



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102788727 A

(43) 申请公布日 2012. 11. 21

(21) 申请号 201210319723. 9

(22) 申请日 2012. 08. 31

(71) 申请人 中国科学院力学研究所

地址 100190 北京市海淀区北四环西路 15 号

(72) 发明人 郇勇 代玉静 邵亚琪 彭光健
张泰华

(74) 专利代理机构 北京和信华成知识产权代理
事务所(普通合伙) 11390

代理人 王艺

(51) Int. Cl.

G01N 3/00(2006. 01)

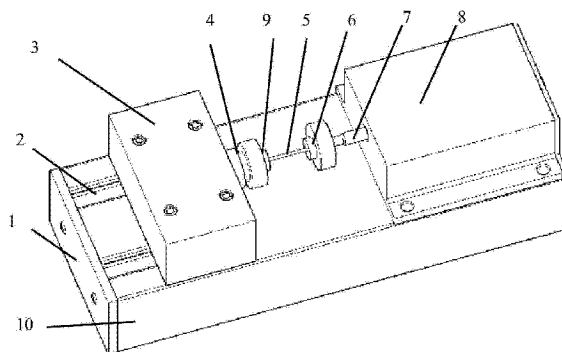
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 1 页

(54) 发明名称

扫描电镜下多用途原位微尺度力学性能测试仪

(57) 摘要

本发明公开一种扫描电镜下多用途原位微尺度力学性能测试仪,该力学性能测试仪包括:机架底座、音圈电机、加载轴、光栅尺、动夹具、定夹具、滑块和力传感器;音圈电机安装在所述机架底座的一端,其内部安装有用来测量所述加载轴位移的光栅尺;加载轴由音圈电机内部的电磁线圈驱动运动,其一端位于音圈电机内部,另一端安装有动夹具;机架底座的另一端加工有滑槽,滑槽上固定有滑块;滑块离音圈电机的近端安装有有力传感器,定夹具安装在力传感器上。本发明采用了音圈电机,避免了步进电机驱动方式所产生的振动,可以在试样加载状态下获得清晰的高放大倍率的扫描电镜图像,可进行原位拉伸、压缩、弯曲及疲劳力学性能测试。



1. 一种扫描电镜下多用途原位微尺度力学性能测试仪,其特征在于,包括:机架底座、音圈电机、加载轴、光栅尺、动夹具、定夹具、滑块和力传感器;

所述音圈电机安装在所述机架底座的一端,其内部安装有用来测量所述加载轴位移的光栅尺;所述加载轴由音圈电机内部的电磁线圈驱动运动,其一端位于所述音圈电机内部,另一端安装有所述动夹具;所述机架底座的另一端加工有滑槽,所述滑槽上固定有所述滑块;所述滑块离音圈电机的近端安装有力传感器,所述定夹具安装在所述力传感器上,所述定夹具和动夹具之间用于安装试样。

2. 如权利要求1所述的力学性能测试仪,其特征在于,所述滑槽内设置有螺母,用于调节所述滑块的位置。

3. 如权利要求1所述的力学性能测试仪,其特征在于,所述机架底座的边缘安装有端盖。

4. 如权利要求1所述的力学性能测试仪,其特征在于,所述力传感器的量程为4牛顿,所述光栅尺的位移分辨率为 $1\mu\text{m}$ 。

5. 如权利要求1所述的力学性能测试仪,其特征在于,所述力学性能测试仪的尺寸约为 $150\text{mm}\times 50\text{mm}\times 40\text{mm}$ 。

6. 一种扫描电镜下多用途原位微尺度力学性能测试系统,其特征在于,包括依次连接的力学性能测试仪、控制器和终端设备;

所述力学性能测试仪包括:机架底座、音圈电机、加载轴、光栅尺、动夹具、定夹具、滑块和力传感器;所述音圈电机安装在所述机架底座的一端,其内部安装有用来测量所述加载轴位移的光栅尺;所述加载轴由音圈电机内部的电磁线圈驱动运动,其一端位于所述音圈电机内部,另一端安装有所述动夹具;所述机架底座的另一端加工有滑槽,所述滑槽上固定有所述滑块;所述滑块离音圈电机的近端安装有力传感器,所述定夹具安装在所述力传感器上,所述定夹具和动夹具之间用于安装试样;

