

岛津扫描探针显微镜表征不同液体在 HOPG 表面的界面液体结构

SPM-003

摘要：液体在固液界面的行为在化学、生物、材料科学领域均具有重要应用。高定向热解石墨（HOPG）作为一种常用的二维材料表征基底，对其表面的液体进行界面结构表征具有重要意义。本文采用扫描探针显微镜（SPM）的调频模式分别表征正癸醇及十二烷在 HOPG 表面的界面结构。

关键词：扫描探针显微镜 HOPG 正癸醇 十二烷 界面液体结构

液体在固液界面的行为在化学、生物、材料科学领域均具有重要应用。例如，蛋白的稳定性、酶的催化活性均与其表面的界面水结构有关。而影响液体在特定固体表面的界面液体结构的因素有很多，如表面张力、浸润性、分子间作用力等。通常认为，液体界面结构的机理主要受分子间作用力的影响，其原因在于该作用力不仅可覆盖固液界面且可作用于液体内部。其中，在可形成氢键的官能团之间其主要作用力为氢键相互作用，而在惰性基团间范德华力为主要作用力。

高定向热解石墨（highly oriented pyrolytic graphite, HOPG）为一种经高温处理的、性能接近单

晶石墨的新型石墨，其具有分层结构，且尺度大、纯度高，已被广泛应用于 X 射线单色器、中子滤波器中。近些年来，HOPG 常用作二维材料表征的基底。因二维材料通常为分散在液体中厚度为几个纳米的薄层材料，因此其分散液体与 HOPG 的界面作用，即分散液体的界面结构，对二维材料的形貌表征及功能测试具有重要影响。因此，表征液体在 HOPG 表面的界面结构具有重要意义。

本文采用扫描探针显微镜，在调频模式表征液体在 HOPG 表面的界面结构。

■ 实验部分

1.1 仪器

岛津扫描探针显微镜 SPM-8100FM



图 1 扫描探针显微镜 SPM-8100FM

1.2 分析条件

模式：调频模式

探针：弹性系数 42 N/m

像素：256 x 256

扫描环境：液体（正癸醇、十二烷）环境

扫描范围：10 nm x 10 nm（X-Y 面）

5 nm x 10 nm（Z-X 面）

1.3 样品及处理

用 AB 胶将小块状 HOPG 固定在液体池中，使用时，用胶带粘附 HOPG 使其露出新的解离面。

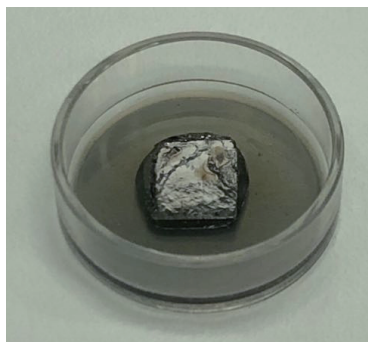


图 2 固定在液体样品池中的 HOPG 图片

■ 结果与讨论

2.1 SPM 表征不同液体分子在 HOPG 表面 (XY 面) 的界面结构

SPM-8100FM 通过使用图 3 的液体样品池，可以在溶液中进行样品的观察测试。

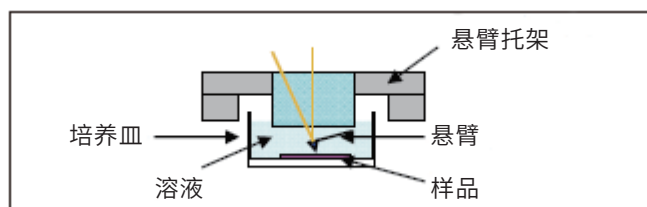


图 3. 液体样品池示意图

图 4 为正癸醇和十二烷在 HOPG 表面的 (XY 面) 的界面结构。由图 4 左图所示，当正癸醇与 HOPG 接触时，正癸醇可在 HOPG 表面形成规整的条带状结构，其原因在于 HOPG 自身为由碳六元环构成的疏水表面，可与正癸醇的疏水端形成较强的分子间相互作用，而正癸醇的亲水端彼此作用形成具有一定高度的带状结构，其中图中的插图为正癸醇分子在 HOPG 上的排列结构模型。当十二烷与 HOPG 接触时，因十二烷分子链仅有烷基构成，分子链各部分与 HOPG 的作用力相同，因而在 HOPG 表面无规分散，在 SPM 的二维测试图中无特殊形貌出现 (右图)。

