

VSR 통신을 위한 배열된 폴리머 렌즈형 광섬유와 다채널 VCSEL과의 정합

Arrayed Fiber-VCSEL coupling for VSR communication using hybrid polymer-fiber lens

김준기*, 김동욱*, 이병하*, 오경환*

*광주과학기술원 정보통신공학과, **연세대학교 물리학과

jkkim@gist.ac.kr

PON (passive optical network) 과 VSR (very short reach) 통신시스템을 포함하는 parallel optics 분야에서는 고효율과 저손실의 light source와 광섬유와의 정합이 필수적이다. 특히, 850 nm 대역을 사용하는 VSR 통신에서는 낮은 문턱 전압에 비해 높은 효율을 가지는 VCSEL과 다채널 VCSEL이 실제적인 적용부분에서 중요한 위치를 차지하고 있다 [1]. 따라서 이러한 다채널 VCSEL과 리본형 광섬유와의 정합이 중요한 문제로 부각되는데, 일반적으로 단순한 butt coupling 보다는 bulk 렌즈를 광섬유 앞에 두어 coupling 효율을 높이는 방법이 사용되어 진다 [2]. 그러나 이러한 방법은 미세정렬의 어려움과 복잡한 패키징 과정으로 인하여 시스템 가격의 상승을 유발한다. 따라서 부가적인 bulk optics를 사용하지 않고 높은 coupling 효율을 꾀하는 렌즈형 광섬유의 제작은 VSR 통신용 시스템 구성에 있어서 중요한 부분이 된다.

현재까지 bulk optics를 사용하지 않는 렌즈형 광섬유의 이용으로 optical end point를 연결시켜주는 몇 가지 방법들이 연구되어 왔으나 제작과정과 특성상 몇 가지 제약점을 지닌다. 렌즈형 광섬유 제작시 이미 보고된 polishing 과 아크 discharging 방법은 복잡하고 긴 기계적 제작과정을 요구할 뿐만 아니라 곡률반경을 조정하는데 있어 다소간의 어려움이 있다. graded index fiber로 microlens를 대체하는 방법은 비싼 시스템 가격이 수반되며 tapering 방법과 화학적인 etching 방법은 비교적 높은 결합손실을 야기 시킨다 [3-5].

본 논문에서는 단일모드 광섬유, 순수 실리카 광섬유(coreless silica fiber), 폴리머 렌즈로 구성된 이중 접합 폴리머 렌즈형 광섬유의 제작방법을 이용하여[6] 가격 경쟁력이 우수하고 간단한 과정의 단심 및 다심 제작으로 대량생산이 가능하여 PON과 VSR 통신 시스템에 적합한 렌즈형 광섬유의 다채널 VCSEL 정합에 대한 연구를 실시하였다.

실험에 사용된 VCSEL은 850 nm 대역에서 작동되며, 실온, 5 mA의 구동전류에서 2.0 mW의 출력파워를 가진다. Beam

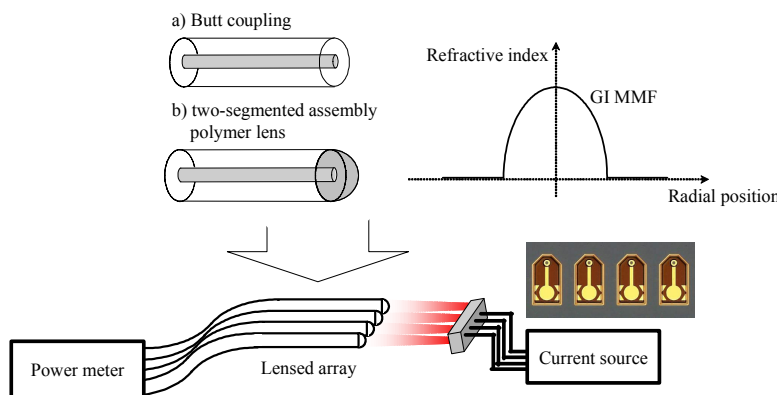


그림 1 측정 장치의 개략도 및 사용된 GIMMF 의 index profile. 사진은 4채널 VCSEL array chip.

divergence는 $14^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 이며 $18 \mu\text{m}$ 의 active laser spot을 가진다. 그림 1은 본 실험의 실험 구성도이다. 그림의 refractive index profile을 가지는 통신용 GIMMF 위에 폴리머 렌즈를 얹어 UV 경화 시킨 후 butt coupling의 경우와 비교하였다.

