

## 광굴절 Cu-KNSBN 결정에서의 광신호 증폭 특성

### Optical signal amplification property in photorefractive Cu-KNSBN crystal

°김성구\*, 안준원\*, 김 남\*, 이권연\*\*, 서호형\*\*\*

\* 충북대학교 전기전자공학부

\*\* 순천대학교 전자공학과

\*\*\* 한국전자통신연구원 원천기술연구본부

sgkim@osp.chungbuk.ac.kr

SBN, BSKNN KNSBN 등의 tungsten-bronze 계열에 속하는 광굴절 결정은 짧은 파장에서 좋은 감광도와 빠른 응답시간을 갖는다. 이 중에서도 KNSBN 결정은 큰 크기의 결정 성장 및 도핑이 용이하고 광굴절 결정에서 중요한 특성 중 하나인 열 안정성(thermal stability)이 좋기 때문에 빠른 응답특성이 요구되는 응용분야에서 촉망받는 매질이다.

본 논문에서는 광정보저장, 광정보처리, 광컴퓨터, 광통신과 같은 다양한 분야에서 응용가능성을 가지는 Cu가 0.04wt.%도핑된 5mm×5mm×5mm 크기의 KNSBN 결정을 이용한 광신호의 증폭기술에 대하여 연구하였다. 먼저 Cu-KNSBN 결정의 2광파 결합 특성을 분석하기 위하여, 기록 파장에 따른 지수이득계수의 외부입사각의존성, 최대 지수이득계수를 나타내는 외부입사각에서 입사빔의 세기비에 따른 2광파 결합 이득을 측정하였다. 또한, 632.8nm 파장 영역에서 기록 및 삭제시간 상수, 회절 효율의 입사빔 세기비 의존성을 측정하였다. 그리고, 음향-광학 변조기(AOM: acousto-optic modulator)에 의해 진폭 변조된 신호빔을 이용하여 광신호 증폭특성을 분석하고 그 결과를 제시하였다. 이때 두 빔의 입사각은 최대 지수이득계수를 나타내는 입사각 12°로 고정하고, 감쇄기를 이용하여 신호빔의 세기를 조절하면서 신호빔의 차동이득을 측정하였다. 투과된 신호빔은 같은 주파수에서 차동 이득(differential gain)을 보였으며, 이는 moving grating과 시간-변조된 신호빔(또는 펄스빔)사이의 새로운 상호작용은 광굴절 결정의 시간 적분 특성에 의한 것이다.

그림 1은 광신호 증폭을 위한 실험 구성도이며, 신호빔의 진폭 변조를 위하여 음향-광학 변조기를 사용하였다. 이때, 음향-광학 변조기에는 5kHz의 구형파 신호를 인가하였으며, 두 입사빔 사이의 입사각은 최대 지수이득계수를 나타내는 12°로 고정하였다. 2광파 결합 특성 분석 결과, 그림 2에서 보는바와 같이, 각각의 기록 파장에 대하여, 488nm에서  $12.18\text{cm}^{-1}$ , 514.5nm에서  $11.73\text{cm}^{-1}$ , 그리고 632.8nm에서는  $9.76\text{cm}^{-1}$ 의 최대 지수 이득계수를 얻었다. 실험값으로부터 이론 값에 fitting하기 위한 fitting 파라미터는 488nm에서  $R=0.595$ ,  $N_{\text{eff}}=1.17 \times 10^{16}$ , 514.5nm에서  $R=0.588$ ,  $N_{\text{eff}}=1.2 \times 10^{16}$  그리고 632.8nm에서  $R=0.595$ ,  $N_{\text{eff}}=1.26 \times 10^{16}$ 이다. 632.8nm 파장에서 신호빔과 기준빔의 세기비에 따른 회절효율을 측정한 결과, 세기비가 커질수록 회절효율이 증가하다가 세기비( $q=I_s(O)/I_r(O)$ )가 0.1일 때 최대 회절효율 0.6888을 나타냈다. 그림 3에서 보는 바와 같이, 신호빔을 변조시킨 경우, 신호빔은 입사빔의 세기비  $q$ 가 작아질수록 증가하다가 세기비  $q=0.001$ 이하가 되면 차동이득 12.5로 포화되는 것을 알 수 있다.

