

논문 97-6-1-09

ZnS:Mn/ZnS:TbF₃적층구조의 형광층을 이용한 TFEL소자의 제작 및 그 특성

박경빈*, 김호운*, 배승춘*, 김영진*, 조기현**, 김기완*

Fabrication and characteristics of TFEL device using phosphor layer ZnS:Mn/ZnS:TbF₃ stacked structure

Kyung-Vin Park*, H. W. Kim*, S. C. Bae*, Y. J. Kim*, K. H. Cho**, and K. W. Kim*

요 약

ZnS:Mn/ZnS:TbF₃적층구조의 TFEL(thin-film eletroluminescent)소자를 제작하였으며, 이때 절연층으로 (Pb,Lu)TiO₃(이하PLT)와 SiO₂박막을 이용하였다. TFEL소자는 78V_{rms}의 문턱전압과 100V_{rms}의 인가전압에서 400 μ W/cm²의 휘도를 나타내었다. TFEL소자의 발광스펙트럼은 450nm에서 630nm사이의 파장대를 보이고 있다. 제작된 TFEL소자는 컬러필터를 병용함으로써, 적·녹·청의 색상을 구현하는 TFEL소자로 활용할 수 있다.

abstract

The thin-film eletroluminescent (TFEL) device having the stacked structure of ZnS:Mn/ZnS:TbF₃ has been fabricated. Insulate layers used (Pb,Lu)TiO₃ and SiO₂ thin films. The emission color was white. The TFEL device employing ZnS:Mn/ZnS:TbF₃(8000Å) stacked phosphor layers showed the threshold voltage of 78V_{rms}. And the brightness of the TFEL device was 400 μ W/cm² at the applied voltage of 100V_{rms}. The emission spectrum of TFEL device had a wavelength from 450nm to 620nm. The manufactured devices can be a practical use as a TFEL devices of red, green and blue by using the color filters.

1. 서론

최근, 다목적 평판 칼라TFEL디스플레이의 실현을 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. 이는 TFEL소자가 LCD나 LED에 비하여 낮은 소비전력, 넓은 시야각, 빠른 응답속도의 특성을 가지고 있기 때문이다. 칼라

EL디스플레이를 구현하기 위해서 다음과 같은 두가지 구조가 제안되고 있다.

먼저, 에칭공정에 의한 패턴화된 형광층구조이다. 이 구조의 경우에는 적색(ZnS:Mn), 녹색(ZnS:TbF₃, ZnS:Cu^[2]), 그리고 청색(ZnS:TmF₃, SrS:Ce^[1])이 발광되기 때문에 칼라필터를 사용할 필요가 없다. 그러나 청색의 경우 낮은 휘도와 청색이외의 녹색을 포함하는 넓은 파장대의 발광을 하기 때문에 청색만의 발광을 위해서는 필터의 사용이 불가피하다는 단점을

* 경북대학교 전자공학과 (Dept. of Electronics, Kyungpook National University)

** 실트론(주) (Siltron Co., Ltd.)

<접수일자 : 1996년 11월 14일>

가지고 있다.

다음은, 적층으로 증착된 형광막구조이다. 이 구조는 백색발광이 추가되기 때문에 삼원색의 실현을 위해서는 RGB의 칼라필터를 사용하게 된다. 칼라필터를 사용할 경우 휘도의 감쇠가 다르지만 하나의 문제점인 청색발광을 쉽게 실현할 수 있는 장점을 가지고 있다^[3,4,5].

본 연구에서, 형광층 ZnS:Mn와 ZnS:TbF₃^[6]를 적층으로 증착하여 백색발광을 실현하였다. 증착방법으로는 저항선 가열법을 사용하였다. 본 백색발광의 발광스펙트럼을 조사한 결과, 가시광의 파장대인 450nm에서 630nm까지의 백색발광을 확인할 수 있었다.

TFEL소자의 절연층으로는 압전센서 및 적외선센서^[6]등에 널리 응용되고 있는 PLT를 사용하였다. PLT는 강유전체로서 높은 유전률을 가지고 있다. 이는 발광문턱전압을 낮출 수 있어 소비전력을 줄이는 장점이 있다.

증착방법으로는 13.56MHz의 RF마그네트 스퍼터링법을 사용하였다. 이 때 사용된 타겟으로는 고온공정에서 Pb성분의 휘발에 의한 Pb결핍을 보상하기 위하여 4(Pb_{0.9}La_{0.1}Ti_{0.975}O₃:1(PbO)의 조성을 갖는 4" 타겟(미쯔비시(주))을 사용하였다. 증착된 하부절연막의 전기적 특성을 측정하였고 이력특성을 조사하여 강유전특성을 확인하였다. 상부절연막으로는 SiO₂를 사용하여 효율면에서 우수한 이중절연막구조를^[9,10] 갖도록 하였다.

