

광도파로 격자의 제작 및 특성 분석

Fabrication and analysis of planar waveguide Bragg gratings

권재중*, 정재훈, 정윤찬, 이병호
서울대학교 전기공학부
byoungho@plaza.snu.ac.kr

박무윤, 정선태, 김현수, 김민성
삼성전자 광소제사업팀

Ge이 도핑된 실리카 광도파로 코어는 GeO_2 분자의 산소결핍에 의하여 248nm의 파장을 갖는 자외선에 대해서 광감응성을 가지게 된다. 따라서 248nm 파장의 레이저를 간섭시켜 조사할 경우, Ge가 도핑되지 않은 overcladding 부분은 투과하고 간섭 패턴의 에너지 분포에 따라 코어의 굴절률이 주기적으로 변화한다. 이 주기적인 굴절률 변화는 잘 알려진 광학적 브래그 격자(Bragg grating)의 역할을 하게 된다. 자외선 레이저를 이용하여 영구적인 굴절률 변화를 코어 내부에 형성시키는 방법으로는 홀로그래프법과 위상 마스크를 이용하는 방법, 그리고 단일 슬릿을 이용하는 방법 등이 있다[1][2].

본 실험에서는 위상마스크를 이용하여 실리카 광도파로에 브래그 격자를 새겨 넣었다. 위상마스크의 주기는 1056.6nm이다. 광도파로의 코어 두께는 $6\mu\text{m}$ 이고 폭은 $3\mu\text{m} \sim 10\mu\text{m}$ 이다. 코어의 굴절률은 1.4536이고 overcladding과 undercladding의 굴절률은 각각 1.4428, 1.4430이다. 광도파로 격자의 제작 셋업은 그림 1과 같다. 격자 제작에 사용된 KrF 엑시머 레이저의 세기는 $410\text{mJ}/\text{cm}^2 \sim 438\text{mJ}/\text{cm}^2$ 이고 조사된 전체 에너지는 $3.198\text{kJ} \sim 3.416\text{kJ}$ 이다. 제작된 광도파로 격자의 측정은 단면반사를 줄이기 위해 8° 의 각으로 연마된 광섬유 블록을 사용하여 이뤄졌다. 그림 2는 측정된 광도파로 격자의 반사 스펙트럼이고 그림 3은 stress에 의한 복굴절을 5×10^{-4} , 굴절률의 색분산을 $-1.2 \times 10^{-5}/\text{nm}$, 최대 격자 굴절률 변조량을 1.5×10^{-3} 으로 했을 때의 시뮬레이션 결과이다. 해석 방법은 effective index method와 discretized coupled-mode theory를 사용하였다. 일반적으로 광도파로는 Si와 SiO_2 의 접착면에서 생기는 stress와 기하학적 구조에 의한 복굴절이 나타난다. 따라서 제작된 격자의 스펙트럼은 TE, TM 모드의 peak를 각각 갖게 된다[3]. 그러나 본 실험에서는 편광이 없는 EDFA 광원을 가지고 측정하였기 때문에 두 개의 스펙트럼이 합쳐져 나타난다. 그 결과 넓은 밴드폭을 갖는 반사 스펙트럼이 관찰된다. 그림 4는 광도파로의 코어 폭에 따른 반사 스펙트럼의 3dB 밴드폭을 나타낸다. 또한 코어의 폭이 바뀌면 β 값이 변하기 때문에 만들어지는 격자의 중심파장도 바뀌게 된다. 그림 5는 코어 폭에 따른 브래그 파장의 변화를 나타낸다. 지금까지 실험은 격자 제작에 중점을 두었기 때문에 각 모드를 나누어 측정하지 않았으나 향후 실험에서 모드간의 간격 측정과 필터 특성향상을 위한 연구가 함께 이뤄질 것이다.

