

課題番号 : F-17-KT-0154  
利用形態 : 技術補助  
利用課題名(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(English) : Material research and control using intense THz radiation  
利用者名(日本語) : 田中耕一郎, 草場哲, 坂田諒一, 瀧口賢治, 永井恒平, 中野愛子  
Username(English) : K. Tanaka, S. Kusaba, R. Sakata, K. Takiguchi, K. Nagai, A. Nakano  
所属名(日本語) : 京都大学大学院理学研究科  
Affiliation(English) : Graduate School of Science, Kyoto University  
キーワード/Keyword : 高強度場光科学、高次高調波発生、テラヘルツ光、リソグラフィ・露光・描画装置

## 1. 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。本研究課題では金属微細構造を用い、軌道角運動量を持つ光として知られる光渦を回折限界を超えて集光するデバイスの作成を行った。

## 2. 実験(Experimental)

### 【利用した主な装置】

高速マスクレス露光装置、真空蒸着装置、厚膜フォトリソ用スピコーディング装置

### 【実験方法】

回折限界以下の近接場電場を測定するために、テラヘルツ近接場測定用結晶(ニオブ酸リチウム)に直接金の微細構造を作成した。テラヘルツ時間領域分光法により金微細構造近傍の電場の時間発展を測定した。

## 3. 結果と考察(Results and Discussion)

Fig. 1(a)は作成した金属構造の光学顕微鏡写真である。この放射状アンテナアレイ構造は、過去のシミュレーション及び実験研究により、アンテナ全体に入射してきた光渦を中心の円形部に集光する働きがあることが知られている[1,2]。我々は中心部の大きさを入射光渦の波長(物質中で  $230 \mu\text{m}$ )より小さい直径  $50 \mu\text{m}$  とし、回折限界を超える集光を行った。Fig. 1(b), (c)はアンテナ構造全体に軌道角運動量 $\hbar$ を持つ光渦を照射した時に中心部に現れる位相、及び強度分布を示す。位相は中心の特異点の周りで  $2\pi$ 回転しており、また強度分布は中心に暗点を持つドーナツ型をしている。これらの結果は光渦が回折限界以下の大きさに集光されていることを示している。

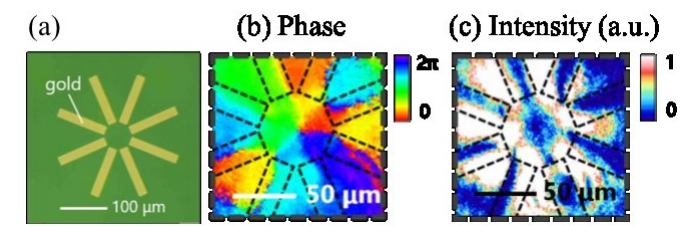


Fig. 1 (a) Circular array antenna structure. (b) Phase and (c) intensity distribution around the center of the array antenna.

## 4. その他・特記事項(Others)

### ・参考文献

- [1] R. W. Heeres and V. Zwiller, Nano Lett. **14**, 4598 (2014).
- [2] T. Arikawa et al., Optics Express **25**, 13728 (2017).

・本研究は科学研究費助成事業基盤研究(S)「テラヘルツ高強度場物理を基盤とした非線形フォトエレクトロニクスの新展開」の支援を受けて行った。

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

- (1) 坂田諒一, 森本祥平, 有川敬, 田中耕一郎「放射状アンテナアレイによる光渦の集光」日本物理学会2017年秋季大会、岩手大学

## 6. 関連特許(Patent)

なし。