

COLOR EL의 기술 방향

류 재 화

(금성중앙연구소 기초연구실 주임연구원)

1. 서 론

정보통신의 발달과 더불어 Man-Machine Interface에 대한 관심이 높아지고 있으며 특히 경박단소의 특성을 가지는 LCD, PDP, VFD, EL 등의 평면표시소자에 대한 연구가 매우 활발히 진행되고 있다.

이들 평면표시소자 가운데 EL (Electroluminescence)은 형광층의 양단에 전압을 인가할때 발생하는 고전장에 의해 가속된 Hot Electron이 형광층 내부에 존재하는 발광 Center의 전자를 충돌여기 시키고 이 전자가 다시 기저상태로 떨어질때 발생하는 전광효과를 이용하는 것으로, 1936년 Destriau(프) [1]에 의해 EL현상이 처음 발견된 이후, 면광원으로서 주목을 받았으나, 휘도와 수명, 소비전력의 개선이 어려워 이에 대한 연구가 침체되었으나, Thin Flim기술의 발달과 더불어 Sharp사(일)의 Inoguchi [2] 등에 의해 이중절연 박막EL구조의 고휘도화와 장수명을 가지는 박막EL Display Panel의 개발을 시발로 EL소자의 제작방법과 구조적인 개선이 이루어지면서 차세대 표시소자로서 매우 각광을 받고 있는 자체발광형 완전고체 표시소자이다.

2. EL의 종류 및 구조

EL은 소자의 제작법 및 구조에 따라 Table 1과 같이 Regin과 형광체를 후막인쇄하는 분산형EL과

박막기술로 모든 EL소자를 제작하는 박막형 EL로 나누어지며 이는 다시 구동방법에 따라 AC와 DC형으로 나누어진다.

이들 EL가운데 소자의 수명, 분해능이 특히 우수한 박막ACEL의 구조는 그림1과 같이, 1st Insulator Layer와 2nd Insulator Layer로 둘러싸인 Phosphor Layer는 ITO투명전극과 Al배면전극에 가해진 전압에 의해 발광되는 원리로 되어 있으며, Phosphor Layer의 Host Material과 Dopant의 종류에 따라 파장이 다른 Photon이 방출하게 된다.

X-Y Matrix형 EL Panel에서 화상을 표시하기 위한 구동법으로는 Field Refresh법, P-N 대칭법, Stepping법 등이 있는데 Field Refresh법은 회로가 비교적 간단하며 고내압 Diode와 고내압 n-MOS IC로 구성되며 장시간 동일화소를 표시할 때 잔상이남고 점등화소 수에 따라 소모전력이 변화하는 결점이 있다.

P-N 대칭 Drive는 Field Refresh법의 결점을 보완하나 p-MOS와 n-MOS IC를 필요로 하며 구조가 복잡하기 때문에 가격이 비싸다.

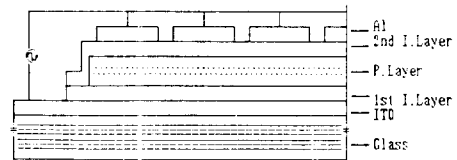


그림 1. Thin Film EL Structure

Stepping Refresh법은 기본적으로는 Field Refresh 법과 같으나 Refresh Pulse의 시간적 위치를 변화하여 잔상현상을 제거할 수 있다.

3. 박막 형성 기술

Color 박막EL소자의 실현을 위하여 재료의 개발과 함께 양질의 박막을 형성하는 기술이 필요하다. 이하 최근 사용되고 있는 박막기술을 간단히 기술한다.

1) 전자선(EB)증착법

EL 발광층 제작에 가장 널리 사용되는 기술로 CaS, SrS 등의 형광층을 FB증착법으로 제작하면 S의 증기압이 높기 때문에 S의 결손을 일으켜 양질의 박막을 얻기가 어렵다. 때문에 증착시의 기판온도를 400°C 이상으로 하거나, S를 공증착하여 S의 부족분을 보충해줄 필요성이 있다.

2) Sputtering법

전극재료, 절연재료의 성막에 주로 사용되고 있으나 발광층에의 적용도 검토되고 있다. 특히 녹색(ZnS : Tb, F)EL에 관해서는 Ar Gas 대신에 Ar + He의 혼합 Gas를 사용하여 고휘도화를 달성[3,4]하였는데 이는 균일한 발광중심을 ZnS모체내에 재현성 있게 첨가할 수 있다는 장점이 있다[5]. 최근에는 적색 CaS : Eu박막소자[6]나, 청록색 SrS : Ce박막EL소자[7]에의 적용도 검토되고 있다.

