

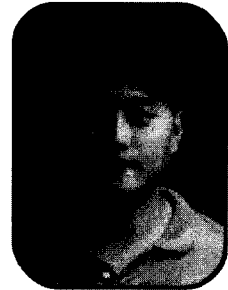
무기 EL의 기술 동향



이상훈
한성엘컴텍(주)
EL연구개발팀 차장



이영우
한성엘컴텍(주)
EL연구개발팀 과장



김응룡
한성엘컴텍(주)
EL연구개발팀 대리

1. EL(Electro-Luminescence)이란?

EL은 형광물질에 고 전기장이 걸릴 때 전기장에 의해 가속된 전자가 형광층 내부에 첨가된 발광 중심(Luminescent Center Activator)의 전자를 충돌 여기(Impact Excitation)시키고 여기된 전자가 다시 바닥상태로 완화될 때 빛이 방출하는 현상을 이용한 소자로서 전압인가 시 발광면 전체가 균일하게 발광하는 평면 광원이다. EL은 현재 LCD Back-Light 용으로 사용되며 Mobile Phone, PDA, Pager 등 여러 가지 첨단 정보통신 장치뿐만 아니라 우수한 시인성을 바탕으로 Key-Pad에 사용되며 다양한 형태의 Back-Light로 광고용 등에 사용되고 있다.

태를 유지하기 위해서는 형광체 내부의 전자가 계속적으로 여기 상태와 바닥상태를 오가야 하기 때문에 EL을 교류전원으로 구동하여야 한다.

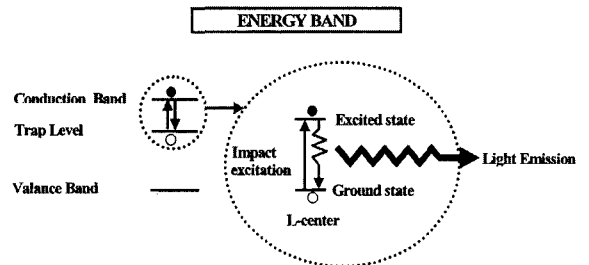


그림 1. Energy Band로 본 EL의 발광 원리.

2. 발광 원리

EL은 아래의 그림 1에서와 같이 두 전극인 전면 전극(Front Electrode)과 배면 전극(Rear Electrode)으로 유입되는 교류 전압에 의하여 두 전극 사이에 구성된 형광층내의 형광체 내부에 첨가된 발광 중심의 전자를 충돌 여기 시킨다. 여기된 전자가 바닥상태로 돌아갈 때 발생하는 에너지가 빛으로 변환되는 원리를 이용한 것이다. 따라서 지속적인 발광상

3. EL 구조

일반적인 EL의 구조는 아래의 그림 2에서와 같이 형광층으로부터 발생한 빛이 투과되어야 하는 투명한 ITO Film상에 형광층, 유전층, 배면 전극층, 보호층의 구조로 이루어진다. 전면 전극층으로 사용되는 ITO는 투명하고 도전성을 갖는 물질로 Indium Tin Oxide(InSnO_{3-x})가 PET Film상에 Sputtering을 통해



형성한 것이다.

그림 3은 EL의 실제 제품 단면구조이다.

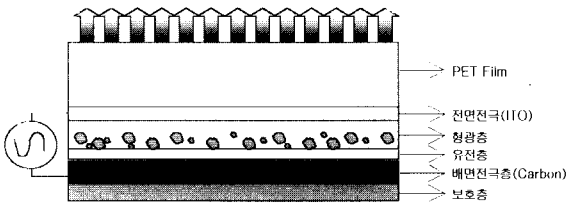


그림 2. EL의 구조.

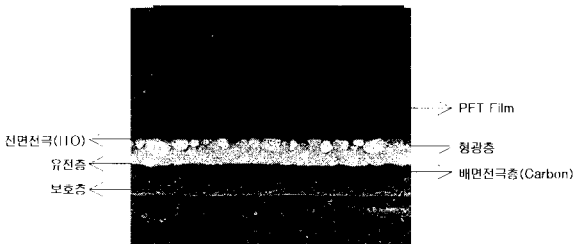


그림 3. EL의 실 단면 구조.

