

Cu/Zr(Si)N/Si 구조에서 Zr(Si)N 박막의 확산방지 특성  
(Diffusion barrier properties of Zr(Si)N films in Cu/Zr(Si)N/Si structure)

호서대학교 신소재공학과 (반도체장비국산화연구센터) 김좌연 조병철, 이희환

호서대학교 전기공학부 윤의중 채상훈

세종대학교 신소재공학과 박경순

한국과학기술연구원 촉진수송분리막연구단 최상욱

### 1. 서론

직접회로에서 지금까지 금속배선으로 Al 합금이 사용되어 왔으나 집적도가 증가한 초고집적반도체 회로에서는 금속배선폭의 축소로 인한 저항 및 electromigration이 문제가 되어 배선 재료로는 부적합하게 되었다. 따라서 Al 합금보다 비저항 값이 낮고 electromigration에 대한 특성이 우수한 재료가 필요하게 되었으며, Cu가 금속배선 재료로 가장 주목받고 있다. 그러나 Cu는 Si내에서 확산속도가 매우 커 Cu 확산을 방지하기 위한 우수한 확산방지물질의 개발이 선행되어야 한다. 현재 Cu를 위한 확산방지막으로서 Ta, TaN, TaSiN, amorphous 등이 많이 연구되고 있다. 그러나 이 물질들은 높은 비저항값을 가지고 있으며, 낮은 접촉저항을 얻기 어렵다. 이러한 이유로 Ti, Zr, Hf 등의 원소들이 가장 주목받고 있는 원소계열이다. TiN은 Al의 확산 방지 능력과 접촉저항에서 우수한 것으로 알려져 있으나 Cu와는 확산방지 능력이 매우 떨어지는 것으로 알려져 있다. ZrN은 NaCl 구조로 낮은 비저항값 20-100  $\mu\Omega\text{cm}$ 을 가지고 있고 산화물 형성도 값과 melting point 값이 비교적 높다. 본 실험에서는 Cu 확산방지막으로서 Zr(Si)N 막의 특성을 전기적, 열적 그리고 접착력 성질에 대하여 조사하였다.

### 2. 실험방법

기판은 p-type (100) 방향의 Si 기판을 사용하였다. 45nm Zr(Si)N 박막증착은 DC magnetron sputter를 사용하였으며 power 300W, Zr(Si) target, N<sub>2</sub> reactive gas, Ar sputtering gas를 사용하였다. 공정조건은 초기압력이 10<sup>-7</sup>torr, 작업압력은 3mtorr, Ar gas와 N<sub>2</sub> gas의 흐름 총량은 50sccm으로 고정된 상태에서 N<sub>2</sub> gas 양과 기판온도를 변화시키면서 증착한 후 계속해서 Cu 박막은 같은 chamber에서 연속적으로 진공을 깨지 않은 상태에서 RF magnetron sputter로 300nm를 증착하였다. 증착 후 상온에서 700°C까지 30분 동안 고진공 (10<sup>-5</sup>torr) 열처리를 하였다. Zr(Si)N 박막의 전기적 구조적 특성과 Cu 확산 능력과 접착력 실험을 4-point probe, a-step, XRD, 광학현미경, 접착력시험장비를 사용하여 조사하였다.

### 3. 실험결과

상온에서 ZrN 증착시 N<sub>2</sub> gas의 양이 전체의 4% (Ar과 N<sub>2</sub> gas의 총 양이 50sccm)일 때 ZrN 박막의 비저항 값이 560 $\mu\Omega\text{cm}$ 의 가장 낮은 비저항값을 나타냈으며, 기판의 증착온도를 증가시키에 따라 300°C 까지 급격히 비저항값이 감소하다가 그 이상 온도에서는 완만한 감소를 보였고 770°C에서 80 $\mu\Omega\text{cm}$  정도의 비저항값을 나타냈다. 기판의 온도를 450°C로 고정시키고 target의 Si 함량을 0%, 12%, 20%로 변화시킨 상태에서 45nm Zr(Si)N 박막 증착시 비저항값은 각각 150 $\mu\Omega\text{cm}$ , 400 $\mu\Omega\text{cm}$ , 800 $\mu\Omega\text{cm}$  이었고, 이들과 같은 박막에 Cu까지 증착하고 열처리 한 시편에서는 각각 600°C, 650°C, 600°C까지 확산방지능력을 보였다. 또한 Si 함량이 증가함에 따라 접착력은 증가하였다.

### 4. 참고문헌

- [1] K. Holtoway and P.M.Fryer, Appl. Phys. Lett., **57**, 1736 (1990)