

原子間力顕微鏡を用いた誘電緩和計測

Dielectric Relaxation Analysis by Using Atomic Force Microscopy

○影島 賢巳 (関西医大物理学教室)

◦Masami Kageshima (Dept. of Phys., Kansai Medical Univ.)

E-mail: mkage@hirakata.kmu.ac.jp

ソフトマターから成る系のマイクロな動的物性の計測は生命現象の理解などのうえで本質的である。動的物性を計測する代表的な巨視的手法として挙げられる粘弾性計測と誘電応答計測は、ある意味類似しつつ相補的な面を有している。これらの計測に局所性を持たせうる手段の1つが原子間力顕微鏡(AFM)である。AFMは本質的に機械的計測であるため粘弾性計測との親和性が高いことは周知の通りであるが、ここでは相補的な2計測法を同一の装置で現出できる可能性に着目して、AFMと誘電緩和応答計測との複合を試みる。将来的には液中環境でのバイオ応用を考えているが、ここでは大気環境での計測によってその実現可能性を検証した。

試料としては、空間的にヘテロな誘電特性を示す代表的な系として、ポリビニルアセテート(PVAc)とポリスチレン(PS)を1:3の割合で混合し相分離させた薄膜を用いた。図1に示すように、試料のSi基板を接地し、カンチレバーの上方に置いた金属電極に交番電圧を印加すると、AFM探針および試料薄膜は共に交番電場の中に置かれるが、試料の配向応答が電場に追従できなくなる周波数を境に、探針-試料間の相互作用に差異が生じ、誘電応答に特異性が生じる。測定は、共振周波数 161 kHz、弾性定数(カタログ値) 48 N/mのSi製カンチレバーで探針をダイヤモンドライクカーボン(DLC)でコーティングしたものを用い、約23°Cの室温下でFMモードで行った。

図2に示すのが、周波数シフト信号から、電場周波数を掃引しながら2位相ロックイン検出で取り出した、誘電応答の実部と虚部である。特異的な周波数はPVAcで観測されるものに近いが、一般に知られるようなデバイ型および類似の緩和関数とは異なった形状を示している。溶媒の除去が不完全で試料に流動性が残っている可能性もあり、検討が必要である。また、このデータは試料中の凸部となっている場所で得られたが、試料上のほぼ全域で類似した緩和が観測されており、試料作製の問題なのか測定の分解能の問題なのかを明らかにすることも今後の課題である。

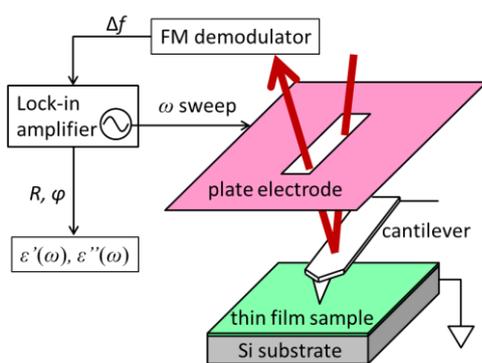


図1 測定系の模式図

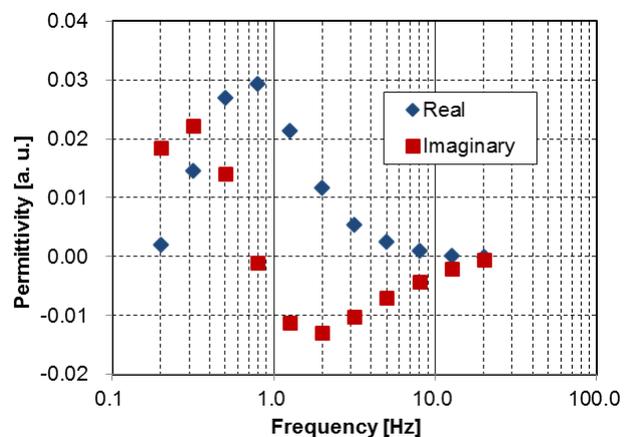


図2 誘電応答の周波数依存性