

전면 유기 발광 소자의 유기물층 두께 변화에 따른 광학적 특성

안희철^{1,*}, 주현우¹, 나수환¹, 김태완¹, 홍진웅², 오용철², 송민중³
 홍익대학교¹, 광운대학교², 광주보건대학³

Organic-layer thickness dependent optical properties of top emission organic light-emitting diodes

Hui Chul An¹, Hyun Woo Joo¹, Su Hwan Na¹, Tae Wan Kim¹, Jin Woong Hong², Yong Cheul Oh², and Min Joung Song³
 Hongik Univ.¹ Kwangwon Univ.² Gwangju Health Coll³.

Abstract : We have studied an organic layer thickness dependent optical properties and microcavity effects for top-emission organic light-emitting diodes. Manufactured top emission device, structure is Al(100nm)/TPD(xnm)/Alq₃(y nm)/LiF(0.5nm)/Al(23nm). While a thickness of hole-transport layer of TPD was varied from 35 to 65nm, an emissive layer thickness of Alq₃ was varied from 50 to 100nm for two devices. A ratio of those two layers was kept to about 2:3. Variation of the layer thickness changes a traverse time of injected carriers across the organic layer, so that it may affect on the chance of probability of exciton formation. View-angle dependent emission spectra were measured for the optical measurements. Top-emission devices show that the emission peak wavelength shifts to longer wavelength as the organic layer thickness increases. For instance, it shifts from 490 to 555nm in the thickness range that we used. View-angle dependent emission spectra show that the emission intensity decreases as the view-angle increases. The organic layer thickness-dependent emission spectra show that the full width at half maximum decreases as the organic layer thickness increases. Top emission devices show that the full width at half maximum changes from 90 to 35nm as the organic layer thickness increases. In top-emission device, the microcavity effect is more vivid as the organic layer thickness increases.

Key Words : Alq₃, spectrum, microcavity, top emission

1. 서 론

유기 발광 소자에서 발광 스펙트럼은 매우 중요한 요소이다. 왜냐하면 발광 스펙트럼이 발광 색을 결정하기 때문이다. 유기 발광 소자의 발광 스펙트럼은 소자의 구조에 의해 결정되어진다. 발광 방식에 따라서도 다소 차이가 있다. 그러나 마이크로 캐비티 효과는 발광 스펙트럼에 영향을 주며, 발광 스펙트럼은 트랜스퍼 매트릭스 모형으로 추정할 수 있다. 트랜스퍼 매트릭스 모형은 양 거울 사이에서 반사와 투과 스펙트럼에 관한 설명에 사용되어 왔다. 또한 양 거울 사이의 거리와 유기물의 유전율은 유기발광 소자의 매우 중요한 요소이다. 그래서 본 연구에서는 전면 발광 방식에서 유기물층 두께 변화에 따른 광학적 특성과 마이크로 캐비티 효과의 영향을 알아보고자 한다.

소자의 구조는 Al/TPD/Alq₃/LiF/Al이다. 이때 정공 수송층 TPD는 두께를 35~65nm까지 변화시켰고 발광층인 Alq₃의 두께는 50~100nm까지 변화시켰다. 두 층의 비율은 2:3의 비율을 유지시켰다. 시야각에 따른 발광 스펙트럼은 광학장비를 사용하여 측정하였다. 유기물층 두께가 다른 소자의 발광 스펙트럼을 측정하였으며, 동일한 조건의 배면 발광 방식 소자와 비교하였다.

2. 실험

본 실험에서는 전면 발광 소자의 양(+) 전극으로 100nm 두께의 O₂ 플라즈마 처리한 Al(폭 5mm)를 사용하였고 이때 플라즈마 조건은 125W로 2분간 그리고, O₂ 농도는 2x10⁻²였으며, 소자 크기는 20x20mm이며 반투명 전극으로는 LiF(0.5nm):Al(23nm)을 사용하였다. 소자의 발광 면적은 3mmx5mm이다. Al 반사 전극 위에 정공 수송층은 TPD[N,N'-diphenyl-N,N'-bis(3-methylphenyl)-1,1-biphenyl-4,4'-diamine]를 발광층은Alq₃[tris-(8-hydroxyquinoline)aluminium]를 2:3의 비율로, 그리고 유기물 전체 두께를 80~160nm로 변화시켰고, 증착 조건은 5x10⁻⁶Torr의 진공도에서 열증착하였으며 유기물의 증착 속도는 1.0 Å/s로 유지시켰다. 소자의 구조는Glass/Al(100nm)/TPD(xnm)/Alq₃(y nm)/LiF(0.5nm)/Al(100nm)이다. 시야각 발광 스펙트럼은 Ocean Optics USB 2000을 이용하여 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 1(a)는 배면 발광 소자의 EL 스펙트럼이며, 발광 피크가 520nm부근이며, 시야각에 따른 발광 파장의 이동이 매우 적었다. 그림 1(b)는 전면 발광 소자로서 두께에 따라 발광 피크가 520에서 550nm로 변화하였으며, 시야각에 따른 발광 스펙트럼에서 강한 청색 이동(blue shift) 현상이 나타났다. 유기물층 두께에 따른 발광 스펙트럼의 반폭치 값은 유기물층의 두께가 증가할수록 줄어드는 경

향을 보였다. 배면 발광 소자에서 반폭치 값이 100~90nm인대 비해, 전면 발광 소자에서 반폭치 값은 90~35nm를 보였다.

