

# EL 기술 개요

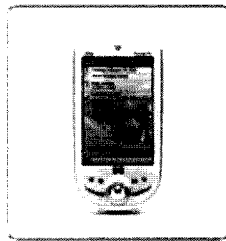
김성진 대표이사 ((주)제넥스)

## 요약

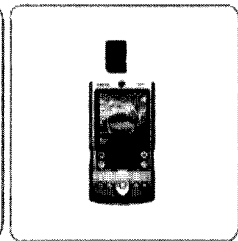
EL (Electro-Luminescence)란 전계발광소자로서 반도체, 주로 형광체에 전계를 인가할 때 아무런 열 발생없이 발광하는 현상을 말한다. EL 발광현상은 형광물질에 고전기장이 인가되었을 때, 고전기장에 의해 전자를 가속되고 가속된 전자가 발광중심이라 불리는 Light-emitting Center의 전자를 충돌 여기시키고 이렇게 여기된 전자가 다시 바닥상태로 완화될 때, 빛이 발생하는 현상을 일컫는다. 이러한 효과를 이용하여 여러 가지 디바이스에 응용이 되고 있고, 특히 TN, STN LCD의 백라이트로서 각광을 받았으나, 휴대폰 LCD의 컬러화로 인해 그 수요가 급격히 감소하였으나, 현재는 휴대폰의 키패드의 백라이트로서 LED와 경쟁을 하고 있다. EL만이 가지는 여러 가지 장점으로 인해 광고용 등에 특히 많이 응용이 되고 있다. 또한 캐나다의 iFire社와 같은 회사에서는 무기 EL을 이용하여 디스플레이로서도 활용을 하고 있어 그 응용 가능성이 매우 크다.

## 1. EL의 응용제품

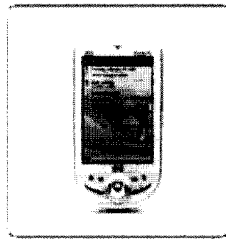
### 1.1 Backlight



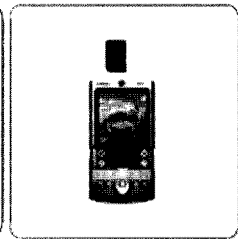
(a) PDA



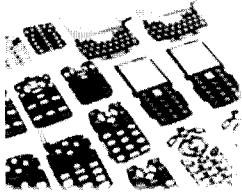
(b) Palm



(c) Tablet PC



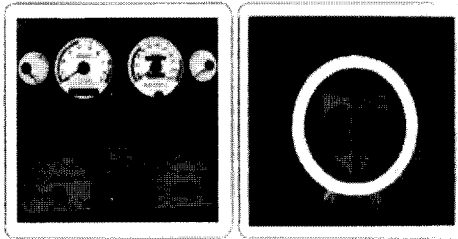
(d) Camcorder



(e) EL Keypad

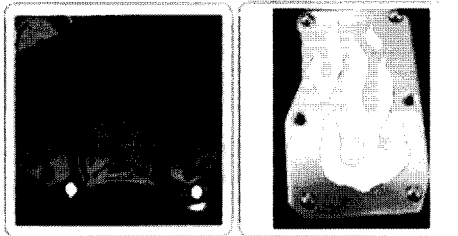
그림 1. Backlight용 EL의 응용제품.

1.2 Car Application



(a) Dashboard

(b) Emblem

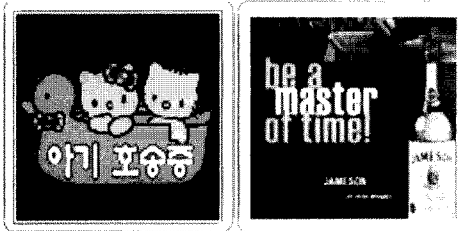


(c) Dashboard

(d) Pedal

그림 2. 자동차용 EL제품.

1.3 sign & interior Display



(a) Sign

(b) Poster

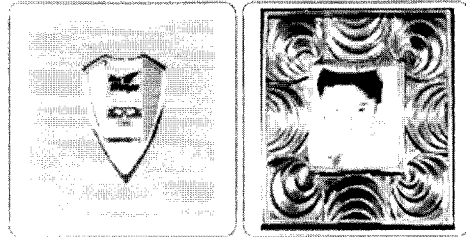


(c) Display

(d) Sign

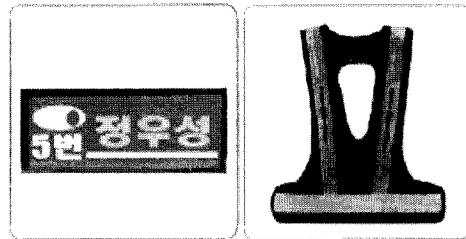
그림 3. 광고용 EL제품.

1.4 Others



(a) brooch

(b) Frame



(c) Brooch

(d) Safe Vest

그림 4. 기타 응용제품.

