

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

E04B 1/98

E04B 1/36 E01D 19/04



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 02152626.5

[45] 授权公告日 2004 年 10 月 27 日

[11] 授权公告号 CN 1173101C

[22] 申请日 2002. 11. 26 [21] 申请号 02152626. 5

[30] 优先权

[32] 2001. 11. 26 [33] US [31] 09/994, 148

[71] 专利权人 李兆治

地址 美国纽约

[72] 发明人 李兆治 梁 钟 牛铁成

审查员 王 博

[74] 专利代理机构 沈阳科威专利代理有限责任公
司

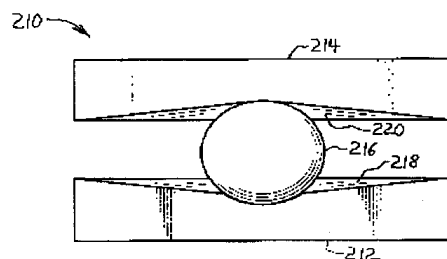
代理人 刁佩德

权利要求书 5 页 说明书 17 页 附图 9 页

[54] 发明名称 隔震支座

[57] 摘要

隔震支座包括下盘、上盘、与上下盘支撑面都接触的滚轴，下盘可安装于基础之上，而上盘可安装于上层建筑之上，如桥梁。其中一两个支撑面倾斜成中凹形，在上层建筑的荷载下滚轴停留于此，当上下盘有相对位移时产生一指向中间的恢复力。下盘上安装有一对侧墙构件，以抵抗滚轴沿坐标轴向位移而引起的强烈侧力，滚轴的两端有一滑道，因其与相应侧墙构件内墙接触，可以提供阻尼。这个隔震支座包括一制动装置，可防止非地震水平荷载下产生相对位移，在地震荷载下支座可按预定工作。上、下盘间的粘-弹性或粘性阻尼、线性弹簧和象硬化弹簧的非线性弹簧，可以减少支座位移、耗散能量，另外可调整支座的周期运动性，沿 X、Y 轴的设备也给与了说明。



ISSN 1008-4274

- 1、一种相对于基础的支撑上层建筑的隔震支座，其特征在于包括：
一个轴线；
适合与基础相连的下盘，带有一朝上的支撑面；
适合与上层建筑接合的上盘，带有一朝下的支撑面；
安装于下盘的一对侧墙来限制一对平行于支座轴线的对置墙面；
上、下盘支撑面之间有一圆筒形滚轴，其端面分别与对置墙面相接触；
朝上和朝下的支撑面设置为滚轴在重力荷载下的偏向于所提供的合理参考位置；
滚轴两端面的滑道各自连于对置的墙面上，能提供与滚轴和侧墙构件相对运动方向相反的摩擦力。
- 2、按照权利要求1所述的隔震支座，其特征在于朝上的支撑面有一大体呈V形的剖面。
- 3、按照权利要求1所述的隔震支座，其特征在于所述的侧墙能够抵抗等于或大于支座所承受竖直荷载的侧向荷载。
- 4、按照权利要求1所述的隔震支座，其特征在于每个侧墙构件包括一可替换的摩擦导轨，以限制两对置墙面，滑道和墙面的摩擦系数由安装合适的摩擦导轨来选择。
- 5、按照权利要求1所述的隔震支座，其特征在于每个滑道包括一可替换的粘贴摩擦盘，滑道和墙面的摩擦系数由安装合适的摩擦导轨来选择。
- 6、按照权利要求1所述的隔震支座，其特征在于这对侧墙构件中至少有一个可以按可解除的方式安装于下盘，这样使摩擦力减轻。

7、按照权利要求 1 所述的隔震支座，其特征在于还包括一制动装置，防止预先受到水平荷载时上盘相对于下盘的在沿轴线方向的运动。

8、按照权利要求 7 所述的隔震支座，其特征在于制动装置允许制动前上盘在有限范围内相对于下盘有一沿轴线的运动。

9、按照权利要求 7 所述的隔震支座，其特征在于制动装置包括：

安装于上盘的第一个构件，带有一贯通的螺孔；

安装于下盘的第二个构件，带有与上述螺孔几乎重叠的拉长的移动槽口；

贯通于上述螺孔和移动槽口的制动钉。

10、按照权利要求 9 所述的隔震支座，其特征在于制动钉包括一对螺母和螺帽。

11、按照权利要求 7 所述的隔震支座，其特征在于上述的那对侧墙构件至少有一个贯穿的螺纹孔，制动装置包括一贯穿螺纹孔的螺钉，其连接于上盘以提供可调节的摩擦制动力。

12、按照权利要求 1 所述的隔震支座，其特征在于还包括一线性弹簧，其两端分别连于上盘和下盘。

13、按照权利要求 12 所述的隔震支座，其特征在于上述线弹簧包括可调整弹簧常数的装置。

14、按照权利要求 1 所述的隔震支座，其特征在于还包括一非线性弹簧，其两端分别连于上盘和下盘。

15、按照权利要求 14 所述的隔震支座，其特征在于非线性弹簧就是硬化弹簧。

16、按照权利要求 15 所述的隔震支座，其特征在于硬化弹簧包括一最初盲区，当上盘有相对于下盘的位移时它不产生弹力，最初盲区后还有一第二

盲区，它产生的弹力随着上盘相对于下盘的位移增加而增加。

17、一种相对于基础的支撑上层建筑的隔震支座，其特征在于包括：

互相垂直的 X、Y 轴；

适合与基础相连的下盘，带有一朝上的支撑面；

带有朝上和朝下支撑面的中盘；

适合与上述上层建筑接合的上盘，带有一朝下的支撑面；

一对安于下盘的侧墙构件，以限制与 X 轴平行的两对置墙面；

一对安于上盘的侧墙构件，以限制与 Y 轴平行的两对置墙面；

在中、下盘的支撑面之间有一下部圆筒滚轴，其两端面分别与下部侧墙构件限制的对置墙面相接触；

在上、中盘的支撑面之间有一上部圆筒滚轴，其两端面分别与上部侧墙构件限制的对置墙面相接触；

上述的中、下盘支撑面设置成可提供沿 X 轴合适参考位置，下部滚轴在重力荷载下会发生向其方向的偏移；

上述的上、中盘支撑面设置成可提供沿 Y 轴合适参考位置，上部滚轴在重力荷载下会发生向其方向的偏移。

18、按照权利要求 17 所述的隔震支座，其特征在于还包括：

分别与下部侧墙限制的对置墙面相接触的下部圆筒形滚轴的两端面处各有一滑道，可提供与下部滚轴相对于下部侧墙构件位移相反的摩擦力；

分别与上部侧墙限制的对置墙面相接触的上部圆筒形滚轴的两端面处各有一滑道，可提供与上部滚轴相对于上部侧墙构件位移相反的摩擦力。

19、按照权利要求 18 所述的隔震支座，其特征在于中盘朝下的支撑面有一大体成倒 V 形的剖面，而其朝上的支撑面有一大体成 V 形的剖面。

20、按照权利要求 18 所述的隔震支座，其特征在于每个下部侧墙构件包括一可替换的摩擦导轨以限制两对置墙面，与下部滚轴相连的滑道和由下部侧墙构件限制的墙面之间的摩擦系数可通过安装合适的摩擦导轨来选择。

21、按照权利要求 18 所述的隔震支座，其特征在于每个上部侧墙构件包括一可替换的摩擦导轨以限制对置墙面，与上部滚轴相连的滑道和由上部侧墙构件限制的墙面之间的摩擦系数可通过安装合适的摩擦导轨来选。

22、按照权利要求 18 所述的隔震支座，其特征在于与下部滚筒相连的每个滑道包括一可替换的摩擦盘，与下部滚轴相连的滑道和下部侧墙构件限制的墙面之间的摩擦系数可通过安装合适的摩擦导轨来选择。

23、按照权利要求 18 所述的隔震支座，其特征在于与上部滚筒相连的每个滑道包括一可替换的摩擦盘，与上部滚轴相连的滑道和由上部侧墙构件限制的墙面之间的摩擦系数可通过安装合适的摩擦导轨来选择。

