

[12] 实用新型专利说明书

[21] ZL 专利号 00264765.6

[45] 授权公告日 2001 年 10 月 10 日

[11] 授权公告号 CN 2453429Y

[22] 申请日 2000.12.14

[21] 申请号 00264765.6

[73] 专利权人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

[74] 专利代理机构 中国科学院长春专利事务所
代理人 梁爱荣

地址 130022 吉林省长春市人民大街 140 号

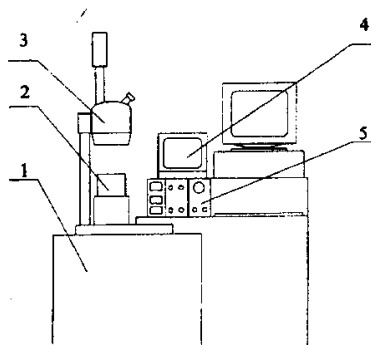
[72] 设计人 吴一辉 鞠 挥 贾宏光
郭占社 黎海文

权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图页数 1 页

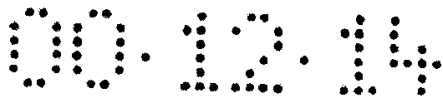
[54] 实用新型名称 一种微构件摩擦力测试仪

[57] 摘要

本实用新型涉及一种对微机械构件进行摩擦力测量仪器的改进。它包括：减振工作台、摩擦力测试主体、光学显微镜及 CCD 系统、监视器、控制系统。本实用新型由于采用独特微悬臂和微探针进行测量，使微加工样片表面三维结构下的摩擦力得到真实反映，同时可以针对不同材料样片选用不同的微探针。由于微构件表面是由一定三维图形组成的立体结构，本实用新型对于在此种条件下的摩擦力测量提供一种简易而方便的解决办法，消除了由于微构件表面复杂三维结构而对摩擦力测量过程产生的影响，从而提供一种新型的微构件摩擦力测试仪。

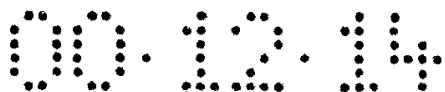


ISSN 1008-4274



权 利 要 求 书

1、一种微构件摩擦力测试仪，它包括减振工作台 1、光学显微镜及 CCD 系统 3、监视器 4、控制系统 5，其特征在于：还包括垂直摩擦力测试主体 2：既由逼近系统 6、X 和 Y 方向粗调机构 7、X 和 Y 方向精密扫描机构 8、样片承载机构 9、光电接收器调节机构 10、光电接收器 11、二级反射镜 12、一级反射镜 13、激光器 14、入射光调整机构 15、悬臂梁支架 16，微悬臂 17、微探针 18 组成，垂直逼近系统 6 中固定一个步进电机，X 和 Y 方向粗调机构 7 置于垂直逼近系统 6 的上表面，X 和 Y 方向粗调机构 7 的上面由四个螺孔通过螺栓与 X 和 Y 方向精密扫描机构 8 联接在一起，样片承载片 9 与 X 和 Y 方向精密扫描机构 8 本体磁性联接在一起，微悬臂 17 的本体上制备有微探针 18，微悬臂 17 与悬臂梁支架 16 通过粘性材料粘贴在一起，光电接收器 11、二级反射镜 12、一级反射镜 13、激光器 14 分别固定在壳体 19 上，反射镜 13 置于保证激光器 14 发出的激光光束射到微悬臂 17 一端部的上表面上，反射镜 12 置于保证微悬臂 17 反射的光束进入探测器 11 的接收面上，光电接收器调节机构 10、光电接收器 11、激光器 14 与入射光调整机构 15 分别通过螺栓联接在一起。



