



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101061004 B

(45) 授权公告日 2010.10.06

(21) 申请号 200580029793.9

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2005.07.29

B60G 21/06 (2006.01)

(30) 优先权数据

2004904240 2004.07.30 AU

(56) 对比文件

US 6318742 B2, 2001.11.20, 全文.

WO 2004/052667 A1, 2004.06.24, 全文.

(85) PCT申请进入国家阶段日

2007.03.05

US 6010139 A, 2000.01.04, 全文.

US 6270098 B1, 2001.08.07, 全文.

(86) PCT申请的申请数据

PCT/AU2005/001130 2005.07.29

US 5562305 A, 1996.10.08, 全文.

US 6338014 B2, 2002.01.08, 全文.

(87) PCT申请的公布数据

W02006/010226 EN 2006.02.02

审查员 柳玲

(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 J·L·泰勒

R·莫恩克

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公

司 31100

代理人 张兰英

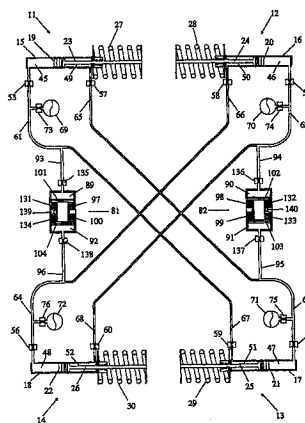
权利要求书 2 页 说明书 20 页 附图 12 页

(54) 发明名称

车辆的液压悬架系统

(57) 摘要

一种用于车辆悬架系统的液压系统包括位于车辆第一端处的至少一个第一对的车轮顶杆 (11、12), 位于车辆第二端处的至少一个第二对的车轮顶杆 (13、14), 每个顶杆包括压缩腔室 (45-48) 和回弹腔室 (49-52); 系统包括相对于所述车辆的第一和第二对角回路。液压系统包括至少一个第一和第二模态弹性装置 (81、82)。这些装置各包括至少一个弹性装置 (107-110), 至少一个可动构件 (105-106) 和至少第一和第二系统模态腔室 (89、90 和 91、92)。各个模态弹性装置的可动构件因车辆的侧倾或纵倾引起的运动, 可由对应的至少一个弹性装置进行控制, 由此, 在系统内提供对应的侧倾或纵倾的弹性。



CN 101061004 B

1. 一种用于车辆悬架系统的液压系统,该车辆包括一车体和至少一对前部车轮组件和至少一对后部车轮组件,

所述液压系统包括:位于所述车辆第一端处的至少一个第一对的车轮顶杆,其每个顶杆包括一压缩腔室和一回弹腔室,位于所述车辆第二端处的至少一个第二对的车轮顶杆,其每个顶杆包括一压缩腔室和一回弹腔室;其中,所述液压系统包括相对于所述车辆的第一和第二对角回路,

所述第一对角回路互连所述第一对的车轮顶杆的第一左车轮顶杆和第二对的车轮顶杆的第二右车轮顶杆,所述第一左车轮顶杆和第二右车轮顶杆中的每一个车轮顶杆的压缩腔室与形成所述第一对角回路的第一和第二流体体积的另一个车轮顶杆的回弹腔室 流体地连通;

所述第二对角回路互连所述第一对的车轮顶杆的第一右车轮顶杆和第二对的车轮顶杆的第二左车轮顶杆,所述第一右车轮顶杆和第二左车轮顶杆中的每一个车轮顶杆的压缩腔室与形成所述第二对角回路的第一和第二流体体积的另一个车轮顶杆的回弹腔室 流体地连通;

其中,所述液压系统包括至少一个第一模态弹性装置和至少一个第二模态弹性装置,

所述第一和第二模态弹性装置各包括至少一个模态弹性构件,至少一个可动构件和至少一第一系统模态腔室和至少一第二系统模态腔室,

其中,所述第一模态弹性装置具有其第一系统模态腔室,该模态腔室与形成第一对角第一压缩体积的第一对角回路的第一流体体积 流体地连通,并具有其第二系统模态腔室,该模态腔室与形成第二对角第二压缩体积的第二对角回路的第二流体体积流体 地连通,

以及所述第二模态弹性装置具有其第一系统模态腔室,该模态腔室与形成第二对角第一压缩体积的第二对角回路的第一流体体积 流体地连通,并具有其第二系统模态腔室,该模态腔室与形成第一对角第二压缩体积的第一对角回路的第二流体体积 流体地连通;以及

其中,各个模态弹性装置的可动构件因车辆的侧倾或纵倾运动引起的运动,由对应的至少一个模态弹性构件进行控制,由此,在所述液压系统内提供对应的侧倾或纵倾的弹性。

2. 如权利要求 1 所述的液压系统,其特征在于,所述至少一个第一和第二模态弹性装置的所述第一和第二系统模态腔室体积随对应的可动构件的所述运动而变化,所述运动使所述至少一个模态弹性构件变形,所述变形包括压缩或延伸,

以及其中,所述第一模态弹性装置的至少一个可动构件抵抗所述第一模态弹性装置的至少一个模态弹性构件的运动,允许流体有效地从所述第一对角第一压缩体积中流出,并同时允许流体有效地流入或流出第二对角的第二压缩体积;

以及其中,所述第二模态弹性装置的至少一个可动构件抵抗所述第二模态弹性装置的至少一个模态弹性构件的运动,允许流体有效地从所述第二对角第一压缩体积中流出,并同时允许流体有效地流入或流出第一对角的第二压缩体积,

在所述车辆的侧倾或纵倾运动中,每个模态弹性装置中的模态弹性构件由此提供有控制的增加的弹性。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的液压系统,其特征在于,对于每个模态弹性装置,第一系统

模态腔室的体积随着至少一个可动构件的所述运动沿与第二系统模态腔室的体积改变相反的方向变化体积,由此,在相关联的第一和第二压缩体积之间允许有控制的有效的流体流动。

4. 如权利要求 1 或 2 所述的液压系统,其特征在于,对于每个模态弹性装置,第一系统模态腔室的体积随至少一个可动构件的所述运动沿与其第二系统模态腔室的体积改变相同的方向变化体积,由此,允许有控制的同时有效的流体流出或流入相关联的第一和第二压缩的体积。

5. 如权利要求 3 所述的液压系统,其特征在于,所述第一对角第一压缩体积和第二对角第一压缩体积在车辆一端包括相应车轮顶杆的压缩腔室,这样,所述模态弹性装置被连接而对液压系统提供附加的纵倾弹性。

6. 如权利要求 3 所述的液压系统,其特征在于,所述第一对角第一压缩体积和第二对角第一压缩体积包括第一左车轮顶杆和第二左车轮顶杆的压缩腔室,这样,所述模态弹性装置被连接而对液压系统提供附加的侧倾弹性。

7. 如权利要求 4 所述的液压系统,其特征在于,所述第一对角第一压缩体积和第二对角第一压缩体积在车辆一端包括相应车轮顶杆的压缩腔室,这样,所述模态弹性装置被连接而对液压系统提供附加的侧倾弹性。

8. 如权利要求 4 所述的液压系统,其特征在于,所述第一对角第一压缩体积和第二对角第一压缩体积包括第一左车轮顶杆和第二左车轮顶杆的压缩腔室,这样,所述模态弹性装置被连接而对液压系统提供附加的纵倾弹性。

9. 一用于车辆悬架系统的液压系统,该车辆包括一车体和至少一对前部车轮组件和至少一对后部车轮组件,所述悬架系统包括位于车体和车轮组件之间用来弹性地支承车轮组件上方车辆的前和后弹性车辆支承装置,所述液压系统包括:车辆一端处的至少一个第一对的车轮顶杆以及车辆另一端处的至少一个第二对的车轮顶杆;车辆一端处的至少一个第一对车轮顶杆的每个包括一压缩腔室和一回弹腔室,由此,提供第一左压缩腔室、第一左回弹腔室、第一右压缩腔室,以及第一右回弹腔室;至少一个第二对车轮顶杆的每个包括一压缩腔室,由此,提供第二左压缩腔室和第二右压缩腔室;第一左回弹腔室连接到第二右压缩腔室,而第一右回弹腔室连接到第二左压缩腔室;其中,提供有至少一第一纵倾弹性装置和至少一第二纵倾弹性装置,每个纵倾弹性装置包括形成至少两个纵倾腔室的可动构件,其中,可动构件的运动由至少一个弹性构件控制,两个纵倾腔室的体积随可动构件的运动彼此成反比地变化,第一纵倾弹性装置包括第一左压缩纵倾腔室和第二左压缩纵倾腔室,第二纵倾弹性装置包括第一右压缩纵倾腔室和第二右压缩纵倾腔室;第一左压缩纵倾腔室与形成第一左压缩体积的第一左压缩腔室流体地连通,第二左压缩纵倾腔室既与第二左压缩腔室又与形成第二左压缩体积的第一右回弹腔室流体地连通,第一右压缩纵倾腔室与形成第一右压缩体积的第一右压缩腔室流体地连通,第二右压缩纵倾腔室既与第二右压缩腔室又与形成第二右压缩体积的第一左回弹腔室流体地连通,这样,由液压系统提供的侧倾、纵倾和起伏刚度参数可独立地彼此调谐,液压系统还提供零扭曲刚度。

## 车辆的液压悬架系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及车辆的悬架系统,具体来说,涉及对一个或多个悬置参数提供控制的液压系统。

### 背景技术

[0002] 已知有许多替代的互连悬架系统,它们具有相对于车体在不同模式的车轮运动之间被动地差动并由此提供各种替代功能的能力。例如,申请人的美国专利第 6,270,098 号提供了一介于两对对角互连的双作用轮臂之间的压力平衡的“载荷分配”单元。该系统提供不同的起伏、侧倾和纵倾刚度系数和零扭曲刚度,以及在所有四个基本悬置模式(起伏、侧倾、纵倾和扭曲)中不同的阻尼系数。该系统支承车辆的重量,于是,当车辆上的载荷变化时,或当流体温度变化时,必须调整系统内六个体积的各体积的流体体积。再者,由于系统内的六个体积在某些载荷状态中可以都处于不同压力下,所以流体可能横贯密封件泄漏,这也要求作流体体积调整以保持正确的车辆姿态。这需要高压的流体源、传感器、控制电子线路和阀门,对于被动系统使得系统的成本相当高。

[0003] 提供以上专利(US6,270,098)的许多好处而没有高压控制系统成本的被动互连液压系统的实例可见申请人的 PCT/AU03/01637(澳大利亚专利申请号 2003291836)。在某些实施例中,该低成本的系统可提供带有低的扭曲刚度的高侧倾刚度、可忽略的起伏刚度和不同的纵倾刚度系数。还提供带有低的更加舒适的隔离起伏的阻尼的高侧倾阻尼和纵倾阻尼。由于该液压系统不提供大的起伏刚度,所以,需要单独的支承弹簧,其给出的优点在于:六个系统体积可在公同的压力下操作,无需高压的控制系統。然而,当提供纵倾刚度时,系统具有六个体积、单一的载荷分配单元,该单元需要两个蓄力器且可能是难于包装,或如果分为两个半部,则在车辆内需要附加的液压导管。系统导管的布置也会引起流体加速度的效果。

[0004] 只具有侧倾和/或纵倾阻尼的一系统的实例可见美国专利第 5,486,018 号和美国专利第 6,024,366 号。在各个这些文献中的系统使用介于一对车轮阻尼顶杆之间的装置,各个车轮阻尼顶杆在其活塞中具有阻尼器阀,以便提供双向作用的阻尼,但使顶杆单向作用(即,仅有一个流体端口)。该装置对相内(即,起伏)和相外(即,侧倾和/或纵倾)运动提供独立水平的阻尼。然而,该系统在任何模式中不提供足够的刚度,于是,除了需要支承弹簧之外,通常还需要抗侧倾杆用于弹跳和侧倾刚度之间的良好平衡。此外,由于车轮顶杆是有效的单向作用(仅具有一个流体端口),所以,该装置可提供的阻尼量受到限制。对该系统作出多种改进来对付该问题,这可见日本专利局出版物第 11291737 号,但它们通过提供更多的泵和短管阀而增加了系统的复杂性。

[0005] 考虑到以上所述,因此,本发明的一个目的是提供一种用于车辆悬架的液压系统,其减轻这种已知车辆悬架系统的至少一个缺点。

[0006] 本发明的一个首选的目的是提供一种显示出侧倾刚度、纵倾刚度、侧倾阻尼、纵倾阻尼和起伏阻尼的液压系统,所有这些基本上可彼此独立地构造和调整以能优化各个参

数。

## 发明内容

[0007] 考虑到这些,本发明的一种形式提供了一种用于车辆悬架系统的液压系统,车辆包括一车体和至少一对前部车轮组件和至少一对后部车轮组件,

[0008] 液压系统包括:位于车辆第一端处的至少一个第一对的车轮顶杆,其每个顶杆包括一压缩腔室和一回弹腔室,位于车辆第二端处的至少一个第二对的车轮顶杆,其每个顶杆包括一压缩腔室和一回弹腔室;其中,系统包括相对于所述车辆的第一和第二对角回路,

[0009] 第一对角回路互连第一左车轮顶杆和第二右车轮顶杆,每个车轮顶杆的压缩腔室与形成第一和第二流体体积的另一车轮顶杆的回弹腔室流体地连通;

[0010] 第二对角回路互连第一右车轮顶杆和第二左车轮顶杆,每个车轮顶杆的压缩腔室与形成第一和第二流体体积的另一车轮顶杆的回弹腔室流体地连通;

[0011] 其中,液压系统包括至少一个第一模态弹性装置和至少一个第二模态弹性装置,

[0012] 第一和第二模态弹性装置各包括至少一个弹性装置,至少一个可动构件和至少一个第一和第二系统模态腔室,

[0013] 其中,第一模态弹性装置具有其第一系统模态腔室,该模态腔室与形成第一对角第一压缩体积的第一对角回路的第一流体体积流体地连通,具有其第二系统模态腔室,该模态腔室与形成第二对角第二压缩体积的第二对角回路的第二流体体积流体地连通,

[0014] 以及第二模态弹性装置具有其第一系统模态腔室,该模态腔室与形成第二对角的第一压缩体积第二对角回路的第一流体体积流体地连通,具有其第二系统模态腔室,该模态腔室与形成第一对角第二压缩体积的第一对角回路的第二流体体积流体地连通;以及

[0015] 其中,各个模态弹性装置的可动构件因车辆的侧倾或纵倾运动引起的运动,可由对应的至少一个弹性装置进行控制,由此,在系统内提供对应的侧倾或纵倾的弹性。

[0016] 根据本发明的液压悬架系统有利地允许独立调谐和设计悬架参数,包括纵倾刚度、纵倾阻尼、侧倾刚度、侧倾阻尼,以及起伏阻尼。这能优化各种这些悬架参数。

[0017] 本发明可有利地提供对由模态弹性装置与对角回路的选定的连接性所确定的纵倾刚度和/或侧倾刚度的高度控制。液压系统的纵倾高度较佳地构造成在零纵倾刚度(在纵倾弹性装置中有无限的弹性)与可能的最大纵倾刚度(在纵倾弹性装置中有零弹性)之间,视系统内模态弹性装置的形式、结构和连接而定。

[0018] 根据本发明的另一形式,至少一个所述第一和第二模态弹性装置的第一和第二系统模态腔室的体积可随对应的可运动构件的运动而变化,所述运动使所述至少一个弹性装置变形、压缩或延伸。更佳地,第一模态弹性装置的至少一个可运动构件抵抗至少一个模态弹性装置的运动,可允许流体有效地从第一对角第一压缩体积中流出,并同时允许流体有效地流入或流出第二对角第二压缩体积。还为更佳地,第二模态弹性装置的至少一个可运动构件抵抗至少一个模态弹性装置的运动,可允许流体有效地从第二对角第一压缩体积中流出,并同时允许流体有效地流入或流出第一对角第二压缩体积。因此,有利地是,在车辆的侧倾或纵倾运动中,各个模态弹性装置中的模态弹性装置可由此提供有控制的增加的弹性。

