

3

超 高 層 観 測 用 高 出 力 色 素 レーザ High Power Dye Laser for Investigation of the Upper Atmosphere

十文字 正憲 上山 弘 稲場 文男
 八戸工大・電気 東北大・理 東北大・通研
 Hachinohe Institute of Technology Tohoku Univ. Tohoku Univ.

1. はじめに

大気中の特定の成分の検出のため、共鳴散乱を利用するレーザーレーダの開発は1970年代初期において各国の重大関心事であったが、この試みに成功したのは英国電波研究所、米国スタンフォード研究所と日本の我々のグループであった。^{1~3)} その後、フランス、ブラツルにおいてもNa層の観測が可能となったが、十分な観測網が整備されたとは言い難いのが現状である。その理由の一つは色素レーザーの波長同調や高出力化の技術的困難さであろう。我々が昭和47年に超高層Na層の検出に成功したときの送信出力はわずか1~2mJであり、³⁾ 波長安定性も必ずしも十分とは言えないものであった。現在、我々は高度分解能を1kmと高め、Na層の微細構造を調べることにより超高層大気中の波動現象らしきものを解明するため、色素レーザー出力の2桁ほどの増大と装置の高安定化を目標にレーザーの試作を行なっているので報告したい。

2. 試作した色素レーザーの概要

Fig. 1 に試作した色素レーザー装置の構成図を示す。以前の装置³⁾との相異点は放電管寸法を大きくして大入力に耐えるようにすると共に、放電管を2本使用したこと、発振スプロット狭帯域化に全てファブリ・ペロフィルタを用いたことである。レーザーヘッドは2重楕円筒とし、その

中央の焦点に色素セル(6φ×150)を、両側の焦点に放電管をそれぞれ配置した。レーザーヘッドの両側には、容量2.25μFの低インダクタンス・コンデンサを2本並列に接したものを1組ずつ設けてある。

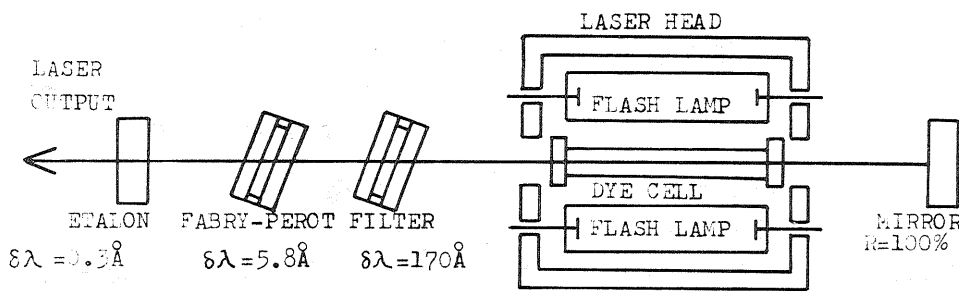


Fig. 1 試作した色素レーザー装置の構成図

両側のコンデンサのマイナス側は100×300×2tのアルミ板で接続し、これにギャップ・スイッチを取り付けてある。放電管回路はFig. 2に示すように接続しており、主に(a)の方式で実験を行なっているが、(b)も放電管のガス圧を適当に選べば動作可能である。回路の残留インダクタンスは前者が0.29μH、後者が0.37μHであった。放電管はFerrar方式のもので、⁶⁾ 外径8φ内径4.5φ、長さ150mmの透明石英管を用いてあり、テフロンホルダを用いたウォーター・ジャケットにより水冷を行なっている。放電管の破壊エネルギーは約675Jと推定される。色素には濃度10⁻⁴Mのローダミン6G

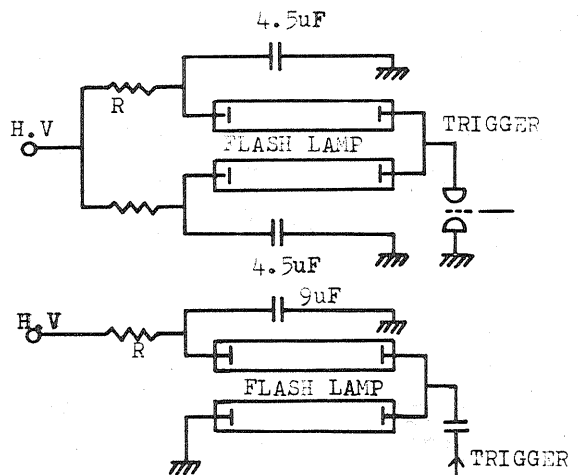


Fig. 2 放電管回路

のイタリール溶液を用い、40 l/min の渦流ポンプで10 l の色素槽を通して循環した。発振スワトトルの狭帯域化と波長同調には、効率と高出力エネルギーであることを考慮して、2個のフアブリ・ハローフィルタと出力鏡を兼ねたエタロンを用いている。各フィルタは厳重な温度制御を行っており、特に最終段のエタロンはPID制御により温度変化を $\pm 0.02^\circ\text{C}$ に抑えている。

