

2000년 이후 반도체 시설의 방호

가장 빠르게 변화하는 산업 가운데 하나인 반도체 산업의 위험 관리 관련 코드 개발의 역사에 대해 알아보고, 현재 기술적인 진보를 따라가지 못하고 있는 반도체 시설 관련 NFPA 등의 화재안전코드가 향후 나아가야 할 방향을 점검해본다.

1. 서론

반도체 산업은 가장 빠르게 변화하는 산업 중 하나이지만, 지속적인 기술변화에 곧바로 적용하여야 하는 산업으로 부러워할 만한 산업이 아니다. 1970년대에는 지방자치단체가 미국빌딩코드(UBC, Uniform Building Code)에 따라 반도체 산업의 인허가를 주관하였다. 반도체 조립시설(FAB, Semiconductor Fabrication Facilities)은 미국빌딩코드의 용도분류에 적합한 것이 없어서 "H" 또는 위험한 용도로 분류하였다. 이러한 애매모호한 분류는 미국빌딩코드를 일관성 없이 임의로 해석한 결과이다. 따라서, 반도체 시설은 시공과 관리가 곤란하게 되었다. 이렇게 불합리한 점을 개선하기 위해 많은 반도체 회사들은 반도체 산업과 관련된 코드를 통일되게 적용하고 코드에 합리적인 방호 요구사항이 포함되도록 코드 발행기관과 함께 일하는 전담직원을 두었다. 이러한 지속적인 노력에 의해서 급격한 변화의 물결에도 불구하고 반도체 시설을 안전하게 운영하는 능력은 향상될 것이다.

2. 코드 제정의 배경

미국방화협회(NFPA, National Fire Protection Association)는 1980년대 후반에 클린룸의 방호기준을 작성하기 위한 위원회를 구성하였다. NFPA 318, 클린룸 방화기준(Standard for the Protection of Cleanroom)은 1991년 NFPA 몬트리올 가을총회에서 처음으로 통과되어 1992년에 발행되었다. 이 기준은 1995년, 1998년, 2000년에 개정이 이루어졌다. 클린룸 방호기준 위원회는 기준에 최신 기술을 반영하기 위해 2년마다 활동하고 있다.

반도체 산업은 기준 개정 기보다 빠르게 변화하고 있기 때문에 기준위원회는 2000년도 판을 2년 내에 발행하기 위하여 매우 작은 기술변화를 무시하여야 한다는 것을 인정하였다. 이러한 방법에 의해서 NFPA 코드가 성공적으로 제정하게 된 것이다. 그러나, 신물질은 공청회를 개최한 후에만 기준에 추가할 수 있었다.

반도체 산업은 미래에도 적용할 수 있는 코드를 작성하고 있다. 일부 지역에서는 국제빌딩코드(International Building Code)를 발행하고 있지만 아직까지 많은 영향을 미치고 있지는 않

다. NFPA가 미국빌딩코드의 권리를 취득했을 때 NFPA 빌딩코드가 반도체 산업에서 광범위하게 수용될 것은 명약관화한 일이다.

반도체 산업은 NFPA 5000을 새로운 21세기 빌딩코드로 생각하고 있다. 반도체 산업의 대변인은 최근 다른 코드로 대체했을 때 삭제될 수 있는 자료를 2002년판 기준에 포함시켜야 한다고 NFPA 318 위원회에 요구하였다. 이것은 매우 광범위한 작업이다. 이러한 작업은 완벽하여야 하고 다른 코드의 시대에 뒤떨어진 규정을 포함시키지 않아야 한다.

최근 이러한 개정사항은 보고서 제안단계에 있다. 기준위원회는 이러한 문서를 기준으로 삼고 의무를 나타내는 단어가 추가되는 코드로 변경하는 것으로 결정하였다. NFPA 1, 화재예방코드(Fire Prevention Code)를 참고하여 이 기준에는 미국빌딩코드 80항의 위험물 요구사항이 포함될 것이고, NFPA 318에는 미국빌딩코드 51항의 방호요구사항이 포함될 것이다.

