

Fabrication of GaN Micro-pyramid Structure Arrays for Phosphor-free white Lighting-emitting Diode

Young-Chul Sim, Young-Ho Ko, Seung-Hyuk Lim, and Yong-Hoon Cho*

Department of Physic, Graduate School of Nanoscience & Technology (WCU) KAIST,
Daejeon 305-701, the Republic of Korea

기존의 고효율 광원들이 환경문제 등으로 외국에서 규제대상으로 지정되고 있는 가운데고체 상태의 광원인 Light-emitting diode (LED)는 기존의 광원에 비해 에너지 절감효과 크기 때문에 인해 널리 사용되고 있는 추세이다. 대부분의 백색 LED의 경우 청색 LED에 황색 형광체를 사용하는 것이 일반적이다. 그러나 이의 경우 빛의 흡수와 재방출 과정에서 생기는 에너지 변환손실의 문제가 불가피하다. 또한, 두 종류의 색을 섞어서 나타나는 낮은 연색성의 문제가 있고 사용할 수 있는 형광체의 종류와 조합도 일본 등 해외에 출원된 특허권으로 연구개발에 어려움이 있다. 이를 해결하기 위해 본 연구에서는 형광체를 사용하지 않는 단일 백색 LED를 개발을 위하여 극성과 반극성을 조합한 구조를 연구하였다. Photo-lithography를 이용하여 다양한 크기와 구조의 홀 패턴을 얻을 수 있었으며, metal organic chemical vapor deposition을 이용하여 다양한 형태의 피라미드 구조를 성장할 수 있었다. 패턴의 홀 크기와 홀 사이의 간격을 조절하면서 성장을 진행 하였고, 그 결과 pyramid와 truncated pyramid 모양의 GaN 구조를 성장할 수 있었다. [그림 1] Pyramid 구조의 반극성 면과 truncated pyramid 구조의 극성 면사이의 성장속도 차이 때문에 양자우물의 두께가 달라짐을 확인하였다. 이로 인해 양자구속효과가 달라져 다른 파장의 발광을 기대할 수 있었다. 뿐만 아니라 In의 확산거리가 Ga보다 길어서 홀 사이 간격을 달리하면 In조성비가 달라지는 효과가 있음을 확인하였고 다양한 홀 사이 간격으로부터 각기 다른 파장의 발광을 얻을 수 있었다. 파장을 조금 더 상세하게 분석하기 위하여 Photoluminescence과 Cathodoluminescence을 사용하였다. 이로써 여러 파장을 발광하는 패턴을 섞어 넓은 영역의 발광 스펙트럼을 만들었다. 특히 패턴을 섞는 방법도 홀과 에피 구조를 섞는 방법, 크기가 다른 홀 패턴을 배열하는 방법등 다양히 하며 가장 좋은 패턴을 연구하였다. 그리하여 최적의 패턴과 구조, 성장조건을 찾아 백색의 CIE 좌표값을 얻을 수 있었다.

Keywords: pyramid, GaN, phosphor-free, LED

