

# 직하형 BLU에서 휘도 상승을 위한 광학필름 설계 Design of Optical Film for Enhance the Brightness in Direct Type BLU

\*신민영<sup>1</sup>, 김은석<sup>1</sup>, #김 남<sup>1</sup>, 심용식<sup>2</sup>, 안준원<sup>2</sup>

\*Minyoung Shin<sup>1</sup>, E. S. Kim<sup>1</sup>, #N. Kim(namkim@chungbuk.ac.kr)<sup>1</sup>, Y. S. Sim<sup>2</sup>, J. W. Ahn<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 충북대학교 정보통신공학과, <sup>2</sup>(주)엘엠에스 연구소

Key words : optical film, enhance the brightness, direct type BLU

## 1. 서 론

TFT-LCD(Thin Film Transistor Liquid Crystal Display)는 기존의 브라운관(CRT; Cathode Ray Tube)과 평판디스플레이인 PDP(Plasma Display Panel), OLED(Organic Light-Emitting Diode) 등과 달리 LCD에 의한 표시는 그 자체가 비 발광성이기 때문에 빛이 없는 곳에서는 사용이 불가능한 디스플레이 장치이다. 백라이트유닛(BLU; Back-Light Unit)은 이러한 단점을 보완하기 위하여 LCD의 배면 혹은 뒤쪽에 위치하여 빛을 발산하는 광원으로써 LCD패널로 백색광을 공급해 주는 기능을 담당하는 장치이다. BLU는 빛의 조사방식에 따라 크게 도광판(LGP; Light Guide Plate)의 한쪽에 광원을 두고 이 광원에서 나온 빛을 LGP에서 위로 조명하는 가장자리형(side light guide type)과 LGP 없이 BLU 기관 바로 아래에서 조명하는 직하형(direct type) BLU로 구분된다. 전자는 주로 중소형 모니터, 노트북, 모바일 제품 등에, 후자는 주로 대형 TV에 사용된다. 그림 1은 직하형 BLU의 구조를 보여주고 있다.

이러한 BLU에는 보통 하나의 확산판(diffusion plate)에 하나 또는 두 장의 프리즘시트(prism sheet)와 확산필름(diffusion sheet)이 사용된다. 프리즘시트는 30% 이상의 휘도상승 효과를 나타내고, 정면 균일도를 향상시키는 장점을 갖고 있지만 매우 고가이기 때문에 최근의 LCD 제품에 대한 저비용, 박형화를 구현하기 위해서는 이를 대체할 수 있는 새로운 형태의 광학 플레이트와 필름의 개발이 절실히 요구되고 있다.

본 논문에서는 현재 BLU에 사용되고 있는 프리즘시트를 대체하기 위한 광학필름의 구조적 설계에서 휘도 상승 파라미터를 고찰하고, 이를 적용하여 휘도가 개선된 광학필름을 설계하였다. 또한 시뮬레이션을 통하여 각각의 경우에 대한 결과를 토대로 최적의 필름 형상을 도출하였다.

광학필름의 구조는 프리즘시트에서 발생하는 side lobe를 최소화하기 위하여 하부는 프리즘형상을 따르고, 상부는 실린더형 렌즈의 형상을 갖는 이중 구조로 설계하였다. 주요 특성 파라미터로는 프리즘의 밀변각인 프리즘각(prism angle)과 실린더형 렌즈의 곡률반경이며, 각각의 값을 변화시키면서 공간휘도 분포와 각휘도 분포를 고찰함으로써 휘도개선의 주요 파라미터와 최적의 설계조건을 결정하였다. 시뮬레이션에는 조명광학용 설계 프로그램을 사용하였으며, 컴퓨터의 사양과 계산 속도에 의해 각 광학소자의 크기를 150mm x 150mm로 제한하였다. 또한 광학필름의 소자로는 굴절률 1.62의 PET(polyethyleneterephthalate)를 사용하였다.

