

## BaTiO<sub>3</sub> 박막과 후막의 2중 유전체로 구성된 AC 분산형 ELD의 특성

### Characteristics of AC Powder Electroluminescent Device with the Double Dielectric Layers of Thin and Thick Barium Titanate Films

이주현\*, 채상훈\*, B. B. Bhattarai\*, 김학수\*\*, 박성\*\*\*

(Ju-Hyeon Lee\*, Sang-Hoon Chae\*, B. B. Bhattarai\*, Hak-Soo Kim\*\*, Sung Park\*\*\*)

#### Abstract

It is known that amorphous BaTiO<sub>3</sub> thin films have good insulating properties[1][2]. In this investigation, amorphous BaTiO<sub>3</sub> thin films were deposited by rf magnetron sputtering on thick BaTiO<sub>3</sub> films of AC powder EL devices which were fabricated by screen-printing. The electrical and optical properties of the EL devices were then investigated. Adding amorphous BaTiO<sub>3</sub> thin film, it showed that leakage current density was decreased. Especially, leakage current density was decreased more with the sample of 0.5-hour deposition than the sample of 4-hours deposition. This result led to the improvement of luminous efficiency by 11%. It could be concluded that proper amorphous BaTiO<sub>3</sub> thin film deposition improved the surface property of dielectric layer.

**Key Words** : Electroluminescence(EL), dielectric constant, screen printing, leakage current, surface property

#### 1. 서론

다가올 21세기의 정보 및 영상문화 사회에서는 소비자들의 다양한 욕구를 충족시키기 위한 다양한 기능을 보유한 고휘도, 고해상도, 대면적의 전자 디스플레이가 필수적이다. 지금까지 개발되어온 전자 디스플레이로는 LCD(Liquid Crystal

Display), PDP(Plasma Display Panel), FED(Field Emission Display), ELD(Electroluminescence Display) 등이 있다. 특히 이중에서도 특히 고전기장에 의해 빛을 방출하는 ELD는 제작 방법에 따라 분산형 EL과 박막형 EL으로 크게 구분된다.

박막형 EL은 Vlasenko와 Popkov에 의해 시작되어 1968년 Kanng이 박막 EL에 있어서 휘도류 불화물을 발광중심으로 도입함으로써 높은 휘도가 가능하다는 것이 발표되면서 큰 전환점을 맞이했다[3,4]. 또 1974년 Sharp사에서 이중 절연층 구조를 발표한 이후, 평판 디스플레이에 적용하기 위한 고휘도 및 다색화를 위해 많은 연구자들에 의해 활발한 연구가 진행되었다[5-11]. 이 연구 결과 박막 ELD의 기초적인 물성 및 광학적 특성은 어느 정도 명확히 규명되었으나 복잡한 제작 기술에 따

\* : 선문대학교 재료공학과  
(충남 아산시 탕정면 갈산리 선문대학교,  
Fax : 041-530-2365  
E-mail : leejh@omega.sunmoon.ac.kr)

\*\* : 선문대학교 화학공학과  
\*\*\* : 명지대학교 유기재료공학과  
2001년 4월 13일 접수, 2001년 5월 9일 1차심사완료  
2001년 6월 18일 2차심사완료

따른 높은 비용, 대면적화의 어려운 점, 높은 구동 전압이 요구되기 때문에 구동 회로가 대형화 된다는 점 등 아직까지 많은 문제점을 갖고 있다[12].

분산형 ELD는 1936년 G. Destriau에 의해 EL 현상이 처음 발견된 이후 많은 연구자들에 의해 면 발광체 또는 평면 디스플레이의 실현을 목적으로 연구가 진행되었지만 낮은 발광 휘도, 낮은 발광 효율, 낮은 수명 등의 문제로 실용화에 이르지 못하였다[13,14] 그러나 최근 LCD 시장이 전체 평판 디스플레이 시장의 85% 이상을 차지하고 있을 만큼 중요성이 부각되고 있어 분산형 EL의 중요성 또한 부각되고 있다[15]. LCD는 자체 발광원이 없기 때문에 후면광원이 필수적이다. 이 후면광원으로는 현재 분산형 ELD, LED(Light Emitting Diode), CCFL(Cold Cathode Fluorescent Lamp)등이 사용되고 있는데 이 중에서 ELD는 다른 후면광원보다 얇고, 가볍고, 밝기가 균일하고, 대면적화가 용이하고, 공정이 간단하다는 장점을 가지고 있다. 그러나 아직까지 분산형 ELD는 짧은 수명, 낮은 효율 등의 단점들로 인해 LCD의 후면광원으로 사용하는 데는 한계가 있다. 본 연구는 이러한 단점들을 극복하기 위한 한가지 방안으로 분산형 EL의 후막 유전층위에 절연특성이 우수한 비정질 barium titanate 유전박막을 첨가하여 박막과 후막의 혼합 유전층을 최초로 시도하였으며 이를 이용해서 여러 가지 전기·광학적 특성을 조사하였다.

