



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113456450 A

(43) 申请公布日 2021.10.01

(21) 申请号 202110690421.1

(51) Int.Cl.

(22) 申请日 2016.10.10

A61H 9/00 (2006.01)

A61B 5/00 (2006.01)

(30) 优先权数据

A61F 5/01 (2006.01)

A61F 5/058 (2006.01)

62/239527 2015.10.09 US

G01F 1/34 (2006.01)

62/239566 2015.10.09 US

62/239493 2015.10.09 US

62/329233 2016.04.29 US

(62) 分案原申请数据

201680072486.7 2016.10.10

(71) 申请人 KPR美国有限责任公司

地址 美国马萨诸塞州

(72) 发明人 J·邓森 S·伍迪卡 P·贝克

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

司 72001

代理人 黄涛 周学斌

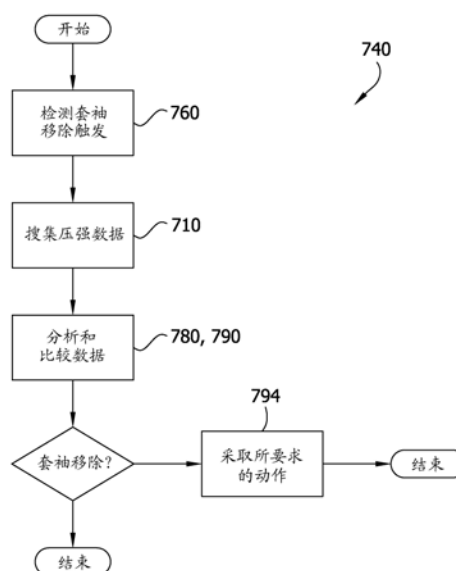
权利要求书3页 说明书24页 附图30页

(54) 发明名称

压缩服装相符性

(57) 摘要

通过分析指示压缩服装的可充气且可放气的囊状物中的流体压强的压强信号波形来确定压缩服装是否由服装的穿戴者穿戴。在分析期间在压强信号波形中检测到的变化指示压缩服装的状况中的改变。在一个方面中,状况中的改变使用确认性分析来校验。在另一个方面中,变化是压强上升和压强脉冲中的一个。在又一个方面中,变化是作为代表穿戴者脉搏的的时间的函数的振荡振幅。



1. 一种压缩设备控制器,包括:

存储器设备,配置用于存储一个或多个所监测的参数;

一个或多个处理器,耦合到存储器设备;以及

体现在计算机可读存储介质上的计算机可执行指令,所述计算机可执行指令包括指令,所述指令用于引起所述一个或多个处理器进行以下:

从经加压的流体流源引导流体流以便使配置为缠绕在压缩服装的穿戴者的肢体周围的服装的至少一个可充气囊状物充气 and 放气;

从可连通地耦合到其的压强传感器接收压强信号,所述压强信号指示所述至少一个可充气囊状物中的流体压强;

在所述至少一个可充气囊状物的充气 and 放气中的至少一个期间处理所接收的压强信号,其中使用所述压强信号检测其中的变化,所述变化指示压缩服装的状况中的改变;以及

响应于检测到所接收的压强信号中的变化而改变存储器设备中的所监测的参数中的至少一个的状态,其中所监测的参数的经改变的状态代表压缩服装的状况中的改变。

2. 权利要求1所述的压缩设备控制器,其中用于引起所述一个或多个处理器改变所监测的参数的状态的指令包括用于使相符性计时器递增 and 使相符性计时器暂停中的一个的指令。

3. 权利要求1所述的压缩设备控制器,所述计算机可执行指令包括指令,所述指令用于引起所述一个或多个处理器进行以下:

响应于检测到的变化,使用所述至少一个可充气囊状物的充气 and 放气的随后循环内的至少一个确认性分析来校验压缩服装的状况中的改变;以及

至少部分地基于所述至少一个确认性分析的结果,改变所监测的参数状态,

其中改变所监测的参数状态包括中止使计时器递增 and 开始使计时器递增中的一个,所述计时器代表穿戴者与压缩疗法相符的时间。

4. 权利要求1所述的压缩设备控制器,所述计算机可执行指令包括用于引起所述一个或多个处理器致动通风阀门以便维持所述至少一个囊状物中的非治疗压强的指令。

5. 权利要求1所述的压缩设备控制器,其中所述变化是作为代表压缩服装的穿戴者脉搏的时间的函数的振荡振幅,并且所述计算机可执行指令包括用于引起所述一个或多个处理器至少部分地基于作为代表穿戴者脉搏的时间的函数的检测到的振荡振幅而指示压缩服装是否由穿戴者穿戴的指令。

