

# CO<sub>2</sub> 레이저 빔을 이용한 나선구조 코어를 가진 장주기격자의 응력 특성

## Strain Sensitivity in a Helicoidal Long-Period Fiber Gratings with CO<sub>2</sub> Laser Irradiation

정호중, 신우진\*, 김준기\*\*, 박승환, 고도경\*, 이종민\*, 오경환

연세대학교 물리학과, \*Advanced Photonics Research Institute, GIST, \*\*Fraunhofer Institute, Germany  
koh@yonsei.ac.kr

### 1. Introduction

1996 장주기 광섬유 격자(Long-Period Fiber Gratings)가 보고된 이후, 다양한 형태의 장주기 광섬유 격자와 소자가 개발되고 보고되어왔다<sup>(1)</sup>. 장주기격자는 광섬유 코어의 주기적인 굴절률의 차이로 인해 코어모드가 phase matching 조건을 만족하는 특정 파장에서 클래딩 모드로 전환되어 band rejection filter로 응용되어 왔다. 온도나 응력, 외부의 굴절률 등 환경이 변할 경우에 격자의 주기가 변하게 되고 이 특정 파장 또한 일정한 형태로 변하게 된다. 이와 같은 장주기 격자 공명 파장의 천이를 통해 각종 물리량을 측정하는 센서 응용으로 많은 부분에서 연구, 보고되어왔다. 그중 응력 센서의 경우 온도와 외부 굴절률의 민감성과 함께 장주기격자가 개발됨과 동시에 연구가 시작되었다<sup>(2)</sup>. 장주기 격자는 광섬유 자체에 의해서도 고유한 특성이 발현된다<sup>(3)</sup>. 본 연구에서는 일반 단일 모드 광섬유를 나선구조로 꼬면서 동시에 CO<sub>2</sub> 레이저 빔을 쬐여 주기적인 격자를 만들고, 그 응력 특성을 측정하였다.

### 2. Experiment and Results

나선구조 장주기 광섬유 격자는 일반 단일모드 광섬유의 양쪽 끝을 일정하게 꼬면서 동시에 CO<sub>2</sub> 레이저 빔을 일정속도로 이동, 조사하여 제조된다<sup>(4)</sup>. 격자의 주기는 대략 1300um 이고 양쪽 끝의 회전속도는 각각 1.4 deg/sec 이었다. CO<sub>2</sub> 레이저 빔은 10um/sec 로 이동하면서 조사하였다. 그 결과 그림 1 과 같은 구조가 나타나고, 회전하면서 생기는 주기적 밀도 차에 CO<sub>2</sub> 레이저 빔까지 가해지면서 주기적인 굴절률차가 명확히 나타나고 이로 인해 특정 조건을 만족하는 파장에 피크가 생긴다.

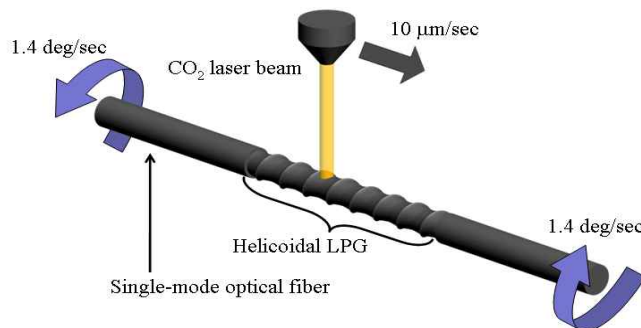


그림 1. 나선구조 장주기격자의 제조 방법 및 구조의 도식도

제조된 나선구조 장주기격자는 1586nm에서 band rejection peak를 보였고, 응력을 광섬유에 가하면서 그 스펙트럼의 변화를 관찰하였다. 응력은 총길이에 비해 변화한 길이가 현저히 작을 때  $\Delta L/L$  [ $\epsilon$ ]로 표현될수있는데 여기서  $\Delta L$ 은 당기는 길이이고,  $L$ 은 총 길이이다. 이번 실험에서는  $L$ 은 10cm,  $\Delta L$ 은 1mm 보다 작았다. 그 결과 그림 2. (a)에서 나타나는 것과 같이 스펙트럼의 피크 파장이 왼쪽으로 이동하였다. 이동된 피크 파장과, 초기 파장에서의 투과 파워를 그래프로 나타낸 것이 그림 2. (b) 이다. 파장과 파워 모두 선형적인 특성을 보여주고 있고, 그 기울기는 각각  $-1.1$  pm/ $\mu\epsilon$ ,  $2.4 \times 10^{-4}$  dB/ $\mu\epsilon$  였다.