1.5 Display (iFire Technology)



그림 5. 디스플레이용 응용제품.



## 2. EL의 역사

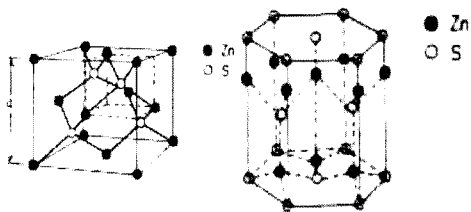
Electroluminescence (EL)현상은 형광물질에 MV/cm 이상의 고전기장이 걸릴 때 고전기장에 의해 가속된 전자가 형광층 내부에 첨가된 발광중심의 전자를 충돌 여기 시키고 여기된 전자가 다시 바닥상태로 완화될 때 빛이 방출하는 현상을 이용한 것으로 외부에서 가해진 전압으로부터 고에너지자를 얻기 때문에 이러한 유형의 EL 현상을 "High Field Electroluminescence"이라고도 부른다. EL 현상은 1936년에 프랑스의 물리학자인 Destriau가 발견하였는데 Organic Binder에 분산시킨 ZnS 형광체를 전극사이에 채운 다음 교류전기장을 가함으로써 빛을 얻어내었다. 그 후 1950년대에 투명도전박막인 SnO<sub>2</sub>가 연구되기까지는 실용소자를 개발하기 위한 연구는 거의 전무한 상태였으며, 투명도전막의 발명으로 인해, 이를 이용한 EL소자가 개발되어 평면 발광원으로서 본격적인 개발이 시작되었다. 1960년대에는 벽조명을 위한 전면 발광용 AC Powder EL소자에 대한 연구가 시작되었으나 휘도와 효율이 매우 낮을 뿐 만 아니라 수명이 짧아 소위 1세대 EL에 대한 연구가 줄어들었다. 1968년 Vecht에 의해 분산형 EL소자의 형광체 표면이 Cu처리가 됨으로써 직류 구동이 가능해 등장한 소자가 DC Powder EL과 LUMOCEN (분자발광중심)을 이용한 AC박막형 ELD이다. 전자는 분말형 EL형광체의 표면을 Cu 이온으로 코팅하여 p-n접합을 이용하는 방법을 사용하고 있으며 후막기술을 이용하여 비교적 저가로 대면적의 화면을 구성할 수 있다는 점이 장점으로 부각되면서 활발히 연구되기 시작하였다. 후자의 경우는 희토류 불화물을 분자중심으로 첨가하여 발광을 일으키는 방식으로서 전자공학과 재료과학, 특히 새로운 박막 공정기술과 소자구조의 설계 등의 진보에 힘입은 바가 크다. 1974년에 Inoguchi 등이 이 구조의 휘도와 수명을 획기적으로 향상시킨 이중 절연층 구조의 ACTFELD (AC Thin Film ELD)를 완성하여 이 구조의 EL소자를 이용한 TV Imaging System이 1974년에 발표되었다. 1983년에 일본의 샤프사가 최초로 6인치화면의 매트릭스형 패널을 대량생산하기

시작하였고, 그리드社 역시 320 × 240화소의 6인치 휴대형 컴퓨터를 발표하였다. 1980년대 말에 AC Powder EL 동작 시 발생하는 문제점인 습기에 분말이 퇴화되어 수명이 짧아진다는 점을 개선하는 해결책으로써 Microencapsulatuon이라는 방법을 이용하여 되면서 전압 인가 시 형광체를 습기로부터 차단하여 더욱 안정하고 수명을 연장시킬 수 있는 방법이 마련되면서 소위 1세대 ELD라고 불렀던 AC Powder EL에 대한 연구관심도가 증대되었다. 이러한 코팅이 된 EL 형광체는 오스람실바니아, 듀렐에서 양산을 하고 있으며, 국내외에서 수명향상을 위한 부단한 연구가 계속되고 있다. EL은 형광체에 전기장을 걸어주게 되면 빛이 나오는 현상을 이용한 것으로, 발광층에 어떤 물질을 사용하는냐에 따라 유기 (Organic)와 무기 (Inorganic)로 구분할 수 있으며, 현재 ELD는 다른 평판디스플레이에 비해 해마다 거의 배에 가까운 성장세를 보이고 있으며, EL시장수요는 폭발적으로 증가할 전망이다.

## 3. EL의 발광원리

### 3.1 형광체

EL 형광체는 ZnS와 CdS가 일찍부터 연구되었다. 대표적인 발광은 ZnS : Cu, Cl로 Cu량에 따라 Blue와 Blue-green 및 Green으로 발광하며, ZnS : Mn은 590 nm의 Orange로 발광한다. 형광체의 발광 특성



(a) 입방정계 구조

(b) 육방정계 구조

그림 6. ZnS 결정 구조.