3) 원자층 에피택시(ALE)법[8]

기판표면에서 화합물 구성원자와의 표면반응을 이

용하여 고진공 중에서 원자를 기판에 1층씩(0.5~2 초 간격) 순차 적층하는 것으로 $ZnCl_2 + H_2S \rightarrow ZnS + 2HCl$ 의 반응을 이용하여 고품질의 ZnS막을 얻을 수 있으나 양산성등의 문제점이 있다.

4) 유기금속 기상성장(MOCVD)법

MOCVD(Metal Organic chemical Vapor Deposition) 법은 주로 III-V족 Compound에서 주로 사용되고 있으나, ZnS 등의 II-VI족에서도 $(CH_3)_2Zn + H_2S \rightarrow ZnS + 2CH_4$ 등의 반응식[9]을 이용하여 양질의 ZnS막을 얻을 수 있으며 앞으로 Color EL에 대한 기대가 크다.

5) MSD(Multi-Source Deposition)법

발광층의 결정성을 높이는 목적으로 MSD법이 제안[10,11]되었다. 증착막의 구성원소를 각각 독립적으로 가열 온도제어하여 $10^{-5} \sim 10^{-6}$ Torr.의 진공도에서 기판온도 25~300°C로 증착한다. ZnS : Mn의 경우 직경 1,000~2,000Å의 육방정의 주상다결정이 기판에서 표면까지 성장되고 Dead Layer가 거의 없는 양질의 발광층을 얻을 수 있으며 구동시 문턱전압이 45Vrms, 5KHz의 전원에서 1,000cd/m²의 휘도를 얻을 수 있다. ZnS : Tb, SrS : Ce 등의 형광층증착에 기대되는 기술이다.

4. Color 박막 EL소자의 발광층 모체재료와 발광중심

1) 모체재료

박막 EL의 발광층에 사용되는 모체재료의 조건으로는 적당한 발광중심을 첨가하여 가시영역의 발광

표 1. EL의 종류

CHARACT	TYPE	Power EL		Thin Flim EL	
		A C	D C	A C	D C
Maturity		Production for Luminar only	Research some ProtoType	Limited Production	Research
Applications		Luminars	Alphanumerics	Graphics	Open
Life		Very Long at Low Levels	Problem Area	Long Life Demonstrated	Problem Area
Matrix Addressable		NO	Limited	Excellent	Limited
Sun Light Readable		NO	NO	YES	Possible

표 2. EL 발광층 모체재료의 특성

구 분	ZnS	CaS	SrS
용점(°C)	1000~1960	2400	>2000
Band Gap(eV)	3.6 직접천이	4.4 간접천이	4.3 간접천이
투과파장(μm)	0.39~14.5	0.23	0.27
굴절율	2.3		2.1
유전상수	8.3	9.3	9.4
결정구조	Zincblend型	NaCl型	NaCl型
격자상수(Å)	5.409	5.697	6.019
양이온 반경(Å)	0.74 (Zn ²⁺)	0.99 (Ca ²⁺)	1.13 (Sr ²⁺)
이온화도	0.623	>0.785	>0.785

표 3. 각 이온의 이온반경

이온	이온반경(Å)
Zn ²⁺	0.74
Ca ²⁺	0.99
Sr ²⁺	1.13
Ce ³⁺	1.034
Pr ³⁺	1.013
Sm ³⁺	0.964
Eu ²⁺	1.09
Eu ³⁺	0.950
Tb ³⁺	0.923
Tm ³⁺	0.869
Mn ²⁺	0.80

이 얻어질 것과, 여기에 필요한 10^6V/Cm 정도의 고전압 인가가 가능하여야 한다. 이 때문에 EL모체재료는 적당한 발광중심을 첨가한 비교적 Band Gap이 큰 반도체가 이용되고 있다. 실용화되고 있는 모체재료는 ZnS이다. 최근에는 CaS나 SrS등의 알칼리토류 황화물이 활발히 연구되고 있다.

천이금속이나 희토류등의 발광중심을 첨가하는 경우는 양이온의 화학적 성질이나 이온반경이 중요하다. 표 2는 ZnS, CaS, SrS의 물성을 나타낸다. ZnS의 이온화도는 0.623으로 결정구조는 Zincblend형 구조에 속하며, 알칼리토류 황화물의 이온화도는 0.785보다 크고 결정구조는 NaCl형 구조에 속한다. 알칼리토류황화물의 양이온 반경은 희토류이온의 반경과 비슷하고 화학적성질도 비슷하여 희토류발광중

심의 첨가가 용이하나 모체재료는 내습성에 문제가 있어 봉지가 필요하다.

2) ZnS를 모체로 하는 Color 박막EL

그림 2의 (a)는 ZnS에 Mn를 첨가한 ZnS : Mn의 EL Spectrum에 관한 전자천이를 나타낸다. Mn²⁺내(3d)[5] 내각 전자의 d-d금지천이로 Broad한 발광 Peak를 얻는다. ZnS : Mn 박막 EL소자는 지금까지의 박막EL재료 가운데 최고의 휘도와 발광효율을 갖는다. 그것은 표 3에서 보는 바와 같이 Zn²⁺의 이온반경이 Mn²⁺와 잘 일치하고 발광중심의 첨가가 용이하기 때문이다.

