

プラズマ計測用 50 μm 帯 CH_3OD レーザーの 励起 9R(8) CO_2 レーザーの安定化

Stabilization of a pump 9R(8) CO_2 laser of 50 μm band CH_3OD lasers for plasma diagnostics

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, 秋山 毅志², 川端 一男²

Chubu Univ.¹, NIFS.², ○K. Nakayama¹, S. Okajima¹, K. Tanaka², T. Akiyama², K. Kawahata²

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

核融合プラズマの研究分野では、遠赤外レーザー干渉計及び偏光計による電子密度分布や磁場分布(電流密度)測定が行われている。高密度化する核融合科学研究所の大型ヘリカル装置 LHD や国際熱核融合実験炉 ITER に対しては、プラズマ屈折効果、機械的振動の影響、測定信号の大きさから、波長 50 μm 付近の短波長遠赤外レーザーが光源として最適である。加えて、干渉信号への機械的振動の影響を高精度で補正するために 2 波長での計測が要求される。我々は、9R(8) CO_2 レーザー励起で同時発振可能な 48- μm , 57- μm CH_3OD レーザーを用いた干渉・偏光計測システムを開発している。遠赤外レーザーの出力や安定性は、励起レーザーに強く依存し、励起レーザーには、高出力かつ出力・周波数共に高安定でシングルモード発振することが要求される。9R(8)線(波長 9.34 μm , 周波数 32.1 THz)に対しては、40 分間で出力 45 ± 0.3 W, 周波数 ± 780 kHz_{p-p} の安定度を得ていたが、2 波長同時発振時は、より高い性能が必要となる。本研究では、更なる出力増加と出力・周波数の安定化を試みた。

図 1 に安定化システムを含めた CO_2 レーザー装置を示す。共振器長を 3 m に延ばすことで、150 W の出力を得た。本実験では、発振モードやガス消費量から約 110 W で動作させた。レーザーの発振周波数は、外部シタルクセル変調により安定化した。セル中の電極板(長さ 1 m, 間隔 7 mm)には、周波数シフト用の DC 電界(0~400 V/cm)と変調用の AC 電界(150 V/cm, 520 Hz)を印加する。吸収ガスには CH_3OH , CH_3OD , $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, HCOOH が使用できるが、変調信号の S/N から CH_3OH を用いた。核融合プラズマ計測では、長時間安定動作することが要求される。10 時間の安定化を行った結果、モードジャンプすることなく 108.7 ± 0.7 W, ± 560 kHz_{p-p} の安定度を得た。次にセルをダブルパス構成にし、吸収信号に現れるラムディップを利用することで、周波数安定度の更なる向上を試みた。その結果、1 時間に対して図 2 に示すように 108.2 ± 0.6 W, ± 230 kHz_{p-p} の安定度を達成した。

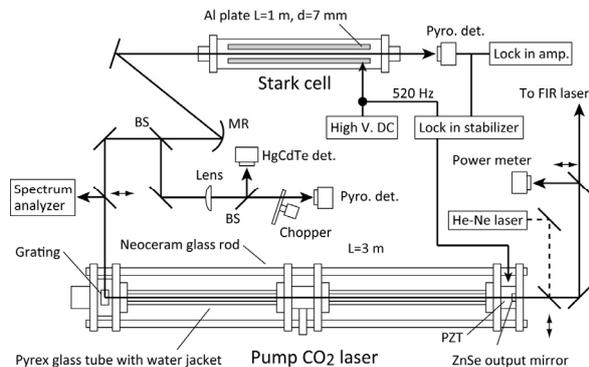


図 1. 励起 CO_2 レーザーの安定化システム

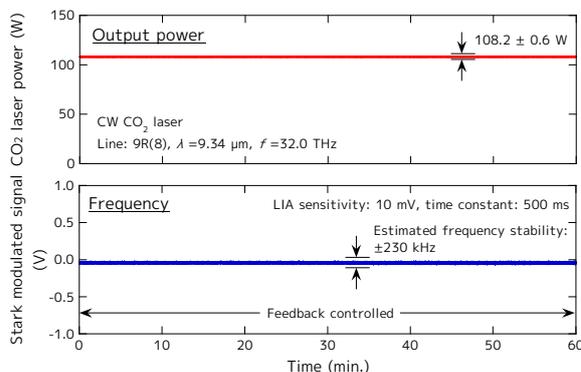


図 2. 9R(8) CO_2 レーザーの出力・周波数安定度