

Tm ファイバーレーザー励起 Ho:YLF レーザ

Ho:YLF laser pumped by Tm-fiber laser

水谷耕平, 石井昌憲, 板部敏和, 浅井和弘*, 佐藤篤*

K.Mizutani, S. Ishii, T. Itabe, 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 for wind and CO₂ measurements. The rods are end-pumped by a Tm-fiber laser and conductive-cooled. It is operated in room temperature and at high repetition rate of about 200-5000Hz. The MOPA system showed a CW output of about 9W and an average pulse output of 6-7W.

1. はじめに

情報通信研究機構では風や二酸化炭素などを観測するために Ho や Tm をドープした 2 μ m 固体レーザーの開発を行ってきた[1]。特に、宇宙機に搭載することを意識してレーザーダイオード (LD) 励起の伝導冷却型固体レーザーを開発してきた。具体的には Tm,Ho:YLF ロッドを使い、100mJ 発振器や 460mJ 増幅器を開発した。これらのレーザーでは真空槽の中に入れられたロッドは伝導冷却により -80°C に冷やされる。Tm,Ho:YLF ロッドと 12 個の LD を使った励起モジュールを使い、Tm,Ho:YLF レーザを開発し、風と CO₂ の測定が可能な CO₂DIAL/ドップラーライダーシステム (Co2DiaWil) を構成し、30Hz 繰り返しにより観測を行っている。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も進めている。さらに、より効率的な CO₂ 観測や風観測を目指して、1.94 μ m で連続発振する Tm-ファイバーレーザーを励起光源とする高繰り返し運用が可能な Ho:YLF レーザの開発を進めている。ファイバーレーザー励起の個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。前回シンポジウムでは CW レーザ発振の報告をしたが[2]、今回はこのファイバーレーザー励起 Ho:YLF レーザのパルス発振について報告する。

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医療用や加工用で使われるようになり高出力のものが出回るようになってきた。1.94 μ m の連続発振 Tm レーザにより励起する Ho:YLF レーザは発振波長が 2.05–2.06 μ m で、CO₂ や風の測定に適している。励起波長と発振波長が近く、熱的負荷が比較的小さい。Fig.1 に 1.94 μ m の連続光で励起されている励起モジュールを示した。ロッド冷却は水冷の銅ヒートシンクからの伝導冷却により行う。励起用の Tm-ファイバーレーザーは TLR50 (IPG photonics 製) であり、1.94 μ m で最大 50W の出力である。TLR50 は出力の偏光成分は P,S でほぼ半々である。そこで、ファイバーレーザー出力の半分 (S-偏光成分) を使い、Fig.2 で示したように発振器を励起し、残りの P-偏光成分の偏光方向を波長板で回転し S-偏光に変えて増幅器の励起に使った。ダイクロイックミラー DM1、DM3 においてレーザー発振波長の 2.05 μ m 光は反射するが、励起波長の 1.94 μ m 光は透過しロッドに入射することができる。

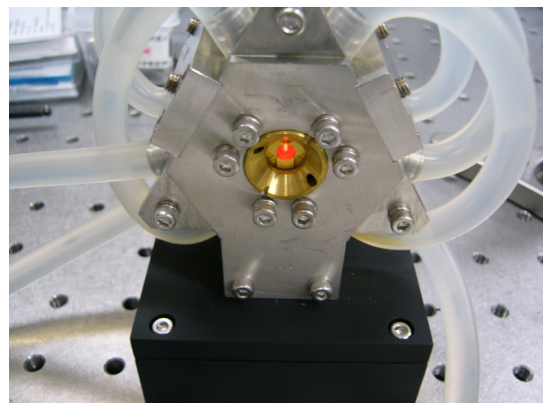


Fig.1 Pumping module of Ho:YLF laser

また、DM2、DM4においてレーザ光は反射するが1.94 μm 光は透過し抜けていく。発振器のリング共振器長はコヒーレントライダー用に幅の広いパルスを得るため長くて3mである。