Multi Color 발광 ZnS : ReF₃ (ReF₃ : 희토류불화물)에서 희토류발광중심은 통상 3가로 전하보상을 위해 희토류불화물의 형태로 ZnS모체에 첨가된다. 발광은 희토류이온 고유의 (4f)n내각전자의 천이에서 선 Spectrum으로 나타난다. 삼원색의 EL발광을 얻기 위해서는 그림2에서와 같이 적색발광은 ZnS : SmF₃, 녹색발광은 ZnS : TbF₃, 청색발광은 ZnS : TmF₃가 이용되고 있으며 Table 4.는 이들 EL소자의 휘도와 발광효율을 나타낸다.

ZnS : TbF₃는 ZnS : Mn 다음의 고휘도 발광이 얻어지며 녹색용 EL재료로는 가장 유망하다. Table 3.의 Ion 반경에서 보듯이 Tb³⁺는 Zn²⁺의 이온반경에 31%의 차이를 보이며 3가와 2가의 가수차이를 고려한 ZnS : TbF₃의 Tb/F비율에 관해 많은 연구가 진행중이다. [12~15]

최근에는 Tb-F에 산소를 첨가한 TbOF복합중심을 이용한 휘도향상을 보인 연구[16, 17]가 보고되어

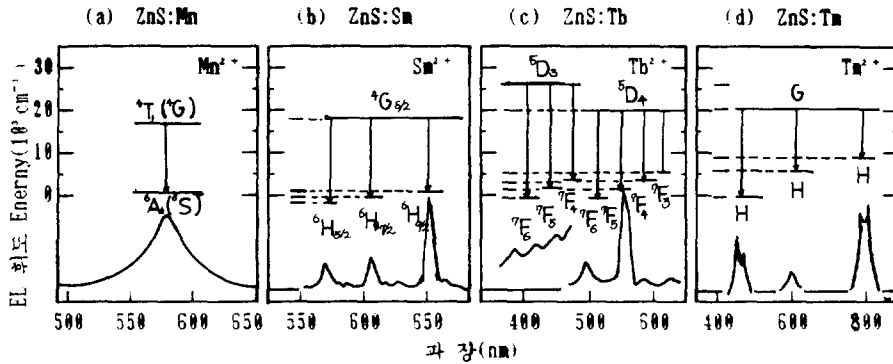


그림 2. ZnS : Mn, ZnS : Re 박막EL소자의 EL Spectrum 및 Dopant의 Energy 준위

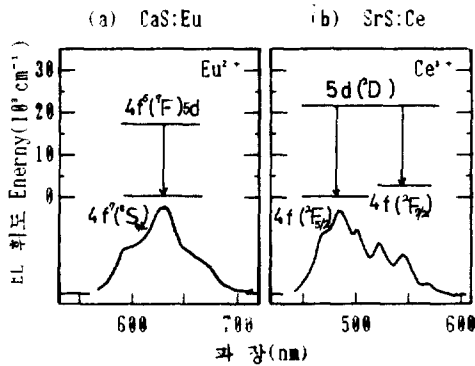


그림 3. CaS : Eu, SrS : Ce 박막 EL소자의 EL Spectrum 및 Dopant의 Energy준위

휘도와 발광효율에서 ZnS : Tb 녹색 EL소자가 ZnS : Mn 황등색 EL소자와 거의 동일한 결과를 보이고 있다.

적색EL재료로의 ZnS : SmF₃도 Zn²⁺와 Sm³⁺의 이온반경과 가수가 다르기 때문에 ZnS : TbF₃의 경우와 같이 Sm과 F의 복합발광 Center에 대한 연구가 필요하고 Fig. 2, (b)에서 보듯이 EL발광 Spectrum이 650nm 이의 2개의 발광 Peak를 더 가지기 때문에 등적색으로 되어 순수한 적색으로는 적당하지 못하며 휘도도 낮아서 아직 실용화가 되지 못하고 있다.

청색 EL재료로의 ZnS : TmF₃는 표 3에서와 같이 이온반경 및 가수의 적합성이 좋지 못하고 발광휘도는 5KHz에서 약 10cd/m²로 매우 낮다. ZnS : TmF₃는 색순도가 좋은 반면에 휘도가 매우 낮은 결점을 갖는다.

