

촉매식 배가스 처리기술

문영환 | 코아텍(주) 대표이사
E-Mail : myh@coretech21c.co.kr

김도완 | 코아텍(주) 책임연구원
E-Mail : kdw@coretech21c.co.kr

1. 서론

21세기는 환경문제 해결의 세기로 보아야 하며, 이는 인류 종말을 결정할 만큼 중요하여 이와 관련된 경제 활동이 더욱 활발해지리라 생각된다. 환경 문제는 여러 분야에서 다각도로 다루어지고 있으나, 그 중에서 대표적인 지구환경 오염은 지구 온난화, 오존층파괴, 생태계파괴, 해수면의 상승, 국가 간 유해 물질의 이동 등이 있다. 지구 온난화는 주로 CO₂ 발생으로 인한 것으로 알려져 있으나 최근에는 반도체 CVD 공정, 에칭 공정 등에서 발생하는 PFC(과불화화합물, Perfluoro Compound) 처리가 중요한 문제로 대두되고 있다. PFC는 CF₄, C₂F₆, C₃F₈, C₄F₁₀, SF₆, NF₃, ClF₃ 등이며, 이들의 지구 온난화 효과는 CO₂에 비해 10,000배 이상의 효과를 발휘하므로 세계 반도체 협회는 이들 PFC 가스를 반드시 처리해야 한다는 합의에 이르게 되었다. 한국의 경우 2010년까지 1997년도 발생량의 90% 정도만 배출해야 한다는 목표치를 이미 설정해 놓았다. 반도체 생산은 급속히 증가할 것이고, 국가 경제를 이끄는 경제의 핵심분야이다. 그러나 2010년도 PFC 배출가스 발생량은, 비교적 반도체 생산이 작았던 1997년의 90% 정도로 정해져 있으나, 향후 반도체 생산설비에서는 PFC 배출이 전혀 일어나지 않아야 하며 기존의 설비는 개량 혹은 분

해 장치를 설치해야 할 상황이다. 한편 세계적으로 반도체 제품의 LCA(전과정평가) EL(환경마크) 등이 적용되며 반도체 생산량에 따른 유해성에 등급이 매겨지고, 등급이 낮은 경우 외국 수출이 불가능하게 됨으로, 환경오염 발생도 최소화하고 반도체를 생산해야 함으로 향후 환경문제가 반도체 개발 기술 못지 않은 중요성을 가지게 된다.

현재 반도체 소자업체에는 앞에 서술한 PFC 가스 뿐 만 아니라 공정가스 처리를 위해 다양한 처리 기술이 적용되고 있으며, 일반적으로 그림 1과 같이 처리되고 있다.

각 공정 챔버에서 사용된 가스는 여러 형태의 스크러버에서 1차 처리되어 배기되어, 타워 스크러버에서 2차 처리되어 최종 배출된다. 타워 스크러버는 습식방식이며, NaOH 수용액을 사용하여 중화한다. 챔버에서 배기되는 반도체 가스의 처리방식은 크게 흡수식, 연소식, 플라즈마식, 촉매식 등이 있으며, 이 중 촉매식을 통해 약 절반 이상 처리되고 있다.

본 고에서는 촉매식 가스 처리기술을 소개하고자 한다. 이에 따른 반도체 가스의 특성 및 각 특성을 이용한 촉매 개발에 관련된 방법론을 제시하였다. 또한 기초적인 촉매이론을 설명하였으며, 반도체 공정용 가스 처리용 촉매의 국산화 개발을 소개하였다.

