(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108374157 B
(45)授权公告日 2022.01.21

(21)申请号 201810062008.9

(22)申请日 2018.01.23

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108374157 A

(43)申请公布日 2018.08.07

(30)优先权数据
62/449,325 2017.01.23 US
15/868,347 2018.01.11 US

(73)专利权人 朗姆研究公司
地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 迈克尔·诺丁 卡尔·利泽
理查德·布朗克
罗伯特·斯库拉克

(74)专利代理机构 上海胜康律师事务所 31263
代理人 李献忠 张华

(51)Int.Cl.
C23C 14/50(2006.01)
C23C 14/56(2006.01)
C23C 16/458(2006.01)
C23C 16/54(2006.01)

(56)对比文件
US 2004013497 A1,2004.01.22
US 2004013497 A1,2004.01.22
CN 101299415 A,2008.11.05
US 2008219806 A1,2008.09.11
CN 104846337 A,2015.08.19
CN 104120389 A,2014.10.29
CN 101091241 A,2007.12.19
CN 201901699 U,2011.07.20
US 2014286736 A1,2014.09.25
US 2010178146 A1,2010.07.15
US 2010144077 A1,2010.06.10
AU 2002327249 A1,2003.01.29
US 2013039734 A1,2013.02.14

审查员 魏岳山

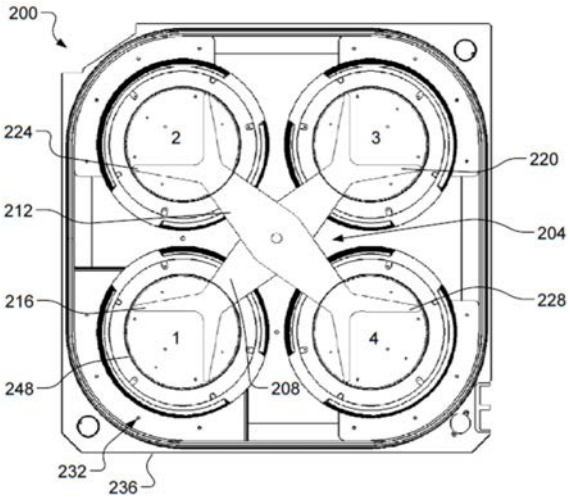
权利要求书3页 说明书11页 附图12页

(54)发明名称

优化的低能量/高生产率沉积系统

(57)摘要

本发明涉及优化的低能量/高生产率沉积系统。一种用于衬底处理工具的机械换位器包括：各自具有第一端部执行器和第二端部执行器的第一臂和第二臂。所述第一臂被配置为在第一轴上旋转以在所述衬底处理工具的多个处理站处将所述第一臂的所述第一端部执行器选择性地定位，并且在所述衬底处理工具的所述多个处理站处将所述第一臂的所述第二端部执行器选择性地定位。所述第二臂被配置为在第二轴上旋转以在所述衬底处理工具的所述多个处理站处将所述第二臂的所述第一端部执行器选择性地定位，并且在所述衬底处理工具的所述多个处理站处将所述第二臂的所述第二端部执行器选择性地定位。所述第一臂被配置成独立于所述第二臂旋转。



CN 108374157 B

1.一种衬底处理工具,其包括:

真空传送模块;和

至少一个处理模块,其包括多个处理站,其中所述至少一个处理模块耦合到所述真空传送模块,其中所述至少一个处理模块包括机械换位器,

其中所述机械换位器在所述至少一个处理模块内部以及所述真空传送模块外部包含:

具有第一端部执行器、第二端部执行器和第一轴的第一臂,其中所述第一臂被配置为在所述至少一个处理模块内部在所述第一轴上旋转以(i)在所述至少一个处理模块内部的所述多个处理站中的每一个处将所述第一臂的所述第一端部执行器选择性地定位,并且(ii)在所述至少一个处理模块内部的所述多个处理站中的每一个处将所述第一臂的所述第二端部执行器选择性地定位;和

具有第一端部执行器、第二端部执行器和第二轴的第二臂,其中所述第一轴和所述第二轴是同轴的,其中所述第二臂被配置为在所述至少一个处理模块内部在所述第二轴上旋转以(i)在所述至少一个处理模块内部的所述多个处理站中的每一个处将所述第二臂的所述第一端部执行器选择性地定位,并且(ii)在所述至少一个处理模块内部的所述多个处理站中的每一个处将所述第二臂的所述第二端部执行器选择性地定位,并且其中所述第一臂和所述第二臂中的每一个被配置成相对于所述至少一个处理模块内部的所述多个处理站独立地升高和降低,

其中所述多个处理站中的至少一个处理站对应于所述至少一个处理模块的加载站,并且

其中所述第一臂被配置成独立于所述第二臂旋转,使得在所述第二臂的所述第一端部执行器或所述第二端部执行器定位在所述加载站处所述第一臂的所述第一端部执行器或所述第二端部的上方和下方之一的同时,所述第一臂的所述第一端部执行器或所述第二端部执行器定位在所述加载站。

2.根据权利要求1所述的衬底处理工具,其中,所述第二轴设置在所述第一轴内。

3.根据权利要求1所述的衬底处理工具,其中:

所述第一臂和所述第二臂能旋转成第一构造;并且

在所述第一构造中,(i)所述第一臂的所述第一端部执行器和所述第二端部执行器分别位于所述多个处理站的第一处理站和第三处理站处,并且(ii)所述第二臂的所述第一端部执行器和所述第二端部执行器分别位于所述多个处理站的第二处理站和第四处理站处。

4.根据权利要求3所述的衬底处理工具,其中:

所述第一臂和所述第二臂能旋转成第二构造;并且

在所述第二构造中,(i)所述第一臂的所述第一端部执行器和所述第二端部执行器分别位于所述多个处理站的所述第一处理站和所述第三处理站处,并且(ii)所述第二臂的所述第一端部执行器和所述第二端部执行器分别位于所述多个处理站的所述第三处理站和所述第一处理站处。

5.根据权利要求4所述的衬底处理工具,其中所述第一处理站对应于所述衬底处理工具的所述加载站。

6.根据权利要求4所述的衬底处理工具,其中(i)所述第一处理站和所述第三处理站布置在所述衬底处理工具的相对的角部,而(ii)所述第二处理站和所述第四处理站布置在所

述衬底处理工具的相对的角部。

7.根据权利要求1所述的衬底处理工具,其中:

所述第一臂和所述第二臂能旋转成第一构造;并且

在所述第一构造中,(i)所述第一臂的所述第一端部执行器和所述第二端部执行器分别位于所述多个处理站的第一处理站和第四处理站处,并且(ii)所述第二臂的所述第一端部执行器和所述第二端部执行器分别位于所述多个处理站的第二处理站和第三处理站处。

8.根据权利要求7所述的衬底处理工具,其中:

所述第一臂和所述第二臂能旋转成第二构造;并且

在所述第二构造中,(i)所述第一臂的所述第一端部执行器和所述第二端部执行器分别位于所述多个处理站的所述第一处理站和所述第四处理站处,并且(ii)所述第二臂的所述第一端部执行器和所述第二端部执行器分别位于所述多个处理站的所述第四处理站和所述第一处理站处。

9.根据权利要求8所述的衬底处理工具,其中(i)所述第一处理站和所述第四处理站设置在所述衬底处理工具的第一侧上,并且(ii)所述第二处理站和所述第三处理站设置在所述衬底处理工具的与所述第一侧相对的第二侧上。

10.根据权利要求8所述的衬底处理工具,其中所述第一处理站和所述第四处理站对应于所述衬底处理工具的加载站。

11.根据权利要求1所述的衬底处理工具,其包括:

耦合到所述真空传送模块的多个处理模块。

12.根据权利要求11所述的衬底处理工具,其中所述多个处理模块包括耦合到所述真空传送模块的第一侧的第一和第二处理模块以及耦合到所述真空传送模块的第二侧的第三和第四处理模块。

13.根据权利要求12所述的衬底处理工具,其还包括布置在(i)所述第一侧和(ii)所述第一和所述第二处理模块之间的适配器板,其中所述适配器板包括被配置成与所述真空传送模块的所述第一侧对接的平坦侧和被配置为与所述第一和第二处理模块对接的成角度侧。

14.根据权利要求12所述的衬底处理工具,其中,所述真空传送模块的所述第一侧和所述第二侧是倒角形的。

15.根据权利要求14所述的衬底处理工具,其还包括布置在(i)所述第一侧和(ii)所述第一和所述第二处理模块之间的适配器板,其中所述适配器板包括被配置为与所述真空传送模块的所述第一侧对接的成角度侧和被配置为与所述第一和第二处理模块对接的平坦侧。

16.一种衬底处理工具,其包括:

位于处理模块内部的机械换位器,其中所述处理模块包括多个处理站,并且其中所述机械换位器包含:

具有第一端部执行器、第二端部执行器和第一轴的第一臂,其中所述第一臂被配置为在所述处理模块内部在所述第一轴上旋转以(i)在所述多个处理站中的每一个处将所述第一臂的所述第一端部执行器选择性地定位,并且(ii)在所述多个处理站中的每一个处将所述第一臂的所述第二端部执行器选择性地定位;和

具有第三端部执行器、第四端部执行器和第二轴的第二臂，其中所述第一轴和所述第二轴是同轴的，其中所述第二臂被配置为在所述处理模块内部在所述第二轴上旋转以(i)在所述多个处理站中的每一个处将所述第二臂的所述第三端部执行器选择性地定位，并且(ii)在所述多个处理站中的每一个处将所述第二臂的所述第四端部执行器选择性地定位，

其中所述第二臂被配置成经由所述第二轴独立于所述第一臂升高和降低并且其中所述第二臂被进一步配置成经由所述第二轴独立于所述第一臂旋转。

优化的低能量/高生产率沉积系统

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于2017年1月23日提交的美国临时申请No.62/449,325的权益。以上引用的申请的全部公开内容通过引用并入本文。

