

배면 유기 발광 소자의 각도에 따른 발광 패턴

목광균, 주현우, 한원근, 송민중*, 김태완
 홍익대학교, *광주보건대학

Abstract : 각도에 따른 배면 유기 발광 소자의 발광 패턴에 대해서 연구하였다. 소자 내에서 발광한 빛은 등방성으로 퍼져 나가고 굴절률이 n인 매질과 공기의 계면에서 굴절하게 된다. 소자 내에서 굴절되어 퍼져 나온 빛의 각도에 따른 빛의 세기를 측정하였다. 또한 배면 유기 발광 소자에서의 시야각을 10°, 20°, 30°, 40°, 50°, 60°로 변화시켜 각도에 따른 발광 패턴을 알 수 있었다. 소자 내에서 발광한 빛이 소자 밖으로 퍼져 나올 때의 발광 패턴을 편광판을 이용하여 0°와 90°로 변화시켜 실험하였다. 소자의 구조는 ITO(170nm)/TPD(40nm)/ Alq₃(60nm)/LiF(0.5nm)/ Al(100nm)으로 하고, 유기물층과 음전극은 2×10⁻⁵Torr에서 증착하였다. 유기물의 증착 조건은 2×10⁻⁵torr의 진공도에서 1.5~2.0 Å/s 속도로 열 증착하였다. 전극의 증착 조건은 2×10⁻⁵torr의 진공도에서 1.5~2.0 Å/s 속도로 열 증착하였다. 발광 면적은 3mm×5mm이다. 소자의 각도에 따른 발광 스펙트럼 측정은 USB-2000을 사용하였다. 소자 밖으로 나오는 편광되어진 빛을 측정하기 위하여 편광판을 사용하여 측정하였다.

Key Words : Organic light-emitting diodes, Bottom emission, emission pattern

1. 서 론

단분자 그리고 고분자를 기반으로 한 유기 발광 소자(OLEDs)의 효율에 대한 연구가 이루어진 이래로 유기 발광 소자는 평판 디스플레이로서 적합한 디스플레이로 떠오르고 있다. 1965년 Helfrich 등은 안트라센(anthracene) 단결정에서 청색 전계 발광 현상을 발견하였다[1]. 1980년대 후반 Kodak의 Tang과 VanSlyke의 선구적인 유기 발광 소자의 업적 이후 본격적인 연구가 계속되어 오고 있다[2]. 유기 발광 소자는 음전극과 양전극에서 발광층으로 주입된 전자와 정공의 재결합 과정에 의해 빛을 발생한다. 낮은 구동 전압, 낮은 소비 전력, 빠른 응답 속도, 높은 효율 등의 장점을 가지고 있다. 유기 전장 발광 빛 방출로 완성된 이전의 연구들은 편광되어지지 않은 전장 발광 빛 방출을 포함하고 있다. 그러나 대부분의 연구들은 직진성의 편광되어진 빛 발광으로 설명되어지고 있다[3]. 유기 발광 소자의 편광되어진 빛은 잠재적으로 유기 발광 소자에서 높은 대조비 또는 LCD에서의 효과적인 광원 등의 수많은 용도로 사용될 수 있다. 디스플레이 제품들은 디자인과 생산에 대한 요구 때문에 소자에서 나오는 빛이 넓은 편광비를 가져야 한다. Friend 그룹은 배면 유기 발광 소자에서 굴절률을 고려하여 발광 스펙트럼을 분석하고, 시야각에 따른 발광 스펙트럼을 연구하였다[4]. 우리는 유기 발광 소자에서 나오는 편광되어진 빛에 대해서 연구하였다.

2. 실험

본 실험에서는 소자에서 나오는 빛의 발광 패턴을 연구하였다. 소자의 구조는 ITO(170nm)/TPD(40nm)/Alq₃(60nm)/LiF(0.5nm)/Al(100nm)이며, 정공 수송층으로는 N,N'-diphenyl-N,N'-di(m-tolyl)-benzidine (TPD)를, 그리고 발광층으로는 tris-(8-hydroxyquinoline) aluminium (Alq₃)를 사용하였다. 유기물의 증착 조건은 2×10⁻⁵torr의 진공도에서 1.5~2.0 Å/s 속도로 열 증착하였다. 전극의 증착 조건은 2×10⁻⁵torr의 진공도에서 1.5~2.0 Å/s 속도로 열 증착하였다. 소자의 시야각에 따른 발광 스펙트럼을 측정하기 위해 회전 장치의 중심에 소자를 위치시킨