II. 실험 및 측정

1. EL소자를 위한 단층막의 제조 및 측정

EL소자를 만들기 위하여 유리기판위에 ITO를 증착하고 하부절연막으로 (Pb,La)TiO₃(PLT)을 증착하였다. 증착방법으로는 고주파 마그네트론 스퍼터링법을 사용하였다. 이 때 사용된 타겟으로는 고온공정에서 Pb성분의 휘발에 의한 Pb결핍을 보상하기 위하여 4(Pb_{0.9}La_{0.1}Ti_{0.975}O₃:1(PbO)의 조성을 가지는 4" 타겟(미쯔비시(주))을 사용하여 제조하였다. 이러한 조성의 타겟을 사용하여 제조된 PLT 박막이 구조 및 전기적으로 좋은 특성을 갖는다고 K. Iijima 등이 보고한바 있다. PLT박막의 제조조건은 표 1과 같다. 상부절연막으로는 SiO₂를 RF 스퍼터링(ANELVA- 210B)법으로 제조하였고 제조조건은 표 2와 같다.

박막EL소자에 쓰이는 발광층의 모체조건으로는 발

표 1. Pb(La)TiO₃ 박막의 제조조건
Table 1. Sputtering condition of Pb(La)TiO₃ thin film

Deposition Parameter	Value
Substrate-target spacing	50mm
Ar/O ₂	10sccm/1sccm
RF power density	1.7 w/cm ²
Working pressure	30 mtorr
Substrate temperature	500°C
Thickness	2000 Å

표 2. SiO₂박막의제조조건
Table 2. Sputtering condition of SiO₂ thin film

Deposition Parameter	Value
Substrate-target spacing	40mm
Ar	10sccm
RF power density	2w/cm ²
Working pressure	100 mtorr
Substrate temperature	200°C
Thickness	500 Å

표 3. ZnS:Mn/ZnS:TbF₃ 박막의 제조조건
Table 3. Fabrication condition of ZnS:Mn/ZnS:TbF₃ thin film

Deposition Parameter	Value
Mn mixing ratio	0.7 wt %
TbF ₃ mixing ratio	0.4 wt %
Initial vacuum	1 × 10 ⁻⁶ torr
Substrate temperature	100 ~ 250°C
Total thickness	8000 Å

광중심이 전기장에 의해 여기되어 전자상태가 쉽게 일어나야 하고, 여기하는 발광중심의 여기에너지보다 더 높은 밴드에너지를 가지고 있어야 한다. 또한 높은 전기장속에서도 절연특성을 잃지 않아야 한다. 발광중심의 물질로는 밴드갭내에서 가시광영역내의 발광이 있어야 하며 큰 충돌 단면적 σ (cross section)을 가지고 있어야 한다. 현재 알려진 바에 따르면 ZnS모체에 가

장 적합한 발광중심은 Mn이다. 그러나 Mn에 의한 발광색은 황등색으로 한정되기 때문에 EL소자의 다색화를 실현하기 위하여 ZnS, SrS등의 모체에 청색, 녹색 및 적색등의 고유한 파장대의 빛을 발광하는 여러가지 휘토류인소를 사용하고 있다.

본 실험에서는 모체의 발광층으로 ZnS를 사용하였고, 발광중심으로 Mn과 휘토류 원소인 TbF₃를 모체에 첨가하여 적층구조의 ZnS:Mn/ZnS:TbF₃막을 연속적으로 증착하여 EL소자를 제작하였다. 표 3은 ZnS층의 제조조건을 나타낸 것이다. 증착방법은 10⁻⁶torr의 진공하에서 저항성가열증착법을 이용하여 각각 4000 Å 씩 증착하였다. 발광중심의 농도를 조절하기 위하여 Mn은 0.8 wt %, TbF₃은 0.45wt%가 포함되도록 조제한 타블렛을 사용하였다.

제조된 막의 두께는 α -step 100(Tencor Co.)을 사용하여 측정하였다. PLT절연막의 전기적 특성은 임피던스 분석기(Impedance Analyzer : HP 4192)로 측정되었으며 D-E이력특성은 1KHz에서 Sawyer-Tower 회로를 이용하여 측정되었다. 온도에 따른 ZnS층의 결정성변화를 조사하기 위하여 기판온도를 100℃에서 250℃까지 변화시키면서 증착하여 X-선 회절분석(XRD: Philips-X'PERT)하였다. 파장에 따른 투과율 측정을 위해 분광광도계(Pye Unicam PU8800)를 사용하였다. 막의 화학적조성비를 관찰하기 위하여 AES(Perkin Elmer Co.)분석을 하였다.

