



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111683828 A

(43)申请公布日 2020.09.18

(21)申请号 201880074134.4

(22)申请日 2018.10.08

(30)优先权数据

62/573,587 2017.10.17 US

62/626,373 2018.02.05 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2020.05.15

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2018/054831 2018.10.08

(87)PCT国际申请的公布数据

W02019/079051 EN 2019.04.25

(71)申请人 基航管理有限公司

地址 澳大利亚悉尼

(72)发明人 M·沃恩 J·卡拉维

D·B·刘易斯 G·阿伦茨

(74)专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

代理人 王小东 黄纶伟

(51)Int.Cl.

B60G 17/015(2006.01)

B60G 17/052(2006.01)

B60G 21/10(2006.01)

F15B 13/04(2006.01)

F16K 11/074(2006.01)

F16K 31/04(2006.01)

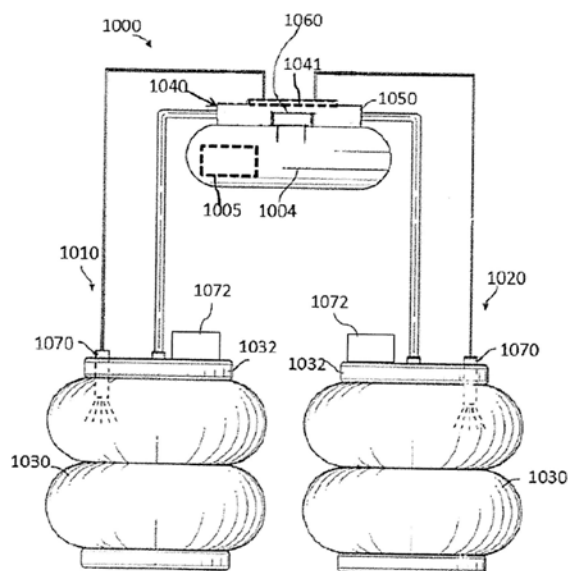
权利要求书7页 说明书45页 附图51页

(54)发明名称

对称动态均衡的体积和压力空气管理系统

(57)摘要

一种用于车辆的空气管理系统,其具有:供应罐;与所述供应罐集成的系统控制器;第一气动回路,其气动地连接到所述系统控制器;和第二气动回路,其气动地连接到所述系统控制器。所述系统控制器在未在所述第一气动回路和所述第二气动回路之间建立气动连通的情况下独立地调整所述第一气动回路和所述第二气动回路的空气压力。所述系统控制器在所述系统控制器未独立地调整所述第一气动回路和所述第二气动回路的空气压力时在所述第一气动回路和所述第二气动回路之间建立气动连通。



1. 一种用于车辆的空气管理系统,所述空气管理系统包括:

供应罐;

与所述供应罐集成的系统控制器;

第一气动回路,其包括设置在所述车辆的第一侧上的一个或多个空气弹簧和将所述一个或多个空气弹簧与所述系统控制器气动地连接的一个或多个空气管线;

第二气动回路,其包括设置在所述车辆的第二侧上的一个或多个空气弹簧和将所述一个或多个空气弹簧与所述系统控制器气动地连接的一个或多个空气管线;并且

其中所述系统控制器被配置为在未在所述第一气动回路和所述第二气动回路之间建立气动连通的情况下独立地调整所述第一气动回路的所述一个或多个空气弹簧的空气压力并且独立地调整所述第二气动回路的所述一个或多个空气弹簧的空气压力;

其中所述系统控制器被配置为在所述系统控制器未独立地调整所述第一气动回路的所述一个或多个空气弹簧的所述空气压力并且未独立地调整所述第二气动回路的所述一个或多个空气弹簧的所述空气压力时在所述第一气动回路和所述第二气动回路之间建立气动连通。

2. 根据权利要求1所述的空气管理系统,其中所述系统控制器包括设置在所述供应罐的外表面上的壳体,并且所述壳体包括将所述第一气动回路与所述第二气动回路气动地连接的内部横流通道。

3. 根据权利要求1所述的空气管理系统,其中所述系统控制器包括设置在所述供应罐内的壳体,并且所述壳体包括将所述第一气动回路与所述第二气动回路气动地连接的内部横流通道。

4. 根据权利要求1所述的空气管理系统,其中所述系统控制器包括连接到所述第一气动回路的所述空气管线中的一个的第一端口、连接到所述第二气动回路的所述空气管线中的一个的第二端口、被配置为将空气排放到大气中的排放端口以及联接到所述供应罐的一个或多个罐端口。

5. 根据权利要求4所述的空气管理系统,其中所述系统控制器包括将所述第一端口气动地连接到所述第二端口的横流通道。

6. 根据权利要求1所述的空气管理系统,其中所述系统控制器包括阀单元,所述阀单元包括多个阀,所述多个阀被配置为选择性地将空气从空气罐供应到所述第一气动回路和所述第二气动回路中的至少一个、从所述第一气动回路和所述第二气动回路中的至少一个移除空气以及在所述第一气动回路和所述第二气动回路之间建立气动连通。

7. 根据权利要求1所述的空气管理系统,其中所述第一气动回路和所述第二气动回路的至少一个空气弹簧包括高度传感器,所述高度传感器被配置为监测其相关联的空气弹簧的高度并发送指示其相关联的空气弹簧的所述高度的信号。

8. 根据权利要求7所述的空气管理系统,其中所述系统控制器被配置为接收从每个高度传感器发送的所述信号,并且至少基于从所述高度传感器所接收的信号来计算所述第一气动回路的所述空气弹簧和所述第二气动回路的所述空气弹簧之间的高度差。

9. 根据权利要求8所述的空气管理系统,其中所述系统控制器被配置为当所计算的高度差高于预定阈值时独立地调整所述第一气动回路和所述第二气动回路的空气压力,并且所述系统控制器被配置为当所述计算的高度差低于预定阈值时在所述第一气动回路和所

述第二气动回路之间建立气动连通。

10. 根据权利要求1所述的空气管理系统,其中每个气动回路包括至少两个比例控制传感器,所述至少两个比例控制传感器被配置为监测其相关联的空气弹簧的空气压力或到其相关联的空气弹簧的流率并且发送指示其相关联的空气弹簧的所述空气压力的信号。

11. 根据权利要求10所述的空气管理系统,其中所述系统控制器被配置为接收从每个比例控制传感器发送的所述信号并且至少基于从所述比例控制传感器所接收的信号来确定空气从所述系统控制器行进到所述空气弹簧中的一个的滞后时间。

12. 根据权利要求1所述的空气管理系统,其中所述空气管线具有相等的长度和直径。

13. 根据权利要求1所述的空气管理系统,其包括设置在所述供应罐内的压缩机。

14. 根据权利要求1所述的空气管理系统,其中每个空气弹簧包括惯性传感器单元,所述惯性传感器单元包括加速度计、陀螺仪和磁力计。

15. 根据权利要求14所述的空气管理系统,其中所述加速度计被配置为测量相对于所述车辆的三个轴线的加速度;

其中所述陀螺仪被配置为测量相对于所述车辆的三个轴线的角速度;并且

其中所述磁力计被配置为测量相对于所述车辆的三个轴线的磁力。

16. 根据权利要求15所述的空气管理系统,其中所述惯性传感器单元被配置为发送指示所测量的相对于所述车辆的所述三个轴线的所述加速度、所述角速度和所述磁力的信号;

其中所述系统控制器被配置为接收从所述惯性传感器单元发送的所述信号并且计算车辆横摆、车辆俯仰和车辆侧倾中的至少一者,并且所述系统控制器被配置为至少基于所计算的车辆横摆、车辆俯仰和车辆侧倾中的一者来确定每个空气弹簧的期望空气压力。

17. 一种用于空气管理系统的系统控制器,所述空气管理系统包括供应罐、设置在车辆的第一侧上的第一气动回路和设置在车辆的第二侧上的第二气动回路,所述系统控制器包括:

与所述供应罐集成的壳体,其中所述壳体包括气动地连接到所述供应罐的至少一个罐端口、气动地连接所述第一气动回路的第一端口、气动地连接到所述第二气动回路的第二端口以及气动地连接到大气的排放端口;以及

一组阀,所述一组阀被配置为选择性地空气从空气罐供应到所述第一气动回路和所述第二气动回路中的至少一个、将空气从所述第一气动回路和所述第二气动回路中的至少一个移除到大气以及在所述第一气动回路和所述第二气动回路之间建立气动连通;

其中所述系统控制器被配置为在未在所述第一气动回路和所述第二气动回路之间建立气动连通的情况下独立地调整所述第一气动回路的空气压力并且独立地调整所述第二气动回路的空气压力;

其中所述系统控制器被配置为在所述系统控制器未独立地调整所述第一气动回路的所述空气压力并且未独立地调整所述第二气动回路的所述空气压力时在所述第一气动回路和所述第二气动回路之间建立气动连通。

18. 根据权利要求17所述的系统控制器,其中所述壳体设置在所述供应罐的外表面上。

19. 根据权利要求17所述的系统控制器,其中所述壳体设置在所述供应罐内。

20. 根据权利要求17所述的系统控制器,其中所述至少一个罐端口包括第一罐端口和

第二罐端口,并且其中所述壳体包括:

将所述第一端口与所述第一罐端口气动地连接的第一通道,
将所述第二端口与所述第二罐端口气动地连接的第二通道,
将所述第一通道与所述第二通道气动地连接的横流通道,以及
将所述排放端口气动地连接到所述横流通道的排放通道。

21. 根据权利要求20所述的系统控制器,其中所述一组阀是阀单元,所述阀单元包括:

设置在所述第一通道和所述横流通道之间的相交处的第一阀,
设置在所述第二通道和所述横流通道之间的相交处的第二阀,以及
设置在所述排放通道和所述横流通道之间的相交处的第三阀。

22. 根据权利要求21所述的系统控制器,其中所述第一阀和所述第二阀各自包括两个电子致动的电磁阀,并且所述第三阀包括三个电子致动的电磁阀。

23. 根据权利要求21所述的系统控制器,其中所述第一阀被配置为选择性地将空气从所述空气罐供应到所述第一气动回路,并且所述第二阀被配置为选择性地将空气从所述空气罐供应到所述第二气动回路。

24. 根据权利要求21所述的系统控制器,其中所述第一阀和所述第三阀同步,使得所述第一阀和所述第三阀被配置为选择性地从所述第一气动回路排放空气,并且所述第二阀和所述第三阀同步,使得所述第二阀和所述第三阀被配置为选择性地从所述第二气动回路排放空气。

25. 根据权利要求21所述的系统控制器,其中所述第一阀、所述第二阀和所述第三阀同步,使得在未将空气从所述空气罐供应到所述第一气动回路和所述第二气动回路中的任一个且未将空气从所述第一气动回路和所述第二气动回路中的任一个排放到所述排放端口的情况下在所述第一端口和所述第二端口之间建立气动连通。

26. 根据权利要求17所述的系统控制器,其中所述至少一个罐端口包括第一罐端口,并且其中所述壳体包括:

气动地连接到所述第一罐端口的供应通道,
气动地连接到所述排放端口的排放通道,以及
气动地连接到所述第一端口、所述第二端口、所述供应通道和所述排放通道的流动通道。

27. 根据权利要求26所述的系统控制器,其中所述一组阀是设置在所述供应通道、所述排放通道和所述流动通道的相交处的四通阀。

28. 根据权利要求27所述的系统控制器,其中所述四通阀包括:

连接到所述流动通道的第一流量阀和第二流量阀;
连接到所述供应通道的供应阀;以及
连接到所述排放通道的排放阀;

其中所述第一流量阀、所述第二流量阀、所述供应阀和所述排放阀各自是电子致动的电磁阀。

29. 根据权利要求28所述的系统控制器,其中所述第一流量阀、所述第二流量阀、所述供应阀和所述排放阀同步,使得在未将空气从所述空气罐供应到所述第一气动回路和所述第二气动回路中的任一个且未将空气从所述第一气动回路和所述第二气动回路中的任一

个排放到所述排放端口的情况下在所述第一端口和所述第二端口之间建立气动连通。

30. 根据权利要求28所述的系统控制器,其中所述第一流量阀、所述第二流量阀、所述供应阀和所述排放阀同步,使得所述四通阀被配置为选择性地将空气从所述空气罐供应到所述第一气动回路和所述第二气动回路中的任一个以及将空气从所述第一气动回路和所述第二气动回路中的任一个移除到所述排放端口。

31. 根据权利要求17所述的系统控制器,其中所述一组阀包括第一调平阀和第二调平阀,

其中所述第一调平阀被配置为选择性地将空气从所述第一罐端口供应到所述第一端口、选择性地将空气从所述第一端口移除到所述排放端口以及选择性地在所述第一端口和所述第二端口之间建立气动连通;

其中所述第二调平阀被配置为选择性地将空气从所述第二罐端口供应到所述第二端口、选择性地将空气从所述第二端口移除到所述排放端口以及选择性地在所述第二端口和所述第一端口之间建立气动连通。

32. 根据权利要求31所述的系统控制器,其中所述第一调平阀和所述第二调平阀各自是电子致动的多通阀。

33. 一种用于调整车辆的空气管理系统的空气压力的方法,所述空气管理系统包括供应罐、设置在所述车辆的第一侧上的第一气动回路和设置在所述车辆的第二侧上的第二气动回路,所述方法包括:

通过系统控制器独立地调整所述第一气动回路的所述空气压力,使得所述系统控制器将空气从所述供应罐供应到所述第一气动回路或者将空气从所述第一气动回路移除到大气;

通过所述系统控制器独立地调整所述第二气动回路的所述空气压力,使得所述系统控制器将空气从所述供应罐供应到所述第二气动回路或者将空气从所述第二气动回路移除到大气;以及

仅当所述系统控制器既未从所述供应罐供应空气、也未将空气移除到大气中时,通过所述系统控制器在所述第一气动回路和所述第二气动回路之间建立气动连通;

其中所述系统控制器包括与所述供应罐集成的壳体,并且所述壳体包括将所述第一气动回路与所述第二气动回路气动地连接的内部横流通道。

34. 一种用于调平在动态驾驶条件下操作的车辆的空气管理系统,其包括:

空气供应罐;

压缩机,其可操作地连接到所述空气供应罐;

与所述供应罐集成的系统控制器;

设置在所述车辆的第一侧上的一个或多个空气弹簧和将设置在所述车辆的所述第一侧上的所述一个或多个空气弹簧与所述系统控制器气动地连接的一个或多个空气管线;

设置在所述车辆的第二侧上的一个或多个空气弹簧和将设置在所述车辆的所述第二侧上的所述一个或多个空气弹簧与所述系统控制器气动地连接的一个或多个空气管线;

设置在所述车辆的第一侧上的所述一个或多个空气弹簧具有被配置为独立地调整所述车辆的第一侧上的至少一个空气弹簧的高度的第一调平阀;

设置在所述车辆的第二侧上的所述一个或多个空气弹簧具有被配置为独立地调整所

述车辆的第二侧上的至少一个空气弹簧的高度的第二调平阀;并且

其中设置在所述车辆的所述第一侧上的至少一个空气弹簧和设置在所述车辆的所述第二侧上的至少一个空气弹簧包括一个或多个传感器,所述一个或多个传感器被配置为监测其相关联的空气弹簧的至少两个状况并且发送指示其相关联的空气弹簧的所述至少两个状况的测量信号,

其中所述至少两个状况包括其相关联的空气弹簧的高度和其相关联的空气弹簧的压力,

其中所述系统控制器被配置为:(i)接收从每个空气弹簧的所述一个或多个传感器所发送的所述信号;(ii)至少基于从每个空气弹簧的所述一个或多个传感器所接收的信号来检测设置在所述车辆的所述第一侧上的至少一个空气弹簧和设置在所述车辆的所述第二侧上的至少一个空气弹簧之间的高度差;(iii)独立地调整设置在所述车辆的所述第一侧上的所述至少一个空气弹簧的空气压力,使得所述第一调平阀将空气从所述空气供应罐供应到设置在所述车辆的所述第一侧上的所述至少一个空气弹簧或者将空气从设置在所述车辆的所述第一侧上的所述至少一个空气弹簧移除到大气;(iv)通过第二调平阀独立地调整设置在所述车辆的所述第二侧上的所述至少一个空气弹簧的空气压力,使得所述第二调平阀将空气从所述空气供应罐供应到设置在所述车辆的所述第二侧上的所述至少一个空气弹簧或者将空气从设置在所述车辆的所述第二侧上的所述至少一个空气弹簧移除到大气;(v)当所述第一调平阀和所述第二调平阀二者都设置在中性模式使得所述高度差在预定阈值内、使得每个调平阀既未从所述空气供应罐供应空气、也未将空气移除到大气中时,至少基于从每个空气弹簧的所述一个或多个传感器所接收的信号来检测设置在所述车辆的所述第一侧上的所述至少一个空气弹簧和设置在所述车辆的所述第二侧上的所述至少一个空气弹簧之间的压力差;以及(vi)当所述系统控制器未独立地调整所述第一气动回路的所述一个或多个空气弹簧的所述空气压力并且未独立地调整所述第二气动回路的所述一个或多个空气弹簧的所述空气压力时,在所述第一气动回路和所述第二气动回路之间建立气动连通。

35.根据权利要求34所述的空气管理系统,其中所述一个或多个传感器包括高度传感器,所述高度传感器被配置为监测所述空气弹簧的高度并发送指示所述空气弹簧的所述高度的信号。

36.根据权利要求35所述的控制单元,其中所述高度传感器是超声波传感器、激光传感器、红外传感器、电磁波传感器或电位计。

37.根据权利要求34所述的控制单元,其中所述一个或多个传感器包括压力传感器,所述压力传感器被配置为监测所述空气弹簧的内部空气压力并且发送指示所述空气弹簧的所述内部空气压力的信号。

38.根据权利要求34所述的空气管理系统,其中所述系统控制器包括设置在所述供应罐的外表面上的壳体。

39.根据权利要求34所述的空气管理系统,其中所述系统控制器包括设置在所述供应罐内的壳体。

40.根据权利要求34所述的空气管理系统,其中所述系统控制器包括连接到被连接到设置在所述车辆的所述第一侧上的所述一个或多个空气弹簧的所述空气管线中的一个的

第一端口、连接到被连接到设置在所述车辆的所述第二侧上的所述一个或多个空气弹簧的所述空气管线中的一个的第二端口、被配置将空气排放到大气中的排放端口以及联接到所述供应罐的一个或多个罐端口。

41. 根据权利要求34所述的空气管理系统,其中设置在所述车辆的所述第一侧上的至少一个空气弹簧和设置在所述车辆的所述第二侧上的至少一个空气弹簧包括比例控制传感器,所述比例控制传感器被配置为监测其相关联的空气弹簧的空气压力或到其相关联的空气弹簧的流率并且发送指示其相关联的空气弹簧的所述空气压力的信号。

42. 根据权利要求41所述的空气管理系统,其中所述系统控制器被配置为接收从每个比例控制传感器发送的所述信号,并且至少基于从所述比例控制传感器所接收的信号来确定空气从所述系统控制器行进到所述空气弹簧中的一个的滞后时间。

43. 根据权利要求34所述的空气管理系统,其中所述空气管线具有相等的长度和直径。

44. 根据权利要求34所述的空气管理系统,其包括设置在所述供应罐内的压缩机。

45. 根据权利要求34所述的空气管理系统,其中所述一个或多个传感器包括惯性传感器单元,所述惯性传感器单元包括加速度计、陀螺仪和磁力计。

46. 根据权利要求45所述的空气管理系统,其中所述加速度计被配置为测量相对于所述车辆的三个轴线的加速度;

其中所述陀螺仪被配置为测量相对于所述车辆的三个轴线的角速度;并且

其中所述磁力计被配置为测量相对于所述车辆的三个轴线的磁力。

47. 根据权利要求45所述的空气管理系统,其中所述一个或多个传感器被配置为发送指示所测量的相对于所述车辆的所述三个轴线的所述加速度、所述角速度和所述磁力的信号;

其中所述系统控制器被配置为接收从所述惯性传感器单元发送的所述信号并且计算车辆横摆、车辆俯仰和车辆侧倾中的至少一者,并且所述系统控制器被配置为至少基于所计算的车辆横摆、车辆俯仰和车辆侧倾中的一者来确定每个空气弹簧的期望空气压力。

48. 一种用于控制在动态驾驶条件下操作的车辆的稳定性的方法,所述车辆包括空气管理系统,其中所述空气管理系统包括供应罐、设置在所述车辆的第一侧上的与所述供应罐气动连通的一个或多个空气弹簧以及设置在所述车辆的第二侧上的与所述供应罐气动连通的一个或多个空气弹簧,所述方法包括:

(i) 通过一个或多个传感器监测设置在所述车辆的所述第一侧和所述第二侧中的每一侧上的至少一个空气弹簧的至少一个状况;

(ii) 通过所述一个或多个传感器发送指示设置在所述车辆的所述第一侧和所述第二侧中的每一侧上的所述至少一个空气弹簧的所述至少一个状况的至少一个信号;

(iii) 通过处理模块接收指示设置在所述车辆的所述第一侧和所述第二侧中的每一侧上的所述至少一个空气弹簧的所述至少一个状况的至少一个信号;

(iv) 至少基于所接收的信号,通过所述处理模块检测设置在所述车辆的所述第一侧和所述第二侧中的每一侧上的所述至少一个空气弹簧之间的高度差;

(v) 通过第一调平阀独立地调整设置在所述车辆的所述第一侧上的所述至少一个空气弹簧的空气压力,使得所述第一调平阀将空气从所述空气供应罐供应到设置在所述车辆的所述第一侧上的所述至少一个空气弹簧或者将空气从设置在所述车辆的所述第一侧上的

所述至少一个空气弹簧移除到大气；

(vi) 通过第二调平阀独立地调整设置在所述车辆的所述第二侧上的所述至少一个空气弹簧的空气压力,使得所述第二调平阀将空气从所述空气供应罐供应到设置在所述车辆的所述第二侧上的所述至少一个空气弹簧或者将空气从设置在所述车辆的所述第二侧上的所述至少一个空气弹簧移除到大气；

(vii) 当所述第一调平阀和所述第二调平阀二者都设置在中性模式使得所述高度差在预定阈值内、使得所述第一调平阀和所述第二调平阀既未从所述空气供应罐供应空气、也未将空气移除到大气中时,至少基于所接收的信号,通过所述处理模块检测设置在所述车辆的所述第一侧和所述第二侧中的每一侧上的所述至少一个空气弹簧之间的空气压力差；以及

(viii) 仅当所述第一调平阀和所述第二调平阀二者都设置在中性模式时经由将所述第一气动回路与所述第二气动回路气动地连接的、延伸穿过所述供应罐的内部横流通道在所述第一气动回路和所述第二气动回路之间建立气动连通。

49. 根据权利要求48所述的方法,其中所述一个或多个传感器包括高度传感器,所述高度传感器被配置为监测所述空气弹簧的高度并发送指示所述空气弹簧的所述高度的信号。

50. 根据权利要求49所述的方法,其中所述高度传感器是超声波传感器、激光传感器、红外传感器、电磁波传感器或电位计。

51. 根据权利要求48所述的方法,其中所述一个或多个传感器包括压力传感器,所述压力传感器被配置为监测所述空气弹簧的内部空气压力并且发送指示所述空气弹簧的所述内部空气压力的信号。

52. 根据权利要求48所述的方法,其中所述系统控制器包括设置在所述供应罐的外表面上的壳体。

53. 根据权利要求48所述的方法,其中所述系统控制器包括设置在所述供应罐内的壳体。

54. 根据权利要求48所述的方法,其包括设置在所述供应罐内的压缩机。

对称动态均衡的体积和压力空气管理系统

技术领域

[0001] 本发明涉及用于车辆、拖车和任何可拖拉型车辆(包括承载原动机和具有由空气弹簧支撑的一个或多个车桥的拖车)的空气管理系统的改进。

背景技术

[0002] 用于车辆的空气悬架系统具有在每个车桥的两侧成对地支撑一个或多个车桥的多个空气悬架气囊。在一种众所周知的车辆中,成对的空气弹簧由在相邻的车桥上相应定位的空气弹簧之间延伸的公共大直径空气管线连接。公共空气管线各自通过空气管线连接到针对车辆的相应侧的高度控制阀。高度控制阀控制到公共空气管线的空气供应以调整空气弹簧的膨胀从而来确保车辆在变化的路况上驾驶时保持水平。除非另有限定,术语“高度控制阀”被用作等效于术语“调平阀”,例如,可以可交换地使用术语“高度控制阀”和“调平阀”。

[0003] 例如,当车辆通过转弯时,所述车辆的重心沿着其宽度远离所述转弯移位。由于重心移位,车辆的背离所述转弯的一侧上的空气弹簧开始收缩,而车辆的面向所述转弯的一侧上的空气弹簧开始延伸。因此,车辆变得左右不水平。作为响应,调平阀中位于车辆的降低侧上的一个将空气供应到压缩的空气弹簧,而位于车辆的升高侧上的另一个调平阀从延伸地空气弹簧移除空气以保持车辆水平。通过测试,现在已经发现,调平阀往往响应于车辆的动态重心移位而过度补偿,其中从调平阀被供应空气的空气弹簧趋向于具有比通过调平阀泄放空气的弹簧更大的空气压力。其结果是,即使在调平阀试图调平车辆之后,在空气悬架系统的两侧之间仍然持续存在压力差。即使压力差保持在车辆的相对侧上的空气弹簧之间,调平阀也会返回到中性模式(例如,旋转盘设置在无控制作用区域范围内),其中在车辆的相对侧上的空气弹簧之间没有气动连通。由于空气弹簧之间的该压力差,即使在调平阀已经响应于车辆重心移位而调整空气弹簧的压力之后,车辆依然保持不水平。

[0004] 其他类型的空气悬架系统已经用电子致动阀替换机械调平阀以控制气囊的高度。虽然一些电子致动阀已经被设计成对车辆重心移位或车辆侧倾作出响应,但是电子致动阀无法考虑在已经响应于重心移位而调整空气弹簧的高度之后空气弹簧之间持续存在的压力差。

[0005] 因此,本发明人已经认识到,需要一种空气管理系统,其解决持续存在的压力不平衡问题,使得车辆可以被恢复到平衡的空气压力、水平的行驶高度。

发明内容

[0006] 本发明提供了一种用于车辆的增强的气动悬架系统,其中空气管理系统包括:供应罐;与所述供应罐集成的系统控制器;第一气动回路,其包括设置在所述车辆的第一侧上的一个或多个空气弹簧和将所述一个或多个空气弹簧与所述系统控制器气动地连接的一个或多个空气管线;和第二气动回路,其包括设置在所述车辆的第二侧上的一个或多个空气弹簧和将所述一个或多个空气弹簧与所述系统控制器气动地连接的一个或多个空气管

线。所述系统控制器被配置为在未在所述第一气动回路和所述第二气动回路之间建立气动连通的情况下独立地调整所述第一气动回路的所述一个或多个空气弹簧的空气压力并且独立地调整所述第二气动回路的所述一个或多个空气弹簧的空气压力。所述系统控制器被配置为在所述系统控制器未独立地调整所述第一气动回路的所述一个或多个空气弹簧的所述空气压力并且未独立地调整所述第二气动回路的所述一个或多个空气弹簧的所述空气压力时在所述第一气动回路和所述第二气动回路之间建立气动连通。在一个示例中,所述系统可以包括多个供应罐。在一个示例中,所述空气管线具有相等的长度和直径。

[0007] 在一种配置中,所述系统控制器包括设置在所述供应罐的外表面上的壳体,并且所述壳体包括将所述第一气动回路与所述第二气动回路气动地连接的内部横流通道。在一种配置中,所述系统控制器包括设置在所述供应罐内的壳体,并且所述壳体包括将所述第一气动回路与所述第二气动回路气动地连接的内部横流通道。在一种配置中,所述系统控制器包括连接到所述第一气动回路的所述空气管线中的一个的第一端口、连接到所述第二气动回路的所述空气管线中的一个的第二端口、被配置为将空气排放到大气中的排放端口以及联接到所述供应罐的一个或多个罐端口。在一种配置中,所述系统控制器包括将所述第一端口气动地连接到所述第二端口的横流通道。

[0008] 在一种配置中,所述系统控制器包括阀单元,所述阀单元包括多个阀,所述多个阀被配置为选择性地空气从空气罐供应到所述第一气动回路和所述第二气动回路中的至少一个、从所述第一气动回路和所述第二气动回路中的至少一个移除空气以及在所述第一气动回路和所述第二气动回路之间建立气动连通。在一种配置中,所述第一气动回路和所述第二气动回路的至少一个空气弹簧包括高度传感器,所述高度传感器被配置为监测其相关联的空气弹簧的高度并发送指示其相关联的空气弹簧的所述高度的信号。在一种配置中,所述系统控制器被配置为接收从每个高度传感器发送的所述信号,并且至少基于从所述高度传感器所接收的信号来计算所述第一气动回路的所述空气弹簧和所述第二气动回路的所述空气弹簧之间的高度差。在一种配置中,所述系统控制器被配置为当所计算的高度差高于预定阈值时独立地调整所述第一气动回路和所述第二气动回路的空气压力,并且所述系统控制器被配置为当所述计算的高度差低于预定阈值时在所述第一气动回路和所述第二气动回路之间建立气动连通。

[0009] 在一种配置中,所述第一气动回路和所述第二气动回路的至少一个空气弹簧包括比例控制传感器,所述比例控制传感器被配置为监测其相关联的空气弹簧的空气压力并发送指示相关联的空气弹簧的所述空气压力的信号。在一种配置中,所述系统控制器被配置为接收从每个比例控制传感器发送的所述信号,并且至少基于从所述比例控制传感器所接收的信号来确定空气从所述系统控制器行进到所述空气弹簧中的一个的滞后时间。

[0010] 在一种配置中,每个空气弹簧包括惯性传感器单元,所述惯性传感器单元包括加速度计、陀螺仪和磁力计。在一种配置中,所述加速度计被配置为测量相对于所述车辆的三个轴线的加速度。在一种配置中,所述陀螺仪被配置为测量相对于所述车辆的三个轴线的角速度。在一种配置中,所述磁力计被配置为测量相对于所述车辆的三个轴线的磁力。在一种配置中,所述惯性传感器单元被配置为发送指示所测量的相对于所述车辆的所述三个轴线的所述加速度、所述角速度和所述磁力的信号。在一种配置中,所述系统控制器被配置为接收从所述惯性传感器单元发送的所述信号并且计算车辆横摆、车辆俯仰和车辆侧倾中的

至少一者,并且所述系统控制器被配置为至少基于所计算的车辆横摆、车辆俯仰和车辆侧倾中的一者来确定每个空气弹簧的期望空气压力。

[0011] 本发明包括一种用于空气管理系统的系统控制器,所述空气管理系统包括供应罐、设置在车辆的第一侧上的第一气动回路和设置在车辆的第二侧上的第二气动回路。在一种配置中,所述系统控制器包括与所述供应罐集成的壳体,其中所述壳体包括气动地连接到所述供应罐的至少一个罐端口、气动地连接到所述第一气动回路的第一端口、气动地连接所述第二气动回路的第二端口以及气动地连接到大气的排放端口。在一种配置中,所述系统控制器还包括一组阀,所述一组阀被配置为选择性地将空气从空气罐供应到所述第一气动回路和所述第二气动回路中的至少一个、将空气从所述第一气动回路和所述第二气动回路中的至少一个移除到大气以及在所述第一气动回路和所述第二气动回路之间建立气动连通。所述系统控制器被配置为在未在所述第一气动回路和所述第二气动回路之间建立气动连通的情况下独立地调整所述第一气动回路的空气压力并且独立地调整所述第二气动回路的空气压力。所述系统控制器被配置为在所述系统控制器未独立地调整所述第一气动回路的所述空气压力并且未独立地调整所述第二气动回路的所述空气压力时在所述第一气动回路和所述第二气动回路之间建立气动连通。

[0012] 在一种配置中,所述壳体设置在所述供应罐的外表面上。在一种配置中,所述壳体设置在所述供应罐内。在一种配置中,所述壳体包括将所述第一端口与所述第一罐端口气动地连接的第一通道、将所述第二端口与所述第二罐端口气动地连接的第二通道、将所述第一通道与所述第二通道气动地连接的横流通道以及将所述排放端口气动地连接到所述横流通道的排放通道。

[0013] 在一种配置中,所述一组阀是阀单元,所述阀单元包括:设置在所述第一通道和所述横流通道之间的相交处的第一阀、设置在所述第二通道和所述横流通道之间的相交处的第二阀以及设置在所述排放通道和所述横流通道之间的相交处的第三阀。在一种配置中,所述第一阀和所述第二阀各自包括两个电子致动的电磁阀,并且所述第三阀包括三个电子致动的电磁阀。在一种配置中,所述第一阀被配置为选择性地将空气从所述空气罐供应到所述第一气动回路,并且所述第二阀被配置为选择性地将空气从所述空气罐供应到所述第二气动回路。在一种配置中,所述第一阀和所述第三阀同步,使得所述第一阀和所述第三阀被配置为选择性地从所述第一气动回路排放空气,并且所述第二阀和所述第三阀同步,使得所述第二阀和所述第三阀被配置为选择性地从所述第二气动回路排放空气。在一种配置中,所述第一阀、所述第二阀和所述第三阀同步,使得在未将空气从所述空气罐供应到所述第一气动回路和所述第二气动回路中的任一个且未将空气从所述第一气动回路和所述第二气动回路中的任一个排放到所述排放端口的情况下在所述第一端口和所述第二端口之间建立气动连通。

[0014] 在一种配置中,至少一个罐端口包括第一罐端口,并且所述壳体包括:气动地连接到所述第一罐端口的供应通道、气动地连接到所述排放端口的排放通道以及气动地连接到所述第一端口、所述第二端口、所述供应通道和所述排放通道的流动通道。在一种配置中,所述一组阀是设置在所述供应通道、所述排放通道和所述流动通道的相交处的四通阀。在一种配置中,所述四通阀包括:连接到所述流动通道的第一流量阀和第二流量阀、连接到所述供应通道的供应阀以及连接到所述排放通道的排放阀。在一种配置中,所述第一流量阀、

所述第二流量阀、所述供应阀和所述排放阀各自是电子致动的电磁阀。在一种配置中,所述第一流量阀、所述第二流量阀、所述供应阀和所述排放阀同步,使得在未将空气从所述空气罐供应到所述第一气动回路和所述第二气动回路中的任一个且未将空气从所述第一气动回路和所述第二气动回路中的任一个排放到所述排放端口的情况下在所述第一端口和所述第二端口之间建立气动连通。在一种配置中,所述第一流量阀、所述第二流量阀、所述供应阀和所述排放阀同步,使得所述四通阀被配置为选择性地从所述空气罐供应到所述第一气动回路和所述第二气动回路中的任一个以及将空气从所述第一气动回路和所述第二气动回路中的任一个移除到所述排放端口。

[0015] 在一种配置中,所述一组阀是包括被配置为选择性地从所述第一罐端口供应到所述第一端口的第一阀、被配置为选择性地从所述第二罐端口供应到所述第二端口的第二阀、被配置为将空气从所述第一端口和所述第二端口中的至少一个移除到所述排放端口的排放阀以及被配置为在所述第一端口和所述第二端口之间建立气动连通的横流阀。在一种配置中,所述第一阀、所述第二阀、所述排放阀和所述横流阀各自是电子致动的电磁阀。

[0016] 在一种配置中,所述一组阀包括第一调平阀和第二调平阀。在一种配置中,所述第一调平阀被配置为选择性地从所述第一罐端口供应到所述第一端口、选择性地从所述第一端口移除到所述排放端口以及选择性地从所述第一端口和所述第二端口之间建立气动连通。在一种配置中,所述第二调平阀被配置为选择性地从所述第二罐端口供应到所述第二端口、选择性地从所述第二端口移除到所述排放端口以及选择性地从所述第二端口和所述第一端口之间建立气动连通。在一种配置中,所述第一调平阀和所述第二调平阀各自是电子致动的四通阀。

[0017] 本发明可以包括一种用于调整车辆的空气管理系统的空气压力的方法,所述空气管理系统包括供应罐、设置在所述车辆的第一侧上的第一气动回路和设置在所述车辆的第二侧上的第二气动回路。所述方法可以包括以下步骤:通过系统控制器独立地调整所述第一气动回路的所述空气压力,使得所述系统控制器将空气从所述供应罐供应到所述第一气动回路或者将空气从所述第一气动回路移除到大气。所述方法可以包括以下步骤:通过所述系统控制器独立地调整所述第二气动回路的所述空气压力,使得所述系统控制器将空气从所述供应罐供应到所述第二气动回路或者将空气从所述第二气动回路移除到大气。所述方法可以包括以下步骤:仅当所述系统控制器既未从所述供应罐供应空气、也未将空气移除到大气中时,通过所述系统控制器在所述第一气动回路和所述第二气动回路之间建立气动连通。所述系统控制器包括与所述供应罐集成的壳体,并且所述壳体包括将所述第一气动回路与所述第二气动回路气动地连接的内部横流通道。

[0018] 根据本文所描述的空气管理系统的各种示例,所有的空气管理系统包括至少两个独立的气动回路,其中每个独立的气动回路被配置为响应于动态车辆重心移位而独立地调整车辆的一侧的高度。在独立地调整车辆的一侧的高度的状态下,相应的气动回路不与设置在车辆的相对侧上的另一气动回路气动连通,使得在车辆的一侧上的空气弹簧不与设置在车辆的相对侧上的空气弹簧气动连通。根据本文所描述的空气管理系统的各种示例,所有的空气管理系统可以选择性地在两个独立的回路之间建立横流,使得设置在车辆的一侧上的空气弹簧在所有调平阀设置在中性位置或中性模式时与设置在车辆的另一侧上的空

气弹簧气动连通。在本上下文中,当调平阀既未将空气从空气供应罐供应到空气弹簧、也未将空气从空气弹簧移除到大气(例如,旋转盘设置在无控制作用区范围)时,调平阀设置在中性位置或中性模式。

[0019] 在参考附图考虑以下描述和所附的权利要求时,本公开的主题的其他特征和特性以及操作方法、结构的相关元件和零件的组合的功能和制造的经济性将变得更加明显,所有附图形成本说明书的一部分,其中相同的附图标记在各个附图中指定对应的部分。

附图说明

[0020] 并入本文中并形成说明书的一部分的附图示出本公开的主题的各个方面。在附图中,相同的附图标记指示相同或功能上类似的元件。

[0021] 图1A是根据本发明的一种配置的空气管理系统的示意图。图1B是根据本发明的一种配置的包括设置在车辆的中心部分处的调平阀的空气管理系统的示意图。图1C是根据本发明的一种配置的包括调平阀的空气管理系统的示意图,其中每个调平阀具有多个气囊端口。

[0022] 图2是根据本发明的一种配置的调平阀的俯视图。

[0023] 图3是根据本发明的一种配置的调平阀的透视图。

[0024] 图4是根据本发明的一个方面的调平阀的分解图。

[0025] 图5是根据本发明的一个方面的一个下壳体的透视图。

[0026] 图6A至图6C是根据本发明的一个方面的旋转盘的示意图。

[0027] 图7是根据本发明的空气管理系统的示意图。

[0028] 图8是根据本发明的空气管理系统的示意图。

[0029] 图9是根据本发明的空气管理系统的示意图。

[0030] 图10是根据本发明的下壳体的透视图。

[0031] 图11是根据本发明的下壳体的俯视图。

[0032] 图12A是根据本发明的沿着线Z-Z截取的下壳体的俯视横截面视图。图12B是根据本发明的沿着线Y-Y截取的下壳体的侧视横截面视图,图12C是根据本发明的沿着线X-X截取的下壳体的侧视横截面视图。

[0033] 图13是根据本发明的旋转盘的俯视图。

[0034] 图14A是要在本发明中使用的第一提升阀的透视图。图14B是沿着要在本发明中使用的第一提升阀的线B-B截取的横截面视图。

[0035] 图15A是根据本发明的第二提升阀的透视图。图15B是根据本发明的沿着第二提升阀的线C-C截取的横截面视图。

[0036] 图16是根据本发明的空气管理系统的示意图。

[0037] 图17是根据本发明的空气管理系统的示意图。

[0038] 图18是根据本发明的空气管理系统的示意图。

[0039] 图19是根据本发明的空气管理系统的示意图。

[0040] 图20是根据本发明的空气管理系统的示意图。

[0041] 图21A是根据本发明的空气管理系统的示意图。

[0042] 图21B是根据本发明的空气管理系统的示意图。

- [0043] 图22是根据本发明的控制单元的示意图。
- [0044] 图23是根据本发明的系统控制器的示意图。
- [0045] 图24是根据本发明的控制单元的示意图。
- [0046] 图25是根据本发明的系统控制器的示意图。
- [0047] 图26A是根据本发明的阀的示意图。
- [0048] 图26B是根据本发明的沿着图26A中的线A截取的阀的示意图。
- [0049] 图27是根据本发明的下壳体的俯视透视图。
- [0050] 图28根据本发明的下壳体的仰视透视图。
- [0051] 图29是根据本发明的下壳体的端视图。
- [0052] 图30是根据本发明的下壳体的侧视图。
- [0053] 图31是根据本发明的下壳体的俯视平面图。
- [0054] 图32根据本发明的下壳体的仰视平面图。
- [0055] 图33是根据本发明的旋转盘的透视图。
- [0056] 图34是根据本发明的旋转盘的俯视平面图。
- [0057] 图35是根据本发明的旋转盘的侧视图。
- [0058] 图36是根据本发明的沿着图34中的线36截取的旋转盘的侧视横截面视图。
- [0059] 图37和图38是根据本发明的轴的透视图。
- [0060] 图39是根据本发明的轴的侧视图。
- [0061] 图40根据本发明的轴的仰视端视图。
- [0062] 图41是根据本发明的轴的端视图。
- [0063] 图42是根据本发明的轴的侧视图。
- [0064] 图43是根据本发明的示出在调平阀的各个操作阶段下各个阀端口的空气压力的图。
- [0065] 图44根据本发明的示出用于调整包括第一气动回路和第二气动回路的空气管理系统的空气压力的方法的流程图。
- [0066] 图45是根据本公开的空气管理系统的示意图。
- [0067] 图46是根据本公开的空气管理系统的示意图。
- [0068] 图47是根据本公开的空气管理系统的示意图。
- [0069] 图48是根据本公开的空气管理系统的示意图。
- [0070] 图49是根据本公开的空气管理系统的示意图。
- [0071] 图50是根据本公开的空气管理系统的示意图。
- [0072] 图51A、图51B是根据本公开的歧管壳体的示意图。
- [0073] 图52是根据本公开的系统控制器的示意图。
- [0074] 图53是根据本公开的歧管壳体的侧视图。
- [0075] 图54是根据本公开的空气管理系统的示意图。
- [0076] 图55是根据本公开的惯性传感器单元的示意图。

具体实施方式

- [0077] 虽然本公开的主题的各方面可以以各种形式来体现,但是以下的描述和附图仅仅

旨在公开这些形式中的一些形式作为本主题的具体示例。因此，本公开的主题并非旨在限于所描述和示出的形式和方面。

[0078] 本公开包括用于车辆的空气管理系统，所述空气管理系统具有：具有被配置为独立地调整车辆的第一侧的高度的第一调平阀的第一气动回路、具有被配置为独立地调整车辆的第二侧的高度的第二调平阀的第二气动回路以及将第一调平阀与第二调平阀连接的横流机构。当第一调平阀未独立地调整车辆的第一侧的高度且第二调平阀未独立地调整车辆的第二侧的高度时，例如，当车辆的两侧上的行驶高度控制臂处于中性位置或者当电子致动阀设置在中性模式时，第一调平阀和第二调平阀在第一气动回路和第二气动回路之间建立气动连通。第一调平阀和第二调平阀被配置为在所有驾驶条件下（包括当车辆以基本上高于每小时零英里的速度行驶时）被设置在中性位置或中性模式。

[0079] 如本文所使用的，术语“中性位置”和“中性模式”被限定为这样的状态：其中调平阀既不将空气从空气供应罐供应到空气弹簧、也不将空气从空气弹簧移除到大气，并且调平阀中的每一个彼此气动连通。

[0080] 如本文所使用的，术语“激活模式”被限定为这样的状态：其中阀独立地调整一个气动回路中的一个或多个空气弹簧的高度或空气压力，同时阀不与另一个气动回路的任何部件气动连通。

[0081] 如本文所使用的，“横流机构”或“横流系统”包括用以在第一气动回路和第二气动回路之间建立气动连通所必要的任何部件，其中第一气动回路和第二气动回路设置在车辆的相对侧（即，左侧和右侧）上。横流机构或横流系统可以包括将第一调平阀与第二调平阀连接的横流空气管线，该横流空气管线在每个调平阀上连接到横流端口，其中横流空气管线不直接连接到供应罐或被连接到供应罐的供应管线。横流机构或横流系统还可以包括横流控制器，该横流控制器连接到第一调平阀和第二调平阀中的每一个。横流机构或横流系统还可以包括电传感器，例如，空气压力传感器、空气流量传感器、行驶高度传感器、稳定性控制传感器。

[0082] 如本文所使用的，“响应位置”被限定为这样的状态：其中车辆的每一侧上的一个或多个调平阀正在独立地调整气动回路中空气弹簧的空气压力。

[0083] 如本文所使用的，“无控制作用区”是指这样的旋转范围：其中旋转盘的盘表面完全覆盖下壳体的贮存腔，使得调平阀既不将空气从空气供应罐供应到空气弹簧、也不将空气从空气弹簧移除到大气。