3. 저위험 플라스틱

오늘날 반도체 업계는 NFPA 기준위원회와 공동으로 NFPA 318, 2000년판 개정 작업에 참여하고 있다. 이 기준은 2000년 3월 NFPA 연차총회에서 개정되었고 2000년 10월초에 발행되었다.

2000년판의 가장 주요한 개정사항 중 하나는 저위험 플라스틱을 인정한 것이다. NFPA 318을 이용하는 화재안전 전문가들은 부식성 물질을 취급하는 대형 설비에 안전성능이 향상된 플라스틱이 필요하다는 것을 알고 있었다. 기준위원회는 1990년대 초부터 이러한 문제를 해결하기 위해 전력을 기울여 왔다. 1999년 이전까지만 해도 공장상호보험(FM, Factory Mutual)이

클린룸에서 사용하는 플라스틱을 시험하는 유일한 시험소이었다. 이러한 시험은 산소가 풍부한 원뿔형 열량계(Cone Calorimeter)를 이용하는 FM 4910 연소시험이다. 1999년에 UL, IRI, 반도체 장비 및 기구 제조자, 플라스틱 제조자로 구성된 집단이 플라스틱 시험방법, 즉 UL 2360 규약을 개발하였다. 이 시험방법은 FM 4910보다 더 일반적인 산소가 없는 원뿔형 열량계를 이용한다. 저위험 플라스틱은 1999년 1월, UL 회의에서 개발되기 시작했다. 개발 담당자는 UL이 보유하고 있는 최신 시험시설에서 매우 짧은 시간 내에 소규모 원뿔형 열량계 시험과 대규모 평행판 시험을 모두 실시할 수 있었다. 개발 담당자는 사전 시험을 할 수 있었고 1년 내에 기준을 작성할 수 있었다. 현재는 다중화원 시험을 할 수 있다. UL 2360 규약은 현재 산소가 없는 기존 원뿔형 열량계에서도 시험을 할 수 있다. 이 규약은 평행판 시험을 포함하여 FM 시험방법으로 인정되었다.

UL 2360 규약은 반도체 장비 및 기구 제조자, 플라스틱 제조자가 제공한 자료를 가지고 개발되었기 때문에 반도체 산업분야에 실제적으로 가치가 있는 자료가 포함되어 있다. 이 규약은 부가가치가 있고 감독기관의 추가 부담이 없을 것으로 보여진다. 데이터의 정확성이 중요한 산업에서 적합·부적합 시험은 적절하지 않다. UL 시험은 반도체 시설의 설계용 컴퓨터 모델링에 이용할 수 있는 데이터를 제공하기 위한 것이다. 코드 불이행이 품질 데이터의 분석을 기초로 합리적인 것으로 판단되는 경우 대부분 반도체회사들은 이러한 사항을 요구할 것이다.

산업계는 어떠한 물질을 제거하기 전에 단순한 적합-부적합 결과와 관계없이 구체적인 입증자료를 요구하는 경향이 있다. UL 2360 규약

은 산업계에 분석용 데이터를 제공한다. 컴퓨터 모델링에 의한 결과를 가지고 일부 빌딩코드에 대한 이의를 제기할 것이다. 저위험 플라스틱의 이용은 클린룸의 가연성능 감소에 중요한 요소이며, 반도체 산업계는 새로운 시험방법을 지지하고 있다.

