

광굴절 $BaTiO_3$ 결정에서의 입사빔의 세기비에 따른 이득 및 이득계수 측정 Measurement of Gain and Gain Coefficient in Photorefractive $BaTiO_3$ crystal

손창호, 이상조, 박종훈
영남대학교 이과대학 물리학과
growinhope@yumail.ac.kr

광굴절 물질은 광학적 위상공액 및 신호처리, 홀로그래프 기록소자 및 광정보처리를 포함한 다양한 분야에 응용되고 있다. 또한 광굴절 결정의 광굴절 특성도 실험 및 이론적으로 활발하게 연구되고 있다.⁽¹⁾ 그리고 본 연구에서 사용한 $BaTiO_3$ 결정은 외부에서 인가하는 전기장 없이도 매우 높은 전기광학계수 (electrooptic coefficient)를 가지고 있어서 다양한 응용이 기대되는 광굴절 매질이다. 광굴절 결합계수를 측정하게 될 때, $BaTiO_3$ 결정에서의 두 빔의 결합에 대한 이득(gain)의 변화는 물질의 외부적인 특성, 즉 전기광학 텐서와 트랩의 농도 등에 의존할 뿐만 아니라, 외부적으로 조정될 수 있는 변수들, 예를 들면 매질에 입사되는 두 빔사이의 각도, 매질의 광축과 격자벡터 사이의 각도, 그리고 입사된 두 빔의 세기의 비 등에 의존하게 된다.⁽²⁾ 본 연구에서는 $BaTiO_3$ 광굴절 매질에서의 이광과 혼합 (Two Beam Coupling : TBC) 실험으로 광굴절 결정의 이득특성을 조사하기 위해 다양한 입사각도에 대하여, 두 빔의 세기비에 따른 이득상수와 이득의 관계를 측정하고 분석하였다.

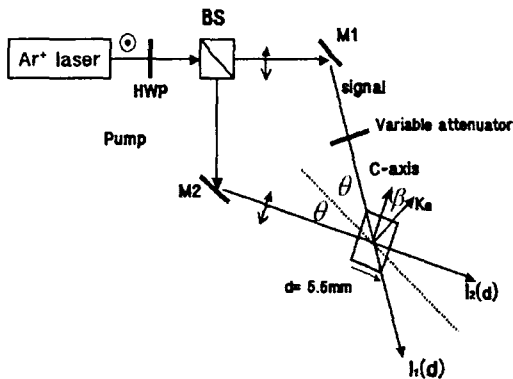


그림 1. 이광과 혼합실험 장치도.

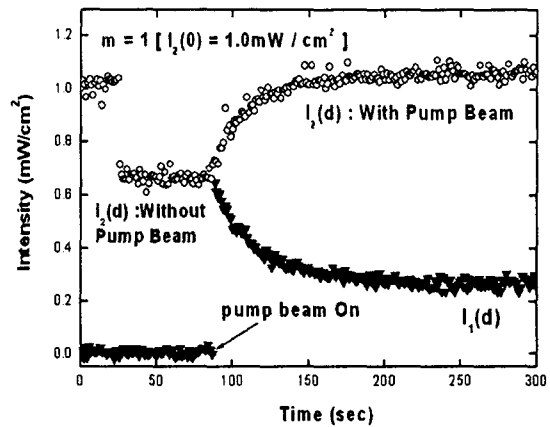


그림 2. 신호빔과 펌프빔의 에너지 전달과정.

