

## Polyimide 위에서의 Cu의 초기성장 메카니즘

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

연세대학교 물리학과

<sup>1</sup>전주대학교 전자물리학과<sup>2</sup>서남대학교 물리학과

Cu/polyimide(PI) system은 PI의 열적 안정성이 높고, 유전상수가 낮으며, 절연성이 높은 성질과, Cu의 낮은 비저항과 높은 녹는점, 그리고 전기적 이동(electromigration)이 뛰어나다는 특성 때문에 반도체 소자의 초고집적화에 따르는 multi-level interconnection system으로 각광을 받고 있다. PI와 Cu박막 사이의 계면에서의 접합력(adhesion) 연구가 활발해지면서, Cu/PI system의 계면특성은 매우 중요하게 되었다. 두 물질 사이의 계면접합력은 계면에서의 화학적 결합상태와 밀접한 관계가 있다. 그러나 아직까지 polyimide 위에서의 Cu의 초기 결합상태에 대해 명확히 보고되고 있지 않다.

본 연구에서는 XPS를 이용하여 상온에서 polyimide 위에서의 Cu의 초기성장 과정을 관찰함으로써 Cu의 초기성장 메카니즘을 이해하고자 하였다. 상온에서의 Cu/PI 계면에서의 화학적 결합의 변화를 관찰하기 위하여 XPS 장비 PHI 5700을 이용하였다. 본 연구에 사용된 polyimide는 Du pont사에서 제작한 pyromellitic-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.

실험결과로부터 Cu의 증착량이 증가됨에 의한 계면에서의 Cu의 화학적 결합

의 형태를 보면, Cu-N-O complex에서 Cu<sub>2</sub>O phase, 그리고 순수한 Cu의 순으로 성장함을 알 수 있었다. 아주 초기단계에서는 sputtering 방법에 의해 증착된 Cu가 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 증착양이 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 여겨진다. 그리고 보다 더 Cu를 증착하게 되면 순수한 Cu로서 성장하게 되는데 이는 계면에서 더 이상 결합할 N 또는 C가 없으므로 해서 순수한 Cu로 성장한다는 것을 미루어 짐작해 볼 수 있다.

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