24、按照权利要求 18 所述的隔震支座，其特征在于下部滚筒支承的滑道上的摩擦力不同于上部滚筒支承的滑道上的摩擦力。

25、按照权利要求 18 所述的隔震支座，其特征在于一制动装置，可以防止在 X 轴起始点前沿 X 轴的相对于下盘的中盘运动，还可以防止在 Y 轴起始点之前沿 X 轴的荷载产生沿 Y 轴的相对于上盘的中盘运动。

26、按照权利要求 25 所述的隔震支座，其特征在于制动装置中关于 X、Y 轴是可独自解除的。

27、按照权利要求 26 所述的隔震支座，其特征在于至少有一个下部侧墙构件包括一贯穿的螺纹孔，制动装置包括一贯穿螺纹孔的螺钉以连接中盘来提供可调节的摩擦力。

28、按照权利要求 26 所述的隔震支座，其特征在于至少有一个上部侧墙

构件包括一贯穿的螺纹孔，制动装置包括一贯穿螺纹孔的螺钉以连接中盘来提供可调节的摩擦力。

29、按照权利要求 17 所述的隔震支座，其特征在于上、下部分的滚筒经受不同大小的恢复偏移力，以它们各自轴向参考位移来偏置下部和上部的滚筒。

30、按照权利要求 29 所述的隔震支座，其特征在于中盘朝下的支撑面有一大体成倒 V 形的剖面，沿 X 轴其参考位置是对称的，并有第一倾角；中盘朝上的支撑面有一成 V 形的剖面，沿 Y 轴其参考位置是对称的，并有第二倾角，其中第一和第二倾角的大小不同。

31、按照权利要求 17 所述的隔震支座，其特征在于还包括：

至少有一 X 向弹簧连于下盘和上盘，X 向弹簧排列成与 X 轴平行或一致的方向；

至少有一 Y 向弹簧连于下盘和上盘，Y 向弹簧排列成与 Y 轴平行或一致的方向。

32、按照权利要求 31 所述的隔震支座，其特征在于至少有一 X 向的弹簧为一线性弹簧，至少有一 Y 向的弹簧为一线性弹簧。

33、按照权利要求 31 所述的隔震支座，其特征在于至少有一 X 向的弹簧为一硬化弹簧，至少有一 Y 向的弹簧为一硬化弹簧。

隔震支座

技术领域

[0001] 本发明为一种隔震设备：地震时使结构免遭地震力作用，减少地震破坏，降低人员伤亡。

背景技术

[0002] 改善结构地震响应的一个办法是采用隔震原理，使大部分的地震能量通过铅块-橡胶支座中的铅心等机械耗能设备，通过滑动支座的摩擦，或者通过附加的机械耗能设备如钢块，粘性或粘弹性阻尼耗散。为防止主要结构构件的破坏，必须使隔震支座系统能产生较大的水平向位移。

[0003] 弹性隔震支座主要由上下金属板和中间的弹性材料层构成，该弹性层可以使上下金属板产生较大的水平移动，同时产生恢复力。这一类支座的一个公认缺陷是，为允许由于地震引起 1-2 英尺的侧向位移，支座必须做的很高。

[0004] 常规的滑动隔震支座系统包括上半部分和下半部分，旨在使上半部分发生的水平激励能传到下半部分。一种典型的设计，如美国 5,867,951 号专利中所述，上半部分包含了向下的凹面(圆形表面)，和一种由低磨耗材料制成的支座元件啮合。这种类型的滑动隔震支座体积很大，由于上半部分的凹面必须能提供各个方向上的水平移动，使的该类支座过分庞大。对空间限制严格的结构，比如过街天桥的桥墩，由于受公路的影响宽度会有限制，这是一个严重的缺点。而且，这类支座的共振频率可能会与地震荷载频率一致，产生过大的位移。在地震发生后，该类支座又暴露出一个缺点：位移是

永久的，不可恢复的，要使发生位移的结构回到原始的位置，须采用液压千斤顶。

[0005] 其他的隔震支座要求产生沿直交的水平 X 和 Y 轴的线性运动以实现合成的水平位移。

[0006] Omi 等人在美国 4, 596, 373 号专利中描述隔震支座包含基座，一对与 X 轴平行的固定在基座上的轨道，可移式 X 轴线运动方式安装在每个 X 轴轨道上，一对平行的 Y 轴轨道固定在 X 轴线运动方式上，同样的，Y 轴线运动方式安装在每个 Y 轴轨道上，顶端平台 8 安装在 Y 轴线运动方式上。平台上隔震结构和地面传到基座上的运动的 X 和 Y 向合运动引起基座和平台之间的水平位移。摩擦阻尼器和张力弹簧与 X 和 Y 线运动方式相结合形成一个线性振动系统。

[0007] Haak 在美国 5,035,394 号专利中揭示隔震支座应包含下中上 3 级。上级和中级之间的连接包括轨道和骑行在轨道上的支座，允许一个轴向的相对运动。同样的中级和低级之间只能发生与第一个轴垂直方向上的位移。隔震支座还包含上级和中级之间以及中级和下级之间的偏心弹簧和恢复机械系统。

[0008] Haak 在美国 5,716,037 号专利中给出了另一种三级隔震支座。上级包括两个平行的导轨，固定在底面上，允许中级平行滚动支座上表面沿一个方向上产生相对线运动。中级包括位于滚动支座之间的相反 V 形凸轮轨道，上级相对中级总恢复到中性轴位置；同样的，中级和下级之间也存在相似的恢复设计。

[0009] 最后，在国际专利 WO01/42593 中，设计者提出了一个自恢复三级隔震支座。下、中集成体之间的滚筒限制在沿 X 轴方向的线性斜楔表面滚动，同样的，在上、中集成体之间设有沿 Y 轴方向的自恢复运动。这样的设

计可以有效地利用空间和减低上部支撑结构的绝对加速度，但对于桥梁隔震却不是最佳方法。

[0010] 图 1A 和 1B 为建筑隔震支座(图 1A)和桥梁隔震支座(图 1B)安装示意图。建筑基底隔震可以总结为一个目的，即减小上部结构的绝对加速度。这里上部结构指支撑在隔震支座上的任何结构。减小结构的绝对加速度相当于降低同样未隔震结构的地震输入。但是桥梁隔震系统却比较复杂，在很多情况下，减小桥墩的加速度并不是隔震的目的，最主要的目的是降低地震输入荷载作用下由于桥梁惯性力引起的支柱的地震力。建筑物隔震和桥梁隔震的区别见图 1A 和 1B，上部结构的质量定义为 m_s ，阻尼系数和刚度(弹簧常数)分别记为 c_b 和 k_b 。图 1A 所示的结构隔震中，上部结构的绝对加速度记为 x_{abs} ，支座相对位移为 x_{rel} 。考虑到上部结构的阻尼和恢复力，系统可以表示为如下的方程式：

$$m_s \ddot{x}_{abs} + c_b \dot{x}_{rel} + k_b x_{rel} = 0$$

但是，对于图 1B 所示的桥梁隔震，上部结构由墩或柱支撑，墩或柱都有本身的阻尼系数 c_p 和弹簧系数 k_p 。墩顶端和地面之间的相对位移为 x_p 。此时，系统的运动微分方程为

$$m_s \ddot{x}_{abs} + c_b \dot{x}_{rel} + k_b x_{rel} + c_p \dot{x}_p + k_p x_p = 0$$

所以，桥梁方程比建筑物隔震方程多了两项，从桥梁隔震方程可以看出，减少绝对加速度 x_{abs} 并不一定直接减少支座的位移 x_{rel} ，也不一定能减少墩的位移 x_p 。但是减少支座和墩的位移比减少上部结构的绝对加速度更加重要。

[0011] 因而，隔震结构的固有周期可以通过改变支座的刚度来调节，而支座的位移通过支座的阻尼系数来控制。建筑结构的隔震设计是清楚而直接的。但是，对于桥梁结构的隔震，必须兼顾减少支座的位移和降低桥墩的地

震力。在大多数情况下，桥梁隔震的主要目的是减少基底的剪切和支座的位移。所以，桥梁隔震与建筑物隔震是有很大差别的。

[0012] 上面提到的桥梁隔震目的通常利用桥墩的特殊设计实现。比如，某墩在互相垂直(X 和 Y)的轴上有刚度和强度的突变，比如沿 X 轴方向的刚度和强度足够大，象剪力墙，这样就不必考虑 X 轴方向的隔震，而目的应为限制 X 轴的位移。WO 01/42593 号国际专利隔震支座在 X 轴和 Y 轴同时设计了相同的性态特征，使得它很难实现桥梁隔震的目的。