[0019] 较佳地,对于各个模态弹性装置,第一系统模态腔室的体积可沿第二系统模态腔

室的体积的相反方向,随着至少一个可动构件的运动而变化体积,由此,在相关的第一和第二压缩体积之间可允许有控制的有效的流体流动。

[0020] 较佳地,对于各个模态弹性装置,第一系统模态腔室的体积可随至少一个可动构件的运动沿第二系统模态腔室体积的相同方向变化体积,由此,可允许有控制的同时有效的流体流出或流入相关的第一和第二压缩的体积。

[0021] 较佳地,第一对角的第一压缩体积和第二对角的第一压缩体积可在车辆相同端包括车轮顶杆的压缩腔室,这样,模态弹性装置可被连接而对液压系统提供附加的纵倾弹性。

[0022] 较佳地,第一对角的第一压缩体积和第二对角的第一压缩体积可在车辆相同侧包括车轮顶杆的压缩腔室,这样,模态弹性装置可被连接而对液压系统提供附加的侧倾弹性。

[0023] 较佳地,第一对角的第一压缩体积和第二对角的第一压缩体积可在车辆相同端包括车轮顶杆的压缩腔室,这样,模态弹性装置可被连接而对液压系统提供附加的侧倾弹性。

[0024] 较佳地,第一对角的第一压缩体积和第二对角的第一压缩体积可在车辆相同侧包括车轮顶杆的压缩腔室,这样,模态弹性装置可被连接而对液压系统提供附加的纵倾弹性。

[0025] 本发明的还有一种形式提供了一用于车辆悬架系统的液压系统,车辆包括一车体和至少一个前部车轮组件对和至少一个后部车轮组件对,悬架系统包括位于车体和车轮组件之间用来弹性地支承车轮组件上方车辆的前和后弹性车辆支承装置,液压系统包括:车辆第一端处的至少一个第一对的车轮顶杆以及车辆第二端处的至少一个第二对的车轮顶杆,车辆第一端处的至少一个第一对的车轮顶杆包括一压缩腔室和一回弹腔室,由此,提供第一左压缩腔室、第一左回弹腔室、第一右压缩腔室,以及第一右回弹腔室;至少一个第二对车轮顶杆的每个包括一压缩腔室,由此,提供第二左压缩腔室和第二右压缩腔室;第一左回弹腔室连接到第二右压缩腔室,而第一右回弹腔室连接到第二左压缩腔室;其中,有至少第一和第二纵倾弹性装置,每个纵倾弹性装置包括至少两个纵倾腔室和可移动的构件,其中,可动构件的运动由至少一个弹性装置控制,两个纵倾腔室的体积随可动构件的运动彼此成反比地变化,第一纵倾弹性装置包括第一左压缩纵倾腔室和第二左压缩纵倾腔室,第二纵倾弹性装置包括第一右压缩纵倾腔室和第二右压缩纵倾腔室;第一左压缩腔室与形成第一左压缩体积的第一左压缩纵倾腔室流体地连通,第二左压缩腔室与第二左压缩纵倾腔室并连同形成第二左压缩体积的第一右回弹腔室流体地连通,第一右压缩腔室与形成第一右压缩体积的第一右压缩纵倾腔室流体地连通,第二右压缩腔室与第二右压缩纵倾腔室并连同形成第二右压缩体积的第一左回弹腔室流体地连通,这样,由液压系统提供的悬架参数可独立地彼此调谐。

[0026] 可设置有与至少一个左压缩体积流体地连通的压力蓄力器和/或与至少一个右压缩体积流体地连通的压力蓄力器。

[0027] 根据本发明的液压悬架系统允许独立地调谐和设计包括侧倾刚度、侧倾阻尼、纵倾刚度、纵倾阻尼和起伏阻尼的悬架参数。这能优化各种这些悬架参数。

[0028] 车辆可以主要地由弹性的车辆支承装置支承。车辆支承装置可以是诸如盘簧、空气弹簧、扭转杆、板弹簧以及橡胶锥那样的任何已知的支承装置。在盘簧和空气弹簧的情形中,车辆支承装置可围绕车轮顶杆安装或单独地安装。

[0029] 位于车辆第二端的至少一个第二对的车轮顶杆的每个还可包括一回弹腔室,其形成第二左回弹腔室和第二右回弹腔室,该第二左回弹腔室连接到第一右压缩腔室并形成第

一右压缩体积的一部分,而第二右回弹腔室连接到第一左压缩腔室并形成第一左压缩体积的一部分。

[0030] 各纵倾弹性装置可包括单一的主腔室,其由可移动的构件划分而形成第一和第二压缩纵倾腔室,第一弹性装置位于第一压缩纵倾腔室内,而第二弹性装置位于第二压缩纵倾腔室内。

[0031] 可移动的构件可以是活塞、横隔膜,或其它类型类似的装置,其可允许流体体积在第一和第二压缩纵倾腔室内变化,同时提供密封,以使第一和第二压缩纵倾腔室之间基本上没有流体流动。

[0032] 纵倾弹性装置可以是诸如一盘簧或堆叠的 Belleville 垫圈之类的机械弹簧,或替代地,纵倾弹性装置可以是诸如橡胶或聚亚安酯模制件的任何形式的弹性构件。

[0033] 或者,各个纵倾弹性装置包括一对主腔室,在各主腔室内设置可移动的构件以在各纵倾弹性装置内形成四个纵倾弹性装置腔室;其中,各纵倾弹性装置内的两个纵倾弹性装置腔室的体积彼此成反比地变化,该两个纵倾弹性装置腔室提供第一和第二压缩纵倾腔室;而各纵倾弹性装置内的另两个纵倾弹性装置腔室提供第一和第二纵倾控制腔室。

[0034] 第一纵倾弹性装置的第一纵倾控制腔室可以流体地连接到第二纵倾弹性装置的第一纵倾控制腔室,而第一纵倾弹性装置的第二纵倾控制腔室可以流体地连接到第二纵倾弹性装置的第二纵倾控制腔室。

[0035] 第一和第二纵倾控制腔室可用气体填充,由此,提供有控制的纵倾弹性量。

[0036] 或者,第一和第二纵倾控制腔室可以用液体填充,并与对应的第一和第二流体压力蓄力器流体地连通。在此情形中,纵倾阻尼装置可以被包括在纵倾控制腔室和用来阻尼所述流体连通的压力蓄力器之间。如果纵倾控制腔室在第一和第二纵倾弹性装置之间流体地连通,则对于一对第一纵倾控制腔室只需一个蓄力器,而对于一对第二纵倾控制腔室也需一个蓄力器,每对纵倾控制腔室和相关的蓄力器形成一纵倾控制体积。如果纵倾控制腔室在两个纵倾弹性装置之间不互连,则对于每个纵倾控制腔室可提供一个蓄力器,各纵倾控制腔室和相关的蓄力器由此形成一纵倾控制体积。

[0037] 对于纵倾弹性装置的任何结构,可设置四个纵倾弹性装置,第一和第二纵倾弹性装置朝向车辆的第一端定位,第三和第四纵倾弹性装置朝向车辆的第二端定位,第三纵倾弹性装置与第一纵倾弹性装置并联连接,而第四纵倾弹性装置与第二纵倾弹性装置并联连接。

[0038] 对于故障保护和/或动态控制,可设置附加的阀来阻塞液压系统中流体连通的一个或多个路径。

[0039] 在车辆支承装置是车辆支承的主要装置的情形中,液压系统中的所有体积可以在相同压力下运行。再者,由于系统通常包含液压流体和气体,它们都随温度上升而膨胀,所以,可提供一压力补偿结构,以便在设计温度上的设计范围内保持系统静态压力和侧倾刚度。该压力补偿结构也可用来补偿随时间的任何流体损失。因此,可设置通过对应节流器或阀连接到每个系统体积的压力维持装置。例如,压力维持装置可以连接到左和右、第一和第二压缩体积,以及(如果存在的话)连接到纵倾控制体积。

[0040] 附图示出本发明可能的结构。也可能有其它的结构,因此,附图的特定性不应理解为可替代本发明以上描述的一般性。

## 附图说明

[0041] 图 1 示出根据本发明一实施例的具有侧倾刚度、侧倾阻尼、纵倾刚度和纵倾阻尼的液压系统的第一可能结构的示意图。

[0042] 图 2 示出图 1 液压系统的第一可能结构的替代实施例的示意图。

[0043] 图 3 示出液压系统的第一可能结构的另一实施例的示意图。

[0044] 图 4 示出根据本发明一实施例的液压系统的第二可能结构的示意图,其类似于第一结构,具有相同的连接顺序但有不同走向的导管。

[0045] 图 5 示出液压系统的第二可能结构的另一实施例的示意图。

[0046] 图 6 示出图 5 系统的一替代实施例的示意图,还示出了压力保持结构。

[0047] 图 7 示出本发明的一优选实施例的系统的部分示意图,其示出了可开关的旁通导管或与纵倾弹性装置和纵倾阻尼器并联的通道。

[0048] 图 8 示出本发明的另一优选实施例的系统的部分示意图,其示出仅与纵倾弹性装置并联的旁通通道的替代结构。

[0049] 图 9 示出根据本发明一实施例的液压系统的第三可能结构的示意图,其示出简化型的纵倾弹性装置和改型以提供极端侧倾的运动分布。

[0050] 图 10 示出根据本发明一实施例的液压系统的另一结构的示意图,其示出连接在各前左和前右对的压缩腔室之间以及各后左和后右对的压缩腔室之间相应的纵倾弹性装置。

[0051] 图 11 示出一类似于图 10 所示结构但包括替代形式的模态弹性装置的实施例的示意图。

[0052] 图 12 示出图 11 的模态弹性装置,其连接到带有与图 1 至 4 相同导管连接的本发明一实施例的液压系统。

[0053] 图 13 示出适用于本发明实施例的模态弹性的一替代形式。

[0054] 图 14 示出适用于本发明实施例的模态弹性的另一替代形式。

## 具体实施方式

[0055] 首先参照图 1,图中示出一种用于车辆的悬架系统。四个车轮顶杆 (wheel

[0056] ram) (11、12、13、14) 位于车辆的车体 (未示出) 和四个正交设置的车轮

[0057] (未示出) 之间。每个车轮顶杆包括连接到轮毂或其它悬架几何体上以随车

[0058] 轮运动的缸体 (15、16、17、18), (19、20、21、22) 可滑动地容纳在缸

[0059] 体内的活塞,以及固定在活塞和车体之间的杆 (23、24、25、26)。杆与车

[0060] 体的连接可以是任何已知的方法,通常是通过橡胶轴衬,在 MacPherson 撑

[0061] 杆几何的情形中该轴衬通常包括一轴承。

[0062] 为了便于理解,车辆弹性支承装置显示为“coil-overs”,即,盘簧 (27、28、29、30) 围绕车轮顶杆定位,并位于固定在缸体上的下弹簧板 (31、32、33、34) 和 (诸如通过轴承或轴衬直接地或间接地) 可连接到杆或车体的上弹簧板 (35、36、37、38) 之间。应该理解到,弹性支承装置可以是任何替代的已知类型,诸如可变刚度的盘簧、连接到液压气动蓄力器的液压腔室、空气弹簧或任何这些类型的组合。弹性支承装置可如图所示地位于缸体周围,



使盘簧与缸体连成一体（在液压腔室的情形中）或与顶杆分离，这可将替代的弹性支承装置可能的范围拓宽到连接到提供车轮定位的几何体的扭转杆。位于车辆前面的弹性支承装置可以部分地或全部地互连以提供具有减小的或零侧倾刚度的支承件，和 / 或位于车辆后面的弹性支承装置可以部分地或全部地互连以提供具有减小的或零侧倾刚度的支承件，就如申请人的美国专利第 6, 217, 047 号中所公开和描述的那样，本文援引该专利的细节以供参考。还有车轮顶杆可以倒置使缸体在外管内，杆固定到外管，而外管又支承下弹簧板一然后，上弹簧板安装到缸体上或直接安装到车体上。

[0063] 应该理解到，液压系统也可结合车辆弹性支承装置部分地支承车体，或者对车体提供足够的支承而无需上述的车辆弹性支承装置。由于这通常需要在液压系统中较高的压力和和车轮顶杆中较大直径的杆，摩擦增加，所以对于讲究的道路车辆应用来说这不是优选的。

[0064] 为简化起见，图中所示的车轮顶杆基本上是传统的双作用的顶杆。取前左车轮顶杆 11 为例，活塞 19（其可形成为杆 23 的一体部分）具有两个包含轴承 39 和密封 40 的凹槽。在某些情形中，单独的轴承和密封零件可以用连接到活塞或围绕活塞形成的单体构件（未示出）替代，以便于组装和降低成本。活塞必须总包括密封件以防止流体流过横越压缩腔室 45 和回弹腔室 49 之间的活塞。缸端 41 具有容纳杆密封 42、轴承 43，以及杆擦拭器 44 三个凹槽，或其它形式诸如排除器之类的第二密封。再者，某些这样的部件可以组合，但必须在回弹腔室和大气之间设置密封。因此，各个顶杆具有由各汽缸 15、16、17、18 内的活塞 19、20、21、22 形成的压缩腔室 45、46、47、48 和回弹腔室 49、50、51、52。

[0065] 通过提供安装在靠近各个车轮顶杆的压缩和回弹腔室的导管 61-66 上的压缩 53-56 和回弹 57-60 阻尼器阀，可实现各车轮顶杆的直接阻尼。这些阻尼器阀可以是单作用、致力于限制流体流出压缩或回弹腔室，或它们可以是双作用的，在此情形中，可只使用一个阀（在压缩腔室上，最好在回弹腔室上）。这些阻尼器阀可以位于有插件空间的车轮顶杆体内，或附连到车轮顶杆体或如图所示的导管内。

[0066] 四个双作用的车轮顶杆通过一对对角回路连接，以提供侧倾和纵倾刚度与起伏刚度的被动解耦。第一对角回路包括两个流体体积，它们是前左压缩体积和后右压缩体积。前左压缩体积包括前左压缩腔室 45、前左压缩导管 61、后右回弹导管 67 和后右回弹腔室 51。后右压缩体积同样地包括后右压缩腔室 47、后右压缩导管 63、前左回弹导管 65 和前左回弹腔室 49。

[0067] 第二对角回路同样地包括两个流体体积，它们是前右压缩体积和后左压缩体积。前右压缩体积包括前右压缩腔室 46、前右压缩导管 62、后左回弹导管 68 和后左回弹腔室 52。后左压缩体积同样地包括后左压缩腔室 48、后左压缩导管 64、前右回弹导管 66 和前右回弹腔室 50。

[0068] 为使该基本的对角连接结构发挥功能，需要有弹性。提供该弹性可使用可压缩的流体、诸如气囊或横隔膜型或带有气体或机械弹簧的活塞型之类的任何类型的蓄力器装置，或使用诸如带有合适压力膨胀特性的软管之类的某些其它形式的弹性。在图 1 中，显示横隔膜型液压气动蓄力器 69、70、71、72 位于四个压缩体积的每个上，通过阻尼器阀 73、74、75、76 连接到对应的压缩体积。

[0069] 该基本的对角连接结构可如下地排出流体：在侧倾和纵倾中，对应于对角相对的

车轮顶杆的压缩腔室和环形回弹腔室的流体体积被排出（到诸如蓄力器那样的任何弹性装置内或从其中排出）；而在起伏中，仅对应于杆体积的流体体积（压缩腔室减去环形回弹腔室）将被排出（到弹性装置内或从其中排出）。在相对于起伏模式的侧倾和纵倾模式中，排出到压缩体积蓄力器 69 至 72 内的高的相对体积，给出比起伏刚度高的侧倾和纵倾刚度。在相对于起伏模式的侧倾和纵倾模式中，还有通过压缩体积蓄力器阻尼器阀 73 至 76 的较高的流体流率，由此，在相对于起伏模式的侧倾和纵倾模式中，赋予较高的阻尼系数。

