100GHz 간격 16 채널 실리카 AWG 모듈

100GHz Spacing 16 Channel Silica AWG Module

김현수, 정선태, 김동수, 이영규, 한동균, 송영휘,
김태훈, 강희춘, 송형승, 조성제, 박문수
삼성전자 정보통신총괄 광통신연구그룹
jung@khgw.info.samsung.co.kr

요약: PLC 기술을 이용하여 16 채널 실리카 AWG 모듈을 제작하여 특성을 측정하였다. 입출력 광섬유간의 삽입손실은 3.77~6.55dB, 옆 채널간 crosstalk는 19dB, 채널 사이의 파장 간격은 0.8±0.02nm으로 측정되었다. 온습도 주기 시험을 통하여 모듈의 신뢰성을 검증하였다.

WDM (Wavelength Division Multiplexing) 전송 방식의 급속한 확산으로 각 파장을 multiplexing 혹은 demultiplexing할 수 있는 소자의 수요가 급격히 증대되고 있다. WDM Mux/Demux를 위한 소자는 micro-optic filter, fiber grating, 또는 PLC (Planar Lightwave Circuit) 기술을 이용하여 제작할 수 있다. AWG (Arrayed Waveguide Grating) 구조를 이용하는 PLC 기술은 특히 AWG 채널의 수가 많아지거나 수요 증대에 따른 생산량이 많아질수록 다른 방법에 비하여 원가절감 효과가 커지는 것이 장점이다. AWG 구조는 실리카[1], polymer[2], 또는 반도체 도파로를[3] 이용하여 만들 수 있다. 이 중 실리카 AWG가 가장 좋은 동작성능을 갖고 있으며, 또한 유일하게 상품화되어 WDM 전송망을 구성하는 핵심 소자 중 하나로써 널리 쓰이고 있다.

본 논문을 통하여 FHD (Flame Hydrolysis Deposition) 방법을[4] 이용하여 제작된 16 채널 AWG 모듈의 설계, 제작, 패키징방법 및 특성 측정 결과를 발표한다. 온습도 주기환경 시험을 통하여 제작된 AWG 모듈의 신뢰성도 확인하였다.

도파로의 굴절률 차이는 0.75%를 가정하였으며 단면 구조는 6.5㎛×6.5㎛의 정사각형이다. Core와 cladding의 굴절률은 1552.52nm에서 각각 1.4533과 1.4425로 가정하였다. 설계된 AWG mask pattern을 그림 1.에 나타내었다. AWG의 simulation은 BPM (Beam Propagation Method) 방법을 사용하였다.

실리콘 기판위에 FHD 방법을 이용하여 실리카 박막을 제작하였다. FHD 시스템은 gas cabinet, controller 및 반응 chamber로 구성된다. 약 0.1㎛ 크기를 갖는 실리카 soot를 실리카 기판위에 증착시키고 고온 열처리 과정을 거쳐 균일한 실리카 박막을 제작할 수 있었다. Core의 굴절률은 GeO_2를 사용하여 ±0.02% 내에서 조절할 수 있었다. 두께와 굴절률의 균일도는 각각 2%, 0.04% 였다.

도파로 제작시에는 Cr-mask와 ICP (Inductively Coupled Plasma) 식각방법을 사용하였다. Chrome-mask는 sputtering으로 chrome 박막을 core 층 위에 증착하고 photolithography로 PR patterning을 한 후 RIE (Reactive Ion Etching) 로 도파로 이외의 chrome을 식각하여 제작하였다. ICP의 SiO_2 식각속도는 대략 4500Å/min이고[5], 식각 깊이는 7~8㎛이다. 도파로 사이의 간격이 1㎛ 되는 부분이 있음에도 기판 전체적으로 식각 깊이의 차이는 5% 이내였다. 식각된 도파로 pattern을 그림 2.에 나타내었다.

식각된 기판 위에 FHD와 sintering과정을 거쳐 overcladding을 제작한 후 패키징 공정을 수행하였다 우선 dicing saw를 이용하여 적당한 크기로 절단하여 AWG chip을 만들었다. AWG의 입력과 출력 도파로가 있는 면을 수직 방향에서 8° 기울여 연마하였다. Auto Alignment System을 (Newport) 이용하여 리본 광섬유 block과 AWG 도파로를 정렬한 후 epoxy를 이용하여 고정하였다. 방열 구조를 가진 case안에 TEC와 (Thermo-Electric Controller) thermistor를 넣고 그 위에 광섬유가 부착된 AWG chip을 고정시켜 제작한 AWG 모듈을 그림 3. 에 나타내었다.

제작된 AWG 모듈의 온도를 67℃에 고정한 후 특성을 측정하여 그림 4.에 나타내었다. 입출력 광섬유간의 삽입손실은 3.77~6.55dB이고 옆 채널간 crosstalk는 19dB이다. 중앙 8 채널만 고려한다면 삽입손실은 3.77~5.00dB이고 옆 채널간 crosstalk는 22dB이다. 각 채널간의 파장 간격은 0.8±0.02nm로 측정되었으며 중심 채널에서의 PDL은 0.3dB이었다. 3dB bandwidth는 0.27nm이다.