说明书

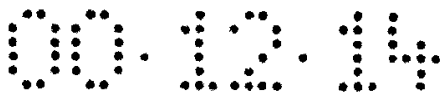
一种微构件摩擦力测试仪

本实用新型属于精密测量领域，涉及一种对用微细加工方法制作的微机械构件进行摩擦力测量仪器的改进。

目前国内外使用的微小摩擦力测试仪器主要有利用在 Tabor 等人研制的表面力仪 SFA 的基础上加入摩擦力测量功能的装置，Alsten 和 Granick 提出的用压电晶体驱动横向运动和摩擦力测量的方案，还有美国 IBM 公司的 Almaden 研究中心的 Mate 和 McClelland 等人首先在原子力显微镜上附加了横向力测量装置，将 AFM 改装成 FFM，并成功地用于研究石墨表面原子尺度的摩擦特性和粘滑现象。Mate 等人是利用光干涉方法检测摩擦力，光束与 X 轴平行射到钨丝探针端部，根据光干涉图像检测钨丝探针沿 X 方向的变形位移量，再由钨丝的弹性刚度即可确定摩擦力。Digital Instrument 公司生产的 MultiMode SPM 具有多种分析测试功能，其中包括摩擦力显微镜，该产品是同类仪器中高档品种，已经形成系列化。主要包括：减振工作台 1、摩擦力测试仪主体 2、光学显微镜及 CCD 系统 3、监视器 4、控制系统 5，摩擦力测试主体 2 它由激光器、钨丝探针组成，以上方法只能用来测量光滑表面的摩擦力，对于具有三维结构的微机械摩擦还无法进行测量。

本实用新型的目的在于解决微机械构件的摩擦力测量，为消除由于微构件表面复杂的三维结构对摩擦力测量过程产生的影响，解决已有技术对具有三维结构的微机械构件摩擦力无法进行测量的问题，从而提供一种新型的微构件摩擦力测试仪。

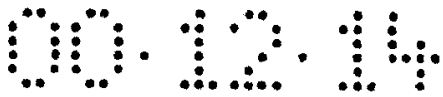
本实用新型详细内容包括如图 1 所示：减振工作台、摩擦力测试主体、光学显微镜及 CCD 系统、监视器、控制系统，其中摩擦



力测试主体部分由图 2 所示，还包括垂直逼近系统、X 和 Y 方向粗调机构、X 和 Y 方向精密扫描机构、样片承载机构、光电接收器调节机构、光电接收器、二级反射镜、一级反射镜、激光器、入射光调整机构、悬臂梁支架，微悬臂、微探针组成，垂直逼近系统中固定一个步进电机，X 和 Y 方向粗调机构置于垂直逼近系统的上表面，X 和 Y 方向粗调机构的上面由四个螺孔通过螺栓与 X 和 Y 方向精密扫描机构联接在一起，样片承载片与 X 和 Y 方向精密扫描机构本体磁性联接在一起，微悬臂的本体上制备有微探针，微悬臂与悬臂梁支架通过粘性材料粘贴在一起，光电接收器、二级反射镜、一级反射镜、激光器分别固定在壳体上，一级反射镜置于保证激光器发出的激光光束射到微悬臂一端部的上表面上，二级反射镜置于保证微悬臂反射的光束进入光电接收器的接收面上，光电接收器调节机构、光电接收器、激光器与入射光调整机构分别通过螺栓联接在一起。

本实用新型的工作原理：

当控制系统通电后，将激光器和垂直逼近系统的步进电机电源打开，将被测试样片固定在样片承载机构上。调整使激光器发出的激光经过一级反射镜、微悬臂、二级反射镜正确到达光电探测器，调节光电探测器使接收初始电流值为 0。启动步进电机进行 Z 方向逼近，由控制系统自动进行调整逼近状态并在已经逼近后进行提示。出现逼近提示后，启动 X、Y 方向精密扫描机构，通过激光束在微悬臂表面的反射光，由光电探测器得到微悬臂在扫描过程中由于摩擦力而产生的变形，光电探测器输出的电信号经过前置放大后，微悬臂的法向信号同时被输出到控制系统中的反馈电路和数字采集电路，微悬臂的横向信号被输出到控制系统中经过放大由数字采集电路进入计算机成像，得到摩擦力图像，则完成对三维结构的微机械摩擦的测量。



