

高出力導波路型レーザー増幅器の ASE を抑制した高利得増幅結果

High gain operation of a high power waveguide laser amplifier with ASE suppression

三菱電機 (株) ○高崎 拓哉, 深堀 秀則, 柳澤 隆行, 平野 嘉仁

Mitsubishi Electric Corporation, ○Takuya Takasaki, Hidenori Fukahori, Takayuki Yanagisawa,

Yoshihito Hirano

E-mail: Takasaki.Takuya@ak.MitsubishiElectric.co.jp

【はじめに】

小型・高出力固体レーザー光源として平面導波路型 Yb:YAG レーザーの開発を行っている。平面導波路型レーザーは、薄板状のレーザー媒質への高密度励起による高利得動作と、広い放熱面積による高い排熱効率が期待できる。さらに、導波路内のパワー密度を光学素子の損傷閾値や非線形光学効果の抑制を考慮して設定できるため、高出力レーザーの小型・高効率化に有望である。我々は量子欠損の少ない Yb:YAG を使った導波路型レーザーで、パルス励起 533W の発振出力を得たことを報告した [1]。また、CW 励起による大きな発熱に最適化した導波路を開発し、低次モード導波と CW 400W の高平均出力動作を確認した [2]。今回、増幅動作において、ASE (Amplified Spontaneous Emission) を抑制し、504W (増幅利得 21dB) の高利得動作を実証したので報告する。

【導波路構造】

導波路素子の断面図を図 1 に示す。ノンドープ YAG と Yb:YAG を光学的に接合し、上下面にクラッド層をつけたダブルクラッド構造としている。導波路は、Yb:YAG をコアとし、YAG と Yb:YAG の小さな屈折率差を利用した低次モード導波路を実現している。940nm の励起光は斜めに研磨した端面から入射し、上下のクラッド間で閉じ込め、Yb:YAG 層で吸収させて利得を発生する。クラッドは、励起光を閉じ込めると共に、YAG 内部において全反射するレーザー光が寄生発振を生成しない様な屈折率に設定し、内部寄生発振を抑制した。

下部クラッドの下にはレーザー波長の吸収層を設けて ASE を抑制した。Yb:YAG 層で発熱される熱量は熱伝導性の接着剤により固定したヒートシンクに排熱した。導波路の面積は $12 \times 10 \text{mm}^2$ 、厚さは $400 \mu\text{m}$ である。1kW 出力の LD スタックを 2 個使用し、それぞれの出力を集光光学系で線状に集光し、導波路端面から入力して励起する。レーザー光は、Yb:YAG 導波路内部を高反射膜のついた非平行な対向する側面間で多重反射し、側面の一部に設けられた反射防止膜から導波路外部に出力する。本構成により寄生発振と ASE を抑制した高利得のレーザー増幅器を実現した。

【レーザー増幅試験】

導波路型 Yb:YAG 素子を用いて、レーザー増幅出力を測定した。導波路に波長 1030nm の信号光を入力し、Q-CW 励起で信号光を増幅した。図 2 に励起光パワーと増幅パワーの関係を示す。信号光 3.8W に対し、励起光パワー 500W 付近から増幅が得られ、励起光 2250W でピークパワー 504W の増幅出力が得られた。この時の ASE は 15W に抑制され、21dB の増幅で、ASE 抑制比 -15dB の高利得・高出力動作を実証した。

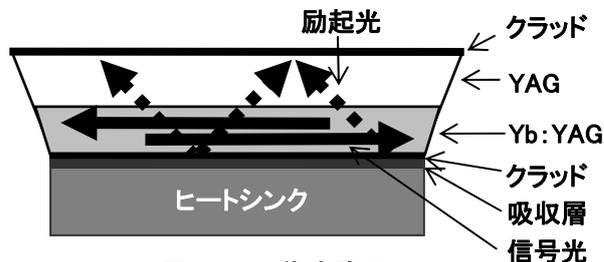


図 1 導波路断面

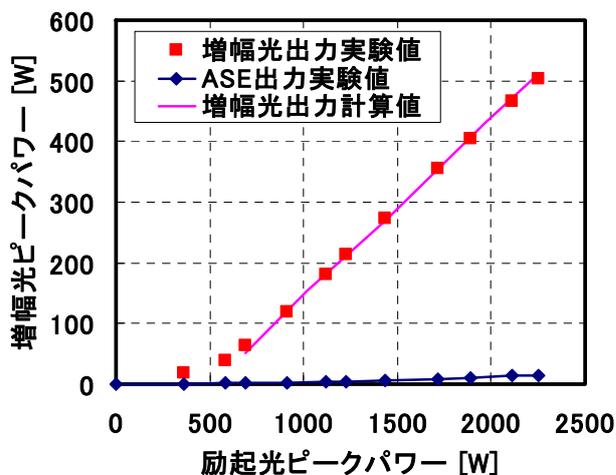


図 2 増幅出力特性

[1] 高崎他 第 71 回秋季応用物理学会学術講演会予稿集 16p-zg-6 (2010)

[2] 高崎他 第 59 回春季応用物理学会学術講演会予稿集 16p-E9-13 (2012)