

## PDMS mold를 이용한 광파워 분배기 제작

### Fabrication of Optical Power Splitter Using PDMS mold

최철현, 이민우, 양정수, 오범환, 이승걸, 박세근, 이일항

Optics and Photonics Elite Research Academy (OPERA), 집적형 광자기술센터

인하대학교 정보통신공학부

obh@inha.ac.kr

광파워 분배기는 광신호를 균등하게 분배하는 역할을 하며 WDM(wavelength division multiplexing)이나 FTTH (fiber to the home)와 같은 광통신 시스템에서 매우 중요한 광소자이다<sup>(1, 2)</sup>. 광도파로 구조의 광파워 분배기는 Y-branch와 MMI(multimode interference)가 많이 사용되고 있으며 실리카, 화합물 반도체, 폴리머 등의 물질을 사용하여 제작되고 있다. 최근 저손실, 저복굴절 및 높은 광투과도, 낮은 가격 등의 장점으로 폴리머 물질이 광도파로 소자제작에 널리 사용되고 있다<sup>(3)</sup>. 또한, 폴리머를 이용한 광도파로 제작은 주로 반도체 공정을 이용하였으나 최근 엠보싱 방법을 이용한 제작이 서서히 주목을 받고 있다<sup>(4)</sup>.

본 논문에서는 엠보싱 방법을 이용하여 1 x 4 MMI 광파워 분배기를 제작하였다. 설계된 MMI 광파워 분배기를 그림 1 (a), (b)에 나타내었다. 단일모드 도파로 폭과 다중모드 영역의 폭은 각각 4, 60  $\mu\text{m}$ 이며 1 x 4 광파워 분배를 위한 진행거리는 855  $\mu\text{m}$ 이다. 도파로는 립구조(그림 1 (a))로써 코어의 높이는 1.8  $\mu\text{m}$ 이며 사용한 파장은 1.55  $\mu\text{m}$ 이다. 제작을 위해 사용된 물질은 캠옵틱스사의 UV 경화성 폴리머인 ZPU 12-RI 47이다. 제작은 포토레지스트 마스터, PDMS(poly-dimethylsiloxane) 몰드, 엠보싱 공정으로 구분된다. 마스터는 포토레지스트(AZ 1518)를 이용하여 1.8  $\mu\text{m}$ 의 두께로 코팅한 후 마스크와 노광기를 사용하여 광파워 분배기 구조를 제작하였다. 엠보싱을 하기 위한 몰드는 미리 제작된 포토레지스트 마스터 위에 경화제를 첨가한 액상의 PDMS(Sylgard™ 184)를 붓고 상온에서 약 48 시간 정도 경화시킨 후 마스터로부터 떼어 내어 제작하였다. 이때 PDMS 몰드는 음각으로 들어간 형상을 가진다. 경화된 PDMS 몰드는 유연성이 있으며 열적 안정성과 화학적 안정성이 우수하다. 또한, 표면에너지가 상대적으로 낮아 엠보싱시 몰드와 기판의 분리를 위해 몰드 표면에 별도의 처리를 하지 않아도 되는 장점이 있다. 이렇게 준비된 PDMS 몰드를 이용하여 광파워 분배기를 제작하였다. 준비된 PDMS 몰드에 소량의 UV 경화성 폴리머(ZPU 12-RI 47)를 채우고 adhesion promotor가 코팅된 fused silica glass 기판을 덮는다. 그 후 UV를 쬐어 주어 폴리머를 경화시킨다. UV 경화후 PDMS 몰드를 떼어 낸 후 기판위에 패터닝된 폴리머를 열처리해주었으며 cleaving을 통해 최종적인 광파워 분배기가 제작하였다. 제작된 1 x 4 MMI 광파워 분배기의 현미경 사진을 그림 2에 나타내었다. 또한, 사용된 PDMS 몰드는 반복적으로 계속 사용할 수 있어 하나의 몰드로 10회 이상 엠보싱 공정을 수행할 수 있었다.

