

장주기 격자쌍 다채널 필터를 이용한 다파장 광섬유 레이저

Multiwavelength Fiber Laser with Multichannel LPFG Pair Filter

이진형, 오승태, 한영근, 한원택, 백운출, 정영주
광주과학기술원 정보통신공학과
ychung@kjist.ac.kr

급속도로 발전하고 있는 WDM 통신 시스템에서 다파장의 단일 광원은 매우 유용한 소자로 그 활용 범위가 넓을 것으로 예상되어 이에 대한 연구가 광범위하게 진행되고 있다. 특히 어븀 첨가된 광섬유를 이득 물질로 하여 동작하는 광섬유 다파장 레이저는 간단한 구조와 응용 가능성 등으로 인해 다양한 구조가 제안되고 있다^[1]. 일반적으로 광섬유 다파장 레이저를 구현하기 위해서는 광 세기가 파장에 대해 주기적인 구조를 갖는 필터(comb filter)를 광섬유 링레이저 공진기 안에 넣는 방법이 주로 사용되고 있다. 본 논문에서는 이러한 주기적인 특성을 갖는 필터로 장주기 광섬유 격자쌍을 이용하여 다파장 광섬유 레이저를 구현하였다. 그림 1은 본 논문에 사용된 실험도이다.

장주기 격자쌍을 이용하여 다채널 필터를 구현할 수 있다는 사실이 이론과 여러 실험을 통해 확인되었으며 격자쌍의 구조적인 변수들을 변화시켜줌으로써 필터의 채널 수와 채널간 간격을 조절할 수 있다^[2]. EDF의 증폭대역과 채널 수 등을 고려하여 적절한 격자 길이와 격자간 간격을 주어 격자쌍을 제작하였고, 그림 2와 같은 파장 특성을 측정하였다. 장주기 격자는 Excimer 레이저(248 nm)와 진폭 마스크(amplitude mask)를 사용하여 제작하였다. 제작된 장주기 격자쌍 다채널 필터는 60 nm(1525 nm~1585 nm)의 대역폭을 갖고 있으며 채널간 간격은 약 1.75 nm 이다. 각 채널의 3 dB 대역폭은 약 1 nm 이다. 광섬유 다파장 레이저를 제작할 때 고려해야 할 중요한 사항은 EDF가 homogeneous broadening의 특성을 가진 이득 매체인 점이다. 상온에서 EDF의 homogeneous linewidth는 약 11 nm이며 이득 대역 안에서 여러 채널이 동시 발진하는 것은 매우 어려운 일이다. 실험적으로 EDF를 77°K 온도로 냉각시키게 되면 homogeneous linewidth가 약 1 nm 로 줄어든다는 것이 알려져 있으며,^[3] 따라서 액체질소를 이용하여 EDF를 냉각시키게 되면 좁은 간격의 다파장에서 동시 발진이 가능하게 된다. 그림 1과 같이 다파장 광섬유 레이저를 구성하였고 레이저의 출력을 OSA를 통해서 확인하였다. 상온에서 발진시켰을 때는 1 개의 채널만 발진이 되었지만, EDF를 액체질소로 77°K까지 냉각시키게 되면 8 개의 채널이 발진됨을 확인하였다. 그림 3은 상온에서 발진시켰을 때의 출력 광의 스펙트럼이고 1562 nm에서 약 1.4 dBm의 출력으로 발진되고 있음을 알 수 있다. 그림 4는 EDF를 액체질소로 냉각시킨 후 측정된 출력 광 스펙트럼이다. 1550 nm 에서부터 1562 nm 까지의 대역에서 8개의 채널이 발진됨을 확인 할 수 있었다. 발진되는 채널의 간격은 1.75 nm 이고 이는 다채널 필터의 채널 간격과 일치한다. 각 발진 채널의 선폭은 0.1 nm resolution bandwidth의 OSA로 측정했을 때 0.2~0.3 nm 이다. 일반적으로 LPFG는 bending에 매우 민감하게 반응하므로 이에 따라 레이저의 특성도 달라지게 된다. 그림 4는 LPFG 필터에 bending을 주었을 때 변화된 출력의 스펙트럼이다.

