

# 나선형 광섬유 격자쌍을 이용한 대역 투과 필터 제작

## All-fiber bandpass filter based on helicoidal long-period fiber grating pair

신우진, 오경환\*, 유봉안, 이영락, 엄태중, 노영철, 고도경, 이종민  
 광주과학기술원 고등광기술연구소, \*연세대학교 물리학과  
 swj6290@gist.ac.kr

과장 다중화 광통신 시스템을 구성하는데 있어 투과 대역 또는 특정과장을 선택할 수 있는 과장선택형 소자가 중요한 시스템 요소로 요구되고 있다. 또한 광신호의 특성 유지와 전송 시스템의 안정성을 확보하기 위해 광신호의 크기를 자유롭게 가변 가능한 광감쇄기도 필수적으로 사용되고 있다. 이러한 과장선택성과 광감쇄기능을 복합적으로 가지는 단일 소자가 있다면 전송시스템의 집적도 및 성능 향상에 많은 기여가 예상된다. 대표적인 광섬유소자인 장주기 광섬유 격자는 광통신 및 광센서분야 널리 사용되고 있다[1,2]. 이러한 광섬유 장주기 격자는 단일 소자 또는 격자쌍의 형태로 대역 차단 필터 또는 대역 투과 필터로 사용되고 있다[3,4]. 최근에 장주기 광섬유 격자쌍과 코어모드 차단기술을 이용한 다양한 형태의 대역투과 필터가 제안되었으며 이에 대한 활발한 응용연구도 진행되었다 [5]. 본 논문에서는 나선형 광섬유 격자쌍과 중공광섬유를 이용하여 투과되는 신호의 크기가 조절 가능한 대역 가변필터를 제작하고 그 특성을 평가 하였다.

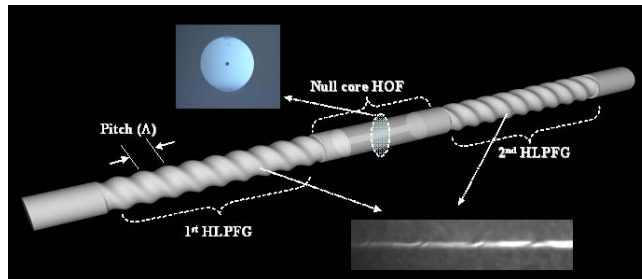


그림. 1 광감쇄 기능을 가지는 광섬유 대역 필터의 구조도

제안된 광감쇄기능을 가지는 대역투과 필터를 그림.1에 나타내었다. 그림.1에 보는바와 같이, 제안된 소자는 나선형 주기를 가지는 장주기 광섬유 격자쌍 사이에 중공광섬유가 삽입된 형태로 구성되어 있다. 입사된 광원에서 첫 번째 나선형 장주기 격자의 공진 과장과 일치하는 과장은 첫 번째 나선형 장주기 격자를 지나는 동안 클래딩 모드로 커플링 일어난다. 공진조건에 일치하지 않는 과장성분들은 계속 광섬유의 코어로 진행하며 중공광섬유를 지나는 동안 산란되어 소멸되고 광섬유 클래딩으로 진행하는 과장성분들은 두 번째 나선형 장주기 격자에 의해 다시 광섬유 코어로 커플링 된다. 이러한 과정을 통해 제안된 구조는 선택된 과장만 투과 되는 대역 투과 필터의 기능이 구현된다. 그림. 2에 제작된 각각의 나선형 장주기 격자의 투과 스펙트럼과 이를 이용하여 제작된 대역 투과 필터의 특성을 나타내었다. 본 실험에서는 일반 단일 모드 광섬유를 CO<sub>2</sub> 레이저 가공시스템을 이용하여 나선형 광섬유 격자를 제작하였고 격자 주기는 1100 μm 이고 각각 10개의 주기를 가지는 나선형 장주기 광섬유 격자를 제작하였다. 코어모드의 진행을 차단하기 위해 중심 구멍의 직경이 약 9 μm인 중공광섬

유를 사용하였으며 사용된 중공광섬유의 길이는 약 10 mm 이다. 그림.2(a)에 보는바와 같이 제작된 나선형 장주기 격자는 거의 동일한 공진파장을 가지고 있으며 이를 이용하여 제작된 소자는 그림.2(b)에 보는바와 같이 1522 nm를 중심으로 약 11nm의 대역투과 기능을 나타내었다.

