

[22-T16]

AlGaAs/GaAs HBT 응용을 위한 Pd/Ge/Pd/Ti/Au 오믹 접촉

김일호

충주대학교 재료공학과

반도체 소자의 구조 및 제작 공정상의 이유로 발생하는 기생저항과 접합용량은 소자의 작동특성을 저해하는 치명적인 요소이다. 이는 소자의 작동 주파수가 증가할수록 더욱 심각하기 때문에, 초고속 광통신 시스템에 사용되는 고주파 반도체 소자의 경우 기생성분을 제거하는 것이 매우 중요하다. 기생성분, 특히 기생저항 중 가장 큰 비중을 차지하는 성분이 오믹 접촉 저항이다. AlGaAs/GaAs HBT (heterojunction bipolar transistor)는 우수한 고속특성, 대전력 구동능력, 균일한 문턱전압 및 높은 파괴전압 등으로 인해 초고속 광통신용 전자소자로서 매우 유망하다. 따라서 HBT와 같은 고속소자의 제작에 있어서, 신뢰성있고 접촉저항이 낮은 오믹 접촉 시스템을 개발하는 것이 필수적이다.

Pd/Ge계 오믹 접촉은 열처리 후 확산거리가 수백Å 정도로 작고, 접촉계면과 표면이 평탄하며, 열적으로 안정하기 때문에 화합물반도체에 대한 오믹 접촉 재료로 많은 연구가 진행되고 있다. 본 연구에서는 AlGaAs/GaAs HBT에 응용하고자 Pd/Ge/Pd/Ti/Au 오믹 접촉 특성을 조사하였고, 급속 열처리에 따른 미세구조, 원자 재분포 및 상변화 분석을 병행하였다.

AlGaAs/GaAs HBT의 에미터 캡층으로 사용되는 InGaAs를 형성하기 위해 반절연성 GaAs(100) 기판 위에 MOCVD로 800 Å 두께의 n형 $In_{0.5}Ga_{0.5}As$ (이후 InGaAs로 표기함)의 에피층을 형성하였고 InGaAs의 도핑농도는 $1 \times 10^{19} \text{ Si/cm}^3$ 이다. Cascade microprobe station과 HP4145B semiconductor parameter analyzer를 이용하여, TLM(transmission line method)으로 접촉 비저항을 측정하였다. 열처리에 의한 상변화 및 원자 재분포를 각각 XRD와 AES를 이용하여 조사하였고, XTEM으로 오믹 금속과 InGaAs의 계면을 관찰하였다.

RTA에 의해 우수한 오믹 특성을 나타내어 400°C에서 열처리한 경우 접촉 비저항이 최소 $1.1 \times 10^{-6} \Omega \text{ cm}^2$ 이었으나, 450°C 이상에서는 오믹 특성이 저하되었다. 300°C, 10초간 열처리한 경우 Pd와 Ge가 반응하여 PdGe상을 형성하였고, 열처리 온도를 상승하면 PdGe상이 Pd₂Ge상으로 변태하여 접촉 비저항을 감소시키는데 기여하였다고 판단된다. 450°C까지 상승시키면 Pd₅Ga₂상이 형성되어 접촉 비저항이 오히려 증가하였다. 그러나 Ti가 우수한 확산 방지층으로서의 역할을 하여, Au를 사용하는 오믹 접촉에서 문제되는 Au계 화합물은 형성되지 않았다.

또한 열처리 후에도 오믹 접촉 재료와 InGaAs 계면 및 표면이 매우 평탄하였다. 따라서 Pd/Ge/Pd/Ti/Au 오믹 시스템은 고온에서도 안정하고 오믹 접촉 특성도 우수한 재료이며, AlGaAs/GaAs HBT 제작에 응용 가능하다.

[참고문헌]

1. P. H. Hao, L. C. Wang, Fei Deng, S. S. Lau and J. Y. Cheng, J. Appl. Phys. 79, 4211 (1996).
2. Il-Ho Kim, Sung-Ho Park, Tae-Woo Lee and Moon-Pyung Park, Appl. Phys. Lett. 71, 1854 (1997).
3. E. D. Marshall, W. X. Chen, C. S. Wu, S. S. Lau and T. F. Keuch, Appl. Phys. Lett. 48, 535 (1985).