



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105874313 B

(45)授权公告日 2018.11.27

(21)申请号 201480070388.0

(72)发明人 M.克恩科维克 L.塔嫩鲍姆

(22)申请日 2014.11.25

M.E.科特索斯 F.王 A.布朗

(65)同一申请的已公布的文献号

(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002

申请公布号 CN 105874313 A

代理人 周家新

(43)申请公布日 2016.08.17

(51)Int.Cl.

G01L 19/06(2006.01)

(30)优先权数据

A61M 1/36(2006.01)

14/139,061 2013.12.23 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

(56)对比文件

2016.06.22

US 5722399 A, 1998.03.03,

(86)PCT国际申请的申请数据

WO 2013027621 A1, 2013.02.28,

PCT/US2014/067200 2014.11.25

CN 101421602 A, 2009.04.29,

(87)PCT国际申请的公布数据

CN 1970099 A, 2007.05.30,

W02015/099932 EN 2015.07.02

CN 101011610 A, 2007.08.08,

(73)专利权人 弗雷塞尼斯医疗保健控股公司

CN 2302012 Y, 1998.12.30,

地址 美国马萨诸塞州

审查员 吴艳萍

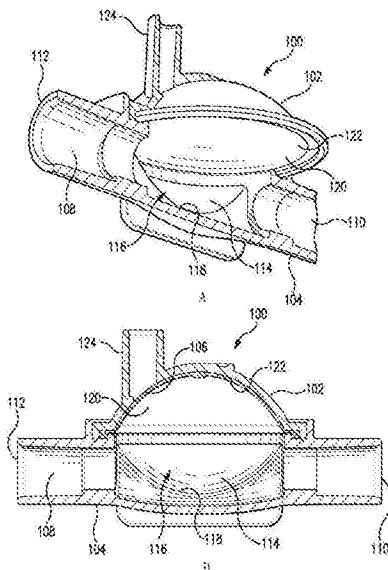
权利要求书2页 说明书7页 附图6页

(54)发明名称

压力囊隔膜的自动检测和调整

(57)摘要

提供一种用于控制含有隔膜的压力囊中的隔膜位置的系统。系统可包括蠕动泵、具有通过隔膜分开的流通流体侧和气体侧的压力囊、和操作性地连接到气体侧的压力传感器。压力传感器配置为感测因隔膜的运动形成和通过的蠕动泵动作造成的变化。气体源和阀可与压力囊的气体侧流体连通和可被配置为提供气体到气体侧或从气体侧释放气体。控制器从压力传感器接收压力信号和响应地控制阀，且如此，控制隔膜的位置。用于定位隔膜的方法还包括。



1. 一种用于控制含隔膜的压力囊中隔膜位置的系统, 系统包括:

流体泵;

压力囊, 包括内部, 该内部限定流通流体侧和气体侧, 流通流体侧和气体侧通过隔膜彼此分开;

流体管道, 与流通流体侧流体连通且相对于流体泵操作性地定位, 使得泵能够让流体运动通过管道且迫使流体经过压力囊的流通流体侧;

压力传感器, 操作性地连接到压力囊的气体侧且配置用于感测因隔膜的运动形成的压力;

气体源, 与压力囊气体侧流体连通且包括阀, 所述阀配置为提供气体侧和气体源之间的流体连通, 阀还配置为中断气体侧和气体源之间的连通; 和

控制器, 配置为: 1) 接收通过压力传感器产生的压力信号; 2) 将接收的压力信号与预定压力信号比较, 该预定压力信号与压力囊正常操作期间、在正常操作压力下且在隔膜被正确或最适宜地定位的情况下产生的信号对应; 3) 计算从压力传感器接收的压力信号和预定压力信号之间的差; 且 4) 响应于所计算的差来控制所述阀, 其中阀的控制还控制压力囊的气体侧的压力, 其又控制隔膜的位置。

2. 如权利要求1所述的系统, 其中流体泵包括蠕动泵且压力传感器配置用于感测通过蠕动泵造成的变化脉冲, 所述蠕动泵让流体运动通过流通流体侧。

3. 如权利要求1所述的系统, 其中气体源包括在大于1个大气压下的增压气体。

4. 如权利要求1所述的系统, 其中阀配置为在打开位置和关闭位置之间运动, 且在处于打开位置时提供气体侧和周围大气之间的气体连通。

5. 如权利要求1所述的系统, 在使用时进一步包括在管道中的流体, 其中流体包括血液。

6. 如权利要求1所述的系统, 其中控制器包括示波器, 配置为在示波器上将其从压力传感器接收的压力信号显示为波形, 且配置为将波形与一个或多个预定波形比较。

7. 如权利要求6所述的系统, 其中控制器包括存储器, 一个或多个预定波形存储在存储器中, 且一个或多个预定波形包括与在隔膜处于第一极限位置时接收的信号对应的第一波形和与在隔膜处于与第一极限位置相反的第二极限位置时接收的信号对应的第二波形。

8. 如权利要求7所述的系统, 其中隔膜的第一极限位置是压力囊的流通流体侧具有最大容积且压力囊的气体侧具有最小容积的位置。

9. 如权利要求8所述的系统, 其中隔膜的第二极限位置是压力囊的流通流体侧的容积最小化且压力囊的气体侧的容积最大化的位置。

10. 如权利要求1所述的系统, 其中控制器配置为将从压力传感器接收的压力信号与预定压力信号比较, 所述预定压力信号对应于压力囊的正常操作, 且控制器配置为确定接收的压力信号相对于预定压力信号是否处于可接受的变化程度以内。

11. 一种用于自动地调整压力囊中隔膜位置的方法, 方法包括:

使用泵迫使流体通过压力囊的流通流体侧, 压力囊包括隔膜, 流通流体侧设置在隔膜的一侧, 且气体侧设置在隔膜的与流通流体侧相反的一侧;

随时间产生与流动通过压力囊的流通流体侧的流体压力对应的压力信号;

将压力信号与一个或多个预定压力信号比较, 该预定压力信号与压力囊正常操作期

间、在正常操作压力下且在隔膜被正确或最适宜地定位的情况下产生的信号对应；和

基于所述比较，(i) 从压力囊的气体侧释放压力，(ii) 使得压力囊的气体侧增压，或(i) 和(ii) 两种情况都有，

其中释放压力、增压或这两种情况用于正确地将隔膜定位在压力囊的流通流体侧和气体侧之间。

12. 如权利要求11所述的方法，其中释放压力、增压或这两种情况包括促动与压力囊的气体侧流体连通的阀。

13. 如权利要求11所述的方法，其中释放压力、增压或这两种情况包括让压力囊的气体侧增压，且增压包括打开阀，以在压力囊的气体侧和增压气体源之间形成流体连通，使得来自增压气体源的增压气体进入压力囊的气体侧。