技术领域

[0003] 本公开涉及衬底处理系统的处理模块内的衬底的传送。

背景技术

[0004] 这里提供的背景描述是为了一般地呈现本公开的背景的目的。目前所命名的发明人的工作,在该背景技术部分以及本说明书的在申请时不会以其他方式被认为是现有技术的方面中所描述的程度上,既不明确地也不隐含地被承认是针对本公开的现有技术。

[0005] 衬底处理系统可以用于执行诸如半导体晶片之类的衬底的沉积、蚀刻和/或其他处理。在处理期间,将衬底布置在衬底处理系统的处理室中的衬底支撑件上。包括一种或多种前体的气体混合物被引入到处理室中,并且等离子体可以被激励以激活化学反应。衬底处理系统可以包括布置在制造室内的多个衬底处理工具。每个衬底处理工具可以包括多个处理模块。

[0006] 现在参考图1,示出了示例衬底处理工具100的俯视图。衬底处理工具100包括多个处理模块104。处理模块104中的每一个可以被配置为在衬底上执行一个或多个相应的处理。待处理的衬底通过设备前端部模块(EFEM)108的加载站的端部口加载到衬底处理工具100中,然后被传送到处理模块104中的一个或多个中。例如,衬底可以从EFEM 108经由一个或多个EFEM机械手116传送到加载锁112。真空传送模块(VTM)120包括一个或多个VTM机械手124,其被配置成将衬底传送进出处理模块104。例如,衬底可以被连续加载到处理模块104中的每一个中。

[0007] 在一个示例中,处理模块104对应于四站处理模块(QSM)。QSM可以包括在单个室内(即在处理模块104的处理室132内)的四个处理站128。衬底136经由加载站140被加载到处理模块104中。例如,衬底136经由VTM 120与处理模块104之间的各个槽144在VTM 120与加载站140之间被传送。机械换位器148(即换位机构)顺序旋转处理站128之间的衬底136。如图所示,机械换位器148对应于十字形的轴。例如,衬底136可以从VTM 120传送到对应于加载站140(标记为“1”)的处理站128,在标记为“2”、“3”和“4”的处理站140之间顺序地旋转,然后返回到加载站140以从处理模块104去除。系统控制器152可以控制工具的各种操作,包括但不限于机械手116和124的操作,换位器148的旋转等等。

发明内容

[0008] 一种用于衬底处理工具的机械换位器包括:各自具有第一端部执行器和第二端部执行器的第一臂和第二臂。所述第一臂被配置为在第一轴上旋转以在所述衬底处理工具的多个处理站处将所述第一臂的所述第一端部执行器选择性地定位,并且在所述衬底处理工

具的所述多个处理站处将所述第一臂的所述第二端部执行器选择性地定位。所述第二臂被配置为在第二轴上旋转以在所述衬底处理工具的所述多个处理站处将所述第二臂的所述第一端部执行器选择性地定位，并且在所述衬底处理工具的所述多个处理站处将所述第二臂的所述第二端部执行器选择性地定位。所述多个处理站中的至少一个处理站对应于所述衬底处理工具的加载站。所述第一臂被配置成独立于所述第二臂旋转，使得在所述第二臂的所述第一端部执行器或所述第二端部执行器定位在所述加载站的同时，所述第一臂的所述第一端部执行器或所述第二端部执行器定位在所述加载站。

[0009] 在其他特征中，所述第一轴和所述第二轴是同轴的。所述第一臂和所述第二臂中的每一个被配置成相对于所述衬底处理工具的所述多个处理站升高和降低。所述第二轴设置在所述第一轴内。

[0010] 在其他特征中，所述第一臂和所述第二臂能旋转成第一构造。在所述第一构造中，所述第一臂的所述第一端部执行器和所述第二端部执行器分别位于所述多个处理站的第一处理站和第三处理站处，并且所述第二臂的所述第一端部执行器和所述第二端部执行器分别位于所述多个处理站的第二处理站和第四处理站处。所述第一臂和所述第二臂能旋转成第二构造。在所述第二构造中，所述第一臂的所述第一端部执行器和所述第二端部执行器分别位于所述多个处理站的所述第一处理站和所述第三处理站处，并且所述第二臂的所述第一端部执行器和所述第二端部执行器分别位于所述多个处理站的所述第三处理站和所述第一处理站处。

[0011] 在其他特征中，所述第一处理站对应于所述衬底处理工具的所述加载站。所述第一处理站和所述第三处理站设置在所述衬底处理工具的相对的角部，而所述第二处理站和所述第四处理站设置在所述衬底处理工具的相对的角部。

[0012] 在其他特征中，所述第一臂和所述第二臂能旋转成第一构造。在所述第一构造中，所述第一臂的所述第一端部执行器和所述第二端部执行器分别位于所述多个处理站的第一处理站和第四处理站处，并且所述第二臂的所述第一端部执行器和所述第二端部执行器分别位于所述多个处理站的第二处理站和第三处理站处。所述第一臂和所述第二臂能旋转成第二构造。在所述第二构造中，所述第一臂的所述第一端部执行器和所述第二端部执行器分别位于所述多个处理站的所述第一处理站和所述第四处理站处，并且所述第二臂的所述第一端部执行器和所述第二端部执行器分别位于所述多个处理站的所述第四处理站和所述第一处理站处。

[0013] 在其他特征中，所述第一处理站和所述第四处理站设置在所述衬底处理工具的第一侧上，并且所述第二处理站和所述第三处理站设置在所述衬底处理工具的与所述第一侧相对的第二侧上。所述第一处理站和所述第四处理站对应于所述衬底处理工具的加载站。

[0014] 在其他特征中，一种衬底处理工具包括：真空传送模块和耦合到所述真空传送模块的多个处理模块。所述多个处理模块中的至少一个包括所述机械换位器。所述多个处理模块包括耦合到所述真空传送模块的第一侧的第一和第二处理模块以及耦合到所述真空传送模块的第二侧的第三和第四处理模块。

[0015] 在其他特征中，适配器板布置在所述第一侧和所述第一和所述第二处理模块之间。所述适配器板包括被配置成与所述真空传送模块的所述第一侧对接的平坦侧和被配置为与所述第一和第二处理模块对接的成角度侧。

[0016] 在其他特征中，所述真空传送模块的所述第一侧和所述第二侧是倒角形的。适配器板布置在所述第一侧和所述第一和所述第二处理模块之间。所述适配器板包括被配置为与所述真空传送模块的所述第一侧对接的成角度侧和被配置为与所述第一和第二处理模块对接的平坦侧。

[0017] 具体而言，本发明的一些方面可以阐述如下：

[0018] 1.一种用于衬底处理工具的机械换位器，所述机械换位器包括：

[0019] 具有第一端部执行器和第二端部执行器的第一臂，其中所述第一臂被配置为在第一轴上旋转以(i)在所述衬底处理工具的多个处理站处将所述第一臂的所述第一端部执行器选择性地定位，并且(ii)在所述衬底处理工具的所述多个处理站处将所述第一臂的所述第二端部执行器选择性地定位；和

[0020] 具有第一端部执行器和第二端部执行器的第二臂，其中所述第二臂被配置为在第二轴上旋转以(i)在所述衬底处理工具的所述多个处理站处将所述第二臂的所述第一端部执行器选择性地定位，并且(ii)在所述衬底处理工具的所述多个处理站处将所述第二臂的所述第二端部执行器选择性地定位，

[0021] 其中所述多个处理站中的至少一个处理站对应于所述衬底处理工具的加载站，并且

[0022] 其中所述第一臂被配置成独立于所述第二臂旋转，使得在所述第二臂的所述第一端部执行器或所述第二端部执行器定位在所述加载站的同时，所述第一臂的所述第一端部执行器或所述第二端部执行器定位在所述加载站。

[0023] 2.根据条款1所述的机械换位器，其中所述第一轴和所述第二轴是同轴的。

[0024] 3.根据条款1所述的机械换位器，其中，所述第一臂和所述第二臂中的每一个被配置成相对于所述衬底处理工具的所述多个处理站升高和降低。

[0025] 4.根据条款1所述的机械换位器，其中，所述第二轴设置在所述第一轴内。

[0026] 5.根据条款1所述的机械换位器，其中：

[0027] 所述第一臂和所述第二臂能旋转成第一构造；并且

[0028] 在所述第一构造中，(i)所述第一臂的所述第一端部执行器和所述第二端部执行器分别位于所述多个处理站的第一处理站和第三处理站处，并且(ii)所述第二臂的所述第一端部执行器和所述第二端部执行器分别位于所述多个处理站的第二处理站和第四处理站处。

[0029] 6.根据条款5所述的机械换位器，其中：

[0030] 所述第一臂和所述第二臂能旋转成第二构造；并且

[0031] 在所述第二构造中，(i)所述第一臂的所述第一端部执行器和所述第二端部执行器分别位于所述多个处理站的所述第一处理站和所述第三处理站处，并且(ii)所述第二臂的所述第一端部执行器和所述第二端部执行器分别位于所述多个处理站的所述第三处理站和所述第一处理站处。

[0032] 7.根据条款6所述的机械换位器，其中所述第一处理站对应于所述衬底处理工具的所述加载站。

[0033] 8.根据条款6所述的机械换位器，其中(i)所述第一处理站和所述第三处理站布置在所述衬底处理工具的相对的角部，而(ii)所述第二处理站和所述第四处理站布置在所述

衬底处理工具的相对的角部。

[0034] 9.根据条款1所述的机械换位器，其中：

[0035] 所述第一臂和所述第二臂能旋转成第一构造；并且

[0036] 在所述第一构造中，(i)所述第一臂的所述第一端部执行器和所述第二端部执行器分别位于所述多个处理站的第一处理站和第四处理站处，并且(ii)所述第二臂的所述第一端部执行器和所述第二端部执行器分别位于所述多个处理站的第二处理站和第三处理站处。

[0037] 10.根据条款9所述的机械换位器，其中：

[0038] 所述第一臂和所述第二臂能旋转成第二构造；并且

[0039] 在所述第二构造中，(i)所述第一臂的所述第一端部执行器和所述第二端部执行器分别位于所述多个处理站的所述第一处理站和所述第四处理站处，并且(ii)所述第二臂的所述第一端部执行器和所述第二端部执行器分别位于所述多个处理站的所述第四处理站和所述第一处理站处。

