

고휘도용 프리즘 도광판의 설계 및 실물평가에 대한 연구

한정민, 오영식, 배경운, 김연호, 임영진

비오이 하이디스 테크놀로지(주)

The Study of High-Brightness Prism Patterned Light Guide Plate

Jeong-Min Han, Young-Sik Oh, Kyung-Woon Bae, Youn-Ho Kim, and Young-Jin Lim

BOE HYDIS TECHNOLOGY Co., LTD

Abstract

본 연구에서는 고휘도 백라이트에 있어서 일반적으로 휘도 향상을 위해서 사용하는 프리즘 혹은 편광프리즘 등의 고가의 기능성 광학시트를 사용하지 않고, 확산시트만을 사용하여 고성능의 BLU 를 제조할 수 있는 핵심 부품으로서 프리즘 도광판에 대해서 연구하였다. 고휘도 프리즘 도광판을 구현하는 방법으로 먼저, 광학적으로 시뮬레이션을 통해서 가능성을 검증하고, 기본적인 광학구조의 설계를 수행한 후, 이를 stamper 방식의 사출성형으로 실물을 구현하여 설계의 재현성을 확인하는데 역점을 두었다. 실험결과, 17 inch, 두께 8 mm 사양의 모니터용 도광판에 있어서, 고휘도 BLU를 구현하기 위해서 도광판 밀면과 윗면에 프리즘 구조를 부가한 도광판의 경우에 기존의 인쇄형 도광판보다 약 20%의 휘도향상 효과를 확인할 수 있었으며, 향후 확산시트만을 사용한 고휘도 백라이트로의 응용가능성을 검증할 수 있었다.

Key Words : 프리즘 BLU, High Brightness, 백라이트, 도광판, stamper

1. 서론

최근 LCD Monitor 의 주종은 15인치에서 17인치로 이동하여, 향후 2 ~ 3 년 간 개인용 Monitor 의 수요는 17인치로 집중이 예상된다. 각 LCD Maker 와의 본격적인 경쟁에 있어서, 가격 경쟁력 확보는 가장 중요한 문제이며, 이를 위해서는 핵심부품의 고효율화가 요구되고 있다.^{1), 2)} 현재 각 LCD Maker 에서 실시되고 있는 VE 의 기본 방향은 대량 구매를 통한 부품 Maker와 LCD Maker 의 수직계열화를 강화함으로써 가격을 인하하는 소극적인 방법을 취하고 있으나, 이는 관련 부품 Maker 의 기술 개발을 저해할 수 있으며, 관련 기술의 편중을 심화하여 장기적인 측면에서 올바른 방향이라고 볼 수 없

다. 따라서 본 과제에서는 고전사율을 가능하게 하는 I-stamper 기술을 적용하여 17인치 Prism 도광판을 개발함으로써 프리즘시트를 사용하지 않는 획기적인 가격경쟁력을 추구하고, 특정 Maker 에 편중된 부품에 대한 의존성을 줄임으로써 보다 원활한 관련업무 수행이 가능해질 수 있을 것으로 판단되며, 성형재료 Maker 및 성형 Maker 를 수평적으로 연결하는 기술적인 Network 구축이 가능하여 향후 보다 적극적이고 빠른 기술개발을 가능하게 할 수 있다.

본 연구에서는 고효율의 우수한 도광판을 제작하기 위해서 실물 제작에 앞서, 프리즘 형상^{3), 4)}을 부가한 도광판에서 주요설계 Parameter를 추출하고 이에 대한 조절을 통해서 휘도 개선 효과를 광

학시물레이션^{5), 6)}을 통해서 검증하였다. 특히 본 시물레이션 검증에서는 광학계통의 광선추적방식으로 ASAP(TM) 및 SPEOS(TM)을 사용하였으며, 기본 설계 변수 설정 및 각각의 변수에 대한 도광판 특성의 의존성에 대해서 연구하였다.

2. 실험 및 결과

2.1 프리즘 도광관구조에 대한 시물레이션수행

본 연구에서는 기존의 연구를 통해서 제시한 프리즘 도광판의 기본적인 구조를 아래의 그림 1. 과 같이 결정하였다. 그림 1.에서 나타낸 바와 같이 상측(출사면)의 프리즘 형상은 램프 방향과 수직으로 배치되며, 하측(반사면)의 프리즘 형상은 램프의 방향과 수평으로 배치된다. 하측 프리즘 형상은 램프에서부터 중앙부에 이르기 까지 가변 피치를 적용하여, 도광판내에서 전면적에 고른 휘도분포 및 중앙부 휘도를 양산가능 수준까지 높이는 것을 목표로 설정하였다.

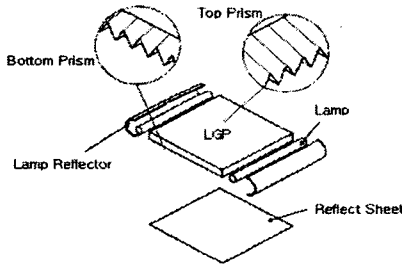


그림 1. 프리즘 도광판의 구조.

