

C1

Nd:YAGレーザーを用いたNaライダー送信系の開発 Development of a Na LIDAR transmission system using sum frequency generation of 589nm with an Nd:YAG laser

川原琢也、北川智也、斉藤保典、野村彰夫
T.D.Kawahara, T.Kitagawa, Y.Saito, A.Nomura
信州大学工学部

Faculty of Engineering, Shinshu University

Sum frequency of 1319nm and 1064nm output from a Nd:YAG laser generates 589nm laser when they pass through an LBO crystal. Using this method, we constructed a 589nm transmitter system for the observation of sodium layer at 85-100km height region. The maximum 589nm output power of 2.7mW was measured but it is much lower than the expected power of ~70mW.

はじめに

中間圏ナトリウム層のライダー観測(波長589nm)には従来出力の大きい色素レーザーが用いられてきた。しかし色素交換を頻繁に行う必要があるなどメンテナンス上の問題があり、連続観測には適さない面もある。このため近年、Nd:YAGレーザーからの基本波と非線形結晶を用いて和周波をとり、固体素子だけを用いた589nmレーザーの研究がすすんできた。

本講演ではこの手法を用いた小型・軽量のナトリウムライダー送信システムの開発と基礎実験の結果を報告する。

実験装置

Nd:YAGレーザーからは、1064nmの他に1319nmの発振がある。これらの2波長を非線形結晶に入射させ和周波をとると589nmのレーザーが得られる。⁽¹⁾ Nd:YAGロッドからの2波長をそれぞれ独立の共振器系で増幅させ、発振したレーザーをLBO結晶を通し589nmレーザーを生成する実験を行った。

Fig.1に実験装置図を示す。1本のロッドからの2波長の出力をダイクロイックミラーで分光し、それぞれの共振器系で独立にQ-switch発振を行う。共有する1本のロッドからの1319nmの放射は1064nmと比較すると微弱なため、1319nmの共振器系内にはもう1本のロッドを用いて増幅をしている。それぞれの共振器系からの出力を一定温度(49.5度)に制御したLBO結晶に入射させ589nmを発生させる。

589nm発振実験

Q-switch発振を行う際、パルスの立ち上がり時間は1319nmは1064nmよりも500nsec程遅れて立ち上がる。そのため、ロッドのエネルギーの多くは1064nmに費やされ、1319nmの発振強度は弱くなる。これを解消するため、1064nm用にトリガー遅延回路をもうけた。

Fig.2には両波長のパルス強度の時間変化を示す。Fig.2(a)では1064nmが1319nmよりも85nsec先に立ち上がっている様子を示す。遅延回路を用いて1064nmの発振を遅らせると1064nmのエネルギーの一部が1319nmに移動しパルス強度が変化する事が分かる (Fig.2(b))。結晶への入射パルスタイミングを

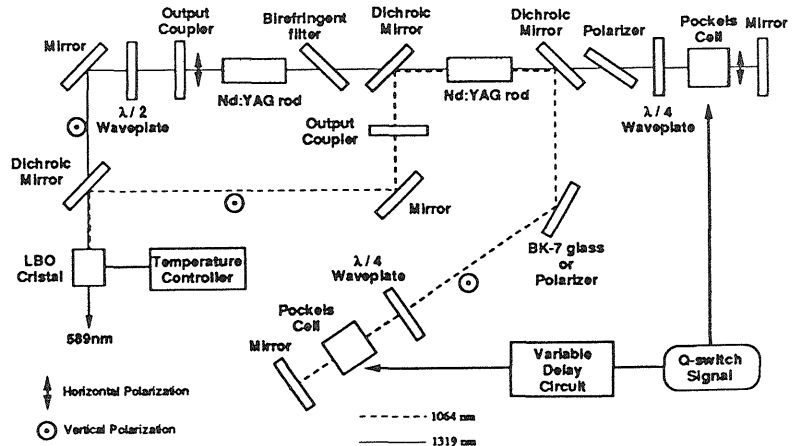


Fig.1 Schematic of the 589nm laser generation system with two Nd:YAG rods and an LBO crystal.

