

## EEFL을 적용한 LCD TV용 백라이트의 특성분석

한정민, 이한진, 박두성, 배경운, 김연호, 임영진  
BOE-HYDIS 개발본부

### The Characteristic analysis of LCD TV Backlight using External Electrode Fluorescent lamp

Jeong-Min Han, Han-jin Lee, Du-Sung Park, Kyung-Woon Bae, Yun-Ho Kim, Young-Jin Lim  
Development Division, BOE-HYDIS

#### Abstract

요즘, LCD TV가 등장하면서 LCD 백라이트로써 LCD TV에 적용하기 위해서는 무엇보다도 휘도특성의 개선이 요구되고 있다. TV 대응 LCD Panel은 Monitor 대응 제품에 비해서 일반적으로 해상도가 낮으므로, 투과율면에서 장점은 있으나, 현재의 백라이트 구조로는 만족할만한 성능을 낼 수 없는 상황이다. 그러므로 고휘도 백라이트를 위해서 EEFL(External Electrode Fluorescent Lamp) 혹은 CCFL(Cold Cathode Fluorescent Lamp)의 복수 사용을 전제로 한 직하방식에 대한 개발 검토가 활발히 이루어지고 있다. 직하방식에 의한 고휘도화는 램프수는 증가되지만 프리즘시트를 사용하지 않아서 가격 경쟁력이 있다. 따라서 본 연구에서는 EEFL 16등을 이용하여 17인치 직하형 백라이트를 제작하여 기구적, 전기적, 광학적 특성을 분석하였으며, 그 결과 11,700 nit의 휘도를 달성하여 TV 대응 수준을 확보하였다

**Key Words** : EEFL, LCD TV, LCD Monitor, TFT-LCD, Lamp

#### 1. 서론

LCD 시장의 수요는 Application 용, Note PC 용, Monitor 용, TV 용으로 크게 구분할 수 있다. 모니터 및 노트북의 수요가 점차 포화현상을 보임에 따라서 LCD 제조원가의 하락이 동시에 일어나고 있는 현재의 경향에서 새로운 수요처의 개발이 적극적으로 검토되고 있다. 특히 기존의 PC 기반의 시장에서 다양한 응용분야로 시장을 확대하여 신규수요를 창출하고, 광범위한 시장영역을 구축하고 있다. 이러한 최근 시장 수요에 따라서 TFT-LCD를 CRT 용 TV를 대체하기 위한 노력이 커짐에 따라서 이를 위해서는 고휘도, 저가의 백라이트 개발이 대두되고 있다.

백라이트의 경우 노트북에서는 wedge type, 모니터의 경우 side light type이 많이 사용되고 있으며, 20인치 이상의 TV용의 경우에는 side light type 이면서 프리즘 시트를 사용한 type이 많이 적용되고 있으나 프리즘시트의 가격이 고가이며, 휘

도면에서도 LCM(LCD module) 상태에서 350nit 이상의 휘도는 어렵기 때문에 직하형 백라이트의 사용이 적극적으로 검토되고 있는 실정이다.

기존 백라이트에 적용되는 램프의 경우 CCFL(Cold Cathode Fluorescent Lamp)이 사용되었으나 CCFL 램프의 경우 인버터에서 발생할 수 있는 램프간 current balance의 편차가 크기 때문에 백라이트에서 휘선(white line)이 발생하게 된다. 이를 보완하기 위해서는 램프의 load를 동일하게 해주는 방법이 필요한데, 그러기 위해서는 램프에 capacity 기능을 부여함으로써 load를 동일하게 하는 방법으로 개발된 EEFL(External Electrode Fluorescent Lamp)의 적용이 필수적이라고 할 수 있다<sup>1)</sup>. EEFL의 경우 램프의 내부에는 전극이 없고, 양끝단 표면에 도금 또는 cup 형태로 전극을 형성하였다<sup>2)</sup>.

또한, CCFL 램프의 경우 인버터에서 1trans로 2개 이상의 램프구동이 어렵기 때문에 발생했던

문제점을 EEFL에서는 1개 또는 2개의 trans를 이용하여 16등까지 구동할 수 있도록 설계하였다.

