

## W-B-C-N 확산방지막의 질소 불순물의 영향과 박막의 두께에 따른 열확산 특성 연구

김수인, 최민건, 이창우

서울시 성북구 정릉동 861-1 국민대학교 나노전자물리학과

### Nitrogen concentration effect and Thin film thickness effect of tungsten - Boron - carbon - nitride thin film for diffusion barrier

Soo In Kim, Min Keon Choi, and Chang Woo Lee

Nano & Electronic Physics Department, Kookmin University, 136-702, Seoul, Korea

**Abstract :** 반도체 소자가 발달함에 따라서 박막은 더욱 다층화 되고 그 두께는 줄어들고 있다. 따라서 소자의 초고 집적화를 위해서는 각 박막의 두께를 더욱 작게 하여야 한다. 또한 반도체 소자 제조 공정에서는 Si 기판과 금속 박막간의 확산이 커다란 문제로 부각되어 왔다. 특히 Cu는 높은 확산성에 의하여 Si 기판과 접합에서 많은 확산에 의한 문제가 발생하게 되며, 또한 선풍이 줄어들어 따라 고열이 발생하여 실리콘으로 spiking이 발생하게 된다. 이러한 확산을 방지하기 위하여 금속 배선과 Si기판 사이에는 필연적으로 확산방지막을 삽입하게 되었다. 기존의 연구에서는 1000 Å의 W-B-C-N 확산방지막을 제작하여 연구하였다. 이 논문에서는 Cu의 확산을 방지하기 위한 W-B-C-N 확산방지막을 다양한 두께로 제작하여 그 특성을 확인하여 초고집적화를 위한 더욱 얇은 두께의 W-B-C-N 확산방지막에 대하여 연구하였다. W-B-C-N 확산방지막의 두께 변화에 대한 특성을 확인하기 위하여 900 °C까지 열처리 한후 그 면저항을 측정하였다.

**Key Words :** W-B-C-N thin film, Cu, Diffusion Barrier, Thin film thickness

### 1. 서 론

고집적된 반도체 회로내의 각 층의 박막은 더욱 다층화 되고 두께는 줄어들고 있다. 또한 반도체 소자의 선풍이 줄어들고 따라서 그 결과 반도체와 금속사이의 접합에서는 열이 가해짐으로써 박막의 안정도는 떨어지게 된다[1-2]. 또한 회로내의 열 발생으로 반도체와 금속이 반응함에 따라서 비저항도 크게 증가하여 전체적인 회로의 신뢰도는 떨어지게 된다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 실리콘과 금속 사이에 확산방지막을 증착하게 되었다. 본 논문에서는 Tungsten에 기반을 둔 Tungsten-Boron-Carbon-Nitrogen (W-B-C-N) 확산방지막을 증착하였다. 또한 W-B-C-N 확산방지막 박막의 두께를 줄이기 위하여 다양한 두께의 W-B-C-N 확산방지막을 제작하여 더욱 얇은 두께의 확산방지막에 대하여 연구하였다. 다양한 두께 조건의 W-B-C-N 확산방지막의 특성을 확인하기 위하여 900 °C까지 열처리 한 후 면저항을 측정하여 그 특성을 확인하였다[3-5].

### 2. 실험

W-B-C-N 확산방지막을 증착하기에 앞서 Si기판을 HF에 담그어 산소를 제거하였으며 증착법으로는 RF magnetron sputtering 시스템을 사용하였다. 타겟은 순도 99.99 %인 W, 99.95 %인 W2B, 99.95 %인 WC를 사용하였으며 W, W2C, WC 타겟의 세기는 고정하였다. 본 실험에 들어가기 전 pre-sputtering을 하여 타겟의 native oxide layer를 제거한 후 상온에서 본 실험에 임하였다.

