

LD励起固体レーザを用いた 小型ミー散乱ライダーの開発

Development of a compact Mie-scattering lidar using LD-pumped solid-state lasers

福井大学 村江 健志・華 灯しん・劉 君・平等 拓範・小林 喬郎
Fukui Univ. T. Murae D. Hua J. Liu T. Taira and T. Kobayashi

Abstracts. We report the development of a compact Mie scattering lidar system measuring atmospheric aerosol profile using the LD-pumped Nd:YLF laser. The Nd:YLF laser was fabricated with a grating reflector to obtain high absorption efficiency. In Q-switched operation, 1.3mJ pulse energy was obtained with pulse duration of 50ns at pulse repetition rate of 40Hz.

1. はじめに

従来のライダー用光源としては、フラッシュランプ励起固体レーザが主に用いられてきたが、光源が大型、低寿命で低効率であるために広範囲な応用には不向きであった。一方、励起源に半導体レーザ (LD) を使用したLD励起固体レーザは小型、高効率で高安定といった特徴を有している。既に、アメリカのNASAでは小型なマイクロパルスライダー⁽¹⁾が実現されているが、本研究では、小型でビーム掃引の可能なミー散乱ライダーの開発を目指している。

ライダー光源の条件としては、Qスイッチ出力の基本波エネルギー約3 mJ、横シングルモードで、繰り返し周波数100 Hz以上、SHG出力1mJのものが必要である。

レーザとして使用したNd:YLF結晶の特徴としては一軸性結晶であるので励起偏光方向により2種類の発振波長があり、Nd:YAGに比べて蛍光寿命が約2倍長く、Qスイッチ発振に適しており、また、屈折率の温度変化が負となり、その絶対値が約半分であり熱による歪みが小さく、良質なビーム品質が高効率で得られる可能性がある。

2. レーザ装置構成と実験結果

Fig. 1 に装置構成を示す。結晶はa軸カットのロッドであり、サイズは2×1.5×22mmのものを使用した。このとき1.047 μmの発振波長が得られる。また、2個のLDを互いに対向した2方向励起を行い、また、結晶の対面に反射型グレーティングを接着して吸収効率の改善を図った。共振器長は約300mmであり、Qスイッチ素子にはLiNbO₃のE-O Qスイッチを使用した。

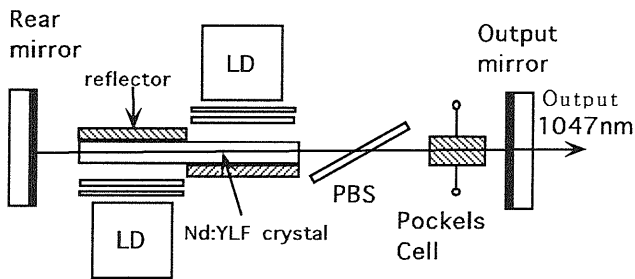


Fig. 1 Configuration of LD pumped Nd:YLF laser

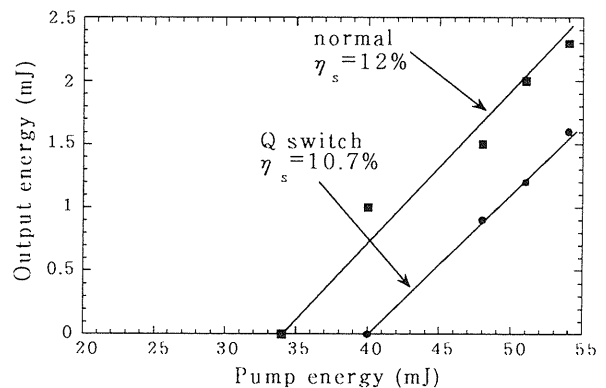


Fig. 2 Characteristics of input output energy

Fig. 2 にノーマル発振及びQスイッチ発振での入出力特性を示す。ノーマル発振においては出力エネルギー2.3mJ、Qスイッチ発振では出力エネルギー1.6mJ、パルス幅50ns、繰り返し40Hzが得られた。このときの横モードの品質を表す M^2 パラメータは、 $M^2=1.45$ となり、ほぼ基本ガウシアンモードに近い発振が得られた。