[0040] 11.根据条款10所述的机械换位器，其中(i)所述第一处理站和所述第四处理站设置在所述衬底处理工具的第一侧上，并且(ii)所述第二处理站和所述第三处理站设置在所述衬底处理工具的与所述第一侧相对的第二侧上。

[0041] 12.根据条款10所述的机械换位器，其中所述第一处理站和所述第四处理站对应于所述衬底处理工具的加载站。

[0042] 13.一种衬底处理工具，其包括：

[0043] 真空传送模块；和

[0044] 耦合到所述真空传送模块的多个处理模块，其中所述多个处理模块中的至少一个包括根据条款1所述的机械换位器。

[0045] 14.根据条款13所述的衬底处理工具，其中所述多个处理模块包括耦合到所述真空传送模块的第一侧的第一和第二处理模块以及耦合到所述真空传送模块的第二侧的第三和第四处理模块。

[0046] 15.根据条款14所述的衬底处理工具，其还包括布置在(i)所述第一侧和(ii)所述第一和所述第二处理模块之间的适配器板，其中所述适配器板包括被配置成与所述真空传送模块的所述第一侧对接的平坦侧和被配置为与所述第一和第二处理模块对接的成角度侧。

[0047] 16.根据条款14所述的衬底处理工具，其中，所述真空传送模块的所述第一侧和所述第二侧是倒角形的。

[0048] 17.根据条款16所述的衬底处理工具，其还包括布置在(i)所述第一侧和(ii)所述第一和所述第二处理模块之间的适配器板，其中所述适配器板包括被配置为与所述真空传送模块的所述第一侧对接的成角度侧和被配置为与所述第一和第二处理模块对接的平坦侧。

[0049] 根据详细描述、权利要求和附图，本公开的其他适用领域将变得显而易见。详细描述和具体示例仅意图用于说明的目的，并不旨在限制本公开的范围。

附图说明

[0050] 根据详细描述和附图将更充分地理解本公开,其中:

[0051] 图1是衬底处理工具的示例。

[0052] 图2A示出了具有X形构造的机械换位器的第一示例性处理模块。

[0053] 图2B示出了具有处于第二构造的机械换位器的第一示例性处理模块。

[0054] 图2C是第一示例性处理模块的侧视图。

[0055] 图2D是机械换位器的侧视图。

[0056] 图3A示出了具有处于X形构造的机械换位器的第二示例性处理模块。

[0057] 图3B示出了具有处于第二构造的机械换位器的第二示例性处理模块。

[0058] 图3C是第二示例性处理模块的侧视图。

[0059] 图3D显示了X形构造的机械换位器。

[0060] 图3E示出了第二构造的机械换位器。

[0061] 图4A示出了第一示例性衬底处理工具。

[0062] 图4B示出了第二示例性衬底处理工具。

[0063] 图4C示出了示例性传送机械手。

[0064] 图4D示出了用于衬底处理工具的示例性适配器板。

[0065] 图4E示出了第三示例性衬底处理工具。

[0066] 图5示出了用于操作衬底处理工具的机械换位器的第一示例性方法的步骤。

[0067] 图6示出了用于操作衬底处理工具的机械换位器的第二示例性方法的步骤。

[0068] 在附图中,附图标记可以重复使用以标识类似和/或相同的元件。

具体实施方式

[0069] 衬底处理工具中的处理模块可以以多站式顺序处理模式操作。例如,可以在处理模块中的每个处理站中的衬底上仅执行整个处理的一部分。随着每个站中的处理时间减少和/或处理模块在衬底上执行更多数量的处理,与通过机械换位器旋转和传送衬底相关的延迟成为每个衬底在处理模块中保持的总时间的较大部分。在一示例中,衬底被顺序地传送到对应于加载站的处理站。换位器在每次传送之后旋转直到在四个处理站中的每一个中的换位器上布置衬底。然后可以在每个衬底上执行处理。

[0070] 根据本公开的原理的衬底处理和传送系统和方法实施被配置为减少衬底传送时间的传送模块(例如,真空传送模块或VTM)、处理模块和机械转位器。例如,VTM被配置为将两个或更多(例如四个)衬底加载到处理模块中,并且每次传送从处理模块取回两个或更多个衬底。

[0071] 在一个示例中,机械换位器包括两个可独立旋转的臂,每个臂具有第一端部和第二端部(例如端部执行器)。换位器可以选择性地布置成第一“X”形构造。在X形构造中,每个端部可以与处理模块中的相应处理站对准。例如,第一臂的第一和第二端部可以与对角相对的处理站1和3(或2和4)对准,而第二臂的第一和第二端部可以与对角相对的处理站2和4(或1和3)对准。在第二构造中,其中一个臂升高并旋转,使得第一臂和第二臂对准。在第二构造中,每个臂的第一端部和第二端部与站1和3或者站2和4对准。换句话说,在第二构造中,两个臂的相应端部可以竖直地堆叠在任何一个处理站。特别地,两个臂的相应端部可以

与加载站对准。

[0072] 因此，在该示例中，两个衬底可以被传送到处理模块和/或从处理模块传送(例如，使用具有被配置为一次传送两个衬底的垂直堆叠的端部执行器的VTM机械手)。两个臂可以被旋转，使得每个臂的相对端部与加载站对准，以将两个另外的衬底传送到处理模块和/或从处理模块传送。机械换位器然后可以被布置成第一X形构造，使得四个衬底中的每一个与不同的处理站对准。

[0073] 在另一个示例中，处理模块可以包括两个加载站。例如，加载站可以对应于与VTM相邻的处理站。在这个示例中，机械换位器包括第一和第二V形臂。换位器可以以第一X形构造布置。在X形构造中，第一V形臂的第一端部和第二端部可以与处理站1和4(或处理站2和1、3和2或者4和3)对准，而第二V形臂的第一和第二端部可以与处理站2和3(或处理站3和4、4和1或1和2)对准。在第二构造中，其中一个臂升高并旋转，使得第一臂和第二臂对准。在第二构造中，每个臂的第一和第二端部与例如站1和4对准，站1和4可对应于加载站。换言之，在第二构造中，两个臂的各个端部可以垂直地堆叠在加载站中。

[0074] 因此，在该示例中，可以将四个衬底传送到处理模块和/或从处理模块传送(例如，使用两个VTM机械手，每个VTM机械手具有被配置为一次传送两个衬底的垂直堆叠的端部执行器)。机械换位器然后可以布置成第一X形构造，使得四个衬底中的每一个与不同的处理站对准。

[0075] 如下面更详细地描述的，根据本公开的衬底处理和传送系统和方法可以减少能量消耗，减少与衬底处理相关联的开销时间，增加处理产量，增加每个工具的处理模块数量等。虽然描述关于具有4个处理站的处理模块，但本公开的原理也可以在具有其他数量的处理站(例如，2个、3个、5个、6个、7个、8个等)的处理模块中实现。

[0076] 现在参照图2A、2B、2C和2D，示出了根据本公开的原理的包括机械换位器204的示例性处理模块200。在该示例中，机械换位器204包括两个可独立旋转的臂208和212，每个臂具有第一端部和第二端部(例如端部执行器216、220、224和228)。换位器204在图2A中以第一X形构造布置，而在图2B中以第二构造布置。在X形构造中，第一臂208的端部执行器216和220分别位于处理站1和3的上方，而端部执行器224和228分别位于处理站2和4的上方。处理站1可以对应于可通过槽236访问的加载站232。

[0077] 在第二构造中，第二臂212可以被升高并旋转，使得第一臂208和第二臂212对准。例如，第一臂208可以耦合到第一轴240，并且第二臂212可以耦合到第二轴244，如图2D所示。第二轴244封闭在第一轴240内，并被配置成在第一轴240内选择性地升高和降低。因此，升高第二轴244使第二臂212相对于第一臂208升高，从而使得第二臂212能独立于第一臂208旋转。以这种方式，端部执行器216、220、224和228以及相应的衬底248可以在加载站232或处理站1-4中的任何一个中彼此被上/下定位。

[0078] 例如，第二臂212可以被旋转，使得第一臂208和第二臂212被布置在图2B所示的第二构造中。在第二构造中，端部执行器216和228均位于加载站232中。换言之，在第二构造中，端部执行器216和228竖直地堆叠在加载站232中。因此，布置在端部执行器216和228上的衬底248可以从处理模块200取回和/或新的(即未处理的)衬底可以通过槽236被加载到端部执行器216和228上。

[0079] 在一示例传送顺序中，第一臂208和第二臂212中的每一个都升高到第一高度以从

相应的处理站1-4抬起衬底248。例如，端部执行器216、220、224和228可以分别位于处理站1、2、3和4。第二臂212可以进一步升高到高于第一高度的第二高度。因此，第二臂212可以被旋转(例如，如图2B中所示顺时针方向大约90度)，使得端部执行器228被定位在处理站1(即，加载站332)处。处理模块200外部的VTM机械手然后可以取回布置在端部执行器216和228中的每个上的衬底248。在一些示例中，VTM机械手用未处理的衬底交换处理后的衬底248。

[0080] 在卸载衬底248和/或将未处理的衬底加载到端部执行器216和228上之后，整个换位器204(即，第一臂208和第二臂212两者)可以旋转大约180度，同时保持第一臂208和第二臂212的相应的第一和第二高度。因此，旋转换位器204，使得端部执行器220和224定位在加载站232处。然后，VTM机械手可以从端部执行器220和224取回经处理的衬底248和/或将未处理的衬底加载到端部执行器220和224上。然后，第二臂212可相对于臂208旋转(例如，沿顺时针方向约90度)以将端部执行器224和228分别定位在处理站2和4处，而端部执行器216和220分别保留在处理站3和1处。然后可以降低第一臂208和第二臂212中的每一个，以将未处理的衬底定位在相应的处理站1-4中。其他示例性的传送顺序可以被实现。

