

고효율 코어모드 아웃커플링 방법 및 이를 이용한 광섬유 일체형 광트랜시버 제작

High efficiency core mode out-coupling method and the fiber in-line optical transceiver fabrication using the same

이세형, 이종진, 임권섭, 강현서
한국전자통신연구원 광통신연구센터
seihyoung@etri.re.kr

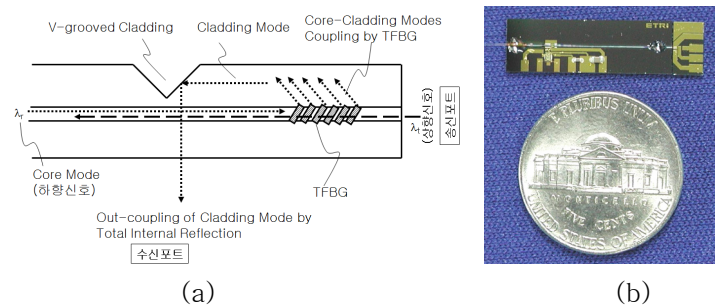
대역폭에 대한 요구량이 점점 증가함에 따라,택내 광가입자 망(Fiber-to-the-Home, FTTH)은 향후 네트워크에서 가장 가능성 있는 솔루션이 되어 가고 있다. FTTH 시스템에서 가입자 쪽을 보면택내에 광섬유가 들어와 장비가 설치되어야 하므로 가격적인 면에서 합리적이어야 한다. 이러한 관점에서 보면, 작고 저렴한 광 송수신 장비가 요구되는데 특히, 광섬유 한 개만을 이용한 양방향 광 송수신소자(bi-directional optical transceiver)가 유리하다. 양방향 특성에서 중요한 파장 분할 다중화(Wavelength-division-multiplexing, WDM)를 구현하기 위해서 필터, 스플리터 등과 같은 소자를 필요로 하게 되는데, 이러한 추가적인 소자 없이 양방향성을 구현하기 위해서는 광섬유 자체에서 WDM 특성을 가지도록 양방향 광 송수신소자를 구현해야 한다. 앞서 설명한 것을 고려하여, 본 연구에서는 경사진 광섬유 브래그 격자(Tilted fiber Bragg grating, TFBG)와 식각된 클래딩을 이용하여 광섬유 자체에서 WDM 특성을 구현하였고, 이를 기반으로 양방향 광 송수신소자를 제작 하였다.

광섬유 격자는 반사, 분산 등 많은 다양한 특징을 가지고 있어 종래의 광섬유 소자에 많이 응용되어 왔고 소형으로 제작하면 광 집적 회로에도 응용할 수 있다. 또한 TFBG는 코어모드를 클래딩모드 또는 방사모드로 결합^(1, 2)이 가능하기 때문에 코어모드의 광 파워를 감지하는데 적합하다. 이러한 특징을 이용하여 TFBG를 이용한 스펙트로미터^(3, 4)가 시현 되었다. 그러나 선행 연구에서 이용된 방사모드의 파워는 일반적으로 작기 때문에 고속 통신에 사용되기에는 부적합하다. 그러므로 본 연구에서는 방사모드를 이용하기 보다는 코어모드의 방향을 바꾸고 검출하기 위해서 클래딩모드를 이용하였다.

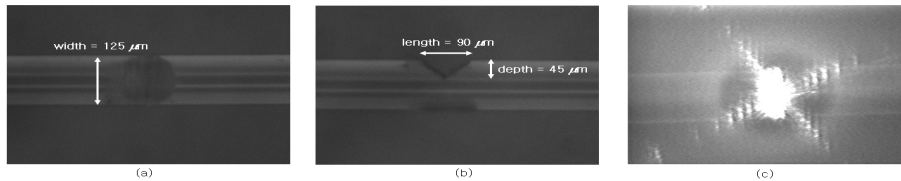
일단 TFBG를 이용하여 대부분의 코어모드를 클래딩모드로 결합 시킨 후 클래딩모드를 고효율로 아웃커플링하기 위하여 고효율 펄스 레이저를 이용하여 클래딩 일부를 V홈 식각 하였다. 따라서 결합된 클래딩모드는 손실 없이 클래딩에서 전파 되다가 V홈 식각 면에서 반사되는데, 이때 클래딩-공기의 굴절률 차이에 의하여 전반사가 되어 아웃커플링 된다. [그림 1-(a)]는 하향신호를 아웃커플링하고 수신 포트에서 검출하는 것을 보여주고 있다. 또한 상향신호는 전송 포트에서 입력된다.

