

助成番号

## 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		電磁界解析技術に基づくテラヘルツ電磁波発生・検出用新規光伝導デバイスの研究			
研究テーマ (欧文) AZ		Research of New Photoconductive Antenna for Generation and Detection of Terahertz Radiation by Electromagnetic Simulation			
研究氏 代表名 者	カナ CC	姓)スズキ	名)タケヒト	研究期間 B	2010 ~ 2011 年
	漢字 CB	鈴木	健仁	報告年度 YR	2011年
	ローマ字 CZ	SUZUKI	TAKEHITO	研究機関名	茨城大学
研究代表者 CD 所属機関・職名		茨城大学 工学部 電気電子工学科・助教			
概要 EA (600字~800字程度にまとめてください。)					
<p>光伝導アンテナは、比較的高効率かつ広帯域にテラヘルツ波を発生させることができ、テラヘルツ時間領域分光法などで広く用いられている。半導体加工技術やスーパーインクジェット工法(SIJ法)により試作できる。SIJ法での試作は半導体加工技術に比べ、低コストで簡易である。光伝導アンテナのスペクトル特性の実験値を解析により評価をすることは、設計することを考えると必要不可欠である。しかし、光伝導アンテナはレンズ、誘電体層を含むため、波長に対して非常に大規模で、全構造解析は解析時間が膨大化し非常に取り扱いにくい。光伝導基板でのキャリア励起による過渡電流の考慮も重要である。</p> <p>そこで本研究では、特にフェムト秒レーザーパルスでのキャリア励起による過渡電流を給電部に正確に取り込み、有限積分法電磁界シミュレータ CST により解析、評価した。先行研究では給電の光伝導電流を、放射されるテラヘルツ波パルス波形で代用していた。解析モデルは自由空間と誘電体の実効誘電率を充填している。6面の境界面は全て吸収境界壁を配置し、無反射である。波長に対して大規模なモデルを、現実的に解析可能なサイズまで小さくできる。反射抑圧のための平行線路も吸収境界壁に接着している。誘電層を含むより正確な解析も、遠方界指向性を求めるためには必要であるが、本研究では自由空間でのダイポール長の変化によるスペクトル特性計算に焦点を当てた。解析モデルや過渡的な光伝導電流に関する収束条件などの CST でのノウハウも十分に蓄積できた。先行研究で報告されていた実験値と解析結果の誤差もなくなり、非常によく一致することを確認した。先行研究でのレーザーパルス幅の解析時の変更などの経験則や実験による試行錯誤でのパラメータ調整による設計ではなく、電磁界解析に基づく直接的な設計が可能となったことを意味する。現在、上記などの研究成果の Applied Physics Letters への投稿を準備している。</p>					
キーワード FA	光伝導アンテナ	テラヘルツ波	有限積分法		

(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 <sup>GB</sup>	誘電体層と基板レンズを考慮した解析による光伝導アンテナの周波数スペクトル分布							
	著者名 <sup>GA</sup>	入江 克成, 高野 恵介, 萩行 正憲, 山本 晃司, 谷 正彦, 鈴木 健仁,	雑誌名 <sup>GC</sup>	電子情報通信学会 東京支部学生会研究発表会 第16回					
	ページ <sup>GF</sup>	pp.61	発行年 <sup>GE</sup>	2	0	1	1	巻号 <sup>GD</sup>	
雑誌	論文標題 <sup>GB</sup>								
	著者名 <sup>GA</sup>		雑誌名 <sup>GC</sup>						
	ページ <sup>GF</sup>	~	発行年 <sup>GE</sup>					巻号 <sup>GD</sup>	
雑誌	論文標題 <sup>GB</sup>								
	著者名 <sup>GA</sup>		雑誌名 <sup>GC</sup>						
	ページ <sup>GF</sup>	~	発行年 <sup>GE</sup>					巻号 <sup>GD</sup>	
図書	著者名 <sup>HA</sup>								
	書名 <sup>HC</sup>								
	出版者 <sup>HB</sup>		発行年 <sup>HD</sup>					総ページ <sup>HE</sup>	
図書	著者名 <sup>HA</sup>								
	書名 <sup>HC</sup>								
	出版者 <sup>HB</sup>		発行年 <sup>HD</sup>					総ページ <sup>HE</sup>	

欧文概要<sup>EZ</sup>

The photoconductive dipole antenna can radiate a broadband terahertz wave with relatively high efficiency. A common application for the photoconductive antenna is terahertz time-domain spectroscopy. The photoconductive antenna converts the laser light into a terahertz wave. It can be fabricated using lithographic techniques or using super-fine ink jet (SIJ) printer technology. Fabrication by SIJ techniques is simple, not time-consuming, and relatively low cost. It is essential for antenna design to be able to accurately characterize the antenna's electrical characteristics, such as the spectral characteristics for the dipole dimensions, by electromagnetic analysis. However, the electromagnetic analysis of the photoconductive antenna with co-planar line on a photoconductive substrate is extremely challenging. Furthermore, it is important to include the effects of the transient current in the photoconductive substrate.

This research presents the estimation that uses a valid transient current. Results from the Finite Integration Technique (FIT) simulator CST are presented. The dipole antenna in free space is analyzed, and the result is normalized by the effective permittivity. This dispenses with the time-consuming analysis that uses the dielectric material. For the most accurate design, it is necessary to include the dielectric in the far-field pattern calculation. This research focuses on the estimation of the pattern's spectral characteristics of an antenna radiating in free space by CST simulator. We also acquire technical know-how of CST simulator about convergence conditions for the analysis model and transient photocurrent. Even with a free-space analysis, the discrepancies between the measurement and analysis in a previous work largely disappear. We avoid both the analysis using the impractically wide laser pulse that is used in the method of the previous work and a trail-and-error fabrication design method. Hence, one can estimate and directly design a photoconductive antenna with a desired spectral characteristic using a simple model and full-wave electromagnetic analysis. We are planning to submit a paper about this research to Applied Physics Letters.