[0084] 在一个示例中，每个调平阀包括壳体、设置在壳体的孔中的阀元件以及控制臂，该控制臂可枢转地连接到所述壳体，使得它从中性位置枢转到一个或多个响应位置以引起阀元件的旋转或移动。在另一个示例中，每个调平阀包括壳体和代替控制臂的电连接到该壳体的行驶高度传感器。在另一个示例中，每个调平阀包括壳体、设置在壳体的孔中的阀元件、可枢转地连接到壳体以引起阀元件的移动或旋转地控制臂以及设置在壳体中以监测控制臂的移动的传感器。在另一个示例中，每个调平阀可包括壳体、阀元件和马达（例如，步进马达）以引起阀元件的旋转或移动。阀元件可以从由柱塞、旋转盘和提升阀组成的组中选择。

[0085] 在一个示例中，当第一调平阀和第二调平阀二者的控制臂都设置在中性位置时，第一调平阀和第二调平阀在第一气动回路和第二气动回路之间建立气动连通，并且当第一

调平阀和第二调平阀中的一个的控制臂设置到一个或多个响应位置时,第一调平阀和第二调平阀被配置为防止第一气动回路和第二气动回路之间的气动连通。

[0086] 在一个示例中,第一气动回路包括设置在车辆的第一侧上的第一组空气弹簧、第一供应罐、将第一组空气弹簧与第一调平阀气动地连接的第一多个空气管线以及将第一调平阀与第一供应罐气动地连接的第一供应管线;并且第二气动回路包括设置在车辆的第二侧上的第二组空气弹簧、第二供应罐、将第二组空气弹簧与第二调平阀气动地连接的第二多个空气管线以及将第二调平阀与第二供应罐气动地连接的第二供应管线。在另一个示例中,第一气动回路和第二气动回路可以由公共空气供应罐供应空气,使得空气管理系统仅包括一个空气供应罐以向车辆的两侧上的空气弹簧提供气流。

[0087] 在一个示例中,空气管线被设置为供应等体积的空气以维持车辆的两侧上的气动回路内的对称性。空气管线是基本相同的(例如,在 $\pm 10\%$ 或 $\pm 5\%$ 或 $\pm 2\%$ 或 $\pm 1\%$ 内)或具有相等的直径和/或长度。供应管线是基本相同的(例如,在 $\pm 10\%$ 或 $\pm 5\%$ 或 $\pm 2\%$ 或 $\pm 1\%$ 内)或具有相等的直径和/或长度。

[0088] 图1A至图1C示出如本文中所公开的通过附图标记100指示的用于车辆的空气管理系统的配置。空气管理器组件100包括设置在车辆1上的第一侧上的第一气动回路、设置在车辆1的第二侧的第二气动回路以及将第一气动回路与第二气动回路气动地连接的横流管线38。车辆1可以具有前驱动和后驱动和/或非驱动的轮式车桥2和3,该车桥2和3通过如所示出的定位在车桥2和车桥3的两侧上的成对的弹簧(也可以互换地称为空气弹簧)4-5、6-7、8-9和10-11以已知的方式支撑在底盘1上。本发明不限于具有附图中所示的特定数量的车桥、气囊(空气弹簧)、空气管线/软管、空气供应罐,因为这些元件根据所使用的车辆的类型而变化,这对于本领域技术人员来说是显而易见的。在另一个示例中,第一气动回路和第二气动回路可以由公共空气供应罐供应空气,使得空气管理系统100仅包括一个空气供应罐以向车辆1的两侧上的空气弹簧4至11提供气流。

[0089] 在图1A至图1C中,空气弹簧4、5、8和9定位在车辆1的第一侧上并且通过单独的空气管线12、13和18-21连接在一起以形成第一组空气弹簧。空气弹簧4、5、8和9以及单独的空气管线12、13和18-21通过阀软管28被供应空气,该阀软管连接到第一调平阀16。供应软管30从第一调平阀16直接延伸到第一供应罐32以用于向第一调平阀16供应空气。供应软管30还设置有压力保护阀34。因此,空气弹簧4、5、8和9;单独的空气管线12、13和18-21;阀软管28;第一调平阀16;供应软管30;压力保护阀34(在一些车辆或空气管理系统中不需要);和第一供应罐32形成适于独立地调整车辆1的第一侧的高度的第一气动回路。

[0090] 在一些方面(未示出),空气管理组件100可以包括用于将空气同时输送到第一气动回路和第二气动回路二者的单个空气供应罐以及单个压力保护阀,该单个压力保护阀通过单个软管连接到空气供应罐并且通过两个供应软管连接到第一气动回路和第二气动回路。该单个压力保护阀被配置为在空气管理系统100内发生泄漏或故障的情况下向第一气动回路和第二气动回路二者供应足够的空气压力。该单个压力保护阀被配置为对于压力保护阀34而言具有更大的空气容量,以便同时向第一气动回路和第二气动回路二者提供足够的空气。

[0091] 空气弹簧6、7、10和11定位在车辆1的第二侧上并且通过单独的空气管线14、15和22-25连接在一起以形成第二组空气弹簧。空气弹簧6、7、10和11以及单独的空气管线14、15

和22-25通过阀软管29被供应空气,该阀软管连接到第二调平阀17。供应软管31从第二调平阀17直接延伸到第二供应罐33以用于向第二调平阀17供应空气。供应软管31也设置有压力保护阀35。因此,空气弹簧6、7、10、11,单独的空气管线14、15、和22-25,阀软管29,第二调平阀17,供应软管31,压力保护阀35和第二供应罐33形成适于独立地调整车辆1的第二侧的高度的第二气动回路。第一气动回路和第二气动回路二者都可独立地操作,使得第一调平阀16独立地将空气输送到车辆1的第一侧或者从该第一侧泄放空气并且第二调平阀17独立地将空气输送到车辆1的第二侧或者从该第二侧泄放空气。

[0092] 为了确保基本上相同的体积和压力的平衡的供应空气到每个空气弹簧,车辆1上的第一侧上的单独的空气管线12、13和18-21以及车辆1上的第二侧上的单独的空气管线14、15和22-25具有基本上相同的尺寸(内径)和长度。在所示的配置中,单独的空气管线18-21和22-25各自具有约12mm(1/2英寸)的孔径。可以使用其他尺寸并获得相似的结果,只要每组或每个群组(例如18至25、28和29、30以及30、31等)中的空气管线的尺寸和长度相同就可以。出于类似的原因,阀软管28和29具有基本上相同的尺寸或内径和长度,并且供应软管30和31具有基本上相同的尺寸或内径和长度。提供单独的空气管线18-21和21-25和这些管线的用于单独供应的调平阀16和17的连接确保了等体积的空气迅速地供应到空气弹簧中的每一个,使得空气弹簧的内部压力恰当地响应中继到阀16和17的路况变化。因此,对于第一组空气弹簧的内部压力的变化速率与对于第二组空气弹簧的内部压力的变化速率基本上对称。

[0093] 第一控制阀16和第二控制阀17各自包括控制臂16a、17a,该控制臂16a、17a连接到安装在空气弹簧9和11下面的刚性杆36。控制臂16a、17a各自被配置为响应于所述空气弹簧的压缩和延伸而上下移动,这致动第一控制阀16和第二控制阀17以将空气供应到空气弹簧或者从空气弹簧泄放空气。当控制臂16a、17a处于中性位置时,第一调平阀16和第二调平阀17二者既不将空气从供应罐供应到空气弹簧、也不将空气从空气弹簧移除到大气。横流管线38从第一调平阀16延伸到第二调平阀17以连接第一调平阀和第二调平阀。如图1A所示,横流管线38不直接连接到供应管线30、31或空气供应罐32、33。当控制臂16a、17a二者都处于中性位置时,第一调平阀16和第二调平阀17彼此气动连通,使得经由横流管线38在第一气动回路和第二气动回路之间存在气动连通,从而使车辆1的第一侧上的空气弹簧4、5、8和9与车辆的第二侧上的空气弹簧6、7、10、11之间的空气压力相等。其结果是,当控制臂16a、17a二者都处于中性位置时,第一气动回路和第二气动回路连接在一起作为公共回路。通过在第一组空气弹簧和第二组空气弹簧之间维持相等的空气压力,当控制臂16a、17a二者都处于中性位置时,第一调平阀16和第二调平阀17使车辆的两侧之间的压力均衡。在所示的方面,仅需要单个横流管线38在第一气动回路和第二气动回路之间建立气动连通,使得空气在车辆的左侧和右侧之间流动。

[0094] 第一调平阀16和第二调平阀17仅允许当控制臂16a、17a二者都处于中性位置时经由横流管线38彼此气动连通。换句话说,当控制臂16a、17a中的任一个未处于中性位置时,第一调平阀16a和第二调平阀17a防止第一气动回路和第二气动回路之间气动连通。通过控制臂16a、17a中的任一个从中性位置上下移动时未在第一气动回路和第二气动回路之间建立气动连通,第一调平阀16和第二调平阀17能够独立地从空气弹簧泄放空气或者向空气弹簧供应空气。因此,当车辆1正在通过使该车辆的重心移位的急转弯时,在第一调平阀16

和第二调平阀17之间没有任何横流的情况下,第一调平阀16和第二调平阀17中的一个向已经由于车辆1的重心移位而收缩的弹簧组供应空气,而第一调平阀16和第二调平阀17中的另一个从已经由于车辆的重心移位而延伸的其他弹簧组泄放空气。在这种状态下,第一调平阀16和第二调平阀17可能给由于向一组空气弹簧供应太多空气或者从另一组空气弹簧移除太多空气而对于车辆的动态重心移位来说过度补偿,从而导致在第一组空气弹簧和第二章空气弹簧之间存在轻微的压力差。如果没有本公开中所描述的机制,第一组空气弹簧和第二组空气弹簧之间的这种轻微的压力差可能不会在车辆1远离转弯时触发任何控制臂16a、17a远离中性位置枢转,这将会使车辆1处于非水平状态。根据本公开,由于第一调平阀16和第二调平阀17在控制臂16a、17a二者都处于中性位置时经由横流38彼此连通,所以当空气从处于较高压力的弹簧组经由横流管线38前进到处于较低压力的弹簧组时,第一组空气弹簧和第二组空气弹簧之间的轻微的压力差被消除,从而达到平衡状态。

[0095] 图2示意性地示出了根据本发明的一种配置的调平阀50。调平阀50包括壳体60和控制臂70。壳体60包括连接到供应罐的供应端口61、连接到大气的排放端口62、连接到车辆的一个相应侧上的空气弹簧的空气弹簧端口63以及连接到车辆的另一侧上的第二调平阀的横流端口64。虽然图2示出了具有一个空气弹簧端口的壳体60,但是壳体60可以包括两个或更多个空气弹簧端口,以与设置在车辆的相应侧上的多组空气弹簧连通。此外,端口相对于彼此以及相对于控制臂的相对定位可以变化,并且不旨在限于图2所示的配置。

[0096] 如图2所示,控制臂70连接到壳体60,并且响应于设置在车辆的一侧上的空气弹簧的压缩和延伸而围绕壳体60在多个位置之间枢转。当空气弹簧压缩时,控制臂70从水平位置向上枢转到第一位置,这在壳体的供应端口61和空气弹簧端口63之间建立连通。因此,空气从供应罐供应到相应的空气弹簧,从而增加空气弹簧的空气压力。当相应的空气弹簧延伸时,控制臂70从水平位置向下枢转到第二位置,这在壳体60的排放端口62和空气弹簧端口63之间建立连通。因此,空气从空气弹簧移除并释放到大气,从而降低空气弹簧的空气压力。当控制臂70在任一方向上远离中性位置枢转时,空气弹簧端口63不与横流端口64连通。在中性位置处,控制臂70基本上定向在水平位置,使得控制臂70平行于地面延伸。当控制臂70设置在中性位置时,空气弹簧端口63既不与供应端口61连通、也不与排放端口62连通。相反,当控制臂70设置在中性位置时,空气弹簧端口63与横流端口64连通,使得调平阀50可以与设置在车辆的相对侧上的另一个调平阀连通(如图1A至图1C所示)。

[0097] 根据一种示例性配置,调平阀可以包括被接收在壳体的中心孔(未示出)中的旋转构件(未示出),诸如盘,其中该中心孔气动地连接到壳体的每个端口。旋转构件可旋转地连接到控制臂,使得控制臂的枢转移动引起旋转构件的旋转。旋转构件可以在多个位置之间旋转,以改变壳体的端口之间的连通。每个调平阀是具有至少一个旋转构件(未示出)的对称动态均衡的体积和压力分配阀,该至少一个旋转构件具有不同尺寸的沟槽或通孔,以便在响应位置致动时对空气弹簧输送或者泄放空气,或者在中性位置致动时切断至泄放端口和供应端口的气流并且在中性位置时在横流端口处打开气动连通。因此,如果车辆的一侧上的调平阀处于中性位置,但车辆的相对侧上的调平阀未处于中性位置,则在这两个调平阀之间没有气动连通。仅当两个调平阀都被致动到中性位置时,才会在车辆的相对侧上的气动回路之间建立气动连通。

[0098] 在调平阀都未独立地调整车辆的相应侧的高度时建立横流减轻了车辆的每一侧

上的空气弹簧之间的不平衡的压力差。已发现导致这些压力差的一个因素是重力。例如,当车辆正在通过转弯并且经历动态横向中心移位时,调平阀中的一个通过向压缩的空气弹簧供应空气来进行响应,而调平阀中的另一个从延伸的空气弹簧移除空气。然而,响应于横向重心移位而供应空气的调平阀趋向于以比克服作用在压缩弹簧上的重力更大的力来供应空气。其结果是,相比于从在车辆的相对侧上的其他组的空气弹簧所移除的空气体积来说,调平阀通常向其所在组的空气弹簧供应更多的空气。虽然压力差保持在车辆的相对侧上的空气弹簧之间,但是控制臂返回到水平的中性位置,其中每个调平阀的供应端口和泄放端口关闭(例如,在无控制作用区位置),从而未考虑到被供应到所述组的空气弹簧中的一个的过度补偿的空气。

[0099] 本发明的空气管理系统通过在两个调平阀都处于中性模式时连接至少两个独立的气动回路以形成一个公共气动回路而提供了减轻车辆的每一侧上的空气弹簧之间的压力差的意想不到的优点。在本上下文中,当调平阀既不从空气供应罐供应空气、也不将空气泄放到大气中时,调平阀处于“中性模式”。因此,本发明的空气管理系统可以通过在调平阀中的至少一个未处于中性模式时防止第一气动回路和第二气动回路之间的连通来独立地调整车辆的每一侧。本发明的空气管理系统还可以通过在两个调平阀都处于中性模式时在第一气动回路和第二气动回路之间建立横流连通来将第一气动回路和第二气动回路连接到一个公共回路中。在车辆的每一侧上的空气弹簧之间建立横流允许具有较大压力的过度补偿的空气弹簧经由横流管线将空气释放到车辆的另一侧上的空气弹簧,从而促进车辆的两侧上的空气弹簧之间的平衡。最终,在所有调平阀都设置在中性模式时选择性提供横流的能力允许空气管理系统以更好地牵引维持高度稳定、更安全且更舒适的车辆乘坐。

[0100] 图3和图4示出了根据本发明的一种配置的机械致动阀的不同视图。图3和图4中所示的调平阀300包括阀体310,该阀体包括安装到下壳体330的上壳体320,其中控制臂340附接到延伸穿过上壳体320的轴。上壳体320通过紧固件(未示出)安装到下壳体330,该紧固件被接收在延伸穿过上壳体320和下壳体330的角部的安装孔中。

[0101] 参考图4和图5,下壳体330包括至少五个端口334a至334e,包括连接到空气罐(未示出)的供应端口334a、用于从空气弹簧(未示出)泄放空气的排放端口334b、连接到第一组空气弹簧(未示出)的第一端口334c、连接到第二组空气弹簧(未示出)的第二端口334d以及连接到另一个调平阀(未示出)的横流端口334e。第一端口334c和第二端口334d被布置成使得下壳体330的一侧上的第一弹簧端口334c和下壳体330的另一侧上的第二弹簧端口334d重合。端口334a至334d还被布置成使得下壳体330的一侧上的供应端口334a与下壳体330的相对侧上的排放端口334b重合。

[0102] 下壳体330包括通向下壳体330的每个端口334a至334e的单独的气流通道(未示出),使得从供应端口334a供应的空气或泄放到排放端口334b的空气独立于流过横流端口334e的空气而发生。参考图5,下壳体330包括限定多个圆形腔338a至338c的第一表面336。供应端口334a通过形成在下壳体330中的一个气流通道连接到供应腔338a,并且排放端口334b通过形成在下壳体330中的第二气流通道连接到排放腔338b。横流端口334e通过形成在下壳体330中的第三气流通道连接到横流腔338c。第一弹簧端口334c和第二弹簧端口334d可以由形成在降低的壳体330中的贮存腔(未示出)连接。

[0103] 图4和图6A至图6C示出了根据本发明的一种配置的旋转盘350。参考图4,旋转盘

350被接收在限定于下壳体330和上壳体320之间的中心孔中。旋转盘350包括中心孔口352,该中心孔口被配置为可旋转地接收柱(未示出),该柱从下壳体330延伸并穿过上壳体320以连接到控制臂。旋转盘350被配置为在下壳体330的中心孔内围绕柱(未示出)旋转,从而将中心孔口352限定为枢轴点。旋转盘350包括围绕中心孔352间隔开的两个长方形狭槽354,其中盘表面353在它们之间并且沿着旋转盘350的周边限定。盘表面353对应于旋转盘350的仅包括旋转盘350的实心表面的区域,而不包括由狭槽限定的任何空隙空间。因此,当旋转盘350的盘表面353与相应的腔完全重叠时,气流被限制通过该相应的腔进入。转盘350还包括横流狭槽355,其小于两个长方形狭槽354。

[0104] 旋转盘350的角位置随着控制臂340围绕阀300的阀体310枢转而变化。如图6A所示,当控制臂340设置到水平位置时,旋转盘350设置到中性位置,其中旋转盘350的盘表面353覆盖下壳体330的供应腔338a和排放腔338b。因此,在中性位置处,旋转盘350设置在无控制作用区旋转范围内。因此,当旋转盘350设置在中性位置处时,空气弹簧既不连接到供应端口334a、也不连接到排放端口334b。然而,横流狭槽355覆盖横流腔,使得第一弹簧和第二弹簧与横流端口334e连通。如图6B所示,由于控制臂340的顺时针旋转,旋转盘350旋转到这样的角位置:其中狭槽354、355的布置将供应腔338a与贮存腔(未示出)连接,使得空气弹簧从供应罐接收空气,从而增加空气弹簧的空气压力。如图6C所示,由于控制臂340的逆时针旋转,旋转盘350旋转到这样的角位置:狭槽354、355的布置将排放腔338b与贮存腔(未示出)连接,使得空气从空气弹簧移除到大气中。在其他配置中,根据本发明,一个旋转盘350的顺时针移动的一个条件可以对应于另一个旋转盘350的逆时针旋转。例如,旋转臂的顺时针旋转可以引起旋转盘350旋转到这样的角位置:其中狭槽354、355的布置将排放腔338b与弹簧贮存腔(未示出)连接,使得空气弹簧将空气泄放到大气中,从而降低空气弹簧的空气压力。此外,旋转臂的逆时针旋转可以引起旋转盘旋转到这样的角位置:其中狭槽354、355的布置将供应腔338a与弹簧贮存腔(未示出)连接,使得空气从供应罐供应到空气弹簧。

[0105] 图10、图11和12A至图12C示出了根据本发明的一种配置的下壳体430。下壳体430被配置为安装到图3和图4所示的上壳体320,以形成调平阀的阀体。类似于图3至图5所示的配置,下壳体430包括至少五个端口434a至434e,包括连接到空气罐(未示出)的供应端口434a、用于从空气弹簧(未示出)泄放空气的排放端口434b、连接到第一组空气弹簧(未示出)的第一端口434c、连接到第二组空气弹簧(未示出)的第二端口434d以及连接到另一个调平阀(未示出)的横流端口434e。下壳体430还可以任选地包括连接到放卸阀(未示出)的第六端口434f(在图12A和图12B中示出),其中放卸阀被配置为同时从空气管理系统的每个空气弹簧移除所有空气。

[0106] 如图12A至图12C所示,下壳体430包括通向每个端口434a至434f的单独的气流通道,包括连接到供应端口434a的供应通道432a、连接到排放端口434b的排放通道432b、连接到第一端口434c的第一通道432c、连接到第二端口434d的第二通道432d、连接到横流端口434e的横流通通道432e以及连接到放卸端口434f的放卸通道432f。下壳体430包括限定多个圆形盲孔438a至438c的第一表面436和贮存腔439。盲孔438a至438c包括通过供应通道432a连接到供应端口434a的供应孔438a、通过排放通道432b连接到排放端口434b的排放孔438b以及通过横流通通道432e连接到横流端口434e的横流孔438c。下壳体430还包括中心孔438d,该中心孔被配置为接收延伸穿过上壳体320以接收控制臂的柱(未示出)。第一通道432c、第

二通道432d和放卸通道432f相互连接在一起,并且从贮存腔439延伸。在图10所示的一个示例中,下壳体430可以包括从第一表面436突出的升高表面437,其中孔438a至438c和腔439沿着升高表面437限定。下壳体430的升高表面437被配置为接合上壳体320的下表面,以在其中限定腔室。

[0107] 图13示出了根据本发明的一种配置的旋转盘450。类似于图4和图6A至图6C所示的配置,旋转盘450包括中心孔452、两个长方形狭槽454和横流狭槽455,其中盘表面453在它们之间并且沿着旋转盘450的周边延伸。中心孔452设置在两个长方形狭槽454和横流狭槽455之间。两个长方形狭槽454关于旋转盘455的中心轴线A-A对称地间隔开,并且横流狭槽455覆盖旋转盘450的中心轴线A-A,其中中心孔口452设置在长方形狭槽454和横流狭槽455之间。横流狭槽455的横截面积大大小于每个长方形狭槽454的横截面积。例如,横流狭槽455的横截面积至多为长方形狭槽454的横截面积的三分之一、四分之一、五分之一、十分之一、二十分之一、三十分之一、四十分之一或更小。在一些非限制性方面(例如,图33至图36),横流狭槽455的宽度或直径可以在其深度上变化,使得横流狭槽455的宽度或直径在旋转盘450的第一面处具有第一横向尺寸并且在旋转盘450的第二面处具有第二横向尺寸,其中第一横向尺寸大于第二横向尺寸。

[0108] 旋转盘450被接收到下壳体430的升高表面437上,并且中心孔口452接收从旋转阀的下壳体430的第一表面436延伸到上壳体(未示出)的轴(未示出)。类似于图4和图6A至图6C所示的配置,旋转盘450被配置位围绕轴在多个位置之间旋转,所述多个位置包括中性位置、第一角位置和第二角位置。在中性位置处,旋转盘450的盘表面453覆盖下壳体430的供应孔438a和排放孔438b二者,使得空气弹簧既不连接到供应端口434a、也不连接到排放端口434b。因此,当设置在中性位置时,旋转盘450被设置在无控制作用区旋转范围内。在中性位置处,横流狭槽455覆盖在横流孔438c,使得第一弹簧和第二弹簧与横流端口434e连通。

[0109] 当旋转盘450沿顺时针方向远离中性位置旋转到第一角位置时,长方形狭槽454将供应孔438a与贮存腔439连接,使得空气弹簧从供应罐接收空气,从而增加空气弹簧的空气压力。当旋转盘450设置在第一角位置时,横流狭槽455远离横流孔438c旋转,使得无控制作用区453覆盖横流孔438c。当旋转盘450沿逆时针方向远离中性位置旋转到第二角位置时,长方形狭槽454将排放孔438b与贮存腔439连接,使得空气从空气弹簧移除。当旋转盘450设置在第二角位置时,横流狭槽455远离横流孔438c旋转,使得无控制作用区453覆盖横流孔438c。

[0110] 由于横流狭槽455的尺寸设计,旋转盘450只需要从中性位置沿顺时针或逆时针方向稍微旋转约 1° 到 2° ,无控制作用区453便完全覆盖横流孔438c。因此,旋转盘可以从允许第一气动回路和第二气动回路之间的横流快速地转变为在没有横流发生的情况下独立地控制流向车辆的一侧的气流。当旋转盘沿顺时针或逆时针方向从中性位置旋转约 1° 至 2° 时,长方形狭槽454既不与下壳体430的供应孔438a连通、也不与排放孔438b连通。当旋转盘的旋转速度超过预定阈值速度时,旋转盘450可以从第一角位置旋转到第二角位置,而不允许空气在转变期间流过横流孔438c和横流端口434e。因此,当车辆经历随后的动态重心移位时,旋转盘可以在向空气弹簧供应空气和从空气弹簧移除空气之间切换,而不允许在转变期间在第一气动回路和第二气动回路之间发生横流。

[0111] 图14A和图14B示出了根据本发明的一种配置的第一提升阀460。第一提升阀460包

括从第一端464延伸到第二端466的圆柱形主体462。第一提升阀460包括从沿着第一端464限定的第一开口463a穿过主体462延伸到沿着第二端466限定的第二开口463b的通道463。第一开口463a的尺寸等于第二开口463b的尺寸。第一提升阀460设置在下壳体430的供应孔438a和排放孔438b二者中,其中第一端464从下壳体430的第一表面436突出并且接合旋转盘450,以在供应孔438a和排放孔438b与长方形狭槽454之间提供气密密封。在一些其他配置中(未示出),第一开口463a的尺寸可以不同于第二开口463b的尺寸,使得通道463的直径或宽度在其长度上变化。在一个示例中,第一开口463a可以包括第一直径,并且第二开口463b可以包括第二直径,其中第二直径小于第一直径。

[0112] 图15A和图15B示出了根据本发明的一种配置的第二提升阀470。类似于第一提升阀460,第二提升阀470包括从第一端474延伸到第二端476的圆柱形主体472。第一提升阀470包括从沿着第一端474限定的第一开口473a穿过主体472延伸到沿着第二端476限定的第二开口473b的通道473。与第一提升阀460不同,第二提升阀470中的第一开口473a的尺寸小于第二开口473b的尺寸。第二提升阀470的第一开口473a的尺寸和形状对应于旋转盘450中的横流狭槽455的尺寸和形状。第二提升阀470设置在下壳体的横流孔438c中,其中第一端474从下壳体436的第一表面436突出并且接合旋转盘450,以在旋转盘450的横流狭槽455和横流孔438c之间提供气密密封。

[0113] 在一个非限制性方面,下壳体430可以包括沿着第一表面436设置的第四盲孔(未示出),由此第四盲孔与横流孔438c对准,并且贮存腔439设置在第四盲孔和横流孔438c之间。在一些方面,第四盲孔相对于中心孔438d与供应孔438a和排放孔438b成九十度并且相对于中心孔438d与横流孔438c成一百八十度。第四盲孔不与供应通道432a、排放通道432b、第一通道432c、第二通道432d、横流通道的432e和装卸通道432f中的任何一个气动连通。在一些方面,第三提升阀(未示出)可以设置在第四盲孔中。在一些方面,第三提升阀可包括与被接收在横流孔438c中的第一提升阀460相同的配置,使得第三提升阀包括被配置为突出到下壳体430的第一表面436上方的第一端。当旋转盘450被接收在下壳体430的第一表面436上时,第三提升阀被配置为接合旋转盘450,使得旋转盘450的底表面接合四个提升阀:被接收在供应孔438a和排放孔438b中的一对第一提升阀460、被接收在横流孔中的第二提升阀470以及被接收在第四盲孔中的第三提升阀。通过接合相对于中心孔438d各自移位九十度的四个提升阀,旋转盘450维持在水平位置。

[0114] 图43示出了根据本发明的一个示例性方面中的控制臂的角度与调平阀的下壳体的各个端口处的空气压力之间的关系。如图43所示,x轴以秒为单位反映机动化操作的时间,并且y轴以度为单位指示控制臂的角度(即,由实线表示)且以压力/每平方英寸(Psig)为单位指示各个阀端口响应于变化的控制臂角度的空气压力(由点线或短划线表示)。参考图43,当车辆动态地遇到变化的道路状况时,即当控制臂如x轴所指示最初远离中性位置枢转时,工作端口(即,连接到空气弹簧的弹簧端口)处的空气压力呈指数增加,而供应端口处的空气压力略微下降。因此,调平阀被配置为当控制臂远离中性位置枢转到供应位置时以向空气弹簧供应空气压力快速地响应。然后,如图43中x轴上约14秒处所指示,当控制臂最初朝向中性位置往回枢转时,弹簧端口处的空气压力维持在恒定水平。一旦调平臂返回到中性位置,如图43中x轴上约28秒处所指示,横流端口处的空气压力猛增到约90PSIG,并且弹簧端口处的空气压力略微降低。其结果是,连接的空气弹簧中的压力略微降低,使得设置

在车辆的相对侧上的空气弹簧变得相等。然后,当车辆继续行驶并遇到不同的变化的路况时,即,当控制臂以相反的方向远离中性位置旋转时,在图43中x轴上的约29秒开始,排放端口处的空气压力增加,使得与当控制臂设置在中性位置时空气压力的减少相比,弹簧端口处的空气压力以更快的速率指数地降低。因此,响应于控制臂切换到排放位置,连接的空气弹簧中的空气压力显著降低。因此,图43展示了根据本发明的调平阀根据三个独特的阶段操作:(i) 供应模式、(ii) 排放模式和(iii) 横流模式。此外,图43展示了在单独的阶段之间没有放泄(bleed over),使得调平阀可以在单个时间仅在三种模式中的一种模式下操作。

[0115] 根据各个方面,图44示出了用于调整空气管理系统100的空气压力的方法900,该空气管理系统包括一个或多个空气供应罐32、33,设置在车辆的第一侧上的第一气动回路和设置在车辆的第二侧上的第二气动回路。如图44所示,方法900包括通过第一调平阀16独立地调整第一气动回路的空气压力的步骤910。在各个方面,独立地调整第一气动回路的空气压力包括将空气从一个或多个空气供应罐32、33供应到第一气动回路或者将空气从第一气动回路移除到大气。如图44所示,方法900包括通过第二调平阀17独立地调整第二气动回路的空气压力的步骤920。在各个方面,独立地调整第二气动回路的空气压力包括将空气从一个或多个空气供应罐32、33供应到第二气动回路或者将空气从第二气动回路移除到大气。如图44所示,方法900包括仅当第一调平阀16和第二调平阀17二者都设置在中性模式时在第一气动回路和第二气动回路之间建立气动连通的步骤930。在各个方面,处于中性模式的调平阀既不从一个或多个空气供应罐供应空气、也不将空气移除大气中。

[0116] 空气管理系统可以包括机械或电子致动的调平阀,以控制第一气动回路和第二气动回路之间的连通。在一种示例性配置中,空气管理系统可包括设置在每个空气弹簧处的调平阀,其中每个调平阀包括歧管和设置在该歧管的腔室中的柱塞。柱塞被配置为在歧管的腔室中在一个或多个位置之间移动,该一个或多个位置至少包括用于在第一气动回路和第二气动回路之间建立横流的第一位置和用于独立地调整车辆的相应侧的高度的第二位置。歧管不是具有用于致动气流的控制臂,而是可以包括用于使柱塞在一个或多个位置之间移动的电子致动器使得可以从相应的空气弹簧供应或移除气流。在一种示例性配置中,空气管理系统可以具有中心歧管,该中心歧管包括连接到空气管理系统的每个空气弹簧的各个端口。

[0117] 在一种示例性配置中,调平阀可以包括一个或多个电磁阀,该一个或多个电磁阀允许将空气独立地调整到车辆的每一侧,同时选择性地允许第一气动回路和第二气动回路之间的横流以使第一组空气弹簧和第二组空气弹簧之间的压力相等。空气管理系统还可以包括与调平阀电通信(例如,无线或有线)的控制器,以控制电子致动的调平阀的操作。空气管理系统还可以包括设置在空气管线中用以感测压力变化和不平衡的空气压力传感器,并将这种数据传送到与调平阀电通信(例如,无线或有线)的控制器或者传送到一个或多个调平阀本身。空气管理系统还可以包括基于用于高度控制的行驶高度传感器、在端口中的一个或多个端口处并且与电子系统通信的流量传感器的输入,该电子系统例如任何电子稳定性控制系统(ESC),包括但不限于车辆1的电子稳定性程序(ESP)、动态稳定性控制系统(DSC)、车辆稳定性控制系统(VSC)、自动牵引控制系统(ATC)和/或侧倾稳定性控制系统(RSC)。将空气管理系统的致动连接到也被连接到车辆的ESC、ESP、DSC、VSC、ATC或RSC的控制器通过将制动和转向控制与空气管理系统的操作同步来提高车辆的整体安全性。

[0118] 在各种配置中,空气管理系统的控制器与所述调平阀、传感器以及其他车辆电子系统(例如,ESC、ESP、DSC、VSC、ATC等)电通信。在各个方面,控制器可以接收从传感器发送的测量信号,诸如空气弹簧的高度和压力测量值。基于测量信号和数据信号,控制器被配置为计算空气管理系统的每个空气弹簧的当前状态和车辆的动态操作状态。在一种配置中,控制器被配置为基于接收的测量信号和数据信号来计算空气管理系统的空气弹簧之间的压力差或高度差。控制器被配置为当空气弹簧之间的压力差或高度差高于预定阈值时将阀致动到活动模式,并且当压力差或高度差低于预定阈值时将阀致动到中性模式。因此,当车辆的相应侧之间存在相当大的高度差时,控制器被配置为向调平阀发送命令,以独立地调整其相应气动回路的空气弹簧的高度,从而以较快的速率使车辆达到水平状态。在各个方面,控制器可以发送命令以在任何车辆速度下使调平阀在活动模式下操作。当车辆的相应侧之间仅存在不会触发侧倾条件的轻微高度差时,控制器被配置为发送命令以将调平阀设置在中性模式并且通过在空气弹簧之间建立横流来减轻空气弹簧之间的任何压力差。在各个方面,控制器发送命令以在任何车辆速度(包括基本上高于每小时零英里或每小时零千米的速度)下使调平阀在中性模式下操作。

[0119] 图7至图9示出了包括一系列空气管线的空气管理系统,其中在相应的空气弹簧和控制阀之间延伸的所有空气管线的长度具有相等的长度和内径。图7示出了空气管理系统200a,其包括第一气动回路、第二气动回路和至少两个调平阀300a。每个气动回路包括一个或多个空气弹簧205a、空气供应罐210a、在调平阀300a和供应罐210a之间延伸的供应管线220a以及将一个或多个空气弹簧205a连接到调平阀300a的一组输送管线230a。空气管理系统200a还包括连接到每个供应管线220a的压力保护阀240a(并非所有空气管理系统都需要)。在空气管理系统200a的一些配置中,输送管线230a可以具有相等的长度和直径,并且供应管线220a可以具有相等的长度和直径。每个调平阀300a由控制臂305机械地致动,并且被配置为独立地调整流向第一气动回路或第二气动回路中的一个的气流。调平阀300a通过横流管线250a连接在一起,以在所有调平阀都设置在中性模式时在第一气动回路和第二气动回路之间建立流体连通。因此,调平阀300a被配置为当空气既未从空气罐供应到空气弹簧、空气也未从空气弹簧移除到大气时在第一气动回路和第二气动回路之间提供横流。

[0120] 图8示出了空气管理系统200b,其包括第一气动回路、第二气动回路和至少两个调平阀300b。每个气动回路包括一个或多个空气弹簧205b、空气供应罐210b、在调平阀300b和供应罐210b之间延伸的供应管线220b以及将一个或多个空气弹簧205b连接到调平阀300b的一组输送管线230b。在空气管理系统200b的一些配置中,输送管线230b可以具有相等的长度和直径,并且供应管线220b可以具有相等的长度和直径。空气管理系统200b还包括连接到每个供应管线220b的压力保护阀240b。如图8所示,调平阀300b是通过横流管线250b连接在一起的电子致动的调平阀。电子致动的调平阀被配置为当空气既未从空气罐供应到空气弹簧、空气也未从空气弹簧移除到大气(即在中性模式下)时在第一气动回路和第二气动回路之间提供横流。

[0121] 图9示出了空气管理系统200c,其包括第一气动回路、第二气动回路和至少两个调平阀300c。空气管理系统200c包括一个或多个空气弹簧205c、通过相应的供应管线220c连接到每个调平阀300c的供应空气罐210c,其中压力保护阀240c结合到供应管线220c中。每个调平阀300c通过一系列输送管线230c连接到一个或多个空气弹簧205c。在空气管理系统

200c的一些配置中,输送管线230c可以具有相等的长度和直径,并且供应管线220c可以具有相等的长度和直径。调平阀300c通过横流管线250c连接在一起。如图9所示,调平阀300c是电子致动的调平阀,并且与控制单元260电通信。电通信可以通过有线连接或无线连接来建立。电子致动的调平阀被配置为当空气既未从空气罐供应到空气弹簧、空气也未从空气弹簧移除到大气(即在中性模式下)时在第一气动回路和第二气动回路之间提供横流。

[0122] 图16至图18示出了利用电子控制单元来同步控制气流的空气管理系统。图16示出了空气管理系统500a,其包括第一气动回路510a、第二气动回路520a和至少两个调平阀600a。每个气动回路510a、520a包括一个或多个空气弹簧530a。每个调平阀600a被配置为独立地调整流向第一气动回路或第二气动回路中的一个的气流。调平阀600a通过横流管线550a连接在一起,以在所有调平阀600a都设置在中性模式时在第一气动回路510a和第二气动回路520a之间建立流体连通。每个调平阀600a由控制臂610机械地致动,并且包括设置在调平阀600a的壳体中的控制臂传感器(未示出)以检测控制臂的位置。在一个示例中,控制臂传感器可以是电位计。控制臂传感器与控制单元650a电通信,该控制单元可以集成到车辆的ESC、ESP、DSC、VSC、ATC或RSC中。电通信可以通过有线连接或无线连接来建立。控制臂传感器被配置为检测控制臂的位置,并且将控制臂的位置作为控制臂位置输入发送到控制单元650a。控制单元650a被配置为基于控制臂位置输入来确定车辆的相应侧的车辆高度。

[0123] 图17示出了空气管理系统500b,其包括空气供应罐505b、连接到供应罐505b的第一气动回路510b、连接到供应罐505b的第二气动回路520b和至少两个调平阀600b,其中每个调平阀被配置为独立地控制流向第一气动回路510b或第二气动回路520b中的一个的气流。在空气管理系统500b的其他配置中,空气管理系统可以具有多于一个的空气供应罐505b。每个气动回路510b、520b包括一个或多个空气弹簧530b。每个调平阀600b包括阀元件(未示出),该阀元件被配置为在多个位置之间移动,该多个位置包括中性位置、供应位置和排放位置。在一个示例中,阀元件可以是提升阀、柱塞等。当阀元件设置在中性位置时,端口既不将空气从空气罐供应到空气弹簧、也不将空气从空气弹簧移除到大气。每个调平阀600b由电子致动器620电子地致动。在一个示例中,电子致动器620可以是螺线管、马达等。如图17所示,调平阀600b通过横流管线550b连接在一起,以在所有阀元件都设置在中性位置时在第一气动回路510b和第二气动回路520b之间建立流体连通。空气管理系统还包括多个调平传感器630,包括设置在车辆的每一侧的至少一个调平传感器630,以检测车辆高度位置、相应空气弹簧的空气压力或与车辆稳定性相关的任何其他信息。调平传感器630与控制单元650b电通信。电通信可以通过有线连接或无线连接来建立。每个调平传感器630被配置为将测量值作为车辆调平输入发送到控制单元650b。控制单元650b被配置为基于车辆调平输入来确定车辆的相应侧的车辆高度。控制单元650b还被配置为控制每个调平阀600b处的电子致动器620,以触发阀元件移动到期望的位置,从而控制流向第一气动回路和第二气动回路的气流。

[0124] 在一种配置中,控制单元650b被配置为当第一气动回路510b和第二气动回路520b的空气弹簧之间的压力差或高度差在预定阈值内时致动调平阀600b以建立横流。控制单元650b被配置为当第一气动回路510b和第二气动回路520b的空气弹簧之间的压力差或高度差大于预定阈值时将调平阀600b致动到活动模式以独立地调整其相关联的气动回路的空气压力。控制单元650b可以基于从传感器630接收的测量信号来确定空气弹簧530b的压力差或高度

差。

[0125] 图18示出了空气管理系统,其包括空气供应罐505c、第一气动回路510c、第二气动回路520c和歧管600c,在某些方面,该歧管设置在车辆的中心或其附近。在空气管理系统500c的其他配置中,空气管理系统可以具有多于一个的空气供应罐505c。歧管600c通过一个或多个供应管线506c连接到供应罐505c。每个气动回路510c、520c包括一个或多个空气弹簧530c。歧管600c包括多个端口640,包括通过输送管线535c连接到每个空气弹簧530c的至少一个端口640。歧管600c包括设置在每个端口640处的阀元件(未示出),以控制通过端口的气流。在一个示例中,阀元件可以是提升阀、柱塞等。阀元件被配置为在多个位置之间移动,该多个位置包括中性位置、供应位置和排放位置。当阀元件设置在中性位置时,端口既不将空气从空气罐供应到空气弹簧、也不将空气从空气弹簧移除到大气。歧管600c还包括横流通道(未示出),以在所有阀元件都设置在中性位置时在第一气动回路510c和第二气动回路520c之间建立流体连通。歧管600c还包括设置在每个端口处的电子致动器(未示出),以触发阀元件的移动。在一个示例中,电子致动器可以是螺线管、马达等。空气管理系统500c还包括多个调平传感器630,包括设置在车辆的每一侧的至少一个调平传感器630,以检测车辆高度位置、相应空气弹簧的空气压力或与车辆稳定性相关的任何其他信息。调平传感器630与控制单元650c电通信。电通信可以通过有线连接或无线连接来建立。每个调平传感器630被配置为将测量值作为车辆调平输入发送到控制单元650c。控制单元650c被配置为基于车辆调平输入来确定车辆的相应侧的车辆高度。控制单元650c还被配置为控制每个端口640处的电子致动器,以触发阀元件移动到期望的位置,从而控制流向第一气动回路510c和第二气动回路520c的气流。

[0126] 在一种配置中,控制单元650c被配置为当第一气动回路510c和第二气动回路520c的空气弹簧之间的压力差或高度差在预定阈值内时致动歧管600c以建立横流。控制单元650c被配置为当第一气动回路510c和第二气动回路520c的空气弹簧之间的压力差或高度差大于预定阈值时将阀600c致动到活动模式以独立地调整其相关联的气动回路的空气压力。控制单元650c可以基于从传感器630接收的测量信号来确定空气弹簧530b的压力差或高度差。

[0127] 图19和图20示出了空气管理系统,该空气管理系统利用与每个空气弹簧相关联的控制单元来同步控制气流。图19示出了空气管理系统700,其包括空气源702a、供应空气罐704a、设置在车辆的第一侧上的第一气动回路710a和设置在车辆的第二侧上的第二气动回路720a。每个气动回路710a、720a包括一个或多个空气弹簧730a。每个空气弹簧730a包括设置在空气弹簧730a的腔室内的控制单元740a。控制单元740a包括安装到空气弹簧730a的顶板732a的壳体。通过设置在空气弹簧730内,控制单元740a不暴露于外部环境,从而被保护免受由碎片或恶劣天气条件引起的损坏。控制单元740a被配置为将空气弹簧730b的高度调整到期望高度,该期望高度是基于由控制单元740a监测的一个或多个操作条件来确定的。控制单元740a在确定其相关联的空气弹簧730a的期望高度时可以考虑空气管理系统700的其他空气弹簧730a的状况,但是控制单元740a独立于空气管理系统700的其他控制单元740a来调整其相关联的空气弹簧730a的高度。如图19所示,横流管线760a将第一气动回路710a中的空气弹簧730a的控制单元740a连接到第二气动回路720a中的空气弹簧730a的控制单元740a。每个控制单元740a被配置为当空气既未从空气源702a供应到空气弹簧730a、

空气也未从空气弹簧730a移除到大气(即在中性模式下)时在第一气动回路710a和第二气动回路720a的两个空气弹簧730a之间提供横流。

[0128] 参考图19和图22,控制单元740a包括沿着壳体780a的第一表面设置的入口端口741a、沿着壳体780a的第一表面设置的出口端口742a、沿着壳体780a的第一表面设置的横流端口743a以及沿着壳体780a的第二表面设置的输送端口744a。控制单元740a包括阀腔室745a和将输送端口744a、入口端口741a、出口端口742a和横流端口743a连接到阀腔室745a的多个通道751a-754a。入口端口741a被配置为连接到设置在顶板732a上的配件736a,从而在空气供应罐704a和控制单元740a之间建立气动连通。出口端口742a被配置为连接到设置在顶板732a上的排放端口738a,从而在大气和控制单元740a之间建立气动连通。横流端口743a被配置为连接至横流管线760a,从而在第一空气弹簧730a的控制单元740a和第二空气弹簧730a的控制单元740a之间建立气动连通。输送端口744a被配置为在阀腔室745a和空气弹簧730a的腔室之间建立气动连通,使得空气可以被供应到空气弹簧730a的腔室中或者从空气弹簧730a的腔室释放。

