

Making of a Small CO<sub>2</sub> Waveguided Laser Apparatus

増田陽一郎, 馬場明, 十文字正憲

Y. Masuda, A. Baba and M. Jyumonzi

八戸工業大学工学部電気工学科

Department of Electrical Engineering  
Hachinohe Institute of Technology

1 まえがき 近年、炭酸ガスレーザーは高出力、高効率レーザーとして注目を集めている。炭酸ガスレーザーの発振波長の9.4  $\mu m$ 及び、10.5  $\mu m$ 波帯は大気中の吸収が最も少ない波長である。このことからレーザー通信、レーザーレダ、分光学、金属の加工、半導体結晶のレーザーアニーリング、及び医療等への応用が期待されている。我々は炭酸ガスレーザー発振器を試作する上での基本的な事項を理解するために、レーザー管に円筒中空誘電体導波管を適用し、ガス圧、放電管径、放電電流及び冷却温度をパラメータとし炭酸ガスレーザーの発振特性を得たので発表したい。

2 レーザ装置の試作 図-1に導波管の模式図を示した。導波管はパイレックスガラスを細管(肉厚2~3mm)を用いさらにその廻りをパイレックスガラス管でおおい二重管構造とし、内部の混合ガスの冷却を図った。導波管の長さは放電実効長300mm内径4mm及び325mm内径6mmの2種類を使用した。放電管は管径の3乗に逆比例して損失が増加する傾向があるので細い管ほど短くなる。放電管電極は円筒形とし材質はスパッタリングが少なく熱電子放出の仕事関数の少ないアルミ電極としている。アライメントを簡単にするために導波管とミラーホルダーの間にゴム製のジャバラを設けた。全反射ミラーはスライドガラス上にAl( $\lambda = 10\mu m$  反射率98%)を蒸着したものを使用し、出力ミラーは反射率85%のGeの平面鏡に金を蒸着したものを使用した。励起用直流高圧電源は全波倍電圧整流方式を用いた。出力電圧は12.8kV、50mAである。図-2にその回路を示した。混合ガスはHe = 63%, N<sub>2</sub> = 20.8%, CO<sub>2</sub> = 16.2%の比率のものを用いた。なおミラーの取付は内部鏡方式を用いた。

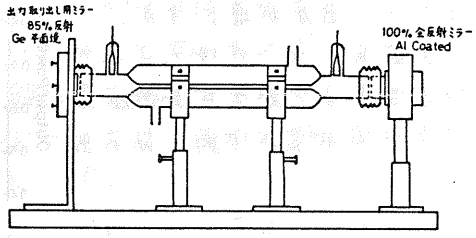


図-1 導波管の模式図

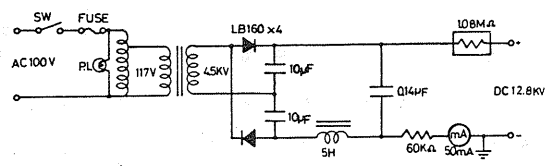


図-2 励起用駆動電源回路

3 実験方法 放電管内をロータリーポンプで真空に引きながらガスを流すフロー型とし、管内のガス圧の測定は水銀マンオメータで行ない一定のガス圧に管内が保つようにしている。レーザー光出力はニコーム製(MODEL-NP-N-13A)のエネルギーメータを用いて測定した。その模式図を図-3に示した。

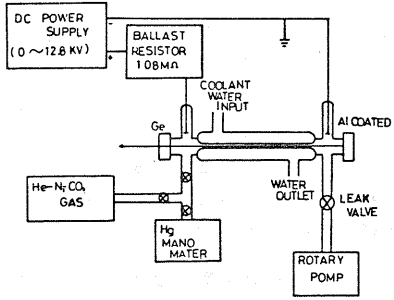


図-3 装置の構成図

4 実験結果及び考察 図-4は冷却水温度6℃一定、放電管内径6mm管における発振出力の放電電流依存性を示した。ガス圧5, 10, 20 Torrでは放電電流50mAでも出力が飽和せず、30, 40, 50 Torrでは放電電流36mAから43mAまで直線的に増加する傾向を示し、放電電流43mA以上で飽和し、その時の出力は約1W程度である。図-5は冷却水温度6℃一定、放電管内径4mm管における発振出力の放電電流依存性を示した。ガス圧10, 20, 30 Torrでは放電電流50mAでも出力が飽和しておらず、ガス圧40Torrに於ては49mA以上で飽和する傾向を示し、50Torrでは48mAまでゆっくり飽和する傾向にあるがまだ飽和はしていない。

図-6は冷却水温度をパラメータとした6mm管発振出力のガス圧依存性を示したものである。冷却水温度が低くなると発振出力が増加する傾向を示し、ある出力でピークを示す。そのピーク的位置が冷却水温度が上昇するにつれて、ガス圧の低圧側に移動する傾向を示した。例えば冷却水温度6℃に於ては40Torr, 21℃で30Torrとなる傾向を示している。

