

펄스 레이저에 의한 초음파 발생과 광섬유 Fabry-Perot 간섭계를 이용한 초음파 검지

「Generation of laser-induced ultrasonics and their
detection by optical fiber Fabry-Perot interferometer」

박동빈*, 지성훈*, 김달우**

*포항공과대학교 물리학과, **포항공과대학교물리학과 및 포항산업과학연구원
bin025@postech.ac.kr

고출력 펄스 레이저가 고체상태의 금속 표면에 입사하면 물체 내부에서 초음파가 발생된다. 이때 발생된 초음파를 측정함으로써 물질내부에 존재하는 결정입자의 크기나, 결함의 유무 등을 확인할 수 있다. 펄스 레이저에 의한 초음파 발생은 입사되는 레이저의 출력 및 파장에 따른 물체의 에너지 흡수정도에 따라서 각기 다른 방식으로 초음파가 발생된다. 레이저의 에너지가 저출력일 경우에는 열탄성 효과(thermoelastic effect)에 의해서 초음파가 발생되고, 고출력일 경우에는 물체의 표면에서 입자들이 융발(ablation)을 일으켜서 초음파가 생성된다.

본 연구에서는 파장이 1064 nm인 펄스 레이저를 통해서 초음파를 발생시키고, 발생된 초음파를 파장이 532 nm인 CW 레이저와 광섬유 Fabry-Perot 간섭계를 통해서 측정하는 실험을 실시하였다.

광섬유 Fabry-Perot 간섭계는 기존의 다른 Fabry-Perot 간섭계보다 focusing 하는 데에 있어서 다소 어려운 단점이 있으나, 안정성이 높고, 부피가 작고, 광섬유를 이용하기 때문에 광학계의 유동성이 뛰어나다는 장점이 있다. 이 실험에서는 그림 1과 같이 광섬유 Fabry-Perot 간섭계의 안정성을 높이기 위하여 편광유지 광섬유와 원통형 PZT를 사용함으로써 외부의 영향을 최소화하였다.

기존의 공초점 Fabry-Perot 간섭계의 bandwidth는 그림 2에서와 같이 4.78 Mhz 인데 비해서, 광섬유 Fabry-Perot 간섭계의 bandwidth는 0.82 Mhz 로 훨씬 작다는 것을 실험적으로 알 수 있다. 이는 간섭계에서 투과되는 빛의 투과율이 1/2 부근에서 기울기가 커서 주파수 변화에 따른 투과율의 변화가 가장 크기 때문에, 간섭계의 bandwidth가 작으면 작을수록 초음파의 신호를 검출하는데 용이하다.

그림 3에서 측정된 초음파 신호를 살펴보면, 첫 번째 피크와 내부반사에 의한 두 번째 피크 사이의 시간적 차이와 시편의 두께를 측정함으로써 검출된 종파의 속력이 5.93×10^3 m/s임을 측정할 수 있었고, 첫 번째 피크를 FFT한 결과 3.10 Mhz의 고주파임을 알 수 있었다.

앞으로 추가적인 연구를 통하여 시편에 광원을 입사시켜서 종파 신호의 감쇠를 통

하여 결함의 위치를 알아내는 실험과 편광유지 광섬유의 길이변화를 줌으로써 초음파 스펙트럼의 변화가 어떤 상관관계가 있는지에 대한 추가 실험을 하고자한다.

Reference.

- [1] C B Scruby and L E Drain, Laser Ultrasonics Techniques and Applications, Adam Hilger. 1990.
- [2] Sandra Nowland Hopko, I. Charles Ume, Laser generated ultrasound by material ablation using fiber optic delivery. Ultrasonics 37 P.1-7, 1998.
- [3] Mingzheng Jiang, Edmund Gerhard, A simple strain sensor using a thin film as a low-finesse fiber optic Fabry-Perot interferometer. Sensoes and Actuators. A88 P.41-46, 2000.

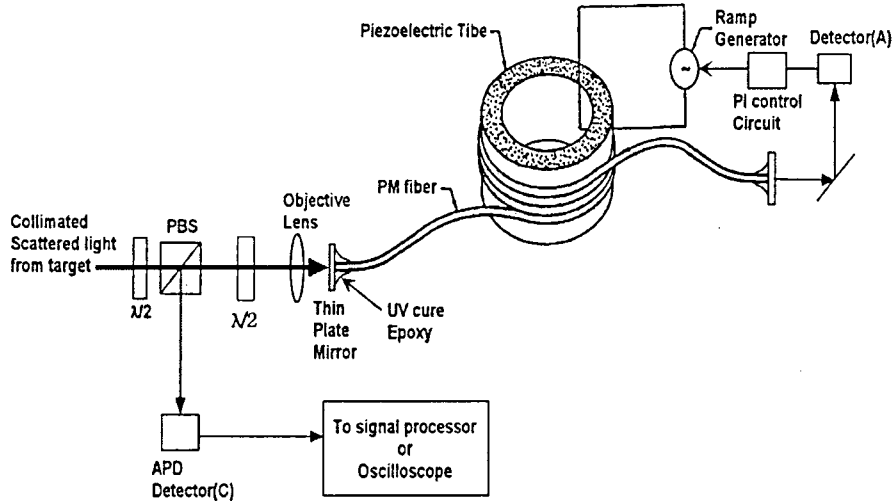


그림 1. 광섬유 Fabry-Perot 간섭계의 구조

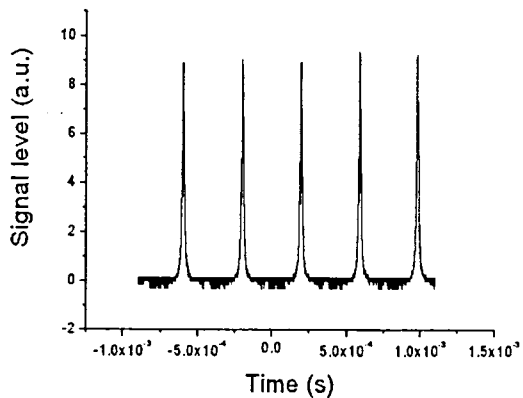


그림 2. 간섭계의 간섭무늬

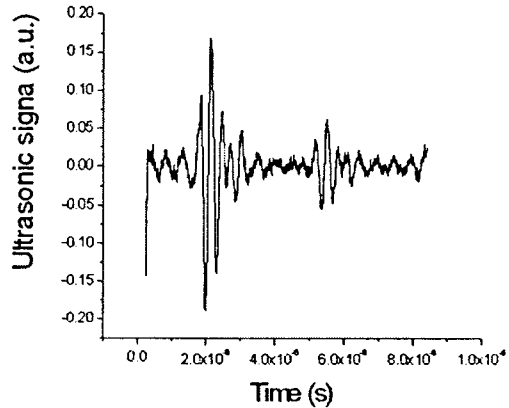


그림 3. 초음파 신호