

横方向LD励起Nd:YAGリングレーザ

Transversely LD Pumped Nd:YAG Ring Laser

兵頭 政春、 笠井 克幸、 石津 美津雄

Masaharu HYODO, Katsuyuki KASAI, Mitsuo ISHIZU

通信総合研究所 関西先端研究センター

Kansai Advanced Research Center, CRL

Pumping geometry of a transversely LD pumped Nd:YAG ring laser was investigated analytically. Expected output power and optical conversion efficiency were estimated.

1. はじめに

我々は、非線形光学実験用の光源として高出力・超高安定のレーザの開発を進めている。

半導体レーザ(LD)励起固体レーザは、他のレーザに比べて周波数安定度が高く、FM側帯波法を用い、検出系のショットノイズレベル近くまで安定化した例がある¹⁾。更に高安定のレーザを実現するためには、ショットノイズレベルそのものを下げる必要があり、そのためには高出力のLD励起固体レーザが必要である。

側面励起(横方向励起)方式は、媒質内の一部に励起光を集光するのが難しいため、励起光とレーザ光との整合が悪く、端面励起方式ほど高効率でTEM₀₀モードを発生させることはできないが、光軸方向や光軸の側面に多数のLDを配置できるので、高出力化に適している。しかも、集光レンズを特に用いる必要もないので装置構成が単純になる。

側面励起方式でTEM₀₀モードの出力を高効率で得るため、多くのLDを光軸を囲む円周上に並べ、同心円状の励起強度分布を得る方法が最初に実用化された。LDアレイ1つだけでも側面励起で高効率を得られるという報告もなされている²⁾。

さらに、レーザ共振器をリング型にすることによって単一縦モード発振が得やすくなり、また戻り光にも強くなるので、外部共振器を用いて周波数を安定化するのに適している。

側面励起方式については励起強度分布を数値計算した例はある²⁻⁴⁾が、側面励起方式の最大光変換効率の理論値などはまだ計算されてはいない。従って、励起方法を最適化することで、より高効率の発振の得られる可能性がある。

2. 発振特性の計算

まず、3枚のミラーで構成されるリングレーザのYAGロッドを、1つの5W級LD-bar(発光面は約1μm×1cm)でレンズを使わずに側面励起するとして、励起強度を計算し、レーザ出力と効率を調べることにした。

励起光はLD出射端面にビームウェイトを持つ1次元的なガウスビームとし、励起光の伝搬にはABCD則を適用した。励起光はロッドの第一面に無損失で入射し、屈折されて媒質中を吸収されながら伝搬する。

Fig. 1にレーザロッドの断面を示す。図中P点での励起強度は次式で与えられる。

$$P(x, y) = \frac{W_0}{W_2} I_0 \alpha \exp\left(-\frac{2y^2}{W_2^2} - \alpha x\right)$$

W_0 はLD出射端面のビームウェイスト、 I_0 は出射端面での最大励起光強度、 W_2 はP点でのビームウェイスト、 α は実効的吸収係数である。

リング面がFig. 1のy軸に直行するようにリング共振器を組んだとすると、励起強度分布は平均化されて

$$P_{ave}(x, y) = (P(x, y) + P(D-x, y)) / 2$$

のように左右対称になる。

次に実効的励起強度として、共振器モード I_{00} を重みとする空間的平均をとり、 P_{eff} とすると、

$$P_{eff} = \frac{\iint P_{ave}(x, y) I_{00}(x, y) dx dy}{\iint I_{00}(x, y) dx dy}$$

最後にこれを通常のレート方程式に代入して、レーザー出力を計算する。

計算された励起光分布、レーザー出力、及び、実験との比較については当日報告する予定である。

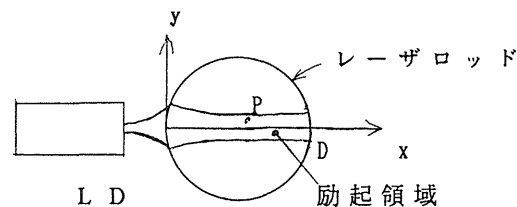


Fig. 1 Crosssectional view of a laser rod

参考文献

- 1) D. Shoemaker, A. Brillet, C. N. Man, O. Cregut, G. Kerr, Opt. Lett. 14 (1989) 609
- 2) L. R. Marshall, A. Kaz, and R. L. Burnham, Opt. Lett. 17 (1992) 186
- 3) F. Hanson and D. Haddock, Appl. Opt. 27 (1988) 80
- 4) D. Welford, D. M. Rines, and B. J. Dinerman, Opt. Lett. 16 (1991) 1850