



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102089726 B

(45) 授权公告日 2014. 05. 21

(21) 申请号 200980123145. 8

G01R 31/02 (2006. 01)

(22) 申请日 2009. 04. 16

G11B 20/18 (2006. 01)

(30) 优先权数据

12/105, 061 2008. 04. 17 US

(56) 对比文件

CN 1698025 A, 2005. 11. 16,

CN 1193762 A, 1998. 09. 23,

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2010. 12. 17

US 4620248 A, 1986. 10. 28,

CN 1957316 A, 2007. 05. 02,

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2009/040829 2009. 04. 16

审查员 崔朝利

(87) PCT国际申请的公布数据

W02009/129400 EN 2009. 10. 22

(73) 专利权人 泰拉丁公司

地址 美国马萨诸塞州

(72) 发明人 布莱恩·S·梅洛

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限

责任公司 11219

代理人 谷惠敏 穆德骏

(51) Int. Cl.

G05D 23/00 (2006. 01)

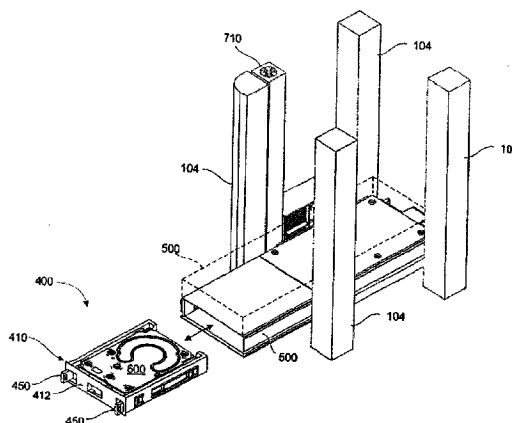
权利要求书2页 说明书27页 附图74页

(54) 发明名称

在存储装置测试系统中的温度控制

(57) 摘要

一种存储装置测试系统冷却电路 (20) 包括多个测试支架 (100)。每个测试支架均包括测试槽室 (700) 和测试电子装置室 (800)。每个测试槽室包括多个测试槽 (500、500a、500b、540), 以及被配置已将冷却液输送到测试槽的一个或多个冷却导管 (710)。每个测试电子装置室包括测试电子装置 (160), 被配置与测试槽连通, 以执行测试算法; 以及热交换器 (810), 与一个或多个冷却导管液体连通。热交换器被配置以冷却引导至测试电子装置的气流。



1. 一种存储装置测试系统(10),包括:多个测试支架(100),所述多个测试支架中的每一个均包括:

(i) 测试槽室(700),包括:

(i-a) 多个测试槽(500、500a、500b、540);以及

(i-b) 一个或多个冷却导管(710),被配置为将冷却液输送到所述测试槽;以及

(ii) 测试电子装置室(800),包括:

(ii-a) 测试电子装置(160),被配置为与所述测试槽连通,用于执行测试算法;以及

(ii-b) 热交换器(810),与所述一个或多个冷却导管液体连通,被配置为冷却引导至所述测试电子装置的气流,所述气流在所述热交换器外部。

2. 根据权利要求1所述的存储装置测试系统,进一步包括:进入导管(22),设置在所述冷却导管与供液管线(23)之间,并被配置为将液流从所述供液管线输送到所述冷却导管。

3. 根据权利要求2所述的存储装置测试系统,其中,所述进入导管包括过滤器(26),被配置以从所述液流中去除微粒。

4. 根据权利要求2或3所述的存储装置测试系统,其中,所述进入导管包括送进压力调节器(27),被配置为控制所述液流到所述冷却导管的进入压力。

5. 根据权利要求2或3所述的存储装置测试系统,其中,所述进入导管包括分配总导管(28),所述分配总导管包括多个T形连接(29),每个所述T形连接均被配置为将所述液流分配到测试支架中的对应的一个。

6. 根据权利要求2或3所述的存储装置测试系统,其中,所述进入导管包括截止阀(34),被配置为使所述测试支架与所述供液管线隔离。

7. 根据权利要求2或3所述的存储装置测试系统,其中,所述进入导管包括多个截止阀(34),每个所述截止阀均被配置为使所述测试支架中对应的一个与所述供液管线隔离。

8. 根据权利要求1至3中任一项所述的存储装置测试系统,还包括排出导管(24),被设置在所述热交换器与液体返回管线(25)之间,并被配置为将液流从所述热交换器输送到所述液体返回管线。

9. 根据权利要求8所述的存储装置测试系统,其中,所述排出导管包括返回总导管(30),所述返回总导管包括多个T形连接(29),每个所述T形连接均提供在所述热交换器中对应的一个与所述返回总导管之间的液体连接。

10. 根据权利要求8所述的存储装置测试系统,其中,所述排出导管包括排出截止阀(35),被配置为使所述测试支架与所述液体返回管线隔离。

11. 根据权利要求8所述的存储装置测试系统,其中,所述排出导管包括多个排出截止阀(29),每一个所述排出截止阀均被配置为使所述测试支架中对应的一个与所述液体返回管线隔离。

12. 根据权利要求8所述的存储装置测试系统,其中,所述测试支架中的至少一个进一步包括鼓风机(816),被设置在所述测试电子装置室内并被配置为引导气流穿过所述热交换器以及将该气流引导至所述测试电子装置,用于冷却所述测试电子装置。

13. 根据权利要求1至3中任一项所述的存储装置测试系统,其中,所述测试电子装置室与所述测试槽室隔离,从而抑制了在所述测试电子装置室与所述测试槽室之间的气流。

14. 一种存储装置测试系统(10),包括:

(A) 测试支架(100),包括:
(i) 测试槽室(700),包括:
(i-a) 测试槽(500、500a、500b、540);以及
(ii) 测试电子装置室(800),包括:
(ii-a) 测试电子装置(160),被配置为与所述测试槽连通,用于执行测试算法;以及
(B) 进入导管(22),被配置为将液体从外部源输送到所述测试支架;
(C) 排出导管(24),与所述进入导管液体连通,并被配置为将来自所述测试支架的液体传递到远离所述测试支架的位置;
其中,所述测试支架还包括:
(iii) 热交换器(810),包括:
(iii-a) 入口(812),与所述进入导管液体连通,以及
(iii-b) 出口(814),与所述排出导管液体连通;
(iv) 第一鼓风机(816),被配置为将冷却的空气从所述热交换器引导至所述测试电子装置,用于冷却所述测试电子装置;
(v) 冷却导管(710),设置在所述测试槽室,被配置以将冷却液输送到所述测试槽,所述冷却导管包括:
(v-a) 进入开口(712),与所述进入导管液体连通;以及
(v-b) 排出开口(714),与所述排出导管液体连通;以及
(vi) 热电装置(742),连接到所述冷却导管,并被配置为冷却进入到所述测试槽的气流。

15. 根据权利要求 14 所述的存储装置测试系统,其中,所述热电装置被操作用于加热进入所述测试槽的气流。

16. 根据权利要求 14 所述的存储装置测试系统,其中,所述测试槽包括:
壳体(508,550),包括:
外部表面(530,559),
内部腔体(517,556),通过所述壳体限定,并包括用于容纳和支撑承载用于测试的存储装置(600)的存储装置输送机(400)的测试室(526,560),以及
进气口(528,551),从所述壳体的所述外部表面向所述内部腔体延伸。

17. 根据权利要求 16 所述的存储装置测试系统,还包括第二鼓风机(722a,722b),设置在所述内部腔体外侧,并被配置为通过所述进气口将气流引导至所述测试室。

18. 根据权利要求 17 所述的存储装置测试系统,其中,所述热电装置被设置在所述第二鼓风机的下游且在所述进气口的上游。

19. 根据权利要求 14-18 中任一项所述的存储装置测试系统,其中,所述热电装置与所述测试电子装置电连通,其中,所述测试电子装置被配置为控制所述热电装置的操作。

20. 根据权利要求 19 所述的存储装置测试系统,其中,所述测试槽包括与所述测试电子装置电连通的温度传感器,其中,所述测试电子装置被配置为至少部分地基于从所述温度传感器接收的信号来控制所述热电装置的操作。

21. 根据权利要求 19 所述的存储装置测试系统,其中,所述测试电子装置被配置为至少部分地基于预定测试算法来控制所述热电装置的操作。

在存储装置测试系统中的温度控制

技术领域

[0001] 本公开涉及调整存储装置测试系统的温度。

背景技术

[0002] 磁盘驱动器生产商通常要对其所生产的磁盘驱动器进行测试,以符合要求。为了测试大量串联或者并联的磁盘驱动器,就要有测试设备和技术。生产商倾向于对大量磁盘驱动器进行同时测试或者分批测试。磁盘驱动器测试系统通常包括具有多个用于测试的测试槽的一个或者多个支架,该测试槽容纳磁盘驱动器。

[0003] 在制造磁盘驱动器期间,通常会控制磁盘驱动器的温度,例如以确保磁盘驱动器在预定温度范围内的功能。为此,紧邻磁盘驱动器的测试环境被精确地调节。测试环境中最小的温度波动也会对精确的测试条件和磁盘驱动器的安全造成严重的影响。

[0004] 在一些已知的磁盘驱动器测试系统中,通过使用冷却或加热空气来调节多个磁盘驱动器装置的温度,这对于所有磁盘驱动器装置来说是很普遍的。

发明内容

[0005] 在一个方面,存储装置测试槽热控制系统包括测试槽。该测试槽包括壳体和鼓风机(例如,送风机或风扇)。壳体包括外部表面和内部腔体。内部腔体包括用于容纳和支撑存储装置输送器的测试室(compartment),该存储装置输送器承载用于测试的存储装置。壳体还包括从壳体的外部表面延伸到内部腔体的进气口。鼓风机可以被设置在内部腔体的外侧,以通过进气口向测试室提供气流。

[0006] 实施例可以包括一下特征中的一个或多个。

[0007] 在一些实施例中,在不存在存储装置和存储装置输送器的情况下,壳体基本不承载移动部件。

[0008] 在一些实现中,壳体限定从外部表面向内部腔体延伸的排气口。鼓风机可以包括与进气口流动连通的排气口以及与排气口流动连通的进气口。

[0009] 在一些实施例中,鼓风机被装配在鼓风机壳体中。鼓风机壳体可以由柔性材料构成。在一些情况下,鼓风机壳体可以包括使鼓风机连接到鼓风机壳体的一个或多个隔离物。在一些实例中,存储装置测试槽热控制系统还可以包括测试支架。该测试支架可以包括底座,其限定被配置用于容纳和支撑测试槽的插槽存储库(slot bank)。鼓风机壳体可以被安装到底座。

[0010] 在一些实现中,存储装置测试槽热控制系统还包括用于冷却或加热离开鼓风机的气流的热电装置。热电装置可以包括无源装置。该热电装置可以包括热电冷却器(例如,散装(bulk)热电冷却器或薄膜热电冷却器)。鼓风机可以被装配在鼓风机壳体中,该鼓风机壳体可以包括被配置以将气流从鼓风机引导到热电装置的开口。热电装置可以被设置在鼓风机的下游以及进气口的上游。

[0011] 在一些情况下,存储装置测试槽热控制系统还可以包括冷却导管。热电装置可以

被装配至冷却导管,并且该冷却导管可以被配置为吸收由热电装置散发的热量。冷却导管可以被液体冷却。存储装置测试槽热控制系统还可以包括连接到热电装置的散热器,并且鼓风机可以被配置以将气流引导至该散热器。

[0012] 在一些实例中,测试槽包括管道导管,该管道导管设置在内部腔体内并被配置为将气流从进气口输送到测试室。管道导管可以被配置为引导设置在测试室内的存储装置下部的气流。存储装置测试槽热控制系统还可以包括电加热装置(例如,电阻加热器),其设置在内部腔体中并被配置为加热通过管道导管输送的气流和/或离开鼓风机的气流。在一些情况下,存储装置测试槽热控制系统还可以包括设置在管道导管中且连接到电加热装置的散热器,以及该电加热装置可以被配置用于加热散热器。

[0013] 存储装置测试槽热控制系统还可以包括与热电装置和/或电加热装置电连通的测试电子装置。测试电子装置可以被配置为控制到热电装置和/或电加热装置的电流。在一些情况下,存储装置测试槽热控制系统还包括设置在内部腔体中的一个或多个温度传感器。该一个或多个温度传感器被电连接到测试电子装置,以及该测试电子装置被配置为至少部分地基于从该一个或多个温度传感器接收的信号来控制到热电装置和/或电加热装置的电流。测试电子装置可以被设置在内部腔体的外侧。

[0014] 在一些实现中,电加热装置可以被设置在鼓风机的下游以及进气口的下游。

[0015] 在一些实施例中,存储装置测试槽热控制系统可以包括测试电子装置,其被配置为将一个或多个测试例程(routine)与测试室内的存储装置进行通信。测试槽连接器可以被设置在内部腔体中。测试槽连接器可以被配置为与存储装置上的匹配连接器相接合。在一些情况下,测试槽连接器电连接到测试电子装置。在一些实例中,存储装置测试槽热控制系统包括印刷电路板,其设置在壳体的内部腔体中并被布置为与测试室中的存储装置基本共面,并且该测试槽连接器被装配至印刷电路板。在一些情况下,测试电子装置被设置在内部腔体的外侧。存储装置测试槽热控制系统还可以包括设置在内部腔体中的连接接口电路。连接接口电路可以被配置为提供在测试槽连接器与测试电子装置之间的电通信。

[0016] 在另一方面,一种用于调节在存储装置测试槽中的空气温度的方法,包括:将承载存储装置的存储装置输送器插入到存储装置测试槽的壳体中;启动在外部装配至壳体的鼓风机,以将气流传递到壳体中;以及启动热电装置,从而冷却进入壳体的气流。

[0017] 本公开这方面的实现可以包括以下特征中的一个或多个。

[0018] 在一些实现中,本方法包括启动电加热装置,从而加热壳体内的气流。

[0019] 在一些实施例中,本发明包括启动热电装置,从而加热进入壳体的气流。

[0020] 在一些实现中,启动热电装置包括使电流被输送到热电装置。

[0021] 在一些实施例中,该方法还可以包括执行用于自动调节到热电装置的电流的测试程序。

[0022] 根据另一方面,存储装置测试槽热控制系统包括测试槽和鼓风机。测试槽包括具有外部表面的壳体和内部腔体。内部腔体包括用于容纳和支撑存储装置输送器的测试室,该存储装置输送器承载用于测试的存储装置。鼓风机包括转动叶片,并被配置为向测试室提供气流。叶片可以被装配为相对于测试室内的存储装置向平面外旋转。

[0023] 在另一方面,存储装置测试系统包括测试槽组件和鼓风机组件。测试槽组件包括多个测试槽。每个测试槽包括:壳体,具有外部表面;内部腔体,被壳体限定且包括用于容

纳和支撑存储装置输送器的测试室,该存储装置输送器承载用于测试的存储装置;以及进气口,从外部表面向内部腔体延伸。鼓风机组件与多个测试槽中对应的测试槽相关联。鼓风机组件被设置在相关联的测试槽的内部腔体的外侧,并被配置为通过对应的进气口将相应的气流提供到每个相关联的测试槽的测试室。

[0024] 本公开这方面的实现可以包括以下特征中的一个或多个。

[0025] 在一些实施例中,鼓风机组件包括多个鼓风机,其中每一个均与测试槽中对应的测试槽相关联。鼓风机组件可以包括鼓风机壳体,且多个鼓风机可以被装配到该鼓风机壳体中。在一些情况下,鼓风机壳体由柔性材料制成。在一些实例中,鼓风机壳体包括将鼓风机连接到鼓风机壳体的多个隔离物。在一些情况下,存储装置测试系统包括测试支架。该测试支架可以包括底座,其限定被配置用于容纳和支撑多个测试槽的插槽存储库,而鼓风机壳体可以被安装到底座。

[0026] 在一些实现中,存储装置测试系统包括被配置用于冷却或加热鼓风机排出的气流的一个或多个热电装置。一个或多个热电冷却器可以包括无源组件,例如,热电冷却器(如散装热电冷却器或薄膜热电冷却器)。

[0027] 在一些实施例中,存储装置测试系统包括多个热电装置,其中的每一个均与鼓风机中的对应一个相关联,并且每一个均被配置为冷却或加热从多个鼓风机中相关联的鼓风机中排出的气流。在一些情况下,热电装置被设置在鼓风机的下游以及多个测试槽中的相关联的测试槽的进气口的上游。鼓风机组件可以包括鼓风机壳体,以及多个鼓风机可以被装配到鼓风机壳体中。在一些实例中,鼓风机壳体被配置为将来自每个鼓风机的气流引导至热电装置中的相关联的一个。鼓风机壳体可以由柔性材料制成和/或鼓风机壳体可以包括将鼓风机连接到鼓风机壳体的多个隔离物。

[0028] 存储装置测试系统还可以包括冷却导管,而电热装置可以被装配至冷却导管。在一些情况下,该冷却导管被配置为吸收由热电装置散发的热量。冷却导管可以被液体冷却。

[0029] 存储装置测试系统还可以包括多个散热器,每个散热器均连接到热电装置中的相关联的一个。每个鼓风机都可以被配置为将气流引导至热电装置中的相关联的一个的散热器。

[0030] 在一些实现中,存储装置测试系统包括多个电加热装置(例如,电阻加热器),每个电加热装置与测试槽中对应的一个相关联。每个电加热装置被配置为加热通过相关联的测试槽的进气口输送的气流。在一些情况下,每个电加热装置被设置在相关联的测试槽的内部腔体中。

[0031] 在一些实施例中,存储装置测试系统包括测试电子装置,其与热电装置和/或电加热装置电连通。测试电子装置可以被配置为控制到热电装置和/或电加热装置的电流。存储装置测试系统还可以包括多个温度传感器,每个温度传感器均与测试槽中对应的一个相关联。温度传感器可以电连接至测试电子装置,并且该测试电子装置可以被配置为至少部分地基于从温度传感器接收的信号来控制到热电装置和/或电加热装置的电流。温度传感器可以被设置在测试槽中相关联的一个的内部腔体中。测试电子装置可以被设置在测试槽的内部腔体的外侧。

[0032] 在一些实现中,存储装置测试系统包括多个鼓风机组件,每个鼓风机组件均与多个测试槽中的对应的测试槽对相关联。每个鼓风机组件均设置在相关联的测试槽的内部腔

体的外侧,并被配置为通过各个进气口向关联的测试槽的测试室提供对应气流。在一些情况下,每个鼓风机组件均包括一对鼓风机,并且每个鼓风机均与测试槽中对应的一个相关联。在一些实例中,每个鼓风机组件包括鼓风机壳体,相关联的鼓风机被装配在其中。在一些情况下,每个鼓风机均包括旋转叶片,其被装配为相对于在测试槽中的相关联的一个的测试室内的存储装置向平面外旋转。

[0033] 在另一方面,存储装置测试系统冷却电路包括多个测试支架。每个测试支架均包括测试槽室和测试电子装置室。每个测试槽室包括多个测试槽,以及被配置为向测试槽输送冷却液体的一个或多个冷却导管。每个测试电子装置室包括测试电子装置,被配置为与测试槽进行连通以执行测试算法;以及热交换器,与一个或多个冷却导管进行液体连通。热交换器被配置为对引导至测试电子装置的气流进行冷却。

[0034] 本公开的这一方面的实现可以包括以下特征中的一个或多个。

[0035] 在一些实现中,进入导管被设置在冷却导管与液体供给线之间,并被配置为将液流从液体供给线输送到冷却导管。进入导管可以包括过滤器,被配置以从液流中去除微粒。进入导管还可以包括送进压力调节器,被配置以控制到冷却导管的液流的进入压力。进入导管还可以包括分配总导管,该分配总导管包括多个 T 形接头,每一个接头均被配置为分配到测试支架中对应一个的液流。在一些情况下,进入导管包括截止阀,其被配置为使测试支架与液体供给线隔离。在一些实例中,进入导管包括多个截止阀,每一个截止阀均被配置为使测试支架中对应的一个与液体供给线隔离。

[0036] 在一些实施例中,排出导管被设置在热交换器与液体返回线之间,并被配置为将液流从热交换器输送到液体返回线。排出导管可以包括返回总导管,其包括多个 T 形接头,每一个接头均提供在热交换器的对应一个与返回总导管之间的液体连接。排出导管还可以包括截止阀,其被配置为使测试支架与液体返回线隔离。在一些情况中,排出导管包括多个截止阀,每一个截止阀均被配置为使测试支架中对应的一个与液体返回线隔离。

[0037] 在一些实现中,至少一个测试支架包括鼓风机,其设置在测试电子装置室内,并被配置为引导气流横穿热交换器并将其引导到测试电子装置以冷却测试电子装置。

[0038] 在一些实施例中,测试电子装置室与测试支架室基本隔离,使得在测试电子装置室与测试槽室之间的气流基本被抑制。

[0039] 根据另一方面,存储装置测试系统冷却电路包括测试支架,该测试支架包括测试槽室和测试电子装置室。测试槽室包括测试槽。测试电子装置室包括被配置以与测试槽进行连通用于执行测试算法的测试电子装置。进入导管被配置以从外部源到测试支架输送液体。排出导管与进入导管进行液体连通,并被配置为从测试支架到远离测试支架的位置输送液体。存储装置测试系统还包括热交换器,其包括:进口,与进入导管进行液体连通;以及排出口,与排出导管进行液体连通。存储装置测试系统还包括第一鼓风机,其被配置以从热交换器向测试电子装置引导冷却的空气,以冷却测试电子装置。冷却导管被设置在测试槽室内,并被配置为向测试槽输送冷却液体。冷却导管包括与进入导管进行液体连通的进入开口,以及与排出导管进行液体连通的排出开口。热电装置被连接到冷却导管,并被配置为冷却进入测试槽的气流。

[0040] 本公开的这一方面的实施例可以包括以下特征中的一个或多个。

[0041] 在一些实施例中,热电装置可操作用于加热进入测试槽的气流。

[0042] 在一些实现中,测试槽包括壳体,其具有外部表面、由壳体限定的内部腔体,并且该壳体包括用于容纳和支撑承载用于测试的存储装置的存储装置输送器的测试室、以及从壳体的外部表面向内部腔体延伸的进气口。在一些情况下,第二鼓风机被设置在内部腔体外侧,并被配置为通过进气口向测试室引导气流。在一些实例中,热电装置被设置在第二鼓风机的下游以及进气口的上游。

[0043] 在一些实施例中,热电装置与测试电子装置进行电连通,以及测试电子装置被配置为控制热电装置的操作。在一些情况下,测试槽包括与测试电子装置进行电连通的温度传感器,测试电子装置被配置为至少部分地基于从温度传感器接收的信号来控制热电装置的操作。在一些实例中,测试电子装置被配置为至少部分地基于预定的测试算法来控制热电装置的操作。

[0044] 在另一方面,一种控制在一串测试槽中的目标测试槽的温度的方法包括:估计目标测试槽的温度改变的要求,以确定是否有足够的功率来实现所要求的温度改变;以及抑制所要求的温度改变,除非或者直至确定有足够的功率来实现所要求的温度改变。

[0045] 本公开的这一方面的实现可以包括以下特征中的一个或多个。

[0046] 在一些实现中,抑制所要求的温度改变包括将温度改变的需求放置在队列中,直至确定有足够的功率来实现所要求的温度改变。

[0047] 在一些实施例中,该方法包括将要求的温度设置与实际温度设置进行比较。该方法还可以包括计算要求的温度改变结果所期望的测试槽串(cluster)的功率牵引(power draw)的改变。

[0048] 在一些实现中,该方法还包括至少部分地基于功率牵引的计算的改变来确定测试槽串的实际功率牵引将增加还是减少要求的温度改变。

[0049] 该方法还可以包括至少部分地基于功率牵引的计算的改变来确定测试槽串的实际功率牵引将增加还是减少要求的温度改变,一旦作为要求的温度改变的结果确定将增加测试槽串的实际功率牵引,则对测试槽串的期望的总功率牵引和可应用至串的总功率进行比较。

[0050] 在一些实施例中,测试槽串的期望总功率牵引是测试槽串的实际功率牵引与计算的功率牵引改变的总和。

[0051] 在一些实现中,比较期望的总功率牵引与可应用于测试槽串的总功率包括确定期望的总功率牵引是否超过可应用于测试槽串的总功率,并且一旦确定期望的总功率牵引超过可应用于测试槽串的总功率,则将温度改变的要求放置在列表中,直至确定足够的功率将被应用至串,以实现所要求的温度改变。

[0052] 在一些实施例中,对期望的总功率牵引与可应用至测试槽串的总功率牵引进行比较包括确定期望的总功率牵引是否超过可应用于测试槽串的总功率,并且一旦确定期望的总功率牵引没有超过可应用于测试槽串的总功率,则实现所要求的温度改变。

[0053] 在一些实现中,该方法还包括至少部分地基于计算的功率牵引的改变来确定测试槽串的实际功率牵引将增加还是减少所要求的温度改变,并且一旦作为要求的温度改变的结果确定将减少测试槽串的实际功率牵引,则实现所要求的温度改变。

[0054] 在一些实施例中,该方法包括至少部分地基于计算的功率牵引的改变来确定测试槽串的实际功率牵引将增加还是减少所要求的温度改变,并且一旦作为要求的温度改变的

结果确定将减少测试槽串的实际功率牵引,则实现所要求的温度改变并从列队中检索温度改变的另一要求。

[0055] 根据另一方面,一种控制存储装置测试系统中测试槽的温度的方法包括基于邻近目标测试槽的一个或多个其他测试槽的一个或多个操作条件来调整目标测试槽的温度改变。

[0056] 本公开的这一方面的实施例可以包括以下特征中的一个或多个。

[0057] 在一些实施例中,调整目标测试槽的温度改变可以包括比较目标测试槽的温度改变的需求与邻近目标测试槽的一个或多个其他插槽的一个或多个操作温度,以及至少部分地基于邻近测试槽的一个或多个其他插槽的一个或多个操作温度来抑制所要求的温度改变。

[0058] 在一些实现中,温度改变的要求包括要求的温度设置。比较温度改变的要求与邻近测试槽的一个或多个其他插槽的一个或多个操作温度可以包括计算邻近目标测试槽的两个或更多个测试槽的平均操作温度,并确定所要求的温度设置与计算的平均操作温度之差。

[0059] 在一些实施例中,该方法可以包括确定所要求的温度设置与计算的平均操作温度之差是否大于预定偏离值,并且一旦确定该差大于预定偏离值,则目标测试槽的温度改变等于计算的平均操作温度加上预定偏离值。该方法还可以包括对要求进行排列,以将目标测试槽的温度设置改变为所要求的温度设置,和/或提供表示目标测试槽的温度改变被限制的反馈。

[0060] 在一些实现中,该方法可以包括确定所要求的温度设置与计算的平均操作温度之差是否大于预定偏离值,并且一旦确定差不大于预定偏离值,则实现所要求的温度改变。该方法还可以包括确定其他邻近测试槽是否具有温度改变的列队请求,并且一旦确定其他邻近测试槽中的一个具有温度改变的列队请求,则维护该列队请求。

[0061] 在另一方面,存储装置测试系统包括一串测试槽,其包括多个测试槽,每个测试槽均被配置为容纳承载用于测试的存储装置的存储装置输送机。存储装置测试系统还包括测试电子装置,与测试槽串电连通并被配置为通过控制提供给测试槽的功率来调整测试槽的操作温度。测试电子装置被配置为至少部分地基于可应用于测试槽串的总功率来限制测试槽的操作温度的改变。

[0062] 本公开的这一方面的实现可以包括以下特征中的一个或多个。

[0063] 在一些实现中,存储装置测试系统包括多个无源组件(例如,热电冷却器和电阻加热器),每个无源组件均与测试槽中对应的一个相关联,并且每一个均与测试电子装置电连通。测试电子装置可以被配置为通过控制到无源组件的电流量来调节测试槽的操作温度。

[0064] 在一些实施例中,测试槽中的每一个均包括至少一个温度传感器,其电连接到测试电子装置,该测试电子装置被配置为至少部分地基于从温度传感器接收的信号来调节测试槽的操作温度。

[0065] 根据另一方面,存储装置测试系统包括至少一个测试支架,包括多个测试槽,每个测试槽均被配置为容纳承载用于测试的存储装置的存储装置输送机。存储装置测试系统还包括与测试槽电连通的测试电子装置。测试电子装置被配置为调整测试槽的操作温度,以

及测试电子装置被配置为至少部分地基于测试槽中至少另外一个测试槽的操作条件来改变每个测试槽的操作温度。

[0066] 本公开的这一方面的实施例可以包括以下特征中的一个或多个。

[0067] 在一些实施例中,测试电子装置被配置为至少部分地基于测试槽中的邻近槽的至少一个槽的操作温度来调节在测试支架中每个测试槽的操作温度的改变。

[0068] 在一些实现中,测试电子装置被配置为至少部分地基于测试槽中的邻近槽的至少一个或多个槽的操作温度来调节测试槽的至少一个测试槽的操作温度的改变。

[0069] 在一些实施例中,每个测试槽包括至少一个温度传感器,其电连接到测试电子装置,并且该测试电子装置被配置为至少部分地基于从温度传感器接收的信号来调节测试槽的操作温度。

[0070] 在一些实现中,每个温度传感器均可操作,以测量测试槽中相关联的一个的操作温度。

[0071] 在一些实施例中,存储装置测试系统包括多个无源组件,每一个均与测试槽的对应一个相关联,并且每一个均与测试电子装置电连通。测试电子装置可以被配置为通过控制到无源组件的电流通量来调节测试槽的操作温度。

[0072] 在一些实现中,测试电子装置被配置为至少部分地基于计算机可操作测试例程来调节测试槽的操作温度。

[0073] 在另一方面,一种控制测试槽串中的一个或多个测试槽的温度的方法包括:计算测试槽串的实际功率牵引;计算测试槽串的实际冷却液功率负载;以及至少部分地基于计算的实际功率牵引和计算的实际冷却液功率负载中的至少一个来调整用于加热或冷却测试槽串中的一个或多个测试槽的功率通量。

[0074] 本公开的这一方面的实现可以包括以下特征中的一个或多个。

[0075] 在一些实现中,该方法可以包括对计算的测试槽串的实际功率牵引与可应用于测试槽串的总功率进行比较,并且如果计算的测试槽串的实际功率牵引超过可应用于测试槽串的总功率,则限制功率通量的调整。

[0076] 在一些实施例中,该方法可以包括对计算的测试槽串的实际冷却液功率负载与测试槽串的预定的最大冷却液功率负载进行比较,如果计算的实际冷却液功率负载超过预定的最大冷却液功率负载,则限制功率通量的调整。

[0077] 在一些实现中,调整用于加热或冷却在测试槽串中一个或多个测试槽的功率通量包括调节到与一个或多个测试槽相关联的一个或多个无源装置的电流通量。

[0078] 根据另一方面,存储装置测试系统包括一个或多个测试支架,以及被一个或多个测试支架容纳的一个或多个测试槽,每个测试槽均被配置为容纳和支撑承载用于测试的存储装置的存储装置输送机。该存储装置测试系统还包括用于提供将被测试的存储装置的转运站。一个或多个测试支架和转运站至少部分地限定了操作区域。存储装置测试系统还可以包括:自动化机械,其被设置在操作区域内并被配置为在转运站与一个或多个测试槽之间输送存储装置;以及盖子,至少部分地封装操作区域,从而至少部分地抑制操作区域与围绕测试支架的环境之间的空气交换。

[0079] 本公开的这一方面的实施例可以包括以下特征中的一个或多个。

[0080] 在一些实施例中,盖子基本封装操作区域,从而基本抑制操作区域与围绕测试支

架的环境之间的空气交换。

[0081] 在一些实现中,盖子被连接到测试支架。

[0082] 在一些实施例中,盖子被连接到转运站。

[0083] 在一些实现中,存储装置测试系统包括设置在盖子与测试支架之间的封口。该封口被布置以抑制操作区域与围绕测试支架的环境之间的空气交换。

[0084] 在一些实施例中,存储装置测试系统包括设置在相邻测试支架之间的封口。该封口被布置以抑制操作区域与围绕测试支架的环境之间的空气交换。

[0085] 在一些实现中,封口被设置在转运站与相邻的测试支架之间。该封口被布置以抑制操作区域与围绕测试支架的环境之间的空气交换。

[0086] 在一些实施例中,封口被设置在盖子与转运站之间。该封口被布置以抑制操作区域与围绕测试支架的环境之间的空气交换。

[0087] 在一些实现中,至少一个测试支架包括:测试槽室,其包括至少一个测试槽;测试电子装置室,其包括被配置以与至少一个测试槽进行连通以执行测试算法的测试电子装置;以及鼓风机,被布置以在操作区域与测试电子装置室之间移动气流,以冷却测试电子装置。在一些情况下,鼓风机被设置在测试电子装置室内。存储装置测试系统还可以包括设置在测试电子装置室内的热交换器。鼓风机可以被配置为引导气流通过热交换器,并且热交换器可以被配置为冷却气流。在一些情况下,承接盘可以被设置在测试电子装置室内,并被布置为收集从热交换器液化的湿气。在一些实例中,悬浮传感器被设置在承接盘中,并被配置为检测承接盘中的液位。

[0088] 在一些实施例中,存储装置测试系统包括与测试电子装置和悬浮传感器通信的至少一个计算机,并且该计算机可以被配置为至少部分地基于从悬浮传感器接收的信号来控制测试支架的操作。

[0089] 在一些实现中,测试电子装置室与测试槽室基本隔离,使得在测试电子装置室与测试槽室之间的气流被基本抑制。

[0090] 在一些实施例中,存储装置测试系统包括空气过滤器,其设置在测试槽室内并被布置以过滤在操作区域与测试电子装置室之间通过的气流。

[0091] 在一些实例中,自动化机械包括至少一个机械手臂。

[0092] 在一些实施例中,一个或多个测试支架和转运站被支撑在底面上,并且盖子、转运站、底面基本密封操作区域,从而基本抑制了在操作区域与围绕测试支架的环境之间的空气交换。

[0093] 在一些实现中,测试支架和转运站以至少一部分封闭的多边形的形式布置在自动化机械周围。

[0094] 在另一方面,存储装置测试槽热控制系统包括测试槽,该测试槽包括壳体,该壳体具有外部表面和由壳体限定的内部腔体,并且包括测试室,用于容纳和支撑承载用于测试的存储装置的存储装置输送机;以及从壳体的外部表面向内部腔体延伸的进气口。存储装置测试槽热控制系统还包括冷却导管,以及装配至冷却导管的热电装置。热电装置被配置为冷却或加热通过进气口进入内部腔体的气流。

[0095] 本公开的这一方面的实现可以包括以下特征中的一个或多个。

[0096] 在一些实现中,冷却导管被配置为吸收由热电装置散发的热量。

- [0097] 在一些实施例中,冷却导管被液体冷却。
- [0098] 在一些实现中,热电装置包括无源装置。
- [0099] 在一些实施例中,热电装置包括热电冷却器(例如,散装热电冷却器或薄膜热电冷却器)。
- [0100] 在一些实现中,存储装置测试槽热控制系统包括连接到热电装置的散热器。
- [0101] 在一些实施例中,测试槽包括管道导管,其设置在内部腔体中并被配置为将气流从进气口输送至测试室。管道导管可以被配置为引导在设置在测试室内的存储装置下游的气流。
- [0102] 在一些实现中,存储装置测试槽热控制系统可以包括电加热装置(例如,电阻加热器)。电加热装置可以被配置为加热在内部腔体中的气流。在一些情况下,电加热装置被设置在内部腔体中,并被配置为加热通过管道导管输送的气流。在一些实例中,散热器被设置在管道导管内并连接到电加热装置,以及电加热装置被配置为加热散热器。
- [0103] 在一些实现中,存储装置测试槽热控制系统还可以包括测试电子装置,与热电装置和/或电加热装置电连通。测试电子装置可以被配置为控制到热电装置和/或电加热装置的电流。一个或多个温度传感器可以被设置在内部腔体中。一个或多个温度传感器可以电连接到测试电子装置,并且测试电子装置可以被配置为至少部分地基于从一个或多个温度传感器接收的信号来控制到热电装置和/或电加热装置的电流。测试电子装置可以被设置在内部腔体的外侧。
- [0104] 在一些实施例中,存储装置测试槽热控制系统可以包括测试电子装置,其与在测试室内的存储装置的一个或多个测试例程进行连通。在一些情况下,测试槽连接器被设置在内部腔体中。测试槽连接器可以被配置为与连接到存储装置上的匹配装置相接合,以及测试槽连接器电连接到测试电子装置。测试电子装置可以被设置在内部腔体中。在一些实例中,连接接口电路被设置在内部腔体中,并且连接接口电路被配置为提供在测试槽连接器与测试电子装置之间的电连通。
- [0105] 在另一方面,存储装置测试支架包括测试槽;冷却导管,被配置为将液体输送至测试槽;以及多个热电装置,其每一个均被装配到冷却导管并且每一个均与测试槽中的对应一个相连通。热电装置中的每一个均被配置为冷却或加热进入测试槽中相关联的一个的气流。
- [0106] 本公开的这一方面的实施例可以包括以下特征中的一个或多个。
- [0107] 在一些实施例中,存储装置测试支架包括测试槽室,其包括测试槽、冷却导管和热电装置。存储装置测试支架还可以包括测试电子装置室,其包括被配置为与测试槽连通用以实现测试算法的测试电子装置。
- [0108] 在一些实现中,存储装置测试支架包括热交换器,设置在测试电子装置室内并与冷却导管液体连通。热交换器可以被配置为冷却测试电子装置内的气流,从而冷却测试电子装置。
- [0109] 在一些实施例中,存储装置测试支架包括鼓风机,设置在测试电子装置室内并被配置为引导气流穿过热交换器并将其引导至测试电子装置,来冷却测试电子装置。
- [0110] 在一些实现中,空气过滤器被设置在鼓风机与热交换器之间。空气过滤器可以被配置为过滤在测试电子装置室内的气流。

[0111] 在一些实施例中,空气过滤器被设置在鼓风机进口处,并被配置为过滤引导至测试电子装置室的气流。

[0112] 在一些实现中,热电装置与测试电子装置电连通,并且测试电子装置被配置为控制热电装置的操作。

[0113] 在一些实施例中,每个测试槽均包括与测试电子装置电通信的一个或多个温度传感器。测试电子装置可以被配置为至少部分地基于从一个或多个温度传感器接收的信号来控制热电装置的操作。

[0114] 在一些实现中,测试电子装置与测试槽室基本隔离,从而基本抑制了测试电子装置室与测试槽室之间的气流。

[0115] 在一些实施例中,冷却导管被配置为吸收由热电装置散发的热量。

[0116] 在一些实现中,热电装置可操作用于去除来自冷却导管的热能。

[0117] 在一些实施例中,热电装置可操作用于去除来自流入冷却导管的液体的热能。

[0118] 以下,结合附图和说明书详细阐述本发明一个或多个实施例。根据说明书和附图以及权利要求,本发明的其他特征、目的和优点将是显而易见的。

附图说明

[0119] 图 1 是存储装置测试系统的立体图。

[0120] 图 2A 是测试支架的立体图。

[0121] 图 2B 是图 2A 的测试支架的插槽存储库的详细立体图。

[0122] 图 3 是测试槽组件的立体图。

[0123] 图 4 是转运站的立体图。

[0124] 图 5 是装载箱和存储装置的立体图。

[0125] 图 6A 是存储装置测试系统的俯视图。

[0126] 图 6B 是存储装置测试系统的立体图。

[0127] 图 7A 和图 7B 是存储装置输送器的立体图。

[0128] 图 8A 是支撑存储装置的存储装置输送器的立体图。

[0129] 图 8B 是承载对准以插入测试槽的存储装置的存储装置输送器的立体图。

[0130] 图 9 和图 10 是自检测和功能检测电路的示意图。

[0131] 图 11A 是用于存储装置测试系统的液体冷却电路的示意图。

[0132] 图 11B 是用于测试支架的冷却电路的示意图。

[0133] 图 11C 是测试支架的插槽存储库的一行的立体图。

[0134] 图 12 是具有密封的机器人操作空间的存储装置测试系统的立体图。

[0135] 图 13 是一对测试槽组件的立体图。

[0136] 图 14A- 图 14C 是一对测试槽组件的俯视图、侧视图和正面垂直视图。

[0137] 图 15A 和图 15B 是测试槽组件的分解立体图。

[0138] 图 16 是包括管道导管的测试槽的立体图。

[0139] 图 17 和图 18 是包括电加热组件的图 16 的测试槽的立体图。

[0140] 图 19 是包括连接接口板的图 16- 图 18 的测试槽的立体图。

[0141] 图 20A 和图 20B 是连接接口板的立体图。

- [0142] 图 21A 和图 21B 是具有隔离材料的测试槽的立体图。
- [0143] 图 21C 是包括具有用于接合隔离材料的突出部的第二盖的测试槽的立体图。
- [0144] 图 22A 和图 22B 是包括外部装配有鼓风机的测试槽组件的立体图。
- [0145] 图 23A- 图 23C 是鼓风机组件的立体图。
- [0146] 图 24 是图 23A- 图 23C 的鼓风机组件和一对电热泵组件的立体图。
- [0147] 图 25 是包括图 23A- 图 23C 的鼓风机组件的一对测试槽组件的立体图。
- [0148] 图 26 是包括相关联的一对电热泵组件的一对测试槽组件的立体图。
- [0149] 图 27 是电热泵组件的分解立体图。
- [0150] 图 28A 是示出与冷却导管连接的一对测试槽组件的侧视图。
- [0151] 图 28B 是图 28A 的详细视图。
- [0152] 图 29 是示出通过一对测试槽组件进行温度调整的气流的示意图。
- [0153] 图 30A 和图 30B 是测试支架的单个插槽存储库的立体图。
- [0154] 图 31 是从图 30A 和图 30B 的插槽存储库观看的第一侧壁的立体图。
- [0155] 图 32 是示出了装配在图 30A 和图 30B 的插槽存储库的第一侧壁中的鼓风机组件和相关联的一对电热泵组件的侧视图。
- [0156] 图 33 是图 32 的详细侧视图。
- [0157] 图 34 是图 30A 和图 30B 的插槽存储库的第一侧壁的立体图。
- [0158] 图 35 是图 30A 和图 30B 的插槽存储库的第二侧壁的立体图。
- [0159] 图 36A 和图 36B 是示出具有相关联的测试槽组件对的第二侧壁部分的对准的立体图。
- [0160] 图 37A 是支撑多个测试槽的插槽存储库的前部垂直视图。
- [0161] 图 37B 是图 37A 的详细视图。
- [0162] 图 38A 是用于基于可应用于测试槽串的总功率来控制测试槽中的温度改变的算法。
- [0163] 图 38B 和图 38C 示出了用于基于可应用于测试槽串的总功率来控制测试槽中的温度斜率的算法。
- [0164] 图 38D 和图 38E 示出了用于基于相邻的测试槽来控制测试槽的一个中的温度改变的算法。
- [0165] 图 39A 和图 39B 是测试槽壳体的立体图。
- [0166] 图 40A- 图 40E 是测试槽的立体图。
- [0167] 图 41A- 图 41C 是鼓风机组件的立体图。
- [0168] 图 42 是图 41A- 图 41C 的鼓风机组件和一对电热泵组件的立体图。
- [0169] 图 43 是图 42 的鼓风机组件和电热泵组件的侧视图。
- [0170] 图 44 是挡板构件的立体图。
- [0171] 图 45A 是示出气流图案的图 42 的鼓风机组件和电热泵组件的仰视图。
- [0172] 图 45B 是示出气流图案的图 42 的鼓风机组件和电热泵组件的俯视图。
- [0173] 图 46A 和图 46B 是从插槽存储库观看的第一侧壁的立体图。
- [0174] 在各个附图中相同的参考标号表示相似的元件。

具体实施方式

[0175] 系统概述

[0176] 如图 1 所示,存储装置测试系统 10 包括多个测试支架 100(例如,所示出的 10 个测试支架)、转运站 200、和机器人 300。如图 2A 和图 2B 所示,每个测试支架 100 通常包括底座 102。底座 102 可以由被紧固在一起并一起限定了多个插槽存储库 110 的多个结构构件 104(例如,铝型材、钢管和 / 或组合件)构成。每个插槽存储库 110 都可以支撑多个测试槽组件 120。参照图 2A,测试支架 100 还可以包括主体 107(例如,由一个或多个金属片和 / 或模制塑料部分构成,还可以参见图 1),其至少部分地密封底座 102。主体 107 可以包括楔形部分 108,其可用于分隔供电电子装置 109(例如,AC 到 DC 电源)。如图 3 所示,每个测试槽组件 120 包括存储装置输送机 400 和测试槽 500。存储装置输送机 400 被用于获取存储装置 600(例如,从转运站 200),并用于将存储装置 600 传送到用于测试的测试槽 500 中的一个。如文中所使用的,存储装置包括磁盘驱动器、固态驱动器、存储装置、以及需要进行用于确认的不同步测试的任何装置。磁盘驱动器通常是非易失性存储器,其在具有磁性表面的快速旋转的圆盘上存储数字编码的数据。固态驱动器 (SSD) 是将固体存储器用于存储永久数据的数据存储装置。使用 SRAM 或 DRAM(代替闪存)的 SSD 通常被称作 RAM 驱动器。术语固态通常使固态电子装置区别于机电装置。

[0177] 参照图 4,在一些实现中,转运站 200 包括转运站外壳 210 以及设置在转运站外壳 210 上的多个装载箱引入 (presentation) 支撑系统 220。每个装载箱引入支撑系统 220 被配置为将存储装置装载箱 260 容纳和支撑到引入位置,以通过存储装置测试系统 10 进行服务。

[0178] 在一些实现中,每个装载箱引入支撑系统 220 均设置在转运站外壳 210 的同一侧,并相对于彼此垂直布置。每个装载箱引入支撑系统 220 均具有相对于彼此不同的高度。在一些实例中,如图 4 所示,装载箱引入支撑系统 220 包括装载箱支撑臂 226,其被配置为通过由存储装置装载箱 260 限定的对应臂凹槽 266(图 5) 来容纳。

