白色光全反射照明による高次プラズモンモード干渉効果の観測

Observation of interference effect of higher-order plasmonic modes by white light TIR illumination

北大電子研　○織田洋彰、藤原英樹、酒井恭輔、石田周太郎、笹木敬司

RIES, Hokkaido Univ. , ○Hiroaki Orita , Hideki Fujiwara , Kyosuke Sakai , Shutaro Ishida, and Keiji Sasaki

E-mail: orihiro009@eis.hokudai.ac.jp

［はじめに］ 金属ナノ構造に光を照射すると、ナノメートルオーダーの微小空間に高強度の局在表面プラズモン場が誘起され、この特性を利用した表面増強ラマン散乱や高効率な非線形光学現象等の観察が数多く報告されている [1-3]。これまでに我々は、金属ナノ構造中の局在プラズモン場の分光イメージング解析を行うため、白色全反射照明を用いた散乱型近接場顕微鏡システムを構築し[4]、前回の報告では、P偏光全反射照明による高次モード励起とその干渉効果に起因したギャップモードの観測波長依存性を確認した [5]。今回は、S偏光全反射照明により励起されるプラズモン場においても同様な干渉効果の観測に成功したのでその結果について報告する。

［実験］ 試料として、一辺100nm、高さ30nm、ギャップ距離15nmの金ナノダイマー構造を用いた。この試料では、金ナノダイマーのブロック配列と垂直な偏光を持つ光を入射させると、波長700nm付近にプラズモン共鳴を持ち、構造の四隅に強い光強度分布を示す局在場が誘起されることが期待される。広帯域の白色光源をプラズモン励振用の光源とし、対物レンズを通して試料界面において全反射照明になるような光学系を調整した。試料の散乱スペクトル測定を行った後、試料表面を探針で走査しながら形状像測定を行うと同時に、散乱させた光局在場を分光器に導入し、任意の観測波長において光局在場分布の測定を行った。

［結果と考察］ ブロック配列と平行な方向からのS偏光入射条件下で金ナノダイマー構造の分光イメージングを行った結果（上段）とその数値計算結果（下段）を**Fig.1**に示す。その結果、波長710nmでは、予想されたように構造の四隅に強い局在場が誘起される様子を確認した。しかし、観測波長を短波長側にシフトさせると入射方向とは反対側のブロックの二隅の局在場が弱くなり、観測波長を長波長側にシフトさせると入射側のブロックの局在場が弱くなる様子が確認できる。これらの結果は数値計算結果とも良い一致を示した。入射方向を90°回転させた全反射入射や垂直入射ではこのような結果は観測されないことから、ブロック配列と平行な方向からの全反射入射により励起された高次プラズモンモードと基本モードの干渉効果により、観測波長に応じてモード間の位相差が変化し、この様な波長依存性が現れたと考えられる。

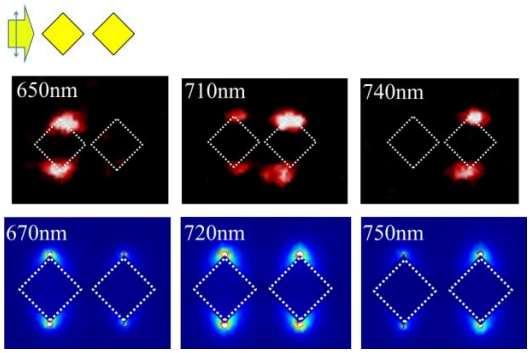

Fig.1 Wavelength dependence of localized field intensity distributions when the white light is incident in the direction parallel to the pair axis with S-polarization. Upper panels: Experimental results. Bottom panels: Numerical results.

[1] A. Kinkhabwala, *et al.*, Nature Photonics **3**, 654 (2009), [2] K. Ueno, *et al.*, J. Am. Chem. Soc. **130**, 6928 (2008),

[3] K. Ikeda, *et al.*, J. Chem. Phys. **127**, 111103 (2007), [4] Y. Tanaka, *et al.*, Nano Lett., **15**, 7086 (2015),

[5] 安田他, 第 62 回応用物理学会春季学術講演会, 13a-A12-3(2015).

© 2016年 応用物理学会