다른 물질을 사용하면, 유지관리가 곤란하고 값비싼 화재억제설비에 의존하지 않아도 된다. 플라스틱 기구의 보증된 손실예방수단은 전원 긴급차단장치(EPO, Emergency Power Off)와 연동되어 있는 화재감지기이다. 역사적으로 플라스틱 기구의 화재원인은 전기 에너지이다. 전기적인 발화원을 제거하는 것이 무엇보다도 가장 중요하다. 지락차단기(GFI, Ground Fault Interrupter) 또는 기타 차단장치는 연소중인 기구로 공급하는 전원을 차단할 수 없다. 반도체 기구의 표면과 플레넘(Plenum)에 설치된 불꽃감지기에 의해서 작동되는 전원긴급차단장치는 화재를 감지했을 때 작업대(Bench)에 공급하는 전원을 차단한다. 다른 종류의 화재 감지기도 긴급차단장치와 상호 연동시킬 수 있다.

일부 기본형이나 혼합형 반도체 기구에는 보통 플라스틱으로 만들어진 작은 부품이 들어 있다. 반도체 기구는 플라스틱이 발화되면 계속 연소할 수 있다. 이러한 점이 전원긴급차단장치가 필요한 또다른 이유이다. 반도체 기구가 전기적인 발화원에 노출되는 시간이 작을수록 플라스틱의 작은 부품이 발화할 가능성은 낮아진다.

플라스틱이 포함된 반도체 기구는 아직까지 사용되고 있는데, 이는 곧 가연물을 계속 사용하고 있다는 것을 의미한다. 따라서, 손실 가능성도 더욱 높아진다. IRI는 UL과 함께 클린룸에서 이용하는 플라스틱 반도체 기구에 들어 있는 가연물의 화재 영향을 정량화 하는 작업을

하고 있다. 이러한 작업의 결과로 가연성 장치 가 연소 확대에 미치는 영향이 밝혀질 것이다. 초기 시험을 통해 연소중인 플라스틱 표면화재의 연소범위를 결정하는 것과 열전대를 위치시키기 위하여 주요 변수를 설정하는 작업이 완료되었다. 복사에너지를 통한 연소확대 평가는 플라스틱을 사용하지 않도록 하는 또다른 방법이다.

4. 웨이퍼의 크기 증가

반도체 산업에서 웨이퍼(Wafer)의 크기는 200mm에서 300mm로 변하고 있다. 웨이퍼의 크기는 반도체 산업의 몇 가지 측면, 즉 반도체 결정 인상법(Crystal Pulling, 용해한 물질 속에서 서서히 끌어올림으로써 반도체 결정을 성장시키는 방법), 분위기 가스와 실란의 공급, 자동화 공정 등에서 손실 가능성에 영향을 미친다.

가. 반도체 결정 인상법

300mm 웨이퍼는 칩(Chip)이 200mm 웨이퍼보다 2.5배 많이 들어 있을 것이다. 또한, 현재 결정 인상로(Crystal Pulling Furnace)는 실리콘 봉을 5m로 길게 성장시킨다. 기본적인 반도체 칩의 원재료는 기업휴지로 인한 손실(BI, Business Interruption) 가능성이 상당히 증가되어 왔다. 회로가 인쇄되지 않은 원형 웨이퍼는 외부 공급업자가 제조하기 때문에 기업휴지 손실 가능성은 반도체 산업의 초기 단계에서 쉽게 무시될 수 있었다.

반도체 결정을 성장시킬 때 가연물은 숨겨 놓고 이에 대한 방호는 중요하게 생각하지 않는다. 저위험 유압유와 건조 진공펌프는 웨이퍼 인상장치의 설계에서 중요한 요소이다. 크기가 큰 신형 장치는 가연성 유압이나 냉각 유체를 다량 사용하기 때문에 손실 가능성이 높아진다.

저위험 유압유와 진조 진공펌프를 선정하면 손실 가능성이 매우 낮아진다.

나. 분위기 가스

실리콘 붕이 웨이퍼 크기의 증가에 의해 영향을 받는 유일한 물질은 아니다. 반도체 조립시설로 공급되는 공정가스의 공급량도 증가할 것이다. 과거에 조립시설은 질소, 아르곤, 기타 가스의 주기적인 공급과 많이 관련되어 있었다. 그러나, 오늘날에는 소량의 가스가 필요하기 때문에 이러한 공급방법은 비실용적이다. 현재 주요 반도체 조립시설에는 전용 공기분리장치가 필요하다. 분위기를 조성하는 가스를 분리하는 것은 검증이 된 기술이다. 그러나, 하루에 기업 휴지 손실이 수천만 불에 달하는 반도체 조립시설을 운전 정지시킬 수 있는 단일 배관 가스시설은 충분한 신뢰성이 있을까?