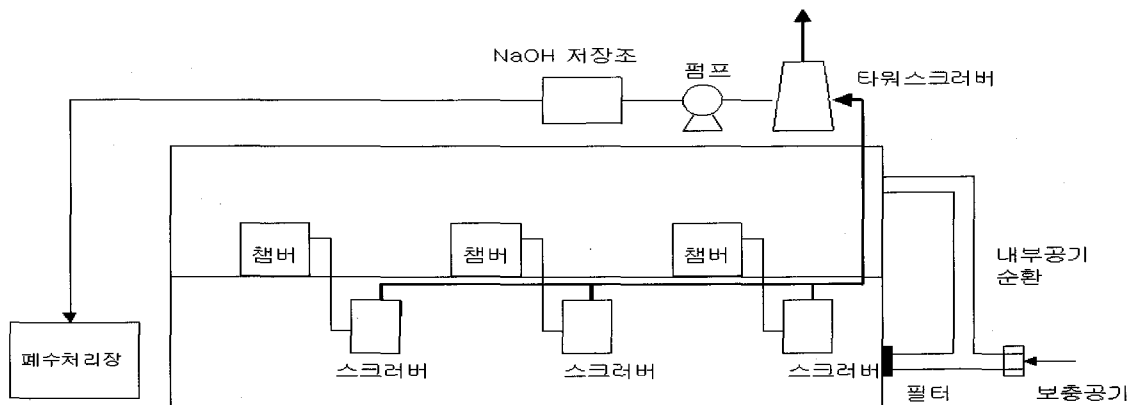


그림 1. 반도체 대기 공기 순환도

표 1. 반도체 공정 사용가스의 공정 및 성질에 따른 분류표

| 분 류 | | 가 스 종 류 |
|------------------|------------------------------|---|
| 공정별 분류 | ETCH 공정 | BCl ₃ , Cl ₂ , HBr, SF ₆ , AlCl ₃ , TiCl ₄ , PFCs(CF ₄ , C ₂ F ₆ , 등) |
| | Diffusion 공정 | SiH ₄ , PH ₃ , AsH ₃ , POCl ₃ , ClF ₃ |
| | CVD 공정 | SiH ₄ , Si ₂ H ₆ , SiH ₂ Cl ₂ , WF ₆ , NH ₃ , N ₂ O, NF ₃ |
| 가스성질별 분류 | 산화성 가스 | BCl ₃ , Cl ₂ , HBr, AlCl ₃ , TiCl ₄ , ClF ₃ , N ₂ O, POCl ₃ , WF ₆ |
| | 환원성 가스 | SiH ₄ , Si ₂ H ₆ , SiH ₂ Cl ₂ , NH ₃ , PH ₃ , AsH ₃ |
| | 불활성 가스 | PFCs, SF ₆ , NF ₃ , N ₂ |
| 가스 반응성별 분류 | 산소/불과 반응 후 파우더 형성 가스 | BCl ₃ , TiCl ₄ , AlCl ₃ , TiCl ₄ , SiH ₄ , Si ₂ H ₆ , SiH ₂ Cl ₂ , WF ₆ , PH ₃ , AsH ₃ , POCl ₃ |
| | 온도가 낮을 경우 powder를 형성하는 가스 | AlCl ₃ (80℃이하 고체), BCl ₃ (20℃이하 액체) |
| 독성 정도별 분류 | 아주 유독 | AsH ₃ , PH ₃ , HF, Cl ₂ , HBr, BCl ₃ , ClF ₃ , AlCl ₃ , POCl ₃ , TiCl ₄ , WF ₆ |
| | 많이 유독 | NF ₃ , NH ₃ , SiH ₂ Cl ₂ |
| | 보통 유독 | SiH ₄ , Si ₂ H ₆ |
| | 인체에 거의 무해 | PFCs, SF ₆ , N ₂ O |
| 가연정도별 분류 | 가연성 | SiH ₄ , Si ₂ H ₆ , SiH ₂ Cl ₂ , PH ₃ , AsH ₃ |
| | 불연성(고온연소가능) | PFCs, SF ₆ , NF ₃ , Cl ₂ , BCl ₃ , N ₂ O, POCl ₃ , HF, ClF ₃ , NH ₃ , WF ₆ |
| | 가소성 | N ₂ O, POCl ₃ |

2. 본 론

2.1 반도체 배출가스의 특성

반도체 공정 특성상 다양한 종류의 가스를 사용하고 있으며, 각 가스의 특성을 표 1에 정리하였다.

각 가스의 MSDS 자료는 www.msdssearch.com/dblinksn.htm 또는 www.vngas.com/msds.cfm에서 CAS No. 또는 화학식을 통해 얻을 수 있다. 표 2에 촉매식 처리가 용이한 가스를 나타내었다. 대부분 F 또는 Cl, Br 등을 함유한 할로젠(halogen) 화합물이며, 반응성이 높아 인체에 대해 유해성이 높다.