[0129] 如图22所示,控制单元740a包括设置在阀腔室745a中的阀746a,用于选择性地控制向空气弹簧730a的腔室供应空气以及从空气弹簧730a的腔室排放空气。阀746a被配置为在多种模式之间切换,所述多种模式包括其中空气从空气弹簧730a的腔室释放的第一模式、其中空气被供应到空气弹簧730a的腔室中的第二模式、其中空气弹簧730a的腔室被气动地连接到横流管线760a的中性模式。在第一模式下,阀746a在入口端口741a和输送端口744a之间建立气动连通。在第二模式下,阀746a在出口端口742a和输送端口744a之间建立气动连通。当阀746a设置在第一模式或第二模式时,阀746a独立地调整其相关联的空气弹簧730a的高度(即,活动模式),使得阀746a不与空气管理系统700的其他空气弹簧730a气动连通。在中性模式下,阀746a在横流端口743a和输送端口744a之间建立气动连通,从而导致其相关联的空气弹簧730a和设置在车辆的相对侧上的第二空气弹簧730a之间的横流。

[0130] 阀746a可以采取任何合适的形式或配置,例如两通阀、三通阀或可变位置阀,以选择性地控制空气以多种流率进出空气弹簧730a的腔室。在一个示例中(未示出),阀746a包括设置在阀腔室中的旋转构件和可操作地连接到旋转构件的电子致动器。在一种配置中,电子致动器是步进马达。旋转构件被配置为在多个位置之间旋转,所述多个位置包括在入口端口和输送端口之间建立气动连通的第一位置、在出口端口和输送端口之间建立气动连通的第二位置以及在输送端口和横流端口之间建立气动连通的第三位置。电子致动器(例如,步进马达)被配置为从电源接收能量,并致动旋转构件在多个位置之间的移动。在一些配置中,旋转构件是包括多个孔的盘,所述多个孔被配置为在第一位置、第二位置和第三位置选择性地覆盖多个通道,并且步进马达包括可旋转地联接到盘的轴。在一些配置中,步进马达被配置为致动旋转构件移动到多个位置,使得用于从腔室供应或移除空气的体积流率可以在旋转构件的每个相应位置变化。因此,步进马达可以致动旋转构件移动到第一位置,在该第一位置,空气以第一速率从空气弹簧730a的腔室供应或移除,并且步进马达可以致动旋转构件移动到第二位置,在该第二位置,空气以大于或小于第一速率的第二速率从空气弹簧730a的腔室供应或移除。

[0131] 在另一个示例中(未示出),阀746a可以包括被接收在阀腔室745a中的柱塞和可操作地连接到柱塞的螺线管。柱塞被配置为在阀腔室745a内在多个位置之间滑动,所述多个

位置包括在入口端口和输送端口之间建立气动连通的第一位置、在出口端口和输送端口之间建立气动连通的第二位置以及在输送端口和横流端口之间建立气动连通的第三位置。螺线管被配置为接收来自电源的能量并致动柱塞在多个位置之间的移动。在一些配置中,螺线管被配置为致动柱塞移动到多个位置,使得用于从腔室供应或移除空气的体积流率可以在柱塞的每个相应位置变化。

[0132] 在如图26A和图26B所示的另一个示例中,阀746a可包括圆柱形歧管790和可伸缩地接收在歧管790中的节流元件795,使得节流元件795与歧管790的内表面滑动接合。在一种配置中,歧管790包括沿着歧管790的表面设置的多个开口791至793。多个开口791至793包括设置在歧管790的第一端附近的第一开口791、设置在歧管790的第二端附近的第二开口792、设置在第一开口791和第二开口792之间的第三开口793。第一开口791被配置为在控制单元740a的入口端口741a和输送端口744a之间提供气动连通。第二开口792被配置为在空气弹簧的腔室和控制单元740a的出口端口742a之间提供气动连通。第三开口793被配置为在横流端口743a和空气弹簧的腔室之间提供气动连通。

[0133] 在一种配置中,节流元件795被配置为接收电信号,并响应于接收到电信号而沿着歧管790的纵向轴线滑动。通过沿着歧管790的纵向轴线滑动,节流元件795被配置为控制第一开口791、第二开口792和第三开口793的暴露,使得阀746a被配置为选择性地为相关联的空气弹簧730a供应空气、移除空气或者建立横流。节流元件795的移位还控制通过控制单元740a的气流速率。节流元件795还可以设置在将空气弹簧730a与空气管理系统700的所有其他部件隔离的位置,使得空气弹簧730a的空气压力保持不变。

[0134] 在另一种配置(未示出)中,节流元件被配置为响应于接收到电信号而围绕歧管的纵向轴线旋转。通过围绕歧管的纵向轴线旋转,歧管被配置为控制第一开口、第二开口和第三开口的暴露,使得阀746a被配置为选择性地从空气弹簧的腔室供应或移除空气。阀746a可以包括电子致动器,该电子致动器被配置为触发节流元件沿着歧管的纵向轴线的移动。

[0135] 在另一种配置(未示出)中,歧管包括沿着歧管的表面设置的多个开口。所述多个开口包括设置在歧管第一端附近的第一开口、设置在歧管第二端附近的第二开口、设置在第一开口和第二开口之间并设置在歧管的与第一开口和第二开口相反的一侧的第三开口以及设置在第一开口和第二开口之间的第四开口。第一开口与入口端口741a直接气动连通。第二开口与出口端口742a直接气动连通。第三开口与输送端口744a直接气动连通。第四开口与横流端口743a直接气动连通。在一种配置中,节流元件被配置为接收电信号,并响应于接收到电信号而沿着歧管的纵向轴线滑动。通过沿着歧管的纵向轴线滑动,节流元件被配置为控制第一开口、第二开口、第三开口和第四开口的暴露,使得阀746a被配置为选择性地为相关联的空气弹簧730a供应空气、移除空气或者建立横流。节流元件的移位还控制通过控制单元740a的气流速率。节流元件还可以设置在将空气弹簧与空气管理系统700的所有其他部件隔离的位置,使得空气弹簧的空气压力保持不变。

[0136] 在另一种配置(未示出)中,节流元件被配置为响应于接收到电信号而围绕歧管的纵向轴线旋转。通过围绕歧管的纵向轴线旋转,歧管被配置为控制第一开口、第二开口和第三开口的暴露,使得阀746a被配置为选择性地从空气弹簧的腔室供应或移除空气。阀746a可以包括电子致动器,该电子致动器被配置为触发节流元件沿着歧管的纵向轴线的移动。

[0137] 控制单元740a包括一个或多个传感器748a、通信接口749a以及可操作地连接到一

个或多个传感器748a和通信接口749a的处理模块750a。在一些配置中,控制单元740a可以包括电源(未示出),诸如与控制单元740a的壳体780a集成或在控制单元740a的壳体780a外部的可充电电池和/或超级电容器,以向一个或多个传感器、通信接口和处理模块提供操作电力。电源可以可操作地连接到车辆的电源供应器以接收再充电电流。在其他配置(未示出)中,控制单元740a的壳体可以在顶板上方延伸,使得阀腔室、阀和处理模块安装在顶板上方并设置在空气弹簧的室的外部。

[0138] 一个或多个传感器748a可以是用于感测车辆或空气管理系统的任何部件的状况的任何合适的配置或装置。在一个示例中,一个或多个传感器748a包括高度传感器,该高度传感器被配置为连续监测空气弹簧730a的顶板732a和基板734a之间的轴向距离。高度传感器被配置为产生指示与空气弹簧730a相关联的高度或距离的信号,诸如顶板732a和基板734a之间的轴向距离。在一种配置中,高度传感器可以是超声波传感器,其中传感器发射超声波、检测从基板734a反射的波并基于检测到的波确定顶板和基板之间的轴向间距。在另一种配置中,高度传感器可以是红外传感器,其中传感器通过发射器发射红外光、通过接收器接收反射的红外光并基于反射回接收器的红外辐射量确定顶板和基板之间的轴向间距。高度传感器可以是用于监测空气弹簧730a的高度的任何其他合适的类型或配置,例如电位计、线性位置转换器、激光传感器或电磁波传感器。在另一个示例中,一个或多个传感器可以包括压力传感器,该一个或多个压力传感器被配置为连续监测空气弹簧730a的内部空气压力,并产生指示空气弹簧730a的内部空气压力的信号。在一种配置中,压力传感器是压力转换器。

[0139] 参考图55,在一个示例中,一个或多个传感器748a可以包括惯性传感器单元1700,该惯性传感器单元包括集成在印刷电路板(PCB) 1710上的加速度计1702、陀螺仪1704和磁力计1706。在一个示例中,加速度计1702包括两个或更多个固定板(未示出)和往复构件(未示出),该往复构件被配置为响应于作用在车辆上的力或车辆运动而在固定板之间往复运动,由此固定板之间的电容基于往复构件的移位而变化。加速度计1702被配置为通过检测固定板之间的电容变化并将电容变化与加速度值相关联来测量相对于车辆的轴线的加速度。在一个示例中,陀螺仪1704包括至少两个固定板(未示出)和振荡构件(未示出),该振荡构件被配置为响应于作用在车辆上的力或车辆运动而移动,由此固定板之间的电容基于振荡构件的垂直移位而变化。陀螺仪被配置为通过检测固定板之间的电容变化并将电容变化与角速度相关联来测量相对于车辆的轴线的角速度。在一个示例中,磁力计1706是霍尔效应传感器,其包括导电板(未示出)和被配置为检测导电板的两侧之间的电压的仪表(未示出)。磁力计1706被配置为基于检测到的电压测量相对于车辆的轴线的磁力。

[0140] 在一个示例中,加速度计1702被配置为测量相对于车辆的三个轴线的加速度,并且陀螺仪1704被配置为测量沿着车辆的三个轴线的角速度。磁力计1706被配置为测量沿着车辆的三个轴线的磁力。在一个示例中,加速度计1702、陀螺仪1704和磁力计1706被同步,使得惯性传感器单元1700检测沿着车辆的九个轴线的测量值,并将指示测量值的信号发送到处理模块750a。

[0141] 通信接口749a可以是用于向、从处理模块750a和空气管理系统700的其他空气弹簧730a的控制单元740a和/或其他车辆操作系统中继模拟或数字信号以及在处理模块750a和空气管理系统700的其他空气弹簧730a的控制单元740a和/或其他车辆操作系统之间中

继模拟或数字信号的任何合适的装置或部件。在图19所示的配置中,空气弹簧730a包括多个引线735a,其将控制单元740a连接到空气管理系统700的其他空气弹簧730a的控制单元740a以及其他车辆操作系统,诸如控制器局域网(CAN)、CAN中继器、侧倾稳定性控制系统(RSC)、电子稳定性控制系统(ESC)、防抱死制动系统(ABS)、自动牵引力控制系统(ATC)、自动紧急制动系统(AEB)、电子制动系统(EBS)、避碰系统、碰撞警告系统、碰撞缓解系统等。通信接口749a被配置为接收从有线引线735a接收的任何信号,并将这些信号中继到处理模块750a。通信接口749a被配置为接收由处理模块750a产生的任何信号,并通过有线引线将这些信号发送到空气管理系统700的其他空气弹簧730a的控制单元740a和其他车辆操作系统。因此,用于每个空气弹簧730a的控制单元740a可以与空气管理系统700的其他空气弹簧730a的控制单元740a电通信,使得控制单元可以直接向其他空气弹簧730a的控制单元740a发送数据或命令以及从其他空气弹簧730a的控制单元740a接收数据或命令,而无需通过其他系统部件中继信号。

[0142] 控制单元740a的处理模块750a可以是用于从一个或多个传感器748a和通信接口749a接收输入信号并基于接收的输入信号输出命令以将空气弹簧730a的高度调整到期望高度的任何合适的装置或部件。处理模块750a可以包括一个或多个处理器、中央处理单元、专用集成电路、微处理器、数字信号处理器、微控制器或微型计算机。处理模块750a还可以包括存储器,诸如只读存储器,以存储体现用于控制单元740a的操作的控制策略和数学公式的所有必要软件。处理模块750a可以包括振荡器和时钟电路,用于产生允许处理模块750a控制控制单元740a的操作的时钟信号。处理模块750a可以包括可操作地连接到阀的驱动器模块(诸如驱动电路),使得处理模块可以选择性地致动阀。处理模块750a可以发信号给驱动器模块来以任何合适的方式致动阀,诸如通过脉宽调制或点击保持致动。例如,处理模块750a可以通过调制从驱动器模块发送到阀的电子致动器的电子信号来改变阀的旋转。处理模块750a可以包括用于接收由一个或多个传感器产生的信号的传感器接口。处理模块750a可以包括连接到传感器接口的模数转换器,使得从一个或多个传感器接收的模拟信号可以被转换成数字信号。接着,数字信号由处理模块750a处理,以确定空气弹簧730a的一个或多个状况,诸如弹簧高度或内部空气压力。因此,处理模块750a被配置为接收所有必要的输入以计算空气弹簧730a的期望空气压力、确定改变空气弹簧730a的空气压力所需的空气流率并且向控制单元740a的阀746a传送关于供应或泄放空气的命令。

[0143] 控制单元740a作为闭环控制系统操作,以基于车辆的监测的操作条件将其相关联的空气弹簧730a的高度调整到期望高度。在操作中,处理模块750a接收来自一个或多个传感器748a(诸如高度传感器和压力传感器)的输入,以确定空气弹簧730a的高度和内部空气压力。处理模块750a命令通信接口749a向空气管理系统700的其他空气弹簧730a的控制单元740a发送指示空气弹簧730a的弹簧高度和内部空气压力的信号。作为回馈,通信接口749a可以从其他空气弹簧730a的控制单元740a接收数据信号,并将这些数据信号作为输入中继到处理模块750a。处理模块750a然后基于来自一个或多个传感器748a的输入和从空气管理系统700的其他空气弹簧730a接收的数据信号来确定其相关联的空气弹簧730a的期望空气压力。在确定与其相关联的空气弹簧730a的期望空气压力时,处理模块750a可以考虑空气管理系统700的所有空气弹簧730a之间的空气压力差,使得处理模块750a可以确定车辆俯仰率和侧倾率。处理模块750a基于车辆侧倾率和俯仰率确定调整其相关联的空气弹簧

730a的内部空气压力所需的流率。在一种配置中,计算的流率基于空气弹簧730a的高度响应于负载或移位而变化的速度(即,高度差率)。基于空气弹簧730a的高度差率和内部压力以及空气管理系统700的空气弹簧730a的高度差,处理模块750a被配置为确定调整空气弹簧730a所需的期望空气压力和流率,以给车辆提供最佳的稳定性和舒适性。在确定期望空气压力和流率之后,处理模块750a被配置为控制从其相关联的空气弹簧730a排放空气的流率或供应到其相关联的空气弹簧730a的流的流率。虽然每个控制单元740a可以至少部分地基于其他空气弹簧730a的弹簧高度来确定其相关联的空气弹簧730a的期望空气压力,但是每个控制单元740a独立于空气管理系统的其他控制单元740a起作用。因此,可以以不同速率来调整空气管理系统的每个空气弹簧730a的空气压力,这最终以较快的速率将车辆定向在稳定位置。

[0144] 在一种配置中,每个控制单元740a被配置为当空气既未从供应罐704a供应到空气弹簧730a、空气也未从空气弹簧730a移除到大气时在第一气动回路710a和第二气动回路720a之间提供横流。在操作中,每当处理模块750a确定其相关联的空气弹簧730a的高度或空气压力不需要被独立地调整时,处理模块750a就致动阀746a以切换到其中性状态,从而在输送端口744a和横流端口743a之间建立气动连通。处理模块750a可以基于来自其相关联的传感器748a的传感器输入信号和来自其他空气弹簧730a的控制单元740a的数据信号来确定将阀746a致动到其中性模式。在一种配置中,处理模块750a被配置为在确定在活动模式和中性模式之间致动阀时考虑其相关联的空气弹簧730a的弹簧高度和第二空气弹簧730a的第二弹簧高度之间的差异。在一种配置中,处理模块750a被配置为在确定在活动模式和中性模式之间致动阀746a时考虑其相关联的空气弹簧730a的空气压力和第二空气弹簧730a的第二空气压力之间的差异。一旦每个控制单元740a将其相关联的阀746a致动到其中性模式,则经由横流管线760a在第一气动回路710a中的空气弹簧730a和第二气动回路720a中的空气弹簧730a之间建立气动连通。因此,设置在车辆的相对侧上的空气弹簧730a之间的压力差被消除,从而为车辆提供更稳定的乘坐。在各个方面,控制单元740被配置为当车辆以任何速度(包括基本上高于每小时零英里或每小时零千米的速度)行驶时在第一气动回路和第二气动回路之间提供横流,使得在车辆操作期间的任何时间设置在车辆的相对侧上的空气弹簧730a之间的压力差被消除。

[0145] 在一种配置中,处理模块750a被配置为接收来自一个或多个传感器748a的测量信号(诸如空气弹簧730a的高度和压力测量值)以及来自通信接口749a的数据信号。数据信号可以包括来自空气管理系统700的其他空气弹簧730a的控制单元740a的测量信号。基于测量信号和数据信号,处理模块750a被配置为计算其相关联的空气弹簧730a的当前状态、空气管理系统700的其他空气弹簧730a的当前状态以及车辆的动态操作状态。基于计算出的空气弹簧730a的当前状态和车辆的动态操作状态,处理模块750a被配置为确定在活动模式和中性模式之间致动阀746a。在一种配置中,处理模块750a被配置为基于接收的测量信号和数据信号来计算空气管理系统400的空气弹簧730a之间的压力差或高度差。处理模块750a被配置为当空气弹簧730a之间的压力差或高度差高于预定阈值时将阀746a致动到活动模式,并且当压力差或高度差低于预定阈值时将阀致动到中性模式。因此,当车辆的相应侧之间存在相当大的高度差时,控制单元740a被配置为独立地调整其空气弹簧的高度,以使车辆以更快的速率达到水平状态。控制单元740a可以在任何车辆速度下将阀746a致动到

活动模式。另一方面,当车辆的相应侧之间仅存在不会触发侧倾状况的轻微高度差时,控制单元740a被配置为通过在空气弹簧之间建立横流来减轻空气弹簧之间的任何压力差。控制单元740a可以在任何车辆速度下将阀致动到中性模式。

[0146] 空气弹簧的当前状态可以包括空气弹簧的当前高度、空气弹簧的当前内部压力、空气弹簧的高度差率和/或空气弹簧的内部压力差率。车辆的动态操作状态可以包括车辆俯仰率和车辆侧倾率。车辆俯仰是车辆的前部和后部之间的相对移位,其可以通过围绕通过车辆质心的横向轴线旋转来表示。因此,车辆俯仰率是指车辆围绕其横向轴线的角运动速度,该轴线从车辆的一侧延伸到相对的一侧。车辆侧倾是车辆的两侧之间的相对移位,其可以通过围绕穿过车辆的质心的纵向轴线的旋转来表示。车辆横摆是车辆的前部和后部之间的相对移位,其可以通过围绕通过车辆质心的竖直轴线旋转来表示。因此,车辆横摆率是指车辆围绕其竖直轴线的角运动速度,该轴线从车辆的底侧延伸到顶侧。因此,车辆侧倾率是指车身相对于其纵向轴线(即从车辆后部延伸至前部的轴线)的角运动速度。

[0147] 在一种配置中,处理模块750a被配置为基于从惯性传感器单元1700接收的测量信号来计算车辆横摆率、俯仰率和侧倾率。处理模块750a可以将计算的横摆率、俯仰率和侧倾率与其他传感器测量值进行比较,诸如高度传感器、转向角传感器、稳定性控制系统、车辆制动系统,以确保有效性和准确性。处理模块750a被配置为测量车辆力、横摆率、车辆俯仰、车身侧倾和车辆滑移角,并基于所监测的测量值确定用于其相关联的空气弹簧730a的期望空气压力。因此,基于来自高度传感器、空气压力传感器和惯性传感器单元1700的输入来确定期望空气压力,处理模块750a在所有类型的路面、地形和条件下驾驶时维持适当的车辆转向几何形状、适当的车辆左右空气弹簧系数、适当的车辆楔角校正和适当的车辆悬架对称性。

[0148] 图20示出了空气管理系统700b,其包括供应空气罐704b、(图20的附图标记为710a,并且需要为710b以匹配草稿文本)设置在车辆的第一侧上的第一气动回路710b和设置在车辆的第二侧上的第二气动回路720b。每个气动回路710b、720b包括一个或多个空气弹簧730b。每个空气弹簧730b包括设置在空气弹簧730b的腔室内的控制单元740b。空气管理系统700b还包括系统控制器770,该系统控制器可操作地连接到空气弹簧730b。系统控制器770允许空气管理系统700b选择性地向空气管理系统700b的每个空气弹簧730b供应空气或从每个空气弹簧730b移除空气。如图20所示,横流管线760b将第一气动回路710b中的空气弹簧730b的控制单元740b连接到第二气动回路720b中的空气弹簧730b的控制单元740b。系统控制器770被配置为当空气既未从供应罐704b供应到空气弹簧730b、空气也未从空气弹簧730b移除到大气(即在中性模式下)时命令每个控制单元740b在第一气动回路710b和第二气动回路720b的两个空气弹簧730b之间提供横流。

[0149] 如图23所示,系统控制器770包括处理模块772,该处理模块可以由一个或多个处理器、中央处理单元、专用集成电路、微处理器、数字信号处理器、微控制器或微型计算机组成。系统控制器770包括存储器774,诸如只读存储器或随机存取存储器,以存储体现用于系统控制器的操作的控制策略和数学公式的所有必要软件。系统控制器770包括用于向、从处理模块772和空气管理系统700b的其他空气弹簧730b的控制单元和/或其他车辆操作系统中继信号以及在处理模块772和空气管理系统700b的其他空气弹簧730b的控制单元和/或其他车辆操作系统之间中继信号的通信接口776。系统控制器770包括总线778,该总线将系

统控制器的各种部件联接到处理模块772。因此,系统控制器770被配置为接收所有必要的输入以计算空气管理系统700b的每个空气弹簧730b的期望空气压力、确定改变空气管理系统700b的每个空气弹簧730b的空气压力的必要空气流率并且向空气管理系统700b的每个空气弹簧730b的控制单元740b传送关于供应或泄放空气的命令。

[0150] 类似于图22所示的控制单元740a,图24所示的控制单元740b包括沿着壳体780b的第一表面设置的入口端口741b、沿着壳体780b的第一表面设置的出口端口742b、沿着壳体780b的第一表面设置的横流端口743b、沿着壳体780b的第二表面设置的输送端口744b、设置在阀腔室745b中的阀746b、一个或多个传感器748b、通信接口749b以及可操作地连接到一个或多个传感器748b和通信接口749b的处理模块750b。一个或多个传感器(例如748b)可以包括上述控制单元740a下的相同类型的传感器748a,包括高度传感器、压力传感器和/或惯性传感器单元。控制单元740b与图22所示的控制单元740a的不同之处在于,通信接口749b包括天线(未示出),该天线被配置为与系统控制器770无线通信。

[0151] 系统控制器770和控制单元740b连接在一起以作为闭环控制系统来操作,以基于车辆的监测的操作条件将每个空气弹簧730b的高度调整到期望高度。在操作中,每个控制单元740b向系统控制器770发送指示其相关联的空气弹簧730b的弹簧高度和内部空气压力的信号。作为回馈,系统控制器770基于从控制单元740b接收到的信号来确定期望空气压力和期望的体积流率,以从每个空气弹簧730b移除空气以及向每个空气弹簧730b供应空气。在确定每个空气弹簧730b的期望空气压力时,系统控制器770可以考虑空气管理系统700b的所有空气弹簧730b之间的空气压力和弹簧高度的差异。在确定每个空气弹簧730b的期望空气压力和流率之后,系统控制器770将命令发送到空气管理系统700b的每个空气弹簧730b的控制单元,其中该命令包括在活动模式和中性模式之间致动每个控制单元740b的阀746b。

[0152] 在一种配置中,系统控制器770被配置为当空气既未从供应罐704b供应到空气弹簧730b、空气也未从空气弹簧730b移除到大气时在第一气动回路710b和第二气动回路720b之间提供横流。在操作中,每当系统控制器770确定空气弹簧730b的高度不需要被独立地调整时,系统控制器770就将命令信号发送到控制单元740b,以将其相应的阀746b致动到其中性模式。系统控制器770可以基于从控制单元740b接收的高度测量信号来确定命令每个控制单元740b切换到其中性模式。一旦每个控制单元740b将其相关联的阀746b致动到其中性模式,则经由横流管线760b在第一气动回路710b中的空气弹簧730b和第二气动回路720b中的空气弹簧730b之间建立气动连通。因此,设置在车辆的相对侧上的空气弹簧730b之间的压力差被消除,从而为车辆提供更稳定的乘坐。

[0153] 图21A示出了空气管理系统800,其包括供应空气罐804、设置在车辆的第一侧上的第一气动回路810和设置在车辆的第二侧上的第二气动回路820。每个气动回路810、820包括一个或多个空气弹簧830。空气管理系统800还包括系统控制器840和可操作地连接到系统控制器840的多个阀850。参考图21A,阀850中的一个设置在第一气动回路810中,并且阀850中的另一个设置在第二气动回路820中。系统控制器840允许空气管理系统800通过致动多个阀850选择性地向空气管理系统800的每个空气弹簧830供应空气或从每个空气弹簧830移除空气。

[0154] 如图21A所示,横流管线860将第一气动回路810中的一个阀850连接到第二气动回

路820中的阀850,从而在第一气动回路810和第二气动回路820的空气弹簧830之间建立气动连通。每个阀850被配置为在多个状态之间切换,所述多个状态包括空气从空气弹簧830释放的第一模式、其中空气被供应到弹簧830中的第二模式、其中空气弹簧830气动地连接到横流管线860的中性模式。系统控制器840被配置为当空气既未从供应罐804供应到空气弹簧830、空气也未从空气弹簧830移除到大气时命令每个阀850切换到中性模式,以在第一气动回路810和第二气动回路820的两个空气弹簧830之间提供横流。

[0155] 参考图21A,高度传感器870设置在每个空气弹簧830的顶板832中,并且被配置为连续监测其相关联的空气弹簧830的高度。高度传感器870可以是用于监测空气弹簧的轴向高度的任何合适的装置,诸如上面描述的示例。每个高度传感器870连线到系统控制器840,使得每个高度传感器870可以向系统控制器840发送指示其相关联的空气弹簧830高度的信号。惯性传感器单元872任选地设置在每个空气弹簧830的顶板832上。惯性传感器单元872可以包括与图55中描述的方面相同类型的传感器,其包括加速度计、陀螺仪和磁力计。在其他配置中,空气管理系统800可以包括设置在每个空气弹簧830的顶板832中的空气压力传感器。空气压力传感器被配置为监测其相关联的空气弹簧830的空气压力,并产生指示其相关联的空气弹簧的空气压力的信号。

[0156] 类似于图23所示的系统控制器,图25所示的系统控制器840包括:处理模块842,其用于确定空气管理系统800的每个空气弹簧830的期望空气压力和流率;通信接口846,其用于向和从处理模块842和空气弹簧830的高度传感器中继信号;存储器844,其用于存储体现用于系统控制器840的操作的控制策略和数学公式的所有必要软件;以及总线848,其将通信接口846和存储器844连接到处理模块842。系统控制器840还包括将处理模块842可操作地连接到每个阀850的驱动器模块845(诸如驱动电路),使得系统控制器840可以选择性地致动阀850。系统控制器840的处理模块842可以发信号给驱动器模块845来以任何合适的方式致动阀850,诸如通过脉宽调制或点击保持致动。因此,系统控制器840被配置为接收所有必要的输入以计算空气管理系统800的每个空气弹簧的期望空气压力、确定改变空气管理系统800的每个空气弹簧830的空气压力的必要空气流率并且致动阀850中的至少一个以调整空气管理系统800的至少一个弹簧830的空气压力和高度。

[0157] 在一种配置中,系统控制器840被配置为当空气既未从供应罐804供应到空气弹簧830、空气也未从空气弹簧830移除到大气时在第一气动回路810和第二气动回路820之间提供横流。在操作中,每当系统控制器840确定空气不需要被移除或添加到空气弹簧830时,系统控制器840就将每个阀850致动到其中性模式。当空气弹簧830之间的压力差在预定公差内时,系统控制器840可以确定将阀850致动到中性模式。系统控制器840可以基于从空气弹簧830的压力传感器接收的信号来计算空气弹簧830之间的压力差。系统控制器840可以基于从高度传感器870接收的高度测量信号来确定将阀850致动到其中性模式。系统控制器840在确定将阀致动到活动模式(即,第一模式或第二模式)还是中性模式时可以考虑空气弹簧830之间的高度差。一旦每个阀850被致动到其中性模式,则经由横流管线860在第一气动回路810中的空气弹簧830和第二气动回路820中的空气弹簧830之间建立气动连通。因此,设置在车辆的相对侧上的空气弹簧830之间的压力差被消除,从而为车辆提供更稳定的乘坐。

[0158] 图21B示出了根据本发明一种配置的空气管理系统800'。空气管理系统800'类似

于图21A的空气管理系统800,除了系统控制器840'包括单个阀850'之外,该阀气动地连接到空气管理系统800'的每个空气弹簧830。因此,系统控制器840'可以通过仅使用一个阀850'选择性地从空气弹簧830供应或移除空气。在一种配置中,系统控制器840'被配置为基于从传感器接收的测量信号来计算空气弹簧830的空气压力之间的差异。如果系统控制器840'确定空气弹簧830的空气压力之间的差异在预定的公差内,则系统控制器840'致动阀850'以将每个空气弹簧830的空气压力设置为相同的空气压力。

[0159] 图45示出了空气管理系统1000,其包括供应空气罐1004、设置在车辆的第一侧上的第一气动回路1010和设置在车辆的第二侧上的第二气动回路1020。每个气动回路1010、1020包括一个或多个空气弹簧1030。在一个示例中,空气管理系统1000包括空气压缩机1005,该空气压缩机位于空气罐1004内并且被配置为产生空气压力,使得空气罐1004能够向第一气动回路1010和第二气动回路1020供应空气。在其他示例中,空气管理系统1000包括空气压缩机,该空气压缩机设置在空气罐1004的外部并经由软管连接到空气罐1004。空气管理系统1000还包括系统控制器1040,该系统控制器包括一体地附接到供应空气罐1004的歧管壳体1050、设置在歧管壳体1050中的阀单元1060以及固定到歧管壳体1050顶侧的印刷电路板1041。如图51A所示和本文更详细描述,歧管壳体1050包括多个端口和通道以建立供应罐1004、气动回路1010、1020和大气之间的连通,并且阀单元1060包括多个阀,所述多个阀被配置为选择性地为第一气动回路1010和第二气动回路1020中的每一个从空气罐1004供应空气、将空气移除到大气或者建立横流。系统控制器1040被配置为通过致动阀单元1060中的多个阀来选择性地向空气管理系统1000的每个空气弹簧1030供应空气或从每个空气弹簧1030移除空气。

[0160] 在图51A、图51B中进一步描述了歧管壳体1050、1050B和阀单元1060、1065的一些非限制性示例。参考图51A,歧管壳体1050包括连接到第一气动回路1010的第一端口1051、连接到第二气动回路1020的第二端口1052、被配置为将空气排放到大气中的排放端口1057以及被配置为从空气罐1004供应空气的第一罐端口1058A和第二罐端口1058B。歧管壳体1050还包括将第一罐端口1058A连接到第一端口1051的第一通道1053和将第二罐端口1058B连接到第二端口1052的第二通道1054。歧管壳体1050还包括排放通道1055和连接到第一通道1053和第二通道1054的横流通道1056。在一些示例中,歧管壳体1050由铝金属形成。

[0161] 如图51A所示,阀单元1060包括多个阀,例如阀1061至1063,包括但不限于:第一阀1061、第二阀1062和第三阀1063。在一个示例中,阀1061至1063中的每一个包括多个电磁阀,以选择性地在供应罐1004和排放端口1057中的任一个与第一气动回路1010和第二气动回路1020中的任一个之间建立气动连通。第一阀1061包括设置在第一通道1053和横流通道1056之间的相交处的第一电磁阀1061A和第二电磁阀1061B。第二阀1062包括设置在第二通道1054和横流通道1056之间的相交处的第一电磁阀1062A和第二电磁阀1062B。第三阀1063包括设置在排放通道1055和横流通道1056之间的相交处的第一电磁阀1063A、第二电磁阀1063B和第三电磁阀1063C。

[0162] 在一个示例中,多个阀1061至1063同步以在多种模式下操作,使得阀1061至1063选择性地在供应罐1004或排放端口1057中的任何一个与第一气动回路1010或第二气动回路1020中的任何一个之间建立气动连通。多种模式包括关闭模式,其中阀1061至1063中的

所有电磁阀都关闭,使得空气不在供应罐1004或排放端口1057中的任何一个与第一气动回路1010和第二气动回路1020中的任何一个之间转移。多种模式包括横流模式,其中在第一气动回路1010和第二气动回路1020之间建立横流。在横流模式下,第一阀1061和第二阀1062的第一电磁阀1061A、1062A和第三阀1063的第一电磁阀1063A和第二电磁阀1063B打开,第一阀1061和第二阀1062的第二电磁阀1061B、1062B和第三阀1063的第三电磁阀1063C关闭。

[0163] 多种模式包括第一充气模式,其中空气仅被供应到第一气动回路1010,没有任何空气流入或流出第二气动回路1020。在第一充气模式下,第一阀1061的第一电磁阀1061A和第二电磁阀1061B打开,而第二阀1062和第三阀1063中的其余电磁阀关闭。多种模式包括第二充气模式,其中空气仅被供应到第二气动回路1020,没有任何空气流入或流出第一气动回路1010。在第二充气模式下,第二阀1062的第一电磁阀1062A和第二电磁阀1062B打开,而第一阀1061和第三阀1063中的其余电磁阀关闭。多种模式包括第三充气模式,其中空气被供应到第一气动回路1061和第二气动回路1062二者。在第三充气模式下,第一阀1061和第二阀1062的第一电磁阀和第二电磁阀1061A至1061B、1062A至1062B打开,而第三阀1063的所有电磁阀1063A至1063C关闭。

[0164] 多种模式包括第一泄放模式,其中仅从第一气动回路1010移除空气,没有任何空气流入或流出第二气动回路1020。在第一泄放模式下,第一阀1061的第一电磁阀1061A、第三阀1063的第一电磁阀1063A和第三电磁阀1063C打开,而第一阀1061的第二电磁阀1061B、第三阀1063的第二电磁阀1063B和第二阀1062的所有电磁阀1062A、1062B关闭。多种模式包括第二泄放模式,其中仅从第二气动回路1020移除空气,没有任何空气流入或流出第一气动回路1010。在第二泄放模式下,第二阀1062的第一电磁阀1062A、第三阀1063的第二电磁阀1063B和第三电磁阀1063C打开,而第二阀1062的第二电磁阀1062B、第三阀1063的第一电磁阀1063A和第一阀1061的所有电磁阀1061A、1061B关闭。多种模式包括放卸模式,其中从第一气动回路1010和第二气动回路1020移除空气。在放卸模式下,第三阀的所有电磁阀1063A至1063C以及第一阀1061和第二阀1062的第一电磁阀1061A、1062A打开,而第一阀1061和第二阀1062的第二电磁阀1061B、1062B关闭。

[0165] 多种模式包括第一组合模式,其中从第一气动回路1010移除空气,并且空气被供应到第二气动回路1020。在第一组合模式下,第一阀1061的第一电磁阀1061A、第二阀1062的第一电磁阀1062A和第二电磁阀1062B以及第三阀1063的第一电磁阀1063A和第三电磁阀1063C打开,而第一阀1061的第二电磁阀1061B和第三阀1063的第二电磁阀1063B关闭。多种模式包括第二组合模式,其中从第二气动回路1020移除空气,并且空气被供应到第一气动回路1010。在第二组合模式下,第二阀1062的第一电磁阀1062A、第一阀1061的第一电磁阀1061A和第二电磁阀1061B以及第三阀1063的第二电磁阀1063B和第三电磁阀1063C打开,而第二阀1062的第二电磁阀1062B和第三阀1063的第一电磁阀1063A关闭。

[0166] 参考图51B,歧管壳体1050B包括连接到第一气动回路1010的第一端口1051、连接到第二气动回路1020的第二端口1052、被配置为将空气排放到大气中的排放端口1057以及被配置为从空气罐1004供应空气的罐端口1058。歧管壳体1050B还包括将罐端口1058气动地连接到包括四通阀1065的阀单元的供应通道1053B、将排放端口1057气动地连接到包括四通阀1065的阀单元的排放通道1055B以及将包括四通阀1065的阀单元与第一端口1051和第二端口1052连接的流动通道1056B。

[0167] 如图51B所示,阀单元是四通阀1065,其包括设置在供应通道1053B、排放通道1055B和流动通道1056B之间的相交处的第一流量阀1065A、第二流量阀1065B、第三流量阀1065C和第四流量阀1065D。在一个示例中,流量阀1065A至1065D中的每一个是类似于上述示例(例如,图26A中所示的阀746a)的电磁阀,并且每个流量阀被配置为在多个位置之间切换,以选择性地在供应罐1004和排放端口1057中的任何一个与第一气动回路1010和第二气动回路1020中的任何一个之间建立气动连通。

[0168] 在一个示例中,第一流量阀1065A、第二流量阀1065B、第三流量阀1065C和第四流量阀1065D被同步以在多种模式下操作,使得四通阀1065可以选择性地在供应罐1004或排放端口1057中的任何一个与第一气动回路1010或第二气动回路1020中的任何一个之间建立气动连通。多种模式包括关闭模式,其中所有流量阀1065A至1065D都关闭,使得空气不会在供应罐1004或排放端口1057中的任何一个与第一气动回路1010和第二气动回路1020中的任何一个之间转移。多种模式包括横流模式,其中在第一气动回路1010和第二气动回路1020之间建立横流。在横流模式下,第三流量阀1065C和第四流量阀1065D切换到在第一端口1051和第二端口1052之间建立连通的位置,并且第一流量阀1065A和第二流量阀1065D关闭。

[0169] 多种模式包括第一充气模式,其中空气仅被供应到第一气动回路1010,没有任何空气流入或流出第二气动回路1020。在第一充气模式下,第一流量阀1065A和第三流量阀1065C被切换到在供应通道1053B和流动通道1056B之间建立连通的位置,同时第二流量阀1065B和第四流量阀1065D关闭。多种模式包括第二充气模式,其中空气仅被供应到第二气动回路1020,没有任何空气流入或流出第一气动回路1010。在第二充气模式下,第一流量阀1065A和第四流量阀1065D切换到在供应通道1053B和流动通道1056B之间建立连通的位置,同时第二流量阀1065B和第三流量阀1065C关闭。多种模式包括第三充气模式,其中空气被供应到第一气动回路1061和第二气动回路1062二者。在第三充气模式下,第一流量阀1065A、第三流量阀1065C和第四流量阀1065D被切换到在供应通道1053B和流动通道1056B之间建立连通的位置,同时第二流量阀1065B关闭。

[0170] 多种模式包括第一泄放模式,其中仅从第一气动回路1010移除空气,没有任何空气流入或流出第二气动回路1020。在第一泄放模式下,第二流量阀1065B和第三流量阀1065C切换到在排放通道1055B和流动通道1056B之间建立连通的位置,同时第一流量阀1065A和第四流量阀1065D关闭。多种模式包括第二泄放模式,其中仅从第二气动回路1020移除空气,没有任何空气流入或流出第一气动回路1010。在第二泄放模式下,第二流量阀1065B和第四流量阀1065D切换到在排放通道1055B和流动通道1056B之间建立连通的位置,同时第一流量阀1065A和第三流量阀1065C关闭。多种模式包括放卸模式,其中从第一气动回路1010和第二气动回路1020两者移除空气。在放卸模式下,第二流量阀1065B、第三流量阀1065C和第四流量阀1065D切换到在排放通道1055B和流动通道1056B之间建立连通的位置,同时第一流量阀1065A关闭。

[0171] 多种模式包括第一组合模式,其中从第一气动回路1010移除空气,并且空气被供应到第二气动回路1020。在第一组合模式下,第二流量阀1065B和第三流量阀1065C被切换到在排放通道1055B和流动通道1056之间建立连通的位置,同时第一流量阀1065A和第四流量阀1065D被切换到在供应通道1053B和流动通道1056B之间建立连通的位置。多种模式包

括第二组合模式,其中从第二气动回路1020移除空气,并且空气被供应到第一气动回路1010。第二流量阀1065B和第四流量阀1065D被切换到在排放通道1055B和流动通道1056之间建立连通的位置,同时第一流量阀1065A和第三流量阀1065C被切换到在供应通道1053B和流动通道1056B之间建立连通的位置。

[0172] 参考图45,高度传感器1070设置在每个空气弹簧1030的顶板1032中,并且被配置为连续监测其相关联的空气弹簧1030的高度。高度传感器1070可以是用于监测空气弹簧的轴向高度的任何合适的装置,诸如上面描述的示例。每个高度传感器1070连线到系统控制器1040,使得每个高度传感器1070可以向系统控制器1040发送指示其相关联的空气弹簧1030高度的信号。在一个示例中,高度传感器1070连线到印刷电路板1041,使得系统控制器1040的处理模块1042经由通信接口1044从高度传感器1070接收输入。在其他非限制性示例中,高度传感器1070可以无线地连接到系统控制器1040,使得通信接口1044从高度传感器1070接收无线信号。

[0173] 参考图45,惯性传感器单元1072任选地设置在每个空气弹簧1030的顶板1032上。惯性传感器单元1072可以包括与图55中描述的方面相同类型的传感器,其包括加速度计、陀螺仪和磁力计。每个惯性传感器单元1072可以向系统控制器1040发送指示相对于车辆的一个或多个轴线的加速度、角速度和磁力的信号。在一些示例中,惯性传感器单元1072连线到系统控制器1040,使得惯性传感器单元1072沿着电缆发送信号。在一些示例中,惯性传感器单元1072将信号无线地发送到系统控制器1040。

[0174] 类似于图23和图25中描述的示例,图52的系统控制器1040包括印刷电路板,该印刷电路板包括用于确定空气管理系统1000的每个空气弹簧1030的期望空气压力和流率的处理模块1042、用于向和从空气弹簧1030的处理模块和高度传感器中继信号的通信接口1044、用于存储体现用于系统控制器1040的操作的控制策略和数学公式的所有必要软件的存储器1046以及将通信接口1044和存储器1046连接到处理模块1042的总线1048。如图52所示,系统控制器1040还包括将处理模块1042可操作地连接到阀单元1060的每个阀(例如,阀1061至1064)的驱动器模块1045(诸如驱动电路),使得系统控制器1040可以选择性地致动每个相应的阀。系统控制器1040的处理模块1042可以发信号给驱动器模块1045来以任何合适的方式致动相应的阀,诸如通过脉宽调制或点击保持致动。因此,系统控制器1040被配置为接收所有必要的输入以计算空气管理系统1000的每个空气弹簧的期望空气压力、确定改变空气管理系统1000的每个空气弹簧1030的空气压力的必要空气流率并且致动阀中的至少一个以调整空气管理系统1000的至少一个弹簧1030的空气压力和高度。

[0175] 图46示出了空气管理系统1100,其包括供应空气罐1104、设置在车辆的第一侧上的第一气动回路1110和设置在车辆的第二侧上的第二气动回路1120。每个气动回路1110、1120包括一个或多个空气弹簧1130。在一个示例中,空气管理系统1100包括空气压缩机1105,该空气压缩机位于空气罐1004内并且被配置为产生空气压力,使得空气罐1104能够向第一气动回路1110和第二气动回路1120供应空气。在这样的配置中,空气管理系统1100在紧凑设计、保护免受环境因素影响以及显著降低噪声方面提供了进一步的优势,允许空气管理系统用于任何类型的车辆。因此,本公开提供了一种降低噪声、保护系统部件和增加寿命的方法,并为空气管理系统提供通用安装能力。

[0176] 当空气压缩机1105位于空气罐1004中时,空气压缩机1105可以刚性地安装在空气

罐1004中,以便减少、抑制或防止压缩机的噪声和振动,并避免动态驱动振动和冲击对压缩机、罐、阀、管线和其他空气管理系统1100部件的损坏。例如,使用支架、撑杆、杆、纵向车架纵梁、紧固件、互锁安装构件在空气压缩机1105的外表面上和空气罐1004的内表面上执行抗移动(固定)安装。

[0177] 在其他示例中,空气管理系统1100包括空气压缩机,该空气压缩机设置在空气罐1104的外部并经由软管连接到空气罐1104。类似于图45中描述的示例,空气管理系统1100还包括系统控制器1140,该系统控制器包括一体地附接到供应空气罐1104的歧管壳体1150、设置在歧管壳体1150中的阀单元1160以及固定到歧管壳体1150的顶侧的印刷电路板1141。类似于图51A、图51B中描述的示例,歧管壳体1150包括多个端口和通道以在供应罐1104、气动回路1110、1120和大气之间建立连通,并且阀单元1160包括多个阀,该多个阀被配置为选择性地为第一气动回路1110和第二气动回路1120中的每一个从空气罐1104供应空气、将空气移除到大气或者建立横流。类似于图45和图52中描述的示例,系统控制器1140被配置为通过致动阀单元1160中的多个阀来选择性地向空气管理系统1100的每个空气弹簧1130供应空气或从每个空气弹簧1130移除空气。

