VAD 공법을 이용한 판다형 편광유지광섬유 제조 및 특성평가

Fabrication and characteristics evaluation of Panda polarization-maintaining fibers by VAD method

최성순*,구석수,정창현,이경구,오치환,유기선

㈜ 옵토매직

조민식,권오선,최우석,송기원

국방과학연구소 3 기술연구본부

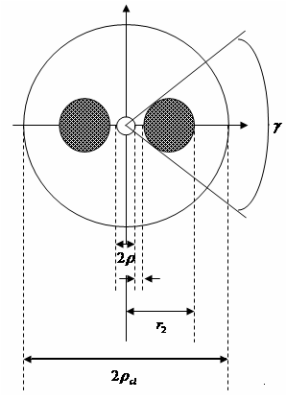
Abstract

The Panda-type polarization maintaining fibers were fabricated by VAD(vapor-phase axial deposition) method. We fabricate Panda style polarization maintaining fibers that have small form factor(80 ㎛), high H-parameter of about $1x10^{-4}$/m and low optical loss of about 3dB/km.

1. 개요

편광유지광섬유(polarization-maintaining fiber; PMF)는 광통신, EDFA, 광섬유자이로 분야 이외에도 각종 광섬유 센서 개발 및 관련 연구분야에 광범위하게 활용되고 있다. 편광유지광섬유의 편광유지 성능은 광섬유 코어에 스트레스를 인가하는 유형에 따라 타원형(elliptical type), 보우타이형(Bow-tie type), 판다형(panda type)으로 크게 구분된다. 본 논문에서는 이들 중 판다형 편광유지광섬유를 VAD 공법을 적용하여 제조하고, 특성 평가한 결과를 소개한다. 제조된 편광유지광섬유는 광학 특성이 평가되었으며, 최적의 편광유지광섬유 성능을 도출하기 위한 분석이 이루어졌다.

2. PMF 의 구조 및 스트레스 로드 형태에 따른 기하 특성

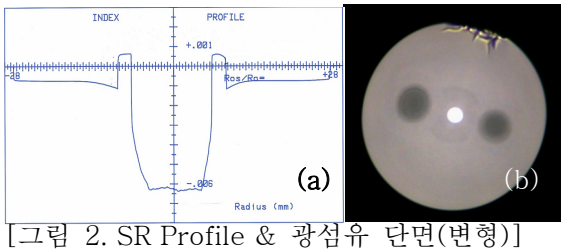


[그림 1. PM Fiber 구조]

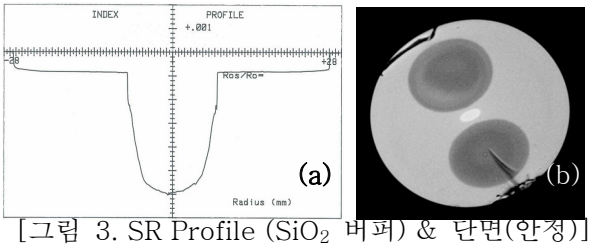
VAD 공법을 이용하여 모재와 스트레스 로드(Stress Rod; SR)를 제조하였다. 드로잉 작업시 모재의 SiO_2 층보다 열팽창계수가 큰 SR 의 안정적인 인출을 위하여 약 70g 의 장력으로 기존 인출 온도보다 낮은 약 1900℃의 온도로 진행된 광섬유의 구조(그림 1)를 볼 수 있다. 코어 주변에는 P_2O_5+ F+ SiO_2 로 이루어진 Buffer Layer 층이 있다. 이는 코어와 클래드간 열팽창 계수의 차로 인하여 인출시 코어가 경화될 때 SR 로 인한 기계적 스트레스를 제거하기 위해 필요하다.

SR 의 Profile 에 따른 광섬유 단면 (그림 2,3)을 볼 수 있다. 응력을 주기 위한 SR 의 B_2O_3 도

핑과 모재간의 녹는점의 차이로 인하여 그림 2 의 경우 드로잉 작업시 SR 가 모재보다 먼저 녹으면서 코어의 양방향에 영향을 주어 광섬유 형태가 변형된 것을 볼 수 있다. 이를 보완하기 위하여 그림 3(a) 의 형태로 SR 에 SiO_2 buffer 층을 두어 SR 의 변형을 차단하여 그림 3(b) 형태의 광섬유를 얻을 수 있다.



[그림 2. SR Profile & 광섬유 단면(변형)]



[그림 3. SR Profile (SiO_2 버퍼) & 단면(안정)]

3. 코어 형태에 따른 PMF 광학 특성

그림 2(a) 형태의 SR 을 사용하여 드로잉 작업을 진행하였다. 드로잉 작업시 장력, 선속, 진공압력 등의 조건과 SR 과 천공 hole 사이의 간격 등의 요인에 따라 코어가 일정 축으로 타원을 이루면서 변형을 일으킬 수 있다. 그림 3 에서 작업 조건에 따라 서로 다른 형태의 코어를 가지는 광섬유 단면을 볼 수 있다. 그림 3(a)는 SR 축 방향으로 타원형으로 늘어나 있고, 그림 3(b)는 SR 축 방향과 수직으로 타원형을 이루고 있으며 그림 3(c) 의 코어는 원형을 유지하고 있다. 코어 부가 원형을 유지하기 위해선 hole 과 SR 간 간격을 0.1mm 이하로 유지하고, 모재 내부가 300~700 Aq 정도의 진공 상태를 유지하여야 한다. 원형의 코어를 가진 광섬유가 전체 특성을 고려할 때 가장 우수한 특성을 가지는 것을 알 수 있다(표 1). 제작된 PMF 의 광학손실은 1550 nm 파장에서 <3.0 dB/km, H-parameter 는 1×10^{-4} 로 측정되었다.

(a)코어가로타원형 (b)코어세로타원형 (c) 코어 원형

[그림 4. 광섬유 단면]

항 목	(a)	(b)	(c)
손실 (dB/km)	2.9	4	1.9
코어 to Rod Angle(deg)	65	68.5	67
H-Parameter (1/m)	1×10^{-4}	1×10^{-3}	1×10^{-4}

[표 1. 코어형태에 따른 광학 특성]

3. 결론

VAD 공법을 활용하여 판다형 편광유지광섬유를 제조하였다. 스트레스 로드 및 코어의 형상 개선과 저온에서 인출조건 등을 최적화함으로서, 약 1×10^{-4} 의 h-parameter 와 약 3dB/km 의 광손실 특성을 가지는 편광유지광섬유를 얻었다.

Reference

[1] I.P.Kaminow, IEEE vol. QE-17, no.1, pp. 15-22,1981

[2] B.J.Ainsile ,et al, J.Lightwave Technol., vol. LT-4,no.8,pp.967-979,1986