



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102392866 A

(43) 申请公布日 2012.03.28

(21) 申请号 201110230496.8

(22) 申请日 2004.10.25

(30) 优先权数据

10/693222 2003.10.24 US

(62) 分案原申请数据

200480031241.7 2004.10.25

(71) 申请人 纽波特公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 V·赖亚博伊 W·布思 T·里格尼

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 傅永霄

(51) Int. Cl.

F16F 7/00 (2006.01)

F16F 15/02 (2006.01)

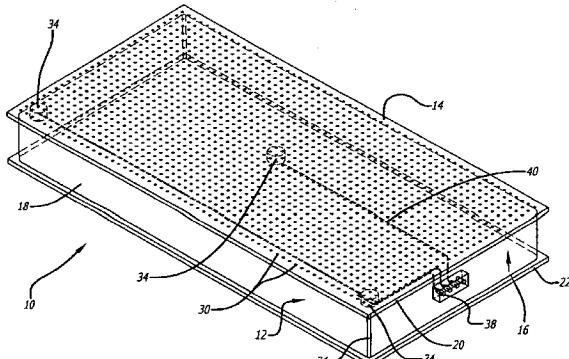
权利要求书 1 页 说明书 7 页 附图 8 页

(54) 发明名称

用于振动感应装置的安装平台

(57) 摘要

本发明提供了一种支承振动感应的有效载荷的平台组件，所述组件包括：具有第一表面、第二表面、以及位于所述第一和第二表面之间的内芯的工作台，其中第一表面与所述振动感应的有效载荷相连，所述内芯具有蜂窝芯板；一个或多个位于所述内芯内的振动传感器，该振动传感器构造成便于感测该工作台的表面的振动；位于所述内芯内并且构造成便于向所述工作台的表面施加一作用力的阻尼器；以及与所述一个或多个振动传感器和所述阻尼器相连的监控器，该监控器构造成便于接受来自所述一个或多个振动传感器的振动信息并且向所述阻尼器提供一激励信号。



1. 一种支承振动感应的有效载荷的平台组件，所述组件包括：

具有第一表面、第二表面、以及位于所述第一和第二表面之间的内芯的工作台，其中第一表面与所述振动感应的有效载荷相连，所述内芯具有蜂窝芯板；以及

一个或多个位于所述内芯内的振动传感器，该振动传感器构造成便于感测该工作台的表面的振动；

位于所述内芯内并且构造成便于向所述工作台的表面施加一作用力的阻尼器；以及

与所述一个或多个振动传感器和所述阻尼器相连的监控器，该监控器构造成便于接受来自所述一个或多个振动传感器的振动信息并且向所述阻尼器提供一激励信号。

2. 如权利要求 1 所述的平台组件，其特征在于，所述阻尼器包括与所述振动传感器相连的主动致动器，该平台组件还包括与所述振动传感器和主动致动器相连的控制电路。

3. 如权利要求 2 所述的平台组件，其特征在于，该阻尼器构造成便于施加这样一主动力，即，响应于来自与监控器相连的控制电路的所述激励信号，所述主动模拟粘性阻尼器在包含所述第一表面弯曲振动的多个固有频率的频域内的效果。

用于振动感应装置的安装平台

[0001] 本发明是申请号为 200480031241.7、国际申请日为 2004 年 10 月 25 日的同名的专利申请的分案申请。

技术领域

[0002] 所公开的主题大体上涉及隔振器和工业工作台。

背景技术

[0003] 现已经有了多种用于工业使用的工作台例如光具座工作台或振动工作台。授予 Terry 的美国专利 No. 5, 154, 963 中披露了一种工业工作台，其具有顶板、底板以及分隔这两个板的蜂窝构件。上述蜂窝构件使得在顶板上设置有螺纹孔。外部振动感应的有效载荷装置例如光学系统的光学部件或振动系统处于试验中的装置可连接在工作台的螺纹孔上。

[0004] 在许多试验研究和工业应用中，将工作台与外部振动例如建筑结构的固有颤动相隔离是所期望的。授予 Houghton 等人的美国专利 No. 6, 209, 841 中披露了一种放置在建筑物地板和工作台之间使工作台振动减弱的主动隔离组件。所述隔离件包括与控制器相连的振动传感器和致动器。传感器感应振动并向控制器提供输出信号。随后控制器对输出信号进行处理并提供驱动信号以激励致动器并补偿所述振动。

[0005] 振动隔离件减小了从底板传递到工作台上的振动。但是，工作台顶部本身有其自身的固有频率和相应的弯曲振动模式，所述弯曲振动模式很容易由穿过隔离件或通过其它源头例如由安装在工作台上的有效载荷装置产生的听觉激励、空气扰动和动态作用力形成的残余振动激励。主要的弯曲振动模式通常具有球形特征，这意味着在工作台任意点的激励都产生围绕整个工作台表面的振动模式。除非将特殊的阻尼装置引入工作台构件，否则那些固有振动衰减的非常小并因此会达到较高的振幅。

[0006] 各种设计的从动阻尼器广泛地用于构造光学工作台。C. M. harris 编著的 1996 年第四版和 2001 年第五版“冲击和振动手册”的第 37 章提供了本领域的测量技术和阻尼器（阻尼处理）的分类。根据其内容，已知的阻尼处理的种类包括：

[0007] 自由层阻尼处理，其中通过由基体构件的弯曲振动产生的阻尼层（由粘弹性材料制成）的扩张变形来耗散能量。

[0008] 强制层阻尼处理，其中强制层有助于响应基体构件的弯曲振动在粘弹性层引起相对较大的剪切变形，由此提供更有效的能量耗散机构。

[0009] 积分阻尼处理，包括在构造组件中采用阻尼层压板和 / 或阻尼接头。

[0010] 调谐阻尼器，其基本上是具有与基体构件的共振频率相匹配（调谐）的共振的质量 - 弹簧系统。调谐阻尼器的应用通常通过两个更小的振幅峰值取代了基体构件的共振峰值。

[0011] 阻尼连接，即连接所述构件牵引部分的粘弹性元件，所述牵引部分在振动过程中经受较大的相对运动。

[0012] 一些引用的阻尼技术已经在光学工作台上得到了应用。特别是，Newport 公司（参

见 2003 年 Newport 公司的“Newport 物资”商品目录) 在其光学工作台设计中采用调谐阻尼器、工作表面强制层处理以及积分阻尼。

[0013] 尽管如此,对光电和半导体产业中的高精密和高产量日益增长的要求以及对现代科学试验仪器的需求需要光学工作台的阻尼性能比由现有技术中已知的方法和装置所能达到的更高。与被动控制相比,主动振动控制方法能够达到较高的性能是公知的。

[0014] 有时在工作台上监控振动级别是所期望的。例如,在精密测量系统中实时振动数据可使某一测量合格或不合格。在精密制造系统中实时振动数据可表示特别制造的零件例如半导体晶片存在缺陷的可能性增加。如果所述的工作台是振动测试装置的一部分,则振动监控也是必须的。

