

## 광대역 경사굴절률 플라스틱 광섬유의 제작

### Development of High Bandwidth Graded-Index Plastic Optical Fiber

황진택\*, 김덕영\*\*, 박승한\*\*\*

\*삼성종합기술원 E-Polymer Lab., \*\*광주과학기술원 정보통신공학과, \*\*\*연세대학교 물리학과  
shpark@phya.yonsei.ac.kr.

최근에 폭발적으로 늘어나고 있는 인터넷 통신이나 화상회의, 고화질 유선방송 등 정보 통신 수요의 증가를 충족시키기 위해서 각 사무실이나 가정까지 광섬유를 연결하여 초고속 통신을 가능하게 하는 Fiber to the Office 또는 Fiber to the Home 계획이 선진국을 중심으로 추진 중에 있다. 하지만 지금까지의 광통신에서 상용화되어 사용되고 있는 유리 광섬유는 설치나 연결이 용이하지 않다는 단점 때문에 가정이나 사무실에 사용하기에는 많은 어려움이 있었다. 따라서 이러한 단점을 극복하기 위한 방안의 하나로 고분자 플라스틱 광섬유(POF)에 대한 연구 개발이 일본과 미국을 중심으로 지난 20여 년간 지속적으로 이루어져 왔으나 손실이 매우 커서 주목을 받지 못하였으나, 1990년대 초 일본 게이오 대학의 고이케 교수팀이 NEC와 함께 단일모드 광섬유보다 코어 직경이 훨씬 큰 Graded-Index(GI) POF를 개발하여 대역폭이 1-3 GHz 이고 손실도 160 dB/km로 낮추는 데 성공함으로써, 광대역 저손실 POF의 개발 및 전송시스템 구현에 관한 연구가 급속히 발전하게 되었다. 특히, 최근에는 일본을 중심으로 일본 IBM, NEC, Sony, Koga전공, Mistubishi, NTT 등의 광섬유 및 통신 기기 전문업체 45사가 플라스틱 광섬유의 실용화를 추진하는 '플라스틱 광섬유 콘소시엄'을 설립한 바 있으며, 미국에서는 PAVNET, OMNET 등이 주축되어 근거리 통신망 구축을 위한 투자와 공동연구가 진행 중이고, 유럽에서도 플라스틱 광섬유 Club이 결성되어 개발을 서두르고 있다.

POF 중 GI-POF는 광섬유의 코어의 직경을 크게 하여 다중모드를 지원하면서도 각 모드간의 진행 속도를 같게 하여 초고속으로 광신호를 전송할 수 있게 하는 광섬유로서, 주로 650 nm 의 가시광선의 LED를 광원으로 사용하므로 기존의 1.3  $\mu\text{m}$  혹은 1.5  $\mu\text{m}$  의 광원에 비하여 안전하고, 코어 직경도 300마이크론 이상이며 외부 직경도 1 mm 정도이어서 설치 및 연결이 매우 용이하다는 장점을 갖고 있다. 특히 PMMA계 GI POF는 50 m 에서 전송대역이 400 Mbps 가 한계로 알려진 Step-Index(SI) POF에 비해 상대적으로 광대역 통신이 가능하고 perfluoro polymer계의 GI-POF에 비해 가격이 저렴하여 100 m 이내, 400 Mbps 이상의 홈 네트워크용 광대역 광통신 전달매체로 사용될 것으로 예상되고 있다. 현재까지 GI-POF는 gel permeation polymerization 법과 같이 분자량이 낮은 dopant의 thermal diffusion 을 이용한 방법들이 주로 이용되어 왔으나, 열적 안정성이 떨어지고 대형 Preform의 제조가 어려운 단점이 있었다. 따라서, 본 연구진은 고분자의 diffusion과 radial mixing을 이용한 새로운 GI preform 제조 방법인 radial mixing법을 개발하였으며, 개시제, 첨가제 및 모노머의 고도 정제 기술 및 설비를 구축하였고, 저온 정제법에 의한 고순도 모노머의 정제방법 또한 확립하였다. 또한 이와 같은 radial mixing 법에 의해 제조된 GI preform을 사용하여 glass optical fiber 제조공정과 유사한 방식으로 drawing 함으로써 1 mm 직경의 fiber를 제조하였다. 제조한 GI POF의 attenuation loss는 단면을 heating으로

