

興 雄司, 宇田 尚典, 本田 親久\*, 前田 三男, 永倉 正昭\*\*,

長谷川 芳夫\*\*, 森本 敬\*\*\*, 泉 順\*\*\*

Y. Oki, H. Uda, C. Honda\*, M. Maeda, M. Nagakura\*\*,

Y. Hasagawa\*\*, T. Morimoto\*\*\*, J. Izumi\*\*\*

九大・工, \*九大・総理工, \*\*三菱原子力(株), \*\*\*三菱重工業(株)

Fac. Eng. Kyushu Univ., \*Grad. Sch. Eng. Kyushu Univ., \*\*MAPI., \*\*\*MHI.

The laser induced fluorescence (LIF) spectroscopy with a tunable dye laser has a very high sensitivity. We have developed the LIF detection of Na atoms atomized by a flameless atomizer (MIP) and excited by a CW dye laser, and reported the detector which has the sensitivity of the order of ppt. However, to apply this method to the other elements, it is necessary the laser system which has the very wide and continuous tunable range. Then, we are developing the full-automatic dye laser system pumped by a  $N_2$  laser now, and we report about it.

§1.はじめに 我々はレーザー分光法をフレームレスアトマイザーと組合せ、CW色素レーザーを励起源として純水中のNa原子についてpptオーダーでの分光分析の研究を行ってきた<sup>(1)</sup>。この方法を他の元素に適用するには広い同調域を連続的にカバーできる分光光源が必要となる。我々はコンピューターコントロールによる自動化をすすめ、分光装置の一部として工業的に使用できる使いやすさと信頼性を追及した全自動化分光光源を開発を行なっている。

開発中のシステムの概要を図1に示す。システムは励起用レーザー部、色素レーザー部、SHG部とそれらを制御するCPUで構成され、発振波長はSHGを用いることにより210nm~720nmをカバーすることを目的としている。励起源として、信頼性が高く広い波長域がカバーできる $N_2$ レーザーを用いる。これまでに $N_2$ レーザーの開発を完了し、色素レーザーとSHG装置の開発を進めているので、現在の状況を報告する。

§2.  $N_2$ レーザー 製作した $N_2$ レーザーの回路方式はエキシマーレーザー等によく使用されている

UV予備電離容量移行型である。主電極は全長572mm、幅20mmで円弧状断面を持ち、ギャップ長は25mmである。クロスフローファンによる内部攪拌とガス交換を行なう準封じきり方式で運転を行った。 $N_2/He$ の混合ガスを使用したガス圧特性を図2に示す。真空ポンプを使用せず、ガス洩れを減らすため、1気圧での動作(TEA動作)が望ましいが、この図より $N_2$ の分圧は20torrが最適と思われる。以後の実験はこの混合比( $N_2=3\%$ )のガスを用意して行なった。

レーザーは $26 \times 5.4 \text{ mm}^2$ のビームパターンを持ち、入力電圧25kVで580kW(パルス幅4.5ns, 効率0.08%)の出力が得られた。高線返し運転では50Hzまで安定動作が確認でき、発振寿命は出力半減時で約 $5 \times 10^5$ であった。

CPUによって出力を電圧にフィードバックさせることにより、長時間にわたり出力を安定化することができた。出力を2mJに設定した場合の $2 \times 10^5$ ショットにわたる出力と電源電圧の変動を

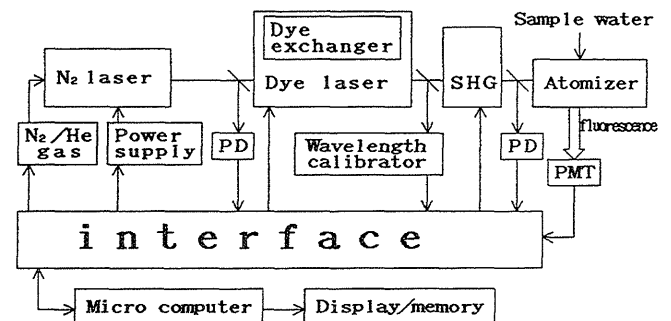


図1 システムブロック図

図3に示す。ガスの劣化等による出力変動が電圧の調整によって打消されていることが分かる。

§3:色素レーザー 色素レーザーは横励起を用い、共振器は斜入射型である。増幅段は設けない。出力はASEや同調域の点から1次光取出しより得た。ローダミン6Gを用いて得られた変換効率は13%であった。同調用ステージの精度から計算される波長の設定精度は $0.4\text{cm}^{-1}$ であった。あらゆる共鳴線への同調を可能とするため、色素レーザーのスペクトル幅をこれと同程度に設定したが、これは分光分析にも充分使用可能な値である。発振波長域は図4に示すように複数の色素を使用することにより、 $363\text{nm}\sim 730\text{nm}$ の範囲をカバーすることができた。色素の瞬時交換については、色素セルのホルダーの精度を高めることにより現在ほとんど調整なしで発振が得られているが、まだ改良の余地がある。高繰返し動作は、マグネチックスターラーにより20Hzでの発振が可能であるが、直接攪拌等による40Hz以上の動作も検討中である。