所述控制器用于将终端设备输入的指令信号转化为所述音圈电机可接收的驱动信号,以及,采集所述光栅尺的信号和力传感器的信号,进行调理后传输给所述终端设备;

所述终端设备用于按照测试需求设定测试步骤,将相应的指令信号发送给所述控制器,以及,对从所述控制器接收到的数据进行实时显示和后期处理,以获得试样变形和力的关系,进而求解出所需的力学参量。

7. 如权利要求6所述的力学性能测试系统,其特征在于,所述力学性能测试仪的滑槽内设置有螺母,用于调节所述滑块的位置。

8. 如权利要求6所述的力学性能测试系统,其特征在于,所述控制器包括驱动模块、信号采集模块与信号调理通信模块,其中,所述驱动模块用于将终端设备输入的指令信号转化为所述音圈电机可接收的驱动信号;

所述信号采集模块用于采集所述光栅尺的信号和力传感器的信号;

所述信号调理通信模块用于将所述信号采集模块采集到的光栅尺的信号和力传感器的信号进行调理,传输给所述终端设备。

扫描电镜下多用途原位微尺度力学性能测试仪

技术领域

[0001] 本发明涉及微尺度力学性能测试仪,尤其涉及一种扫描电镜下多用途原位微尺度力学性能测试仪。

背景技术

[0002] 随着现代材料科学、微电子技术、生物和医学材料的发展,试样特征尺度越来越小。因此对微尺度试样的力学性能测试提出了迫切需求。在传统宏观尺度力学测试领域,单轴拉伸、压缩以及弯曲是应用极为广泛的几种测试方式,由于其力学模型简单、测试参量具有明确物理意义等优点而广受欢迎。与之类似,在微尺度力学测试领域,人们仍然希望采用单轴拉伸、压缩以及弯曲等方式进行测试,这样可以很好地移植宏观力学测试的技术经验。因此相应地发展了一些典型仪器,例如 INSTRON 5848Micro Tester、电磁式微力学测试仪(发明专利 2004100801449)、Agilent 公司的 NanoUTM、束纤维强力仪(YG011 斯特洛仪)等。以上仪器有的可以完成单轴拉伸、压缩、弯曲等多种测试功能,有的只可以完成拉伸测试功能,但在载荷分辨率或功能等方面具有各自的特点,基本可以满足目前微尺度力学多种多样的测试需求。但是由于这些仪器本身外形尺寸仍然较大,无法在空间狭窄的扫描电镜中使用,因此无法实现力学性能测试和显微形貌的原位监测。

[0003] 随着材料微纳米化以及多尺度力学研究的深入开展,对微尺度原位力学测试提出了越来越迫切的需求。例如人们希望在对表面纳米化的金属薄膜进行拉伸的同时,监测裂纹扩展情况,以此来研究纳米化对金属力学性能强化机理。但显然,这需要观察手段具有极高的空间分辨率,因此非常希望在扫描电镜中进行原位力学性能测试。

[0004] 目前可在扫描电镜中使用的商业化的力学性能测试仪典型代表有美国 GATAN Microtest 系列产品,载荷能力从 2N 至 5000N 不等。这种仪器体型小巧,专为配合扫描电镜使用而设计。但该仪器采用步进电机驱动,在进行加载试验时,步进电机的振动会对扫描电镜的成像产生不利影响。因此该仪器只能在扫描电镜较小放大倍数下使用。若扫描电镜放大倍数较大时,便很难获得清晰图像。此外,步进电机的动态频响慢,很难进行快动作的循环加卸载测试,无法用扫描电镜在线监测裂纹扩展情况。

发明内容

[0005] 本发明针对上述现有技术的缺陷,提出一种扫描电镜下多用途原位微尺度力学性能测试仪及系统,避免了步进电机驱动方式所产生的振动,可以在试样加载状态下获得清晰的高放大倍率的图像。

[0006] 为了解决上述问题,本发明提供一种扫描电镜下多用途原位微尺度力学性能测试仪,包括:机架底座、音圈电机、加载轴、光栅尺、动夹具、定夹具、滑块和力传感器;

[0007] 所述音圈电机安装在所述机架底座的一端,其内部安装有用来测量所述加载轴位移的光栅尺;所述加载轴由音圈电机内部的电磁线圈驱动运动,其一端位于所述音圈电机内部,另一端安装有所述动夹具;所述机架底座的另一端加工有滑槽,所述滑槽上固定有所

