



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103487315 B

(45) 授权公告日 2015. 11. 18

(21) 申请号 201310381388. X

(22) 申请日 2013. 08. 28

(73) 专利权人 吉林大学

地址 132021 吉林省长春市前进大街 2699 号

(72) 发明人 李海连 赵宏伟 马志超 张攀峰
吴庆玲 崔利娜 李士兵 张培馨

(74) 专利代理机构 中山市科创专利代理有限公司 44211

代理人 尹文涛

(51) Int. Cl.

G01N 3/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 102384875 A, 2012. 03. 21, 说明书第 7 段、第 18-20 段, 以及附图第 1 幅、第 5-6 幅。

CN 201611288 U, 2010. 10. 20, 说明书第 4-6

段、第 10-11 段, 以及附图第 1 幅。

CN 202284999 U, 2012. 06. 27, 说明书第 25-31 段, 以及附图第 1-4 幅。

JP 2003315230 A, 2003. 11. 06, 全文。

审查员 戴瑞烜

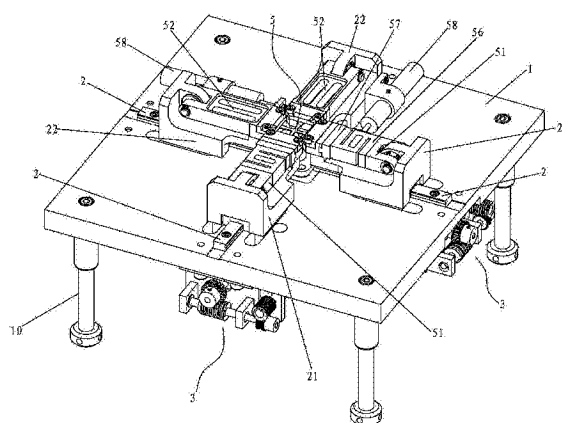
权利要求书1页 说明书4页 附图9页

(54) 发明名称

一种材料力学性能测试装置

(57) 摘要

本发明公开了一种材料力学性能测试装置, 在工作平台上沿 X 轴和 Y 轴方向上设有相互垂直的滑轨, 在滑轨上设有沿 X 轴方向和 / 或 Y 轴方向拉伸试件的第一拉伸座和第二拉伸座, 夹持装置设在第一拉伸座和第二拉伸座之间, 在夹持装置下方设有用于向试件沿 Z 向施加弯曲载荷的顶弯机构, 通过控制拉伸载荷驱动装置向试件施加拉伸载荷, 控制弯曲载荷驱动装置则向试件施加弯曲载荷, 对试件可实现双轴拉伸及弯曲复合载荷模式的材料力学性能测试, 所提供的复合载荷模式, 符合试件在实际工况下的应力水平。同时也可以进行纯拉伸测试、纯三点弯曲测试, 双轴拉伸及三点弯曲载荷可独立加载或依次加载, 本发明具有结构紧凑、复合程度高特点。



1. 一种材料力学性能测试装置,其特征在于包括工作平台(1),所述工作平台(1)上沿X轴和Y轴方向上设有相互垂直的滑轨(2),所述滑轨(2)上设有沿X轴和/或Y轴方向拉伸试件的第一拉伸座(21)和第二拉伸座(22),所述工作平台(1)上设有用于驱动第一拉伸座(21)和第二拉伸座(22)相向或者背向运动的拉伸载荷驱动装置(3),第一拉伸座(21)和第二拉伸座(22)之间连接有助于夹持试件的夹持装置(5),所述夹持装置(5)下方设有用于向试件施加弯曲载荷的顶压机构(4),所述工作平台(1)上设有用于驱动顶压机构(4)沿Z轴方向上下运动的弯曲载荷驱动装置(6),所述第一拉伸座(21)和第二拉伸座(22)与滑轨(2)之间设有连接滑块(23),所述拉伸载荷驱动装置(3)包括固定连接在工作平台(1)背面的拉伸载荷驱动伺服电机(31),所述拉伸载荷驱动伺服电机(31)输出端连接有拉伸载荷二级蜗轮蜗杆减速器(32),所述拉伸载荷二级蜗轮蜗杆减速器(32)输出端连接有用于传动使第一拉伸座(21)和第二拉伸座(22)相向或者背向运动的拉伸载荷丝杠副(33),所述拉伸载荷丝杠副(33)两端分别设有旋向相反的第一导程滚道(331)和第二导程滚道(332),所述第一导程滚道(331)和第二导程滚道(332)分别配合连接有第一丝母副(333)和第二丝母副(334),所述第一丝母副(333)和第二丝母副(334)分别与第一拉伸座(21)和第二拉伸座(22)连接,所述夹持装置(5)包括分别与第一拉伸座(21)和第二拉伸座(22)铰接的第一夹持连接块(51)和第二夹持连接块(52),所述第一夹持连接块(51)和第二夹持连接块(52)端部设有定压板(53),所述定压板(53)之间设有用于支撑试件的支撑块(54),所述定压板(53)上连接有助于压紧试件的动压板(55),所述第一夹持连接块(51)上设有用于检测的拉力传感器(56)和压力传感器(57),所述第二拉伸座(22)上设有用于检测位移的位移传感器(58),所述顶压机构(4)包括固定在工作平台(1)背面的固定连接架(41),所述固定连接架(41)连接有可相对工作平台(1)沿Z轴方向上下运动的升降机构(42),所述升降机构(42)顶部设有用于向试件施加弯曲载荷的顶弯杆(43),所述顶弯杆(43)上设有用于检测弯曲载荷的Z向压力传感器(44),所述固定连接架(41)沿Z轴方向设有Z向导轨(411),所述升降机构(42)包括顶板(421)和底板(422),所述顶板(421)和底板(422)之间设有导柱(423),所述顶弯杆(43)设在顶板(421)上,所述底板(422)侧面设有与Z向导轨(411)滑动配合的Z向滑块(424),所述弯曲载荷驱动装置(6)包括弯曲载荷驱动伺服电机(61),所述弯曲载荷驱动伺服电机(61)输出端连接有弯曲载荷二级蜗轮蜗杆减速器(62),所述弯曲载荷二级蜗轮蜗杆减速器(62)输出端连接有弯曲载荷丝杠副(63),所述底板(422)上固定连接有助于与弯曲载荷丝杠副(63)配合的弯曲载荷丝母副(64),所述拉伸载荷驱动伺服电机(31)和弯曲载荷驱动伺服电机(61)为直流伺服电机,所述支撑块(54)呈十字形,所述顶弯杆(43)位于支撑块(54)中心下方。

2. 按权利要求1所述一种材料力学性能测试装置,其特征在于所述定压板(53)上设有与支撑块(54)配合的凹槽(531),所述动压板(55)用于与试件接触的面上设有滚花状结构。

