

## 360도 전방향 발산각도를 가지는 중공형 원통 프리즘

### Omni-directional laser using hollow tube prism

최진, 박영호, 공홍진

한국과학기술원 물리학과

jinchoi@kaist.ac.kr

1차원의 레이저빔을 공간내의 전방향으로 퍼트리는 새로운 광학기기인 중공형 원통 프리즘에 대해 보고하고자 한다. 중공형 원통 프리즘은 아래의 그림 1과 같이 속이 빈 유리튜브의 구조를 가진다. 레이저광이 유리관의 표면에 입사되면 반사 및 굴절의 현상이 나타난다. 일반적으로 유리는 굴절률이 공기보다 높아 내부반사가 여러 번 일어나므로 유리관 표면에 입사된 레이저빔은 유리관의 곡면을 따라 진행하면서 반사 또는 굴절의 과정을 반복적으로 거치게 된다. 결국, 무한한 반사와 굴절을 통하여 1차원으로 입사된 레이저빔은 360도 전방향으로 퍼지게 된다.

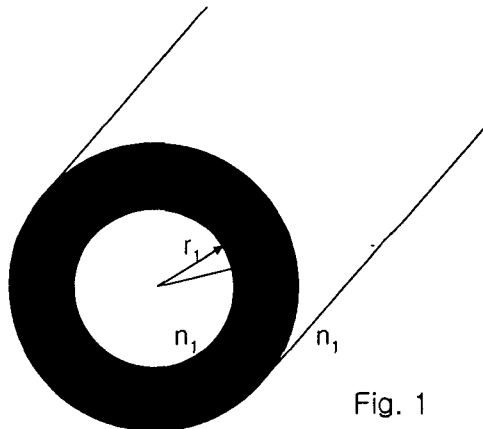


Fig. 1

본 연구에서는, 중공형 원통 프리즘에서 광의 전파특성 및 공간적 분포를 컴퓨터 시뮬레이션과 실험을 통하여 조사하였다. 4%의 수직 표면 반사율을 가지는 일반적인 유리튜브를 중공형 원통 프리즘으로 사용하는 경우, 투과된 광은 360도 공간전체로 퍼져나감을 확인하였다. 스크린이 중공형 원통 프리즘에서 1 m 떨어져있는 경우, 투과된 광선의 세기를 각각의 각도에 대해서 조사해보았다. 그림 2와 같이 대부분의 빔은 입사된 방향과 동일한 방향으로 투과함을 확인하였다. 중공형 원통 프리즘의 실제적인 응용을 위하여 투과된 빔의 세기가 공간적으로 균일하게 되는 최적의 상황에 대해서 조사하였다. 표면에서 반사율, 중공형 원통 프리즘의 내경과 외경을 변화시키면서 360도 전공간에 대해 균일한 분포를 가지는 경우를 찾아보았다. 표면에서의 반사율을 높이기 위하여 유전체 다층박막으로 코팅을 하는 경우 투과된 빔의 공간적 분포는 그림 3과 같이 월등히 개선됨을 확인하였다. 공간적 세기분포가 최대인 경우의 값과 최소인 경우의 값을 비교하여 각각의 경우에 대해서 투과된 빔의 균일도를 조사하였다. 그 결과, 코팅을 하는 경우 균일한 정도가 약 10배 가량 증가함을 확인하였다. 한편, 내경과 외경을 변화시키면서 시뮬레이션한 결과, 내경과 외경의 비가 2.5 ~ 3.0 사이일 때 최적의 결과를 나타냄을 확인하였

다. 한편, 중공형 원통 프리즘을 이용한 전방향 발산은 위에서 기술한 유리튜브의 형태뿐만 아니라 3차원의 구각의 경우에서도 역시 가능하다. 3차원의 구각을 사용하는 경우, 1차원의 레이저 빔은 3차원 공간 전체로 균일하게 퍼지게 된다.

중공형 원통 프리즘의 실제적인 응용은 무궁무진 할 것으로 예측한다. 그 한 예로, 산업용 기준계와 보안시스템에 적용하는 경우를 살펴보았다.

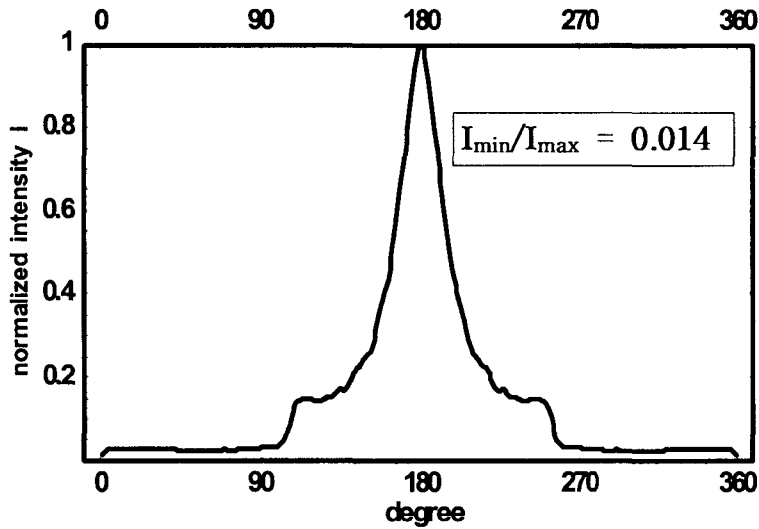


Fig. 2 코팅이 되지 않은 유리튜브 (내경 : 1.9mm, 외경 : 3.5mm)를 사용한 경우, 투과된 빔의 공간적 분포

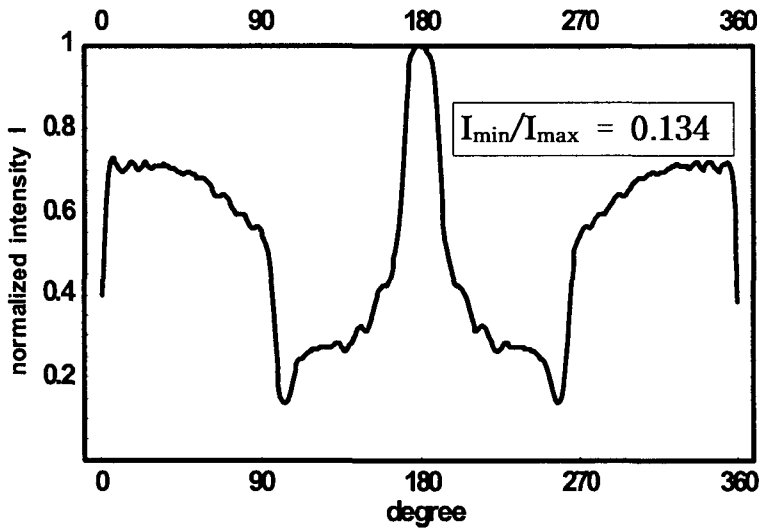


Fig. 3 유전체 다층박막 코팅이 된 유리튜브 (내경 : 1.9mm, 외경 : 3.5mm)를 사용한 경우, 투과된 빔의 공간적 분포