

V-Q lissajous 도형을 이용한 전계발광 소자의 메모리 특성 측정

정득영, 임민수, 윤성현, 신유섭, 권순석, 임기조
 충북대학교 전기공학과

Memory Characteristic Measurement of Electroluminescent Device using V-Q Lissajous' Figure

D.Y.Jeong, M.S.Lim, S.H.Yun, Y.S.Shin, S.S.Kwon, K.J.Lim
 Department of Electrical Eng., Chungbuk Nat'l University

Abstract - In this paper, we apply V-Q Lissajous' figure for observation of a V-Q (Voltage-Charge) hysteresis loop at interface between phosphor and insulation layer in P-ELDz which are a simple structure and the back lighting of LCDs (Liquid Crystal Display). In V-Q Lissajous' figure, we measured a change of hysteresis loop according to the thickness of insulation and phosphor layer. From experiment result, we will be obtained an optimum thickness of insulation with comparing the correlation of a V-L (Voltage-Luminance) and V-Q hysteresis loop.

1. 서 론

공간 활용도가 적고, 평판 및 박형화가 어려운 CRT의 단점을 해결하기 위한 방안으로 평판 디스플레이의 진보가 급격히 이루어지고 있다. 특히, 평판 디스플레이는 고휘도, 장수명 및 저소비전력의 관점에서 PDP(Plasma Display Panel), LCD(Liquid Crystal Display), ELD(Electroluminescent Display) 및 FED(Field Emission Display) 등과 같은 여러 가지 유형으로 연구가 지속적으로 진행되고 있다. 일반적으로 ELD는 제법에 따라 박막형과 분산형으로, 사용되는 재료에 따라 다시 무기형과 유기형으로 또한, 구동 방법에 의해서 AC 구동형과 DC 구동형으로 구분될 수 있다. 1974년 Sharp사에 의해서 이중 절연막 구조가 발표된 이후 박막 기술 진보에 따른 초박형, 고휘도(1000 cd/m² 이상), 경시 변화가 적고 저소비 전력 및 고신뢰화가 가능하게 되었다. 박막형은 일부의 계측 장비에 표시 장치로서 실용화가 이루어지고 있다. 그러나, 박막 기술에 의해서 제작하기 때문에 대면적화가 곤란하고, 100[V], 400[Hz] 이상의 구동회로 IC화에 따른 가격이 높게 되는 단점과 청색의 낮은 휘도로 다색화가 곤란하며 콘트라스트비가 낮은 문제로 평판 디스플레이로서 크게 활용되지 못하였다. 한편, 인쇄법, 스펀 코팅법 및 닥터 블레이드 등의 후막 기술에 의해서 제작 가능한 P-ELD는 균일한 휘도를 얻을 수 있는 면광원, 두께를 1mm 이하의 두께로 제작 가능하고 제조법이 단순하여 저가격화를 이룰 수 있으며 대면적화가 가능하다는 특징때문에 P-ELD는 LCD의 후면 광원으로 사용 주목을 받고 있다. 본 연구에서는 분산형 전계발광 소자를 제작하고, 제작된 소자의 형광체와 절연체 사이의 계면에 형성되는 전하와 전압의 히스테리시스 loop(Q-V 곡선)으로부터 소자의 메모리 효과를 관측하기 위해서 기존에 널리 사용되고 있는 Sawyer-Tower 회로를 사용하였다. 또한, 형광체 및 절연체 두께의 변화에 따른 V-Q lissajous loop를 관측하고, 절연체 및 형광체의 두께 변화에 따른 전압-발광효율을 측정하며 위 두가지 현상을 비교·검토하여 적절한 절연체의 두께

을 얻고자 하였다.

2. 본 론

2-1. 실험방법 및 측정

P-ELD는 ITO 전극-형광층-절연층-Ag 전극의 순으로 배치하는 기존의 방법을 따라서 제작하였다. ITO 전극은 삼성 코닝에 제작된 것을 사용하였고, ZnS:Cu,Cl 분말형 녹색 형광체(입경 40[μ m]) 및 유전율이 높은 BaTiO₃ 산화물(입경 10[μ m])을 cyano계 유기 바인더와 각각 1:2의 비율로 하여 혼합하여 2시간동안 스펀으로 혼합한 후 실크 스크린(325mesh)법을 이용하여 형광층(1~2층으로)위에 절연층(1~2층으로) 도포하였다. 각 층은 15~20[μ m]정도이다. 반사용 은전극은 듀폰사의 Ag 페이스트를 사용하여 절연층위에 도포하였다. 위 순서를 따라 제작된 소자의 단면도는 fig 1과 같다.

