

太陽光励起レーザー用屈折率整合コンポジットロッドの発振特性

Lasing Characteristics of Solar-pumped Laser

Employing Index Matched Composite Rod

豊田中研¹, 名大² ○長谷川和男¹, 市川正¹, 竹田康彦¹, 池末明生², 伊藤博², 元廣友美²

Toyota Central R&D Labs., Inc.¹, Nagoya Univ.²

○Kazuo Hasegawa¹, Tadashi Ichikawa¹, Yasuhiko Takeda¹,

Akio Ikesue², Hiroshi Itoh², Tomoyoshi Motohiro²

E-mail: khase@optics.tytlabs.co.jp

太陽光励起レーザーを高いスロープ効率を維持した状態で、レーザー発振閾値を低く抑えることについて検討した。レーザーをどの波長帯で励起して、どの波長で発振させるか、また、どの様な構造で励起して共振器を構成するかが重要な課題である。本稿では前者の課題を「スペクトル整合」、後者を「モードプロファイル整合」と呼ぶ。太陽光励起レーザーでは励起光である太陽光のエネルギー密度が低いので、高倍率の集光系を用いてレーザーロッドの端面を励起している。開口数が大きいと、励起光源である太陽光とレーザー発振モードの重なり効率が最適化されていない。レーザー発振に寄与しない不要な励起を少なくするために、レーザーロッド中で、励起光を吸収して利得が発生する領域と、励起光を吸収せず利得も無い領域を作り分けることが出来れば、前述の課題を回避することが出来ると考えた。

従来の単一な「シンプル構造」に対して、複数の部材を接合して作製されたレーザーロッドの構造を「複合構造」(あるいは「コンポジット構造」)と呼ぶ。希土類を添加した透明セラミックスも初めてレーザー発振した[1]後、結晶媒質で検討されたのと同様に、透明セラミックスのコンポジット構造も実現された。コンポジット構造の先駆的な例は、YAG のグリーンチューブに側面を鏡面研磨した Nd:YAG ロッドを挿入し、真空中で焼成することで「コア/クラッド型接合ロッド」を実現したものである[2]。いくつかの複合構造のレーザーロッドが提案されているが、その目的は利得を有するロッドの端面を保護すること、ロッドの側面からの排熱を有効に拡散させることであった[3]。

本報告で提案するコンポジット構造は、利得領域と非利得領域が接合されているだけではなく、その両者の屈折率が整合していることが特徴である。そうすることで、利得領域と非利得領域の境界面がレーザー発振モードに影響を与えることはなくなり、レーザー発振モードの制御と吸収分布特性の制御を、外部鏡のみで実現することができる。そのような設計にすることで、単峰性の強度分布の安定した発振を実現した[4]。

波長 808nm で太陽光集光と同等の集光性を有する「疑似太陽光半導体レーザー光源」で励起した時のレーザー発振特性を示す(図 2)。シンプル構造よりコンポジットの方が良好な特性を有していた。図 3 にレーザー出力の励起位置依存性を示す。3D コンポジットの時の方が、励起位置の変位量に対して、レーザーの出力が高く維持される範囲が広いことが確認できる。即ち 3D コンポジット化により、位置ずれに対する許容値が大きくなった。実用上は大きな長所である。

本研究の一部は、JST 戦略的創造研究推進事業—先端的低炭素化技術開発 (ALCA) の助成を受けた。

[1] A. Ikesue, T. Kinoshita, K. Kmata, Yoshida, J. Am. Ceram. Soc.78(4), 1033 (1995).

[2] H.Yagi, K.Takaichi, K.Ueda, Y.Yamasaki, T.Yanagitani, A.A.Kaminskii, Laser Physics, 15(9), 1338 (2005).

[3] R.Wilhelm, D. Freiburg, M. Frede, D. Kracht, C. Fallnich, Optics Express 17(10), 8229 (2009)

[4]長谷川他, レーザー学会第 491 回研究会報告 RMT-16-10(2016)

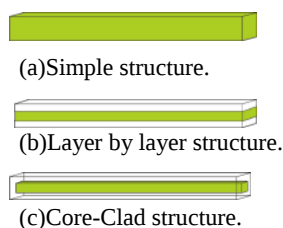


Fig. 1. Composite rod structure.

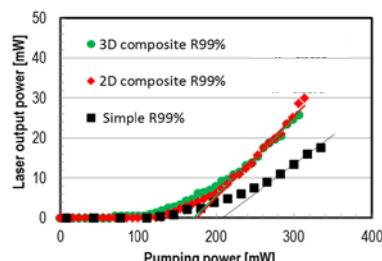


Fig.2.Lasing property pumped by simulated sunlight.

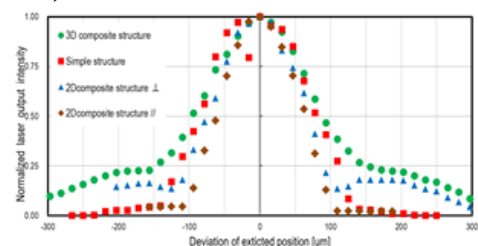


Fig.3.Laser output power dependence of pumping position