Gain measurement of RF discharge excited slab CO₂ laser RF 放電励起スラブ型CO₂ レーザーの利得測定

Akifumi KOBAYASHI and Hideshi YOKOTA

Department of Electro-Photo-Optics, School of Engineering, Tokai University, 1117, Kitakaname, Hiratsuka, Kanagawa, 259-12 Japan
TEL:81-463-58-1211(EX.4426), FAX:81-463-59-2594

Tomoo FUJIOKA

Department of Physics, School of Science, Tokai University, 1117, Kitakaname, Hiratsuka, Kanagawa, 259-12 Japan
TEL:81-463-58-1211(EX.3708), FAX:81-463-58-8360
(Accepted for publication 16 November 1995)

A transverse RF discharge excited carbon dioxide slab laser has been operated cw with hybrid unstable resonator. An output power is 130W at 6.5% efficiency with a frequency of 125MHz and 35Torr of gas mixture 1:1:3(CO₂:N₂:He). In this condition, the small-signal gain is measured at 0.82% cm⁻¹.

Key words : CO₂ laser, slab laser, small-signal gain

I .Introduction

RF 放電励起スラブ型 CO₂ レーザー（以下スラブレザー）は RF 放電と拡散冷却方式を採用しており、高出力が望めるうえ小型化が容易であるという利点がある。これまで 30kW/m² の出力密度も報告されており、次世代の高出力レーザーとして期待されている。^{1,2}

スラブレザーに関して、これまで多数の論文が発表されているが、高出力化や Hybrid 共振器など共振器としての扱いが多く、レーザー媒質についての解析はあまりなされていない。数 kW の出力まで確認されているが、スラブレザーは未だ実用化されているとは言えない。その実用化のためにはレーザー媒質の様々なパラメータを得ることが必要であり、そのためには RF プラズマについての詳細な理論的かつ実験的解析が必要である。その解析の第一歩として、レーザー特性の中でも重要なパラメータである小信号利得と飽和パラメータに注目し、今回は小信号利得を測定する事を目的とした。³

II .Device

作製したスラブレザーの概要図を Fig.1 に示す。このレーザーはガスを封じきりる sealed-off 方式であ

FIG.1.Schematic diagram of slab CO₂ laser

る。電極間に高周波放電を発生させ、レーザー励起を行うが、放電空間を熱拡散冷却能力の高い短ギャップにしているため、ガスを循環させること無しに W/m 以上の高出力が得られる。また電極にコイルで短絡する事により電圧分布を一定にしている。^{5,6}

放電空間は、レーザー光に対して中空導波路として作用するため、質の高いビームを取り出すには、幅方向には不安定型、ギャップ方向には安定型（導波路型）として作用する Hybrid 共振器を用いる必要がある。Figure2 に使用している共振器を示す。⁴

安定型は光を閉じ込めるためだけで、レーザー出力は不安定型に依存する。そのため、横モードはほとんど TEM モードで考えることができる。

FIG.2.Hybrid confocal/waveguide unstable resonator

III. Experimental setup

作製したレーザーで、発振が確認されたので、出力特性を Fig. 3 に示す。これは、電圧分布の一樣化のためのコイルの最適化のため、コイル長を 40~90mm まで変化させたときの、ガス圧に対するレーザー出力である。

FIG.3. Output against gas pressure
input RF power=2.0kW, L=coil length

次に、出力が最大になった $L=80\text{mm}$ のコイルを用いて小信号利得測定を行った。その光学系を Fig.4 に示す。レーザーから共振器を取り外して電極間に入れて出てきたビームを MCT 検出器と熱電対型パワーメーターで受光した。このとき、プラズマのない状態で受光した時を入力、有る状態で受光した時を出力として利得を求めた。入力 RF パワーを 1.5kW、1.75kW、2.0kW と変化させ、ガス圧は最も放電が安定していた 35Torr を用いた。

FIG.4. Schematic diagram of gain measurement

IV. Result

得られた利得を Fig.5 に示す。これより、利得はおおよそ $0.82\% \text{cm}^{-1}$ となり、入力 RF パワーに対する依存性は今回は見られなかった。原因として、電極と電源のインピーダンスマッチングが完全に取りれていないため、放電部に変化が見られないのでは、と考えられるため、詳しく解析する必要がある。

FIG.5. Small signal gain against input beam power

References

- ¹ J.Nishimae, Laser engineering, 21, (1993), 453
- ² K.Watanabe, Laser engineering, 21, (1993), 1245
- ³ A.Kobayashi, H.Yokota and T.Fujioka, Extended Abstracts(The 56th Autumn Meeting,1995);The Japan Society of Applied Physics
- ⁴ P.E.Jackson, H.J..Baker and D.R.Hall , Appl. phys. Lett., 54, 1950 (1989)
- ⁵ A.D.Colley H.J.Baker and D.R.Hall ,Appl. phys. Lett., 61, 136 (1992)
- ⁶ D.He and D.R.Hall ,J. Appi.phys., 54, 4367 (1983)

'95 SAS Intelligent Symposium