표 1. EL의 각 Layer 구성 및 역할.

Layer명	구성	역할
전면전극층	PET Film+ITO	형광층에서 발생된 빛을 외부로 방출시키는 투명한 전극으로 작용함.
형광층	형광도료 (형광체+Binder)	전원을 공급 받아 빛을 발생하며 EL의 특성을 결정하는 가장 중요한 Layer임.
유전층	유전도료 (유전체+Binder)	전면과 배면 전극사이의 절연 역할과 형광체의 원활한 발광을 유도함.
배면전극층	Carbon Ink	전면 전극과 함께 전원을 공급하는 전극 역할을 함.
보호층	Coating Ink	EL의 각 Layer를 외부로부터 보호하는 역할을 함.

4. EL의 Layer 구성 및 역할

아래의 표 1은 EL의 각 Layer 구성 및 Layer의 역할을 나타낸 것이다. EL은 기본적으로 5개의 Layer로 구성되며, 각 Layer들은 각각의 다른 역할을 한다.

5. EL의 특징

5.1 낮은 발열성

EL은 균일하게 면 발광하는 제품으로 발열이 거의 없다.

5.2 저 소비 전력

EL은 소비 전력이 LED 대비 약 10%, 기존 형광 등 광고판 대비 약 20%의 매우 낮은 소비 전력을 갖는 제품으로 저 전력 고효율 제품이다.

5.3 유해성

EL은 수은, 카드뮴, 그리고 납과 같은 유해성 물질이 없는 환경 친화적인 제품이다.

5.4 Animation 연출

EL은 원하는 부분만 선택적으로 발광이 가능하며, 발광 시간 그리고 순서 조절이 가능하기 때문에 Animation 연출이 가능하다. 아래의 그림 4는 EL을 Animation이 가능하도록 발광면을 분할하여 제작한 그림이다. 원하는 부분별로 발광 시간과 순서를 조절함으로써 Animation이 가능하게 한다.



그림 4. Animation 연출이 가능하도록 제작된 EL.

5.5 얇은 두께

EL의 두께는 기본적으로 약 0.25 mm의 두께를 갖으며, 최소 약 0.15 mm까지의 두께로도 제작이 가능하다. 따라서 현 Back-Light로 사용되는 광원으로서는 가장 얇은 두께로 면 발광하는 제품 중의 하나로 볼 수 있다.

5.6 유연성

EL은 그림 5에서 볼 수 있듯이 곡면 상태에서도 발광이 가능할 정도로 유연성이 좋은 제품이다.



그림 5. 곡면상태에서 발광하는 EL.

5.7 다양한 Color

표 2와 그림 6에서 볼 수 있듯이 EL은 부드럽고 은은한 20가지 이상의 다양한 Color를 구현가능하다.

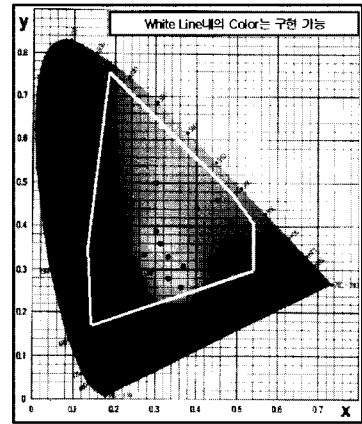


그림 6. EL의 구현 가능한 Color의 색좌표.

표 2. 구현 가능한 Color별 휘도 및 색좌표.

