

반도체 장비 recipe 제어 system 구현

Semiconductor Equipment recipe control system

참여학과 : 메카트로닉스과

협약반명 반도체장비반

팀 명 : 세미어벤져스

참여학생 : 김병수 최성민 최한규 신동진 오예지 이재진 이유정

지도교수 : 김광수

참여기업 : (주)제우스

▶ 작품개요

본 작품에서는 PC program과 같은 고난이도의 제어가 아닌 가장 기본적인 PLC 방식을 이용하여 recipe를 구현하고 가장 많이 사용되어지는 부품 중 하나인 servo motor를 사용자 입력 방식으로 제어, 작동하는 시스템을 구현하였다. Cleaning 공정 설비 중 single 설비의 chemical을 wafer 전면에 분사하는 swing 노즐의 움직임을 servo motor를 이용, 원점 회귀, 이동 속도, 이동 거리를 사용자가 터치 패널로 직접 제어할 수 있다.

▶ 작품 수행의 배경 및 필요성

반도체 제조라인은 수천 대의 설비로 구성되어 CIM 등을 통한 매우 복잡한 제어를 통해 운영이 되고 있다. 수천 대의 설비는 업체별로 각각의 독특한 제어구조를 가지고 PC Programming 및 PLC, 시퀀스 등 거의 대부분의 제어 사양을 도입하여 제작되고 있으며 이러한 제어 사양을 통해 wafer가 처리되는 조건을 설비 내 입력하고 이를 통해 장비가 운영되고 있다. 반도체 장비의 recipe는 이렇게 설비가 움직이는 조건 및 wafer가 처리되는 조건을 이야기하며 사용자가 원하는 값을 설비의 작동범위 내에서 직접 control할 수 있다. 즉 사용자가 원하는 시점에 특정값을 입력하면 설비는 해당 값으로 움직이게 되며 이는 input 값을 받아 설비 부품에 입력하는 것으로 반도체 공정에 있어 매우 중요한 parameter이다.

▶ 작품의 이론 및 기술현황

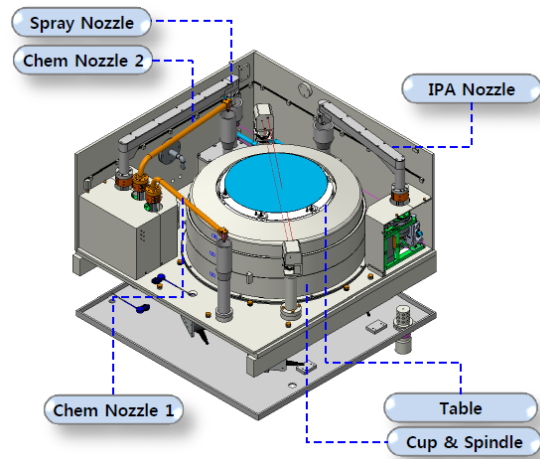
Cleaning 공정의 single 설비 챔버는 아래 그림과 같이 구성되어 있다. 공정을 위해 웨이퍼가 챔버 중앙에 놓이고 Chem. nozzle이 웨이퍼 중심부로 이동하여 사용자가 원하는 정확한 위치에서 chemical을 분사하여 웨이퍼 표면을 세정하는 장치이다. 이때 웨이퍼 반경방향으로 chemical이 고르게 퍼지게 하기위해 wafer를 잡고 있는 chuck을 고속 회전하여 원심력을 이용한다. 웨이퍼 회전시 공정별로 필요한 uniformity 확보를 위하여 Chem. Nozzle은 사용자가 원하는 위치에 고정하거나 웨이퍼 표면을 이동하면서 chemical을 뿌리게 된다.

즉 본 장비의 핵심 기술은 웨이퍼를 정확히 원하는 위치에 놓는 위치 제어 기술, 사용자가 원하는 속도로 원하는 위치를 반복 이동하는 속도 제어 기술이 필요하다. 이러한 기술을 모두 만족하는 모터는 현재 servo motor 하나이며 PC나 PLC를 이용하여 제어할 수 있다. 따라서 PLC 제어 프로그램이 본 장치의 핵심 기술로 이용될 수 있다.

마지막으로 해당 장비의 사용자는 메카트로닉스 기술자가 아니므로 사용자가 직접 속도, 위치 등을 입력하면 servo motor에 해당 수치를 변환하여 입력되게끔 PLC를 작성해야 하며 사용자는 컴퓨터 화면등을 통해 손쉽게 해당 recipe를

구성할 수 있어야 한다. 따라서 PLC를 화면에서 직접 제어할 수 있는 HMI programing 역시 중요한 상황이다.