[0015] 振动信号可以仅被用于表示某一时限内平台上增加的振动级。在这种情况下由于主要的振动模式的球形特征,振动传感器可被放置在工作台的几乎任意点上;工作台拐角附近的区域代表安装振动传感器的适当位置,因为这些区域响应工作台顶部所有典型的振动模式。在其它情况下,所关注的是在振动感应装置临界位置处的振动输入的精确值。在这种情况下传感器应该直接靠近振动感应装置的连接点放置。

[0016] 在工作台的工作表面上布置包括传感器和电缆的振动测量系统将减小重要的有效载荷空间。由于空间限制,将传感器放置在装置最大振动感应部件附近是不可能的。在生产环境下,由于需要准备时间因此上述做法是不切合实际的。于是,非常需要一种监控工作台的振动同时使其表面空出并可由使用者触及的系统。

[0017] 在授予 Terry 等人的名为“蜂窝工作台制造和兼有空白空间的蜂窝工作台”的美国专利 No. 4, 621, 006 以及授予 Terry 的名为“蜂窝工作台制造和兼有空白空间的蜂窝工作台”的美国专利 No. 5, 500, 269 中披露了光学工作台设计的要素。在授予 Heide 的名为“蜂窝工作台台面”的美国专利 No. 4, 645, 171、授予 Gertel 的名为“蜂窝工作台”的美国专利 No. 5, 061, 541、授予 Galpin 等人的名为“光学工作台”的美国专利 No. 5, 626, 157、以及授予 Gertel 等人的名为“光学工作台”的美国专利 No. 5, 962, 104 中披露了其它细节和变形。对于光学蜂窝工作台广泛的总体描述可参照 2000 年振动控制 (Vibration Control) 商品目录以及 Newport 公司的 2002-2003 年的“Newport 物质”商品目录。TMC、动态系统以及其它制造商的商品目录也包含了对光学工作台设计的描述。

[0018] 振动隔离件在预定位置被组装在工作台上以使阻尼最优化。有时工作台具有不同于分析模式的振动特性。另外,一个有效载荷构造可在工作台上形成与另一有效载荷构造不同的波节和波腹。所期望的是,即使在工作台被组装后也可以使操作者在工作台的有效载荷表面附近移动振动阻尼器 (多个振动阻尼器) 以优化振动阻尼。

发明内容

[0019] 本发明提供了一种支承振动感应的有效载荷的平台组件,所述组件包括:具有第一表面、第二表面、以及位于所述第一和第二表面之间的内芯的工作台,其中第一表面与所述振动感应的有效载荷相连,所述内芯具有蜂窝芯板;一个或多个位于所述内芯内的振动传感器,该振动传感器构造成便于感测该工作台的表面的振动;位于所述内芯内并且构造成便于向所述工作台的表面施加一作用力的阻尼器;以及与所述一个或多个振动传感器和所述阻尼器相连的监控器,该监控器构造成便于接受来自所述一个或多个振动传感器的振

动信息并且向所述阻尼器提供一激励信号。

附图说明

- [0020] 图 1 是平台的透视图；
- [0021] 图 2 是所述平台的侧向剖视图；
- [0022] 图 3 是与监控器相连的所述平台的透视图；
- [0023] 图 4 是在工作台中心具有阻尼器的一种平台实施方式的横截面图；
- [0024] 图 5 是在工作台中心的可控阻尼器的示意图；
- [0025] 图 6 是所述平台的一种实施方式的透视图；
- [0026] 图 7 是表示与工作台有效载荷面相连的振动阻尼组件的透视图；
- [0027] 图 8 是振动阻尼组件的一种实施方式的横截面图；
- [0028] 图 9 是具有位于工作台和振动隔离件之间的振动阻尼组件的工作台组件的侧视图。

具体实施方式

[0029] 公开的是一种可连接并在工作台表面附近或其它工作表面移动的振动阻尼组件。所述振动阻尼组件包括位于壳体内的至少一个传感器和至少一个阻尼器。所述壳体可连接在工作台的任意表面或工作表面上。例如，在一种实施方式中，振动阻尼组件被构造成连接在光学工作台或平台上，所述光学工作台或平台被构造成支承任意数量的光学部件。典型的光学工作表面非限制性地包括光学工作台、光具座、光学试验板、激光平台、光学平台等等。例如，在一种实施方式中，所述壳体可与光学工作台的一个靠近一个或多个工作台支承件或立柱的表面相连。在备选的实施方式中，所述壳体可连接在与一个或多个工作台支承构件或立柱相对的光学工作台表面上。

[0030] 所述壳体可被构造成采用一个或多个紧固件连接在工作台或平台表面上。例如，在一种实施方式中，振动阻尼器可拆分地连接到工作台或平台表面上。同样地，操作者可将振动阻尼组件移动到工作台或平台的不同位置，从而允许使用者优化所述组件的阻尼功能。

[0031] 参照附图尤其是参照附图标记，图 1 和 2 表示平台 10。平台 10 可包括具有第一表面 14、第二表面 16 以及多个侧面 18 的工作台 12。第一表面 14 可沿第一板 20 延伸，第二表面 16 可沿第二板 22 延伸并且侧面 18 可沿一个或多个侧板 24 延伸。

[0032] 第一板 20 通过内芯 26 与第二板 22 分开。平台 10 的第一板 20 和第二板 22 由一个或多个非限制性地包括不锈钢、铝、碳纤维、花岗石、钢、碳钢、层状金属、复合金属、木材、层压板、复合木材、胶木、覆盖胶木的基底、玻璃纤维、复合材料、凯夫拉尔 (Kevlar)、铸铁等的材料构成。第一板 20 和第二板 22 可由类似材料制成。在备选的实施方式中，第一板 20 和第二板 22 可由不同的材料制成。

[0033] 和第一和第二板 20, 22 一样，平台 10 的内芯 26 可由多种材料制成。典型的芯材料非限制性地包括各种金属和包括钢、钛、铝、铁、花岗石的金属复合材料，各种木材和包括中等密度的纤维板、刨花板等的木质复合材料，纸板、多重层压板、包括碳纤维、凯夫拉尔等的复合材料，以及类似材料。在一种实施方式中，内芯 26 可容纳蜂窝构件 28 以对板 20 和

22 提供支承。可选择地，内芯 26 可被构造成不具有蜂窝构件。

[0034] 可选择地，第一板 20 和 / 或第二板 22 可被构造成具有任意数量的与其相连的安装装置。例如，第一板 20 和 / 或第二板 22 可包括多个螺纹孔 30，螺纹孔 30 被构造成其中容纳在其上形成的安装装置的至少一部分。可选择地，孔 30 不必带有螺纹。典型的安装装置非限制性地包括光学支架、支柱、透镜支承件、隔离支承件或平台等等。在备选实施方式中，平台 10 可被构造成在其上支承多种测量装置或振动感应装置。例如，平台 10 可被构造成在其上支承质谱装置、核磁共振 (NMR) 测量装置、或类似的振动感应装置。在备选的实施方式中，第一板 20 和 / 或第二板 22 可被构造成具有与其磁耦合的一个或多个架或类似装置。同样地，第一板 20、第二板 22 或二者可以被制造成在其中不具有孔 30。可选择地，平台 10 可被构造成具有采用多种连接方法中任意一种与其相连的一个或多个支架或装置。典型的备选连接方法非限制性地包括可拆分地连接、不可拆分地连接、焊接、粘合连接、摩擦连接、电磁连接等等。