2.2 Gas 처리방식 비교

가스를 처리하는 방법은 대상가스의 분해 및 전환에 필요한 반응에 따라 흡수식, 연소식, 플라즈마식, 촉매식으로 나눌 수 있다. 흡수식은 수용성 가스를 물 또는 알칼리 수용액과 접촉시켜 가스를 용해시키는 방식으로 비교적 장치비가 저렴하며, 운전이 용이한 장점이 있다. 연소식이나 플라즈마식

표 2. 촉매식처리가 용이한 가스

| Gases | Chemical name | CAS No. | TLV _a |
|------------------|----------------------|------------|------------------|
| BCl ₃ | Boron trichloride | 10294-34-5 | na |
| Cl ₂ | Chlorine | 7782-50-5 | 1ppm |
| HF | Hydrogen fluoride | 7664-39-3 | 3ppm |
| HBr | Hydrogen bromide | 10035-10-6 | 3ppm |
| ClF ₃ | Chlorine trifluoride | 7790-91-2 | 0.1ppm |
| PH ₃ | Phosphine | 7803-51-2 | 0.3ppm |
| NF ₃ | Nitrogen trifluoride | 7783-54-2 | 10 ppm |
| SF ₆ | Sulfur hexafluoride | 2551-62-4 | 1,000 ppm |
| SiH ₄ | Silane | 7803-62-5 | 5 ppm |

a : Threshold Limit Value

na : not available

은 처리가스를 고온에서 분해하여 처리하므로, 가연성 가스 처리에 적합하다. 분해에 필요한 에너지는 연소식의 경우 전기에너지나 연료의 연소를 통해 얻으며, 플라즈마식의 경우 플라즈마 방전을 통한 고온을 이용한다. 이에 비해 촉매식은 대상가스

표 3. 반도체 공정가스 처리방식 비교

| 처리 방식 | 처리가능 가스 | 장 점 | 단 점 |
|--------|---|------------------|--|
| 흡 수 식 | 수용성 가스 (HF, HCl 등) | 장치비 저렴 유지비 저렴 | 산 폐수 처리시설이 필요. 처리 가능가스가 한정 |
| 열산화식 | 가연성 가스 (SiH ₄ , SiH ₂ Cl ₂ , C ₂ F ₆ 등) | 장치비 저렴 | 고온으로 인한 안전성 문제 별도 흡수식 처리설비 필요 |
| 플라즈마식 | 가연성 가스 (SiH ₄ , SiH ₂ Cl ₂ , C ₂ F ₆ 등) | 안정성 우수 처리효율우수 | 대용량 처리 어려움 장치비 고가 별도 흡수식 처리설비 필요 |
| 촉매 반응식 | 불연성, 난용성 가스 (Cl ₂ , BCl ₃ , PFCs 등) | 안정성 우수 | 유지비 비교적 고가 폐기물 처리 필요 |

와 금속성분의 촉매간의 화학반응을 통해 유해가스를 무해하게 전환시킨다. 원론적으로 모든 반응성 가스는 촉매식의 처리가 가능하다. 각 처리방식의 장단점을 표 3에 나타내었다. 처리방식마다 장단점이 있으며 처리대상 가스의 특성에 적합한 처리방식의 선택이 중요하다.

2.3 촉매식 가스처리 기술의 개요

촉매식 처리시스템은 그림 2와 같이 크게 스크러버 시스템, 캐니스터(canister), 촉매로 나눌 수 있다. 스크러버 시스템은 가스의 유입 또는 배출을 위한 컨트롤부와 배관부로 이루어져 있으며, 시스템을 안정적으로 운전하기 위한 인터락(interlock)과 센서 등이 포함된다. 캐니스터는 촉매를 충전할 수 있는 용기이며, 촉매 교체가 용이하고 설치가 쉽도록 설계된다.

이때 가스의 흐름방향을 결정하여 촉매가 가스와 접촉이 용이하도록 하는 것이 캐니스터의 설계에 중요하다. 처리가스는 스크러버 입구(inlet)로 유입

되며, 촉매층에서 촉매와 반응하여 제거된다. 처리된 무해가스는 스크러버 출구(outlet)를 통해 배출된다. 촉매와 가스의 반응은 가스의 종류에 따라 상온 또는 비교적 고온에서 처리해야 한다.