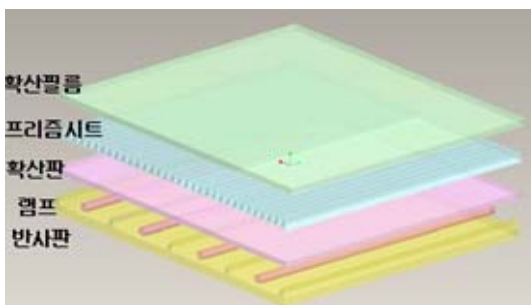


그림1. 직하형 구조의 BLU

## 2. 광학필름 설계조건

광학필름 설계를 위해 직하형 BLU를 사용하였으며, 반사판과 CCFL 그리고 확산판의 순서로 배열한 후 그 위에 프리즘시트와 설계된 광학필름을 교체하면서 성능의 변화를 비교 평가하였다. 각 광학소자의 형상과 특성은 참고문헌 [1], [2]와 실측값을 참고하여 설계하였으며, 전체 크기는 가로세로 각각 150mm로 하였다. 확산판의 설계에는 하나의 확산판과 두 개의 확산시트를 사용하는 상용 BLU의 광 분포를 측정 후 이 결과와 유사한 성능을 갖도록 수지의 굴절율과 bead의 밀도 값을 결정하였다. 광원으로는 균일한 휘도를 갖는 램버시안(Lambertian) 형태인 직경 3mm의 CCFL(Cold Cathode Fluorescent Lamp) 7개를 균일하게 배열하여 사용하였으며, 반사판으로부터 램프의 중심까지 5mm를 포함하여 확산판까지의 전체 높이는 상용 38형 BLU에 맞춰 약 25mm가 되도록 설계하였다. 이렇게 설계된 BLU 구조물 위에 프리즘시트와 새로 설계된 이중 구조의 광학 필름을 교대로 올려놓고 시뮬레이션을 통해 그 결과를 분석하였다. 그림 2에 본 논문에서 사용된 직하형 BLU의 구조를 나타내었다.

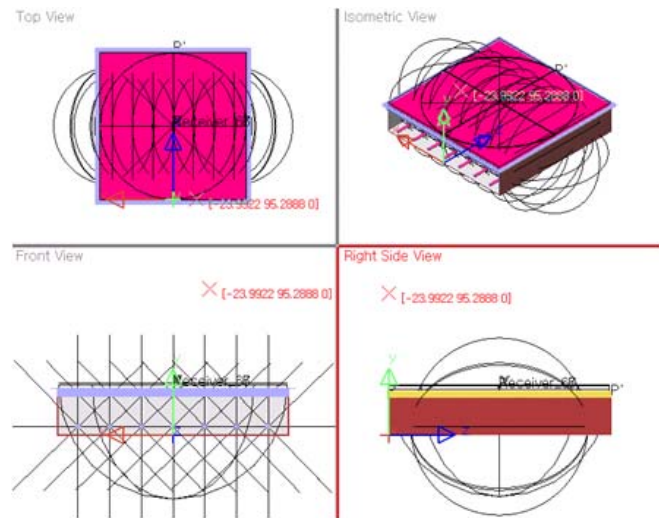
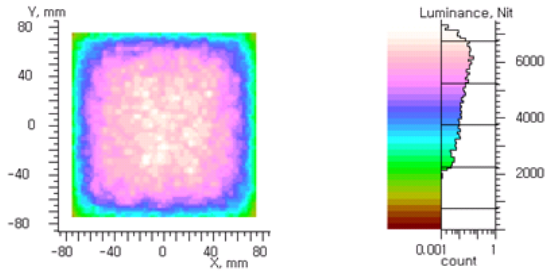


그림 2. 직하형 BLU의 구조

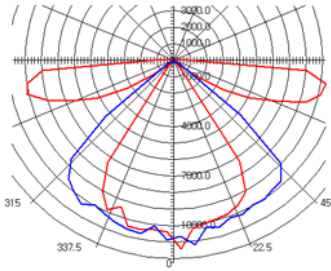
## 3. 시뮬레이션 결과 및 논의

시뮬레이션을 실시하여 나온 raw data를 바탕으로 spatial luminance raster chart와 angular luminance raster chart를 이용하여 휘도, 시야각, 균일도를 산출하였다. 그림 3은 피치가 50 μm이고 프리즘각이 45°인 두께 152 μm의 프리즘시트(BEF II)에 대한 휘도와 시야각 분포도이다. 그림 3(b)의 시야각 분포도에서 프리즘시트는 side lobe를 발생함을 볼 수 있으며, 이는 시야각 범위 안으로 방사되는 빛의 양을 분산시킴으로써 LCD의 광 효율을 감소시키는 주요 원인이 된다.

그림 4는 하부에 프리즘의 형상을 갖고, 상부는 실린더형 렌즈의 형상을 갖는 이중 구조의 광학필름에서 프리즘각의 변화에 따른 휘도와 시야각 분포에 대한 시뮬레이션 결과이다. 그림 4(a)는 프리즘각이 작아질수록 휘도가 상승함을 볼 수 있으나 그림 4(b)는 프리즘각 35°에서 상하, 좌우 시야각이 모두 최대가