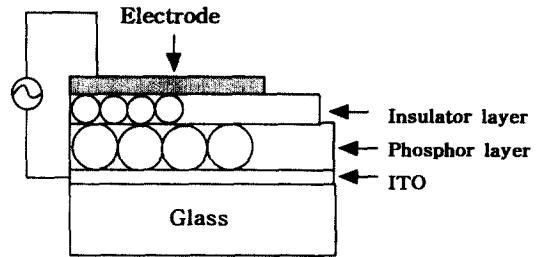
## 2. 실험

### 2.1 분산형 EL Device의 기본적인 구조

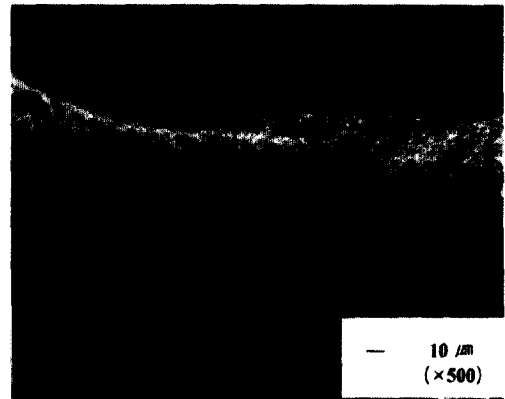
AC 분산형 EL 소자의 가장 기본적인 구조를 그림 1에 나타내었다. AC 분산형 EL 소자는 그림 1에서 보는 바와 같이 투명유리(혹은 유연한 플라스틱판) 위에 증착된 ITO(Indium Tin Oxide)와 금속전극(Silver)을 도포한 배면전극 사이에 발광층(phosphor layer)을 절연층과 함께 끼워 만든 구조로 전극사이의 발광층(phosphor layer)에 전압을 인가하여 투명 전극층으로 빛이 나오도록 한 고체 발광소자이다.

### 2.2 분산형 ELD의 제조

AC 분산형 EL device의 제조 과정을 그림 2에 간략하게 나타내었다. 먼저 형광층(Phosphor



(a)



(b)

그림 1. 소자의 구조 : (a) AC 분산형 EL 소자의 단면구조, (b) AC 분산형 EL 소자의 SEM 사진(×500).

Fig. 1. Device Structure : (a) Cross-sectional AC powder EL device structure, and (b) cross-sectional SEM image of device (×500).

layer)과 절연층(Insulator layer)을 인쇄하기에 앞서 organic binder를 제조한다. 본 실험에서는 organic binder 재료로서 cyanoresine을 사용하였는데 그 물리적 특성을 표 1에 나타내었다. Organic binder를 제조한 후 cleaning 한 ITO glass의 투명전극층 위에 형광층, 절연층의 순으로 인쇄하였으며, 후막 형성방법의 하나인 스크린 인쇄(screen printing)법을 이용하였다. 스크린 인쇄법을 이용하여 인쇄할 때 가장 중요한 것은 organic binder에 형광체 분말(ZnS:Cu phosphor powder), 절연체 분말(BaTiO<sub>3</sub> powder)을 균일하게 분산시키는 것이다. 균일한 분산이 되지 않으면 휘도 분포가 불균일 해지기 때문에 특성 좋은 소자를 기대하기 어렵다. 형광체 분말은 모체(Host

material)와 발광센터(luminescent center)로 구성되는데 주로 II-VI족 화합물이 사용된다. 형광체 분말의 모체는 발광층에 첨가하는 물질보다 넓은 energy band gap을 가지고 있어야 하고 발광 중심과 전하보상 및 이온반경이 잘 맞아야 한다. 본 연구에서는 ZnS particle에 Cu를 doping한 형광체 분말(ZnS:Cu)과 cyanoresine paste를 사용하여 형광층을 형성하였다.

절연층의 기본 조건은 높은 유전율과 절연파괴 강도가 높아야 한다는 것이다. 그리고 절연층은 빛을 반사하는 역할도 해야 하기 때문에 흰색이어야 한다. 본 연구에서는 기존 AC 분산형 EL 소자에서 가장 많이 사용하는 BaTiO<sub>3</sub> powder와 cyanoresine paste를 사용하여 절연층을 형성하였다. 이렇게 형성된 형광체의 두께는 38~40 μm, 절연층의 두께는 10~11 μm 정도로 일정하게 유지시켰다. 그 후 rf-sputtering 방법을 이용하여 AC 분산형 EL 소자의 절연층위에 비정질 BaTiO<sub>3</sub> 유전박막을 증착했는데 이때 유기 binder의 열에 의한

손상을 방지하기 위해서 기판은 가열하지 않았다. 직경 2 인치, 두께 1/8 인치의 BaTiO<sub>3</sub> 세라믹 소결체(TMI USA, 순도 : 99.9 %)를 타겟으로 사용하였으며 증착시 조건은 표 2와 같다. 그리고 마지막으로 silver paste를 배면전극 rear electrode로 모든 소자에 대하여 일정하게 인쇄한 후 AC 분산형 EL 소자의 특성들을 측정하였다.

