

문자구동형 후막 전계발광소자 제작 및 구동회로 설계

이종찬\*, 조황신\*\*, 성현호\*\*\*, 박용규\*\*\*, 박대희\*  
\* 원광대학교 전기·전자공학부  
\*\* 중앙대학교 물리학과  
\*\*\* 전자부품연구원 전자소자연구센터

Driving Circuit Design and Manufacture of Powder Electroluminescent Device for Information Display

Jong-chan Lee\*, Whang-sin Cho\*\*, Hyun-ho Sung\*\*\*, Yong-kyu Park\*\*\*, Dae-hee Park\*  
\* School of Electrical and Electronic Engineering, Wonkwang University  
\*\* Dept. of Physics, Chung-ang University  
\*\*\* Electronics Device Research Center, Korea Electronics Technology Institute

**Abstract** - Powder Electroluminescent Device is the solid state device which has a low power consumption, large area emission with uniformity, easy manufacturing, simple structure, and flexible mechanically. In this paper, we made the information display with the powder electroluminescent device using back-light and designed the driving circuit.

야 한다.

본 연구는 back-light로만 사용되어 오던 후막 전계 발광소자를 LCD를 사용하지 않고 정보표시가 가능하도록 소자를 제작하고 구동회로를 설계하였다. 소자의 구조는 일반적인 후막 전계 발광소자의 구조인 ITO film/형광체(ZnS:Cu)/절연체(BaTiO<sub>3</sub>)/배면전극 이다. 제작된 소자는 전기적, 광학적 특성을 분석하였다.

1. 서 론

2. 실 험

최근 초대형화 및 휴대성이 용이한 평판 표시 소자를 요구하는 추세에 따라 점차 박형화가 가능한 LCD(Liquid Crystal Display), PDP(Plasma Display Panel), FED(Field Emission Display) 및 ELD(Electroluminescent Device)의 상용화가 진행되고 있다. 이 가운데 ELD는 박막 공정을 이용한 박막 전계 발광 소자(Thin-Film Electroluminescent Device: TFELD), 형광체를 바인더와 혼합하여 페이스트 상태로 인쇄한 후막 전계 발광소자(Powder Electroluminescent Device: PELD)와 유기 전계 발광 소자(Organic Electro-luminescent Device: OLED)로 분류된다. 특히, 후막 전계 발광소자는 제조가 용이하고 구조가 간단하여 가격 경쟁력이 우수하고, 기계적 특성이 유연한(flexible) 박형으로 설치가 좋은 장점을 소유하고 있다. 이러한 관점에서 소형의 LCD가 사용되는 이동통신단말기 및 PDA 단말기, GPS용 단말기 등에 적합하다.

후막 전계 발광소자 제작은 바인더에 형광체나 절연체를 혼합한 페이스트를 스크린 프린팅(screen printing) 방법으로 하였다. 투명전극과 배면전극 사이에 그림 1과 같이 화소의 형태로 형광층과 절연층을 차례대로 적층 하였다. 형광층과 절연층, 배면전극을 각각 프린팅 후 130℃에서 5분간 건조시켰다.

소자의 역학적 지지대 역할과 투명전극의 특성을 가진 기판은 Toray사의 ITO film(100Ω/□)을 사용했으며, 형광체는 ZnS:Cu를, 절연체는 BaTiO<sub>3</sub>를 사용하였다. 배면전극은 Silver paste를 사용하였다.