다. 설치한 소자에 외부의 빛이 들어가지 않도록 하고 발광면이 중심에 오는지를 확인한다. 발광 면적이 3mm×5mm인 소자가 100cd/m²의 빛을 발광하고 있는 동안에, 시야각을 좌우로 10°, 20°, 30°, 40°, 50°, 60°로 변화시키면서 빛의 세기를 측정하였다. 또한 소자와 검광기 사이에 편광판을 두고 편광판의 각도를 0°와 90°로 변화를 주어 측정하였다. 소자의 각도에 따른 발광 스펙트럼 측정은 Ocean Optics USB 2000을 사용하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 1은 배면 유기 발광 소자를 이용하여, 시야각에 따른 EL 스펙트럼을 분석하였다. 측정된 파장 대역은 400nm~700nm로 하였으며, 소자 정면의 빛의 세기 0°를 기준으로 좌우로 소자의 면을 10°씩 회전시키면서 측정하였다. 시야각에 따라 발광 세기를 측정된 결과, 각도가 증가함에 따라 세기가 감소하는 것을 볼 수 있었다. 이것은 배면 유기 발광 소자가 Lambertian 발광을 하기 때문에 검광기와 소자와의 각도가 커짐에 따라서 검광기가 측정하는 빛의 세기

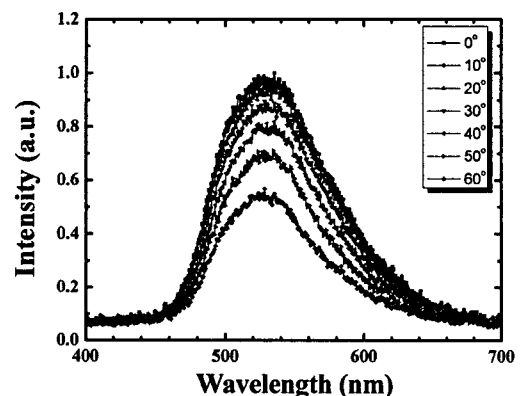


그림 1. 각도에 따른 배면 발광 소자의 EL 스펙트럼.

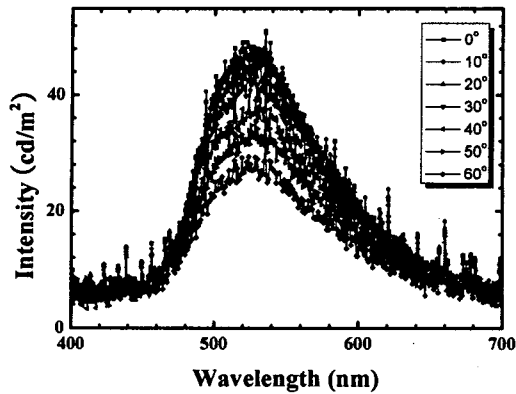


그림 2. 편광판이 0°일 때의 각도에 따른 배면 발광 소자의 EL 스펙트럼.

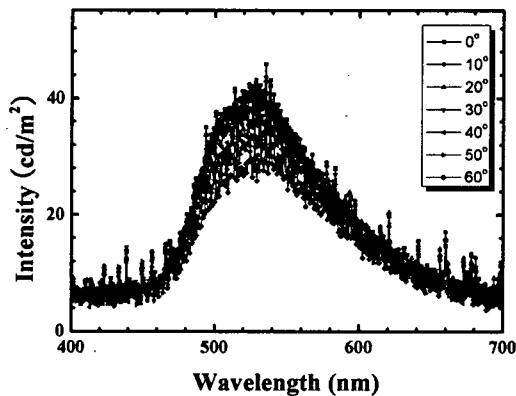


그림 3. 편광판이 90°일 때의 각도에 따른 배면 발광 소자의 EL 스펙트럼.

