

# TFT-LCD용 고휘도 직하방식 백라이트의 설계 및 제작

박종리\*, 임성규\*\*

서울시 용산구 한남동 산 8 번지 정보디스플레이 연구소

Tel : 02-709-2979, Fax : 02-709-2391

## Abstract

본 논문은 고휘도 직하방식의 Backlight Unit을 광학 Simulation을 이용하여 설계 및 제작하였다. 직하방식의 Backlight는 휘도 균일도에 많은 문제점을 보이고 있으나 본 논문에서는 18" Backlight를 휘도 균일도 90%의 고휘도, 높은 휘도균일도의 Backlight Unit을 설계하였다. 특히 본 논문에서는 12개의 램프를 한 개의 인버터로 구동함으로써, Backlight Unit의 광 효율 향상과 제작 단가의 저하를 동시에 얻을 수 있다.

## 1. Introduction

고휘도와 대형화 추세에 있는 LCD 시장에 직하방식의 Backlight의 개발은 절대적이라고 할 수 있으나, 직하방식의 Backlight는 휘도 균일도에 많은 문제점을 보이고 있다. 이런 직하방식의 Backlight의 문제점을 보완하기 위해서 Reflector 및 Diffuser가 사용되고 있다. Reflector의 반사율과 구조, Diffuser의 산란 특성과 구조를 통해서 직하방식의 Backlight Unit의 휘도 효율과 휘도 균일도를 향상시킬 수 있다.

## 2. Experimental

Fig. 1. 에서는 본 논문의 실험 개략도를 나타내고 있다.

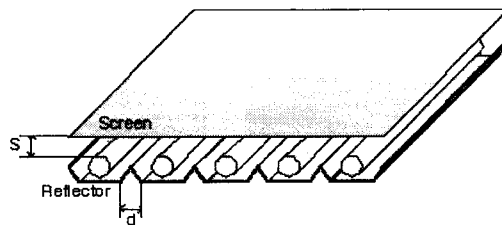


Fig. 1. 실험 개략도

Reflector에 대한 실험에서는 Reflector의 구조를 변화시켜가며 실험하였다. 그리고, Diffuser에 대한 실험은 서로 다른 광 산란 특성을 갖는 Diffuser들을 이용하여 서로의 휘도 균일도를 비교하여 보았다. 표 1에서는 본 논문의 실험에서 Simulation에 적용되어진 각각의 요소들을 보여

주고 있다.

|             |            |
|-------------|------------|
| 램프 수        | 5 개        |
| 램프간의 간격(mm) | 25         |
| 규격 (mm)     | 100×120×10 |
| Glass 굴절율   | 1.52       |
| Reflector   | 반사율 : 0.8  |

표 1. Simulation Condition

Reflector는 Light Source에서의 광을 액정 Cell 쪽으로 집중시키고 화면의 반대쪽으로 광이 새어나오는 것을 방지하며, 높은 반사율을 갖고 있어야 한다.

Fig. 2. 은 본 논문의 실험에 사용된 Reflector의 구조를 나타내고 있다.

