

課題番号	: F-17-UT-0059
利用形態	: 機器利用
利用課題名(日本語)	: プラズモニック表面増強効果を利用した超高速振動分光法の開発
Program Title (English)	: Ultrafast vibrational spectroscopy with plasmonic surface enhancement
利用者名(日本語)	: 森近一貴, 今坂光太郎, 芦原聡
Username (English)	: Ikki Morichika, Kotaro Imasaka, Satoshi Ashihara
所属名(日本語)	: 東京大学生産技術研究所
Affiliation (English)	: Institute of Industrial Science, The University of Tokyo
キーワード/Keyword	: 赤外分光、超高速分光、表面プラズモン、リソグラフィ・露光・描画装置

1. 概要(Summary)

超高速振動分光は、分子の高次構造やそのダイナミクスの観測を可能とする有用なツールであるが、振動遷移の振動子強度が小さいため感度に乏しい。我々は、赤外共鳴ナノアンテナの電場増強効果を利用し、超高速振動分光のおよそ 10^7 倍の超高感度化を実現した(Fig. 1)。

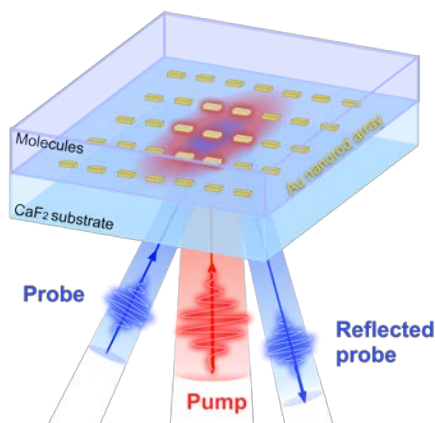


Fig. 1 An illustration of antenna-enhanced pump-probe reflection spectroscopy.

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

高速大面積電子線描画装置 (ADVANTEST F5112+VD01)、クリーンドラフト潤沢超純水付

【実験方法】

ナノテクノロジープラットフォームにおいて、CaF₂ 基板の上に化学増幅型レジスト(FEP-171)とエスペイサ(AX01)をスピコートし、電子線描画によるパターンニングを行った。その後自部門に持ち帰り、真空蒸着により金薄膜(Cr 5 nm, Au 30 nm)を成膜し、リフトオフにより金ナノロッド(長さ 900-1100 nm、幅 100 nm、高さ 30 nm)アレイを作製した。その上に、スピコートにより W(CO)₆: PMMA 分子膜を形成した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

作製した試料に対し、反射 FT-IR および反射ポンプロープ分光計測を行った。その結果、ナノロッドの局在表面プラズモンモードと分子の CO 伸縮振動モードとの共鳴的相互作用(Fano 共鳴)による、分子の非線形信号の増大を観測した。解析式でフィッティングした結果、局所的な信号増強度はおよそ 10^7 倍にも達することがわかった。

4. その他・特記事項(Others)

第 43 回(2017 年秋季)応用物理学会での講演(発表者 森近一貴)に対して講演奨励賞が授与された。ナノテクノロジープラットフォームの澤村智紀技術職員、エリック・ルブラッスール研究員、三田吉郎准教授には、有益な助言および技術指導を賜りました。深謝致します。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) 芦原聡, 草史野, 森近一貴, 櫻井敦教, 応用物理, Vol.87, No.2 (2018).
- (2) S. Usui, S. Kitade, I. Morichika, K. Kohmura, F. Kusa, and S. Ashihara, J. Phys. Chem. C Vol. 121, No. 46, pp 26000–26006 (2017).
- (3) F. Kusa, I. Morichika, A. Takegami and S. Ashihara, Opt. Exp. Vol. 25, Issue 11, pp. 12896-12907 (2017).
- (4) I. Morichika, F. Kusa, A. Takegami and S. Ashihara, J. Phys. Chem. C, Vol. 121, pp 11643–11649 (2017).

6. 関連特許(Patent)

なし。