[0178] 参考图46,空气管理系统1100还包括高度传感器1170、设置在每个空气弹簧1130的顶板1132中的第一比例控制传感器1180以及设置在歧管壳体1150中的第二比例控制传感器1182。高度传感器1170被配置为连续监测其相关联的空气弹簧1130的高度,并将指示空气弹簧1130高度的信号中继到系统控制器1140。第一比例控制传感器1180被配置为监测其相关联的空气弹簧1130的空气压力,并将指示空气弹簧1130的空气压力的信号中继到系统控制器1140。第二比例传感器1182被配置为测量连接到气动回路(例如,第一气动回路1110、1120)中的一个的相应端口(例如,第一端口1051、第二端口1052)的空气压力。因此,系统控制器1140可以基于从高度传感器1170接收的信号来计算空气弹簧1130的高度,然后,基于计算的高度和调整空气弹簧1030所需的期望流率来确定每个相关联的空气弹簧1030的期望空气压力,以给车辆提供最佳的稳定性和舒适性。然后,控制器1140向阀单元1160发送命令,从而选择性地致动各个阀以向每个空气弹簧1130提供期望的流率。在致动阀单元1160的阀之后,系统控制器1140可以从第一比例控制传感器1180和第二比例控制传感器1182接收信号,以确定空气弹簧1130的改变的空气压力。因此,比例控制传感器1180、1182向系统控制器1140提供反馈,使得系统控制器1140可以基于从比例控制传感器1180接收的信号来确定空气在阀单元1160和每个空气弹簧1130之间行进的滞后时间。

[0179] 参考图46,惯性传感器单元1172任选地设置在每个空气弹簧1130的顶板1132上。惯性传感器单元1172可以包括与图55中描述的方面相同类型的传感器,其包括加速度计、陀螺仪和磁力计。每个惯性传感器单元1172可以向系统控制器1140发送指示相对于车辆的一个或多个轴线的加速度、角速度和磁力的信号。在一些示例中,惯性传感器单元1172连线到系统控制器1140,使得惯性传感器单元1172沿着电缆发送信号。在一些示例中,惯性传感器单元1172将信号无线地发送到系统控制器1140。

[0180] 图47示出了空气管理系统1200,其包括供应空气罐1204、设置在车辆的第一侧上的第一气动回路1210和设置在车辆的第二侧上的第二气动回路1220。每个气动回路1210、1220包括一个或多个空气弹簧1230。在一个示例中,空气管理系统1200包括空气压缩机1205,该空气压缩机位于空气罐1204内并且被配置为产生空气压力,使得空气罐1204能够

向第一气动回路1210和第二气动回路1220供应空气。在其他示例中,空气管理系统1200包括空气压缩机,该空气压缩机设置在空气罐1204的外部并经由软管连接到空气罐1204。空气管理系统1200还包括系统控制器1240,该系统控制器包括一体地附接到供应空气罐1204的歧管壳体1250、设置在歧管壳体1250的每一端的一对调平阀1260以及固定到歧管壳体1250的顶侧的印刷电路板1241。如将在图53中更详细描述,歧管壳体1250包括多个端口和通道以在供应罐1204、气动回路1210、1220和大气之间建立连通。在一个示例中,歧管壳体1250包括在系统控制器1240的每一端上的调平阀1260之间建立气动连通的横流通道1256。每个调平阀1260被配置为选择性地将空气从空气罐1204供应到气动回路1210、1220中的一个,将空气从气动回路1210、1220中的一个移除到大气,或者在第一气动回路1210和第二气动回路1220之间建立横流。类似于图45和图46中描述的示例,系统控制器1240被配置为通过致动阀1260选择性地向空气管理系统1200的每个空气弹簧1230供应空气或从每个空气弹簧1230移除空气。

[0181] 参考图47,惯性传感器单元1272任选地设置在每个空气弹簧1230的顶板1232上。惯性传感器单元1272可以包括与图55中描述的方面相同类型的传感器,其包括加速度计、陀螺仪和磁力计。每个惯性传感器单元1272可以向系统控制器1240发送指示相对于车辆的一个或多个轴线的加速度、角速度和磁力的信号。在一些示例中,惯性传感器单元1272连线到系统控制器1240,使得惯性传感器单元1272沿着电缆发送信号。在一些示例中,惯性传感器单元1272将信号无线地发送到系统控制器1240。

[0182] 在图53中进一步描述歧管壳体1250和调平阀1260的一个非限制性示例。类似于图51A中描述的示例,歧管壳体1250包括连接到第一气动回路1210的第一端口1251、连接到第二气动回路1220的第二端口1252、被配置为将空气排放到大气中的排放端口1257以及被配置为从空气罐1204供应空气的第一罐端口1258a和第二罐端口1258b。歧管壳体1250还包括将第一罐端口1258A连接到第一端口1251的第一通道1253和将第二罐端口1258B连接到第二端口1252的第二通道1254。歧管壳体1250还包括连接到第一通道1253和第二通道1254二者的排放通道1255和连接到第一通道1253和第二通道1254二者的横流通道1256。

[0183] 如图53所示,调平阀1260A、1260B包括连接到第一通道1253的第一调平阀1260A和连接到第二通道1254的第二调平阀1260B。每个调平阀1260A、1260B是四通阀,使得调平阀1260A、1260B可以独立地调整从相应气动回路1210、1220中的一个供应或移除的空气,并且当第一气动回路1210和第二气动回路1220既未供应空气、也未移除空气时与另一个阀建立横流。在一些示例中,每个阀1260A、1260B是旋转阀、电磁阀和提升阀中的一个,由此每个阀1260A、1260B由系统控制器电子地致动以操纵通过壳体1250的气流。在一些示例中,第一阀1260A可以允许罐端口1258A和第一端口1251之间的连通,同时阻止空气到达排放通道1255和横流通道1256。第一阀1260A还可以允许排放端口1257和第一端口1251之间的连通,同时阻止来自罐端口1258A和横流通道1256的空气。第二阀1260B可以允许罐端口1258B和第二端口1252之间的连通,同时阻止空气到达排放通道1255和横流通道1256。第二阀1260B还可以允许排放端口1257和第二端口1252之间的连通,同时阻止来自罐端口1258B和横流通道1256的空气。第一阀1260A和第二阀1260B二者都可以允许第一端口1251和第二端口1252与横流通道1256之间的连通,同时阻止来自罐端口1258A、1258B以及去往排放端口1257的空气。

[0184] 图48示出了空气管理系统1300,其包括供应空气罐1304、设置在车辆的第一侧上的第一气动回路1310和设置在车辆的第二侧上的第二气动回路1320。每个气动回路1310、1320包括一个或多个空气弹簧1330。在一个示例中,空气管理系统1300包括空气压缩机1305,该空气压缩机位于空气罐1304内并且被配置为产生空气压力,使得空气罐1304能够向第一气动回路1310和第二气动回路1320供应空气。在其他示例中,空气管理系统1300包括空气压缩机,该空气压缩机设置在空气罐1304的外部并经由软管连接到空气罐1304。类似于图47中描述的示例,空气管理系统1300包括系统控制器1340,该系统控制器包括一体地附接到供应空气罐1304的歧管壳体1350、设置在歧管壳体1350的每一端的一对阀1360以及固定到歧管壳体1350的顶侧的印刷电路板1341。类似于图53中描述的示例,歧管壳体1350包括多个端口和通道以在供应罐1304、气动回路1310、1320和大气之间建立连通,并且每个阀1360被配置为选择性地为第一气动回路1310和第二气动回路1320中的每一个从空气罐1304供应空气、将空气移除到大气中或者建立横流。在一个示例中,歧管壳体1350包括在系统控制器1340的每一端上的调平阀1360之间建立气动连通的横流通道1356。类似于图47和图52中描述的示例,系统控制器1340被配置为通过致动阀1360选择性地向空气管理系统1300的每个空气弹簧1330供应空气或从每个空气弹簧1330移除空气。

[0185] 类似于图46中示出并在本公开中描述的示例,图48的空气管理系统1300还包括高度传感器1370、设置在每个空气弹簧1330的顶板1332中的第一比例控制传感器1380以及设置在歧管壳体1350中的第二比例控制传感器1382。因此,类似于图46中描述的示例,系统控制器1340可以基于从高度传感器1370和比例控制传感器1380接收的信号成比例地控制空气弹簧1330的高度。

[0186] 参考图48,惯性传感器单元1372任选地设置在每个空气弹簧1330的顶板1332上。惯性传感器单元1372可以包括与图55中描述的方面相同类型的传感器,其包括加速度计、陀螺仪和磁力计。每个惯性传感器单元1372可以向系统控制器1340发送指示相对于车辆的一个或多个轴线的加速度、角速度和磁力的信号。在一些示例中,惯性传感器单元1372连线到系统控制器1340,使得惯性传感器单元1372沿着电缆发送信号。在一些示例中,惯性传感器单元1372将信号无线地发送到系统控制器1340。

[0187] 图49示出了空气管理系统1400,其包括供应空气罐1404、设置在车辆的第一侧上的第一气动回路1410和设置在车辆的第二侧上的第二气动回路1420。每个气动回路1410、1420包括一个或多个空气弹簧1430。在一个示例中,空气管理系统1400包括空气压缩机1405,该空气压缩机位于空气罐1404内并且被配置为产生空气压力,使得空气罐1404能够向第一气动回路1410和第二气动回路1420供应空气。在其他示例中,空气管理系统1400包括空气压缩机,该空气压缩机设置在空气罐1404的外部并经由软管连接到空气罐1404。类似于图45和图46中描述的示例,空气管理系统1400还包括系统控制器1440,该系统控制器包括一体地附接到供应空气罐1404的歧管壳体1450、设置在歧管壳体1450中的阀单元1460以及固定到歧管壳体1450的顶侧的印刷电路板1441。类似于图51中描述的示例,歧管壳体1450包括多个端口和通道以在供应罐1404、气动回路1410、1420和大气之间建立连通,并且阀单元1460包括多个阀,该多个阀被配置为选择性地为第一气动回路1410和第二气动回路1420中的每一个从空气罐1404供应空气、将空气移除到大气或者建立横流。类似于图45和图52中描述的示例,系统控制器1440被配置为通过致动阀单元1460中的多个阀来选择性地

向空气管理系统1400的每个空气弹簧1430供应空气或从每个空气弹簧1430移除空气。

[0188] 如图49所示,空气管理系统1400包括设置在每个空气弹簧1430的顶板1432中的高度传感器1470,其中高度传感器1470是线性电位计传感器,其被配置为监测其相关联的空气弹簧1430的高度。参考图49,高度传感器1470包括线性轴1474,该线性轴沿着其相关联的空气弹簧1430的高度延伸,并且被配置为随着空气弹簧1430的膨胀或收缩而上下移动。高度传感器1470还包括电连接到机械轴1472的刮刷接触器(未示出),并且刮刷接触器和轴1472之间的电阻值提供与空气弹簧1430的高度成比例的电信号输出。因此,系统控制器1440可以基于从高度传感器1470接收的信号来控制空气弹簧1430的高度。

[0189] 参考图49,惯性传感器单元1472任选地设置在每个空气弹簧1430的顶板1432上。惯性传感器单元1472可以包括与图55中描述的方面相同类型的传感器,其包括加速度计、陀螺仪和磁力计。每个惯性传感器单元1472可以向系统控制器1440发送指示相对于车辆的一个或多个轴线的加速度、角速度和磁力的信号。在一些示例中,惯性传感器单元1472连线到系统控制器1440,使得惯性传感器单元1472沿着电缆发送信号。在一些示例中,惯性传感器单元1472将信号无线地发送到系统控制器1440。

[0190] 图50示出了空气管理系统1500,其包括供应空气罐1504、设置在车辆的第一侧上的第一气动回路1510和设置在车辆的第二侧上的第二气动回路1520。每个气动回路1510、1520包括一个或多个空气弹簧1530。在一个示例中,空气管理系统1500包括空气压缩机1505,该空气压缩机位于空气罐1504内并且被配置为产生空气压力,使得空气罐1504能够向第一气动回路1510和第二气动回路1520供应空气。在其他示例中,空气管理系统1500包括空气压缩机,该空气压缩机设置在空气罐1504的外部并经由软管连接到空气罐1504。类似于图47和图48中描述的示例,空气管理系统1500包括系统控制器1540,该系统控制器包括一体地附接到供应空气罐1504的歧管壳体1550、设置在歧管壳体1550的每一端的一对阀1560以及固定到歧管壳体1550的顶侧的印刷电路板1541。类似于图53中描述的示例,歧管壳体1550包括多个端口和通道以在供应罐1504、气动回路1510、1520和大气之间建立连通,并且每个阀1560被配置为选择性地为第一气动回路1510和第二气动回路1520中的每一个从空气罐1504供应空气、将空气移除到大气或者建立横流。在一个示例中,歧管壳体1550包括在系统控制器1540的每一端上的调平阀1560之间建立气动连通的横流通道1556。类似于图47和图52中描述的示例,系统控制器1540被配置为通过致动阀1560选择性地向空气管理系统1500的每个空气弹簧1530供应空气或从每个空气弹簧1530移除空气。

[0191] 类似于图49中描述的示例,空气管理系统1500包括设置在每个空气弹簧1530的顶板1532中的高度传感器1570,其中高度传感器1570是线性电位计传感器,其被配置为监测其相关联的空气弹簧1530的高度。类似于图49,高度传感器1570包括线性轴1574,该线性轴沿着其相关联的空气弹簧1530的高度延伸,并且被配置为随着空气弹簧1530的膨胀或收缩而上下移动。因此,系统控制器1540可以基于从高度传感器1570接收的信号来控制空气弹簧1530的高度。

[0192] 参考图50,惯性传感器单元1572任选地设置在每个空气弹簧1530的顶板1532上。惯性传感器单元1572可以包括与图55中描述的方面相同类型的传感器,其包括加速度计、陀螺仪和磁力计。每个惯性传感器单元1572可以向系统控制器1540发送指示相对于车辆的一个或多个轴线的加速度、角速度和磁力的信号。在一些示例中,惯性传感器单元1572连线

到系统控制器1540,使得惯性传感器单元1572沿着电缆发送信号。在一些示例中,惯性传感器单元1572将信号无线地发送到系统控制器1540。

[0193] 图54示出了空气管理系统1600,其包括供应空气罐1604、设置在车辆的第一侧上的第一气动回路1610和设置在车辆的第二侧上的第二气动回路1620。每个气动回路1610、1620包括一个或多个空气弹簧1630。在一个示例中,空气管理系统1600包括空气压缩机1605,该空气压缩机位于空气罐1604内并且被配置为产生空气压力,使得空气罐1604能够向第一气动回路1610和第二气动回路1620供应空气。在其他示例中,空气管理系统1600包括空气压缩机,该空气压缩机设置在空气罐1604的外部并经由软管连接到空气罐1604。空气管理系统1600还包括设置在空气罐1604内的系统控制器1640。系统控制器1640包括一体地附接到供应空气罐1604的歧管壳体1650、设置在歧管壳体1650的每一端的一对调平阀1660以及固定到歧管壳体1650的顶侧的印刷电路板1641。类似于图53中描述的方面,歧管壳体1650包括多个端口和通道以在供应罐1604、气动回路1610、1620和大气之间建立连通。在一个示例中,歧管壳体1650包括在系统控制器1640的每一端上的调平阀1660之间建立气动连通的横流通道1656。每个调平阀1660被配置为选择性地将空气从空气罐1604供应到气动回路1610、1620中的一个、将空气从气动回路1610、1620中的一个移除到大气或者在第一气动回路1610和第二气动回路1620之间建立横流。类似于图45和图46中描述的示例,系统控制器1660被配置为通过致动阀1660选择性地向空气管理系统1600的每个空气弹簧1630供应空气或从每个空气弹簧1630移除空气。

[0194] 类似于上述示例,空气管理系统1600包括设置在每个空气弹簧1630的顶板1632中的高度传感器1670,其中高度传感器1670(例如,超声波传感器、激光传感器)被配置为监测其相关联的空气弹簧1630的高度。因此,系统控制器1640可以基于从高度传感器1670接收的信号来控制空气弹簧1630的高度。类似于上述示例,空气管理系统1600还可以包括设置在每个空气弹簧1630的顶板1632中的第一比例控制传感器(未示出)以及设置在歧管壳体1650中的第二比例控制传感器(未示出),使得系统控制器可以基于从比例控制传感器接收的信号来控制空气弹簧1630的高度。

[0195] 参考图54,惯性传感器单元1672任选地设置在每个空气弹簧1630的顶板1632上。惯性传感器单元1672可以包括与图55中描述的方面相同类型的传感器,其包括加速度计、陀螺仪和磁力计。每个惯性传感器单元1672可以向系统控制器1640发送指示相对于车辆的一个或多个轴线的加速度、角速度和磁力的信号。在一些示例中,惯性传感器单元1672连线到系统控制器1640,使得惯性传感器单元1672沿着电缆发送信号。在一些示例中,惯性传感器单元1672将信号无线地发送到系统控制器1640。

[0196] 在图45至图54中描述的空气管理系统的每种配置中,空气管理系统可以包括其他类型的传感器,诸如加速度计、陀螺仪和磁力计,并且基于从包括加速度计、陀螺仪和磁力计的其他传感器接收的输入来确定每个空气弹簧的期望空气压力或高度。在一个示例中,加速度计包括被配置为测量车辆的加速力的机电装置。在一个示例中,陀螺仪包括被配置为测量车辆的旋转运动(诸如车辆的角速度)的装置。因此,来自加速度计、陀螺仪和磁力计的输入可用于计算动态车辆状况(例如,车辆倾斜、侧倾状况、横向加速度等),并且系统控制器可以基于计算的动态车辆状况来确定每个空气弹簧的期望空气压力或高度。

[0197] 在图45至图54中描述的空气管理系统的每种配置中,系统控制器作为闭环控制系

统操作,以基于车辆的监测的操作条件将空气弹簧的高度调整到期望高度。在操作中,系统控制器通过通信接口接收来自一个或多个传感器(诸如高度传感器和比例控制传感器)的输入,以确定每个空气弹簧的高度和内部空气压力。系统控制器然后通过处理模块基于来自一个或多个传感器的输入来确定每个空气弹簧的期望空气压力。在确定每个空气弹簧的期望空气压力时,系统控制器可以考虑空气管理系统的所有空气弹簧之间的空气压力差,使得系统控制器可以确定车辆俯仰率和侧倾率。系统控制器通过处理模块基于车辆侧倾率和俯仰率来确定调整每个空气弹簧的内部空气压力所需的流率。在一种配置中,计算的流率基于空气弹簧的高度响应于负载或移位而变化的速度(即,高度差率)。基于空气弹簧的高度差率和内部压力以及空气管理系统的空气弹簧的高度之间的差异,系统控制器被配置为确定调整每个空气弹簧所需的期望空气压力和流率,以给车辆提供最佳的稳定性和舒适性。在确定期望的空气压力和流率之后,系统控制器被配置为通过由驱动器模块向各个阀传送命令来控制从每个空气弹簧排放空气的流率或供应到每个空气弹簧的空气的流率。

[0198] 在图45至图54所示的空气管理系统的每种配置中,系统控制器被配置为当第一气动回路和第二气动回路的空气弹簧之间的压力差或高度差在预定阈值内时致动阀单元或调平阀以在第一气动回路和第二气动回路之间建立横流。例如,如果系统控制器从高度传感器发送的信号接收到高度测量值,该高度测量值指示第一气动回路和第二气动回路的空气弹簧之间的高度差在预定阈值内,则系统控制器将致动阀以在第一气动回路和第二气动回路的空气弹簧之间建立横流。在图45至图53所示的空气管理系统的每种配置中,系统控制器被配置为当第一气动回路和第二气动回路的空气弹簧之间的压力差或高度差大于预定阈值时独立地调整第一气动回路和第二气动回路的空气压力。系统控制器可以基于从上述传感器接收的测量信号来确定每个气动回路的空气弹簧的压力差或高度差。

[0199] 在图45至图54所示的空气管理系统的每种配置中,系统控制器被配置为当空气既未从供应罐供应到空气弹簧、空气也未从空气弹簧移除到大气时在第一气动回路和第二气动回路之间提供横流。在操作中,每当系统控制器通过处理模块确定相关联的空气弹簧的高度或空气压力不需要被独立地调整时,系统控制器就致动阀以设置在中性模式,从而在第一气动回路和第二气动回路之间建立气动连通。系统控制器可以基于来自每个空气弹簧的传感器的传感器输入信号来确定建立横流。在一种配置中,系统控制器被配置为在确定在活动模式和中性模式之间致动阀时考虑空气弹簧的弹簧高度之间的差异。在各个方面,系统控制器被配置为当车辆以任何速度(包括基本上高于每小时零英里或每小时零千米的速度)行驶时在第一气动回路和第二气动回路之间提供横流,使得在车辆操作期间的任何时间消除设置在车辆的相对侧上的空气弹簧之间的压力差。

[0200] 在图45至图54所示的空气管理系统的每种配置中,系统控制器可以设置在供应罐的内部中,使得印刷电路板、通道和阀位于供应罐内。在一个示例中,系统控制器可以包括位于供应罐每一端的四通阀单元和连接两个阀的横流通道。在一个示例中,系统控制器可以联接到供应罐的内表面。在一个示例中,供应罐可以包括安装结构,诸如支架或导轨,以将系统控制器固定在供应罐内。因此,系统控制器可以独立地调整到每个气动回路的空气流量,并且当所有阀未独立地调整到气动回路的空气流量时选择性地在气动回路之间建立横流。

[0201] 在图19至图21B所示的空气管理系统的每种配置中,控制单元或系统控制器可以

被配置成执行放卸循环,使得空气同时从空气管理的每个空气弹簧释放。在图19至图21B所示的每个空气管理系统中,空气管理系统可以包括用户接口单元,该用户接口单元可操作地连接到控制单元或系统控制器并且被配置为向系统控制器或控制单元发送命令以执行放卸循环,使得空气从所有空气弹簧释放。用户接口单元可以设置在车辆仪表板中,或者被配置为下载在显示装置(诸如智能手机或手持计算机)上的应用程序。

[0202] 本文描述的空气管理系统的所有配置可以与任何类型的车辆、拖车或可牵引车辆结合,包括但不限于,运动型多功能车、乘用车、赛车、皮卡车、自卸卡车、货运车辆、任何类型的拖车,包括用于船只、牛、马、重型设备、拖拉机、农业器具(例如,颗粒撒布器、肥料撒布器和其他类型的撒布器、进料器和撒布器)、液体拖运车辆、有挡板和无挡板的液体罐车、机械、牵引设备、轨道车辆、公路轨道车辆、有轨电车和任何具有气囊的其他类型底盘的拖车。

[0203] 已经发现,本文描述的空气管理系统在减少磨损和导致均匀磨损方面显著增加了轮胎寿命,即使当轮胎不旋转时也是如此。在一个示例性方面,已经观察到,当安装在未配备本文所述空气管理系统的卡车上时平均寿命为100000公里的卡车轮胎在安装在配备本文所述空气管理系统的相同卡车上时磨损显著减少。在某些方面,平均卡车轮胎寿命延长了至少20%,并且在某些情况下延长了高达30%、40%、50%或更多。这样,作为本公开的发明的额外的令人惊讶的优点,实现了意想不到的和显著的财务、时间(减少了在旋转、更换、翻修和替换轮胎中的时间浪费)和环保节约。

[0204] 已经发现,本文描述的空气管理系统显著降低了风切变对高速行驶的车辆、尤其是卡车拖车的不安全影响。风切变破坏了以高速牵引拖车的卡车的稳定性,并导致这种拖车倾覆,导致毁灭性的伤害和生命、货物和多辆车失事的损失。在一个示例性方面,配备有本文所述空气管理系统的拖车和娱乐车辆在高速公路上可以显著地更加稳定并且抵抗风切变力。这样,作为本公开的发明的额外的令人惊讶的优点,实现了意想不到的和显著的安全和舒适的优点。

[0205] 已经发现,本文描述的空气管理系统显著降低了道路噪声、振动和驾驶员、乘客以及包括牲畜、马等在内的活货的不适。在一个示例性方面,已经观察到,道路噪声、振动和不适被显著降低,使得以前由于不适而每天只能驾驶几百英里的大型车辆的驾驶员能够由于疼痛、不适和疲劳的减少而驾驶显著更长的距离,这是通过非常显著地改善驾驶质量和稳定性来实现的。这样,作为本公开的发明的额外的令人惊讶的优点,实现了意想不到的和显著的舒适的优点。

[0206] 已经发现,本文描述的空气管理系统在制动时显著减少甚至消除了车辆栽头。这种栽头会造成不安全的状况,对驾驶员和乘客来说非常不舒服,并且会增加许多车辆部件的应力。通过减少并且在许多情况下消除这种栽头,作为本公开的发明的额外的令人惊讶的优点,实现了意想不到的和显著的安全和舒适的优点。

[0207] 已经发现,本文描述的空气管理系统显著增加了牵引力,从而改善了操纵,即使在滑溜的条件下也是如此。在一个示例性方面,已经观察到,需要使用四轮驱动模式(当没有配备本文所述的空气管理系统时)来在不平坦和/或滑溜的地形上行驶的卡车能够在两轮驱动模式下在相同的地形上行驶,而不会失去牵引力和变得不动。这样,作为本公开的发明的额外的令人惊讶的优点,实现了意想不到的和显著的安全和实用性的优点。

[0208] 本文所描述的空气管理系统可以提高制动性能。在配备有电子稳定系统的车辆

中,例如任何电子稳定控制系统(ESC),包括但不限于电子稳定性程序(ESP)、动态稳定控制系统(DSC)、车辆稳定性控制系统(VSC)、自动牵引控制系统(ATC),已经发现,本文描述的空气管理系统降低了此类电子系统应用制动的发生率,因为车辆维持在水平和稳定的位置,从而避免了此类电子系统的激活,这可以提高制动性能和寿命。本文描述的系统可以与车辆电子稳定性系统和其他电子系统(包括全球定位系统、安装在车辆上的摄像头、光探测和测距(激光雷达)传感器、接近传感器、声学传感器、超声波传感器和/或声纳系统)完全集成,以便连续地传送道路和车辆状况,以检测动态驾驶状况、地面状况和周围状况的各个方面,从而连续地调整空气管理系统内的空气。

[0209] 在本上下文中,短语“独立地调整”指的是这样的状态:其中调平阀正在调整一个气动回路中的空气弹簧的空气压力,同时所述调平阀未与另一个气动回路的任何部件气动连通。

[0210] 如本文中所使用的,术语“基本上”和“基本”是指一个相当大的程度或范围。当与例如事件、境况、特征或特性结合使用时,术语可以指其中所述事件、境况、特征或特性精确出现的情况以及其中所述事件、境况、特征或特性非常近似出现的情况,诸如考虑到本文所描述的示例的典型公差水平或可变性。

[0211] 如本文中所使用的,术语“约”在与数值结合使用时应被解释为包括在所叙述的值的5%以内的任何值。此外,对相对于数值范围的术语约和近似的叙述应被解释为包括所叙述的范围的上端和下端二者。

[0212] 如本文所使用的,术语“附接”、“连接”或“紧固”可以被解释为包括在彼此接触或未接触的情况下固定在一起的两个元件。

[0213] 本公开包括用于改装已经被制造为没有空气弹簧(包括但不限于卷簧或板簧悬架系统)的车辆的方法、套件和系统。对称动态均衡的体积和压力分配空气管理系统可以作为改装件通过提供套件安装在此类车辆上,该套件包括空气罐、压缩机、在车辆的左侧和右侧中的每一侧上的对称动态均衡的体积和压力分配气动阀、连接到每个对称动态均衡的体积和压力分配气动阀的至少一个空气弹簧以及连接如本文所描述和所示出的空气管理系统部件的多个空气软管。在本公开的一些配置中,所述多个空气软管可以具有相等的长度和直径。

[0214] 在所附的权利要求中,术语“包括”被用作相应术语“包含”的简明英语等效物。术语“包含”和“包括”在本文中旨在是开放式的,从而不仅包括所叙述的要素,而且还包括任意的额外要素。此外,在下面的权利要求中,术语“第一”,“第二”和“第三”等仅被用作标签,并不旨在对它们的对象施加数值要求。此外,下面的权利要求的限制没有写成装置+功能的格式,并且不旨在基于美国法典第35篇第112(f)条来进行解释,除非并且直到这样的权利要求限制明确地使用短语“用于……的装置”,后接没有进一步结构的功能陈述。

[0215] 本发明的各个方面包括以下项中的一项或多项:

[0216] 1.一种用于车辆的空气管理系统,所述空气管理系统包括:供应罐;与所述供应罐集成的系统控制器;第一气动回路,其包括设置在所述车辆的第一侧上的一个或多个空气弹簧和将所述一个或多个空气弹簧与所述系统控制器气动地连接的一个或多个空气管线;第二气动回路,其包括设置在所述车辆的第二侧上的一个或多个空气弹簧和将所述一个或多个空气弹簧与所述系统控制器气动地连接的一个或多个空气管线;并且其中所述系统控

制器被配置为在未在所述第一气动回路和所述第二气动回路之间建立气动连通的情况下独立地调整所述第一气动回路的所述一个或多个空气弹簧的空气压力并且独立地调整所述第二气动回路的所述一个或多个空气弹簧的空气压力;其中所述系统控制器被配置为在所述系统控制器未独立地调整所述第一气动回路的所述一个或多个空气弹簧的所述空气压力并且未独立地调整所述第二气动回路的所述一个或多个空气弹簧的所述空气压力时在所述第一气动回路和所述第二气动回路之间建立气动连通。

[0217] 2. 根据第1项所述的空气管理系统,其中所述系统控制器包括设置在所述供应罐的外表面上的壳体,并且所述壳体包括将所述第一气动回路与所述第二气动回路气动地连接的内部横流通道。

[0218] 3. 根据第1项所述的空气管理系统,其中所述系统控制器包括设置在所述供应罐内的壳体,并且所述壳体包括将所述第一气动回路与所述第二气动回路气动地连接的内部横流通道。

[0219] 4. 根据权利要求1至3中任一项所述的空气管理系统,其中所述系统控制器包括连接到所述第一气动回路的所述空气管线中的一个的第一端口、连接到所述第二气动回路的所述空气管线中的一个的第二端口、被配置为将空气排放到大气中的排放端口以及联接到所述供应罐的一个或多个罐端口。

[0220] 5. 根据第4项所述的空气管理系统,其中所述系统控制器包括将所述第一端口气动地连接到所述第二端口的横流通道。

[0221] 6. 根据第1至5项中任一项所述的空气管理系统,其中所述系统控制器包括阀单元,所述阀单元包括多个阀,所述多个阀被配置为选择性地将空气从空气罐供应到所述第一气动回路和所述第二气动回路中的至少一个、从所述第一气动回路和所述第二气动回路中的至少一个移除空气以及在所述第一气动回路和所述第二气动回路之间建立气动连通。

[0222] 7. 根据第1至6项中任一项所述的空气管理系统,其中所述第一气动回路和所述第二气动回路的至少一个空气弹簧包括高度传感器,所述高度传感器被配置为监测其相关联的空气弹簧的高度并发送指示其相关联的空气弹簧的所述高度的信号。

[0223] 8. 根据第1至7项中任一项所述的空气管理系统,其中所述系统控制器被配置为接收从每个高度传感器发送的所述信号,并且至少基于从所述高度传感器所接收的信号来计算所述第一气动回路的所述空气弹簧和所述第二气动回路的所述空气弹簧之间的高度差。

[0224] 9. 根据第1至8项中任一项所述的空气管理系统,其中所述系统控制器被配置为当所计算的高度差高于预定阈值时独立地调整所述第一气动回路和所述第二气动回路的空气压力,并且所述系统控制器被配置为当所述计算的高度差低于预定阈值时在所述第一气动回路和所述第二气动回路之间建立气动连通。

[0225] 10. 根据第1至9项中任一项所述的空气管理系统,其中每个气动回路包括至少两个比例控制传感器,所述至少两个比例控制传感器被配置为监测其相关联的空气弹簧的空气压力或到其相关联的空气弹簧的流率并且发送指示其相关联的空气弹簧的所述空气压力的信号。

[0226] 11. 根据第1至10项中任一项所述的空气管理系统,其中所述系统控制器被配置为接收从每个比例控制传感器发送的所述信号,并且至少基于从所述比例控制传感器所接收的信号来确定空气从所述系统控制器行进到所述空气弹簧中的一个的滞后时间。

[0227] 12. 根据第1至11项中任一项所述的空气管理系统,其中所述空气管线具有相等的长度和直径。

[0228] 13. 根据第1至12项中任一项所述的空气管理系统,其包括设置在所述供应罐内的压缩机。

[0229] 14. 根据第1至13项中任一项所述的空气管理系统,其中每个空气弹簧包括惯性传感器单元,所述惯性传感器单元包括加速度计、陀螺仪和磁力计。

[0230] 15. 根据第1至14项中任一项所述的空气管理系统,其中所述加速度计被配置为测量相对于所述车辆的三个轴线的加速度;其中所述陀螺仪被配置为测量相对于所述车辆的三个轴线的角速度;并且其中所述磁力计被配置为测量相对于所述车辆的三个轴线的磁力。

[0231] 16. 根据第1至15项中任一项所述的空气管理系统,其中所述惯性传感器单元被配置为发送指示所测量的相对于所述车辆的所述三个轴线的所述加速度、所述角速度和所述磁力的信号;其中所述系统控制器被配置为接收从所述惯性传感器单元发送的所述信号并且计算车辆横摆、车辆俯仰和车辆侧倾中的至少一者,并且所述系统控制器被配置为至少基于所计算的车辆横摆、车辆俯仰和车辆侧倾中的一者来确定每个空气弹簧的期望空气压力。

[0232] 17. 一种用于空气管理系统的系统控制器,所述空气管理系统包括供应罐、设置在车辆的第一侧上的第一气动回路和设置在车辆的第二侧上的第二气动回路,所述系统控制器包括:与所述供应罐集成的壳体,其中所述壳体包括气动地连接到所述供应罐的至少一个罐端口、气动地连接所述第一气动回路的第一端口、气动地连接到所述第二气动回路的第二端口以及气动地连接到大气的排放端口;以及一组阀,所述一组阀被配置为选择性地空气从空气罐供应到所述第一气动回路和所述第二气动回路中的至少一个、将空气从所述第一气动回路和所述第二气动回路中的至少一个移除到大气以及在所述第一气动回路和所述第二气动回路之间建立气动连通;其中所述系统控制器被配置为在未在所述第一气动回路和所述第二气动回路之间建立气动连通的情况下独立地调整所述第一气动回路的空气压力并且独立地调整所述第二气动回路的空气压力;其中所述系统控制器被配置为在所述系统控制器未独立地调整所述第一气动回路的所述空气压力并且未独立地调整所述第二气动回路的所述空气压力时在所述第一气动回路和所述第二气动回路之间建立气动连通。

[0233] 18. 根据第17项所述的系统控制器,其中所述壳体设置在所述供应罐的外表面上。

[0234] 19. 根据第17项所述的系统控制器,其中所述壳体设置在所述供应罐内。

[0235] 20. 根据第17至19项中任一项所述的系统控制器,其中所述至少一个罐端口包括第一罐端口和第二罐端口,并且其中所述壳体包括:将所述第一端口与所述第一罐端口气动地连接的第一通道、将所述第二端口与所述第二罐端口气动地连接的第二通道、将所述第一通道与所述第二通道气动地连接的横流通道以及将所述排放端口气动地连接到所述横流通道的排放通道。

[0236] 21. 根据第17至20项中任一项所述的系统控制器,其中所述一组阀是阀单元,所述阀单元包括:设置在所述第一通道和所述横流通道之间的相交处的第一阀、设置在所述第二通道和所述横流通道之间的相交处的第二阀以及设置在所述排放通道和所述横流通道

之间的相交处的第三阀。

[0237] 22. 根据第17至21项中任一项所述的系统控制器,其中所述第一阀和所述第二阀各自包括两个电子致动的电磁阀,并且所述第三阀包括三个电子致动的电磁阀。

[0238] 23. 根据第17至22项中任一项所述的系统控制器,其中所述第一阀被配置为选择性地将空气从所述空气罐供应到所述第一气动回路,并且所述第二阀被配置为选择性地将空气从所述空气罐供应到所述第二气动回路。

[0239] 24. 根据第17至23项中任一项所述的系统控制器,其中所述第一阀和所述第三阀同步,使得所述第一阀和所述第三阀被配置为选择性地从所述第一气动回路排放空气,并且所述第二阀和所述第三阀同步,使得所述第二阀和所述第三阀被配置为选择性地从所述第二气动回路排放空气。

[0240] 25. 根据第17至24项中任一项所述的系统控制器,其中所述第一阀、所述第二阀和所述第三阀同步,使得在未将空气从所述空气罐供应到所述第一气动回路和所述第二气动回路中的任一个且未将空气从所述第一气动回路和所述第二气动回路中的任一个排放到所述排放端口的情况下在所述第一端口和所述第二端口之间建立气动连通。

[0241] 26. 根据第17至25项中任一项所述的系统控制器,其中所述至少一个罐端口包括第一罐端口,并且其中所述壳体包括:气动地连接到所述第一罐端口的供应通道、气动地连接到所述排放端口的排放通道以及气动地连接到所述第一端口、所述第二端口、所述供应通道和所述排放通道的流动通道。

[0242] 27. 根据第17至26项中任一项所述的系统控制器,其中所述一组阀是设置在所述供应通道、所述排放通道和所述流动通道的相交处的四通阀。

[0243] 28. 根据第17至27项中任一项所述的系统控制器,其中所述四通阀包括:连接到所述流动通道的第一流量阀和第二流量阀;连接到所述供应通道的供应阀;以及连接到所述排放通道的排放阀;其中所述第一流量阀、所述第二流量阀、所述供应阀和所述排放阀各自是电子致动的电磁阀。

[0244] 29. 根据第17至28项中任一项所述的系统控制器,其中所述第一流量阀、所述第二流量阀、所述供应阀和所述排放阀同步,使得在未将空气从所述空气罐供应到所述第一气动回路和所述第二气动回路中的任一个且未将空气从所述第一气动回路和所述第二气动回路中的任一个排放到所述排放端口的情况下在所述第一端口和所述第二端口之间建立气动连通。

[0245] 30. 根据第17至28项中任一项所述的系统控制器,其中所述第一流量阀、所述第二流量阀、所述供应阀和所述排放阀同步,使得所述四通阀被配置为选择性地将空气从所述空气罐供应到所述第一气动回路和所述第二气动回路中的任一个以及将空气从所述第一气动回路和所述第二气动回路中的任一个移除到所述排放端口。

[0246] 31. 根据第17至30项中任一项所述的系统控制器,其中所述一组阀包括第一调平阀和第二调平阀,其中所述第一调平阀被配置为选择性地将空气从所述第一罐端口供应到所述第一端口、选择性地将空气从所述第一端口移除到所述排放端口以及选择性地在所述第一端口和所述第二端口之间建立气动连通;其中所述第二调平阀被配置为选择性地将空气从所述第二罐端口供应到所述第二端口、选择性地将空气从所述第二端口移除到所述排放端口以及选择性地在所述第二端口和所述第一端口之间建立气动连通。

[0247] 32. 根据第17至31项中任一项所述的系统控制器, 其中所述第一调平阀和所述第二调平阀各自是电子致动的多通阀。

[0248] 33. 一种用于调整车辆的空气管理系统的空气压力的方法, 所述空气管理系统包括供应罐、设置在所述车辆的第一侧上的第一气动回路和设置在所述车辆的第二侧上的第二气动回路, 所述方法包括: 通过系统控制器独立地调整所述第一气动回路的所述空气压力, 使得所述系统控制器将空气从所述供应罐供应到所述第一气动回路或者将空气从所述第一气动回路移除到大气; 通过所述系统控制器独立地调整所述第二气动回路的所述空气压力, 使得所述系统控制器将空气从所述供应罐供应到所述第二气动回路或者将空气从所述第二气动回路移除到大气; 以及仅当所述系统控制器既未从所述供应罐供应空气、也未将空气移除到大气时, 通过所述系统控制器在所述第一气动回路和所述第二气动回路之间建立气动连通; 其中所述系统控制器包括与所述供应罐集成的壳体, 并且所述壳体包括将所述第一气动回路与所述第二气动回路气动地连接的内部横流通道。

[0249] 34. 一种用于调平在动态驾驶状况下操作的车辆的空气管理系统, 其包括: 空气供应罐; 压缩机, 其可操作地连接到所述空气供应罐; 与所述供应罐集成的系统控制器; 设置在所述车辆的第一侧上的一个或多个空气弹簧和将设置在所述车辆的所述第一侧上的所述一个或多个空气弹簧与所述系统控制器气动地连接的一个或多个空气管线; 设置在所述车辆的第二侧上的一个或多个空气弹簧和将设置在所述车辆的所述第二侧上的所述一个或多个空气弹簧与所述系统控制器气动地连接的一个或多个空气管线; 设置在所述车辆的第一侧上的所述一个或多个空气弹簧具有被配置为独立地调整所述车辆的第一侧上的至少一个空气弹簧的高度的第一调平阀; 设置在所述车辆的第二侧上的所述一个或多个空气弹簧具有被配置为独立地调整所述车辆的第二侧上的至少一个空气弹簧的高度的第二调平阀; 并且其中设置在所述车辆的所述第一侧上的至少一个空气弹簧和设置在所述车辆的所述第二侧上的至少一个空气弹簧包括一个或多个传感器, 所述一个或多个传感器被配置为监测其相关联的空气弹簧的至少两个状况并且发送指示其相关联的空气弹簧的所述至少两个状况的测量信号, 其中所述至少两个状况包括其相关联的空气弹簧的高度和其相关联的空气弹簧的压力, 其中所述系统控制器被配置为: (i) 接收从每个空气弹簧的所述一个或多个传感器所发送的所述信号; (ii) 至少基于从每个空气弹簧的所述一个或多个传感器所接收的信号来检测设置在所述车辆的所述第一侧上的至少一个空气弹簧和设置在所述车辆的所述第二侧上的至少一个空气弹簧之间的高度差; (iii) 独立地调整设置在所述车辆的所述第一侧上的所述至少一个空气弹簧的空气压力, 使得所述第一调平阀将空气从所述空气供应罐供应到设置在所述车辆的所述第一侧上的所述至少一个空气弹簧或者将空气从设置在所述车辆的所述第一侧上的所述至少一个空气弹簧移除到大气; (iv) 通过第二调平阀独立地调整设置在所述车辆的所述第二侧上的所述至少一个空气弹簧的空气压力, 使得所述第二调平阀将空气从所述空气供应罐供应到设置在所述车辆的所述第二侧上的所述至少一个空气弹簧或者将空气从设置在所述车辆的所述第二侧上的所述至少一个空气弹簧移除到大气; (v) 当所述第一调平阀和所述第二调平阀二者都设置在中性模式使得所述高度差在预定阈值内、使得每个调平阀既未从所述空气供应罐供应空气、也未将空气移除到大气中时, 至少基于从每个空气弹簧的所述一个或多个传感器所接收的信号来检测设置在所述车辆的所述第一侧上的所述至少一个空气弹簧和设置在所述车辆的所述第二

侧上的所述至少一个空气弹簧之间的压力差;以及(vi)当所述系统控制器未独立地调整所述第一气动回路的所述一个或多个空气弹簧的所述空气压力并且未独立地调整所述第二气动回路的所述一个或多个空气弹簧的所述空气压力时,在所述第一气动回路和所述第二气动回路之间建立气动连通。

[0250] 35.根据第34项所述的空气管理系统,其中所述一个或多个传感器包括高度传感器,所述高度传感器被配置为监测所述空气弹簧的高度并发送指示所述空气弹簧的所述高度的信号。

[0251] 36.根据第35项所述的空气管理系统,其中所述高度传感器是超声波传感器、激光传感器、红外传感器、电磁波传感器或电位计。

[0252] 37.根据第34至36项中任一项所述的控制单元,其中所述一个或多个传感器包括压力传感器,所述压力传感器被配置为监测所述空气弹簧的内部空气压力并且发送指示所述空气弹簧的所述内部空气压力的信号。

[0253] 38.根据第34至37项中任一项所述的空气管理系统,其中所述系统控制器包括设置在所述供应罐的外表面上的壳体。

[0254] 39.根据第34至38项中任一项所述的空气管理系统,其中所述系统控制器包括设置在所述供应罐内的壳体。

[0255] 40.根据第34至39项中任一项所述的空气管理系统,其中所述系统控制器包括连接到被连接到设置在所述车辆的所述第一侧上的所述一个或多个空气弹簧的所述空气管线中的一个的第一端口、连接到被连接到设置在所述车辆的所述第二侧上的所述一个或多个空气弹簧的所述空气管线中的一个的第二端口、被配置将空气排放到大气中的排放端口以及联接到所述供应罐的一个或多个罐端口。

[0256] 41.根据第34至40项中任一项所述的空气管理系统,其中设置在所述车辆的所述第一侧上的至少一个空气弹簧和设置在所述车辆的所述第二侧上的至少一个空气弹簧包括比例控制传感器,所述比例控制传感器被配置为监测其相关联的空气弹簧的空气压力或到其相关联的空气弹簧的流率并且发送指示其相关联的空气弹簧的所述空气压力的信号。

[0257] 42.根据第34至41项中任一项所述的空气管理系统,其中所述系统控制器被配置为接收从每个比例控制传感器发送的所述信号并且至少基于从所述比例控制传感器所接收的信号来确定空气从所述系统控制器行进到所述空气弹簧中的一个的滞后时间。