Ar과 N<sub>2</sub>의량은 mass flow controller를 사용하여 정확하게 조절하였고, 증착시의 (N<sub>2</sub>+ Ar) 압력은 3 mTorr를 유지하였다. 확산방지막의 두께는 증착 시간을 조절하여 1000 Å, 300 Å, 100 Å의 확산방지막을 증착하였다. 증착 후 900 °C까지 N<sub>2</sub> 분위기에서 30분간 열처리를 하여 열처리전과 후의 확산방지막을 4-point probe 장비를 사용하여 면저항을 측정하여 박막의 특성을 확인하였다. 이렇게 측정된 결과값으로 W-B-C-N 확산방지막의 박막두께를 변화하여 얇은 두께의 W-B-C-N 확산방지막의 열적 안정성을 연구하였다.

### 3. 결과 및 고찰

그림 1은 Cu/W-B-C-N/Si 구조에서 질소비율을 1.25%와 5%에 대하여 1000 Å의 두께를 가지는 W-B-C-N 확산방지막을 900 °C까지 열처리한 후 그 면저항을 나타낸 그림이다. 질소비율이 1.25%와 5% 두가지 모두 열처리 온도가 850 °C까지 증가함에 따라서 면저항 값이 약 1.25 Ω/sq.로 일정하게 유지됨을 확인할 수 있었다. 하지만 900 °C에서는 0.96 Ω/sq.로 급격하게 증가됨을 확인할 수 있었다. 이로써 1000 Å의 W-B-C-N 확산방지막은 850 °C까지 안정된 상태를 유지됨을 확인하였다.

그림 2는 Cu/W-B-C-N/Si 구조에서 질소비율을 1.25%와 5%에 대하여 300 Å의 두께를 가지는 W-B-C-N 확산방지막을 900 °C까지 열처리한 후 그 면저항을 나타낸 그림이다. 질소비율이 1.25%와 5%인 W-B-C-N 확산방지막은 면저항 값이 800 °C까지 최대 0.19 Ω/sq.로 유지됨을 확인하였다. 5%인 W-B-C-N 확산방지막은 면저항 값이 900 °C에

서 0.42  $\Omega/\text{sq.}$ 로 증가하였고 1.25%의 W-B-C-N 확산방지막은 850  $^{\circ}\text{C}$ 에서 3.21  $\Omega/\text{sq.}$ 로 급격히 증가하였다. 따라서 300  $\text{\AA}$ 의 W-B-C-N 확산방지막은 질소비율이 1.25%인 W-B-C-N 확산방지막은 800  $^{\circ}\text{C}$ 까지 5%인 W-B-C-N 확산방지막은 850  $^{\circ}\text{C}$ 까지 안정하였다.

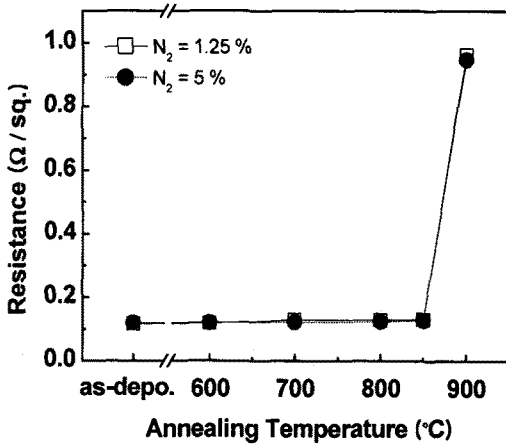


그림 1. Cu/W-B-C-N/Si 구조에서 질소 비율에 따른 1000  $\text{\AA}$  두께를 가지는 W-B-C-N 확산방지막의 열처리온도에 따른 면저항 특성.