[0070] 然而，第一和第二对角回路通过至少第一和第二纵倾弹性装置 81、82 连接起来，以在纵倾模式中的液压系统内提供附加的弹性。第一纵倾弹性装置 81 连接在前左压缩体积和后左压缩体积之间。类似地，第二纵倾弹性装置 82 连接在前右压缩体积和后右压缩体积之间。液压系统的纵倾刚度可以设计成在该区域内的任何地方从零纵倾刚度（在纵倾弹性装置中无限弹性）到可能的最大纵倾刚度（在纵倾弹性装置中零弹性）。该最大的纵倾刚度与两个对角回路的基本结构的纵倾刚度相同（没有任何纵倾弹性装置），并由液压系统的侧倾刚度和车辆的悬架定位部件的几何特性确定。

[0071] 阻尼纵倾的弹性可提供纵倾的模态阻尼，即，液压系统的纵倾模式得到阻尼，同时，对纯侧倾和起伏运动提供极少或无阻尼作用。此外，车轮阻尼器阀可用来在纵倾运动中提供阻尼力，但由于车轮阻尼器不是模态阻尼器，所以，该阻尼力在所有模式中直接作用，且也将存在于侧倾、扭曲和起伏之中。用来阻尼纵倾弹性装置中的弹性的阻尼装置在本文中称之为纵倾阻尼器。

[0072] 在图 1 中，纵倾弹性装置显示为带有液压气动弹簧的液压缸结构。首先观看第一纵倾弹性装置 81，设置有被中心壁 87 分开的两个轴向对齐的缸筒 83 和 86。每个缸筒被活塞 101、104 分成两个腔室 89 和 97；92 和 100，两个活塞被杆 105 连接，两个活塞和杆一起形成活塞杆组件。如图所示，最前的腔室 83 是前左压缩纵倾腔室并通过前左压缩纵倾导管 93 连接到液压系统的前左压缩体积。类似地，最后的腔室 92 是后左压缩纵倾腔室并通过后左压缩纵倾导管 96 连接到后左压缩体积。

[0073] 最前的中心腔室 97 是前左纵倾控制腔室并通过前左纵倾弹性控制导管 111 和纵倾阻尼器阀 115 连接到前左纵倾弹性蓄力器 107。类似地，最后的中心腔室 100 是后左纵倾控制腔室并通过后左纵倾弹性控制导管 114 和纵倾阻尼器阀 118 连接到和后左纵倾弹性蓄力器 110。

[0074] 液压系统的操作基本上如下：

[0075] 在起伏中，对应于车轮顶杆的左和右杆体积的流体体积排入到压缩体积蓄力器 69、70、71 和 72 内或从其中排出。杆体积通常相对于蓄力器的气体体积较小，于是，起伏中的压力变化也较小，这仅有效地作用在杆面积上，提供车轮力的很小变化。因此，液压系统具有非常低的起伏刚度。流入压缩体积蓄力器 69 至 72 内的低的流体流量也给予低的通过压缩体积阻尼器阀 73 至 76 的流率，由这些阻尼器阀给出非常小的起伏阻尼作用。如果从个别车轮顶杆中排出的流体体积前至后不匹配，和 / 或如果纵倾弹性装置内的活塞面积不匹配于前和后压缩体积内的压力变化，则纵倾弹性装置活塞杆组件将在纯起伏运动中发生某些运动。

[0076] 在侧倾中，例如，当右转弯而致使车辆侧倾到左边时，前左和后左压缩体积的压力增加（由于来自前左压缩腔室 45 和后右回弹腔室 51 的流体进入前左压缩体积蓄力器 69，

以及由于来自后左压缩腔室 48 和前右回弹腔室 50 的流体进入后左压缩体积蓄力器 72), 以及右压缩体积的压力减小 (由于流体从前右压缩体积蓄力器 70 进入前右压缩腔室 46 和后左回弹腔室 52, 以及由于流体从蓄力器 71 进入后右压缩腔室 47 和前左回弹腔室 49), 由此, 提供必要的侧倾力偶。通过确保压缩体积以及由此车辆一侧的纵倾腔室内产生的压力, 横贯反作用于实心活塞或活塞杆组件, 纵倾弹性装置 81 和 82 反作用于液压系统上侧倾载荷。因此, 在一液压系统中, 其具有前后相等大小车轮顶杆、在车轮顶杆上具有相等的前和后机械利益、前和后压缩体积和其蓄力器有相等的刚度, 以及相等大小的纵倾弹性装置缸筒 83、84、85、86, 纵倾弹性装置活塞和杆组件在纯侧倾中没有运动。为了将液压系统的侧倾力矩分布设定成不是 50%, 车轮顶杆的尺寸可以前后不同, 或各纵倾弹性装置的前和后部分可以是不同的筒直径 (后一种可供选择方案较差些), 在此情形中, 各纵倾弹性装置在纯侧倾运动过程中活塞杆组件可有某些小的运动。

[0077] 由于液压系统的侧倾力矩分布可能不匹配整体的悬架系统的侧倾力矩分布 (由于盘簧的弹簧系数、前至后轴衬刚度差等), 可以必要地在前轮上提供不

[0078] 同于后轮的阻尼水平。在车辆一端处获得附加侧倾阻尼的最简单的方法是使用

[0079] 回弹和压缩轮阻尼器阀 53 至 60, 但根据量级大小这可减小液压系统的模态阻

[0080] 尼效益。一替代的方法是改变前压缩体积蓄力器阻尼器阀、后压缩体积蓄力器

[0081] 阻尼器阀和纵倾阻尼器阀之间的平衡。改变该平衡也可在车辆经受侧倾运动时

[0082] 影响纵倾弹性装置内活塞杆组件的运动。

[0083] 在纵倾中, 例如, 当制动时, 流体通过前压缩导管 61、62 排出到前顶杆压缩腔室 45、46 和后顶杆回弹腔室 51、52 外, 并排入前压缩体积蓄力器 69、70 和前压缩纵倾腔室 89、90 内 (通过前压缩纵倾导管 93、94)。流体流的平衡由上述的压缩导管和蓄力器的基本 X 布置的刚度 (和阻尼) 和纵倾弹性装置的刚度 (和阻尼) 之间的平衡予以确定。纵倾弹性装置的刚度通过布置和杆、筒和蓄力器尺寸, 连同蓄力器的预加力和系统的静态液压操作压力进行调谐。纵倾弹性装置的阻尼可以通过纵倾阻尼器阀 115 和 116 和 / 或 117 和 118, 如图 1 所示, 它们是纵倾弹性装置的部分, 和 / 或通过纵倾导管 93 和 94 和 / 或 95 和 96 内的单独的纵倾阻尼器阀。

[0084] 在前压缩纵倾腔室内的压力增加且纵倾弹性装置内的活塞杆组件位移时, 流体通过前纵倾阻尼器阀 115、16 从前纵倾控制腔室 97、98 外排出进入到前纵倾蓄力器 107、108 内, 由此增加前纵倾控制腔室内的压力并提供一阻尼的纵倾弹性。纵倾弹性装置内的活塞杆组件的运动也通过后压缩纵倾导管 95、96 将流体排出后压缩纵倾腔室 91、92 外进入后压缩导管, 提供流体流入前顶杆回弹腔室和后顶杆压缩腔室内, 以允许车辆纵倾。该纵倾通过纵倾弹性装置 81、82 的弹性和阻尼进行控制。

[0085] 正如容易地理解的, 在制动 (或车轮相对于车体任何类似方向的纵倾运动) 中, 流体通过纵倾导管 93 至 96 和第一和第二纵倾弹性装置 81、82 沿该单一方向在前和后压缩体积之间传递。在相反意义的纵倾运动过程中, 例如, 当加速运动时, 流体沿相反方向流过纵倾导管 93 至 96 和第一和第二纵倾弹性装置 81、82。因此, 较佳地是对于两个不同纵倾方向使用不同的弹性和阻尼特性, 由此, 对制动方向纵倾阻尼和加速方向纵倾阻尼给予独立的控制。在纵倾速度、加速度、峰值力和总的要求 (诸如用于控制的力和舒适性之间的交替换位) 沿两个方向可以非常不同时, 是显然理想的。

[0086] 如果液压系统的侧倾力矩分布不是 50%，或由于几何特性或其它的影响，则由液压系统产生的有效纵倾刚度和纵倾阻尼力从车辆的一端到另一端不匹配。车轮阻尼器阀可用来补偿前至后纵倾阻尼器作用的任何差异，尤其是，当该差异通常与侧倾阻尼中的任何不平衡相同方向时，这也可以附加地由车轮阻尼器阀提供，液压系统仍提供比传统悬架系统更佳的折衷。

[0087] 在扭曲中，来自于一个对角回路的对应于杆体积的流体体积，通过第一和第二纵倾弹性装置 81、82 传递到另一对角回路内。因此，液压系统具有非常低的扭曲刚度，其部分地由起伏刚度确定，然后进一步通过纵倾弹性而减小。扭曲阻尼基本上由车轮阻尼器阀提供。

[0088] 对本技术领域内的技术人员来说很明显，对于图 1 中的纵倾弹性结构，存在有许多可能的变体，诸如使用替代形式的弹性来代替蓄力器，使用不同类型的纵倾阻尼器和纵倾阻尼器的不同放置，以及改变纵倾弹性装置内腔室的连接顺序。例如，最后的腔室 92 可通过前左压缩纵倾导管 93 连接到前左压缩体积，最后的中心腔室 100 可通过后左压缩纵倾导管 96 连接到后左压缩体积，最前的腔室 89 则是前左纵倾控制腔室，而最前的中心腔室 97 则是后左纵倾控制腔室。对于第一纵倾弹性装置 81 所作的这些变化可镜面对称地反映到第二纵倾弹性装置 82。的确，为了保持如图 1 所示的系统的纵倾弹性装置的功能，所需要的连接特性一般地可描述如下，使用车辆的两侧作为第一和第二侧：第一纵倾弹性装置 81 的任何腔室可以设定为第一前系统腔室，并连接到第一前压缩体积，然后，沿与第一前系统腔室相同方向变化体积的腔室是第一后纵倾控制腔室。然后，其中一个保持腔室（其必须定义为随着活塞和杆组件的运动体积沿与第一前系统腔室的相反方向体积变化（即，反比例地变化））是第一后系统腔室，而另一保持腔室是第一前纵倾控制腔室。

[0089] 在图 1 中，纵倾阻尼器阀显示为介于纵倾弹性装置的缸和实际弹性（即，蓄力器）之间。在此情形中，阻尼器阀可以是单作用的，且只对流入相应蓄力器内的流体流动提供相当的阻尼压力降，对于流出蓄力器的流体压降可以忽略。或者，可在每个纵倾导管 93-96 内使用一单作用的纵倾阻尼器阀，或在其中一个左纵倾导管 93、96 内可使用一个双作用的纵倾阻尼器阀，而在其中一个右纵倾导管 94、95 内可使用一个双作用的纵倾阻尼器阀。该纵倾阻尼器阀可以是被动的孔、被动的多级阻尼器阀或任何形式的可变阻尼器阀，并甚至可提供完全阻塞的纵倾导管。纵倾阻尼器可以是一单、双作用阀，或两个单作用阀，并可包括一锁定或阻塞阀，或任何其它已知形式的可控制的限制。或者，纵倾阻尼器可以是任何已知形式，诸如包含围绕每个纵倾阻尼器阀的可开关旁通的简单开关阻尼器，或一简单控制的泄放孔。如果阀包括一锁定或阻塞特征，则它们可用作为故障保护功能的部分，这将在本文件内的下文中予以讨论。

[0090] 图 2 中显示了纵倾弹性装置 81、82 的一替代结构。相同的零件赋予相同的标号。基本的缸和活塞杆组件类似于图 1 中的组件。然而，在图 2 中，显示其中一种弹性的可能替代形式，代替液压气动的蓄力器。盘簧 131 至 134 位于中心的纵倾控制腔室内。盘簧的自由长度可选择为给出理想的弹性对纵倾弹性装置活塞杆组件的挠度关系。例如，如果弹簧的自由长度小于活塞行程，则小位移下的纵倾刚度将大于大位移过程中的纵倾刚度，其优点在于，它可在平表面上纵向加速度下控制车体姿势，并还限制峰值力，同时吸收速度颠簸型的输入。类似地，使用弹簧设计技术，例如变化盘簧直径、钢丝直径和 / 或盘间距等，盘簧

每个都可改变刚度。诸如 Belleville 垫圈或弹性构件（例如诸如聚氨酯或橡胶那样的弹性体）之类的任何形式的替代的机械弹簧可用来代替盘簧。或者，中心纵倾控制导管可以是充气的并起作气体弹簧。

[0091] 纵倾弹性装置的阻尼可以通过纵倾导管 93 至 96 内的阻尼器阀 135 至 138

[0092] （如对于图 1 的一种选择所讨论的）。中心的纵倾控制腔室可用与系统的其它液压体积相同的压力填充流体，以帮助纵倾弹性装置活塞 101 至 104 的自由运动。如果纵倾控制腔室填充以流体，则需要在前和后纵倾控制腔室之间形成通气通道 139、140，以防止液压锁定和允许活塞杆组件移动。这些通气通道可以是自由流动的，或者它们可以用来控制流体在前和后纵倾控制腔室之间流动，并由此添加到或代替于纵倾导管中的纵倾阻尼器阀 135 至 138，提供纵倾阻尼。通气通道可因此包括任何形式的阻尼器阀（诸如被动的单或多级阻尼器阀或主动的阻尼器阀）。

[0093] 图 3 示出类似于图 1 的液压系统中纵倾弹性装置 81、82 的另一替代的结构。再者，两个纵倾弹性装置的构造相同，于是，将只详细解释左手侧上的纵倾弹性装置 81。在此情形中，纵倾弹性装置 81 包括单一缸体 151，其具有筒和端帽。该缸体被活塞 153 分成两个腔室（前左压缩纵倾腔室 89 和后左压缩纵倾腔室 92）。纵倾腔室 89、92 通过对应的前左和后左压缩纵倾导管 93、96 连接到对应的前左纵倾体积和后左纵倾体积，并进入到前左压缩导管 61 和后左压缩导管 64。一杆 155、158 从活塞 153 的每侧延伸通过纵倾腔室 89、92，并在各端处具有垫圈或板 159、162。各板 159、162 和缸体 151 端帽之间是一诸如弹性体构件 163、166 那样的弹性装置。还有一阻尼器单元 167 附连在多杆中至少一个杆的端部和缸体之间。因此，当纵倾弹性装置在前和后压缩体积之间传递流体时，活塞和杆前后滑动，压缩弹性装置，因此提供有控制的纵倾弹性量，阻尼器单元 167 提供该纵倾弹性的阻尼。

[0094] 图 4 中示出了液压系统的一替代结构。尽管液压管线的布置显示为不同于图 1、2 和 3 的布置，但连接是相同的。围绕车辆的压缩和回弹导管的路线显然影响这些导管的长度，又影响阻止流体流过导管的流体摩擦、系统中流体的可压缩体积，以及围绕车辆加速的流体质量。为了达到最佳的坐车舒适性，并使易于包扎非小直径导管，因此，压缩和回弹导管的路线很重要。图 4 中的管线布置适合于具有前侧倾力矩分布的车辆。在此情形中，两个前轮顶杆将具有较大流体体积和流量，于是，纵倾弹性装置的定位与下部流动后轮顶杆相比更靠近高位流动前轮顶杆。