본 연구에서는 EEFL 램프를 17인치 백라이트에 적용하여 전기적, 광학적, 기구적인 특성을 분석하였다.

## 2. EEFL과 CCFL의 비교

### 2.1 EEFL이란 ?

램프 내부에 전극이 없는 형태로 전극열화에 의한 수명단축을 없앤 구조로 CCFL의 일종이다. 전극이 램프 외부에 있다고 해서 무전극램프라고 부르기도 하며 대략도는 그림 1과 같다<sup>3)</sup>.

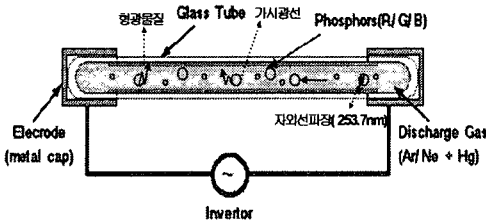


그림 1. EEFL 램프의 개략도

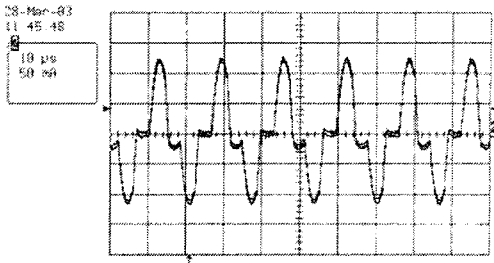


그림 2. EEFL용 인버터의 출력파형 EEFL은 AC(Alternation Current)방전의 특징을 갖고 있으며, 본 연구에서 개발한 인버터의 경우 sine wave에서 약간 변형된 형태로 개발하여 구동하였으며, 그 출력파형은 그림 2과 같다.

### 2.2 EEFL의 장점

CCFL 램프에 비하여 외부전극 구조이기 때문에 산화작용이 없어서 램프의 수명연장이 가능하고, 인버터에 있어서 CCFL의 경우 여러개의 램프를

병렬로 접속하여 각 램프들에 대한 전류제어가 어려우나 EEFL의 경우 용량성 부하이기 때문에 병렬연결이 가능하고 전류제어가 용이하며, CCFL 대비 가격이 저렴하며, 전력소비를 줄일 수 있다는 장점이 있다.

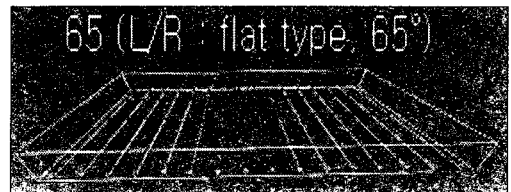
## 3. 실험

### 3.1 EEFL을 이용한 17인치 백라이트 구성

본 연구에서는 기존의 직하형 방식의 BLU (Backlight Unit) 구조에서 흔히 사용하는 CCFL (Cold Cathode Fluorescent Lamp)를 사용하지 않고, 램프간 휘도편차를 최대한 줄일 수 있는 EEFL (External Electrode Fluorescent Lamp)를 사용하여 광특성 및 전기적인 특성을 알아보았다. 적용한 모델은 17인치를 기준으로 삼았으며, 본 연구에서는 기구물의 형상변경에 따른 특성을 분석하는데 중점을 두었다.

### 3.2 램프 리플렉터의 변경에 따른 특성평가

직하형 백라이트에서 램프 리플렉터의 경우 크게 두가지의 형상을 고려할 수 있는데, 첫째 프리즘 형상이 없는 구조이며, 둘째로 프리즘 형상을 갖는 리플렉터이다. 프리즘 형상은 각도, 피치, 높이 등을 변경하면서 test하였고, 높이는 3mm, 각도는 35도, 피치는 26.1mm일 경우 최적의 균일도 (13point에서 Min. 75%)와 휘도를 만족하였다.



(a) : 프리즘 형상이 있을때



(b) : 프리즘 형상이 없을때

그림 3. 프리즘 형상 유무에 따른 리플렉터 구조

두가지 경우에 대한 광특성을 분석한 결과 다음과 그림 4 와 같은 특성을 나타내었다. 즉, 프리즘 형상이 있는 경우가 휘선(white line)이 발생하지 않아 균일도면에서 더 우수한 특성을 나타내었다.

