

ファイバーレーザー励起 Ho:YLF レーザの研究開発

Development of Ho:YLF laser pumped by fiber laser

水谷耕平, 石井昌憲, 板部敏和, 安井元昭, 浅井和弘*, 佐藤篤*

K.Mizutani, S. Ishii, T. Itabe, M.Yasui, K. Asai*, A Sato*

情報通信研究機構, *東北工業大学

NICT, * Tohoku Institute of Tech.

Abstract

We are developing a 2-micron Ho:YLF laser pumped by Tm-fiber laser for wind and CO₂ measurements. It will be operated in room temperature and at high repetition rate of about 300Hz. The laser rods are conductive-cooled and end-pumped by a Tm-fiber laser. The MOPA system showed a CW output of about 9W for the pumping energy of 47W.

1. はじめに

情報通信研究機構では風、CO₂、H₂Oなどを計測するため Ho や Tm をドープした 2 ミクロン固体レーザーを開発してきた。28 個の LD とコンポジット Tm,Ho:YLF ロッドを使い、100mJ 発振器や 460mJ 増幅器用の伝導冷却型励起モジュールを開発した。励起モジュールは真空槽の中に入れられ、ロッドは-80°Cに冷やされる。その後、ロッドを-80°Cに冷やすのは同様であるが、無垢の Tm,Ho:YLF と 12 個の LD による励起モジュールを使い、適度な出力の得られる Tm,Ho:YLF レーザを開発し、CO₂と風の観測が可能な CO₂DIAL/ドップラーライダーシステム (Co2DiaWil) に適用した。このレーザーをさらにコンパクトに改良し、車や航空機に積んで測定を行うモバイルライダーシステムの開発を進めている。さらに、より効率的な CO₂観測や風観測を目指して、Tm ファイバーレーザーを励起光源とする Ho:YLF レーザの開発を始めた。ファイバーレーザー励起の固体レーザーは常温で使用できるため真空槽がいらず、高繰り返しにより高い平均パワーが得られる可能性がある[1,2]。ここでは、このファイバーレーザー励起 Ho:YLF の開発状況について報告する。

2. Ho:YLF レーザ

1.9 μ m 付近で連続発振する高出力の Tm ファイバーレーザーが手に入りやすくなりなってきた。このレーザーにより励起する Ho:YLF レーザは発振波長が 2.05-2.06 μ m あたりになり、CO₂や風の測定に適している。励起波長と発振波長が近いので、熱的な負荷が小さい。繰り返しが 300Hz 程度で、高密度励起により室温動作でのパルス発振を行う Tm ファイバーレーザー励起の Ho:YLF レーザの開発を始めた。Fig.1 に励起モジュールを示した。ロッド冷却は水冷のヒートシンクからの伝

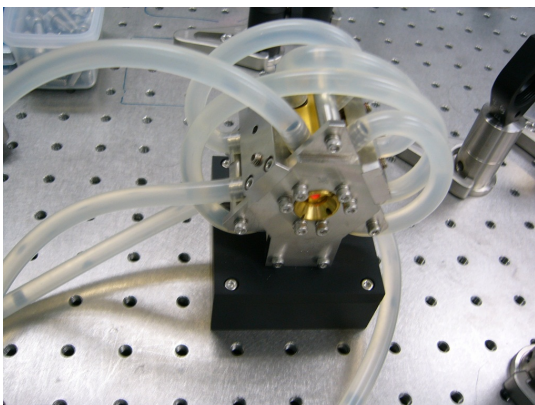


Fig.1 Pumping module of Ho:YLF laser

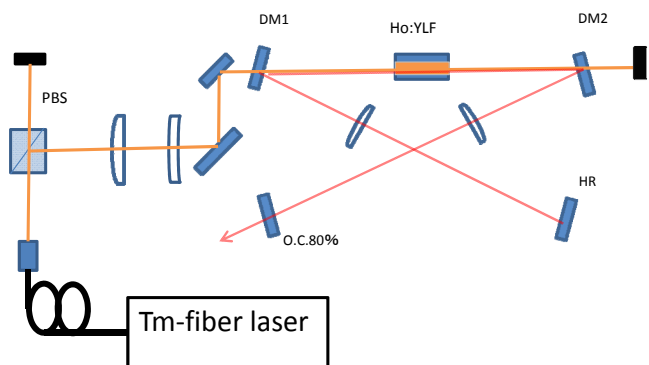


Fig.2 Layout of CW Fabry-Perot resonator

導冷却で行う。励起用ファイバーレーザは IPG photonics の TLR50 であり、 $1.94\mu\text{m}$ で最大 50W の出力がある。ファイバーレーザ出力の半分 (S-偏光成分) を使い、Fig.2 で示したファブリ・ペロ型共振器での連続発振特性を調べた。ダイクロイックミラー DM1 においてレーザ発振波長は反射するが、励起波長の $1.94\mu\text{m}$ は透過しロッドに入射することができる。また、DM2 においてレーザ光は反射するが残余の $1.94\mu\text{m}$ 光は透過し共振器から抜けていく。この共振器において 22W 入力で最大 6W の出力が得られた。

