

P4

複合共振器によるマイクロチップアイセーフレーザの発振特性

Lasing characteristics of a microchip eye-safe laser using a multiple resonator.

横澤 剛、伊澤 純、原 熙

Takeshi Yokozawa, Jun Izawa, and Hiroshi Hara.

石川島播磨重工業株式会社

Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co. Ltd.

Abstract

We have studied the lasing characteristics of a diode-pumped Tm:YLF microchip laser with a multiple resonator consisting of the laser crystal and the air gap as an etalon. The maximum output power was 130mW when the absorbed pump power was about 1W. The slope efficiency was 36% and the threshold power was 250mW.

We have also carried out the lasing mode control of the Tm:YLF microchip laser. The range of the tuning wavelength was measured to be 4.6nm for a change of the air gap length of 206nm.

1、はじめに

アイセーフレーザは環境計測や医療用光源として注目されているが、特に $2\mu\text{m}$ 近傍で発振するTm及びHoをドープした固体レーザはLD励起が可能な小型高効率レーザとして応用が期待されている。IHIではリモートセンシング用アイセーフ光源としてLD励起Tm, Ho:YAG及びTm:YAGマイクロチップレーザについて、その基礎特性を明らかにしてきた¹⁾。マイクロチップレーザは小型高安定なレーザとして重要であるが、レーザ発振波長の制御は結晶温度制御²⁾によるものは行われているが、共振器の能動的な制御が困難である点が問題であった。その問題を解決するために、マイクロチップレーザに複合共振器³⁾を適用し、そのレーザ発振特性を測定したので報告する。

2、複合共振器

Figure1に複合共振器の構成図を示す。この共振器は2つの領域 C_{12} 及び C_{23} から構成されている。 C_{12} は長さ1.5mmのTm(12at%):YLFマイクロチップ結晶の両面で形成された領域で、これがこの共振器の利得媒質となる。 C_{23} は結晶の共振器内面と出力鏡で形成され、空洞共振器として動作する空隙（エアギャップ）である。マイクロチップ結晶は励起光が入射する面には、励起光に対してARコート及び発振波長に対してHRコートが施されている。また、その裏面はコーティングは施されていない。このことにより、この結晶面の反射率は3.37%となり、この表面の反射率の存在によりこの共振器は平面鏡3枚で形成された複合共振器となっている。出力鏡は発振波長における反射率99.5%の平面鏡で、共振器長を制御できるようにPZTアクチュエータ上に取り付けられている。

C_{23} は2枚の反射面で構成されたエタロンと考えられる。従って C_{23} は波長依存性を有する部分反射鏡として機能する。その複合反射率は C_{23} の長さの変化に対して最大値99.65%から最小値99.25%まで変化する。このようにして発振波長の出力及び波長の制御が可能となる。

このTm:YLF複合共振器の励起光源は出力3WのCWLD(SLD-2482-P1、発光領

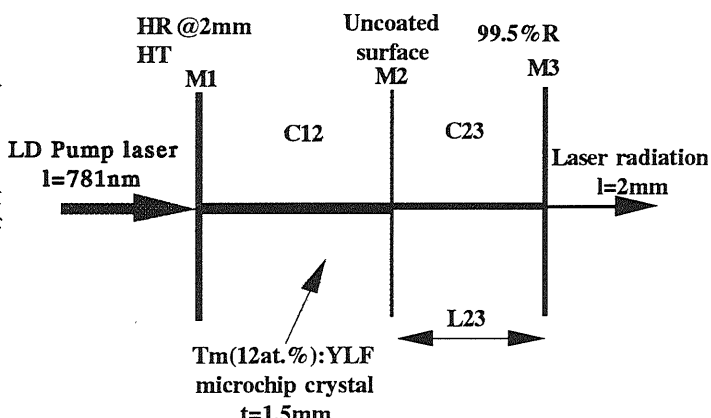


Figure 1. Tm:YLF microchip laser with multiple resonator.