촉매식의 경우 다른 방식에 비해 적당한 촉매의 선정이 가장 중요하며, 촉매 개발 기술이 촉매식 처리기술의 주요 핵심기술이다

2.4 반도체 가스 처리용 촉매

반도체 공정에서 사용하는 촉매는 촉매 화학자가 사용하는 촉매와는 상당한 차이가 있다. 전문가적 관점에서 촉매란 반응 중에 소모되지 않는 물질이나, 촉매식 처리장치에 적용되는 촉매는 자신이 가스와 반응하여 계속적으로 변하게 되어 수명이 어떤 시점에서 완료된다.

이런 이유로 배기가스 처리에 사용되는 촉매를 약제(chemical absorber), 게터(getter), 스케빈저(scavenger) 등의 용어와 함께 공용으로 사용되고 있다. 그러나 작용하는 화학반응 현상이나, 제품의

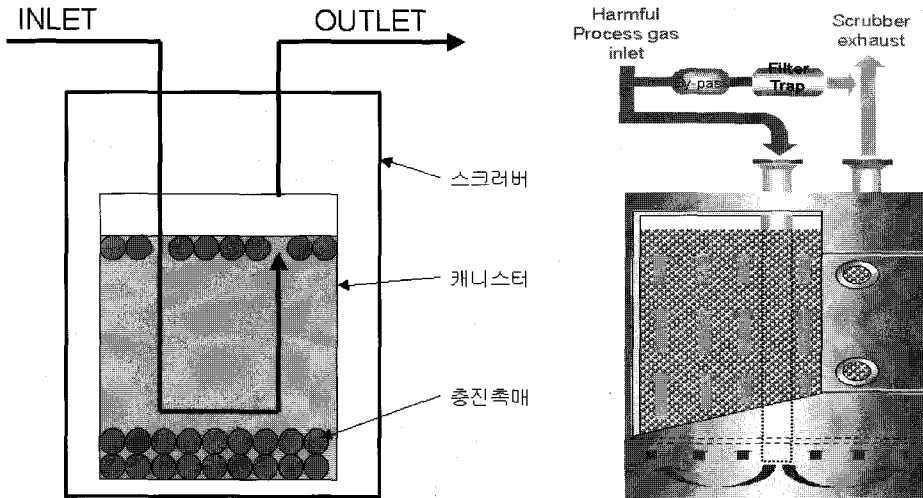


그림 2. 촉매식 처리장치의 간략도

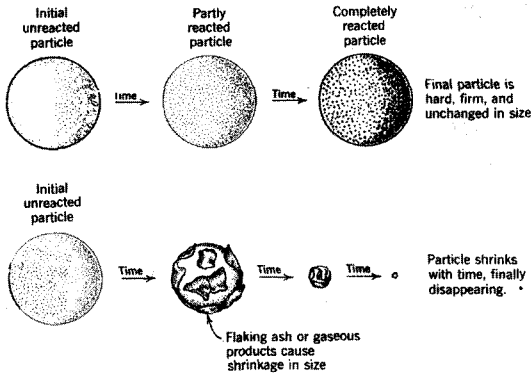


그림 3. 반응 정도에 따른 촉매의 형상 변화

형상, 제조방법, 적용이론 등이 거의 촉매와 유사하므로 본 고에서는 촉매라는 용어로 통일하였다.

일반인들도 촉매란 단어를 실생활에서 많이 사용하고 있으나, 정확한 이해를 가지고 있는 경우는 드물다고 생각되며, 일반적으로 촉매의 의미를 일을 수월하게 만드는 어떤 것으로 생각한다.

촉매 화학자적 관점에서는 촉매는 “그 자신이 변하지 않으면서 또는 반응식에 나타나지 않으면서 반응속도를 변화시키는 물질”로 정의되었으나, 촉매 자신도 반응 중에 변화하고 있다는 점과 반응속도를 낮추는 물질을 억제제(inhibitor)로 구분하여 부른다는 점을 반영하여 촉매의 정의가 달라지고 있다.

대개 촉매반응은 그림 3에 나타낸 바와 같이, 크게 두 형태로 진행된다. (A)와 같이 반응이 진행됨에 따라 촉매의 표면은 반응하지만 촉매의 전체적인 크기는 변화하지 않는 경우와, (B)와 같이 반응에 따라 촉매 표면이 계속적으로 가스와 반응하여 촉매의 크기가 점차 줄어들어 소모되는 경우이다. 형상 변화의 type은 촉매와 반응가스가 반응하여 활성금속이 전환되는 물질의 특성에 따라 결정된다.