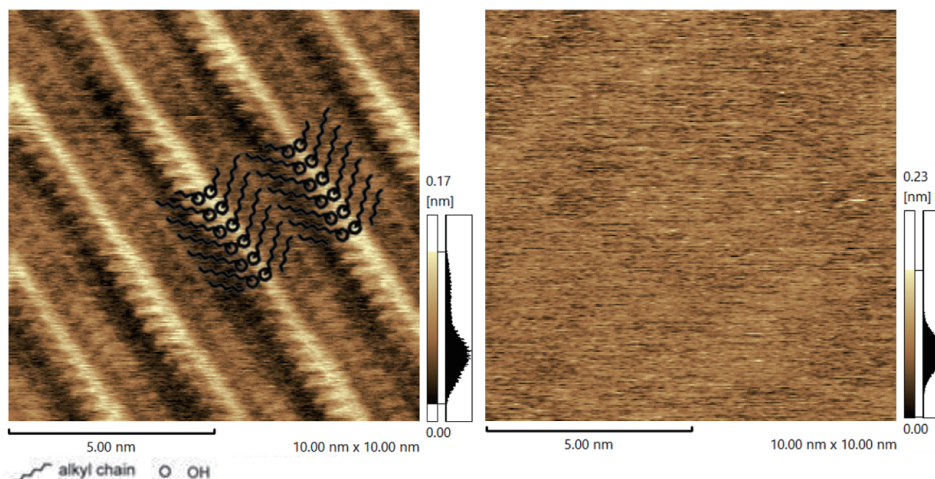


图 4 不同液体分子在 HOPG 表面的 SPM 图 (左: 正癸醇; 右: 十二烷)

2.2 Z-X 扫描模式下表征不同液体分子与 HOPG 的界面结构

图 5 为在 Z-X 扫描模式下所得正葵醇与 HOPG 的界面结构 SPM 数据图。由图可观察到正葵醇分子在 HOPG 表面具有分层结构。其中，第一层分子的厚度约 5.2 Å，第二层和第三层分子的厚度约 6.0 Å。同时可观察到正葵醇分子在 X 方向呈一定的周期性排列，与图 4 左图所示的周期性结构相对应，其周期约为 1.4 nm。

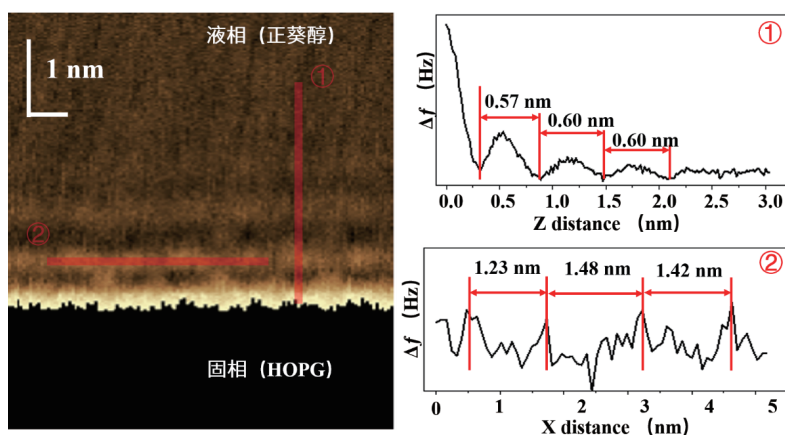


图 5 岛津 SPM 在 Z-X 扫描模式下所得正葵醇与 HOPG 的界面结构 SPM 数据图（比例尺为 1 nm）

图 6 为在 Z-X 扫描模式下所得十二烷与 HOPG 的界面结构 SPM 数据图。同样可观察到十二烷分子在 HOPG 表面具有分层结构，且各层的厚度具有一致性，约为 5.5 Å。但未在 X 方向观察到周期性结构，与图 4 右图所示结果一致。

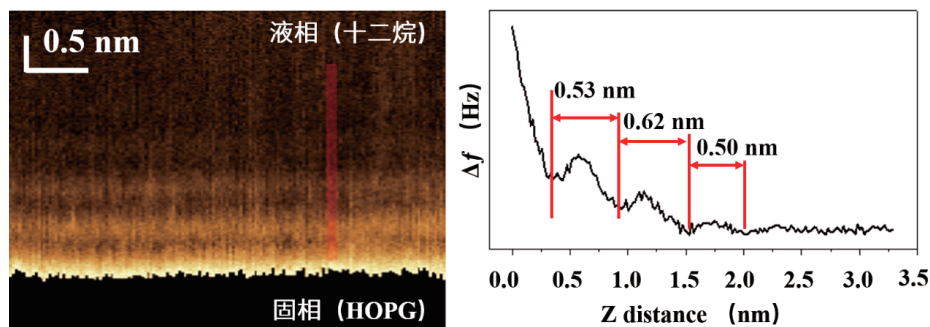


图 6 岛津 SPM 在 Z-X 扫描模式下所得十二烷与 HOPG 的界面结构 SPM 数据图（比例尺为 0.5 nm）

结果与讨论

本文采用岛津 SPM-8100FM 调频模式，分别对正葵醇和十二烷在 HOPG 表面的界面结构进行了表征。由于分子间作用力的不同，正葵醇在 HOPG 表面形成了规整的条带状结构，而十二烷在 HOPG 表面呈无规分布。但二者均在 HOPG 表面形成了分层结构。本文为后续研究液体分子与 HOPG 的相互作用奠定了基础。

参考文献

- [1] Takumi Hiasa, Kenjiro Kimura, and Hiroshi Onishi, The Journal of Physical Chemistry C, 2012, 116, 26475-26479
[2] Takumi Hiasa and Hiroshi Onishi, Langmuir, 2013, 29, 5801-5805

岛津应用云

