

KOSHA GUIDE

P - 12 - 2012

# 전자산업에서의 특수가스 취급 안전 기술지침

2012. 7.

한국산업안전보건공단

## 안전보건기술지침의 개요

○ 작성자 : 서울산업대학교 시스템안전연구센터 강 미 진

○ 개정자 : 최 이 략

○ 제 · 개정 경과

- 2009년 11월 화학안전분야 기준제정위원회 심의
- 2012년 7월 총괄 제정위원회 심의(개정, 법규개정조항 반영)

○ 관련 규격 및 자료

- BCGA, "Code of Practice CP 18: The safe storage, handling & use of special gases in the micro-electronic & other industries", revision 2, 2005

○ 관련 법규 · 규칙 · 고시 등

산업안전보건법 제23조 (안전조치)

산업안전보건기준에 관한 규칙 제225조(위험물질 등의 제조 등 작업시의 조치)

산업안전보건기준에 관한 규칙 제232조(폭발 또는 화재 등의 예방)

산업안전보건기준에 관한 규칙 제239조(위험물 등이 있는 장소의 화기 등의 사용금지)

산업안전보건기준에 관한 규칙 제267조(배출물질의 처리)

○ 기술지침 적용 및 문의

이 기술지침에 대한 의견 또는 문의는 한국산업안전보건공단 홈페이지  
안전보건기술지침 소관 분야별 문의처 안내를 참고하시기 바랍니다.

공표일자: 2012년 7월 18일

제 정 자: 한국산업안전보건공단 이사장

## 전자산업에서의 특수가스 취급안전 기술지침

### 1. 목적

본 기술지침은 반도체 제조 등 전자산업 등에서 특수가스를 사용, 취급함에 있어 발생할 수 있는 화재 및 폭발의 위험성을 파악하고 이를 방지하기 위하여 적절한 안전대책을 수립하는데 활용할 수 있는 기술지침을 제시함을 목적으로 한다.

### 2. 적용범위

본 기술지침은 실란(Silane), 포스핀(Phosphine), 아신(Arsine) 등의 특수가스를 사용하거나 취급하는 반도체 제조 등의 전자산업현장과 실험실 등에 적용된다. 다만, 이들 가스를 대량 제조, 포장 및 운반하는 등의 사업장은 제외한다.

### 3. 용어의 정의

(1) 이 기술지침에서 사용되는 용어의 뜻은 다음과 같다.

(가) “가스 실린더(Gas cylinder)”란 가스를 충전하기 위한 것으로서 이동할 수 있는 용기와 부속품을 말한다.

(나) “가스공급지점(Gas supply point)”이란 가스 실린더와 연결되어 밸브 등의 부속품이 장착된 지점을 말한다.

(다) “특수가스(Special gas)”란 실란(Silane), 포스핀(Phosphine), 아신(Arsine) 등 주로 반도체 제조 등 전자산업에서 사용되는 가스로 독성, 화재위험성 및 반응위험성이 큰 가스를 말한다.

(라) “자연발화성 가스 (Pyrophoric gas)”란 공기에 노출되었을 때 외부 점화원 없이

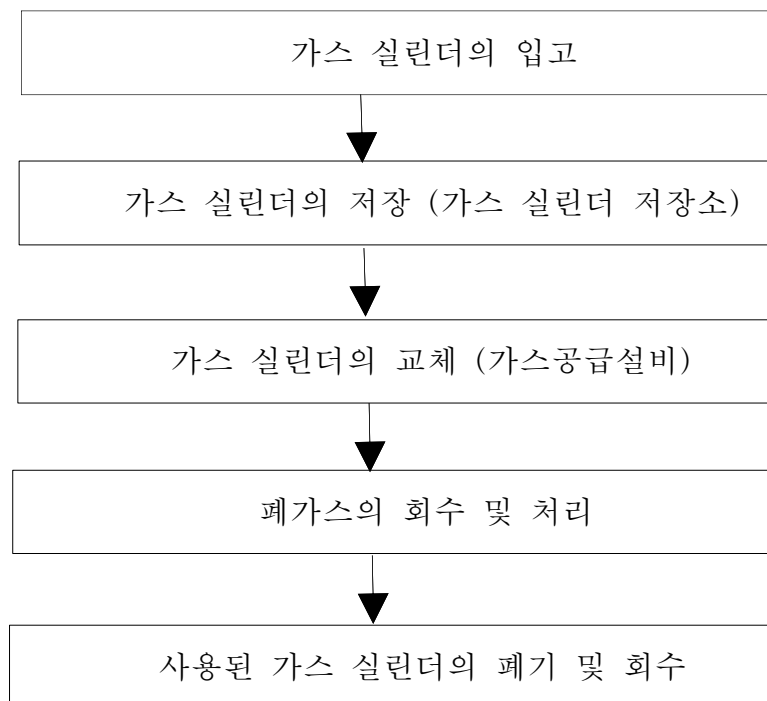
스스로 발화할 가능성이 매우 높은 가스를 말한다.

