

광선 추적법을 이용한 다중모드 공심형 광섬유를 통과한 빛의 공간 분포 분석

Ray Tracing Analysis of Spatial Profile of a Beam Transmitted Through Multimode Hollow Optical Fiber

이강인*, 박일현*, 권진혁*, 이종훈*

*영남대학교 물리학과

superins@ynu.ac.kr

임의의 분포를 가진 광속의 공간 분포를 원하는 형태로 변형시키는 빔 성형(beam shaping)에 대한 연구는 광학의 역사와 함께 매우 오랫동안 지속되어 왔다. 최근에는 레이저의 공간 분포를 원하는 형태로 변화시키는 연구가 활발히 이루어지고 있다. 이러한 빔 성형은 레이저 마킹, 핵융합, 레이저 증폭, 레이저 가공, 레이저 열전사를 이용한 디스플레이 제작 등의 다양한 분야에 활용되고 있다. 레이저를 이용하여 유기 LED 박막을 기판의 표면에 인쇄하는 그림 1의 레이저 열전사 장치는 대면적, 신속성, 정밀성 등의 장점이 있으며 이 분야에 빔 성형 기술을 적용하기에 앞서 기초적 연구를 수행한다. [1]

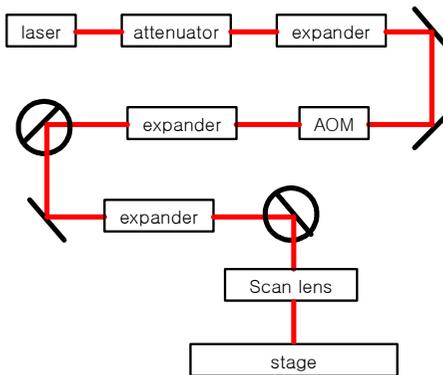


그림 1 레이저 열전사 장치의 구조

TEM₀₀ 모드로 발진하는 레이저 빔의 공간적 분포는 가우시안(Gaussian) 형태를 가진다. 이 레이저를 물체의 표면에 집속하면 초점에서의 빔의 공간적인 분포도 가우시안이 된다. 가우시안 빔의 경우 중심부에서의 레이저 세기가 가장 강하고 주변부로 가면서 약해진다. 이러한 레이저 빔의 공간 분포 형태는 열전사 작업을 할 때에 문자나 그림의 정밀도와 품질에 매우 큰 영향을 미친다. 이 레이저를 물질의 표면에 입사하면 가운데만 깊이 인쇄되고 주변부는 불량한 상태가 된다. 이 같은 단점을 없애려면 레이저 빔의 공간적 모양이 사각모자형(square hat)이어야 한다. 다른 그룹의 연구에 의하면 가장 자리의 세기가 중심보다 더 세어진 분포를 가진 레이저를 이용하면 필름 부착 특성이 더 우수해 진다고 한다.[2]

현재까지 레이저 빛의 공간적 분포를 가우시안 모양에서 다른 모양으로 변화시키기 위하여 성형하는 방법으로 개발된 것들은 매우 다양하나 위상판, 비구면 렌즈계, 미세 광학 소자, 홀로그래픽 판 등의 여러 가지 광학 장치를 이용하는 방법들이 대표적이다.[3, 4] 본 연구에서는 공심형 광섬유를 이용한 빔 성형 장치의 특성을 Lighttools 소프트웨어를 사용하여 분석하였다. 이 소프트웨어는 non-sequential 광선 추적법을 사용하여 광학계의 투과하기 전후의 빛의 세기 분포를 구한다. 가우시안 분포에 가까운 빛은 포물경의 초점에서 나오는 빛의 분포를 이용하여 만들었다. 이 빛은 렌즈에 의하여 내경이 100 μm 이고 외경이 200 μm 이며 길이가 20 cm인 공심 광섬유(hollow fiber)의 중심으로 집속된다. 공심 광섬유를 통과하기 전에는 가우시안에 가까운 분포를 가지나 통과 후에는 그림 2와 같이 중심이 비어있고 가장자리가 강한 분포를 가지게 된다. 공심형 광섬유의 길이와 직경을 변화시키며 다양한 분포의 변화 양상을 연구하였다.

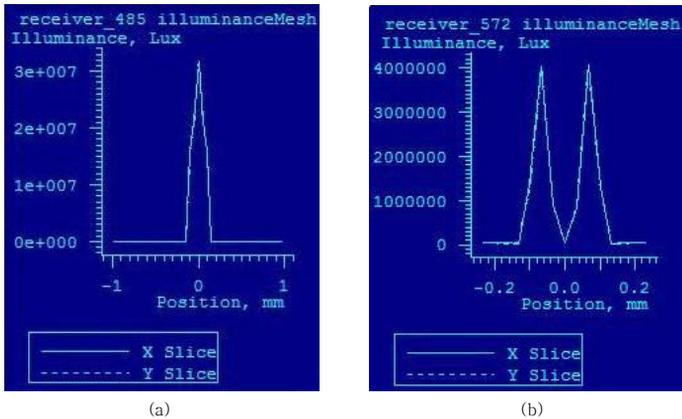


그림 2 (a) 공심 광섬유로 집속되기 전과 (b) 광섬유를 통과한 후의 빛의 세기 분포

[감사의 글] 본 연구는 산업자원부 지역혁신센터(첨단디스플레이제조공정및장비연구센터) 지원으로 수행되었음.

참고문헌

- [1] J. F. Ready, Industrial laser applications (Academic press, 1997).
- [2] S. T. Lee, J. Y. Lee, M. H. Kim, M. C. Suh, T. M. Kang, Y. J. Choi, J. Y. Park, J. H. Kwon, and H. K. Chung, *Society for Information Display 2002 International Symposium Digest*, 784 (2002).
- [3] F.M. Dickey, S.C. Hoswade, D.L. Shealy, Laser Beam Shaping Applications, (Taylor & Francis, 2004);
- [4] Fred M.Dickey and Scott C. Holswade, "Laser Beam Shaping Theory and Techniques" (Marcel Dekker Inc., 2000).