

## 스펙트럼 영역의 광결맞음 단층촬영장치를 위한 파장변환 광원 개발

### Development of wavelength-sweeping light source for spectral domain-optical coherence tomography

장재영\*, 이상원\*, 김창석\*\*, 김법민\*

연세대학교 보건대학 의공학부\*, 부산대학교 나노과학기술학부\*\*

e-mail: mymam2@naver.com

광결맞음 단층촬영장치(Optical Coherence Tomography, OCT)는 저가간섭의 빛을 이용하여 생체조직을 비침습적(*in-vivo*) 방법으로 고해상도(1~5 $\mu$ m)의 단면 영상을 획득하는 기술이다. OCT는 깊이 스캐닝 방법에 따라 시간 영역의 OCT (Time domain OCT, TD-OCT)와 스펙트럼 영역의 OCT (Spectral domain OCT, SD-OCT)로 나눌 수 있다. 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. 따라서 물리적인 동작이 없는 스펙트럼 영역의 OCT가 생체 조직의 이미지를 획득하기 때문에 측정 시간이 짧고, 신호 대 잡음비(SNR)가 높은 장점을 가지고 있다. 일반적으로 OCT 시스템에서는 넓은 대역폭을 갖는 연속 광원(broadband continuous light source)을 사용하기 때문에 SD-OCT를 구성하기 위해서 고가의 분광기(spectrometer)가 검출기로 사용된다. 그러나 연속 광원 대신 좁은 대역폭(narrowband)의 빛으로 넓은 파장의 영역을 가변한다면 고가의 분광기 대신 저가의 포토다이오드로 대체할 수 있는 장점이 있다.

본 연구에서는 SD-OCT의 광원으로 사용하기 위한 파장변환 광원을 제작하였다. 중심파장이 1300nm 영역의 근적외선 빛을 발생시키는 semiconductor optical amplifier (SOA)와 회절격자(diffraction grating), 갈바노미터 등을 사용하였다. 그림 1은 파장변환 광원의 개략도를 나타내고 있다. SOA에서 발생된 빛은 광섬유와 collimating lens(NA:0.55)를 지나 회절격자에 입사한다. 입사된 빛은 회절격자에 의해 분산되며, 분산된 빛이 갈바노 거울에서 반사되어 다시 회절격자와 collimating lens를 통해 광섬유로 다시 들어간다. 광섬유로 들어온 빛은 2x2 coupler(90:10)에 의해서 90%는 다시 SOA로 들어가게 되고 10%만 OCT의 광원으로 사용된다. 본 실험에서는 빛이 진행방향에 역행하지 않도록 시스템 중간에 optical circulator와 optical isolator를 사용하였다.

그림 2는 파장변환 광원을 구현한 후 측정된 결과 그래프이다. 그림 2(a)는 갈바노미터 거울을 정지시켰을 때, 회절격자에 의해 분광된 좁은 대역의 빛을 optical spectrum analyzer(OSA)로 측정한 결과이다. 임의의 위치에서 갈바노미터 거울을 세웠을 때 중심 파장은 1310.1nm가 되었으며 반직폭(Full width half maximum; FWHM)은 0.27nm이다. 그림 2(b)는 갈바노미터 거울을 회전시켰을 때 얻은 OSA 측정 데이터이다. 갈바노미터 거울을 약 3.2° 회전시켰을 때, 좁은 대역폭(0.27 nm)의

