

도파로 시각에 의한 광도파로 브래그 격자 제작 및 응용

Application of Silica Optical Waveguide Bragg Grating Using Direct Etched Waveguide.

박형주 *, 박영산, 오진경, 류상완, 이형종
전남대학교 물리학과
phj2715@naver.com

광섬유 또는 평판형 광도파로의 브래그 격자를 제조하는 방법에는 홀로그래픽 방법, 위상마스크 방법이 주로 이용되고 있으며, 브래그 격자의 응용으로는 광섬유센서, 광섬유 레이저, WDM필터 등 여러 분야에서 연구가 이루어지고 있다. 광섬유격자는 기존의 응용분야에서 우수한 파장선택성과 낮은 삽입손실을 보이며 지속적으로 성능이 보완되고 있으나, DWDM 및 FTTH을 위한 모듈화 및 소형화에 근본적인 약점을 가지고 있다. 이를 극복하기 위해 평판형 광소자에 브래그 격자를 제조하는 연구가 활발히 이루어지고 있다. 그러나 평판형 도파로 격자소자는 광섬유 격자소자에 비하여 제조공정이 복잡하고 삽입손실이 크다. 반면에 평판형 광도파로 소자는 도파로를 시각하여 굴절률을 변화시키므로 굴절률 변화를 자유소재로 변화시킬 수 있어 응용이 매우 다양하다. 본 연구에서는 Ar-ion 레이저와 로이드 간섭계를 이용하여 화염가수분해 증착법으로 제작된 광도파로에 브래그 격자 제작 하였다. 또한 Bio-Sensor와 감시 소자에 응용해 보았다.

FHD방법을 이용하여 실리콘 기판(1mm)위에 base, core, overclad 등 3개의 박막 층을 적정 조건에 따라 SiO₂, B₂O₃, P₂O₅ 등을 주성분으로 하고 core에만 특별히 굴절률을 증가시키기 위해 GeO₂를 첨가하며 산소-수소 불꽃 속에서 실리카 수트(soot)를 가수분해 반응을 통해 기체상태에서 성장시켜 토치를 이용하여 기판에 증착시킨다. 본 연구에서는 3~3.5 μ m의 코어 층에 base 증가분 1.5 Δ %를 제작하였다. 코어층을 쌓은 다음 크롬 마스크 층을 500 \AA 증착한다. 크롬 마스크 층 공정 후 곧바로 감광막을 코팅하였으며 감광막의 두께는 1000 \AA 으로 하였다. 감광막을 도포한 후 로이드 간섭계를 구성하여(그림1) 각도에 따라 브래그 격자 패턴 제작을 하였다. 이 후의 공정들은 사진식각공정으로 제작한 감광막 마스크를 이용하여 크롬과 실리카를 식각하기 위한 식각공정을 진행하였다. 식각장비는 RIE(Reactive ion etching)와 ICP(Inductively coupled plasma)를 이용하였다. 크롬을 건식식각하기 전에 감광막 패턴들 사이에 남아있는 잔여감광막을 제거하기 위해 O₂-descom을 실시하였다. 코어층에 격자를 제작하는 공정은 크롬마스크 패턴 제작 후 ICP장비를 이용하여 진행하였으며 격자깊이는 0.3~1 μ m 까지 조절하였다. 이후 고굴절률차를 갖는 코어층 위에 도파로를 제작하기 위해서 사진식각공정을 이용하였다. 마지막으로 격자가 새겨진 실리카 광도파로(core)의 특성을 측정하기 위해서 오버클래드를 증착하였다. 오버클래드 박막은 대부분 base층과 같은 굴절률 및 두께의 실리카를 선택하지만, 본 논문에서는 폴리머를 이용한 오버클래드 공정을 진행하였으며 폴리머는 (주)Chem optics의 ZPU 13-430를 사용하였다. 본 실험에 사용된 폴리머의 $dn/dt = -1.0 \sim -1.8 \times 10^{-4}/K$ 이며 실리카의 $dn/dt = 1 \times 10^{-5}/K$ 과 10배 이상의 차이 때문에 열에 의한 파장가변 특성을 얻을 수 있다. 그림2 에 완성된 실리카 광도파로 브래그격자 개략도가 나타나있다. 오버클래드 공정이 끝난 샘플을 측정하기 위해 적당한 크기로 자르고 정렬장비를 이용하여 측정하였다. 또한 Bio-Sensor에 응용하여 그 물질에 따른 파장 변이를 확인하였다.

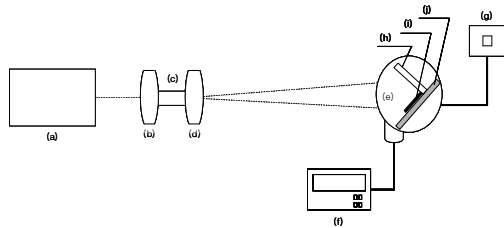


Fig 1. Exposure system schematic. (a) Ar-ion laser(488nm), (b) Lens holder, (c) Objective Lens(20X) (d) Pinhole, (e) Rotation Stage, (f) Stage controller, (g) Vacuum Pump, (h) UV mirror (i) Exposure mask. (j) Wafer holder

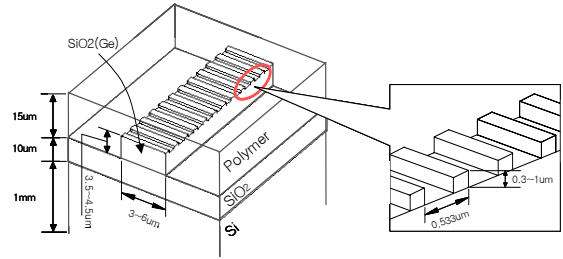


Fig 2. Silica Optical-Waveguide Bragg grating schematic. period 0.533µm Etch depth 0.3~1µm .

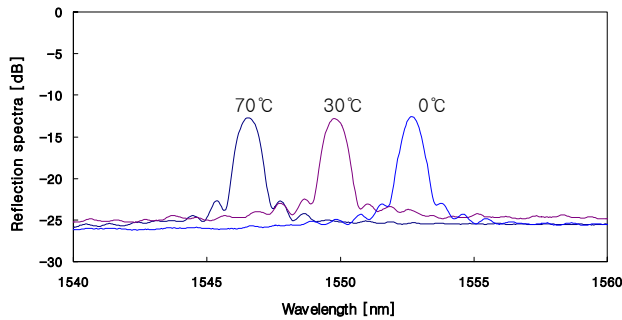


Fig 3.The Characteristic result of tuned wavelength

0°C (1552.75nm) ⇒ 30°C (1549.85nm) ⇒ 70°C (1546.6nm)

후 기

한국과학재단 지정 전남대학교 광소재부품연구센터(R12-2002-054)의 연구비 지원에 의해 연구되었음.

참고문헌

- [1] T.Kominate, Y.Ohmori,H.Okazaki, and M.Yasu.Very Low-Loss GeO₂-doped Silica Waveguide Fabricated by Flame Hydrolysis Deposition Method. Electron. Lett., 26, 327-328, 1990.
- [2] H.G. Limberger, P.Y. Fonjallaz, and R.P.Salathe. Spectral Characterization of Photoinduced High Efficient Bragg Gratings in Standard Telecommunication Fibers. Electron. Lett. 29(1), 47-49, (1993)
- [3] P. Lambelet, P.Y. Fonjallaz, H.G. Limberger, R.P.Salathe, C. Zimmer, and H.H.Gilgen. BraggGrating Characterization by Optical Low-Coherence Reflectometry. IEEE Photon. Technol. Lett., 5(5), 565-567, (1993)