

Low coherence 특성의 SLD를 이용한 2차원 OCT 영상 구현

2-D OCT image implementation using low coherence SLD

정태호*, 박양하, 오상기, 김용평
경희대학교, 전기연구소

Tae-Ho Chung*, Yang-Ha Park, Sang-Gi Oh, Yong-Pyung Kim
Kyung Hee University, Korea Electrotechnology Research Institute

e-mail : pd5840@empal.com

Abstract - Optical Coherence Tomography is a new medical diagnostic imaging technology which can perform micron resolution cross-sectional or tomographic imaging in biological tissue. In this paper, we analyze OCT system. And we have 2-dimensional OCT image implementation using low coherence SLD.

1. 서 론

최근 선진국에서는 생체 광학특성 및 광학 의료기기에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 그중 하나인 OCT(Optical Coherent Tomography)는 인체에 무해하며, 생리학적, 탈 방사선적 진단이 가능하고, 고분해능 광단층 영상을 얻을 수 있어, 최근 관심이 증대 되고 있다. 본 논문에서는 OCT의 기본 이론을 광대역 스펙트럼을 가지는 낮은 코헤어런스 특성을 지니는 광원에서 간섭을 통해 설명하였고, 마이켈슨 간섭계로 구성된 헤테로다인 간섭계 통하여 얻은 신호 특성을 이용한 2차원 영상을 제시하였다.

2. 원 리

OCT는 그림 1과 같이 Michelson 간섭계, 광검출기, 대역통과 필터, 아날로그/디지털 변환기, 신호처리를 위한 컴퓨터로 이루어진다. OCT를 위한 Michelson 간섭계는 레퍼런스 암의 길이 L_1 과 L_2 의 경로차에 의한 위상차에 의해 광검출기 부분에서 관측되는 간섭 무늬를 관찰하여서 샘플의 깊이 정보를 알 수 있다. 낮은 코헤어런스 특성을 가지는 소스는 광대역 스펙트럼($\Delta\lambda=10\sim 100\text{nm}$)을 가지는데 이는 간섭 길이 $L_c(2\sim 15\mu\text{m})$ 에서 위상관계를 가지고 $\Delta L < L_c$ 인 조건을 만족할 때 그림 2와 같은 간섭현상이 관찰된다. 간섭 무늬는 소스의 코헤어런스 길이 내에서 광학적 경로 길이가 매칭될 때 SLD의

Source power의 스펙트럼 밀도 $S_0(\nu)$ 가 $S_0(\nu) \propto e^{-4 \ln 2 \left(\frac{\nu - \nu_0}{\Delta\nu} \right)^2}$ (1)과 같이 가우시안

형태를 가지면, 광검출기 에서 검출되는 신호는 $\Gamma_{oct}(\tau) \propto e^{-4 \ln 2 \left(\frac{\Delta L}{L_c} \right)^2} \cos(2\pi \Delta L \nu)$ (2)과 같이 그림 2와 같은 낮은 코헤어런스 간섭 특성 파형인 신호로 검출된다.

3 실험 및 결과

SLD 드라이버로 SLD를 구동하여 신호를 광섬유와 커플러로 구성된 간섭계로 보낸 후 각각 샘플과 미러를 통해 반사된 후 다시 광검출기로 돌아와 간섭이 일어나는 신호를 증폭기를 통해 증폭하고 대역

통과 필터를 통해 거른 후 오실로스코프로 관측하였다. 그림 4는 유리판 1장을 통한 출력특성 파형이다. 유리판의 입력부와 출력부에서 각각 1번씩 그림2와 같은 SLD의 낮은 코헤어런스 간섭 특성 파형을 얻었다. 이를 엔벨로프 신호로 변환하면 그림 5와 같이 변환된다. 엔벨로프의 높이를 인텐시티의 강도로 변환하여 그 밝기에 따라 지정된 위치에 밝기를 포함한 위치 정보로 표시하고 이를 lateral scanning 하며 열을 바꾸어 계속적으로 기록하여 얻은 2차원 영상이 그림 6이다.

4 결론

본 논문에서는 망막용 OCT를 제작하기 위하여 먼저 Michelson 간섭계를 기반으로 하는 OCT에 대하여 그 이론적 내용과 실험장치 구성 및 결과값을 제시하였다. 여기서 얻어진 실험 결과값은 아날로그/디지털 변환기 신호처리를 위한 컴퓨터를 사용하여 광단층 영상화 하였다. 20 μm 이내의 OCT image를 획득하기 위한 실험을 계속할 예정이다.

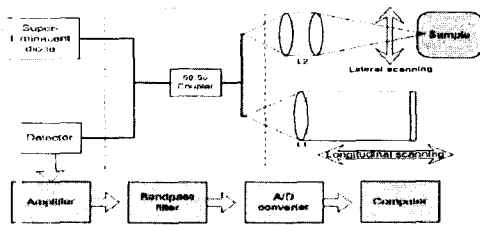


그림 1. OCT의 구성도

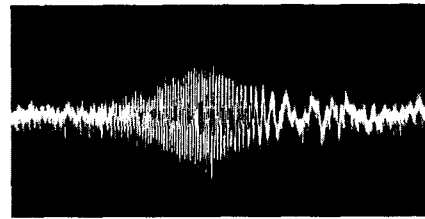


그림 2. SLD의 낮은 코헤어런스 간섭 특성 파형

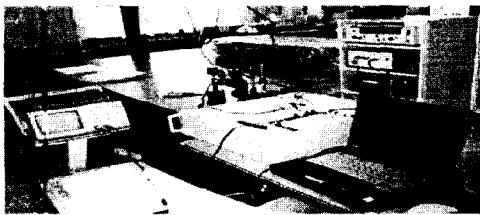


그림 3. OCT 실험장치 사진

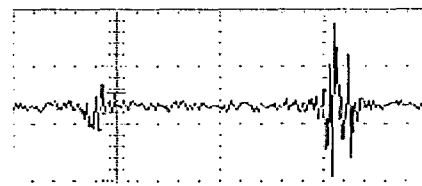


그림 4. 유리판 1장의 출력 파형

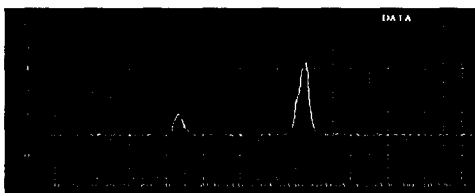


그림 5. 유리판 1장의 출력 파형의 엔벨로프 변환



그림 6. 유리판 1장의 2차원 영상

참고문헌

- [1] Zhongping Chen, "Optical Coherence Tomography", pp.20-30.
- [2] Lars Thrane, "OCT: modeling & applications", Riso lab, pp.30-35, May 2001.
- [3] David Huang, SM, Jyhpyng Wang, C.A.Puliafito, and James G, Fujimoto, "Micron-resolution Ranging of Cornea Anterior Chamber by Optical Reflectometry", pp.1-5.
- [4] Fujimoto, "OCT of the human retina", Arch Ophthalmol, vol 113, Mar 1995, pp.1-5.