

Multitarget Bias Co-Sputtering 증착법에 의한 정합 CoSi₂층의 성장에 관한연구
(A Study on the Growth of Epitaxial CoSi₂ Layer by Multitarget Bias
Co-Sputtering Deposition Method)

박 상욱, 백 홍구
연세대학교 금속공학과
정련 및 박막재료 연구실

I. 서론

Si 기판에 성장시킨 다결정 silicide는 ohmic contact 또는 Schottky barrier contact 소재로서 이용되고 있다. 그러나 다결정 silicide의 전기전도도, 열적안정성, 계면성질의 재현성은 소자의 집적도에 제한을 초래하게 되어 Si 기판상에서의 정합 silicide의 성장이 주요연구 대상이 되고 있다.¹⁾ 정합 silicide중 CoSi₂는 Si 과 유사한 격자구조(CaF₂), 적은 격자부정합(1.2%), 우수한 열적안정성을 갖고, Si 기판/CoSi₂정합층/Si정합층 형태의 적층구조를 이용하여 3차원적 집적소자의 제조가 가능하므로 많은연구의 대상이 되어왔다.²⁾³⁾ 기존까지는 MBE법, 고상정합성장법등에 의해 CoSi₂를 성장시켜 왔으나, MBE법의 경우 높은기판온도 유지로 인한 intrinsic dopant의 outdiffusion, 정합층내의 열적 stress누적, 장치의 고가, 고상 성장법의 경우 CoSi₂의 lateral growth, 큰 표면거칠기, 성장두께의 불균일등의 여러문제점이 수반되었다.

이에 본 연구에서는 multitarget bias co-sputtering 증착법에 의해 낮은 기판온도에서 CoSi₂ 정합층을 성장시켰고, 정합성장시 상전이를 예측하기 위해 유효생성열개념을 이용한 모델을 제시하였으며, ion energy 변화에 따른 CoSi₂ 정합층의 결정성 변화를 관찰하였다.

II. 실험방법

본 실험에서는 액체질소 trap, 유확산 pump가 부착된 R.F multitarget magnetron sputtering 증착기를 이용하여 정합 CoSi₂층을 성장시켰다. Co 와 Si target의 순도는 각각 99.99%, 99.999% 이며 working gas는 5N Ar으로서 MFC에 의해 유량이 조절되었다. 화학적인 기판의 전처리작업후에도 기판에 존재하는 산화물을 제거하기 위해 4×10^{-6} torr의 진공도를 유지한후 기판온도 200°C, bias 전압 400V, working gas 압력 4×10^{-2} torr의 조건에서 15분간 pre-sputtering을 실시하였다. pre-sputtering 후 다시 진공배기시켜 8×10^{-7} torr의 압력을 형성시킨후 RGA(residual gas analyzer)분석으로 부터 확인된 가장 청정된 조건하에서 Ar을 유입시켜 5×10^{-3} torr의 진공도에서 Co와 Si의 증착속도가 1:2가 되도록 target전력을 고정시키고 각 조건에 따른 실험을 수행하였다. 증착된 시면에 대해 X-선회절실험, TEM실험을 수행하여 각각 상전이와 결정성의 변화를 관찰하였다.

III. 결과 및 고찰

Fig.1에 상전이를 나타내는 X-선회절실험의 결과를 제시하였다. 200°C의 기판온도에서 bias전압이 부가되지 않은경우에도 결정질 Si이 관찰되었는데 이는 MIC(metal induced crystallization)모델⁴⁾과 self bias효과로 설명될수 있다. CoSi₂층의 정합

