

## LCD TV용 직하형 백라이트의 광특성 분석

윤대근, 오영식, 한정민, 배경운, 임영진

비오이 하이드스 테크놀로지(주)

### The optical analysis of the direct typed backlight for LCD TV

Dae-Keun Yoon, Young-Sik Oh, Jeong-Min Han, Kyung-Woon Bae, and Young-Jin Lim

BOE HYDIS TECHNOLOGY CO., LTD

#### Abstract

최근들어, TFT LCD 업체들의 제품 대형화에 따라서 서서히 제품군이 중, 대형 TV를 중심으로 넓은 광시야 각 기술(FFS, IPS, VA)이 적용되고 있으며 고휘도, 고속응답, 고색순도 등 성능향상을 지속하는 가운데 LCD 백라이트로써 LCD TV에 적용하기 위해서는 무엇보다도 현재 기존 제품군보다 높은 휘도 특성의 개선이 요구되고 있다. TV 대응 LCD Panel 은 Monitor 대응 제품에 비해서 일반적으로 해상도가 낮으므로, 투과율 면에서 장점은 있으나, 현재의 백라이트 구조로는 만족할만한 성능을 낼 수 없는 상황이다. 그러므로 고휘도 백라이트를 위해서 직하방식 백라이트에 대한 개발 검토가 활발히 이루어지고 있다.

따라서 본 연구에서는 백라이트에서 6500nits를 목표로 직하형 백라이트의 시뮬레이션을 실시하였으며, 램프간 거리, 리플렉터와 램프간 거리, 램프와 확산판간 거리등에 대한 최적화를 통하여 총두께에 따른 특성분석을 실시하였다. 특히, 램프의 수량에 따른 휘도 시뮬레이션을 통해서 백라이트별 기구치수를 결정할 수 있었다. 본 연구에서의 목적인 6500nits의 휘도는 프리즘시트의 적용을 통하여 달성하였다.

**Key Words** : LCD TV, LCD Monitor, Direct typed backlight, TFT-LCD

#### 1. 서론

LCD 시장의 수요가 점차 대형화로 이동하고, 모니터 및 노트북의 수요가 점차 포화현상을 보임에 따라서 LCD 제조원가의 하락이 동시에 일어나고 있는 현재 시장상황은 TFT-LCD 제조처에서의 비약적인 양산증가 및 수요팽창에 비례하여 LCD 제품의 고부가가치 상품군에 대한 관심이 급증하고 있으며 점차 대형화 되는 LCD 시장에서 기존의 제품보다 높은 해상도와 시인성을 제공하고, 고휘도의 특성을 만족하기 위해서 부단한 노력이 경주되고 있는 가운데, 특히 무게, 두께 사양을 만족하기 위한 광학필름 사용의 제한, 고해상도 기술의 LCD 제품군의 경우 투과율 감소에 따른 휘도저하를 해결하기 위해 고휘도화에 대한 요구는 직하형 백라이트 최적화에 주요 목표가 되고 있다.

또한, 기존 백라이트의 경우 20인치 이하의 TV용의 경우에는 Side light type이면서 프리즘 시트를

사용한 형태가 많이 적용<sup>1)</sup>되고 있으나, 프리즘시트의 가격이 고가이며, 휘도면에서도 Panel 상태에서 350nit 이상의 휘도가 어렵기 때문에 직하형 백라이트 사용이 적극적으로 검토되고 있는 실정이다.

본 연구에서는 램프간 거리, 램프와 확산판간 거리, 리플렉터의 형상변화, 기타 기구적 형상변화 등 여러가지 설계 변수의 변경으로 직하형 백라이트의 최적화를 위하여 실물 제작에 앞서 시뮬레이션을 실시하였다. 설계 변수의 각 주요 Parameter를 추출하고, 이에 대한 조절을 통해서 휘도 개선 효과를 광학시뮬레이션<sup>2)</sup>을 통해 검증하였다. 특히 본 시뮬레이션 검증에서는 광학계통의 광선추적방식으로 ASAP(TM)<sup>3)</sup> 및 SPEOS(TM)을 사용하였으며, 기본 설계변수 설정 및 각각의 변수에 대한 리플렉터 특성의 의존성에 대해서 연구하였다.

