

광자결정 광섬유로 구성된 광섬유 간섭계

Fiber interferometer based on photonic crystal fiber

안진수, 장현수, 박광노, 이경식
 성균관대학교 정보통신공학부
 ssoo@skku.edu

광섬유 간섭계는 벌크형태의 간섭계와는 달리 간섭계의 부피가 작고 빛이 광섬유내로 도파하기 때문에 광손실이 작아 미세한 신호의 변화량도 검출할 수 있다는 장점이 있다. 일반적으로 in-line 광섬유 간섭계는 광섬유내 모드간의 위상차가 발생하여 나타나는 두 모드간의 간섭을 이용한 것으로 온도, 스트레인, 가속 등의 물리량 변화를 측정하는 센서로 구현 할 수 있다^(1~3). 본 논문에서는 광자결정 광섬유(PCF)와 few-mode 광섬유(FMF)를 이용하여 기존의 간섭계의 단점을 보완한 제작이 간편하고 물리량의 변화에 높은 민감도를 갖는 in-line 광섬유 Mach-Zehnder 간섭계를 구현하였으며, 온도변화에 따라 변화되는 간섭패턴을 측정하는 실험을 통하여 온도센서를 제안하고자 한다.

그림 1.은 in-line 광섬유 Mach-Zehnder 간섭계의 구조를 개략적으로 나타낸 그림으로써, PCF 사이에 FMF를 정렬한 모습이다. 실험에 사용된 PCF는 Endlessly Single-Mode(ESM) PCF로 클래딩 영역의 공기구멍의 직경은 3.68 μ m, 공기구멍 사이의 거리는 8 μ m이며, 전 파장 영역에서 단일모드로 동작한다. 또한, FMF의 길이는 8.5cm이다.

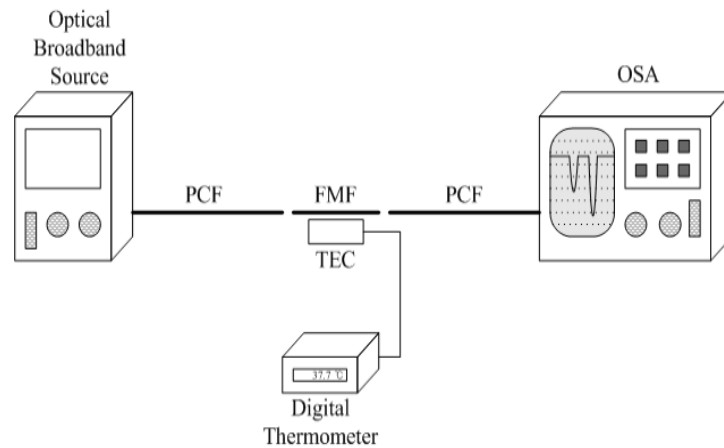


그림 1. In-line 광섬유 Mach-Zehnder 간섭계 구성도

FMF는 몇 개의 모드가 존재하기 때문에 ESM-PCF에서 FMF로 도파되는 모드와 FMF내의 존재하는 모드사이에서의 간섭이 발생한다. 다음으로, 제작한 간섭계의 온도특성 실험을 하였다. 온도가 가해지는 영역은 FMF가 있는 영역이고 27 $^{\circ}$ C ~ 97 $^{\circ}$ C까지 온도증가에 따른 파장변화를 측정하였다. 그림 2.(a)에는 온도를 증가시키에 따라 변화하는 간섭패턴을 나타내었으며, 그림 2.(b)에는 제작된 간섭계의 온도변화에 따라 딥 파장의 변화를 나타내었다. 27 $^{\circ}$ C에서 간섭패턴의 딥 파장은 1542.8nm이고 온도를

증가함에 따라 딥 파장은 단파장으로 이동하여 97°C에서는 1541.68nm이었다. 즉, 온도가 1°C 증가함에 따라 간섭패턴이 단파장 방향으로 18.7pm 이동되는 것을 알 수 있었다.

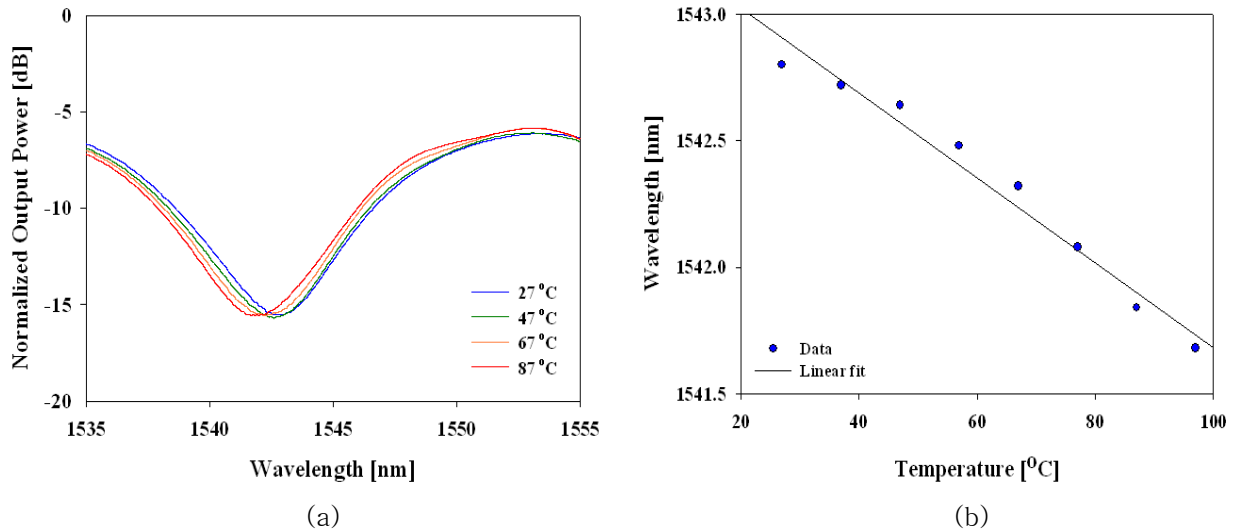


그림 2. (a) 온도변화에 따른 간섭패턴, (b) 온도변화에 따른 딥 파장

본 연구에서는 in-line 광섬유 Mach-Zehnder 간섭계 온도센서를 제안하였다. 제안하는 간섭계는 소형이며 간편하게 구현 가능함과 동시에 높은 온도 민감도를 갖는다는 것을 확인하였다. 그리고 그 밖의 다른 물리량에 대한 실험을 통하여 활용도와 민감도가 높은 센서로써 구현이 가능할 것이라고 예상된다.

참고문헌

- [1] Jong H. Lim, Hyun S. Jang, Kyung S. Lee, Jin C. Kim, and Byeong H. Lee, "Mach-Zehnder interferometer formed in a photonic crystal fiber based on a pair of long-period fiber gratings", Optics Letters, Vol. 29, Issue 4, 346-348 (2004).
- [2] Hon Man Chan, Rong Huang, and Henry Lee, "A compact Mach-Zehnder two-mode fiber-optic interferometer for high temperature sensing", Sensors 2005 IEEE, 621-623 (2005).
- [3] Arun Kumar, Rajeev Jindal, Ravi K. Varshney, and Sangeet K. Sharma, "A Fiber-Optic Temperature Sensor Based on LP₀₁-LP₀₂ Mode Interference", Optical Fiber Technology, Vol. 29, No. 1, 83-90 (2000).