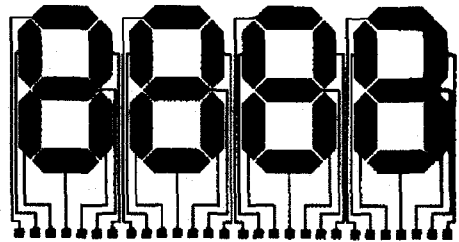


그림 1 문자구동형 후막 전계 발광소자

후막 전계 발광소자의 동작 원리는 극성이 반전되는 고전압 AC 신호를 인가하여야 연속적인 빛을 내고, 그 인가전압이 문턱전압을 넘었을 때 발광을 하며 발광된 후 인가전압이 증가함에 따라 빛이 밝기가 비선형적으로 증가하는 특성을 가진다 [1~4]. 또한 인가주파수가 증가함에 따라서 휘도가 일정 주파수까지는 선형적으로 증가하는 특성이 있다[5~7]. 따라서, 구동회로는 화소에 일정한 고전압과 주파수를 인가 할 수 있도록 설계하여

그림 2는 후막 전계 발광 소자의 전기적 등가회로를 도식화 한 것이다. 양 전극간에 교류 전압이 가해져야 소자가 발광한다. 즉 소자의 구동을 위해서는 교류전원을 인가해야 하며 실제로 구동시에는 양의 극성 및 음의 극성의 직류 펄스를 교대로 인가한다.

구동회로는 그림 3와 같이 제어부, 전원부, 스위칭 회로의 3가지로 구분된다. 제어부는 MICROCHIP의 PIC16C74A와 PIC 16C64A를 병렬로 접속하여 이용하였다. 전원부는 DC 5V를 AC 100V, 400Hz로 변환하는 인버터 회로를 사용하였다. 스위칭 회로는 소자의 특성상 고전압 동작 제어와 구동회로 보호가 요구된다. 따라서, 비접촉식 고속 스위칭이 가능하고 제어부와 전원부를 분리하여 회로의 안전성을 높일 수 있는 Photo-MOS 릴레이를 사용하였다.

