

課題番号 : F-17-HK-0066
利用形態 : 共同研究
利用課題名(日本語) : 近接場光学顕微鏡による J 会合体—金ナノディスクハイブリッドシステムの分光特性研究
Program Title (English) : Spectral properties of the J-aggregate-gold nanodisk hybrid system studied by near-field optical microscopy
利用者名(日本語) : 今枝佳祐, 井村考平
Username (English) : Keisuke Imaeda, Kohei Imura
所属名(日本語) : 早稲田大学先進理工学研究科
Affiliation (English) : Graduate School of Advanced Science and Engineering, Waseda University
キーワード/Keyword : リソグラフィ・露光・描画装置

1. 概要(Summary)

金属ナノ粒子と J 会合体が近接した構造体は、プラズモンとエキシトンが相互作用し強結合状態が光誘起されるため、特徴的な光学特性を示す。この J 会合体—金ナノ構造ハイブリッドシステムを詳細に理解するためには、その分光特性および空間特性を観測することが重要である。本研究では、高い空間分解能を達成する走査型近接場光学顕微鏡を用いて、J 会合体—金ナノ構造ハイブリッドシステムに誘起される強結合状態の直接観測を目的とした。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

超高精度電子ビーム描画装置 ELS-F125(エリオニクス)
ヘリコンスパタリング装置 MPS-4000C1/HC1

高分解能電界放射型走査型電子顕微鏡 JSM-6700FT

【実験方法】

ガラス基板上に電子ビームリソグラフィ/リフトオフにより金ナノディスク(直径 80 nm, 厚さ約 40 nm) 作製した。この試料にテトラフェニルポルフィリンの J 会合体を成膜することで、J 会合体—金ナノディスクハイブリッドシステムを作製した。開口型近接場光学顕微鏡を用いた近接場透過測定から、金ナノディスクおよび J 会合体—金ナノディスクハイブリッド系のスペクトル特性および空間特性を評価した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

金ナノディスクの近接場透過スペクトルを測定した結果、波長 700 nm 付近にプラズモン共鳴を反映した特徴的な波形が得られた。また、J 会合体—金ナノディスクハイブリッドシステムで同様の測定を行なった結果、金ナノディスク単体とは異なるとスペクトル波形が得られた。より詳細にスペクトル特性を評価するために、J 会合

体—金ナノディスクハイブリッドシステムのスペクトルから金ナノディスクのスペクトルを引いた差スペクトルを得た結果を図 1(a)に示す。図から、J バンドの長波長側と短波長側に光強結合状態に起因すると考えられる特徴的なピークが観測されることがわかる。強結合状態における空間特性を評価するために、長波長側のピーク付近で近接場透過イメージを観測した。その結果を図 1(b)に示す。図から、J 会合体—金ナノディスクハイブリッドシステム上で透過光強度が減少している一方、強結合状態に起因すると考えられる特徴的な空間特性は観測されないことが明らかとなった。今後、より明瞭な可視化が可能な近接場二光子発光測定を行い、J 会合体—金ナノディスクハイブリッドシステムの空間特性を究明する予定である。

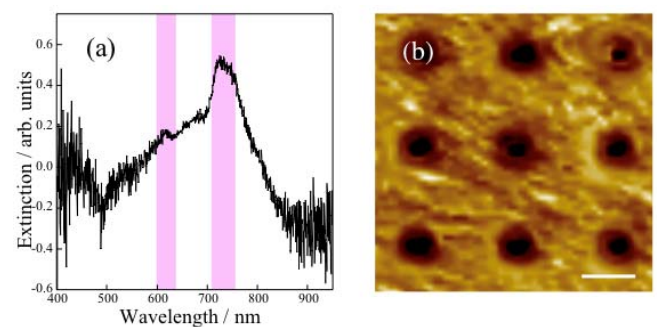


Figure 1. (a) Difference spectrum of Au nanodisk and J-aggregate-Au nanodisk hybrid system, (b) Near-field image of the hybrid system observed at 720 nm. Scale bar: 500 nm.

4. その他・特記事項(Others)

・共同研究者: 李潔, 上野貢生, 三澤弘明

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

井村考平, 「プラズモンのナノ分光イメージング」, 第 12 回プラズモニク化学シンポジウム, チュートリアル講演, 2017 年 6 月 23 日, 東京.

6. 関連特許(Patent)

なし