



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102768977 B

(45) 授权公告日 2015. 09. 02

(21) 申请号 201110116788. 9

(22) 申请日 2011. 05. 06

(73) 专利权人 北京北方微电子基地设备工艺研究中心有限责任公司

地址 100015 北京市朝阳区酒仙桥东路 1 号 M5 楼南二层

(72) 发明人 魏晓

(74) 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理有限公司 11112

代理人 张天舒 陈源

(56) 对比文件

US 2010/0222918 A1, 2010. 09. 02,

US 2010/0222918 A1, 2010. 09. 02,

US 6364762 B1, 2002. 04. 02,

CN 201476552 U, 2010. 05. 19,

CN 201812803 U, 2011. 04. 27,

审查员 瞿晓雷

(51) Int. Cl.

H01L 21/683(2006. 01)

H01L 21/687(2006. 01)

H01L 21/00(2006. 01)

H01L 21/677(2006. 01)

B25J 9/00(2006. 01)

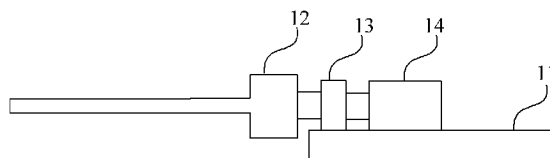
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

机械手、大气传输单元和晶片传输方法

(57) 摘要

本发明公开了一种机械手、大气传输单元和晶片传输方法。该机械手包括机械手臂、驱动装置、终端受动器和旋转电机；终端受动器和驱动装置分别连接于机械手臂，终端受动器用于承载晶片，驱动装置用于驱动机械手臂进行伸缩运动以实现对晶片进行传输；旋转电机连接于所述终端受动器，旋转电机用于驱动终端受动器旋转以带动所承载的晶片旋转从而使晶片的表面与水平面呈预设吹扫角度。本发明中当将机械手应用于大气传输单元中时，机械手在传输晶片的过程中晶片的表面与水平面呈预设吹扫角度，极大的减少了随气体沉积到晶片表面的颗粒以及使晶片表面附着的颗粒更加有效的被去除，从而提高了去除晶片表面颗粒的效果。



1. 一种机械手,设置在大气传输单元中,其特征在于,用于在大气环境传输过程中对晶片进行旋转使晶片的表面与水平面呈预设吹扫角度,以减少随气体沉积到晶片表面的颗粒以及使晶片表面附着的颗粒更加有效的被去除;所述机械手,包括机械手臂、驱动装置、终端受动器和旋转电机,其中:

所述终端受动器和所述驱动装置分别连接于所述机械手臂,所述终端受动器用于承载晶片,所述驱动装置用于驱动所述机械手臂进行伸缩运动以实现所述晶片进行传输;

所述旋转电机连接于所述终端受动器,所述旋转电机用于驱动所述终端受动器旋转以带动所承载的晶片旋转进而使所述晶片的表面与水平面呈预设吹扫角度。

2. 根据权利要求 1 所述的机械手,其特征在于,还包括:

联轴器,用于使所述旋转电机和所述终端受动器连接,并在所述旋转电机的驱动下带动所述终端受动器旋转。

3. 根据权利要求 1 所述的机械手,其特征在于,所述终端受动器通过吸附所述晶片或者夹持所述晶片的方式以实现所述晶片的承载。

4. 根据权利要求 1 至 3 任一所述的机械手,其特征在于,所述预设吹扫角度为 90 度。

5. 一种机械手,设置在大气传输单元中,其特征在于,用于在大气环境传输过程中对晶片进行旋转使晶片的表面与水平面呈预设吹扫角度,以减少随气体沉积到晶片表面的颗粒以及使晶片表面附着的颗粒更加有效的被去除;所述机械手,包括机械手臂、用于驱动所述机械手臂的驱动装置和设置于所述机械手臂上的晶片承载装置;

所述晶片承载装置用于承载晶片;

所述驱动装置用于驱动所述机械手臂旋转以带动所承载的晶片旋转进而使所述晶片的表面与水平面呈预设吹扫角度,并驱动所述机械手臂进行伸缩运动以对晶片进行传输。

6. 根据权利要求 5 所述的机械手,其特征在于,所述晶片承载装置通过吸附所述晶片或者夹持所述晶片的方式以实现所述晶片的承载。

7. 根据权利要求 5 或 6 所述的机械手,其特征在于,所述预设吹扫角度为 90 度。

8. 一种大气传输单元,其特征在于,包括腔体、过滤器和如上述权利要求 1 至 4 任一所述的机械手,所述过滤器设置于所述腔体的顶部,所述机械手设置于腔体的内部;

