

# 一种光程补偿装置

## **技术领域**

本发明涉及半导体集成电路装备制造领域，特别涉及一种光程补偿装置。

## **背景技术**

在调焦调平测量系统中，光路采用双远心的 Scheimpflug 结构（斜物成斜像）。在光路的装调过程中，如果物面或像面存在离焦误差，当测量对象-硅片表面存在倾斜时，会引入硅片的垂向测量误差，即所谓的“离焦倾斜效应”。因此，光路装调需要控制物、像面的离焦，减小离焦倾斜误差。

通常光程补偿可以直接采用调整物面位置或者采用不同厚度的平板。在实际使用中，这两种调整机构均存在一定问题，具体如下：

1) 由于物面是调焦调平测量系统的基准，采用调整物面位置的方法来补偿光程容易产生其余方向的误差，调整不是解耦的。

2) 平板的种类繁多，不少于上百种规格，当调整范围比较大、分辨率要求较高时，要在上百中规格的平板中挑选出最合适厚度的平板，花费时间长且难度大，进而影响生产效率。

## **发明内容**

为解决上述技术问题，本发明提供一种光程补偿装置，在避免引入其他方向误差的情况下有效实现对调焦调平测系统焦面位置的校正；校准过程顺畅、操作方便，且校准精度高。

为实现上述目的，本发明的技术方案如下：

一种光程补偿装置，包括楔板组、驱动机构及预紧单元，其中，所述楔板组包括可动楔板和固定楔板，所述可动楔板与所述固定楔板的楔角相同，楔面方向相反，所述预紧单元将所述可动楔板弹性压设在所述固定楔板上，所述驱动机构驱动所述可动楔板的楔面相对固定楔板的楔面滑动。

可选地，所述固定楔板安装在固定安装座上，所述可动楔板通过可动安装座固定在所述固定安装座内，所述固定安装座内侧设置有与所述可动安装

座对应的导向面，且所述可动安装座的外侧面与所述固定安装座的导向面贴合。

可选地，所述预紧单元包括顶部预紧模块，所述顶部预紧模块与所述可动安装座线接触，为所述可动楔板滑动提供垂直于所述可动楔板的楔面的预紧力。

可选地，所述顶部预紧模块包括楔形压紧块和弹性件，所述楔形压紧块与所述可动楔板的楔角及楔面方向均相同，所述楔形压紧块沿所述可动安装座的运动方向固定在所述固定安装座侧边上，所述弹性件一端安装在所述可动安装座上，另一端弹性接触所述楔形压紧块的楔面。

可选地，所述顶部预紧模块包括楔形压紧块和弹性件，所述楔形压紧块的楔角及楔面方向与所述可动楔板均相同，所述可动安装座为楔形结构，所述可动安装座的楔角及楔面方向与所述固定楔板均相同，所述楔形压紧块沿所述可动安装座的运动方向固定在所述固定安装座侧边上，所述弹性件一端安装在所述压紧块上，另一端弹性接触所述可动安装座的楔面。

可选地，所述弹性件包括球形轴、压缩弹簧及卡环，所述球形轴设有台阶的一端为弹性接触端，用于安装固定的一端为止推端，所述球形轴的止推端通过所述卡环限位在一安装位置，所述卡环与所述球形轴弹性配合固定，所述压缩弹簧套设在所述球形轴上，两端与所述球形轴上的台阶和所述安装位置接触并产生压缩。

可选地，所述预紧单元还包括侧面预紧模块，所述侧面预紧模块安装在所述固定安装座上，为所述可动安装座提供侧面预紧力。

可选地，所述侧面预紧模块采用顶丝，所述顶丝穿过所述固定安装座侧面与所述可动安装座侧面抵接。

可选地，所述驱动机构包括安装座、千分尺旋钮及拉伸弹簧，所述千分尺旋钮固定在所述安装座上，所述拉伸弹簧一端固定在所述安装座上，所述拉伸弹簧另一端与可动楔板对应连接，所述千分尺旋钮可沿所述可动楔板的运动方向伸缩，为所述可动楔板的运动提供驱动力。

可选地，所述驱动机构包括：安装座、安装盖、电机模块及动作模块，

所述安装座上设有与所述安装盖对应的导轨，所述动作模块安装在所述安装座上并与所述安装盖连接，所述安装盖与所述可动楔板连接，所述电机模块驱动所述动作模块做水平运动，带动所述安装盖在所述导轨上水平运动。

可选地，所述动作模块包括丝杠、丝杠支撑件、丝杠转接件、轴承和联轴器，所述丝杆通过丝杠支撑件安装在所述安装座上，所述丝杠一端顺序安装所述轴承和联轴器并与所述电机模块连接，所述丝杠另一端通过所述丝杠转接件与所述安装盖内侧固定连接。

可选地，所述安装盖上设有推杆和拉伸弹簧，所述拉伸弹簧与所述可动楔板对应连接，所述推杆沿所述可动楔板运动方向设置，在所述电机模块的驱动下推动所述可动楔板。

可选地，所述驱动机构还包括限位装置，所述限位装置包括限位开关、限位块和连接块，所述限位块固定在所述安装盖上，所述限位开关通过所述连接块设置在所述限位块两侧的安装座上，所述限位块向下延伸，与所述限位开关位置相对应。

可选地，所述驱动机构还包括光栅尺、光栅尺读数头、读数头安装座，所述光栅尺安装在所述安装盖外侧，所述读数头安装座固定在所述安装座上，所述光栅尺读数头通过所述读数头安装座设置在光栅尺上。

本发明提供一种光程补偿装置，在物面或像面附近加入楔板组，利用驱动机构驱动可动楔板的楔面相对固定楔板做水平运动，从而不断调整楔板组厚度，达到改变光程的目的，在避免引入其他方向误差的情况下有效实现对调焦调平测系统焦面位置的校正；预紧单元提供恒定的预紧力，保证了可动楔板稳定顺畅的移动，操作方便且校准精度高。

