

Znq2와 dye에 의한 적색 유기 전계 발광 소자의 발광특성

조민정, 최완지, 박철현, 임기조, 박수길*, 김현후**
 충북대학교 전기공학과, 충북대학교 화학공학부*, 두원공대 전자과**

Emission Properties of Red OLED with Znq2 and dye

M. J. Cho, W. J. Choi, C. H. Park, K. J. Lim, S. K. Park*, H. H. Kim**
 Dept. of Electrical Engineering, Chungbuk Nat'l Univ.
 *Dept. of Chemical Engineering, Chungbuk Nat'l Univ.
 **Dept. of electronic Engineering, Doowon Technical College

Abstract - For the full color organic electro-luminescent device, essentially, red, green and blue emissions are required. But red emission is not to reach minimum level of practical use 31(lm/W). In order to optimize color purity and power consumption requirements, it is important for the materials development efforts to search for improvements in red emission efficiency.

In this study, the bis(8-oxyquinolino)zinc II (Znq2) were synthesized successfully from zinc chloride(ZnCl2) as a initial material. Then, we fabricated red organic electroluminescent device with a dye(DCJTБ)-doped and inserted Znq2 between emission layer and cathode layer for increasing EL efficiency. The hole transfer layer is a N,N'-diphenyl-N,N'-bis-(3-methyl phenyl)-1,1'-diphenyl-4,4'-diamine(TPD), and the host material of emission layer is Znq2. For the inserting of Znq2, efficiency increased.

1. 서 론

정보화 사회의 발전과 함께 저소비전력, 경량·박형, 대면적화가 영상산업의 필수기능으로 인식되면서, 유기물을 전기적으로 여기시켜 발광하는 자발광형 유기 전계 발광 소자에 대한 관심이 증가되고 있다. OLED는 현재 각광을 받고 있는 LCD와 같은 비발광형 소자와 비교해서 응답속도가 빠르고, 낮은 구동전압, 박막형태 제조 가능성, 전기발광의 균일성, 패턴형성의 용이성, 뛰어난 휘도 특성 등의 이점 때문에 차세대 평판 디스플레이로서 주목을 받고 있다. 그러나, 풀칼라용 평판 디스플레이에서 요구되는 청색, 녹색, 적색의 발광효율은 각각 1, 6, 3(lm/W)이며, 현재 녹색 및 청색 발광 재료의 효율은 어느정도 목표치에 도달했지만, 적색 단분자의 경우 1.5(lm/W), 고분자의 경우 1.8(lm/W)에 도달한 상태에서 아직 목표치에 충분하지가 않다. 1987년, Tang과 VanSlyke에 의해 Alq3 유기물이 사용되었는데, Alq3는 녹색영역(520nm)에서 빛을 발하며, 여러 가지 유기물 색소를 도핑함으로써 녹색에서 붉은색까지의 넓은 영역에서 빛을 낼 수 있다.[1][2] 그런데 Znq2 역시 Alq3와 비슷한 PL 스펙트럼 영역인 535nm의 파장을 가지고 있으면서 20[V]에서 16200(cd/m²)의 휘도가 보고된 바 있는 주목할 만한 발광재료이다.[3][4] 적색 발광층의 경우 밴드갭이 작은 적색발광의 특성상 다량의 녹색 발광물질에 적색발광 물질을 소량 도핑하여 사용한다. 그중, DCJTБ와 같은 DCM류의 물질이 적색 발광 물질중 가장 높은 휘도를 나타내고 색순도 또한 NTSC 기준에 근접하기 때문에 최근 주목받고 있다.[5]

본 연구에서는, Znq2를 host재료로, DCJTБ를 dye dopant로 이용해서 적색의 유기 EL 소자를 제작하여 그 발광특성을 조사하였다.

