



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 119677579 A

(43) 申请公布日 2025. 03. 21

(21) 申请号 202380025569.0

(22) 申请日 2023.03.03

(30) 优先权数据

PCT/EP2022/055638 2022.03.04 EP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2024.09.04

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2023/055472 2023.03.03

(87) PCT国际申请的公布数据

W02023/166193 DE 2023.09.07

(71) 申请人 伊孚森有限公司

地址 瑞士博特明根

(72) 发明人 亚历山大·霍利兰科

约翰·多普勒

(74) 专利代理机构 北京园田林慧知识产权代理

事务所(普通合伙) 11986

专利代理师 王彦慧

(51) Int.Cl.

B01F 31/22 (2006.01)

B01F 31/20 (2006.01)

B01F 35/42 (2006.01)

G12M 3/06 (2006.01)

权利要求书3页 说明书10页 附图10页

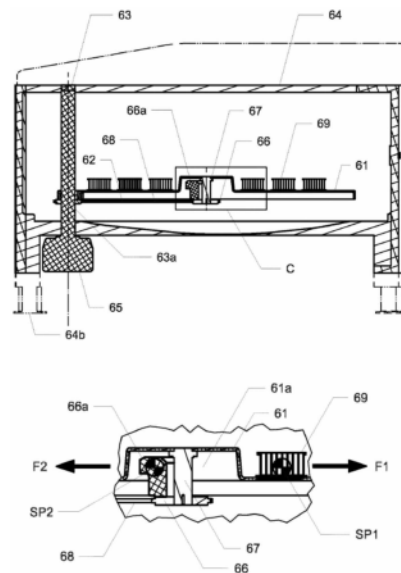
(54) 发明名称

用于摇动样品的装置

(57) 摘要

本发明涉及一种用于摇动样品的装置,其包括载体(62)和驱动元件(66),所述驱动元件围绕驱动轴可旋转地轴承安装在载体(62)上并且可由驱动器(65)驱动。此外,装置包括布置用于装载样品(69)的托盘(61),连接到托盘(61)并且偏心地轴承安装在驱动元件(66)上的托盘轴(67),以及附接到驱动元件(66)并且适于补偿在托盘(61)上具有限定载荷的装置操作期间发生的不平衡的配重(66a)。配重(66a)的重心相对于驱动元件(66)的驱动轴与托盘轴(67)相对地定位。配重(66a)的重心和托盘(61)以及托盘轴(67)和限定载荷的重心位于与驱动轴正交的不同平面中。当驱动元件(66)围绕驱动轴旋转时,由托盘(61)以及托盘轴(67)和限定载荷施加在驱动轴上的第一扭矩与由配重(66a)施加在驱动轴上的第二扭矩在量值上相等并且指向相反的方向。因此,配重(66a)以这样的方式适配,使得其补偿驱动轴上的静态和动态不平衡。因此,由于驱动器

(65)引起的托盘(61)的摇动频率达到至少1000rpm,特别是至少2000rpm。



1. 一种用于摇动样品的装置,其包括载体 (62),
驱动元件 (66),所述驱动元件围绕驱动轴可旋转地轴承安装在所述载体 (62) 上并且可由驱动器 (65) 驱动,
托盘 (61),所述托盘布置成用于装载样品 (69),
托盘轴 (67),所述托盘轴连接到所述托盘 (61) 并且偏心地轴承安装在所述驱动元件 (66) 上,
附接到所述驱动元件 (66) 的配重 (66a),所述配重适于补偿在所述托盘 (61) 上具有有限定载荷的所述装置的操作期间发生的不平衡,
其中所述配重 (66a) 的重心相对于所述驱动元件 (66) 的所述驱动轴与所述托盘轴 (67) 相对地定位,
其中所述配重 (66a) 的重心和所述托盘 (61) 以及所述托盘轴 (67) 和限定载荷的重心位于与所述驱动轴正交延伸的相同平面中,
其中,当所述驱动元件 (66) 围绕所述驱动轴旋转时,由所述托盘 (61) 以及所述托盘轴 (67) 和限定载荷施加在所述驱动轴上的第一扭矩与由所述配重 (66a) 施加在所述驱动轴上的第二扭矩在量值上相等并且指向相反的方向,
其中由于所述驱动器 (65) 引起的所述托盘 (61) 的摇动频率为至少1000rpm。
2. 根据权利要求1所述的装置,
其中所述配重 (66a) 适于使得其补偿所述驱动轴上的静态不平衡和动态不平衡。
3. 根据前述权利要求中的一项所述的装置,
其中所述配重 (66a) 是所述驱动元件 (66) 上唯一的配重,
特别是其中在所述驱动元件 (66) 的与所述托盘 (61) 相对的一侧上没有另外的配重。
4. 根据前述权利要求中的一项所述的装置,
其中所述托盘轴 (67) 居中地附接到所述托盘 (61)。
5. 根据前述权利要求中的一项所述的装置,
其中所述托盘 (61) 在所述托盘轴 (61) 的区域中具有突起 (61a),
其中所述配重 (66a) 至少部分地位于所述突起 (61a) 内。
6. 根据前述权利要求中的一项所述的装置,
其中所述配重 (66a) 具有0.1至1kg之间的质量,
特别是其中所述配重 (66a) 由金属制成。
7. 根据前述权利要求中的一项所述的装置,
其中所述驱动元件 (66) 上的所述托盘轴 (67) 的轴承的偏心距在0.5至3mm之间,特别是在1至2mm之间。
8. 根据前述权利要求中的一项所述的装置,
其中由于所述驱动器 (65) 引起的所述托盘 (61) 的摇动频率为至少1500rpm,特别是至少2000rpm或至少2500rpm。
9. 根据前述权利要求中的一项所述的装置,
其中所述托盘 (61) 具有矩形形状,
特别是其中所述托盘 (61) 具有50至100cm之间的长度,和/或

特别是其中所述托盘 (61) 具有30至70cm之间的宽度。

10. 根据前述权利要求中的一项所述的装置,

其中所述托盘 (61) 被固定以防止相对于所述载体 (62) 旋转。

11. 根据权利要求10所述的装置, 其还包括

第二驱动元件, 所述第二驱动元件轴承安装在所述载体 (62) 上, 以便可围绕第二驱动轴旋转并且可由所述驱动器 (65) 驱动, 特别是其中所述第二驱动元件经由齿形带连接到所述驱动元件 (66),

第二托盘轴, 所述第二托盘轴连接到所述托盘 (61) 并且偏心地轴承安装在所述第二驱动元件上,

附接到所述第二驱动元件的第二配重, 所述第二配重适于补偿在所述托盘 (61) 上具有限定载荷的所述装置的操作期间发生的不平衡,

其中所述第二配重的重心相对于所述第二驱动元件的所述第二驱动轴与所述第二托盘轴相对地定位,

其中所述第二配重的重心和所述托盘 (61) 以及所述第二托盘轴和限定载荷的重心位于与所述第二驱动轴正交延伸的相同平面中,

其中, 当所述第二驱动元件围绕所述第二驱动轴旋转时, 由所述托盘 (61) 以及所述第二托盘轴和限定载荷施加在所述第二驱动轴上的第三扭矩与由所述第二配重施加在所述第二驱动轴上的第四扭矩具有相同的量值并且指向相反的方向。

12. 根据权利要求10所述的装置,

其中所述托盘包括第一托盘部分 (111a) 和第二托盘部分 (111b),

其中所述第一托盘部分 (111a) 和所述第二托盘部分 (111b) 分别经由第一托盘轴 (117a) 和第二托盘轴 (117b) 偏心地轴承安装在第一驱动元件 (116a) 和第二驱动元件 (116b) 上, 所述第一托盘轴和所述第二托盘轴分别连接到所述第一托盘部分和所述第二托盘部分,

其中所述第一驱动元件 (116a) 和所述第二驱动元件 (116b) 可旋转地轴承安装在所述载体 (112) 上, 并且能够经由所述主驱动轴 (113) 驱动,

其中所述第一托盘部分和所述第二托盘部分通过挠性连接部、特别是通过线性引导件彼此连接。

13. 根据前述权利要求中的一项所述的装置,

其中所述驱动元件 (66) 包括用于经由带 (68) 驱动的带轮。

14. 根据前述权利要求中的一项所述的装置, 其还包括

可打开的壳体 (64), 所述可打开的壳体特别地布置成用于对所述壳体 (64) 的内部进行空气调节,

其中所述托盘 (61)、所述托盘轴 (67)、所述驱动元件 (66) 和所述载体 (62) 位于所述内部中。

15. 根据前述权利要求中的一项所述的装置, 其还包括

在所述壳体 (44) 的内部中的至少一个另外的托盘 (41、61), 特别是至少五个另外的托盘, 以及另外的托盘轴、另外的驱动元件、另外的配重和另外的载体,

其中所述驱动元件 (66) 和所述至少一个另外的驱动元件可经由主驱动轴 (43、63) 驱

动。

16. 根据权利要求14或15中的一项所述的装置，
其中所述驱动器(65)包括马达，用于特别是经由所述主驱动轴(63)驱动所述驱动元件(66)，以及如果存在的话，所述至少一个另外的驱动元件，
其中所述马达安装在所述壳体(64)的外部，
特别是其中所述壳体(64)的内部与所述马达热解耦。

用于摇动样品的装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于摇动样品的装置,特别是实验室摇床,特别是用于摇动和/或混合包含液体的样品。本发明有利于在液体培养基中培养细菌和细胞。