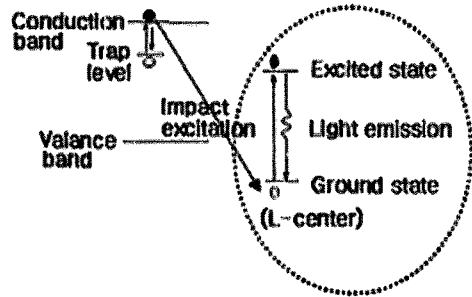
은 결정 내에 형성되는 Energy Band Gap과 결정결함(Crystalline Defect) 및 불순물에 의하여 형성되는 에너지준위(Energy Level)에 의하여 정해진다. 이들 에너지준위는 결정 내에 주입된 활성화제(Activator)와 부활성제(Coactivator)의 종류, 농도 및 소성 조건에 따라 달라진다. EL 형광체 응용은 입방정 구조를 가져야 하며, 입도가 20~25  $\mu\text{m}$ 이고,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$  등으로 표면처리를 통하여 광속저하방지가 중요한 품질조건이 된다.

ZnS의 결정구조는 그림 6과 같이 입방정과 육방정의 두 가지 형태를 갖는 것으로 입방정인결정의 격자상수 a는 5.41 Å이고, 육방정의 격자상수 a는 3.81 Å, c는 6.23 Å의 값을 가진다.

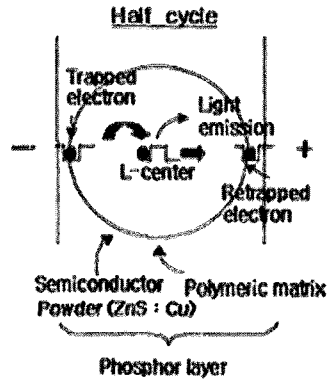
ZnS의 광학적 특징으로 7족 원소의 Cl, Br 등을 불순물로 첨가시키면 도너레벨(Donor Level)을 형성하고, Cu, Au 또는 Ag 등을 불순물로 첨가시키면 억셉터레벨(Acceptor Level)을 형성한다. 또 위와 같은 형광체들은 만드는 조건에 따라 Blue, Blue-green, Green 및 Orange의 발광중심을 형성한다.

### 3.2 발광원리

ZnS 형광체 분말과 형광체를 둘러싸고 있는 Organic Binder의 계면에 포획(Trap)되어 있는 전자들이 어떤 한계전압( $V > V_{th}$ ) 이상에 이르면 ZnS:Cu로 터널링(Tunneling)되어 이동한다. 이동된 전자는 Energy Band에서 보면 전자가 ZnS:Cu의 Trap Level에서 전도대(Conduction Band)내로 이동이 되며, 이렇게 ZnS:Cu 전도대로 이동한 전자들(Hot Electron)이 외부에서 인가된 고 전계(High Electronic Filed)하에서 가속되어, 발광중심(Luminescent Center)으로 첨가된 Cu의 최외각 전자와 직접 충돌(Direct Impact)하여 Cu의 최외각 전자를 바닥상태(Ground State)에서 들뜸 상태(Excited State)로 여기(Excitation)시키게 된다. 이때 Cu의 바닥상태에서 들뜸 상태로 여기된 전자가 다시 바닥상태로 완화되면서 Phonon Energy 인 빛을 방출하게 된다. 또한 발광중심인 Cu와 충돌하여 Energy를 잃은 전자들은 다시 재 포획(Retrapp)된다. 반대로 역 전압이 인가되면 재 포획된 전자들이 다시 터널링 현상을 통해서 ZnS:Cu 전도대로 이동하



(a) Energy Band in ZnS



(b) EL Lighting System in ZnS

그림 7. EL의 발광원리(Schematic Representation to Produce Electro-luminescence).

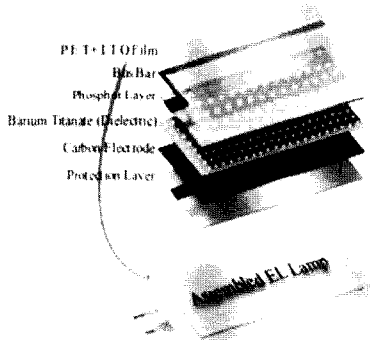
여 발광중심인 Cu의 최외각 전자를 충돌 여기시켜 빛을 방출시키게 한다. 여기된 전자가 바닥상태(Ground State)로 완화되면서 빛을 방출하게 된다. 여기상태는 전계의 방향이 변할 때마다 얻어지기 때문에 교류전압을 인가하면 한 주기 동안 두번 발광하게 된다.

