

측면 연마된 광섬유 편광기 제작

Fabrication of Side-polished Fiber Polarizer

장명희, 이소영, 김광택, 송재원, 김시홍*, 강신원*

경북대학교 전자공학과, 경북대학교 센서공학과*

twinclee@palgong.kyungpook.ac.kr

편광 소자는 코히어런트한 광섬유 통신과 수많은 간섭계형 센서계에서 신호 감쇠 및 오류를 막기 위하여 필수적이다. 기존의 편광기는 벌크형이나 집적광학형이 주를 이루었으나 높은 생산비용과 큰 삽입 손실, 기계적 불안정성 등의 단점이 있다. 최근에는 단순한 제작 공정과 낮은 삽입 손실, 광섬유와의 호환성, 저렴한 생산비용을 장점으로 하는 광섬유형 소자를 이용한 편광기가 많이 연구되고 있다. 광섬유형 편광기로는 측면 연마 광섬유 위에 복굴절 물질^[1], 액정^[2], 금속막^[3] 등을 올리는 경우와 특수한 광섬유^[4]를 사용하는 경우가 있다.

본 논문에서는 금속의 표면 플라즈몬 효과를 이용하여 광섬유형 편광기를 제작하였다. 제작한 소자의 단면도는 그림 1과 같다. 소자를 제작하기 위하여 우선 실리콘 기판에 V-홈을 파고 단일 모드 광섬유를 홈 속에 고정시켜 광섬유의 측면을 연마하였다. 동시에 산화막이 올려진 다른 Si 기판을 준비하여 그림 1과 같이 각각 금속막, 폴리머, 그리고 폴리머와 금속막을 올려 준비하였다. 본 소자에서는 알루미늄 박막을 금속막으로서 사용하였고, 산화막을 overlay로서 사용하였다. 이상과 같이 준비된 시료를 각각 측면 연마된 광섬유 소자에 물리적으로 접착시켰다. 그리고 접착면에 공기층이 생기는 것을 방지하기 위하여 matching oil을 사용하였다.

그림 2는 제작한 각 소자의 주파수 응답 특성을 보여주고 있다. 광원으로는 백색 광원(White Light Source MG922A, Anritsu)을 사용하였고 광 스펙트럼 분석기(Optical Spectrum Analyzer MS96A, Anritsu)로 측정하였다. 측면 연마 광섬유 소자의 광 손실은 광섬유의 곡률 반경과 연마 깊이에 의해 결정된다. 본 소자에서는 곡률 반경이 V-홈에 의해 결정되므로 주로 연마 깊이에 의해 좌우된다.

그림 2 (a)는 TE편광과 TM편광 입사 시 기준 광 전력을 측정하여 각각 편광 정도를 비교한 것이다. 그림 1 (a)과 같이 금속막이 있는 경우 TM편광은 금속막으로 인하여 여기된 표면 플라즈마파가 소산장으로 결합되어 대부분의 광이 빠져나가게 된다^[5]. 그러나 TE편광의 경우는 표면 플라즈마파가 거의 여기되지 않으므로 광손실이 없다. 스펙트럼 분석기의 측정 한계치가 -80dBm으로 1.55 μ m 이상의 TM편광의 주파수 응답 특성을 알 수는 없으나 경향성으로 볼 때 더욱 감쇠하리라 예상된다. 편광 소멸비는 단파장 대역보다는 장파장 대역에서 크며 1.55 μ m 파장에서 약 12dB이상이다. 따라서 편광기로서의 특성을 나타내고 있다. 이때 Liquid-drop method^[2]로 측정한 손실은 -37.7dB였으며 이로부터 추정된 남아있는 클래딩의 두께는 2.4 μ m였다.

그림 1 (b)는 일반적인 다중 모드 평면 도파로와 결합된 측면 연마 광섬유 소자^[6]이다. 이러한 소자는 무편광이나 TE편광, TM편광에 대해 공진 파장이 일정하고 그림 2 (b)와 같이 특정 파장에 대해 대역 제거 여과 특성을 가진다. 그림 1 (c)처럼 다중 모드 평면 도파로 위에 금속층이 있는 소자의 경우에는 그림 2 (c)와 같이 편광 특성과 대역 제거 여과 특성을 함께 나타낸다.

