

走査型熱振動顕微鏡法を用いた高分子膜下の金ナノロッドの可視化

Visualization of gold nanorods buried in polymer matrix

by scanning thermal noise microscopy

京大工¹, 京大白眉セ² (M1)野坂 俊太¹, 木村 邦子¹, 小林 圭^{1,2}, 山田 啓文¹

Dept. of Electronic Sci. & Eng., Kyoto Univ.¹, The Hakubi Center for Adv. Res., Kyoto Univ.²

[○]S. Nosaka¹, K. Kimura¹, K. Kobayashi^{1,2}, H. Yamada¹

E-mail: nosaka@piezo.kuee.kyoto-u.ac.jp

【はじめに】最近、原子間力顕微鏡(AFM)を用いた表面下構造可視化技術が注目されており[1,2,3]、様々な応用が期待されているが、その可視化メカニズムは明らかになっていない。われわれはこれまでに、カンチレバーの接触共振特性の変化が可視化メカニズムに関わっていることを明らかにし、表面下の構造とカンチレバーの接触共振スペクトルとの相関を調べてきた[2,3,4]。これまではポリイミド基板の上に金ナノ粒子やシリカナノ粒子を分散させ、フォトポリマー膜でコートした試料を対象に実験を行い、表面下構造の可視化を達成してきたが[1,2,3,4]、可視化メカニズムに対してさらなる知見を得るため、本研究では形状に異方性を有する金ナノロッドを埋め込んだ試料を作製し、走査型熱振動顕微鏡法(STNM)[3]を用いて熱振動スペクトルを取得した。

【実験方法と結果】図1にSTNM法及び試料の概略図を示す。厚さ125 μm のポリイミド基板の上に、直径約44 nm、長さ約160 nmの金ナノロッドを散布し、膜厚約160 nmのフォトポリマーを塗布した試料を作製した。カンチレバーを試料表面に接触させ(接触共振周波数：約100 kHz、Q値：約100)、走査範囲(500 nm $\times$ 500 nm)の各ピクセル(128 $\times$ 128)において、カンチレバーの熱振動スペクトルを測定した。

図2に表面形状像および、各点で取得した熱振動スペクトルを調和振動子の共振特性にフィッティングして得られた接触共振周波数像を示す。表面形状像に表れていない輝点が表れており、輝点の形状からナノロッドの影響によるものであると考えられる。また、図3に接触共振周波数像に示した矢印の各点で得られた熱振動スペクトルを示す。矢印の色とスペクトルの色を対応させて示した。ナノロッドのない領域での接触共振周波数は約100 kHzでほぼ一定であったが、ナノロッド上ではナノロッドの長軸方向に沿って101.4 kHzから104.0 kHzまで共振周波数が増加する傾向がみられた。この共振周波数の違いは、直下にあるナノロッドの姿勢を反映している可能性がある。すなわち、ポリイミド膜下の構造物の深さ情報が接触共振スペクトルおよび試料表面粘弾性に現れることが示唆される。講演ではUVオゾンアッシングを用いてフォトポリマーを一部除去した後のSTNM評価結果についても報告する。

[1] K. Kimura, *et.al.* Ultramicroscopy, 133, 41 (2013). [2] 木村他、2015年第76回応用物理学会秋季学術講演会、16a-2U-1.

[3] A. Yao *et.al.*, ICSPM23, S7-4 (2015) [4] 野坂他、2016年第63回応用物理学会春季学術講演会、21p-H113-18.

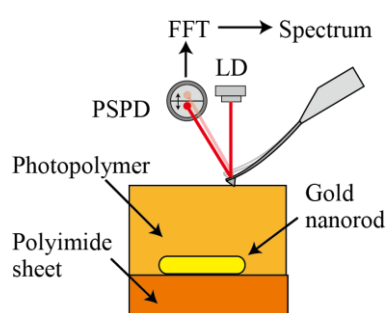


図1：STNM法の測定系。

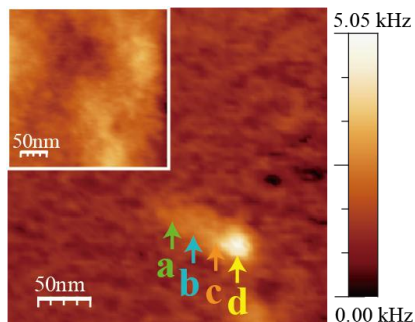


図2：接触共振周波数像

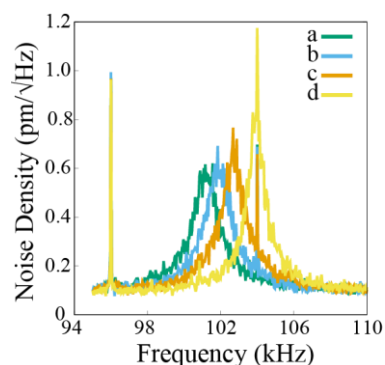


図3：STNM法で得られた接触共振 (インセット：同じ範囲の表面形状像). スペクトル.