

モード同期パルス発生とパルス切出しの安定化
 —ガラスレーザー激光XII号モジュール発振器部—

Stable Operations of Mode Locked Pulse Generation and
 Pulse Selection

—Oscillator System of GEKKO XII Module Glass Laser System—

加藤 義章* 都島 宏一郎 武中 浩郎
 Yoshiaki Kato Koichiro Tsushima Hiroo Takenaka
 鷲尾 邦彦 吉川 省吾
 Kunihiko Washio Shogo Yoshikawa

*大阪大学 レーザー核融合研究センター

Institute of Laser Engineering, Osaka University

日本電気株式会社

Nippon Electric Co., Ltd.

1. はじめに

レーザー核融合研究用の大出力ガラスレーザー装置：激光XII号モジュールは、昭和52年度～54年度にわたって開発され^{1,2)} レーザ部の増幅テストは既に終了している。本報告では、レーザー部のうち、発振器部の構成、動作特性について述べる。

2. 発振器部の構成

発振器部は、モード同期YAGレーザー(OSC)、パルス抽出器(SEL)、パルス合成器(STK)、およびこれらを制御するコントローラから構成される。(図1に構成ブロック図を示す)

2-1 モード同期YAGレーザー(OSC)³⁾

レーザー発振の波長は、Nd:YAGの発振線の中からフラスフェイトガラス増幅器の最大利得波長 $1.053\mu\text{m}$ に近い $1.052\mu\text{m}$ を、複屈折フィルタ⁴⁾により選択した。レーザー発振の方式は、準CW励起を行ない、数ms間のprelase時間内にモード同期を達成し、励起終了時付近でQスイッチ発振を行なわせる、Kuizenga⁵⁾の開発した方式を用いた。

共振器は、スーパーイレーバ製箱型とし、モード同期変調周波数と共振器往復周波数の離調を避ける構造とした。

Nd:YAGロッドは $5\phi \times 130\text{mm}$ のブルスタカットとし、2本のKrランプで励起した。電流は、25~35A、電流幅約5ms、電流変動 $\pm 1\%$ 以下、繰返し5ppsである。

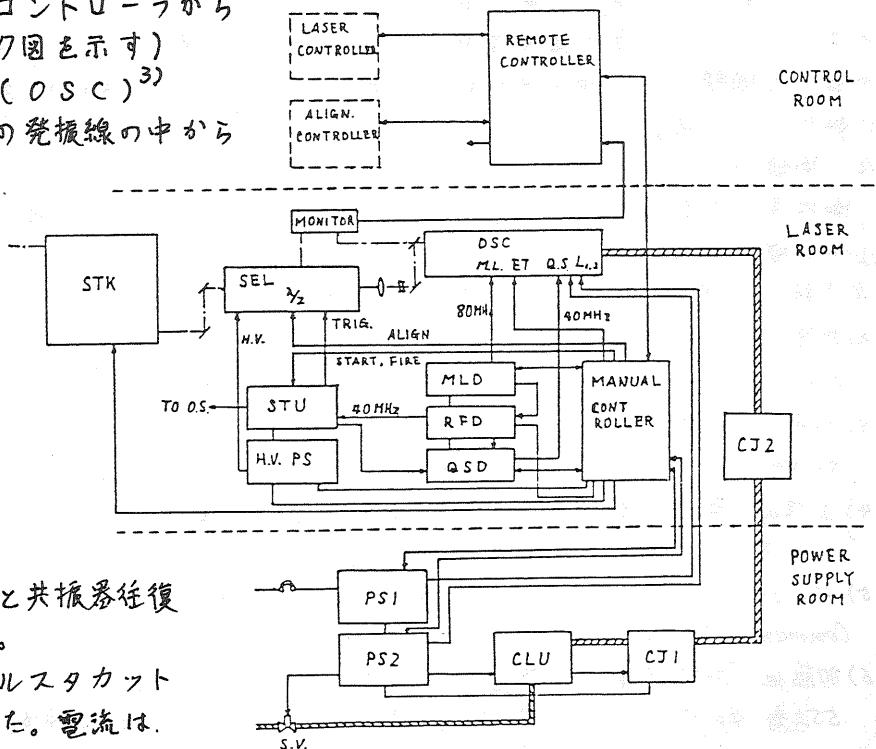


図1 発振器部構成ブロック図

超音波モード同期素子の駆動周波数を80MHz、これを分周した40MHzをQスイッチ素子の駆動信号、およびデジタルディレイユニットのクロックに用い、Qスイッチ開始信号とモード同期変調信号との位相を合せ、Qスイッチ出力の安定化を図った。また、Nd:YAGロッド、励起ランプ、モード同期変調器、Qスイッチ変調器は、 $\pm 0.1^\circ\text{C}$ 以内に温度制御された純水で冷却し、モード同期の安定化を図った。