[0179] 装载箱移动器 230 被设置在转运站外壳 210 上,并被配置为相对于其进行移动。装载箱移动器 230 被配置为在用于通过存储装置测试系统 10(例如,通过机器人 300(图 1)) 进行服务的装载箱引入支撑系统 220 与装载箱 260 可以(通过机械手)被装载到转运站 200 并从转运站 200 中卸载的存储区域 250 之间传送装载箱 260。

[0180] 如图 5 所示,装载箱 260 包括装载箱主体 262,其限定多个存储装置容器 264(如所示出的 18 个),每个容器均被配置为放置存储装置 600。每个存储装置容器 264 均包括存储装置支撑部 265,其被配置为支撑所容纳的存储装置 600 的中心部分,以允许存储装置 600 沿非中心部分(例如,沿存储装置的侧部、前部和 / 或后部边缘)操作。装载箱主体 262 还限定了臂凹槽 266,其被配置为与转运站外壳 210 的装载箱支撑臂 226(图 4) 相接合,从而支撑装载箱 260(例如,通过机器人 300 进行操作(图 1))。如图 6A 和图 6B 所示,机器人 300 包括机械臂 310 和设置在机械臂 310 的末端处的机械手 312(图 6A)。机械臂 310 定义了与地面 316 正交的第一轴 314(图 6B),并且其可操作用于旋转通过大约预定的弧度并在机器人操作区域 318 内从第一轴 314 轴向延伸。机械臂 310 被配置为通过在转运站 200 处的装载箱 260 与测试支架 100 之间传送存储装置 600 来独立地对每个测试槽 500 进行操作。具体地,机械臂 310 被配置为利用机械手 312 从一个测试槽 500 中去除存储装置输送

器 400,然后在具有存储装置输送机 400 的转运站 200 处从一个存储装置容器 264 中获取存储装置 600,然后将其中具有存储装置 600 的存储装置输送机 400 返回到用于进行存储装置 600 的测试的测试槽 500。在测试之后,机械臂 310 从一个测试槽 500 中取回存储装置输送机 400 以及被支撑的存储装置 600,并通过存储装置输送机 400 的机械手(即,利用机械手 312)使其返回到在转运站 200 处的存储装置容器 264 中的一个(或者将其移动至测试槽 500 中的另一个)。

[0181] 参照图 7A 和图 7B,存储装置输送机 400 包括框 410 和夹持机构 450。框 410 包括面板 412。如图 7A 所示,沿第一表面 414,面板 412 限定缺口 416。该缺口 416 可以通过机械臂 310 的机械手 312(图 6A)可释放地接合,使得机械臂 310 可以抓取和移动输送机 400。如图 7B 所示,面板 412 还包括倾斜边缘 417。当框 410 被插入到测试槽 500 之一中时,面板 412 的倾斜边缘 417 邻近测试槽 500(图 15A)的对应倾斜边缘 515(图 15A),以形成封口,该封口(如下所述)帮助抑制气流进入和离开测试槽 500。在使用时,利用机器人 300(例如通过利用机器人 300 的机械手 312 抓取或者接合输送机 400 的缺口 416)从测试槽 500 之一中去除存储装置输送机 400 之一。框 410 限定基本呈 U 型的开口 415,其通过侧壁 418 和底板 420 形成,以总体上使框 410 安装至装载箱 260(图 5)中的存储装置支撑部 265 周围,使得存储装置输送机 400 可以被移动到在装载箱 260 的存储装置容器 264 之一中容纳的存储装置 600 中的一个之下的位置中。然后,存储装置输送机 400 可以抬起至与存储装置 600 接合的位置中,以将其从装载箱 260 的存储装置支撑部 265 中去除。

[0182] 如图 8A 和图 8B 所示,在存储装置 600 位于存储装置输送机 400 的框 410 中时,可以通过机械臂 310(图 6A)将存储装置输送机 400 和存储装置 600 一起移动到测试槽 500 之一中的位置。机械手 312(图 6A)也被配置为开始设置在存储装置输送机 400 中的夹持机构 450 的动作。机械手的详细描述以及与文中描述相结合的其他细节和特征可以在与本文一同提交的后续美国专利申请中找到,该申请题为“Transferring Disk Drives Within Disk Drive Testing Systems”,代理申请案号:18523-073001,发明人:Evgeny Polyakov 等,且具有分配的序号 12/104,536,前述申请的全部内容结合至此,以做参考。在将输送机 400 从装载箱 220 移动至测试槽 500 之前允许夹持机构 450 的动作,以抑制在移动期间存储装置 600 相对于存储装置输送机 400 的移动。在插入到测试槽 500 之前,机械手 312 还可以使夹持机构 450 再次动作,以释放框 410 中的存储装置 600。允许存储装置输送机 400 插入到测试槽 500 之一,直至存储装置 600 处于测试位置,其中存储装置连接器 610 与测试槽连接器 524 接合(图 19)。夹持机构 450 还可以被配置为一旦容纳在测试槽 500 中,就与其相接合,以抑制存储装置输送机 400 相对于测试槽 500 的移动。在这种实现中,一旦存储装置 600 位于测试位置,则夹持机构 450 再次接合(例如,通过机械手 312),以抑制存储装置输送机 400 相对于测试槽 500 的移动。输送机 400 以这种方式的夹持可以帮助减小在测试期间的振动。夹持机构 450 的详细描述以及与文中描述相结合的其他细节和特征可以在后续美国专利申请中找到,该申请为 2007 年 12 月 18 日提交的题为“DISK DRIVE TRANSPORT CLAMPING AND TESTING”,代理申请号:18523-067001,发明人:Brian Merrow 等,且具有分配的序号 11/959,133,其全部内容结合至此,以做参考。参照图 9,在一些实现中,存储装置测试系统 10 还包括与测试槽 500 连通的至少一个计算机 130。计算机 130 可以被配置为提供存储装置 600 的库存控制和/或用于控制存储装置测试系统 10 的自动接口。在每个测

试支架 100 中,测试电子装置 160 与每个测试槽 500 进行连通。测试电子装置 160 被配置为与容纳在测试槽 500 中的盘驱动器 600 进行连通。

[0183] 参照图 10,供电系统 170(其包括供电电子装置 109,图 2A)为存储装置测试系统 10 提供电能。供电系统 170 可以监控和/或调节到容纳在测试槽 500 中的存储装置 600 的电能。在图 10 所示的实例中,在每个测试支架 100 中的测试电子装置 160 包括与至少一个测试槽 500 连通的至少一个自测系统 180。自测系统 180 测试测试支架 100 和/或特定子系统(例如,测试槽 500)是否运转良好。自测系统 180 包括串控制器 181;一个或多个连接接口电路 182,每一个均与容纳在测试槽 500 中的存储装置 600 电连通;以及一个或多个块接口电路 183,与连接接口电路 182 电连通。在一些实例中,串控制器 181 被配置为运行具有存储装置 600 的大约 120 次自测和/或 60 次功能性测试的能力的一个或多个测试程序。连接接口电路 182 和块接口电路 183 被配置以进行自测。然后,自测系统 180 可以包括自测电路 184,被配置以执行和控制存储在存储装置测试系统 10 的一个或多个组件上的自测程序。串控制器 181 可以经由以太网(例如,吉比特以太网)与自测电路 184 进行连通,该自测电路可以与块接口电路 183 连通,并经由通用异步收发器(UART)串行链路连接到连接接口电路 182 和存储装置 600。UART 通常是用于在计算机或外围装置串行接口上进行串行通信的单个(或部分)集成电路。块接口电路 183 被配置为控制到测试槽 500 的电能以及测试槽 500 的温度,并且每个块接口电路 183 可以控制一个或多个测试槽 500 和/或存储装置 600。

[0184] 在一些实例中,测试电子装置 160 还可以包括与至少一个测试槽 500 通信的至少一个功能测试系统 190。该功能测试系统 190 测试通过存储装置输送机 400 保持和/或支撑的容纳的存储装置 600 是否运转良好。功能性测试可以包括测试通过存储装置 600 接收的电能量、工作温度、读取和写入数据的能力、以及在不同温度下读取和写入数据的能力(例如,在热的情况下读取且在冷的情况下写入,或者相反)。功能性测试可以测试存储装置 600 的每个存储扇区或者仅进行随机采样。功能性测试可以测试在存储装置 600 周围的空气的操作温度,并且还可以测试与存储装置 600 连通的数据完整性。功能性测试系统 190 包括串控制器 181,以及与串控制器 181 电连通的至少一个功能接口电路 191。连接接口电路 182 与容纳在测试槽 500 中的存储装置 600 以及功能接口电路 191 进行电连通。功能接口电路 191 被配置为与到存储装置 600 的功能测试例程进行连通。功能测试系统 190 可以包括通信切换 192(例如,吉比特以太网),以提供在串控制器 181 与一个或多个功能接口电路 191 之间的电连通。优选地,计算机 130、通信切换 192、串控制器 181、和功能接口电路 191 在以太网上进行连通。然而,可以使用其他形式的通信。功能接口电路 191 可以经由并行 AT 附加设备接口(也称作 IDE、ATA、ATAPI、UDMA 和 PATA 的硬盘接口)、SATA 或 SAS(串行连接 SCSI)与连接接口电路 182 进行连通。

[0185] 温度控制

[0186] 图 11A 示出了用于将冷却液体(例如,冷却水)分配到存储装置测试系统 10 的每个测试支架 100(图 11A 中仅示出了一个)的液体冷却电路 20。液体冷却电路 20 包括进入导管 22,其将冷却液体(例如,设备冷却水流,例如大约 8°C 的水流)从送液管线(例如,设备冷却水系统 21 的设备冷却水供应管线 23)传送到测试槽 100(为了简单,示出了一个);排出导管 24,其允许来自测试支架 100 的水流返回到液体返回管线(例如,设备冷却

水系统 21 的设备冷却水返回管线 25)。进入导管 22 可以包括用于去除水中的微粒的过滤器 26(例如,60 网眼过滤器);以及用于控制水到测试支架 100 的进入压力的送进压力调节器 27。进入导管 22 还包括分配总导管 28(例如,大直径聚合物软管或焊接的聚氯乙烯(PVC)),其中 T 形连接 29 被设置以将水分配到每个测试支架 100。进入导管 22 还可以包括流量控制阀 36,以控制到测试支架 100 的体积流量。排出导管 24 包括返回总导管 30(例如,大直径软管),其管道连接至冷却水返回管线 25。截止阀 31 可以设置在进入导管 22 和排出导管 24 中,以使存储装置测试系统 10 与冷却水系统 21 隔离。承载到测试支架 100 和来自测试支架 100 的冷却液体的组件(例如,进入导管 22、排出导管 24、分配总导管 28、返回总导管 30 等)还可以被隔离,以抑制在液体(例如,水)与周围环境之间的热传递。

[0187] 如图 11B 所示,在每个测试支架 100 中,测试槽 500 和测试电子装置 160 被布置在单独的室中,并且每一个均设置有温度控制。测试槽 500 被布置在测试槽室 700 中,并且测试电子装置 160 被布置在测试电子装置室 800 中。测试电子装置 160 与在测试槽 100 的楔形部件 108(图 1)中的供电电子装置 109(图 2A)进行电连通,使得进入测试电子装置室 800 的电全部是 DC。由液体冷却电路 20 对测试槽室 700 和测试电子装置室 800 进行操作。进入导管 22 将设备冷却水输送到测试槽室 700。在测试槽室 700 中,进入导管 22 与将水分配到一个或多个冷却导管 710 的下部总导管 32 进行液体连通。图 11C 示出了每个插槽存储库 110 具有其自己专用的冷却导管 710 的一个实例。然而,在一些实施例中,每个冷却导管 710 可以沿测试支架 100 的高度延伸,并对测试槽 500 的整个列进行操作。冷却导管 710 可以包括管线和/或软管(例如,铜或铝的管线或软管)。再次参照图 11B,冷却水通过冷却管道 710 循环,从而形成测试槽热控制系统的一部分,如随后更详细的论述。每个冷却导管 710 均包括与进入导管 22 液体连通的进入开口 712 和与上部总导管 33 液体连通的排出开口 714。例如,下部和上部总导管 32、33 可以由铜或聚氯乙烯(PVC)管制成。为了实现均等的流分配,每个进入导管 22 均可以装配有口,其将提供需要进行适当分配的附加流阻。在通过冷却导管 710 之后,水稍后被收集到上部总导管 33。从上部总导管 33,水被管道连接至被设置在测试电子装置室 800 内的空气-液体热交换器 810 的入口 812。热交换器 810 还包括与排出导管 24 液体连通的排出口 814。进入冷却导管 710 的冷却水通过热交换器 810 循环,以对测试电子装置室 800 和机器人操作区域 318 中的气流 815 进行冷却和除湿,以控制允许进入测试槽 500 的空气中的湿度。然后,水离开支架 100 并经由连接所有测试支架 100 的水返回的返回总导管 30(图 11A)返回到冷却水系统 21。聚合物软管可以被用于连接测试支架 100 内的这些水流组件。在组件之间使用软管可以有助于削弱整个液体冷却电路 20 的振动。

[0188] 截止阀 34 位于进入导管 22 中,并且组合截止和平衡阀 35 设置在排除导管 24 中。组合截止和平衡阀 35 在多个测试支架 100 之间设置流量分配,以及阀 34,35 还可以用于隔离测试支架 100 与冷却水系统 26。

[0189] 如图 11B 所示,每个测试支架还可以包括鼓风机(例如,送风机 816),其将气流 815 从机器人操作区域 318 通过测试支架 100 中的入口 131 吸入到测试电子装置室 800 中。送风机 816 被装配到防震架 37 上,以隔离由来自测试支架 100 的送风机 816 以及来自在测试支架 100 中进行测试的存储制造处产生的振动。送风机 816 引导气流 815 穿过用于对空气进行冷却和除湿的热交换器 810,并将其引导至测试电子装置 160,用于冷却测试电

子装置 160。测试电子装置 160 通过该气流进行冷却。在通过测试电子装置 160 后,气流 815 通过测试支架 100 中的排出口 132 排出到机器人操作区域 318 中。在机器人操作区域 318 中的气流 815 提供对机器人 300 的冷却。测试电子装置室 800 与测试槽室 700 基本隔离,从而基本抑制了测试电子装置室 800 与测试槽室 700 之间的气流从背部进入。然后,在机器人操作区域 318 中流动(例如,来自测试电子装置室 800)的空气被允许通过面向机器人操作区域 318 的测试槽 500 的第一开口端 525,并且测试槽室 700 与机器人操作区域 318 基本隔离,而输送器 400 位于测试槽 500 内。测试槽室 700 与测试电子装置室 800 的隔离提供了不同的独立的空气循环系统,以允许独立的气流来调整测试槽室 700 中的测试槽 500 以及测试电子装置室 700 内的测试电子装置 160 的温度。如上所述,测试槽室 700 包括一个空气循环系统,其包括从机器人操作区域 318 移动经由送风机 816 通过热交换器 810 和测试电子装置 160 并回到机器人操作区域 318 的空气。并且,如随后更详细描述,测试槽室 700 还可以包括一个或多个独立和不同(即,独立于测试电子装置室 800 且与之不同)的空气循环系统,每个空气循环系统均包括循环通过各个测试槽 500 的对应一个的空气,例如以帮助调节测试槽 500 的对应一个中的空气温度。液体冷却热交换器 810 将湿气 40 从气流 815 中液化出来,用于帮助保持支架 100 不会潮湿。湿气 40 积累在热交换器 810 上,然后滴入设置在测试电子装置室 800 的底部处的承接盘 42 中。如图 11B 所示,悬浮传感器可以安装在承接盘 42 中,以向系统控制器(计算机 130)提供关于承接盘 42 中的液体量的信号信息。当来自悬浮传感器 44 的信号表示在承接盘 42 中的液位超过预定的最大值时,计算机 130 可以发出报警声和/或停止相关联的测试支架 100 的操作。测试电子装置室 800 可以包括一个或多个温度传感器 48,用于检测测试电子装置室 800 的温度。一个或多个温度传感器可以经由测试电子装置 160 与系统控制器(计算机 130)进行电连通。

[0190] 如图 12 所示,在一些情况下,机器人操作区域 318 可以用盖子 320 进行密封,以限制在支架 100 的测试电子装置室 800 与环境之间的空气交换。盖子 320 可以是例如片状金属部件,其(利用螺钉)紧固至测试支架 100。密封或垫片材料 322(以虚线示出)可以被设置在盖子 320 和测试支架 100 之间和/或相邻的测试支架 100 之间,以限制在机器人操作区域 318 与外部环境之间的空气交换。密封结构可以有助于进一步减少机器人操作区域 318 和测试电子装置室 800 中的湿气。密封结构还可以减少在机器人操作区域 318 和测试电子装置室 800 中的灰尘量。盖子 320 还有助于将存储装置测试系统 10 作为一个整体的整体结构稳定性。每个测试支架 100 还可以设置有空气过滤器 46(图 11B),以帮助减少支架 100 中的灰尘。在每个支架 100 中,空气过滤器 46 可以被装配在热交换器 810 的进入表面 817 处或者送风机 816 的入口 818 处。

[0191] 测试槽热控制系统

[0192] 在每个测试槽存储库 110 中,测试槽组件 120 成对布置。如图 13 所示,每对测试槽组件 120 包括下部测试槽组件 120a 和上部测试槽组件 120b。参照图 13 和图 14A-图 14C,对于每对测试槽组件,下部测试槽组件 120a 包括第一测试槽 500a、一个存储装置输送器 400、第一鼓风机(例如,第一送风机 722a)、和第一电子热泵组件 724a。相似地,上部测试槽组件 120b 中的每一个均包括第二测试槽 500b、一个存储装置输送器 400、第二鼓风机(例如,第二送风机 722b)、和第二电子热泵组件 724b。

[0193] 如图 15A 和图 15B 所示,第一和第二测试槽 500a、500b 中的一个包括壳体 508,其

具有基板 510、第一和第二直立壁 512a 和 512b、以及第一和第二盖子 514a 和 514b。壳体 508 设置在装配板 513 上。壳体 508 限定了内部腔体 517,其包括后部 518 和前部 519。前部 519 限定了用于容纳和支撑存储装置输送机 400 之一的测试室 526。基板 510、直立壁 512a、512b 以及第一盖子 514a 一起限定了第一开口端 525,其提供到测试室 526 的入口(例如,用于插入和去除存储装置输送机 400);以及倾斜边缘 515 邻近于插入到测试槽 500a、500b 中的存储装置输送机 400 的面板 412 的互补倾斜边缘 417,以提供抑制气流通过第一开口端 525 流入和流出测试槽 500a、500b 的封口。在一些情况下,例如,测试槽 500a、500b 的倾斜边缘 515 和 / 或输送机 400 的倾斜边缘 417 可以包括封口或衬垫材料(例如,泡沫隔离),以帮助进一步抑制气流通过第一开口端 525 流入和流出测试槽 500a、500b。第一直立壁 512a 限定了进气口 528 和排气口 529。进气口 528 和排气口 529 在壳体 508 的外表面 530(图 15B) 和内部腔体 517 之间延伸。

[0194] 如图 16 所示,测试槽 500a、500b 还包括设置在内部腔体 517 中的管道导管 532。管道导管 532 被配置为将气流从进气口 528 输送到测试室 526。管道导管 532 被配置为利用返回气流引导在设置在测试室 526 内部的存储装置 600 下部的气流,以使其流过存储装置 600 并返回到排气口 529。如图 17 所示,电加热组件 726 被设置在内部腔体 517 中,并被配置为加热通过管道导管 532 输送的气流。电加热组件 726 包括加热器散热器 728 和电加热装置(例如,电阻加热器 729)。电阻加热器可以具有在大约 150°C 至大约 175°C 的范围内的操作温度。如图 18 所示,电加热组件 726 被设置在管道导管 532 中的第一开口 533 内。在一些情况下,散热器隔离物 539(例如,泡沫隔离物)可以被设置以帮助隔绝在加热器散热器 728 与壳体 508 之间振动的传递。

[0195] 如图 19 所示,内部腔体 517 的后部 518 容纳有连接接口板 520,其承载连接接口电路 182(图 9 和图 10)。连接接口板 520 包括带状线缆 522(例如,柔性电路或线缆),其提供在连接接口电路 182 和在相关联的测试支架 100 中的测试电子装置 160(例如,自测系统 180 和 / 或功能测试系统 190) 之间的电连通。连接接口板 520 还包括测试槽连接器 524,其提供在连接接口电路 182 与测试槽 500a、500b 中的存储装置 600 之间的电连通。如图 19 所示,测试槽连接器 524 可以是直角连接器并且连接接口板 520 可以被安装到壳体 508 中,以与在测试室 526 中的存储装置 600(图 5) 基本共面。电阻加热器 729 电连接到连接接口板 520,并被配置为(例如,经由连接接口电路 182) 与测试电子装置 160 电连通。电阻加热器 729 可操作用于将(例如由测试电子装置 160 提供的) 电流转换为用于加热加热器散热器 728 的热能,而该加热器散热器用于加热通过管道导管 532 的气流。

[0196] 如图 20A 和图 20B 所示,连接接口板 520 还可以包括一个或多个温度传感器 526(例如,表面安装温度传感器)。温度传感器 526 电连接到连接接口板 520,并被配置为经由连接接口电路 182 与测试电子装置 160 连通。测试电子装置 160 可以被配置为至少部分地基于来自温度传感器 526 的信号来控制到电阻加热器 729 和 / 或电热泵组件 724a、724b 的电流流动。如图 20A 所示,一个或多个温度传感器 526 被装配到连接接口板 520 的顶面 521,并被配置为在气流通过测试室 526 中的存储装置 600(例如,见图 8B) 之后测试在内部腔体 517 的后部 518(图 15A) 中的气流的温度。如图 20B 所示,一个或多个温度传感器 526 被安装至连接接口板 520 的底面 523。在组装之后,安装在连接接口板 520 的底面 523 上的温度传感器 526 被设置到管道导管 532 的第二开口 534(图 16) 内,并被配置为在

气流达到测试室 526 (图 15A) 中的存储装置 600 (例如, 见图 8B) 之前测试在管道导管 532 内的气流的温度。

[0197] 测试槽 500a、500b 还可以包括隔离材料 (例如, 泡沫隔离), 以抑制从内部腔体 517 (例如, 经由第二盖子 514b) 到周围环境的热交换。例如, 如图 21A 和图 21B 所示, 测试槽 500a、500b 可以包括设置在第二盖子 514b 和连接接口板 520 之间的第一隔离构件 542。第一隔离构件 542 抑制在内部腔体 517 与邻近测试槽 500a、500b 的环境 (例如, 其他相邻测试槽 500a、500b) 之间的热传递。第一隔离构件 542 可以被附着至与内部腔体 517 相对的第二盖子 514b 的表面。第二隔离构件 544 被设置在加热器散热器 728 与第二盖子 514b 之间, 并抑制其间的热传递, 并且用作弹簧来保护加热器散热器 728, 使其没有振动。测试槽 500a、500b 还可以包括沿第一和第二直立壁 512a 和 512b 设置在内部腔体 517 之间的第三隔离构件 546。第三隔离构件 546 帮助进一步抑制在内部腔体 517 与邻近测试槽 500a、500b 的环境之间的热传递。如图 21C 所示, 第二盖子 514b 可以包括突起 509, 用于按压第二和第三隔离构件 544 和 546 并帮助保护加热器散热器 728。

[0198] 如图 22A 所示, 对于每对测试槽组件 120a、120b, 第一和第二送风机 722a 和 722b 被设置在与其相关联的测试槽 500a、500b 附近并在其外部。每个送风机 722a、722b 具有在大约 3500 到大约 7100RPM 的运行速度, 并且其可以提供在大约 1.66CFM 到大约 3.88CFM 之间的气流。每个送风机 722a、722b 包括进气口 730 和出气口 731。每个送风机 722a、722b 还包括被配置为围绕轴 733 旋转的转动叶片 732。第一送风机 722a 的出气口 731 被布置为与第一测试槽 500a 的进气口 528 液体连通, 例如用于通过进气口 528 提供到第一测试槽 500a 的测试室 526 的气流。如图 22B 所示, 第一送风机的进气口 730 与第一测试槽 500a 的排气口 529 液体连通, 例如用于在排气口 529 附近创建低压区域, 以通过排气口 529 将气流抽离内部腔体 517。类似地, 再次参照图 22A, 第二送风机 722b 的出气口 731 被布置以与第二测试槽 500b 的进气口 528 液体连通, 例如用于提供到第二测试槽 500b 的测试室 526 的气流。第二送风机 722b 的进气口 730 与第二测试槽 500b 的排气口 529 液体连通, 例如用于在排气口 529 附近创建低压区域, 以将气流抽离第二测试槽 500b 的内部腔体 517。

[0199] 如图 23A-图 23C 所示, 第一和第二送风机 722a、722b 形成了鼓风机组件 746 的一部分, 其还可以包括鼓风机壳体 734。对于每对测试槽组件 120a、120b (例如, 参见图 13), 第一和第二送风机 722a、722b 可以被安装在鼓风机壳体 734 中。鼓风机壳体 734 可以由诸如聚氨酯的柔性、绝缘材料制成 (例如, 铸模), 其有助于抑制由送风机 722a、722b 产生的振动。如下面详细描述, 然后鼓风机壳体 734 被安装到测试支架底座。参照图 23A 和图 23B, 鼓风机壳体 734 限定了用于容纳第一送风机 722a 的第一凹部 (pocket) 735a 以及用于容纳第二送风机 722b 的第二凹部 735b。鼓风机壳体 734 还限定了第一管道区域 736a。装配之后, 第一管道区域 736a 与第一测试槽 500a (图 13) 的排气口 529 (图 15A) 基本对准, 并用作为在第一测试槽 500a 的排气口 529 与第一送风机 722a 的进气口 730 之间的气流准备的管道。鼓风机壳体 734 还限定了包括通孔 737 的第二管道区域 736b。在装配之后, 第二管道区域 736b 与第二测试槽 500b 的排气口 529 基本对准, 并用作为在第二测试槽 500b 的排气口 529 与第二送风机 722b 的进气口 730 之间的气流准备的管道。在鼓风机壳体 734 中, 第一和第二送风机 722 以背对背的关系安装, 并通过鼓风机壳体 734 的隔壁 738 分隔。鼓风机壳体 734 还包括限定了第一和第二管道孔 740a、740b 的第一侧壁 739。第一管道孔

740a 从第一侧壁 739 的外表面 741 向第一凹部 735a 中延伸,第二管道孔 740b 从第一侧壁 739 的外表面 741 向第二凹部 735b 中延伸。如图 24 所示,装配之后,第一管道孔 740a 用作管道,以将从第一送风机 722a 的出气口 731 排出的气流 750 引导至第一电热泵组件 724a,并且类似地,第二管道孔 740b 用作管道,以将从第二送风机 722b 的出气口 731 排出的气流 752 引导至第二电热泵组件 724b。

[0200] 如图 25 所示,装配之后,第一和第二送风机 722a、722b 被安装,使得其旋转轴 733 相对于在第一和 / 或第二测试槽 500a、500b 中的存储装置 600 (或多个存储装置) 的旋转轴 612 基本向平面外 (基本垂直)。这可以有用于使正在测试的存储装置与由送风机 724a、724b 产生的振动进一步隔离。

[0201] 如图 26 所示,第一和第二电热泵组件 724a、724b 被设置到其相关联的测试槽 500a、500b 附近且在其外侧。如图 27 所示,第一和第二电热泵组件 724a、724b 中的每一个均包括热电装置 (例如,热电冷却器 742,例如薄膜或散装热电冷却器) 和热泵散热器 743。如图 28A 和图 28B 所示,热电冷却器 742 的第一表面 744 被连接至热泵散热器 743,热电冷却器 742 的第二表面 745 被直接连接至冷却导管 710 中相关联的一个。例如,热电冷却器 742 可以被连接至例如具有导热环氧树脂或装配有夹片的冷却导管 710。在一些情况下,例如当夹片被用于安装热电冷却器 742 时,导热油脂可以被设置在冷却导管 710 与热电冷却器 742 之间,以改善冷却导管 710 与热电冷却器 742 之间的热传递。作为电能应用的反应,热电冷却器 742 用作将来自装置的第一表面 744 的热传递到第二表面 745 的固态热泵。热传递的方向取决于电流的方向。例如,在所示出的实施例中,热电冷却器 742 可以被用于冷却热泵散热器 743 (即,将热能从热泵散热器 743 传递出,并传递到冷却导管 710),并且还可以用于加热散热器 743 (即,将热能从冷却导管 710 传递出,并传递到散热器 743,例如用于加热引导至测试槽 500 之一的测试室 526 的气流 750、752)。热电冷却器 742 与测试电子装置 160 电连通,以 (例如,基于预定的测试算法和 / 或基于来自连接接口电路 182 的反馈) 控制到热电冷却器 742 的电流 (即,电流的流动)。从而,冷却导管 710 冷却热电冷却器 742 (例如,通过将热从热电冷却器 742 的第二表面 745 传递到冷却的水流 (图 11))。

[0202] 如图 29 所示意性示出的,第一电热泵组件 724a 被设置在第一送风机 722a 的下游且在第一测试槽 500a 的进气口 528 的上游。在这个位置处,第一电热泵组件 724a 被布置以在从第一送风机 724a 排出的气流进入第一测试槽 500a 之前对其进行冷却和 / 或加热。类似地,再次参照图 29,第二电热泵组件 724b 被设置在第二送风机 722b 的下游以及第一测试槽 500b 的进气口 528 的上游。在这个位置处,第二电热泵组件 724b 被布置以在从第二送风机 724b 排出的气流进入第二测试槽 500b 之前对其进行冷却和 / 或加热。

[0203] 如图 30A 和图 30B 所示,每个插槽存储库 110 包括第一侧壁 111 和由多个第二侧壁部 113 形成的第二侧壁 112。如图 30A 所示,第一侧壁 111 安装在相邻的底座构件 104 之间。如图 31 所示,沿着第一表面 114,第一侧壁 111 限定第一和第二管道部件 115a、115b。如图 32 所示,每对送风机 722a、722b (所示出的为安装在鼓风机壳体 734 内) 被容纳在相邻的第一管道部件 115a 之间。第一管道部件 115a 以及第一表面 114 用作管道,帮助对相邻的测试槽组件对 120a、120b 彼此之间的气流进行隔离。第二管道部件 115b 也设置在相邻的第一管道部件 115a 之间。如图 33 所示,组装之后,第二管道部件 115b 被设置在鼓风机壳体 734 的第一侧壁 739 附近。第二管道部件 115b 与第一管道部件 115a 和第一表面 114

一起,用作管道,帮助对相关联的一对相邻测试槽组件 120a、120b(图 13)的气流的管道进行隔离。具体地,第二管道部件 115b 用于隔离从第一和第二送风机 722a、722b 排出至第一和第二热泵组件 724a、724b 途中的气流。如图 34 所示,沿着第二表面 116,第一侧壁 111 包括多个第一卡引导(card guide)组件 117a,其中每一个均被配置为容纳和支撑测试槽安装板 513(图 15A)中的一个的第一侧。

[0204] 如上所述,每个插槽存储库 110 还包括多个第二侧壁部 113。每个第二侧壁部 113 都装配在与第一侧壁 111 之一相对的相邻底座构件 104 之间。如图 35 所示,每个第二侧壁部 113 限定了一对进气孔(即,第一和第二进气孔 118a、118b)和一对排气孔(即,第一和第二排气孔 119a、119b)。如图 36A 和图 36B 所示(分解视图),组装之后,第一进气孔 118a 与第一测试槽 500a 的对应一个的排气口 529 以及鼓风机壳体 734 的第一管道区域 736a 基本对准,从而允许气流从第一测试槽 500a 通向第一送风机 722a。与此同时,第一排气孔 119a 与第一电热泵组件 724a 以及第一测试槽 500a 的对应一个的进气口 528 基本对准,从而允许气流从第一送风机 722a 通向第一测试槽 500a 中。类似地,组装之后,第二进气孔 118b 与第二测试槽 500b 的对应一个的排气口 529 以及鼓风机壳体 734 的第二管道区域 736b 基本对准,从而允许气流从第二测试槽 500b 通向第二送风机 722b。与此同时,第二排气孔 119b 与第二电热泵组件 724b 以及第二测试槽 500b 的对应一个的进气口 528 基本对准,从而允许气流从第二送风机 722b 通向第二测试槽 500b 中。仍然参照图 36A 和图 36B,隔离物 548(例如,泡沫隔离物)可以被设置在测试槽 500a、500b 与相关联的第二侧壁部 113 之间。如图 36A 所示,隔离物 548 包括第一和第二开口 549a、549b,其与进气口 528 和排气口 529 对准,以允许在第一和第二鼓风机 722a、722b 与第一和第二测试槽 500a、500b 之间流通。隔离物 548 可以通过粘合剂连接至测试槽 500a、500b。隔离物 548 可以连接至例如壳体 508 的外表面 530 和 / 或装配板 513 的表面。隔离物 548 被配置为当测试槽 500a、500b 装配到测试支架 100 中时邻近第二侧壁部 113,以帮助阻止气流到测试槽室 700(例如,见图 11B)的周围环境的损耗。因此,在第一和第二鼓风机 722a、722b 与第一和第二测试槽 500a、500b 之间的气流基本保持彼此隔离,并且与测试槽室 700(图 11B)中的周围环境基本隔离。

[0205] 再次参见图 35,第二侧壁部 113 还包括多个第二卡引导组件 117b,每一个第二卡引导组件 117b 均被配置为容纳和支撑测试槽装配板 513 的第二侧。如图 37A 和图 37B 所示,测试槽 500a、500b 中的每一个都在相邻的第一和第二卡引导组件 117a、117b 之间得到支撑。

[0206] 从属温度控制

[0207] 如上所述,在每个测试支架 100 中,测试电子装置 160 例如通过控制到电阻加热器(图 17)和热电冷却器 742(图 27)的电功率的通量来控制测试槽 500 的操作温度。然而,诸如热绝缘(例如,在测试槽之间)、实际功率以及冷却液(例如,冷却水)的系统资源的共享会限制温度控制的灵活性。可以通过增强测试槽 500 之间的特定相关性来调节被限制的灵活性。

[0208] 在一些情况下,测试支架 100 可以被配置为以这样一种方式来控制相关联的测试槽 500 的温度,以提高系统资源的使用。例如,图 38A 示出了用于基于可用于测试槽串(串最大值)的总功率来控制测试槽 500 的串中的温度改变的算法 900。测试槽 500 的串可以包括:任意预定数量的测试槽 500,例如,两个或更多个测试槽 500;测试槽 500 的全部插槽

存储库 110(图 2B);测试槽 500 的全部测试支架 100(图 2A);测试槽 500 的多个测试支架 100 等。例如,存储装置测试系统 100(图 1)可以包括一个或多个测试槽 500 的串。首先,评估每个对于串的测试槽 500 之一中的温度改变的要求,以估计所要求的温度改变将对电流以及测试槽串的实际功率牵引的影响。所要求的温度改变为在当前实际温度设置与新要求的温度设置之间的差。为此,所要求的温度设置与目标测试槽 500 的当前实际的温度设置进行比较,并且计算希望通过所需温度改变影响的串的实际功率牵引的期望改变 912。然后,算法 900 确定通过所要求的温度改变将使测试槽 500 的串的实际功率牵引增加还是减少 914。

[0209] 如果确定作为所需温度改变的结果,测试槽 500 的串的实际功率牵引增加,则将串的期望总功率牵引(即,测试槽 500 的串的实际功率牵引加上由所需温度改变导致的功率牵引的期望增加)与可用于串的总功率进行比较 916。如果期望的总功率牵引超过可用的总功率(即,如果没有足够的功率来实现所需的温度改变),则温度改变要求将被排列在队中 918,直至附加功率可应用于串。如果期望的总功率牵引没有超过可用总功率(即,如果足够的功率可用于实现温度改变),则实现温度改变 920,并更新功率牵引。

[0210] 而如果确定由于所需温度改变实际功率牵引将减少(即,总功耗将减少),则实现温度改变 922,并更新实际功率牵引。减小实际功率牵引的温度改变要求还提供了一个机会,来操作列队中的温度要求 924。以这种方式,根据串所需要的总功率来进行串中每个测试槽 500 的温度控制。

[0211] 附加限制可以针对温度斜率,即在测试槽内的温度变化率,例如,用于实现要求的温度。例如,图 38B 和图 38C 示出了用于基于可用于测试槽 500 的串的总功率来控制测试槽 500 的串的测试槽 500 中温度的斜率的算法 940。如图 38B 所示,针对每个测试槽 500,算法 940 确定测试槽 500 的相关联的功率牵引 944。通过检查确定被估计的测试槽 500 以实际电阻加热模式(即,通过电阻加热器 729(图 17)来加热测试槽中的气流)、实际 TEC 加热模式(即,经由热电冷却器 742(图 27)加热进入测试槽的气流)、还是实际 TEC 冷却模式(即,经由热电冷却器 742(图 27)冷却进入测试槽的气流)工作,来执行算法 940。串中的每个测试槽 500 均以上述模式中的一种工作,该插槽对串的实际功率牵引起作用。基于测试槽的工作模式调整三个变量,以监控有多少实际功率牵引与串中的每个测试槽相关联。变量包括电阻加热负载(Res_HeatingLoad)、热电冷却器加热负载(TEC_HeatingLoad)以及热电冷却器冷却负载(TEC_CoolingLoad)。

[0212] 如果确定测试槽 500 以实际电阻加热模式工作 946,则算法 940 计算电阻加热负载(Res_HeatingLoad)的值 948,并将其重新设置为等于电阻加热负载(最初设置为零 942)的当前值加上加热斜率(Heating_Ramp_Rate)的总和。加热斜率可以为例如通过机械手设置或在测试软件中预编程的常数值,其对应于与以特定速率(例如,摄氏度/单位时间)来加热测试槽中的一个相关联的功率牵引。此外,如果确定测试槽 500 以实际 TEC 加热模式工作 950,则算法 940 计算 TEC 加热负载(TEC_HeatingLoad)952,以使其等于 TEC 加热负载(最初设置为零 942)加上加热斜率的总和。或者,如果确定测试槽 500 以实际 TEC 冷却模式工作 954,则算法 940 计算 TEC 冷却负载(TEC_CoolingLoad)956,以使其等于 TEC 冷却负载的当前值(最初设置为零 942)加上冷却斜率(Cooling_Ramp_Rate)的总和。冷却斜率可以为例如通过机械手设置或在测试软件中预编程的常数值,其对应于与以特定速率(例

如,摄氏度 / 单位时间) 来冷却测试槽 500 中的一个相关联的功率牵引。在对串的相关联的测试槽 500 中的每一个均进行估计之后,电阻加热负载的值将反映出与在串中电阻加热(即,经由测试槽中的电阻加热器进行加热)相关联的实际功率牵引的总量,TEC 加热负载的值将反映出与串中 TEC 加热(即,经由热电冷却器进行加热)相关联的实际功率牵引的总量,以及 TEC 冷却负载的值将反映出与串中 TEC 冷却(即,经由热电冷却器进行冷却)相关联的实际功率牵引的总量。

[0213] 944,一旦算法 940 评估串中的每个测试槽 500,确定每个测试槽对电阻加热负载、TEC 加热负载或 TEC 冷却负载贡献了多少,算法 940 就通过将电阻加热负载、TEC 加热负载和 TEC 冷却负载的值相加来计算串的实际功率牵引 (DC_Power_Load) 958,然后确定实际功率牵引的值是否超过总可用功率 (DC_Load_Maximum) 960。如果确定实际功率牵引的计算值超过总可用功率,则算法 940 计算功率负载标度 (DC_Load_Scale) 值 962,将功率负载标度(最初设置 942 为 1) 重新设置为等于总有效功率除以实际功率牵引的当前值(即,先前计算的),然后计算串的实际冷却液功率负载 (H2O_Power_Load) 964。此外,如果确定实际功率牵引的计算值没有超过总可用功率,则功率负载标度值保持为 1,算法 960 计算串的实际冷却液功率负载 964。

[0214] 算法 940 通过将实际冷却液功率负载设置为等于 TEC 冷却负载的值减去 TEC 加热负载的值,来计算串的实际冷却液功率负载 964。以冷却模式工作的热电冷却器 745(图 27) 将热量、热能传递到冷却液中,而以加热模式工作的热电冷却器从冷却液中带走热量、热能。因此,实际冷却液功率负载被计算为经由热电冷却器(以冷却模式工作)传递到冷却液中的总功率量减去经由热电冷却器(以加热模式工作)从冷却液中获得的总功率量。然后,算法 940 确定实际冷却液负载是否超过串的预定最大冷却液功率负载(即,基于液体冷却能力的预定值) 966。

[0215] 如果确定测试槽 500 的串的实际冷却液功率负载的计算值超过测试槽 500 的串的最大冷却液功率负载值,则算法 940 计算冷却液负载标度值 (H2O_Load_Scale) 968,将冷却液负载标度(最初设置 942 为 1) 重新设置为等于最大冷却液功率负载除以实际冷却液功率负载的当前值(即,先前计算的)。然后,参照图 38C,算法 940 确定功率负载标度值是否小于冷却液负载标度值 970。如果确定功率负载标度值小于冷却液负载标度值,则算法 940 将冷却液负载标度值重新设置为等于功率负载标度值 972,否则,冷却液负载标度值保持先前计算的。

[0216] 然后,基于功率负载标度或者冷却液负载标度的计算值调整输送到电阻加热器和 / 或热电冷却器的功率,以调整相关联的测试槽的温度斜率,从而实现对测试槽 500 的温度改变。更具体地,再次估计在串中的每个测试槽 500,以确定其为电阻加热模式、TEC 加热模式还是 TEC 冷却模式 974。如果确定被估计的测试槽 500 为电阻加热模式 976,则传递到相关联的电阻加热器 729 的功率被调整为等于加热斜率和功率负载标度的乘积 978。如果确定测试槽 500 为 TEC 加热模式 980,则为相关联的热电冷却器 745 提供的功率被调整为等于加热斜率与功率负载标度的乘积 982。如果确定测试槽为 TEC 冷却模式,则为相关联的热电冷却器 745 提供的功率被调整为等于加热斜率与冷却液负载标度的乘积。以这种方式,分配到串中每个测试槽 500 的功率被逐步地调整,以实现各个期望的温度。

[0217] 在一些情况下,测试槽 500 的热性能可以被其他相邻测试槽 500 的工作所影响。

例如,根据设置在测试槽 500 之间的热隔离的多少,一个插槽 500 可以达到的温度会被在插槽 500 周围的其他一个或多个插槽的工作温度限制。考虑到这种限制,可以根据相邻测试槽 500 进行每个插槽 500 的温度控制。例如,图 38D 示出了用于基于相邻测试槽 500 来控制测试槽 500 之一中的温度改变的算法 1000。当需要在测试槽 500 之一(例如,目标测试槽 500)中的温度改变时,计算最接近的相邻测试槽 500(例如,目标测试槽 500 的上部、下部、和侧部的测试槽 500)的工作温度的平均值 1010。该工作温度可以是测量值(例如,通过设置在相邻测试槽 500 内的温度传感器 526(图 20A)检测的),或者可以是例如根据测试例程设置的目标值。然后,算法 1000 确定目标测试槽 500 所需的温度是否大于相邻测试槽 500 的工作温度的计算平均值加上预定偏离值的总和 1002。在一些情况下,预定偏离值为对应于相邻测试槽 500 之间的最大温度差的固定值,其取决于测试槽 500 之间的热隔离。对于温度差小于偏离值的情况,目标测试槽 500 与其相邻插槽之间的隔离足以实现期望的温度。

[0218] 如果目标测试槽 500 所需的温度不大于相邻测试槽 500 的工作温度的计算平均值加上预定偏离值的总和,则实现温度改变 1014,以将目标测试槽 500 设置为所需的温度。然后,在对目标测试槽 500 实现温度改变之后,算法 1000 确定相邻测试槽 500 是否具有任意排列的温度请求 1016,如果有,则依次考虑排列的请求 1018。

[0219] 如果目标测试槽 500 所需的温度大于相邻测试槽 500 的工作温度的计算平均值加上预定偏离值的总和,则目标测试槽 500 的温度被限制为相邻测试槽 500 的工作温度的计算平均值加上预定偏离值的总和 1020。实现温度改变 1022,以将目标测试槽 500 设置为限制的温度,对将目标测试槽 500 的温度(从限制的温度)改变为所需的温度的要求排列 1024,并且提供用于表示温度被限制的反馈 1026。

[0220] 图 38E 示出了用于基于其他相邻测试槽 500 来控制测试槽 500 之一(例如,目标测试槽 500)中的温度改变的另一实例。在图 38E 所示的实例中,目标测试槽 500 的目标温度被编程 1052,例如通过机械手输入或被预编程到测试软件中,并且对应于测试槽周围环境的温度(例如,测试支架和/或测试槽相邻的插槽的温度)的变量(SurroundingTemp)最初被设置为零值 1054。然后,通过估计每个周围的测试槽 500(即,在目标测试槽周围的插槽)1056 以确定周围测试槽 500 是否是紧邻在目标测试槽 500 的上方或下方 1058,从而计算最近的相邻测试槽 500 的工作温度的平均值 1010。

[0221] 如果经估计的相邻测试槽 500 在目标测试槽 500 的上方或下方,则 SurroundingTemp 变量被重新设置(即,计算 1060)为等于 SurroundingTemp 的当前值(即,预先设置或先前计算的)加上第一常数(在该实例中为 4)乘以相邻测试槽 500 的测量温度(CurrentSlotTemp)的乘积的总和,如通过测试槽 500 的温度传感器 526(图 19)所提供的。

[0222] 如果经估计的相邻测试槽 500 不在目标测试槽 500 的上方或下方,则算法 1050 确定周围测试槽是否是紧邻在目标测试槽 500 的侧部(即,左侧或右侧)1062。如果经估计的相邻测试槽 500 紧邻地设置在目标测试槽 500 的侧部,则 SurroundingTemp 变量被重新设置为等于 SurroundingTemp 的当前值加上第二常数(在本实例中为 1)乘以相邻测试槽 500 的测量温度(CurrentSlotTemp)的乘积的总和 1064,如通过测试槽 500 的温度传感器 526(图 19)提供的。