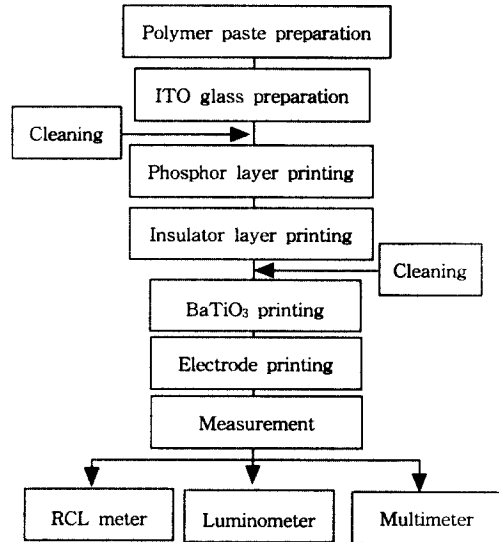


그림 2. AC 분산형 EL 소자의 제조공정.  
Fig. 2. Fabrication process of the AC powder EL Device.

표 1. Cyanoresin의 기본적인 물리적 특성들.  
Table 1. Basic physical properties of cyanoresin.

Properties	Unit	Cyanoresin
Form	-	Granule
Color	-	Cream to white
Loss on drying (in package)	%	<3
Ash content	%	<0.1
Viscosity	cp	240 ~ 360
Nitrogen content	%	11.8 ~ 13.0
Tensile strength	kg/cm <sup>2</sup>	300
Film property elongation	%	55
Softening temperature	°C	85
Specific gravity	g/cm <sup>3</sup>	1.26
Aluminum	-	100/100
Adhesiveness (cross-cut test)	-	98/100
PET-ITO	-	

표 2. Sputtering 조건.  
Table 2. Sputtering condition.

Target Material	99.9 % BaTiO <sub>3</sub> ceramic
Ar gas	120 sccm
Distance between substrate and target	100 mm
RF power density	3.95 W/cm <sup>2</sup>
Initial pressure	1.6 × 10 <sup>-6</sup> torr
Working pressure	10 mtorr
Deposition time	0.5 hr, 4 hrs

### 3. 실험결과 및 고찰

#### 3.1 측정방법

분산형 EL 소자의 발광 특성을 조사하기 위한 구성도를 그림 3에 나타내었다. 본 실험은 기존 분산형 EL 소자의 유전층위에 비정질 BaTiO<sub>3</sub> 박막을 첨가함으로써 나타나는 특성을 조사하는 것이기 때문에 아래의 Table에 나타난 조건으로 제조된 세 가지 타입의 시편을 준비해서 비교하였다. 그리고 미국의 BKL 사(BKL Inc.)의 EL 소자(H9030LA 73315, green, ④-reference)와도 비교하였다. 발광 휘도는 LUMINOMETER NL-1(96001, NIPPON DENSHOKU), 전류밀도는 RMS Multimeter(Tektronix Tx3), 정전용량은 RCL meter(FLUKE PM 6304)를 이용하여 측정하였다. 그리고 시편의 표면과 단면은 SEM을 이용하여 관찰하였다.

Sample type	Dielectric layer structure	thin film(BaTiO <sub>3</sub> ) deposition time(hr)
Only screen printing	Thick film	0
a-BT deposition(0.5 hrs)	Thick film + thin film	0.5
a-BT deposition(4 hrs)	Thick film + thin film	4

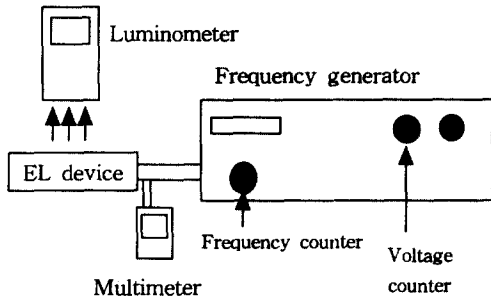


그림 3. AC 분산형 EL 소자의 발광특성 측정 구성도.

Fig. 3. Measurement system for AC Powder EL device.

