

펨토초 레이저와 코어 확장형 광섬유를 이용한 광섬유 단면 미세격자

Micro-structured optical fiber end surface grating with femto-second laser and TEC fiber

신우진, 손익부, 유봉안, 이영락, 엄태중, 노영철, 고도경, 이종민
 광주과학기술원 고등광기술연구소
 swj6290@gist.ac.kr

광스위치나 광메모리등의 응용 소자에서 광신호처리에 대한 필요성의 증가에 따라 다양한 형태의 빔 정형 기술이 연구되어 왔다. 광섬유를 이용한 응용 시스템에서는 높은 시스템 집적 가능성과 광섬유가 가지는 높은 대역폭을 그대로 사용할 수 있다는 장점 때문에 광섬유 출력단에서 다양한 빔 패턴의 발생에 대한 연구들이 수행되고 있다. 최근에는 펨토초 레이저를 이용하여 광섬유 단면에 주기적인 굴절률 변화를 유도하여 광섬유 끝단에서 출력되는 빔의 모양을 변화하는 연구가 수행되었으며⁽¹⁾ Azo 폴리머 필름을 이용한 광섬유 단면 격자 제조에 대한 연구도 수행되었다.⁽²⁾ 하지만 광섬유 단면에 대한 직접적인 미세 가공을 통한 광섬유 단면 격자 구조에 대한 연구와 이에 대한 광학적 특성에 대한 연구는 수행되지 않았다. 따라서 본 논문에서는 펨토초 레이저를 이용하여 코어가 확장된 단일 모드 광섬유에 굴절률 변화가 아닌 단면 미세가공을 통하여 단면격자를 제작하고 그 광학적 특성을 분석하였다. 종전의 광섬유 단면격자에 대한 연구들은 주로 일반 단일모드 광섬유를 사용하여 수행 되었으며, 일반 단일 모드 광섬유의 경우 일반적으로 코어의 직경이 약 8 μm 이기 때문에 광섬유 내부로 입사된 빛에 대한 충분한 회절격자의 특성을 얻기 어렵다. 본 실험에서는 단면에 가공된 미세격자의 회절 효율을 증가시키기 위해 코어 직경이 30 μm 로 확장된 코어 확장형 광섬유(Termal Expanded Core fiber)를 사용하였다. 그림.1 은 본 실험에서 제안된 단면에 미세격자 구조를 가지는 광섬유의 구성도 이다. 이러한 단면 미세 격자구조의 광섬유를 제작하기 광섬유의 단면을 90도로 절단한 후 정밀 이송스테이지와 펨토초 레이저를 이용하여 1차원의 회절격자 모양을 가공하였다. 그림.2 는 가공된 광섬유의 단면 사진이며 패턴의 가공 간격은 2 μm 이며 가공된 면의 깊이는 약 0.8 μm 이다.

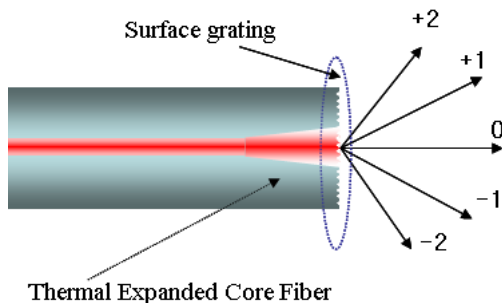


그림.1 단면에 미세 격자를 가지는 광섬유 구성도



그림.2 미세격자 구조가 가공된 광섬유 단면 사진.