[0095] 纵倾弹性装置的另一替代结构也显示在图 4 中。还是取左纵倾弹性装置 81 为例，可见该装置的基本结构类似于图 2 和 3 中的结构，其使用机械弹簧作为弹性装置，但具有分离前左和后左压缩达到腔室的横隔膜。纵倾弹性装置 81 的本身具有两个半部 181、182，其具有夹在它们之间的横隔膜，两个半部用环 187 固定在一起。在此情形中，前左达到弹性弹簧 131 是位于后左压缩达到腔室 92 内的盘簧。

[0096] 图 5 中显示了液压系统的另一替代结构。该结构也具有与其它图相同的总的连接性，并添加与第一和第二纵倾弹性装置 81、82 并联的一对互补纵倾弹性装置。围绕图 1 至 4 中的车轮顶杆显示的支承盘簧已经被略去，车轮顶杆本身 11 至 14 倒置地示出。很明显对于本技术领域内的技术人员来说，车轮顶杆可以用于多种的车辆悬架结构中，并可分离地安装到车辆的支承弹簧上。例如，如图所示地倒置车轮顶杆，尽管为了清楚起见从回弹腔室流出的流体显示为退出邻近于回弹腔室的车轮顶杆，但从回弹腔室流出的流体可向上在缸筒

旁边的管子内流动,或流过缸筒周围的环形通道。后者结构通常用于“coil-over”结构中,因车轮顶杆的外表面实际上是围绕缸筒携带回弹流体的套筒的外表面。回弹流体套筒的外表面可用作为支撑表面,使一附连到车轮几何体(或在 McPherson 撑杆结构的情形中直接附连到毂上)的下管用来在下管和回弹流体套筒的外表面之间传递车轮顶杆内的弯曲载荷。该结构在传统的对于诸如具有 McPherson 撑杆几何体的集中强化试验用车的常规“吸振”设计中是公知,因为其可抵抗较高的弯曲载荷。该设计的另外优点是车轮顶杆可以是较小直径,对于给定的活塞压缩区域给予较大的回弹环形压力区域,且用于车轮顶杆的压缩和回弹流体端口可以位于车轮顶杆的顶上,那里运动是最小的,且它们可容易地通过内环,并被保护免遭路面的污秽和石子。

[0097] 图 5 中的车辆前端的布置类似于图 4 所示的布置。前面的结构与后面的相同,使纵向导管 203 至 206 连接车辆后部的附加的与车辆前部的第一和第二纵倾弹性装置 81、82 并联的纵倾弹性装置 201、202。所有四个纵倾弹性装置都是相同的类型,第一纵倾弹性装置的结构将在下面借助于实例进行描述。

[0098] 纵倾弹性装置 81 类似于图 3 中的纵倾弹性装置,具有单一的缸体 151,该缸体被活塞 153 分离为前左压缩纵倾腔室 89 和后右压缩纵倾腔室 92。由于后右压缩纵倾腔室 92 连接到后右车轮顶杆的压缩腔室和前左车轮顶杆的回弹腔室,并由于现在车辆后部处有也 与这些两个车轮顶杆腔室连通的相同的纵倾弹性装置,所以,将第一纵倾弹性装置 81 的后右压缩纵倾腔室 92 称之为前左回弹纵倾腔室 92 将会便于理解。如图 4 所示,纵倾弹性装置内的弹性由盘簧提供(但也可采用堆叠的 Belleville 垫圈或任何其它合适形式的弹性构件)。缸 151 和活塞 153 的形状可适于接受盘簧。的确,由于没有杆与缸筒内的活塞对齐,所以,活塞具有较长寿命设计,以便也提供缸内活塞的稳定对齐,该活塞在任一端包括一轴承,以及中心密封。

[0099] 液压系统的布置可解释如下。在车辆的前面,前左车轮顶杆的压缩腔室 45(通过车轮阻尼器阀)连接到前左压缩导管 61。前右车轮顶杆的回弹腔室 50(通过车轮阻尼器阀)连接到前右回弹导管 66。第一(或前左压缩)纵倾弹性装置 81 通过前左压缩纵倾导管 93 和可供选择的纵倾阻尼器阀 135 连接到前左压缩导管 61。前左纵倾弹性装置 81 的后左压缩(或前右回弹)腔室 92 通过前右回弹纵倾导管 96 和可供选择的纵倾阻尼器阀 138 连接到前右回弹导管 66。为了呈现纵倾阻尼,通过前左压缩纵倾弹性装置的沿两个方向的流动必须使用两个纵倾阻尼器阀 135 和 138 中的一个阀或两者的组合来实施阻尼。

[0100] 类似地,第二(或前右压缩)纵倾弹性装置 82 通过前右压缩纵倾导管 94 和可供选择的纵倾阻尼器阀 136 连接到前右压缩导管 62 的前右压缩纵倾腔室 90。前右压缩纵倾弹性装置 82 的后右压缩(或前左回弹)腔室 91 通过前左回弹纵倾导管 95 和可供选择的纵倾阻尼器阀 137 连接到前左回弹导管 65。再者,为了呈现纵倾阻尼,通过前右压缩纵倾弹性装置的沿两个方向的流动必须使用两个纵倾阻尼器阀 136 和 137 中的一个阀或两者的组合来实施阻尼。

[0101] 如上所述,前导管和前压缩纵倾弹性装置的布置与后车轮顶杆的布置相同。第三(或后左压缩)纵倾弹性装置 201 具有连接到后左压缩导管 64 的后左压缩纵倾腔室 209(通过后左压缩纵倾导管 223 和可供选择的纵倾阻尼器阀 219),而后右回弹纵倾腔室 212 连接到后右回弹导管 67(通过后右回弹纵倾导管 226 和可供选择的纵倾阻尼器阀 222)。类似

地,第四(或后右压缩)纵倾弹性装置 202 具有连接到后右压缩导管 63 的后由压缩纵倾腔室 210(通过后右压缩纵倾导管 224 和可供选择的纵倾阻尼器阀 220),而后左回弹纵倾腔室 211 连接到后左回弹导管 68(通过后左回弹纵倾导管 225 和可供选择的纵倾阻尼器阀 221)。再者,为了呈现纵倾阻尼,通过后左压缩纵倾弹性装置 201 的沿两个方向的流动必须使用两个纵倾阻尼器阀 219 和 222 中的一个阀或两者的组合来实施阻尼,而通过后右压缩纵倾弹性装置 202 的沿两个方向的流动必须使用两个纵倾阻尼器阀 220 和 221 中的一个阀或两者的组合来实施阻尼。

[0102] 纵向导管将前和后结构连接在一起,在对角相对的顶杆之间保持与图 1 至 4 中相同的连接性。前左压缩纵向导管 203 将前左压缩导管 61 直接与后右回弹导管 67 连接,前右压缩纵向导管 204 将前右压缩导管 62 直接与后左回弹导管 68 连接,后右压缩纵向导管 205 将后右压缩导管 63 直接与前左回弹导管 65 连接,以及后左压缩纵向导管 206 将后左压缩导管 64 直接与前右回弹导管 66 连接。

[0103] 前左压缩体积现包括前左车轮顶杆 11 的压缩腔室 45、前左压缩导管 61、前左压缩纵倾导管 93、前左压缩纵倾腔室 89、前左压缩纵向导管 203、后右回弹纵倾导管 226、后右回弹纵倾腔室 212、后右回弹导管 67,以及后右车轮顶杆 13 的回弹腔室 51。类似地,前右压缩体积现包括前右车轮顶杆 12 的压缩腔室 46、前右压缩导管 62、前右压缩纵倾导管 94、前右压缩纵倾腔室 90、前右压缩纵向导管 204、后左回弹纵倾导管 225、后左回弹纵倾腔室 211、后左回弹导管 68,以及后左车轮顶杆 14 的回弹腔室 52。后右压缩体积现包括后右车轮顶杆 13 的压缩腔室 47、后右压缩导管 63、后右压缩纵倾导管 224、后右压缩纵倾腔室 210、后右压缩纵向导管 205、前左回弹纵倾导管 95、前左回弹纵倾腔室 91、前左回弹导管 65,以及前左车轮顶杆 11 的回弹腔室 49。后左压缩体积现包括后左车轮顶杆 14 的压缩腔室 48、后左压缩导管 64、后左压缩纵倾导管 223、后左压缩纵倾腔室 209、后左压缩纵向导管 206、前右回弹纵倾导管 96、前右回弹纵倾腔室 92、前右回弹导管 66,以及前右车轮顶杆 12 的回弹腔室 50。

[0104] 图 5 中结构以类似于其它图中结构的方式操作。例如,当转向到右边时,左车轮顶杆 11 和 14 上的载荷增加,而右车轮顶杆 12 和 13 上的载荷减小。前左压缩体积内的压力增加通过后左压缩体积内压力的增加在前左压缩纵倾弹性装置 81 的活塞 153 和后左压缩纵倾弹性装置 201 的活塞 213 上得到平衡。类似地,前右压缩体积内的压力减小通过后右压缩体积内压力的减小在前右压缩纵倾弹性装置 82 的活塞 154 和后右压缩纵倾弹性装置 202 的活塞 214 上得到平衡。对于具有 50%侧倾力矩分布和相同纵倾弹性装置活塞 153、154、213、214 以及弹簧 131-134 和 215-218 的车辆,活塞 153、154、213 和 214 的挠度将被忽略,同时在纯侧倾运动中达到该种压力平衡。

[0105] 当制动时,前轮顶杆 11 和 12 上的载荷增加,而后轮顶杆 13 和 14 上的载荷减小。前左压缩体积中压力增加和后左压缩体积中压力减小导致活塞 153 和 213 位移(图中沿相反方向),压缩前左压缩纵倾弹簧 131 和后右回弹纵倾弹簧 218。类似地,前右压缩体积中压力增加和后右压缩体积中压力减小导致活塞 154 和 214 位移(图中沿相反方向),压缩前右压缩纵倾弹簧 132 和后左回弹纵倾弹簧 217。纵倾弹簧的弹性在纵倾运动中控制液压系统内的附加弹性,就如前面的附图所示,使前和后压缩纵倾弹性装置平行地作用。

[0106] 图 6 示出对于图 5 液压系统的附加的修改,但对液压系统的任何结构作类似的修

改。当液压系统不是主要的支承装置时（即，盘簧一或空气、扭转等弹簧提供大部分的车辆支承），系统中的四个主体积（先前定义的前左、前右、后右和后左压缩体积）可在一共同的静态预加压力下操作。所有体积在相同的静态预加压力下操作的优点在于，全部系统内横贯活塞密封的压差被消除，于是，由此消除了由系统之间的泄漏造成的姿势改变，需要有动力的控制系统，该系统可在诸体积之间泵送流体。因此，设置压力维持装置 236，其连接到前和后、左和右压缩体积上。显然，如果在系统中有更多体积，则可提供附加的连接。压力维持装置和前体积之间是通过导管或通道 237，并通过前压力维持阀 239 连接的。类似地，压力维持装置和后体积之间是通过导管或通道 238，并通过后压力维持阀 240 连接的。

[0107] 阀可以是例如简单节流器、电磁阀或滑阀。在图中它们显示为简单节流器，通常它们各是在各侧上的带有过滤器的微孔以防止阻塞，但也可采用任何已知的限流装置。孔的大小确定为在可接受的范围内提供保持系统体积内压力所需的特征，同时，在返回到直线行驶时，在转弯或制动而在可接受范围内保持静态侧倾和纵倾姿势过程中，阻止流体很大的流动。

[0108] 尽管可以省略压力维持装置 236，但通过车辆运行温度范围，液压系统和其蓄力器内流体和气体的体积的变化通常足够大，需要某种形式的补偿装置。该装置的复杂性可以变化很大，视设计参数和所需功能性而定。

[0109] 在其最简单的形式中，压力维持装置 236 可以是具有任何已知结构的简单的蓄力器（具有气体弹簧性能的气囊型、具有气体弹簧或机械弹簧性能的活塞型）。

[0110] 或者，压力维持装置 236 可使用流体压力源（诸如带泵的水箱，或诸如动力驾驶的其它车辆系统），以将液压悬架体积内的压力维持在固定的或可变的压力。

[0111] 前和后系统体积可以保持在不同的压力。

[0112] 如果选择固定的压力，则所需部件可以是简单、便宜、被动的机械零件，然而，由于系统温度变化，系统刚度将稍有变化。为了随变化的温度保持系统刚度特性恒定，系统内的压力必须根据其温度进行调整，这通常需要一个或多个温度传感器，至少一个可变的压力开关或压力传感器和一个电子控制单元。

[0113] 由于液压悬架系统的侧倾刚度可以通过改变系统内压力进行调整。所以，如果使用带有可变压力设定点的压力维持装置 236，则可以通过驾驶员操作模式或可变的 selectors 根据车辆内的载荷改变压力，和 / 或根据诸如探测到的行驶方式和路面输入的幅值之类的其它参数来变化压力。

[0114] 如果前和后、左和右压缩体积内的静态压力始终设定到共同压力，则在压力维持装置和节流器或阀之间只需一个导管。然而，为了更好的故障保护系统，可如图 6 所示设置前和后导管中的至少一个。然后，例如，压力维持装置可具有相同的部件，这样，来自于其中前或后之一压缩体积的流体损失不会造成来自于另一体积的流体损失到失效的泄漏体积内。的确，如果添加足够部件，则系统所有的液压体积可具有独立的压力维持，以在失效事件中有最佳的特性。

[0115] 因此，如果压力维持装置设计成提供两个调节的压力，并例如通过独立导管（带有或甚至不带有节流器）连接到左和右压缩体积，然后，两个左压缩体积内的压力可被控制成不同于两个右压缩体积内的压力，以便抵消例如由于偏移的有效载荷引起的车辆上的静态侧倾载荷。替代地或另外地，可在系统上添加主动的侧倾控制部件，以在转弯过程中提



供车辆被动侧倾角的一种弥补,或完全地补偿液压系统中的所有弹性并保持零侧倾角。这些部件(泵、水箱、阀、传感器和用于许多不同算法的控制器)都是众所周知的。

[0116] 类似地,如果压力维持装置设计成提供两个调节压力,并例如通过独立导管(如图6所示)连接到前和后压缩体积,然后,两个前压缩体积内的压力可被控制成不同于两个后压缩体积内的压力。然后可添加类似的被动弥补调整或主动纵倾角控制。

[0117] 可以提供四个调节的压力以能控制侧倾和纵倾姿势和刚度。该控制可以基于任何公共的输入,诸如压力、位移、加速度和驾驶员操作的选择器。

[0118] 根据本发明,压力维持单元往往适用于各种形式的液压系统,于是,由于使用诸如上述提供关于可调整的侧倾刚度和/或姿势的任何已知方法,多个或可变的调节压力提供了调节纵倾刚度的能力,所以可以设想将压力维持单元应用于如图1所示的系统,组合公共或共享的前纵倾腔室压力调节和共同或共享的后纵倾腔室压力调节,或共同的调节压力或四个独立调节的纵倾腔室压力。

[0119] 还在图6中,示出闭塞阀241至244在每个压缩导管61至64内。这些闭塞阀用来使前和/或后车轮顶杆的刚度变得非常高,以限制或防止单个车轮在极端横向和/或纵向加速下提升。它们可在极端的操纵中提高车辆的稳定性(尤其是,具有轮距对质心高度之比差的车辆),但也降低了车辆的舒适性。因此,在如此操纵过程中,应在尽可能晚的时刻关闭最少数量的阀门,最好在车轮提升的预言时刻或就在此时刻之后。使用各种控制输入,可以预言车辆车轮提升的时刻,控制输入诸如以下的一个或多个输入:转向角度、转向速率、车辆速度、侧向加速度、节流门位置、制动位置、纵向加速度、垂直加速度、纵倾率、侧倾率、车轮位置以及液压系统的至少四个压缩体积内的压力。例如,当从具有高的转向角的低速的大节流器开口处加速时,某些车辆上有可能提升起一前轮。当这种情况发生或接近于该种情况发生的预言时间点时,最好关闭后右压缩导管闭塞阀243。一个优选的替代方案是关闭后右和后左压缩导管闭塞阀243和244(最好仅在提供后蓄力器来保持后右和后左压缩体积的阻塞部分内的弹性时)。如果这仅是可产生车轮提升的情况的话,则车辆上只需存在这两个后阀243和244。另外的替代方案是,关闭前右和后右压缩导管闭塞阀242和243,或所有四个压缩阀,或任何的组合。还有另一替代方案是,关闭位于回弹导管65至68内的一个或多个阀(未示出),其孤立地或与液压系统内关闭其它闭塞阀组合地实施该种关闭。

