

Au/Ni/p-type GaN 오믹 접합의 미세구조 및 전기적 특성에 관한 연구

Microstructural and electrical investigation of Ni/Au Ohmic contacts on p-type GaN

김종규, 이종람, 이재원*, 박용조*, 김태일*, 이병택**

포항공과대학교 재료금속공학과

* 삼성종합기술원 광전자실

** 전남대학교 금속공학과

상온에서 발전하는 GaN 청색 레이저 다이오드가 실용화되기 위해서는 p-type GaN 위에 $\sim 10^{-4} \Omega \text{cm}^2$ 정도의 접촉저항을 갖는 오믹 전극이 형성되어야 하며, 이를 위해 Ni/Au 전극을 주로 사용한다. 그러나, 현재까지 발표된 Ni/Au 전극의 오믹 접촉저항은 $10^{-2} - 10^{-3} \Omega \text{cm}^2$ 정도로 높으며, 열처리에 따른 계면반응 및 미세구조의 변화에 대한 연구가 미흡한 실정이다. 이는 열처리 후 오믹접합이 형성되는 기구와 밀접한 관계를 가지므로 이에 대한 연구가 필요하다.

열처리에 따른 Ni/Au 오믹전극의 전기적 특성 및 미세구조의 변화와 이들의 상관관계를 통해서 오믹 접촉을 이루는 기구에 대해 논해보고자 한다. p-GaN 위에 Ni/Au 오믹 전극을 형성 시킨 후 600°C 에서 급속열처리 했을 때, 전극의 비접촉저항은 $1.3 \times 10^{-2} \Omega \text{cm}^2$ 에서 $3.6 \times 10^{-4} \Omega \text{cm}^2$ 으로 감소하였으며, 800°C $3.1 \times 10^{-2} \Omega \text{cm}^2$ 으로 증가하였다. 투과전자현미경(TEM)과 EDS를 이용하여 Au/Ni/p-type GaN의 단면을 분석한 결과, 600°C 열처리 후에는 Au와 Ni 전극층이 반응한 후, 스피노달 분해가 일어나서 Au가 주성분인 전극층 속에 Ni이 주성분인 상이 결정립으로 존재하였으며, 각 상에서는 GaN의 분해 후에 확산한 Ga이 존재하였다. X-선 회절 분석 결과 열처리 이후에 Au 피크가 높은 각도도 이동하였으며, 이는 Au 기지 속에 Ga이 고용체를 이루면서 면간 거리가 작아지면서 생기는 현상으로 분석되었다. 800°C 열처리 후에는 전극층의 agglomeration 현상이 관찰되었으며, 이러한 agglomeration 층과 GaN 계면에 작은 결정립들이 분포하였다. 이런 작은 결정립은 회절패턴 분석 결과, Ni_3N 로 확인되었으며, 이외에도 Ni-Ga, Au-Ga 금속간 화합물이 형성되어 있음을 X-선 회절분석을 통해 알 수 있었다.

열처리에 따른 전기적 특성의 변화와 X-선 회절 및 투과전자현미경 분석을 통한 미세구조의 변화와의 상관관계는 다음과 같이 해석할 수 있다. 600°C 열처리 이후에 접촉저항이 낮아진 이유는 Au-Ga 고용체의 형성으로 인해서 GaN에 어셉터인 Ga 공공이 형성되고, 이로 인해 유효 도핑 농도가 높아져서 홀의 전위장벽 투과 확률이 높아졌기 때문이다. 반면, 800°C 열처리 이후에는 Ni_3N 의 형성으로 인해 GaN에 홀 N 공공을 형성되어 유효도핑농도가 낮아지므로 접촉저항이 높아지게 된다.

Acknowledgement : 본 논문은 동국대학교 양자기능반도체연구센터를 통한 한국과학재단의우수연구센터 지원금에 의한 연구결과입니다.