

## 4P083

### 近接場顕微分光による金ナノ粒子が相互作用した光電変換素子の研究

(分子研<sup>1</sup>、早大理工<sup>2</sup>、総研大<sup>3</sup>) ○原田 洋介<sup>1</sup>、井村 考平<sup>2</sup>、岡本 裕巳<sup>1,3</sup>

**【序】**金属ナノ粒子の表面プラズモン共鳴(SPR)を利用した、半導体光電変換素子の効率化の試みが、ここ数年で多数報告されている。SPRによる電場増強は空間的に局所的な現象で、またナノ粒子の形状に大きく依存するため、このような光電変換素子開発のためには、素子のナノ構造を明らかにした上でSPRの局所的相互作用による光電変換効率のナノスケールの位置依存性を観察することが必要である。

本研究では、最も一般的に使われている受光材であるシリコンを用いたフォトダイオードの受光面表面に金ナノ粒子を分散した系を対象とし、近接場顕微分光法によって、上記のような光電変換素子について、光電変換の空間特性について知見を得たので報告する。

**【実験】**市販のシリコンフォトダイオードの受光面表面に金ナノ粒子のコロイド溶液を展開し、乾燥した後、微粒子の固定のためポリビニルアルコール(PVA)をスピコートしたものを試料とした。球状金ナノ粒子については市販のものを、その他の微粒子については既報の方法で化学的に合成したものをを用いた。

本研究に用いた近接場光学顕微鏡は開口型ファイバースコープ(開口径 100 nm 前後)を使用したもので、空間分解能はプローブの開口径程度である。プローブと試料表面の距離はシアフォース法によって制御し、その制御信号から試料の表面形態像を得た。駆動系には閉回路ピエゾステージを用いている。光源には連続発振レーザー( $\lambda = 532, 633, 785$  nm)もしくはフェムト秒チタンサファイアレーザー( $\lambda = 780$  nm)を用いた。プローブ開口部から空間選択的に試料を光照射し、この時フォトダイオードに流れる光電流を測定しながら試

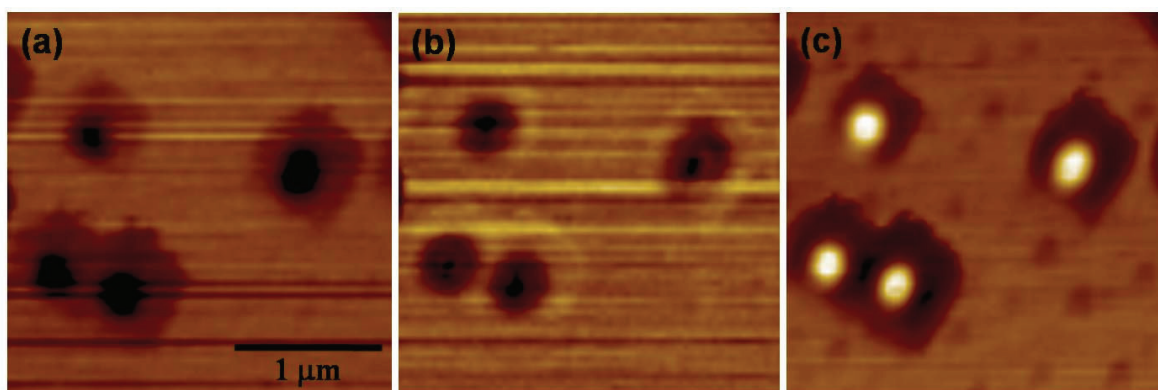


図1 球状金ナノ粒子(直径 100 nm)を分散したシリコンフォトダイオード受光面の近接場光電流イメージ。照射波長: (a) 532 nm、(b) 633 nm、(c) 785 nm。図の明部は光電流の増加を、暗部は光電流の減少を示す。