3. Tmファイバーレーザ励起 Ho:YLF レーザ発振器/増幅器

コヒーレントライダー用の比較的長いパルス幅を得るため、3m のリング共振器を組み発振器とした (Fig.3)。この発振器の出力は 22W 入力で最大 5.6W であった。また、AO-Q スイッチを使い 19.6W 入力の時に 500Hz, 3.8W のパルス発振が得られた。

Tm ファイバーレーザの P 偏光成分は波長板で 90° 回転され DM3 を透過し増幅器用ロッドに導入される。一方、レーザ光は DM3 で反射して増幅器用ロッドに入ってくる。さらに、DM4 により残った励起光はそのまま透過してダンパーに吸収され、増幅されたレーザ光は反射により励起光から分離される。

Fig.4 に出力特性を示した。横軸はファイバーレーザから発振器・増幅器両方の励起モジュールに入ってくる入力を足したものである。ファイバーレーザからの最大入力 47W に対して、増幅器連続発振出力 9.1W が得られている。

これからさらに、レーザの安定化を行っていくとともに、Q-SW 発振、シードレーザの導入などの実験等も行っていく予定である。

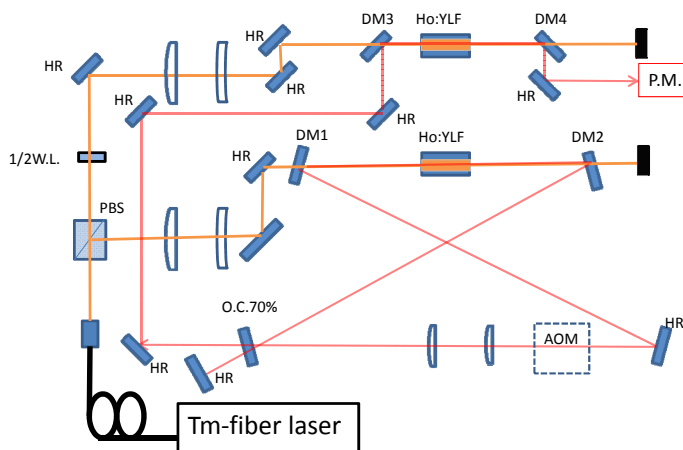


Fig 3. Layout of ring resonator and amplifier

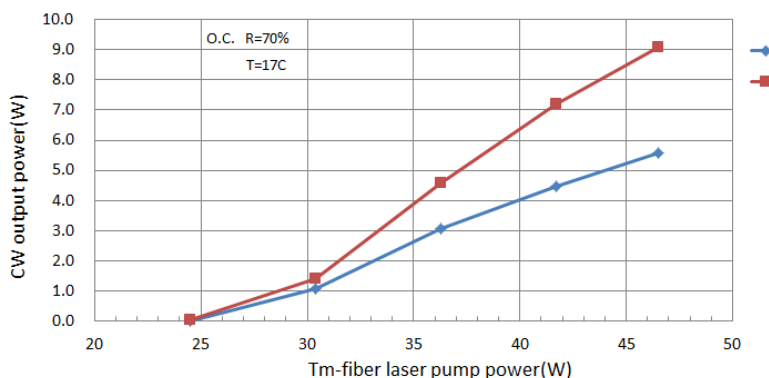


Fig. 4 CW output of ring resonator and amplifier of Ho:YLF lase

4. 終わりに

情報通信研究機構では伝導冷却型の LD 励起固体レーザにより風や CO_2 を観測する CO_2 DIAL/ドップラーライダーシステムを開発してきた。現在、車や航空機に搭載できるモバイルシステム用のコヒーレントライダーの開発を行っている。さらに、高繰り返し Tm ファイバー励起の Ho:YLF レーザの開発も進めている。これらの研究において開発しているレーザは伝導冷却型のアイセーフ波長で発振する固体レーザである。情報通信研究機構におけるレーザ技術開発においては常に衛星搭載ライダーを考えた伝導冷却型レーザの開発を行ってきており、衛星搭載装置開発の基盤技術となることを目指している。

参考文献

- [1] Singh, U.N. et al., "High repetition rate pulsed 2-micron laser transmitter for coherent CO_2 DIAL measurement", 15th Coherent Laser Radar Conference, pages 77-80, (2010)
- [2] Edouart, D., F. et al., "2-micron high-repetition rate laser transmitter for biosphere-atmosphere flux measurements", 25th ILRC, pages 31-34, (2010)