#### 3.2 측정결과

그림 4는 주파수를 400 Hz로 일정하게 유지한 경우, 인가 전압을 10 V에서 220 V까지 변화시켜 측정한 발광 휘도를 전압의 변화에 따라 나타낸 그래프이다. 그리고 그림 5는 인가 전압을 100 V

로 일정하게 유지한 경우, 주파수를 100 Hz에서 1100 Hz까지 변화시켰을 때 발광 휘도 변화를 나타낸 그래프이다. 그림 4에서 발광 휘도는 전압이 증가함에 따라 지수 함수적으로 증가함을 보이고 그림 5에서 발광 휘도는 주파수가 증가함에 따라 선형적으로 증가함을 보이고 있다. 이러한 현상은 다음과 같이 이해할 수 있다. 형광층(ZnS:Cu)에 고전계(high electric field)가 가해지면 trap level의 전자들이 고에너지(high energy)를 얻어 가속되고 터널링을 통해 발광센터(Cu)와 충돌이 발생한다. 이 때 발광센터의 최외각 전자들이 여기(excitation)되고 다시 바닥상태로 떨어지면서 빛을 방출하게 되는데 이 빛의 세기는 trap level에서 주입된 캐리어의 수와 발광센터에서 여기된 전자들의 재결합율에 크게 의존한다. 그림 4에서 보여지듯 전압의 증가에 따른 휘도의 지수 함수적인 증

가는 전압 증가에 따른 캐리어 주입량의 증가로 볼 수 있으며 전압 의존성을 볼 때 캐리어의 주입은 다음의 Fowler-Nordheim 식을 따르는 것으로 보여진다[5][16].

$$I = AE^2 \exp\left(-\frac{B}{E}\right) \quad (1)$$

여기서 I는 전류, E는 전계, B와 A는 상수이다.

그림 5는 전압을 100 V로 일정하게 한 경우 주파수에 따른 발광 휘도를 나타낸 그래프이다. 이 경우는 주입되는 캐리어의 수가 일정하기 때문에 발광 휘도는 단지 발광센터 전자들의 재결합율에 의존한다. 일반적으로 분산형 EL 소자의 주파수에 따른 휘도 변화 경향은 주파수가 증가할수록 전자의 극성 반전의 속도가 점점 빨라지기 때문에 재결합할 수 있는 확률의 증가를 가져오지만 어떤 한계 고주파 영역에서부터는 포화되어 버리는 현상이 발생한다. 예를 들어, 주파수가 저주파인 60

Hz 인 경우와 중간주파수 영역인 400 Hz를 비교했을 때 주파수가 60 Hz 경우는 전계의 polarity가 초당 60번 변화되어 전자들이 발광센터를 이온화시키지만 주파수가 400 Hz인 경우는 전계의 극성을 초당 400번 변화시켜 전자들이 발광센터를 이온화시킨다. 그만큼 주파수가 증가할수록 전자들은 발광센터와 충돌하여 이온화되어 재결합 할 수 있는 확률이 증가하여 발광 휘도를 증가시키는 것이다. 그러나 어떤 한계 고주파 영역을 넘어서게 되면 전계의 polarity가 너무나 빠르게 변화하기 때문에 전자들이 발광센터를 이온화시키기도 전에 polarity가 변화되거나 설령 발광센터를 이온화시켰다 하더라도 재결합하기 전에 polarity가 변화하기 때문에 발광 휘도는 포화되어 버리는 현상이 발생한다. 그림 5에서 보는 바와 같이 주파수가 증가함에 따라 발광센터에서 전자들의 재결합 확률의 증가로 인해 발광 휘도는 거의 선형적인 증가를 보인다. 비정질 BaTiO<sub>3</sub> 박막을 첨가했을 경우는 비정질 BaTiO<sub>3</sub> 박막을 첨가하지 않았을 경우에 비해 휘도가 조금 감소됨이 관찰되었는데, 이 경우 증착 시간이 증가할수록 polymer들의 손실률 증가와 유전층의 두께 증가에 따른 것으로 생각되어진다.

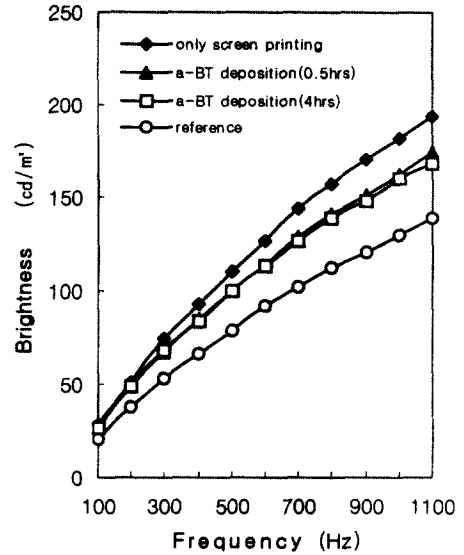


그림 5. 휘도-주파수 특성(at 100 V).  
Fig. 5. The brightness-frequency characteristics (at 100 V).

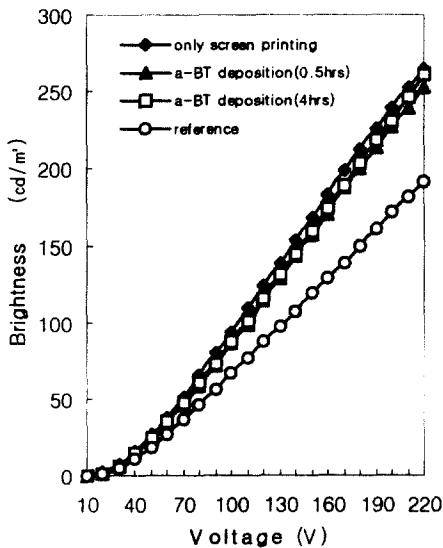


그림 4. 휘도-전압 특성(f = 400 Hz).  
Fig. 4. The brightness-voltage characteristics (f = 400 Hz).

