

고효율 백라이트 유닛을 위한 PMMA에서의 산란전산모사

Simulation of scattering in PMMA

for high-efficiency backlight unit

오영식, 정주영, 박준철, 김경찬, 하기룡*, 강신원**

계명대학교 물리학과, *계명대학교 화학공학과, **경북대학교 센서기술 연구소

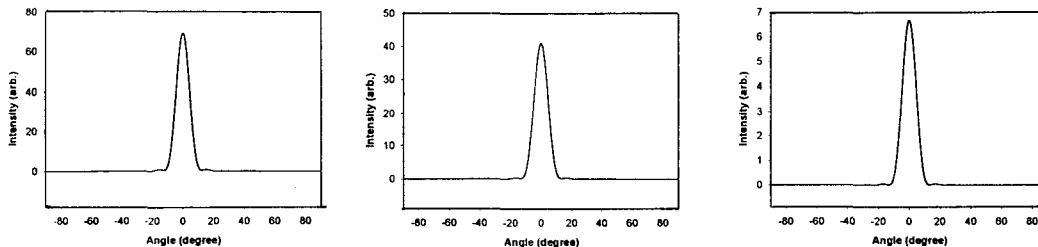
kyung@kmu.ac.kr

I. 서론

LCD의 전력소모중 약 70%를 차지하는 부분이 백라이트 유닛이다. 전세계적으로 저전력, 고품질, 대면적의 LCD 디스플레이를 개발하기 위한 연구가 활발히 진행중이다. 주로 백라이트 유닛을 구성하는 입사광학계와 도광체 및 프리즘 필름 등을 기존 제작공정 내에서 개선하는 것에 연구 개발의 초점이 맞추어져 있다. 본 연구는 기존의 개선 방법에서 벗어나 도광판의 형태와 산란입자의 크기에 따른 산란정도를 조절하여 기존의 도광판보다 더 나은 산란효율을 얻고자 한다. 이를 위해 투명도와 경도가 우수한 PMMA(polymethyl methacrylate)에 다양한 산란자를 투입하여 도광판을 제작한다. 도광판의 실제 제작 이전에 고효율 도광판속에서의 정확한 산란전산모사를 필수적으로 선행하여야 한다. 따라서 광산란 측정장치를 제작하여 산란자의 종류에 따른 원통형 도광체에서 측정된 산란강도와 산란전산모사에서의 결과를 비교 분석하여 저전력, 고품질, 대면적의 백라이트 유닛을 개발하기 위한 기초 자료로 사용하고자 한다.

II. 원통형 도광체의 원형경계에 대한 산란전산모사

산란전산모사를 하기 위해서는 먼저 Mie 산란 이론에서 각각의 산란자에 대한 산란 확률분포를 구하여야 한다. PMMA속에서의 산란자 PS(poly styrene), PTFEM(poly tetrafluorethyl methacrylate), IM(impack modifier) 등의 산란 확률분포는 그림 1의 (a), (b), (c)와 같다. 그림 1에서 알 수 있듯이 산란자의 입경이 같으면 산란 강도는 다르지만 비슷한 형태의 각도에 따른 확률분포를 나타낸다. 본 연구의 전산모사에 사용되는 변수는 굴절률이 $n = 1.492$, 투입된 미립자의 직경 $a = 2.0 \mu m$, 입사광의 파장 $\lambda = 632.8 nm$ 이다.



