

原子間力顕微鏡法における薄膜破壊プロセスの解析

Analysis of membrane break process in atomic force microscopy

阪大院基礎工¹, 産総研² ○石原 浩行¹, 若家 富士男¹,

村上 勝久², 長尾 昌善², 宮戸 祐治¹, 山下 隼人¹, 阿保 智¹, 阿部 真之¹

Osaka Univ.¹, AIST², ○H. Ishihara¹, F. Wakaya¹,

K. Murakami², M. Nagao², Y. Miyato¹, H. Yamashita¹, S. Abo¹, M. Abe¹

E-mail: u284544g@ecs.osaka-u.ac.jp

【はじめに】タッピングモード原子間力顕微鏡(AFM)を用いた薄膜試料(脂質二重膜など)の観測中に、薄膜が破壊される現象を経験している。この現象は、薄膜の厚さやサイズやヤング率、使用するカンチレバーのバネ定数や探針径、さらに、測定時の周波数や振幅などの多くのパラメータに依存していると考えられるが、これらのパラメータから破壊の条件を求める理論や実験の報告はない。タッピングモード AFM 計測時の固体膜破壊の条件が明らかになれば、脂質二重膜を含む様々な膜の破壊を統一的に理解できる。しかし、タッピングモード AFM の薄膜破壊プロセスは非常に複雑なので、本研究では、まずは、静的な破壊が生じるときの条件や傾向について議論することを目的とした。

【実験方法】固体膜として、フリースタンディング構造の SiO₂, SiN, グラフェンを用意した。Fig.1 は、厚さ 5 nm の SiN 膜 (50 μm $\times$ 50 μm) の光学顕微鏡写真である。用いたカンチレバーの長さや幅、共振周波数の実測値からバネ定数を計算したところ、21.7 N/m であった[1,2]。試料の十分硬いところで、カンチレバー先端の変位に対する光検出器の感度(deflection sensitivity)を計測すると、95.7 nm/V であった。薄膜の中央付近でのフォースカーブ測定により、フリースタンディング膜が破壊される時の力と距離に関する解析を行った。実験の概略図を Fig.2 に示す。

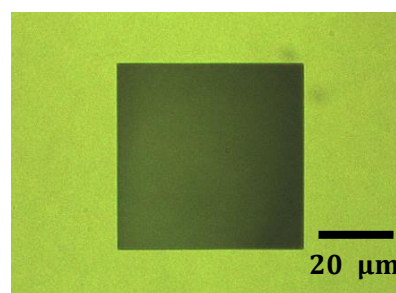


Fig.1 Optical microscope image of SiN/Si membrane

【まとめ】厚さ 5 nm の SiN 膜 (50 μm $\times$ 50 μm) が破壊される時の力の平均値と標準偏差は、それぞれ、2.3 μN , 0.59 μN であった。破壊された試料を観察すると、探針が接触していた部分が破壊されていた。他の薄膜を使った実験結果、探針径依存性について理論との比較を行い、タッピングモードにおける膜破壊解析についての展望を述べる。

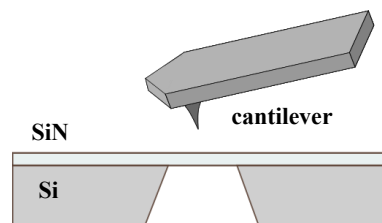


Fig.2 Schematic of measurement setup

本研究は JSPS 科研費 18K04937 の助成を受けたものです。

[1] J. P. Cleveland *et al.*, Rev. Sci. Instr. **64** (1993) 403.

[2] M. A. Poggi *et al.*, Anal. Chem. **77** (2005) 1192.