

プログラム名：ユビキタス・パワーレーザーによる安全・安心・長寿社会の実現

PM名：佐野 雄二

プロジェクト名：超小型パワーレーザー

委 託 研 究 開 発

実 施 状 況 報 告 書 (成 果)

平 成 2 9 年 度

研究開発課題名：

高出力小型パワーレーザーの開発

研究開発機関名：

浜松ホトニクス株式会社

研究開発責任者

川嶋 利幸

I 当該年度における計画と成果

1. 当該年度の担当研究開発課題の目標と計画

高出力小型パワーレーザー開発における当該年度の目標は、パワーレーザーの技術開発、装置開発についてそれぞれ以下の通り設定した。

① 高出力小型パワーレーザー技術の開発

さらなる大エネルギー化の可能性を検討し、パルスエネルギーを **3J** 級へ拡張するための構成の検討に着手する。

② 高出力小型パワーレーザー装置の開発

パルスエネルギー**1J**、繰り返し周波数 **300Hz** のレーザー装置の試作機を、レーザー構成部品の配置の最適化を実施する等してレーザー装置の小型化の検討に着手する。

③ 実検証試験への対応

実検証試験に対応すると共に、ユーザー側機器と連動させユーザーアプリケーションの検証試験が出来るように準備を行う。具体的にはレーザー出力を制御する機能の追加をはじめとするユーザー側機器との連動に必要な制御信号等を整備し操作性の向上を図る。

2. 当該年度の担当研究開発課題の進捗状況と成果

2-1 進捗状況

3J 級の大エネルギー化のために必要となる、主増幅器の配置構成等の検討に着手した。

また、増幅器のエネルギー抽出効率向上によりレーザー装置全体サイズの小型化を図ることが出来るように、最適なレーザー構成の検討に着手した。

ユーザー機関との実検証試験を実施するとともに、レーザー出力を外部信号により特性を変えることなく制御する機能を追加し、操作性の向上を図った。

2-2 成果

昨年度までに構築したレーザーシステムは 300Hz の繰返し周波数で出力される。一方、ユーザー機関と連携したアプリケーションを実施する際には、ユーザーが求めるレーザーの繰返し周波数やパルス出力数はユーザー毎に異なることが予想される。単に励起の繰返し周波数を変更するとレーザー増幅器の熱レンズ特性が変化し、ビーム伝送ができなくなる。そこで外部信号によるレーザー発振出力の制御機能を追加することで、ビーム伝送やレーザー特性を変えることなく出力でき、運用における操作性の向上を図った。

レーザー出力制御のシステムの制御構成の概要を図 1 に示す。レーザー発振器は受動 AO-Q スイッチ方式によってパルス発振をしており、Q スイッチ(Q-sw)の有効/無効は Q-sw ON/OFF 外部信号入力による接点信号によって切り替えるようにした。したがって、接点短絡時には Q-sw 信号(Q-sw TIM (タイミング) 出力)が有効になり、接点開放時には Q-swTIM 出力が無効となる。これにより、Q-sw ON/OFF 外部信号入力によって、繰返し周波数 300Hz のレーザー出力が ON/OFF できるようになる。この機能をさらに拡張するために、300Hz で動作しているレーザーシステム内部から任意の繰返し周波数 (最大 300Hz) でレーザーパルスを出力するための機能を開発した。

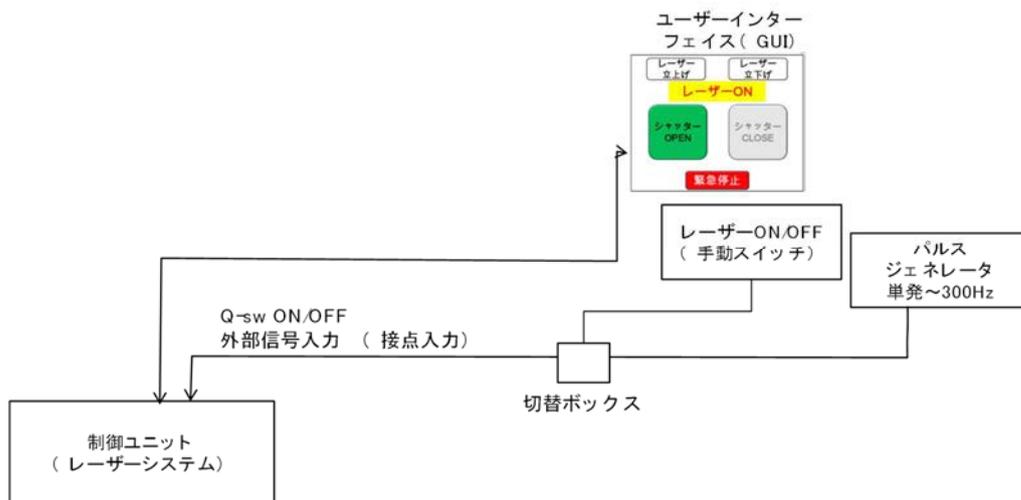


図 1 レーザーシステムの制御構成

パルスジェネレーターからの任意の周波数の信号(TTL信号)を切替ボックスを介して接点信号に変換してレーザーシステムの制御ユニットに入力した。これにより、パルスジェネレーターの周波数に対応したレーザーパルスが出力される。さらに、切替ボックスにはレーザーのON/OFFを手元で操作できる手動スイッチを備えた。これにより、ユーザーが任意の周波数、任意のタイミングでレーザー出力をON/OFFできるようになり、レーザー加工の条件出しの際に有用となる。

