

大出力XeClレーザー発振器の開発
Development of High-Power XeCl Laser

山下一郎*, 鶴崎一也*, 瀬々新二*, 桂 敏明*, 加藤光雄*, 高原 茂*, 水井順一*,
官崎健創**, 佐藤卓蔵**,
(Ichiro Yamashita*, Kazuya Tsurusaki*, Shinji Zeze*, Toshiaki Katsura*, Mitsuo Kato*,
Shigeru Takahara*, Jun-ichi Mizui*, Kenzo Miyazaki**, Takuzo Sato**)

* 三菱重工業(株) ** 電子技術総合研究所
(* Mitsubishi Heavy Industries, Ltd. ** Electrotechnical Laboratory)

SYNOPSIS : Experimental investigations have been carried using the UV-preionized, electric-discharge-excited XeCl laser. And we obtained a single shot output energy of 1.15J/P and an average output power of 100W (for the pulse repetition rate, $f=100\text{pps}$ at a charging voltage $V=30\text{kV}$). Improving the gas circulation loop of this proto-type, an average power of up to 260W was obtained for $f=500\text{pps}$ at $V=30\text{kV}$ (230W for $f=1000\text{pps}$ at $V=24\text{kV}$). These experimental results are presented in this paper.

1. はじめに エキシマレーザーの大出力化を目的として、容量移行型UV自動予備電離放電励起XeClレーザー発振器を試作して、単発出力1.15J/P、平均出力100W(繰返し数=100pps)を得た。更に、この試作機のガス循環系を改良して、出力の向上を図った結果、充電電圧30kV、500ppsにおいて平均出力260W(24kV、1000ppsでは230W)が得られた。以下には、本発振器の構造及び出力特性について報告する。

2. 装置 試作したレーザー発振器のプロトタイプ(100W/100pps)の断面構造図をFig.1に示す。本装置は、発振器部(Al, Niメッキ製)とガス循環器部(ステンレス, Niメッキ製)とから構成されている。主放電電極はChang型(Al, Niメッキ製)で、長さ1.2m、幅50mmの陰極および幅30mmの陽極を用い、電極間隔は26mmである。ストレージキャパシタ及びピーキングキャパシタはいずれもセラミックコンデンサ(2.7nF)で構成しており、その全容量はそれぞれ約130nFおよび120nFである。また、ピーキングキャパシタは発振器内部に設置している。予備電離ピンは138本であるが、10本の電流導入端子によって、ストレージキャパシタと接続している。

このプロトタイプ機では、ガス循環器部に、長さ1m、直径150mmのガス循環用クロスフローファンとガス冷却用熱交換器を設置している。

更に、今回(260W/500pps)は、ガス循環系をFig.2のように改造して、放電電極間のガス流速を約80m/sとしている。

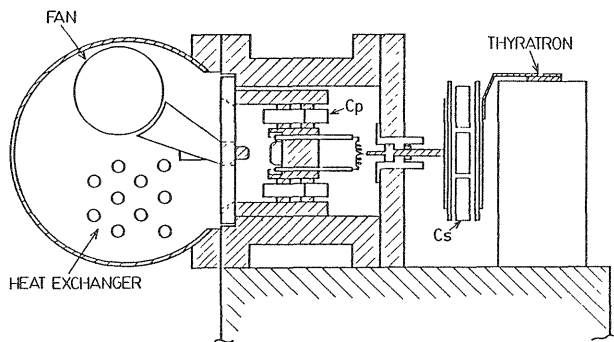


Fig.1 Schematic of the laser (proto-type)

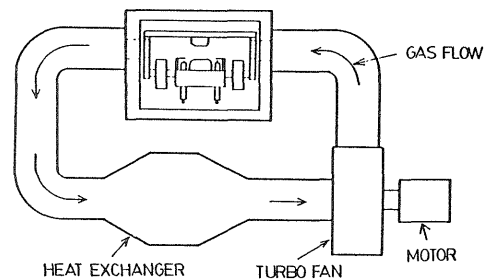


Fig.2 Schematic of the laser (improved)

駆動回路は、通常容量移行型回路であるが、高繰返し化に際して、サイラトロン（EEV社製CX1625）を2本並列運転（ T_1 と T_2 ）している。ストレージコンデンサ C_s を C_{s1} と C_{s2} に分け、容量はいずれも65nFとしている。ピーキングコンデンサ C_p は120nFである。更に、ジッタによって一方のサイラトロンへ電流が集中するのを防止するために、 L_1 、 L_2 を設置して、エネルギー移行回路を2系統に分離している。

