

<p>< 1 - 1 > LD を用いた高強度フェムト秒レーザーの開発 サブテーマ名：<1-1-a>YAG レーザーの開発 小テーマ名：： Ti:Sapphire励起用パルスグリーンレーザーの開発 （フェーズ ， ）</p>
<p>サブテーマリーダー：光科学技術研究振興財団 コア研究室 研究リーダー 岡田康光 研究従事者：光科学技術研究振興財団 コア研究室 研究員 松岡伸一、中野文彦、吉井健裕、佐藤方俊、玉置善紀、伊山功一、加藤義則</p>
<p>研究の概要、新規性及び目標</p> <p>研究の概要 フェムト秒レーザー（レーザーA）の開発の中で、Ti:Sapphireレーザー前置増幅器用及び主増幅器用の半導体レーザー励起パルスグリーンレーザーの開発を行っている。レーザー媒質にはNd:YAGロッドを用いており、また高出力で高ビーム品質を実現する為に、発振器と増幅器から構成されるMOPA方式を採用している。なおこのレーザーは低繰り返し(10Hz)で発振する。</p> <p>研究の独自性・新規性 後述する高繰り返し(1kHz)のTi:Sapphireレーザー励起用半導体レーザー励起パルスグリーンレーザーは、出力・繰り返しとも現在市販されていない研究的要素の高いレーザーである。今回開発を行った低繰り返し(10Hz)のレーザーは、その高繰り返しレーザーに繋がる試験的なレーザーとしての位置づけであり、この開発過程において生じる諸問題を改善することにより、高繰り返しレーザーの開発の成功に繋がった。とりわけ高繰り返しレーザーでは、発熱による諸問題（ビーム品質の劣化等）が予想される為、あらかじめこの段階において問題点の洗い出し・改善方法の模索を行っていくことが重要である。</p> <p>研究の目標 フェーズ：繰り返し 10Hz でパルスエネルギー100mJ 及び 250mJ の Nd:YAG パルスグリーンレーザーの開発。 フェーズ：繰り返し10Hzでパルスエネルギー100mJ及び250mJのNd:YAGパルスグリーンレーザーの開発。</p>
<p>研究の進め方及び進捗状況</p> <ol style="list-style-type: none"> はじめに ピーク出力1TWを有するTi:Sapphireレーザーの増幅は、再生増幅器および主増幅器内に設置してあるTi:Sapphire結晶をQスイッチYAGレーザーの2倍波で励起する。各増幅器の励起に必要なエネルギーは50mJ、450mJ程度となる。単体のNd:YAGロッドから得られるエネルギーは限度があるため、ここでは、MOPA(Master Oscillator and Power Amplifier)方式を採用した。 パルスグリーンレーザー発振器の開発 種光を作るこの部分での目的仕様は、1パルスあたりのエネルギーが5mJ、繰り返しが10Hzである。パルス幅は20ns以下を目指す。発振器のヘッド部分には2mm × 70mmLのNd:YAGロッドを用い、半導体レーザーで側面から励起を行う方法を採用した。構成を行った結果、LD電流値72A時に出力5.8mJ、パルス幅13nsが得られ目的仕様を満たすことに成功した。 パルスグリーンレーザー前置増幅器の開発 この部分での目的仕様は、1パルスあたりのエネルギーが15mJ、すなわち発振器のエネルギーを3倍にまで増幅させることを目標としている。前置増幅器のヘッド部分には2mm × 80mmLのNd:YAGロッドを用い、半導体レーザーで側面から励起を行う方法を採用した。構成及び増幅を行った結果LD電流値90A時に18.1mJの出力を得ることができ（利得3.1倍）、目標仕様を満たすことに成功した。 パルスグリーンレーザー主増幅器部の開発 この部分での目的仕様は、2段の主増幅器をダブルパスさせることにより、1パルスあたりのエネルギーを500mJまで増幅させることを目標としている。2台の主増幅器のヘッド部分には6mm × 180mmLのNd:YAGロッドを用い、半導体レーザーで側面から励起を行う方法を採用した。増幅を行った結果、LD電流値80Aでダブルパス時に516mJまで増幅することができ、目標仕様を満たすことに成功した。 パルスグリーンレーザー波長変換部の開発 ダブルパス構成MOPAレーザーシステムの基本波出力500mJを、Ti:Sapphire再生増幅器、主増幅器内のTi:Sapphire結晶を励起するために、2倍波である波長532nmのグリーン光に波長変換を行う必要がある。波長変換には、非線形光学結晶であるCLBO(C₅L₁B₆O₁₀)結晶（5×5×13mm³, Type - ）を用い、外部波長変換法で行った。波長変換を行った結果、2倍波出力256mJを得ることができ、目標仕様の250mJを満たすレーザーシステムの開発に成功した。

