

# 광섬유 DFB 레이저 제작 및 성능 분석

## Fabrication and Characterization of Fiber Bragg Grating-Based DFB Laser

류재황, 최은서, 박현수, 이병하, 한원택, 백운출, 정영주

광주과학기술원 정보통신공학과 광섬유소자연구실

ychung@kjist.ac.kr

단주기 격자를 이용한 광섬유 레이저는 차세대 대용량 파장분할 통신과 광 CATV 방송망에 대한 DFB 반도체 레이저의 대체 광원으로 많은 연구가 진행되고 있다. 좁은 파장영역에 대한 선택적 반사특성을 가지는 광섬유 단주기 격자의 특성을 이용하면 간단한 구조의 고출력을 가지면서 낮은 잡음의 수백 kHz대의 짧은 주파수 폭을 가지는 광섬유 레이저를 얻을 수 있다. 또한 반도체 DFB 레이저에서는 구현하기 어려운 정밀한 파장 선택성을 가지는 광섬유 레이저를 구현할 수 있다. 특히 단일파장의 출력을 가지는 DFB 구조<sup>(1)</sup>를 광섬유 단주기 격자 제조기술에 적용하면 간단하면서도 쉽게 단일파장 출력을 가지는 광섬유 DFB 레이저를 제작할 수 있다. 여기에서 말하는 DFB 구조란 균일한 주기를 가지는 격자의 형태와는 달리 격자 층상에  $\pi/2$  위상 천이를 가지는 구조를 말한다. 위상천이를 가지는 구조의 장점은 크게 두 가지로 나누어진다. 그 중 한가지는 위상천이 레이저가 보다 낮은 문턱 이득 값을 갖는다는 것이고, 또 다른 장점은 위상천이가 없는 DFB 구조에서 두 파장 영역에서 발진하는 특성과는 달리 좁은 선폭의 단일 파장발진을 얻을 수 있다는 것이다. 이러한 단일 파장 발진은 또한 안정된 레이저 출력을 보장해 준다. 본 연구에서는 광섬유의 광민감성을 이용한 위상천이된 광섬유 DFB 레이저 제작과 발진 특성을 제시하였다.

본 논문에서는 MCVD와 용액 첨가 방법을 결합하여 희토류 이온과 게르마늄이 첨가된 광섬유가 설계 제작되었다. 이득 물질로는  $\text{Er}^{3+}$  이온과  $\text{Yb}^{3+}$  이온이, 그리고 광민감성 물질로는 게르마늄과 붕소가 광섬유 코어에 첨가되었다. 먼저 공진기를 구성하기 위한 격자의 제작 과정에는 위상마스크와 2차 고조파 발진된 244 nm 파장의 아르곤 레이저를 사용하였다. 위상 천이의 제작은 UV를 제조사하는 방법과 텅스텐 열선을 사용하였다. 그림 1은 광섬유 DFB 레이저의 구성도이다. 여기 광원은 Er 과 Yb의 흡수 대역인 980 nm의 레이저 다이오드가 사용되었고 광섬유 단면에서의 반사에 의한 잡음을 막기 위하여 광섬유 isolator를 사용하였다. 그림 2, 3, 4, 5에서는 제작되어진 DFB 레이저의 특성을 보여준다. 그림 2는 OSA (Optical Spectrum Analyzer)로 측정된 DFB 레이저의 출력 스펙트럼이다. 일반적으로 DFB 레이저의 위상천이 위치는 격자의 중심에 위치하게 되는데 이때 출력은 레이저 양방향으로 같은 값의 출력이 나타난다. 하지만 그림 3에서 볼 수 있듯이 DFB 레이저는 위상천이의 위치에 따라 다른 출력을 가짐을 알 수 있다. 그림 4는 pump LD에 전류 값에 따른 레이저의 출력 변화를 보여준다. 그림 5는 self-homodyne 방법을 통한 레이저의 선폭을 측정된 결과로 FWHM에서 약 25 kHz 이다. 이 값은 반도체 DFB 레이저가 가지는 100 MHz와 비교한다면 상당히 작은 값이다.

\*본 연구는 ERC 프로그램인 UFON과 중점국가연구개발사업의 일부 지원으로 수행되었다.