## **附图说明**

图 1 为本发明实施例一光程补偿装置结构示意图；

图 2 为本发明实施例一光程补偿装置结构示意图；

图 3 为本发明实施例一楔板组结构示意图；

图 4 为本发明实施例一楔板组剖视图；

图 5 为本发明实施例一固定安装座结构示意图；

图 6 为本发明实施例一楔形压紧块示意图；

图 7 为本发明实施例一弹性件结构示意图；

图 8 为本发明实施例一驱动机构结构示意图；

图 9 为本发明实施例一驱动机构剖视图；

图 10 为本发明实施例一光栅尺结构示意图；

图 11 为本发明实施例一限位装置结构示意图；

图 12 为本发明实施例一楔板组位置关系示意图；

图 13 为本发明实施例一可动楔板移动示意图；

图 14 为本发明实例二楔板组结构示意图；

图 15 为本发明实例二楔板组剖视图；

图 16 为本发明实施例二可动安装座结构示意图；

图 17 为本发明实施例二楔形压紧块示意图；

图 18 为本发明实施例三驱动机构示意图。

图 1-18 所示:100-楔板组、110-固定楔板、120-可动楔板、130-固定安装座、140-可动安装座、141-导向面、150-楔形可动安装座、200-驱动机构、210-安装座、211-导轨、220-安装盖、221-推杆、222-第一拉伸弹簧、230-电机模块、231-电机、232-电机支撑件、240-动作模块、241-丝杠、242-丝杠支撑件、243-轴承、244-联轴器、245-丝杠转接件、250-光栅尺、260-光栅尺读数器、270-读数头安装座、281-千分尺旋钮、282-第二拉伸弹簧、283-安装底座、284-微分套筒、300-顶部预紧模块、310-第一楔形压紧块、320-弹性件、321-球形轴、322-压缩弹簧、323-卡环、330-第二楔形压紧块、400-侧面预紧模块、500-限位装置、510-限位开关、520-限位块、530-连接块。

## **具体实施方式**

为使本发明的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂，下面结合附图对本发明的具体实施方式做详细的说明。需说明的是，本发明附图均采用简化的形式且均使用非精准的比例，仅用以方便、明晰地辅助说明本发明实施

例的目的。

#### 实施例一

本发明的光程补偿装置设置在调焦调平装置中，用于光机装调中改变光路中的光程长度，并反馈光程变化信息到调焦调平系统中，实现焦面位置的校正。需要说明的是，将光程补偿装置设置在调焦调平装置中仅为本发明应用的一种实施方式，可应用本发明的实施例并不限于此。

如图 1-4 所示，所述光程补偿装置包括楔板组 100、驱动机构 200 及预紧单元，其中，所述楔板组 100 包括可动楔板 120 和固定楔板 110，所述可动楔板 120 与所述固定楔板 110 的楔角相同，楔面方向相反，所述预紧单元将所述可动楔板 120 弹性压设在所述固定楔板 110 上，所述驱动机构 200 驱动所述可动楔板 120 的楔面相对固定楔板 110 的楔面滑动。其中，所述可动楔板 120 与所述固定楔板 110 均为透光材质，并且将楔板组 100 设置于调焦调平系统的光路中。通过调整可动楔板 120 与固定楔板 110 的相对位置，可以改变楔板组 100 的厚度，从而起到调节光路中的光程长度的作用。

进一步地，如图 3-5 所示，所述固定楔板 110 安装在固定安装座 130 上，所述可动楔板 120 通过可动安装座 140 固定在所述固定安装座 130 内，所述固定安装座 130 内侧设置有与所述可动安装座 140 对应的导向面 141，且所述可动安装座 140 的外侧面和所述固定安装座 130 的导向面 141 贴合，本实施例优选在固定安装座 130 内侧设置两个导向面 141，用于对可动安装座 140 在固定安装座 130 中移动时的导向作用。

进一步地，如图 3-6 所示，所述预紧单元包括顶部预紧模块 300，所述顶部预紧模块 300 与所述可动安装座 140 线接触，为所述可动楔板 120 滑动提供垂直于所述可动楔板 120 的楔面的预紧力。进一步地，所述顶部预紧模块 300 包括第一楔形压紧块 310 和弹性件 320，所述第一楔形压紧块 310 与所述可动楔板 120 的楔角及楔面方向均相同，所述第一楔形压紧块 310 沿所述可动安装座 140 的运动方向固定在所述固定安装座 130 侧边上，所述弹性件 320 一端安装在所述可动安装座 140 上，另一端弹性接触所述第一楔形压紧块 310 的楔面。

进一步地，如图 4 和 7 所示，所述弹性件 320 包括球形轴 321、压缩弹簧 322 及卡环 323，所述球形轴 321 设有台阶的一端为弹性接触端，用于安装固定的一端为止推端，所述球形轴 321 的止推端通过所述卡环 323 限位在一安装位置上，本实施例卡环 323 将止推端限位在可动安装座 140 上，所述卡环 323 与所述球形轴 321 弹性配合固定，所述压缩弹簧 322 套设在所述球形轴 321 上，两端通过所述球形轴 321 上的台阶和所述可动安装座 140 接触压缩，所述球形轴 321 上的台阶抵接所述第一楔形压紧块 310 的楔面。

较佳地，继续参照图 3，所述预紧单元还包括侧面预紧模块 400，所述侧面预紧模块 400 安装在所述固定安装座 130 两侧，为所述可动安装座 140 提供侧面预紧力。本实施例侧面预紧模块 400 优选采用顶丝，顶丝穿过所述固定安装座 130 侧面与所述可动安装座 140 侧面抵接。

