현재	전자 산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	최초(1차)	한국반도체산업협회
향후 보완 연도(예정)		2029

분류번호 : 1903060256\_24v4

능력단위 명칭 : 면저항 측정장비 운영

능력단위 정의 : 면저항 측정장비 운영이란 반도체의 전기적 성능을 확보하기 위하여 반도체 공정에서 제작된 웨이퍼 및 소자의 면저항을 측정 분석하는 장비를 셋업 및 유지 관리하는 능력이다.

능 력 단 위 요 소	수 행 준 거
1903060256_24v4.1 면저항 측정장비 셋업하기	<p>1.1 면저항 측정장비의 설치가이드 및 안전지침에 따라 장비와 도구를 확인하고 설치 위치를 결정할 수 있다.</p> <p>1.2 측정 시료를 파악하고 평탄도와 진동을 고려하여 면저항 측정장비를 배치할 수 있다.</p> <p>1.3 베큘, 센서, 이송장치, 프로브 등 부대장치를 확인하고 면저항 측정장비를 설치할 수 있다.</p> <p>1.4 설치된 장비의 기능과 동작상태를 확인하고 미세조정을 통해 초기 설정 및 테스트 작업을 수행할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 면저항 측정장비의 기능 및 구조</li><li>• 면저항 측정장비 설치가이드 및 안전지침</li><li>• 베큘, 센서, 이송장치, 프로브 등 부대장치 제원</li></ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 면저항 측정장비 설치 능력</li><li>• 면저항 측정장비 기능 및 동작상태 점검 능력</li><li>• 면저항 측정장비 미세조정 및 테스트 능력</li></ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 면저항 측정장비 설치시 안전수칙을 준수하려는 자세</li><li>• 면저항 측정장비 설치 작업절차에 따라 셋업하려는 노력</li><li>• 부대장치 및 유틸리티 제원을 확인하려는 의지</li></ul>
1903060256_24v4.2 면저항 측정장비 유지 관리하기	<p>2.1 면저항 측정장비의 운영을 위하여 점검항목을 확인하고 유지보수 계획을 수립할 수 있다.</p> <p>2.2 면저항 측정장비의 고장을 예방하고 성능을 유지하기 위하여 부품을 점검하고 미세조정 작업을 수행할 수 있다.</p> <p>2.3 유지보수 계획에 따라 정기적인 점검을 통해 장비의 상태를 유지할 수 있다.</p> <p>2.4 면저항 측정장비의 고장수리와 유지보수 이력을 관리할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 면저항 측정장비의 기능 및 구조</li><li>• 면저항 측정장비 운영의 주의사항 및 유지보수 계획</li><li>• 면저항 측정장비 정기점검 절차 및 기준</li></ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 면저항 측정장비 고장진단 능력</li><li>• 부품 점검 및 미세조정 능력</li><li>• 유지보수 이력관리 능력</li></ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 면저항 측정장비 유지보수시 안전수칙을 준수하려는 자세</li><li>• 면저항 측정장비 작업절차에 따라 유지 보수하려는 의지</li><li>• 고장수리와 유지 보수 이력을 확인하려는 노력</li></ul>

## □ 적용범위 및 작업상황

### 고려사항

- 이 능력단위는 반도체의 전기적 성능을 확보하기 위하여 반도체 공정에서 제작된 웨이퍼 및 소자의 면저항을 측정 분석하는 장비를 셋업 및 유지 관리하는 업무에 적용한다.
- 측정을 위한 장비의 주요 구성요소는 다음 사항을 포함한다.
- 측정센서, 베큘, 프로브 탐침, 디스플레이, 인터페이스 모듈, 스테이지 등
- 면저항 측정 및 분석을 위한 모듈 및 부대장치의 구성, 소프트웨어 구동방식을 숙지하여 정밀하게 장비를 조작 점검한다.
- 측정시료의 특성을 정확히 파악하여 해당되는 측정방식 및 조건을 선정하여 장비를 설치하고 유지 보수해야 한다.
- 면저항 측정의 정확한 데이터 확보를 위하여 다음의 모듈 및 장비를 포함한다.
- 광학현미경, 전류 전압 측정기, 두께 측정기, 캘리퍼스 스타일 센서
- 장비 성능을 유지하기 위한 장비 이력은 센싱계, 계측계, 조정계, 출력계 등으로 관리할 수 있다.
- 면저항 측정기는 측정 시료 특성에 따라 고정 및 휴대용 사용을 모두 포함한다.
- 면저항 측정에 대하여 접촉 및 비접촉식, 4포인트 프로브 방식, 인라인방식, 와전류 측정방식 등을 모두 포함한다.
- 면저항 측정 및 분석 대상은 실리콘 웨이퍼, 반도체 재료 및 박막, 글라스, 필름 등을 모두 포함한다.

### 자료 및 관련 서류

- 면저항 측정장비 설명서
- 측정시료 분석데이터

### 장비 및 도구

- 면저항 측정장비
- 계측기

### 재료

- 측정시료
- 반도체 웨이퍼 및 제품

## □ 평가지침

### 권장평가방법

- 평가자는 능력단위 면저항 측정장비 운영의 수행준거에 제시되어 있는 내용을 평가하기 위해 이론과 실기를 나누어 평가하거나 종합적인 결과물의 평가 등 다양한 평가 방법을 사용할 수 있다.
- 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.

권 장 평 가 방 법	평 가 유 형	
	과 정 평 가	결 과 평 가
A.포트폴리오		
B.문제해결 시나리오	V	
C.서술형시험	V	V
D.논술형시험		
E.사례연구		
F.평가자 질문		V
G.평가자 체크리스트		V
H.피평가자 체크리스트		
I.일지/저널		
J.역할연기		
K.구두발표		
L.작업장평가	V	
M.기타		

### 평가지 고려사항

- 수행준거에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행할 수 있는지를 평가해야 한다.
  - 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.
- 면저항 측정장비 설치 위치 결정 능력
  - 면저항 측정장비 배치 능력
  - 면저항 측정장비 설치 능력
  - 장비 초기 설정 및 테스트 작업 수행 능력
  - 면저항 측정장비 점검항목 확인 및 유지보수 계획 수립 능력
  - 면저항 측정장비 부품 점검 및 미세조정 작업 수행 능력
  - 정기적인 점검을 통한 장비 상태 유지 능력
  - 면저항 측정장비의 고장수리와 유지보수 이력 관리 능력

## □ 관련기초능력

순번	관 련 기 초 능 력	
	주 요 영 역	하 위 영 역
1	의사소통능력	경청 능력, 기초외국어 능력, 문서이해 능력, 문서작성 능력, 의사표현 능력
2	수리능력	기초연산 능력, 기초통계 능력, 도표분석 능력, 도표작성 능력
3	문제해결능력	문제처리 능력, 사고력
4	대인관계능력	갈등관리 능력, 고객서비스 능력, 리더십 능력, 팀워크 능력, 협상 능력
5	기술능력	기술선택 능력, 기술이해 능력, 기술적용 능력

□ 개발·개선 이력

구 분		내 용
직무명칭(능력단위명)		반도체제조(면저항 측정장비 운영)
분류번호	기존	1903060205_14v3
	현재	1903060248_24v4,1903060249_24v4,1903060250_24v4,1903060251_24v4,1903060252_24v4,1903060253_24v4,1903060254_24v4,1903060255_24v4,1903060256_24v4,1903060257_24v4
개발·개선연도	현재	2024
	최초(1차)	2014
버전번호		v4
개발·개선기관	현재	전자 산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	최초(1차)	한국반도체산업협회
향후 보완 연도(예정)		2029



분류번호 : 1903060257\_24v4

능력단위 명칭 : 금속불순물 분석장비 운영

능력단위 정의 : 금속불순물 분석장비 운영이란 반도체 제조 과정 중에 금속 불순물의 함량 및 분포를 분석하기 위하여 장비를 셋업 및 유지 관리하는 능력이다.

능 력 단 위 요 소	수 행 준 거
1903060257_24v4.1 금속불순물 분석장비 셋업하기	<p>1.1 금속불순물 검사장비의 설치가이드 및 안전지침에 따라 장비와 도구를 확인하고 설치 위치를 결정할 수 있다.</p> <p>1.2 평탄도와 진동을 고려하여 금속불순물 검사장비를 배치할 수 있다.</p> <p>1.3 로봇, 얼라이너 등 부대장치를 확인하고 금속불순물 검사장비를 설치할 수 있다.</p> <p>1.4 설치된 장비의 기능과 동작상태를 확인하고 미세조정을 통해 초기 설정 및 테스트 작업을 수행할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 금속불순물 분석장비의 기능 및 구조</li><li>• 금속불순물 분석장비 설치가이드 및 안전지침</li><li>• 로봇, 얼라이너 등 부대장치 제원</li></ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 금속불순물 분석장비 설치 능력</li><li>• 금속불순물 분석장비 기능 및 점검 능력</li><li>• 금속불순물 분석장비 미세조정 및 테스트 능력</li></ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 금속불순물 분석장비 설치시 안전수칙 준수하려는 자세</li><li>• 금속불순물 분석장비 설치 작업절차에 따라 셋업하려는 노력</li><li>• 부대장치 및 유틸리티 제원을 확인하려는 의지</li></ul>
1903060257_24v4.2 금속불순물 분석장비 유지관리하기	<p>2.1 금속불순물 검사장비의 운영을 위하여 점검항목을 확인하고 유지보수 계획을 수립할 수 있다.</p> <p>2.2 유지보수 계획에 따라 정기적인 점검을 통해 장비의 상태를 유지할 수 있다.</p> <p>2.3 금속불순물 검사장비의 고장을 예방하고 성능을 유지하기 위하여 부품을 점검하고 미세조정 작업을 수행할 수 있다.</p> <p>2.4 금속불순물 검사장비의 고장수리와 유지보수 이력을 관리할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 금속불순물 분석장비의 기능 및 구조</li><li>• 금속불순물 분석장비 운영의 주의사항 및 유지보수 계획</li><li>• 금속불순물 분석장비 정기점검 절차 및 기준</li></ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 금속불순물 분석장비 고장진단 능력</li><li>• 부품 점검 및 미세조정 능력</li><li>• 유지보수 이력관리 능력</li></ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 금속불순물 분석장비 유지보수시 안전수칙을 준수하려는 자세</li><li>• 금속불순물 분석장비 작업절차에 따라 유지 보수하려는 의지</li><li>• 고장수리와 유지 보수 이력을 확인하려는 노력</li></ul>

## □ 적용범위 및 작업상황

### 고려사항

- 이 능력단위는 반도체 제조 과정 중에 금속 불순물의 함량 및 분포를 분석하기 위하여 장비를 셋업 및 유지 관리하는 업무에 적용한다.
- 금속불순물 분석장비 설치에는 장비 배치 계획, 전원 및 연결 준비, 장비 설치, 기능 확인, 보안 및 안전 조치 등의 작업 내용을 포함한다.
- 금속불순물 분석장비의 부대장치 확인에는 전원 공급 장치, 데이터 획득 장치, 통신 인터페이스, 제어 패널, 센서 및 감지가 등의 기능과 동작을 확인하는 내용을 포함한다.
- 장비 셋업에는 제조업체의 권장 사항과 안전 지침에 따라 설치하고 전원 공급 및 필요한 구성품을 연결하고 확인하는 작업 등을 포함한다.
- 설치된 금속불순물 분석장비의 기능과 동작상태 확인에는 각종 금속 원소를 식별하고 분석하는 기능, 분석의 정확도, 동작의 안정성, 자가 진단 기능, 소프트웨어 인터페이스 기능 등을 확인하는 내용을 포함한다.
- 금속불순물 분석장비의 미세 조정에는 측정 조건(측정 온도, 압력, 밀도 등) 조정, 센서 교정, 분석 모델 최적화, 데이터 보정 등의 내용을 포함한다.
- 반도체 제조용 금속불순물 분석장비 설치 후 테스트 작업에는 시험 샘플 준비, 시험 조건 설정, 장비 동작 확인, 테스트된 데이터를 분석하고 결과 해석, 보고서 작성 등의 내용을 포함한다.
- 유지보수 계획수립에는 정기 점검 및 유지보수 일정, 부품 교체 및 보수, 소프트웨어 업데이트, 성능 모니터링, 작업자 교육 등의 내용을 포함한다.
- 유지보수 계획에 정기적인 점검에는 장비 상태 확인, 기능 테스트, 센서 및 측정 장치 확인, 소프트웨어 업데이트, 오차 보정, 기록 및 문서화 등의 내용을 포함한다.
- 금속불순물 분석장비의 성능 유지에는 주기적인 유지보수, 정확한 보정(센서 및 측정 장치의 정확성을 보장하기 위해 주기적 보정), 최신 소프트웨어 유지, 적절한 사용 및 관리, 정확한 데이터 분석 등의 내용을 포함한다.
- 금속불순물 분석장비의 고장수리와 유지보수 이력에는 고장 발생 및 수리 내역, 수리 작업 일지, 부품 교체 이력, 고장 원인 분석 결과, 고장 예방 대책 등의 내용을 체계적으로 관리하여 장비의 신뢰성을 유지하고 생산 라인의 원활한 운영을 보장하기 위한 내용 등을 포함한다.

### 자료 및 관련 서류

- 장비사용설명서
- 데이터시트
- 표본처리 기록문서

### 장비 및 도구

- 금속불순물 분석장비
- 표본처리장비
- 컴퓨터 및 소프트웨어
- 표본저장용기

## 재료

- 표본
- 표본 물질
- 용매 및 화학약품

## □ 평가지침

### 권장평가방법

- 평가자는 능력단위 금속불순물 분석장비 운영의 수행준거에 제시되어 있는 내용을 평가하기 위해 이론과 실기를 나누어 평가하거나 종합적인 결과물의 평가 등 다양한 평가 방법을 사용할 수 있다.
- 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.

권 장 평 가 방 법	평 가 유 형	
	과 정 평 가	결 과 평 가
A.포트폴리오		
B.문제해결 시나리오	V	
C.서술형시험	V	V
D.논술형시험		
E.사례연구		
F.평가자 질문		V
G.평가자 체크리스트		V
H.피평가자 체크리스트		
I.일지/저널		
J.역할연기		
K.구두발표		
L.작업장평가	V	
M.기타		

### 평가지 고려사항

- 수행준거에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행할 수 있는지를 평가해야 한다.
- 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.
  - 금속불순물 검사장비 설치 위치 결정 능력
  - 금속불순물 검사장비 배치 능력
  - 금속불순물 검사장비 설치 능력
  - 장비 미세조정을 통한 초기 설정 및 테스트 작업 수행 능력
  - 금속불순물 검사장비 점검항목 확인 및 유지보수 계획 수립 능력
  - 정기적인 점검을 통한 장비 상태 유지 능력
  - 금속불순물 검사장비 부품 점검 및 미세조정 작업 수행 능력
  - 금속불순물 검사장비 이력 관리 능력

## □ 관련기초능력

순번	관 련 기 초 능 력	
	주 요 영 역	하 위 영 역
1	의사소통능력	경청 능력, 기초외국어 능력, 문서이해 능력, 문서작성 능력, 의사표현 능력
2	수리능력	기초연산 능력, 기초통계 능력, 도표분석 능력, 도표작성 능력
3	문제해결능력	문제처리 능력, 사고력
4	대인관계능력	갈등관리 능력, 고객서비스 능력, 리더십 능력, 팀워크 능력, 협상 능력
5	기술능력	기술선택 능력, 기술이해 능력, 기술적용 능력

□ 개발·개선 이력

구 분		내 용
직무명칭(능력단위명)		반도체제조(금속불순물 분석장비 운영)
분류번호	기존	1903060205_14v3
	현재	1903060248_24v4,1903060249_24v4,1903060250_24v4,1903060251_24v4,1903060252_24v4,1903060253_24v4,1903060254_24v4,1903060255_24v4,1903060256_24v4,1903060257_24v4
개발·개선연도	현재	2024
	최초(1차)	2014
버전번호		v4
개발·개선기관	현재	전자 산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	최초(1차)	한국반도체산업협회
향후 보완 연도(예정)		2029

분류번호 : 1903060258\_24v5

능력단위 명칭 : 반도체 웨이퍼레벨 테스트장비 운영

능력단위 정의 : 반도체 웨이퍼레벨 테스트장비 운영이란 전 공정 완료 후 웨이퍼 상태에서 칩의 정상여부를 검사하기 위하여 프로브 스테이션에 있는 프로브 카드와 테스터의 전기적 신호를 통해 칩의 정상 유무를 판별하는 웨이퍼레벨 테스트장비를 셋업 및 유지 관리하는 능력이다.

능 력 단 위 요 소	수 행 준 거
1903060258_24v5.1 반도체 웨이퍼레벨 테스트 장비 셋업하기	<p>1.1 장비 설치 및 운영 설명서에 따라 테스트장비의 구조를 파악하고 조립 및 장착을 할 수 있다.</p> <p>1.2 장비운영설명서에 따라 테스트장비를 조작할 수 있다.</p> <p>1.3 프로브 스테이션 및 프로브 카드 특성을 파악하고 테스트 방법을 결정할 수 있다.</p> <p>1.4 웨이퍼레벨 테스트장비의 기능적 특성에 따라 프로브 스테이션 및 프로브 카드와의 연동성을 파악할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 웨이퍼레벨 테스트장비의 기능 및 구조</li><li>• 웨이퍼레벨 테스트장비 설치가이드 및 안전지침</li><li>• 프로브 스테이션 및 프로브 카드와의 연동성</li></ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 웨이퍼레벨 테스트장비 설치 능력</li><li>• 웨이퍼레벨 테스트장비 기능 및 동작상태 점검 능력</li><li>• 웨이퍼레벨 테스트장비 미세조정 및 테스트 능력</li></ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 웨이퍼레벨 테스트장비 설치시 안전수칙을 준수하려는 자세</li><li>• 웨이퍼레벨 테스트장비 설치 작업절차에 따라 셋업하려는 노력</li><li>• 부대장치 및 유틸리티 제원을 확인하려는 의지</li></ul>
1903060258_24v5.2 반도체 웨이퍼레벨 테스트 장비 유지 관리하기	<p>2.1 웨이퍼레벨 테스트장비 운영설명서에 따라 테스트 장비를 조작하고 주기적으로 예방 및 점검할 수 있다.</p> <p>2.2 웨이퍼레벨 테스트장비 운영설명서에 따라 부품을 교환하고 예비부품을 관리할 수 있다.</p> <p>2.3 웨이퍼레벨 테스트장비의 특성 및 운영설명서에 따라 세부 공정의 주요 매개변수를 관리하고 고장 종류별로 점검 및 조치할 수 있다.</p> <p>2.4 웨이퍼레벨 테스트장비의 특성 및 운영설명서에 따라 장비의 성능을 유지하기 위해 장비의 이력을 관리하고 주요 유틸리티를 점검할 수 있다.</p> <p>2.5 웨이퍼레벨 테스트장비 운영설명서에 따라 장비의 조작순서와 장비운영지침서를 수정 및 보완할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 웨이퍼레벨 테스트장비의 기능 및 구조</li><li>• 웨이퍼레벨 테스트장비 운영의 주의사항 및 유지보수 계획</li><li>• 웨이퍼레벨 테스트장비 정기점검 절차 및 기준</li></ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 웨이퍼레벨 테스트장비 고장진단 능력</li><li>• 부품 점검 및 미세조정 능력</li><li>• 유지보수 이력관리 능력</li></ul>

<p>1903060258_24v5.2</p> <p>반도체 웨이퍼레벨 테스트 장비 유지 관리하기</p>	<p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 웨이퍼레벨 테스트장비 유지보수시 안전수칙을 준수하려는 자세</li> <li>• 웨이퍼레벨 테스트장비 작업절차에 따라 유지 보수하려는 의지</li> <li>• 고장수리와 유지 보수 이력을 확인하려는 노력</li> </ul>
--	--



## □ 적용범위 및 작업상황

### 고려사항

-이 능력단위는 전 공정 완료 후 웨이퍼 상 칩의 정상여부를 검사하기 위해 프로브 스테이션에 있는 프로브 카드와 테스터의 전기적 신호를 통해 칩의 정상 유무를 판별하는 웨이퍼레벨 테스트장비를 셋업 및 유지 관리하는 업무에 적용한다.

-웨이퍼 테스트 시 시스템 LSI와 메모리 제품 테스트 특성 이해와 웨이퍼 마더보드에 대한 작동원리를 숙지해야 한다.

-웨이퍼 상태에서 칩을 검사하는 테스터 구성모듈은 메인프레임, 테스트헤드, 웨이퍼 마더보드, 센서, 모터 등을 포함한다.

-웨이퍼 상태에서 칩을 검사 시 테스터의 온도 조절, 특성 및 장비의 오염 상태, 정전기 발생예방에 유의해야 하며, 소자 검사 시 장비의 변형 및 진동을 최소화하고 동작 메커니즘과 소프트웨어 조합을 활용해야 한다.

-작업 시 또한 감전 및 고온에 의한 화상, 동작부에 의한 충격에 주의해야 한다.

### 자료 및 관련 서류

- 비설명서
- 분석 측정 기술자료
- 검사공정자료

### 장비 및 도구

- 칩 검사장비 및 도구
- 테스터, 웨이퍼 마더보드
- 측정장비(멀티미터, 파워서플라이, 오실로스코프 등)

### 재료

- 방진복, 마스크, 제전장갑, 안전화

## □ 평가지침

### 권장평가방법

- 평가자는 능력단위 반도체 웨이퍼레벨 테스트장비 운영의 수행준거에 제시되어 있는 내용을 평가하기 위해 이론과 실기를 나누어 평가하거나 종합적인 결과물의 평가 등 다양한 평가 방법을 사용할 수 있다.
- 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.

권 장 평 가 방 법	평 가 유 형	
	과 정 평 가	결 과 평 가
A.포트폴리오		
B.문제해결 시나리오	V	
C.서술형시험	V	V
D.논술형시험		
E.사례연구		
F.평가자 질문		V
G.평가자 체크리스트		V
H.피평가자 체크리스트		
I.일지/저널		
J.역할연기		
K.구두발표		
L.작업장평가	V	
M.기타		

### 평가지 고려사항

- 수행준거에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행할 수 있는지를 평가해야 한다.
  - 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.
- 웨이퍼레벨 테스트장비 조립 및 장착 능력
  - 테스트 및 스위칭 매트릭스 장비 조작 능력
  - 웨이퍼레벨 테스트장비 테스트 방법 결정 능력
  - 프로브 스테이션 및 프로브 카드 연동성 파악 능력
  - 웨이퍼레벨 테스트장비의 예방 및 점검 능력
  - 웨이퍼레벨 테스트장비 부품 교환 및 예비부품 관리 능력
  - 웨이퍼레벨 테스트장비 고장 종류별 점검 및 조치 능력
  - 웨이퍼레벨 테스트장비 이력 관리 및 유틸리티 점검 능력
  - 웨이퍼레벨 테스트장비 조작순서와 장비운영지침서 수정 및 보완 능력

## □ 관련기초능력

순번	관 련 기 초 능 력	
	주 요 영 역	하 위 영 역
1	의사소통능력	경청 능력, 기초외국어 능력, 문서이해 능력, 문서작성 능력, 의사표현 능력
2	수리능력	기초연산 능력, 기초통계 능력, 도표분석 능력, 도표작성 능력
3	문제해결능력	문제처리 능력, 사고력
4	대인관계능력	갈등관리 능력, 고객서비스 능력, 리더십 능력, 팀워크 능력, 협상 능력
5	기술능력	기술선택 능력, 기술이해 능력, 기술적용 능력

□ 개발·개선 이력

구 분		내 용
직무명칭(능력단위명)		반도체제조(반도체 웨이퍼레벨 테스트장비 운영)
분류번호	기존	1903060211_19v4
	현재	1903060258_24v5,1903060259_24v5
개발·개선연도	현재	2024
	최초(1차)	2019
버전번호		v5
개발·개선기관	현재	전자 산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	최초(1차)	전자산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
향후 보완 연도(예정)		2029

분류번호 : 1903060259\_24v5

능력단위 명칭 : 반도체 웨이퍼레벨 핸들러장비 운영

능력단위 정의 : 반도체 웨이퍼레벨 핸들러장비 운영이란 전 공정 완료 후 웨이퍼 상 칩의 정상여부를 검사하기 위해 프로브 스테이션에 있는 프로브 카드와 테스터의 전기적 신호를 통해 칩의 정상 유무를 판별하는 웨이퍼레벨 핸들러장비를 셋업 및 유지 관리하는 능력이다.

능 력 단 위 요 소	수 행 준 거
1903060259_24v5.1 반도체 웨이퍼레벨 핸들러 장비 셋업하기	<p>1.1 장비 설치 및 운영 설명서에 따라 테스트장비의 구조를 파악하고 조립 및 장착을 할 수 있다.</p> <p>1.2 장비운영설명서에 따라 테스트장비를 조작할 수 있다.</p> <p>1.3 프로브 스테이션 및 프로브 카드 특성을 파악하고 테스트 방법을 결정할 수 있다.</p> <p>1.4 웨이퍼레벨 핸들러장비의 기능적 특성에 따라 프로브 스테이션 및 프로브 카드와의 연동성을 파악할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 웨이퍼레벨 핸들러장비의 기능 및 구조</li><li>• 웨이퍼레벨 핸들러장비 설치가이드 및 안전지침</li><li>• 프로브 스테이션 및 프로브 카드와의 연동성</li></ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 웨이퍼레벨 핸들러장비 설치 능력</li><li>• 웨이퍼레벨 핸들러장비 기능 및 동작상태 점검 능력</li><li>• 웨이퍼레벨 핸들러장비 미세조정 및 테스트 능력</li></ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 웨이퍼레벨 핸들러장비 설치시 안전수칙을 준수하려는 자세</li><li>• 웨이퍼레벨 핸들러장비 설치 작업절차에 따라 셋업하려는 노력</li><li>• 부대장치 및 유틸리티 제원을 확인하려는 의지</li></ul>
1903060259_24v5.2 반도체 웨이퍼레벨 핸들러 장비 유지 관리하기	<p>2.1 웨이퍼레벨 핸들러장비 운영설명서에 따라 테스터 장비를 조작하고 주기적으로 예방 및 점검할 수 있다.</p> <p>2.2 웨이퍼레벨 핸들러장비 운영설명서에 따라 부품을 교환하고 예비부품을 관리할 수 있다.</p> <p>2.3 웨이퍼레벨 핸들러장비의 특성 및 운영설명서에 따라 세부 공정의 주요 매개변수를 관리하고 고장 종류별로 점검 및 조치할 수 있다.</p> <p>2.4 웨이퍼레벨 핸들러장비의 특성 및 운영설명서에 따라 장비의 성능을 유지하기 위해 장비의 이력을 관리하고 주요 유틸리티를 점검할 수 있다.</p> <p>2.5 웨이퍼레벨 핸들러장비 운영설명서에 따라 장비의 조작순서와 장비운영지침서를 수정 및 보완할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 웨이퍼레벨 핸들러장비의 기능 및 구조</li><li>• 웨이퍼레벨 핸들러장비 운영의 주의사항 및 유지보수 계획</li><li>• 웨이퍼레벨 핸들러장비 정기점검 절차 및 기준</li></ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 웨이퍼레벨 핸들러장비 고장진단 능력</li><li>• 부품 점검 및 미세조정 능력</li><li>• 유지보수 이력관리 능력</li></ul>

1903060259_24v5.2 반도체 웨이퍼레벨 핸들러 장비 유지 관리하기	<b>【태도】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 웨이퍼레벨 핸들러장비 유지보수시 안전수칙을 준수하려는 자세</li> <li>• 웨이퍼레벨 핸들러장비 작업절차에 따라 유지 보수하려는 의지</li> <li>• 고장수리와 유지 보수 이력을 확인하려는 노력</li> </ul>
--	--

## □ 적용범위 및 작업상황

### 고려사항

-이 능력단위는 전 공정 완료 후 웨이퍼 상 칩의 정상여부를 검사하기 위해 프로브 스테이션에 있는 프로브 카드와 테스터의 전기적 신호를 통해 칩의 정상 유무를 판별하는 웨이퍼레벨 핸들러장비를 셋업 및 유지 관리하는 업무에 적용한다.

