

p-contact 저항에 따른 GaN기반 LED의 device-reliability 특성

p-contact resistivity influence on device-reliability characteristics of GaN-based LEDs

박민정, 김진철, 김세민, 장선호, 박일규, 박시현, 조용, 장자순
Min Jung Park, Jin Chul Kim, Sei Min Kim, Sun Ho Jang, Il Kyu Park, Si Hyun Park, Yong Cho, Ja Soon Jang

영남대학교 & LED-IT 융합산업화센터
Yeungnam University & LED-IT fusion technology research center

Abstract : We conducted burn-in test by current stress to evaluate acceleration reliability characteristics about p-resistivity influence of GaN-based light-emitting diodes. The LEDs used in this study are the polarization field-induced LED(PF-LED) having low p-resistivity and the highly resistive LED(HR-LED) having high p-resistivity. The result of high stress experiment shows that current crowding phenomenon is occurred from the center of between p-bonding pad and n-bonding pad to either electrodes. In addition, series resistance and optical power decrease dramatically. These results means that the resistance of between p-bonding pad and p-GaN affect reliability. That's why we need to consider the ohmic contact of p-bonding pad when design the high efficiency and high reliability LEDs.

Key Words : GaN-based LEDs, p-contact resistivity, current crowding, reliability

1. 서 론

고효율, 높은 신뢰성을 가진 GaN기반 light-emitting diodes(LEDs)는 full color display, automotive lighting, solid state lighting 구현을 위하여 매우 중요하다. 본 연구에서는 지금까지 신뢰성 연구가 주로 p형 투명전극과 p-GaN 사이에서 이루어져왔던 것과는 달리, p-bonding pad와 직접 contact되어있는 p-GaN 기반 층과의 저항이 실제 소자 신뢰성에 미치는 영향을 조사하고 이에 관한 고장원인을 분석하고자 한다.

2. 결과 및 토의

Sapphire(0001)기판 위에 MOCVD를 이용하여 n-GaN, MQW, p-GaN, p-InGaN/GaN 초격자층 순으로 성장된 Epi위에 ITO로 투명전극과 n형 전극으로 Cr/Au로 형성한 다음, PF-LED의 경우, ITO 전극위에 Cr/Ni/Au bonding 전극을 형성하고 HR-LED의 경우 Ti 전극을 p-GaN 계열층위에 바로 증착하여 p-bonding 전극을 형성하였다.

PF-LED와 HR-LED의 current-voltage (I-V) 특성 조사결과 turn-on voltage ($V_f @ 20 \text{ mA}$) 와 series resistance (R_s)는 각각 PF-LED가 2.87 V, 11.78 Ω , HR-LED가 3.32 V, 38.15 Ω 이었다. 이를 통해서 p-bonding 전극과 p형 질화물 사이에서의 전기적 contact 특성이 I-V 특성에 직접적인 영향을 주는 핵심 Factor임을 알 수 있다.

250mA에서 시간에 따른 광출력을 조사한 결과, PF-LED의 경우 시간에 따른 광출력의 변화가 없었고, current crowding현상이 관찰되지 않았으며, 더 높은 전류에서 실험해본 결과 일정시간 경과 후 current crowding이 p와 n전극의 중앙에서 시작되어 서서히 영역이 확대됨을 관찰하였다. 하지만 HR-LED의 경우 주입 30초도 안되어 MTTF가 50% 이내로 Fail모드에 접어들었고 current crowding현상도 p-bonding 전극 주위에서 시작되어 n-bonding 전극 방향으로 확대됨을 관찰할 수 있었다. 이러한 경향은 질화물 LED에서 p-bonding 전극과 p형 반도체 사이에서의 저항성분에 의하여 LED의 구동에 심각한 영향을 줄 정도의 열이 발생하며, 이때 발생된 열이 degradation mechanism의 변화를 초래함을 알 수 있었다.

이번 실험을 통해 p-contact resistivity가 질화물 LED소자 신뢰성에 큰 영향을 미치는 factor임을 알 수 있었다.

감사의 글

본 연구는 지식경제부 지정 LED-IT 융합산업화 연구센터 사업비의 지원에 의한 것입니다.

참고 문헌

- [1] S. Nakamura, Jpn. J. Appl. Phys., Part2 34, L797, 1995.
- [2] J.-S. Jang, Appl. Phys. Lett. 93, 081118, 2008.
- [3] X. Guo and E. F. Schubert, Appl. Phys. Lett. 78, 3337 2001.

† 교신저자) 장자순, e-amil: jsjang@ynu.ac.kr, Tel: 053-810-3920
주소: 경북 경산시 대동 영남대학교 전자공학과