

광섬유-평면도파로 결합기의 편광선택성 분석

Analysis on the polarization selectivity of fiber-to-planar
waveguide coupler

김광택, 권형우, 장명희, 이종훈, 손경락, 이소영, 송재원, 정응규*, 강신원*

경북대학교 전자전기공학부, *경북대학교 센서공학과

kkt@palgong.knu.ac.kr

편광기는 광변조기나 스위치 등과 같이 구동을 위해 하나의 편광성분을 요구하는 소자를 동작시킬 때 필수적으로 요구되는 소자이다. 편광기를 구현하는 기법에 따라 벌크형, 집적광학형 그리고 광섬유형으로 구분할 수 있다. 광섬유형은 광섬유를 절단하지 않고 제작이 가능하여 삽입손실이 작고 높은 기계적 신뢰성을 가진다. 측면 연마된 광섬유(side-polished fiber)위에 복굴절 크리스탈⁽¹⁾, 액정크리스탈⁽²⁾, 금속막⁽³⁾, 그리고 복굴절을 가지는 평면도파로⁽⁴⁾를 결합한 구조가 잘 알려져 있다. 특히 광섬유-평면도파로 결합 구조는 원하는 파장에서 TE혹은 TM 편광성분을 선택적으로 제거할 수 있고 평면도파로 물질선택이 용이한 구조이기 때문에 많은 주목을 받아 왔다. 하지만 지금 까지 알려진 광섬유-평면도파로 결합기를 이용한 편광기는 편광선택 작용이 발생하는 파장범위가 좁아 범용적으로 사용하는데 적합하지 않은 점이 있다.

본 논문에서는 광섬유-평면도 결합기를 이용한 편광기의 동작 파장범위를 확대하기 위한 소자구조를 제안하고 실험으로 검증하였다. 제안된 소자구조는 그림 1에 제시되어 있다. 이 소자에서 광섬유 모드와 평면도파로 모드 사이의 위상정합 조건이 만족할 때 광섬유 모드는 평면도파로 모드에게 광에너지를 전달한다. 평면도파로는 광섬유 보다 매우 큰 분산을 가지므로 위상정합은 특정한 파장(공진파장)에서 만족하므로 대역제거 광필터로 동작한다. 만일 평면도파로가 복굴절을 가지면 TE편광과 TM편광의 필터링 파장이 분리되므로 원하는 파장에서 편광기로 사용할 수 있는 것이다. 광섬유-평면도파로 결합기가 넓은 여과대역폭과 TE-TM이 완전히 분리되는 특성을 가질 때 넓은 파장범위에서 편광기로 작동하게 된다. 넓은 여과대역폭은 분산이 작은 평면도파로 구조를 도입하면 쉽게 얻을 수 있다. 이때 평면도파로는 큰 복굴절을 가져야 TE와 TM이 효과적으로 분리된다. 본 논문에서는 평면도파로에 큰 복굴절을 부여하기 위하여 기존의 유전체 평면도파로 대신에 금속을 평면도파로의 상부클래딩으로 사용하는 방법을 제시하였다. 금속과 유전체 경계에서 편광에 따른 평면도파로 모드의 편광에 따른 위상 천이량의 차이가 커서 매우 큰 복굴절이 발생한다⁽⁵⁾.

실리콘 V홈을 이용하여 측면 연마된 광섬유 블록을 제작하였으며 폴리머를 평면도파로의 도파층으로 금속을 평면도파로의 상부클래딩으로 이용하였다. 그림2와 3으로부터 금속을 평면도파로의 상부클래딩으로 사용하여 TE편광과 TM을 효과적으로 분리할 수 있음을 알 수 있다. 그림2와 3을 비교하면 평면도파로의 도파층으로 이용된 폴리머의 굴절률이 낮고 그 두께가 작을수록 모드의 분산이 작아지기 때문에 넓은 여과폭을 가짐을 알 수 있다. 제작된 편광기는 130nm 이상의 파장 범위에서에서 17dB이상의 편광소멸비를 보이고 있다. 기존의 소자⁽⁴⁾보다 3배 이상 동작대역폭이 확장되었다. 제안된 소자구조는 물질고유의 복굴절을 요구하지 않기 때문에 다양한 물질이 평면도파로의 재료로 이용될 수 있고 제작이 간단하여 널리 이용될 수 있을 것으로 기대된다.

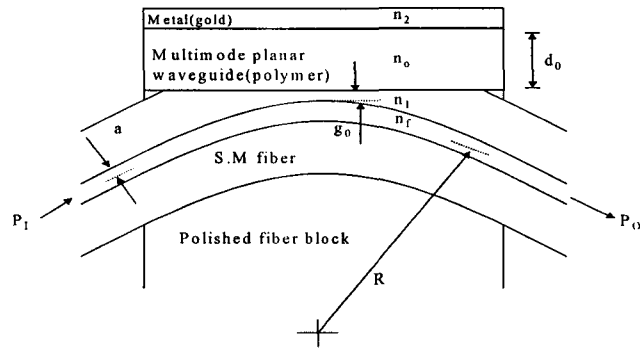


그림 1. 광섬유-평면도파로 결합기를 이용한 편광기 구조, $R=15\text{cm}$, $g=2\sim 3\mu\text{m}$.

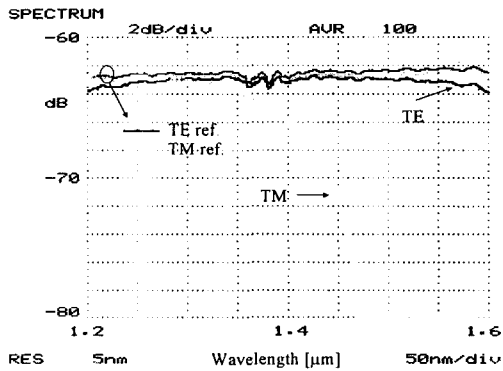


그림2 제작된 편광기의 응답, $n_0=1.60$, $d=8.34\mu\text{m}$.

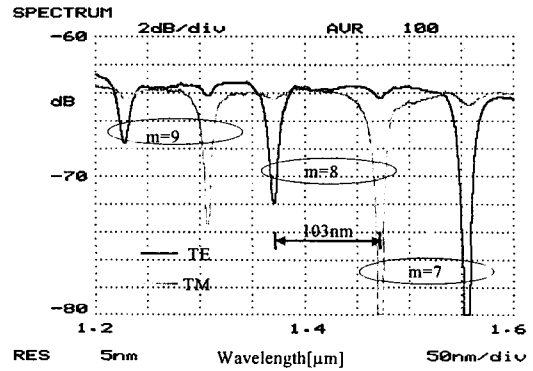


그림3 제작된 편광기의 응답, $n_0=1.535$, $d=1.51\mu\text{m}$,

참고문헌

[1] R. A. Bergh, H. C. Lefever, and H. J. Shaw, *Optics Lett.*, . 5, 479-481(1980).
 [2] Ssu-pin ma and Shiao-min Tseng, *IEEE J. of Lightwave Tech.*, 15, 864-867, (1995).
 [3] S. M. Tseng, K. Y. Hsu and H. S. Wei and K. F. Chen, *IEEE Photonics Tech Lett.*, 9, 628-630(1997).
 [4] S. G. Lee, J. P. Sokoloff, B. P. McGinnis, and H. Sasabe, *Optics Lett.*, 22, 606-608(1997).
 [5] Shou Xian She, *Optics Lett.*, 15, 900-902,(1990).