14. 如权利要求11所述的方法，其中释放压力、增压或这两种情况包括从压力囊的气体侧释放压力，且释放压力包括打开阀，以在压力囊的气体侧和周围大气之间的流体连通，开口使得压力囊的气体侧中的增压气体从气体侧排放到周围大气。

15. 如权利要求11所述的方法，其中泵包括蠕动泵，且压力信号包括从蠕动泵形成的压力脉冲，所述蠕动泵让流体运动通过压力囊的流通流体侧。

16. 如权利要求11所述的方法，其中比较包括将压力信号与多个预定压力信号比较。

17. 如权利要求11所述的方法，其中比较包括将压力信号与一个或多个预定波形比较。

18. 如权利要求11所述的方法，其中比较包括计算所产生的压力信号相对于预定压力信号的平均偏差，和确定计算的平均偏差是否处于可接受的偏差范围内。

19. 如权利要求11所述的方法，其中释放、增压或这两种情况包括：

从压力囊的气体侧排放气体；

在排气之后，产生新的压力信号，该新的压力信号与流动通过压力囊的流通流体侧的流体压力对应；

确定该新的压力信号基本上不与平均压力信号有偏差；

在产生该新的压力信号之后使得压力囊的气体侧增压；

产生另一压力信号。

20. 如权利要求19所述的方法，其中确定该新的压力信号基本上不与平均压力信号有偏差包括，确定该新的压力信号是否对应于比平均压力信号至少高或低5mmHg的压力。

压力囊隔膜的自动检测和调整

技术领域

[0001] 本发明涉及用于自动检测和调整在无空气血液管线系统中使用的压力囊隔膜。

背景技术

[0002] 无空气血液管线系统已经不是说为包括动脉和静脉压力监测特征部，被称为“压力囊”。这些囊包括整合到血液管线系统中的模制的塑料特征部，以将来自囊的血液侧的压力信息经薄隔膜传递到机器的测量特征部。在一定的运行条件下，例如因操作者的错误、泄露、被损坏的管路造成的，可能的情况是隔膜会变为压靠压力囊的刚性内表面或壳壁，如图1B所示。在这种情况方式时，透析机的压力监视特征部不再能对压力增加做出反应并记录恒定的不正确的压力读数。在压力囊隔膜被推靠压力囊内表面时，其取向会防止增加压力被监测到。用户必须视觉检测这种情况并手动调整隔膜。

发明内容

[0003] 本发明涉及用于检测和自动地调整无空气血液管线系统中位置的系统和方法。方法使用检测隔膜位置的算法且自动地使用压力调整以让隔膜运动远离壳壁。系统可包括位于动脉血液泵模块的入口处的动脉压力囊，和位于透析机的静脉(出口)侧的静脉压力囊。压力端口可连接到血液透析的高度检测模块。隔膜在正确定位在压力囊中时足够柔性以在整个压力监视范围内传递血液压力。

[0004] 包含在动脉血液泵中的现有机器的点滴腔室高度调整特征部和高度检测模块可用于操作压力囊隔膜的位置。这些高度控制的常规使用是用于操作者手动调整常规血液管线的动脉和静脉点滴腔室中的液体/空气高度。但是，根据本发明，额外的硬件和软件实施为利用这些模块的高度控制作为自动机器特征。在动脉压力囊的情况下，机器软件监视动脉压力。如果未检测到通过血液泵的旋转造成的周期性动脉压力脉冲，或如果未检测到通过其他因素造成的其他可预测压力信号或波动，软件算法发出命令，以至少随时地启动对动脉压力囊的高度控制，以推动、拉动或其他方式迫使隔膜远离壳壁。对于静脉压力囊，机器软件监视静脉压力。如果未检测到通过血液泵的旋转造成的周期性静脉压力脉冲，或如果未检测到通过其他因素造成的其他可预测压力信号或波动，软件算法发出命令，以至少随时地启动对静脉压力囊的高度控制，以推动、拉动或其他方式迫使隔膜远离壳壁。对于任一压力囊，系统可自动地至少随时地打开高度降低泵或打开高度升高阀且自动地调整隔膜以远离壳壁。对于任一压力囊，额外的调整还可设置为迫使隔膜远离壳壁或迫使隔膜进一步远离壳壁。算法可执行脉冲宽度调制控制信号，以精确地计量增压气体量以让隔膜运动，或精确地计量的以从压力囊释放。

[0005] 本发明不需要用户执行手动定位隔膜的任务和，且与通过手动方式实现的效果相比，能提供更精确和及时高度调整。

附图说明

- [0006] 参考所附附图可以更完全地理解本发明。附图是用于解释而不是限制本发明。
- [0007] 图1A是显示了可根据本发明使用的流通压力囊的部分截面的透视图，隔膜被去除。
- [0008] 图1B是图1A所示的压力囊的截面侧视图，但是其中隔膜被显示和定位在抵靠压力囊的上内部侧壁的极限上位置。
- [0009] 图2是压力囊的示意性截面图，其包括隔膜，隔膜显示为处于隔膜腔室的下半部和上半部之间的主体中间位置。
- [0010] 图3是框图形式的压力囊隔膜控制系统的示意性显示，显示了根据本发明的系统且包括动脉侧压力囊和静脉侧压力囊。
- [0011] 图4是显示根据本发明各种实施例的算法的过程流程图，算法涉及自动地控制压力囊隔膜的位置。
- [0012] 图5A-5C是显示了代表随时间通过动脉侧压力囊产生的压力信号的波形的三个图，包括与在正常适当的运行条件(图5A)下取得的压力测量对应的图，与在压力囊隔膜被卡在第一极限过增压位置(图5C)。

具体实施方式

[0013] 根据本发明的一个或多个实施例，通过一种系统以用于控制含有隔膜的压力囊中的隔膜的位置。系统可包括流体泵、压力囊、操作性地连接到压力囊的压力传感器、和控制器，控制器配置为接收通过压力传感器产生的压力信号且基于接收的压力信号控制压力囊内部的气体压力。控制压力囊内部的气体压力可用于将隔膜定位在压力囊中，从而可准确地产生压力测量值。

[0014] 压力囊可包括任何种类的压力囊，以用于测量流过囊的流体压力。压力囊可包括内部，限定流通的流体侧和气体侧。流通的流体侧和气体侧可通过隔膜彼此分开。可根据本发明使用的示例性的压力囊包括美国专利No.US8,210,049B2、美国专利No.US 8,092,414B2、美国专利No.US 6,526,357B1、美国专利No.3,863,504和欧洲专利申请公开No.0 891A1中显示和描述的那些，这些文献每一个通过引用以其全部内容合并于本文。

[0015] 流体管道可设置为与压力囊的流通的流体侧流体连通。流体管道可被操作性地相对于流体泵定位，使得泵可让流体运动通过管道并迫使流体运动通过压力囊的流通流体侧。在一些情况下，流体泵可布置为将流体推过流体管道并推过压力囊。在其他实施例中，流体泵可布置为将流体拉过管道并拉过压力囊。流体泵可包括蠕动泵且流体管道可定位为被蠕动泵的转子所作用，例如在滚道中或半圆形轨道中。

