

100 J 級放電管励起色素レーザー装置の試作と動作特性

A 100J flashlamp-pumped dye laser and its characteristics

十文字正憲, 内山晴夫*

(Masanori Jyumonji, Haruo Uchiyama*)

八戸工業大学 電気工学科 エネルギー工学科*

(Hachinohe Institute of Technology Electric Engineering Energy Engineering*)

SYNOPSIS : A very high output energy of 110J have been obtained from a linear flashlamp-pumped dye laser with a $44\phi \times 420\text{mm}$ dye cell and 4 flashlamps driven by a combination of four 2-stage Marx-bank drivers.

1. はじめに

我々は、レーザー・ウラン濃縮を目的とした大型色素レーザーの高出力化をめざして研究を行なっている。

昨年は、非安定共振器を用い、内径28φのセルで 26 J/pulse という日本最大の出力が得られたが、大入力でやや飽和が見られた。これを改善するために、セル内径を28φから44φとして試作を行ない、最大出力 110 J/pulseという直管型放電管励起では世界最大の色素レーザー出力を得たので報告する。

2. レーザ装置の構成

Fig.1 に試作したレーザー・ヘッドの外観を示す。四重楕円筒の中心に色素セル ($44\phi \times 420\text{mm}$) を置き、その4つの焦点にフラッシュランプ ($9.5\phi \times 420\text{mm}$) を配置した。

Fig.2 に試作した大口径レーザー・ヘッドの断面図を示す。28φセルではヘッドは4分割であるが、今回はヘッドを2分割として楕円筒ホルダを用いることにより取り外しが容易になるようにした。

Fig.3 に試作した色素セルの構造を示す。内径44φのバイレックス管を用い、Oリングでツールしてある。ホルダはテフロン棒を旋盤加工したものであり、従来のヘッドと同じ大きさにするため、4すみをカットした。窓にはARコートしたUVフィルタを使用した。

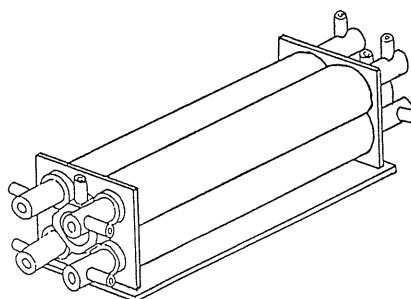


Fig.1 試作したレーザー・ヘッドの外観

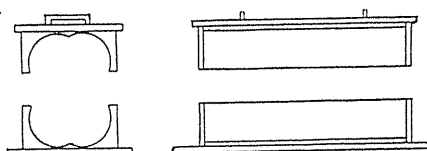


Fig.2 2分割にしたレーザー・ヘッド

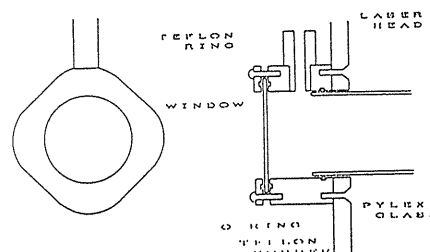


Fig.3 試作した色素セル

Fig.4 に試作したフラッシュランプの構造を示す。放電管エンベロープには、内径 9.5 φ の透明石英管を使用した。電極は真ちゅうを旋盤で加工し、先端にモリブデン鋼をろう付けした。ショックウェーブによる損傷を防ぐため、シリコンチューブで接続してある。

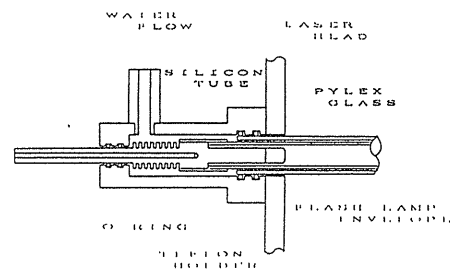


Fig.4 試作したフラッシュランプ

Fig.5 に試作した放電管駆動回路を示す。以前報告した26Jの装置の回路と全く同一であるが、ヘッドを組み込む際、一部を手直しして組み上げた。

光共振器には、Fig.6 に示す、plane cavity と confocal cavity の2種類を用いた。

3. 実験結果

3.1 28φセルの場合の発振特性

Fig.7 に試作装置の入出力特性を示す。ここで、色素濃度は、それぞれ最適化した場合の値を示してある。まず、平面鏡で実験したところ、出力鏡反射率10~50%のいずれの場合も、大入力で強い飽和が見られた。そこで、凹面鏡を用い、キャビティ長を適当に選んで非安定共振器として、励起されて色素セル内に熱的歪みが生じると、うまくキャビティができるようにしたところ、出力鏡反射率30%、共振器間隔98 cm、色素濃度 $7 \times 10^{-5} \text{ mol/l}$ で最大出力が得られた。大入力では、やはり飽和が見られるが、最大印加電圧 15kVにおいて26Jの大出力が得られた。