背景技术

[0002] 摇床用于以轨道运动摇动和/或混合容器中的液体,例如细胞培养物、生物燃料或血液样品。被摇动单元通常包括托盘,具有样品的容器(例如锥形瓶、试管或其他安瓿)位于所述托盘上。高摇动频率对于良好的混合是期望的。同时,高摇动频率使得氧能够从气相快速转移到液相,这有利于细胞培养物的良好生长。

[0003] 然而,特别是在高摇动频率下,在振动过程期间在旋转部件上,例如在驱动轴上和/或在托盘轴承安装在其上的驱动元件上发生相当大的不平衡。这种不平衡导致摇床在摇动过程期间的振动,从而导致噪声以及旋转部件与其轴承安装的轴承上的破坏力,这又导致磨损增加。在这方面,旋转部件上的不平衡限制了摇床在实践中连续操作的最大可实现摇动频率。因此,在常规摇床中培养细胞与在生物反应器中培养相比仅能够实现慢得多的生长和显著更少的生物质的产生。

[0004] EP 3479894 A1提出了一种摇床,其中具有托盘轴的托盘偏心地轴承安装在可驱动的中空轴中。在中空轴上设置配重以平衡由偏心质量分布引起的不平衡。然而,该配重(图2中的附图标记17)具有的缺点是其仅部分地补偿中空轴的不平衡,原因是其特别地仅补偿静态不平衡。

[0005] 因此任务是提供一种用于摇动样品的装置,其能够更好地混合样品和/或足够好地混合较大的样品。替代地,可以看到任务是提供一种用于摇动样品的装置,其适合于以高于1000rpm、特别是高于1500rpm、2000rpm或2500rpm的高摇动频率连续操作,例如以3mm直径的轨道运动。

发明内容

[0006] 该问题通过根据权利要求1所述的用于摇动样品的装置(所谓的摇床)来解决。样品特别是指包含液体的物质或物质的组合物,例如细胞培养物、生物燃料或血液样品。样品通常包含在容器中,例如试管或微量滴定板,所述容器又可以由容器保持器或支架保持。

[0007] 所述装置包括:

[0008] 载体:所述载体尤其设计成承载或支撑托盘。

[0009] 驱动元件,所述驱动元件轴承安装在所述载体上,使得其可以围绕驱动轴旋转并且可以由驱动器,例如由马达驱动:驱动元件可以包括例如中空轴或驱动盘。

[0010] 用于装载样品的托盘:特别地,托盘是平面元件,样品可以安装在所述平面元件上。有利地,托盘包括用于紧固具有样品的至少一个容器或用于紧固至少一个容器保持器或支架的紧固元件。

[0011] 托盘轴,所述托盘轴特别牢固地连接到所述托盘并且偏心地轴承安装在所述驱动

元件上:有利地,托盘轴居中地附接到托盘,特别是靠近托盘的重心或具有限定样品载荷的托盘的重心。术语“靠近”特别是指围绕重心的区域,直至托盘的长度和宽度的 $\pm 10\%$ 。由于中心附接,托盘轴(具有限定载荷)靠近重心支撑托盘。

[0012] 驱动元件上的托盘轴的(轴承的)偏心距是特别彼此平行延伸的托盘轴的旋转轴线和驱动元件的驱动轴线之间的距离。偏心距确定托盘(并且因此确定样品)在摇动期间的偏转。特别地,驱动元件上的托盘轴的轴承的偏心距可以在0.5至3mm之间,尤其是在1至2mm之间。这导致托盘的偏转,所述托盘适于摇动较小容器(例如试管或微量滴定板)中的样品。

[0013] 由于驱动引起的托盘的可实现摇动频率为至少1000rpm,特别是至少1500rpm、至少2000rpm或至少2500rpm。该高摇动频率不能用先前的摇床实现,特别是由于不平衡。该范围内的摇动频率导致样品的良好混合,尤其是在较小的容器中,例如试管和微量滴定板,特别是体积高达1ml。此外,在该范围内的摇动频率下,也可以实现较大样品的充分混合,特别是体积大于1ml,例如2ml,这在较低摇动频率下是不可能的。因此根据本发明的摇动装置可以用于培养更大量的细胞,例如在更高的容器中,这使得培养显著更有效。

[0014] 此外,装置包括附接到驱动元件的配重,所述配重适于补偿在托盘上具有限定载荷的装置操作期间发生的不平衡。具有样品的托盘的限定载荷特别地由质量(例如,样品数量乘以样品的平均质量加上容器和任何容器保持器的质量)以及托盘上的质量分布(例如,托盘上的样品、容器和任何容器保持器的重力分布或重心)来表征。为了良好地补偿不平衡,载荷的质量和分布或重心优选地仅微不足道地偏离限定值,即限定载荷。关于质量,这特别意味着相对于重心的至多 $\pm 25\%$ 的偏差,特别是至多3cm的偏差。

[0015] 不平衡特别地定义为其旋转轴线不对应于其主惯性轴线之一的旋转主体。特别是当旋转轴线不穿过主体的重心时,会发生静态不平衡。当旋转轴线不与主体的主惯性轴线之一重合,而是在重心处相对于主惯性轴线倾斜时,发生动态不平衡(也称为力矩不平衡)。通常,具有任何旋转轴线的主体表现出静态和动态不平衡。不平衡可以清楚地分解为静态分量和动态分量。静态分量导致旋转合力,而动态分量导致旋转合力扭矩。所产生的力和所产生的扭矩两者都随速度平方地增加。

[0016] 根据本发明,配重适于使得其补偿驱动轴上的静态和动态不平衡。有利地,配重是驱动元件上唯一的配重。特别地,在驱动元件的与托盘相对的一侧上没有另外的配重。这与摇床中的常规不平衡补偿不同:配重通常仅用于补偿静态不平衡,而需要另一配重来补偿动态不平衡。

[0017] 具有补偿驱动轴上的静态和动态不平衡的配重的装置具有若干优点:一方面,可以避免驱动轴上特别是其轴承上产生的扭矩。这导致更少的噪声排放和更少的磨损,尤其是在高摇动频率(特别是1000rpm和以上)下,使得装置的使用寿命增加。另一方面,装置可以紧凑地构建有(单个)配重,这对于具有彼此叠置的若干托盘的摇床是特别有利的。此外,高摇动频率,特别是大于1000、1500、2000或2500rpm的摇动频率,只能用所述的配重来实现。这又导致被摇动样品的更好混合和从气相到液相的更快氧转移,这使得样品中的细胞培养物能够良好生长。

[0018] 配重

[0019] 为了补偿静态和动态不平衡,配重的重心相对于驱动元件的驱动轴与托盘轴相对地定位。由于托盘的重量及其载荷经由托盘轴偏心地作用在驱动元件上,因此配重以这样

的方式附接到驱动元件,使得配重的重心相对于驱动轴与托盘轴相对。特别地,当驱动元件旋转时,配重的重心和托盘轴围绕驱动轴旋转。通过适当选择配重的质量和重心,可以补偿静态不平衡。

[0020] 另外,配重的重心和托盘以及托盘轴和限定载荷的重心一起处于与驱动轴正交的另一平面中。这防止了动态不平衡的发生。

[0021] 此外,当驱动元件围绕驱动轴旋转时,由托盘以及托盘轴和限定载荷施加在驱动轴上的第一扭矩与由配重施加在驱动轴上的第二扭矩在量值上相等并且指向相反的方向。以该方式,可以避免驱动元件上的静态和动态不平衡。

[0022] 在一个实施例中,托盘在托盘轴的区域中具有突起,配重至少部分地位于所述突起内。特别地,配重的重心位于突起内部。这具有的优点是通过托盘保护配重以及其他部件(例如,托盘轴和驱动元件)免受污染,例如,溢出或飞溅的样品。这使得在污染之后更容易清洁装置。同时,配重的突起和特定布置可以确保配重的重心和托盘以及托盘轴和限定载荷(如上所述)的重心在同一平面中。

[0023] 有利地,配重的质量在0.1至1kg之间,特别是在0.5至0.9kg之间。此外,配重可以由金属,特别是铸铁或不锈钢制成。由于其高密度,这种配重可以紧凑地确定尺寸并装配在突起中以节省空间。此外,这种配重仅需要安装在距驱动轴几厘米的距离处,特别是在1至5cm之间,例如在2至3cm之间,例如以补偿具有在0.5至3mm之间,特别是在1至2mm之间的上述有利偏心的不平衡,以及例如15、20或25kg的托盘上的载荷。

[0024] 在一个实施例中,托盘具有矩形形状。这允许节省空间地装载具有典型容器和容器保持器的托盘。特别地,托盘可以具有50至100cm之间的长度和/或30至70cm之间的宽度。这种托盘既适用于作为独立装置放置在例如实验室工作台上的台式摇床,也适用于具有彼此叠置的若干托盘的多摇床,所述托盘例如封闭在壳体中。

[0025] 托盘旋转锁定

[0026] 有利地,托盘被固定以防止相对于载体旋转,以便产生期望的轨道运动。否则,当驱动元件旋转时,托盘也将围绕驱动轴旋转。然而,摇动过程需要轨道运动,即托盘与载荷一起在圆形路径上的平移,这特别地由驱动元件上的托盘轴的轴承的偏心距给出。这种平移可以以各种方式实现。