[0016] 压力传感器可操作地连接到压力囊的气体侧且可配置为感测因隔膜的运动引起的压力。为了将隔膜维持在压力囊内部中的中间部分或主体中间位置，例如为了准确地感测流动通过压力囊的流体压力的增加和降低，必要的是让气体从压力囊的气体侧排出，或使得压力囊的气体侧增压，或两种操作都有。气体源可设置为与压力囊的气体侧流体连通且可包括阀和/或调节器，其配置为提供气体侧和气体源之间的流体连通。阀和/或调节器还可被配置为中断气体侧和气体源之间的连通，例如用于防止气体源增压或进一步使得气体侧增压。阀和/或调节器可被配置为采取打开或排气位置，以由此形成气体侧和排气端口之间的流体连通，例如排气端口引导到周围的大气。在打开或排气位置，阀和/或调节器可

使增压的气体从压力囊的气体侧逃逸，例如从气体侧释放压力，所述压力可能已经造成了隔膜朝向流通流体侧运动得太远并远离了主体中间位置。如前所述，主体中间位置通常是用于感测压力波动的优选隔膜位置。这里，尽管对一个或多个阀做出了描述，但是应理解调节器被认为构成可被使用的一类阀。

[0017] 在本发明的一个或多个实施例中，流体泵可包括蠕动泵且压力传感器可配置为用于感测通过让流体运动通过压力囊流通流体侧的蠕动泵而造成的技术脉冲。控制器可被配置为将从压力传感器接收的压力信号与预定压力信号比较，例如与预定压力信号比较，该预定压力信号与压力囊正常操作期间、在正常操作压力下且在隔膜被正确或最适宜地定位的情况下产生的信号对应。在一些情况下，控制器可被配置为确定接收的压力信号是否处在相对于预定压力信号的可接受变化程度中。可基于从压力传感器接收的压力信号和预定压力信号之间的差计算标准偏差。标准偏差可与临界值比较，例如与最大和最小临界值比较，以确定压力囊是否正确工作和/或隔膜是否正确定位在压力囊中。

[0018] 从压力传感器接收的压力信号可与多个预定信号比较。在隔膜处于第一极限位置时，多个预定信号中的至少一个可对应于通过压力囊的操作产生的信号。第一极限位置例如可以是压力囊的气体侧被最小化且压力囊的流通流体侧被最大化的位置。隔膜的这种位置是不期望的且会防止压力囊产生增加的压力脉冲，因为隔膜已经处于完全伸展或被完全增压的位置。在这种位置中，隔膜将不能响应于增加的气体压力进一步运动且由此将不能将压力脉冲输送到压力传感器。从压力传感器接收的压力信号可与在隔膜处于第二极限位置时产生的预定信号比较，在第二极限位置中压力囊的流通流体侧被最小化且压力囊的气体侧被最大化。在第二极限位置中，隔膜已经完全朝向流通流体侧伸展，使得任何进一步的压力降低将不能被检测。

[0019] 如果控制器确定从压力传感器接收的压力信号类似于预定信号，借此隔膜已经处于其中一个极限位置，则控制器可促动气体源和阀，以对压力囊的气体侧增压或排气。如此，隔膜可运动到压力囊中的更位于主体中间的位置。本领域技术人员已知的逻辑电路可设置为让控制器工作，以适当地控制阀、气体源或两者，让气体从气体侧排气、通过气体源使得气体侧增压、或两种操作都有。如此，隔膜的位置可被调整。如果从压力传感器接收的压力信号被确定为类似于与压力囊的正常操作对应的预定压力信号，则控制器可将阀和气体源当时所处的状态，使得不进行或认为没必要进行调整。

[0020] 压力信号可被周期性地、间歇地、随机地或连续地通过控制器发送和接收。在对气体侧的气体压力进行调整时，控制器可在将所形成的压力与预定信号比较之前暂停或等待。在一些情况下，控制器可立即将因调整形成的新的压力信号与一个或多个预定信号比较。

[0021] 通过压力传感器产生的压力信号例如可大于沿时间轴线的长度的二分之一。信号可以时间周期产生，例如两秒、三秒、五秒、七秒、十秒或更久。压力信号的长度可等于泵生产一个、两个、三个或更多压力脉冲所花费的时间量。在一些情况下，使用蠕动泵且要被比较的信号以泵用于产生两个、三个或四个压力脉冲所需的时间量产生。

[0022] 气体源可包括在大于1个大气压下的增压气体，例如在1.5个大气压下，在2个大气压下，在3个大气压下，或更多。气体源可包括1.1个大气压到100个大气压、1.1个大气压到10个大气压、1.1个大气压到5个大气压、或1.5个大气压到3.0个大气压下的气体。在一些情

况下，气体源可包括气体压缩机和用于保持增压气体的罐，处于大约5psig到大约150psig、大约10psig到大约100psig、或大约15psig到大约50psig的压力。气体源可包括增压空气、二氧化碳、氮气、其他惰性气体等。气体源可包括气体泵或充气机。

[0023] 阀可被配置为是气体源一部分，或简单地与气体源流体连通。在一些情况下，阀可包括两个阀，一个阀用于控制气体侧和气体源之间的流体连通，而一个阀用于控制让气体压力从压力囊的气体侧释放的排风口。在一些情况下，阀或每一个阀可包括T-阀、针阀(pin valve)、带螺纹的关闭阀、数字操作的阀、液压操作的阀等。阀可包括多波阀(multi-wave valve)，例如可呈现关闭状态、排气状态和进气状态，压力囊的气体侧中的气体压力可通过排气状态而释放，且来自气体源的增压气体可通过进气状态与压力囊的气体侧流体连通。阀或每一个阀的操作可被控制器控制，例如通过使用控制逻辑模块、伺服电动机、步进电动机、启动、流动、其组合等。

[0024] 各种阀中的任何一个可用作气体源的一部分或与气体源连接。阀可从任何以下类型选择：球阀；蝶形阀；止回阀；门阀；针型阀；直角回转球阀；流动控制阀；气体压力调节器；柱塞阀；压力调节器；压力降低阀；压力维持阀；背压调节器；鞍阀(saddle valve)；安全阀；泄压阀；螺线管阀；和活栓。阀可被任何种类的系统和装置控制。一个或多个阀可被例如附接到阀杆的促动器控制。促动器可以是机电促动器，例如包括电动机或螺线管、通过空气压力控制的气动促动器、或通过例如油或水这样的液体的压力控制的液压促动器。促动器可用于自动控制、远程控制或其组合。气动促动器和液压促动器可用于基于增压空气或液体管线工作。引导阀可用于控制一个或多个其他阀。促动器管线中的引导阀可用于控制去往促动器的空气或液体的供给。在一些阀设计中，气流压力本身或端口之间气流的压力差可用于自动地控制通过阀的流动。