[0081] 现在参考图3A、3B、3C、3D和3E，示出了根据本公开的原理的包括机械换位器304的另一示例性处理模块300。在该示例中，处理模块300包括两个加载站308和312以及对应的槽316和320。换位器304包括第一和第二V形臂324和328，每个V形臂具有第一和第二端部(例如端部执行器332、336、340和344)。换位器304在图3A和3D中以第一“X”形构造布置，而在图3B和3E中以第二构造布置。在X形构造中，端部执行器332和336分别位于处理站1和4上方，而端部执行器340和344分别位于处理站2和3上方。处理站1和4分别对应于加载站308和320。

[0082] 在第二构造中，第二臂328可以升高并旋转，使得第一臂324和第二臂328对准。例如，第一臂324和第二臂328可耦合到可独立旋转的轴348和352，所述轴348和352被构造为以与图2D中所述的操作第一和第二轴240和244的方式类似的方式操作。相应地，第二臂328可以被旋转，使得第一臂324和第二臂328被布置在图3B所示的第二构造中。在第二构造中，端部执行器332和344各自都位于加载站308中，并且端部执行器336和340各自位于加载站312中。例如，端部执行器332和344以及布置在其上的相应衬底356竖直地堆叠在加载站308中。相反地，端部执行器336和340以及布置在其上的相应衬底356竖直地堆叠在加载站312中。因此，衬底356可从处理模块300取回和/或新的(即，未处理的)衬底可以经由相应的槽316和320被加载到端部执行器332、344和336、340上。

[0083] 在一个示例性的传送顺序中，第一臂324和第二臂328中的每一个都升高到第一高度以从相应的处理站1-4举起衬底356。例如，端部执行器332、340、344和336可以分别位于处理站1、2、3和4。第二臂328可以进一步升高到高于第一高度的第二高度。因此，第二臂328可以被旋转(例如，如图3B所示的约180度)，使得端部执行器344和340分别定位在处理站1和2(即，加载站308和312)。处理模块300外部的VTM机械手然后可以取回布置在每个端部执行器332、340、344和336上的衬底356。在一些示例中，VTM机械手用未处理的衬底交换处理后的衬底356。

[0084] 在卸载衬底356和/或将未处理的衬底加载到端部执行器332、340、344和336之后，将第二臂328旋转大约180度以使换位器304返回到X形构造，同时保持第一臂324和第二臂

328各自的第一和第二高度。因此，端部执行器332、340、344和336分别位于处理站1、2、3和4。第一臂324和第二臂328然后可以下降到相应的处理站1-4上。其他示例性传送顺序可以被实现。

[0085] 现在参考图4A、4B和4C，示出了具有示例性传送机械手408-1、408-2和408-3(统称为传送机械手408)的示例性衬底处理工具400和404的俯视图。为了示例的目的，示出了处理工具400和404，而没有示出机械换位器。例如，如上所述，工具400和404中的每一个的相应处理模块412可以包括机械换位器204和机械换位器304中的任一个。

[0086] 真空传送模块(VTM)416和设备前端部模块(EFEM)420可各自包括传送机械手408中的一个。传送机械手408-1和408-2可具有相同或不同的构造。仅举例而言，传送机械手408-1包括具有两个竖直堆叠的端部执行器的单臂。相反，传送机械手408-2显示为具有两个臂，每个臂具有两个竖直堆叠的端部执行器，如图4C所示。VTM 416的机械手408选择性地将衬底往来于加载锁424传送以及在处理模块412之间传送。EFEM 420的机械手408-3将衬底进出EFEM 420以及往来于加载锁424传送。仅作为示例，机械手408-3可具有两个臂，每个臂具有单个端部执行器或两个竖直堆叠的端部执行器。

[0087] 工具400被配置成与例如四个处理模块412对接，每个处理模块412具有可经由相应的槽428访问的单个加载站。相反，工具404被配置为与三个处理模块412对接，每个处理模块412具有经由相应的槽432和436访问的两个加载站。如图所示，VTM 416的侧面440可以成角度(例如倒角)以促进与处理模块412的不同布置(例如，不同的量、间隔等)的耦合。

[0088] 例如，如图4A所示，VTM耦合到每个侧面440的两个处理模块412。相反地，VTM 416的形状还允许连接具有两个加载站的处理模块412。例如，可以提供具有两个槽432和436的适配器板444以容纳具有两个加载站的单个处理模块412，如图4B所示。如图所示，适配器板444具有被配置成与VTM 416的成角度的侧面440对接的第一成角度的侧面和被配置成与处理模块412对接的第二非成角度的(即，直的或平的)侧面。因此，VTM 416提供允许连接具有单个加载站的更大数量的处理模块412(即，增加工具400的每单位面积的处理站的数量)的灵活性，同时还允许使用具有如图4A所示的仅一个加载站或如图4B所示的两个加载站的处理模块412的灵活性。在其他示例中，VTM 416的侧面可以是非成角度的(即，直的或平的)。在这些示例中，工具400可以包括适配器板446，如图4D所示，适配器板446被配置为与两个处理模块412对接，每个处理模块412具有单个加载站。换句话说，代替将VTM 416的成角度侧面440转换成非成角度侧面，适配器板446将VTM 416的非成角度侧转换成成角度侧。

[0089] VTM 416的机械手408-2包括两个臂448和452，每个臂包括两个竖直堆叠的端部执行器456，总共四个端部执行器456。因此，每个臂448和452被配置为同时将两个衬底往处理模块412、加载锁424等中的相应一个传送和/或从处理模块412、加载锁424等中的相应一个传送。在图4A所示的示例中，机械手408-1可以在给定的传送中从处理模块412取回两个衬底以及将两个衬底加载到处理模块412中。相反，机械手408-2可以在给定的传送中从处理模块412取回四个衬底，并且将四个衬底加载到处理模块412中。

[0090] 系统控制器460可以控制衬底处理工具400和404的各种操作，包括但不限于机械手408的操作，处理模块412的相应换位器(例如对应于图2和图3的换位器204和304)的旋转等。

[0091] 在图4E所示的另一示例中，衬底处理工具464包括传送机械手468-1和468-2(统称

为传送机械手468)。为了示例的目的,示出了处理工具464,而没有示出机械换位器。例如,工具464的相应处理模块472可以包括如上所述的机械换位器204和机械换位器304中的任一个。

[0092] VTM 476和EFEM 480可各自包括传送机械手468中的一个。传送机械手468-1和468-2可具有相同或不同的构造。仅举例来说,传送机械手468-1被示出为具有两个臂,每个臂具有两个竖直堆叠的端部执行器,如图4C所示。VTM 476的机械手468-1选择性地将衬底往来于EFEM 480传送以及在处理模块472之间传送。EFEM 480的机械手468-2将衬底进出EFEM 480传送。仅举例而言,机械手468-2可具有两个臂,每个臂具有单个端部执行器或两个竖直堆叠的端部执行器。

[0093] 工具464被配置为与例如处理模块472中的四个对接,每个处理模块472具有可经由相应槽484访问的单个加载站。在该示例中,VTM 476的侧面488不成角度(即,侧面488基本上是直的或平的)。以这种方式,两个处理模块472(每个具有单个加载站)可以耦合到VTM 476的每个侧面488。因此,EFEM 480可以至少部分地布置在两个处理模块472以减少工具464的占用面积。

[0094] 如图5所示,用于操作衬底处理工具的机械换位器的第一示例方法500在504处开始(例如,如图2A、2B、2C和2D所示的机械换位器204)。仅举例而言,机械换位器的操作可以由诸如系统控制器460的控制器控制。在508处,机械换位器布置成第一X形构造,其中第一臂的第一端部和第二端部被定位在第一和第三处理站处,而第二臂的第一和第二端部处于第二和第四处理站处(例如,如图2A所示)。第一臂和第二臂的每个端部可以被定位成取回相应的经处理的衬底。在512处,第一臂和第二臂在相应的轴上升高,以从处理站举起衬底。在516处,旋转第二臂(例如,如图2B所示的沿顺时针方向旋转90度),使得第二臂的第二端部位于可对应于加载站的第一处理站处。在520处,机械手从位于第一处理站的第一臂的第一端部和第二臂的第二端部取回经处理的衬底。

[0095] 在524,机械手将未处理的衬底传送到位于第一处理站的第一臂的第一端部和第二臂的第二端部。在528处,旋转第一臂和第二臂(例如旋转180度),使得第一臂的第二端部和第二臂的第一端部各自定位在第一处理站处。在532处,机械手从第一臂的第一端部和第二臂的第二端部取回经处理的衬底。在536处,机械手将未处理的衬底传送到位于第一处理站的第一臂的第二端部和第二臂的第一端部。在540处,旋转第二臂(例如,顺时针方向旋转90度),使得第二臂的第一端部和第二端部位于第二和第四处理站处(即,机械换位器返回到第一X形构造)。在544处,降低第一和第二臂以将未处理的衬底定位到相应的处理站上。方法500在548处结束。

[0096] 如图6所示,用于操作衬底处理工具的机械换位器的第一示例方法600在604处开始(例如,如图3A、3B、3C、3D和3E所示的机械换位器304)。仅举例而言,机械换位器的操作可以由诸如系统控制器460的控制器控制。在608处,机械换位器布置成第一X形构造,其中第一臂的第一端部和第二端部被定位在第一和第四处理站处,而第二臂的第一和第二端部处于第二和第三处理站处(例如,如图3A所示)。第一臂和第二臂的每个端部可以被定位成取回相应的经处理的衬底。在612处,第一臂和第二臂在相应的轴上升高,以从处理站举起衬底。在616处,旋转第二臂(例如,如图3B所示的沿顺时针方向旋转180度),使得第二臂的第一和第二端部分别位于各自可对应于加载站的第四和第一处理站处。在620处,一个或多个

机械手从位于第一和第四处理站处的第一臂的第一和第二端部以及第二臂的第一和第二端部取回经处理的衬底。

[0097] 在624处，机械手将未处理的衬底传送到位于第一处理站和第四处理站处的第一臂的第一端部和第二端部以及第二臂的第一端部和第二端部。在628处，第二臂被旋转(例如180度)，使得第二臂的第一和第二端部定位在第二和第三处理站处(即，机械换位器返回到第一X形构造)。在632处，第一和第二臂被降低以将未处理的衬底定位到相应的处理站上。方法600在636处结束。

