

Cr⁴⁺:YAG 可飽和吸収の偏光依存性に関する一般モデル

General model for the polarization dependence in saturable absorption of Cr⁴⁺:YAG

分子研 [○]佐藤 庸一, 平等 拓範

Inst. Mol. Sci., [○]Yoichi Sato, Takunori Taira

E-mail: yoichi@ims.ac.jp

【緒言】 マイクロチップレーザーでジャイアントパルスを生成する場合、Cr⁴⁺:YAG をQスイッチ材料として用いる[1]。この材料で可飽和吸収の偏光依存性があることは良く知られており、分光的研究や単一偏光出力、出力エネルギーの最適化等の実用例について論文や特許が知られている[2,3]。我々は Cr⁴⁺:YAG について (100)、(110)、(111) の各面に励起光を入射した場合の飽和吸収の偏光依存性に関する理論式を物理的に導出した[4,5]。

今回本モデルを拡張し、Cr⁴⁺:YAG における任意の面を入射面とする一般化を行ったので報告する。

【モデル】 まず、ビームの進行方向を z 軸、偏光方向を r 軸とする実験系における円筒座標(r, θ, ϕ)を考え、別に試料系における偏光方向を極座標(r, θ, Φ)にて表す (図1)。この場合、定常状態における実効的吸収係数は

$$\alpha(I, \theta, \Phi) = \alpha_0 \left[1 - (1 - \beta) \left(\frac{I \cos^4 \Phi \sin^4 \theta}{I \cos^2 \Phi \sin^2 \theta + I_s} + \frac{I \sin^4 \Phi \sin^4 \theta}{I \sin^2 \Phi \sin^2 \theta + I_s} + \frac{I \cos^4 \theta}{I \cos^2 \theta + I_s} \right) \right] \quad (1)$$

と与えられる。但し、 I 、 α_0 、 I_s はそれぞれ入射励起強度、初期吸収係数、飽和強度であり、 β は基底準位と励起準位の遷移断面積の比である。 θ および Φ は偏光角度 θ の関数として与えられ、その関数形は入射面の面方位により定まる。例えば(100)面入射の場合 $\theta(\theta) = \pi/2 - \theta$ および $\Phi(\theta) = \pi/2$ 、(110)面入射の場合 $\theta(\theta) = \theta$ および $\Phi(\theta) = -\pi/4$ で与えられる。(111)面入射の場合は

$$\theta(\theta) = -\tan^{-1} \sqrt{\frac{3 \tan^2 \theta + 1}{2}} \quad (2a)$$

$$\Phi(\theta) = \tan^{-1} \left(\sqrt{3} \tan \theta \right) + \frac{\pi}{4} \quad (2b)$$

と与えられる。

【実験及び考察】 両面に反射防止コーティングが施された初期透過率 75%、厚さ 1mm の(110)-cut Cr⁴⁺:YAG について励起源として波長 1.06 μm で単一偏光の 1W の Nd:YAG レーザー (Mephisto, Coherent) を用い、試料に半径 25 μm で集光入射して飽和吸収を計測した。その結果、偏光依存性が式(1)に従っていることを実験的に示した (図2)。詳細は当日報告する。なお、本研究の一部は(株)コンポン研究所および新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の助成を受けて行われたものである。

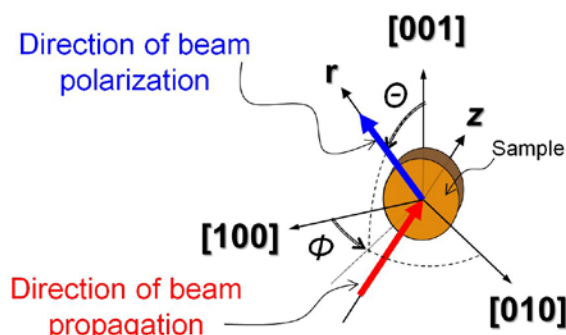


図1 実験系および物質系の座標系

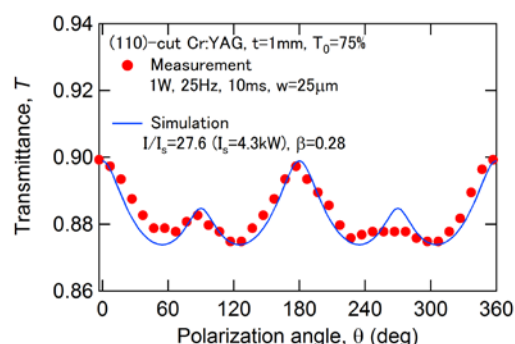


図2 Cr:YAG(110)面での飽和吸収透過率

- [1] H. Sakai et al.: Opt. Express, **16** (2008) 19891. [2] M. Tsunekane and T. Taira: IEEE J. Quant. Electron. **52** (2016) 1.
 [3] 酒井他: 日本国特許 JP4530348B2. [4] Y. Sato and T. Taira: Advanced Solid State Lasers 2016, ATu3A.3 (2016).
 [5] 佐藤、平等, レーザー学会学術講演会第 37 回年次大会、09aV-5 (2017).