2. 본 론

2.1 실험 방법

2.1.1 성막 물질

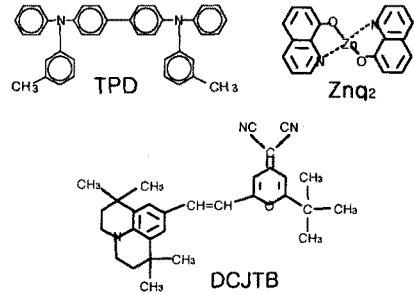


그림 1 실험에 사용된 유기재료의 화학적 구조

그림1은 TPD와 Znq2, DCJTБ의 화학적 구조를 나타낸 것이다. 정공 수송 재료 TPD(N,N'-diphenyl-N,N'-bis(3methyl)-1,1'-byphenyl-4,4'-diamine)는 일본 TCI사의 제품을 사용하였고, 발광층의 host 재료인 Znq2는 zinc chloride로부터 합성하였다. red dopant로서 Kodak의 DCJTБ[4-dicyanomethylene-6-cyano-2-tert-butyl-4H-pyran]를 사용하였다.

2.1.2 소자 제작

양극으로 ITO(면저항 20Ω/□)코팅된 유리기판을 아세톤과 알콜을 사용해 초음파 세척기에 의해 세척해 사용했으며, 유기재료는 모두 10⁻⁶Torr단위의 진공도에서 가열진공 증착법에 의해 적층하였다. 음극으로 사용한 Al은 4~10Å/s의 증착률로 유기물과 동일한 진공범위에서 200nm의 두께로 증착하였다.

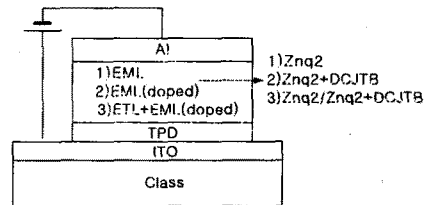


그림 2 소자의 구조

그림2는 실험에서 제작한 소자의 구조이다. 발광특성을 비교하기 위해 Al(200nm)/Znq₂(60nm)/TPD(60nm)/ITO 구조와 Al(200nm)/Znq₂+DCJTb2%(60nm)/TPD(60nm)/ITO구조, 전자 수송층이 삽입된 Al(200nm)/Znq₂(30nm)/Znq₂+DCJTb2%(30nm)/TPD(60nm)/ITO구조의 소자가 제작되었다.

소자의 발광 면적은 1×1cm²이고, 모든 측정은 상온의 DC 전압의 조건에서 실행되었다.

2.2 실험 결과 및 검토

2.2.1 DCJTb에 의한 변화

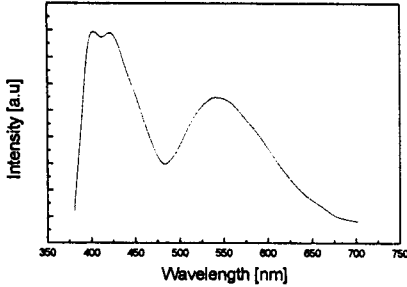


그림 3 Znq₂의 PL 스펙트럼

그림 3은 absorption peak 파장이 약 400nm, emission peak 파장 약 535nm 부근에 위치해 있는 Znq₂의 PL 스펙트럼이다.

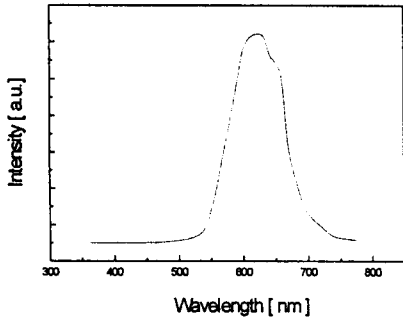


그림 4 DCJTb의 PL 스펙트럼

그림 4는 DCJTb의 PL 스펙트럼이다. 피크파장은 약 630nm 부근에서 나타나고 있다.

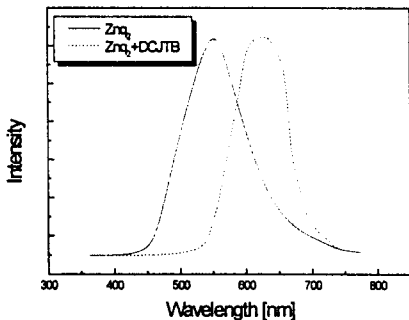


그림 5 발광재료에 따른 소자의 EL 특성

그림 5는 Znq₂ 발광 소자의 EL 스펙트럼과 DCJTb 도핑에 의한 적색발광의 EL 스펙트럼을 나타낸다. Znq₂만을 발광층으로 사용한 소자는 Znq₂의 PL 스펙트럼 피크 535nm에 유사한 550nm의 피크를 가지지만