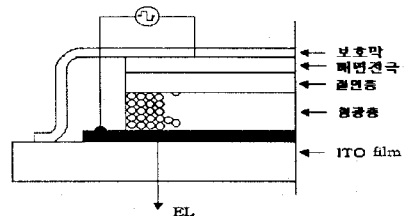


Fig 1. The crosssection of P-ELD

실험 결과의 비교를 위해서, 인가 주파수는 1[kHz]로 고정한 후, 전압을 15~60[V]으로 변화시켜가면서 전압에 대한 휘도 및 V-Q 히스테리시스 loop를 측정하였다. 전압을 변화할 때마다, 변화하는 휘도는 휘도 색체계(Yokogawa 5200₂)를 이용하여 측정하였다. V-Q 히스테리시스 loop는 fig 2에 나타난 Sawyer-Tower 회로를 이용하였고, Lecory9310A로 관측하였다.

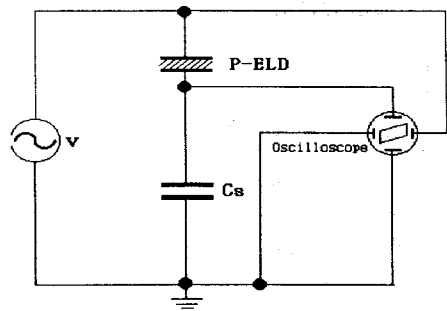


Fig 2. Sawyer-Tower circuit used to measure Q-V hysteresis loop

표 1은 형광층 및 절연층의 두께에 따른 시편의 번호를 나타낸 것이다.

표 1. 실험에 사용된 시편

| | 형광층 1층 | 형광층 2층 |
|--------|--------|--------|
| 절연층 1층 | A - 1 | B - 1 |
| 절연층 2층 | A - 2 | B - 2 |

2.2 측정 결과 및 고찰

Fig 3은 형광층을 1층으로 하고 절연층을 1층에서 2층으로 그리고 전압을 상승시켰을 때(15~60[V])와 역으로 전압을 하강시켰을 때의 인가 전압의 변화에 따른 휘도 변화를 나타낸 것이다. 전압을 상승시킬 때, 발광 개시 전압은 절연층의 두께에 관계없이 20[V]이지만, 인가 전압이 증가함에 따라 절연층 1층과 2층 사이의 휘도 차의 폭이 커지는 것을 알 수 있다. 역으로, 전압을 하강시킬 때 전압 상승시의 휘도에 비해서 1층인 경우에는 하강시 동일 전압에 대해서 1[cd/m²] 정도 휘도가 감소하여 전압에 따라 감소하는 반면에 2층인 경우에는 0.4[cd/m²] 정도의 상승하여 전압에 따라 감소하며, 절연층이 1층일 때보다 2층일 때의 휘도가 5~10[cd/m²] 정도 높다는 것을 알 수 있다. 이것은 1층 및 2층의 발광 개시 전압이 동일한 데 비해서 전압이 증가함에 1층과 2층의 휘도 차가 증가한다는 것은 1층일 때보다 2층의 경우가 형광층과 절연층 계면에 형성되는 전하가 2층일 때가 더 많기 때문이라고 사료된다.

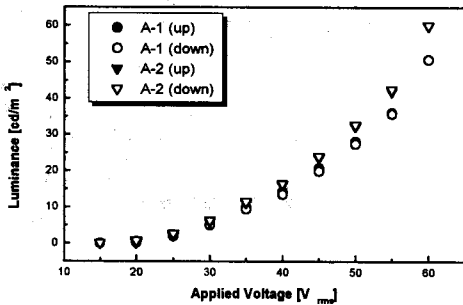


Fig 3. A Luminant variation according to the thickness of insulation layer(Phosphor layer:1)

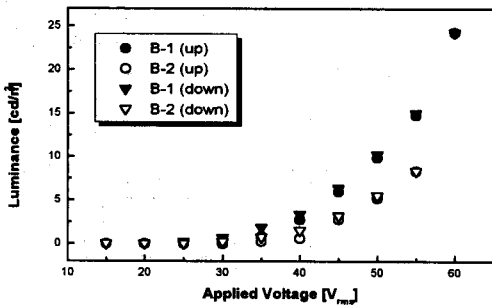


Fig 4. A Luminant variation according to the thickness of insulation layer(Phosphor layer:2)