신뢰성 시험을 위하여 주변 온도와 습도를 -45~75℃와 상대습도 0~80%로 주기적으로 변화시키면서 손실 및 파장의 변화를 측정하였으나 변화량이 거의 없음을 확인하였다.

100 GHz 간격 16 채널 실리카 AWG 모듈을 제작하여 결과를 제시하였다. BPM을 이용하여 AWG mask를 설계하였다. FHD를 이용하여 실리카 박막을 제작하였고 core layer는 ICP로 식각하였다. 제작된 AWG chip을 패키징하여 AWG 모듈을 완성하였다. 모듈의 특성을 측정하여 제시하였고, 온습도 주기 시험을 거쳐 모듈의 신뢰성도 검증하였다.

참고 문헌

1. C. Dragone, C. A. Edwards, and R. C. Kistler, "Integrated optics N×N multiplexer on silicon," *IEEE Photon. Technol. Lett.*, 3, 896-899 (1991)
2. M.B.J. Diemeer et al, "Polymeric phased array wavelength multiplexer operating around 1550nm," *IEE Electron. Lett.*, 32, 1132 (1996)
3. M. Zirngibl, C. Dragone, and C. H. Joyner, "Demonstration of a 15×15 arrayed waveguide multiplexer on InP," *IEEE Photon. Technol. Lett.*, 4, 1250-1253 (1992)
4. M. Kawachi, "Fabrication of SiO_2-TiO_2 glass planar optical waveguides by flame hydrolysis deposition," *Electron. Lett.*, 19, 583-584 (1983)
5. Suntae Jung, Hyungseung Song, Dongsu Kim, and Hyounsoo Kim, "Inductively coupled plasma etching of SiO_2 layers for planar lightwave circuits," *Thin Solid Films*, to be published.

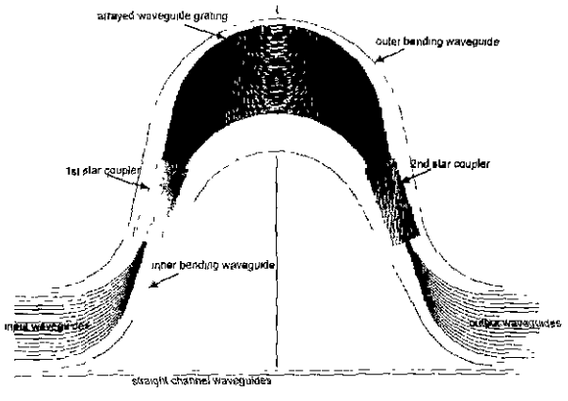

그림 1. AWG 마스크 패턴

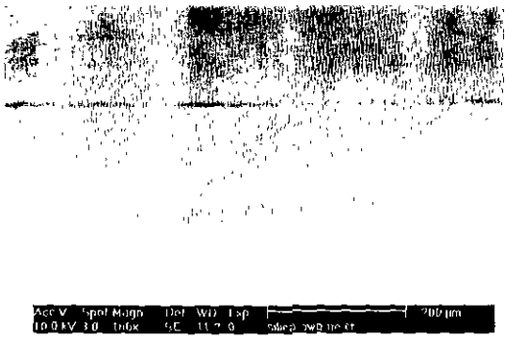

그림 2. 식각된 도파로 패턴

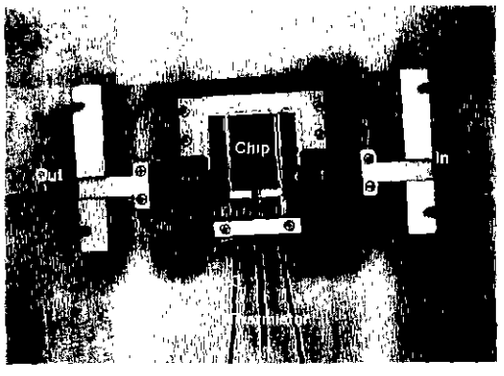

그림 3. AWG 모듈

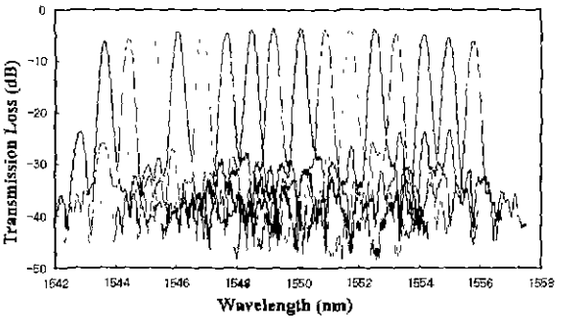

그림 4. AWG 모듈의 출력특성