

走査型熱振動顕微鏡法による parylene 膜下に埋もれたナノ粒子の可視化

Visualization of nanoparticles buried under parylene thin films

by scanning thermal noise microscopy

京大工 〇船戸 開, 木村 邦子, 小林 圭, 山田 啓文

Dept. of Electronic Sci. & Eng., Kyoto Univ.

〇K. Funato, K. Kimura, K. Kobayashi, H. Yamada

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

近年、原子間力顕微鏡を用いた表面下イメージング法に強い関心が寄せられている[1]。このイメージング法は、表面下数百ナノメートルにある構造物を非破壊・高分解能で可視化する手法であり、LSI の内部欠陥検出や生体試料内部の観察など、さまざまな応用に展開して行くことが期待されているが、この手法による表面下可視化メカニズムについては依然不明な点が多々ある。これまで、基板に固定した 50~100 nm 径のナノ粒子を、100 nm~1 μm 厚さのポリマー膜で被覆したモデル試料系を用いた研究が進められ[2]、表面下構造が表面弾性に与える効果が可視化の起源であることが示唆されている。しかしながら、このモデル試料系においてはナノ粒子の基板固定化が十分でない場合が多く、試料の作製工程中にナノ粒子が基板表面を離れ、結果的に埋め込まれたナノ粒子の深さには大きな揺らぎが生じた。このため、表面下構造物の深さの定量的測定に向けた標準試料を作製することが大きな課題となっていた。

本研究では、ポリスチレン(PS)ナノ粒子を SiO_2 基板上に固定化させ、その上から parylene (poly-para-xylylene) 膜をコーティングすることで、粒子が意図した深さに位置する試料を作製した。parylene は気相堆積できるため、粒子が基板表面から離れることを抑制することが可能となった。

Fig. 1 に作製した試料の模式図を示す。作製した試料を測定が比較的容易な原子間力超音波顕微鏡法(AFAM)により測定し、表面弾性を評価した。AFAM を用いた測定結果を **Fig. 2** に示す。さらに膜厚の異なる試料を走査型熱振動顕微鏡法(STNM) [3] により測定し、粒子の埋め込まれている深さが接触共振周波数のシフト量に及ぼす影響を評価した。

[1] K. Kimura, *et.al.* Ultramicroscopy, 133, 41 (2013). [2] K. Kimura, *et.al.* Nanotechnology, 27, 415707 (2016). [3] A. Yao, *et al.*, *Sci. Rep.* 7, 42718 (2017).

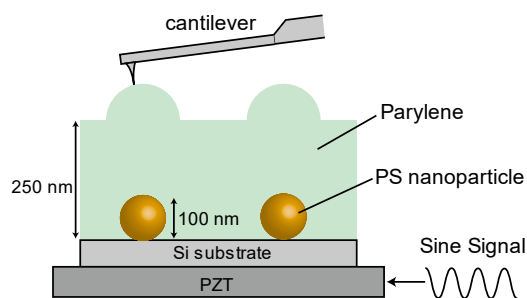


Fig. 1: Schematic of sample structure and experimental setup of AFAM.

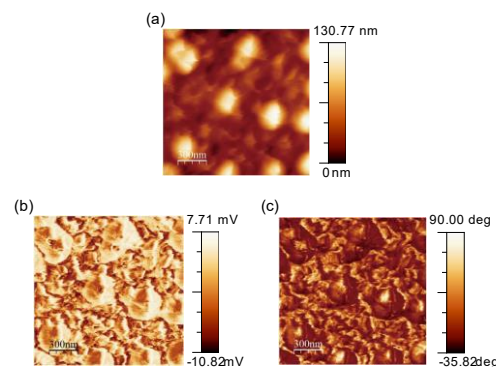


Fig. 2: (a) Topographic image. (b) Amplitude image by AFAM. (c) Phase image by AFAM.