3) CaS, SrS (II a-VI족)을 모체로 하는 Color박막EL

표 4. 박막EL소자의 발광 특성

EL 재료	발광색	발광휘도(cd/m ²)		발광효율(lm/W)
		1KHz	5KHz	
ZnS : Mn	황등색	2,500	7,000	1~5
ZnS : Tb, F	녹색	2,000	6,500	1~1.5
CaS : Ce	녹색	250	650	0.11
ZnS : Sm, F	적등색	300	1,000	0.08
CaS : Eu	적색	170	500	0.05
SrS : Eu	적등색	300	1,000	—
ZnS : Tm, F	청색	—	10	<0.01
SrS : Ce	청녹색	400	1,100	0.22
SrS : Cu	청색	50	150	—
ZnS : Pr, F	백색	—	300	—
SrS : Ce, Eu	백색	500	—	0.20

CaS, SrS에 희토류 Ion을 발광중심으로 첨가하여 삼원색을 갖는 EL재료를 얻는다. [18, 19, 20]

그림3은 이들을 이용한 박막EL소자의 발광 Spectrum을 나타내며 표 4는 휘도를 나타낸다. EL 발광은 그림3에서와 같이 Eu²⁺, Ce³⁺의 f-d 허용천이를 기초로 하기 때문에 모체재료의 영향을 강하게 받는다.

적색 발광 CaS : Eu 박막 EL : CaS : Eu의 EL발광은 Fig. 3에서와 같이 Eu²⁺ Ion 고유의 650nm 부근의 Peak를 갖는 선명한 적색이다. Table 3.에서와 같이 Ca²⁺와 Eu²⁺의 Ion반경의 차는 10.1%로 작고 가수도 같아서 ZnS : Mn의 경우와 비슷하기 때문에 CaS : Eu는 유망한 적색 EL로 생각된다.

CaS : Eu 박막EL의 최근 연구방향은 고휘도화

[21], Memory효과[22], 발광 response[23, 24]의 개선등이 있다. 고 휘도와는 기판온도를 400~500°C로 달성하며, 이것은 발광층의 결정성 개선과 밀접한 관계를 갖는데 CaS의 경우 기판온도를 높이면 결정의 배향면이 (200)→(220)→(111)로 이동하게 된다. 결정 성장면의 단위면적당 dangling Bond수와 증착 원자의 재증발의 효과를 고려하여 위의 경향이 설명된다. [25] 또한 CaS : Eu 박막 EL소자에는 휘도-전압 특성에 Hysterisis(Memory)효과를 보인다. Hysterisis 특성은 발광층 막두께와 발광중심 농도에 따라 막두께가 1.8 μ m 이상 Eu의 농도가 0.2at% 이상일 때 Memory Margin이 충분한 소자가 얻어진다. 또한 발광층의 양측을 질화물(Si₃N₄) 절연층을 사용하였을 때 안정된 Memory효과가 얻어지는 것이 보고된다. [26] 발광층을 전자 Beam증착법으로 제작된 CaS : Eu박막EL소자는 휘도 및 발광층내 이동전하량의 생성이 늦추어지는 것이 지적되어[27] ZnS : Mn과는 다른 발광기구가 관여하는 것으로 생각된다.

이와 같이 Response가 늦어지는 것은 구동상 개선되지 않으면 실용화되지 않을 문제점이지만 활성체 Ce를 소량(0.05mol% 정도) 첨가하여 개선될 수도 있다. [23, 24]

청록색 발광 SrS : Ce 박막 EL : SrS : Ce 박막 EL소자는 Fig. 3에서와 같이 Ce³⁺ 고유의 천이에 의해 475nm와 530nm 부근에 Peak를 갖는 청록색 발광을 가진다. [28~31]

그림 3에서 SrS : Ce의 EL 발광 spectrum에는 청색(475nm)과 녹색(530nm)의 2개 Peak가 생성되는데, 510nm 이상을 Filtering하여 순도가 양호한 청색발광을 얻을 수가 있다. 이때 휘도는 1/5 이하로 감소하지만 ZnS : TmF₃의 휘도에 비해 200배 정도 향상된 값을 갖기 때문에 현재까지 청색EL 재료로 가장 유망하다. SrS : Ce 박막EL의 연구방향은 Memory효과[32], 발광층 제작시 산소의 효과[33]에 있다. CaS : Eu와 같이 SrS : Ce에도 휘도-전압 특성에 Memory 효과가 있지만 개선의 여지가 많다. 또한 SrS : Ce 발광층 제작시 S의 증기압이 높기 때문에 S 결손부에 산소가 부착되어 휘도약화가 지적되고 있으며, [33] S의 공증착 또는 재료중의 산소량을 줄여줌으로써 휘도향상을 도모하고 있다.

