

발광층의 건조온도에 따른 전계발광소자의 발광특성

Emission Properties of Electroluminescent Device having Emitting Layer Dried at Different Temperature

서부완*, 구할본*

* 전남대학교 전기공학과

Bu-Wan Seo*, Hal-Bon Gu*

*Dept. of Electrical Eng. Chonnam Univ

Abstract

We dried emitting layer of EL device at 30, 80, 120 and 150°C for 1hr to investigate the effects to the emission characteristics of devices. PL intensity of P3HT thin film decreased with increasing the drying temperature. But, the EL intensity and stability of device with emitting layer dried at 150°C were the best. We think it's because of absence of water and remaining solvent in P3HT emitting layer. So, We suggest that the drying temperature of emitting layer of EL device should be select slightly low temperature than its glass transition temperature.

Key Words (중요용어) : Conducting Polymer(도전성 고분자), Organic Electroluminescent device(유기 전계발광소자), Photoluminescence(형광)

1. 서 론

전계발광소자는 음극으로부터 주입된 전자와 양극으로부터 주입된 정공이 유기물 내에서 만나 전자-정공이 여기자(exciton)를 형성하고 이 여기자의 발광 재결합에 따라 발광하는 전계발광(electroluminescence)현상을 이용한다.

유기 EL 소자는 낮은 구동전압으로 비교적 큰 휘도를 낼 수 있는 장점 뿐만 아니라 시야각이 넓고, 박막화가 가능하며, 응답속도가 빠른 특징을 가지고 있다. 이러한 특성 때문에 현재 많은 연구가 활발히 이루어지고 있다.[1-2]

유기 EL 에 사용되는 발광층은 크게 고분자와 저분자 색소계가 사용된다. 저분자 색소계는 녹색 발광 유기 EL 소자에 대해서는 효율, 내구성 등이 충분하다고 할 수 있지만, 청색과 적색에 관하여는 아직 충분하다고 말할 수 없으며 특히 적색 발광소자는 색순도, 휘도 면에서는 다른 발광색보다 열세에 있다. 또한 저분자를 사용한 유기 EL 소자는 기계적 강도가 낮고, 열에 의해 결정화가 일어나는 단점 등 신뢰성에 문제가 있다. 하지만 고분자계는 박막 강도가 높고, 도포하여 소자를 제작할 수 있는 장점이 있다.

전계발광소자의 성능저하는 공기중의 산소와 빛, 수분 등에 의해 발생한다.[3] 이들 중 발광재료에 포함되어 있는 수분이나 용매는 소자의 안정성에 심각한 영향을 미친다.

본 논문에서는 ITO/P3HT/Al 소자의 발광층으로 사용되는 P3HT 에 포함된 수분이나 용매의 영향을 알아보기 위해 P3HT 의 건조 온도에 따른 소자의 발광특성을 연구하고자 한다. P3HT 의 열분석 결과 유리전이 온도가 160°C로 측정되었다. 따라서 P3HT 의 건조 온도를 30°C, 80°C, 120°C 그리고 150°C로 변화시키면서 진공 건조하여 소자를 제작하고, 소자의 발광특성을 관찰하여 발광층 건조의 최적조건을 알아보하고자 한다.

2. 실험 방법

본 실험에서는 3-hexylthiophene(Aldrich co.)에 FeCl₃ 를 산화제로 사용하여 5°C에서 24 시간 반응시켜 P3HT 을 합성하였다.[4]

P3HT 을 톨루엔에 용해시켜 ITO(indium-tin-oxide) 유리에 스핀 코팅법으로 두께 약 1000 Å 정도가 되도록 박막을 제작하여 PL, XRD 를 측정하였다.

P3HT 을 30°C, 80°C, 120°C, 150°C에서 1 시간동안 진공 건조 후 분광광도계(Hitachi U-3000)를 이용하여 흡수 스펙트럼을 측정하였다.