所述过滤器用于向所述腔体内部提供用于对所述晶片进行吹扫的气体。

9. 一种大气传输单元,其特征在于,包括腔体、过滤器和如上述权利要求 5 至 7 任一所述的机械手,所述过滤器设置于所述腔体的顶部,所述机械手设置于腔体的内部;

所述过滤器用于向所述腔体内部提供用于对所述晶片进行吹扫的气体。

10. 一种应用于权利要求 8 或 9 所述的大气传输单元的晶片传输方法,其特征在于,包括:

所述机械手将所述晶片水平传输至所述腔体内;

所述机械手将所述晶片进行旋转使所述晶片的表面与水平面呈预设吹扫角度;

所述过滤器向所述腔体内部提供气体,对所述晶片进行吹扫。

## 机械手、大气传输单元和晶片传输方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及微电子技术领域,特别涉及一种机械手、大气传输单元和晶片传输方法。

### 背景技术

[0002] 在半导体的制程工艺中,需要将待处理的晶片从大气环境中逐步传送到反应腔室中进行工艺处理,例如:刻蚀工艺(Etch)处理、物理气相沉积(PVD)处理等。把晶片传送到反应腔室的过程,需要一个由一系列的组成的晶片传输系统来完成。晶片传输系统包括大气传输单元(Equipment Front-End Module,以下简称:EFEM)和与大气传输单元连接的传输腔室(Transport Chamber),大气传输单元将晶片从晶片盒中取出并传输至传输腔室中,传输腔室将晶片传输至工艺腔室中,并由工艺腔室对晶片进行工艺处理;而后传输腔室将工艺处理后的晶片回传至大气传输单元,并由大气传输单元将工艺处理后的晶片传回晶片盒中。

[0003] 大气传输单元中存在多种机械结构,例如:机械手、定位器等,机械手用于传输晶片。晶片在大气传输单元传输过程中,大气传输单元中的机械结构在进行机械运动时会产生微小的颗粒,这些颗粒会附着到晶片表面;在工艺腔室对晶片进行处理过程中也会有产生颗粒,这些颗粒也会附着到晶片上。这些附着到晶片表面的颗粒会污染晶片,从而增大晶片产生缺陷的可能性。为解决上述晶片表面附着的颗粒污染晶片的问题,可在大气传输单元的顶部设置过滤器(Fan Filter Unit),该过滤器可确保大气传输单元这个微环境不受外界污染以及该大气传输单元中的颗粒能被迅速有效地排到大气传输单元外。具体地,过滤器将大气传输单元外的颗粒过滤掉,并向下方吹出均匀的气体,该气体最终从大气传输单元的底部流出,从而在大气传输单元内部形成一个自上而下的气流并在大气传输单元中产生稍大于大气压的正压。

[0004] 过滤器产生的自上而下的气体可对晶片进行吹扫,以去除晶片表面附着的颗粒。但是,由于在大气传输单元中晶片被水平传输,因此大气传输单元中的颗粒会随自上而下的气体沉积到晶片的表面;并且由于晶片被水平传输,因此气体在到达晶片表面后必然产生发散,发散的气体使晶片上中心区域的颗粒难以被从晶片上吹走,并且中心区域上气体产生反射的现象使颗粒更加难以被从晶片上吹走。这将不利于气体对晶片的吹扫,使晶片表面附着的颗粒难以被完全去除。综上所述,晶片被水平传输会降低去除晶片表面颗粒的效果。

### 发明内容

[0005] 本发明提供一种机械手、大气传输单元和晶片传输方法,用以提高去除晶片表面颗粒的效果。

[0006] 为实现上述目的,本发明提供了一种1、一种机械手,包括机械手臂、驱动装置、终端受动器和旋转电机;

[0007] 所述终端受动器和所述驱动装置分别连接于所述机械手臂,所述终端受动器用于承载晶片,所述驱动装置用于驱动所述机械手臂进行伸缩运动以实现晶片进行传输;