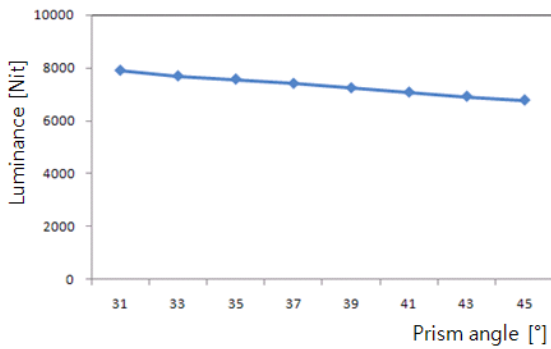


(a) 프리즘시트의 공간휘도 그래프

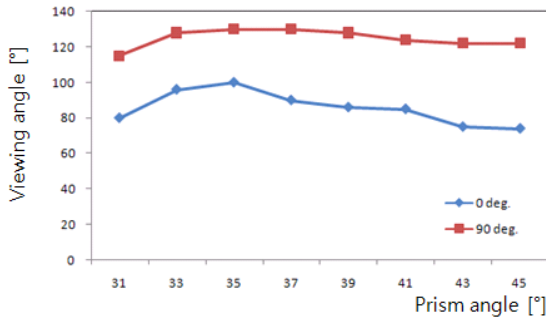


(b) 프리즘시트의 시야각 그래프

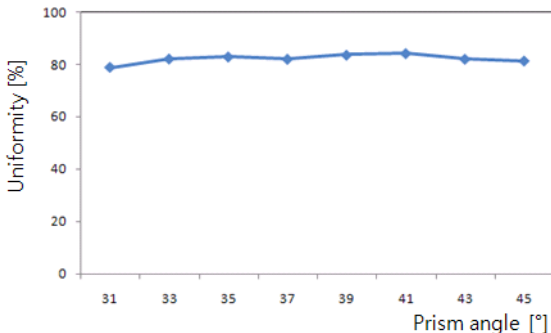
그림 3. 피치 50 μm, 프리즘각 45°인 프리즘시트



(a) 프리즘각의 변화에 따른 휘도 특성



(b) 프리즘각의 변화에 따른 시야각 특성

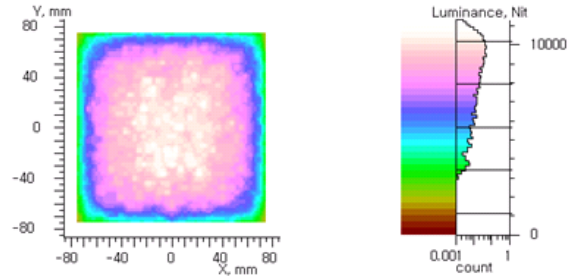


(c) 프리즘각의 변화에 따른 균일도 특성

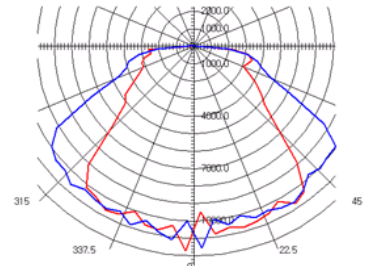
그림 4. 프리즘과 실린더형 렌즈의 이중구조를 갖는 광학필름의 특성

됨을 볼 수 있다. 또한, 그림 4(c)는 전체적으로 프리즘각이 작아질수록 균일도가 낮아지고 있음을 나타내고 있다.

이 결과를 통해 프리즘과 실린더형 렌즈의 이중 구조를 갖는 광학필름은 프리즘시트와 비교하여 side lobe에서의 광 손실을 억제함으로써 휘도는 약 25%, 시야각은 상하 좌우 각각 25°, 30° 정도 넓어지는 결과를 구할 수 있었다. 따라서 휘도상승을 목표로 하는 광학소자를 만들기 위해서는 시야각과 균일도의 최소 요구사항을 충족시키는 범위 내에서 프리즘각을 최소화하고, 렌즈의 곡률반경은 최대를 하는 설계가 유용할 것이다. 그림 5에 프리즘각 31°, 실린더형 렌즈의 곡률반경 24.3 μm인 이중 구조 광학필름에 대한 휘도와 시야각 분포도를 나타내었다.



(a) 이중구조 광학필름의 공간휘도 그래프



(b) 이중구조 광학필름의 시야각 그래프

그림 5. 프리즘각 31°, 곡률반경 24.3 μm인 이중구조 광학필름

### 후기

본 연구는 지식경제부 및 한국산업기술평가원 전략기술개발 사업의 일환으로 수행하였음. [10030830]

### 참고문헌

1. 최관민, "LCD TV BLU의 성능을 향상시키는 광학 시트의 개발에 관한 연구", 국민대학교 대학원 석사학위논문, 78-90, 2004.
2. 장선영, 조재홍, 백승선, "직하형 Back Light Unit에 사용하는 변형 막대프리즘의 1차원 배열로 구성한 새로운 BLU 필름", 한국광학회지, 18, 401-409, 2007.