[0120] 图6中还示出位于每个纵向导管203至206内的闭塞阀245至248。这些阀也可用来限制如上所述的车辆车轮的提升,或切换车辆侧倾力矩分布,因为它们将前部结构与后部结构隔离。然而,在液压系统失效的情形中,这些阀位于较佳地用于隔绝系统零件的位置内。该故障保护功能可通过机械和或电气/电子控制器,根据诸如车辆速度、转向角、侧向加速度、节流器位置、制动位置、纵向加速度、车轮位移、垂直加速度、系统体积内的压力和/或阀位置等的一个或多个输入予以致动。当一个液压体积失效时,车辆可以在一“应急运行(limp home)”模式中安全地行驶。

[0121] 阀的故障保护操作可集成到或也可输出到压力维持装置236。例如,如果前左压缩体积由于失效而失去流体,则可关闭前左压缩纵向导管203内的闭塞阀245,而压力维持装置可与失效体积隔绝。这可通过探测流体损失由闭塞阀245的前左压缩侧发生还是由后右回弹侧发生来实施。如果流体损失被探测为由闭塞阀245的前左压缩侧发生,则可阻塞与

其（如果它不能独立地被隔绝，则和任何其它共享的体积）的压力保持连接。

[0122] 另一替代的故障保护和 / 或车轮提升阀的位置位于纵倾导管 93 至 96 和 223 至 226。任何的或所有的纵倾阻尼器阀 135 至 138 和 219 至 222 可以是可变的阀，其可限到零流量。或者，闭塞阀可以定位在附连到每个纵倾弹性装置的纵倾导管中的至少一个内。当这些闭塞阀关闭时，系统的操作回复到两个独立对角对的体积的操作，于是，用来产生侧倾刚度的机构现也产生一纵倾刚度。因此，当这些阀关闭时，液压系统的纵倾刚度和阻尼不再与侧倾刚度和阻尼解耦。尽管这些闭塞阀也可减小车轮提升，但它们具有将系统返回到四个液压体积的主要优点，于是，如果存在一失效一关闭，则，诸阀应留下 3 个可操作体积用于“应急运行 (limp home)”模式。阀关闭时移去纵倾弹性装置的纵倾弹性可以用作为制动俯冲动态控制型的特征。

[0123] 利用闭塞阀或可变的节流器阀，也可提供其它的动态控制。例如，与由改变液压系统的操作压力提供的可变侧倾刚度特征相比，可有多个方法用来添加可切换的侧倾刚度特征，以便在高的和低的侧倾刚度设定之间进行切换。在提供前和后压缩体积蓄力器的情形中，位于车辆一端的蓄力器可设置有阀门，以便有选择地将它们完全与液压系统隔开。例如，在车辆直线行驶过程中，当需要低的侧倾时，后压缩体积和相关的蓄力器之间的阀可打开而给予低的侧倾刚度。然后，当需要较高的侧倾刚度时，诸如在转弯过程中，可关闭阀而阻塞后压缩体积和相关的蓄力器之间的连通。

[0124] 对本发明添加可切换的侧倾刚度特征的另一替代方法是提供两个蓄力器，用于至少一个压缩体积或其中一个纵倾控制体积。其中一个蓄力器与其余的液压系统永久地连通，而另一个蓄力器通过阀与其余的液压系统连通，所述阀可有选择地将该蓄力器和其弹性与液压系统隔绝。这也可提供替代的可切换的纵倾刚度功能。

[0125] 然而，提供可切换水平的侧倾刚度的优选的替代方法是提供具有两个气体体积的蓄力器。例如，传统的蓄力器可用于通过阀连接到蓄力器的气体侧的附加的体积。然后，对于低的刚度，可以打开阀，而对于较高的刚度，可以关闭阀。

[0126] 如果提供“桥式”阀将前左和前右压缩体积和 / 或后左和后右压缩体积连接在一起，则可以是有选择地移去液压系统的侧倾刚度和侧倾阻尼。类似地，如果提供“桥式”阀将前左和后左压缩体积和 / 或前右和后右压缩体积连接在一起，则可以是有选择地移去液压系统的纵倾刚度和纵倾阻尼。这些侧倾和 / 或纵倾“桥式”阀结构可包括阻尼器阀，以被动或有控制的方式阻尼通过桥式阀的流体的流动。

[0127] 另一替代的方案是提供控制的可开关的或最好是可变化阀的旁通阀，该阀进入到与至少两个对角相邻的车轮相关联的车轮顶杆的压缩和回弹腔室之间的活塞内。如果旁通是低节流的话，这就有效地短路液压系统并移去所有的刚度和阻尼，因此，旁路较佳地是有控制的节流，该控制是多个参数的函数，例如，车轮位置、车轮速度、车体加速度、转向角、转向速度、节流器和制动器位置、车辆速度和 / 或任何其它合适的输入。根据车轮顶杆的设计，可以较简单和 / 或较便宜地将如此旁通阀定位在阻尼器阀之前的附连到两个车轮顶杆腔室的导管之间，以实现相同的功能。尽管可以要求移去所有侧倾和纵倾刚度和阻尼，但较佳地可将旁通阀定位在车轮阻尼器阀后面，以仍然短路液压系统的侧倾和纵倾刚度，但仍保持车轮阻尼。

[0128] 因此闭塞阀可用于液压系统内的很大范围的位置内，以提供诸如故障保护的各种

功能和诸如限制车轮提升、纵倾刚度切换和侧倾刚度切换之类的各种动态控制特征。

[0129] 例如,图 7 示出图 5 和 6 的第一纵倾弹性装置 81,但添加了与纵倾弹性装置并联的可开关的旁通导管或通道 253,以及可适用于本文揭示的任何的纵倾弹性装置的纵倾阻尼器 135 和 138,以便从相关联的流体体积中移去纵倾刚度和阻尼。的确,这也可通过在任何或所有的纵倾弹性装置的各侧上的相关联流体体积之间的任何点处提供如此一个旁通而得以实现。该可开关的旁通包括一闭塞阀 254。

[0130] 可以要求对通过旁通导管或通道 253 沿任一方向或两个方向的流动提供阻尼,以便调谐纵倾阻尼而不是完全地将它移去。可通过利用一阻尼装置(诸如沿各方向的节流器或多级阻尼器阀)来提供该阻尼,该装置与闭塞阀 254 或可变流量阀串联,既可串联也可代替闭塞阀。

[0131] 图 8 示出类似于图 7 的纵倾刚度旁通,但在此情形中,导管或通道 253 仅与纵倾弹性装置并联,由此,即使在闭塞阀 254 打开时,也保持纵倾阻尼器 135 和 138 的纵倾阻尼功能。再者,可要求提供通过旁通导管或通道的阻尼,以便进一步提高纵倾阻尼(尤其是,在某些流量或频率处)以适于减小的纵倾刚度。

[0132] 可以对上述的液压系统构思许多种改型,以便例如改进包装或降低成本。

[0133] 例如,能够操作带有蓄力器的液压系统的任何的结构,设置的蓄力器只用于两个压缩体积,如果不使用管线阻塞阀的话,可代替所有的四个体积。例如,如果液压系统的侧倾力矩分布极向前偏置,则后轮顶杆可以是小直径。然后,纵倾弹性装置内的弹性和由前压缩体积上的蓄力器提供的弹性足够用于系统以便正确地进行操作。然后,当后压缩体积蓄力器去除时,纵倾弹性装置的活塞在纯起伏运动中位移。

[0134] 或者,如图 9 所示,车辆一端处的车轮顶杆可以是单作用的,以提供一具有极端侧倾力矩分布的系统(还在此情形中,朝向车辆前面偏置,于是后顶杆效率较低)。在此情形中,后轮顶杆具有的活塞变化为传统“吸振”型活塞 261、262,其包括阻尼器阀的作用,以提供后轮顶杆内的回弹阻尼力。压缩腔室通过上述的压缩阻尼阀提供压缩阻尼力,在活塞处可添加附加的压缩阻尼。后轮顶杆的杆直径(连同在前和后和其它部件尺寸上的机械利益引入的其它几何性)确定了在车辆后面相对于车辆前面产生的侧倾刚度力。

[0135] 由于后轮顶杆膨胀和收缩时,唯独杆直径/体积从后轮顶杆移位,系统可设计成提供可接受的动态响应,无需后蓄力器,这在图 9 中已经故意略去。

[0136] 弹性装置的替代形式也显示在图 9 的纵倾弹性装置中,其在功能上类似于图 5 至 8 中所示的装置。然而,在此情形中,弹性构件是弹性体构件 263、264、265 和 266,它们可形成一定的外形(例如,如图 9 所示),以随着活塞的位移提供对弹性构件刚度的控制。

[0137] 还可有许多其它可设置在纵倾弹性装置内的替代形式的弹性装置。例如,弹性装置可以是空气弹簧型装置,其可以是密封的或包括连接,例如,在纵倾弹性装置缸体的端部处,以允许调整液压系统的纵倾刚度。

[0138] 图 1 至 6 中所示的任何结构可适用于具有相对于车辆转过 90 度的系统的车辆,由此,提供大于侧倾刚度的纵倾刚度,这对于诸如利用空气动力学帮助的高速跑车之类的对纵倾姿势高度敏感的车辆是理想的。图 7 和 8 的旁通结构可在此情形中用来移去侧倾刚度,而图 9 所述的弹性装置的替代形式也可适用。这样结构的实例示于图 10 中,等同于上述图中零件的那些零件用共同的标号表示。

[0139] 在图 10 中,介于车轮顶杆之间的第一和第二对角回路的同样的底部对角连接的结构,可提供如图 1 所述的侧倾和纵倾刚度。再者,第一和第二对角回路一起提供前左、前右、后左和后右压缩体积。然而,现在提供前侧倾弹性装置 281 和后侧倾弹性装置 282,它们的结构可以是与上述任何的纵倾弹性装置相同。

[0140] 前侧倾弹性装置 281 包括缸筒 283 (在各端处封以盖帽以形成主腔室) 且活塞 285 以将主腔室分成两个次级的侧倾腔室 287 和 288。盘簧 291 和 292 位于各个侧倾腔室内以提供活塞 285 的弹性轴向位置。侧倾弹性装置通过前左压缩侧倾导管 295 和前右压缩侧倾导管 296 连接在前左压缩体积和前右压缩体积之间。因此,次级侧倾腔室 287 可称之为前左侧倾腔室,而次级侧倾腔室 288 可称之为前右侧倾腔室。

[0141] 后侧倾弹性装置显示为具有与前侧倾弹性装置类似的结构,于是,次级腔室 289 是通过后右压缩侧倾导管 297 连接到后右压缩体积的后右侧倾腔室,而次级腔室 290 是一通过后左压缩侧倾导管 298 连接到后左压缩体积的后左侧倾腔室。

[0142] 在纵倾中,由纵倾运动产生的压力反作用于侧倾弹性装置的活塞 285 和 296。例如,当制动时,压力在前左和前右压缩体积内增加而在后左和后右压缩体积内减小。前体积内的压力增加反作用于前侧倾弹性装置的活塞 285,而后压缩体积内的压力减小反作用于后侧倾弹性装置的活塞 286。因此,对于纯纵倾运动,活塞在侧倾弹性装置 281 和 282 内没有位移,由第一和第二对角回路的底部对角连接结构提供的液压系统的纵倾刚度没有减小。

[0143] 在侧倾中,由侧倾运动产生的压力变化导致前和后侧倾弹性装置的活塞 285 和 286 位移。例如,当向右转弯时,致使车辆侧倾到左边,前左和后左压缩体积的压力增加(由于流体从前左压缩腔室 45 和后右回弹腔室 51 进入前左压缩体积蓄力器 69 内的,并由于流体从后左压缩腔室 48 和前右回弹腔室 50 进入后左压缩体积蓄力器 72 内),而右压缩体积的压力减小(由于流体从前右压缩体积蓄力器 70 进入前右压缩腔室 46 和后左回弹腔室 52,并由于流体从蓄力器 71 进入后右压缩腔室 47 和前左回弹腔室 49),由此,提供必要的侧倾偶联。这些压力变化作用在侧倾弹性装置的活塞上,移动活塞 285 和 286,它们压缩前左和后左压缩侧倾弹簧 292 和 293 并延伸前右和后右压缩侧倾弹簧 291 和 294,直到找到平衡为止。侧倾弹性装置的活塞 285 和 286 的位移导致流体从左压缩体积进入到右压缩体积的有效的移动,因此,减小侧倾中液压系统内的压力。后侧倾弹性装置的部件尺寸可以不同于前侧倾弹性装置的部件尺寸,以在改变液压系统的侧倾力矩分布的若干个可能方法中提供一种方法。

[0144] 侧倾阻尼器阀 299-302 示出在每个侧倾导管 295-298 上,以阻尼由侧倾弹性装置提供的附加的侧倾弹性。与上述结构中的纵倾阻尼器阀相比,这些侧倾阻尼器阀的位置、数量和类型可不同于图 10 中的简单示意图。

[0145] 存在有其它替代形式的模态弹性装置,它们可以容纳到成对的对角回路之间的液压系统内以在侧倾或纵倾模式中提供附加的弹性。例如,如果各模态弹性装置的两个系统腔室彼此沿相同的方向变化体积,与图 1 至 10 中所述的模态弹性装置内的彼此沿相反方向相比,则对于任何给定连接结构,模态弹性添加在侧倾模式而不是纵倾模式中,或反之亦然。再者,在该替代形式的模态弹性装置中可提供附加的起伏弹性。

[0146] 图 11 中示出了模态弹性装置 (321 和 322) 的一个如此的替代形式,并包括两个轴

向对齐的缸体部分 323 和 325。在较小直径的缸体部分 323 中,是形成前左压缩系统腔室 333 的活塞 327。在较大直径的缸体部分 325 中,是通过杆 331 连接到活塞 327 的活塞 329,前右压缩系统腔室 334 形成在两个活塞 327 和 329 之间,并具有通过较大活塞 329 的面积减去较小活塞 327 的面积得出的有效活塞面积。活塞杆组件(由活塞 327 和 329 和杆 331 组成)可替代地由活塞 329 和较小活塞 327 的直径的杆构造而成。纵倾控制腔室 337 也由较大缸体 325 的其余部分中的较大活塞 329 形成。在纵倾控制腔室中弹性由机械弹簧、压缩气体弹簧或由连接到纵倾控制腔室 337 的流体压力蓄力器 339 提供。如图所示,可供选择的纵倾阻尼器在蓄力器 339 和纵倾控制腔室 337 之间。

[0147] 在图 11 中,模态弹性装置和车轮顶杆之间的导管连接与图 10 中相同。然而,如图所示模态弹性装置的替代形式代替图 10 的前和后模态弹性装置。在此情形中,模态弹性装置现将弹性添加到纵倾模式中的液压系统内,于是,模态弹性装置 321 是前纵倾弹性装置,而模态弹性装置 322 是后纵倾弹性装置。在前面,阻尼器 299 和 300 现是纵倾阻尼器,并可删除而有利于纵倾阻尼器 343,类似地在后面,为使用模态纵倾阻尼,只需两个阻尼器 301 和 302 或单一的纵倾阻尼器 344。

