

# 파장변환광원을 이용한 고속 광결맞음 단층촬영장치 개발

## Development of high speed optical coherence tomography using wavelength-swept source

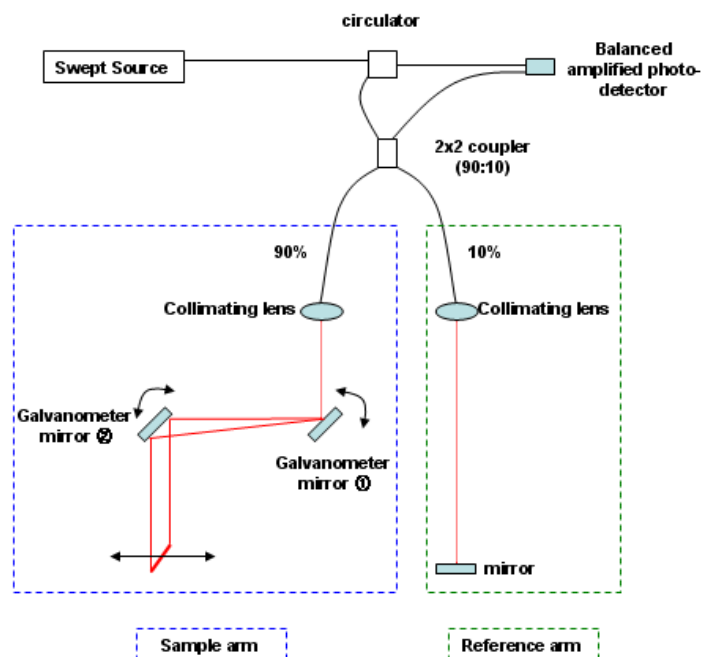
장재영, 유지영, 강진호, 이상원, 김법민  
연세대학교 보건과학대학 의공학부  
e-mail : mymam2@naver.com

광 결맞음 단층촬영장치 (Optical Coherence Tomography, OCT)는 저가간섭의 빛을 이용하여 생체 조직을 비침습적(in-vivo) 방법으로 고해상도(1~5 $\mu$ m)의 단면 영상을 획득하는 기술이다.<sup>[1][4]</sup> OCT는 깊이 스캐닝 방법에 따라 시간 영역의 OCT (Time domain OCT, TD-OCT)와 스펙트럼영역의 OCT(Spectral domain OCT, SD-OCT)로 나눌 수 있다.<sup>[1]</sup> TD-OCT는 물리적인 움직임에 의해서 깊이 정보를 획득하지만 SD-OCT는 물리적인 동작 없이 빛을 각각의 파장대별로 분리시켜 검출한 다음 이를 푸리에 변환함으로써 깊이 정보를 획득하게 된다.<sup>[2]</sup> 따라서 물리적인 동작이 없는 스펙트럼 영역의 OCT가 생체 조직의 이미지를 획득하기 때문에 측정 시간이 짧고, 신호 대 잡음비(SNR)가 높은 장점을 가지고 있다.<sup>[2]</sup>

일반적으로 OCT시스템에서는 넓은 대역폭을 갖는 연속 광원(broadband continuous light source)을 사용하기 때문에 SD-OCT를 구성하기 위해서 고가의 분광기(spectrometer)가 검출기로 사용된다. 그러나 연속 광원대신 좁은 대역폭(narrowband)의 빛으로 넓은 파장의 영역을 가변 하는 광원을 SD-OCT에 적용하면 고가의 분광기 대신 저가의 포토다이오드로 대체 할 수 있는 장점이 있다.<sup>[3]</sup>

본 연구에서는 SD-OCT중 하나로 실시간 2D 이미지와 3D 이미지 획득이 가능한 파장변환 광원 OCT (Swept source OCT, SS-OCT)를 제작하였다.

