

중공형 원통 프리즘

Hollow tube prism

공홍진, 최진, 박영호
 한국과학기술원 물리학과
 hjkong@kaist.ac.kr

레이저 광선이 발명이 된 이래로 레이저 빔을 360도 전 방향으로 발사시키는 광학적 장치의 필요성이 매우 컸으며, 이를 이용한 응용장치가 많이 있다. 그러나, 불행히도 이제까지 레이저 빔을 360도 전 방향으로 발사시키는 광학적인 단일 요소가 개발된 적이 없었다. 이 레이저 빔을 360도 전 방향으로 발사시키는 광학적 장치는 회전거울 혹은 회전 홀로그램을 이용한 것이 고작이었다. 하지만, 이러한 회전식 장치는 장치의 복잡성, 회전 모터의 회전축의 오차 등 여러 가지 불편한 점이나, 유지보수의 어려움 등을 가지고 있었다. 이번에 새로 발명이 된 중공형 원통 프리즘은 360도 전 방향으로 고르게 광선을 분사시킬 수 있는 광학적 단일요소이며, 이는 세계적으로나 역사적으로 최초의 발명에 해당하는 것으로 저자들은 알고 있다.

그 구성은 매우 간단하다. 그림 1과 같이 가운데가 비어 있는 중공형 원통 유리 튜브에 수직으로 레이저 광선을 입사시키게 되면, 빛은 중공형 원통 프리즘의 내벽과 외벽의 2개의 경계면에서 무한히 반사와 굴절을 반복하면서, 입사한 광선의 입사면에 평행한 방향으로 발산되게 된다. 이 결과 레이저 광선은 입사한 입사면에 평행한 방향의 평면을 따라서 360도로 퍼져 나가게 된다.

그러나, 이 때에 퍼져 나가는 광선의 각도 분포는 그림 2와 같이 균일하지 못하고, 입사 방향 쪽으로 더 세게 진행이 된다. 이를 균일하게 분포시키기 위하여 중공형 원통 프리즘의 외벽에 적절한 유전체 다층 박막을 증착하여 주면, 그림 3과 같이 발산 분포는 그림 2에 비하여 매우 개선이 되었다. 즉, 그림 2에서는 아직까지는 완전한 균일한 분포를 얻지는 못하였지만, 코팅을 하지 않은 중공형 원통 프리즘에 비하여 훨씬 좋은 각도 분포를 가지고 있음을 알 수 있다.

본 연구에 사용된 중공형 원통 프리즘의 외경은 약 6밀리미터, 내경은 3밀리미터이고, 길이는 1센티미터인 것이다. 물론, 다른 외경과 내경에 대하여서 많은 시뮬레이션을 하였으나, 본 연구에서 발표할 실험 결과는 약 외경 6mm, 내경 3mm인 경우에 대하여서만 보였다.

이번에 발명한 중공형 원통 프리즘은 형체에 회전식 거울로 사용하고 있는 레이저 레벨기, 보안 시스템, 레이저 광학 디스플레이 등의 많은 응용 분야에 회전 거울을 대신 사용하게 될 것으로 전망이 된다. 그러나, 무엇보다도 기존의 회전식 거울은 스캐닝 방식이지만, 본 중공형 원통 프리즘은 정적인 발산체로서 그 응용분야가 다르게 개발되어질 것으로 예상이 된다. 더 나아가서는 기존의 고전적 광학 요소인, 렌즈, 거울, 프리즘과 더불어 광학적 학문 분야에도 많이 사용 되리라고 기대한다.

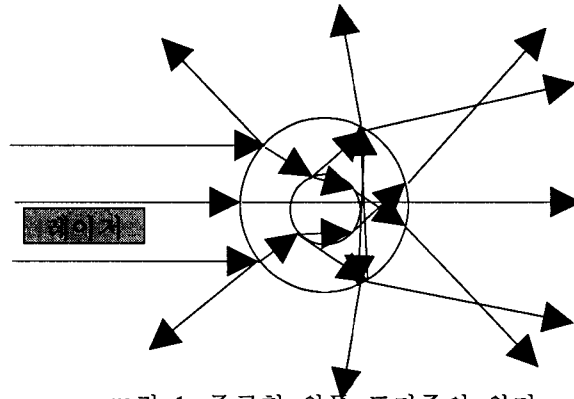
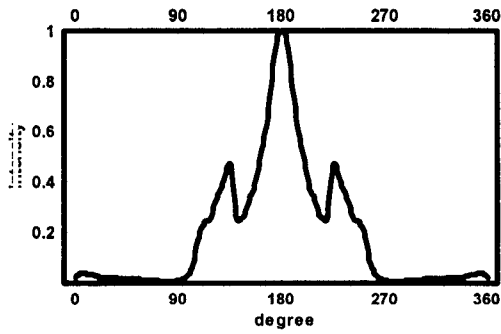
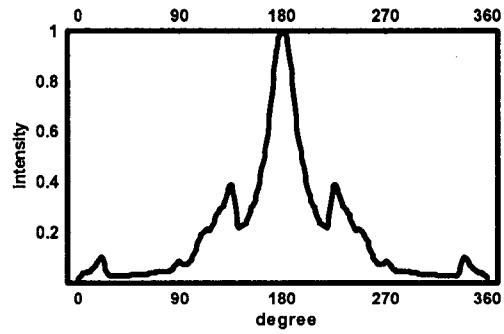


그림 1, 중공형 원통 프리즘의 원리

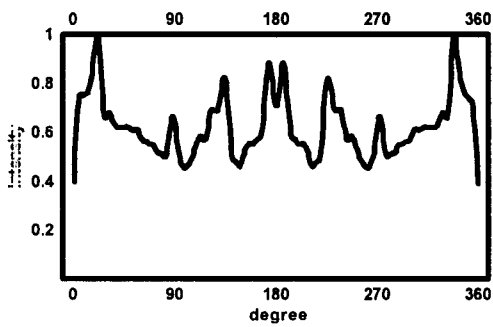


(a)

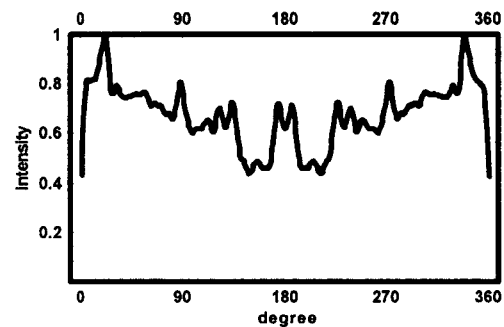


(b)

그림 2. 코팅을 하지 않은 중공형 원통 프리즘에 대한 P파에 대한 각도 분포(a), S파에 대한 각도 분포(b).



(a)



(b)

그림 3. 적절한 유전체 다층박막의 코팅을 한 중공형 원통 프리즘에 대한 P파에 대한 각도 분포(a), S파에 대한 각도 분포(b).