[0223] 第一和第二常数为预定值,并且通常对应于在目标测试槽 500 与紧邻其上部和下部的相邻测试槽之间的热电阻,其与在目标测试槽 500 与紧邻其侧部的相邻测试槽 500 之间的热电阻进行比较。在该实例中,选择第一常数 4 和第二常数 1,以反映在目标测试槽 500 与紧邻其上部和下部的相邻测试槽之间的热电阻,其为在目标测试槽与紧邻其侧部的相邻测试槽之间的热电阻的四分之一。第一和第二常数可以例如根据设置在测试槽 500 之间的隔离量而不同。

[0224] 在估计相邻测试槽 500 之后,算法 1050 确定目标测试槽 500 是否在相关联的测试支架 100 的顶部或底部 1066,即,在测试槽 500 列中的第一列或最后一列。如果目标测试槽 500 为相关联的测试支架 100 的顶部或底部,则 SurroundingTemp 变量被重新设置为等于 SurroundingTemp 的当前值加上第一常数乘以测试支架 100 的测试温度 (RackTemperature) 的乘积的总和 1068,如通过在测试支架 100 中的温度传感器 48(图 11B) 提供的。

[0225] 然后,算法 1050 确定目标测试槽 500 是否沿相关联的测试支架 100 的左边或右边设置(即,测试槽 500 的行中的第一行或最后一行)1070,如果目标测试槽沿相关联的测试支架 100 的左边或右边设置,则 SurroundingTemp 变量被重新设置为等于 SurroundingTemp 的当前值加上第二常数乘以测试支架 100 的测试温度 (RackTemperature) 的乘积的总和 1072。

[0226] 接下来,算法 1050 使 SurroundingTemp 对于第一常数值二倍加上第二常数值二倍在总和(在实例中示出为 $(2 \times 4) + (2 \times 1) = 10$) 取平均值,并且将 SurroundingTemp 的值重新设置为等于该计算的平均值 1074。然后,算法 1050 计算温度差 (DeltaTemp) 1076,等于所需温度 (RequestedTemperature) 与 SurroundingTemp 的值得之差。然后,比较计算的温差与预定最大加热温差 (MaxHeatDeltaTemp) 1078。如果计算的温差大于预定最大加热温差,则 RequestedTemperature 的值被重新设置为等于 SurroundingTemp 加上预定最大加热温差之和 1080。

[0227] 然后,比较计算温差与预定最大冷却温差 (MaxCoolDeltaTemp) 1082。如果计算的温差小于预定最大冷却温差,则 RequestedTemperature 的值被重新设置为等于 SurroundingTemp 加上预定最大冷却温差之和 1084。

[0228] 然后,基于 RequestedTemperature 的当前值来实现目标测试槽 500 的温度改变 1086。

[0229] 操作方法

[0230] 在使用中,机械臂 310 通过机械手 312 从测试槽 500 之一中去除存储装置输送机 400,然后利用存储装置输送机 400 从在转运站 200 处的一个存储装置容器 264 中拾取存储装置 600,然后将其中具有存储装置 600 的存储装置输送机 400 返回到用于测试存储装置 600 的相关联的测试槽 500。在测试期间,测试电子装置 160 执行测试算法,其中尤其包括调整在测试期间流到存储装置 600 的空气的温度。例如,在测试期间,存储装置 600 中的每一个均在从大约 20°C 到大约 70°C 的温度范围内被测试。每个送风机(即,每对测试槽组件 120a、120b 的第一和第二送风机 722a、722b) 均提供通过相关联的电热泵组件 724a、724b 并进入相关联的测试槽 500a、500b 的隔离气流。在气流进入测试槽 500a、500b 之后,通过管道导管 532 将其引导至被测试的存储装置 600 下方。返回气流在存储装置 600 上方通过,并从

测试槽 500a、500b 的排气口 529 排出,其至少一部分被引导回送风机 722a、722b,用于再循环。测试电子装置 160 可以基于从温度传感器 526 接收的反馈来监控在每个测试槽 500a、500b 中气流的温度。测试电子装置 160 还可以通过控制到相应热电冷却器 742 和电阻加热器 729 的电流流动(例如,基于预定测试算法和/或基于来自温度传感器 526 的反馈)来调整气流的温度。在测试期间,送风机 722a、722b 可以保持恒定的速度,这将有助于使与叶片 732 的旋转相关联的振动(特别是与叶片 732 的加速度相关联的震动)最小化。因此,可以仅主要使用无源元件(例如,热电冷却器 742 和电阻加热器 729)来调整在每个测试槽组件 120a、120b 中的气流的温度,从而限制运动部件的需要。此外,由于送风机 722a、722b 被安装在测试槽外部,因此除了被测试的存储装置之外,在测试槽 500a、500b 中没有装置振动。在测试之后,机械臂 310 从测试槽 500 取回存储装置输送机 400 以及支撑的存储装置 600,并通过存储装置输送机 400 的操作(即,通过机械臂 312)使其返回到在转运站 200 的存储装置容器 224 之一(或将其移动到另一个测试槽 500)。

[0231] 其他实施例

[0232] 与文中描述相结合的其他描述和特征可以在以下文件中找到:题为“DISK DRIVE TESTING”的美国专利申请,代理申请案号:18523-064001,发明人:Edward Garcia 等,且具有分配的序号 11/958,817;以及题为“DISK DRIVE TESTING”的美国专利申请,代理申请案号:18523-062001,发明人:Edward Garcia 等,且具有分配的序号 11/958,788。与文中描述相结合的其他描述和特征可以以下同时提交的美国专利申请中找到:题为“Disk Drive Emulator And Method Of Use Thereof”,代理申请案号:18523-065001,发明人:Edward Garcia,且具有分配的序号 12/104,594;题为“Transferring Disk Drives Within Disk Drive Testing Systems”,代理申请案号:18523-073001,发明人:Evgeny Polyakov 等,且具有分配的序号:12/104,536;题为“Bulk Feeding Disk Drives To Disk Drive Testing Systems”,代理申请案号:18523-077001,发明人:Scott Nobel 等,且具有分配的序号 12/104,869;以及题为“Vibration Isolation within Disk Drive Testing Systems”,代理申请案号:18523-066001,发明人:Brian Merrow,且具有分配的序号 12/105,105。上述申请的全部内容结合于此,作为参考。

[0233] 已经描述了多个实现。然而,应当理解不背离所公开的精神和范围的情况下,可以进行各种改变。例如,图 39A 和图 39B 示出了测试槽 540 的另一实施例。测试槽 540 包括壳体 550,该壳体具有基板 552、第一和第二直立壁 553a、553b 以及第一和第二盖 554a、554b。在图 39 所示的实施例中,第一盖 554a 与基板 552 和直立壁 553a、553b 整体铸模。壳体 550 限定了内部腔体 556,其包括后部 557 和前部 558。前部 558 限定了用于容纳和支撑存储装置输送机 400(图 7A)的测试室 560。基板 552、直立壁 553a、553b 和第一盖 554a 一起限定了第一开口端 561,其提供到测试室 560 的入口(例如,用于插入和去除存储装置输送机 400);以及倾斜的边缘 562,其紧邻插入到测试槽 500 中的存储装置输送机 400 的面板 412,以提供阻止气流经由第一开口端 561 流入测试槽 500 并从测试槽 500 中流出的封口。第一直立壁 553a 限定进气口 551 和排气口 555。进气口 551 和排气口 555 在壳体 550 的外表面 559(图 39B)与内部腔体 556 之间延伸。

[0234] 如图 40A 和图 40B 所示,内部腔体 556 的后部 557 容纳有连接接口板 570,其承载连接接口电路 182(图 9 和图 10)。在图 40A 和图 40B 所示的实施例中,连接接口板 570 在

测试室 560 与壳体 550 的第二端 567 之间延伸。该实施例去除以上参照图 19 描述的带状线缆 522。多个电连接器 572 沿连接接口板 570 的远端 573 布置。电连接器 572 提供在连接接口电路 182 与在对应的测试支架 100 中的测试电子装置 160 (例如, 自测系统 180 和 / 或功能测试系统 190) 之间的电连通。连接接口板 570 还包括测试槽连接器 574, 其布置在连接接口板 570 的近端 575, 以提供在连接接口电路 182 与测试槽 500 中的存储装置 600 之间的电连通。

[0235] 如图 40C 和图 40D 所示, 测试槽 540 可以包括设置在第二盖 554b 与连接接口板 570 之间的第一隔离构件 541。该第一隔离构件 541 抑制热能在内部腔体 556 与测试槽 540 周围的环境之间传递。第二隔离构件 543 被设置在加热器散热器 728 与第二盖 554b 之间并抑制其间的热传递。测试槽 540 还可以包括沿第一和第二直立壁 553a、553b 设置在内部腔体 556 中间的第三隔离构件 545。第三隔离构件 545 进一步帮助抑制热能在内部腔体 556 与第二盖 554b 之间传递, 并且还可以帮助抑制在第一和第二直立壁 553a、553b 与第二盖 554b 之间的界面处发生在内部腔体 556 与测试槽 540 周围的环境之间的空气交换。

[0236] 如图 40E 所示, 测试槽 540 还可以包括隔离物 548 (例如, 泡沫隔离物), 其 (例如通过粘结) 连接至壳体 550 的外部表面 559。隔离物 548 包括第一和第二开口 549a、549b, 其与进气口 551 和排气口 555 对准。如上所述, 关于图 36A 和图 36B 所述的, 隔离物 548 可以与鼓风机组件中对应的一个连通, 而同时有助于抑制在测试槽室 700 (图 11B) 中气流到的周围环境的流失。

[0237] 在上述鼓风机组件包括有弹性、防震材料制成的鼓风机壳体, 用于安装相关联的送风机对, 该送风机不是必须安装在这种弹性鼓风机壳体上。例如, 在另一实施例中, 如图 41A-图 41C 所示, 第一和第二送风机 722a、722b 安装在基本刚性的鼓风机壳体 754 (例如, 铸模塑料部件) 上。多个隔离物 753 被连接到鼓风机壳体 754。隔离物 753 被配置为将安装孔 723 接合到送风机 722a、722b 上, 从而将送风机 722a、722b 安装到鼓风机壳体 754。隔离物 753 由诸如热塑塑料、热固树脂等的防震材料制成, 以帮助隔离由送风机 722a、722b 产生的振动。参照图 41A 和图 41B, 鼓风机壳体 754 限定了用于容纳第一送风机 722a 的第一凹部 755a (图 41A) 以及用于容纳第二送风机 722b 的第二凹部 755b (图 41B)。鼓风机壳体 754 还限定了第一管道区域 756a (图 41A)。组装之后, 第一管道区域 756a 与第一测试槽 500a (图 36A) 的排气口 529 (图 36A) 基本对准, 并用作为在第一测试槽 500a 的排气口 529 与第一送风机 722a 的出气口 730 之间的空气流动提供的管道。鼓风机壳体 754 还限定了包括通孔 757 的第二管道区域 756b (图 41B)。组装之后, 第二管道区域 756b 与第二测试槽 500b (图 36A) 的排气口 529 (图 36A) 基本对准, 并用作为在第二测试槽 500b 的排气口 529 与第二送风机 722b 的进气口 730 (图 41A) 之间的空气流动提供的管道。在鼓风机壳体 754 内, 第一和第二送风机 722 以面对面的关系安装, 并且通过鼓风机壳体 754 的分隔壁 758 来隔离。也就是说, 送风机 722a、722b 的出气口 730 面对分隔壁 758 的相反侧。送风机壳体 754 还包括限定第一和第二管道孔 760a、760b 的第一侧壁 759。第一管道孔 760a 从第一侧壁 759 的外表面 761 向第一凹部 755a 中延伸, 以及第二管道孔 760b 从第一侧壁 759 的外表面 761 向第二凹部 755b (图 41B) 中延伸。图 41C 示出了安装在鼓风机壳体 754 内的第一送风机 722a, 其中第一送风机 722a 的排气口 731 与鼓风机壳体 754 的第一管道孔 760a 基本对准。

[0238] 如图 42 所示, 组装之后, 第一管道孔 760a 用作管道, 以将从第一送风机 722a 的排气口 731 排出的气流 750 引导至第一电热泵组件 724a, 并且类似地, 第二管道孔 760b 用作管道, 以将从第二送风机 722b 的排气口 731 排出的气流 752 引导至第二电热泵组件 724b。如图 42 所示, 附加管道以从第一侧壁 759 向外延伸的第一平台 762 的形式设置。例如, 第一平台 762 可以是安装到鼓风机壳体 753 的隔离片, 或者可以与鼓风机壳体 754 整体铸模。第一平台 762 有助于将从鼓风机壳体 754 排出的气流 752 引导至第二电热泵组件 724b。可选地或附加地, 第二平台 763 (以虚线示出) 可以被设置以帮助将从鼓风机壳体 754 排出的气流 750 引导至第一电热泵组件 724a。该附加管道可以用于替代如上关于图 31 所描述的第一平台部件 115a。该附加管道可以有助于隔离在测试槽和鼓风机构件之间通过的气流, 并帮助阻止在测试槽室 700 (见图 11B) 中的气流到周围环境的流失。

[0239] 如图 43 (局部分解图) 所示, 还可以设置阻挡 (baffling) 构件 770, 以将气流 750、752 (图 42) 从鼓风机壳体 754 引导至第一和第二电热泵组件 724a、724b。参照图 44, 阻挡构件 770 包括第一和第二挡板 772a、772b, 以及短平台 774。当阻挡构件 770 被组装在鼓风机壳体 754 与第一和第二电热泵组件 724a、724b 之间, 短平台 774 被设置在第一和第二电热泵组件 724a、724b 的散热器 743 之间, 并操作以保持气流 750、752 彼此基本隔离。以这种方式, 短平台 774 可被用作替代上述关于图 31 所描述的第二平台部件 115b。如图 45A 中所描述的, 第一挡板 772a 操作以将从第一送风机 722a 的排气口 731 排出的气流 750 引导至第一电热泵组件 724a。类似地, 如图 45B 所描述的, 第二挡板 772b 操作以将从第二送风机 722b 的排气口 731 排出的气流 752 (图 42) 引导至第二电热泵组件 724b。阻挡构件 770 还被设计用于确保在两个相关联的测试槽 500a、500b 之间的气流相等。

[0240] 图 46A 和图 46B 示出了被配置为容纳和支撑图 41A-图 41C 的鼓风机壳体 754 的第一侧壁 140 的实施例。如图 46A 所示, 沿第一表面 144, 第一侧壁 140 限定了多个固定凸缘 (flange) 145, 适用于在其间容纳鼓风机壳体 754。如上所述的, 第一侧壁 140 可以与第二侧壁 113 (图 35) 之一相对地安装在相邻的底座构件 104 之间, 使得鼓风机壳体 754 被设置在第一侧壁 104 和第二侧壁 112 之间。如图 46B 所示, 沿第二表面 146, 第一侧壁 140 包括多个第一卡引导组件 147a, 每一个均被配置为容纳和支撑测试槽安装板 513 (例如, 见图 15A) 中的一个的第一侧。

[0241] 如上所述的测试槽热控制系统中气流通过进气口进入测试槽, 然后经由管道导管被引导至测试室中存储装置的下部, 然后通过排气口排出, 在一些情况下, 气流模式可以不同, 例如气流模型可以被反转。例如, 在一些情况下, 送风机可以被布置以通过排气口将气流引导至相关联的一个测试槽, 然后其将通过测试室内的存储装置, 然后经由管道导管引导出排气口。

[0242] 如上所述的测试槽热控制系统中第一和第二送风机 722a、722b (图 22A) 以恒定速度运行, 以使与叶片 (图 22A) 的旋转相关联的振动最小化, 在一些情况下, 第一和 / 或第二送风机 722a、722b 的速度可以被调整 (例如, 用于实现冷却冷却)。因此, 其他实现均包括在所附权利要求的范围内。

