

Fano 共鳴を用いた金属表面状態の特性評価

Characterization of metal surface condition using Fano resonance

広大院先端研¹, 矢崎総業技術研究所² ○ 西田 宗弘¹, 松本 大聖¹, 古賀 大也¹, 小迫 照和², 角屋 豊¹

AdSM, Hiroshima Univ.¹, YAZAKI Research and Technology Center²

○Munehiro Nishida¹, Taisei Matsumoto¹, Hiroya Koga¹, Terukazu Kosako², Yutaka Kadoya¹

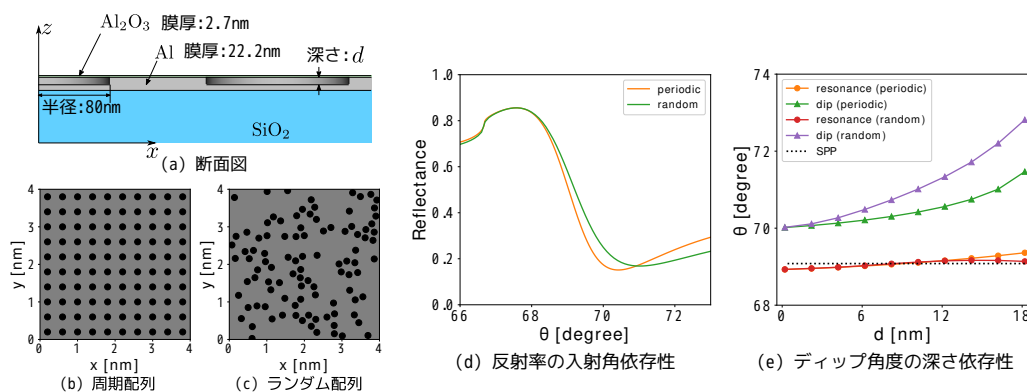
E-mail: mnishida@hiroshima-u.ac.jp

表面プラズモン・ポラリトン (SPP) による共鳴吸収を利用した全反射減衰 (ATR) 法は、基本的に、反射スペクトルに現れる急峻な共鳴ディップ構造を介して SPP の分散関係の変化を評価する方法である。これまで、SPP の共鳴的な励起に伴う金属の材料損失がディップの起源であり、ディップの位置がそのまま SPP の分散関係を表すと考えられてきた。

しかし、最近の研究 [1,2] により、共鳴ディップは Fano 共鳴、すなわち、共鳴反射過程と共鳴を伴わない直接反射過程の間の干渉によって生じている事が示された。これは、ATR 法を用いて、SPP の分散関係には現れ難い系の特性を評価出来る可能性があることを意味する。例えば、表面の荒れが生む拡散的反射は、共鳴反射波と直接反射波の干渉に影響を与えるため、破壊的干渉に由来するディップ角度の変化を引き起こすと考えられる。実際、古くから表面の荒れがディップ位置を変化させる事が実験的に示されて来たが、理論の予測とは大きな隔たりがあり、そのメカニズムは未解明のままだった [3]。

本研究の目的は、ATR スペクトルを Fano 共鳴の観点から理論的に再検討することにより、金属腐食等による表面の荒れ、特に、孔食によるナノホール形成が ATR スペクトルに与える影響を明らかにすることである。まず、時間的結合モード法により得られた反射係数の表式を元に、共鳴スペクトル形状を決める重要な特徴量を同定する。次に、SiO₂ 基板上的 Al 薄膜表面に深さ d の円柱状の穴を周期的、あるいは、ランダムに配置した系 (図 (a)~(c)) に対して、反射スペクトルを求め、その特徴量を抽出し、表面状態の変化と特徴量の変化の関係を調べる。

図 (d) に穴の深さが 10.2nm の場合の反射率の入射角依存性を示す。図 (e) は、ディップ角度と反射率が発散する共鳴角度の深さ依存性である。共鳴角度は、穴の無いフラットな表面での SPP 共鳴角度 (点線) とほとんど変わらないが、ディップ角度は穴の成長と共に広角度側にシフトして行く。また、シフト量は配列によって大きく異なる。これらの結果を解析する事により、スペクトルの特徴量と表面状態には明瞭な相関があることが分かったが、その詳細は講演で報告する。



[1]D. V. Nesterenko, S. Hayashi, Z. Sekkat, Phys. Rev. B **97**, 235437 (2018).

[2]A. P. Vinogradov, *et al.*, Phys. Rev. B **97**, 235407 (2018).

[3]H. Raether, *Surface Plasmons on Smooth and Rough Surfaces and on Gratings*, Springer (1988).