[0008] 所述旋转电机连接于所述终端受动器,所述旋转电机用于驱动所述终端受动器旋转以带动所承载的晶片旋转进而使所述晶片的表面与水平面呈预设吹扫角度。

[0009] 进一步地,机械手还包括:连轴器,用于使所述旋转电机和所述终端受动器连接,并在所述旋转电机的驱动下带动所述终端受动器旋转。

[0010] 进一步地,所述终端受动器通过吸附所述晶片或者夹持所述晶片的方式以实现所述晶片的承载。

[0011] 进一步地,所述预设吹扫角度为 90 度。

[0012] 为实现上述目的,本发明提供了一种机械手,包括机械手臂、用于驱动所述机械手臂的驱动装置和设置于所述机械手臂上的晶片承载装置,所述晶片承载装置用于承载晶片;

[0013] 所述驱动装置用于驱动所述机械手臂旋转以带动所承载的晶片旋转进而使所述晶片的表面与水平面呈预设吹扫角度,并驱动所述机械手臂进行伸缩运动以对晶片进行传输。

[0014] 进一步地,所述晶片承载装置通过吸附所述晶片或者夹持所述晶片的方式以实现所述晶片的承载。

[0015] 进一步地,所述预设吹扫角度为 90 度。

[0016] 为实现上述目的,本发明提供了一种大气传输单元,包括腔体、过滤器和上述机械手,所述过滤器设置于所述腔体的顶部,所述机械手设置于腔体的内部;

[0017] 所述过滤器用于向所述腔体内部提供用于对所述晶片进行吹扫的气体。

[0018] 为实现上述目的,本发明提供了一种大气传输单元,包括腔体、过滤器和上述机械手,所述过滤器设置于所述腔体的顶部,所述机械手设置于腔体的内部;

[0019] 所述过滤器用于向所述腔体内部提供用于对所述晶片进行吹扫的气体。

[0020] 为实现上述目的,本发明提供了一种应用于上述大气传输单元的晶片传输方法,包括:

[0021] 所述机械手将所述晶片水平传输至所述腔体内;

[0022] 所述机械手将所述晶片进行旋转使所述晶片的表面与水平面呈预设吹扫角度;

[0023] 所述过滤器向所述腔体内部提供气体,对所述晶片进行吹扫。

[0024] 本发明具有以下有益效果:

[0025] 本发明提供的机械手、大气传输单元和晶片传输方法中,机械手对晶片进行旋转使晶片的表面与水平面呈预设吹扫角度,并对晶片进行传输。当将机械手应用于大气传输单元中时,机械手在传输晶片的过程中晶片的表面与水平面呈预设吹扫角度,无需将晶片水平传输,极大的减少了随气体沉积到晶片表面的颗粒以及使晶片表面附着的颗粒更加有效的被去除,从而提高了去除晶片表面颗粒的效果。

## 附图说明

[0026] 图 1 为本发明实施例一提供的一种机械手的侧视图;

[0027] 图 2 为图 1 中机械手的俯视图;

- [0028] 图 3 为实施例一中机械手的工作效果图之一；
- [0029] 图 4 为实施例一中机械手的工作效果图之二；
- [0030] 图 5 为本发明实施例三提供的一种大气传输单元的结构示意图；
- [0031] 图 6 为本发明中一种晶片传输系统的结构示意图；
- [0032] 图 7 为本发明实施例四提供的一种晶片传输方法的流程图。

### 具体实施方式

[0033] 为使本领域的技术人员更好地理解本发明的技术方案，下面结合附图对本发明提供的机械手、大气传输单元和晶片传输方法进行详细描述。

[0034] 图 1 为本发明实施例一提供的一种机械手的侧视图，图 2 为图 1 中机械手的俯视图，如图 1 和图 2 所示，该机械手包括：机械手臂 11、驱动装置（图 1 和图 2 中未示意出）、终端受动器 12 和旋转电机 14，终端受动器 12 和驱动装置分别连接于机械手臂 11，终端受动器 12 用于承载晶片，驱动装置用于驱动机械手臂 11 进行伸缩运动以对晶片 15 进行传输。旋转电机 14 连接于终端受动器 12，旋转电机 14 用于驱动终端受动器 12 旋转以带动所承载的晶片旋转，进而使晶片的表面与水平面呈预设吹扫角度。

[0035] 本实施例中，旋转电机 14 可向终端受动器 12 输出动力，以驱动终端受动器 12 旋转。优选地，旋转电机 14 设置于机械手臂 11 上。优选地，终端受动器 12 通过连接于旋转电机 14 以实现连接于机械手臂 11。