2. EL소자의 제작 및 측정

ZnS:Mn과 ZnS:TbF₃조성으로 만들어진 TFEL소자의 적층구조는 그림 1과 같다. ITO(15Ω/□)을 칠한

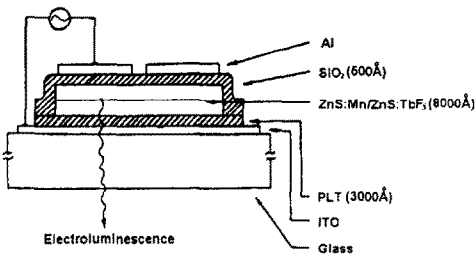


그림 1. 적층구조 ZnS:Mn/ZnS:TbF₃ 적층구조인 백색 EL소자.

Fig. 1. White color EL device employing ZnS:Mn/ZnS:TbF₃ stacked phosphor layer .

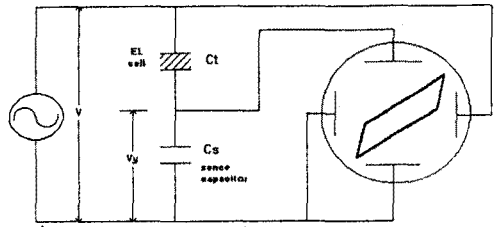


그림 2. Sawyer-Tower회로.
Fig. 2. Sawyer-Tower circuit.

유리기판(Corning soda glass)위에 하부절연막인 (Pb,La)TiO₃(PLT)을 증착하였다. 그 위에 450nm부터 630nm까지의 기본색으로써의 파장대를 형성하는 백색 발광을 위하여 ZnS:Mn과 ZnS:TbF₃을 적층으로 증착하였다. SiO₂를 상부절연막으로 사용하여 이중 절연막 구조 EL소자를 제작하였다.

제작된 EL소자의 특성을 조사하기위해 3KHz의 정현파를 입력전압으로하여, 인가전압에 따른 발광휘도를 측정하였다. 인가전압에 따른 발광출력을 광전력계(AQ-1135E, ANDO Co.)로 측정하였다. EL발광스펙트럼을 광스펙트럼 분석기(OMA System)로 이용하여 측정하였다.

그림 2는 인가전압에 따른 전송전하밀도(Q-V 곡선)를 측정하는 Sawyer-Tower회로를 나타낸 것이다. 이 회로에서 EL소자와 직렬로 연결된 sense커패시터는 일반적으로 EL소자의 정전용량보다 100배정도 큰 것을 사용한다. 이 회로에 전압이 인가되어 계면에 있던 전자가 형광층으로 주입되면 형광층은 도체처럼 작용하여 절연층에 전하가 축적되어 절연층양단의 전압이 변화된다. 이 때 직렬 연결된 sense커패시터에 걸린 전압은 상대적으로 매우 작지만 축적된 전하량은 EL소자의 전하량과 같다. 따라서 소자에 축적되는 전하량 Q를 sense커패시터의 전압변화량을 측정함으로써 간접적으로 알 수 있다. 이 회로에서 sense커패시터의 양단에 걸린 전압을 오실로스코프의 수직축에 입력하고 인가전압은 수평축에 입력하면 인가전압V와 소자에 축적된 전하량 Q의 관계도형을 얻을 수 있다.

본 측정에서 사용된 sense커패시터의 용량은 0.1 μ F이었다. 또한 이 회로를 이용하여 적층구조의 ZnS:Mn/ZnS:TbF₃ EL소자의 전체 정전용량, 절연층의 정전용량 그리고 형광층의 정전용량을 각각 계산할 수 있었다.

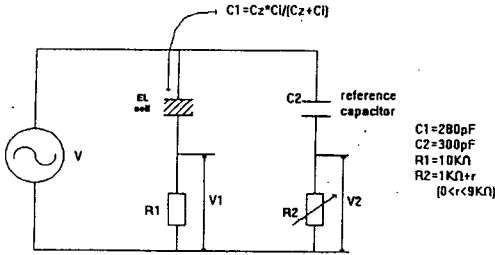


그림 3: 변위전류를 제거하기 위한 Chen-Krupka 회로.
Fig. 3. Chen-Krupka circuit for elimination of displacement current.

형광층의 저항성분은 문턱전압 V_{th} 이하에서는 매우 큰 저항값을 가지지만 문턱전압보다 큰 전압이 인가되면 전도전류가 흐르면서 저항이 작아지는 비선형 저항 특성을 나타낸다. EL 소자가 구동될 때 형광층 내에 흐르는 이러한 전도전류는 그림 3과 같은 Chen-Krupka 회로를 이용하여 측정한다. 저항 R_1 ($10k\Omega$)을 EL 소자에 직결로 연결하였다. reference 커패시터 C_2 ($280nF$)와 가변저항 R_2 ($1\sim 10k\Omega$)는 그림과 같이 브리지회로의 형태로 연결한다. 가변저항 R_2 를 변화시켜 $C_1R_1 = C_2R_2$ 가 만족되면 V_1 와 V_2 의 전위차는 변위전류성분이 제거되며 아래식을 이용하여 형광층의 전도전류 I (mA/cm^2)만을 간접적으로 측정할 수 있게 된다.

$$I = \frac{C_1 \times C_2}{C_1} \cdot \frac{V_1 - V_2}{R_1 A} \quad (1)$$

A는 소자의 단위면적이다. 전도전류는 문턱전압 V_{th} 이상에서만 측정된다.

