

船山 正宏 向原 克治* 岡田 龍雄* 前田 三男*

朝長 成之 泉 順 松田 桂一 長谷川 芳夫**

M.Funayama, K.Mukaihara*, T.Okada*, M.Maeda*

N.Tomonaga, J.Izumi, K.Matsuda and Y.Hasegawa**

三菱重工業 *九州大学 工学部 **三菱原子力工業

Mitsubishi Heavy Industries * Faculty of Engineering, Kyushu Univ.

** Mitsubishi Atomic Power Industries

ABSTRACT: Ti:Sapphire laser pumped by a Q-switch Nd:YAG laser(SH) is studied as the first step of development of broadly tunable laser system. The system consists of an oscillator and amplifier stages. Tunable operation of the oscillator is achieved over 680nm to 950nm, and the amplified output energy is 62mJ. Efficient SHG and THG is also attained.

1. まえがき

分光分析用光源として現在広く用いられている色素レーザは劣化した色素の交換等のため定常的なメンテナンスが必要であり、またビームフルエンスが悪い等の問題点を残している。近年になって研究が進められている固体波長可変レーザは材料劣化の問題がなく、メンテナンスフリーで高出力発振可能な波長可変レーザとして期待されている。中でも $Ti^{3+}:Al_2O_3$ (Ti:サファイア) 結晶を用いたレーザは 650~1150nm の広い波長範囲で発振動作が可能であるとされている。

我々はこれまで開発を進めてきた全自動色素レーザの次の段階として、広帯域自動波長可変レーザシステムの開発を出力・単色性・同調域・信頼性など多くの面で優れた Ti:サファイアレーザをベースにして進めている。本研究ではレーザシステム開発の第一段階として、Ti:サファイアレーザ発振・増幅器を試作し、さらに第二・第三高調波発生による同調域の拡張を行った。

2. Ti:サファイアレーザ共振器

発振試験に用いた共振器の概略図を Fig.1に示す。励起光源は Q スイッチ Nd:YAG レーザの第二高調波(532nm)で、最大出力 470mJ、パルス幅 5~7nsec、くり返し周波数は 10Hz である。励起光は各段へ分離後レンズで集光され、焦点の手前で結晶に直接入射する。Ti:サファイア結晶は直径 5~7mm、長さ 20mm で、両端はブリュースターカットされている。発振段の共振器ミラーは誘電体多層膜平面鏡を用い、波長同調部は高分散光学ガラス(SF10)を用いたブリュースタープリズム 3個で構成した。波長の選択は終端鏡を回転させることにより行う。増幅段は Ti:サファイア結晶 2個を用い、それぞれ励起光を片側から入射する。発振段

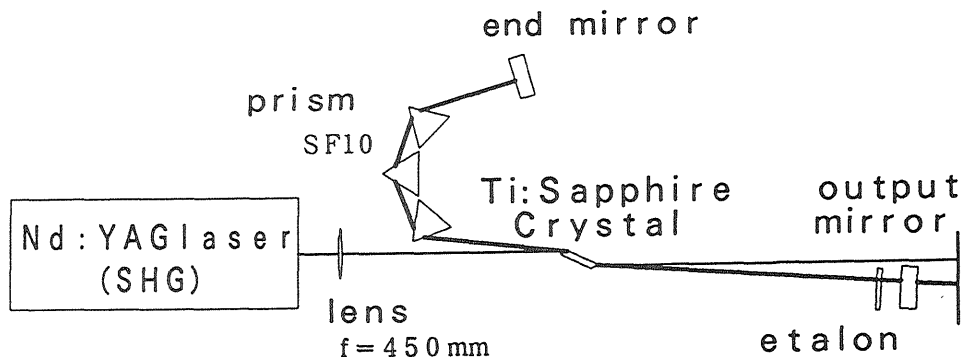


Fig.1 Schematic configuration of oscillator.

からのレーザー光をそれぞれシングルパスで通す二段増幅方式をとっている。

3. レーザの動作特性

Fig.2に発振試験で得られた共振器発振段の同調曲線を示す。励起入力100mJである。出力鏡反射率50%の場合、最大発振出力24mJ、可同調域として730~875nmが得られた。出力鏡の反射率を75%とした場合、最大発振出力は18mJに低下したが、可同調域は700~925nmに拡大した。出力鏡に3枚のミラーを交換して使用した場合には680~950nmでの発振を確認した。スペクトル幅についてはエタロンの併用により数GHz(発振出力10数mJ程度)までの狭帯域化が得られている。

