

＊課題番号 : F-12-KT-0074
 ＊支援課題名 (日本語) : 高強度テラヘルツを用いた物質探索および制御
 ＊Program Title (in English) : Material research and Control for the materials with strong THz radiation
 ＊利用者名 (日本語) : 田中 智子
 ＊Username (in English) : Tomoko Tanaka
 ＊所属名 (日本語) : 京都大学 物質-細胞統合システム拠点
 ＊Affiliation (in English) : Institute for Integrated Cell-Material Science(WPI-iCeMS), Kyoto university

※概要 (Summary) :

分光学的に未開拓のテラヘルツ (THz) 領域の電磁波を用いて物質の電子、分子状態を明らかにし、この電磁場を用いた状態制御をめざす。

本研究課題ではより高感度な検出や制御を行うために基板上に金属パターンを作成し、その特性を評価した。

※実験 (Experimental) :

・サンプルは、マスクレス露光装置、真空蒸着器 (京都大学 ナノテクノロジープラットフォーム) を用いて、ニオブ酸リチウム薄膜の上に厚さ 100nm の金のパターンを描画し、作製した。この金のパターン周辺に生じる THz 電場の分布を我々の研究室で開発したリアルタイム THz 近接場顕微鏡を用いて評価した。

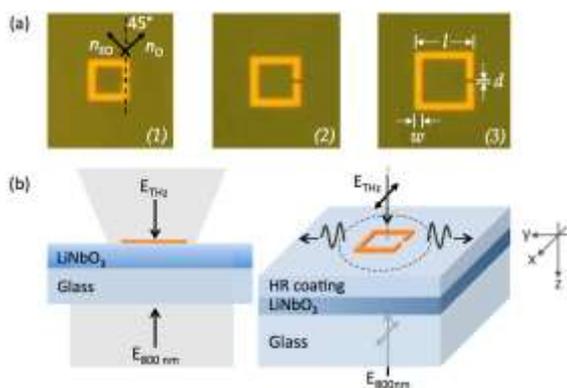


図1. (a) 作成したサンプルの画像 ($d = 4 \mu\text{m}$, $w = 9 \mu\text{m}$, and (1) $l = 50 \mu\text{m}$, (2) $60 \mu\text{m}$, (3) $70 \mu\text{m}$) と (b) 構造。

評価したサンプルはサイズの異なる単一の Split Ring Resonator(SRR)パターンである。(図1)

プローブ光の遅延を変えて取得した THz 近接場画像から、単一 SRR パターンから距離が異なる地点での THz 電場(E_x)の時間波形を得ることが出来る。実験

結果の検証のため同じ系での FDTD シミュレーションも行った。(図2)

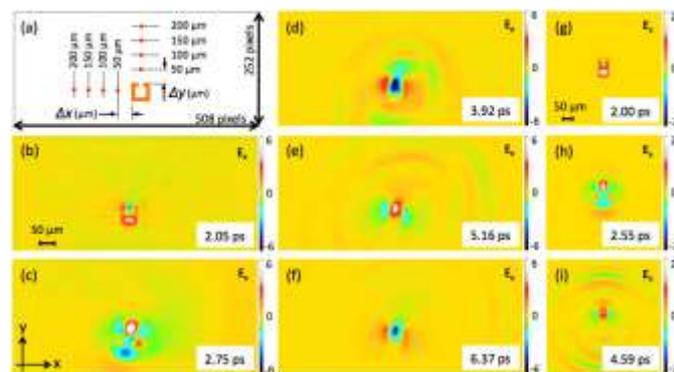


図2. (a) 測定地点の図 と(b)~(f) E_x の測定結果と, (g)~(i) シミュレーション結果。

※結果と考察 (Results and Discussion) :

図3に実験及びシミュレーションによる SRR のギャップでの電場の時間波形及びスペクトルを示す。

SRR の共鳴に対応するピークが見られる。またこのピークの周波数はそれぞれのサイズの SRR に対して、0.45、0.37、0.32THz であった。これはサイズの逆数($1/l$)に対して比例の関係にある。

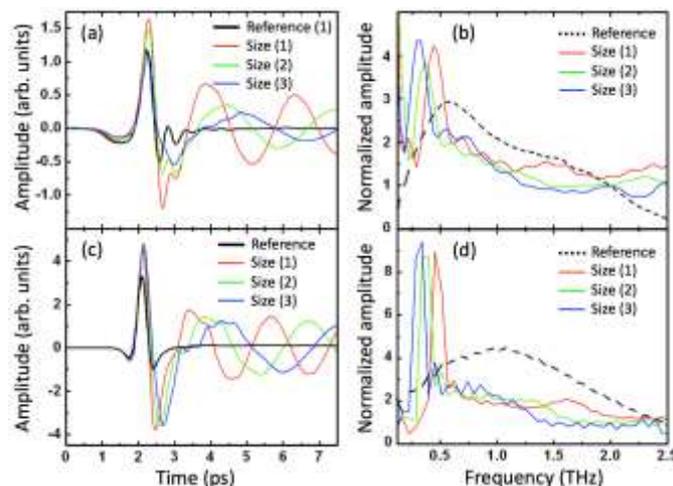


図3. SRR のギャップにおける時間波形とスペクトル: 実験(a)&(b)及びシミュレーション(c)&(d)。

また、共鳴モードでの電場の空間分布から、それらの共鳴がどのような共鳴であるのかも、実験によって検証が可能である。(図4)

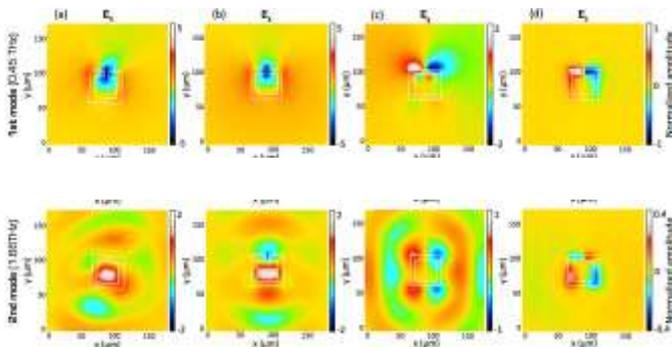


図4. 2つの共鳴モードの電場の実部:(a) Exの測定値、(b) Ex、(c)Ey、(d)Ezのシミュレーション結果.

このような共鳴モードの空間分布をシミュレーションでなく、実際作製したサンプルについて短時間で評価することが可能となる。この評価方法はSRRを集積化したときに生じるサンプルからの信号のクロストークを抑制させるなど等に利用可能である。

※その他・特記事項 (Others) :

・ 今後、基板上に描画した金属パターンを用いた微量サンプルのTHz分光や、金属パターンによって増強されたTHz電場を利用した非線形分光を行う予定である。

・ 参考文献 :

- ・ F. Blanchard et.al, Opt. Express **19**(9), 8277–8284 (2011).
- ・ A. Doi et.al, J. Infrared, Millimeter, Terahertz Waves **32**(8-9), 1043–1051 (2011).

共同研究者等 (Coauthor) :

Francois Blanchard, Atsushi Doi, Koichiro Tanaka

論文・学会発表

(Publication/Presentation) :

- ・ F. Blanchard et.al, OPTICS EXPRESS, **20**, 19395, 2012.