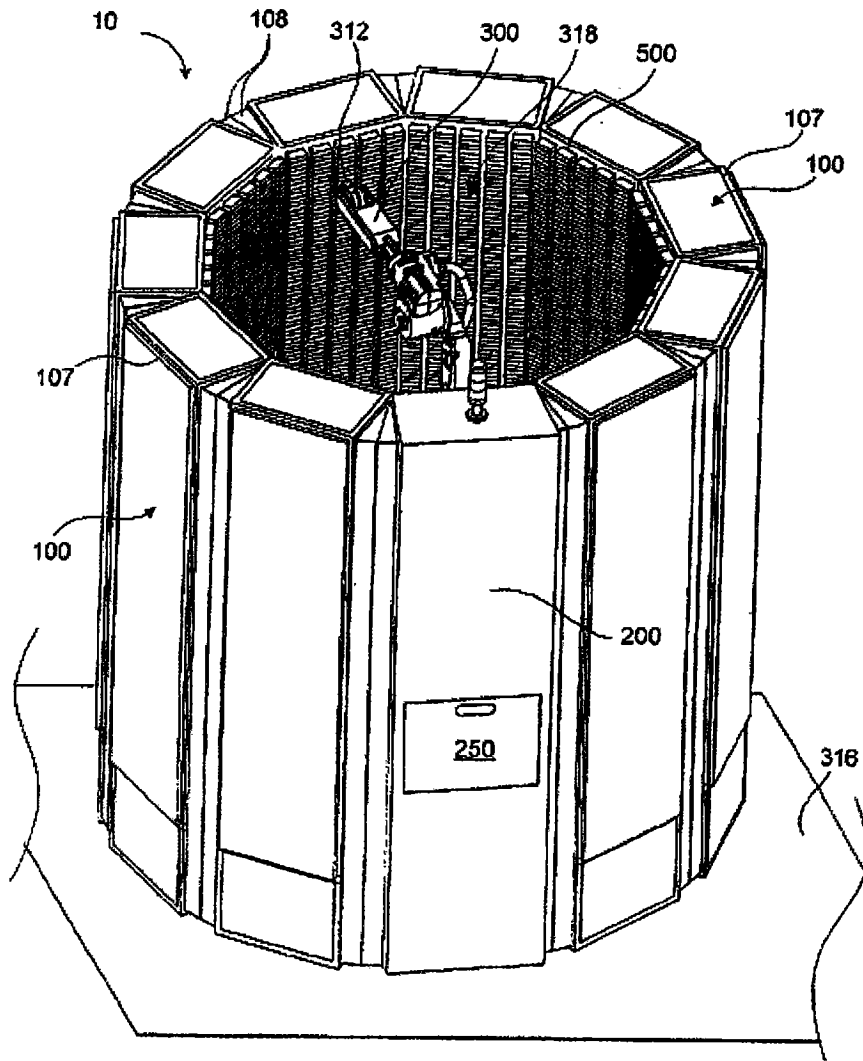


图 1

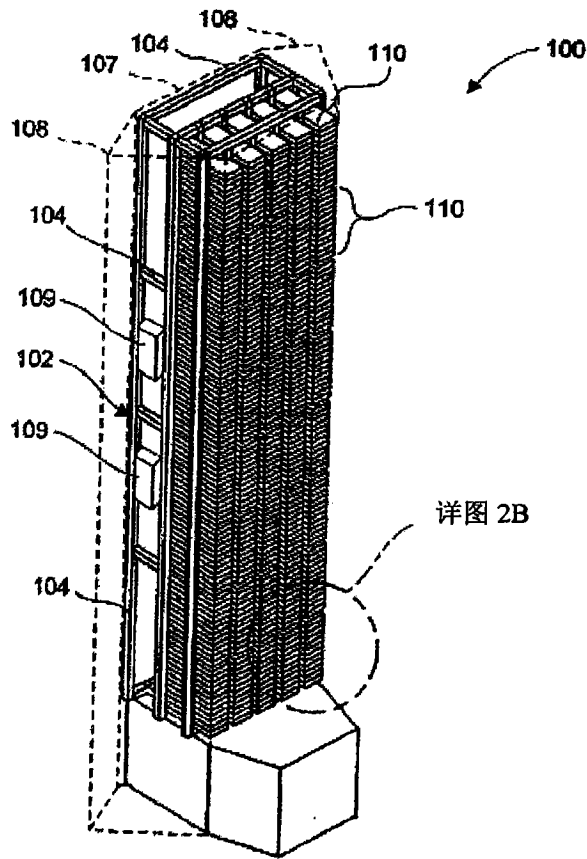


图 2A

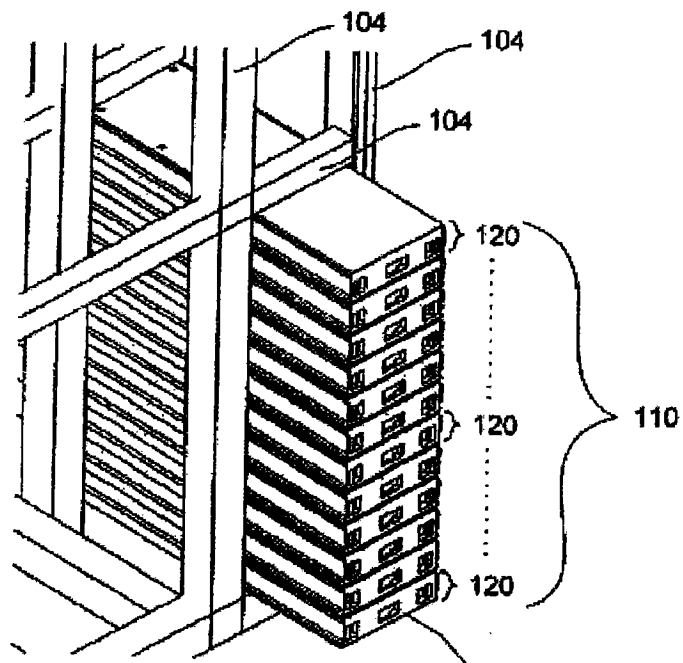


图 2B

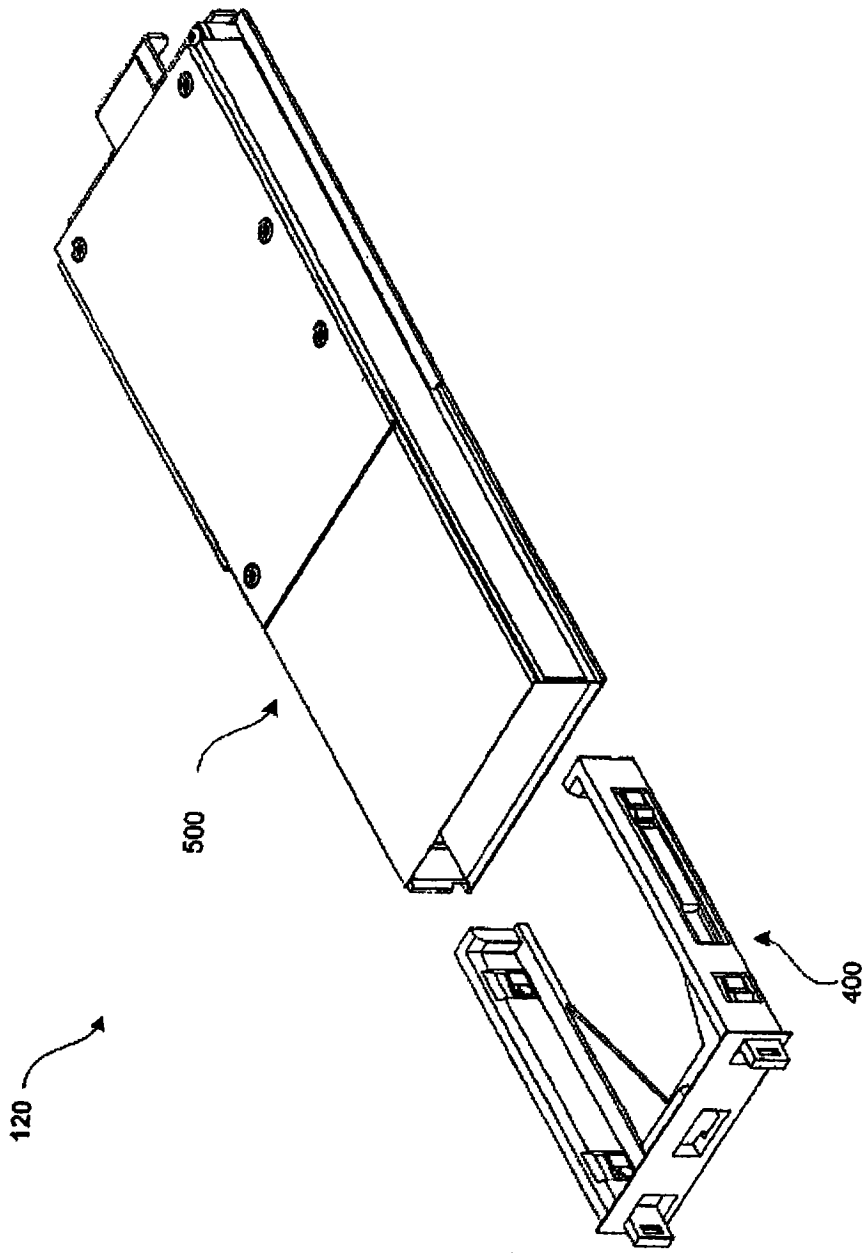


图 3

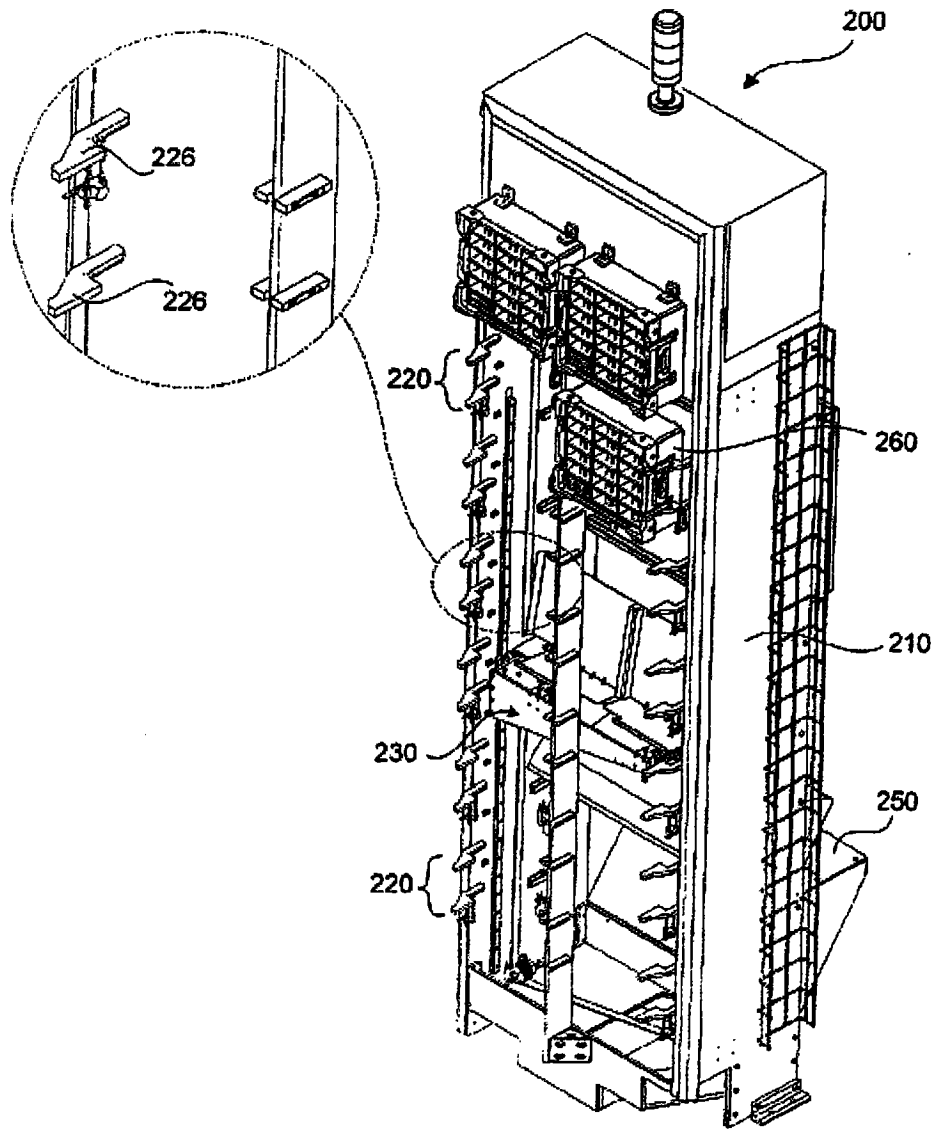


图 4

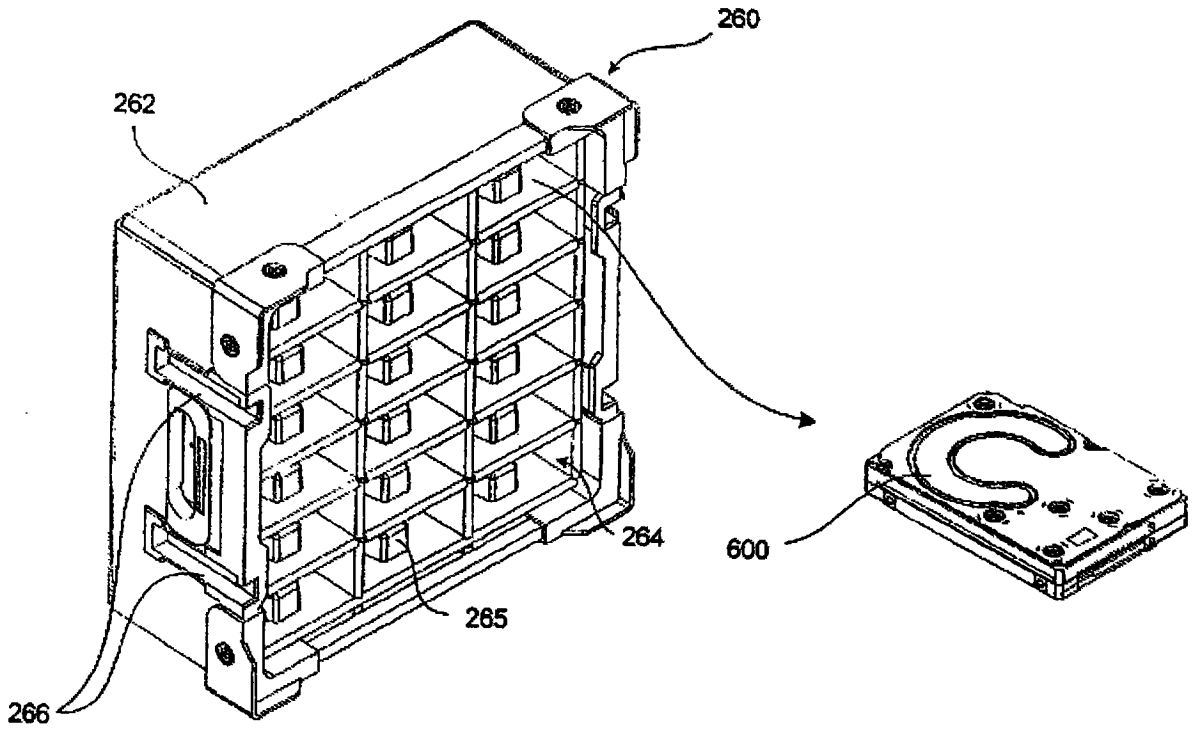


图 5

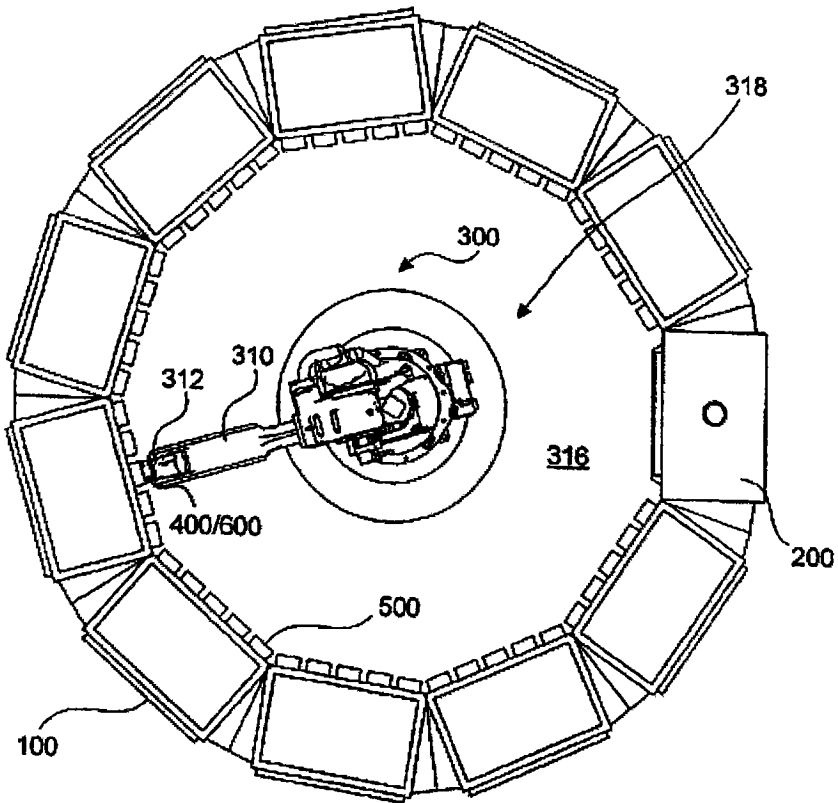


图 6A

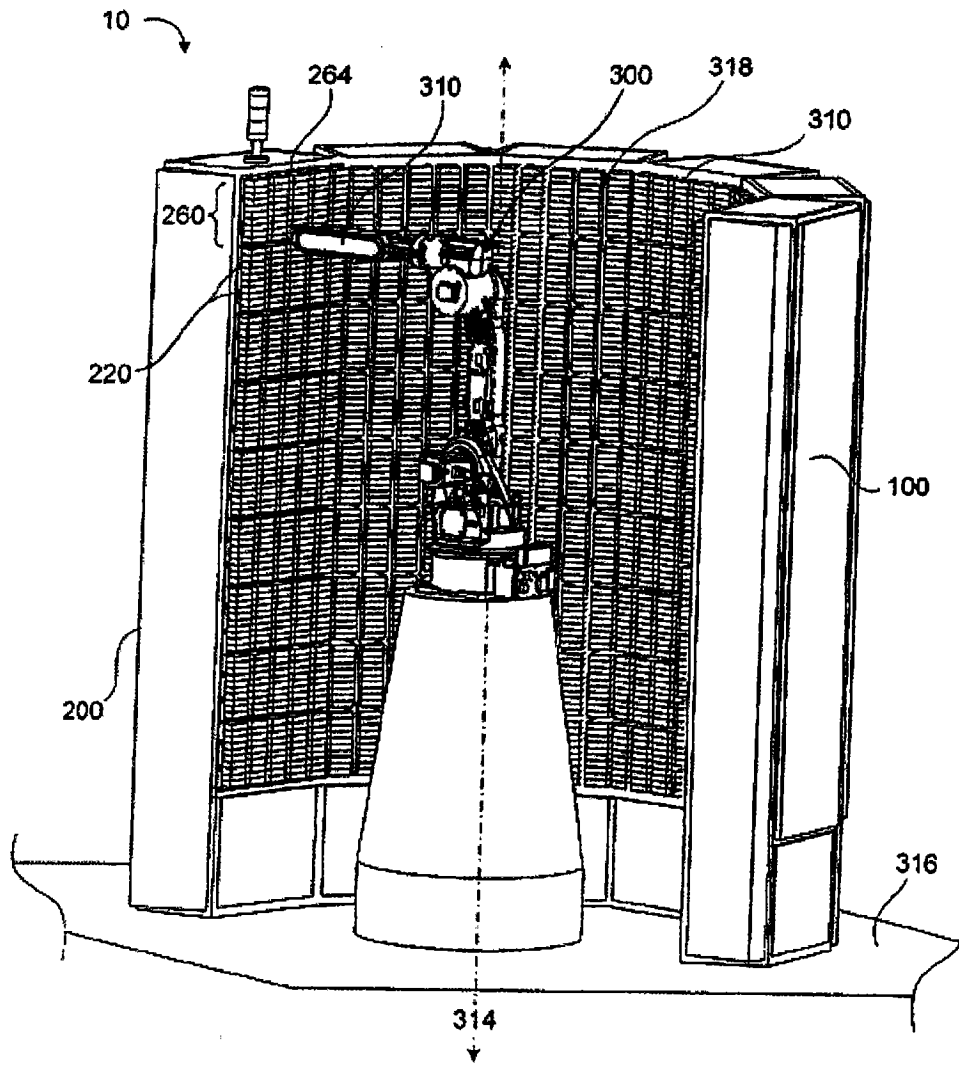


图 6B

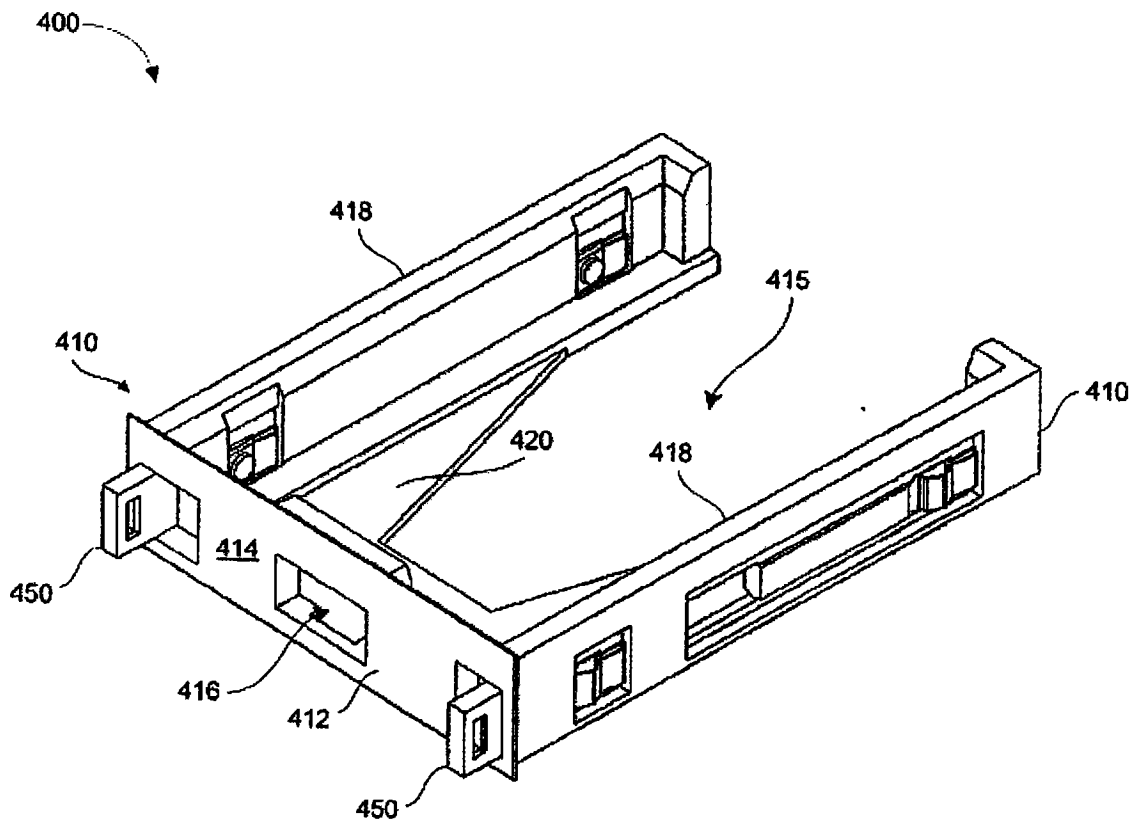


图 7A

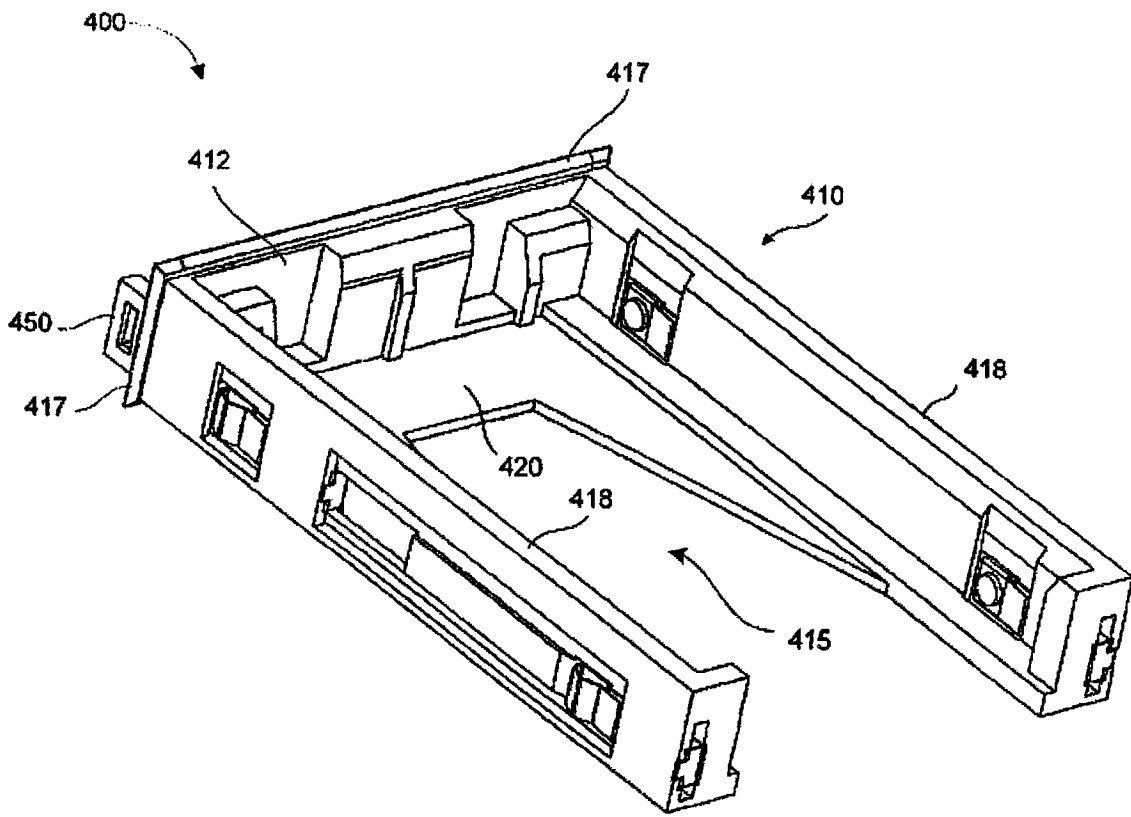


图 7B

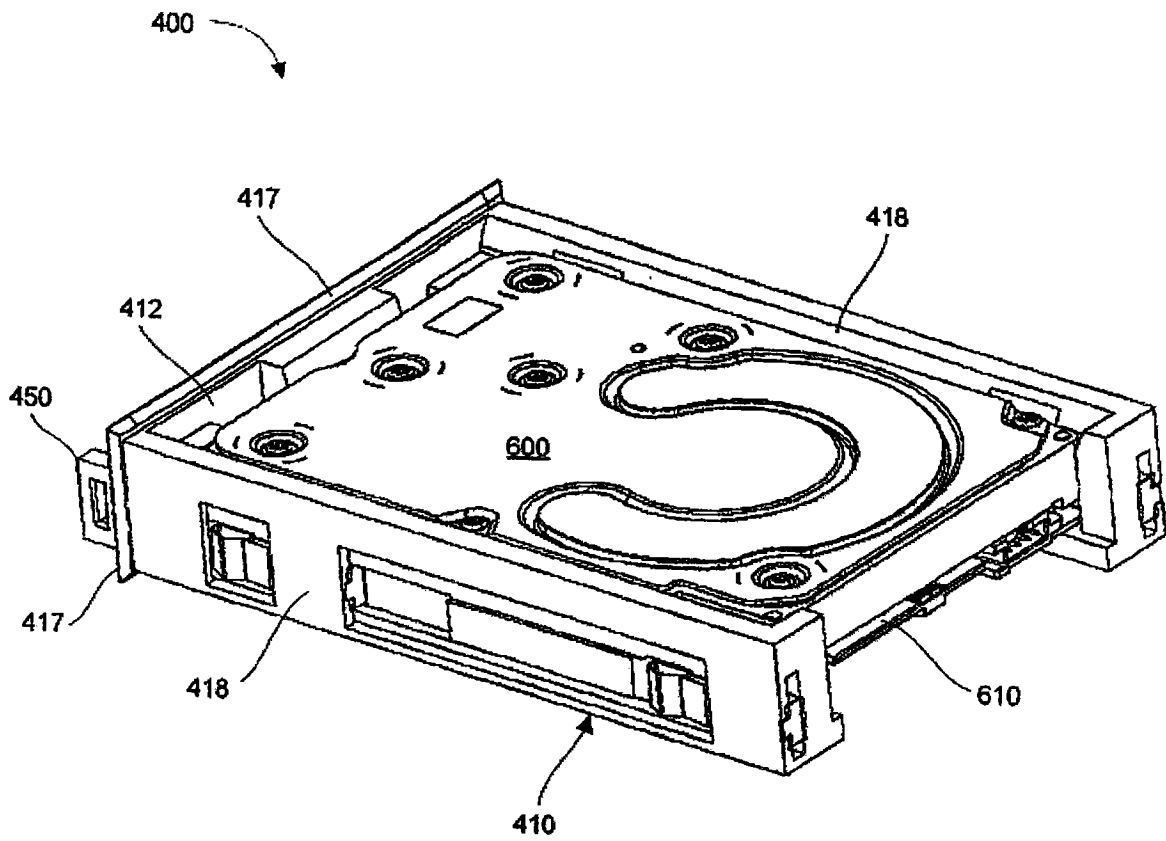


图 8A

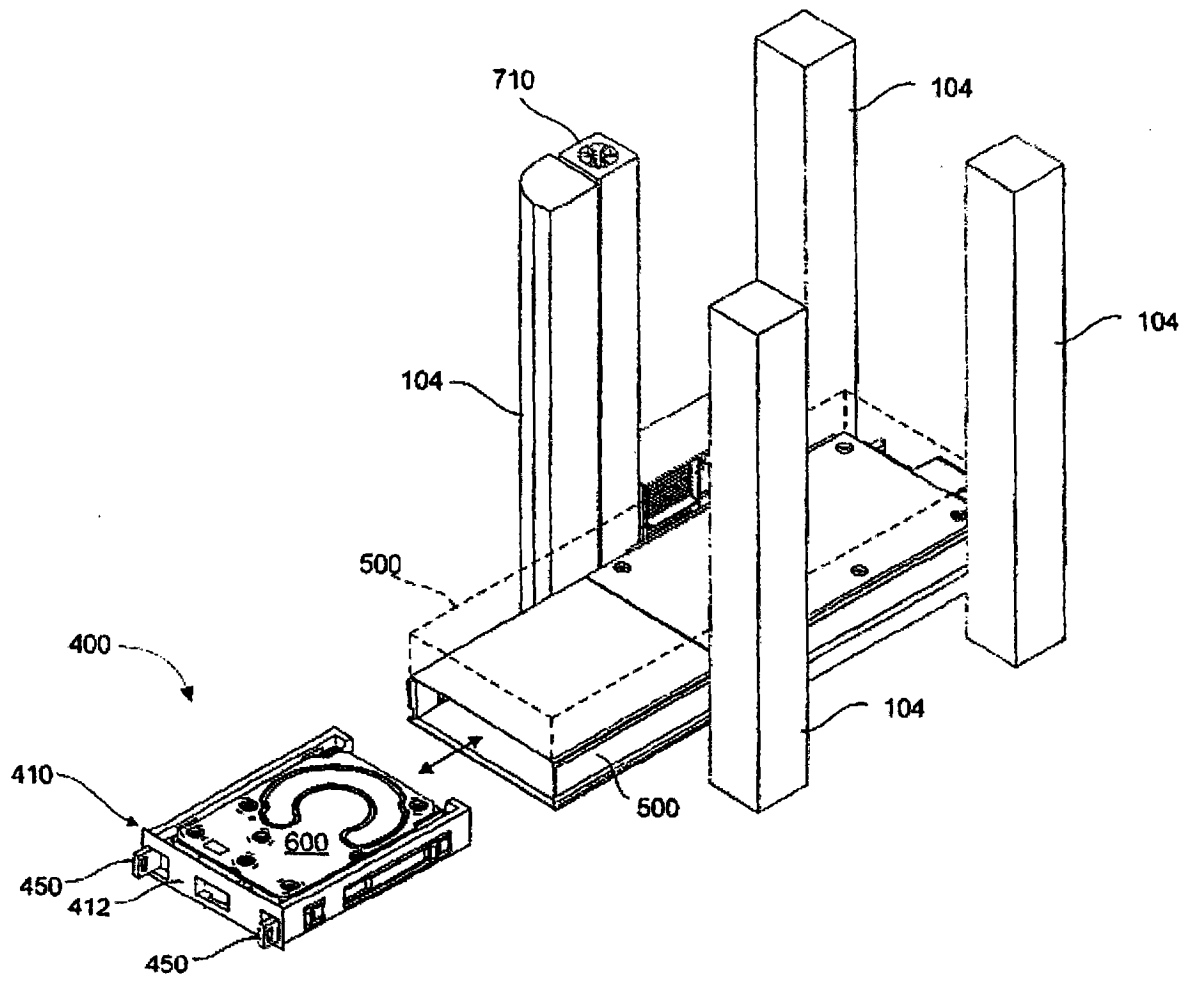


图 8B

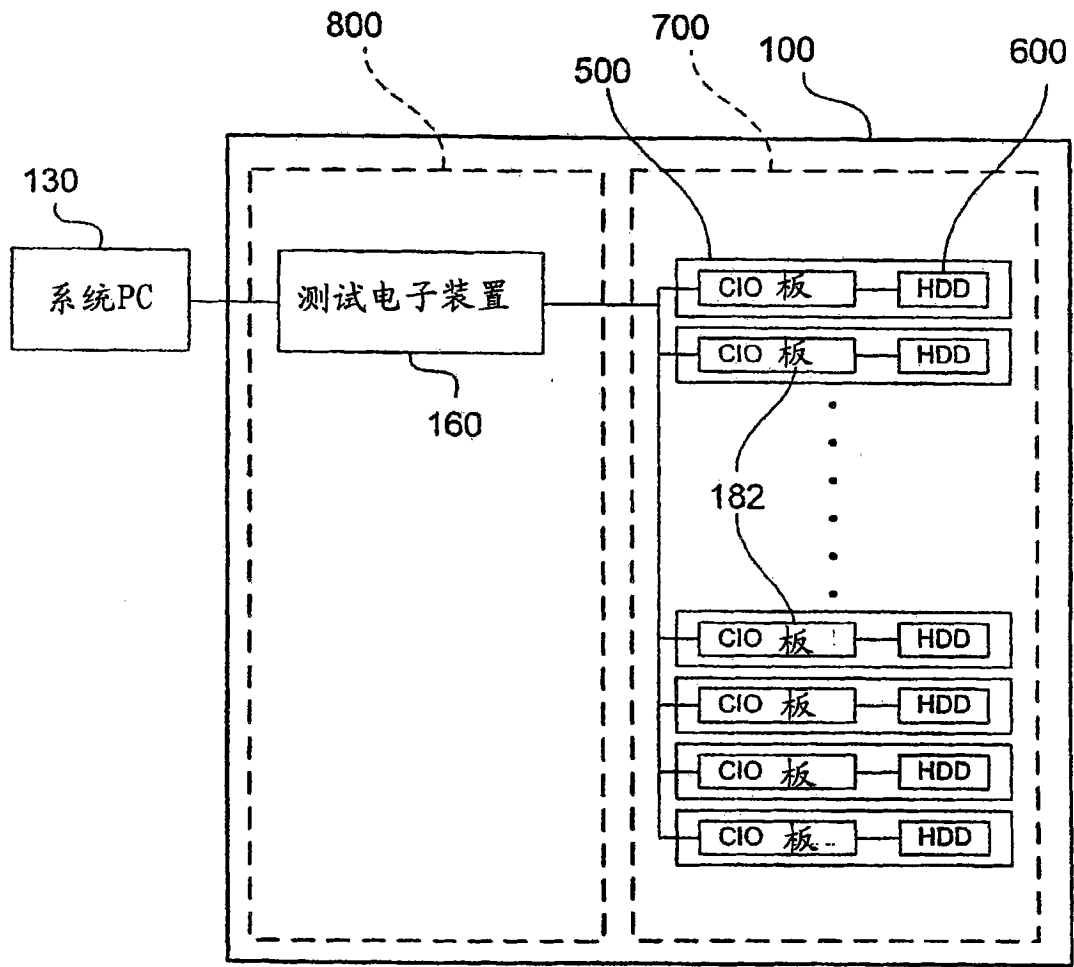


图 9

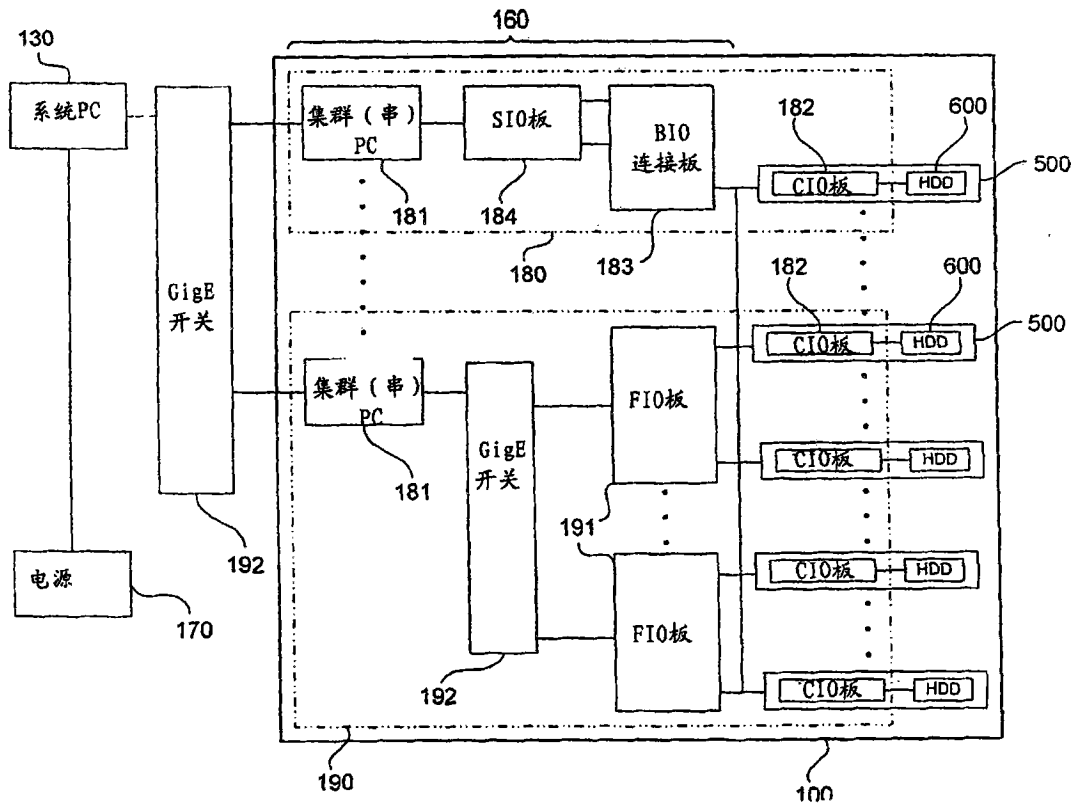


图 10

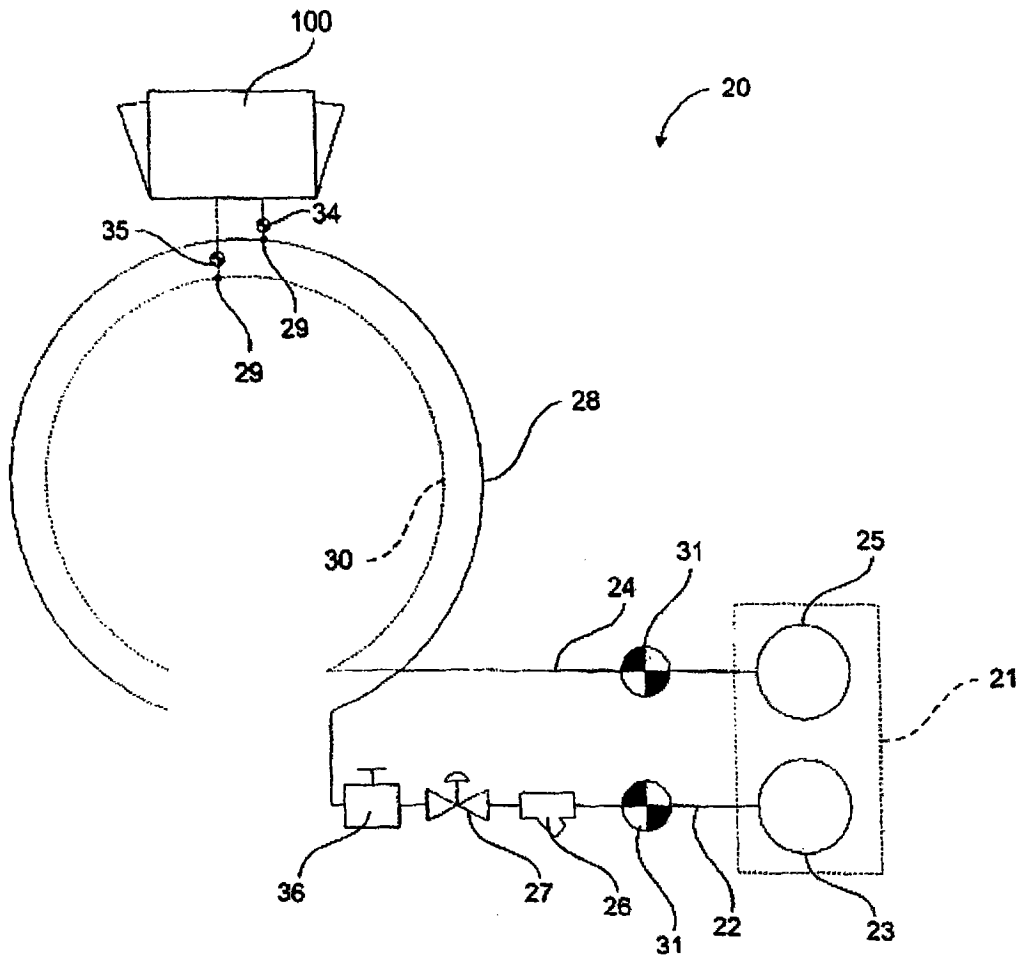


图 11A

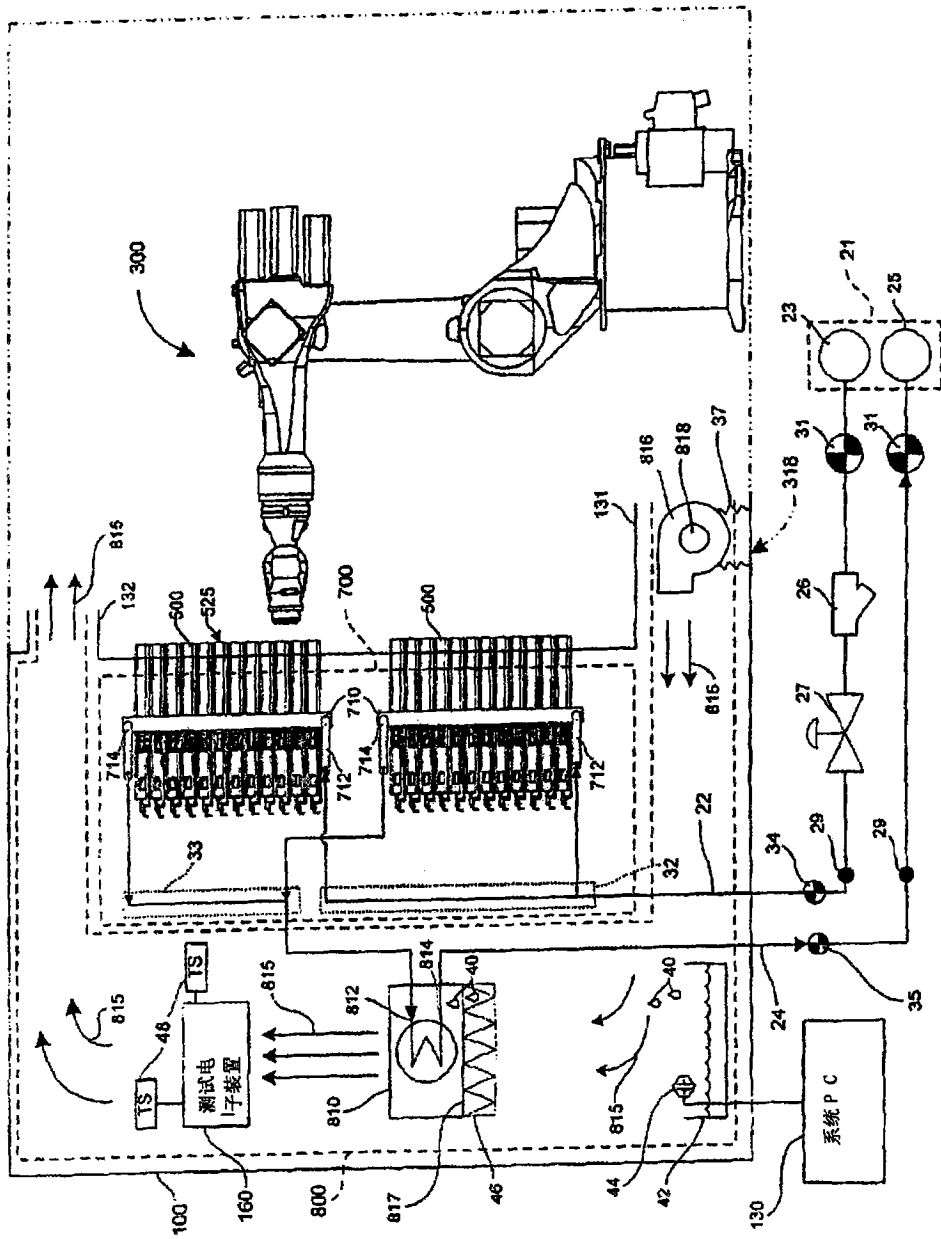