[0027] 在一个实施例中,驱动元件具有用于经由带驱动的第一带轮。此外,装置包括第二驱动元件和第二托盘轴,所述第二托盘轴连接到托盘并且偏心地轴承安装在第二驱动元件上。用于补偿不平衡的配重也附接到第二驱动元件,如上所述。特别地,第二配重的重心相对于第二驱动元件的第二驱动轴与第二托盘轴相对定位。另外,第二配重的重心和托盘以及第二托盘轴和限定载荷的重心位于与第二驱动轴正交延伸的另一平面中。此外,当第二驱动元件围绕第二驱动轴旋转时,由托盘以及第二托盘轴和限定载荷施加在第二驱动轴上的第三扭矩与由第二配重施加在第二驱动轴上的第四扭矩在量值上相等并且指向相反的方向。有利地,第二驱动元件包括第二带轮,所述第二带轮经由齿形带连接到第一带轮并因此被驱动。有利地,托盘以与连同第一带轮的驱动元件上相同的偏心距轴承安装在第二驱动元件上,使得托盘通过第一带轮和第二带轮的同步驱动而被固定以防止旋转。

[0028] 在具有第一和第二带轮、第一和第二托盘轴以及第一和第二驱动元件的特别有利的实施例中,托盘包括第一托盘部分和第二托盘部分。第一托盘轴和第二托盘轴特别牢固

地连接到第一托盘部分和第二托盘部分,并且偏心地轴承安装在第一驱动元件和第二驱动元件上。为了防止托盘旋转,第一托盘部分和第二托盘部分通过线性引导件彼此连接。这种线性引导件特别设计成确保第一托盘部分和第二托盘部分可以沿着线性引导件的轴线相对于彼此移动,但不能相对于彼此旋转。换句话说,除了沿着线性引导件的轴线的平移自由度之外,线性引导件限制托盘部分相对于彼此的所有自由度。具有由线性引导件连接的两个托盘部分的实施例具有的优点是防止例如由单件式托盘的热膨胀引起的托盘轴的轴承上的破坏力。这又实现了摇床的更高摇动频率、更长操作时间和更平滑运行。

[0029] 替代地,托盘的旋转也可以通过另外包括挠性元件和/或铰接元件的装置来防止,所述挠性元件和/或铰接元件附接到载体或连接到载体的壳体,并且设计成引导托盘。有利地,挠性元件和/或铰接元件接合在托盘的边缘区域中。

[0030] 壳体

[0031] 在一个实施例中,装置另外包括可打开的壳体,其中托盘、托盘轴、驱动元件和载体位于壳体内的内部空间中。一方面,壳体可以用于将托盘和样品与装置的环境密封,例如,以防止飞溅的液体污染环境。另一方面,壳体可以设计成对内部进行空气调节。为此目的,装置可以包括气候控制元件,所述气候控制元件设置成控制壳体内部的温度和/或湿度。为此目的,特别是为了为样品创建理想的环境条件,气候控制元件可以包括例如可以附接到壳体的加热器、冷却器、加湿器和/或除湿器。为了可打开地关闭壳体并因此保持理想的环境条件,壳体有利地包括门,例如铰接门,特别是在壳体的前侧上。

[0032] 若干托盘

[0033] 在一个实施例中,装置包括在壳体内部的至少一个另外的托盘以及另外的托盘轴、另外的驱动元件、另外的配重和另外的载体。特别地,装置可以包括在壳体内部的至少五个另外的托盘以及另外的托盘轴、另外的驱动元件、另外的配重和另外的载体。这增加了装置的容量,即特别是可以同时摇动的样品的数量。有利地,驱动元件和至少一个另外的驱动元件或至少五个另外的驱动元件可以经由主驱动轴驱动。经由主驱动轴的公共驱动导致易于维护的紧凑设计。

[0034] 为了避免在若干托盘的情况下的不平衡,有利的是,附加驱动元件上的附加托盘轴的轴承的角位置偏离驱动元件上的托盘轴的轴承的角位置。否则,尤其是当托盘载荷很重时,不平衡可能作用在主驱动轴上并导致整个装置振动。

[0035] 特别是如果各种托盘轴的轴承的角位置彼此相差 $360^\circ/N$,则可以避免这种情况,其中N是装置中托盘的数量。这补偿了主驱动轴上的任何不平衡。

[0036] 驱动器

[0037] 在一个实施例中,驱动器包括马达,例如电动马达,用于驱动驱动元件和至少一个另外的驱动元件(如果存在的话)。特别地,马达可以经由齿轮箱联接到主驱动轴。

[0038] 有利地,如果存在马达,则马达安装在壳体的外部。将马达安装在壳体外部具有的优点是在马达的操作期间生成的热不会被引入壳体的内部。对于许多应用或样品,期望例如通过如上所述的气候控制器来控制温度和/或湿度。特别地,湿度保持接近露点,尤其是在80%至100%之间的相对湿度。然而,如果内部必须同时冷却,例如由于来自内部的发动机的热输入,则湿度在气候控制器或散热器处局部达到100%并冷凝出来。冷凝也是不期望的,原因是它可能导致外来细菌的不受控制的增殖,这可能对样品有害。特别地,壳体的内

部应当与马达热解耦。该问题通过安装在壳体外部的马达来解决。

[0039] 特别地,马达可以附接到壳体的下侧。这降低了装置的重心,从而增加了装置的稳定性,尤其是在高摇动频率下。主驱动轴有利地被引导通过壳体的下侧中的开口。

[0040] 应当注意,各种实施例也可以在技术上可行的情况下组合,由此可以实现协同效应和进一步的优点。

附图说明

[0041] 本发明的其他实施例、优点和应用从从属权利要求和参考附图的以下描述中是显而易见的。附图示出:

[0042] 图1a是根据本发明的一个实施例的用于摇动样品的装置的透视图;图1b是图1a的装置的俯视图;

[0043] 图2是根据现有技术的具有内部马达的用于摇动样品的装置的示意性截面;

[0044] 图3是根据本发明的一个实施例的具有外部马达的用于摇动样品的装置的示意性截面图;

[0045] 图4是具有若干托盘的根据本发明的装置的实施例的示意性侧视图;

[0046] 图5a是根据现有技术的用于摇动样品的装置的示意图,其中静态不平衡被补偿;图5b是其中补偿静态和动态不平衡的装置的示意图;

[0047] 图6a是根据一个实施例的用于摇动样品的装置的示意性竖直截面;图6b是图6a的区域C的详细视图。

[0048] 图7是根据本发明的实施例的托盘和配重的水平截面或俯视图;

[0049] 图8a、8b和8c是具有增加的摇动频率的容器中的液体样品的示意图;

[0050] 图9是根据一个实施例的通过轴承的示意性截面,托盘利用所述轴承安装在主驱动轴上;

[0051] 图10a是根据一个实施例的在图10b中放大示出的具有闩锁机构的枢转托盘的透视图;

[0052] 图11a、11b和11c以透视图(图11a)、示意性水平截面(图11b)和示意性竖直截面(图11c)示出了具有分裂托盘的实施例。

具体实施方式

[0053] 图1a和1b示出了根据一个实施例的用于摇动样品的装置,即所谓的摇床。图1a是装置的透视图,而图1b示出了俯视图。装置包括设计成装载样品的托盘11。托盘11轴承安装在载体12(在图1a和1b中不可见)上并由其支撑。载体12和托盘11可以围绕主驱动轴13枢转。为此目的,载体12经由轴承13a(例如滚珠轴承)连接到主驱动轴13。此外,托盘11在其边缘区域处具有开口11a,主驱动轴13穿过所述开口。开口11a大于主驱动轴13的直径,这取决于托盘的轴承的偏心距,特别是取决于摇动运动的偏转。

[0054] 托盘11有利地至少在其上侧(即面向样品的一侧)上包括例如由金属制成的易于清洁的表面。这使得能够实现装置的无菌操作。此外,托盘11可以具有850mm×470mm的标准尺寸。

[0055] 处于折叠状态11'的托盘11和主驱动轴13的至少一部分由壳体14封闭,所述壳体

包括用于打开和关闭的门14a。壳体14通常实现若干功能：第一，它形成静止框架，所述静止框架可以例如经由支脚14b放置在实验室中的桌子上或通常放置在基座上。托盘的摇动运动相对于该静止框架发生。第二，壳体提供对装置的环境的保护，例如，防止样品飞溅或溢出或防止蒸气，这对于有害样品或在无菌实验室中是特别期望的。第三，可以在壳体的内部设置受控条件，例如在温度和/或湿度方面，这对于许多样品是有利的。为此目的，装置可以包括用于内部的气候控制器（如上所述，图1a和1b中未示出）。

[0056] 在图1a和1b中，托盘示出为处于两个位置：一方面（标记为11）摆动出壳体14，另一方面（虚线，标记为11'）在操作状态下摆动到壳体中。在图中，两个位置之间的角为 90° 。然而，通常，至少 45° 的角已经是有利的，原因是它改善了托盘11和壳体14的内部的接近性。

[0057] 此外，在图1a和1b中可以看出，主驱动轴13在托盘的边缘区域或甚至角部区域中（特别是远离托盘的边缘小于托盘的长度和/或宽度的20%）的附接对于托盘的可枢转性和接近性是有利的。替代地，通过主驱动轴13在托盘11外部靠近其边缘区域延伸，特别是远离托盘的边缘小于托盘的长度或宽度的20%（图1a和1b中未示出），可以实现相同的优点。在该情况下，托盘11中的开口11a是多余的，并且载体12在水平方向上突出超过托盘11。通常，托盘离开壳体的可枢转性改善了样品的接近性。特别地，枢转托盘使得能够实现样品填充和移除过程的自动化，原因是例如机器人臂可以在计算机控制下更容易地操作装置。