[0035] 再次参照图 1 和 2，外部振动感应有效载荷 32 可连接在工作台 12 的一个或多个螺纹孔 30 上。有效载荷 32 可以是任意类型的装置例如光学系统的光学部件、在振动器上处于试验中的装置，等等。另外，工作台是用于制造半导体晶片、集成电路等的设备的平台。通常工作台可以是被用于支承在制造或试验环境使用的部件、系统或设备的任意平台。为了解释权利要求，术语“平台”或“工作台”不包括飞机或建筑物的任何构件，其中上述构件包括飞机机翼、机身、建筑物墙壁或地基。

[0036] 一个或多个振动传感器 34 可位于内芯 26 内并与第一板 20 的下垫面 36 相连。振动传感器（多个振动传感器）34 可以是任意类型的装置，例如可以感应振动的加速计、地音探测器或位移传感器。尽管示出了三个振动传感器 34，但是可以理解，任意数量传感器 34 可设置在工作台的任意位置。传感器（多个传感器）34 可与电连接器 38 相连，其中连接器 38 连接在工作台 12 的侧板 24 之一上。传感器 34 可通过穿过内芯 26 的电缆 40 与电连接器 38 相连。传感器（多个传感器）34 可提供输出信号，所述输出信号通过电缆 40 传送到电连接器 38。

[0037] 如图 3 所示，通过将电缆 44 插入电连接器 38 而使监控器和 / 或控制装置 42 与传感器（多个传感器）34 相连。监控器和 / 或控制装置 42 可记录和 / 或显示由传感器（多个传感器）34 提供的振动信息。可选择地，监控器和 / 或控制装置 42 可被构造成向结合在工作台 10 内的可控阻尼器（未示出）提供控制信号。再次参照图 3，通过将振动传感器 34 定位在内芯 26 内，传感器 34 可直接测量外部装置 32 下面的振动，由此提供更准确的数据。电连接器 38 使监控器 42 可以很容易与传感器（多个传感器）34 相连，由此减少对工作台 12 内的振动进行监控的准备时间。尽管示出并描述了电缆 40 和电连接器 38，但可以理解，传感器（多个传感器）34 可具有通过无线方式传送输出信号（多个输出信号）的无线发送器（未示出）。

[0038] 图 4 表示具有设置在内芯 26 内的阻尼器 50 的工作台组件 10' 的一种实施方式。阻尼器 50 可包括被激励以产生振动的致动器 52 例如音圈，上述振动补偿和消除了工作台 12 内的振动。致动器 52 可包括与磁铁块 56 电磁连接的电磁线圈 54。

[0039] 磁铁块 56 可被构造成通过一对柔性膜片 58 与致动器壳体 57 相连。壳体 57 连接在板 20 和 22 上。膜片 58 起到结合块 56 的弹簧的作用以形成弹簧 / 块组件。向线圈 54

提供电流以产生移动块 56 的磁力。线圈 54 可以一种方式被激励以与弹簧 / 块组件一起产生动态作用力,从而补偿工作台 12 上的振动。

[0040] 可采用本领域通常已知的任意技术使振动传感器 34 与工作台 12 相连。例如,可采用延伸穿过顶板 20 并连接在传感器壳体 62 上的螺钉 60 使振动传感器 34 与工作台相连。传感器 34 可与致动器 52 同轴并与致动器 52 紧固连接。传感器 34 向控制电路 64 提供输出信号。控制电路 64 对所述信号进行处理并向线圈 54 提供激励信号以产生消除工作台振动的补偿振动。控制电路 64 可位于内芯 26 内并通过电缆 66 与传感器 34 和线圈 54 相连。

[0041] 图 5 是结合到工作台 10' 内的可控阻尼器的示意图。来自振动传感器 34 的信号被传送到控制器 64。控制器 64 可包含放大器 75、补偿器 76 以及过滤器 77。可采用数字控制或模拟控制。已变换的信号进入容纳在工作台构件内的致动器的主动元件 54 例如线圈内。振动致动器还包括可带有磁铁的反作用块 56 以及在所述块和工作台面之间提供弹性连接的柔性元件 58。控制器模块的放大增益和其它参数被设定并与传感器、致动器以及机械组件的特性相协调,使得在工作台顶面板上感应的力 F_a 使该点的振动减小。

[0042] 当控制电流流过线圈 54 时,电磁力作用在反作用块 56 上,并且等效的反作用力作用在与工作台构件固定在一起的固定线圈上。控制回路被设计成使得被传送到工作台构件的总的力的相位和振幅抵消工作台的振动。设计用于减少振动的控制器和致动器的方法在本领域内是已知的。

[0043] 在一种实施方式中,由图 5 中点 A、B 和 C 所代表的位置处在同一垂直轴线上同轴并相互紧固连接。可选择地,控制回路可被设计成使得作用在工作台上的主力在包含工作台面弯曲振动的主要固有频率的频域内模拟粘性阻尼器的效果。这种方法相对于有效载荷的变化形成了固有稳定性和强度。为了实现这一策略,控制器的传递函数应该被设计成:

$$[0044] K(\omega) = \frac{-i\omega k}{A(\omega)S(\omega)} \quad (1)$$

[0045] 其中:

[0046] $\omega = 2\pi f$ = 圆周频率。

[0047] $A(\omega)$ = 致动器 (振动器) 传递函数,或者由致动器施加在所述构件上的总的力 N 与输入电压的比值, N/V。

[0048] $S(\omega)$ = 传感器传递函数,或者传感器输入电压与动态位移的比值, V/m。

[0049] $K(\omega)$ = 控制器传递函数, V/V。

[0050] k = 可调增益。

[0051] 因此,由主动系统施加在工作台构件上的力等于 $i\omega ku$,其中 u 是工作台的动态位移振幅,其相当于粘性阻尼器的作用。当然,也可以采用其它单元。传感器可以是加速计、速度计 (例如地音探测器) 或位移传感器。可采用附加的校正滤波器改进稳定边际或其它参数。

[0052] 图 6 表示工作台 12 的备选实施方式,其中狭条 80 位于顶板 20 和孔密封瓦片 82 之间。孔密封瓦片 82 可具有多个靠近螺纹孔 30 设置的套 84 以收集穿过孔 30 落下的碎屑。狭条 80 可以是起传感器和 / 或致动器作用的压电装置。备选地,可在板 20 和瓦片 82 之间设置光缆或其它装置以提供感应和 / 或致动功能。瓦片 82 可在构造工作台 12 的制造过程

中保护狭条 80。

[0053] 图 7 表示一对与工作台 12 的第一有效载荷表面 14 相连的振动阻尼组件 100。有效载荷表面 14 可支承载荷例如一对光学装置 102。可采用多种装置和 / 或方法使每个阻尼组件 100 连接在有效载荷表面 14 的不同位置上。例如, 在一种实施方式中, 每个阻尼组件 100 通过以攻丝方式拧紧在工作台 12 的螺纹孔 30 内的紧固件 104 固定在工作台 12 上。可选择地, 可采用任意类型的连接技术使每个阻尼器连接在工作台 12 上。典型备选的连接技术非限制性地包括焊接、粘合连接、磁耦合、夹紧等等。再次参照图 7。同样地, 阻尼器 100 可拆分或不可拆分地连接在工作台上。当可拆分地连接在工作台 12 上时, 工作台 12 的操作者可拆开并将每个阻尼组件 100 移动到有效载荷表面 14 的不同位置以优化组件 100 的阻尼功能。