1990년대에 반도체 산업에는 소외 전원이 주요한 시설이었다. 공정 중에 있는 반도체 제품은 순간 정전으로 수백만 불의 물리적 손실에 노출되어 있다. 정전시간이 길어지면 기업휴지 손실이 더 많아진다. 반도체 산업은 공정가스의 차단이 이와 유사한 기업휴지손실에 노출되지 않는가를 확인하여야 한다. 이러한 측면에서 공정가스를 계속 공급하기 위해서는 장치의 다중성과 가스저장의 적합성을 평가하여야 한다.

다. 실란

웨이퍼의 크기가 커지면 조립시설에서 많은 실란을 사용하기 때문에 공정가스의 공급방법이 달라질 것이다. 실란은 반도체 산업에서 상시 위험한 요소가 되어 왔다. 이 물질은 대재해의 가능성을 예측할 수 없는 가스이다. 자연발화성질이 있는 실란은 대기 중에 노출되었을 때 항상 자연발화하지 않는다. 그렇지만 실란은 폭

연(Deflagration)과 폭굉(Detonation)의 가능성이 있다. 반도체 산업에서는 이러한 손실 가능성을 인식하고 실란의 안전한 저장과 취급에 중점을 두어 관리하고 있다.

NFPA 318 초판에서 위원회는 실란의 저장과 사용에 대해서 실질적으로 접근하였다. 주요 사항으로는 건물에서 멀리 떨어진 옥외에 실란의 보관, 가스의 누출을 제한하기 위한 유량제한 오리피스 사용 및 개방되고 환기가 양호한 장소에 실린더의 저장이다.

사고는 실란 실린더를 바꾸고 있을 때 가장 많이 발생한다. 발생 초기에는 사고 규모가 항상 작지만 시간이 경과함에 따라 사고 규모가 커질 가능성이 있다. 반도체 산업에서는 사고 수를 줄이기 위해서 그 해결방안으로 실란 공급시설의 크기를 확장함으로써 실린더의 교체 횟수를 줄이고 있다. 요즘은 하나의 실린더는 일단의 실린더, ISO 모듈, 배관으로 구성된 대형 시설로 교체할 수 있다.

사고 수를 더 줄일 수 있을 것으로 예상되지만 대형 실란 시설은 사고의 심도를 더욱 더 증가시킬 것이다. NFPA 318 위원회는 이러한 위험을 기술하는 장을 신설하였다. 이 장에서는 하나의 실란 실린더와 같은 원칙을 따르고 있다. 그러나, 손실 가능성은 탱크의 간격유지, 유량제한 오리피스에 의한 가스의 누출가능성 제한으로 감소시키고 있다. 대형 시설에는 압력릴리프밸브(PRV, Pressure Relief Valve)를 설치할 필요가 있다. 압력릴리프밸브의 크기와 저장용기의 압력을 기초로 하면 증기운 폭발을 일으키는 1 psig 링을 결정할 수 있다. NFPA 318은 이러한 초과압력 링을 주요 건물로부터의 안전거리로 이용하고 있으며, 시설로부터의 안전거리를 예측하기 위해서는 실란 방출에 대한 압축

가스 협회 (CGA, Compressed Gas Association)/Arthur D. Little의 보고서를 참고할 수 있다. 새로운 장에서도 대형 실란시설에는 실란의 거동을 감지할 수 있는 광학식 불꽃감지기로 동작되는 물분무설비를 설치할 것을 권장하고 있다.

