

# 마이크로 옵틱 마흐젠더 간섭계형 필터를 이용한 EDF Ring Laser

## EDF Ring Laser By Using Micro-Optic Mach-Zehnder Interferometer Filter

박성조, 이종훈, 김현덕, 송재원, 손경락

경북대학교 전자전기컴퓨터학부, 한국해양대학교 전파정보통신공학부

[jwsong@ee.knu.ac.kr](mailto:jwsong@ee.knu.ac.kr)

다중 파장 레이저는 파장 분할 다중화 방식 광 전송 시스템 및 광센서, 광소자의 특성 측정 등에서 매우 유용한 다중 채널 광원으로서의 잠재력을 가지고 있다. 다중 파장 레이저를 구현하는 방법으로는 반도체 레이저나 광섬유형 레이저를 이용한 다양한 방법들이 제안되고 있다. 반도체 레이저의 경우 물리적으로 분리된 이득 물질의 배열에 근거하고 있으며 회절 격자에 의해서 발진 파장이 분리되는 구조이다. 광섬유형 레이저는 회로유계 원소를 첨가한 광섬유를 이용한 광 증폭기의 배열도 다중 파장 광원으로 이용될 수 있다. 어븀 첨가 광섬유를 이득 매질로 이용하여 고리형 공진기를 구성하고 파장 선택성 소자를 이용하여 다중 파장 레이저를 구현하게 된다. 이때 파장 선택성 소자로는 광섬유 격자, 측면 연마된 광섬유형 빗살 필터 등이 사용되어 지고 있다.<sup>(1)</sup> 하지만 광섬유 격자를 이용한 방법은 다중 파장 레이저를 구현하기 위해서는 여러 개의 광섬유 격자를 이용하게 되어 구조가 복잡해지고, 가격이 비싸지는 단점이 있다. 따라서 본 연구에서는 구조적으로 간단하고 우수한 투과 특성을 가지는 마이크로 옵틱형 마흐젠더 간섭계형 필터를 이용한 EDF Ring Laser를 구현하였다.

그림 1은 본 연구에서 사용한 마이크로 옵틱형 마흐젠더 간섭계형 필터의 기본적인 구조이다. 광섬유를 통해 입력된 광 신호가 첫 번째 콜리메이터를 통해 확장, 시준화 되어 진행하고, 두 번째 콜리메이터를 통해 확장된 빔이 집속하여 광섬유로 전송하는 역할을 수행한다. 이때 두 콜리메이터 사이에 유리판을 삽입하게 되면 유리판을 통과한 빔과 통과하지 않은 빔 간에 위상 차를 초래 하게 되며 두 번째 콜리메이터에서 집속된 빔은 마흐젠더 간섭현상이 일어나게 된다. 이때 위상 차는 유리판의 굴절률과 유리판의 두께에 의해 결정되게 된다. 제안된 마이크로 옵틱형 마흐젠더 간섭계형 필터의 전달특성(T)는 다음과 같다.

$$T = 1 - \sin^2\left(\frac{\pi(n-1)L}{\lambda}\right)$$

그림 2는 제안된 필터의 전달 특성 스펙트럼이다. 사용된 유리판의 굴절률은 1.49이며, 두께는 500  $\mu\text{m}$ 이다. 필터의 삽입 손실은 -4.5 dB 이며, 최대 소멸비는 15 dB로 측정이 되었다. 필터의 삽입 손실이 다소 높게 측정이 되었는데 이것은 두 콜리메이터간의 정렬 오차에 대한 손실값을 포함하고 있으므로 정렬의 정확도를 높인다면, 삽입 손실 값은 줄어들 것이다.

그림 3은 제안된 필터를 사용하여 구성한 EDF Ring Laser의 구성도 이다. 제안된 EDF Ring Laser는 펌핑 광원으로 980 nm에서 발진하는 LD와 WDM 커플러, 10 m길이의 EDF, 편광 조절기와 아이슬

레이터 그리고 파장 선택성 소자인 마이크로 옵틱 간섭계형 필터로 구성되어 있다. EDF로 입사된 빛은 WDM 커플러를 통해서 980 nm에서 발진하는 LD에 의해 펌핑된 EDF를 진행하면서 증폭을 하게 된다. 증폭된 빛은 아이솔레이터를 지나 파장 선택성 소자인 마이크로 옵틱 간섭계형 필터를 통과하고 공진기 내의 편광을 조절하기 위한 편광 조절기를 통과하게 된다. 10:90 커플러를 사용하여 10%의 출력단자로 발진된 빛이 출력되고 90%의 출력단자의 빛은 아이솔레이터를 지나서 WDM 커플러로 다시 입사되어 공진기를 회전하면서 발진하게 된다. 여기서 Ring Laser의 출력 스펙트럼을 실시간으로 관측하기 위해 광 스펙트럼 분석기(ANDO, AQ6315)를 사용 하였다.