-웨이퍼 테스트 시 시스템 LSI와 메모리 제품 테스트 특성을 이해하고 숙지해야 한다.

-웨이퍼 상태에서 칩을 검사하는 프로브 스테이션 구성모듈은 하드웨어 부품, 스테이지, 척(Chuck), 비전시스템, 로더, 조종기(Manipulator), 센서, 모터 등을 포함한다.

-웨이퍼 상태에서 칩을 검사 시 프로브 스테이션의 온도 조절, 프로브 카드 특성 및 장비의 오염 상태, 정전기 발생에 방에 유의해야 하며, 소자 검사 시 장비의 변형 및 진동을 최소화하고 동작 메커니즘과 소프트웨어 조합을 활용해야 한다.

-작업 시 또한 감전 및 고온에 의한 화상, 동작부에 의한 충격에 주의해야 한다.

### 자료 및 관련 서류

- 장비설명서
- 분석/측정 기술자료
- 검사공정자료

### 장비 및 도구

- 칩 검사장비 및 도구
- 프로브 스테이션 장비, 프로브 카드, 테스터
- 측정장비(멀티미터, 파워서플라이, 오실로스코프 등)

### 재료

- 방진복, 마스크, 제전장갑, 안전화

## □ 평가지침

### 권장평가방법

- 평가자는 능력단위 반도체 웨이퍼레벨 핸들러장비 운영의 수행준거에 제시되어 있는 내용을 평가하기 위해 이론과 실기를 나누어 평가하거나 종합적인 결과물의 평가 등 다양한 평가 방법을 사용할 수 있다.
- 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.

권 장 평 가 방 법	평 가 유 형	
	과 정 평 가	결 과 평 가
A.포트폴리오		
B.문제해결 시나리오	V	
C.서술형시험	V	V
D.논술형시험		
E.사례연구		
F.평가자 질문		V
G.평가자 체크리스트		V
H.피평가자 체크리스트		
I.일지/저널		
J.역할연기		
K.구두발표		
L.작업장평가	V	
M.기타		

### 평가지 고려사항

- 수행준거에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행할 수 있는지를 평가해야 한다.
  - 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.
- 웨이퍼레벨 핸들러장비 조립 및 장착 능력
  - 테스트 및 스위칭 매트릭스 장비 조작 능력
  - 웨이퍼레벨 핸들러장비 테스트 방법 결정 능력
  - 프로브 스테이션 및 프로브 카드 연동성 파악 능력
  - 웨이퍼레벨 핸들러장비의 예방 및 점검 능력
  - 웨이퍼레벨 핸들러장비 부품 교환 및 예비부품 관리 능력
  - 웨이퍼레벨 핸들러장비 고장 종류별 점검 및 조치 능력
  - 웨이퍼레벨 핸들러장비 이력 관리 및 유틸리티 점검 능력
  - 웨이퍼레벨 핸들러장비 조작순서와 장비운영지침서 수정 및 보완 능력



## □ 관련기초능력

순번	관 련 기 초 능 력	
	주 요 영 역	하 위 영 역
1	의사소통능력	경청 능력, 기초외국어 능력, 문서이해 능력, 문서작성 능력, 의사표현 능력
2	수리능력	기초연산 능력, 기초통계 능력, 도표분석 능력, 도표작성 능력
3	문제해결능력	문제처리 능력, 사고력
4	대인관계능력	갈등관리 능력, 고객서비스 능력, 리더십 능력, 팀워크 능력, 협상 능력
5	기술능력	기술선택 능력, 기술이해 능력, 기술적용 능력

□ 개발·개선 이력

구 분		내 용
직무명칭(능력단위명)		반도체제조(반도체 웨이퍼레벨 핸들러장비 운영)
분류번호	기존	1903060211_19v4
	현재	1903060258_24v5,1903060259_24v5
개발·개선연도	현재	2024
	최초(1차)	2019
버전번호		v5
개발·개선기관	현재	전자 산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	최초(1차)	전자산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
향후 보완 연도(예정)		2029

분류번호 : 1903060260\_24v5

능력단위 명칭 : 반도체 패키зре벨 테스트장비 운영

능력단위 정의 : 반도체 패키зре벨 테스트장비 운영이란 패키지 완료 후 반도체 제품에 대해 전기적 특성 테스트를 통하여 양품과 불량품을 선별하는 패키зре벨 테스트장비를 셋업 및 유지 관리하는 능력이다.

능 력 단 위 요 소	수 행 준 거
1903060260_24v5.1 반도체 패키зре벨 테스트 장비 셋업하기	<p>1.1 패키зре벨 테스트장비 운영설명서에 따라 테스터, 핸들러, 테스트 보드의 구조를 파악하고 조립 및 장착할 수 있다.</p> <p>1.2 패키зре벨 테스트장비의 특성 및 운영설명서에 따라 모터, 센서 등 요소기술을 활용하여 장비를 조작할 수 있다.</p> <p>1.3 패키зре벨 테스트장비 운영설명서에 따라 테스터, 핸들러, 테스트 보드 간의 연결 및 동작 상태를 파악할 수 있다.</p> <p>1.4 패키зре벨 테스트장비의 특성에 따라 계측 및 검사 장비를 이용하여 주파수를 판독하고 전기적 특성을 평가할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 패키зре벨 테스트장비의 기능 및 구조</li><li>• 패키зре벨 테스트장비 설치가이드 및 안전지침</li><li>• 모터, 센서 등 요소기술</li></ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 패키зре벨 테스트장비 설치 능력</li><li>• 패키зре벨 테스트장비 기능 및 동작상태 점검 능력</li><li>• 패키зре벨 테스트장비 미세조정 및 테스트 능력</li></ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 패키зре벨 테스트장비 설치시 안전수칙을 준수하려는 자세</li><li>• 패키зре벨 테스트장비 설치 작업절차에 따라 셋업하려는 노력</li><li>• 부대장치 및 유틸리티 제원을 확인하려는 의지</li></ul>
1903060260_24v5.2 반도체 패키зре벨 테스트 장비 유지 관리하기	<p>2.1 패키зре벨 테스트장비 운영설명서에 따라 패키지 테스터, 핸들러, 테스트 보드를 조작하고 주기적으로 예방 및 점검할 수 있다.</p> <p>2.2 패키зре벨 테스트장비 운영설명서에 따라 부품을 교환하고 예비부품을 관리할 수 있다.</p> <p>2.3 패키зре벨 테스트장비 특성 및 운영설명서에 따라 세부 공정의 주요 매개변수를 관리하고 고장 종류별로 점검 및 조치할 수 있다.</p> <p>2.4 패키зре벨 테스트장비의 특성 및 운영설명서에 따라 장비의 성능을 유지하기 위해 장비의 이력을 관리하고 주요 유틸리티를 점검할 수 있다.</p> <p>2.5 패키зре벨 테스트장비 운영설명서에 따라 장비의 조작순서와 장비운영지침서를 수정 및 보완할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 패키зре벨 테스트장비의 기능 및 구조</li><li>• 패키зре벨 테스트장비 운영의 주의사항 및 유지보수 계획</li><li>• 패키зре벨 테스트장비 정기점검 절차 및 기준</li></ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 패키зре벨 테스트장비 고장진단 능력</li><li>• 부품 점검 및 미세조정 능력</li><li>• 유지보수 이력관리 능력</li></ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 패키зре벨 테스트장비 유지보수시 안전수칙을 준수하려는 자세</li><li>• 패키зре벨 테스트장비 작업절차에 따라 유지 보수하려는 의지</li><li>• 고장수리와 유지 보수 이력을 확인하려는 노력</li></ul>

## □ 적용범위 및 작업상황

### 고려사항

- 이 능력단위는 패키지 완료 후 반도체 제품에 대해 전기적 특성 테스트를 통하여 양품과 불량품을 선별하는 테스트 장비를 셋업 및 유지 관리하는 업무에 적용한다.
- 이 능력단위는 패키징 후 완제품 상태에서 양품과 불량품을 검사하는 테스터, 핸들러, Board 등을 포함한다.
- 패키지 테스트는 완성된 칩을 테스트하기 위하여 칩을 패키지 테스트 소켓에 장착하여 테스트 보드에 올려 동시에 많은 패키지를 테스트한다.
- 패키지 테스트 공정은 TDBI(Test during burn in) → 전기적 테스트(DC, 기능, AC) → 외관검사(레이저 마킹과 외관 비전 검사) 순으로 진행한다
- 테스트 소켓은 패키지 외관과 구조, 입출력단자(리드, 솔더볼, 범프)에 따라 그 구조가 다양하다.
- 패키지 레벨 테스트 검사 시 장비의 변형 및 진동을 최소화하고 동작 메커니즘과 소프트웨어 조합을 활용 한다.
- 작업 시 또한 감전 및 고온에 의한 화상, 동작부에 의한 충격에 주의해야 한다.

### 자료 및 관련 서류

- 패키지 테스트 장비 설명서
- 분석/측정 기술자료
- 테스트 검사자료(칩 속도, 칩 데이터시트, AC/DC 인자, 고객이 요구하는 칩 동작 사양 등)

### 장비 및 도구

- 테스터, 핸들러, 테스트 보드
- 측정장비 : 멀티미터, 오실로스코프, 파워서플라이
- 도구 : 납땀기, 드라이버, 스패너

### 재료

- 방진복, 마스크, 제전장갑

## □ 평가지침

### 권장평가방법

- 평가자는 능력단위 반도체 패키지레벨 테스트장비 운영의 수행준거에 제시되어 있는 내용을 평가하기 위해 이론과 실기를 나누어 평가하거나 종합적인 결과물의 평가 등 다양한 평가 방법을 사용할 수 있다.
- 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.

권 장 평 가 방 법	평 가 유 형	
	과 정 평 가	결 과 평 가
A.포트폴리오		
B.문제해결 시나리오	V	
C.서술형시험	V	V
D.논술형시험		
E.사례연구		
F.평가자 질문		V
G.평가자 체크리스트		V
H.피평가자 체크리스트		
I.일지/저널		
J.역할연기		
K.구두발표		
L.작업장평가	V	
M.기타		

### 평가지 고려사항

- 수행준거에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행할 수 있는지를 평가해야 한다.
  - 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.
- 패키지레벨 테스트장비 조립 및 장착 능력
  - 테스트장비 조작 능력
  - 테스트장비 연결 및 동작 상태 파악 능력
  - 테스트장비 전기적 특성 평가 능력
  - 패키지레벨 테스트장비 예방 및 점검 능력
  - 테스트장비 부품 교환 및 예비부품 관리 능력
  - 테스트장비 고장 종류별 점검 및 조치 능력
  - 테스트장비 이력 관리 및 유틸리티 점검 능력
  - 테스트장비 조작순서와 장비운영지침서 수정 및 보완 능력

## □ 관련기초능력

순번	관 련 기 초 능 력	
	주 요 영 역	하 위 영 역
1	의사소통능력	경청 능력, 기초외국어 능력, 문서이해 능력, 문서작성 능력, 의사표현 능력
2	수리능력	기초연산 능력, 기초통계 능력, 도표분석 능력, 도표작성 능력
3	문제해결능력	문제처리 능력, 사고력
4	대인관계능력	갈등관리 능력, 고객서비스 능력, 리더십 능력, 팀워크 능력, 협상 능력
5	기술능력	기술선택 능력, 기술이해 능력, 기술적용 능력

□ 개발·개선 이력

구 분		내 용
직무명칭(능력단위명)		반도체제조(반도체 패키지레벨 테스트장비 운영)
분류번호	기존	1903060212_19v4
	현재	1903060260_24v5,1903060261_24v5
개발·개선연도	현재	2024
	최초(1차)	2019
버전번호		v5
개발·개선기관	현재	전자 산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	최초(1차)	전자산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
향후 보완 연도(예정)		2029

분류번호 : 1903060261\_24v5

능력단위 명칭 : 반도체 패키징레벨 핸들러장비 운영

능력단위 정의 : 반도체 패키징레벨 핸들러장비 운영이란 패키징 완료된 반도체 제품에 대해 전기적 특성 테스트를 통하여 양품과 불량품을 선별하는 패키징레벨 핸들러장비를 셋업 및 유지 관리하는 능력이다.

능 력 단 위 요 소	수 행 준 거
1903060261_24v5.1 반도체 패키징레벨 핸들러 장비 셋업하기	<p>1.1 패키징레벨 핸들러장비 운영설명서에 따라 테스터, 핸들러, 테스트 보드의 구조를 파악하고 조립 및 장착할 수 있다.</p> <p>1.2 패키징레벨 핸들러장비의 특성 및 운영설명서에 따라 모터, 센서 등 요소기술을 활용하여 장비를 조작할 수 있다.</p> <p>1.3 패키징레벨 핸들러장비 운영설명서에 따라 테스터, 핸들러, 테스트 보드 간의 연결 및 동작 상태를 파악할 수 있다.</p> <p>1.4 패키징레벨 핸들러장비의 특성에 따라 계측 및 검사 장비를 이용하여 주파수를 판독하고 전기적 특성을 평가할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>패키징레벨 핸들러장비의 기능 및 구조</li><li>패키징레벨 핸들러장비 설치가이드 및 안전지침</li><li>모터, 센서 등 요소기술</li></ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>패키징레벨 핸들러장비 설치 능력</li><li>패키징레벨 핸들러장비 기능 및 동작상태 점검 능력</li><li>패키징레벨 핸들러장비 미세조정 및 테스트 능력</li></ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>패키징레벨 핸들러장비 설치시 안전수칙을 준수하려는 자세</li><li>패키징레벨 핸들러장비 설치 작업절차에 따라 셋업하려는 노력</li><li>부대장치 및 유틸리티 제원을 확인하려는 의지</li></ul>
1903060261_24v5.2 반도체 패키징레벨 핸들러 장비 유지 관리하기	<p>2.1 패키징레벨 핸들러장비 운영설명서에 따라 패키지 테스터, 핸들러, 테스트 보드를 조작하고 주기적으로 예방 및 점검할 수 있다.</p> <p>2.2 패키징레벨 핸들러장비 운영설명서에 따라 부품을 교환하고 예비부품을 관리할 수 있다.</p> <p>2.3 패키징레벨 핸들러장비 특성 및 운영설명서에 따라 세부 공정의 주요 매개변수를 관리하고 고장 종류별로 점검 및 조치할 수 있다.</p> <p>2.4 패키징레벨 핸들러장비의 특성 및 운영설명서에 따라 장비의 성능을 유지하기 위해 장비의 이력을 관리하고 주요 유틸리티를 점검할 수 있다.</p> <p>2.5 패키징레벨 핸들러장비 운영설명서에 따라 장비의 조작순서와 장비운영지침서를 수정 및 보완할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>패키징레벨 핸들러장비의 기능 및 구조</li><li>패키징레벨 핸들러장비 운영의 주의사항 및 유지보수 계획</li><li>패키징레벨 핸들러장비 정기점검 절차 및 기준</li></ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>패키징레벨 핸들러장비 고장진단 능력</li><li>부품 점검 및 미세조정 능력</li><li>유지보수 이력관리 능력</li></ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>패키징레벨 핸들러장비 유지보수시 안전수칙을 준수하려는 자세</li><li>패키징레벨 핸들러장비 작업절차에 따라 유지 보수하려는 의지</li><li>고장수리와 유지 보수 이력을 확인하려는 노력</li></ul>



## □ 적용범위 및 작업상황

### 고려사항

- 이 능력단위는 패키지 완료 후 반도체 제품에 대해 전기적 특성 테스트를 통하여 양품과 불량품을 선별하는 테스트 장비를 셋업 및 유지 관리하는 업무에 적용한다.
- 이 능력단위는 패키징 후 완제품 상태에서 양품과 불량품을 검사하는 테스터, 핸들러, 소켓, 보드 등을 포함한다.
- 패키지레벨 핸들러장비의 정확도, 정밀도, 온도와 전기 특성검사를 통해 패키지를 핸들링하는 장비 동작 메커니즘과 소프트웨어 조합을 활용해야 한다.
- 작업 시 또한 감전 및 고온에 의한 화상, 동작부에 의한 충격에 주의해야 한다.

### 자료 및 관련 서류

- 패키지레벨 핸들러장비 설명서
- 분석/측정 기술자료
- 패키지 검사공정 자료

### 장비 및 도구

- 테스터, 핸들러, 소켓, 테스트 보드
- 측정장비 : 멀티미터, 오실로스코프, 파워서플라이
- 도구 : 납땀기, 드라이버, 스패너

### 재료

- 방진복, 마스크, 제전장갑

## □ 평가지침

### 권장평가방법

- 평가자는 능력단위 반도체 패키지레벨 핸들러장비 운영의 수행준거에 제시되어 있는 내용을 평가하기 위해 이론과 실기를 나누어 평가하거나 종합적인 결과물의 평가 등 다양한 평가 방법을 사용할 수 있다.
- 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.

권 장 평 가 방 법	평 가 유 형	
	과 정 평 가	결 과 평 가
A.포트폴리오		
B.문제해결 시나리오	V	
C.서술형시험	V	V
D.논술형시험		
E.사례연구		
F.평가자 질문		V
G.평가자 체크리스트		V
H.피평가자 체크리스트		
I.일지/저널		
J.역할연기		
K.구두발표		
L.작업장평가	V	
M.기타		

### 평가지 고려사항

- 수행준거에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행할 수 있는지를 평가해야 한다.
  - 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.
- 패키지레벨 핸들러장비 조립 및 장착 능력
  - 핸들러장비 조작 능력
  - 핸들러장비 연결 및 동작 상태 파악 능력
  - 핸들러장비 주파수 판독 및 전기적 특성 평가 능력
  - 패키지레벨 핸들러장비 예방 및 점검 능력
  - 핸들러장비 부품 교환 및 예비부품 관리 능력
  - 핸들러장비 고장 종류별 점검 및 조치 능력
  - 핸들러장비 이력 관리 및 유틸리티 점검 능력
  - 핸들러장비의 조작순서와 장비운영지침서 수정 및 보완 능력

## □ 관련기초능력

순번	관 련 기 초 능 력	
	주 요 영 역	하 위 영 역
1	의사소통능력	경청 능력, 기초외국어 능력, 문서이해 능력, 문서작성 능력, 의사표현 능력
2	수리능력	기초연산 능력, 기초통계 능력, 도표분석 능력, 도표작성 능력
3	문제해결능력	문제처리 능력, 사고력
4	대인관계능력	갈등관리 능력, 고객서비스 능력, 리더십 능력, 팀워크 능력, 협상 능력
5	기술능력	기술선택 능력, 기술이해 능력, 기술적용 능력

□ 개발·개선 이력

구 분		내 용
직무명칭(능력단위명)		반도체제조(반도체 패키지레벨 핸들러장비 운영)
분류번호	기존	1903060212_19v4
	현재	1903060260_24v5,1903060261_24v5
개발·개선연도	현재	2024
	최초(1차)	2019
버전번호		v5
개발·개선기관	현재	전자 산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	최초(1차)	전자산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
향후 보완 연도(예정)		2029

분류번호 : 1903060262\_24v5

능력단위 명칭 : 후면 연삭(Back Grinding)장비 운영

능력단위 정의 : 후면 연삭(Back Grinding)장비 운영이란 전공정이 완료된 반도체 패턴 웨이퍼를 원하는 두께로 얇게 가공하기 위하여 사용하는 웨이퍼 후면 연삭장비를 셋업 및 유지 관리하는 능력이다.

능 력 단 위 요 소	수 행 준 거
1903060262_24v5.1 후면 연삭장비 셋업하기	<p>1.1 웨이퍼 회로면에 보호 테이프를 붙이는 라미네이션, 웨이퍼의 후면 연삭, 웨이퍼에서 칩을 분리하는 다이싱 공정을 진행하기 위하여 웨이퍼를 테이프 위에 올려놓는 웨이퍼 마운팅 공정을 파악할 수 있다.</p> <p>1.2 반도체 웨이퍼 후면을 원하는 두께로 연삭하기 위한 단계별 연삭 및 연마 공정을 파악할 수 있다.</p> <p>1.3 장비 설치 및 운영 설명서에 따라 후면 연삭장비를 조립 및 장착하고 웨이퍼의 두께에 따라 장비를 조작할 수 있다.</p> <p>1.4 웨이퍼의 두께에 따라 장비를 셋업하고 후면 연삭장비의 공정평가를 진행할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 후면 연삭장비의 기능 및 구조</li><li>• 후면 연삭장비 설치가이드 및 안전지침</li><li>• 후면 연삭장비 톨</li></ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 후면 연삭장비 설치 능력</li><li>• 후면 연삭장비 기능 및 동작상태 점검 능력</li><li>• 후면 연삭장비 미세조정 및 테스트 능력</li></ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 후면 연삭장비 설치시 안전수칙을 준수하려는 자세</li><li>• 후면 연삭장비 설치 작업절차에 따라 셋업하려는 노력</li><li>• 부대장치 및 유틸리티 제원을 확인하려는 의지</li></ul>
1903060262_24v5.2 후면 연삭장비 유지 관리하기	<p>2.1 웨이퍼 후면 연삭장비 운영설명서에 따라 주기적인 사전예방 점검항목 및 점검방법을 파악할 수 있다.</p> <p>2.2 파악된 점검방법에 따라 장비를 조작하고 주기적으로 예방 및 점검할 수 있다.</p> <p>2.3 장비성능을 유지하기 위하여 장비이력을 관리하고 유틸리티를 점검할 수 있다.</p> <p>2.4 웨이퍼 후면 연삭장비 운영설명서에 따라 주요 세부 공정의 매개변수를 관리하고, 고장 종류에 따라 점검 및 조치를 할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 후면 연삭장비의 기능 및 구조</li><li>• 후면 연삭장비 운영의 주의사항 및 유지보수 계획</li><li>• 후면 연삭장비 정기점검 절차 및 기준</li></ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 후면 연삭장비 고장진단 능력</li><li>• 부품 점검 및 미세조정 능력</li><li>• 유지보수 이력관리 능력</li></ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 후면 연삭장비 유지보수시 안전수칙을 준수하려는 자세</li><li>• 후면 연삭장비 작업절차에 따라 유지 보수하려는 의지</li><li>• 고장수리와 유지 보수 이력을 확인하려는 노력</li></ul>

## □ 적용범위 및 작업상황

### 고려사항

- 이 능력단위는 전공정이 완료된 반도체 패턴 웨이퍼를 원하는 두께로 얇게 가공하기 위하여 사용하는 웨이퍼 후면 연삭장비를 셋업 및 유지 관리하는 업무에 적용한다.
- 반도체 웨이퍼 후면 연삭장비를 셋업하기 위하여 거친 연삭, 미세 연삭, 연마 등의 특성을 알아야 한다.
- 반도체 웨이퍼 후면 연삭장비 셋업시 각 공정별 필요한 그라인딩 휠을 선정하고 연삭 조건을 셋업하고 공정을 진행해야 한다.
- 확보하고자 하는 웨이퍼의 두께에 따라 공정조건이나 공정순서가 달라져야 하는 내용에 대해 숙지하고 공정을 진행한다.
- 웨이퍼의 회로면을 보호하기 위한 테이프 라미네이션 공정, 웨이퍼 후면 연삭 공정, 웨이퍼 분리를 위해 필요한 테이프 마운팅 공정에 대해 숙지한다.
- 웨이퍼 후면 연삭 공정 전에 진행하는 라미네이션 테이프 부착과 연삭 공정 후에 진행하는 라미네이션 테이프 분리에 대한 지식을 확보한다.
- 연마공정을 진행할 때 사용하는 슬러리의 특성을 이해하고 공정에 투입되는 슬러리 양을 조절하는 내용에 대해 숙지한다.
- 이 능력단위에서 '후면 연삭장비 유지 관리하기' 절차에는 다음의 공통직무사항을 포함한다.
- 반도체 웨이퍼 후면 연삭장비, 웨이퍼 이송장치 등
- 시스템 전원공급 장치인 주전원모듈, 통신모듈 등
- 진공, 에어 공급계통의 레귤레이터, 가스 밸브, 압력게이지 등
- 메인 콘트롤러 인스톨 및 I/O 확인 능력
- 오퍼레이션 기능
- 장애 발생 시 조치 가능(전장, 제어, 기구)

### 자료 및 관련 서류

- 장비설명서
- 반도체 후면연삭 공정개론 자료
- 실리콘 후면연삭 프로세싱 자료

### 장비 및 도구

- 반도체 웨이퍼 후면 연삭장비
- 웨이퍼 이송장치
- 웨이퍼
- 건식펌프
- 진공게이지
- 안전보호구(방독마스크, 고글 등)

## 재료

- 웨이퍼
- 에어공급장치
- 진공공급장치
- 그라인딩 휠
- 슬러리

## □ 평가지침

### 권장평가방법

- 평가자는 능력단위 후면 연삭(Back Grinding)장비 운영의 수행준거에 제시되어 있는 내용을 평가하기 위해 이론과 실기를 나누어 평가하거나 종합적인 결과물의 평가 등 다양한 평가 방법을 사용할 수 있다.
- 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.