본 연구에서는 32inch 백라이트를 기준으로 설계하였다.

## 2. 실험

### 2.1 램프 수량 변경에 따른 광특성

직하형 LCD 백라이트를 구성할 때 광설계의 중요 요소인 휘선발생 여부, 균일도, 휘도를 고려하여 램프 수량 및 램프 pitch를 변경하여 시뮬레이션 하였다. 표 1에서는 램프와 확산판의 높이 변경에 따른 결과를 보여주며, 균일한 간격에 16Lamp를 사용하여 확산판의 높이를 백라이트 바닥면으로부터 22mm 이상 유지하였을 경우 요구하는 휘도(6500nits)의 최적 조건을 도출할 수 있었다.

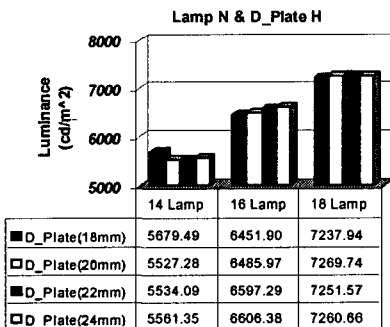


표 1. 램프 수량 변경과 확산판 높이의 광특성

### 2.2 램프 위치 변경에 따른 특성

리플렉터의 바닥면에서부터 떨어진 램프의 높이는 열적특성에 따른 2차 요인을 배제하면 광설계상 휘도에는 큰 영향이 없는 것으로 판단되며 램프의 확산 가능 영역을 확보하기 위하여 바닥면에서의 램프 높이가 4.5mm, 확산판과 램프의 높이차는 최소 16.5~17.5mm이상으로 설계되어야 휘선제거와 균일도를 보장할 수 있음을 확인하였다.

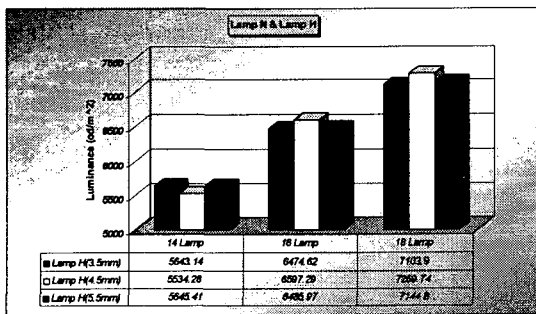


표 2. 램프 수량과 램프높이의 광특성

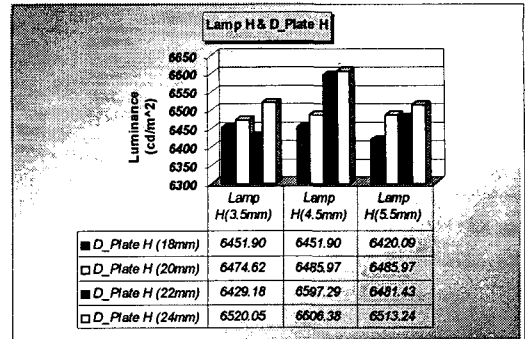
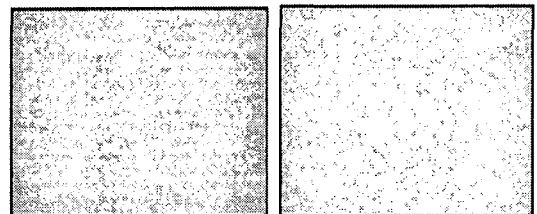


표 3. 램프 높이와 확산판 높이의 광특성

그림 1은 램프거리와 램프와 확산판의 높이 변화에 따른 결과를 나타낸 것이다. 램프거리가 일정하게 고정되어지고, 확산판의 최초 높이를 변화시켰을 경우, 최초 확산판과 램프의 거리차를 16.5mm 이상으로 변화시켰을 때 확산판 표면에서 휘선이 제거되는 경우의 결과이다.