图 11B

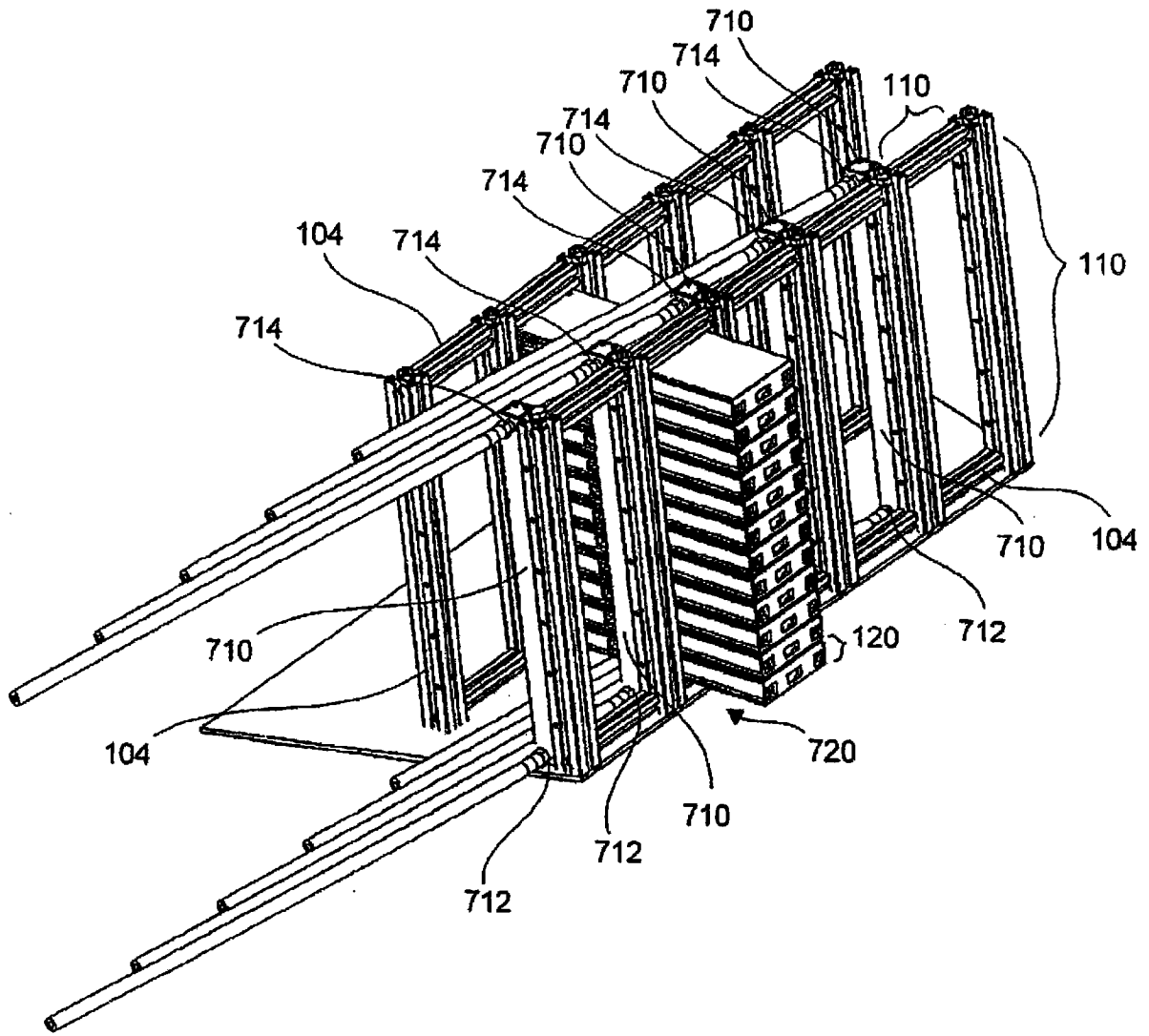


图 11C

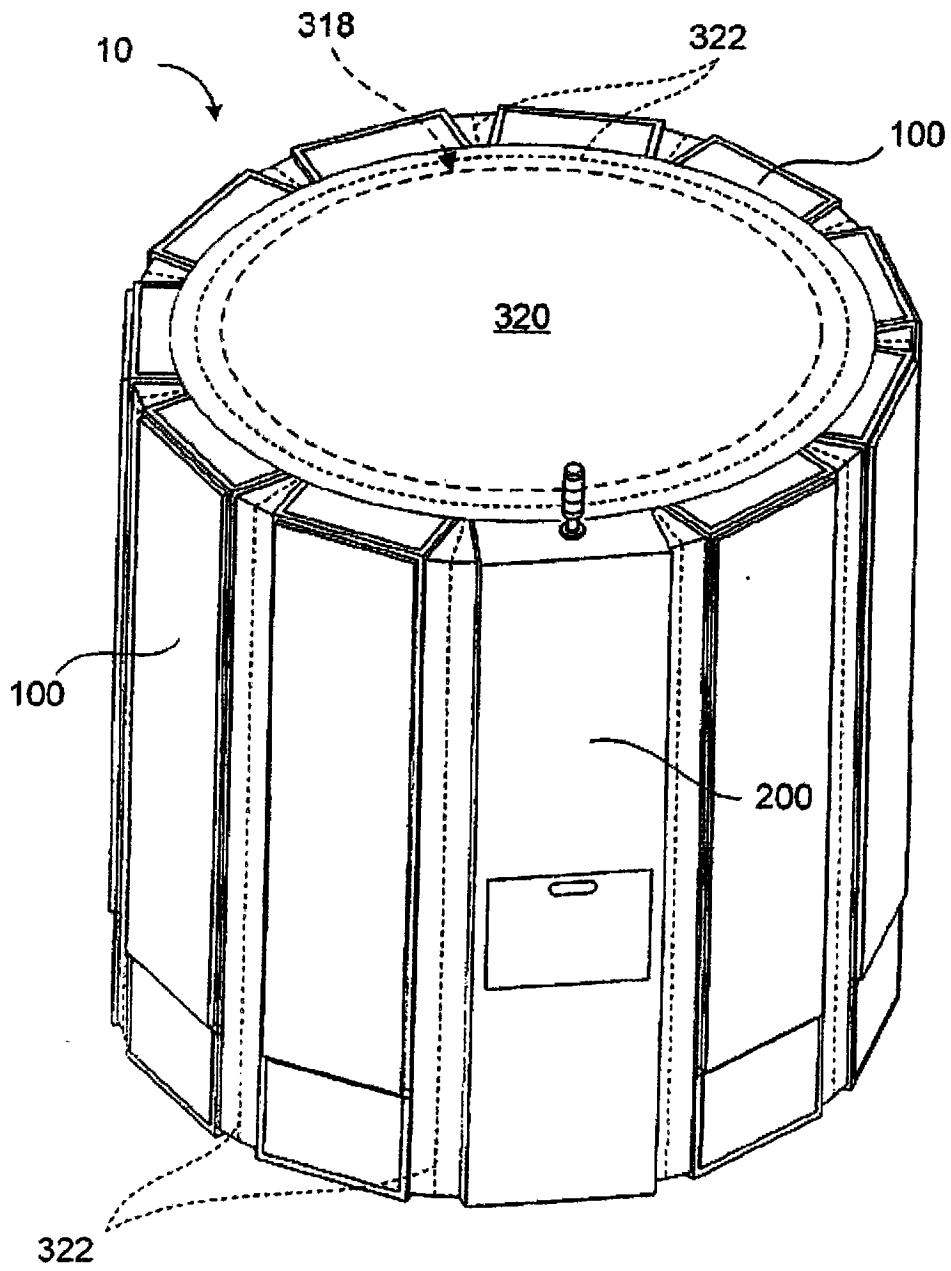


图 12

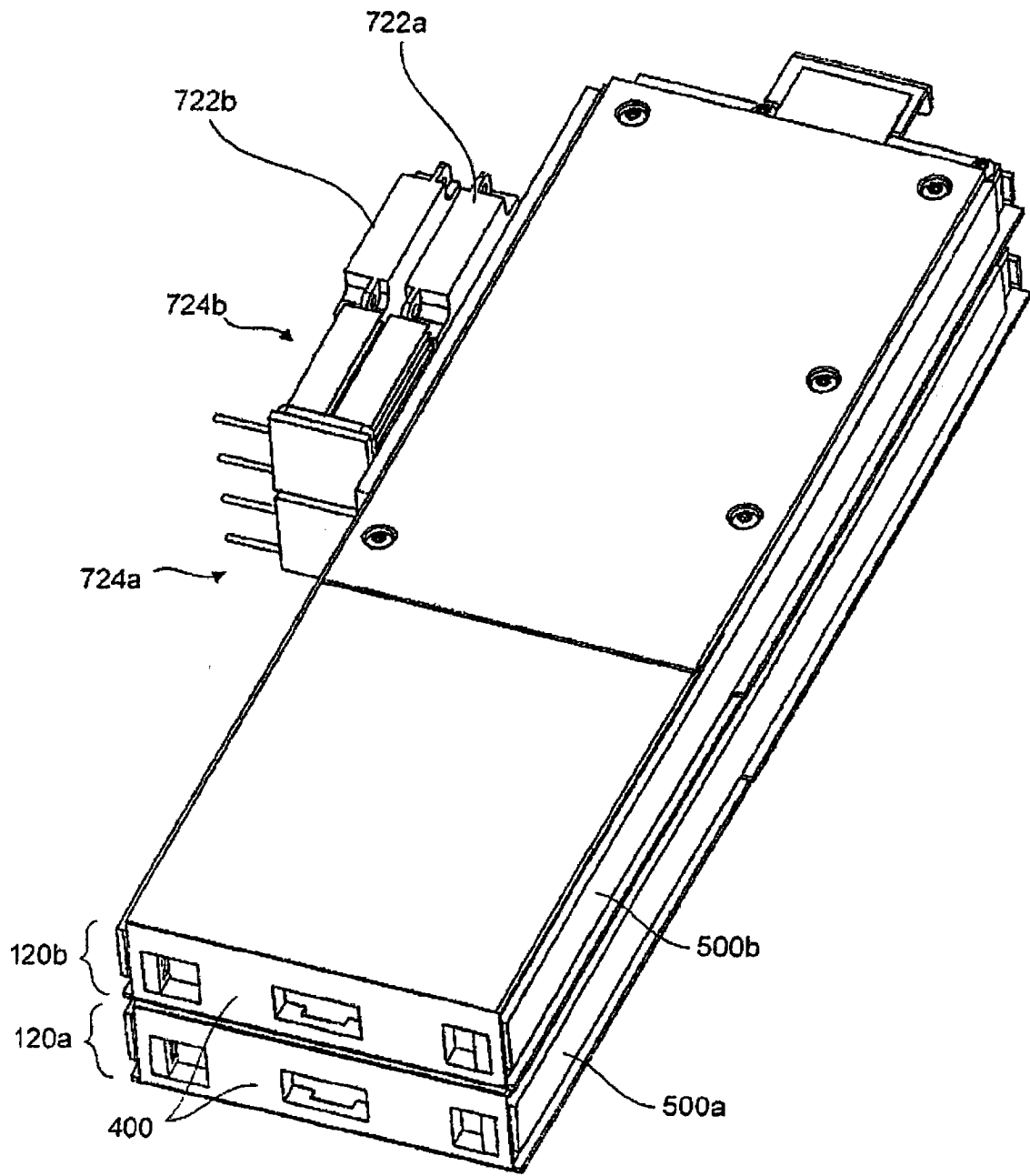


图 13

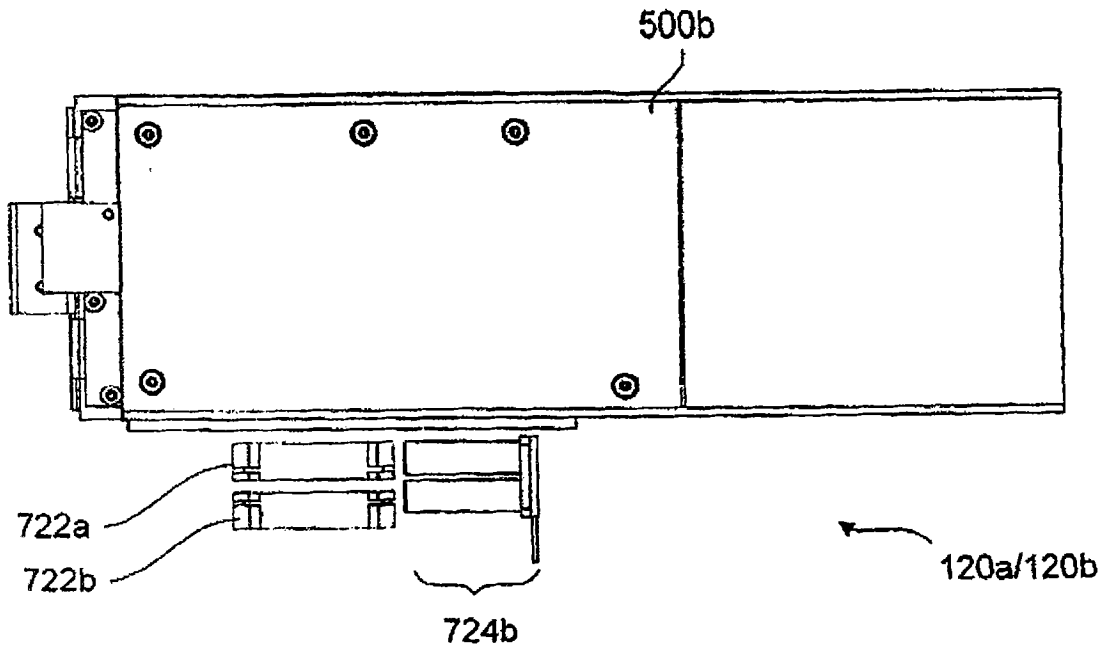


图 14A

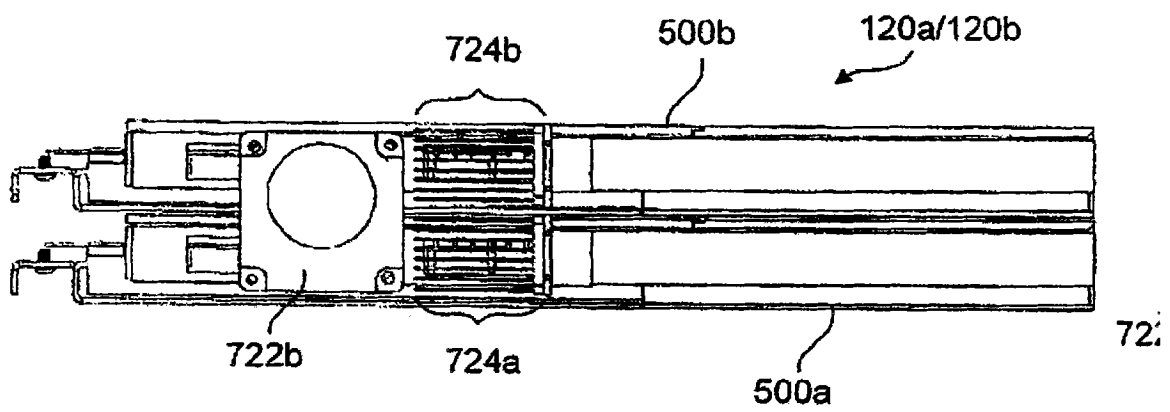


图 14B

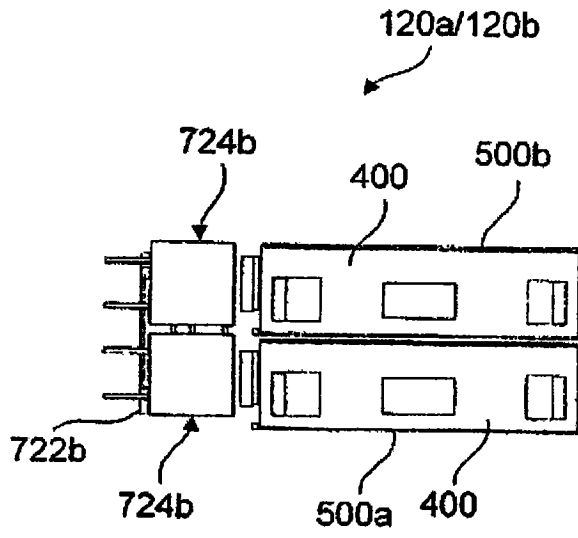


图 14C

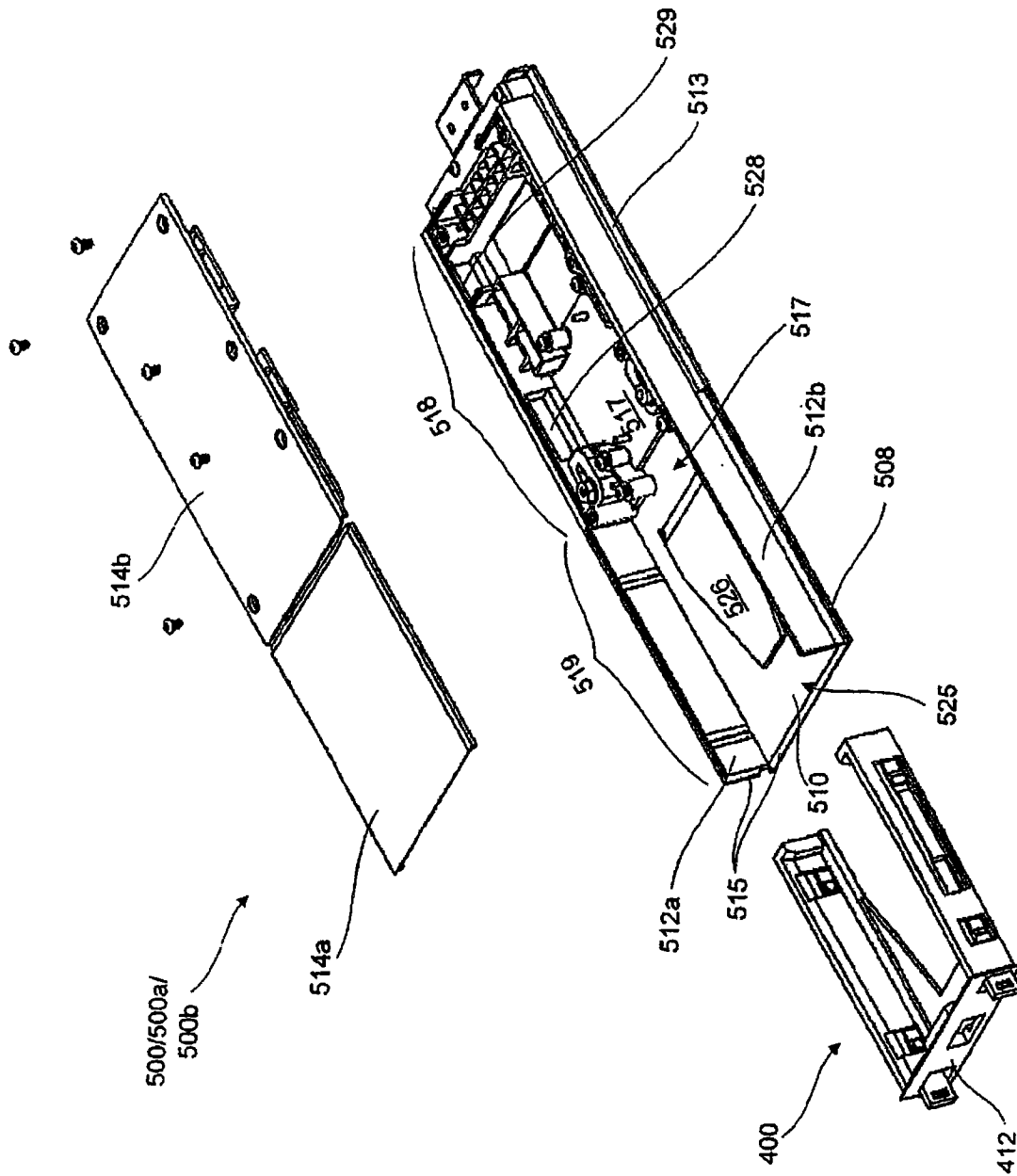


图 15A

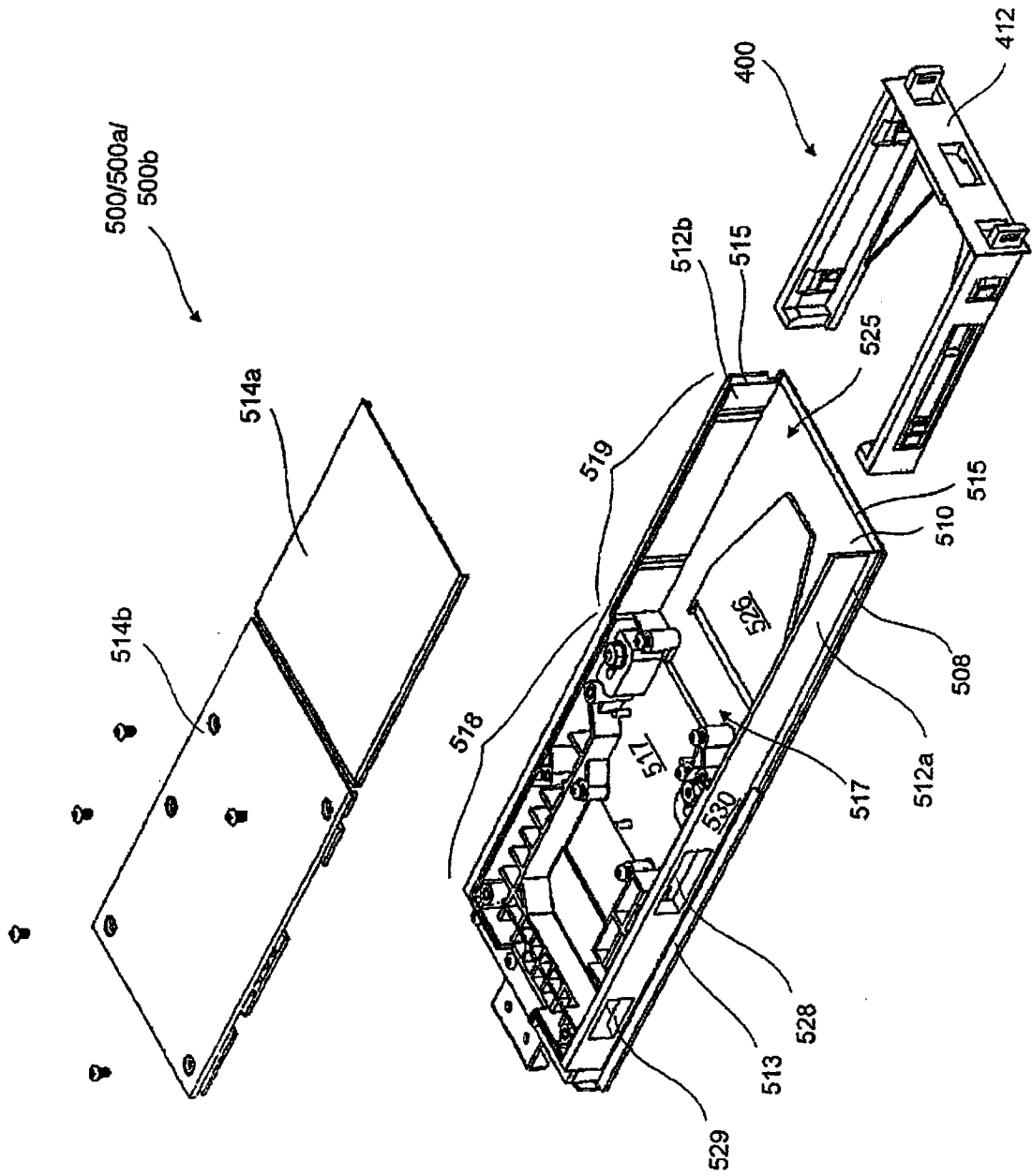


图 15B

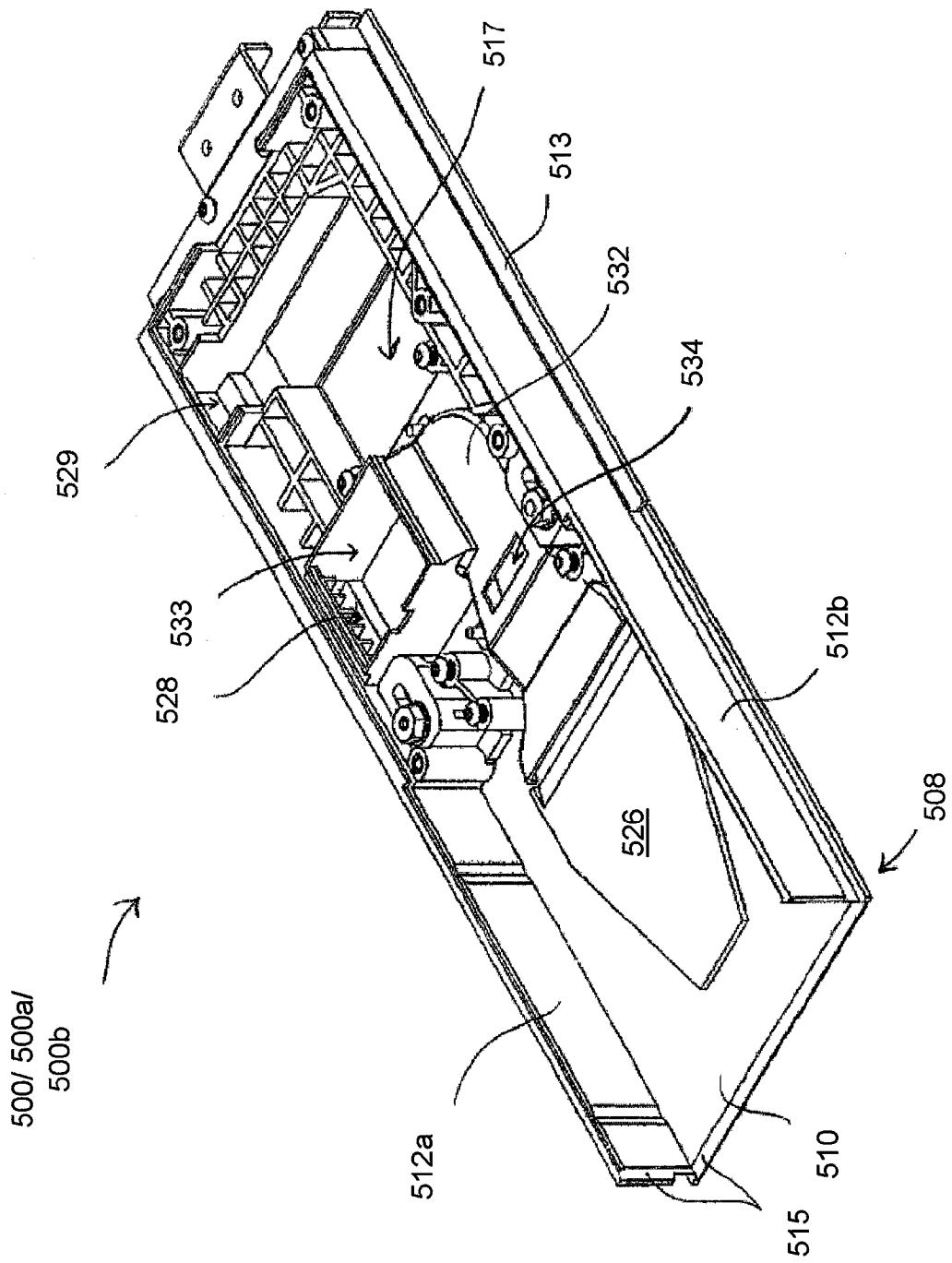


图 16

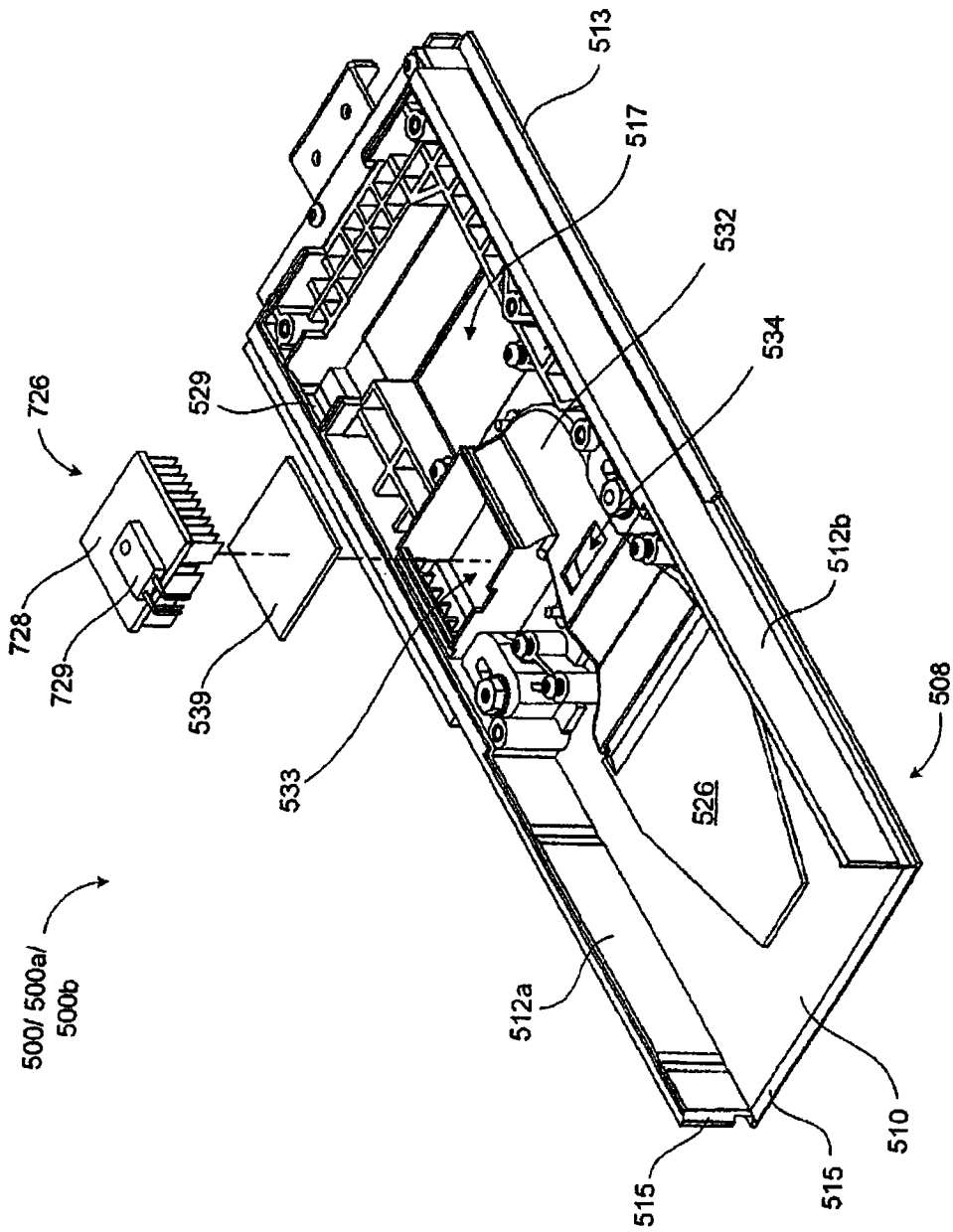


图 17

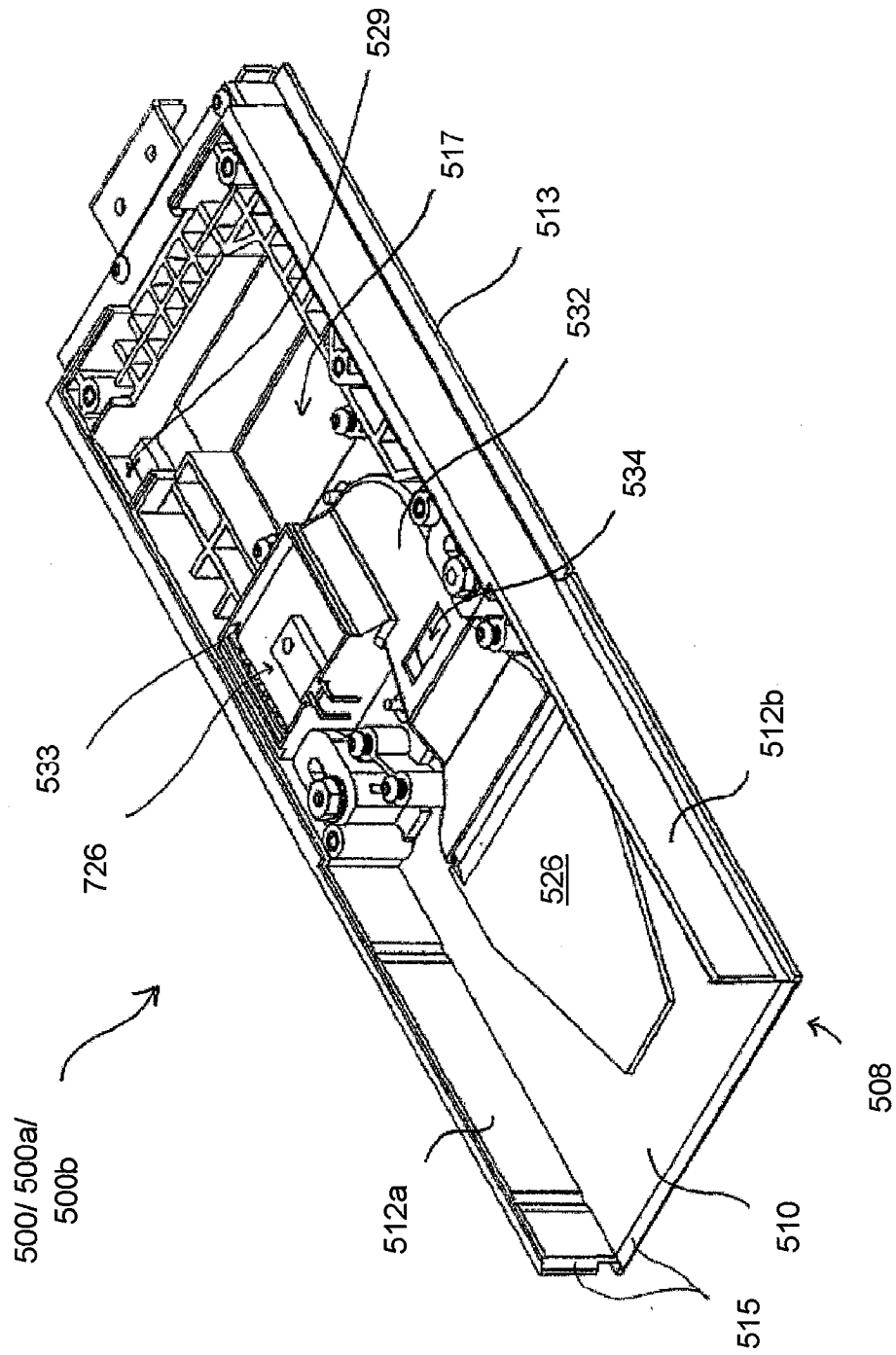


图 18

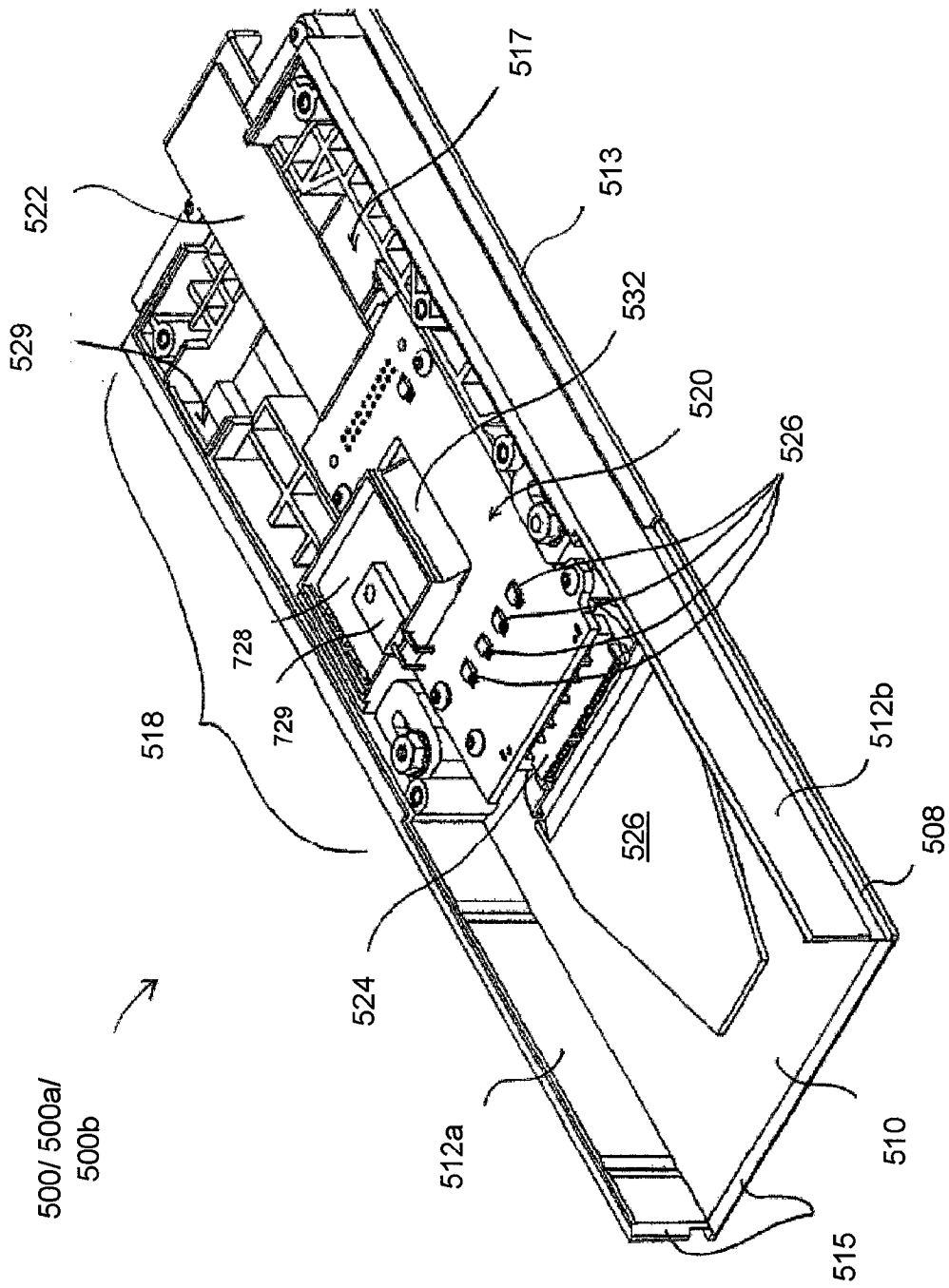


图 19

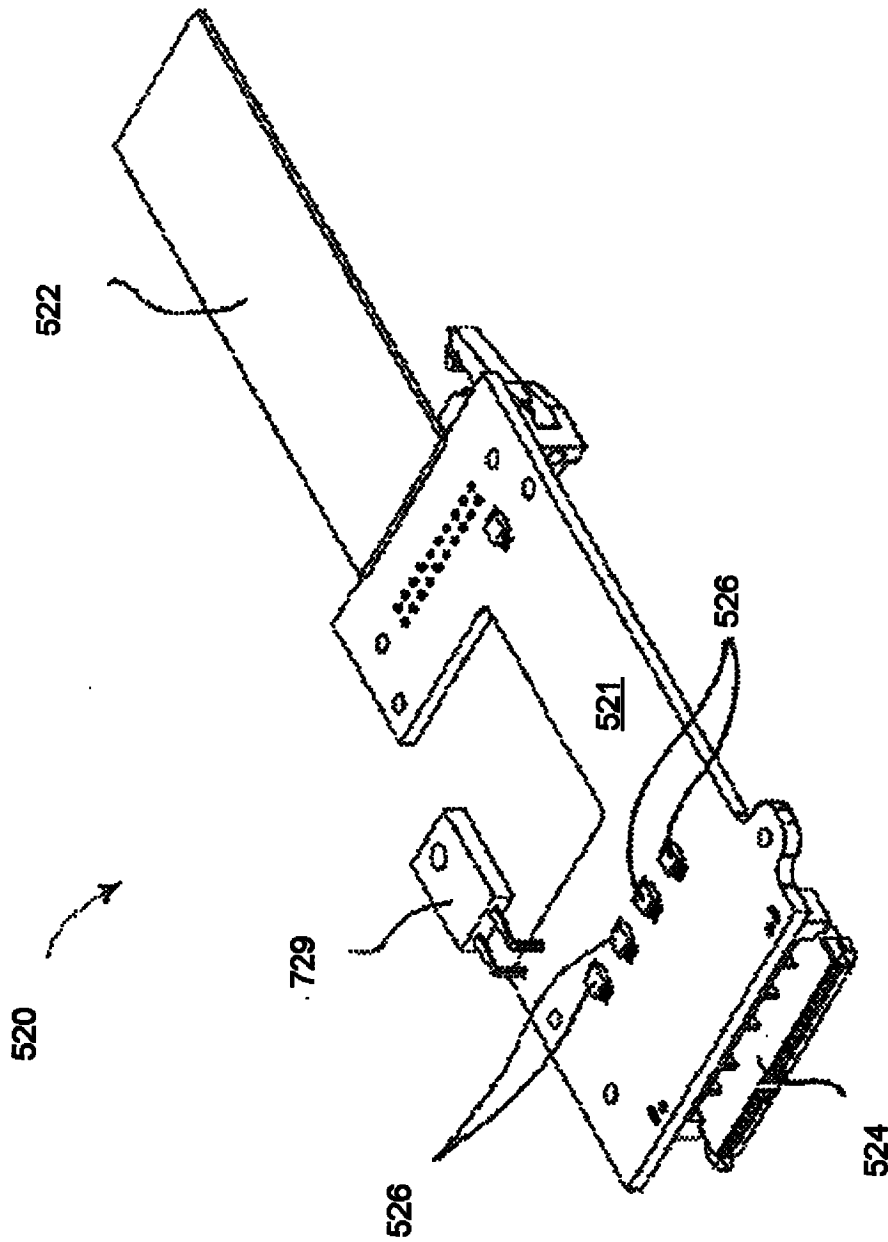


图 20A

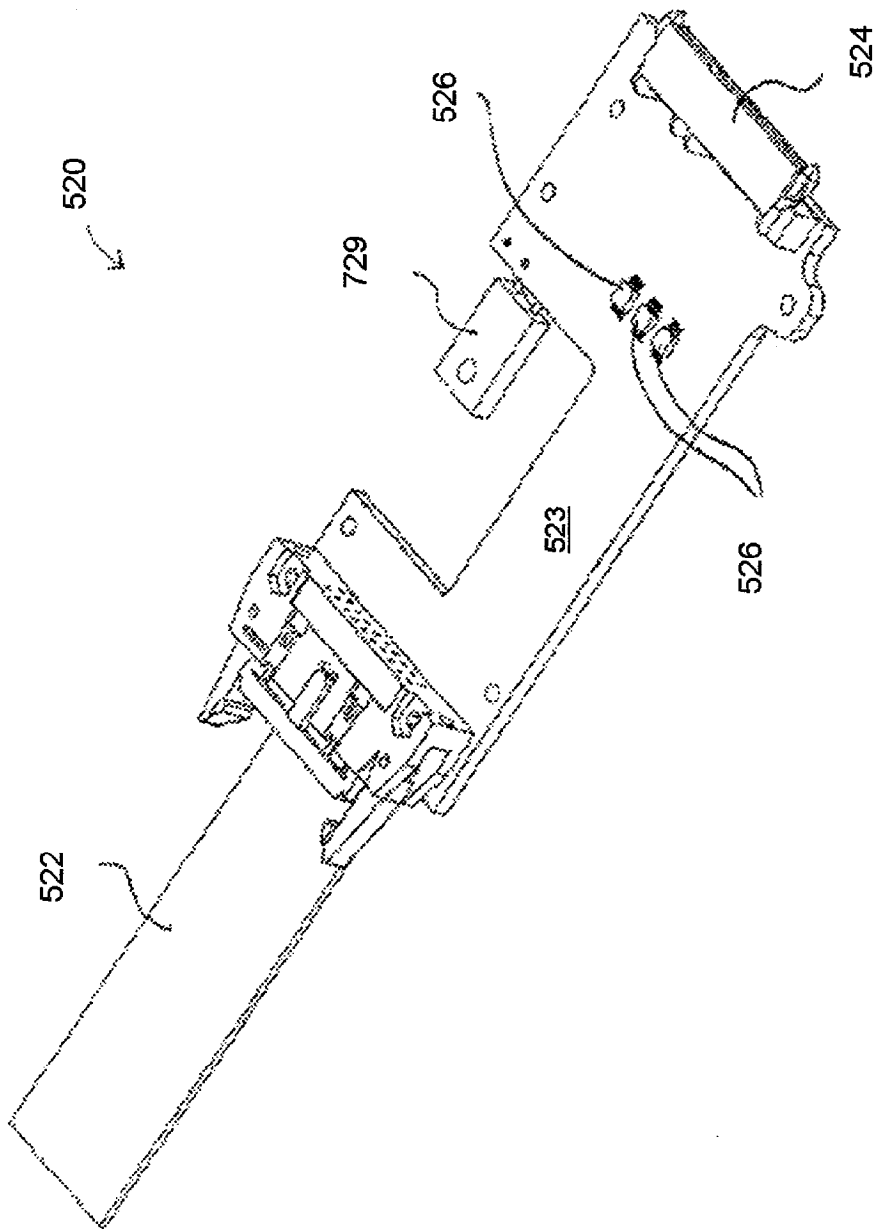


图 20B

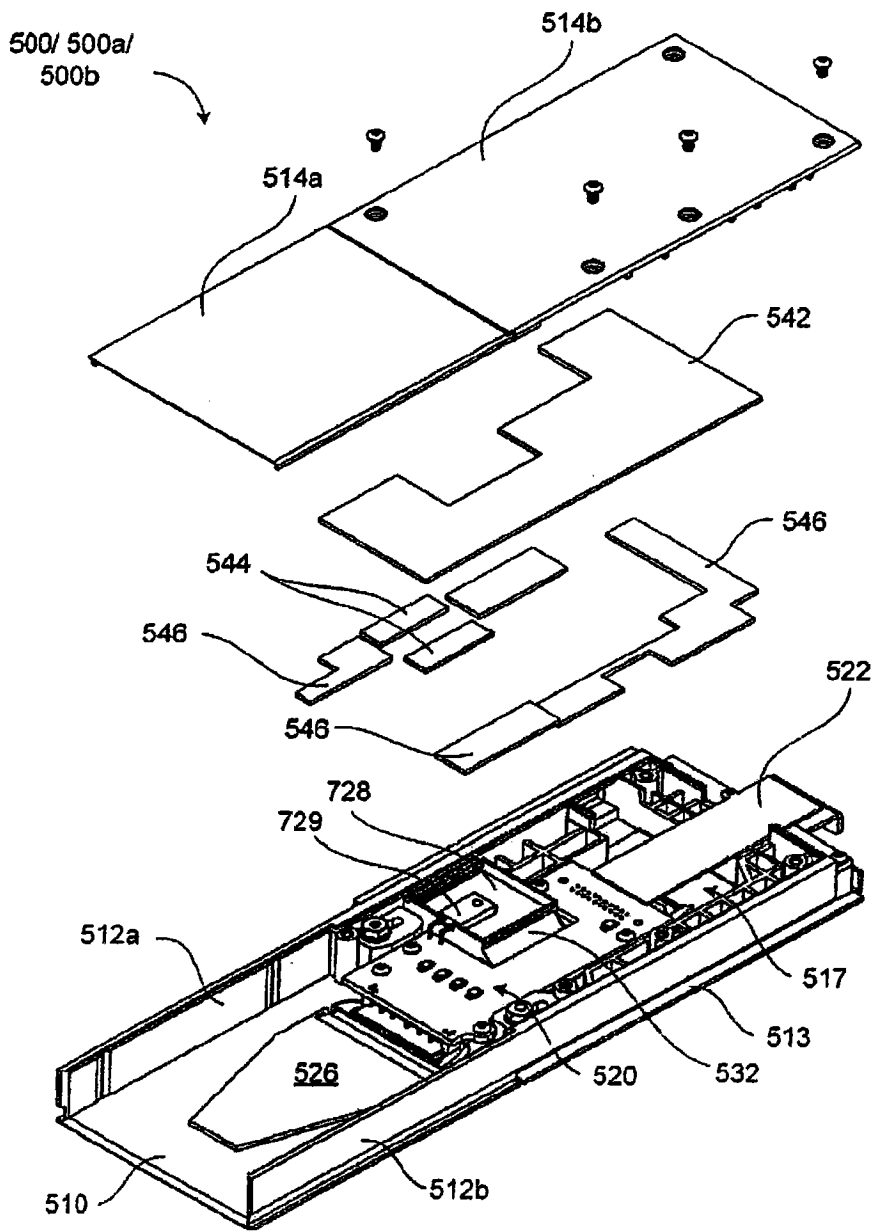


图 21A

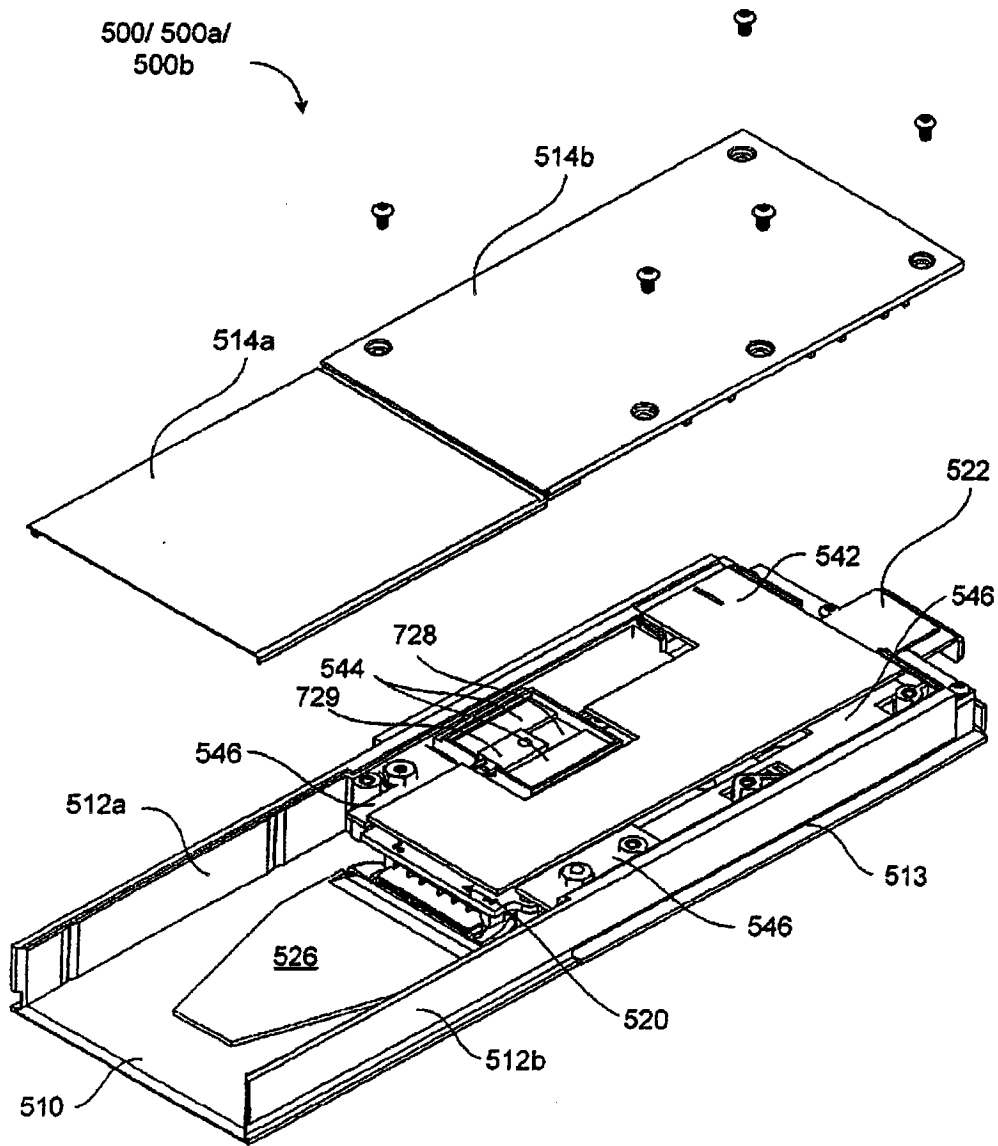