进一步地，如图 8-9 所示，所述驱动机构 200 包括：安装座 210、安装盖 220、电机模块 230 及动作模块 240，所述安装座 210 上设有与所述安装盖 220 对应的导轨 211，所述动作模块 240 安装在所述安装座 210 上并与所述安装盖 220 连接，所述安装盖 220 与所述可动楔板 120 连接，所述电机模块 230 驱动动作模块 240 做水平运动，带动所述安装盖 220 在所述导轨 211 上水平运动。

进一步地，继续参照图 8，所述电机模块 230 包括电机支撑件 232 和电机 231，所述电机 231 通过电机支撑件 232 与动作模块 240 连接。

进一步地，继续参照图 9，所述动作模块 240 包括丝杠 241、丝杠支撑件 242、丝杠转接件 245、轴承 243 和联轴器 244，所述丝杠 241 通过丝杠支撑件 242 安装在所述安装座 210 上，所述丝杠 241 一端顺序安装所述轴承 243 和联轴器 244 并与所述电机模块 230 连接，所述丝杠 241 另一端通过所述丝杠转接件 245 与所述安装盖 220 内侧固定连接。丝杠 241 在轴承 243 和联轴器 244 的作用下，将电机模块 230 的旋转运动转换为丝杠 241 直线运动，带动安装盖 220 沿导轨 211 做直线运动。

进一步地，继续参照图 9，所述安装盖 220 上设有推杆 221 和第一拉伸弹簧 222，所述第一拉伸弹簧 222 与所述可动楔板 120 对应连接，所述推杆 221 沿所述可动楔板 120 运动方向设置，在所述电机模块 230 的驱动下推动所述

可动楔板 120。

较佳地，如图 10 所示，所述驱动机构 200 还包括光栅尺 250、光栅尺读数头 260、读数头安装座 270，所述光栅尺 250 安装在所述安装盖 220 外侧，所述读数头安装座 270 固定在所述安装座 210 上，所述光栅尺读数头 260 通过所述读数头安装座 270 设置在光栅尺 250 上。当安装盖 220 做直线运动时，光栅尺 250 随安装盖 220 运动，通过光栅尺读数头 260 获取位移信息，反馈可动楔板 120 的位移信息给调焦调平系统，从而能够根据可动楔板 120 的位移信息推出调焦调平系统的焦面的位移信息。

进一步地，如图 11 所示，所述驱动机构 200 还包括限位装置 500，所述限位装置 500 包括限位开关 510、限位块 520 和连接块 530，所述限位块 520 固定在所述安装盖 220 上，所述限位开关 510 通过所述连接块 530 设置在所述限位块 520 两侧的安装座 210 上，所述限位块 520 向下延伸，与所述限位开关 510 相对应。当安装盖 220 移动时，限位块 520 相应移动，当限位块 520 的延伸部接触到限位开关 510 时，触发过限报警，防止器件损坏。

参照图 1-10 所示，本发明的光程补偿装置工作原理如下：

启动电机 231，丝杠 241 在电机 231 的驱动下做直线运动并带动安装盖 220 沿导轨 211 做直线运动，进而带动第一拉伸弹簧 222 做直线运动，第一拉伸弹簧 222 拉动可动安装座 140 沿导向面 141 做直线运动，同时推杆 221 和第一拉伸弹簧 222 保证可动安装座 140 运动稳定性；可动楔板 120 在可动安装座 140 的带动下在固定楔板 110 的楔面上移动，同时顶部预紧模块 300 和侧面预紧模块 400 在可动安装座 140 移动过程中产生恒定的预紧力，保证了可动安装座 140 移动的稳定顺畅；通过限位装置 500 防止丝杠 241 运动行程过限。

如图 12-13 所示，可动楔板 120 移动，楔板组 100 的厚度从 AB 段变成 AC 段，楔板组 100 厚度变化为 BC 段长度，光程因此发生改变。通过光栅尺读数头 260 获取可动楔板 120 的位移长度为 H，根据 H 计算出光程变化量为  $H \tan(\alpha) (n - 1) / n$ ，其中  $\alpha$  为可动楔板 120 的楔角， $n$  为可动楔板 120 的折射率，当光程变化量使得像面调焦到探测器焦平面上时，则停止可动楔板 120

移动；若没有完成调焦，可动楔板 120 持续移动。

如表 1 所示，本实施例给出了可动楔板 120 和固定楔板 110 相对滑动时推力和摩擦力的关系： $F\cos(\beta) \geq f_u (mg + F_1)$ ，这里的推力方向与可动楔板 120 移动方向一致；其中  $\beta$  为推力方向与可动楔板 120 移动方向的角度； $F$  为推力； $f$  为可动楔板 120 相对运动时的摩擦力； $mg$  为重力，本实施例中的重力为 1.5N； $F_1$  为预紧力，由预紧装置提供，本实施例压缩弹簧 322 优选外径为  $\phi 4$ ，自由长度为 15mm，最大容许位移为 5.25mm，线径为  $\phi 0.55$ mm，压缩弹簧 322 常数为 2.0N/mm，压缩弹簧 322 的压缩量为 3mm，单个弹簧的力为  $2.0 \times 3 = 6$ N； $u$  为摩擦系数，本实施例在可动楔板 120 和固定楔板 110 间加浸渍油，则可动楔板 120 运动过程中的摩擦系数的大小为 0.12。

表 1: 楔板组相对运动摩擦力数据表

楔板运动的行程 (mm)	3	6	9	15
预紧力 (N)	12	12	12	12
重力 (N)	1.5	1.5	1.5	1.5
运动过程中的摩擦力 (N)	1.62	1.62	1.62	1.62

