

Bi 첨가 실리카 유리의 광학적 특성

Optical Properties of Bismuth-Doped Silica Glass

서영석*, Yasushi Fujimoto**, Masahiro Nakatsuka**

*Japan Science and Technology Agency, **Institute of Laser Engineering, Osaka University, Japan
physys@ile.osaka-u.ac.jp

1980년대 중반 이후 본격적으로 등장한 희토류 원소 첨가 실리카 광섬유, 특히 Er 첨가 광섬유 증폭기(EDFA: Erbium Doped Fiber Amplifier)는 광섬유의 최저 손실영역인 1550nm 파장영역에서 동작이 가능하여 활발히 연구/개발이 진행되었다. 급속한 기술의 발전으로 EDFA는 이미 범용화 되어 대용량 광전송 기술에 활용이 되고 있다. 현재, C-밴드 및 L-밴드 Er 첨가 광섬유 증폭기는 이득 영역을 거의 다 활용한 수준의 기술에 이르렀으며 전송 분야에서 WDM(Wavelength Division Multiplexing)기술의 확산을 가능하게 하였다.

최근에는 광 대역 통신망을 구축하기 위하여 EDFA의 파장영역 이외에 다른 파장영역을 활용하는 광섬유 증폭기의 연구가 활발히 진행되어, 1300nm 파장영역의 Pr 첨가 광섬유 증폭기(PDFFA: Praseodymium Doped Fluoride Fiber Amplifier), 1400nm 파장영역의 Tm 첨가 광섬유 증폭기(TDFA: Thulium Doped Fiber Amplifier), 1600nm 파장영역의 Pr 첨가 셀레나이드 광섬유 증폭기(PDSFA: Praseodymium Doped Selenide Fiber Amplifier) 등에 대한 연구와 개발이 이루어지고 있다. 그러나 이들 광섬유 증폭기는 축적된 기술의 발전에도 불구하고 사용자의 관심 밖에 머물러 있다. 그 이유는 제작과 활용에서 상대적으로 고가인 제조비용과 매질의 증폭을 위한 펌프 레이저 또한 큰 출력을 요구하기 때문에 여러 가지 문제점을 안고 있기 때문이며, 실리카를 기본 매질로 하지 않기 때문에 통신용 광섬유와의 접합문제에 어려움이 있다는 것이다.

본 실험실에서는 1300nm 파장 영역에서 광섬유 증폭기로의 개발이 가능한 새로운 증폭 매질인 Bi 첨가 실리카 유리 (BiQG: Bi-Doped Silica Glass)를 개발하였다.⁽¹⁾ BiQG는 실리카를 기본 매질로 사용하고 있기 때문에 실리카 광섬유와의 접합이 용이하며, 잘 개발되어 있는 800nm 파장 영역의 반도체 레이저를 펌프 레이저로 사용할 수 있어 제작비용의 절감이 가능하다. 또한 증폭 효율도 상당히 높기 때문에 BiQG를 사용한 광섬유 증폭기의 개발은 광대역 통신에 있어서 EDFA에 버금가는 획기적인 연구 성과를 기대할 수 있을 것으로 생각된다.

본 논문에서는 BiQG의 증폭특성을 알아보기 위하여 분광기를 사용하여 투과율과 형광스펙트럼을 측정하였고, 간단한 실험 장치를 구성하여 증폭률을 측정하고 이득계수를 구하였다.⁽²⁾ 그림 1은 BiQG의 투과율을 200~2500nm 파장영역에서 측정한 결과이며, 4개의 흡수밴드가 300, 500, 700, 800nm 파장에서 관측됨을 알 수 있다. 300nm 파장에서 나타나는 흡수는 Bi₂O₃에 의해 나타나는 결과이다. 500, 700, 800nm 3개의 여기파장으로 발광스펙트럼을 측정한 결과, 1140, 1122, 1250nm 파장영역에서 첨두치를 가지고 있었다. 특히, 800nm 여기파장으로 반폭치(FWHM)가 300nm에 이르는 넓은 파장 영역에서 증폭되

는 것을 알 수 있었다. 그림 2는 BiQG의 증폭특성을 알아보기 위해 간단히 구성한 실험장치도이다. 신호광으로는 1300nm, 펌프광은 800nm 파장의 레이저 다이오드(LD)를 사용하였다. 펌프광의 세기를 0~2W까지 증가시키면서 BiQG의 증폭특성을 관측한 결과, 0.663cm^{-1} 의 이득계수를 얻을 수 있었다.

BiQG는 광학적으로 특성이 우수한 새로운 광 증폭 매질이며, 희토류 원소를 첨가하는 기존의 광섬유 증폭기의 매질과는 전혀 다른 새로운 형태의 제작 특성을 가지고 있다. 특히 실리카를 기본 매질로 하고 증폭특성이 우수하여 광섬유 증폭기로의 개발이 가능하며, 고출력 레이저 응용 분야에도 많은 기여를 할 수 있을 것으로 판단된다. 레이저 응용 분야에 있어서는 life time이 630us로 상당히 길게 나타나므로 고출력 레이저로의 개발이 가능할 것이다. 그리고 넓은 가시광영역의 흡수가 발생하므로 플래시램프나 반도체 레이저의 여기 매질로의 개발과 넓은 형광 스펙트럼이 형성되어 Ti:sapphire와 같은 극초단 펄스의 응용에도 적용이 가능할 것이다.

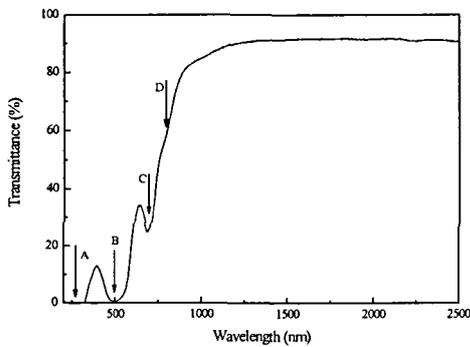


그림 1. Bi 첨가 실리카 유리의 투과율

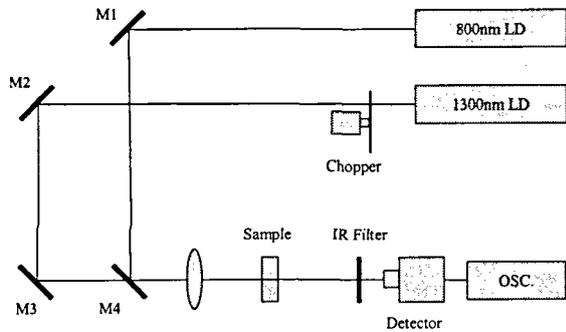


그림 2. Bi 첨가 실리카 유리의 증폭특성 실험장치

후 기

본 연구는 일본 과학기술진흥기구(Japan Science and Technology Agency)의 지원으로 수행되었음.

참고문헌

1. Yasushi Fujimoto and Masahiro Nakatsuka, "Optical Amplification in Bismuth-Doped Silica Glass," Applied physics letters, 82(19), 3325(2003).
2. Yasushi Fujimoto and Masahiro Nakatsuka, "Infrared Luminescence from Bismuth-Doped Silica Glass," Jpn. J. Appl. Phys., 40, L279(2001).