図-7は冷却水温度6℃一定、内径6mmにおけるピーク値での発振出力の冷却水温度依存性を示した。6℃と21℃との間で直線的に低下すると仮定するならば、冷却水温度1℃に対して出力が0.2Wの割合で低下する傾向を示す。

5 結論 1) 内部鏡型ミラーとジャバラを適用することによって比較的簡単にアライメントが取れCO<sub>2</sub>レーザの発振に成功した。

2) ガス圧を高く放電管内径が太くなりかつ、温度を下げることにより、出力が増大する。

3) 発振出力は、内径6mmで冷却水温度6℃がガス圧50Torrで放電電流約45mAで約1Wの出力が得られた。

4) 発振出力は温度6℃と21℃の温度範囲では水温1℃に対して出力が0.2Wの割合で直線的に変化する傾向を示した。

今後の課題としては、電源の安定化を図る。電源回路の出力電圧の増大をはかる。ガスの混合比を変化させて、より高効率で高出力の得られる混合比を調べる。これらの問題点を解決する事により小型でかつ高出力のレーザ装置が出来るものと期待する。 文献

- 1) 導波型CO<sub>2</sub>レーザの動作特性  
木村滋, 浅井和弘, 五十嵐隆  
電波研究所季報 Vol.22, No.18 June 1976 P151-162
- 2) 導波路型炭酸ガスレーザに関する研究  
渡辺昇治  
東北大学大学院工学研究科修士學位論文  
昭和51年2月14日

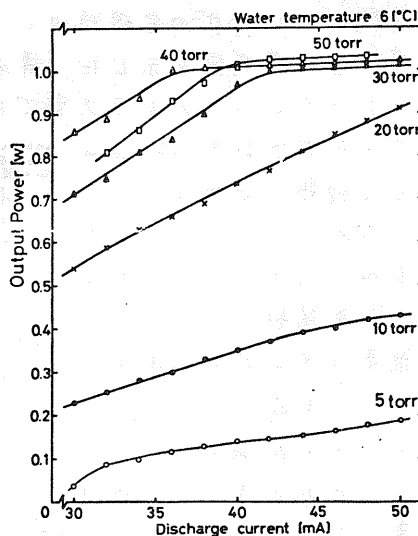


図-4 6mm管の放電電流特性

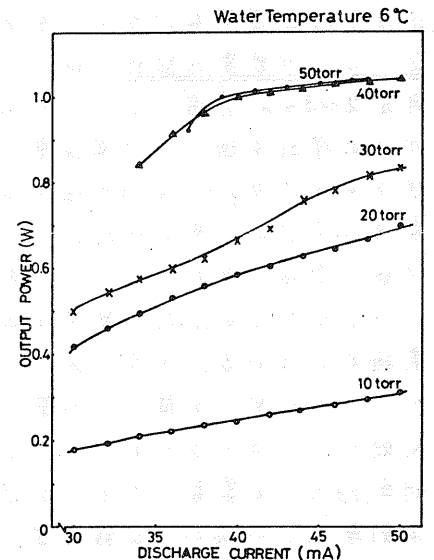


図-5 4mm管の放電電流特性

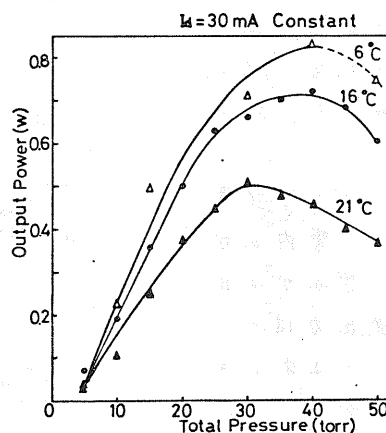


図-6 6mm管のガス圧依存性

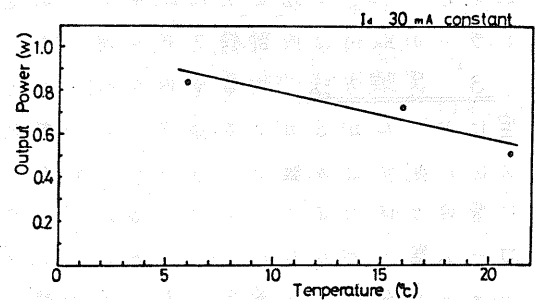


図-7 冷却水温度依存性

謝辞  
終りに本研究を遂行するに当り、レーザ管の試作において丁寧に御指導下さった東北大学電気通信研究所 渡辺豊枝宮並びにGeミラー等を御提供下さり種々御指導下さった電波研究所 浅井和弘氏に感謝致します。