3. 試作した装置の動作特性

励起放電光の立ち上がり時間は印加電圧4~10 kVに対し2.2~0.8 μs となり、以前の装置よりかなり遅くとなっている。半値幅はFig 3に示すように9 kVぐらゐから飽和を見せ、10 kV印加で約38 μs となった。これらの値はローダミン系色素に対しては一応満足の行く値である。Fig 4は放電光強度の入力電力依存性を示すものである。放電光強度は入力電力とともに直線的に増大して行き、10 kVにおいても飽和を見せていない。最大励起光強度は38 MWが得られ、このとき効率は32%であった。また、放電管のガス圧依存性はFig 5に示す通りで、比較的低入力では1 Torr前後にピークがあるが、大入力では殆んどフラットな特性を示しており、いわゆる abating type の状態になっているものと思われる。大入力の時15 Torr以上でやや増大の傾向を見せるが、30 Torr以上では放電が困難であった。

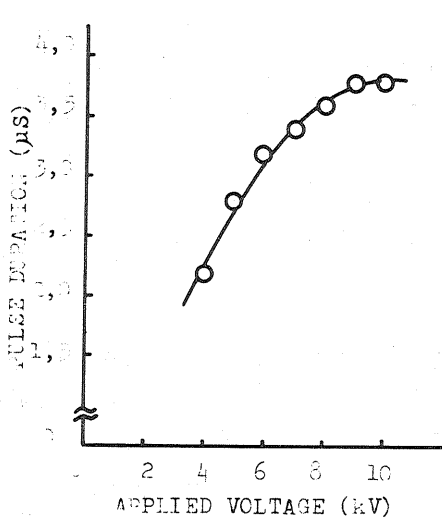


Fig 3 励起放電光の半値幅

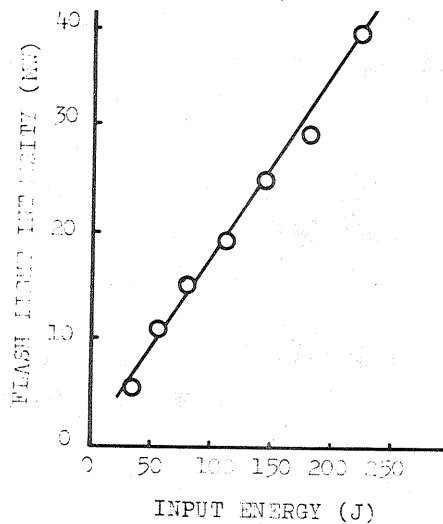


Fig 4 放電光強度の入力依存性

発振のしきり値は共振器に反射率がそれぞれ50%及び90%の誘電体鏡を用いた場合、約80 Jであった。フアブリ・ハロー・フィルタを挿入したときのしきり値の増大はわずかであり、出力の低下も1個挿入につき20%強と、以前の装置に比べ大幅な改善が見られた。発振スワトトル幅はフアブリ・ハロー・フィルタの第1段挿入で約4 \AA 、第2段で約0.09 \AA であった。

4. おわりに

超高層観測用の共鳴散乱方式レーザーレーダは、これまで開発されたレーザーレーダの中で最も成功を収めた方式の一つであるが、光源の色素レーザーの高出力・高安定化の点でまだ少い問題が残されているようである。現在、我々のレーザー装置は発振が得られた段階であるが、高効率化・高安定化を追求して、今春から遠州にある東北大学超高層物理研究施設においてNa層の観測を再開する予定である。

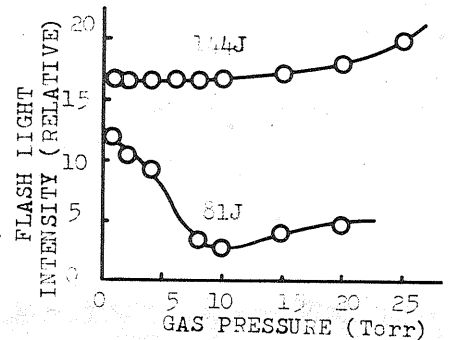


Fig 5 放電光強度のガス圧依存性

参考文献

- 1) M. R. Bowman et al, Proc. Radio and Electronic Engineer, 39, 29 (1970)
- 2) R. Hake et al, J. Geophysical Research, 77, 6839 (1972)
- 3) 十文字他, 電通学会量子エレクトロニクス研究会資料, QE 72-58 (1972)
- 4) H. Kamiyama et al, Proc. of 1974 Inter. Laser Radar Conf., 174, (1974)
- 5) 十文字他, 第2回レーザーレーダ・リモートセンシング講演集, 3, (1973)
- 6) C. M. Ferrar, Rev. Sci. Instrum., 40, 1436 (1969)