料を走査することで、光電流励起イメージを得た。入射光の偏光方向は、光のプローブへの入射前に設置した波長板で制御した。

【結果と考察】図1に、球状金ナノ微粒子(直径 100 nm)を受光面に分散したシリコンフォトダイオードの近接場光電流イメージを示す。直径 100 nm の球状金ナノ微粒子の場合、560 nm 付近に極大を持つプラズモンバンドが存在するが、その近傍の 532 nm で照射した場合、球状金ナノ微粒子の位置では光電流の減少が観測された(図1(a)の暗部)。照射波長 633 nm の場合でも同様に光電流の減少が見られたが(図2(b))、照射波長 785 nm では光電流の増加が観測された(図1(c)の明部)。この波長特性は、ファーフールドの透過スペクトルとは異なるが、我々が以前に報告した球状金ナノ微粒子の近接場透過スペクトル測定の結果<sup>[1]</sup>と一致している。

図2(b)に金ナノロッドでの近接場光電流イメージを、図2(a)には同時に得られた表面形態像を示す。ロッドの長軸方向に沿って、縞状に暗部(すなわち光電流の減少)が見られる特徴的な空間パターンが観測された。入射偏光方向がロッドの軸に沿った場合にこの減少が強く観測されたこと、またアスペクト比の小さいロッドでは暗部の数が少ないことを考えると、金ナノロッドの縦モードプラズモンを反映していると考えられ、金ナノロッドーシリコン系での光電変換の空間特性は、プラズモン共鳴が深く関係していることを示唆している。

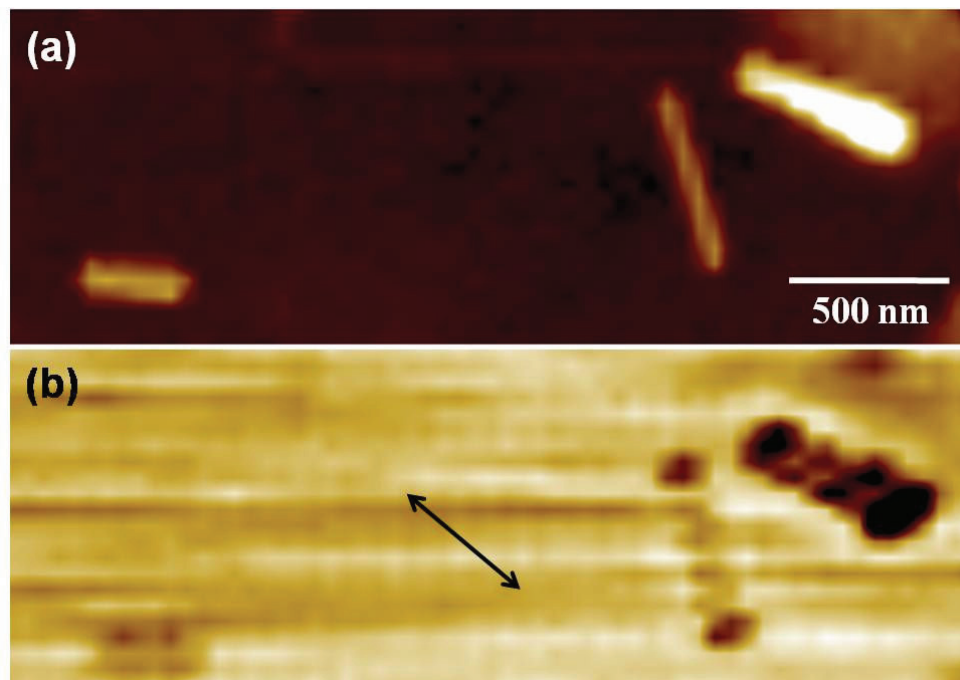


図2 金ナノロッドを分散したシリコンフォトダイオード受光面の(a)表面形態像と、(b)近接場光電流イメージ。照射波長 780 nm。図(b)の明部は光電流の増加を、暗部は光電流の減少を示す。矢印は入射偏光方向を示す。

[1] K. Imura, T. Nagahara, H. Okamoto, *Chem. Phys. Lett.* 400 (2004) 500-505.