

표면 roughening을 통한 수직형 LED의 광 추출 효율 향상

Effects of surface roughening on the light extraction efficiency of vertical light-emitting diodes

김태형^{a*}, 배정운^a, 염근영^{a,b}
^{a*}성균관대학교 신소재 공학부, ^b성균관대학교 성균나노과학기술원(SAINT)

초 록: vertical light-emitting diodes의 표면을 건식과 습식 두 가지 공정을 통해 식각하여 roughening을 주었고, 또한 이 고정으로 인해 표면이 전체적으로 거칠기를 가지므로써 외부 양자 효율의 증가를 기대하였다.

1. 서론

최근 다양한 blue 파장대(450nm)의 LED소자 제작 공정과 소자 표면에 texturing하는 과정이 보고되어 있다. 그 중 n-type GaN층이 위로 올라오는 수직형 LED 구조는 일반적인 LED 구조보다 발열 등 여러 면에서 우수한 면을 가지고 있고, 특히 더 넓어진 발광 면적으로 인해 표면 texturing 기술은 빛의 발광 효율을 증가 시킬 수 있는 중요한 기술이 되었다.

2. 본론

이 연구에서, 우리는 InGaN을 바탕으로 한 LED 소자의 표면 roughening을 건식과 습식 공정을 모두 거치는 과정을 통하여 소자의 발광 효율을 높이는 시도를 하였다. 최근 전도성 물질 기판 위에 증착 되어 있는 수직형 LED 소자는 과거의 사파이어 기판 위에 증착 되어 있는 형태의 LED 소자에 비해 우수한 소자 특성을 보인다. 이는 과거 사파이어 기판을 사용함으로써 낮은 열적 특성과 더불어 전기 정도성에 몇 가지 제약을 초래하게 되었기 때문이다. 반면, 전도성 기판은 LED 구조의 back side ohmic contact을 가능하게 하였고, 더 나은 확산 특성을 보여 주었고 작동 전압 또한 감소하였다. n-type GaN층이 위에 있는 수직형 LED 소자는 KrF pulsed excimer laser로 인해 실현 되었다. 이 laser 빛이 투명한 사파이어 기판을 통해 얇은 GaN층에 입사되면, 기판과 GaN가 분리된다. 이 레이저 기술은 laser lift-off(LLO)로 성장된 기판으로부터 LED 구조를 분리하는데 성공하게 하였다. 우리는 건식 식각 공정을 이용하여 n-type GaN층이 위에 올라와 있는 구조인 수직형 LED 소자에 roughening을 주고 다시 이 표면에 습식 식각 공정을 적용하여 거친 부분의 거칠기를 또 한번 증가시켰다.

3. 결론

거칠어진 표면은 이 공정이 진행되기 전의 소자에 비해 빛의 발광 효율이 증가 되었다. 이 두 공정을 포함한 식각 공정은 두 가지 장점이 생겼는데, 한 가지는 GaN에서 외부로 방출할 수 있는 표면 지역이 증가되었고, 다른 한 가지는 가파른 거칠기 특성으로 인해 critical angle을 증가시킨 것이다.

참고문헌

1. S. Nakamura and G. Fasol, *The Blue Laser Diode* (Springer, New York, 1997).
2. M.A. Khan, J.N. Kuznia, A.R. Bhattarai, and D.T. Olson, *Appl. Phys. Lett.*, **62**, 1786 (1993).
3. C. Huh, K.-S. Lee, E.-J. Kang, and S.-J. Park, *J. of Appl. Phys.*, **93**, 9383 (2003).
4. T. Fujii, Y. Gao, R. Sharma, E.L. Hu, S.P. DenBaars, and S. Nakamura, *Appl. Phys. Lett.*, **84**, 855 (2004).