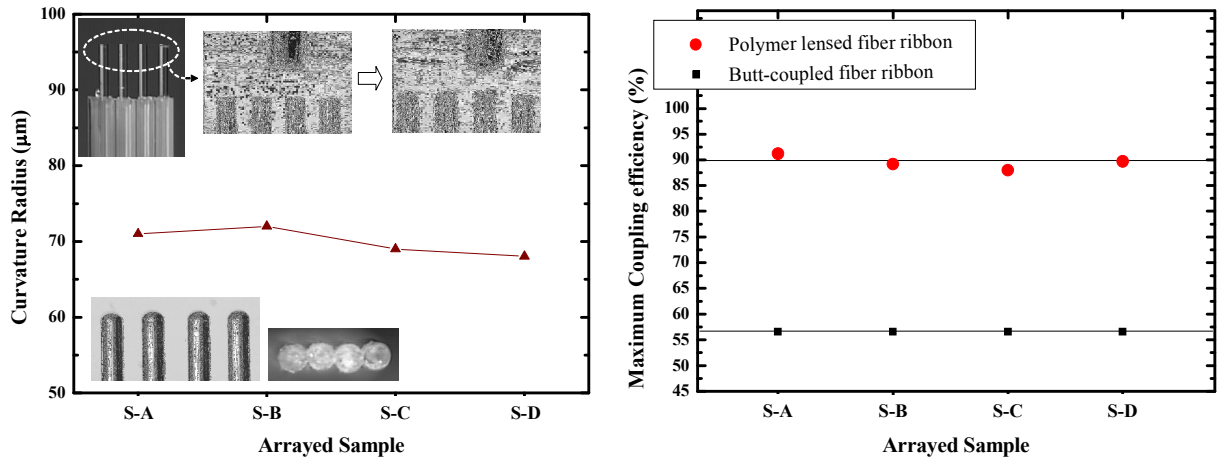


그림 2 렌즈형 광섬유 리본의 곡률반경 균일도. 그림 3 제작된 렌즈형 광섬유 리본과 butted 광섬유 리본의 coupling 효율 균일도

그림 2는 4채널 렌즈형 광섬유 리본의 실제 이미지, 제작 과정, 그리고 곡률반경의 균일도를 나타낸다. 제작된 렌즈형 광섬유 리본의 coupling 효율과 butted 광섬유 리본의 coupling 효율 균일도의 비교는 그림 3에 나타내었다. 그림에서 보이는 네 개의 폴리머 렌즈의 곡률반경은 평균 $70\mu\text{m}$ 이고 2.2% 이내의 변화량을 가지며 표준편차는 1.58 이었다. 렌즈형 광섬유 리본의 최대 coupling 효율의 평균은 89.6% 이고 표준편차는 1.02를 가진다. 또한 1.14% 이내의 coupling 효율 변화량을 가지는데 이는 parallel optic data 통신에 응용되기엔 충분하다.

본 연구에서는 새로운 이중 접합형 폴리머 렌즈형 광섬유 방법을 사용하여, VSR에 유효하게 사용되는 4채널 VCSEL array와 광섬유 리본의 효과적인 정합을 달성하였다. 89%가 넘는 높은 정합 효율과 우수한 채널간 균일도를 가지는 광섬유 리본을 구현함으로써 VSR network과 parallel optics로의 응용 가능성을 확인하였다.

참고문헌

1. G. M. Yang, M. H. MacDougal, and P. D. Dapkus, "Ultralow threshold current vertical-cavity surface-emitting lasers obtained with selective oxidation," *Electron. Lett.*, vol. 31, pp. 886-888, 1995.
2. H. Ghafoori-Shiraz and T. Asano, "Microlens for coupling a semiconductor laser to a single-mode fiber," *Opt. Lett.*, vol. 11, pp. 537-539, 1986.
3. K. Shiraishi, "A Fiber Lens with a Long Working Distance for Integrated Coupling Between Laser Diodes and Single-Mode Fibers," *Journal of Lightwave Tech.*, vol. 13, no. 8, pp 1736-1744, 1995.
4. K. Shiraishi, "A Lensed-Fiber Coupling Scheme Utilizing a Graded-Index Fiber and a Hemispherically Ended Coreless Fiber Tip," *Journal of Lightwave Tech.*, vol. 15, no. 2, pp 356-363, 1997
5. P. Chanclou, "Highly efficient collective coupling between laser diode array and lensed fibre ribbon," *Electron. Lett.*, vol. 34, pp. 273-274, 1998.
6. J. Kim, M. Han, Selee Chang, W. Lee and K. Oh, "Achievement of large spot size and long collimation length using UV curable self-assembled polymer lens on a beam expanding core-less silica fiber," *IEEE Photonics Technology Letters*, vol. 16, paper no. 11, pp. 2499-2501, 2004.