Fig 4는 형광층을 2층으로 하고 절연층을 1~2층으로 변화를 주어 전압의 상·하강시의 휘도를 나타낸 것이다. Fig 4에서 알 수 있듯이, 인가 전압 상승시는 발

광 개시전압이 형광층이 1층일 때는 30[V], 2층일 때는 40[V]이다. 그러나, 전압 하강시는 형광층이 1층일 때는 20[V]에서 그리고 2층에서는 25[V]에서 휘도가 0[cd/m²] 즉, 소자가 꺼진다. 이것은 전압을 상승하였다가 60[V]를 정점으로 하여 다시 전압을 하강할 때, 상승시 형광층과 절연층 계면 사이에 전하가 형성되었다가 하강시 계면에 전하가 축적되어 발광 개시 전압보다 낮은 전압에서도 발광을 할 수 있도록 내부 전계를 상승시키는 역할을 하고 있는 것으로 사료된다. 형광층을 2층 도포한 경우가 1층 도포했을 때 보다 10~30[cd/m²] 정도 휘도가 감소하고 절연층을 1층 도포한 경우가 2층을 도포한 경우보다 3~8[cd/m²] 정도 휘도가 더 높다는 것을 알 수 있다.

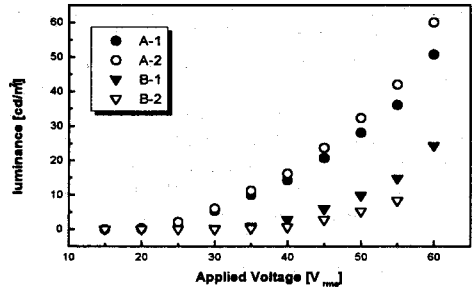


Fig 5. A Luminant variation according to the thickness of insulation and phosphor layer

Fig 5는 형광층을 1층에서 2층으로, 절연층을 1층에서 2층으로 변화시킨 샘플에 대해서 전압을 상승시켰을 때만을 비교한 것이다. 절연층의 두께에 관계없이 1층의 형광층이 2층일 때보다 높다는 것을 알 수 있다. 1층의 형광층에 대해서 절연층이 1층보다 2층때가 전압이 상승함에 따라 휘도 차가 1[cd/m²]에서부터 10[cd/m²]까지 높게 증가하는 것이 관측되었다. 반면에, 형광층이 2층일 때는 1층의 형광층인 경우와 반대의 경우가 관측되었다. 즉, 전압이 상승함에 따라 0.6[cd/m²]에서부터 6.3[cd/m²]까지 낮게 증가하는 것이 관측되었다.

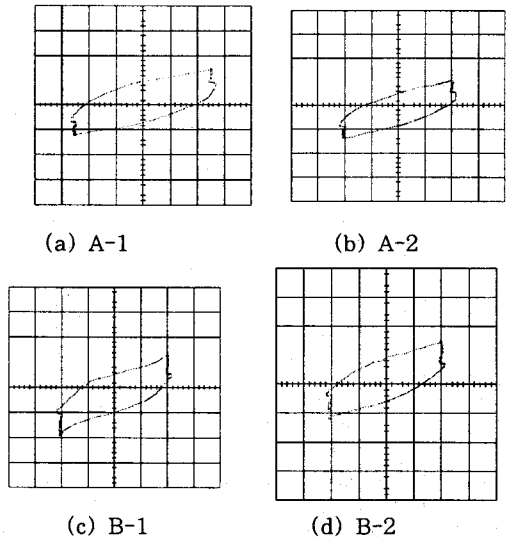
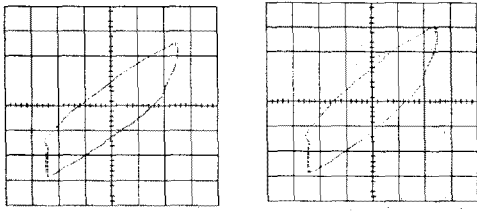
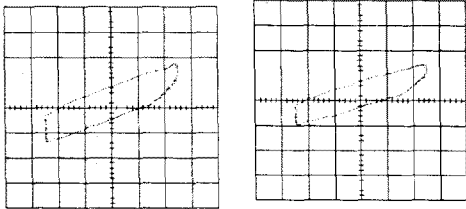


Fig 6. V-Q lissajous' figure at firing voltage(A : 20[V], B: 30[V])



(a) A-1

(b) A-2



(c) B-1

(d) B-2

Fig 7. V-Q lissajous' figure at 45[V]