제작된 회절격자를 단면에 가지는 광섬유의 출력 특성을 측정하기 위해 백색광원을 광섬유에 입력하고 출

력되는 빔의 모양을 CCD를 이용하여 측정하였다. 백색광원의 입력에 따라 출력되는 광원의 회절특성을 그림.3 과 그림.4 에 나타내었다. 그림. 3에서 보는 바와 같이 제작된 단면에 미세격자 구조를 가지는 광섬유는 입력된 가시광원에 대해 2차 이상 차수의 회절 특성이 측정 되었다. 광통신 대역에서의 분광 특성을 측정하기 위해 파장가변이 가능한 적외선영역의 레이저를 이용하여 파장변화에 따른 회절특성을 측정하고, 이를 그림.5 에 나타내었다. 그림.5 에서 보는 바와 같이 입력광원의 파장변화에 따라 회절된 광원의 중심 위치가 변화함을 알 수 있다. 광섬유 단면에 가공된 미세격자 구조에 의해 회절된 광원에 대해 1430 nm에서부터 1610 nm 까지 영역에 대해 20 nm의 간격으로 입력 광원의 파장을 변화시키고 이에 따라 측정된 1차 회절된 광원 분포의 중심위치를 측정하여 그림.6에 나타내었다. 1 nm의 입력 파장의 변화에 대해 약 0.026 pixel의 중심위치 변화가 측정되었다. 제작된 단면에 미세격자 구조를 가지는 광섬유는 1400 nm 이상의 파장에 대해 1차 회절만 형성되었으며 적외선 영역의 파장에서 파장변화에 따라 선형적인 회절된 빔의 위치 변화를 확인 하였다. 미세격자 구조의 최적화를 통한 회절의 효율 및 파장에 대한 특성 향상이 이루어진다면 광섬유 기반 소자로서의 다양한 응용이 예상된다.

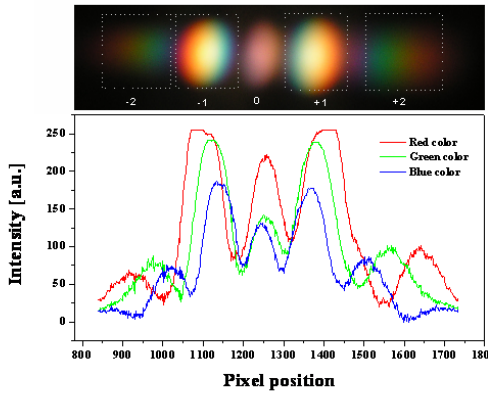


그림.3 단면에 형성된 미세격자에 의한 회절특성

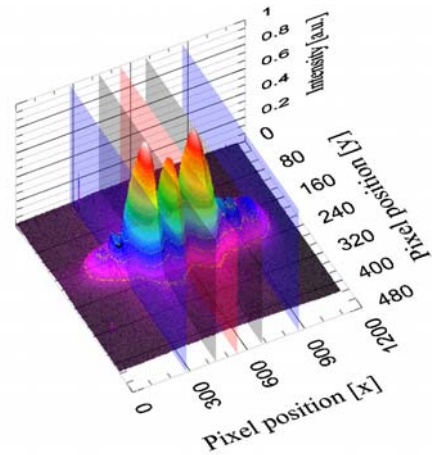


그림.4 출력된 광원의 크기 분포도

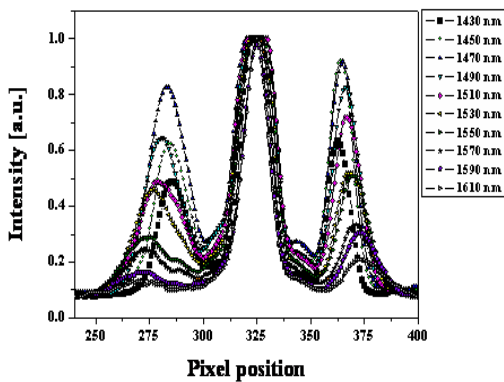


그림.5 파장변화에 따른 출력 광원 분포도

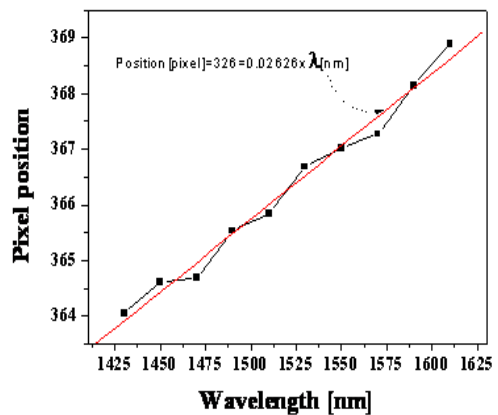


그림.6 파장변화에 따른 2차 회절광원의 중심 위치 변화

[참고문헌]

1. J. D. Mills, P. G. Kazansky, E. Bricchi, and C. W. J. Hillman, *Conference on Lasers and Electro-Optics (CLEO)*, Long Beach, CA, 2002, p. 48.
2. S. Choi, K. R. Kim, K. Oh, C. M. Chun, M. J. Kim, S. J. Yoo, and D. Y. Kim, *Appl. Phys. Lett.* 83, 1080 (2003).