§4:SHG SHGにはBBO結晶を使用する。用意したBBO結晶は $5\times 10\times 7\text{t}$ で、260nmのSHGに対し位相整合がとれるようにカットされており、結晶を $\pm 17^\circ$ 傾けることにより、1結晶のみで $220\text{nm}\sim 360\text{nm}$ の波長域のSHGが可能である。今回、ローダミン6Gとクマリン500による色素レーザー光を $f=150\text{mm}$ のレンズで集光して結晶に入射し、出射光を石英プリズムで分離してSHGを得た。

各色素による発振波長はそれぞれ $580.5\text{nm}$ 、 $511.5\text{nm}$ で最大13.3%、5.6%の変換効率が得られ、ローダミン6Gについては約 $285\text{nm}\sim 300\text{nm}$ にわたりSHG出力 $0.01\text{mJ}$ 、変換効率10%以上が得られた。

§今後の計画  $210\text{nm}\sim 370\text{nm}$ を連続的にSHG出力を得るために各色素の濃度を最適化を行ない、また、色素の自動交換なども推し進めていく予定である。

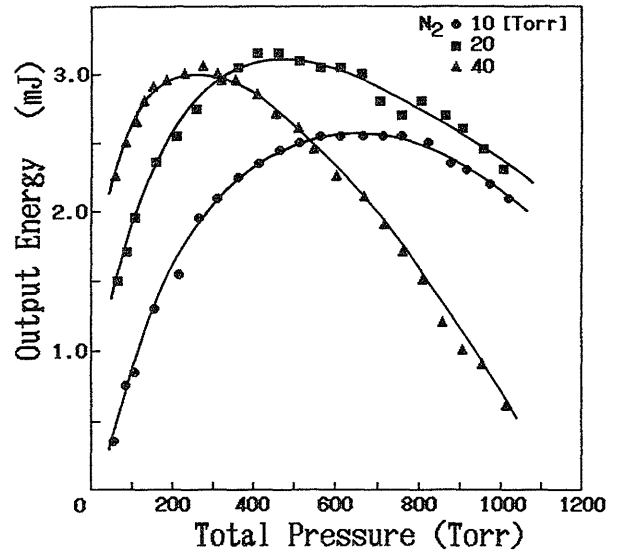


図2 ガス圧特性

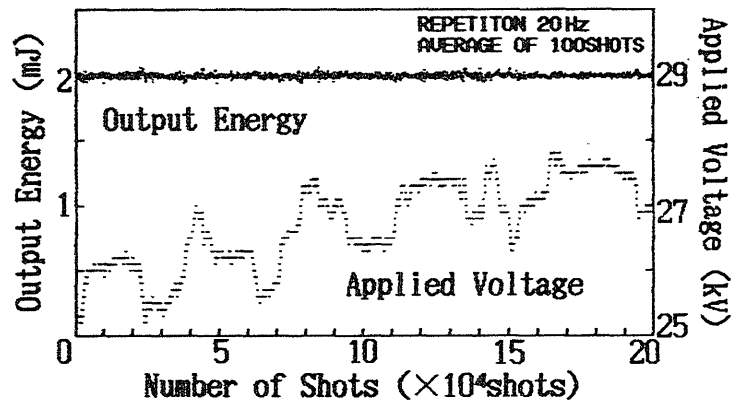


図3 出力の安定化

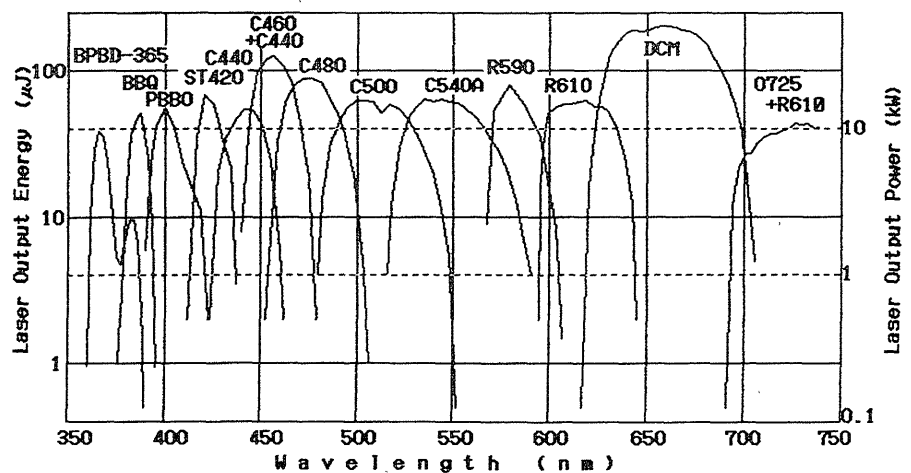


図4 各色素による同調曲線

(1)興,市坪,本田,前田,田浦,森本,泉:分光研究,38,21 (1988)