



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102015200 B

(45) 授权公告日 2013.08.21

(21) 申请号 200980114010.5

B23B 1/00 (2006.01)

(22) 申请日 2009.04.15

(56) 对比文件

(30) 优先权数据

12/107257 2008.04.22 US

EP 1609562 A1, 2005.12.28, 说明书第
[0010] 至 [0014] 段、附图 1-2.

(85) PCT 申请进入国家阶段日

2010.10.21

US 5265497 A, 1993.11.30, 全文.

US 6551038 B1, 2003.04.22, 全文.

CN 1174109 A, 1998.02.25, 全文.

(86) PCT 申请的申请数据

PCT/US2009/040599 2009.04.15

US 2007/0042882 A1, 2007.02.22, 全文.

US 7189194 B1, 2007.03.13, 全文.

(87) PCT 申请的公布数据

W02009/131876 EN 2009.10.29

US 2002/0104935 A1, 2002.08.08, 全文.

US 2006/0269375 A1, 2006.11.30, 全文.

(73) 专利权人 辛辛那提机器有限责任公司

地址 美国肯塔基州

审查员 高波

(72) 发明人 P·L·米希勒

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 原绍辉

(51) Int. Cl.

B23Q 1/28 (2006.01)

B23Q 1/26 (2006.01)

B23Q 1/25 (2006.01)

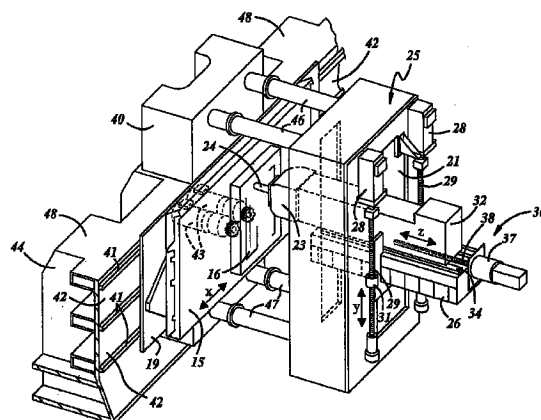
权利要求书2页 说明书4页 附图8页

(54) 发明名称

机床的一致性刚性构造布置

(57) 摘要

机床的机架形成了力闭环设计,所述设计围绕着包含主轴头的工作区域。X轴驱动马达和Y轴驱动马达被安装在所述机械的固定元件上。Y轴柱是固定的,且支承着Z轴滑枕。所述Z轴滑枕的安装和定位将下垂度的变化和加速力对Z轴结构产生的效应降至最低限度。所述X轴、Y轴和Z轴驱动马达都被安装在所述工作区域外侧以使它们不至于受到在机加工过程中产生的污染物和碎屑的影响且便于进行维护。



1. 一种机床,所述机床具有垂直的 X 轴、Y 轴和 Z 轴,所述机床包括:
固定的 X 轴机架构件;
由所述 X 轴机架构件支承的垂直的固定 X 轴壁部,所述 X 轴壁部用于支承其上的工件以使所述工件沿 X 轴方向移动;
不可移动的固定的分叉式 Y 轴柱,所述 Y 轴柱具有中心开口;
被安装在所述 Y 轴柱的所述中心开口中的鞍座;
主轴,所述主轴被安装在所述鞍座上以便沿所述主轴的纵向方向且与所述 X 轴壁部的纵向面垂直地进行 Z 轴运动;和
刚性结构化构件,所述刚性结构化构件将所述 X 轴机架构件的顶部和底部分别连接至所述 Y 轴柱的顶部和底部,由此所述 X 轴机架构件、所述 Y 轴柱和所述刚性结构化构件形成了力闭环设计。
2. 根据权利要求 1 所述的机床,进一步包括:
被安装在所述鞍座上的 Z 轴滑动件;
在所述鞍座上支承所述 Z 轴滑动件的滑动件轴承;和
用于接收所述滑动件轴承的轴承轨道,其中所述滑动件轴承被安装在所述滑动件上且所述轴承轨道被安装在所述鞍座上。
3. 根据权利要求 2 所述的机床,进一步包括:
用于将所述鞍座安装到所述 Y 轴柱上的鞍座轴承,其中所述鞍座轴承位于沿 Z 轴方向测得的所述鞍座的大约中间的位置处,由此所述 Z 轴滑动件的载荷路径在所述滑动件的整个行程范围内保持相对恒定。
4. 根据权利要求 2 所述的机床,进一步包括:
用于使所述鞍座沿 Y 轴垂直地移动的驱动元件,由此所述驱动元件位于沿 Z 轴方向测得的所述鞍座的大约中间的位置处。
5. 根据权利要求 4 所述的机床,进一步包括:
被联接至所述主轴的作业工具,所述作业工具建立起工作区域;和
Y 轴驱动螺钉和被联接至所述 Y 轴驱动螺钉的 Y 轴马达,所述 Y 轴马达包括用于使所述鞍座沿 Y 轴垂直地移动的所述驱动元件,所述驱动元件位于所述柱的与所述工作区域相对的侧部上。
6. 根据权利要求 5 所述的机床,进一步包括:
位于所述鞍座的任一侧上的驱动螺母,其中所述驱动螺钉被联接至所述驱动螺母且所述驱动螺钉位于所述 Y 轴柱的所述中心开口的任一侧上。
7. 根据权利要求 6 所述的机床,进一步包括用于将所述鞍座安装到所述 Y 轴柱上的鞍座轴承,由此所述鞍座轴承位于沿 Z 轴方向测得的所述鞍座的大约中间的位置处。
8. 根据权利要求 6 所述的机床,其中所述滑动件和所述鞍座的质心位于与所述驱动螺钉大约成一直线的位置处,由此将由于 Y 轴方向的加速力而导致在所述鞍座中产生的扭转力矩保持在最低限度。
9. 根据权利要求 1 所述的机床,进一步包括用于将所述鞍座安装到所述 Y 轴柱上的鞍座轴承,由此所述鞍座轴承位于沿 Z 轴方向测得的所述鞍座的大约中间的位置处。
10. 根据权利要求 2 所述的机床,其中从所述滑动件的末端至所述滑动件轴承测得的

所述滑动件的外伸量并不随着所述滑动件在所述鞍座上从完全伸出位置移至完全缩回位置而产生变化。

机床的一致性刚性构造布置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种机床,所述机床具有力闭环设计、固定的分叉式 Y 轴柱和机械刚性的一致性得到优化的 Z 滑动件设计。