[0036] 进一步地，该机械手还可以包括：连轴器 13。连轴器 13 用于使旋转电机 14 和终端受动器 12 连接，并在旋转电机 14 的驱动下带动终端受动器 12 旋转。具体地，连轴器 13 可在旋转电机 14 输出的动力的驱动下带动终端受动器 12 旋转。换言之，旋转电机 14 可通过连轴器 13 和终端受动器 12 连接；旋转电机 14 可通过连轴器 13 向终端受动器 12 输出动力，以驱动终端受动器 12 旋转。具体地，旋转电机 14 向连轴器 13 输出动力，再由连轴器 13 带动终端受动器 12 旋转。

[0037] 本实施例中，终端受动器 12 可通过吸附晶片的方式以实现晶片 15 的承载。

[0038] 或者，终端受动器 12 可通过夹持晶片 15 的方式以实现晶片的承载。此种情况不再具体画出。

[0039] 本实施例中，预设吹扫角度可以包括：45 度至 135 度。优选地，预设吹扫角度为 90 度，即晶片的表面和水平面垂直。此时，晶片的表面平行于气体流动的方向，避免了气体中的颗粒沉积到晶片表面，并且使晶片表面附着的颗粒最大限度的被去除。

[0040] 图 3 为本实施例中机械手的工作效果图之一，图 4 为本实施例中机械手的工作效果图之二。如图 3 所示，终端受动器 12 上承载有晶片 15，晶片 15 的表面与水平面平行。再如图 4 所示，旋转电机 14 通过连轴器 13 驱动终端受动器 12 旋转以带动所承载的晶片 15 旋转，进而使晶片 15 的表面与水平面呈预设吹扫角度，图 4 中的预设吹扫角度为 90 度，即使晶片 15 的表面与水平面垂直。综上所述，本实施例中的机械手可将晶片 15 从图 3 中表面与水平面平行的状态旋转为图 4 中表面与水平面呈预设吹扫角度的状态，并以表面与水平面呈预设吹扫角度的状态传输晶片 15。

[0041] 本实施例提供的机械手包括机械手臂、驱动装置、终端受动器和旋转电机，终端受动器和驱动装置分别连接于机械手臂，终端受动器用于承载晶片，驱动装置用于驱动机械

手臂进行伸缩运动以实现晶片进行传输；旋转电机连接于终端受动器，旋转电机用于驱动终端受动器旋转以带动所承载的晶片旋转进而使晶片的表面与水平面呈预设吹扫角度。当将本实施例中的机械手应用于大气传输单元中时，机械手在传输晶片的过程中晶片的表面与水平面呈预设吹扫角度，无需将晶片水平传输，极大的减少了随气体沉积到晶片表面的颗粒以及使晶片表面附着的颗粒更加有效的被去除，从而提高了去除晶片表面颗粒的效果。进一步地，当预设吹扫角度为 90 度时，晶片的表面平行于气体流动的方向，避免了气体中的颗粒沉积到晶片表面并且使晶片表面附着的颗粒最大限度的被去除，从而使去除晶片表面颗粒的效果达到最佳。

[0042] 本发明实施例二提供了一种机械手，该机械手包括机械手臂、用于驱动机械手臂的驱动装置和设置于机械手臂上的晶片承载装置，晶片承载装置用于承载晶片。驱动装置用于驱动机械手臂旋转以带动所承载的晶片旋转进而使晶片的表面与水平面呈预设吹扫角度，并驱动机械手臂进行伸缩运动以对晶片进行传输。