대형 실란시설에는 새로운 기업휴지손실 가능성이 있다. 하나의 대형 실란시설은 모든 공정에 공급할 수 있지만 이러한 단일 공급원은 생산공정에서 병목현상을 초래하게 된다. 따라서, 다중 공급시설이 필요하고 NFPA 318에서도 이러한 시설을 권장한다. 이러한 예비 대형 실란시설은 대규모 화재 또는 폭발 사고에 대비하여 서로 격리시키는 것이 매우 중요하다.

NFPA 318과 CGA 보고서뿐 아니라 국제 반도체 장비 및 재료(SEMI, Semiconductor Equipment and Materials International) 문서 2842에서 대형 실란의 저장과 사용에 관한 지침을 추가로 제공하고 있다.

반도체 산업이 급격하게 변함에 따라 대형 실란시설의 기술도 멈추고 있을 수 없다. NFPA 318-2000에는 반도체 도핑(Doping, 반도체에 불순물을 첨가하여 전기적인 특성을 얻는 공정)용 인화성 가스를 위한 저기압식 가스공급장치의 사용을 요구하는 새로운 항목이 추가되었다. 이온 주입기(Ion Implanter)에 들어 있는 고압 실린더는 작은 구멍이 있는 물질이 들어있는 실린더로 교체되고 있다. 이러한 실린더로부터 가스 누출은 재래식 고압 실린더로부터 가스 누출보다 상당히 적은 것으로 입증되었다. 따라서, 실린더에 의한 본질적인 손실 가능성이 감소될 수 있다.

반도체 기구 제조자는 실란의 공급기술에 주목하고 있다. 새로운 공급시설에는 실란의 유량

을 제한하기 위하여 압력을 조절하는 진공구동식 실린더가 포함되어 있다. 이 기술은 유량제한 오리피스에 대한 대체 기술로 고안되었으며 생산공정과 관련이 없는 손실예방을 위한 것이다. 이 실린더는 방출 가스량을 제한한다. 유량제한 오리피스는 최악의 시나리오(실린더의 저장압력)에서 작동하도록 설계되었지만 진공구동식 실린더는 실란의 방출량을 일정하게 하도록 설계되었다. 이 방식은 실린더에 남아 있는 잔류 또는 미사용 실란의 양을 감소시킨다. 조절기의 사용으로 실린더의 공급압력이 변함에 따른 유량의 변화도 감소된다. 이 방식을 사용하면 생산기술도 향상된다.

새로운 실란 공급설비의 안전한 이용에 대한 지침은 NFPA 318이나 SEMI 기준에 아직 규정되어 있지 않다. 이러한 실란 공급설비는 공정 안전 측면에서 지금 검토하고 있다. 실란 공급설비를 기존 공정에 결합시키는 방법, 설비의 고장형태를 결정하는 것뿐 아니라 설비의 위치와 방호에 대한 지침이 필요한 실정이다.

라. 자동화

300mm 웨이퍼의 크기와 중량 때문에 로봇이 더 많이 필요하다. 웨이퍼는 더 이상 수동으로 이송할 수 없다. 아무리 짧은 순간의 정전이라도 하더라도 생산공정 중에 놓여 있는 반도체 반제품은 손상될 수 있다. 따라서, 전력공급의 신뢰성이 반도체 제조시설에서 손실 가능성을 감소시키는 데 중요한 점이다.

공정 자동화의 일부분으로서 새로운 반도체 기구가 반도체 제조공정에 추가되었다. "스토커(Stocker)"는 기구를 효과적으로 사용하게 하고 생산공정 사이에 청정 대기구역을 제공하는 비교적 무해한 확인관찰 상자이다. 이 금속상자의 내부에는 기계적인 표준 경계면(SMIFS,

Standard Mechanical Interfaces) 또는 전면 개방식 단일포드(FOUPS, Front Opening Unified Pods)로 알려져 있는 작은 플라스틱 상자로 채워져 있다. 이 플라스틱 상자는 전통적으로 폴리프로필렌으로 만들어져 있으며, 화재위험이 높은 래크식 저장형식으로 되어 있다. 이 상자는 넓은 표면적을 수용할 수 있어서 직경이 300mm인 웨이퍼를 넣을 수 있다. 웨이퍼의 크기가 증가하면 칩 수가 2.5배 많아지므로 손실가능성이 매우 증가할 것이다.

