



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 203405477 U

(45) 授权公告日 2014.01.22

(21) 申请号 201320529232.7

(22) 申请日 2013.08.28

(73) 专利权人 吉林大学

地址 130012 吉林省长春市前进大街 2699
号

(72) 发明人 赵宏伟 杨雪露 刘国飞 梁焱杰
喻虎 陈园园 崔丽娜 张霖

(74) 专利代理机构 长春吉大专利代理有限责任
公司 22201

代理人 朱世林 王寿珍

(51) Int. Cl.

G01Q 30/02(2010.01)

G01N 3/04(2006.01)

G01N 3/00(2006.01)

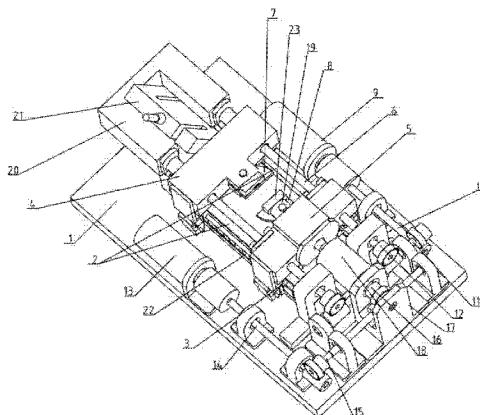
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 实用新型名称

基于扫描电镜下微型原位力学测试仪

(57) 摘要

本实用新型涉及一种基于扫描电镜下微型原位力学测试仪，包括固设在工作台底板上的导轨、分别通过滑块设置在导轨上的第I工作台和第II工作台、在两工作台上分别设置对应的夹具体，通过穿置在该两个工作台两端的两根丝杠及经两级涡轮副驱动连接的直流伺服电机，实现试样的拉、压测试，通过另一直流伺服电机及经两级涡轮副驱动连接的扭转轴产生夹具体的扭转，以实现试样的扭转测试。本实用新型可实现在扫描电子显微镜动态监测下的“拉伸/压缩-剪切-扭转”单一及复合载荷模式的原位力学测试。克服了传统材料力学性能测试仪不能实现原位观测和载荷单一的功能缺陷。



1. 一种基于扫描电镜下微型原位力学测试仪,包括一工作台底板(1)、固设在工作台底板(1)上的导轨(2)、分别通过滑块(3)设置在导轨(2)上的第 I 工作台(4)和第 II 工作台(5)、在两工作台(4、5)上分别设置对应的夹具体(7、8),其特征在于:

穿置在该两个工作台两端的两根丝杠(6)通过与每根丝杠上的两段反向螺纹配合的两个螺母中的一个螺母与所述的第 II 工作台(5)固连,另一个螺母与第 I 工作台(4)外侧的力传感器支座(20)固连,一力传感器(21)两端分别固连在第 I 工作台(4)和力传感器支座(20)上;

在所述工作台底板(1)的一侧固设第一直流伺服电机(9),其电机轴通过联轴器与第一涡轮副的涡杆轴(10)相连接,通过平行设置在第一涡轮副涡轮轴(11)上的两个二级传动涡轮副的涡轮轴(12)与所述的穿置在该两个工作台两端的两根丝杠(6)的一端相连接;

在所述工作台底板(1)的另一侧固设第二直流伺服电机(13),其电机轴通过联轴器与第二涡轮副的涡杆轴(14)相连接,通过设置在第二涡轮副涡轮轴(15)上的二级传动涡轮副的涡轮轴(16)与通过轴承支撑座(17)固设在工作台底板上的花键套(18)相连接;

在所述的第 II 工作台(5)中通过推力轴承设置一扭转轴(19),一个所述的夹具体(8)固设在扭转轴(19)的一端,扭转轴(19)的另一端制成花键轴插置在所述的花键套(18)中并与其呈轴向滑配合。

2. 根据权利要求 1 所述的基于扫描电镜下微型原位力学测试仪,其特征在于,在所述的导轨(2)的一侧设置一光栅位移传感器(22),其两端的接口模块分别通过支架用螺钉固连在第 I 工作台(4)和第 II 工作台(5)侧端上。