[0058] 图2示出了根据现有技术的摇床的示意性截面图。托盘21由位于壳体24内部的马达25驱动。马达25在壳体24内部的布置具有的缺点是由马达25生成的热直接加热内部并因此加热位于其中的样品。然而，对于一些样品，需要对内部进行空气调节，特别是控制温度和/或湿度，例如通过空气调节控制器26。如上所述，这可能导致内部的水分冷凝，特别是在空调控制器26或冷却器上，这又可能损坏样品。内部马达25促成该问题，原因是由马达25生成的热必须通过空调控制器26从内部移除。

[0059] 图3示出了本发明的另一方面，其中示出了通过摇床的示意性截面。与图2（现有技术）相比，托盘31在此可以通过安装在壳体34外部的马达35经由主驱动轴33驱动。主驱动轴33与托盘31正交地延伸，并且大部分在壳体34内部，而主驱动轴33的较小部分在壳体外部延伸。马达35在壳体34下方的定位对于装置的低重心是有利的。

[0060] 安装在壳体外部的马达，特别是如图3中所示，通常具有的优点是，由马达产生的热不会被引入壳体的内部并且因此不会使其加热。这意味着需要较少的冷却功率来将内部保持在恒定温度。因此，较少的水分在内部冷凝，例如在气候控制单元或冷却器上局部冷凝，这可能对样品有害。这使得更容易在内部产生受控的环境条件，特别是恒定的温度和高湿度，例如在80%至100%之间的相对湿度而没有冷凝。

[0061] 图4示出了具有若干（特别是六个）托盘41的摇床，所述托盘可通过单个主驱动轴43在具有门44a的壳体44中驱动。因此，所有托盘41可由马达（图4中未示出）驱动，所述马达又安装在壳体44的可能空气调节内部的外部，如上所述。有利地，主驱动轴43再次在边缘区域中、特别是在角部区域中延伸通过托盘41，用于托盘41的最佳枢转。

[0062] 图5a通过示意图示出了可以如何补偿常规摇床（如上面的“背景技术”章节中提到的）中的静态不平衡。具有载荷59（包括例如样品、容器和容器保持器）的托盘51经由托盘轴57偏心地轴承安装在驱动元件（例如中空轴）上。驱动元件上的托盘轴57的轴承57a不位于驱动轴52b上，驱动元件由于其在载体52上的轴承52a而围绕所述驱动轴旋转。相反，轴承

57a由于偏心距而与驱动轴52b间隔第一半径 r_1 。因此托盘51、载荷59和托盘轴57的质量表示不平衡质量 u_1 ,其导致不平衡 $U_1 = u_1 * r_1$ 。

[0063] 根据现有技术,配重56a以这样的方式附接到驱动元件以补偿静态不平衡 U_1 ,使得配重56a的重心SP2相对于驱动轴52b与不平衡质量 u_1 的重心SP1相对。在该情况下,配重56a例如在驱动轴52b的方向上附接在重心SP1和驱动元件的轴承52a之间。如果配重56a的不平衡 $U_2 = u_2 * r_2$ (其中配重的质量为 u_2 并且重心SP2距驱动轴52b的距离为 r_2)与不平衡 $U_1 = U_2$ 的大小相同,则静态不平衡刚好被补偿。换句话说,在驱动轴52b水平的情况下,在没有外力的影响的情况下,驱动元件将不会从任何初始位置旋转。

[0064] 然而,根据图5a的具有配重56a的布置仍然具有动态不平衡,原因是不平衡 U_1 和 U_2 在驱动轴52b的方向上彼此偏移中心距离 l 。当驱动元件(包括托盘51、载荷59、托盘轴57和配重56a)旋转时,力 $F_1 = U_1 * \omega^2$ 和 $F_2 = U_2 * \omega^2$ 起作用,参见图5a中的粗箭头,其中 ω 是角频率。在 $U_1 = U_2$ 并且力 F_1 和 F_2 的方向相反的情况下, $F = F_1 = -F_2$,这些力导致垂直于驱动轴52b的扭矩 $M = F_1 * l/2 - F_2 * l/2 = l * F = l * U * \omega^2$,其随着驱动轴旋转。当静态不平衡被理想地平衡时,这导致偏差扭矩 $D = u * l * r = U * l$ 。

[0065] 图5b示出了动态不平衡如何也可以通过附加配重56b来补偿的示意图。为此目的,附加配重56b在驱动轴52b的方向上安装在轴承52a的与托盘51以及载荷59和托盘轴57以及配重56a不同的另一侧上。此外,具有质量 u_3 、重心SP3和重心SP3相对于驱动轴52b的中心距离 r_3 的附加配重56b安装在与重心SP1相同的一侧,即安装在与重心SP2相对的一侧。因此,附加力 F_3 在围绕驱动轴旋转期间以与上述相同的方式作用。

[0066] 以该方式,如果适当地选择 u_3 和 r_3 ,则除了静态不平衡之外,还可以补偿驱动轴52b上的动态不平衡。这防止了轴承52a的破坏力和磨损。然而,根据图5b的布置的缺点是需要提供两个配重56a和56b,这妨碍了节省空间的设计。

[0067] 因此本发明的一个方面涉及一种配重的节省空间的布置,其补偿静态和动态不平衡。下面参考图6b描述这种布置。

[0068] 图6a和6b关注托盘61如何经由具有轴承63a的载体62可枢转地附接到主驱动轴63的机械方面(图6a),以及托盘61经由具有配重66a的驱动元件66驱动的细节(图6b)。原则上,所描述的机构也可以应用于若干托盘,例如,应用于根据图4的摇床。

[0069] 托盘61设置成装载有一个或多个样品69,例如在微量滴定板中,其将被摇动。为此目的,托盘61优选地具有紧固元件,例如用于容器支架,以便在摇动过程期间相对于托盘61保持样品69或容器(特别是微量滴定板)静止。

[0070] 托盘61经由固定托盘轴67可旋转地轴承安装在驱动元件66上。驱动元件66又可旋转地附接到载体62,所述载体经由轴承63a可枢转地轴承安装在主驱动轴63上。在驱动元件66中或上的托盘轴67的轴承是偏心的,因此托盘轴67的旋转轴线与驱动元件66的旋转轴线不重合。当托盘61在其上旋转的驱动元件66旋转时,托盘轴67的该偏心导致圆形运动,并且因此导致托盘61与样品69一起的期望摇动。

[0071] 可选地,当枢转入时,托盘61由壳体64封闭,所述壳体用作飞溅保护和/或用于对样品进行空气调节,如上所述。主驱动轴63特别地竖直地(即,在重力方向上)延伸通过壳体64,并且可自由旋转地轴承安装在其上。此外,用于驱动主驱动轴63的马达65优选地在外部附接到壳体64。

[0072] 另外,壳体64(如已经参考图1a描述的)可以包括适于支撑装置的重量的支脚64b。通常,支脚还可以适于附接到支撑件,例如实验室工作台。

[0073] 图6b是图6a中的截面C的放大图。例如在微量滴定板中可以装载有样品69的托盘61经由托盘轴67可旋转地轴承安装在驱动元件66上。驱动元件66优选地包括由主驱动轴经由带68驱动的带轮。为此目的,第二带轮附接到主驱动轴,并且带68在两个带轮上张紧。有利地,托盘61也以与驱动元件66上的第一带轮相同的方式偏心地轴承安装在第二带轮上。这为托盘61提供了防旋转锁定,原因是其运动自由度因此被限制为圆形平移。此外,如上所述,防旋转托盘可以包括例如通过线性引导件彼此连接的两个托盘部分。

[0074] 通常,补偿在装置的旋转部件上发生的不平衡是有利的(如上所述)。除了主驱动轴之外,参见上面的章节“多个托盘”,这首先适用于驱动元件66。特别是在高摇动频率和因此的速度下,例如超过1000rpm、超过1500rpm或甚至超过2000rpm,如装置可以实现的,不平衡否则会导致振动、轴承和安装件的磨损增加以及过度的噪声生成。

[0075] 图6b示出了驱动元件66上的配重66a的布置,其特别简单且有效地补偿由托盘61(具有样品69和托盘轴67)在驱动元件66上的偏心安装引起的不平衡。配重66a的重心SP2与托盘61以及样品69的预期载荷和托盘轴67的重心SP1位于与驱动元件66的旋转轴线正交的不同平面中。

[0076] 通常,以下适用:由于两个重心SP1和SP2位于与驱动元件66的旋转轴线正交的不同平面中,因此中心距离 $l=0$,如上所定义(对于图5a)。因此在围绕旋转轴线旋转期间发生的两个力F1和F2在相同点处作用在旋转轴线上。这意味着不存在偏差力矩 $D=U \cdot l=0$,并且通过设计防止了动态不平衡的发生。如果还满足用于补偿静态不平衡的条件(如上文针对图5a所述),即 $U1=U2$,则这也被避免。

[0077] 为了在实践中校正不平衡,特别是如果一方面托盘61以及载荷69和托盘轴67以及另一方面配重66a的不平衡 $U1$ 和 $U2$ 彼此偏离至多25%,则认为满足上述条件。关于中心距离 l ,即在旋转轴线的方向上的重心SP1和SP2之间的距离,特别是如果中心距离 l 至多为1cm,则认为满足上述条件。这些公差允许驱动元件66上的不平衡在实践中被充分补偿,即使在例如关于质量或质量分布与限定载荷的微小偏差的情况下也是如此。

