

<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（高繰り返し）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 レーザーB（ピーク出力0.1TW、繰り返し周波数1kHz、パルス幅150fs以下）のチタンサファイア結晶を励起するNd:YAGパルスグリーンレーザー開発を行った。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方式を採用した。</p> <p>研究の独自性・新規性 MOPA方式を用いることによりビーム品質の良く、LD励起のため、寿命の短いフラッシュランプ励起のレーザーでは難しいとされる高繰り返しが実現可能である。</p> <p>研究の目標 ピーク出力0.1TW、1kHzのチタンサファイアレーザーシステム内の再生増幅器、前置増幅器、及び主増幅器励起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。 1kHz動作、基本波出力250～300W、及び2倍波出力120Wを目安の目標とし開発を進める。</p>
<p>研究の進め方及び進捗状況</p> <p>レーザーB（ピーク出力0.1TW、繰り返し周波数1kHz、パルス幅150fs以下）のチタンサファイア結晶を励起するNd:YAGパルスグリーンレーザー（以下グリーンレーザー）開発について記述する。開発手順は以下の通りである。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 発振器、前置増幅器用集光器及び主増幅器用集光器の基本特性測定 集光器の蛍光分布、熱レンズ効果、小信号利得、熱複屈折効果の特性を取得しパルスグリーンレーザーの開発基盤を整える。 2. 発振器部構成 上記で得られた数値を元に発振器部を構成、パルス幅の短縮を考慮し構成は直線型とした。結果、LD電流値48A時に4.88Wの出力が得られ、この時のパルス幅は26.8nsであった。 3. 前置増幅器部構成 前置増幅器部の構成は、増幅後のビームパターンを考慮し、発振器後のパターンが2台の前置増幅器用集光器にそれぞれ結像するよう像転送を行った。また熱複屈折を補償する為90°ローテータを設置した。 前置増幅器の励起タイミングを徐々に発振器に合わせるという方法を用いて増幅を行った結果、LD電流値50A時に最大34.7（利得11.4倍）まで増幅することができた。 4. 主増幅器部構成 構成は前置増幅器部同様に増幅後のビームパターンを考慮し、発振器後のパターンが2台の主増幅器用集光器にそれぞれ結像するよう像転送を行い、熱複屈折を補償するために90°ローテータを設置した。 前置増幅器と同様の方法を用いて増幅を行った結果、LD電流値57.8A、励起タイミング70μs時に最大で192Wの出力が得られた。またLD電流値59.2A、励起タイミング30μs時では269Wの出力を得ることができた。 5. 波長変換部構築 波長変換にはLBO結晶（サイズ10×10×15mm³、Type-、NCPM）を用いた。波長変換部では、これまで前置増幅器部、主増幅器部と像転送を行ってきた発振器後のビームパターンがLBO結晶上にくるように像転送を行った。結果基本波192W時に2倍波78Wを得ることができ、この時の変換効率は40.6%であった。また、基本波269W時では94.2Wの2倍波出力が得られた。 当初の目標では2倍波出力は120W程度を予定していたが、チタンサファイアレーザーでピーク出力0.1TW、1kHzを達成する為には78W程度の出力が得られれば十分であると考えられる為、レーザー光をチタンサファイアレーザー部に導き、再生増幅器、前置増幅器、主増

幅器にそれぞれ8.5W、20W、35W程度に分割し、各増幅器部のチタンサファイア結晶の励起を行うこととした。

6. ビーム品質測定 (M²値測定)

ビーム品質を評価する為に基本波と2倍波のビーム品質の測定 (M²値測定) を行った。測定の結果、基本波ではM²値がX軸方向で3.0、Y軸方向で3.3、2倍波では焦点位置が複数存在し、X軸方向、Y軸方向共に焦点位置が正確に判明せず算出不可能であった。焦点位置が複数存在する原因として前置増幅器及び主増幅器の熱複屈折補償が最適化されていない可能性が考えられる。そこで各増幅器の熱複屈折補償を最適化するため各増幅器で熱複屈折により偏向が回転する成分が最小になるように調整した。この最適化によりM²値は基本波でX軸方向で2.3、Y軸方向で2.4、2倍波についてはX軸方向で3.3、Y軸方向で2.1と共にビーム品質を改善することに成功した。

主な成果

具体的な成果内容：

1kHzで動作する励起用パルスグリーンレーザーの開発に置いてレーザーB (繰り返し周波数1kHz、ピーク出力0.1TW) 増幅部 (再生増幅器、前置増幅器、主増幅器) のチタンサファイア結晶を励起する為に十分な出力 (2倍波出力78W) を得ることに成功。

特許件数：0件 論文数：0件 口頭発表件数：0件 プレス発表：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

市販の励起用パルスグリーンレーザーとの比較を以下に示す。

	現状	COHERENT 社	(株)片岡製作所
		Evolution-30	KLY-QG70
繰り返し周波数	1kHz	1kHz	1kHz ~ 50kHz
パルス幅	約 20ns	<200ns	~ 100ns
出力	78W (Max94.2W)	>30W@5kHz	70W@10kHz

2. 実用化に向けた波及効果

本開発を通して得られた光増幅技術をはじめ熱除去技術・熱レンズ補償技術・熱複屈折補償技術をもとに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つな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	0	0	0	2,580	3,557	2,215	8,352	0	0	0	1,617	1,591	1,239	4,447	12,799
設備費	0	0	0	16,774	10,593	1,533	28,900	0	0	0	0	0	0	0	28,900
その他研究費 (消耗品費、 材料費等)	0	0	0	31,860	38,373	34,356	104,589	0	0	0	0	0	0	0	104,589
旅費	0	0	0	53	72	10	135	0	0	0	0	0	0	0	135
その他	0	0	0	278	369	420	1,067	0	0	0	0	0	0	0	1,067
小 計	0	0	0	51,545	52,964	38,534	143,043	0	0	0	1,617	1,591	1,239	4,447	147,490

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：循環冷却装置、LD電源

地域負担による設備：