[0098] 前面的描述本质上仅仅是说明性的，并且决不意图限制本公开、其应用或用途。本公开的广泛教导可以以各种形式实现。因此，尽管本公开包括特定示例，但是本公开的真实范围不应当如此限制，因为在研究附图、说明书和所附权利要求时，其他修改将变得显而易见。应当理解，在不改变本公开的原理的情况下，方法中的一个或多个步骤可以以不同的顺序(或同时地)执行。此外，虽然每个实施方式在上面被描述为具有某些特征，但是关于本公开的任何实施方式描述的那些特征中的任何一个或多个可以在任何其他实施方式中实现和/或与任何其他实施方式的特征组合，即使该组合没有明确描述也如此。换句话说，所描述的实施方式不是相互排斥的，并且一个或多个实施方式彼此的置换保持在本公开的范围内。

[0099] 使用包括“连接”、“接合”、“耦合”、“相邻”、“邻近”、“在...之上”、“在...上方”、“在…下方”和“设置”的各种术语来描述元件之间(例如，在模块、电路元件、半导体层等之间)的空间和功能关系。除非明确地描述为“直接的”，否则当在上述公开中描述的第一和第二元件之间的关系时，该关系可以是其中在第一和第二元件之间不存在其他中间元件的直接关系，但是也可以是其中在第一和第二元件之间(在空间上或功能上)存在一个或多个中间元件的间接关系。如本文所使用的，短语“A、B和C中的至少一个”应当被解释为意味着使用非排他性逻辑或(OR)的逻辑(A或B或C)，并且不应被解释为表示“A中的至少一个，B中的至少一个和C中的至少一个”。

[0100] 在一些实现方式中，控制器是系统的一部分，所述系统可以是上述示例的一部分。这样的系统可以包括半导体处理设备，所述半导体处理设备包括一个或多个处理工具、一个或多个室、用于处理的一个或多个平台、和/或特定处理部件(晶片基座、气流系统等)。这些系统可以与用于在半导体晶片或衬底的处理之前、期间和之后控制其操作的电子器件集成。电子器件可以被称为“控制器”，其可以控制一个或多个系统的各种部件或子部件。根据处理要求和/或系统类型，控制器可以被编程以控制本文公开的任何处理，包括处理气体的输送、温度设置(例如加热和/或冷却)、压强设置、真空设置、功率设置、射频(RF)发生器设置、RF匹配电路设置、频率设置、流速设置、流体输送设置、位置和操作设置、晶片输送进出工具以及其他输送工具和/或连接到特定系统或与特定系统对接的加载锁。

[0101] 广义地说，控制器可以定义为具有接收指令、发出指令、控制操作、启用清洁操作、启用端部点测量等的各种集成电路、逻辑、存储器和/或软件的电子设备。集成电路可以包括存储程序指令的固件形式的芯片、数字信号处理器(DSP)、限定为专用集成电路(ASIC)的芯片、和/或一个或多个微处理器、或执行程序指令(例如，软件)的微控制器。程序指令可以是以各种单个的设置(或程序文件)的形式传送到控制器的指令，所述单个的设置(或程序文件)定义用于在半导体衬底上或为半导体晶片或系统执行特定处理的操作参数。在一些

实施方式中，操作参数可以是由工艺工程师定义的配方的一部分，以在一个或多个层、材料、金属、氧化物、硅、二氧化硅、表面、电路和/或晶片的管芯的制备过程中完成一个或多个处理步骤。

[0102] 在一些实现方式中，控制器可以是计算机的一部分或耦合到计算机，所述计算机与系统集成、耦合到系统、以其他方式联网到系统或这些的组合。例如，该控制器可以在“云”中，或在晶片厂(fab)主机计算机系统的全部或部分中，其使得能够对晶片处理进行远程访问。计算机可以实现对系统的远程访问以监控制备操作的目前进展，研究过去的制备操作的历史，从多个制备操作来研究趋势或性能标准，改变当前处理的参数，设置当前处理之后的处理步骤，或开始新的处理。在一些示例中，远程计算机(例如服务器)可以通过网络(其可以包括本地网络或因特网)向系统提供工艺配方。远程计算机可以包括使得能够输入或编程参数和/或设置的用户接口，然后将所述参数和/或设置从远程计算机传送到系统。在一些示例中，控制器以数据的形式接收指令，所述指令指定在一个或多个操作期间要执行的每个处理步骤的参数。应当理解，对于要执行的处理的类型和与控制器对接或由控制器控制的工具的类型，参数可以是特定的。因此，如上所述，控制器可以是分布式的，例如通过包括一个或多个联网在一起并朝着共同目的(例如，本文所述的处理和控制)而工作的离散控制器。用于这种目的的分布式控制器的示例是在与远程(例如在平台级或作为远程计算机的一部分)定位的一个或多个集成电路通讯的室上的一个或多个集成电路，它们结合以控制在室上的处理。

[0103] 示例性系统可以包括但不限于等离子体蚀刻室或模块、沉积室或模块、旋转冲洗室或模块、金属电镀室或模块、清洁室或模块、倒角边缘蚀刻室或模块、物理气相沉积(PVD)室或模块、化学气相沉积(CVD)室或模块、原子层沉积(ALD)室或模块、原子层蚀刻(ALE)室或模块、离子注入室或模块、轨道室或模块、以及在半导体晶片的制备和/或制造中可以关联上或使用的任何其他的半导体处理系统。

[0104] 如上所述，根据将由工具执行的一个或多个工艺步骤，控制器可以与一个或多个其它工具电路或模块、其他工具部件、群集工具、其它工具接口、相邻工具、邻近工具、位于整个工厂中的工具、主计算机、另一控制器、或在半导体制造工厂中将晶片容器往返工具位置和/或加载端部口输送的材料运输中使用的工具通信。