[0078] 根据图6b,这可以以这样的方式解决,使得托盘61包括向上突起61a,配重66a的至少一部分位于所述向上突起下方。当驱动元件66围绕旋转轴线旋转时,由SP1和SP2施加的扭矩通常应当刚好彼此抵消。利用所示的布置,可以补偿静态和动态不平衡。这使得可以实现超过1000rpm、特别是超过1500rpm或超过2000rpm的高摇动频率,具有节省空间的设计。同时,这通过避免增加磨损来实现摇床的长使用寿命和连续操作。

[0079] 图7示出了具有配重96a的托盘91的俯视图或水平截面。具有多个样品99的两个微量滴定板例如通过容器保持器安装在托盘91上。如上文结合图6b所述,配重96a附接到驱动元件96,使得由托盘91(具有样品99)在驱动元件96上的偏心安装引起的不平衡被特别简单且有效地补偿。如图所示,配重96a可以例如用螺钉附接到驱动元件96。再次,配重96a的重心与托盘91以及样品99的预期载荷的重心位于与驱动元件96的旋转轴线正交的不同平面中。

[0080] 有利地,配重96a包括托盘轴97延伸通过的开口。另外,当从上方观察时,配重96a可以有利地成形为类似于圆的扇形。两个实施例都能够实现配重96a的最大可能体积并且

因此最大可能质量,由此配重96a仍然可以与托盘91的突起中的驱动元件96一起旋转。这使托盘91上可用于样品99的空间最大化。

[0081] 图8a、8b和8c示出了不同摇动频率 n_1 、 n_2 和 n_3 对容器(例如试管或微量滴定板)中的液体样品的影响。样品体积 V 在每个图示中是相同的: $V_1 = V_2 = V_3$ 。

[0082] 在图8a中,样品处于静止,即摇动频率 $n_1 = 0$ 。样品液体具有大致平坦且水平的表面。样品液体填充容器至高度 H_1 。该高度可以作为氧必须从周围气体行进到样品中的扩散距离 d_1 的量度: $d_1 = H_1$ 。

[0083] 在图8b中,样品以摇动频率 $n_2 > 0$,例如以 $n_2 = 1000\text{rpm}$ 摇动。液体在容器的边缘处被向上按压,并且形成弯液面,即样品液体的凹面。虽然与图8a中的情况相比表面积增加,但是扩散距离 $d_2 = H_2 - h_2$ 减小: $d_2 < d_1$ 。两者都导致氧更快地进入样品。

[0084] 在图8c中,样品摇动得更快, $n_3 > n_2$,例如其中 $n_3 = 2000\text{rpm}$ 。样品液体被“拉”远到容器的边缘。由于增加的弯液面,表面积进一步增加,并且扩散距离 $d_3 = H_3 - h_3$ 进一步减小: $d_3 < d_2$ 。因此,进一步改善了向样品中的氧输送。

[0085] 这证明了所描述的装置的主要优点之一,其可以实现超过 1000rpm 、特别是超过 1500rpm 或超过 2000rpm 的摇动频率:从气相到液相(即到样品中)的氧输送大大增加。特别地,细胞可以以与在生物反应器中培养时类似的快速生长速率培养并产生类似量的生物质。因此这种装置可以用于在类似于后来在成熟工艺中使用的条件下,特别是在生物反应器中,在细胞培养期间进行初始测试。

[0086] 另外,图8a、8b和8c示出了可以在较高的摇动频率下使用较高的容器,并且可以充分混合相应较大的样品体积。这意味着样品体积可以至少加倍,例如在深孔板中每个单独样品从 1ml 至 2ml ,并且样品仍然可以充分混合并供应氧。这使得细胞培养显著更不耗时且更有生产力。

[0087] 图9示出了托盘71可以如何经由载体72轴承安装在主驱动轴73上。这种安装例如与图1a/b、3、4和6a/b的实施例兼容。如图6a/b中所示,托盘71偏心地轴承安装在具有第一带轮的驱动元件(未示出)上。驱动元件或第一带轮可旋转地轴承安装在支撑件72上,并且布置成经由带78驱动。带78还在第二带轮75上延伸,所述第二带轮附接到主驱动轴73并且因此由驱动器或马达经由主驱动轴73驱动。

[0088] 设计成支撑托盘71的重量以及样品载荷的载体72经由轴承73a(例如滚珠轴承)轴承安装在主驱动轴73上。以该方式,当主驱动轴73旋转时,载体72可以保持静止,例如通过经由如图10a/b中的闩锁锁定。优选地,轴承73a位于第二带轮75下方。

[0089] 作为选择,载体72与托盘71一起可以替代地或附加地经由主驱动轴73上的附加轴承73b轴承安装在第二带轮75上方。通常,必须注意确保托盘具有足够的间隙用于其由偏心轴承引起的圆形平移。特别地,在优选实施例中,主驱动轴73穿过的托盘71中的开口必须比主驱动轴73的直径或第二轴承73b(如果存在的话)大至少轴承的偏心距。

[0090] 利用轴承73a或73b,若干托架也可以一个在另一个之上可枢转地安装在主驱动轴73上并且同时被驱动。

[0091] 图10a和10b示出了锁定托盘81的可能性,所述锁定托盘(例如,如结合图6a/b和9所述)经由驱动元件(不可见)附接到载体82,用于壳体中或壳体中的支撑结构86上的摇动过程,使得其暂时不能围绕主驱动轴枢转。支撑结构86可以是壳体的一部分或附接到壳体

的单独部件。为了使托盘81枢转,支撑件82又经由轴承83a可枢转地轴承安装在主驱动轴83上,参见例如图9。

[0092] 图10b示出了放大的图10a的截面D。这包括在其远离主驱动轴的端部处或附近作为闩锁的第一锁定元件82a。作为第一锁定元件82a的对应物,第二锁定元件82b附接到支撑结构86。第一锁定元件82a和第二锁定元件82b特别地设计成在接触时建立可拆卸的连接。因此,载体82可以连接到支撑结构86以用于摇动过程,并且特别地,可以防止载体82围绕主驱动轴83的枢转。另外,载体82和托盘81以及样品的重量的一部分可以由支撑结构86承载,这减小了主驱动轴上的轴承83a上的载荷。

[0093] 通常,闩锁装置包括例如用于将载体82可释放地连接到支撑结构86的机械或磁性部件。例如,闩锁元件82a和82b可以包括磁体,所述磁体适于通过它们的相互吸引将载体82闩锁到支撑结构86。替代地,锁定元件82a和82b可以设计为卡扣锁或铰接锁,其中机械地产生可拆卸的连接。

[0094] 图11a、11b和11c示出了具有分开托盘的摇床的实施例,由此可以实现用于托盘的特别简单和可靠的防旋转装置。图11a是类似于图1a的透视图;图11b是类似于图1b的摇床在驱动元件的平面中的示意性截面;图11c是类似于图6a的示意性竖直截面。针对先前实施例描述的特征在此类似地适用。

[0095] 摇床包括具有门114a的壳体114,所述门布置成打开和关闭壳体的前侧。在图11a和11b中,门114a示出为处于打开状态。此外,摇床包括可以由马达115驱动的主驱动轴113。载体112可旋转地轴承安装在主驱动轴113上,所述主驱动轴可以例如通过闩锁机构(如上所述)接合在壳体上。继而,第一驱动元件116a和第二驱动元件116b可旋转地轴承安装在载体112上。第一驱动元件116a经由第一带118a联接到主驱动轴113并且由第一带驱动。第二驱动元件116b经由第二带118b联接到第一驱动元件116a并且因此也被驱动。重要的是两个驱动元件116a和116b同步运行。为此,齿形带有利地至少用于第二带118b。

[0096] 第一托盘轴117a或第二托盘轴117b偏心地轴承安装在第一驱动元件116a或第二驱动元件116b上或中。第一托盘部分111a或第二托盘部分111b又附接到第一托盘轴117a或第二托盘轴117b,特别是以不可旋转的方式附接。样品119可以如上所述放置在托盘部分111a和111b上,例如在试管或微量滴定板中。

[0097] 用于两个托盘部分111a和111b的特别简单和可靠的防旋转装置现在可以通过两个托盘部分之间的挠性连接部(图11a-c中未示出)来实现。有利地,该连接部包括第一托盘部分111a和第二托盘部分111b之间的线性引导件。线性引导件可以例如固定地附接到一个托盘部分,同时允许另一个托盘部分沿着引导件滑动。这种挠性连接部避免了例如由于热膨胀,特别是载体112的热膨胀引起的托盘轴和驱动元件的轴承上的破坏力。

[0098] 替代地,装置还可以包括同步驱动的两个驱动元件116a和116b,如图11a至11c中所示,而托盘没有被示出为两个托盘部分111a和111b。在该情况下,托盘形成为一体,并且(然而如图11a至11c中所示)经由第一托盘轴117a和117b轴承安装在驱动元件116a和116b上。在该情况下,托盘也被固定以防止旋转,使得特别是在托盘和壳体114之间不需要额外的引导元件,例如弹簧。这又有助于实现根据本发明的高速。

