

---

# LCD-Backlight의 고휘도 특성에 관한 연구

김수용\* · 지석근\*

## A Study on the Characteristics of High Brightness of LCD-Backlight

Soo-yong Kim\* · Suk-kun Jee\*

### 요 약

이 논문은 가스압력으로부터 휘도, 인가된 전압과 구동 주파수 상태를 측정하였고, 평판형램프의 방전특성을 측정하고 논의하였다. 진공 여기(350 °C, 1시간)후 수명과 휘도는 놀랍게 향상되었다. 램프내에 가스 압력이 높을 때 또한 휘도는 자동적으로 증가했다. 그러나 구동전압과 동작의 안정화를 위하여 약 1000[V], 300[Torr], 64[KHz]에서 휘도의 최고값이 측정되며, 그 결과는 FFL을 위한 최적화된 구동 조건으로써 보여진다.

### ABSTRACT

In this paper, the brightness from inside gas pressure, applied voltages, and operation frequency conditions was measured and the discharge characteristics in FFL(Flat Fluorescent Lamp) also were measured and discussed.

The brightness and lifetime after vacuum exhaust (350 °C and 1 hour) are remarkably developed. When the gas pressure of lamp-inside is high, the brightness is also increased automatically. But for the stabilization of operation and driving voltage, the highest values of brightness at about 1000[V], 300[Torr] and 64[kHz] are measured and the results are shown as the optimized driving conditions for FFL.

### 키워드

PDP, FFL, Brightness Flat Fluoresce, Dimming capability

## I. 서 론

현대는 정보화 사회로 변화하면서 대중매체인 대면적 디스플레이의 중요성이 증가되고 있다. 현재 디스플레이로는 CRT(cathode ray tube), TFT-LCD, PDP 등의 디스플레이가 대중 전달 매체로 사용되고 있다. 그 중에서 CRT의 경우 공간과 무게 문제점을 가지고 있어 차세대 대면적 디스플레이로 FPD(flat panel display) 즉 PDP와 TFT-LCD가 대두되고 있다. 이러한 FPD에 대한 기대는 산업용 대형 미디어에서도 같다고 할 수 있다[1~4].

TFT-LCD의 기술은 크게 back light unit과 액정 패널 분

야로 나눌 수 있다. 액정 패널 기술은 반도체 제조기술 발달에 따라 30 inch급 이상 대면적 패널을 제작하는 기술을 현재 확보하고 있다. 그러나 back light unit는 소비 전력과 휘도, 광효율, 광 분산의 균일성, 색재현성, 광시야각, 박형 구조, dimming capability, 제조원가 등의 대폭적인 개선이 요구되고 있다. 특히 시야각의 문제는 LCD의 대표적인 약점으로서 IPS, WV, VA 등의 많은 신기술들이 제안되었고, back light system에서의 최적 설계로 더욱 개선이 가능하다. 그렇지만 기존 램프의 직하방식 또는 도광판 방식의 back light unit는 벽걸이 TV로 사용하기에는 휘도가 낮고 화면 전체에서의 휘도가 불균일하고 dimming

capability, 색 재현성 등이 문제시되고 있다[5~10].

따라서 본 연구에서는 20"이상 벽걸이 TV용 TFT-LCD 용 back light unit를 제작하기 위한 기초단계로 새로운 방식의 평면 발광 램프를 설계 및 제작하여 전기 광학적 특성을 분석하고 제작 공정에 따른 문제점, 개선 방향 등에 대하여 논의하였다.

## II. 평판형광램프

### 2.1. 평판형광램프의 구조 및 제작

그림 1은 본 연구를 위해 제작한 새로운 방식의 고휘도 방전형 평판 램프의 구조의 단면을 나타낸 것이다.

램프의 상판은 두께 2.3 mm, 면저항 10Ω/□인 투명전극 ITO(indium tin oxide)가 코팅된 soda-lime 유리를 사용하여 투명전극의 배면에 형광체 및 spacer를 제작하였고, 하부 기판은 고온용 즉 520℃이상의 온도에서 소성되는 Ag paste를 이용하여 전극을 형성하였다. 하부 기판은 soda-lime 3mm glass위에 하부 전극을 스크린 프린팅 방식으로 형성하고 고온 소성한 다음 스크린 프린팅 시스템을 이용하여 전극 위에 절연체 및 백색 형광체를 형성하였다 [1][2].