3. 根据权利要求 1 所述的基于扫描电镜下微型原位力学测试仪,其特征在于,在所述的夹具体(7、8)上分别设置通过螺钉固定的夹持试样压板(23)。

4. 根据权利要求 1 所述的基于扫描电镜下微型原位力学测试仪,其特征在于,所述的夹具体(7、8)通过内六角紧定螺钉分别连接在第 I 工作台(4)上和第 II 工作台(5)中的扭转轴(19)的轴端上。

基于扫描电镜下微型原位力学测试仪

技术领域

[0001] 本实用新型涉及微小型材料性能测试试验机，是可在扫描电镜动态监测下的拉压 - 剪切 - 扭转多载荷及复合加载模式的原位力学测试装置，便于获取更接近于材料实际服役条件下的微观性能。

背景技术

[0002] 传统的材料力学性能测试技术大都停留在非原位测试阶段，如抗拉 / 压测试、冲击测试、硬度测试、疲劳测试、蠕变测试（持久强度和应力松弛试验）、断裂韧性测试、抗弯测试、抗扭测试等。这些传统的材料力学性能测试方法对人类开展学术研究与工程研究开发发挥了重要作用。但这些测试技术都是非原位测试，不能在材料性能测试过程中动态监测载荷作用下材料的变形损伤与性能演变规律，无法实现将材料的微观结构、变形行为、损伤机制及其与外部载荷作用和材料性能进行直接对应测量，已不能满足目前科技发展的需求。

[0003] 其次，因各类固态材料及其制品服役期间工作条件较为复杂，不可避免地会受到拉伸 / 压缩 - 剪切等多载荷模式的同时作用，相同材料在不同载荷模式下将表现出迥然不同的力学行为。通过国内外研究现状的综述分析，目前已有的原位力学测试技术都无法实现针对三维宏观试件的接近材料真实力学服役条件下的多载荷模式的材料微观力学性能测试。

[0004] 其中，现有的微小型单一拉伸 / 压缩模块的加载方式，其主要结构是通过直流伺服电机驱动，进过中间一级蜗轮蜗杆减速机构后带动单向丝杠旋转，丝杠通过支座固定在地板上，夹具工作台一段与螺母固连，另一端固定在地板上，当丝杠旋转时，带动螺母轴向移动，进而使一侧夹具工作台轴向移动，使试件轴向收到拉压。其设计弊端在于加载方式单一，只能加载轴向力，不符合材料在实际服役条件下的受力情况。且不是双向同步加载，很难保证原位观测。

[0005] 本实用新型，针对复合载荷模式下材料力学行为、损伤机制以及性能演变规律测试方面的重要发展趋势以及现有研究存在的问题，从实现在扫描电子显微镜动态监测下的“拉伸 / 压缩 - 剪切 - 扭转”多载荷模式的原位力学测试原理与方法出发，着重研究测试平台在精密驱动、多载荷模式加载、检测、控制与原位监测等方面的基础理论与关键技术，在此基础上研制集“复合载荷、原位观测”与一体的微小型测试平台。

发明内容

[0006] 本实用新型的目的是，针对传统材料力学性能测试仪不能实现原位观测和现有的微纳米级材料力学测试仪载荷单一，不能观测材料在接近实际服役条件下的力学行为、损伤机制以及性能演变规律的缺陷，提出一种由双精密驱动电机分别驱动，两级蜗轮蜗杆降速增扭，导轨与滚珠丝杠相互配合，光栅位移传感器、S型力传感器实时测量的微型原位材料力学性能测试仪，在“驱动、加载、检测”等功能的测试平台的配合下，实现在扫描电子显

微镜动态监测下的“拉伸 / 压缩 - 剪切 - 扭转”单一及复合载荷模式的原位力学测试。

[0007] 本实用新型按以下方案实现：

[0008] 一种基于扫描电镜下微型原位力学测试仪，包括一工作台底板、固设在工作台底板上的导轨、分别通过滑块设置在导轨上的第 I 工作台和第 II 工作台、在两工作台上分别设置对应的夹具体；