[0054] 组件 100 与控制器 106 相连。控制器 106 可与图 5 所示并在附加内容中描述的控制器 64 相同或相似。尽管所示和描述的是外部控制器 106, 但可以理解, 组件 100 中至少一个可被改装成包含一个或多个控制器 106 电路。

[0055] 图 8 表示振动阻尼组件 100 的一种实施方式。组件 100 包括壳体 110。壳体 110 可包括容纳振动传感器 114 的第一室 112 和容纳阻尼器 118 的第二室 116。传感器 114 和阻尼器 118 可与图 4 所示并在所附加内容中描述的传感器和阻尼器相同。例如, 阻尼器 118 可包括一个或多个主动致动器。第一室 112 可由 O 形环 120 或其它类型的密封件密封。

[0056] 壳体 110 可由金属材料构成以将传感器 114 与电磁噪声尤其是由阻尼器 118 产生的噪声隔离。壳体 110 实际上可由外壳 122、内壳 124 以及底座 126 构成。壳体部件 122、124 以及 126 可通过多个紧固件 128 连接在一起。阻尼器 118 可通过螺纹接头 130 连接在内壳 124 上并由紧固件 132 固定在适当位置。

[0057] 底座 126 可具有凸缘 134, 凸缘 134 具有向将组件 100 连接在工作台上的紧固件 (参见图 7) 提供通孔的多个孔 136。尽管示出和描述了通孔, 但可以理解, 可采用其它装置将组件连接在工作台上。例如, 底座 126 可具有多个从凸缘 134 延伸并压入工作台的孔 30 内的螺栓。

[0058] 组件 100 可包括通过电缆 (多个电缆) 140 与传感器 114 相连的第一电连接器 138 以及通过电缆 (多个电缆) 144 与阻尼器 118 相连的第二电连接器 142。电连接器 138 和 142 与图 7 所示的控制器 106 相连。

[0059] 在操作中, 振动阻尼组件 (多个振动阻尼组件) 100 通过穿过凸缘孔 136 插入紧固件 104 并将壳体 110 固定在工作台 12 上而与有效载荷 14 相连。电连接器 138 和 142 与控制器 106 相连, 尽管如此可以理解, 在壳体 110 连接到工作台 12 上之前连接电连接器 138 和 142。振动传感器 114 感应振动并向控制器 106 提供信号 (多个信号)。控制器 106 对所述信号 (多个信号) 进行处理并向阻尼器 118 提供驱动信号 (多个驱动信号) 以使振动衰减。

[0060] 操作者可将监控器 (参见图 3) 连接在组件 100 上以利用传感器感应工作台位置处的振动。操作者可来回移动组件 100 以感应有效载荷表面 14 的不同位置的振动并优化对工作台 12 的阻尼。

[0061] 图 9 表示具有位于工作台 12 和振动隔离件 150 之间的振动阻尼组件 100' 的工作台组件的一种实施方式。振动隔离件 150 的作用主要是使工作台 12 与地板上的振动隔离。

振动阻尼组件 100' 和隔离件 150 处于各自的壳体内, 从而使得使用者可以从工作台组件上增加或拆除阻尼组件 100'。振动隔离件 150 可以是本领域内已知的任意类型。作为举例, 隔离件 150 可以是由受让人加利福尼亚 Irvine 的 Newport 公司销售的产品。单个阻尼组件在工作台的阻尼振动方面给操作者提供了适应性。尽管在图 1、3 和 7 中未示出, 但可以理解, 在这些图中示出的工作台 12 可由隔离件 150 或任何其它构件例如工作台立柱支承。

[0062] 尽管在附图中已经描述和示出了某些典型的实施方式, 但可以理解, 这些实施方式仅仅是示意性的而不是对宽泛的发明进行限制, 同时本发明并不限于所示和描述的特定的构造和结构, 因为本领域的那些普通技术人员可以做出各种其它变形。

[0063] 特别地, 所提及的作为工作台的构件可以是任何类型的支承构件, 包括多级平台或支座平台。这种支承构件的工作表面可以是水平、垂直或者甚至是倾斜的。由此, 传感器和主动阻尼器的作用线可以是垂直、水平或倾斜的; 多向传感器或主动阻尼器也可以作为本发明的变形。尽管图 4 表示致动器由具有移动磁铁和固定线圈的电磁振动器实现, 但也可以采用其它类型的致动器设计, 特别是具有固定磁铁和移动线圈的电磁设计、具有一个固定和一个移动线圈的电磁线圈, 等等。备选地, 可采用刚性(例如压电)致动器形成反作用块和工作台的相对运动。

[0064] 主动致动器通常位于固定位置, 通常在工作台的拐角。这一布置可以有效地减小工作台在其共振频率下的固有振动。它不能有效地减小由机械或声学激励所引起的工作台在固定频率下的强制振动。即使通过编程在这一频率下形成增加的机械阻抗, 它们也只是减小安装点局部的振动。根据本发明的附加的受控阻尼器被安装在最大振动感应部件的附近或强制振动源的附近并被编程以减小在某些固定频率下的振动, 由此免受强制振动的影响。