그림 1은 광굴절 매질 $BaTiO_3$ 결정을 사용하여 이광과 혼합에서의 이득을 측정하기 위한 실험 장치도이다. 입사광으로는 Ar-ion 레이저($\lambda=514.5\text{ nm}$)를 사용했으며, 두 빔의 입사각은 2θ 의 각도를 이루며, 선 편광된 두 빔은 광굴절 결정의 광축(c-axis)과 동일한 방향의 이상광선을 매질에 입사하였다. 입사각의 세기비의 변화는 두 입사빔의 경로상에 위치한 가변 빔-감쇄기로 펌프빔의 세기를 변화시키면서 조정하였다. 그림 2는 이광과 혼합실험에 의한 신호빔과 펌프빔 사이의 전형적인 에너지의 전달과정을 보여주고 있다. 두 빔의 세기비(m)가 $m=1$ 일 때, 신호빔 I_2 가 펌프빔 I_1 으로부터의 에너지 전달로 인해 증폭되고 있음을 보여준다. 신호빔은 펌프빔으로부터 에너지 전달로 인해 점점 단조 증가하다가 점차 정상상태(포화)에 이르고 있음을 보여준다. 이러한 신호빔의 증폭과 관련하여 펌프빔의 세기를 변화시키면서 신호빔과 펌프빔의 입사빔 세기의 비에 따른 이득 및 이득계수를 측정하였다.

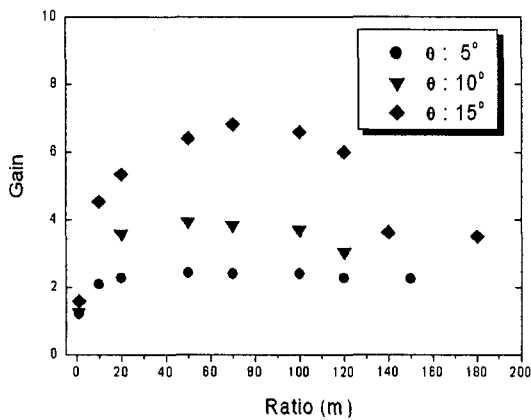


그림 3. 입사빔 세기비 m 에 따른 포화상태에서의 이득.

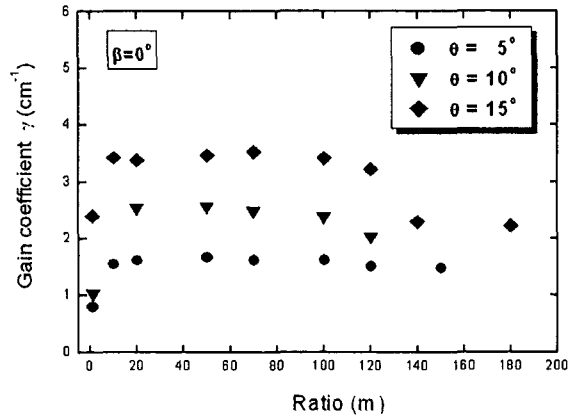


그림 4. 입사빔 세기비 m 에 따른 포화상태에서의 이득계수.

그림 3과 그림 4는 여러 입사각 θ 에서($\beta=0$) 측정된 입사빔 세기비 m 에 따른 포화상태에서의 이득 및 이득계수의 값을 나타내고 있다. 이득이 클수록 이득계수 역시 비례하는 경향을 보였으며, 이 둘의 변화는 초기에는 단조 증가하는 현상을 보이다가 최대값 도달 이후 점점 감소되는 형태를 나타내고 있음을 보여주고 있다.

본 연구는 2002년도 한국과학재단 목적기초연구(R05-2002-000-00875-0)의 지원으로 수행되었으며 이에 감사를 드립니다.

- [1] P. Yeh, *Introduction to Photorefractive Nonlinear Optics*, (John Wiley & Sons, Inc. New York, 1993).
- [2] Y. Fainman, E. Klancni and S. H. Lee, *Opt. Eng.*, **25**, 228 (1986).
- [3] C. H. Kwak, S. Y. Park and E. H. Lee, *Optics Comm.*, **115**, 315 (1995).
- [4] S. Bernhardt, Ph. Delaye, H. Veenhuis, D. Rytz and G. Roosen, *Appl. Phys. B* **70**, 789 (2000).
- [5] Daniel Rytz, Barry A. Wechsler, Mark H. Garrett, Charlse C. Nelson and Robert N. Schwartz, *J. Opt. Soc. Am. B* **7**, 2245, (1990).