

Facile fabrication of ZnO Nanostructure Network Transistor by printing method

Ji-Hyuk Choi, Kyeong-Ju Moon, Joohee Jeon, Jyoti Prakash Kar,
Sachindra Nath Das, Dahl-Young Khang, Tae Il Lee, Jae-Min Myoung[†]

연세대학교
(jmyoung@yonsei.ac.kr[†])

Various ZnO nanostructures were synthesized and ZnO nanostructure-based self-assembled transistors were fabricated. Compared to spindle and flower like nanostructure, the ZnO nanorod (NR) structure showed much stronger gate controllability, and greatly enhanced device performance, demonstrating that this structural variation leads to significant differences of the nanostructure network-based device performance. Also, patterned dry transfer-printing technique that can generate monolayer-like percolating networks of ZnO NRs has been developed. The method exploits the contact area difference between NR-NR and NR-substrate, rather than elaborate tailoring of surface chemistry or energetic. The devices prepared by the transferring method exhibited on/off current ratio, and mobility of $\sim 2.7 \times 10^4$ and $\sim 1.03 \text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$, respectively. Also, they exhibited showing lower off-current and stronger gate controllability due to defined-channel between electrodes and monolayer-like network channel configuration. With multilayer stacks of nanostructures on stamp, the monolayer-like printing can be repeated many times, possibly on large area substrate, due to self-regulating printing characteristics. The method may enable high-performance macroelectronics with materials that have high aspect ratio.

Keywords: ZnO, nanostructure, micro printing, network structure

산화아연 sol-gel 패터닝 공정을 통한 질화물계 발광다이오드의 광추출효율 향상 연구

이성환, 변경재, 박형원, 이현[†]

고려대학교 신소재공학과
(heonlee@korea.ac.kr[†])

질화물계 발광다이오드는 소비전력이 낮고 발광효율이 높은 조명용 반도체소자로서 다양한 분야에 적용되고 있으나 질화갈륨 반도체 층 및 외부 공기와의 계면에서 발생하는 전반사로 인하여 광추출특성이 매우 낮은 문제점이 있다. 이를 해결하기 위하여 다양한 연구가 진행되고 있으며 투명전극 또는 p형 질화갈륨 층에 주기적인 나노 패터를 형성하고 이에 따른 난반사 효과를 통해 전반사를 억제시키는 연구가 주로 진행되고 있다. 현재까지의 연구에서 발광다이오드의 광추출향상을 위한 나노 패터는 플라즈마 식각공정을 통하여 형성되었지만 플라즈마 데미지에 의해 소자의 전기적 특성이 저하되는 문제점이 있었다.

본 연구에서는 플라즈마 식각 공정이 요구되지 않는 sol-gel 임프린팅 공정을 이용하여 발광다이오드의 ITO 투명전극 위에 산화아연 나노 패터를 직접 형성하였다. Sol 솔루션은 에탄올에 zinc acetate dihydrate와 diethanolamine을 희석하여 제작하였고 이를 스핀코팅 방법을 통해 발광다이오드의 ITO 투명전극 층 위에 도포하였다. 이 후, 고 투습성의 PDMS (Polydimethylsiloxane) 몰드를 이용하여 190°C에서 임프린팅을 진행하였고 이 과정에서 대부분의 솔벤트(에탄올)는 PDMS 몰드로 흡수되어 임프린팅 후에는 나노 패터가 형성된 산화아연 gel 박막을 얻을 수 있었다. 최종적으로 500°C에서 1시간 동안 열처리 하여 발광다이오드의 ITO 투명전극 위에 산화아연 나노 패터를 형성하였다.

나노임프린팅 기반의 직접 패터닝 공정을 통하여 형성된 산화아연 패터 층을 XRD 측정을 통해 결정성을 분석하였고 형성된 패터의 형상을 SEM을 통해 확인하였다. 또한, 산화아연 패터 유무에 따른 발광다이오드 소자의 광추출효율 비교를 위해 electroluminescence를 측정하였으며, 소자의 전기적 특성은 I-V 측정을 통해 분석하였다.

Keywords: 발광다이오드, 직접 패터닝, 산화아연 sol-gel, 나노임프린트