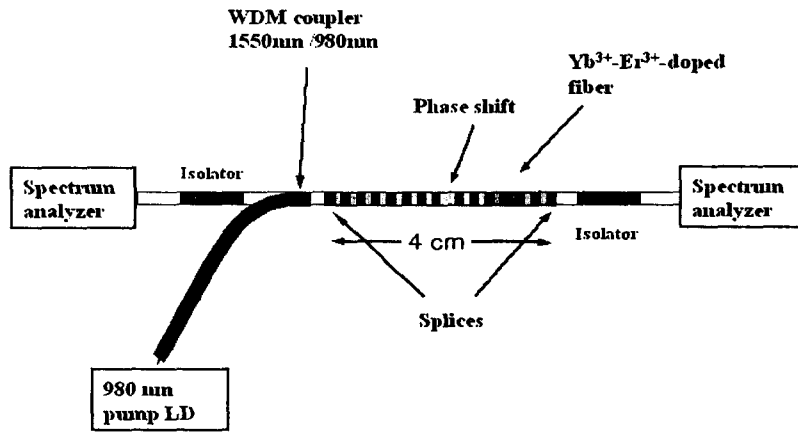


그림 1. 광섬유 DFB 레이저 구성도

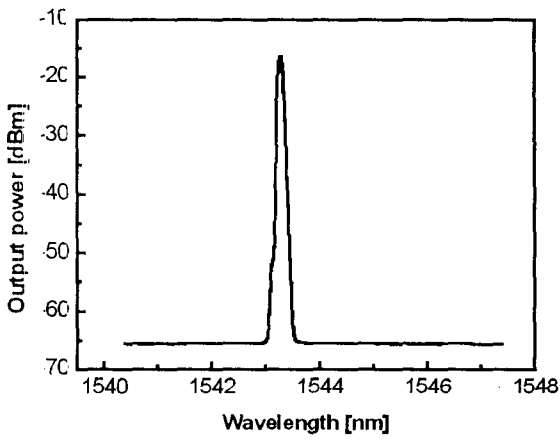


그림 2. 광섬유 DFB 레이저 스펙트럼

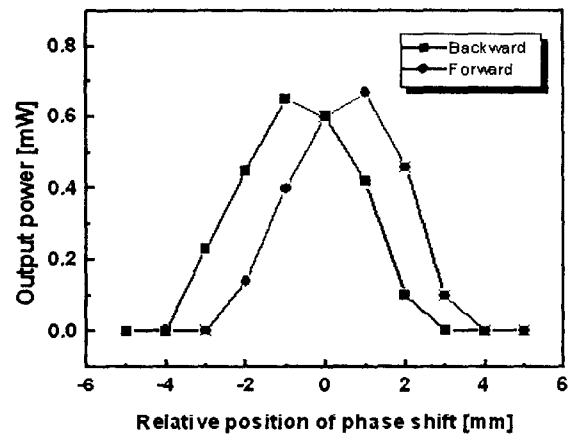


그림 3. 위상천이 위치에 따른 출력의 변화

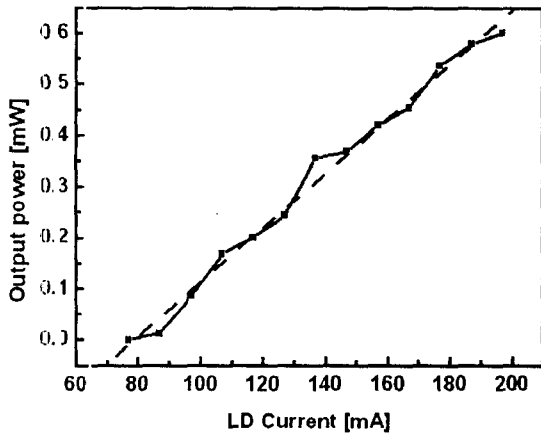


그림 4. Pump 다이오드 전류에 따른 레이저 출력

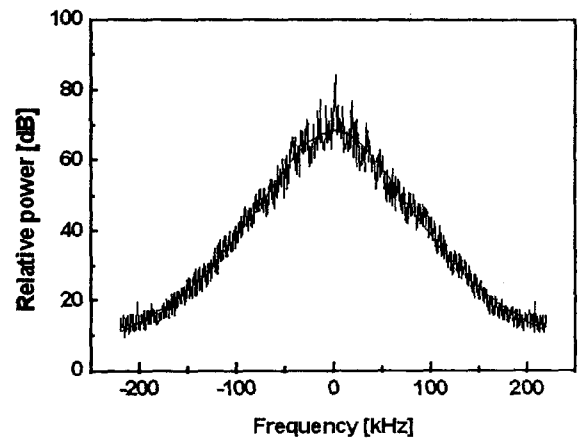


그림 5. Self-homodyne 방법을 통한 레이저 선폭 스펙트럼 측정 결과

1. T. Tamir, *Guided-Wave Optoelectronics* (Springer Series, 1988) Chapter 5.