一种材料力学性能测试装置

【技术领域】

[0001] 本发明涉及材料力学实验设备,尤其是一种可在显微镜下实现双轴拉伸及弯曲复合载荷模式的材料力学性能测试装置。

【背景技术】

[0002] 在实际工况下,材料及其制品往往受到多种载荷的复合作用,单一载荷的力学测试装置难以准确测试出实际工况下材料及其制品的受载形式,即无法对复合载荷作用下材料的力学性能做出准确评价。

[0003] 现有研究中,复合载荷模式的加载主要是将试件与拉伸轴线互成角度的不规则装夹来实现的,驱动源输出的加载力主要是轴向拉伸力,通过不同轴或不等高的拉伸模式使材料内部出现拉弯组合或压剪组合等复合载荷测试的形式。上述测试方法难以实现对不同单一载荷模式的解析。同时,两种或多种载荷模式无法独立加载,或依次加载,也无法就材料及其制品在复合载荷作用下的力学性能及变形损伤机制做出准确评价。

[0004] 拉伸及三点弯曲力学测试作为最能直观反映材料力学性能的有效评价手段,可直接获取如弹性模量、屈服强度、抗弯及抗拉强度等重要力学参数,基于这两种单一载荷形式的复合载荷测试模式在实际工况中较为普遍,也是导致材料及其制品失效破坏的主要原因。微观尺度下对试件材料进行力学性能测试过程中,通过显微镜等成像仪器可对试件在载荷作用下观察试件发生的微观变形、损伤直至失效破坏的过程,并可以进行全程动态监测。通过这种力学测试手段,可以揭示出外界载荷作用下材料变形损伤的规律,可避免因为微构件的尺寸效应等问题带来的困扰,将更有利于研究材料及其制品使用状态下的真实微观力学行为与变形损伤机制。

[0005] 与此同时,在已有的可用于原位观测的复合载荷测试装置及研究中,主要是针对低维材料等微尺度构件的测试,需要借助扫描电镜等成像系统及聚焦离子束等复杂方法完成微器件的夹持,且主要是基于 MEMS 微机电系统等复杂工艺实现;如果是针对碳纳米管、线或带等有预制缺口的薄膜材料的微尺度构件进行测试,则需要借助基板材料来实现试样的合成和生长,且往往需要腐蚀和沉积等复杂工艺方法,且因用于附着薄膜材料的基板往往为硬脆性材料,夹持困难,因此对此类材料的力学测试多见于单轴压缩测试,该测试方法较为单一。

[0006] 针对特征尺寸为厘米级以上的三维试件的复合载荷测试,未涉及借助成像仪器的原位观测,则无法深入地开展复合载荷与材料的微观力学行为及变性损伤过程的结合性研究。

[0007] 因此,需要设计一种可在显微镜下实现双轴拉伸及弯曲复合载荷模式的材料力学性能测试装置。本发明即针对现有技术的不足研究而提出。

【发明内容】

[0008] 本发明要解决的技术问题是提供一种材料力学性能测试装置,在工作平台上沿 X

轴和 Y 轴方向上设有相互垂直的滑轨,在滑轨上设有沿 X 轴和 / 或 Y 轴方向拉伸试件的第一拉伸座和第二拉伸座,夹持装置设在第一拉伸座和第二拉伸座之间,在夹持装置下方设有用于向试件沿 Z 向施加弯曲载荷的顶压机构,通过控制拉伸载荷驱动装置向试件施加拉伸载荷,控制弯曲载荷驱动装置则向试件施加弯曲载荷,对试件实现双轴拉伸及弯曲复合载荷模式的材料力学性能测试,同时也可以进行纯拉伸测试、纯三点弯曲测试,双轴拉伸及三点弯曲载荷可独立加载或依次加载,结合光学显微成像系统,对材料的裂纹萌生、扩展和材料失效断裂过程进行原位监测,进而研究者方便对试件在复合载荷作用下的微观力学行为和变形损伤机制进行深入研究,具有结构紧凑、复合程度高特点。

[0009] 为解决上述技术问题,本发明一种材料力学性能测试装置,包括工作平台,所述工作平台上沿 X 轴和 Y 轴方向上设有相互垂直的滑轨,所述滑轨上设有沿 X 轴和 / 或 Y 轴方向拉伸试件的第一拉伸座和第二拉伸座,所述工作平台上设有用于驱动第一拉伸座和第二拉伸座相向或者背向运动的拉伸载荷驱动装置,第一拉伸座和第二拉伸座之间连接有用于夹紧试件的夹持装置,所述夹持装置下方设有用于向试件施加弯曲载荷的顶压机构,所述工作平台上设有用于驱动顶压机构沿 Z 轴方向上下运动的弯曲载荷驱动装置。

[0010] 所述第一拉伸座和第二拉伸座与滑轨之间设有连接滑块,所述拉伸载荷驱动装置包括固定连接在工作平台背面的拉伸载荷驱动伺服电机,所述拉伸载荷驱动伺服电机输出端连接有拉伸载荷二级蜗轮蜗杆减速器,所述拉伸载荷二级蜗轮蜗杆减速器输出端连接有用于传动使第一拉伸座和第二拉伸座相向或者背向运动的拉伸载荷丝杠副,所述拉伸载荷丝杠副两端分别设有旋向相反的第一导程滚道和第二导程滚道,所述第一导程滚道和第二导程滚道分别配合连接有第一丝母副和第二丝母副,所述第一丝母副和第二丝母副分别与第一拉伸座和第二拉伸座连接。

[0011] 所述夹持装置包括分别与第一拉伸座和第二拉伸座铰接的第一夹持连接块和第二夹持连接块,所述第一夹持连接块和第二夹持连接块端部设有定压板,所述定压板之间设有用于支撑试件的支撑块,所述定压板上连接有用于压紧试件的动压板,所述第一夹持连接块上设有用于检测的拉力传感器和压力传感器,所述第二拉伸座设有用于检测位移的位移传感器。

[0012] 所述顶压机构包括固定在工作平台背面的固定连接架,所述固定连接架连接有可相对工作平台沿 Z 轴方向上下运动的升降机构,所述升降机构顶部设有用于向试件施加弯曲载荷的顶弯杆,所述顶弯杆上设有用于检测弯曲载荷的 Z 向压力传感器。

[0013] 所述固定连接架沿 Z 轴方向设有 Z 向导轨,所述升降机构包括顶板和底板,所述顶板和底板之间设有导柱,所述顶弯杆设在顶板上,所述底板侧面设有与 Z 向导轨滑动配合的 Z 向滑块。

[0014] 所述弯曲载荷驱动装置包括弯曲载荷驱动伺服电机,所述弯曲载荷驱动伺服电机输出端连接有弯曲载荷二级蜗轮蜗杆减速器,所述弯曲载荷二级蜗轮蜗杆减速器输出端连接有弯曲载荷丝杠副,所述底板上固定连接有用于与弯曲载荷丝杠副配合的弯曲载荷丝母副。