기구적으로는 모터의 회전 각속도를 사용자가 쉽게 인지할 수 있는 원주속도로 전환하고 모터의 빠른 속도를 웨이퍼 표면 상에 원하는 속도로 전환할 수 있는 감속기 기술이 필요하며 이는 단순하게 계산을 통해 상용화된 부품을 이용할 수 있다.



<일반적인 cleaning single 챔버>

▶ 작품의 개발 방법 및 과정

1. Single 챔버 형상 및 구동시스템 구현

실제 Single 챔버는 PTFE 및 PFA 등의 재질로 내화학성을 가진 소재로 구성된다. 그러나 본 과제의 목적은 system 구현에 있으므로 chemical 대신 water를 사용할 예정이며, 이에 따라 챔버 재질 및 wafer 역시 모두 아크릴 소재로 구현하였다.

특히 wafer chuck과 swing nozzle에 사용되는 모터는 Servo Motor를 채택하여 실제 현장에서 사용되는 고속 rpm구현과 Nozzle의 위치 제어를 구현 할 것이다.

2. Nozzle 위치제어 시스템

Chemical에 의한 구동부 부식 및 오염, 특히 water를 사용한 본 시스템에서도 water leak에 의한 전자 부품 손상 우려가 크므로 밀폐형 구조를 기본으로 한다. Nozzle은 아크릴 Arm 끝에 위치하도록 설계하였으며, 타이밍 폴리를 이용하여 정밀한 동작이 가능하도록 제작하였다. 또한 Fixed Nozzle과 Swing Nozzle의 충돌의 방지하기 위하여 Fixed Nozzle의 위치와 Nozzle의 꺾이는 각도를 생각하여 기계기구의 동역학적인 움직임을 고려하여 제작하였다.

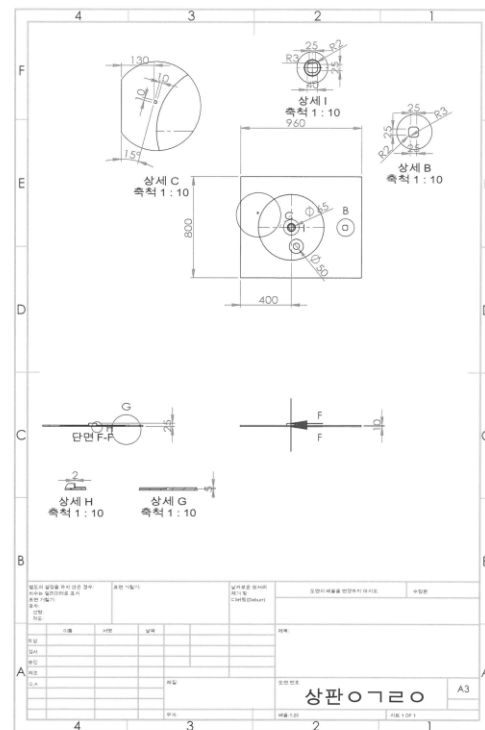
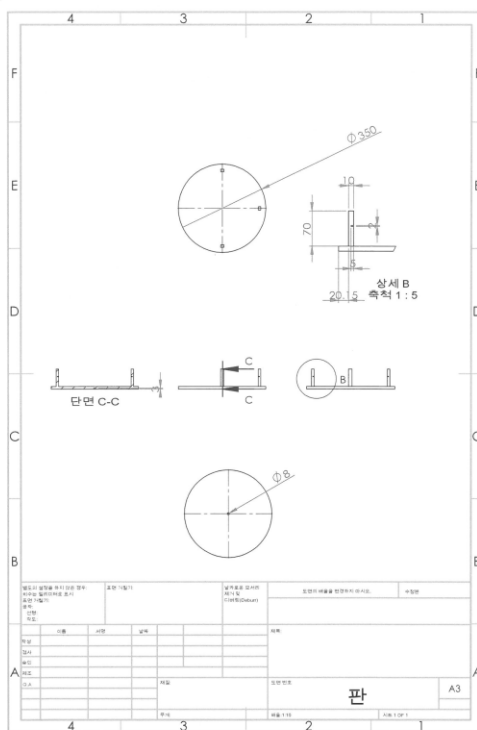
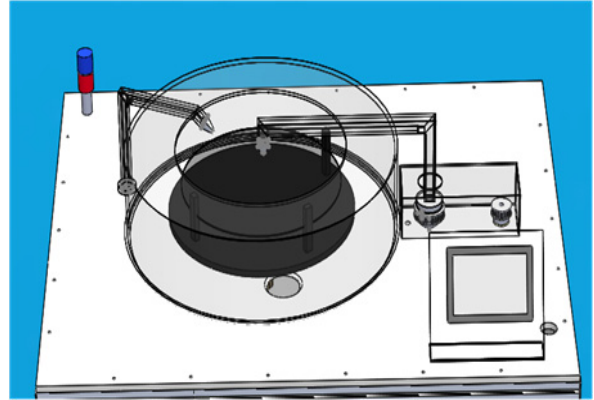
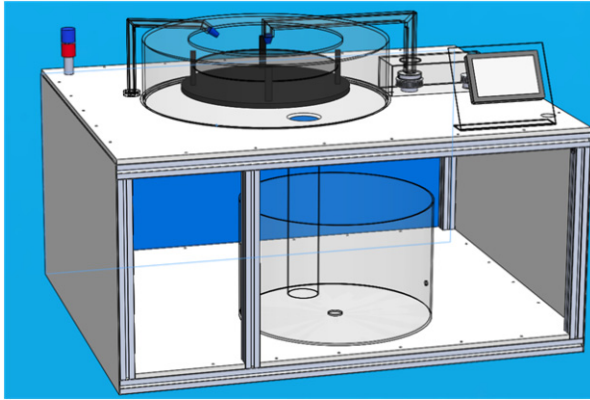
3. 제어 시스템