[0013] WO 01/42593 号专利中的另一个问题是支座在正常荷载如风、交通等中的稳定性。隔震支座在正常小荷载作用下应锁定不能移动，而在地震作用下能起到隔震作用。

[0014] WO 01/42593 号专利中的隔震支座，和前面提到的其他一些支座都没有充分设计以减少支座的大位移，而这正是桥梁隔震一个重要因素。大位移的发生有两方面的原因，一个原因是传统线性(或轻微非线性)支座的固有问题：上部结构的运动几乎与地面运动的相位相反；另一个原因是很多支座设计没有避开由于不稳定性引起的大位移。

[0015] 最后，另一个使支座在桥梁隔震中进一步优化的因素是桥梁隔震比建筑隔震的周期要短很多。

发明内容

[0016] 该发明的一个目的是提供一种特别适用于桥梁隔震的隔震支座。

[0017] 该发明的另一个目的是提供一种自重荷载下有自恢复能力的隔震支座。

[0018] 该发明的另一个目的是提供一种具有有效摩擦阻尼和选择确定摩擦阻尼力的隔震支座。

[0019] 该发明的另一个目的是提供一种在正常非水平地震荷载作用下具有锁定功能的隔震支座。考虑到该发明的这个目的，隔震支座还具有小范围的温度胀缩相对位移锁定功能。

[0020] 该发明的另一个目的是提供一种具有附加阻尼以减少支座位移，缩短支座周期的隔震支座。

[0021] 考虑到这些目的，隔震支座包括下平板，上平板和圆柱滚筒，与下平板的上表面和上平板的下表面滚动接触。下平板固定在基底上，上平板固定在上部结构上。在正常上部荷载作用下，一个或者两个支座表面倾斜形成滚筒中心，当上下平板发生相对位移时，滚筒偏动，提供恢复力。一对侧墙固定在下平板上以抵挡隔震轴方向直接侧向力，一对滑动导轨提供干摩擦阻尼。锁定装置包括许多带子，从侧墙的孔中与上平板接合，销子和行程缝结合，允许由于温度胀缩引起的限制相对位移的发生。粘弹性阻尼或者粘性阻尼，线性弹簧和非线性弹簧，如淬火弹簧更好地安置在上下平板间，减少位移，耗散能量，调节支座的周期运动特性。

[0022] 隔震支座还通过位于上下平板之间的中间平板提供 X 和 Y 方向的隔震，位于下平板和中平板之间的下滚筒提供 X 方向的隔震，位于上平板和中平板之间的上滚筒提供 Y 方向的隔震。这两层隔震按照设计考虑要求在 X 和 Y 方向上提供不同的恢复力和不同的摩擦阻尼力。

[0023] 但是该发明提供也可以采用一层设计，采用位于上下表面形成的金字塔形表面圆形滚筒，通过原形滚筒的变形和滚动摩擦消耗能量。

本发明的目的是按照以下方案实现的：

一种相对于基础的支撑上层建筑的隔震支座，包括：

一个轴线；

适合与基础相连的下盘，带有一朝上的支撑面；

适合与上层建筑接合的上盘，带有一朝下的支撑面；

安装于下盘的一对侧墙来限制一对平行于支座轴线的对置墙面；

上、下盘支撑面之间有一圆筒形滚轴，其端面分别与对置墙面相接触；

朝上和朝下的支撑面设置为滚轴在重力荷载下的偏向于所提供的合理参考位置；

滚轴两端面的滑道各自连于对置的墙面上，能提供与滚轴和侧墙构件相对运动方向相反的摩擦力。

上述的隔震支座朝上的支撑面有一大体呈 V 形的剖面。

上述的隔震支座所述的侧墙能够抵抗等于或大于支座所承受竖直荷载的侧向荷载。

上述的隔震支座，每个侧墙构件包括一可替换的摩擦导轨，以限制两对置墙面，滑道和墙面的摩擦系数由安装合适的摩擦导轨来选择。

上述的隔震支座，每个滑道包括一可替换的粘贴摩擦盘，滑道和墙面的摩擦系数由安装合适的摩擦导轨来选择。

上述的隔震支座，这对侧墙构件中至少有一个可以按可解除的方式安装于下盘，这样使摩擦力减轻。

上述的隔震支座，还包括一制动装置，防止预先受到水平荷载时上盘相对于下盘的在沿轴线方向的运动。

上述的隔震支座，制动装置允许制动前上盘在有限范围内相对于下盘有一沿轴线的运动。

上述的隔震支座，制动装置包括：

安装于上盘的第一个构件，带有一贯通的螺孔；

安装于下盘的第二个构件,带有与上述螺孔几乎重叠的拉长的移动槽口;
贯通于上述螺孔和移动槽口的制动钉。

上述的隔震支座,制动钉包括一对螺母和螺帽。

上述的隔震支座,那对侧墙构件至少有一个贯穿的螺纹孔,制动装置包括一贯穿螺纹孔的螺钉,其连接于上盘以提供可调节的摩擦制动力。

上述的隔震支座,还包括一线性弹簧,其两端分别连于上盘和下盘。

上述的隔震支座,上述线弹簧包括可调整弹簧常数的装置。

上述的隔震支座,还包括一非线性弹簧,其两端分别连于上盘和下盘。

上述的隔震支座,这儿非线性弹簧就是硬化弹簧。

上述的隔震支座,硬化弹簧包括一最初盲区,当上盘有相对于下盘的位移时它不产生弹力,最初盲区后还有一第二盲区,它产生的弹力随着上盘相对于下盘的位移增加而增加。

一种相对于基础的支撑上层建筑的隔震支座,包括:

互相垂直的 X、Y 轴;

适合与基础相连的下盘,带有一朝上的支撑面;

带有朝上和朝下支撑面的中盘;

适合与上述上层建筑接合的上盘,带有一朝下的支撑面;

一对安于下盘的侧墙构件,以限制与 X 轴平行的两对置墙面;

一对安于上盘的侧墙构件,以限制与 Y 轴平行的两对置墙面;

在中、下盘的支撑面之间有一下部圆筒滚轴,其两端面分别与下部侧墙构件限制的对置墙面相接触。

在上、中盘的支撑面之间有一上部圆筒滚轴,其两端面分别与上部侧墙构件限制的对置墙面相接触;

上述的中、下盘支撑面设置成可提供沿 X 轴的合适参考位置，下部滚轴在重力荷载下会发生向其方向的偏移；

上述的上、中盘支撑面设置成可提供沿 Y 轴的合适参考位置，上部滚轴在重力荷载下会发生向其方向的偏移。

上述的隔震支座，还包括：

分别与下部侧墙限制的对置墙面相接触的下部圆筒形滚轴的两端面处各有一滑道，可提供与下部滚轴相对于下部侧墙构件位移相反的摩擦力；

分别与上部侧墙限制的对置墙面相接触的上部圆筒形滚轴的两端面处各有一滑道，可提供与上部滚轴相对于上部侧墙构件位移相反的摩擦力。

上述的隔震支座，中盘朝下的支撑面有一大体成倒 V 形的剖面，而其朝上的支撑面有一大体成 V 形的剖面。

上述的隔震支座，每个下部侧墙构件包括一可替换的摩擦导轨以限制两对置墙面，与下部滚轴相连的滑道和由下部侧墙构件限制的墙面之间的摩擦系数可通过安装合适的摩擦导轨来选择。

上述的隔震支座，每个上部侧墙构件包括一可替换的摩擦导轨以限制对置墙面，与上部滚轴相连的滑道和由上部侧墙构件限制的墙面之间的摩擦系数可通过安装合适的摩擦导轨来选。

上述的隔震支座，与下部滚筒相连的每个滑道包括一可替换的摩擦盘，与下部滚轴相连的滑道和下部侧墙构件限制的墙面之间的摩擦系数可通过安装合适的摩擦导轨来选择。

上述的隔震支座，与上部滚筒相连的每个滑道包括一可替换的摩擦盘，与上部滚轴相连的滑道和由上部侧墙构件限制的墙面之间的摩擦系数可通过安装合适的摩擦导轨来选择。

上述的隔震支座，下部滚筒支承的滑道上的摩擦力不同于上部滚筒支承的滑道上的摩擦力。

上述的隔震支座，一制动装置，可以防止在 X 轴起始点前沿 X 轴的相对于下盘的中盘运动，还可以防止在 Y 轴起始点之前沿 X 轴的荷载产生沿 Y 轴的相对于上盘的中盘运动。