TFBG의 격자 주기는 535 nm, 경사각은 4도, 격자 길이는 1 cm로 제작 되었으며, 클래딩 V홈의 식각 크기는 125 x 90 x 45 μm^3 이다. [그림 2-(a, b)]에 식각된 V홈 구조를 보였고 [그림 2-(c)]에 적외선 카메라로 관측한 아웃커플링된 빛을 보였다⁽⁵⁾. 이러한 구조를 기반으로 제작된 광섬유 일체형 bi-directional optical subassembly (BOSA)를 [그림 1-(b)]에 보였으며 실제 크기는 25.5 x 7 x 0.9 mm^3 이다. 송신포트에서는 spot-size-converted LD를 이용하여 렌즈 없이 butt-coupling 하였다. [그

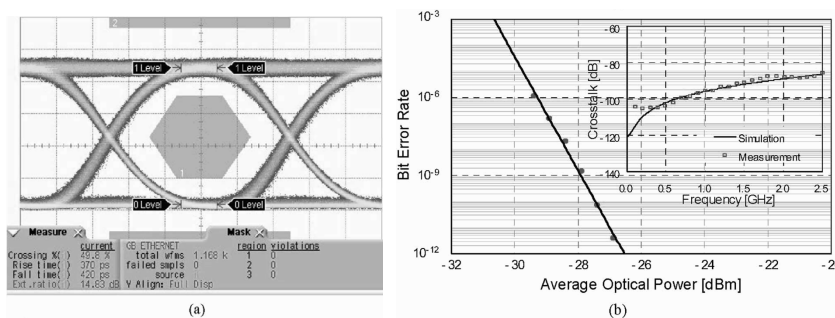
림 3]에서는 제작된 광섬유 일체형 BOSA의 특징을 보였다⁽⁶⁾. [그림 3-(a)]에서는 1.25 Gbps NRZ 신호에 대한 eye diagram을 보였다. 이때 pseudorandom binary sequence (PRBS)는 $2^{23}-1$ 이었고, extinction ratio는 14.8 dB, dispersion 과 power penalty는 0.4 dB 이었다. [그림 3-(b)]에는 1.25 Gbps NRZ signal에 대한 receiver sensitivity를 보였다. BER 10^{-12} 에서의 minimum sensitivity는 -26.5 dBm 이다. 제안된 구조의 3 dB frequency response는 2.7 GHz 이며, 2.5 GHz까지의 electrical crosstalk는 -86 dB 보다 작았다. 실험 결과를 통하여 제안된 광섬유 일체형 BOSA는 FTTH 시스템을 위한 저가형 트랜시버에 응용이 가능함을 보였다.



[그림 1] (a) 하향신호의 아웃커플링 방법 개념도 및 (b) 제작된 광섬유 일체형 BOSA



[그림 2] 식각된 클래딩 V홈 구조 (a) top view, (b) side view, (c) 적외선 카메라로 관측한 아웃커플링된 빛(bottom view)



[그림 3] (a) 송신포트에서의 eye diagram (b) 수신포트에서의 BER (PRBS = $2^{23}-1$)

1. T. Erdogan et al., J. Opt. Soc. Am. A 13(2), 296-313 (1996).
2. T. Erdogan, J. Light. Tech. 15(8), 1277-1294 (1997).
3. J. L. Wagener et al., ECOC97, 65-68 (1997).
4. S. Wielandy et al., Opt. Lett. 29(14), 1614-1616 (2004).
5. S. Lee et al., Opt. Eng., Vol. 45, No. 12, 120503-1-120503-3 (2006).
6. K.-S. Lim et al., IEEE Photon. Technol. Lett., Vol. 19, No. 16, 1233-1235 (2007).