본 과제에서는 wafer chuck 모터의 회전, Swing Nozzle의 위치제어, Pump의 On/Off를 기본적으로 제어하며 PLC를 이용하여 제어하는 것을 기본으로 한다. 특히 본 과제의 핵심인 사용자가 control하기 쉬운 시스템의 구성이므로 nozzle의 위치, 속도 제어와 chuck의 속도를 제어하는 부분은 참여기업의 실제 recipe 구성을 참고하여 구현하였다.

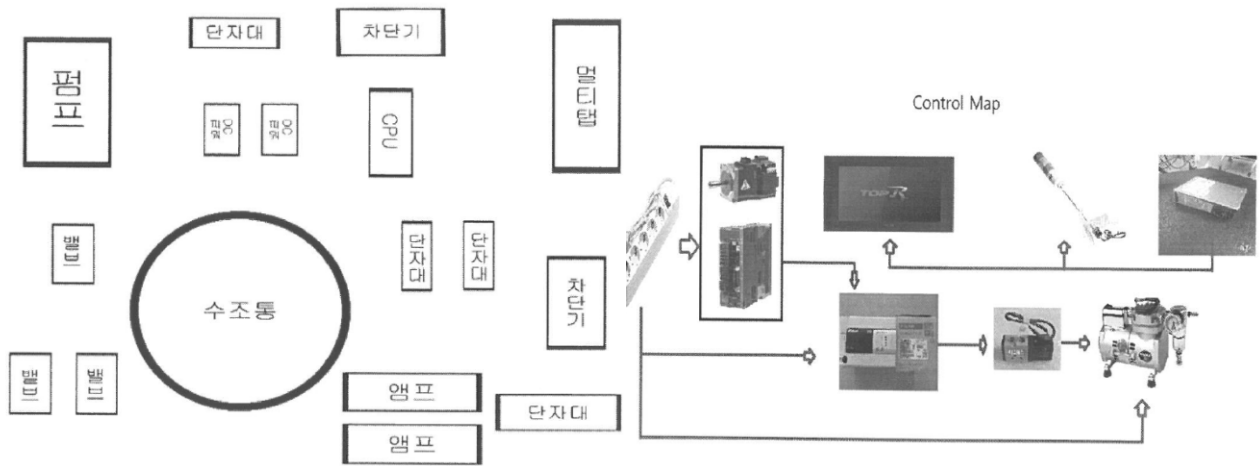
제어 과정 중 어려운 부분은 servo motor 구동은 motro driver의 PID parameter를 정확하게 입력하고 조절해야

하나 PID parameter 구현에 어려움이 있으나 실제 장비 도입시에는 부품회사에서 제공하는 motor driver 및 program을 이용하여 실제 구현이 용이할 것으로 판단한다.