### 实施例二

本实施例与实施例一的区别在于：本实施例中的可动安装座采用楔形可动安装座 150；顶部预紧模块 300 为楔形可动安装座 150 的移动过程提供预紧力，具体地，如图 14-17 所示，顶部预紧模块 300 包括第二楔形压紧块 330 和弹性件 320，所述第二楔形压紧块 330 的楔角及楔面方向与所述可动楔板 120 均相同，所述楔形可动安装座 150 的楔角及楔面方向与所述固定楔板 110 均相同，所述第二楔形压紧块 330 沿所述楔形可动安装座 150 的运动方向固定在所述固定安装座 130 侧边上，所述弹性件 320 一端安装在所述压紧块上，另一端弹性接触所述楔形可动安装座 150 的楔面，为可动楔板 120 滑动提供垂直于所述楔形可动楔板 120 的楔面的预紧力，保证了可动楔板 120 移动的稳定顺畅。

### 实施例三



本实施例与实施例一及实施例二的区别在于，如图 18 所示，本实施例中的所述驱动机构 200 包括安装底座 283、千分尺旋钮 281 及第二拉伸弹簧 282，所述千分尺旋钮 281 固定在所述安装底座 283 上，所述第二拉伸弹簧 282 一端固定在所述安装底座 283 上，所述第二拉伸弹簧 282 另一端与可动楔板 120 对应连接，千分尺旋钮 281 可沿所述可动楔板 120 的运动方向伸缩，为所述可动楔板 120 的运动提供驱动力；还设有微分套筒 284，通过读取微分套筒 284 上的刻度变化来获取可动楔板 120 的移动距离信息。

显然，本领域的技术人员可以对发明进行各种改动和变型而不脱离本发明的精神和范围。这样，倘若本发明的这些修改和变型属于本发明权利要求及其等同技术的范围之内，则本发明也意图包括这些改动和变型在内。

## 权利要求

1. 一种光程补偿装置，其特征在于，包括楔板组、驱动机构及预紧单元，其中，所述楔板组包括可动楔板和固定楔板，所述可动楔板与所述固定楔板的楔角相同，楔面方向相反，所述预紧单元将所述可动楔板弹性压设在所述固定楔板上，所述驱动机构驱动所述可动楔板的楔面相对固定楔板的楔面滑动。

2. 如权利要求 1 所述的光程补偿装置，其特征在于，所述固定楔板安装在固定安装座上，所述可动楔板通过可动安装座固定在所述固定安装座内，所述固定安装座内侧设置有与所述可动安装座对应的导向面，且所述可动安装座的外侧面与所述固定安装座的导向面贴合。

3. 如权利要求 2 所述的光程补偿装置，其特征在于，所述预紧单元包括顶部预紧模块，所述顶部预紧模块与所述可动安装座线接触，为所述可动楔板滑动提供垂直于所述可动楔板的楔面的预紧力。

4. 如权利要求 3 所述的光程补偿装置，其特征在于，所述顶部预紧模块包括楔形压紧块和弹性件，所述楔形压紧块与所述可动楔板的楔角及楔面方向均相同，所述楔形压紧块沿所述可动安装座的运动方向固定在所述固定安装座侧边上，所述弹性件一端安装在所述可动安装座上，另一端弹性接触所述楔形压紧块的楔面。

5. 如权利要求 3 所述的光程补偿装置，其特征在于，所述顶部预紧模块包括楔形压紧块和弹性件，所述楔形压紧块的楔角及楔面方向与所述可动楔板均相同，所述可动安装座为楔形结构，所述可动安装座的楔角及楔面方向与所述固定楔板均相同，所述楔形压紧块沿所述可动安装座的运动方向固定在所述固定安装座侧边上，所述弹性件一端安装在所述压紧块上，另一端弹性接触所述可动安装座的楔面。

6. 如权利要求 4 或 5 所述的光程补偿装置，其特征在于，所述弹性件包括球形轴、压缩弹簧及卡环，所述球形轴设有台阶的一端为弹性接触端，用于安装固定的一端为止推端，所述球形轴的止推端通过所述卡环限位在一安

装位置，所述卡环与所述球形轴弹性配合固定，所述压缩弹簧套设在所述球形轴上，两端与所述球形轴上的台阶和所述安装位置接触并产生压缩。

7. 如权利要求 3 所述的光程补偿装置，其特征在于，所述预紧单元还包括侧面预紧模块，所述侧面预紧模块安装在所述固定安装座上，为所述可动安装座提供侧面预紧力。

8. 如权利要求 7 所述的光程补偿装置，其特征在于，所述侧面预紧模块采用顶丝，所述顶丝穿过所述固定安装座侧面与所述可动安装座侧面抵接。

9. 如权利要求 1 所述的光程补偿装置，其特征在于，所述驱动机构包括安装座、千分尺旋钮及拉伸弹簧，所述千分尺旋钮固定在所述安装座上，所述拉伸弹簧一端固定在所述安装座上，所述拉伸弹簧另一端与可动楔板对应连接，所述千分尺旋钮可沿所述可动楔板的运动方向伸缩，为所述可动楔板的运动提供驱动力。

10. 如权利要求 1 所述的光程补偿装置，其特征在于，所述驱动机构包括：安装座、安装盖、电机模块及动作模块，所述安装座上设有与所述安装盖对应的导轨，所述动作模块安装在所述安装座上并与所述安装盖连接，所述安装盖与所述可动楔板连接，所述电机模块驱动所述动作模块做水平运动，带动所述安装盖在所述导轨上水平运动。

11. 如权利要求 10 所述的光程补偿装置，其特征在于，所述动作模块包括丝杠、丝杠支撑件、丝杠转接件、轴承和联轴器，所述丝杠通过丝杠支撑件安装在所述安装座上，所述丝杠一端顺序安装所述轴承和联轴器并与所述电机模块连接，所述丝杠另一端通过所述丝杠转接件与所述安装盖内侧固定连接。

12. 如权利要求 10 所述的光程补偿装置，其特征在于，所述安装盖上设有推杆和拉伸弹簧，所述拉伸弹簧与所述可动楔板对应连接，所述推杆沿所述可动楔板运动方向设置，在所述电机模块的驱动下推动所述可动楔板。