上述的隔震支座，制动装置中关于 X、Y 轴是可独自解除的。

上述 26 的隔震支座，至少有一个下部侧墙构件包括一贯穿的螺纹孔，制动装置包括一贯穿螺纹孔的螺钉以连接中盘来提供可调节的摩擦力。

上述的隔震支座，至少有一个上部侧墙构件包括一贯穿的螺纹孔，制动装置包括一贯穿螺纹孔的螺钉以连接中盘来提供可调节的摩擦力。

上述的隔震支座，上、下部分的滚筒经受不同大小的恢复偏移力，以它们各自轴向参考位移来偏置下部和上部的滚筒。

上述的隔震支座，中盘朝下的支撑面有一大体成倒 V 形的剖面，沿 X 轴其参考位置是对称的，并有第一倾角；中盘朝上的支撑面有一成 V 形的剖面，沿 Y 轴其参考位置是对称的，并有第二倾角，其中第一和第二倾角的大小不同。

上述的隔震支座，还包括：

至少有一 X 向弹簧连于下盘和上盘，X 向弹簧排列成与 X 轴平行或一致的方向；

至少有一 Y 向弹簧连于下盘和上盘，Y 向弹簧排列成与 Y 轴平行或一致的方向。

上述的隔震支座，至少有一 X 向的弹簧为一线性弹簧，至少有一 Y 向的弹簧为一线性弹簧。

上述的隔震支座，至少有一 X 向的弹簧为一硬化弹簧，至少有一 Y 向的弹簧为一硬化弹簧。

一种相对于基础的支撑上层建筑的隔震支座，包括：

互相垂直的 X、Y 轴；

适合与基础相连的下盘，带有一朝上的支撑面；

适合与上述上层建筑接合的上盘，带有一朝下的支撑面；

在上、下盘支撑面之间有一球形滚轴；

朝上和朝下支撑面被设置成在重力荷载下滚轴可以沿着 X、Y 轴回到其参考位置。

上述的隔震支座，在朝上和朝下的支撑面中有一个呈金字塔形。

上述的隔震支座，球形滚轴是可变形的弹性球。

附图说明

[0024] 该项发明的实质和实现方式将在下面更为详细地描述，相关图的说明有：

图 1A 是建筑隔震系统的示意图；

图 1B 是桥梁隔震系统的示意图；

图 2 是正视部分剖面图，是该项发明的第一种形式；

图 3 是侧视部分剖面图，同图 2 中所示的隔震支座；

图 4 是图 2 和图 3 所示的隔震支座滚筒集成部分的透视图；

图 5 是图 4 所示的滚筒集成的部分剖视图；

图 6 是图 4 中件 66 位置的剖视图；

图 7 是图 4 所示的滚筒集成清扫器的部分俯视图；

图 8 是正视部分剖面图，是该项发明的第二种形式；

图 9 是图 8 所示的隔震支座的侧视部分剖视图；

图 10 是概念侧视图，是该项发明的第三种形式；

图 11 是图 10 中所示的概念上平面图，顶盖已替换；

图 12 是该发明中隔震支座的一种锁定装置示意图；

图 13 是图 12 中的 13-13 剖面图；

图 14 是该发明中隔震支座的另一种锁定装置示意图；

图 15A 是在数值地震激励作用下，传统隔震支座产生的时程图线；

图 15B 是类似与图 15A 的图线，为该提交发明的隔震支座的时程曲线。

具体实施方式

[0025] 参见图 2 和 3，图中给出了该发明的隔震支座 10 的第一种形式。隔震支座 10 包含了下平板 12，与基座相接，上平板 14，与上部结构相连，以保护结构免遭地震激励，滚筒 16，与下平板 12 的上表面 18 和上平板 14 的下表面 20 滚动接触。下平板 12 和上平板 14 与相应的基底和结构适应，在垂向有很多的锚固孔(图中没有示出)，响应与支座 10 安放的特殊环境，与水泥锚或者其他合适的扣件相接。隔震支座 10 主要用于图 1A 所示的桥梁隔震系统的隔震中，下平板 12 和桥墩相连，上平板 14 和桥盖板相连。

[0026] 隔震支座 10 设计允许上平板 14 和下平板 12 发生 X 轴方向的相对位移，沿图 2 中的法线方向和图 3 中的水平方向。但是，为抵挡与 X 轴方向垂直的 Y 方向的大的水平侧向荷载，一对垂直的侧墙 22 固定在下平板 12 上，由螺栓很好地固定。侧墙 22 优化设计和固定以抵挡等于或者大于有隔震支座 10 支撑的上部结构的垂直荷载的侧向荷载，尤其是量级为百吨的荷载，以保证侧墙在极端 Y 向荷载作用下的侧向力。

[0027] 根据目前的发明，侧墙 22 上有相对的一对内墙面 26，平行于隔

震支座 10 的 X 方向。在图 2 中，侧墙 22 包括可拆除摩擦轨道 28，内墙面 26 可以保证用户对起平滑度进行控制。该措施的重要性将进一步讨论。

[0028] 在图 3 中可以看出，向上的滚动表面 18 通常有 V 形面，有两个相对的表面向下相互倾斜形成。每个斜面的倾斜角是很小的，与水平向成 2 度，但是该角度是可选择的，这依赖于隔震的系统。向上倾斜的表面 18 可由大尺寸的平板钢材碾压而成，或者切割固定楔体钢板而成。V 形面的最低点正好位于下平板的中间。

[0029] 上平板 14 比下平板 12 宽，包括一个岛其尺寸正好位于内墙 22 之间，向上正对滚动表面 20，向下正对滚动表面 18。岛可以通过碾压平钢板四周形成，也可以通过在一块大钢板固定在小钢板上形成。简单起见，在本项发明中向下的滚动表面 20 是平的。但是，正如进一步阐述一样，表面 20 并不一定是平的。

[0030] 滚筒 16 由钢管作成，如图 4 和 5 所示，滚筒 16 自己的转动轴与支座 10 X 轴方向呈直角，一对滑动导轨 32 与内墙表面 26 滑动接合。滑动导轨 32 通过非轴杆件 34 和轴杆件 36 安装在滚筒 16 的两端。更具体的讲，非轴杆件 34 与滚筒转轴平行延伸到滚筒 16 前后，滑动导块 32 和非轴杆件 34 结合形成一个矩形框，包围着滚筒 16。

[0031] 为保证向上的滚动表面 18 不受铁屑的影响在滚筒的前面和后面安装有一对清扫器 60，图 6 和 7 所示为清扫器。每个清扫器 60 包括一对角撑 62，由固定部件 4 固定在位于滚筒 16 和相应的非轴杆件 34 之间的导块 32 的内表面上。栅板 66 有与滚筒 16 的转动轴平行由 68 固定在角撑 62 上，清扫器的刷子 69 安装在栅板 66 上，当滚筒 16 和滑动导块 32 沿 X 隔震轴替换时清扫上滚动表面 18。

[0032] 当支撑结构的重量等竖向荷载作用在支座 10 上, 滚筒 16 会偏离图 3 所示的平衡位置, 而滚动到 X 轴由 V 形表面形成的滚动表面 18 的最底线上。在地震荷载作用下, 当上平板 14 偏离下平板 12 时, 就会产生弹性恢复力。导块 32 沿 X 隔震轴方向在内表面 26 的运动提供摩擦阻尼力, 加上自重恢复力, 能量会以热能的方式耗散。正如上面提到的, 侧墙 22 包括可替换的摩擦导轨 28。同样的, 滑动导块 32 包括摩擦板 70, 安装在外表面。停工替换摩擦导轨 28 或者摩擦板 70, 滑动导块 32 和墙面 26 的摩擦系数就会改变, 以符合具体安装环境的要求。

[0033] 该发明的另一项结果是将侧墙 22 通过固定螺栓 24 安装在下平板 12 上。地震后, 如果滚筒 16 粘和或者陷入侧墙上, 侧墙 22 可以从下平板 12 上拆除, 这样除了很小的滚动摩擦之外滚筒不受任何限制, 在重力作用下容易回到其平衡位置。