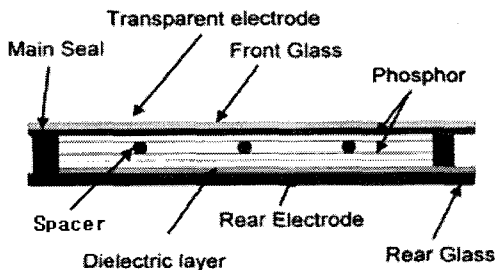


그림 1. 평판형광램프의 구조  
Fig. 1. Structure of Flat Fluorescent Lamp

### 2.2. 형광체 형성 기술

본 실험에 사용된 형광체는 3파장 백색 형광체로 수은 램프로 여기 하였을 때 그림 2와 같은 PL 스펙트럼을 가지고, 색온도 6,500K, 색좌표 X 0.307, Y 0.326의 특성을 가지는 형광체이다.

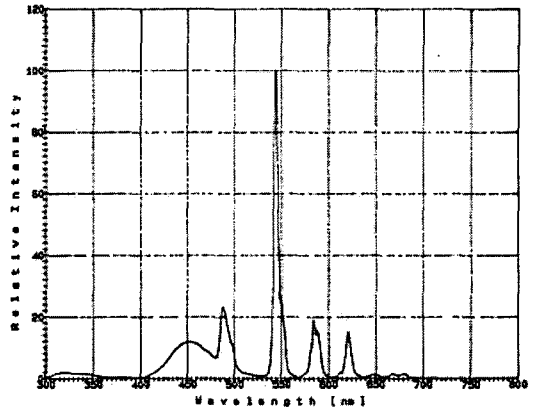


그림 2. 백색 형광체의 PL 스펙트럼  
Fig. 2. PL Spectrum of White Phosphor

바인더의 재료는 DGMA(diethyl ene glycol monobutyl acetate) 80%(liquid), DGME(diethylene glycol monobutyl ether) 10% (liquid), ethylcellulose 10%(powder)를 혼합하여 100℃로 가열 하면 magnetic bar를 이용하여 기포들이 없을 때까지 계속 교반하여 제작 한다.

이와 같이 제작된 바인더를 형광체 분말과 여러 상태의 혼합비로 혼합하여 교반기, Ball mill, three roll mill 등을 이용하여 스크린 및 균일한 분포특성을 조사한 결과 그림3과 같은 점성을 가지는 paste 상태가 우수한 특성을 나타내었다[3][4].

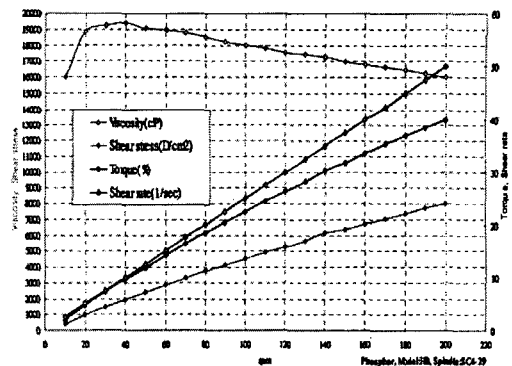


그림 3. 형광체 Paste의 점도 특성  
Fig. 3. Viscosity a characteristic of Phosphor Paste

2.3. 램프내의 형광체 도포에 따른 휘도 특성

그림 4는 색온도 6,500K를 가지는 백색 3파장 형광체를 250mesh 스틸망사로 상부기판 또는 상하기판 모두에 도포하여 평면 램프의 구동 전압에 따른 휘도 특성을 나타낸 것이다.

