

Si(100)의 얇은 산화막을 통한 CoSi₂ 형성에 관한 연구
(The study of the formation of CoSi₂ through the thin oxide interlayer of Si(100))

한양대학교 신영철, 전형탁

연락처 신영철

(133-091) 서울시 성동구 행당동 17번지

한양대학교 금속공학과 반도체 재료 연구실

TEL : (02) 290-0387, FAX : (02) 281-5957

1. 서론

최근 반도체 소자의 제조기술의 고집적화에 따라 재료개발의 필요성이 요구되어지고 있다. 금속실리사이드는 낮은 저항과 열적 안정성이 우수한 특징이 있으므로 지난 수십년간 microelectronic 소자의 contact와 interconnect에 적용을 위해 연구가 되어져 왔다. 최근에는 epitaxial 실리사이드의 연구에 관심이 모아지고 있으며, 그중 CoSi₂는 Si과 격자상수의 차이(상온에서 1.2% mismatch)가 작고 특히 낮은 저항(15 μΩcm)과 열적 안정성이 좋은 장점을 가지고 있으므로 많은 연구가 이루어지고 있다. 그러나 Co 단일층으로 cobalt silicide를 형성할 경우 다결정 성장을 하는 문제점이 있으므로, 이를 보완하기 위해 최근 Co/Ti 이중층을 이용하여 (100)Si 기판에서 epitaxial CoSi₂의 형성이 많이 보고되어지고 있다[1][2]. 여기서 Ti 층은 열처리 동안 실리콘 기판의 자연 산화막을 없애고 Co의 확산을 제어하여 epitaxial CoSi₂를 형성시킨다고 알려져 왔다. 그러나, Ti 중간층이 spacer oxide와 반응함으로써 소자의 단락을 일으키는 문제점등이 있으므로 본 연구에서는 얇은 산화막을 인위적으로 형성시켜 일정 온도까지 Co의 확산을 방지하여 epitaxial CoSi₂ 형성에 미치는 영향을 고찰하였다.

2. 실험방법

P-type Si(100) 기판을 사용하여 piranha cleaning(H₂SO₄ : H₂O₂ = 1 : 4)와 HF(1 : 100) cleaning을 처리하여 표면의 유기물과 자연산화막을 제거하였다. 그 후 끓는 H₂O₂ 용액에 10분간 처리하여 얇은 chemical oxide를 형성시켰다. 이 시편 위에 Co를 e-beam evaporator를 사용하여 ~50Å를 증착한 후 in-situ와 ex-situ 열처리를 500°C에서 900°C까지 하였으며 Co를 증착한 후 Ti 층을 ~20Å 증착하여 500°C에서 900°C까지 열처리를 하였다. 증착된 박막의 두께는 증착기 내의 thickness monitor를 사용하여 측정하였다. CoSi₂의 상형성은 XRD를 통해 분석하였으며, 온도에 따른 박막의 표면 및 계면의 morphology는 SEM과 TEM을 이용하여 관찰하였다. 그리고 박막의 화학적 조성과 깊이에 따른 분포를 관찰하기 위한 AES 분석을 하였다. RBS로 epitaxial CoSi₂의 막질을 측정하였고 HRTEM으로 결정성을 관찰하였다.

3. 실험결과

Co를 증착한 후 500°C에서 900°C까지 열처리한 시편을 XRD, SEM, TEM, 그리고 AES를 이용하여 CoSi₂의 형성의 특성에 관하여 분석하였다. 50Å의 Co를 증착하고 ex-situ 열처리한 시편을 분석한 결과 Si과 실리사이드 계면이 facet 형성[3]에 의해 거칠어졌다. 또한 700°C 열처리한 시편에서 CoSi₂의 peak이 나타나지 않는 것은 열처리 전 공기중에 노출된 Co 층이 산화되어 실리사이드 형성을 지연시켰음 알 수 있고, Si과의 반응이 느려지기 때문에 SEM, TEM 관찰 결과 거친 표면과 계면을 나타내었다. 그러나 증착한 후 공기에 노출시키지 않고 in-situ로 열처리한 경우에는 더 낮은 온도에서 반응이 시작되며, 계면이 균질함을 보였다. 즉 공기에 노출된 시편에서는 열처리 중 생성된 Co 산화막이 Co의 균일한 확산을 방해하여 표면과 계면이 거칠어지고 epitaxy 성장을 어렵게 하였다. Co에 Ti을 얇게 입힌 시편에서는 Co만을 증착한 경우보다 SEM과 TEM 분석에서 더 균질한 계면을 나타내었다. 즉 Ti 층이 산화되어 Co의 산화를 방지함으로써 확산을 균일하게함을 알 수 있다.

4. 참고문헌

- [1] S. L. Hsia, T. Y. Tan, P. Smith, and G. E. McGuire, J. Appl. Phys. **70**(12), 7579 (1991)
- [2] R. T. Tung, and F. Schrey, Appl. Phys. Lett. **67**(15), 2164 (1995)
- [3] J. S. Byun, D. H. Kim, and W. S. Kim, J. Appl. Phys. **78**(3), 1725 (1995)