[0025] 压力传感器可以是模块化的单元、永久单元、可置换单元等。与压力囊的气体侧流体连通的压力传感器不与流动通过流通流体侧上的压力囊的流体接触。因此，压力传感器不会被流体污染，且压力传感器可配置为是系统的可重复使用部件。

[0026] 压力传感器可包括进入端口，压力管线(例如压力管路或空气管路)可连接到该进入端口，以形成压力囊的气体侧和压力传感器之间的流体连通。压力囊的气体侧可具有端口。用于压力传感器的进入端口和气体侧端口可具有相同的内部直径、相同的外部直径或两种情况都有，例如使得固定外部直径的压力管可连接到压力囊的气体侧和压力传感器的进入端口。

[0027] 压力传感器可包括美国专利No.US8,210,049B2、美国专利No.US8,092,414B2、美国专利No.US6,526,357B1、美国专利No.3,863,504和欧洲专利申请公开No.0 30 891 A1中任何一个描述的一个或多个压力传感器，所述文献每一个通过引用以其全部内容合并与本文。

[0028] 参考附图，图1A是显示了可根据本发明使用的流通压力囊的部分截面透视图，隔膜被去除。图1B显示了图1A所示的压力囊的截面侧视图，但是其中隔膜被显示和定位在抵靠压力囊的上内部侧壁的极限上位置。如图1A和1B所示，压力囊100包括上壳102、下壳104和隔膜106。下壳104可如所示地配置为限定包括进入端口110和排出端口112的流通管108。下壳104还限定了隔膜腔室116的下半部114。隔膜腔室116的下半部114包括内部侧壁118。上壳102限定了隔膜腔室116的上半部120且包括内部侧壁122。如图1B所示，在极限上位置，

隔膜106被压靠隔膜腔室116的内部侧壁122如果经过流通管108的流体压力增加，则隔膜106将不能进一步向上作任何运动且压力囊将不能产生可被检测的相应气体压力增加，以表示出流体压力的增加。

[0029] 上壳102限定压力端口124，隔膜106的上侧的气体例如可向上行进通过压力端口124，并进入压力管线(未示出)，所述压力管线可操作为与压力传感器(未示出)流体连通。随隔膜106向下运动，气体可通过压力端口124而被拉入隔膜腔室116的上半部120，造成可被压力传感器检测的压力降低。压力端口124中、压力管线中和隔膜106的上侧的气体的气体压力改变可被压力传感器感测且用于确定流动通过流通管108的流体的压力。

[0030] 图2是压力囊200的示意性截面图，其类似于图1A和1B所示的压力囊100。图2中，隔膜206显示为处于隔膜腔室216的下半部214和上半部220之间的主体中间位置。在暴露到流动通过流通管208的流体压力的增加时，可具有表示隔膜206行进方向的朝向上的箭头。沿隔膜腔室216的上内部侧壁222所示的虚线表示隔膜206在最大可检测压力条件下采取的极限上位置。在由于流动通过流通管208的流体压力降低而使得隔膜206暴露到负或低压力条件时，朝向下的箭头表示隔膜206可运动的方向。隔膜腔室216的底部处的虚线表示在最小可检测压力条件下隔膜216可采取的极限下位置。

[0031] 图3是压力囊隔膜控制的示意性显示，框图显示了示例性系统300，其包括动脉侧压力囊302和静脉侧压力囊304，且显示了用于控制两者的系统部件。如图3所示，血液回路306包括血液管线308，其形成从患者到动脉侧压力囊302和从压力囊302到血液泵310的流体连通。血液管线308随后包括从血液泵310到透析机312和从透析机312到静脉侧压力囊304的流体连通。血液管线308随后在血液流过压力囊304之后将血液返回到患者。动脉侧压力囊302包括隔膜314。隔膜314将压力囊302分为在隔膜314下方的流通流体半部，与压力传感器318流体连通的气体半部316。压力传感器318感测压力囊302的气体半部316中的气体压力且将代表气体压力的信号发送到中央处理单元(CPU)320。基于从压力传感器318接收的信号，CPU320可确定是否需要对隔膜314的位置进行调整。例如，在压力信号表明气体半部316中的压力处于可接受范围内且压力的增加和降低被正确检测时，CPU 320可确定不需要对隔膜314的位置进行调整。另一方面，如果基于从压力传感器318发送的信号CPU 320确定气体半部316中需要更多气体压力，则CPU 320发送信号以启用空气泵322，所述空气泵322可迫使增压气体通过阀324进入气体半部316。阀324例如可包括所示的双向阀。同时，CPU 320可发送信号到阀324，使得阀324打开，且通过空气泵322产生的增压气体可被迫使进入气体半部316。通过基于从压力传感器318接收的信号控制空气泵322和阀324，CPU 320可调节气体半部316中的气体压力，且由此将隔膜314维持在压力囊302中的主体中间位置处。主体中间位置使得隔膜314由于从患者而来的血液管线308部分中压力的增加和降低而分别向上或向下运动。

[0032] 在系统300的静脉侧，已经通过透析机312且沿血液管线308通过血液泵310泵送的血液经过静脉侧压力囊304。经过压力囊304的血液的压力增加和降低(包括压力脉冲)通过压力囊304中隔膜330的运动而被检测。类似于压力囊302的结构，压力囊304包括限定为在隔膜330上方的体积空间的气体半部332。气体半部332中气体压力的改变通过压力传感器334检测，所述压力传感器334向CPU 320发送信号。CPU 320从压力传感器334接收压力信号且控制空气泵336和阀338以调节气体半部332中的压力。如果气体半部332中的气体压力超

过最大临界值和/或预定值，则CPU 320可控制阀338和空气泵336，使得来自气体半部332的气体可通过阀338、通过空气泵336和通过放气部340排出。随后，隔膜330可在压力囊304的隔膜腔室中呈现更位于主体中间的位置。如果气体半部332的气体压力低于最小临界值和/或预定值，则CPU 320可控制阀338和空气泵336，使得气体可通过空气泵336泵送通过阀338并进入气体半部332，使得隔膜330可在压力囊304的隔膜腔室中呈现更处于主体中间的位置。