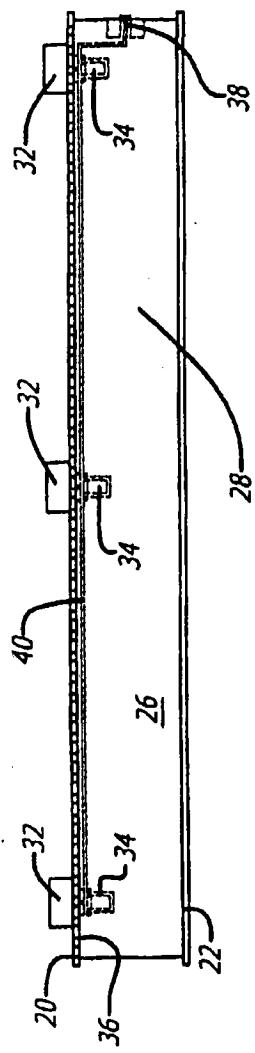


图 2

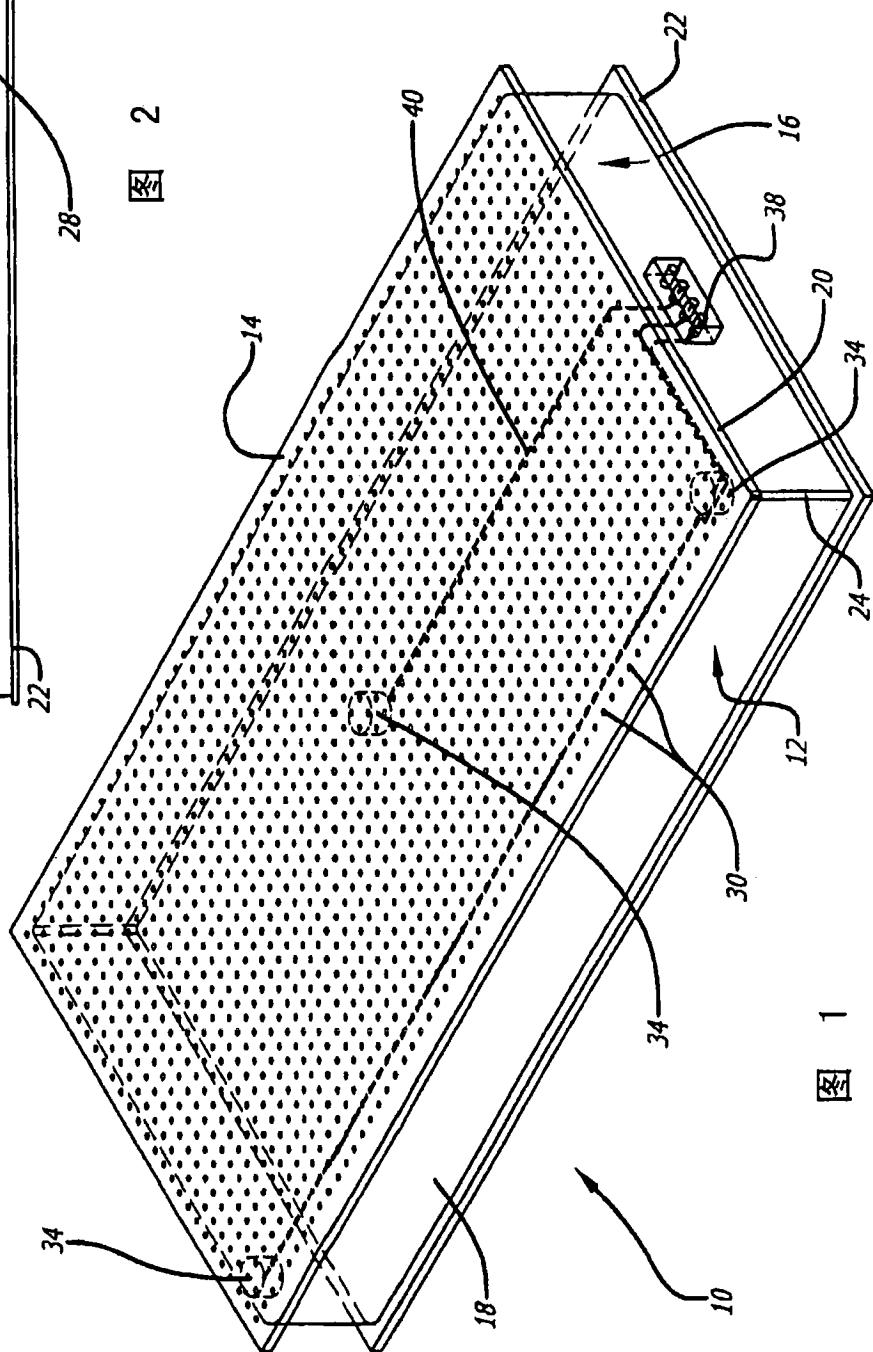


图 1

