

色素レーザーの高出力化
High Output Energy Dye Lasers

十文字 正憲 馬場 明 増田 陽一郎
M. Jyumonji A. Baba Y. Masuda

八戸工業大学 電気工学科 電子講座
Electrical Engineering, Hachinohe Institute of Technology

1. はじめに レーザ、レーダ送信機として色素レーザー装置に、まず要求されることは、十分な出力が得られること、波長の再現性・安定度が十分であることである。 共鳴散乱レーザー・レーダとしては、スペクトル幅 $\approx 100 \text{ \AA}$ 以下、出力 $100 \text{ mJ} \sim 1 \text{ J}$ 程度が望ましい。また、波長安定度は1昼夜にわたって $1/100 \text{ \AA}$ 以下であることが望ましく、市販の波長スキャンタイプの色素レーザー装置はやや難点がある。ここでは、我々の研究室が過去数年間に亘って研究、開発してきた高出力色素レーザーについて報告する。

2. 色素レーザーの高出力化 1~数Jの高出力を得るため、放電管駆動回路に工夫を行ない、出力の大きさに応じた装置を試作してみた。以下にその概要を示す。

2-1 超高層観測用1J級高出力色素レーザー装置

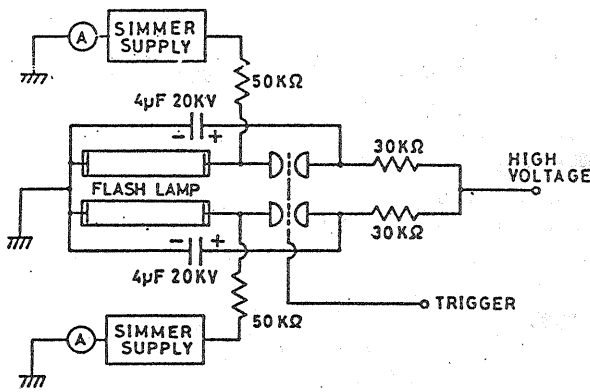


Fig. 1 1J級色素レーザー駆動回路

放電管には1本あたり15~20mAのシマー電流を流し、動作の安定を試みる。放電管回路はFig. 1に示すように、放電管はそれぞれ1個のギャップスイッチで制御している。最大入力1600Jである。

Fig. 2に非同調時の入出力特性を示す。出力鏡反射率は32%、色素はR-6Gの $6.6 \times 10^{-5} \text{ M/l}$ のメタノール溶液である。入力の増加とともに出力は直線的に増大し、最大出力2.1Jが得られた。波長同調を取るにより共振スペクトル幅 0.02 \AA 、出力1Jは容易に得られるものと思われ、超高層観測に十分な威力を発揮するものと考ええる。

共鳴散乱レーザー・レーダ用に開発された装置であり、最大出力は非同調時4J、同調時1Jを目標としている。14φ×250φの大口径色素セルを2本の放電管(4.5φ×250)で励起する。集光筒には、アルミブロックから切り出した2重楕円筒を用いた。

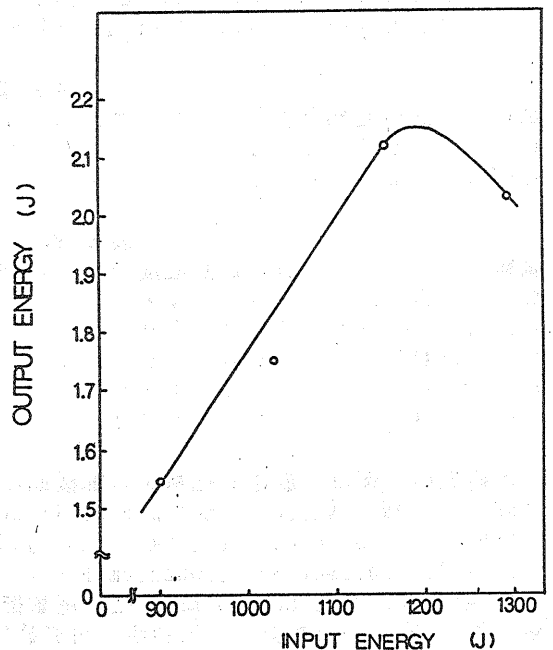


Fig. 2 試作レーザーの入出力特性

2-2 4段マルクスバンク回路駆動10J級高出力色素レーザー装置

さらに高効率発振を実現するため、マルクスバンク回路駆動の色素レーザー装置を試作・開発した。Fig 3に試作装置の回路図を示す。ギャップスイッチの働きにより、コンデンサに充電した電圧の4倍の電圧がランプに印加される。

