

절연체 종류에 따른 후막 전계 발광소자의 광학 및 전기적 특성

오 주열, 이 종찬, 박 대희
원광대학교 전기공학부

Electrical and Optical Property of Powder Electroluminescent device at Dielectric variety

Joo-youl Oh, jong-chan Lee, Dae-hee Park
School of Electricla and Electronic Engineering, Wonkwang University

Abstract - Electroluminescence is occurred when phosphor is located in electric field. In this paper, we made powder electroluminescent device (PELD) with structured ITO film/Phosphor/Insulator/Silver paste. The transparent electrode was ITO film and green(2704-01) and orange(2702-02) and blue-green(2703-01) were used as phosphor. The insulator was BaTiO₃ and Y₂O₃, back electrode was silver paste. To investigate electrical and optical properties of PELDs, EL spectrum, Brightness, Transferred charge density using Sawyer-Towers circuit was measured.

2. 실 험

본 연구에서는 일반적인 EL소자의 구조(투명전극/형광층/절연층/배면전극)를 적용하였다.[7] 형광체는 일정한 크기를 갖는 입자의 형태를 유지하고 있으므로 이를 두 평행전극사이에 고정시키기 위해서는 적당한 바인더가 필요하다. 형광층은 바인더와 형광체가 혼합되어 형성되므로 형광체에서의 발광이 외부로 전달되도록 하기 위해서는 바인더가 투명해야 한다. 또한, 동작중에 있는 형광체는 습기에 의해 열화되므로 사용되는 바인더는 흡습성이 적어야 한다. 본 연구에서 사용한 바인더는 고 유전율의 유기물 Cyanoresin(CS-V, Shin-Etsu Chemical Co.,Ltd)과 N,N-Dimethylfomamide(Junsei Chemical Co.,Ltd)을 1:2.5로 혼합하여 사용하였다

절연층은 고유전율과 높은 절연파괴강도를 가져야 한다. 본 연구에서 사용한 BaTiO₃(Aldrich 99.9%)은 세라믹 유전체로 높은 유전상수를 가지고 있어, 종래의 전기발광 소자보다 문턱 전압이 낮은 전기발광소자를 만들 수 있다 [4]. 또한, 빛의 밝기는 두께 및 유전상수등에서 좌우 되는데, 이것은 형광체 입자에 영향을 미치는 전계가 절연체와 형광체의 두께 및 유전율에 따라 달라지기 때문이다 [5]. 반면에 Y₂O₃는 BaTiO₃보다 유전율은 낮지만, 습기에 강한 특성을 가지고 있다. 형광체로는 Nichia사 (99.9%)의 green(2704-01), orange(2702-02), blue-green(2703-01)을 사용하였으며, 형광층에서 발생한 빛이 외부로 방출되기 위해서는 한쪽의 전극이 투명해야 하므로, 투명전극으로는ITO film을 사용하였고, 배면전극으로는 Silver paste를 사용하였다.

먼저, 1:2.5로 혼합된 바인더와 각각의 형광체와 절연체를 1:1로 혼합하여, ITO film위에 형광체, 절연체 순서로 spin coating하여 발광층을 형성한 후, 그 위에 배면전극인 Silver paste를 screen printing하여 제작하였다.

제작된 소자의 광학적 특성인 EL 스펙트럼, 휘도를 측정하기 위하여 EL 스펙트럼 측정 장치도를 이용하여 소자의 발광 특성을 분석하였으며, 전기적 특성인 이동 전하밀도는 Sawyer-Towers회로를 이용하여, 소자의 이동 전하밀도를 측정하였다[6]. 이 회로에서 캐패시터 양단에 걸린 전압을 오실로스코프 Y축에 입력하고 전압을 X축에 입력하면 인가 전압과 측정된 전하량의 관계 도형을 얻을 수 있다.