[0009] 穿置在该两个工作台两端的两根丝杠通过与每根丝杠上的两段反向螺纹配合的两个螺母中中的一个螺母与所述的第 II 工作台固连，另一个螺母与第 I 工作台外侧的力传感器支座固连，一力传感器两端分别固连在第 I 工作台和力传感器支座上；

[0010] 在所述工作台底板的一侧固设第一直流伺服电机，其电机轴通过联轴器与第一涡轮副的涡杆轴相连接，通过平行设置在第一涡轮副涡轮轴上的两个二级传动涡轮副的涡轮轴与所述的穿置在该两个工作台两端的两根丝杠的一端相连接；

[0011] 在所述工作台底板的另一侧固设第二直流伺服电机，其电机轴通过联轴器与第二涡轮副的涡杆轴相连接，通过设置在第二涡轮副涡轮轴上的二级传动涡轮副的涡轮轴与通过轴承支撑座固设在工作台底板上的花键套相连接；

[0012] 在所述的第 II 工作台中通过推力轴承设置一扭转轴，一个所述的夹具体固设在扭转轴的一端，扭转轴的另一端制成花键轴插置在所述的花键套中并与其呈轴向滑配合。

[0013] 在所述的导轨的一侧设置一光栅位移传感器，其两端的接口模块分别通过支架用螺钉固连在第 I 工作台和第 II 工作台侧端上。

[0014] 本实用新型具有以下优越效果：

[0015] 1) 本实用新型机构布局及尺寸是基于扫描电镜的腔体结构进行设计的，以实现利用扫描电镜对试验过程进行实时动态观测，其尺寸为 250mm*150mm*80mm。与现有类似试验机相比，不仅在机构尺寸上具有微型小型化的特点，同时也大大提高了试验机测量精度，在扫描电镜下实时观测材料在接近实际服役条件下的力学行为、损伤机制以及性能演变规律，从而较为准确地得到材料的微观力学性能。

[0016] 2) 在加载方式上有了很大改进，打破了现有大部分材料测试平台只能进行单一载荷加载的局限性。采用两个电机作为动力驱动源，分别为拉 / 压 - 剪切、扭转模块提供动力，且克服了相互运动之间的干涉问题，使三个模块既能单独工作，又可同时加载，可实现单一载荷测试，拉伸(压缩)测试、扭转测试、剪切测试，并可实现拉伸(压缩)扭转复合载荷测试，剪切扭转复合载荷测试。可使材料的实验条件最大化的接近实际工况下的服役情况。

[0017] 3) 本实用新型可突破现有大部分有材料测试技术手段，通过设计优化试验机，可实现在扫描电镜下对材料进行原位观测。采用两根精密双向滚珠丝杠，保证试件加持工作台具有较好的稳定性及载荷的均匀性，实现对材料进行原位观测，从而可以更加直观精确的观测材料在服役条件下的微观组织变化。

[0018] 4) 实验平台的布局紧凑合理，设计巧妙，并通过调整优化各个机构的位置，避免其产生干涉现象。在扭转、拉伸组合加载时，利用微型滚珠花键机构，巧妙避开了工作台的拉伸运动对扭转传动链的干涉。选择滚珠花键，使轴向方向上的摩擦降到最小，并通过后期的标定、校正工作，最大化减小误差。

附图说明

- [0019] 图 1 是一种基于扫描电镜下微型原位力学测试仪结构的轴测示意图；
- [0020] 图 2 是图 1 所示测试仪的侧视图；
- [0021] 图 3 是图 1 中所示夹具体(7、8)的工作状态示意图，其中：
- [0022] A、B、C、D 为通过调整两夹具体的相对位置，可以调整试件所受载荷力的方向，从而实现拉压、剪切复合载荷。

