

할로겐 램프를 이용한 TEC 광섬유의 제조와 특성평가

Fabrication and analysis of thermally expanded core (TEC) fiber heat-treated by halogen lamp

손동훈, 주성민, 김철진*, 한원택

광주과학기술원 정보통신공학과, *경상대학교

Tel: 062-970-2215, Fax: 062-970-2204, E-mail: wthan@gist.ac.kr

광통신 소자의 다기능화 및 집적화에는 광연결과 광결합이 필수적이며, 이를 위해 높은 광결합 효율과 정렬오차에 대한 낮은 접합손실 등의 기술이 요구된다. 현재까지 많은 광섬유 집적소자들은 광섬유와의 연결 시 GRIN 렌즈 및 Ball 렌즈 등의 소형 렌즈를 사용하거나 광섬유 끝부분을 렌즈 모양으로 만든 것을 사용하고 있다. 이러한 방법 등은 제작 시 비용이 많이 들거나 제작 공정이 매우 까다로운 단점을 가지고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위한 방안으로 열처리에 의해 단일모드 광섬유 코어내의 첨가물들이 확산되는 성질을 이용한 Thermally Expanded Core(TEC) 광섬유가 최근 개발되어 사용되고 있다.^[1~3]

일반적으로 TEC 광섬유 제조 시 사용되는 가열방법으로는 Micro-burner와 Electric furnace가 주로 사용되고 있다. 그러나 Micro-burner의 경우 온도조절이 어렵고, Electric furnace의 경우에는 광섬유 유리의 결정화 현상을 최소화하기 위해 진공 상태를 유지해야 하는 제조 공정상의 어려움이 있다. 따라서 본 연구에서는 근적외선 파장의 할로겐 램프를 이용한 Image furnace를 이용하여 TEC 광섬유를 제조하고자 하였다. Image furnace의 경우, 열처리 공정으로 인한 광섬유 변형을 최소화 할 수 있고, 온도 조절 및 대량 생산이 용이하며, 공기 중에서 사용이 가능하다. 또한 Image furnace는 순간적인 가열과 냉각이 이루어지는 공정의 특성으로 인해, 광섬유 유리 내에서의 발생 가능한 결정화 시간을 최소화하여 결정화로 인한 파손 및 표면의 결함 없이 제품을 생산 할 수 있는 장점이 있다.^[4] 그러나 Image furnace는 다른 가열방법에 비해 상대적으로 낮은 가열 온도로 인하여 TEC 광섬유의 Mode Field Diameter(MFD)의 확장율이 낮은 단점을 가지고 있다. 따라서 본 연구에서는 가열시간을 증가하여 확장율이 증가된 TEC 광섬유를 제조하였고, 제조된 TEC 광섬유의 광 특성에 관해 연구하였다.

본 연구에서는 Modified Chemical Vapor Deposition (MCVD)공정을 이용하여 Ge가 첨가된 단일모드 광섬유 모재를 제조하였고, 제조된 모재를 Draw Tower (DT)를 이용하여 2150℃의 고온에서 광섬유로 인출하였다. 인출된 광섬유를 할로겐 램프로 구성된 Image furnace를 이용하여 1200℃에서 5시간동안 가열처리 하였다. 제조된 TEC 광섬유는 1550nm LD를 광원으로 이용하여 Far-Field Pattern(FFP)법으로 MFD를 측정하였다.^[5] 전파손실(Propagation loss)은 Amplified Spontaneous Emission(ASE) source와 Optical Spectrum Analyzer(OSA)를 이용하여 열처리 전후의 Ge가 첨가된 광섬유를 각각 연결한 후 측정하였다. 또한 Ge가 첨가된 광섬유 가열전후의 Gap과 Offset정렬오차에 따른 접합손실(Coupling loss)을 Nano-moving stage를 이용하여 측정하였다.