## 4. EL의 구조

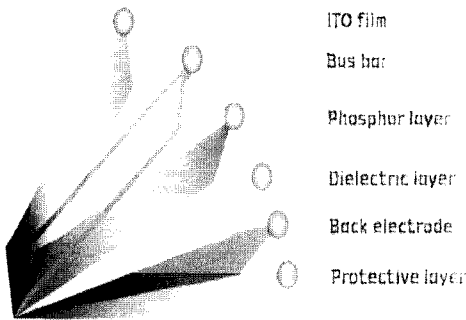
무기 후막 EL은 분산형 AC 구동 EL과 같은 것으로, 기본구조는 그림 8과 같다. 무기 후막 EL은 바인

더로 고정된 형광체 층에 교류 전계가 인가될 때 빛을 내는 것으로 두 평행 전극 사이에 ZnS계의 형광체로 이루어진 형광층과 유전층이 삽입된 구조이다. 형광체는 20~30 μm의 크기인 파우더의 형태로 이루어져 있으므로 막을 형성하기 위해 결합제(Binder)가 필요하며, 일반적으로 PVDF, Cyano 레진 및 기타의 소량의 아크릴계를 바인더로 이용한다. 고전압 인가가 필요한 전계 발광을 위해서는 형광층 단면을 가로 질러 흐르는 전류의 흐름을 차단해야 한다. 이러한 누설전류의 흐름을 차단하기 위해 BaTiO<sub>3</sub> 파우더를 이용한 절연층을 후면 전극과 형광층 사이에 형성한다. 절연층 물질은 형광층에 인가되는 전계의 약화를 최소화 하기 위해 유전율이 높은 것을 사용해야 하며, 형광층이 발하는 빛의 효율적인 발산을

위해 백색에 가까운 것을 사용한다. 또한 형광층의 빛이 외부로 방출되기 위해 전면 전극은 ITO가 증착되어진 필름 혹은 TPU, PET, PC 등의 필름에 전도성 고분자를 형성한 것을 사용한다. 전극은 카본 페이스트에 실버페이스트를 버스바(Busbar) 형태로 이용하는 것이 일반적이다. 높은 카본의 저항으로 인해 빛의 불균일성을 해소하기 위하여 실버를 얇은 선형태로 테두리를 감싸는 것을 버스바 구조라 한다. 기타 내습성 및 외부로부터의 오염을 방지하기 위하여 보호층을 형성한다. 이는 적외선 건조형이나 UV형 건조형을 이용한다. EL의 기본적인 특성인 휘도, 내압특성, 신뢰성을 높이기 위하여 형광층 및 유전층의 형성이 가장 중요하다. 다음에 형광층 및 유전층의 형성에 관하여 기술한다.



(a)



(b)

그림 8. 후막형 무기 EL의 구조.

#### 4.1 유전층

무기 후막 EL소자에서 형광층과 유전층은 형광체 파우더와 유전체 파우더에 바인더를 혼합하여 층을 이룬다. 또한 형광층과 유전층은 각각 하나의 Capacitor와 같은 역할을 한다.

형광층과 유전층 사이의 경계면에는 같은 전하량으로 전자가 분포되므로 층간의 경계조건은 다음의 식 (1)과 같이 나타내어진다.

$$\epsilon_p \cdot E_p = \epsilon_d \cdot E_d \quad (1)$$

$\epsilon_p$ 는 형광체의 비유전율,  $E_p$ 는 형광층에 인가된 전계,  $\epsilon_d$ 는 유전체의 비유전율,  $E_d$ 는 유전체에 인가된 전계를 나타낸다.

EL소자에 인가되는 전계 전압은

$$V_a = E_p \cdot L_p + E_d \cdot L_d \quad (2)$$

이며, 위의 두 식에서 형광층에 인가되는 전기장  $E_p$ 를 구하면

$$E_p = \frac{\epsilon_d}{\epsilon_d \cdot L_d + \epsilon_p \cdot L_p} \cdot V_a \quad (3)$$

이 된다.  $L_d$ 는 유전체의 두께,  $L_p$ 는 형광층의 두께이다. 위의 식에서 알 수 있는바와 같이, 휘도를 높이기 위해 형광층에 인가되는 전계를 크게 하기 위해서는 유전체 층의 두께  $L_d$ 는 최소가 될 수 있도록 해야 한다. 유전체 조성이 높을수록 휘도가 높게 나타나는데, 이것은 다음의 식에서 알 수 있다.

$$\frac{E_p}{E_m} = \frac{3\epsilon_d}{2\epsilon_d + \epsilon_p - V_p(\epsilon_p - \epsilon_d)} \quad (4)$$

여기서  $V_p$ 는 형광체의 농도,  $E_m$ 은 형광층에 인가되는 평균 전계,  $\epsilon_d$ 는 유전체의 유전율,  $\epsilon_p$ 는 형광체의 유전율,  $E_p$ 는 형광층의 전계이다. 따라서 유전율이 높은 유전체를 가질수록 형광층에 인가되는 전계가 높아져서 휘도가 증가함을 알 수 있다.