스토커는 단순한 방식으로 방호되어야 한다. 스토커의 구조상 전역방출식 설비가 가장 바람직한 방식이다. 초기에는 스토커의 방호로 FM 200, CO₂, 또는 미분무수 설비를 권장하였다. 모든 방호방법이 적용될 수 있으며, 비용 절감 차원에서 현재 속동식(Quick Response) 스프링클러에 의한 방호를 추구하고 있다. 속동식 스프링클러헤드에 의한 분무는 FOUPS의 윗부분에 의해 방해를 받지 않으며, 모든 부분에 침투할 수 있어야 한다. IRI는 보통 플라스틱을 사용하는 스토커에 대한 스프링클러 방호의 적합성을 판단하기 위한 UL 시험을 후원하고 있다. 지금까지 몰드형 FOUPS를 이용하는 반도체 회사들은 저위험 플라스틱을 사용하고 있지 않다. 플라스틱의 종류가 변하더라도 FOUPS 저장방식이 플라스틱의 연소특성에 미치는 영향은 의심할 만하다. 무해한 상자처럼 보이는 스토커는 많은 플라스틱 상자로 구성된 자동 저장 설비이며 값이 매우 비싸다.

마. 회로 구성의 소형화

웨이퍼가 200mm에서 300mm로 증가하면 웨이퍼에 인쇄되는 칩 수는 2.5배 증가할 것이다. 생산 수요량의 측면에서 보면 웨이퍼는 크기를 점점 증가시키는 것이 요구된다. 이러한 목표를

달성하기 위해서는 회로 구성을 소형화할 필요가 있다. 회로의 크기를 작게 하면 반도체 산업은 신물질의 사용과 소형 청정실(Mini-Environment)을 포함하여 손실예방 문제가 심각하게 제기될 수 있다.

(1) 소형 청정실(Mini-Environment)

청정대기구역으로 시공되고 있는 스토커와 같이 기타 구역은 소형 청정실로 만들고 있다. 클린룸에는 많은 클리너를 설치할 수 없으며, 회로 구성을 소형화하면 1등급 클린룸에서도 아직까지 더 많은 결함이 나타나고 생산량이 더 적어지는 것을 경험할 수 있다. 1등급 클린룸보다 더 깨끗한 청정실을 시공한다는 것은 시공비용과 시설 투자비용이 더 많아진다는 것을 의미하며, 대형 개방공간을 클린룸으로 개장하는 것이 필요하다. 그러나, 이러한 작업은 비용이 너무 많이 들거나 거의 불가능하다.

소형 청정실은 클린룸과 같이 주요 오염원, 즉 작업자에 관한 문제가 있다. 하나의 해결방안으로 작업자에게 오염방지기술이 향상된 방호복을 제공하는 것이지만, 이 방법은 작업자를 작업환경에 더욱 견딜 수 없게 할 수 있다. 이보다 더 적합한 해결방안은 컨베이어로 연결된 일련의 소형 청정실을 설치하는 것이다. 이러한 방법은 작업자를 위한 작업환경 조성에 대한 제한요소가 적어지고, 작은 작업공간 내에서 공기 품질과 여과기능의 향상과 함께 작업복에 대한 요구사항도 더 작아진다.

소형 청정실은 화재로 인한 오염을 감소시키는데 도움이 될 수 있다. 면적이 더 작아진 소형 청정실은 양압을 유지할 수 있어서 클리너 공정 지역으로 연소 중인 입자가 유입되는 것을 방지할 수 있다. 그러나, 시공과 방호에 주의를 기울이지 않으면 이러한 소형 청정실도 손실 가능성

이 증가할 수 있다.