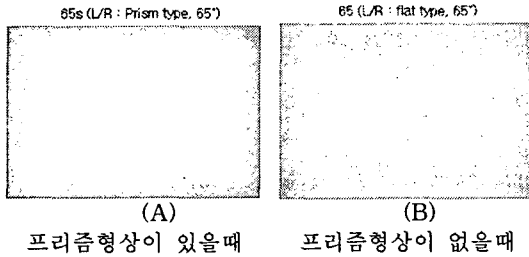


그림 4. 프리즘 형상 유무에 따른 리플렉터 구조에서의 광특성

### 3.3 몰드프레임의 변경에 따른 특성평가

균일도를 높이기 위해서 직하형 백라이트에서 램프 끝단부위의 램프와 몰드프레임의 형상 높이를 그림 5와 같은 방법으로 35도에서 90도까지 변경하여 측정한 결과 35도에서 65도까지는 균일도가 급속히 증가하다가 65도이상에서는 균일도가 비슷하게 나타나는 것을 알 수 있었다. 또한 균일도를 너무 높일때 중심휘도가 낮아질 수 있기 때문에 본 실험에서 그림 6와 같이 가장 최적의 몰드프레임의 각도는 65도로 확인되었다.

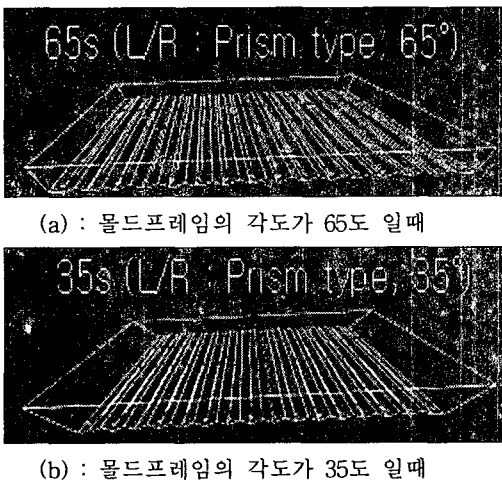
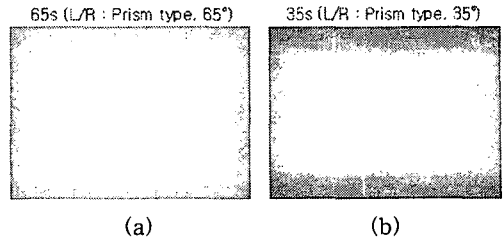


그림 5. 몰드프레임의 반사각도에 따른 형상변화.

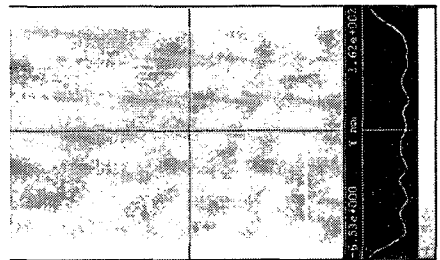


램프양끝단에 인접한 몰드프레임 각도:65도      램프양끝단에 인접한 몰드프레임 각도:35도

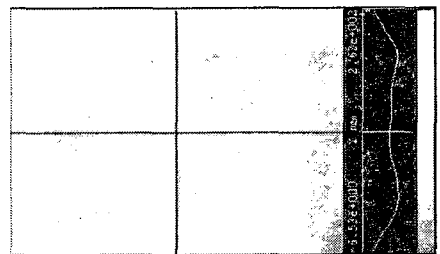
그림 6. 몰드프레임의 반사각도에 따른 형상변화

### 3.4 램프수량 변경에 따른 광특성 평가

백라이트에서 가장 문제가 되는 것은 휘선, 균일도 등으로 최적의 램프 수량 및 램프 pitch를 결정하기 위해서 램프수량을 8개부터 16개까지 증가하면서 광측정을 한 결과 그림 7와 같이 8개에서는 수평방향으로 띠모양이 보이거나 12개부터 휘선 시인성이 발생하지 않았다.