[0033] 图4是过程流程图，显示了自动地控制根据本发明的压力囊隔膜的位置的算法。算法可用于控制系统的每一个压力囊，例如在包括动脉侧压力囊和静脉侧压力囊的系统中的，每一个压力囊可独立于另一个而被控制。对于图4所示的算法，示意性显示了静脉侧压力囊的控制。如图4所示，一旦透析治疗开始，静脉压力囊的气体侧上的气体压力被压力传感器检测。对应于被感测压力的信号被发送到CPU。如步骤400所示，静脉压力囊的气体侧上的压力可被压力传感器感测且相应的信号可每50毫秒(ms)便发送到CPU。在步骤402，CPU可随后对每50ms接收的压力信号进行平均以产生平均静脉压力数据。通过CPU接收的每一个新到的压力信号随后与平均静脉压力数据(平均值)比较，且在步骤404确定测量值是否比平均值相差大于5mmHg。如果被测量压力与平均值相差5mmHg，则在步骤406CPU可重置所有值且指示出静脉压力囊的气体半部中的压力在改变。作为响应，新的一组压力读数可以新的时间间隔获取且可产生新的平均静脉压力数据值。另一方面，如果被测量的压力与平均值相差不大于5mmHg，则CPU确定压力是稳定的，且在步骤408，CPU确定压力是否连续保持稳定10秒。如果压力未连续保持稳定10秒以使得新的被测量压力值与平均值相差5mmHg，则CPU确定静脉侧压力囊隔膜被正确地定位且不对压力囊的气体半部中的气体压力进行调整。另一方面，如果CPU确定压力已经连续保持稳定10秒，则在步骤410中CPU确定是否已经发送放气命令。如果CPU确定放气命令未被发送，则随后在步骤412CPU例如发送释放静脉压力命令，以启动放气功能20ms，且重复步骤400、402和404。新的压力值随后被感测且操作继续。如果放气未能修正隔膜定位且代替地压力继续保持稳定，则在步骤410CPU确定自命令已经发送开始是否已经经过500ms。如果在步骤414中CPU确定已经经过500ms，则系统继续以50ms的间隔监测压力。如果在步骤414中CPU确定自放气命令开始已经发送已经经过500ms，则CPA在步骤416中确定是否已经发送泵命令。如果泵命令未被发送，则在步骤418，CPU发送静脉空气泵命令，例如经过100ms，且重复步骤400、402和404。如果在步骤416中CPU确定已经发送了泵命令，则CPU在步骤420中确定自泵命令被发送开始是否已经经过500ms。如果在步骤420中确定自泵命令已经发送开始未经过500ms，则步骤400、402、和404重复且系统继续以50ms的间隔监测压力。如果自泵命令已经发送开始已经经过500ms，如在步骤420确定的，且压力继续保持稳定，则CPU确定隔膜卡住且CPA启动卡住警报。警报可以是听觉警报、闪光等、其组合等。

[0034] 此外，作为替换例，CPU可接收压力信号作为波形或将压力信号转换为波形，且该波形可被CPU分析，以确定压力波动是否被正确检测和确定是否需要对压力囊的气体半部中的气体压力做出调整，以便调整隔膜的位置。图5A-5C显示了示例性波形，通过该波形CPU可将成形为波形的引入的压力信号进行比较。更具体地，图5A-5C是显示了代表随时间通过动脉侧压力囊产生的压力信号的波形的三个图，包括与在正常适当的运行条件(图5A)下取得的压力测量对应的图，与在压力囊隔膜被卡在第一极限过增压位置(图5C)。通过将实时

产生的波形与各种存储的波形比较,例如图5A-5C所示的那些,CPU可确定实时产生的波形是否显示了随时间的足够的压力波动,以做出压力囊隔膜被正确定位的结论。通过进行这样的比较,CPU还可确定波形是否基本上是线性的和非波动的,以使得压力囊隔膜一定会被卡在且不能正确定位,在这种情况下可采取修正动作或可启动警报。

[0035] 本文引用的所有文献的全部内容通过引用以其全部内容合并与本文。进一步地,在量、浓度或其他值或参数被作为范围、优选范围、或上优选值和下优选值的列表给出时,应理解这应被理解为具体公开了从任何成对的任何上范围极限或优选值到任何下范围极限或优选所形成的所有范围,而不管这种范围是否被分开描述。在数值范围被如此引述时,除非以其他方式说明,范围目的是包括其端点、和范围中的所有整数和分数。在限定范围时不是要将本发明的范围限制为具体值。

[0036] 本文提到的所有专利、专利申请和公开通过引用以其全部内容并入本文,除非另有说明。

[0037] 从考虑本说明书和本文公开的本发明的实施本领域技术人员可理解本发明的其他实施例。目的是本说明书和例子在权利要求和其等效形式所述的本发明的真实范围和精神内被认为是示例性的。

