

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

B60G 21/073 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200480009340.5

[45] 授权公告日 2009 年 7 月 8 日

[11] 授权公告号 CN 100509457C

[22] 申请日 2004.2.27

[21] 申请号 200480009340.5

[30] 优先权

[32] 2003.2.27 [33] AU [31] 2003900894

[86] 国际申请 PCT/AU2004/000250 2004.2.27

[87] 国际公布 WO2004/076211 英 2004.9.10

[85] 进入国家阶段日期 2005.10.8

[73] 专利权人 凯耐提克控股有限公司

地址 澳大利亚西澳大利亚

[72] 发明人 R·A·芒迪 R·莫恩克

[56] 参考文献

US5040823A 1991.8.20

CN1146183A 1997.3.26

WO00/61394A1 2000.10.19

WO93/01948A1 1993.2.4

US6270098B1 2001.8.7

审查员 徐春华

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司

代理人 顾峻峰

权利要求书 3 页 说明书 15 页 附图 11 页

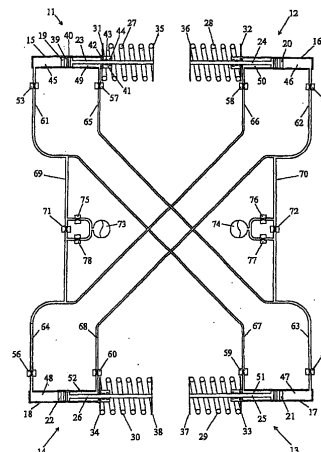
[54] 发明名称

用于车辆悬挂装置的液压系统

[57] 摘要

一种用于一车辆的车辆悬挂装置的液压系统，该车辆包括一个车体和至少两前两、后车轮部件，车辆悬挂装置包括在车体和车轮部件之间的、用于把车体弹性地支承在车轮部件上方的前部、后部弹性车辆支承装置，这种液压系统包括：分别安装在车轮部件和车体之间的至少两前(11, 12)和两后(13, 14)车轮作动筒，每一作动筒包括至少一压缩室(45-48)和一回弹室(49-52)；其中，每一前车轮作动筒(11, 12)的压缩室和回弹室分别流体连通于对角地相对的后车轮作动筒(13, 14)的回弹室和压缩室而分别形成第一和第二流体回路，每一流体回路中具有一前一后压缩容积，一个流体回路的前压缩容积流体连通于另一个回路的后压缩容积，以及，其中设置有阻尼装置，用于阻尼流体在每一压缩容积里和在前和后压缩容积之间的流动，使得可

以互相独立地调整由液压系统建立的各个悬挂参数，包括摇摆刚度、摇摆阻尼、俯仰阻尼和起伏阻尼。



1. 一种用于一车辆的一车辆悬挂装置的液压系统，该车辆包括一个车体和至少两个前车轮部件和两个后车轮部件，所述车辆悬挂装置包括在所述车体和所述车轮部件之间的、用于把所述车体弹性地支承在所述车轮部件上方的前部和后部弹性车辆支承装置，该液压系统包括：

分别安装在所述车轮部件和所述车体之间的至少两个前车轮作动筒和两个后车轮作动筒，每一作动筒包括至少一个压缩室和一个回弹室；

其中，每一所述前车轮作动筒的压缩室和回弹室分别流体连通于对角地相对的所述后车轮作动筒的回弹室和压缩室，而分别形成第一流体回路和第二流体回路，第一流体回路具有一个第一前压缩容积和一个第一后压缩容积，第二流体回路具有一个第二前压缩容积和一个第二后压缩容积，第一前压缩容积连接到第二后压缩容积，第二前压缩容积连接到第一后压缩容积，并且其中设置有阻尼装置，用于阻尼流体在每一压缩容积里和在所述前压缩容积和后压缩容积之间的流动，使得可以互相独立地调整由所述液压系统建立的各个悬挂参数。

2. 如权利要求 1 所述的液压系统，其特征在于，所述车辆主要是由所述弹性车辆支承装置所支撑。

3. 如权利要求 1 所述的液压系统，其特征在于，所述第一和第二流体回路中的每一个还包括至少一个流体连通于对应的所述第一或第二流体回路的蓄能器。

4. 如权利要求 3 所述的液压系统，其特征在于，设置有用以阻尼在所述至少一个蓄能器与流体连通于所述蓄能器的流体回路之间的流体流动的蓄能器阻尼装置。

5. 如权利要求 1 所述的液压系统，其特征在于，一个流体回路的前压缩容积和另一个流体回路的后压缩容积之间的流体连通由至少一个俯仰管路建立。

6. 如权利要求 5 所述的液压系统，其特征在于，为阻尼所述前压缩容积和所述后压缩容积之间的流动而设置的所述阻尼装置是一个设置在每一俯仰管路上的俯仰阻尼器。

7. 如权利要求 6 所述的液压系统，其特征在于：

每一所述前压缩容积包括一个所述前车轮作动筒的压缩室、一个前压缩管路、

一个后回弹管路和一个所述后车轮作动筒的回弹室，以及

每一所述后压缩容积包括一个所述后车轮作动筒的压缩室、一个后压缩管路、一个前回弹管路和一个所述前车轮作动筒的回弹室。

8. 如权利要求 7 所述的液压系统，其特征在于，它还包括：

一个设置在所述第一流体回路的前压缩管路和所述第二流体回路的后压缩管路之间的第一俯仰管路；以及

一个设置在所述第二流体回路的前压缩管路和所述第一流体回路的后压缩管路之间的第二俯仰管路。

9. 如权利要求 7 所述的液压系统，其特征在于，每一前压缩容积还包括一个前压缩纵向管路，每一后压缩容积还包括一个后压缩纵向管路。

10. 如权利要求 9 所述的液压系统，其特征在于，它还包括：

一个具有第一端和第二端的第一前俯仰管路，所述第一前俯仰管路的第一端连接于所述第一流体回路的所述前压缩管路和前压缩纵向管路，而所述第一前俯仰管路的第二端连接于所述第二流体回路的所述前回弹管路和后压缩纵向管路；以及

一个具有第一端和第二端的第二前俯仰管路，所述第二前俯仰管路的第一端连接于所述第二流体回路的所述前压缩管路和前压缩纵向管路，而所述第二前俯仰管路的第二端连接于所述第一流体回路的所述前回弹管路和后压缩纵向管路。

11. 如权利要求 9 所述的液压系统，其特征在于，它还包括：

一个具有第一端和第二端的第一后俯仰管路，所述第一后俯仰管路的第一端连接于所述第二流体回路的所述后压缩管路和后压缩纵向管路，而所述第一后俯仰管路的第二端连接于所述第一流体回路的所述后回弹管路和前压缩纵向管路；以及

一个具有第一端和第二端的第二后俯仰管路，所述第二后俯仰管路的第一端连接于所述第一流体回路的所述后压缩管路和后压缩纵向管路，而所述第二后俯仰管路的第二端连接于所述第二流体回路的所述后回弹管路和前压缩纵向管路。

12. 如权利要求 10 所述的液压系统，其特征在于，它还包括：

一个具有第一端和第二端的第一后俯仰管路，所述第一后俯仰管路的第一端连接于所述第二流体回路的所述后压缩管路和后压缩纵向管路，而所述第一后俯仰管路的第二端连接于所述第一流体回路的所述后回弹管路和前压缩纵向管路；以及

一个具有第一端和第二端的第二后俯仰管路，所述第二后俯仰管路的第一端连

接于所述第一流体回路的所述后压缩管路和后压缩纵向管路,而所述第二后俯仰管路的第二端连接于所述第二流体回路的所述后回弹管路和前压缩纵向管路。

13. 如权利要求 1 所述的液压系统,其特征在于,它还包括堵住两个所述流体回路的一些阀门。

14. 如权利要求 1 所述的液压系统,其特征在于,它还包括至少一个选择性地把一个流体回路的所述前压缩容积互连于另一个流体回路的所述前压缩容积的阀门。

15. 如前面任一权利要求所述的液压系统,其特征在于,它还包括一个压力维持装置,所述压力维持装置通过一个限流元件连接于第一前压缩容积和第二后压缩容积,并且通过另一个限流元件连接于第二前压缩容积和第一后压缩容积。

16. 如权利要求 15 所述的液压系统,其特征在于,所述限流元件为阀门。

用于车辆悬挂装置的液压系统

技术领域

本发明总地涉及一种车辆的悬挂系统，特别涉及一种能够对一个或多个悬挂参数进行控制的液压系统。

背景技术

现在有许多可供选择的互相连接的悬挂系统，它们能够被动地区分车轮相对于车体的运动的各种不同形态因而能提供各种可供选择的功能。例如，本申请人的美国专利 US 6,270,098 提供了一种在对角地互连的两对双作用车轮作动筒之间的压力平衡“载荷分布”装置。那一系统可在翘曲刚度为零的情况下提供不同的起伏、摇摆和俯仰刚度变化率，以及在所有四个基本悬挂形态（起伏、摇摆、俯仰和翘曲）下提供不同的阻尼变化率。那种系统支承着车辆的重量，所以，随着车辆载荷的变化，或随着液压流体温度的变化，必须调整系统里的六个容积中的每一个里的流体体积。并且，由于系统里的六个容积可能处在某些载荷状态，全都处在不同的压力下，所以流体有可能漏过各个密封处，这也要求对流体容积进行调整，以维持车辆的正确姿态。这需要有一个高压流体源、一些传感器、控制用电子设备和诸多阀门，这使得那种被动式系统的成本相当高。

本申请人的 PCT/AU00/00312 给出了被动式系统(passive system)的一个例子，它能够产生很高的摇摆刚度同时翘曲刚度很低以及起伏刚度可忽略不计，并且能够产生很高的摇摆阻尼同时具有很低的更舒适的并起隔离作用的起伏阻尼。由于那个系统不能提供足够大的起伏刚度，所以需要各个单独的支承弹簧。

支承装置可提供摇摆刚度的不同变化程度，从能够提供摇摆刚度的常规的独立的支承装置到可提供零摇摆刚度的完全互相连接的支承装置。本申请人的美国专利 US 6,217,047 揭示了可以应用在现行车辆设计中的、具有不同程度的摇摆刚度的支承装置的几个例子，其内容已被本文引用。

