

走査型透過電子顕微鏡カソードルミネッセンスによる プラズモニック銀ナノディスクの位相測定

Phase Measurement of Silver Nanodisks Using STEM Cathodoluminescence

東京工業大学¹ (M1)松方 妙子¹, (P)Carl Wadell¹, 山本 直紀¹, 三宮 エ¹

Tokyo Institute of Technology¹ (M1)Taeko Matsukata¹, (P)Carl Wadell¹, Naoki Yamamoto¹,
and Takumi Sannomiya¹

E-mail: matsukata.t.aa@m.titech.ac.jp

1. Introduction

プラズモニック構造の放射場の位相の測定と正確な制御は、高指向性ナノアンテナの実現のために重要である。1 nm 以下の高い空間分解能を持つ走査型電子顕微鏡 (STEM) を用いたカソードルミネッセンス (CL) 測定は、ナノスケールでの電場分布の測定を可能にする。本研究では、プラズモンモードの放射電場と参照電場との干渉を利用して、その電場強度分布の観測・解析によるプラズモンモードの位相情報の取得を目指す。本発表では、銀ナノディスクを用いたナノスケールでの位相測定の実験結果と計算結果を発表する。

2. Method

電場強度の測定装置は、透過型電子顕微鏡にカソードルミネッセンスの観測機構を搭載したもの (STEM-CL) を用いた。放物面ミラーによって試料からの放射光をコリメートし[1-2]、ピンホールマスクにより特定の検出角度を選択できる。また、偏光板によって偏光方向 (p, s 偏光) を選択できる。電子線を走査して、試料面をスキャンすることで、波長ごとの電場強度分布を得ることが出来る。

また、ローレンツモデルを用いて強度と位相情報を指定した基底モードを仮定して、モードの重ね合わせを計算し[3]、電場分布を計算によって再現し、実験結果と比較した。

3. Results and Discussion

p 偏光での測定では、銀ナノディスク内に励起されるエネルギーの異なる面内面外多極モードの放射場を観測できる。検出角度 45°では、それらのモードの放射場の干渉が観測できる。波長スキャンをすると、強め合う干渉が生じる領域 (高強度域) が変化した。その実験結果は、強度スペクトルから取得した各モードのピーク波長を利用して計算した電場分布の結果とも一致した。

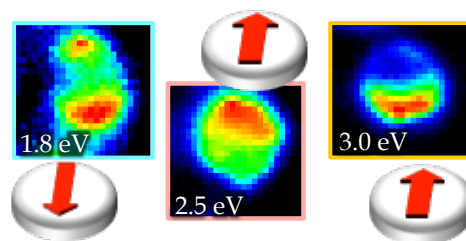


Fig. Photon Map of a silver nanodisk showing interference of multiple

[1] T. Sannomiya, H. Saito, J. Junesch, N. Yamamoto, *Light: Sci. Appl.* **5**, e16146, (2016).

[2] N. Yamamoto, *Microscopy* **65**, 282-295, (2016).

[3] Z. Thollar, C. Wadell, T. Matsukata, N. Yamamoto, T. Sannomiya, *ACS Photonics*,

DOI: 10.1021/acsp Photonics.7b01293, (2017).