

후막 전계발광소자를 이용한 7-Segment 구현

이종찬, 오주열, 박수길*, 박대희
 원광대학교 전기·전자공학부, *충북대학교 공업화학부

A Implementation of 7-Segment using Powder Electroluminescent Device

Jong-chan Lee, Ju-yeol Oh, Soo-gil Park*, Dae-hee Park
 School of Electrical and Electronic Engineering, Wonkwang University
 *School of Industrial Chemistry, Chungbuk National University

Abstract - In this paper, 7-segment was implemented using AC powder EL. ZnS:Cu and BaTiO₃ was used as a phosphor and dielectric respectively. The preparation of phosphor and dielectric layer was performed with screen printing. The implemented system of 7-segment was divided as following: EL display, driving circuit, software for driving. The properties of fabricated devices was measured with EL spectrum, brightness and J-V.

1. 서 론

현재 사용되고 있는 영상표시장치인 CRT(Cathode Ray Tube)는 고화질이면서 실시간의 영상표시가 가능한 이점이 있지만 대형화가 되면 부피와 중량이 너무 커지는 단점이 있다. 또한 앞으로 수요가 계속 증가될 것으로 예상되는 소형화, 경량화 장치에는 부적합하다. 이에 새로이 주목을 받는 표시장치로는 LCD(Liquid Crystal Display), PDP(Plasma Display Panel), FED(Field Emission Display), ELD(Electroluminescent Display)등이 있으며 그 중 특히 EL소자는 능동형의 고체 발광소자로서 휘도, 색대비, 시야각, 응답속도, 내환경 등의 뛰어난 21세기 표시소자로서 주목을 받고 있다 [1~8].

본 연구에서는 실제로 백라이트 기능만을 갖는 후막 전계발광소자를 이용하여 디스플레이 소자로서의 접근을 위하여 일차적으로 7-segment와 구동회로 등 구현 시스템을 제작하였다. 구동회로 구성시에는 고압에서 동작하는 특성으로 인하여 다음과 같은 특성을 고려하여야 한다[9~15]. 후막 전계발광소자는 극성이 반전되는 고전압 AC 펄스를 인가하여야 연속적인 빛을 내고 그 인가전압이 어느 문턱전압에 도달하기 이전에는 빛을 내지 않다가 그 전압을 넘었을 때 발광을 하며 발광된 후 인가전압이 증가함에 따라 빛이 밝기가 비선형적으로 증가하는 특성과 AC 펄스의 주파수가 증가함에 따라서 휘도가 증가하는 특성이 있다[16~17].

소자 제작에 사용된 형광체는 ZnS:Cu를, 유전체는 BaTiO₃를 사용하였다. 형광층과 유전층의 형성은 스크린 프린팅으로 하였다. 제작된 소자의 특성실험은 EL 스펙트럼, 휘도, J-V 특성을 측정하였다. 7-Segment 구현 시스템은 EL 표시부, 구동회로, 구동회로의 소프트웨어로 구성된다.

2. 실험

전계 발광(EL)현상은 형광층내에 주입되는 전자가 외부의 강한 전기장에 의해 가속되어 발광중심과 충돌, 이온화하면서 발광하는 현상이다. 형광체는 일정한 크기를 갖는 입자의 형태를 유지하고 있으므로 이를 두 평행전극사이에 고정시키기 위해서는 적당한 바인더가 필요하다. 동작중의 형광체와 유전체는 습기에 의해서 열화되므로 사용되는 바인더는 흡습성이 적어야 한다. 또한 소자의 휘도는 유전체에서 형광체로 전이되는 전기장의 양에 의하여 결정되므로 유전체층의 두께 및 유전상수 등이 중요한 역할을 한다. 따라서 유전층은 고유전율과 높은 절연과파괴강도를 가져야 한다. 실험에서 사용한 BaTiO₃ (Aldrich 99.9%)은 세라믹 유전체로 높은 유전상수를 가지고 있어 낮은 문턱 전압을 갖는다.

바인더는 고 유전율의 유기물 Cyanoresin(CS-V, Shin-Etsu Chemical Co.,Ltd)과 N,N-Dimethyl formamide (Junsei Chemical Co.,Ltd)을 1:2.5로 혼합하여 사용하였다. 형광체로는 ZnS:Cu(Nichia 99.9%)를 사용하였으며, 형광층에서 발생한 빛이 외부로 방출되기 위해서는 한쪽의 전극이 투명해야 하므로, 투명전극으로는 ITO film을 사용하였고, 배면전극으로는 Silver paste를 사용하였다. 형광층 및 절연층의 증착은 200메쉬의 실크 스크린을 이용한 프린팅 방법을 사용하였다.