[0043] 本实施例中，晶片承载装置通过吸附晶片的方式以实现晶片的承载。或者，晶片承载装置还可以通过夹持晶片的方式以实现晶片的承载。

[0044] 本实施例与上述实施例一的区别在于：本实施例是通过驱动装置驱动整个机械手臂旋转以带动晶片旋转。

[0045] 本实施例中，预设吹扫角度可以包括：45 度至 135 度。优选地，预设吹扫角度为 90 度，即晶片的表面和水平面垂直。

[0046] 本实施例提供的机械手包括机械手臂、用于驱动机械手臂的驱动装置和设置于机械手臂上的晶片承载装置，晶片承载装置用于承载晶片，驱动装置用于驱动机械手臂旋转以带动所承载的晶片旋转进而使晶片的表面与水平面呈预设吹扫角度，并驱动机械手臂进行伸缩运动以对晶片进行传输。当将本实施例中的机械手应用于大气传输单元中时，机械手在传输晶片的过程中晶片的表面与水平面呈预设吹扫角度，无需将晶片水平传输，极大的减少了随气体沉积到晶片表面的颗粒以及使晶片表面附着的颗粒更加有效的被去除，从而提高了去除晶片表面颗粒的效果。进一步地，当预设吹扫角度为 90 度时，晶片的表面平行于气体流动的方向，避免了气体中的颗粒沉积到晶片表面并且使晶片表面附着的颗粒最大限度的被去除，从而使去除晶片表面颗粒的效果达到最佳。

[0047] 图 5 为本发明实施例三提供的一种大气传输单元的结构示意图，如图 5 所示，该大气传输单元包括：腔体 21、过滤器 22 和机械手 23，过滤器 22 设置于腔体 21 的顶部，机械手 23 设置于腔体的内部，过滤器 22 用于向腔体 21 内部提供用于对晶片 15 进行吹扫的气体。

[0048] 本实施例中的机械手可采用上述实施例一至或实施例二所述的机械手，具体结构此处不再赘述。进一步地，该机械手 23 还包括：底座 16，机械手臂设置于该底座 16 上，底座 16 用于支撑机械手臂。

[0049] 进一步地，该大气传输单元还可以包括：缓存器 24。缓存器 24 用于放置机械手 23 从晶片盒中获取的晶片 15。

[0050] 进一步地，该大气传输单元还可以包括：导轨 25，导轨 25 可用于带动机械手整体运动。具体地，底座 16 设置于导轨 25 上并在驱动装置的驱动下沿导轨 25 运动，以实现机械手的整体运动。

[0051] 进一步地，该大气传输单元还可以包括：晶片位置校准器 26。该晶片位置校准器

26 用于对晶片 15 在机械手 23 上的位置进行校准。

[0052] 进一步地,该大气传输单元还可以包括:槽阀 (Slot Value)27。槽阀 27 用于连接大气传输单元和负载锁闭器。当槽阀 27 打开后,机械手 23 伸入到负载锁闭器中,并将机械手 23 上的晶片 15 放置到负载锁闭器中。

[0053] 下面结合图 6 对本实施例的技术方案进行详细描述。图 6 为本发明中一种晶片传输系统的结构示意图,结合图 5 和如图 6 所示,该晶片传输系统包括依次连接的前端开启装置 (FOUP) 1、大气传输单元 2、负载锁闭器 (Load Lock) 3、传输腔室 4 和反应腔室 5。其中,大气传输单元 2 的具体结构可如图 4 所示。前端开启装置 1 开启晶片盒的门,大气传输单元 2 中的机械手 23 从晶片盒中取出晶片 15 并将该晶片 15 传输至大气传输单元 2 内,对晶片 15 进行旋转使晶片 15 的表面与水平面呈 90 度,即晶片 15 的表面与水平面垂直。过滤器 2 向大气传输腔室 2 的腔体 21 提供气体,该气体自上而下流动。机械手 23 将表面与水平面垂直的晶片 15 传输至晶片位置校准器 26,在传输过程中过滤器 2 提供的气体可对晶片 15 的表面进行吹扫,此时由于晶片 15 的表面平行于气体流动的方向,从而避免了气体中的颗粒沉积到晶片表面,并且使晶片表面附着的颗粒最大限度的被去除。机械手 23 对晶片 15 进行旋转使晶片 15 的表面与水平面平行(例如:可参见图 3 中所示的情况)。晶片位置校准器 26 对晶片 15 在机械手 23 上的位置进行校准。机械手 23 对晶片 15 进行旋转使晶片 15 的表面与水平面垂直,将表面与水平面垂直的晶片 15 传输至负载锁闭器 3 与大气传输单元 2 之间的槽阀 27,对晶片 15 进行旋转使晶片 15 的表面与水平面平行。待槽阀 27 打开后,机械手 23 伸入到负载锁闭器 3 中并将晶片 15 放置于负载锁闭器 3 内,而后待机械手 23 缩回后槽阀 27 关闭。传输腔室 4 中的真空机械手将晶片 15 从负载锁闭器 3 中取出,并传输至反应腔室 5 中。反应腔室 5 对晶片 15 进行工艺处理。完成工艺处理后,传输腔室 4 中的真空机械手将晶片 15 从反应腔室 5 中取出,并将晶片 15 放入负载锁闭器 3 中。并由大气传输单元 2 中的机械手 23 将晶片 15 回传至晶片盒中。其中,机械手 23 将晶片 15 回传至晶片盒的过程中,在对晶片 15 进行传输时仍然需要对晶片 15 进行旋转使晶片 15 的表面与水平面垂直,以便于过滤器 2 提供的气体可对晶片 15 的表面进行吹扫,从而避免了气体中的颗粒沉积到晶片 15 表面,并且使晶片 15 表面附着的颗粒最大限度的被去除。进一步地,本实施例中,大气传输单元 2 中的机械手 23 从晶片盒中取出晶片 15 并将该晶片 15 传输至大气传输单元 2 内之后,还可以先将晶片 15 放置入缓存器 24 中。待需要将晶片 15 传输至传输腔室 4 中时,再将晶片 15 从缓存器 24 中取出,并采用本实施例提供的技术方案对晶片 15 进行传输。进一步地,在大气传输单元 2 中的机械手将晶片 15 回传至晶片盒的过程中,大气传输单元 2 中的机械手 23 将晶片 15 从负载锁闭器 3 中取出后,可先将晶片 15 放置入缓存器 24 中,待需要将晶片 15 回传至晶片盒中时,再采用本实施例提供的技术方案对晶片 15 进行传输。

