

IIIIII 寄書 (技術解説) IIIIII

自作してみよう CO<sub>2</sub> レーザー

正木 匡彦

Let's DIY, CO<sub>2</sub> Laser

Tadahiko MASAKI

## Abstract

A high power laser, such as CO<sub>2</sub> or LD, is necessary for the sample heating in the container less processing. The high power laser is expensive generally, therefore that interrupt the spread of the container less processing of high temperature condition. Recently, a glass tube CO<sub>2</sub> laser is provided, which is used as a heat source of computer controlled laser cutter. The glass tube CO<sub>2</sub> laser is quite inexpensive, however we can hardly find the information of how to use it. Then, I actually bought the CO<sub>2</sub> laser whose maximum output is 100 watt and try to set up it by myself with trial and error for testing the performance. I describe a way to the setup and the result of the first emission of this laser.

**Keyword(s):** Glass tube CO<sub>2</sub> laser, DIY

ガスジェット浮遊法や静電浮遊法により浮遊させた試料を加熱する際に、炭酸ガスレーザーや半導体レーザーなどの比較的高出力のレーザーが一般的に用いられる。著者も静電浮遊の実験をしているが、その際には比較的大型の高周波電源を用いた 200 W の CO<sub>2</sub> レーザーを使用している。これらのレーザーは一般に高価であり、加えて冷却のために大型の冷却水循環装置を必要とするため、購入の際にはかなり大きな研究資金を必要とする。近年、コンピュータ制御で紙や木板を切り抜くためのレーザーカッターが普及し、その中には従来の十分の一以下の価格の装置が市販され始めている。その装置の保守部品として出力 40 W の炭酸ガスレーザーの発振器が 5~6 万円で購入されていることや、その冷却水循環装置にパソコンで使用するような水冷の CPU クーラーと同等のものが使われていることから、「CO<sub>2</sub> レーザーは高価なものである」というイメージを根本から改める必要が出てきている。例えば、e-bay という国際的な通販のサイトでは、出力 100W 程度までの CO<sub>2</sub> レーザーのチューブの単品やその電源を入手することができる。そこでは 100W クラスの CO<sub>2</sub> レーザーであれば、発振器と電源のセットが 20 万円程度で販売されている。これは従来の 1/10 以下の価格であり、もし性能が十分であれば、試料浮遊実験を広く普及する可能性を有している。

そこで、出力 100 W のセットを試行的に購入し、装置を組み立て、その性能試験を実施した。なお、本稿のタイト

ルには自作とあるが、レーザー発振器自体の自作ではなく、自作のパソコンのように市販の部品から CO<sub>2</sub> レーザーを組み立てる意味で使用していることをあらかじめご承知おきいただきたい。

レーザーの型式は 100W RECI CO2 Laser を選定した。発注から数週間後に装置が届いたが、その写真を Fig. 1 に示す。160 cm×50 cm×50 cm の木箱の中に直径 10 cm×長さ 140cm のガラスチューブが収められていた。そのほかに小ぶりの段ボール箱が付属しており、その中には小さな電源



Fig. 1 Container of CO<sub>2</sub> Laser tube.

芝浦工業大学工学部材料工学科, 〒135-8545 東京都江東区豊洲 3-7-5

Department of materials science, Shibaura Institute of Technology, Tokyo 135-8548, Japan.

(E-mail: t\_masaki@sic.shibaura-it.ac.jp)

(Fig. 2) と取り扱い説明書 (A4の紙が2枚) 収納されていた。Figure3の右に示した写真がレーザー光の取り出しにあるハーフミラー、左が絶縁カバーに隠れているが反対側の全反射ミラーである。全反射ミラーを覆うゴム製絶縁カバーの内部に高電圧を印加するための端子がつけられており、ハーフミラー側にもう一つの電極がつけられている。ガラス管は三重構造をしており、一番内側の管がレーザー発振をする部分になり、それを覆うように一回り大きな水冷用の管が溶接され、さらにガスを封入するための太い管に溶接されている。なお、冷却水の入り口と出口は内部の水冷部に接続されている。一見複雑な形状であるが、詳細に見るとヘリウムネオンレーザーのような単純な直管のレーザー発振器と同様の幾何形状をしている。

