

광섬유 Fabry-Perot 간섭계를 이용한 초음파의 검출

Detection of Ultrasonics by Optical Fiber Fabry-Perot Interferometer

지성훈*, 박동빈*, 김달우**

*포항공과대학교 물리학과, **포항공과대학교물리학과 및 포항산업과학연구원
shjee@postech.ac.kr

초음파는 일반적으로 물질의 내부결합을 측정하거나 결정입경과 같은 물질의 특성을 측정하는데 사용된다. 현재 초음파를 검지하는 방법으로는 탐촉자를 물질에 접촉시켜서 초음파를 측정하는 접촉식 방법이 널리 사용되고 있다. 따라서, 이러한 접촉식 초음파 검출방법은 원격탐사를 하는데에 어려움이 있다. 이런 문제점을 보완하기 위하여 본 연구에서는 패브리-페로 간섭계(Fabry-Perot interferometer)를 이용하여 비접촉식으로 초음파를 검출하는 방법에 대하여 실험하였다. 패브리-페로 간섭계는 낮은 주파수를 갖는 외부의 진동에 민감하지 않기 때문에 상대적으로 높은 진동수를 가지고 있는 초음파를 검출하고 측정할 경우에 외부의 진동에 의한 잡음과 분리된 초음파 신호를 검출하는 것이 용이하다.

물질내에서 초음파를 발생시키기 위해서 펄스 레이저를 시편의 앞면에 입사시켰다. 또한, 초음파를 검지하기 위해서는 CW 레이저를 시편의 뒷면에 입사시켰다. 이때 시편의 앞면으로부터 발생된 초음파가 시편의 뒤쪽 표면에 도달하게 되면 도플러 효과에 의해 시편 표면에서 반사되는 레이저 빔의 파장이 변하게 되므로 패브리-페로 간섭계를 통과하는 빔의 세기가 변하게 된다. 따라서, 투과되는 빛의 세기의 변화를 측정하여 초음파 신호를 검지할 수 있다. 이러한 초음파에 의한 반사 빔의 파장 변화의 크기는 시편 표면 변위의 속도에 비례하므로 초음파의 세기(진폭)가 크면 표면 변위의 변화량이 커지고 이 변화가 일정 시간동안 일어나므로 변위속도가 크다. 그러므로, 패브리-페로 간섭계의 출력신호는 초음파의 세기와 비례한다. 그러나, 공초점 패브리-페로 간섭계(Confocal F-P interferometer)나 평면 패브리-페로 간섭계(Plano-plane F-P interferometer)는 입사광에 비해서 반사광의 손실이 크다는 단점을 가지고 있다. 따라서, 이러한 손실을 최소화하기 위해서 광섬유를 이용한 광섬유 패브리-페로 간섭계(Optical fiber F-P interferometer)를 설계 및 제작하였다.

광섬유 패브리-페로 간섭계는 하나의 광섬유 내에서 입사광의 경로와 반사광의 경로를 모두 포함하므로 외부의 영향을 받지 않을 뿐만 아니라, 입사된 광의 손실이 매우 작기 때문에 다른 간섭계에 비해서 효율이 높은 장점을 가지고 있다. 따라서, 본 연구에서는 그림1과 같이 단일모드의 광섬유를 수직으로 절단한 다음 광섬유의 양끝단에 반사율이 95%인 거울을 수직으로 붙여서 실린더형 PZT에 감아서 제작하였다.

또한, 광섬유 패브리-페로 간섭계를 이용하여 초음파를 검출하기 위해서 그림2와 같이 광학시스템을 구성하였다. 광섬유 패브리-페로 간섭계에서 광섬유 안으로 입사하는 빔의 세기가 변화하면 PZT를 둘러싸고 있는 광섬유에 영향을 주게 되며 이러한 영향을 PZT가 전기적 신호로써 감지하게 된다. 이러한 초음파 신호를 측정하기 위하여 PZT 및 Ramp generator를 통해서 간섭계의 안정화를 이루고, PI controller로 투과율을 조정하였다.

[참고문헌]

1. 박성균, "광섬유 전송에 의한 레이저 초음파 발생과 Fabry-Perot 간섭계를 이용한 초음파 검지", 석사학위논문, 2003, 포항공과대학교.
2. J.E. Bowers, "Fiber-optical sensor for surface acoustic waves", Appl. Phys. Lett. 41(3), 1 August 1982.