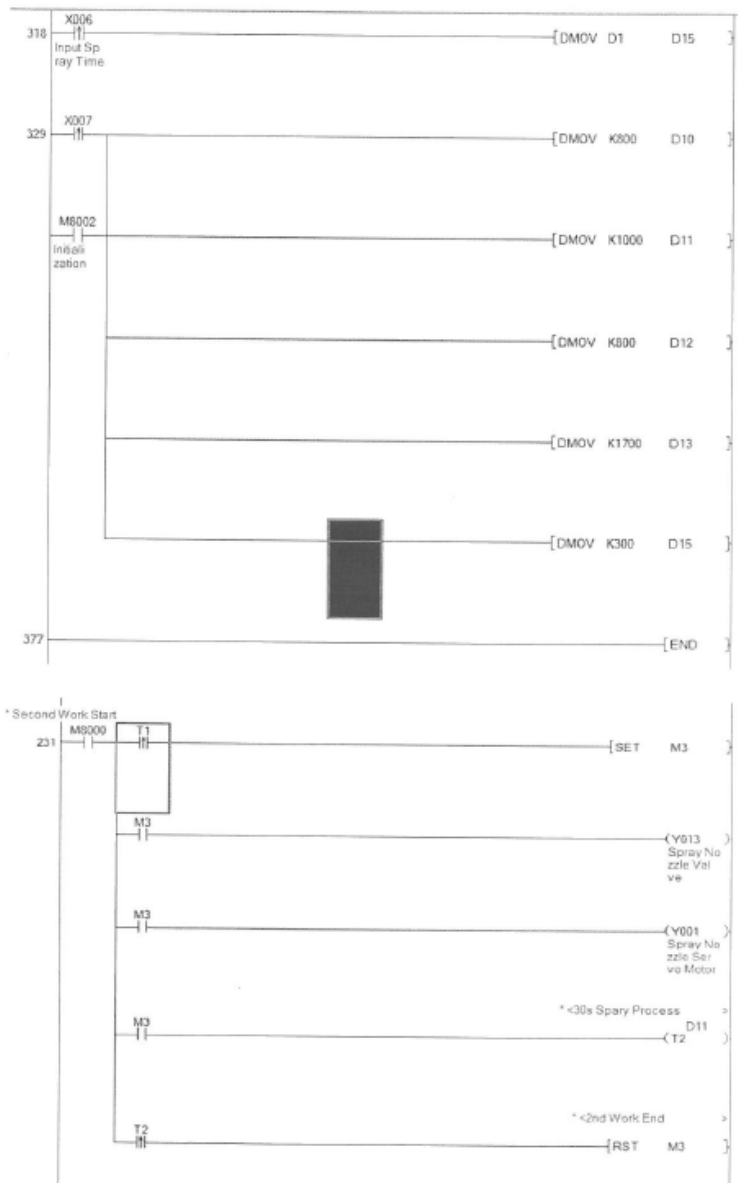
▶ 작품 구조도(작품설계, PCB Artwork, 제작도 등)



<3D 설계 & 일부 2D 도면>



<챔버 하부 구조 및 control map>



<PLC program ladder 일부>

▶ 기대 효과 및 활용 방안

본 작품은 현재 사용중인 반도체 세정 장비의 UI를 본따 PLC를 이용하여 구현한 작품으로 8챔버 이상의 제품에 사용은 PLC 제품의 한계로 사용이 불가능한다. 그러나 swing 노즐의 변화를 쉽게 적용할 수 있는 제품으로 반도체 공정 연구용 단일 챔버로의 활용이 기대 된다.

▶ 기업 연계활동

(주)제우스 기업을 방문해 반도체 장비 제작 클린룸을 견학하고 회사 직원 분께서 동작원리 제작 노하우 등을 친절히 설명해 주셔서 큰 도움이 되었습니다.

*기업 방문 PICTURE



#1 클린룸 현장 방문



#2 장비 설명

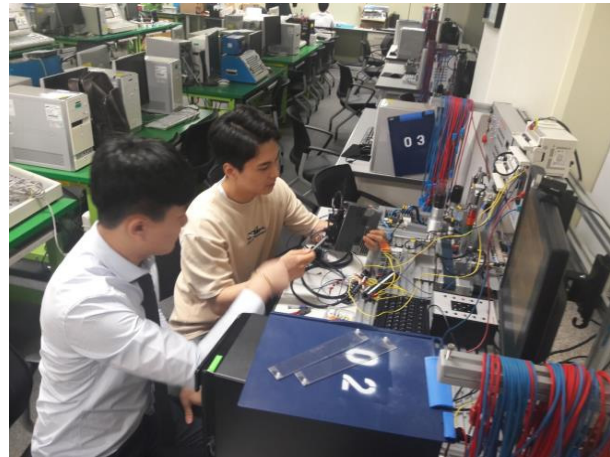
▶ 팀소개 및 역할 분담

학과	학번	성명	역할	참여도(%)
메카트로닉스과	201315103	김병수	팀장 역할 및 설계 제작	85%
메카트로닉스과	201315237	최한규	PLC 제어	85%
메카트로닉스과	201415129	이재진	장비 조립 및 배선	20%
메카트로닉스과	201615227	이유정	세부설계 및 발주	90%
메카트로닉스과	201315135	최성민	PLC 제어	75%
메카트로닉스과	201415118	신동진	PLC 통신 및 배선	50%
메카트로닉스과	201615221	오예지	제작 및 도면 설계	55%

▶ 비용분석

항목	세부항목	소요비용(원)
시작품제작비	Servoe motor 외 30여종	2,993,443
작품제작지도비	작품제작지도 3회 × 200,000원	600,000
지도간담회비	-	666,500
계		4,259,943

▶ 부록



*작품 제작 활동 사진