1. 서 론

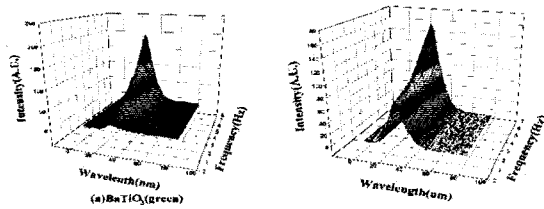
Electroluminescence(EL)는 형광체에 전계를 가해서 나타나는 현상으로 전계인가에 의한 소수캐리어의 주입으로 일어나는 발광, 즉 주입형과 소수캐리어의 주입에 의존되지 않는 발광과 같은 진성EL이 있다. ZnS 형광분말을 이용한 교류전압에 의한 발광현상은 프랑스의 Destriau에 의해 1936년 처음 발견된 이후[1], 최근에는 고휘도, 대면적, 저 소비전력 등을 만족시키는 디스플레이 소자의 연구가 활발히 진행되고 있다. 또한, 정보사회에 있어서 전자 디스플레이의 역할은 대단히 중요하고, 각종 산업분야와 민생분야에 다양하게 사용되고 있으며, 동시에 정보화 사회의 요구에 적합한 고성능의 새로운 전자 디스플레이가 개발 되어지고 있다. 특히, 후막 전계발광소자(powder electroluminescent device :PELD)는 균일한 휘도와 대면적에 용이하다는 장점 때문에, backlight뿐만 아니라 디스플레이 소자로도 많은 연구가 진행되고 있다.[2,3] EL소자가 폭 넓게 응용되기 위한 기술경향은 고휘도화와 장수명화로서 많은 연구가 추진되고 있으며, EL소자의 고휘도화는 소자의 구성, 형광체, 2차 발광을 이용하는 안료등을 이용하는 방법등이 요구되고 있다.

본 연구에서는 (투명전극/형광층/절연층/배면전극)의 구조를 갖는 후막 EL소자를 제작하여, 소자의 광학적 특성인 EL 스펙트럼, Brightness를 측정하였고, 전기적 특성인 이동 전하 밀도는 Sawyer-Towers circuit를 이용하여 측정하였으며, I-V특성도 측정하였다.

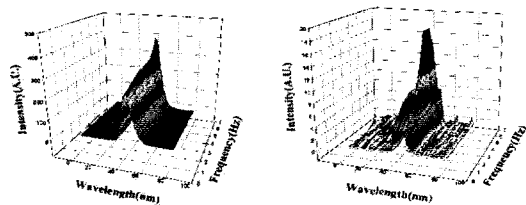
3. 실험 결과 및 토의

3.1 EL 스펙트럼

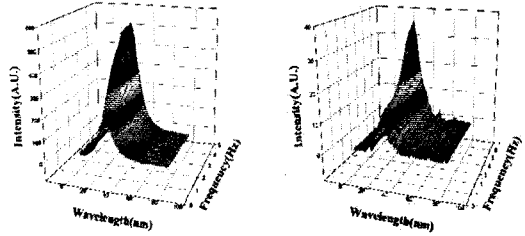
그림1,2,3는 제작된 EL소자에 인가 전압을 AC 100V로 고정하고, 주파수를 100~2000Hz까지 인가했을 때의 EL spectrum 측정 결과이다. 각각의 그림에서 (a)는 절연체로 BaTiO₃를, (b)는 절연체로 Y₂O₃를 사용했을 때의 EL spectrum이다. 인가 주파수가 높아짐에 따라서 발광 강도는 증가하는 경향을 보이고 있다. 이것은 소자에 전압이 인가되면 계면에 포획되었던 전자가 형광층 내로 터널 주입되고, 이 주입된 전자가 형광층에 걸린 강한 전계에 의하여 가속되며, 이 가속된 전자가 국소화된 발광 중심을 충돌 여기 또는 이온화 시키고 여기 전자 또는 이온화된 전자가 바닥상태로 전이 되면서 나타나는 현상이다. 이러한 현상은 발광 중심 주위의 결정 불안정이 주파수를 높임으로써 점차 정현화 되면서 발광 중심 주위에 불안정한 영향을 주는 전자의 필드가 약하여지기 때문이라고 여겨진다. 또한, 각각의 그림(a)와 (b)를 비교해 보았을 때, 그림(a)의 발광 강도(intensity)가 3~4배 정도 높은 것을 알 수 있다. 이것은 BaTiO₃가 세라믹 유전체로써, Y₂O₃보다 높은 유전상수를 가지고 있으므로 더 많은 전계가 형광체 입자에 유기되었기 때문이라고 사료된다.



