

LD-Pumped Pulse Nd:YAG Monolithic Laser

山本 雄大 M.C. Alarcon 平等 拓範 小林 喬郎
T. Yamamoto M.C. Alarcon T. Taira T. Kobayashi
福井大学工学部

Fuculty of Engineering, Fukui University

A LD pumped Nd:YAG monolithic laser is developed for laser radar applications. High output power is achieved in this laser by side pumping the Nd:YAG disk using two LD arrays. The monolithic structure has characteristics of low internal loss. Using new Q-switching method (total internal reflection controlled Q-switching), the system has features of high efficiency of 30~40 % and compact and lightweight structures.

1. はじめに

近年、半導体レーザー(LD)の高出力化に伴いLD励起固体レーザーが注目されている。従来のフラッシュランプ励起方式に比べLD励起方式は、高効率、高安定及び装置全体の小型化が可能などの特長をもつ。一方、現状ではレーザーレーダの光源としてはフラッシュランプ励起固体レーザーが大多数であるが、これらのシステムでは光源が大型で低効率であるため、広い実用性には大きな制限条件となっている。そこで我々は、システム全体の小型軽量化及び移動計測を可能とするため、小型で高出力、高効率のLD励起パルス動作のNd:YAGレーザーの開発を行った。

2. レーザ装置の構成

LD励起固体レーザーの励起方式は次の2通りに大別される。すなわち、励起光をレーザー光軸方向に照射する端面励起(End pumping)方式と従来のランプ励起と同じ側面励起(Side pumping)方式である。端面励起方式は発振効率が高くTEM₀₀モードが得られ易いが、複数光源の励起による高出力化は不適當と考えられている。一方、側面励起方式は発振効率は比較的低くTEM₀₀モードが得られ難いという欠点はあるが光軸方向に多数のLDを配置できるので、高出力化には適している。そこで、本研究では高出力化を目指し側面励起方式を採用した。

Fig.1にモノリシックNd:YAGレーザーの構成図(側面図)を示す。励起用LDはアレタイプ(パルス幅200 μ S, 出力120W, 25mJ)のものを2個使用し、Nd:YAGディスクに対して対称方向に配置した。LDアレーからの励起光をシリンドリカルレンズでコーリメートしNd:YAGディスクに入射させ、透過光は対面に密着させたアルミリフレクタで反射させ、再び結晶に戻している。このアルミリフレクタは放熱板も兼ねている。これらにより励起強度及び熱的な均一性を保ち、TEM₀₀モードの高品質なビーム出力を目指している。Nd:YAGディスクの

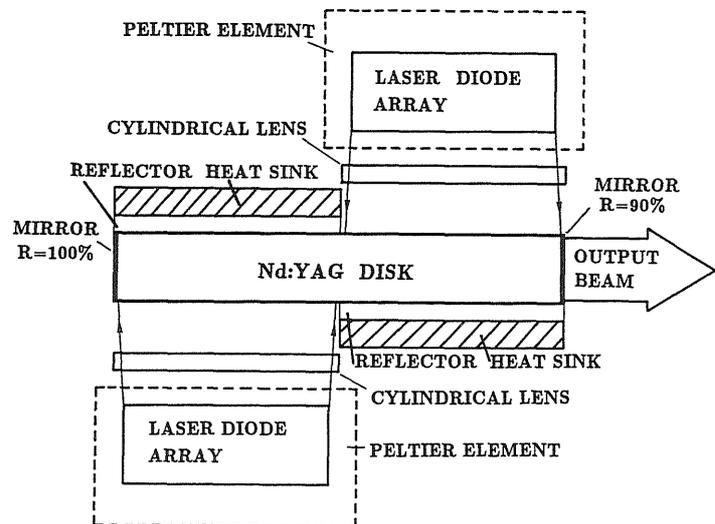


Fig.1 Schematic of the LD pumped Nd:YAG monolithic laser (side view)

両端面はコーティングが施され結晶自身がレーザ共振器となっており、共振器長は約30mmと短くして内部損失を減少させる構造に設計した。

3. 発振特性の解析

励起LD光の発振閾値エネルギーは次の理論式で与えられる。

$$E_{th} = (Li + T) h\nu_p \tau V_{eff} / \{ 2 \ell \sigma_i \tau_r \eta_a [1 - \exp(-\tau / \tau_r)] \} \quad (1)$$