(a)

(b)

램프거리 26mm      램프 거리 26mm  
확산판 높이차 13.5mm      확산판 높이차 16.5mm

그림 1. 램프거리, 램프와 확산판의 높이변화

### 2.3 몰드프레임의 변경에 따른 특성

직하형 백라이트에서 표면 균일도를 조절하기 위해 램프와 평행한 부위의 램프와 몰드프레임의 형상 각도를 50도에서 90도까지 변경하여 시뮬레이션 한 결과, 각도가 50도에서 70도까지는 결과의 변화가 약간 있으며 약 70도이상에서는 휘도가 비슷하게 나타나는 것을 볼 수 있었으며, 80도에는 램프 끝단에서 생길 수 있는 휘선이 최소화 되었다.

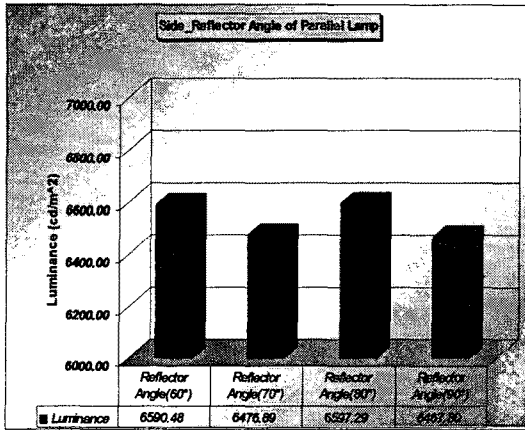


표 4. 몰드프레임 반사각 변경에 따른 광특성

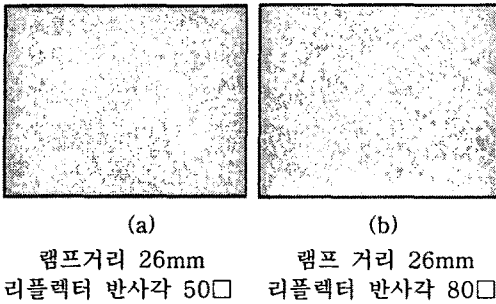


그림 2. 램프거리와 최외곽 리플렉터 반사각

그림 2에서는 50□이상에서는 최초 램프단과 최외곽단에서 휘선이 거의 나타나지 않으며 휘도의 변화도 미비한 것을 볼 수 있다. 또한 몰드프레임의 반사각 변화에 따라서 80□도에서 최적화 되었다.

## 2.4 리플렉터 형상 변화에 따른 특성

직하형 백라이트에서 램프 리플렉터의 경우 크게 두 가지의 형상을 고려할 수 있는데, 첫째 리플렉터에 형상이 없는 구조이며, 둘째로 프리즘이나 기타의 다양한 형상을 갖는 구조이다. 리플렉터 형상은 각도, 피치, 높이 등을 변경하면서 시뮬레이션 하였고, 높이 4.5mm, 각도 45도, 피치 26mm일 경우 목표 균일도(13point에서 Min. 75%)와 휘도를 만족하였으며, 평판 리플렉터의 경우는 프리즘이 있는 경우와 비교하여 약 1%의 휘도 저하를 보였다.

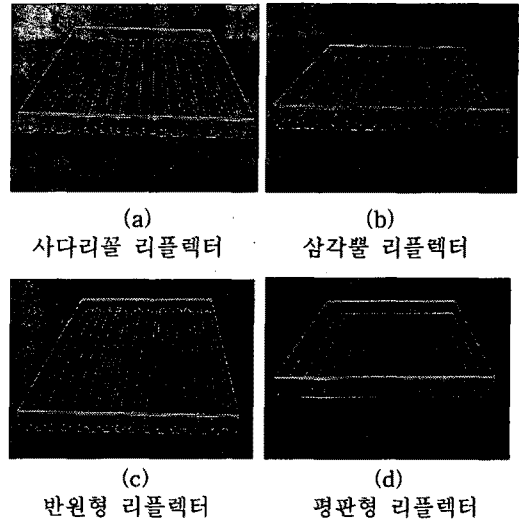


그림 3. 리플렉터 형상변화

그림 4에서는 리플렉터 형상을 변화한 표면에 화면 품질 결과이다. 전체적인 휘도 변화는 1% 내외이나 형상변화에 따라서 표면의 화면품질이 다소 차이남을 볼 수 있다. 표 4에서 형상변화에 따른 휘도 결과이다. 대체적으로 사다리꼴, 삼각꼴, 원형꼴, 평판꼴의 순서로 휘도값이 변화함을 볼 수 있으며, 광학적인 측면에서는 사다리꼴 형태의 리플렉터가 유리하고, 반원형 리플렉터의 경우 휘선이 나타남을 볼 수 있다.