본 연구에서는 상기 그림 1. 의 구조를 적용하여 광학시물레이션을 수행하였으며, 기본적으로 램프 (Harison社, Japan) 4개, 램프 리플렉터와 반사시트로는 확산반사체인 E60L(Toray社, Japan), 백라이트 상태에서의 시트 구조로는 확산시트(SKC社, Korea) 2매만을 사용하여 목표 휘도를 달성할 수 있는지의 여부를 시물레이션을 통해서 알아보았다. 설계 변수의 설정은 대표적으로 상측 프리즘에 대해서 Pitch와 Angle을 고정한 후 하측 프리즘에서 Pitch 또는 표면적을 가변하여 전체 휘도의 분포를 조절하는 것을 목적으로 하였다. 하측 프리즘의 Pitch 가변의 Data 는 그림 2.에서 나타낸 바와 같

이 입광부에서는 조밀하고, 중앙부로 이동할 수록 Pitch가 커지는 구조를 설정하였다.

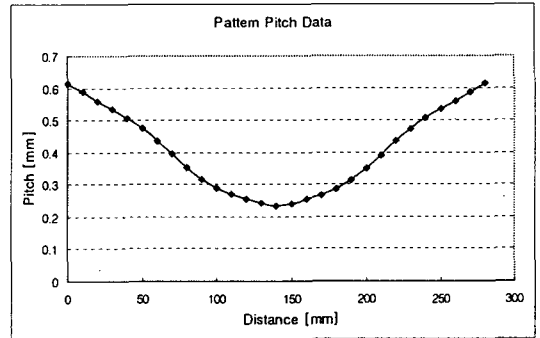
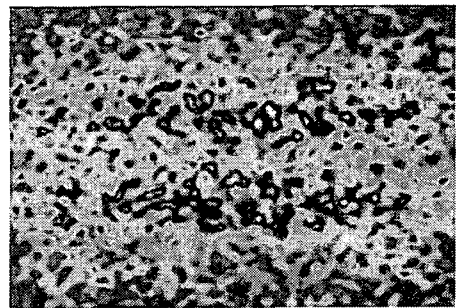
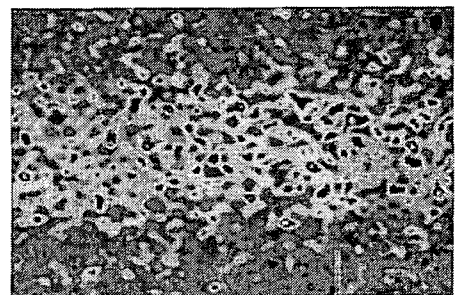


그림 2. 하측 프리즘의 가변 Pitch Data.

그림 2. 와 같이 하측 프리즘의 가변 Pitch를 적용함에 따라서 휘도는 중앙부를 높게, 입광부를 낮게 조절하는 것이 가능할 것으로 예상하였으며, 실제로 광선추적법을 이용한 시물레이션을 통해서 도광판 및 BLU 상에서 얻어지는 휘도의 경향을 그림 3. 과 같이 얻을 수 있었다.



(a) 도광판상태



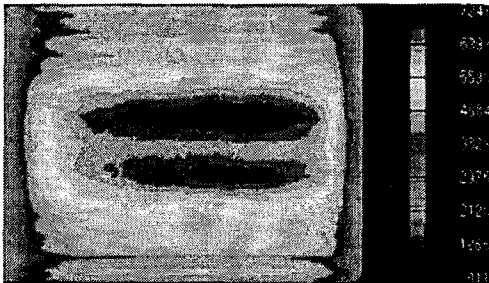
(b) 백라이트상태

그림 3. 하측프리즘 가변 Pitch의 시물레이션결과

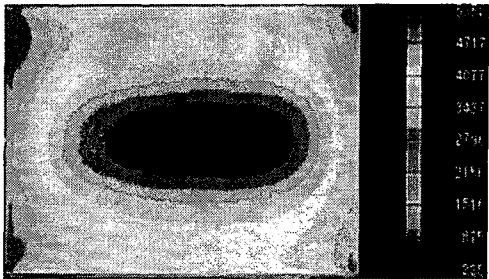
시뮬레이션 결과로 그림 3.(a)는 도광판 상태에서 중앙부로 높은 휘도가 집중되어 있는 것을 알 수 있으며, 그림 3.(b)는 BLU 상태를 가정한 것으로서 확산시트 2매를 사용함에 따라서 그림 3.(a)에서와 같은 급격한 휘도 변화가 상당히 많이 완화된 것을 알 수 있다. 그러나, 전체적인 경향은 도광판상태의 경향과 동일하게 중앙부의 높은 휘도를 나타내고 있음을 알 수 있었다.