US 6,217,047 中所示的、带有一防摇杠(anti-roll bar)摇摆控制系统的支承装置

的各个变型也适用于不仅与那种防摇杠系统配用以及与 PCT/AU00/00312 的液压系统配用，而且还可与任何摇摆控制系统配用。

Yamaha 的美国专利 US 5,486,018 和 Kayaba 的美国专利 US 6,024,366 都给出了只有摇摆和/或俯仰阻尼的系统的一个例子。那两个文件中的系统在一对车轮阻尼作动筒之间采用一个装置，每一车轮阻尼作动筒的活塞上具有一个能够产生双作用阻尼的阻尼阀，但是把作动筒做成为单作用的（就是只有流体口）。那种装置可为同相运动（也就是起伏）和异相运动（也就是摇摆和/或俯仰）提供独立的不同

阻尼等级。但是，那一系统不能为任何一种运动形态提供足够大的刚度，所以，除需要支承弹簧之外，一般还需要用防摇杠来达到弹跳和摇摆刚度之间的平衡。此外，由于车轮作动筒是有效地单作用的（就是只有流体口），那种装置能够产生的阻尼的量是有限的。为了解决这一问题，有人对那种系统进行了改进，这可参见日本专利公开公报 11291737，但是，它们增设了更多的管路和滑阀而增加了系统的复杂性。

发明内容

所以，本发明的一个目的是提供一种用于车辆悬挂的液压系统，这种系统可以克服迄今已有的车辆悬挂系统的至少一个缺点。

本发明的一个优选目的是，这种液压系统能够提供摇摆刚度、摇摆阻尼、俯仰阻尼(pitch damping)和起伏阻尼(heave damping)，所有这些都可设计成能够基本上互相独立地调整而能使每一参数都达到优化。

从这一点出发，按照本发明的一方面，提供了一种用于车辆的车辆悬挂装置的液压系统，车辆包括车体和至少两个前和两个后车轮部件，这种车辆悬挂装置包括设置在车体和各个车轮部件之间的前和后弹性车辆支承装置，用于把车辆弹性地支承在各个车轮部件的上方，这种液压系统包括：

分别安装在车轮部件和车体之间的至少两个前和两个后车轮作动筒，每一作动筒包括至少一个压缩室和一个回弹室；

其中，每一前车轮作动筒的压缩室和回弹室是分别流体连通于对角地相对的后车轮作动筒的回弹室和压缩室，而分别形成第一和第二流体回路，每一流体回路中具有一前一后压缩容积，一个流体回路的前压缩容积流体连通于另一个回路的后压缩容积，以及其中设置有阻尼装置，用于阻尼流体在每一压缩容积里和在前和后压缩容积之间的流动，使得可以互相独立地调整由液压系统建立的各个悬挂参数。

本发明的液压悬挂系统允许独立地调整和设计各个悬挂参数，包括摇摆刚度、摇摆阻尼、俯仰阻尼和起伏阻尼。这使得能够把这些悬挂参数尽可能地最佳化。

车辆可以主要是由弹性车辆支承装置来支承。

车辆支承装置可以是任何已知的支承装置，诸如卷绕弹簧、空气弹簧、扭力杠、板簧和橡胶锥体。在采用卷绕弹簧和空气弹簧的情况中，可将车辆支承装置安装成

围绕车轮作动筒或独立安装。

为了故障保险和/或车轮离地闭锁，可以设置能够阻断两个流体回路的附加阀门。

由于所述车辆支承装置是主要的车辆支承装置，可以让阻尼和刚度系统里的所有容积工作在同一压力下。并且，由于系统包含液压流体和气体，它们都会随着温度的升高而膨胀，所以，为了在设计温度范围内把系统静态压力和摇摆刚度维持在一个设计范围内，需要具有压力补偿装置。这种压力补偿装置还可用于补偿流体在长期使用中的任何损失。所以，设置了一个压力维持装置，该装置通过限流元件或阀门分别连接于每一系统容积。例如，可把压力维持装置连接于左和右压缩容积。

附图说明

各附图描绘了本发明的几个较佳实施例。还可以做出其它的布局。所以，不能把各个附图的特殊性理解为可取代本发明的上述一般性。

各附图中：

图 1 是本发明的具有摇摆刚度以及摇摆和俯仰阻尼的液压系统的第一较佳实施例的示意图；

图 2 是液压系统的第一较佳实施例的一种变型的示意图；

图 3 是液压系统的第一较佳实施例的另一种变型的示意图；

图 4 是本发明的液压系统的第二较佳实施例的示意图，它类似于第一实施例，具有同样的连接顺序，但是管路的走向不同；

图 5 是液压系统的第二较佳实施例的一种变型的示意图；

图 6 是图 5 的系统的一种变型的示意图，并且它还表示出一种压力维持布局；

图 7 是图 6 的系统的立体图，各个部件都在它们在车辆上应在的位置上，但是为了清楚，车辆的某些部件省略了。

图 8 是图 5 所示的液压系统的一种变型的示意图，它包括一个故障保险功能同时也包括压力维持功能；

图 9 是图 6 所示的液压系统的一种变型的示意图；

图 10 是本发明的液压系统的第三较佳实施例的示意图，它在布局 and 连接顺序上类似于图 9，但是各个蓄能器是设置在系统中的不同连接点处。

图 11 是本发明的液压系统的第四较佳实施例的示意图，它的连接顺序与前几个实施例的类似，但是它的俯仰阻尼器和蓄能器阻尼阀的布局与之不同。

具体实施方式

先看图 1，它表示出一个车辆悬挂系统。四个车轮作动筒 11,12,13,14 设置在车体（未示）下面并且还有四个正交地布置的车轮（未示）。各车轮作动筒分别有一个油缸 15,16,17,18，各油缸分别连接于一个轮毂或其它悬挂结构而随车轮运动，每一油缸里具有一个可滑运动的活塞 19,20,21,22，各个活塞杆 23,24,25,26 固定在活塞和车体之间。可以用任何已知的结构把活塞杆连接于车体，通常是通过一个橡胶衬套，就 MacPherson 支柱结构而言，橡胶衬套通常包括一个轴承。

为便于理解，车辆弹性支承结构表示为“卷簧式的（coil-overs）”，也就是用卷绕弹簧 27,28,29,30 围绕着车轮作动筒并且是安装在固定于油缸的下弹簧板 31,32,33,34 和上弹簧板 35,36,37,38 之间，上弹簧板可以是连接于车体或活塞杆（直接地或例如通过轴承或衬套而间接地）。应该理解：车辆弹性支承结构可以是任何已知型式的，例如空气弹簧，并且可以是像卷绕弹簧一样围绕着油缸或者独立于油缸，这可以扩大选择范围，例如用连接于车轮安装结构的扭力杠。车轮作动筒也可以反过来而把油缸安装在外套管的里面，把活塞杆固定于外套管，而外套管又支承着下弹簧板—上弹簧板，上弹簧板或者安装于油缸或者直接安装于车体。

为了简单，各图中表示的车轮作动筒基本上是常规的双作用作动筒。以左前车轮作动筒 11 为例，活塞 19（它可以与活塞杆 23 成形为一个整体）具有两个环槽，其中分别装有轴承 39 和密封件 40。在某些情况中，可以用一个整体零件（未示）取代单个的轴承和密封件，这个整体零件可粘结于或成形为围绕着活塞，以便容易装配和降低成本。油缸端部 41 具有三个环槽，其中分别装有活塞杆密封件 42、轴承 43 和活塞杆刮净器 44 或诸如防尘器的其它型式的辅助密封件。所以，各作动筒分别具有由其油缸里的活塞 19,20,21,22 形成的压缩室 45,46,47,48 和回弹室 49,50,51,52。

可以通过设置压缩阻尼阀 53—56 和回弹阻尼阀 57—60 来达到每一车轮作动筒的直接阻尼，这些阀门分别安装在管路 61—66 上，靠近每一车轮作动筒的压缩室和回弹室。这些阻尼阀可以是单作用的，用于限制流体从压缩室或回弹室的流出，

或者，它们可以是双作用的，在这种情况下，只用一个阀门就可以了（设置在压缩室管路上或者最好是设置在回弹室管路上）。这些阻尼阀可以安装在具有容纳空间的车轮作动筒本体里，或者固定于车轮作动筒，或者像所示的那样安装在管路上。

或者，每一车轮作动筒的直接阻尼可以通过在每一车轮作动筒里设置阻尼阀/阻尼布局来达到。

用一对对角的回路把四个双作用车轮作动筒连接起来，形成摇摆刚度和俯仰刚度与起伏刚度的被动解耦(passive de-coupling)。第一个对角的回路包括两个流体容积，即左前压缩容积和右后压缩容积。左前压缩容积包括左前压缩室 45、左前压缩管路 61、右后回弹管路 67 和右后回弹室 51。类似地，右后压缩容积包括右后压缩室 47、右后压缩管路 63、左前回弹管路 65 和左前回弹室 49。

类似地，第二个对角的回路包括两个流体容积，即右前压缩容积和左后压缩容积。右前压缩容积包括右前压缩室 46、右前压缩管路 62、左后回弹管路 68 和左后回弹室 52。类似地，左后压缩容积包括左后压缩室 48、左后压缩管路 64、右前回弹管路 66 和右前回弹室 50。

这一简单的对角连接布局将按下述使流体移动：在摇摆和俯仰时，对应于两个对角的作动筒的压缩室和环状回弹室的流体体积流进流出（流进或流出诸如蓄能器的任何弹性装置）；而在起伏中，只有对应于活塞杆体积（压缩室容积减去环状的回弹室容积）的流体体积流进流出（流进或流出弹性装置）。相对于起伏运动状态，在摇摆和俯仰运动状态流进流出的体积相对较高，这使得摇摆和俯仰刚度比起伏刚度大。

但是，第一和第二对角的回路是由第一和第二俯仰管路(pitch conduit)69,70 连接起来。左前压缩容积由第一俯仰管路 69 连接于左后压缩容积而形成左压缩容积，以及右前压缩容积由第二俯仰管路 70 连接于右后压缩容积而形成右压缩容积。各车轮作动筒 11-14 里的活塞上的活塞密封件建立左和右两个压缩容积之间的密封。如果完全限制或堵住流体沿着第一和第二俯仰管路 69,70 的流动，就能保持两个对角的回路的基本布置的俯仰刚度，翘曲刚度也是如此。应该注意到，俯仰刚度是与摇摆刚度有关，所以它很高，但是翘曲刚度是与起伏刚度有关，所以它很低。如果允许有沿着第一和第二俯仰管路的任何流动，那么俯仰刚度就被消除了，但是沿着第一和第二俯仰管路的流动的阻尼将对液压系统的进而车辆的俯仰运动施加