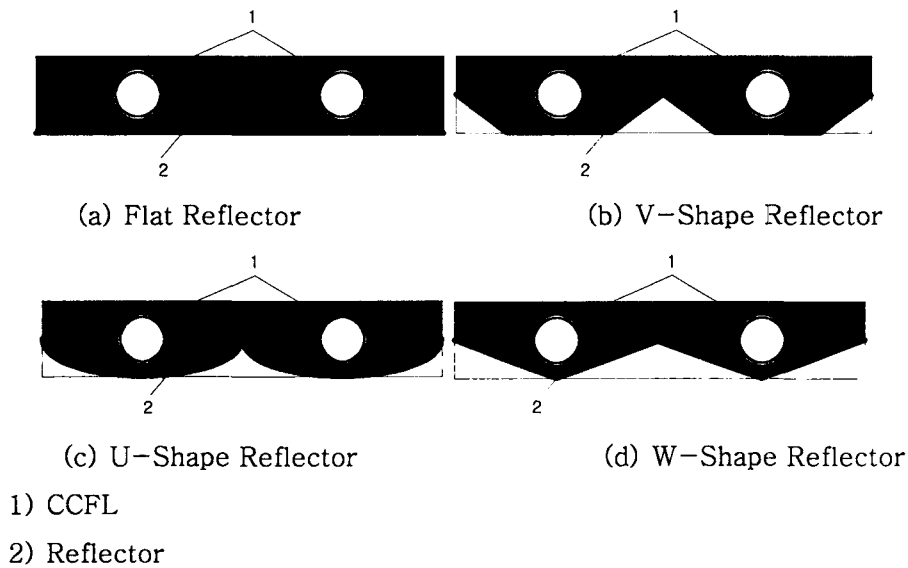


Fig. 2. Reflector의 설계

Reflector의 구조의 변화에 따른 휘도 균일도의 변화를 Fig. 3.에 나타내었다.

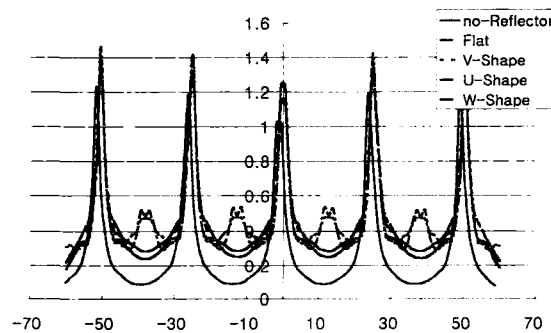


Fig 3. Reflector의 구조에 따른 휘도균일도

Reflector가 없을 때보다 Reflector를 설치하였을 때에 약 172%의 휘도 상승효과를 볼 수 있었고, V-Shape Reflector의 구조에서 가장 좋은 휘도 균일도를 나타내었다.

Diffuser는 Light Source에서 나온 직사광과 Reflector에서 반사된 빛을 확산시켜 휘도 분포를 균일하게 하는 역할을 하며, 재질에 따라서는 Poly-carbonate와 아크릴계로 나뉘어 진다.

Diffuser는 휘도 균일도에 직접적인 역할을 하며, 설계를 위해서는 재질의 Scattering 특성을

알아야 한다. Scattering 특성을 프로그램화 할 수 있는 함수로 변환하기 위하여 다음과 같은 BSDF (Bidirectional Scattering Distribution Function)을 이용하였다.

$$BSDF = \frac{L}{E} = \frac{\left(\frac{dP}{A \cdot \Omega}\right)}{\left(\frac{P_0}{A}\right)} = \frac{1}{P_0} \frac{dP}{d\Omega}$$

$$\Omega = d\omega \cos \theta_s \quad (1)$$

식 (1)에서 E는 입사하는 빛의 세기를 나타내며, L은 어느 각도에서 Scattering 된 빛의 세기를 나타낸다. BSDF는 매질로 빛이 입사하였을 때 시야각에 따른 매질의 Scattering 특성을 분석할 수 있다.

Fig. 4. 는 2가지 Sample의 측정된 Diffuser를 Backlight System에 적용하여 얻은 결과를 그래프로 그려본 것이다.