图 21B

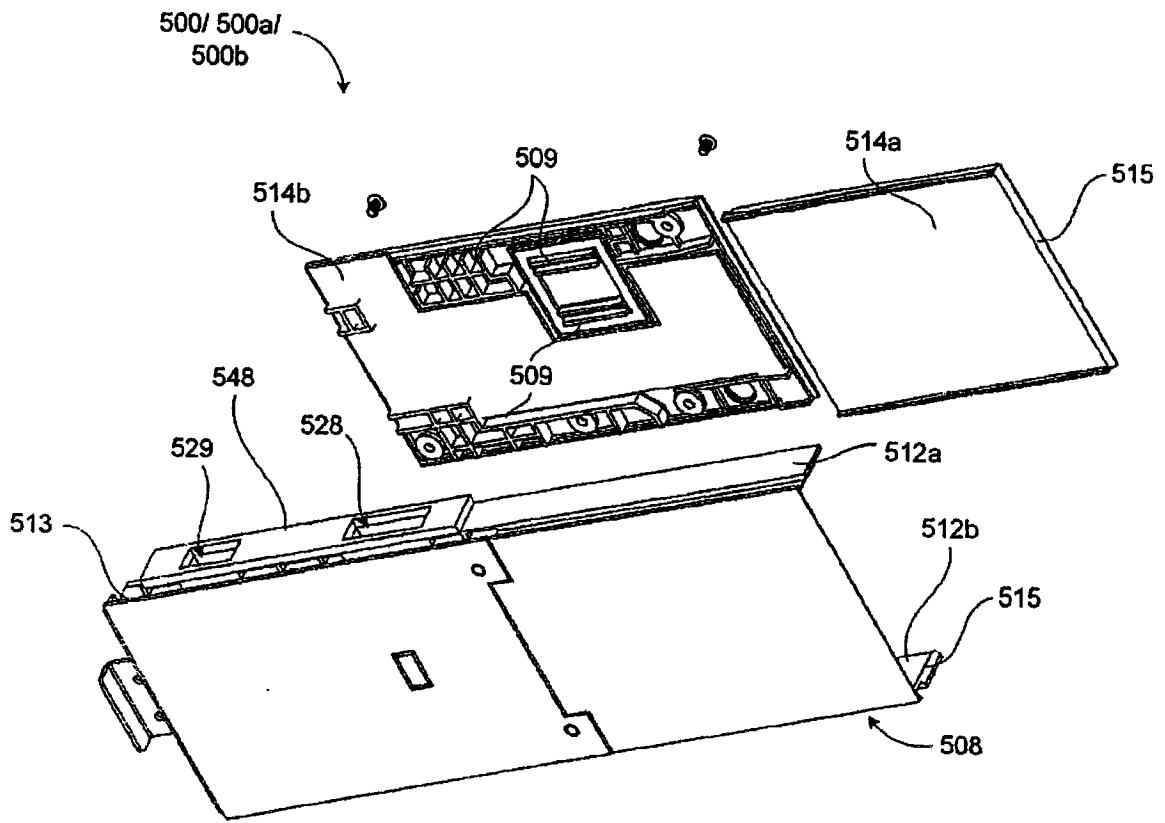


图 21C

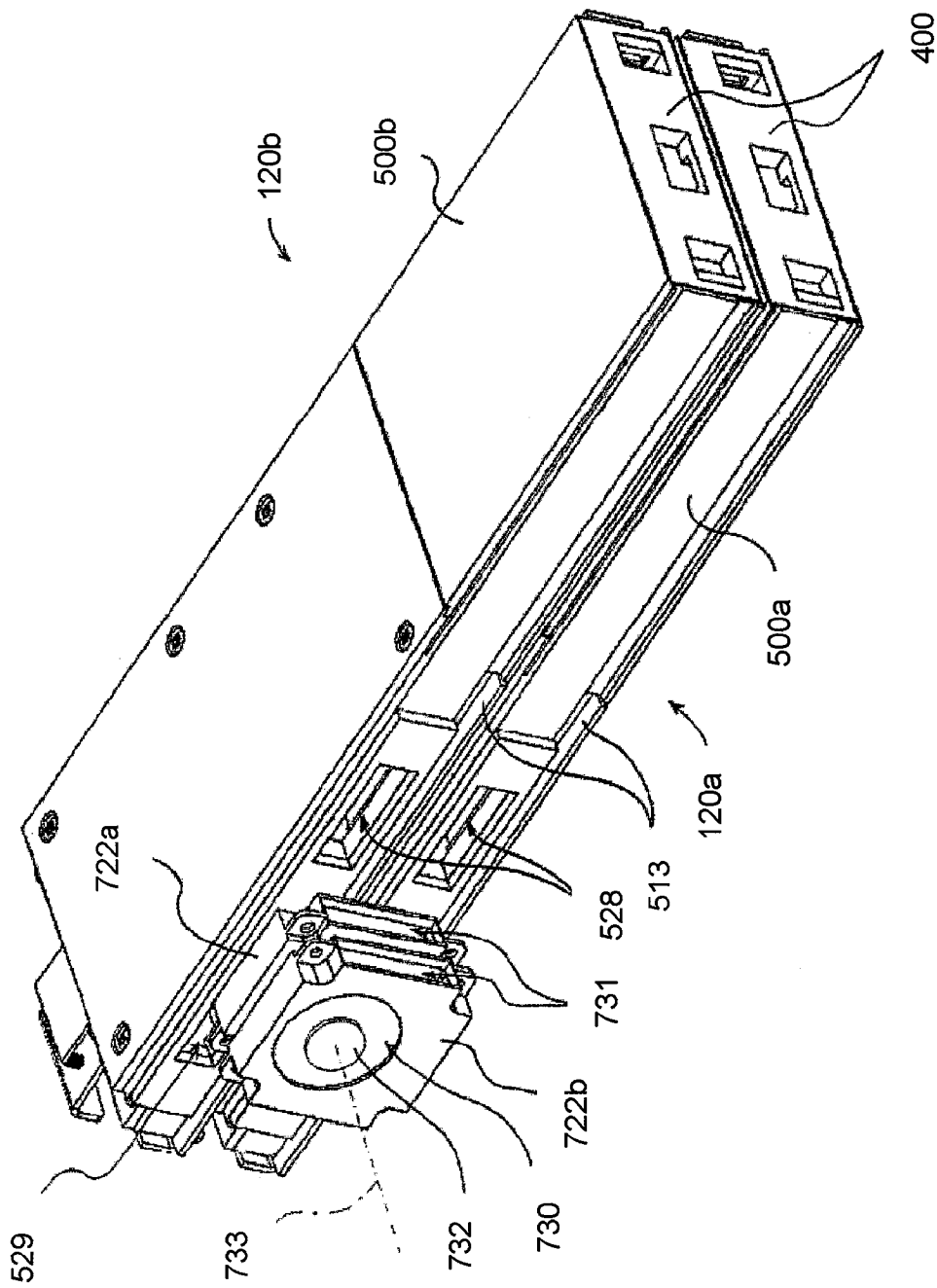


图 22A

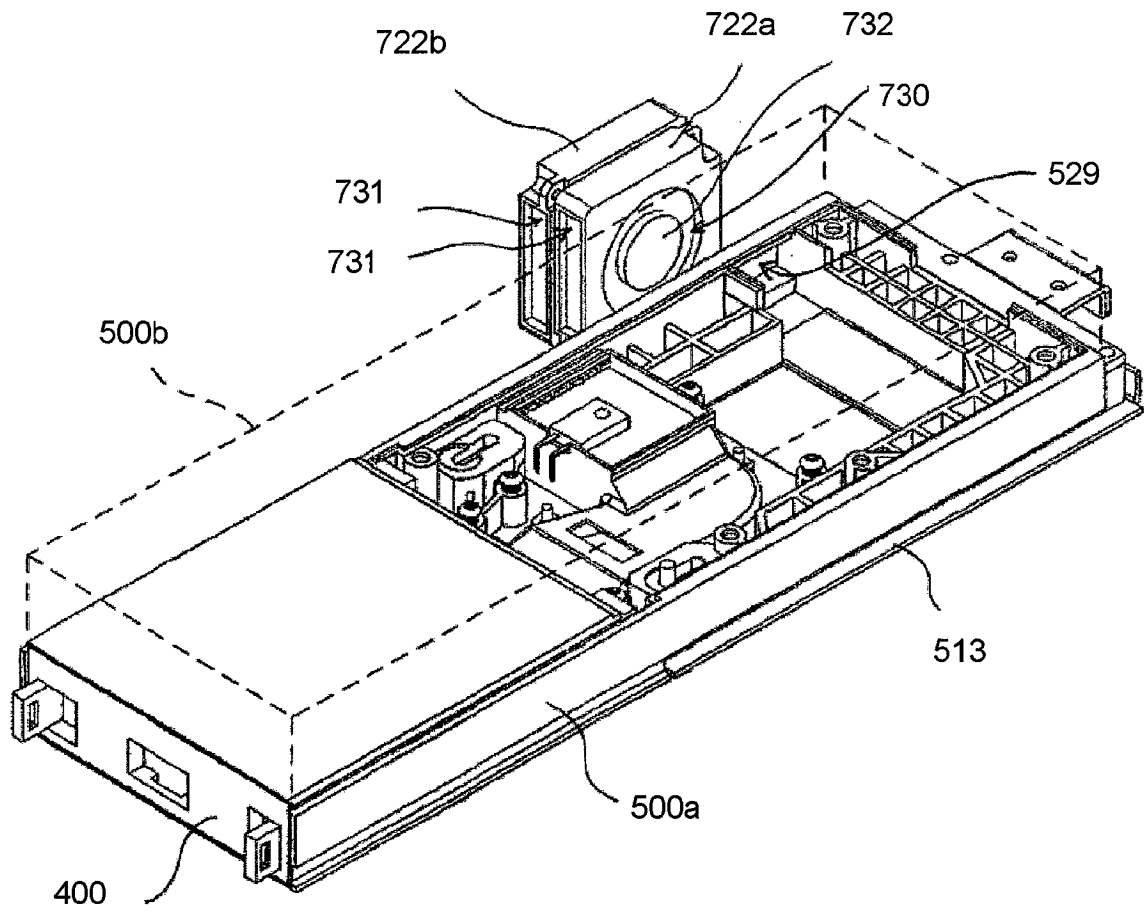


图 22B

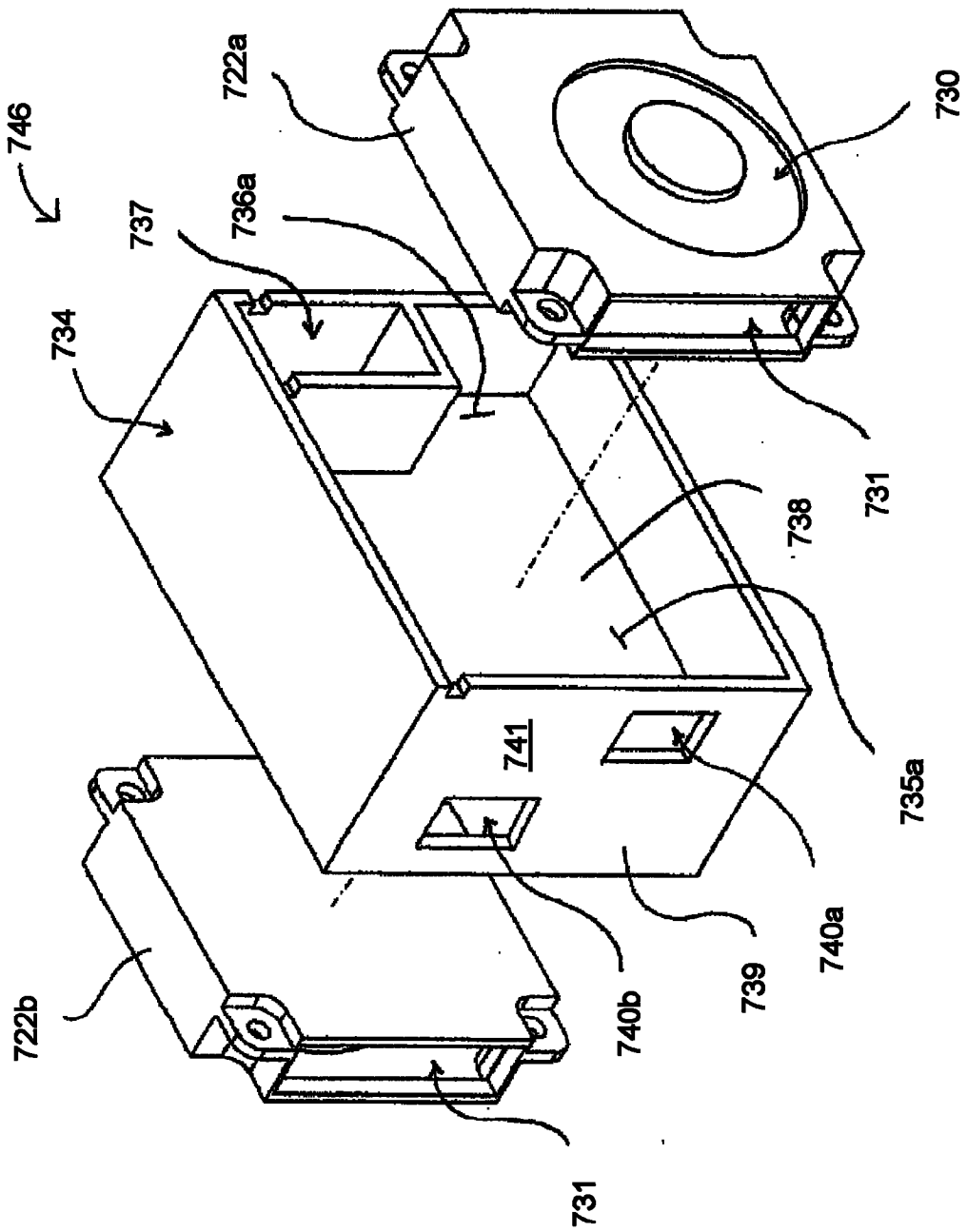


图 23A

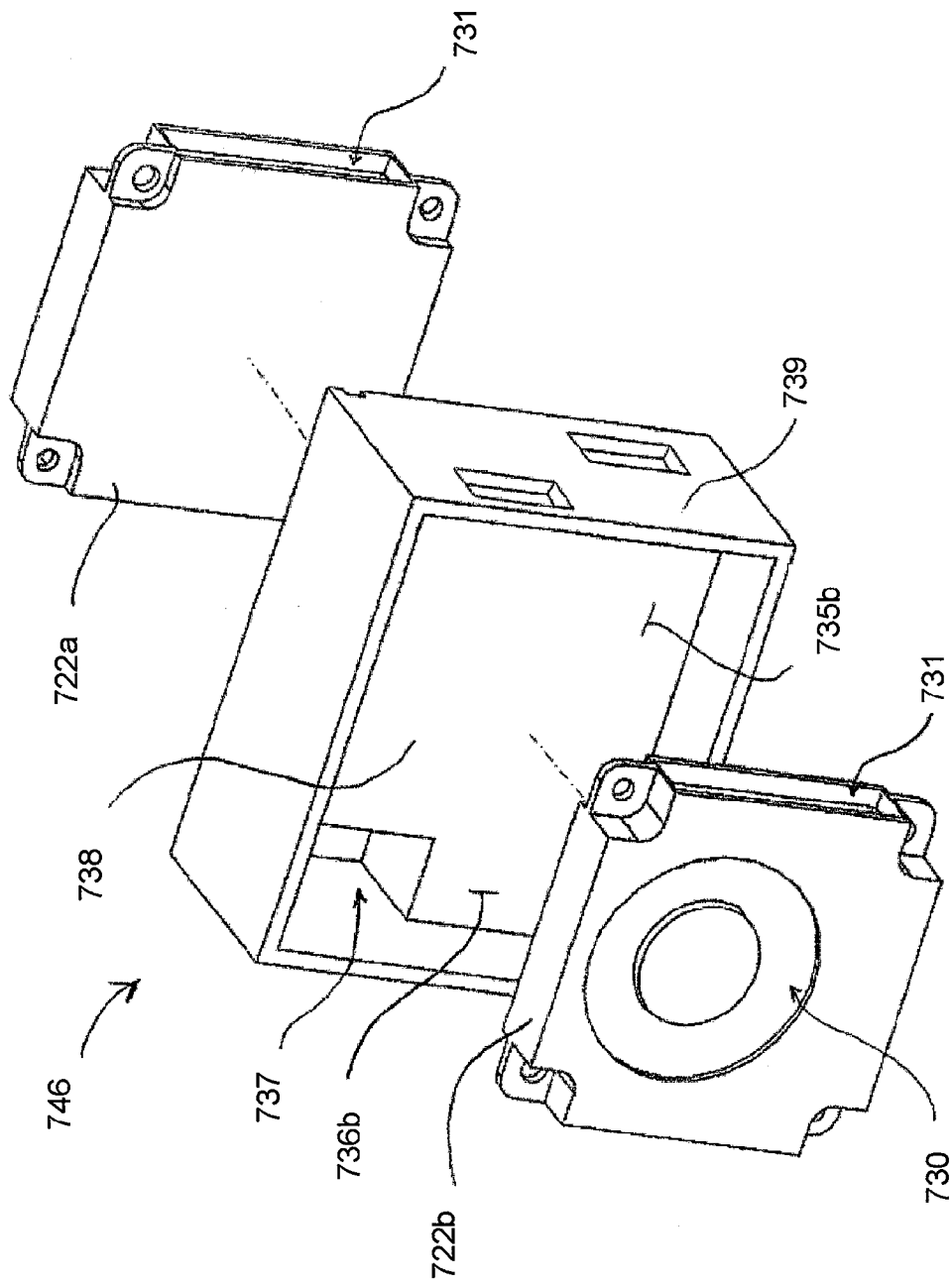


图 23B

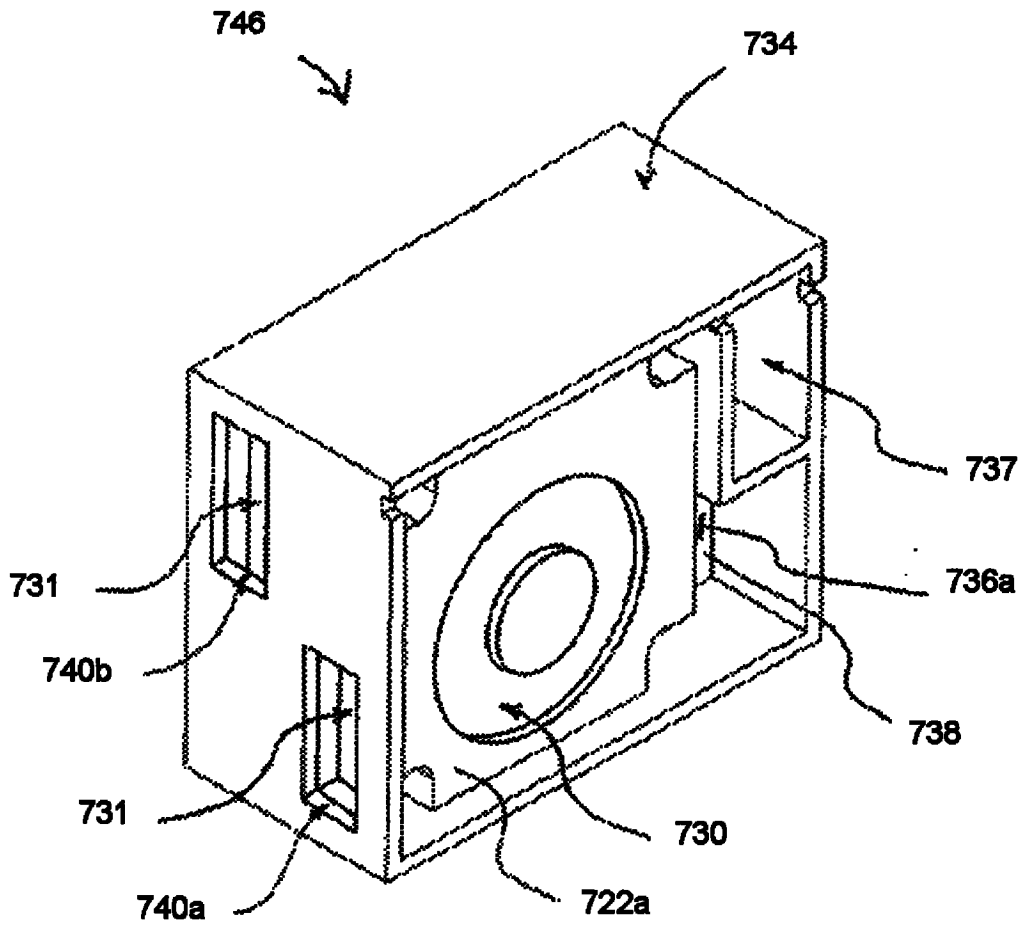


图 23C

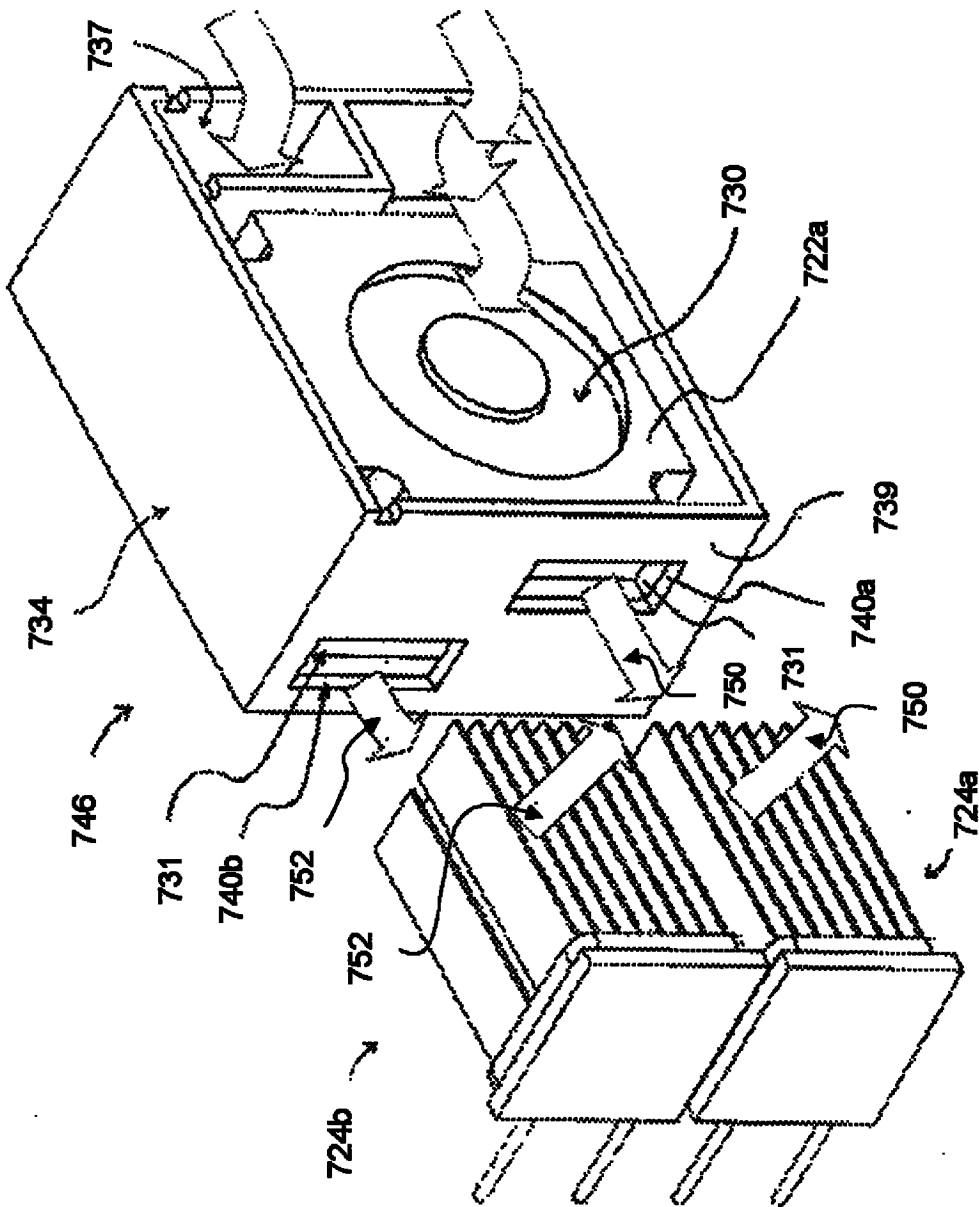


图 24

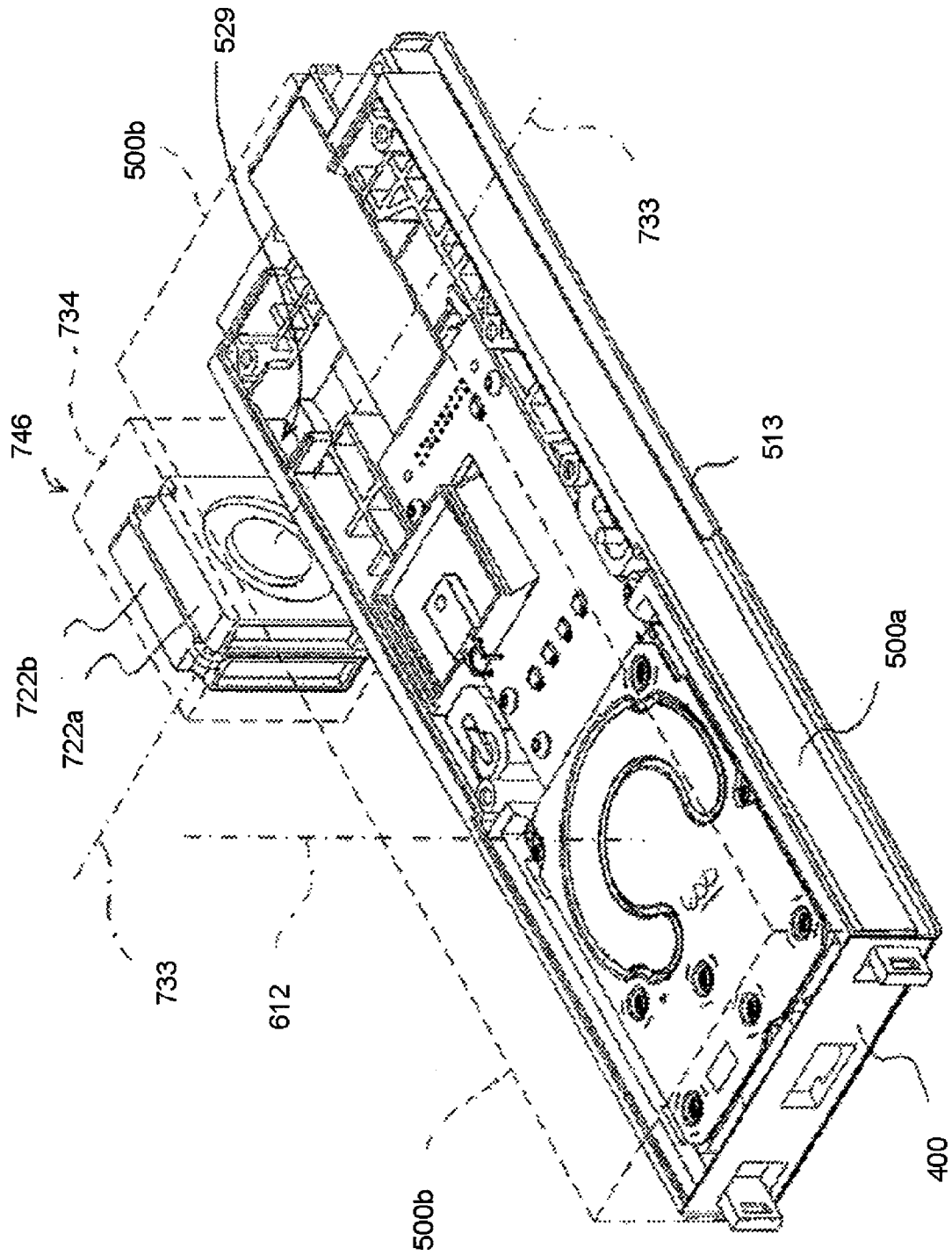


图 25

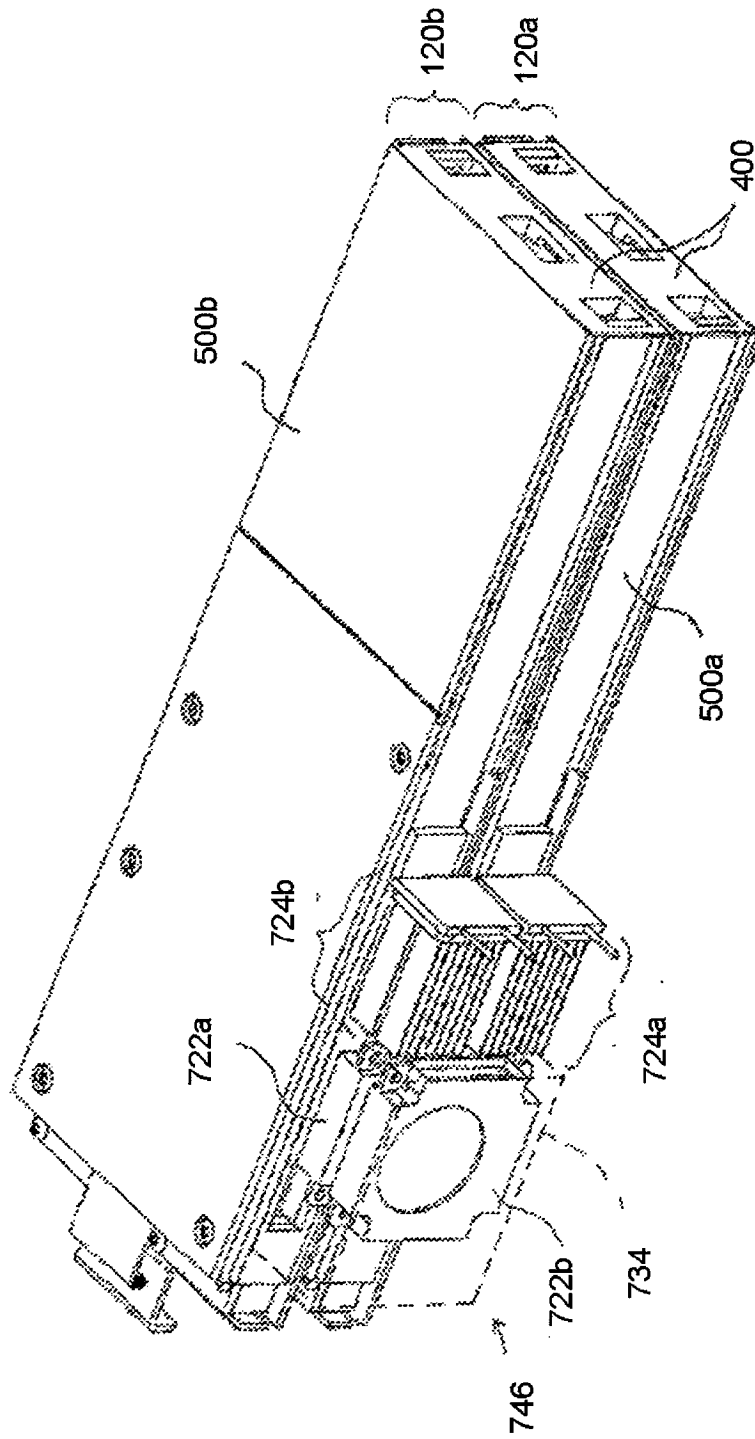


图 26

724a / 724b

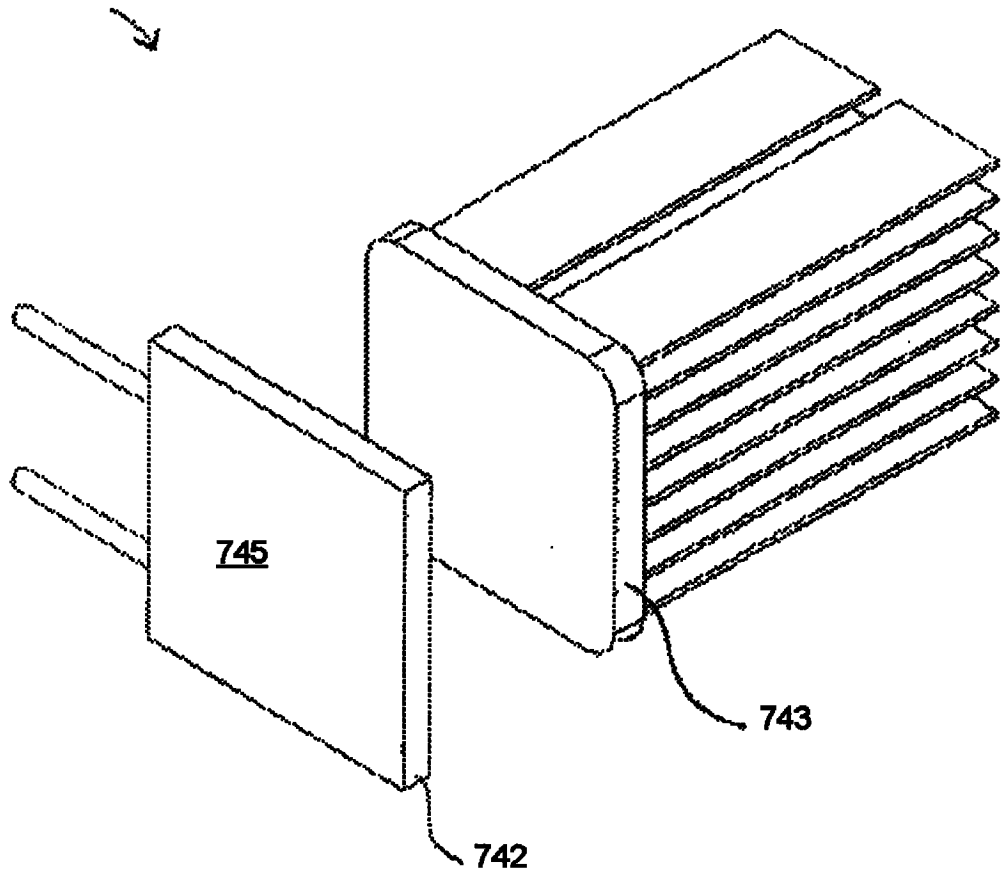


图 27

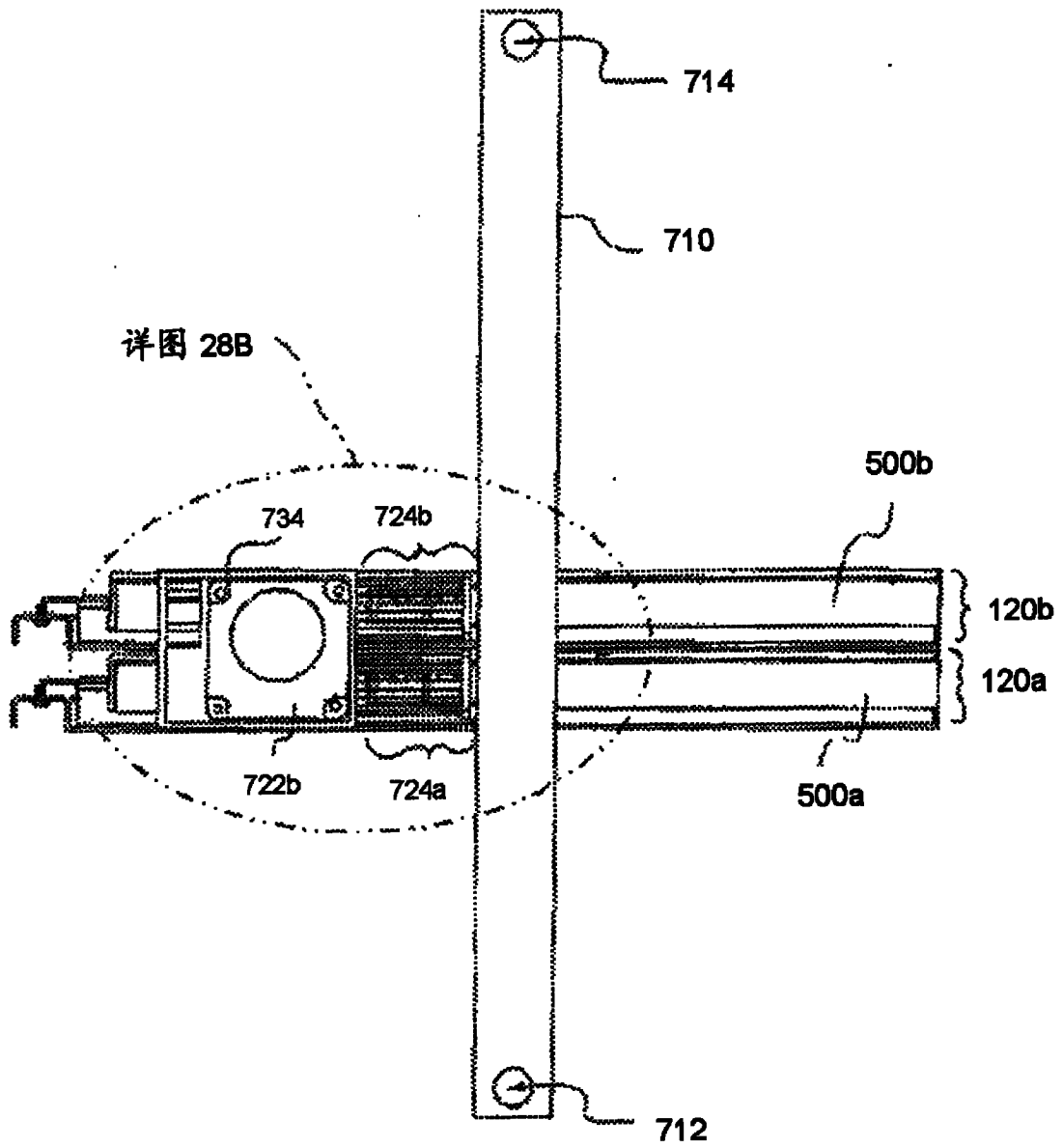


图 28A

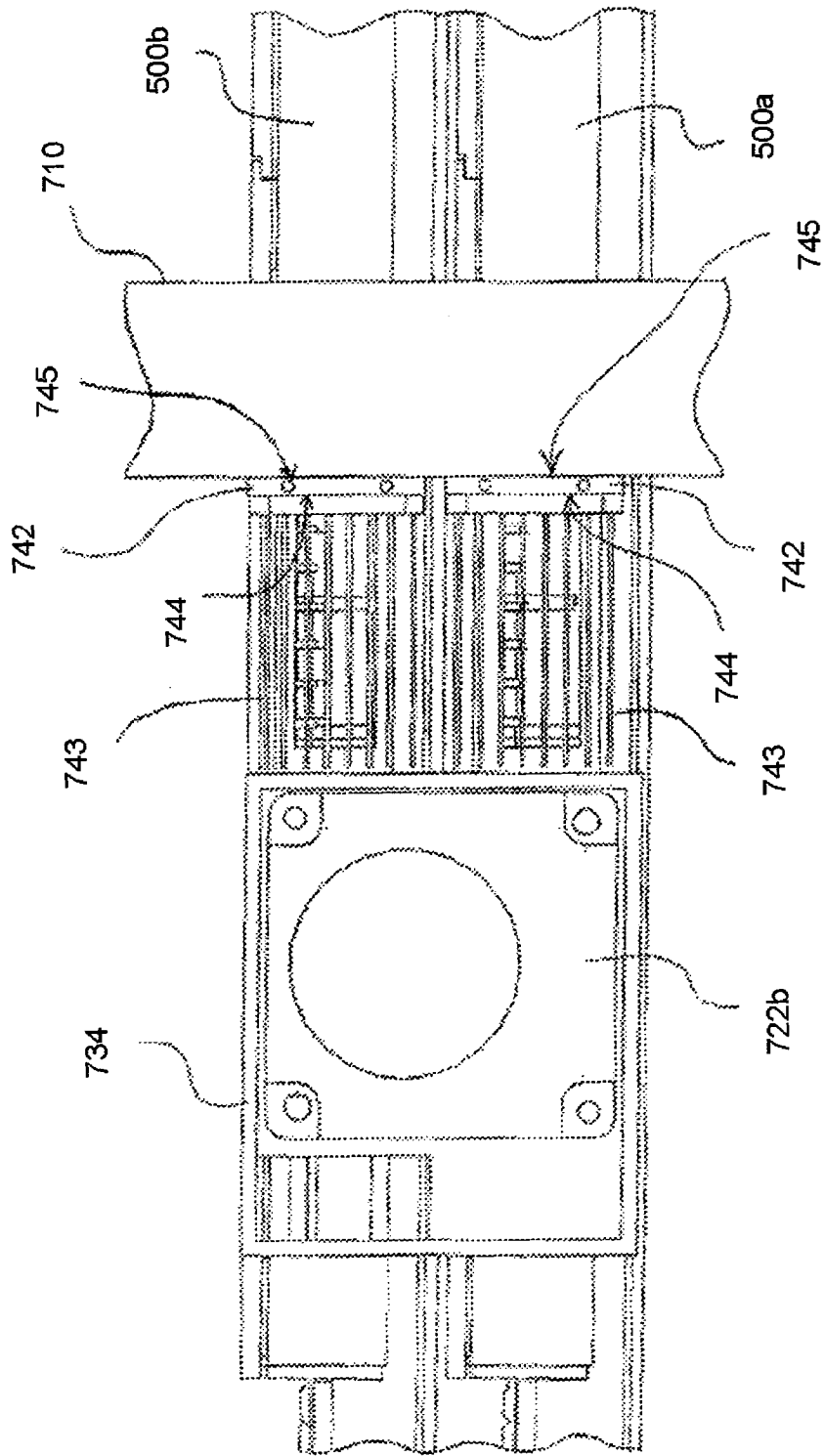


图 28B

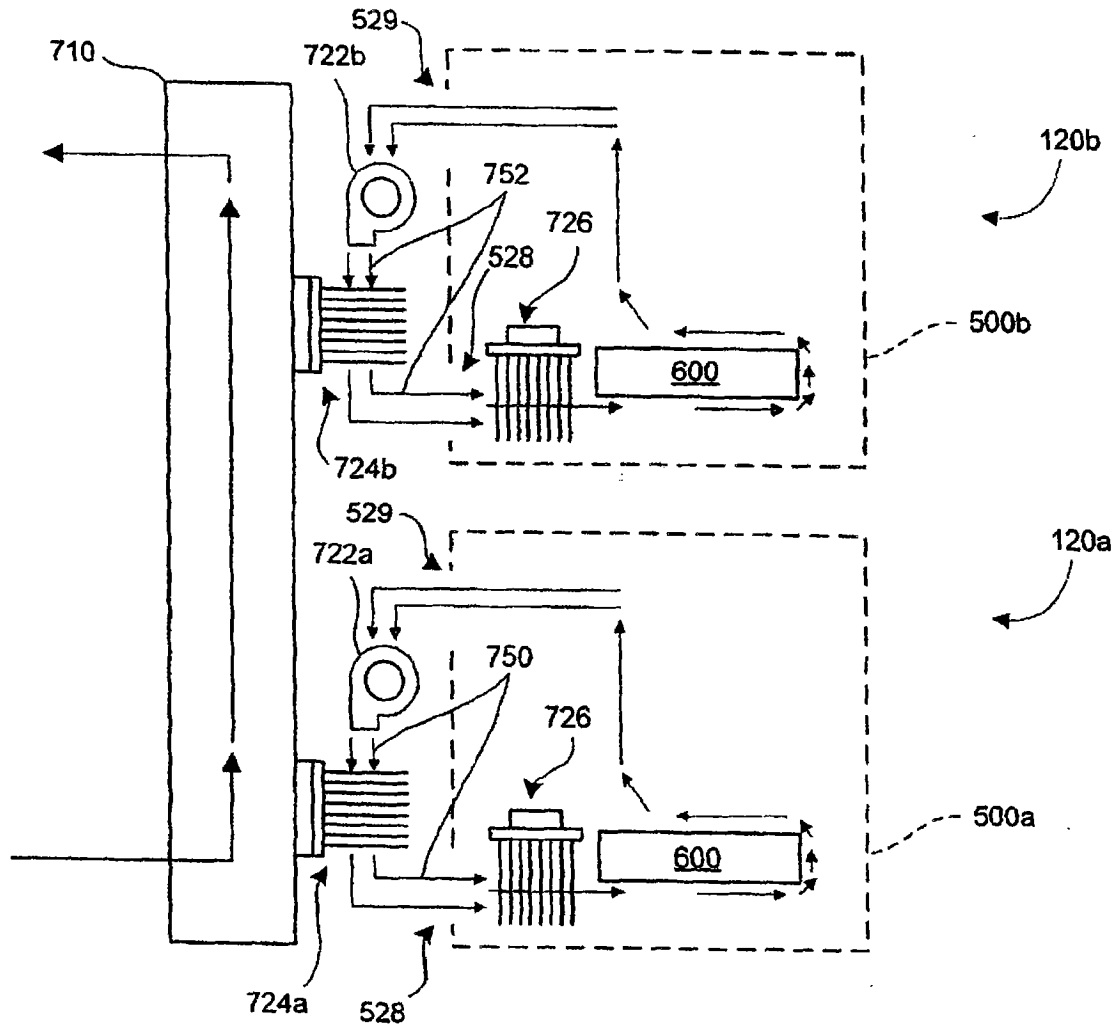


图 29

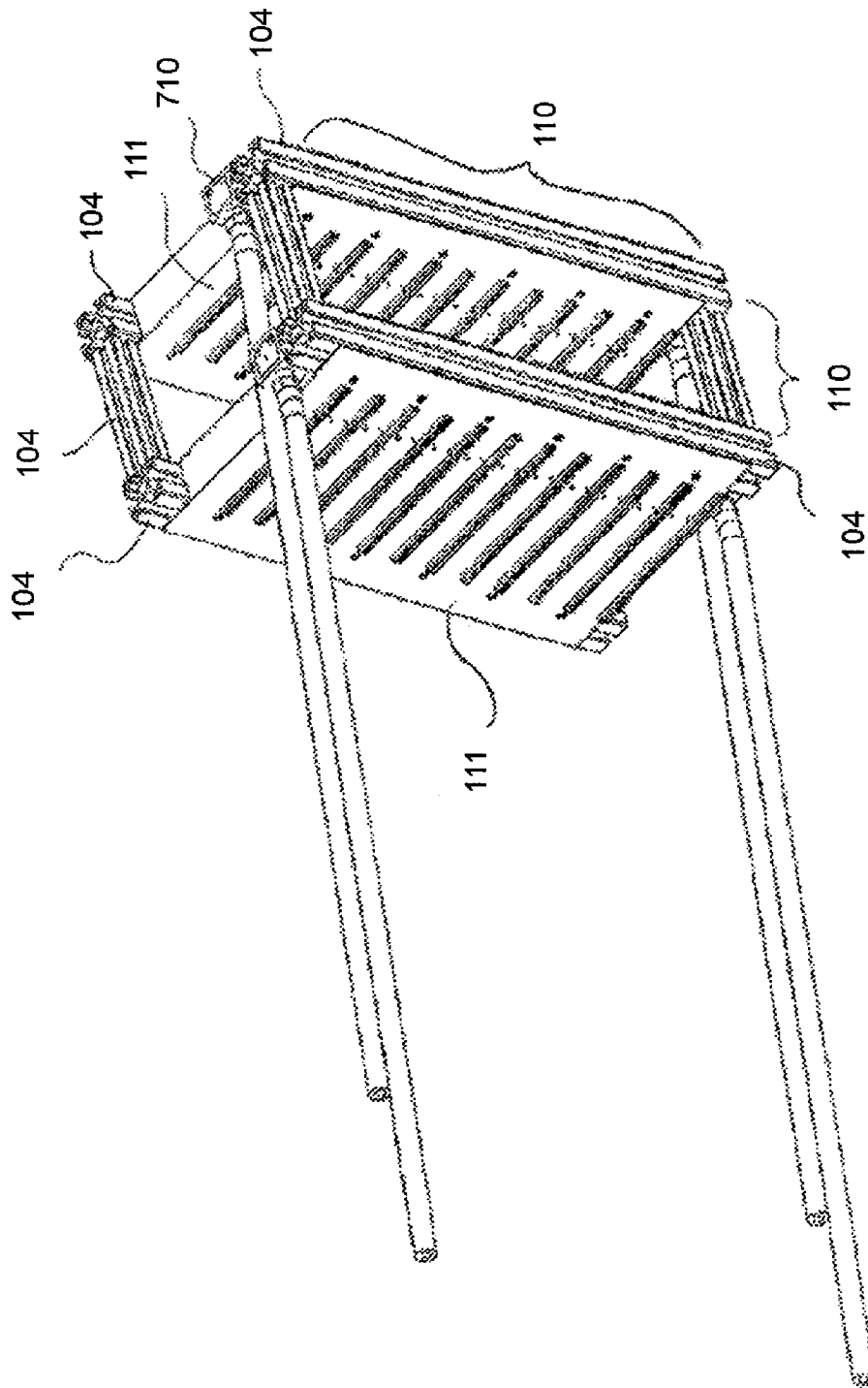


图 30A

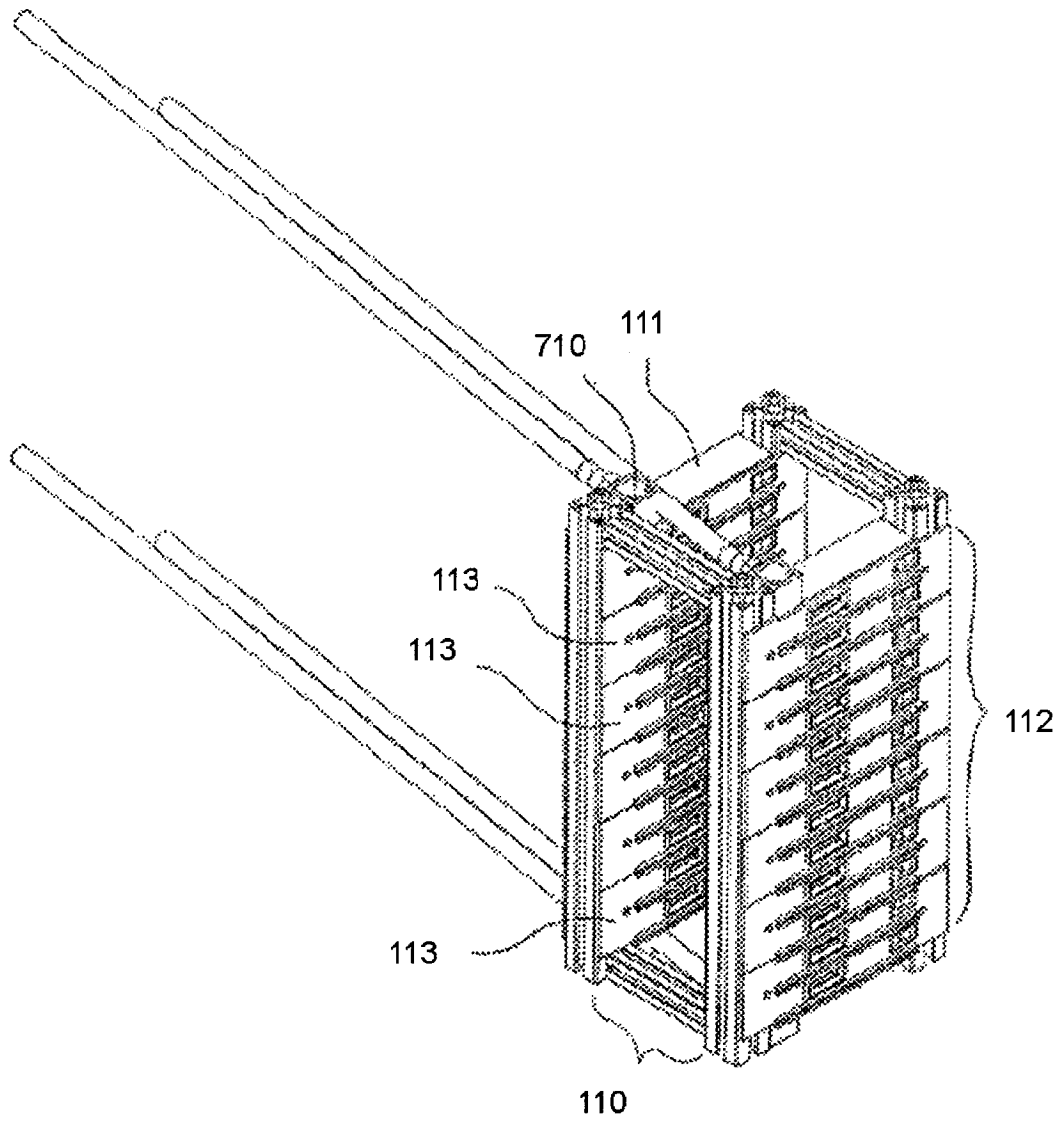