이와 같은 신호증폭 특성을 이용하면, 광신호를 전기신호로 변환하지 않고 수신광을 직접 증폭하여 증계할 수 있을 뿐만 아니라, 헤테로다인 검파, 호모다인 검파에 적용할 수 있을 것으로 예상된다.

본 연구는 한국전력공사의 지원에 의하여 기초전력공학공동연구수 주관으로 수행되었음.

- [1] Y. Tomita and J. Bergquist, Optoelectronics-devices and technologies, vol. 8, no. 3, pp. 357-377, 1993
- [2] Ph. Refregier, L. Solymér, H. Rahbenbach, and J.P. Huignard, J. Appl. Phys., vol. 58, no. 1, pp. 45-57, 1985
- [3] J.U. Um, K.W. Lee, N. Kim, H.K. Park and S.S. Choi, IEICE TRANS. ELECTRON., vol. E82-C, no. 5, pp. 758-765, 1999

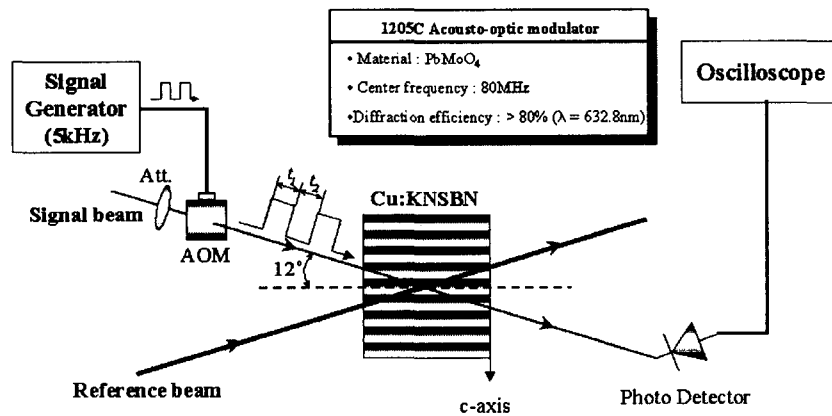


그림 1. 광신호 증폭 실험 구성도

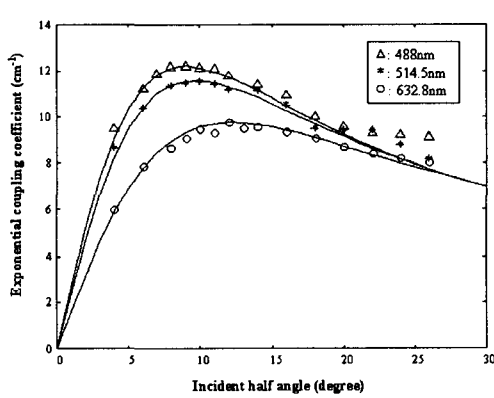


그림 2. 외부 입사각에 따른 지수이득계수

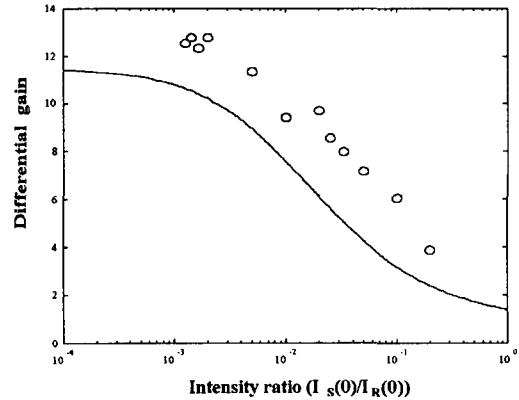


그림 3. 입사빔 세기비에 따른 신호빔의 차동이득