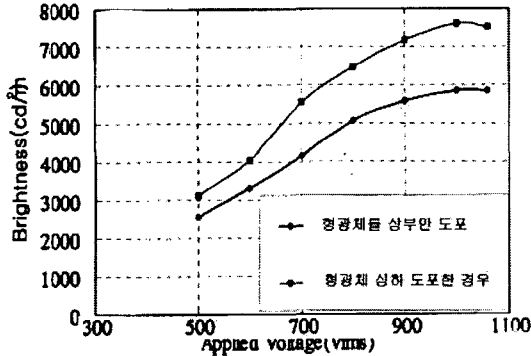


그림 4. 형광체 도포에 따른 휘도 특성  
Fig. 4. Brightness a characteristic as Phosphor Spread

그림 5는 하판 전극 위에 형성한 후막 절연층의 재료에 따른 램프의 동작 특성을 분석한 것이다. 제작된 램프는 동일한 절연층 및 형광체의 두께, 방전공간, 진공도에서 측정된 결과이다. 구동전압에 따른 휘도특성은 BaTiO<sub>3</sub>, 절연체를 도포한 램프가 가장 높게 나타났고 다음으로는 Y2O<sub>3</sub>를 코팅한 램프가 높게 나타났다[5][6].

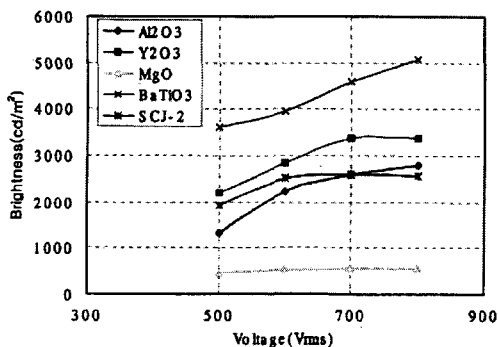


그림 5. 절연체의 종류에 따른 휘도 특성  
Fig. 5. Brightness a characteristic as a kind of Dielectric

III. 실험장치

3.1. 기판유리의 선택

플라즈마 평면 램프의 경우 램프내부의 가스 순도는 램프의 수명과 밀접한 관계가 있다. 따라서 램프 제작 시 고진공 배기 후 고순도의 가스를 주입하여 밀봉하여 제작한다. 표1은 각종 유리의 조성 및 일반적 사용처와 함께 열적, 기계적 특성으로 soda회 유리가 가스투과율이 낮고, 고강도 및 저렴하여 진공실장용으로는 가장 적합한 것으로 판단되고 있다.

표1. 각종 상용 유리의 조성(wt%)  
Table. 1 Manufacture of Glass each of Common Use

Glass Type	Dowding number	Kimble (Owens-Illinois) number	SiO <sub>2</sub>	BaO <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	MgO	CaO	PbO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>
Soda-lime	0080	R-6	73		15		4	7		1
Pyrex Borosilicate	7740	KG-33	81	13	4				22	2
Potash-Soda-lime	0010	KG-1	62		7	7		8		2
Lime-magnesia Alumina silicate	1720	EZ-1	61	5	1		7			17
Sodium borosilicate E fiber glass	7050	K-705	68	24	6					2
			54	8	1		1	21		5

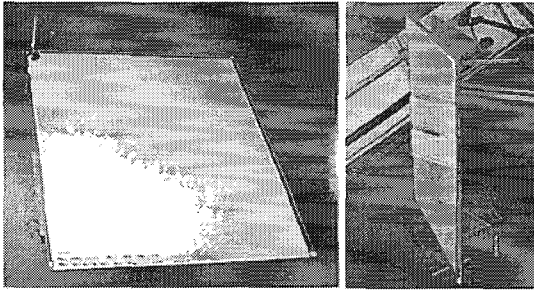
3.2. Main sealing 기술

Main seal 재료인 glass frit는 전면 기판과 배면 기판을 붙이는 접착체로서의 기능과 패널내부의 기밀 봉지의 기능으로 main압착 순서는 아래와 같다.

- (1) 전면기판과 배면기판 등을 마주보도록 합쳐 위치 배열한다.
- (2) 양기판을 도구를 이용하여 고정시키고 glass frit에 적당한 압력을 가한다.
- (3) 배기구멍을 포함한 모양으로 tip관을 배면기판위에 놓고 접속부를 glass frit을 집어 넣는다.
- (4) 위의 공정 후 패널전체를 main 소성 온도로 열처리 한다.
- (5) 패널을 냉각시킨 후 압력을 가한 도구를 제거한다. 위와 같은 공정을 통하여 제작된 패널을 그림 6에 나타 내었다.