具体实施方式

- [0023] 以下结合附图给出的实施例对本实用新型作进一步详细说明。
- [0024] 参照图 1、2，一种基于扫描电镜下微型原位力学测试仪，包括一工作台底板 1、固设在工作台底板 1 上的导轨 2、分别通过滑块 3 设置在导轨 2 上的第 I 工作台 4 和第 II 工作台 5、在两工作台 4、5 上分别设置对应的夹具体 7、8；
- [0025] 穿置在该两个工作台两端的两根丝杠 6 通过与每根丝杠上的两段反向螺纹配合的两个螺母中的一个螺母与所述的第 II 工作台 5 固连，另一个螺母与第 I 工作台 4 外侧的力传感器支座 20 固连，一力传感器 21 两端分别固连在第 I 工作台 4 和力传感器支座 20 上，用于测量材料拉压实验的力值；
- [0026] 通过丝杠 6 的正、反向旋转可驱动工作台 5 和力传感器支座 20 进而同过力传感器支座 20 拖动力传感器 21 带动第 I 工作台 4 和第 II 工作台 5 同时作相反或相向的直线移动，以实现拉伸或压缩试验，
- [0027] 在所述工作台底板 1 的一侧固设第一直流伺服电机 9，其电机轴通过联轴器与第一涡轮副的涡杆轴 10 相连接，通过平行设置在第一涡轮副的涡轮轴 11 上的两个二级传动涡轮副的涡轮轴 12 与所述的穿置在该两个工作台两端的两根丝杠 6 的一端相连接；
- [0028] 在所述工作台底板 1 的另一侧固设第二直流伺服电机 13，其电机轴通过联轴器与第二涡轮副的涡杆轴 14 相连接，通过设置在第二涡轮副的涡轮轴 15 上的二级传动涡轮副的涡轮轴 16 与通过轴承支撑座 17 固设在工作台底板上的花键套 18 相连接；
- [0029] 在所述的第 II 工作台 5 中通过推力轴承设置一扭转轴 19，一个所述的夹具体 7 固设在扭转轴 18 的一端，扭转轴 19 的另一端制成花键轴插置在所述的花键套 18 中并与其呈轴向滑配合。
- [0030] 所述穿置在两个工作台两端的两根丝杠 5 的另一端上固设一力传感器支座 20，一力传感器 21 两端分别固连在所述的第 I 工作台 4 和力传感器支座 20 上。用于测量材料拉压实验的力值。
- [0031] 在所述的导轨 2 的一侧设置一光栅位移传感器 22，其两端的接口模块分别通过支架用螺钉固连在第 I 工作台 4 和第 II 工作台 5 侧端上，用于测量材料拉压实验的位移。
- [0032] 在所述的夹具体 7、8 上分别设置通过螺钉固定的夹持试样压板 23。
- [0033] 参照图 3，所述的夹具体 7、8 通过内六角螺钉分别连接在第 I 工作台 4 上和第 II 工作台 5 中的扭转轴 19 的轴端上。通过调整两夹具体的相对位置，可以调整试件所受载荷力的方向，从而实现拉压、剪切复合载荷。
- [0034] 本实用新型的工作原理如下：
- [0035] 1) 单一拉伸 / 压缩载荷。
- [0036] 第一直流伺服电机 9 通过与其驱动连接的涡轮副 A 和涡轮副 B 的二级降速增扭后

驱动双向丝杠 6 低速旋转,当伺服电机正转时,使两个工作台同时同速向相反方向低速运动,使工件拉伸;当伺服电机反转时,使两个工作台同时同速相向低速运动,使工件压缩。

[0037] 2) 单一扭转载荷。

[0038] 第二直流伺服电机 12 通过与其驱动连接的涡轮副 C 和涡轮副 D 的二级减速增扭后驱动花键套 17 旋转,进而带动与花键套 17 相配合的扭转轴 18 旋转,使待测工件承受扭矩。

[0039] 3) 剪切、拉伸复合载荷。当改变夹具的具体安装角度,可实现剪切、拉伸不同大小力的组合。(如附图 3)