References

- [1] G. D. Maxwell, B. J. Ainslie, D. L. Williams and R. Kashyap, "UV written 13dB reflection filters in hydrogenated low loss planar silica waveguides", *Electronics Letters*, vol.29 no.5,

pp. 425-426, 1993

- [2] J. Canning, D. J. Moss, M. Faith, P. Leech, P. Kemeny, C.V. Poulsen, and O. Leistikio, "Ultrastrong UV written gratings in PECVD grown germanosilicate rib waveguides", *Electronics Letters*, vol.32 no.16, pp. 1479-1480, 1996.
- [3] C. V. Poulsen, J. Hubner, T. Rasmussen, L. U. A. Andersen, and M. Kristensen, "Characterisation of dispersion properies in planer waveguides using UV-induced Bragg gratings", *Electronics Letters*, vol.31 no.17, pp. 1437-1438, 1995.

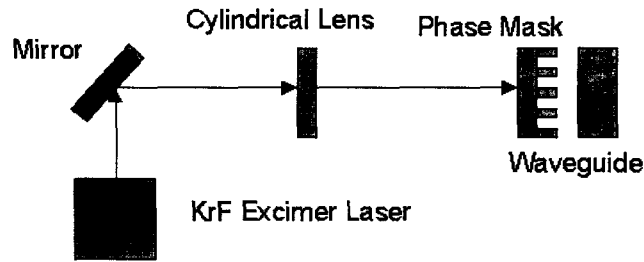


그림 1. 광도파로 격자 제작 셋업

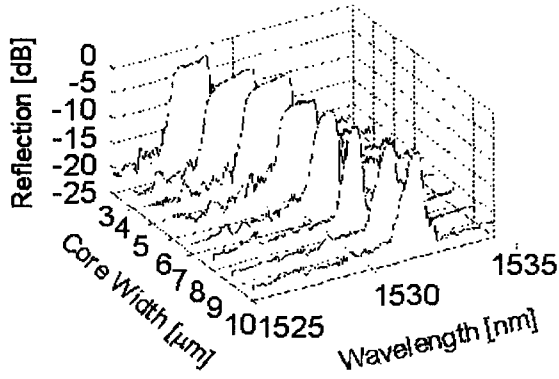


그림 2. 측정된 광도파로의 반사 스펙트럼

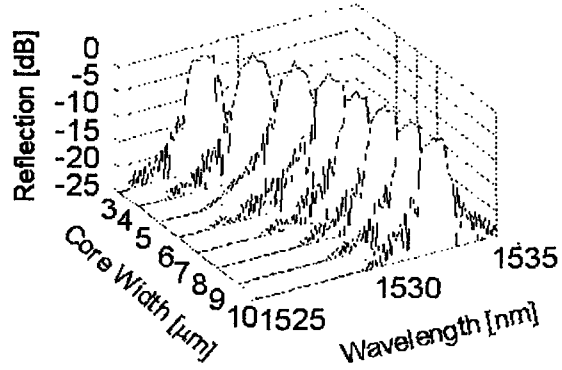


그림 3. 광도파로 스펙트럼의 시뮬레이션 결과

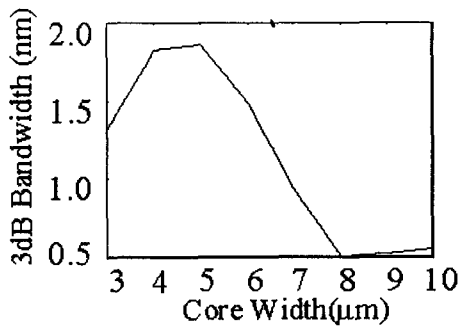


그림 4. 코어 폭에 따른 3dB폭의 변화

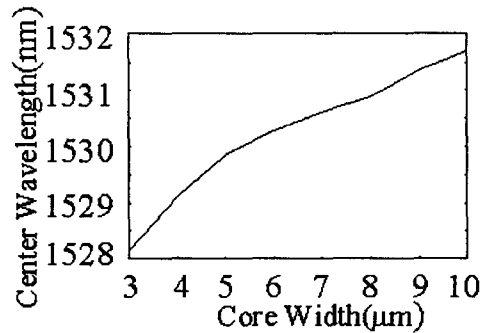


그림 5. 코어 폭에 따른 중심파장의 이동