

扫描探针显微镜 SPM 用于蚊子翅膀的表面形貌表征

SPM-026

摘要：蚊子独特的翅膀结构使其具有独特的飞行原理。本文使用岛津原子分辨率级别的扫描探针显微镜 SPM-9700HT 测试了蚊子翅膀边缘处鳞片的表面形貌结构，并进行了剖面数据分析，有望拓展人们对于蚊子等生物翅膀结构的深入认知。

关键词：扫描探针显微镜 蚊子翅膀 鳞片 沟壑结构

技术特点：

- ❖ 使用 SPM-9700HT 测试蚊子翅膀边缘处鳞片的表面形貌结构，并进行剖面数据分析；
- ❖ 蚊子翅膀边缘处鳞片区域呈现明显的沟壑状结构，且每个沟谷中还有规则排布的小沟壑结构。

当蚊子靠近人类时，我们总能听到“嗡嗡”的声音。蚊子发出的这种声音不是像其他动物由口器发出的，而是通过翅膀振动产生的。翅膀振动非常快速，每秒钟可以振动几百次甚至上千次。蚊子飞行的基础原理就是利用翅膀的振动产生气流，通过气流的作用推动自身前进。因此，蚊子翅膀的结构研究对于飞行器的设计具有重大意义。

目前已有研究人员使用扫描电子显微镜 SEM 研究过蚊子的翅膀结构，发现蚊子的翅膀是由长条形骨架和一层薄薄的膜组成，膜上均匀分布着密密麻麻

的毛发，且膜的四周边缘处分布着不同形貌的鳞片。虽然在 SEM 下能够看到这些鳞片，但无法获取鳞片上有关细微结构的高度起伏信息，如主骨架的厚度、小沟壑的深度等。

扫描探针显微镜 SPM 是一种用来研究包括绝缘体在内的材料表面结构的分析仪器，且能够以纳米级分辨率反映出样品的表面结构信息。本文使用岛津 SPM-9700HT 测试了蚊子翅膀边缘处鳞片的表面形貌结构，并进行了剖面数据分析，有望拓展人们对于蚊子等生物翅膀结构的深入认知。

■ 实验部分

1.1 仪器



图 1 扫描探针显微镜 SPM-9700HT

1.2 分析条件

功能模式	动态模式	扫描范围	22 μm x 22 μm 、11 μm x 11 μm
探针	弹性常数 9 N/m	像素	512 x 512
扫描环境	大气环境		

1.3 样品



图 2 蚊子实物图

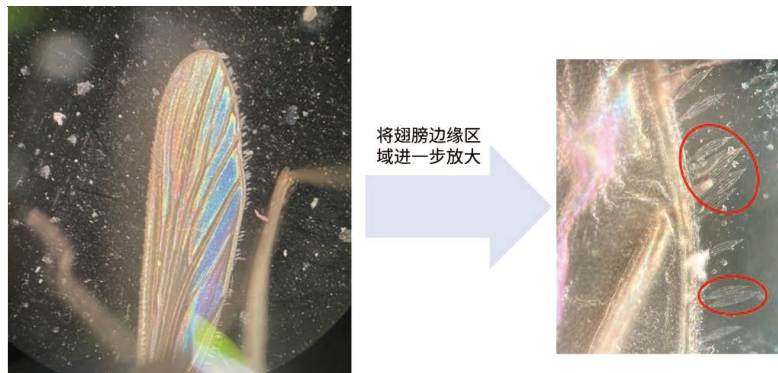


图 3 所取蚊子翅膀样品放大图（光学显微镜观测，红色圆圈区域为 SPM 测试区域）

1.4 测试过程

将蚊子的翅膀用镊子取下后，用双面胶固定在不锈钢样品台上，在显微镜下找到图 3 中蚊子翅膀的边缘处的鳞片区域（红色圆圈处位置），使用扫描探针显微镜 SPM-9700HT 进行该区域的表面形貌测试。

■ 结果与讨论

从图 3 中的显微镜观察图中可以看到，蚊子翅膀的非边缘区域的膜上存在很多毛发干扰，因此选用翅膀边缘处的鳞片区域作为测试区域（见图 3 红色圆圈标记位置）。为了进一步放大观察该鳞片区域的结构，随机选取了某一位置，使用 SPM-9700HT 的动态模式对蚊子翅膀样品进行了表面形貌扫描测试，分别获取了 22 μm x 22 μm 和 11 μm x 11 μm 样品的表面形貌（见图 4）。蚊子翅膀的鳞片区域呈现明显的沟壑状结构，且每个沟谷中还有规则排布的小沟壑结构。在 11 μm x 11 μm 的形貌图中分别随机选取含有大沟壑区域（线 AB）或小沟壑区域（线 CD）进行剖面分析（见图 5），并分别随机读取剖面线上的凸起（图 5 中标号位置）的宽度。线 AB 上两个主骨架凸起的高度约 1 μm ，宽度约 0.6 μm ；而线 CD 上的小凸起的高度约 120 nm，宽度约 0.2 μm 。详细宽度值见图 5 中红色框标记。