[0258] 43.根据第34至42项中任一项所述的空气管理系统,其中所述空气管线具有相等的长度和直径。

[0259] 44.根据第34至43项中任一项所述的空气管理系统,其包括设置在所述供应罐内的压缩机。

[0260] 45.根据第34至44项中任一项所述的空气管理系统,其中所述一个或多个传感器包括惯性传感器单元,所述惯性传感器单元包括加速度计、陀螺仪和磁力计。

[0261] 46.根据第34至45项中任一项所述的空气管理系统,其中所述加速度计被配置为测量相对于所述车辆的三个轴线的加速度;其中所述陀螺仪被配置为测量相对于所述车辆的三个轴线的角速度;并且其中所述磁力计被配置为测量相对于所述车辆的三个轴线的磁力。

[0262] 47.根据第34至46项中任一项所述的空气管理系统,其中所述一个或多个传感器

被配置为发送指示所测量的相对于所述车辆的所述三个轴线的所述加速度、所述角速度和所述磁力的信号；其中所述系统控制器被配置为接收从所述惯性传感器单元发送的所述信号并且计算车辆横摆、车辆俯仰和车辆侧倾中的至少一者，并且所述系统控制器被配置为至少基于所计算的车辆横摆、车辆俯仰和车辆侧倾中的一者来确定每个空气弹簧的期望空气压力。

[0263] 48. 一种用于控制在动态驾驶条件下操作的车辆的稳定性的方法，所述车辆包括空气管理系统，其中所述空气管理系统包括供应罐、设置在所述车辆的第一侧上的与所述供应罐气动连通的一个或多个空气弹簧以及设置在所述车辆的第二侧上的与所述供应罐气动连通的一个或多个空气弹簧，所述方法包括：(i) 通过一个或多个传感器监测设置在所述车辆的所述第一侧和所述第二侧中的每一侧上的至少一个空气弹簧的至少一个状况；(ii) 通过所述一个或多个传感器发送指示设置在所述车辆的所述第一侧和所述第二侧中的每一侧上的所述至少一个空气弹簧的所述至少一个状况的至少一个信号；(iii) 通过处理模块接收指示设置在所述车辆的所述第一侧和所述第二侧中的每一侧上的所述至少一个空气弹簧的所述至少一个状况的至少一个信号；(iv) 至少基于所接收的信号，通过所述处理模块检测设置在所述车辆的所述第一侧和所述第二侧中的每一侧上的所述至少一个空气弹簧之间的高度差；(v) 通过第一调平阀独立地调整设置在所述车辆的所述第一侧上的所述至少一个空气弹簧的空气压力，使得所述第一调平阀将空气从所述空气供应罐供应到设置在所述车辆的所述第一侧上的所述至少一个空气弹簧或者将空气从设置在所述车辆的所述第一侧上的所述至少一个空气弹簧移除到大气；(vi) 通过第二调平阀独立地调整设置在所述车辆的所述第二侧上的所述至少一个空气弹簧的空气压力，使得所述第二调平阀将空气从所述空气供应罐供应到设置在所述车辆的所述第二侧上的所述至少一个空气弹簧或者将空气从设置在所述车辆的所述第二侧上的所述至少一个空气弹簧移除到大气；(vii) 当所述第一调平阀和所述第二调平阀二者都设置在中性模式使得所述高度差在预定阈值内、使得所述第一调平阀和所述第二调平阀既未从所述空气供应罐供应空气、也未将空气移除到大气中时，至少基于所接收的信号，通过所述处理模块检测设置在所述车辆的所述第一侧和所述第二侧中的每一侧上的所述至少一个空气弹簧之间的空气压力差；以及(viii) 仅当所述第一调平阀和所述第二调平阀二者都设置在中性模式时经由将所述第一气动回路和所述第二气动回路气动地连接的、延伸穿过所述供应罐的内部横流通道在所述第一气动回路和所述第二气动回路之间建立气动连通。

[0264] 49. 根据第48项所述的方法，其中所述一个或多个传感器包括高度传感器，所述高度传感器被配置为监测所述空气弹簧的高度并发送指示所述空气弹簧的所述高度的信号。

[0265] 50. 根据第49项所述的方法，其中所述高度传感器是超声波传感器、激光传感器、红外传感器、电磁波传感器或电位计。

[0266] 51. 根据第48至50项中任一项所述的方法，其中所述一个或多个传感器包括压力传感器，所述压力传感器被配置为监测所述空气弹簧的内部空气压力并且发送指示所述空气弹簧的所述内部空气压力的信号。

[0267] 52. 根据第48至51项中任一项所述的方法，其中所述系统控制器包括设置在所述供应罐的外表面上的壳体。

[0268] 53. 根据第48至51项中任一项所述的方法，其中所述系统控制器包括设置在所述

供应罐内的壳体。

[0269] 54. 根据第48至53项中任一项所述的方法,其包括设置在所述供应罐内的压缩机。

[0270] 55. 根据第1至54项中任一项所述的方法、系统和/或控制单元,其中在车辆在动态驾驶条件下操作时持续地实施本公开的用于控制在动态驾驶条件下操作的所述车辆的稳定性的方法的一个或多个步骤,使得任何步骤响应于变化的驾驶条件而重复一次或多次。

[0271] 56. 根据第1至55项中任一项所述的方法、系统和/或控制单元,其中在所述车辆在动态驾驶条件下操作时,所述空气管理系统动态地接收和处理传感器数据,并且发送命令以持续地供应和泄放空气。

[0272] 本公开包括用于调平阀、其下壳体、其顶部壳体、一个或多个旋转盘、轴的装饰设计和本公开的任何其他方面,如所示和所描述的。

[0273] 虽然已经参考某些说明性方面(包括特征的各种组合和子组合)相当详细地描述和示出了本公开的主题,但是本领域技术人员将容易理解涵盖在本公开的范围内的其他方面以及其变型和修改。此外,对这些方面、组合和子组合的描述并非旨在传达所要求保护的主体需要除了明确叙述于权利要求中的那些之外的特征或特征的组合。因此,本公开的范围旨在包括所附权利要求的精神和范围内的所有修改和变型。

