

# 風と二酸化炭素計測用 2 ミクロンレーザー

## 2-micron lasers for wind and CO<sub>2</sub> measurements

水谷耕平, 石井昌憲, 安井元昭, 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 making the development of 2micron conductive-cooled lasers for wind and CO<sub>2</sub> measurements. A Tm,Ho:YLF lasers operated at 30Hz is used for the actual observations. New compact Tm,Ho:YLF laser will be constructed for a mobile liara system. Tm,Ho:YLF rod is cooled down to -80C in vacuum container. We are also start to develop a Ho:YLF laser pumped by Tm fiber laser. It will be operated in room temperature and at high repetition rate of about 300Hz. These laser rods are conductive-cooled and the modules are suitable for space applications.

### 1. はじめに

Ho や Tm をドープした固体レーザーは風、CO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>Oなどを計測するために有用な 2 ミクロンレーザーになりうる。我々はそのようなレーザーを風と CO<sub>2</sub>の分布を計測するために開発してきた。この中では、28個の LD を使い、100mJ 発振器や、460mJ 増幅器として使えるコンポジット Tm,Ho:YLF ロッドを使った伝導冷却型の励起モジュールを開発した。ロッドは-80 程度に冷やされ、励起モジュールは真空層の中に入れられる。この励起モジュールは非常に強力ではあるけれど、高価である。そこでより簡便な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、CO<sub>2</sub>と風の観測が可能な CO<sub>2</sub>DIAL/ドップラーライダーシステム (Co2DiaWil) を構築した。このシステムは 2 軸スキャナー付きのコンテナに設置され、実際に風や CO<sub>2</sub>観測に運用している。しかし、このレーザーでも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としては少し大きすぎる。そこで、Co2DiaWil で使っているのと同様なレーザーであるけれど、よりコンパクトなレーザーの開発を進めている。また、将来のより効率的な CO<sub>2</sub>観測や風観測を目指して、最近になって利用可能になってきた Tm ファイバーレーザーを励起光源とする Ho:YLF レーザの開発も始めた。

### 2. モバイルライダー用 Tm,Ho:YLF レーザ

モバイルライダーでは小さくて、振動に強いレーザーが必要とされる。Co2DiaWil と同様な励起モジュールを使い、30-40Hz で 50-100mJ 出力のある Tm,Ho:YLF レーザを開発することにした。ロッドは 4 mm x44 mm の Tm,Ho:YLF 結晶であり 12 個の 792nm で発光する LD により横励起される。2 μm で発振する Tm,Ho:YLF レーザは低温に冷却したほうが発振効率がよくなるため、ロッドを真空中で-80 程度に冷やし、一方で励起用 LD は常温で使う。真空槽は Co2DiaWil で使っているものよりコンパクトなものを使い、まずは試作を行った(Fig.1)。Fig.2 にはこの励起モジュールを使い F-P 型の共振器を組んで、ノーマル発振の発振特性