[0034] 为锁定隔震支座 10, 防止由于相对很小的水平荷载(即风、交通荷载等)引起的运动, 在侧墙 22 的螺纹孔上布有大量的带子 72。如图 2 所示, 带子 72 提供静态摩擦力以防止上平板 14 和下平板 12 在正常非地震力作用下沿支座 10 X 轴方向的相对替换。带子 72 绷紧可以提供很大的静摩擦力, 有利的是静摩擦力的大小可以通过改变带子 72 来调节期望的正常荷载。

[0035] 如同上面所述, 桥梁隔震的目的是通过控制支座的不稳定性和振动相位差减少支座位移。作为该发明的一个特点, 结合摩擦力和自重恢复力是很复杂的, 如上所述, 通过导块 32 提供摩擦阻尼。如图 3 所示, X 轴至少提供一个阻尼单元 80, 一端与下平板 12 连接, 另一端与上平板 14 连接。图 3 所示为一对阻尼单元位于滚筒 16 滚动轴的两端, 但是仅使用一个阻尼器。当阻尼器 80 为粘性或粘弹性阻尼器时可以理解为阻尼器 80 为线性弹簧或非

线性弹簧。特别地，数值模拟表明硬弹簧具有初始死区对减少支座位移是有好处的。线性弹簧具有可调节的弹簧系数，为进一步控制隔震支座 10 的振动特性提供了条件。粘弹性和粘性阻尼器，线性弹簧包括弹簧系数可调的线性弹簧，非线性弹簧包括硬弹簧都是可以直接购买的组件。

[0036] 如图 15A 和 15B 所示，传统的 Den Hartog 支座(基于一个或几个单自由度理论支座模型)的位移特性示于图 15A 中，本发明的相应图线见图 15B。这些图线基于地震干扰下支座响应的数值模拟。模拟利用 MATLAB 和 SIMULINK 开发的计算机程序完成。图 15B 支座的摩擦力为 127 吨，恢复力为 4 吨硬弹簧有 0.0005 英寸的死区。弹簧系数为 500 吨/米。分析表明传统的 Den Hartog 支座有 55%的阻尼，周期为 3 秒。结构加速度降低 0.09g，基底剪力为 1530Kips。最大支座位移超过 3 英寸。作为比较，本发明提出的隔震支座最大位移小于 1 英寸。所以最大位移减少了 3 倍。基底剪力为 1690 Kips，略高于 Den Hartog 支座，但仍然远小于没有隔震措施的 5420 Kips。

[0037] 本发明提出的另一种隔震支座 110 见图 8 和 9。隔震支座 110 跟隔震支座 10 类似，除了隔震支座 110 提供直交的 X 和 Y 轴两个方向的隔震。隔震支座 110 通常包括下平板 112，固定在基底上，中平板 113 和上平板 114，与上部结构相连。下圆柱滚筒 116 与下平板 112 的上表面 118 和中平板 113 的下表面的 119 滚动接触，提供下平板和中平板之间沿 X 隔震轴方向的相对位移。同样的上滚筒 117 位于中平板 113 的上表面 121 和上平板 114 的下表面 120 之间，提供中平板和上平板之间沿 Y 隔震轴方向的相对位移。

[0038] 为提高制造效率和第一种形式和第二种形式的部件互换性，在第二种形式中，中平板 113 的 X 和 Y 隔震轴方向都为斜面。所以下表面 119 具有反 V 型剖面，但是上表面 121 有 V 型剖面。简单起见下平板 112 的上表面

118 和上平板 114 是平的。支座表面如此设置，提供给下滚筒 116 沿 X 隔震轴方向的正常参考位置和上滚筒 117 沿 Y 隔震轴方向的正常参考位置，上下滚筒在重力荷载作用下都要发生相应的偏离。

[0039] 直立侧墙 122 固定在下平板 112 上，倒立侧墙 123 依赖于上平板 114。端盖 129 围绕支座 110 的上下两层，防止碎屑进入支座内部。下滚筒 116 运送滑动导块 132，与相应内侧墙 122 的内表面 126 滑动接触，类似地，上滚筒 117 运送滑动导块 133 与相应内侧墙 123 的内表面 127 滑动接触。结果 X 和 Y 隔震轴方向上同时产生摩擦阻尼力。

[0040] 如上所示，结构环境的某些特定的因素可能使隔震支座在 X 隔震轴和 Y 隔震轴表现出不同的隔震特征。在隔震支座 110 中，一种途径是利用不同的摩擦导轨和摩擦平板实现不同的摩擦系数。另一条途径是利用下表面 119 和上表面 121 不同的倾斜角，让隔震支座 110 提供不同的沿 X 和 Y 方向不同的恢复力。这种方式为限定支座位移提供了方法，通常与倾斜角成反比。

[0041] 不同类型的阻尼器(图 8 和 9 中没有示出)可以沿 X 隔震轴(平行或者重合)安装在下平板 112 和中平板 113 之间，也可以安装在中平板和上平板之间

(平行于或相一致) Y 轴，在这方面，用于连接第一个设备中的隔震支座 10 的阻尼单元 80 的描述也有参考。

[0042] 图 12 和图 13 描绘了一个制动装置，它在第一种设备的隔震支座 10 和第二种设备的隔震支座 110 都是有用的，在后者情况下它作为上述的连接隔震支座 10 的螺栓 72 的替代物。在隔震支座 110 的 Y 向，制动装置包括安装于上盘 114 的第一个构件 140 并且有一螺孔 142，安装于中盘 113 的第二个构件 144 并且有一平行于 y 轴的大约与螺孔 142 重叠的移动槽口 146，

以及通过螺孔 142 和替换槽口 146 的螺钉 148。螺钉 148 端部的螺帽 150、螺帽 150 与第一个构件 140 之间的弹簧垫片 152，以及第一个构件 140 与第二个构件 144 之间的另外一个弹簧垫片 154 共同作用，在螺钉 148 中保持轴向拉力以提供一种摩擦制动力。在图 13 可以更好的看出，螺钉 148 包括一个特别拉长的头部 156，为了当其为水平时能与替换槽口 146 相适合。头部 156 存在于第二个构件 144 的正方形凹槽内，当施加轴向力时构件 144 限制螺钉 148 不使其转动，并允许紧固螺帽 150。因为存在可能的腐蚀而不能将构件 140 和 144 上的过紧，最好使用抗腐蚀材料。图 12 和 13 的制动装置允许当施加例如由热引起的静力荷载时在替换槽口范围内的运动。然而当强烈地震发生时，螺钉 148 就断裂了以允许支座按其预定方式运动。当螺钉 148 断裂时，螺帽 150 和螺钉 148 的连接部分掉落到支座的外面，然而螺钉的剩余部分包括头部 156 掉落到构件 144 上面一个容器里，以免螺钉部分掉落到支座表面。地震后支座里面的螺钉 148 部分很容易从容器中取出，可以安装一个新的螺钉。

[0043] 图 14 展示了另外一种制动装置，它在第一种设备的隔震支座 10 和第二种设备的隔震支座 110 都是有用的，在后者情况下作为上述连接隔震支座 10 的螺栓 72 的替代物。类似于前述的螺钉 72，图 14 的制动装置是螺钉 172 的一种变化，然而变化的螺钉 172 在其长度内收缩，在其接合处末端变圆，就象一个可变形的悬臂梁允许小的支座位移。变化的螺钉 172 在地震时将会断裂以允许支座按设计工作。

[0044] 图 10 和图 11 概念性的展示了与此发明第三种设备相一致的隔震支座 210。隔震支座 210 在沿 X、Y 向的重力荷载下提供恢复力，不需要象在隔震支座 110 中的两个分离的滚轴和两层。更特别的是，隔震支座 210