[0148] 在纵倾中,例如,当制动时,观看前纵倾弹性装置,流体从两个前压缩回路排出到前纵倾弹性装置的前左压缩和前右压缩系统腔室 333 和 334 内,移动活塞杆组件并致使前纵倾控制腔室 337 的体积减小。

[0149] 在侧倾中,例如,当转向右时,再观看前纵倾弹性装置 321 的运行,前左压缩体积中产生的流体压力的增加和前右压缩体积中产生的流体压力的减小通过活塞杆组件而起作用。

[0150] 在起伏中,少量流体(相对于侧倾和纵倾模式中排出的流体)从各压缩体积中排出进入到前和后纵倾弹性装置 321 和 322 内,致使各装置的活塞杆组件有小量位移。因此,模态弹性装置的该种结构也将起伏弹性添加到液压系统内。

[0151] 应该认识到,诸如压力维持和以上所述的可开关的旁通通道那样的附加特征可以适用于图 11 所示的本发明中。例如,图 11 中的前纵倾弹性装置 321 的系统腔室 333 和 334 可以有选择地通过可开关的旁通通道互连,以移去液压系统的侧倾刚度,和/或两个纵倾弹性装置 321 和 322 的纵倾弹性腔室 337 和 338 可通过包括可控制阀的通道互连,以移去液压系统的纵倾刚度。

[0152] 在图 12 中,示出了图 11 的模态弹性装置用与图 1 至 4 中相同的导管连接方式连接到液压系统中,模态弹性装置现增加侧倾模式中的弹性。因此,模态弹性装置 361 是左侧倾弹性装置,其具有连接到前左压缩体积并形成前左压缩体积的一部分的前左压缩系统腔室 373、以及连接到后左压缩体积并形成后左压缩体积的一部分的后左压缩系统腔室 376、以及左侧倾控制腔室 377。

[0153] 在纵倾中,例如,当制动时,观看左侧倾弹性装置 361 的操作,前左压缩体积中产生的流体压力的增加和后左压缩体积中产生的流体压力的减小通过活塞杆组件而起作用。

[0154] 在侧倾中,例如,当转向右时,再观看左侧倾弹性装置的操作,流体从两个左压缩体积中排出进入到前左压缩和后左压缩系统腔室 373 和 376 内,移动活塞杆组件,并致使左侧倾腔室 377 的体积减小。这提供两个左压缩体积内压力增加。类似地,右侧倾控制腔室 378 的体积增加,提供两个右压缩体积内压力减小,由此提供侧倾偶联。

[0155] 两个阻尼器 135 和 138 或侧倾阻尼器 383 可用于阻尼由装置 361 提供的附加侧倾弹性（如果要求的话）。

[0156] 在起伏中，少量流体（相对于侧倾和纵倾模式中排出的流体）从各压缩体积中排出进入到左和右侧倾弹性装置 361 和 362 内，致使各装置的活塞杆组件有小量位移。因此，模态弹性装置的该种结构也将起伏弹性添加到液压系统内。

[0157] 应该认识到，诸如压力维持和以上所述的可开关的旁通通道那样的附加特征可以适用于图 12 所示的本发明中。例如，图 12 中的左侧倾弹性装置 361 的系统腔室 373 和 376 可以有选择地通过可开关的旁通通道互连，以减小或移去悬架系统的纵倾刚度，和 / 或两个侧倾弹性装置 361 和 362 的侧倾弹性腔室 377 和 378 可通过包括可控制阀的通道互连，以减小或移去悬架系统的侧倾刚度。

[0158] 对于模态弹性装置的结构和图 11 和 12 所示的连接顺序，车辆一端处的车轮顶杆可以是如图 9 所示的单作用，而可删去多余的回弹导管。这在液压系统所要求的侧倾力矩分布从前到后特别地不平衡时，例如，可以要求提供可接受的部件尺寸。

[0159] 有各种模态弹性装置的结构在功能上类似于图 11 和 12 所示的实施例。

[0160] 图 13 示出一个如此替代结构的模态弹性装置 401。在外缸体 402 内设置浮动的活塞 403 和固定的活塞 404。固定活塞 404 通过杆 405 刚性地附连到外缸体 402 的一端。第一系统腔室 406 通过浮动活塞 403 形成在外缸体 402 和固定活塞 404 之间。第一系统腔室的有效活塞面积是外缸筒面积和浮动活塞筒面积之间的差。第二系统腔室 407 形成在浮动活塞 403 和固定活塞 404 之间，并具有由浮动活塞内的筒直径限定的有效活塞面积。第二系统腔室通过形成在杆内的导管 408 与液压系统连通。模态弹性腔室 409 形成在缸体 402 和浮动活塞 403 之间。模态弹性由模态弹性腔室内的弹簧 410 提供，但模态弹性腔室可以替代地或另外地用加压气体填充以提供弹簧功能。或者，模态弹性腔室可以用流体填充，并通过可供选择的阻尼器与流体压力蓄力器流体地连通。可供选择地，附加的弹簧 411 也可设置在第一系统腔室内。如果如图 13 所示地使用两个盘簧（或类似的线性或非线性弹性装置），则可使用弹簧上的预加载来在中心上给予高的刚度，一旦其中一个弹簧到达其自由长度，便具有低刚度。结合使用诸如类似于传统车辆中的悬架压缩行程限位挡块那样构件非线性弹性装置，这在调整液压系统内的单元操作和因此的行驶车辆中可提供宽范围的选择。

[0161] 图 14 中示出了模态弹性装置 431 的另一替代结构，其功能类似于图 12 至 14 中的模态弹性装置的功能。两个缸体 432 和 433 并排地布置，而活塞 434、435 设置在每个缸体内以形成第一系统腔室 436 和第二系统腔室 437。两个活塞通过被弹性装置 439 作用的构件 438 刚性地连接在一起。该弹性装置可以是如图所示的盘簧，或任何其它形式的机械弹簧。或者，内腔 440（或模态弹性腔室）可以用加压气体填充，或构件可包括另一活塞以在单一作用缸体内操作。单一作用缸体可用气体填充以如弹簧那样作用，或用流体填充，该流体可通过一可供选择的阻尼器阀排出到流体压力蓄力器内。活塞可以用横隔膜密封，在结构上弹性装置类似于车辆支承空气弹簧。

[0162] 有各种方法可用来将双作用车轮顶杆定位在车辆上和对两个流体体积布置端口，使流体从至少一个腔室通过车轮顶杆的杆，或围绕车轮顶杆的缸体通过，以便对车轮顶杆与车辆液压系统的其余部分的流体连接，提供一定范围的可能点。

[0163] 如对于图 1 所述,在有使用限制符号来表示阻尼器阀的任何附图中的每一点,阻尼器阀可以是:沿两个方向具有相同特征的单一阻尼器阀;从流体流动的一个方向到另一方向具有不同特征的单一阀;沿一个方向具有流动限制特征而在相对方向是相当自由流动的单一阀;两个单一作用阀,一个阻尼器阀控制沿一个方向的节流,而第二阻尼器阀控制沿相对方向的节流,该两个阀并联使用,或与一止回阀串联,正如传统阻尼器阀技术中所公知的,止回阀与各阀并联。

[0164] 可以设想对于诸部件的基本的结构可有许多其它的替代方案,同时,保持对于液压系统的功能性是重要的连接顺序,在此应用中,它们被认为落入本发明的范围之内,正如以上描述中所揭示的诸特征的任何组合。例如,应该认识到,在本发明系统的产品设计中,不仅可将车轮阻尼器阀 53-60 容纳到车轮顶杆的主体内,而且可以容纳带有其阻尼器阀的蓄力器甚至带有其阻尼器阀的纵倾弹性装置。