背景技术

[0002] 轧板机是一种用于对长度和宽度较大但高度相对较小的大且平的工件进行加工的机床。由于工件较大,因此轧板机本身尺寸也相对较大,且对于大型机械而言,其在操作过程中抵抗变形的刚性和能力都是设计时需要考虑的重要因素。在使用 Z 轴滑枕(z axis ram)的机床中,保持滑枕的重心尽可能接近滑枕的悬挂点是很重要的,这样可以将在机械操作过程中出现的加速力效应降至最低限度。在高性能机械中,使机械的刚性在该机械的整个工作包络范围内保持尽可能恒定也是很重要的。这使得将要使用的工艺参数在该包络范围内可达到最优,而无需根据工作区域中的工件位置来改变工艺参数。在高速机加工过程中,设置了稳定性突齿,其中基于切齿的经过频率和系统的刚性,可在没有颤振的情况下实现更大的金属移除速率。这些稳定性突齿存在于相当窄的范围中且工作包络范围内的系统硬度变化可能会导致产生这样的参数,所述参数使得在一个区域中可进行无颤振切削从而导致在另一区域中出现颤振。

附图说明

- [0003] 图 1 是根据本发明的机床的透视图；
- [0004] 图 2 是图 1 所示机床的 X 轴元件、Y 轴元件和 Z 轴元件的简化视图；
- [0005] 图 3 是沿图 1 所示线 3-3 截取的机床的剖视图；
- [0006] 图 4 是沿图 1 所示线 4-4 截取的机床的侧剖视图；
- [0007] 图 5 和图 6 是图解图,图中示出了用于 Z 轴滑枕的常规悬挂系统和所产生的载荷路径；
- [0008] 图 7 和图 8 是图解图,图中示出了图 5 和图 6 所示的 Z 轴滑枕的 C 轴下垂度(droop)；
- [0009] 图 9 和图 10 是图解图,图中示出了用于 Z 轴滑动件的悬挂系统和所产生的载荷路径,所述滑动件具有安装在前部的鞍座；
- [0010] 图 11 和图 12 是图解图,图中示出了用于 Z 轴滑动件的悬挂系统和所产生的载荷路径,所述滑动件具有安装在前部的鞍座；
- [0011] 图 13 和图 14 是图解图,图中示出了图 11 和图 12 所示的 Z 轴滑动件的 C 轴下垂度。

发明内容

[0012] 机床的机架被构造以便形成力闭环设计,所述设计围绕着包含主轴头的工作区域。所述环路的前部包括固定的 Y 轴分叉柱且所述环路的后部包括固定 X 轴机架。所述环

路的顶部和底部是由结构性管道形成的,所述结构性管道将所述 Y 轴柱与所述 X 轴机架系在一起。支承着工件的托盘接收器被安装以便在 X 轴引轨上移动。可垂直移动的鞍座被安装在所述 Y 轴柱上的 Z 轴行程中心附近并承载着 Z 轴滑动件。所述鞍座被支承在所述 Y 轴柱上且所述 Z 轴滑动件被支承在所述鞍座上,这样就使得作业工具的载荷路径在其整个行程内都保持了相对恒定,并提高了所述机械的刚性。

[0013] 所述 X 轴、Y 轴和 Z 轴驱动马达都被安装在工作区域外部。X 轴驱动件被安装在固定壁部上,所述固定壁部被附接到 X 轴机架构件上。所述 Y 轴驱动件被安装在固定 Y 轴柱上而位于所述 Y 轴柱的与所述工作区域相对的侧部上。所述 Z 轴驱动件被安装在鞍座上而位于所述 Y 轴柱的与所述工作区域相对的侧部上。所述 X 轴驱动件和所述 Y 轴驱动件在所述机械的固定部分上的定位提高了机械的刚性,且使得无需设置柔性缆线为这些驱动器供电和控制这些驱动器。

具体实施方式

[0014] 图 1 示出了总体上由附图标记 10 表示的机床。该机床被标准防护装置 12 围绕,且操作员站 14 被定位在防护装置外侧。机床接收来自托盘操纵器 17 的带有工件的托盘 15,所述托盘操纵器可被定位在与防护装置中的托盘进入开口 18 相邻的位置处。在操作过程中,托盘 15 从托盘操纵器 17 被传递至托盘接收器 19,所述托盘接收器是该机械的一部分。托盘接收器 19 随后被驱动而到达位于主轴和作业工具前方的该机械的工作区域。

[0015] 图 2 示出了机床的 X 轴元件、Y 轴元件和 Z 轴元件。带有工件 16 的托盘 15 被定位在主轴或多轴头 23 前方,所述主轴或多轴头承载着作业工具 24 且这形成了工作区域。Y 轴柱 25 是固定且分叉的。如图 2 且同时如图 3 所示,Y 轴柱 25 承载着可垂直移动的鞍座 26,所述鞍座被安装在介于分叉柱 25 的两侧之间的中心开口 21 中且被安装在垂直线性导引件或轨道 27 上,如图 3 最佳示出地。尽管并未单独示出,但用于指示该鞍座的垂直位置的反馈传感器也被定位在与轨道 27 相邻的位置处。在 Y 轴柱 25 的每侧上都安装了伺服马达 28,且每个伺服马达 28 都被联接至驱动螺钉 29。驱动螺钉 29 与位于鞍座 26 的相对侧上的驱动螺母 31 接合,且伺服马达 28 被用于将鞍座提升和降低至所需垂直位置。

[0016] 可垂直移动的鞍座 26 承载着 Z 轴滑动件 32。被安装在 Z 轴滑动件 32 上的轴承在轴承轨道 34 上支承着该滑动件,所述轴承轨道被安装在鞍座上。Z 轴驱动组件 36 包括伺服马达 37 和驱动螺钉 38,所述伺服马达和驱动螺钉被安装在鞍座 26 上。Z 轴驱动组件 36 可被选择性地控制以便沿 Z 轴将 Z 轴滑动件 32 和作业工具 24 定位在所需位置处。正如本文所使用地那样,术语 Z 轴滑动件被用来表示这样的结构,其中轴承被安装在滑动件 32 上且轴承轨道 34 被安装在鞍座 26 上。这是为了与 Z 轴滑枕的结构区别开来,在所述 Z 轴滑枕结构中,轴承被安装在鞍座上且轨道被安装在滑枕上。

