

청색 LED BLU에서 결합된 광 여기필름과 프리즘 시트의 연구

Study of PLF-Prism sheet combination photo-luminescent film and prism sheet in blue LED BLU

김두희*, 임영락, 황보창권
 인하대학교 물리학과
 neobud3@gmail.com

본 연구에서 우리는 4축 회전이 가능한 휘도측정기를 가지고 확산판 대신, PLF를 사용한 edge형 BLU의 광시야각, 휘도 및 스펙트럼을 측정하였다. 이에 따라, 우리는 조명설계 프로그램 'LightTools'을 이용하여 PLF와 프리즘 시트가 최적화 되도록 설계하여 분석하였다.

최근 들어 Photo luminescent film(PLF)를 사용하는 조명계가 각광을 받고 있다. PLF는 연색성이 우수하며 단색 LED로부터 원하는 어떠한 색으로도 빛의 변환이 가능하기 때문에 LED의 사용 비중이 높아짐에 따라 PLF의 사용도 함께 증가하고 있다. 이러한 PLF를 diffuser sheet를 대신하여 backlight unit(BLU)에 접목시켰을 때 BLU는 PLF의 장점을 가지고 있을 뿐만 아니라, 기존 diffuser sheet보다 더 높은 휘도를 방출하는 특성과 시야각을 수직 상방향으로 바꿔주는 광학적인 특성을 가지고 있다. 우리는 PLF를 사용한 BLU의 광학적 특성을 측정하고, 기존의 프리즘 시트들과 PLF와의 결합했을 때, 어떠한 광학적 특성을 가지고 있는지 조명 설계 프로그램 'LightTools'을 통해 알아보았다.

본 연구에서, 우리는 우선 4축으로 회전이 가능한 휘도 측정장비(CS-1000A)을 가지고 기존의 diffuser sheet를 사용한 BLU와 PLF를 사용한 BLU의 위치별 휘도 및 광시야각, 스펙트럼을 측정하였다.

	PLF_kdt		
	chromaticity coordinates		luminance
	x	y	cd/m ²
LGP	0.1457	0.0370	146.437
+PLF	0.2168	0.1693	733.455
+BEF(V)	0.2589	0.2375	1444.055
+BEF(H)	0.2980	0.2926	2292.205

도표1. BLU 부품첨가에 따른 휘도 및 색좌표

도표 1은 light guide panel(LGP)에 PLF와 2장의 BEF를 순차적으로 올리면서 각 광학 부품의 중앙에서 측정한 색좌표 및 휘도값을 나타내는 것이다. blue LED가 BLU의 측면에 위치해 있을 때 LGP에서 나오는 광은 청색을 나타내고 있다. 하지만 이 광은 PLF를 의해 백색 방향으로 이동 되며, 두 장의 prism sheet에 의한 recycle을 통해서 최종으로 나온 광이 우리가 원하는 백색 광이 되는 것을 알 수 있다. 또한 diffuser sheet를 사용하는 BLU의 경우에 LGP에서 나오는 광이 diffuser sheet를 지남에 따라 휘도가 1.5배 증가함에 반해, PLF를 지났을 때 휘도가 5배 이상 증가되었음을 알 수 있다.

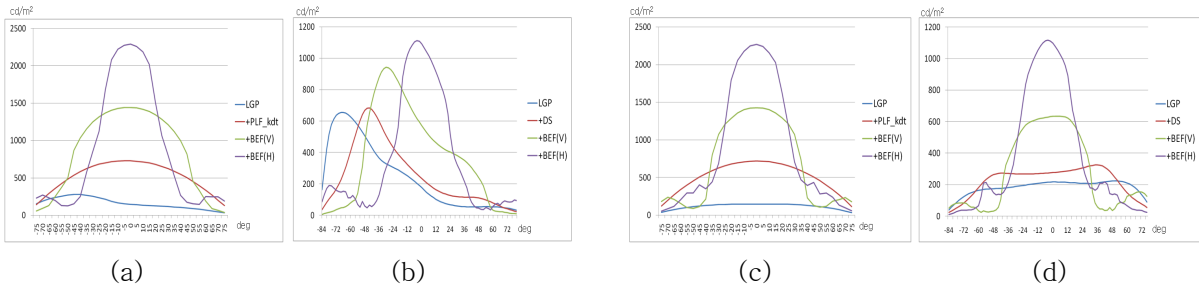


그림 1. BLU의 부품첨가에 따른 (a) PLF를 사용한 BLU의 vertical 방향 그래프 (b) diffuser sheet를 사용한 BLU의 vertical 방향 그래프 (c) PLF를 사용한 BLU의 horizontal 방향 그래프 (d) diffuser sheet를 사용한 BLU의 horizontal 방향 그래프

