

고분자 EL 소자의 휘도 특성에 관한 연구

강 희 조

목원대학교 컴퓨터멀티미디어공학부

A Study on Brightness Characteristic of Polymer Electro-luminescent Devices

Heau-Jo Kang

Division of Computer & Multimedia Engineering, Mokwon University

TEL/FAX : 042-829-7634/042-824-7634

E-Mail : hjkang@mokwon.ac.kr

요 약

본 논문에서는 차세대 평판디스플레이(FPD)로 대두되고 있는 EL의 발광 원리, 종류 및 구조를 살펴보고 분광방사휘도계(CS-1000)로 무기 EL의 휘도를 측정하여 색좌표 및 분광그래프를 비교 분석하였다.

1. 서 론

현대의 정보 디스플레이는 브라운관(Cathode Ray Tube : CRT)이 주종을 이루고 있으며, 최근에는 액정디스플레이(Liquid Crystal Display : LCD)가 많이 보급되고 있다. 브라운관은 다양한 색을 표시할 수 있고, 화면의 밝기도 매우 우수하며, 화소의 크기도 매우 작고, 정밀한 화면을 나타낼 수 있는 등의 좋은 장점을 가지고 있어서, 개발된 이후 오랫동안 평판디스플레이(Flat Panel Display : FPD)의 중요한 위치를 꾸준히 지켜왔다. 그러나 점차로 증대되고 있는 대형화 및 고해상도 디스플레이에 대한 요구증가로 무게와 부피가 매우 큰 브라운관보다 경량화, 박형화, 고속응답특성, 저구동전압 및 저소비전력, 저가격의 Full-color 평판디스플레이의 개발이 요구되고 있다[1]. EL(Electro Luminescent)은 유리기판 또는 투명한 필름 위에 도포한 형광체에 전계를 인가하여 발광시키는 평면 자발광형 디스플레이이다. 이 가운데 박막 EL의 등황색 발광 제품이 정보표시용 디스플레이로 실용화되었고, 분산형 EL은 대형 액정 디스플레이용 백색발광의 후면광원(back light)으로 실용화되었다. 최근에는 멀티컬러화 연구가 활발히 진행되고 있으며 단색 EL의 경우에는 저전압화, 저가격화를 목표로 개발이 진행되고 있다[2].

본 논문에서는 브라운관보다 경량화, 박형화, 저구동전압 및 저소비전력화가 가능한 평판디스플레이 ELD(Electro Luminescent Display)를 소

개하고 EL의 발광 원리, 종류, 구조를 살펴본다. 또, 분광방사휘도계(CS-1000)를 이용하여 A3 크기의 무기 EL의 휘도를 측정하고, 측정값을 색좌표와 분광그래프를 이용하여 비교 분석하였다.

II. 본 론

2.1. EL의 발광 원리

EL은 임계전압 이상의 전압을 받으면 터널효과에 의해 절연층과 발광층 사이의 계면준위에서 방출된 전자가 높은 전계에 의해 가속되어 열전자(Hot electron)화되고, 이 전자들이 형광체에 충돌하여 여기된다. 여기된 전자가 여기준위로부터 기저준위로 완화될 때 EL은 발광한다.

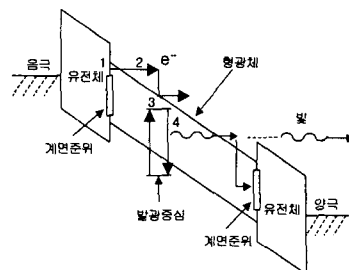


그림 1. 에너지 밴드도

2.2. EL의 종류

EL은 크게 무기 EL과 유기 EL로 구분된다. 무기 EL은 무기물을 이용한 분산형 EL과 박막형 EL로 분류하고, 각각 교류 구동형 EL과 직류 구동형 EL로 구분한다. 또한, 유기 EL은 유기물 박막을 이용한 것으로 최근 고분자를 사용한 고분자(Polymer) EL이 연구되고 있다[3].



그림 2. EL의 종류

2.3. 투명전극(Indium Tin Oxide : ITO)

투명전도막은 지금까지 대전방지막, 열반사막, 면발열체, 광전변화소자 및 각종 평판디스플레이의 투명전극 등으로 사용되어 왔다. 특히 최근에는 종래의 CRT에 비해서 소형인 동시에 얇은 LCD가 사무기기 및 소형 TV, 휴대전화, 전자수첩 등의 휴대용 소형기기로의 응용을 중심으로 해서 증가하고 있고 동시에 화소전극으로서 이용되는 투명전극의 수요도 급속히 증가하고 있다. 일반적으로 ITO막은 화학기상증착법, 도포법, 열증착법, 이온 플레이팅법 그리고 스퍼터법 등 다양한 방법에 의해 제조가 가능하다. 현재 상업적인 양산을 위해서는 대형기판에 균일한 박막제조가 가능하고 고품질의 막을 얻는 것이 가능한 스퍼터법이 주로 사용되고 있다. 그 중에서도 고속으로 박막제조가 가능한 마그네트론 스퍼터법이 가장 광범위하게 이용되고 있다. 그러나 스퍼터법으로 ITO막을 제조시에는 음이온 충격에 의한 막손상으로 저항이 증가되는 단점이 있어 이를 극복하기 위한 다양한 방법이 연구되고 있다[4].