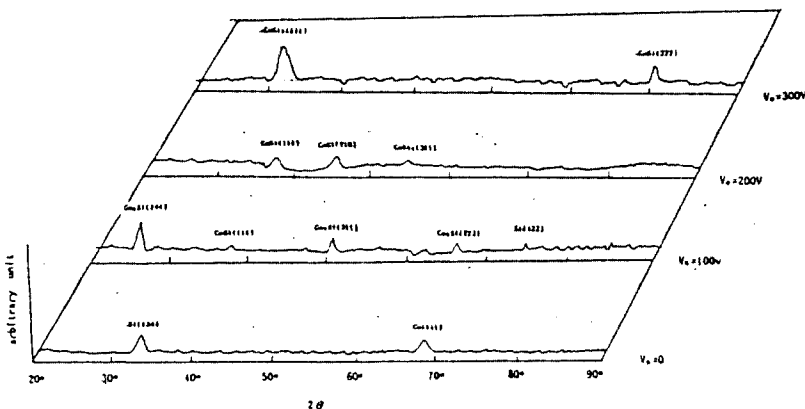
성장시 $\text{Co}_2\text{Si} \rightarrow \text{CoSi} \rightarrow \text{CoSi}_2$ 의 상전이가 관찰되었으며 이는 유효생성열개념을 이용한 모델⁵⁾과 일치하는 것이다. 한편 bias전압이 상전이에 미치는 영향이 기판온도에 비해 더 현저하였으며 이는 기판온도에 따른 adatom의 이동도 증가 보다 bias전압에 따른 adatom의 이동도 증가가 더 크고, ion 충돌시 ion stimulated sorption 효과가 존재하여 cluster간의 혼합이 촉진되기 때문이다. TEM실험의 결과를 Fig.2에 나타내었으며 기판온도 400°C, bias전압 200V에서 정합 CoSi_2 층이 성장되었음을 알수있으며 이는 MBE법의 570 - 650°C보다 현저히 낮은 온도이다. 상전이와 마찬가지로 bias전압이 기판온도 보다 결정성에 더 큰영향을 미쳤으며, 회절 pattern의 분석결과 CoSi_2 정합층의 surface normal axis는 [110]였다.

IV. 결론

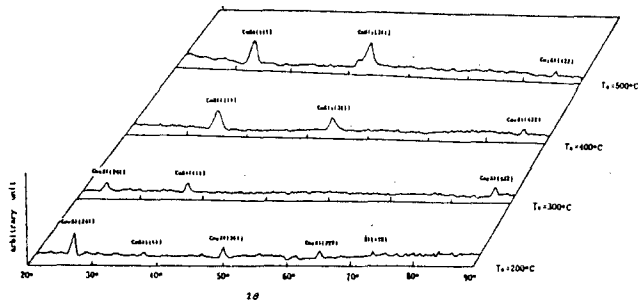
- 1) MIC 와 self bias효과에 의해 기판온도가 200°C이고 bias전압이 부가되지 않은 경우에도 결정질 Si이 성장하였다.
- 2) CoSi_2 의 정합성장시 상전이는 $\text{Co}_2\text{Si} \rightarrow \text{CoSi} \rightarrow \text{CoSi}_2$ 로서 유효생성열개념을 이용한 모델과 일치하였고, ion energy의 상전이에 미치는 영향이 기판온도 보다 더 현저하였다.
- 3) 기판온도 400°C, bias전압 200V에서 정합 CoSi_2 가 성장되었고, bias전압이 기판온도 보다 CoSi_2 층의 결정성에 더 큰영향을 미쳤으며, 성장된 CoSi_2 층의 surface normal axis는 [110] 이었다.

V. 참고문헌

1. S. P. Muraka, J. Vac. Sci. Technol., 17, 775, 1980
2. S. S. Lau, J. Appl. Phys., 49, 4005, 1978
3. G. S. van Gorp, J. Appl. Phys., 49, 4001, 1978
4. S. F. Gong, J. Appl. Phys., 68 (9), Nov., 4542, 1990
5. 최정동 외, 한국진공학회지, 게재예정, Vol.2(2), 1993

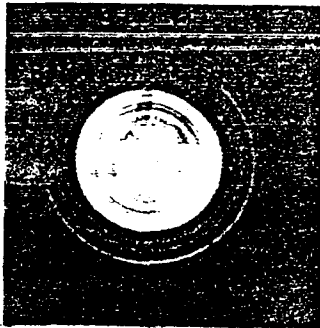


(a)



(b)

Fig.1 X-Ray Diffraction Pattern showing Phase Sequence
 (a) under $T_s=200^\circ\text{C}$ in various V_s conditions
 (b) under $V_s=100\text{V}$ in various T_s conditions



(a)



(b)

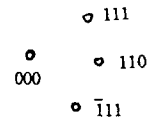


Fig.2 Electron Diffraction Pattern showing Crystallinity Transition
 (a) $T_s=400^\circ\text{C}$, $V_s=100\text{V}$ (b) $T_s=400^\circ\text{C}$, $V_s=200\text{V}$