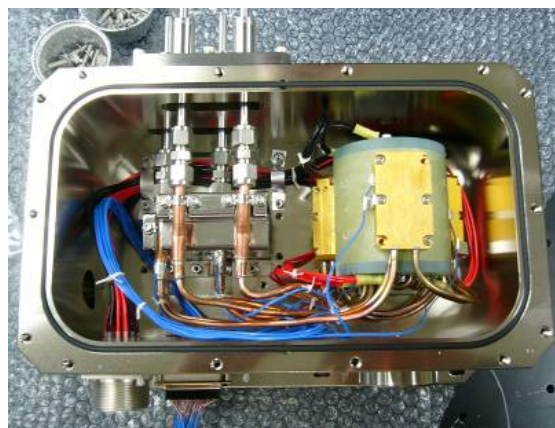


Fig.1 Trial laser pumping module

を見たものである。電流 40A で 100mJ 以上の出力が得られ、Co2DiaWil に使ったレーザヘッドの当初の発振特性とほぼ同様な特性が得られた。

さらに真空層を改良し、共振器も小さく引き回せるようにしたレーザを使い、可搬型のライダー装置を開発中である。

### 3. Tmファイバーレーザ励起 Ho:YLF レーザ

近年、1.9  $\mu\text{m}$  付近で連続発振する高出力の Tm ファイバーレーザが市場に出回るようになってきた。このレーザにより励起する Ho:YLF レーザは発振波長が 2.05  $\mu\text{m}$  あたりになり、励起波長と発振波長が近いので、熱的な負荷も比較的小さい。Q スイッチ発振の繰返しを 200-300Hz で、パルスエネルギーは室温動作で 20-50mJ を目指して、Tm ファイバーレーザ励起の Ho:YLF レーザの開発を始めた。励起と発振の波長が近くても、数十 W の励起エネルギーをロッドに入れるため、ロッドにはかなりの熱的な負荷はかかる。ロッド冷却はやはり伝導冷却で行い、室温における伝導冷却技術が必要となる。Fig.3 はその励起モジュールを示した。ファイバーレーザからの励起光は端面から導入するためロッド周りのヒートシンク構造は横励起より簡単になる。ヒートシンクの冷却は室温の水の循環で行う。宇宙機に搭載する場合にはヒートパイプやフッリナート等を使うことが考えられる。現在連続発振の発振器において 5W 程度の出力が得られている。これからさらに、発振効率を上げていくとともに、Q-SW 発振、増幅器の実験を行っていく予定である。

### 4. 終わりに

NICT では伝導冷却型の LD 励起固体レーザにより風や CO<sub>2</sub> を観測する CO<sub>2</sub>DIAL/ドップラーライダーシステム (Co2DiaWil) を開発した。現在、よりコンパクトなモバイルシステム用のレーザの開発を行っている。さらに、高繰返し Tm ファイバー励起の Ho:YLF レーザの開発も始めた。開発を進め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 LD 励起固体レーザであり、将来の衛星搭載ライダーのプロトタイプにもなるものである。NICT におけるレーザ技術開発においては常に衛星搭載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。

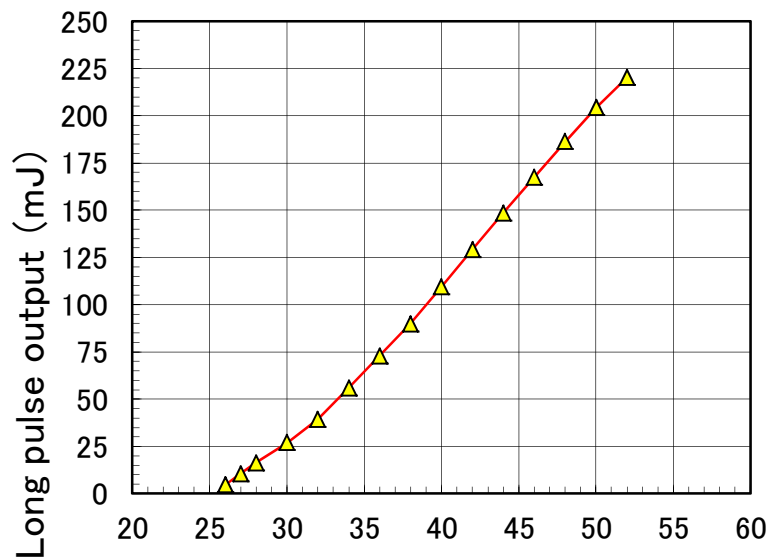


Fig.2 output characteristics of trial laser head

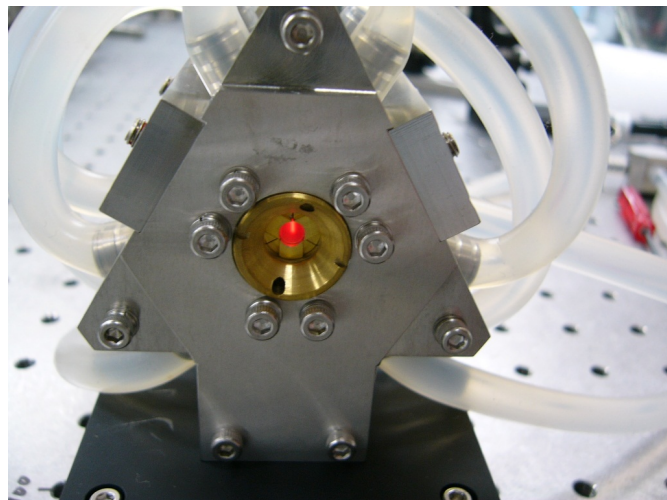


Fig.3 Pumping module of Ho:YLF laser