阻尼。为此，表示出，在第一和第二管路上各设置了一个阻尼阀 71,72。这两个俯仰阻尼器可以是被动的节流孔、被动的多级阻尼阀或任何型式的可变阻尼阀，甚至可把这两个俯仰管路完全堵住。俯仰阻尼器可以是单作用的或双作用的阀门或两个单作用的阀门，并且可包括锁闭阀或称阻断阀或任何其它已知形式的可控限流器件。或者，俯仰阻尼器可以是任何已知形式的，诸如简单的开关式阻尼器，它包括一个绕过每一俯仰阻尼器的可开关的旁通路或一个简单的可控节流孔。

使左和右两个容积具有弹性的一种布局是为每一容积分别设置一个蓄能器 73,74。为了建立较大的摇摆阻尼和起伏阻尼，每一蓄能器和相关的容积之间的连接必须包括一个阻尼阀。为了能够调整前和后摇摆阻尼，可为每一蓄能器 73,74 设置前摇摆阻尼阀 75,76 和后摇摆阻尼阀 77,78。这些阻尼阀也可以是被动的或可控的，从简单的开关式阻尼阀到完全连续地可调的阻尼阀，其控制可以是已知型式的。简单的开关式阻尼阀可以是任何已知型式的，诸如一个绕过每一摇摆阻尼阀的旁通路或一个简单的可控节流孔。

的确，在图中表示出具有一个阻尼器的各个点，那个阻尼阀可以是以下各种选择中的一种：双向具有同样流动特性的单个阻尼阀；一个方向与另一个方向的流动特性不同的单个阻尼阀；一个方向具有限流特性而另一方向是自由流动特性的单个阻尼阀；两个单作用的阻尼阀，其中之一控制一个方向的流动阻力，而另一个控制另一个方向的流动阻力，两个阀并联应用，或者，串联应用并且每个阀并联一个止回阀，这是常规的阻尼阀技术领域已知的。

这种液压系统的工作基本上如下：

在起伏中，对应于左和右活塞杆体积的流体体积流进或流出各自的蓄能器。与蓄能器的气体容积相比，活塞杆体积一般较小，所以起伏过程中的压力变化也很小，它作用于活塞杆面积，产生很小的车轮力变化。所以这种液压系统有很小的起伏刚度。

在翘曲中，对应于一个对角的回路的活塞杆体积的流体体积通过第一和第二俯仰管路 69,70 进入另一个对角的回路。所以，这种液压系统的翘曲刚度可忽略不计。

在摇摆中，例如车辆在作右转弯而向左摆时，左压缩密封的容积里的压力增加（由于来自左压缩室 45,48 和右回弹室 50,51 的流体进入蓄能器 73），并且右压缩容积里的压力降低（由于来自蓄能器 74 的流体进入右压缩容积 46,47 和左回弹室

49,52), 从而形成必要的摇摆耦合。

在俯仰中, 例如在制动时, 有流体流出作动筒前压缩室 45,46 和作动筒后回弹室 51,52。这些流体流过第一和第二俯仰管路 69,70 并进入作动筒后压缩室 47,48 和前回弹室 49,50。很容易理解, 在制动中(或在车轮相对于车体的任何类似方向的俯仰运动中), 流体沿着这一单方向流过第一和第二俯仰管路和俯仰阻尼器。在相反方向的俯仰运动中, 例如在加速时, 流体沿着相反的方向流过第一和第二俯仰管路和俯仰阻尼器。所以, 在两个不同的俯仰方向可以较佳地利用不同的流动阻尼特性, 从而给出对制动方向的俯仰阻尼和加速方向的俯仰阻尼的独立控制。由于在两个方向上俯仰速度、加速度、峰值力和总的要求(诸如控制力和舒适程度之间的折衷)可能是很不同的, 所以这种独立的控制是符合需要的。

如果车辆俯仰时没有平均高度的变化, 以及前和后活塞杆体积是相等的, 那么系统中的流体体积没有净变化(蓄能器除外), 因而俯仰刚度也没有变化。但是, 如果对于纯俯仰运动前和后活塞杆体积不匹配, 则可能有由这种液压系统引起的小的俯仰刚度。

根据液压系统的摇摆运动分布, 前室和后室的容积变化可能匹配或不匹配。如果摇摆运动分布接近 50%, 那么在车辆的两端所形成的俯仰阻尼可能是相近幅度的。如果液压系统的摇摆运动分布或者由于结构因素或者由于其它作用而不是 50%, 那么车辆的一端产生的阻尼力的幅度可能比另一端的大。可以用车轮阻尼阀来补偿前和后俯仰阻尼作用的任何差异, 尤其是, 由于这种差异通常是与摇摆阻尼的任何不平衡处在同一方向, 而且摇摆阻尼也可用车轮阻尼阀来附加地建立, 所以这种液压系统能够比常规的悬挂系统提供更好的折衷。

所以在俯仰中, 流体从前向后沿着第一和第二俯仰管路 69,70 流过俯仰阻尼器 71,72 而产生俯仰阻尼。流体也可流过并联于俯仰阻尼器 71,72 的前和后摇摆阻尼阀 75,77 和 76,78 并可进入蓄能器 73,74。所以为一个给定的输入建立的总的俯仰阻尼取决于俯仰阻尼器、摇摆阻尼阀和蓄能器之间的流动阻力和压力平衡。

由于液压系统的摇摆运动分布可能与作为一个整体的悬挂系统的摇摆运动分布不匹配(由于卷绕弹簧的刚度差异、前和后衬套的刚度差异、等等), 可能需要对前轮和后轮提供不同程度的摇摆阻尼。通过在俯仰阻尼器的任一侧采用单独的前和后摇摆阻尼阀, 可以做到这一点, 如图 1 所示。但是, 在某些车辆上可以用图 2

所示的更简单的布局增大车辆一端的附加摇摆阻尼。

图2中,每一蓄能器73,74仅具有一个摇摆阻尼阀91,92。每一蓄能器通过这一单个摇摆阻尼阀连接于各自的俯仰管路69,70并且在俯仰管路中是在俯仰阻尼器71,72之前。这可确保:与只由作用于前轮作动筒11,12的摇摆阻尼阀91,92产生的摇摆阻尼相比,使俯仰阻尼器71,72和摇摆阻尼阀91,92能够一起起作用而增大后轮作动筒13,14的摇摆阻尼。像上面针对图1所讨论的一样,这可给出作用于后轮作动筒的附加摇摆阻尼,而这是符合需要的。与图1的具有类似的摇摆阻尼分布的布局一样,这也可使车辆的这一端在具有由液压系统形成的最大摇摆阻尼的同时具有较强的俯仰阻尼。

图3表示出图1的基本布局的另一种变型。这里已把各蓄能器向前轮作动筒移动了以减小前压缩室和蓄能器之间的距离,这可在系统的摇摆运动分布中具有明显的向前偏移时降低流体的加速作用。为了减小后压缩室47,48和蓄能器之间的距离,可以增加带有摇摆阻尼阀95,96的附加后蓄能器93,94,如图3所示。在加装了后蓄能器的情况中,最好是用图2的在俯仰阻尼器前的较简单的单个摇摆阻尼阀和蓄能器布局取代所示的并联于俯仰阻尼器的前蓄能器和摇摆阻尼阀布局。

图3还表示出图1和2的另一个变型,包括在第一和第二俯仰管路69,70上各设一个截止阀97,98。在关闭了这两个截止阀时,系统的工作恢复到两对互相独立的对角的容积的工作。这时用于产生摇摆刚度的机构也产生俯仰刚度并且液压系统也有翘曲刚度。这两个截止阀可降低车轮的离地现象,而且具有可使系统回到四个液压容积的附加优点,以至如果出现了故障,就可关闭截止阀留下三个容积工作而慢慢地把车子开回家。

图4表示出图1的再一个替代布局,其中各个部件及其连接顺序与图1完全相同。所用的标号对应于图1中的等效零件的标号。图4表示出可以怎样改变管路的走向但不改变连接顺序来减少流体绕过液压系统的流动而建立更好的响应。通过把前轮作动筒用横向管路连接起来,大大地缩短了前轮作动筒的流体流动路径,这对于前两轮的诸如路面变化或路桥之间的膨胀接缝之类的输入特别有利。

图5表示出图4的一个进一步变型。由于车辆的前后轮距通常大于横向的左右轮距,在车辆的前部和后部把互相间隔的车轮作动筒连接起来以减少流体在沿着车辆的长度敷设的管路里的所需流动,对于系统的响应性、成本和重量等各方面的折

衷考虑是有利的。所以，加装了附加的第三和第四俯仰管路（它们有效地并联于第一和第二俯仰管路），把两个后轮作动筒的腔室交叉地连接起来，可类似地改善液压系统对两个后轮的输入响应。第三俯仰管路 101（它并联于第一俯仰管路 69）通过第三俯仰阻尼器 103 把左后压缩管路 64 连接于右后回弹管路 67，阀门 103 还有并联的蓄能器 109，后者又有串联的摇摆阻尼阀 105,106。类似地，第四俯仰管路 102（它并联于第二俯仰管路 70）通过第四俯仰阻尼器 104 把右后压缩管路 63 连接于左后回弹管路 68，阀门 104 还有并联的蓄能器 110，后者又有串联的摇摆阻尼阀 105,106。它们的布局和在车辆前部的布局是一样的。

这种系统布局的一个较佳的简化表示于图 6，其中后部的蓄能器连同把它们连接于第三和第四俯仰管路 101,102 的各个阻尼阀都已经省略了。虽然这种省略可降低成本，但是它不能总是使某些车辆（例如某些卡车和轴距大的豪华客车）上的各种尺度的液压悬挂系统在没有后蓄能器的情况下具有最佳的性能。

图 6 中还表示出一个压力维持系统。由于液压系统不是主支承装置（卷绕弹簧、空气弹簧、扭力杠等才是主支承装置，它们支承着车辆的大部分重量），系统里的两个容积（前面定义为左和右压缩容积）可以工作在一个共同的静态预充注压力下。使两个系统工作在同一静态预充注压力下的优点是：可以消除整个系统中各个活塞密封件两侧的压力差，从而消除由两个系统之间的流体泄漏引起的摇摆姿态的变化，因而也不需要由各容积之间泵送流体的动力控制系统。

左和右压缩容积分别通过限流元件 121,122 连接于一个共同的管路或称通路 123，后者又连接于压力维持装置 124。典型地，每一限流元件是一个具有过滤器的微小节流孔，其过滤器用于防止阻塞，当然也可以用任何已知的限流装置。节流孔的尺寸确定为能够产生所需要的特性，以便把左和右压缩容积里的压力维持在可接受的范围内，同时又要能使车辆转弯时流体的流动量不是很大，以便在车辆从转弯恢复到直行的过程中将静态摇摆姿态维持在可接受的范围内。

