

FD-OCT 시스템을 위한 펨토초 레이저 기반의 광대역 파장 가변 광원

Wavelength tunable broadband source based on femto-second laser applicable to FD-OCT system

엄태중, 최은서*, 최형규, 성재희, 기철식, 노영철, 고도경, 이종민
광주과학기술원 고등광기술연구소 광정보통신연구실, *조선대학교 물리학과
eomtj@gist.ac.kr

Optical coherence tomography (OCT)는 비절개적으로 생체 조직의 내부 단면을 조영할 수 있는 여러 단층촬영 방법들 중의 하나이다. 근적외선 광을 이용하여 수 마이크로 정도의 고분해능을 가지는 이미지를 얻을 수 있는 장점을 가지고 있어 최근 bio-photonics의 한 분야로 활발한 연구가 이루어지고 있다⁽¹⁾. 최근에는 보다 향상된 고분해능 이미지를 얻기 위한 방법으로 초정밀 가공이나 펨토초 (femto-second) 분광학 등에 이용되어 왔던 펨토초 펄스 레이저 (fs-laser)를 이용하고 있다. 펄스의 첨두 출력이 비선형 현상을 발생시키기에 충분하기 때문에 비선형 계수 값이 크게 제작된 비선형 광섬유와 함께 사용하여 time-domain (TD) OCT 나 spectral-domain (SD) OCT에서 필요로 하는 광대역 광원을 발생시키는데 이용되고 있다^(2,3). 그러나 보다 빠른 생체 영상 이미징을 구현하기 위한 frequency-domain (FD) OCT에서 이러한 fs-laser 기반으로 발생된 광대역 광원을 이용하기 위해서는 넓은 파장 대역에 걸쳐서 빠른 반복률을 유지하면서 파장 가변이 가능해야 한다⁽⁴⁾. 본 연구에서는 고분해능 FD-OCT 시스템을 위한 광대역 파장 가변이 가능한 광원을 개발하기 위한 초기 단계 연구로써 펄스폭 (8 fs)을 최소로 조절한 fs-laser로부터 발생된 광대역 광원 (중심파장 800 nm, 반치폭 150 nm)을 회절격자 (diffraction grating)와 galvano scanner를 이용하여 파장 가변이 가능한 광원으로 개발하였다.

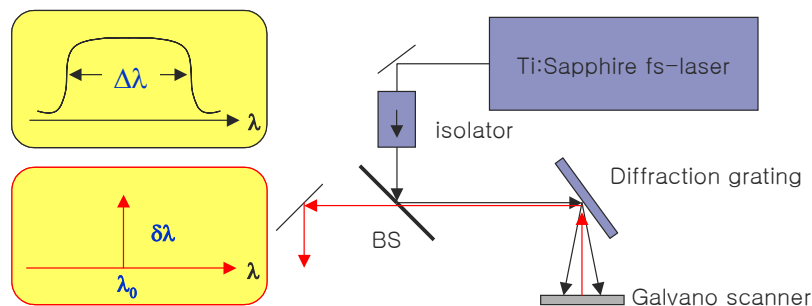


그림 1. 광대역 파장 가변 광원의 구성도. 본 시스템은 크게 펄스 레이저와 파장 가변 필터 이렇게 두 부분으로 구성되어 있다.