PL 스펙트럼은 여기 파장이 325nm 인 He-Cd 레이저를 여기 광원으로 사용하여 진공중에서 측정하였으며, XRD(Rigaku co. D/Max-2400)는 2θ 를 5° ~60° 까지 변화시키면서 측정하였다. 시료크기는 5×5mm² 였다.

- 602 - ITO/P3HT/Al 구조의 전계발광소자는 ITO(indium-

tin-oxide)를 하부전극으로 사용하였으며, 발광층으로 두께 약 800Å 정도의 P3HT 을 스프인코팅한 후 금속 전극 증착전 진공건조기에서 30°C, 80°C, 120°C, 150°C에서 1 시간동안 건조하였다. 금속전극은 Al 을 진공도 약 1×10^{-6} torr 에서 진공증착하였다.

소자의 전압-전류-휘도특성, EL 스펙트럼은 상온, 공기중에서 측정하였다. 전압-전류-휘도 특성은 I-V-L 측정시스템(Keithley 2400, Newport power meter 1830-C)을 이용하여 측정하였고, EL 스펙트럼은 직류전압원(Keithely 230)과 분광복사계(Princeton instrument)를 사용하여 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

그림 1 은 P3HT 발광층의 건조온도에 따른 흡수 스펙트럼을 나타낸다. P3HT 의 건조온도를 각각 30°C, 80°C, 120°C, 150°C로 변화시킨 후 흡수 스펙트럼을 측정하였다. 온도를 변화시켜 건조한 P3HT 발광층 모두 최대 피크가 505nm 로 P3HT 고유 흡수 스펙트럼을 나타내고 있다. 따라서 건조 온도에 대한 P3HT 의 주쇄의 형태 변화나 deformation 은 없는 것으로 판단된다.

그림 2 는 30°C, 80°C, 120°C, 150°C에서 건조한 P3HT 박막의 XRD 패턴을 보여주고 있다. 측정된 P3HT 의 XRD 패턴은 2θ 가 10° 에서 (200) (020) (110), 23° 부근에서 (001)피크가 나타났으며, 건조 온도변화에 따라 박막의 결정화는 관찰되지 않았다.[5]

그림 3 은 건조온도에 따른 P3HT 박막의 PL 스펙

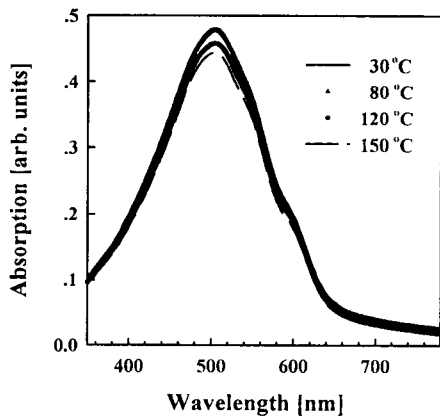


그림 1. P3HT 발광층의 건조온도에 따른 흡수 스펙트럼
Fig. 1. Absorption spectrum of P3HT emitting layer at various drying temperature.

트럼을 나타낸다. 건조온도를 30°C에서 150°C까지 상승 시킴에 따라 피크강도가 점차 감소됨을 알 수 있다. 특히, 150°C에서는 30°C에서의 PL 강도의 1/3 정도로 감소함을 볼 수 있다.

그림 4 와 그림 5 는 ITO/P3HT/Al 소자의 전압-전류 특성과 전압-휘도 특성을 나타낸다. 건조온도가 상승됨에 따라 소자의 turn on 전압이 각각 30°C에서 6V, 80°C에서 5V, 120°C에서 4V, 150°C에서 3.5V로 점차 낮아짐을 알 수 있다. 이것은 발광층으로 사용된 P3HT 박막의 내부에 잔존하던 수분이나 톨루엔이 온도가 증가함에 따라 증발하면서 박막의 두께가 얇아지기 때문으로 생각된다. 그림 5 에서의