[0015] 所述拉伸载荷驱动伺服电机和弯曲载荷驱动伺服电机为直流伺服电机。

[0016] 所述支撑块呈十字形,所述顶弯杆位于支撑块中心下方。

[0017] 所述定压板上设有与支撑块配合的凹槽,所述动压板用于与试件接触的面上设有

滚花状结构。

【0018】 本发明一种材料力学性能测试装置,通过控制拉伸载荷驱动装置向沿 Z 向试件施加拉伸载荷,控制弯曲载荷驱动装置则向试件施加弯曲载荷,本发明对试件实现双轴拉伸及弯曲复合载荷模式的材料力学性能测试,同时也可以进行纯拉伸测试、纯三点弯曲测试,双轴拉伸及三点弯曲载荷可独立加载或依次加载,结合光学显微成像系统,对材料的裂纹萌生、扩展和材料失效断裂过程进行原位监测,进而研究者方便对试件在复合载荷作用下的微观力学行为和变形损伤机制进行深入研究,复合载荷的加载模式,符合试件在实际工况下的应力水平。此外,结合光学显微成像系统,对材料的裂纹萌生、扩展和材料失效断裂过程进行原位监测,进而研究者方便对试件在复合载荷作用下的微观力学行为和变形损伤机制进行深入研究。同时,通过对直流伺服电机的闭环控制及对载荷、位移信号的采集,可拟合试件材料在复合载荷作用下的应力应变历程,为复合载荷模式下材料的力学性能测试提供参考。本发明具有结构紧凑、复合程度高特点。

【附图说明】

【0019】 下面结合附图对本发明的具体实施方式作进一步详细说明,其中:

【0020】 图 1 为本发明结构示意图之一。

【0021】 图 2 为本发明结构示意图之二。

【0022】 图 3 为本发明的爆炸视图。

【0023】 图 4 为本发明的主视图。

【0024】 图 5 为本发明的俯视图。

【0025】 图 6 为本发明的仰视图。

【0026】 图 7 为本发明中第一拉伸座和第二拉伸座及相关组件的结构示意图。

【0027】 图 8 为本发明中顶压机构和弯曲载荷驱动装置的结构示意图。

【0028】 图 9 为本发明中第一拉伸座与夹持装置的爆炸视图。

【具体实施方式】

【0029】 下面结合附图对本发明的实施方式作详细说明。

【0030】 本发明一种材料力学性能测试装置,包括设有用于支撑的支撑脚 10 的工作平台 1,在工作平台 1 上沿 X 轴和 Y 轴方向上设有相互垂直的滑轨 2,在沿 X 轴方向设置的滑轨 2 和沿 Y 轴方向设置的滑轨 2 上设有用于拉伸试件的第一拉伸座 21 和第二拉伸座 22,在工作平台 1 背面上设有用于驱动第一拉伸座 21 和第二拉伸座 22 相向或者背向运动的拉伸载荷驱动装置 3,沿 X 轴及 Y 轴方向设置的第一拉伸座 21 和第二拉伸座 22 之间连接有用用于夹紧试件的夹持装置 5,在夹持装置 5 下方设有用于向试件施加弯曲载荷的顶压机构 4,工作平台 1 上设有用于驱动顶压机构 4 沿 Z 轴方向上下运动的弯曲载荷驱动装置 6。本发明对试件可实现双轴拉伸及弯曲复合载荷模式的材料力学性能测试,所提供的复合载荷模式,符合试件在实际工况下的应力水平。

【0031】 第一拉伸座 21 和第二拉伸座 22 与滑轨 2 之间设有连接滑块 23,拉伸载荷驱动装置 3 包括固定连接在工作平台 1 背面的拉伸载荷驱动伺服电机 31,拉伸载荷驱动伺服电机 31 输出端连接有拉伸载荷二级蜗轮蜗杆减速器 32,拉伸载荷二级蜗轮蜗杆减速器 32 输出

端连接有助于传动使第一拉伸座 21 和第二拉伸座 22 相向或者背向运动的拉伸载荷丝杠副 33, 拉伸载荷丝杠副 33 两端分别设有旋向相反的第一导程滚道 331 和第二导程滚道 332, 第一导程滚道 331 和第二导程滚道 332 分别配合连接有第一丝母副 333 和第二丝母副 334, 第一丝母副 333 和第二丝母副 334 分别与第一拉伸座 21 和第二拉伸座 22 连接, 拉伸载荷驱动伺服电机 31 为直流伺服电机, 通过控制 X 轴方向或 Y 轴方向的拉伸载荷驱动伺服电机 31 转动, 可对试件沿 X 轴或 Y 轴方向施加拉应力载荷或者压应力载荷, 以及拉应力载荷与压应力载荷的复合载荷。

[0032] 夹持装置 5 包括分别与第一拉伸座 21 和第二拉伸座 22 铰接的第一夹持连接块 51 和第二夹持连接块 52, 第一夹持连接块 51 和第二夹持连接块 52 端部设有定压板 53, 定压板 53 之间设有用于支撑试件的呈十字形的支撑块 54, 定压板 53 上设有与支撑块 54 配合的凹槽 531, 定压板 53 上连接有助于压紧试件的动压板 55, 动压板 55 用于与试件接触的面上设有滚花状结构, 保证试件夹持牢固可靠, 第一夹持连接块 51 上设有用于检测的拉力传感器 56 和压力传感器 57, 第二拉伸座 22 上设有用于检测位移的位移传感器 58。

[0033] 顶压机构 4 包括固定在工作平台 1 背面的固定连接架 41, 固定连接架 41 连接有可相对工作平台 1 沿 Z 轴方向上下运动的升降机构 42, 升降机构 42 顶部设有用于向试件施加弯曲载荷的顶弯杆 43, 顶弯杆 43 位于支撑块 54 中心下方, 顶弯杆 43 上设有用于检测试件在 Z 轴方向弯曲载荷的 Z 向压力传感器 44。

[0034] 固定连接架 41 沿 Z 轴方向设有 Z 向导轨 411, 升降机构 42 包括顶板 421 和底板 422, 顶板 421 和底板 422 之间设有导柱 423, 顶弯杆 43 设在顶板 421 上, 底板 422 侧面设有与 Z 向导轨 411 滑动配合的 Z 向滑块 424。

[0035] 弯曲载荷驱动装置 6 包括弯曲载荷驱动伺服电机 61, 弯曲载荷驱动伺服电机 61 为直流伺服电机, 弯曲载荷驱动伺服电机 61 输出端连接有弯曲载荷二级蜗轮蜗杆减速器 62, 弯曲载荷二级蜗轮蜗杆减速器 62 输出端连接有弯曲载荷丝杠副 63, 底板 422 上固定连接有助于与弯曲载荷丝杠副 63 配合的弯曲载荷丝母副 64。

[0036] 对试件沿 X 轴、Y 轴和 Z 轴方向采用相互独立的驱动源, 可对试件进行纯拉伸测试、纯三点弯曲测试, 通过控制相应的直流伺服电机, 双轴拉伸及三点弯曲载荷可独立加载或依次加载, 以提供更多材料力学的测试模式。利用直流伺服电机的闭环控制及对载荷、位移信号的采集, 可拟合试件材料在复合载荷作用下的应力应变历程, 为复合载荷模式下材料的力学性能测试提供参考。

