

平成 27 年 3 月 31 日

プログラム名：イノベーティブな可視化技術による新成長産業の創出

PM 名： 八木 隆行

プロジェクト名：超広帯域波長可変レーザーの開発

委 託 研 究 開 発

実 施 状 況 報 告 書 (成 果)

平成 2 6 年 度

研究開発課題名：

超広帯域電子制御波長可変レーザーの開発および特定波長選択によるレーザー

小型化技術の開発およびレーザー実用化技術の開発

研究開発機関名：

独立行政法人理化学研究所

研究開発責任者

和田 智之

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

本課題では、1) 超広帯域電子制御波長可変レーザーの開発、2) 特定波長選択によるレーザー小型化技術の開発、3) レーザ実用化技術の開発に分けて展開する。当該年度では、そのうち超広帯域電子制御波長可変レーザーの開発の実施が計画されている。

超広帯域電子制御波長可変レーザーの開発では、当該年度から3年度をかけて生体計測用レーザー、物質計測用レーザーの開発を進める。当該年度では、大出力、高繰り返し波長可変レーザーを達成するために、基本となる励起用高繰り返しNd:YAGレーザーの開発を開始する。高繰り返し時に熱的な負荷が低い半導体レーザー励起を採用し、波長1064nm、パルスエネルギー700mJ発振器、繰り返し100Hz、パルス幅<20nsに向けた基礎設計を行う。また、生体可視化技術及び可視化システムを開発する機関と連携し、応用用途に必要な波長可変域等の仕様を決定する。まず、仕様の決定に必要な波長可変レーザーを構築し、生体可視化計測用レーザーの仕様の詳細を決定する。合わせて、評価、実験などの研究開発環境の整備を行う。特に、機械設計、制御ソフト担当者等、本開発の基盤チームを立ち上げる。

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

超広帯域電子制御波長可変レーザーの開発において、計画通り励起用レーザーの光学設計や概念設計を実施し、超広帯域電子波長可変レーザーの基礎設計を実施した。また、生体可視化技術を有する研究機関に波長可変レーザー実験機を設置し、仕様決定するための環境を整え、応用用途に必要な波長可変域等の仕様を決定し、生体可視化計測用レーザーの詳細な仕様の検討を開始した。研究開発環境整備としては、評価に必要な計測機材を準備し、オプトメカニクスや機構、電子・ソフトウェア技術を有する技術者で基盤技術チームを立ち上げた。

2-2 成果

超広帯域電子制御波長可変レーザーの開発における励起用レーザーの基礎設計では、光学設計と装置設計を行った。励起用レーザーには大出力・高品質が要求されるため、主発振器出力増幅器構成を採用することとした。設計を素早く進めるために、主発振器モジュールと増幅器モジュールの設計共通化を図り、励起モジュールを開発することとした。利得媒質ロッド径を変えることで、発振器と増幅器に対応させる。利得媒質ロッド径は主発振器、前段増幅器、後段増幅器にそれぞれ3mm、6mm、10mmを、初期のパラメーターとして得た。また、共振器設計や励起光吸収分布、発振効率等、光学設計を行える環境を構築し、初期設計はもとより、実験からのフィードバックによる改良方針決定に活用するための準備を整えた。

さらに、次年度の計画にある光パラメトリック発振(OPO)附加に先立ち、結晶選定・共振器設計を行った。選択波長可変レーザーシステムを用いた生体可視化システムに必要な仕様を決定するためには、超広帯域波長可変レーザーが必要になる。計画ではTi:Sapphireレーザーを励起光源として、波長域拡張を実現することとなっているが、スケジュールの前倒しを可能とするために、Ti:Sapphireレーザーの励起光源であるNd:YAGレーザーを励起光源とした超広帯域波長可変OPOに向けた設計も行った。

これにより、Ti:Sapphire レーザの完成を待たずに選択波長可変レーザーシステムの仕様を決定することも可能となった。

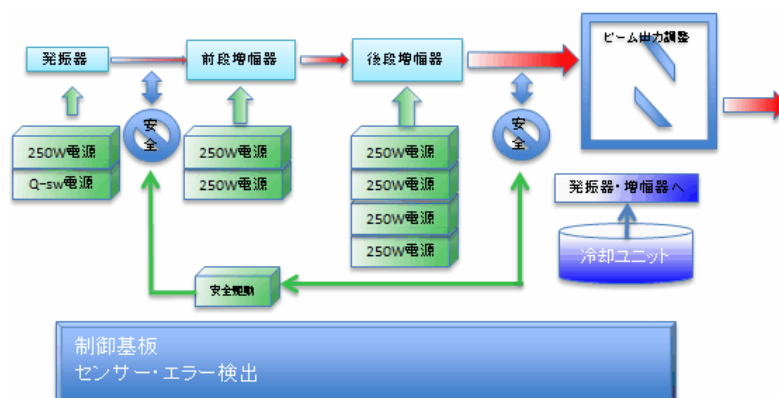


図 1 波長可変励起用高繰り返し Nd:YAG レーザ装置の構成概念図

次に、励起用 Nd:YAG レーザ装置の開発を進めるにあたり、装置を構成する各ユニットの設計目標・リスク等を検討し、事前評価が必要なユニットの基礎（概念）設計を行った。図 1 に示す通り、励起用 Nd:YAG レーザ装置は、光パルス発生源である主発振器、光パルスの大出力化を行う前段・後段増幅器、測定装置へのインターフェースとなるビーム出力調整部、発振器及び前段・後段増幅器を駆動する電源部、発振器・増幅器へ冷却水を供給する冷却ユニット、安全装置等を組み込んだ制御部からなる。また、装置構成を光学系・電気系・冷却系に分け、それぞれにおいての設計目標及び課題を抽出し、各々に対する対応策を検討した。

評価の研究開発環境の整備に於いては、高速で光パルスを電気信号に変換するフォトデテクタ、その表示に用いる高速オシロスコープ、大出力における入出力特性を計測することが可能なエネルギーメーター、ビーム形状を測定するビームプロファイラ、波長を計測するスペクトロメータ、測定に適した出力となるよう調整を行う可変減衰器、安定性を計測するデータロガー、大出力による光学素子損傷を回避するクリーンブース等を準備しており、開発したレーザを多方面から評価可能な環境を整備した。

基盤チームを立ち上げに於いては、産業用途向け高出力 YAG 固体レーザ発振器および制御の開発、製品化およびその周辺加工光学系開発、制御開発および製品化に 10 年以上の経験をもつ技術者を採用した。特に最新の 3D スキャナーを含めた開発経験を持つ技術者もあり、次年度以降開発が開始されるビームステアリングシステムに適した経験を有している。

2-3 新たな課題など

平成 28 年度からスタートする予定の実用化レーザーシステムにおいては、安全規格として国際規格 ISO/IEC に配慮した実機開発が必要となる。そのため、実機開発においては、その後の開発で規格準拠が容易になるように、設計開発を進めることとした。また、超広帯域波長可変レーザには、超広帯域コーティングを施した光学素子が必要となるが、一般的に帯域と損傷耐性はトレードオフ関係にあり、大出力と広帯域を併せ持つコーティングには高度な設計・成膜技術が必要となる。

既に決定予定であった、東北大学向けレーザシステムの仕様決定が遅れており、次年度の課題として残された。

3 . アウトリーチ活動報告

なし