그림 4는 촉매가 가스와 반응하는 경우에 반응시

간에 따라 촉매 내에 존재하는 활성금속의 분포 변화를 나타내었다. 초기에는 촉매의 표면부터 반응이 개시되나 시간이 경과함에 따라 촉매 활성성분이 반응을 통해 전체적으로 소모됨을 보여준다.

2.5 촉매 개발 과정

촉매효과는 표면에서 진행되는 반응에서 나타나므로, 표면화학과의 연관성이 깊다. 그러나 표면의 상태와 표면에서 진행되는 변화를 조사하기는 분석기술이 많이 발전한 현재에도 쉬운 일이 아니다. 촉매를 설계하기 위해서는 가장 먼저 해야 할 일이 반응대상을 결정하는 것이다.

대상반응은 새로운 촉매가 필요한 반응이다. 대상반응의 선정에는 열역학적인 접근이 필요하며, 반응 중 생성되는 부산물의 파악이 필요하다. 이 반응이 알려지지 않은 반응이라면, 반응물과 생성물의 열역학적 성질을 검토하여 이 반응의 진행 가능성을 검토하여야 한다. 반응열, 깁스 에너지(gibbs energy) 변화량, 평형조성, 평형 전화율 등을 구하여, 설정한 반응이 가능한지를 열역학적으로 검토하여야 한다.

다음 단계에서 반응으로부터 생성되는 생성물을

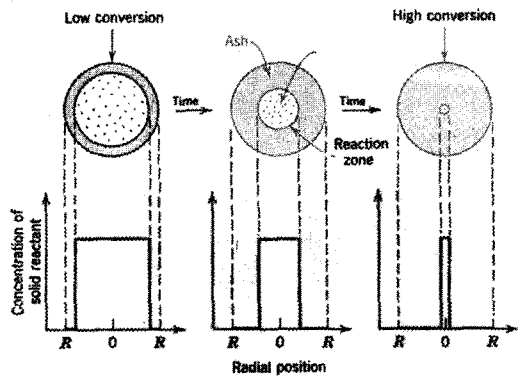


그림 4. 반응시간에 따른 촉매내의 활성물질 분포

검토한다. 특히 반도체 공정의 유해가스를 처리하는 반응의 경우 생성되는 가스는 비교적 인체에 무해해야 하며, 유해할 경우에도 훨씬 용이한 방법으로 처리가 가능해야 한다. 또한 생성물간의 또는 생성물과 반응물이 반응하여 다른 유해한 생성물이 생성되는 지를 확인해야 한다. 따라서 대상반응과 함께 진행될 수 있는 가능한 반응들도 같이 검토하여 대상반응의 진행범위를 한정짓는 일이 필요하다.

가장 중요한 작업으로 활성물질을 선정한다. 촉매의 활성물질은 반응경로와 반응기구에 근거를 두고 선정한다. 활성물질은 이미 알려져 있는 촉매에 대한 경험적인 지식이나 산화-환원반응, 산-염기반응 등의 반응물의 특성에 기인하여 선정한다. 이 경우에도 열역학적 접근방법은 활성물질의 선정에 투여되어야 할 노력을 최소화할 수 있다.

열역학적으로 반응이 용이한 물질을 선정한 경우에는 촉매 개발에 필요한 시행착오를 최소화할 수 있다. 활성금속이 선정되면 일반적인 촉매 제조방법인 함침법이나 침전법 등으로 원하는 형상의 촉매를 제조한다. 이때 촉매는 물리적인 물성이 요구되는데, 쉽게 말해서 상용화에 적합한 물성이 중요하다.

대표적인 예로 표면적과 기공구조, 강도 등을 들 수 있는데, 반응물의 유속이 느린 경우에는 촉매의 표면적에 크게 영향을 받지 않겠지만, 유속이 빠른 경우에는 촉매의 표면적이 무엇보다 성능에 중요하다. 일반적으로는 표면적이 큰 촉매가 반응성능이 우수하지만, 표면적을 극대화할 경우에는 기계적 강도가 낮게 되어 제품으로서의 가치가 없다.

즉 표면적과 기계적 강도와는 일반적으로 반비례하므로 반응에 가장 적당한 표면적과 기계적 강도를 결정해야 한다. 또한 촉매의 기공에 따라 확산(diffusion)과 물질전달(mass transfer)이 크게 영

향을 받으므로 기공 크기도 중요하다. 약제의 기공이 대부분 5 Å 이하일 경우에는 5 Å 이상의 분자 크기를 가진 SF₆ 등의 큰 가스는 반응에 참여할 수 없다.

