

**Cu/Cr/PI 다층구조에서 금속박막의 기계적 특성에 따른  
Cr/PI 계면 접착강도의 열화거동**  
(Effects of mechanical properties of the metal films on the adhesion  
degradation behavior at Cr/PI interfaces of Cu/Cr/PI multilayer structure)

홍익대학교 최진원, 오태성

### 1. 서론

폴리이미드 (PI)는 유전상수가 낮고, 평탄화가 용이하며 저온에서 박막 형성이 가능하기 때문에 다층박막 패키지, 박막 Flex 기판 및 TAB과 같은 반도체 패키지의 절연층으로 사용되고 있다. 다층 패키지 구조에는 수많은 금속/PI 계면이 함유되어 있으며, 이와 같은 계면들의 안정성이 소자의 성능과 신뢰도를 결정짓는 가장 중요한 인자의 하나로 작용하고 있다. Cr/PI 계면의 접착강도는 일반적으로 peel strength로 측정되며, peel strength는 Cr/PI 계면의 파괴인성 및 peel test시 발생하는 금속박막과 PI의 변형에너지의 합으로 나타내어진다. 이제까지 금속/PI 계면 접착강도에 관련된 연구는 주로 계면 반응성을 향상시키기 위한 분야에 집중되어 왔으며, 금속박막의 기계적 특성이 계면 접착강도에 미치는 영향에 대한 연구는 부족한 실정이다. 본 연구에서는 Cu/Cr/PI 다층구조에서 Cu/Cr 금속박막의 기계적 특성이 Cr/PI 계면 접착강도에 미치는 영향을 분석하였다.

### 2. 실험 방법

PMDA-ODA와 BPDA-PDA 폴리이미드 표면을 RF 스퍼터링 처리후, Cr과 Cu 박막을 각기 50 nm 및 500 nm 두께로 순차적으로 성막하였다. 금속박막의 기계적 성질이 Cr/PI의 접착강도에 미치는 영향을 분석하기 위하여, 스퍼터 증착된 Cu 박막 위에 황산구리 전착용액내 광택제 첨가량 및 전착 두께를 변화시키며 Cu 박막을 전착하였다. 또한 Cr/PI 계면 특성 및 Cu/Cr 박막의 기계적 성질을 변화시키기 위하여 N<sub>2</sub> 분위기에서 200℃의 온도로 1시간 열처리하였다. Cr/PI 계면의 접착강도는 T-peel test를 사용하여 측정하였으며, TEM으로 Cu 전착박막의 미세구조를 관찰하였다. Peel test한 금속박막을 X-선 회절분석하여 Cu (331)면의 peak broadening으로 peel test시 금속박막의 소성변형 정도를 비교하였다.

### 3. 결과 및 고찰

Cu/Cr 금속박막의 항복강도 및 Cu 전착박막의 두께가 증가할수록 Cr/PI 계면에서 유효 균열 길이의 증가에 의한 금속박막의 소성변형량의 감소로 peel strength가 저하하였다. Cu/Cr 박막의 항복강도가 156 MPa 에서 325 MPa로 증가시 Cr/PMDA-ODA 계면의 접착강도는 75 g/mm에서 57 g/mm로 감소하였으며, Cr/BPDA-PDA 계면에서는 69 g/mm 에서 20 g/mm로 감소하였다. Cu 전착박막의 강도가 동일할 경우, Cr/BPDA-PDA 계면의 peel strength는 Cr/PMDA-ODA 계면보다 낮은 값을 나타내었다. 그러나, 80℃/94% R.H. 분위기에서 유지시 Cr/BPDA-PDA 보다 Cr/PMDA-ODA 에서 계면 접착강도의 열화가 더욱 심하게 발생하였다.