本实用新型克服了已有技术采用钨丝探针只能用来测量光滑表面的摩擦力，对于具有三维结构的微机械摩擦还无法进行测量的问题，由于采用独特的微悬臂和微探针进行测量，使微加工样片表面三维结构下的摩擦力得到真实反映，同时可以针对不同材料样片选用不同的微探针。由于微构件表面是由一定三维图形组成的立体结构，本实用新型对于在此种条件下的摩擦力测量提供一种简易而方便的解决办法，消除了由于微构件表面复杂三维结构而对摩擦力测量过程产生的影响，从而提供一种新型的微构件摩擦力测试仪。

附图说明：

图 1 是本实用新型结构示意图

图 2 是本实用新型摩擦力测试主体部分的结构主视图

本实用新型的实施例如图 1、图 2 所示：

图中为减振工作台 1、摩擦力测试主体 2、光学显微镜及 CCD 系统 3、监视器 4、控制系统 5、垂直逼近系统 6、X 和 Y 方向粗调机构 7、X 和 Y 方向精密扫描机构 8、样片承载机构 9、光电接收器调节机构 10、光电接收器 11、二级反射镜 12、一级反射镜 13、激光器 14、入射光调整机构 15、悬臂梁支架 16、微悬臂 17、微探针 18。

减振工作台 1 可以采用简易方法自行制作，主要利用细砂、刨花、大理石板及橡胶垫制成。光学显微镜及 CCD 系统 3 是在市场上购买带 CCD 输出的显微镜系统。监视器 4 是购买的监视器。控制系统 5 是自行设计制作的控制系统以及计算机。摩擦力测试主体 2 由上下两部分组成，上半部分包括激光器 14、微悬臂夹具 16、微悬臂 17、四像限光斑位置光电接收器 11 以及光电接收器调节机构 10、二级反射镜 12、一级反射镜 13、入射光调整机构 15 组成。下半部分包括样片承载机构 9、X 和 Y 方向精密扫描机构 8 中压电陶瓷管、X 和 Y 方向粗调机构 7 以及垂直逼近系统 6。激光器 14 采



用购买可见光波段的半导体激光器，从激光器 14 发出的光束经前反射镜 13 反射后，光斑落在微悬臂 17 本体自由端的镜面上，再经角度可调节的后反射镜 12 反射到四像限光电接收器 11。微悬臂 17 为三角形结构，材料为 Si_3N_4 ，背面有镀金镜面，其自由端有一个金字塔形的微探针 18。光电接收器 11 是由一个四像限光电接收器组成的位置灵敏检测器。

X、Y 方向扫描系统 8 主要由压电陶瓷构成，压电陶瓷管外壁的电极被分成四等份，管子内壁为一整体电极，在其中某电极上施加电压，管子的相应部分就会伸长或收缩，使压电陶瓷管弯曲。通过在相邻的两个电极上按一定规律施加电压就可实现 X-Y 方向的相互垂直的移动，在 Z 方向上的运动是通过在管子内壁电极施加电压使管子整体收缩实现。

垂直方向逼近系统 6 采用步距角为 0.3 度的精密步进电机，步进电机带动一个密螺纹螺杆旋转，从而使探头的上半部分升降来实现样品台同微探针间距的调节。当样片承载机构 9 与微探针 18 之间的间距达到设定的工作距离时，即反射光斑在光电接收器 11 上移动产生的光位移电流超过预设的参考电流时，控制系统 5 自动发出一负脉冲信号，使步垂直方向逼近系统 6 的步进电机自动关闭，系统进入工作状态。在步进电机的控制下，样片承载机构 9 可单步升降和连续多步的快速升降。

