

이온교환 방법을 이용한 평판형 광 증폭기용 박막 제작과 도파 특성 연구

A study on the characteristics of the light propagation and waveguide fabrication by Ion-exchange for planar optical amplifier

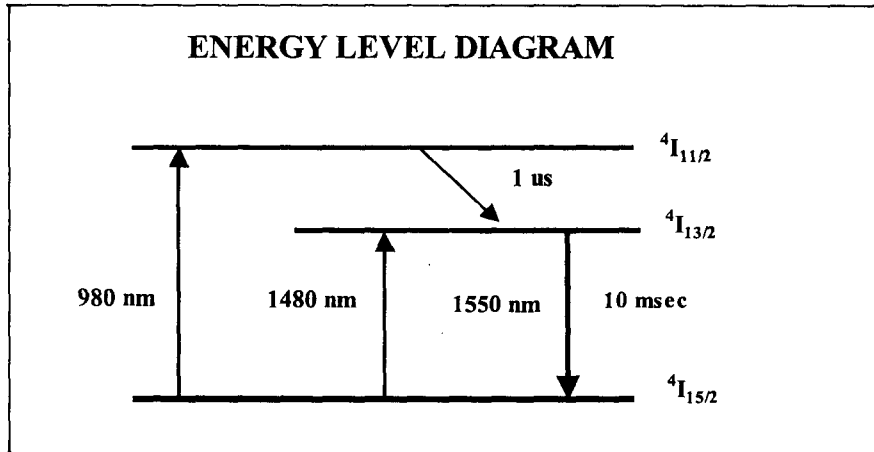
김혜정, 박승찬, 이형중, 임기건
전남대학교 물리학과
hjk@chonnam.ac.kr

광통신 시스템이 널리 사용되기 시작한 이래 광섬유를 통한 원거리 전송에 따른 신호의 감쇠와 왜곡 등의 문제점이 발생하게 되고 이를 보상하기 위해 증계기(Repeater)의 사용이 요구된다. 이러한 증계기에는 광전변환, 전기신호처리 및 전광변환 등의 번거로움이 따른다. 이와 같은 번거로움 때문에 광통신 시스템 설계자들은 광전, 전광 변환 없이 바로 광신호 자체의 세기를 증폭하는 기술을 필요로 하게 되었다. 특히 최근 들어 파장분할다중(Wavelength Division Multiplexing)광 네트워크 및 광통신의 고속화가 요구됨에 따라 증계기를 광증폭기로 대체하는 추세는 더욱 가속화되고 있다.

광증폭기의 대표적인 예로 어븀이 첨가된 광섬유 증폭기(Er-Doped Fiber Amplifier)와 반도체 광증폭기(Semiconductor Optical Amplifier)를 들 수 있는데, 반도체 광증폭기의 경우는 단일 칩 위에 레이저나 포토다이오드 등의 능동소자와 Splitter, 변조기 등을 집적화 할 수 있는 장점이 있으나 광섬유-칩간의 접속손실과 전송손실이 매우 크고 가격과 공정에서의 제약이 따른다. 광섬유 광증폭기의 경우는 광가입자망의 확산에 따른 소형화와 저가격화, 고기능 집적화 가능성에 문제점이 있다. 이러한 이유로 인해 평판형의 광증폭기가 대두되었다. 1991년 일본 NTT에서는 FHD 방법을 이용한 어븀이 도핑된 실리카 박막제작 기술을 개발하였고[1], 프랑스의 GeeO는 인산염 유리에 이온교환방법을 이용해 도파로를 제작하였으며[2], Lucent Tech.는 소다라임 유리에 스퍼터링 방법을 사용한 박막 제조기술을 개발하였다[3]. 국내에서도 최근 실리카 집적 광회로 연구의 중요성을 인식하고 대학, 연구소, 및 기업 등에서 많은 관심을 갖고 다양한 재료와 도파로 형성방법에 대한 연구가 수행중이나 아직 괄목할 만한 결과는 발표되지 않았다.

