

Comparison of PdGe and NiGe based ohmic contacts to high-low doped n-GaAs

곽준섭, 김화년, 백홍구
김해천, 이재진, 편광의
이종람, 박찬경

연세대학교 금속공학과
한국전자통신연구소 화합물반도체연구부
포항공과대학교 재료금속공학과

1. 서 론

GaAs 화합물반도체는 빠른 구동속도와 저전력소모의 이점으로 인하여 고속·고주파소자의 제작에 사용되고 있다. 최근, MBE로 성장시킨 high-low 도핑된 채널구조를 이용하여 낮은 게이트 컨덕턴스와 향상된 쇼트키 특성 및 균일하고 높은 트랜스컨덕턴스를 얻음으로써, 저전압에서도 높은 효율을 지니는 GaAs 전력소자를 제작할 수 있음이 보고되었다.[1] 이와같은 우수한 특성을 지니는 high-low 도핑된 GaAs 전력소자를 개발하기 위해서는, high-low 채널구조에 적합한 오믹접촉의 개발이 선행되어야 한다. 이는 기존의 GaAs MESFET 소자에서는 고농도로 도핑된 ($> 1 \times 10^{18} \text{cm}^{-3}$) GaAs 층에 오믹접촉이 형성되는 반면[2], high-low 도핑된 채널구조에서는 low-doped ($\text{mid-}10^{16} \text{cm}^{-3}$) GaAs 층에 오믹접촉이 형성되기 때문이다. 따라서 본 연구에서는, PdGe계 및 NiGe계 오믹접촉을 비교실험하여 high-low 도핑된 채널구조에 적합한 오믹접촉을 개발하고자 한다.

2. 실험 방법

본 연구에서 사용한 기판구조는 3인치 반질연 GaAs 기판위에 MBE로 형성하였으며, 채널층은 이층구조를 지니고 있다. 아래층은 수백 Å의 두께에 $\text{mid-}10^{17} \text{Si/cm}^3$ 의 도핑농도를, 위층은 수천 Å의 두께에 $\text{mid-}10^{16} \text{Si/cm}^3$ 의 도핑농도를 갖는다. 채널층의 보호를 위하여 채널층 위에 도핑되지 않은 갈륨비소층을 형성하였다. 오믹접촉저항은 TLM을 이용하여 측정하였으며, TLM 측정 구조는 $\text{H}_3\text{PO}_4\text{:H}_2\text{O}_2\text{:H}_2\text{O}$ 용액으로 mesa에칭 한 후 포토레지스트를 이용하여 형성하였다. 오믹전극층은 전자선 증착장치로 형성하였으며, Figure 1은 증착후의 오믹구조를 나타낸다. 증착된 오믹전극의 열처리는 급속열처리 장치로 수행하였다.

3. 결과 및 고찰

PdGe 오믹접촉은 300°C의 낮은 열처리 온도에서 0.59 Ωmm의 최소접촉저항을 나타내었으나, NiGe 오믹접촉은 500°C의 높은 열처리 온도에서만 오믹거동을 나타내었다. 이는 XRD, AES 및 XTEM 분석으로부터, 삼원계 반응(GaAs 기판과 Pd 및 Ni과의 반응) 온도와 이원계(Ge과 Pd 및 Ni의 반응) 온도의 차이에 기인함을 알았다.

PdGe계 및 NiGe계 오믹접촉의 전기적 특성을 향상 시키고자 Ti/Au overlayer 층을 추가로 증착시켜 PdGeTiAu 및 NiGeTiAu 오믹접촉을 형성하였다. Figure 2 및 3은 PdGeTiAu 및 NiGeTiAu 오믹접촉에 대한 열처리 온도 및 시간에 따른 접촉저항의 변화를 나타낸다. PdGeTiAu 오믹접촉은 넓은 열처리 온도 구간에서 최소접촉저항 값을 유지하여 넓은 공정 window를 지니고 0.43 Ωmm의 최소접촉저항값을 보여 PdGe 오믹접촉보다 훨씬 낮은 값을 나타내었다. NiGeTiAu 오믹접촉도 380-420°C에서 낮은 접촉저항을 나타내어 NiGe 오믹접촉보다 낮은 온도에서 오믹접촉이 형성되었으나, 1.061 Ωmm의 최소접촉저항을 보여 PdGeTiAu 오믹접촉보다는 높은 값을 나타내었다. XRD, AES 및 XTEM 분석결과로부터, Ti/Au overlayer에 의한 전기적 특성의 향상은 열처리 과정에서 Ti/Au 층이 반응에 참여하여 AuGa 및 TiO를 형성시켰기 때문임을 알았다. AuGa 상은 Ga 공공을 형성시켜 확산해

