

## 질화갈륨계 발광다이오드용 p형 인듐/인듐주석산화물 박막 전극의 오믹메커니즘에 대한 연구

### Study on the Possible Ohmic Mechanisms of the In/In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:Sn p-type contacts for GaN-based Light-emitting Diodes

오준호<sup>1</sup>, 홍현기<sup>1</sup>, 김경국<sup>2</sup>, 변경재<sup>1</sup>, 이현<sup>1</sup>, 윤상원<sup>3</sup>, 안재평<sup>3</sup>, 전준우<sup>1</sup>, 정세연<sup>1</sup>, 성태연<sup>1</sup>

(1) 고려대학교, 신소재공학과

(2) 삼성종합기술원

(3) 한국과학기술원 특성분석센터

**초 록:** 질화갈륨계 발광다이오드는 차세대 반도체 조명용 및 기타 광전소자 등에의 응용 가능성 때문에 주목을 받고 있다. 본 발표에서는 발광다이오드용 In/ITO 전극이 p-형 질화갈륨과 열처리 후 오믹접촉을 이루는 메커니즘을 설명한다.

#### 1. 서론

질화갈륨계 발광다이오드는 차세대 반도체 조명용 및 기타 광전소자 등에의 응용 가능성 때문에 주목을 받고 있다. 이러한 소자 구현을 위해서는 높은 외부 양자 효율의 발광다이오드가 개발되어야 한다. 그러나 일반적으로 질화갈륨계 발광다이오드의 외부 양자 효율을 높이는 것은 어렵다고 알려져 있는데 이것은 크게 두 가지 원인 때문이다. 첫째, p-형 질화갈륨과 전극 물질의 계면에서의 나쁜 오믹 접촉 특성 때문인데 이것은 높은 캐리어 농도를 갖는 p-형 질화갈륨을 만들기 어렵고 또한 p-형 질화갈륨보다 일함수가 더 큰 전극물질을 찾을 수 없기 때문이다. 앞의 두 원인은 질화갈륨과 금속 전극 계면에서의 높은 쇼트키 장벽 굴절률 차이로 인한 계면에서의 전반사 증가와 기존에 많이 쓰이던 Ni/Au 및 기타 금속 기반 반투명전극의 나쁜 투과도에 의한 저하된 광추출효율 때문이다. 그러므로, 광추출효율을 높이기 위해 투명전도성 산화물이 높은 투과도와 우수한 전기적 특성을 동시에 갖는 물질로써 많이 연구되어 왔다. 더불어, 표면 패터닝이 광추출효율을 추가로 향상시키기 위해 많이 연구되어 왔다. 투명전도성 산화물 전극에 대한 예를 들면 Lin 그룹은 인듐주석산화물(In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:Sn, ITO) 기반 이중층 오믹 전극 구조를 공기중에서 530도 열처리를 하였을 때 기존의 Ni/Au와 비슷한 수준의 접촉 저항을 달성하였고 400 - 460 nm 파장 영역에서의 투과도가 95 %를 넘는 결과를 달성하였다. 최근에는 우리 연구 그룹은 인듐주석산화물 전극 기반 발광다이오드의 전기적 및 광학적 특성을 향상시키기 위해 인듐 삼입층을 p-형 질화갈륨과 인듐주석산화물 계면에 삼입하였다고 결과 InGaN/GaN blue 발광다이오드의 광출력이 기존 Ni/Au 전극을 사용한 LED 보다 91 % 향상된 결과를 보고하였다.

#### 2. 본론

본 발표를 위하여 우리 연구 그룹은 In/ITO 전극이 p-형 질화갈륨과 열처리 후 오믹을 이루는 메커니즘을 전류-전압-온도 측정, X-ray photoemission spectroscopy, 주사투과전자현미경 등의 분석 방법을 통하여 연구하였다. 더불어 우리는 나노임프린트 리소그래피 방법을 이용하여 ITO 표면을 나노패터닝 함으로써 얻어지는 효과에 대해서도 연구하였다.

#### 3. 결론

우리 연구 그룹은 전류-전압-온도 측정, X-ray photoemission spectroscopy, 주사투과전자현미경 등의 분석 결과를 바탕으로 계면에서의 carrier transport mechanism이 터널링과 연관성이 있다고 결론 내었다. 또한, 나노 임프린트를 ITO 박막 표면위에 도입하여 공정을 진행한 결과 기존 임프린트를 하지 않은 박막 대비 우수한 발광다이오드 광추출 향상 결과를 보였다.

#### 참고문헌

- [1] J.- S. Jang, S.- J. Sohn, D. W. Kim, and T.- Y. Seong, "Formation of low-resistance transparent Ni/Au ohmic contacts to polarization field-induced p-InGaN/GaN superlattice", Semiconductor Science and Technology, 21, 2006, L37
- [2] J.-O Song, H.-G. Hong, J.-W. Jeon, J.-I. Sohn, J.-S. Jang, and T.-Y. Seong, "In/ITO p-Type Electrode for High-Brightness GaN-Based Light Emitting Diodes", Electrochemical and Solid-State Letters, 10, 2007, H270