

## GaAlAsレーザを用いた

Tm, Ho:YAGの吸収スペクトルの温度依存性

Temperature Dependency of Absorption Spectrum of Tm, Ho:YAG

by GaAlAs Diode Laser

小川 卯人<sup>\*</sup>, 大波 一三<sup>\*</sup>, 板部 敏和<sup>\*\*</sup>, 浅井 和弘<sup>\*</sup>  
 Shigeto Ogawa<sup>\*</sup>, Katsumi Ohnami<sup>\*</sup>, Toshikazu Itabe<sup>\*\*</sup>, Kazuhiro Asai<sup>\*</sup>  
 東北工業大学<sup>\*</sup>

Tohoku Institute of Technology<sup>\*</sup>郵政省通信総合研究所<sup>\*\*</sup>Communications Research Laboratory<sup>\*\*</sup>

Ministry of Posts and Telecommunications

Abstract : Tm, Ho:YAG and Tm:YAG lasers are very interesting transmitter for lidar because of "eye-safe". We have been investigating those 2  $\mu$ m solid-state laser pumped by LD. In this report, absorption spectrum with temperature dependency is discussed.

## 1. はじめに

近年、半導体レーザ（以下LDと略す）励起固体レーザは効率や寿命の点でランプ励起より優れているため新しい光源として注目されている。TmやHoなどの希土類をドープしたTm:YAGやTm, Ho:YAGレーザは「アイセーフ」の点からもライダー用光源として有用である<sup>2)3)</sup>。我々は、以前よりこれら2  $\mu$ m固体レーザを用いたコヒーレント・ライダーの研究・開発を進めている。

本文では、これらのレーザの研究の一環として行ったTm, Ho:YAGの吸収スペクトルの温度依存性を実証する。

## 2. 実験方法

一般にLDは、電流を増加させるのに伴って発振波長が変化する。また、発振波長は、LDの動作温度に強く依存している。そこで、吸収特性に先だて、まずLDのI(電流)- $\lambda$ (波長)特性とT(温度)- $\lambda$ 特性に関する実験を行った。

Tm, Ho:YAGの吸収特性を測定するための構成図をFig.1に示す。LDは、Spectra Diode Labs社のSDL-2432-H1(最大出力 500mW)を使用した。そこからの出力光は、LENS1によってコリメートされた後、ANAMORPHIC PRISM PAIRSにより円形に矯正し、LENS2で集光してTm, Ho:YAG結晶に入射される。結晶からの透過光は、gentec社のPS-310のdetector headを通してTPM-310で測定される。使用したTm, Ho:YAG結晶の大きさは、4[mm]×2[mm]×3[mm](横×高さ×長さ)で、入力側の端面(4[mm]×2[mm])に2.1  $\mu$ mでHRコーティングが、0.785  $\mu$ mではARコーティングがなされている。YAG結晶冷却用のTE coolerは、3段のペルチェ素子を使用し、最大-15[ $^{\circ}$ C]まで温度を下げられる。なお、冷却時には除湿のため窒素置換を行っている。

