

CsLiB₆O₁₀(CLBO) 단결정을 이용한 Nd:YAG 레이저의 4차 조화파 발생

Fourth harmonic generation of a Nd:YAG laser using CsLiB₆O₁₀(CLBO) crystals

김지원, 김민수, 류기환*, 윤춘섭
한국과학기술원 물리학과

*LG 전선 연구소 광전자재료연구실
csyoon@mail.kaist.ac.kr

CsLiB₆O₁₀(CLBO) 단결정⁽¹⁾은 넓은 광투과 영역, 극자외선 영역에서의 광투과성, 비교적 큰 비선형 광학계수, 높은 레이저 광손상 문턱값 등의 우수한 특성으로 인해 극자외선 영역에서의 파장변환과 고출력 레이저의 파장변환에 매우 활발한 응용이 시도되고 있다. 본 연구에서는 CLBO 단결정을 이용하여 Nd:YAG 레이저의 1064 nm 파장을 4차 조화파인 266 nm 파장으로 변환시키고 광변환 특성을 조사하였다.

CLBO 단결정⁽¹⁾의 공간 그룹은 $I\bar{4}2d$ 이고, 광학적으로 단축 결정이다. 광투과 영역은 180~2750 nm로 β -BBO의 189 nm보다 더 짧은 UV 파장 영역까지 빛을 투과시킬 수 있고, 이차 비선형 광학 계수는 0.95 pm/V로 LBO와 비슷한 값을 가지고 있어 극자외선 영역쪽의 파장 변환 소자로 유리한 조건을 가지고 있다. Table 1에 CLBO의 광학적 성질이 β -BaB₂O₄(BBO) 및 LiB₃O₅(LBO)와 비교, 기술되었다.

본 연구실에서 고온 용액 성장법으로 성장시킨 CLBO 단결정을 266 nm의 Type I 위상정합 방향 ($\theta=62^\circ$, $\phi=45^\circ$)으로 절단 후 광학 연마하여 시료를 준비하였고, 위상정합 방향으로의 길이는 9.7 mm이다. 펄스폭이 35 ps인 Nd:YAG 레이저의 1064 nm 파장을 KDP를 사용하여 2차 조화파(532 nm)로 변환시킨 후, CLBO 단결정에 입사시켜 266 nm 파장의 4차 조화파를 발생시켰다. 각도 tuning으로 Type I 위상정합 방향을 정확히 결정한 후, 4차 조화파 변환 효율을 측정하였다. 1064 nm의 4차 조화파 발생 허용 각도폭은 약 0.03 degree·cm로 매우 좁으며, 최대 변환 효율은 11.7 %로 측정되었다.

Table 1. Comparison of the non-linear optical properties of CLBO, BBO and LBO crystals for type I phase-matched second harmonic generation⁽²⁾.

Crystals	CLBO	β -BBO	LBO
Transparency range (nm)	180~2750	189~3500	155~3200
Phase matching limit (nm)	480	410	554
Walk-off angle (degree)	1.78	3.2	0.37
Effective d-coefficient (pm/V)	0.95	2.06	0.94

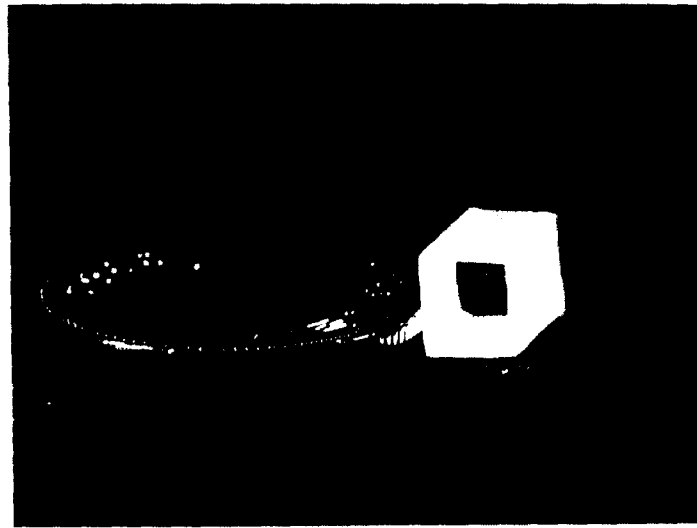


Fig. 1. A CLBO sample for fourth harmonic generation ($5.1 \times 4.8 \times 9.7 \text{ mm}^3$).

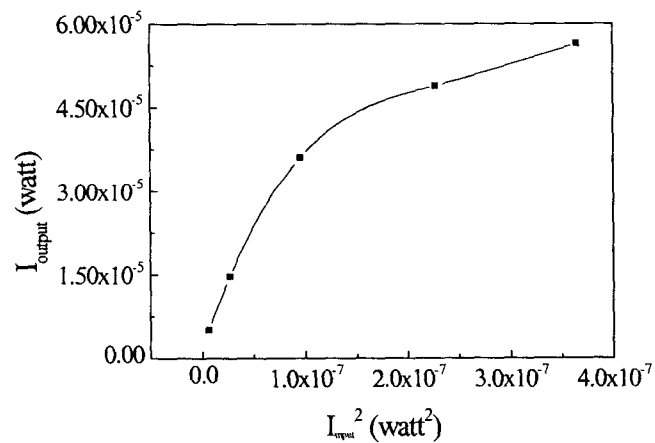


Fig. 2. The fourth harmonic power as a function of input second harmonic power.

참고문헌

1. Y. Mori, I. Kuroda, S. Nakajima, T. Sasaki and S. Nakai, " New nonlinear optical crystal: Cesium lithium borate", Appl. Phys. Lett. **67**, 1818 (1995).
2. Gihan Ryu, Choon Sup Yoon, T. P. J. Han, Hugh G. Gallagher, "Growth and characterisation of CsLiB₆O₁₀(CLBO) crystals", J. Cryst. Growth, **191**, 492 (1998).