

研究成果報告書

(国立情報学研究所の民間助成研究成果概要データベース・登録原稿)

研究テーマ (和文) AB		THz-可視光域複合多層膜メタ材料における広帯域パーセル効果を利用した高強度 THz 波発生			
研究テーマ (欧文) AZ		Intense THz wave generation utilizing broadband Purcell effect in THz-optical hybrid multilayer metamaterials			
研究氏 代表 者	カナ CC	姓)ツルマチ	名)ノリアキ	研究期間 B	2014 ~ 2015 年
	漢字 CB	鶴町	徳昭	報告年度 YR	2015 年
	ローマ字 CZ	Tsurumachi	Noriaki	研究機関名	香川大学
研究代表者 CD 所属機関・職名		香川大学工学部・教授			
<p>概要 EA (600 字~800 字程度にまとめてください。)</p> <p>本研究においては入射する可視光を広帯域に増強できる異方性メタ材料と THz 波を増強できる異方性メタ材料を組み合わせた素子を作製し、光整流効果による THz 波発生の大幅な増強を行うことを目的とした。さらに検出側でも同様の増強効果を利用することで数桁にも及ぶ THz 波測定感度の向上を狙い、将来的には安価で小型の半導体レーザーを励起光源とする THz 波発生・検出システムを構築し、様々な分野で応用していくことを構想した。</p> <p>この目的を達成するためには様々な段階を踏んでいく必要があるが、本助成期間においては主に以下の2つを集中的に行った。それは①THz 域で負の誘電率を示す金属ワイヤ構造の作製と評価、さらにそれを用いた THz 双曲線メタ材料の実現および②可視域の双曲線メタ材料の作製と状態密度の増大の確認、それに伴う広帯域パーセル効果の実証である。</p> <p>①に関しては THz 域の双曲線メタ材料の作製には至らなかったが、金属ワイヤ構造をフォトリソグラフィ法で作製し、THz 時間領域分光法により透過特性の評価を行った。金属ワイヤ構造におけるドルーデ型応答や金属カットワイヤ構造におけるローレンツ型の応答など系統的に調べることができ、今後の試料デザインのための多くの知見を得ることができた。</p> <p>②に関しては金属 (Au) と誘電体 (SiO₂) からなる多層膜構造をイオンビームスパッタリング法により作製する技術を確立した。また、発光波長の異なる色素をこの多層膜上に塗布し、発光寿命を調べることで広帯域パーセル効果の実証とその実現条件に関して多くの知見を得ることができた。この内容は論文にまとめ、すでに出版された。</p> <p>この研究期間にすべての良好な結果を得ることは残念ながらかなわなかったものの、THz 域および可視域において多くの知見やノウハウを取得できた。これらを踏まえて今後さらに研究が進展することが期待できる。</p>					
キーワード FA	テラヘルツ波	メタ材料			

(以下は記入しないでください。)

助成財団コード TA					研究課題番号 AA								
研究機関番号 AC					シート番号								

発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。）									
雑誌	論文標題 ^{GB}	Dependence on fluorescence wavelength of Purcell effect in dye molecules on metal-dielectric multilayer hyperbolic metamaterials							
	著者名 ^{GA}	Noriaki Tsurumachi et al.	雑誌名 ^{GC}	Jpn. J. Appl. Phys.					
	ページ ^{GF}	02BB05-1~4	発行年 ^{GE}	2	0	1	6	巻号 ^{GD}	55
雑誌	論文標題 ^{GB}								
	著者名 ^{GA}		雑誌名 ^{GC}						
	ページ ^{GF}	~	発行年 ^{GE}					巻号 ^{GD}	
雑誌	論文標題 ^{GB}								
	著者名 ^{GA}		雑誌名 ^{GC}						
	ページ ^{GF}	~	発行年 ^{GE}					巻号 ^{GD}	
図書	著者名 ^{HA}								
	書名 ^{HC}								
	出版者 ^{HB}		発行年 ^{HD}					総ページ ^{HE}	
図書	著者名 ^{HA}								
	書名 ^{HC}								
	出版者 ^{HB}		発行年 ^{HD}					総ページ ^{HE}	

欧文概要 EZ

In this study, we investigated the enhancement effect of THz generation using complex structures of hyperbolic metamaterials in THz region and those in visible region. Especially, in this grant, we focused two subjects as below.

(1) THz metamaterials:

Metal wire grid structures and cut-wire structures whose dimension were 10 micron were fabricated by photo-lithography as THz metamaterials and measured transmission spectra using THz time-domain spectroscopy. We obtained the Drude-like response in the wire grid structure and Lorentz-like response in the cut wire structures. By these experiments, we got a lot of knowledge for THz metamaterial design.

(2) Visible metamaterials:

We fabricated multilayer structure made of Au and SiO₂ whose thickness is of the order of 10 nm, as the hyperbolic metamaterial in visible region by ion-beam sputtering method. In this study, we investigated the conditions for realizing the broadband Purcell effect using dye molecules with different fluorescence wavelengths.