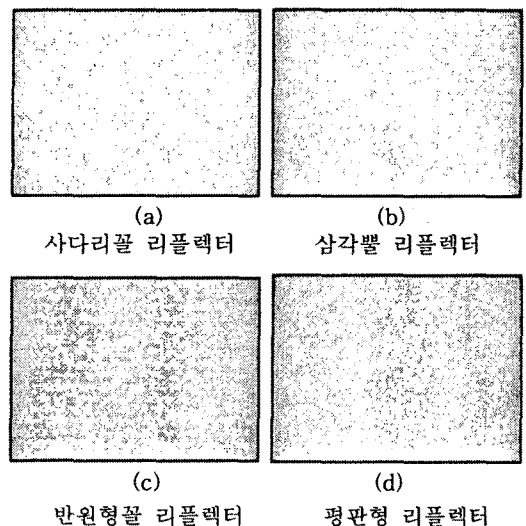


그림 4. 리플렉터 형상에 따른 특성평가

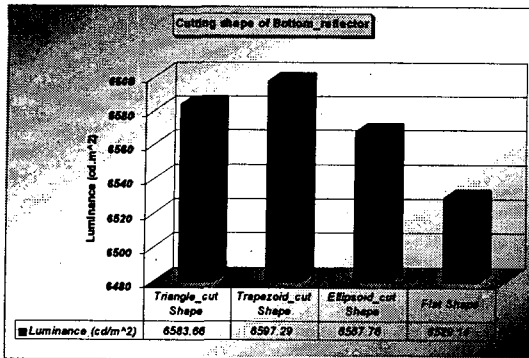


표 4. 리플렉터 형상변화에 따른 광특성

### 3. 결과 및 고찰

본 연구에서는 32inch TFT-LCD TV용 직하형 백라이트에 대한 시뮬레이션을 실시하였고, 리플렉터, 확산판, 확산시트, 프리즘시트, 편광필름으로 구성되어진 백라이트에서 6500nits 이상의 휘도를 얻을 수 있었다.

또한 직하형 백라이트 개발에 최적인 사양으로 디자인하여 램프리플렉터, 몰드프레임, 램프간 pitch, 램프의 직경, 램프와 리플렉터간 길이, 램프와 확산판과 높이 등을 최적화하여 시뮬레이션 하였으며, 램프와 평행한 몰드프레임의 각도의 경우 80도 일 때가 가장 최적으로 균일도 Min.75% (13point)를 만족하면서 6500nits의 고휘도를 나타 내었고, 램프와 확산판과 높이차가 16.5~17.5mm이상일 때 휘선이 나타나지 않았으며, 램프간 pitch의 경우 램프가 16등이 들어가는 26mm의 간격에서 휘선이 나타나지 않았다. 또한 리플렉터의 경우에 사각 프리즘형상이 들어간 경우가 들어가지 않은 경우에 비하여 휘선 및 균일도 특성이 더 우수하게 나타났다.

### 4. 결 론

본 연구의 결과로 향후 직하형 백라이트의 경우 Panel 상태에서 요구되는 Spec.에 따라 조건들을 변화시킴으로써 대응이 가능할 것으로 판단되며,

더불어 직하형 백라이트를 이용할 경우 TV 및 기타 고휘도가 요구되는 특수 용도로의 적용성 또한 확보할 수 있었다.

### 참고 문헌

- [1] Jonglee.Park, sungkyoo Lim, "Design of a thin Multiple-Lamp Backlight system by Optical Simulation", SID 01 DIGEST p.690
- [2] H. B. Park, G. Y. Kim, "Simulation of a Backlight for LCD", IDW00, p.367
- [3] A. Horibe, M. Baba, "High-Efficiency and High-Visual-quality LCD Back lighting System", SID 99 DIGEST p.153