파장변환 광원은 Santec Corporation의 HSL-2000으로 중심 파장은 1310 nm이며 파장대역폭은 약 100 nm, 가간섭 거리는 6nm, 최대출력은 10mW이다. 파장 가변 속도는 20 kHz이다. 그림 1은 SS-OCT의 개략도로써 파장변환 광원으로부터 나오는 빛이 circulator를 지나 90:10 2x2 coupler에서 sample arm(90%)과 reference arm(10%)으로 나뉘게 된다. Sample arm에서는 2D galvanometer를 사용하여 3D 이미지 스캐닝을 할 수 있도록 하였다. Reference arm에서 반사되어 나온 빛과 sample에서 역산란 된 빛이 2x2 coupler에서 합쳐지며 이 때 두 빛에 의한 간섭현상이 발생하게 된다. 합쳐진 빛은 circulator



## 한국광학회 하계학술발표회

를 지나 검출기에 의해 간섭 신호가 검출된다. 검출기로는 800nm~1700nm 대역의 빛을 검출해 낼 수 있는 balanced amplified photodetector를 사용하였다. 일반적인 포토다이오드를 사용하는 것 보다 balanced amplified photodetector를 사용할 경우 DC 신호를 줄어뜨게 하여 간섭 신호를 푸리에 변환하였을 경우 autocorrelation 신호를 줄여주는 효과가 있다. 또한 DC에 의한 노이즈를 줄여주게 하여 신호 대 잡음비(SNR)도 좋아지게 된다. 그림 2는 SS-OCT의 간섭신호를 측정된 결과 그래프이다.

본 연구에서는 1310nm이고 대역폭이 100nm인 파장변환 광원과 2D galvanometer mirror, 2x2 coupler, circulator, balanced amplified photodetector를 사용하여 SS-OCT

를 개발하였다. 현재 SS-OCT 시스템은 개발된 상태이며 이미지 구현 프로그램을 보완 중에 있다. 향후 연구 계획으로는 이미지 구현 프로그램이 완성이 되면 다양한 생체조직에 대한 2D이미지와 3D 이미지를 빠른 속도 획득할 예정이며 향후 의료 영상 진단에 응용하고자 한다.

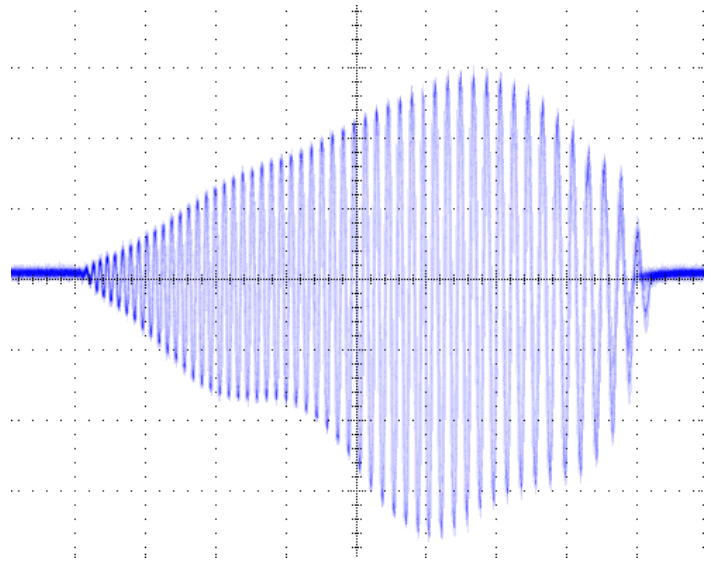


그림 2 SS-OCT 간섭신호

- 1) Yoshiaki Yasuno et al. "Three-dimensional and high-speed swept-source optical coherence tomography for in vivo investigation of human anterior eye segments", OPTICS EXPRESS, Vol. 13, No. 26, pp. 10652-10664, 2005
- 2) R.Huber et al. "Amplified, frequency swept lasers for frequency domain reflectometry and OCT imaging: design and scaling principles", OPTICS EXPRESS, vol. 13, No. 9, pp. 3513-3528, 2005
- 3) S.H.YUN et al. "Extended-cavity semiconductor wavelength-swept laser for biomedical imaging", IEEE PHOTONICS TECHNOLOGY LETTERS, vol. 16, No. 11, pp. 293-295, 2004
- 4) Maciej Wojtkowski et al. "Real time in vivo imaging by high-speed spectral optical coherence tomography", OPTICS LETTERS, vol. 28, No. 19, pp. 1745-1747, 2003