그림 1은 본 연구에서 제안한 파장 가변 광원의 구성도이다. 수 펨토초의 펄스폭을 가지는 펄스는

반사되어 광원으로 입사되는 beam을 막기 위한 isolator를 통과한 후 beam splitter (BS)에서 일부 beam이 반사되어 회절 격자 (1200-groove)에 입사된다. 회절 격자에서 회절된 빛이 galvano scanner의 거울면과 이루는 각도에 따라서 다시 beam-splitter를 통과하여 최종적으로 FD-OCT 시스템으로 입사되는 beam의 파장이 결정된다. 그림 2는 그림 1과 같이 구성된 파장 가변 광원의 스펙트럼 측정 결과이다. 측정된 최종 출력 beam의 세기는 약 2 mW 이고, 이때 선폭은 약 5 nm 이었다. 유효 파장 가변 대역폭은 110 nm (750 nm ~ 860 nm)이었다. 파장 가변 반복률은 scanner의 성능에 의해서 결정되는데 최대 1 kHz 까지 가능하다. 또한 파장 대역폭의 손실은 회절 격자와 반사 거울간의 광정렬에 의한 것으로 차후 보다 세밀한 광정렬에 의해서 개선될 수 있을 것으로 예상되는 바이다. 본 연구에서 제시한 연구 결과를 기반으로 그간 TD-OCT 와 SD-OCT 시스템에서 사용되어온 fs-laser 를 FD-OCT 에 응용할 수 있을 것으로 여겨지며, 이는 펄스의 peak 출력이 매우 큰 fs-laser 와 넓은 dyanmic range 를 가지고 있는 FD-OCT 의 장점을 모은 시스템의 연구에 기여할 수 있을 것으로 예상하는 바이다.

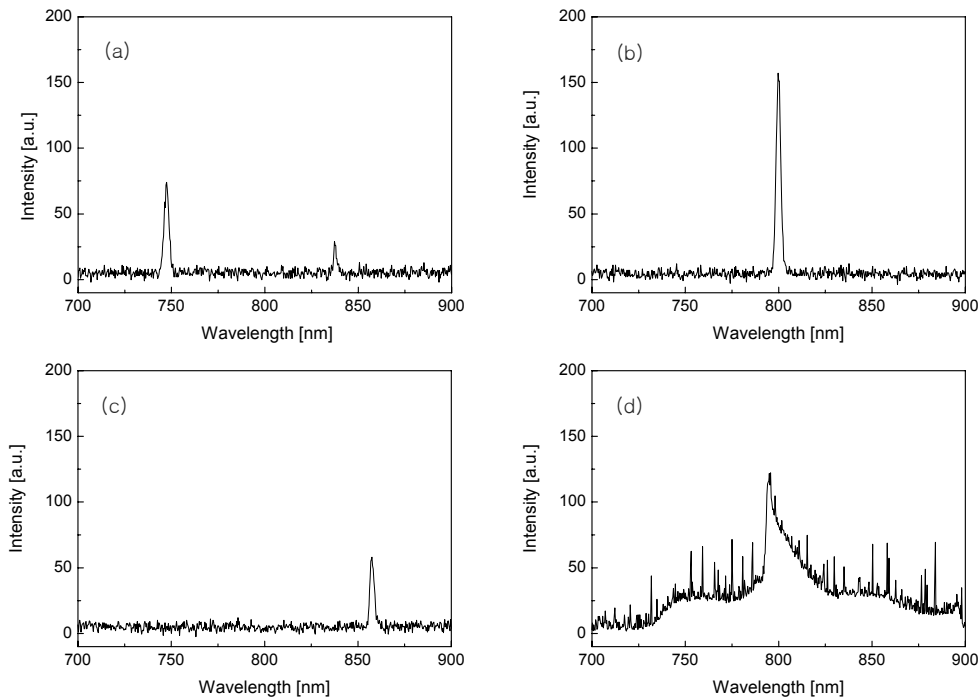


그림 2. : (a) , (b) , (c) , (d) 전체 파장 가변대역에 대한 누적 스펙트럼.

본 연구는 산업자원부의 신기술실용화사업 (No. 10023577)의 일부 지원에 의한 것입니다.

참고문헌

1. J. M. Schmitt, IEEE J. Sel. Top. Quantum Electron., **5**, 1205-1215, 1999.
2. D. Homoelle, and et al, Opt. Lett., **24**, 1311-1313, 1999.
3. S. Bourquin, and et al, Opt. Express, **11**, 3290-3297, 2003.
4. S. H. Yun, and et al, Opt. Express, **11**, 3598-3604, 2003.