Tone	Color	Brightness TYP.(cd/m ²)	Chromaticity	
			X	Y
Blue	Deep Blue	60	0.16	0.20
	Blue	70	0.16	0.25
	Sky-Blue	75	0.16	0.30
	Light Blue	75	0.17	0.35
Green	Blue Green	90	0.18	0.40
	Green	90	0.20	0.46
	Yellow Green	110	0.20	0.53
	Deep Green	100	0.20	0.59
	Grass Green	85	0.20	0.66
	Grand Green	80	0.20	0.72
Yellow	Deep Yellow	80	0.30	0.50
	Yellow	80	0.40	0.42
	Orange Yellow	80	0.45	0.46
Red	Orange	55	0.49	0.41
	Pink	40	0.46	0.31
	Red	40	0.47	0.35
	Deep Red	30	0.52	0.35
White	Yellow White	120	0.30	0.39
	Blue White	100	0.26	0.26
	White	110	0.31	0.36

(구동조건: 100 Vrms-400 Hz)

5.8 가공성 및 설치와 취급

EL은 초보자도 설치가 가능할 정도로 설치가 쉽다. 또한 EL은 가볍고 견고하여 진동과 같은 충격에 강하여 취급이 매우 용이하다. 그림 7에서와 같이 가공성 또한 좋다.

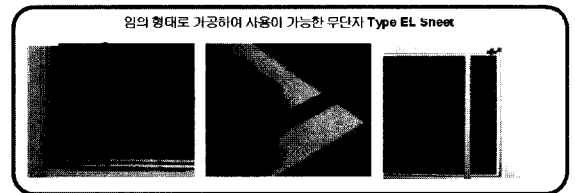


그림 7. 가공성이 좋은 EL.

6. EL의 정격 Spec.

다음의 표 3은 EL의 최대 구동 전압 및 주파수, 최



대 동작 및 보관 온도 조건 그리고 전류밀도와 정전 용량의 최대값 등의 정격 Spec.을 나타낸 것이다.

표 3. EL의 정격 Spec.

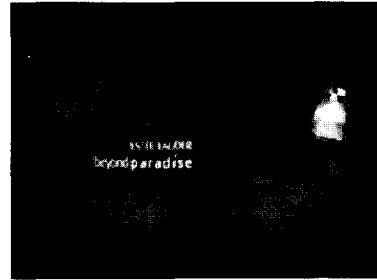
Max. Operating Voltage	A.C 300 Vrms
Max. Operating Frequency	5 KHz
Max. Operating Temperature	-30 ℃ ~ 70 ℃
Max. Storage Temperature	-40 ℃ ~ 85 ℃
Current Density	Max. 0.25[mA/cm ²] At 100Vrms-400Hz
Capacitance	Max. 0.75[nF/cm ²] At 1 Vdc-1 KHz

7. EL의 적용 분야

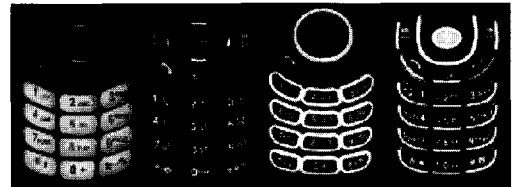
EL의 특징에서 볼 수 있듯이 EL은 그 자체의 특성(매우 얇은 두께, 유연성, 단파장의 미려한 칼라구 현, 내구성, 다양한 Color등)으로 인해 그 적용분야는 매우 크다. 이러한 특성을 장점으로 하여 광고용 POP, 옥외광고등 기타 광고 시스템에 적용이 매우 용이하며, 일반 전자제품 LCD Back Light용으로 많이 쓰이고 있다. 최근에는 KEY-PAD의 Back-Light로 사용되던 LED 대신에 EL을 적용한 제품이 양산이 되고 있으며, 우수한 시인성과 저 소비전력으로 인하여 파급효과가 매우 클 것으로 예상된다. 또한 KEY-PAD에 EL을 적용함에 따라 그 칼라의 미려함으로 인해 휴대폰을 고급제품으로 Upgrade하는데

표 4. EL의 적용 분야.