그림 2는 전면 유기 발광 소자의 시야각에 따른 발광 스펙트럼의 세기를 극좌표로 나타낸 것이며, 코사인 함수와 모양을 비교하였다.

그림 3은 유기물층의 두께변화에서 각도에 따른 발광 스펙트럼의 피크 값을 나타내며, 유기물의 총 두께가 85~120nm에서는 시야각에 따라 약하게 이동하는 경향을 보였으며, 140nm~165nm에서는 강하게 청색 이동하는 경향을 보였다.

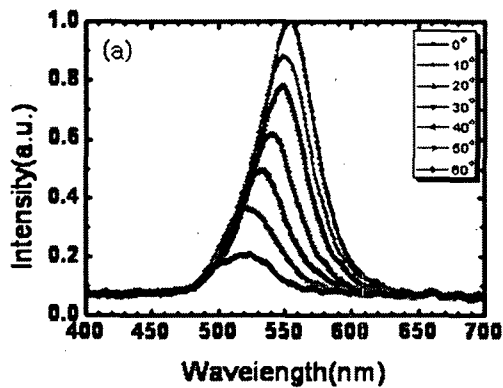
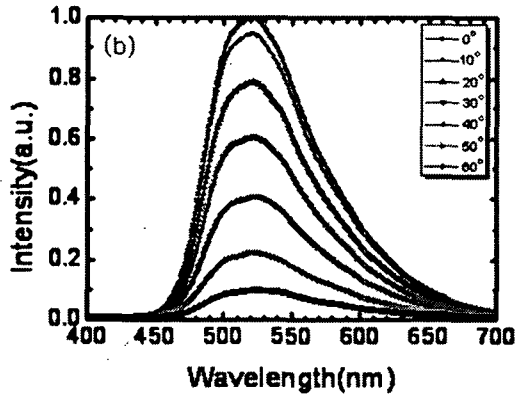


그림 1. 소자구조의 발광 방식에 따른 시야각 스펙트럼; (a) 배면 발광, (b) 전면 발광

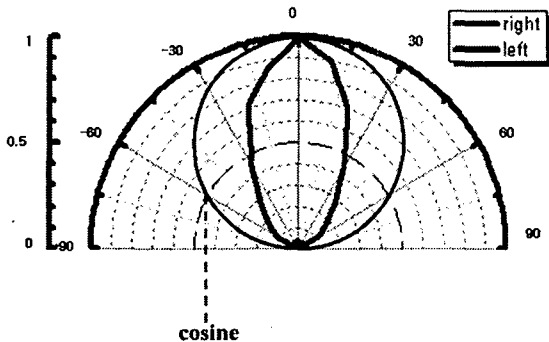


그림 2. 전면 발광 소자의 시야각에 따른 스펙트럼의 세기를 극좌표로 나타낸 그림.

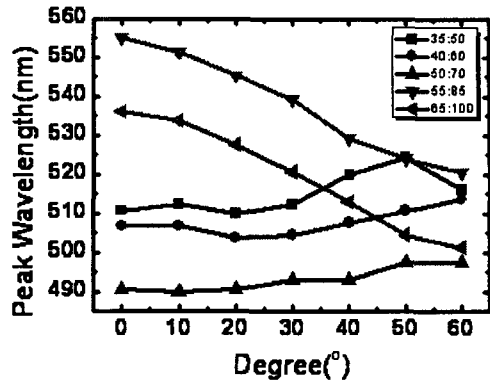


그림 3. 전면 발광 소자의 각도에 따른 발광 피크 파장.

4. 결론

TPD와 Alq₃의 박막 두께를 변화하여 소자를 제작한 결과 TPD와 Alq₃의 박막 두께의 변화에 따라 소자의 발광 스펙트럼이 변화하였다. 전면 발광 소자는 발광 스펙트럼 피크값이 490에서 555nm로 변화하였다. 시야각에 따른 발광 스펙트럼은 각도의 증가에 따라 밝기의 세기가 감소함을 보였다. 유기물 두께가 두꺼워짐에 따라 반폭치 값이 줄어들음을 알 수 있었다. 전면 발광 소자에서 반폭치 값은 35~90nm로 배면 발광 소자에 비해 큰 폭의 변화를 보였다. 결과적으로 전면 발광 소자가 배면 발광 소자보다 마이크로 캐비티의 영향을 더 받는 것으로 나타났다. 전면 발광에서도 유기물층의 두께가 증가할 때 반폭치 값이 작아지는 것으로 보아, 마이크로 캐비티의 영향도 더욱 증가하는 것을 알 수 있었다.

감사의 글

이 논문은 2008학년도 홍익대학교 학술연구진흥비에 의하여 지원되었음.

참고 문헌

- [1] C. W. Tang and S. A. VanSlyke, *Appl. Phys. Lett.* 51, 913 (1987).
- [2] L. S. Hung, C. W. Tang, and M. G. Mason, *Appl. Phys. Lett.* 70, 152 (1997).
- [3] C. J. Lee, Y. I. Park, and J. W. Park, *Bull. Korea Chem. Soc.* 26, 9 (2005).
- [4] C. H. Cheung, A. B. Djuricic, *Appl. Phys. Lett.* 85, 2944 (2004).