(마) “소각로(Incinerator)”란 300 ℃ 이상의 고온을 이용하여 폐가스를 연소시키는 소규모 장치를 말한다.

(2) 그 밖에 이 기술지침에서 사용하는 용어의 뜻은 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 「산업안전보건법」, 같은 법 시행령, 같은 법 시행규칙 및 「산업안전보건기준에 관한규칙」에서 정하는 바에 의한다.

#### 4. 특수가스의 저장 및 취급

반도체 제조 등 전자산업 현장 및 실험실에서 특수가스를 사용하는 절차는 <그림 1>과 같이 가스 실린더의 입고, 가스 실린더 저장, 가스 실린더 교체, 사용된 가스 실린더의 폐기로 이루어진다.



<그림 1> 특수가스 사용 절차

#### 4.1 특수가스의 위험성

- (1) 전자산업 등에서 주로 사용하는 특수가스는 <표 1>과 같이 독성가스일 뿐만 아니라 화재·폭발위험이 높은 인화성가스에 해당한다.

<표 1> 특수가스의 주요 물성 예시

구분		실란(Silane)	포스핀(Phosphine)	아신(Arsine)
분자식		SiH <sub>4</sub>	PH <sub>3</sub>	AsH <sub>3</sub>
CAS No.		7803-62-5	7803-51-2	7784-42-1
정상끓는점 [℃]		-112	-87.7	-63
폭발범위 [%]		1 ~ 100	1.8 ~ 100	4.5 ~ 78
NFPA 등급	화재	4	4	4
	반응성	3	2	2
	보건	2	3	4
화재 및 폭발위험		심각한 화재 위험 공기 노출 시 발화 가능	심각한 화재 위험 공기 노출 시 발화 가능	심각한 화재 위험 중급 수준의 폭발위험
산업안전보건법 규제현황		노출기준 설정물질	관리대상 유해물질, 작업환경 측정물질, 노출기준 설정물질	관리대상 유해물질, 작업환경 측정물질, 노출기준 설정물질

#### 4.2 특수가스 실린더

##### 4.2.1 특수가스 실린더의 사용, 취급 및 저장 장소

- (1) 특수가스를 사용, 취급하는 장소에는 특수가스의 누출을 미리 감지할 수 있는 가스감지기와 경보장치를 설치하여야 하며, 주기적인 점검을 통해 그 성능을 유지하여야 한다.
- (2) 특수가스는 용접·용단 원료 또는 가열 연료로 사용하지 않는다고 할지라도, 대부

분 인화성 가스이므로, 특수가스의 가스 실린더를 취급할 때에는 다음 사항을 준수하는 것이 바람직하다.

- (가) 통풍 또는 환기가 불충분하거나 화기를 사용하는 장소 및 그 부근에 설치·저장 또는 방치하지 않는다.
  - (나) 용기의 온도는 40 ℃ 이하로 유지하여야 한다.
  - (다) 전도의 위험이 없도록 고정하여야 한다.
  - (라) 충격을 가하지 않도록 하며, 운반할 때에는 캡(Cap)을 씌우도록 한다.
  - (마) 사용할 때에는 용기의 마개에 부착되어 있는 유류 및 먼지를 제거하여야 한다.
  - (바) 밸브는 서서히 열고 닫아야 한다.
  - (사) 사용 전 또는 사용 중인 용기와 그 외의 용기를 명확히 구별하여 보관하여야 한다.
  - (아) 용기의 부식·마모 또는 변형상태를 점검한 후에 사용하여야 한다.
- (3) 특수가스는 대부분 인화성 가스이므로, 특수가스 실린더를 사용, 저장하는 장소에서는 불꽃 또는 아크를 발생하거나 고온으로 될 우려가 있는 화기 또는 기계·기구 및 공구 등을 사용하여서는 안 된다.
- (4) 특수가스 실린더 및 특수가스의 배관, 기타 사용 설비 등은 화재예방을 위하여 적절한 배치구조로 하여야 한다.
- (5) 특수가스를 사용, 취급 또는 저장하는 장소는 가스 누출 가능성을 최대한 낮출 수 있도록 내구성과 신뢰성이 있는 설비를 갖추어야 하며, 가스 누출 가능성을 고려하여 필요 시 가스폭발위험장소로 설정하여 관리하여야 한다.
- (6) 만일 특수가스를 사용, 취급 또는 저장하는 장소가 가스폭발위험장소로 설정된 경우에는 폭발위험장소의 구분도를 작성·관리하여야 하며, 적합한 방폭성능을 가진 방폭구조 전기기계·기구를 선정, 사용 및 유지·관리하여야 한다.
- (7) 특수가스 실린더는 가능한 한 건물 외부에 저장하여야 하며, 이때 빗물 등에 의한 부식을 방지하기 위하여 지붕을 설치하여야 한다. 다만 저장소에서 가스가 누출하