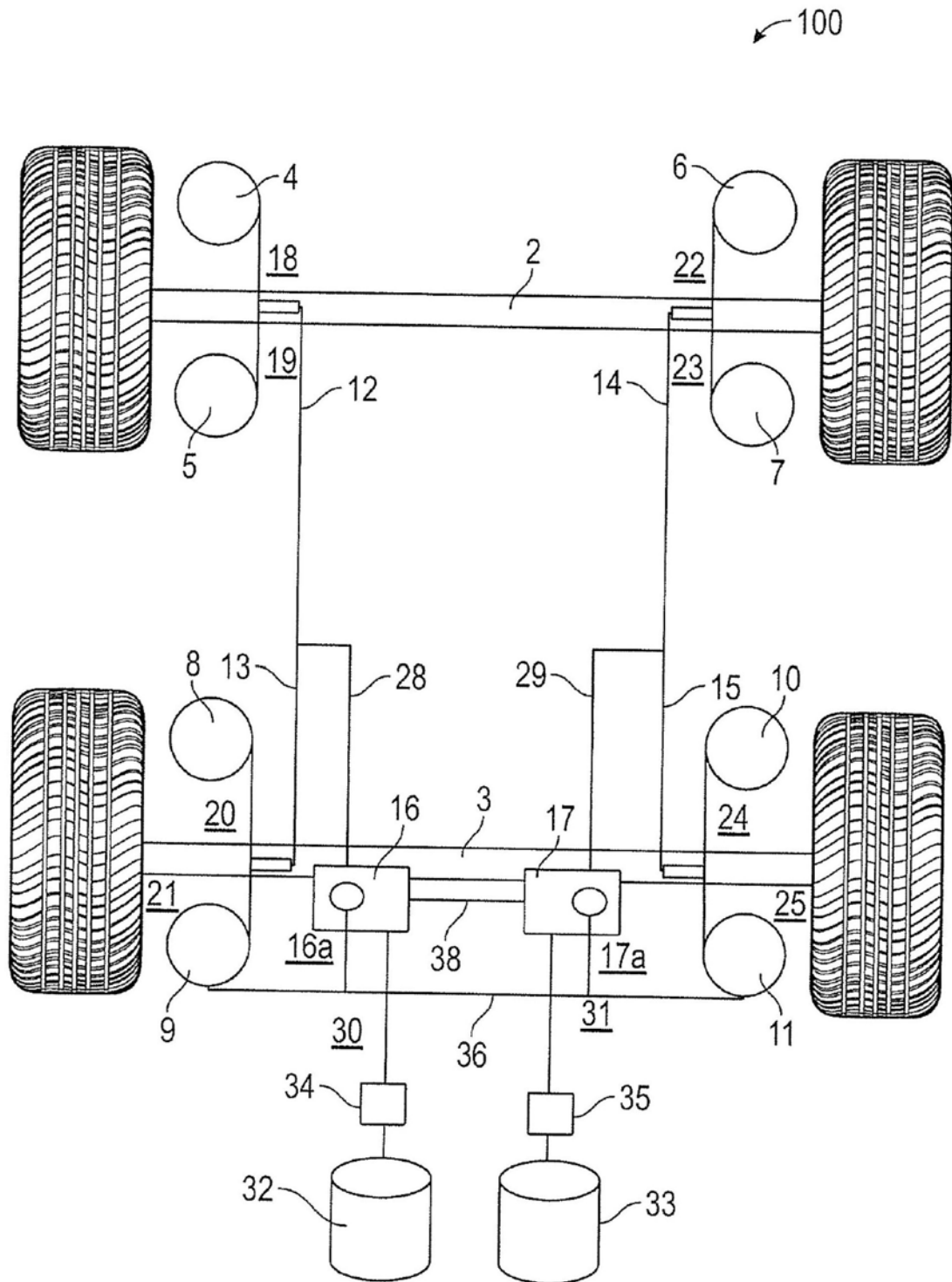


图1A

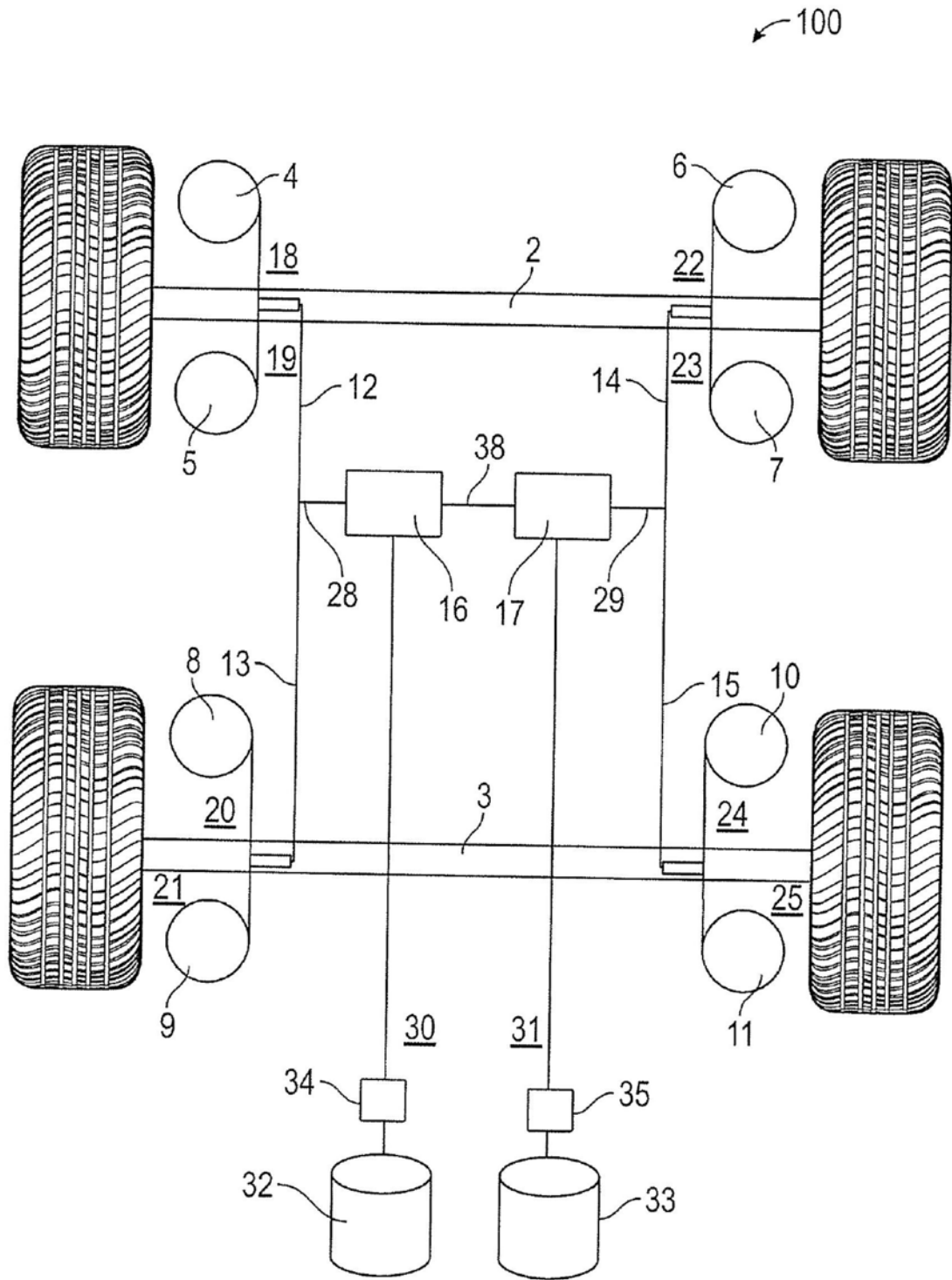


图1B

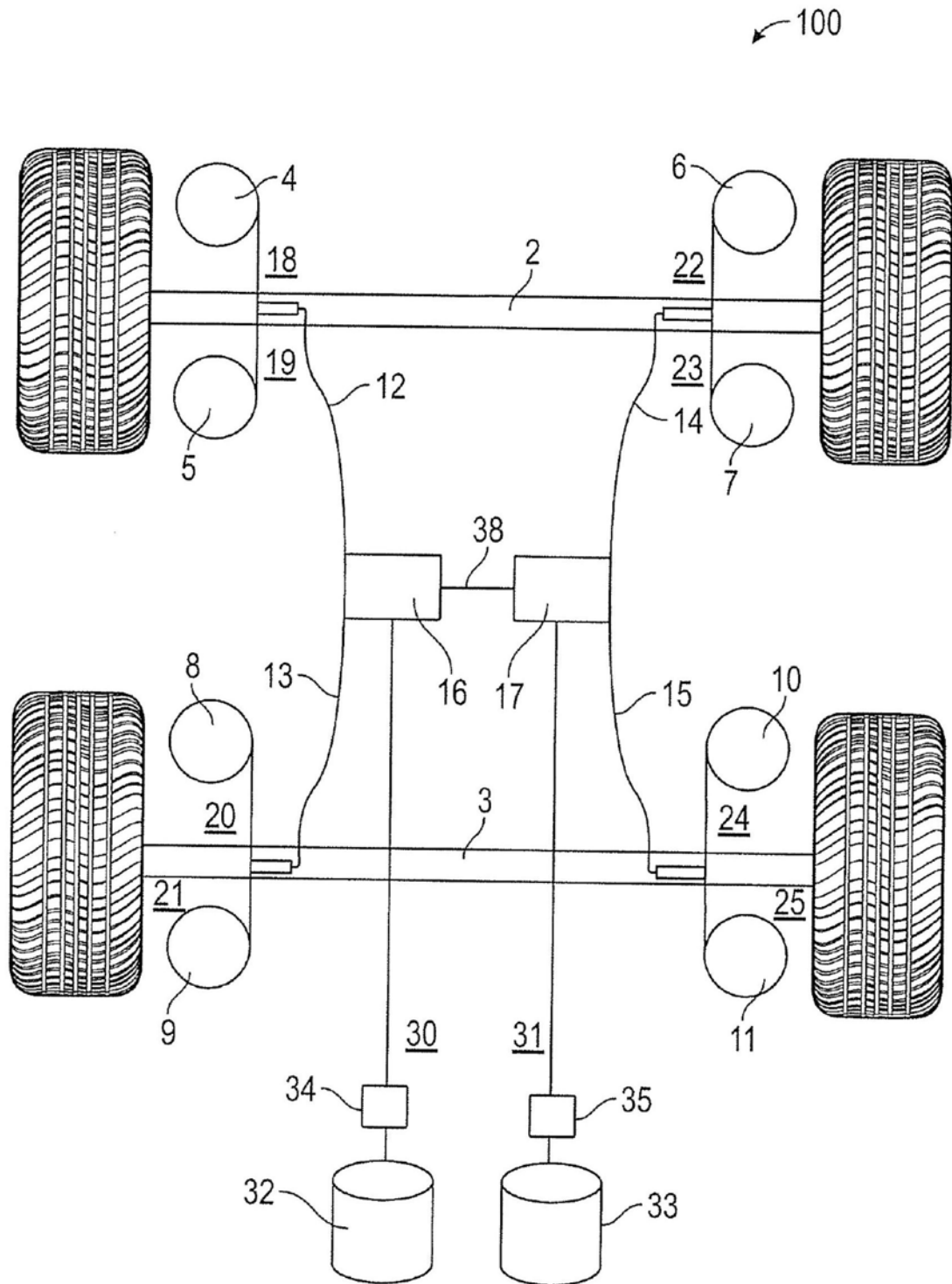


图1C

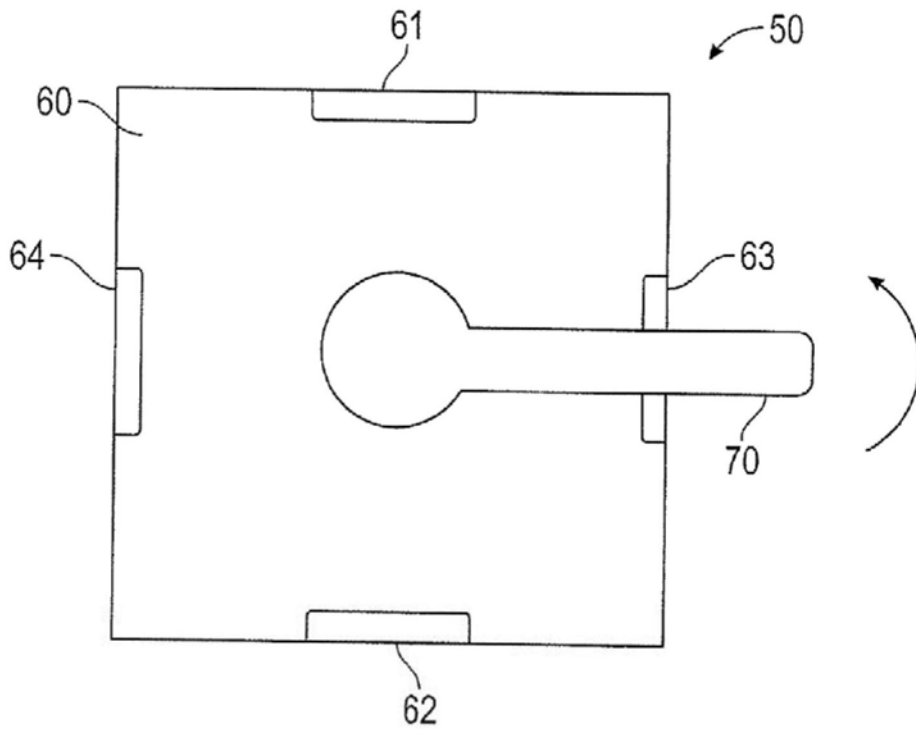


图2

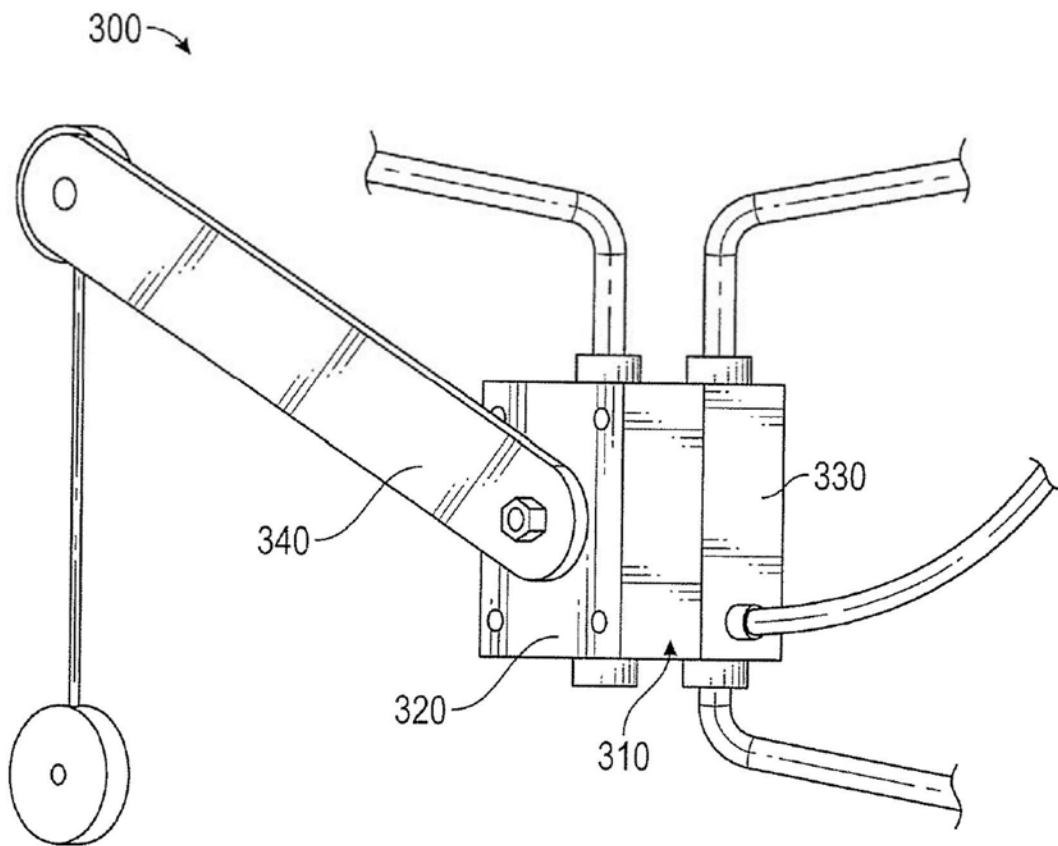


图3

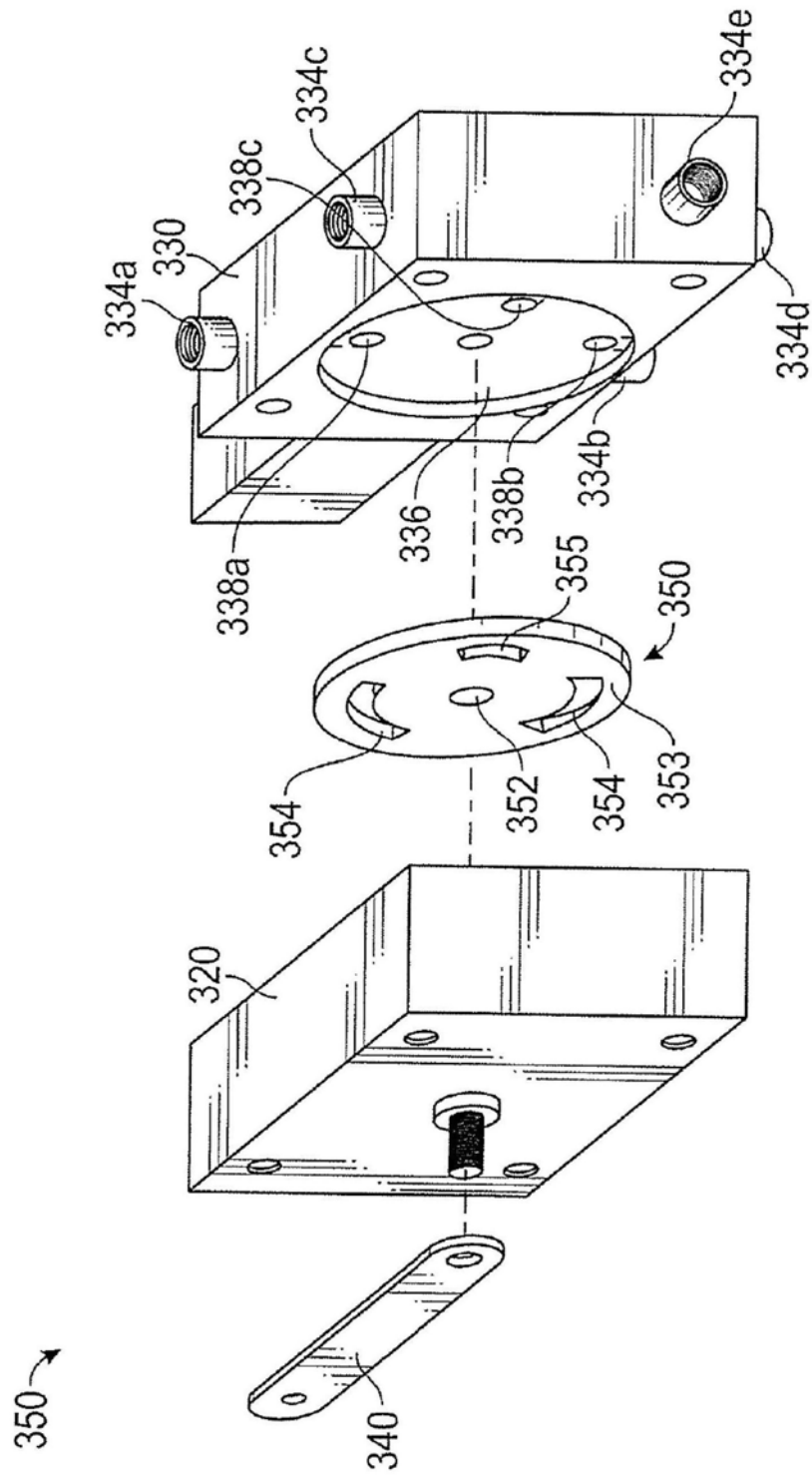


图4

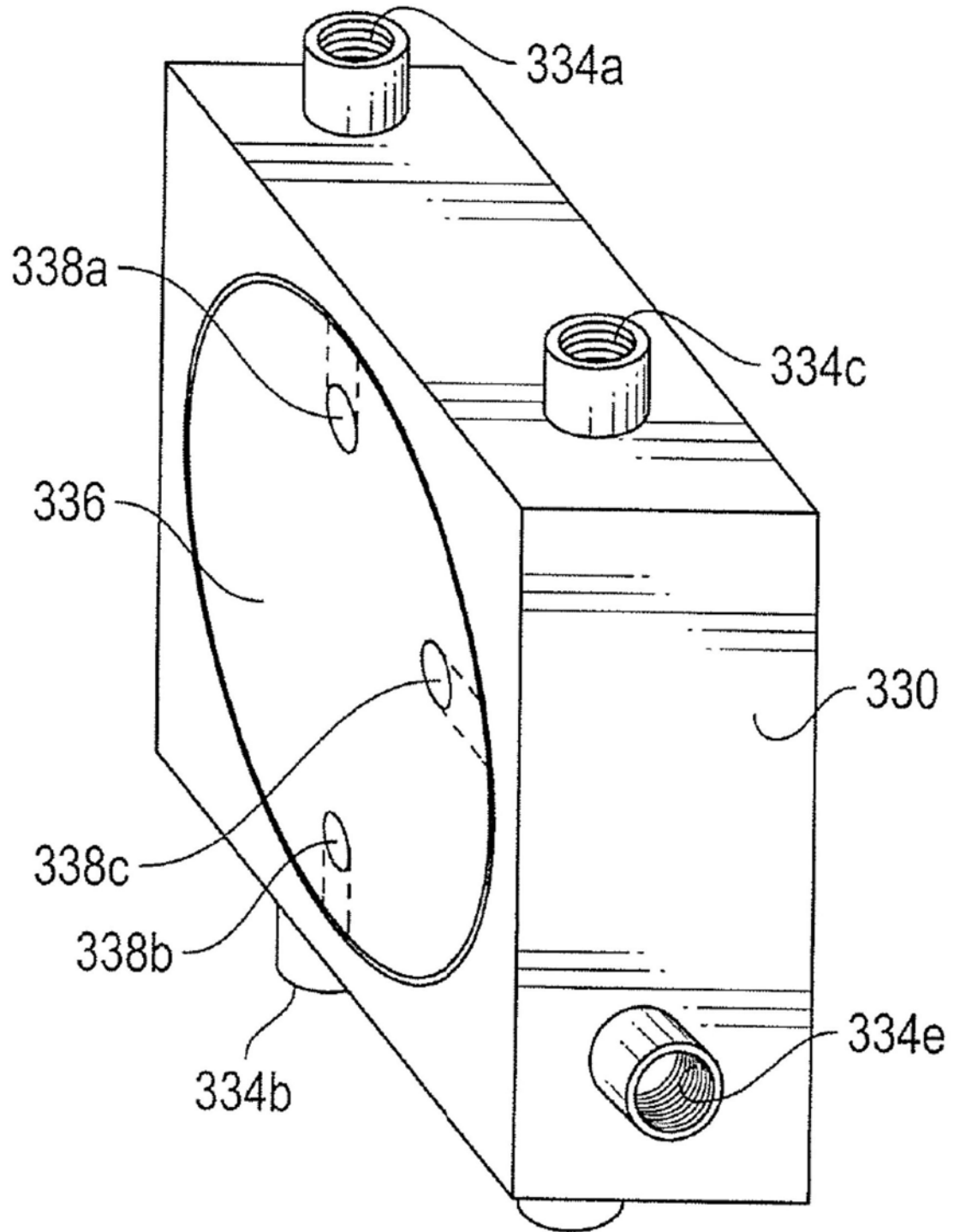


图5

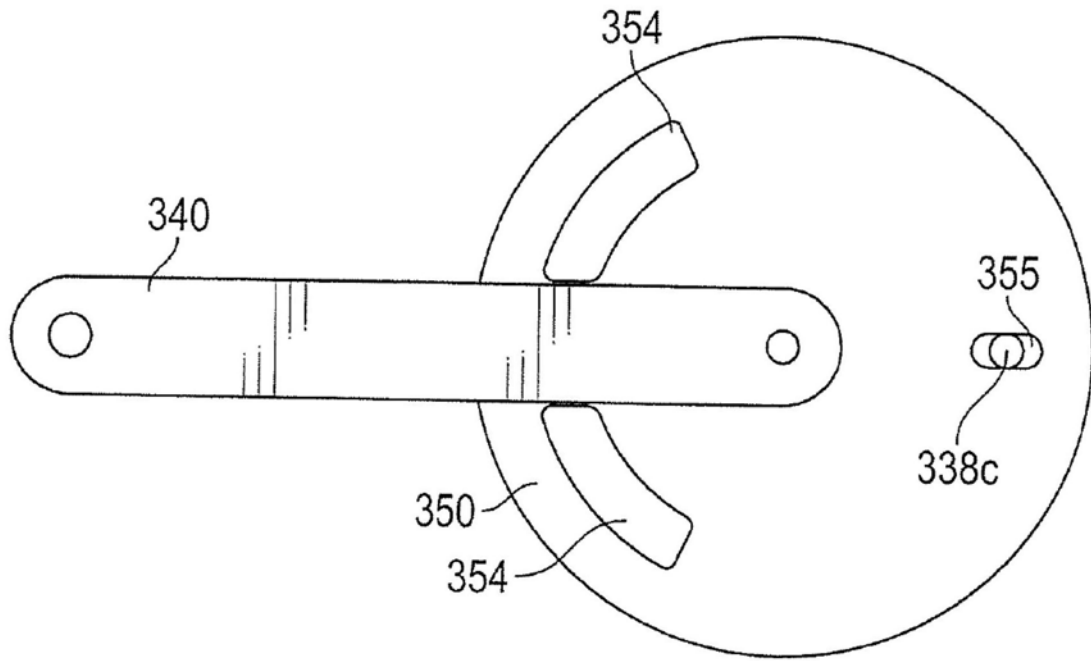


图6A

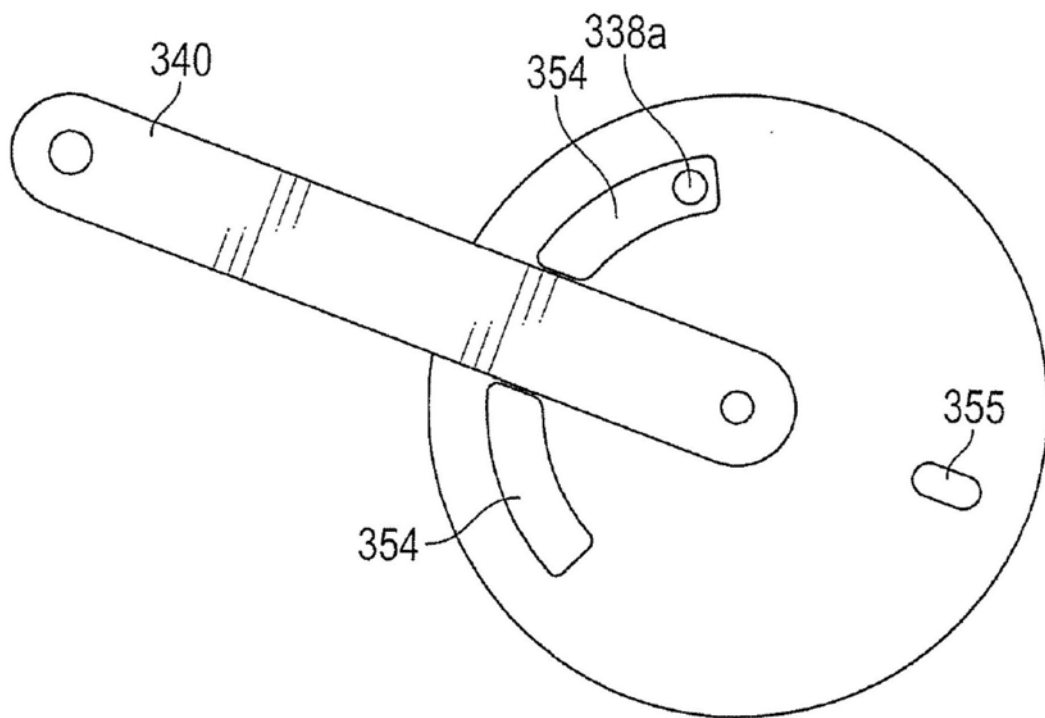


图6B

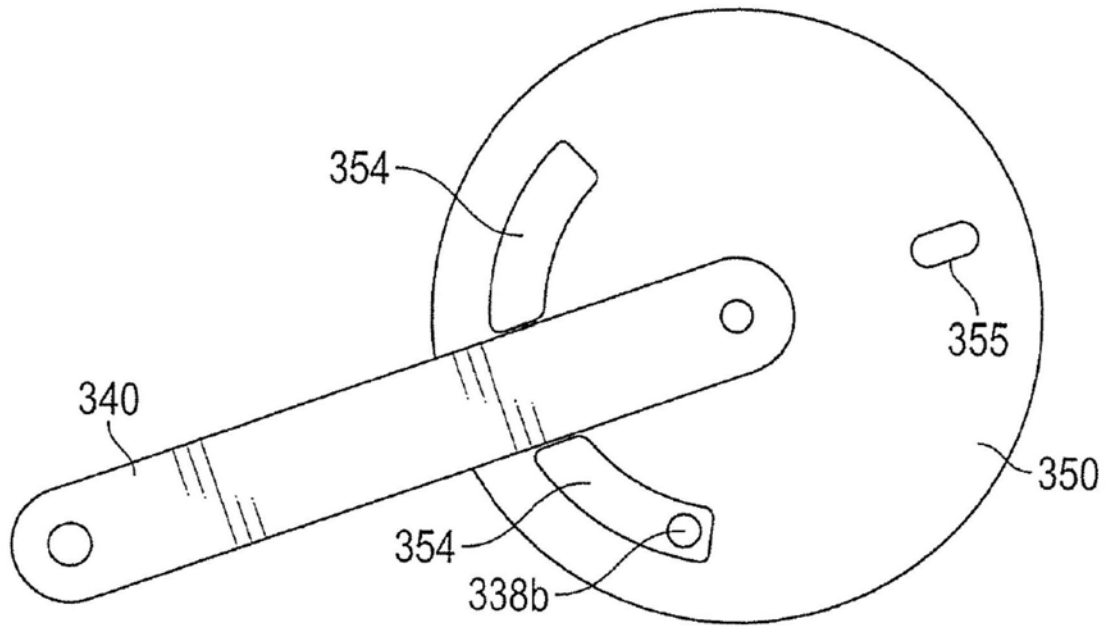


图6C

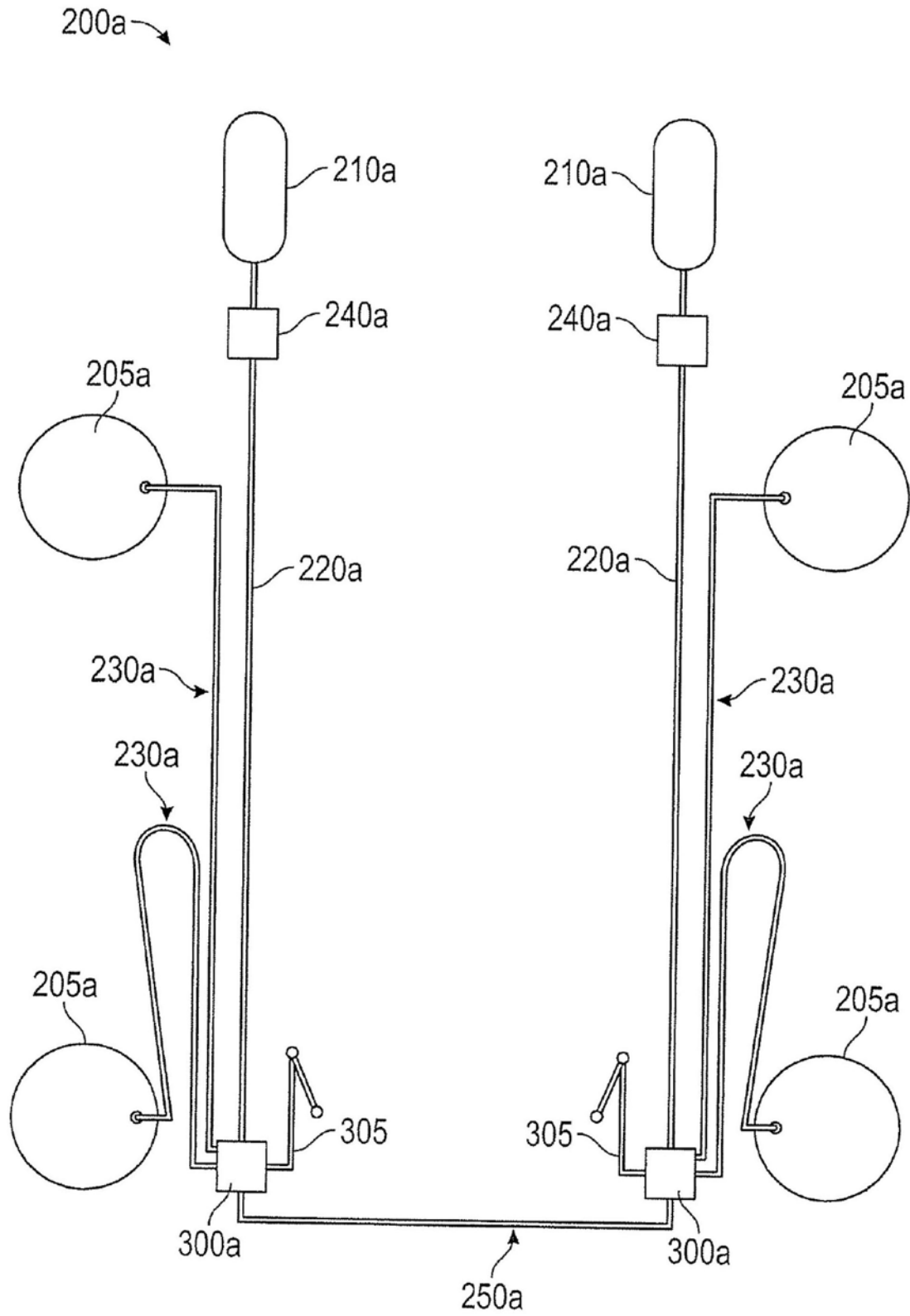


图7

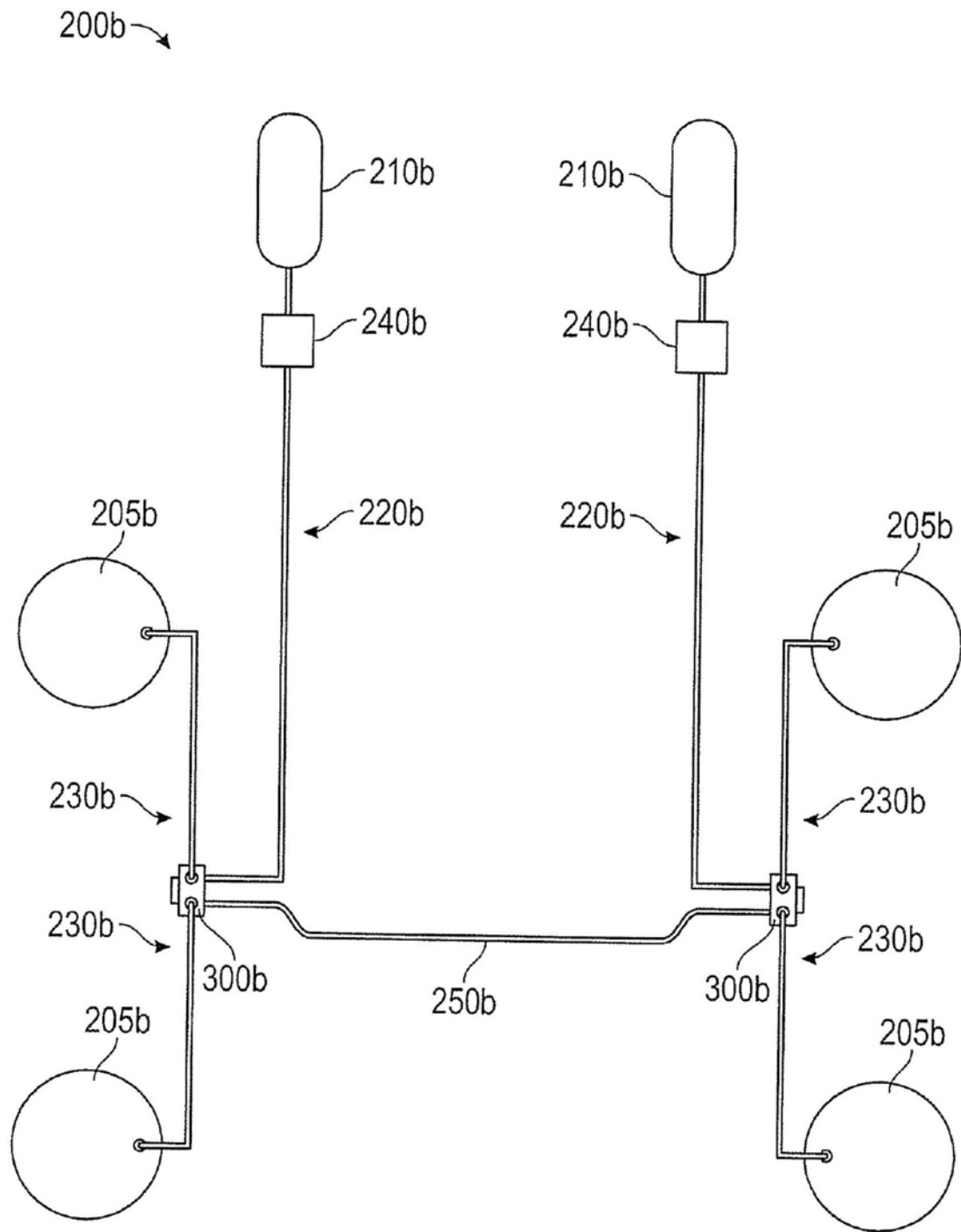


图8

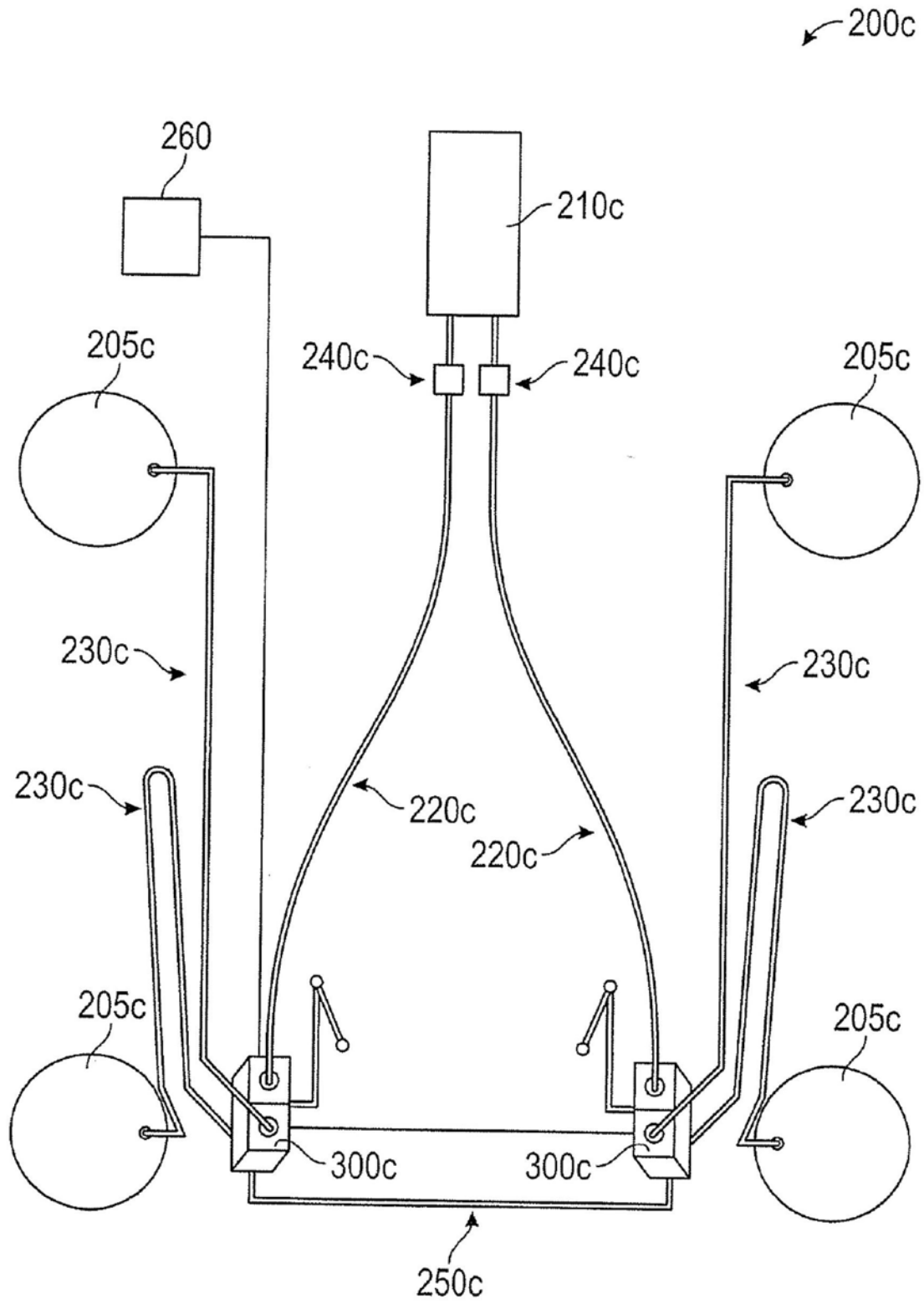


图9

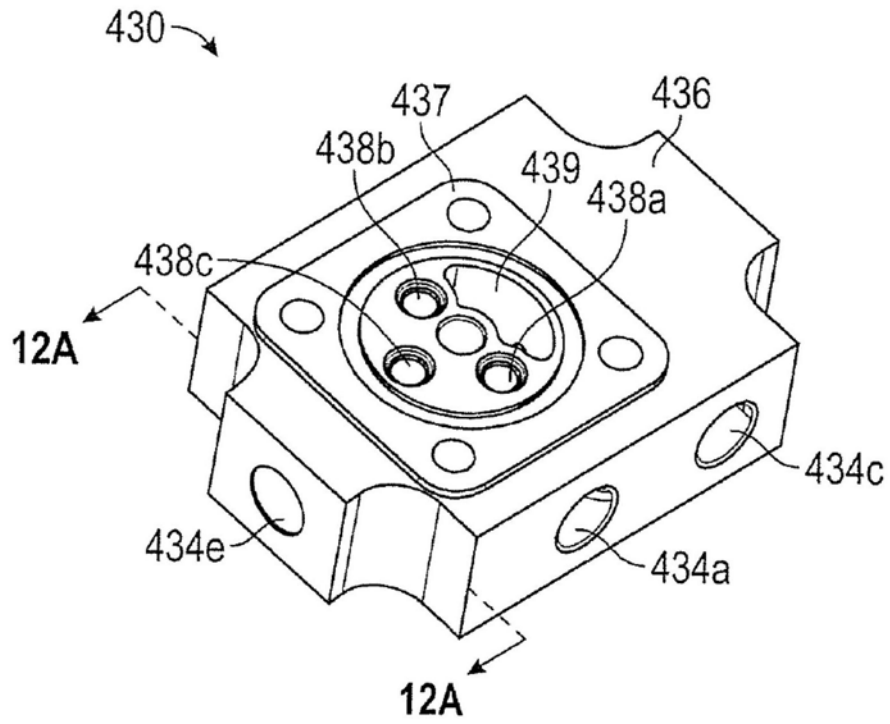


图10

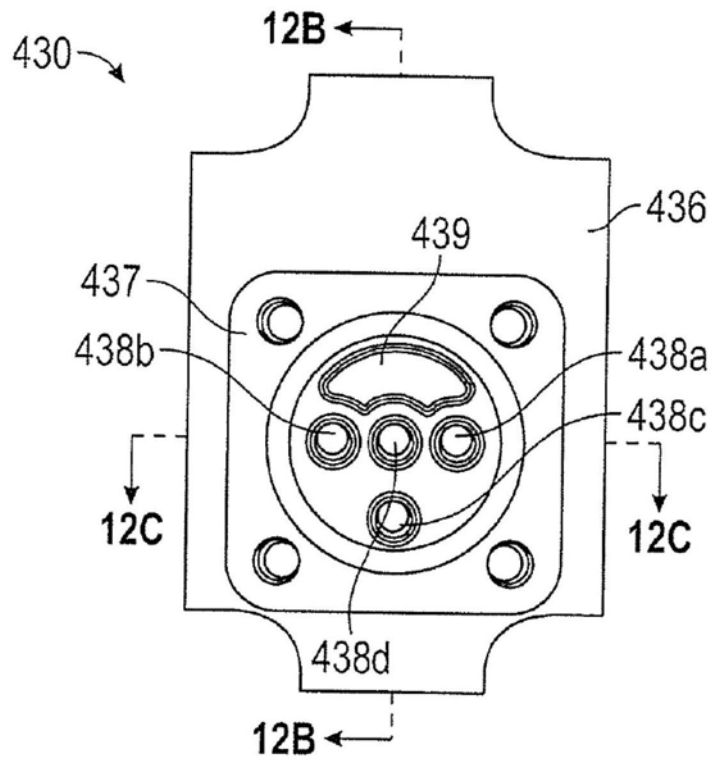


图11

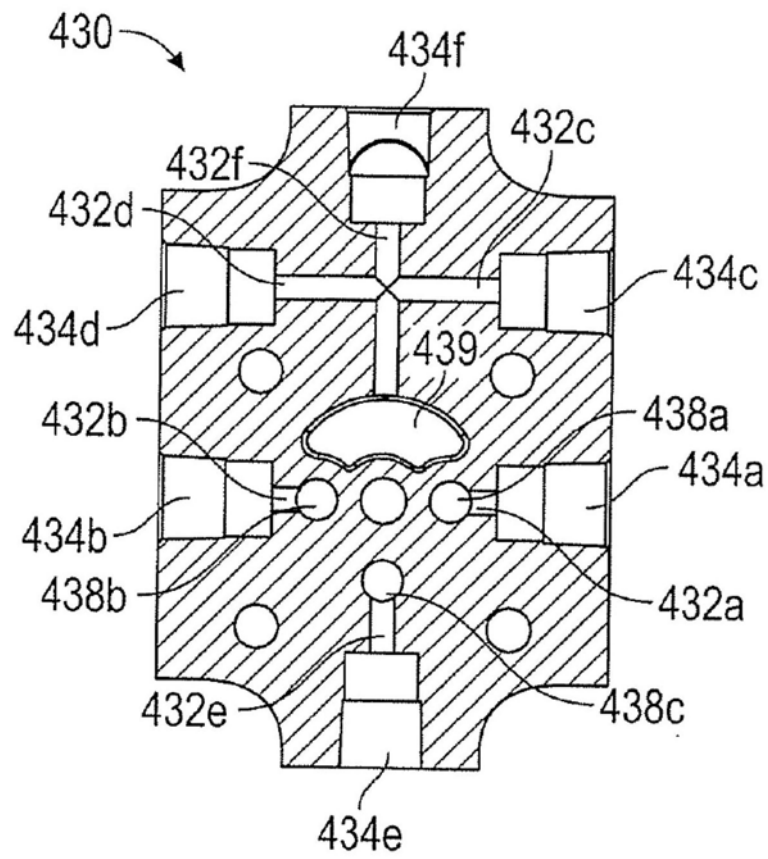


图12A

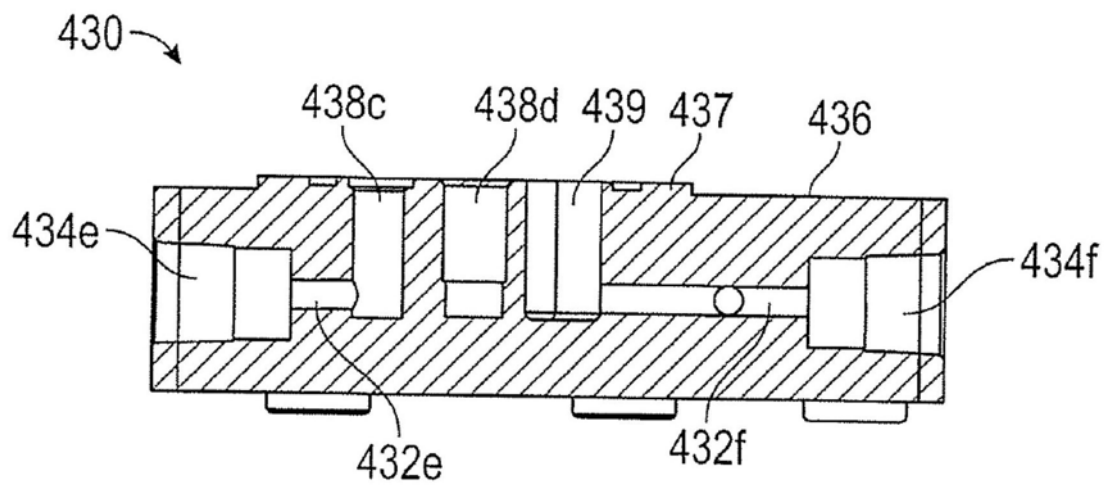


图12B

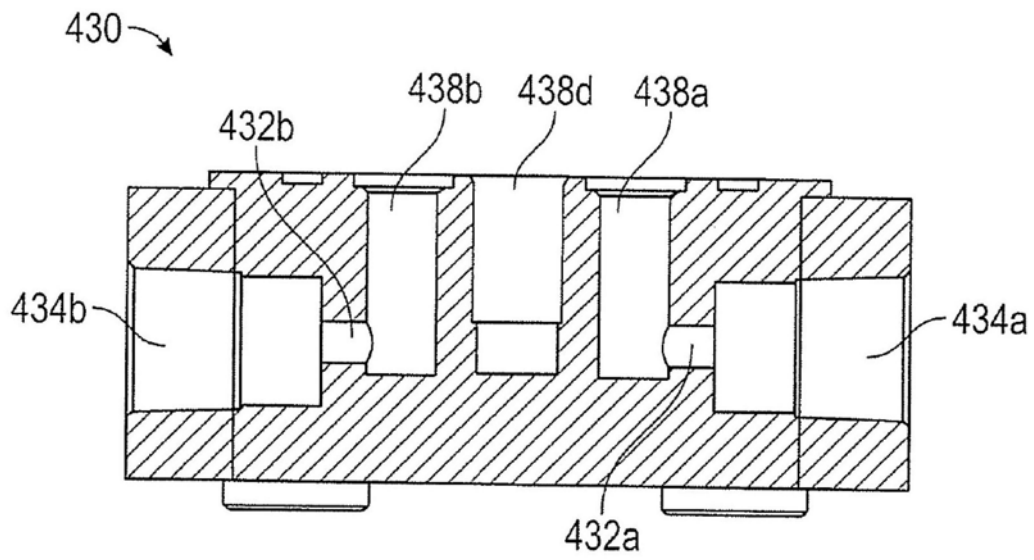


图12C

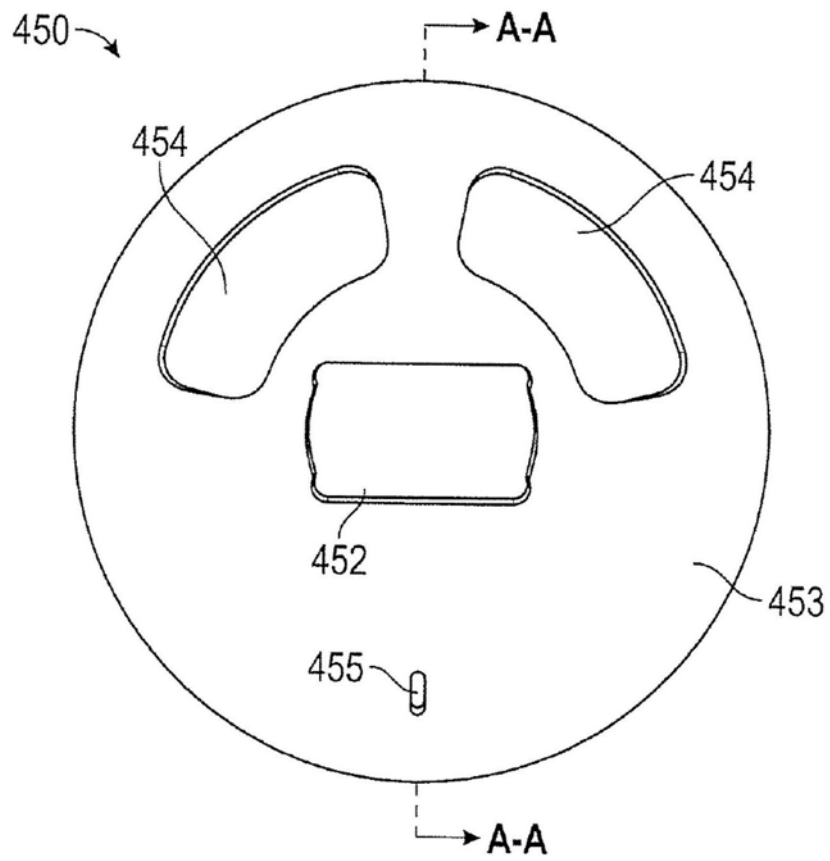


图13

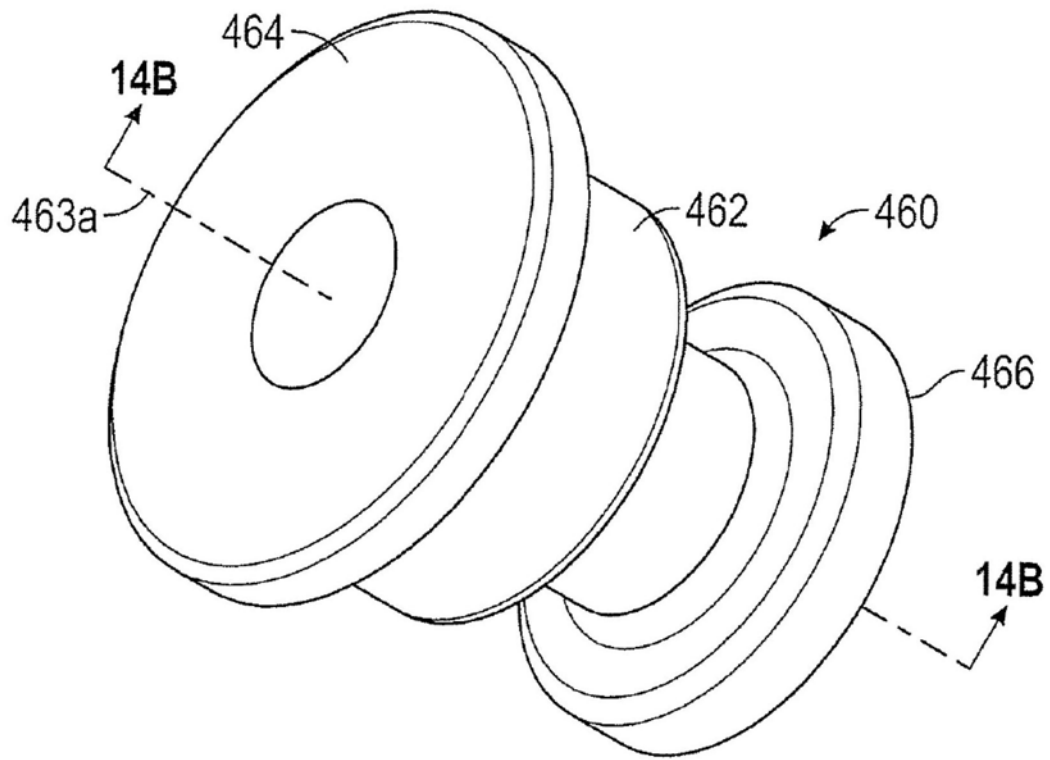


图14A

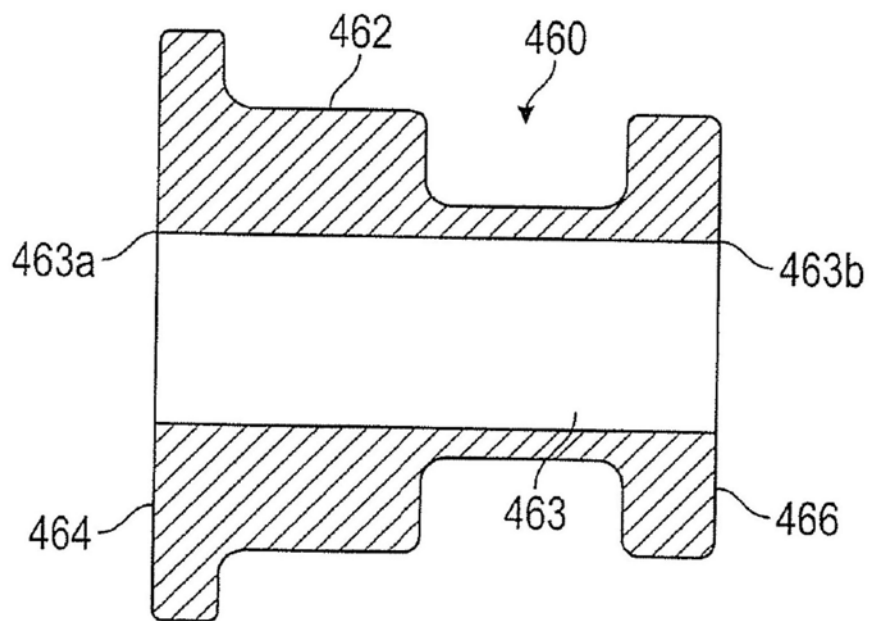


图14B

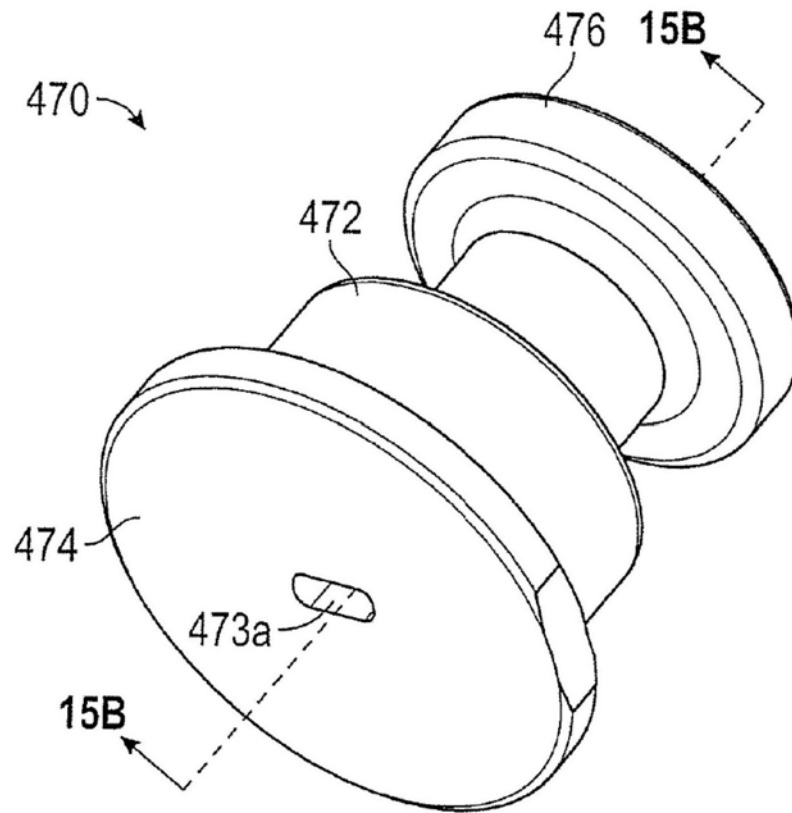


