

PZT를 이용한 OCT 시스템의 고속 스캐닝에 관한 연구

Study for fast scanning of OCT system using PZT

박성진, 김영관, 김용평
 경희대학교 전자정보학부
 ikmio@yahoo.co.kr

OCT(Optical Coherence tomography)는 광의 간섭 현상을 이용한 새로운 의료 영상 기술로써 마이크로 단위의 고해상도 생체 내부 영상을 얻을 수 있으며, 생체 광학 특성 분석 및 광학 의료 기기 연구의 주요 관심사가 되고 있다. 살아있는 생체에 OCT를 적용하기 위해서는 생체 내부 움직임에 영향을 받지 않는 빠른 속도의 영상 포착이 필요하다. PZT는 빠른 응답 특성과 수 kHz의 공진 주파수를 갖고, 구조가 간단하여, 고속의 시스템을 쉽게 구성할 수 있는 장점이 있다. 본 연구에서는 PZT(Piezoelectric Tube)를 이용하여 고속의 OCT 시스템을 구현하였고, PZT의 구동 주파수에 따른 간섭 신호를 측정하였다.

OCT는 delay line의 길이 변화에 따른 sample 내부에서의 간섭 현상을 통해 sample의 깊이 정보를 알 수 있고, delay line의 빠른 변화를 통해 sample의 빠른 스캐닝이 가능하다. 이를 위해 그림 1에서 보는 바와 같이 PZT의 외부에 광섬유(single-mode fiber)를 감아 reference arm의 delay line으로 사용하였다. 그리고 PZT에 감긴 광섬유 길이만큼의 패치를 sample arm에 연결하여 OCT 시스템을 구현하였다. PZT는 전압을 인가하면 역압전효과에 의해 PZT를 구성하는 결정체가 변형을 일으켜 PZT 지름이 커진다. 이에 따라 PZT 둘레의 광섬유는 늘어나게 되고, 광섬유를 지나가는 광의 delay를 유발시킨다. PZT의 지름변화는 piezoelectric charge constant(d_{33})와 인가 전압의 곱($d_{33} \times V$)으로 표현된다. 광섬유의 길이 변화(Δd)는 광 경로 차가 되며, 변화량은 PZT 지름 변화에 따른 원주의 변화와 PZT에 감긴 광섬유 회수의 곱으로 표현된다. delay line의 속도는 PZT의 구동 주파수에 따라 결정되며, PZT를 이용한 고속의 OCT 시스템을 구성하는데 중요한 요소가 된다.

본 실험에서는 광원은 중심파장 1550nm, 스펙트럼 폭 35nm(가간섭길이 30.2 μ m)의 SLD를 사용하였고, $d_{33} = 618 \times 10^{-12} \text{ m/V}$ 특성을 갖는 PZT를 사용하였으며, PZT에 광섬유 16m를 130회 감아 400 V_p-p 의

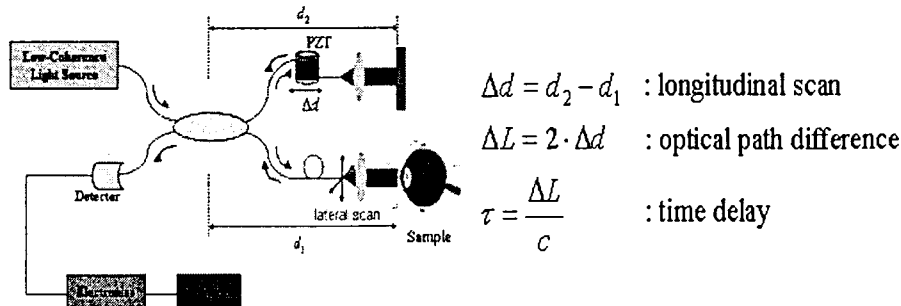


그림 1. PZT를 이용한 OCT diagram

구동 전압을 인가하였다. 이 때의 광 경로의 길이 변화는 $100\mu\text{m}$ 이다. 그리고 선형적으로 변하는 왕복운동을 위해 삼각파 전압을 인가하였다. PZT의 구동 주파수를 100Hz에서 1kHz까지 주파수를 변화시키며 실험하였고, sample은 유리판을 사용하였다.