권 장 평 가 방 법	평 가 유 형	
	과 정 평 가	결 과 평 가
A.포트폴리오		
B.문제해결 시나리오	V	
C.서술형시험	V	V
D.논술형시험		
E.사례연구		
F.평가자 질문		V
G.평가자 체크리스트		V
H.피평가자 체크리스트		
I.일지/저널		
J.역할연기		
K.구두발표		
L.작업장평가	V	
M.기타		

### 평가지 고려사항

- 수행준거에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행할 수 있는지를 평가해야 한다.
  - 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.
- 웨이퍼 마운팅 공정 파악 능력
  - 반도체 웨이퍼 후면 단계별 연삭 및 연마 공정 파악 능력
  - 후면 연삭장비 조작 능력
  - 후면 연삭장비 공정평가 진행 능력
  - 웨이퍼 후면 연삭장비 사전예방 점검항목 및 점검방법을 파악 능력
  - 장비의 주기적 예방 및 점검 능력
  - 장비이력 관리 및 유틸리티 점검 능력
  - 웨이퍼 후면 연삭장비 고장 종류별 점검 및 조치 능력



## □ 관련기초능력

순번	관 련 기 초 능 력	
	주 요 영 역	하 위 영 역
1	의사소통능력	경청 능력, 기초외국어 능력, 문서이해 능력, 문서작성 능력, 의사표현 능력
2	수리능력	기초연산 능력, 기초통계 능력, 도표분석 능력, 도표작성 능력
3	문제해결능력	문제처리 능력, 사고력
4	대인관계능력	갈등관리 능력, 고객서비스 능력, 리더십 능력, 팀워크 능력, 협상 능력
5	기술능력	기술선택 능력, 기술이해 능력, 기술적용 능력

□ 개발·개선 이력

구 분		내 용
직무명칭(능력단위명)		반도체제조(후면 연삭(Back Grinding)장비 운영)
분류번호	기존	1903060213_19v4
	현재	1903060262_24v5,1903060263_24v5
개발·개선연도	현재	2024
	최초(1차)	2019
버전번호		v5
개발·개선기관	현재	전자 산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	최초(1차)	전자산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
향후 보완 연도(예정)		2029

분류번호 :	1903060263_24v5
능력단위 명칭 :	웨이퍼 다이싱(Dicing)장비 운영
능력단위 정의 :	웨이퍼 다이싱(Dicing)장비 운영이란 반도체 공정을 통해서 웨이퍼에 만들어진 다이를 개별 다리로 분리하는 다이싱장비를 셋업 및 유지 관리하는 능력이다.

능 력 단 위 요 소	수 행 준 거
1903060263_24v5.1 다이싱장비 셋업하기	<p>1.1 웨이퍼 다이싱 공정을 파악하고 다이싱장비의 규격서를 작성할 수 있다.</p> <p>1.2 웨이퍼 다이싱 공정을 진행할 때 필요한 유틸리티를 연결할 수 있다.</p> <p>1.3 웨이퍼 다이싱장비의 모듈을 셋업하고 작업표준을 작성할 수 있다.</p> <p>1.4 웨이퍼 다이싱장비를 통해 분리된 다이의 품질을 결정하는 각종 매개변수의 영향을 확인하고 공정평가를 진행할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>웨이퍼 다이싱장비의 기능 및 구조</li> <li>웨이퍼 다이싱장비 설치가이드 및 안전지침</li> <li>다이싱 공정 유틸리티 제원</li> </ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>웨이퍼 다이싱장비 설치 능력</li> <li>웨이퍼 다이싱장비 기능 및 동작상태 점검 능력</li> <li>웨이퍼 다이싱장비 미세조정 및 테스트 능력</li> </ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>웨이퍼 다이싱장비 설치시 안전수칙을 준수하려는 자세</li> <li>웨이퍼 다이싱장비 설치 작업절차에 따라 셋업하려는 노력</li> <li>부대장치 및 유틸리티 제원을 확인하려는 의지</li> </ul>
1903060263_24v5.2 다이싱장비 유지 관리하기	<p>2.1 다이싱장비 운영설명서에 따라 주기적인 사전예방 점검항목 및 점검방법을 파악할 수 있다.</p> <p>2.2 파악된 점검방법에 따라 장비를 조작하고 주기적으로 예방 및 점검할 수 있다.</p> <p>2.3 장비성능을 유지하기 위하여 장비이력을 관리하고 유틸리티를 점검할 수 있다.</p> <p>2.4 다이싱장비 운영설명서에 따라 주요 세부 공정의 매개변수를 관리하고, 고장 종류에 따라 점검 및 조치할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>웨이퍼 다이싱장비의 기능 및 구조</li> <li>웨이퍼 다이싱장비 운영의 주의사항 및 유지보수 계획</li> <li>웨이퍼 다이싱장비 정기점검 절차 및 기준</li> </ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>웨이퍼 다이싱장비 고장진단 능력</li> <li>부품 점검 및 미세조정 능력</li> <li>유지보수 이력관리 능력</li> </ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>웨이퍼 다이싱장비 유지보수시 안전수칙을 준수하려는 자세</li> <li>웨이퍼 다이싱장비 작업절차에 따라 유지 보수하려는 의지</li> <li>고장수리와 유지 보수 이력을 확인하려는 노력</li> </ul>

## □ 적용범위 및 작업상황

### 고려사항

- 이 능력단위는 반도체 공정을 통해서 웨이퍼에 만들어진 다이를 개별 다이로 분리하는 다이싱장비를 셋업 및 유지 관리하는 업무에 적용한다.
- 다이 분리장비를 통해 분리된 다이는 이후의 공정에서 균열이 생기면서 불량을 발생시키지 않도록 다이 강도를 확보할 수 있어야 한다.
- 블레이드가 회전하는 다이 분리장비의 경우 블레이드의 회전수에 따른 다이 분리품질을 파악하고 공정을 진행해야 한다.
- 레이저를 이용하는 다이 분리장비의 경우 레이저 초점의 위치에 따라 다이의 분리 특성 변화를 발생할 수 있으므로 분리 다이의 품질을 유지할 수 있도록 장비를 셋업해야 한다.
- 다이의 크기 및 두께에 따라 분리 공정을 진행하는 다이의 품질이 달라지므로 이를 고려하여 다이 분리장비의 공정 조건을 셋업해야 한다.
- 웨이퍼 공정에서 사용한 다이 표면의 재료 특성에 따라 다이 분리방법이 달라지므로 이를 고려한 다이 분리공정을 진행할 필요가 있다.
- 냉각수를 사용하는 다이 분리장비의 경우 필요한 냉각수의 양 및 분사속도를 숙지하고 조절하여야 한다.
- 이 능력단위에서 '다이싱장비 유지 관리하기' 절차에는 다음의 공통직무사항이 포함된다.
- 다이 분리장비, 비전시스템, 냉각수 공급시스템 등
- 시스템 전원공급 장치인 주전원모듈, 통신모듈 등
- 기구 및 전장 조립(외주 사용시 관리 능력 有)
- 모듈셋팅 기능
- 메인 콘트롤러 인스톨 및 I/O 확인 능력
- 장애 발생 시 조치 가능(전장, 제어, 기구)

### 자료 및 관련 서류

- 다이싱장비 설명서
- 반도체 공정개론 자료
- 패키징장비 설명서

### 장비 및 도구

- 다이 분리장비
- 광학현미경
- 안전보호구(방독마스크, 고글 등)

### 재료

- 웨이퍼
- 냉각수 공급장치



## □ 평가지침

### 권장평가방법

- 평가자는 능력단위 웨이퍼 다이싱(Dicing)장비 운영의 수행준거에 제시되어 있는 내용을 평가하기 위해 이론과 실기를 나누어 평가하거나 종합적인 결과물의 평가 등 다양한 평가 방법을 사용할 수 있다.
- 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.

권 장 평 가 방 법	평 가 유 형	
	과 정 평 가	결 과 평 가
A.포트폴리오		
B.문제해결 시나리오	V	
C.서술형시험	V	V
D.논술형시험		
E.사례연구		
F.평가자 질문		V
G.평가자 체크리스트		V
H.피평가자 체크리스트		
I.일지/저널		
J.역할연기		
K.구두발표		
L.작업장평가	V	
M.기타		

### 평가지 고려사항

- 수행준거에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행할 수 있는지를 평가해야 한다.
  - 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.
- 웨이퍼 다이싱장비 규격서 작성 능력
  - 웨이퍼 다이싱 유틸리티 연결 능력
  - 웨이퍼 다이싱 작업표준 작성 능력
  - 웨이퍼 다이싱장비 매개변수 영향 확인 및 공정평가 진행 능력
  - 다이싱장비 사전예방 점검항목 및 점검방법 파악 능력
  - 주기적 예방 및 점검 능력
  - 장비이력 관리 및 유틸리티 점검 능력
  - 다이싱장비 고장 종류에 따른 점검 및 조치 능력

## □ 관련기초능력

순번	관 련 기 초 능 력	
	주 요 영 역	하 위 영 역
1	의사소통능력	경청 능력, 기초외국어 능력, 문서이해 능력, 문서작성 능력, 의사표현 능력
2	수리능력	기초연산 능력, 기초통계 능력, 도표분석 능력, 도표작성 능력
3	문제해결능력	문제처리 능력, 사고력
4	대인관계능력	갈등관리 능력, 고객서비스 능력, 리더십 능력, 팀워크 능력, 협상 능력
5	기술능력	기술선택 능력, 기술이해 능력, 기술적용 능력

□ 개발·개선 이력

구 분		내 용
직무명칭(능력단위명)		반도체제조(웨이퍼 다이싱(Dicing)장비 운영)
분류번호	기존	1903060213_19v4
	현재	1903060262_24v5,1903060263_24v5
개발·개선연도	현재	2024
	최초(1차)	2019
버전번호		v5
개발·개선기관	현재	전자 산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	최초(1차)	전자산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
향후 보완 연도(예정)		2029



분류번호 :	1903060236_23v5
능력단위 명칭 :	다이 본딩장비 운영
능력단위 정의 :	다이 본딩장비 운영이란 백그라인딩과 쏘잉이 완료된 칩을 다이 본딩하는 공정을 담당하는 장비를 셋업하고 유지 관리하는 능력이다.

능 력 단 위 요 소	수 행 준 거
1903060236_23v5.1 다이 본딩장비 셋업하기	<p>1.1 다이 본딩장비의 구성요소를 파악하고 설치 설명서에 따라 셋업할 수 있다.</p> <p>1.2 다이 본딩장비의 기관공급부, 다이공급부, 온도조절부를 점검하고 수행할 수 있다.</p> <p>1.3 다이 본딩장비의 구동 프로세스를 파악하고 각 모듈을 점검하고 확인할 수 있다.</p> <p>1.4 본딩장비를 설치하고 다이 본딩작업을 진행한 후 다이의 접착상태, 정렬상태를 확인할 수 있다.</p>
	<p><b>【지식】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 다이 본딩장비 동작원리</li> <li>• 다이 본딩장비 구성모듈 특성</li> <li>• Wafer Handling Robot의 구성부품 및 동작원리</li> <li>• 공압 및 센서류 동작원리</li> </ul>
	<p><b>【기술】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 다이 본딩장비의 교정 및 유지관리 기술</li> <li>• 칩을 고속으로 이동시킬 수 있는 로봇 작동 기술</li> <li>• 제품 형상을 제대로 포착하기 위한 조명조작 기술</li> <li>• 설명서에 기록된 고장시의 에러코드에 대한 이해와 이를 해결할 수 있는 기술</li> </ul>
	<p><b>【태도】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li> <li>• 장비의 성능평가에 대해 공정성을 유지하려는 자세</li> <li>• 불량요소를 해결하려는 적극적 의지</li> </ul>
1903060236_23v5.2 다이 본딩재료 관리하기	<p>2.1 다이 본딩장비에서 사용되는 콜렛(Collet), 이젝트 핀(Eject Pin)과 같은 툴의 특성을 파악하고 다이의 크기와 두께에 따라 셋업할 수 있다.</p> <p>2.2 다이 본딩공정에서 접착제로 사용되는 에폭시의 보관과 사용 온도 조건을 관리하고 다이와 기관이 최적의 조건으로 본딩 되도록 공정을 진행할 수 있다.</p> <p>2.3 에폭시를 기관에 바르는 도구와 에폭시 상태를 최적으로 조건으로 셋팅하여 기관에 다이의 접합이 적절하게 진행될 수 있도록 공정을 진행할 수 있다.</p> <p>2.4 다이 본딩공정이 진행된 후 접착제의 접합이 이루어질 수 있도록 경화하는 공정을 진행할 수 있다.</p>
	<p><b>【지식】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 다이 본딩에 필요한 도구에 대한 특성과 동작 원리</li> <li>• 에폭시를 비롯한 접착제의 구성성분과 특성</li> <li>• 기타 소모성 부품 소재의 종류 및 특성</li> <li>• 웨이퍼 및 패키지 변경 시 부품 교체 방법</li> </ul>
	<p><b>【기술】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 칩 크기와 두께 변경시 다이 본딩 툴 선정 기술</li> <li>• 웨이퍼 및 패키지 변경시 다이 본딩 툴 교체 기술</li> <li>• 기관에 접착제를 바르고 다이를 이동시켜 다이 본딩할 수 있는 기술</li> <li>• DAF(Die Attach Film)이 부착된 웨이퍼를 다이 본딩할 수 있는 기술</li> </ul>

1903060236_23v5.2 다이 본딩재료 관리하기	<b>【태도】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li> <li>접착제의 보관과 적용 시 적절한 상태를 유지하려는 자세</li> <li>다이 본딩공정에서 발생하는 불량요소를 예방하려는 적극적 의지</li> </ul>
1903060236_23v5.3 다이 본딩장비 유지 관리하기	3.1 다이 본딩장비 특성에 따라 다이본딩 장비 운용설명서를 작성하고 주기적인 사전예방 점검항목 및 점검방법을 파악할 수 있다. 3.2 다이 본딩장비의 구성부품의 동작원리를 파악하고 이상상황 발생시 문제를 해결할 수 있다. 3.3 다이 본딩장비 운용설명서에 따라 세부공정의 주요 매개변수를 관리하고 고장 종류에 따라 점검 및 조치를 할 수 있다. 3.4 다이의 본딩상태를 확인하고 불량발생시 문제를 해결할 수 있다.
	<b>【지식】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>다이 본딩장비 구성모듈의 동작원리와 특성</li> <li>다이 본딩장비 구성모듈 동작 오류 시 해결방법</li> <li>다이 두께에 따른 다이분리 도구 선정</li> <li>다중 칩 (Multi Chip) 다이 본딩 원리</li> </ul>
	<b>【기술】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>다이의 크기와 종류에 따라 다이 본딩장비 톨을 교체하고 유지관리하는 기술</li> <li>다이 본딩장비가 동작하지 않을 때 장비를 진단하여 문제를 해결할 수 있는 기술</li> <li>에폭시 도포방법에 따라 접착제 도포공구를 선정하고 조작하는 기술</li> <li>다이 본딩장비 모듈의 고장을 이해하고 교체하여 문제를 해결할 수 있는 기술</li> </ul>
	<b>【태도】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li> <li>장비의 성능평가에 대해 공정성을 유지하려는 자세</li> <li>불량요소를 해결하려는 적극적 의지</li> </ul>

## □ 적용범위 및 작업상황

### 고려사항

- 웨이퍼 스테이지 제어의 정밀도가 접착된 다이의 품질을 결정하는 중요한 요인이 된다.
- 다이의 두께가 얇을 경우 픽업 및 접합 과정에서 크랙이 발생하고, 리드프레임 또는 PCB의 뒤틀림이 있을 경우 다이본딩이 부정확하게 될 수 있으므로 이를 고려하여 설치하는 것이 필요하다.
- 고속 동작 로봇의 진동으로 다이본딩의 품질 변화가 생길 수 있음을 유의해야 한다.

### 자료 및 관련 서류

- 패키징장비 설명서

### 장비 및 도구

- 다이 본딩장비
- 광학현미경
- 측정장비
- 방진복, 마스크, 제전장갑 등

### 재료

- 해당사항 없음

## □ 평가지침

### 권장평가방법

- 평가자는 능력단위 다이 본딩장비 운영의 수행준거에 제시되어 있는 내용을 평가하기 위해 이론과 실기를 나누어 평가하거나 종합적인 결과물의 평가 등 다양한 평가 방법을 사용할 수 있다.
- 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.

권 장 평 가 방 법	평 가 유 형	
	과 정 평 가	결 과 평 가
A.포트폴리오		
B.문제해결 시나리오	V	
C.서술형시험	V	V
D.논술형시험		
E.사례연구		
F.평가자 질문		V
G.평가자 체크리스트		V
H.피평가자 체크리스트		
I.일지/저널		
J.역할연기		
K.구두발표		
L.작업장평가	V	
M.기타		

### 평가지 고려사항

- 수행준거에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행할 수 있는지를 평가해야 한다.
  - 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.
- 다이 본딩장비 셋업 능력
  - 다이 본딩장비 기판공급부, 다이공급부, 온도조절부 점검 능력
  - 다이 본딩장비 각 모듈 점검 능력
  - 다이의 접착상태, 정렬상태 확인 능력
  - 다이 본딩공정 진행 능력
  - 에폭시 상태 최적 셋팅 능력
  - 경화 공정 진행 능력
  - 다이 본딩장비 사전예방 점검항목 및 점검방법 파악 능력
  - 다이 본딩장비 구성부품 문제해결 능력
  - 다이 본딩장비 고장 조치 능력
  - 다이 본딩상태 문제해결 능력

## □ 관련기초능력

순번	관 련 기 초 능 력	
	주 요 영 역	하 위 영 역
1	의사소통능력	경청 능력, 기초외국어 능력, 문서이해 능력, 문서작성 능력, 의사표현 능력
2	수리능력	기초연산 능력, 기초통계 능력, 도표분석 능력, 도표작성 능력
3	문제해결능력	문제처리 능력, 사고력
4	대인관계능력	갈등관리 능력, 고객서비스 능력, 리더십 능력, 팀워크 능력, 협상 능력
5	기술능력	기술선택 능력, 기술이해 능력, 기술적용 능력

## □ 개발·개선 이력

구 분		내 용
직무명칭(능력단위명)		반도체제조(다이 본딩장비 운영)
분류번호	기존	1903060236_23v5
	현재	1903060236_23v5
개발·개선연도	현재	2023
	3차	2023
	2차	2019
	최초(1차)	2014
버전번호		v5
개발·개선기관	현재	전자 산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	3차	전자산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	2차	한국전자정보통신산업진흥회
	최초(1차)	한국반도체산업협회
향후 보완 연도(예정)		2029

분류번호 : 1903060237\_23v5

능력단위 명칭 : 와이어 본딩장비 운영

능력단위 정의 : 와이어 본딩장비 운영이란 다이 본딩이 완료된 다이의 패드와 기판을 전기적으로 연결하기 위해 와이어를 본딩하는 공정을 담당하는 장비를 셋업하고 유지 관리하는 능력이다.

능 력 단 위 요 소	수 행 준 거
1903060237_23v5.1 와이어 본딩장비 셋업하기	<p>1.1 와이어 본딩장비의 구성요소를 파악하고 설치설명서에 따라 셋업할 수 있다.</p> <p>1.2 와이어 본딩장비의 캐필러리와 와이어 공급부, 와이어 끝을 녹여 붙을 형성하는 토치부, 볼 본딩부, 와이어를 끊어내면서 본딩하는 웨지본딩부의 상태를 확인하고 셋업할 수 있다.</p> <p>1.3 와이어 본딩장비의 구동 프로세스를 파악하고 각 모듈을 점검하고 구동상태를 확인할 수 있다.</p> <p>1.4 와이어 본딩장비를 설치하고 본딩작업을 진행한 후 볼의 본딩상태, 웨지의 본딩상태를 확인할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 와이어 본딩장비의 동작원리 및 주요 구성품</li><li>• 열 또는 초음파를 이용한 와이어 본딩방법</li><li>• 와이어 본딩조건에 따른 본딩 상태</li><li>• 공압 및 센서류의 동작 원리</li></ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 와이어 본딩장비의 교정 및 유지관리 기술</li><li>• 캐필러리 셋업 및 유지 관리를 위한 기술</li><li>• 제품에 따라 와이어 본딩 위치를 정하는 프로그래밍을 할 수 있는 기술</li><li>• 설명서에 기록된 고장시 에러코드에 대한 이해와 이를 해결할 수 있는 기술</li></ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li><li>• 장비의 성능평가에 대해 공정성을 유지하려는 의</li><li>• 불량요소를 해결하려는 적극적 의지</li></ul>
1903060237_23v5.2 와이어 본딩재료 관리하기	<p>2.1 와이어 본딩공정을 진행하기 위해 필요한 도구의 종류와 특성을 파악하고 와이어 본딩 품질 요구사항에 따라 셋업할 수 있다.</p> <p>2.2 와이어 본딩장비의 캐필러리의 상태를 점검하고 필요시 교체할 수 있다.</p> <p>2.3 와이어 본딩상태를 점검하고 필요시 조치를 취하여 본딩 품질을 확보할 수 있다.</p> <p>2.4 와이어의 종류에 따라 본딩 조건을 설정하고 셋업할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 와이어 본딩 도구의 종류와 특성</li><li>• 본딩 와이어의 재료에 따른 본딩 조건 및 환경</li><li>• 와이어 본딩방법에 따른 본딩 조건</li><li>• 캐필러리의 종류 및 특성</li></ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 와이어 본딩 상태를 평가하고 적절한 본딩 조건을 확보할 수 있는 기술</li><li>• 와이어의 종류와 직경에 따라 캐필러리를 선정하고 셋업하는 기술</li><li>• 와이어의 종류에 따른 본딩 조건을 셋업할 수 있는 기술</li><li>• 본딩 불량을 확인하고 이를 해결할 수 있는 기술</li></ul>

<p>1903060237_23v5.2</p> <p>와이어 본딩재료 관리하기</p>	<p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li> <li>와이어 본딩 품질을 확보하려는 의지</li> <li>불량 현상을 확인하고 문제를 해결하려는 세심한 관찰력</li> </ul>
<p>1903060237_23v5.3</p> <p>와이어 본딩장비 유지 관리하기</p>	<p>3.1 와이어 본딩장비의 캐필러리와 와이어 공급부, 와이어 끝을 녹여 볼을 형성하는 토치부, 볼 본딩 부, 와이어를 끊어내면서 본딩하는 웨지본딩부를 점검하고 관리할 수 있다.</p> <p>3.2 와이어 본딩장비 특성에 따라 와이어본딩 장비 운용설명서를 작성하고 주기적인 사전예방 점검항목 및 점검방법을 파악할 수 있다.</p> <p>3.3 와이어 본딩장비의 구성부품의 동작원리를 파악하고 이상상황 발생시 문제를 해결할 수 있다.</p> <p>3.4 와이어 본딩장비 운용설명서에 따라 세부공정의 주요 매개변수를 관리하고 고장증상에 따라 점검 및 조치를 할 수 있다.</p> <p>3.5 와이어의 본딩상태를 확인하고 불량발생시 문제를 해결할 수 있다.</p>
	<p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>와이어를 캐필러리에 장착하고 장비를 구동하는 방법</li> <li>와이어 본딩조건에 따른 본딩 형상</li> <li>와이어 끝을 녹이는 토치의 동작 타이밍과 동작 방법</li> <li>와이어의 종류에 따른 본딩조건</li> </ul>
	<p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>제품에 따라 본딩 다이어그램을 이해하고 장비를 구동할 수 있는 기술</li> <li>와이어 본딩장비의 이상 현상을 이해하고 보정할 수 있는 기술</li> <li>와이어의 직경에 따라 캐필러리를 선정하고 본딩 품질을 유지할 수 있는 기술</li> <li>장비고장시 문제를 진단하고 해결할 수 있는 기술</li> </ul>
	<p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li> <li>장비의 성능평가에 대해 공정성을 유지하려는 자세</li> <li>불량요소를 해결하려는 적극적 의지</li> </ul>



## □ 적용범위 및 작업상황

### 고려사항

- 와이어 본딩장비의 정상가동에 영향을 미치는 요인들을 파악하고 영향을 최소화 할 수 있도록 설치해야 한다.
- 와이어 본딩은 반도체 소자의 신뢰성을 결정짓는 핵심적인 요소이므로 불과 와이어의 접착부 품질을 유지할 수 있도록 주의해야 한다.

### 자료 및 관련 서류

- 패키징 장비 설명서

### 장비 및 도구

- 와이어 본딩장비
- 광학현미경
- 측정장비
- 방진복, 마스크, 제전장갑 등

### 재료

- 해당사항 없음

## □ 평가지침

### 권장평가방법

- 평가자는 능력단위 와이어 본딩장비 운영의 수행준거에 제시되어 있는 내용을 평가하기 위해 이론과 실기를 나누어 평가하거나 종합적인 결과물의 평가 등 다양한 평가 방법을 사용할 수 있다.
- 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.

권 장 평 가 방 법	평 가 유 형	
	과 정 평 가	결 과 평 가
A.포트폴리오		
B.문제해결 시나리오	V	
C.서술형시험	V	V
D.논술형시험		
E.사례연구		
F.평가자 질문		V
G.평가자 체크리스트		V
H.피평가자 체크리스트		
I.일지/저널		
J.역할연기		
K.구두발표		
L.작업장평가	V	
M.기타		

### 평가지 고려사항

- 수행준거에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행할 수 있는지를 평가해야 한다.
  - 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.
- 와이어 본딩장비 셋업 능력
  - 와이어 본딩장비의 캐필러리, 와이어 공급부, 토치부, 볼 본딩부, 웨지본딩부 셋업 능력
  - 와이어 본딩장비 구동상태 확인 능력
  - 와이어 본딩장비 본딩상태 확인 능력
  - 와이어 본딩공정 품질요구사항에 따라 셋업 능력
  - 와이어 본딩장비 캐필러리 교체 능력
  - 와이어 본딩상태 점검 및 본딩품질 확보 능력
  - 와이어 종류에 따른 본딩조건 설정 및 셋업 능력
  - 와이어 본딩장비의 캐필러리, 와이어 공급부, 토치부, 볼 본딩부, 웨지본딩부 점검 능력
  - 와이어 본딩장비 사전예방 점검항목 및 점검방법 파악 능력
  - 와이어 본딩장비의 구성부품 문제해결 능력
  - 와이어 본딩장비 고장 조치 능력
  - 와이어 본딩상태 불량해결 능력

## □ 관련기초능력

순번	관 련 기 초 능 력	
	주 요 영 역	하 위 영 역
1	의사소통능력	경청 능력, 기초외국어 능력, 문서이해 능력, 문서작성 능력, 의사표현 능력
2	수리능력	기초연산 능력, 기초통계 능력, 도표분석 능력, 도표작성 능력
3	문제해결능력	문제처리 능력, 사고력
4	대인관계능력	갈등관리 능력, 고객서비스 능력, 리더십 능력, 팀워크 능력, 협상 능력
5	기술능력	기술선택 능력, 기술이해 능력, 기술적용 능력

## □ 개발·개선 이력

구 분		내 용
직무명칭(능력단위명)		반도체제조(와이어 본딩장비 운영)
분류번호	기존	1903060237_23v5
	현재	1903060237_23v5
개발·개선연도	현재	2023
	3차	2023
	2차	2019
	최초(1차)	2014
버전번호		v5
개발·개선기관	현재	전자 산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	3차	전자산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	2차	한국전자정보통신산업진흥회
	최초(1차)	한국반도체산업협회
향후 보완 연도(예정)		2029

분류번호 : 1903060238\_23v5

능력단위 명칭 : 범핑장비 운영

능력단위 정의 : 범핑장비 운영이란 반도체를 플립칩 방식으로 기판(PCB)에 부착하기 위해 웨이퍼 상태에서 전극패드를 다이의 전체 면적으로 재배선하고 범프를 형성하는 공정을 담당하는 장비를 셋업하고 유지 관리하는 능력이다.

