

## 파장가변 광섬유-평면도파로 결합기 제작과 그 응용

### Fabrication of a Fiber-to-Planar Waveguide Coupler and Its Applications

김광택, 허상휴, 이점식, 송재원\*  
 호남대학교 전자공학과, \*경북대학교 전자전기공학부  
 ktkim@honam.honam.ac.kr

광섬유-평면도파로 결합기는 측면 연마된 광섬유와 그 위에 올려진 평면도파로 사이의 소산장 결합 (evanescent field coupling)를 이용하는 소자이다. 이 결합기는 기본적으로 파장선택성과 편광선택성을 있고, 삽입손실이 매우 작고 기계적 신뢰성이 우수하여 많은 주목을 받아 왔다. 평면도파로의 재료로 반도체, 크리스탈, 액정크리스탈, 폴리머등 다양한 물질이 이용될 수 있어 광통신뿐만 아니라 광 센서 분야에서 활발하게 연구되어 왔다.

본 논문은 공진 파장을 넓게 가변시킬 수 있는 광섬유-평면도파로 결합기의 구현과 그 응용에 관한 연구이다. 결합 모드이론에 의하면 광섬유 모드(LP01)와 평면도파로 모드 사이에 위상정합이 만족하는 파장(공진파장)에서 가장 크게 광전력이 광섬유로부터 평면도파로로 전달된다<sup>(1)</sup>. 즉 소자의 공진파장의 평면도파로의 굴절률과 구조에 의해서 결정된다. 본 연구에서는 평면도파로의 굴절률을 열광학 효과로서 제어하여 이 결합기의 공진파장을 가변시키는 기법을 도입하였다. 공진 파장의 가변정도는 굴절률의 변화에 비례하기 때문에 큰 굴절률 변화를 유도하는 방법으로 폴리머의 열광효과를 이용하였다. 제안된 소자구조는 그림1.에 제시되어 있다. 측면 연마된 광섬유와 결합하는 평면도파로의 상부클래딩으로 금을 이용하였다. 금을 평면도파로로 이용하면 평면도파로가 큰 구조적 복굴절을 가지게 되고 결과적으로 그림 2에 제시된 측정 결과에서 보이 듯 TE와 TM편파의 공진 파장영역이 잘 분리된다<sup>(2)</sup>. 클래딩으로 작용하는 금속은 또한 폴리머에 열을 인가하는 전극 역할을 함께 한다. 전극에 인가하는 전력으로 공진 파장을 가변 시켜 원하지 않는 파장성분 혹은 편광성분을 제거 할 수 있다.

곡률이 15cm인 구부러진 V홈을 (100)실리콘에 KOH용액을 이용한 이방성 식각(etching)<sup>(3)</sup>으로 형성한다. 단일 모드 광섬유의 피복을 1.4cm가량 길이방향으로 벗기고 이를 실리콘 홈 속에 에폭시 접착제로 고정시킨다. 유리판에 연마필름을 놓고 그 위에 연마가루 #1000, #3000, #8000를 이용하여 광섬유를 연마한다. 그리고 폴리머 막을 dip coating 방법으로 측면 연마된 광섬유 블록 위에 형성한다. 금을 전극 형태로 열 증착하기 위하여 shadow 마스크를 준비하고 광섬유와 정렬한 후 임시로 소자에 부착시킨다. 열 증착 후 전극의 저항은 77ohm이었다. 전극에 전력을 인가하면 TE 편광과 TM 편광 모드 공진 파장이 줄어드는 현상이 관측되었다. 이는 폴리머의 굴절률이 열에 의해서 줄어드는 원인에 있다. 그림 3에 전극에 인가되는 전력과 그에 대응하는 파장 응답이 나타나 있다. 소자의 공진파장은 인가 전력에 대하여 약  $-1\text{nm}/^\circ\text{C}$ 로 가변되는 특성을 나타내었다. 이 소자의 응답속도를 측정하기 위하여 1.55 $\mu\text{m}$  LD 광원과 연결하여 이 광원에 빛의 세기 변조를 일으키는 조건을 만족하도록 전기신호를 인가하였다. 그림 4로부터 알 수 있듯이 상승 및 하강시간은 7ms 이었다.

본 논문에서는 파장이 열광학 효과에 의해서 가변 되는 광섬유-평면도파로 결합기는 광필터, 편광기 그

리그 광 스위치 등으로 이용할 수 있음을 보였다.