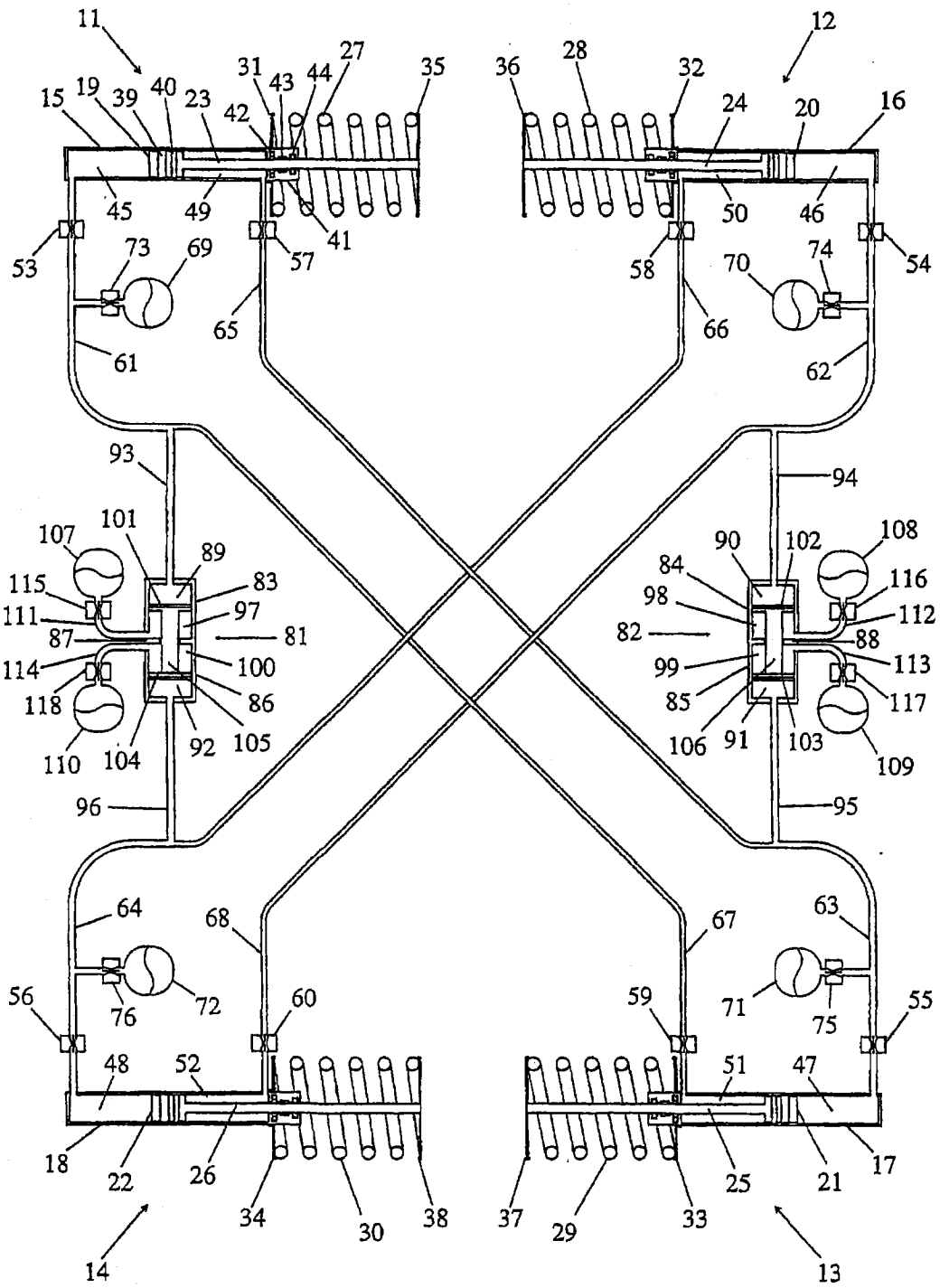


图 1



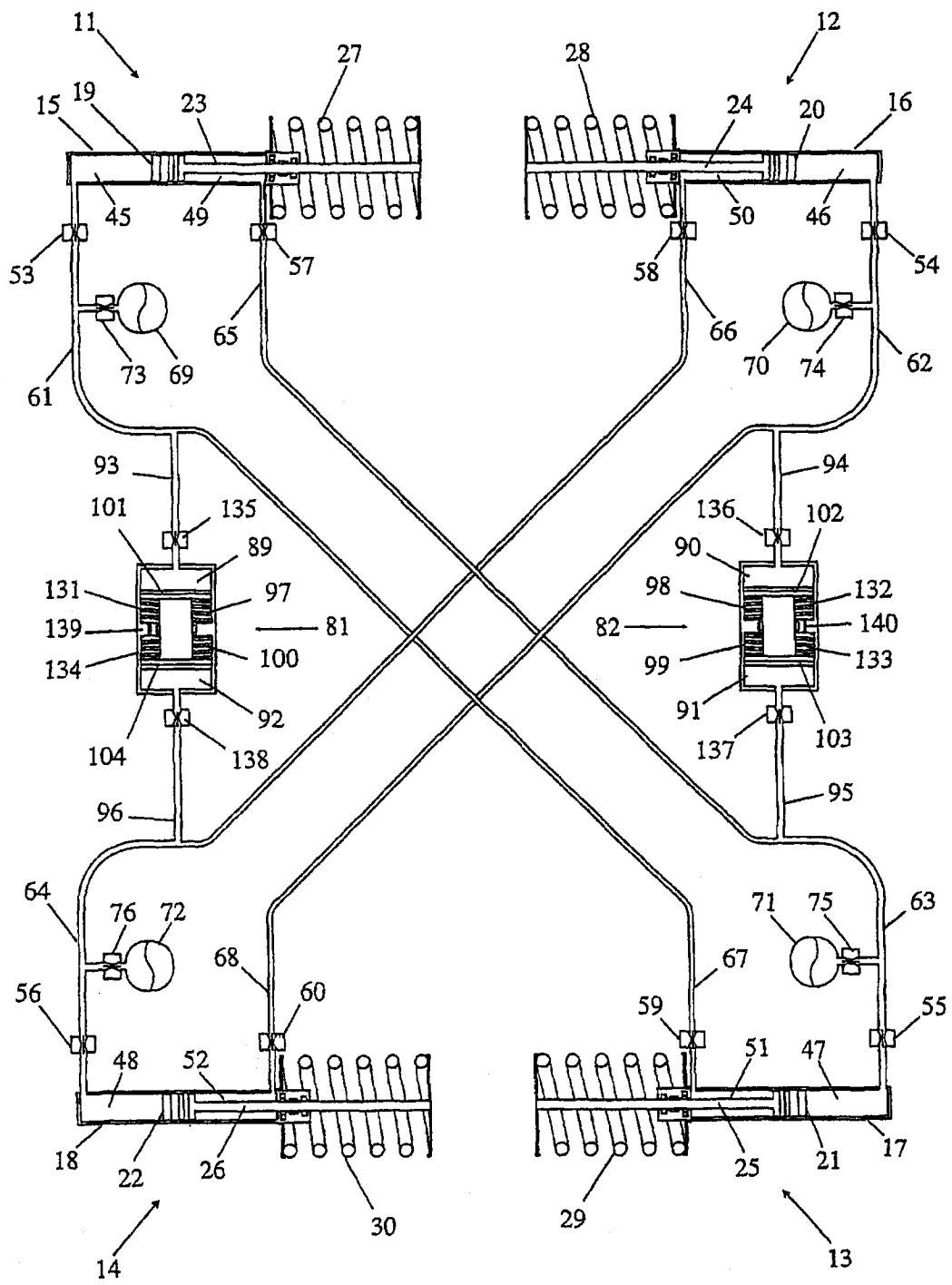


图 2



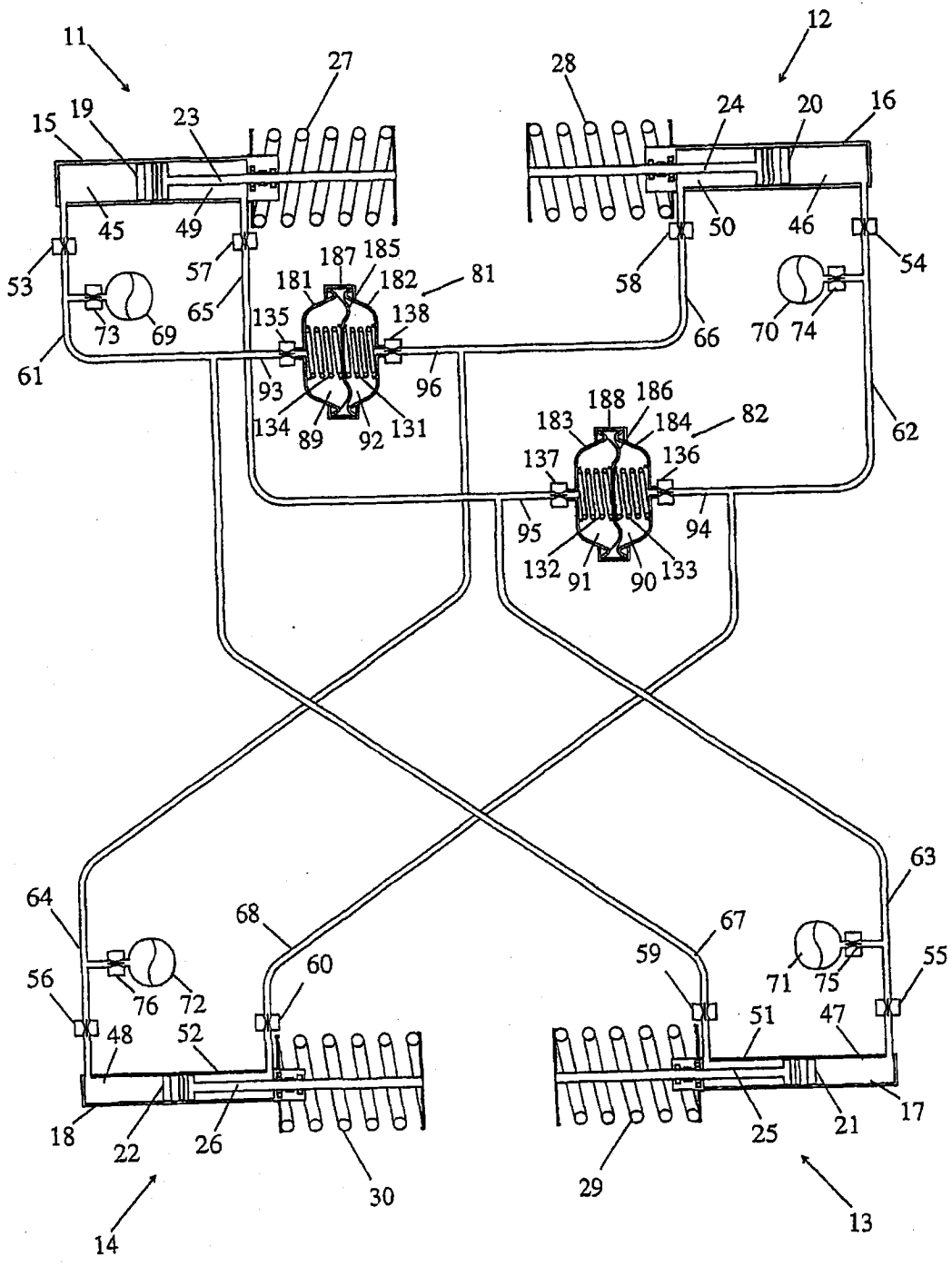


图 4

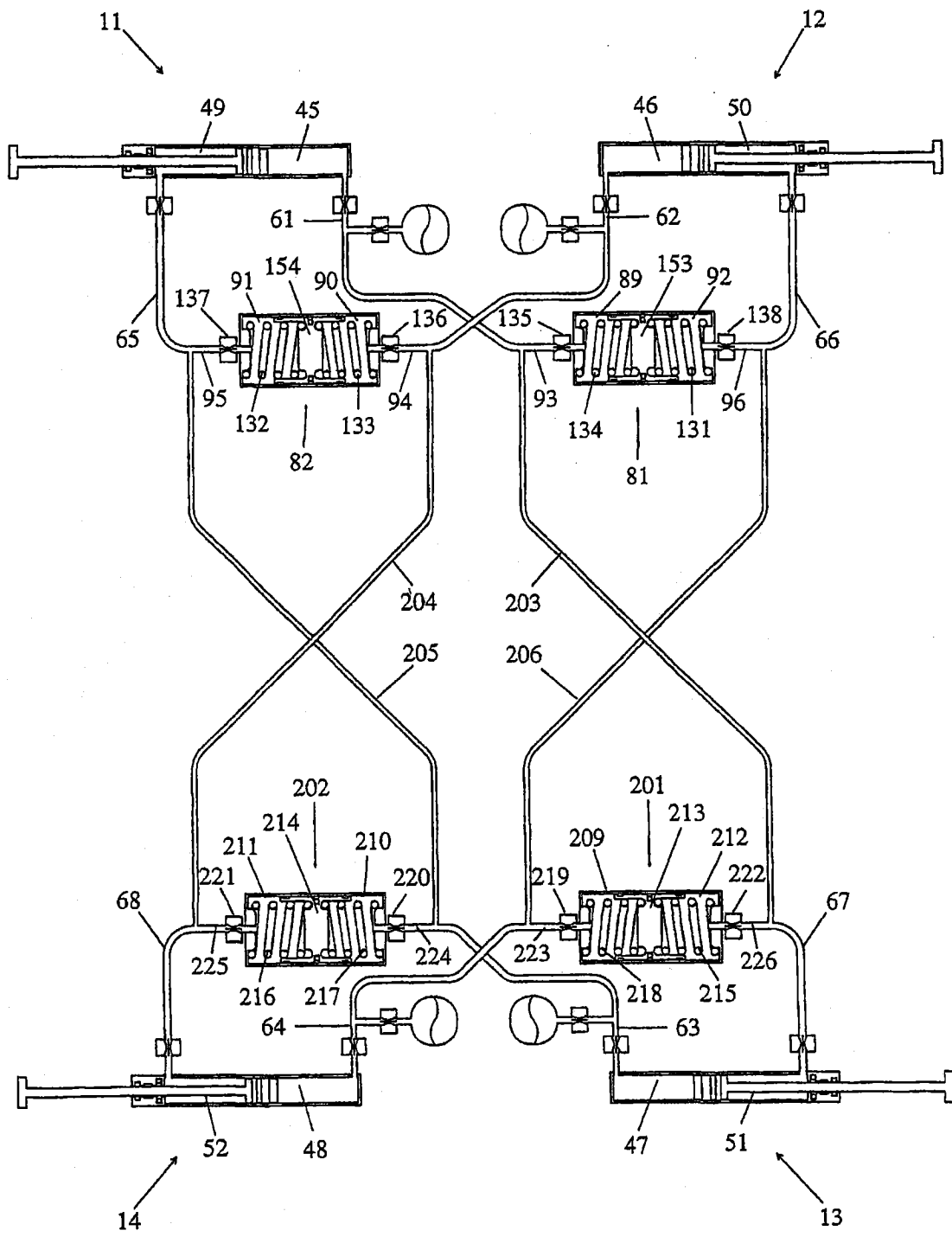


图 5

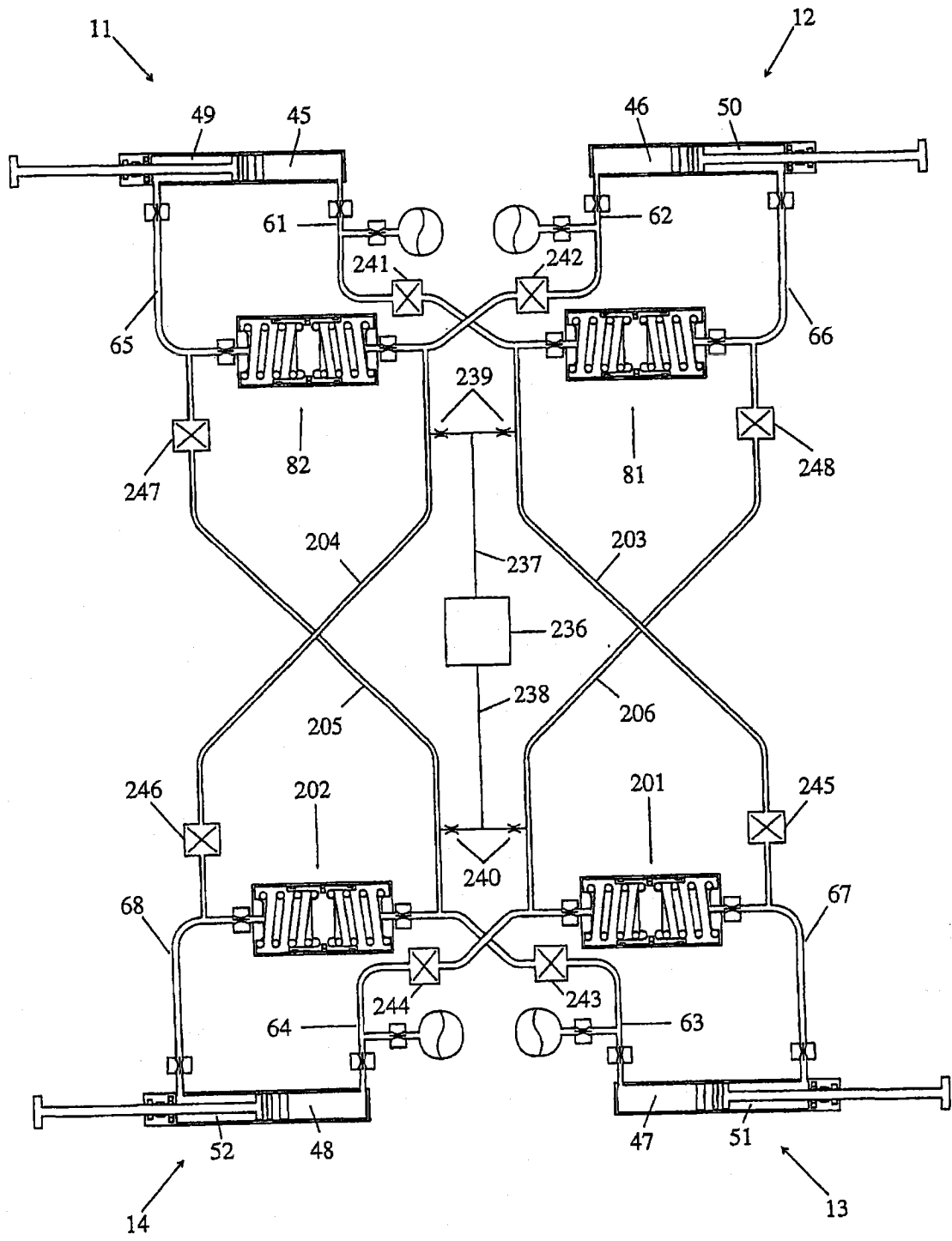


图 6

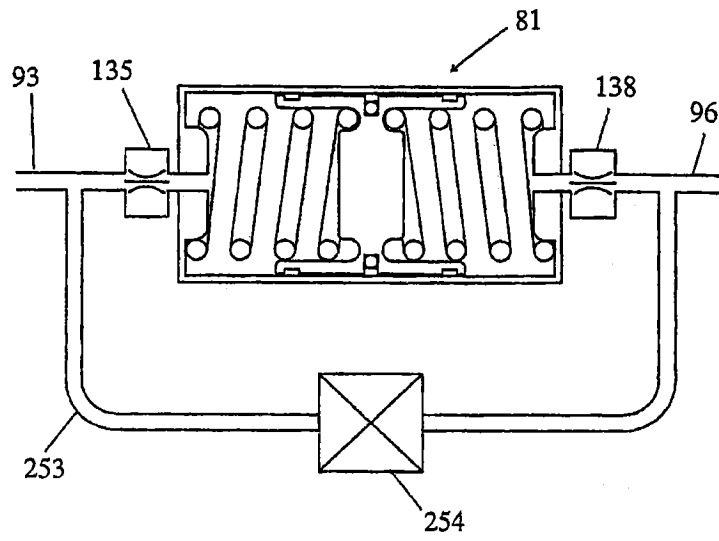


图 7

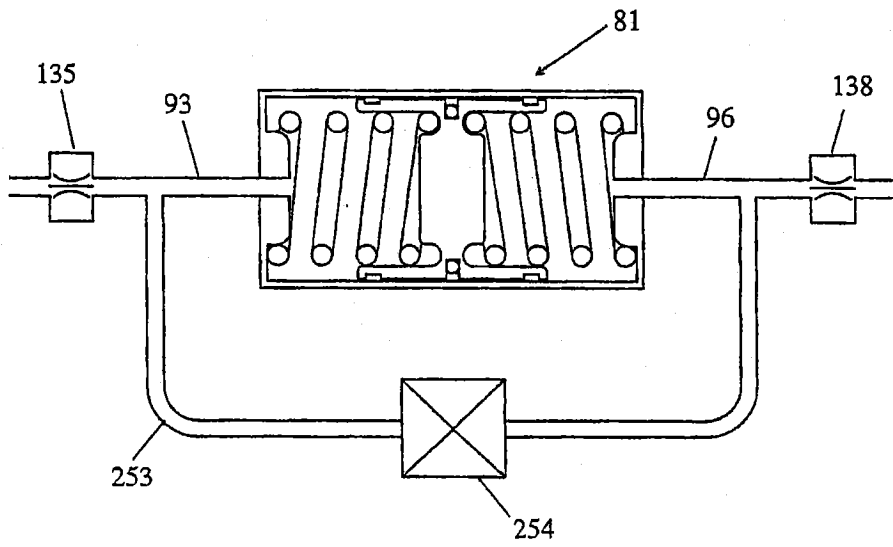


