

구부림에 둔감한 Holey Fiber의 전송 손실 억제 방법 및 특성

A Novel Fabrication Method of Low-loss & Bending

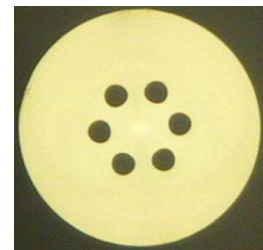
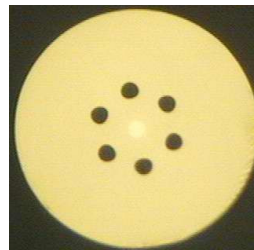
Insensitive Holey Fibers and Their Optical Properties

김길환^{1,2)}, 조형수¹⁾, 한영근¹⁾, 이주환¹⁾, 김상혁¹⁾, 이경식²⁾, 정창현^{3)*}, 오치환³⁾, 강희전³⁾, 이상배¹⁾

¹⁾한국과학기술연구원 광기술연구센터, yyghan@kist.re.kr

²⁾성균관대학교 정보통신공학부 광통신연구실, ³⁾(주) 옵토매직

대용량의 정보를 빠르게 보내기 위한 통신 수단으로 Fiber to the Home(FTTH) 기술에 대한 관심이 증가하고 있다. FTTH기술을 현실화하기 위해서는 광섬유를 덕내에 포설해야 하는 문제가 있다. 광섬유를 덕내에 포설하는 경우 구부림이 많기 때문에 광손실이 증가하므로, 최근에는 광섬유의 구부림 손실을 억제하여 초고속 광통신 시스템을 효과적으로 구현하기 위한 특수 광섬유들에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 특히, holey 광섬유¹⁾는 일반 광섬유의 구조와는 달리 순수 실리카의 코어와 코어 축에 평행하게 일정한 공기구멍이 적층된 클래딩 구조를 가지고 있다. 이는 일반적인 광섬유와 비교하여 매우 다른 구조이며 이로 인해 holey 광섬유^{2,3)}는 매우 넓은 영역의 파장 영역에서 단일 모드를 유지하거나 구부림이나 광섬유의 구조변화에 따라 광 전달이 제한되는 등 다른 광 전달 특성을 가진다. 본 논문에서는 구부림에 무관한 holey 광섬유의 제작방법과 전송 손실을 억제하기 위한 holey 광섬유 제조 방법에 대해서 논의하고자 한다. 그리고 제조된 holey 광섬유들의 광학적 특성에 대하여 조사하였다. 일반적으로 holey 광섬유의 제작방법에는 stack-draw 방법을 사용한다. 그러나 이 방법은 전송 및 OH⁻ 이온 손실을 줄이기 어려운 문제점이 있다. 이런 어려움을 해결하기 위해 본 연구에서는 VAD 공법을 이용하여 Ge가 첨가된 코어를 가지는 무수광섬유 모재(Preform)를 제작한 후, 그림 1과 같은 모재를 제조하였다. 이 때, 손실을 줄이기 위하여 타공된 표면을 etching하여 표면의 거칠기를 완화하였다. 인출조건에서 온도와 인출속도를 조절하여 아래의 그림 2과 같은 holey 광섬유들을 제조하였다. 상기 광섬유 인출기를 통해 인출한 광섬유의 사진을 그림 2에 나타내었으며, 광섬유들의 물리적 수치는 표 1과 같이 측정되었다.



(a) 광섬유 1

(b) 광섬유 2

[그림 1] Ge 첨가된 무수광섬유 프리폼의 단면사진

[그림 2] 제작된 holey 광섬유들의 사진

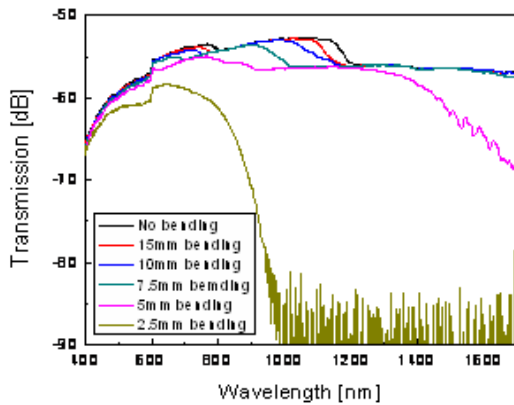
그림 3은 제작된 광섬유들의 투과 특성을 나타내고 있다. 이때 각각의 holey 광섬유의 구부림 특성을 측정하기 위해서 white light source와 OSA에 각각 통상의 단일 모드 광섬유를 연결한 후, 2m 길이의 제작된 광섬유와 단일 모드 광섬유를 용융접착기를 이용해 접속하였다.