표 2. 본 실험에 사용된 glass frit 특성  
Table. 2 In this experimental use the glass frit characteristic

구분	type	Expansion (0-300°C)×(10 <sup>-7</sup> /°C)	contraction (temp.25°C×(10 <sup>-7</sup> /°C)	Ap/Sp	Firing Temp.
SCB-4	Vitreous	77	88	312/362	430
SCB-2	Vitreous	81	107	370/450	480



(a) 평면 사진 (b) 측면사진  
그림 6. 압착 후 제작된 램프  
Fig. 6. Fabrication Lamp after Pressure

#### IV. 평판형광램프의 실험결과

##### 4.1. 램프내의 가스 압력에 따른 방전 특성

램프 내부의 방전 개시전압은 Paschen의 법칙에 따라 압력과 거리 곱의 함수로 표현된다. 그림 7은 방전공간 1mm, 구동전압 650Vrms, 20kHz의 Sine 파형으로 동작시 램프의 내부 Xe 가스압력에 따른 동작 특성을 나타낸 것이다. 램프 내부의 압력이 증가하면 Xe 가스의 밀도가 증가함으로 Xe 가스에 의해 발생되는 진공자 외선의 발생율이 증가함으로 휘도는 향상 된다. 그러나 300Torr이상의 압력으로 증가하면 플라즈마내의 전자의 온도가 낮기 때문에 Xe 가스의 이온화 및 여기율이 저하되어 휘도는 감소한다.

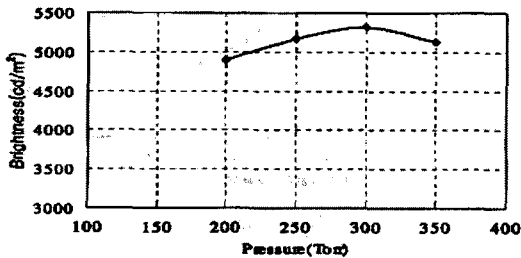


그림 7. 가스 압력에 따른 방전 특성  
Fig. 7. Discharge a characteristic as gas pressure

##### 4.2. 인가전압에 따른 휘도 특성

그림 8은 방전 공간 1mm, Xe가스 압력 300Torr, 구동 주파수 20kHz 일 때 인가전압에 따른 휘도 특성을 나타낸 것이다. 인가전압이 증가하면 램프내부에 인가되는 방전 전류가 증가하여 휘도가 증가한다.

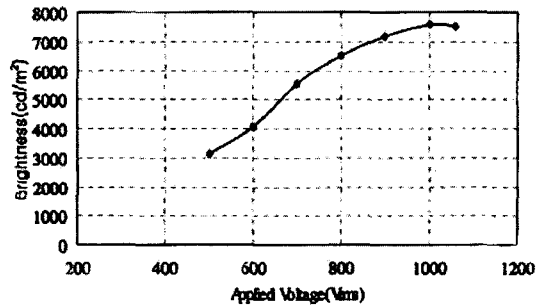


그림 8. 인가전압에 따른 휘도 특성  
Fig. 8. Brightness a characteristic as applied Voltage

##### 4.3. 램프의 구동 주파수에 따른 휘도 특성

그림 9는 방전공간 1mm, Xe 가스 압력 300[Torr]일 때 동작 주파수에 따른 휘도 특성을 나타낸 것이다. 램프는 백색 형광체를 가지고 인가전압 600[Vrms] Sine 파형으로 구동하였을 때 동작 주파수 증가에 따라 램프의 휘도는 증가하였다. 이 결과는 어떤 단위시간 동안 방전 횟수의 증가로 방전공간에 준안정상상태의 원자가 보다 많이 형성됨으로 진공 자외선의 발생량이 증가하여 휘도가 증가하였다[7][8].