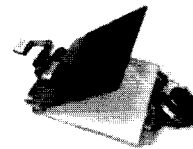
구분	적용분야
광고시장	옥내광고, 옥외광고, 실내 인테리어, 무대장치 등
안전표시장치	비상문, 통로 유도등, 안전 띠, 발광조끼 등
전자제품 시장	휴대폰, MP3플레이어, 리모콘, 전자수첩, 시계 등
캐릭터/팬시시장	스타캐릭터, 공연 행사물, 완구, 빼지 등
자동차 Display	계기판, 변호판, 실내 조명등, 방향 지시등



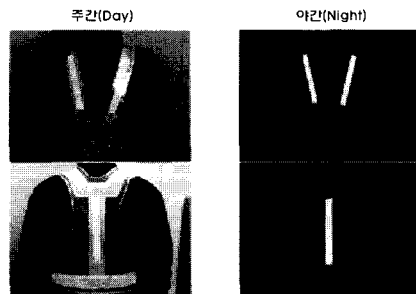
(a) 광고용 EL



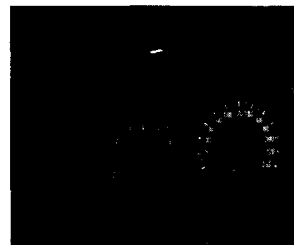
(b) EL KEY-PAD



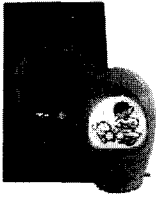
(c) LCD Back-Light EL



(d) 발광 조끼용 EL



(e) 자동차 계기판용 EL



(f) 탁상 액자용 EL



(g) 뺨지용 EL

그림 8. EL의 다양한 적용 분야.

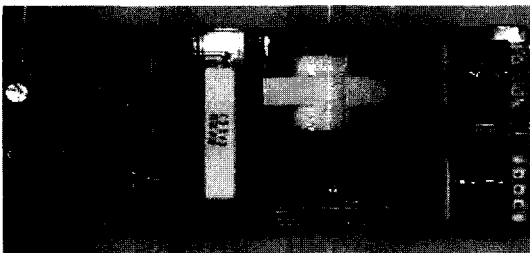
매우 용이 하다. 그리고 안전제품에 적용이 가능하여 안전조끼, 비상 유도등, 기타 도로표지판 등으로 사용할 수 있다. 다음의 표 4는 EL의 적용 분야를 시장에 따라 분류한 것이고 그림 8은 다양한 분야에 적용된 EL제품을 나타내었다.

8. EL 구동용 인버터

EL 구동용 인버터란 EL이 안정적으로 발광할 수 있도록 원하는 교류 전압과 주파수를 제공하는 장치를 말한다. 즉, D.C.(직류)를 A.C.(교류)로 변환하거나 A.C.(교류)를 A.C.(교류)로 변환하는 장치이다.



(a) 휴대폰용 EL 인버터



(b) 광고용 EL 인버터

그림 9. 적용 분야에 따른 인버터.

EL 구동용 인버터에서 가장 중요한 부분은 인버터가 원하는 전압과 주파수 출력 특성을 내는가에 있다. 이러한 출력 특성에 영향을 미치는 중요한 요소 중 하나는 바로 EL의 크기이다. EL을 등가 회로적으로 본다면 Capacitor로 생각할 수 있으며 크기는 용량값으로 볼 수 있다. EL의 크기와 Capacitance는 비례관계에 있다 따라서 EL의 크기에 따라 인버터의 부하(Load)가 변화하므로 EL 구동용 인버터는 EL의 적용 분야에 따라 그 특성에 맞도록 최적화된 다양한 종류가 있다. 그림 9는 휴대폰에 적용되는 EL 구동용 인버터와 광고용에 적용되는 EL 구동용 인버터이다. 휴대폰용에 적용되는 인버터는 광고용 인버터에 비하여 저 전압(Max. 100 Vrms)이 사용되고 저 소비전류(Max. 50 mA)와 휴대폰 내부에 적용되어야 하므로 크기가 매우 작다. 광고용 인버터는 고 전압(Max. 200 Vrms)이 사용되고 소비전류(Max. 2A)가 높아 사용되는 부품의 크기가 커져 전체적인 외형이 크게 된다.