图15A

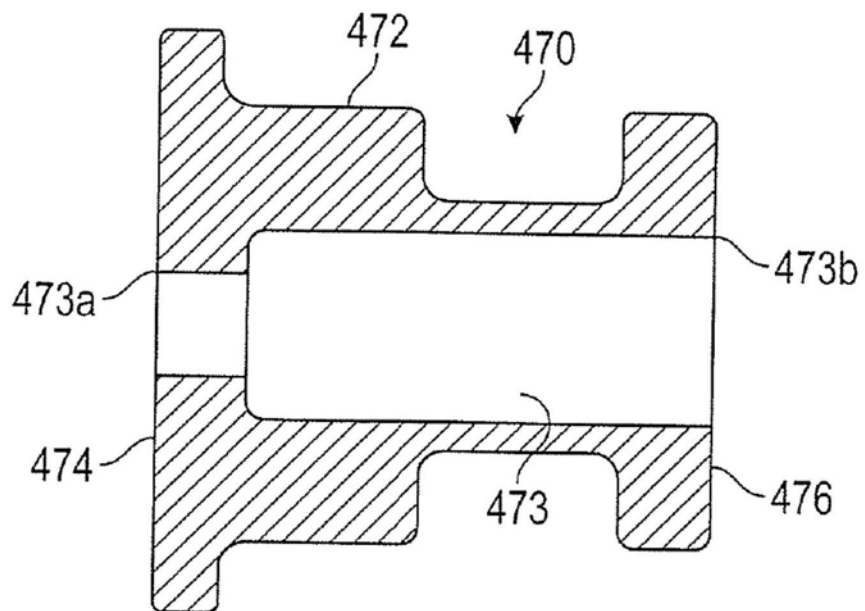


图15B

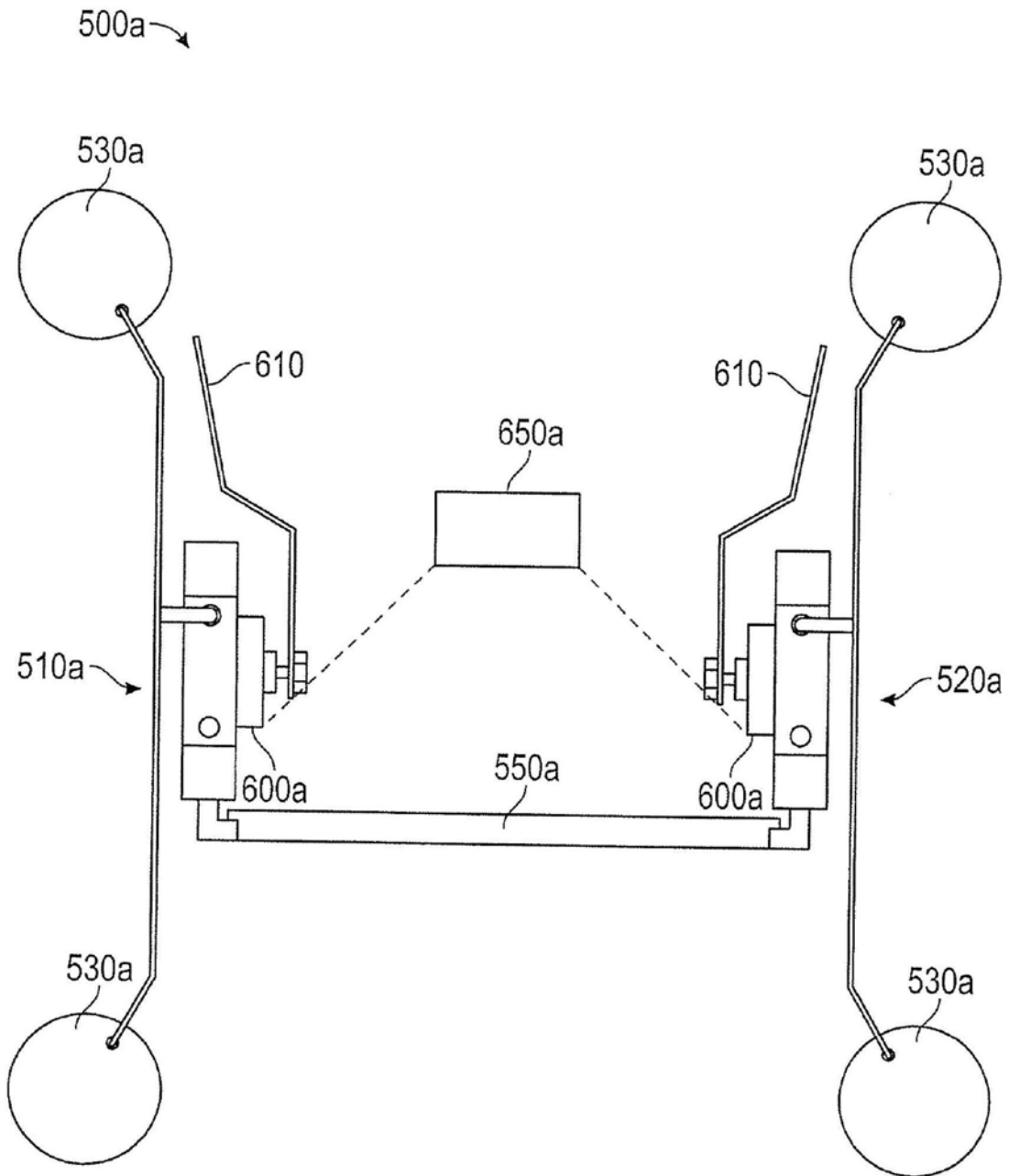


图16

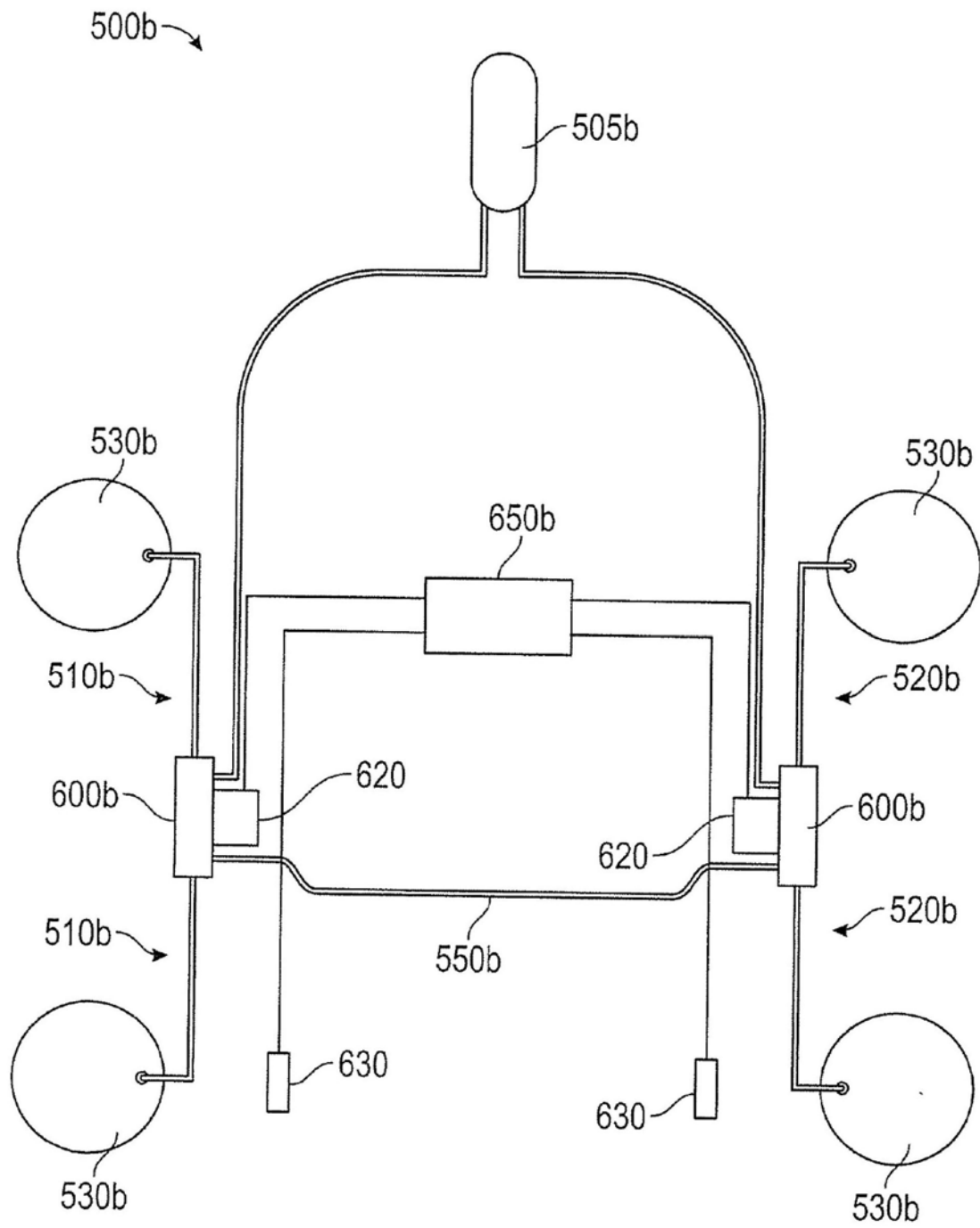


图17

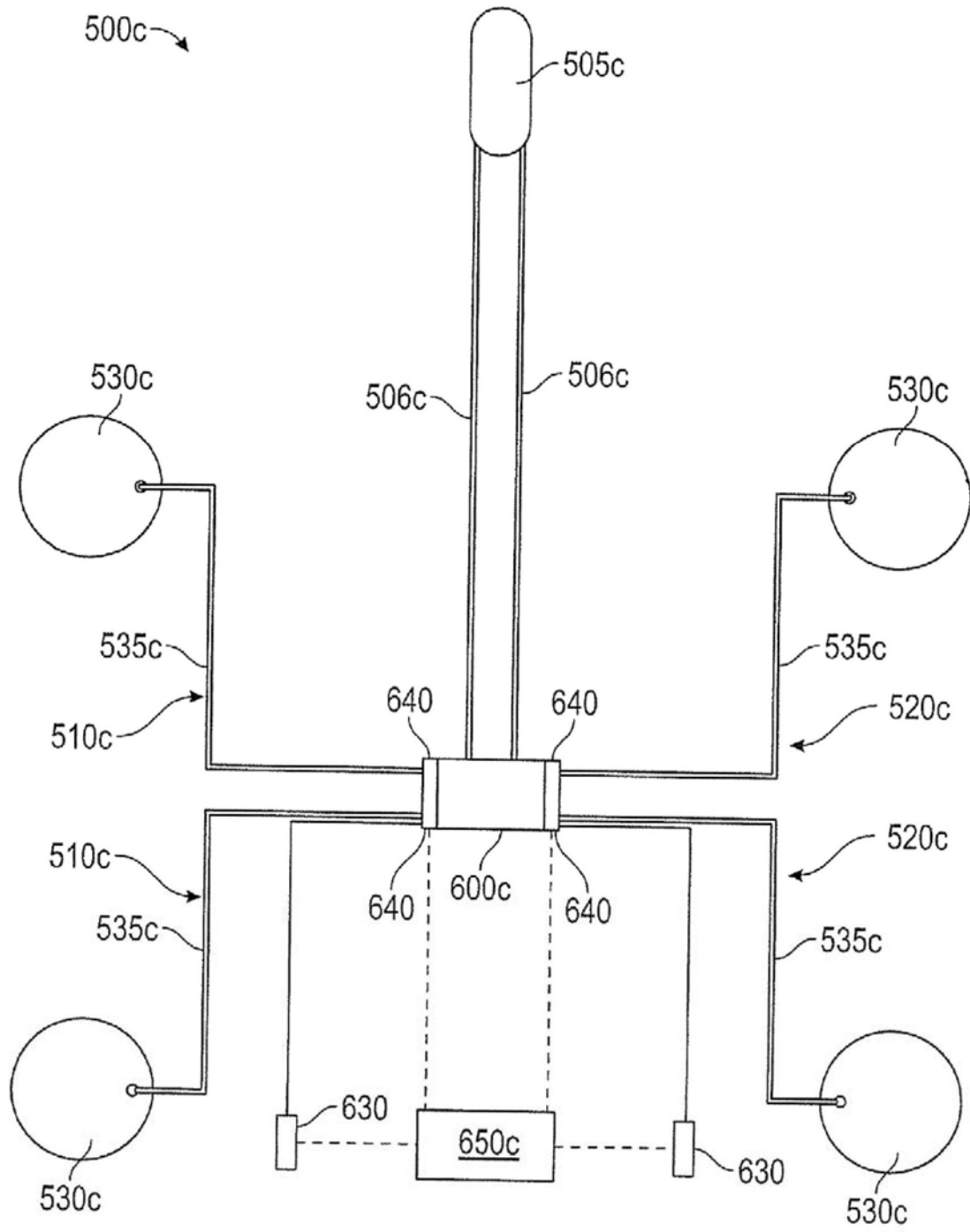


图18

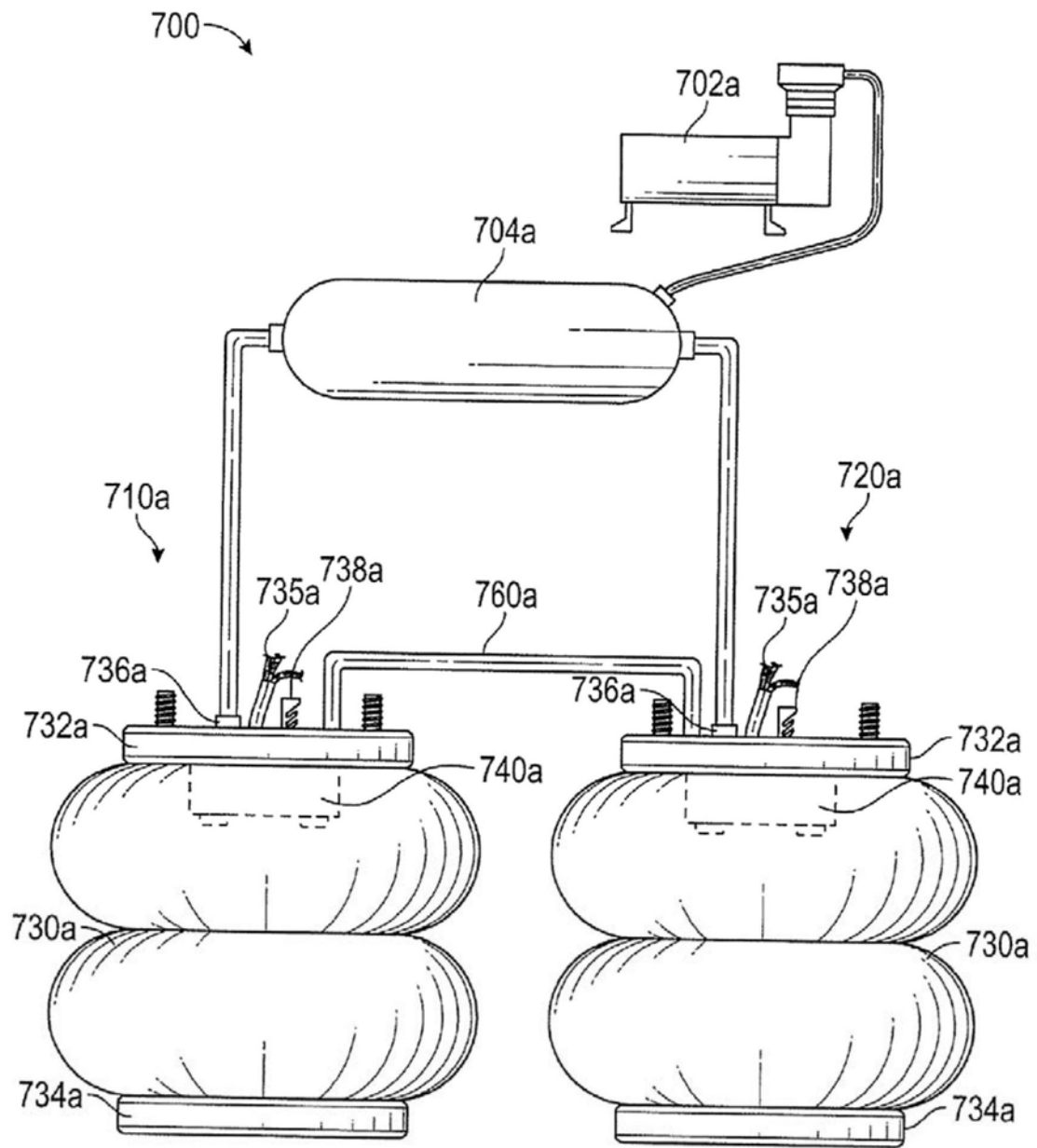


图19

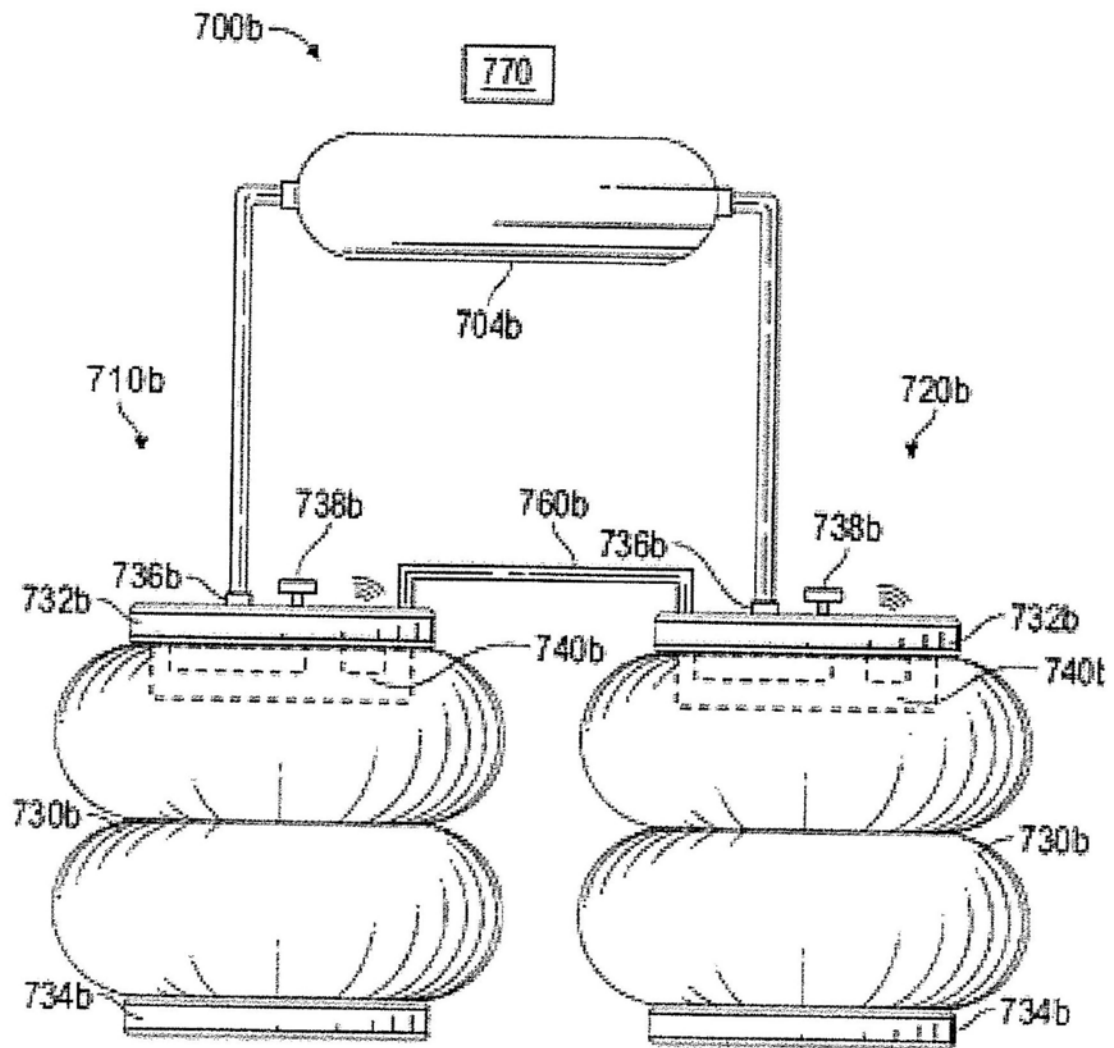


图20

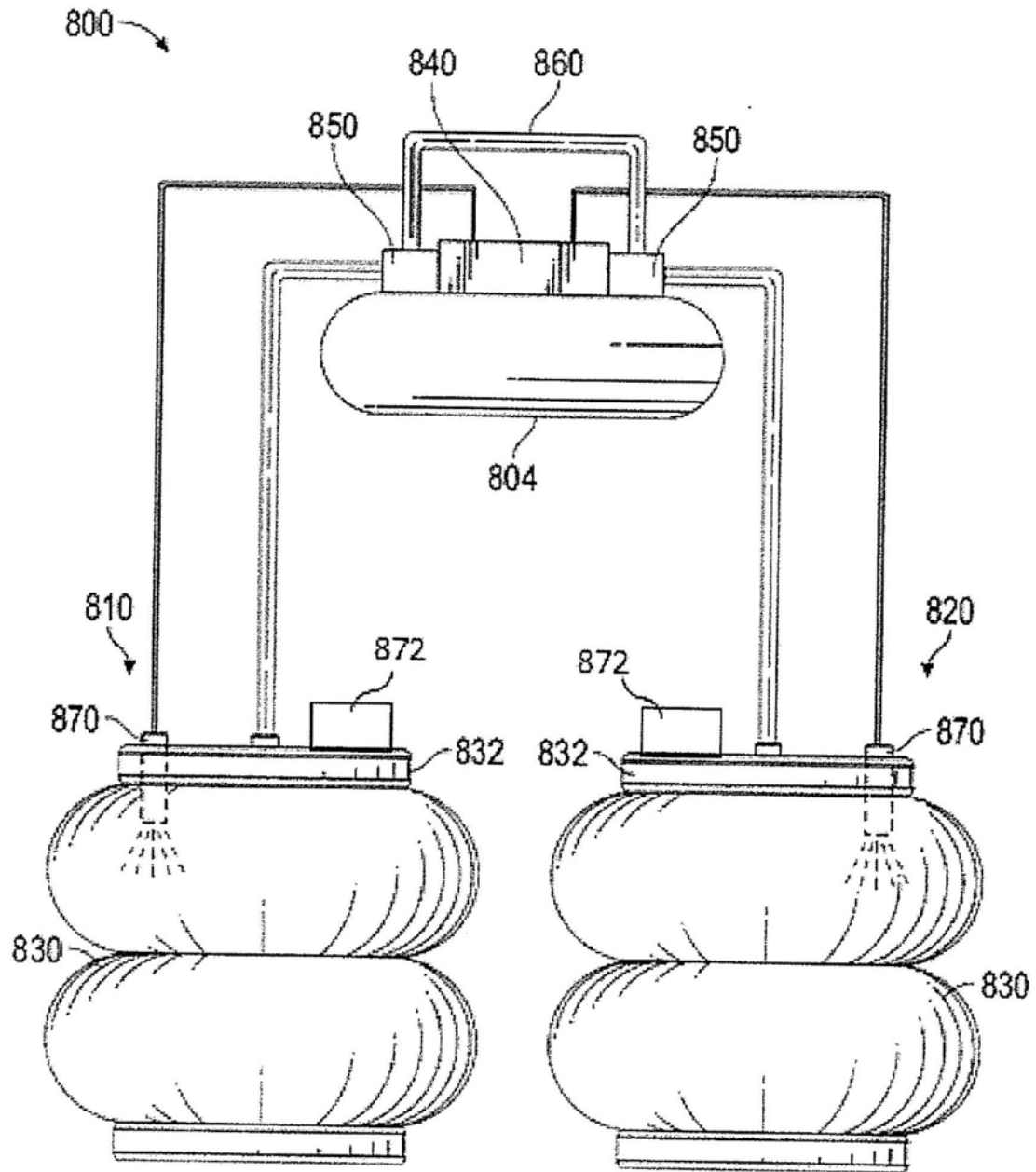


图21A

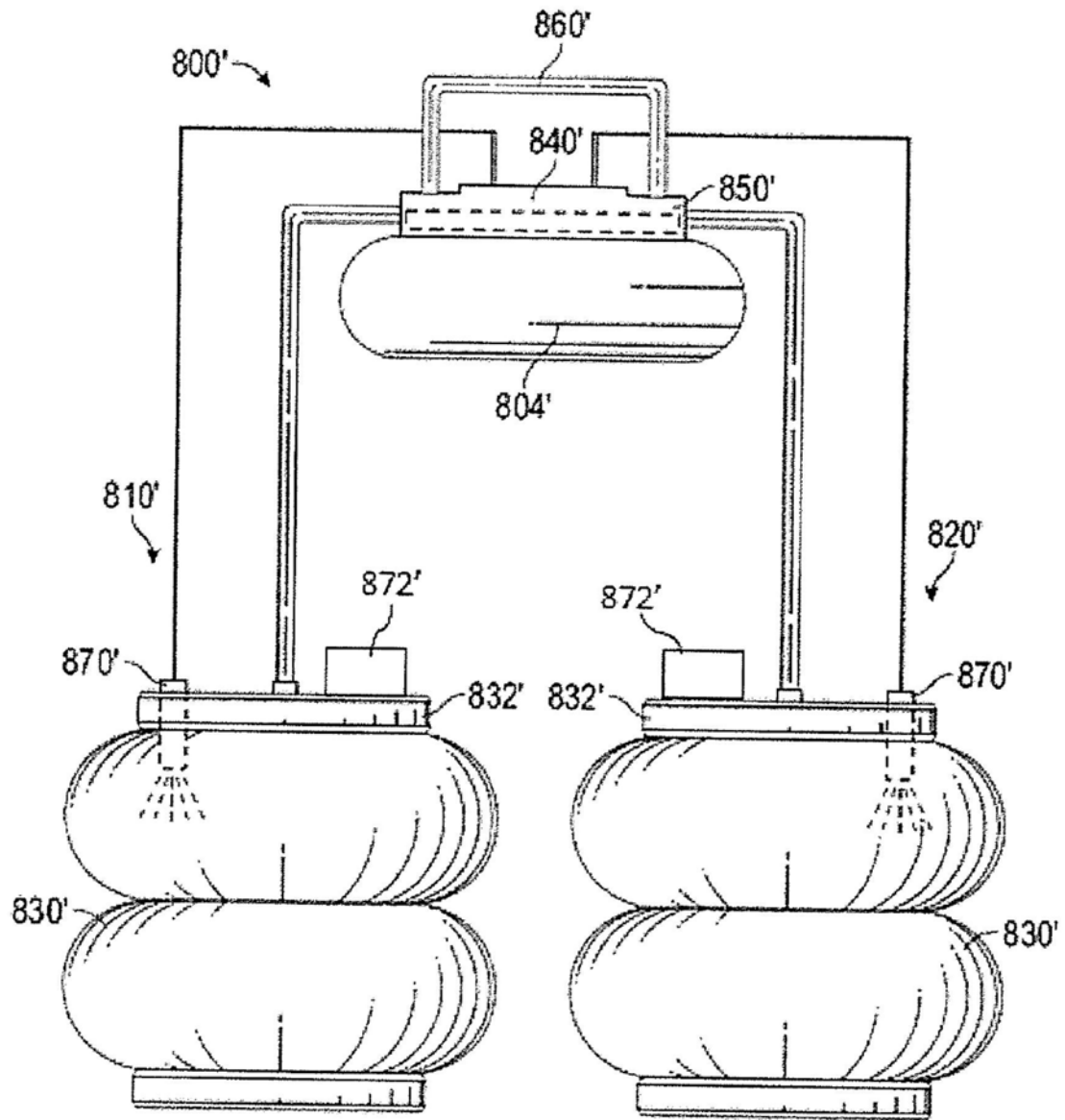


图21B

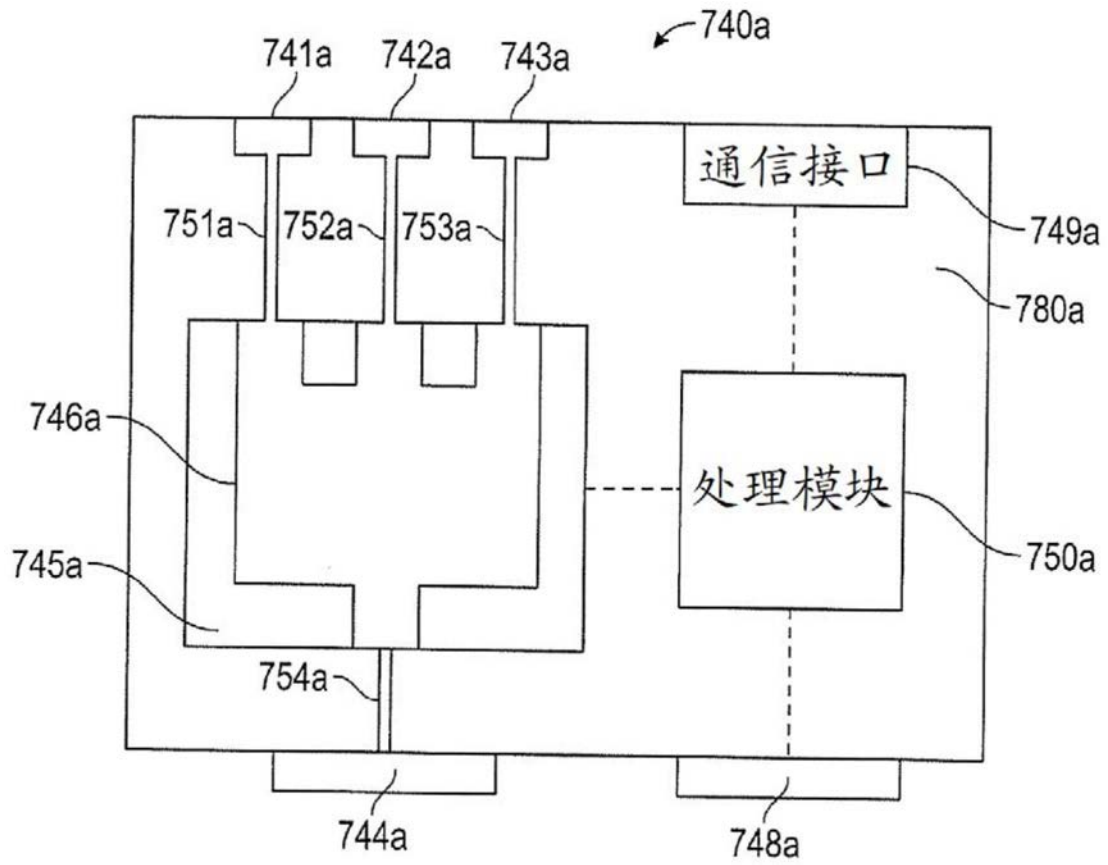


图22

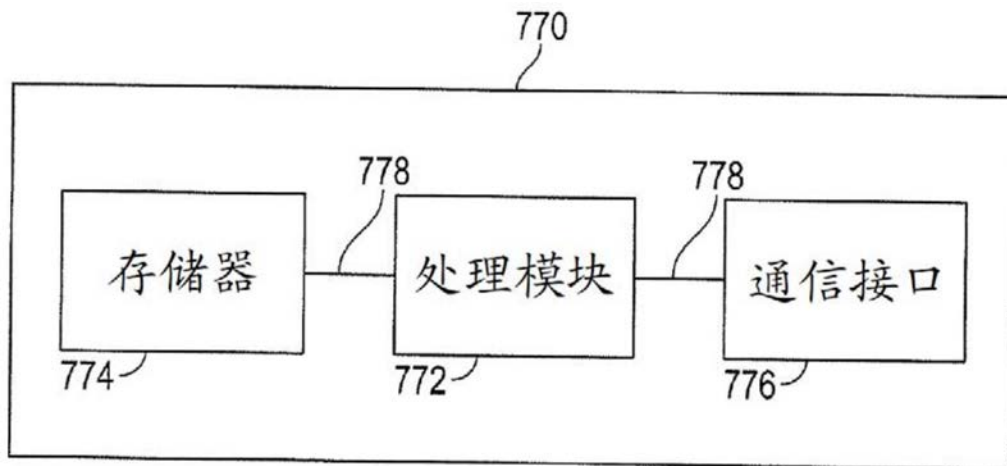


图23

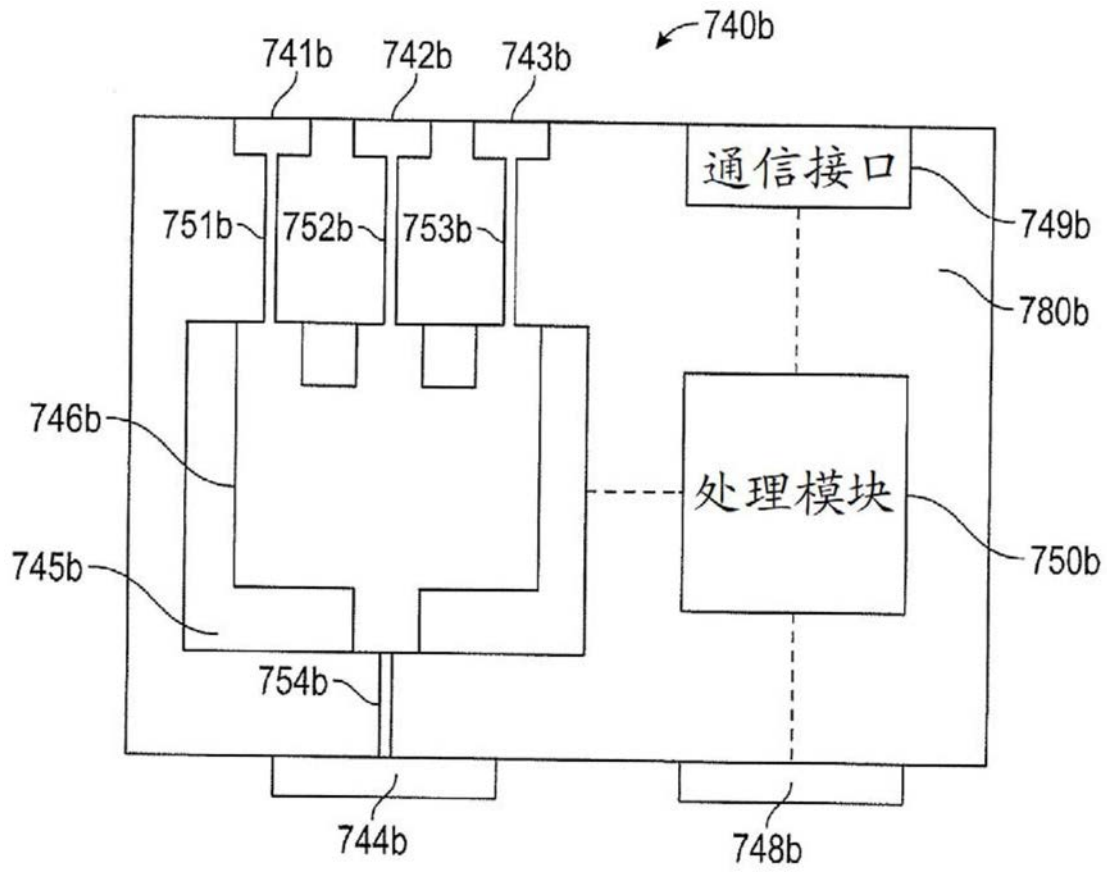


图24

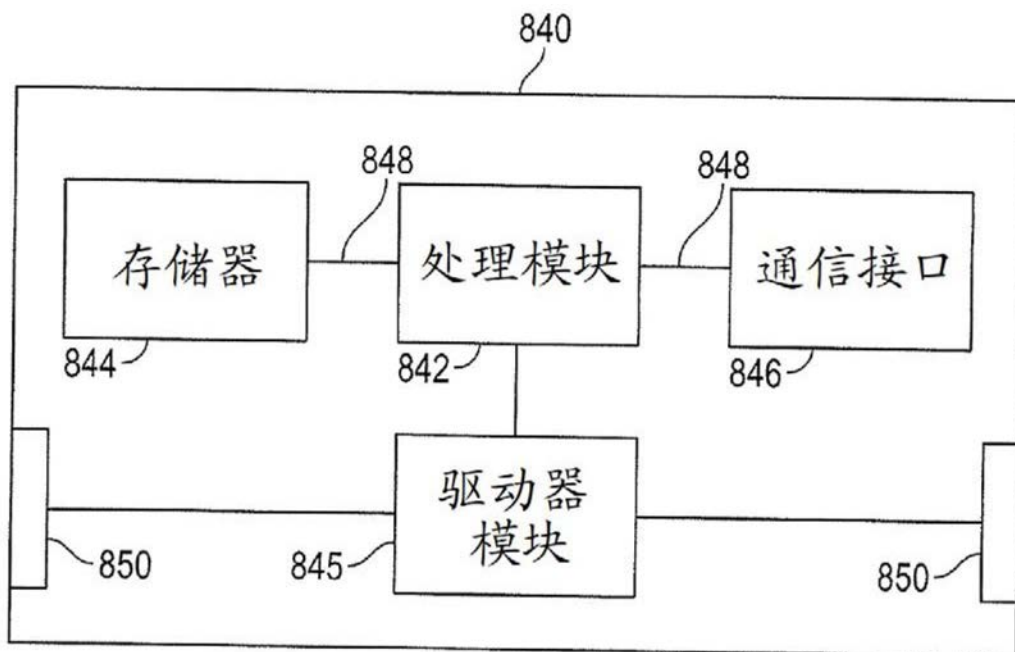


图25

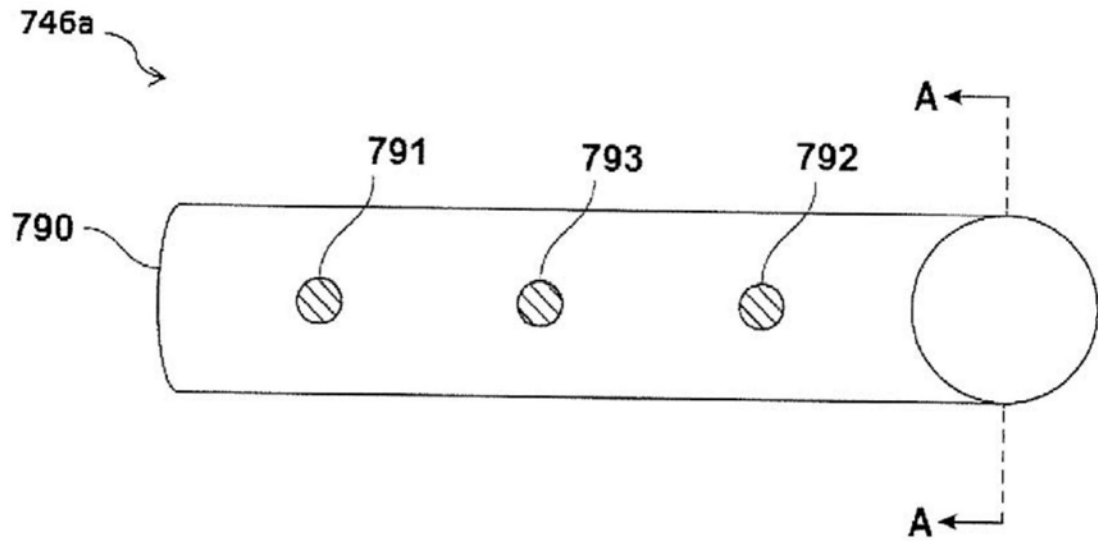


图26A

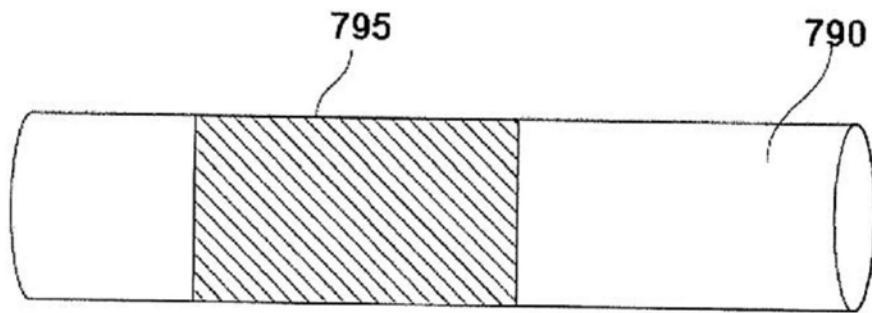


图26B

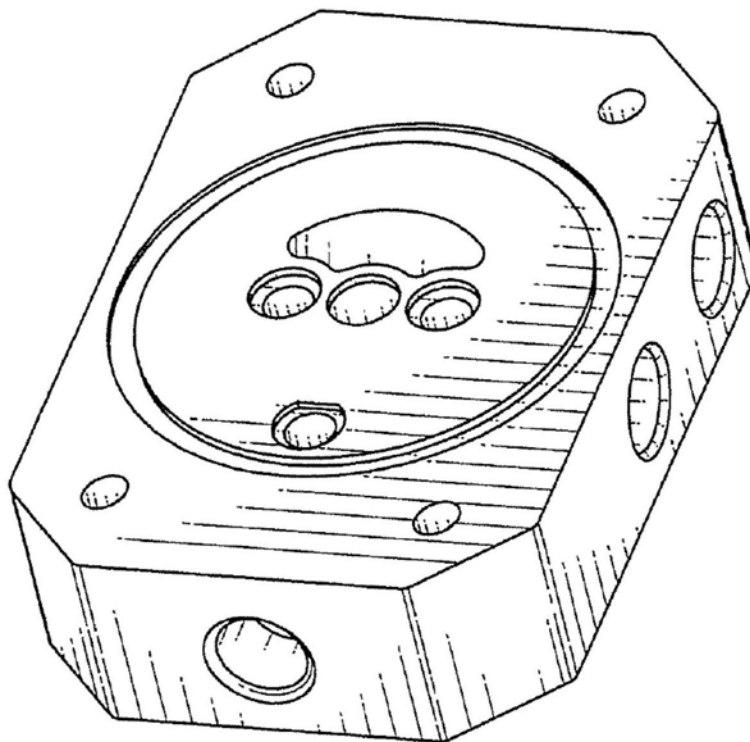


图27

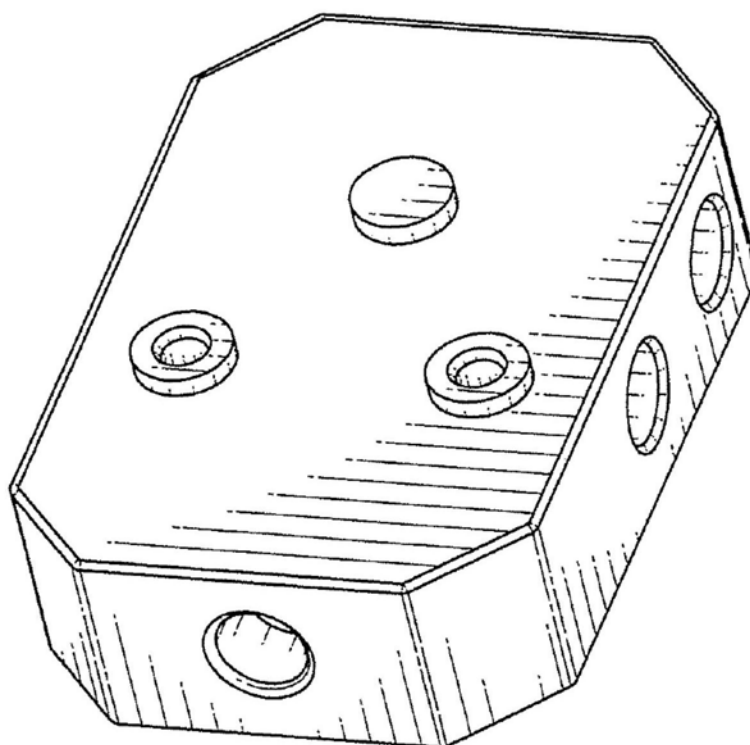


图28

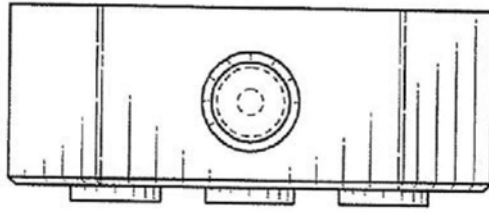


图29

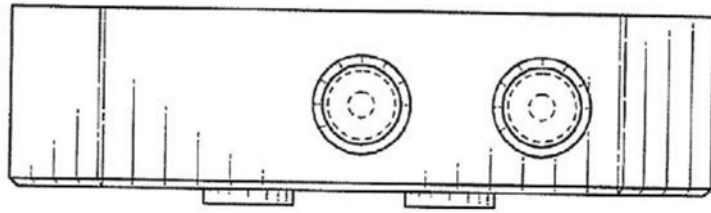


图30

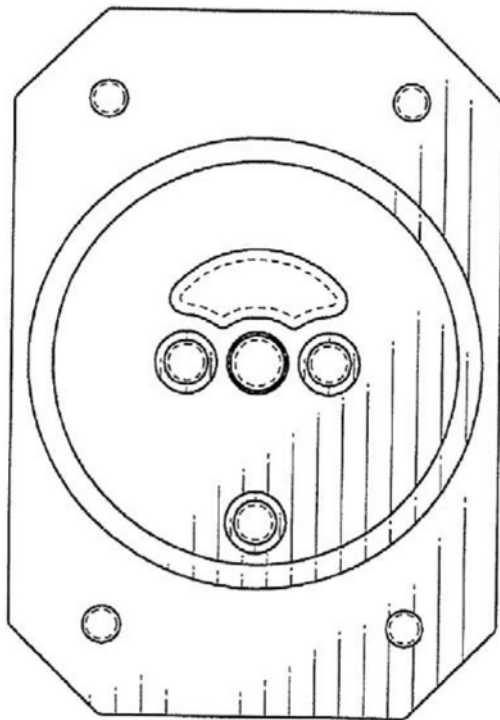


图31

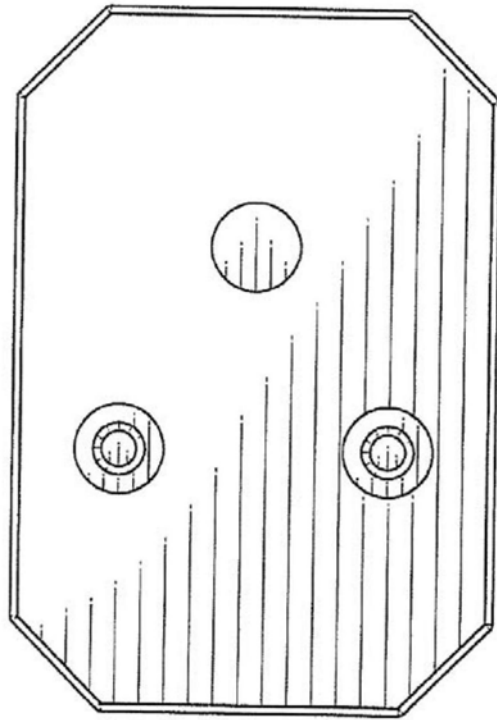


图32

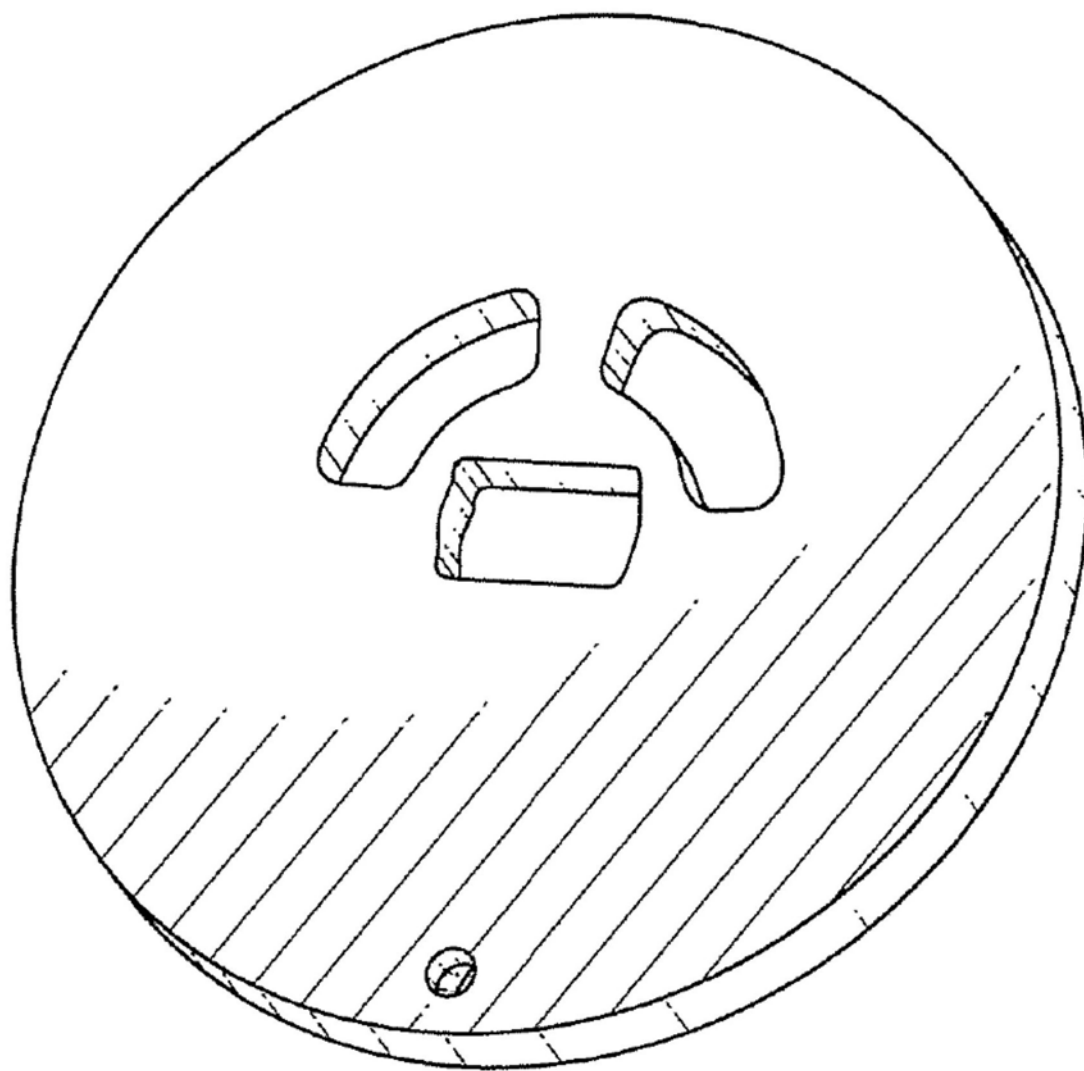


图33