	광섬유 1	광섬유 2
코어 지름 (μm)	8 \pm 1	8 \pm 1
클래딩 지름 (μm)	125 \pm 1	125 \pm 1
공기구멍 지름 (μm)	9.9	13.2
공기구멍과 구멍 사이의 지름 (μm)	20.6	22.5

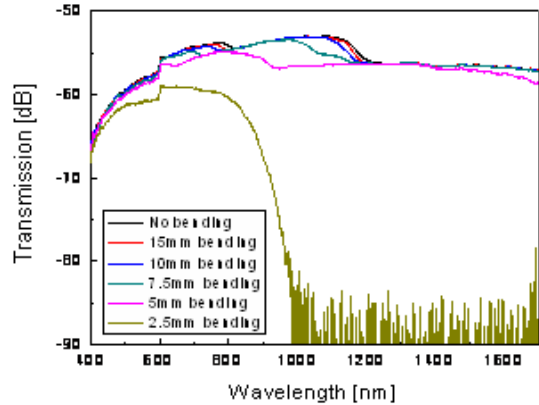
[표 1] 제작된 holey 광섬유들의 물리적 특성

	광섬유 1	광섬유 2
편광 의존 손실 [dB] at $\lambda=1.55\mu\text{m}$	0.07	0.11
전송 손실 [dB/km] at $\lambda=1.55\mu\text{m}$	0.212	0.217
구부림 손실 [dB/turn] at $\lambda=1.55\mu\text{m}$	10mm 반지름	<0.01
	7.5mm 반지름	0.012
	5mm 반지름	<0.01
	5mm 반지름	0.65

[표 2] 제작된 holey 광섬유들의 광학적 특성



(a) 광섬유 1



(b) 광섬유 2

그림 3. 제작된 holey 광섬유들의 곡률반경에 따른 투과 스펙트럼

그림 3은 제작된 광섬유들을 각각의 곡률반경으로 10번씩 구부림 하여 얻은 투과 특성이다. 광섬유 1과 광섬유 2 모두 구부림 반경 변화에 대하여 단일 모드 광섬유와 유사한 특성을 보이고 있으나, 공기구멍의 크기가 큰 광섬유 2가 구부림 반경이 감소하더라도 광손실이 낮은 특성을 보이고 있다. 제작된 광섬유들의 곡률반경에 따른 구부림 손실의 변화를 측정된 그래프이다. 이때 실험의 정확도를 위하여 tunable laser diode를 이용하여 1550nm 파장에서 구부림 변화에 대해서 holey 광섬유의 광손실을 측정하였다. 공기구멍이 클수록 구부림 손실이 적은 것을 확인할 수 있으며, 특히 곡률반경 5mm인 경우 광섬유 2는 0.07dB/turn의 좋은 손실 특성을 나타내었다. 표 2에서는 제작된 광섬유들의 측정된 광학적 특성들에 대해서 간단하게 정리 하였다. 전송 손실은 holey 광섬유가 일반 단일모드 광섬유와 비슷한 값을 가지는 것으로 측정되었다.

결론적으로 OH⁻ 이온을 제거한 무수광섬유 프리폼을 이용하여 전송손실이 낮은 holey 광섬유를 제조하기 위한 특수 광섬유 제조 방법에 대해서 논의하였다. VAD공법으로 게르마늄이 첨가된 모재를 제조하였고, 모재에 공기구멍을 타공한 후, Etching을 통하여 손실이 적은 holey 광섬유를 제조하였고, 제작된 광섬유들의 물리적, 광학적 특성을 측정하였다. 본 연구에서 개발된 제조 방법을 이용한다면 다양한 구조의 holey 광섬유를 효과적으로 제조할 수 있을 것으로 사료된다.

참고 문헌

[1] J.C. Knight et. al., Opt. Lett., Vol. 21, No. 19, pp. 1547-1549 (1996)
 [2] M. D. Nielsen et. al., Optics Express Vol. 12, No. 8 (2004)
 [3] N. Guan et. al., ECOC 2004 Proceedings Mo3.3.5