

발광 다이오드에서 분균일 전극의 Ohmic특성을 이용한 전류분포 균일도 향상

Improvement of Current Uniformity by Adjusting Ohmic Resistivity on the Surface in Light Emitting Diodes

황성민, 윤주선, 심종인

한양대학교 전자컴퓨터공학부, 고속회로연구실

e-mail) jishim@giga.hanyang.ac.kr

Astract

In order to suppress the current crowding in light emitting diodes (LEDs) grown on sapphire substrate, the effect of nonuniform contact resistivity between TME layer and p-GaN layer on the LED surface was theoretically investigated. The analysis results showed that current crowding occurring around p-electrode could be considerably improved, which in turn would be helpful to improve the electrostatic discharge (ESD) characteristic.

I. Introduction

절연체 사파이어위에 에피층이 성장되는 메사형 발광 다이오드 (light emitting diodes : LEDs)에서의 불균일한 전류분포는 정전기에 대한 내압특성, 광출력의 조기 포화, 소자의 신뢰성등에 많은 영향을 미친다⁽¹⁾. 본 논문에서는 불균일한 전류분포가 발생하는 부분을 정전기 방전(ESD)에 의한 손상영역을 통하여 진단하고, 균일한 전류를 얻기 위한 새로운 방법으로서 전극표면에 형성되는 금속과 반도체 사이의 Ohmic특성을 제어하는 방법에 관하여 검토하였다.

II. Results and Discussion

그림 1은 본 논문에서 연구된 메사형 InGaN/GaN LED의 도시적인 에피 구조를 나타내고 있다. 에피층은 유기금속 화학 증착법을 이용해서 사파이어위에 순차적으로 n-GaN, 다중양자우물, p-AlGaIn, 그리고 p-GaN층이 성장되었다. 전극을 증착시키기 위해 n-GaN층이 노출될 때까지 유도결합플라즈마를 이용해서 부분적으로 p-GaN를 식각하였다. 그리고 Ni/Au이 투명전극메탈 (transparent metal electrode : TME)으로 사용되었고 그 위에 본딩 와이어를 위한 Cr/Au 전극메탈이 증착되었다. LED chip의 면적은 $320 \times 320 \text{ } \mu\text{m}^2$ 이고 ESD 특성은 probe tip을 이용해서 chip과 접촉하여 평가되었다. ESD 신뢰성을 측정하기 위해 Human Body와 같은 유사한 정전기 효과를 내기 위해 전기적인 펄스형태를 발생시키는 TOS5051A의 ESD 모델을 사용하였다. 그림 2는 LED chip에 ESD 주입이후 광학 현미경을 이용해서 관찰한 것으로 ESD로 인한 LED 손상이 p-전극의 연장된 영역에 나타나고 있다.

그림 3은 TME와 p-GaN 사이의 contact 저항을 영역에 따라 달리하는 것으로 ESD에 의해 급격히 많은 전류가 분포하는 영역에 대해서는 높은 contact 저항을 갖도록 하였다. 즉, 큰 전류가 흐르는 영역

A에 대해서는 높은 contact 저항 ρ_A 그리고 작은 전류가 분포하는 영역 B에 대해서는 작은 contact 저항 ρ_B 을 갖도록 설계하였다. 이를 통해 집중적으로 흐르는 영역에서의 전류를 완화시켜 ESD 특성을 향상시킬 수 있다. 그림 4는 영역 B에서의 contact 저항 $\rho_B = 0.5 \times 10^{-2} [\Omega cm^2]$ 에 대해 ρ_A 의 0.1×10^{-2} , 0.5×10^{-2} , 그리고 $1 \times 10^{-2} [\Omega cm^2]$ 에 따른 전류밀도 분포를 보여주고 있다. ρ_A 이 증가함에 따라 영역 A에서의 전류밀도는 낮아지는 반면 영역 B에서는 증가하는 경향을 보여주고 있다. 이는 ESD로 생기는 current crowding을 완화시킴으로써 ESD향상을 가져다 줄 것으로 보여진다.

III. Conclusions

본 논문에서는 LED의 ESD 내성을 향상시키기 위해 TME와 p-GaN 사이의 contact 저항을 영역에 따라 다른 값을 갖도록 제안하였다. 즉, ESD 발생으로 인해 큰 전류가 흐르는 LED의 국소적인 영역에 대해서는 보다 높은 contact 저항을 갖도록 하여 전체적으로 균일한 전류분포를 얻을 수 있었다.

Acknowledgements

This work was supported by the Korea Science and Engineering Foundation (KOSEF) grant funded by the Korea government (MOST) (R01-2007-000-20048-0).

Reference

1. Y. K. Su et al., "ESD Engineering of Nitride-Based LEDs," IEEE Trans. Devices and Materials Reliability, 5, 277-281 (2005).

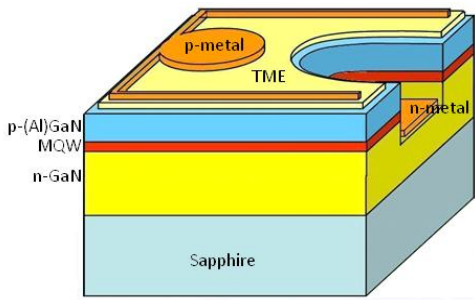


그림 1. 발광 다이오드의 구조

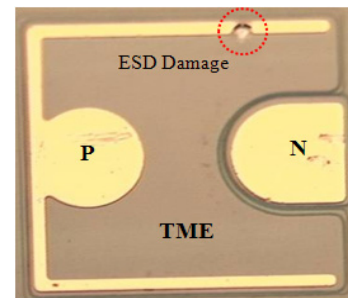


그림 2. ESD실험 이후의 손상된 LED 구조.

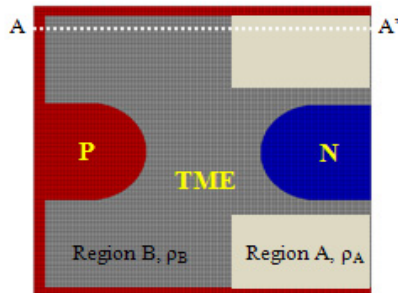


그림 3. 영역에 따라 다른 contact저항을 갖는 구조

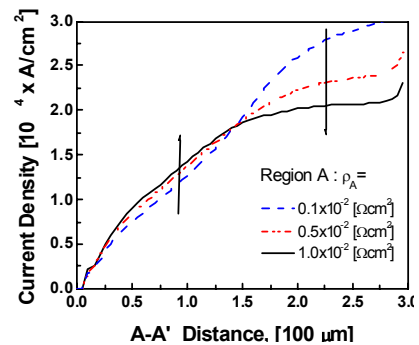


그림 4. A-A' 단면에서 전류밀도 분포.