[0017] X 轴机架构件 40 和 44 支承着 X 轴壁部 42,且多条 X 轴轨道 41 被安装在 X 轴壁部 42 上。托盘接收器 19 被安装在 X 轴轨道 41 上以便沿 X 轴进行水平移动。图中以虚线示出的一个或多个 X 轴驱动马达 43 被安装在 X 轴壁部 42 上以便驱动托盘接收器沿 X 轴轨道来回移动。X 轴机架构件 40 分别通过上部管状机架构件 46 和下部管状机架构件 47 被联接至 Y 轴柱 25,以便形成刚性力闭环设计。

[0018] 图 3 是沿图 1 的线 3-3 截取的机床的剖视图,图中更为详细地示出了机械 10 的特

定元件。导引鞍座 26 进行垂直移动的两条 Y 轴轨道 27 被定位在分叉柱 25 上而位于中心开口 21 的任一侧上。两个 Y 轴柔性缆线导引件 51 被设置以便将电力缆线和液压缆线以及类似装置从 Y 轴柱 25 的固定部分承载至活动鞍座 26。一个或多个 Z 轴柔性缆线导引件 52 被设置以便将电力缆线和液压缆线从鞍座 26 承载之 Z 轴滑动件 32。图 3 示出了 X 轴导轨 41, 所述导轨从机械的一侧延伸至另一侧以便支承托盘接收器 19 且以便将托盘 15 定位在作业工具 24 前方。在该视图中, 托盘 15 和接收器 19 在 Y 轴柱 25 前方并居中。

[0019] 图 4 是沿图 1 的线 4-4 截取的机床的侧剖视图。如图 4 所示, 使鞍座 26 移动并支承该鞍座的驱动螺钉 29 被定位在沿 Z 轴测得的鞍座的大约中点的位置处。在考虑到主轴头 23 的质量和伸量的情况下, 驱动螺钉 29 相对于鞍座 26 的这种定位使得鞍座 26 和 Z 轴滑动件 32 的组合件的重心 30 可被保持在相对接近驱动螺钉 29 的位置处。在高度加速和减速的机械上, 加速力成为比切削力更重要的关注因素。这些力可被认为作用在移动质量体的重心处。从重心至驱动系统的距离越大, 则为系统增加的力矩载荷且因此在加速过程中导致产生的偏斜就越大。从重心至轨道系统的距离越大, 则施加在轴承上的力矩就越大, 这同样导致产生的偏斜越大。反馈传感器至驱动系统的距离越大, 则在线性反馈中看到的阿贝误差 (角度误差) 就越大, 这种误差将使伺服系统的电子硬度降低。Z 轴滑动件 32 装配有轴承转向架或轴承支架 33, 所述轴承转向架或轴承支架在轨道 34 上行进, 所述轨道被安装在鞍座上。

[0020] 图 4 示出了两条 Z 轴缆线导引件 52 以便将电力缆线和液压缆线从鞍座 26 承载至 Z 轴滑动件 32。图 4 还示出了 X 轴壁部 42, 所述 X 轴壁部沿工作区域的后方延伸且被 X 轴机架构件 40 和 44 支承。多个 X 轴导轨 41 被安装在壁部 42 上。托盘接收器 19 被安装在 X 轴导轨 41 上以便沿 X 轴进行水平移动。X 轴驱动马达 43 (图中仅示出了一个) 被用于驱动托盘接收器 19 沿 X 轴导轨 41 前后移动。

[0021] Z 轴滑动件 32 承载着主轴 22、头部 23 和工具 24, 且被活动地安装在鞍座 26 上以便沿 Z 轴方向行进。由于 Z 轴滑动件 32 相对细弱 (其长度远大于其宽度和高度) 且工作元件或工具 24 从轴承转向架或轴承支架 33 在位于轨道 34 上的 Z 轴滑动件上的支承点突出出来, 因此将 Z 轴轨道 34 置于鞍座 26 上且将轴承转向架或支架置于 Z 轴滑动件 32 上导致该外伸量恒定的 Z 轴滑动件的下垂度和硬度比常规的滑枕设计更为恒定, 在常规的滑枕设计中, 导引轨道被安装在滑枕上且轴承转向架或轴承支架被安装在鞍座上的固定位置处。图 5- 图 14 示出了这些原理且下文将对此进行更为详细地描述。

[0022] 图 5 和图 6 示出了常规滑枕 56 中的载荷路径 55 的变化, 此时用于滑枕 56 的轴承 57 被安装在鞍座 58 上且轨道 59 被安装在滑枕上。图 5 示出了沿 Z 轴方向完全伸出的滑枕 56。从鞍座 58 在 Y 轴轨道 62 上的悬挂点的中点 61 至滑枕 56 的末端 63 测得的载荷路径 55 的长度在名义上被取为 1.0。图 6 示出了完全缩回的滑枕 56。从鞍座 58 在 Y 轴轨道 62 上的悬挂点的中点 61 至滑枕 56 的末端 63 测得的载荷路径 55 的长度为 0.5, 为图 5 所示构型的载荷路径长度的一半。

[0023] 图 7 和图 8 示出了当载荷路径变化时 C 轴 (滑枕 56 的纵轴) 的角度或下垂度是如何产生变化的。在图 7 中, 滑枕 56 完全伸出, C 轴的角度 α 是存在的。在图 8 中, 滑枕 56 完全缩回, 角度 α 为零。因此, 当使用具有这种设计的滑枕时, Z 轴滑枕硬度和 C 轴角度随着 Z 轴滑枕 56 相对于鞍座 58 的位置而产生变化。

[0024] 当轴承引轨随着 Z 轴元件移动且轨道被安装在支承结构上时, Z 轴元件被称作滑动件。图 9 和图 10 示出了滑动件 66 中的载荷路径 65 产生的变化, 此时轴承 67 被安装在滑动件 66 上, 轨道 68 被安装在鞍座 69 上, 且鞍座 69 从一端悬挂下来。图 9 示出了沿 Z 轴方向完全伸出的滑动件 66。从鞍座 69 在 Y 轴轨道 62 上的悬挂点的中点 61 至滑动件 66 的末端 71 测得的载荷路径 65 的长度在名义上被取为 1.0。尽管图中并未示出, 但在中间行程处的滑动件 66 的载荷路径长度为 1.25。图 10 示出了完全缩回的滑动件 66。从鞍座在 Y 轴轨道 62 上的悬挂点的中点 61 至滑动件的末端 71 测得的载荷路径 65 的长度为 1.5, 与图 9 所示构型的载荷路径 65 的长度相比变化了 50%。