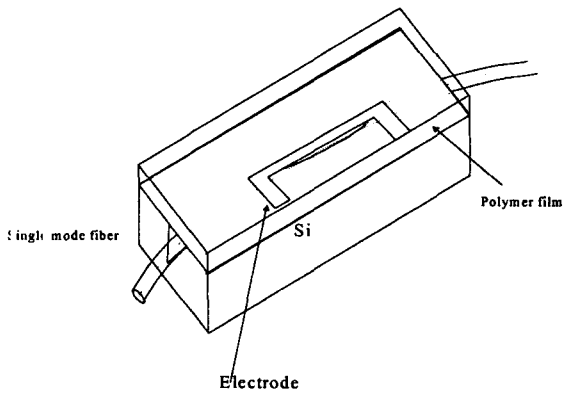


그림 1. 파장가변 광섬유-평면도파로 결합기의 구조

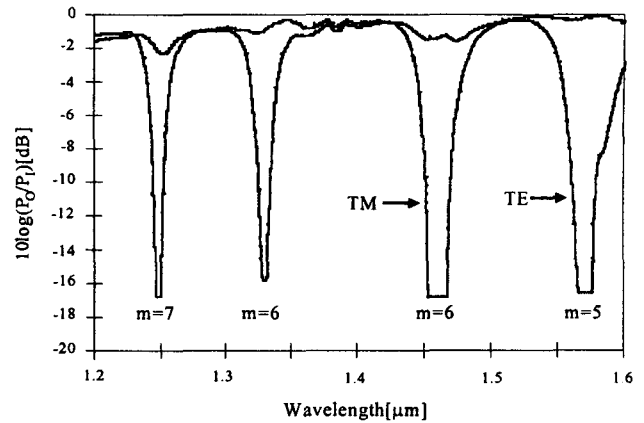


그림 2. 측면 연마된 광섬유와 금속 클래딩을 가지는 평면도파로가 광 결합했을 때 광 섬유 입출력 사이의 파장 응답, 평면도파로 굴절률=1.6, 두께=6.4 μm

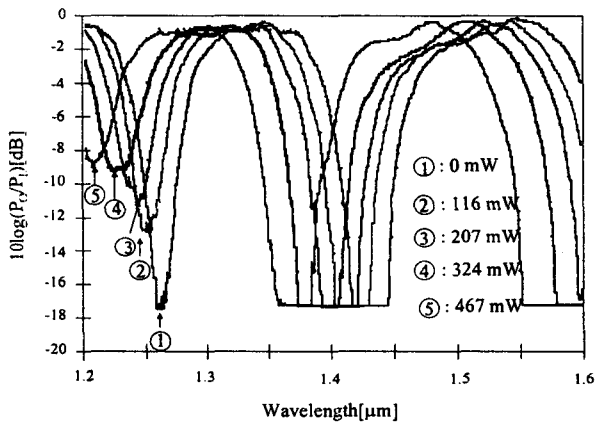


그림 3. 열 전극에 인가되는 전력에 따른 광섬유-평면도파로 결합기의 파장가변 특성, 입력광의 편광은 TE임.

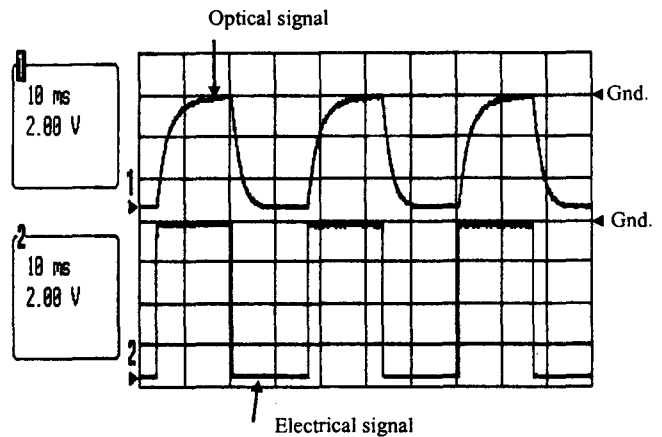


그림 4. 광결합기의 광 스위칭 특성, 입력광의 파장은 1.55 μm, 편광은 TE 임.

참고 문헌

[1] Amnon Yariv, " Coupled-mode theory for guide-wave optics," IEEE, J. of Quantum Electronics, QE-9, 919-933(1973).  
 [2] K. T. Kim, H. W. Kwen, J. W. Song, S. Jae, W. G. Jung, S. W. Shin, Polarizing properties of optical coupler composed of single mode side-polished fiber and multimode metal-clad planar waveguide coupler," Optics communication, 180, 37-42(2000).  
 [3] S. M. Tseng and C. L. Chen," Side-polished fibers," Appl. optics 31, 3438-3447, June(1992).