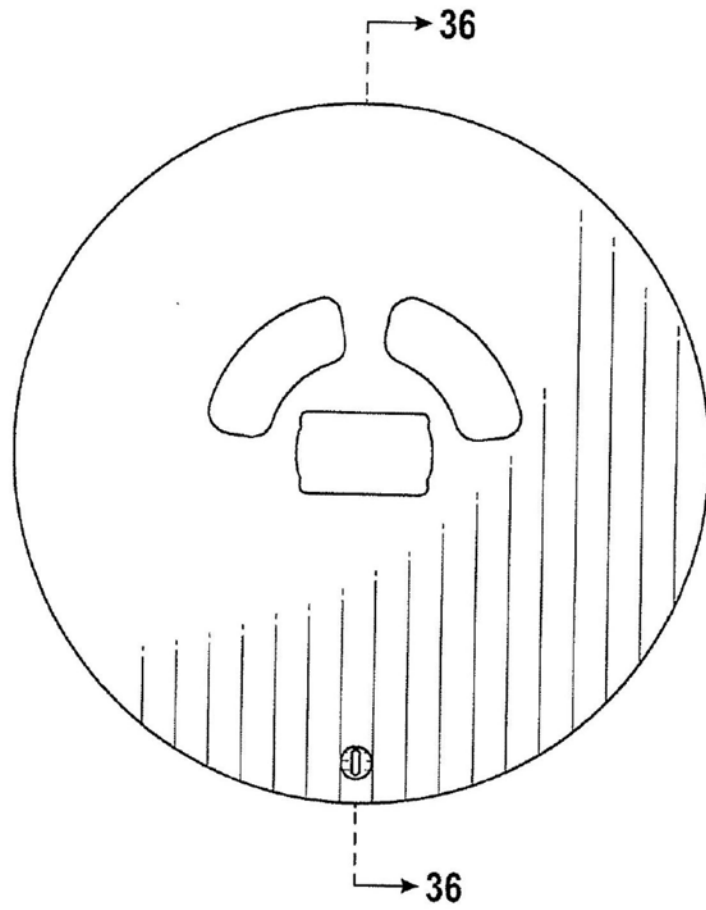


图34

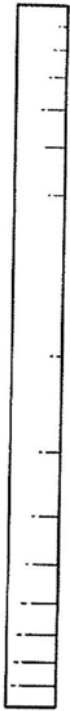


图35



图36

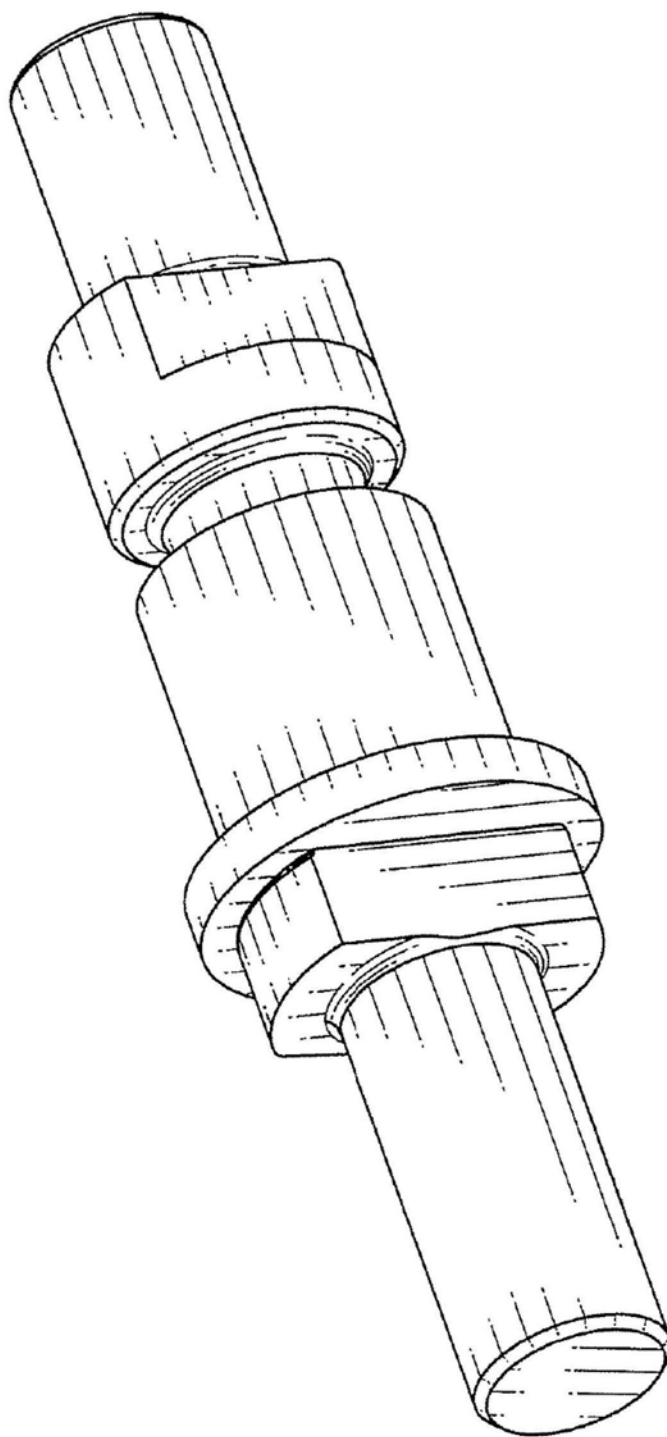


图37

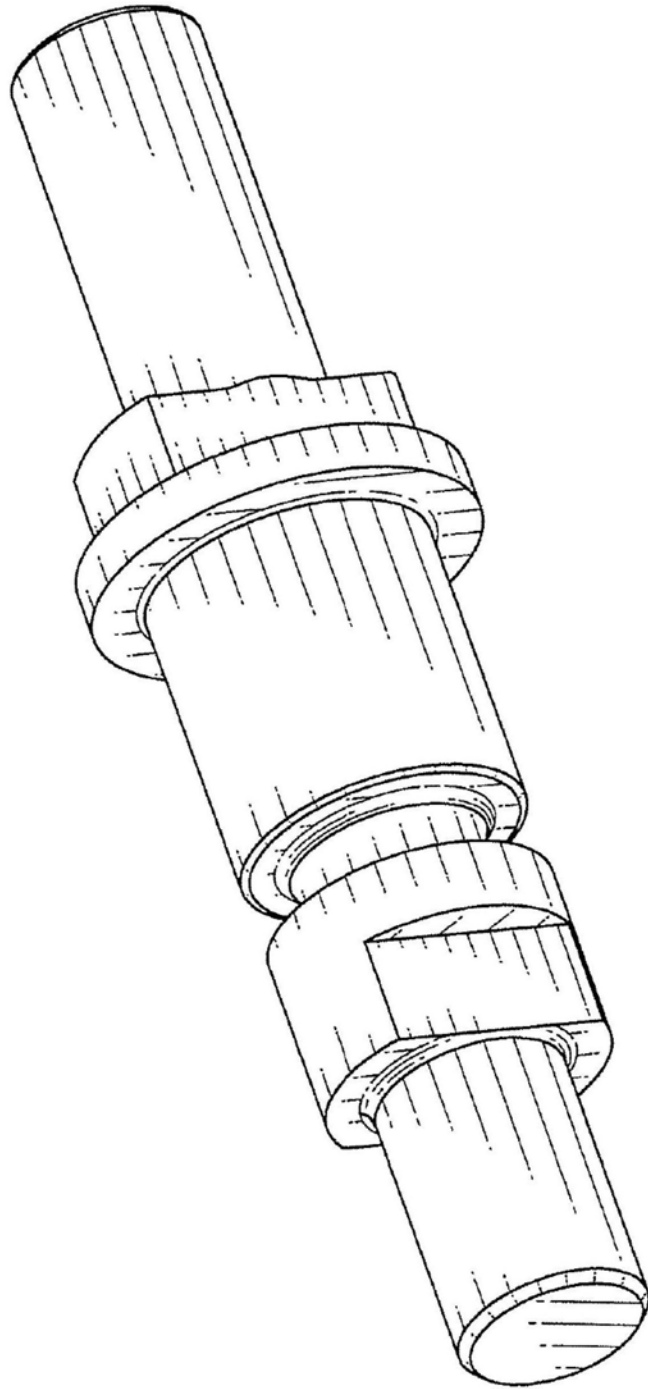


图38

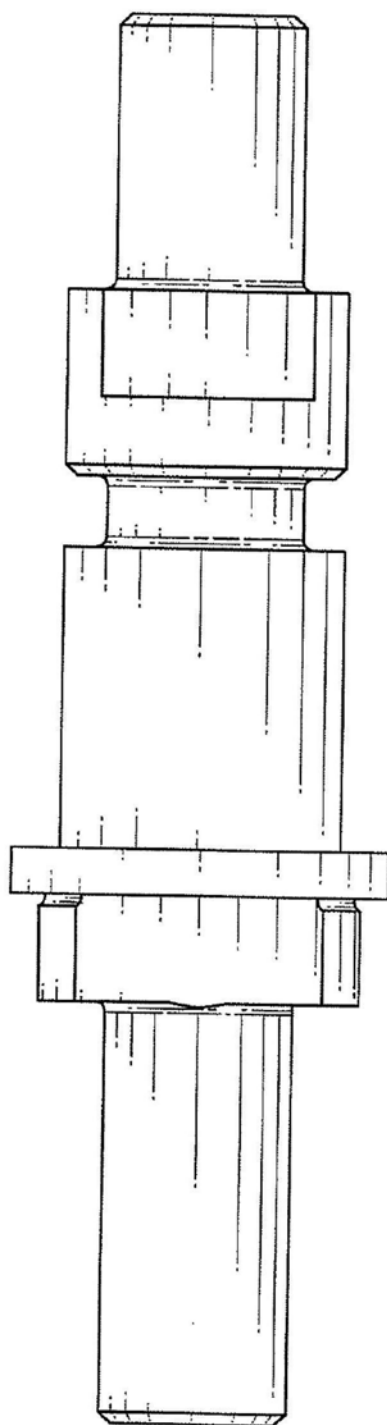


图39

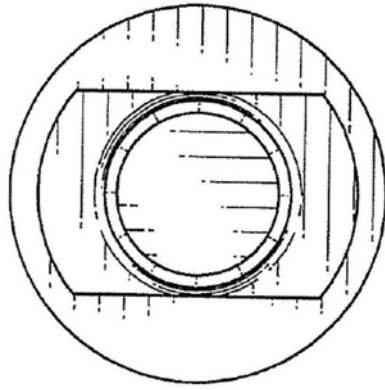


图40

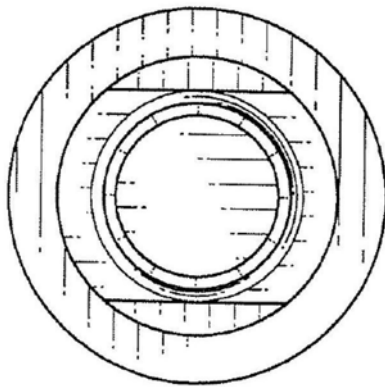


图41

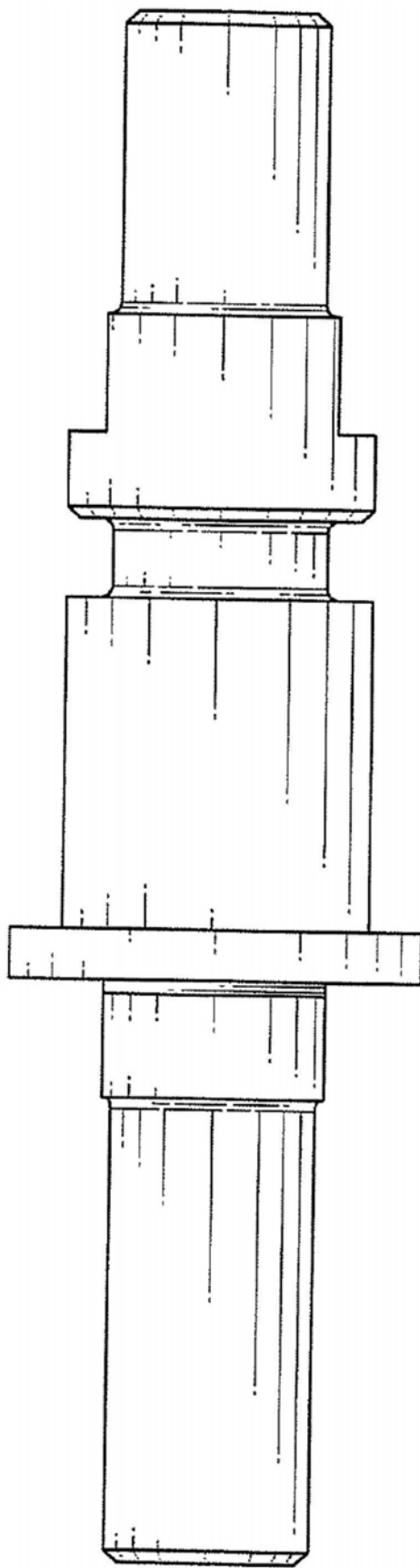


图42

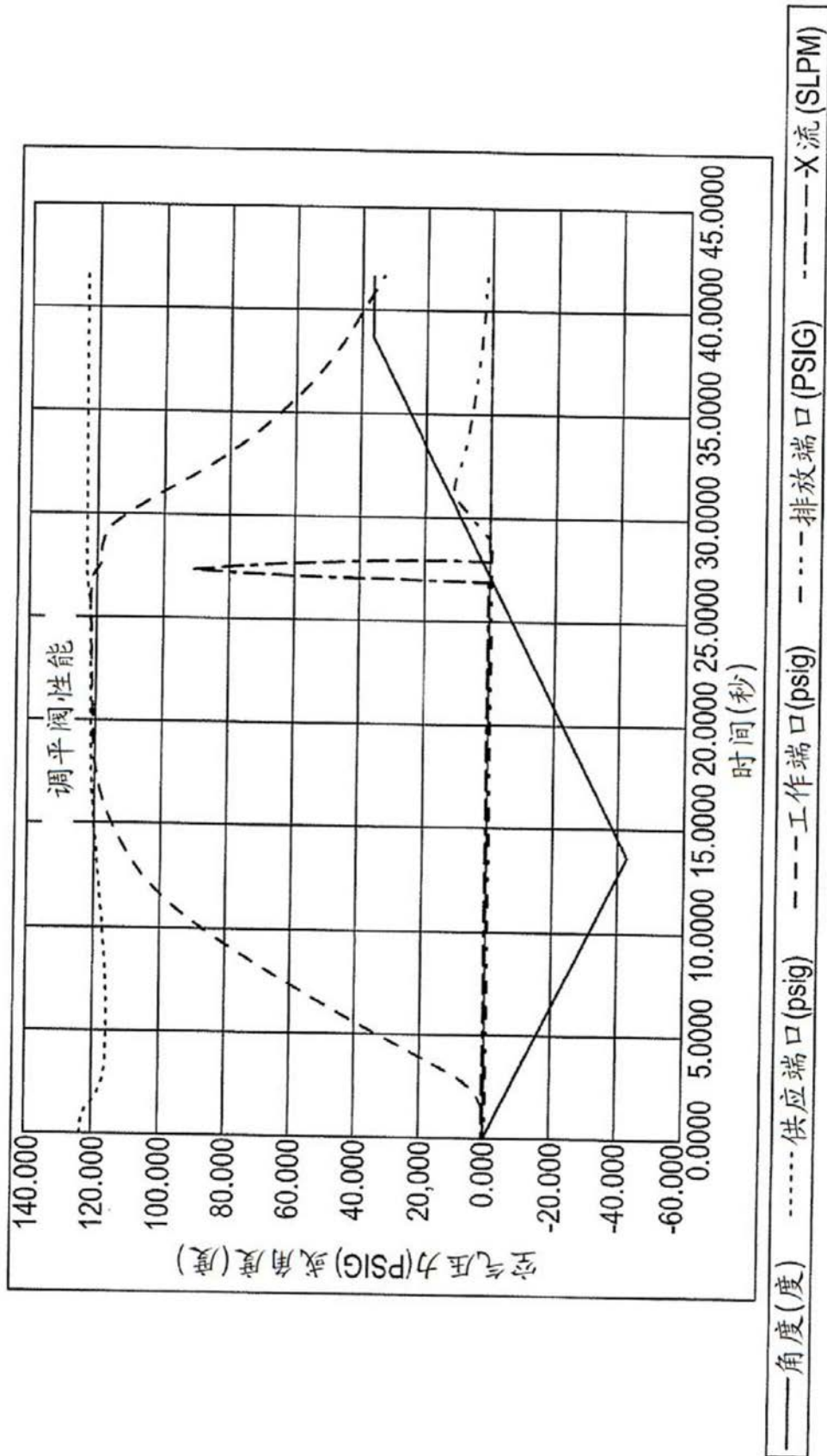


图43

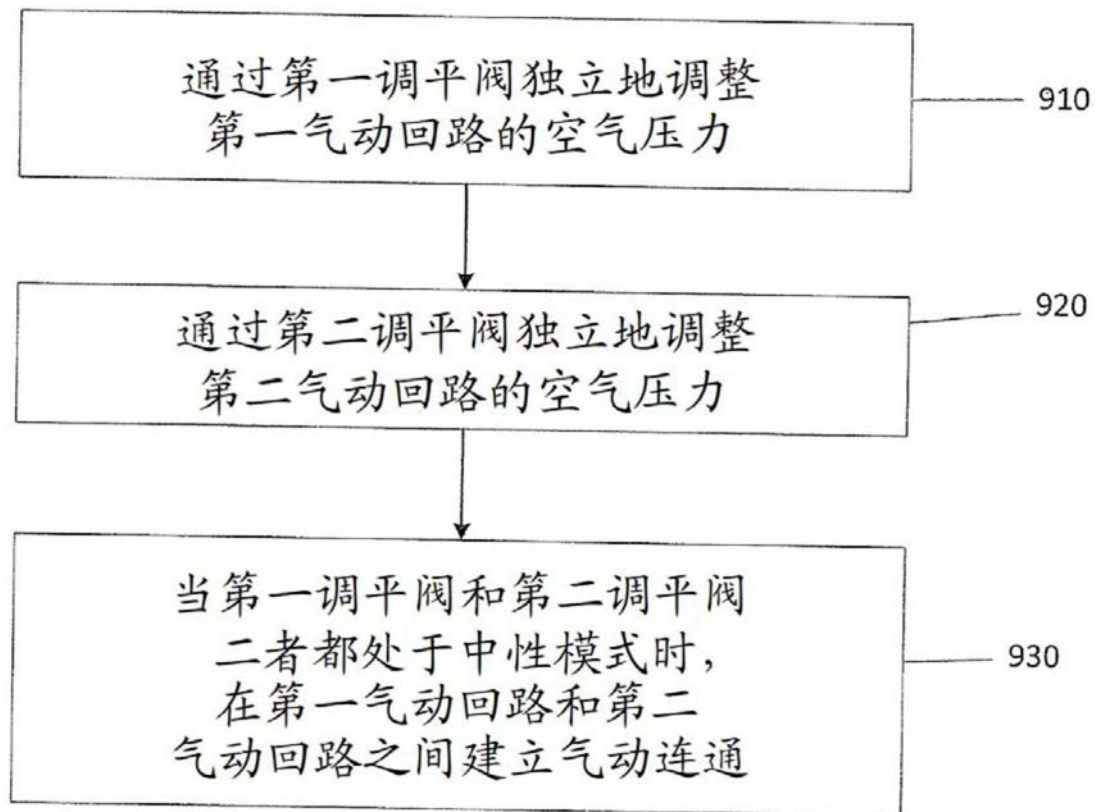
900

图44

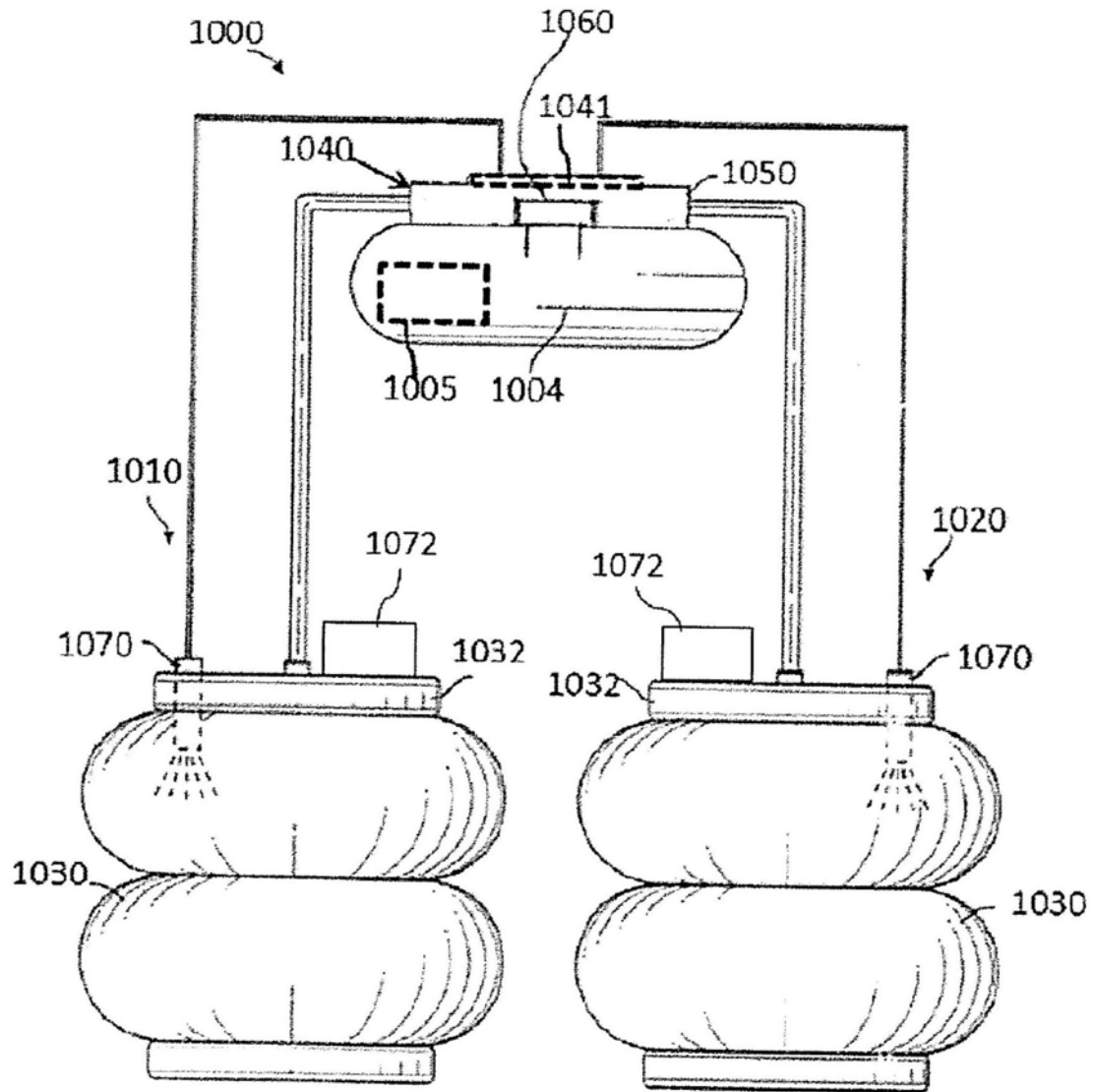


图45

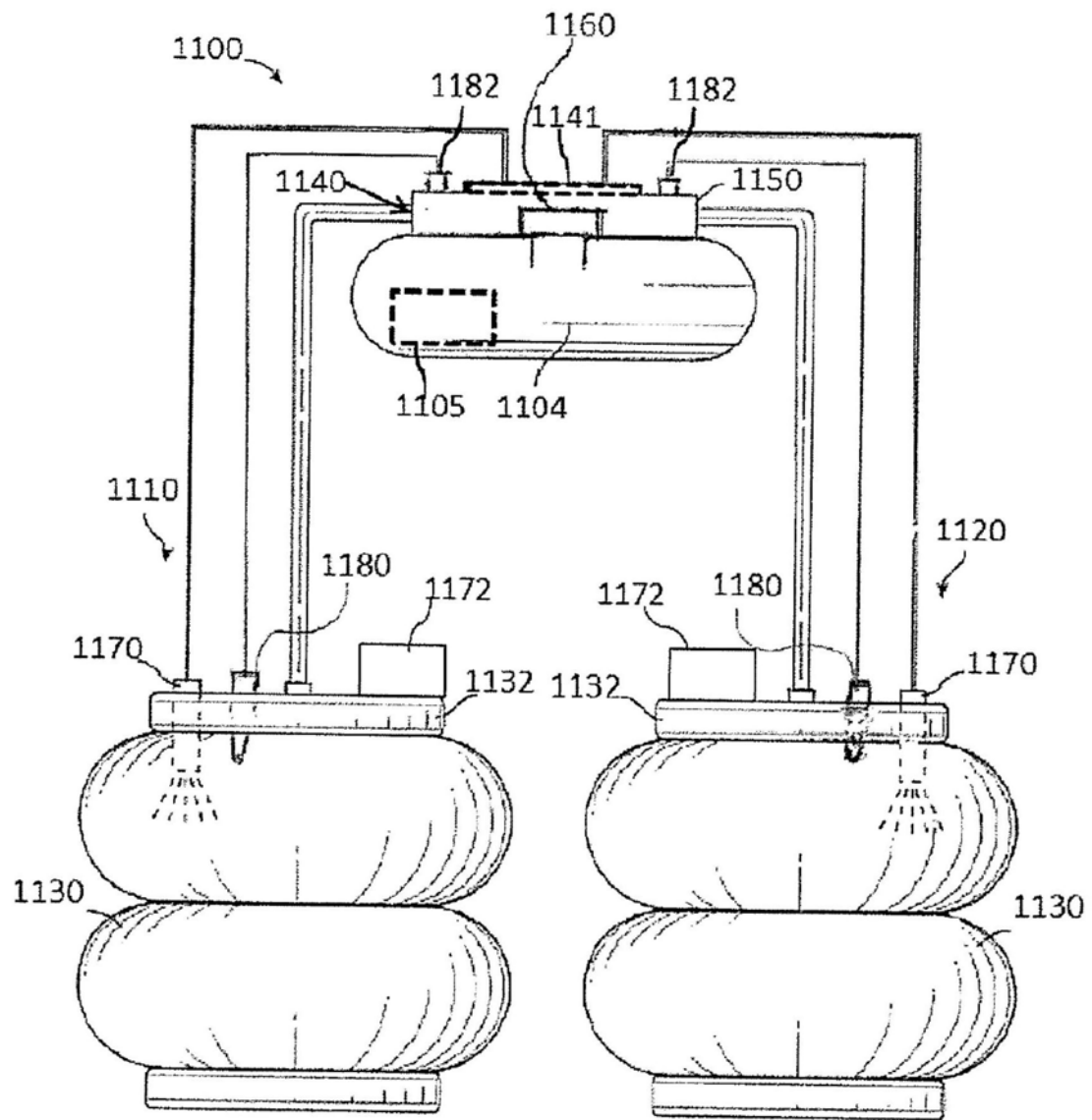


图46

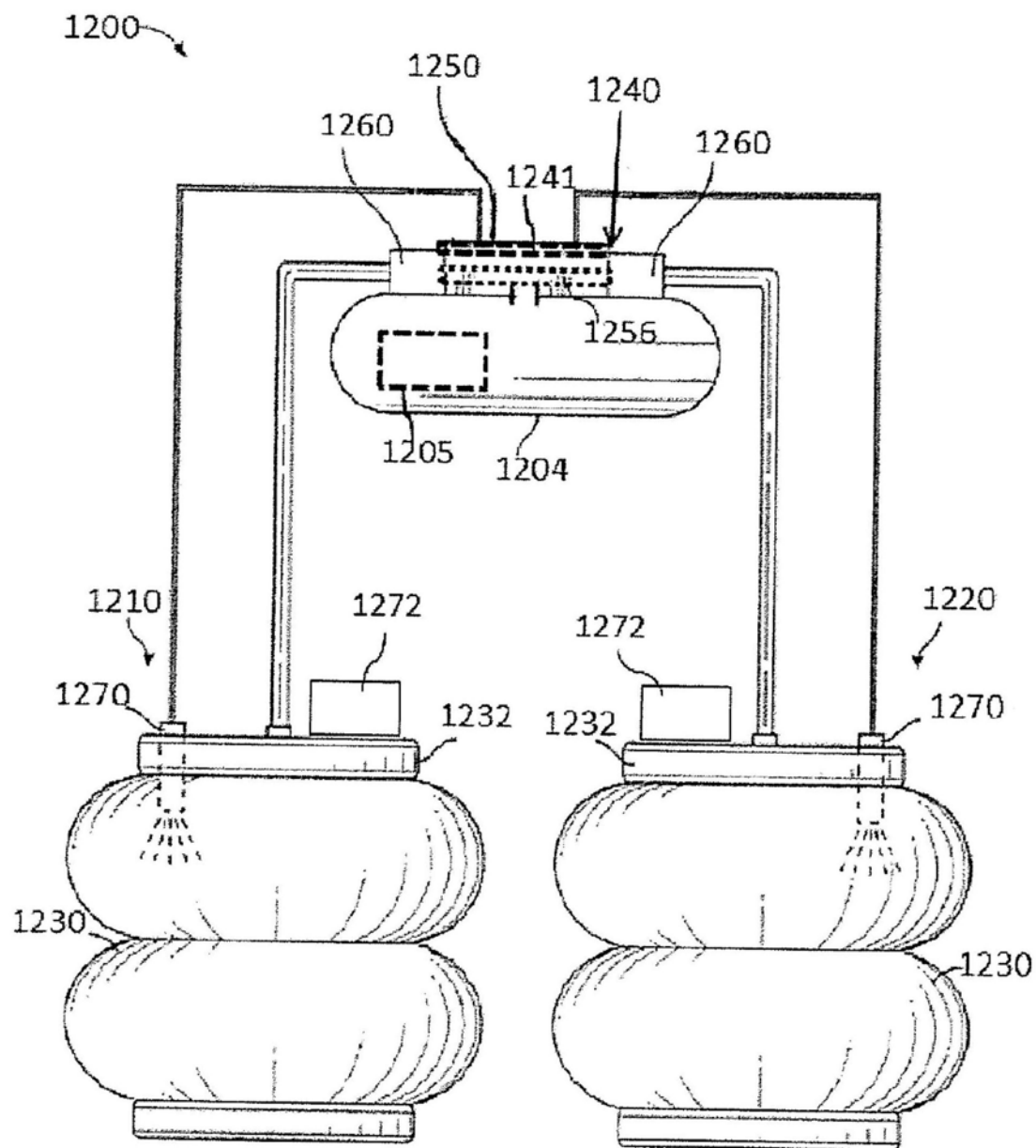


图47

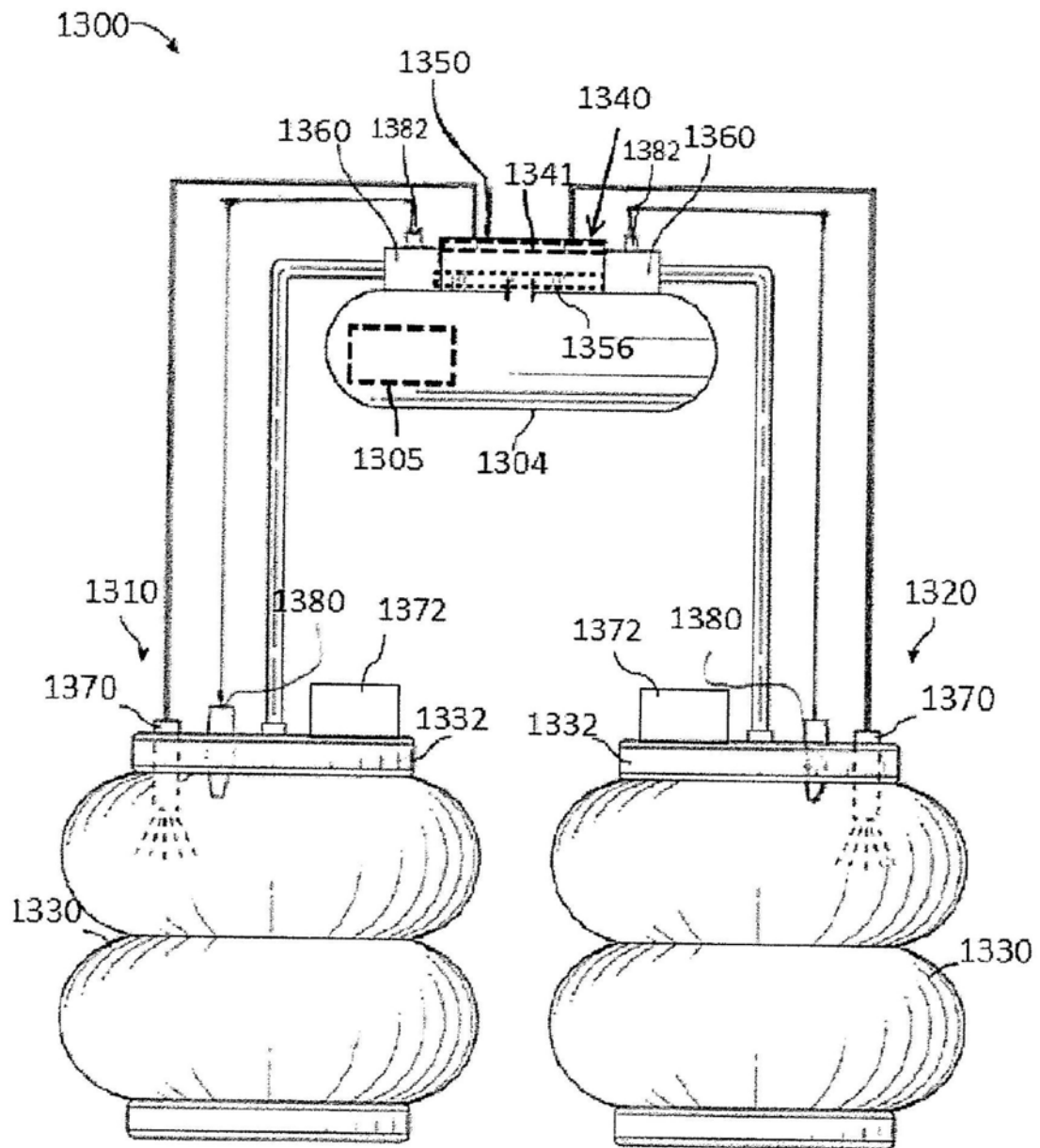


图48

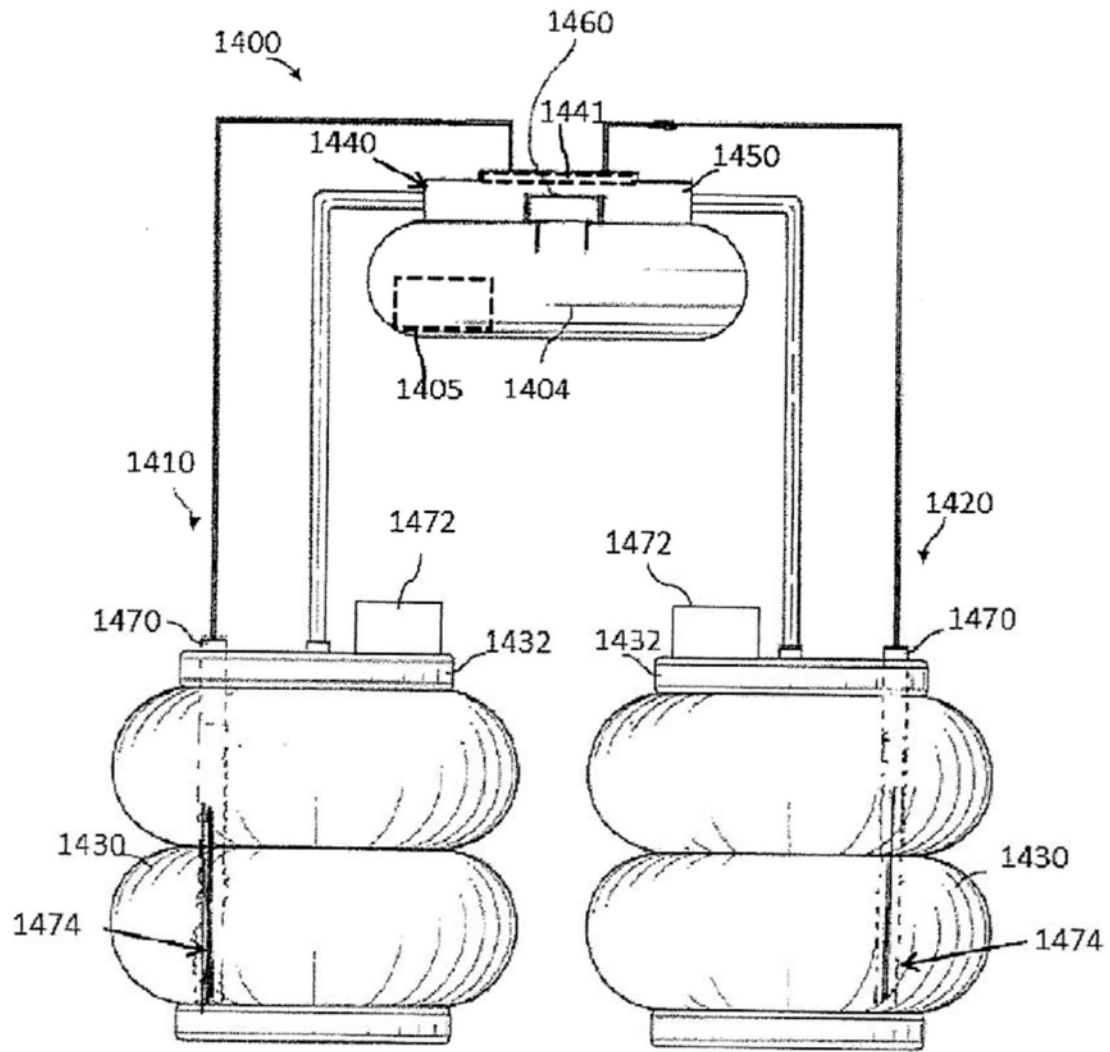


图49

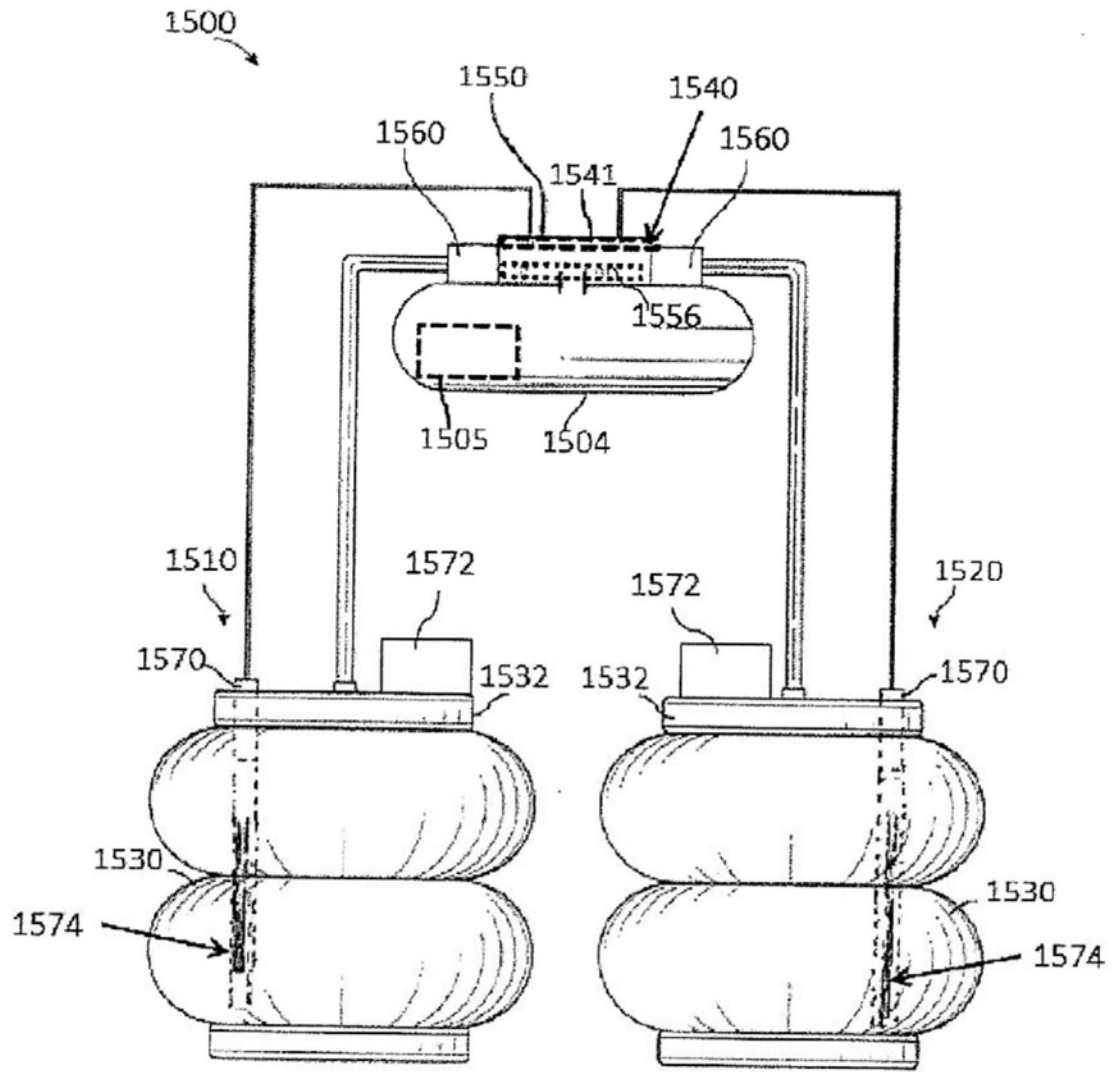


图50

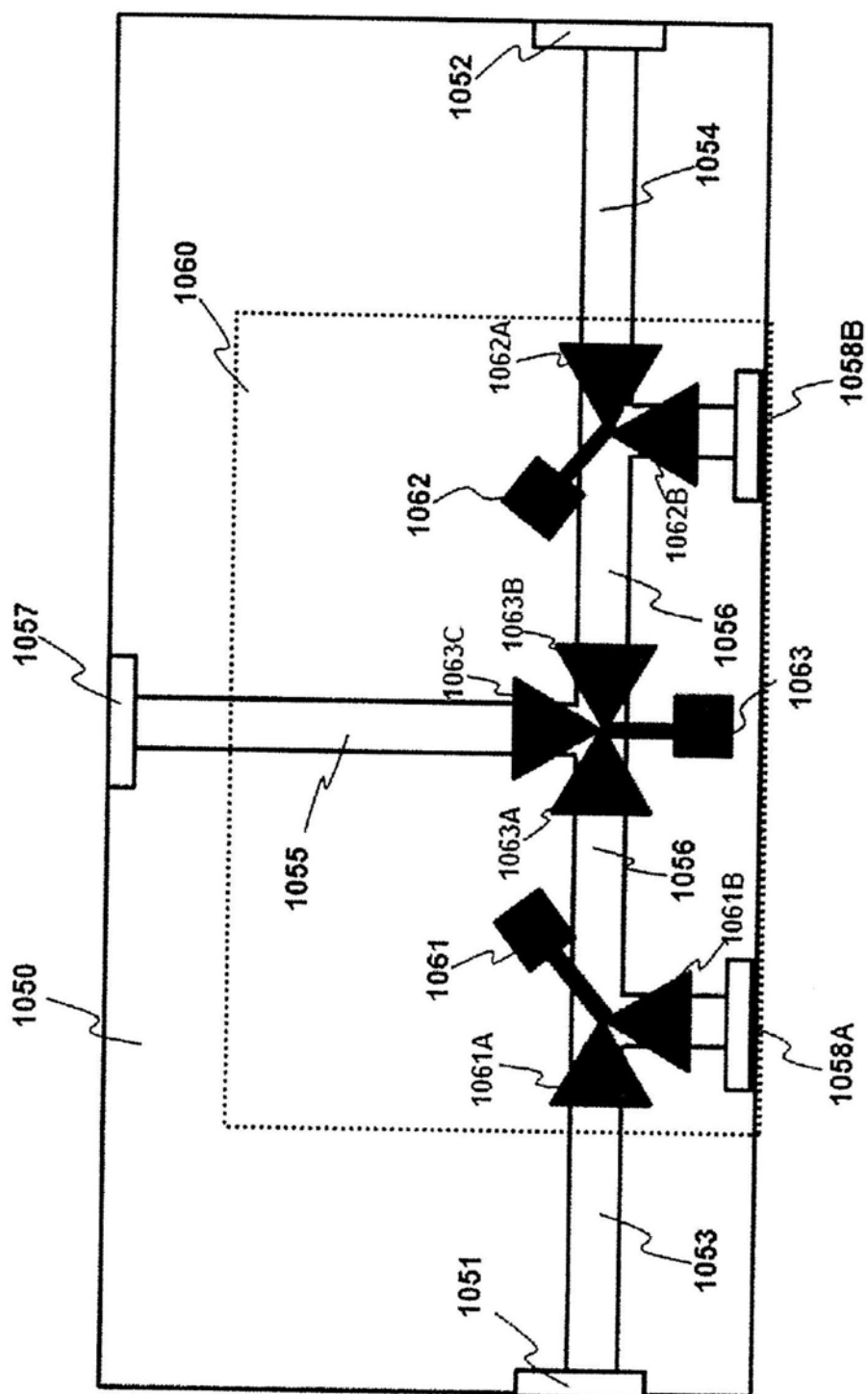


图51A

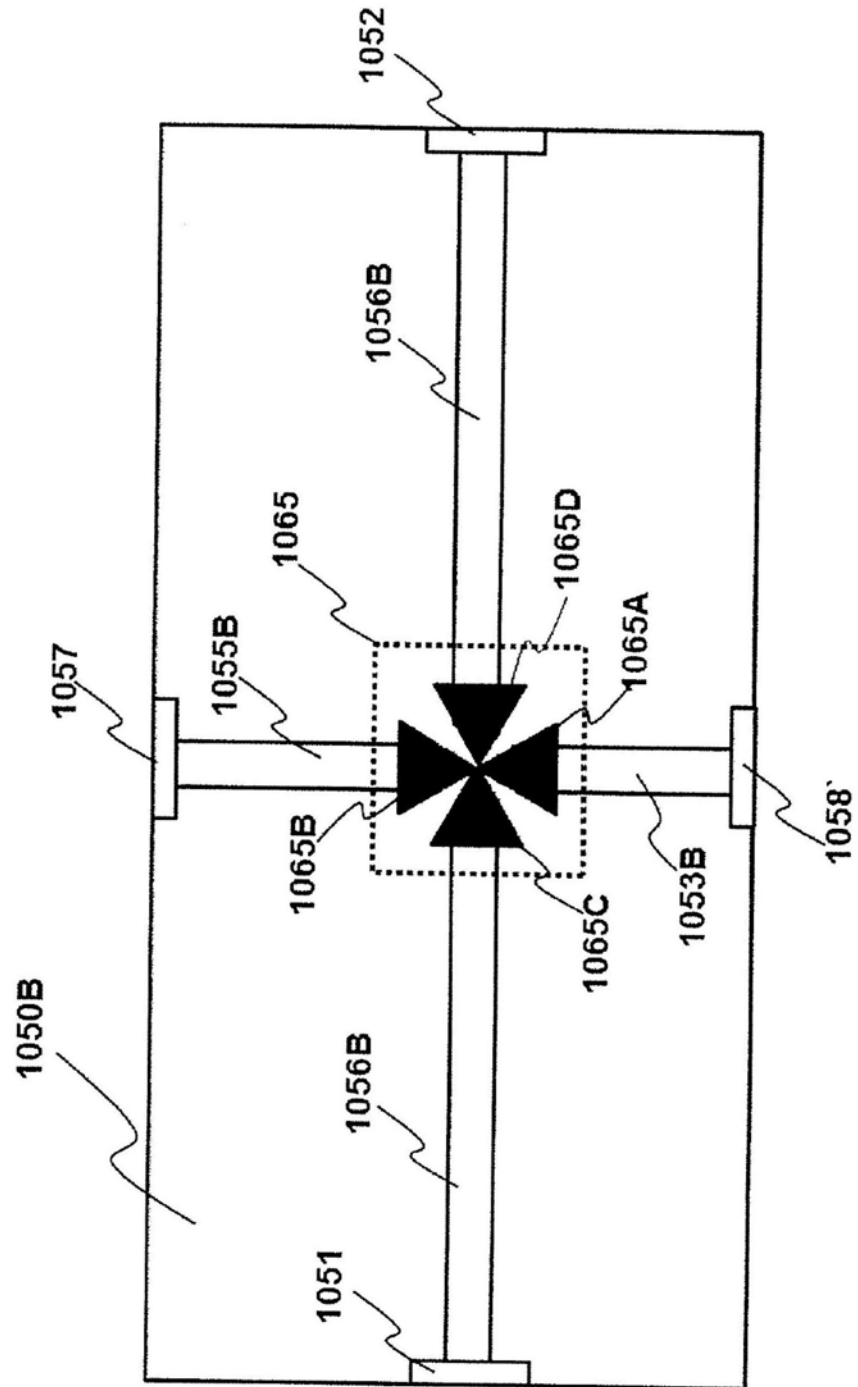


图51B

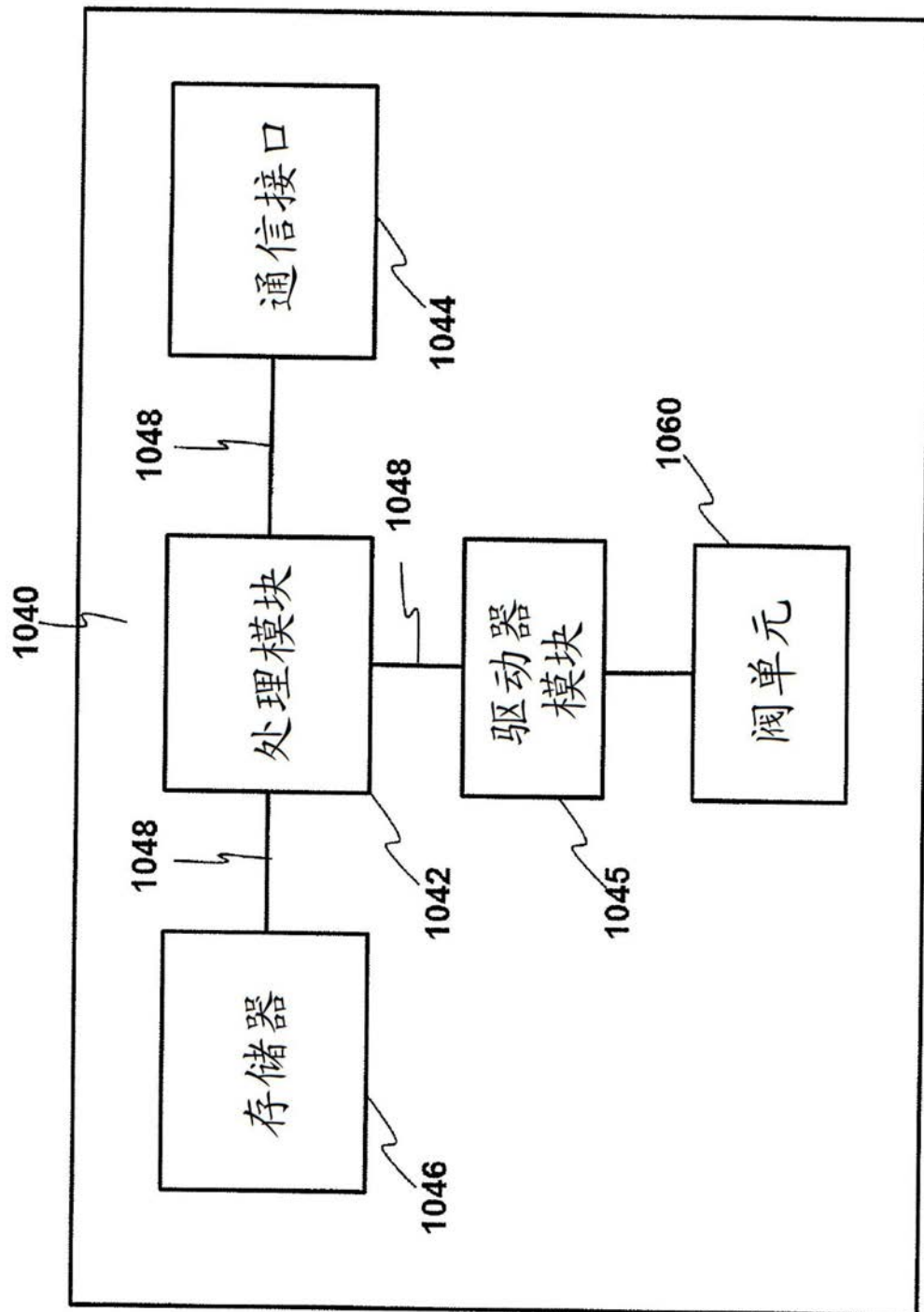


图52

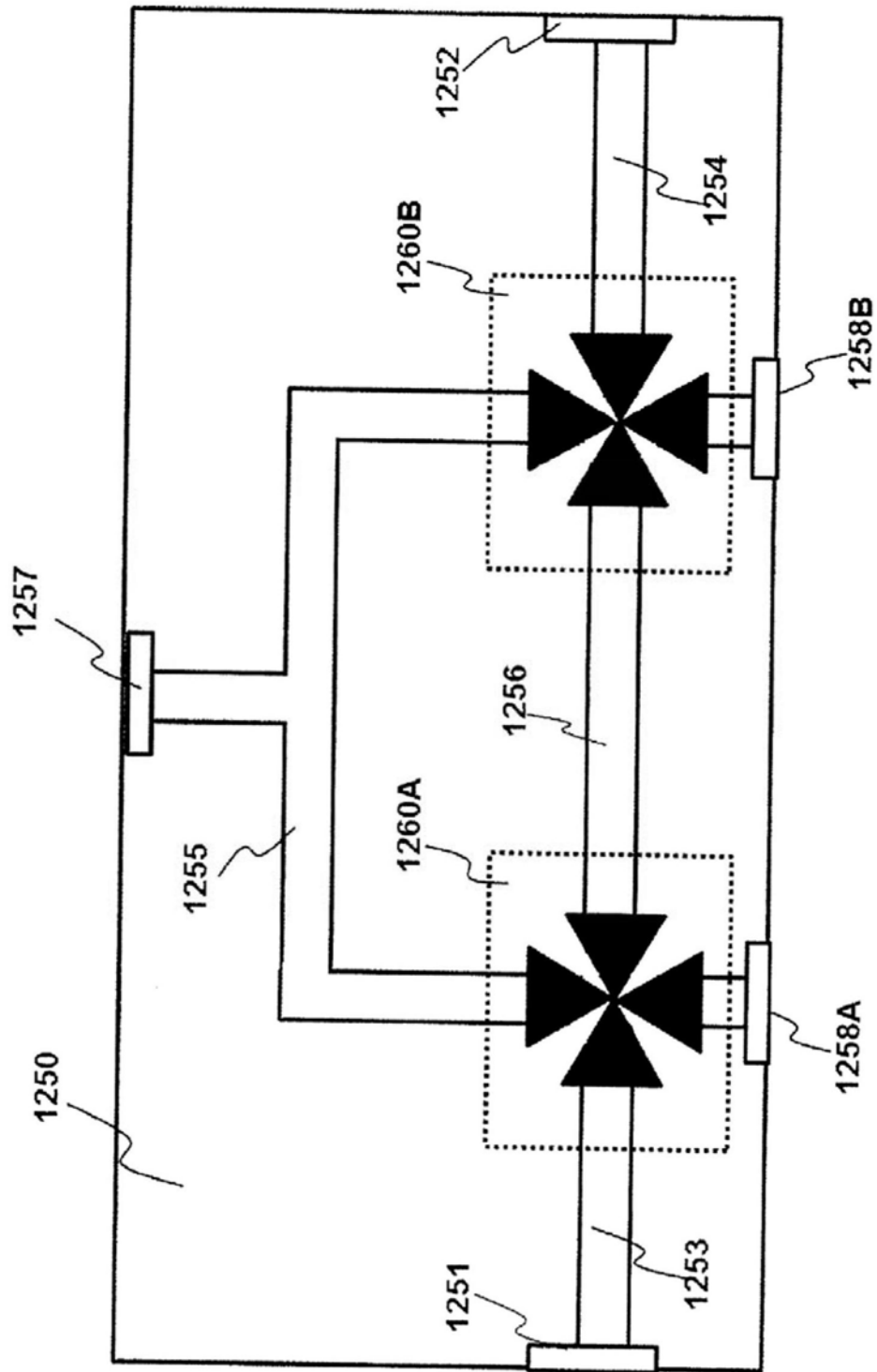


图53

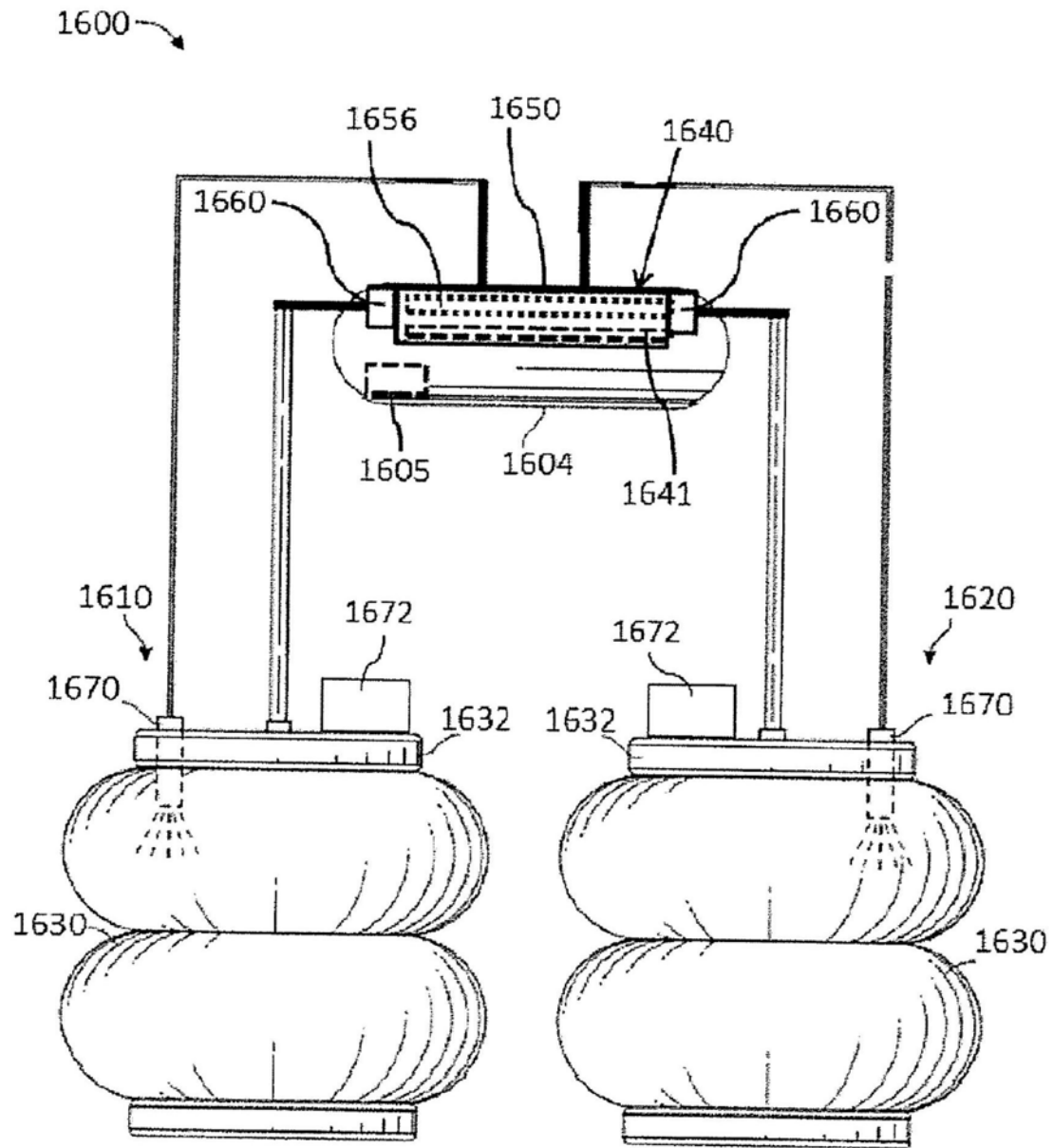


图54

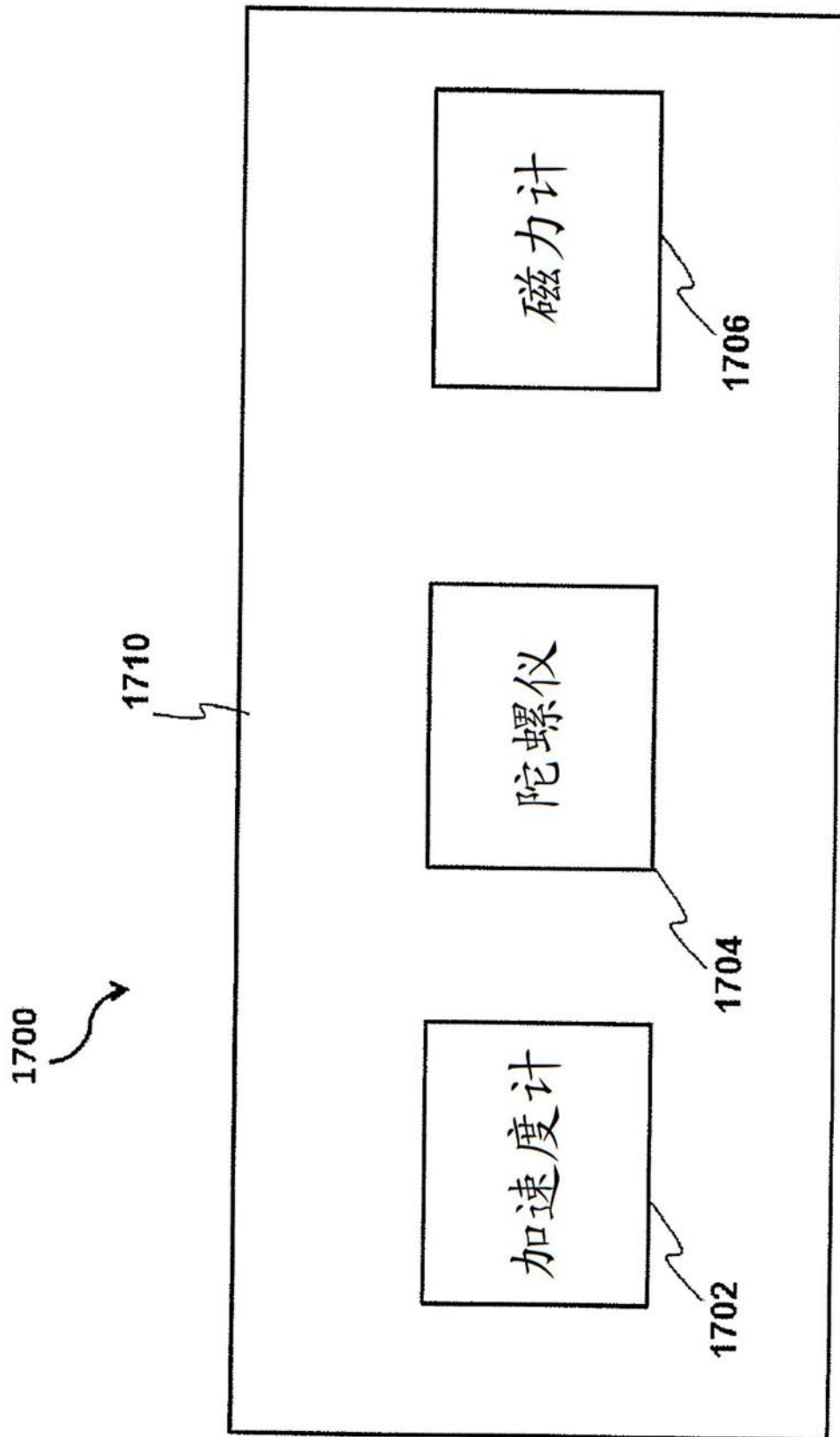


图55