ここで、励起光フォトンエネルギー $h\nu_p = 2.5 \times 10^{-19}$ J, 励起光パルス幅 $\tau = 200 \mu s$, 実効モード体積 $V_{eff} = 0.19 \text{ cm}^3$, 共振器長 $\ell = 3 \text{ cm}$, 誘導放出断面積 $\sigma_i = 2.8 \times 10^{-19} \text{ cm}^2$, 蛍光寿命 $\tau_r = 230 \mu s$, 励起光吸収効率 $\eta_a = 92\%$ とした。内部損失 Li と出力鏡透過率 T をパラメータにとって閾値 E_{th} とレーザ出力の特性を計算により求め結果を Fig. 2 に示す。スロープ効率 η_s は内部損失に依存するため、このようなモノリシクタイプでは約 30~40% の高効率動作が期待できる。

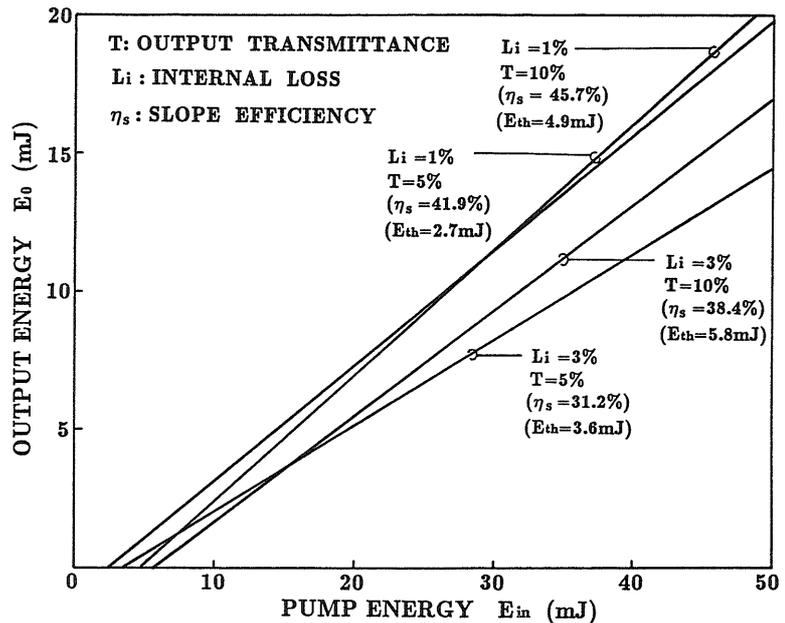


Fig. 2 Theoretical laser output energy versus pump energy

4. レーザレーダ用光源としての検討

レーザレーダの光源として距離分解能を得るためには、本レーザのQスイッチ動作が必要となる。そこで全反射制御型Qスイッチを用いることにした¹⁾。Fig. 3に本モノリシクレーザの光路とQスイッチの基本構造を示す。図中のNd:YAGディスクとガラスプレートの間隔 d を励起パルスに同期させてピエゾ素子で変化させることによりレーザ光の結晶面での全反射率を変化させることができる。これによりQスイッチングが可能となる。この方式では損失が小さいため高効率なことが特長である。

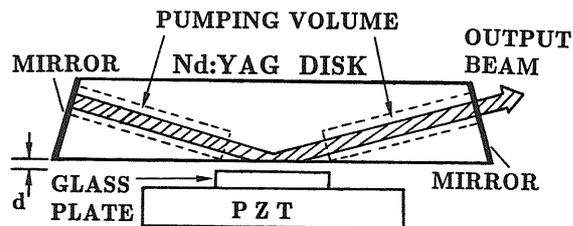


Fig. 3 Schematic of the laser with Q-switching (top view)

5. まとめ

以上、レーザレーダ用の光源として高効率、小型のLD励起Nd:YAGモノリシクレーザについての設計と試作を行った。実験結果等の詳細は講演にて報告する。

参考文献

1) 浅葉: "携帯型アイセーフレーザ測遠機", Optronics, Vol.9, No.12, pp.76-80 (1990)