* 본 연구는 광주과학기술원 ERC 프로그램인 UFON, KISTEP의 중점국가연구개발사업 및 교육부의 BK-21 사업의 일부 지원으로 수행되었습니다.

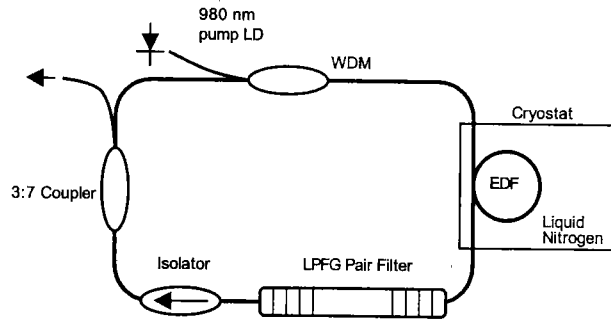


그림 1. Experimental setup

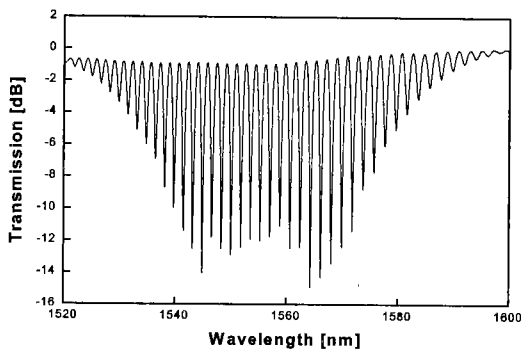


그림 2. Transmission spectrum of an LPG pair

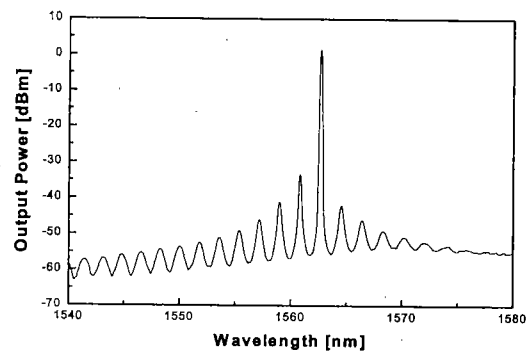


그림 3. Output spectrum of the fiber laser at room temperature

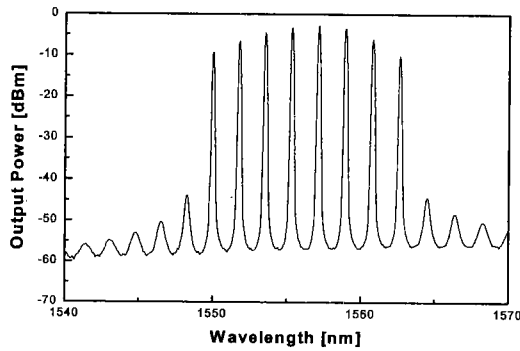


그림 4. Output spectrum of the fiber laser at 77°K

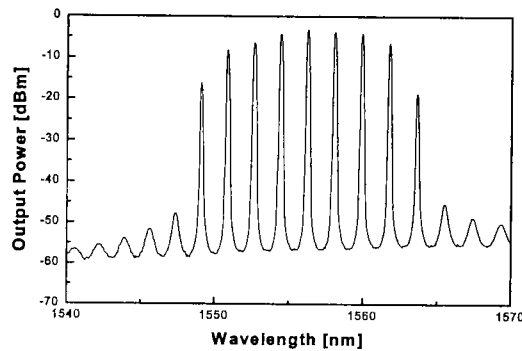


그림 5. A channel is added to the output spectrum of the fiber laser with the bent LPFG.

참고문헌

1. J. Chow, G. Town, B. Eggleton, M. Ibsen, K. Sugden and I. Bennion, *IEEE Photon. Technol. Lett.* 8, pp. 60-62 (1996)
2. Y. G. Han, B. H. Lee, W. T. Han, U. C. Paek and Y. Chung, *IEICE Trans. Electron.*, E84-C, 5, pp. 610-614 (2001)
3. E. Desurvire, J. L. Zyskind and J. R. Simpson, *IEEE Photon. Technol. Lett.* 2, 4, pp. 240-248 (1990)