주파수가 증가하면 캐리어의 움직임이 빨라져 주파수에 따른 정전용량이 낮아진다. 유전체의 손실된 Power Density는 다음의 식과 같다.

$$\frac{P}{V} = \frac{1}{2} E_0^2 \omega \epsilon_0 \epsilon'' \tan \delta \quad (5)$$

여기서  $\tan \delta$ 는 Dissipation Factor이며, 이때  $\epsilon'' \tan \delta$ 를 Loss Factor라 한다. 유전손실이 크면 그만큼의 전류가 많이 흐르게 되므로, 전류밀도도 증가하게 된다.

#### 4.2 형광층

무기 후막 EL소자에서 전계를 가하였을 경우, 앞에서 주어진 식 (3)의  $E_p$ 는 형광체가 빛을 발하는 임계 전계  $E_{pth}$ 보다 큰 값이어야 한다.

$$E_p = \frac{\epsilon_d}{\epsilon_d \cdot L_d + \epsilon_p \cdot L_p} \cdot V_a \quad (6)$$

$$E_p > E_{pth}$$

될 것이고, 이 식을 형광층의 두께  $L_p$ 에 대해 정리하면 다음과 같다.

$$L_p < -\frac{\epsilon_d}{\epsilon_p} \cdot L_d + \frac{\epsilon_d}{\epsilon_p} \cdot \frac{V_a}{E_{pth}} \quad (7)$$

AC Powder EL Device 동작 시 전류는 100 V, 400 Hz일때  $0.2 \text{ mA/cm}^2$  이하로 제한된다. 그러므로 형광층의 정전용량  $C_p$ 와 절연층의 정전용량  $C_d$ 에 의한 합성 임피던스는 어떤 임의의 동작 조건에 대해서 최대한으로 허용된 값의 전류를 흐르게 하는 임피던스 Z 값보다 큰 값을 가져야 한다.

즉,  $\frac{1}{2\pi f C_t} > Z$ 에서 다음과 같은 관계가 만족되어야 한다.

$$\frac{C_p + C_d}{2\pi f C_d \cdot C_p} > Z \quad (8)$$

위의 식을 형광층의 두께에 대한 식으로 나타내면 다음과 같다.

$$L_p > -\frac{\epsilon_p}{\epsilon_d} \cdot L_d + 2\pi f \epsilon_0 \epsilon_p Z \quad (9)$$

형광층의 휘도 B는 형광층이 발광한 후 그 양단을 흐르는 전하량 Q와 발광 시 형광체의 절연파괴전압  $V_{pt}(=E_{pt} \cdot L_p)$ 의 곱에 비례한다. 전하량 Q는 외부에서 가해진 발광 이후 전압 ( $V_a - V_{at}$ )과 절연층 정전용량의 곱으로 주어진다. 따라서 휘도 B는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} B &\propto Q \cdot E_{pth} \cdot L_p \quad (10) \\ &= C_d \cdot (V_a - V_{at}) \cdot E_{pth} \cdot L_p \end{aligned}$$

여기서  $C_d$ 는 절연층의 정전용량,  $V_a$ 는 외부 인가 전압,  $V_{at}$ 는 절연층과 형광층 양단의 외부임계전압, 그리고  $E_{pth}$ 는 형광층의 임계전계이다. 외부임계전압  $V_{at}$ 는 다음과 같다.

$$V_{at} = \frac{Q}{C_t} \quad (11)$$

형광층에 유도되는 임계전압  $V_{pl}$ 는 다음과 같다.

$$V_{pl} = \frac{Q}{C_p} \quad (12)$$

식 (11)과 (12)에서  $V_{pl}$ 에 대해 나타내는 식은 다음과 같다.

$$V_{pl} = \frac{E_{ph}(\gamma_d \cdot L_p + \gamma_p \cdot L_d)}{\gamma_d} \quad (13)$$

가 되고, 이 값을 (8)식에 대입하면, 휘도 B는 다음과 같다.

$$B \propto \frac{\gamma_p^3 d}{L_d} \quad (14)$$

$$\left[ V_a \cdot \frac{E_{ph}(\gamma_d \cdot L_p + \gamma_p \cdot L_d)}{\gamma_d} \right] E_{ph} \cdot L_p$$

위의 식에서 휘도 B가 최대로 되는  $L_p$ 의 값을 구하면 다음과 같은 식이 성립한다.

$$L_p = \frac{(V_a - \frac{\gamma_p}{\gamma_d} \cdot E_{ph} \cdot L_d)}{2E_{ph}} \quad (15)$$

이와 같이 형광층 및 유전층에 따라 휘도가 변화하는 특성을 가지고 있다. 일반적으로 EL의 휘도를 증가시키기 위해서는 정전용량을 크게 해야 되며, 이는 유전율을 높이거나 두께를 낮게 함으로서 가능하다. 그러나 두께를 낮추는 방법은 유전층의 절연저항을 낮추어 내전압 특성이 낮아지고 신뢰성을 급격히 낮추므로 주의해야 할 필요가 있다. 유전율을 높이기 위해서는 높은 유전율의 BaTiO<sub>3</sub>을 사용하거나 입도의 조절, 바인더에서의 유전체의 분율을 높이는 방법 등이 제안되고 있다.