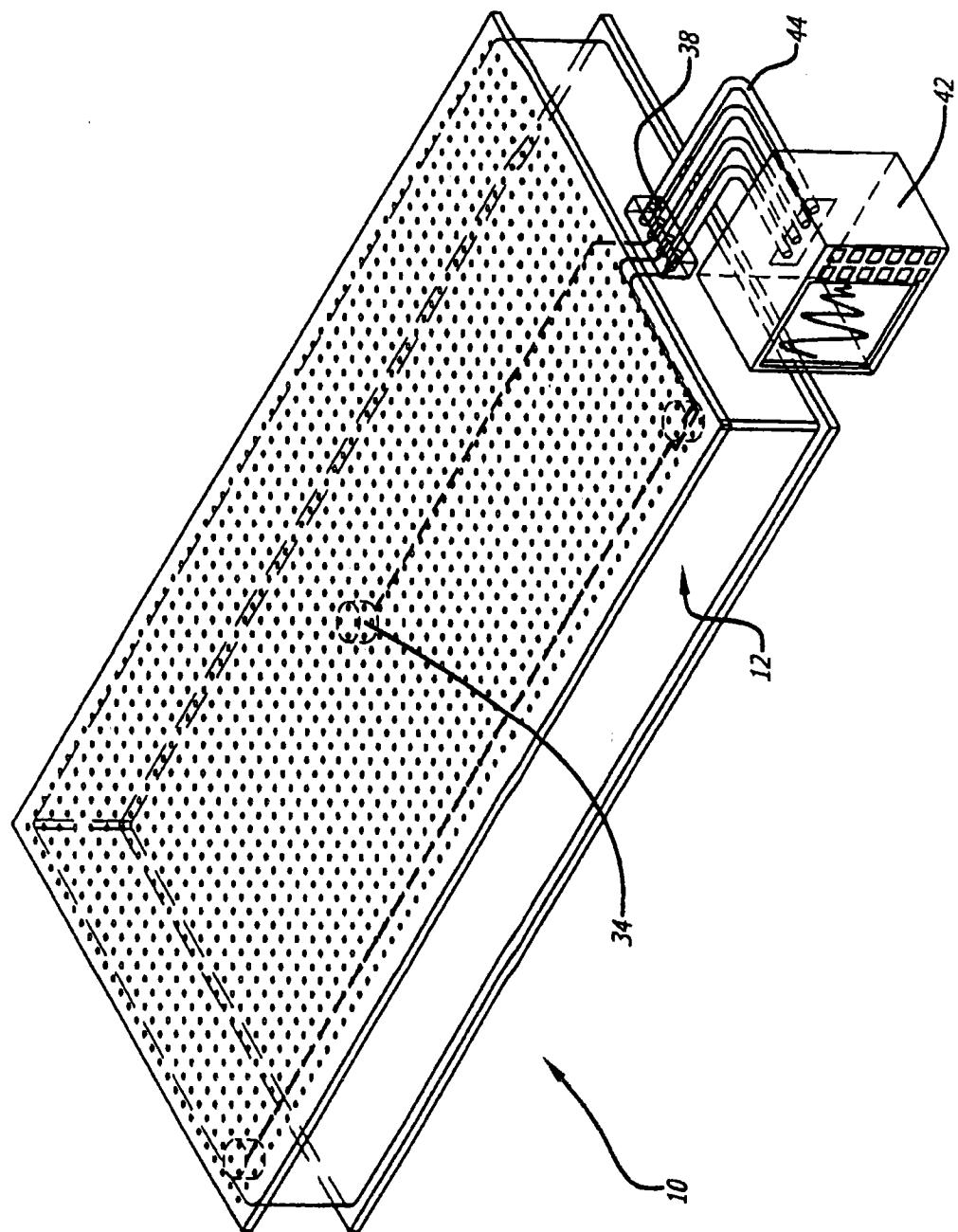


图 3

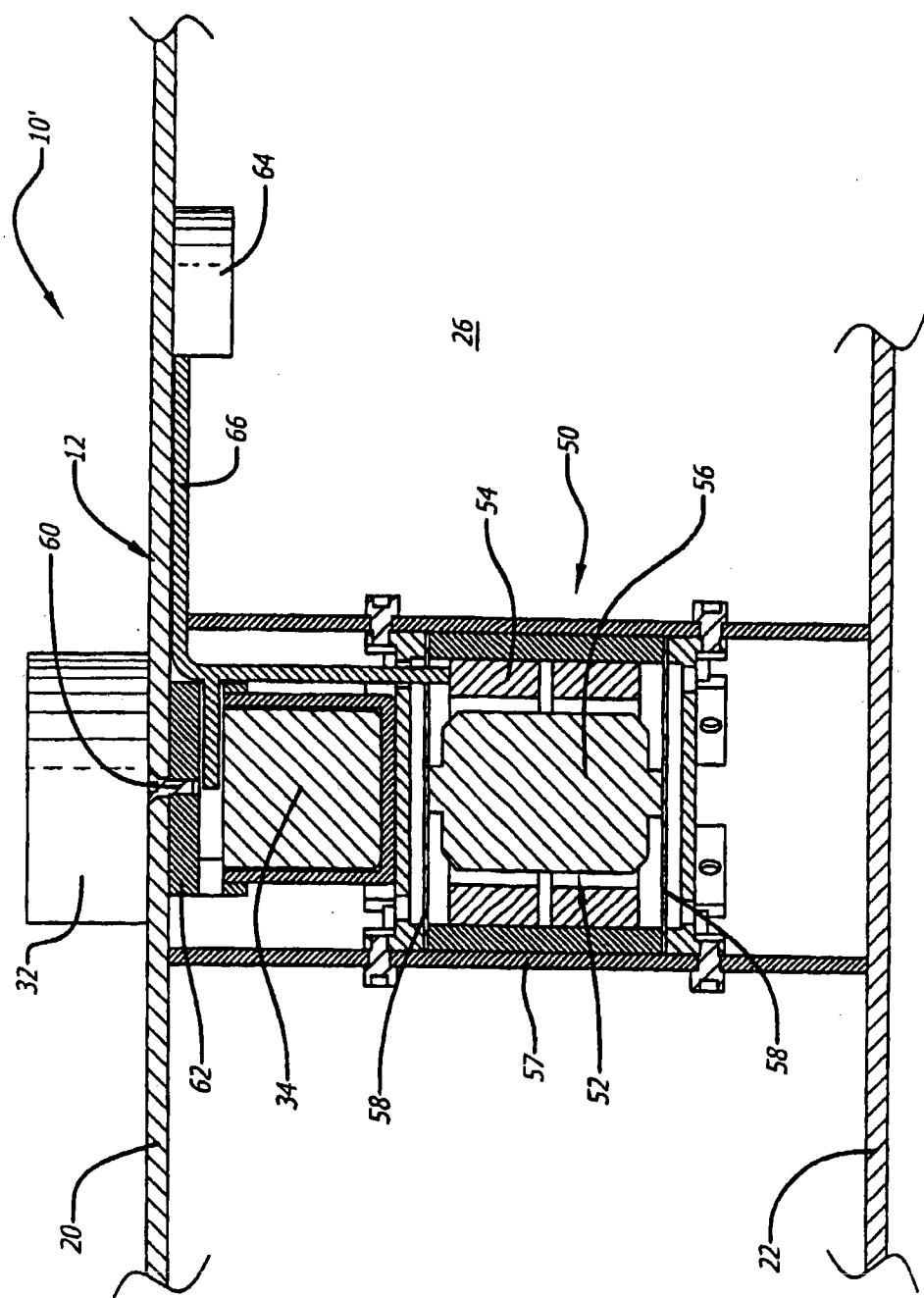


图 4

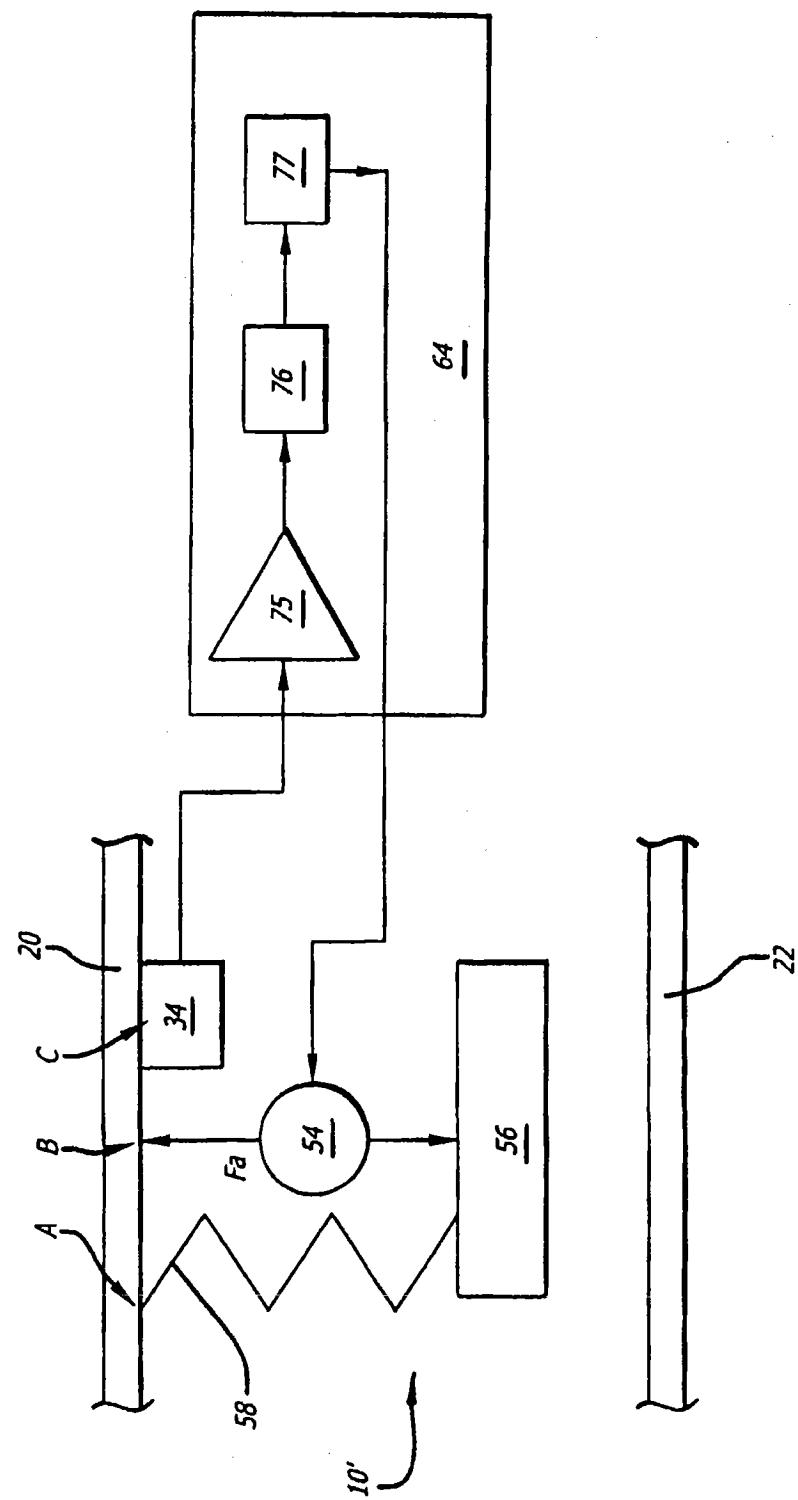


