

## 측면 연마된 광섬유의 소산장 결합에 의한 광 증폭

### Optical amplification by evanescent field coupling of a side-polished fiber

손 경락, 김 광택, 이 소영, 송 재원  
경북대학교 전자전기공학부  
krsohn99@palgong.kyungpook.ac.kr

코어 가까이 측면 연마한 광섬유를 이용하여 광 여파기, 편광기, 감쇠기 등의 광통신 소자로 응용하고자 하는 연구가 많이 진행되고 있다.<sup>[1]</sup> 이 소자는 광섬유를 절단하지 않은 상태에서 코어 가까이 측면 연마하여 광학적 기능을 가진 소자를 제작함으로써 공정이 간단하고 삽입손실이 작은 특성을 가지며 기계적 신뢰성이 우수하다. 측면 연마된 광섬유를 이용한 광 증폭의 경우 광섬유의 소산장(evanescent field)과 펌핑광에 의해서 여기되는 활성 물질과의 상호작용에 의해서 광 이득을 얻는다. 소산장 결합에 의한 평면도파로에서의 광 증폭<sup>[2]</sup>과 다중 모드 광섬유에서의 펄스 레이저 증폭, 단일 모드 광섬유에서 632.8nm He-Ne 레이저의 연속광원 증폭<sup>[3]</sup>은 이미 보고되었다. 본 논문에서는 측면 연마된 다중 모드 광섬유의 연마된 부위에 색소가 첨가된 용액을 떨어뜨림으로서 발생하는 소산장 결합에 의해서 광섬유 내를 진행하는 연속적인 He-Ne 레이저 광을 증폭시키는 방법을 제안하고자 한다.

측면 연마된 광섬유는 실리콘 기판에 KOH 용액을 이용한 이방성 식각법으로 제작된 실리콘 V 홈<sup>[1]</sup>을 이용하여 제작하였다. 실리콘 V홈에 고정된 광섬유는 연마패드를 사용하여 평면 도파로를 상부층으로 사용하였을 때 여과 특성이 깊게 나타날 때까지 연마한다. 광섬유는 클래딩의 직경이 125 $\mu$ m, 코어의 직경이 8 $\mu$ m, 클래딩의 굴절률이 630nm에서 1.4571, 코어의 굴절률이 1.4616인 것을 사용하였고 활성 물질은 색소 Rh6G를 사용하였다. 색소를 용해시키기 위한 용매는 글리세린과 탈 이온수를 적당량 혼합하여 굴절률을 21 $^{\circ}$ C에서 1.4610으로 맞춘 것을 사용하였으며 이 용매에 색소 Rh6G를 10<sup>-3</sup>M/l 첨가하였다. 용매의 굴절률은 코어의 굴절률보다는 작고 클래딩의 굴절률보다는 약간 크게 함으로서 측면 연마된 쪽으로 소산장이 많이 나타나게 되고 결합 효율을 높일 수 있다. 일반적으로 액체상태의 용매의 굴절률은 주위의 온도에 민감하며 온도가 높아질수록 굴절률은 낮아지므로 실험환경 온도는 중요하다. 본 연구에서의 실험실 온도는 25 $^{\circ}$ C이다. 그림 1은 측면 연마된 광섬유의 단면도를 보여준다. 코어 가까이 클래딩 층을 연마하게 되면 연마된 부위에 나타나는 소산장에 외부 섭동을 가함으로서 광결합 효과를 얻을 수 있다. 그림 2는 He-Ne 레이저 광 증폭을 얻기 위한 실험 구성도이다. 광원은 632.8nm의 He-Ne 레이저를 사용하였으며 Rh6G 용액을 여기시키기 위해서 488nm의 아르곤(Ar) 레이저를 펌핑광으로 사용하였다. 증폭될 광원과 함께 펌핑광을 빗살 가르개(Beam splitter)로 중첩시킨 다음 렌즈로 집속시켜 광섬유로 입사시킴으로서 펌핑광의 소산장에 의해서 Rh6G 용액이 여기되어지고, 여기된 에너지는 He-Ne 레이저의 광 이득을 높여 준다. 그림 3은 스펙트럼 분석기로 측정한 632.8nm He-Ne-레이저의 출력 스펙트럼 특성이며 펌핑광의 온-오프 상태에서 측정하였다. 아르곤 레이저의 출력을 500mW로 했을 때의 펌핑광을 인가하면 He-Ne 레이저 광은 펌핑광이 없을 때 보다 3dB이상 증폭됨을 알 수 있다. 본 연구의 결과를 광통신 파장대에서 실현한다면 광 신호증폭기 소자로서 활용할 수 있다.

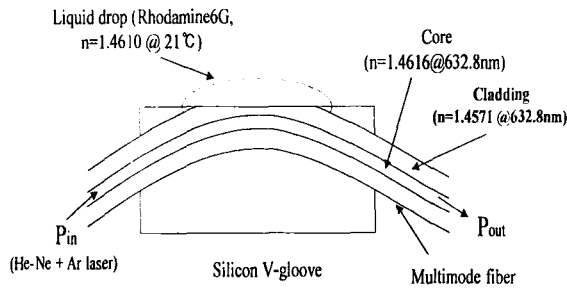


그림 1. 측면 연마된 광섬유의 단면도

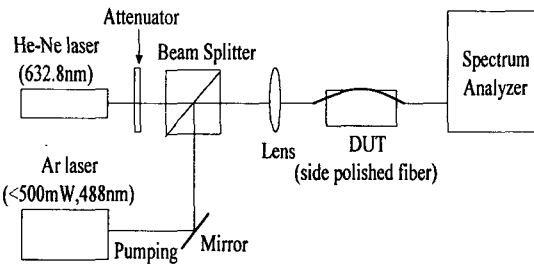


그림 2. 실험 구성도

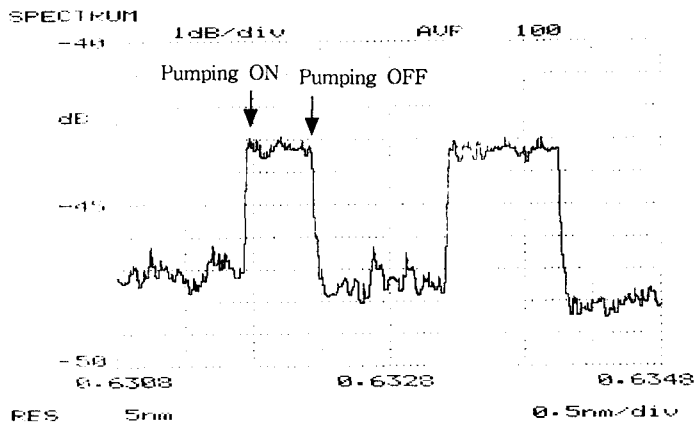


그림 3. 제작된 소자의 광 증폭 특성

참고문헌

- [1] 김광택, 이소영, 손경락, 이종훈, 송재원, 이상재, 김시홍, 강신원, 한국광학회지 10, 419-423 (1999).
- [2] W. Y. Liu and O. M. Stafsudd, Appl. Opt. 29, 3114-3116 (1990).
- [3] B. F. Lamouroux, A. G. Orszag, B. S. Prade and J. Y. Vinet, Opt. Lett. 8, 504-505 (1983).