반도체 평탄화 기술

반도체 평탄화 기술의 개념

반도체평탄화기술은웨이퍼를연마Pad의표면위에접촉하도록한상태에서Slurry를공급하여웨이퍼표면을 화학적으로 반응시키면서 플래튼(platen)과 연마Head(Polishing Head)를 상대운동시켜 기계적으로 웨이퍼표면의요철부분을평탄화하는기술을의미한다.

반도체 평탄화 기술 시장 현황

장비시장현황은Information Network 2005년분석자료에 따르면 CMP 시장은 2003년 7억 7백만 달러 규모에서 2004년 13억 2천3백만 달러로 크게 증가한 후 2006년까지약간감소하며, 다시 2008년까지 17억3천7백만달러의시장규모로형성될것으로예상됨과동시에 2006년 이후에는 지속적으로 이러한 성장세가 유지될것으로전망된다.

Pad 시장 현황은 Information Network 2005년 분석자료에 따르면 CMP Pad 시장은 2003년에 1억7천8백만 달러를 기록하였고, Slurry와 마찬가지로 2003년부터 2008년까지꾸준히증가될것으로전망된다.

Slurry 시장 현황 Information Network 2005년 분석자료에 따르면 CMP Slurry 시장은 2004년에 5억4천1백만달러를기록하였고, 2003년부터 2008년까지꾸준히증가될것으로전망된다.

반도체 평탄화 기술 특허동향

한국의경우장비분야의출원비중이가장많고, 00년까지 출원건수가 꾸준히 증가한 후 01년에 잠시 주춤하다가그이후다시 03년까지증가하였고, 미국의경우일본과 유럽과 달리 장비 분야의 출원 집중도가 높고 Pad 분야의출원은한국, 일본, 유럽과마찬가지로매우저조하게나타나고있다. 또한유럽의경우는꾸준하게특허건수가 증가하는 한국, 미국, 일본과는 다르게 00년에 17건, 04년에 16건으로나타났다.

장비기술의 동향

현재 장비분야에서는 APPLIED METERIALS 사가 세계 시장의 70% 이상을 차지하고 있으며, 장비부분에서많은원천특허및주요특허를보유하고있는기관또한 APPLIED METERIALS 사라는점에서 특허의 중요성이다시한번확인되었다.

장비에서 가장 많은 기술 개발이 이루어진 분야는 연마Head 및 Platen 부분이라고 말할 수 있으며, 실제 공정에서 가장 많은 핵심기술이 가장 많이 사용되는 부분이기도 하며, 특히 공정 효율 및 평탄화, 생산 처리량을 좌우하는중요한부분이라고할수있으며, 그밖에이와 더불어 계속 발전하고 있는 분야로는 주변장치 및 CMP 공정후세정에관련된기술등이다.

반도체 소자의 직접도가 증가함에 따라 스크래치와 같은 Defect가 가장 큰 문제점으로 등장하고 있으며, Metal CMP의 경우 Dishing과 Erosion의 문제도 큰 이슈이기 때문에CMP 공정에 있어서 Slurry 공급장치 및 분산장치 그리고 공정 후 세정 방법 및 세정 솔루션, 종말점 검출기기 분야에서 많은 기술 개발이 이루어지고있을뿐만아니라45nm 배선기술에서는기공이많이존재하는 Dielectric 물질이 사용됨에 따라 공정 압력에 대한문제점이야기될 수 있는 가능성이 예상되고 있으며, 이를 해결하기 위한 새로운 CMP공정으로 ECMP라는 전기화학적 방법을 통한 평탄화 방법의 개념이 연구

되고 있으며, 이와 관련된 많은 장비개발이 이루어지고 있다.

장비기술 특허동향

90년대 중반부터 특허출원 및 등록 건수가 꾸준히 증가하는 양상을 보이며 특히 95년부터 03년까지 8년 동안에 특허출원(미:등록)건수의 증가폭이 가장 크게 나타나고있는것을알수있다. CMP Polisher와주변장치는 90년대 중반부터 활발한 연구개발의 결과를 보이고 있으나Post CMP Cleaner분야는활발한출원증가의경향이보이지않고있다.

