

EDF spectral filtering을 이용한 OCT 영상 개선

OCT Image Enhancement using spectral filtering with Erbium-doped Fiber as an Absorber

나지훈*, 최은서*, 이병하*, 이창수**

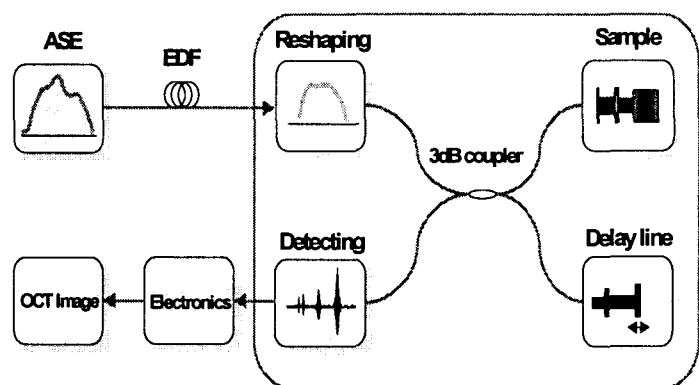
*광주과학기술원 정보통신공학과, **수원대학교 전자공학과
jhna@kjist.ac.kr

OCT (Optical Coherence Tomography)는 여러 단층영상 촬영기법의 하나로써 절개 없이도 생체의 복잡한 내부구조를 고분해능으로 이미징할 수 있는 장점을 갖고 있다^[1]. 고분해능 OCT 이미지는 사용되는 광원에 의해서 결정되는데 가우시안 형태를 갖는 넓은 파장대역의 광원일수록 높은 분해능이 가능하게 된다. OCT에서 사용되는 광원의 종류는 SLD, EELED, ASE등이 사용되고 있다. 그 중에서 ASE 광원은 높은 출력 파워를 갖고 넓은 파장대역을 포함하지만 스펙트럼의 형태가 가우시안이 아닌 단점을 가지고 있다. 이러한 단점으로 인해서 낮은 분해능과 주위에 높고 넓은 side lobe를 갖게 된다. 이러한 문제점을 보완하고자 EDF를 이용한 spectral filtering^[2]을 통하여 향상된 분해능과 감소된 side lobe를 얻음으로써 OCT의 광원으로써의 이미징을 하는데 있어서 ASE 광원의 유용성을 확인하고자 하였다.

실험 장치의 간단한 구성은 그림 1과 같다. EDF(약 24 m)를 통과한 후 spectral filtering(SF)된 광원의 모양은 가우시안에 근사한 모습으로 수정된다. 이렇게 얻은 광원의 광파워는 광섬유 커플러를 통하여 균등한 파워로 나뉘어 샘플단과 기준단으로 보내어 진다. 샘플에서 반사된 빛과 기준단의 거울에서 반사된 빛은 광 경로차가 광원의 가간섭거리(Coherence Length) 이내에 있을 때 간섭을 일으키게 된다. 광검출기는 간섭무늬 신호를 검출하고 electronic processing을 거쳐 샘플 내부의 영상을 얻게 된다.

EDF를 이용하여 ASE 광원의 SF 전후의 interferogram의 변화는 그림 2와 같다. SF 이전의 ASE 광원에서 얻은 interferogram의 분해능은 약 25 μm 정도였고 주위의 side lobe가 같이 연결되어 넓게 분포하는 것을 볼 수 있다. 하지만 EDF 통과 후 SF 처리가 된 ASE 광원을 통해서 얻은 interferogram에서는 분해능이 약 19 μm 정도로 개선되었다. 또한 side lobe도 감소되었으며 간섭 무늬 중심 부분과 잘 분리되어 구분된 모습을 보이고 있다.

SF를 통해서 개선된 광원의 모양이 OCT 영상의 향상에 어떤 영향이 있는가를 확인하기 위해 비교적 내부구조가 잘 알려져 있는 양파^[3,4]를 대상으로 실험하였다.



실험을 통해 얻은 OCT 영상은 그림 3과 같다. 각각의 영상의 크기는 460×380 픽셀이고 횡방향 해상도는 5 μm 이다. 그림 3(a)는 가우시안과는 상이한 ASE 광원의 스펙트럼으로 인한 낮은 분해능과 side lobe의 영향 때문에 OCT 영상이 선명하지

못하고 내부 구조를 판단하기 힘든 문제점을 들어내고 있다. 그러나 그림 3(b)는 그림 3(a)와 비교해 볼 때 향상된 분해능과 감소된 side lobe의 효과로 인해 이미지가 보다 선명하며 내부의 각각의 셀 경계들을 구분할 수 있음을 알 수 있었다.