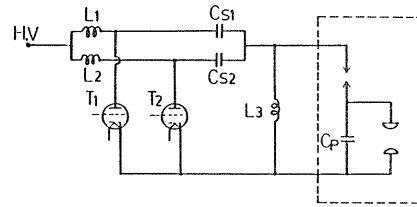


Fig.3 Excitation Circuit

出力の測定には、Gentec社製ジュールメータ（ED-500）、Scientech社製カロリーメータ（38-0405）を使用している。
3. 結果 Fig. 4 に単発出力特性を示す。充電電圧が27kV以上で1J/Pを超え、32kV充電時に1.15J/Pが得られた。また、最高効率は2.4%（充電電圧23kV）であった。レーザー光のパルス幅は、半値全幅で33nsであり、ビーム形状は約20mm×26mmの矩形であった。Fig. 5 はプロトタイプ機の繰返し発振出力特性を示し、ガス循環速度8m/sにおいて、100pps時、100Wの出力が得られた。

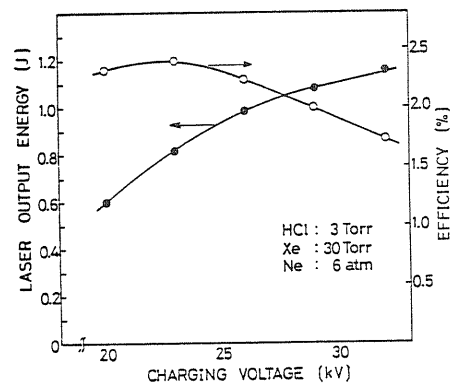


Fig.4 Output Energy Characteristics

その後、ガス循環系の改良により、更に高出力化を図った結果、Fig. 6 に示す高繰返し発振出力特性が得られた。全ガス圧6atm、充電電圧30kV、繰返し数が500ppsにおいて、平均出力260W、また充電電圧24kV、繰返し数が1000ppsにおいて、平均出力230Wが得られた。ただし、400pps以上では、特定の周波数において出力の急激な減少が計測された。この原因は、放電時に発生する音響エネルギーと循環系との相互作用に基づくものと考えられ、現在、その対策を講じつつある。

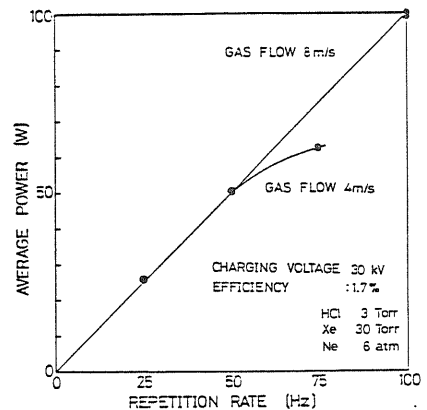


Fig.5 Repetitive Output Characteristics (proto-type)

Fig. 7 は全ガス圧3atm、充電電圧20kV、繰返し数が500ppsにおいて2時間40分の連続運転（約 5×10^6 ショット）を行った出力特性を示している。出力はピーク値（約180W）に対して、10%程度の減少にとどまっている。

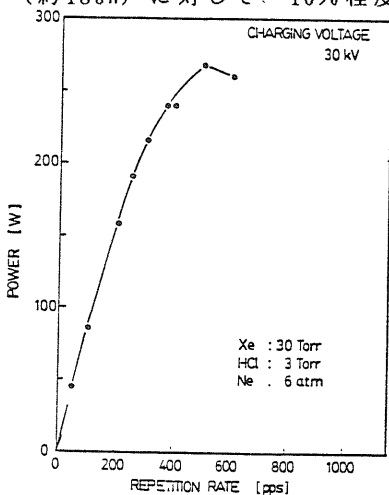


Fig.6 Power Output Characteristics

- 1) '86レーザー学会予稿集 29a113
- 2) '87レーザー学会予稿集 19p15

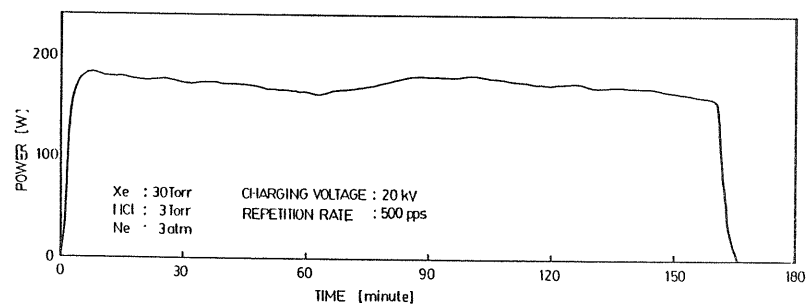


Fig.7 Output of Continuous Operation