

금속배선의 신뢰성을 monitoring하는 새로운 기술

A New Technique for Monitoring Metallization Reliability at Wafer Level
(Breakdown Current of Metal : BCM)

박종호, 안병태
 한국과학기술원 재료공학과

1. 서론

지금까지 반도체 디바이스에서 금속배선의 electromigration특성에 대한 신뢰성은 일반적인 MTTF (Mean Time To Failure)를 측정하는 방법을 사용하여 왔다. 그러나 이 방법은 일정 전류 밀도하에서 배선의 단선 또는 임계저항증가 시간을 측정하므로 매우 장기간의 시간을 필요로 한다. 그러므로 제조공정시 신뢰성을 모니터하는 것은 불가능하였다.

본 연구는 주열 heating에 의해서 배선이 단선되는 파괴전류를 측정하여 이 파괴전류와 electro-migration특성에 대한 신뢰성과의 연관성을 규명하고, 이를 이용하여 배선의 신뢰성을 모니터 할 수 있는 기술을 개발하였다.

2. 실험방법

실리콘 웨이퍼에 SiO₂를 CVD법으로 증착한 후 Al-1%Si alloy를 스파터링 방법을 이용하여 증착하고 배선의 폭과 길이를 split하여 형성하였다. 이때 스파터링 조건도 split하였다. 이러한 여러 조건의 배선에 일정한 비율로 증가하는 전류를 흘려주면서 파괴전류를 측정하였고 이 결과를 일반적인 electromigration 측정방법으로 나타나는 신뢰성 결과(MTTF)와 비교하였다. 또한 이 배선에 인위적인 defect을 형성하여 이 때의 파괴전류와 MTTF를 비교 평가하였다.

3. 결과

본 연구의 결과를 보면 우선 파괴 전류 (I_f)는 다음과 같은 식으로 표시됨을 알 수 있었다.

$$I_f = \sqrt{\frac{1}{\rho_o \{1 + \alpha T_m\}}} \sqrt{(T_m - T_{sub})} \sqrt{\frac{k_{sub} w^2 t}{L_{sub}} + \frac{k_{top} w^2 t}{L_{top}} + \frac{2 \cdot k_{side} w t^2}{L_{side}}}$$

ρ_o : metal resistivity

T_m : melting point of metal

T_{sub} : substrate temperature during measuring

w : metal width

t : metal thickness

k : thermal conductivity

L : dissipation length

그리고 MTTF와 파괴전류와의 결과와 비교하여 보면 여러 증착 조건의 변화에 대해서 MTTF가 증가하면 파괴전류 값도 같이 증가하여 같은 경향성을 가지고 있으며 또한 인위적으로 배선에 제작된 defect의 크기나 수에 대해서도 유사한 경향성을 가지고 있다는 것을 알아내었다. 이는 파괴전류 data가 일반적인 신뢰성 결과를 대변할 수 있다. 그러므로 파괴전류를 측정하여 electromigration 특성에 대한 신뢰성을 어느 정도 예측할 수 있으며 이를 이용하면 제조공정에서 빠른 시간에 배선의 신뢰성을 모니터 할 수 있는 것으로 사료된다.