域 $550\mu\text{m}\times 1\mu\text{m}$)を使用した。LDの発振波長はTm:YLFの吸収波長である781nmに制御した。

3、結果

Figure2に常温におけるレーザ出力特性を示す。この試験において、440mWの吸収パワーに対して出力45mWが得られた。この時の発振閾値は250mW及びスロープ効率は36%であった。レーザ出力は1Wの吸収パワーに対して最大出力130mWまで得られている。

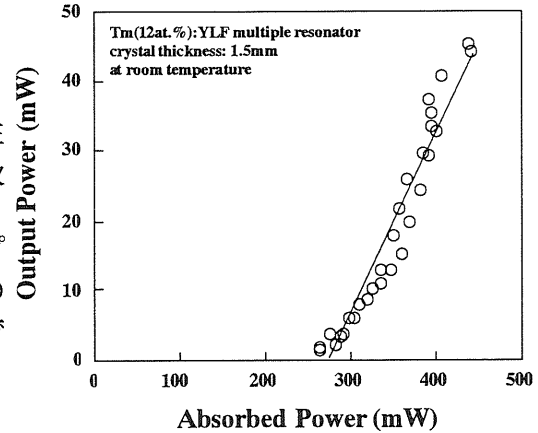


Fig. 2. Output Power of a Tm:YLF Laser

Figure2に C_{23} の間隔 L_{23} の微小変化 dL_{23} に対する発振波長の変化を示す。 dL_{23} は出力鏡 M_3 を固定しているPZTへの印加電圧

を変化させることにより行った。使用したPZTは印加電圧に対して $2\mu\text{m}/\text{kV}$ 長さが増えるものを使用した。励起光の吸収パワーはTm:YLF複合共振器が単一縦モードで発振するように、ファブリ・ペロー分光器の出力をモニターしながら調整した。その吸収パワーは $\sim 620\text{mW}$ で、この時の単一縦モードレーザ出力は $\sim 1\text{mW}$ 、発振波長は2010nm周辺であった。この条件でPZTへの印加電圧を増加させた場合、発振は単一縦モード発振から2モード発振に変化するが、更にPZTへの印加電圧を増加させると発振は再度単一縦モード発振となった。 dL_{23} を0から150nmに増加させた場合、発振波長の変化は0から2.7nmに直線的に増加した。 dL_{23} を150nmよりも大きく増加させた場合、発振波長の変化は非線形的となった。 dL_{23} を206nmとした場合、波長の変化は4.6nmとなった。このことから dL_{23} の変化に対する発振波長の最大の変化率は1.6GHz/nmと計算できる。

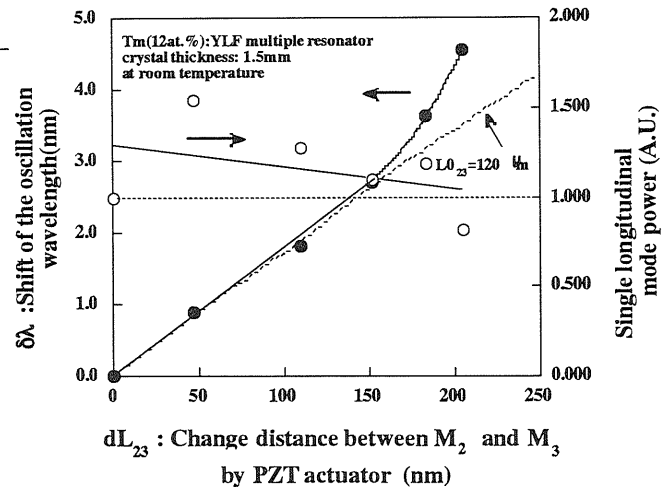


Fig.3 The shift of the oscillation wavelength as a function of the change in the distance between M2 and M3.

本研究の一部は、科学技術庁の平成6年度科学技術振興調整費による「極限量子センシング技術の開発及びその利用のための基盤技術開発」の一環として実施された。

参考文献

- 1) T. Yokazawa et. al., Rev. Sci. Instrum., **66** (1995) 4453.
- 2) M. E. Stone, G. J. Koch, and W. W. Rohrbach, in Advanced Solid-State Lasers, H. P. Jenssen and G. Dube, eds., Vol. 6 of OSA Proceedings Series (Optical Society of America, Washington, D. C., 1990), 140.
- 3) A. E. Siegman: Lasers(University Science Book, Mill Vally, California, 1986) 524.