述滑块；所述滑块离音圈电机的近端安装有力传感器，所述定夹具安装在所述力传感器上，所述定夹具和动夹具之间用于安装试样。

[0008] 优选地，上述力学性能测试仪具有以下特点：

[0009] 所述滑槽内设置有螺母，用于调节所述滑块的位置。

[0010] 优选地，上述力学性能测试仪具有以下特点：

[0011] 所述机架底座的边缘安装有端盖。

[0012] 优选地，上述力学性能测试仪具有以下特点：

[0013] 所述力传感器的量程为 4 牛顿，所述光栅尺的位移分辨率为 $1\ \mu\text{m}$ （还可以采用更高分辨率的光栅尺）。

[0014] 优选地，上述力学性能测试仪具有以下特点：

[0015] 所述力学性能测试仪的尺寸约为 $150\text{mm}\times 50\text{mm}\times 40\text{mm}$ 。

[0016] 为了解决上述问题，本发明还提供一种扫描电镜下多用途原位微尺度力学性能测试系统，包括依次连接的力学性能测试仪、控制器和终端设备；

[0017] 所述力学性能测试仪包括：机架底座、音圈电机、加载轴、光栅尺、动夹具、定夹具、滑块和力传感器；所述音圈电机安装在所述机架底座的一端，其内部安装有用来测量所述加载轴位移的光栅尺；所述加载轴由音圈电机内部的电磁线圈驱动运动，其一端位于所述音圈电机内部，另一端安装有所述动夹具；所述机架底座的另一端加工有滑槽，所述滑槽上固定有所述滑块；所述滑块离音圈电机的近端安装有力传感器，所述定夹具安装在所述力传感器上，所述定夹具和动夹具之间用于安装试样；

[0018] 所述控制器用于将终端设备输入的指令信号转化为所述音圈电机可接收的驱动信号，以及，采集所述光栅尺的信号和力传感器的信号，进行调理后传输给所述终端设备；

[0019] 所述终端设备用于按照测试需求设定测试步骤，将相应的指令信号发送给所述控制器，以及，对从所述控制器接收到的数据进行实时显示和后期处理，以获得试样变形和力的关系，进而求解出所需的力学参量。

[0020] 优选地，上述力学性能测试系统具有以下特点：

[0021] 所述力学性能测试仪的滑槽内设置有螺母，用于调节所述滑块的位置。

[0022] 优选地，上述力学性能测试系统具有以下特点：

[0023] 所述控制器包括驱动模块、信号采集模块与信号调理通信模块，其中，

[0024] 所述驱动模块用于将终端设备输入的指令信号转化为所述音圈电机可接收的驱动信号；

[0025] 所述信号采集模块用于采集所述光栅尺的信号和力传感器的信号；

[0026] 所述信号调理通信模块用于将所述信号采集模块采集到的光栅尺的信号和力传感器的信号进行调理，传输给所述终端设备。

[0027] 本发明具有以下有益效果：

[0028] 1、采用音圈电机驱动，其基本原理是电磁线圈在磁场中受力，通过控制线圈中的电流来控制线圈运动。该种驱动方式实现了平顺的运动，具有很好的线性、低滞后性、无振动，易于进行精确控制等特点。避免了步进电机驱动方式所产生的振动，可以在试样加载状态下获得清晰的高放大倍率的图像。

[0029] 2、由于音圈电机具有很好的动态响应频率，能够实现快速的启停动作，因此可以

在扫描电镜中实现较快频率的循环加卸载,对试样的疲劳性能进行测试。并通过扫描电镜分阶段监测疲劳裂纹扩展情况。

[0030] 3、在该仪器对试样进行加载测试的同时,可以通过扫描电镜对试样进行原位观察成像。不仅可以实时监测试样表面变形情况(例如裂纹扩展情况、局部有无颈缩等),还可以对试样变形进行高分辨率的测量。

[0031] 4、该测试仪集拉伸、压缩、弯曲以及疲劳等多种测试功能于一体,适用范围广。

[0032] 5、该仪器不仅可以配合扫描电镜使用,还可以配合光学显微镜使用,也可以独立使用。

附图说明

[0033] 图1为本发明实施例的力学性能测试仪的示意图;

