

2 μ m伝導冷却レーザーの研究開発

Developments of 2 μ m Conductive-cooled Lasers

水谷耕平, 板部敏和, 石井昌憲, 青木哲郎, 浅井和弘*, 佐藤篤*,

福岡大岳**, 石川隆祥***, 加瀬貞二****, 椎名哲男*****

K.Mizutani, T. Itabe, S. Ishii, T. Aoki, K. Asai*, A Sato*,
H. Fukuoka **, T.Ishikawa ***, T.Kase****, T.Shiina *****

情報通信研究機構, *東北工業大学, **浜松ホトニクス(株),

(株)日本アレフ, *日本電気(株), *****NEC エンジニアリング(株)

NICT, * Tohoku Institute of Tech., ** Hamamatsu Photonics K.K.,

Nippon Aleph Co., *NEC Corp., *****NEC Engineering Ltd.

Abstract

We have developed a ground-based CO₂ DIAL/Wind Doppler lidar system (Co2DiaWiL) with a 2micron conductive-cooled laser of 50-100mJ output at 20-30Hz and made test observations of LOS wind and CO₂ concentrations. There is a plan to develop a compact mobile CO₂ DIAL/Wind Doppler lidar system similar to Co2DiaWiL, but more compact and small. The Tm,Ho:YLF laser oscillator will be operated in 50-100mJ output at 30-40Hz. The lasers are conductive-cooled, laser diode pumped and eye-safe. Then, these are suitable for space-borne lidar to measure not only atmospheric CO₂ and wind but also aerosol and cloud.

1. はじめに

情報通信研究機構(NICT)では二酸化炭素観測と風分布観測のためのライダー技術の研究開発を行っている。その中では2 μ m レーザを使い、ヘテロダイン検波によるドップラーライダーや差分吸収ライダー (DIAL) を開発することになっている。2 μ m レーザでは100mJ (20Hz) で発振するLD 励起の伝導冷却レーザーや、460mJ 出力 (10Hz) のアンプを開発してきた。しかし、これらのレーザーは大出力向きであり、地上観測や車載等を考えたときにはより小型のレーザーで十分である。ここでは最近開発を進めている、中程度出力のレーザー開発について紹介を行う。これらのレーザーはCO₂観測や風観測に実際に使われ始めている。



Fig.1 Laser rod pumped from three directions

2. 中出力レーザー

可搬型のCO₂差分吸収ライダーや風分布を観測するためのコヒーレントライダー用としては、50-100mJ出力で繰り返し20-40Hzで動作するLD励起の2 μ m伝導冷却レーザーが必要である。レーザーロッドとしては4mm ϕ x 44mmのTm,Ho:YLF結晶を使い、3方向から12個のLDで横励起するレーザーヘッドを開発した (Fig.1)。レーザーヘッドは真空容器に入れられ、ロッドは-80 $^{\circ}$ Cまで銅のヒートシンクから伝導冷却される。792nmで光るLDもやはり銅のヒートシンクから約20 $^{\circ}$ Cに伝導冷却される。このレーザーヘッドを使い、ファブリ・ペロ型の共振器を組み、ノーマル発振で

10Hz,20Hz,30Hz の繰り返しにおいてほぼ同じ約 200mJ の出力が得られた。さらに長さ 3.86m の片方向発振するリング共振器を組み上げ Q スイッチ発振を行い、シングルモードで 20Hz の繰り返しにおいて 100mJ の出力が得られた (Fig.2)。このレーザーは CO₂ 差分吸収/風観測コヒーレントライダー装置 (Co2DiaWiL) に組み込まれ 20Hz から 30Hz の繰り返しで 50–80mJ の出力で運用されている。ライダー装置は実験室からの観測実験による基本性能の確認の後、光学ベンチごと スキャナー付きのコンテナに移し、コヒーレントライダーの性能評価や観測方法の検討を行うために使われている。

