

고분자 분산형 도광체에서 다중산란의 몬테카를로 전산모사

Monte Carlo simulation of multiple scattering in polymer dispersed light-wave guide

박준철, 오영식, 정주영, 김경찬, 하기룡*, 강신원**

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

kyung@kmucc.keimyung.ac.kr

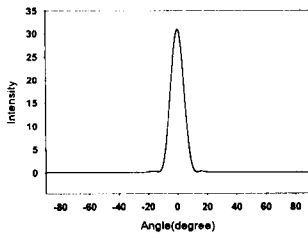
I. 서론

TFT-LCD 백라이트 도광체 유니트의 효율은 TFT-LCD를 사용한 장치의 화면 밝기와 전력 소모, 장치의 무게를 결정하는 매우 중요한 요소이다. 이러한 도광체의 구성요소에 대한 개선 기술은 현재 국내외에서 경쟁적으로 진행되고 있으며, 기존의 도광체 유니트를 부분적으로 개선한 여러 가지 개선 방식들은 크게 고휘도의 형광램프의 개발과 입사 광학계 및 도광체, 프리즘 필름의 개선 연구 등 크게 두가지에 집중되어 연구되고 있다.⁽¹⁾ 본 연구에서는 기존의 도광체 유니트의 근본적 개선을 위하여 광산란 미립자를 투입한 PMMA(polymethyl methacrylate) 도광체에서의 광산란 경로를 Mie 산란 이론으로부터 얻어진 산란 특성에 따라서 몬테카를로 방법으로 표현하고 결과를 분석하였다.

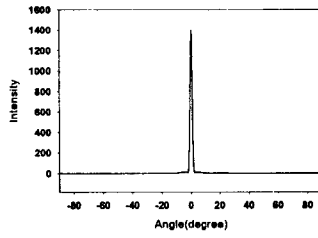
II. PMMA내에서의 광산란 분포

본 연구에서는 산란이론에 있어 도광체 물질이 구형 및 부정형 고분자 입자를 사용하므로 Mie 산란이론을 이 PMMA 산란특성에 적용하여 산란각 밀도 함수를 구하였고 산란자의 입경, 농도분포, 산란 효율들로부터 감쇠계수를 구하여 광자의 진행거리를 예측 할 수 있었다. 사용한 물질인 PMMA의 변수로는 굴절률이 $n = 1.492$ 이고 투입된 미립자의 직경이 각각 $0.3 \mu\text{m}$, $2.0 \mu\text{m}$, $12 \mu\text{m}$ 이고 입사광은 He-Ne Laser로 파장이 $\lambda = 632.8 \text{ nm}$ 이다.

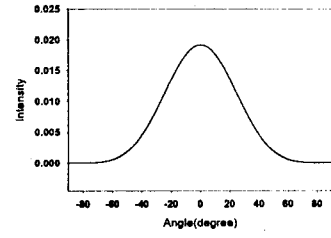
주기성이 적으면서 균등한 난수로 ran1 난수를 사용하였다. 또 몬테카를로 방법에는 거부법과 역함수법이 사용되고 있으나, 본 연구에서는 실행시간이 단축되는 장점이 있는 역함수법을 사용하여 전산모사 하였다. 전산모사 결과 PMMA내의 미립자의 크기에 따른 산란광의 강도 및 각도분포는 그림 1과 같다. 입자의 크기가 클 수록 확산 진행 강도가 증가함을 알 수 있다. 이 각각의 분포들을 입사 광자에 대한 각각의 PMMA에 광자들의 2차원 진행 모형을 그림 2에 3차원 진행모형을 그림 3에 나타내었다. 여기서 미립자의 크기가 $0.3 \mu\text{m}$ 인 경우 산란이 크고, $2.0 \mu\text{m}$ 는 산란에 회절이 더하여져 진행방향으로의 강도가 조금 더 증가하고, $12 \mu\text{m}$ 는 산란이 거의 없이 회절만 크게 나타나 산란광의 강도가 크게 줄고 앞으로 진행하는 광의 강도가 크게 증가된다. 그러므로 산란과 회절을 고려하여 진행방향의 강도가 일정하게 유지하면서 도광판 내에서 균일하게 산란하도록 만들기 위해서는 $2.0 \mu\text{m}$ 의 입자크기가 적당함을 알 수 있었다. 그림 15는 PMMA내에서의 굴절과 반사 알고리즘을 적용한 모형이다.



(a)

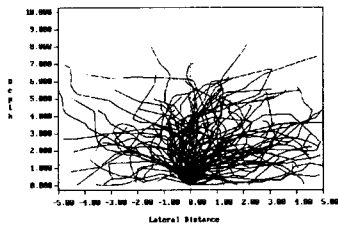


(b)

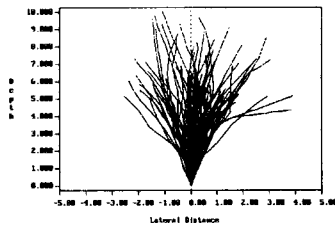


(c)

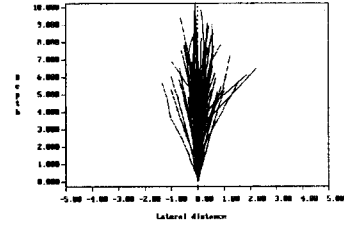
그림 1. 입자크기 $0.3\ \mu\text{m}$ (a), $2.0\ \mu\text{m}$ (b), $12\ \mu\text{m}$ (c)의 확률 분포.



(a)



(b)

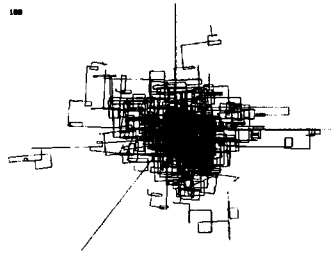


(c)

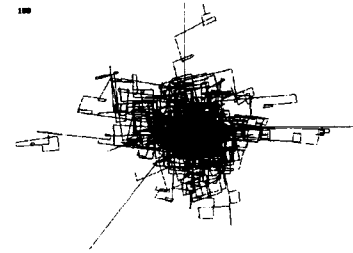
그림 2. 입자크기 $0.3\ \mu\text{m}$ (a), $2.0\ \mu\text{m}$ (b), $12\ \mu\text{m}$ (c)의 2차원 모형.



(a)



(b)



(c)

그림 3. 입자크기 $0.3\ \mu\text{m}$ (a), $2.0\ \mu\text{m}$ (b), $12\ \mu\text{m}$ (c)의 3차원 모형.



(a)



(b)



(c)

그림 4 .PMMA내에서 입자 $0.3\ \mu\text{m}$ (a), $2.0\ \mu\text{m}$ (b), $12\ \mu\text{m}$ (c)에 의한 굴절 및 반사 알고리즘을 첨가한 모형

1. Jiang, Jack C., Wayne, Cockpit, Proceedings of SPIE "The International Society for Optical Engineering USA", 2734, 277 (1996)
2. Willam H. Press, and Saul A. Teukolsky, "Numerical Recipes in Basic", Cambridge, Ch. 7 (1996)

