

高効率・低 M² を有する 10 kW 超ファイバレーザ

Over 10 kW fiber laser with high efficiency and low M-squared Value

○益子 泰裕, 北原 倫太郎, 清山 航, 白倉 勇紀, 小林 拓矢, 田久保 勇也, 山本 達也, 藤田 智之, 中山 通雄, 寺田 佳弘 (株式会社フジクラ)

Yasuhiro Mashiko, Rintaro Kitahara, Wataru Kiyoyama, Yuki Shirakura, Takuya Kobayashi, Yuya Takubo, Takuya Kurihara, Tatsuya Yamamoto, Tomoyuki Fujita, Michio Nakayama, Yoshihiro Terada (Fujikura Ltd.)

1. はじめに

ファイバレーザは CO₂ レーザと比較して集光性が良くパワー密度を高くできるため、金属の切断や溶接やマーキングなどのさまざまな産業分野において導入が進んでいる。そのなかでもシングルモードファイバレーザ (SM-FL) はその高い集光性から材料の微細加工やガルバノスキャナと組み合わせた高速加工などの応用が期待されている。これまでに筆者らは光出力 8 kW で BPP が 0.5 mm-mrad (M² = 1.5) という高出力・高ビーム品質のファイバレーザを開発し報告している[1]。本論文では、さらに高出力化を目指し Stimulated Raman Scattering (SRS) を抑制しながらも高効率な高出力ファイバレーザを開発したのでその内容と特性について報告する。

2. 実験装置構成

光回路構成としてはマスターオシレータ (MO) とパワーアンプ (PA) からなる MOPA 構成で、半導体直接励起方式を採用した。ここで励起光源として、平均出力 300 W、励起波長 976 nm、DC 電力-光変換効率が 50% であるレーザダイオードモジュール (LDM) を採用した。またコンバイナを多段に接続することにより MO 部および PA 部には端面励起方式でそれぞれ 7.2 kW 投入可能 (合計 14.4 kW) な構成としている。MOPA に使用するイッテルビウム添加ファイバー (YbDF) については、ファイバの実効断面積 (A_{eff}) を前回の報告[1] の時から拡大し 1000 μm² 付近になるように設計し作製した。これにより SRS の発生を抑制し 10 kW 以上の出力を得る見込みである。

3. 結果

図 1 に試作したレーザ装置の光出力特性を示す。投入励起光量 12.2 kW の時に光出力は 10.7 kW を示し、Slope 効率は 87.4% と高い光-光変換効率が見積られる。また DC 電力から計算される電力効率は 44.5% であり高効率なファイバレーザを実現出来た。図 2 に光出力 10.7 kW 時の出力スペクトルを示す。発振波長は 1070 nm であり、ストークス光 (1124 nm) とのピークパワー

の比率は約 43 dB と見積もられ十分に SRS が抑制されていることを実証した。また光出力値 10.5 kW 時の M² 値を測定したところ 2.3 であった。様々な応用に使用可能な高ビーム品質を実現した。

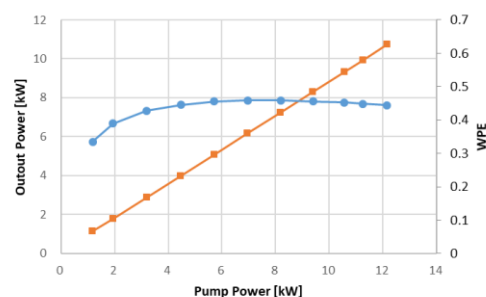


図 1 光出力特性

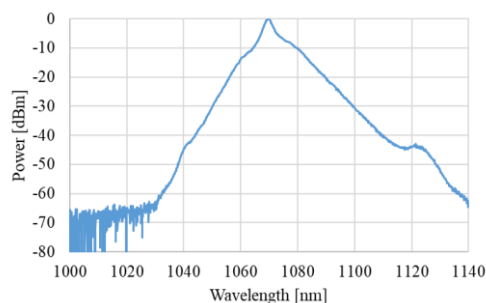


図 2 10.7 kW 出力時のスペクトル

4. まとめ

MOPA 構成において SRS を抑制しつつ高効率な 10 kW 超出力のファイバレーザを実証した。詳細なレーザ特性は、発表の場で紹介する。

参考文献

- 1) Y. Wang, R. Kitahara, W. Kiyoyama, Y. Shirakura, T. Kurihara, Y. Nakanish, T. Yamamoto, M. Nakayama, S. Ikoma, and K. Shima: Proc. SPIE 11260, Fiber Lasers XVII: Technology and Systems, 1126022 (21 February 2020)