

## 진공열처리가 TiN의 확산방지특성에 미치는 영향 (Influence of vacuum-annealing on the diffusion barrier property of TiN for Cu metallization)

국민대학교 금속재료공학과 : 조홍렬, 오상헌, 이재갑

### 1. 서론

TiN박막은 높은 경도, 좋은 전기 전도성과 높은 용점등의 우수한 재료적 특성과 확산방지 효과 때문에 DRAM 소자제조에서 확산억제막, 또는 접착력 향상을 위하여 현재 널리 이용이 되고 있으며 기존의 공정에 대하여 적합성이 매우 우수한 재료이다. 더욱이, 최근에는 Cu에 대한 확산 억제능력도 비교적 우수한 것으로 알려지고 있어 차세대 소자제조에서 새로운 금속 배선 재료로 Cu/TiN의 구조 적용이 매우 실제적일 것으로 이해되고 있다. 소자의 집적화가 진행됨에 따라 PVD 방법을 이용하여 contact 및 via에 적절한 두께의 확산억제막을 도포시키는 데는 한계를 드러내고 있어 도포성이 우수한 TiN 공정개발이 절대적으로 요구되고 있다. 향상된 도포성을 얻기 위하여 현재 화학증착방법을 이용한 연구가 매우 활발하게 진행되고 있어, 우수한 도포성의 TiN 박막증착에 성공하고 있다. 그러나 실제 공정에 적용하기에는 아직 몇가지 문제점들에 대한 해결이 선행되어야 한다. 본 연구에서는 Cu/TDMAT TiN/Si 구조에서 TiN을 진공열처리 하여 Cu에 확산억제능력을 향상시키고자 하였으며, 이때에 TiN층을 통과하는 Cu의 확산계수를 구하므로서 kinetic적으로 확산억제능력을 평가하였다. 또한 TiN층의 failure mechanism을 함께 고찰하였다.

### 2. 실험방법

Si 기판위에 MOCVD를 이용하여 TDMAT TiN을 1000Å 증착시킨후 이 시편을  $2 \times 10^{-6}$ Torr의 진공도가 유지되는 로에서 700°C, 30분간 열처리를 실시하였다. 그후 sputtering을 이용하여 Cu를 2000Å 증착시켰다. TiN막의 확산방지특성을 알아보기 위하여 수소분위기의 열처리 로에서 500°C부터 50°C씩 온도를 증가시키며 700°C까지 열처리를 실시하였다. 그 성질을 비교하기 위하여 진공열처리를 실시하지 않은 Cu/TDMAT TiN/Si구조의 시편을 함께 열처리 하였다. 전기적 특성은 four-point-probe를 이용하였고, 불순물의 거동은 AES를 그리고 확산계수 측정을 위해서는 RBS를 이용하였다.

### 3. 실험결과

MOCVD TiN을 진공열처리한 결과 확산억제능력이 50°C정도 향상되었으며 이는 TiN 박막의 densification에 의하여 확산의 경로가 감소한데 기인하는 것으로 판단된다. 그리고 TiN/Si 구조를 1000°C에서의 진공열처리하였을 때 10%정도의 Si이 표면으로 확산과 함께 내부의 산소가 빠져나가는 경향을 나타내었으며, 이때에 비정질 TiN이 결정화되는 경향을 나타내었다. RBS의 rump simulation을 이용하여 TiN층을 통과하는 Cu의 확산계수를 측정한 결과 진공열처리를 실시한 경우는  $9 \times 10^{-16}$ cm<sup>2</sup>/sec ~  $4 \times 10^{-15}$ cm<sup>2</sup>/sec의 확산계수를 나타내었고 이때의 활성화에너지는  $E_a = 0.82$ eV이었다. 그러나 진공열처리를 실시하지 않은 Cu/TiN/Si구조에서는  $5 \times 10^{-15}$ cm<sup>2</sup>/sec ~  $4 \times 10^{-15}$ cm<sup>2</sup>/sec의 확산계수를 나타내었고 활성화에너지는  $E_a = 0.31$ eV이었다.