는 줄어들게 된다. 또한 배면 유기 발광 소자는 시야각에 따라 Alq_3 의 EL 스펙트럼(530nm) 피크 파장의 변화가 거의 없었다. 그림 2와 3은 배면 유기 발광 소자에서 편광판을 사용하여 시야각에 따라 발광 세기를 측정 한 결과이다. 측정 한 파장 대역은 400nm~700nm이며, 편광판을 설치한 후 소자 정면의 빛의 세기를 0°를 기준으로 좌우로 소자의 면을 10°씩 회전시키면서 최대 60°까지 측정하였다. 편광판은 0°, 90°로 변화를 주어 측정하였다. 편광판이 0°일 때보다 90°일 때 더 적은 빛의 세기가 측정되었다. 이는 소자 내에서 발생한 빛이 부분 편광이 이루어져서 소자 밖에서 편광판을 사용하여 측정 한 결과 편광판의 각도를 0°와 90°로 변화시키기에 따라 측정되는 빛의 세기가 다르게 나왔다. 그림 4는 편광판 각도에 따른 정면에서의 배면 발광 소자의 전기 발광 스펙트럼을 비교하였다. 측정 한 파장 대역은 400nm~700nm이며, 여기서 Bare는 편광판을 설치하지 않은 상태에서의 소자의 정면에서 나오는 빛의 세기이며, 0°와 90°는 편광판의 각도를 각도를 0°와 90°로 변화시키면서 빛의 세기를 측정 하였다. 편광판을 설치함으로써 Bare의 빛의 세기인 100cd/m^2 보다 반으로 줄어든 50cd/m^2 였으며, 0°와 90°를 비교 하였을 때는, 빛의 세기가 0°일 때보다 90°일 때 더 적게 나왔다. 이는 소자 내에서 발생한 빛을 전자기파로 가정하였

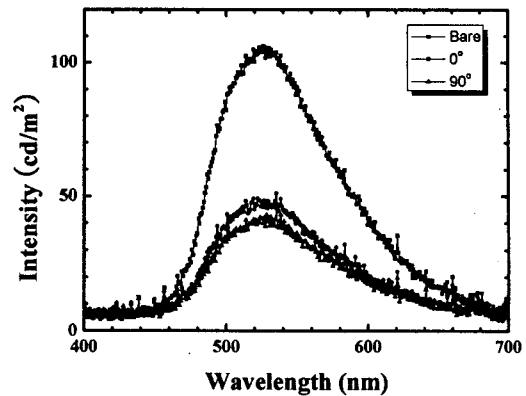


그림 4. 정면에서의 배면 발광 소자의 EL 스펙트럼.

을 때, 빛은 전기장과 자기장으로 나뉠 수 있으며, 소자 내에서 이 중 한곳에 부분 편광이 일어나면서 소자 밖에서 측정 한 빛의 세기가 편광판의 각도가 변함에 따라서 달라졌음을 알 수 있다.

4. 결론

본 연구에서는 배면 발광 유기 소자에서 소자 밖으로 나오는 빛을 편광판을 사용하여, 측정하였다. 먼저 실험을 통하여 배면 발광 소자를 이용하여 시야각에 따라 발광 세기를 측정 한 결과, 각도가 증가함에 따라 세기가 감소하는 것을 볼 수 있었다. 이것은 배면 유기 발광 소자가 Lambertian 발광을 하기 때문에 검광기와 소자와의 각도가 커짐에 따라서 검광기가 측정하는 빛의 세기는 줄어들게 된다. 같은 방법으로 편광판을 0°와 90°로 변화시키며 측정하였을 때, 0°보다 90°가 더 적은 빛의 세기가 측정되었다. 정면에서의 편광판 각도에 따른 빛의 세기의 변화에서도 0°와 90°의 빛의 세기가 차이를 보였다. 이를 통해 소자 내에서 발생한 빛을 전자기파로 가정하였을 때, 전기장과 자기장으로 나뉘며 이 중 한곳에 부분 편광이 일어나면서 소자 밖에서 측정 한 빛의 세기가 편광판의 각도가 변함에 따라서 달라졌음을 알 수 있다.

참고 문헌

- [1] W. Helfrich and W. G. Schneider, Phys. Rev. Lett. Vol 14, No. 7, 1965
- [2] C. W. Tang and S. A. VanSlyke, Appl. Phys. Lett. Vol. 51, p. 913-915, 1987
- [3] C. Adachi and M. Remmers, Adv. Mater. Vol. 8, p. 146-149, 1996
- [4] Neil C. Greenham, Richard H. Friend, and Donal D. C. Bradley, Adv. Mater. Vol. 6, No. 6, 1994