인버터 기술에 있어서 출력 전압, 출력 주파수, 출력 파형의 형태, 소비전력의 4가지 요소를 중요한 요소로 볼 수 있다. 출력 전압과 출력 주파수는 EL의 휘도 및 수명에 영향을 주는 요소이다. 인버터는 EL이 적용되는 분야에 맞는 휘도를 내기 위한 출력 전압과 출력 주파수를 사용하여야 한다. 출력 파형의 형태는 EL의 신뢰성에 영향을 준다. EL은 Sine 파형으로 동작할 때 형광체가 받는 충격이 가장 적다, 따라서 인버터의 출력 파형을 얼마나 Sine 파형과 같게 해주는지가 중요하다. 최근 광고용 EL 구동용 인버터는 위의 4가지 요소 이외에 애니메이션 효과를 위한 순차발광, 각 순차발광별로 휘도의 변화를 주는 Dimming 기능, 주변의 밝기에 따라 구동되는 Sensor 기능 등 부가적인 요소의 중요성이 증가하고 있다.

9. 백색 EL

무기 EL은 $X=0.33, Y=0.33$ 의 백색광의 구현을 쉽게 할 수 있다. 이는 형광체의 기본 color에 형광 안료의 첨가량을 조절함으로써 구현할 수 있다. 그림 10에서는 무기 EL에서 구현 가능한 백색광을 나타



낸 것으로 사용자의 색감 요구에 따라 세분화된 백색광의 구현이 가능하다. 특히 백색광은 광고용 제품에 많이 사용된다. 광고용으로 사용되는 백색광의 EL은 빛 확산 및 간섭이 없어 선택적으로 일부분만 발광 할 수 있고, 발광면을 분할하여 원하는 순서 및 시간에 맞게 순차 발광을 할 수 있으며, 각 발광되는 영역의 휘도를 다르게 할 수 있는 것을 특징으로 하여 사용된다. 무기 EL의 백색광의 수명은 순차 발광의 채널수에 따라 다소 차이가 있지만 약 10,000~20,000 시간이며, 휘도는 TYP. 200 cd/m²이다. EL 자체의 소비전류는 다른 백색광에 비하여 매우 낮아 TYP. 0.25 mA/cm²이며, 소비전력은 약 0.007 W/cm²로 기존 형광등 대비 약 20%수준의 소비전력이다.

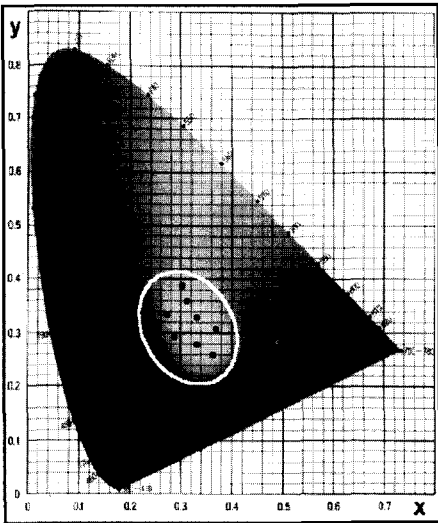


그림 10. 무기 EL의 백색광.

향후 무기 EL은 다른 광원 보다 우수한 여러 가지 특성으로 인하여 EL을 이용한 응용분야가 많이 늘어날 것으로 예상되며, 특히 광고용 EL 시장에서 옥내용 뿐만 아니라 옥외용으로도 적용되어 광고용 시장에서 차세대 광원으로 자리매김을 할 것으로 판단된다.

· 저 · 자 · 약 · 력 ·

성명 : 이상훈

◆ 학력

- 1996년 명지대 전기공학과 공학사
- 1998년 명지대 대학원 전기공학과 공학석사

◆ 경력

- 1998년 - 현재 한성엘컴텍(주) EL연구개발팀 차장

성명 : 이영우

◆ 학력

- 1998년 아주대 화학과 이학사
- 2000년 아주대 대학원 분자과학기술학과 이학석사

◆ 경력

- 2000년 - 현재 한성엘컴텍(주) EL연구개발팀 과장

성명 : 김응룡

◆ 학력

- 1998년 충남대 전자공학과 공학사
- 2000년 충남대 대학원 전자공학과 공학석사

◆ 경력

- 2000년 - 현재 한성엘컴텍(주) EL연구개발팀 대리