

LED를 이용한 도광판의 입광부 패턴에 따른 휘도특성 분석

Analysis of Luminance Characteristic by Serration Pattern for Light Guide Plate

윤석주*, 성기성, 박정호, 이호범, 하수용, 이규현
레이젠(주) 기술연구소
yoon@raygen.co.kr

차세대 디스플레이 장치로 각광받고 있는 대표적인 제품으로 현재 LCD, PDP, OLED 등의 개발되고 있다. 특히 이들 중 LCD(Liquid Crystal Display)는 박형, 저전력소모, 저전자파 등의 여러 가지 장점으로 그 시장규모가 점차 확대되고 있는 디스플레이 디바이스 중 하나이다. 이러한 LCD의 경우 빛을 받아야만 화면을 볼 수 있는 수광소자로 후면에서 광원의 역할을 수행할 수 있는 LCD 패널과 같은 크기의 면광원 장치를 필요로 하게 되며, 현재 가장 널리 보급되어 쓰이고 있는 면광원 디바이스로는 백라이트 유닛을 들 수 있다. 이러한 백라이트 유닛의 경우 광원으로 CCFL이나 LED를 주로 사용하고 있는데, LED의 경우 CCFL에 비하여 친환경적이고 고색재현성, 장수명 등 많은 장점을 지니고 있으나 점광원의 특성으로 인하여 외관상의 문제점과 광의 균일한 분포를 이끌어내는데 어려움을 겪고 있는 상황이다. 본 연구에서는 LED를 이용한 백라이트 유닛의 핵심부인 LGP의 입광부 부분에 다양한 형태의 패턴을 구성하여 Simulation을 통해 분석하였고 실제 가공을 통해 제품을 제작하여 그 광학적 특성을 살펴보았다.

현재까지 가장 많이 사용하고 있는 광원인 CCFL의 경우 광원 형태가 선광원 형태이기 때문에 외관상이나 균일도적인 큰 문제점이 없었는데 이는 광원위치로 볼 때 수평방향의 광량 밀도차이가 벌어지는 경우가 극히 드물기 때문이다. 그러나 LED의 경우는 점광원의 형태로 보통 2인치 크기를 기준으로 3~4개 정도의 LED 광원을 사용하게 되는데 이 같은 경우 LED 광원이 위치한 부분과 그 광원과 광원 사이의 휘도차이가 벌어지게 되고 이로 인해 외관상 문제점이나 균일도가 저하되는 문제점을 나타내었다. 이와 같은 문제점은 기존의 도트형태의 패턴을 이용할 경우 상하좌우의 패턴 밀도 조절이 가능했기 때문에 어느 정도 개선을 할 수 있었으나 현재 활발히 개발되고 있는 프리즘 패턴을 적용할 경우 이러한 문제점은 개선하기 어려운 난제가 되고 있는 실정이다.

이러한 문제점을 해결하기 위해서 본 연구에서는 도광판의 입광면 부분, 즉 LED의 광이 입사되는 면에 프리즘 형태의 패턴 등 여러 가지 형태의 광학적 패턴을 구사하여 그 광학적 특성을 살펴보았다.

본 연구의 실제 구현을 위해 적용한 크기는 2.5 인치의 백라이트를 이용하였는데, 도광판의 패턴은 입광부 부분의 3mm 전후로 경면 구간이 존재하며 이후 대광부까지 가변 피치를 가지는 수평 프리즘 패턴이 위치하며 반대쪽의 패턴은 등간격 수직 프리즘 패턴을 이용하였다. 입광부의 패턴은 Prism Serration의 경우 깊이 $7\mu\text{m}$, 간격은 $26.7\mu\text{m}$, 각도는 90° 로 제작하였으며, R-Serration은 깊이 $40\mu\text{m}$, 간격은 $165\mu\text{m}$ 으로 제작하였다. R-Serration의 경우 가공 화이트 Tip의 크기로 인해 본래 더 작은 크기로 설계하였으나, 실제 제작상에 난점으로 인해 설계보다 크게 제작을 하였다. 백라이트 유닛 광원은 3개의 백색 Nichia LED 제품을 사용하였으며 제품의 시사출 후 비접촉 3차원 측정기인 Ryokosha의 NH-3N 이용하여 정밀 측정을 하였고, 정밀 휘도 측정을 위해 BM-7을 이용하여 0.2° 의 필드각에 0.9mm 간격으로 정밀측정을 하였다.

그림 1은 2.5인치 도광판의 입광부에 구현한 Prism Serration 및 R-Serration 형태를 광학현미경을 이용하여 촬영한 사진이고, 그림 2는 광학 프로그램 상에 3차원으로 구현된 R-Serration의 모습 및 실제 도광판의 입광부에 구현한 패턴을 비접촉 3차원 측정기를 이용하여 측정한 데이터이다. 그림 3은 입광부에 패턴이 들어가 있지 않은 도광판과 Prism Serration 및 입광부에 Serration 패턴을 구현한 도광판의 정밀 휘도 측정데이터이며 그림 4는 시제품 결과로 입광부 Serration 따른 휘도 특성 결과이다.