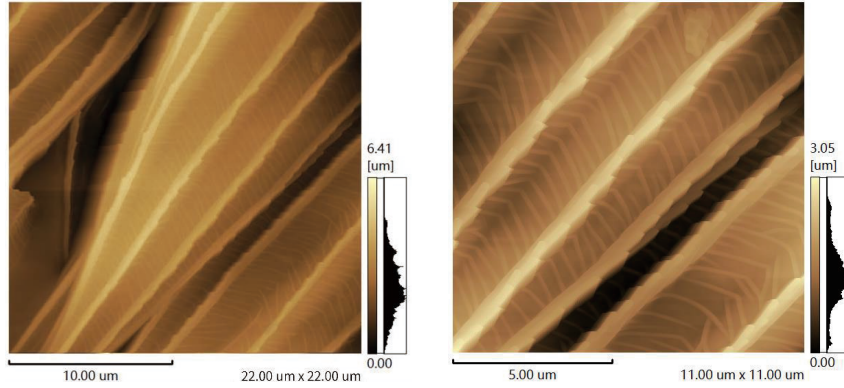


图 4 蚊子翅膀边缘处鳞片的表面形貌和剖面分析（左：22 μm x 22 μm，右：11 μm x 11 μm）

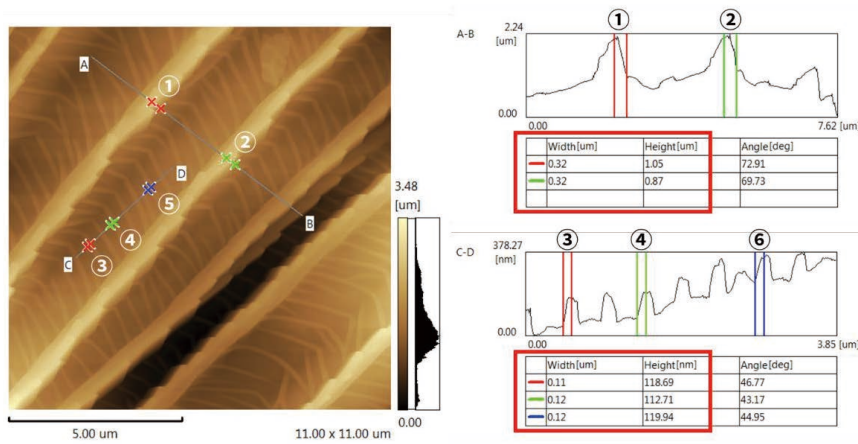


图 5 蚊子翅膀边缘处鳞片的剖面分析图

为了更加直观且美观地观察蚊子翅膀鳞片的表面结构，将获取的蚊子翅膀的二维图像进行了三维转换，得到了蚊子翅膀样品的三维形貌图（见图 6）。可以看到，沟谷中的小沟壑结构更加直观明显。

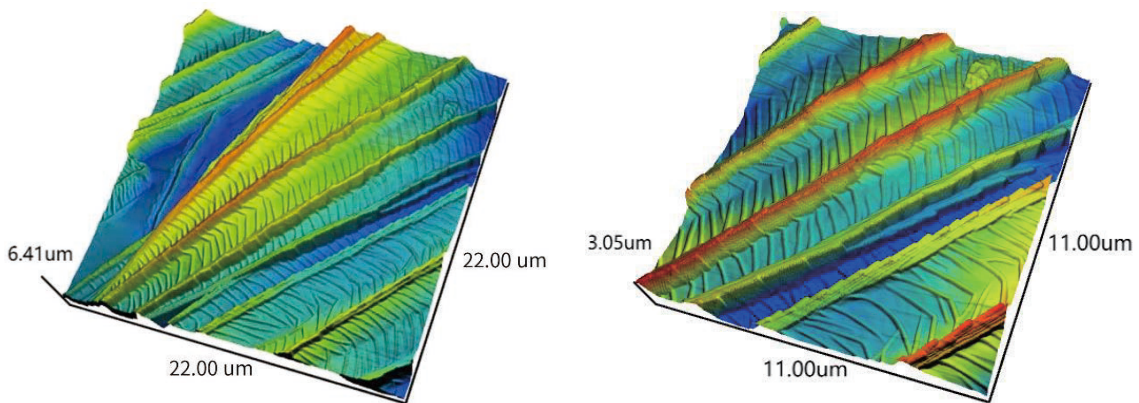


图 6 蚊子翅膀边缘处鳞片的三维形貌图（左：22 μm x 22 μm，右：11 μm x 11 μm）

■ 总结

岛津扫描探针显微镜 SPM 具有快速响应的高速扫描器、独特的头部滑移结构以及丰富的测量模式，除了普通的形貌扫描，还可拓展电流、电势、磁力以及纳米力学测量等功能。本文使用岛津 SPM 表征了蚊子翅膀边缘处鳞片的表面形貌，并进行了剖面分析。实验结果表明，蚊子翅膀边缘处的鳞片区域呈现明显的沟壑状结构，且每个沟谷中还有规则排布的小沟壑结构。该表面形貌的研究结果有望拓展人们对于蚊子等生物翅膀结构的深入认知。

岛津应用云