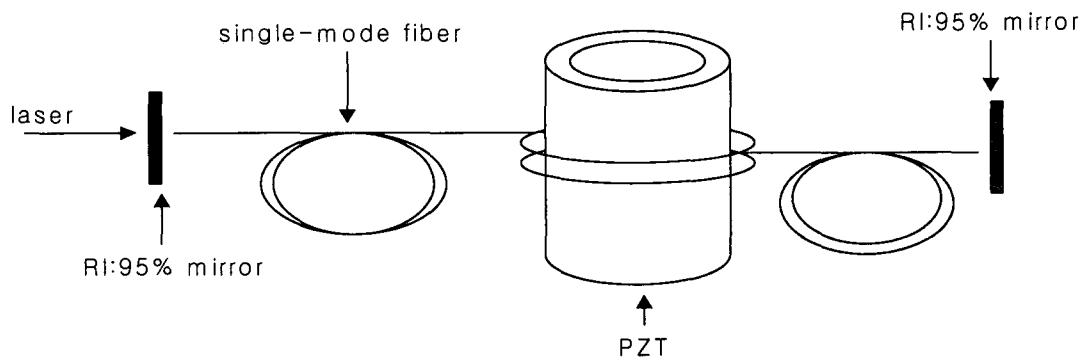


그림1. Optical fiber Fabry-Parot interferometer

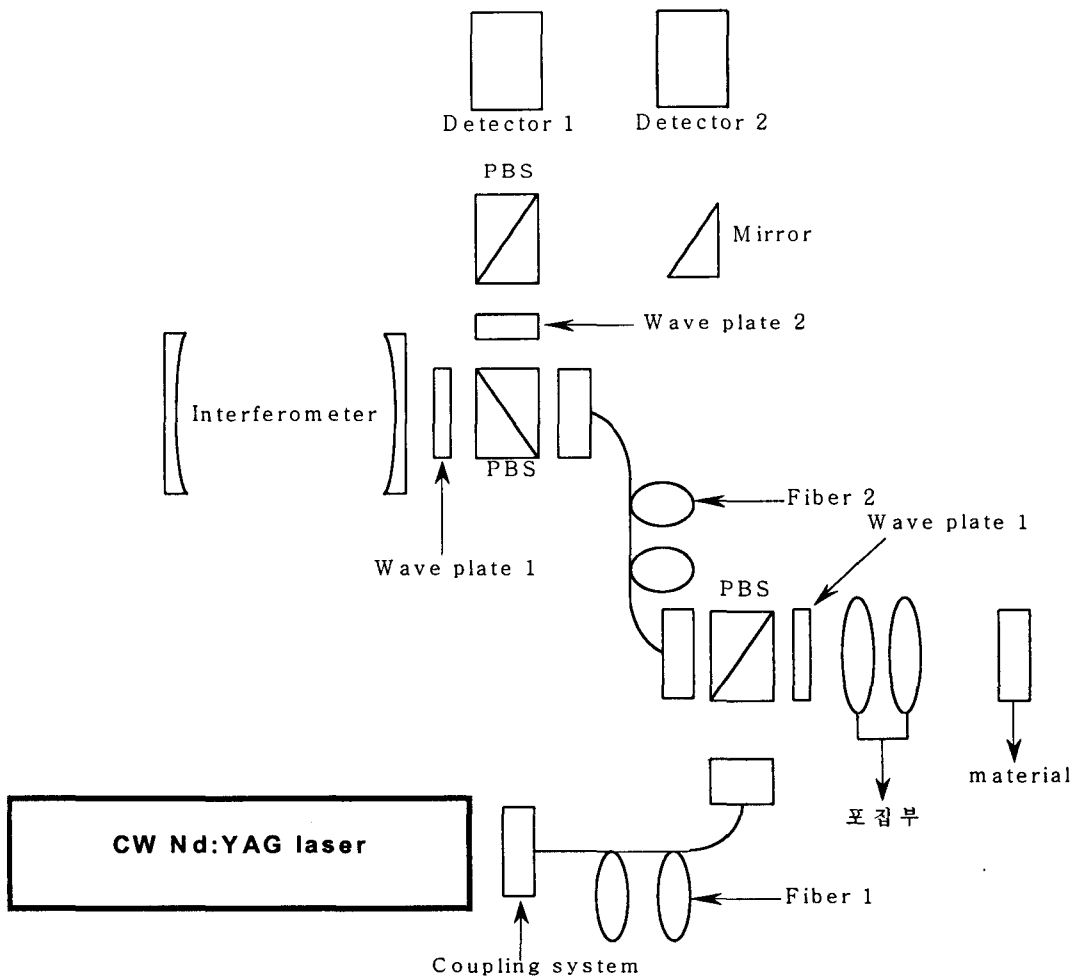


그림2. 광섬유 패브리-페로 간섭계를 이용한 광학시스템