

LCD Backlight Unit의 최적화

Optimization of LCD Backlight Unit

박경주, 이동현, 엄태성, 권진혁, 이만환*, 정병관*, 소희섭*
 영남대학교 물리학과, *LG-Philips LCD
jhkwon1@yu.ac.kr

21세기 정보화 시대 여러 분야에서 나날이 늘어가는 LCD의 수요는 기술 개발에서 뿐만 아니라 원가 경쟁면에서도 많은 연구들이 진행되고 있다. LCD에서의 핵심 부품인 backlight unit (BLU)은 전체 LCD 가격의 30~40% 를 차지하고 있고, 최종적인 angular luminance, contrast ratio, 밝기 등에도 중요한 역할을 담당한다.⁽¹⁾ BLU에는 다양한 종류의 diffuser sheet들이 사용되는데 예를 들면 Lambertian diffuser, micro-prism diffuser, holographic diffuser, microlens array diffuser 등이다.⁽²⁾

본 연구에 사용된 LCD backlight unit은 직하형(direct type)이고 sheet는 32" 기준으로 4종류로 나뉜다. CCFL lamp에서 나온 빛이 도광판(lightguide panel)⁽³⁾에 의해 panel 쪽으로 향하면 Lambertian 산란⁽⁴⁾을 일으키게 하는 diffuser plate (DP)가 있고, DP 위에 정면 휘도를 약 10% 올려주는 diffuser sheet (DS)가 있다. DS를 통과한 빛의 정면 휘도를 한층 더 증가시키고 시야각(view angle)을 보정해주는 brightness enhancement film (BEF) 이 위치한다. dual brightness enhancement film (DBEF)은 서로 다른 굴절률(n_1, n_2)과 비등방성(anisotropy)을 갖는 두개의 박막을 교대로 적층한 것으로 DS를 통과한 편광 되지 않은 빛 ($P_1 + P_2$)이 P_1 의 편광 성분은 계면에서 반사하여 전 방향으로 coherent addition이 일어나고, P_2 의 편광 성분은 반사하여 coherent addition이 일어나므로써 두 개의 편광 성분으로 분리되고 recycling되는 특징을 가지고 있다. 이러한 특징들을 바탕으로 본 연구에서는 diffuser plate와 diffuser sheet의 산란 특성에 관해 실험을 통해 알아보았고 그림1.은 diffuser plate, 그림2.는 diffuser sheet의 산란 특성을 실험한 결과이다.

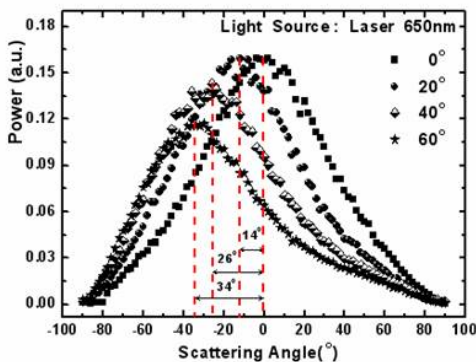


그림1. Diffuser Plate의 산란 분포.

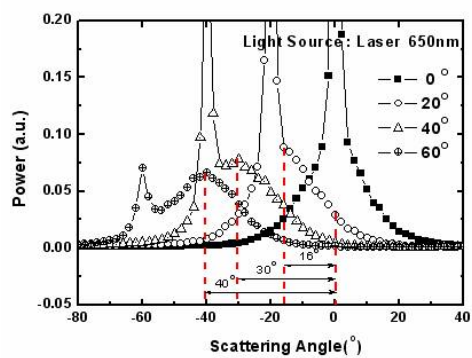


그림2. Diffuser Sheet의 산란 분포.

입사각(incident angle)에 따른 산란각(scattering angle)의 변화가 일반적인 'gaussian function'으로 설명할 수 없음을 알았다. 따라서 다음과 같은 식을 개발하게 되었고 diffuser plate에서는 'Modified volume scattering function', diffuser sheet는 'Modified surface scattering function'으로 명명하고 각각 (1)과 (2)로 나타내었다. (1)식에서 θ 는 scattering angle이고 K 는 상수, σ 는 angular scattering width이다.

$$P(\theta) = P_0 \exp\left(-\left|\frac{K}{\cos\phi}\right|\right) \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{\theta}{\sigma}\right)^2\right] \dots\dots\dots (1)$$

(2)식에서 θ 는 scattering angle이고 θ_i 는 incident angle, ϕ 는 refraction angle, K_1 과 K_2 는 상수, σ_1 과 σ_2 는 angular scattering width이다.

$$P_a(\theta) + P_b(\theta) = P_{a0} \exp\left(-\left|\frac{k_1}{\cos\theta}\right|\right) \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{\theta+\theta_1}{\sigma_1}\right)^2\right] + P_{b0} \exp\left(-\frac{k_2}{\cos\theta_2}\right) \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{\theta+\theta_2}{\sigma_2}\right)^2\right] \dots\dots\dots (2)$$

LCD Backlight Unit에서 휘도 측정시 BEF의 문제점은 ‘side lobe’이다. 이는 32” BLU simulation에서도 나타난다. 그림2.는 실험과 simulation을 비교한 것이다.

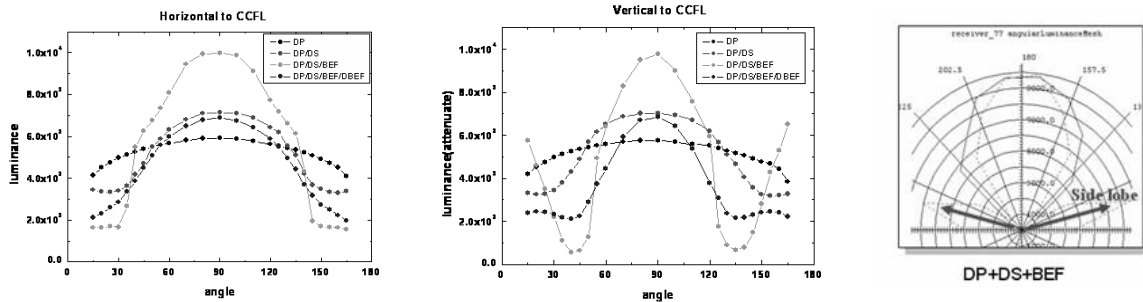


그림2. 실험과 simulation에서 본 angular luminance distribution과 side lobe

side lobe는 정면 휘도를 떨어뜨리고 wide view angle에도 나쁜 영향을 미친다. side lobe를 없애기 위해 여러 가지 sheet 개발이 시도되고 있는데 modified brightness enhancement film 을 개발하였다. 기존 BEF의 apex angle을 변화시키고 이를 simulation을 통해 확인하였는데 side lobe의 감소뿐만 아니라 LCD의 정면 휘도도 향상 되는 효과가 있음을 확인하였다.

참고문헌

1. M. Anandan, *LCD Backlighting*, SID Seminar F-5, (2002).
2. T. R. M. Sales, S. Chakmakjian, G. M. Morris, and D. J. Schertler, "Light tamers," *Photonics Spectra*, 58-64 (Jun. 2004).
3. H. K. Seo, N. K. Kang, Y. S. Ryu and S. C. Kim, *The Korea Information Science Society*, vol.30, No.1, 812~813 (2003)
4. J. C. Stover, *Optical Scattering*, 2nd ed. (SPIE Press, 1995).