

ピークトラッキング走査型熱振動顕微鏡法を用いた 高分子試料の粘弾性計測

Viscoelastic Measurements of Polymer by Peak-Tracking Scanning Thermal Noise Microscopy

京大工 ○船戸 開, 木村 邦子, 小林 圭, 山田 啓文

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

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

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

高分子材料は、合成樹脂・繊維、医療応用、さらには新規ソフトマターとして幅広い分野で利用されている。近年、高分子材料のさらなる性能向上のため、ナノスケールでの局所粘弾性計測への関心が高まっており、特に、原子間力顕微鏡 (AFM) を用いた粘弾性計測には注目が集まっており、精力的に研究が進められている[1]。AFM による粘弾性計測においては、探針を試料に接触させて振動させる方法が一般的であり、柔らかい試料の場合、試料表面にダメージを与えるという問題が生じた。われわれは、探針の接触力を低減するとともに、探針を振動させることなく、表面の粘弾性を測定する手法、走査型熱振動顕微鏡法(STNM)を開発した[2]。この STNM は、接触状態にあるカンチレバーの微弱な熱雑音振動を計測することで、表面の粘弾性情報を取得する手法であり、ダメージ回避以外にも、外部励振による不要振動の誘発がないことから測定定の定量性に優れるという特徴をもつ。一方で、STNM では測定時間が長くなることが課題となっていた。本研究では、カンチレバーの熱振動から接触共振周波数を実時間測定する手法であるピークトラッキング STNM (PT-STNM) を新たに開発し、これを高分子粘弾性計測へと応用した。図 1 に PT-STNM のブロック図を示す。

本研究では、高分子材料として、ポリスチレン (PS) とポリメチルメタクリレート (PMMA) からなるブロックコポリマー (PS-b-PMMA) を用いた。ブロックコポリマーは 2 種類以上のポリマーが共有結合でつながったポリマーであり、非相溶であることから数十ナノスケールの相分離構造を形成するという特徴を持つ[3]。

図 2(a), (b)に、カンチレバーの 2 次共振近傍の PT-STNM 測定によって得られた PS-b-PMMA の表面形状像および接触共振周波数像を示す。図 2(b)で得られた接触共振周波数像からヤング率を求め、局所弾性率の分布を取得した。

[1] S. Benaglia, et al., *Nanoscale*. **11**, 15289 (2019). [2] A. Yao, et al., *Sci. Rep.* **7**, 42718 (2017).

[3] H. C. Kim, et al., *Chemical Reviews*. **110.1**, 146-177 (2010).

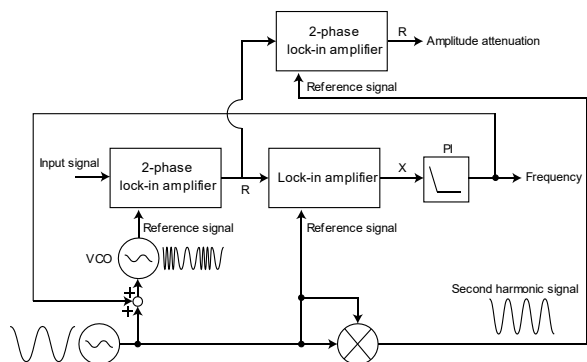


Fig. 1: Block diagram of PT-STNM

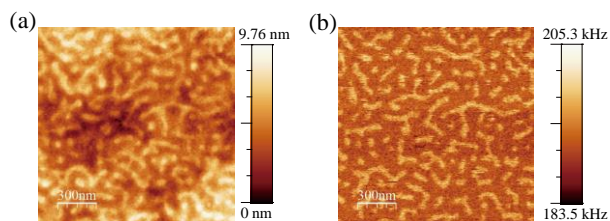


Fig. 2: (a) Topographic image. (b) Contact resonance frequency map by PT-STNM.