## 3. 測定結果

典型的なLDのI- $\lambda$ 特性をFig.2に示す。なお、この時のLDの動作温度は8[ $^{\circ}$ C]である。

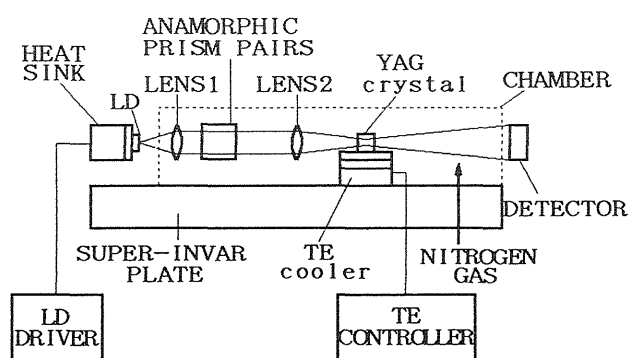


Fig. 1 EXPERIMENTAL SETUP

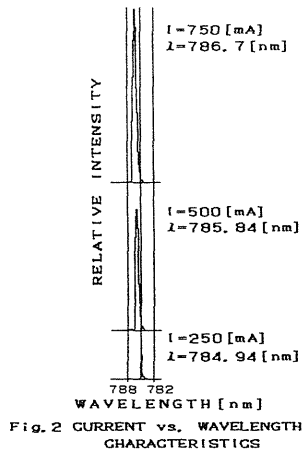


Fig. 2 CURRENT vs. WAVELENGTH CHARACTERISTICS

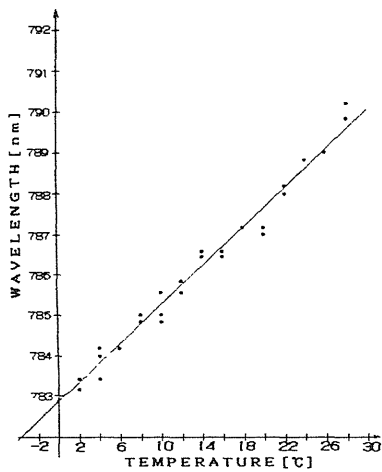


Fig. 3 TEMPERATURE vs. WAVELENGTH CHARACTERISTICS

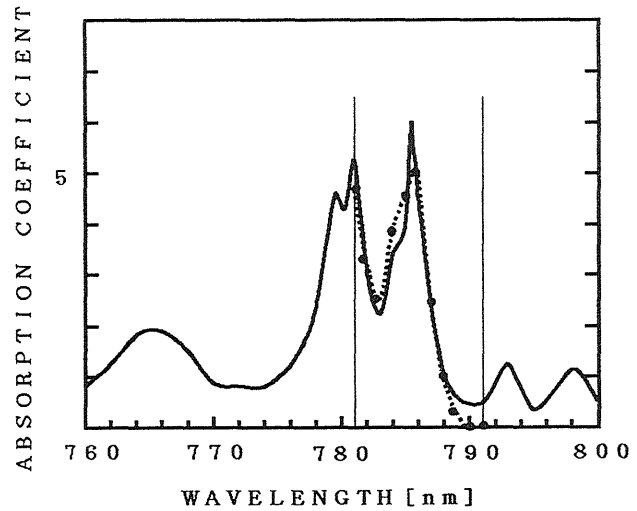


Fig. 4 ABSORPTION of Tm, Ho:YAG

●---●: Tm, Ho:YAG cooled to  $-15 [^{\circ}\text{C}]$   
 —: data from ref. 1)

図より、電流が増加すると発振波長が長波長側に移動する事がわかる。なお、この時のシフト量として  $\Delta \lambda / \Delta I = 3.52$  [nm/A] が得られた。一方、駆動電流 400 [mA] 一定で測定した T- $\lambda$  特性を Fig.3 に示す。Fig.3 の直線は測定データより回帰直線を求めたものである。これら LD に対する基礎データをもとに、Tm, Ho:YAG 結晶温度をパラメータにして吸収特性の実験を行った。その結果の一例を Fig.4 に示す。実線の吸収特性は参考文献 1) に掲載されていたもので、点線は Tm, Ho:YAG 結晶温度を  $-15 [^{\circ}\text{C}]$  にした時の結果である。スペクトルの形態は類似しているが、784 [nm] ~ 786 [nm] の範囲では吸収される帯域が広いのがわかる。よってこの実験により 786 [nm] でもっとも吸収されることがわかった。

4. おわりに

本実験の結果、温度を下げていくとわずかではあるが吸収スペクトルが長波長側に移動する事が判明した。そして Fig.4 で示したように、Tm, Ho:YAG 結晶温度が  $-15 [^{\circ}\text{C}]$  の時には LD の発振波長を 786 [nm] に同調させなければならない。今後、これらの基礎データから LD 励起 cw Tm, Ho:YAG レーザの最適動作法について研究を進めていく。

#### 参考文献

- 1) TSO YEE FAN, G. HUBER, ROBERT L. BYER, AND P. MITZSCHERLICH, Spectroscopy and Diode Laser-Pumped Operation of Tm, Ho:YAG, IEEE JOURNAL OF QUANTUM ELECTRONICS, Vol.24, No.6, JUNE 1988, P.924-P.933
- 2) Paul J.M. Suni and Sammy W. Henderson, 1-mJ/pulse Tm:YAG laser pumped by a 3-W diode laser, OPTICS LETTERS, Vol.16, No.11, 1 June 1991, P.817-P.819
- 3) Sammy W. Henderson and Charley P. Hale, Tunable single-longitudinal-mode diode laser pumped Tm:Ho:YAG laser, APPLIED OPTICS, Vol.29, No.12, 20 April 1990, P.1716-P.1718
- 4) Kazuhiro Asai and Toshikazu Itabe, Tm, Ho:YAG laser with tunable range of 2.08-2.12  $\mu\text{m}$  and its applications to spectroscopy, 16 ILRC, 20-24 July 1992 (MIT, U.S.A)