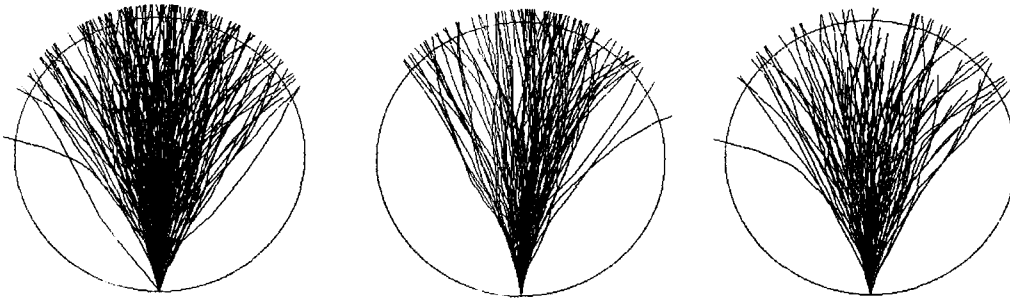
(a) PS, $2.0 \mu m$, 0.5 wt% (b) PTFEM, $2.0 \mu m$, 0.5 wt% (c) IM, $2.0 \mu m$, 0.5 wt%

그림 1. PS, PTFEM, IM에 의한 산란 확률 분포

그림 1에서의 확률분포를 사용하여 몬테카를로 방법^{[1][2]}으로 전산모사하였으며, 그림 2와 같이 산란자에 따른 산란 분포 결과를 얻었다. 식 (1)을 이용하여 산란자의 입경 a , 입사광의 파장 λ , 산란효율 k 및 무게비 wt 를 사용하여 크기 매개 변수 x , 단위 부피당 입자의 개수 c_0 , 감쇠계수 σ 를 구할 수 있다. 식 (1)에서 구한 감쇠계수 σ 에 의한 광자의 평균경로 $L = -\ln(\text{random})/\sigma$ 이 주어진다.

$$x = \frac{2\pi a}{\lambda}, \quad c_0 = \left(\frac{wt}{100} d_m\right) / \frac{4}{3} \pi r^3 d_s, \quad \sigma = k_0 c_0 \pi r^2 \quad (1)$$

여기서, d_m : PMMA density, d_s : scatter density



(a) PS, 2.0 μm , 0.5 wt% (b) PTFEM, 2.0 μm , 0.5 wt% (c) IM, 2.0 μm , 0.5 wt%

그림 2. 원형경계를 가진 산란 (15번 진행, 1000번 시행)

원형경계에서의 산란분포를 알기위해 길이 의사 난수와 각도 의사 난수를 발생시켜 10만개의 광자를 30회 진행시켰다. 그림 3은 $0^\circ \sim 360^\circ$ 영역의 산란각에 대한 강도분포를 나타낸 그림이다. 전산모사로 얻은 결과와 광산란 측정장치로 얻은 결과를 비교하기 위하여 $30^\circ \sim 140^\circ$ 영역에서 각도에 따른 산란 강도분포를 나타내보면 그림 4, 그림 5와 같은 분포를 보인다.

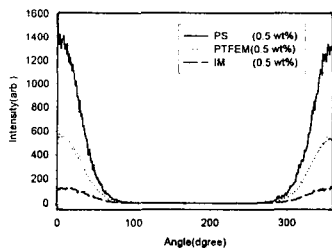


그림 3. 산란입자에 따른 강도분포

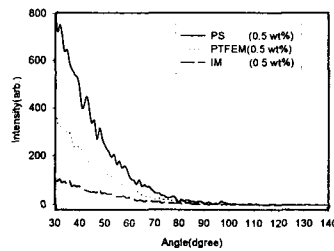


그림 4. 산란분포(전산모사결과)

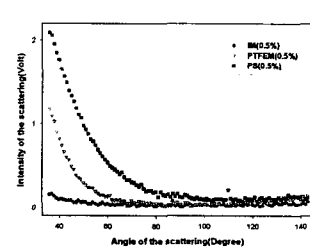


그림 5. 산란분포(실험결과)

[참고문헌]

[1] P W BARBER, S C HILL, "Light Scattering by Particle : Computational Methods", World Scientific, Chap 4(1990).
 [2] William H. Press, S. A. Teukolsyk, Willam T. Vetterling, Brian P. Flannery, "Numerical recipes in C", Cambridge Univ. Press, Chap 7(1992).