[0099] 虽然在本申请中描述了本发明的优选实施例,但是应当清楚地注意,本发明不限于此,并且可以在所附权利要求的范围内以其他方式实践。

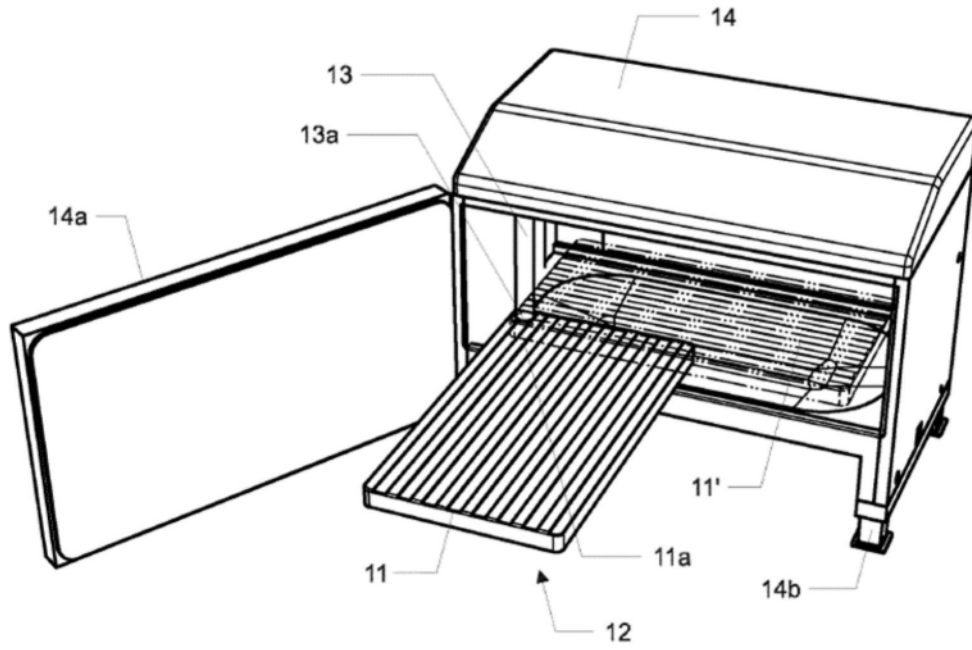


图1A

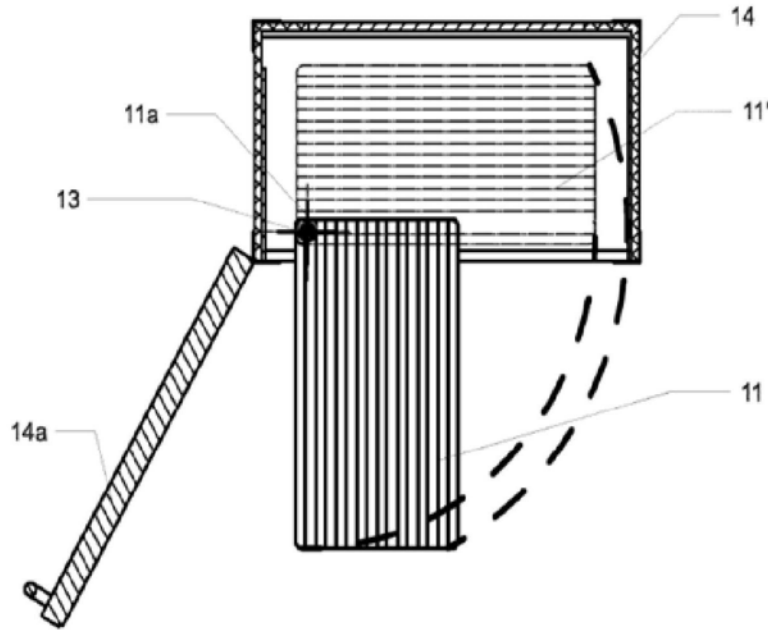


图1B

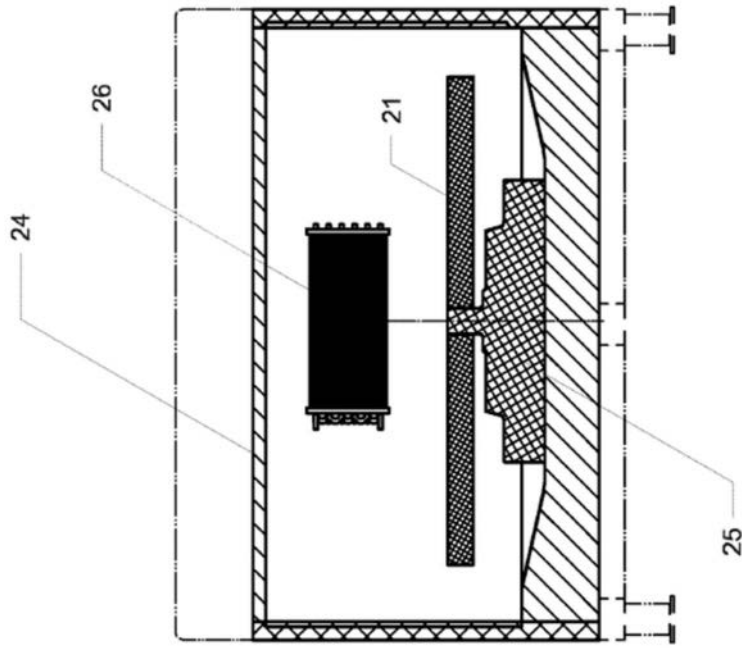


图2

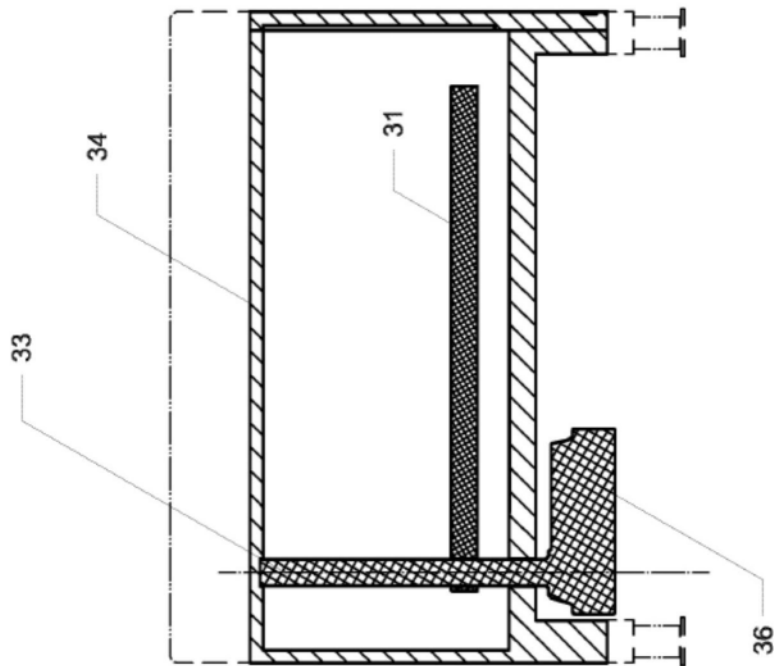


图3

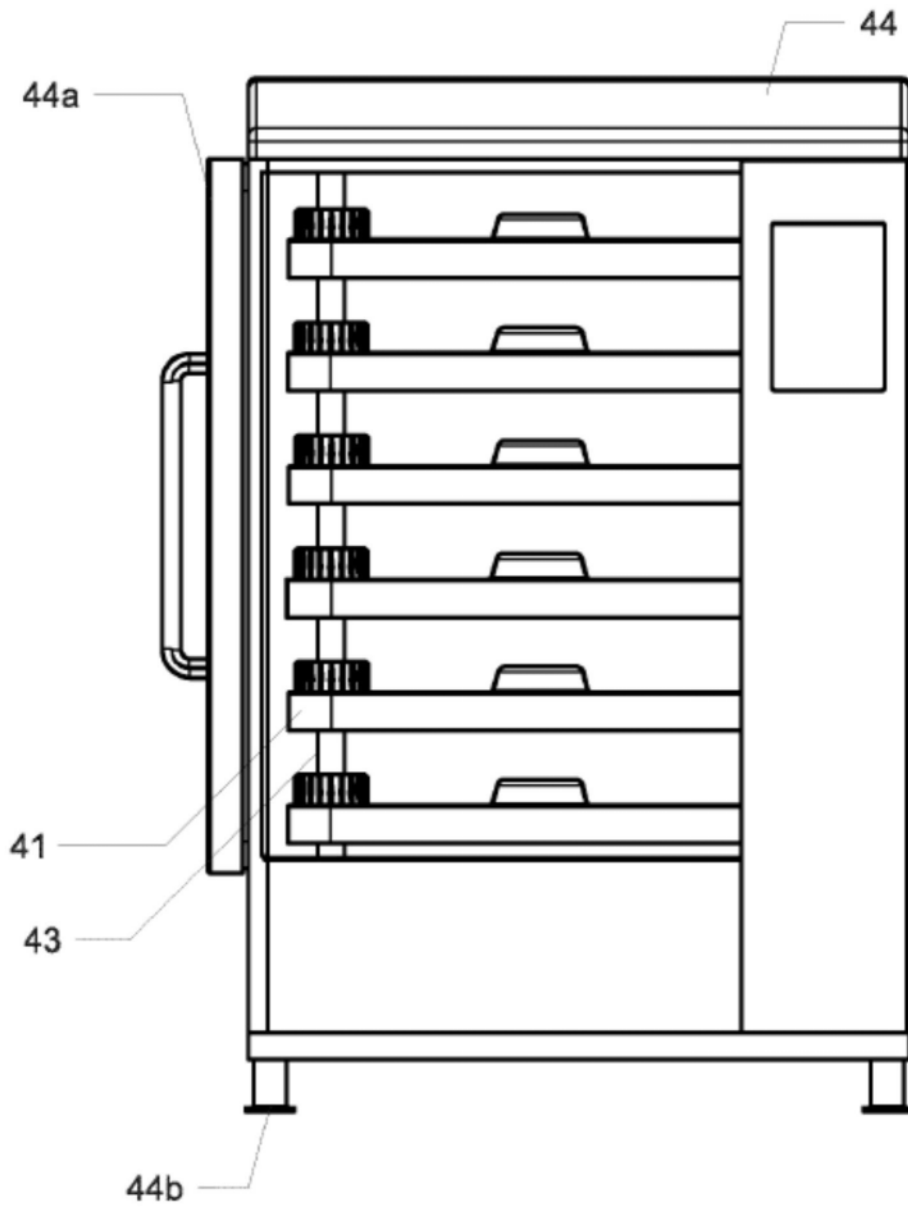


图4

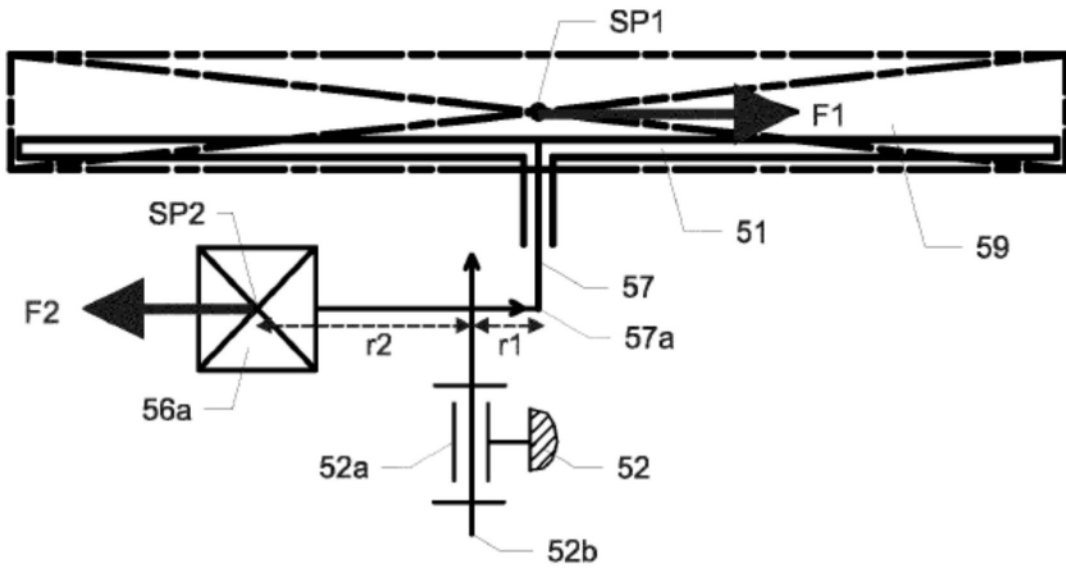