[0037] 本发明一种材料力学性能测试装置, 结合光学显微成像系统, 可以对试件材料的裂纹萌生、扩展和材料失效断裂过程进行原位监测, 方便研究者对试件在复合载荷作用下的微观力学行为和变形损伤机制进行深入研究。

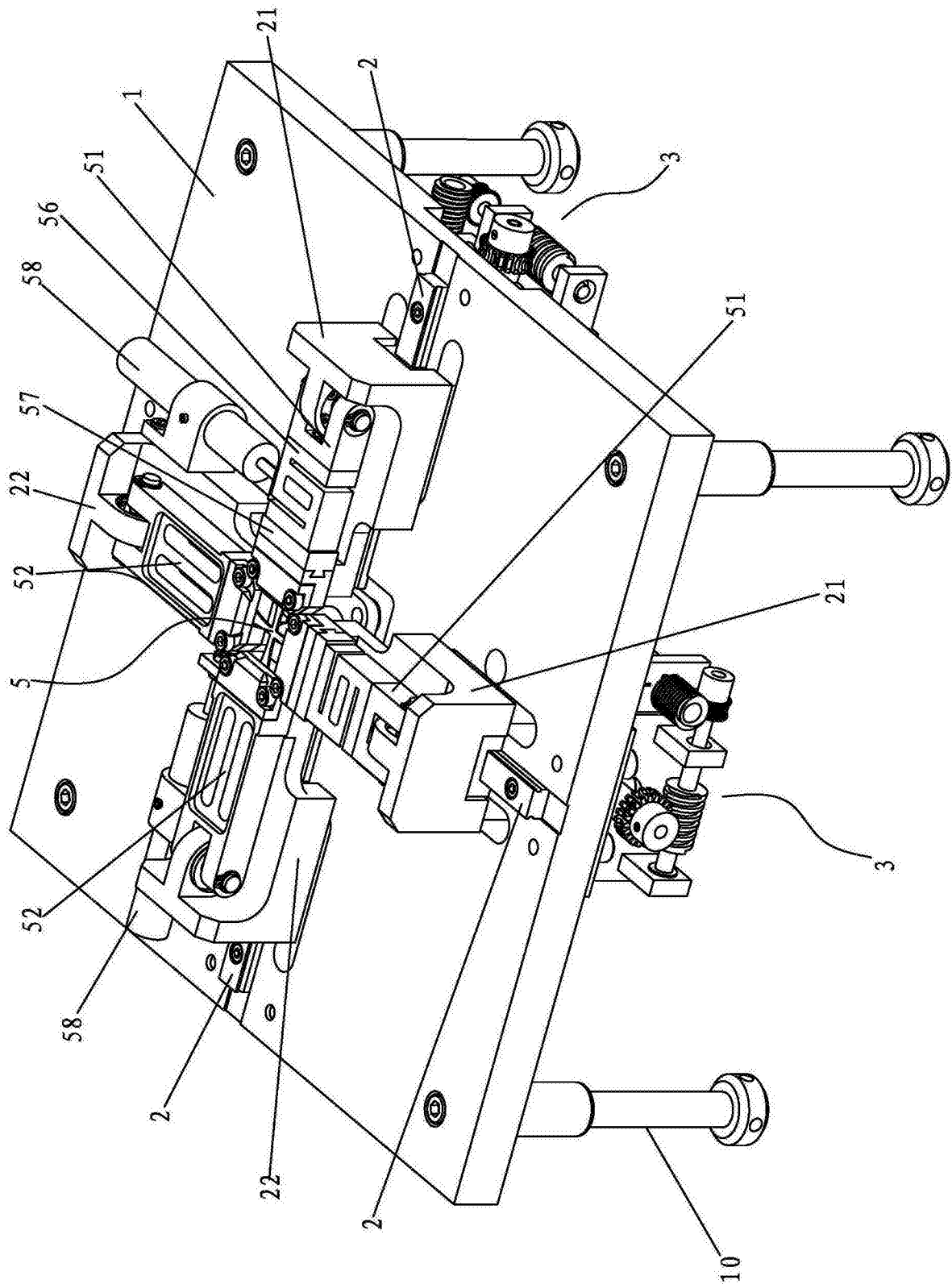


图 1

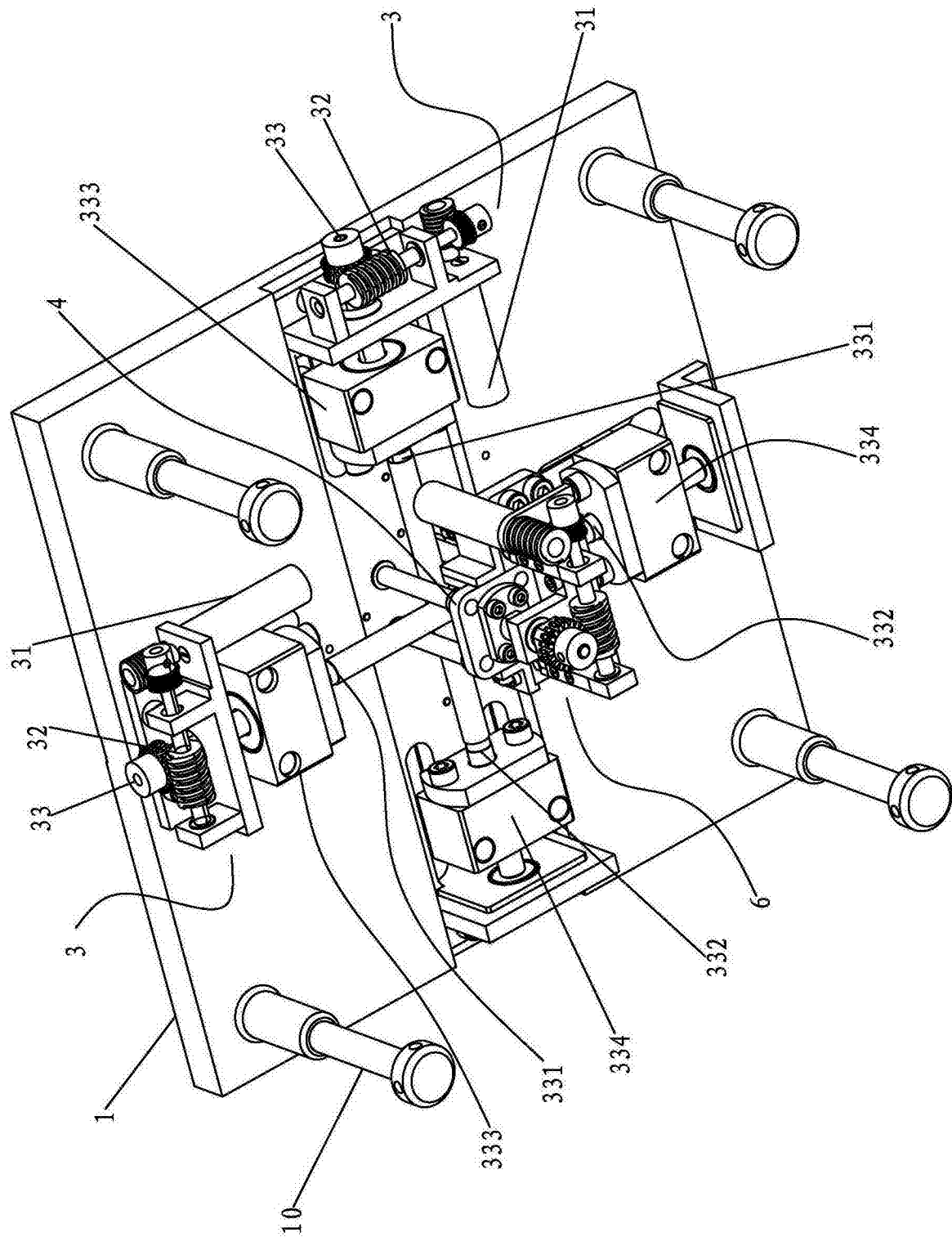


图 2

