

단순화된 산란모델을 이용한 효과적인 내부산란체 도광판 시뮬레이션

The efficient simulation of inner-scatterer-based light guide panel using simplified scattering model

최영희, 신용진, 최은서*

조선대학교 자연과학대학 물리학과 레이저 이미징 연구실

cesman@chosun.ac.kr

도광판의 역할을 수행하기 위해서는 일반적으로 도광판의 표면 및 내부에 산란패턴을 형성시키는 방법이 산란패턴의 설계방식에 적용되어 도광판 성능을 향상시켜왔다. 특히 도광판 전반의 휘도 분포 성능은 표면패턴보다는 내부패턴에 의해서 결정되며 표면패턴의 추가로 도광판 휘도를 향상시키는 역할을 한다. 다양한 산란패턴 설계에 따른 도광판 성능은 대부분 광선추적 시뮬레이션을 수행하여 예측한다. 표면패턴을 갖는 도광판의 성능을 예측하기 위한 많은 시뮬레이션들이 개발되었으나 실제 도광판의 산란패턴의 크기와 개수를 적용하여 수행하는데 처리해야 하는 산란패턴의 수가 많고, 처리할 수 있다 하더라도 많은 시간이 걸린다[1]. 이러한 문제점을 보완하면서 빠른 예측을 위한 시뮬레이션 방법으로 확률을 이용한 몬테카를로 광선추적 시뮬레이션 방법과 기본 부피단위(voxel)를 이용한 uniform grid method가 개발되었으나, 구현하기에 복잡하거나 고사양의 컴퓨터가 필요하다[2]. 또한 도광판 전체의 휘도 분포를 예측하기 위한 임의의 내부패턴에 대한 시뮬레이션 관련 연구가 아직 미미하다. 우리는 내부패턴을 갖는 도광판의 내부패턴 산란체 각각을 모델링하지 않고 이를 간단한 평판으로 단순화시킨 후 빛과 물체와의 상호관계에 의한 산란모델을 적용하여 수행하였다. 이 방법은 휘도 성능을 쉽고 빠르게 예측할 수 있었고 그 중에서도 가우시안 산란모델을 사용했을 때 가장 실제 측정 결과와 유사한 결과를 도출하였다[3].

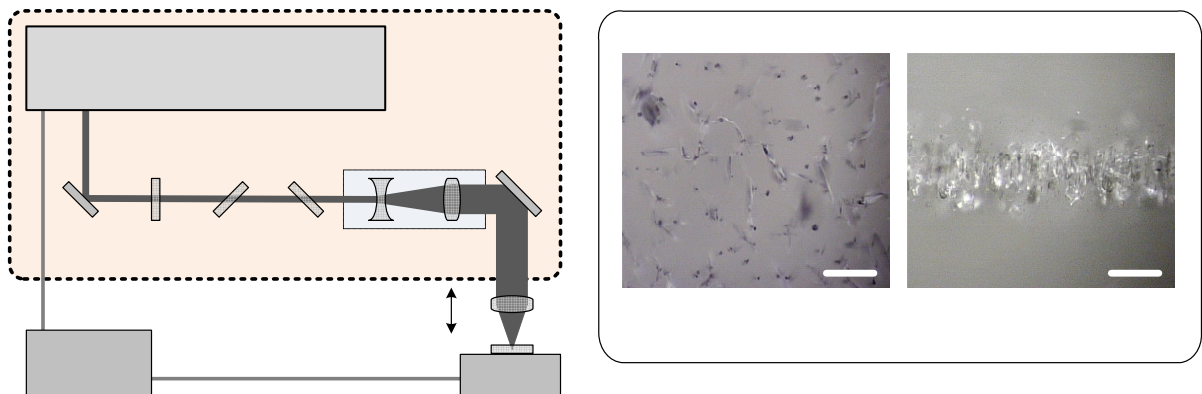


그림 1. 내부산란체 가공시스템과 가공된 내부산란체 단면 영상. (a) 내부산란체 형성을 위한 이차 고조파 펄스 Nd:YAG 레이저, (b) 제작된 내부산란체의 현미경 영상.

