

課題番号 : F-18-OS-0003  
利用形態 : 機器利用  
利用課題名(日本語) : メタマテリアルによるテラヘルツ波の高度応用  
Program Title (English) : Application of the metamaterial for Terahertz wave devices  
利用者名(日本語) : 中嶋誠, 邱紅松, 木本翔大, Khoa Phan, 加藤康作  
Username (English) : M. Nakajima, H. S. Qiu, S. Kimoto, K. Phan, and K. Kato  
所属名(日本語) : 大阪大学レーザー科学研究所  
Affiliation (English) : Institute of Laser Engineering, Osaka University  
キーワード/Keyword : LED 描画/LED Lithography, RF スパッタ/RF sputtering, メタマテリアル/Metamaterial, リソグラフィ・露光・描画装置

## 1. 概要(Summary)

テラヘルツ領域に共鳴を持つ金属メタリアルを作成することで、テラヘルツ波の電場や磁場の効果を増強し、テラヘルツ波による物性制御を試みた。また、磁性体および非磁性金属薄膜によるヘテロ構造試料を作成し、光照射によりテラヘルツ波の観測に成功した。膜厚の違いについて詳細に調べた。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

LED 描画システム  
多元 DC/RF スパッタ装置  
電子ビームリソグラフィ装置  
マスクライナー  
RF スパッタ装置(合成 PF)

### 【実験方法】

スパッタ装置を用いて、0.5 mm 厚の合成石英基板の上に、磁性金属であるコバルト 10 nm および非磁性金属であるプラチナ 5 nm を成長させた。またプラチナの厚みを 0.5 nm から 20 nm まで変化させ、膜厚の依存性を調べた。試料表面にフェムト秒パルスレーザー 800 nm を照射し、試料表面より放射されるテラヘルツ波を EO サンプルリング法により検出した。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1 が、観測されたテラヘルツ波である。石英基板のみ、石英基板にコバルトをつけたもの、石英基板にコバルトおよびプラチナをつけたもので比較した。基板からの放射は無いことがわかる。コバルトおよびプラチナのものよりもっとも強い放射が観測された。この放射は、レーザー照射による磁性コバルト層にて、光励起スピン流が生じ、それがヘテロ界面により逆スピンホール効果によって、過渡電流が誘起されたために放射されたものである。また膜厚依存性の結果よりプラチナ層 5 nm が最も効率良く逆

スピンホール効果が生じることが分かった。

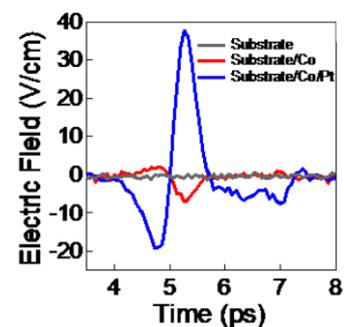


Fig. 1 THz waveforms emitted from magnetic films

## 4. その他・特記事項(Others)

・謝辞

Part of this work was supported by "Advanced Research Program for Energy and Environmental Technologies" commissioned by NEDO of METI.

・関連課題番号 : S-18-OS-0018

## 5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

論文

1. H. S. Qiu *et al.*, "Layer thickness dependence of the terahertz emission based on spin current in ferromagnetic heterostructures" *Optics Express* 26, 15247-15254 (2018).
2. H. S. Qiu *et al.*, "Magnetically and electrically polarization-tunable THz emitter with the integrated ferromagnetic heterostructure and large birefringence liquid crystal", *Appl. Phys. Exp.* 11, 092101-1~4 (2018).

## 6. 関連特許(Patent)

なし