(a)BaTiO₃ (b)Y₂O₃
 그림1. EL(green)소자의 스펙트럼
 Figure1. Spectrum of EL device(green)



(a)BaTiO₃ (b)Y₂O₃
 그림2. EL(orange)소자의 스펙트럼
 Figure2. Spectrum of EL device(orange)



(a)BaTiO₃ (b)Y₂O₃
 그림3. EL(blue-green)소자의 스펙트럼
 Figure3. Spectrum of EL device(blue-green)

3.2 휘도

그림4는 EL소자에 인가전압을 100V로 고정하고, 주파수를 400~2000Hz까지 변화 시키면서 측정한 휘도값이다. 결과에 의하면 주파수가 증가할수록 휘도가 증가하였고, 또한 절연체로 BaTiO₃를 사용한 소자의 휘도가 더 높았다. 이것은 EL 스펙트럼의 특성과 마찬가지로 유전층 계면에서 형광체로 유기된 전계의 크기가 더 많았기 때문에 나타난 현상임을 재확인하였다.

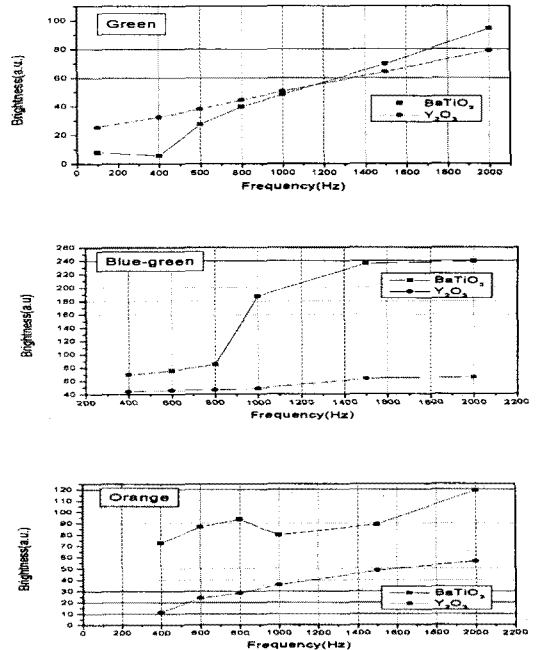


그림4. EL소자의 휘도 특성
 Figure4. Brightness property of EL device

3.3 I-V 특성

그림5은 EL소자에 흐르는 전류를 측정한 결과이다. 절연체로 BaTiO₃를 사용한 소자에 흐르는 전류가 더 큰 것을 알 수 있다. 이것의 주된 요인은 인가전압이 증가하면 계면의 깊은 준위에 포획되어 있던 전자가 방출되어 형광층에 주입되는 정도가 Y₂O₃를 사용한 소자보다 더 활발

하기 때문에 더 많은 전류가 흐른 것으로 사료된다.

