

Coronene을 이용한 청색 유기전계 발광 소자의 개발

임 성택, 신 동명, 노석원
홍익대학교 화학공학과

Blue Light Emitting Electroluminescence Diode영문제목을 입력하세요

Sung Taek Lim, Dong-Myung Shin, Suk Won Roh
Department of Chemical Engineering, Hong-Ik University

Abstract - Blue light emitting electroluminescence(EL) diodes were fabricated utilizing Coronene and some organic materials. Coronene showed photoluminescence(PL) peak at 450nm in solution with high quantum efficiency. Multi layer system was applied to fabricate EL diode utilizing Coronene. The device showed diode-like applied voltage-current relationship. And blue light emitting was observed. The decay time of device was in a scale of some seconds. The trun-on voltage of device was about 9 V.

1. 서 론

유기물을 이용한 전계 발광소자의 개발은 그 잠재된 개발 가능성으로 인하여 많은 연구가 진행되고 있다. 유기물을 이용한 전계 발광 소자의 가장 큰 특성은 대면적화와 높은 양자 효율을 지닌 소자의 개발 가능성에 있다. 무기물을 이용한 전계 발광소자는 인가되는 전압이 매우 높고 그 효율이 매우 낮은 단점이 있다. 유기물을 이용할 경우 넓은 영역대의 파장에서 발광을 관찰할 수 있고 그 효율이 높다는 장점을 이용할 수 있다[1,2]. 그러나 유기물을 이용할 경우 금속과 유기물간의 계면 현상을 정확히 해석하지 못하는 단점 또한 지니고 있다. 공액성 고분자의 이용은 많은 가능성을 제시하고 있다. 공액성 고분자는 고분자로서의 안정성과 응용성을 함께 지니고 있어서 그 연구가 활발하게 진행되고 있다. 공액성 고분자에 도핑기법을 도입하여 유기 전계 발광소자를 개발하고자 하는 노력 또한 많이 시도되고 있다[3]. 공액성 고분자를 이용한 유기 전계 발광 소자의 경우 무기물에 비하여 그 구동 전압이 상당히 낮고 그 제작 기법이 간단하다는 장점을 가지고 있지만 단분자 유기물을 이용한 경우보다 구동 전압이 높고 그 양자 효율이 높은 단점을 보이고 있다[4]. 본 연구에서는 청색 광발광을 하는 Coronene을 이용하여 유기 전계 발광 소자를 제작하고 이 소자의 전기적, 분광학적 특성을 조사하였다. Coronene은 판상형 구조를 가지는 고리화합물로서 강한 정전기적 상호작용을 보이는 물질이다. 일반적으로 사용되는 소자의 제작 기법인 진공 증착 기법으로 박막을 제작할 경우 이러한 강한 정전기적 상호작용으로 인하여 균일한 박막을 형성하지 못하는 것으로 관찰되었다. 또한 유기 용매 중에 존재할 때에는 광발광의 높은 효율을 보여주지만 고체상태로 존재할 경우에는 그 효율이 매우 낮다. 이러한 특성들로 인하여 Coronene을 진공 증착법에 의하여 박막을 제작하게 되면 청색발광이 아닌 녹색 발광을 나타낸다. 이는 각 분자들이 서로 이합체 또는 삼합체를 이루는 aggregation효과가 강하여 일어나는 현상으로 판단되어지고 있다. 이러한 소자 제작상의 단점을 극복하기 위하여 본 연구에서는 일반적으로 이용되어지는 진공 증착법을 응용하여 Coronene의 박막을 제작하였다. 또한 공액성 고분자, 예를 들어 Poly

(N-vinylcarbazole)(PVK),를 이용할 경우 나타나게 도 구동 전압이 높아지게 되는 현상을 극복하고자 정공전달 물질인 PVK를 역시 정공전달 물질인 N,N'-Diphenyl-N,N'-di(m-tolyl)-benzidine(TPD)를 doping 하여 소자를 제작하였다. 이와 같은 형태의 소자제작을 통하여 소자의 구동 효율을 높이는 기법은 최근에 많은 연구가 진행되고 있다[5].

2. 본 론

2.1 실험방법

본 연구에서 사용된 유기 물질들을 그림 1에 나타내었다. 발광 물질로는 Coronene을 이용하였고 정공 전달 물질로서 PVK와 TPD를 사용하였다. 전자 전달 물질로는 Tetraphenylbutadiene을 이용하였다.