[0025] 图 11 和图 12 示出了另一种悬挂布置中的 Z 轴滑动件 66 的载荷路径的变化, 在这种布置中, 用于将鞍座 73 安装到 Y 轴轨道 62 上的轴承 72 被定位在鞍座 73 的中心处而不是定位在一端处。图 11 示出了沿 Z 轴方向完全伸出的滑动件 66。从鞍座在 Y 轴轨道 62 上的悬挂点的中点 61 至滑动件的末端 71 测得的载荷路径 75 的长度在名义上被取为 1.1。尽管图中并未示出, 但在中间行程处的滑动件的载荷路径长度为 0.9。图 12 示出了完全缩回的滑动件 66。从鞍座在 Y 轴轨道上的悬挂点的中点 61 至滑枕的末端 71 测得的载荷路径 75 的长度为 1.1, 与图 11 所示的载荷路径长度相同。

[0026] 图 13 和图 14 示出了对于图 11 和图 12 所示悬挂布置而言, 当载荷路径变化时, C 轴的角度是如何产生变化的。对比图 13 和图 14 表明: 当滑动件在鞍座 73 上从完全伸出位置移至完全缩回位置时, 滑动件 66 的外伸量保持了恒定, 且因而使得对于处在两个位置处的滑动件 66 而言, 角度 α_1 和 α_2 大体上相同。

[0027] 对比图 5、图 9 和图 11 所示实例中的载荷路径长度的变化可以看出: 对于图 11-图 14 所示悬挂布置而言, 其载荷路径的变化最小。所属领域技术人员应该意识到: 将载荷路径长度的变化降至最低限度使得作业工具的 C 轴角度的变化被降至最低限度, 因此提高了工具刚性的一致性, 且改善了该工具在其操作范围内所能够保持的机械准确度。

[0028] 由于图 13 和图 14 所示 Z 轴滑动件设计具有固定的外伸量, 因此用于 Y 轴伺服系统的驱动件、轴承和外部线性反馈装置在 Z 轴滑动件 66 的整个行程范围内可被定位在鞍座 73 和 Z 轴滑动件结构的重心 77 后方且接近该重心的位置处。这使得 Y 轴移动质量体的重心保持在尽可能接近 Y 轴驱动螺钉 29 和 Y 轴轨道 34 的位置处, 从而将由于沿 Y 轴方向的加速力导致在鞍座结构中产生的扭转力矩降至最低限度。Z 轴滑动件 66 所具有的固定外伸量还将如图 11 和图 12 所示的整个 Z 轴行程范围内载荷路径 75 的长度变化降至最低限度。载荷路径长度变化与硬度变化大略成比例关系。用于鞍座的 Y 轴支承元件的该位置还使得优选构型中的 Y 轴柱结构 25 可被置于 Y 轴驱动部件 28、29 和 31、Y 轴轨道 49 以及反馈系统前方。这进一步使得可在进行维护时, 从工作区域的外侧移除整个鞍座、Y 轴驱动件、Y 轴轨道和线性反馈装置, 这大大改善了系统的可维护性。此外, 这些元件在 Y 轴柱的与工作区域相对的侧部上的位置还降低了这些传感系统被来自工作区域的碎片和切削流体污染的可能性。

