

可飽和吸収体によるマルチコアファイバーレーザーの位相同期に向けた モード同期ファイバーレーザーの研究

Study of mode-locked fiber laser for phase locking of multi-core fiber laser with saturable absorber

電通大レーザー研 ○(M1)川村 朋稔, 白川 晃

ILS, Univ. of Electro-Communications, Tomonari Kawamura, Akira Shirakawa

E-mail: t_kawamura@ils.uec.ac.jp

ファイバーレーザーは高ビーム品質であること、高利得・高効率であること、排熱性が高いといった特徴を有し高出力 CW 光源として多様な産業で応用されている。しかし、ファイバーレーザーは特にパルス動作時に非線形効果やファイバーの破壊の影響で高出力化に限界がある。そのため本研究室では時間的または空間的なビーム結合を行うことで出力限界を超える研究を行っている。空間的ビーム結合による出力向上の方法として同一ファイバー内に複数のコアを配置するマルチコアフォトニック結晶ファイバー(Multi-core Photonic Crystal Fiber: MCPCF)を用いた研究を行っている。

MCPCF は複数のレーザー光を空間的に結合することで出力をコア数でスケールアップすることができる。特に各コアから出力されるビームの位相差が 0 である in-phase モードはコヒーレントにビームが結合されるため選択励振が求められる。本研究室では $\text{Cr}^{4+}:\text{YAG}$ を可飽和吸収体として用い in-phase モードの選択励振と Q スイッチ発振の同時実現する方法を考案・実証している[1]。そして、可飽和吸収体として応答速度の速い半導体可飽和吸収鏡(Semiconductor Saturable Absorber: SESAM)を使用することで、モード選択とモード同期の同時実現を目指している。MCPCF は波長 1 μm 帯で動作するため正常分散を示すが、SESAM によるモード選択を行うためリニアなファブリーペロー型共振器構成にすることが求められる。これまで、ファブリーペロー型共振器構成での全正常分散領域のモード同期の報告は少ない。そのため、本研究では MCPCF に適用する前段階として単一コアファイバーを用いてファブリーペロー型共振器構成を用いた全正常分散領域モード同期の検証を行った。

本研究で構築した実験系を図 1 に示す。利得ファイバーに NUFERN 社製 Yb 添加シングルモードダブルクラッドファイバー(コア径:5 μm 、クラッド径:130 μm)を用いた。可飽和吸収体として SESAM と出力結合鏡を合わせた可飽和出力結合鏡(Saturable Output Coupler: SOC)を使用した。SOC は透過率 19 %、反射率 58%、変調深さ 9.5 %、飽和フルエンス 40 $\mu\text{J}/\text{cm}^2$ のものを使用した。励起光源には中心波長 975 nm、レーザーダイオード(LD)を使用している。Output1 における出力特性とスペクトルを図 2、図 3 にそれぞれ示す。Output1 では 1.6 W 励起から Q スイッチモード同期になり、1.9 W 励起から安定したモード同期となり、3.4 W 励起からマルチパルスへと移行した。励起パワー 3.2 W 励起時に最大出力 553 mW、スペクトルの半値全幅は最 5.7 nm、中心波長 1074 nm となった。繰り返し周波数は 18.5 MHz であり、パルスエネルギーは 30 nJ という比較的良好な結果が得られた。また、外部でパルス圧縮を行うことで更なる光ピークパワー化が可能である。今後は利得ファイバーを MCPCF に置き換えて位相同期モード同期の同時実現を目指す。詳細は当日報告する。

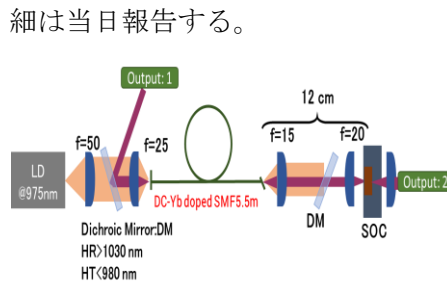


図 1. 共振器配置図

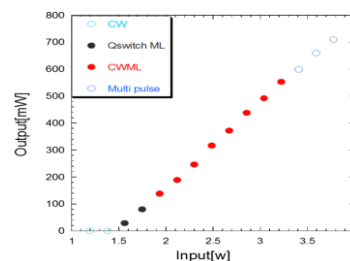


図 2. モード同期時の励起側入出力特性

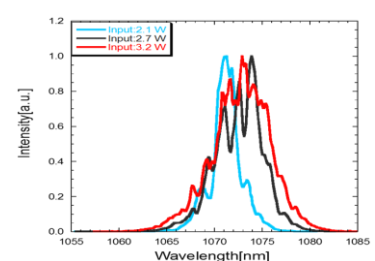


図 3. モード同期時のスペクトル変化

[1] 久保内 照雄, 可飽和吸収体を用いた位相同期マルチコアファイバーレーザー, 電気通信大学大学院, 修士論文, 2016