

## 열처리 분위기가 Cu의 응집현상 및 Cu-reflow에 미치는 영향

### The effect of annealing ambients on Cu agglomeration and Cu-reflow

서울대학교 재료공학부 한상엽, 김기범  
서울대학교 신소재공동연구소 민석홍

집적회로(integrated circuits) 제조공정의 마지막 단계로서 각각의 소자들을 전기적으로 연결시켜 주는 배선 공정 또는 금속선 형성공정(Metallization process)은 소자의 집적도가 증가함에 따라 높은 수율과 신뢰성 있는 소자 제조를 위한 관건이 되고 있다.

현재까지 배선공정의 재료로는 낮은 비저항, 공정의 적합성, 유전물질과의 좋은 접착성, 산화에 대한 저항성 등의 장점을 갖는 Al 혹은 Al 합금을 사용하였다. 그러나, 소자의 집적도가 증가하면서 소자의 크기가 감소하고, 다층 구조를 가진 소자의 제작이 요구되면서 금속배선의 길이가 증가하게 되었다. 따라서, 현재 금속선으로 사용하고 있는 Al 대신에 상대적으로 낮은 비저항( $1.7 \mu\Omega\text{-cm}$ ), 높은 용점( $T_{m.p}=1085^\circ\text{C}$ ), 전기적이동(Electromigration)에 대한 강한 저항성을 가진 Cu가 대체재료로서 주목을 받고있다.

본 연구에서는 차세대 배선물질로서 활발히 연구되고 있는 Cu를 일반적인 스퍼터링 법으로 증착한 후 열처리 분위기가 응집현상 및 reflow에 미치는 영향을 살펴보았다.

Cu의 응집현상을 이해하기 위하여 직류 마그네트론 스퍼터링을 이용하여  $\text{SiO}_2$ 기판 위에 Cu/underlayer (TiN, TaN, Ta)를 in-situ로 증착하였으며, reflow를 통한 trench filling에 미치는 영향을 살펴보기 위하여 aspect ratio가 1:1~3:1인 patterned 기판위에 Cu/underlayer (TiN, TaN, Ta)를 in-situ로 증착하였다. 열처리는 진공로를 이용하여 초기 진공도를  $\leq 1 \times 10^{-6}$  Torr 이하로 유지한 후 진공, 수소 분위기, 질소 분위기 그리고 산소 분위기에서  $350^\circ\text{C} \sim 450^\circ\text{C}$ 에서 열처리를 하였다.

Cu의 응집 현상 및 reflow에 가장 중요한 영향을 미치는 인자는 산소의 분압이었다. 산소의 분압이 증가 할수록 Cu의 응집 현상 및 reflow현상은 증가 하였으나, 완전한 trench filling 및 Cu의 산화를 방지하기 위하여 적절한 산소의 분압이 요구되었다.