2.5.1 촉매 제조

앞에서 제시한 방법으로 이론적으로 촉매를 설계한 다음에는 직접 실험실에서 다양한 방법과 조성으로 촉매를 제조하여 성능을 확인해야 한다. 이 작업은 많은 노력이 필요하며 전문가의 경우에도 수십 번 이상의 시행착오가 필요하다.

촉매 제조의 경우에는 제조방법, 원료 및 함량, 여과조건, 촉매의 형상, 크기, 건조온도, 소성온도 등의 여러 변수가 존재하게 되는데, 현재까지의 기술로도 촉매를 제조하지 않고 성능을 예측하기는 매우 어렵다.

제조변수가 많은 경우에는 실험계획법을 이용하여 주요 제조변수를 확립한다면 제조 횟수를 최소화할 수 있다. 주로 촉매는 함침법(impregnation)과 침전법(precipitation), 이온교환법(ion exchange)의 3가지 방법으로 제조하게 되는데, 각 방법을 간략하게 설명하고자 한다.

1) 함침법

함침법은 고표면적의 담체(support)에 활성금속 수용액을 접촉시켜 활성물질을 담지시키는 방법이다. 접촉방법에 따라 흡착법, 증발건조법, incipient wetness법으로 나눌 수 있다.

흡착법은 활성물질을 녹인 용액을 담체에 담아 담체 표면에 흡착시켜 담지되도록 한다.

증발건조법은 담체를 활성물질을 녹인 용액에 담근 후 가열하여 용매를 증발시켜 지지체에 활성물질을 고착시킨다. 활성금속의 담지량이 많고 담체의 세공이 아주 작은 경우에는 세공이 막을 수 있다.

Incipient wetness 법은 활성물질을 담체 세공부피 만큼의 용매에 활성물질을 녹인 용액을 건조된 담체에 가하여 흡수시킨 후 건조시켜 용매를 제거한다.

이 세 가지 방법 중 증발건조법, incipient wetness 법, 흡착법 순으로 활성물질을 많이 담지할 수 있으나, 담지된 상태는 흡착법이 가장 균일하다. 대표적인 함침방법에 의한 촉매제조 과정을 그림 5에 나타내었다.

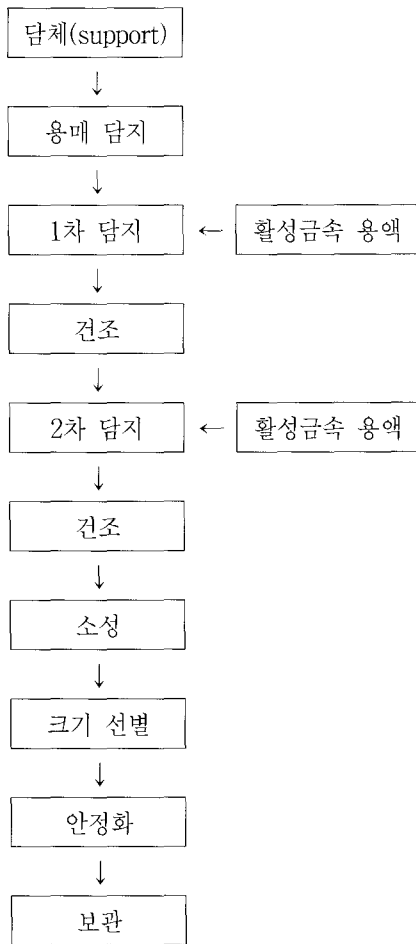


그림 5. 담지촉매의 일반적인 제조과정

2) 침전법

금속염을 녹인 용액과 알칼리 수용액을 적당한 pH가 되도록 접촉하게 하면 침전반응을 통해 고형의 금속수산화물(metal hydroxide)이나 금속탄산염(metal carbonate)을 형성한다.

침전물을 회수하여 염(salt)을 제거한 다음, 가열하게 되면 금속산화물로 전환할 수 있다.

3) 이온교환법

이온교환법은 실리카, 알루미늄, 제올라이트 등의 담체에 활성금속을 담지시킬 때 많이 사용된다. 제올라이트의 경우에는 양이온이 쉽게 교환되므로, 금속 이온을 담지시킬 때 주로 이온교환법이 이용된다.

