

二周波数注入同期連続発振 Ti: Sapphire レーザーの出力安定化

Output stabilization of dual frequency injection locked continuous wave Ti: Sapphire laser

○吉崎 諒、Gavara Trivikramarao、藤村 祐希、桂川 眞幸(電通大先進理工)

○Ryo Yoshizaki, Gavara Trivikramarao, Yuki Fujimura, Masayuki Katsuragawa

(Univ.of Electro-Communications)

E-mail: yoshizaki@mklab.es.uec.ac.jp

1. はじめに

注入同期法を用いることによって、高強度かつ高い周波数純度のレーザー光を生成することができる。その為、注入同期レーザーは非線形光学過程の研究用や大気環境計測、リソグラフィ用光学部品の評価などの光源としても用いられている。

我々はレーザー媒質として Ti: Sapphire 結晶を用いて、二周波数の連続波が同時発振可能な注入同期レーザーを開発した。このレーザーシステムの利点は、二周波数の時間・空間のオーバーラップが非常に良い点や、単一周波数あたり 1W 以上、合計 3W の高強度でありながら、種光である外部共振器半導体レーザー(External-cavity-controlled diode laser: ECDL)の高い周波数純度を保っている点である。

2. 実験装置

我々が開発したレーザーシステムの構成を Fig.1 に示す。このシステムは大きく分けて、(A)の「注入同期法によって種光を高出力化する部分」と(B)の「種光を生成・制御する部分」の二つから構成されている。(A)の Bow-Tie 型のリング共振器の内部にはレーザー媒質である Ti: Sapphire 結晶が配置されている。励起光源には出力 10 W の Nd: YVO₄ レーザーの二倍波(532 nm)を用いる。(B)において、種光として用いる ECDL は、外部に設置された参照共振器に Pound-Drever-Hall 法(PDH法)によりロックされている。この二周波数の種光をリング共振器内に注入すると、発振出力は種光に一致する二つのモードのみに引き込まれ、結果として高強度かつ高い周波数純度の二周波数連続波レーザー光を得ることができる。

これまではリング共振器内にハの字型に設置した二枚のガラスプレートペアの角度を微調整することで、実効的に共振器長を変化させて二周波数が同時共振する状態を実現していた。しかしながら、この角度を微調整することの技術的難易度の高さや、リング共振器に対するキャビティロックを種光一周波数のみにしかかけられず、出力が不安定という問題があった。

そこで今回の改良では、これまで用いていたガラスプレートペアに代わって、可動型のプリズムペアを設置した。片方のプリズムを固定、一方のプリズムをピコモーターで駆動させることで、二枚のプリズム間の厚みを僅かに変化させ、共振器長を実効的に変えることのできる機構を作製した。この改良に

よって二周波数が同時共振する共振器長の探索が容易になった。また同時に、片方のプリズムを PZT にマウントすることで、フィードバック制御が可能となり、種光二周波数ともにリング共振器に対してキャビティロックを行えるようになった。結果として Fig.2 に示すような非常に高安定な出力を得ることに成功した。

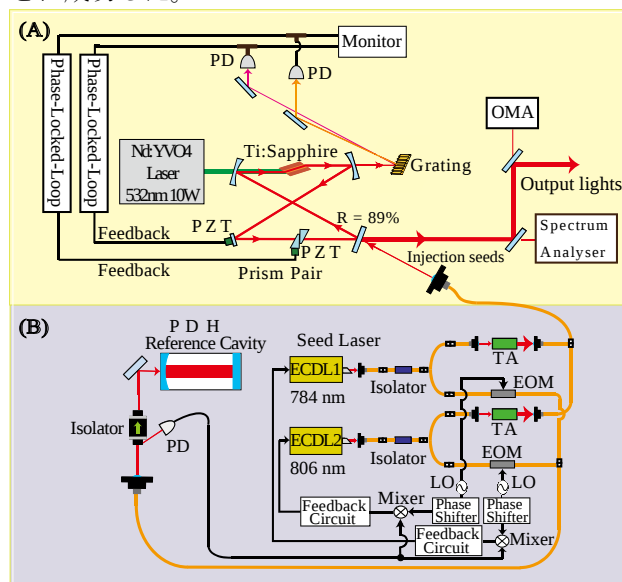


Fig.1 Schematic diagram of dual frequency injection locked continuous wave Ti: Sapphire laser.

OMA, Optical Multichannel Analyzer; PD, Photo Detector; EOM, Electro-Optic Modulator; LO, Local Oscillator; TA, Tapered Amplifier

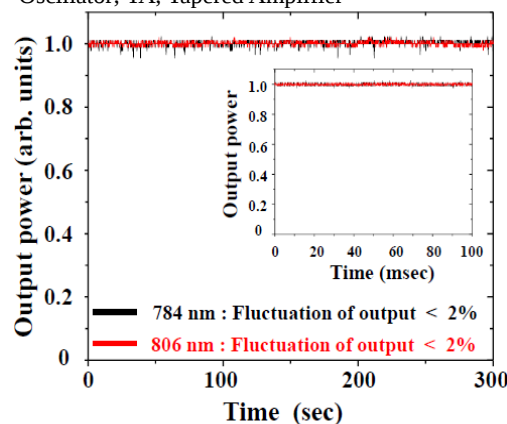


Fig.2 Time stability of output power at long time measurement (300 sec) and short time measurement (100 msec)