

초고집적 소자를 위한 화학증착 알루미늄 박막의

증착 특성에 관한 연구

(A Study on the Characteristics of CVD

Aluminum Thin Films for ULSI)

서울대학교 금속공학과 김영성, 이경일, 주승기

집적 회로 공정에서 금속선 형성 재료로서 알루미늄과 이의 합금이 지금까지 가장 널리 사용되고 있는데 주로 스퍼터링법에 의해서 박막을 형성해 왔다. 그러나 집적회로의 집적도가 증가하면서 소자 크기가 감소하고 회로의 층상 구조가 복잡해져 스퍼터링과 같은 직시형 증착법은 그 적용이 어려워지고 있다. 반면 화학증착법은 등각 계단 도포성이 우수하고 선택적 증착이 가능하여 다층 금속선 형성시 평탄화를 쉽게 이룰 수 있어 초고집적 회로의 금속선 형성에 적합하다.¹⁾ 본 연구에서는 TIBA를 냉벽 LPCVD 챔버에서 열분해하여 알루미늄을 증착하였으며 TIBA 분해 반응 기구의 변화가 전기적 특성에 미치는 영향과 기판에 따른 증착 특성의 변화가 표면 상태에 미치는 영향에 대해 연구하였다.

TIBA의 분해는 β -hydride 제거 반응과 β -methyl 제거 반응이라는 두 가지 반응 기구에 의해 일어난다고 보고되어 있다.³⁾ 증착 온도에 따른 비저항의 변화를 구해 본 결과, 증착 온도가 270°C까지는 낮은 비저항을 가지다가 증착 온도가 300°C 이상이 되면 갑자기 비저항이 증가하는 것을 알 수 있었다. 그리고 증착 온도가 270°C와 315°C인 경우 알루미늄 박막의 내부 조성을 AES로 분석해 보면 270°C에서는 탄소가 검출되지 않았지만 315°C에서는 막 전체에서 5%의 탄소 불순물이 검출되었다. 그러므로 증착 온도가 300°C 이상일 때 갑자기 비저항이 증가한 것은 바로 이 탄소 불순물 때문이며 이 탄소는 β -methyl 반응이 일어나 생겼다고 판단된다. 화학증착법으로 알루미늄 박막을 형성시 증착 초기에 핵생성 속도와 성장 속도의 현저한 차이로 인해 섬형 증착 특성을 나타낸다.¹⁾ 핵생성 활성화 에너지가 3eV인⁴⁾ 실리콘 기판의 경우 섬형 증착 특성이 심해 연속적인 막의 형성이 힘들며 연속적인 막이 형성된 이후에도 큰 입자와 작은 입자와의 크기 차이가 심해 표면기복이 심하다. 더구나 핵생성 활성화 에너지가 실리콘보다 큰^{5), 6)} 실리콘 산화물 기판에 알루미늄 막을 형성할 경우는 매우 낮은 핵생성 속도로 인하여 섬형 증착 특성이 더욱 심해 ~ 5 μ m 정도의 상당한 두께를 정착하여도 연속적인 막의 성장조차 되지 않았다. 본 연구에서는 화학증착 알루미늄 박막을 증착하기 전에 진공 열증착 법으로 실리콘 기판에 100 ~ 500 Å 두께의 in-situ 금속 박막을

먼저 증착하여 핵생성 속도를 크게 해줌으로써 핵이 조밀하게 생성되어 표면 상태를 거칠게 만드는 섬형 증착 특성을 상대적으로 억제할 수 있었고 기판이 다르더라도 막의 성장 속도는 비슷하므로 막 두께가 같은 경우라도 실리콘 기판에서 보다 연속적인 막이 쉽게 형성되었고 표면 상태도 훨씬 개선할 수 있었다.

참고 문헌

- 1) R.A. Levy et al, J. Electrochem. Soc., 131(9), 2175 (1984)
- 2) R.A. Levy and M.L. Green, J. Electrochem. Soc., 134(2), 37 (1987)
- 3) B.E. Bent et al, J. Am. Chem. Soc., 111, 1634 (1989)
- 4) K.-I. Lee et al, J. Electrochem. Soc., 139, 3578 (1992)
- 5) D.A. Mantell, J. Vac. Sci. Technol., A7(3), 630 (1989)
- 6) K.P. Cheung et al, VMIC Tech. Dig., 303 (1990)