6. パルスグリーンレーザー安定性評価

本レーザーシステムを用いTi:Sapphire再生増幅器、主増幅器内のTi:Sapphire結晶を励起する際の各増幅器部における安定性の測定を行った。結果増幅器部における各種安定性は、主増幅器部でRMS変動率195mJ±0.45%、Pk-Pk変動率195mJ±3.1%、ポインティング安定性はx:11.2μrad、y:11.1μrad、ピークレスポンス安定性は2.6%であり、再生増幅器部においてはRMS変動率51mJ±0.41%、Pk-Pk変動率51mJ±3.4%、ポインティング安定性はx:15.4μrad、y:16.8μrad、ピークレスポンス安定性は1.0%という結果が得られた。以上の結果より各増幅器部のTi:Sapphire結晶を励起することに問題は無いという結論に達した。

主な成果

具体的な成果内容：

Ti:Sapphireレーザー増幅器部のTi:Sapphire結晶を励起する10Hzで動作するパルスエネルギー250mJのパルスグリーンレーザーの開発に成功。このパルスグリーンレーザーを2台用いTi:Sapphireレーザーの再生増幅器、主増幅器をそれぞれ50mJ、450mJで励起した。

特許件数：2件

論文数：1件

口頭発表件数：1件

研究成果に関する評価

1 国内外における水準との対比

このレーザー開発は後述する高繰り返しパルスグリーンレーザー開発の試験的要素が大きいのであって、達成仕様レベルのレーザーはすでに市販されている。ただしそれらはフラッシュランプ励起の製品であり、本事業の目的である半導体レーザー励起では市販されていない。

2 実用化に向けた波及効果

低繰り返しレーザーの開発技術を生かし、後述するLD励起によるMOPA方式高繰り返し・高出力レーザーが実現する途上には、光増幅技術をはじめ熱除去技術・熱レンズ補償技術・熱複屈折補償技術等が蓄積され、さらにこれらはYAGレーザー及びグリーンレーザーのいっそうの高出力化に向けた新技術開発に繋がっていくものと考えられる。

残された課題と対応方針について

特になし。

	J S T 負担分 (千円)							地域負担分 (千円)							合計
	H12	H13	H14	H15	H16	H17	小計	H12	H13	H14	H15	H16	H17	小計	
人件費	201	1,006	1,129	737	508	316	3,897	201	1,006	1,129	461	227	177	3,201	7,098
設備費	3,840	1,941	21,655	1,864	1,177	170	30,647	0	0	0	0	0	0	0	30,647
その他研究費 (消耗品費、 材料費等)	3,481	53,592	79,469	3,540	4,264	3,817	148,163	0	0	0	0	0	0	0	148,163
旅費	26	0	43	53	72	10	204	0	0	0	0	0	0	0	204
その他	53	146	398	173	200	312	1,282	0	0	0	0	0	0	0	1,282
小計	7,601	56,685	102,694	6,367	6,221	4,625	184,193	201	1,006	1,129	461	227	177	3,201	187,394

代表的な設備名と仕様 [既存 (事業開始前) の設備含む]

J S T 負担による設備：赤外線カメラ、レーザービームプロファイラ、循環冷却装置、L型タプラー光学台、オシロスコープ、LD電源

地域負担による設備：