2-2 パルス抽出器 (SEL)⁶⁾

OSCから出射される、6.25ns 間隔のモード同期パルス列から単一光パルスを切出すパルス抽出器は、プリパルス(目的とする光パルスに先行して出現する出力)を 10^{-5} 以下とするため、2段4個のポッケルスセルを、夫々アバランシモードトランジスタによる高圧パルス発生回路で駆動する方式とした。この方式は、各々の回路に独立にトリガをかけるため、パルス抽出のタイミング制御が容易になり、またトランジスタ列間の干渉がなく回路の信頼性が高くなっている。

パルス抽出のタイミングは、デジタルディレイユニットにより制御し、Qスイッチ開始、増幅器列の光シャッタの動作との相対関係を厳密に保っている。

増幅器列等の光軸調整時には、パルス抽出器内に入/2板をモータ駆動で挿入し、OSC出力がそのままパルス列として透過できるようにしてある。

3. 動作特性

5ppsの繰返して、Qスイッチパルスエネルギー約2mJ、半値幅約300ns、波高値変動2%以下、モード同期パルス幅90ps、1パルス当り50 μJ の出力を得た。また、エタロン板の挿入とモード同期変調度の調整により、パルス幅を1.4nsまで広げることができた。

OSCの動作状態は、レーザ光の低周波変動を観測することで容易に判断できる。図2に安定なモード同期状態と、離調のある場合の低周波変動の様子を示す。

パルス抽出器の静的透過率は約60%、動作時透過率は約20%、プリパルスは 10^{-5} 以下、ポストパルスは 10^{-2} 以下であった。抽出のジッターおよび抽出ミスは皆無である。

以上の動作特性をまとめて表1に示す。本装置は現在大阪大学において、レーザ室の温度設定を大幅に変更した場合に共振器長の若干の調整と、冷却水温の設定変更を行なう程度で長時間安定に動作している。

4. 謝辞

御指導いただいた大阪大学レーザー核融合研究センター所長山中教授に感謝いたします。

(文献) 1) 黒田他: レーザ研究, 9(1)'81

2) 加藤他: 応物講演

54年秋 1p-C-6

3) 加藤他: 応物講演

54年秋 1p-C-7

4) 山根他: 電通学会

53年春 744

5) Kuizenga: Opt.

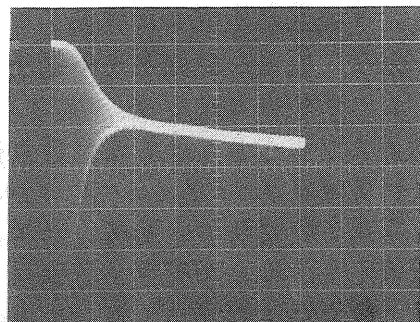
Commun. 22(2) Aug. '77

6) 加藤他: 応物講演

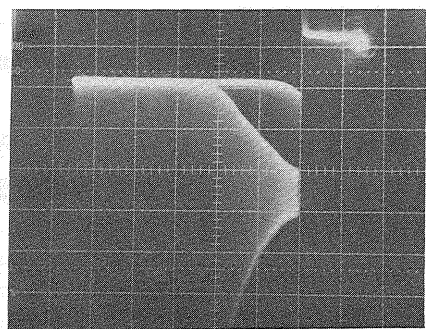
55年春 4p-K-11

表1 発振器部の性能

| 項目 | 性能 |
|-----------------|--------------------------|
| 発振波長 | 1.052 μm |
| 出力エネルギー(パルス抽出後) | 10 μJ |
| 出力安定度 | $< \pm 5\%$ |
| パルス幅 | 90 ps ~ 1.4 ns |
| パルス幅安定度 | $< \pm 10\%$ |
| 横モード | TEM ₀₀ |
| プリパルス抑制比 | $< 10^{-5}$ (測定限界値) |
| ビーム方向安定性 | $< 3 \times 10^{-5}$ rad |
| くり返し周波数 | 5 pps |



(a) 安定モード同期状態



(b) 離調のある状態 0.5 ns/div

図2 レーザ発振低周波変動