虽然可以省略压力维持装置 124，但是，液压系统及其各蓄能器中的工作流体和气体在车辆运行温度范围内的容积变化通常都是足够大，以至需要某种形式的补偿装置。根据所要求的设计参数和功能，这种装置的复杂性是大不相同的。

以其最简单的形式来说，压力维持装置 124 可以是一个具有已知构造的简单的蓄能器（例如带有气体弹簧的皮囊式蓄能器、带有气体弹簧或机械弹簧的活塞式蓄

能器)。

或者,压力维持装置 124 可以是一个流体压力源(诸如带有油泵的油柜,或车辆上的另一液压系统,诸如动力转向系统),用以将液压悬挂容积里的压力维持在一个固定的或可变的压力。如果选择了固定的压力,所需的元件可以是简单的、价廉的、被动的机械元件,但是随着系统温度的变化,系统的刚度将有所变化。为在不同的温度下把系统的刚度特性维持为恒定,必须根据系统的温度调整系统的压力,这通常需要用 一个或多个温度传感器、至少一个可变压力开关或压力传感器、以及一个电子控制装置。

还有,也可通过改变系统里的压力来调整液压悬挂系统的摇摆刚度,所以,如果所用的压力维持装置 124 具有可变的压力设定点,可以根据车辆的载荷和/或由驾驶员用可操作的运动形态选择器或可变选择器来改变压力。

很明显,如果压力维持装置设计成能够建立两个可调节的压力并且用互相独立的管路(带有或甚至不带有限流元件)连接于左和右压缩容积,那么两个容积里的压力可以控制为互相不同,以抵消车辆的静态横倾载荷,例如由有效载荷的偏置引起的横倾。或者,或附加地,可以给系统加装主动式摇摆控制元件,用以抵消车辆转弯时的被动横倾角度,或完全补偿液压系统中的全部弹性并维持横倾角度为零。要用的各个元件(泵、油柜、阀门、传感器和用于多种不同算法的控制器)都是众所周知的。

图 7 是图 6 中以示意的形式表示的部件的三维图。各个部件是大致定位在它们安装在一个典型的车辆上时应该处在的位置。

图 8 表示出液压系统的一种更复杂的改进。前部和后部的横向交叉连接的布局基本上与图 5 所示的相同。但是,设置了截止阀 131—134,以使前部的布局和后部的布局能够单独工作。在把各截止阀关闭了时,液压系统可建立前和后摇摆刚度、前和后摇摆阻尼、翘曲刚度、俯仰阻尼和低得甚至可忽略的起伏和俯仰刚度。阀门 131—134 可用于防止在不希望的时刻(即车轮离地)出现自由翘曲运动。或者,或附加地,在系统发生故障时,可用这些阀门把前部的布局和后部的布局隔开而形成四个容积。附加地或替代地,如果有某种形式的主动压力控制可供利用,用它独立地控制前部和后部的压力可能是符合需要的,借以影响液压系统的摇摆运动分布,进而影响车辆的动态特性。

图8中还表示出压力维持系统的一个方案,它适用于把四个阀门131—134都关闭而形成四个容积的系统。前部的两个容积是通过限流元件135,136互相连接并且通过通路或管路137连接于压力维持装置138。类似地,后部的两个容积是通过限流元件139,140互相连接并且通过通路或管路141连接于压力维持装置138。如果把阀门131—134用作故障保险措施,那么应该配备压力维持装置138,以便能独立地维持通路137里的压力和通路141里的压力。或者,可为后部的两个容积设置一个附加的压力维持装置(未示,但也就是一个简单的蓄能器),并使它独立于前部容积的蓄能器。或者,可用压力维持装置维持车辆的仅一端的两个容积里的压力(例如仅连接于前部的两个容积),那么在各个截止阀是开着时和只短暂地关闭时(为了限制车轮离地),它将能在系统正常工作过程中维持整个系统的压力,只是发生故障时不能维持全部四个容积里的压力。或者,压力维持装置可以是更复杂的并且分别单独地连接于四个容积(两前两后)中的每一个,单独地控制它们的压力,以允许进行主动的或被动的摇摆姿态校正和/或有可选择的摇摆刚度和摇摆运动分布。

系统的另一个替代的布局表示于图9。它基本上与图6中的布局相同,最明显的不同是蓄能器73和74以及蓄能器阻尼阀75,76,77和78全都在车辆上向后移了。不是把蓄能器和蓄能器阻尼器组件放在前压缩管路61和62上,而是已经把它们改为放在纵向管路163,164,167和168之间。这里请注意,每一纵向管路是直接连接于一个从车轮作动筒腔室引出的管路,而且腔室可用于代表管路,也就是,管路167和168是直接连接于前压缩管路61,62和后回弹管路67,68的前压缩纵向管路。类似地,管路163和164是直接连接于后压缩管路63,64和前回弹管路65,66的后压缩纵向管路。这样的连接等效于图6的连接,但是,这样做的好处是把各蓄能器移到了前和后车轮作动筒之间。可以把油缸和管路的尺寸设计成车辆上只需要两个蓄能器就能有高得可接受的系统自然频率和响应时间,但是为了减小工作压力和管路直径,最好是把各蓄能器定位在一个乃是前轮和后轮之间的距离的一部分的位置。把各蓄能器集中在车厢地板的下面或前脚挡区域的下面,例如放在发动机室里的自由空间里,也可能是有利的。

系统的再一个替代的布局表示于图10。尽管基本布局与图9相同,但是蓄能器和蓄能器阻尼器的位置是不同的。四个蓄能器73,74,109和110是安装在前部和

后部，与图 5 和 8 中的一样。但是在这种情况下，各个蓄能器是安装在最近的车轮作动筒的压缩室和俯仰阻尼器之间，而不是并联于俯仰阻尼器。在前面的几个布局中，各蓄能器阻尼器是并联于俯仰阻尼器，所以俯仰阻尼性能受蓄能器阻尼器的影响。在图 10 的布局中，俯仰阻尼器 71,72,103 和 104 是直接作用的，所以比较有效且不受蓄能器阻尼器的影响。蓄能器阻尼器 175,176,177 和 178 对摇摆运动的阻尼作用比对任何其它运动形态的大。

在前面已提到各附图中，如上所述，所表示的每一阻尼阀可以是以下各种选择中的一种：双向具有同样流动特性的单个阻尼阀；一个方向与另一个方向的流动特性不同的单个阻尼阀；一个方向具有限流特性而另一方向是自由流动特性的单个阻尼阀；两个单作用的阻尼阀，其中之一控制一个方向的流动阻力，而另一个控制另一个方向的流动阻力，两个阀并联应用，或者，串联应用并且每个阀并联一个止回阀，这是常规的阻尼阀技术领域已知的。

图 11 表示出这种液压系统的一个替代布局。它类似于已经讨论的其它布局，但是它表示出在把每一阻尼阀考虑为至少一个单向限流元件时一种可能的变型，这与前面针对图 1 讨论的一样。带有并联的止回阀的限流元件符号，如该图中所用的那样，通常是用于表示一个双管阻尼器的基阀(base valve)。这些基阀具有在阻尼器本体一侧的一个叠装阀(valve stack)和在阻尼器本体的另一侧的由弹簧轻轻地顶着的一进口板(intake plate)，进口板起止回阀的作用。限流元件可以是任何型式的，诸如简单的节流孔、多级节流孔、可变节流孔或可开关的节流孔。

这种变型是把蓄能器 73,74,109 和 110 分别定位在俯仰阻尼器(pitch damper)185 和 186 之间，187 和 188 之间，189 和 190 之间，以及 191 和 192 之间。如果所用的所有阀门都是单作用的，那么与液压系统的大多数其它布局相比，这一变型可减少所需的阀门数目。如果愿意，可把每一俯仰阻尼器 185—192 的作用方向从所示的方向倒过了。两个蓄能器阻尼阀 193 和 194，195 和 196，197 和 198，199 和 200 也都表示在每一蓄能器和系统管路之间。但是应该注意到：也可以只用一个蓄能器阻尼阀。例如，如果省略压缩方向的阻尼阀 193,195,197,199，那么在车辆摇摆时车辆的刚度将会暂时地降低。与前面的各图一样，图 11 中，若不设置截止阀来把系统分成为两个以上流体容积，那么只用两个蓄能器就可以了（每一流体容积用一个）。

截止阀可以设置在图3和8中所示的位置之外的位置。如前所述,在检测到各流体容积之一里压力丧失时,或者,流体压力与为车辆的动态状态拟定的流体压力不匹配时,也就是系统发生了故障或失灵时,可以用截止阀来进行隔离。在车辆的动态状态或例如侧向加速度和油门或制动器位置的组合用于指示可能出现车轮离地时,也可以用截止阀,在这种情况下,可关闭各截止阀来增加车辆的稳定性。例如,各俯仰阻尼器都可以具有与之串联的一个或多个截止阀(类似于图3中它们的连接顺序,例如在图10中的管线69,70,101和102上)或者,各俯仰阻尼器本身可以是可开关的或可变的阀门,可以通过控制使它们完全堵住流体的通过。

改变液压系统的摇摆刚度的一种替代方法是使用几个附加的蓄能器,把它们通过可开关的截止阀连接于液压系统。这允许把摇摆刚度在其高设定值和低设定值之间转换。这些设定值一般是随意地选择为一个多用途的单一设定值,这个设定值使系统既能以高的刚度提供改善的操纵和控制又能以低的刚度提供改善的舒适性,而且是可用任何已知的装置(加速度传感器、油门和制动器传感器、位置传感器、等等)自动地选择和控制的。把一整个蓄能器液压地接入和脱离系统的一种替代方法是用具有两个气体容积的蓄能器,然后可用比较简单价廉的气体转换阀门来改变可供需要用的气体容积,通过开关设在两个气体容积之间的截止阀而隔离两个容积之一。

转换摇摆刚度的另一个替代方法是采用几个把两个容积(也就是左和右压缩容积)连接在一起的“搭桥阀门(bridging valves)”。采用这一方法更便宜(因为只需要几个搭桥阀门),但是它会使液压系统丧失各个蓄能器阻尼阀的摇摆刚度和摇摆阻尼作用。一般地说,把搭桥阀门连接在前部的和/或后部的压缩管路61和62之间和/或63和64之间是最便宜的。再一个替代方法是在每一车轮作动筒的压缩室和回弹室之间的活塞里设置一个可控制开关的或可变的旁通阀。由于这可有效地使系统短路,它可大大地降低流体流过系统的流量并可给出由低的流体加速度带来的最佳舒适性。理想地说,控制装置应该是电子的,应能感受转向角度和/或转向速度、车辆速度和侧向加速度。