III. 결과 및 고찰

1. 형광막의 제조 및 특성

핫 일렉트론 생성과 가속되어 발광중심을 충격여기시키는 확률은 전자가 가속되는 결정방향과 관계가 있다. 즉, 충돌하는 확률이 큰 결정면이 존재 할 수 있으며 일반적으로 ZnS의 경우 입방정계의 (111)면에서 충돌 여기확률이 가장 좋은 것으로 알려져있다. 기판 온도를 변화시켜 성장한 ZnS 발광층의 결정구조와 결정성을 X-선 회절 장치로 조사하였다. 그림 4는 기판 온도를 변화시켜 성장한 ZnS막의 XRD 회절도를 나타

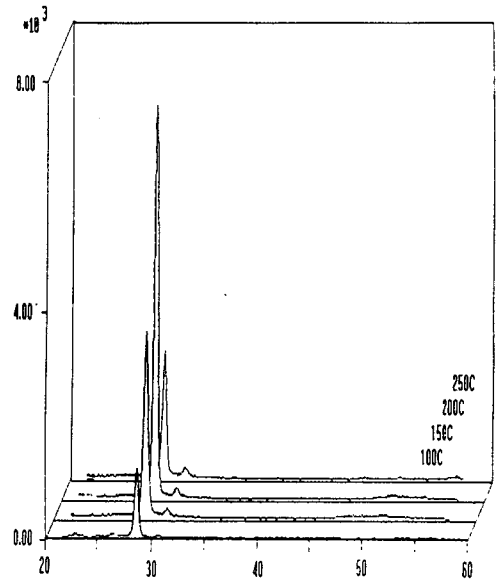


그림 4: ZnS막의 기판온도에 따른 XRD 회절도.
Fig. 4. XRD patterns of ZnS film grown by various substrate temperature.

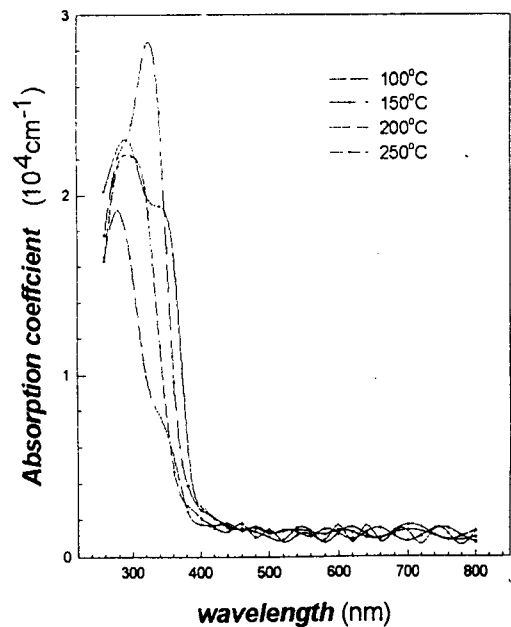


그림 5: 기판의 성장온도에 따른 광흡수 계수.
Fig. 5. Absorption coefficient of ZnS film grown by various substrate temperature.

낸 것이다. 100℃와 250℃의 기판온도하에서 성장한 ZnS막은 2θ, 28.6° 부근에서 입방구조의 (111) 피크와 30.6° 부근에서 육방정계의 (101) 피크를 포함하고 있다. 특히, 200℃까지는 기판온도가 증가함에 따라 (111) 피크가 증가하지만 250℃에서는 다시 감소하는 특성을 보여 기판온도 200℃에서 성장한 막은 (111) 배향이 가장 강하게 나타난다.

그림 5는 형광층인 ZnS막의 기판온도에 따른 광흡수 계수를 측정한 것이다. 그림 5로부터 얻은 광학적 밴드갭은 100℃, 150℃, 200℃, 250℃에서 성장한 박막에 따라 각각 3.17eV, 3.26eV, 3.62eV, 그리고 3.34eV를 얻었다. 그리고 결정성이 가장 좋은 200℃에서 성장한 박막의 밴드갭은 3.62eV로써 가장 넓고, 이 값은 300K에서의 밴드갭 에너지값 3.68eV와 근사하다.