图 8

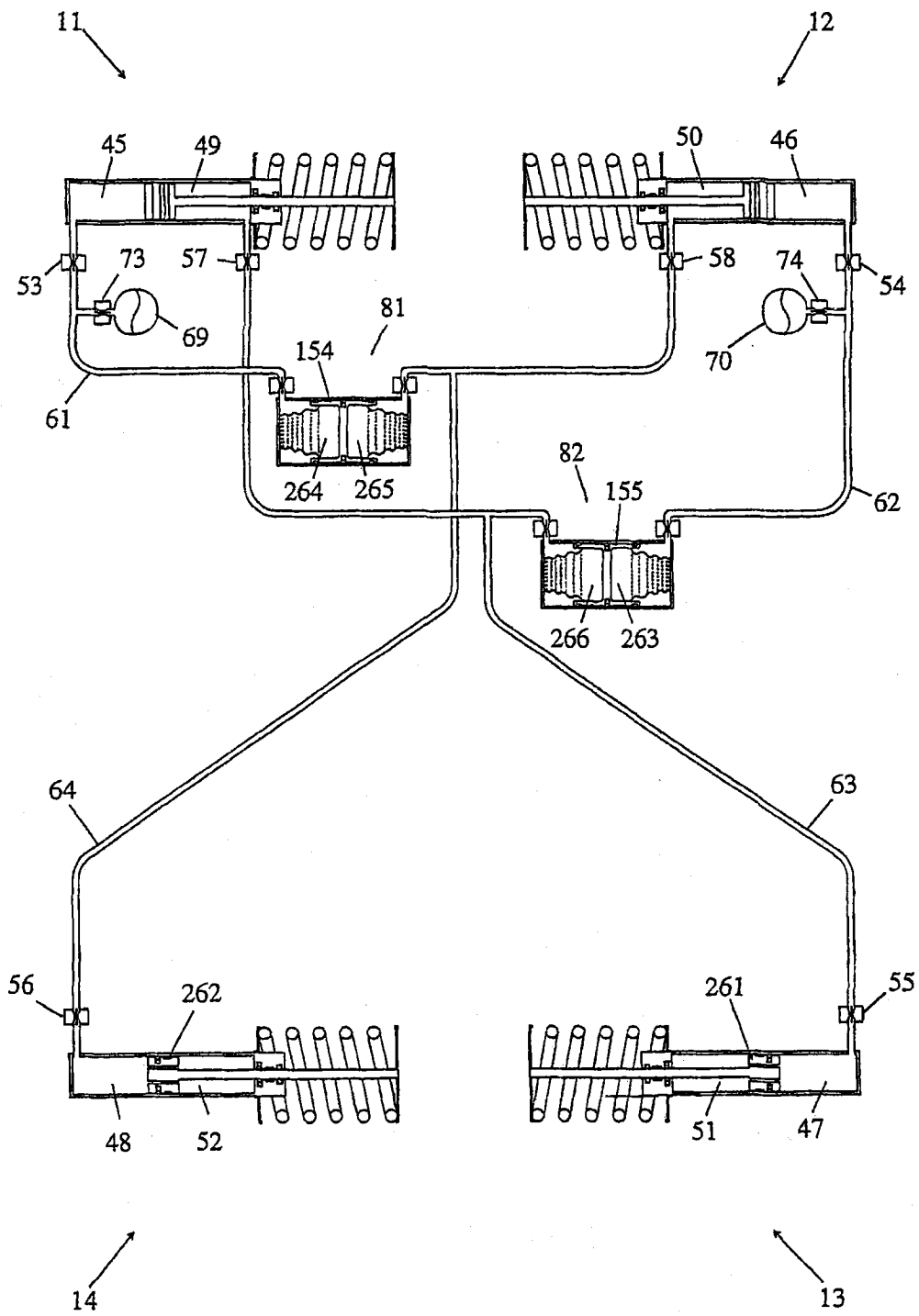


图 9

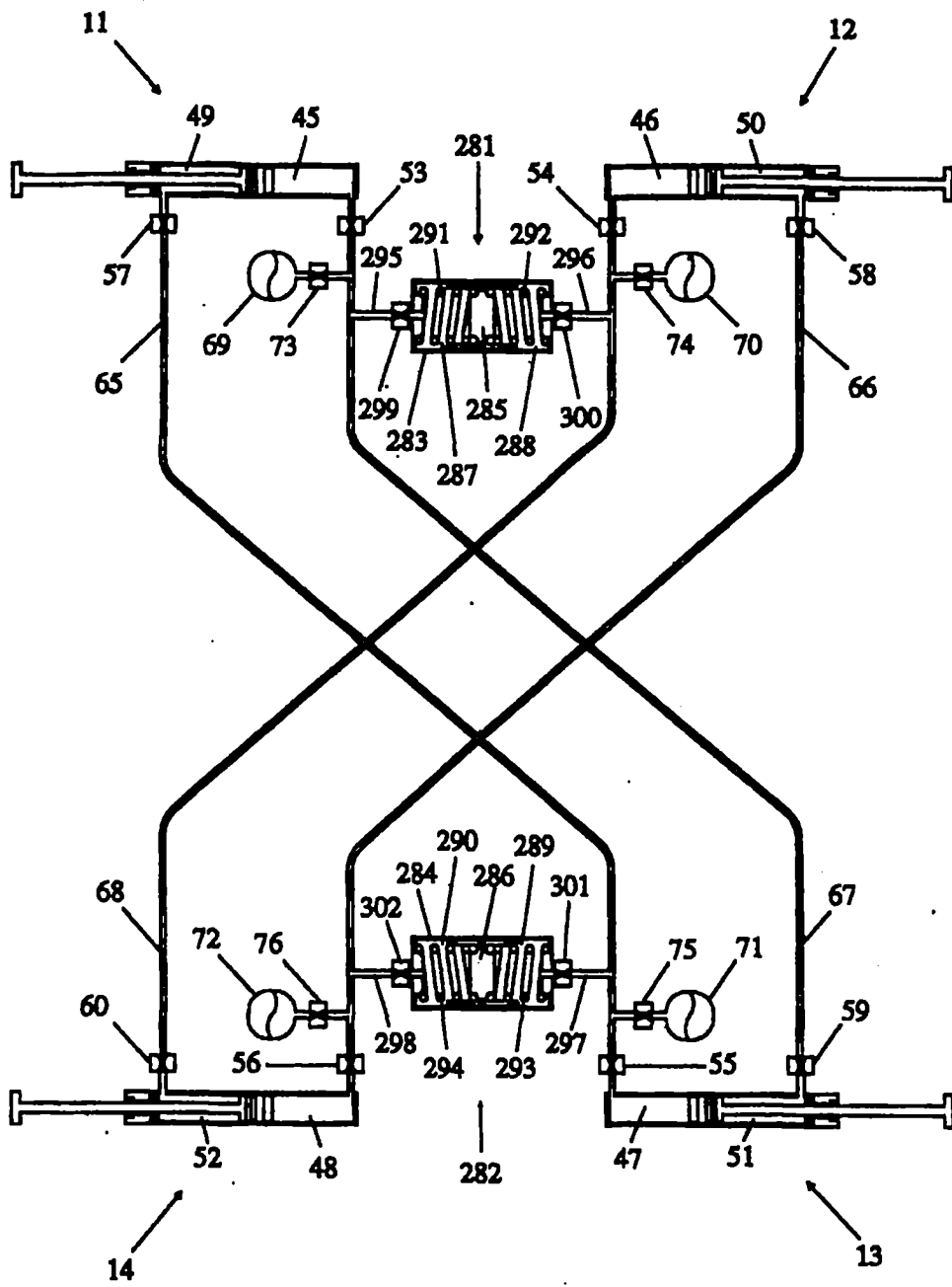


图 10



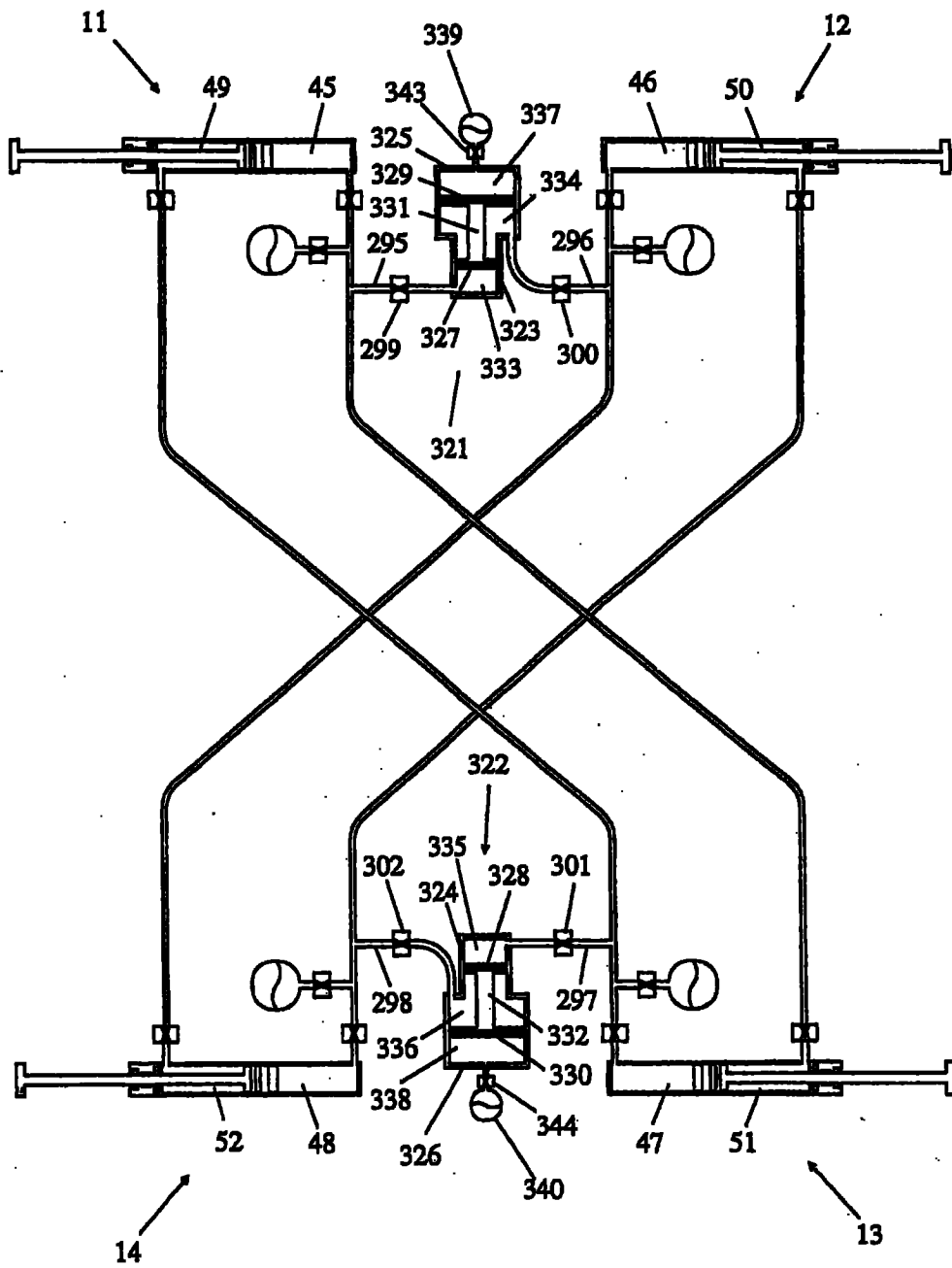


图 11

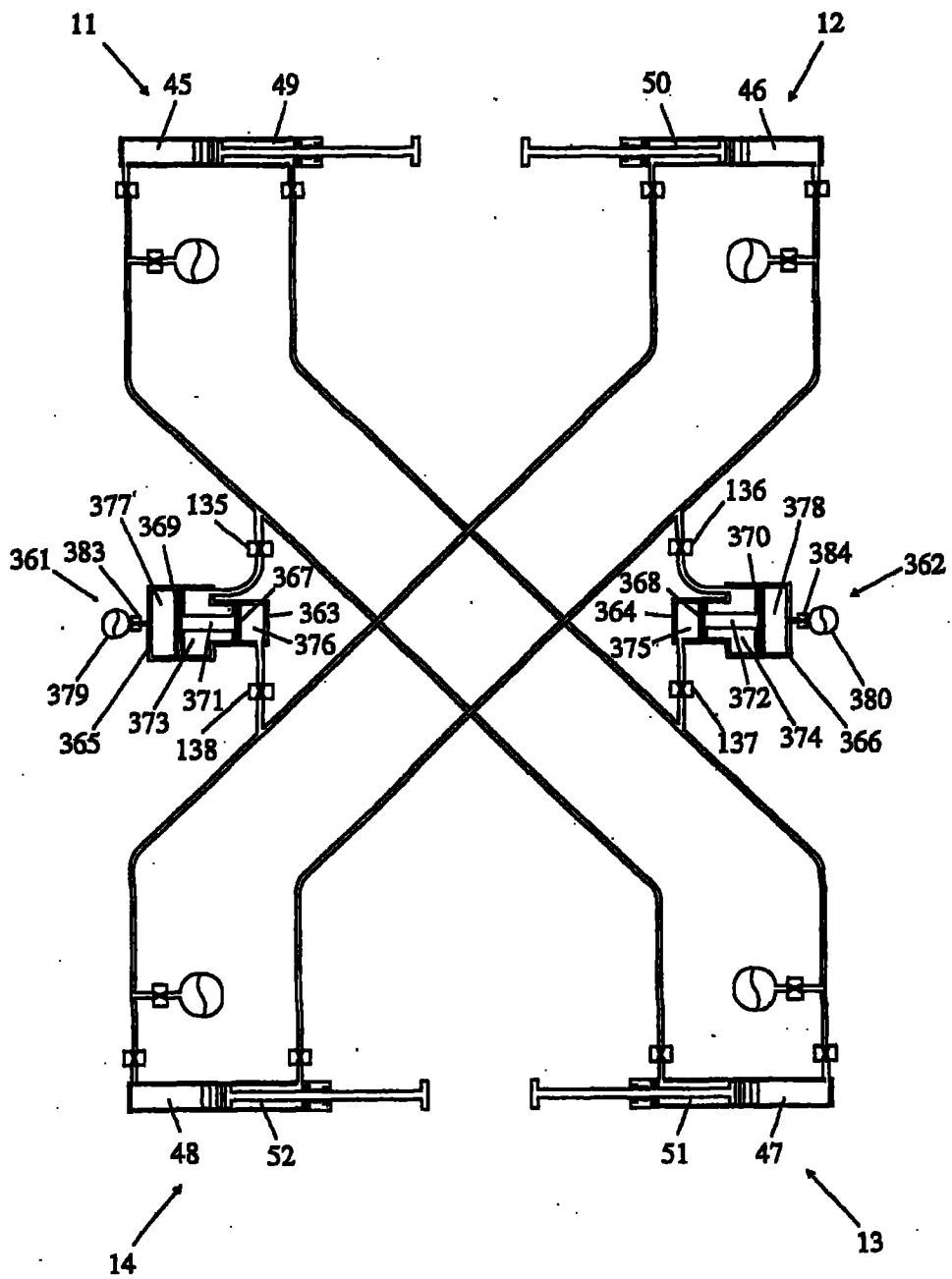


图 12

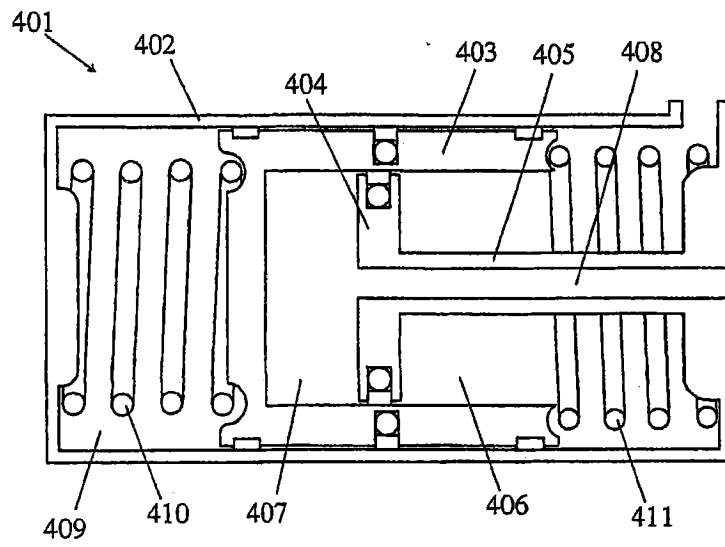


图 13

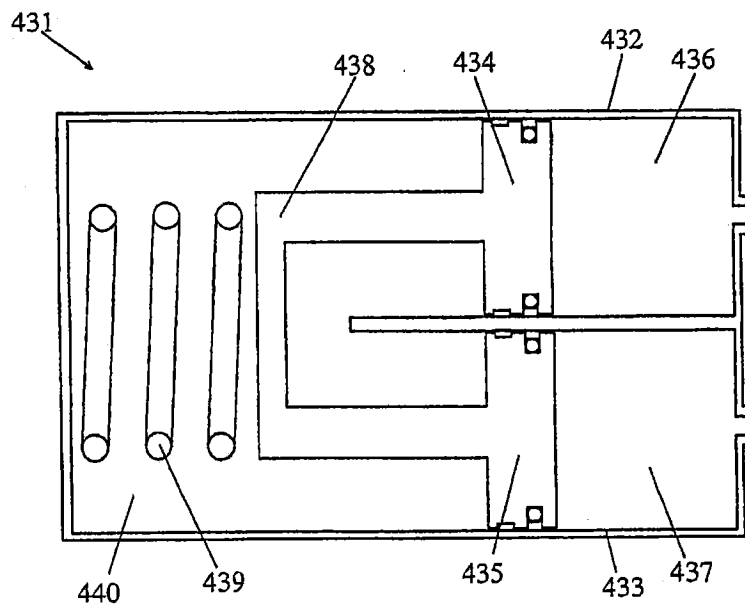


图 14