

## Cu/Polyimide 계면에 고온이 미치는 영향

임관용, 이경민, 정용덕, 이연승, 최범식<sup>1</sup>, 최홍수<sup>2</sup>, 황정남

연세대학교 물리학과

<sup>1</sup>전주대학교 전자물리학과

<sup>2</sup>경상대학교 물리교육학과

Polyimide(PI)는 열적 안정성이 높고, 유전상수가 낮으며, 절연성이 뛰어나기 때문에 반도체 소자의 초고집적화에 따르는 multi-level interconnection 구조에서 신호전달 속도를 증가시키고 cross-talk을 줄이기 위한 중간 절연성 박막으로 사용되어 왔다. 또한 Cu는 낮은 비저항과 높은 녹는점, 그리고 전기적 이동(electromigration)이 뛰어나서 초고집적 회로의 배선재료로서 각광을 받고 있는 물질이다. PI와 Cu박막 사이의 계면에서의 접합력(adhesion) 연구가 활발해지면서, Cu/PI system의 계면에서의 화학적 결합형태의 변화에 대한 많은 연구가 있어왔다.

본 연구에서는 XPS를 이용하여 고온 중에서 polyimide 위에서의 Cu의 초기성장과정을 관찰함으로써 Cu의 성장에 고온이 미치는 영향에 대하여 알아보려고 하였다. 상온에서의 Cu/PI 계면에서의 화학적 결합의 변화를 관찰하기 위하여 XPS 장비 PHI 5700을 이용하였다. 본 연구에 사용된 polyimide는 Du pont사에서 제작한 pyromellic-dianhydride-oxydianiline(PMDA -ODA)(일명 Kapton :  $[C_{22}N_2O_5]_n$ )이다. Base pressure가  $\sim 1 \times 10^{-10}$  Torr인 UHV chamber에서  $Ar^+$  이온 sputtering 증착법에 의하여 Cu를  $\sim 1 \text{ \AA}/\text{min}$ 의 증착률로 증착한 후, in-situ로 XPS를 이용하여 C(1s), N(1s), O(1s), Cu(2p) core level 스펙트럼과 Cu LMM Auger 스펙트럼, 그리고 valence band 스펙트럼을 얻었다.

실험결과, 고온 중에서 Cu의 증착량이 증가됨에 의한 계면에서의 Cu의 화학

적 결합의 형태를 보면, Cu-C-N complex에서 Cu-N-O complex, 그리고 Cu<sub>2</sub>O phase, 그리고 순수한 Cu의 순으로 성장함을 알 수 있었다. 고온 중에서의 polyimide 표면은 약간의 C=O 결합이 깨어져 산소가 감소함으로서 그 자리에 dangling bond가 형성되고 그러므로 amorphous carbon이 일부 형성된다. 바로 이 dangling bond에 Cu가 흡착됨으로 아주 초기단계에서는 Cu-C-N complex 가 주가 되어 형성되다가 Cu가 더 증착되면, polyimide의 C=O 와 C-N 결합을 깨고, Cu-N-O complex와 Cu oxide를 형성하게 되는데 이중 Cu-N-O complex가 주를 이루게 된다. 그리고 Cu의 증착량이 증가함에 따라 Cu<sub>2</sub>O phase가 주를 이루게 된다. 이는 N의 함량이 polyimide 자체에 매우 작게 존재하기 때문에 계면에서, 더 이상 결합할 수 있는 N이 없으면 Cu가 산소와 반응하는 것으로 설명할 수 있다. 결과적으로, 고온 효과는 순수한 PI의 초기의 표면상태를 바꾸어 주고, 이렇게 변화된 표면구조는 상온과는 다른 Cu의 성장과정을 가져오게 한다.

→ This work was supported by BSRI program (BSRI-97-2426) and the KOSEF through the Atomic-scale Surface Science Research Center at Yonsei University.