[0029] 上面对本发明进行了描述, 多种变化和变型对于所属领域技术人员而言是显而易见的, 这些变型和变化被认为处在由所附权利要求书限定的本发明的范围内。

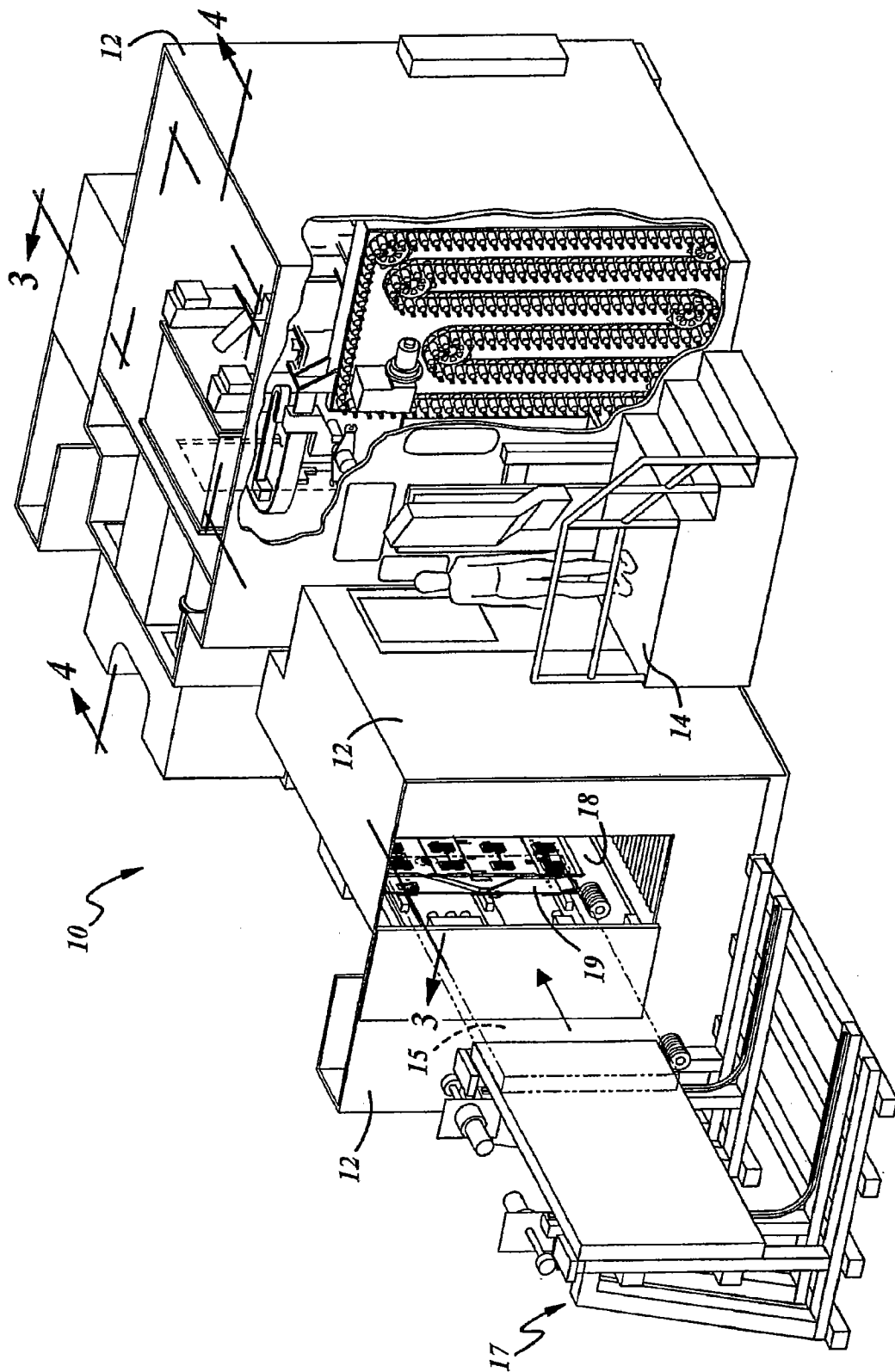


图 1

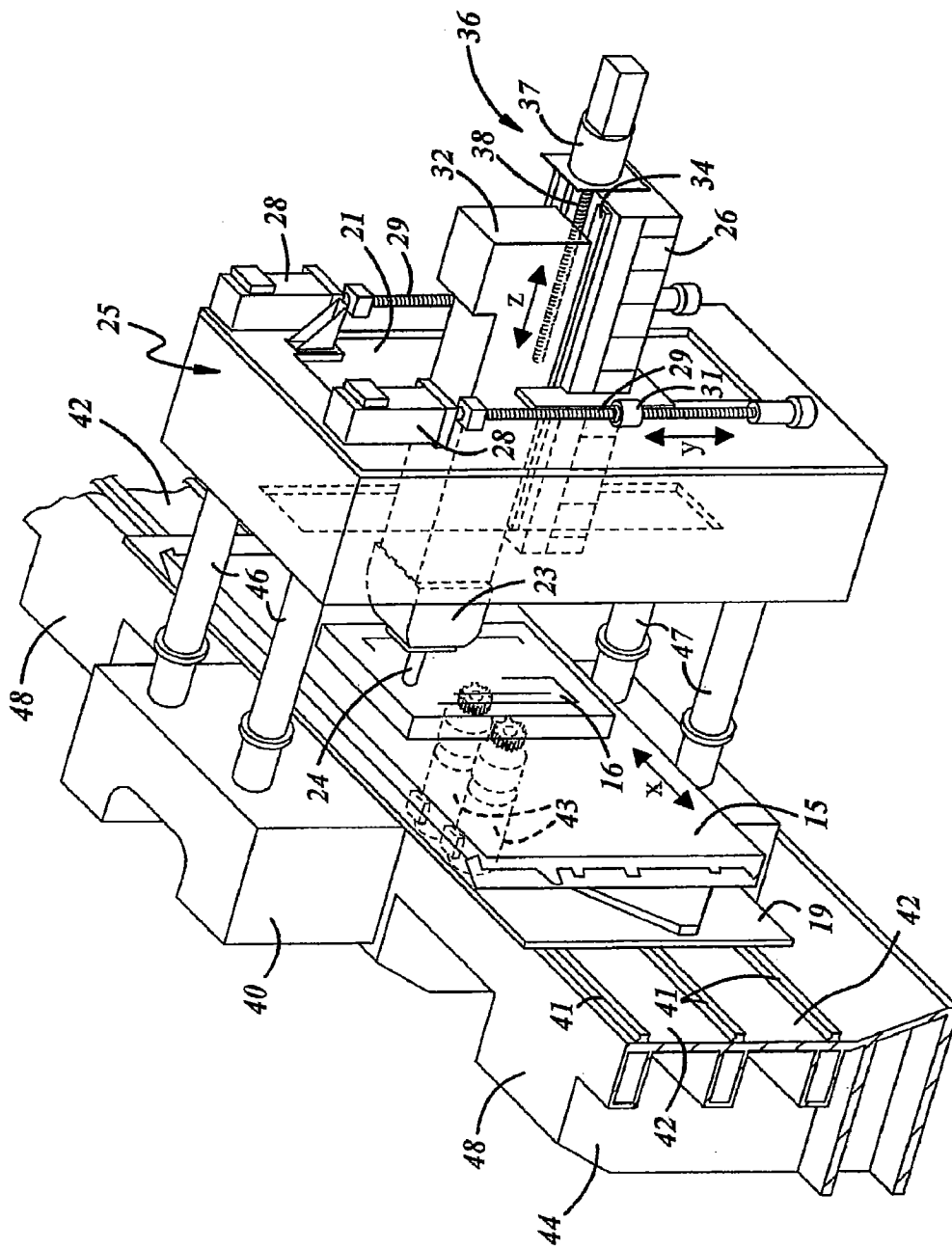


图 2