2. TFEL소자의 제조 및 특성

그림 6은 TFEL소자의 인가전압에 따른 전송전하

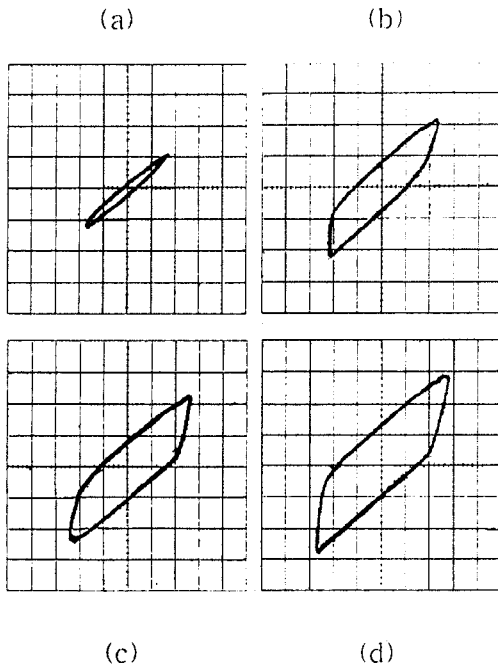


그림 6. 인가전압에 따른 전송전하의 측정.
범위 X: 50V/div, Y: 2 μC/cm² div
Fig. 6. Charge-voltage characteristic diagram for applied voltage.
range X: 50V/div, Y: 2 μC/cm²-div

(Q-V diagram)를 나타낸 것이다. 이 특성은 Sawyer-Tower를 이용하여 측정하였다. 문턱전압이하에서는 그림 6(a)에서와 같이 단순한 커패시터 특성을 보이고 있다. 이 직선의 기울기는

$$C_t = \frac{dQ}{dV} \cdot A \quad (2)$$

로서 TFEL 소자의 정전용량은 280pF로 측정되었다. 그러나, 문턱전압이상에서는 그림 6(b)~(d)에서와 같이 평형사변형 형태의 2개의 기울기를 가진 닫힌 루프를 형성하며 이 닫힌 루프는 105V(문턱전압)에서부터 나타나기 시작하였다. 좌표축을 가로지르는 평행한 두 기울기는 문턱전압 이하의 특성에서 보는 기울기와 같으며, 나머지 두 평행한 기울기는 절연층의 순수한 커패시터 특성을 나타낸다. 이것은, 문턱전압 이상의 인가전압은 절연층과 형광층 사이의 계면에 포획되어 있던 전자를 형광층 내로 터널링시키게 되고 모체와 발광층심을 충돌여기시켜 에벌런치현상을 유발함으로써 전도전류가 형광층에 발생되어 도체와 같은 특성을 가지게 되기 때문이다. 결국 형광층의 커패시터특성이 소멸되고 이 기울기는 순수한 절연막의 특성이 된다. 이는 문턱전압 이상에서의 형광층전압의 clamping 현상 또한 잘 설명해 준다. 이 곡선으로부터 절연막의 정전용량은 1600pF로 계산되었다.

형광층의 정전용량은

$$\frac{1}{C_c} = \frac{1}{C_t} - \frac{1}{C_I} \quad (3)$$

으로부터 340pF가 계산되었다. 여기서 C_I는 절연막의 정전용량, C_t는 TFEL소자의 총 정전용량 그리고 C_c는 형광층의 정전용량이다.

그림 6의 Q-V곡선을 이용하여, 전송전하밀도 ΔQ, 입력전력 P_{in}, 발광효율 η를 각각 관찰하였다.

TFEL소자에 인가된 입력전력은 다음과 같다.

$$P_{in} = f \times E_{in} \quad (4)$$

여기서 E_{in}은 한 주기 동안의 입력 파워밀도이고 이것은 Q-V곡선 내부면적이다.

ΔQ는 Sawyer-Tower회로를 이용한 Q-V곡선에서

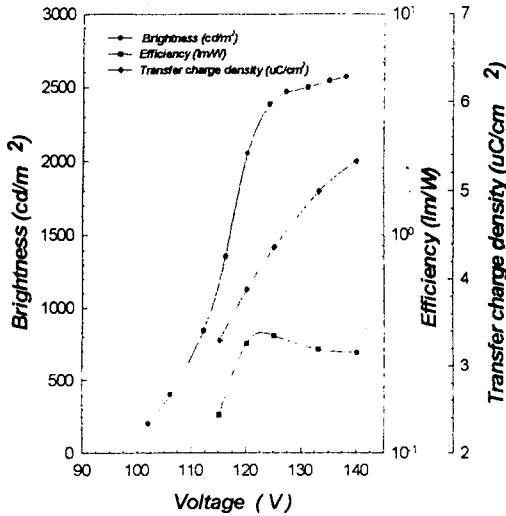


그림 7. 인가전압에 따른 발광휘도 L , 실험적 발광 효율 η , 및 전송전하밀도 ΔQ .

Fig. 7. Luminance L , efficiency η , and transferred charge density ΔQ for applied voltage.

