

Mesh/grid 기반 투명 전극의 구조 최적화

윤민주, 김경현, 박상영, 김희동, 안호명, 김태근

고려대학교 전기전자전파공학부

최근 UV LED는 생화학 및 의료 산업에서 많은 각광을 받고 있다. 특히, 360nm 이하의 파장대를 갖는 UV LED는 치료 기술, 센서, 물이나 공기 등의 정화와 같은 목적으로 특별한 관심이 쏠리고 있다 [1]. 이러한 지속적인 연구를 통하여 현재까지 UV LED는 거대한 성장을 이루어 왔다. 하지만 이러한 노력에도 불구하고, 360 nm 이하의 UV LED는 여전히 오믹 접촉과 전류 분산이 원활하지 못하다는 문제점을 가지고 있다. 이것은 UV LED의 외부 양자 효율을 감소시키고, 더 나아가 극도로 낮은 광 추출 효율을 초래한다. 최근 이러한 문제를 해결하고자, 투명 전도성 산화물(TCO)을 금속 전극과 p-AlGaIn 사이에 삽입해주는데, 현재 가장 널리 사용되는 TCO 물질은 ITO 이다 [2]. 하지만 ITO 물질은 상대적으로 작은 밴드갭(3.3~4.3 eV)과 단파장 빛이 가지는 큰 에너지로 인하여 deep-UV 영역에서는 빛이 투과하지 못하고 대부분 흡수된다 [3]. 따라서 본 연구에서는 기존의 박막형 ITO 투명 전극에 비해 투과도 손실을 최소화할 수 있는 mesh, grid 기반의 투명전극을 연구하였다. Fig. 1과 같이 5 μm , 10 μm , 20 μm 간격으로 이루어진 mesh, grid 구조의 투명전극을 구현하여 투과도 손실을 최소화하면서 우수한 전기적 특성을 확보하기 위한 구조 최적화 연구를 진행하였다. 본 연구를 위해 mesh, grid 구조의 ITO 전극 패턴을 photolitho 공정으로 형성하였으며, e-beam 증착법으로 60 nm 두께의 ITO 전극을 형성 후 질소 분위기/650°에서 30초 동안 RTA 공정을 진행하였다. Fig. 1에서 볼 수 있듯이 mesh, grid의 간격이 증가할수록 투명 전극이 차지하는 면적이 감소하여 투과도는 향상되는 반면, 투명 전극과 p-GaN과의 접촉 면적 또한 감소하므로 오믹 특성이 저하된다. 따라서 투과도 손실을 최소화하면서 우수한 전기적 특성을 확보하기 위해 mesh는 20 μm , grid는 10 μm 간격의 구조로 각각 최적화하였다. 그 결과 박막 기반의 ITO 투명전극 대비 최대 약 10% 향상된 투과도를 확보하였으며, I-V Curve 결과를 통하여 p-GaN 기판과 mesh 구조의 ITO 전극 사이에 박막 기반의 투명 전극과 비슷한 수준인 0.35 $\mu\text{A}(@5\text{V})$ 의 전기적 특성을 확보하였다. 결과적으로 mesh, grid 기반 투명전극의 구조 최적화를 통하여 p-GaN과 원활한 오믹 접촉을 형성하는 동시에 기존 박막형 ITO 투명 전극 구조보다 높은 투과도를 확보할 수 있었다.

References

- [1] M. Mori et al., Med. BiolEng. Comput. 45, 1237 (2007).

- [2] W. H. Lee, D. J. Chae, D. Y. Kim, T. G. Kim, IEEE JQE 47, 10 (2011).
- [3] J. George, C. S. Menon, Surf. Coat. Technol. 132, 45 (2000).

Keywords: LED, Mesh, Grid, 투명 전극

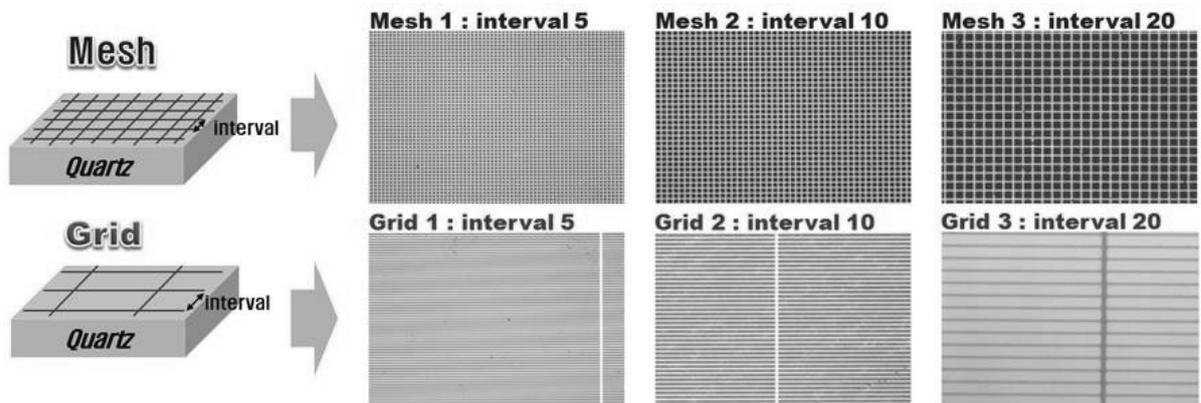


Fig. 1. 구조 최적화를 위한 mesh/grid 기반의 ITO 전극 형성 이미지.