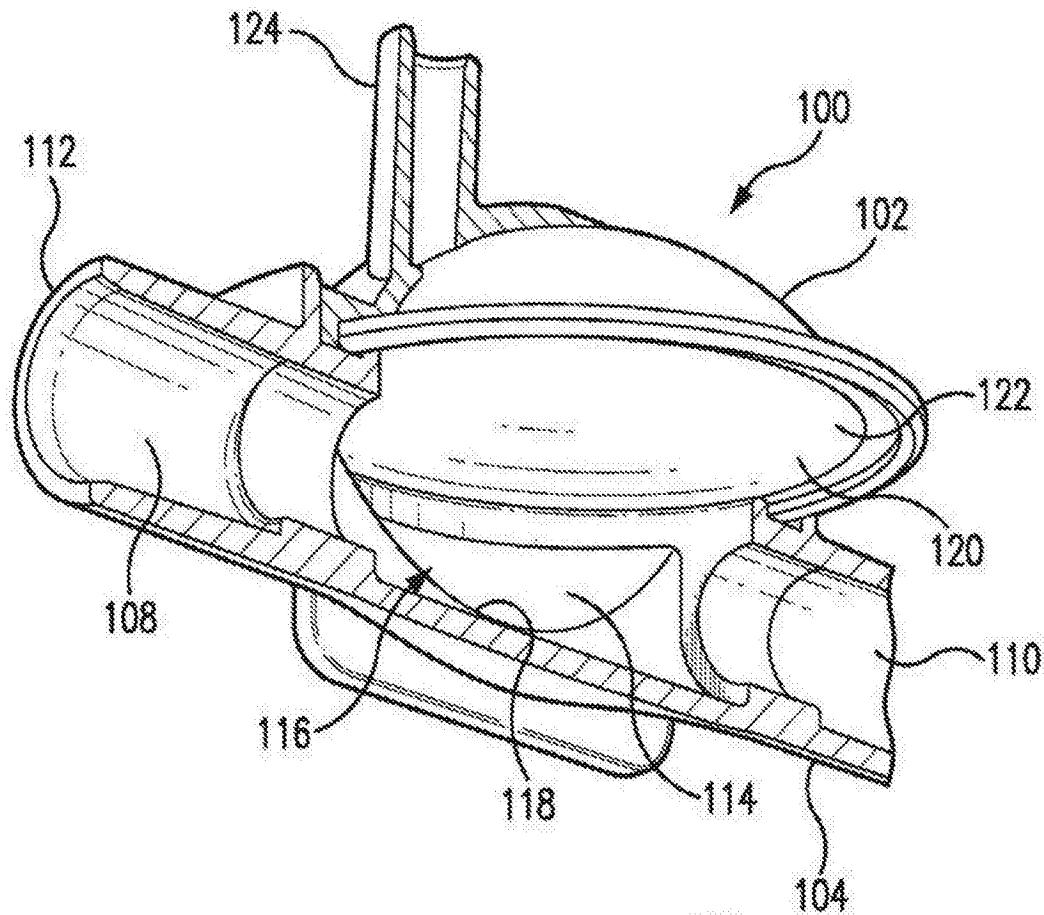


图1A

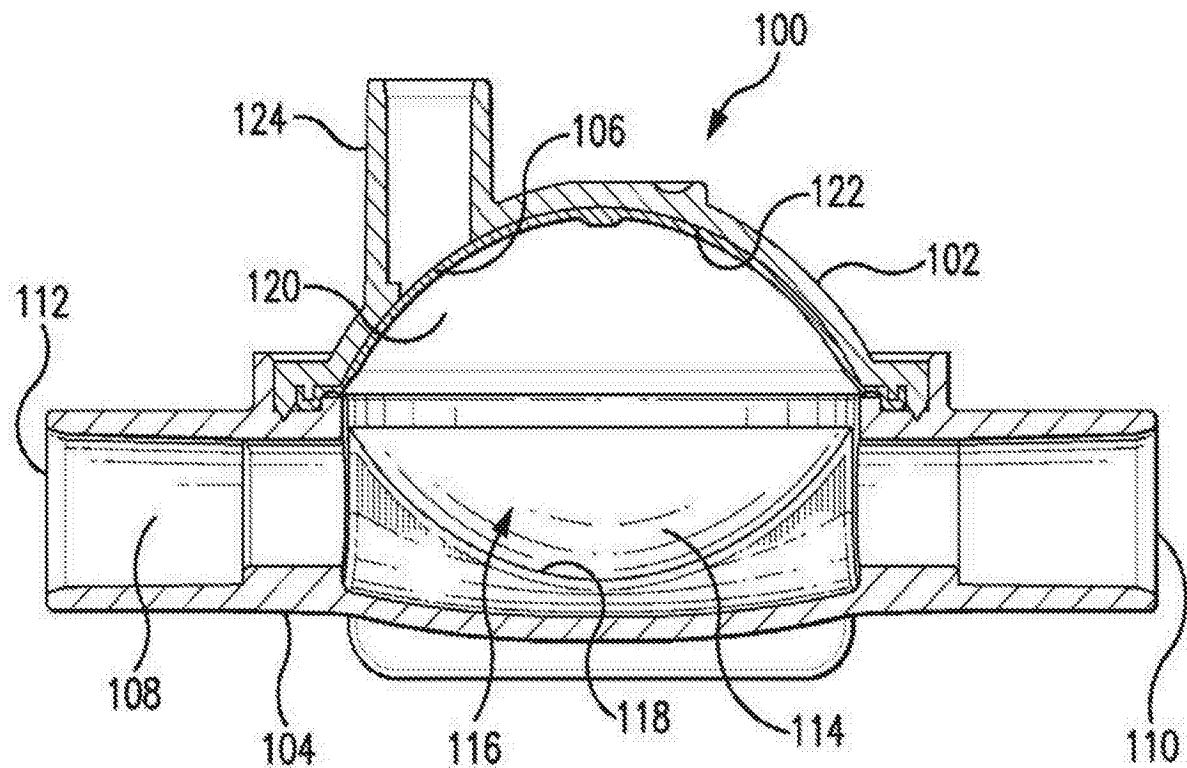


图1B

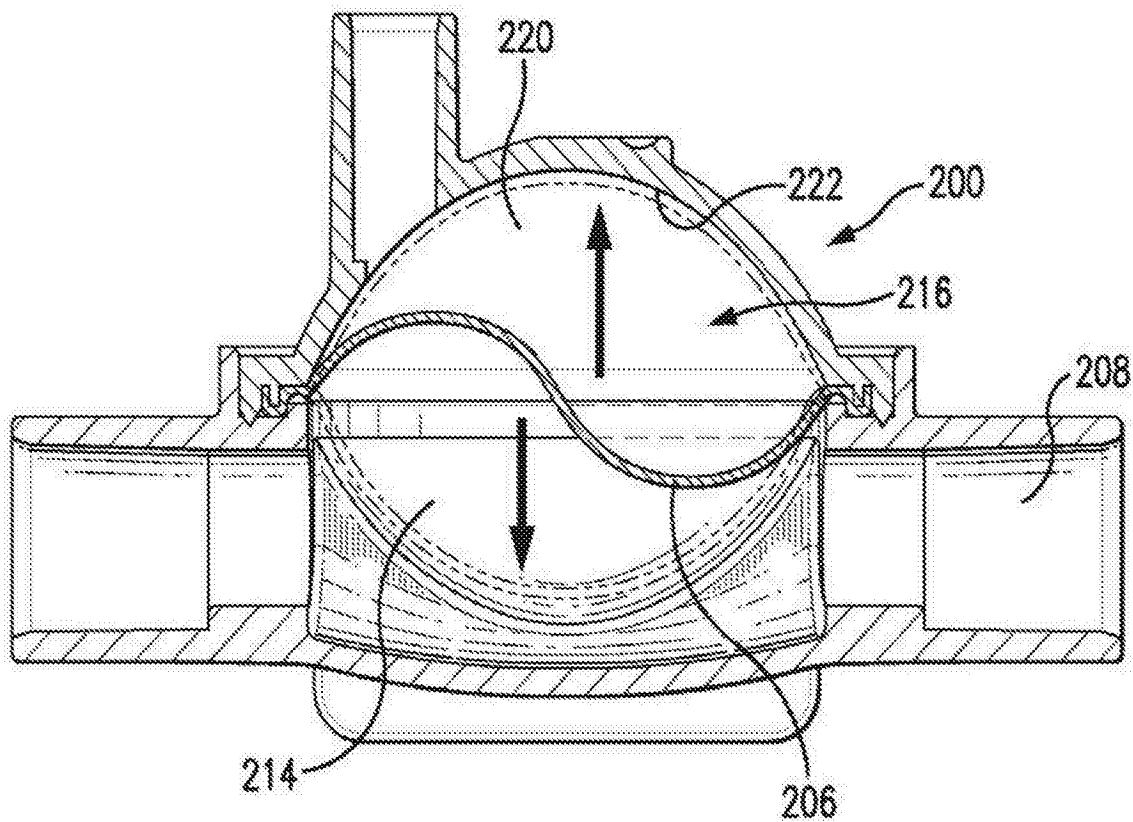


