실란(Silane)의 화재예방 대책

반도체산업의 발전과 함께 일반적으로 잘 알려지지 않은 가스가 많이 사용되고 있다. 이 半導體用 가스특성의 공통점은 독성이 강하고 가연성이며, 자연발화성이라는 점이다.

이중 가장 소비성이 높은 가스가 실란(silane SiH_4)인데 반도체산업에서는 熱分解反應($SiH_4 \rightarrow Si+2H_2$)에 의해 생성된 氣相의 실리콘을 콜렉터(collector) 위에 蒸着成長시키기 위한 원료로 사용하고 있다. 따라서 최근 국내의 반도체 제조공장에서 취급하고 있는 실란의 안전한 취급을 위해 「방화정보」 제27호와 43호에 소개된 내용을 간추려 게재한다.〈편집자 주〉

1. 실란의 성상

가. 물리적 성질

분자량 32.1, 밀도(융점에서) 0.68, 융점 −185℃, 비점 −112℃, 증발잠열 81.9kcal/kg, 가스비중 1.107 , 무색의 기체로서 불쾌한 냄새와 강한 독성을 지니고 있다. 질소 아르곤 및 헬륨으로 희석한 실란은 농도가 1% 이하에서는 불연성이나, 3% 이상에서는 산소에 대해 극히 불안정하여 공기와 접촉하면 자연연소하고 폭발적으로 연소한다.

나. 화학적 성질

상온에서는 안정하나 약 400℃로 가열하면 분해를 시작하고 600℃ 이상에서는 빠르게 진행한다 ($SiH_4 \rightarrow Si+2H_2$). 또한 염소, 취소 등의 할로겐과는 폭발적으로 반응하고 중금속의 할로겐화물과는 격렬히 반응한다.

다. 화재 위험성

공기중에서 자연발화하기 때문에 가스 누설시 즉시 연소하게 된다. 연소시 생성된 실리카는 소규모의 누설을 막으려는 경향이 있다.

($SiH_4+2O_2 \rightarrow SiO_2+2H_2O$)

2. 취급방법

가. 용기

1) 용기는 40℃ 이하로 유지하고 충전용기와 빈 용기를 분리하여 소정의 전용 보관소에 보관한다. 특히 산소나 염소등 실란과 반응을 일으키는 용기와는 격리한다.

2) 용기보관소는 통풍을 양호하게 하고, 환기가 충분히 이루어 지도록 한다. 또한 용기의 전도, 충격을 방지하기 위하여 고정시킨다.

3) 충전 용기를 처음 용기보관소에 보관하는 경우는 가스 누설이 없는가를 확인하고 저장기간이 장기간인 경우는 정기적으로 누설 검사를 실시한다.

4) 용기는 공기가 용기 내부에 유입되지 않도록 반드시 +압력 상태에서 사용하고 가스 누설이 없는가를 확인한 후 보호캡을 씌운다.

5) 용기를 교환할 때는 배관을 불활성가스로 완전하게 치환하든가 진공으로 하고 배기가스는 배기설비를 통하여 배기한다.

6) 용기에 배관, 압력조정기를 접속할 때는 용기 밸브를 점검하여 먼저 수분 등의 이물이 부착하지 않도록 하고, 접속 후는 불활성가스로 가압을

반도체 산업에는 일반적으로 잘 알려지지 않은 가스가 많이 사용되고 있는데 그 중에서 가장 소비성이 많은 가스가 실란이다.

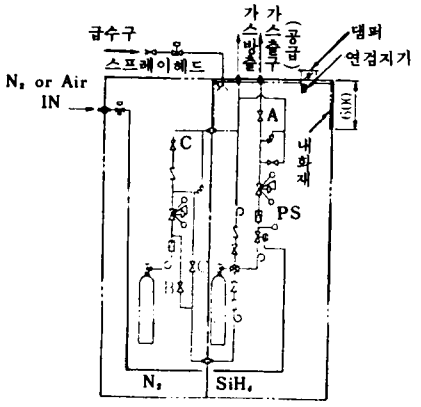
하든가 진공으로 하여 도달 진공도에 의한 기밀을 확인한다.

7) 가스누설 기타 고장에 의해 장치 또는 배관을 수리할 때는 계내의 잔존가스를 충분히 불활성가스로 치환한 후 수리한다. 밸브 압력조절기 유량계 등은 실란용으로 전용화하고 타 가스와의 겸용은 절대로 피한다.

8) 저장소의 출입문 위치와 평면은 모든 방향에서 접근할 수 있도록 한다.

나. 용기 격납함

실란 용기를 실내에 설치할 경우는 용기 접속부분으로부터 가스가 누설하여도 작업실 내에 가스가 확산하지 않도록 반드시 전용의 용기 격납함을 설치할 필요가 있다.



〔그림〕 용기 격납함

용기 격납함은 가스가 누설되지 않도록 내부공기가 배기되고 또한 누설시 검지기에 의해 경보되고 통상 배기량 이상의 배기가 되도록 한다. 또한 용기 격납함의 설치 장소는 클린룸 내의 청정도 유지 또는 안전상 클린룸에 인접하여 집중 관리하는 것이 바람직하다.

다. 배관

배관은 가능한 한 이음을 없이 하고 필요에 의해 이음부를 설치할 때는 장기 기밀이 유지될 수 있는 이음 방법을 채용한다. 실란은 부식성 가스는 아니지만 장기 사용에 견딜 수 있도록 비닐튜브 등의 사용을 피하고 스텐레스 강관을 사용한다. 클린룸에서 사용하는 배관은 청정도를 위하여 배관 내외면을 청정 마감한 것을 쓴다. 배관설계에 있어서는 관내 세정에 유의하고 이완, 에어포켓 부분이 생기지 않도록 하며 진공배기가 가능한 구조로 한다. 밸브류 압력계는 가압·진공양용으로 하며 작업장 내에서의 배관은 가능한 한 짧은 경로를 택하도록 설계한다.

라. 배기, 환기설비

실란 등의 독성가스를 취급하는 실내는 배풍기에 의해 전용의 배기탁트를 통하여 환기한다. 이외에 장치에서 독성 가스누설 위험이 있는 경우는 적당한 후드를 설치한 국소 배기장치를 설치한다. 반도체 제조설비에서는 그 재료 가스 종류가 많기 때문에 배기계에서도 많은 종류의 성분과 농도가 배출된다. 따라서 배기계는 각각 전용 탁트에 유도하고 다른 성질을 가진 배출가스는 혼합하지 않도록 배기하는 것이 중요하다.

3. 진화대책

가스 누설시에는 공기 중에서 연소하게 되므로 단지 밸브를 폐쇄하거나 누설을 막음으로써 진화할 수 있다. 할론 소화설비는 할론약제가 열분해될 때 발생되는 할로겐과의 폭발적인 반응으로 사용할 수 없으며 기타 다른 방법으로도 소화를 시도해서는 안된다. 다만 화재시 용기는 다량의 물분무로 냉각시키는 것이 효과적이며 만일 화염이 용기에 미치게 되면 진화를 포기하고 건물로 부터 탈출하여야 한다. 가열되지 않은 용기는 먼저 밸브가 잠겨 있는가를 확인하고 기능한 한 빨리 안전지역으로 이동하고 만일 이것이 불가능하면 역시 물분무로써 냉각이 유지되도록 한다.