13. 如权利要求 10 所述的光程补偿装置，其特征在于，所述驱动机构还包括限位装置，所述限位装置包括限位开关、限位块和连接块，所述限位块固定在所述安装盖上，所述限位开关通过所述连接块设置在所述限位块两

侧的安装座上，所述限位块向下延伸，与所述限位开关位置相对应。

14. 如权利要求 10 所述的光程补偿装置，其特征在于，所述驱动机构还包括光栅尺、光栅尺读数头、读数头安装座，所述光栅尺安装在所述安装盖外侧，所述读数头安装座固定在所述安装座上，所述光栅尺读数头通过所述读数头安装座设置在光栅尺上。

## 摘要

本发明公开了一种光程补偿装置，包括楔板组、驱动机构及预紧单元，其中，所述楔板组包括可动楔板和固定楔板，所述可动楔板与所述固定楔板的楔角相同，楔面方向相反，所述预紧单元将所述可动楔板弹性压设在所述固定楔板上，所述驱动机构驱动所述可动楔板的楔面相对固定楔板的楔面滑动。采用本发明提供的光程补偿装置，在避免引入其他方向误差的情况下有效实现对调焦调平测系统焦面位置的校正；校准过程顺畅、操作方便，且校准精度高。

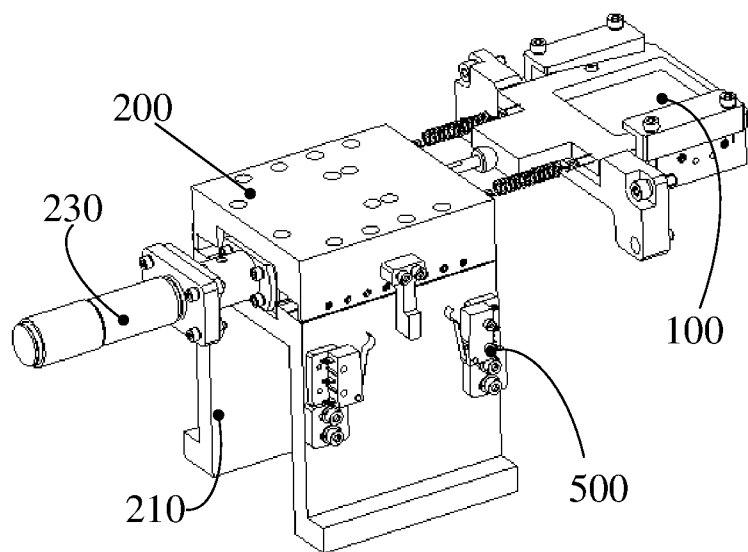


图 1

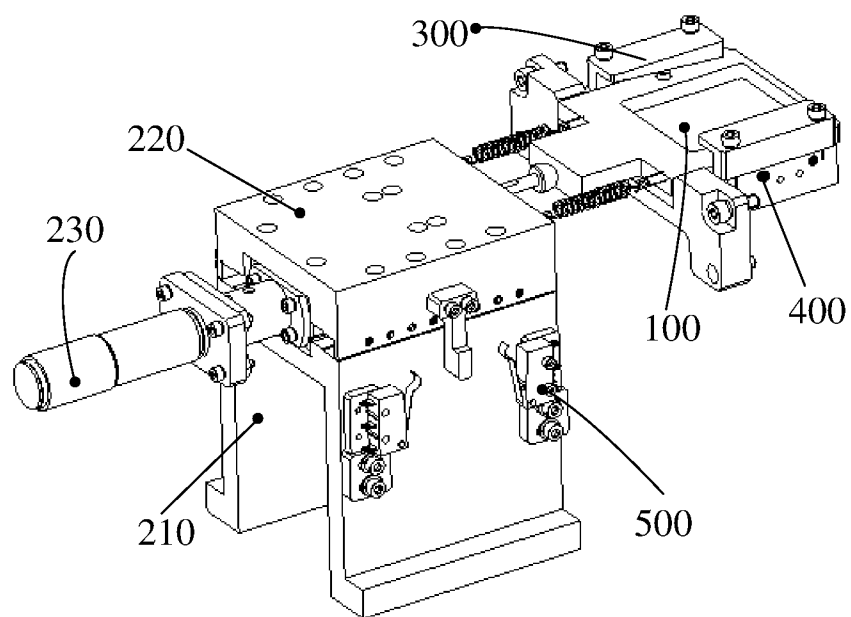


图 2

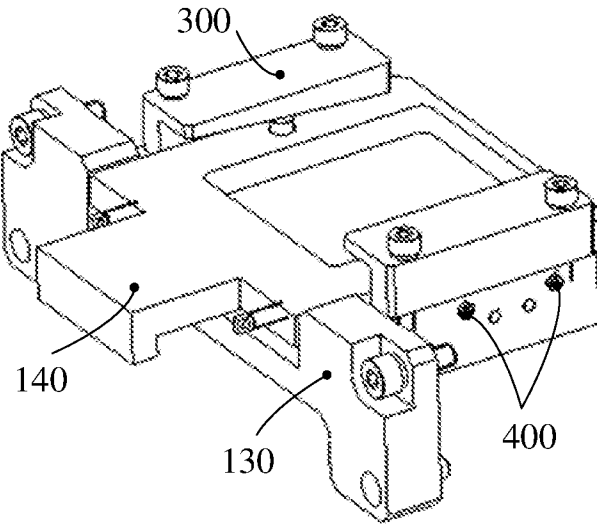


图 3

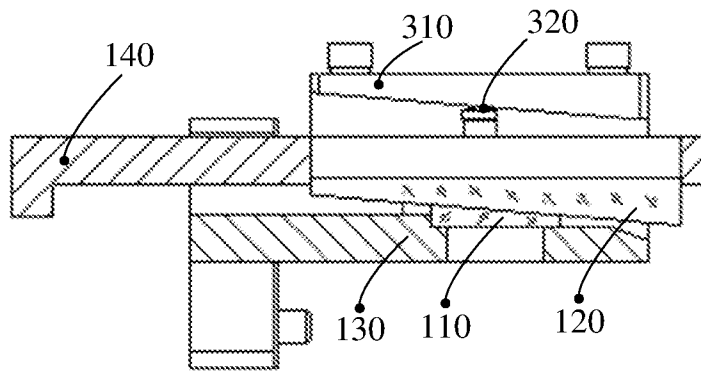


图 4

