

E 3

ダイオード励起小型Nd:YAGレーザの開発

Development of Diode-Pumped Compact Nd:YAG Lasers

山口 敬介、 平等 拓範、 小林 喬郎

K.Yamaguchi, T.Taira, T.Kobayashi

福井大学工学部

Faculty of Engineering, Fukui University

Design and performance of diode-pumped compact Nd:YAG Lasers are described. High output performance needs considering the rod shapes and its pumping geometry. Compact, light and high-efficient lasers have various applications in the laser radar.

1. はじめに 近年、レーザレーダを用いて大気の状態を高精度で計測する必要性が高まっている。レーザレーダの光源はダイオード励起固体レーザを用いることにより、小型、高効率、高出力化が可能である。本研究では、小型で可搬型レーザレーダ用光源のために出力約100mJの準CWダイオードを用いて側面励起法の励起構成と結晶形状及び励起強度分布の最適化による低閾値化と高効率化を検討したので報告する。

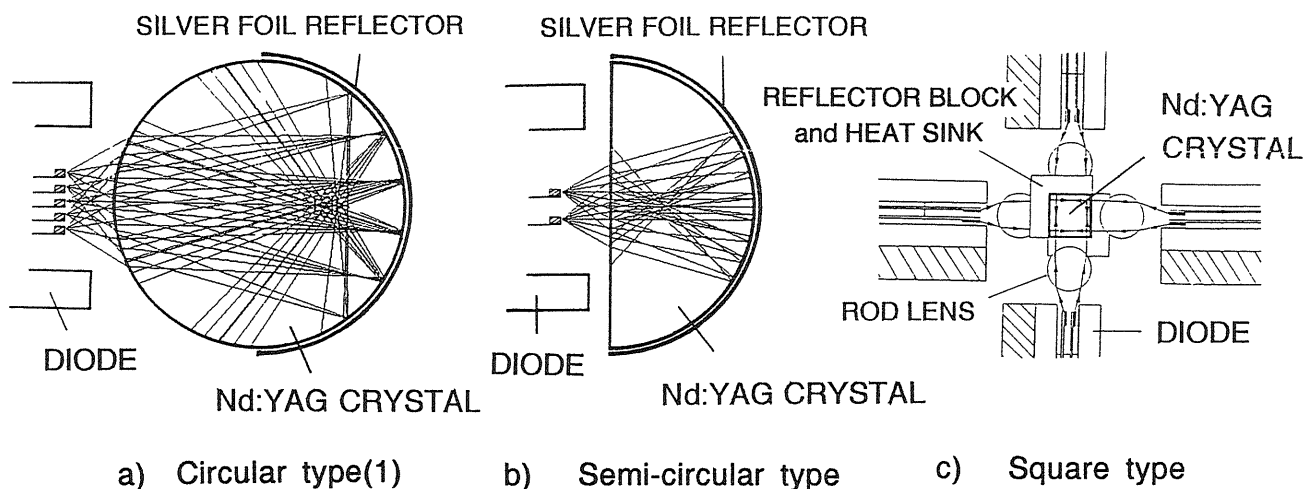


Fig. 1 Comparison of diode-pumped laser rod shapes

2. 構成の比較 側面励起法の励起構成⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾には1方向から励起するものと多方向から励起するものがある。使用する結晶の形状としては、Fig.1の1)円柱ロッド型、2)半円柱ロッド型、3)四角柱型があり、いずれもレフレクタによる励起光の折り返し効果が用いられている。そして、側面励起法の高効率化には、1)励起強度を狭くして高密度な励起強度分布とすること、2)励起光とレーザ光の空間的な重なりを表すモードマッチング効率 η_m を改善すること、3)結晶に吸収される励起光の吸収効率 η_a を上げることが必要である。

3. 実験構成 本研究では比較的小型のレーザシステムの設計を行った。結晶の形状は円柱ロッド型よりも励起領域を狭くすることのできる半円柱ロッド型にすることにより、結晶の中央に高密度な励起強度分布が得られ η_m が改善できる。Fig.2に設計試作した半円柱ロッド型の実験構成を示す。励起源には、活性層が2層で最大出力24mJ、パルス幅200 μ s、繰り返し100Hzのダイオードを4個を用い、結晶は半径1.5mm、長さ55mm、Nd添加濃度1.1at%のアルミレフレクタ付半円柱ロッドを用い

結晶端面はレーザ結晶内でレーザ光を横に長い楕円形にして励起光とのモードマッチングをより大きくし端面での損失を小さくするためにブリュスタカットをした。ダイオードの温度制御を0.1Kの精度に行いレーザ結晶とスペクトルマッチングをし結晶の η_a を大きくした。