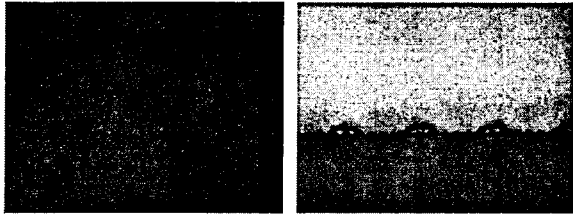


그림 1

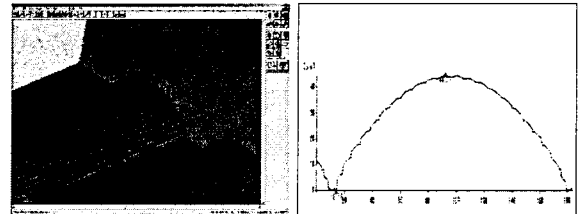


그림 2

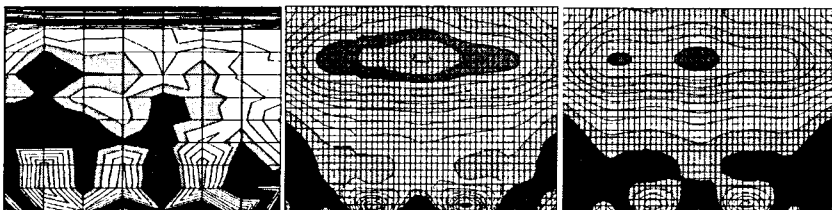


그림 3

Prism-Serration			R-Serration														
4404	4585	4299	4498	4793	4509												
3807	3863	3710	3828	4054	3929												
3151	3317	3115	3058	3372	3203												
<table border="1"> <tr> <th>범위</th> <th>Uniformity</th> </tr> <tr> <td>9PAverage</td> <td>3806 1.47 67.9%</td> </tr> <tr> <td>9PMax/Min</td> <td>4585 3115</td> </tr> </table>			범위	Uniformity	9PAverage	3806 1.47 67.9%	9PMax/Min	4585 3115	<table border="1"> <tr> <th>범위</th> <th>Uniformity</th> </tr> <tr> <td>9PAverage</td> <td>3918 1.57 63.8%</td> </tr> <tr> <td>9PMax/Min</td> <td>4793 3058</td> </tr> </table>			범위	Uniformity	9PAverage	3918 1.57 63.8%	9PMax/Min	4793 3058
범위	Uniformity																
9PAverage	3806 1.47 67.9%																
9PMax/Min	4585 3115																
범위	Uniformity																
9PAverage	3918 1.57 63.8%																
9PMax/Min	4793 3058																

그림 4

위의 그림 3에서 보이듯이 입광면에 아무런 패턴이 없는 경우 LED를 통해 입사된 광이 확산하지 못하고 직진하는 성질을 보여 외관상 밝은 부분과 어두운 부분의 차이가 크게 나타나는 반면, Prism Serration 및 R-Serration의 경우 입광면을 통해 들어오는 빛이 확산되어 그 차이가 줄어드는 특징을 보였다. Prism Serration과 R-Serration과의 외관상 밝은 부분과 어두운 부분의 차이가 크지 않은 것은 R-Serration의 경우 가공상의 난점으로 인해 설계한 치수로 가공을 하지 못하여 나타난 현상으로 10 μ m 이하급으로 가공을 할 경우 더 나은 개선효과를 기대할 수 있을 것으로 판단된다. 또한 그림 4에서 휘도값 Prism-Serration 보다는 R-Serration의 형상에 의해 전체 평균 휘도가 3~5% 올라가는 결과를 얻었다.

본 연구에서는 LED를 이용한 도광판의 명부 및 암부 개선을 위한 Prism Serration 및 R-Serration을 설계하였고 시사출을 통해 분석 및 입증하였다. 본 연구에서 제안된 패턴을 적용할 경우 기존의 경면 형태의 입광면에 비하여 개선된 외관 및 균일도를 보임을 실물을 제작하여 분석하였고, 향후 초정밀 가공기술 및 다양한 입광면 Serration을 이용하여 더욱 개선시킬 예정이다.

참고 문헌

- [1] I. Lux and L. Kobinger, *Monte Carlo particle transport methods: Neutron and Photon calculations*, CRC Press, 1991
- [2] 윤석주 등., "LGP의 프리즘 각도에 따른 휘도 특성 분석", Photonics Conference 2004, 한국광자기술학술회의논문집. fp47, (2004).

