

위상 마스크 간섭계를 이용한 광섬유 격자 제작

Fiber Bragg Grating Fabrication using Interferometer with Phase Mask

유계준, 이호준, 김병규*, 김선관*, 이원준*

호서대학교 정보통신공학과 광통신연구실, *한국단자 공업주식회사

hojoon@ocl.hoseo.ac.kr

Abstract

We fabricated fiber bragg gratings using interferometric method with phase mask. The interferometer consisted of two plane-parallel mirrors and a phase mask perpendicular to mirrors. The Gratings were written using an Argon-ion laser. The experimental setup could change Bragg wavelength given by the phase mask.

광섬유 격자는 신호처리와 광필터, 분산보상기, add-drop 다중화기 등 광통신 분야에 널리 쓰이고 있다. 또한 스트레인, 온도와 같은 물리량을 측정하기 위하여 광섬유 격자를 이용한 센서 시스템에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다.

Germanium이나 Boron이 도핑된 광민감성(photosensitive) 광섬유에 자외선 영역의 빛을 주기적으로 노출시키면 광섬유 코어에 주기적인 굴절률 변화가 발생되어 격자가 새겨진다. 광섬유 격자 제작 방식은 크게 간섭형(interferometric) 방식, 위상 마스크(phase mask) 방식, 점대점(point by point) 방식으로 나뉜다. 간섭형 방식은 빔스플리터에 의해 양분된 두 빔을 간섭시키는 방법으로 매우 안정된 실험 장치 구성과 레이저 coherence가 요구되어 실험 장치 구성이 간단하지 않다. 점대점 방식은 주기적으로 광섬유를 이동시키면서 빔을 조사하는 방법으로 긴 제작 시간과 정밀성이 요구된다.

본 연구에서는 위상 마스크(phase mask)를 이용하여 간단히 간섭 현상을 유도할 수 있는 위상 마스크 방식을 사용하여 광섬유 격자를 제작하였다. 위상 마스크의 주기는 1069.05nm, 회절 ± 1 차의 효율은 각각 35% 이상이며, 244nm의 자외선 조사시 1550nm의 브라그 파장을 갖는 광섬유 격자를 제작하도록 설계되었다. 사용된 레이저는 아르곤 레이저이며, 488nm를 SHG(second harmonic generation)하여 244nm의 자외선 영역의 파장으로 사용하였다. EDFA(Erbium Doped Fiber Amplifier)를 측정 광원으로 사용하였으며, OSA(Optical Spectrum Analyzer)로 광섬유 격자가 생성되는 동안 실시간 관찰하였다.

실험 장치 구성은 먼저 위상 마스크에 광섬유를 가까이 근접시켜 위상 마스크로부터 회절된 빛이 광섬유에 직접 노출이 되도록 하여 광섬유 격자를 제작하였다. 원통형(cylindrical) 렌즈를 사용하여 빔의 직경을 10mm로 확대하였고, 레이저 출력 350mW로 1시간 30분 조사하여 그림 1과 같은 브라그 중심파장이 1547.8nm이고, 35dB 이상의 투과 손실을 갖는 광섬유 격자를 제작하였다. 설계된 위상 마스크의 브라그 파장과는 2.2nm의 오차가 있었다.

위상 마스크를 이용한 광섬유 격자 제작 방식은 결정된 위상 마스크의 주기에 따라 광섬유 격자의 브라그 파장이 결정되고 제한된다. 이러한 단점을 보완하기 위해 본 연구에서는 위상 마스크를 이용한

간섭계 방식^[1, 3]으로 위상 마스크에 의한 브라그 파장과는 다른 브라그 파장을 갖는 광섬유 격자를 제작하였다. Nd:YAG 레이저를 사용했던 기존 방식^[2, 3]과 달리 아르곤 레이저를 사용했으며, 실험 구성은 그림 1의 같다. 렌즈 1과 렌즈 2를 통해 확대된 레이저 빔은 위상 마스크에 도달된다. 위상 마스크로부터 회절되는 ± 1 차 빔을 UV 코팅된 거울로 반사시켜 광섬유에 교차하게 한다. 거울에 의해 반사된 회절 ± 1 차 빔의 간섭으로 인해 광섬유의 노출 부위는 굴절을 변화를 갖게 된다. 회절 ± 1 차 빔의 간섭현상을 저해할 수 있는 회절 0차를 억압하기 위해 차단 블록을 설치하였다. 그림 2의 거울 1과 2의 경사각과 거리를 조절하여 광섬유 격자의 브라그 파장을 변화시킬 수 있다.^[1, 3]