장비기술 심층특허분석

CMP Polisher에서는 우선적으로 Head나 Platen의 Design 변화와Polisher 장비에사용된 재료 및 Head에 부착되는웨이퍼에있어서부착방식이나압력이가해지는방법 및 단계 그리고 다음 공정으로의 웨이퍼 전달방식에 대한 특허가가장많은특허 비중을 차지하고 있었으며CMP Polisher Head design 및웨이퍼부착/가압방식, 웨이퍼 전달방식에 관련된 특허에서는 그 목적이 실제공정중에발생되는현상즉압력전달및회전속도를 측정하기위한장비및설계, 공정효율과처리량향상을 위한 설계, Slurry 공급을원활히 하고 또공급된 Slurry가 Pad와 웨이퍼 표면에서 평탄화 공정이 효율적으로 이루어질 수 있는 설계에 대한 특허가 두드러지게 나타나고있다.

부가적으로ECMP 시스템구축및공정분석방법, 그리고 ECMP 시스템 구축을 위한 Chemical, Additives, Slurry에 관련된 특허도 소수 있었으며, 비록 적은 수이기는하지만최근들어CMP 공정중에서그단점을보완하기 위한 ECMP 공정에 관한 관심이 증가하고 있으며 이에관련된특허들이증가하고있다.

Post - CMP Cleaner 관련 특허의 주요 내용은 CMP 공정이후웨이퍼에발생되는오염물즉, Pad 파티클, 연마입자, 그밖에 발생되는 Defect 제거에 필요한 세정방법이나 세정용액이 많은 비중을 차지하고 있으며, 차별화된 세정 방법을 제시한 특허보다는 기존 세정액에 첨가제의 역할을 보여주고 있는 특허가 많은 수를 차지하고있다.

CMP공정의 주변장치로서는 End point detection 장치와 Slurry 교반 및 공급장치에 대한 특허가 주를 이루고있었으며, 국외뿐아니라국내업체들도많은특허를보유하고있었는데, 특히End point detection 장비에 있어서 측정방법에 관련된 많은 특허가 출원된 상태였으며, 측정 방법으로서 레이져/광학, 마찰계수, 주파수, 온도, 압력의변화를측정하는Detection 장비의특허또한 이를 전기적 신호로 변화시키는 변환기에 관련된 특허가 많았으며, 또한 이러한 측정 방식을 어떻게 적용시킬 것인가에 관련된 특허도 많은 수를 차지하고 있다.

Slurry 공급 및 분산장치에 있어서도 Design 부분에서 많은 특허가 출원되었으며, 초음파 발생장치를 통해 Slurry의분산력을증가시키고연마입자가응집되는것을방지하는방법등의특허가출원되었다.

Pad기술의 동향

CMP 공정에서 사용되는 Pad산업은 최근까지도 ROHM AND HAAS사에서 세계시장의 거의 대부분을 차지하고있는시장이다. ROHM AND HAAS사와더불어 NIKON, HITACHI 등 소수의 회사가 대부분의 주요 특허를 가지고 있는 상황이어서 다른 기업들이 기술개발에있어서많은어려움이있는분야이다.

Pad제조, Pad 구성물질 및 합성, 화학적/물리적 물성을 비롯한 Pad Groove 가공법 및 Design에서부터 재료 합성 및기공 사이즈와기공 개수에 이르기까지관련기술 대부분을 소수회사에서 가지고 있는 실정이며, 국내 기업들도 많은 기술 개발을 시도하고 있지만 많은 어려움을겪고있는상황이다.

또한, CMP관련사업중가장많은특허분쟁이예상되는분야이며, 향후 Pad 파티클에 의한Defect 제어 기술 및 ECMP관련전도성 Pad의기술개발이필요하다.