Fig 6과 Fig 7은 각각 발광 개시와 안정된 휘도를 나타낼 때의 전압(45[V])에서 관측된 히스테리시스 loop를 나타낸 것이다. 면적은 전압의 변화량과 전하의 변화량 즉, $\Delta V \cdot \Delta Q$ 에 의해서 구해진 것이다. Fig 6 (a)의 총면적이 206[V-C]이고 (b)는 199[V-C]로 (a)에 비해서 7[V-C]정도 감소하고 그 때의 휘도도 0.28[cd/m²]과 0.2[cd/m²]로 (a)에 비해서 0.08[cd/m²]정도 감소하였지만, Fig 7 (a)의 총면적 2.72[kV-C]이고 (b)는 2.77[kV-C]로 발광 개시보다 50[V-C]으로 증가하고 그 때의 휘도는 20.7[cd/m²]에서 23.66 [cd/m²]으로 2.96[cd/m²]으로 증가하였다. 이것은 발광개시보다 전압이 증가할수록 1층의 절연층 보다는 2층의 절연층에서 전하의 생성이 활발하다고 사료된다. Fig 6의 (c)와 (d)의 경우, 총면적은 119[V-C]에서 101[V-C]로 휘도는 0.83[cd/m²]에서 0.24[cd/m²]로 형광층이 1층일 때에 비해서 2층일 때가 Q-V면적이 감소하고 휘도도 역시 감소하는 것이 관측되었다. Fig 7 (c)와 (d)의 면적도 1.49[kV-C]와 1.32[kV-C]로 감소하여 형광층이 2층일 때가 1층에 일 때에 비해서 전하의 생성이 떨어지는 것이 관측되었다. 전압에 따른 전하의 생성 및 휘도 모두가 1층인 형광층이 2층일 때보다는 높게 나타나는 것을 알 수 있다. 즉, 형광층은 1층일 때가 안정적이고, 형광층이 1층일 때 1층인 절연층이 2층보다 전압상·하강시 절연층과 형광층 사이의 내부 전계에 영향을 주는 Q-V 면적이 증가하기 때문에 휘도 역시 증가한다고 사료된다.

3. 결론

본 연구는 형광층과 절연층의 두께를 변화시키면서, Q-V의 면적(히스테리시스 loop)와 전압-휘도의 상관관계를 비교하여 절연층의 두께 및 형광층의 두께를 적정화하고자 하였다. 형광층의 두께가 증가할수록 동일 절연층 조건에서 발광개시 전압이 증가하고 Q-V 면적이 감소하여 전하의 생성을 저하하기 때문에 형광층과 절연층 사이의 내부전계가 감소하기 때문에 휘도도 감소하는 것으로 나타났다. 형광층이 1층일 때와 2층일 때, 절연층의 두께를 증가시키면 1층일 때는 휘도 및 Q-V 면적이 증가한 반면에 2층일 때는 오히려 감소하였다. 본 실험에서 관측된 결과를 가지고 다음과 같은 사실을 얻을

수 있었다. 형광층은 2층(30~40[μ m])보다는 1층(15~20[μ m])이 좋고, 형광층이 1층일 경우 절연층을 1층으로 하는 것보다 2층이 전하의 생성 및 전압 상·하강시 휘도가 안정적이기 때문에 절연층의 두께는 2층으로 하는 것이 양호하다고 사료된다. 본 실험에 사용된 2층의 절연층은 형광층위에 1층과 2층을 차례로 도포한 것으로 기존의 박막처럼 형광층 양쪽에 절연층을 배치한 경우와 다르다. 따라서, 절연층 두께에 따른 전하 생성과 관한 연구가 지속되어야 할 것으로 사료된다.

참고 문헌

- [1] 大野勝利 外, "螢光體 ハントフック 핸드북", 日本 螢光體學會, 1985
- [2] V.Marrello, Aare Onton, IEEE. Trans. Electron Devices, p1767~1770 Vol. ED-27 NO. 9evce, Nov. 1980
- [3] W.E. Howard, O.Sahni and M. Alt, J. Appl. Phys., Vol.53, No. Jan. 1. 1982
- [4] P. D. Keir, H. Le. R. L. Thuemler, J. Hit, and J. F. Wager, p. 2421~2422, Appl. Phys. Lett. 69(16), 14, Oct. 1996
- [5] A. Abu-Dayah, J. F. Wager, and S. Kobayashi, p5575~5581, J. Appl. Phys., 74(9), 1, Nov. 1993