图2

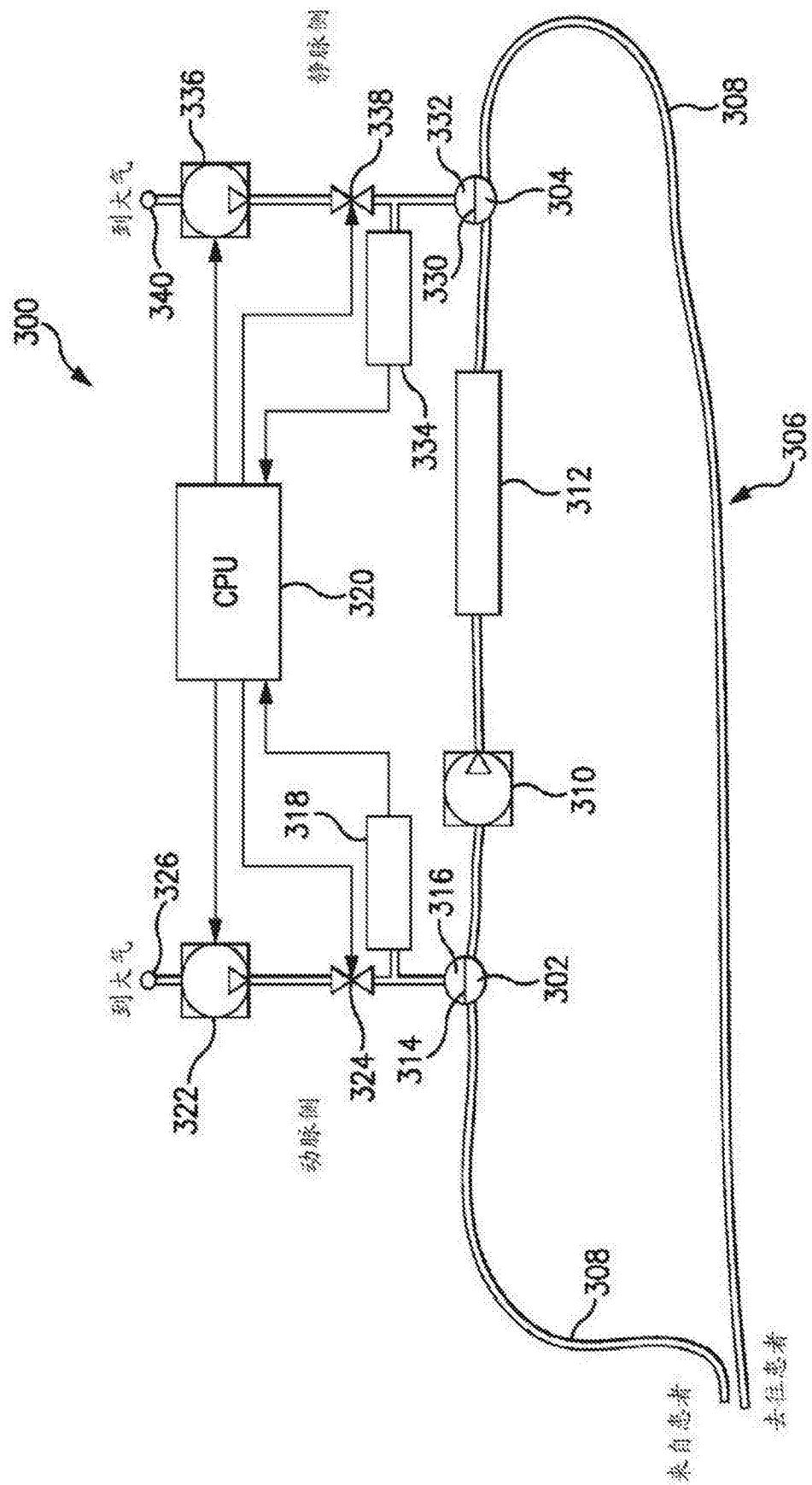


图3

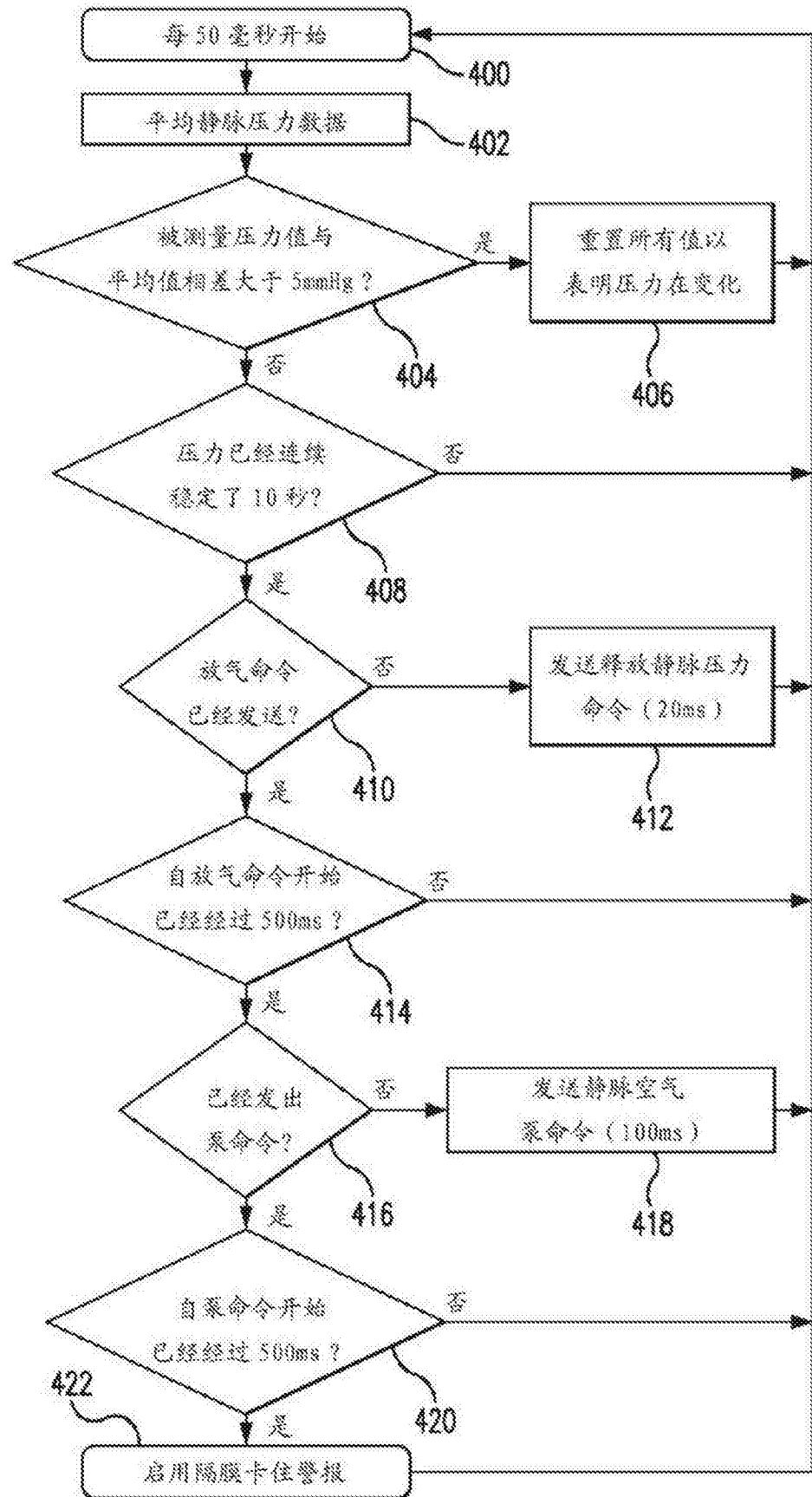


图4