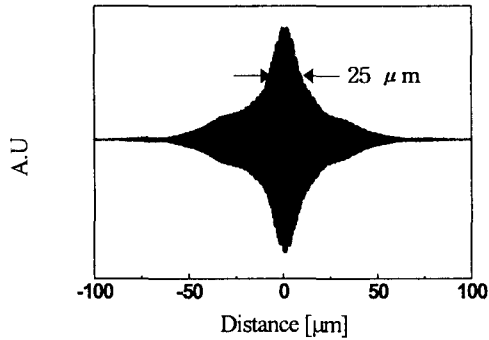


그림 2(a) SF 이전의 interferogram

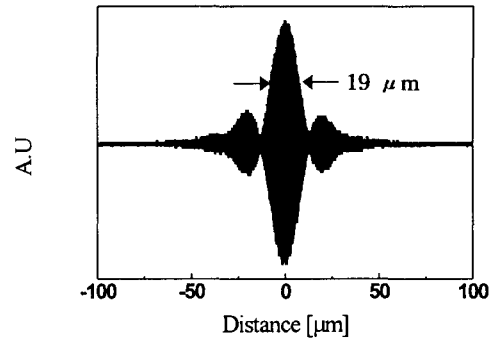


그림 2(b) SF 이후의 interferogram

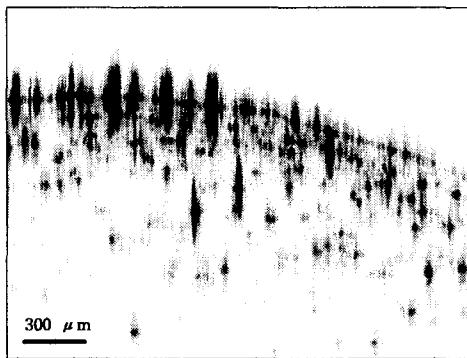


그림 3(a). SF 이전의 ASE 광원을 이용한 OCT 영상

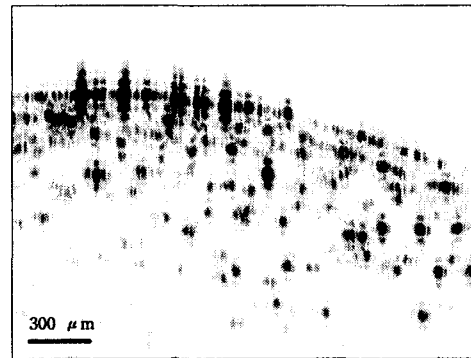


그림 3(b). SF 이후의 ASE 광원을 이용한 OCT 영상

본 논문에서는 EDF 흡수체를 이용하여 원래의 ASE 광원을 통해서 얻은 OCT 영상을 보다 향상시킬 수 있음을 확인하였다. OCT 분해능은 25 μm 에서 19 μm 의 값으로 향상되었으며 side lobe도 감소된 것을 확인 할 수 있었다. OCT 영상을 통해 관찰되지 않았던 부분이 높은 해상도로 인하여 관찰됨을 알 수 있다. 아직까지 SF를 통해서 얻은 ASE 스펙트럼이 완전한 가우시안 형태가 아니기 때문에 보다 세밀한 SF의 방법들을 통해서 향상된 영상을 기대할 수 있을 것으로 예상된다.

본 연구는 광주과학기술원의 ERC, BK-21, 산업자원부 사업의 일부 지원금에 의한 것입니다.

참고문헌

[1] D. Huang, E. A. Swanson, C. P. Lin, J. S. Schuman, W. G. Stinson, W. Chang, M. R. Hee, T. Flotte, K. Gregory, C. A. Puliafito, and J. G. Fujimoto, *Science* **254**, pp. 1178-1181 (1991)
 [2] 최은서, 김진채, 김영재, 이병하, OSK 2002(하계), TF-V19, pp. 246-247 (2002)
 [3] R. Tripathi, N. Nassif, J. S. Nelson, B. H. Park, and J. F. de Boer, *Opt. Lett.*, **27**, pp. 406-408 (2002)
 [4] 최은서, 김영재, 이창수, 나지훈, 나창수, 이병하, BOPM 2002, TB2-2, pp. 142-143 (2002)