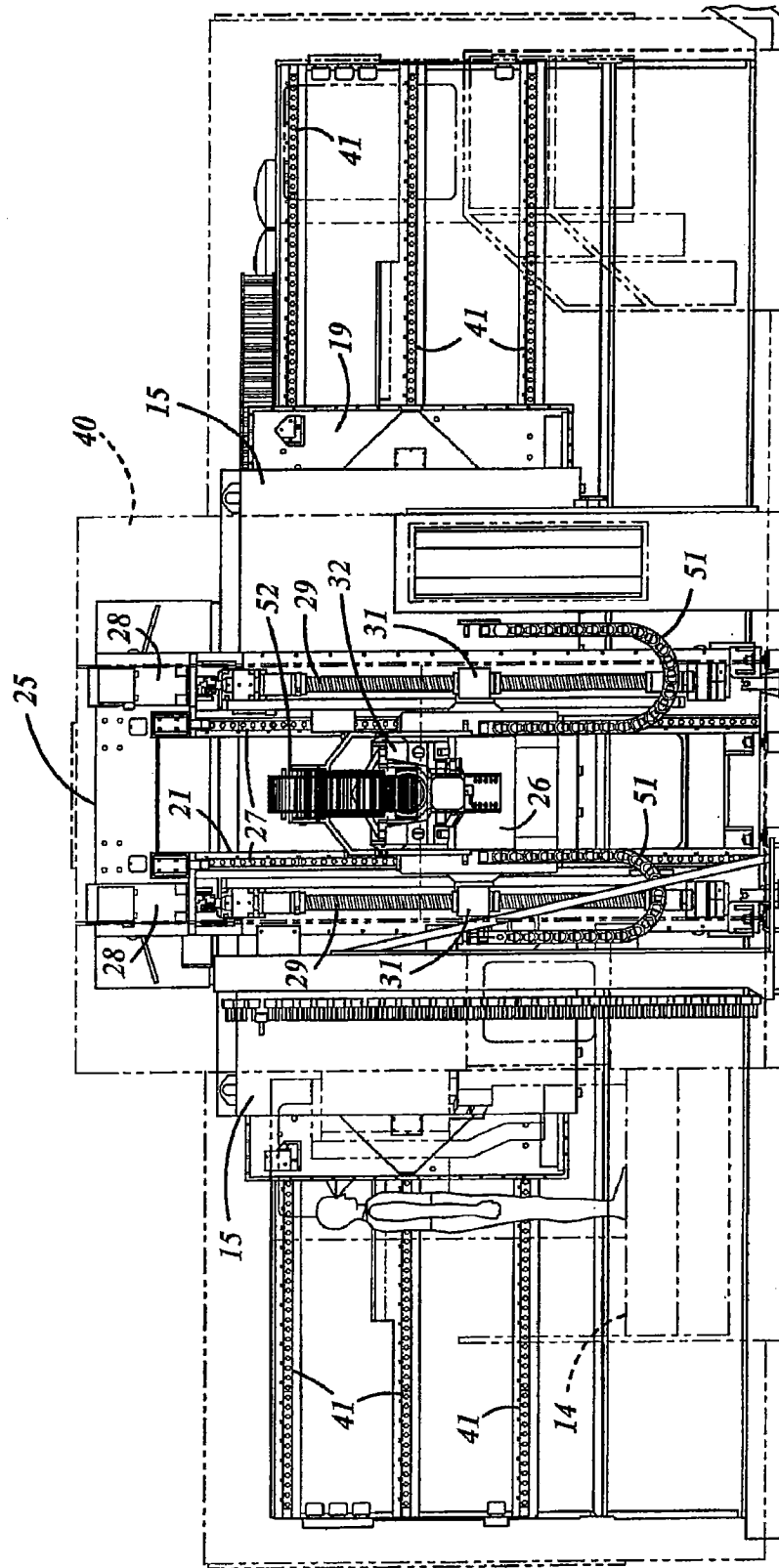


图 3

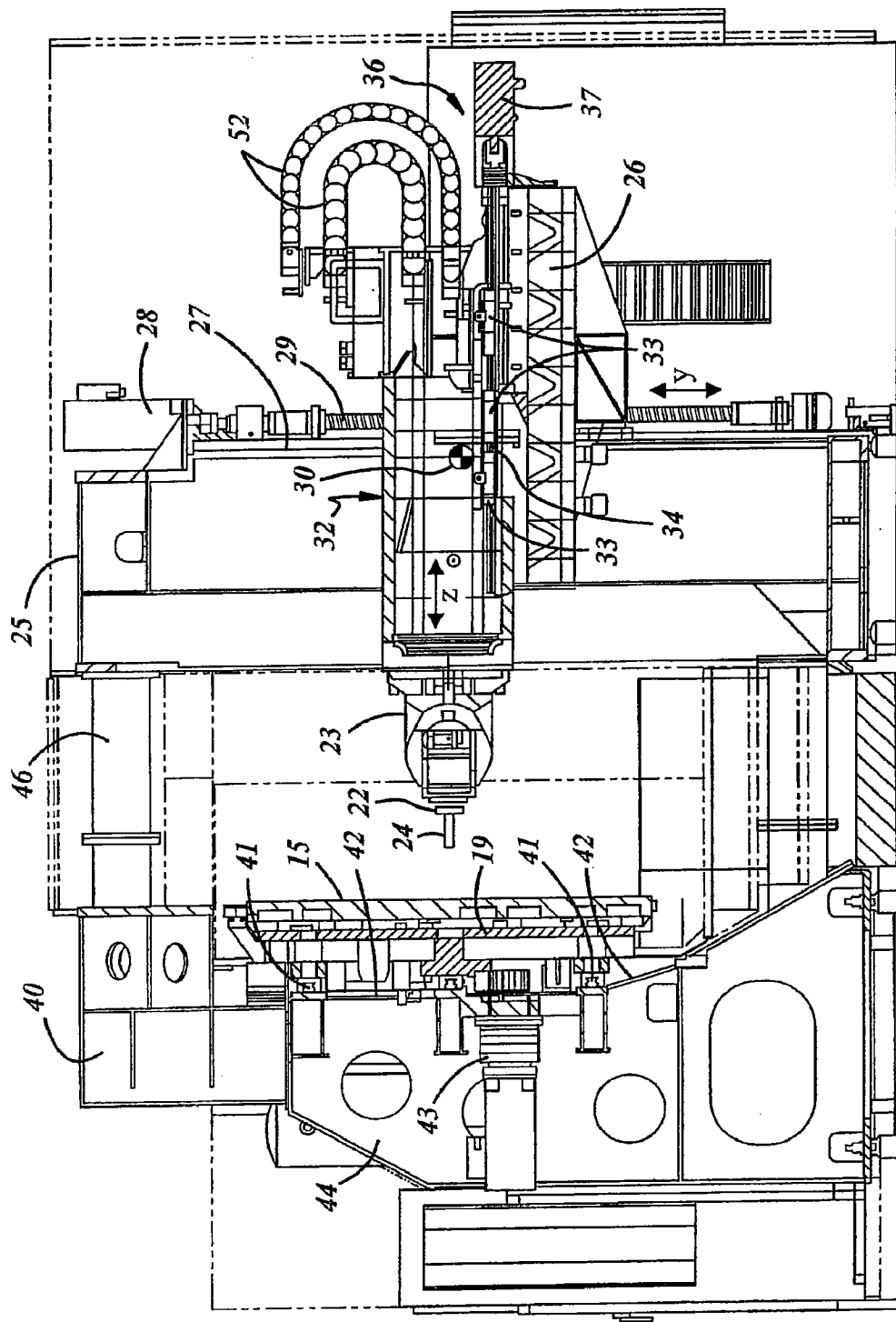


图 4

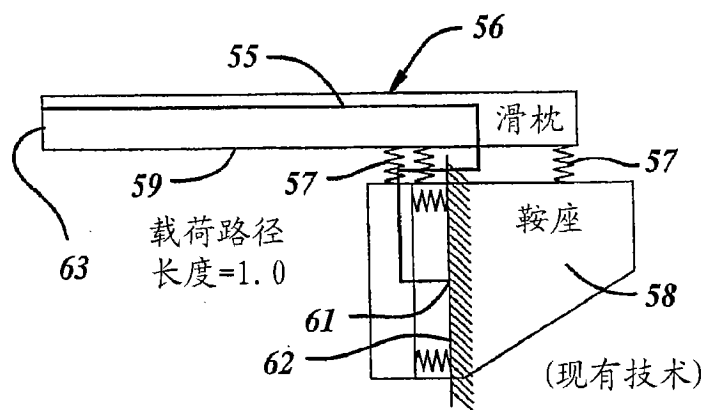


图 5

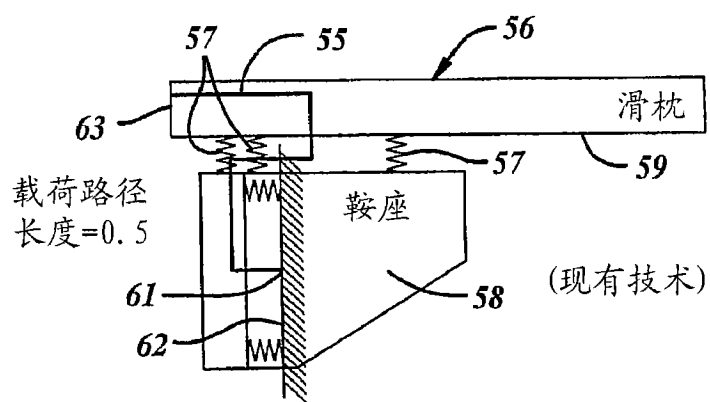


图 6