ガラス製の発振器を固定して冷却水を流せるようにする必要があるので規格量産品の適当な部品を選定し、雨どいの固定に使う部品やクリーンルーム用のケーブルダク

トなどを組み合わせて Fig. 4 に示したような装置をくみ上げた。これらは、160 cm×16 cm×1 cm のアルミ板の上に固定されている。また冷却水のホースの接続部を取り付け、発振器に冷却水を流せるようにした。取り扱い説明書には冷却水の流量は3~5 L/min であると記載されている。とりあえずの動作試験のために水道水を直接接続し、冷却水を供給した。

次に、電気系の接続であるが、電源には高電圧用の赤いケーブルと電流のリターン用の白いケーブルが接続されている。赤い高圧ケーブルの先の圧着端子を赤いゴムのキャップの内側にある発信器の+端子にねじ止めし、白いケーブルの先の圧着端子をハーフミラー側の端子 (Fig. 3の右側の写真) にねじ止めた。

電源の箱には Fig. 5 に示すような各種ケーブルを取り付けるためのターミナルが準備されている。ここで少々困ったのが、装置に関する情報がほとんど同梱されていなかっ



Fig. 2 Power supply for the CO<sub>2</sub> Laser.



Fig. 4 Laser tube assembly.



Fig. 3 Optical window and mirror of CO<sub>2</sub> Laser.



Fig. 5 Input terminal of power supply. Left (black): AC110V, Right (green): control signal.

たことである。付属の説明書と販売元のホームページからダウンロードした情報に加え、インターネット上に散在している情報を集約した結果、これらは AC110V 用 (Fig. 5 左側の黒色のターミナル) と出力制御用 (Fig. 5 右側の緑色のターミナル) であることがわかった。日本の一般的な交流電源 (AC100 V) でも使えるようであるが、本来の性能をはかるため 110 V に昇圧させるためのトランスを準備した。出力制御用のターミナルには 6 個の端子がついており、左から +V, TH, TL, WP, G, IN と名前が付けられている。インターネットからダウンロードした電源の説明書には、TH を +5 V, TL と WP を 0 V にし、IN に 0~5 V を入力すればそれに比例してレーザーが 0~100 W で出力されると記載されている。一番左の端子から +5 V が出力され、G がグラウンドの端子なので、適当な可変抵抗が一つあれば最小限の接続で動作確認が可能であることが判明した。そこで、Fig. 6 のような接続をしてレーザーの発振を試みた。

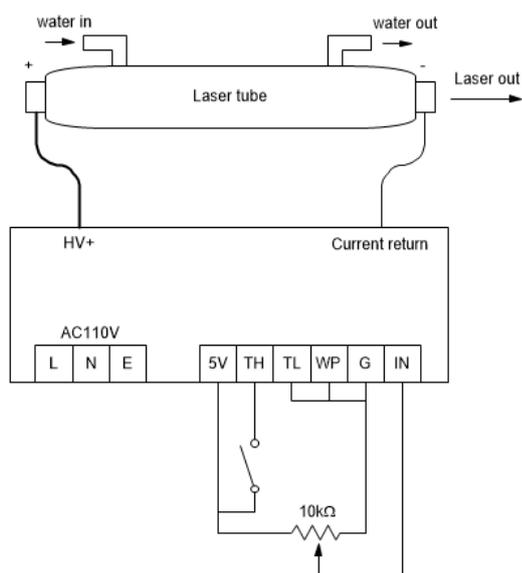


Fig. 6 Electrical connection of control signal of power supply.



