

高強度テラヘルツを用いた物質探索および制御

利用者：^a京都大学 物質 - 細胞統合システム拠点, ^bオリンパス, ^cMagill University
 田中 智子^a, 土井 厚志^b, Francois Blanchard^c, 田中 耕一郎^a

研究支援者：京都大学 大村 英治, 井上 良幸

【研究目的】

光と電波の間の周波数領域にあるテラヘルツ (THz) 波を用いて、物質の電子状態、生体分子の振動、回転モードを明らかにし、この電磁波を用いた状態制御を目指す。本研究課題ではより高感度な検出や制御を行うための金属パターンを基板上に作製し、その特性を評価した。

【成果】

我々のグループで開発したTHz近接場顕微鏡は、ビデオレートで分解能 $10\ \mu\text{m}$ (波長のおよそ $1/30$ 以下の分解能) のTHz画像を取得することが可能である。このTHz近接場顕微鏡を用いて、基板上に作製した金属パターン*の評価を行った。図1は金属アンテナのギャップ部分での電場増強の様子を示す。0.5 THz付近のTHz波が選択的に電場でおよそ2倍に増強されていることがわかる。より、特定の周波数でより電場増強可能なSplit Ring Resonator*を作製した。図2にTHz近接場顕微鏡を用いてその周辺の電場分布を測定した結果を示す。(参考文献[1])

これらの実験結果をもとにして、所望のTHz周波数を増強する金属構造を利用して微小結晶のガスとの反応をモニターすることに成功した。(参考文献[2])

*これらの金属パターンは京都大学ナノテクノロジープラットフォーム (微細加工) の設備を利用して作製しました。

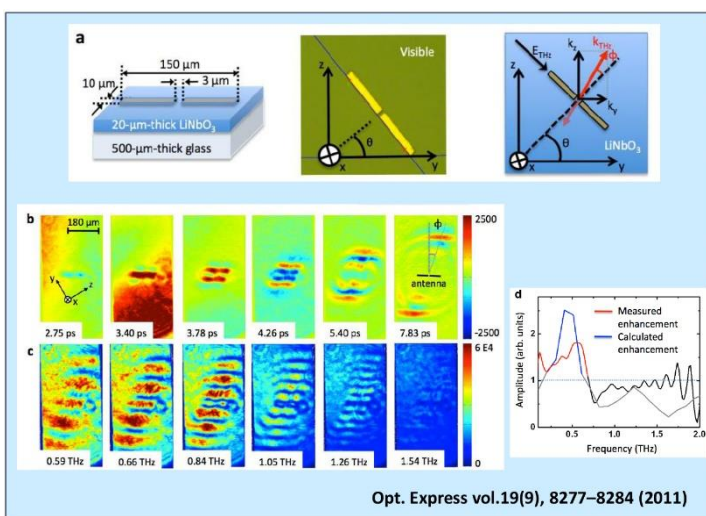


図1 ギャップ付きダイポールアンテナ近傍のTHz電場
 a. 作製したダイポールアンテナ、b. THzイメージ (時間軸)、
 c. THzイメージ (周波数軸)、d. アンテナギャップでのTHz電場増強スペクトル

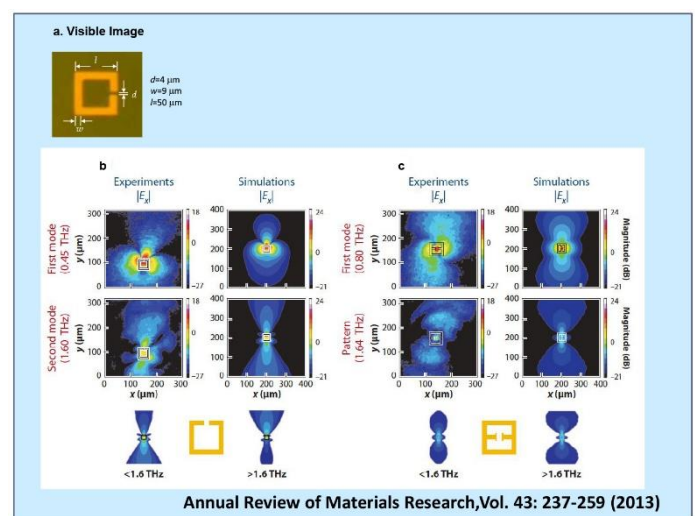


図2 Split Ring Resonator(SRR)近傍のTHz電場分布
 a. 作製したSRRの可視画像、b,c. 二種類のSRR近傍のTHz電場イメージ実験結果とFDTDシミュレーション結果

【支援実施機関からのコメント】

本件では、ナノテクノロジーハブ拠点の2つの装置を主にご利用いただきました。最小分解能 $1\ \mu\text{m}$ 、重ね合わせ精度 $\pm 1\ \mu\text{m}$ の高性能マスクレス露光装置でレジストパターンを作成し、その上に真空蒸着装置により金属を蒸着しその後の処理を経て設計した微細金属パターンを作成されました。これまで利用されたことのない装置でしたが、各装置にて必要な最適設定値を求められ、最終的な特性評価で結果を得られたとのことで、支援者としても大変ありがたく思っております。

【参考文献等】

- [1] Annual Review of Materials Research, **43**, 237-259 (2013).
 [2] Applied Physics Letters, **105**, Article Number: 022410 (2014).