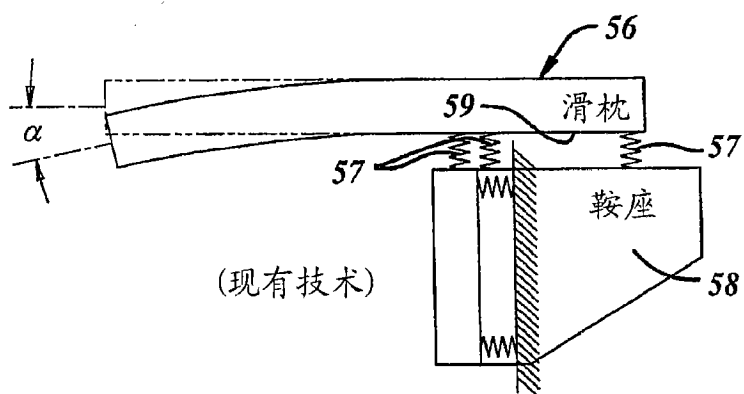


图 7

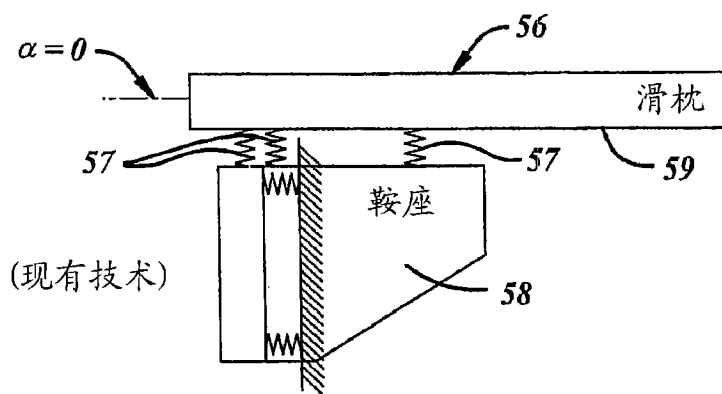


图 8

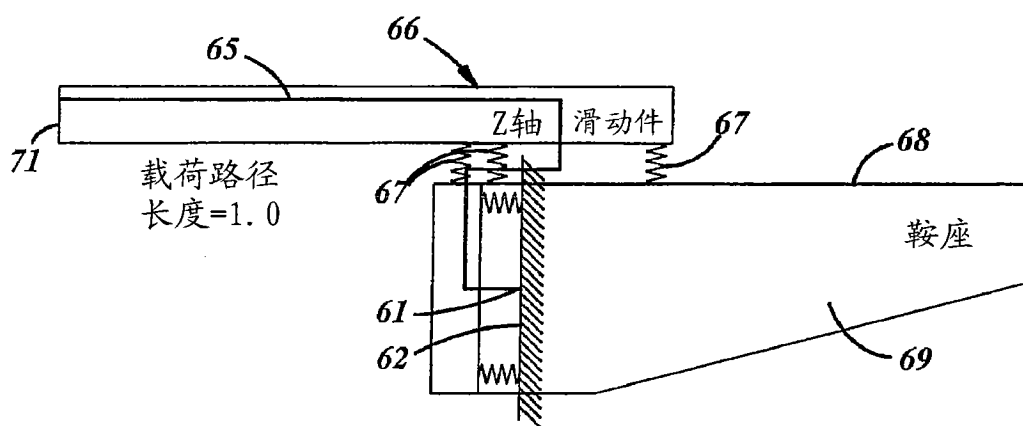


图 9

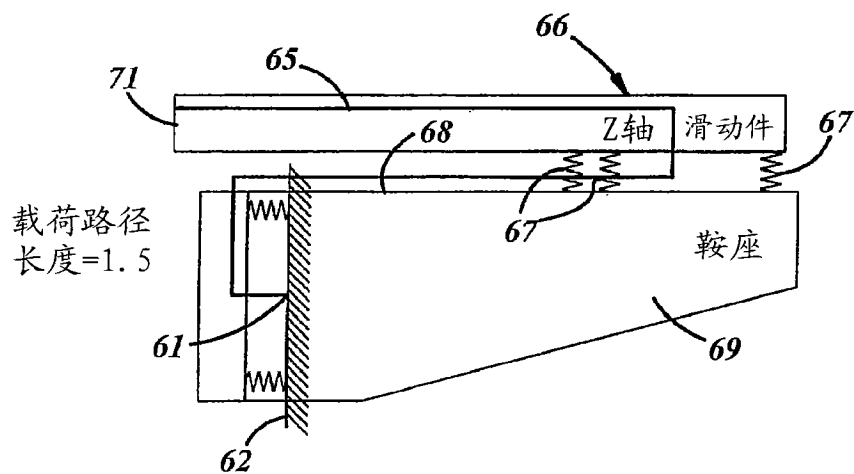


图 10