임의의 내부산란체 기반의 도광판을 제작하기 위해서 사용된 레이저 시스템과 가공된 내부산란체를 그림 1에 나타내었다. 중심파장이 523 nm, 최대에너지 30 mJ이며 50 μm의 초점 크기를

갖는 이차고조파 Nd:YAG 레이저를 이용하여 도광판 내부에 직경 50 μm 의 산란체를 형성하였고 colorimeter로 내부산란체 도광판의 휘도 성능을 측정하였다. 내부산란패턴 도광판의 성능을 예측하기 위하여 각각의 산란체들 각각을 고려하는 기존의 시뮬레이션 방식과 단순화된 산란평판과 산란모델을 이용하는 시뮬레이션 방식을 이용하여 제안한 시뮬레이션 방식의 실현 가능성을 확인하였다. 기존의 방식은 직경 50 μm 로 모델링한 산란체들을 이용하여 수행하였고 산란모델방식은 산란체들을 두께가 50 μm 인 산란평판으로 모델링한 후 가우시안 산란 특징을 부여하여 수행하였다. 그림 2(a)는 설계된 내부산란체 패턴의 개략도이고 그림 2(b)는 실제 제작된 도광판의 휘도 분포 결과이다. 그림 2(c-1)와 2(c-2)는 그림 2(a)에서 설계된 내부산란체 패턴에 대한 기존 시뮬레이션의 수행 결과와 제안한 시뮬레이션을 통해 얻은 시뮬레이션 결과이다. 시뮬레이션 수행시간은 기존의 방식이 90분이 소요되는 반면, 제안한 방식으로는 5분 정도의 짧은 시간 안에 실제 제작된 도광판의 휘도 분포를 매우 잘 예측하였다. 따라서 본 논문에서 제시하는 산란모델을 이용하여 내부산란체 도광판의 휘도 분포에 대한 경향을 매우 효율적으로 예측할 수 있었다.

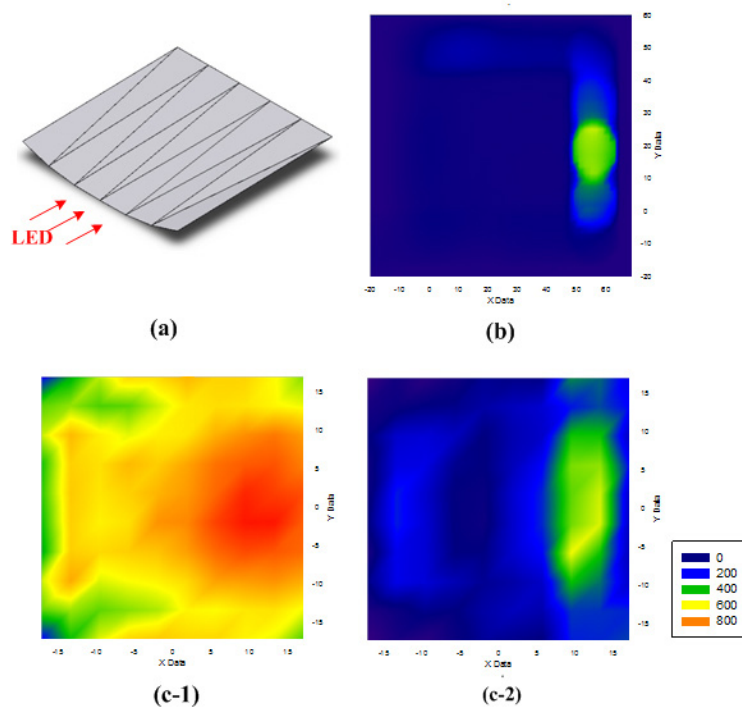


그림 2. 제작된 내부산란패턴 도광판의 휘도분포 측정 결과 및 시뮬레이션 결과. (a) 내부산란패턴의 개략도. (b) 제작된 내부산란패턴 도광판의 휘도분포 측정결과. (c-1) 기존 시뮬레이션 방식 결과 (c-2) 새롭게 제안한 시뮬레이션 방식의 결과.

본 연구는 지식경제부의 공통기술개발사업(No. 70001714)의 일부 지원으로 이루어졌습니다.

1. Young Hee Choi, et al. J. of KSLP 11(1), 1-6 (2008)
2. S. E. Koonin, Computational Physics (Benjamin/Cummings, Menlo Park, 1986), p.185.
3. Young Hee Choi, et al. J. Korean Phys. Soc. 56(5), 426-432 (2008)