

受動 Q スイッチレーザー共振器内での 可飽和吸収体の透過率の時間的・空間的計測

In situ, Temporal and Spatial Observations of the Transmission of a Saturable Absorber in a Passively Q-Switched Laser



分子研 ^{○(PC)}常包 正樹、平等 拓範

Institute for Molecular Science(IMS) ^{○(PC)}Masaki Tsunekane, Takunori Taira

E-mail: tsune@ims.ac.jp

はじめに：受動 Q スイッチレーザーは近年、QCW 駆動することで小型高出力、高輝度、高安定なパルスギャップであるサブナノパルス光源として、加工、計測やテラヘルツ発生用励起光源、さらにはエンジン点火用と様々な応用が広がっている。これまで多くの実験や解析が報告されているが、実際にレーザー共振器内での可飽和吸収体の振る舞いを実験的に計測した例は少ない。今回 Nd:YAG/Cr:YAG 受動 Q スイッチレーザー内の Cr:YAG の透過率を時間的・空間的に計測する試みを行った。

実験構成：図 1 に実験構成を示す。端面励起された Nd:YAG 結晶励起端面と出力鏡で構成される Nd:YAG/Cr:YAG 共振器内に、Cr:YAG を挟むように 2 つの偏光プリズムを挿入し、偏光の違いを利用して、プローブ (CW Nd:YAG レーザー) 光を共振器内の Cr:YAG に導入、取り出しを行い、高速ディテクターで透過率の時間的・空間的変化を観察した。Cr:YAG の初期透過率は 60%、結晶面方位は[100]で、回転ステージを用いレーザー発振は[010]、プローブ光は[001]

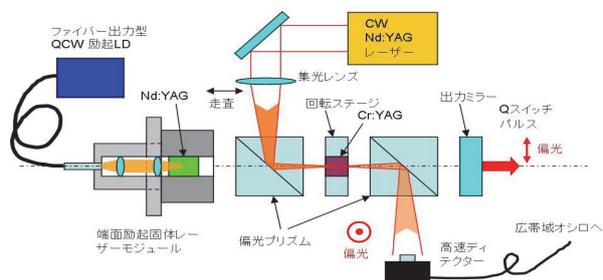


図 1 共振器内透過率計測実験系

方向に偏光入射させている。平面出力鏡の透過率は 50%、共振器長は 19cm、励起エネルギーは 16mJ、Q スイッチパルス出力は 1.1mJ、パルス幅は 12ns であった。CW プロブ光のパワーは約 250mW である。プローブ光はレンズにより Cr:YAG 結晶内で直径 65 μ m に集光され、これが空間的な測定分解能となる。また、この集光レンズを走査することで結晶内の集光位置を任意に移動でき、透過率の空間 (2 次元) プロファイル計測できる。透過したプローブ光は高速ディテクターにより検出され、透過率及び透過率の時間変化を観測した。

解析方法と測定結果：測定で得られた時間信号より下記のような方法で透過率を計算した。Q スイッチ発振直後の Cr:YAG の透過率 T は、

$$T = \exp \left[-\sigma_{SA} \left\{ n_{SA1} - n_{SA2} \exp \left(-\frac{t}{\tau} \right) \right\} - \sigma_{ESA} n_{SA2} \exp \left(-\frac{t}{\tau} \right) \right] I_{SA} \quad (1)$$

ただし σ_{SA} 、 σ_{ESA} はそれぞれ Cr:YAG の基底準位、準安定準位の吸収断面積、 n_{SA1} 、 n_{SA2} はそれぞれ Cr⁴⁺:YAG の全状態密度、準安定状態密度、 τ は準安定準位から基底準位に落ちるライフタイムである。変形すると最終的に、

$$\ln \left\{ \ln \left(\frac{T}{T_0} \right) \right\} = -\frac{t}{\tau} + \ln \{ (\sigma_{SA} - \sigma_{ESA}) n_{SA2} I_{SA} \} \quad (2)$$

ここで T_0 は初期透過率である。右辺の時間微係数からライフタイム τ が、 $t=0$ の測定値から発振直後の透過率が求められる。図 2 は発振直後の透過率分布の計測結果を示したグラフである。Cr:YAG 内で同心円状になめらかに透過率が上昇している様子が観測できた。レーザービームの中心にて、最大透過率は 76% と見積もられた。またライフタイムは透過率 (場所) に依存せず、3.6 μ s と計算された。なお、Cr⁴⁺:YAG はサイトごとに吸収の偏光依存性があることが知られており¹⁾、今回プローブ光の偏光が、発振光の偏光に垂直であることから、これら測定結果の解釈には多少注意が必要である。詳細は当日報告する。

参考文献：H.Eilers, et.al., Phys.Rev.B 49, 15505 (1994).

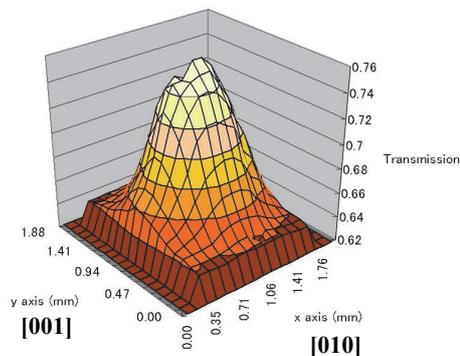


図 2 共振器内 Cr:YAG 透過率分布測定結果