Fig. 7 Emission test of CO2 Laser

なお、説明書には、IN への入力が PWM でも可能であることや発振器のリターン側に電流計を入れるべきであることが記載されていたが、動作確認を目的とするため、それらについては省略した。

電源をオンにして可変抵抗をゆっくりと変化させていくと、一番内側の管がかすかに発光を始めた (Fig. 7 の左)。CO<sub>2</sub> レーザーの光は赤外光のため不可視であるが、管に塗られている蛍光物質のために光って見えるようである。ハーフミラーの先に木片を置くと、簡単に焼け焦げが生じて煙が発生し、レーザーが発振したことが確認された (Fig. 7 の右)。

安全上の観点から、この状態のまま実験に使用することは不可能である。特に学生が使用することを考えると十分な安全対策をとる必要があるため、電源を収納する箱とレーザーを操作する制御盤の製作を行った。

制御盤の回路を Fig. 8 に示す。実験時の操作を考え、レーザーのオン/オフのスイッチと出力調整用のポテンシオメータ、出力値を見るためのデジタルパネルメーターから構成されている。なお、出力の制御は 0~5 V で行っているが、それを 0~1 V に変換することで、デジタルパネルメーターの表示の値を直観的に把握しやすい 0~100 に変えている。その際にオペアンプによるボルテージフォロアを付加しており、そのための電源として +12 V と -12 V の直流電源を追加した。製作したコンソールボックスの外観写真を Fig. 9 に示す。

電源を収納する箱の正面には、メインスイッチ (鍵付き)、緊急停止ボタン、冷却水とシャッターの状態を表示するための二色 (赤色/緑色) の LED を配置した。例として冷却水 (フロースイッチ) に関係した電子回路図を Fig. 10 に示す。

また、水道水による冷却に変えて、マグネットポンプ (MD-15-R-N, IWAKI) と冷却ユニット (ZC100, Zensui) を

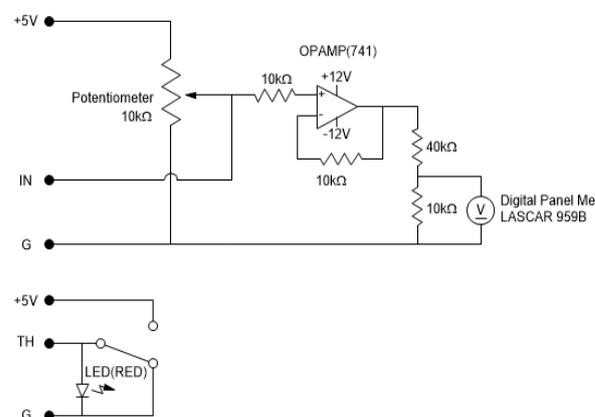


Fig. 8 Circuit of console box.



Fig. 9 Console box.

用いた簡易の水冷装置を製作した。

全体の動作試験を兼ねてレーザーのビームサイズを調べた。本来ならば、ビームプロファイラのような機器を使用すべきところであるが、簡易な方法としてアクリル板に照射した際の照射痕の直径を測定した。出力を 30 W に設定し、レーザーヘッドからアクリル板までの距離を変えながら測定した結果、1 m の距離のときに直径 6.5 mm、4 m

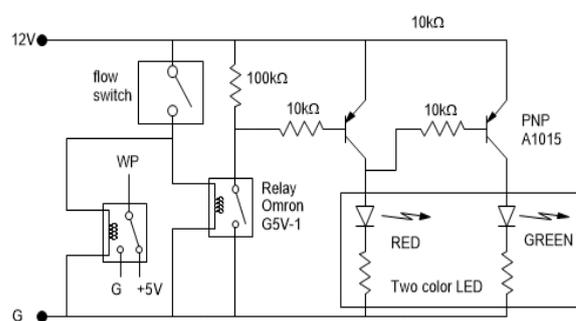


Fig. 10 Circuit for water flow switch and LED indicator.

のときに直径 9.5mm のビームサイズであった。ガスジェット浮遊炉や静電浮遊装置の試料（直径約 2 mm）に照射する際には ZnSe の集光レンズを使用する必要があることが判明した。

現在、この装置を使用して出力の安定性や装置としての耐久性などを調査している。その結果については、改めて別の機会に報告する。