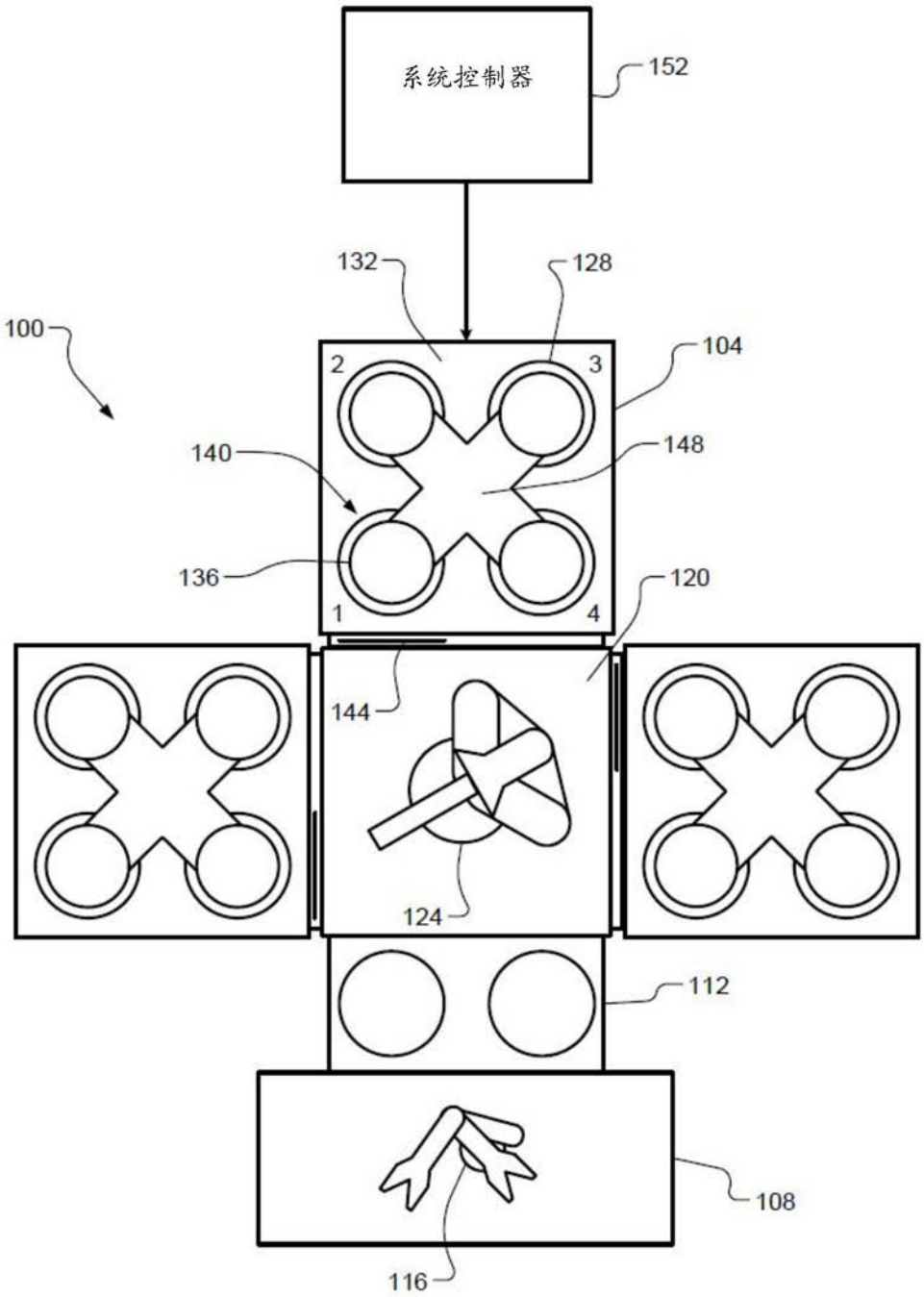

系统控制器
152
132
128
100
104
2
3
140
148
136
120
1
4
144
124
112
108
116

图1

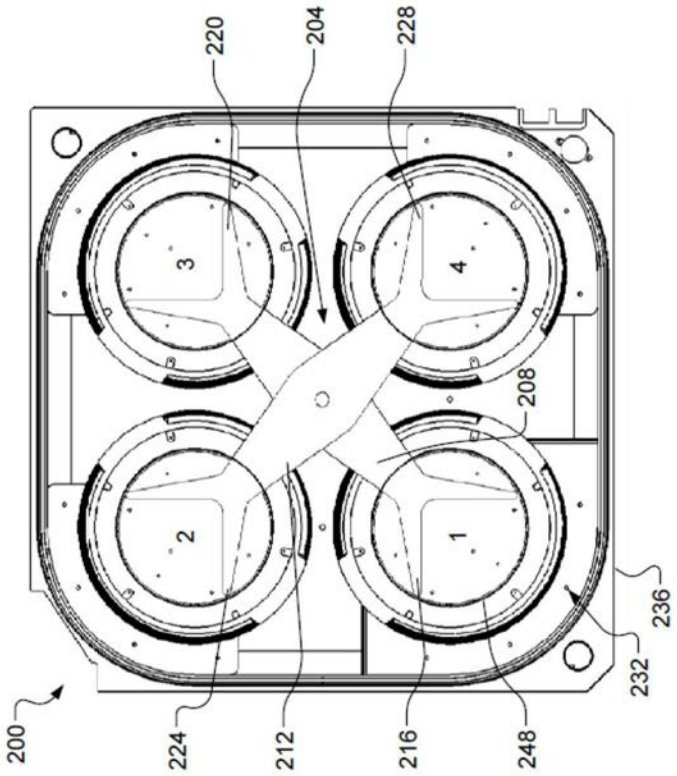

220
204
228
3
4
208
2
1
236
232
200
224
212
216
248

图2A

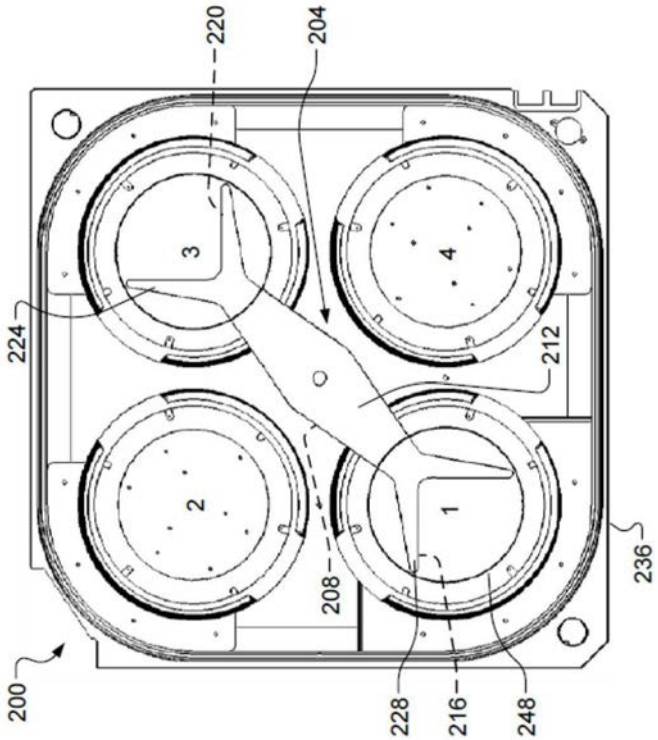

220
204
3
4
224
212
2
1
208
236
200
228
216
248

图2B

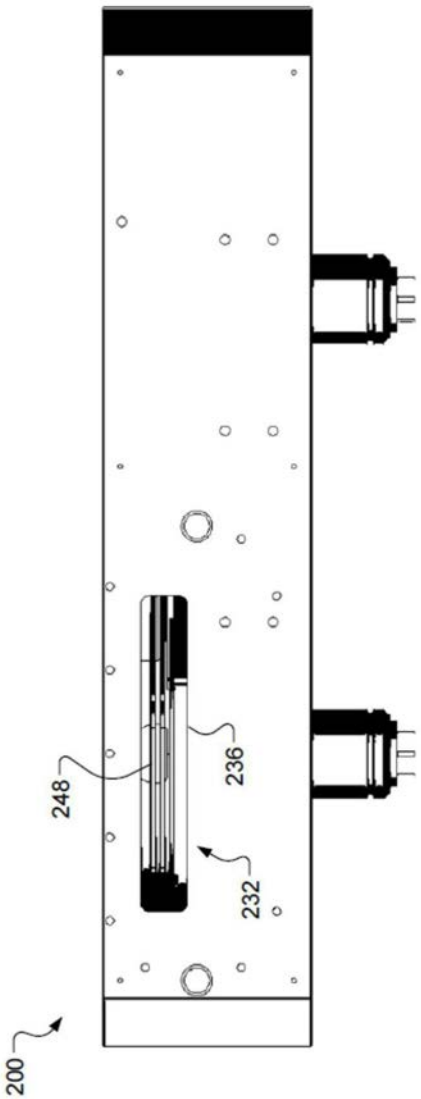


图2C

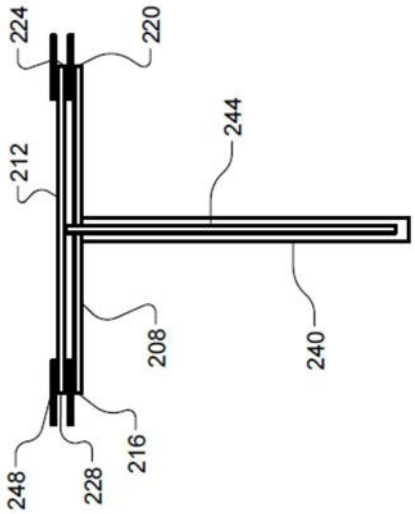

224
220
244
212
208
240
248
228
216

图2D

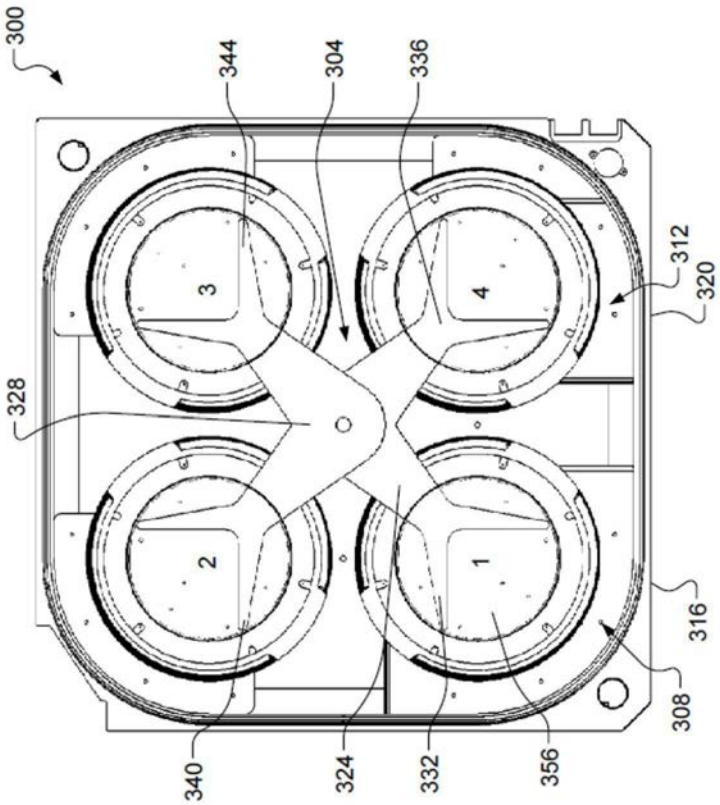

