

TiO₂/Au ナノアレイ系を用いた赤外吸収増大に関する研究Study of infrared absorption enhancement using TiO₂/Au nanoarray system弘前大院理工, [○]棟方 聡一郎, 大島 卓, 水戸部 大地, 鈴木 裕史

Grad. Sch. of Sci & Technol., Hirosaki Univ

[○]Soichiro Munakata, Taku Oshima, Daichi Mitobe, Yushi SuzukiE-mail: uc@hirosaki-u.ac.jp

【緒言】金属ナノ粒子は、その特異な光学的性質のため近年注目され、利用されている。一例として、赤外分光法の感度上昇のために金属ナノ粒子を使用する表面増大赤外吸収(SEIRA)[1]があり、バイオセンサー[2]などに応用されている。しかし、SEIRAの著しい吸収増大の機構の詳細は未だ解明されていない。我々はSEIRA機構の解明を行うために角柱配列モデルを使いシミュレーションを行っている。[3]以前の研究で、TiO₂角柱上にAu角柱を配置した場合光学キャビティ効果による増大場が生成されることがわかった。[4]そこで今回は、より応用に適した配置であるAu角柱上にTiO₂角柱を配置するシステムを用い、その増大場を詳しく探索していく。また以前の結果からTiO₂層が厚くなると金属ナノ粒子の増大場による影響が弱くなってしまうことが分かっている。そこで増大場の影響が大きいTiO₂層1000 nm以下での増大場も詳しく探索していく。

【計算方法】真空層/TiO₂角柱層/Au角柱層/基板層の四層系の計算をRCWA[5-7]で行った。Au, TiO₂角柱は底面を正方形とし一辺を250 nmとした。高さはAu層を30 nmとしTiO₂層の厚さを変化させた。ポリアクリル酸をモデルとしたローレンツ振動子をモデル分子として図1のように配置して計算を行った。

【計算結果】図2は、黒がTiO₂層/Si基板、赤がAu層/TiO₂層/Si基板、青がTiO₂層/Au層/Si基板の構造でのシミュレーション結果であり、同じ量のモデル分子による赤外吸収に対する増大率をプロットした。今回の結果(青)を以前の結果(赤, 黒)と比較すると、青も同様に厚さに依存して吸収強度が周期的に変化していることがわかる。これは今回採用した構造においても光学キャビティ効果による増大場が生成されていることを示している。そこでより増大が大きく出ている1000 nm以下での探索を詳しく行った。詳細は当日報告する。

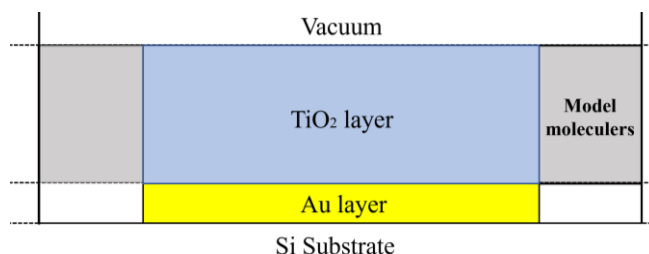


Fig.1 Schematic of the layer Used in the simulation

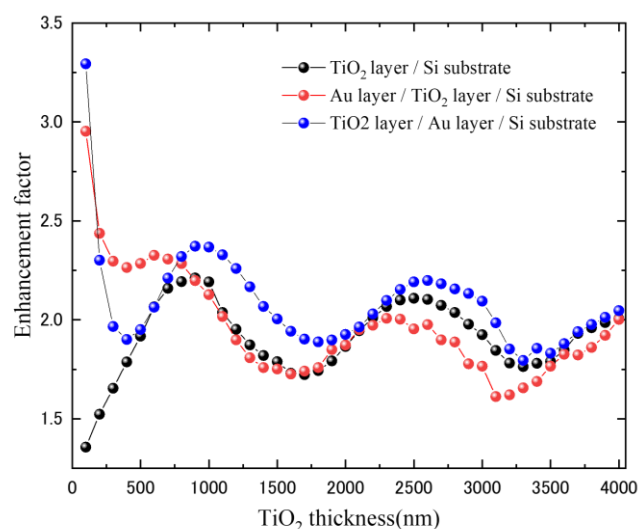


Fig.2 IR absorption enhancement factor of model molecules as a function of TiO₂ layer thickness

[1]Hartstein, J.R. Kirtley and J.C.Tsang,PHYSICAL REVIEW LETTERS 1980,45.201.

[2]Hee Dong Jang,A glucose biosensor based on TiO₂-Graphene composite, Biosensors and Bioelectronics 38 (2012) 184-1

[3] Y. Suzuki et al., Material Research Express 6,1050d7 (2019).

[4] S.Munakata 第82回応用物理学会秋季学術講演会 13p-N406-11

[5] M. G. Moharam and T. K. Gaylord, "Rigorous coupled-wave analysis of planar-grating diffraction," J. Opt. Soc. Am. 71, 811-818 (1981)

[6]<http://emlab.utep.edu/ee5390cem.htm>, COMPUTATIONAL ELECTROMAGNETICS, Lecture21-23

[7]Victor Liu, Shanhui Fan, Computer Physics Communications 183 (2012) 2233-2244