图 30B

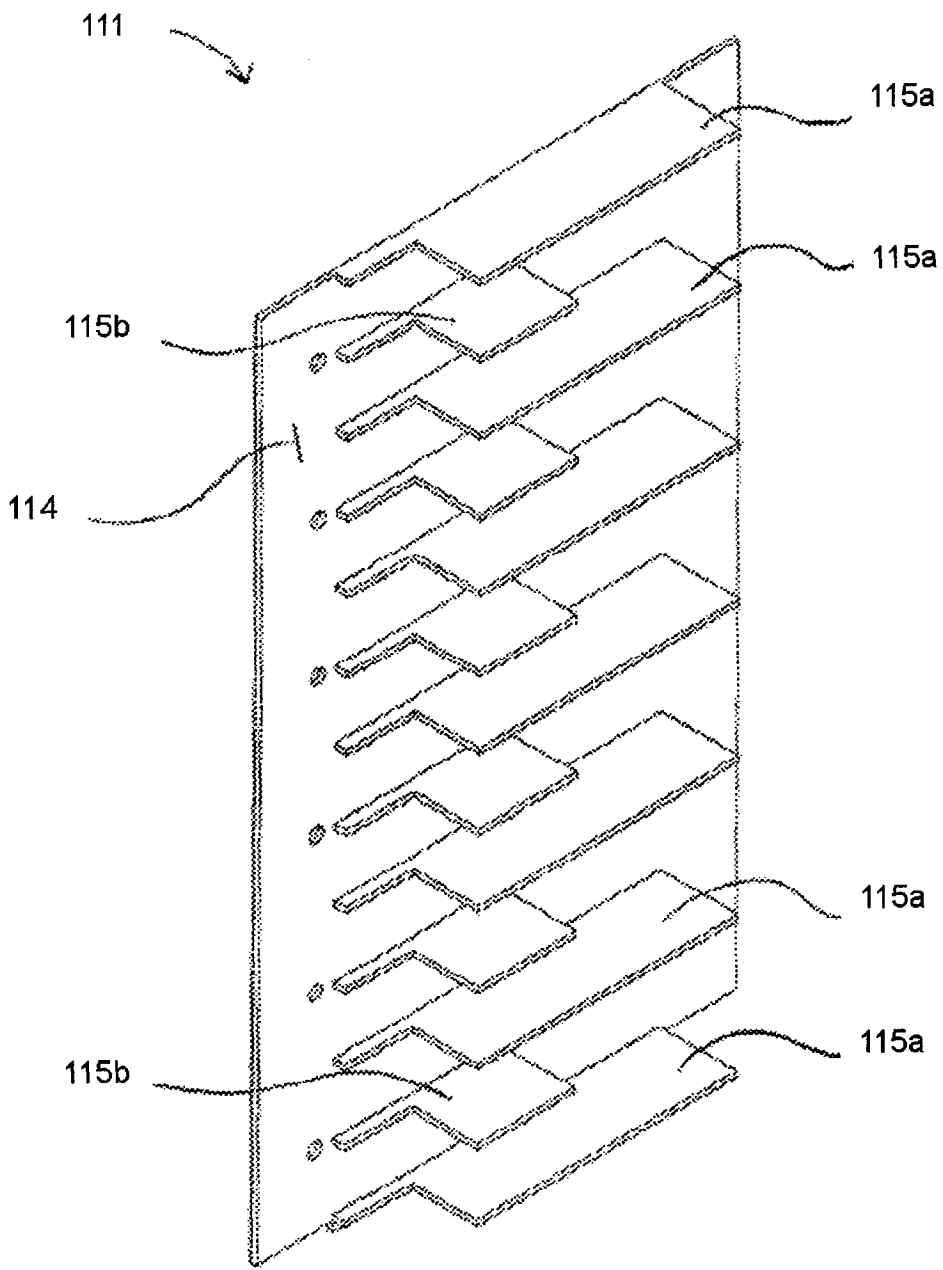


图 31

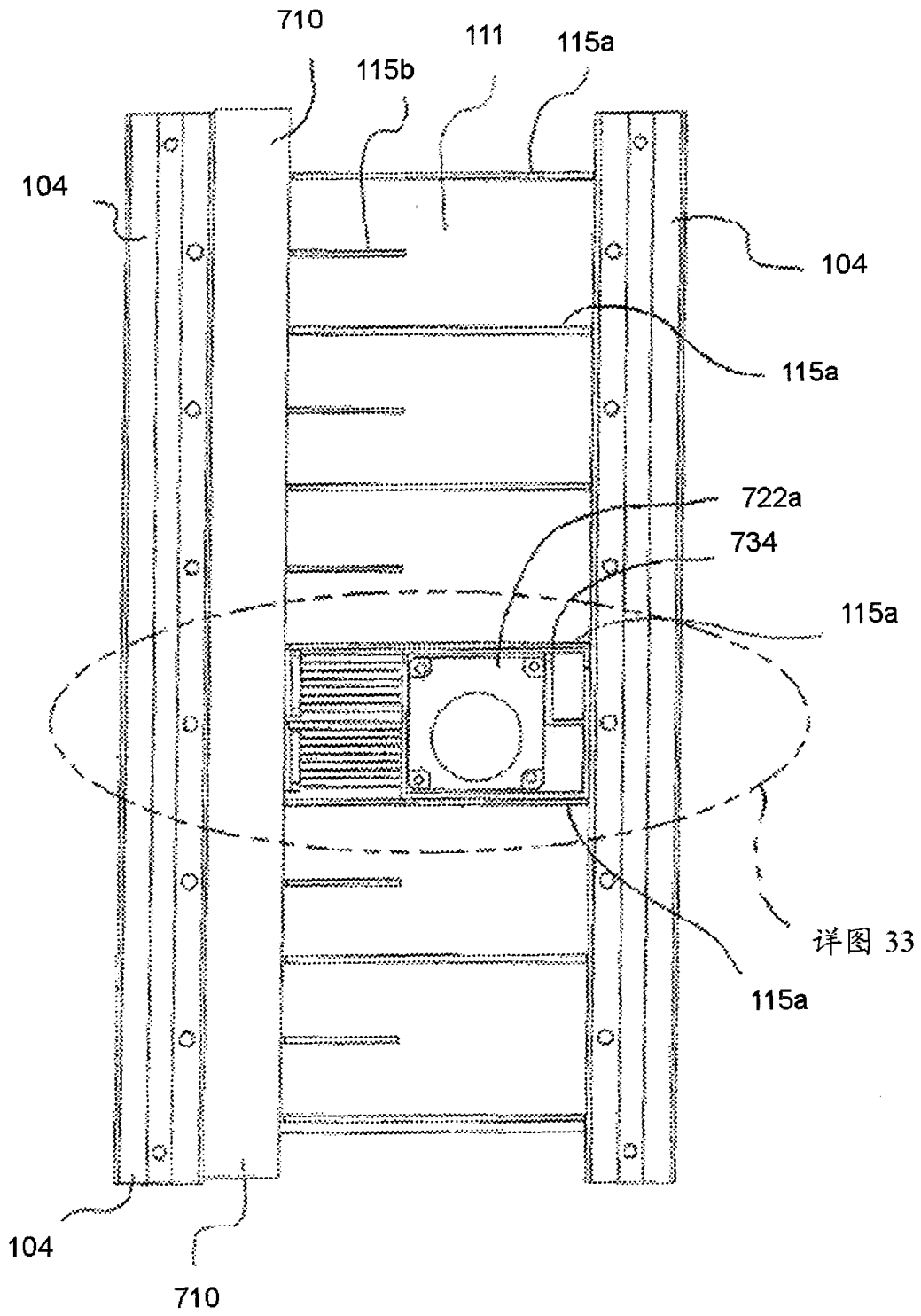


图 32

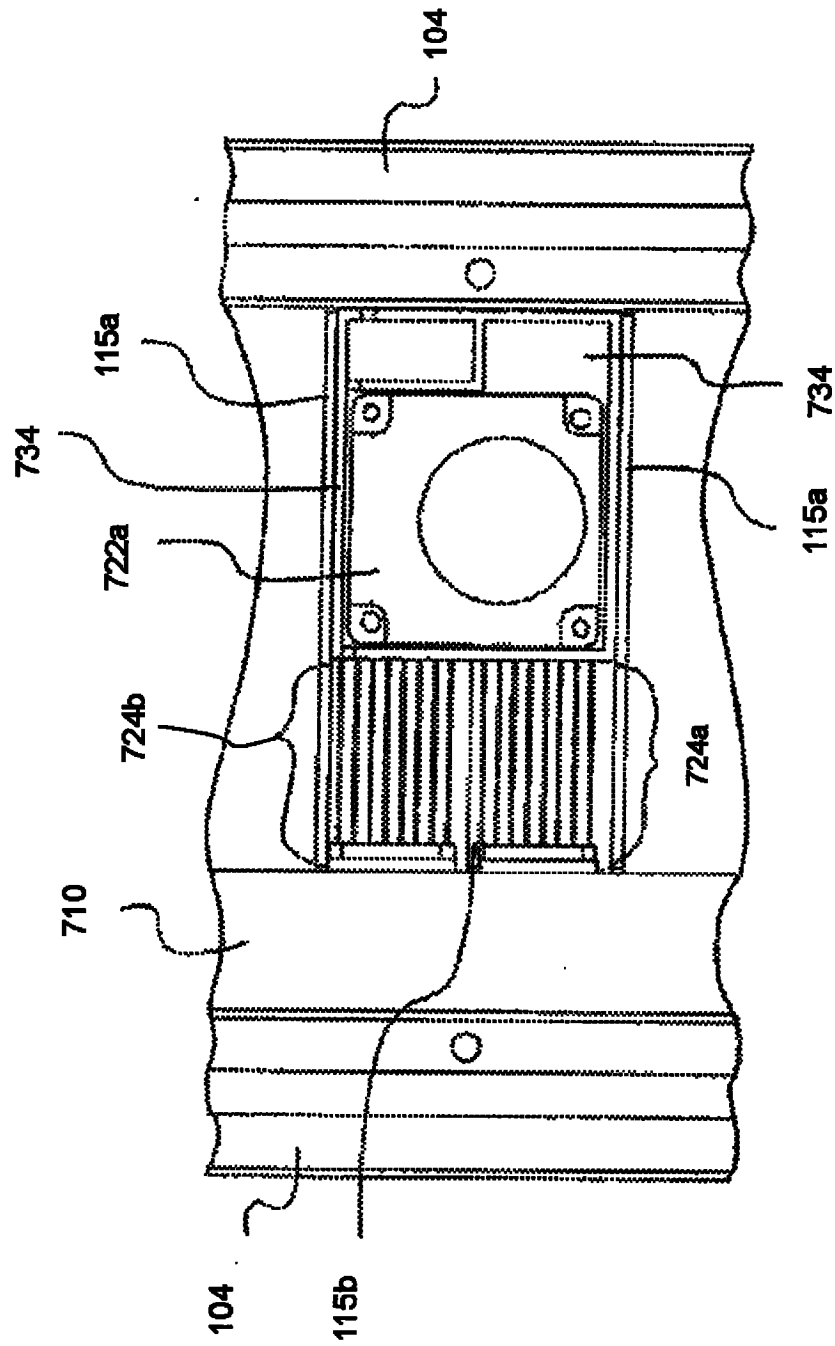


图 33

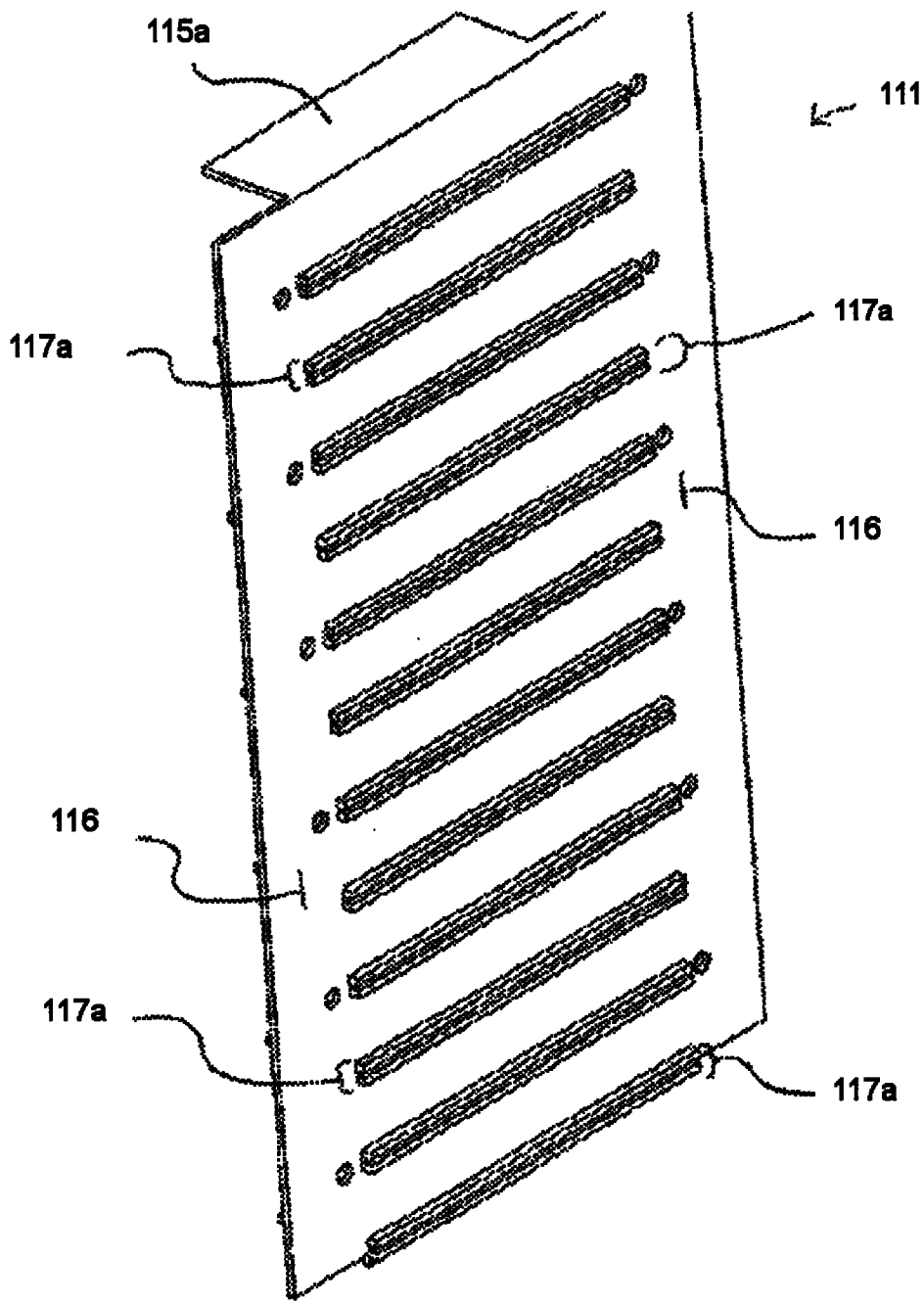


图 34

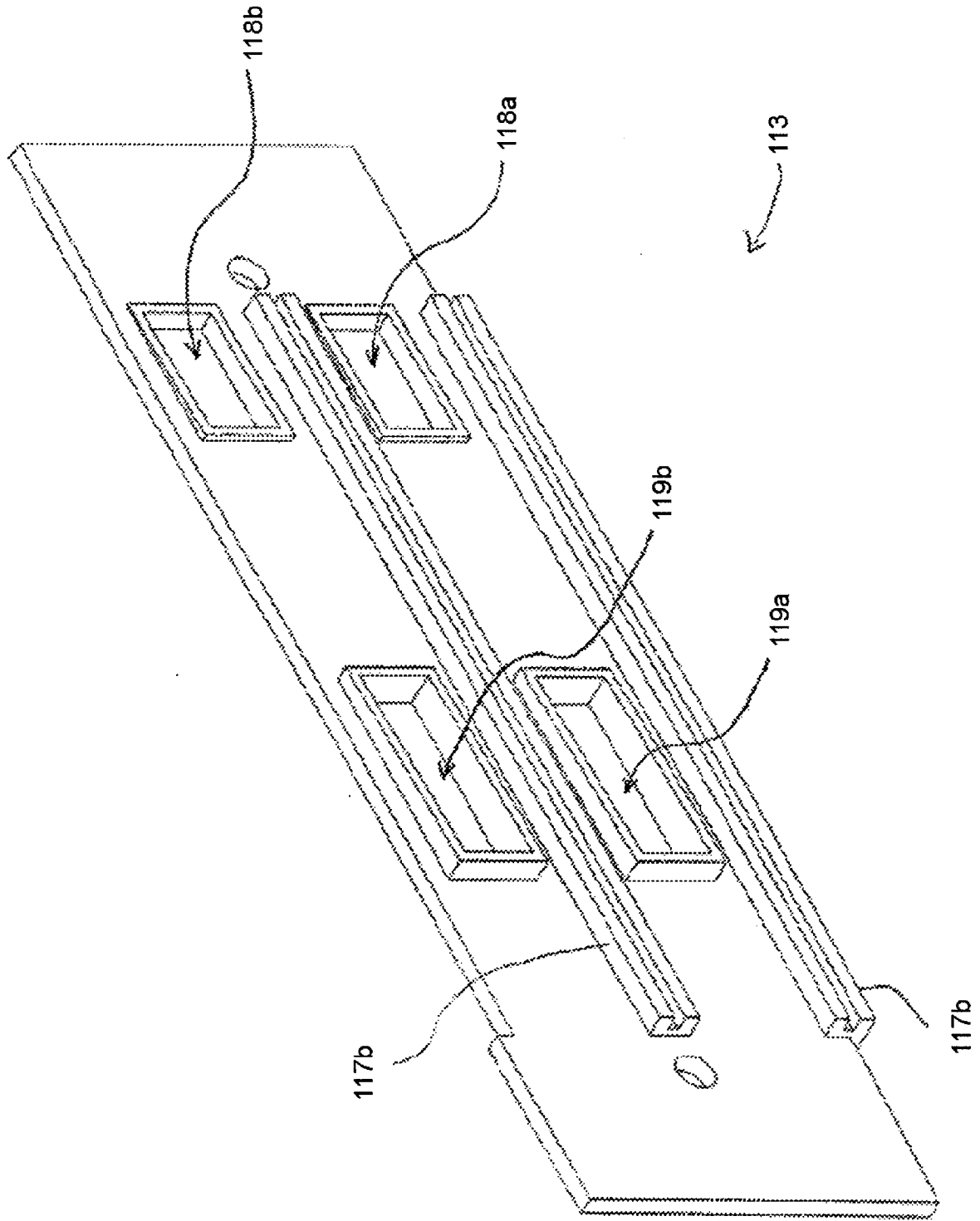


图 35

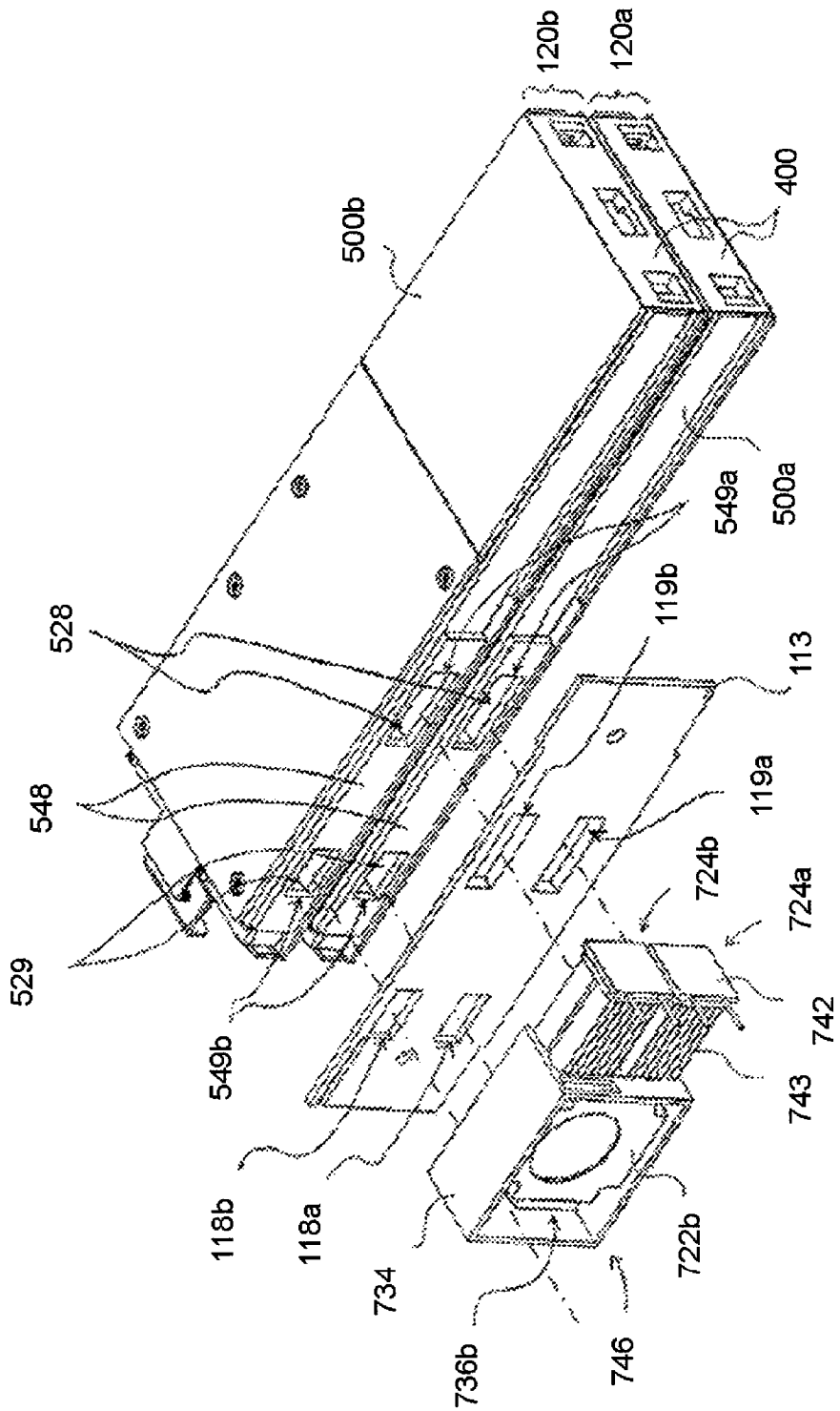


图 36A

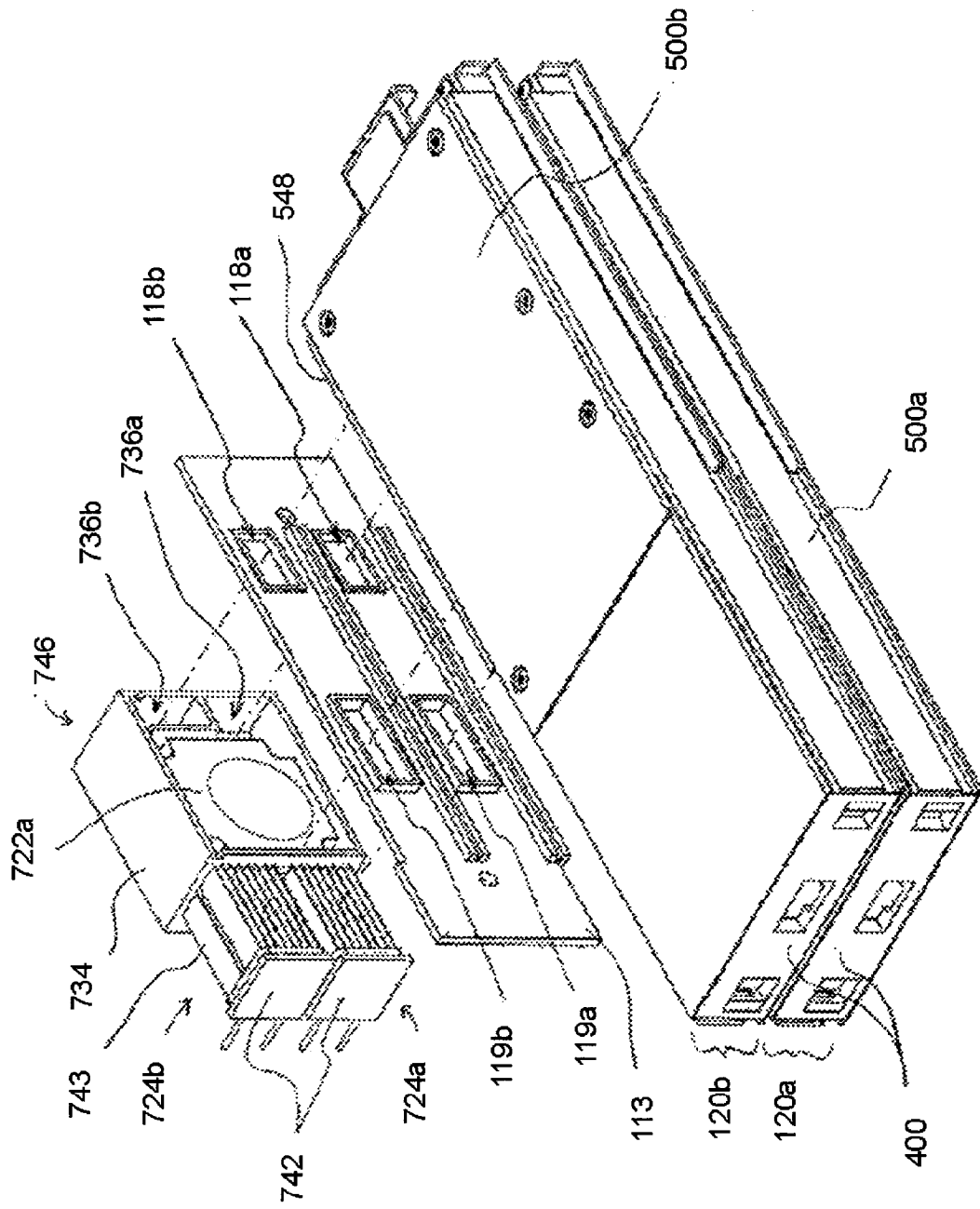


图 36B

详图 38

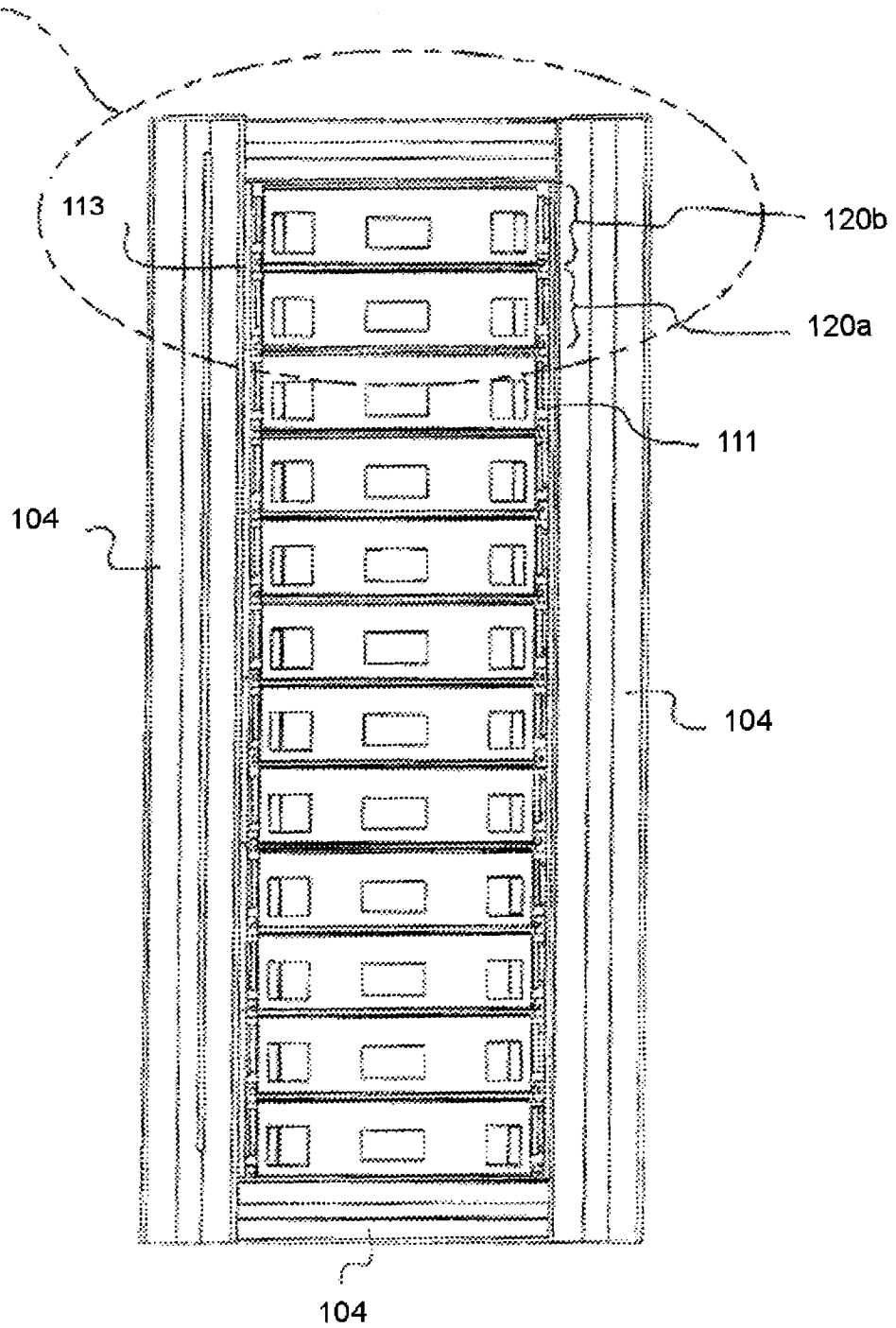


图 37A

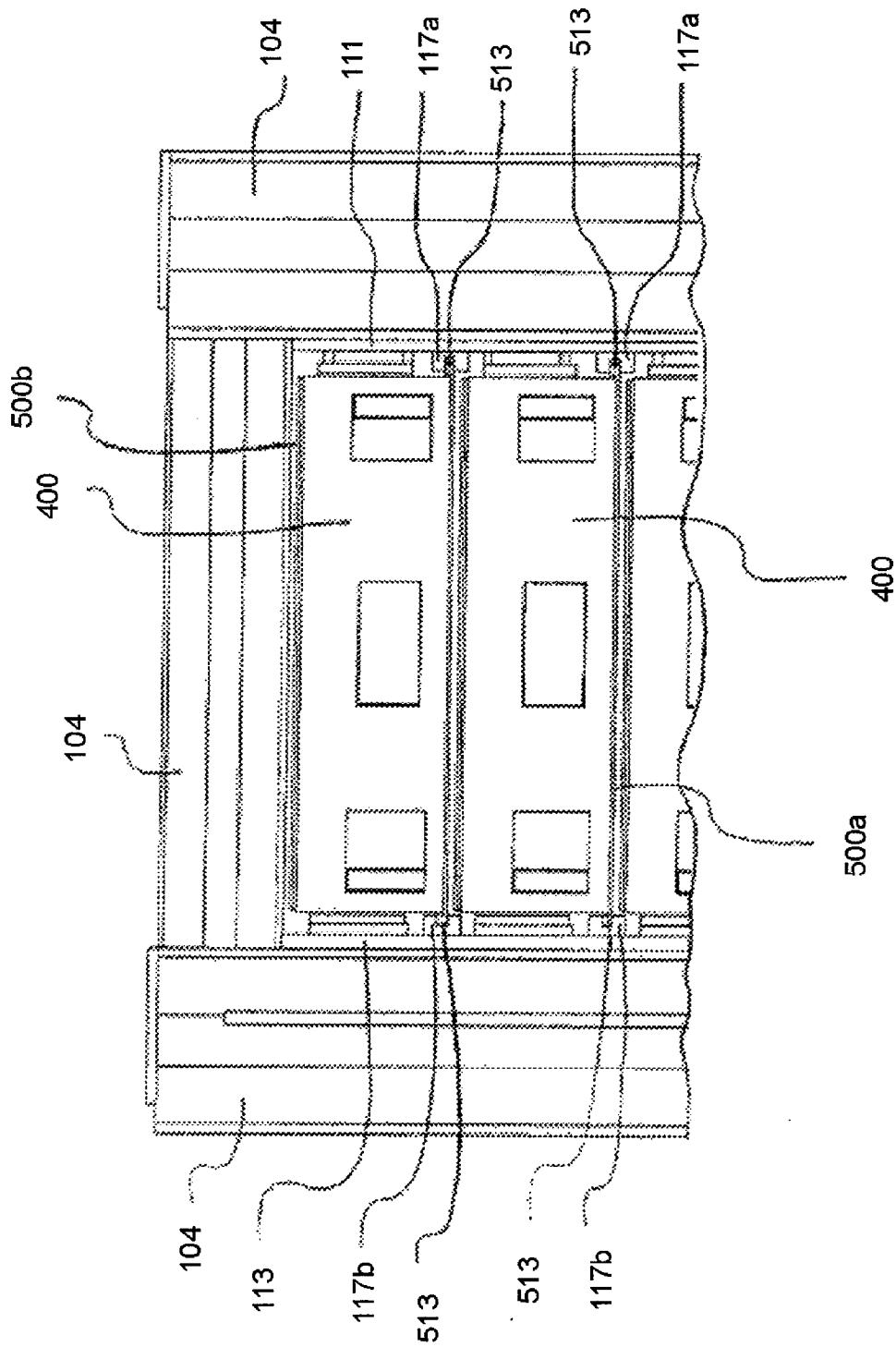


图 37B

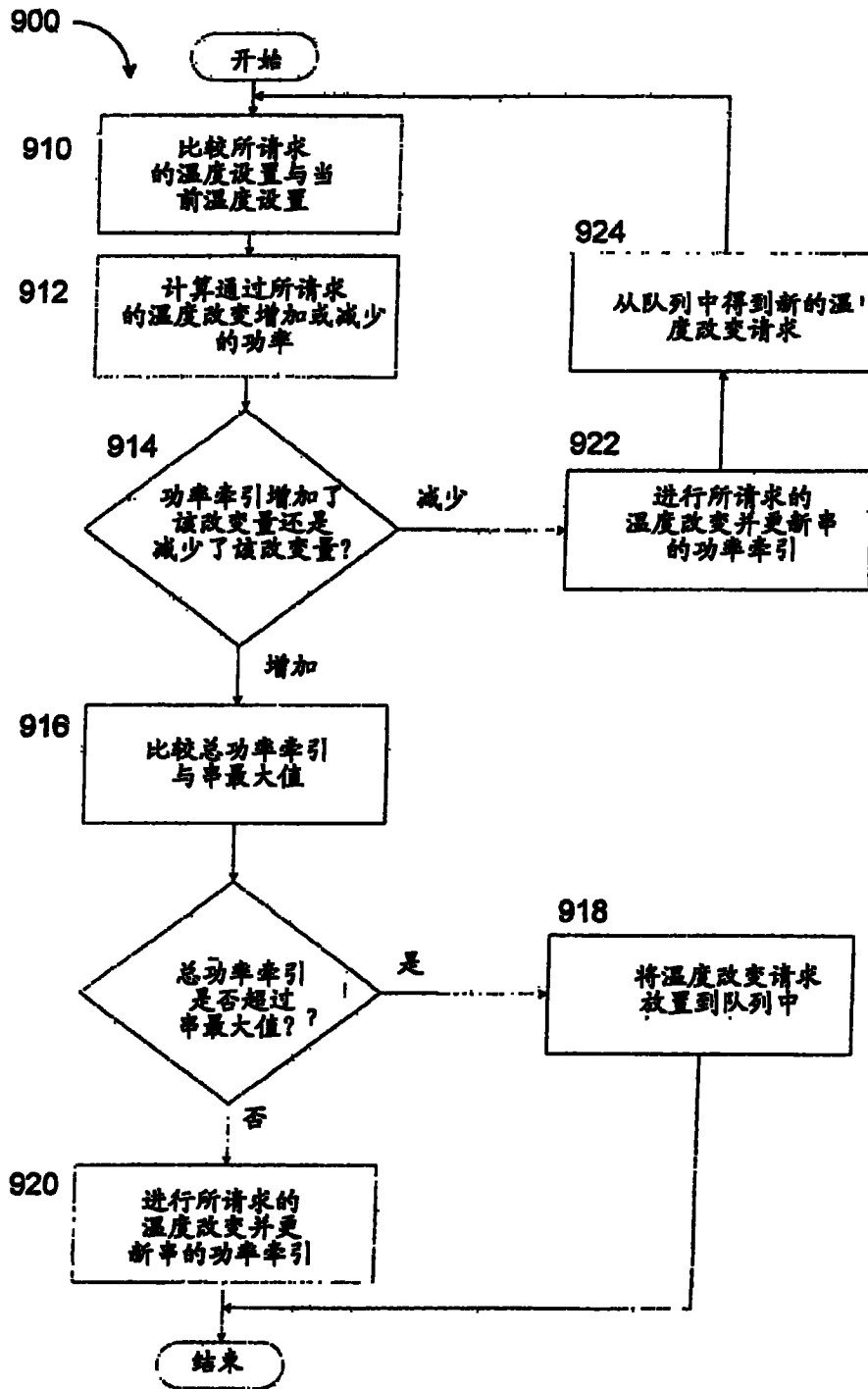


图 38A

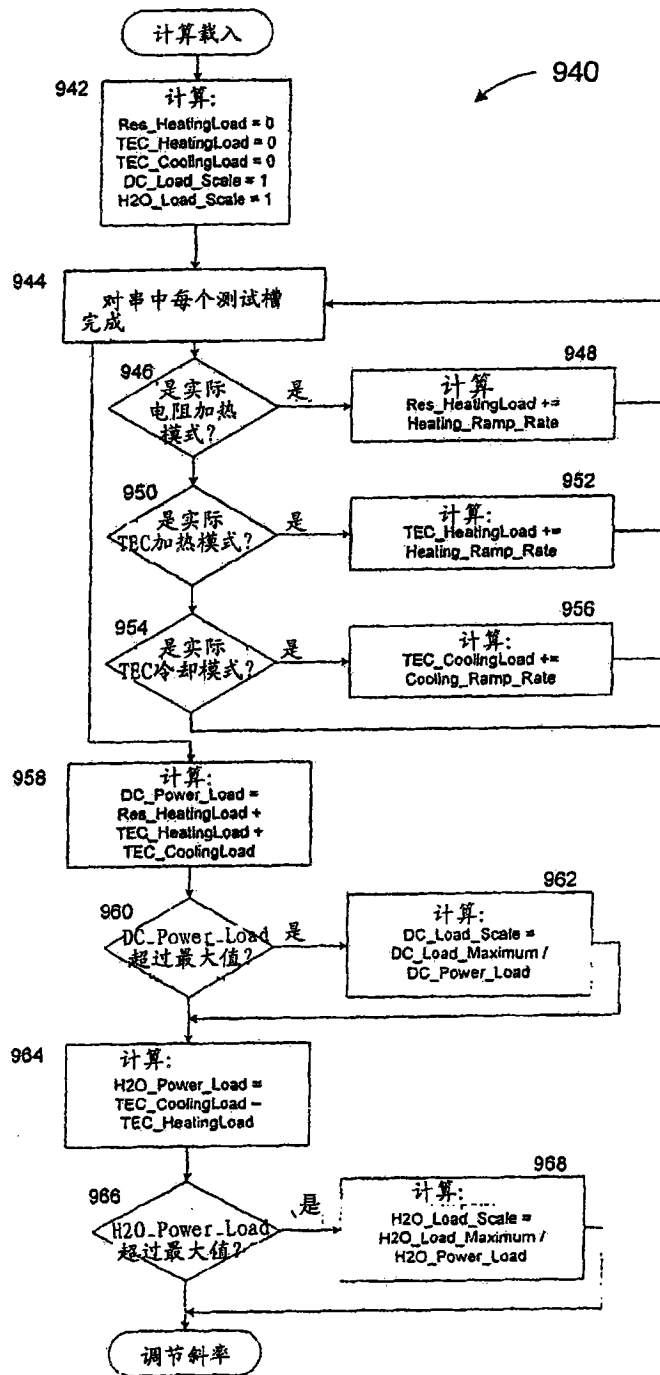


图 38B

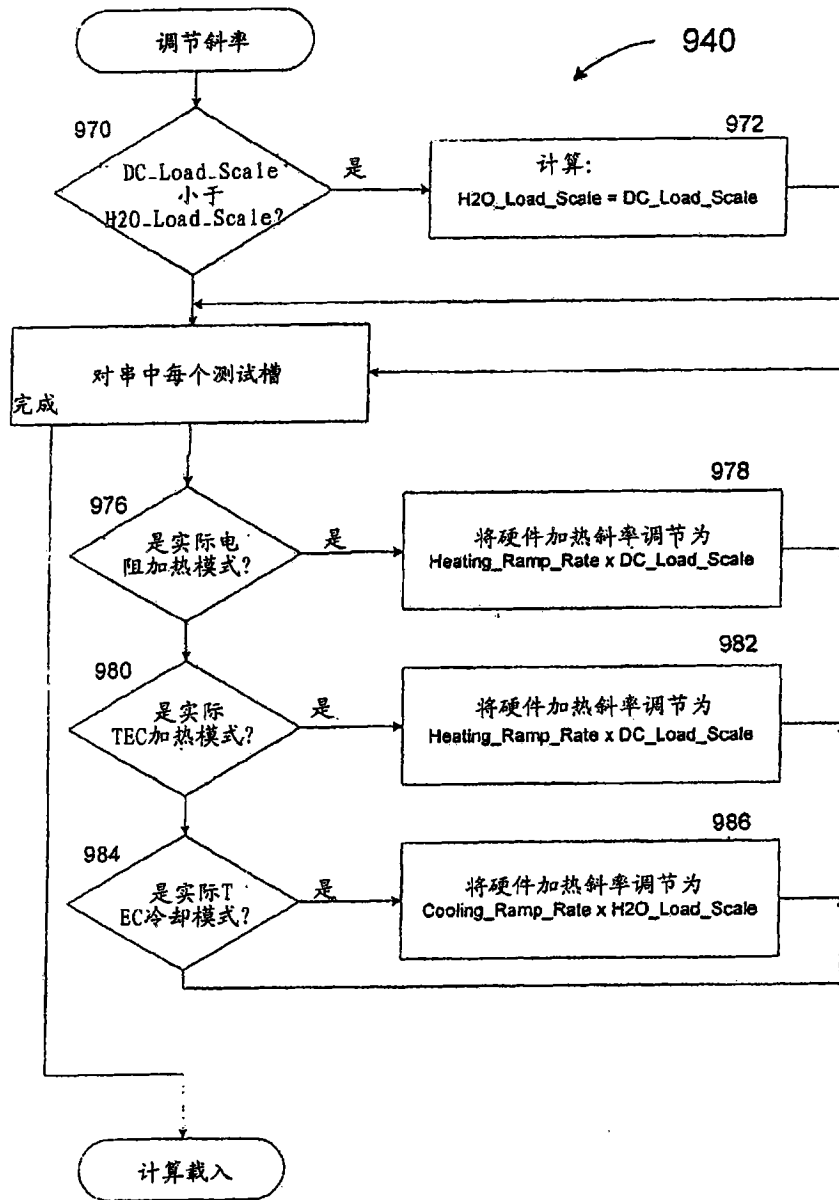


图 38C

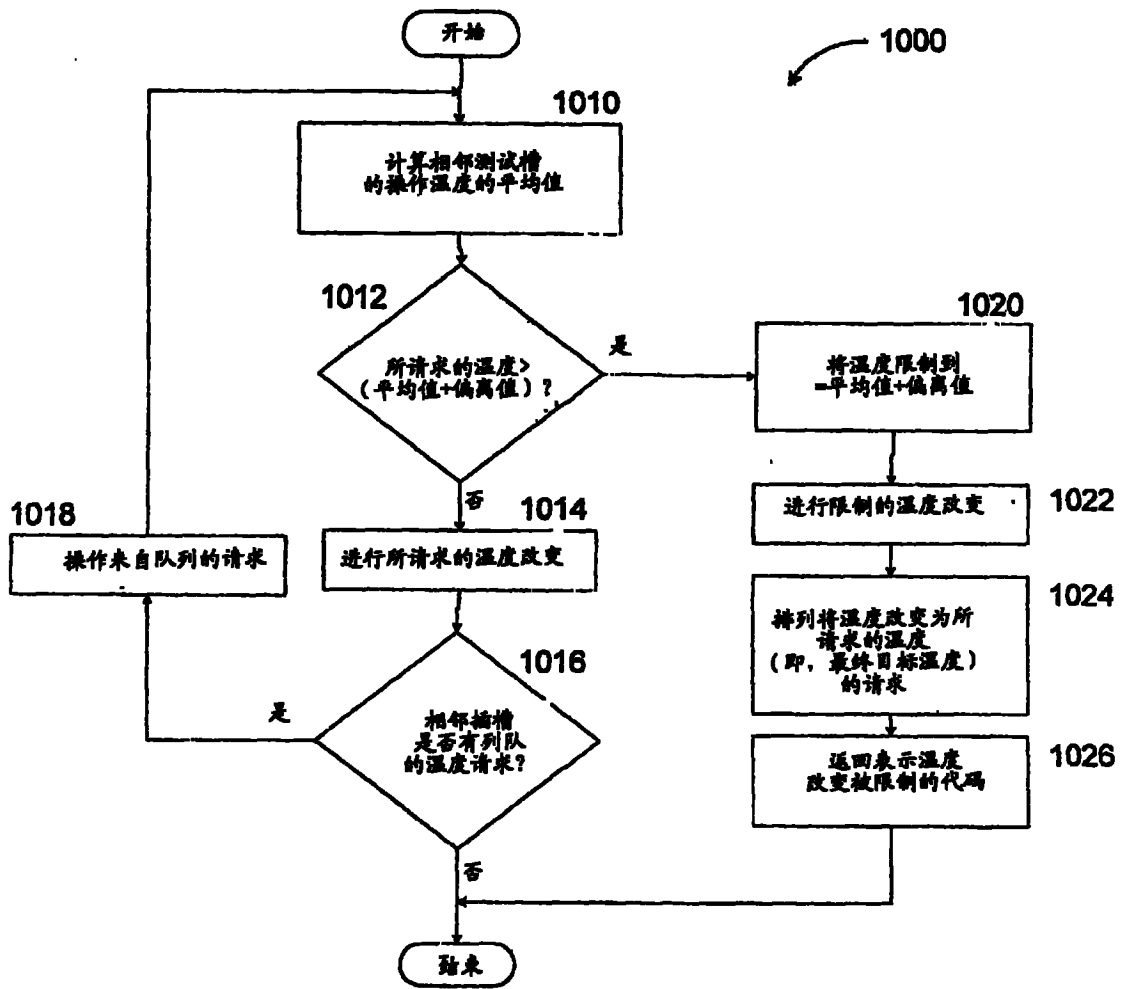


图 38D

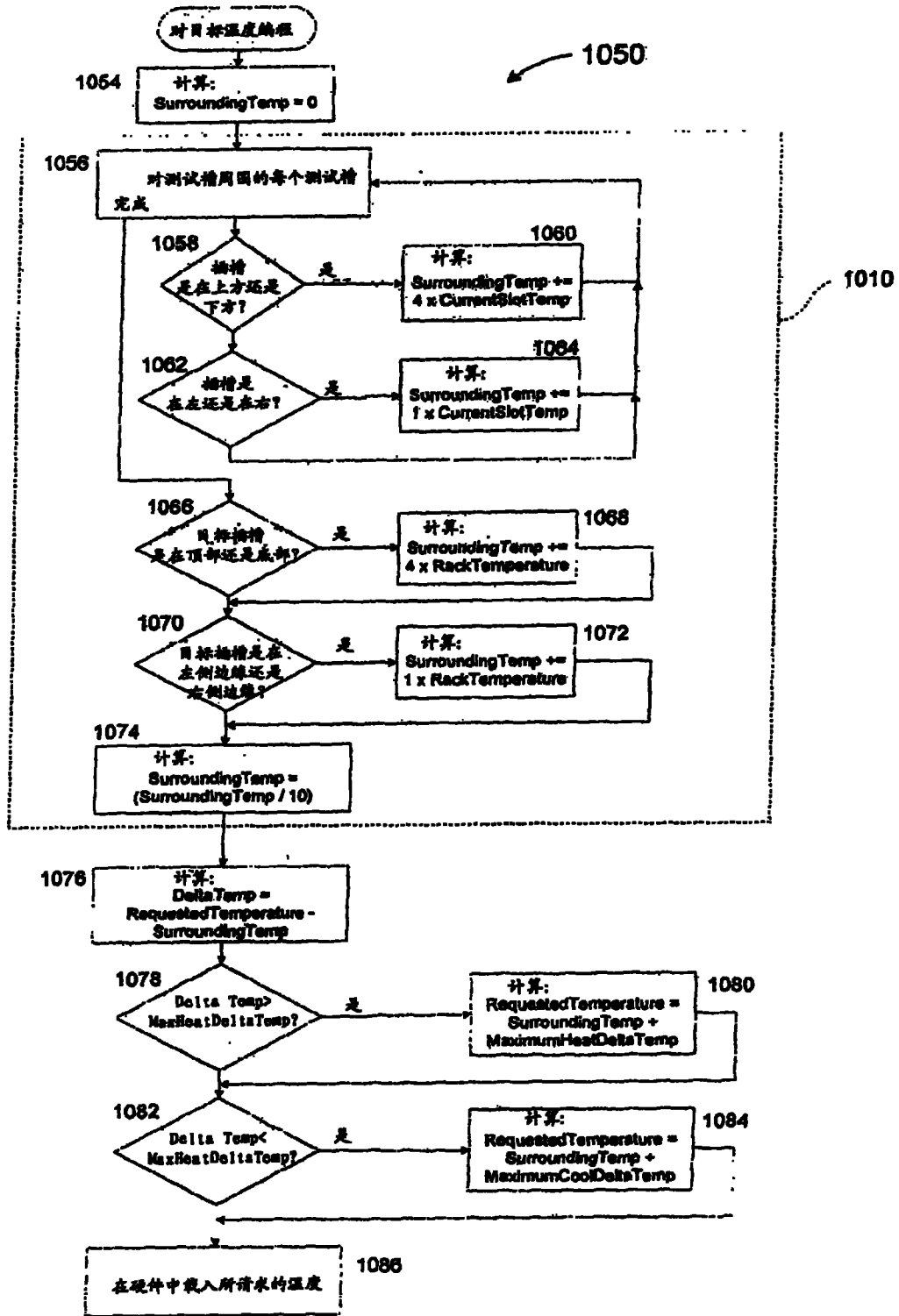


图 38E

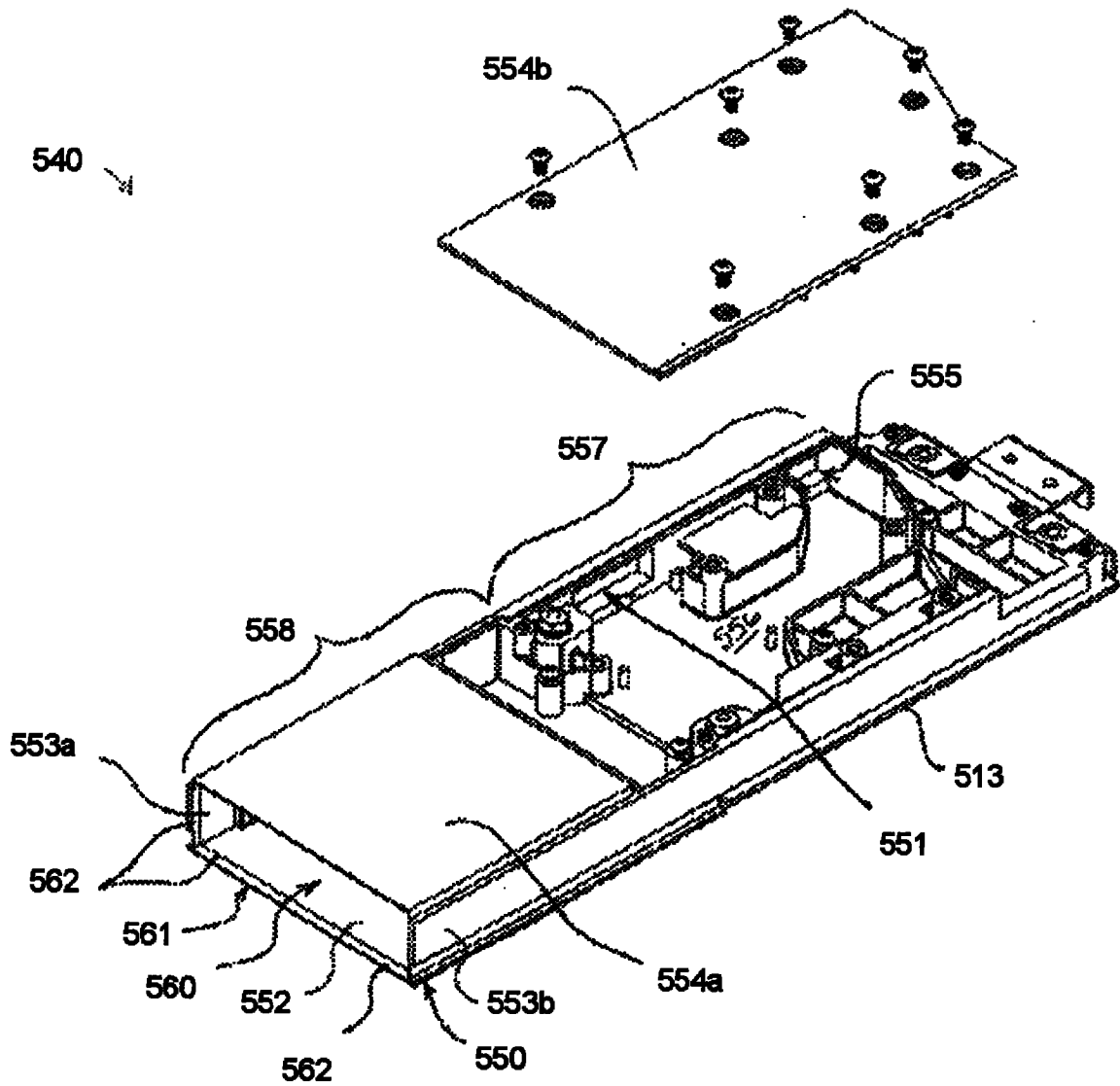


图 39A

