

# 수직형구조 InGaN/GaN 발광다이오드의 전극 패턴 의존성

## Electrode Pattern Dependency of Vertical Structured InGaN/GaN Light Emitting Diode

윤주선, 황성민, 심종인

한양대학교 고속회로연구실

jishim@giga.hanyang.ac.kr

### Abstract

Current distributions according to electrode patterns in vertical structured InGaN/GaN LED (light emitting diode) were investigated quantitatively by utilizing three dimensional electrical circuit modeling method. The uniformity of the injected current density in the active layer was compared among different electrode patterns. It was found that the current uniformity was greatly dependent on the electrode pattern in vertical InGaN/GaN LEDs.

### 1. Introduction

최근 고효율, 고휘도의 수직형구조 InGaN/GaN 발광다이오드의 연구가 활발히 진행되고 있다. 발광다이오드에서 균일한 광분포, 높은 광파워 그리고 내부 양자 효율을 위해서는 활성 영역에서의 균일한 전류분포가 필수적이며 이를 위해서는 적합한 전극패턴 설계가 매우 중요하다.<sup>(1)</sup> 잘못된 전극패턴 설계는 활성 영역에서의 불균일한 전류 분포의 원인이며 이는 국소적인 발광 및 열을 발생시키고 궁극적으로 전류 주입에 따른 출력파워의 조기포화 및 소자의 수명 단축에 원인이 된다. 본 연구에서는 수직형구조 InGaN/GaN 발광다이오드에서 n-전극 패턴의 변화에 따른 활성 영역에서의 전류분포도 변화를 삼차원 회로 모델링 기법을 이용하여 분석한다.

### 2. Results and Discussion

그림 1. (a)는 본 연구에 사용된 InGaN/GaN LED의 구조도이다. LED 각 층의 전기 전도도를 저항으로, 활성층을 다이오드로 표현하여 삼차원 회로 모델링을 하였다. 이를 이용하여 그림 1. (b), (c) 그리고 (d)와 같은 전극패턴에서 활성영역의 전류분포도를 측정하였고 그 결과는 그림 1. (e), (f) 그리고 (g)와 같다. 각각의 전극패턴은 원형의 외곽 전극과 본딩패드를 연결하는 전극의 각도에 따른 전류분포도의 변화와 외곽 전극 패턴이 원형일때와 사각형일때의 전류분포도의 변화를 측정하기 위해 고안되었다. 전류분포도 결과는 그림 1. (e), (f) 그리고 (g)와 같고 각 색깔에 따른 전류 밀도 값은 그림 1. (e) 좌측의 표와 같다. 그림 1. (e)의 결과에서 전류는 외곽의 원형 전극과 본딩패드가 연결 되어 있는 가운데 부분에 집중되고 있는 반면 그림 1. (f)의 결과는 원형 외곽 내부에서 균일한 전류 분포를 보인다. 그림 1.(g)는 그림 1. (f)보다 더 넓은 면적에서 균일하게 전류가 분포됨을 보이고 있다. 표 1은 각 LED의 활성영역에서 흐르는 전류밀도의 최소값과 최대값, 평균 전류밀도와 그에 따른 표준편차로 활성

영역에서 전류분포의 균일도를 나타낸다. 결과로부터 세가지 전극패턴중 그림1. (d)의 활성영역에 주입되는 전류량이 가장 많으며 전류분포도 또한 가장 균일함을 표 1로부터 알 수 있다. 따라서 수직형구조 InGaN/GaN 발광다이오드에서 적합한 전극패턴 설계를 통하여 활성 영역의 균일한 전류분포 형성에 기여할 수 있고, 균일한 광분포와 높은 광파워를 기대할 수 있게 되었다.

표 1. 활성영역 전류분포의 정량적 분석 [ $A/cm^2$ ]

	Min	Max	Average	Standard Deviation
그림 1. (b)	24.1	33.6	28.7	2.12
그림 1. (c)	24.6	34.1	29.5	2.27
그림 1. (d)	25.7	34.2	30.1	1.99

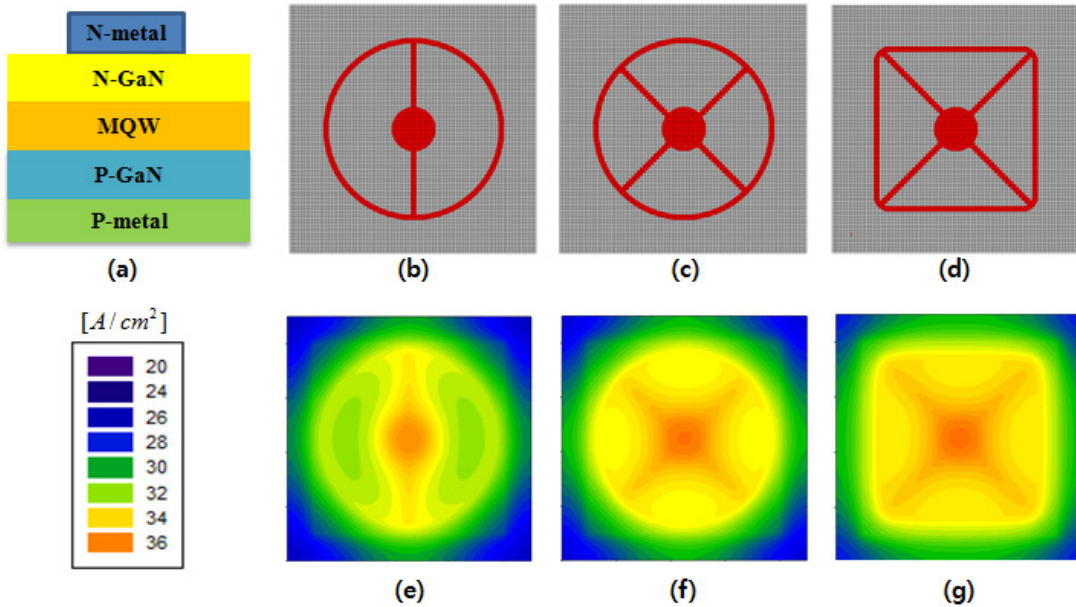


그림 1. (a) Vertical LED 구조도, (b)(c)(d) designed Electrode Pattern( $450\mu m \times 450\mu m$ ), (e)(f)(g) MQW영역의 평면상 전류 분포.

### 3. Conclusion

수직형구조 InGaN/GaN LED에서의 전극패턴 변화에 따른 활성층의 전류분포를 해석하였다. 분석 결과로부터 전극 패턴의 변화에 따라서 활성층 전류분포의 균일도가 큰 영향을 받음을 알 수 있다. 따라서 수직형구조의 LED에서 적합한 전극패턴 설계는 고효율, 고휘도의 LED생산을 위한 필수조건이 됨을 알 수 있다.

### Reference

1. X. Guo and E. F. Schubert, "Current crowding and optical saturation effects in GaInN/GaN light-emitting diodes grown on insulating substrates", Appl. Phys. Lett. 78, 3337-3339 (2001).