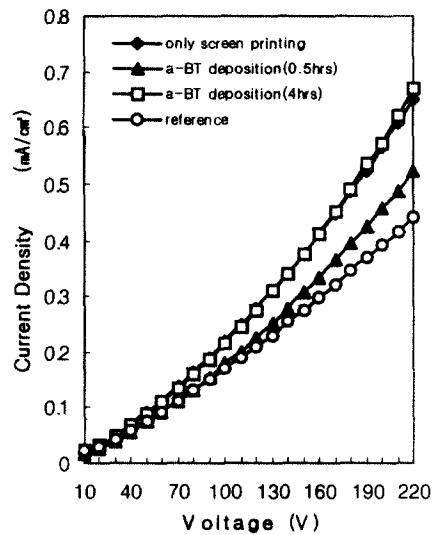


그림 6. 전류밀도-전압 특성(at 400 Hz).  
Fig. 6. The current density-voltage characteristics (at 400 Hz).

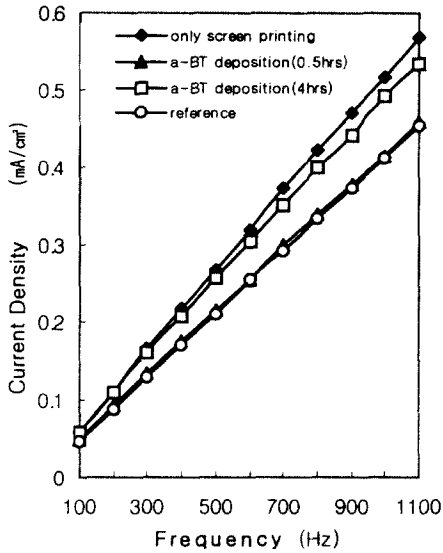
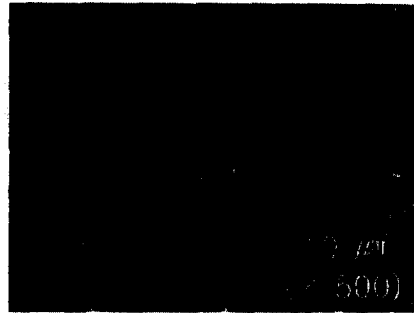


그림 7. 전류밀도-주파수 특성(at 100 V).

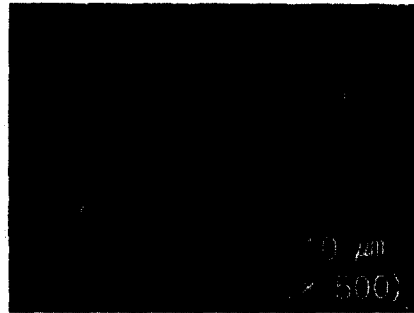
Fig. 7. The current density-frequency characteristics (at 100 V).

그림 6은 주파수를 400 Hz로 유지한 경우 전압에 따른 전류밀도를, 그림 7은 전압을 100 V로 유지한 경우 주파수에 따른 전류밀도를 나타낸 그래프이다. 이 값들은 누설전류로서 소자에 인가하는 전압과 주파수가 증가할 수록 커짐이 관찰되었다. 누설전류는 소자의 결합 그리고 전극/유전층의 표면특성에 의존하는데 인가 전압과 주파수가 높을 수록 전자는 고에너지로 가속되며 그 양도 많아져 소자의 양극단을 가로지르는 전하의 양도 많아지게 된다. 본 실험에서 비정질 BaTiO<sub>3</sub> 박막을 첨가한 경우 누설 전류의 감소가 관찰되었는데, 4 시간 증착한 경우보다 0.5 시간 증착한 경우의 누설 전류밀도 값이 훨씬 낮았다. 이것은 다음의 두 가지 이유로 생각되어진다. 첫째로 증착 시간이 증가할 수록 비정질 BaTiO<sub>3</sub> 박막두께의 증가에 비해서 유전층을 구성하고 있는 polymer 들의 표면 손실률이 크기 때문에 생각되어진다. 둘째로는 plasma 에 의한 surface roughness의 변화 때문인 것으로 생각된다. 그림 8은 비정질 BaTiO<sub>3</sub> 박막 증착 시간에 따른 표면 SEM 사진이다. 이 그림에서 보는 바와 같이 4 시간 BaTiO<sub>3</sub> 박막을 증착한 경우보다 0.5 시간 BaTiO<sub>3</sub> 박막을 증착한 경우의 surface roughness 특성이 향상되었음을 알 수 있고, 이는

그림 6의 누설전류 감소와 일치하는 결과를 보여 주고 있다.