어븀이 첨가된 증폭기의 증폭 원리를 살펴보면, 입력단에 고출력 레이저 다이오드를 이용하여 980nm 파장의 광원을 입사시키면 Er^{3+} 이온의 기저상태 에너지 준위에 있던 전자들이 보다 높은 에너지 준위인 $4I_{11/2}$ 에너지 준위나 그 이상의 에너지 준위로 천이 하게 되고 이들 전자들은 빠르게 $1\mu sec$ 의 짧은 생존시간(life time)을 갖고 보다 낮은 준안정 에너지 상태인 $4I_{13/2}$ 로 바로 천이하게 된다. 이렇게 천이된 전자들은 10 msec인 보다 긴 생존시간(life time)을 갖고 기저상태인 에너지 준위로 천이가 일어나며 이때 방출되는 에너지는 광통신에 사용하는 $1.55\mu m$ 대역에서 30-40nm 정도의 넓은 대역폭을 갖는 광원을 생성하게 되고 입사된 신호광(signal)의 에너지와 일치하므로 결국 신호광을 증폭하게 된다. 또한 Er^{3+}

이온의 경우 에너지 준위가 하나의 선으로 이루어지는 것이 아니라 주위의 다른 원자와의 상호관계로 에너지 밴드를 형성하기 때문에 Er^{3+} 이온의 자발방출 스펙트럼에서 관찰할 수 있듯이 일정한 대역폭을 갖게 된다. 이와 같은 대역폭의 증대는 다중 파장채널의 동시 증폭을 가능하게 하므로 매우 중요한 가치가 있다. 따라서 최적의 증폭 특성을 얻기 위해선 어븀 함량에 따른 박막상태의 어븀의 분산 상태와 광학적 특성간의 상관관계를 파악해야 한다.



본 연구에서는 실리콘 기판 위에 유리조성의 선택에 제약이 없는 AFD(Aerosol Flame Deposition) 방법을 이용해 MgO를 첨가한 Sodium aluminosilicate 성분의 박막을 증착하였고, 광증폭을 위해 Er 금속 이온을 첨가한 코어층을 증착하였다. 제작된 박막의 두께 및 굴절률은 프리즘 커플러로 측정하였다. 도파로는 유리박막의 확산계수가 높은 Na^+ 이온과 $AgNO_3$ 용융염의 Ag^+ 이온이 서로 교환되어 굴절률이 증가하여 형성되고, 이온교환 온도와 시간에 따라 굴절률과 이온교환된 깊이가 다르므로 온도와 시간에 따른 굴절률 변화와 깊이를 관찰하였다. 유리 박막의 흡수 스펙트럼은 Tunable Laser Diode를 입사광으로 사용하여 1500nm 와 1580nm 사이에서 Optical Spectrum Analyzer로 얻었다.

참고문헌

[1] T. Kitagawa, K. Hattori, M. Shimizu, Y. Ohmori, and M. Kobayashi, Electron. Lett. 27 : 334-335, 1991.
 [2] L. Barbier, J. M. Delavaux, A. Kevorkian, P. Gastaldo, and J. M. Jouanno, OFC '95 Postdeadline Paper, February 26-March 3, 1995.
 [3] J. Shmulovitch, Y. H. Wong, G. Nykolak, P. C. Becker, P. Adar, A. J. Bruce, D. J. Muehlner, G. Adams, and M. Fishteyn, OFC '93 Postdeadline Paper, 1993.
 [4] T. Kitagawa, K. Hattori, K. Shuto, M. Kobayashi, and M. Horiguchi. Amplification in erbium doped silica based planar lightwave circuit. Electron. Lett. 28: 1818-1819, 1992.
 [5] G. N. van der Hoven, R. J. I. M. Koper, A. Polman, C. van Dam, J. W. M. van Uffelen, and M. K. Smit. Appl. Physics Lett. 68 : 1886-1888, 1996.
 [6] D. Barbier, J. M. Delavaux, A. Kevorkian, P. Gastaldo, and J. M. Jouanno, OFC '95 Pos deadline Paper, February 26-March 3, 1995.