

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		近接場リアルタイムイメージングを目指したテラヘルツハイパーレンズの開発			
研究テーマ (欧文) AZ		Development of terahertz hyperlens for near-field real time imaging			
研究氏 代 表 名 者	カタカナ CC	姓)ミヤマル	名)フミアキ	研究期間 B	2011年 ~ 2012 年
	漢字 CB	宮丸	文章	報告年度 YR	2013 年
	ローマ字 CZ	Miyamaru	Fumiaki	研究機関名	信州大学
研究代表者 CD 所属機関・職名		信州大学・准教授			
概要 EA (600 字～800 字程度にまとめてください。) 本研究は、テラヘルツ近接場リアルタイムイメージングを可能にするための、テラヘルツハイパーレンズの開発を行うことを目的としている。テラヘルツ波の応用技術として、イメージング技術は最も重要なものの一つである。しかし、従来の方式では 2 つの問題点があった。一つは、測定時間が非常に長いこと、もう一つは空間分解能が粗いことである。そこで本研究では、リアルタイムで近接場イメージングを可能にする技術の開発を目指し、そのために必要な光学素子である、“ハイパーレンズ”の作製を目指している。 本研究では、ハイパーレンズを以下の 2 つのアプローチによって作製を目指しており、それぞれの研究成果を以下に示す。 (1) 双曲関数分散をもつ人工媒質による THz ハイパーレンズの実現 誘電体層と金属層を交互に積層した構造は、双極関数の分散を持ち、それ故サブ波長の超解像イメージが得られる構造として知られている。このタイプのハイパーレンズは、紫外光領域において実証実験が行われているが、金属の誘電率が紫外領域と 5 桁以上もの違いがある THz 波領域では、同様の構造を用いてもハイパーレンズを実現することはできない。本研究では、サブ波長の開口を無数にあげた構造を用いることにより、各金属層の有効誘電率を紫外領域における金属の誘電率と同程度にすることによって、THz ハイパーレンズの実現を行うことを提案している。 本研究では、サブ波長の開口パラメータがテラヘルツ波の感じる有効誘電率にどのように影響を与えるのかを調べることにより、ハイパーレンズ作製に必要な有効誘電率が得られる最適な構造を見出した。 (2) 座標変換媒質によるハイパーレンズの実現 金属のサブ波長サイズの微細構造によって屈折率の空間分布を任意に与え、光導波経路を自由に制御する人工物質を座標変換媒質と呼び、これによりハイパーレンズを実現することができる。本研究では高精度なレーザー加工機を作製し、積層型の 3 次元媒質の作製を進めている。本研究では、この作製技術を用いることにより、共鳴型の金属微細構造(メタマテリアル)を作製した。それらのメタマテリアルのテラヘルツ特性を測定することにより、有効屈折率を得ることができる。メタマテリアルのパラメータを変化させることにより、さまざまな有効屈折率を任意に制御可能であることがわかった。					
キーワード FA		ハイパーレンズ	テラヘルツ波		

(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}	Controlling extraordinary transmission characteristics of metal hole arrays with spoof surface plasmons								
	著者名 ^{GA}	F. Miyamaru et al.	雑誌名 ^{GC}	Applied Physics Letters						
	ページ ^{GF}	081112-1~08112-4	発行年 ^{GE}	2	0	1	2	巻号 ^{GD}	100	
雑誌	論文標題 ^{GB}	Terahertz response of split-ring resonators with fractal structures								
	著者名 ^{GA}	F. Miyamaru et al.	雑誌名 ^{GC}	Applied Physics Express						
	ページ ^{GF}	072001-1~072001-3	発行年 ^{GE}	2	0	1	2	巻号 ^{GD}	5	
雑誌	論文標題 ^{GB}	Transmission properties of double-gap asymmetric split ring resonators in terahertz region								
	著者名 ^{GA}	F. Miyamaru et al.	雑誌名 ^{GC}	Applied Physics Letters						
	ページ ^{GF}	051112-1~051112-5	発行年 ^{GE}	2	0	1	2	巻号 ^{GD}	101	
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}

The purpose of this study is to realize a near-field real time imaging in terahertz region. For such a purpose, I fabricate a hyperlens in terahertz region in order to realize both the real time and near-field imaging. In the period of this program, I investigated the basic characteristics of the component of hyperlens in two approaches listed below.

(1) Terahertz hyperlens with hyperbolic dispersion materials

The materials, which have a hyperbolic dispersion relation, can be fabricated by stacking thin metal films and dielectric films one after the other. This type of hyperlens was already realized in ultra-violet region. However, in the THz region, it is very challenging to realize the hyperlens in the same way. In this study, I realize an effective permittivity of metals by perforating many holes in order to make the plasma frequency of metal films down to the THz region. I investigated the dependence of the effective permittivity on some parameters of structured metal films and found the appropriate structures for fabricate the hyperlens in THz region.

(2) Terahertz hyperlens with transformation optics

We can control the electromagnetic wave propagation by controlling the spatial distribution of refractive index of the artificial materials. This analogy is called transformation optics. By using this analogy, we can realize the hyperlens in THz region. Here, I fabricated the resonant-type sub-wavelength metallic structures (metamaterials) to optimize the effective refractive index for THz hyperlens. I investigated the dependence of the optical characteristics, and correspondingly, the effective refractive index on some parameters of metamaterials.