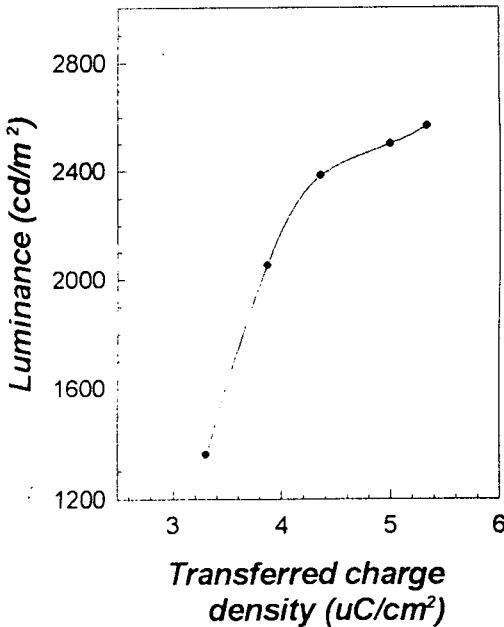


그림 8. 발광휘도-전송전하밀도에 대한 발광휘도의 특성곡선.

Fig. 8. characteristic diagram of the luminance for transfer charge density.

구해지며 ΔQ 와 $\Delta Q'$ 는 다음과 같은 관계가 있다.

$$\Delta Q = \frac{C_I + C_C}{C_I} \cdot \Delta Q' \quad (5)$$

입력전력에 대한 광출력의 비로써 정의되는 발광효율 η 는

$$\eta [lm/W] = \frac{\pi}{2 V_{th} [V]} \times \frac{L [cd/m^2]}{f [Hz] \times \Delta Q' [\mu C/cm^2]} \times 10^2 \quad (6)$$

와 같이 표현된다.

(4), (5), (6)식을 이용하여 계산된 TFEL소자의 인가전압에 따른 발광휘도와 함께 전송전하밀도 ΔQ 그리고 발광효율 η 를 그림 7에 나타내었다. 인가전압에 따른 발광효율은 발광휘도가 포화될때까지 급격히 증가하여 최대값을 가진다. 그러나 발광휘도가 포화됨과 동시에 발광효율은 다시 약간 감소하는 것으로 나타났다.

그림 8은 전송전하밀도와 발광휘도와의 관계를 나타낸 것이다. 발광휘도는 120V까지 급격히 증가하면서 전송전하밀도와 선형적인 특성을 보이고 있다. 이것은 형광층 내의 발광중심의 밀도가 일정한 상태에서, 인가전압에 따라 터널링율이 증가하여 전송전하밀도가 증가하면서 발광중심을 충돌 여기시키는 전자의 수가 증가되어 발광휘도에 비례하는 것으로 생각된다. 따라서 발광휘도는 인가된 주파수가 증가하면 이동전자가 단위시간당 발광중심과 충돌하는 수가 증가되기 때문에 발광휘도와 정비례하게 된다. 결국, 전송전하밀도와 발광휘도와의 관계는 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$L = k \times f \times \Delta Q \quad (7)$$

여기서 비례상수 k 는 형광층의 결정화도, 발광중심의 농도 및 분포 그리고 공간전하밀도와 같은 형광층의 특성에 따라 결정되는 상수이다. 본 연구에서 사용된 형광층에 대하여 계산된 상수 k 값은 0.47로 나타났다.

인가된 전기장에 의한 터널링으로 절연층과 발광층의 계면준위로부터 흐르는 전도전류를 Chen-Krupka 회로를 이용하여 측정하였다. 현상론적인 이상모델에 따라 TFEL소자의 정전용량 C_T 와 거의 유사한 reference 커패시터 C_2 와 저항 R_1 그리고 가변저항 R_2 을 이용한 부리지회로에서 $C_T R_1 = C_2 R_2$ 을 만족시켜주며 절연층의 변위전류를 제거하였다. 인가전압이 발광층

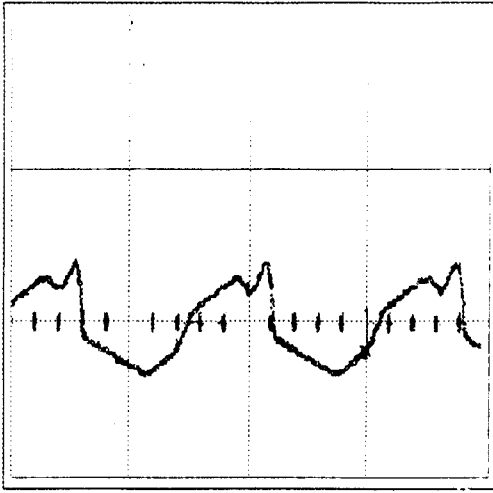


그림 9. TFEL 소자의 형광층내 전도전류.
범위 X: 0.2ms/div, Y: 100mA/cm² div
Fig. 9. Conduction current of TFEL device in phosphor layer.
range X: 0.2ms/div, Y: 100mA/cm² div