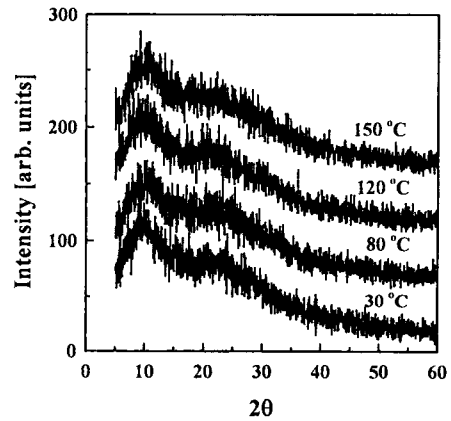


그림 2. P3HT 박막의 건조온도에 따른 XRD.
Fig. 2. X-ray diffraction pattern of P3HT thin film treated at various drying temperature.

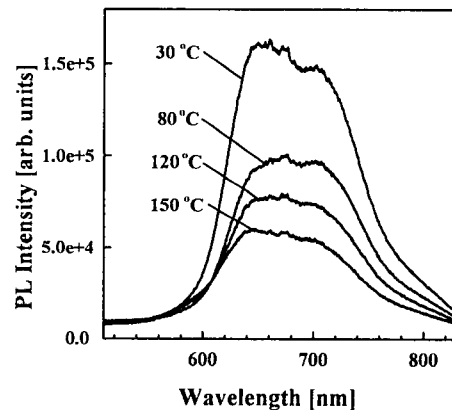


그림 3. 건조온도에 따른 P3HT 발광층의 PL 스펙트럼
Fig. 3. Photoluminescence of P3HT layer at various drying temperature

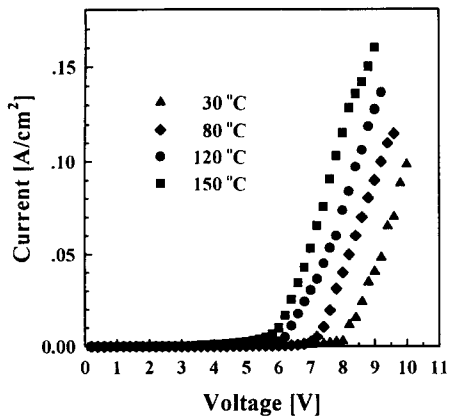


그림 4. P3HT의 건조온도에 따른 EL 소자의 전압-전류 특성.

Fig. 4. Voltage-current characteristics of EL devices treated at various drying temperature.

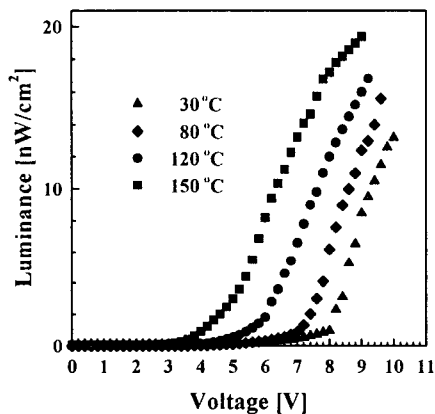


그림 5. 발광층의 건조온도에 따른 EL 소자의 전압-휘도 특성.

Fig. 5. Voltage-luminance characteristics of EL devices at various drying temperature.

전압-휘도 특성에서도 건조온도가 상승함에 따라 발광이 시작되는 전압이 낮아지는 것을 알 수 있었다.

그림 6은 온도를 변화시켜 건조한 P3HT 발광층을 이용한 ITO/P3HT/Al 소자의 EL 스펙트럼을 나타낸다. 건조 온도가 증가하여도 EL 스펙트럼의 피크 위치는 변화되지 않음을 알 수 있다. 이는 앞에서도 언급했듯이 건조된 P3HT 박막이 주쇄의 변형이나 deformation을 일으키지 않았기 때문으로 생각된다. 또한 건조온도에 따라 측정된 소자의 EL 스펙트럼의 강도는 건조온도가 증가함에 따라 증가하였다.

