

## 근거리 고속 광통신용 플라스틱 광섬유의 전송 대역 측정

### Bandwidth measurement of GI-POF in time domain

전성만, 박승한, 황진택\*, 김덕영\*\*

연세대학교 물리학과, \*삼성종합기술원, \*\*광주과학기술원

shpark@phya.yonsei.ac.kr.

최근에 폭발적으로 늘어나고 있는 인터넷 통신이나 화상회의, 고화질 유선방송 등 정보통신 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. 최근에는 플라스틱 광섬유(POF; plastic optical fiber)에 관한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 지금까지의 광통신에서 상용화되어 사용되고있는 유리 광섬유는 잘 부러지고 그 설치나 연결이 어렵다는 단점 때문에 가정이나 사무실에 설치하기에는 많은 어려움이 있어왔다. 고분자 소재를 사용하면 이러한 단점을 쉽게 극복할 수 있으므로 플라스틱 광섬유에 대한 연구 개발이 일본과 미국에서는 대학과 기업연구소에서 이미 오래 전부터 많이 수행되고 있으며 일본의 몇몇 기업은 그 시제품을 이미 상용화한 상태이다.

최근에 차세대 POF로 각광받고 있는 GI-POF(graded index plastic optical fiber)는 그 대역폭이 1-3Ghz이며 그 손실도 160dB/km로 낮다. 이와 같이 저비용 높은 대역폭을 가지는 GI-POF는 아직 그 손실을 더 줄여나가는 연구와 함께 전송시스템 구현을 위한 연구가 활발히 진행중에 있다. 다중모드 GI-POF 코어는 300마이크론 이상이므로 케이블 설치가 간단하고 렌즈 등의 복잡한 커넥터가 필요 없게 되어 전체적인 시스템의 가격을 획기적으로 낮추었다. GI-POF는 광섬유의 코어를 크게 하여 다중모드를 지원하면서도 각 모드간의 진행속도를 같게 하여 초고속으로 광신호를 전송할 수 있게 하는 방법이다. POF 시스템에서는 주로 650nm의 가시광선의 LD를 광원으로 사용한다. 이는 눈에 보이므로 기존의 1.3μm의 광원에 비해 케이블 설치시 보다 안전하고 외부두 RP도 1mm 정도여서 커넥션이나 터미네이션 등이 매우 용이하다는 장점을 가진다.

본 연구에서는 PMMA계 GI-POF의 전송대역폭(bandwidth)을 측정함으로써 feed-back에 의한 최적화 된 고유재료 확보를 앞당길 수 있는 길을 열고자 한다.

광 변조된 입력 펄스  $P_{in}(t)$ 과 출력 펄스  $P_{out}(t)$ 와의 관계는 다음과 같이 impulse response  $h(t)$ 에 의해 주어진다.

$$P_{out}(t) = \int_{-\infty}^{\infty} P_{in}(t-\tau) h(\tau) d\tau$$

위 식의 fourier transform은 다음과 같이 주어진다.

$$F_{out}(w) = F_{in}(w) H(w)$$

이때 impulse response  $h(t)$ 의 펄스폭은 입력 펄스와 출력 펄스에 의해 구할 수가 있다. 시간 영역에서의 impulse response  $h(t)$ 가 가우시안 형태로 주어지면 주파수 영역에서의 전송대역과 시간 영역에서의 펄스폭은 다음과 같은 관계를 가진다.

$$h(t) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-t^2/2\sigma^2} \Leftrightarrow H(\omega) = e^{-\sigma^2\omega^2/2}$$

FWHM 전송대역과 rms 펄스폭은 펄스를 푸리에 변환을 통해 얻으며, BW는  $|H(\omega)| = \frac{1}{2}$ 에서의 주파수이다. 따라서 전송대역폭은 다음과 같이 주어진다.

$$BW = \frac{0.188}{\sigma}$$

PMMA계 GI-POF의 전송대역 측정을 위하여 수십 피코초의 펄스폭을 가진 광원을 구성하였다. 반복율이 수백 MHz, 펄스폭이 수십 피코초인 광원 구성을 위하여 이득 스위칭 기법을 이용하였다. InGaAlP 레이저 다이오드(삼성, 650nm)에서 나온 광을 N.A=0.55 f=4.5mm인 렌즈로 collimation 하였으며 마이크로 렌즈(N.A.=0.5)로 플라스틱 광섬유에 조사시켜 100m 통과 후의 출력 펄스와 입력 펄스를 측정하였다. 이때 출력 펄스를 측정하기 위한 수광 소자로는 Thorlab사의 SUV7-FC( GaAs,  $\tau=50$  ps, 7GHz)을 이용하였으며 이 신호를 샘플링 오실로스코프로 검출하였다. 입력 펄스의 펄스폭  $\tau_1$ 와 출력 펄스의 펄스폭  $\tau_2$ 를 측정하여 impulse response를 구하여 플라스틱 광섬유의 전송대역폭을 결정하였다. 보다 정확한 전송대역폭 결정을 위하여 입력 펄스와 출력 펄스를 푸리에 변환(fast fourier transform)을 통하여 transfer function의  $f_{-3dB}$ 을 측정하였다.

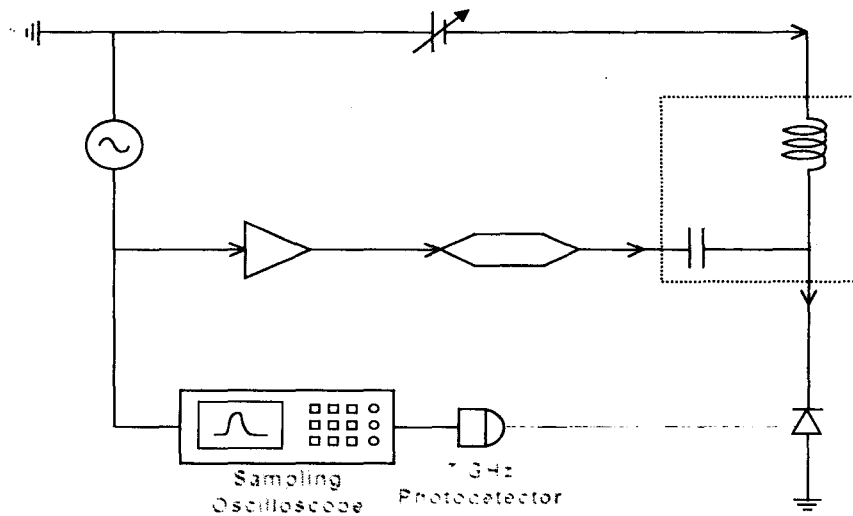


그림. Bandwidth measurement in time domain

참고문헌

- [1] D. Marcuse, *Principles of Optical Fiber Measurements*(Academic Press Newyork,1981)
- [2] S. Takahashi,K. Ishimura, "Time domain Measurements of launching-condition-dependent Bandwidth of all plastic optical fibers" . Electron. Lett. **27**, 217-219(1991)
- [3] R.F.Shi, A.F. Garito, "Origin of high bandwidth performance of graded-index plastic optical fibers" , Appl. Phys. Lett. **71**(25), 3625-3627.(1997)
- [4] Hai-Feng Liu, Yoshio Kawai, "Gain-switched picosecond pulse generation from 1.3 $\mu$ m Ir GaAsP laser diodes" , IEEE J. Quantum Electron., **25**(6), 1417-1425(1989)