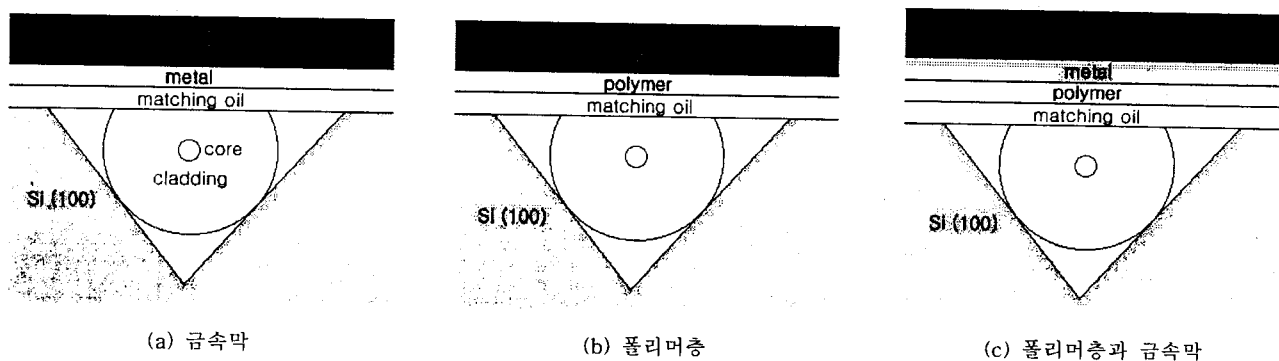


그림 1 제작한 소자 단면도

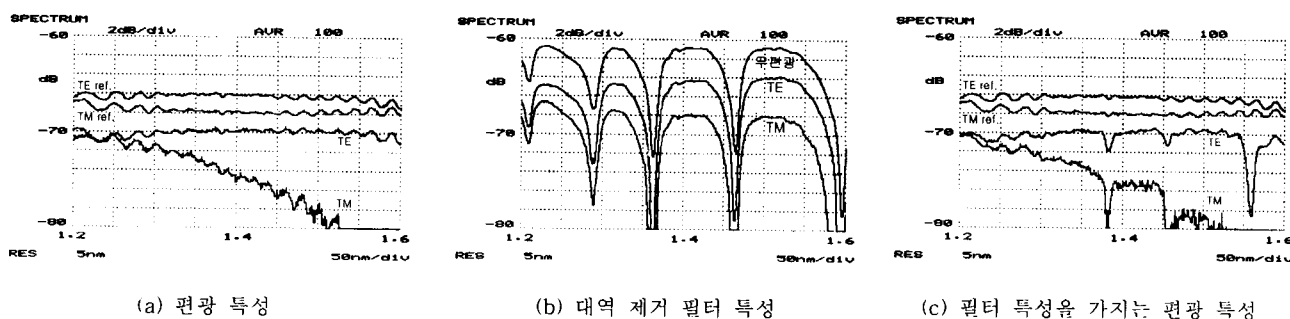


그림 2 각 소자의 주파수 응답 특성

참고문헌

- [1] Real Vallee and Gang He, "Polarizing Properties of a High Index Birefringent Waveguide on Top of a Polished Fiber Coupler", J. Lightwave Tech., vol. 11, no. 7, pp. 1196-1203, July 1993.
- [2] Ssu-pin ma and Shiao-min Tseng, "High-performance side-polished fiber and application as liquid crystal clad fiber polarizers", IEEE J. Lightwave Tech., vol. 15, no. 4, pp. 826-834, May 1994.
- [3] Shiao-Min Tseng, Kuang-Yu Hsu, Hon-Sco Wei, and Kun-Fa Chen, "Analysis and Experiment of Thin Metal-Clad Fiber Polarizer with Index Overlay", IEEE Photonics Tech. Lett., vol. 9, no. 5, pp. 628-630, May 1997.
- [4] T.Hosaka, K.Okamoto, and T.Edahiro, "Fabrication of single-mode fiber-type polarizer", Optics Lett., vol. 8, no. 2, pp. 124-126, February 1983.
- [5] Walter Johnstone, G.Stewart, T.Hart, and B.Culshaw, "Surface Plasmon Polaritons in Thin Metal Films and Their Role in Fiber Optic Polarizing Devices", J. Lightwave Technol., vol. 8, pp. 538-543, 1990.
- [6] Walter Johnstone, G. Fawcett, and L.W.K.Yim, "Inline fibre-optic refractometry using index-sensitive resonance positions in single-mode fibre-to-planar-polymer-waveguide couplers", IEE Proc.-Optoelectron., vol. 141, no. 5, pp. 299-302, October 1994.