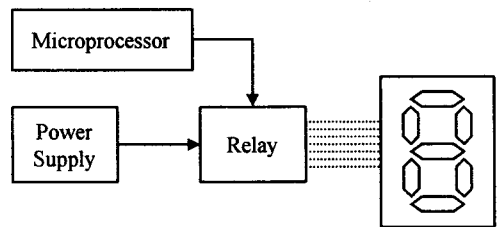


그림 1 후막 전계발광소자를 이용한 7-segment구성도

7-segment EL의 구동회로는 PIC 계열의 마이크로 프로세서 PIC-16F84를 이용하였다. 마이크로 프로세서에서 addressing 되는 신호는 relay의 동작을 제어하며, relay는 제어신호에 따라 100V, 400Hz의 공급

전원을 스위칭한다. 제작된 소자의 평가는 EL 스펙트럼, J-V 특성, CIE 좌표 등으로 측정하였다. 그림 1은 7-segment의 구성도이다.

3. 결 과

그림 2는 제작된 소자에 인가전압을 40~200 V로 변화시키면서 측정한 EL 스펙트럼이다. 측정된 스펙트럼에서 peak값이 505nm에서 존재하였으며 이것은 형광체의 발광중심인 Cu의 에너지 준위가 green 준위임을 알 수 있다. 전압을 증가시키에 따라 형광체 입자가 갖는 전계 에너지의 증가 즉, 표면 전계밀도가 크게 되기 때문에 EL intensity가 증가한 것으로 사료된다.

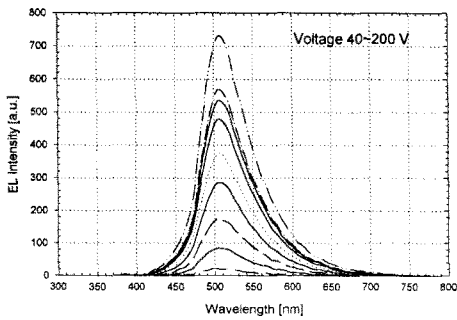


그림 2 인가 전압 변화에 따른 EL 스펙트럼

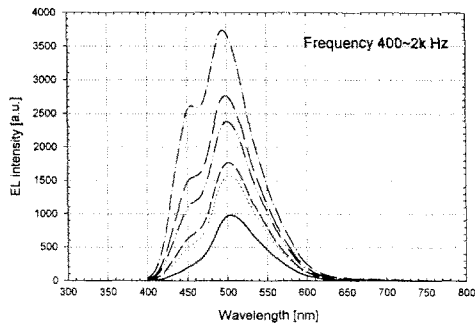


그림 3 인가 주파수 변화에 따른 EL 스펙트럼

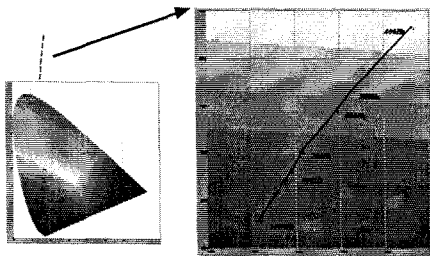


그림 4 주파수 변화에 따른 CIE 좌표

그림 3은 인가 주파수를 400~1k Hz로 변화에 따른 EL 스펙트럼이다. 형광체의 발광중심인 Cu의 peak 값이 주파수의 증가에 따라 발광중심인 Cu의 에너지 준위

가 green 준위에서 blue 준위로 변화됨을 알 수 있다. 그림 4는 그림 3에 나타난 EL 스펙트럼을 실제 CIE 좌표상에 나타낸 것이다. 이러한 결과는 Cu 원자 주위의 결정 불안정이 주파수를 높임으로써 점차 정연하여지고 Cu 주위의 영향력 있는 전자의 필드가 약해지기 때문이며, 고 에너지의 영역에 이르면 EL 스펙트럼과 CIE 좌표에서도 green 영역에서 blue영역으로 이동함을 확인할 수 있다.

