

NH₃ 분위기에서의 RTA에 의한 TiN/TiSi₂ 경합반응에 관한 고찰

(A Study on Competitive Reaction of TiN/TiSi₂ by RTA in NH₃ ambient)

고려대학교 전기공학과 이철진, 박지순, 성영권

I. 서론

반도체 소자의 집적도가 증가함에 따라서 contact size는 감소하게되어 현재의 4M DRAM급 이상에서는 submicron으로 되었다. 이에 수반하여 소자의 contact 저항 감소와 junction spike 억제 대책으로서(1)(2) barrier metal process에 대한 연구가 진행되고 있는데(3) 본 실험에서는 Si기판 위에 Ti막을 RTA방법을 사용하여 TiN막과 TiSi₂막을 동시에 형성시킨 TiN/TiSi₂ 구조를 만든후, 경합반응 특성을 평가하고 아울러 barrier metal에 적용하기 위한 목적으로 막의 특성을 평가하였다.(4)(5)

Ti막은 표면에서 NH₃ 가스와 반응하여 TiN막을 형성하고, 동시에 계면에서 Si과 반응하여 TiSi₂ 막을 형성한다.(6) 이러한 경합반응에 있어서 TiN막의 형성은 TiSi₂막의 형성속도에 의해 제한을 받는것을 알 수 있었으며, TiSi₂막의 형성속도는 RTA 온도에 의해 크게 좌우되는 것을 알 수 있었다.

II. 실험방법

비저항이 14-19 Ω-cm인 p형 (100) 실리콘 웨이퍼를 200:1 HF용액에서 90초간 표면 세척시켜 웨이퍼 표면에 존재하는 자연산화막을 제거시킨 후, DC sputtering 방법으로 Ti막을 500 Å, 700 Å, 900 Å으로 퇴적시켰다. 그리고 나서 RTA방법으로 NH₃ 분위기에서 온도를 600°C에서 900°C까지 변화시켜 가며 30초 동안 Ti막을 열처리하였다.

형성된 TiN/TiSi₂ 이중막의 전기적 특성과 구조적 특성을 평가하기 위하여 4 point probe와 ESCA, XRD, TEM, RBS를 사용하여 막질을 분석하였다.

III. 실험결과 및 고찰

TiN/TiSi₂ 구조의 면저항에 대한 열처리 의존성은 온도가 증가함에 따라 면저항이 급격히 감소하다가 800°C이상에서 서서히 포화되는 특성을 나타냈으며 또한 퇴적된 Ti막의 두께가 두꺼울수록 형성된 TiN/TiSi₂ 막의 두께는 증가하였다.(7)

TiN/TiSi₂ 막에 대한 ESCA와 XRD 분석 결과, 600°C에서는 Ti-rich한 TiN막과 Ti-rich한 TiSi_x 막이 형성되고, 700°C에서는 안정된 구조와 조성의 TiN막과 C₄₉ phase와 C₅₄ phase가 혼합된 TiSi₂막이 형성되며, 800°C 이상에서는 안정된 TiN막과 C₅₄ phase TiSi₂가 형성되는

것을 알 수 있었다.(8) 또한 열처리 온도가 증가함에 따라서 TiSi_2 막의 구조는 불안정한 C_{49} phase에서 안정한 C_{54} phase로 변화함을 알 수 있었다.

한편, TEM 분석결과에 의하면 열처리 온도가 낮아질 수록 TiN막의 두께는 증가하고 반면에 TiSi_2 막의 두께는 감소하였고 퇴적된 Ti 두께가 증가할수록 TiN/ TiSi_2 구조의 두께가 증가하였다.(9)

TiN/ TiSi_2 막에 대한 RBS 분석. 결과는 막의 표면에 TiN막이 계면에는 TiSi_2 막이 형성된 것을 나타내었으며, 800°C 이상에서는 TiN막과 TiSi_2 막의 조성이 안정된 화학정량비를 갖는 것을 알 수 있었다.

IV. 결론

실리콘 기판위에 Ti막을 퇴적시킨후, RTA를 사용하여 NH_3 분위기에서 열처리시키면 TiN막과 TiSi_2 막이 동시에 형성되는 것을 알 수 있는데, 이러한 경합반응은 열처리 온도에 민감한 것을 알 수 있었고, 본실험에서는 600°C 에서부터 시작되는 것으로 나타났다.

한편 열처리 온도가 낮을 수록 TiN막의 두께는 증가하였고 또한 경합반응에서 TiN막의 두께는 TiSi_2 막의 형성속도에 의해 제한 받는 것을 알 수 있었다.

TiN/ TiSi_2 이중막에 대한 구조와 조성은 열처리 온도에 의해 큰 영향을 받았는데 온도가 증가할수록 형성된 막의 구조와 조성이 안정화 되는 것을 알 수 있었다.

V. 참고 문헌

1. J.R. Black, Proc. IEEE, Vol.57, No.9, pp 1587, Sept. 1969
2. H. Mori, IEEE Trans. Electron Devices, Vol. ED-30, pp 81-86. 1983
3. Takeo Nakayama and Shohei Shima, IEEE Electron Device, Vol ED 34, No. 3, p 599, March, 1987
4. M. Delfino and M.H. Norcott, IEEE Electron Device Letters, Vol EDL-6, No.11, Nov. 1985
5. V.Q. Ho and D. Poulim, J. Vac. Sci. Technol. A5, p 1396. 1987
6. B. Cohen and J. Nulman, MRS symposium proceeding, Vol. 92, p 171. 1987
7. Y.H. Ku, S.K. Lee and D.L. Kwong, Thin Solid Films, p 172. 1989
8. Y.H. Ku, E. Louis and D.L. Kwong, MRS symp. proc., Vol. 92, p 155. 1987
9. S.W. Sun, P.J. Tobin and R.L. Hance, MRS symp. proc. Vol. 92, p 165. 1987