은 Ge이 Ga공공에 위치하게 하는 역할을 한다. 이는 GaAs/contact 계면에서 도핑농도를 증가시킴으로써 터널링 저항을 줄여 접촉저항을 낮춘다. TiO상은 큰 결합력으로 인하여 열처리 과정에서 발생하는 As의 증발을 억제 시켜 Ge이 Ga공공에만 위치하게하는 역할을 한다.

4. 결 론

본 연구에서는 high-low도핑구조에 적합한 오믹접촉을 PdGe계 및 NiGe계 오믹접촉을 비교 실험하므로써 개발하였다. 가장 우수한 전기적 특성을 얻은 구조는 PdGeTiAu 오믹접촉으로, 넓은 공정 window를 지니고 0.43 Ω mm의 최소 접촉저항값을 나타내었다. 이는 낮은 온도에서 형성된 PdGe오믹접촉이 높은온도에서 AuGa과 TiO가 형성되면서 더욱 낮은 오믹접촉을 나타내었기 때문이었다. AuGa은 Ga공공을 형성시켜 Ge이 위치함으로써 GaAs/contact계면에서의 도핑농도가 증가시키고 TiO는 큰 결합력으로 인하여 As의 증발을 억제시키는 역할을 하였다.

5. 참고문헌

- [1] J.-L. Lee, H. Kim, J. K. Mun, H. G. Lee, and H. M. Park, IEEE Electron Device Lett. **15**, 324 (1994)
 [2] T. C. Shen, G. B. Gao, and H. Morko, J. Vac. Sci. Technol. **B10**, 2113 (1990)

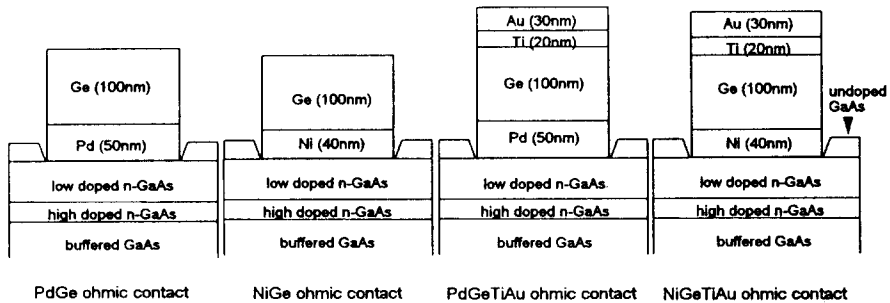


FIG. 1. A schematic cross-sectional illustration of various ohmic contacts.

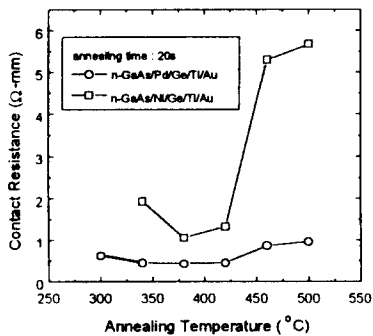


FIG. 2 Variation of contact resistance as a function of annealing temperature

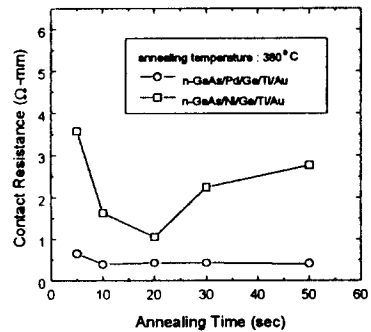


FIG. 3 Variation of contact resistance as a function of annealing time