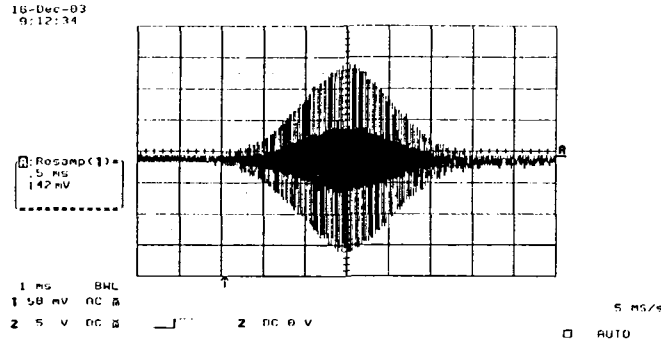


그림 2. PZT 100Hz 간섭 신호

그림 2는 PZT의 구동 주파수 100Hz에서 측정된 간섭 신호이다. 그림 3은 인가 전압 400V에서 PZT의 구동 주파수에 따른 간섭 신호이다.

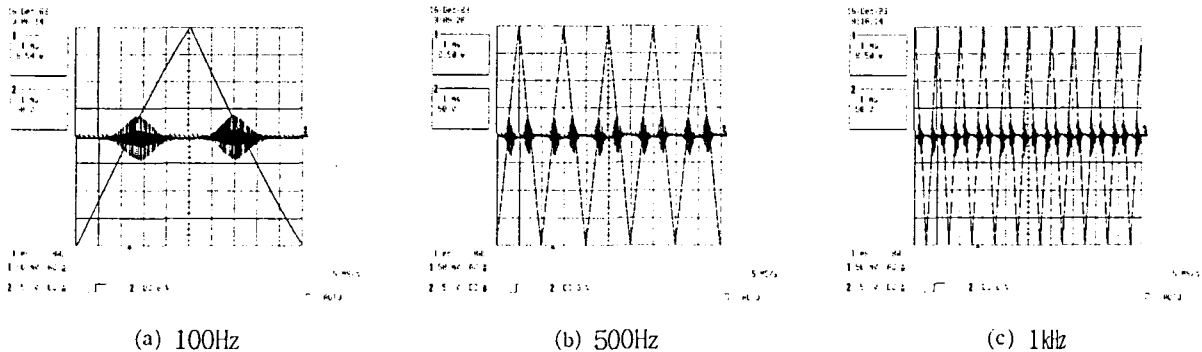


그림 3. PZT의 구동 주파수에 따른 간섭 신호

본 연구에서는 PZT를 delay line으로 이용하여 OCT 시스템을 구성하였으며 유리판 표면의 선명한 간섭 신호를 얻었고, 1kHz의 속도로 PZT를 동작시켜 간섭 신호를 얻었다. 그리고 PZT에 인가되는 전압의 변화만으로 튜닝이 가능하고, 쉽게 고속의 OCT 시스템 구현이 가능함을 보였다. 이는 고속의 생체 영상 획득이 가능한 OCT 시스템으로 이용될 수 있을 것이다.

참고문헌

1. Zhongping Chen, "Optical Coherence Tomography", pp.20 - 29.
2. Gladkova ND & Ioannovich, "Compact fast-scanning OCT device for in vivo biotissue imaging.", 1996.
3. Michael H. Frosz, "Optical Coherence Tomography: System Design and Noise Analysis", pp.8-9
4. E. A. Swanson & J. G. Fujimoto, "Rapid acquisition of in vivo biological image by use of optical coherence tomography", Optics Lett 21, pp.1408 - 1410, 1996.
5. Lars Thrane, "OCT: modeling & applications", Riso lab, pp.30-34