

2.8 μm 帯・連続波 Er:ZBLAN ファイバーMOPA システム

Efficient amplification of CW Er:ZBLAN fiber laser at 2.8 μm

阪大レーザー研¹, 三星ダイヤモンド工業(株)²

○上原 日和¹, シェーファー・クリスチャン², 小西 大介², 服部 聡史², 合谷 賢治¹, 松隈 啓¹, 村上 政直², 清水 政二², 時田 茂樹¹

E-mail: uehara-h@ile.osaka-u.ac.jp

中赤外コヒーレント光に対する要求は医療・産業の分野で大きく、その高い有用性が広く認識されている。特に 3 μm 帯は OH 基への高い吸収性を利用した潜在的応用が多数存在するが、ガラスや樹脂材料に対しては適度の内部浸透性を有することから、熔融・融着など加工用途への応用が期待される。著者らは、ガラス端面熔融加工の高速化を可能とする新規レーザー加工光源として、波長 2.8 μm で発振する Er 添加フッ化物ガラスファイバーに着目し、長期安定性を確保しつつ出力を向上させることにより実用化を目指している。著者らのグループでは、これまでに 24 W の cw 出力を得ることに成功したが[1]、フッ化物ファイバーの劣化が原因で長期安定性に問題があった。本研究では、光結合器を有する Er:ZBLAN ファイバー増幅器を用いて、発振器の出力を増幅する MOPA 構造での高出力・高安定化を試みた。

図 1 に本研究で用いた Er:ZBLAN レーザーの概略を示す。970 nm LD 励起シングルモード Er:ZBLAN ファイバー発振器は、共振器ミラーに回折格子を用いており、発振波長を 2800 nm に調整した。このレーザー光を自由空間を経て Er:ZBLAN ファイバー増幅器のコアに導入した。入力信号強度は最大で 1.8 W である。増幅器はマルチモードの 6mol% Er:ZBLAN ダブルクラッドファイバーを利得媒質としており、これに斜め研磨した無添加 ZBLAN ファイバーを融着接続することで結合器構造を作製した。フッ化物ガラスを用いたこのような構造のファイバー結合器の作製は本研究が初であり、独創性の高い技術である。著者らのグループでは、無添加ファイバーからアクティブファイバー第一クラッドへの結合損失 1dB 以下の結合器が安定的に作製可能であり、最低で 0.27dB の光損失を達成した。この結合器をアクティブファイバー両端近傍の計 2 箇所で作製し、波長 976 nm の LD を無添加ファイバーに入射することで双方向励起した。

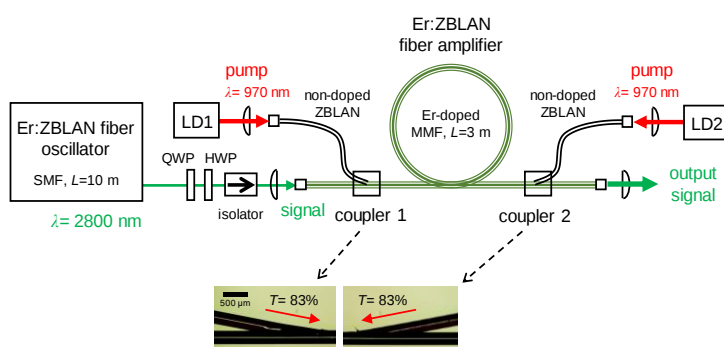


Fig. 1 Schematic illustration of setup for MOPA system of Er:ZBLAN fiber laser. Inset: Optical images of the spliced fiber couplers.

図 2 (a)に入出力特性、(b)にレーザー出力のスペクトルを示す。入力 1.8 W、励起 124 W のとき、24 W の出力を得た。これは MOPA 構造を有する 2.8 μm 帯 Er:ZBLAN ファイバーレーザーで報告されている最高出力である。図 2(b)のスペクトルから、出力波長が信号波長と同じ 2800 nm であることを確認できる。ビームパターンから増幅信号光はファイバーの基本モードで伝搬したことが推測され、高いビーム品質を有していることが期待できる。また、20 W 出力時、60 分間の連続動作においても出力低下が確認されず、高出力かつ高安定な cw 動作を実証した。ファイバー端面に接着したエンドキャップが長寿命化に大きく寄与している。

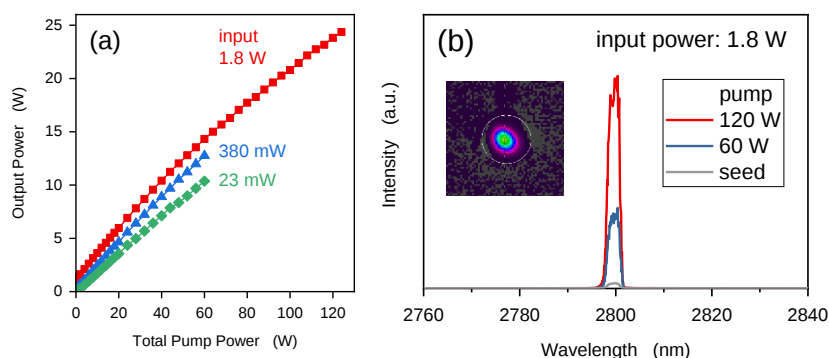


Fig. 2 (a) Output power as a function of total pump power for Er:ZBLAN fiber amplifier at various input signal intensity. (b) Output spectra at various pump power. Inset: Intensity profile of the output beam at 120 W pumping.

Reference

[1] S. Tokita, M. Murakami, S. Shimizu, M. Hashida, and S. Sakabe, *Opt. Lett.* **34**, 3062 (2009).