본 논문에서는 최근 광도파로 제작에 많이 사용되는 폴리머 물질에 대하여 PDMS 몰드를 이용한 엠보싱 방법으로 1 x 4 MMI 광파워 분배기를 제작하였다. 사용된 PDMS 몰드는 열적, 화학적 안정성과 낮은 표면에너지로 폴리머 물질을 사용한 엠보싱 공정에 널리 응용될 것이다.

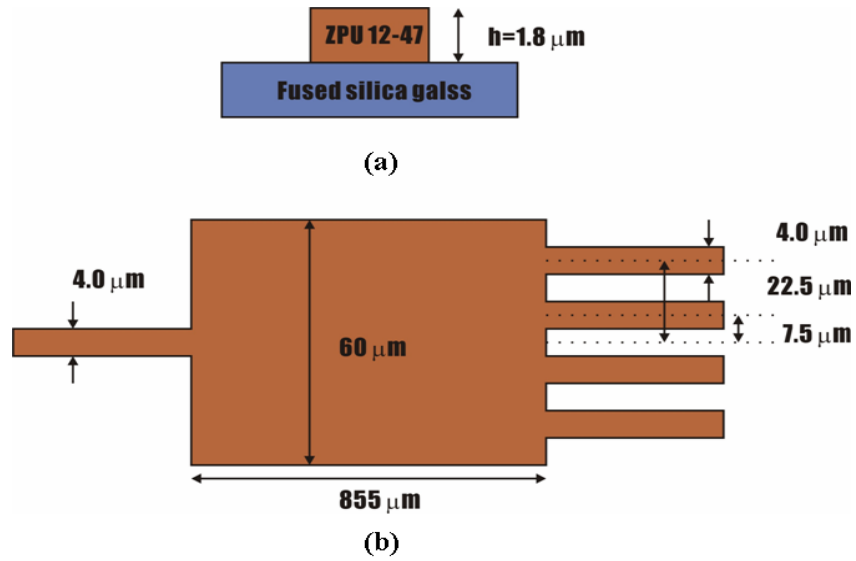


그림 1. 1 x 4 MMI 광파워 분배기의 (a) 단면도와 (b) 모식도.

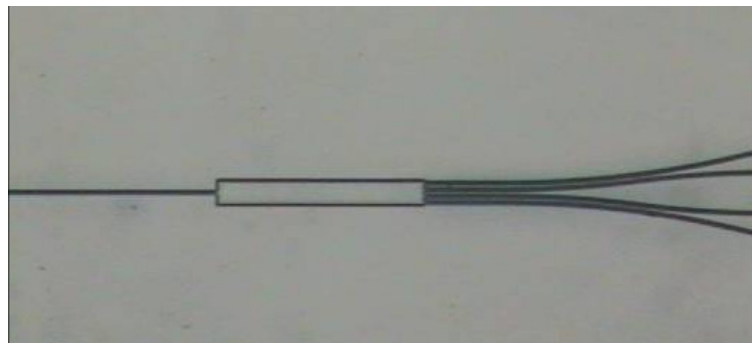


그림 2 제작된 1 X 4 MMI 광파워 분배기의 현미경 사진.

[참고 문헌]

1. Lucas B. Soldano and Erik C. M. Pennings, "Optical Multi-Mode Interference Devices Based on Self-Imaging : Principles and Applications" , *J. Lightwave Technol.*, vol. 13, no. 4, pp 615-627, 1995.
2. Yun, Z.; Wen, L.; Long, C.; Yong, L.; Qingming, X., "A 1 ×2 Variable Optical Power Splitter Development" , *J. Lightwave Technol.*, vol. 24, no. 3, pp 1566 - 1570, 2006.
3. L. Eldada, and L. W. Shacklette, "Advances in Polymer INtegrated Optics", *IEEE J. Quantum Electron.*, Vol. 6, No. 1, pp. 54-68, 2000.
4. George T. Palocz, Yanyi Huang, Jacob Scheuer, and Amnon Yariv, "Soft lithography molding of polymer integrated optical devices: Reduction of the background residue" , *Vac. Sci. Technol. B* 22(4), pp. 1764-1769, 2004.