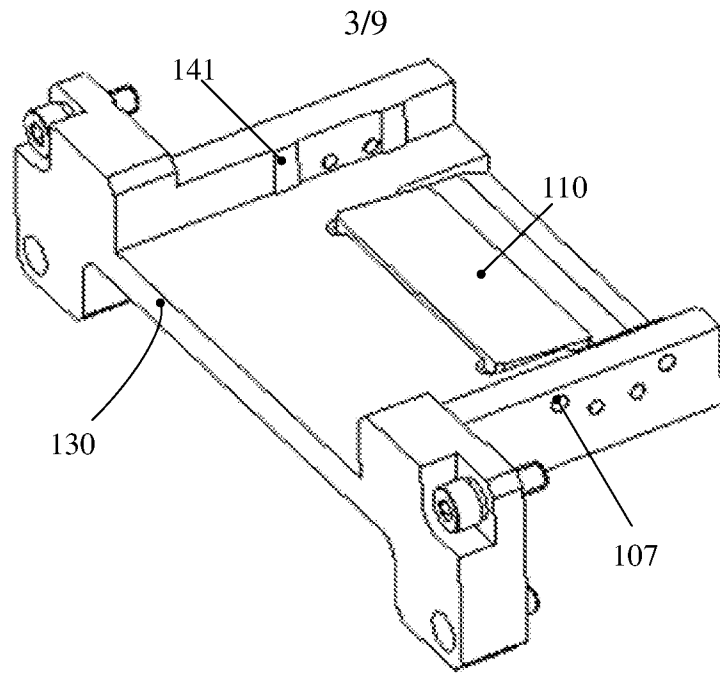


图 5

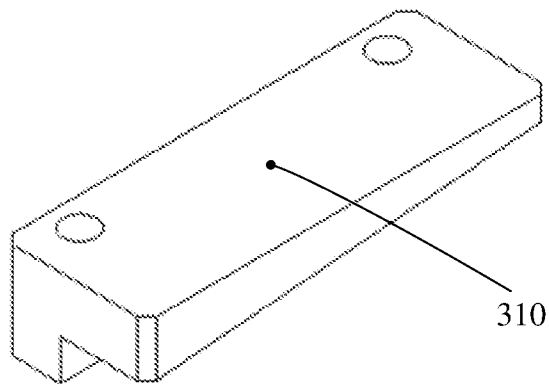


图 6



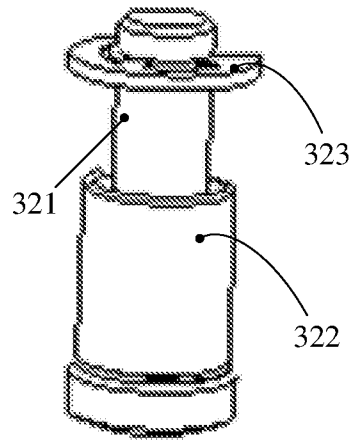


图 7

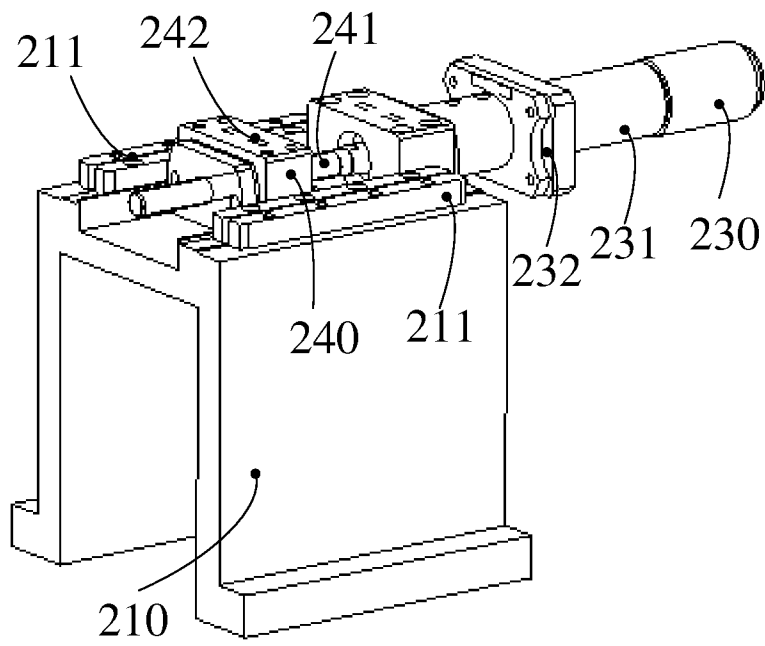


图 8

5/9

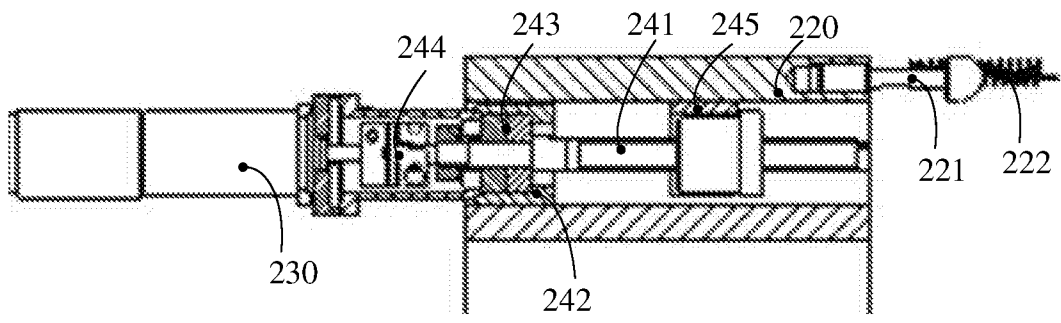


图 9

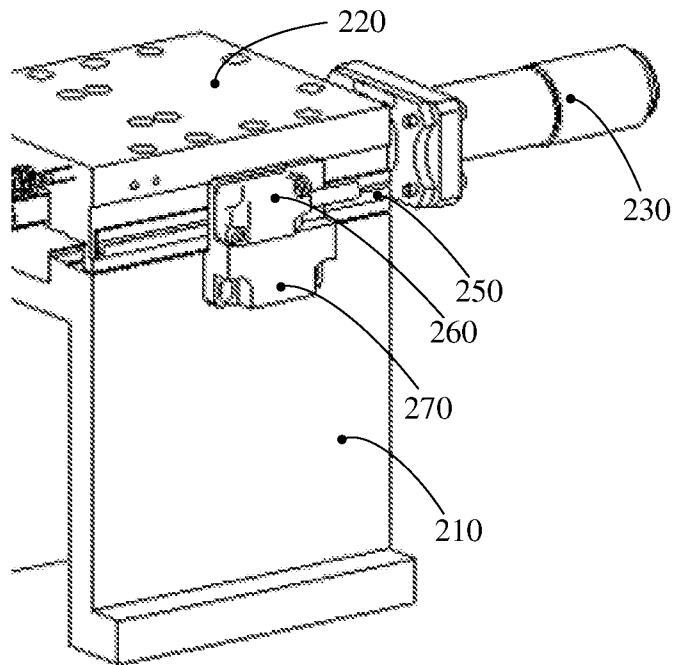


图 10

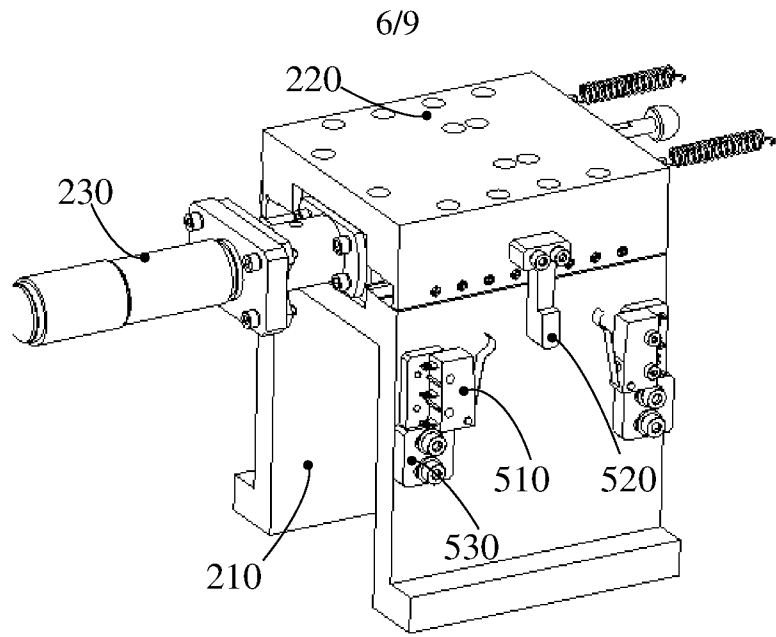


图 11