더라도 지붕 아래에 가스가 누적되지 않도록 환기시설을 갖추어야 한다.

(8) 특수가스 저장소를 건물 내부에 설치하는 경우에는 다음 사항을 준수하여야 한다.

(가) 최소한 30분 이상의 내화성능을 갖는 벽으로 건물의 다른 지역과 분리되도록 하여야 한다.

(나) 위험성평가를 통해 필요한 환기성능을 파악하여야 한다.

(다) 강제환기시스템은 경보음과 경보등으로 연결되어 작동정지 여부를 모니터링할 수 있도록 하여야 한다.

(라) 위험성평가 시 저장소 내부의 위험을 조기 감지할 수 있는 모니터링 설비를 파악하여 필요한 설비를 갖추어야 한다.

(9) 특수가스 저장소는 자연환기가 잘 이루어질 수 있는 구조로 설치하여야 하며, 자연환기가 충분히 이루어지도록 최소한 2개의 마주보는 벽면이 개방된 형태인 것이 바람직하다. 개방된 벽면은 철망 혹은 루버(Louver)형태로 한다.

(10) 특수가스 저장소의 천정, 바닥 및 벽은 불연성 재질이어야 한다.

(11) 특수가스 저장소는 가능한 한 화재위험 지역으로부터 멀리 떨어져 위치하여야 하며, 다음과 같은 소화설비 및 개인보호구를 갖추어야 한다.

(가) 수동 혹은 자동 물분무시스템

(나) 소화기 (출구에 가까운 곳으로 접근이 용이한 곳에 비치)

(다) 호흡보호구, 긴급샤워설비 등

(12) 특수가스 저장소의 바닥은 평평하되 경사를 두어 가스 실린더 누출물 등이 저위험지역으로 흘러가도록 하여야 한다. 다만 경사진 곳에 물이 고이지 않도록 관리하여야 한다.

(13) 특수가스 저장소 부근에는 차량의 충돌을 방지하기 위한 방지턱을 설치하는 것이 바람직하다.

(14) 특수가스 저장소에는 “접근제한” 및 “화기엄금”과 같은 경고표지를 부착하여야

한다.

### 4.3 특수가스의 사용 및 회수

#### 4.3.1 특수가스 공급설비

(1) 모든 특수가스공급지점에 대해서는 위험성평가를 수행하여 발생 가능한 위험요인을 파악하여야 한다. 이때 고려될 수 있는 사항은 다음과 같다.

(가) 화재위험 및 사람이 많은 곳과 분리되어 있어야 한다.

(나) 환기가 적절하여야 한다.

(다) 가스의 명칭과 위험성(물성)이 명확히 표시되어야 한다.

(라) 보안을 위하여 가스 실린더 접근을 제한하되 장애물이 없도록 하는 등 접근이 용이하여야 한다.

(마) 점화원이 될 수 있는 나염 및 비보호 전기장치로부터 멀리 위치하여야 한다.

(바) 유지관리가 잘 이루어져야 한다.

(사) 가스 실린더가 넘어지지 않도록 배치하여야 한다.

(아) 가스 사용설비에서의 누출로 인한 위험을 조기에 차단하기 위하여 가스 실린더에 가능한 한 가까운 곳에 원격차단장치를 설치하여야 한다.

(2) 각각의 특수가스 실린더는 서로 다른 특수가스공급지점을 통해 연결되어야 하며, 특수가스공급지점은 다음과 같은 곳에 설치되어야 한다.