(a)



(b)



(c)

그림 8. AC 분산형 EL의 SEM 평면사진. (a) a-BaTiO<sub>3</sub> 증착을 하지 않은 경우, (b) a-BaTiO<sub>3</sub> 0.5 시간 증착한 경우, (c) a-BaTiO<sub>3</sub> 4 시간 증착한 경우.

Fig. 8. SEM plan view of AC Powder EL. (a) without a-BaTiO<sub>3</sub> deposition, (b) a-BaTiO<sub>3</sub> deposition for 0.5 hrs, (c) a-BaTiO<sub>3</sub> deposition for 4 hrs.

그림 9는 주파수를 400 Hz로 유지한 경우 전압에 따른 발광효율을 나타낸 것이다. 이 값들은 인가 전압, 전류 밀도, 발광 휘도의 데이터들로부터 계산한 값들이다. AC 분산형 EL 소자의 발광효율 ( $\eta$ ) 계산식은 다음과 같다.

$$\eta \text{ (lm/w)} = \pi \times \frac{B \text{ (cd/m}^2\text{)}}{P_{in} \text{ (w/m}^2\text{)}} \quad (2)$$

여기서 B는 소자의 발광 휘도,  $P_{in}$ 는 소자에 가해진 power density이다. 그림 9에서 보여지듯 전압에 따라 발광 효율은 점차 증가하다가 다시 감소하기 시작함을 알 수 있는데 이것은 전압이 증가함에 따라 밝기가 증가하지만 그 밝기에 비해 소자에 전류가 너무 많이 흐르기 때문에 효율은 감소하기 시작하는 것이다. 여기서 알 수 있듯이 형광체에 도핑한 발광센터의 용량은 정해져 있어서 아무리 많은 캐리어들이 공급된다고 하더라도 어느 한계점까지는 휘도가 선형적으로 증가하지만 한계점을 넘어서 버리면 포화되어 버린다는 것이다. 이때 전류는 점점 많이 흐를 것이고 결국 소

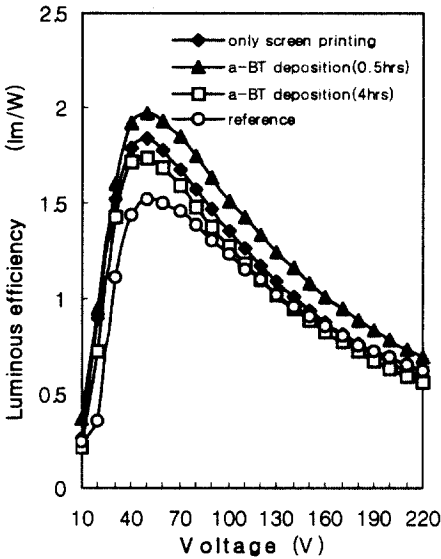


그림 9. 발광효율-전압 특성( $f = 400 \text{ Hz}$ ).  
 Fig. 9. The luminous efficiency-voltage characteristics ( $f = 400 \text{ Hz}$ ).

자의 파괴가 발생하게 된다.

그림 10은 비정질  $\text{BaTiO}_3$  유전층을 첨가하였을 경우 분산형 EL 소자의 전체에 대하여 RCL meter(FLUKE PM 6304)를 사용하여 주파수 변화에 따른 저항의 변화를 비정질  $\text{BaTiO}_3$  박막을 첨가하지 않았을 경우와 비교한 것이다. 여기서 보여지듯 비정질  $\text{BaTiO}_3$  박막을 0.5 시간 증착하여 첨가한 경우 비정질  $\text{BaTiO}_3$  유전층을 첨가하지 않은 경우에 비해서 저항값의 증가가 관찰되었다. 하지만 비정질  $\text{BaTiO}_3$  유전층을 4 시간 증착하여 첨가한 경우에는 저항이 오히려 감소했는데, 이는 비정질  $\text{BaTiO}_3$  유전박막을 증착하는 동안에 플라즈마에 의한 폴리머 표면손상 때문인 것으로 생각된다. 이것은 그림 9(b)에서 본 유전층 표면특성 향상과 일치하는 결과로 생각된다.

그림 11은 분산형 EL 소자의 유전층과 유전층 위에 비정질  $\text{BaTiO}_3$  박막을 0.5 시간 및 4 시간 증착한 경우의 유전정점(dissipation factor :  $\tan \delta$ )을 나타낸 그래프이다. 일반적으로 손실인자(loss factor)는 유전상수( $\epsilon_r$ )와 유전정점의 곱으로 표현한다. 식은 다음과 같다.

$$\text{Loss factor} = \epsilon_r \tan \delta \quad (3)$$

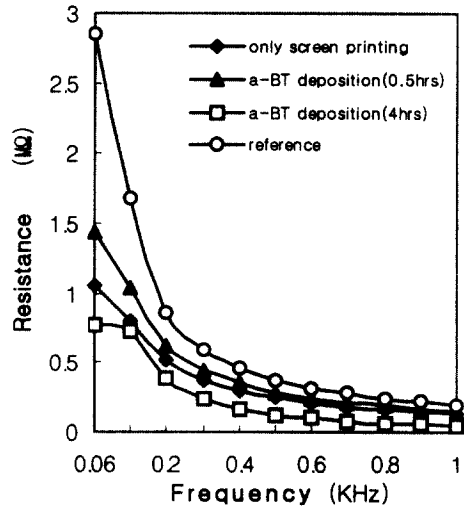


그림 10. 저항-주파수 특성(at 1 V).  
 Fig. 10. The resistance-frequency characteristics(at 1 V).