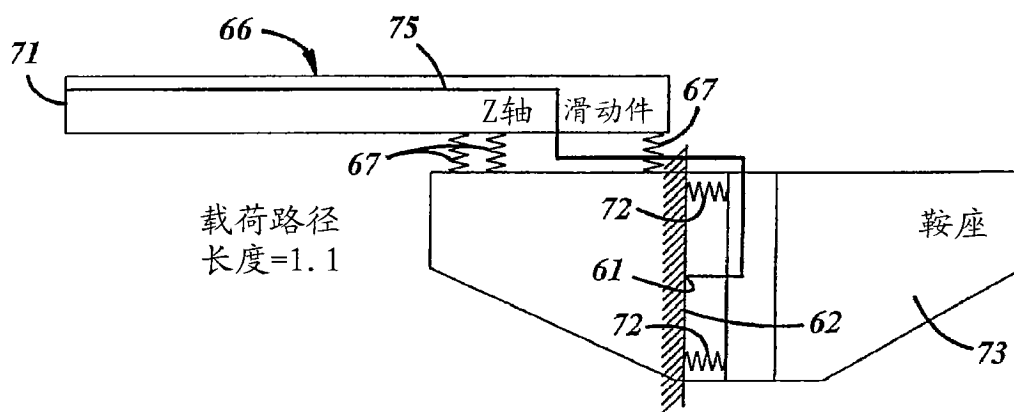


图 11

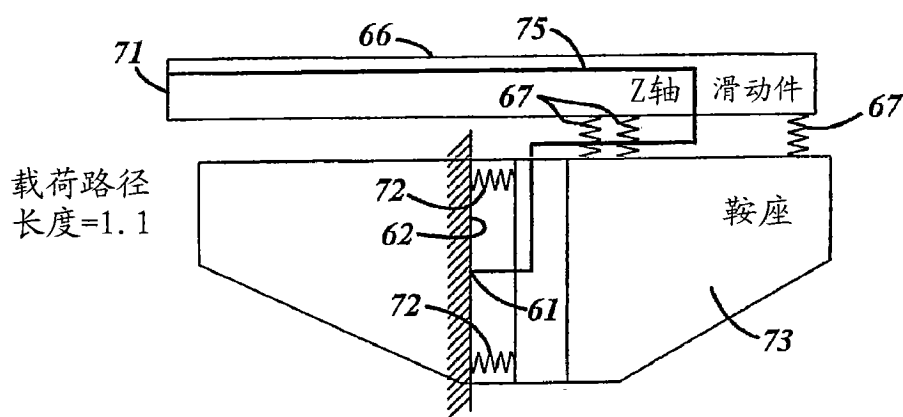


图 12

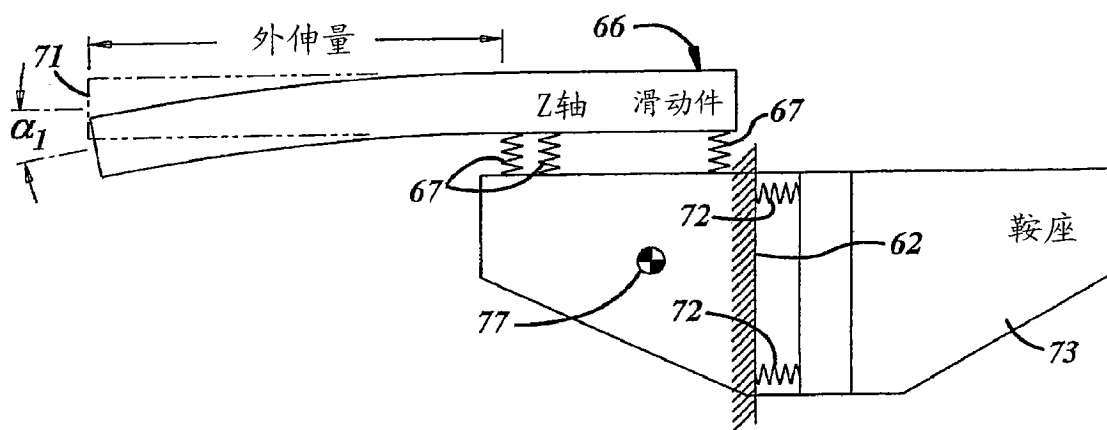


图 13

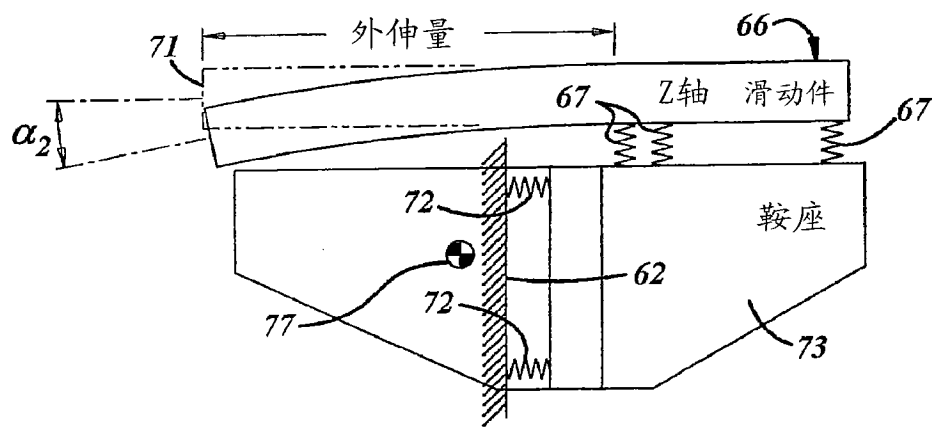


图 14