変化させることで589nm出力強度の特性を測定した。

両波長のピーク間の時間間隔を横軸にとり、その時のそれぞれの波長の出力をFig.3に、その時の589nmの出力をFig.4に示す。これらの図で、1319nmのピークが1064nmよりも先に発振している場合が正の時間にとってある。Fig.3では1319nmの発振タイミングが相対的に早くなるにつれてその出力も徐々に増加すが、逆に1064nmの出力は減少していることがわかる。ピーク間隔が0nsecの時、両波長の発振強度は等しくなり約180mWの出力が得られている。一方、589nmの出力はピーク間の時間差が0nsecのとき最大値を持ち、その時は2.7mWの出力が得られた。

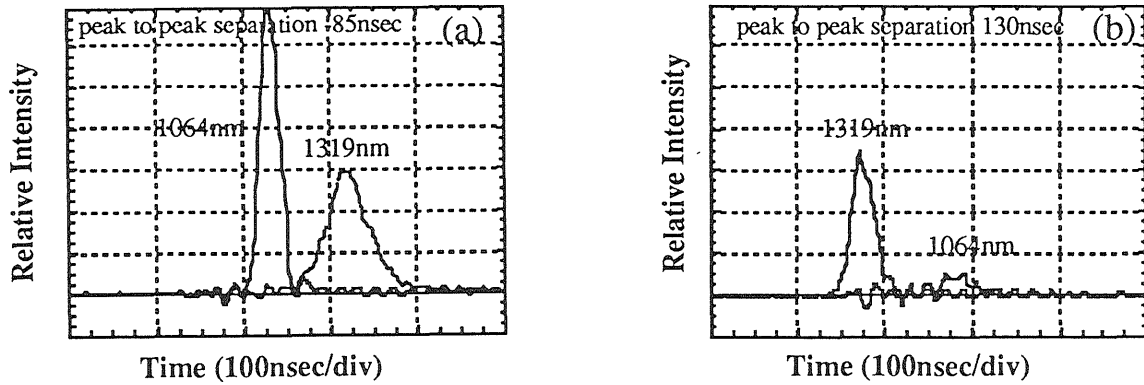


Fig.2 Temporal pulse shape of 1064nm and 1319nm laser in the case of the 1064nm pulse is risen (a) ahead of 1319nm and (b) behind 1319nm.

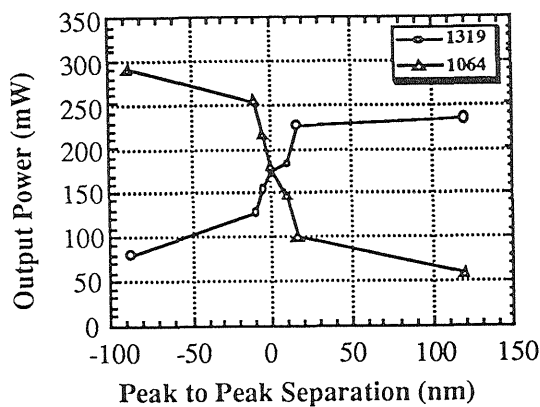


Fig.3 Variation of 1319 and 1064nm laser output as a function of peak to peak separation of their pulses.

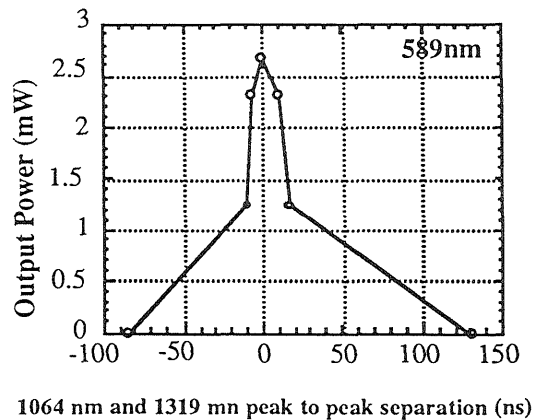


Fig.4 Same as Fig.3 except 589nm laser output.

考察

Nd:YAGレーザーとLBO結晶を用いた589nmレーザーの実験では、得られたLBOのエネルギー変換効率は23%という報告がある。⁽¹⁾ 一方、今回の実験では3%程度と非常に小さい。今回の実験で20%の変換効率が得られるならば約70mWの出力が期待でき、十分観測に用いることができる。

変換効率が小さい主な理由は、LBOへの入射エネルギーが小さく非線形効果が十分得られなかったためと考えられる。非線形効果を大きくするためには、(a)より入射エネルギーを大きくする、(b)パルス幅を短くする、(c)波長を狭帯域化する、(d)結晶に入射するビーム径を狭める、ことが考えられる。現在、最適な条件を得るためにアラインメントの調整を行いながら出力向上を行っている最中である。

参考文献

- (1) Chiu, P.H., A.Magana, and J.Davis, All Solid-State Single-Mode Sum Frequency Generation of Sodium Resonance Radiation, *OSA Proceedings on Advanced Solid-State Lasers*, 20, 367-371, 1994