이온교환법은 활성물질이 아주 균일하게 담지할 수 있는 장점이 있으나, 다른 제조방법에 비해 일반적으로 담지량이 작다. 원하는 담지량을 얻기 위해서는 이온 교환을 여러 차례 반복하기도 한다.

2.5.2 촉매 성형

제조된 촉매물질은 원하는 형상으로 성형(forming) 작업을 통해 제품화된다. 촉매형상은 pellet형, spherical형, flake형, 클러머형 등의 다양하다.

일반적으로 단단한 재료의 경우에는 촉매 성분 자체만으로 성형이 어려우며, 성형을 위해서는 적합한 바인더를 이용해야 한다. 성형을 위해 강한 압력을 가할 경우에는 일반적으로 기공부피와 기공크기가 감소하게 되어 물질전달이 어렵게 될 수 있다.

그림 6에 상용 촉매의 일반적인 형태를 나타내었다. 촉매성형 기술은 기업간에 기술이 공유되지 않아 기밀로 유지하므로 자체 기술의 개발이 필요하다. 물론 이 경우에도 수많은 시행착오가 필요하다.

2.5.3 촉매 특성분석 방법

제조한 촉매는 여러 분석연구 방법을 통해 촉매

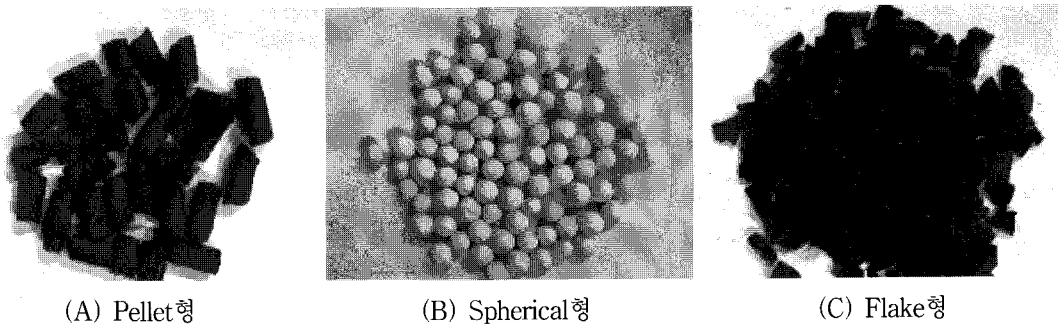


그림 6. 촉매의 대표적인 형상

반응을 이해하고 촉매를 개선하는데 큰 도움을 준다. 특히 촉매의 경우에는 금속 및 무기화학 연구의 종합체로써 지금까지 개발된 다양한 분석 tool을 통한 연구가 가능하다.

고체 구조나 전기적 성질 등 고체 물성을 측정하는 물리적인 기기로부터 표면의 구조를 조사하고 조성을 결정하는 분석기기도 사용되고 있다.

표 4에 국내에서 비교적 사용이 용이한 촉매 분

석방법을 정리하였다. 촉매연구에 사용되는 분석기법은 여러 문헌에서 자세한 정보를 얻을 수 있다.

3. 반도체 가스 처리용 촉매 개발

실제로 반도체 가스 처리용 촉매의 개발은 국내의 경우 최근에야 이루어졌다. 여기서는 촉매개발에 필요한 내용을 간략하게 소개한다.

3.1 식각 공정용 촉매

반도체 공정 중 식각기술은 웨이프의 불필요한 금속 또는 무기막질의 제거하는 주요 핵심 공정으로 금속식각의 경우에는 BCl_3 와 Cl_2 를, 산화물 식각에는 PFC 가스를 사용한다. 특히 BCl_3 , Cl_2 가스는 매우 유독하며, 열 산화방식이 적합하지 않아 대부분 촉매식 처리방식에 의해 처리되고 있다.

식각 공정 자체가 가스처리 뿐 만 아니라 식각공정을 통해 생성되는 여러 금속 파우더를 포집하여 후단 배기 덕트를 보호하는 역할을 함께 수행해야 한다.

