

수직형구조 GaN계 발광다이오드에서 전극구조 모양에 따른 3차원 전류분포 해석

Analysis of 3-Dimensional Current Flow by n-electrode Pattern Shape in GaN-based Vertical LED

윤주선, 심종인

한양대학교 고속회로연구실

jishim@giga.hanyang.ac.kr

Abstract

The effect of n-electrode patterns on the current distribution in active region is investigated in GaN-based blue vertical light emitting diodes (VLEDs). A 3-dimension circuit model is adopted to analyze the current flow patterns in VLEDs. We had fabricated VLEDs having different n-electrode patterns, measured their current-voltage characteristics, and compared to the numerical simulation. It turns out that the current spreading in VLEDs is strongly dependent on the n-electrode pattern. Some design guidelines for n-electrode patterns to produce uniform current injection are presented.

1. Introduction

수직·수평구조 발광다이오드에서 활성층으로 주입되는 전류가 균일하게 되면 소자의 수명 증가, 균일한 발광분포도, 조기 광포화현상의 억제 및 발열량의 감소 효과를 기대할 수 있다.^(1,2) 따라서 현재까지도 전류확산을 위한 많은 연구가 다각도로 이루어지고 있으며, 전류확산에 따른 발광다이오드의 성능향상 또한 보고되고 있다. 본 연구에서는 수직형 발광다이오드에서 최대한의 전류확산을 이끌어 내기 위한 전극패턴 설계법을 연구하였다. 전극패턴의 변화에 따른 활성층의 전류분포도를 삼차원 회로모델을 이용하여 분석하고, 분석에 사용된 전극패턴들을 실제 제작하여 전류-전압 특성곡선을 측정하였다. 최종적으로, 측정 및 분석결과를 토대로 균일 전류확산을 위한 전극패턴 설계 방침을 제시한다.

2. Results and Discussion

그림 1. (a)는 본 연구에서 사용된 수직형 발광다이오드의 구조와 그 전류흐름을 보여준다. 그림 1. (a) 구조에서 n-electrode와 Substrate가 금속이고 n-GaN의 이동도가 p-GaN의 이동도보다 약 50배 크기 때문에 대부분의 전류는 n-GaN에서 확산한다. 따라서 n-GaN에서의 lateral current path l 의 길이가 전류확산에 있어서 중요한 변수가 됨을 알 수 있다. 그림 1. (c)는 l 을 변수로 하여 설계한 전극패턴과 그에 따른 활성층의 전류분포도를 삼차원 회로모델을 이용하여 분석한 결과이다. 결과로부터 더 긴 lateral current path length l 을 가지는 발광다이오드 일수록 전류가 n-electrode주위에 집중하게 됨을 알 수 있다. 이는 n-GaN에서의 lateral current path가 길수록 그 저항 값 또한 커지면서 전류 확산이 어려워지기 때문이며, 가장 효율적인 전극사이의 거리를 찾는 것이 전극패턴 설계의 핵심 중 하나임

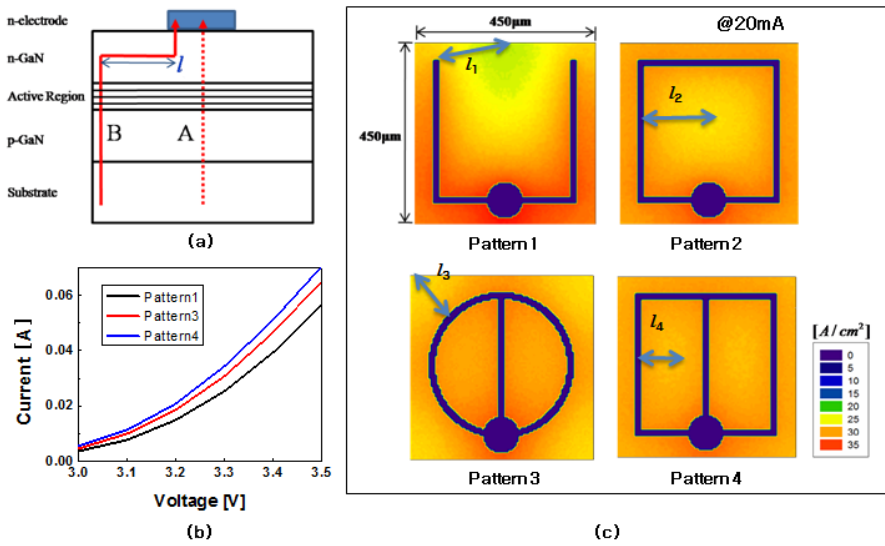


그림 1. (a) 수직구조 발광다이오드의 구조 및 전류 흐름도, (b) (c)의 전극패턴을 가지는 발광다이오드에 대한 실제 전류-전압 특성 곡선, (c) 전극패턴의 변화에 따른 활성층에서의 전류분포도

을 의미한다. 그림 1. (b)는 그림 1. (c)와 같은 전극패턴의 발광다이오드를 실제로 제작하여 전류-전압 특성곡선을 측정한 결과이다. 측정 결과는 분석결과와 그 경향이 일치한다. 즉, lateral current path l 이 짧을수록 series 저항 값이 작음으로 짧은 l 값을 가지는 발광다이오드에서 더 우수한 전류-전압 특성을 보임을 그림 1. (b)로부터 알 수 있다. 그림 1. (b)와 (c)의 결과로부터 전류확산을 위해서 가능하면 균일하고 짧은 l 값을 가지는 전극패턴을 설계하는 것이 좋을 것을 알 수 있다.

3. Conclusion

수직형구조의 GaN계 LED에서 전극패턴의 변화가 활성층의 전류분포에 미치는 영향을 삼차원 회로 모델을 이용하여 분석하고, 분석에 사용된 발광다이오드를 실제 제작하여 분석 결과와 비교하였다. 비교 결과로부터 n-GaN에서의 lateral current path l 의 길이가 활성층 전류분포의 균일도에 가장 큰 변수가 됨을 알 수 있었다. 또한 l 의 길이를 가능한 한 균일하고, 짧게 하는 것이 활성층의 전류확산에 큰 도움이 될 것임을 알 수 있었다. 본 연구의 결과를 이용하면, 수직형 발광다이오드에서의 신뢰성 및 성능향상에 긍정적인 영향을 미칠 것으로 보인다.

Acknowledgements

This work was supported by the Korea Science and Engineering Foundation(KOSEF) grant funded by the Korea government (MOST) (NO. R012007000200480 2007)

Reference

1. D. W. Kim, H. Y. Lee, and G. Y. Yeon, "A study of transparent contact to vertical GaN-based light-emitting diodes," Appl. Phys. Lett. Vol. 98, 053102, 2005.
2. S. M. Hwang and J. I. Shim, "A noble method for current spreading analysis and electrode pattern design in Light Emitting Diodes," ICNS 2007, Sep. 16, 2007, MGM Grand Hotel, Las Vegas, Nevada, USA.