백색발광 SrS : Ce, K, Eu 박막EL[34] : SrS : Ce,

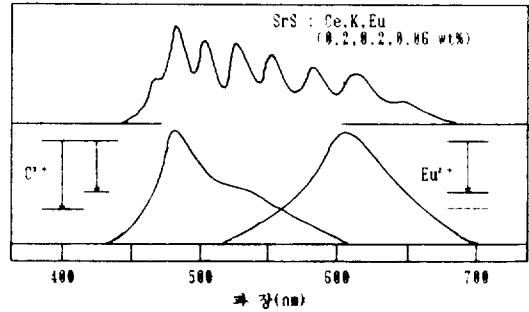


그림 4. SrS : Ce, K, Eu박막 EL소자의 EL Spectrum 및 Dopant의 Energy 준위

K, Eu 박막EL소자는 Fig. 4와 같이 SrS : Ce 박막 EL에서의 파장과 SrS : Eu 박막EL파장의 혼합파형으로 백색광을 방출하는 EL소자로 R.G.B.의 Filter를 선택적으로 선에칭하여 Full Color EL을 실현하고 있다.

그림 4에서 Ce³⁺ 이온의 5d준위에서 4f준위, Eu²⁺ 이온의 4f⁶5d준위에서 4fⁿ준위로의 d-f 허용천이로서 Peak파장이 각각 475, 615nm를 나타낸다. d전자는 결정장에 크게 영향을 받으므로 모체에 따라 Spectrum이 달라질 것으로 예상되며 d전자와 전도 전자 또는 Phonon과의 상호작용에 기인하여 d-f천이는 넓은 Spectrum을 나타낸다. SrS 모체에 Ce와 Eu 발광중심으로 비방사 Energy전달이 일어나 450~700nm의 넓은 파장영역을 가진 백색광을 방출한다.

5. Full Color EL표시소자의 형광층 조합

박막EL표시소자의 Color화는 60년대 후반 Bell Lab.에서 ZnS에 희토류를 Doping한 형광 모체를 사용하여 각 Color에 대해 발표된 이래 알카리토류화물계(CaS, SrS) II-VI족 화합물을 모체재료로 Planar사의 Barrow와 Tottory대의 Tanaka 등에 의해 연구가 매우 활발히 진행되고 있다. NTSC집계에 의한 색도에서 삼원색의 휘도비는 청색 : 녹색 : 적색=1 : 6 : 3이 되어야 이상적인 백색표시가 가능하며 EL Device의 Full Color EL을 실현하기 위해서는 기본적으로 60Hz의 Pulse(40 μ S폭)에서 청색 : 10cd/m², 녹색 : 60cd/m², 적색 : 30cd/m² 이상의 휘도가 요구되며 이 값은 통상의 평가기준 1KHz

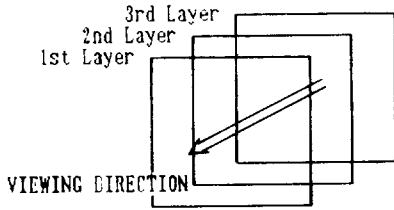


그림 5. The Structure of Unit Pixel

에서 청색 : 200cd/m², 녹색 : 1200cd/m², 적색 : 600 cd : m²에 해당되는 값이다. [35] 현재 ZnS : TbF₃를 형광모체로 사용한 녹색EL은 위의 요구조건에 만족되나 CaS : Eu(적), SrS : Ce(청)의 값은 이에 미치지 못하는 실정이다.

다음은 R.G.B. 삼원색을 조합한 Full Color EL소자를 제작하기 위한 각 Color의 Combination 방법 중에서 Stack Type, Pattern Type, Tunable Type 등에 대해서 알아본다.

1) Stack Type

Stack Type은 적색, 녹색, 청색 등 3개의 EL박막을 각각 수직으로 적층하여 한 Pixel내에서 모든 Color Gamut을 가지게 한다. 형광체로는 CaS ; Eu (R), ZnS ; Tb(G), SrS : Ce(B)를 사용하여 가장 CRT Compatible한 Color를 Display한다. Stack Type에서 사용되는 Phosphor의 Band Gap Energy 크기는 SrS ; 4.4eV, Cas ; 4.3eV, ZnS ; 3.6eV와 같으며 각 Layer의 광투과도를 고려하여 배치하여야 한다. 표시면적의 단위화소는 그림 5와 같다.

Stack Type의 특징으로는 EL의 각 Layer가 투명하기 때문에, 모든 Color를 Unit Pixel 전체로 표시하는 가장 이상적인 Display 방법이나, 그림 6과 같이 많은 Layer를 투과하여야 하므로 각 막에의 한 Light Absorption이 많아 Brightness가 감소하여 각 Layer는 높은 휘도를 요구하며, Stack Type EL Display를 제작하기 위해서는 17층 이상의 박막을 성장시켜야 하므로 각 Layer에서 하나의 Defect가 생겨도 제품전체가 불량일 생겨서 생산성 저하가 예상된다. 또한 Gray Scale변화가 매우 까다로우며 Drive Method도 어려운 난점이 있다.