在本申请的范围内,在保持对这种液压系统的功能至关重要的连接顺序的前提下,还可对各个部件的基本布局作出许多其它明显的改变。例如,很明显,在系统的设计和生产中,不仅可把车轮阻尼阀53—60而且可把蓄能器、摇摆和俯仰阀门

结合入车轮作动筒的主体。例如，左前车轮作动筒可包括车轮阻尼阀 53 和 57、蓄能器 73、摇摆阻尼阀 75 和 78 以及俯仰阻尼器 71。

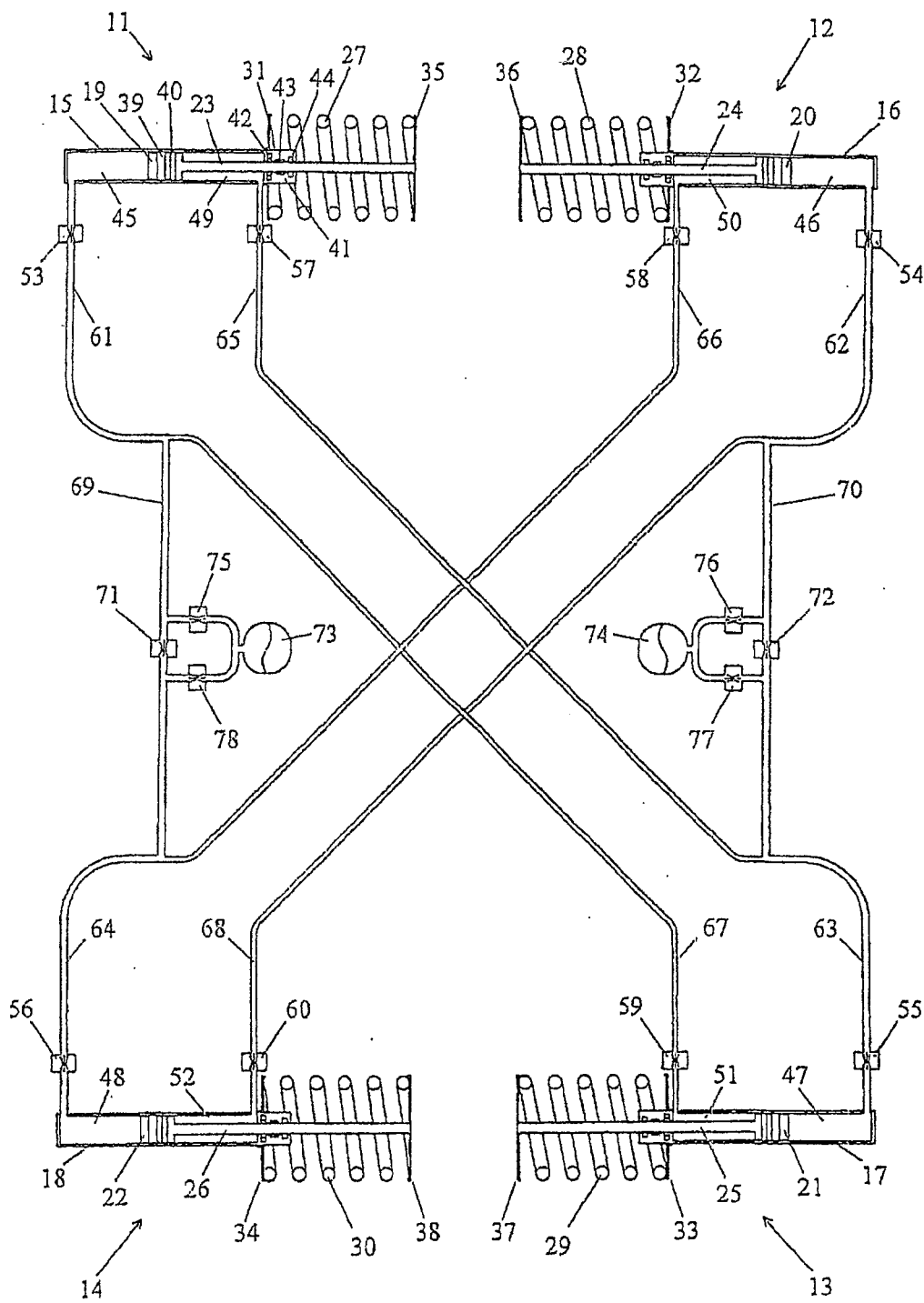


图 1

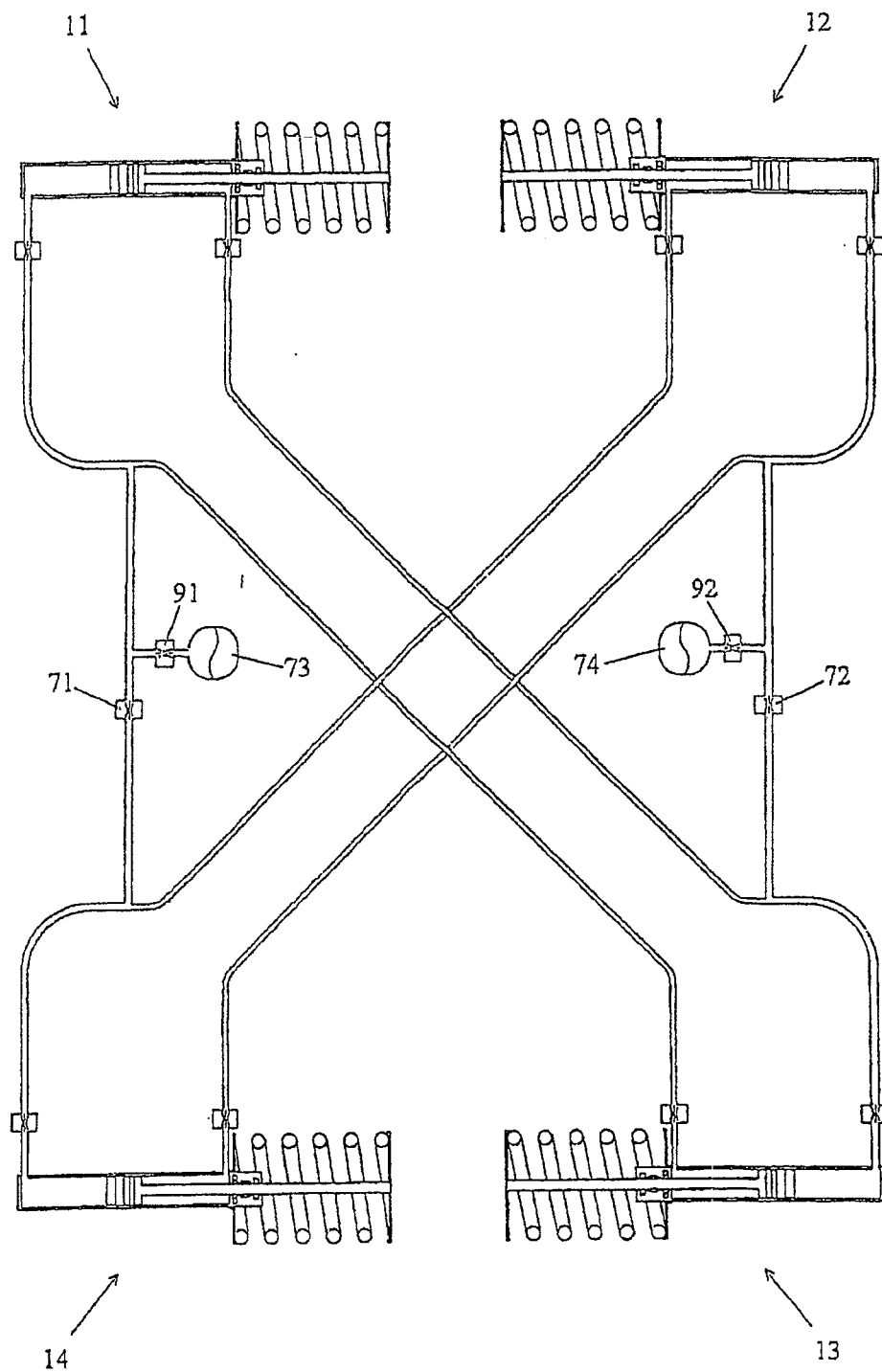


图 2

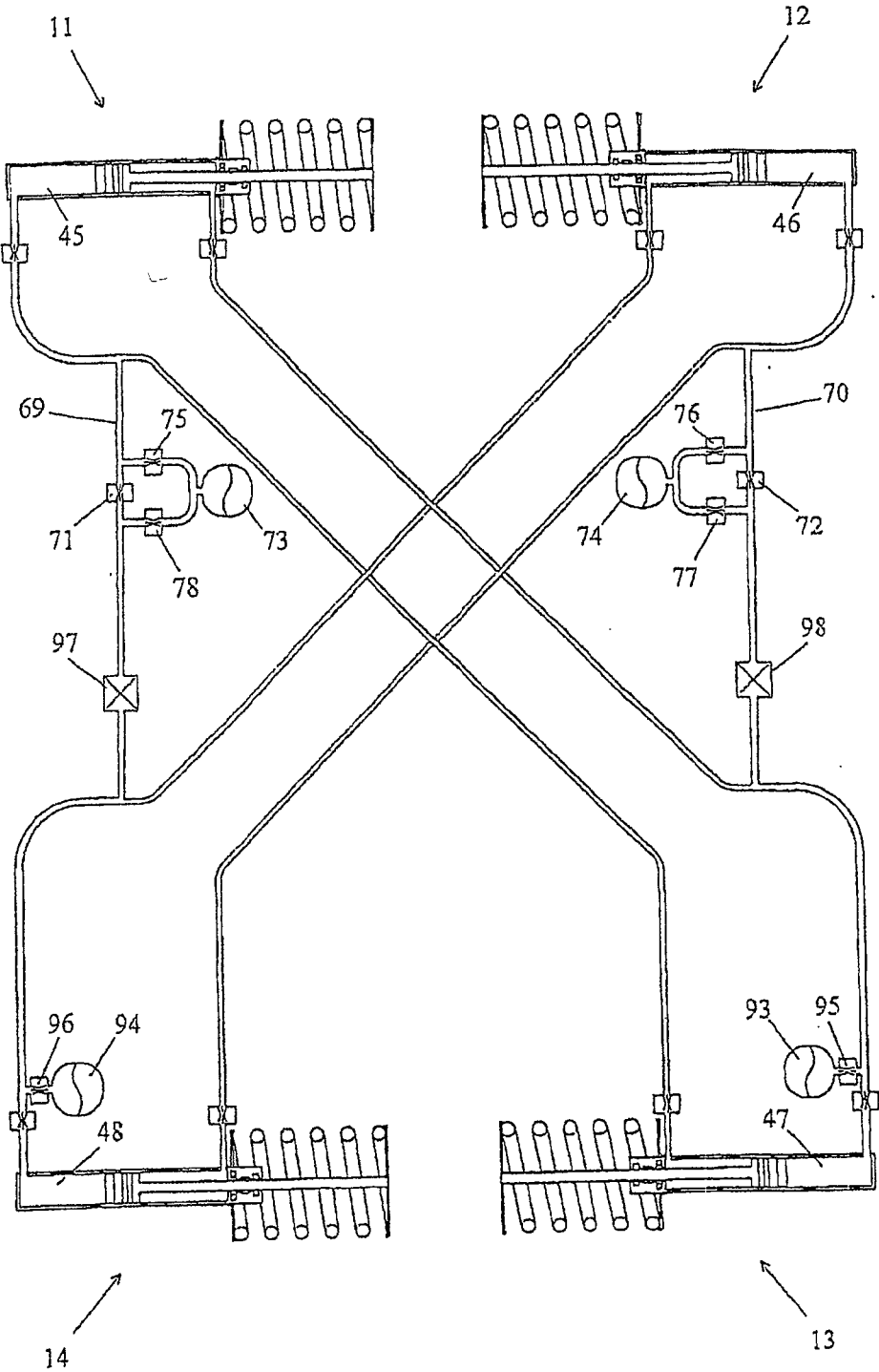


图 3

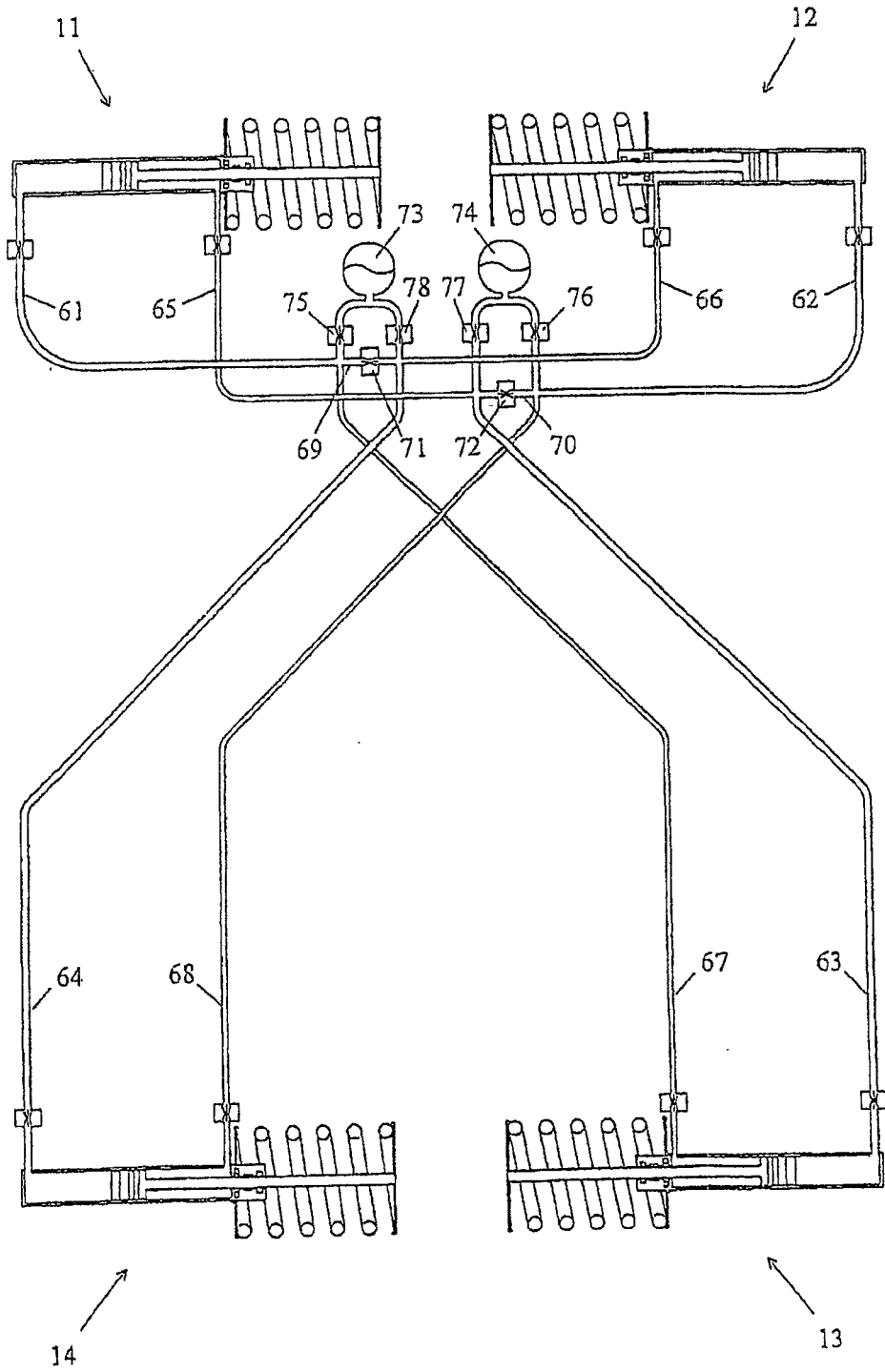