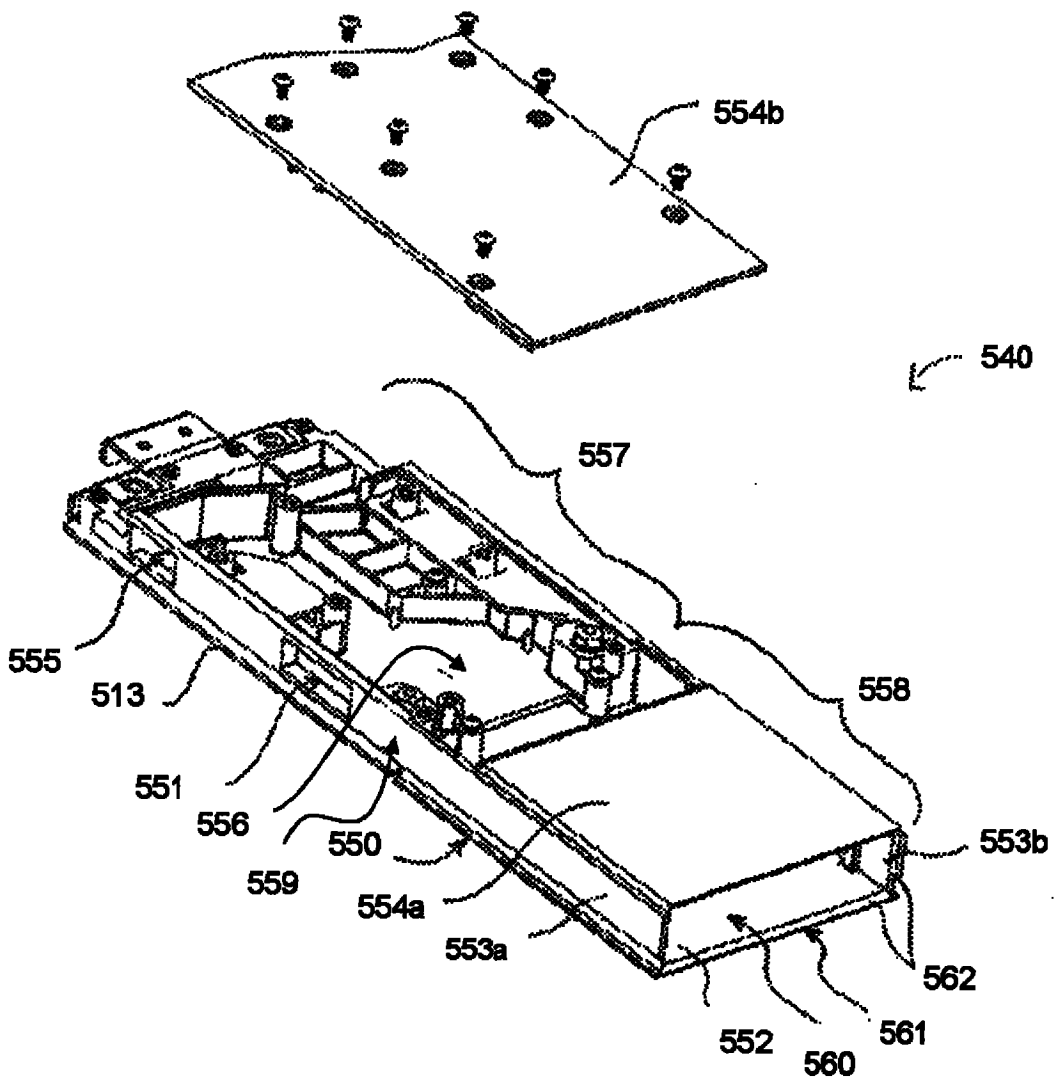


图 39B

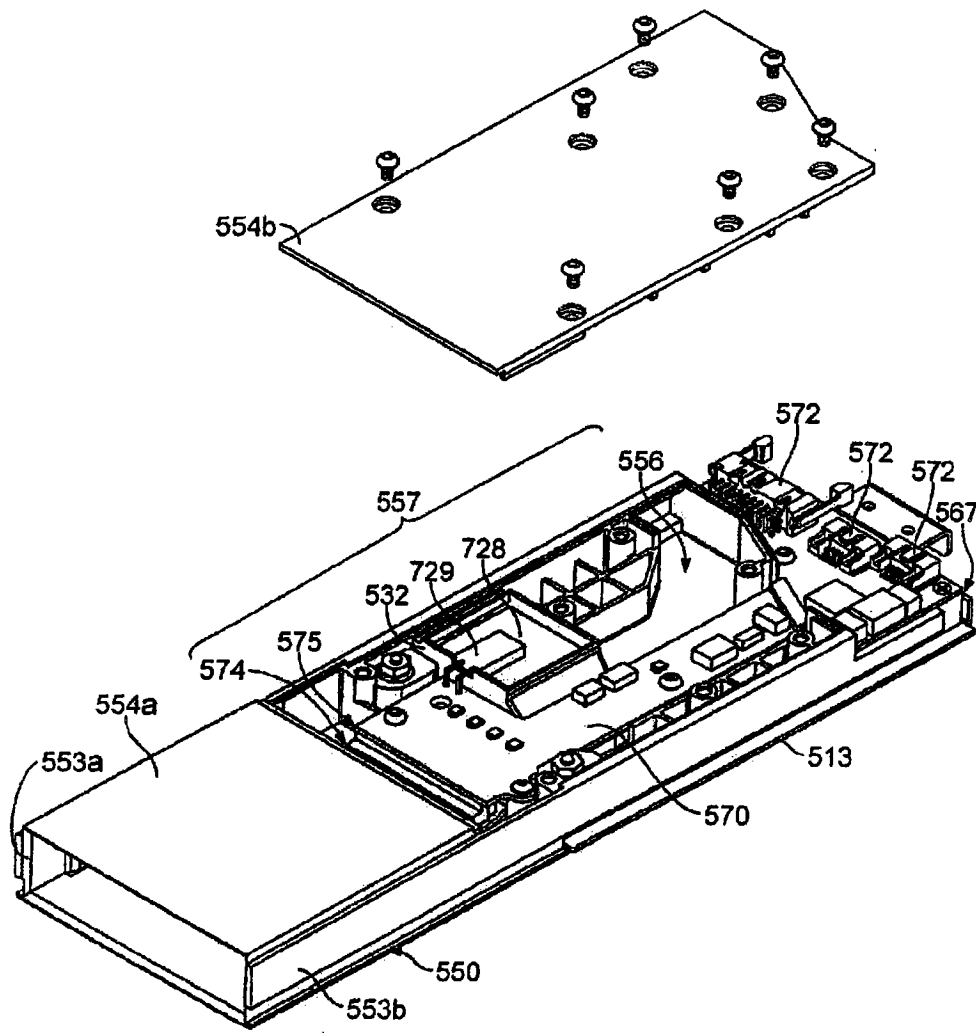


图 40A

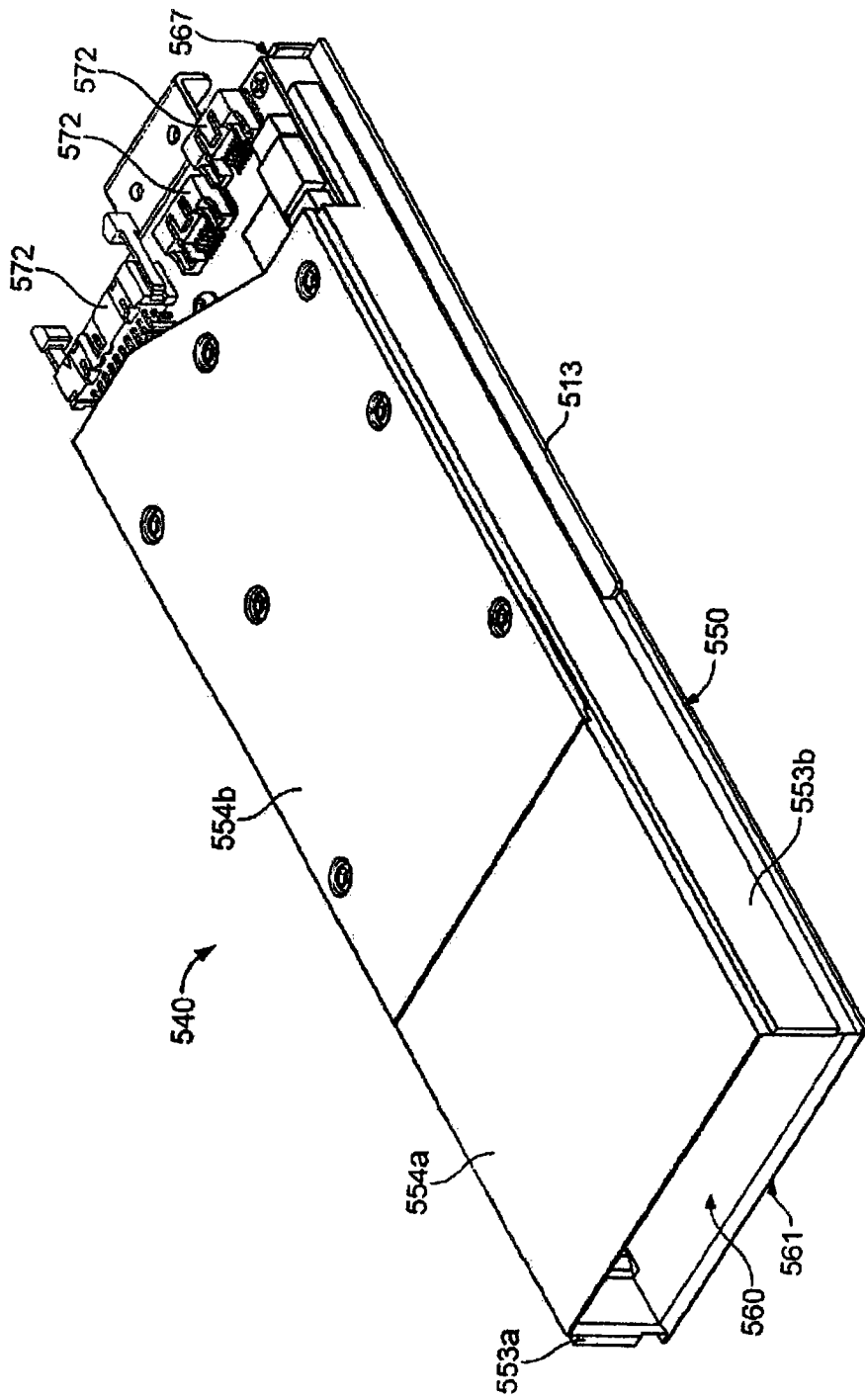


图 40B

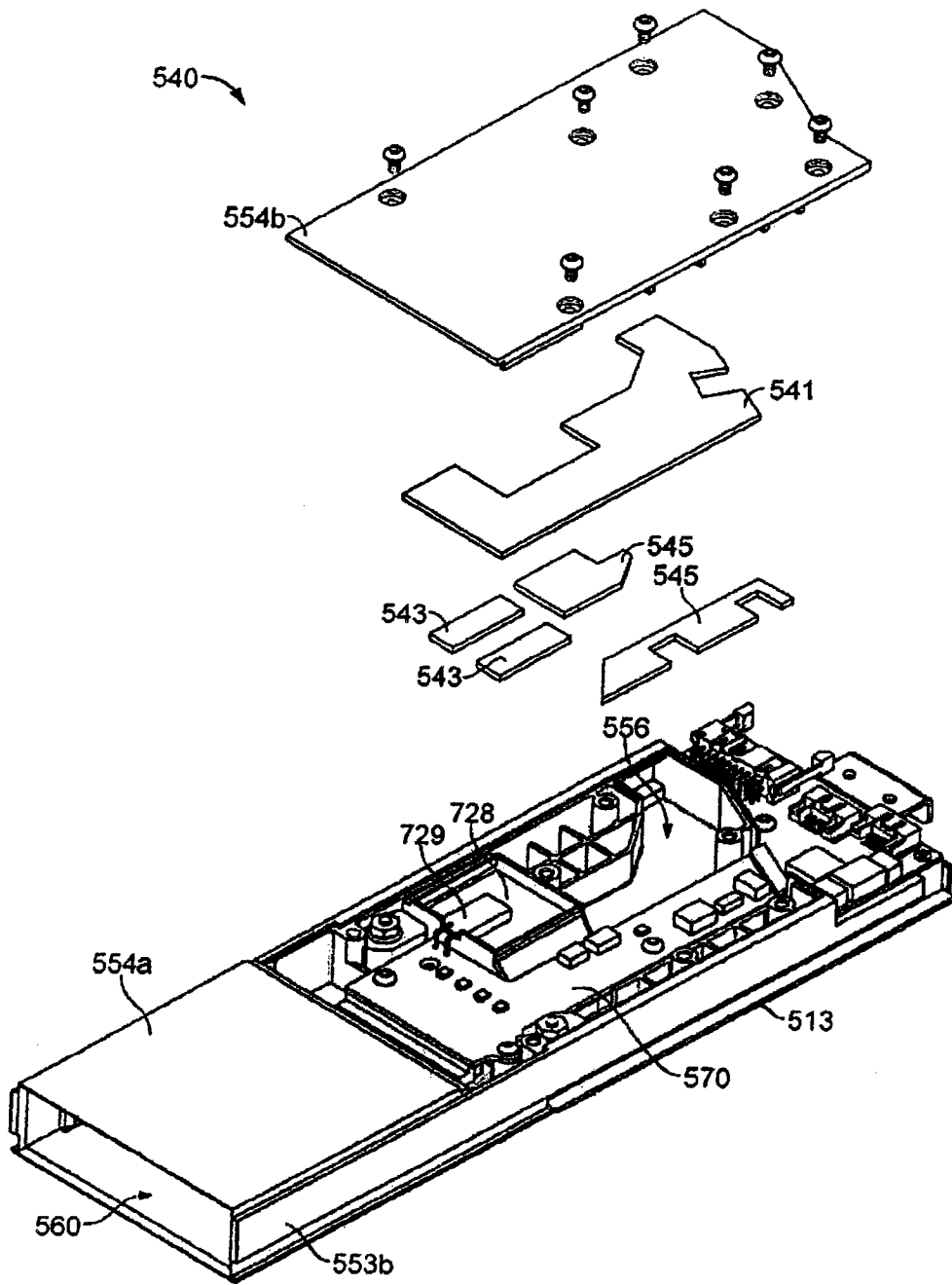


图 40C

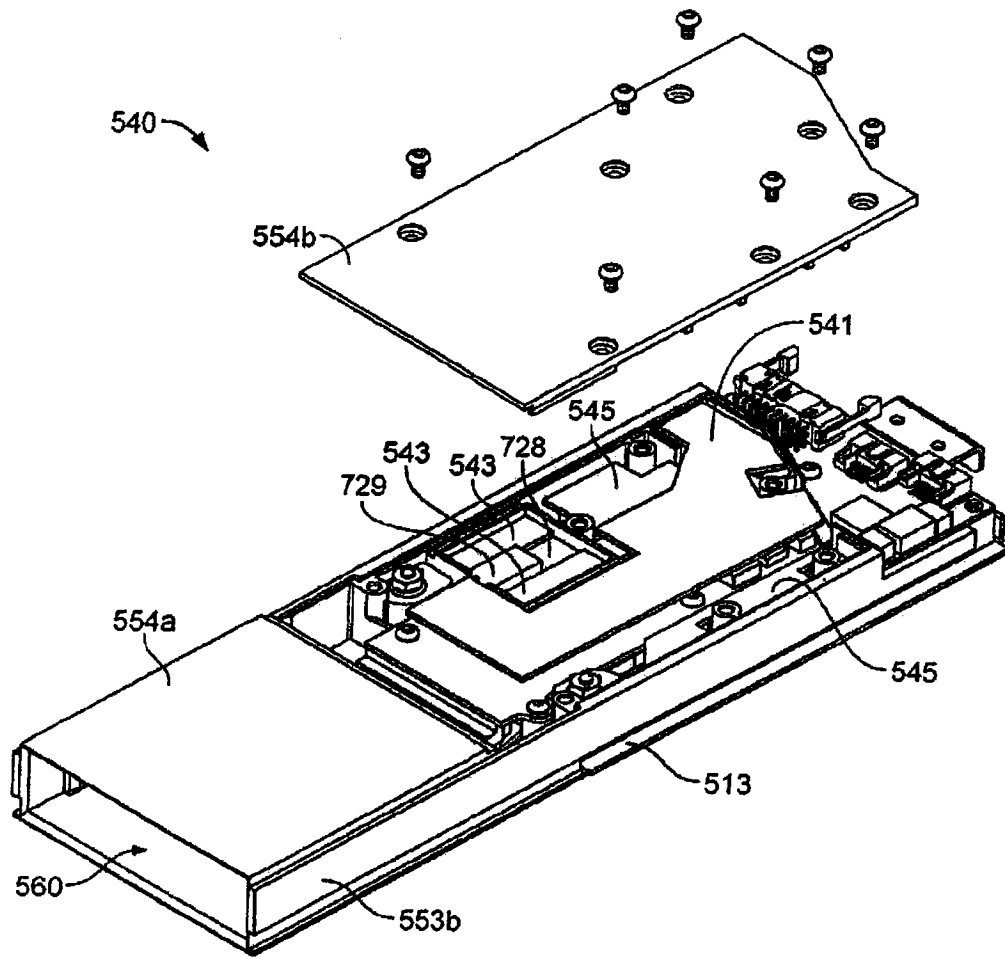


图 40D

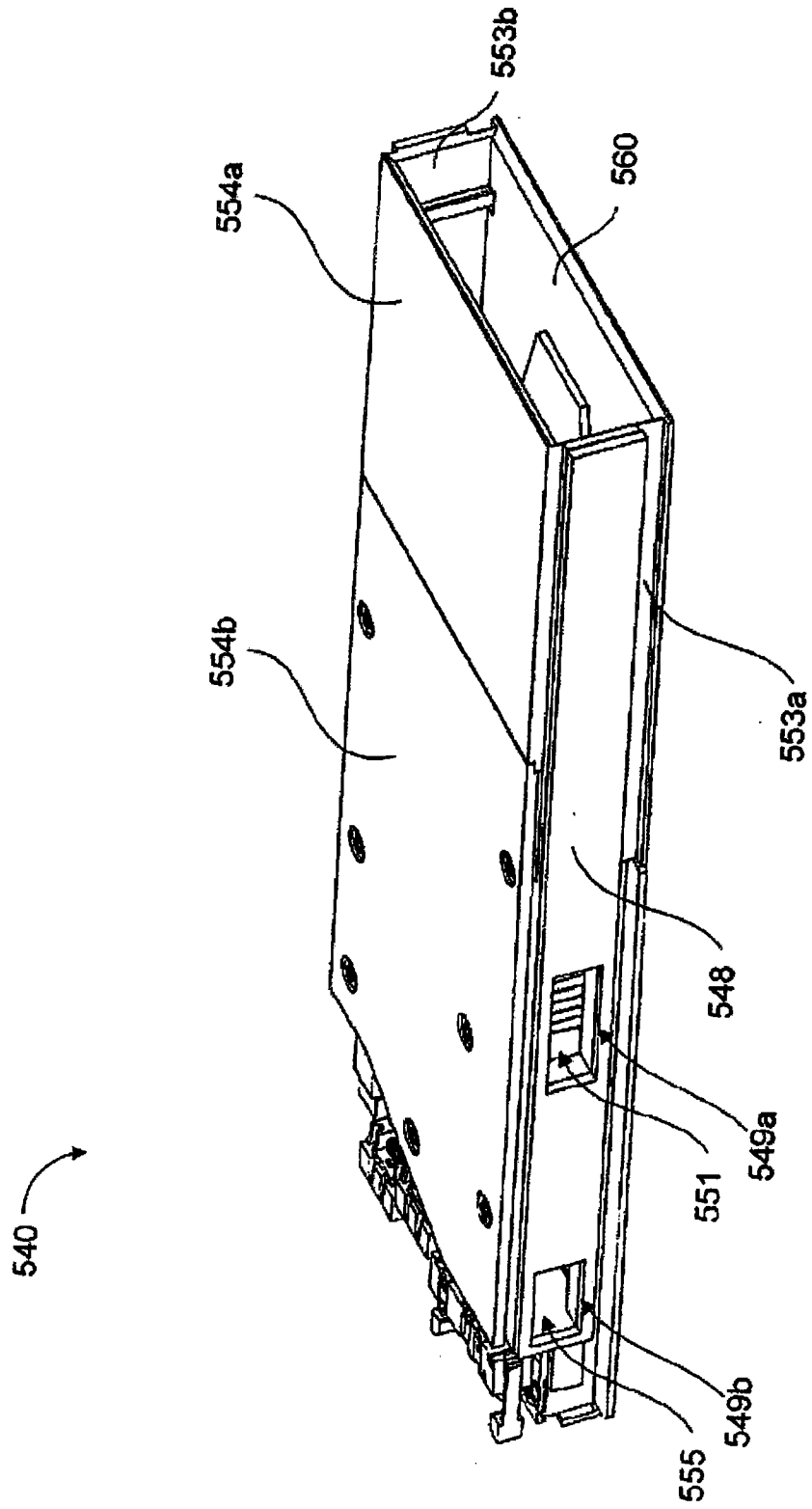


图 40E

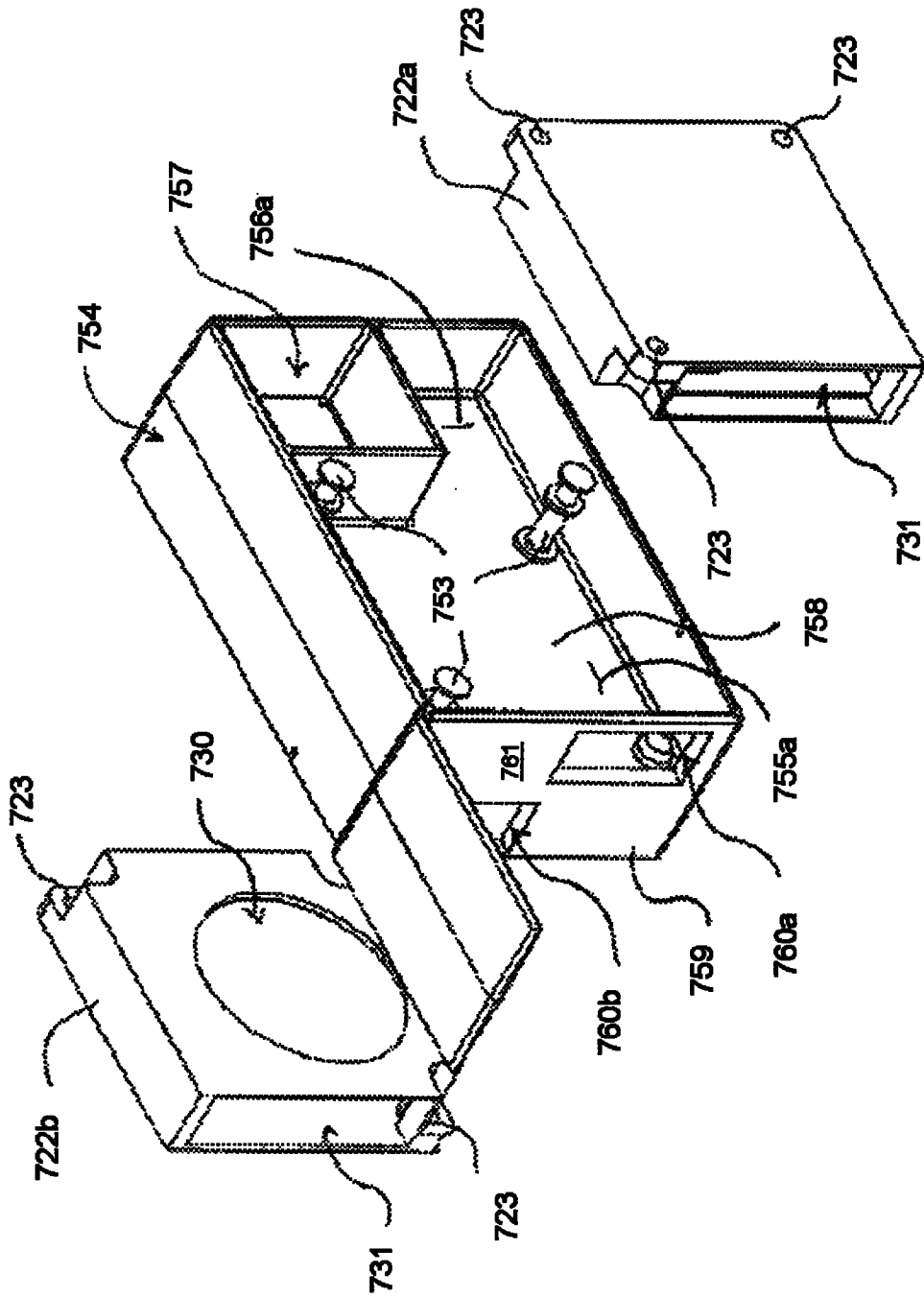


图 41A

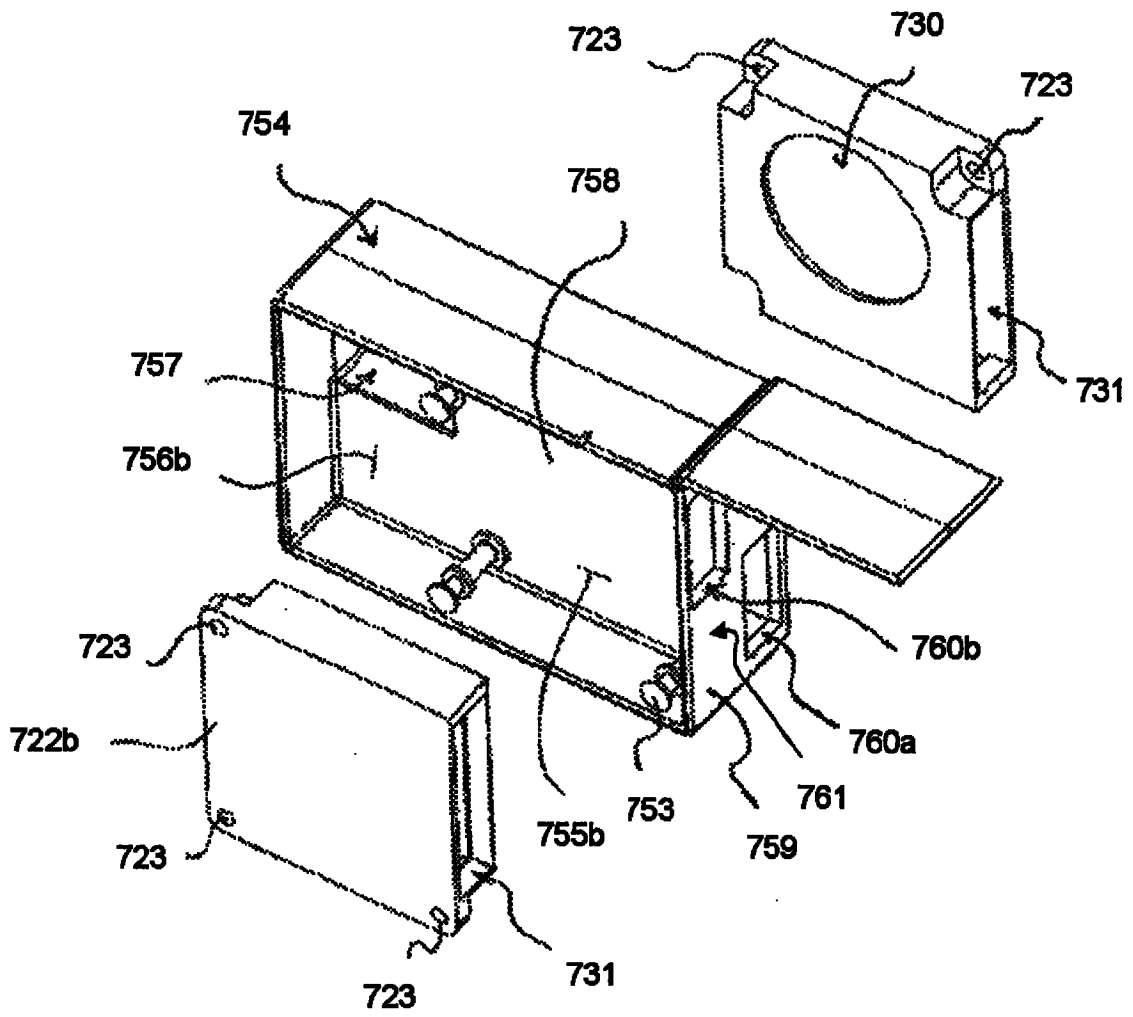


图 41B

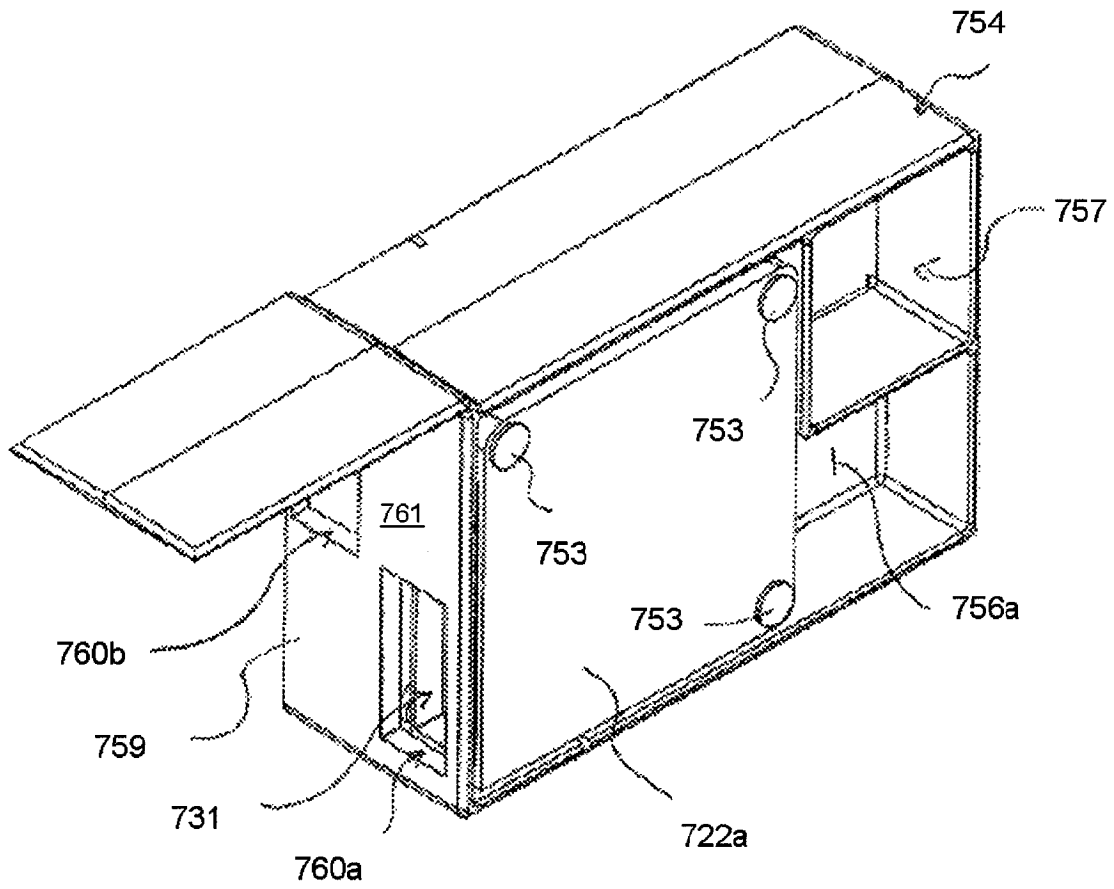


图 41C

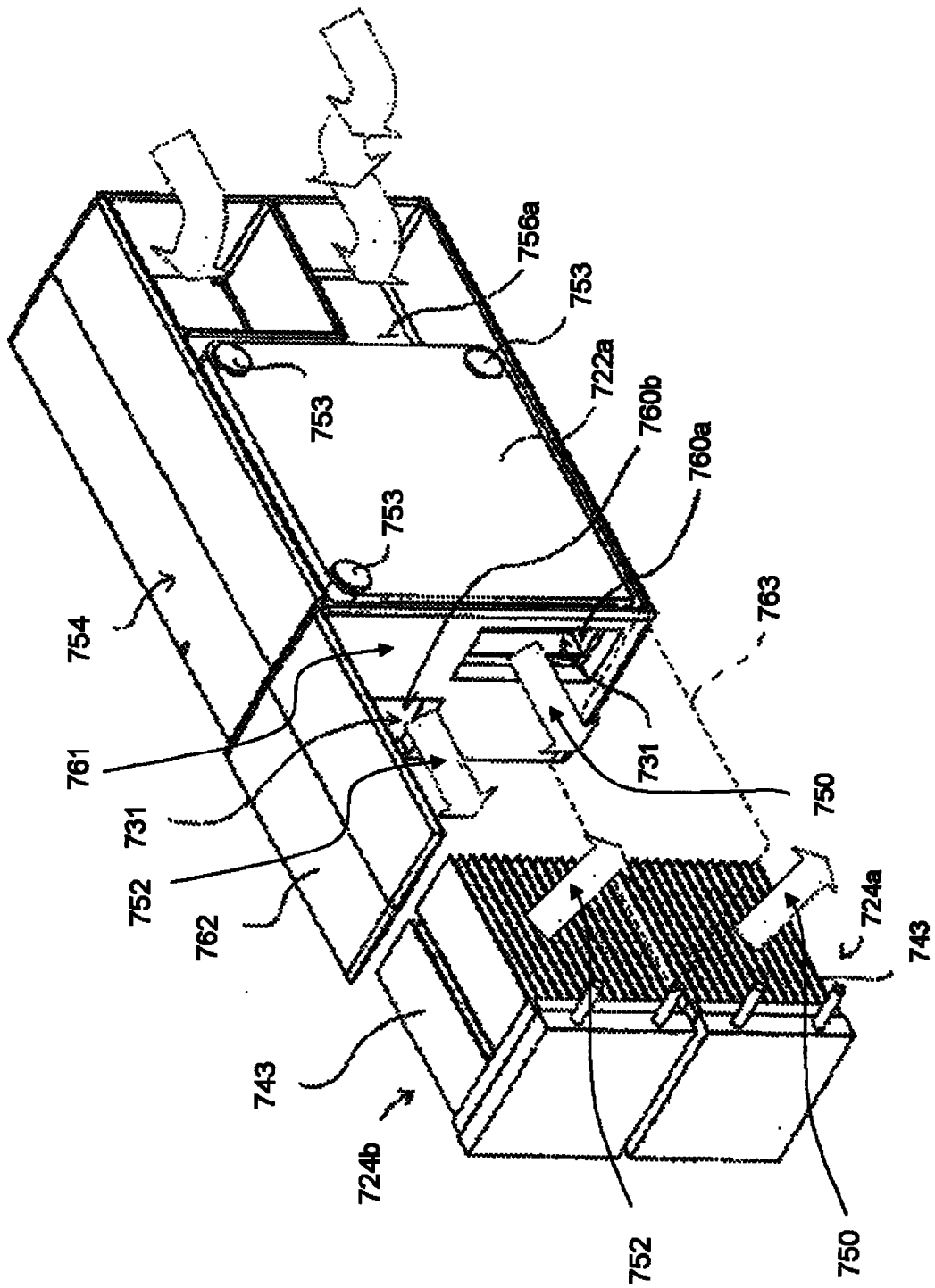


图 42

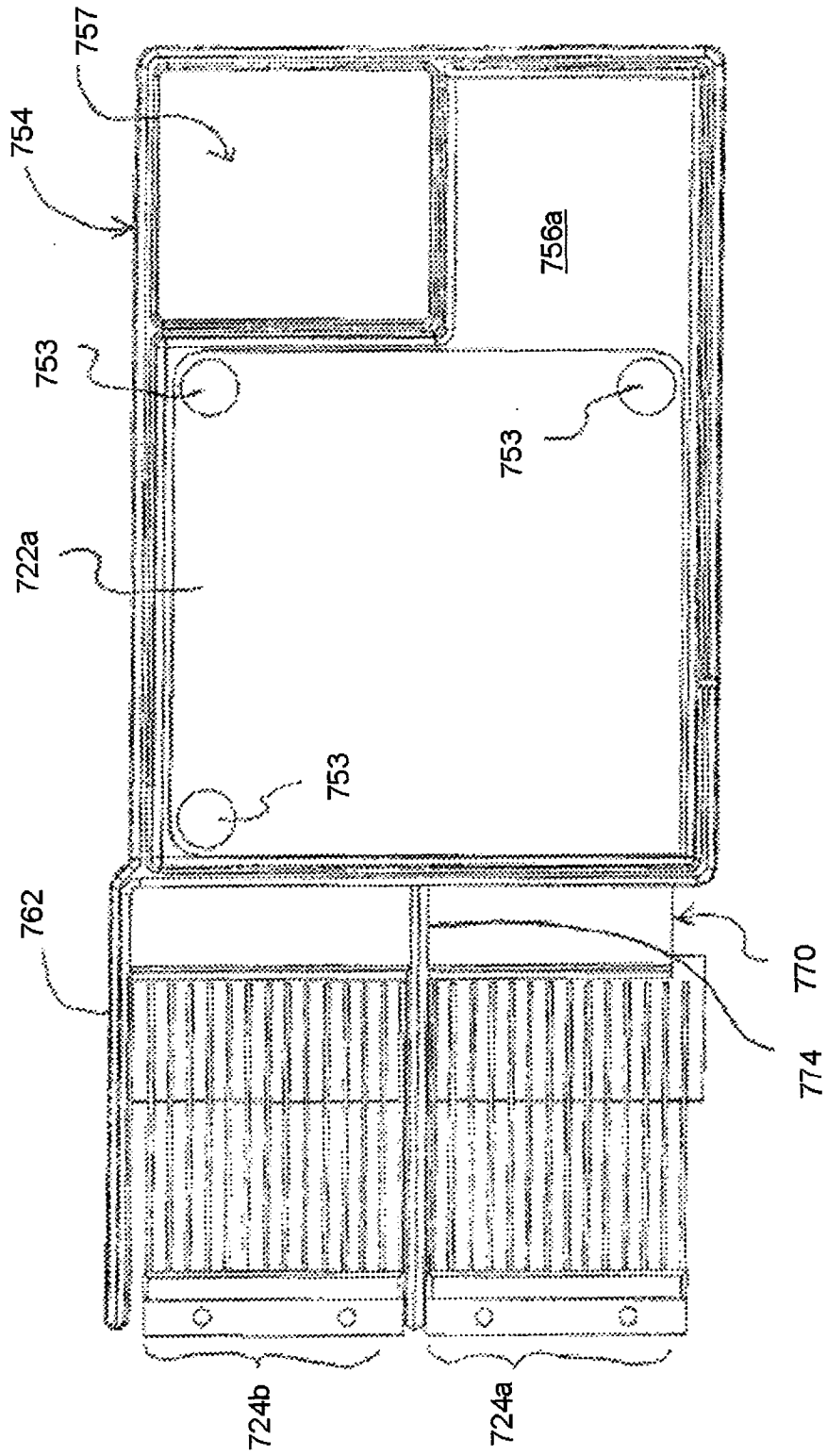


图 43

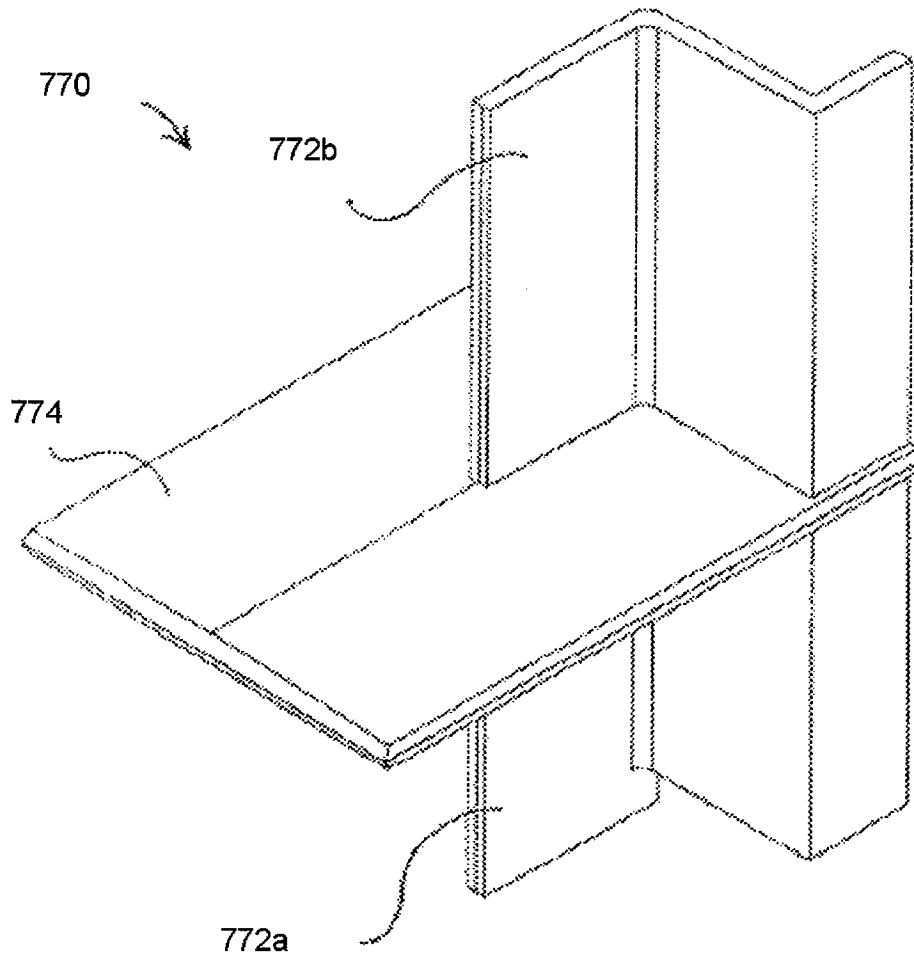


图 44

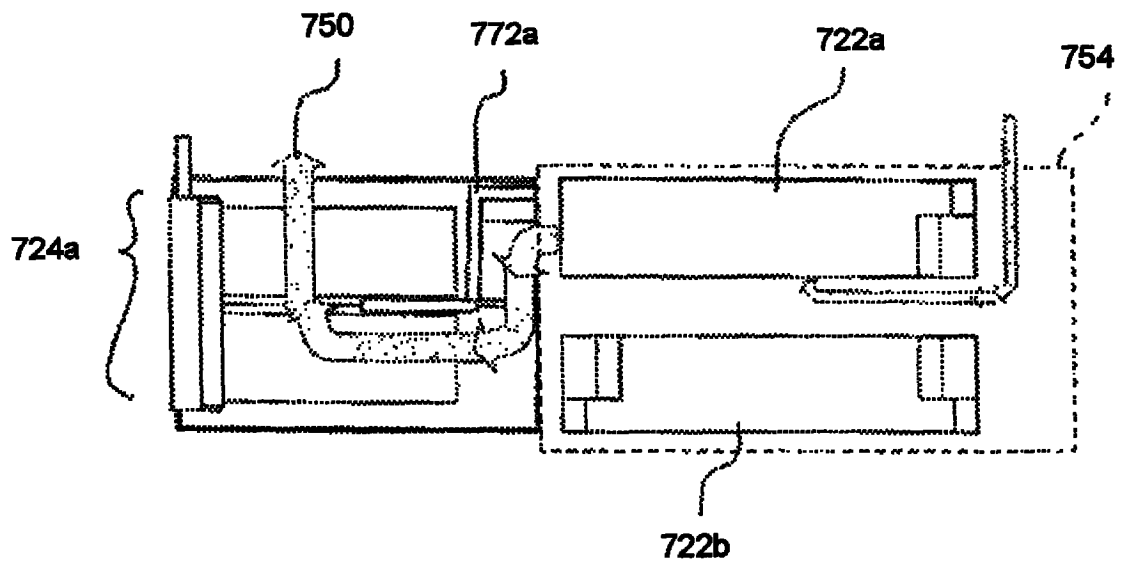


图 45A

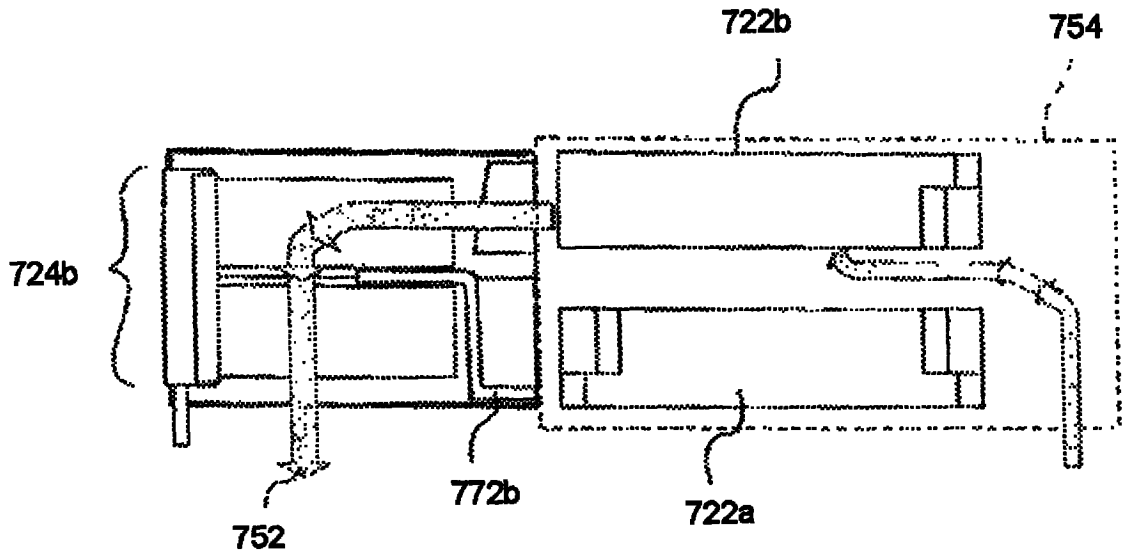


图 45B

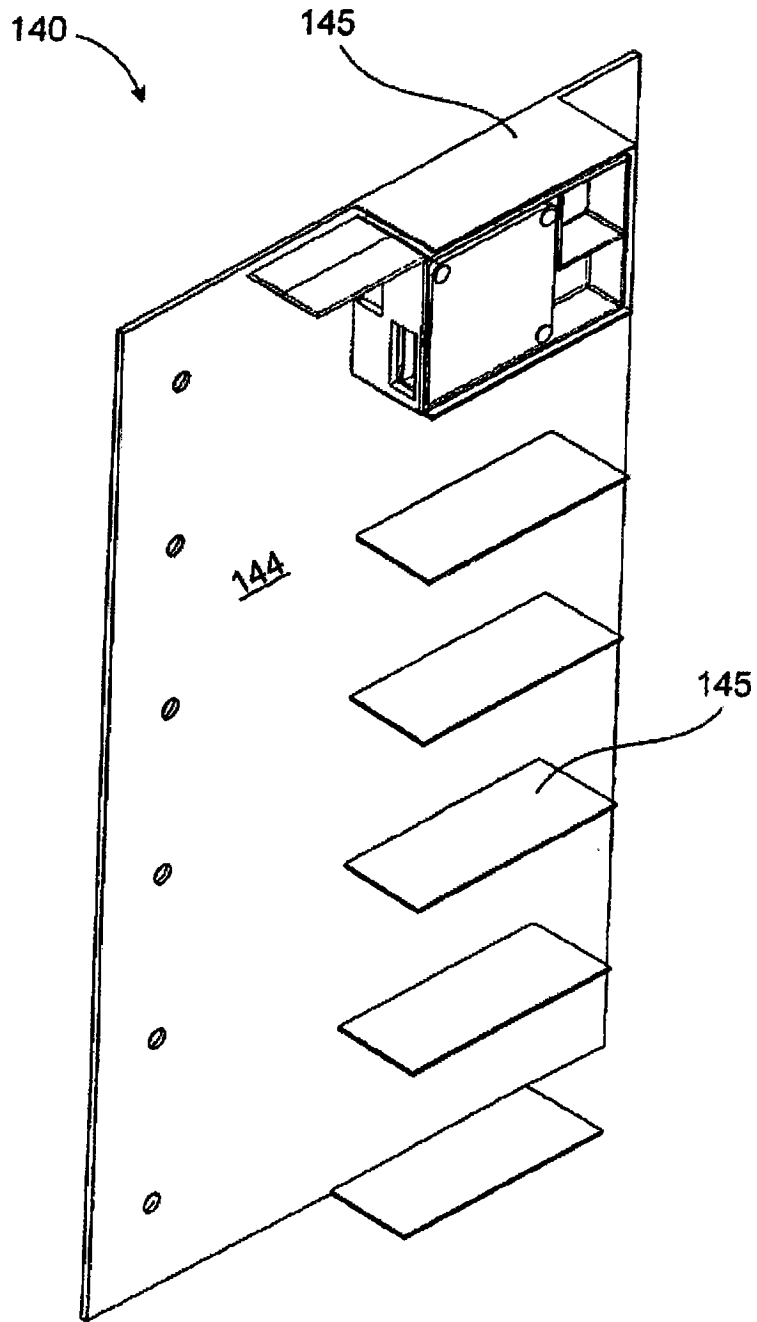


图 46A

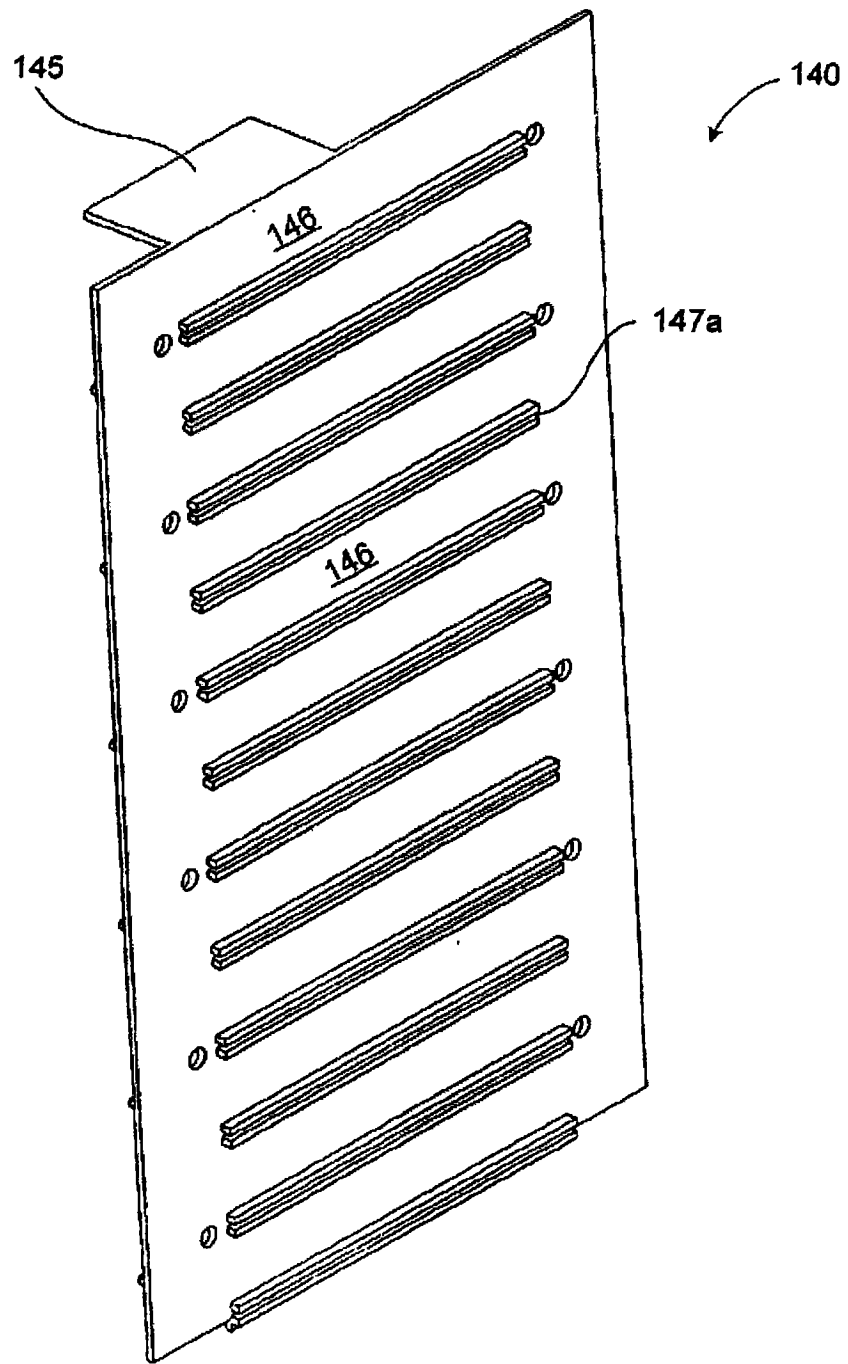


图 46B