

복굴절 보상된 장주기 광섬유격자 소자

Compact birefringence compensated long-period fiber grating device

김륜경, 이경식

성균관대학교 정보통신공학부

e-mail : kslee@skku.ac.kr

기계적으로 유도된 장주기 광섬유격자(MLPFGs)는 광통신과 광센싱 시스템에서 중요한 소자로 이용되고 있다. 이의 응용분야로는 파이버 모드 커플러⁽¹⁾, pressure sensors⁽²⁾, dispersion compensators⁽³⁾, tunable filters 등이 있다. 그러나, 기계적으로 광섬유에 주기적 압력을 인가하게 되면 일반적으로 원통형 대칭(symmetric)구조인 광섬유가 타원형의 비대칭(asymmetric)구조가 되어 압박을 받는 방향과 그에 수직인 방향에 대해서 서로 다른 굴절률차가 발생하여 복굴절(birefringence)이 일어난다. 발생된 복굴절은 입사하는 빛의 편광상태에 따라 각기 다른 특성을 보이기 때문에 편광모드분산(Polarization mode dispersion: PMD)의 원인이 된다. 편광모드분산은 통신용 단일모드 광섬유나 광소자에서 느린 축(slow axis)과 빠른 축(fast axis)을 도파하는 두 개의 서로 수직인 편광 모드의 GVD(Group Velocity Dispersion)의 차에 의한 분산을 뜻하는 것으로, 10Gbps이상의 초고속 광통신 시스템에서 성능을 제한하는 주요 문제점 중 하나이다. 본 논문에서는 기계적으로 유도된 장주기 광섬유격자에서 항상 발생하는 복굴절이 보상된 장주기 광섬유격자 소자를 제안하고, 복굴절 보상원리를 제시한다. 이는 다른 광 소자나 시스템에 적용 및 장착이 용이하도록 작고 일체화된 것을 특징으로 한다.

그림 1은 복굴절보상원리를 나타낸 것이다. 기계적으로 유도된 장주기 광섬유격자를 제작할 때 발생하는 선형복굴절의 영향으로 X축 방향 및 Y축 방향으로 선형편광(linearly polarized: LP)된 모드들이 경험하는 유효굴절률차에 의해 시간지연이 발생한다. 그러나, 그림 1과 같이 광섬유에 인가되는 압력을 단위길이 L에 대해 대칭적으로 인가하면, 두 선형편광된 모드(X, Y mode)는 서로 fast axis와 slow axis를 번갈아 가며 경험하게 되고, 결국 두 선형편광된 모드들 사이에서의 전체적인 시간지연은 0이 된다.

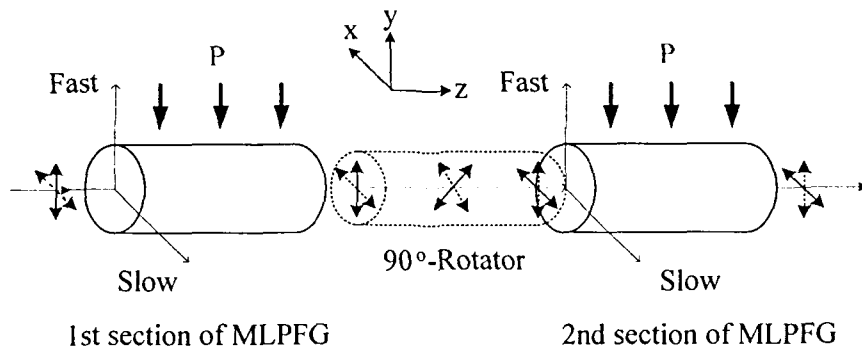


그림 1. 복굴절 보상원리

그림 2는 그림 1의 복굴절 보상원리를 적용하여 제작한 복굴절 보상된 장주기 광섬유격자 소자를 나타낸 것으로 90°-Rotator 대신 서로 수직한 방향으로 격자를 형성시킴으로서 복굴절을 보상하도록 하였다. 서로 수직한 방향으로 격자가 형성되는 부분(1st section of MLPFG, 2nd section of MLPFG)의 격자주기와 길이는 모두 동일하다.