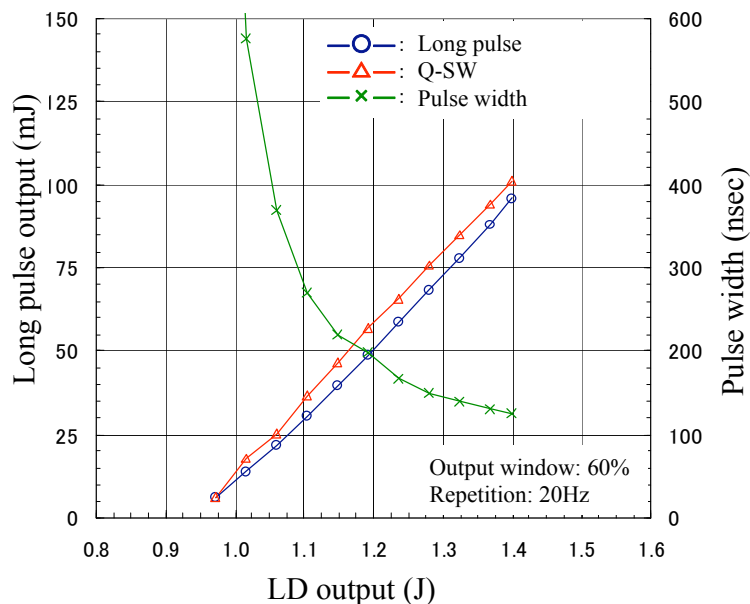


Fig.2 Output energy and pulse width

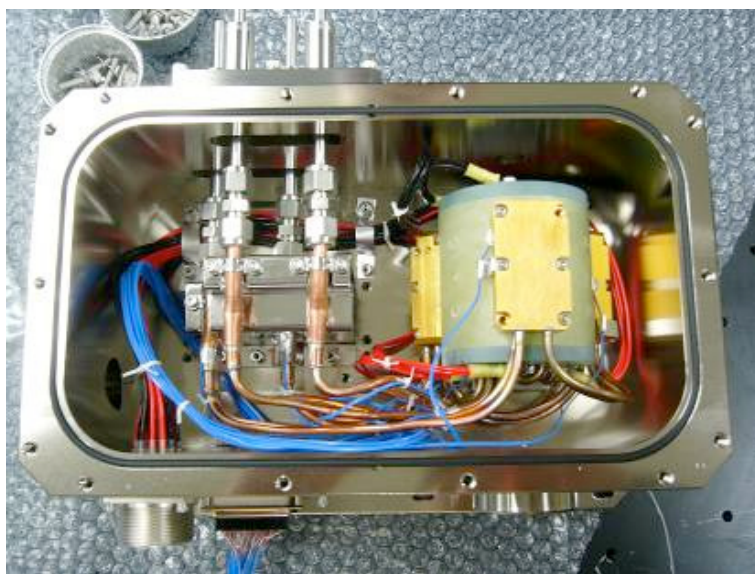


Fig.3 new laser head in vacuum container

3. コンパクトなレーザー装置

車載や航空機搭載などの可搬型のライダー装置にはよりコンパクトなレーザー装置が望ましい。そこで、前述のレーザー装置を基本にしつつ、よりコンパクトなレーザー装置の開発を始めた。Fig.3 には新たに開発したレーザーヘッドと真空容器の写真を示した。小さくなった容器を組み込んで、40cmx66cm の小さな光学定盤の表裏に光学系を配したレーザー装置を試作した。このようなコンパクトなレーザー装置を組み込んだ小型のコヒーレントライダー装置を開発し、都市部上空の風分布を観測するセンシングネットワークプロジェクトや、車載や航空機搭載などの移動体に載せた差分吸収ライダーによる CO₂ 観測に使いたいと考えている。

4. 終わりに

NICT で開発を進めている LD 励起伝導冷却レーザーは将来の衛星搭載コヒーレントドップラーライダーや CO₂ 差分吸収ライダー装置用レーザーのためのプロトタイプともなるものである。2 μm ライダーでは風、CO₂、H₂O 等、気象予測や気候変動の研究に不可欠で重要な要素の観測が可能である。装置開発においては常に衛星搭載を考えて、LD 励起の伝導冷却レーザーの開発を行ってきた。衛星からの CO₂、H₂O 観測においてはヘテロダイン検波でなく直接検波を使うなどのコンセプトも可能であるが、それでも現在開発している 2 μm のアイセーフライダー技術はそれらの衛星搭載装置開発の基盤技術となるものである。