즉 식각 공정용 촉매는 우수한 가스 처리능력 뿐만 아니라 금속파우더를 흡착할 수 있는 촉매 및 스크리버의 구조가 필요하다. 가스 처리반응은 상온에서 가능해야 하며, 가스 유속이 비교적 빠른 관계

표 4. 촉매 분석 방법

| 분석항목 | 분석 tool |
|---------------|------------------------|
| 표면적 | BET 분석, |
| 기공분포 | BET 분석, 수은 porosimeter |
| 금속성분 정량 분석 | AA, ICP, SEM-EDX |
| 분산도 측정 | 수소흡착법 |
| 표면특성 조사 | XPS, AES, ESR |
| 결정성 분석 | XRD |
| 촉매입자의 크기 및 형상 | SEM, TEM |
| 열적 특성조사 | TG-DTA |
| 중간생성물 분석 | QMS, FT-IR |

로 고표면적이 요구된다.

3.2 PFC 처리용 촉매

PFC 가스는 현재 앞에 서술한 여러 방식의 처리 기술이 개발되었거나, 개발 중에 있다. PFC 가스는 열역학적으로 아주 안정한 화합물이므로 분해를 통한 처리의 경우 고온의 열 에너지나 플라즈마 에너지가 필요하다.

SF₆의 경우에는 800℃ 이상에서 열 분해된다. PFC 처리의 경우 촉매식 방식의 큰 장점은 처리과정 중에 유해 생성물의 생성을 최소화할 수 있는 점이다. PFC를 분해할 경우에는 재결합을 최소화하기 위해 물이나 산소 등을 공급하게 되는데, 이 경우 분해 과정에서 HF나 NO₂, CO, SO₂ 등의 부가 유해 생성물이 생성되며, 이들 가스의 처리를 위하여 별도의 흡수식이나 촉매식 처리장치가 필요하다.

이에 비해 촉매식의 경우에는 직접 촉매와 PFC 가스를 반응시키므로 유해생성물의 생성을 최소화할 수 있으며, 운전온도가 다른 방식에 비해 훨씬 낮으므로 안정성이 뛰어나다.

앞에서 서술한 바와 같이 PFC 가스는 아주 안전한 화합물이므로 촉매 반응식의 경우에도 상온에서 처리가 어렵고, 350℃ 이상의 온도가 필요하다.

그리고 반응 도중 금속성분이 금속불화물(metal fluoride) 또는 금속질화물(metal nitride), 금속황화물(metal sulfide)로 전환 됨에 따라 촉매의 기계적 강도가 약해져 부스러지기 때문에 초기에 내열재를 첨가물로 하여 기계적 강도를 강하게 유지해야 한다.

3.3 이온주입용 촉매

이온주입에 사용되는 가스는 포스핀 등의 환원성 가스이다. 포스핀의 처리에는 상온에서 반응이 가능한 금속성분을 찾아야 하며, 고려되어야 할 점은 포스핀과 금속과의 반응이 발열반응이므로 반응온

도를 제어하는 기술이 필요하다.

4. 결론

지금까지 반도체 가스 처리기술 중 하나인 촉매기술에 대하여 소개하였다. 촉매기술은 모든 반응성 가스에 대해 적용이 가능하며 처리 도중에 부가생성물을 최대한 억제하여 설비 유지보수에 가장 유리하다. 이런 이유로 실제 반도체공정에서도 처리대상 가스의 절반 이상이 촉매식으로 처리하고 있는 실정이다. 촉매식 가스 처리기술의 핵심은 당연히 촉매에 있다.

지금까지는 촉매를 외국에서 수입하여 사용하였지만, 최근 2년 동안 대부분의 반도체 가스 처리용 촉매가 국산화되어 상용화되었으며, PFC 처리용 촉매의 개발도 거의 완료 단계에 이르렀다. 촉매식 처리기술의 자립화는 국내 반도체 산업의 경쟁력을 높이는 데 일조할 것으로 생각된다.

- 참고문헌 -

1. Levenspiel, O., "Chemical Reaction Engineering", 2nd ed. John Wiley&Sons.
2. 전학제, "촉매개론", 한림원, 1995.
3. Satterfield, C.N., "Heterogeneous Catalysis in Industrial Practice", 2nd ed, McGraw-Hill.
4. Anderson, J.R., "Introduction to Characterization and Testing of Catalysts" Academic press, New York, 1985.
5. Anderson, E.B., "Experimental Methods in Catalytic Research", vol 1, Academic press.
6. Delannay. F., "Characterization of Heterogeneous Catalysts", Marcel Dekker, NewYork, 1984.