[0054] 本实施例提供的大气传输单元包括腔体、过滤器和机械手,过滤器设置于腔体的顶部,机械手设置于腔体的内部,过滤器用于向腔体内部提供用于对晶片进行吹扫的气体。机械手在传输晶片的过程中晶片的表面与水平面呈预设吹扫角度,无需将晶片水平传输,极大的减少了随气体沉积到晶片表面的颗粒以及使晶片表面附着的颗粒更加有效的被去除,从而提高了去除晶片表面颗粒的效果。

[0055] 图 7 为本发明实施例四提供的一种晶片传输方法的流程图,如图 7 所示,该方法应

用于大气传输单元,该大气传输单元可采用上述实施例三中的大气传输单元,此处不再赘述。则该方法包括:

[0056] 步骤 101、机械手将晶片水平传输至腔体内。

[0057] 步骤 102、机械手将晶片进行旋转使晶片的表面与水平面呈预设吹扫角度。

[0058] 本实施例中,预设吹扫角度可以包括:45 度至 135 度。优选地,该预设吹扫角度为 90 度。

[0059] 步骤 103、过滤器向腔体内部提供气体,对晶片进行吹扫。

[0060] 本实施例中,可在机械手在腔体内对晶片进行传输的过程中执行步骤 103。

[0061] 进一步地,该方法还可以包括:

[0062] 步骤 104、机械手对晶片进行旋转使晶片的表面与水平面平行。

[0063] 本实施例中,当执行对晶片在机械手上的位置进行校准以及将晶片放置于负载锁闭器等操作之前,需要执行步骤 104。

[0064] 本实施例提供的晶片传输方法包括:机械手将晶片水平传输至腔体内,机械手将晶片进行旋转使晶片的表面与水平面呈预设吹扫角度,过滤器向腔体内部提供气体,对晶片进行吹扫。机械手在传输晶片的过程中晶片的表面与水平面呈预设吹扫角度,无需将晶片水平传输,极大的减少了随气体沉积到晶片表面的颗粒以及使晶片表面附着的颗粒更加有效的被去除,从而提高了去除晶片表面颗粒的效果。

[0065] 可以理解的是,以上实施方式仅仅是为了说明本发明的原理而采用的示例性实施方式,然而本发明并不局限于此。对于本领域内的普通技术人员而言,在不脱离本发明的精神和实质的情况下,可以做出各种变型和改进,这些变型和改进也视为本发明的保护范围。



