

레이저 유도 초음파 시스템을 이용한 신호 검출

Detection of Signal using Laser-generated Ultrasonic Testing System

박문철, 백성훈, 박승규, 김민석, 임창환
 한국원자력연구소
 dabsters777@nate.com

초음파 시험 기법은 비파괴검사 분야에서 오래 전부터 많이 사용되어 왔다. 이 기법은 주로 탐촉자를 이용해서 초음파 신호를 발생하고 그 신호를 이용해서 결함을 검출한다. 하지만 이것은 복잡한 형상의 시편이나 협대역에서는 균열 검출이 어렵다. 그리고 탐촉자를 이용한 방법은 접촉식이기 때문에 원자로 압력용기 같은 방사능 구조물에서는 적용할 수가 없다. 그러나 비접촉식 발생 및 감지 기법과 광대역 및 협대역에서의 신호발생의 특징이 있는 레이저 초음파 시스템은 레이저 빔을 이용해서 초음파를 발생하고 이 초음파 신호를 이용하기 때문에 그러한 부분들도 검사가 가능하다. 그래서 최근에는 레이저를 이용한 초음파의 송수신 기술에 대한 연구가 활발하게 이루어지고 있다.

레이저 초음파 기술은 초음파를 발생시키는 펄스레이저와 초음파 신호를 검출하는 레이저 간섭계로 구성된다. 초음파 신호를 검출하는 간섭계로는 Mach-Zehnder 간섭계, Fiber-optic 간섭계, Wave-mixing 간섭계, 공초점 Fabry-Perot 간섭계 등 여러 가지가 있는데 이 중에서 넓은 각도로 산란된 많은 스펙클을 받을 수 있는 공초점 Fabry-Perot 간섭계를 사용하였다. 그림 1은 공초점 Fabry-Perot 간섭계의 광학적 배치를 보여준다.

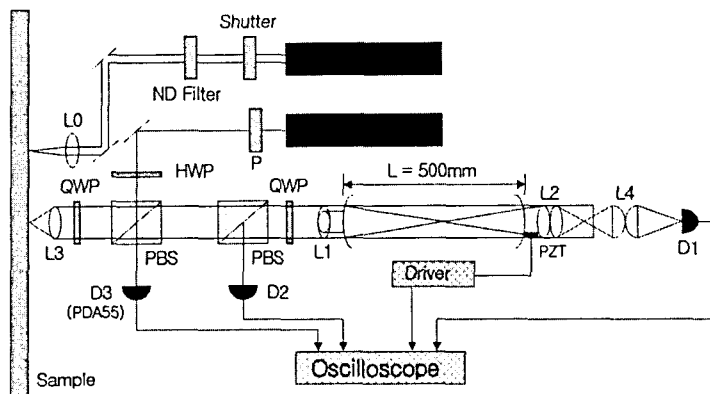


그림 1. 공초점 Fabry-Perot 간섭계를 이용한 레이저 유도 초음파 시스템의 구성도

간섭계에 투과된 프린지 패턴은 환경적요인 및 간섭계의 열적 흐름 및 진동 때문에 불안정하다. 안정된 초음파 신호를 얻기 위해선 프린지 안정화 장치가 필요하다. 이번 연구에서 공초점 Fabry-Perot 간섭계를 위한 프린지 안정화 모듈을 개발했다. 이것은 PZT를 이용해서 전압을 제어해 간섭계에 의해 투과된 레이저 빔을 최적위치에 둔다. 그림 2는 프린지 안정화 장치의 모습으로 페루프 작동을 하

면서 투과율의 값을 항상 일정한 값으로 유지하는 기능을 갖는다.

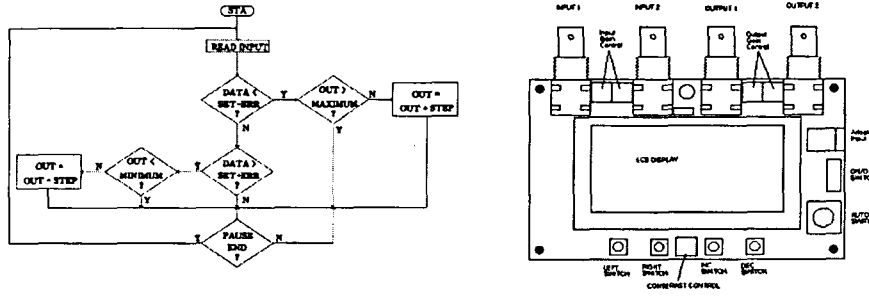


그림 2. 정적 안정화 장치 신호 처리도 및 장치 개략도

프린지 안정화 장치를 이용해 레이저 초음파 시스템의 테스트를 위해서 몇 가지 험을 수행했다. 그림 3은 중심주파수가 5MHz 인 탐촉자의 초음파 신호이고 그림 4는 간섭계에 의해 측정된 레이저 유도 초음파 신호이다. 사용된 시편은 두께가 15mm 인 카본스틸이다. 이 그림에서 알 수 있듯이 레이저 초음파 시스템이 탐촉자에 의한 신호보다 더 광대역폭의 특징을 가지고 있기 때문에 재료에 대한 미소균열 검사에 적용할 수 있다.

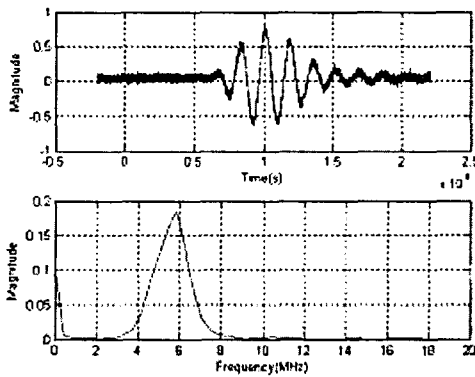


그림 3. 탐촉자에 의한 초음파 신호

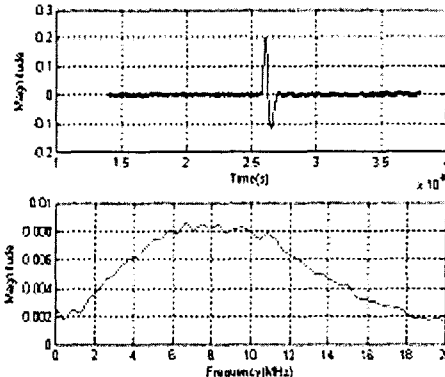


그림 4. 레이저 초음파 시스템에 의한 초음파 신호

레이저 초음파 시스템을 구축해서 이 시스템의 성과를 테스트하기 위해 몇몇 레이저 초음파 실험을 수행하였고, 종파 및 표면파의 신호도 얻을 수 있었다. 그리고 이것을 탐촉자를 이용한 방법의 실험적 결과로써 초음파 신호와 그 신호에 대한 주파수를 비교 분석해 보았다.

참고문헌

[1] C.B Scruby, L.E. Drain, Laser Ultrasonics: Techniques and Applications, Adam Hilger, Bristol, 1990.
 [2] T. Miura, M. Schiai, H. Kuroda, S. Soramoto, S. Kanemoto, laser-induced surface wave testing : A new method for measuring the depth of cracks, 9th international conference on nuclear Engineering (ICONE-9), Nice, April 2001, Paper No. 312.
 [3] B. Mitra, S. Shelamoff, D.J. Booth, An optical fibre interferometer for remote detection of laser generated ultrasonics, Measurement Science and Technology, Vol. 9, 1432-1436, 1998

T
F