厳密結合波解析による表面増大赤外吸収現象における粒子間増大場の周期的変化

Study of the enhanced field between particles in surface enhanced infrared absorption by Rigorous couple-wave analyses

弘前大院理工 [1]，弘前大教育 [2]，○水戸部　大地 [1]，島田　透 [2]，鈴木　裕史 [1]
Grad. Sch. of Sci & Technol., Hirosaki Univ[1] , Fac. of Edu. Hirosaki Univ[2].
○Daichi Mitobe[1], Toru Shimada[2], Yushi Suzuki[1]
E-mail: uc@hirosaki-u.ac.jp

[緒言]厳密結合波解析(RCWA)[1]により金属角柱配列を使用した表面増大赤外吸収(SEIRA)における金属粒子周囲の増大場分布を検証した。その結果、入射電場方向の粒子間で最大の増大場が生じることが判明し[2]、角柱配列モデル(SCM)[3,4]を支持する結果となった。さらに、生じた増大場が周期的に変化していることも判明した。

本研究では、粒子間隔を変えることによる増大場の周期性の変化を調査するため、様々な粒子間隔の角柱配列を設定し、RCWA により吸収スペクトルをシミュレートした。

[計算手法]真空／Au ナノ粒子パターン層／Si 基板の三層系の計算を RCWA で行った。パターン層は粒子の底面を正方形とし、その一辺を 250 nm、高さを 30 nm、粒子間隔を 50,100,200,300 nm と変化させた。吸着分子にはポリアクリル酸を想定したローレンツ振動子モデルを採用した。モデル分子は入射電場方向の粒子間に配置し(図 1(a))、すべての間隔において図 1(b)のように、粒子界面から粒子間隔の中央までを 10 分割して電場分布を求めた。計算にはフリーの RCWA 計算ソフト S4[5]を用い、Si、Au の誘電率は文献値[6,7]を使用した。

[計算結果]図 2 は粒子間隔 50 nm のときの電場分布を示す。縦軸は吸収強度の最大値で規格化している。粒子間で電場が周期的に変化することが判明した。さらに、すべての粒子間隔においても電場の周期的な変化が確認された。結果の詳細は当日報告する。

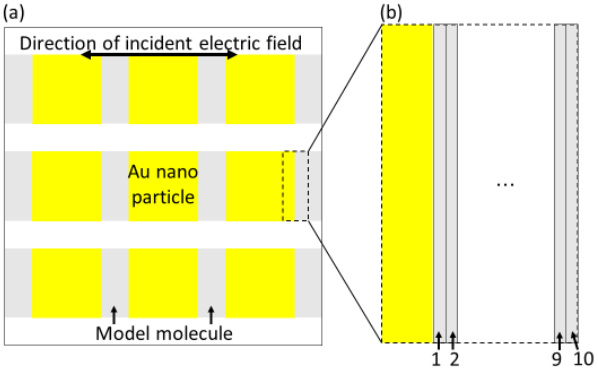

Figure 1 Schematic of (a) pattern layer and (b) divided model molecules.

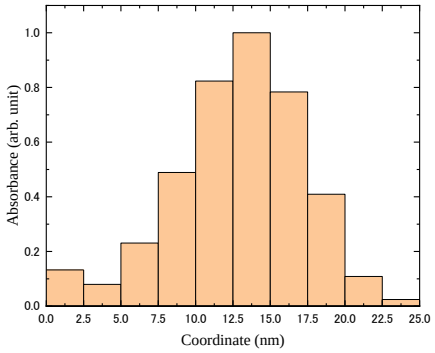

Figure 2 Absorbance of model molecue as gap size 50 nm.

[1] G. Moharam, Eric B. Grann, and Drew A. Pommet, J. Opt. Soc. Am. A/Vol. 12, No. 5/May (1995)
[2] D.Mitobe et al. 第 67 回応用物理学会春季学術講演会 14a-D215-2
[3] Y. Suzuki, K. Kita, N. Matsumoto, Appl. Phys. A 77, 613 (2003)
[4] T. Shimada et al., J. Phys. Chem. C 120, 534 (2016)
[5] V. Liu and S. Fan, Computer Physics Communications183, 2233-2244 (2012)
[6] D. F. Edwards and E. Ochoa, Appl. Opt., 19, 4130-4131 (1980)
[7] R. L. Olmon et.al, Phys Rev. B 86, 235147 (2012)

© 2020年 応用物理学会