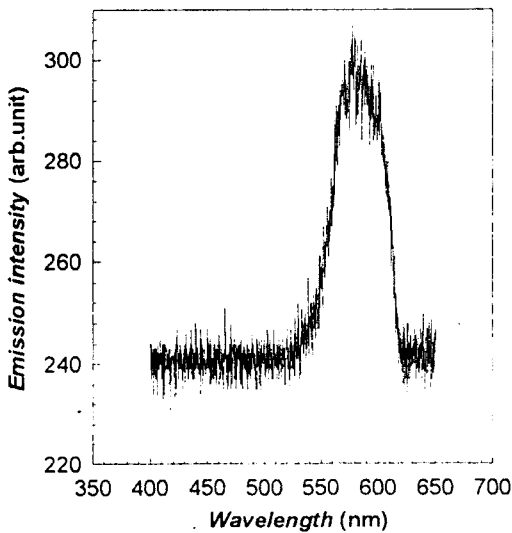


그림 10. ZnS:Mn 형광층을 사용한 TFEL소자의 발광 스펙트럼.
Fig. 10. Emission spectrum of TFEL device employing ZnS:Mn stacked phosphor.

의 문턱전압 V_{th} 이하에서는 V_1-V_2 값인 V_{out} 은 0이며

V_{th} 이상에서는 그림 9과 같이 나타났다. 이 data로부터 (1)식을 이용하여 전도전류 I_c 의 환산이 가능하다.

$$I_c = \frac{C_1 + C_c}{C_1} \times \frac{V_{out}}{A R_1} \quad (1)$$

여기서 R_1 은 EL소자와 직렬로 연결된 저항(10k Ω)이며 A 는 EL소자의 면적(1mm²)이다.

그림 9에서 양의 값은 ITO의 극성이 양인 경우이고, 음의 값은 ITO의 극성이 음인 경우를 나타낸다. 전도전류가 음, 양일 때 서로가 대칭적인 파형을 가지지 못하고 약간의 차이를 보이고 있다. 이는 절연층과 형광층 사이의 두 계면특성이 다르기 때문이며 본 TFEL소자의 경우 상부절연층을 SiO₂를 사용하였고 하부절연막으로 PLT를 사용하였기 때문이라 생각된다.

하부절연막인 PLT막의 두께는 3000Å으로 하고 상부절연막인 SiO₂막의 두께를 500Å으로 하며 ZnS:Mn층과 적층구조의 ZnS:Mn/ZnS:TbF₃형광층을 사용하여 제작한 TFEL소자의 발광 스펙트럼을 조사하였다. 그림 10은 형광층으로 ZnS:Mn을 사용한 TFEL소자에 발광 스펙트럼이다. Mn이온 준위에 의한 주피크는 580nm였고 전반적으로 550nm에서 630 nm까지 파장대를 형성

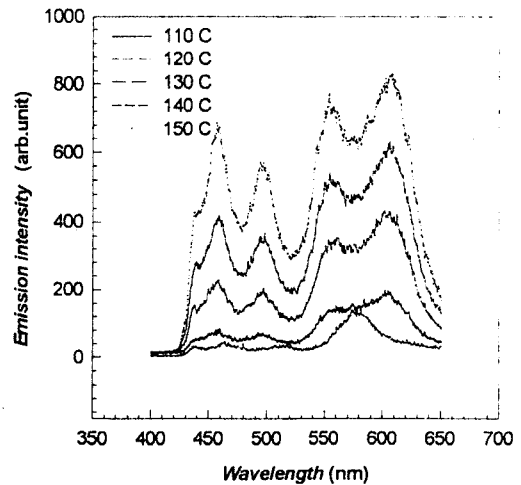


그림 11. 적층구조의 ZnS:Mn/ZnS:TbF₃형광층을 사용한 TFEL소자의 발광스펙트럼.
Fig. 11. Emission spectra of TFEL device employing ZnS:Mn/ZnS:TbF₃ stacked phosphor.

하는 황등색이었다. 적층구조의 ZnS:Mn/ZnS:TbF₃형광층을 가진 TFEL소자의 발광스펙트럼을 그림 11에 나타내었다. 인가전압이 110V일 때의 발광스펙트럼은 Mn이온준위에 의한 휘도특성만이 나타나고 있으며 인가전압이 증가됨에 따라 상대적으로 발광문턱전압이 더 높은 Tb³⁺이온에 의한 발광봉우리가 뚜렷이 나타나고 있다. 특히 단일 TbF₃형광층에 의한 발광의 경우, ⁵D₄-⁷F₆, ⁵D₄-⁷F₄, ⁵D₄-⁷F₃ 천이에 의한 490nm, 580nm, 및 620nm과장대의 발광은 휘도가 낮은 반면, 본연구에서 사용한 적층구조를 가진 발광층에 의한 발광에서는 이 영역의 휘도가 크게 향상되어 가시광 전 영역에 고루 분포된 백색발광특성을 나타내었다.