2) Pattern type

Pattern Type은 R.G.B.의 형광층을 Etching법으로 한 평면(한 형광막) 위에 구성하며, 사용되는 용도나 목적에 따라 여러가지의 구조가있으나 대표적

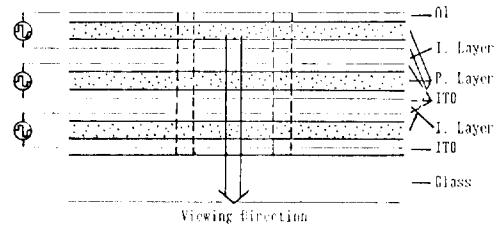


그림 6. The Structure of Stack Type EL

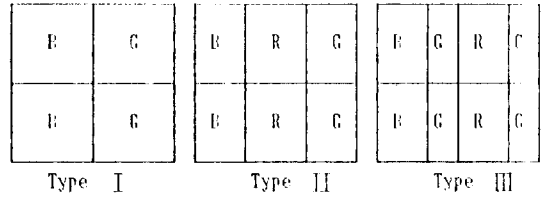


그림 7. The Structure of Pattern Type EL

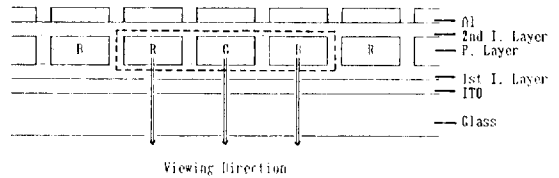


그림 8. The Structure of Pattern Type EL

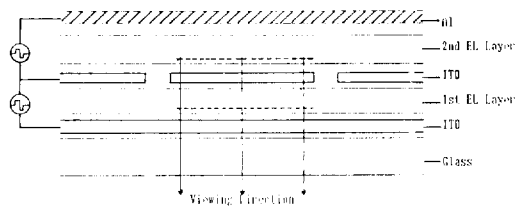


그림 9. The Structure of Tunable Color EL

인 구조는 그림 7과같다. Sub. Pixel을 사용하여 구동하기 복잡한 Analog Modulation을 사용하지 않고 쉽게 Spatial Gray Scale을 얻을 수 있다.

표 5는 Blue, Green, Red EL Emission의 Gray Scale Mixing에 의한 Color수를 나타낸다. Pattern Type의 특징으로는 기존 CRT 방식을 채용한 구조로서 Stack Type보다 제조공정이 간단하며 EL 각 Layer에 의한 광흡수가 없으므로 보다 낮은 휘도에서도 사용가능하다는 장점을 가지나, 표시품질이 떨어지고 각 Color에 대한 형광층의 Etching공

표 5. The Number of Colors Produced by Gray Scale Mixing of Blue, Green & Red EL Emissions


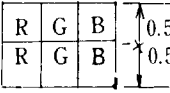
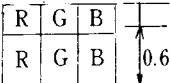
Sub. Pixel Pattern	Spatial Gray Scale		Frame Gray with Spatial	
	Colors	Gray Level	Colors	Gray Level
Ro 	8(2 ³)	2(0, 1)	27(3 ³)	3(0, 1, 2)
	27(3 ³)	3(0, 1, 2)	125(5 ³)	5(0, 1, 2, 3, 4)
	64(4 ³)	4(1, 2, 3, 4)	343(7 ³)	7(0, 1, ..., 6)

표 6. Color EL소자의 형광층 조합법

TYPE	표시품질	Gray Scale	제조 난이도	Drive 난이도	추진기관	비 고
Stack	Excellent	Good	Bad	Possible	Planar사	
Pattern	Good	Excellent	Good	Good	Planar사	'87출품
Tunable	Bad	Good	Good	Bad	Osaka대	2색 유망
복합형식	Possible	Good	Good	Possible	Tottori대	

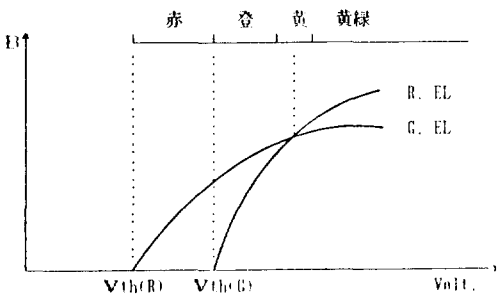


그림 10. 2端子 Tunable EL의 動作原理

정(Lift off Etching, Dry Etching법)이 매우 복잡하다는 단점을 가진다. 현실적으로 Full Color EL Display 제작에 가장 적합한 방법으로 알려져 있으며 그 구조는 그림8과 같다.