Pad기술 특허동향

미국의 경우 93년부터 꾸준하게 증가하고 있다가 04년에잠시출원건수가감소한뒤 05년에큰폭으로증가함을보이며, CMP 시장이 04년까지성장함에따라 Pad

에 대한 집중적인 연구개발을 했음을 추측할 수 있으며 기술에 따른 추이로 볼때 Pad 기술은 90년대 중반부터 05년까지 활발한 특허출원을 보이고 있으며 그 중에서 Pad 표면 가공방식 분야의 활발한 출원증가의 경향을 보이고있다.

Pad기술 심층특허 분석

CMP Pad 관련 특허는 크게 Pad 재료 및 특성과 Pad 표면 가공방식으로 나누어 조사를 하였으며, 이에 대한 소분류는 Pad 재료 및 특성 분야는 다시 Pad 재료 합성 및 구성물질, Pad 재료 합성 및 제어기술 그리고 Pad 재료 물질의 기계적 및 화학적 물성으로 구분하였으며, Pad 표면 가공방식 분야는 Groove 가공법 및 Groove Shape Design, Pad Pore 제어 기술, Pad 제조 공정 기술, 그리고 Pad내Abrasive Particle 함유방식으로 나누었다. CMP Polishing 장비와 마찬가지로 ECMP 공정에서는 기존의 CMP Pad와는 다른 개념의 Pad 특허가 분류대상이된다.

Groove 가공법및Groove Shape Design에서는대부분의 특허가 Groove Design을 변화시켜 Slurry의 유동을 조절 및 제어를 하고자 하는 특허들이 대부분이었으며, 또한 거의 모든 특허가 ROHM AND HAAS사에서 출원된 특허였다. 이뿐만 아니라 Pad 공정 제어기술 Pore제어기술 등 대부분의 특허가 소수회사에서 갖고 있는것으로나타났다.

Slurry기술의 동향

반도체가 고집적화、다층화됨에 따라 반도체 소재산업역시빠른변화를겪고있다. Slurry에있어연마입자의제조및합성은Slurry 기술에있어서핵심이되고있으며, 금속산화물 연마제 및 세리아를 사용한 연마입자 제조및Slurry 제조가현재많이개발되고있다. 뿐만아니라 첨가제를 첨가하여 Slurry 성능을 향상시키고 CMP 공정 이후 세정공정에 있어서 세정을 용이하게 할 수 있도록 하며, 결과적으로 고직접 소자에 있어서 평탄화성능을향상시킬수있다.

CMP Slurry는 주로 KOH, NH4OH 등의알칼리 용액에 80 - 230nm의 입경을 갖는 실리카(SiO2), 알루미나(Al2O3), 세리아(CeO2), 다이아몬드 등의 연마입자가 현탁된것으로실리카비중이매우큰편이다. ILD(Inter Layer Dielectrics)에는 흄드실리카와 콜로이달 실리카가 사용될 수 있는데 국내에서는 흄드실리카 수요비중이 95% 이상에 달하고 있다. 세계적으로 콜로이달 실리카가 30% 이상을 차지하고 있는 것에 비해 국내에는 흄드실리카비중이압도적으로높은이유는흄드실리카를 선호하는 일본에서 대부분 기술을 도입해왔기 때문이다.

흄드실리카는실리카분말을물에분산시켜제조하는데 99% 이상의 고순도인 반면 콜로이달 실리카는 순도가다소떨어지고Na 함량조절이어렵다는이유로사용이 기피되었다. 그러나 콜로이달 실리카는 입자 크기가 매우 작아 나노급사이즈로 조절 가능하며, 입자가 구형이고 물성이 소프트하기 때문에 회로에 스크래치 발생률이훨씬낮아그만큼불량률이낮아지는효과가있다. 또점차반도체 Device의선형폭이더욱줄어들고있기 때문에콜로이달실리카가더유리한편이다.

Slurry 분야에 있어서도 CABOT이나 EKC, HITACHI, JSR 등의 유명한 Slurry 제조업체에서 대부분의 기술력및원천특허를가지고있으며, 텅스텐등일부배선재료의 Slurry는독점현상이나타나고있는실정이다.