소형 청정실은 작은 클린룸으로서 기존 클린룸에서와 같이 시공이 중요하다. 1980년대 초반에는 플라스틱 마감재를 제거하는 경향이 있었다. 오늘날 소형 청정실은 이런 경향을 실행에 옮겨야 한다. 소형 청정실에서 가장 쉽게 이용할 수 있는 물질은 PVC 또는 폴리탄산에스테르(Polycarbonate)이지만, 이러한 보통 플라스틱은 쉽게 연소할 수 있고 화재로 인한 손실에 상당한 영향을 미친다. 보통 플라스틱은 클린룸 용으로 등록된 유리 또는 기타 물질로 교체하여야 한다.

소형 청정실은 스프링클러헤드로 보호하는데 장애물이 있으며, 보통 클린룸과 동일한 위험물과 가연성 기구가 들어있을 수 있다. 연소확대위협과 그 결과에 의한 오염을 제한하기 위하여 모든 화재는 초기단계에서 소화하는 것이 중요하다. 따라서, 이러한 공간은 스프링클러헤드 또는 고정식 소화설비로 보호할 필요가 있다.

(2) 신물질

회로 구성을 소형화할 때에는 금속제 상호 연결선의 크기를 감소시키는 것이 필요하다. 웨이퍼 위에 있는 장치를 소형화한다는 것은 작업속도를 더 빠르게 한다는 것을 뜻한다. 이것은 장치의 상호연결선의 수가 적어진다는 것이 아니다. 동일한 물질을 사용하는 상호연결선의 크기가 커지면 열은 덜 발생하지만 작업속도는 더 빠르게 된다. 상호연결선의 대체 물질 교체하기 위한 기술개발은 지지부진한 상태이다. 소형 저저항 도체가 필요한 상태에서 구리는 선택의 여지가 없는 물질이 되고 있다. 구리 자체는 본질적인 화재방호위험이 없지만, 구리를 삽입하는 작업으로 인해 가연성 기구의 수가 증가하게 되고 반도체 클린룸에 가연물을 넣게 된다.

구리의 주요 공정은 전기화학적 도금(Plating), 기계화학적 세척, 화학적 증기 침착(Vapor Deposition)이 포함될 수 있다. 이러한 공정은 신기술이 아니며, 기존 반도체 또는 회로판 조립공정에서 발달된 것이다. 구리, 또는 기타 신물질이나 신공정을 도입할 때 반도체 산업은 가연성 기구를 클린룸에 추가로 설치하지 않는 방식으로 변경하는 것에 초점을 맞추어야 한다. 대부분의 사람들은 습식 보통 플라스틱 작업대(Bench)를 저위험 플라스틱 작업대로 교체하는 것에만 신경을 쓰고 있다. 그러나, 이러한 변경에는 클린룸 주위에서 사용하는 모든 플라스틱 기구를 포함시켜야 한다. 공정과 관련이 있는 장치는 가능한 불연재료로 만든 것이어야 한다.

5. 맺는 말

반도체 산업은 빌딩 및 화재코드를 반도체 조립시설의 특수조건에 적합하게 개정하는 작업에 협조하고 있다. 반도체 산업은 이미 기구에 넣는 저위험 플라스틱의 개발분야에서 상당한 발전이 이루어졌다.

반도체 업계에서는 웨이퍼의 크기 증가, 회로 구성의 소형화, 공정 자동화의 확대, 새로운 소형 청정실, 신물질과 화학물질 공급장치와 같이 공정안전에 영향을 미칠 수 있는 최근 경향에 주의를 기울이고 있다. 반도체 산업은 날마다 변화하고 있으므로 새로운 손실예방 문제에 관련되는 사람들은 가능한 이러한 사실을 인지하고 사전에 손실을 예방하는 것이 필요하다. ☯

— Process Safety Progress(2001,6)

— 발췌: 서울지부 과장 이상현