Fig.3に発振段からの入力を変えて測定した増幅出力を示す。増幅段の結晶への励起入力はそれぞれ115mJおよび71mJである。発振段からの最大入力23mJに対して62mJの増幅出力が得られた。増幅段については現在特性の向上について共振器の構成条件の適正化を検討中である。

4. 第二・第三高調波発生

増幅段を通して得られた出力光にBBO結晶を用い、第二・第三高調波の発生を試みた。使用した結晶は長さ7mmである。発振段の出力鏡には反射率50%の反射鏡を用いた。Fig.4に発振波長に対する基本波および第二・第三高調波の同調曲線を示す。共振器からの入力52mJに対してSHGは22mJ、THGでは4.3mJが得られた。同調域については、SHGでは若干狭くなるものの基本波に対応した同調域が得られている。THGでは途中に挿入した偏光回転用の波長板の光学特性の影響で基本波の同調特性と異なる同調曲線が得られた。

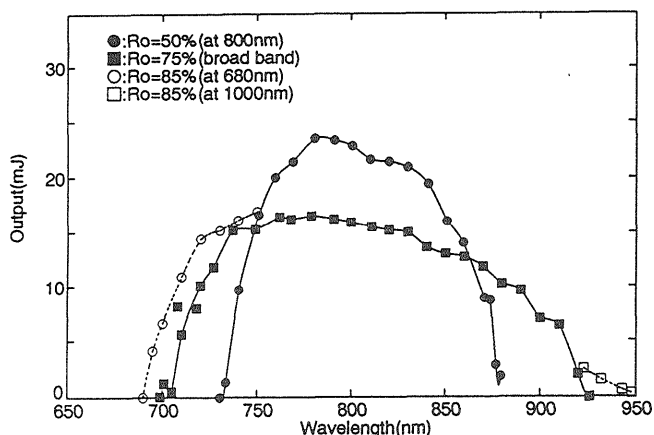


Fig.2 Tuning curve of oscillator.

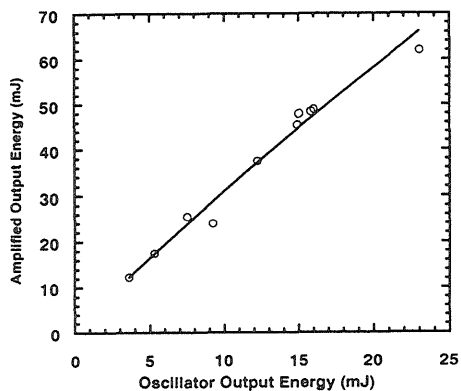
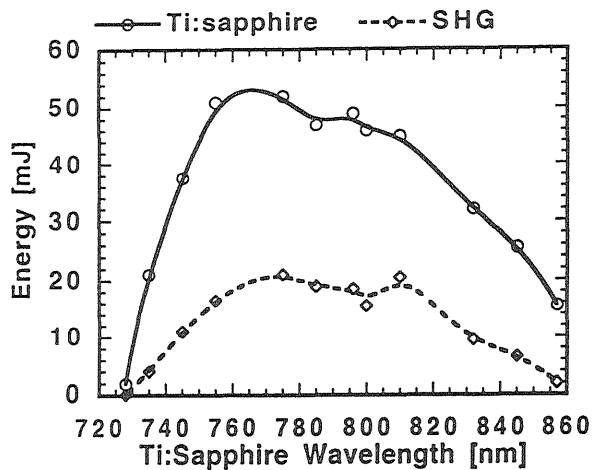
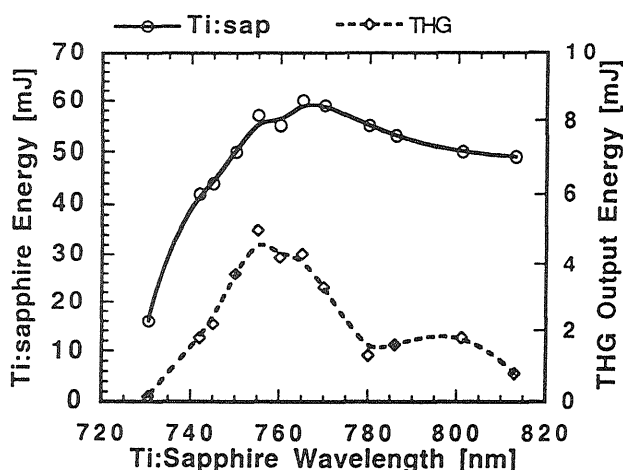


Fig.3 Amplified output energy as a function of oscillator output.



(a) SHG tuning curve.



(b) THG tuning curve.

Fig.4 Tuning curve of SHG and THG versus output energy of oscillator.