

アイソレーターを用いた光励起の双子型遠赤外レーザーの安定化

Stabilization of Optically Pumped Twin-type Far Infrared Laser Using an Isolator

中部大工¹, 核融合研² ○中山 和也¹, 岡島 茂樹¹, 田中謙治², 安原亮², 川端一男²

Chubu Univ.¹, NIFS², °K. Nakayama¹, S. Okajima¹, K. Tanaka², R. Yasuhara², K. Kawahata²

E-mail: nakayama@isc.chubu.ac.jp

遠赤外レーザーは、核融合プラズマ研究をはじめとする各種研究用光源として幅広く利用されている。NIFS の大型ヘリカル装置(LHD)では、CO₂ レーザーで励起する 2 本のレーザー管(プローブ光とローカル光)を有する双子型遠赤外レーザー装置を用いて、波長 119 μm の CH₃OH レーザーを光源とするヘテロダイン干渉計により、プラズマの電子密度分布を計測している。LHD の高密度実験時には、この干渉計ではフリンジジャンプを生じることから、より短波長(波長 50 μm 付近)のレーザーが望まれている。そこで我々は、9R(8)CO₂ レーザー励起で 2 波長同時発振する 48- μm , 57- μm CH₃OD レーザーの開発を進めている。この 2 波長レーザーは、干渉計測で問題となる機械的振動による影響を高精度で補正できるが、励起レーザー光の戻りによるレーザー発振の不安定さが問題になっている。そこで本研究では、両レーザー装置間にアイソレーター設置し、双子型遠赤外レーザーの出力及びビート周波数の安定化を試みた。

図 1 に本実験で用いた CO₂ レーザー励起の双子型遠赤外レーザー装置を示す。励起用 CO₂ レーザーは、CW 140 W で動作させ、外部シュタルクセルにより周波数安定化した。高出力レーザー光に対する耐久性と効率を考慮し、2 枚の ATFR ミラー(s 偏光反射率>99 %, p 偏光反射率<2 %)とプリズム型の ZnSe 製 1/4 波長板(透過率 98 %, 位相差 84 °)でアイソレーターを構成した。直線偏光する励起光は、1/4 波長板により円偏光となり、双子型の遠赤外レーザー共振器に入射される。その戻り光は、再度 1/4 波長板を通過すると励起光とは直交する直線偏光となり、ATFR ミラーで吸収される。戻り光の完全な除去は難しいが、励起用 CO₂ レーザーの出力変動を ± 1 %以内に抑えることができた。遠赤外レーザー発振の安定化のために、スーパーインバーロッド(熱膨張率 0.15×10^{-6} /K, 温度範囲 20~30 °C)により共振器を固定し、ステッピングモーターにより共振器長を制御した。双子型遠赤外レーザー装置から 2 波長同時発振する計 4 本の遠赤外レーザーの出力は、合計で 1 W を超え、 ± 1.5 %/h 以内の出力安定度を得た。ヘテロダイン干渉計測では、ビート周波数の安定性が重要となる。ショットキーバリアダイオードミキサーを用いて、2 波長遠赤外レーザーのビート信号を検出し、共振器制御による安定化を試みた。その結果、48- μm レーザーに対しては、 $0.6 \text{ MHz} \pm 13 \text{ kHz/h}$, 57- μm レーザーに対しては、 $1.7 \text{ MHz} \pm 17 \text{ kHz/h}$ のビート周波数安定度を得ることができた。

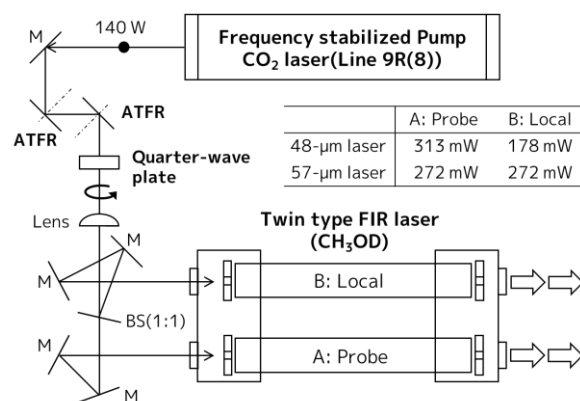


Fig. 1 Twin type FIR laser pumped by CO₂ laser