## 5. 기타 EL의 특징

### 5.1 구동 주파수

그림 9는 일정전압에서 주파수의 증가에 따른 휘도의 분포를 나타내는 것으로 구동주파수가 증가할수록 휘도가 증가하다가 포화되는 경향을 나타내고 있다. 주파수의 증가는 단위시간동안 가해지는 전압의 횟수가 증가됨을 의미하고 단위시간 당 가해지는 전압의 수가 증가할수록 발광의 횟수증가를 의미한다. 즉 전계발광소자의 응답속도(인가된 주파수내 반응하는 시간)이므로 주파수가 증가할수록 휘도는 증가할 것이다. 그러나 응답속도 이상의 주파수가 인가되면 소자의 발광휘도는 포화내지 감소된다.

그림 10, 11은 구동주파수의 변화에 따르는 전계발광 소자의 스펙트럼 변화 및 색좌표의 변화그래프

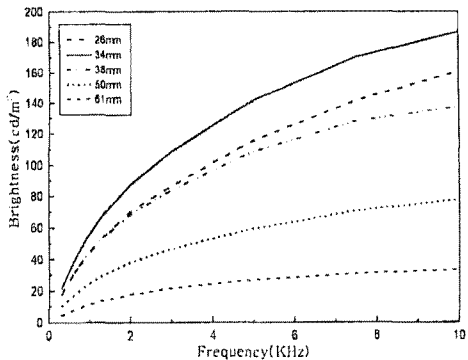


그림 9. 주파수 변화에 따른 휘도 특성.

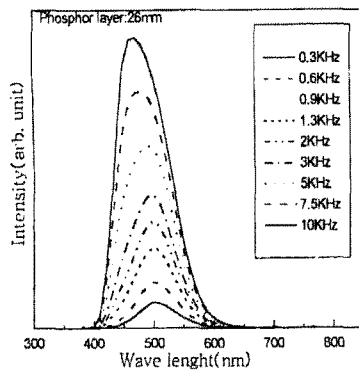


그림 10. 주파수 변화에 따른 스펙트럼 변화.

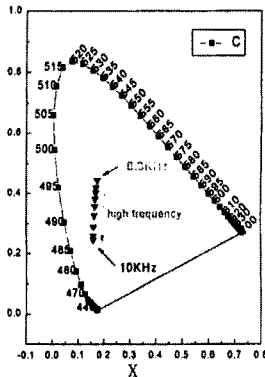


그림 11. 주파수 인가에 따른 색도변화.

이다. 그림에서 보는 바와 같이 주파수의 Peak Position이 고주파 영역으로 갈수록 단파장 쪽으로 이동하고 있음을 알 수 있다. 이는 전계발광의 메커니즘으로 설명할 수 있다. 외부 전계가 인가 시 형광체내 여기된 전자는 형광체내 Dopant의 전자를 여기시켜 밴드갭내 Dopant의 에너지 준위에 존재하게 된다. 여기된 전자는 발광이라는 형태를 통하여 에너지를 전이하게 된다. 이때 여기된 전자는 밴드갭내 다른 에너지 준위로 이동할 수 있고 이 때 비발광의 형태로 낮은 에너지 준위로 전이가 발생할 수 있다. 비발광 형태로 감소된 에너지만큼 적은 에너지가 빛의 형태로 발광하여 상대적으로 장파장 영역의 빛을 발산하게 된다. 이 때 인가되는 전압의 주파수가 증가하면 밴드갭내 이러한 형태의 에너지 전이가 발생할 가능성이 적어지고 원래의 여기된 에너지 준위에서 빛을 발산하게 된다. 즉 주파수가 증가할수록 에너지의 전이 가능성이 적어지고 상대적으로 단파장의 빛을 발광하게 된다. 예를 들어 ZnS : Cu 계열의 형광체는 Green색의 발광을 하나 주파수가 증가할수록 Blue색의 발광쪽으로 스펙트럼이 변화한다. 이는 동일 형광층 구조에서 구동전압 및 주파수의 변화로 여러 가지 색상으로 변환이 가능하다는 것을 의미한다.