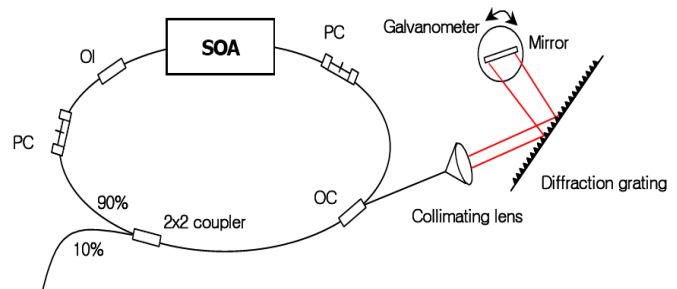


그림 1. 파장변환 광원 개략도

PC: Polarization controller,

OC: Optical Circulator IO: Optical isolator

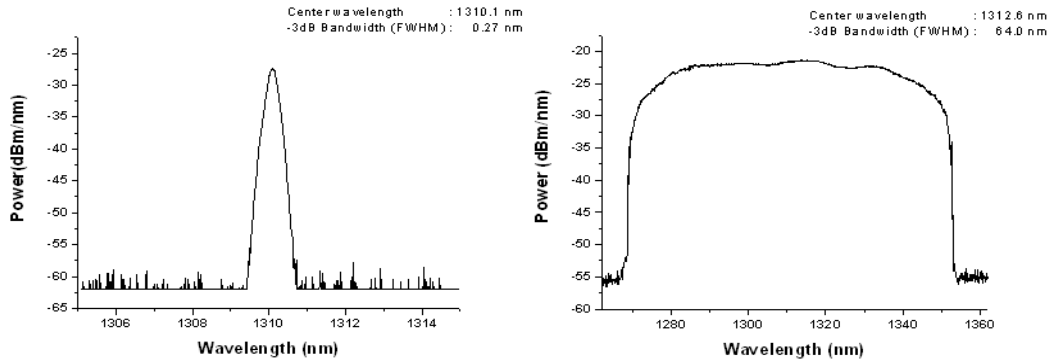


그림 2. OCT 시스템에 사용하기 위해 개발된 파장가변 광원의 스펙트럼. (a) 갈바노미터 거울을 멈췄을 때의 스펙트럼 (b) 갈바노미터 거울을 움직일 때의 전체 스펙트럼

빛이 약 1270 nm에서 1350nm까지 파장이 변환하는 것을 확인할 수 있었다. 전체 파장변환에 대한 중심파장은 1312.8 nm, 반칙폭은 64.0 nm로 측정되었다. 그림 3은 갈바노미터 거울을 위와 같은 조건으로 50 Hz 삼각파형으로 구동시키면서 포토다이오드로 검출된 결과이다.

본 연구에서는 SOA와 회절 격자, 갈바노미터 거울을 사용하여 파장변환 광원을 개발하였다. 중심 파장은 1312.8 nm이며 FWHM이 64.0 nm인 광원을 개발하였다. 또한 갈바노미터 거울을 50 Hz의 삼각파형으로 구동하였을 때 파장 가변 속도는 100 Hz 이다. 현재 본 광원 시스템은 power가 낮은 상태이기 때문에 booster type의 SOA를 하나 더 추가하여 광원의 power를 높여 줄 예정이다. 또한 파장변환 광원을 사용하여 OCT 시스템을 구축하고 다양한 생체 조직의 이미지를 획득하여 의료진단에 응용하고자 한다.

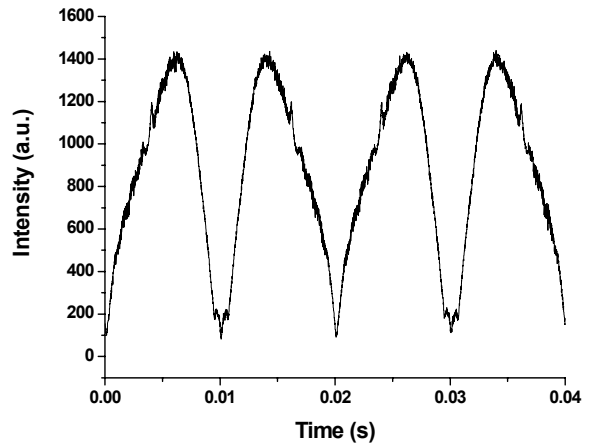


그림 3. 50 Hz 삼각파형으로 구동시키면서 포토다이오드로 얻은 파장가변 광원의 빛의 세기