DCJTb를 도핑하게 되면 EL 스펙트럼은 장파장쪽으로 이동하여 630nm를 갖는 적색의 발광특성을 보이게 된다. 이때, Znq₂는 녹색발광이 추가 되고 DCJTb 도핑 소자는 적색발광이 추가 되므로 이를 직접 비교할 수는 없다. 휘도는 인간이 느낄 수 있는 광 감도에 대해서 파장 555nm를 최대값 1로서 나타내는 표준시감도에 따른 것이므로 휘도만으로 EL의 Intensity를 정확히 반영할 수는 없기 때문이다. 그러나 그림5는 파장이 shift 되는 것을 확인하기 위하여 각각의 피크 값을 1로 환산하여 임의로 나타내었다.

2.2.2 전자 수송층의 영향

그림 6에는 인가전압에 따른 소자의 전류밀도를 나타내었다. DCJTb가 도핑된 소자는 도핑하지 않은 소자에 비해서 전류가 흐르기 어렵다. 이것은 DCJTb 분자가 Znq₂ 중에서 캐리어 트랩으로서 작용하는 것을 의미한다.[6] 그러나, DCJTb를 도핑하고, Znq₂의 전자 수송층을 삽입한 소자는 미도프 소자에 좀더 가까운 경향을 보이게 된다.

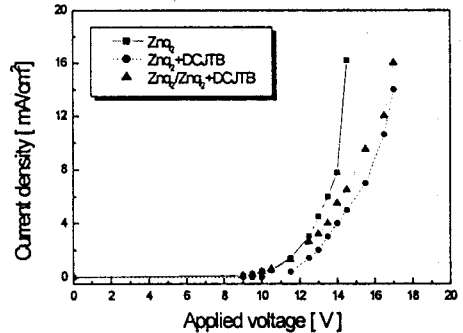


그림 6 인가전압에 따른 전류밀도 특성

Znq₂층은 전자 수송층으로서 작용하면서 터널효과에 의해 전자를 Znq₂+DCJTb의 발광층 계면으로 이동시키는 것이다.[7]

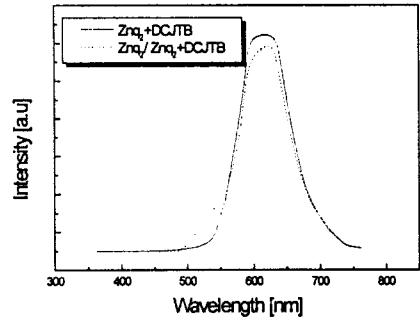


그림 7 전자 수송층 삽입에 의한 EL 스펙트럼 변화

그림 7에는 전자 수송층 Znq₂의 삽입이 EL 스펙트럼에 미치는 영향을 나타내고 있다. DCJTb를 첨가한 소자는 모두 DCJTb에 의한 630nm 피크의 발광특성을 가지고 있지만, 전자 수송층을 삽입한 소자에서는 550nm 부근의 작은 Znq₂발광이 관측된다. 이것은 발광층 내에서 재결합하지 않고 이동하는 소량의 정공이 Znq₂층에서 전자와 재결합함을 나타내는 것이다.

그림 8은 실험에 사용한 소자의 전압 대 휘도의 특성이다. DCJTb를 적색 염료로서 도핑 했을때는 Znq₂를 발

광층으로 사용한 녹색의 소자에 비해 휘도가 낮아진다.