适合测量带有微米级三维结构的样片的摩擦特性，微悬臂 17 与悬臂梁支架 16 可以调节，针对不同材料的微构件样片要更换为相应的微悬臂和微探针。

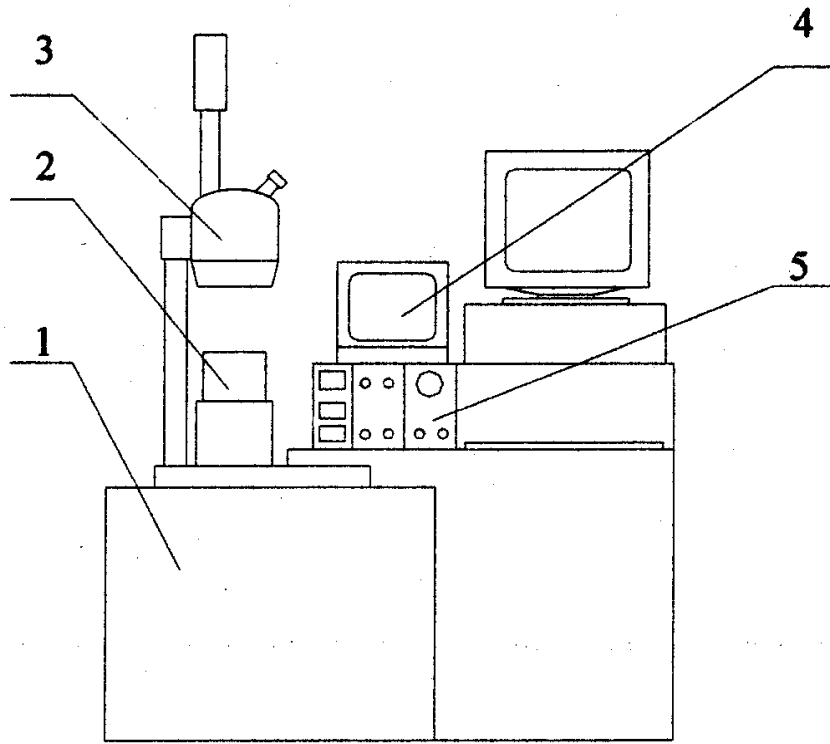


图 1

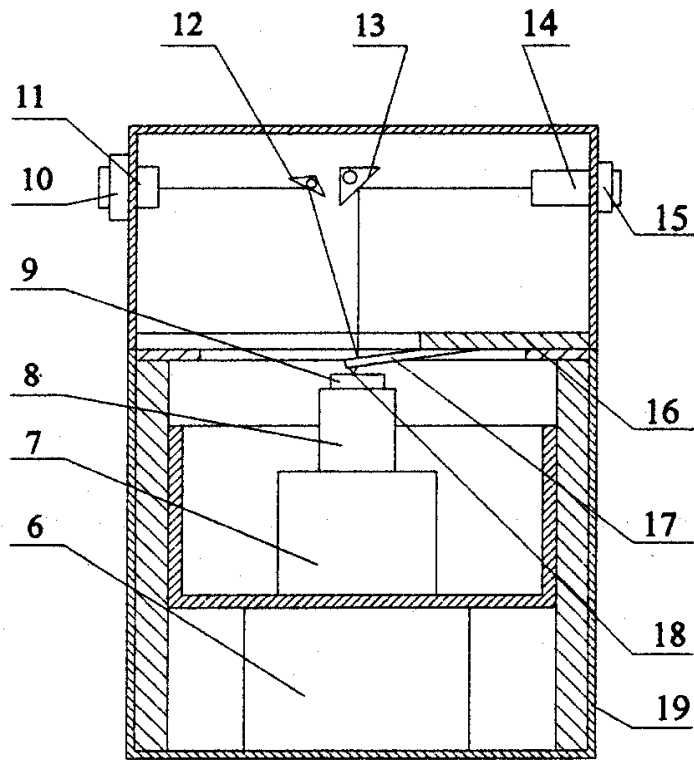


图 2