(a) 램프 수 : 8등(램프간 pitch : 43.6mm)

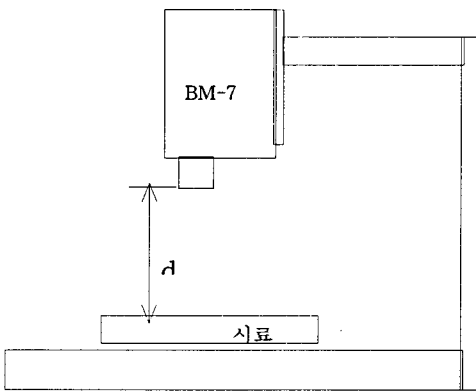


(b) 램프수 : 12등(램프간 pitch : 26.1mm)

그림 7. 램프수량 변경에 따른 광특성 평가.

#### 4. 결과 및 고찰

본 연구에서는 TFT-LCD TV 대응 직하형 백라이트개발을 하였고, 측정시스템은 그림 8 과 같이 구성하였다. 측정환경은 25℃, 50% RH의 조건에서 실시하였다. 인버터의 경우 floating 방식(램프 양단에 +전류를 투입)으로 램프구동을 하였고, 램프각각에 4.0mA 의 관전류에 60KHz 의 주파수로 구동하여 광측정한 결과 11700nit 를 얻을 수 있었다.



\* BM-7 : Topcon社의 색채회도계  
d : 500 mm 로 설정

그림 8. 광학측정 시스템.

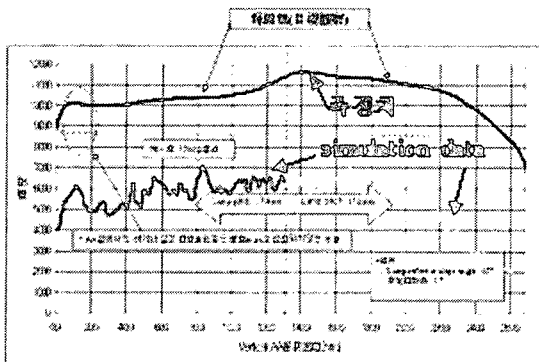


그림 9. 광측정결과와 simulation data의 비교.

또한 17인치용 직하형 백라이트 개발에 최적인 사양으로 디자인하여 램프리플렉터, 몰드프레임,

램프간 pitch, 램프의 직경, 램프전극길이, 램프와 리플렉터간 길이, 램프와 확산판과의 길이 등을 최적화하여 측정한 결과와 simulation data 는 그림 9와 같이 나타났다. 물론, 절대치는 차이가 있으나 상대비교를 통해 simulation data와 측정치가 유사함을 알 수 있었다.

램프끝단과 인접한 몰드프레임의 각도의 경우 65도일때가 가장 최적으로 Min. 75%(13point)를 만족하면서 고휘도를 나타내었고, 램프간 pitch의 경우 램프가 12등이 들어가는 26.1mm의 간격에서도 휘도무라(휘선, white line)가 나타나지 않았다. 또한 리플렉터의 경우에 프리즘형상이 들어간 경우가 들어가지 않은 경우에 비하여 휘선 및 균일도특성이 더 우수했으나, 실제 광측정 결과에서는 동일하게 나타났다.

향후 직하형 백라이트의 경우 CCFL 보다는 EEFL을 사용하는 것이 백라이트의 화면품질 면에서 우수할 것으로 보이며, 개발방향은 요구되는 휘도 spec. 에 따라서 조건들을 변화시킴으로써 대응이 가능할 것이다. 더불어 직하형 백라이트를 이용할 경우 TV 및 기타 고휘도가 요구되는 특수 용도로의 적용성 또한 확보할 수 있었다.

#### 참고 문헌

- [1] H. S. Kim, et al., "LCD planar backlight employing the external electrode fluorescent lamps driven by square pulses from switching inverter", SID 01 Digest, p.687-689, 2001
- [2] K. Hashimoto, et al., "High-luminance and high-efficacy electric-field-coupled discharge lamps for LCD backlighting", SID 99 Digest, pp.760-763, 1999
- [3] K. Hashimoto, et al, "A 13.56MHz drive electric field coupled discharge lamp for LCD backlighting", ASID '00 Procecdings, p.165-169, 2000