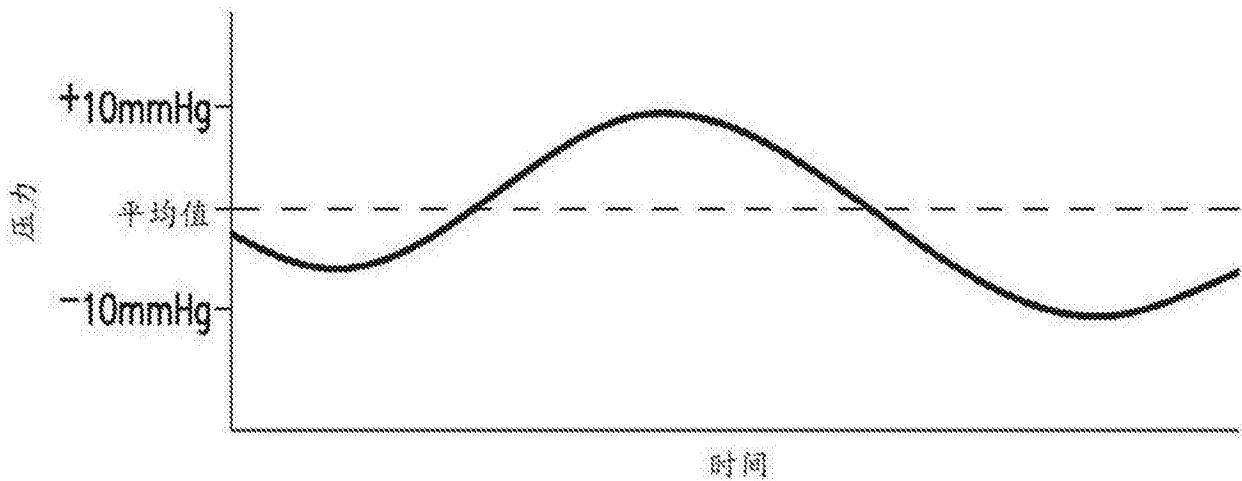


图5A

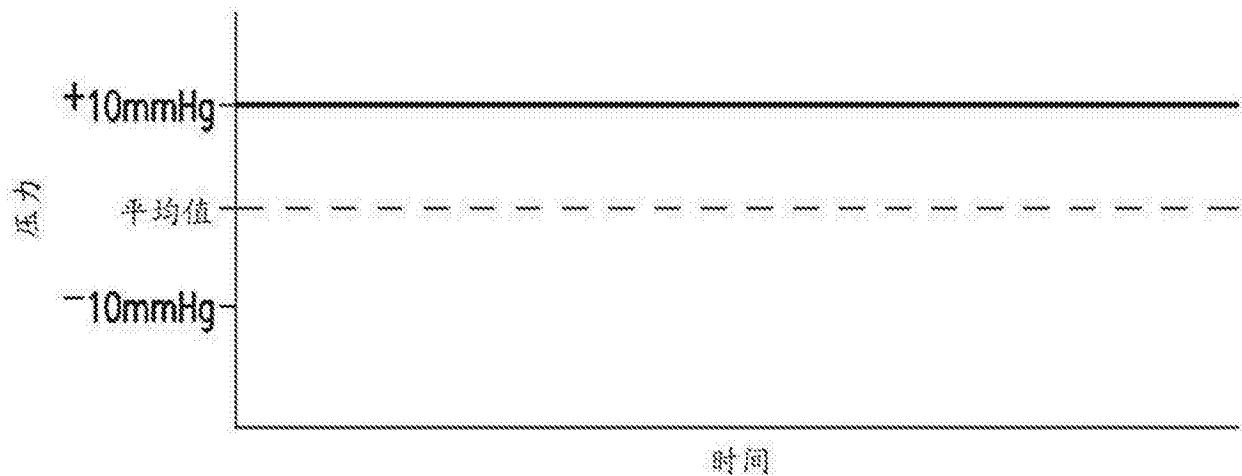


图5B

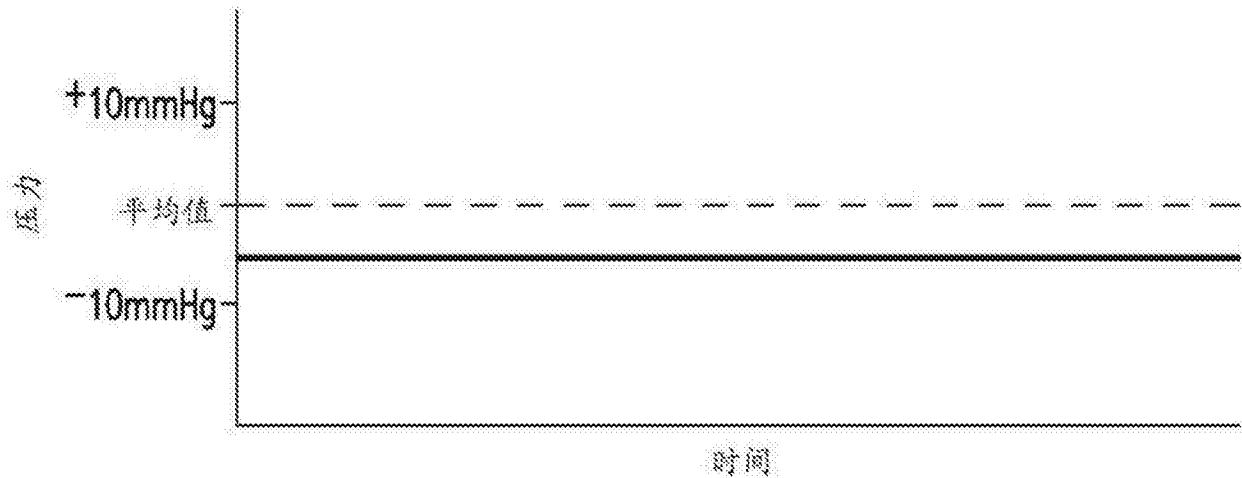


图5C