图5A

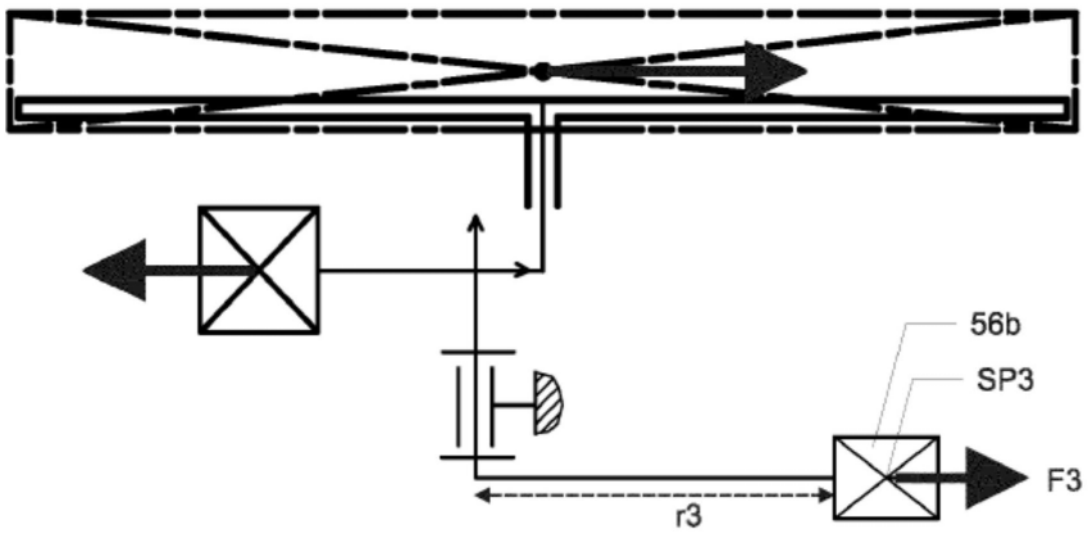


图5B

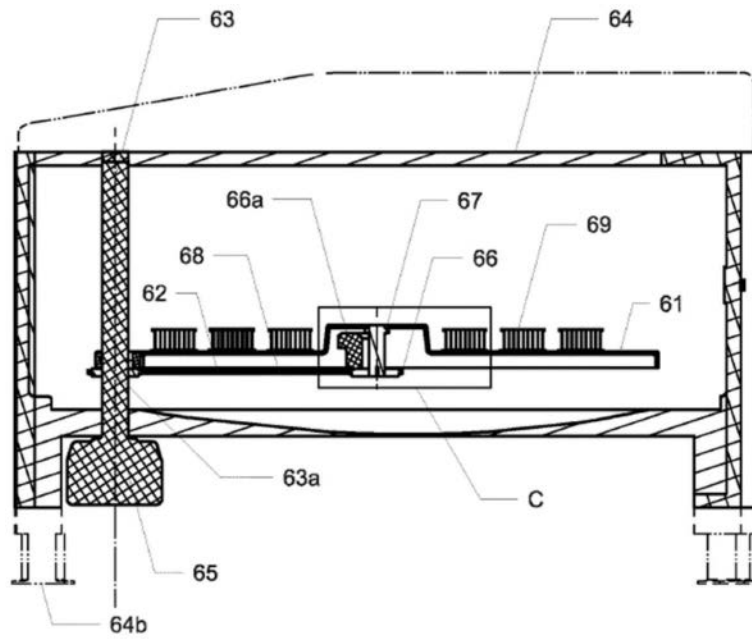


图6A

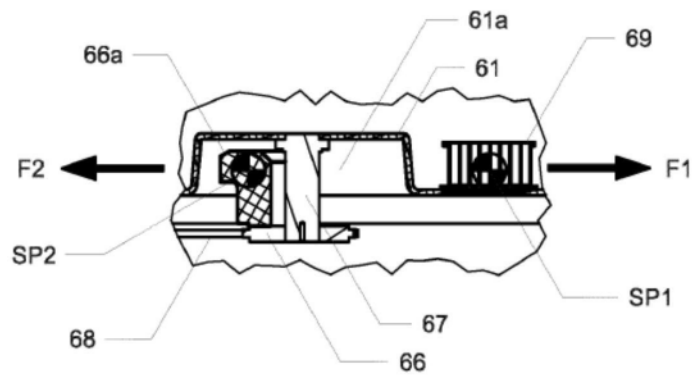


图6B

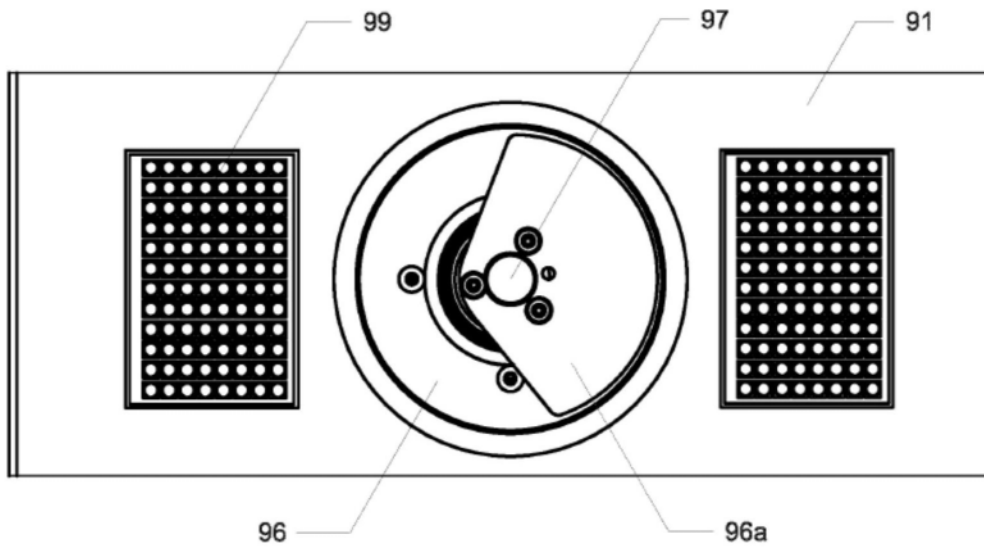


图7

$n1 = 0$

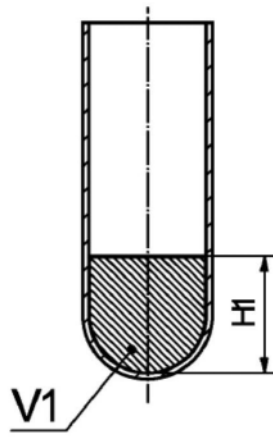


图8A

$$n2 > n1$$

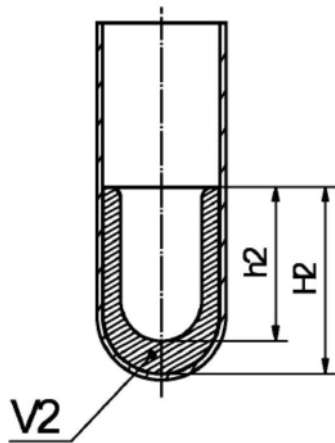


图8B

$$n3 > n2$$