图 5

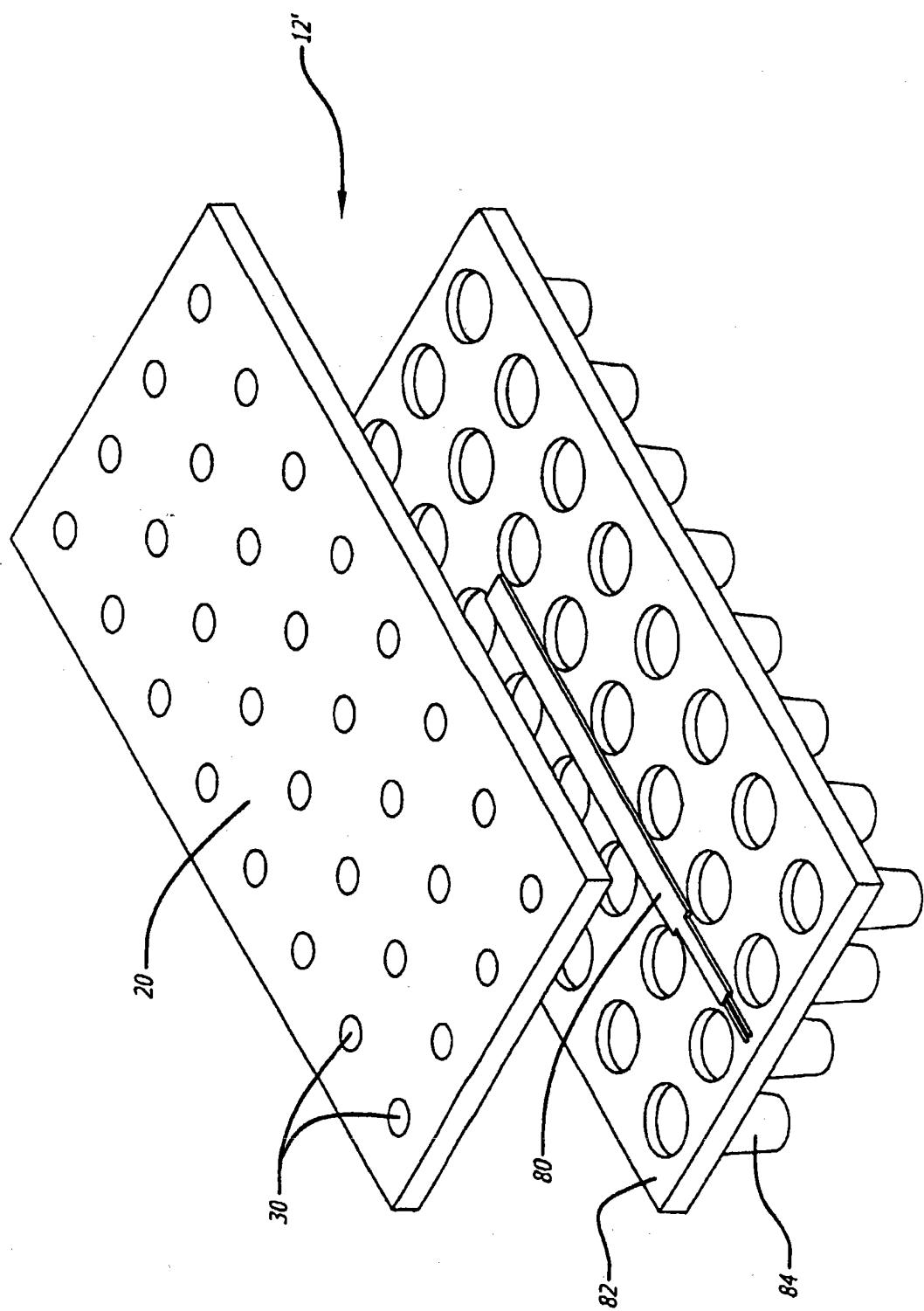


图 6

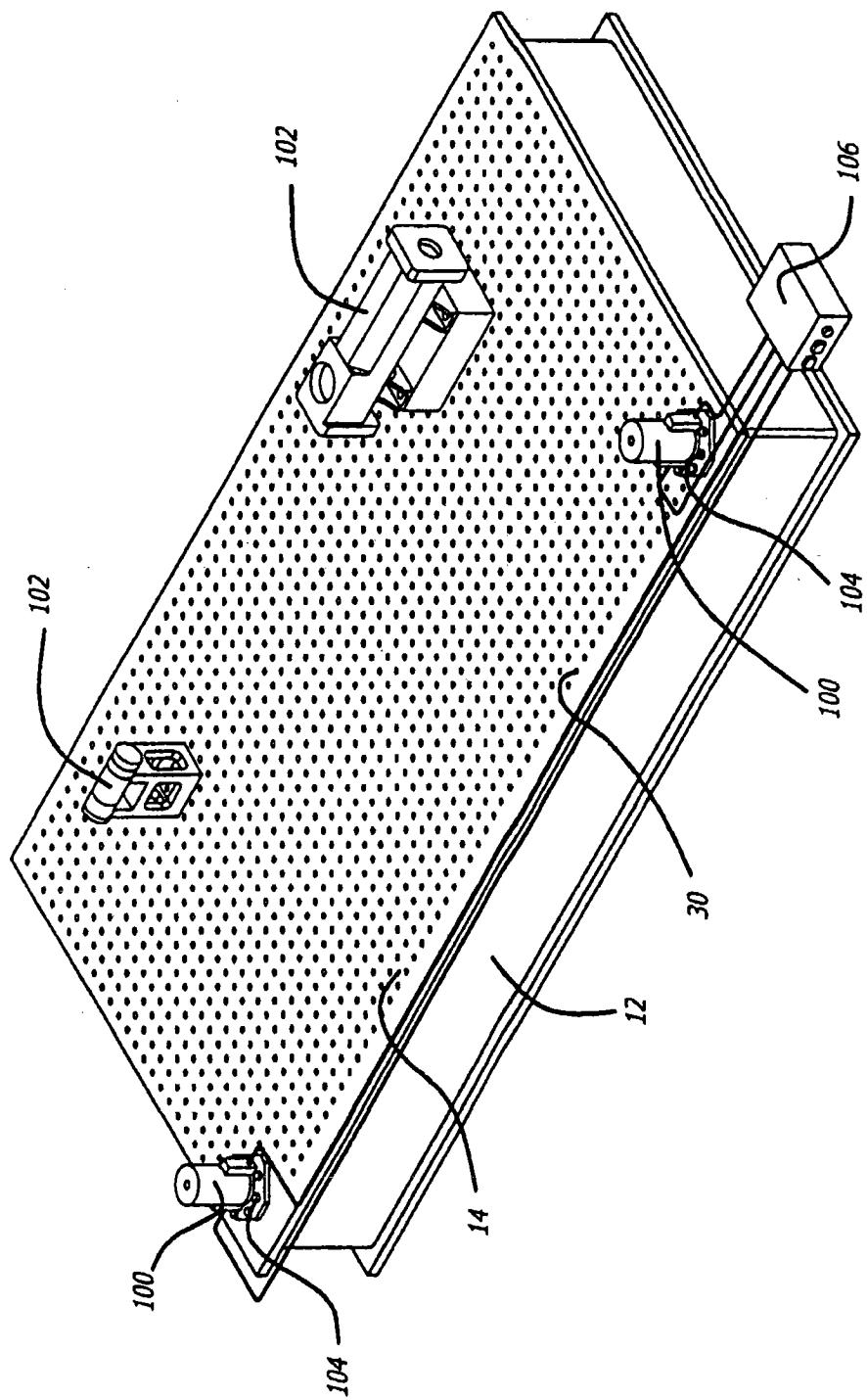


