

Cr:YAG 可飽和吸収体を用いた受動 Q-スイッチ Pr:YLF レーザー の理論解析

Modeling of passively Q-switched Pr:YLF Laser using a Cr:YAG saturable absorber

慶大理工 舛田 賢輔, 阿部 亮, 櫻井 暁, 小城 絢一郎, 神成 文彦

Keio Univ., Kensuke Masuda, Ryo Abe, Akira Sakurai, Junichiro Kojou, Fumihiko Kannari

E-mail: kannari@elec.keio.ac.jp

Pr³⁺を添加したフッ化物材料は、青色から赤色の可視光領域で多数の光学遷移を持つとともに、GaN 系半導体レーザーによる直接励起が可能である。Pr³⁺:YLF 結晶を用いるレーザーでは、緑、オレンジ、赤色での CW レーザー発振がスローブ効率 35-50 % で実現できる。我々は Pr³⁺:YLF レーザーの音響光学変調器を用いた波長 639 nm における Q スイッチ動作を報告した[1] が、最近、Cr⁴⁺:YAG 可飽和吸収体を用いた受動 Q スイッチ動作を波長 639 nm において実現した[2]。

この実験結果に基づき、Cr⁴⁺:YAG を用いた Pr³⁺:YLF の受動 Q スイッチレーザー動作を、下記のレート方程式モデルによって理論解析した。波長 639 nm では、Cr⁴⁺:YAG は寿命が 1 ns 以下の励起準位に直接励起されると仮定した。また、Cr⁴⁺:YAG の吸収断面積は 6.37x10⁻¹⁸ cm² と見積もった。Fig. 1 に Q スイッチ動作時の Cr⁴⁺ 基底準位密度の変化とレーザー強度変化の一例を示す。このモデルを用い、受動 Q スイッチ動作を最適化するための Cr⁴⁺:YAG の初期透過率、取り出し鏡反射率について検討を行った。また、波長 522nm の受動 Q スイッチ動作に必要な励起条件を検討した。

共振器内光子密度

$$\frac{d\phi}{dt} = \left\{ \frac{c\sigma_{st}l}{l_c}(N_u - N_l) - \frac{c\sigma_{gs}l_s}{l_c}(N_1 - N_3) - \frac{c}{2l_c} \left(\ln \frac{1}{R} + L \right) \right\} \phi + \xi \frac{N_u}{\tau_f}$$

Pr:YLF 準位密度

$$\frac{dN_u}{dt} = \left(-c\sigma_{st}\phi - \frac{1}{\tau_f} \right) N_u + \frac{N_g}{N_{g0}} \frac{\eta P_m}{h\nu}, \quad \frac{dN_l}{dt} = \left(c\sigma_{st}\phi + \frac{1}{\tau_f} \right) N_u - \frac{N_l}{\tau_l}, \quad \frac{dN_g}{dt} = -\frac{N_g}{N_{g0}} \frac{\eta P_m}{h\nu} + \frac{N_l}{\tau_l},$$

Cr:YAG 準位密度

$$\frac{dN_1}{dt} = -c\sigma_{gs}(N_1 - N_3)\phi + \frac{N_2}{\tau_2}, \quad \frac{dN_2}{dt} = \frac{N_3}{\tau_3} - \frac{N_2}{\tau_2}, \quad \frac{dN_3}{dt} = c\sigma_{gs}(N_1 - N_3)\phi - \frac{N_3}{\tau_3}$$

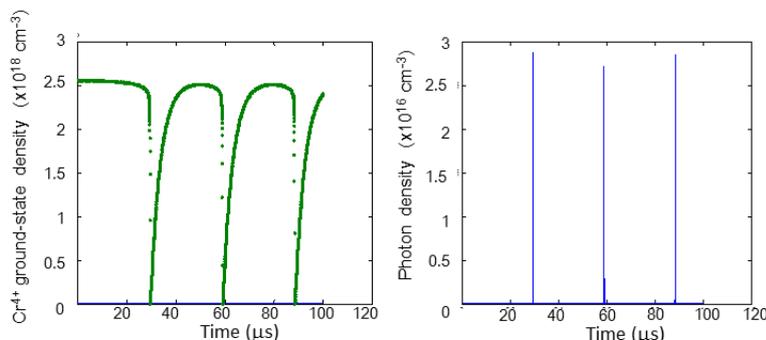


Fig. 1 Q スイッチ動作時の Cr⁴⁺ 基底準位密度の変化とレーザー強度変化

1. J. Kojou, Y. Watanabe, Y. Kojima, H. Nemoto, and F. Kannari, Appl. Opt. 51, 1382 (2012).
2. R. Abe, J. Kojou and F. Kannari, paper presented in CLEO 2012, San Jose, 6-11 May 2012.