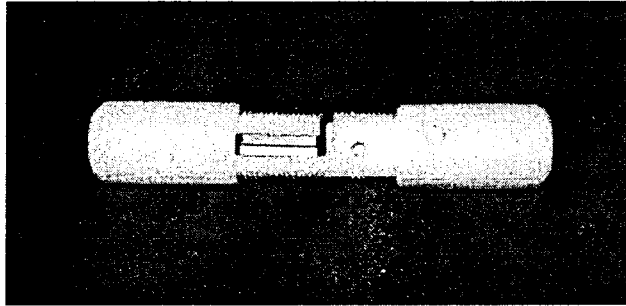


그림 2. 복굴절 보상된 장주기 광섬유격자 소자

그림 3은 복굴절이 보상되기 전과 후의 장주기 광섬유격자 투과 스펙트럼을 나타낸 것이다. 그림에 서와 같이, 복굴절이 보상되기 전에는 두 선형편광된 모드들의 중심파장이 약 3 nm, 투과손실이 약 1.3 dB 차이가 나지만, 복굴절이 보상된 후에는 두 선형편광된 모드들의 투과 스펙트럼이 거의 일치하였다.

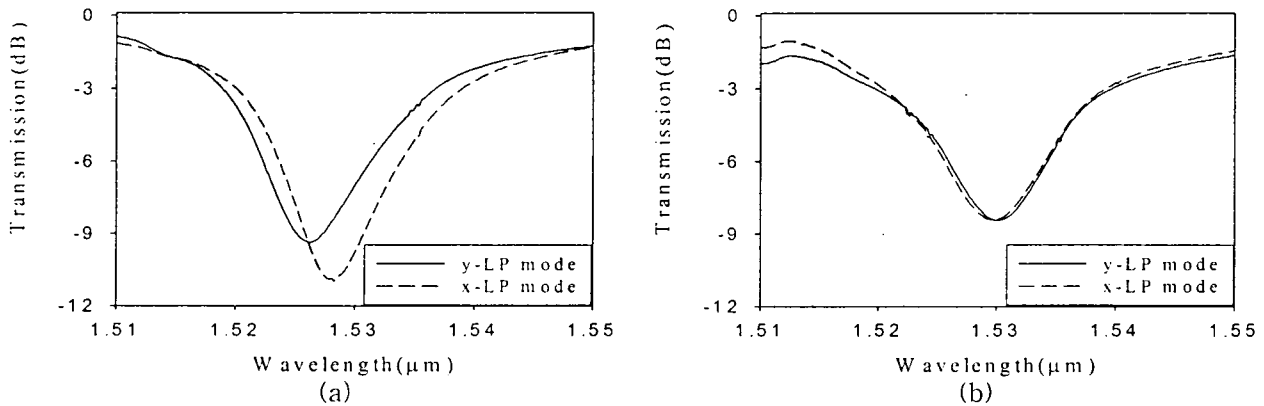


그림 3. 복굴절 보상된 장주기 광섬유격자 소자의 투과 스펙트럼 ((a):복굴절 보상 전, (b):보상 후)

본 논문에서는 기계적으로 유도된 장주기 광섬유격자에서 항상 발생하는 복굴절을 보상해주는 원리를 제시하고 이를 이용한 복굴절 보상된 장주기 광섬유격자 소자를 제안하였다. 이는 입사하는 빔의 편광상태에 둔감할 뿐만 아니라, 다른 광소자나 시스템에 적용 및 장착이 용이하도록 작고 일체화되었다.

[참고문헌]

1. K. S. Lee, J. Y. Cho, "Polarization mode coupling in birefringent fiber gratings", J. Opt. Soc. Am. A 19, 1621-1631 (2002).
2. Y. Liu, L. Zhang, I. Bennion, "Fibre optic load sensors with high transverse strain sensitivity based on long-period gratings in B/Ge co-doped fibre", Electron. Lett. 35, 661-663 (1999).
3. D. B. Stegall, T. Erdogan, "Dispersion control with use of long-period fiber gratings", J. Opt. Soc. Am. A 17, 304-312 (2000).