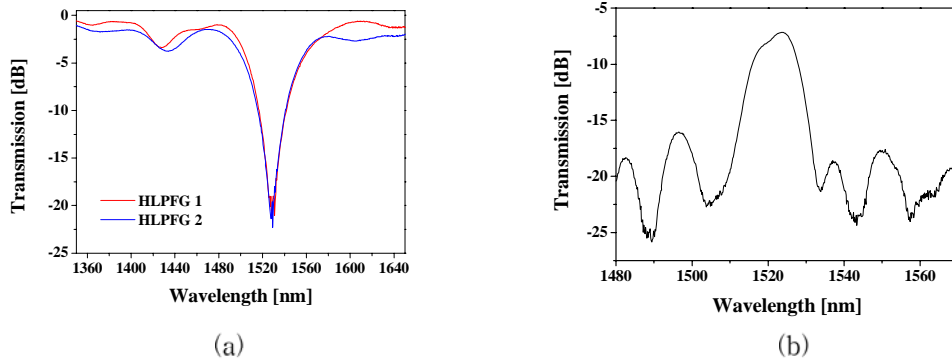


그림.2 (a) 나선형 장주기 격자의 투과 특성. (b) 나선형 장주기 격자쌍을 이용하여 제작된 대역투과 필터의 특성

나선형 장주기 격자는 격자에 가해지는 회전력에 의해 공진 파장이 변화하는 특징을 가지고 있다. 나선의 방향과 동일한 방향으로 회전력을 가할 경우 원래의 공진파장이 단파장방향으로 이동하며 반대의 경우에는 장파장방향으로 이동하게 된다. 이러한 특징을 이용하여 제작된 파장 투과형 필터의 장주기 격자쌍 중에서 어느 한 격자에 대하여 회전력을 가하면 두 광섬유 격자의 공진 파장의 불일치로 인하여 투과대역의 광손실 값을 증가시킬 수 있다. 이러한 원리를 이용하여 투과손실의 조절이 가능한 대역 투과 필터의 구현이 가능하다. 그림.3(a)에는 가해지는 회전력에 따른 투과대역 손실값 변화에 대한 특성을 나타내었다. 그림.3(a)에서와 같이 회전력의 증가에 따라 투과 손실이 증가함을 알 수 있으며 최대 약 7 dB의 손실을 유도할 수 있음을 확인 하였다. 또한 회전력이 가해지는 동안 중심파장의 변화가 거의 발생하지 않았으며 2 dB 이하의 매우 낮은 편광 의존 손실값을 나타내었다. 그림.3(c)에 나타난 것과 같이 제작된 소자는 상온부터 약 450도의 온도 변화에 대하여 매우 안정적인 특성을 나타내었다. 이상과 같이 본 논문에서 제안된 대역 투과 필터는 전광섬유 구조의 소자로 파장 선택성과 광감쇄 기능을 모두 가지고 있으며 유연한 파장제어에 요구되는 다양한 분야에 응용이 예상된다.

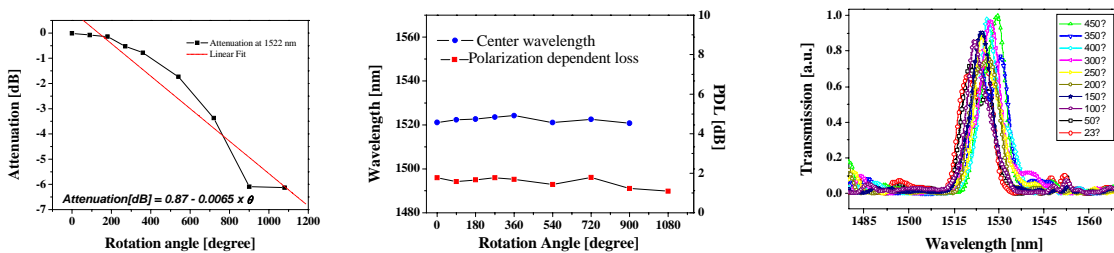


그림.3 제작된 파장 투과형 필터의 특성 (a) 회전력에 대한 감쇄 특성. (b) 회전력에 대한 중심파장 및 편광의존 특성. (c) 온도변화에 따른 투과특성 변화

[참고문헌]

1. A. M.Vengsarkar, P. J. Lemaire, J. B. Judkins, V. Bhatia, T. Erdogan, and J. E. Sipe, IEEE J. Lightwav. Technol., 14, 58 - 65 (1996).
2. B. H. Lee and J. Nishii, Opt. Lett., 23, 1624 - 1626 (1998).
3. S. J. Kim, T. J. Eom, B. H. Lee, and C. S. Park, Opt. Express, 11, 3034 - 3040 (2003).
4. D. S. Starodubov, V. Grubsky, and J. Feinberg, IEEE Photon. Technol. Lett., 10, 1590 - 1592 (1998).
5. S. Choi, T. J. Eom, Y. Jung, B. H. Lee, J.W. Lee and K. Oh, IEEE Photon. Technol. Lett., 17, 115 - 117 (2005).