3) 3단자형 Tunable Type

Tunable Type은 전압(V)과 주파수(f)의 함수로 발광색(λ)을 연속적으로 변화시키는 원리로 되어 있으며 현재 개발된 R.G.B. 형광체 중에서 ZnS : TbF (G), ZnS : SmF(R)을 사용하여 100fL 이상의 휘도

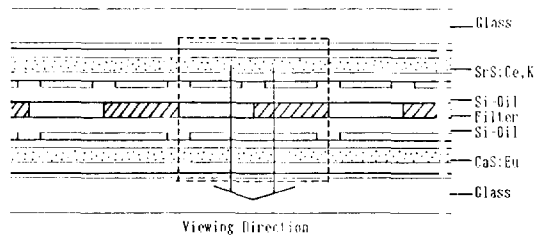


그림 11. The Structure of Stack+Pattern Type

를 가질 수가 있으며 Blue Color EL Layer는 Glass 반대측에 구성한다. [36] 대표적인 Structure는 그림 9와 같으며 파장(λ)의 변화는 VG/VR을 조정하여 그림 10과 같이 변조한다. 2단자형 EL 소자에서 전압변화로 간단히 색변화를 가져올 수 있으며 각종 표시 소자에의 응용이 기대되나 B-V의 비선형 관계로 B의 적절한 제어가 곤란하며 발광휘도가 상하단이 다르기 때문에 발광무라가 발생하고 변조되는 Color Spectrum에 대해서 휘도를 일정하게 유지하기 어렵다는 단점이 있다.

4) 복합적인 방법

Color Filter를 사용하여 SrS : Ce(Greenish Blue)를 Green과 Blue로 분리하거나, White Color인 ZnS : Pr 이나 ZnS : Mn/SrS : Ce/ZnS : Mn[37]을 사용하여 R.G.B.로 분리하는 Filter법과 Stack Type을 혼합한 방법이다. 이들 방법 외에 여러 방법이 있으나 현재 중점적으로 시도되고 있는 한 예는 그림 11과 같다. 이것은 두장의 Glass 위에 각각 EL Layer를 형성하고 Filter가 Matching되게 겹친 다음, Refraction Index를 고려해서 Silicon Oil을 주입하여 Life Time을 높인다. Short Wave Length Pass Filter는 Orange Dye Film, Long Wave Length Pass Filter는 ZnxCd_{1-x}Se-y박막을 사용하며, G. Filter를 사용했을 때 SrS : Ce, K의 Greenish Blue에 비해 75%의 휘도값을 보인다.

5) Summary

full color EL 표시소자를 제작하기 위한 위의 여러가지 발광층 Combination 방법을 요약하면 표 6과 같으며 Stack Type, Tunable Type에서는 제조난이도, 표시품질과 Drive 난이도 등의 약점을 가지고 있기 때문에 Ptttern Type과 복합형식이 앞으로의 Full Color EL표시 소자에 적합할 것으로 기대된다.

6. 결 론

EL의 종류, 제조공정 및 Color화 기술에 대하여 서술하였다.

현재 Yellow와 Green의 단색 EL표시소자에서는 휘도, 효율등이 충분히 개선되어, 640×400Line(9") 이상의 EL Monitor가 생산되고 있으며, 다색화를 실현하기 위한 재료로는 알카리토류황화물(CaSSrS 등)이 유망할 것으로 생각된다.

EL소자의 Full Color화를 실현하기 위해서는,

- Green EL은 ZnS : Tb, F를 형광층으로 하여 휘도와 효율증대를 위해 Sputtering Gas로 Ar+He Gas를 사용하는 것과, TbOF의 복합발광중심에 대한 연구가 필요하며,

- Red EL은 CaS : Eu를 형광층으로 하여, 막제조시 기관온도 조절과 S의 공증착에 대한 연구가 필요하며,

- Blue EL은 SrS : Ce를 형광층으로 하여 휘도를 충분히 올리는 것에 대한 연구가 필수적으로 선행되어

야 한다.

또한 SrS : Ce, K, Eu 등의 형광층을 사용한 백색 EL도 휘도개선만 이루어지면 유망한 Color EL 재료이다.

형광층의 조합법으로는 R.G.B. 형광층을 선 Etching하여 한 평면상으로 하는 Pattern Type이 주가 될것으로 생각된다.