능 력 단 위 요 소	수 행 준 거
1903060238_23v5.1 재배선장비 셋업하기	1.1 다이(칩)와 PCB를 연결하기 위해 다이에 두 줄로 형성되어 있는 패드를 다이의 전체 면적으로 분포시키는 재배선공정을 수행할 수 있다. 1.2 재배선을 형성시키기 위한 공정의 종류와 방법을 파악할 수 있다. 1.3 재배선공정에 사용되는 각종 공정장비의 원리를 파악하고 셋업할 수 있다. 1.4 재배선을 위해 사용되는 재료의 종류와 특성을 파악할 수 있다.
	【지식】 <ul style="list-style-type: none"><li>• 재배선을 형성하기 위해 필요한 공정의 종류와 조건</li><li>• 재배선에 사용되는 장비의 특성과 공정조건</li><li>• 재배선에 사용되는 재료의 종류와 경계면의 특성</li><li>• 재배선에 사용되는 재료의 공정조건</li></ul>
	【기술】 <ul style="list-style-type: none"><li>• 재배선에 사용되는 장비와 유틸리티 연결 기술</li><li>• 재배선에 사용되는 가스와 용액을 공정을 진행할 수 있는 조건으로 셋업하는 기술</li><li>• 최적의 재배선 품질을 확보할 수 있는 공정기술</li><li>• 장비 셋업시 유의해야 하는 사항에 대한 이해와 이를 해결 할 수 있는 기술</li></ul>
1903060238_23v5.2 범핑장비 셋업하기	【태도】 <ul style="list-style-type: none"><li>• 반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li><li>• 재배선의 품질을 확보할 수 있는 공정조건을 파악하려는 태도</li><li>• 재배선의 불량발생을 검출하고 해결하려는 세심한 태도</li></ul>
	2.1 범프를 생성하는 방법의 원리를 파악하고 관련 장비를 셋업할 수 있다. 2.2 다이(칩)를 PCB와 연결하기 위해 필요한 범프를 만드는 범핑공정을 수행할 수 있다. 2.3 범프를 형성시키기 위한 공정의 종류와 방법을 파악할 수 있다. 2.4 범핑공정에 사용되는 각종 공정장비의 원리를 파악하고 셋업할 수 있다. 2.5 범핑 형성을 위해 사용되는 재료의 종류와 특성을 파악하고 사용할 수 있다.
	【지식】 <ul style="list-style-type: none"><li>• 범프를 형성하기 위해 필요한 공정의 종류와 조건</li><li>• 범핑공정에 사용되는 장비의 특성과 공정조건</li><li>• 범핑공정에 사용되는 재료의 종류와 경계면의 특성</li><li>• 범핑공정에 재료의 공정조건</li></ul>
	【기술】 <ul style="list-style-type: none"><li>• 범핑공정 장비의 점검정 및 유지관리 기술</li><li>• 범핑공정을 최적화하기 위해 필요한 장비 유지관리 기술</li><li>• 범프의 크기와 간격을 필요한 수준으로 확보할 수 있는 공정기술</li><li>• 기기 매뉴얼에 기록된 고장시의 불량 유형에 대한 이해와 이를 해결 할 수 있는 기술</li></ul>

1903060238_23v5.2 범핑장비 셋업하기	<b>【태도】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li> <li>범프의 품질을 확보할 수 있는 공정조건을 파악하려는 태도</li> <li>범핑공정에서의 불량발생을 검출하고 해결하려는 세심한 태도</li> </ul>
1903060238_23v5.3 재배선장비 유지 관리하기	3.1 재배선공정에 사용되는 공정장비의 원리와 유지조건을 파악하고 관리할 수 있다. 3.2 장비의 운용설명서를 작성하고, 주기적인 사전예방 점검항목 및 점검방법을 파악할 수 있다. 3.3 각종 공정장비 구성부품의 동작원리를 파악하고 이상상황 발생 시 문제를 해결할 수 있다. 3.4 재배선공정에 사용되는 재료의 관리방법과 사용조건을 파악할 수 있다.
	<b>【지식】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>재배선공정에 사용되는 장비의 관리 방법</li> <li>재배선공정에 사용되는 장비의 부품 교환과 세정 주기</li> <li>재배선의 특성과 재배선 공정에 사용되는 반응물질</li> <li>재배선공정에 사용되는 재료의 보관과 사용조건</li> </ul>
	<b>【기술】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>재배선에 사용되는 장비의 검교정 및 유지관리 기술</li> <li>재배선을 최적화하기 위해 필요한 장비 유지관리 기술</li> <li>재배선의 두께와 폭을 필요한 수준으로 확보할 수 있는 공정기술</li> <li>기기 매뉴얼에 기록된 고장시의 불량 유형에 대한 이해와 이를 해결 할 수 있는 기술</li> </ul>
	<b>【태도】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li> <li>재배선의 품질을 개선할 수 있는 공정조건을 파악하려는 태도</li> <li>재배선의 불량발생을 검출하고 해결하려는 세심한 태도</li> </ul>
1903060238_23v5.4 범핑장비 유지 관리하기	4.1 범핑공정에 사용되는 공정장비의 원리와 유지조건을 파악하고 관리할 수 있다. 4.2 장비의 운용설명서를 작성하고, 주기적인 사전예방 점검항목 및 점검방법을 파악할 수 있다. 4.3 각종 공정장비 구성부품의 동작원리를 숙지하고 이상상황 발생 시 문제를 해결할 수 있다. 4.4 범핑공정에 사용되는 재료의 관리방법과 사용조건을 파악할 수 있다.
	<b>【지식】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>범핑공정에 사용되는 장비의 관리 방법</li> <li>범핑공정에 사용되는 장비의 부품 교환과 세정 주기</li> <li>범프의 특성과 공정을 진행하는 반응물질</li> <li>범핑공정에 사용되는 재료의 보관과 사용조건</li> </ul>
	<b>【기술】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>범핑공정에 사용되는 장비의 검교정 및 유지관리 기술</li> <li>범프 형성을 최적화하기 위해 필요한 장비 유지관리 기술</li> <li>범프의 크기와 간격을 필요한 수준으로 확보할 수 있는 공정기술</li> <li>기기 매뉴얼에 기록된 고장시의 불량 유형에 대한 이해와 이를 해결 할 수 있는 기술</li> </ul>
	<b>【태도】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li> <li>범프의 품질을 개선할 수 있는 공정조건을 파악하려는 태도</li> <li>범프의 불량발생을 검출하고 해결하려는 세심한 태도</li> </ul>

## □ 적용범위 및 작업상황

### 고려사항

-범핑공정장비는 와이어 본딩장비에 비해 크기가 작고 기판관의 연결이 짧아 여러 가지 장점이 있으나, 테스트가 어렵고 연결지점들을 검사하기 위해 X-ray 장비 등이 필요하다는 단점이 있다.

-범핑공정을 위해서는 포토공정을 비롯해 식각, 에칭, 스퍼터링, 세정, CMP, 백-그라인딩 등의 원리를 이용한 장비가 필요하다.

-Loader, L/F Stacker, L/F Transfer, Epoxy Head, 웨이퍼 Cassette, 웨이퍼 Transfer, 웨이퍼 스테이지, Attach Head, Indexer, Unloader 등

-와이어, Bonding Tool, Loop Profile, Capillary

-볼스크류모터, 보이스코일모터, 리니어모터

-L/F Stacker, Epoxy Heating, 프레스, 몰딩, 금형, Resin Feeder, Tray Carrier Elevator, Loader Buffer, Cleaner Buffer, Tray Cleaner 등

-L/F Stacker, Epoxy Heating, 몰딩 금형, Epoxy powder, Tray Carrier Elevator, Loader Buffer 등

### 자료 및 관련 서류

- 패키징 장비 설명서

### 장비 및 도구

- 재배선 및 범핑 장비
- 광학현미경
- 측정용 장비
- 방진복, 마스크, 제전장갑 등

### 재료

- 해당사항 없음

## □ 평가지침

### 권장평가방법

• 평가자는 능력단위 범평장비 운영의 수행준거에 제시되어 있는 내용을 평가하기 위해 이론과 실기를 나누어 평가하거나 종합적인 결과물의 평가 등 다양한 평가 방법을 사용할 수 있다. • 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.

권 장 평 가 방 법	평 가 유 형	
	과 정 평 가	결 과 평 가
A.포트폴리오		
B.문제해결 시나리오	V	
C.서술형시험	V	V
D.논술형시험		
E.사례연구		
F.평가자 질문		V
G.평가자 체크리스트		V
H.피평가자 체크리스트		
I.일지/저널		
J.역할연기		
K.구두발표		
L.작업장평가	V	
M.기타		

### 평가시 고려사항



- 수행준거에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행할 수 있는지를 평가해야 한다.
  - 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.
- 재배선공정 수행 능력
  - 재배선공정 종류와 방법 파악 여부
  - 재배선공정 공정장비 셋업 능력
  - 재배선재료 종류와 특성 파악 여부
  - 범프장비 셋업 능력
  - 범핑공정 수행 능력
  - 범프공정 종류와 방법 파악 여부
  - 범핑공정 공정장비 셋업 능력
  - 범핑재료 종류와 특성 파악 여부
  - 재배선공정 공정장비 원리와 유지조건 파악 여부
  - 재배선공정 사전예방 점검항목 및 점검방법 파악 여부
  - 재배선공정 공정장비 구성부품 문제해결 능력
  - 재배선재료 관리방법과 사용조건 파악 여부
  - 범핑공정 공정장비 원리와 유지조건 관리 능력
  - 범핑공정 장비 사전예방 점검항목 및 점검방법 파악 여부
  - 범핑공정 공정장비 구성부품 문제해결 능력
  - 범핑공정재료 관리방법과 사용조건 파악 여부

## □ 관련기초능력

순번	관 련 기 초 능 력	
	주 요 영 역	하 위 영 역
1	의사소통능력	경청 능력, 기초외국어 능력, 문서이해 능력, 문서작성 능력, 의사표현 능력
2	수리능력	기초연산 능력, 기초통계 능력, 도표분석 능력, 도표작성 능력
3	문제해결능력	문제처리 능력, 사고력
4	대인관계능력	갈등관리 능력, 고객서비스 능력, 리더십 능력, 팀워크 능력, 협상 능력
5	기술능력	기술선택 능력, 기술이해 능력, 기술적용 능력

## □ 개발·개선 이력

구 분		내 용
직무명칭(능력단위명)		반도체제조(범평장비 운영)
분류번호	기존	1903060238_23v5
	현재	1903060238_23v5
개발·개선연도	현재	2023
	3차	2023
	2차	2019
	최초(1차)	2014
버전번호		v5
개발·개선기관	현재	전자 산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	3차	전자산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	2차	한국전자정보통신산업진흥회
	최초(1차)	한국반도체산업협회
향후 보완 연도(예정)		2029

분류번호 : 1903060239\_23v5

능력단위 명칭 : 플립칩 본딩장비 운영

능력단위 정의 : 플립칩 본딩장비 운영이란 반도체를 플립칩 방식으로 PCB에 부착하기 위하여 웨이퍼에서 분리된 다이를 범프가 PCB를 향하도록 배치시킨 후 PCB에 접합하는 공정을 담당하는 장비를 셋업하고 유지 관리하는 능력이다.

능 력 단 위 요 소	수 행 준 거
1903060239_23v5.1 플립칩 본딩장비 셋업하기	<p>1.1 플립칩이 접합될 PCB에 플렉스를 도포하는 스크린 프린터를 셋업할 수 있다.</p> <p>1.2 재배선과 범프가 형성된 웨이퍼의 분리(쏘잉) 공정을 통해 웨이퍼에서 분리된 다이(칩)를 범프가 PCB를 향하도록 배치시키는 칩 마운팅 장비를 셋업할 수 있다.</p> <p>1.3 PCB에 올려진 플립칩을 고온에 노출시켜 솔더가 녹았다가 굳게하는 과정을 통해 PCB에 접합시키는 리플로우 장비를 셋업할 수 있다..</p> <p>1.4 플립칩 본딩 후 모든 범프가 PCB와 연결이 되었는지 확인하는 X-Ray 장비를 셋업할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 플렉스를 PCB의 정해진 위치에 도포하는데 사용되는 마스크와 스크린 프린팅 장비</li><li>• 플립칩을 PCB의 정해진 위치에 올려놓는 플립칩 마운팅 장비 지식</li><li>• 플립칩을 PCB에 고정시키기 위해 진행하는 리플로우 공정</li><li>• 리플로우 공정이 완료된 후 플렉스를 제거하는 세정 공정</li></ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• PCB에 플렉스를 도포할 때 사용하는 마스크를 설계 및 제작 기술</li><li>• 마스크를 이용해서 플렉스를 정해진 위치에 도포하는 스크린 프린팅 장비 셋업 기술</li><li>• 플립칩을 PCB의 정해진 위치에 마운팅 할 수 있도록 셋업할 수 있는 기술</li><li>• 플립칩이 PCB에 본딩강도를 유지하면서 고정될 수 있도록 리플로우 장비를 셋업할 수 있는 기술</li></ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li><li>• 플립칩의 본딩 상태를 검사하여 문제가 발생하지 않도록 하려는 세심한 태도</li><li>• 플립칩 본딩을 최적의 상태로 진행하려고 하는 적극적 의지</li></ul>
1903060239_23v5.2 플립칩 본딩장비 유지 관리하기	<p>2.1 플립칩 본딩장비에 사용되는 장비의 원리와 유지조건을 파악하고 관리할 수 있다.</p> <p>2.2 플립칩 본딩공정에 사용되는 장비의 운용설명서를 작성하고 주기적인 사전예방 점검항목 및 점검방법을 파악할 수 있다.</p> <p>2.3 플립칩 본딩공정에 사용되는 공정장비 구성부품의 동작원리를 파악하고 이상상황 발생 시 문제를 해결할 수 있다.</p> <p>2.4 플립칩과 PCB의 접합 강도를 측정하기 위해 전단 하중 테스트를 진행할 수 있다.</p> <p>2.5 플립칩 본딩공정에 사용되는 재료의 관리방법과 사용조건을 파악할 수 있다.</p>

<p>1903060239_23v5.2</p> <p>플립칩 본딩장비 유지 관리하기</p>	<p><b>【지식】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 플럭스의 보관조건과 사용조건</li> <li>• 솔더의 성분에 따른 리플로우 온도와 공정 조건</li> <li>• 범프 크기 미세화에 따른 범프의 특성과 리플로우 조건</li> <li>• 플립칩과 PCB의 접합상태를 확인하고 접합강도를 측정하는 방법</li> </ul> <p><b>【기술】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 범프 성분과 크기에 따른 리플로우 장비의 온도와 공정조건 조절 기술</li> <li>• 플립칩의 종류에 따라 달라지는 다양한 공정 진행 능력</li> <li>• 플립칩 본딩 관련 불량유형별 문제해결 능력</li> <li>• 플립칩과 PCB의 접합상태 최적화 및 평가 기술</li> </ul> <p><b>【태도】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li> <li>• 플립칩과 PCB의 본딩상태를 검사하고 개선하려는 세심한 태도</li> <li>• 불량요소를 해결하려는 적극적 의지</li> </ul>
<p>1903060239_23v5.3</p> <p>언더필장비 셋업하기</p>	<p>3.1 플립칩과 PCB 사이에 언더필을 형성하는 방법의 원리를 파악하고 언더필 장비를 셋업할 수 있다.</p> <p>3.2 언더필 재료의 특성을 파악하고 공정조건을 셋업해서 언더필 공정을 수행할 수 있다.</p> <p>3.3 언더필 후에 재료를 경화시키는 장비를 셋업하고 경화 공정을 수행할 수 있다.</p> <p>3.4 언더필 공정 진행 후 X-Ray 장비를 이용해서 언더필 된 부분에 기포가 있는지 검사하여 불량 유무를 확인할 수 있다.</p> <p><b>【지식】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 플립칩과 PCB 사이에 언더필 진행 공정</li> <li>• 언더필 재료의 특성과 공정조건</li> <li>• 언더필 재료의 경화특성과 조건</li> <li>• 언더필 품질 확인 및 최적의 공정조건 셋업 지식</li> </ul> <p><b>【기술】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 플립칩과 PCB 사이에 언더필을 할 수 있는 공정기술</li> <li>• 언더필 방법에 따라 달라지는 공정 진행 기술</li> <li>• 언더필 공정이 제대로 진행되었는지 판단할 수 있는 기술</li> <li>• 언더필 불량이 발생하지 않도록 장비를 셋업할 수 있는 기술</li> </ul> <p><b>【태도】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li> <li>• 범프의 크기와 피치에 따른 언더필 조건을 파악하려는 세심한 태도</li> <li>• 언더필의 불량 유형을 확인하고 해결하려는 적극적인 의지</li> </ul>
<p>1903060239_23v5.4</p> <p>언더필장비 유지 관리하기</p>	<p>4.1 언더필 공정에 사용되는 재료의 교체 주기를 파악하고 적절한 시기에 재료를 보충할 수 있다.</p> <p>4.2 플립칩과 PCB 사이에 언더필을 형성하는데 사용되는 도구의 상태를 확인하고 교체할 수 있다.</p> <p>4.3 범프의 크기와 피치에 따른 언더필 조건을 확인하고 언더필 공정을 수행할 수 있다.</p> <p>4.4 언더필 상태를 검사하고 불량발생 시 이를 해결할 수 있다.</p> <p><b>【지식】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 범프의 크기와 피치에 따른 언더필 재료의 특성 차이</li> <li>• 언더필 재료의 보관과 사용조건</li> <li>• 언더필 재료의 공정조건과 경화조건</li> <li>• 언더필 상태를 확인할 수 있는 방법</li> </ul>

<p>1903060239_23v5.4</p> <p>언더필장비 유지 관리하 기</p>	<p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 범프의 크기와 피치에 따른 언더필 재료의 공정조건 차이 파악 및 장비 세팅 기술</li> <li>• 언더필 재료의 특성에 따른 경화에 사용되는 장비의 공정조건 세팅 기술</li> <li>• 언더필 상태 검사장비 유지관리 기술</li> <li>• 언더필의 불량유형에 따른 원인 파악 및 해결 기술</li> </ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li> <li>• 언더필 재료의 관리 조건과 보충 주기를 파악하여 대처하려는 적극적인 태도</li> <li>• 언더필의 품질을 확인하고 유지하려는 세심한 태도</li> </ul>
--	---

## □ 적용범위 및 작업상황

### 고려사항

-PCB의 원하는 위치에 마스크를 이용해서 플렉스를 바르는 스크린 프린터 동작기술이 플립칩의 본딩 특성을 좌우하는 중요한 요인이 된다.

-범프가 형성된 웨이퍼에서 분리 공정이 완료된 다이를 범프가 PCB를 마주하도록 칩을 PCB의 정확한 위치에 마운팅하는 작업이 필요하다.

-PCB에 올려진 플립칩을 리플로우 공정을 진행하여 플립칩과 PCB가 접합되도록 공정조건을 유지해야 한다.

-플립칩과 PCB 접합이 완료된 후 플립칩과 PCB 사이 공간을 채워주는 언더필 공정을 진행해야 한다.

-언더필 공정을 진행한 후 플립칩의 범프와 PCB가 제대로 접합이 되고 언더필 공정을 진행할 때 기포가 발생하지 않았는지 X-ray 검사장비를 이용하여 확인해야 한다.

### 자료 및 관련 서류

- 패키징 장비 설명서

### 장비 및 도구

- 플렉스 스크린 프린트 장비
- 칩 마운팅 장비
- 리플로우 장비
- 언더필 장비
- X-ray 검사 장비
- 측정용 장비
- 방진복, 마스크, 제전장갑 등

### 재료

- 해당사항 없음

## □ 평가지침

### 권장평가방법

- 평가자는 능력단위 플립칩 본당장비 운영의 수행준거에 제시되어 있는 내용을 평가하기 위해 이론과 실기를 나누어 평가하거나 종합적인 결과물의 평가 등 다양한 평가 방법을 사용할 수 있다.
- 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.

권 장 평 가 방 법	평 가 유 형	
	과 정 평 가	결 과 평 가
A.포트폴리오		
B.문제해결 시나리오	V	
C.서술형시험	V	V
D.논술형시험		
E.사례연구		
F.평가자 질문		V
G.평가자 체크리스트		V
H.피평가자 체크리스트		
I.일지/저널		
J.역할연기		
K.구두발표		
L.작업장평가	V	
M.기타		

### 평가지 고려사항

- 수행준거에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행할 수 있는지를 평가해야 한다.
  - 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.
- 스크린프린터 셋업 능력
  - 칩마운팅장비 셋업 능력
  - 리플로우장비 셋업 능력
  - X-Ray장비 셋업 능력
  - 플립칩 본딩장비 관리 능력
  - 플립칩 본딩공정 사전예방 점검항목 및 점검방법 파악 여부
  - 플립칩 본딩공정 구성부품 문제해결 능력
  - 전단 하중테스트 진행 능력
  - 언더필장비 셋업 능력
  - 언더필공정 수행 능력
  - 경화공정 수행 능력
  - 언더필 불량 확인 능력
  - 플립칩 본딩공정 재료 관리방법과 사용조건 파악 여부
  - 언더필공정 재료 보충 능력
  - 언더필 형성에 사용되는 도구 교체 능력
  - 언더필공정 수행 능력
  - 언더필 불량해결 능력

## □ 관련기초능력

순번	관 련 기 초 능 력	
	주 요 영 역	하 위 영 역
1	의사소통능력	경청 능력, 기초외국어 능력, 문서이해 능력, 문서작성 능력, 의사표현 능력
2	수리능력	기초연산 능력, 기초통계 능력, 도표분석 능력, 도표작성 능력
3	문제해결능력	문제처리 능력, 사고력
4	대인관계능력	갈등관리 능력, 고객서비스 능력, 리더십 능력, 팀워크 능력, 협상 능력
5	기술능력	기술선택 능력, 기술이해 능력, 기술적용 능력



## □ 개발·개선 이력

구 분		내 용
직무명칭(능력단위명)		반도체제조(플립칩 본딩장비 운영)
분류번호	기존	1903060239_23v5
	현재	1903060239_23v5
개발·개선연도	현재	2023
	3차	2023
	2차	2019
	최초(1차)	2014
버전번호		v5
개발·개선기관	현재	전자 산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	3차	전자산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	2차	한국전자정보통신산업진흥회
	최초(1차)	한국반도체산업협회
향후 보완 연도(예정)		2029

분류번호 : 1903060240\_23v5

능력단위 명칭 : 몰딩장비 운영

능력단위 정의 : 몰딩장비 운영이란 와이어 본딩이 완료된 반도체 제품을 외부환경으로부터 보호하기 위하여 태블릿이나 분말형태의 EMC(Epoxy Molding Compound)를 이용해서 몰딩하는 공정을 담당하는 장비를 셋업하고 유지 관리하는 능력이다.

능 력 단 위 요 소	수 행 준 거
1903060240_23v5.1 몰딩장비 셋업하기	<p>1.1 몰딩장비를 셋업하고 몰딩공정을 진행할 수 있다.</p> <p>1.2 몰딩장비에 사용되는 각종 센서의 작동을 제어할 수 있다.</p> <p>1.3 금형의 특성을 파악하고 금형에 맞는 몰딩조건들을 설정할 수 있다.</p> <p>1.4 몰딩공정에서의 압력, 속도, 온도와 같은 공정조건을 결정하고 셋업할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 몰딩장비 공정 진행방법</li><li>• 몰딩장비 공정 순서</li><li>• 몰딩장비 센서 작동 원리 및 제어</li></ul> <p>- Tablet Separator, L/F Shift 도착 센서, 피더 도착 감지 센서 등</p> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 공정조건을 파악하고 장비를 셋업하여 몰딩공정을 진행할 수 있는 기술</li><li>• 몰딩재료의 형태와 특성에 따른 공정조건의 차이를 이해하고 셋업할 수 있는 기술</li><li>• 장비에 문제가 발생할 때 설명서에 기록된 에러코드를 파악하고 해결할 수 있는 기술</li><li>• 주요 유틸리티(별크 가스, 전기, 웨이퍼, 배기, 배수로) 점검 기술</li></ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li><li>• 최적의 몰딩공정을 찾아내려고 하는 적극적인 자세</li><li>• 불량발생을 검출하려는 세심한 자세</li></ul>
1903060240_23v5.2 몰딩재료 관리하기	<p>2.1 각 봉지재(EMC; Epoxy Molding Compound) 모델별 특성을 파악하고 그에 맞는 몰딩에 영향을 주는 인자를 최적화할 수 있다.</p> <p>2.2 몰딩재료의 보관과 공정조건을 관리할 수 있다.</p> <p>2.3 몰딩재료의 성분을 파악하고 몰딩 불량 발생 시 해결할 수 있다.</p> <p>2.4 몰딩 불량의 종류를 파악하고 문제 발생 시 몰딩조건을 관리할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• EMC(Epoxy Molding Compound)의 구성 성분과 물성 특성</li><li>• EMC의 신뢰도 특성</li><li>• 금형의 상태를 파악하고 이물질을 제거하는 방법</li><li>• EMC 타블렛과 왁스 컴파운드</li><li>• 분말 봉지재 트레이의 동작 방식</li></ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 몰딩 재료의 특성에 따라 유지관리하고 조작하는 기술</li><li>• 봉지재 가열온도 및 압력조건 최적화 유지를 위한 기술</li><li>• 몰딩 불량 발생 시 문제를 파악하고 이를 해결하는 기술</li><li>• 몰딩 품질을 확보하기 위해 금형의 상태를 파악하고 문제를 해결하는 기술</li></ul>

1903060240_23v5.2 몰딩재료 관리하기	<b>【태도】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li> <li>몰딩공정 조건에 따른 몰딩 상태의 차이를 파악하려는 적극적인 자세</li> <li>불량 특성에 영향을 미치는 요인을 찾아내려는 세심한 자세</li> </ul>
1903060240_23v5.3 몰딩장비 유지 관리하기	3.1 몰딩불량이 생기지 않도록 장비를 유지 관리할 수 있다. 3.2 몰딩공정에서 발생하는 불량현상에 따라 공정조건을 제어하여 불량문제를 해결할 수 있다. 3.3 몰딩방식에 따른 금형의 특성 차이를 파악하고 공정에 맞도록 금형을 셋업해서 공정을 진행할 수 있다. 3.4 몰딩재료의 형태와 특성에 따라 공정조건을 셋업하고 공정을 진행할 수 있다.
	<b>【지식】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>몰딩방식에 따라 달라지는 장비의 안정적인 사용방법</li> <li>몰딩재료의 보관과 사용조건</li> <li>몰딩재료의 종류와 특성에 따라 금형온도와 몰딩조건을 셋팅하는 방법</li> <li>몰딩불량의 종류와 해결방법</li> </ul>
	<b>【기술】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>몰딩장비의 운전, 교정 및 유지관리 기술</li> <li>몰딩재료의 종류와 특성에 따라 공정조건을 셋업하고 공정을 진행할 수 있는 기술</li> <li>금형의 상태를 점검하여 몰딩품질을 유지할 수 있도록 유지 관리하는 기술</li> <li>몰딩재료의 보관조건과 사용조건을 관리하여 몰딩 품질을 유지할 수 있는 기술</li> </ul>
	<b>【태도】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li> <li>수시로 몰딩상태를 점검하여 몰딩품질을 향상시키려는 적극적인 자세</li> <li>몰딩재료의 보관조건과 사용조건을 수시로 점검하고 확인하는 세심한 자세</li> </ul>

## □ 적용범위 및 작업상황

### 고려사항

-와이어 본딩공정이 끝난 반도체 소자에 봉지재 덩어리(태블릿)를 가열하여 젤 상태로 만든 후 프레스로 압력을 가하여 금형의 경로를 따라 몰딩하는 장비를 조작 및 운영하는 업무에 적용한다.

