

磁気ドメインを利用した薄膜 Q スイッチレーザーの開発

Development of Thin Q-switched Laser Driven by Magnetic Domains

○後藤 太一^{1,2}, (D)森本 凌平¹, プリチャード ジョン³, 高木 宏幸¹, 中村 雄一¹,
リム パンボイ¹, 内田 裕久¹, ミナ マニ³, 平等 拓範⁴, 井上 光輝¹
(¹豊橋技科大, ²JST さきがけ, ³アイオワ州立大, ⁴分子研)

○Taichi Goto^{1,2}, (D) Ryohei Morimoto¹, John Pritchard³, Hiroyuki Takagi¹, Yuichi Nakamura¹,
Pang Boey Lim¹, Hironaga Uchida¹, Mani Mina³, Takunori Taira⁴, Mitsuteru Inoue¹
(¹Toyohashi Univ. of Tech., ²JST PRESTO, ³Iowa State Univ., ⁴Inst. Mol. Sci.)

E-mail: goto@ee.tut.ac.jp

1. はじめに

MW 級の高強度パワーが得られるレーザーダイオード励起固体マイクロチップレーザーは、加工用のレーザーヘッド等への応用に向けて開発が盛んに行われている。本レーザー中のキーデバイスとなるのが Q スイッチ素子であり、外部信号によって発振タイミング等を制御可能な、能動型の小型 Q スイッチが望まれていた。本研究では、他の Q スイッチ素子よりも3桁以上薄い磁気光学膜を利用して、薄膜型の Q スイッチレーザーを開発した。さらに、レーザー材料に、Nd:YAG と Nd:GdVO₄ を用いたときの特性を比較した。

2. 実験方法

共進長が 130 mm から 10 mm まで可変な共振器を用いて、レーザーを形成した。レーザー媒質には、等方性材料である Nd:YAG 結晶 (0.5at.%) と異方性材料である Nd:GdVO₄ (0.5at.%) を使用した。

波長 808 nm のレーザーダイオードを励起源に用い、発振波長を 1064 nm とした。結合鏡の 1064nm における反射率を 90%とした。膜厚約 200 μm の希土類鉄ガーネットを液相エピタキシャル成長法にてガドリニウムガリウムガーネット基板上に形成し、直径約 5 mm のヘルム

ホルツコイル間に挿入することで、能動 Q スイッチを形成した。ヘルムホルツコイルには自作の電流印加回路を接続し、パルス電流を印加した。使用したガーネット膜は、磁界を印加しない状態で、幅約 50 μm の磁気ドメインを形成し、約 20 mT の磁界を面直方向に印加することで、磁区が消失した。

3. 結果と考察

CW レーザーダイオードを用いて、共振器長を 10 mm に調整し、Nd:GdVO₄ を用いた時は、パルス幅が 10.8 ns、尖頭値約 0.2 kW を得た。Nd:YAG を用いた時は、パルス幅が 5.2 ns、尖頭値約 0.25 kW の Q スイッチパルスを得た。

ピーク値が 50 A、パルス幅が 300 μs の準 CW レーザーダイオード励起を用いたとき、尖頭値 2 kW の Q スイッチ発振を得た。

さらに、同試料の膜面に対して垂直方向に、190 Oe 程度のバイアス磁場をリング状の永久磁石を用いて、印加することで同出力を得るのに必要なパルス磁場強度を低減できることが分かった。パルス幅や、尖頭値は、そのまま、Q スイッチに必要な電流が約 7 倍低減された。本研究によって、レーザー媒質の異方性に依らない、磁気ドメインの消失を利用した薄膜 Q スイッチレーザーが実証された。