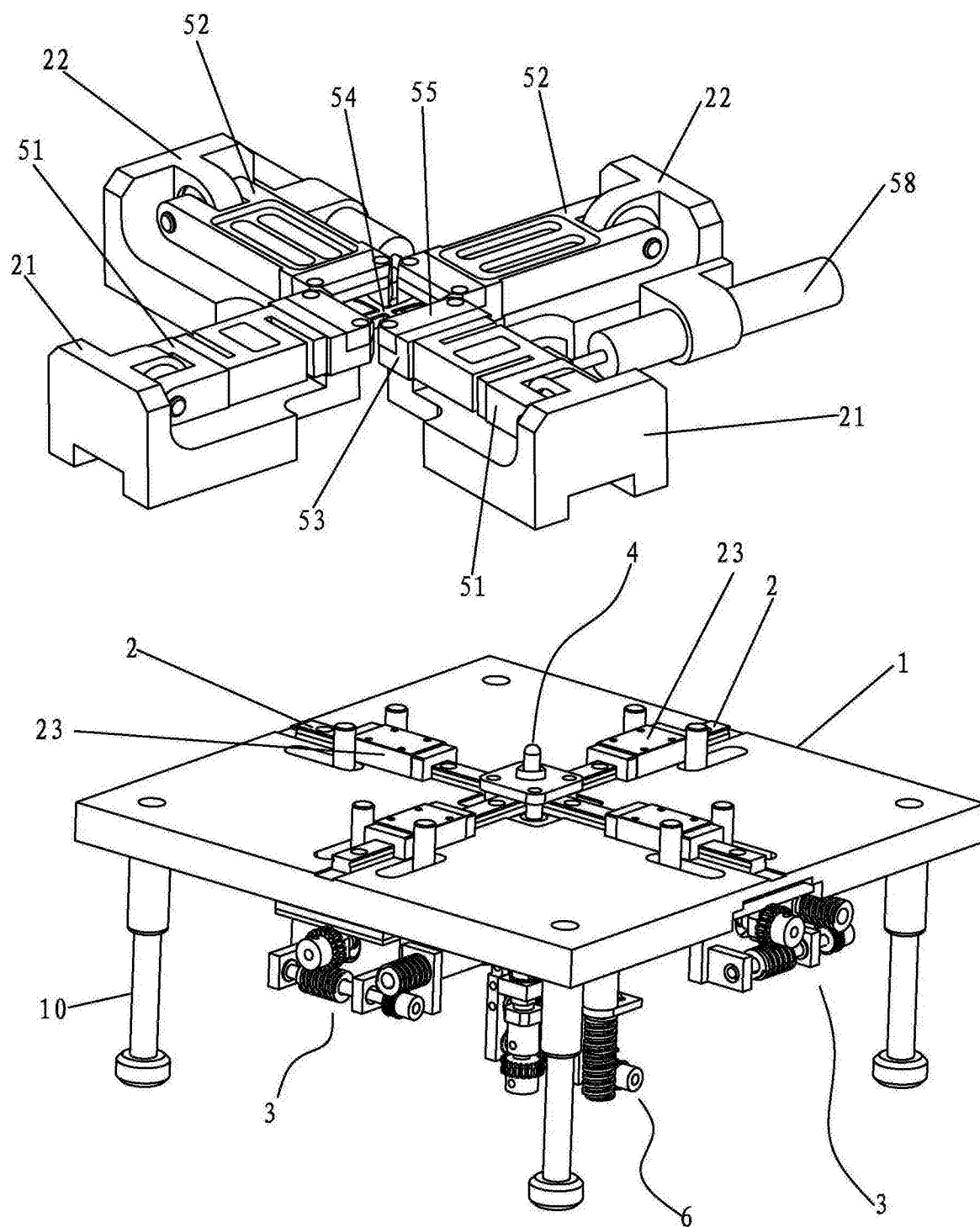


图 3

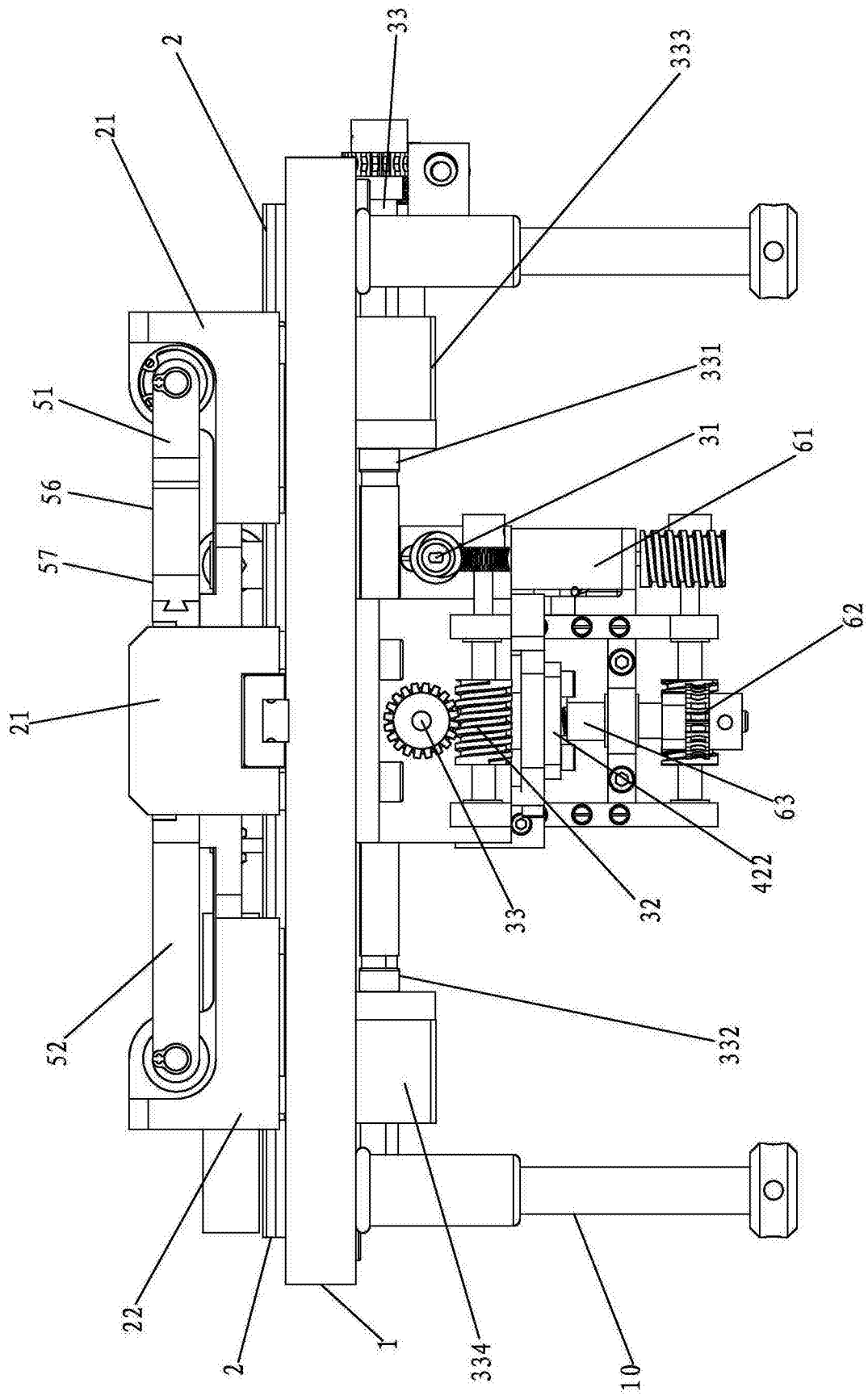


图 4

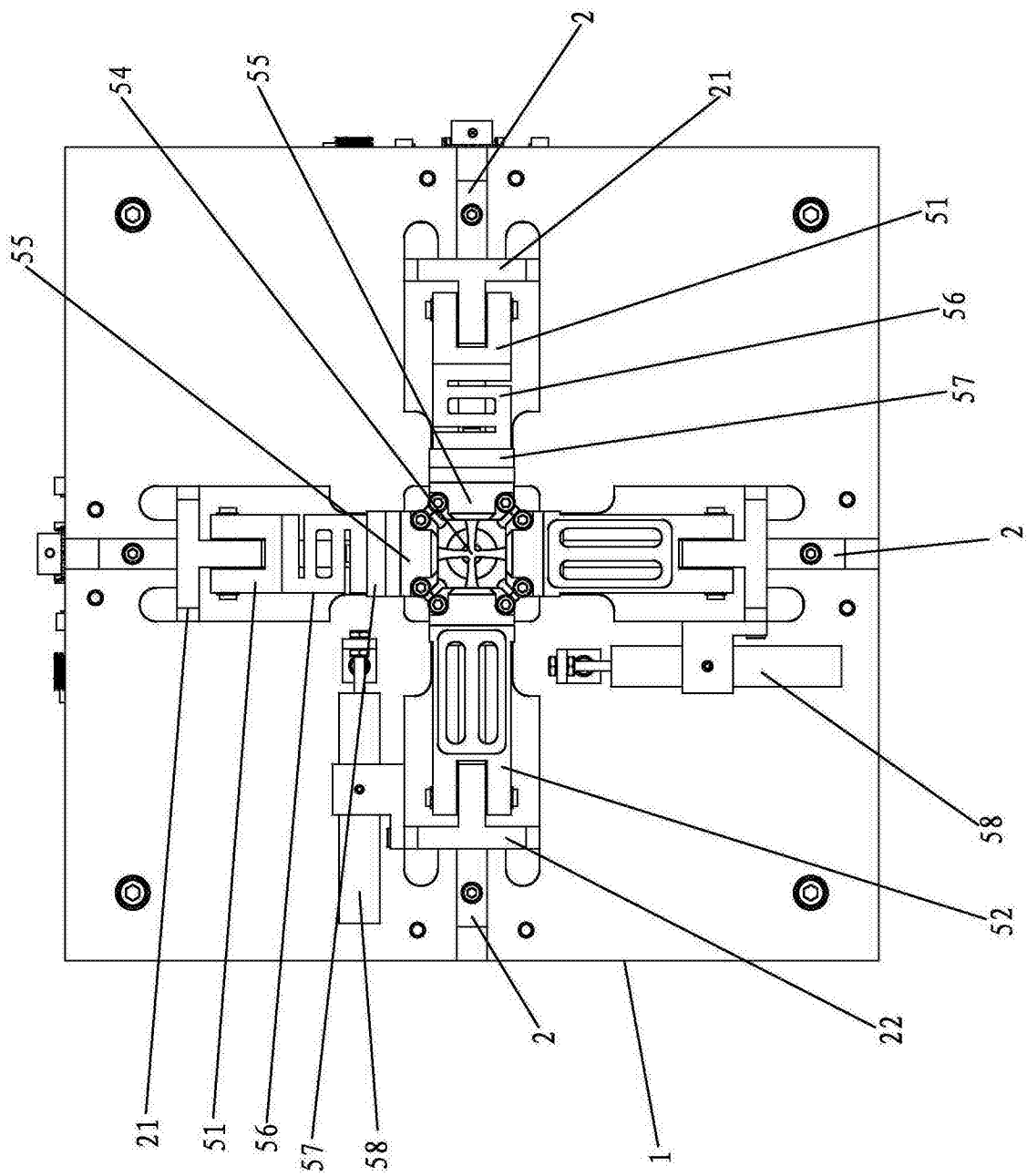