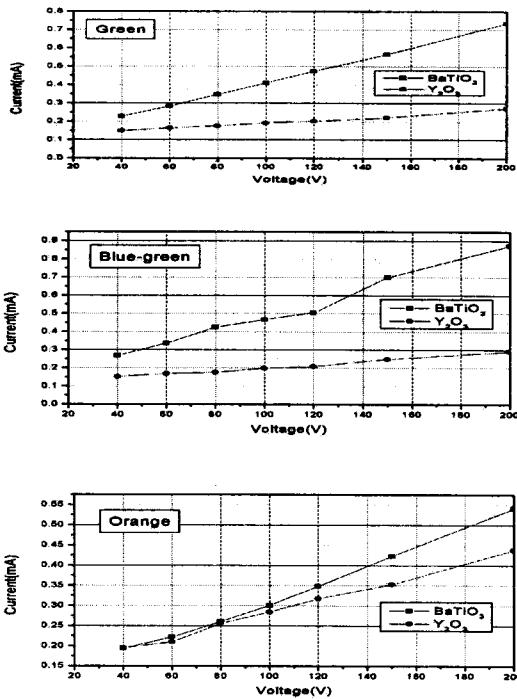


그림5. EL소자의 I-V특성
Figure5. I-V property of EL device

3.4 이동 전하 밀도

그림6은 EL소자의 이동 전하 밀도의 측정값으로, 인가 주파수를 400Hz로 고정하고, 전압을 40~200V로 변화시키면서 측정하였다. 인가 전압이 증가할수록 이동 전하 밀도가 증가하는 것을 볼 수 있다. 이것은 전압이 증가할수록 절연체와 형광체의 계면에 포획되어 있던 전자들이 방출되어 형광체에 주입으로 인하여 이동 전하 밀도가 증가된 것으로 사료된다. 또한, 절연체로 BaTiO₃를 사용한 소자는 선형적으로 증가하였지만, Y₂O₃를 사용한 소자의 이동 전하 밀도는 거의 증가하지 않았다. 이것은 인가 전압이 증가함에 따라서 유전율이 높은 BaTiO₃에 의하여 형광체에 고 전계가 가해져 그만큼 전하의 이동이 활발한 것으로 사료된다. 또한, I-V특성과도 일치하는 것을 알 수 있다. 그러나, 광학적 특성과는 정확하게 일치하지는 않았다.

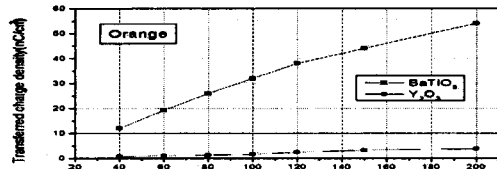
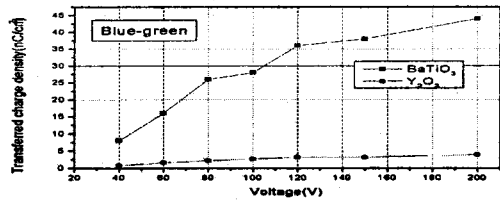
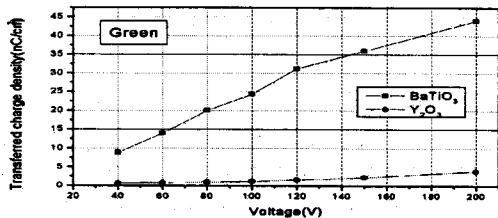


그림6. 전압 변화에 따른 이동전하 밀도
Figure6. Transferred charge density with voltage variation

4. 결 론

본 연구에서는 세가지 색(green, orange, blue-green)의 형광체와 두 가지의 절연체(BaTiO₃, Y₂O₃)를 사용하여 제작한 후막 전계발광 소자의 광학적 특성 및 전기적 특성을 고찰하였다. 각 소자의 발광 피크는 green의 경우 500nm, orange의 경우 580nm, blue-green의 경우 505nm에서 가장 높은 발광 특성과 intensity를 나타냈으며, Brightness, I-V특성, 이동 전하 밀도의 결과로부터 우리는 고 유전율의 절연체를 사용한 EL소자의 광학적 및 전기적 특성이 우수하다는 것을 알 수 있었다. 이와 같은 결과는 고 유전율의 절연체에 의하여 발광을 일으키는 형광체에 가장 높은 전계가 유지되었기 때문이라고 사료된다.

결론적으로, EL소자가 폭 넓게 응용되기 위한 조건으로 고휘도화와 장수명화에 기여하기 위해서는 EL소자의 구성, 형광체의 개발 및 고 유전율의 절연체 개발이 요구된다.

[참 고 문 헌]

- [1] Destriau, O.W., EL of crystalline ZnS:Mn powder AC EL devices, Chem. Phys. 33, 586, 1936
- [2] J.Haaranen, et al, A 9-in. diagonal high-contrast multicolor TFTL display, SID 92 Digest, pp.348-351,1992
- [3] T.Inoguchi, et al, Stable high-brightness thin film electroluminescent panels, SID 74 Digest, pp.84-85,1974
- [4] 김창홍, 변중홍, EL형 형광체의 제조에 관한 연구, 과학기술처, 1, 17, 1989
- [5] H.Kozawaguchi, J.Ohwaki, B.Tsuiyama, K.Murase, Proceeding of the SID, 23, 181, 1982
- [6] D.H.Smith, J.Luminescence, p23,209,1981
- [7] 이종찬, 박용규, 박대희, ZnS:Cu를 이용한 후막 전계발광 소자에 관한 연구. 전기전자재료학회 춘계학술대회 논문집, pp.121~124, 1998