

비틀림 음파를 이용한 전 광섬유 파장 가변 필터 All-Fiber Acousto-Optic Tunable Filter Using Torsional Acoustic Wave

이광조, 박현철*, 홍기석*, 박희수**, 김병운*, 황인각
 전남대학교 물리학과, *KAIST 물리학과, **한국표준과학연구원
 kjlee88@hotmail.com

본 연구에서는 비틀림 음파를 이용한 전 광섬유 파장 가변 필터에 대하여 논의한다. 제작된 소자는 고 복굴절을 가지는 광섬유에 비틀림 음파를 인가할 때 생기는 음향 광학 모드 결합을 기본으로 하며, 고 복굴절을 가지는 단일 모드 광섬유와 광자 결정 광섬유를 이용하여 실용적인 성능을 가지는 전 광섬유 파장 가변 편광 필터를 최초로 개발하였다^(1, 2). 고 복굴절 광섬유에 비틀림 음파를 인가하면, 위상 정합 조건을 만족하는 파장에서 광섬유 코어 모드의 두 편광 고유모드 사이에 음향 광학 결합이 일어나게 된다. 위상 정합 조건은 인가한 음파의 파장과 두 편광 모드 사이의 비트 길이가 같을 때에 만족되는데, 비트 길이는 파장의 함수이므로 주어진 주파수의 음파를 소자에 인가하면, 소자에 입사되는 넓은 선폭의 빛 중에서 위상 정합 조건을 만족하는 특정한 파장만을 선택적으로 걸러내는 것이 가능하다. 본 연구에서 개발된 소자의 기본 구조는 그림 1과 같고, 출력 편광기의 편광 방향에 따라 결합된 편광 모드를 제거하거나 투과시키는 것이 가능하므로, 하나의 소자에서 대역 제거 필터와 대역 투과 필터를 동시에 구현하는 것이 가능하다.