图 5

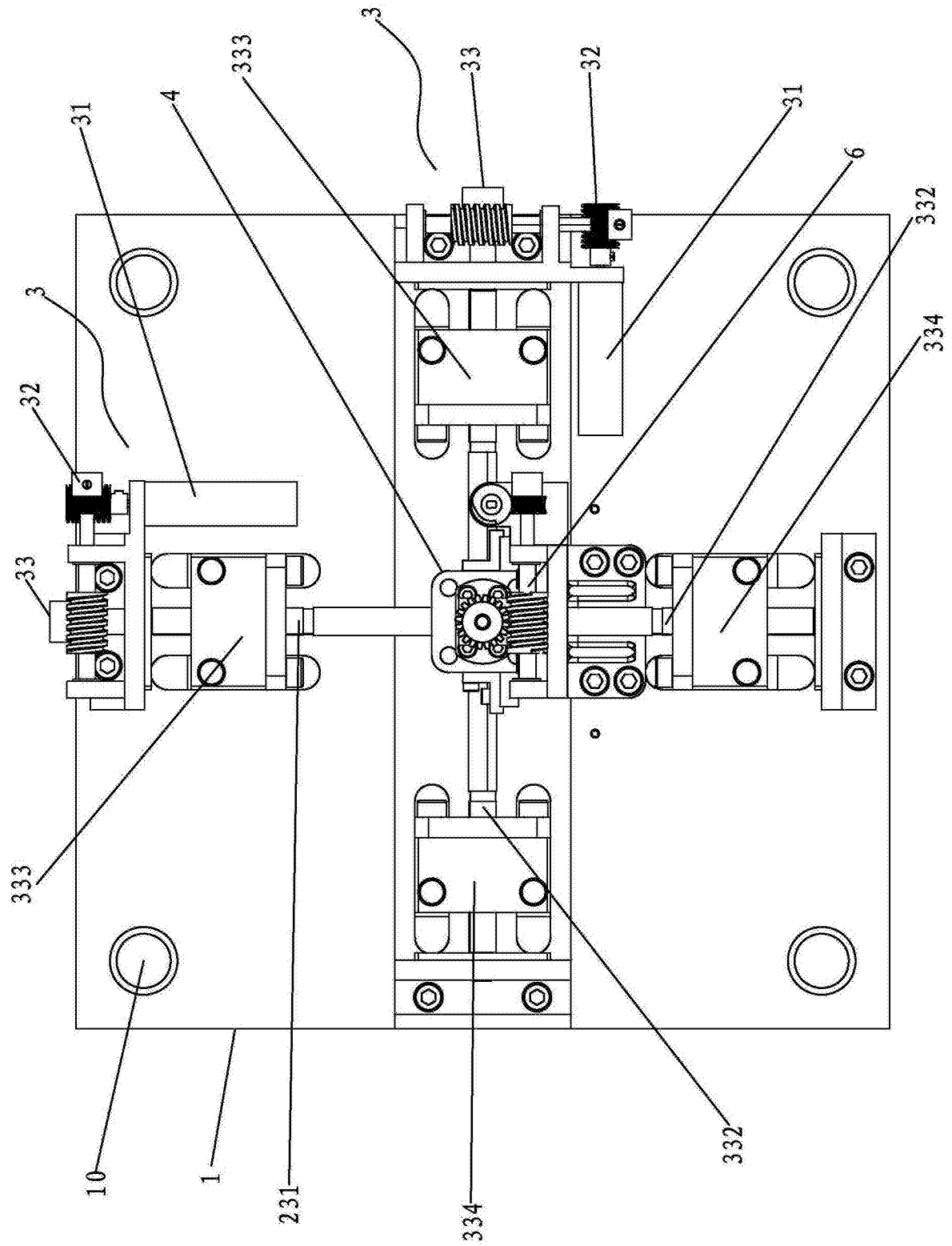


图 6

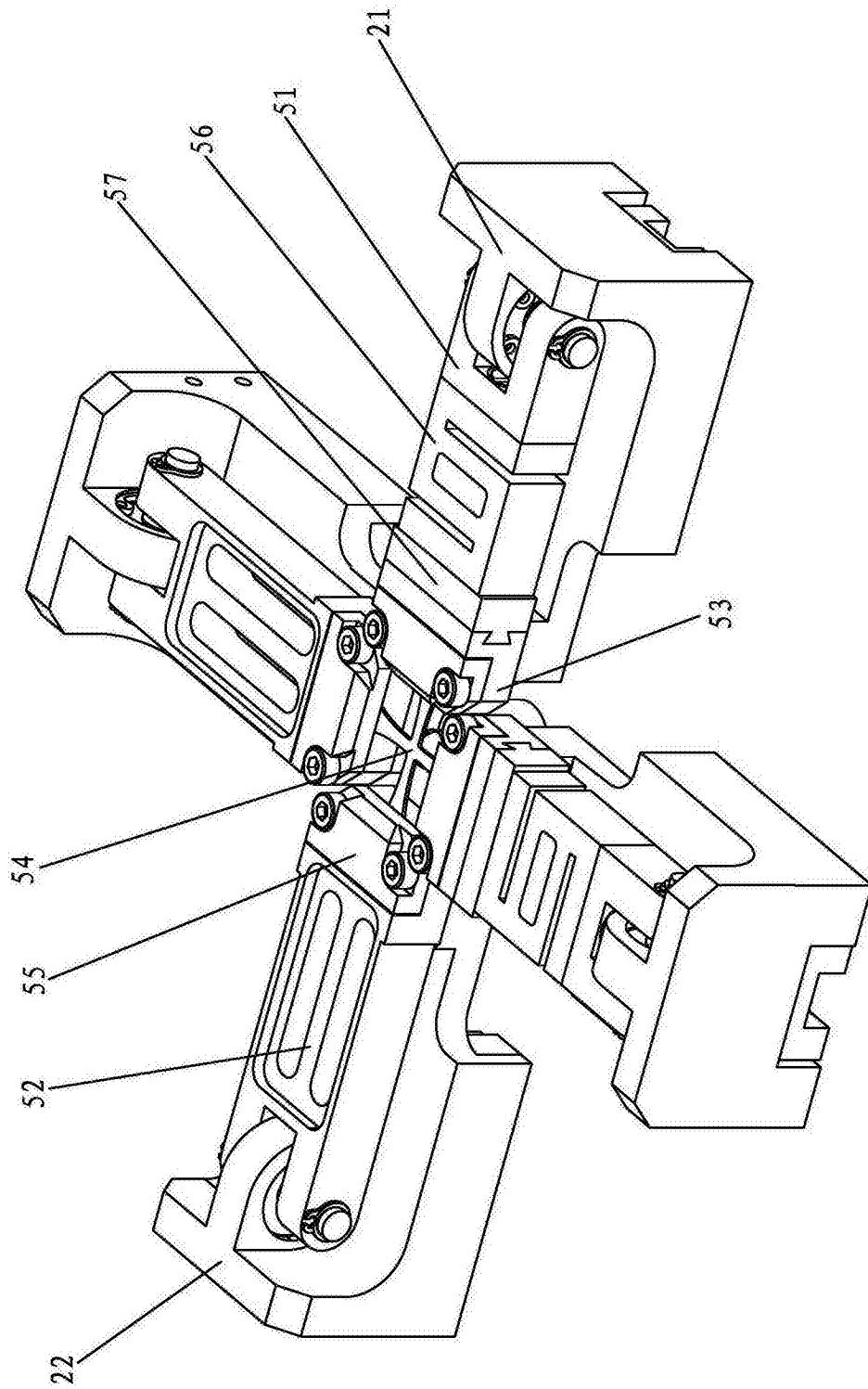