5.2 EL 소자의 신뢰성 평가기술 개발 및 신뢰성 평가 전계발광 소자의 신뢰성을 평가하기 위해서는 평

가 기술에 앞서 평가 항목 및 그 내용을 정의할 필요가 있다. 이에 신뢰성 평가 항목으로는 소자의 열화(Aging)특성 고온, 고습(60℃ 90% RH) 분위기에서 연속동작(240시간)을 시켰을 경우 나타나는 불량항목 등으로 크게 나눌 수 있다. 소자의 열화특성은 소자를 장시간 작동 시 휘도의 저하가 발생하고 초기 동작 시 측정된 휘도의 1/2 값으로 떨어질 때 까지 걸리는 시간으로 표시된다. 또한 내환경성 실험은 60℃ 90% RH 분위기에서 연속 동작 시 소자내 비발광 부분 및 표면에 흑점이 나타나지 않아야 한다. 이러한 불량의 원인으로는 고온, 고습 분위기에 서 수분의 침투에 의한 형광층의 열화가 있고, 또한 소자 제작 후 소자 내 남아있는 바인더내에 잔류 기포가 발생하거나 바인더 또는 형광층과 필름과의 접착 특성 저하로 투명 전극층과 형광층 사이에 국부적인 전계집중 현상이 발생하는 경우 발생한다. 또한 형광층의 스크린 작업 중 형광층이 불균일하게 형성되는 경우 불균일한 형광층 쪽으로 전계가 집중되어 특정부의 형광체가 조기에 열화되는 경우도 있다.

전계발광소자의 내특성을 향상시키기 위한 방법 중 하나로 소자에 보호층을 형성한다. 종래의 방습 Film을 사용한 전계발광 소자의 경우 수분차단을 위하여 배면전극 밑으로 PE 등을 스크린 프린팅 작업을 하여 방습층을 형성시켰으나 경계면에서의 접착 특성 및 방습층 자체의 문제(기공의 형성)등으로 효과적인 보호층의 역할을 제대로 하지 못하여 UV 패이스트를 이용하는 등 여러 가지 방법이 제안되고 있다.

6. EL의 기대효과(기술적 기대효과)

대면화된 AC Power EL의 설계 및 제작기술이 확보되면 현재까지 실내에서만 사용되어 오던 것을 실외에서도 사용이 가능하여 기존의 높은 소비전력을 갖고 있는 외부 Sign들의 대체가 가능하게 되어 시장 확대와 아울러 에너지 절감에 크게 기여할 것으로 판단되고, 기존의 LCD를 디스플레이로 사용되는 휴대용 전자제품의 가장 큰 문제는 기존의 도광판을





이용한 CCFL방식의 Backlight는 Battery의 수명이 문제였으나 이를 2배정도 연장할 수 있는 장점을 가지고 있다. EL은 전면의 균일한 광분포를 나타내면서 구조가 간단하다. 또한 EL의 전체가격을 구성하는 재료비중 제조원가의 80%가 형광체, 방습필름 및 투명전극에 집중되어 있어 이를 국산화하거나 저렴하게 재료의 개발을 통하여 제품단가의 경쟁력을 확보할 필요가 있고, 옥외에서도 사용할 수 있는 EL 재료의 개발이 필요하다.

### 7. 현재의 기술동향 및 발전방향

캐나다의 토론토에 본사가 위치한 iFire Technology社는 TDEL (Thick-film Dielectric Electro-Luminescent) 기술을 이용하여 액정 TV에 버금가는 화질을 가지면서 제조비용은 훨씬 저렴한 TV를 실현하기 위한 플랫 패널 기술의 상품화에 매진하고 있다. TDEL기술은 두 개의 전극층에 인광체 층과 유전체 막이 삽입된 구조를 가지고 있으며, 후막 유전체 구조를 기반으로 내진동 및 충격에 강해 파손위험이 적고 뛰어난 화질과 컬러를 표현한다. 또한 다른 FPD 기술에 비해 구조가 단순해 제조 프로세스가 복잡하지 않고 제조 프로세스가 작아 생산 비용을 30~40% 삭감이 가능하다는 이점이 있다. iFire社에 의하면, 이 회사의 후막 유전체 무기EL 기술 (TDEL)은 10~40인치, 나아가서는 50인치 정도의 디스플레이 패널에 적용할 수 있으며, 처음에는 30인치 정도의 패널을 제조할 계획이라고 한다. 37인치 패널의 경우, TDEL 기술을 사용하면 시야각 170도, 최고휘도 500 Cd/m<sup>2</sup>, 콘트라스트비 500:1의 성능을 가진 막 두께 2cm의 패널을 사용한 TV를 제작할 수 있다. 소비전력은 200W가 목표이며, 수명은 4만 시간 이상이라고 한다.

#### 7.1 TDEL 패널 구조도(그림 12 참조)

#### 7.2 투명한 무기EL 패널 개발

최근 유기EL 재료를 이용한 OLED 디스플레이 기술이 많은 주목을 받으며, 액티브 매트릭스형 OLED

패널을 이용한 대화면 TV 개발이 각 디스플레이 업체를 중심으로 활발하게 진행되고 있다. 이에 비해 무기EL 재료는 유기EL 재료보다 앞서서 개발되었지만, 고전압의 교류 전원을 필요로 한다는 점과 휘도와 장수명의 특징을 갖는 청색 EL 재료의 개발이 어려워 최근의 EL계 디스플레이의 개발의 중심이 유기EL쪽으로 상당 부분 이동한 상황이다. 물론 아직 캐나다의 iFire Technology 등의 업체가 대화면 무기EL 패널 개발과 이를 이용한 TV 제품화에 의욕을 보이고는 있지만, 경쟁 디스플레이 패널 기술의 발전 상황으로 볼 때, 양산으로의 이행이 쉽지 않은 것으로 보인다.