(가) 가능한 한 건물 외부의 안전한 장소에 설치

(나) 별도의 가스공급실

(다) 별도의 가스캐비닛

(3) 특수가스공급지점은 특수가스 누출을 최소화할 수 있도록 설계되고, 이를 위한 작업지침이 마련되어야 한다.



(4) 특수가스가 누출되더라도 그 피해를 최소화하기 위해서는 다음과 같은 인자를 고려하여야 한다.

(가) 가스공급용기의 가스 양

(나) 가스공급용기로부터의 유출되는 최대유량(Flow rate)

(다) 환기/추출시스템 하에서 독성가스 희석 정도

(라) 대기 중으로의 벤트 높이와 위치

(마) 대기 중으로의 누출속도: 공기흡입위치, 건물과 사람들의 위치

(바) 필요 시 갑작스런 누출물을 처리할 수 있는 가스세정탑 혹은 기타 처리설비

#### 4.3.2 사업장 내 특수가스 공급

(1) 특수가스는 가스공급 실린더로부터 사용지점까지 필요한 압력과 유량으로 안전하게 공급되어야 하며, 공급과 관련하여 연결된 모든 설비는 상호 오염되지 않도록 설계되어야 한다.

(2) 특수가스 공급시스템은 취급하는 가스와 화학적으로 안정한 재질이어야 하며, 최대압력에 견딜 수 있어야 한다.

(3) 다음과 같은 조건에서도 건전성(Integrity)을 유지할 수 있도록 특수가스 공급시스템을 퍼지(Purge)하여야 한다.

(가) 가동 전: 시스템으로부터 공기와 수분을 제거하기 위하여

(나) 가스공급용기 교체 시: 용기 연결부로부터 가스, 공기 및 수분을 제거하기 위하여

(다) 시스템 유지·보수 시: 시스템 개방 전 안전한 수준까지 가스농도를 낮추고, 가스를 재유입하기 전에 공기와 수분을 제거하기 위하여

(라) 비상상황 시: 빠른 시간 내에 시스템으로부터 가스를 제거하기 위하여

(4) 특수가스 공급시스템은 비상상황 시 혹은 시스템 고장 시 작동하는 자동차단장치

를 갖추어야 한다.

(가) 자동차단장치는 일반적으로 과량차단장치(Excess flow shut-off valve)와 원격으로 작동되는 가스 실린더 공급밸브로 구성된다.

(나) 과량흐름차단장치는 보통 폐지를 원활히 하기 위하여 우회밸브를 필요로 하는 경우가 있는데, 이때 폐지가 끝난 후에도 과량흐름차단장치가 열린 상태로 운전되어서는 안 된다.

(5) 가스공급실린더 내부 혹은 밸브와 가능한 한 가까운 곳에 오리피스와 같은 유량제한장치를 갖추는 것이 바람직하지만 부식성 가스에는 적합하지 않다.

(6) 특수가스 공급시스템에는 압력방출장치와 같은 과압보호장치, 유량제어밸브, 차단밸브, 체크밸브 등이 갖추어져야 한다. 이들 장치의 성능을 주기적으로 점검하고 확인하여야 한다.

(7) 특수가스 공급배관은 점검과 유지·보수가 용이하도록 하여야 하며, 가능한 한 지하에 매설하지 않아야 한다.

(8) 실란을 포함한 자연발화성 가스는 특히 다음 사항을 유의하여야 한다.

(가) 실란은 항상 대기압보다 높은 압력으로 저장하여야 하며, 응축되지 않도록 하여야 한다. 공기나 기타 산화제가 실란이 함유된 시스템으로 유입되는 경우 폭발하거나 서서히 반응하여 실리카를 침전시킴으로써 압력조정기(Regulator), 체크밸브 등을 막을 수 있다.

(나) 자연발화성 가스를 취급하는 모든 시스템은 다음 사항을 고려하여 설계하고 시험하여야 한다.

- ① 누출 위험의 최소화
- ② 폐지 효율성과 용이성의 극대화
- ③ 누출 발생 시 차단의 용이성
- ④ 청소나 폐지를 어렵게 하는 공간(Dead space)의 제거
- ⑤ 내용량의 최소화

(다) 가스캐비닛, 환기시스템 등 자연발화성 가스에 노출될 수 있는 모든 재질은 불

연성이어야 한다.

(라) 환기가 되지 않는 캐비닛이나 실내에 자연발화성 가스를 취급하는 설비를 두어서는 안 된다.

(마) 아무리 적은 양이라고 할지라도 할로젠족이나 할로젠화 중금속(Heavy metal halides)과 실란이 접촉하여서는 안 된다.

