

<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-c>高性能化の研究 小テーマ名： フォトニック結晶の評価 （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 中野文彦、松岡伸一 浜松ホトニクス株式会社 中央研究所 酒井博</p>
<p>研究の概要、新規性及び目標</p> <p>研究の概要</p> <p>TWレーザーを構築するには一般的にチャープ増幅技術が用いられる。そこで、本テーマでは、共同研究先である浜松ホトニクス株式会社の3次元フォトニック結晶を用いた新しいアイデアに基づくパルス整形法の可能性を評価した。1cm角で長さ4～5cm程度の単結晶のフォトニック結晶を用いることで、TWレーザーに必要な分散を確保することが目的である。</p> <p>本テーマは、浜松ホトニクス株式会社中央研究所の酒井博研究員との共同研究で実施した。</p> <p>研究の独自性・新規性</p> <p>一般的なパルス波形整形法としては、回折格子ペアやプリズムペア、さらには、希ガスなどを用いた手法が主流であるが、新しいアイデアからなるフォトニック結晶の提供を受け、それを用いたパルス整形法を用いることで、全く新しい小型、軽量で安価なシステムを構築することが可能である。</p> <p>研究の目標</p> <p>3次元フォトニック結晶を光学的な平坦性をもって切り出し、さらに必要な光学容器に封入した後に、その光学特性を評価し、TWレーザーに必要な分散量（$\beta''=4.2 \times 10^6 \text{ (fs}^2\text{)}$）を達成することで、30fsの種パルスに390psに広げることが可能となり、必要な増幅率を達成できることになる。フォトニック結晶を用いて上記分散量を達成するには、長さ4cm以上の単結晶が必要で、これを得ることで、TWレーザー応用の可能性を検討する。</p>
<p>研究の進め方及び進捗状況</p> <p>1．はじめに</p> <p>TWレーザーを構築するにはいくつかの重要な手法の採用が不可欠である。レーザーの増幅を安定に行なうために、一般的にチャープ増幅技術が用いられる。種光となるフェムト秒レーザー主発振器の光を一端時間的に広げ、これを増幅させて十分な光ゲインを得た後に、パルス圧縮を行なう方法である。これらのパルス整形のための素子は、レーザーの出力が上昇するたびに、大型化し高価となる。また、主に用いられる回折格子は海外に依存しているのが現状である。この現状に対して、共同研究先である浜松ホトニクス株式会社は、3次元フォトニック結晶を用いることでコンパクトにチャープ増幅を可能とするアイデアを提案し、そのための結晶の準備をしていた。そこで、本事業では、この概念を用いたTWレーザーの可能性の検討を行なった。</p> <p>2．波長分散特性</p> <p>まずは、100ミクロン厚の結晶の波長分散特性を、その結晶へのフェムト秒レーザーパルスの入射角度をパラメーターとして計測評価を行なった。パルス幅の評価には、相互相関計測系を構築して行なった。その結果、800nmの中心波長を有する30フェムト秒の光パルス幅を、1.4倍に広げること成功した。あとは、単結晶で、十分な分散特性を有するものを作製するのみである。</p> <p>3．TWレーザー用素子化</p> <p>提供されたフォトニック結晶は、ゲル状の柔らかな構造であり、水が媒体となっているため、これを安定に保持するために、ステンレス容器に封入することで機械的にも安定な構造とすることができた。</p> <p>4．波長チューニング</p> <p>フォトニック結晶のフォトニックバンドの短波長側と長波長側を用いて、光パルスの広げと圧縮を行なうため、フォトニック結晶に対して波長チューニング機構が必要である。そこで、本テーマでは、容器内部に永久磁石を、容器外部に電磁石を設置し、その間での磁力反発を用いて、ゲル状の結晶に応力をかけ、その結果発生する格子歪みによるバンド波長の変化を用いて波長チューニングを行なうことに成功した。</p> <p>あとは、実際に大型単結晶ができた段階で波長分散特性を評価することが必要である。</p>

主な成果 具体的な成果内容 本テーマは、フォトニック結晶の波長分散特性と、その時間応答を計測することで、フォトニック結晶のフォトニックバンド・エッジにおける、大きな波長分散特性を確認することができた。しかしながら、現時点で、分散特性が均一な大型単結晶が得られておらず、目標とする波長分散値を達成することができていない。理論解析により、完全な単結晶が作製できれば、この目標値を達成することは明らかであると確信されている。																
特許件数：0 論文数：0 口頭発表件数：0																
研究成果に関する評価 1 国内外における水準との対比 本テーマのベースとなる基礎概念はおよそ10年前に明らかにされているが、これをTWレーザーのパルス波形整形に用いようとする動きは皆無である。よって、フォトニック結晶を用いて、TWレーザーの小型化、軽量化が達成できれば、世界初の装置になる。 2 実用化に向けた波及効果 原理としては達成可能と予測されるが、それを長年に安定した安価な光学素子として作り上げるためには、より多くの努力が不可欠である。また、このように大きな波長分散を有するフォトニック結晶は、TWまでいかなくても、GWクラスのレーザーに対しても十分有効になると考えられる。																
残された課題と対応方針について 大型の単結晶の成長がなされるのを待って、実際のレーザー破壊閾値の評価と波長分散および波長のチューナビリティと減衰特性を正確に評価し、産業応用可能な素子としての確固たるものにしたいと考える。																
	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	0	0	0	0	203	127	330	0	0	0	0	90	71	161	491	
設備費	0	0	0	0	0	106	106	0	0	0	0	0	0	0	106	
その他研究費 (消耗品費、材料費等)	0	0	0	0	1,273	1,750	3,023	0	0	0	0	500	500	1,000	4,023	
旅費	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
その他	0	0	0	0	355	594	949	0	0	0	0	0	0	0	949	
小 計	0	0	0	0	1,831	2,577	4,408	0	0	0	0	590	571	1,161	5,569	
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： 地域負担による設備：																