图 4

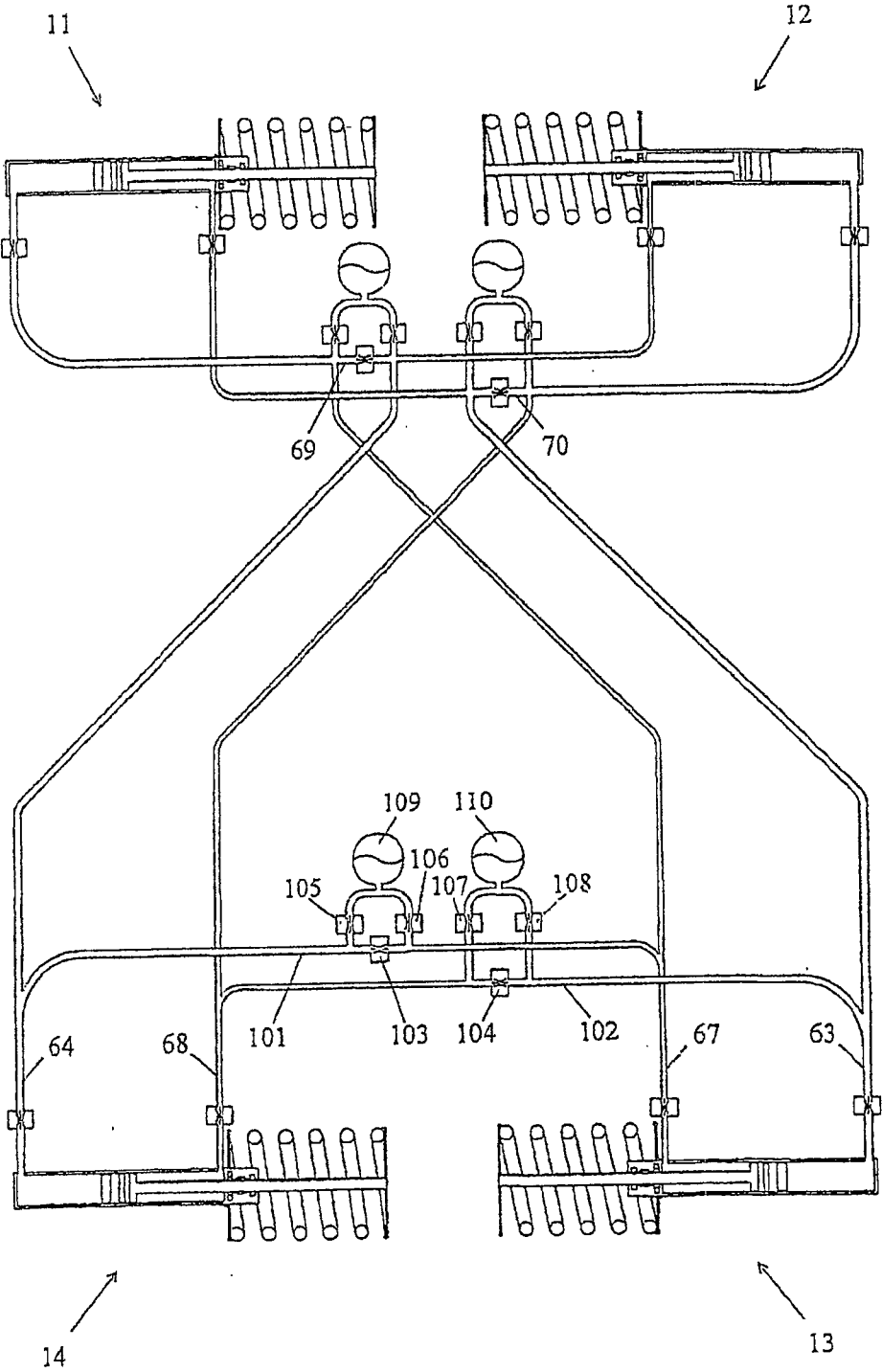


图 5

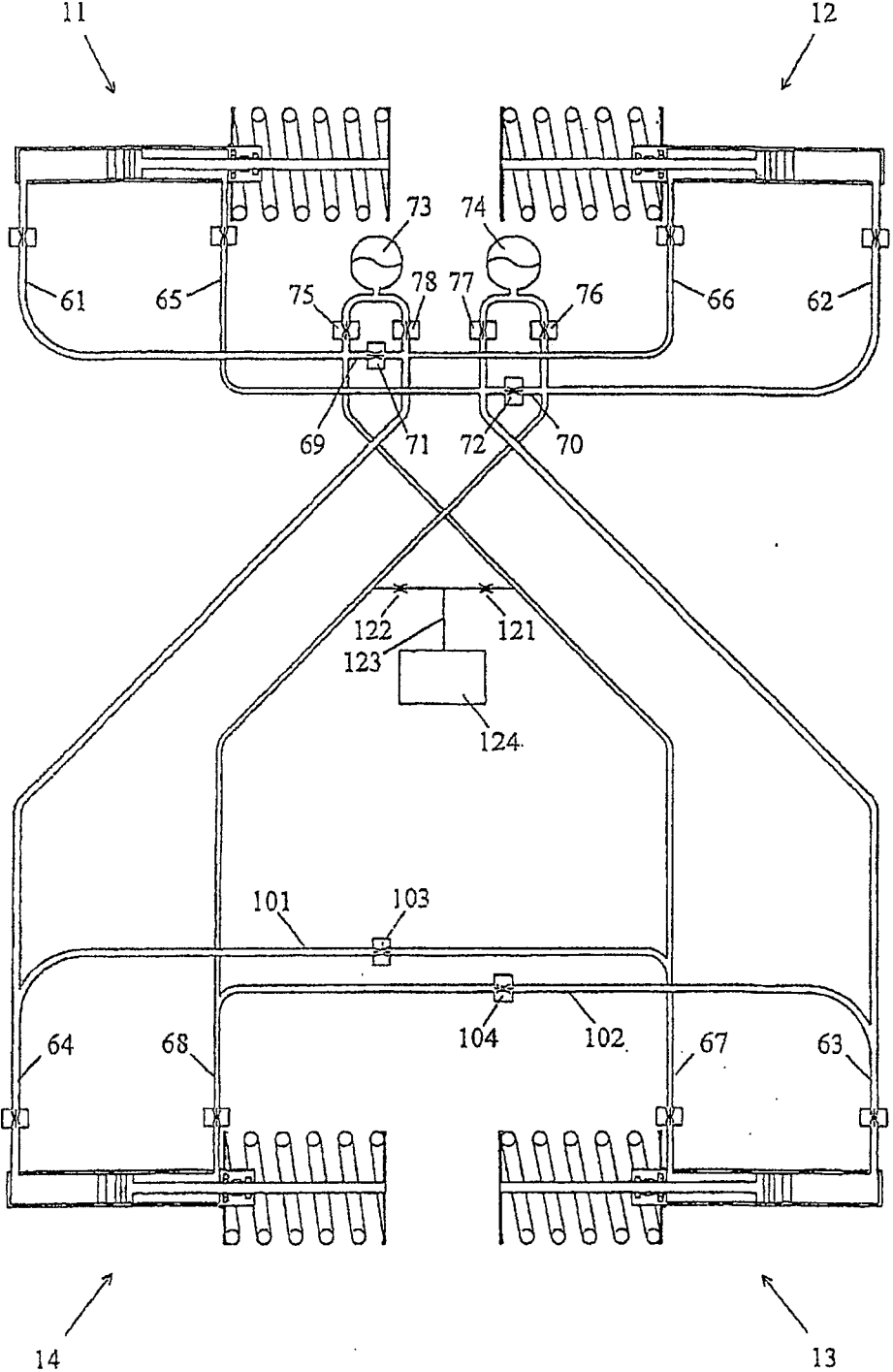


图 6

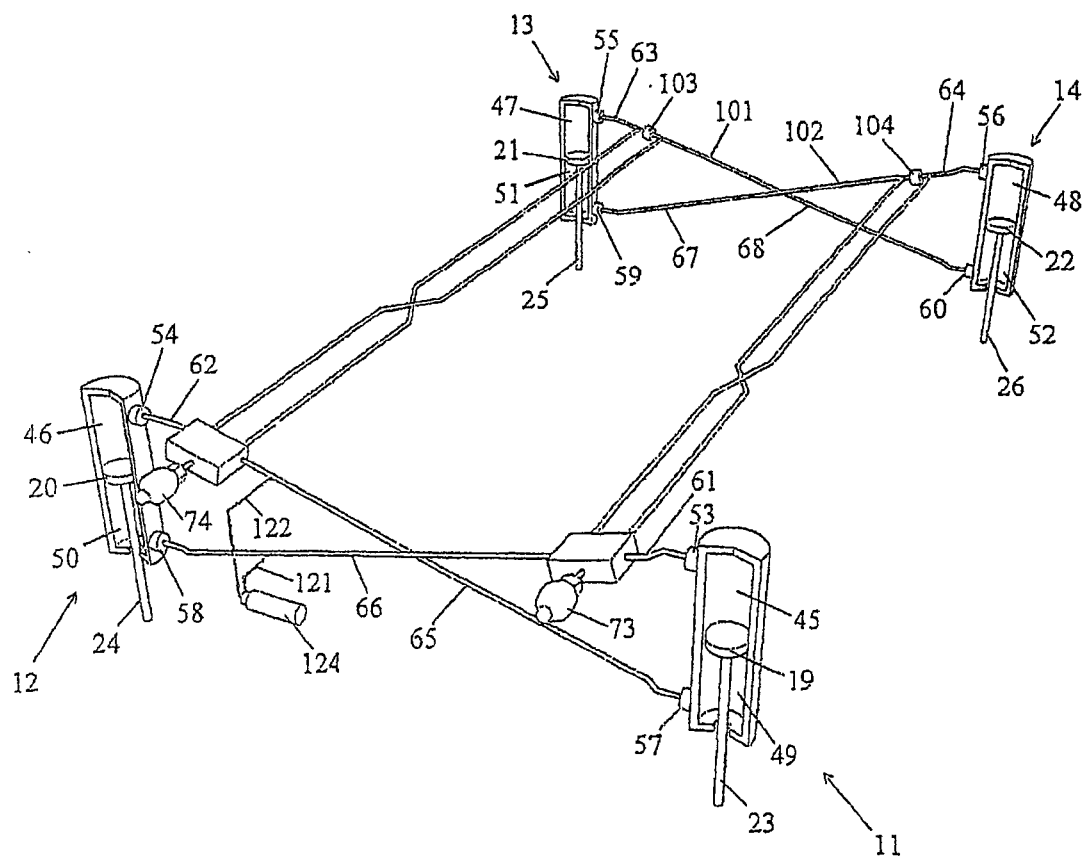


图 7