300
344
304
336
312
320
328
3
4
2
1
316
308
340
324
332
356

图3A

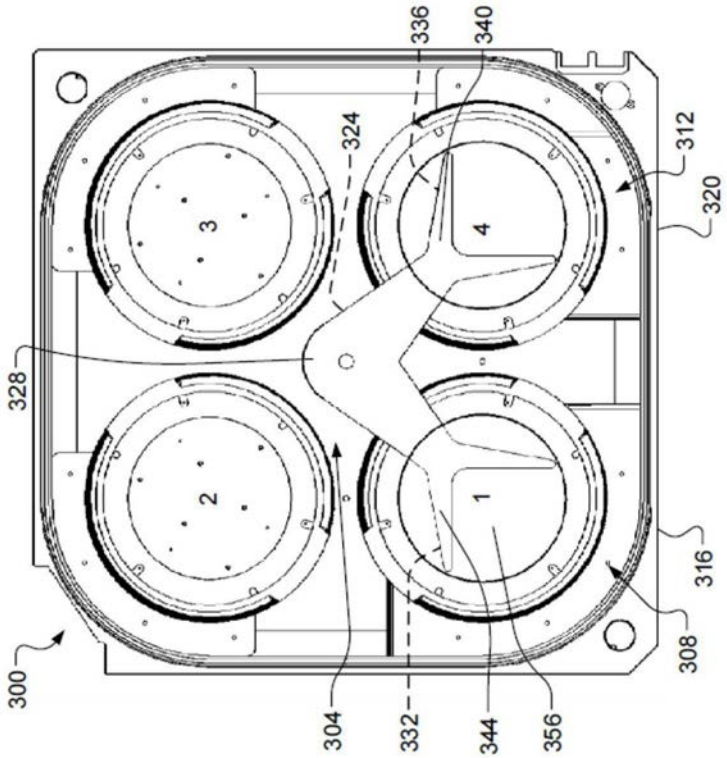


图3B

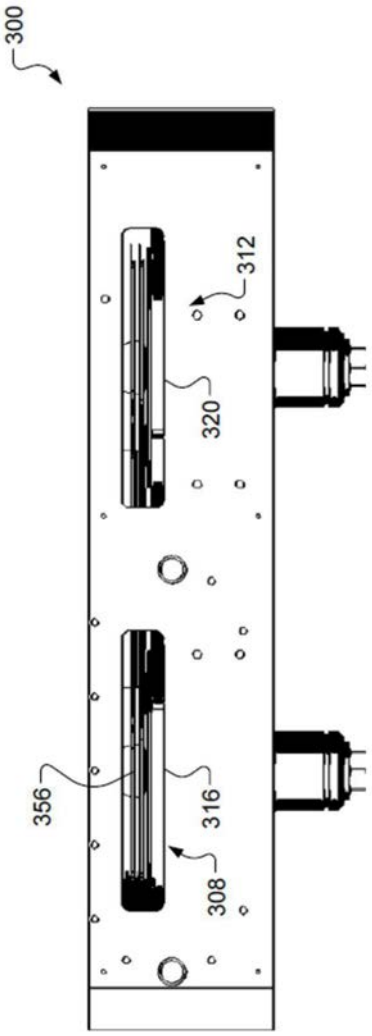


图3C

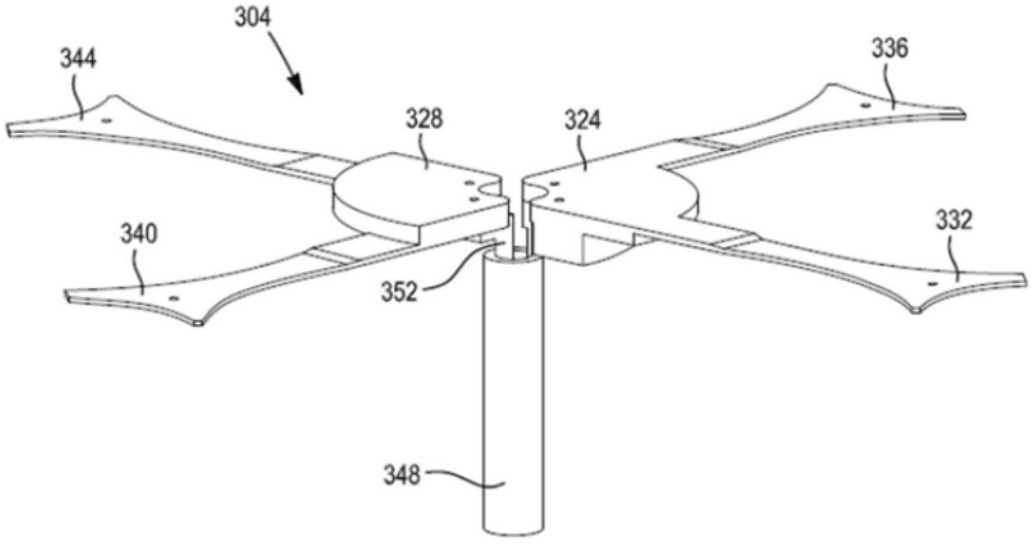


图3D

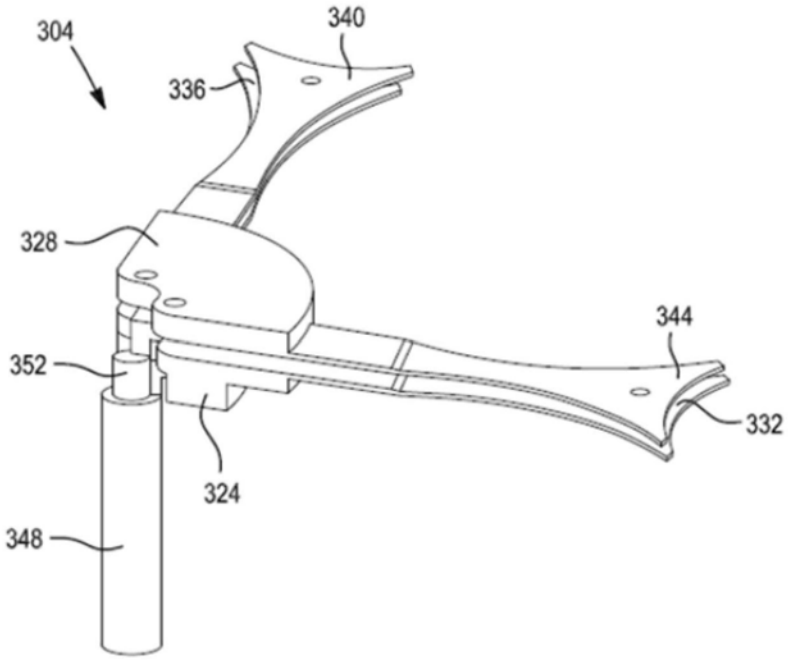

304
340
336
328
344
352
332
324
348

图3E

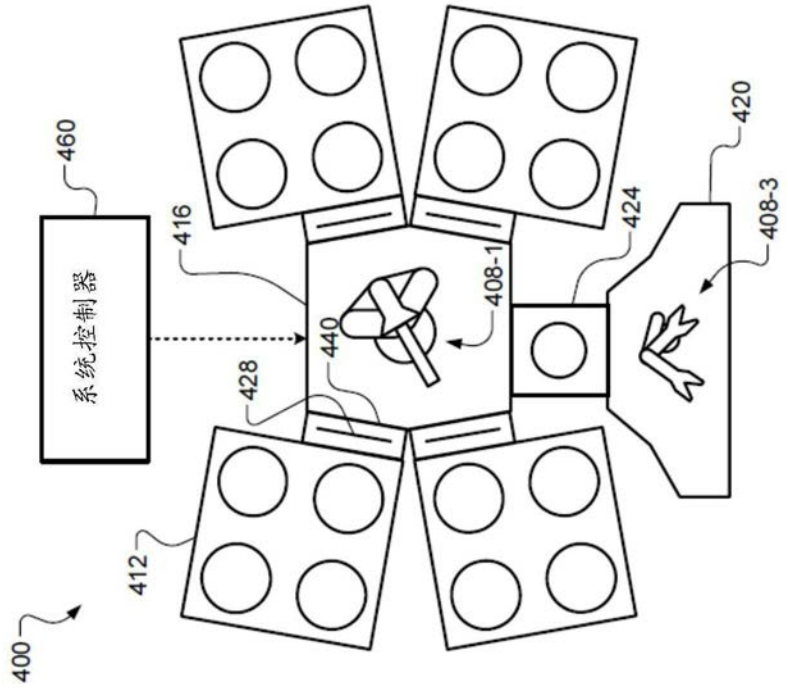

460
系统控制器
416
420
424
408-3
408-1
440
428
412
400

图4A

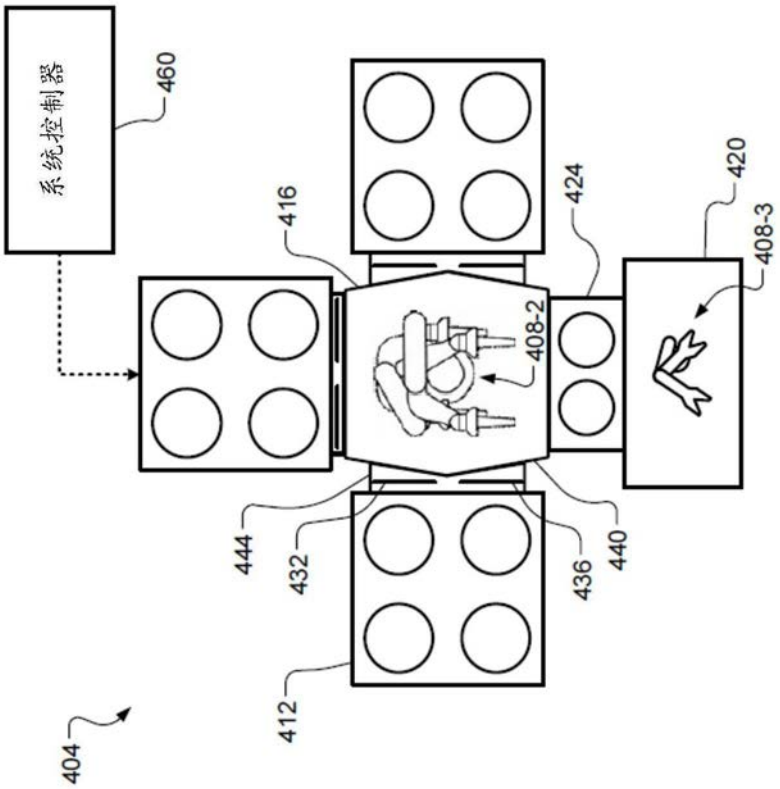


图4B

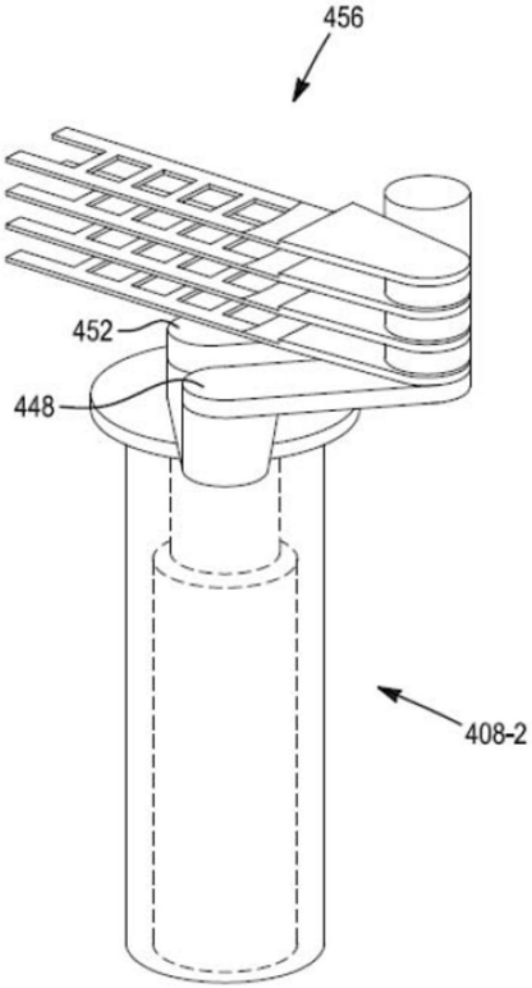