참 고 문 헌

- [1] Destriau, O.W., Chem. Phys. 33 : 589, 1936.
- [2] T. Inoguchi, M. Takeda, Y. Kakihama, 74 SID Digest Papers, p. 84, 1974.
- [3] H. Ohnishi, K. Yamamoto, Y. Katayama, Record of 85 Intern. Display Research Conf., p. 159, 1985.
- [4] 大西秀臣, 電子情報通信學會技術報告(II), Vol. 84, No. 368, EID86-40, p. 17, 1987.
- [5] S. Miura, K. Okamoto, S. Sato, S. Andoh, H. Ohnishi and Y. Hamakawa, Pro. 3rd Int. Display Research Conf. (Japan Display '83) p. 83
- [6] H. Ohnishi, R. Iwase and Y. Yamasaki, 1988 SID Digest Papers, p. 289, 1988.
- [7] 大西秀臣, 電子情報通信學會技術報告(II), Vol. 88, No. 429, EID88-80, p. 37, 1989.
- [8] T. Suntola, J. Antson, A. Pakkala, 80 SID Digest Papers, p. 108, 1980.
- [9] K. Hirabayashi, H. Kozawaguchi, Appl. Phys. Lett., 49(23), p. 1596, 1986.
- [10] T. Nire, T. Watanabe, S. Tanda, S. Sando, 87 SID Digest Papers, p. 242, 1987.
- [11] T. Nire, T. Watanabe, N. Tsurumaki, A. Miyakoshi and S. Tanda, Proceedings of 4th Int. Workshop on EL, Published by Springer Verlag(F.R. Germany) 1989.
- [12] T. Ogura, A. Mikami, K. Tanaka, K. Taniguchi, M. Yoshida, S. Nakajima, Appl. Phys. Lett., 48(23), p. 1579, 1986.
- [13] A. Mikami, T. Ogura, K. Tanaka, K. Taniguchi, M. Yashida, S. Nakajima, J. Appl. Phys. 61(8), p. 3028, 1987.
- [14] J. Mita, M. Koizumi, H. Kanno, T. Hayashi, Y. Sekido, Jpn. J. Appl. Phys. 26(5), pL558, 1987.
- [15] K. Hirabayashi, H. Kozawaguchi, B. Tsujiyama, Jpn. J. Appl. Phys. 27(4), p. 587, 1988.
- [16] A. Mikami, T. Ogura, K. Taniguchi, M. Yoshida, S. Nakajima, J. Appl. Phys., 64(7), p. 3650, 1988.
- [17] K. Okamoto, T. Yoshimi, S. Miura, Appl. Phys.

- Lett., 53(8), p. 678,1988.
- [18] 小林洋志, 田中省作, 化学科工業(II), 39, p. 235,1986.
- [19] 小林洋志, 텔레비學會誌, 40(11), p. 991 1986
- [20] 小林洋志, 田中省作, 吉山秀樹, 光學(II), 17(4), p. 158,1988.
- [21] K. Tanaka, A. Mikami, T. Ogura, K. Taniguchi, M. Yoshida, S. Nakajima, Appl. Phys. Lett. 48(25), p. 1730, 1986.
- [22] K. Tanaka, A. Mikami, T. Oura, K. Taniguchi, M. Yoshida, S. Nakajima, Proc. 6th Int. Display Research Conf. (Japan Display 86) p. 246.1986.
- [23] M. Ando, Y.A. Ono, J. Appl. Phys.(April 1, 1989 issue)
- [24] M. Ando, Y.A. Ono, K. Onisawa, H. Kawakami, Proceedings of 4th Int. Workshop on EL Published by Springer Verlag(F.R. Germany) 1989.
- [25] H. Yoshiyama, S. Tanaka, Y. Mikami, S. Ohshio, J. Nishiura, H. Kawakami, H. Kobayashi, J. Crystal Growth, 86, p. 56,1988.
- [26] M. Yoshida, A. Mikami, T. Ogura, K. Taniguchi, S. nakajima, 86 SID Digest Papers, p. 41,1986.
- [27] R.S. Crandall, Appl. Phys. Lett., 50(11), p. 641,1987.
- [28] Y. Tamura, J. Ohwaki, H. Kozawaguchi, B. Tsujiyama, Jpn. J. Appl. Phys., 25(2), pL 105,1987.
- [29] S. Tanaka, Proc. 87 SID, 28(1), p. 21,1987.
- [30] S. Tanaka, J. Lumin., 40&41, p. 20,1988.
- [31] K. Onisawa, M. Fuyama, K. Taguchi, K. Tamura, Y.A. Ono, J. Electrochem. Soc., 135(10) p. 2631,1988.
- [32] S. Tanaka, H. Yoshiyama, Y. Mikami, J. Nishiura, S. Ohshio, H. Deguchi, H. Kobayashi, Appl. Phys. Lett., 50(3), p. 119,1987.
- [33] K. Okamoto, K. Harada, Jpn. J. Appl. Phys., 27(10), pL1923,1988.
- [34] 李相杰, 李相潤, 慶北大院·碩士學位論文, 1989, 8.
- [35] 小沢口治樹, 月刊 Semiconductor World, 1988, 6.
- [36] 瀬川圭弘, 山本敏雅, 深尾隆三, 텔레비學會誌(II), vol. 40, no. 10,1989.
- [37] S. Tanaka, Y. Mikami, H. Deguchi, H. Kobayashi, Jpn. J. Appl. Phys., vol. 25, no. 3, pL225,1986.