包括一个下盘 212，适于和地基连接，并有一个向上的支撑面 218，一个上盘 214，适于和上层建筑相连接，并有一个向下的支撑面 220，还有一个大体呈球形的滚轴 216，位于上下盘之间并与支撑面 218 和 220 接触。支撑面 218 和 220 其中之一或两个呈金字塔形以限制四个表面位置；这样所有的斜面都朝向同一位置以限制滚球 216 的参考位置。看图 11，朝上的支撑面 218 包括四个部分，218A、218B、218C 和 218D 都向中间一个点微倾。滚球 216 在有相对运动发生时就象粘弹阻尼一样更适宜提供能量耗散，以减少竖直加速度。当滚球 216 在支撑面 218 和 220 之间时就相当于干阻尼。阻尼材料最好是用可以增加干阻尼力的材料。以上讨论的与第一、第二设备相关的特性，包括不同的制动装置和应用线性弹簧、硬化弹簧和安装的阻尼单元，同样适于第三种设备。

[0045] 这个发明能有效保护和隔离建筑及桥梁免遭地震荷载破坏，这是很有意义的。然而这个发明在保护建筑物内部“次要系统”的隔震更有效。次要系统的例子象计算机和数据存储系统、易损设备、雕塑和其它艺术品等。当地震袭来时，建筑结构可能放大加速度和位移，然而在建筑内部次要系统过大的位移往往是不被允许的。因此在这种情况下，绝对加速度和支座位移需要减少，相对比的是桥梁隔震，其绝对加速度的减少不成问题，而桥梁码头和桥墩的底部剪力不需要考虑。在次要系统的隔震问题中其底部剪力常可以忽略，目的是为了减少上层结构的绝对加速度和支座位移。