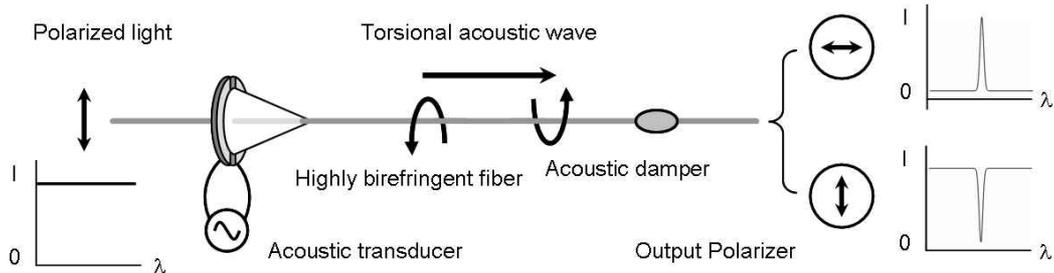


그림 1. 비틀림 음파를 이용한 전 광섬유 파장 가변 필터의 기본 구조

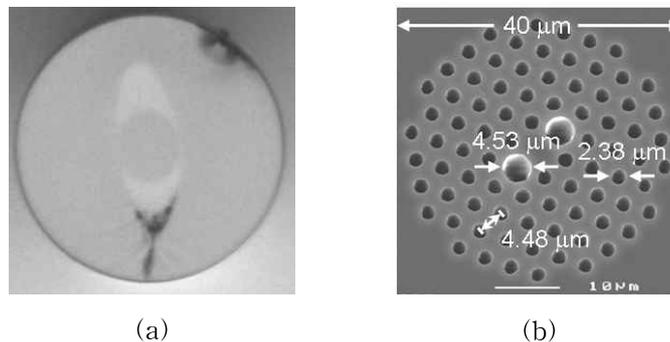


그림 2. 본 연구에서 사용한 고 복굴절 (a) 단일 모드 광섬유, (b) 광자 결정 광섬유

그림 2는 본 연구에서 사용한 두 가지의 고 복굴절 광섬유를 나타내고 있다. 그림 2(a)의 고 복굴절 단일 모드 광섬유는 스트레스 인가형 복굴절 광섬유이며, 코어 주위에 타원형의 스트레스 인가 부분이 위치하고 있는 구조를 가진다. 그림 2(b)는 고 복굴절 광자 결정 광섬유의 단면을 나타내며, 실리카 코어 주위에 육각 대칭성을 가지는 공기구멍 구조를 가지고 있다. 복굴절은 중앙의 위치한 두 개의 큰 공기구멍에 의해 유도되며, 각각의 크기는 그림에 표기되어 있다.

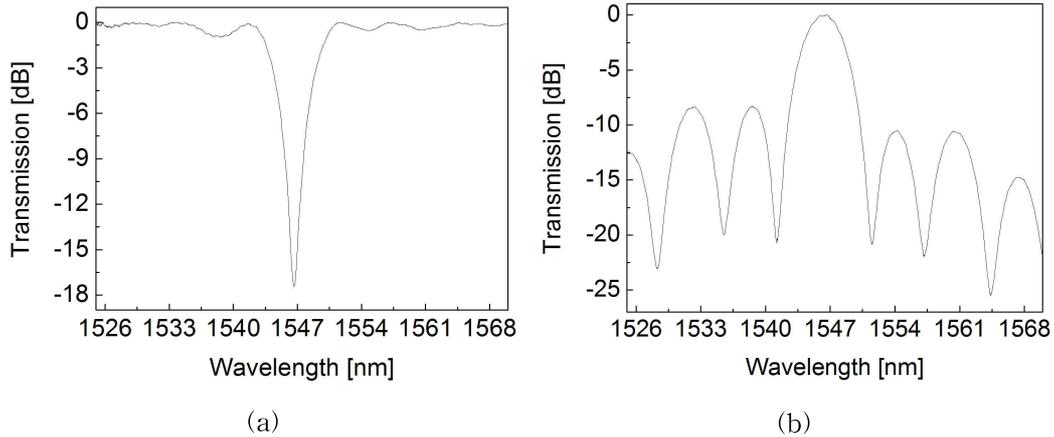


그림 3. 필터 투과 스펙트럼 (a) 대역 제거 필터 (b) 대역 통과 필터

그림 3은 고 복굴절 단일 모드 광섬유를 이용하여 제작한 소자를 대역 제거 필터로 동작시켰을 경우[그림 3(a)]와 대역 통과 필터로 동작시켰을 경우[그림 3(b)]의 필터 투과 스펙트럼을 나타낸다. 소자에 입력되는 레이저 빛의 1530 nm - 1610 nm의 파장 영역에서 두 편광 고유 모드 사이에 완전한 결합이 이루어졌으며, 측정된 3-dB 대역폭은 1550 nm 파장 근방에서 4.8 nm로 측정되었다.

마지막으로, 고 복굴절을 가지는 광자 결정 광섬유 내의 두 편광 고유 모드 사이의 음향 광학 모드 결합 특성을 이론과 실험으로 최초로 분석하였다. 광자 결정 광섬유에서의 비틀림 음파의 분산 특성을 처음으로 분석하였으며, 공기구멍 구조의 불균일성 때문에 나타나는 복굴절 변화가 필터의 투과 스펙트럼에 미치는 영향을 자세히 분석하였다. 또한 제작된 필터의 투과 특성과 선형적 파장 가변 특성에 대해 자세히 논의하였다.

참고문헌

1. K. J. Lee, H. C. Park, H. S. Park, and B. Y. Kim, "Highly efficient all-fiber tunable polarization filter using torsional acoustic wave", *Optics Express*, 15, 12362-12367 (2007).
2. K. J. Lee, K. S. Hong, H. C. Park, and B. Y. Kim, "Polarization coupling in a highly birefringent photonic crystal fiber by torsional acoustic wave", *Opt. Express* 16, 4631-4638 (2008).