[0034] 图2为本发明实施例的力学性能测试的示意图。

具体实施方式

[0035] 下文中将结合附图对本发明的实施例进行详细说明。需要说明的是,在不冲突的情况下,本申请中的实施例及实施例中的特征可以相互任意组合。

[0036] 本发明针对上述问题,提出了采用音圈电机(电磁)驱动的、用于扫描电镜的、可进行拉伸、压缩、弯曲以及疲劳测试的、微尺度原位力学性能测试仪。

[0037] 在本发明中,测试仪主机驱动部分采用音圈电机驱动,其基本原理是电磁线圈在磁场中受力,通过控制线圈中的电流来控制线圈运动。该驱动方式具有平顺、无振动、动态频率响应快、易于精确控制等优点。

[0038] 力的测量采用应变式小量程力传感器。由于应变式力传感器性能稳定,不易受环境干扰,并且市场化程度高,可以很方便地更换不同量程的力传感器来满足不同试样的测试需求。

[0039] 加载轴的位移采用光栅尺测量,其优点是频响快,在扫描电镜中使用不受环境干扰。该位移作为驱动机构的控制信号,同时可以作为试样变形量的参考。

[0040] 试样变形量采用扫描电镜监测,通过扫描电镜的尺寸测量功能实现对试样微小变形的测量。由于扫描电镜具有极好的空间分辨率,因此试样的变形测量很容易获得纳米量级的分辨率。

[0041] 针对典型试样,该测试仪配备了典型夹具,分别适用于拉伸、压缩、弯曲等测试情况。

[0042] 如图1所示,为本发明实施例的力学性能测试仪的示意图,该力学性能测试仪的整体结构采用卧式设计,这有利于配合扫描电镜观察,包括:机架底座10、音圈电机8、加载轴7、光栅尺(图中未示出)、动夹具6、定夹具9、滑块3和力传感器4;音圈电机8安装在机架底座10的一端,其内部安装有用来测量加载轴7位移的光栅尺;加载轴7由音圈电机8内部的电磁线圈驱动运动,其一端位于音圈电机8内部,另一端安装有动夹具6;机架底座10的另一端加工有滑槽2,滑槽2上固定有所述滑块3;滑块3离音圈电机8的近端安装有有力传感器4,定夹具9安装在力传感器4上,定夹具9和动夹具6之间用于安装试样5。

[0043] 滑槽2内有两个螺母,拧松时可以调节滑块3位置,用来适应不同尺寸试样5。根

据试样尺寸把滑块 3 位置调节好以后,拧紧螺母固定滑块 3。机架底座 10 的边缘安装有端盖 1。该测试仪外形尺寸小巧,实施例约 150mm*50mm*40mm。

[0044] 本发明实施例中,力传感器选用 FUTEK 公司生产的 LSB200 系列力传感器,量程为 4N。位移传感器选用光栅尺位移传感器,分辨率为 1 μ m。

[0045] 如图 2 所示,除上述力学性能测试仪外,整个测试系统还包括控制器和终端设备(计算机)。力学性能测试仪用于对试样进行加载测试,控制器用于将终端设备输入的指令信号转化为所述音圈电机可接收的驱动信号,以及,采集所述光栅尺的信号和力传感器的信号,进行调理后传输给所述终端设备;所述终端设备是人机对话的窗口,用于按照测试需求设定测试步骤,将相应的指令信号发送给所述控制器,以及,对从所述控制器接收到的数据进行实时显示和后期处理,以获得试样变形和力的关系,进而求解出所需的力学参量。

[0046] 其中,控制器包括驱动模块、信号采集模块与信号调理通信模块,所述驱动模块用于将终端设备输入的指令信号转化为所述音圈电机可接收的驱动信号;所述信号采集模块用于采集所述光栅尺的信号和力传感器的信号;所述信号调理通信模块用于将所述信号采集模块采集到的光栅尺的信号和力传感器的信号进行调理,传输给所述终端设备。

[0047] 测试时,将安装好试样的力学性能测试仪放置于扫描电镜中,通过终端设备(计算机)控制测试过程自动进行,并通过扫描电镜实时监测记录试样显微形貌,也可以通过记录的图像精确测量试样局部变形。