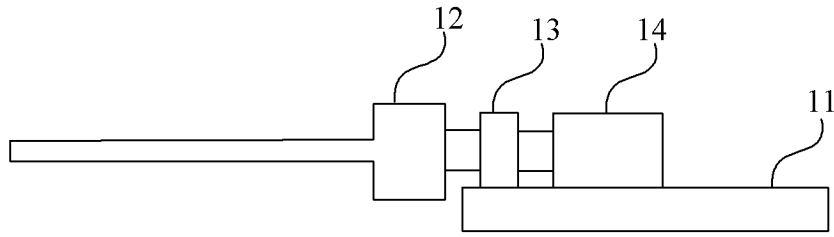


图 1

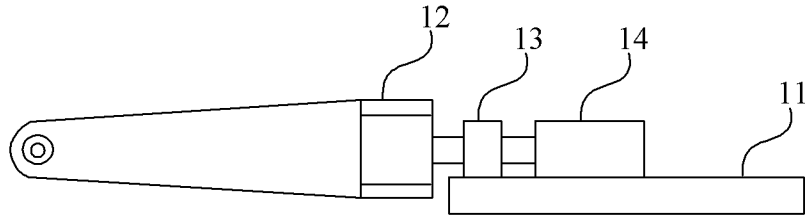


图 2

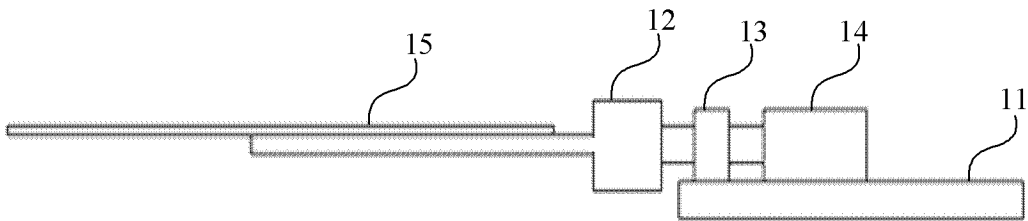


图 3

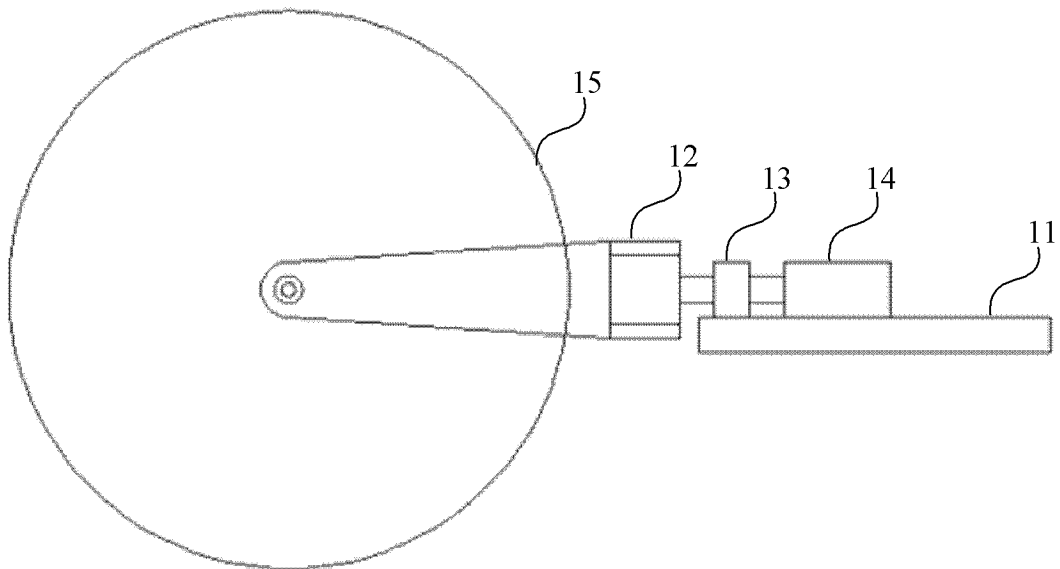


