

<p>< 2 > 新規産業開発研究 サブテーマ名： < 2 - a > 先導的探索 / 実証研究 小テーマ： THz波応用 (フェーズ ,)</p>
<p>サブテマリーダー：光産業創成大学院大学 教授 土屋 裕 (代理：光科学技術研究振興財団 コア研究室 研究リーダー 青島紳一郎) 研究従事者：光科学技術研究振興財団 コア研究室 研究員 青島紳一郎、黒柳和良、河田陽一、高橋宏典</p>
<p>研究の概要、新規性及び目標</p> <p>研究の概要</p> <p>フェーズIでは、平成14年度のみ研究を実施し、テーマ<1-2-b>で開発した非線形有機光学結晶等を用いてTHz分光イメージングの光学系を構築し、生体サンプル等の遠赤外イメージング計測等の探索研究をおこなった。浜松医科大学との交流会を通してのニーズ調査をおこないながら有効な応用分野を探索した。</p> <p>フェーズIIでは、フェーズIの成果を踏まえ、THz波を応用した計測と、応用計測の際の問題点解決に主眼をおいた研究をおこない、放射されるTHz波の高輝度化、イメージング計測、全有機THz波計測システムの検討等をおこなった。</p> <p>研究の独自性・新規性</p> <p>効率を向上して高強度THz波を発生し、これを利用するための基盤技術開発の研究をおこなった。本事業の成果であり、他に先駆けて実現した小型・高効率・高耐光強度 フェムト秒波形整形器を利用するとともに、オリジナルのアイデアである適応型光パルス反応制御 (RECAPS) を適用する独自の研究を実施した。結果として、発生THz波の高周波成分の増強に成功するという新規な成果が得られた。また、共同研究チームが世界にさきがけて作製したBNA結晶を利用して、「超高密度フォトン利用実証レーザーシステム」の実例としての「全有機結晶テラヘルツ波発生・計測」(プレス発表実施) を実現し、この系が高周波成分の検出に有効であるという新規な知見が得られた。</p> <p>研究の目標</p> <p>フェーズI (平成14年度のみ): THz波を用いた骨などの生体部位の分光イメージング計測で最適なTHz波の波長を明らかにする。また、イメージング計測における種々の方式(測定点をスキャンする方式や、2次元イメージを一度に取り込む方式等)を検討して、有効な方式を明らかにする。</p> <p>フェーズII: テーマ<1-2>の成果を踏まえ、新規産業創出の可能性の実証を目指し、大出力のTHz波を用いた工業材料や部品などの非破壊検査のためのTHz波イメージングの研究、有機材料からの高輝度THz波発生、THz波の高周波成分の放射・検出に関する検討をおこなう。また、本事業で得られた成果を整理・統合して、新規産業創成の基盤を整備する。</p>
<p>研究の進め方及び進捗状況</p> <p>フェーズIでは、平成14年度のみ研究を実施した。テーマ<1-2-b>の研究成果を適用し、生体由来の物質に対するTHz領域での透過、吸収を計測し、イメージング計測に適したTHz波の波長を明らかにした。また、THz波による透過イメージング計測では、測定点をスキャンする方式によりイメージングをおこない、良好な結果を得た。さらに、計測時間を短縮するため、2次元イメージを一度に取り込むための光学系を検討した。</p> <p>フェーズIIでは、平成15年度は、テーマ<1-2>超高密度フォトン反応制御技術の「THz波のための計測・制御」と平行して研究を推進した。平成16年度以降は、テーマ<1-2>の成果を引継いで研究を実施した。反射波を用いたスペクトル計測やイメージングをおこない良好な結果を得た。コンクリートの計測では、厚い試料や透過スペクトルを評価し、基礎データを取得した。また、高周波までのTHz波発生・検出、分光計測では、BNA結晶が、ZnTe結晶と同じ厚さであっても、より高周波までのTHz波を発生できることを明らかにした。さらに、波形整形により高周波成分を増強する方法について検討し、4 THz付近で50%の増強ができた。平成17年度には、成果を整理・統合してBNA結晶による全有機THz波計測システムを構築し、4~6 THzでZnTe結晶よりも大きな出力を得た。この系は、実証レーザーシステムと位置付けることができ、THz波計測の実用化促進につながる成果を得た。以上より、本事業における目標の達成度は 120 %である。</p>
<p>主な成果</p> <p>生体由来物質の計測 生体のイメージングに適したTHz波の波長を明らかにした。 コンクリートの透過イメージング 測定点をスキャンする方式での透過イメージングをおこなった。 ニーズ調査 浜松医科大学との交流会を開催し、臨床医を含む多くの関係者と意見交流をおこなった。</p>

