金ナノギャップ構造を用いた単一生体分子のプラズモニック分光分析

Plasmonic spectroscopic analysis of single biomolecules using gold nanogap structures

東工大物質理工 [1] ○森崎 冴香 [1], 矢野 隆章 [1], 原 正彦 [1]

Tokyo Tech. [1], ○Saeka Morisaki[1], Taka-aki Yano[1], Masahiko Hara[1]

E-mail: morisaki.s.aa@m.titech.ac.jp

1. はじめに

金属ナノ構造間の間隙(ギャップ)部分は、ギャップモードプラズモンによる電場増強効果により、著しいラマン散乱強度の増強をもたらすことが知られている。この効果を利用したプラズモン増強ラマン散乱分光測定は、ラベルフリーでの単一生体分子検出が可能であり、ナノバイオ計測への応用が精力的に進められている。本研究では、二種類の金ナノギャップ構造を利用して単一ペプチド分子のプラズモン増強ラマン散乱分光分析を行った。さらに、経時的にピークシフトやピーク強度の明滅現象が観察されたラマンスペクトルから、ペプチド分子の吸着サイトや立体構造についての情報を抽出し、生体分子認識メカニズムの解明に向けた議論を展開したので報告する。

2. 実験方法及び結果

電子線リソグラフィー法にて作製した金ナノギャップアンテナ構造の SEM 像と、設計ギャップ間隔 26 nm において設計アーム長を 45 nm から 70 nm まで変化させた場合の散乱スペクトルを Fig. 1 に示す。図より、設計値とほぼ一致するアーム長のナノギャップアンテナ構造が得られた。また、作製した構造のプラズモン共鳴波長変化のアーム長依存性を確認した。これらの結果より、本研究では、594 nm または 633 nm の励起光にプラズモン共鳴を持つナノギャップアンテナ構造としてアーム長 50、60 nm を選択し、ペプチド分子のプラズモン増強ラマン散乱分光測定を行った。さらに、金属探針-金属薄膜基板間のナノギャップ構造を使用し、5 秒おきに 150 秒間連続的に探針増強ラマン散乱(TERS:Tip-Enhanced Raman Scattering)分光測定を行い、得られたラマンスペクトルを Fig.2 に示す。図より、ラマンバンドのピークシフトやピーク強度の明滅現象が見られ、一分子での計測を示唆する結果が得られた。

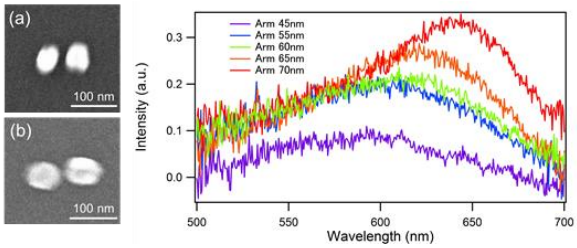


Fig. 1 左図 : 設計ギャップ間隔 26 nm の金ナノギャップアンテナ構造の SEM 像 (a)設計アーム長 40 nm、(b)設計アーム長 60 nm。右図 : 設計ギャップ間隔 26 nm における各アーム長での散乱スペクトル。

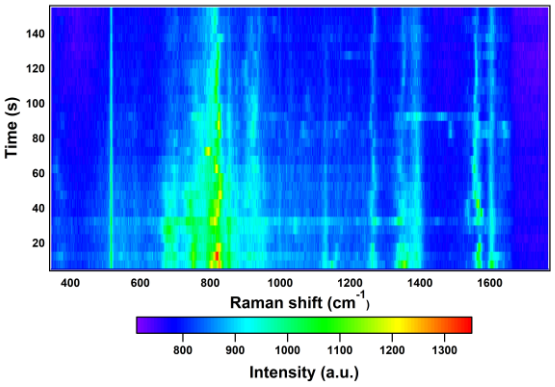


Fig.2 TERS 分光測定により得られたペプチド分子のラマンシフト/強度の経時変化。縦軸が経過時間、横軸がラマンシフトを示している。

© 2019年 応用物理学会