-봉지재의 구성재료는 필러, 에폭시수지, 경화제, 난연제, 정화촉진제, 이형제, 개질제, 착색제 등이 있다.

-봉지재는 온도 및 가열시간에 따라 몰딩 특성에 큰 영향을 끼치므로 반도체 패키지의 특성에 맞도록 조건을 변화시켜야 한다.

-몰딩은 고온조건에서 고압의 프레스가 작동하면서 이루어지므로 고온 및 고압에 의한 부상에 주의해야 한다.

### 자료 및 관련 서류

- 패키징 장비 설명서

### 장비 및 도구

- 몰딩 장비
- 광학현미경
- 측정용 장비
- 방진복, 마스크, 제전장갑 등

### 재료

- 해당사항 없음

## □ 평가지침

### 권장평가방법

• 평가자는 능력단위 몰딩장비 운영의 수행준거에 제시되어 있는 내용을 평가하기 위해 이론과 실기를 나누어 평가하거나 종합적인 결과물의 평가 등 다양한 평가 방법을 사용할 수 있다. • 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.

권 장 평 가 방 법	평 가 유 형	
	과 정 평 가	결 과 평 가
A.포트폴리오		
B.문제해결 시나리오	V	
C.서술형시험	V	V
D.논술형시험		
E.사례연구		
F.평가자 질문		V
G.평가자 체크리스트		V
H.피평가자 체크리스트		
I.일지/저널		
J.역할연기		
K.구두발표		
L.작업장평가	V	
M.기타		

### 평가지 고려사항

- 수행준거에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행할 수 있는지를 평가해야 한다.
  - 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.
- 몰딩장비 셋업 및 몰딩공정 진행 능력
  - 몰딩장비 센서 작동 제어 능력
  - 금형에 맞는 몰딩조건 설정 능력
  - 몰딩공정 공정조건 결정 및 셋업 능력
  - 몰딩에 영향을 주는 인자 최적화 능력
  - 몰딩재료 보관과 공정조건 관리 능력
  - 몰딩재료 불량해결 능력
  - 몰딩조건 관리 능력
  - 몰딩장비 유지관리 능력
  - 몰딩공정 불량해결 능력
  - 몰딩방식에 따른 공정 진행 능력
  - 몰딩재료 형태와 특성에 따른 공정 진행 능력

## □ 관련기초능력

순번	관 련 기 초 능 력	
	주 요 영 역	하 위 영 역
1	의사소통능력	경청 능력, 기초외국어 능력, 문서이해 능력, 문서작성 능력, 의사표현 능력
2	수리능력	기초연산 능력, 기초통계 능력, 도표분석 능력, 도표작성 능력
3	문제해결능력	문제처리 능력, 사고력
4	대인관계능력	갈등관리 능력, 고객서비스 능력, 리더십 능력, 팀워크 능력, 협상 능력
5	기술능력	기술선택 능력, 기술이해 능력, 기술적용 능력

## □ 개발·개선 이력

구 분		내 용
직무명칭(능력단위명)		반도체제조(물딩장비 운영)
분류번호	기존	1903060240_23v5
	현재	1903060240_23v5
개발·개선연도	현재	2023
	3차	2023
	2차	2019
	최초(1차)	2014
버전번호		v5
개발·개선기관	현재	전자 산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	3차	전자산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	2차	한국전자정보통신산업진흥회
	최초(1차)	한국반도체산업협회
향후 보완 연도(예정)		2029

분류번호 : 1903060241\_23v5

능력단위 명칭 : 레이저 마킹장비 운영

능력단위 정의 : 레이저 마킹장비 운영이란 몰딩이 완료된 반도체 패키지 표면에 제품에 대한 정보를 기록하는 공정을 담당하는 장비를 셋업하고 유지 관리하는 능력이다.

능 력 단 위 요 소	수 행 준 거
1903060241_23v5.1 레이저 마킹장비 셋업하기	<p>1.1 레이저 마킹장비를 셋업하고 기관공급부, 비전검사부, 레이저출력부의 상태를 점검할 수 있다.</p> <p>1.2 필요한 마킹정보를 반도체 표면에 표시할 수 있도록 소프트웨어를 조작할 수 있다.</p> <p>1.3 마킹품질을 확인하는 비전시스템을 패키지 특성에 맞게 조작할 수 있다.</p> <p>1.4 마킹상태를 확인하고 불량이 발생했을 경우 문제를 해결할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 레이저 마킹장비 동작원리와 주요 구성품</li><li>• 레이저의 종류에 따른 특성과 구동원리</li><li>• 마킹재료에 따른 마킹특성과 조건</li><li>• 필요한 마킹정보를 형성하기 위한 레이저 출력 시작시간과 종료시간</li></ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 레이저 마킹장비 셋업 기술</li><li>• 원하는 마킹정보를 반도체 표면에 형성하기 위해 필요한 소프트웨어 조작기술</li><li>• 원하는 정보를 반도체 표면에 마킹할 수 있도록 장비를 세팅하는 기술</li><li>• 마킹을 검사하는 비전시스템 제어 기술</li></ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li><li>• 장비의 성능평가에 대해 공정성을 유지하려는 자세</li><li>• 불량요소를 해결하려는 적극적 의지</li></ul>
1903060241_23v5.2 레이저 마킹재료 관리하기	<p>2.1 레이저 마킹이 진행될 재료의 레이저에 대한 특성을 파악하고 장비의 마킹 프로그램을 셋업할 수 있다.</p> <p>2.2 레이저 마킹 작업이 완료된 표면의 마킹 상태를 확인하고 최적의 마킹 품질을 확보할 수 있도록 레이저의 출력과 마킹 시간을 제어할 수 있다.</p> <p>2.3 레이저 마킹 불량이 발생했을 때 마킹되는 재료의 특성에 따라 마킹장비를 제어하여 원하는 마킹 품질을 확보할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 레이저 마킹이 진행되는 재료의 마킹 특성</li><li>• 레이저의 종류와 파장에 따른 마킹 특성</li><li>• EMC(Epoxy Molding Compound)의 표면특성과 레이저 마킹 원리</li></ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 마킹재료의 종류와 표면특성에 따라 마킹 장비를 셋업할 수 있는 기술</li><li>• 마킹재료와 마킹장비에서 사용되는 레이저의 특성을 연계시킬 수 있는 기술</li><li>• 마킹재료에 따른 마킹불량을 분석하여 문제를 해결할 수 있는 기술</li></ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li><li>• 마킹이 진행되는 재료와 장비의 특성을 파악하려는 의지</li><li>• 불량요소를 해결하려는 적극적 의지</li></ul>



1903060241_23v5.3 레이저 마킹장비 유지 관리하기	<p>3.1 레이저 마킹장비의 구성요소를 파악하고 설치설명서에 따라 셋업할 수 있다.</p> <p>3.2 레이저 마킹장비의 기관공급부, 비전검사부, 레이저출력부를 점검할 수 있다.</p> <p>3.3 레이저 마킹장비의 구동 프로세스를 파악하고 각 모듈을 점검할 수 있다.</p> <p>3.4 레이저 마킹장비를 설치하고 마킹작업을 진행한 후 마킹상태를 확인하고 불량현상을 해결할 수 있다.</p>
	<p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 레이저 마킹장비 유지관리</li> <li>• 레이저 마킹장비에 사용되는 부품의 관리와 교환</li> <li>• 마킹재료와 레이저 종류와 특성</li> <li>• 레이저의 입출력 시간과 마킹정보의 특성</li> </ul>
	<p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 레이저 마킹장비를 유지관리하고 교정할 수 있는 기술</li> <li>• 패키지에 원하는 마킹을 하기 위해 마킹 프로그램에 정보를 입력할 수 있는 기술</li> <li>• 마킹재료의 특성과 상태에 따라 마킹정보를 입력할 수 있는 기술</li> <li>• 장비고장시 설명서에 기록된 에러코드를 이해하고 문제를 해결할 수 있는 기술</li> </ul>
	<p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li> <li>• 레이저 마킹장비의 상태를 최적으로 준수하려는 의지</li> <li>• 마킹불량의 종류를 파악하고 장비운용 원칙을 준수해서 마킹품질을 확보하려는 자세</li> </ul>

## □ 적용범위 및 작업상황

### 고려사항

-레이저 마킹은 반도체 소자에 대한 정보를 나타내는 핵심적인 요소이므로 마킹할 정보를 정확하게 파악하고 마킹 표시가 선명하게 나타낼 수 있도록 레이저 마킹 장비의 특성에 대해 잘 파악하고 있어야 한다.

-몰딩이 완료된 제품이 레이저 마킹 장비에 투입될 때 제품의 기준점을 인식하여 올바른 방향으로 투입되고 정해진 위치에 제대로 마킹이 될 수 있도록 주의해야 한다.

-레이저 마킹이 시작되는 시간과 종료되는 시간을 정확하게 셋팅하여 마킹이 부정확하게 되지 않도록 주의해야 한다.

-마킹이 이루어질 패키지의 봉지재의 마킹에 대한 특성을 파악하여 마킹이 선명하게 표시될 수 있도록 주의해야 한다.

### 자료 및 관련 서류

- 패키징 장비 설명서

### 장비 및 도구

- 마킹 장비
- 광학현미경
- 측정용 장비
- 방진복, 마스크, 제전장갑 등

### 재료

- 해당사항 없음

## □ 평가지침

### 권장평가방법

- 평가자는 능력단위 레이저 마킹장비 운영의 수행준거에 제시되어 있는 내용을 평가하기 위해 이론과 실기를 나누어 평가하거나 종합적인 결과물의 평가 등 다양한 평가 방법을 사용할 수 있다.
- 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.

권 장 평 가 방 법	평 가 유 형	
	과 정 평 가	결 과 평 가
A.포트폴리오		
B.문제해결 시나리오	V	
C.서술형시험	V	V
D.논술형시험		
E.사례연구		
F.평가자 질문		V
G.평가자 체크리스트		V
H.피평가자 체크리스트		
I.일지/저널		
J.역할연기		
K.구두발표		
L.작업장평가	V	
M.기타		

### 평가지 고려사항

- 수행준거에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행할 수 있는지를 평가해야 한다.
  - 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.
- 레이저 마킹장비 셋업 능력
  - 마킹정보를 반도체 표면에 표시하는 소프트웨어 조작 능력
  - 비전시스템 조작 능력
  - 마킹상태 불량문제 해결 능력
  - 장비의 마킹 프로그램 셋업 능력
  - 레이저 출력과 마킹 시간 제어 능력
  - 마킹장비 제어 및 마킹품질 확보 능력
  - 레이저 마킹장비의 기판공급부, 비전검사부, 레이저출력부 점검 능력
  - 레이저 마킹장비 모듈 점검 능력
  - 레이저 마킹장비 불량해결 능력

## □ 관련기초능력

순번	관 련 기 초 능 력	
	주 요 영 역	하 위 영 역
1	의사소통능력	경청 능력, 기초외국어 능력, 문서이해 능력, 문서작성 능력, 의사표현 능력
2	수리능력	기초연산 능력, 기초통계 능력, 도표분석 능력, 도표작성 능력
3	문제해결능력	문제처리 능력, 사고력
4	대인관계능력	갈등관리 능력, 고객서비스 능력, 리더십 능력, 팀워크 능력, 협상 능력
5	기술능력	기술선택 능력, 기술이해 능력, 기술적용 능력

## □ 개발·개선 이력

구 분		내 용
직무명칭(능력단위명)		반도체제조(레이저 마킹장비 운영)
분류번호	기존	1903060241_23v5
	현재	1903060241_23v5
개발·개선연도	현재	2023
	3차	2023
	2차	2019
	최초(1차)	2014
버전번호		v5
개발·개선기관	현재	전자 산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	3차	전자산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	2차	한국전자정보통신산업진흥회
	최초(1차)	한국반도체산업협회
향후 보완 연도(예정)		2029

분류번호 : 1903060242\_23v5

능력단위 명칭 : 도금장비 운영

능력단위 정의 : 도금장비 운영이란 리드프레임을 사용하는 반도체 패키지 리드의 전도성을 증가시키고 부식을 방지하기 위하여 표면에 얇은 막을 입히는 장비를 셋업하고 유지 관리하는 능력이다.

능 력 단 위 요 소	수 행 준 거
1903060242_23v5.1 도금장비 셋업하기	<p>1.1 도금공정에 사용되는 장비의 종류와 공정조건을 파악하여 장비를 셋업할 수 있다.</p> <p>1.2 도금에 사용되는 물질의 종류와 특성을 파악하고 도금장비를 셋업할 수 있다.</p> <p>1.3 도금원리를 이해하고 공정의 주요인자를 파악하여 도금품질을 확보할 수 있다.</p> <p>1.4 반도체의 전도성을 증가시키고 부식을 방지할 수 있는 막의 특성을 파악하고 필요한 박막상태를 확보할 수 있는 공정조건을 셋업할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 도금의 원리와 사용되는 공정장비 지식</li><li>• 도금에 사용되는 물질의 종류와 공정조건</li><li>• 도금품질을 확보할 수 있는 도금액의 구성</li><li>• 환경문제를 발생시키지 않을 수 있는 도금액의 구성과 처리방법</li></ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 도금장비를 셋팅하고 운영할 수 있는 기술</li><li>• 도금장비의 공정조건을 셋업하는 기술</li><li>• 원하는 도금품질을 확보할 수 있는 기술</li><li>• 다양한 도금 재료를 이용해서 도금을 할 수 있는 기술</li></ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li><li>• 도금에 영향을 주는 주요 인자를 찾아내고 도금품질을 확보하려는 적극적 의지</li><li>• 도금공정에서 발생할 수 있는 물질에 의한 환경오염을 최소화하려는 적극적인 의지</li></ul>
1903060242_23v5.2 도금재료 관리하기	<p>2.1 도금에 사용되는 도금액의 특성을 파악하고 최적의 도금 품질을 확보할 수 있는 공정조건을 운영할 수 있다.</p> <p>2.2 도금에 사용되는 재료의 특성에 따라 도금공정을 진행할 수 있다.</p> <p>2.3 도금에 사용되는 재료의 보관과 유지보수 방법을 파악하여 최적의 도금 품질을 확보할 수 있다.</p> <p>2.4 도금액과 공정에서 발생하는 물질의 환경기준을 파악하고 환경문제 발생에 대처할 수 있도록 공정기준을 확보할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 도금 공정장비의 동작원리 및 주요 구성모듈 지식</li><li>• 도금액의 성분과 도금공정 조건에 따른 도금상태</li><li>• 도금품질을 확보할 수 있는 도금액의 구성과 공정조건</li><li>• 환경문제를 발생시키지 않을 도금액의 구성과 처리방법</li></ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 도금장비를 구성하는 모듈의 유지관리 기술</li><li>• 박막을 형성할 수 있는 도금액의 성분을 결정하고 관리하는 기술</li><li>• 도금액의 종류와 특성에 따른 도금공정 조건을 유지 관리하는 기술</li><li>• 환경문제를 발생시키지 않을 도금액의 구성과 처리방법에 대한 지식</li></ul>

<p>1903060242_23v5.2 도금재료 관리하기</p>	<p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li> <li>도금에 영향을 주는 주요 인자를 찾아내고 도금품질을 확보하려는 적극적 의지</li> <li>도금불량을 검출하고 해결하려는 세심한 관찰력</li> </ul>
<p>1903060242_23v5.3 도금장비 유지 관리하기</p>	<p>3.1 도금공정에 사용되는 장비의 구성요소를 파악하고 도금 재료의 상태를 주기적으로 관리하여 공정을 최적의 상태로 유지할 수 있다.</p> <p>3.2 도금에 사용되는 재료의 보관과 사용 방법을 준수하고 공정조건을 파악하여 도금 품질을 확보할 수 있다.</p> <p>3.3 도금에 사용되는 재료의 종류와 특성에 따라 도금 공정을 진행할 수 있다.</p> <p>3.4 도금액과 공정에서 발생하는 물질의 환경기준을 파악하고 환경문제 발생에 대처할 수 있도록 공정기준을 확보할 수 있다.</p>
	<p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>도금공정의 종류와 방법</li> <li>도금품질에 영향을 주는 인자</li> <li>도금에 사용되는 물질의 보관과 사용조건</li> <li>도금품질에 영향을 미치는 인자</li> <li>환경문제를 발생시키지 않을 도금액의 구성과 처리방법</li> </ul>
	<p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>도금에 필요한 장비의 유지관리 기술</li> <li>필요한 박막을 형성하기 위한 도금액의 성분을 결정하고 관리하는 기술</li> <li>도금액의 종류와 특성에 따라 도금공정의 조건을 유지 관리하는 기술</li> </ul>
	<p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li> <li>도금불량을 검출하고 해결하려는 세심한 관찰력</li> <li>도금특성을 유지하기 위해 도금장비를 관리하는 적극적인 태도</li> </ul>

## □ 적용범위 및 작업상황

### 고려사항

- 도금이 리드프레임 부분에 정확하게 진행될 수 있도록 도금액의 성분이 잘 구성되어야 한다.
- 도금이 완료된 후 도금막이 잘 보존될 수 있도록 후처리 작업이 진행되어야 한다.

### 자료 및 관련 서류

- 패키징 장비 설명서

### 장비 및 도구

- 리드프레임 절단 장비
- 성형 금형
- 방진복, 마스크, 제전장갑 등

### 재료

- 해당사항 없음



## □ 평가지침

### 권장평가방법

• 평가자는 능력단위 도금장비 운영의 수행준거에 제시되어 있는 내용을 평가하기 위해 이론과 실기를 나누어 평가하거나 종합적인 결과물의 평가 등 다양한 평가 방법을 사용할 수 있다. • 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.

권 장 평 가 방 법	평 가 유 형	
	과 정 평 가	결 과 평 가
A.포트폴리오		
B.문제해결 시나리오	V	
C.서술형시험	V	V
D.논술형시험		
E.사례연구		
F.평가자 질문		V
G.평가자 체크리스트		V
H.피평가자 체크리스트		
I.일지/저널		
J.역할연기		
K.구두발표		
L.작업장평가	V	
M.기타		

### 평가지 고려사항

- 수행준거에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행할 수 있는지를 평가해야 한다.
- 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.
  - 도금장비 셋업 능력
  - 도금품질 확보 능력
  - 공정조건 셋업 능력
  - 공정조건 운영 능력
  - 도금공정 진행 능력
  - 도금품질 확보 능력
  - 공정기준 확보 능력
  - 도금공정 최적의 상태 유지 능력

## □ 관련기초능력

순번	관 련 기 초 능 력	
	주 요 영 역	하 위 영 역
1	의사소통능력	경청 능력, 기초외국어 능력, 문서이해 능력, 문서작성 능력, 의사표현 능력
2	수리능력	기초연산 능력, 기초통계 능력, 도표분석 능력, 도표작성 능력
3	문제해결능력	문제처리 능력, 사고력
4	대인관계능력	갈등관리 능력, 고객서비스 능력, 리더십 능력, 팀워크 능력, 협상 능력
5	기술능력	기술선택 능력, 기술이해 능력, 기술적용 능력

## □ 개발·개선 이력

구 분		내 용
직무명칭(능력단위명)		반도체제조(도금장비 운영)
분류번호	기존	1903060242_23v5
	현재	1903060242_23v5
개발·개선연도	현재	2023
	3차	2023
	2차	2019
	최초(1차)	2014
버전번호		v5
개발·개선기관	현재	전자 산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	3차	전자산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	2차	한국전자정보통신산업진흥회
	최초(1차)	한국반도체산업협회
향후 보완 연도(예정)		2029

분류번호 : 1903060243\_24v6

능력단위 명칭 : 리드프레임 절단 성형장비 운영

능력단위 정의 : 리드프레임 절단 성형장비 운영이란 리드프레임을 사용하는 반도체 패키지의 리드프레임 간 이음 부분을 절단하고 리드를 성형하는 공정을 담당하는 장비를 셋업하고 유지 관리하는 능력이다.

능 력 단 위 요 소	수 행 준 거
1903060243_24v6.1 리드프레임 절단장비 셋업하기	<p>1.1 리드프레임 절단장비의 구성요소와 절단원리를 파악하여 절단장비를 셋업하고 절단조건을 설정할 수 있다.</p> <p>1.2 리드프레임의 종류와 특성에 따른 리드프레임의 절단부분의 특성을 파악하고 절단공정을 진행할 수 있다.</p> <p>1.3 절단하려고 하는 리드프레임의 특성에 맞게 절단에 사용되는 금형을 설계하고 제작하여 절단품질을 확보할 수 있다.</p> <p>1.4 리드프레임 절단장비의 공정특성에 따라 절단하중과 절단사이클을 설정하여 절단공정을 수행할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 리드프레임과 패키지의 종류에 따른 절단되는 부분</li><li>• 리드프레임 절단장비와 금형의 특성</li><li>• 절단장비에 가해지는 하중과 절단공정 사이클</li><li>• 리드프레임 절단 공정에서 분리된 패키지의 품질에 영향을 주는 인자</li></ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 리드프레임 절단 장비를 셋업하는 기술</li><li>• 리드프레임 재료와 형상에 따라 리드프레임 절단장비의 공정조건을 셋업하는 기술</li><li>• 리드프레임 절단에 사용되는 금형을 설계하고 제작하는 기술</li><li>• 리드프레임 절단 장비에서 사용되는 금형의 셋업 기술</li></ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li><li>• 리드프레임의 종류와 특성에 따른 절단금형의 특성을 확보하려는 세심한 자세</li><li>• 리드프레임 사용 패키지의 절단품질을 높이려는 적극적 의지</li></ul>
1903060243_24v6.2 리드프레임 절단장비 유지관리하기	<p>2.1 리드프레임 절단장비를 주기적으로 유지 관리하여 공정을 최적의 상태로 유지할 수 있다.</p> <p>2.2 리드프레임 절단에 영향을 주는 하중, 금형형상, 금형재료, 절단사이클 등의 인자를 파악하고 개선하여 절단품질을 향상시킬 수 있다.</p> <p>2.3 리드프레임 절단장비에서 사용되는 금형의 수명과 교체주기를 파악하여 절단품질을 확보할 수 있다.</p> <p>2.4 리드프레임 절단공정에서 발생하는 불량현상을 분석하고 문제점을 해결할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 반도체 패키지 공정에 사용되는 리드프레임 형상과 재료</li><li>• 리드프레임 절단 공정에 영향을 주는 인자</li><li>• 리드프레임 절단품질에 영향을 주는 인자</li><li>• 리드프레임 절단공정에 사용되는 금형의 특성과 수명</li></ul>

<p>1903060243_24v6.2</p> <p>리드프레임 절단장비 유지 관리하기</p>	<p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 리드프레임 절단장비가 공정을 수행할 수 있도록 유지 관리하는 기술</li> <li>• 리드프레임 절단장비에 사용되는 부품의 교환 및 점검 기술</li> <li>• 절단 결과의 검사와 분석 능력</li> <li>• 리드프레임 절단공정에서 발생하는 불량현상을 분석하고 문제를 해결할 수 있는 기술</li> </ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li> <li>• 리드프레임 절단장비의 고장 및 불량현상 파악을 위한 논리적이고 과학적인 사고</li> <li>• 리드프레임 절단장비의 유지관리에 필요한 사항을 파악하려는 적극적인 의지</li> </ul>
<p>1903060243_24v6.3</p> <p>리드프레임 성형장비 셋업 하기</p>	<p>3.1 리드프레임 성형장비의 구성요소와 절단원리를 파악하여 절단장비를 셋업하고 절단조건을 설정할 수 있다.</p> <p>3.2 리드프레임의 종류와 특성에 따른 리드프레임의 성형특성을 파악하고 성형공정을 진행할 수 있다.</p> <p>3.3 성형하려고 하는 리드프레임의 특성에 맞게 성형에 사용되는 금형을 설계하고 제작하여 성형품질을 확보할 수 있다.</p> <p>3.4 리드프레임 성형장비의 공정특성에 따라 성형하중과 성형사이클을 설정하여 성형공정을 수행할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 리드프레임 성형공정에서 성형된 리드의 품질에 영향을 주는 인자</li> <li>• 리드프레임 구성 재료의 변형 메커니즘</li> <li>• 리드프레임 성형 공정을 진행하는 금형</li> <li>• 리드프레임에서 성형되는 부분과 성형공정</li> </ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 리드프레임 성형 장비를 셋업하는 기술</li> <li>• 리드프레임 재료와 형상에 따라 리드프레임 절단장비의 공정조건을 셋업하는 기술</li> <li>• 리드프레임 성형에 사용되는 금형을 설계하고 제작하는 기술</li> <li>• 성형 결과를 분석하고 문제를 해결하는 기술</li> </ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li> <li>• 장비의 성능평가에 대해 공정성을 유지하려는 자세</li> <li>• 리드의 성형상태를 확인하고 불량을 검출하려는 세심한 관찰력</li> </ul>
<p>1903060243_24v6.4</p> <p>리드프레임 성형장비 유지 관리하기</p>	<p>4.1 리드프레임 성형장비의 구성요소와 성형원리를 파악하고 장비를 주기적으로 관리하여 공정을 최적의 상태로 유지할 수 있다.</p> <p>4.2 리드프레임 성형에 사용되는 금형의 설계와 제작을 성형하려고 하는 리드프레임의 특성에 맞게 진행하여 최적의 성형 품질을 확보할 수 있다.</p> <p>4.3 리드프레임 성형에 사용되는 성형장비의 공정특성을 파악하여 적절한 하중과 사이클로 성형공정을 수행할 수 있다.</p> <p>4.4 리드프레임 성형을 위해 사용되는 금형의 특성과 장비의 공정조건을 확보하여 리드프레임 성형품질을 확보할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 리드프레임 성형공정에서 성형된 리드의 품질에 영향을 주는 인자</li> <li>• 리드프레임 구성 재료의 변형 메커니즘</li> <li>• 리드프레임 성형 공정을 진행하는 금형</li> <li>• 리드프레임에서 성형되는 부분에 대한 지식과 성형 공정 사이클</li> </ul>

<p>1903060243_24v6.4</p> <p>리드프레임 성형장비 유지 관리하기</p>	<p><b>【기술】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 리드프레임 성형장비의 유지 관리 기술</li> <li>• 리드프레임 성형장비의 금형 교체 기술</li> <li>• 성형장비 부품의 상태를 점검하고 교환하는 기술</li> <li>• 반도체 패키지의 종류에 따라 리드프레임 성형조건을 설정하는 기술</li> </ul> <p><b>【태도】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li> <li>• 리드프레임의 종류에 따른 성형특성 차이를 파악하려는 세심한 자세</li> <li>• 리드프레임 사용 패키지의 성형품질을 높이려는 적극적 의지</li> </ul>
--	---

## □ 적용범위 및 작업상황

### 고려사항

-리드프레임 절단이 절단면을 따라 잘 이루어질 수 있도록 절단 시 패키지의 크기에 맞게 이송하는 작업이 잘 이루어져야 한다.