Slurry기술 특허동향

90년대 중반부터 특허출원 및 등록 건수가 꾸준히 증가하는 양상을 보이며 특히 95년부터 03년까지 8년 동안에 특허출원(미:등록)건수의 증가폭이 가장 크게 나타나고 있는 것을 알 수 있으며, Metal CMP Slurry(W, Al, Cu, Ru)와산화막CMP Slurry(STI 포함)는90년대 중반부터활발한특허출원을보이고있다.

Slurry기술의 심층특허 분석

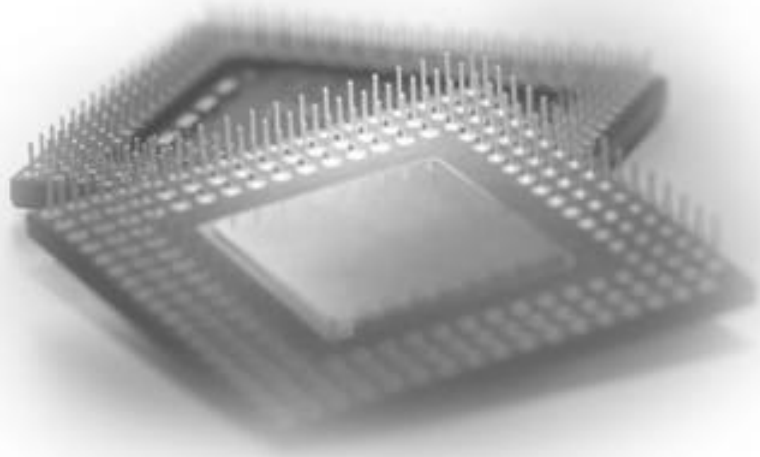
산화막 CMP Slurry에서는 연마 입자 종류와 제조에 관한 내용이 있었으며, 최근에는 많은 기업에서 산화세슘을연마입자를이용한특허가많이출원되고있다. 가장 많은 비중을 차지하는 것은 첨가제의 영향이었는데, 연마입자의분산력을높이고응집력을감소시키기위해 첨가제를 종류에 따라 첨가하는 기술에 대한 특허화가

이루어지고 있다. 특히, 계면활성제에 대한 많은 연구가 이루어지고 있음을 특허분석을 통해알 수 있었으며, 그 다음으로는Slurry 조성에관한연구가많이이루어지고 있음을확인할수있었다.

Metal CMP Slurry는연마대상에금속종류에따라다른 Slurry를 사용하게 되는데, 관련 특허내용에 있어서 우선사용되고있는 Slurry는텅스텐, 알루미늄, 구리, 루테늄에 관련 Slurry 특허가 출원되고 있었으며, 가장 많은 비중을 차지하는 것이 구리배선용 Slurry에 관한 것이다.

Metal CMP Slurry에있어서도산화막CMP Slurry와 비슷한 분류가 이루어졌으며 이 역시 첨가제에 대한 활발한 연구가이루어지고 있음을 확인할 수 있었으며, 특히 Slurry 제조업체로 유명한 SUMITOMO BAKELITE사에서는 벤조트리아 졸을 사용한 특허가 대부분의비중을 차지하고 있었으며, 연마 입자의종류에 따른 Slurry 특허를 갖고 있었다. 또한 연마입자 사이즈, Slurry 온도, 조성에대한 특허가 많았으며, 사용된첨가제는 벤조트리아졸 이외에도 폴리 메틸 메타크릴레이트, 수산, 과산화수소등의첨가제영향을나타낸특허가 있었다.

국내업체에서도Metal CMP Slurry에있어서다른국외업체와 비교해서 많은 특허를 갖고 있으며, 연마입자로 아민계 화합물, 에스테르계 화합물, 술폰계 화합물, 과산화물및금속산화물미분말을포함하는 Slurry에관한 특허, 첨가제, 계면활성제, 그리고 가스첨가 영향 등 넓은 범위의 연구에 관한 특허를 가지고 있었으며, 특히 구리배선용Metal CMP Slurry에관한특허가두드러지게나타났다.

제공 정보활용지원팀

발 • 특2007. 6