[0048] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

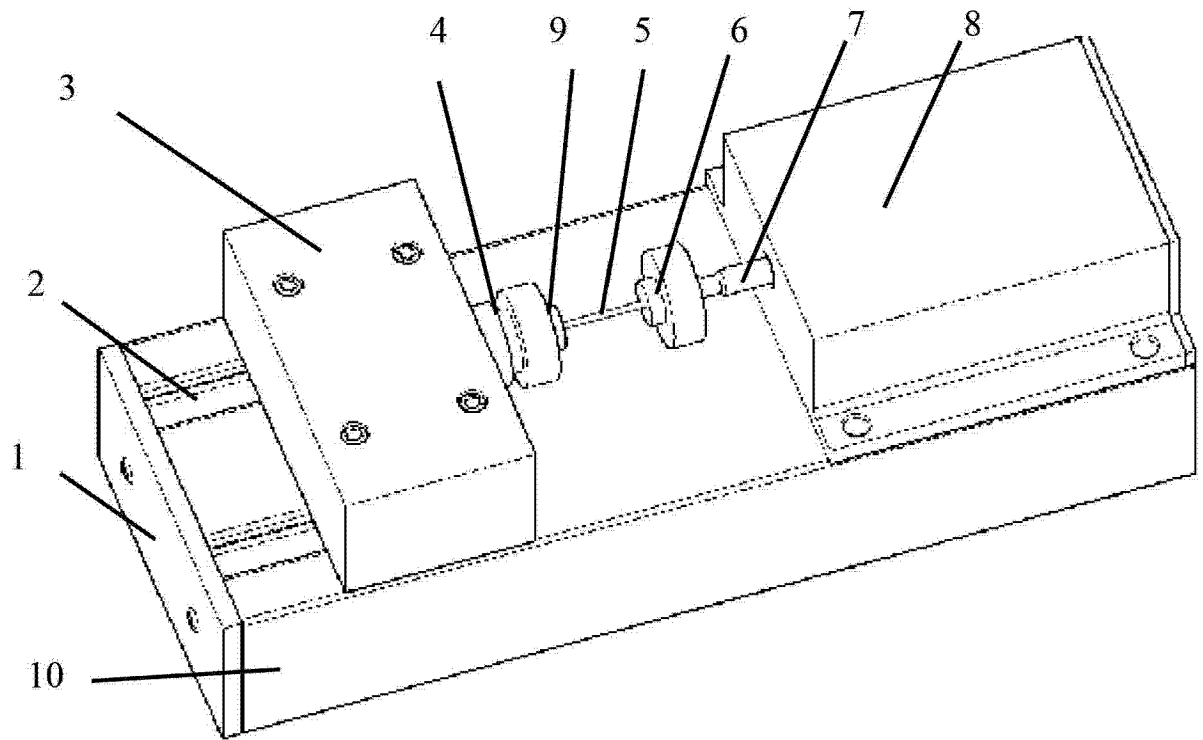


图 1

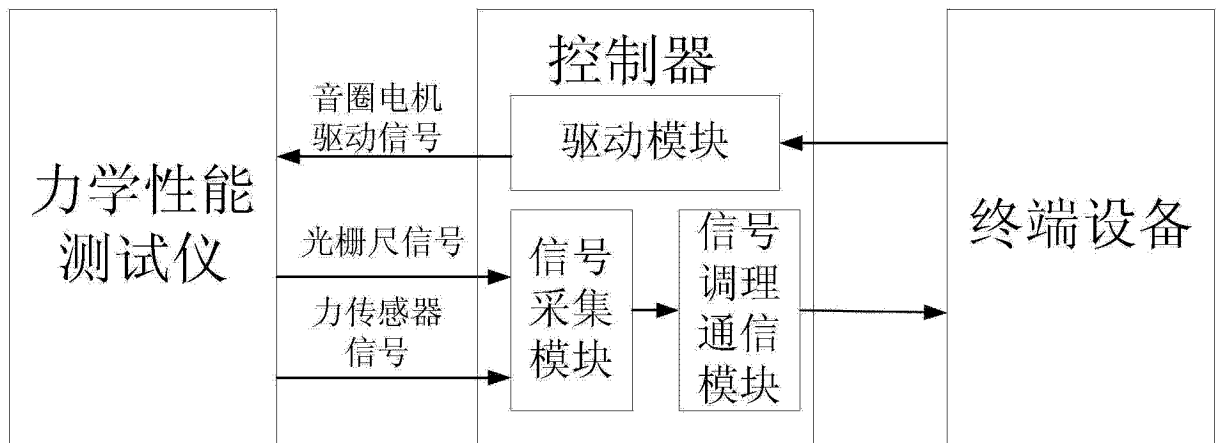


图 2