图 7

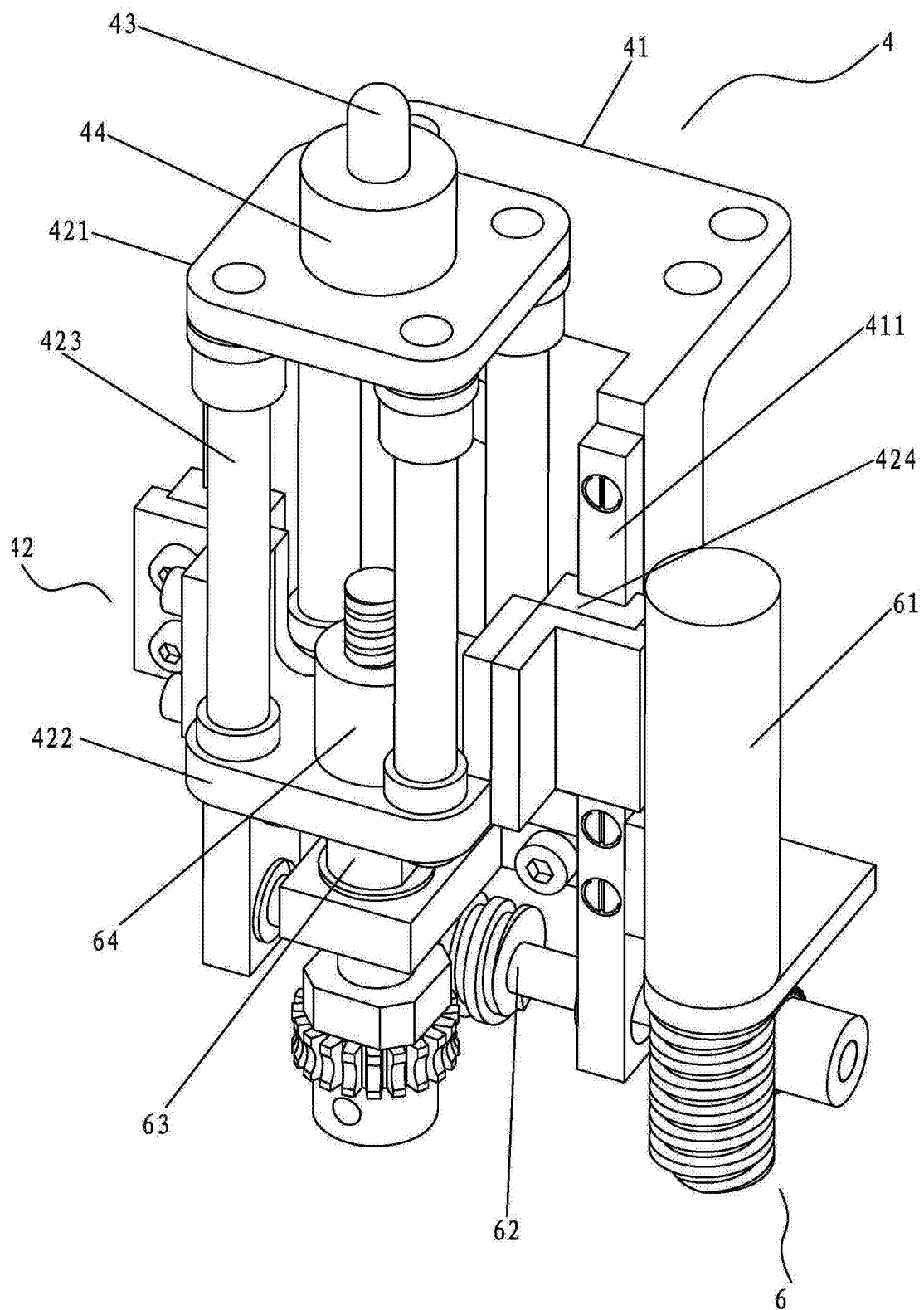


图 8

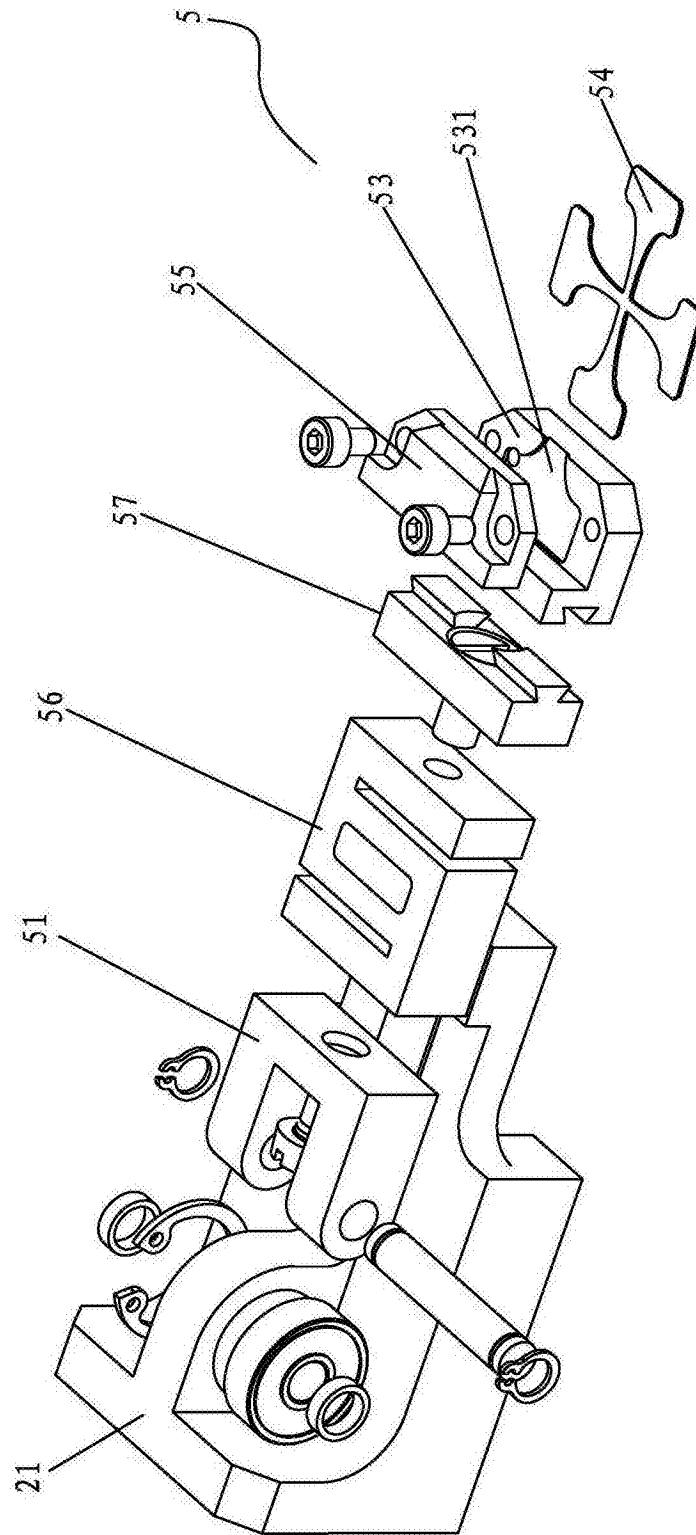


图 9