图4C

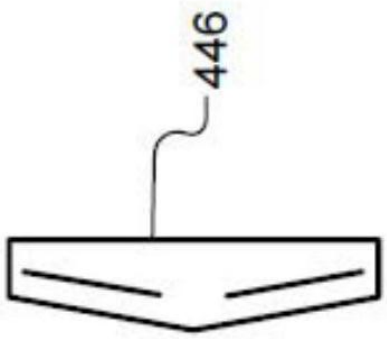


图4D

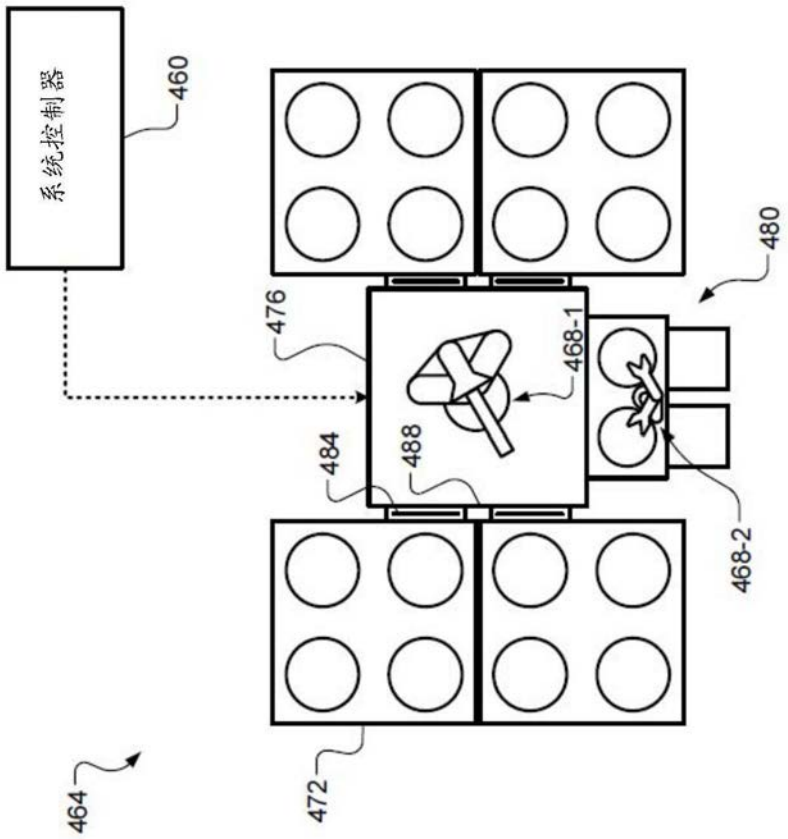


图4E

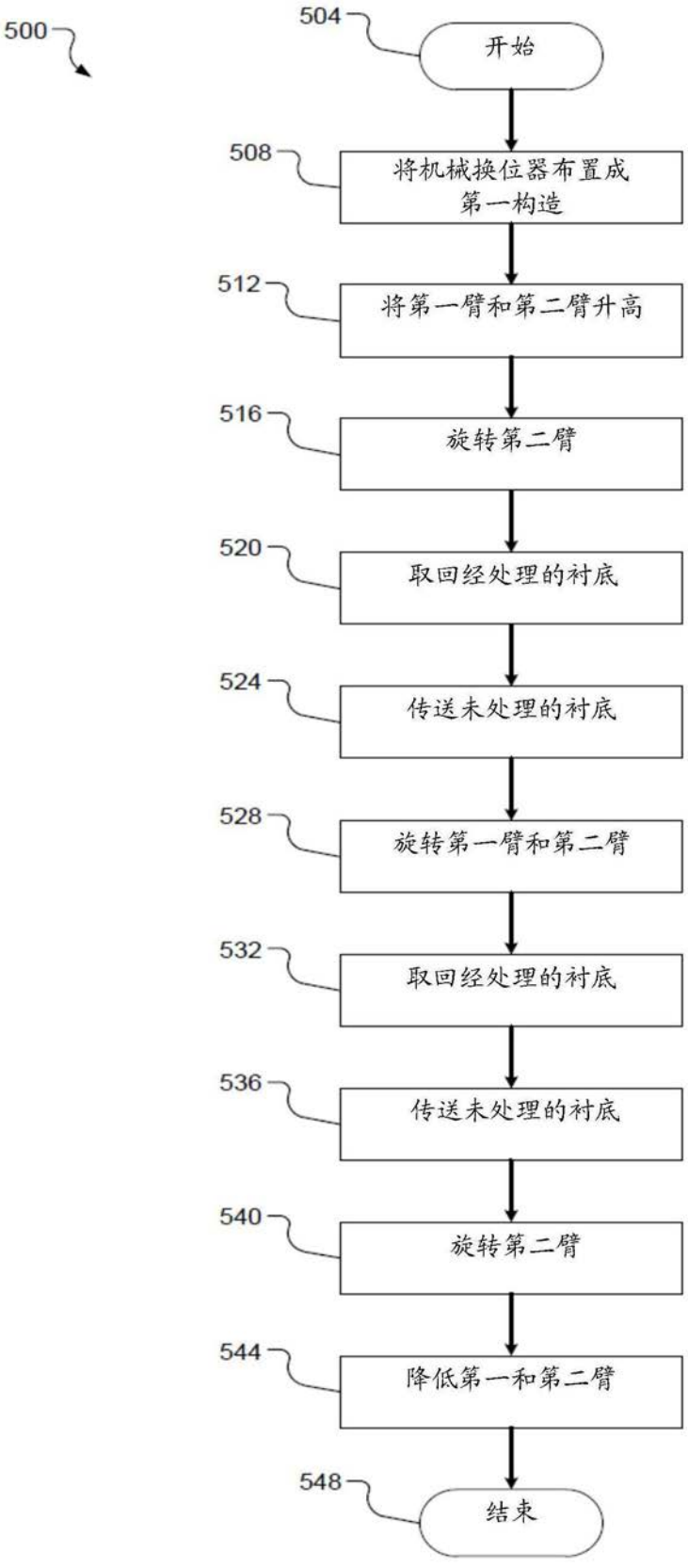

500
504
开始
508
将机械换位器布置成第一构造
512
将第一臂和第二臂升高
516
旋转第二臂
520
取回经处理的衬底
524
传送未处理的衬底
528
旋转第一臂和第二臂
532
取回经处理的衬底
536
传送未处理的衬底
540
旋转第二臂
544
降低第一和第二臂
548
结束

图5

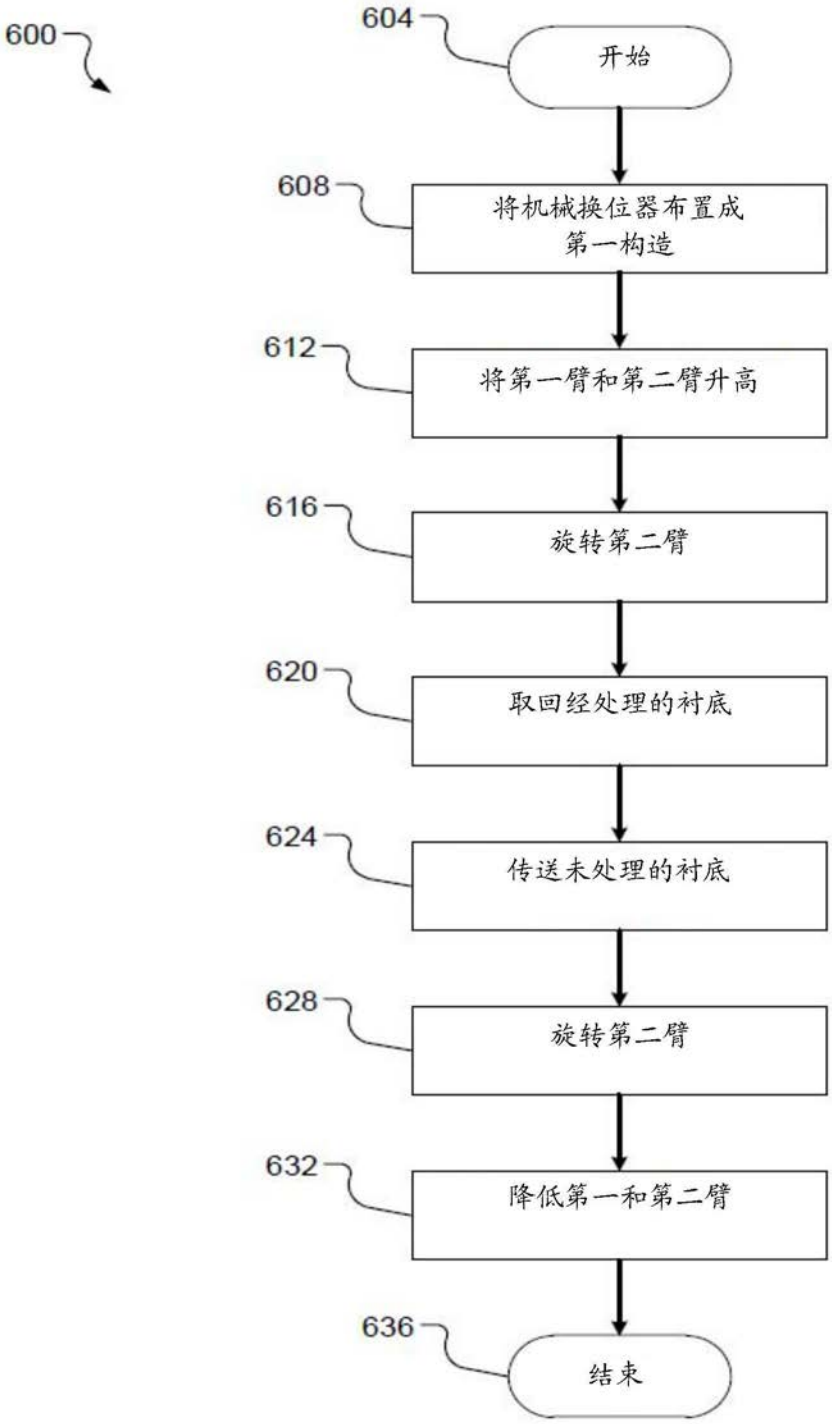

600
604
开始
608
将机械换位器布置成
第一构造
612
将第一臂和第二臂升高
616
旋转第二臂
620
取回经处理的衬底
624
传送未处理的衬底
628
旋转第二臂
632
降低第一和第二臂
636
结束

图6