コンクリートの反射スペクトル計測
 反射イメージングの可能性を探るため、反射スペクトルを計測した。
 コンクリートの反射イメージング
 試料をスキャンする方式で、反射イメージングをおこなった。
 厚いコンクリートのTHz波透過特性
 THz波を応用できる厚さに対する基礎特性を計測した。
 コンクリートのTHz波透過スペクトル計測
 コンクリート計測に適したTHz波の波長に関する基礎特性を計測した。
 ZnTe結晶を用いた高周波までのTHz波発生と検出
 ZnTe結晶を用いて、0～17 THzのTHz波を発生させることに成功し、高周波化を実現した。
 BNA結晶を用いた高周波までのTHz波発生
 BNA結晶を用いて、0～10 THzのTHz波を発生させることに成功し、高周波化を実現した。
 高周波までのTHz波を用いた分光計測
 高周波までのTHz波を利用し、広帯域での分光計測を可能にした。
 波形整形による高周波成分の増強
 入射パルスを波形整形することで、4 THz付近で 50 %のTHz波強度の増強を実現した。
 全有機THz波計測システムの構築
 新規産業創成の基盤として、BNA結晶を用いた全有機THz波計測システムを実現した。
 特許件数： 2 論文数： 1 口頭発表件数： 4 プレス発表： 1

研究成果に関する評価

1 国内外における水準との対比

他に先駆けて実現した小型・高効率・高耐光強度 フェムト秒波形整形器を利用し、高い技術水準の制御技術でオリジナルのアイデアであるRECAPSを実施し、世界で初めてフェムト秒パルス波形制御による発生THz波の高周波成分の増強に成功した。また、共同研究チームが世界にさきがけて作製したBNA結晶を利用して、「全有機結晶テラヘルツ波発生・計測」を実現し、この系が高周波成分の検出に有効であるという新規な知見を得た。さらに、THz波反射イメージング系を実現し、THz波の適用範囲の拡大を図った。以上、国内外において、他に見られないほどの高水準な研究レベルで事業を推進して完了した。

2 実用化に向けた波及効果

本事業の成果である「超高密度フォトン利用実証レーザーシステム」の実例としての「全有機結晶テラヘルツ波発生・計測」は、有機結晶を用いることで、安価、高性能、簡便な計測等の提供を可能にする。本事業で着目したBNA結晶は、潮解性が無い点で優れた結晶であるとともに、有毒元素を含まないため、環境対応の点からも有望である。また、RECAPSを用いたTHz波発生の周波数制御等の計測技術は、必要な周波数を効率よく得るための基盤技術として、今後の産業応用への足がかりとなると期待される。さらに、THz波イメージングでは、反射波を用いた計測の応用計測への波及が考えられる。よって、本事業の成果は実用化に向けて大きな波及効果をもたらすものと期待できる。

残された課題と対応方針について

本研究テーマでは、フェーズ 、 における当初の目標を達成し、残された課題は特にない。フェーズ では、参画企業において、ネット販売などを試行し、ニーズ調査を実施しつつ具体的な産業展開を図る計画である。

	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	40	201	226	442	609	380	1,898	40	201	226	277	272	212	1,228	3,126
設備費	0	549	0	332	0	63	944	0	0	0	0	0	0	0	944
その他研究費 (消耗品費、材料費等)	37	637	0	1,804	970	680	4,128	0	0	0	0	0	0	0	4,128
旅費	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
その他	53	146	344	287	378	609	1,817	0	0	0	0	0	0	0	1,817
小 計	130	1,533	570	2,865	1,957	1,732	8,787	40	201	226	277	272	212	1,228	10,015

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：高密度フォトン発生計測装置

地域負担による設備：