3. Ho : YLF レーザ発振器／増幅器特性

連続発振では発振器と増幅器合わせた最大入力47Wに対して、発振器出力5.6W、増幅器出力9.1Wが得られている[2]。また、AO-Qスイッチを使ったパルス発振では5kHzの繰り返しで7.5Wの増幅器出力が得られている (Fig.3)。ただし、繰り返しを遅くしたときにダイクロミックミラーでダメージが起こる可能性があるため励起を抑えて出力をあまり高くしていない。1kHzでの出力は6.1Wしか得られていない。ダイクロミックミラーのダメージ耐力を上げることは、ビーム設計とも絡んでこれから対応していかななくてはならない課題である。

また、入力に対する出力の効率も当初考えていたものより低い。励起光は一部利用できずにDM2、DM4から抜けている部分もあるため、最終的にはこれらの抜け光の再利用も考えたい。さらに、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。

4. 終わりに

情報通信研究機構では横励起の伝導冷却型のLD励起固体レーザにより風やCO₂を観測するCO₂DIAL/ドップラーライダーシステムを開発してきた。現在、よりコンパクトで安定は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、高繰り返しのTm-ファイバーレーザ励起のHo:YLFレーザの開発を進めている。これらの研究において開発するレーザは伝導冷却型かつアイセーフ波長で発振する固体レーザである。レーザ技術開発においては衛星搭載ライダーを考えた伝導冷却型レーザの開発を意識してきており、これらの研究が将来の衛星搭載ライダー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. 水谷他、”伝導冷却型レーザの研究開発”，第29回レーザセンシングシンポジウム予稿集, pages 30-31
2. 水谷他、”ファイバーレーザ励起Ho:YLFレーザの研究開発”，第31回レーザセンシングシンポジウム予稿集, pages 36-37

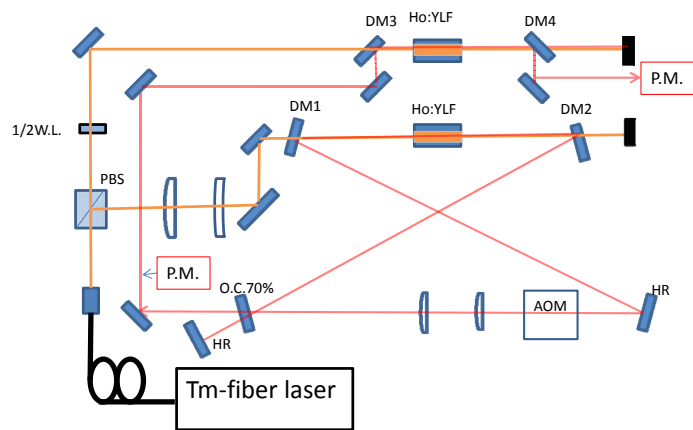


Fig 2. Layout of Ho:YLF laser

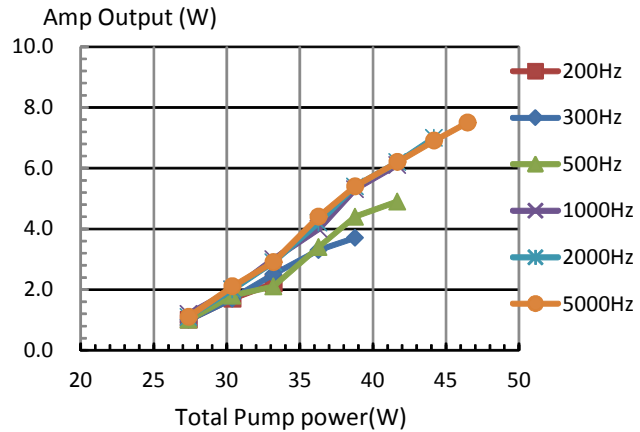


Fig. 3 Pulse output of Amp