图 7

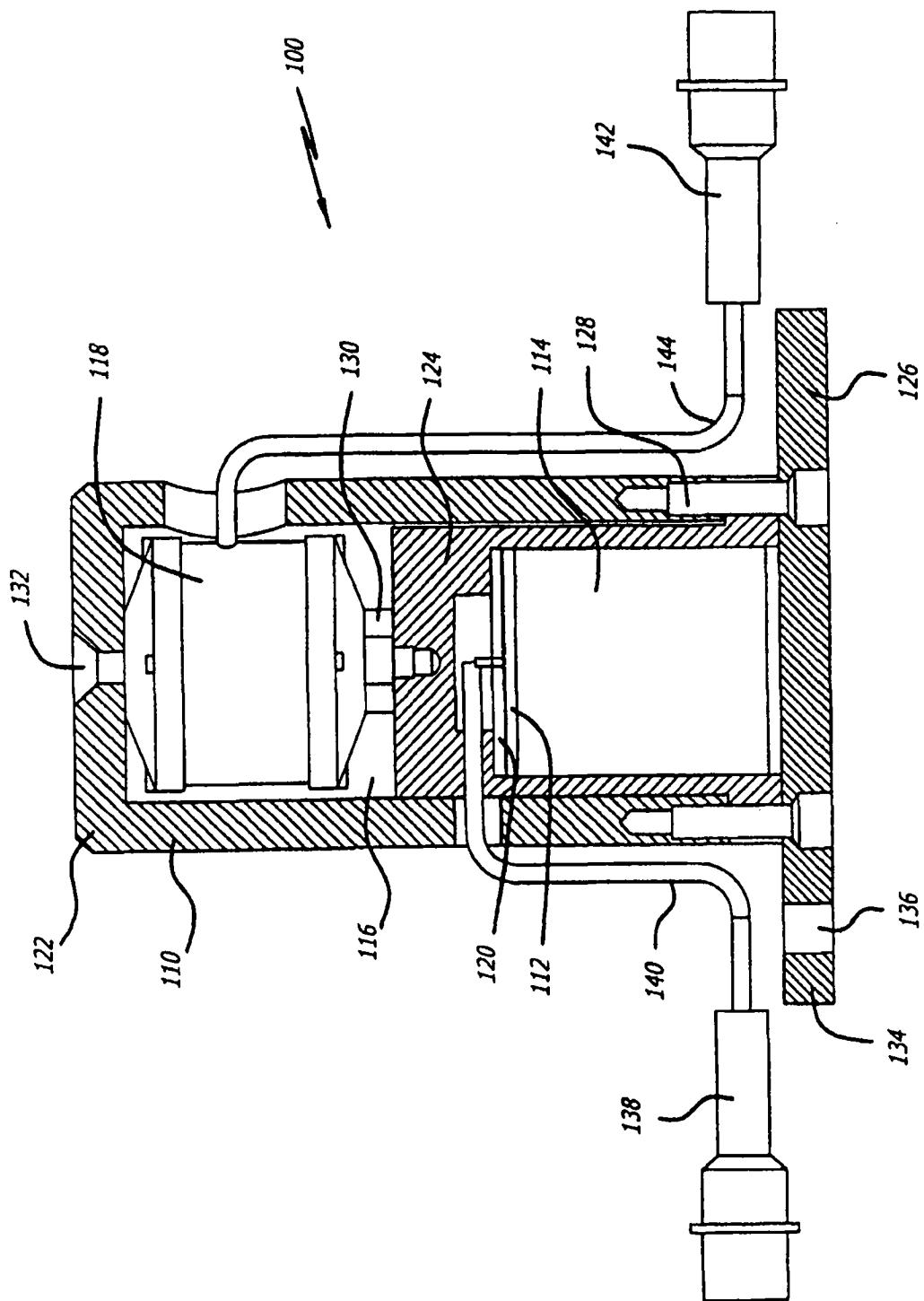


图 8

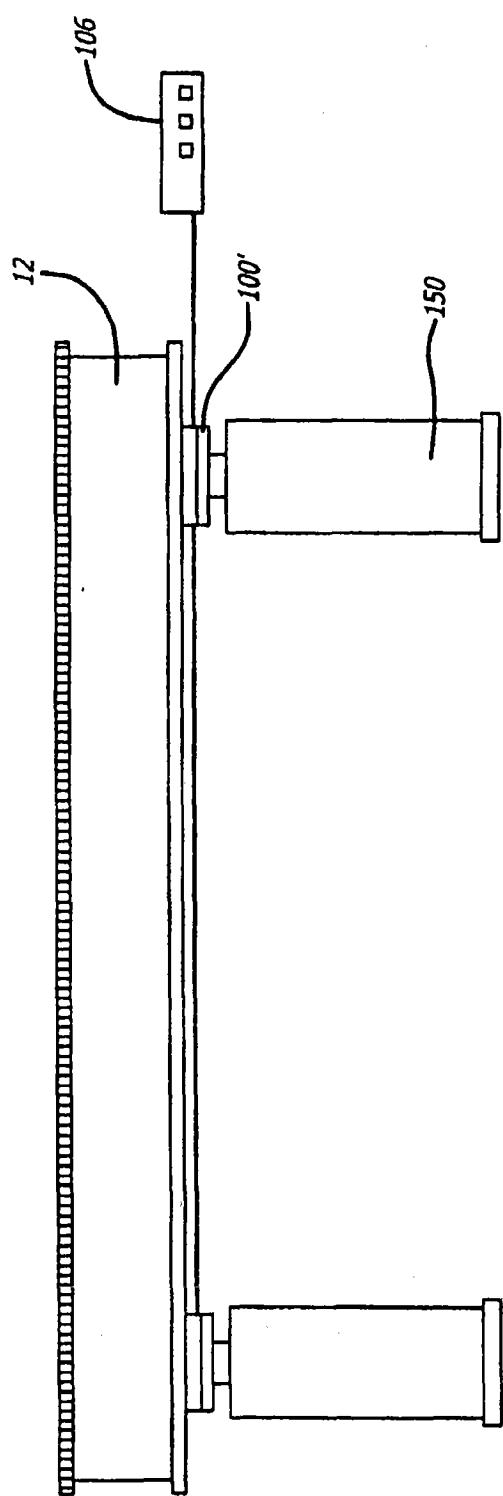


图 9