

저유전 상수 물질과 구리의 확산 방지막 사이의 접착력 Low κ -material adhesion with barrier layer of Copper

정진구*, 김영호 (한양대학교)

1. 서론

반도체 소자가 고집적화 되고 소자내의 배선층 기술향상에 따라 interlayer dielectric(ILD)의 재료로 SiO₂ 보다 유전상수가 낮은 저유전상수 물질의 사용이 요구되고 있다. 현재 폴리이미드가 낮은 유전상수 (~3)와 낮은 흡습성, 열적안정성 등의 장점으로 많이 연구되고 있으며 배선층으로는 기존의 Al보다 전기전도성이 좋은 Cu가 각광받고 있다. 후속공정에서 온도가 증가하면 Cu가 확산되므로 확산 방지층이 필요한데 이런 확산방지층은 폴리이미드에 대한 접착력도 우수해야 한다. 본 실험에서는 Cu의 확산방지막으로 적용가능한 Ta과 TaN_x의 폴리이미드에 대한 접착력을 연구하였다.

2. 실험방법

Si 기판 위에 DuPont사의 PI 2611, PI 2610 (BPDA-PDA형 폴리이미드)을 spin coating 시킨 뒤 curing 시켰다. 완전히 curing 된 폴리이미드의 두께는 PI 2611, PI 2610이 각각 5 μm , 1 μm 였으며 접착력 향상을 위하여 폴리이미드 표면을 0.14 W/cm², 15 mtorr의 압력에서 알곤 플라즈마 처리하여 표면을 개질시켰다. DC magnetron sputtering을 사용하여 표면 개질된 폴리이미드 위에 Ta 또는 TaN_x (50 nm)을 증착한 후 Cu (0.5 μm)을 연속증착 시켰다. TaN_x의 경우 반응성 스퍼터링법을 이용하여 증착하였는데 질소함량을 5%, 10%로 변화시켜 증착시켰으며 peel test를 하기 위해 증착된 구리박막위에 20 μm 의 두께로 Cu 전기도금을 하였다. 접착력은 90° peel test 방법을 사용하여 측정하였고, peeled 된 계면은 SEM과 AFM, AES등으로 분석하였다.

3. 실험결과 및 고찰

peel test 한 결과 금속박막 증착전에 폴리이미드를 플라즈마 처리한 경우 박막의 접착력이 향상되었다. PI 2610의 경우 플라즈마 처리시간을 5분에서 10분으로 증가시켜 Ta을 증착시켰을 경우 peel strength 값이 934 (N/m)에서 1351 (N/m)로 증가하였다. PI 2611위에 플라즈마 처리를 10분한 뒤 Ta과 TaN_x를 증착시킨 시편의 peel strength 값은 두 경우 모두 160 (N/m)로 높은 값을 나타내었다. 두께가 감소할수록 금속층의 소성변형이 많아지고 접착력의 값은 상대적으로 증가하는 경향이 있지만 같은 조건에서 Ta과 Cu가 증착된 두께 5 μm 의 PI 2611 과 두께 1 μm 의 PI 2610을 비교한 결과 PI 2610의 접착력이 크지 않았다. 이는 폴리이미드의 두께가 얇은 경우 파괴되는 면이 폴리이미드/Si 계면으로 변환하여 들뜸 현상이 발생했기 때문으로 생각된다.

후기: 본 연구는 교육부 신소재 과제 (97년) 지원에 의해 수행되었으므로 감사드립니다.