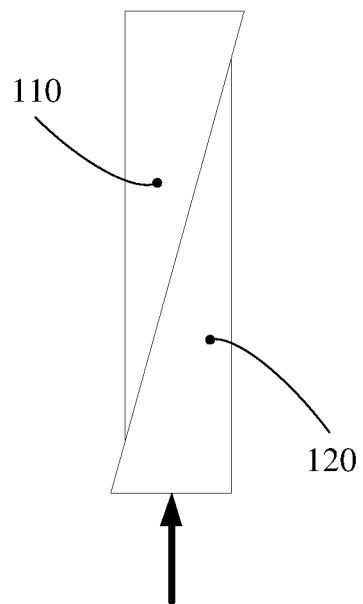


图 12

7/9

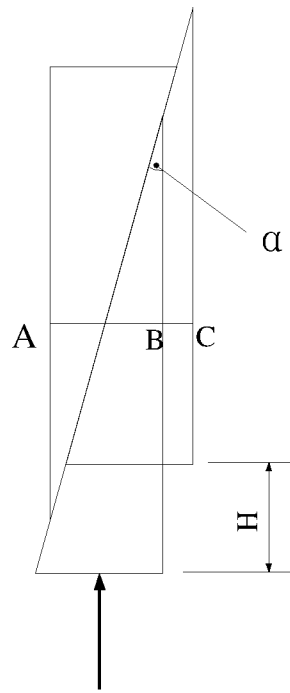


图 13

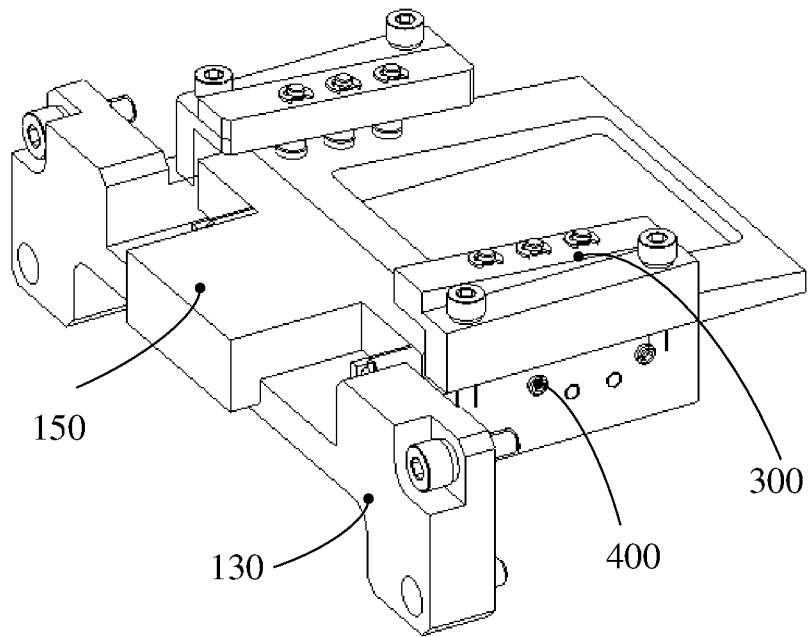


图 14

8/9

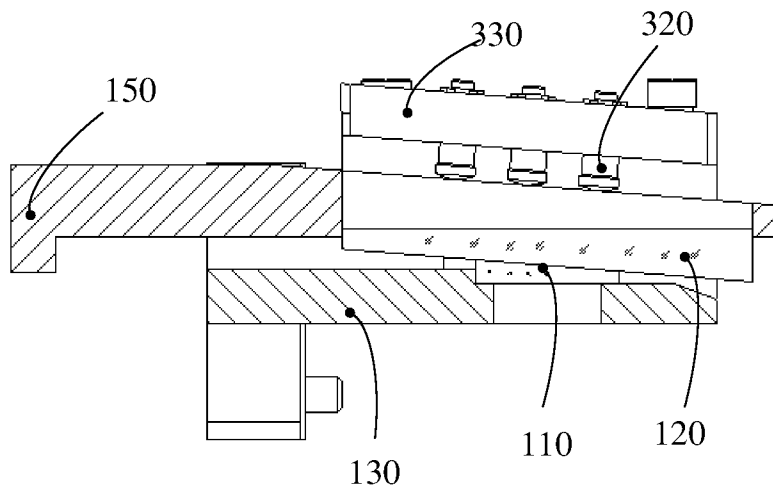


图 15

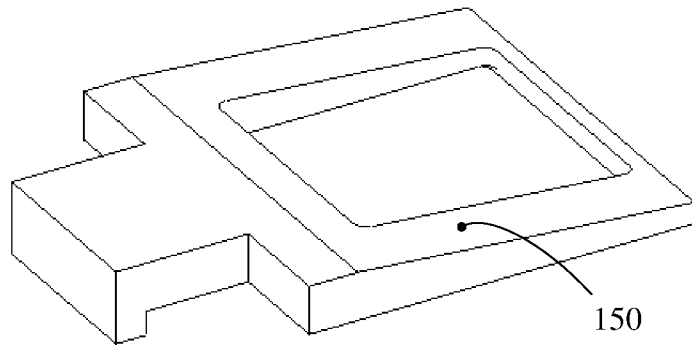


图 16

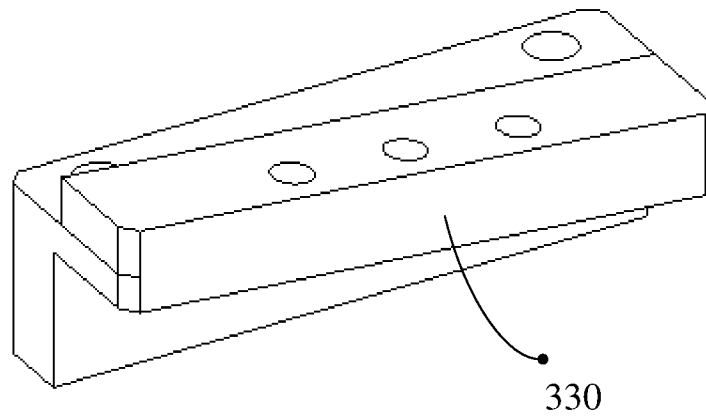


图 17

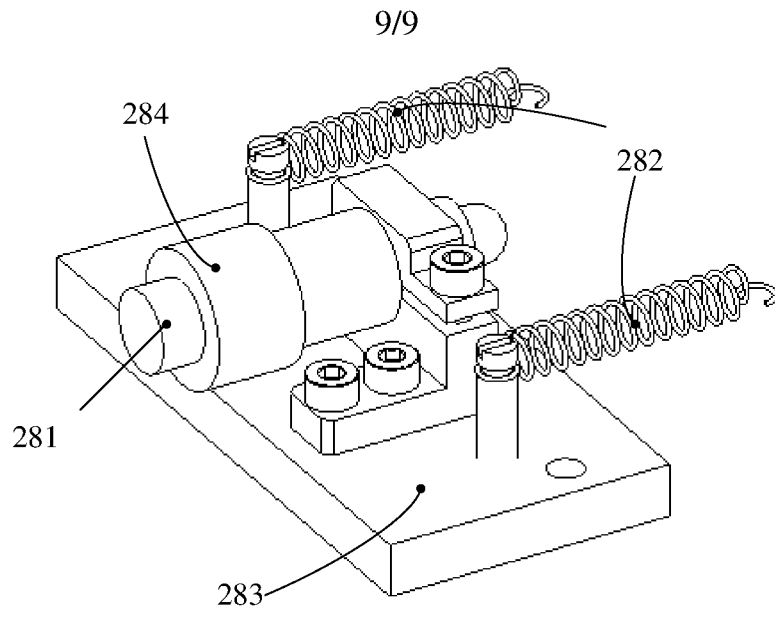


图 18