2.4. EL의 구조

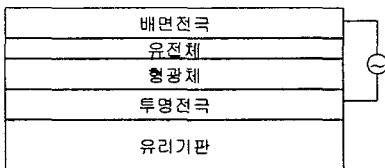


그림 3. 분산형 교류 EL

그림 3은 분산형 교류 EL의 구조이다. 분산형 교류 EL은 유리기판 위에 투명전극, 형광체, 유전체, 배면전극으로 이루어졌으며, Silvania사에 의해 처음 개발되었고, 현재 액정 디스플레이의 후면광원으로 사용된다.

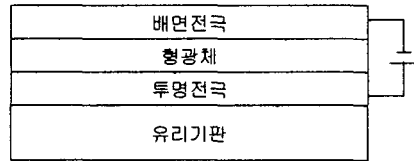


그림 4. 분산형 직류 EL

그림 4는 분산형 직류 EL의 구조이다. 분산형 직류 EL은 유리기판 위에 투명전극을 형성하고 형광체, 배면전극의 형태로 이루어졌다. Vecht 이 후 영국에서 개발이 되고 있다.

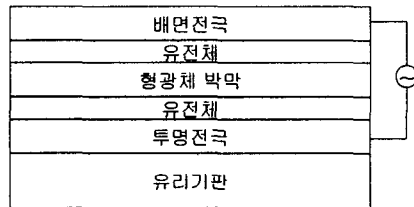


그림 5. 박막형 교류 EL

그림 5는 박막형 교류 EL의 구조이다. 교류 EL에 비해서 유전체가 없다는 특징을 보이며, 구조가 간단하다. 박막형 교류 EL은 유리기판 위의 투명전극과 배면전극사이에 발광층을 절연층으로 샌드위치 형태로 적층한 2중 절연막 구조로 되어있다. 휘도가 높고 수명이 긴 EL소자로 1974년에 개발되었다.

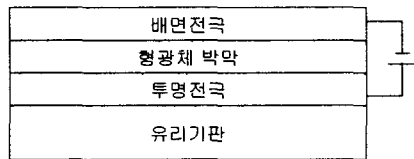


그림 6. 박막형 직류 EL

그림 6은 박막형 직류 EL의 구조이다. 박막형 직류 EL은 박막 발광층 양쪽에 직접 전극을 형성시킨 단순한 구조로 되어있다.

2.5. 측정방법

A3 크기의 서로 다른 무기 EL Sheet 14장을 그림 7과 같이 빛이 전혀 들어오지 않는 암실에서 AC 130V의 전압을 인가한 후 2m거리에서 분광방사휘도계(CS-1000)를 이용하여 휘도와 색좌표를 측정하였다. 최적의 측정치를 얻기 위해서 EL Sheet와 CS-1000과의 거리는 2m로 하였으며, 측정물과 피측정물 간에 수평을 유지하여 빛의 굴절을 최소로 시켰다.

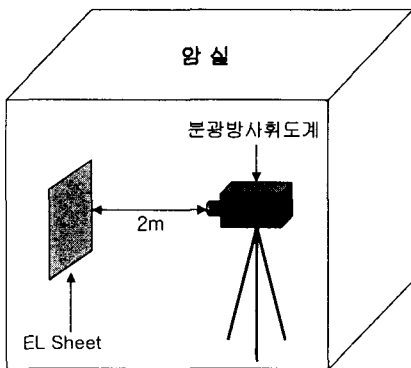


그림 7. 휘도 측정 방법

III. 결과 및 고찰

본 논문은 CS-1000을 이용하여 암실에서 발광되고 있는 EL Sheet의 휘도 및 색도를 측정하여 그 특성을 분석하였다. 측정값들은 표 1에 정리하였고, 색좌표의 기준은 xy좌표계를 사용하였다.

표 1. 측정값

No	휘도(cd/m ²)	색좌표		파장(nm)
		x	y	
1	128.7	0.1782	0.4317	504
2	55.41	0.2888	0.3024	478
3	168.5	0.1843	0.4588	505
4	82.71	0.3203	0.3147	478
5	148.8	0.2955	0.3516	568
6	68.41	0.4426	0.3099	609
7	86.84	0.1351	0.3620	500
8	49.97	0.4429	0.3481	608
9	108.0	0.1682	0.5514	510
10	120.5	0.5072	0.4105	599
11	149.5	0.2044	0.6024	514
12	158.1	0.4471	0.4583	590
13	154.5	0.2272	0.5988	515
14	190.8	0.3220	0.5498	512

측정된 휘도값은 49.97cd/m²부터 190.8cd/m²까지 고르게 나오는 것을 확인할 수 있다. 그 중에서 최고휘도와 최저휘도를 나타내는 EL Sheet의 색좌표, 분광그래프를 비교하였으며, 각 파장별로 휘도를 비교하였다.