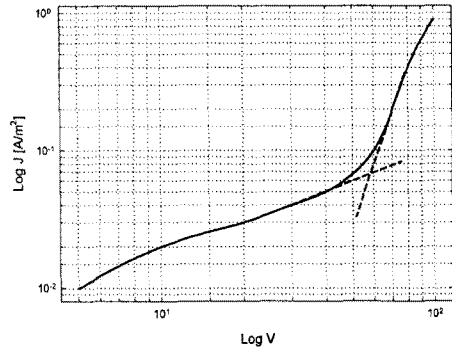


그림 5 J-V 특성 곡선

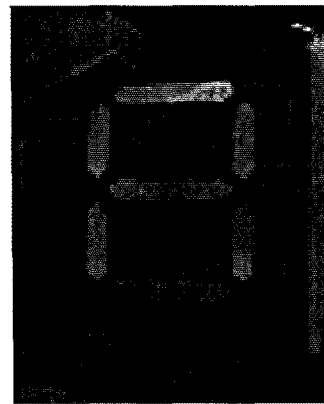


그림 6 후막 전계발광소자로 제작한 7-segment

Trapped-Charge Limited (TCL) current 특성은 그림 5의 전류밀도(J)와 전압(V)의 특성 곡선을 통해서 확인 할 수 있다. 저전압 구간에서는 전류밀도가 전압에 따라 낮은 차수에 비례하나 고전압 구간으로 이동함에 따라 전류밀도가 전압에 비례하는 차수가 급속하게 증가하는 것을 확인할 수 있다. 이와 같은 사항은 저전압구간에서 형광층에 존재하는 trap과 grain boundary 영역에서 있는 trap에 흐르는 전하들이 채워지게 되어 전류의 흐름을 억제하게 되어 낮은 전류밀도를 나타냈다. 그러나 고전압 구간에서는 빈 trap들이 거의 다 채워지기 때문에 효과적인 운반체 이동도가 증가하여 전류가 서서히 증가하기 시작하고 충분히 높은 고전계영역에서는 모든 trap이 다 채워져 전류는 공간전하에 의하여 제한되는 공간전하 제한전류 특성을 나타낸 것으로 사료된다. 따라서 전류가 급격히 증가하여 J

$\propto V^6$ 의 비례특성을 갖았다.

그림 6은 70V, 400Hz에서 동작하는 후막 전계발광소자로 제작된 7-segment의 발광특성을 나타내는 사진이다.

3. 결 론

본 연구에서는 후막 전계발광소자를 이용하여 디스플레이 소자로서의 접근을 위하여 일차적으로 7-segment와 구동회로 등 구현 시스템을 제작하였다.

1) 소자 제작에 사용된 형광체는 ZnS:Cu를 이고, 유전체는 BaTiO₃를 사용하였다. 형광층과 유전층의 형성은 스크린 프린팅으로 하였다.

2) EL 스펙트럼은 505nm의 중심에서 피크를 갖았고, 주파수 증가에 따라 450nm의 피크가 증가하여 blue 준위로 전이하는 특성을 나타냈다. 이와 같은 특징은 Cu 원자 주위의 결정 불완정이 정연화됨에 따라 에너지의 전이가 커지는 것으로 기인할 수 있다.

3) 전류밀도(J)와 전압(V)의 특성 곡선은 전류밀도 증가에 따라 70V를 기준으로 전압의 비례 차수가 급속히 증가했다. 이러한 사항은 공간전하 제한 전류 특성에 의해서 70V 이상에서 빈 trap들이 채워져서 전도도의 증가로 사료된다.

결론적으로 후막 전계발광소자를 이용한 7-segment 구현은 차세대 디스플레이 소자로서 가능성인, 물리적으로 flexible하며, 필름형태의 얇은 두께의 디스플레이를 가능케 하는 결과이다.

본 연구는 1999년도 원광대학교 교내연구비에 의하여 수행 되었습니다.

[참 고 문 헌]

- [1] T. Inoguchi and et al., "Stable high-brightness thin film electroluminescent panels," SID 74 Digest, pp.84~85, 1974
- [2] 伊吹, 倉橋: テレビ學固 畫像 換研究委資, pp.25, 1969
- [3] 由山, 大島, 山本: National Technical Report, 17, 6, pp.670~676, 1971
- [4] 森口, 他: テレビ學技報, 13, 8 ID89-37 pp.11~15, 1989
- [5] S. Mito, et al., SID 74 Digest, 8.4, pp.86~87, 1974
- [6] "에レクト로루미네선스(EL) 특성의基準評價法", 學振光電相互變換委, 第126回研資, pp.47~52, 1988
- [7] H. Ohnishi, R. Iwase, Y. Yamasaki: SID 88 Digest, 16.3, pp.289~292, 1988
- [8] 小林, 他: 信學技報, 86, 368, EID 86-41, pp.21~24, 1987
- [9] 藤田, 他: 學振光電相互變換委, 第115回研資, 444, pp.24~29, 1985
- [10] 布村, 他: 信學技報, 86, 368, EID 86-39, pp.13~16, 1987
- [11] C. N. King, R.E.Coovert, W.A.Barrow: Proc. Eurodisplay '87, B.77, pp.14~17, 1987

- [12] 山内, 他: テレビ學技報, 11, 13 ID87-71, pp.55~60, 1987
- [13] C.W.Tang and S.A.VanSlyke, "Organic electroluminescent devices," Appl. Phys.Lett., 51 (12), pp.913~915, 1987
- [14] M.Matsuura, et al., "Color Organic EL Displays," IDW97, pp.581~584, 1997
- [15] B. M. Sinelnikov, T. V. Ishchenko, L. N. Krivosheeva, A. B. Sautiev, A. A. Mikhalev and V. M. Ishchenko, "Electroluminescence characteristics of Mn-doped ZnS-ZnTe solid solutions, Inorganic Materials," Vol. 32, No. 9, pp.947~949, 1996
- [16] L. Yourukova, K. Kolentsov, A. Rachkova, N. Koprinarov, G. Pchelarov, M. Konstantinova, R. Stefanov, "Investigation of a.c. electroluminescent structures with fullerene inclusions," Synthetic Metals, Vol. 77, pp. 43~45, 1996
- [17] Kristiann Neyts, "Numerical simulation of charge transfer and light emission in SrS:Ce thin-film electroluminescent devices," IEEE Trans. Electron Devices, vol. 43, No. 9, pp. 1343~1350, 1996