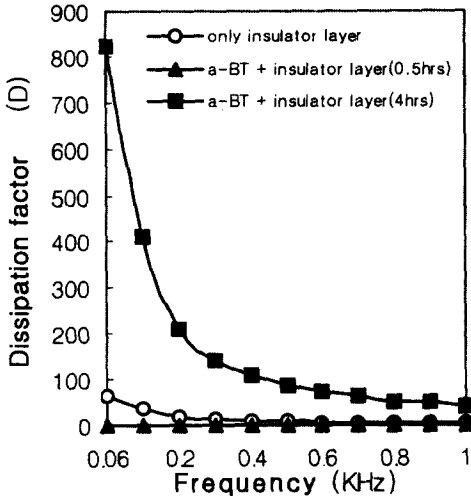


그림 11. 각 층들의 주파수에 따른 손실인자 (at 1 V).

Fig. 11. The dissipation factor as a function of frequency for each layer(at 1 V).

그리고 이 손실인자는 에너지 손실에 직접 비례하기 때문에 가장 흔히 사용되어 진다. 단위 cycle당 에너지 손실(W)은 아래의 식으로 표현할 수 있다 [17].

$$W = 2 \pi f \left( \frac{V_0^2}{2} \right) \epsilon_r \tan \delta \quad (4)$$

표 3. AC 분산형 EL 소자들의 특성(at 400 Hz, 100 V).

Table 3. The properties of AC powder EL devices(at 400 Hz, 100 V).

	Brightness (cd/m <sup>2</sup> )	Current density (mA/cm <sup>2</sup> )	Luminous efficiency (lm/w)
Reference(BKL INC.)	66.52	0.170	1.23
Without a-BaTiO <sub>3</sub> thin layer	94.70	0.218	1.36
a-BaTiO <sub>3</sub> thin layer	0.5 hrs	86.14	0.179
	4 hrs	87.94	0.216

여기서 f는 주파수, 그리고 V<sub>0</sub>는 최대 순환 전압, ε<sub>r</sub> tan δ는 에너지 손실이다. 위의 식(3)과 식(4)에서 볼 수 있듯 에너지 손실은 유전정점에 비례하기 때문에 유전정점 값이 클수록 손실 에너지는 큼을 알 수 있다. 그림 11에서 비정질 BaTiO<sub>3</sub> 박막을 4 시간 증착 한 경우는 에너지 손실이 오히려 증가했으며 0.5 시간 증착한 경우에는 에너지 손실이 감소하였다. 이것도 앞서 언급한 증착 시간에 따른 polymer의 표면손상 그리고 유전층 표면 특성에 의한 영향으로 여겨진다. 다음 표 3은 표준 동작전압(100 V, 400 Hz)하에서의 발광 휘도, 전류 밀도, 발광 효율을 측정 한 데이터들이다.

순수한 스크린 인쇄법으로 제조한 소자의 발광 휘도는 표준 동작 전압 하에서 94.7 cd/m<sup>2</sup>, 비정질 BaTiO<sub>3</sub> 박막을 0.5 시간 동안 증착한 경우는 86.14 cd/m<sup>2</sup>, 비정질 BaTiO<sub>3</sub> 박막을 4 시간 동안 증착한 경우는 87.94 cd/m<sup>2</sup>, 미국의 BKL 사의 경우는 66.52 cd/m<sup>2</sup>의 값을 나타내었다. 이 중에서도 순수한 스크린 인쇄법으로 제조한 소자의 발광 휘도가 가장 높은 값을 가졌지만 전류밀도도 높게 나타났다. 비정질 BaTiO<sub>3</sub> 박막을 첨가한 경우 발광 휘도는 7~9 % 정도 떨어졌지만, 전류밀도는 순수한 스크린 인쇄법으로 제조한 시편보다 낮게 나타났다. 특히 비정질 BaTiO<sub>3</sub> 박막을 0.5 시간동안 증착한 경우 순수한 스크린 인쇄법으로 제조한 시편에 비해 전류밀도가 18 % 나 감소하였다. 이 결과로 인해 비정질 BaTiO<sub>3</sub> 박막을 0.5 시간 증착한 경우의 발광효율은 순수한 스크린 인쇄법으로 제조한 소자에 비해 11 % 정도 증가하였다.