그림 2의 실험 장치 구성을 통해 350mW의 레이저 출력으로 39분 조사하여 그림 3의 브라그 중심 파장이 1541.2nm이고, 17dB 이상의 투과 손실을 갖는 광섬유 격자를 제작하였다. 그림 3과 4는 레이저 조사시간에 따른 격자의 성장과정을 보이고 있다.

본 연구에서는 격자 브라그 파장 변화가 가능한 아르곤 레이저와 위상 마스크를 이용한 간섭계 방식으로 광섬유 격자를 제작하였다. 거울의 1의 경사각과 거울 1, 2의 거리 등 실험 장치 구성의 변화에 따른 브라그 파장 변화의 선형성 검증과 재현성이 우수한 실험 장치 구성 등 더 많은 연구가 필요하다고 사료된다.

[참고문헌]

- [1] R. Kashyap, Electronics Letters, Vol. 34, No 21, pp. 2025-2027 (1998).
- [2] K. Stump, T. K. Plant and Y. sun, Electronics Letters, Vol. 36, No. 6, pp. 567-569 (2000).
- [3] Michael L Dockney et al., Meas. Sci. Technol., Vol 7, No. 4, pp. 445-448 (1996).

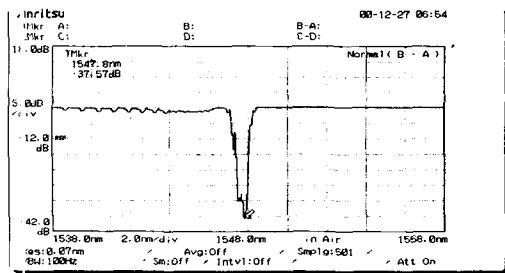


그림 1. 위상 마스크를 이용하여 제작한 광섬유 격자의 투과 스펙트럼

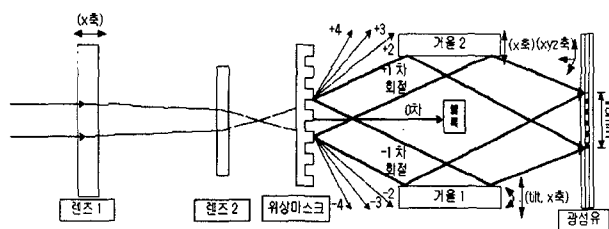


그림 2. 위상 마스크를 이용한 간섭계의 실험 장치 구성도

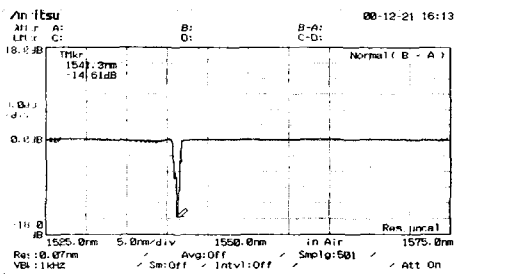


그림 3. 위상 마스크 간섭계를 이용하여 제작한 광섬유 격자의 투과 스펙트럼 (레이저 출력 350mW로 13분 조사)

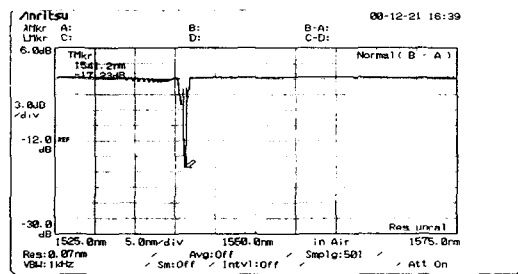


그림 4. 위상 마스크 간섭계를 이용하여 제작한 광섬유 격자의 투과 스펙트럼 (레이저 출력 350mW로 39분 조사)