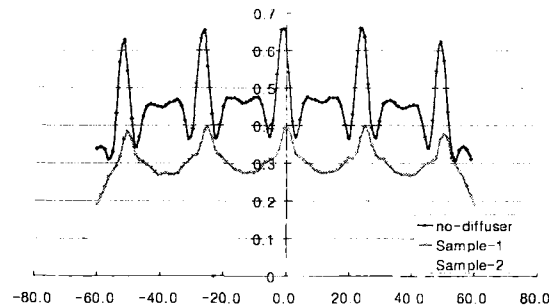
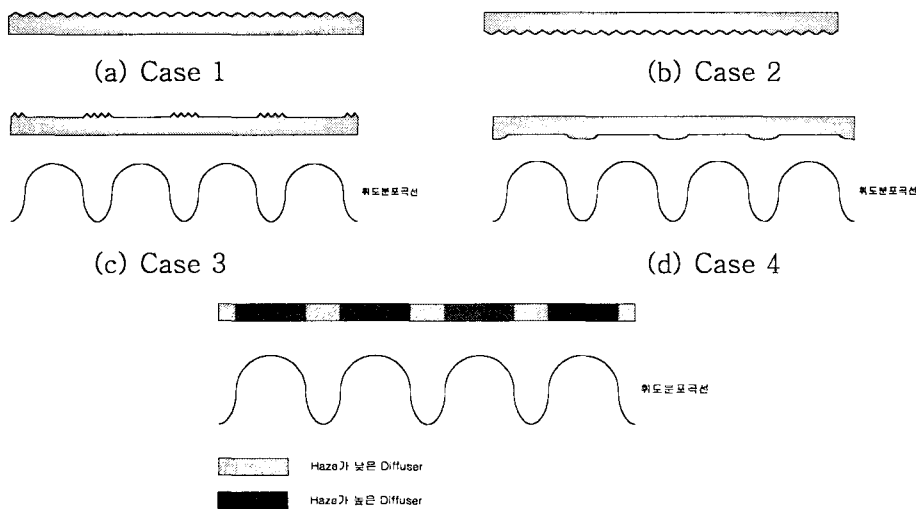


Fig. 4. 휘도 균일도

Sample 1의 경우에는 67%의 휘도 균일도를 나타내고, Sample 2의 경우에는 78%의 휘도 균일도를 나타낸다. Haze가 높은 Sample 2의 경우가 더 휘도 균일도가 좋은 것을 볼 수 있다.

Diffuser의 최대 허용 Thickness는 5mm로 하여 Diffuser의 두께를 변화시키거나, 여러 장 겹쳐보았다. Diffuser의 표면을 통하여 휘도 균일도를 향상시켰다. Fig. 5. 와 같은 Diffuser의 모양을 통하여 휘도 균일도를 향상시켰다.



(e) Case 5

Fig 5. Diffuser의 구조

Fig. 5. 의 (c)는 휘도가 낮은 부분에 Prism을 이용하였으며, (d)는 Lens를 이용하여 휘도 균일도를 향상시킬 수 있었다. 위의 구조들에 의하여 얻은 결과를 Fig. 6. 에 나타내었다.

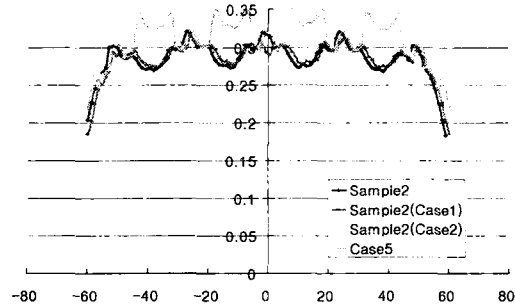


Fig 6. 휘도 균일도

그리하여, Diffuser의 산란 특성이 Sample-2의 경우에서 Case-2의 모양을 가진 Diffuser를 사용하였을 때 90%의 휘도 균일도를 얻을 수 있다.

### 3. Results and Discussion

위와 같은 실험 과정을 거쳐서 Fig 7. 과 같은 구조의 Backlight를 설계하였다.

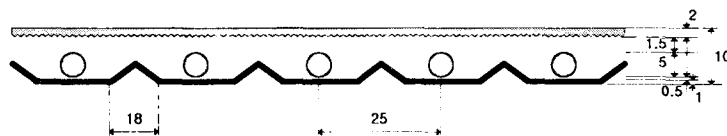


Fig. 7. 백라이트의 설계

V-Shape 구조의 Reflector를 사용하였고, 램프간의 거리는 1.5mm로 하였다. Diffuser의 산란 특성은 측정한 Sample 두 가지 중에서 Sample-2로 하였고, Diffuser의 모양은 Case-2로 하였다. 최종적으로 전체 두께가 10mm인 직하 방식의 Backlight Unit을 설계할 수 있었다.

Fig. 8. 는 Simulation 결과를 그래프로 나타낸 것이다. 설계 전에는 8% 이었으나, 설계 후에는 90%의 휘도 균일도를 보여주고 있다.