그림 8은 고휘도 EL Sheet의 색좌표이고, 그림 9는 고휘도 EL Sheet의 분광그래프이다. 이 색좌표를 통해 x : 0.3220, y : 0.5498 좌표에서 색이 발광하고 있으며, 분광그래프를 통해서 512nm에서 발광효율이 가장 좋은 것을 확인할 수 있다.

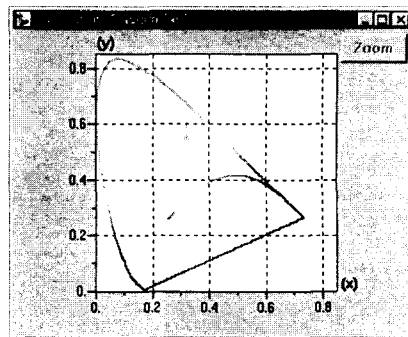


그림 8. 고휘도의 색좌표

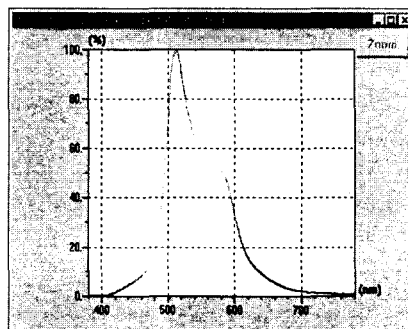


그림 9. 고휘도의 분광그래프

그림 10은 저휘도 EL Sheet의 색좌표로 x : 0.4429, y : 0.3481 좌표에서 발광하고 있음을 알 수 있다.

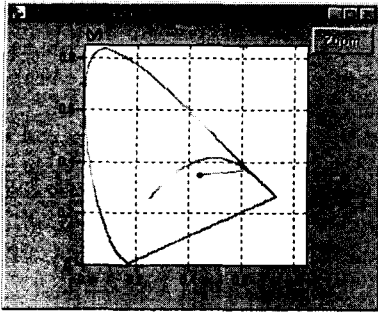


그림 10. 저휘도의 색좌표

또한, 그림 11은 저휘도 EL Sheet의 분광그래프로 608nm에서 발광효율이 가장 좋음을 알 수 있다.

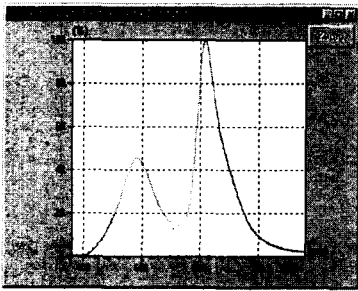


그림 11. 저휘도의 분광그래프

그림 12는 파장에 따른 휘도를 분석한 그래프이다. 각 점들은 측정된 data로 분광그래프 512nm에서 발광효율이 높았던 EL Sheet의 휘도가 190.8cd/m²로 가장 높고, 분광그래프 608nm에서 발광효율이 높았던 EL Sheet는 휘도가 49.97cd/m²로 가장 낮음을 알 수 있었으며, 가장 높은 휘도를 나타낸 512nm와 그 주변 파장대(504nm~599nm)에서 높은 발광효율을 나타낸 EL Sheet들이 100cd/m² 이상의 휘도를 내었다.

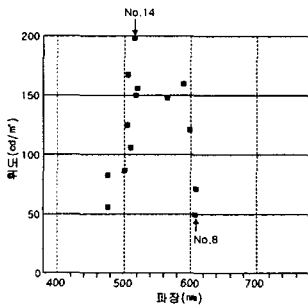


그림 12. 파장에 따른 휘도 분석

IV. 결론

본 논문은 최적의 측정값을 얻기 위해 암실에서 분광방사휘도계(CS-1000)를 이용하여 발광하고 있는 무기 EL Sheet의 휘도 및 색도를 측정하여 고휘도와 저휘도의 측정치를 비교 분석하였다.

휘도는 표 1의 측정 결과와 같이 49.97cd/m²부터 190.8cd/m²까지 발광하였고, 504nm~599nm 파장대에서 높은 발광효율을 나타낸 EL Sheet들이 100cd/m² 이상 발광하는 것을 알 수 있었다. 현재 EL은 LCD 및 각종 계기판의 Back Light, 광고용으로 사용되고 있지만, 아직까지 다양한 색과 높은 휘도를 구현하지 못하여 여러 곳에 사용하지 못하고 있으므로 다양한 색과 휘도만 개선된다면 EL 고유의 특징 경량화, 박형화, 저구동전압 및 저소비전력, 자발광형 때문에 다양한 Application에 적용할 수 있을 것으로 생각된다.

V. 참고 문헌

- [1] T. Nakayama, Y. Itoh & Kakuta, Opt. Rev., 1995.
- [2] 김상수의 7명, "디스플레이공학 I", 성안당, pp.697~838, 2000.
- [3] 松本正一외 7명, "전자디스플레이", 성안당, pp.119~156, 1998.
- [4] 전자신문, <http://www.etnews.co.kr>