

대출력 Nd:글라스 레이저의 고조파 변환에 관한 연구

강 형 부 장 용 무
한 양 대 학 교

A Study on Higher Harmonic Conversion of High Power Nd:Glass Laser

We report on the simulation results of 1)the second harmonic conversion with 1.053μm Nd:glass laser using monolithic KDP crystal and 2)the efficient conversion from 1.053μm to 0.35μm by the polarization-mismatch 3rd harmonic conversion in two Type-II KDP crystals.

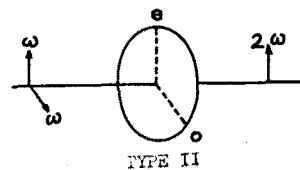


Fig. 1. Schematic diagram of Type-II SHG.

I. 서론

레이저 핵융합 연구에 있어서 단파장의 레이저광이 타켓과의 상호 작용에 있어서 레이저광의 흡수 및 에너지 결합(coupling)의 우수함이 실증된 이후 대출력 Nd:글라스 레이저 비임의 frequency up-conversion의 연구가 매우 활발하다.

현재 단파장을 얻는 방법은 Excimer 및 자유 전자 레이저등이 있으나 가장 완성도가 높은 것은 KH₂PO₄ (KDP) 결정을 사용한 1.05μm Nd:글라스 레이저 출력의 제2, 제3고조파 변환이다.

본 연구에서는 Type-II KDP 결정을 채택하여 대출력 Nd 글라스 레이저 비임의 제2, 제3고조파 변환을 수치해석하였다.

II. 고조파 변환의 수치해석

제2고조파 발생법은 위상 정합의 방법에 따라 Type-I과 Type-II로 나눌 수 있지만 그림1은 Type-II의 제2고조파 발생법의 개략도이다.

이는 기본파가 상광선축에 대해 선형 편광각이 45°로 입사하여 제2고조파는 이상광선축으로 선형 편광된다.

다음은 KDP와 같은 비선형 결정에 의한 고조파 변환 방정식을 나타낸 것이다.

$$dE_1/dz = -iKE_1E_2^* \exp(-i\Delta kz) - \gamma_1 E_1/2 \quad (1)$$

$$dE_2/dz = -iKE_1E_2^* \exp(-i\Delta kz) - \gamma_2 E_2/2 \quad (2)$$

$$dE_3/dz = -iKE_1E_2 \exp(-i\Delta kz) - \gamma_3 E_3/2 \quad (3)$$

여기서 E_j (j=1, 2, 3)는 주파수가 ω_j, 진행 방향이 z인 파의 복소 전기 vector이다. j파 전계는 Re{E exp(iω_jt - ik_jz)}고 파수의 부정합 Δk = k₃ - (k₁ + k₂)는 광선의 전파 방향의 위상 정합각에서의 이탈각 Δθ에 비례한다.

γ_j는 비선형 매질에서 산란과 흡수와 같은 손실 계수로서 여기서는 흡수만을 고려해서 γ₁ = 0.058 cm⁻¹, γ₂ = 0.02 cm⁻¹, γ₃ = 0.0 cm⁻¹이다.¹⁾

그리고 실험 비선형 광학상수 d_{eff}에 의해 식 (4)와 같이 정의되는 k는²⁾ k₁ = 1.4 × 10⁻⁶ V⁻¹이다.

$$K = (\omega/2c) (1/\sqrt{n_1 n_2 n_3}) (d_{eff}/\epsilon_0) \quad (4)$$

제2고조파 변환의 경우 식 (1) ~ (3)에서 $2k_1 = 2k_2 = k_3$ 이며 제3고조파 변환의 경우는 $k_2 = 2k_1, k_3 = 3k_1$ 이다.³⁾

그림 2는 본 논문에서 채택한 polarization-mismatch법에 의한 제3고조파 변환법의 개략도이다.

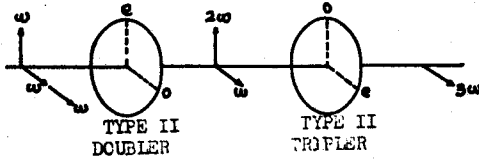


Fig. 2. Schematic diagram of Polarization-mismatch THG

Reference

1. Laser Program Annual Rept, LLNL (1980)
2. R.S. Craxton, IEEE J. Quantum Electron, QE-17 p1771 (1981)
3. R.S. Craxton, Opt. Commun., 34(3) p474 (1980)