polishing 한 다음, 660 nm LED 광원을 사용하여 cut back 방식으로 측정하였고, 그 결과는 그림 1과 같다. 성능비교를 위하여 상업적으로 생산되고 있는 미쯔비시 레이온사의 SI-POF의 attenuation loss 측정 결과를 함께 나타내었는데, 그림에서 볼 수 있는 바와 같이 attenuation loss는 177dB/km로서 우수한 값을 나타내고 있음을 알 수 있다.

제조된 GI-POF의 유리전이 온도는  $T_g > 95 \text{ }^\circ\text{C}$  이었으며, 열적 안정성이 우수하여 기존 POF의 확대 적용에 bottle-neck이었던 열적 안정성 저하로 인한 장기적인 신뢰성 문제를 해결할 수 있을 것으로 기대하고 있다. 또한, 인장 강도도 약  $1500 \text{ kgf/cm}^2$  로서 기계적 강도가 훨씬 우수하다고 알려진 SI POF와 거의 유사한 값을 가짐을 알 수 있었다. GI-POF의 전송속도는 pulse broadening 방법을 사용하여 측정하였다. 광원으로 650nm의 InGaAlP laser diode(LD)를 사용하였고, input pulse의 FWHM는 100 ps 이었다. LD beam을 AR 코팅된 collimating lens와 NA=0.25 micro-lens를 이용하여 POF 에 전송하였고, 출력 펄스를 측정하기 위한 수광 소자로는 Thorlab사의 SUV7-FC (GaAs, ~50ps, 7GHz)을 사용하였으며, 신호는 샘플링 오실로스코프로 검출하였다. 전송대역폭은 입력 펄스와 출력 펄스를 푸리에 변환을 통하여 transfer function의  $f_{-3dB}$ 로부터 구하였는데, 측정된 GI POF의 bandwidth 값은 100 m 환산 시 1.2 Gbps 이었고 pulse broadening 의 기울기는 0.424 이었다. 따라서, 본 연구진이 새로운 공정에 의해 제조한 PMMA GI-POF는 열적 안정성 및 attenuation loss에서 SI POF와 거의 유사한 수준의 값을 보였고, 100 m 환산시 bandwidth는 1 Gbps 수준임을 알 수 있었다.

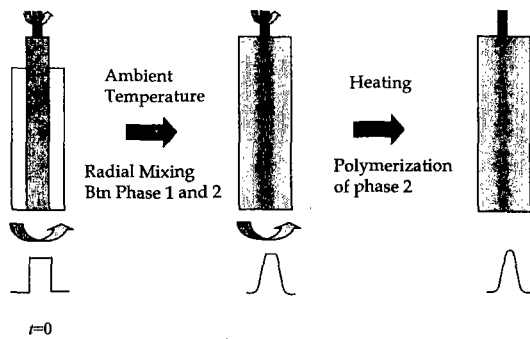


그림 1. Radial Mixing 방법에 의한 GI-POF preform 제조방법

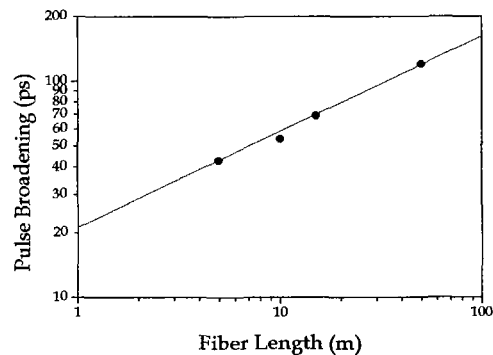


그림 2. Fiber 길이에 따른 Pulse Broadening

참 고 문 헌

[1] T. Ishigure, E. Nihei, and Y. Koike, Graded-index, Appl. Opt., vol33, no 19, 1994, pp. 4261  
 [2] 황진택, 박재근, 김도윤, 최진성, 조한솔, 박승환, 제8회 광전자 및 광통신 학술회의 (2001. 5. 16 -18, 무주리조트).