图 4

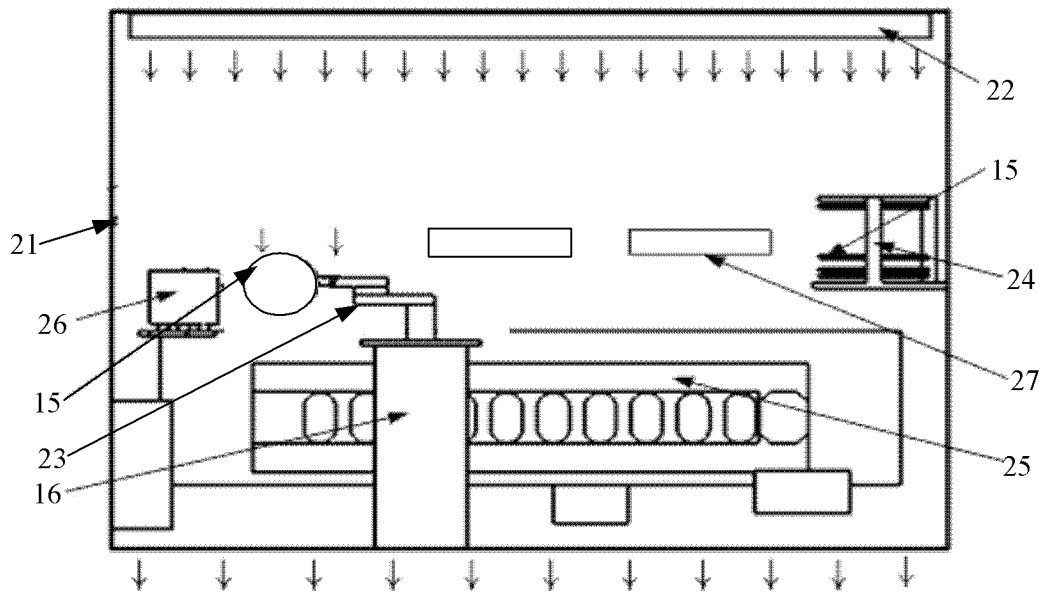


图 5

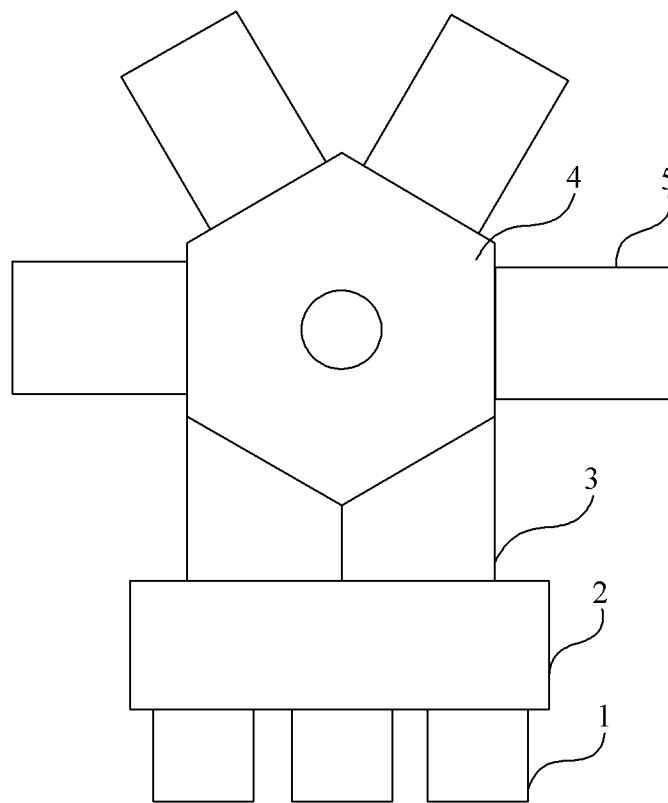


图 6

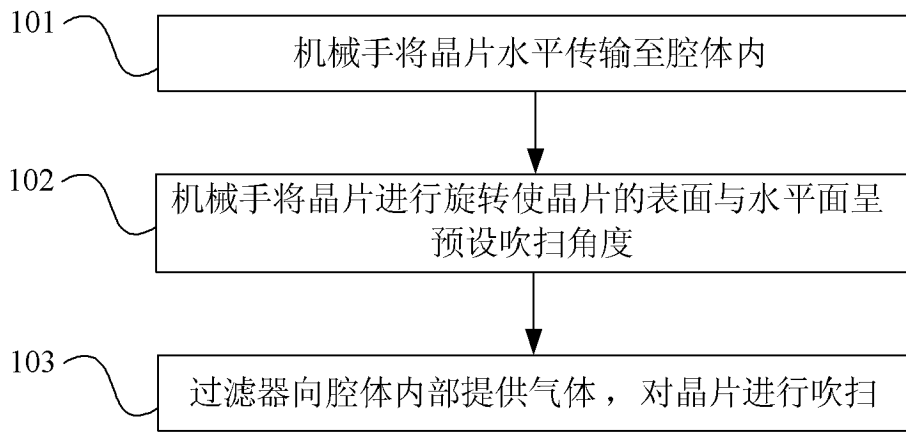


图 7