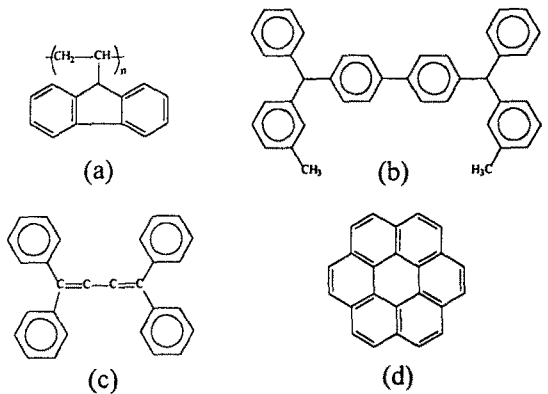


그림 1. 소자제작에 이용된 유기물질 (a) PVK (b) TP (c) TPB (d) Coronene

소자는 다중층의 구조를 가지도록 제작되었다. 그림 2에 제작된 소자의 구조를 나타내었다.

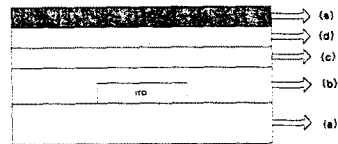


그림 2. 소자의 구조 (a) 유리 기판 (b) 정공전달층 (발광층) (d) 전자전달층 (e) Al전극

그림 2에 나타낸 바와 같이 정공주입층으로서 ITO전극을 사용하였고 전자주입층으로서 Al을 이용하였다. 정공 전달층을 이루는 PVK는 spin casting기법을 이용하

박막을 제작하였다. 제작된 박막은 진공중에서 130°C 온도를 2시간 동안 유지 시켰다. 소자는 각각 다음의 경우로 제작되었다. ITO/PVK/TPB/Al의 구조를 가지는 것을 P, ITO/PVK/Coronene/TPB/Al의 구조를 가지는 것을 PC, ITO/TPD doped PVK/TPB/Al의 구조를 가지는 것을 T, ITO/TPD doped PVK/Coronene/TPB/Al의 구조를 가지는 것을 PC로 명명하였다. 각 층의 두께는 정공전달층은 500Å, 발광층은 250Å, 전자전달층은 200Å으로 조절하였다. 그리고 TPD doped PVK는 TPD를 PVK에 대해 3mol%가 되도록 doping하였다. Coronene과 TPB는 10⁻⁵ torr의 압력에서 진공 증착 기법을 이용하여 박막을 제작하였다. Spin casting을 위한 박막의 제작에 있어서 유기 용매로서는 1,2-dichloromethane을 사용하였다.

2.1.1 결과 및 토의

소자 T와 TC의 인가전압-전류 특성을 그림 3에 나타내었다.

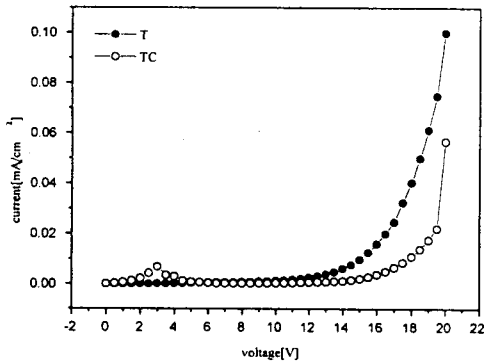


그림 3. 소자 T와 TC의 인가전압-전류(I-V)특성

제작된 각 소자의 전계 발광은 소자 P를 제외 하고 모두 450nm의 영역에서 관찰되었다. 소자 P의 경우 전계 발광은 410nm의 영역에서 관찰되었다. 소자의 발광 특성은 그 소멸 시간이 수초의 범위에서 결정되었다. 그림 3에서 보는 바와 같이 Coronene을 발광층으로 사용할 경우 그 구동 전압은 2~3V의 증가를 보였다. 그림 4에 소자 P와 T, TC의 인가 전압-전류의 관계를 비교하여 나타내었다.