-리드프레임 절단이 완료된 후 패키지를 성형장비로 정확하게 전달해서 원하는 부분의 리드 성형이 이루어지도록 해야 한다.

### 자료 및 관련 서류

- 패키징 장비 설명서

### 장비 및 도구

- 해당사항 없음
- 리드프레임 성형 장비
- 성형 금형
- 방진복, 마스크, 제전장갑 등

### 재료

- 해당사항 없음

## □ 평가지침

### 권장평가방법

- 평가자는 능력단위 리드프레임 절단 성형장비 운영의 수행준거에 제시되어 있는 내용을 평가하기 위해 이론과 실기를 나누어 평가하거나 종합적인 결과물의 평가 등 다양한 평가 방법을 사용할 수 있다.
- 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.

권 장 평 가 방 법	평 가 유 형	
	과 정 평 가	결 과 평 가
A.포트폴리오		
B.문제해결 시나리오	V	
C.서술형시험	V	V
D.논술형시험		
E.사례연구		
F.평가자 질문		V
G.평가자 체크리스트		V
H.피평가자 체크리스트		
I.일지/저널		
J.역할연기		
K.구두발표		
L.작업장평가	V	
M.기타		

### 평가지 고려사항

- 수행준거에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행할 수 있는지를 평가해야 한다.
  - 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.
- 리드프레임 절단장비 셋업 및 절단조건 설정 능력
  - 리드프레임 절단공정 진행 능력
  - 절단 금형 설계 및 절단품질 확보 능력
  - 리드프레임 절단장비 절단공정 수행 능력
  - 리드프레임 절단공정 최적화 상태 유지 능력
  - 리드프레임 절단품질 향상 능력
  - 리드프레임 절단공정 불량해결 능력
  - 리드프레임 성형장비 절단조건 설정 능력
  - 리드프레임 성형공정 진행 능력
  - 성형 금형 설계 및 성형품질 확보 능력
  - 리드프레임 성형장비 성형공정 수행 능력
  - 리드프레임 성형장비 최적화 상태 유지 능력
  - 리드프레임 성형품질 확보 능력
  - 리드프레임 성형공정 수행 능력



## □ 관련기초능력

순번	관 련 기 초 능 력	
	주 요 영 역	하 위 영 역
1	의사소통능력	경청 능력, 기초외국어 능력, 문서이해 능력, 문서작성 능력, 의사표현 능력
2	수리능력	기초연산 능력, 기초통계 능력, 도표분석 능력, 도표작성 능력
3	문제해결능력	문제처리 능력, 사고력
4	대인관계능력	갈등관리 능력, 고객서비스 능력, 리더십 능력, 팀워크 능력, 협상 능력
5	기술능력	기술선택 능력, 기술이해 능력, 기술적용 능력

□ 개발·개선 이력

구 분		내 용
직무명칭(능력단위명)		반도체제조(리드프레임 절단 성형장비 운영)
분류번호	기존	1903060243_23v5
	현재	1903060243_24v6
개발·개선연도	현재	2024
	3차	2023
	2차	2019
	최초(1차)	2014
버전번호		v6
개발·개선기관	현재	전자 산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	3차	전자산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	2차	한국전자정보통신산업진흥회
	최초(1차)	한국반도체산업협회
향후 보완 연도(예정)		2029

분류번호 : 1903060244\_23v5

능력단위 명칭 : 솔더볼 접합장비 운영

능력단위 정의 : 솔더볼 접합장비 운영이란 레이저 마킹이 완료된 PCB 사용 반도체 패키지에 솔더볼을 형성하는 공정을 담당하는 장비를 셋업하고 유지 관리하는 능력이다.

능 력 단 위 요 소	수 행 준 거
1903060244_23v5.1 솔더볼 접합장비 셋업하기	<p>1.1 솔더볼을 PCB에 접합하기 위해 사용되는 다양한 솔더볼 접합장비를 셋업할 수 있다.</p> <p>1.2 플렉스 도포, 솔더볼 마운팅, 리플로우, 세정공정 등의 솔더볼 접합에 필요한 공정을 파악하고 공정조건을 셋업할 수 있다.</p> <p>1.3 리플로우 장비의 온도분포를 셋팅하고 실제 온도상태를 확인할 수 있다.</p> <p>1.4 솔더볼 접합공정에서 사용되는 재료와 가스를 셋업할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• PCB에 솔더볼을 부착하는 다양한 장비의 셋업조건</li><li>• 솔더볼 접합 공정</li><li>• 솔더볼과 플렉스의 특성과 사용방법</li><li>• 솔더볼의 종류에 따른 특성과 리플로우 장비의 온도 설정</li></ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• PCB에 솔더볼을 접합하는데 사용되는 장비 셋업 기술</li><li>• PCB에 솔더볼을 접합하는데 사용되는 장비의 공정조건 셋업 기술</li><li>• 솔더볼 접합에 사용되는 재료의 셋업 기술</li><li>• 솔더볼 접합에 사용되는 가스와 탈이온수의 셋업 기술</li></ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li><li>• 솔더볼 접합장비의 특성과 셋업 조건을 파악하여 수행하려는 세심한 자세</li><li>• 솔더볼의 특성과 접합 공정조건을 파악하려는 세심한 자세</li></ul>
1903060244_23v5.2 솔더볼 접합장비 유지 관리하기	<p>2.1 솔더볼 접합공정에 사용되는 장비를 동작하고 유지관리할 수 있다.</p> <p>2.2 솔더볼 접합공정에서 사용되는 재료의 보관과 사용조건을 파악하고 실행할 수 있다.</p> <p>2.3 솔더볼 접합을 위해 사용되는 플렉스 도포 키트, 솔더볼 마운팅 키트의 사용방법을 확인하고 동작을 점검할 수 있다.</p> <p>2.4 솔더볼이 정상적으로 형성되지 않은 경우에 문제의 원인을 찾아내서 해결할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 솔더볼 접합에 사용되는 장비의 유지관리</li><li>• 솔더볼 접합 품질을 확보하기 위해 필요한 공정조건</li><li>• 솔더볼 접합공정에서 사용되는 재료의 보관과 사용방법</li><li>• 솔더볼 접합에 사용되는 가스와 세정에 사용되는 탈이온수 유지관리</li><li>• 솔더볼 접합시 발생하는 불량현상 및 해결방법</li></ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 솔더볼 접합에 사용되는 장비의 유지관리 기술</li><li>• 솔더볼의 접합상태를 검사하고 품질을 유지하는 기술</li><li>• 솔더볼 접합에 사용되는 장비의 고장을 해결하는 기술</li><li>• 솔더볼 접합공정에서 발생하는 불량유형을 확인하고 문제를 해결할 수 있는 기술</li></ul>

1903060244_23v5.2 솔더볼 접합장비 유지 관리하기	<b>【태도】</b> <ul style="list-style-type: none"><li>반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li><li>리플로우 장비의 온도 셋팅과 온도 상태를 파악하여 관리하려는 적극적인 의지</li><li>솔더볼의 접합에 영향을 주는 요인을 파악하여 관리하려는 세심한 의지</li></ul>
---------------------------------------	--

## □ 적용범위 및 작업상황

### 고려사항

- 솔더볼 접합장비는 플렉스를 바르고 솔더볼을 PCB에 올려 놓은 후 리플로우 장비로 솔더의 용융점까지 온도를 올려서 솔더를 PCB에 고정시킨다.
- 솔더볼 부착시에는 리플로우 공정에서 솔더 볼이 제대로 접합되도록 하는 역할을 플렉스가 적당량 발라질 수 있도록 Dotting 압력과 시간을 잘 조절해야 한다.
- 솔더볼을 플렉스 위에 올리는 솔더볼 마운팅 공정에서는 솔더볼의 진공압과 솔더볼을 떨어 뜨리는 높이를 잘 조절해서 원하는 솔더볼 접합 품질을 얻을 수 있도록 주의한다.
- 솔더볼을 PCB에 접합시키는 리플로우 공정에서는 솔더의 성분과 특성에 알맞은 온도 구간을 설정해야 하며, 설정한 온도값으로 실제 온도가 구현되는지 수시로 확인해야 한다.
- 솔더볼 접합공정을 완료한 후에는 PCB를 부식시킬 수 있는 플렉스 잔유물을 세정공정을 통해 반드시 제거해야 한다.

### 자료 및 관련 서류

- 패키징 장비 설명서

### 장비 및 도구

- 플렉스 도포 장비
- 솔더볼 마운팅 장비
- 리플로우 장비
- 세정 장비
- 측정용 장비
- 방진복, 마스크, 제전장갑 등

### 재료

- 해당사항 없음

## □ 평가지침

### 권장평가방법

• 평가자는 능력단위 솔더볼 접합장비 운영의 수행준거에 제시되어 있는 내용을 평가하기 위해 이론과 실기를 나누어 평가하거나 종합적인 결과물의 평가 등 다양한 평가 방법을 사용할 수 있다. • 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.

권 장 평 가 방 법	평 가 유 형	
	과 정 평 가	결 과 평 가
A.포트폴리오		
B.문제해결 시나리오	V	
C.서술형시험	V	V
D.논술형시험		
E.사례연구		
F.평가자 질문		V
G.평가자 체크리스트		V
H.피평가자 체크리스트		
I.일지/저널		
J.역할연기		
K.구두발표		
L.작업장평가	V	
M.기타		

### 평가지 고려사항

- 수행준거에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행할 수 있는지를 평가해야 한다.
- 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.
  - 솔더볼 접합장비 셋업 능력
  - 솔더볼 공정조건 셋업 능력
  - 리플로우장비 온도상태 확인 능력
  - 솔더볼 접합공정 재료 및 가스 셋업 능력
  - 솔더볼 접합장비 동작 능력
  - 솔더볼 접합공정 재료 보관 능력
  - 솔더볼 접합 키트 동작 점검 능력
  - 솔더볼 문제해결 능력

## □ 관련기초능력

순번	관 련 기 초 능 력	
	주 요 영 역	하 위 영 역
1	의사소통능력	경청 능력, 기초외국어 능력, 문서이해 능력, 문서작성 능력, 의사표현 능력
2	수리능력	기초연산 능력, 기초통계 능력, 도표분석 능력, 도표작성 능력
3	문제해결능력	문제처리 능력, 사고력
4	대인관계능력	갈등관리 능력, 고객서비스 능력, 리더십 능력, 팀워크 능력, 협상 능력
5	기술능력	기술선택 능력, 기술이해 능력, 기술적용 능력

## □ 개발·개선 이력

구 분		내 용
직무명칭(능력단위명)		반도체제조(솔더불 집합장비 운영)
분류번호	기존	1903060244_23v5
	현재	1903060244_23v5
개발·개선연도	현재	2023
	3차	2023
	2차	2019
	최초(1차)	2014
버전번호		v5
개발·개선기관	현재	전자 산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	3차	전자산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	2차	한국전자정보통신산업진흥회
	최초(1차)	한국반도체산업협회
향후 보완 연도(예정)		2029



분류번호 :	1903060245_24v6
능력단위 명칭 :	패키지 분리 분류장비 운영
능력단위 정의 :	패키지 분리 분류장비 운영이란 PCB를 사용하는 반도체 패키지의 솔더 볼 부착이 완료된 패키지를 분리하고, 마킹과 솔더볼의 접합상태를 검사하고 분류하는 장비를 셋업하고 유지 관리하는 능력이다.

능 력 단 위 요 소	수 행 준 거
1903060245_24v6.1 패키지 분리 분류장비 셋업하기	<p>1.1 패키지 분리장비에서 블레이드의 쏘잉 회전속도, 피드 속도, 날개 높이, 냉각수 온도와 압력 등 장비가 정상동작을 수행하도록 세팅할 수 있다.</p> <p>1.2 패키지 분류장비를 설치하고 분리가 완료된 패키지의 세척, 건조 후 비전 검사가 잘 이루어질 수 있도록 셋업할 수 있다.</p> <p>1.3 솔더볼과 마킹상태를 검사하는 비전시스템을 패키지의 특성에 맞게 셋업할 수 있다.</p> <p>1.4 장비에서 사용되는 틀을 파악하고 제작할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>패키지 분리장비와 패키지 분류장비의 공정 및 셋업</li> <li>패키지 분리공정을 통해 개별화되는 패키지의 품질에 영향을 주는 인자</li> <li>패키지 분리장비와 분류장비에서 사용되는 다양한 구성품</li> <li>비전검사시스템에 대한 지식과 검사결과 분류 방식</li> </ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>패키지 분리장비와 패키지 분류장비와 구성부품의 셋업 기술</li> <li>패키지 분리장비와 패키지 분류장비의 공정조건의 셋업 기술</li> <li>제품에 따른 패키지 분류장비의 비전검사 시스템 셋업 기술</li> <li>마킹과 솔더볼의 비전검사 결과 이해 능력</li> </ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li> <li>패키지 분리품질과 패키지 분류품질을 높이려는 적극적인 의지</li> <li>장비 운영에 있어서 장비의 상태를 최적으로 유지하려는 의지</li> </ul>
1903060245_24v6.2 패키지 분리 분류장비 유지 관리하기	<p>2.1 패키지 분리장비의 공정 상태를 파악하고 원부자재의 수명을 주기적으로 관리하여 공정을 최적의 상태로 유지할 수 있다.</p> <p>2.2 패키지 분리공정에서 발생할 수 있는 불량률의 원인을 분석하고 개선방법을 제시할 수 있다.</p> <p>2.3 솔더볼과 마킹 품질을 확인하는 비전시스템의 검사 결과를 확인하고 제품의 불량여부를 판정하여 대응할 수 있다.</p> <p>2.4 패키지 분리장비와 분류장비의 상태를 확인하여 이상현상 발생시 문제를 해결할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>패키지 분리공정에서 발생하는 불량률과 품질</li> <li>패키지 분리장비에서 사용되는 블레이드의 특성</li> <li>패키지 분류장비 구성품의 제작과 유지보수</li> <li>불량으로 판정된 반도체 패키지 분석 및 수리 방법</li> </ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>패키지 분리장비와 패키지 분류장비 유지보수 기술</li> <li>패키지 분리공정 문제점 해결 기술</li> <li>패키지의 종류에 따른 장비에 사용되는 도구의 제작과 유지관리 기술</li> <li>마킹과 솔더볼의 비전검사 결과에 따른 불량문제 해결 능력</li> </ul>

1903060245_24v6.2 패키지 분리 분류장비 유 지 관리하기	<b>【태도】</b> <ul style="list-style-type: none"><li>반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li><li>고장 및 불량 진단을 위한 논리적이고 과학적인 사고</li><li>장비의 성능평가에 대해 공정성을 유지하려는 자세</li></ul>
--	--

## □ 적용범위 및 작업상황

### 고려사항

-패키지 쏘잉이 원하는 절단면을 따라 잘 이루어질 수 있도록 절단시 패키지를 고정시켜주는 쏘잉 톨을 잘 만들고 쏘잉이 완료된 후 패키지를 잘 고정시켜줄 수 있도록 진공압력을 잘 유지해야 한다.

-패키지 쏘잉이 완료된 후 발생한 불순물을 제거하기 위한 세정과 건조작업을 원활하게 이루어질 수 있도록 주의해야 한다.

-비전시스템을 이용해서 솔더볼이 제대로 형성되어 있는지, 마킹이 정확하게 이루어졌는지를 검사하고 검사결과를 이해할 수 있어야 한다.

-검과결과에 따라 분리된 양품과 불량품이 제대로 분류되었는지를 확인해야 한다.

-패키지 분리는 패키지 쏘잉(Sawing)을 말하고, 패키지 분류는 패키지 쏘팅(Sorting)을 의미한다.

### 자료 및 관련 서류

- 패키징 장비 설명서

### 장비 및 도구

- 패키지 쏘잉 장비
- 비전 검사 시스템
- 분류(쏘팅)장비
- 방진복, 마스크, 제전장갑 등

### 재료

- 해당사항 없음

## □ 평가지침

### 권장평가방법

- 평가자는 능력단위 패키지 분리 분류장비 운영의 수행준거에 제시되어 있는 내용을 평가하기 위해 이론과 실기를 나누어 평가하거나 종합적인 결과물의 평가 등 다양한 평가 방법을 사용할 수 있다.
- 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.

권 장 평 가 방 법	평 가 유 형	
	과 정 평 가	결 과 평 가
A.포트폴리오		
B.문제해결 시나리오	V	
C.서술형시험	V	V
D.논술형시험		
E.사례연구		
F.평가자 질문		V
G.평가자 체크리스트		V
H.피평가자 체크리스트		
I.일지/저널		
J.역할연기		
K.구두발표		
L.작업장평가	V	
M.기타		

### 평가지 고려사항

- 수행준거에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행할 수 있는지를 평가해야 한다.
- 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.
  - 패키지 분리장비 세팅 능력
  - 패키지 분류장비 셋업 능력
  - 솔더볼 마킹상태 검사 비전시스템 셋업 능력
  - 장비에서 사용되는 톨 제작 능력
  - 패키지 분리장비 공정 최적화 유지 능력
  - 패키지 분리공정 불량원인 분석 및 개선방법 제시 능력
  - 비전시스템 검사결과 불량대응 능력
  - 패키지 분리장비와 분류장비 문제해결 능력

## □ 관련기초능력

순번	관 련 기 초 능 력	
	주 요 영 역	하 위 영 역
1	의사소통능력	경청 능력, 기초외국어 능력, 문서이해 능력, 문서작성 능력, 의사표현 능력
2	수리능력	기초연산 능력, 기초통계 능력, 도표분석 능력, 도표작성 능력
3	문제해결능력	문제처리 능력, 사고력
4	대인관계능력	갈등관리 능력, 고객서비스 능력, 리더십 능력, 팀워크 능력, 협상 능력
5	기술능력	기술선택 능력, 기술이해 능력, 기술적용 능력

□ 개발·개선 이력

구 분		내 용
직무명칭(능력단위명)		반도체제조(패키지 분리 분류장비 운영)
분류번호	기존	1903060245_23v5
	현재	1903060245_24v6
개발·개선연도	현재	2024
	3차	2023
	2차	2019
	최초(1차)	2014
버전번호		v6
개발·개선기관	현재	전자 산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	3차	전자산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	2차	한국전자정보통신산업진흥회
	최초(1차)	한국반도체산업협회
향후 보완 연도(예정)		2029

분류번호 :	1903060215_23v5
능력단위 명칭 :	반도체 유틸리티 운영
능력단위 정의 :	반도체 유틸리티 운영이란 반도체 제조현장에서 사용되고 있는 유틸리티 현황을 파악하여 관련 설비를 운영하고 유지 관리하는 능력이다.

능 력 단 위 요 소	수 행 준 거
1903060215_23v5.1 유틸리티 현황 파악하기	<p>1.1 반도체 제조에 필요한 유틸리티의 종류와 특성을 확인할 수 있다.  1.2 유틸리티 설비에 대한 특성을 확인할 수 있다.  1.3 반도체 제조현장의 유틸리티 구축 현황을 확인할 수 있다.  1.4 반도체 제조현장의 유틸리티 모니터링 시스템 운영과 관련된 내용을 확인할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>유틸리티 설비</li> <li>유틸리티 모니터링</li> <li>MSDS(Material Safety Data Sheet) 관련 내용</li> </ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>반도체 유틸리티 종류 파악 능력</li> <li>유틸리티 설비 운영 기술</li> <li>유틸리티 모니터링 운영 기술</li> </ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li> <li>유틸리티의 안정적 공급과 유지를 위하여 세심하게 살피는 자세</li> <li>시설 최적 운전을 통한 운전관리 비용 및 에너지절감 노력</li> </ul>
1903060215_23v5.2 유틸리티 운용하기	<p>2.1 유틸리티 설비운용매뉴얼을 확인할 수 있다.  2.2 반도체 제조설비와 제조현장에 공급되는 유틸리티 운전조건을 확인할 수 있다.  2.3 반도체 제조에 적합한 운전조건에 따른 유틸리티를 운용할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>유틸리티 전달체계</li> <li>유틸리티 설비 운용 지식</li> <li>유틸리티 설비</li> <li>반도체 생산장비의 유틸리티 공급조건</li> </ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>유틸리티 설비운용 기술</li> <li>유틸리티 모니터링 기술</li> </ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li> <li>매뉴얼을 정확하게 이해하려는 태도</li> <li>유틸리티 설비의 상태를 주의 깊게 관찰하는 자세</li> </ul>
1903060215_23v5.3 유틸리티 유지 관리하기	<p>3.1 반도체 제조현장에 사용되는 유틸리티 점검기준에 따라 점검할 수 있다.  3.2 반도체 제조현장의 유틸리티 모니터링을 통해 이상 유무를 파악하여 조치할 수 있다.  3.3 반도체 제조에 사용되는 유틸리티 설비가 유지될 수 있도록 관리할 수 있다.</p>

1903060215_23v5.3 유틸리티 유지 관리하기	<b>【지식】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 유틸리티 점검</li> <li>• 유틸리티 모니터링</li> <li>• 유틸리티 유지 관리</li> <li>• 반도체 라인구조</li> </ul>
	<b>【기술】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 유틸리티 점검 기술</li> <li>• 유틸리티 이상 유무 파악 기술</li> <li>• 유틸리티 설비 유지 관리 기술</li> </ul>
	<b>【태도】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li> <li>• 유틸리티 점검시 오차 최소화 유지를 위한 철저한 매뉴얼 준수자세</li> <li>• 유틸리티 이상 발생시 신속하게 조치하는 자세</li> </ul>



## □ 적용범위 및 작업상황

### 고려사항

- 이 능력단위는 반도체 제조현장에서 사용되고 있는 유틸리티 현황을 파악하여 관련 설비를 운영하고 유지 관리하는 업무에 적용한다.
- 반도체 유틸리티란 반도체 제조공정에서 사용되고 있는 공조시스템, 전기, 화학약품, 가스, 오페수, 진공시스템, 공압, 유압 등의 내용을 포함한다.
- MSDS(Material Safety Data Sheet)란 화학물질을 안전하게 사용하고 관리하기 위하여 필요한 정보를 기재한 시트로서 제조자명, 제품명, 성분과 성질, 취급상의 주의, 적용법규, 사고시의 응급처치방법 등이 기입되어 있는 데이터시트를 말한다.
- 유틸리티 설비에는 공조시스템설비(온도, 습도), 진공설비(클린룸 진공), 냉각설비(냉동시식 관련), 전기설비, 배기 가스설비, 공압설비, 유압설비, 화학약품 보관 및 공급설비, 열처리설비, 오페수처리설비 등의 내용을 포함한다.
- 유틸리티란 모니터링 시스템에는 제어기술로 원격감시시스템, 관리시스템, 환경제어시스템, 유틸리티무중단 공급 시스템 등의 내용을 포함한다.
- 유틸리티란 운전조건에는 반도체 생산장비의 유틸리티 공급조건으로 온도, 압력, 전원, 공급량, 배기량 등의 내용을 포함한다.
- 반도체 유틸리티 운영은 반도체장비에 대하여 주요 장비 및 가스공급에 필요한 장치 및 부품에 대한 정확한 사양 및 작동 원리 이해와 셋업, 성능 확보를 위한 측정 및 유지보수를 포함한다.

### 자료 및 관련 서류

- 유틸리티 설비 매뉴얼
- 유틸리티 구축 관련 도서
- 유틸리티 모니터링시스템 매뉴얼
- 가스, 화학약품 운영관리시설 기준
- 반도체 제조에 사용되는 물질의 MSDS(Material Safety Data Sheet)
- 산업안전보건법
- 위험물관리시설 기준 : 가스, 화학약품

### 장비 및 도구

- 컴퓨터 및 프린터
- 자동환경선정 소프트웨어
- 화학물질검출기
- 가스 유출 측정기
- 기본 조립공구 셋(렌지셋, 몽키스패너, 드라이버, 망치 등)
- 측정기기(버니어캘리퍼스, 줄자, 직각자, 레이저 측정기, 전류측정기, 이물 등)
- 정밀 조립공구 셋(휴대용 드라이버셋, 스패너 셋, 니퍼, 롱로즈 등)

## 재료

- 해당 사항 없음

## □ 평가지침

### 권장평가방법

- 평가자는 능력단위 반도체 유틸리티 운영의 수행준거에 제시되어 있는 내용을 평가하기 위해 이론과 실기를 나누어 평가하거나 종합적인 결과물의 평가 등 다양한 평가 방법을 사용할 수 있다.
- 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.

권 장 평 가 방 법	평 가 유 형	
	과 정 평 가	결 과 평 가
A.포트폴리오		
B.문제해결 시나리오	V	
C.서술형시험	V	V
D.논술형시험		
E.사례연구		
F.평가자 질문		V
G.평가자 체크리스트		V
H.피평가자 체크리스트	V	
I.일지/저널		
J.역할연기		
K.구두발표		
L.작업장평가	V	
M.기타		

### 평가지 고려사항

- 수행준거에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행할 수 있는지를 평가해야 한다.
  - 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.
- 반도체 제조 유틸리티 종류와 특성 확인 능력
  - 유틸리티 설비 특성 확인 능력
  - 반도체 제조현장 유틸리티 구축 현황 확인 능력
  - 반도체 제조현장 유틸리티 모니터링 시스템 내용 확인 능력
  - 유틸리티 설비운영매뉴얼 확인 능력
  - 반도체 제조 유틸리티 운전조건 확인 능력
  - 반도체 제조 유틸리티 운용 능력
  - 반도체 제조 유틸리티 점검 능력
  - 반도체 제조 유틸리티 이상유무 조치 능력
  - 반도체 제조 유틸리티 설비 관리 능력

## □ 관련기초능력

순번	관 련 기 초 능 력	
	주 요 영 역	하 위 영 역
1	의사소통능력	경청 능력, 기초외국어 능력, 문서이해 능력, 문서작성 능력, 의사표현 능력
2	수리능력	기초연산 능력, 기초통계 능력, 도표분석 능력, 도표작성 능력
3	문제해결능력	문제처리 능력, 사고력
4	대인관계능력	갈등관리 능력, 고객서비스 능력, 리더십 능력, 팀워크 능력, 협상 능력
5	기술능력	기술선택 능력, 기술이해 능력, 기술적용 능력

## □ 개발·개선 이력

구 분		내 용
직무명칭(능력단위명)		반도체제조(반도체 유틸리티 운영)
분류번호	기존	1903060215_23v5
	현재	1903060215_23v5
개발·개선연도	현재	2023
	3차	2023
	2차	2019
	최초(1차)	2014
버전번호		v5
개발·개선기관	현재	전자 산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	3차	전자산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	2차	한국전자정보통신산업진흥회
	최초(1차)	한국반도체산업협회
향후 보완 연도(예정)		2029

분류번호 : 1903060216\_24v5

능력단위 명칭 : 반도체 클린룸시설 운영

능력단위 정의 : 반도체 클린룸시설 운영이란 반도체 제조라인의 온도, 습도, 청정도 등이 규격을 만족하도록 환경기준에 맞는 클린룸을 셋업 및 유지 관리하는 능력이다.