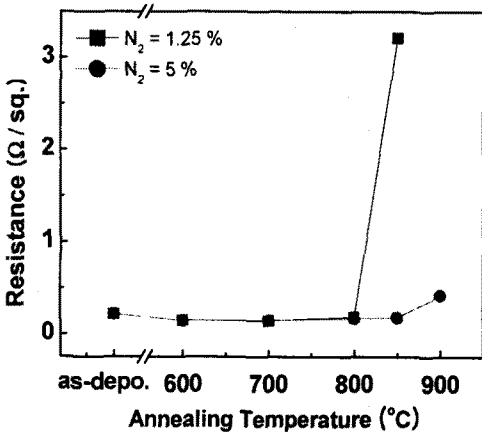


그림 2. Cu/W-B-C-N/Si 구조에서 질소 비율에 따른 300  $\text{\AA}$  두께를 가지는 W-B-C-N 확산방지막의 열처리온도에 따른 면저항 특성

그림 3은 Cu/W-B-C-N/Si 구조에서 질소비율을 1.25%와 5%에 대하여 100  $\text{\AA}$ 의 두께를 가지는 W-B-C-N 확산방지막을 8500  $^{\circ}\text{C}$ 까지 열처리한 후 그 면저항을 나타낸 그림이다. 질소비율이 1.25%와 5%인 W-B-C-N 확산방지막은 면저항 값이 700  $^{\circ}\text{C}$ 까지 최대 0.18  $\Omega/\text{sq.}$ 로 유지됨을 확인하였다. 1.25%인 W-B-C-N 확산방지막은 면저항 값이 850  $^{\circ}\text{C}$

에서 900  $^{\circ}\text{C}$ 까지 6.66  $\Omega/\text{sq.}$ 에서 7.26  $\Omega/\text{sq.}$ 로 증가하였고 5%의 W-B-C-N 확산방지막은 850  $^{\circ}\text{C}$ 에서 21.78  $\Omega/\text{sq.}$ 로 급격히 증가하였다. 따라서 100  $\text{\AA}$ 의 W-B-C-N 확산방지막은 질소비율이 1.25%인 W-B-C-N 확산방지막은 700  $^{\circ}\text{C}$ 까지 5%인 W-B-C-N 확산방지막은 800  $^{\circ}\text{C}$ 까지 안정하였다.

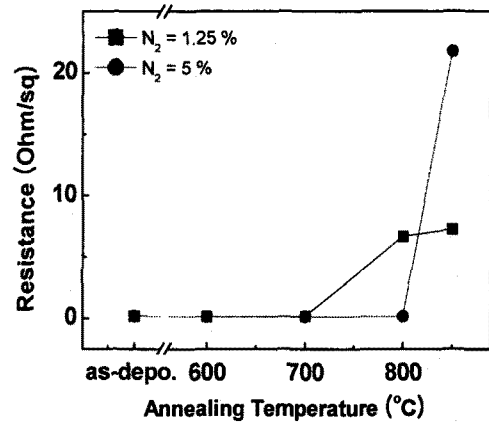


그림 3. Cu/W-B-C-N/Si 구조에서 질소 비율에 따른 100  $\text{\AA}$  두께를 가지는 W-B-C-N 확산방지막의 열처리온도에 따른 면저항 특성.

#### 4. 결론

초고집적화 반도체 소자 개발을 위하여 두께가 더욱 얇은 다양한 두께를 가지는 W-B-C-N 확산방지막을 제작하여 그 특성을 900  $^{\circ}\text{C}$ 까지 열처리한 후 면저항을 측정하여 박막 두께에 따른 W-B-C-N 확산방지막의 열적인 특성을 확인하였다. 그 결과 300  $\text{\AA}$ 과 100  $\text{\AA}$ 의 W-B-C-N 확산방지막은 약 800  $^{\circ}\text{C}$ 까지 안정된 열적인 안정성을 확인하였다.

#### 감사의 글

본 논문은 국민대학교의 재정적인 도움을 받았음을 밝힙니다.

#### 참고 문헌

- [1] C.C. Baker, J. Vac. Sci. Technol. A20, 5 (2002).
- [2] C.W. Lee, J. Korean. Phys. Soc. 37, 324 (2000).
- [3] Y. T. Kim, C. W. Lee, and D. J. Kim, Appl. Phys. Lett. 72(12), 1507 (1998).
- [4] S. I. Kim and C. W. Lee, J. Korean Phys. Soc., 50(2), 489 (2007).
- [5] C. W. Lee, Y. T. Kim, J. Vac. Sci. Technol., B 24(6), 1432 (2006).