3. 小型ミュー散乱ライダーシステムの応用

上記のレーザは、従来使用していた光源よりも電源も含めて極めて小型・軽量化されている。このために望遠鏡の下にレーザを取り付けることが可能となりビーム掃引が容易になる。今回設計したライダーシステムをFig. 3に、システムパラメータをTable 1に示す。またSHGにより波長524nmの波長域に変換する。Fig. 4にSHG光のパルスエネルギーを1mJとしたときのミュー及びレイリー散乱光のSN比の高度に対する変化を示す。これより高度約5kmまでのエアロゾル分布が理論的に測定可能となる。

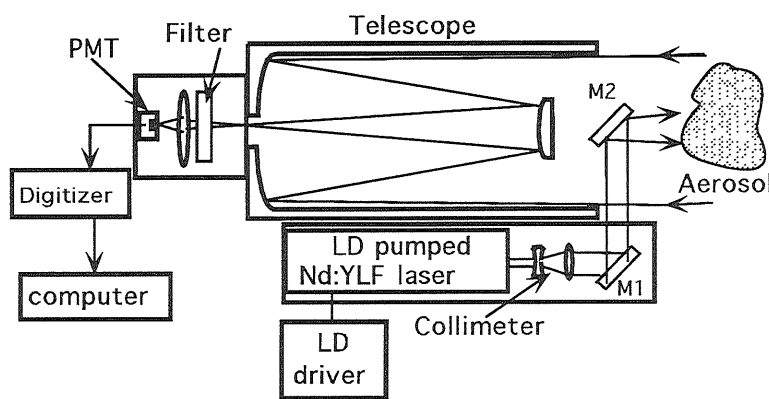


Fig. 3 Configuration of lidar system

Table 1 System parameters

Transmitter	
LD pumped Nd:YLF laser	
Wavelength :	524nm (1047nm)
Pulse energy:	1mJ (3mJ)
Pulse width :	20ns
PRF :	100Hz
Telescope	
Diameter :	20cm
System transmission :	0.05
Detector PMT	
Quantum eff. :	25%

4. まとめ

今回のQCW-LDを使用したNd:YLFレーザの実験でQスイッチ発振出力1.6mJが得られた。今後の課題としては、励起光源をCWのLDに変えてAO-Qスイッチにすることで繰り返し周波数を1kHz以上の高平均出力化を図り、高感度でスキャン可能なミュー散乱小型ライダー用光源を実現したい。

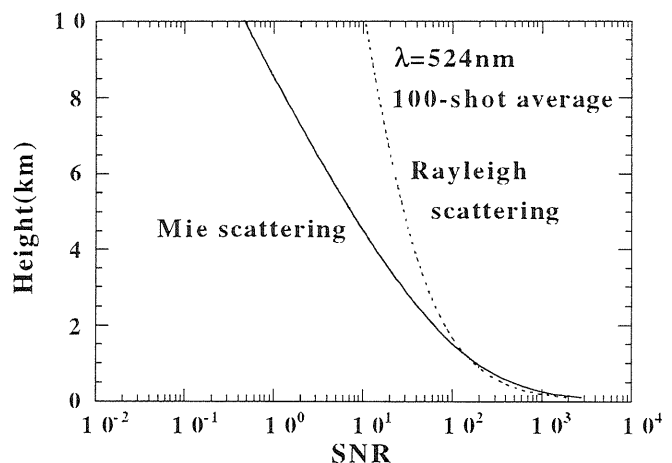


Fig. 4 Signal-to-noise ratio as a function of height (theoretical).

参考文献

- (1) James D. Spinhirne : IEEE Trans. on Geo. and Remote Sensing, Vol. 31, pp. 48-55
January 1993