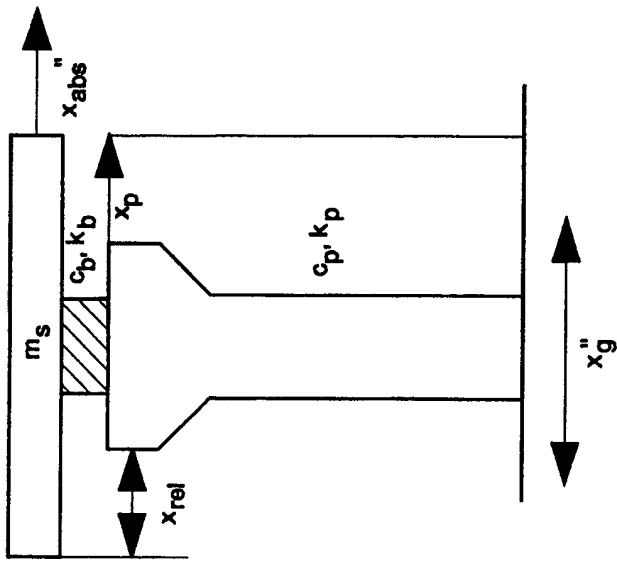


图1B

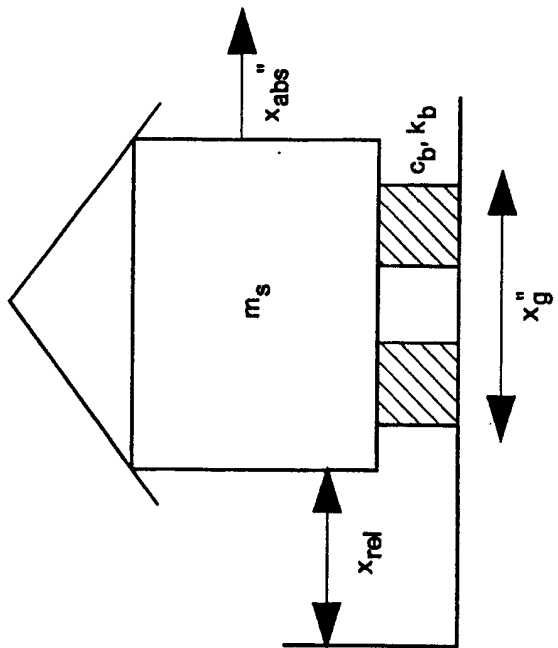


图1A

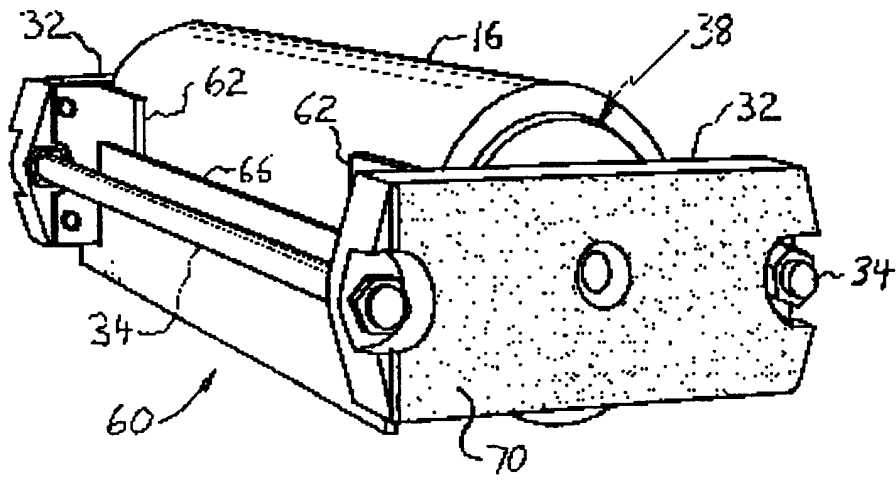


图4

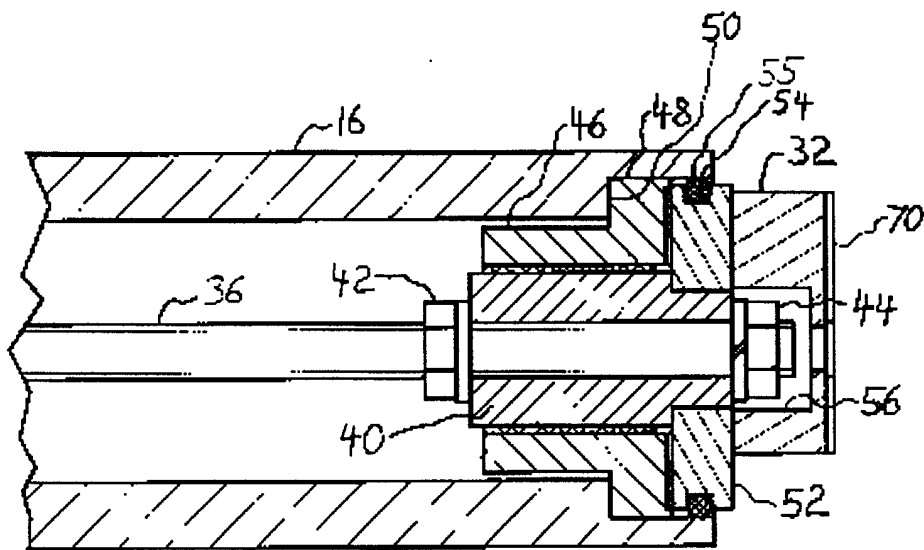


图5

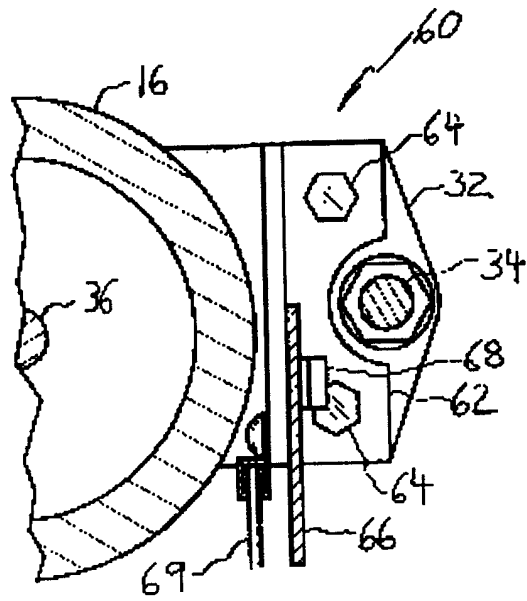


图6

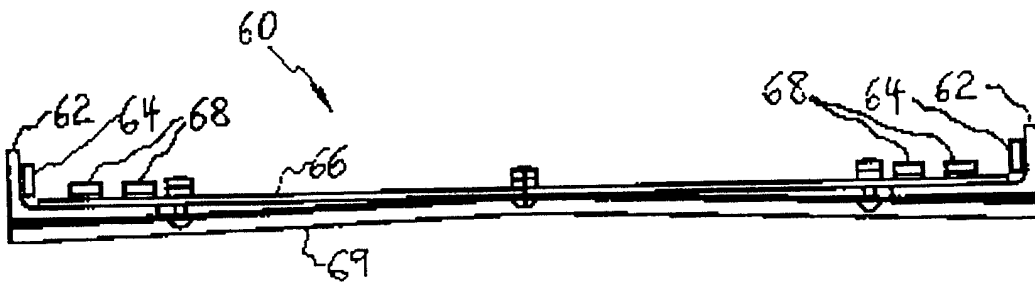


图7

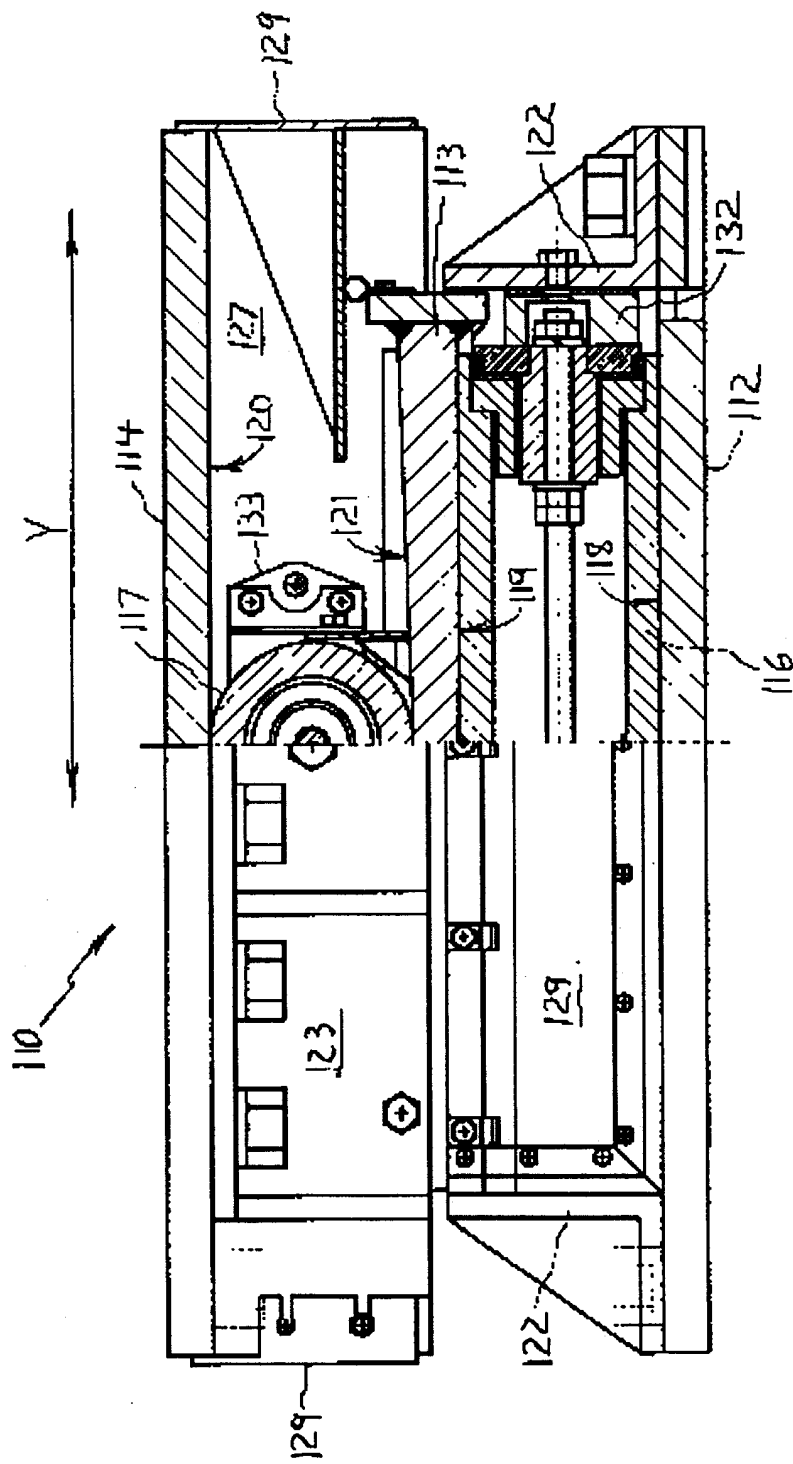


图8

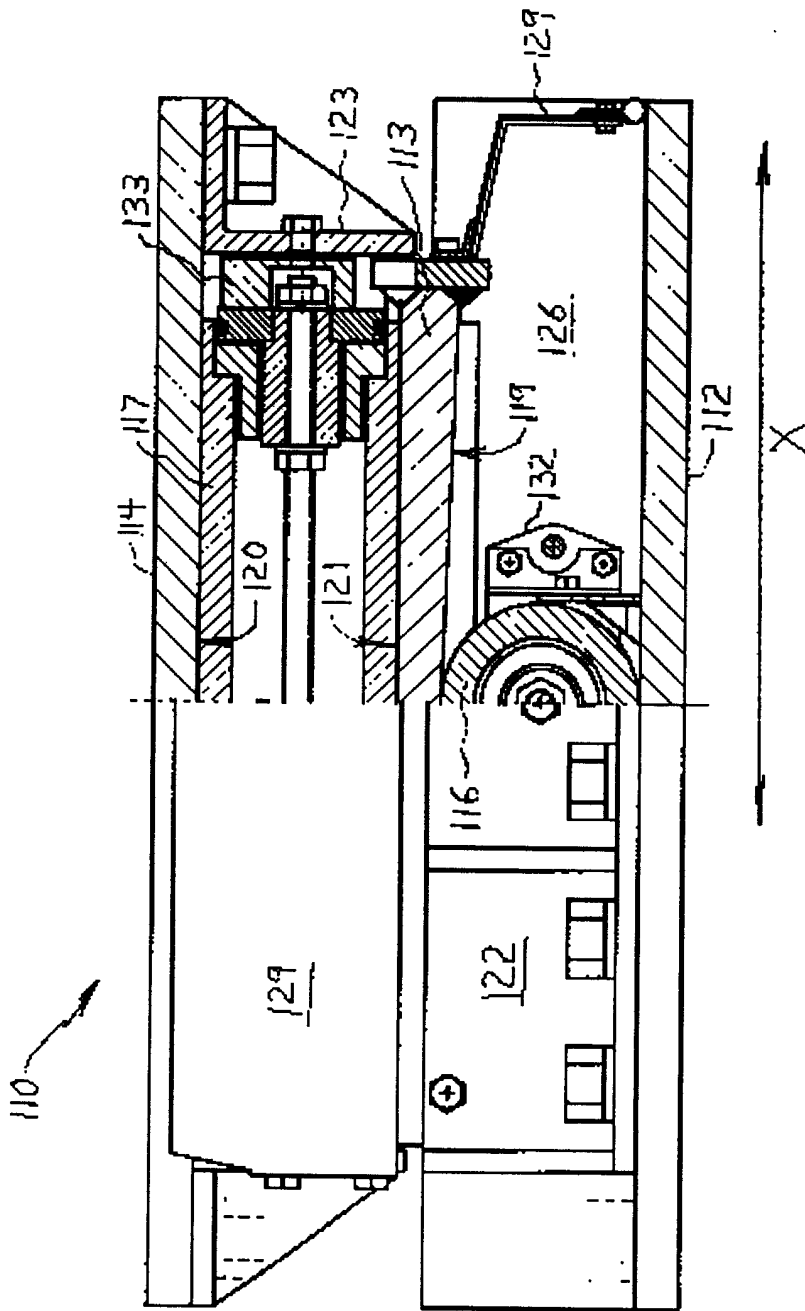