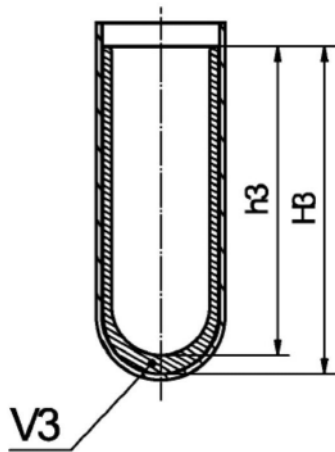


图8C

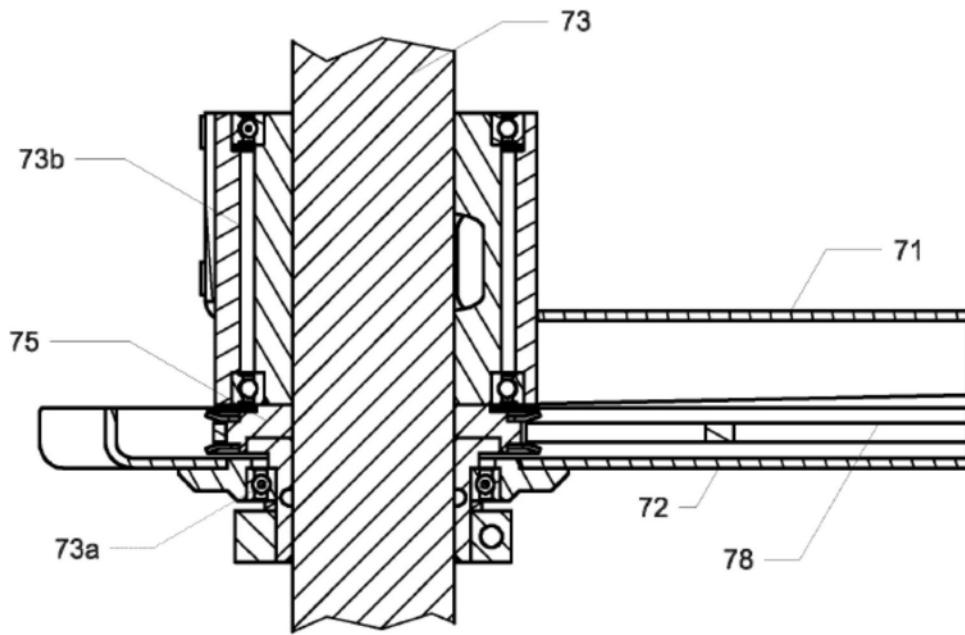


图9

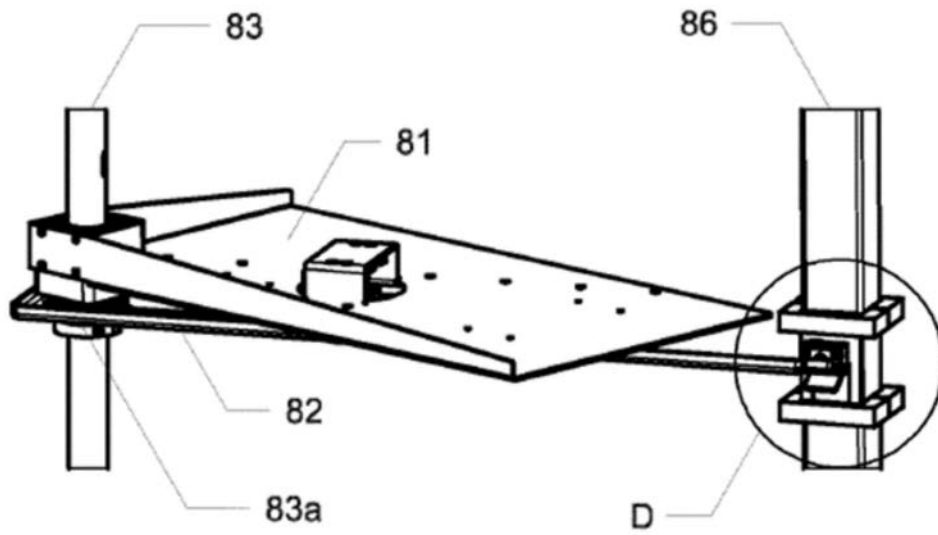


图10A

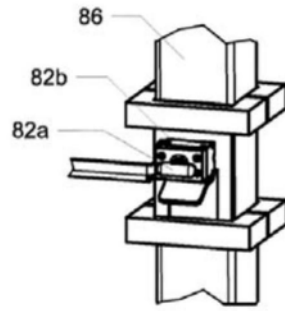


图10B

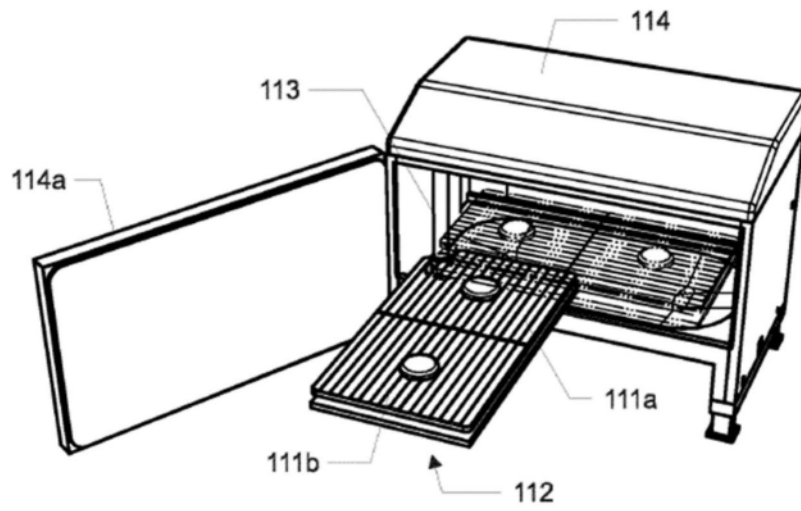


图11A

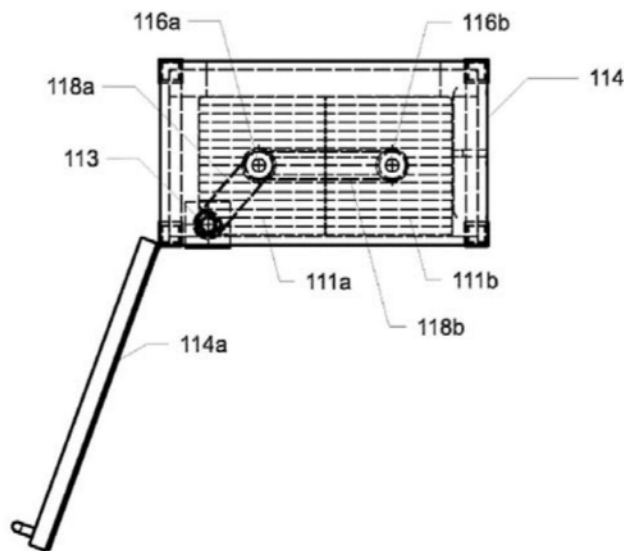


图11B

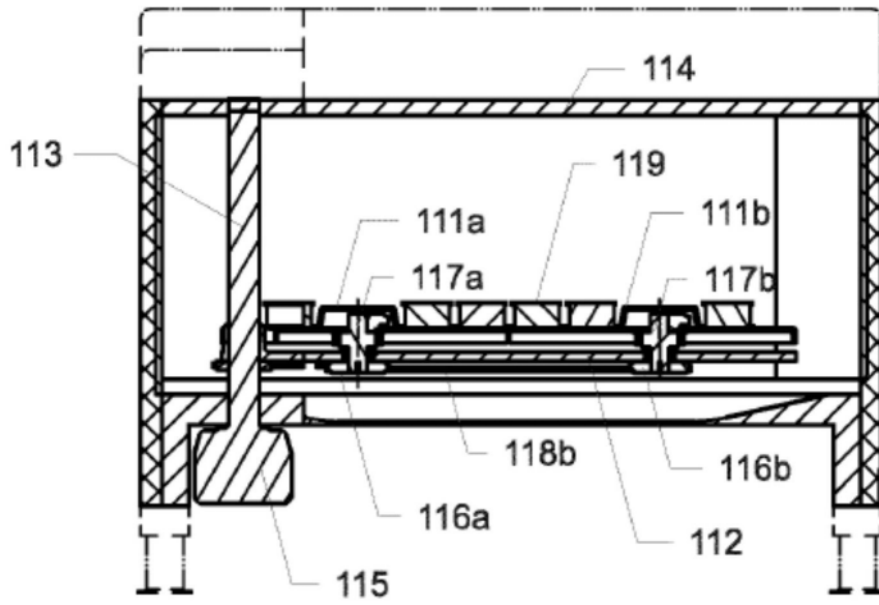


图11C