さらに、パルスジェネレーターからのTTL信号のパルス幅はQ-swが有効になるゲート時間と考えることができるため、 $1/300\text{Hz} = 3.3\text{ms}$ を最小パルス幅として、この倍数のパルス幅に設定することで任意のパルス数によるバースト出力を可能とした。

図 2 にレーザー出力パルス列の例を示す。パルス列の下段はトリガタイミングを示しており基本繰返し率の 300Hz である。パルス列の上段はレーザー出力を示している。図 2 (a)は基本繰返し率と同

じ 300Hz のレーザー出力であるのに対し、(b)はT T L信号のパルス幅を 3.3ms と設定した時のレーザー出力を示しており単発出力が得られた。図(c)、図(d)はT T L信号のパルス幅をそれぞれ 9.9ms と 33.3ms にした時のレーザー出力を示しており、3 パルスおよび 10 パルスのバースト出力が得られた。

以上の結果、レーザー出力を外部信号により制御する機能を追加し、ユーザーアプリケーションのための操作性の向上を図った。

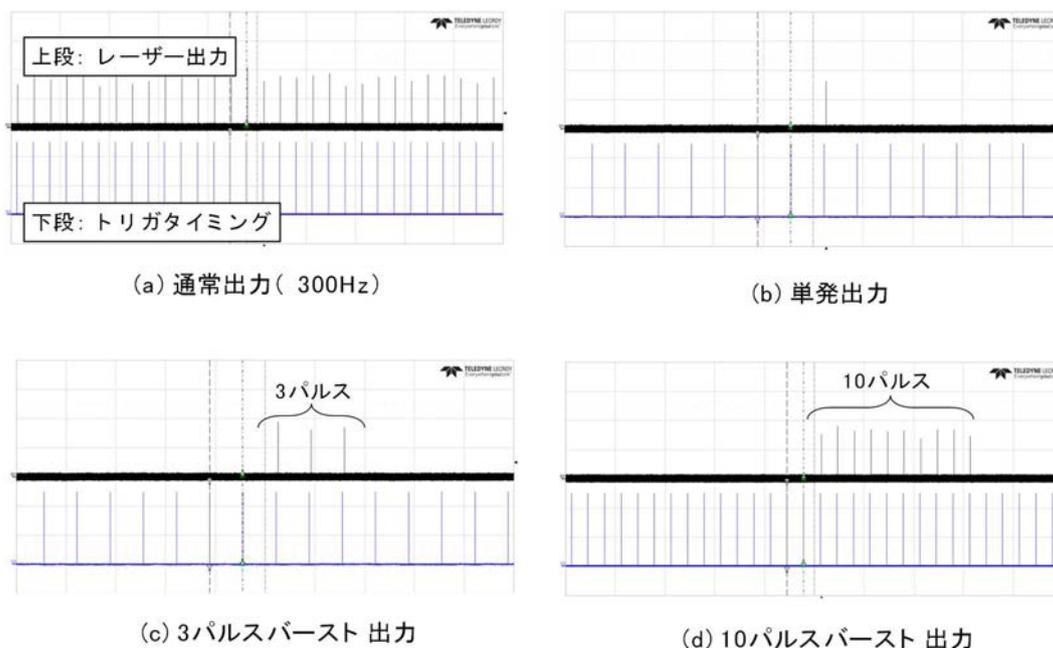


図 2 レーザー出力の例

2-3 新たな課題など

今年度に開発した繰返し周波数の可変機能によりユーザーアプリケーションの裾野が広がる可能性がある。今後はレーザー出力等のパラメータをモニタリング、出力調整機能などを追加し更に制御性を向上させてユーザーとの検証試験を一層推進していくことが課題となる。

3. アウトリーチ活動報告

アウトリーチ活動として以下の展示会に出展およびシンポジウムへ参加し、本プログラムの趣旨説明およびユーザー候補の募集に向けた公報活動を行った。

- OPIE2017 (2017年4月18日～21日、パシフィコ横浜)
- Photonics West 2018 (2018年1月30日～2月1日)、米国サンフランシスコ
- ImPACT (ユビキタス・パワーレーザーによる安全・安心・長寿社会の実現) 第3回シンポジウム(2018年2月21日、ベルサール秋葉原)