

질화물계 발광다이오드의 광추출효율 향상을 위한 TiO₂ 나노 패턴 형성에 관한 연구

조중연, 변경재, 박형원, 이현[†]

고려대학교 신소재공학과
(heonlee@korea.ac.kr[†])

본 연구에서는 질화물계 발광 다이오드의 광추출효율을 향상시키기 위해서 Bi-layer 나노 임프린트 리소그래피와 Lift-off 공정을 이용하여 ITO 투명전극 층 상부에 TiO₂ 나노 패턴을 형성하였다. 발광 다이오드의 투명전극 층 상부에 UV 나노 임프린트 리소그래피를 이용하여 주기적인 폴리머 패턴을 형성한 후 폴리머 패턴 상부에 RF magnetron Sputtering 공법을 이용하여 TiO₂를 증착하고 Lift-off 공정을 이용하여 TiO₂ 나노 패턴을 제작하였다. 그 결과를 주사 전자 현미경(SEM)으로 확인한 결과 임프린트 스탬프와 동일한 나노 패턴이 질화물 계 발광다이오드 투명 전극층 표면에 주기적으로 형성되었다.

TiO₂ 나노 패턴 형성을 통한 광추출 효율의 향상 효과를 확인하기 위해 Electroluminescence (EL) 측정한 결과 TiO₂ 나노 패턴이 형성된 발광다이오드 소자의 EL 강도가 나노 패턴이 없는 발광다이오드와 비교하여 12% 정도 향상 되었음을 보였고, 이는 고 굴절률 나노 패턴이 활성층에서 발생된 빛의 산란 효과를 유도하여 빛의 내부 전반사를 감소시킨 결과로 해석된다. 또한 소자의 전기적 특성평가를 위한 I-V 측정결과, TiO₂ 나노 패턴이 형성된 발광 다이오드의 전기적 성질이 저하되지 않았음을 확인하였다.

Keywords: 발광다이오드, 나노임프린트 리소그래피, Lift-off, TiO₂

수직형 LED 소자의 광출력 향상을 위한 나노 패터닝 공정

변경재, 박형원, 조중연, 이성환, 이현[†]

고려대학교 신소재공학과
(heonlee@korea.ac.kr[†])

본 연구에서는 고출력, 고휘도를 위해서 개발되고 있는 수직형 LED 소자의 광출력 향상을 위한 나노 패터닝 공정을 진행하였다. 수직형 LED는 기존 측면형 LED에 비해서 열방출 특성이 우수하고 대면적 칩으로 제작이 가능하기 때문에 높은 광출력이 필요한 조명 분야로의 적용이 가능하다. 하지만 수직형 LED 역시 기존 측면형 LED와 마찬가지로 질화갈륨 및 외부 공기와의 계면에서 전반사가 심하기 때문에 광추출효율이 낮은 문제점이 있으며 이를 해결하는 것이 큰 이슈가 되고 있다. 이를 해결하기 위해서 광결정 패턴을 LED 소자에 형성하여 광추출효율을 향상시키려는 연구가 활발히 진행되고 있으나 아직까지 수직형 LED 웨이퍼 전면적에 균일한 패턴을 형성할 수 있는 기술 개발이 미진한 상황이다. 본 연구에서는 유연 고분자 몰드를 이용한 대면적 나노 임프린팅 및 나노 프린팅 기술을 통해서 2 inch 수직형 LED 웨이퍼 전면적에 균일한 패턴을 전사하는 공정을 진행하였다. 구체적으로는 나노임프린트 및 건식식각 공정을 통해서 수직형 LED의 n형 질화갈륨 층에 높은 가로세로비의 광결정 패턴을 형성하였으며 이를 통해서 약 40% 정도의 광출력이 향상되었다. 또한 고 굴절률의 산화아연 나노 패턴 형성공정을 대면적 LED 기판에 시도하였다.

Keywords: 수직형 LED, 나노임프린트 리소그래피, 광결정 패턴