능 력 단 위 요 소	수 행 준 거
1903060216_24v5.1 반도체 클린룸시설 셋업하기	<p>1.1 클린룸 클래스 기준에 따라 공조장치의 규격 및 위치를 확인할 수 있다.</p> <p>1.2 클린룸 클래스 기준에 따라 측정기의 설치 위치를 결정할 수 있다.</p> <p>1.3 측정기준에 따른 측정기를 선정하고 동작방법을 확인할 수 있다.</p> <p>1.4 측정기를 활용하여 클린룸 환경기준에 맞도록 클린룸시설을 셋업할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 공조장치(냉동기, 공조기, 냉각탑, 펌프 등)의 기능 및 구조</li><li>• 클린룸시설 설치가이드 및 안전지침</li><li>• 전원, PCW, 에어서플라이 등의 유틸리티 제원</li></ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 공조장치 설치 능력</li><li>• 공조장치 기능 및 동작상태 점검 능력</li><li>• 클린룸시설 공조장비 미세조정 및 테스트 기술</li></ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 공조장치 설치시 안전수칙을 준수하려는 자세</li><li>• 공조장치 설치 작업절차에 따라 셋업하려는 노력</li><li>• 부대장치 및 유틸리티 제원을 확인하려는 의지</li></ul>
1903060216_24v5.2 반도체 클린룸시설 유지관리하기	<p>2.1 공조시스템, 환경장비 등을 활용하여 클린룸의 청정기준을 유지할 수 있다.</p> <p>2.2 무진장비와 국소청정시스템의 운전을 통하여 클린룸시설을 관리할 수 있다.</p> <p>2.3 클린룸의 공조시스템 및 열원설비의 고장수리와 유지보수를 수행할 수 있다.</p> <p>2.4 클린룸의 구조와 공조장비 원리 및 특성을 파악하여 클린룸의 환경안전과 예방정비를 수행할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 공조장치 (냉동기, 공조기, 냉각탑, 에어펌프 등)의 기능 및 구조</li><li>• 공조장치 운영의 주의사항 및 유지보수 계획</li><li>• 공조장치 정기점검 절차 및 기준</li></ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 공조장치 고장진단 능력</li><li>• 부품 점검 및 미세조정 능력</li><li>• 유지보수 이력관리 능력</li></ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 공조장치 유지보수시 안전수칙을 준수하려는 자세</li><li>• 공조장치 작업절차에 따라 유지 보수하려는 의지</li><li>• 고장수리와 유지 보수 이력을 확인하려는 노력</li></ul>

## □ 적용범위 및 작업상황

### 고려사항

- 이 능력단위는 반도체 제조라인의 온도, 습도, 청정도 등이 규격을 만족하도록 환경기준에 맞는 클린룸을 셋업 및 유지 관리하는 업무에 적용한다.
- 공조장비란 클린룸의 온/습도를 유지하기 위한 냉/난방 시설 장비 (냉동기, 보일러, 냉각탑, 펌프, 공조기 등)의 장비를 포함한다.
- 무진장비란 클린룸에서 청정도 확보와 오염 방지를 위한 (에어샤워, 패스박스, 크린유닛, FFU 등)클린룸 내의 클린룸 부속장비를 말한다.
- 클래스란 클린룸에 전체 체적을 환기횟수 혹은 풍량으로 나누어 클린룸을 등급별로 구분해 놓은 것을 말하며 일반적으로 반도체는 작업공간과 생산 공간으로 나누어지며 Class 10~100,000으로 분류하는 것을 말한다.
- TAB란 클린룸의 환경 (온도, 습도, 청정도, 차압, 기류 등)을 측정, 평가, 조절을 말하는 것이며 특히 클린룸에서는 반드시 실시하여야 환경조건을 파악할 수 있는 것을 말한다.
- PCW란 반도체 공정에 있는 주 제조장비와 보조 주변장비에서 발생한 열을 회수하기 위하여 냉각수를 공급하는 장치를 말한다.

### 자료 및 관련 서류

- 클린룸 시설 공조장치 매뉴얼
- 단계별 계측품질기준서
- 환경시설 및 시공기술시방서
- 장비 사용 안전에 관한 기준서
- 가스, 화학약품 운영관리 시설 기준
- 산업안전보건법

### 장비 및 도구

- 풍속측정기, 소음기, 차압계
- 파티클 카운터
- 진동측정기
- 자동환경선정 소프트웨어

### 재료

- 해당 사항 없음

## □ 평가지침

### 권장평가방법

- 평가자는 능력단위 반도체 클린룸시설 운영의 수행준거에 제시되어 있는 내용을 평가하기 위해 이론과 실기를 나누어 평가하거나 종합적인 결과물의 평가 등 다양한 평가 방법을 사용할 수 있다.
- 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.

권 장 평 가 방 법	평 가 유 형	
	과 정 평 가	결 과 평 가
A.포트폴리오		
B.문제해결 시나리오	V	
C.서술형시험	V	V
D.논술형시험		
E.사례연구		
F.평가자 질문		V
G.평가자 체크리스트		V
H.피평가자 체크리스트		
I.일지/저널		
J.역할연기		
K.구두발표		
L.작업장평가	V	
M.기타		

### 평가지 고려사항

- 수행준거에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행할 수 있는지를 평가해야 한다.
- 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.
  - 공조장치의 규격 및 위치 확인 능력
  - 측정기의 설치 위치 결정 능력
  - 측정기 선정 및 동작방법 확인 능력
  - 클린룸시설 셋업 능력
  - 클린룸 청정기준 유지 능력
  - 클린룸시설 관리 능력
  - 클린룸 고장수리 및 유지보수 수행 능력
  - 클린룸 환경안전과 예방정비 수행 능력



## □ 관련기초능력

순번	관 련 기 초 능 력	
	주 요 영 역	하 위 영 역
1	의사소통능력	경청 능력, 기초외국어 능력, 문서이해 능력, 문서작성 능력, 의사표현 능력
2	수리능력	기초연산 능력, 기초통계 능력, 도표분석 능력, 도표작성 능력
3	문제해결능력	문제처리 능력, 사고력
4	대인관계능력	갈등관리 능력, 고객서비스 능력, 리더십 능력, 팀워크 능력, 협상 능력
5	기술능력	기술선택 능력, 기술이해 능력, 기술적용 능력

□ 개발·개선 이력

구 분		내 용
직무명칭(능력단위명)		반도체제조(반도체 클린룸시설 운영)
분류번호	기존	1903060216_19v4
	현재	1903060216_24v5
개발·개선연도	현재	2024
	최초(1차)	2019
버전번호		v5
개발·개선기관	현재	전자 산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	최초(1차)	전자산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
향후 보완 연도(예정)		2029

분류번호 : 1903060264\_24v1

능력단위 명칭 : 반도체 EFEM 운영

능력단위 정의 : 반도체 EFEM(웨이퍼 이송장비) 운영이란 반도체 제조공정에서 반도체 웨이퍼를 다음 공정으로 이동시키기 위하여 EFEM을 셋업 및 유지 관리하는 능력이다.

능 력 단 위 요 소	수 행 준 거
1903060264_24v1.1 반도체 EFEM 셋업하기	<p>1.1 반도체 웨이퍼 이송에 필요한 EFEM 규격서를 작성하기 위하여 장비사양을 파악할 수 있다.</p> <p>1.2 EFEM과 부대설비의 규격을 파악하여 레이아웃 도면을 작성할 수 있다.</p> <p>1.3 웨이퍼 이송로봇, 로드포트 모듈 및 유틸리티의 제원에 따라 자재의 종류를 선택하고 전장과 유틸리티를 연결할 수 있다.</p> <p>1.4 EFEM의 로봇, 로드포트 모듈, 팬필터유닛 등을 셋업하고 작업표준을 작성할 수 있다.</p> <p>1.5 작업표준에 따라 EFEM을 가동하고 매개변수자료를 점검할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• EFEM의 기능 및 구조</li><li>• EFEM 설치가이드 및 안전지침</li><li>• 진공, 공압 등의 유틸리티 제원</li></ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• EFEM 설치 능력</li><li>• EFEM 기능 및 동작상태 점검 능력</li><li>• EFEM 미세조정 및 테스트 능력</li></ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• EFEM 설치시 안전수칙을 준수하려는 자세</li><li>• EFEM 설치 작업절차에 따라 셋업하려는 노력</li><li>• 부대장치 및 유틸리티 제원을 확인하려는 의지</li></ul>
1903060264_24v1.2 반도체 EFEM 유지 관리하기	<p>2.1 EFEM 특성에 따라 EFEM 운용설명서를 작성할 수 있다.</p> <p>2.2 이송로봇 운용설명서를 통해 웨이퍼 이송 및 점검 방법을 파악할 수 있다.</p> <p>2.3 부품의 성능을 유지하기 위하여 로드포트모듈 운용설명서에 따라 부품이력을 관리할 수 있다.</p> <p>2.4 팬필터유닛, 얼라이너 등의 운용설명서에 따라 부품을 조작할 수 있다.</p> <p>2.5 EFEM 운용설명서를 바탕으로 매개변수를 관리하고 유지 및 예방정비를 할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• EFEM의 기능 및 구조</li><li>• EFEM 운영의 주의사항 및 유지보수 계획</li><li>• EFEM 정기점검 절차 및 기준</li></ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• EFEM 고장진단 능력</li><li>• 부품 점검 및 미세조정 능력</li><li>• 유지보수 이력관리 능력</li></ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• EFEM 유지보수시 안전수칙을 준수하려는 자세</li><li>• EFEM 작업절차에 따라 유지 보수하려는 의지</li><li>• 고장수리와 유지 보수 이력을 확인하려는 노력</li></ul>

## □ 적용범위 및 작업상황

### 고려사항

- 이 능력단위는 반도체 제조공정에서 반도체 웨이퍼를 다음 공정으로 이동시키기 위하여 EFEM을 셋업 및 유지 관리하는 업무에 적용한다.
- EFEM 설치에는 레벨링, 정렬 및 고정을 위한 작업 등을 포함한다.
- 장비 셋업에는 제조업체의 권장 사항과 안전 지침에 따라 설치하고 전원 공급 및 필요한 구성품을 연결하고 확인하는 작업 등을 포함한다.
- 정기 점검에는 팬필터류 부품교체, 로봇 미세조정 및 필요한 조정 작업을 포함한다.
- Load Port Module 셋업시 위치조정을 위하여 Foup기준 Path Level수준을 숙지하고 동작시 주의해야 한다.
- FFU(Fan Filter Unit)에 의한 차압게이지를 확인하여 FFU하부단 및 EFEM내의 중앙위치부분에 측정위치 점검 고려한다.
- N2 Purge Load Port Module 사용시 Wafer Foup내의 N2 Purge 흡기 및 배기를 확인하고 공정웨이퍼 종류에 따른 N2 Purge량 조절하고 숙지한다.
- 이 능력단위에서 '반도체 EFEM 유지 관리하기' 절차에는 다음의 공통직무사항을 포함한다.
- EFEM(Equipment Front End Module), 얼라이너, 이송로봇, FFU(Fan Filter Unit) 등
- 시스템 전원공급 장치인 주전원모듈, 통신모듈 등
- 진공, 에어 공급계통의 레귤레이터, 가스 밸브, 압력게이지 등
- 자리안착 및 장비 수평조정
- 스케줄 관리 능력(일정, UT hook-up, UT turn-on)
- 기구 및 전장 조립(외주 사용시 관리 능력 有)
- 모듈셋팅 기능
- 메인 콘트롤러 인스톨 및 I/O 확인 능력
- 반송 테스트 오퍼레이션 기능
- 양산 적용(장애 대응 가능)
- 오퍼레이션 기능
- 장애 발생 시 조치 가능(전장, 제어, 기구)

### 자료 및 관련 서류

- EFEM 매뉴얼
- 장비 사용안전에 관한 기준서

### 장비 및 도구

- EFEM(FFU, 로봇, 얼라이너, LPM)
- 진공펌프
- 에어컴프레서
- 안전장비(보호안경, 장갑, 안전화 등)

## 재료

- 반도체 측정 웨이퍼
- 티칭 웨이퍼
- N2 Purge용 가스
- 측정장비 클리닝 소재(알코올, 정제수, 청소 티슈 등)

## □ 평가지침

### 권장평가방법

- 평가자는 능력단위 반도체 EFEM 운영의 수행준거에 제시되어 있는 내용을 평가하기 위해 이론과 실기를 나누어 평가하거나 종합적인 결과물의 평가 등 다양한 평가 방법을 사용할 수 있다.
- 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.

권 장 평 가 방 법	평 가 유 형	
	과 정 평 가	결 과 평 가
A.포트폴리오		
B.문제해결 시나리오	V	
C.서술형시험	V	V
D.논술형시험		
E.사례연구		
F.평가자 질문		V
G.평가자 체크리스트		V
H.피평가자 체크리스트		
I.일지/저널		
J.역할연기		
K.구두발표		
L.작업장평가	V	
M.기타		

### 평가지 고려사항

- 수행준거에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행할 수 있는지를 평가해야 한다.
  - 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.
- 반도체 EFEM 장비사양 파악 능력
  - EFEM과 부대설비 레이아웃 도면 작성 능력
  - 전장과 유틸리티 연결 능력
  - EFEM 작업표준 작성 능력
  - EFEM 매개변수자료 점검 능력
  - EFEM 운용설명서 작성 능력
  - 웨이퍼 이송 및 점검 방법 파악 능력
  - 부품이력 관리 능력
  - 부품 조작 능력
  - EFEM 유지 및 예방정비 능력

## □ 관련기초능력

순번	관 련 기 초 능 력	
	주 요 영 역	하 위 영 역
1	의사소통능력	경청 능력, 기초외국어 능력, 문서이해 능력, 문서작성 능력, 의사표현 능력
2	수리능력	기초연산 능력, 기초통계 능력, 도표분석 능력, 도표작성 능력
3	문제해결능력	문제처리 능력, 사고력
4	대인관계능력	갈등관리 능력, 고객서비스 능력, 리더십 능력, 팀워크 능력, 협상 능력
5	기술능력	기술선택 능력, 기술이해 능력, 기술적용 능력

□ 개발·개선 이력

구 분		내 용
직무명칭(능력단위명)		반도체제조(반도체 EFEM 운영)
분류번호	기존	1903060264_24v1
	현재	1903060264_24v1
개발·개선연도	현재	2024
버전번호		v1
개발·개선기관	현재	전자 산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
향후 보완 연도(예정)		2029



분류번호 :	1903060209_24v5
능력단위 명칭 :	반도체 품질관리
능력단위 정의 :	반도체 품질관리란 고객에게 승인된 결함 없는 제품을 생산하고 출하하기 위한 수입품질관리, 공정품질관리 및 제품의 불량분석을 수행하는 능력이다.

능 력 단 위 요 소	수 행 준 거
1903060209_24v5.1 수입품질 관리하기	<p>1.1 각 원자재의 규격서에 따라 검사 방법을 마련할 수 있다.</p> <p>1.2 검사 기준 방법에 따라 검사 측정기를 조작하여 검사할 수 있다.</p> <p>1.3 검사기준서에 따라 측정하고 검사결과에 대해 협력사와 함께 개선할 수 있다.</p> <p>1.4 공급업체의 생산공정을 파악하고, 평가하여 사전예방 품질관리 및 지속적 개선을 수행할 수 있다.</p> <p>1.5 국제환경유해물질 규제에 따라 제품유해물질관리 기준을 파악하고 관리할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>반도체 생산공정</li> <li>원재료의 물리적, 화학적, 광학적 특성</li> <li>샘플링검사 기법</li> <li>통계적관리(SPC) 기법</li> <li>국제환경규제(RoHS, SVHC 등) 규격</li> </ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>반도체 원재료들에 대한 검사 및 검증 기술</li> <li>특성 검사 진행을 위한 검사 측정기의 조작 기술</li> <li>- 물리, 화학, 광학, 길이, 부피, 무게 측정기 등</li> <li>통계적 기법을 활용한 분석 기술</li> <li>환경유해물질 검사 및 분석 기술</li> <li>- XRF 장비를 이용한 검사 및 유해물질 공인 분석기관 의뢰 후 데이터 판단</li> </ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li> <li>기준에 따른 판단을 위한 세심한 자세</li> <li>측정장비를 올바르게 다루기 위한 자세</li> </ul>
1903060209_24v5.2 공정품질 관리하기	<p>2.1 제품개발 시 확정된 제품사양 및 각 단위생산 공정별 작업기준에 따라 제품의 특성평가 및 모니터링을 수행할 수 있다.</p> <p>2.2 제품개발 시 수립된 핵심품질특성(CTQ, Critical to Quality)의 기준에 따라 해당 항목에 대한 통계적인 품질관리로 개선을 진행할 수 있다.</p> <p>2.3 각 생산 공정에서 특성 평가와 검사 결과의 부적합 발생에 따라 개선방안을 도출하고 문제를 해결할 수 있다.</p> <p>2.4 각 제품의 출하검사 기준에 따라 최종 제품에 대한 품질을 보증할 수 있다.</p> <p>2.5 각 생산공정에서 규정된 환경관리기준에 따라 점검하고 관리할 수 있다.</p>

<p>1903060209_24v5.2</p> <p>공정품질 관리하기</p>	<p><b>【지식】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 각 반도체 제품의 특성</li> <li>- 메모리 반도체, 시스템 반도체, 전력반도체 등</li> <li>• 반도체 생산공정의 이해</li> <li>• 각 공정단위별 핵심품질특성(CTQ)</li> <li>• 통계적관리(SPC) 기법</li> <li>• 공정별 환경관리기준</li> <li>- 온도, 습도, 파티클 등</li> </ul> <p><b>【기술】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 제품 설계를 이해하여 각 특성을 표준화할 수 있는 기술</li> <li>• 통계적 분석도구 응용 기술</li> <li>• 각 공정별 특성을 측정하기 위한 측정기 운영 기술</li> </ul> <p><b>【태도】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li> <li>• 명확한 판정을 위한 객관적인 판단력</li> <li>• 기준에 따른 판단을 하기 위한 세심한 분석력</li> </ul>
<p>1903060209_24v5.3</p> <p>불량 분석하기</p>	<p>3.1 각 제품의 특성 및 고객의 적용 어플리케이션에 따라 발생된 불량현상을 정의하고 소프트웨어, 하드웨어 분석 진행방법을 결정할 수 있다.</p> <p>3.2 비파괴 검사분석장비를 활용하여 불량원인을 분석할 수 있다.</p> <p>3.3 파괴 검사분석장비를 활용하여 불량원인을 분석할 수 있다.</p> <p>3.4 설계 및 공정분야의 기술인력과 협업하여 불량을 개선할 수 있다.</p> <p><b>【지식】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 반도체 제품의 특성</li> <li>- 메모리 반도체, 시스템 반도체, 전력반도체 등</li> <li>• 반도체의 소프트웨어, 하드웨어 특성</li> <li>• 반도체 생산공정의 이해</li> <li>• 비파괴 검사분석장비의 이해</li> <li>- 전기적 성능검사, X-ray, SAT 등 장비</li> <li>• 파괴 검사분석장비의 이해</li> <li>- De-capsulation, Cross Section, De-layer, SEM, EDX, EMMI 등</li> <li>• 분석결과 판독 방법</li> </ul> <p><b>【기술】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 소프트웨어와 하드웨어적 접근분석 판단 기술</li> <li>• 생산공정 분석 기술</li> <li>• 불량 판단 능력</li> <li>• 분석장비 운용 기술</li> <li>• 분석결과 해석 기술</li> </ul> <p><b>【태도】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li> <li>• 분석의 오류를 없애기 위한 집중력</li> <li>• 분석된 결과를 왜곡 없이 판단하기 위한 객관성</li> </ul>

## □ 적용범위 및 작업상황

### 고려사항

-이 능력단위는 반도체 개발이 완료된 후 양산진행 중 최적의 품질을 보증하기 위한 선행적 품질관리를 정의하고 있다.

-수입품질관리란 개발단계에서 결정된 모든 원자재에 대한 양산 투입을 위해 원자재에 대한 검사 및 검증을 하여 품질을 관리하는 것을 말한다.

-수입검사 시에는 각 공정단위별 원자재 또는 부자재 등에 대하여 검사를 실시하게 되며, FAB공정에서 사용되는 원자재인 Wafer Ingot, 각종 가스, 화학약품, PR, Target Material 등과 패키지 공정에서 사용되는 Substrate PCB, 리드프레임, 와이어(Gold/PCC/Cu 등), 봉지재, Adhesive Epoxy, Adhesive Film, 솔더볼, UBM, Bump Material 등을 모두 포함하여 검사한다. 또한, 최종 제품 포장에 사용되는 Carrier Tape, Rock Reel, Trap, Cover Tape, 진공 포장지류, Box류 등의 포장재도 포함한다. 단, 각 기업에서 마련한 검사 기준에 따라서 서류 검사로 대체하기도 하며 실제 자재에 대한 검사를 진행하기도 한다.

-최근에는 국제적 환경유해물질에 대한 규제가 강력해 지면서 EU에서 시작된 RoHS, REACH (SVHC List) 등의 기준에 따라 해당 원자재들의 RoHS, Halogen, SVHC에 정의된 유해물질에 대한 수입검사 또는 검증도 수입품질관리에 포함한다.

-공정품질관리란 개발단계에서 확정된 각 제품의 특성 및 장비 매개변수들이 정해진 규격 안에서 관리될 수 있도록 모니터링(Monitoring)하고 평가하여 최종 제품의 품질을 보증하기 위한 활동이다.

-FAB, 조립, 테스트 각 생산 단계의 세부 공정들을 모두 나열하여 개발 단계에서 확정된 모든 관리 기준이 지켜질 수 있도록 모니터링(Monitoring)하며, 그 기준에 따라 생산된 완료된 제품의 특성에 대해 검사 및 평가하는 활동이 최종 제품의 품질을 보증하기 위한 활동이다.

-완성된 반도체 제품의 불량현상은 각 공정단위 별 재료 및 장비, 작업방법, 작업환경에 따라 광범위하게 분석진행될 수 있어야 하며, 그 원인을 명확하게 분석하기 위해서는 제품의 특성을 잘 이해하고 접근하여야 한다. 그러므로, 설계, 공정, 장비, 환경 등의 인원이 모인 TFT 형태로 진행되어야 근본원인을 찾고 개선할 수 있다.

-완성된 반도체 제품은 결국 모든 전자제품의 한 부품으로 활용되어 소프트웨어, 하드웨어의 결합에 의해 동작한다. 이는 실제 사용되는 상황에서의 불량 현상 분석을 위해서는 해당 어플리케이션(Application)의 전반적인 이해가 바탕이 되지 않고서는 어려우며, 소프트웨어, 하드웨어를 포함한 설계, 개발, 기술, 품질, 생산의 협력으로 종합적인 분석 및 대책이 수립될 수 있다.

### 자료 및 관련 서류

- 각 재료의 사양서 및 검사 표준서
- 각 공정의 작업 지침
- 각 공정의 검사 기준서
- 각 공정의 제조 공정도
- 각 공정의 품질관리 계획서
- 각 공정의 Audit Check List (품질/환경/CSR 전반 및 각 Process 평가 item)
- 각 공정 단위별 품질 평가서 (Qualification Report)
- 각 제품의 규격서(Specification), 데이터시트(Datasheet)
- 각 제품의 품질 승인원 (Product Part Approval Process) : 최종사양서/품질평가서/FMEA: Failure Mode Effective Analysis (Design-FMEA, Process-FMEA)/치수성적서/검사기준서/재질성적서/치공구성적서/성능검사서/외관검사서/포장사양서/사용부품보증서/공정흐름도/관리계획서/공정능력조사서/2차외주리스트/MSA 등

- 반도체 관련 국제 규격서 : MIL-STD(Military Standards) / JEDEC(Joint Electron Device Engineering Council) / AEC(Automotive Electronics Council)
- ISO 9001, ISO14001, ISO18001, ISO/TS16949, ISO26262 등의 규격서
- 통계적 공정관리 (SPC) 자료
- Six Sigma 경영 혁신 운영 자료

## 장비 및 도구

- 품질문제 발생 원인을 실험하기 위한 각 공정 장비
- 각 재료를 검사하기 위한 측정기 : 물리, 화학, 광학, 길이, 부피, 무게 측정기 등
- 각 공정단위 제품 특성을 평가하기 위한 측정기 : ATE(Automatic Test Equipment), 프로버(Prober), 핸들러(Handler), Parameter Analyzer, 오실로스코프 등
- 불량분석을 하기 위한 분석 장비 : X-ray, SAT, FIB, De-capsulation, Cross section, De-layer, SEM, EDX, Photon EMMI, Thermal EMMI 등
- 불량분석용 도구 : 납땜, 인두기, Hot plate, Hot gun, Re-balling 등
- 통계분석 프로그램 (Minitab 등)
- 컴퓨터 / 프린터

## 재료

- 각 공정별 원자재 : 원자재인 Wafer, 각종 가스, Chemical, PR, Target Material 등 과 조립 공정에서 사용되는 Substrate PCB, 리드프레임, 와이어(Gold/PCC/Cu 등), 봉지재, Adhesive Epoxy, Adhesive Film, 솔더볼, UBM, Bump Material, 최종 제품 포장에 사용되는 Carrier Tape, Rock Reel, Trap, Cover Tape, 진공포장지류, Box류 등의 포장재
- 분석을 위한 불량분석용 화학약품 : 염산, 질산 등

## □ 평가지침

### 권장평가방법

- 평가자는 능력단위 반도체 품질관리의 수행준거에 제시되어 있는 내용을 평가하기 위해 이론과 실기를 나누어 평가하거나 종합적인 결과물의 평가 등 다양한 평가 방법을 사용할 수 있다.
- 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.