[0040] 参照图 3,对载荷的施加方式予以说明。通过内六角紧定螺钉调整 I 号夹具体 7、8 的相对位置,可以调整试件所受载荷力的方向。实现剪切与拉伸 / 压缩不同受力的组合。扭转载荷的施加通过第二直流伺服电机 13 实现,微型滚珠花键总成可避免拉伸载荷与扭转载荷的干涉。

[0041] 4) 拉伸 / 压缩、剪切、扭转复合载荷。当让两个伺服电机有相同或不同的转速时,通过各自独立的传动机构,配合不同的夹具安装角度可实现拉伸、扭转,压缩、扭转,拉伸、剪切、扭转,压缩、剪切、扭转等不同形式的复合载荷,最大程度接近材料在实际服役条件下的受力状况。

[0042] 整个机构根据扫描电镜的腔体量身定做,结构小巧,可在扫描电镜下观测材料的整个受力变形过程。

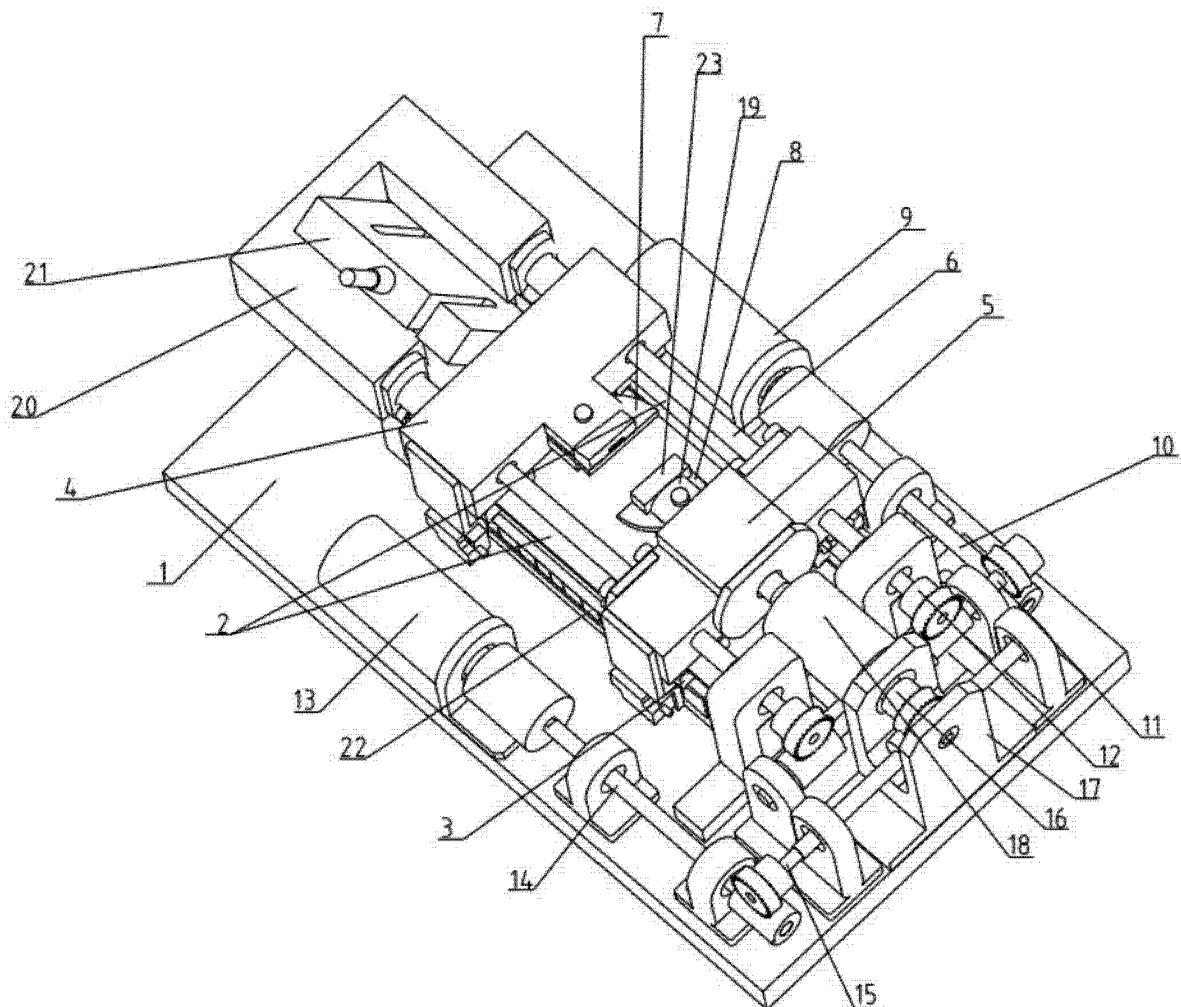


图 1

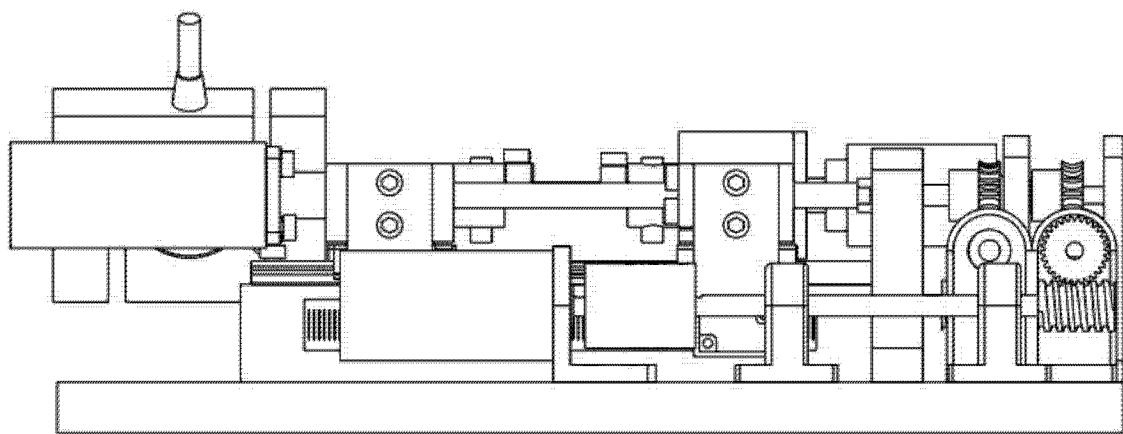


图 2

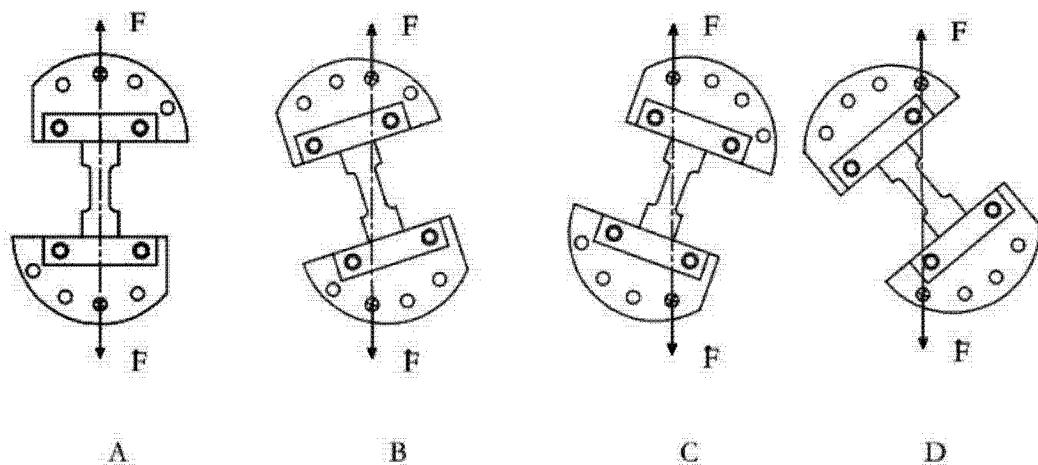


图 3