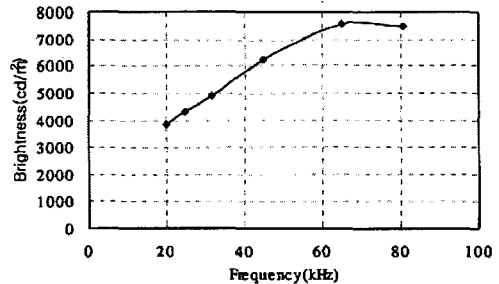


그림 9. 구동 주파수에 따른 휘도 특성  
Fig. 9. Brightness a characteristic as operation Frequency

V. 결 론

플라즈마 방전, 절연체, 형광체 합성 및 도포, 전극 설계 및 형성, 진공 배기 및 가스 주입 등의 기술을 용하여 18" 크기의 램프를 제작하였다. 램프 제작 기술 및 구동 특성을 다음과 같다.

- (1) 본 연구에 사용된 기관은 상하관 모두 가스 침투율이 낮고, 광투과율이 우수한 Soda-Lime 유리를 사용하였다. 사용된 유리의 두께는 제작상 파손 및 Spacer등을 고려하여 2~3mm를 사용하였다.
- (2) 본 실험에 사용된 바인더는 고온용 바인더로 본 연구 DGMA(diethylene glycol monobuthyl acetate) 80%(liquid), DGME(diethylene glycol monobuthyl ether) 10%(liquid), thylcellulose 10%(powerer)를 혼합하여 100℃로 가열하면서 magnetic bar를 이용하여 기포들이 없을 때까지 계속 교반하여 제작하였다.
- (3) 본 실험 결과 절연체의 두께는 제작된 램프의 동작 특성을 고려할 때 BaTiO3 60 $\mu$ m정도가 적합한 것으로 나타났다.

위와 같은 형광체를 제작된 바인더와 다양한 혼합비로 혼합하여 Paste 상태로 제작하여 혼합 특성에 따른 램프의 동작 특성을 분석한 결과 형광체와 바인더를 1:1로 혼합하고, 상하관 모두를 형광체층을 형성하는 것이 우수한 것으로 나타났다.

참고문헌

- [1] Linear Technology Application Note, "A Fourth Generation of LCD Backlight Technology", November, 1995.
- [2] 신기술동향보고서(액정표시장치) p148 특허청, 2000.
- [3] Penning, F.M "Electrical Discharge in Gas", Philips Technical Library, 1957.

- [4] 전자자료사, LCD(액정의 기초와 응용), 2000.
- [5] Takashi Nishihara, Yasuo Tomita, Harison Electric Co. Ltd "2.2 $\Phi$  Double tube cold cathode fluorescent lamp" -IDW'99
- [6] JKL Corporation Application Information AI-001, 1997. 09.
- [7] JKL Corporation Application Information AI-007, 1998. 11.
- [8] R. Y. Pai, OSRAM Sylvania, Daanvers, MA "Efficiency Limits for Fluorescent Lamps and Application to LCD Backlighting" ,SID'97 Digest
- [9] D.G. Joh, D.H. Gill, H.S. Kim, Y.G. Kim, D.I. Kim, C.W. Lee, Y.H.Seo, E.H Choi, G.S. Cho, "High Luminance Flat Panel Fluorescent Lamp for LCD Backlight" , ASID'00.
- [10] Hyun-Sook Kim, Dai-Geun Joh, Young-Guon Kim, Jae-Jun Ko, Dae-Il Kim, Chun-Woo Lee, Eun-Ha Choi and Guangsup Cho, "LCD Planar Backlight Employing the External Electrode Fluorescent Lamps Driven by Square Pulses from Switching Inverter", SID'01.

저자소개

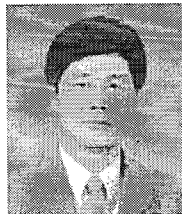
김 수 용(soo-yong kim)



1996년 부경대(공학사 - 전기공학)  
2001년 서울대 행정대학원 (사이버 행정학 수료)  
2003년 경기대(석사-전기전자통신)

2005년-현재 군산대학교 대학원 전자정보공학부 박사과정  
※ 관심분야: 반도체, 신호처리, 멀티미디어통신, 프로그래밍

지 석 근(suk-kun Jee)



1985년 부경대(공학사 - 전자공학)  
1990년 부경대(공학석사-전자공학)  
1997년 부경대(공학박사-전자공학)

1990년-현재 군산대학교 전자정보공학부 교수  
※ 관심분야: 디지털 신호처리, 음향신호처리, 적응신호처리