

동오염이 없는 실리콘 웨이퍼 재생 기술의 개발

박서장

반도체 디바이스 제조 공정에서는, 미세화의 진행 뿐만아니고, 배선 재료로서 종래 사용되고 있던 알루미늄이, 높은 전기전도도에 주목받아 동재질로 대체되고 있습니다. 그러나, 동은, 디바이스 제조 공정으로 습식 에칭이나 세정에 범용적으로 사용되고 있는 불화수소산(불산) 수용액에 혼입하면 실리콘 표면에 부착하기 쉬워서, 실리콘 결정중에서의 확산이 대단히 빠른 것으로부터, 반도체 업계에서는 오염 물질로서 특히 경계 되고 있습니다.

φ300 mm 웨이퍼를 이용하는 디바이스에서는, 배선 재료에 오로지 동이 사용되기 때문에, 재생 공정에 있어서의 동오염방지가 무엇보다도 중시 됩니다. 게다가 테스트 웨이퍼로서 사용 되는 과정에서, 웨이퍼 내부에 동이 비집고 들어가는 염려도 지속 늘어차 디바이스 메이커로부터 재생 메이커에 대해서, 웨이퍼 표면 뿐만이 아니라 내부에 침입한 동의 제거도 가능 할 수 있습니다.

이러한 사정에, 우리는 재생 공정에 대해 웨이퍼 표면 및 내부를 동으로 오염시키지 않고, 게다가 실리콘 결정 격자간에 침입한 동을 제거할 수 있는 기술을 소개합니다.

웨이퍼는 표면에 패턴화된, Al, W, Ti 등의 금속막과 실리콘 산화막이나 실리콘 질화막등의 비금속막이 조합된 것, 비금속막만의 것, 혹은 패턴화 된 막이 형성된 것등이 존재 합니다. 웨이퍼재생 프로세스는, 크지는, 이러한 막의 제거, 연마하여 세정으로부터 완성 됩니다.

가장 우호적인 처리공정은 막의 제거와 연마·세정, 후에 동오염 제거 공정을 하여야 동오염으로부터 방지된 웨이퍼의 재생이 완성 됩니다

막의 제거는 주로 화학 에칭에 의해서 실시해, 에칭 후에 일부 잔류스루막 및 패턴의 자취와 같은 웨이퍼 표면의 변질층을 화학적 기계적 연마에 의해 제거 가능합니다. 이 막제거 방법은, 경면에서 웨이퍼의 표면 평활성을 해치는 일 없이, 거의 모든 막을 처리할 수 있는 특징이 있습니다. 막을 제거한 웨이퍼의 연마 및 세정에는, 기본적으로는 신폴 웨이퍼용의 프로세스를 전용할 수 있는 동오염을 일으키기 쉬운 공정은, 동막이 붙은 웨이퍼를 처리할 가능성있는 화학 에칭과 기계적 연마를 응용하며 있는 동 잔류 막제거 공정이라 할수 있습니다.

화학 에칭에서는, 디바이스 제조로 사용되는 대부분의 막재료를 용해할 수 있는 불화 수소산을 포함한 약액을 사용하고 있지만, 불화수소산을 포함한 용액에 동이 혼입 했을 경우, 처리 과정에서 웨이퍼 표면에 동이 고농도로 침투 착용하는 것이 잘 알려져 있어서, 동을 ppm 함유 하는 slurry를 이용해 웨이퍼를 연마하면 가능합니다.

웨이퍼중에 동이 비집고 들어간다고하는 이론도 과학계에서는 약 15년전에 지적되어 화학 에칭, 화학 기계연마 공정으로, 에칭액 및 slurry에 동이 혼입해도, 처리되는 웨이퍼를 오염하지 않는 기술을 개발 하여 왔습니다.

동의 부착과 그 기구

불화수소산 수용액은, 실리콘 산화막이나 실리콘 질화막 뿐만이 아니고, Al, W, Ti 등의 금속막도 효율적으로 용해 제거할 수 있고, 실리콘 자체는 거의 용해하지 않기 때문에, 웨이퍼 재생의 막제거 공정에 매우 적합한 에칭액이다 할수 있습니다. 그러나, 동이 혼입한 불화수소산 수용액에 실리콘 웨이퍼를 침지하면, 웨이퍼 표면에 동이 부착한다는 문제점이 있습니다.

극단적으로 동오염되는 조건, 0.2%의 동을 첨가한 희불화수소산 수용액에 실온으로 웨이퍼를 3분 침지하면 제거된동이 웨이퍼의 표면에 흡착되어 다음과 같은 반응이 진행합니다.

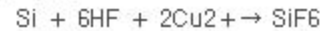
실리콘의 산화반응 :



동이온의 환원반응 :



전체반응 :



웨이퍼 표면에서의 동의 부착은, 실리콘이 산화 용해때에 생성하는 전자를 동이온이 받아, 금속동과 웨이퍼 표면에 석출하는 일종의 무전해도금이라고 반응이 형성 됩니다. 불화수소산 수용액 단독으로는 실리콘을 용해하지 않지만, 동이온화 경향이 작은 금속이 공존하는 경우, 위의 반응이 쉽게 진행됩니다.

동부착 방지

이러한 기구를 전제로 하면, 동의 부착 방지책으로,

- ①킬레이트제를 첨가해 동이온을 포착해 불활성화 합니다.
- ②산화제를 첨가해 동이온의 환원을 억제 하는 방법입니다.
- ③실리콘 표면에 보호층을 형성하면 가능합니다.

연마 공정에 있어서의 동의 웨이퍼중에서의 침입과억제

연마 공정에 있어서의 동의 웨이퍼중에서의 침입.몬산트의 특허 이래 40년 이상에 걸쳐, 알칼리성

콜로이달 실리카를 주성분으로 하는 slurry가 실리콘 웨이퍼의 연마에 이용되고 있습니다. 1970년대 후반에, 알칼리성 콜로이달 실리카를 이용해 P형 웨이퍼를 연마하면, 일시적으로 비저항이 증가하는 경우가 있습니다. 알칼리 성분으로서 암모니아나 아민을 포함한 slurry가 동으로 오염되었을 경우에 이 현상이 일어나는 것이 확인되어 원인은, 연마 과정에서 동이 웨이퍼에 비집고 들어가 불순물의 작용을 저해하기 때문에, 인위적으로 동오염시킨 slurry를 이용해, 웨이퍼를 연마하면, N형 웨이퍼의 비저항은 변화하지 않지만, P형 웨이퍼에서는 비저항이 증가하는 것을 확인했습니다

동성분의제거법

동은 이온화경향의 차이로 실리콘 내부로 침입하여 분산되므로 가온하거나 약품으로 실리콘의 표면에 끌어내어 약품으로 제거하는 방법이 최선의 방법이라 생각합니다.

특히 패턴을 약품으로 에칭할때는 특히 불산을 사용할시 에칭 반대편에 동이 부착하여 오염되며, 온도나 약품에 불안정시에는 세정되지않고 웨이퍼이 분산되는특징을 가집니다.

따라서,현재의 재생법을 조금더 진보시킨다면 실리콘웨이퍼의 내부 에 분산되어 있는 동을 제거하는간단한 기술적 방법이 필요합니다.