권 장 평 가 방 법	평 가 유 형	
	과 정 평 가	결 과 평 가
A.포트폴리오		
B.문제해결 시나리오		V
C.서술형시험		V
D.논술형시험		
E.사례연구		
F.평가자 질문	V	
G.평가자 체크리스트	V	
H.피평가자 체크리스트		
I.일지/저널		
J.역할연기		
K.구두발표		
L.작업장평가	V	
M.기타		

### 평가지 고려사항

- 수행준거에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행할 수 있는지를 평가해야 한다.
  - 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.
- 원자재 파악 및 검사 방법 준비 능력
  - 검사 기준 방법에 따른 검사 능력
  - 검사기준서에 따른 측정 및 검사결과 개선 능력
  - 사전예방 품질관리 및 지속적 개선 수행 능력
  - 제품유해물질관리 능력
  - 제품 특성평가 및 모니터링 기준 수립 능력
  - 통계적인 품질관리 진행 능력
  - 생산 부적합 개선방안 도출 능력
  - 최종 제품 품질 보증 능력
  - 환경관리기준 관리 능력
  - 소프트웨어, 하드웨어 분석 능력
  - 비파괴 검사분석장비 활용 능력
  - 파괴 검사분석장비 활용 능력
  - 설계 및 공정 불량 개선 능력

## □ 관련기초능력

순번	관 련 기 초 능 력	
	주 요 영 역	하 위 영 역
1	의사소통능력	경청 능력, 기초외국어 능력, 문서이해 능력, 문서작성 능력, 의사표현 능력
2	수리능력	기초연산 능력, 기초통계 능력, 도표분석 능력, 도표작성 능력
3	문제해결능력	문제처리 능력, 사고력
4	대인관계능력	갈등관리 능력, 고객서비스 능력, 리더십 능력, 팀워크 능력, 협상 능력
5	기술능력	기술선택 능력, 기술이해 능력, 기술적용 능력

□ 개발·개선 이력

구 분		내 용
직무명칭(능력단위명)		반도체제조(반도체 품질관리)
분류번호	기존	1903060209_23v4
	현재	1903060209_24v5
개발·개선연도	현재	2024
	3차	2023
	2차	2014
	최초(1차)	2014
버전번호		v5
개발·개선기관	현재	전자 산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	3차	전자산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	2차	한국반도체산업협회,한국반도체산업협회
	최초(1차)	한국반도체산업협회,한국반도체산업협회
향후 보완 연도(예정)		2029

분류번호 :	1903060210_23v4
능력단위 명칭 :	반도체 생산성 향상
능력단위 정의 :	반도체 생산성 향상이란 생산제품의 수율향상과 원가절감 및 TAT(Turn Around Time) 단축을 수행하는 능력이다.

능 력 단 위 요 소	수 행 준 거
1903060210_23v4.1 수율 향상하기	<p>1.1 기능검증이 완료된 제품에 대해서 구현제품의 수율에 영향을 줄 수 있는 항목을 도출할 수 있다.</p> <p>1.2 제품의 적용범위에 따라 항목별 변동 범위를 선정하고 데이터를 기록할 수 있다.</p> <p>1.3 생산조건 변화에 따른 제품의 특성에 대한 결과를 분석하여 적용할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>제품별 일반적인 측정오차의 범위</li> <li>측정조건의 범위 선정에 대한 업계규격</li> <li>생산조건 변화에 따른 일반적인 측정 결과의 변동 경향</li> </ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>전압 및 온도 등 생산 환경 구성 기술</li> <li>측정 결과 해석 기술</li> <li>측정 결과의 산포에 따른 제어 인자(Factor) 판단 기술</li> </ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>반도체 제조 환경 안전수칙 준수</li> <li>평가 기준에 따른 정확한 생산환경 준수</li> <li>세밀한 생산 결과 분석 의지</li> </ul>
1903060210_23v4.2 생산비용 절감하기	<p>2.1 완성된 제품에 대하여 원가절감을 위한 방안을 마련할 수 있다.</p> <p>2.2 설계 및 공정분야의 기술 인력과 협업하여 불량분석을 실시하고 결과에 대한 기술적 개선사항을 도출할 수 있다.</p> <p>2.3 지속적 품질관리 및 사후 고객의 요구사항을 모니터링하여 원가절감에 반영할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>TQM(Total Quality Management) 방법론</li> <li>통계적 데이터 분석</li> <li>반도체 소자특성</li> </ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>품질관리기술</li> <li>분석을 위한 정밀측정기술</li> <li>불량분석 능력</li> </ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li> <li>타부서와 협조 노력</li> <li>기술과 비즈니스의 연관성 수용의지</li> <li>문제해결을 위한 긍정적 의지</li> </ul>
1903060210_23v4.3 TAT 단축하기	<p>3.1 공정절차 당 소요되는 절차를 간소화하여 총 공정 시간을 최소화 할 수 있다.</p> <p>3.2 제품의 수명을 예측하여 개발제품의 준비기간을 단축할 수 있다.</p> <p>3.3 고객의 주문제품에 대하여 공정 처리시간과 라인의 이동거리를 최소화할 수 있는 방법을 도출하여 납품시간의 TAT를 감소할 수 있다.</p>



1903060210_23v4.3 TAT 단축하기	<b>【지식】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 제품공정</li> <li>• 생산공정</li> <li>• 신뢰성 파라미터</li> </ul>
	<b>【기술】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 공정기술의 분석</li> <li>• 분석장비의 활용기술</li> </ul>
	<b>【태도】</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li> <li>• 작업환경의 청결의식</li> <li>• 분석적 사고노력</li> </ul>

## □ 적용범위 및 작업상황

### 고려사항

- 이 능력단위는 구현물품의 생산성 향상을 위해 수율향상, 원가절감, TAT 감소를 통해 제품의 생산성을 확보한다.
- 측정은 소비자 요구 수준 및 국제 표준에 근거하여 판단 기준을 선정하되 평가자의 주관이 포함되지 않도록 해야 한다.
- TAT(Turn Around Time)란 반도체 생산 공정에서 하나의 업무를 마무리하고, 다른 업무로 이송되어 해당 업무의 수행절차를 완료하는데 사용된 총 소요 시간을 의미한다. 주로 시간에 관련하여 TAT 감축을 요구한다.
- 구현 제품은 단순 기능 구현 뿐 만 아니라 부품 수명 등을 고려한 종합적인 평가를 포함해야 한다.
- 신뢰성 시험이란 환경시험, 비표준 시험 등을 포함한다.
- 검증 항목별 합불 판단 기준은 사용자 규격에 따라 달라질 수 있다.

### 자료 및 관련 서류

- 평가항목

### 장비 및 도구

- 컴퓨터
- 통계 및 데이터 분석 소프트웨어

### 재료

- 해당 없음

## □ 평가지침

### 권장평가방법

- 평가자는 능력단위 반도체 생산성 향상의 수행준거에 제시되어 있는 내용을 평가하기 위해 이론과 실기를 나누어 평가하거나 종합적인 결과물의 평가 등 다양한 평가 방법을 사용할 수 있다.
- 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.

권 장 평 가 방 법	평 가 유 형	
	과 정 평 가	결 과 평 가
A.포트폴리오		
B.문제해결 시나리오	V	V
C.서술형시험		
D.논술형시험		
E.사례연구		
F.평가자 질문	V	V
G.평가자 체크리스트	V	V
H.피평가자 체크리스트		
I.일지/저널		
J.역할연기		
K.구두발표		
L.작업장평가		
M.기타		

### 평가지 고려사항

- 수행준거에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행할 수 있는지를 평가해야 한다.
  - 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.
- 제품의 평가 항목 및 항목별 합불 판정 기준 숙지 여부
  - 각 능력단위 요소별 세부 측정 항목 도출 및 평가 필요성 숙지 여부
  - 측정 장비의 사용 방법 숙지 여부
  - 측정 결과에 대한 분석 및 문제점에 대한 대책 수립 방법 활용 여부

## □ 관련기초능력

순번	관 련 기 초 능 력	
	주 요 영 역	하 위 영 역
1	의사소통능력	경청 능력, 기초외국어 능력, 문서이해 능력, 문서작성 능력, 의사표현 능력
2	문제해결능력	문제처리 능력, 사고력
3	자원관리능력	물적자원관리 능력, 시간자원관리 능력, 인적자원관리 능력
4	정보능력	정보처리 능력, 컴퓨터활용 능력
5	기술능력	기술선택 능력, 기술이해 능력, 기술적용 능력

## □ 개발·개선 이력

구 분		내 용
직무명칭(능력단위명)		반도체제조(반도체 생산성 향상)
분류번호	기존	1903060210_23v4
	현재	1903060210_23v4
개발·개선연도	현재	2023
	3차	2023
	2차	2014
	최초(1차)	2014
버전번호		v4
개발·개선기관	현재	전자 산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	3차	전자산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	2차	한국반도체산업협회
	최초(1차)	한국반도체산업협회
향후 보완 연도(예정)		2029

분류번호 : 1903060246\_23v1

능력단위 명칭 : 반도체설비 안전관리

능력단위 정의 : 반도체설비 안전관리란 반도체 제조현장에 적용하기 위하여 안전관리계획을 수립하고 위험요소를 파악한 후 지속적으로 안전관리 업무를 수행하는 능력이다.

능 력 단 위 요 소	수 행 준 거
1903060246_23v1.1 안전관리계획 수립하기	1.1 반도체 제조공정에 적용되는 산업안전보건법을 파악할 수 있다. 1.2 제조현장에서의 안전작업을 위하여 공정별 작업절차에 따라 위험성을 파악할 수 있다. 1.3 공정별 작업특성에 따라 안전보호시설과 안전관리내용을 파악할 수 있다. 1.4 안전관리 관련 법규에 따라 안전관리계획을 수립할 수 있다.
	【지식】 <ul style="list-style-type: none"><li>• 산업안전보건법령</li><li>• 반도체 제조업종 유해화학물질 취급시설 설치 및 관리에 관한 고시</li><li>• 반도체 제조공정별 설비</li><li>• 공정별 안전작업절차</li></ul>
	【기술】 <ul style="list-style-type: none"><li>• 반도체 제조공정별 설비 운용기술</li><li>• 반도체 제조공정별 위험성 파악 능력</li><li>• 반도체 제조공정의 안전관리계획 수립 능력</li></ul>
	【태도】 <ul style="list-style-type: none"><li>• 반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li><li>• 산업안전보건법을 준수하려는 자세</li><li>• 제조공정의 위험요소를 파악하고 살피는 자세</li></ul>
1903060246_23v1.2 위험요소 파악하기	2.1 안전관리절차서에 따라 위험요소를 파악할 수 있다. 2.2 파악된 위험요소에 대하여 대응방법을 모색하여 보고하고 필요시 조치할 수 있다. 2.3 위험요소에 대한 대책을 마련하기 위하여 근본원인을 파악할 수 있다.
	【지식】 <ul style="list-style-type: none"><li>• 반도체 제조현장 설비</li><li>• 반도체 제조의 안전관리 사항</li><li>• 반도체 제조의 위험물 관리</li><li>• 반도체 제조에서 사용되는 위험 가스 특성</li></ul>
	【기술】 <ul style="list-style-type: none"><li>• 반도체 제조공정의 위험요소 파악 능력</li><li>• 반도체 제조공정의 위험요소 대응 능력</li><li>• 위험요소 관리 기술</li></ul>
	【태도】 <ul style="list-style-type: none"><li>• 반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li><li>• 철저한 PM(Preventive Maintenance) 수행 자세</li><li>• 환경시설의 전체적인 시스템과 환경장비들의 특성을 파악하려는 자세</li></ul>

1903060246_23v1.3 안전관리업무 수행하기	<p>3.1 반도체 제조공정에 대한 안전관리 업무지침서를 파악할 수 있다.</p> <p>3.2 파악된 안전관리지침에 따라 현장에 올바르게 적용되고 있는지 확인할 수 있다.</p> <p>3.3 제조현장에 적용되고 있는 안전관리상황을 모니터링하고 결과보고서를 작성할 수 있다.</p> <p>3.4 반도체 제조현장의 안전과 관련된 긴급상황 발생시 행동지침을 파악하고 대처할 수 있다.</p>
	<p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 산업안전보건법령</li> <li>• 안전관리지침</li> <li>• 반도체 제조공정</li> <li>• 반도체 제조의 안전관리</li> </ul>
	<p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 반도체 제조공정 안전관리업무 파악 능력</li> <li>• 안전관리지침 적용 기술</li> <li>• 안전관리 긴급상황 대처 능력</li> </ul>
	<p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li> <li>• 안전관리 잘 준수되고 있는지 상시 모니터링하는 자세</li> <li>• 반도체 제조현장에 안전사고 발생시 침착하게 대응하는 자세</li> </ul>

## □ 적용범위 및 작업상황

### 고려사항

- 반도체설비 안전관리는 안전관리계획 수립, 위험요소 파악, 위험관리업무 수행 등의 내용을 포함한다.
- 공정별 작업절차에서 반도체재료, 화학적정제, 물리적정제, 주피의 절단, 웨이퍼제조, 표면처리, 산화박막성장, 리소그래피, 식각미세식각, PN접합제작, 배선형성(금속화), 집적화, 격자분리 등의 공정 내용을 포함한다.
- 반도체 공정별 위험성에는 주로 발화성 가스에 의한 화재, 폭발, 독성가스 누출, 정전에 의한 배기 기능의 상실 등의 위험성을 내용을 포함한다.
- 안전관리계획 수립에는 제조현장의 사람의 안전과 건강을 보호하기 위하여 위험요인을 파악하여 제거하고 대체 및 통제방안을 마련하여 이행하며, 이를 지속적으로 개선하는 일련의 업무 내용을 포함한다.
- 반도체 제조현장의 위험요소에는 제조 공정에서 발생할 수 있는 화재, 누출, 정전시 산소의 부족, 방향감각의 상실, 화재에 의한 확산의 가속 등을 발생할 수 있는 내용을 포함한다.
- 위험 요소에 대한 대응방법에는 공정에서 사용되고 있는 각종 밸브의 안전 사용과 이상발생시 자동 정지되는 밸브 사용, 사용 목적에 적합한 배관재 사용, 반도체 제조 현장에 적합한 소화설비 구축 등의 내용을 포함한다.
- 안전관리 업무에는 사고를 예측하여 근본적인 안전을 확보하는 것으로 안전 기술개발, 적용하기 위하여 안전관리자와 가스, 장비 등 관련 전문가의 기술협력 내용을 포함한다.
- 안전관리 관련된 긴급상황에는 화재, 가스누출, 정전, 지진, 폭발물 등의 내용을 포함한다.
- 긴급상황 발생시 행동 지침에는 비상대응 체계 시나리오에 따라 작업자의 안전을 위하여 안전보호구 착용, 안전한 집합 장소 대피, 비상탈출 등의 내용을 포함한다.

### 자료 및 관련 서류

- 산업안전보건법
- 물질안전보건자료(MSDS - Material Safety Data Sheet)
- 환경안전규정

### 장비 및 도구

- 컴퓨터(노트북)
- 안전보호구 및 안전보호용품
- 화재종류별 소화기
- 가스 누설 탐지기
- 누출가스 분석기

### 재료

- 해당사항 없음



## □ 평가지침

### 권장평가방법

- 평가자는 능력단위 반도체설비 안전관리의 수행준거에 제시되어 있는 내용을 평가하기 위해 이론과 실기를 나누어 평가하거나 종합적인 결과물의 평가 등 다양한 평가 방법을 사용할 수 있다.
- 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.

권 장 평 가 방 법	평 가 유 형	
	과 정 평 가	결 과 평 가
A.포트폴리오		
B.문제해결 시나리오	V	
C.서술형시험	V	V
D.논술형시험		
E.사례연구		
F.평가자 질문		V
G.평가자 체크리스트		V
H.피평가자 체크리스트	V	
I.일지/저널		
J.역할연기		
K.구두발표		
L.작업장평가	V	
M.기타		

### 평가지 고려사항

- 수행준거에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행할 수 있는지를 평가해야 한다.
  - 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.
- 반도체 제조공정에 적용되는 산업안전보건법 파악 능력
  - 제조현장 공정별 위험성 파악 능력
  - 공정별 안전보호시설과 안전관리내용 파악 능력
  - 안전관리계획 수립 능력
  - 안전관리절차서에 따른 위험요소 파악 능력
  - 위험요소 대응방법 조치 능력
  - 위험요소 근본원인 파악 능력
  - 반도체 제조공정 안전관리 업무지침서 파악 능력
  - 안전관리지침 적용 확인 능력
  - 안전관리상황 결과보고서 작성 능력
  - 반도체 제조현장 긴급상황 대처 능력

## □ 관련기초능력

순번	관 련 기 초 능 력	
	주 요 영 역	하 위 영 역
1	의사소통능력	경청 능력, 기초외국어 능력, 문서이해 능력, 문서작성 능력, 의사표현 능력
2	수리능력	기초연산 능력, 기초통계 능력, 도표분석 능력, 도표작성 능력
3	문제해결능력	문제처리 능력, 사고력
4	대인관계능력	갈등관리 능력, 고객서비스 능력, 리더십 능력, 팀워크 능력, 협상 능력
5	기술능력	기술선택 능력, 기술이해 능력, 기술적용 능력

## □ 개발·개선 이력

구 분		내 용
직무명칭(능력단위명)		반도체제조(반도체설비 안전관리)
분류번호	기존	1903060246_23v1
	현재	1903060246_23v1
개발·개선연도	현재	2023
	최초(1차)	2023
버전번호		v1
개발·개선기관	현재	전자 산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	최초(1차)	전자산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
향후 보완 연도(예정)		2029

분류번호 : 1903060247\_24v2

능력단위 명칭 : 반도체설비 위험물관리

능력단위 정의 : 반도체 제조현장에 사용되는 위험물의 분류 보관 취급을 위한 관리 감독과 교육훈련 사고 대응 업무를 수행하는 능력이다.

능 력 단 위 요 소	수 행 준 거
1903060247_24v2.1 저장 취급위험물 분류하기	<p>1.1 위험물 관련자료를 수집하여 위험물의 물리적 화학적 특성을 조사할 수 있다.</p> <p>1.2 위험물 관리기준을 검토하여 환경 인체 유해성을 조사할 수 있다.</p> <p>1.3 물질안전보건자료를 바탕으로 위험물을 분류할 수 있다.</p> <p>1.4 위험물안전관리법, 화학물질관리법, 화학물질의 등록 및 평가 등에 관한 법률, 산업안전보건법에 따라 위험성을 표시할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 위험물안전관리법령</li><li>• 위험물의 물리적 특성</li><li>• 위험물의 화학적 특성</li><li>• 물질안전보건자료</li><li>• 화학물질관리법령</li></ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 물리 화학적 성질 검토 능력</li><li>• 위험물 물리 화학적 특성 분석기술</li><li>• 위험물 관련 자료 비교 분석 능력</li><li>• 위험물 분류 능력</li><li>• 위험물 판단 기술</li><li>• 화학물질의 유해성 분류 능력</li></ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li><li>• 위험물 관련 법규 준수 의지</li><li>• 관련 정보 수용 자세</li></ul>
1903060247_24v2.2 위험물안전관리 감독하기	<p>2.1 위험물 저장 취급, 위험물시설 유지관리, 위험물 운송 운반에 대한 법적기준을 조사할 수 있다.</p> <p>2.2 위험물 저장 취급, 위험물시설 유지관리, 위험물 운송 운반에 대한 지침과 관리대장을 작성할 수 있다.</p> <p>2.3 지침과 관리대장에 따라 위험물안전 관리감독을 수행할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• 위험물 저장 취급 기준</li><li>• 위험물 운송 운반기준</li><li>• 위험물시설 보수 시 안전 절차</li><li>• 위험물 운송 운반 물질의 특성</li><li>• 위험물 저장 취급 장소의 환경 특성</li><li>• 위험물 저장 취급 감독 절차</li><li>• 위험물시설의 환경특성</li><li>• 위험물안전관리 법령</li><li>• 위험물의 물리 화학적 특성</li><li>• 위험물시설의 유지관리 감독 절차</li></ul>

<p>1903060247_24v2.2</p> <p>위험물안전관리 감독하기</p>	<p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 위험물시설의 운전 능력</li> <li>• 위험물 저장과 취급 능력</li> <li>• 위험물 운송 능력</li> <li>• 위험물시설의 운전 능력</li> <li>• 감독지침 및 관리대장 작성 능력</li> <li>• 위험물 관리 감독 능력</li> </ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li> <li>• 위험물 관련 법규 준수 의지</li> <li>• 철저한 위험물 관리 감독하는 자세</li> </ul>
<p>1903060247_24v2.3</p> <p>위험물안전관리 교육훈련하기</p>	<p>3.1 반도체 제조현장 분석을 바탕으로 교육훈련계획을 수립할 수 있다.</p> <p>3.2 교육훈련계획에 따라 강사와 교재를 준비하고 교육훈련을 실시할 수 있다.</p> <p>3.3 교육훈련 실시 후 교육성과를 분석하여 교육훈련결과보고서를 작성할 수 있다.</p> <p>3.4 교육훈련 성과에 대한 평가체계를 구축하여 교육훈련 프로그램을 재구성할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 교육훈련 계획수립</li> <li>• 위험물 안전관리 교육에 적합한 교수법 이해</li> <li>• 교육훈련 평가 체계</li> </ul> <p>【기술】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 교육훈련 계획수립 능력</li> <li>• 교안작성 능력</li> <li>• 교수법 적용 기술</li> <li>• 평가지 작성능력</li> <li>• 교육성과 분석 기술</li> </ul> <p>【태도】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li> <li>• 교육훈련을 공정하게 평가하려는 자세</li> <li>• 교육훈련의 효과에 대한 신뢰도</li> </ul>
<p>1903060247_24v2.4</p> <p>위험물사고 대응하기</p>	<p>4.1 반도체 제조현장 내의 위험물 취급시 발생할 수 있는 사고요인을 파악할 수 있다.</p> <p>4.2 위험물 취급시 발생할 수 있는 사고유형에 따른 대응조치 방안을 수립할 수 있다.</p> <p>4.3 위험물 사고시 매뉴얼에 따른 초동조치로 사고피해를 최소화할 수 있다.</p> <p>4.4 위험물 사고에 대한 피해상황과 사고원인을 조사하여 재발방지대책을 수립할 수 있다.</p> <p>【지식】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 위험물시설의 특성</li> <li>• 위험물안전관리법령</li> <li>• 위험물질별 대응방법</li> <li>• 사고유형별 특성</li> <li>• 재발방지대책</li> <li>• 초동조치 방법</li> <li>• 취급 위험물의 특성</li> </ul>

1903060247_24v2.4 위험물사고 대응하기	<b>【기술】</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• 가동 전 안전점검 능력</li><li>• 누출경로 파악 능력</li><li>• 사고 조치 능력</li><li>• 사고 피해상황 조사 능력</li><li>• 사고 확산방지 기술</li></ul>
	<b>【태도】</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• 반도체 제조에서의 환경 안전수칙 준수</li><li>• 관련법규의 준수 의지</li><li>• 비상상황에 대한 신속한 대응</li></ul>

## □ 적용범위 및 작업상황

### 고려사항

-반도체설비 위험물관리는 저장·취급 위험물 분류, 위험물안전관리 감독, 위험물안전관리 교육훈련, 위험물 사고 대응 등의 내용을 포함한다.

-위험물 관련 자료에는 화재 위험성이 높은 화학물질로 공정 중 사용하는 '스트리퍼, 현상액, 감광액'등과 세척용으로 사용되는 'IPA, 아세톤, 메탄올, 에탄올' 등이 있으며, 특수가스 인 실란, 디실란 등의 가스는 공기 중에 노출시 자연발화, 폭발성 가스 등의 내용을 포함한다.

-저장 취급 위험물 분류에는 위험물질의 보관, 저장, 운반 또는 사용하는 저장 방법과 설비의 내용을 포함한다.

-위험물 관리에는 사업장 내 위험물 분리 보관, 저장, 개별 운반 등에 적합한 취급시설 사용, 위험물 보호시설, 유해물질 대하여 위험 표시와 정보(MSDS, 경고표지), 접근제한 표식, 유해물질 이력관리(수량, 저장, 출고, 사용, 회수, 처리) 등의 내용을 포함한다.

-위험물안전관리 교육훈련계획에는 교육과정명, 교육일정 및 시간, 교육대상자, 교육훈련목표, 교육훈련 프로파일 등의 내용을 포함한다.

-위험물 안전 관리 감독에는 안전교육, 안전 순찰, 위험물 시설 점검과 정비, 위험물시설 운전과 조작, 위험물 취급 작업 기준, 배관안전 확보, 비상조치 계획, 위험물 안전 기록 등의 내용을 포함한다.

-위험물 사고시 초동조치에는 주변 작업자들에게 사고 전파 및 신고, 개인보호구 착용, 인명 피해시 응급환자 이송 및 응급처치 등 대응 매뉴얼에 따라 사고 위험물 공급 차단, 주변 물질 차단 등의 내용을 포함한다.

### 자료 및 관련 서류

- 산업안전보건법
- 물질안전보건자료(MSDS - Material Safety Data Sheet)
- 환경안전규정

### 장비 및 도구

- 가스 누설경보기
- 덕트 유속 측정기
- 실내 환경 측정기
- 가스 분석기
- 위험물 분석기
- 안전보호구

### 재료

- 해당사항 없음

## □ 평가지침

### 권장평가방법

- 평가자는 능력단위 반도체설비 위험물관리의 수행준거에 제시되어 있는 내용을 평가하기 위해 이론과 실기를 나누어 평가하거나 종합적인 결과물의 평가 등 다양한 평가 방법을 사용할 수 있다.
- 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.

권 장 평 가 방 법	평 가 유 형	
	과 정 평 가	결 과 평 가
A.포트폴리오		
B.문제해결 시나리오	V	
C.서술형시험	V	V
D.논술형시험		
E.사례연구		
F.평가자 질문		V
G.평가자 체크리스트		V
H.피평가자 체크리스트	V	
I.일지/저널		
J.역할연기		
K.구두발표		
L.작업장평가	V	
M.기타		

### 평가지 고려사항

- 수행준거에 제시되어 있는 내용을 성공적으로 수행할 수 있는지를 평가해야 한다.
  - 평가자는 다음 사항을 평가해야 한다.
- 위험물의 물리적 화학적 특성 조사 능력
  - 환경 인체 유해성 조사 능력
  - 위험물 분류 능력
  - 위험성 표시 능력
  - 위험물 법적기준 조사 능력
  - 위험물 관리대장 작성 능력
  - 위험물안전 관리감독 수행 능력
  - 반도체 제조현장 교육훈련계획 수립 능력
  - 교육훈련 실시 능력
  - 교육훈련결과보고서 작성 능력
  - 교육훈련 프로그램 재구성 능력
  - 반도체 제조현장 내의 위험물 취급 사고요인 파악 능력
  - 위험물 사고유형에 따른 대응조치 방안 수립 능력
  - 위험물 매뉴얼에 따른 사고피해 최소화 능력
  - 위험물 사고에 대한 재발방지대책 수립 능력



## □ 관련기초능력

순번	관 련 기 초 능 력	
	주 요 영 역	하 위 영 역
1	의사소통능력	경청 능력, 기초외국어 능력, 문서이해 능력, 문서작성 능력, 의사표현 능력
2	수리능력	기초연산 능력, 기초통계 능력, 도표분석 능력, 도표작성 능력
3	문제해결능력	문제처리 능력, 사고력
4	대인관계능력	갈등관리 능력, 고객서비스 능력, 리더십 능력, 팀워크 능력, 협상 능력
5	기술능력	기술선택 능력, 기술이해 능력, 기술적용 능력

□ 개발·개선 이력

구 분		내 용
직무명칭(능력단위명)		반도체제조(반도체설비 위험물관리)
분류번호	기존	1903060247_23v1
	현재	1903060247_24v2
개발·개선연도	현재	2024
	최초(1차)	2023
버전번호		v2
개발·개선기관	현재	전자 산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
	최초(1차)	전자산업인적자원개발위원회(한국전자정보통신산업진흥회)
향후 보완 연도(예정)		2029