

**GaAs계의 ohmic contact개발을 위한 Si/Co/GaAs계의
계면반응에 대한 연구**
(A study on the interfacial reaction of Si/Co/GaAs system
used for ohmic contact to GaAs)

연세대학교 금속공학과 **곽준섭, 백홍구**
포항공과대학 재료금속공학과 **신동원, 박찬경**
한국표준과학연구원 **김창수, 노삼규**

1. 서론

III-V족 화합물 반도체인 GaAs는 높은 전자 이동도와 부성저항(NDR) 특성 및 직접 전이형 광특성을 지니고 있기 때문에, MESFET, HBT, HEMT, MMIC 등 초고속, 초고주파 소자에 널리 이용되고 있다. 이러한 소자 제작공정에 필연적으로 개입되는 옴접촉(ohmic contact)은 소자의 전기적 특성에 영향을 미치는 중요한 단위공정으로, 특히 차세대 초고주파 소자로 각광받고 있는 HBT 및 HEMT 소자의 최대 주파수 영역은 옴접촉저항이 감소할수록 비선형적으로 급격히 증가하므로, 소자크기의 감소와 수백 GHz 초고주파 소자에 적합한 옴 접촉에 대한 연구는 필수적으로 수행되어야 하는 선결 과제이다. 이에 본연구에서는 SPR(Solid Phase Regrowth)법을 이용한 새로운 옴접촉 재료와 공정을 개발하고, 관련 접촉 시스템의 물리화학적 기구를 규명하는 첫 단계로서 Si/Co/GaAs계의 열처리온도에 따른 계면반응 및 전기적 특성의 변화를 제시하고자 하였다.

2. 실험방법

본 실험에 사용한 시편은 (001) GaAs로, 계면반응분석을 위하여는 SI(semi-insulating) GaAs를, SBH(Schottky Barrier Height) 측정을 위한 diode의 제작을 위해서는 n^+ ($2.6 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$) GaAs 기판을 사용하였다. Co와 Si만의 반응을 고찰하고자 SiO₂ 증착된 Si 기판을 사용하여, Si(120nm)/Co(50nm)를 R. F. magnetron sputtering법으로 증착하였고, Si(120nm)/Co(50nm) /GaAs를 증착하여 전체적인 반응을 고찰하였다. 증착된 시편은 진공열처리로 (10^{-6} 이하)를 이용하여, 300°C-700°C 구간에서 열처리 하였다. 열처리 온도에 따른 계면반응을 분석하고자 GXR, AES, XTEM, HRTEM을 이용하였고, SBH 및 ideality factor를 측정하기 위하여 순방향 current-voltage(I-V) 측정을 하였다.

3. 결과 및 고찰

Co/GaAs계의 계면반응은 340°C에서 Co_xGaAs의 생성으로 시작되었으며 420°C에서는 Co_xGaAs/GaAs 계면에서 CoAs과 CoGa이 생성되었고 460°C-500°C에서는 Co_xGaAs의 분해 및 CoAs, CoGa의 수직 분리가 관찰되었다. Co/GaAs의 SBH는 증착직후는 0.69eV이었고 340°C-420°C구간에서는 0.72eV로 증가되었으며 500°C이상에서는 0.5eV이하로 급감하였다. Co/GaAs계의 계면반응 결과는 Gibbs 상률에 근거한 Co-Ga-As 3원계상태도의 계산결과와 일치하였다.

Co/Si계의 반응은 380°C에서 Co₂Si의 생성으로 시작되었고 460°C에서는 CoSi로 상전이가 발생하였으며 700°C까지 안정하게 존재하였다. Co의 증착두께가 100nm의 경우에는 500°C에서 CoSi에서 CoSi₂로 상전이가 발생하였다. 이러한 상전이과정은 EHF (effective heat of formation) rule과 잘 일치하였다.

Si/Co/GaAs계의 반응은 그림 1에서와같이 340°C에서 Co_xGaAs의 생성으로 시작되었으며 380°C에서는 CoAs, CoGa 및 Co₂Si의 생성이 관찰되었다. 420°C에서는 잔재한 Co층이 모두사라졌으며, Co silicide와 CoGa, CoAs계면이 접하는 460°C 이상에서는 CoAs과 CoGa이 사라지고 Co silicide는 계속 성장하여 CoSi/GaAs가 최종적으로 생성되어 700°C까지

안정하게 존재하였다. 이러한 결과는 계산에 의하여 구한 Si-Co-Ga-As 4원계 상태도와 잘 일치하였으며, Co/GaAs 및 Co/Si계를 분리하여 연구한 계면반응의 순서에서 예측한 결과에도 잘 부합하였다. Si/Co/GaAs의 SBH 및 ideality factor의 변화는 Co/GaAs계의 변화와 유사하였다.

4. 결론

Co/GaAs 및 Si/Co의 계면반응실험과, Gibbs 상률에 근거한 Si-Co-Ga-As 4원계 상태도의 계산결과를 근거로 Si/Co/GaAs의 계면반응을 예측하였으며 실제의 반응과 잘 일치함을 보였고, Si/Co/GaAs계의 SBH 및 ideality factor의 변화로부터 n-GaAs 반도체 소자에 대한 응용측으로서의 가능성을 알 수 있었다.

5. 참고문헌

- 1) Robert Beyers et al ; J. Appl. Phys., **61**, 2195 (1987)
- 2) R. Pretorius et al ; J. Appl. Phys., **70**, 3636 (1991)
- 3) L. C. Wang et al ; J. Mater. Res., **3**, 922 (1988)

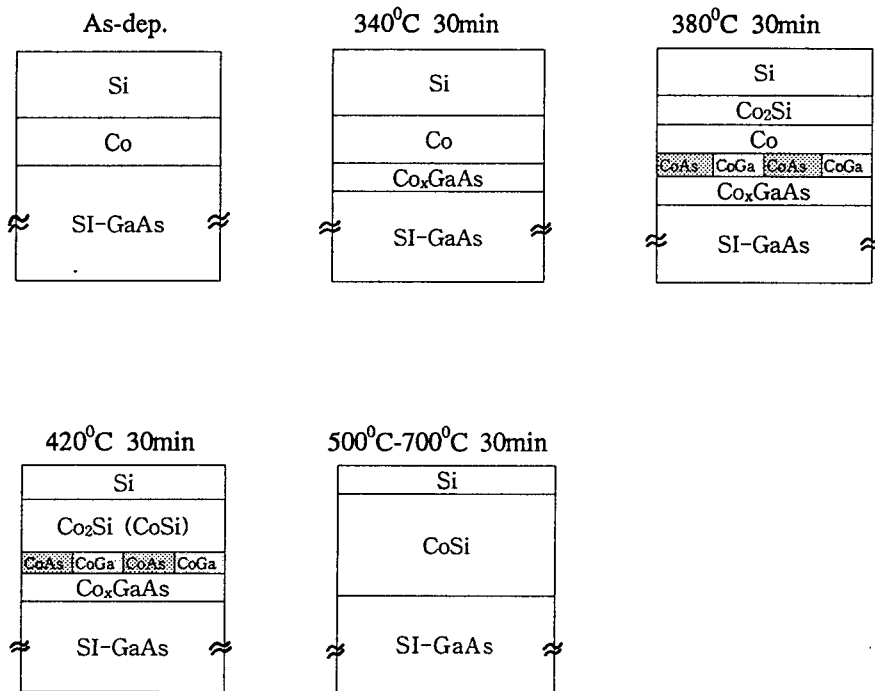


Fig. 1 Si/Co/GaAs계의 계면반응순서