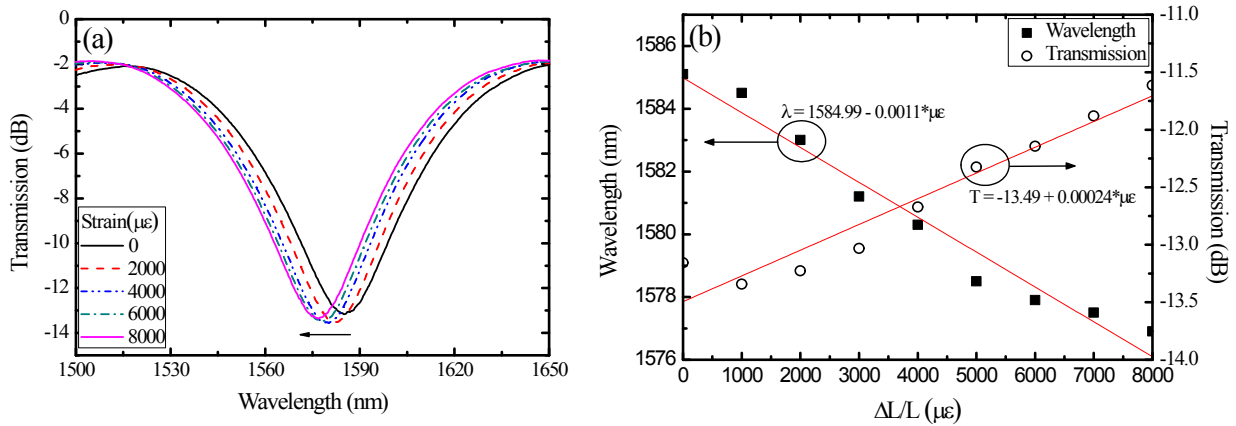


그림 2. (a) 응력을 증가시킴에 따라 달라지는 나선구조 장주기 격자의 스펙트럼. (b) 피크 파장과 초기피크 파장에서의 파워의 응력에 따른 변화율.

### 3. Conclusion

우리는 본 연구에서 일반 단일모드 광섬유를 일정한 속도로 꼬면서 CO2 레이저 빔을 조사하여 나선구조 장주기 격자를 제조하였고 그 응력특성을 살펴보았다. 그 결과 선형적인 피크 파장 이동과 투과 파워 변화율을 얻었으며 효과적인 응력 센서의 가능성을 확인하였다.

### Acknowledgements

이 논문은 한국과학재단 (과제번호 ROA-2008-000-20054-0, R01-2006-000-11277-0, R15-2004-024-00000-0), 국제과학기술협력재단 (과제번호 2007-8-0506, 2008-8-1893), 한국산업기술평가원 (2007-8-2074, 2008-8-1195), 그리고 한국학술진흥재단 두뇌한국 21 사업의 지원을 받아 수행된 연구임.

1. A. M. Vengsarkar, P. J. Lemaire, J. B. Judkins, V. Bhatia, T. Erdogan and J. E. Sipe, "Long-period fiber gratings as band-rejection filters", J. Lightwave Technol.14, 58-64 (1996).
2. V. Bhatia and A. M. Vengsarkar, "Optical fiber long-period grating sensors", Opt. Lett. 21, 692-694 (1996)
3. B. Lee, "Review of the present status of optical fiber sensors", Opt. Fiber Technol. 9, 57-79 (2003)
4. W. Shin, B.A. Yu, Y. L. Lee, Y.C Noh, D.K. Ko, and J.M. Lee, "High strength coupling and low polarization-dependent long-period fiber gratings based on the helicoidal structure", Opt.Fiber Technol. 14, 323-327 (2008).