그림 1은 PLF를 사용한 BLU와 diffuser sheet를 사용한 BLU의 각 부품들이 첨가 되었을 때의 광시야각을 보여주고 있다. Vertical 방향에서 봤을 때, diffuser sheet는 LGP에서 나온 광을 수직 방향으로 20° 이동시켜주는 기능을 하고 있는데 반해, PLF는 LGP에서 나온 광을 수직 방향으로 곧장 이동시켜주는 기능을 할 뿐만 아니라, 휘도를 높여주는 역할도 하고 있다. 그러나 diffuser sheet를 사용했을 때보다, PLF를 사용하였을 때 정각이 90°를 가지는 프리즘 시트의 휘도 상승 효율이 떨어지게 된다. 이와 같은 이유는 기존의 프리즘 시트는 45°로 올라오는 광을 수직 상 방향으로 바꿔주는데 최적화 되어 있기 때문이다.⁽¹⁾ 따라서 우리는 PLF를 사용하였을 때, 더 좋은 휘도 상승 효율을 가지는 prism sheet를 찾기 위해 현재 사용되고 있는 여러모양의 prism sheet들을 조명 설계 프로그램을 통해서 구현해보았다.

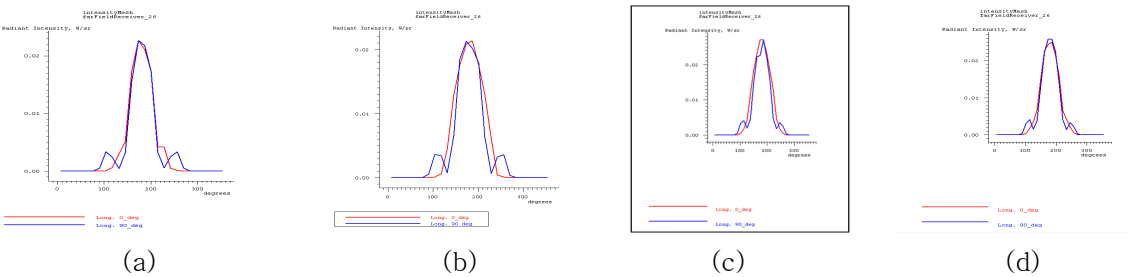


그림 2. (a) Tape index:1.1 BEF (b) Tape index:1.9 BEF (c) Tape index:1.1 WBEF (d) Tape index:1.9 WBEF

그림 2는 BEF와 WBEF를 각각 사용 했을 때, prism sheet와 PLF를 연결하는 tape의 굴절률 변화에 따른 시야각 변화를 나타내고 있다. Far field receiver를 적용하였으며, tape의 굴절률이 1.1일 때 BEF를 통해 나온 총 광량은 27.2%, FWHM은 52°이며, tape의 굴절률이 1.9일 때 BEF를 통해 나온 총 광량은 25.7%, FWHM은 80°였다. 반면 tape의 굴절률이 1.1일 때 WBEF를 통해 나온 총 광량은 34.1%, FWHM은 60°이며, tape의 굴절률이 1.9일 때 WBEF를 통해 나온 총 광량은 37.0%, FWHM은 82°였다. 이 전산시뮬을 통해 같은 굴절률을 사용할 때, WBEF가 10%의 더 좋은 광효율을 가지고 있는 걸 알았으며, FWHM은 tape의 굴절률이 증가함에 따라 높아짐을 알 수 있었다.

참고문헌

1. Hwi Kim, Yong Jun Lim, Byungchoon Yang, Kyongsik Choi, ByoungHo Lee, "Geometrical analysis of optical transmission characteristics of prism sheet layers" Optical Engineering, 44(12), 128001 (2005).