バイモーダル AFM による金属内包フラーレンの室温での高分解能分子内構造観察

High-resolution Intramolecular Imaging of Endohedral Metallofullerene Molecules at Room Temperature by Bimodal AFM

○山下 貴裕[1]、野田 晃浩[1]、小林 圭[1,2]、山田 啓文[1]（１．京大工、２．京大白眉セ）
○Takahiro Yamashita[1], Akihiro Noda[1], Kei Kobayashi[1,2], Hirofumi Yamada[1]
(1.Dept.of Electronic Sci. & Eng., Kyoto Univ., 2.The Hakubi Center for Adv. Res., Kyoto Univ.)
E-mail: yamataka@piezo.kuee.kyoto-u.ac.jp

近年、周波数変調原子間力顕微鏡(FM-AFM) による分子イメージングには飛躍的な進展があり、低温環境や先端に分子を修飾した探針を用いることによって分子構造の可視化が可能となった[1]。さらに最近、常温動作の報告もあり、その応用範囲は広がろうとしている[2] [3]。我々は、ガドリニウム金属を内包したフラーレン($Gd@C_{82}$) 観察において、室温での分子内構造観察が可能なことを見いだし、現在、本観察手法の確立を目指している。本研究では、高分解能観察に有効とされているバイモーダル AFM 法を取り入れ、室温・超高真空下で $Gd@C_{82}$ の FM-AFM 観察を行った。

まず、劈開した二硫化モリブテン(MoS_2) 上にフラーレン(C_{60}) 分子を蒸着し、C_{60} 薄膜を作製した。この薄膜上に $Gd@C_{82}$ 分子を蒸着すると（基盤温度は室温）、薄膜表面上に分子の一部を突き出す形で安定することがこれまでの研究で知られている。Fig.1 に $Gd@C_{82}$ 分子の分子構造を示す。AFM 観察には、探針先端にアルゴンスパッタ処理を施した Si カンチレバー(PPP-NCH, Nanosensors^{TM}) を用いた。この探針を用い、1 次共振と 2 次共振の合成励振信号によってカンチレバーを駆動するバイモーダル法により AFM 観察を高さ一定モードで行った。その結果を Fig.2 に示す。(a) が 1 次共振、(b) が 2 次共振での周波数シフト像である。1 次共振では振幅 $10nm_{p\text{-}p}$、2 次共振では微小振幅 $600pm_{p\text{-}p}$ で振動させている。(a) 、(b) 2 つの像を比較すると、2 次共振では 5 員環を明瞭に確認できるが、1 次共振観察では確認が困難である。当日の発表では、観察像の振幅依存性などについても議論したい。

[1] L. Gross et al., Science, **325**, 1110 (2009)
[2] 岩田孝太他, 第 75 回応用物理学会秋季学術講演会, 19a-A8-2
[3] 野田晃浩他, 第 75 回応用物理学会秋季学術講演会, 19p-A8-11

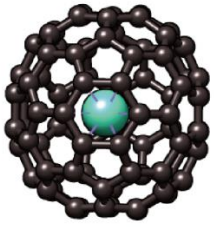

Fig.1: $Gd@C_{82}$ molucule

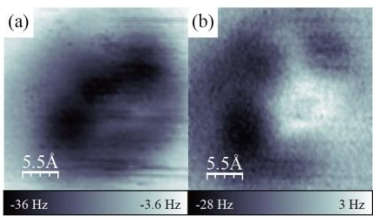

Fig.2: Frequency shift images of $Gd@C_{82}$ molecule by bimodal FM-AFM using the first (a) and second (b) flexural modes

© 2015年 応用物理学会