

레이저를 이용하여 원거리의 이미지 평면에서 균일한 빛의 세기를 만드는 렌즈의 설계

최나락, 이재형, 김재순, 정중연, 안근욱
 서울대학교 물리학과, 이오시스템, ADD
 kepple@snu.ac.kr

광학렌즈는 일반적으로 빛을 한점으로 모으는데 쓰인다. 그러나 특수한 경우에 쓰이는 렌즈는 빛을 상대적으로 긴 거리에 퍼트리는데 목적으로 설계되기도 한다. 한 예로 건축현장에서 레벨링작업에 쓰이는 측량기기에는 이러한 목적으로 설계된 레이저와 렌즈 셋이 들어간다. 이 광학계의 목적은 레이저로부터 나온 빛을 90도 정도의 각도로 균일하게 퍼트려서 반사해서 나오는 빛으로부터 자신의 수평 기울기를 측정하는데 있다.

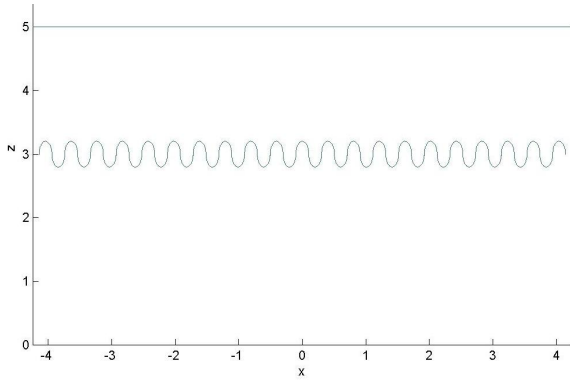
이러한 목적에 맞는 레이저와 렌즈 셋은(이하 BS)은 일정한 각도(일반적으로 90도)이내에서 빛의 분포가 고를수록 정확한 거리 측정을 가능하게 한다. 그러나 현재까지 국내에서 이러한 목적에 맞게 개발된 BS는 이미지 평면에서의 빛의 분포가 고르지 않고 중심부에서 외곽으로 갈수록 빛의 세기가 줄어드는 문제점이 있다. 따라서 보다 정교한 렌즈의 설계를 통해 발산하는 빛의 공간적 세기분포를 제어해 줄 필요가 있다.

이러한 목적으로 현재 쓰이는 렌즈는 한쪽면이 평면이고 다른 한쪽 면은 플러스와 마이너스의 반지름이 교차되는 작은 반복구조의 실린더 형태로 되어있다(그림 1, 그림 2는 이러한 구조의 렌즈에서 이미지 공간에서의 빛의 분포에 대한 시뮬레이션, 그림 3는 실제 제작된 렌즈, 그림 4는 그림 3의 렌즈를 이용하여 완성된 송신부의 사진) 이러한 구조는 레이저로부터 나온 빛의 손실을 최대한 줄이기 위해 고안 되었다.

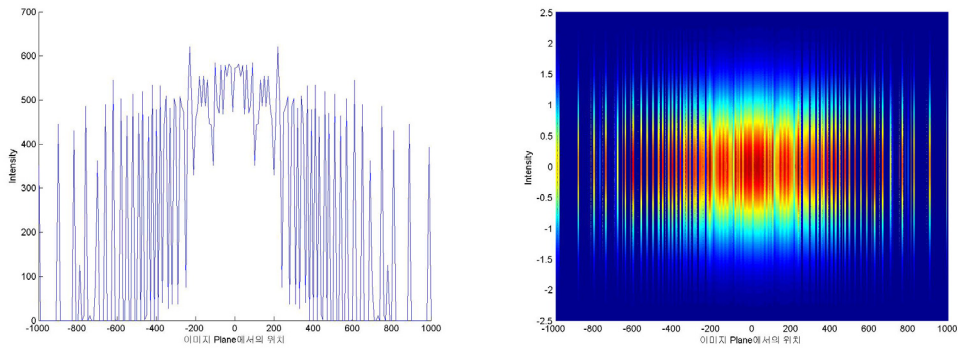
그러나 위의 구조는 전반사에 의한 빛의 손실이 있고 빛의 균일성도 떨어지기 때문에 이점을 보완하기 위해 반복구조인 구면의 반지름을 변화시키고, 반복구조도 기존의 구면에서 비구면으로 바꾸어 보았다. 또한 다른 한쪽 면에 대해서도 평면이 아닌 비구면 설계를 추가하였다.

그러나 이러한 렌즈의 설계를 위해서 기존의 광학계 설계에 보통 쓰이는 상용 프로그램들은 적합하지 않다. 같은 반지름의 렌즈가 반복적으로 붙어있기 때문에 렌즈를 투과한 빛이 주위의 렌즈를 다시 투과하는 현상이 생기고 그 양이 무시할 수 없을 만큼 크기 때문이다.

따라서 입사하는 빛을 샘플링한 후 하나하나의 빛의 광로를 추적해서 반사와 투과를 모두 계산할 수 있는 프로그램을 직접 작성한 후 이를 이용하여 최적의 렌즈를 설계하였다.



(그림 1) 반지름 0.101 mm 실린더렌즈의 모양



(그림 2) (좌)위의 실린더렌즈를 이용한 simulation (우) 이미지 평면에서의 빛의 세기분포



(그림 4) 실린더 형태의 렌즈 모양



(그림 3) 송신부의 완성된 모양

참고문헌

1) Francis A. Jenkins, Harvey E. White, “ Fundamentals of Optics” ,McGraw-Hill , pp130-138 (1965)