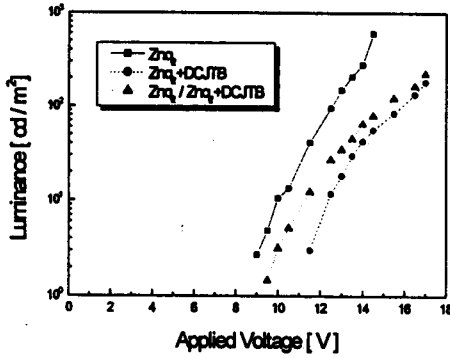


그림 8 소자의 인가전압에 따른 휘도 특성

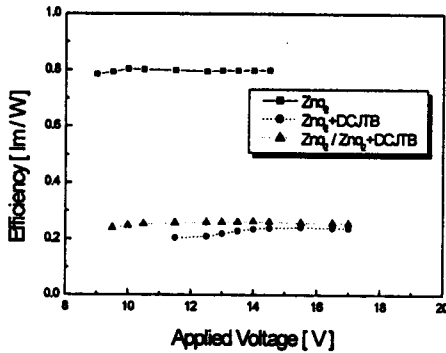


그림 9 소자의 구조에 따른 효율 특성

그림 9에는 Znq₂를 발광층으로 사용한 소자와 DCJTB를 도핑한 소자, Znq₂ 전자 수송층을 삽입한 소자의 전압에 따른 EL 효율특성을 나타내었다. Znq₂ 발광층에 2%의 DCJTB를 도핑함으로써 적색의 유기 전계 발광 소자를 제작하였을 때, 최대효율은 인가 전압이 15.5[V]일 때, 0.242[lm/W]였다. 여기에 전자 수송층 Znq₂를 삽입하였을 때는 13.5[V]에서 0.262[lm/W]의 최대효율 특성을 보이고 있다. 이처럼 적색의 발광 소자를 얻기 위한 DCJTB의 도핑에서 전자 수송층을 삽입하게 되면 적색 소자의 효율을 보강할 수 있다.

3. 결 론

본 연구에서는, 적색의 유기 전계 발광 소자의 제작을 위해 발광층의 host 재료로 Znq₂를 합성하였고, 여기에 2%의 DCJTB를 도핑하여 발광층을 구성하였다. EL의 메인 피크가 550nm인 Znq₂에 DCJTB를 도핑하여 발광층을 제작한 유기 전계 발광 소자는 630nm의 피크를 갖는 색순도 좋은 적색 발광을 구현할 수 있었지만, 휘도와 효율이 낮아지는 결과를 낳았다. 이 때문에, host 재료 Znq₂에 DCJTB를 도핑한 적색 발광 소자에 전자 수송층 Znq₂를 삽입하여 전자 수송 기능을 첨부했을 때, 전류밀도가 낮아지고, 휘도가 개선되어 효율을 높일 수 있었다. 삽입된 Znq₂층에서의 발광 때문에 색순도가 미세하게 저하되긴 했으나 전자 수송층을 삽입하지 않은 소자에서도 아주 작지만 550nm 부근의 발광은 존재했고, 효율의 측면에서 개선되었다고 할 수 있다. 그러나, 정공 블로킹 기능을 도입하게 되면, 음극으로 흘러가게 되는 정공을 막아 높은 색순도를 유지하면서도 전자와

정공의 재결합 확률을 증가시킬 것이라는 가정이 가능하게 되며, 앞으로 적절한 블로킹 재료의 선택으로 개선된 효율의 적색 발광 소자 구현에 대한 연구가 진행되어야 할 것이다.

감사의 글

본 연구는 2000년도 한국과학재단 목적기초연구(과제번호 2000-2-30200-009-3) 지원에 의해서 수행되었음.

[참 고 문 헌]

- [1] C. W. Tang and S. A. Van Slyke, APL, 51, 913, 1987
- [2] Tang, Van Slyke and Chen, J. Appl. Phys. Lett., 65, 9, 1989
- [3] Seung Jun Jung, Soo Gil Park, "The luminance characteristics of organic ELD based on Znq₂ and TPD"
- [4] Seizo Miyata et. al, "Organic electroluminescent materials and devices", Gordon and Breach publishers, p.316~p.318, 1997
- [5] T. K. Hatwar, G. Rajeswaran, J. Shi, Y. Hamada, H. Kanno, and H. Takahashi, "Red emitting Organic Electroluminescent Devices with Improved stability", Proc. the 10th International Workshop on Inorganic and Organic Electroluminescence (EL'00), p.31, 2000
- [6] H. G. Kim, T. Mori, T. Mizutani and D. C. Lee, "Electroluminescent properties of Organic Light-Emitting Diode doped with Squarylium Dye", IEE Japan, vol. 188-E, No.4, p.223, 1998
- [7] Martin Pope, Charles, Swenberg, "Electronic Processes in Organic Crystals and Polymers.", second edition, oxford science publications, p.1194~p.1199