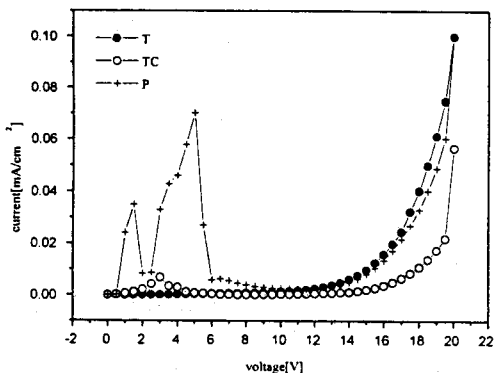


그림 4. 소자 T, TC와 소자 P의 인가전압-전류 특성 비교

소자 P의 인가전압-전류특성의 경우에서 나타나는 현상은 air gap, 불순물등에 의한 trap효과에 의한 것으로 판단된다. PVK에 TPD를 doping시킨 경우에는 이러한 현상이 관찰되지 않았다. 인가전압이 12V이하인 영역에서 나타나는 이와 같은 현상은 spin casting에 의해 제작되는 공액성 고분자의 박막에서 흔히 나타나는 현상으로서 정확한 경로는 밝혀지지 않고 있다. TPD를 PVK에 doping시킨 경우 이러한 현상이 나타나지 않는 이유는 air gap이나 불순물등이 열처리 과정에서 TPD에 의해 채워지거나 TPD의 정공전달능력에 의해 메워지는 것으로 생각되어진다. 본 연구에서 제작된 소자는 그 소멸 시간이 매우 짧았다. Coronene을 발광층으로서 사용한 경우와 그렇지 않은 경우 모두 수 초이내의 소멸시간을 보여주었다. 이는 PVK를 정공전달층으로 사용할 경우 PVK의 정공전달 능력이 우수하지 않기 때문에 높은 전기장이 인가되는 이유를 생각할 수 있다. 또한 TPD를 doping하였을 경우에도 이미 PVK에 의한 영향이 극복되지 않기 때문에 유사한 소멸시간을 나타내는 것으로 판단된다. Coronene을 진공증착을 할 경우 그 박막의 광발광은 green emission으로 관찰되었다. 이는 Coronene의 강한 정전기적 상호 작용에 의해 aggregation이 형성되고 전자의 여기 상태가 aggregation이 형성되기 전의 상태보다 낮아지기 때문인 것으로 생각되어진다. Coronene의 경우 위와 같은 aggregation현상을 피하기 위하여 2차 증착법을 사용하였다. 그 결과 관찰되어지는 발광은 blue emission이었고 aggregation에 의한 여기상태의 낮아짐 현상은 관찰되지 않았다.

3. 결 론

Spin casting과 진공증착에 의해 제작된 유기 전계 발광 소자에 있어서 그 구동 전압은 정공 전달층의 특성에 강하게 영향을 받았다. 또한 정공전달층의 균일한 정도가 소자의 구동 특성에 영향을 미치는 것을 관찰하였다. PVK, Coronene, TPD, TPB는 모두 청색발광을 하는 질로서 이러한 물질들을 이용한 유기 전계 발광 소자는 exciton이 형성되는 영역을 조절하지 않아도 청색발광을 관찰 할 수 있었다. PVK층의 두께와 무관한 발광 특성을 보였다. 그러나 인가전압-전류의 특성은 정공전달층을 doping한 경우와 그렇지 않은 경우에서 매우 다른 양상을 보였다. 이는 air-gap혹은 불순물에 의한 효과로 생각되어진다. 청색 발광소자의 제작에 있어서 그 life time은 아직 해결과제로서 남아있고 소자 구동시에 발생하는 열에 의한 소자의 구동수명 단축을 해결하는 과제가 남아있다.

본 연구는 1997년 정보통신부 대학기초연구지원사업의 지원으로 수행 되었습니다.

[참 고 문 헌]

- [1] K.H.Drexhage, in Topics in Applied Physics:Dye edited by F.P.Schafer, Springer, New York, Vol.1, 1977
- [2] H.Gold, in The Chemistry of Synthetic Dyes, ed K. Venkataraman, Academic, New York, Vol. 5, p. 53
- [3] Kido, J., Hongawa, K., Okuyama, K. and Na Bright Blue Electroluminescence from Poly(N-vinylcab, Applied Physics Letters, 63, 2627-2629, 1993
- [4] Kido, J., Hongawa, K., Okuyama, K. and Na White-Light-Emitting Organic Electroluminescent I Using the Poly(N-vinylcabarzole) Emitter Layer Dope Three Fluorescent dyes, Applied Physics Letters 1489-1491, 1989
- [5] Jianmin Shi and C. W. Tang, Doped o electroluminescent devices with improved stability, Physics Letters, 70(13), 31, 1997