

厳密結合波解析による金属角柱配列における 光学キャビティ効果の検証

Verification of optical cavity effect in metal square column

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 Univ¹, Fac. of Edu. Hirosaki Univ².

[○]Daichi Mitobe¹, Toru Shimada², Yushi Suzuki¹

E-mail: uc@hirosaki-u.ac.jp

[緒言]バッファ層をもちい、複雑な構造の金属パターン層と金属層でプラズモン共鳴を調整する研究が報告されている[1,2]。パターン層がハーフミラーとして機能すれば、スペーサー層を光学キャビティとして捉えることができる。この場合、パターン層に複雑な構造が必須であるかは不明である。

本研究では、より簡単な構造である角柱配列を採用し、厳密結合波解析(RCWA)[3]によるシミュレートからスペーサー層の光学キャビティ効果を検証する。

[計算手法]真空/Au ナノ粒子パターン層/バッファ層/Au 層/Si 基板の五層系の計算を 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 80 nm、粒子間隔を 20 nm、高さを 18 nm とした。モデル分子にはポリアクリル酸を想定したローレンツ振動子を採用し、パターン層の粒子間に配置した。Au 層は 200 nm 厚とした。バッファ層にはモデル分子と同様のベース屈折率をもつ物質を採用し、厚さを変化させ、入射角 10° で、反射スペクトルをシミュレートした。計算にはフリーの RCWA 計算ソフト S4[4]を用い、Si、Au の誘電率は文献値[5,6]を使用した。

[計算結果]図 2 はバッファ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。次に、吸収強度が最大および最小となる厚さにおける、バッファ層

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。

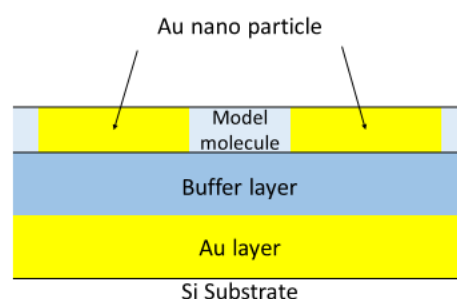


Figure 1 Schematic of the layers used in the simulation.

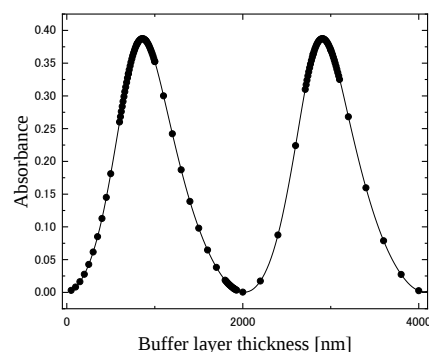


Figure 2 IR absorbance of model molecules as a function of buffer layer thickness.

- [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)