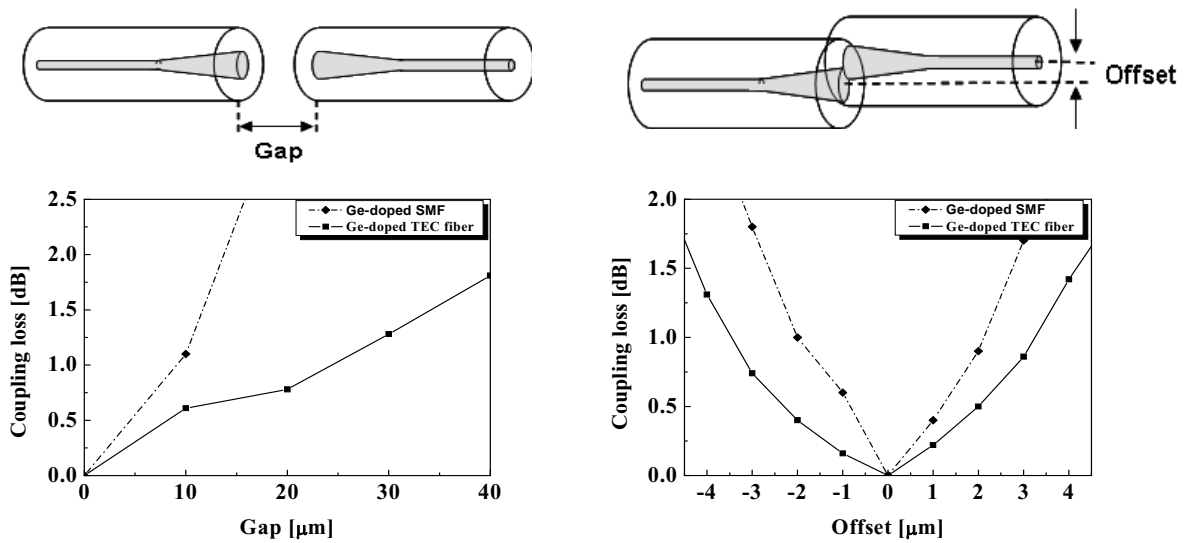


Fig. 1. Coupling loss characteristics vs. gap and offset misalignments of the TEC fibers

Image furnace를 이용하여 5시간 가열한 후 Ge가 첨가된 광섬유의 MFD는 가열 전 10.7μm에서 12.88μm로 약 20.3%의 확장율을 보였고, 제작된 TEC 광섬유의 전파손실은 0.16dB로 측정되었다. 그림 1에 가열전후의 Gap과 Offset 정렬오차에 따른 접합손실을 비교하여 나타내었다. 가열 전 Ge가 첨가된 광섬유의 경우 약 10μm의 Gap 정렬오차와 약 ±2μm의 Offset 정렬오차가 발생할 때 손실은 1dB 값을 나타내었다. 반면 5시간동안 가열한 TEC 광섬유의 1dB 정렬오차 값은 약 25μm와 ±3.5μm로 측정되었다. 이는 제조된 TEC 광섬유가 Gap 정렬오차의 경우 가열전의 단일모드 광섬유에 비해 약 2.5 배 그리고 Offset 정렬오차의 경우 약 1.75배 큰 값을 가져 정렬오차 허용치가 대폭 증가하였음을 알 수 있다.

Image furnace를 이용하여 단일모드 광섬유를 5시간의 가열처리 한 결과, MFD가 20% 확장되고 0.16dB의 낮은 전파손실을 보유한 TEC 광섬유를 성공적으로 제조하였다. 또한 자유공간상에서의 결합 손실은 가열전의 광섬유보다 Gap과 Offset의 정렬오차에서 각각 2.5배와 1.75배의 향상된 값을 얻었다.

참고문헌

1. K. Shiraishi et al., "Beam Expanding Fiber Using Thermal Diffusion of the Dopant", J. Lightwave Technol., Vol. 8, 1151-1161, (1990).
2. Y. Ando et al., "Low-Loss Optical Connector Between Dissimilar Single-Mode Fibers Using Local Core Expansion Technique by Thermal Diffusion", Vol. 4, 1028-1031, (1992)
3. M. Kihara et al., "Characteristics of Thermally Expanded Core Fiber", J. Lightwave Technol., Vol. 14, 2209-2214, (1996)
4. S. Ju et al., "Expansion of Pb/Ge-codoped Fiber Core by Heat Treatment Using Halogen-lamps", Photonics Conference, T3D2, 145~146, (2005)
5. M. Artiglia et al., "Mode Field Diameter Measurements in Single-Mode Optical Fibers", J. Lightwave Technol., Vol. 7, 1139-1152, (1989)