4. 入出力特性 Fig.1で示したレーザ結晶の形状と励起強度分布による入出力特性の比較をFig.3に、その詳細をTable 1に示した。入出力特性の計算値はレーザ結晶内光線軌跡から微小面積内に吸収される励起光強度分布のシュミレーションから求めた。直径3.5mmの円柱ロッド型の場合 (Fig.1のa) (1)、計算結果から η_m が40%、 η_a が90%と求められ実験結果と一致していた。また、本研究の半円柱ロッド型 (Fig.2のb)の場合、計算結果からレーザ光スポット径を1.5mmとして η_m が70%、 η_a は50%と求められた。さらに、半円柱ロッド型の実験結果より励起96mJに対して閾値8mJ、出力13.7mJが得られた。低閾値化は実現できたがスロープ効率が計算の約1/2しか得られなかった原因は、レーザ結晶の側面の研磨が不十分で励起光の散乱が生じレフレクタによる集光ができていないこととモード体積内に吸収された励起エネルギーが十分でなかったためである。

5. 今後の課題 小型レーザレーダ用光源として用いるためにはQスイッチ動作、レーザ結晶の熱解析、横方向のシングルモード発振が課題であり、また、縦方向のシングルモード化にはマスターレーザによるインジェクション・シーディングを検討して行きたい。

<参考文献> (1)R.L.Burnham et al : OPTICS LETTERS, vol.17, No.3 (1992)

(2)K.Stenersen et al : OPTICS LETTERS, vol.17, No.24 (1992)

(3)山口、尾岸、平等、小林: 平成4年第53回秋期応用物理学会予稿集、17P-R-9, p873 (1992)

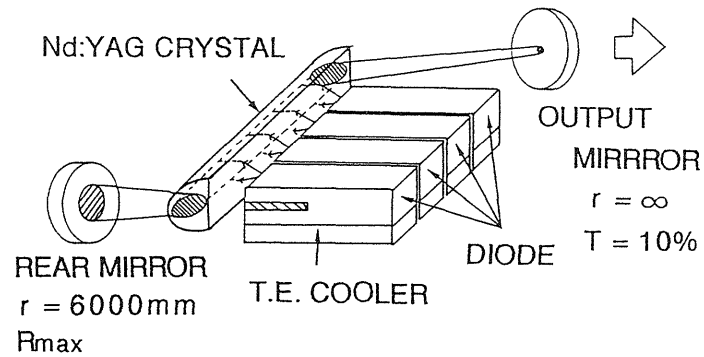


Fig. 2 Schematics of the Nd:YAG laser using a semi-circular rod

Table.1 入出力特性の比較

	E_{in} (mJ)	E_{th} (mJ)	E_{omax} (mJ)	η_s (%)
Circular (1)	212	56	50	32
Circular (2)	21.5	2.5	11.8	30
Square	80	12	18	26.5
Semi-Circular	96	8	13.7	15.6

E_{in} : Pumping energy E_{th} : Pumping threshold

E_o : Maximum output energy η_s : Slope efficiency

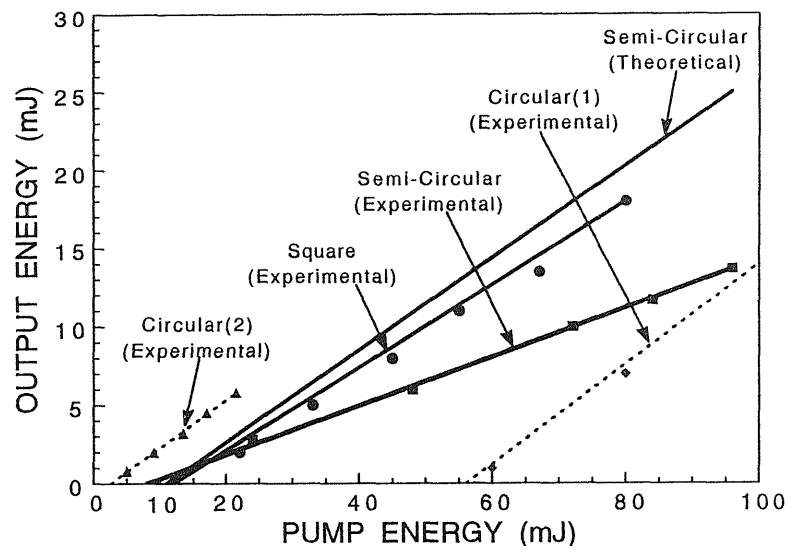


Fig. 3 Input vs output characteristics