

層状構造での厳密結合波解析による
表面赤外吸収の増大分布の調査

Investigation of enhancement field distribution in surface enhanced infrared absorption
by Rigorous couple-wave analyses in layered structure

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 Suzuki

E-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、広く利用されている。一例として、赤外分光法の測定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)があり、バイオセンサー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おらず、日々研究が行われている。そこでSEIRA(表面赤外吸収増大)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。以前、高屈折率基板/低屈折率バッファ層/金属NP層システム(図1)を用いた時、NP層がハーフミラーとして機能し光学キャビティ効果により大きな吸収増大が得られることを報告した。このバッファ層を誘電体NP層に置き換えれば、このシステムの応用範囲がさらに広がることが期待できる。そこで本発表ではバッファ層に金属NPと同じ底面を持つTiO₂ NP層を配置した高屈折率基板/TiO₂ NP層/金NP層システム(図2)を用いシミュレーションを行った。

【計算方法】 真空層、TiO₂ NP層、金NP層、基板層の四層系の計算をRCWAで行った。金NP層、TiO₂ NP層は角柱になっており、底面を正方形とし一辺を250 nm、金NP層の厚さは30 nmに固定し、TiO₂ NP層の厚さは変化させた(100~4000 nm)、吸着分子には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金NP層の間に配置して計算を行った。

【計算結果】 図3はTiO₂ NP層の厚さを変化させたときの吸収強度を示す。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明らかとなった。これは、光学キャビティ効果を示唆している。さらに、吸収強度が最大および最小となる厚さにおける、TiO₂ NP層内膜厚方向の電場分布を

RCWAによりシミュレートし、キャビティ効果のさらなる調査を行う。詳細は当日報告する。

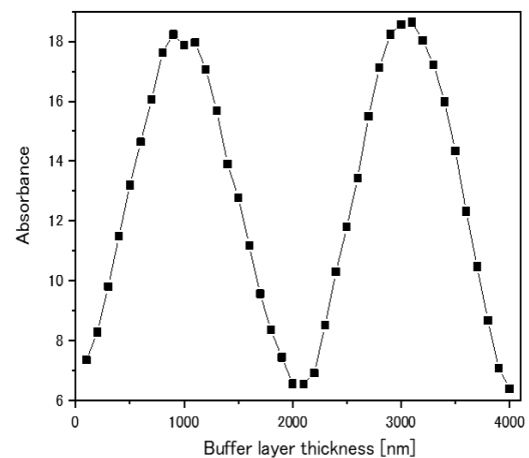
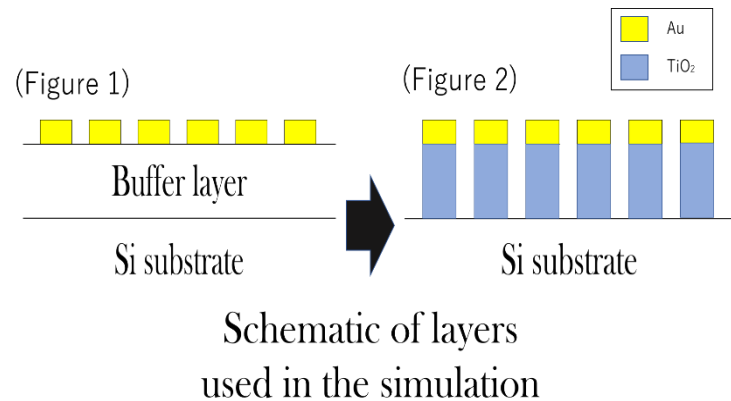


Figure 3 IR absorbance of model molecules as a function of buffer layer thickness.

- [1] B. DEBBRECHT et al, OPTICS EXPRESS, 20, 24501. (2017)
- [2] T. D. Dao et al, Nanoscale, 11, 9508 (2019)
- [3] G. Moharam, Eric B. Grann, and Drew A. Pommet, J. Opt. Soc. Am. A/Vol. 12, No. 5/May (1995)
- [4] V. Liu and S. Fan, Computer Physics Communications 183, 2233-2244 (2012)
- [5] D. F. Edwards and E. Ochoa, Appl. Opt., 19, 4130-4131 (1980)
- [6] R. L. Olmon et al, Phys Rev. B 86, 235147 (2012)