#### 4.3.3 폐 특수가스의 처리

(1) 정상 운전 중에 배출되는 모든 폐 특수가스는 적절한 처리공정을 거치지 않고 대기 중으로 유출되어서는 안 된다.

(2) 비상 시 폐 특수가스를 배출하는 경우에도, 사람들에게 위해가 가지 않도록 폐 특수가스의 처리, 조절 및 배출하는 방법을 고려하여야 한다.

(3) 위험하지 않은 가스라고 할지라도 생산과정 혹은 공정 중 독성 혹은 부식성 물질을 형성할 수 있으므로 유의하여야 한다.

(4) 만일 폐 특수가스를 처리과정 없이 대기 중으로 배출하여야 하는 경우에는 다음과 같은 원칙을 준수하여야 한다.

(가) 독성 가스: 충분히 대기 중에 희석되어 사람들에게 해를 끼치지 않을 만큼 충분히 안전한 장소로 배출

(나) 인화성 가스

① 설비나 작업장에서 폭발성 분위기를 형성하지 않도록 하여야 하며,

② 점화원이 없는 장소로 배출

③ 사람으로부터 멀리 떨어지고 공기 취구(Air intakes)로부터 먼 안전한 곳으로 배출

④ 배출구에 역화방지기 설치 및 폭발위험장소로 구분

(다) 산화제 및 산소: 화재 전파가 가능한 곳에서 대기 중 진한 농도를 형성하지 않도록 배출

(라) 질식 가능 가스: 질식 위험을 초래할 수 있을 만큼 산소 농도가 저하되지 않도록

### 록 배출

(5) 폐 특수가스의 처리설비는 가능한 한 지속적으로 그 성능을 모니터링하여 법규에서 요구하는 배출허용농도를 초과하지 않도록 하여야 한다.

(6) 폐 특수가스는 다음과 같은 기술을 적용한 설비를 통해 처리되어야 한다.

#### (가) 소각(Incineration)

- ① 자연발화온도 이상으로 운전되는 소각로를 통과하면서 완전히 산화되도록 한다.
- ② 소각 후 산화물이 기체 상태인 경우, 화학적 세정(Chemical scrubbing)을 거칠 필요가 있는지 검토하여야 한다.
- ③ 소각 후 산화물이 액체 혹은 고체 상태인 경우에는 특수폐기물처리업자를 활용하는 것이 바람직하다.
- ④ 소각장을 설치할 때에는 화재가 번질 위험이 없는 위치에 설치하거나 불연성의 재료로 설치하여야 한다.

#### (나) 화학적 흡수(Chemical absorption)

- ① 반응성 가스는 화학적 세정탑을 통과하면서 제거가 가능한데, 세정탑의 설계는 가스농도, 가스유량 및 폐가스의 반응정도에 크게 의존한다.
- ② 세정탑에 사용되는 화학물질(Chemical reagents)은 성능의 효용성을 면밀히 모니터링하여야 한다.
- ③ 사용한 세정물질은 특수폐기물처리업자를 활용하는 등 안전하게 폐기되어야 한다.

(다) 흡착(Adsorption): 흡착을 이용할 때에는 다음을 고려하여야 한다.

- ① 흡착과정 중 열이 발생할 수 있음
- ② 흡착제(Adsorbent)가 가열되는 경우, 흡착된 가스가 방출될 수 있음
- ③ 흡착제는 사용 전에 불활성 가스로 퍼지하여야 함.
- ④ 포스핀과 같은 자연발화성 가스를 흡착한 흡착제는 공기에 노출되었을 때 화재가 발생할 위험이 있으므로, 사용한 흡착제의 운송과 포장 시 불활성분위기

를 유지하여야 함

- ⑤ 흡착제를 취급하는 사람은 분진, 독성 흡, 부식성 등에 대비한 적합한 개인보호구를 착용하여야 함.
- ⑥ 사용한 흡착제는 봉인된 용기에 담아 특수폐기물처리업자에게 처리를 위탁하여야 함.
- ⑦ 산화성 가스는 활성탄(Charcoal)을 흡착제로 사용하여서는 안됨.

## 5. 특수가스 실린더의 유지 및 보수

특수가스는 대부분 「고압가스안전관리법」에 따른 고압가스 실린더에 해당하므로, 가스 실린더 등을 수리하기 위해서는 같은 법 제5조에 따라 해당 용기 등을 수리할 수 있는 자격을 가진 자로 하여금 수리하게 하여야 한다.