3.2 44φセルの場合の発振特性

Fig.8 に、44φセルのときの入出力特性を示す。レーザー出力は、入力エネルギーの増加とともに直線的に伸び、最大印加電圧 15kVにおいて98Jの大出力を得た。コンデンサの規格をややオーバーするが、印加電圧を16kVにすると出力 110Jが得られた。この時点で出力はやや飽和の傾向を見せるが、これはランプ光強度の飽和によるものと思われる。

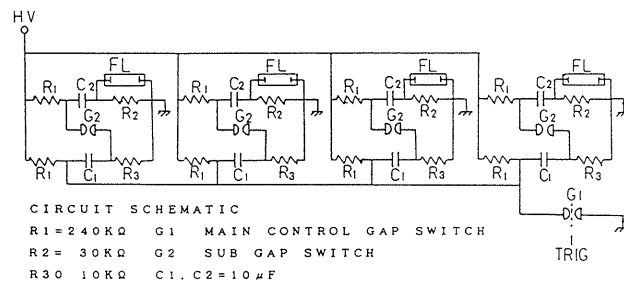


Fig.5 放電管駆動回路

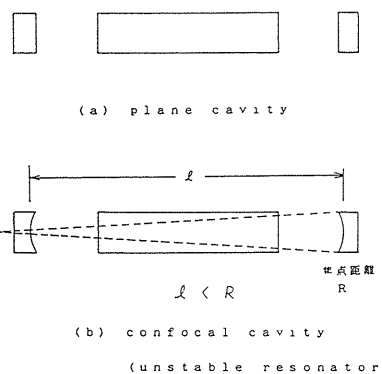


Fig.6 光共振器の構成

4. 今後の展望

過去5年間を費やして、これまであまり高出力が得られないとされていた直管型放電管励起色素レーザーの高出力化を計り、ほぼ満足行く結果が得られた。

これは、マルクスバンク回路の採用、また、これまであまり注目されていなかった色素セル内の熱的歪みを非安定共振回路により解決するなど負うところが多い。

また、従来高出力化のため言われていた提言、即ち時間的・空間的に高密度励起するという事と、逆の方向を追求した事も成功の要因であったと思われる。

なお、参考までに我々の研究室の高出力色素レーザー出力の年代推移をFig.9に示しておく。1mJから始まって、ここ数年で5桁の出力増大に成功したこと

が判る。現在は、出力1kJの高出力高出力色素レーザーを実現すべく、その設計や準備を進めているところである。

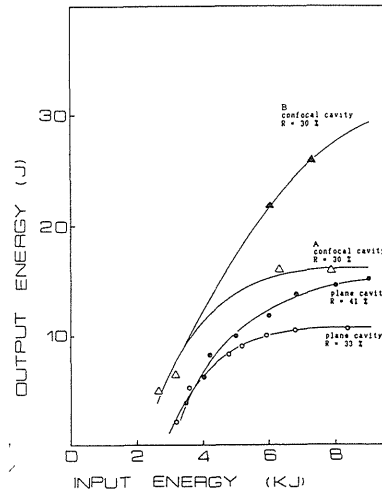


Fig.7 28φセルのときの入出力特性

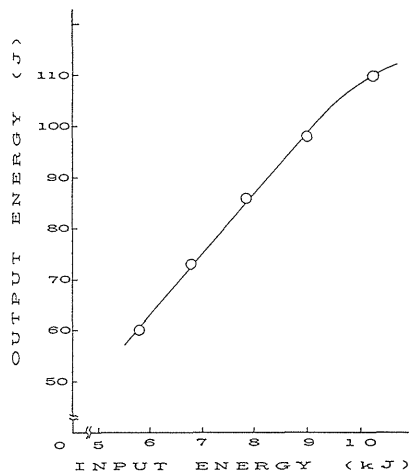


Fig.8 44φセルのときの入出力特性

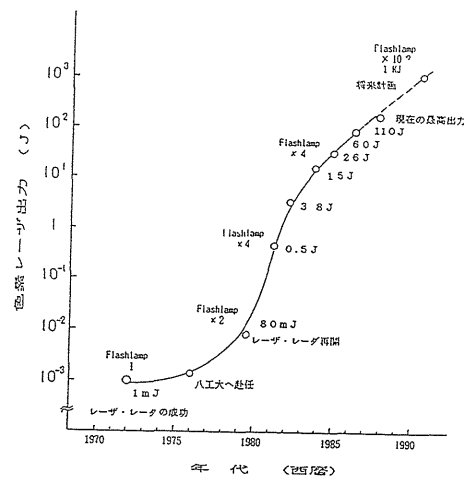


Fig.9 色素レーザー出力の年代推移

参考文献

- 1) 十文字ほか ” 同位元素分離を目的とした高出力色素レーザーの試作・開発”
応物学会東北支部講演会予稿集 (1984)
- 2) 十文字正憲, 内山晴夫 ” 八戸工業大学における放電管励起出力色素レーザーの研究”
レーザー研究, Vol.14, PP524~531 (1986)
- 3) 十文字正憲, 内山晴夫 ” 60 J高出力放電管励起色素レーザー”
応物学会講演会予稿集 P788 (1988. 春)