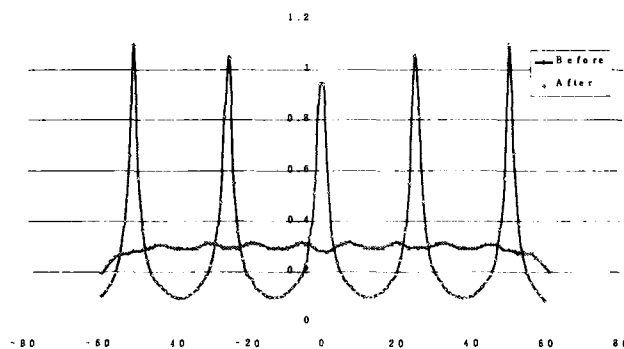


Fig. 9. 설계 전 후의 휘도 균일도

휘도 균일도가 낮은 직하방식의 Backlight Unit을 Reflector와 Duffuser를 통하여 균일한 휘도 분포가 나타나게 할 수 있었다. 본 논문에서는 Simulation을 이용하였기 때문에 여러가지 구조의 Backlight Unit을 짧은 시간에 저 가격으로 설계가 가능하였다. 직하방식의 Backlight를 설계하기 위하여 Reflector의 구조를 설계하였다. 그리고, Diffuser의 산란 특성과 형태를 설계하여 휘도 균일도 90%, 전체 두께 10mm의 직하방식의 Backlight System을 설계하였다.

위와 같은 실험을 바탕으로 하여 18"의 TFT-LCD용 고휘도 직하방식 Backlight의 제작이 가능하였으며 Fig. 10(a).에서 보여주고 있다. Fig. 10(b).에서는 Backlight의 램프를 구동하기 위한 인버터를 보여주고 있다. 이 인버터는 미국의 ERG에서 제작하였으며, 한 개의 인버터로 CCFL 16개까지 구동이 가능하므로, Backlight Unit의 광효율을 향상시킬 수 있다.

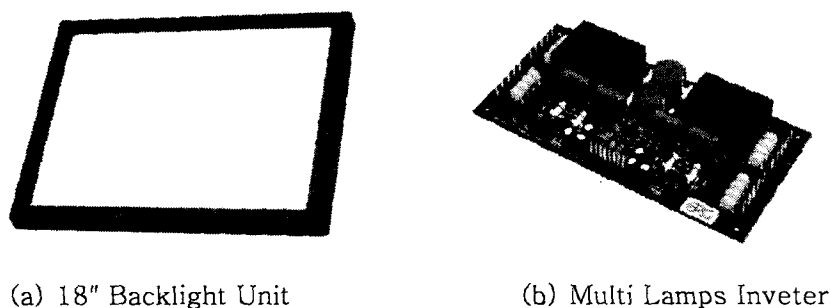


Fig. 10. 직하방식 Backlight Unit의 제작 및 인버터

#### 4. Conclusion

고휘도 직하방식의 Backlight Unit을 광학 Simulation을 이용하여 설계 및 제작하였다. 직하방식의 Backlight에서는 높은 휘도 균일도를 얻기 위하여 보통 Backlight Unit의 두께가 20mm 이상 되어야 하나 본 논문에서는 두께가 10mm 이내의 휘도 균일도 90% 이상의 고휘도 Backlight Unit을 설계하였다. 또한 제작된 Backlight에서 12개의 램프를 한 개의 인버터로 구동함으로써, Backlight Unit의 광 효율을 향상시킬 수 있었다.

#### References

- [1] Brealt Research Organization, Inc, "ASAP(Advanced System Analysis Program) Advanced Tutorial", Brealt Research Organization, 2001
- [2] Makoto Oe; issei chiba, both of Kawasaki, Japan "Planar Light-Source Device And Illumination Apparatus Using The Same", Mitsubishi Rayon Co.Ltd, Tokyo, Japan, 1990
- [3] A.Horibe, M.Baba, E.Nihei, Y.Koike "High-Efficiency and High-Visual-Quality LCD Backlighting system", SID 98 DIGEST, pp.153-156, 1998