2.2 프리즘 도광판의 실물평가

상기 2.1 항의 시뮬레이션 결과를 바탕으로 동일한 형상의 실물을 구현하여 설계 및 시뮬레이션의 정확도를 평가하였다. 실물제작은 사출성형방식을 사용하였으며, 실물 구현시 설계 대비 90% 이상의 프리즘 형상이 재현될 수 있도록 사출성형하였다. 실물에 대한 휘도분포 평가는 CA-1500(Minolta社, Japan)를 사용하였다. 그림 4.에서 나타낸 바와 같이 도광판 전체 휘도분포 (a) 및 BLU 상태에서의 휘도분포 (b) 에 대해서 각각 시뮬레이션 결과와 동일한 휘도분포를 나타내고 있음을 알 수 있다.



(a) 도광판 상태



(b) BLU 상태

그림4. 실물 도광판 구현 후 휘도 분포 측정결과.

그림 4. 의 결과와 같이 최초 시뮬레이션에서 예상한 것과 동일한 휘도 경향을 얻을 수 있음

알 수 있었다. 시뮬레이션과 동일한 휘도 경향을 확인한 후 실제로 본 설계의 제품을 고가의 프리즘 시트 없이 확산시트 2매만으로 사용할 수 있는가를 평가하기 위해서 BM-7(Topcon社, Japan)을 사용하여 면휘도의 실측을 수행하였다. 실측결과 5075 nit 의 휘도를 달성하여, 통상 17인치 모니터용으로 사용되는 BLU를 상회하는 우수한 결과를 얻을 수 있었다. BM-7을 사용한 휘도의 실측결과로서 BLU 의 세로 중심선을 기준으로 휘도의 수직분포를 측정한 결과를 그림 5. 에 나타내었다.

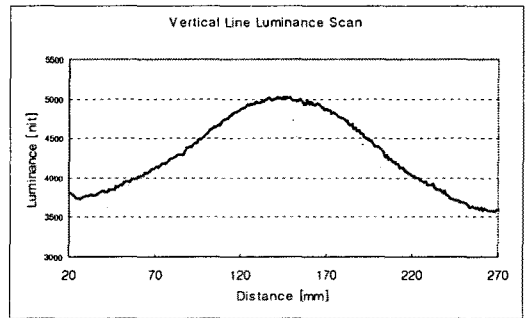


그림5. BLU 상태에서의 휘도의 수직단면측정결과.

3. 결 론

본 연구에서는 17인치 모니터용 8mm 두께의 도광판에 양면 프리즘 형상을 부가함에 따라 기존의 고가의 프리즘 혹은 편광시트와 같은 기능성 시트를 사용하지 않고, 확산시트 2매만을 사용하여 제품을 제작하는 것에 대한 평가를 수행하였다. 프리즘의 형상에 대한 최적화는 이전의 연구에서 이미 언급되었으며, 본 연구에서는 최적화된 프리즘 형상을 실제로 적용하여 제품 수준에서 사용될 수 있는 사양을 확인하는 것을 목표로 하였다. 실험결과, 확산시트 2매만을 사용한 사양에서 중앙부 휘도 5075 nit를 달성하는데 성공하였으며, 전체적으로 제품 수준에 적용할 수 있는 휘도 특성을 확인할 수 있었다. 본 연구 결과 기존의 BLU의 생산원가에서 20~30% 정도의 원가를 차지하던 기능성 시트를 삭제하는 것이 가능함을 알 수 있었으며, 향후 본 기술을 적용하여 모니터용 TFT-LCD 제품의 저가격화를 달성하는데 선도적인 기여를

할 수 있다는 결론을 얻을 수 있었다. 또한 기능성 시트에 대한 의존도를 줄여 국산화 비율을 높이고 국내 산업으로의 파급효과를 극대화할 수 있다는 점에서 본 연구결과는 큰 의미를 갖는다고 볼 수 있다.

참고 문헌

- [1] K. Käläntär, "Optical Design of Light Guided Plates for Illumination Systems used in Mobile Phone and PDAs", Asia Display/IDW'01, p517[1]
- H. B. Park, G. Y. Kim, "Simulation of a Backlight for LCD", IDW00, p.367
- [2] H. Tanase, J. Mamiya "A New Backlighting System with a Polarizer Light Pipe for Enhance light Output from LCDs", SID97 Digest, p.365
- [3] A. Horibe, M. Baba, "High-Efficiency and High-Visual-quality LCD Back lighting System", SID 99 DIGEST p.153
- [4] Y. Oki "Novel Backlight with High Luminance and Low power Consumption by Prism-on-Light-Pipe Technology", SID98 Digest, p.157
- [5] K. Käläntär, s. Matsumoto, "Optical Micro Deflector Baced Function Light-Guide Plate for Backlight Unit", SID00 Digest, p.1029
- [6] H. Y .Chio, M. G. Lee, "Hologram Based Light Guide Plate for LCD-Backlights", Asia Display/IDW'01, p521