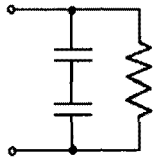


그림 2 후막 전계 발광소자의 등가회로

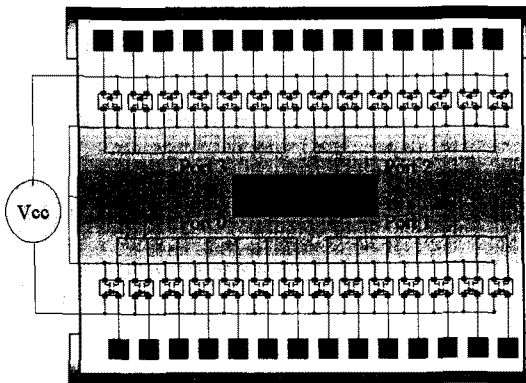


그림 3 문자구동형 후막 전계 발광소자의 구동회로

### 3. 결 과

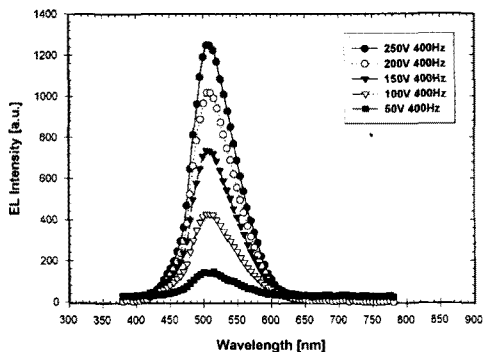


그림 4 전압변화에 따른 발광 스펙트럼

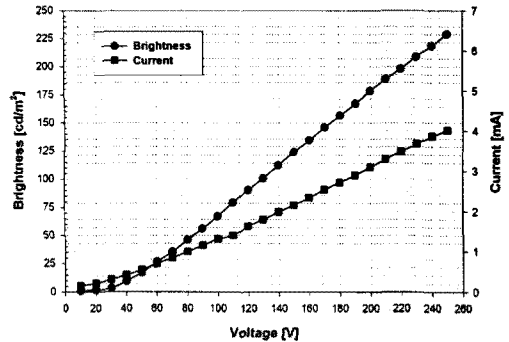


그림 5 전압변화에 따른 휘도와 전류특성

그림 4는 본 연구에서 제작된 소자의 색도를 알아보기 위하여 측정된 발광 스펙트럼 결과이다. 소자에 인가 전압을 50~250 V로 변화시키면서 측정하였다. 측정된 스펙트럼에서 peak 위치는 500.5nm에 존재하는 녹색 발광을 나타내었다. 이와 같은 결과는 사용된 ZnS:Cu 형광체의 발광중심인 Cu의 주된 에너지 준위가 녹색 발광 준위이며, 녹색 발광 준위가 상대적으로 넓게 분포된 형광체임을 알 수 있다. 또한 전압을 증가시킴에 따라 형광체 입자가 갖는 전계 에너지의 증가 즉, 전계밀도가 증가되어 발광 스펙트럼의 세기가 증가한 것으로 해석된다.

그림 5는 소자에 인가 주파수를 400Hz로 고정하고, 인가 전압을 변화시켰을 때 발광 휘도와 전류를 측정된 결과이다. 소자는 전압의 증가에 따라 휘도와 전류가 선형적으로 증가했다. 휘도가 급격히 증가하기 시작하는 문턱전압  $V_{th}$ 는 30V였다. 특히 휘도와 전류가 100V와 200V에서 각각 67.03cd/m<sup>2</sup>(1.31mA), 178.7cd/m<sup>2</sup>(3.10mA)이었다.

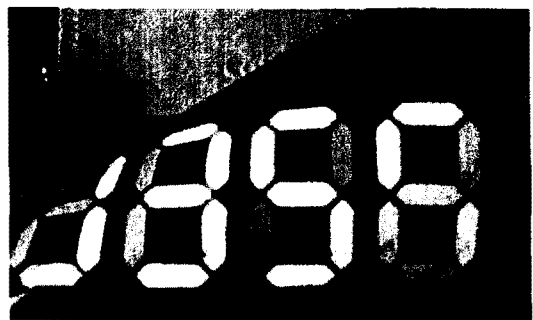


그림 6 휘어진 상태로 동작중인 문자구동형 후막 전계 발광소자

그림 5는 100V, 1.6kHz에서 휘어진 상태로 동작하는 문자구동형 후막 전계 발광소자의 사진이다. 소자 구동 시 사용되는 소비전력은 2mW 정도로 backlight로 사용 시 보다 훨씬 낮은 소비전력을 나타내고 있는 것을 알

수 있다.

#### 4. 결 론

본 연구는 제조가 용이하고 구조가 간단하며, 기계적 특성이 유연한(flexible) 박형의 후막 전계 발광소자를 이용하여 문자구동 디스플레이를 제작하고 구동회로를 설계하였다.

1. 스크린 프린팅을 이용하여 투명한 전극과 배면전극 사이에 화소의 형태로 형광층과 절연층을 차례대로 적층한 문자구동형 후막 전계 발광소자를 제작 할 수 있었다.

2. 구동회로는 제어부, 전원부, 스위칭 회로의 3가지로 구분된다. 제어부는 MICROCHIP의 PIC16C74A와 PIC 16C64A를 병렬로 접속하여 이용하였다. 전원부는 DC 5V를 AC 100V, 400Hz로 변환하는 인버터 회로를 사용하였다. 비접촉식 고속 스위칭이 가능하고 제어부와 전원부를 분리할 수 있고, 고전압 회로의 안전성을 높일 수 있는 Photo-MOS 릴레이를 사용하여 정보표시가 가능한 후막 전계 발광소자를 구동 할 수 있었다.

문자구동형 후막 전계 발광소자는 차세대 디스플레이 소자 형태로서, 물리적으로 flexible한 필름형태의 박형 디스플레이에 대한 가능성을 제시하였다.

#### (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] S. Mito, et al., SID 74 Digest, 8.4, pp.86~87, 1974
- [3] H. Ohnishi, R. Iwase, Y. Yamasaki: SID 88 Digest, 16.3, pp.289~292, 1988
- [4] C. N. King, R.E.Coovert, W.A.Barrow: Proc. Eurodisplay '87, B.77, pp.14~17,1987
- [5] 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
- [6] 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
- [7] 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