#### 4. 결 론

본 연구에서는 유전층에 후막과 박막을 동시에 이용하는 복합 AC 분산형 EL 소자를 제조하였다. 비정질 BaTiO<sub>3</sub> 박막은 기존 AC 분산형 EL 소자의 절연층위에 스퍼터링 방법을 이용하여 증착하였고 기판은 가열하지 않았다. 비정질 BaTiO<sub>3</sub> 박막 첨가에 따른 전기·광학적 특성을 조사하기 위하여 순수한 스크린 인쇄법으로 제조한 시편을 만들어 준비하였고, 미국의 BKL사에서 제조한 EL 소자도 비교대상에 넣었다. 또 비정질 BaTiO<sub>3</sub> 박막 증착 시간에 따른 특성을 비교하기 위하여 0.5시간 증착한 것과 4시간 증착한 시편을 만들어 비교하였는데 기존 AC 분산형 EL 소자의 유전층위에 비정질 BaTiO<sub>3</sub> 박막을 증착할 경우 증착 시간에 따라 유전층을 구성하고 있는 polymer들의 표면손상 증가로 인해 발광 휘도가 감소하지만 증착 시간이 작을수록 소자를 가로지르는 누설전류는 감소한다는 사실을 확인했다. 누설전류의 감소는 증착 시간이 작을수록 polymer들의 표면손상이 작다는 사실과 비정질 BaTiO<sub>3</sub> 박막의 surface roughness가 작기 때문으로 추측된다. 현재 AC 분산형 EL 소자는 높은 전류밀도, 낮은 발광 휘도, 낮은 효율 등의 단점을 가진다. 본 연구에서는 유전층에 비정질 BaTiO<sub>3</sub> 박막을 첨가함으로써 소자에 흐르는 누설전류를 감소시켜서 분산형 EL 소자의 발광 효율을 증가시킬 수 있음을 관찰했으며, 이것이 분산형 EL 소자의 발광효율을 향상시키는 한 방법이 될 수 있을 것이다.

#### 감사의 글

본 연구를 위해서 여러 가지로 지원해 준 선문대학교에 감사드립니다.

#### 참고 문헌

[1] A. B. Kaufman, "Ferroelectric Memories for Security and Identification Purposes", IEEE Trans. Electron Devices, ED 16, pp. 562, 1969.  
 [2] Man Ho Song and Ki Hyun Yoon, "Electrical properties of layered BaTiO<sub>3</sub> thin film", J. Kor. Ceram. Soc., Vol. 34, No. 2, pp 181-187, 1997.

[3] N. A. Vlasenko and Iu. A. Poplov, Optics & Spectroscopy 8, pp. 39, 1960.  
 [4] D. Kahng, Appl. Phys. Lett. 13, pp. 210, 1968.  
 [5] 권순식, 임기조, 박수길, 김현후, 류부형, 김용주, 전기전자재료학회, "분산형 전계발광 소자의 발광 특성", 전기전자재료학회지, 10권 2호, pp. 150-155, 1997.  
 [6] T. Ingouchi, M. Takeda, Y. Kakihara, Y. Nakata and M. Yoshida, Digest of 1974 SID International Symposium, pp. 84, 1974.  
 [7] S. Mito, C. Suzuki, Y. Kanatani and M. Ise, Digest of 1974 SID International Symposium, pp. 86, 1974.  
 [8] Y. Tamura, et al., "Brightness blue electroluminescence in SrS:CeCl<sub>3</sub> thin films", Jap. J. Appl. Phys., Vol. 25, No. 2, pp. 1,105-1107, 1986.  
 [9] V. Shanker, S. Tanaka, et al., "Electroluminescence in thin film CaS:Ce", Appl. Phys. Lett., 45(9), 1, pp. 960, 1984.  
 [10] K. Oniswa, et al., "Effect of substrate temperature during phosphor layer deposition on luminance of SrS:Ce blue green-emitting thin film electroluminescent", Jap. J. Appl. Phys., Vol. 30, No. 2, pp. 314-319, 1991.  
 [11] 김홍룡, 조재철, 유용택, "전계발광소자 완충층용 ZnS 박막제작 및 특성", 전기전자재료학회지, 7권 2호, pp. 117-122, 1994.  
 [12] 임현택, 하창식, 정혜인, 조원제, "유기발광소자의 구조 및 특성", 전기전자재료학회논문지, 12 권 6호, 1999.  
 [13] G. Destriau, J. Chem. Physique(France) 33 pp. 587, 1936.  
 [14] 中村孔治, "電氣 루미네센스 經時變化, 日本電氣學會雜誌", 81, 877, pp. 79-84, 1962.  
 [15] 주간기술동향, 881, 1999. (<http://etlars.etri.re.kr/ETLARS/index.html>)  
 [16] R. H. Fowler and L. Nordheim, Proc. Roy. Soc. Lond., A119, pp. 173, 1928.  
 [17] W. D. Kingery, H. K. Bowen, D. R. Uhlmann, "Introduction to Ceramics", pp. 926, 1975.