일본의 테라오카정공(寺岡精工)은 투명한 무기EL 패널을 개발하여 발표하였다. 화소의 구동 방식이 패시브형이기 때문에 구동용 TFT는 사용되지 않았지만 해상도는 28 ppi로 패시브형으로는 비교적 높은 해상도와 빠른 동영상 구현을 실현한 것이 특징이다. 투명 무기EL 패널은 표시 부분의 유효 크기가 108 mm × 230 mm, 화소의 핏치는 0.90 mm이며 화소의 수는 108 × 256, 표시 패널의 두께는 2.2 mm, 휘도는 100 cd/m<sup>2</sup>, 시야각은 160도, 소비전력은 무발광시가 17.7 W, 발광 시에도 최대 30.9 W이다. 아직 적색으로 발광하는 무기EL패널 기술이 확립되지 않아 컬러표시는 아직은 미흡하다.

아직 무기EL 패널을 이용한 대화면 디스플레이 패널 및 TV 개발의 경우 기술 발전 속도가 많이 떨어

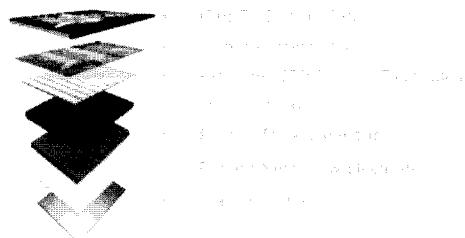


그림 12. TDEL의 구조.

진 상태이다. iFire Technology社는 [Society for Information Display, SID2004]에서 34인치 프로토타입 무기EL 패널을 발표하고, 2006년까지는 무기EL TV가 등장할 것이라고 공언한 바 있으나, 이러한 계획은 아직 실현되지 못하였다. 또한 이 회사는 2006년에도 휘도 특성을 크게 개선한 34인치 무기EL 패널을 자사의 파일럿 공장에서 생산한 바 있다. 하지만 무기EL 패널을 이용한 TV 개발을 위해서는, (1) 패널 결함을 감소시키는 생산 기술 확립, (2) 발광 효율 향상, (3) 1080 p 대응 등의 기술적인 과제를 해결해야 할 것으로 보인다. iFire社는 2009년 37인치형 (1280 × 960) 패널의 양산 계획과 패널의 가격 절감을 본격적으로 추진하고 있어, 무기EL 패널이 현재 제품화 되어 있는 소형 패널 시장 이외에 TV용 대형 패널 시장에 성공적으로 진출할 수 있을 지 귀추가 주목된다.

국내에는 현재 무기EL을 이용하여 주로 광고용이나 휴대폰의 키패드용 백라이트로 주로 활용하고 있다. 모토로라의 레이저폰에 무기EL키패드가 채택이 되어 최고의 호황을 누렸으나, 현재는 LG, 모토로라, 삼성 등 몇 개의 모델에만 적용이 되고 LED에 밀려있는 형국이다. 국내의 기업으로는 (주)아이비컴, EL코리아, 사룩스 등의 업체들이 소량을 생산하고 있다. 국내의 기술수준은 아직 무기EL을 이용한 패널 및 TV의 개발 등은 전혀 이루어지지 않고 있으며, 유기EL인 OLED에 대한 관심 및 이에 대한 연구

만 중점적으로 이루어지고 있는 실정이다. 여러 가지 무기EL이 가지고 있는 장점을 극대화할 수 있는 기술의 개발이 꾸준히 이루어져야 된다고 판단된다.

## 참고 문헌

- [1] KISTI, 글로벌동향브리핑(2007.09.03).
- [2] (주)사룩스 기술자료.
- [3] KISTI, 기술동향분석보고서(EL 형광체 제조기술 동향, 2003).

## 저자|약력



성명 : 김성진

◆ 학력

- 1991년 KAST 재료공학과 공학사
- 1994년 포항공대 대학원 재료금속공학과 공학석사

◆ 경력

- 2000년 - 2003년 ㈜CND 선임연구원
- 2003년 - 현재 ㈜제닉스 대표이사

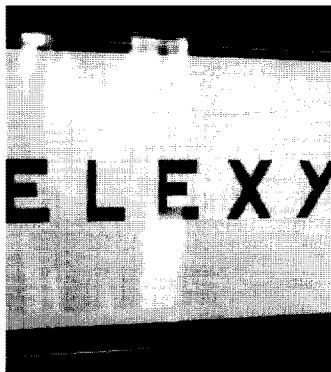


그림 13. 테라오카 정공의 투명 EL 패널.