IV. 결론

적층구조를 갖는 형광층의 결정구조를 x-선 회절분석으로 조사하였다. 기판온도 200°C에서 성장한 결정은 (111)면이 가장 양호한 결정면을 나타내었다. 기판온도 200°C에서 증착된 막의 광학적 밴드갭은 3.62eV 이었다.

PLT를 하부절연막으로하고 ZnS:Mn/ZnS:TbF₃을 형광층으로 사용한 이중절연막구조의 TFEL을 제작하여 그 특성을 조사하였다. 하부PLT절연막 두께는 3000Å, 상부절연막 두께는 500Å 하였고 형광막 두께는 8000Å으로 성장하였다. 제작된 TFEL소자의 문턱전압은 105V였으며 140V에서 2500cd/m²의 휘도를 나타내었다.

ZnS:Mn/ZnS:TbF₃을 형광층으로한 발광스펙트럼은 인가전압이 낮을때 Mn불순물 준위에 의한 황등색발광이 우세하였다. 인가전압이 증가함에 따라 TbF₃준위에서도 발광을 시작하여 450nm에서 630nm까지의 폭넓은 파장대를 가진 백색발광이 실현되었다. 따라서, 본 연구에서 채택한 구조의 TFEL을 칼라 필터와 함께 사용할 경우 청색, 녹색 그리고 적색의 삼원색발광이 가능한 소자로 활용할 수 있음을 알았다.

참고문헌

- [1] S. Tanaka, H. Kawakami, k. Nakamura and H. Kobayashi, "Stable white SrS:Ce,Eu thin film EL with filters for full-color devices." SID 31/1 pp. 25-30. (1990)
- [2] G. Destriau, "Electroluminescence of crystalline ZnS/Cu power ACEL devices." J. Chem. vol. 33, pp. 587-625, (1963)
- [3] Y. A. Ono. M. Fuyama, Onisawa, K. Tamura and M. Ando, J. Appl. Phys. 66, p5564, (1989).
- [4] R. H. Mauch, K.O. Velthaus and H. W. Schock, "Novel ZnS/SrS:Ce Multilayer Phosphor." Digest of 1992 SID Int'l Display Symposium, p178; 1992.
- [5] A. Matsuno, T. Nire, F. Wada, K. Fuchiwaki and A. Miyakoshi, "A 4.4 inch Daigonal RGB Multilayer TFEL Display." Japan Display, p717, 1992
- [6] R. Takayma, Y. Tomita, K. Iijima, and I.Ueda, "Pyroelectric linear array infrared sensors made of c-axis orientied PbTiO₃ Thin films," J. Appl. Phys. vol. 63, no. 12, pp. 5868-5872, 1988.
- [7] C. N. King, R. E. Coovert, and W. A. Ballow, "full-color 320×240 TFEL display panel," in Proc Eurodisplay 1987 (Londod), B77, pp. 14-17 (1987)
- [8] R. Fukao, H. Fujikawa, and Y. Hamagawa. "Imprivement of luminous efficiency in ZnS:TbF₃ thin film eletroluminescent device using ferroelectric PbTiO₃ and silscon nitride as carrier accelerating buffer layers." Jap. J. Appl. Phys. vol. 28. pp. 2446-2449. (1989)
- [9] T. Hirao, "Dielectric thin film technology", National Technical Report, vol 40, no. 1, pp 24-31, 1994.
- [10] J. Carrano. C. Sudhama. J. Lee. A. Tasch. and W. Miller. "Electrical and application." in IEDM Tech. Dig. p. 225. (1989)

著 者 紹 介



박 경 빈

1971년 1월 1일생, 1995년 관동대학교 전자공학과 졸업(공학사), 1995년~1997년 1월 현재 경북대학교 대학원 전자공학과 석사과정, 주관심분야: 평판디스플레이 및 광소자 등임.



김 호 운

1972년 9월 2일생, 1995년 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사), 1996년~1997년 1월 현재 경북대학교 대학원 전자공학과 석사과정, 주관심분야: 강유전체 및 고저항체등임.



배 승 춘

1969년 7월 6일생, 1992년 경북대학교 전자공학과 졸업(공학사), 1994년 경북대학교 대학원 전자공학과 석사졸업(공학석사), 1994년~현재 경북대학교 대학원 전자공학과 박사과정, 주관심분야: 평판

디스플레이 및 광소자 등임.

김 영 진

“센서학회지 제2권 제1호” 논문 93-13, p.99 참조
현재 경북대학교 전자공학과 박사과정



조 기 현

1957년 생. 1980년 인하대학교 전자공학과 졸업, 1983년 인하대학교 전자공학과 대학원 졸업(석사), 1992년 경북대학교 전자공학과 대학원 졸업(박사), 1983년~1985년 현대전자(주) 반도체 사업부, 1986

년~현재 (주)실트론

김 기 완

“센서학회지 제1권 제1호” 논문 92-01, p.8 참조
현재 경북대학교 전자전기공학부 교수