

<p>&lt; 1 - 1 &gt; 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： &lt;1-1-b&gt;フェムト秒レーザーの開発  小テーマ名： チタンサファイアレーザーAの開発（フェーズ、）</p>
<p>サブテマリーダー：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A（ピーク出力1TW、繰り返し周波数10Hz、パルス幅100fs、パルスエネルギー100mJ）の開発を行った。目標値を達成する為にパルスストレッチャーでパルス幅を広げた後、再生増幅器、主増幅器の2台の増幅器を用い増幅を行い、パルスコンプレッサーを用いてパルスの再圧縮を行った。</p> <p>研究の独自性・新規性  励起光源として、LDを使用し、レーザーシステム全体を固体で構成する。</p> <p>研究の目標  フェーズ：チタンサファイアレーザーA（ピーク出力1TW、繰り返し周波数10Hz、パルス幅100fs、パルスエネルギー100mJ）の開発。  フェーズ：チタンサファイアレーザーAの出力安定性等の性能向上</p>
<p>研究の進め方及び進捗状況</p> <p>フェムト秒YAGレーザーの開発において、レーザーA（ピーク出力1TW、繰り返し周波数10Hz、パルス幅100fs、パルスエネルギー100mJ）の開発を行った。発振器・パルスストレッチャー・再生増幅器・主増幅器・パルスコンプレッサーの各システムを開発し、最終的に得られたスペックは、ピーク出力1.06TW・繰り返し周波数10Hz・パルス幅74.3fs・パルスエネルギー78.6mJとなり、計画当初の目標をクリアしている。各システムの詳細を以下に示す。</p> <p>発振器部  分散補正素子としてチャープミラーとプリズムを使用して発振器を構成した。自己モードロックも安定しており、問題なく長時間運転できている。性能として、出力 310mW・パルス幅 21fs・周波数 83.2MHz・中心波長 790nm・波長幅 60nm を得ている。</p> <p>パルスストレッチャー  より広範囲のスペクトルを透過させるため、1パスでのチャープパルス幅を約 200ps とし透過できるスペクトル幅を2倍にした。そしてストレッチャーを2パスさせることで約 400ps までパルス伸延するように構成している。結果として、透過スペクトル幅 50nm・中心波長 791nm・透過出力 34mW を得た。</p> <p>前置増幅器部構成（再生増幅器）  マルチパスの再生増幅器では、光学素子が多くて調整が複雑であること、寄生発振が発生する可能性がある等の問題から、再生増幅器を構成することとした。得られた出力は 6.6mJ で、スペクトル幅は 44nm であった</p> <p>主増幅器部構成  主増幅器部はマルチパス（4パス）構成とした。得られた出力は 186mJ であった。</p> <p>パルスコンプレッサー構成  パルスコンプレッサーは、パルスストレッチャーで約 400ps まで伸延されたチタンサファイアレーザー光を1パスで元の約 30~40fs まで圧縮できるよう設計した。パルスコンプレッサーの透過率は実測で約 40%であった。パルス圧縮後、最終的に得られたスペックは、出力 78.6mJ・パルス幅 74.3fs・スペクトル幅 35nm・ピーク出力 1.06TW となり、目標としていた 1TW をクリアしている。</p> <p>Ti:sapphire レーザーシステムの評価  レーザーシステム全体の評価として増幅後・パルス圧縮後の、<math>M^2</math> 値・ポインティング安定性・出力安定性の測定を行った。<math>M^2</math> 値は X 軸方向で 2.0、Y 軸方向で 1.1 となっている。非点収差が生じていたが、<math>M^2</math> 値が 2 程度なのでピーク出力 1TW クラスのレーザーでは比較的優れた集光特性を有すると考えられる。ポインティング安定性は 0.5~0.6 <math>\mu</math> rad と、励起レーザーの安定性 (12~15 <math>\mu</math> rad) に比べて小さいことから信頼性に問題が残る。出力安定性も改善されており、再構成後には長時間の運転が可能になった。長時間運転する際、若干出力の低下が見られたが、室温変動を低減させる対策をとれば改善されると思われる。最終的に、システム全体を再構成したことにより、出力安定性等の性能が向上し、システムにダメージ等の異常を起こすことなく長時間の運転が可能となっ</p>

た。スペックも、予定していた 1TW をクリアしており、Ti:sapphire レーザーシステムは完成したと言える。

主な成果

具体的な成果内容

励起光源をすべて高出力半導体レーザーとした高強度全固体フェムト秒レーザーの開発を行い、ピーク出力 1TW を達成した。

特許件数：0件

論文数：0件

口頭発表件数：2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

現在までに開発されている 10Hz・テーブルトップ・チタンサファイアレーザーとの比較を以下に示す。レーザーAはフラッシュランプを使用しておらず、全固体のシステムとなっている。ピーク出力は 1.06TW ではあるが、フラッシュランプを使用していない分、システムの効率が良い。

製造元	地域結集	関西原研	産総研	THALES
ピークパワー[TW]	1.06	10	24(相当)	100
パルス幅[fs]	74.3	16	12.3	30
出力[mJ]	78.6	160	300	3000
周波数[Hz]	10	10	10	10
グリーンレーザー 励起源	LD	Flash Lamp	-	Flash Lamp

2 実用化に向けた波及効果

開発した高強度超短パルスレーザーを用いて、高密度フォトン制御して利用することで、主に新医療分野等における新規産業創出を目標として、短寿命放射性同位体の生成・遠赤外線イメージング・非熱加工等における実証研究を目指す。

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
	H 12	H 13	H 14	H 15	H 16	H 17	小計	H 12	H 13	H 14	H 15	H 16	H 17	小計	
人件費	100	502	564	1,475	2,033	633	5,307	100	502	564	924	909	534	3,353	8,660
設備費	10,410	5,372	5,750	298	3,780	1,606	27,216	0	0	0	0	0	0	0	27,216
その他研究費 (消耗品費、材料費等)	1,242	9,953	4,369	1,933	2,755	2,490	22,742	0	0	0	0	0	0	0	22,742
旅費	0	148	44	57	91	11	351	0	0	0	0	0	0	0	351
その他	106	292	696	346	456	623	2,519	0	0	0	0	0	0	0	2,519
小 計	11,858	16,267	11,423	4,109	9,115	5,363	58,135	100	502	564	924	909	354	3,353	61,488

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：ポッケルセル、循環冷却装置、オシロスコープ、パワーメーター  
地域負担による設備：