图9

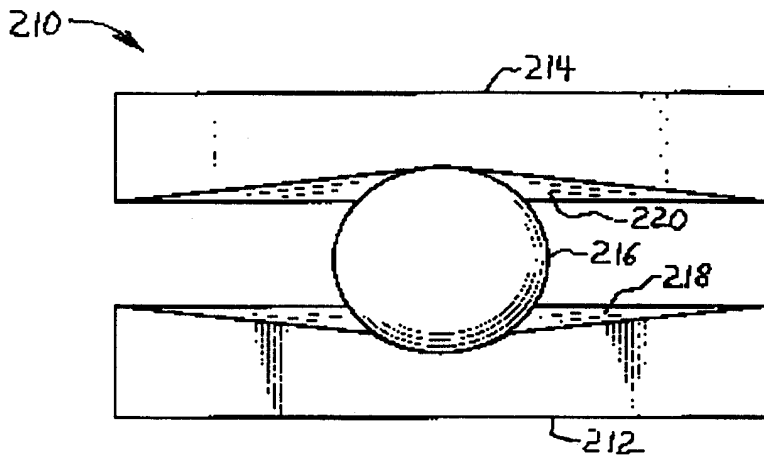


图10

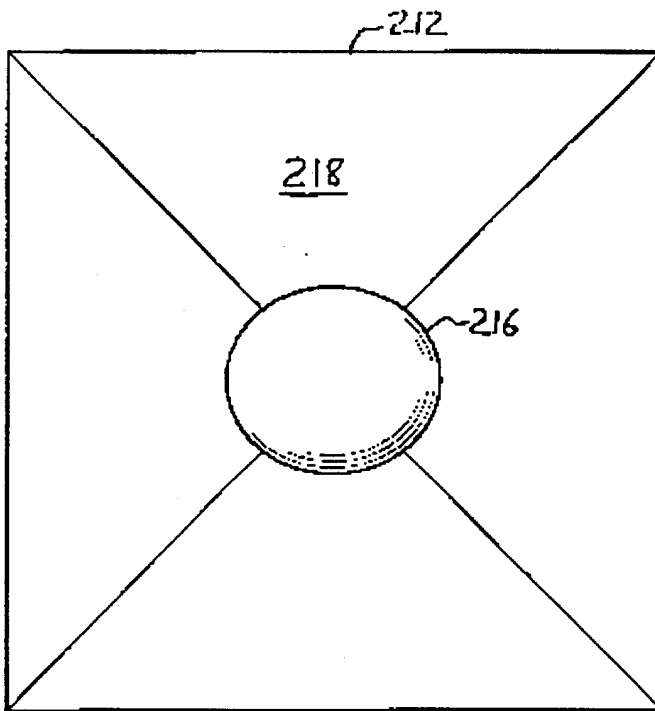


图11

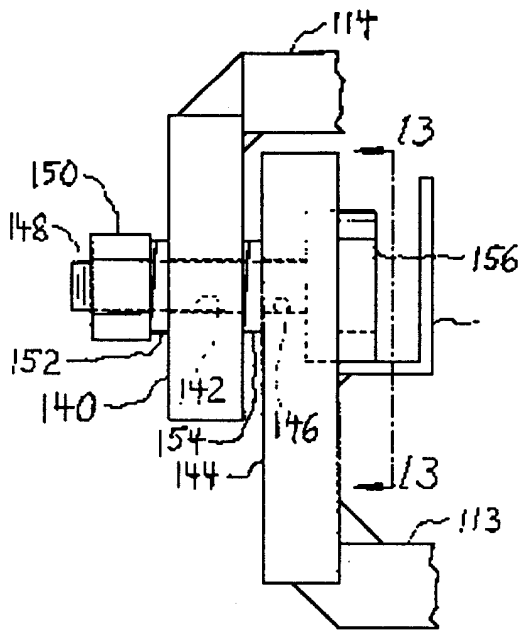


图12

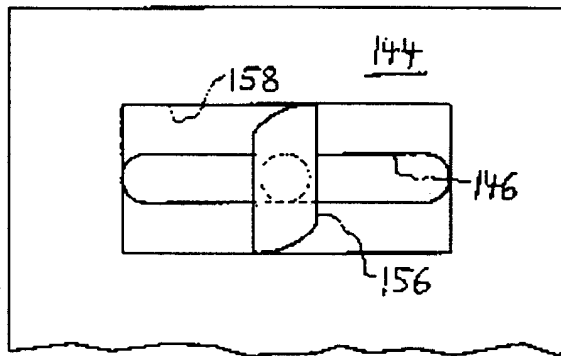


图13

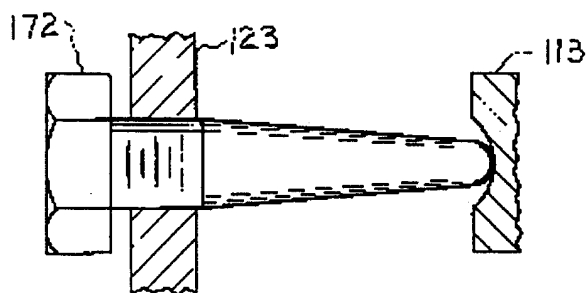


图14

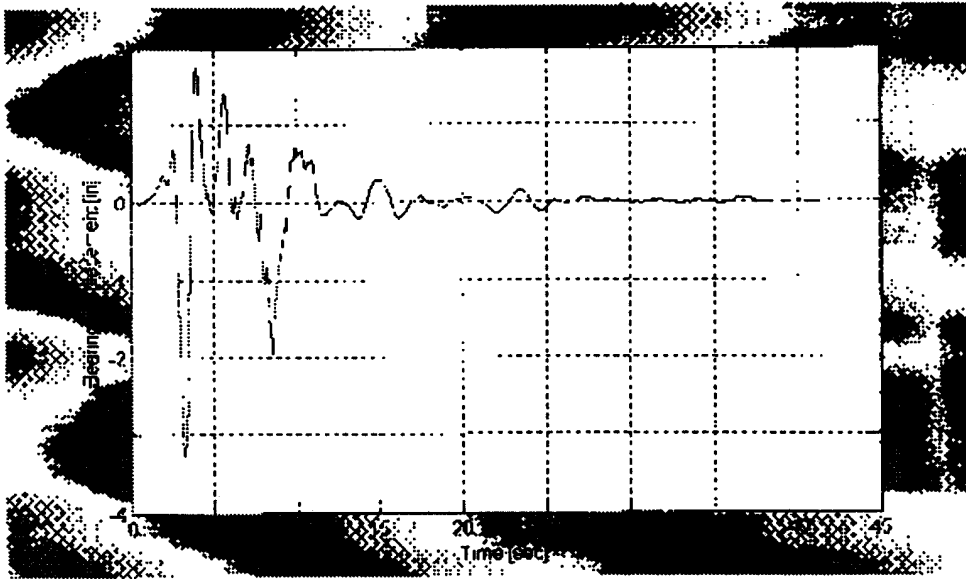


图15 A

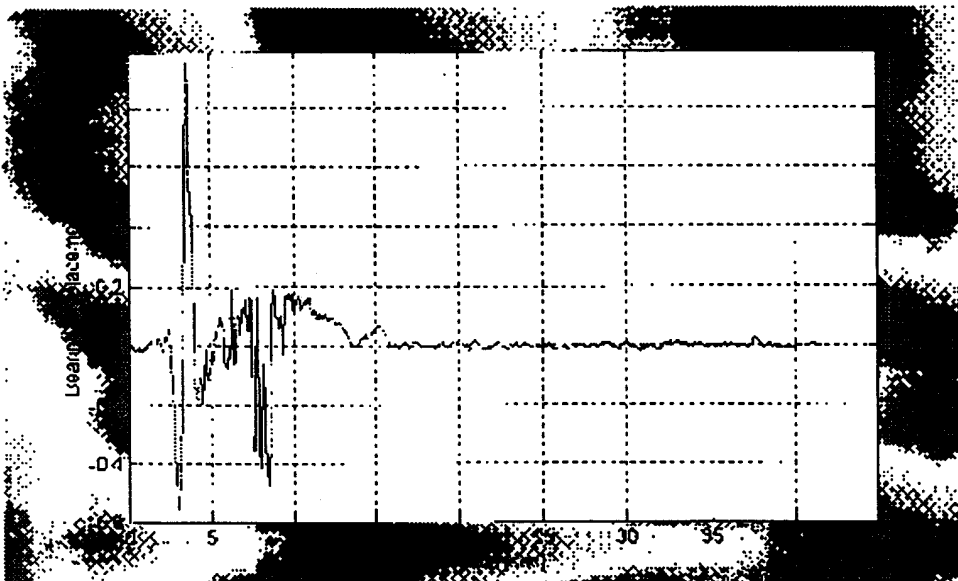


图15 B