

凹凸 MIM 超広帯域光吸収体の FDTD 解析

FDTD analysis of bumpy MIM structures that exhibit ultra-wideband light absorption

¹ 理研, ² 東工大 岡本隆之^{1,2}, 鷹取賢太郎^{1,2}, 石橋幸治¹

¹RIKEN, ²TITech, Takayuki Okamoto^{1,2}, Kentaro Takatori^{1,2}, and Koji Ishibashi¹

E-mail: okamoto@riken.jp

我々は金属薄膜-誘電体-金属 (MIM) 構造の金属薄膜にランダムな凹凸を設けた構造 (以下、凹凸 MIM 構造とよぶ) が可視から赤外の 3 オクターブの広い波長域にわたって 50% 以上の吸収率を示すことを実験により示した [1]。本構造はコロイダルリソグラフィを用いて作製が可能のため、大面積の素子を簡単に安価に作製できるという特長を持つ。この吸収が表面プラズモン共鳴によるものであることは明らかではあるが、その広帯域性のメカニズムは明瞭ではなかった。今回、本凹凸 MIM 構造をモデル化し、FDTD 法を用いてその光学応答を解析することにより、その広帯域吸収のメカニズムを明らかにしたので報告する。

Fig. 1(a) は凹凸 MIM 構造の模式図である。ガラス基板上に直径 50 nm のシリカ粒子をランダムに固定し、その上に厚さ t_1 の金属薄膜、厚さ t_2 の PMMA 薄膜、そして光学的に十分に厚い金属を堆積したものである。入射方向はガラス基板側からである。この構造をモデル化した例の断面図を Fig. 1(b) に示す。モデル化において問題となる点はシリカ粒子上の金属薄膜の形状である。我々のこれまでの知見 [2] と断面 SEM による観測結果から、厚さ t_1 と被覆角 θ で特徴づけられる部分球殻形状とした。隣り合う金属球殻の重なりはシリカ粒子の距離と θ の大きさに依存する。Fig. 1(c) は実験で用いた試料をモデル化し被覆角を変えて計算した吸収スペクトルである。金属は金で、 $t_1 = 12$ nm、 $t_2 = 125$ nm で、粒子の位置は SEM 像から取得した。平均粒子密度は 208 個/ μm^2 である。被覆角を $\theta = 50^\circ$ とした場合の結果が実験結果を最もよく再現している。 $\theta = 40^\circ$ のときは、シリカ粒子が接している場合でも粒子上の金属は隣の金属と重なることはなく、常に孤立金属粒子となっている。メカニズムの詳細な解析結果は当日報告する。

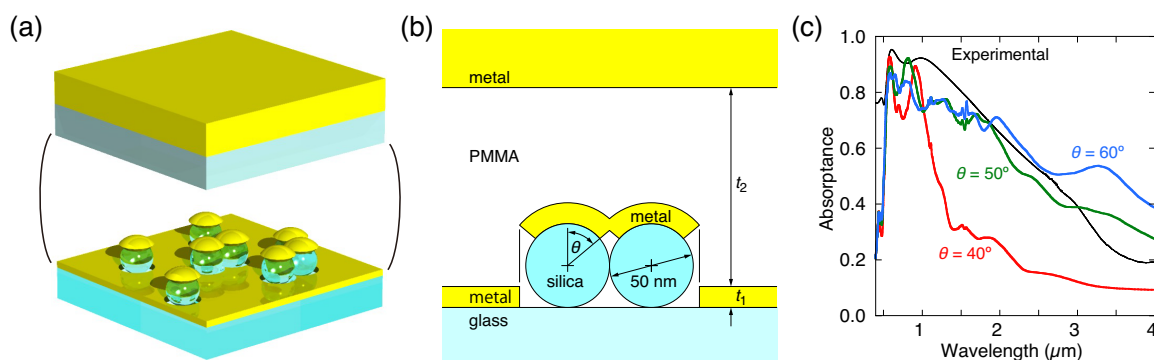


Fig. 1: (a) Schematic configuration of the bumpy MIM structure, (b) calculation model where two silica spheres contact with each other, and (c) calculated and experimentally obtained absorption spectra.

[1] 鷹取賢太郎, 岡本隆之, 石橋幸治, 第 64 回応用物理学会春季学術講演会 14p-F202-4 (2017).

[2] H. Takei, N. Bessho, A. Ishii, T. Okamoto, A. Beyer, H. Vieker, and A. Götzhäuser, *Langmuir* **30**, 2297–2305 (2014).