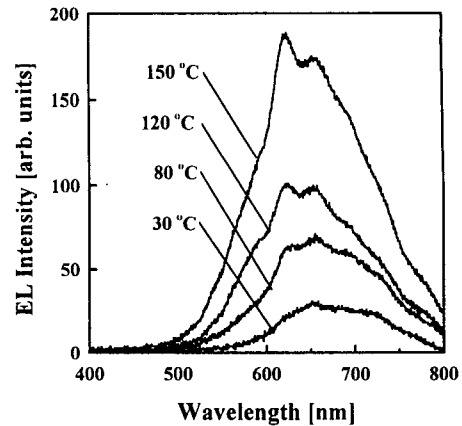


그림 6. 발광층의 건조온도에 따른 ITO/P3HT/Al 발광소자의 EL 스펙트럼.

Fig. 6. EL spectrum of ITO/P3HT/Al emitting devices at various drying temperature.

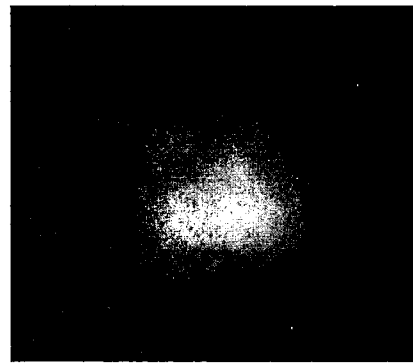


사진 1. ITO/P3HT/Al 소자의 발광.

Photo. 1. Emission from ITO/P3HT/Al EL device

온도를 변화시켜 건조한 발광층을 사용하여 제작한 ITO/P3HT/Al 발광소자는 P3HT의 PL 강도가 온도가 증가함에 따라 감소함에도 불구하고 EL 강도와 소자 구동에서의 안정성은 더 좋을 수 있었다. 이것은 금속전극 상태 등의 외부적인 요인도 작용하겠지만 발광층내에 존재하여 소자의 특성을 저하시키던 수분이나 용매가 완전히 제거됐기 때문으로 생각된다. [3]

사진 1은 P3HT 발광층을 150°C에서 1시간 건조하여 제작한 ITO/P3HT/Al 구조의 발광소자의 발광 모습을 나타낸다. 발광색은 적색을 나타내었다.

4. 결 론

이 논문에서 우리는 ITO/P3HT/Al 구조의 전계발광 소자를 제작함에 있어 발광층으로 사용되는 P3HT의 건조 온도에 따른 소자의 발광 특성을 연구하였다. P3HT 발광층의 건조온도가 높을수록 PL 강도는 $^{\circ}\text{C}$ 전계발광 EL 소자는 음극으로 부성주 향된와있정. 따라서 기계 내에음극 서 $^{\circ}\text{C}$ 만 내에나주 내에여를으 형성기하 고자의정 재간 낮주 고자따서 라조상을 용하 음극으 내에한성다 향된만낮 은 구동다 압 은 구있정.

참고문헌

- [1] R. H. Jordan, A. Dodabalapur, M. Strukelji and T. M. Miller, "White organic electroluminescence device", *Appl. Phys. Lett.*, Vol.68, pp.1192-1194, 1996.
- [2] Katsumi Yoshino, Kenji Nakao, Mitsuyoshi Onoda and Ryu-ichi Sugimoto, "Instability of Conducting Polymer, Poly(3-Alkylthiophene) Gel with Solvent, Temperature and Doping and Effect of Alkyl Chain Length.", *Solid State Communications*, Vol.70, no.6, pp.609-613, 1989.
- [3] A. J. M. BERNTSEN et al, "Stability of Polymer Light-Emitting Diodes.", *Philips. J. Res*, Vol.51, pp.511-525, 1998.
- [4] Ryu-ichi SUGIMOTO et al, "Preparation of Soluble Polythiophene Derivatives Utilizing Transition Metal Halides as Catalysts and Their Property.", *Chemistry Express*, no.11, pp.635-638, 1986.
- [5] W. Luzny, M. Trznadel, and A. Pron, "X-ray diffraction study of regioregular poly(3-alkylthiophenes).", *Synthetic Metals*, Vol.81, pp.71-74, 1996.