

중공 광섬유에서의 브릴루앙 주파수 천이 특성

The Characteristic of Brillouin Frequency Shift in Hollow Optical Fiber

정윤섭, 유재왕*, 송광용**, Kazuo Hotate***, 오경환
 연세대학교 물리학과, *한국광기술원, **중앙대학교 물리학과,
 ***Department of Electronic Engineering, The university of Tokyo
 koh@yonsei.ac.kr

1. Introduction

광섬유에서 유도 Brillouin 산란 (Stimulated Brillouin Scattering) 현상이 일어날 때, 입력 광은 주파수 천이된 Stokes 광으로 후방 반사된다⁽¹⁾. 현재 광통신 방법에 있어서 주로 사용되고 있는 고밀도 파장 분할 다중화 (DWDM) 광전송 시스템, 센서, 광섬유 증폭기, 광속제어 등에서 유도 Brillouin 산란은 피할 수 없는 현상이므로, Brillouin 주파수 천이에 대한 고려는 반드시 필요하다⁽²⁾. 최근에 ‘코어-안쪽 클래딩-바깥쪽 클래딩’의 3층 구조에서, 코어와 안쪽 클래딩의 반경을 조절 함으로써 Brillouin 주파수 천이를 조절할 수 있음이 보고되었다⁽³⁾. 본 논문에서는 이와 비슷한 구조를 갖는 중공 광섬유 (Hollow Optical Fiber)의 ‘공기-코어-클래딩’ 구조를 이용하여 Brillouin 주파수 천이에 대한 결과를 알아보고, 시뮬레이션 결과와 비교하였다.

2. Results

중공 광섬유의 구조는 그림 1.(a)과 같다. 브릴루앙 주파수 천이는 Brillouin Optical Correlation Domain Analysis (BOCDA) 방법을 통하여 측정하였고⁽⁴⁾ 결과는 그림 1.(b)에 나와 있다. 단일 모드 광섬유에 비해서 중공 광섬유에서 400MHz만큼 주파수 천이가 낮아졌음을 알 수 있다.

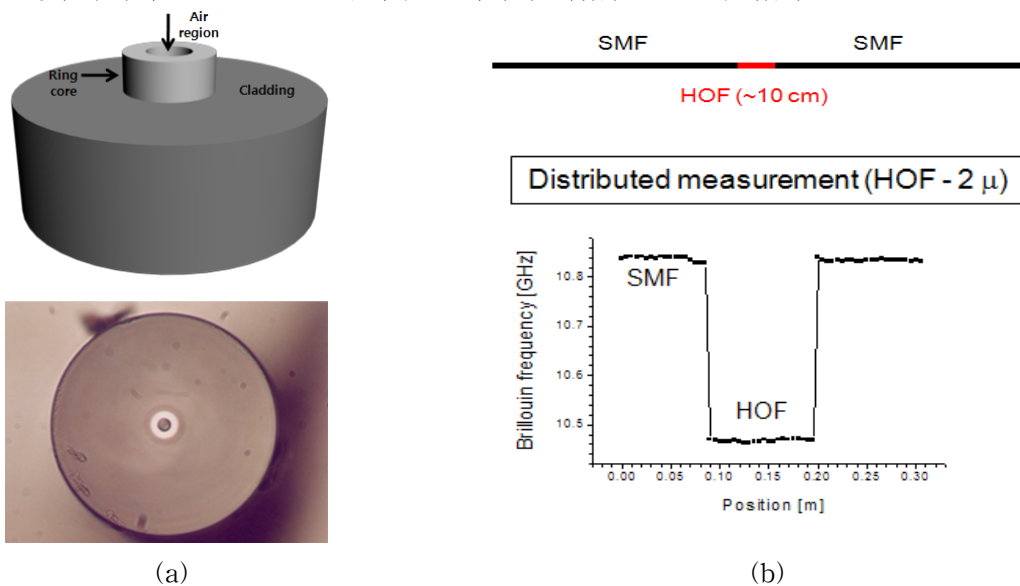


그림 1. (a) 중공 광섬유의 구조. (b) BOCDA 방법을 통해 측정된 Brillouin 주파수 천이 결과

	V_B (GHz) - 실험결과	V_B (GHz) - 시뮬레이션 결과
Hollow Optical Fiber - 2 μm	10.4681	10.0564
Hollow Optical Fiber - 4 μm	10.4793	10.0578
Hollow Optical Fiber - 6 μm	10.4949	10.0585

그림 2. 중공 광섬유의 공기층 반경에 따른 Brillouin 주파수 천이 시뮬레이션 결과

그림 2. 에 중공 광섬유의 공기층 반경에 따른 브릴루앙 주파수 천이에 대한 시뮬레이션 결과가 나와 있다. 공기층의 반경이 커짐에 따라 Brillouin 주파수 천이가 커지는 경향이 있음을 알 수 있고, 이는 실험 결과와 같은 양상을 보인다.

3. Conclusion

본 연구에서 우리는 ‘공기층-코어-클래딩’의 3층 구조를 갖는 중공 광섬유의 Brillouin 주파수 천이의 특성을 알아보았다. 단일모드 광섬유에 비해서 400MHz 낮은 주파수 천이를 보였고, 공기층의 반경을 조절함으로써 주파수 천이를 조절할 수 있음을 시뮬레이션과 실험결과를 통해서 확인할 수 있었다. 이는 광섬유의 제작 과정을 통해, 광섬유의 기하학적 모양을 조절함으로써 브릴루앙 주파수 천이를 조절할 수 있음을 뜻하고, 광통신이나 센서 응용 분야에서 유용하게 사용 될 수 있을 것이다.

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. M. J. Damzen, Stimulated Brillouin Scattering (Fundamentals and Applications), Institute of Physics Publishing, 2003
2. G. P. Agrawal, Nonlinear Fiber Optics, New York ; Academic, 1995
3. Jaewang Yu, IlBum Kwon, and Kyunghwan Oh, "Analysis of Brillouin Frequency Shift and Longitudinal Acoustic Wave in a Silica Optical Fiber With a Triple-Layered Structure", J. Lightwave. Tech., Vol. 21, No. 8, August, 2003
4. Kwang-Yong Song, Kazuo Hotate, "Enlargement of Measurement Range in Brillouin Optical Correlation Domain Analysis System Using Double Lock-in Amplifiers and a Single-Sideband Modulator", Photonics Technology Letters, Vol. 18, No. 3, February 1, 2006