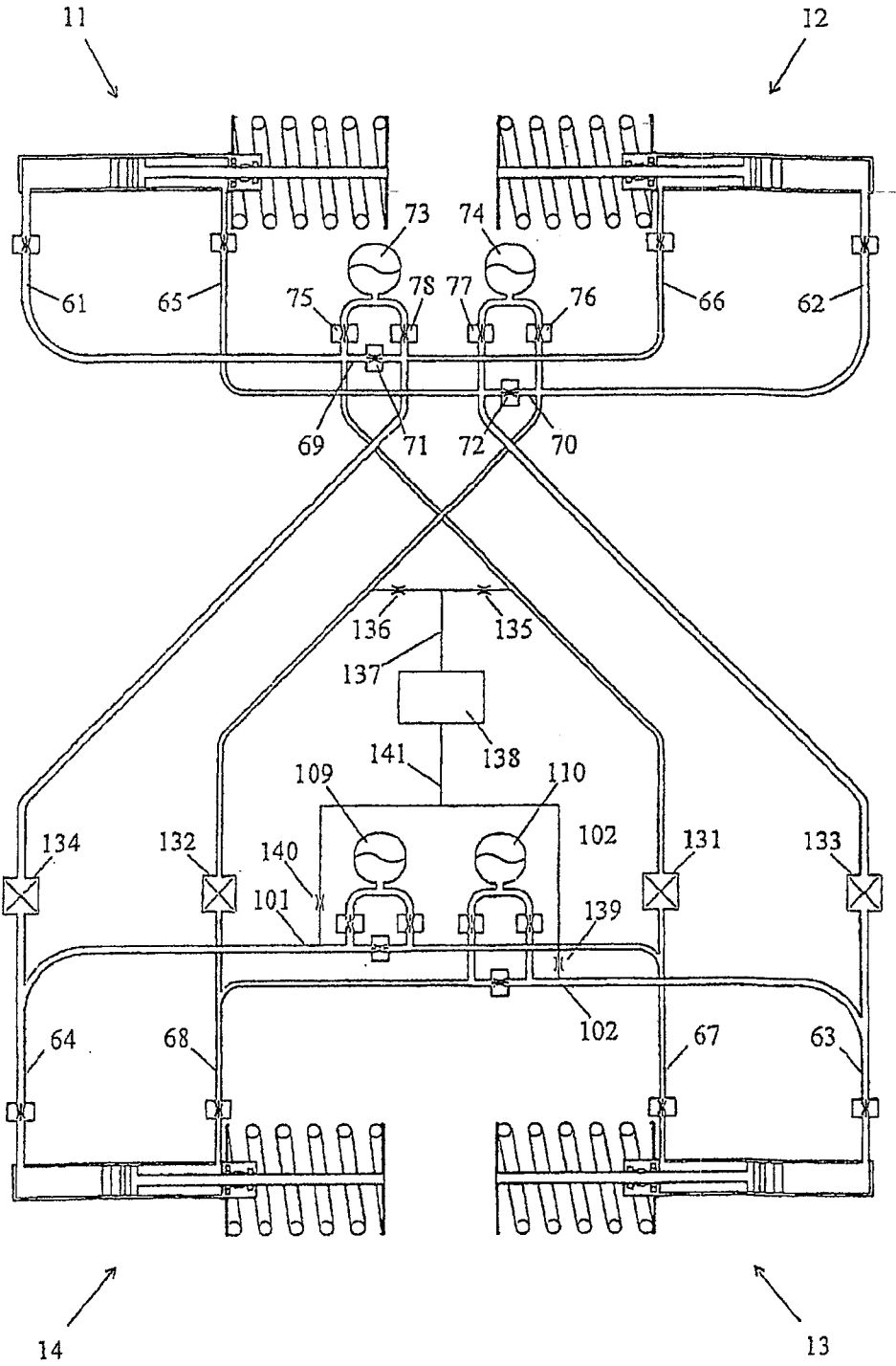


图 8

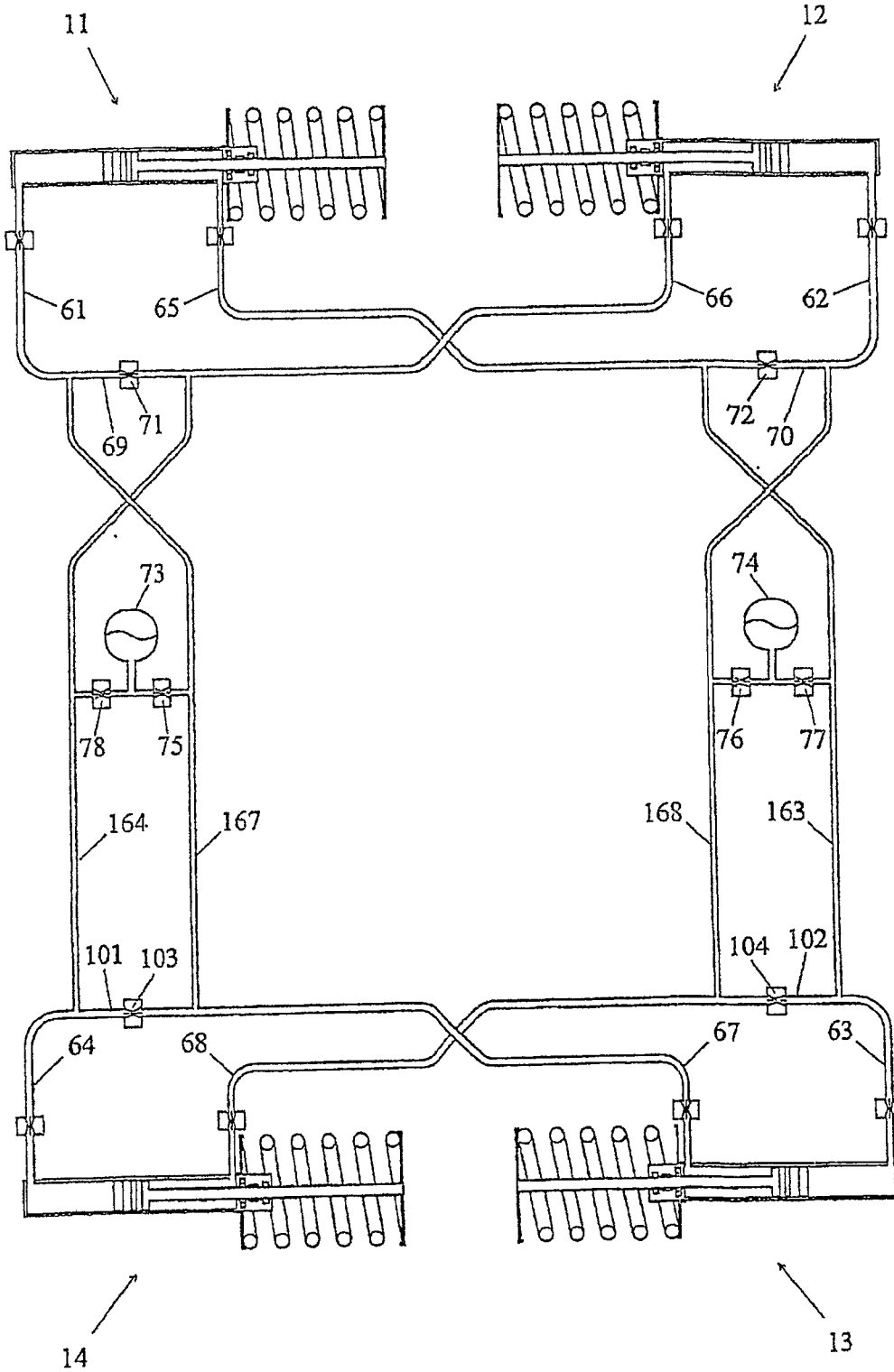


图 9

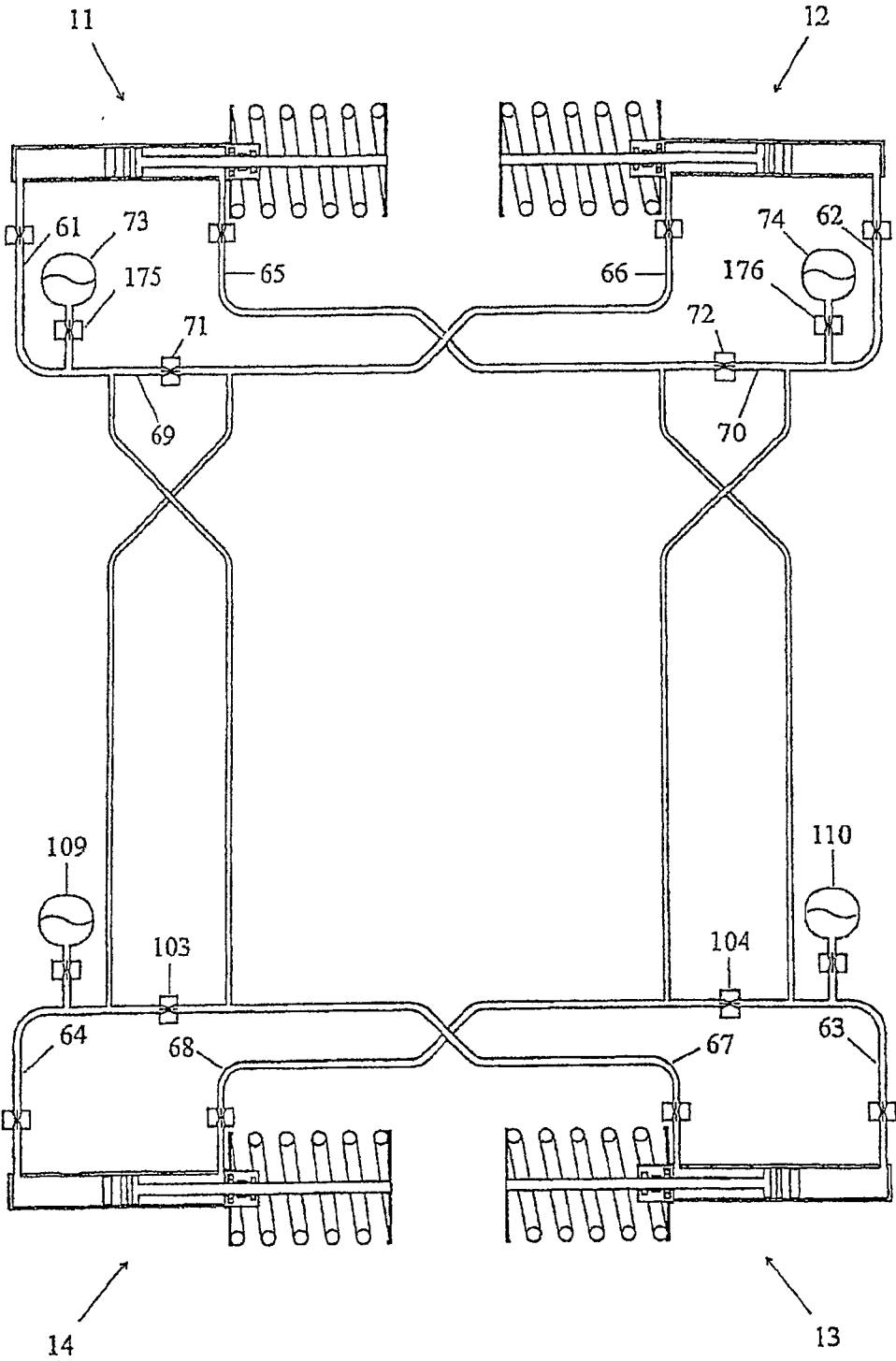


图 10

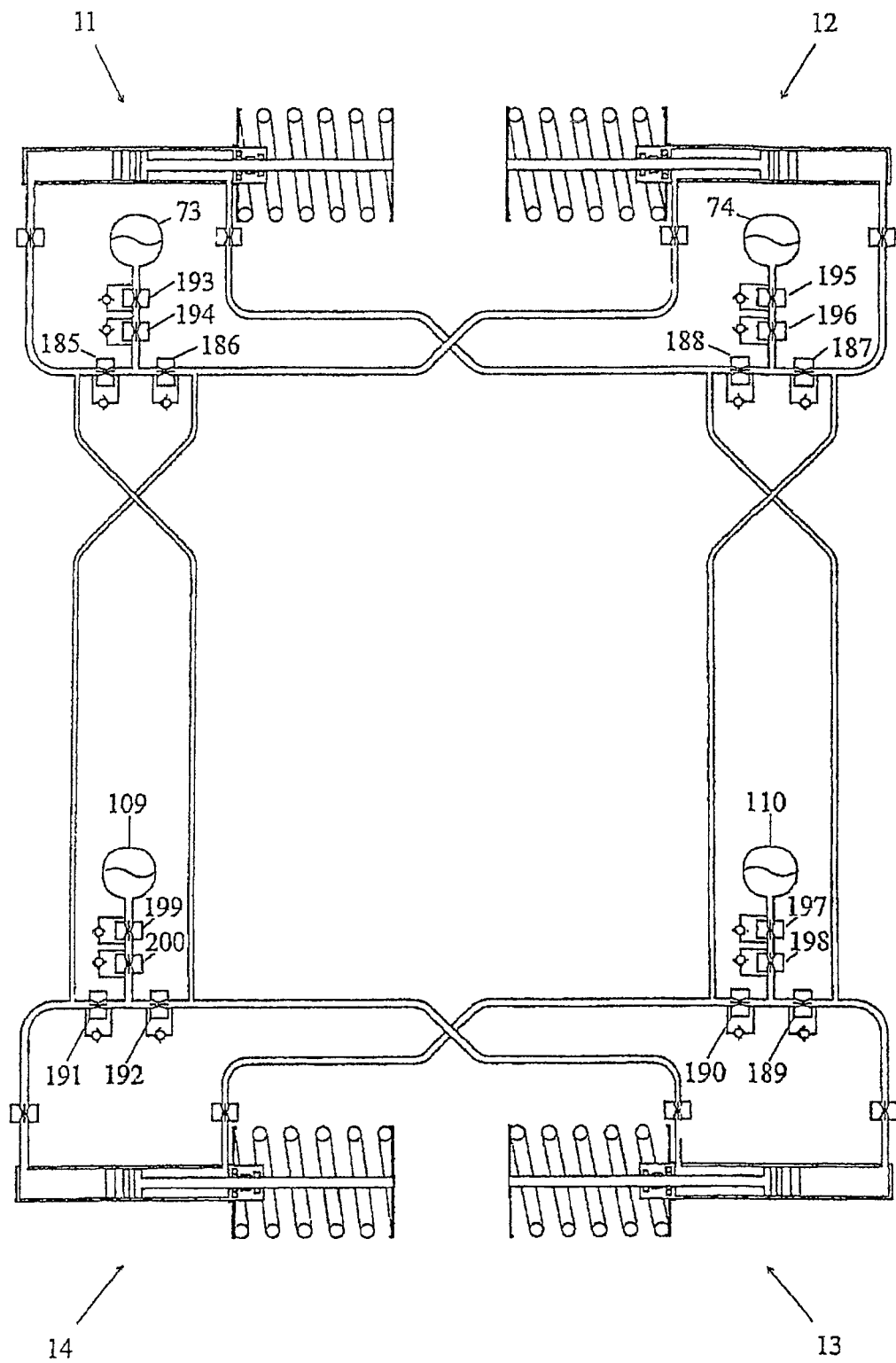


图 11