그림 4는 본 실험에서 제안된 EDF Ring Laser의 출력 스펙트럼이다. 펌핑 광원은 70 mW의 세기로 인가했다. 출력 스펙트럼에서 발진된 파장은 1554.9 nm이고 세기는 -1.75 dBm이다. 5 nm의 간격을 가지고 파장이 발진 하는 것을 알 수 있는데 이는 파장 선택성 소자로 쓰인 필터의 주기와 잘 일치됨을 알 수 있다.

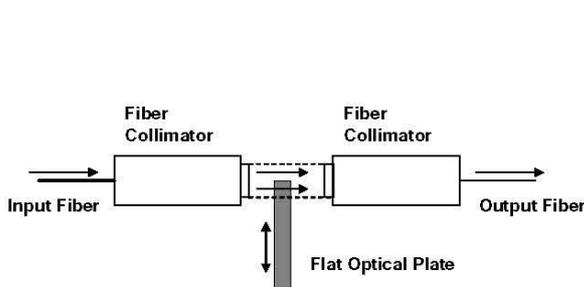


그림 1 마이크로 옵틱형 마흐 켄더 간섭계형 필터의 기본 구조

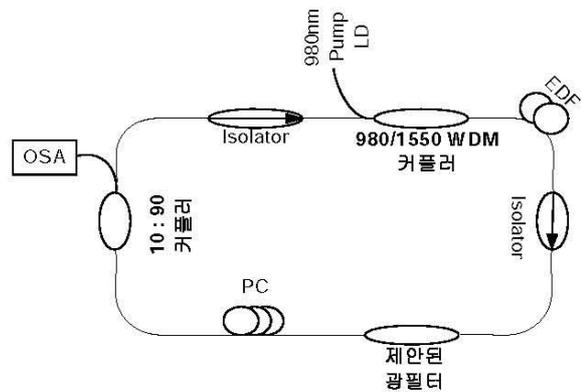


그림 2. 제안된 필터를 사용한 EDF Ring Laser 구성도

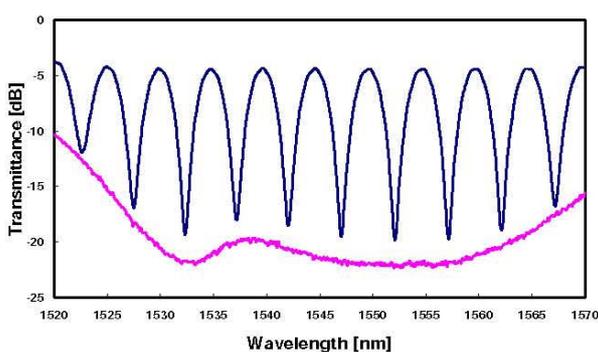


그림 3 광대역 광원 과 광 스펙트럼 분석기를 이용하여 측정한 제안된 필터의 전달 스펙트럼 특성 : L=500μm

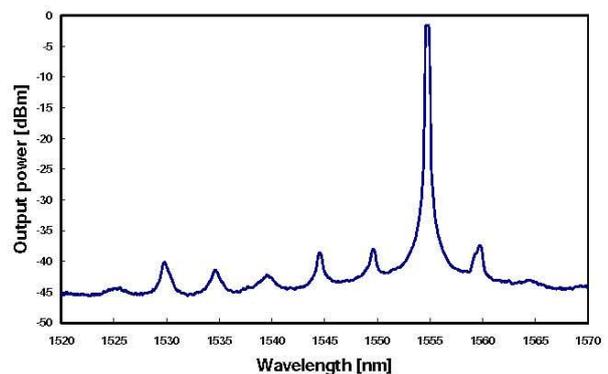


그림 2(c). 제안된 EDF Ring Laser의 출력 스펙트럼

참고 문헌

1. H. L. An, X. Z. Lin, E. Y. B. Pun, and H. D. Liu, "Multi-wavelength erbium-doped fiber ring laser with a novel dual-pass Mach-Zehnder comb filter " APCC/OECC vol. 2, pp.1495-1498, 1999 oct