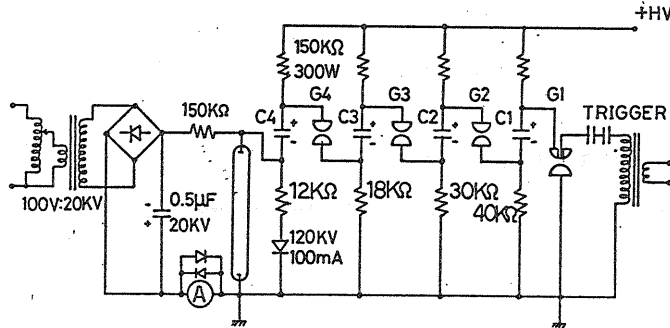


Fig 3 4段マルクスバンク回路による駆動回路

コンデンサには、 $4\mu\text{F}$, 15kV を4個用いた。最大入力は 1800J となる。放電管は、 $9.5\phi \times 300$, 肉厚 2mm の透明石英管を用いて試作した。

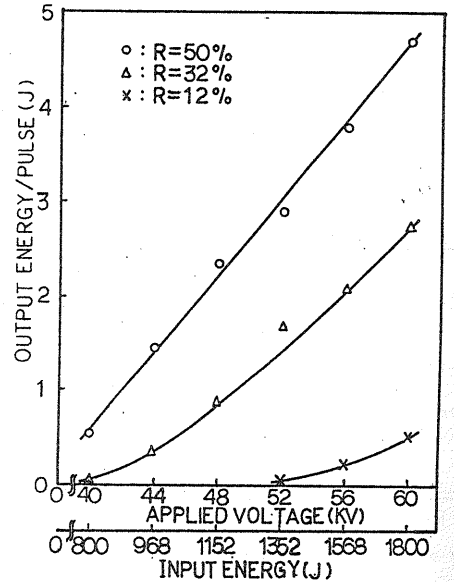


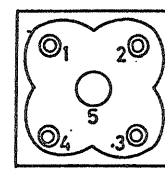
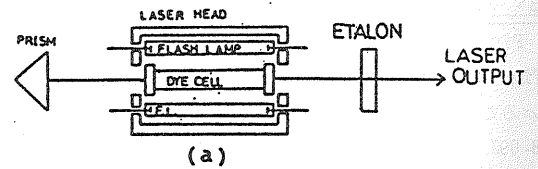
Fig 4 試作レーザーの入出力特性

放電光の立ち上りは $1\mu\text{s}$ 、パルス幅は最大入力においても $3\mu\text{s}$ 以下である。放電波形は、やや振動的であり、回路の残留インダクタンスがまだ大きいことがうかがわれる。Fig 4に入出力特性の一例を示す。反射率50%、色素濃度 $7 \times 10^{-5}\text{M/l}$ において最大出力 4.7J が得られた。光共振器の最適化、および色素溶液へのCOT(三重項消光剤)の添加により、 10J 以上の出力は容易に得られると思われる。

2-3 100J級高出力色素レーザー装置

前述のレーザーの10倍以上の出力を狙って試作中の色素レーザーである。Fig 5~6に示す構成で、最大入力 9kV 、目標出力 $50 \sim 100\text{J}$ である。取り扱い易さから印加電圧を最大 15kV として、4本の放電管($9.5\phi \times 420$)をそれぞれ2段マルクスバンクで駆動することにした。

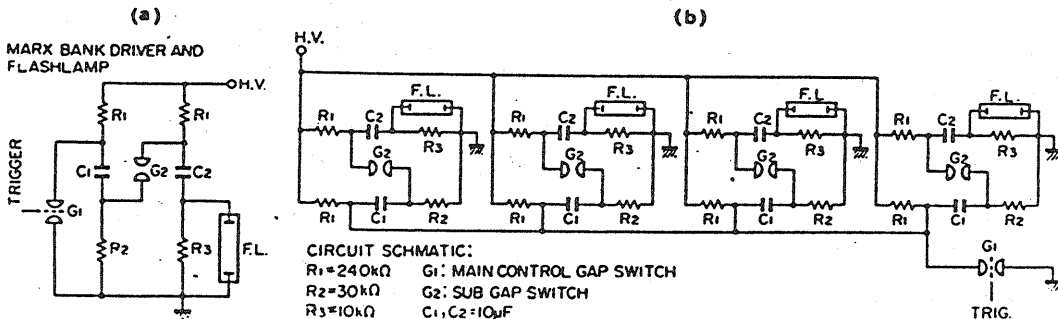
色素濃度 $1.1 \times 10^{-4}\text{M/l}$ 、出力鏡反射率41%で最大出力 15.2J を得た。今後、色素セル径の拡大、COT添加により 30J 以上は容易に得られようである。さらに、コンデンサの耐圧を 20kV まで上げ、入力を現在の2倍程度にす



1.2.3.4: FLASH LAMP
5: DYE CELL

Fig 5 100J級色素レーザーの構成図

Fig 6 放電管を駆動するためのマルクスバンク回路。(a)原理図、(b)実際の回路



ることにより、目標の 100J が得られるものと考えられる。

3. おわりに 我々の研究室で試作・開発している高出力色素レーザーについて述べた。今後さらに装置パラメータを最適化して、目標出力まで持って行きたい。