6. 权利要求5所述的压缩设备控制器,其中用于接收指示所述至少一个可充气囊状物中的流体压强的压强信号的指令包括用于在所述至少一个可充气囊状物充气至非治疗压强时接收指示流体压强的信号的指令。

7. 权利要求5所述的压缩设备控制器,其中用于处理所接收的压强信号的指令包括指令,所述指令用于以下:

对所接收的压强信号进行带通滤波以便提取大约0.5Hz到大约5Hz的频率;

在大约5Hz或以下的频率处对经带通滤波的信号进行低通滤波;

将经低通滤波的信号时间切分为多个样本群组;以及

通过作为整体计算所述多个样本群组的标准偏差并且计算每一个样本群组的标准偏差,来检测一个或多个样本群组内的异常,所述异常包括经低通滤波的信号的至少部分。

8. 权利要求7所述的压缩设备控制器,其中用于处理所接收的压强信号的指令包括用于检测在大约0.5Hz到大约3.5Hz的频率范围中的经低通滤波的信号中的峰值的指令。

9. 一种计算机实现的方法,包括:

通过在一个或多个处理器上执行的计算机可执行指令,通过操作的循环来控制经加压的流体流源,在所述操作的循环中配置为缠绕在患者的肢体周围的压缩服装的至少一个可充气囊状物充气和放气;

通过所述一个或多个处理器执行用于此的指令而从可连通地耦合到其的压强传感器接收指示囊状物中的流体压强的压强信号;

通过在所述一个或多个处理器上执行的计算机可执行指令,在囊状物的充气和放气期间检测指示压缩服装的状况中的改变的所接收的压强信号中的变化;以及

通过在所述一个或多个处理器上执行的计算机可执行指令,响应于检测到所接收的压强信号中的变化而改变存储在存储器设备中的至少一个所监测的参数的状态,其中存储器设备耦合到所述一个或多个处理器,并且其中所监测的参数的经改变的状态代表压缩服装的状况中的改变。

10. 权利要求9所述的方法,其中改变所监测的参数的状态包括使相符性计时器递增和暂停中的至少一个。

11. 权利要求9所述的方法,还包括:

通过在所述一个或多个处理器上执行的计算机可执行指令,使用囊状物的充气和放气的随后循环内的至少一个确认性分析来校验压缩服装的状况中的改变,其中所述校验响应于检测到的变化而执行;以及

通过在所述一个或多个处理器上执行的计算机可执行指令,至少部分地基于所述至少一个确认性分析的结果来改变所监测的参数的状态。

12. 权利要求9所述的方法,其中所述变化是压强上升和压强脉冲中的一个,所述方法还包括通过在所述一个或多个处理器上执行的计算机可执行指令,指示压缩服装由患者穿戴。

13. 权利要求12所述的方法,还包括通过所述一个或多个处理器执行用于此的指令而致动通风阀门以便维持囊状物中的非治疗压强。

14. 权利要求9所述的方法,其中所述变化是作为代表患者脉搏的的时间的函数的振荡振幅,所述方法还包括通过在所述一个或多个处理器上执行的计算机可执行指令,至少部分地基于作为代表患者脉搏的的时间的函数检测到的振荡振幅来指示压缩服装是否由患者穿戴。

15. 权利要求14所述的方法,其中所述检测所接收的压强信号中的变化包括:

通过在所述一个或多个处理器上执行的计算机可执行指令,对所接收的压强信号进行带通滤波以便提取大约0.5Hz到大约5Hz的频率;

通过在所述一个或多个处理器上执行的计算机可执行指令,在大约5Hz或以下的频率处对经带通滤波的信号进行低通滤波;

通过在所述一个或多个处理器上执行的计算机可执行指令,将经低通滤波的信号时间切分为多个样本群组;

通过在所述一个或多个处理器上执行的计算机可执行指令,通过作为整体计算所述多

个样本群组的标准偏差并且计算每一个样本群组的标准偏差而检测一个或多个样本群组内的异常,所述异常包括经低通滤波的信号的至少部分;以及

通过在所述一个或多个处理器上执行的计算机可执行指令,检测在大约0.5Hz到大约3.5Hz的频率范围中的经低通滤波的信号中的一个或多个峰值。

16. 权利要求14所述的方法,其中所述接收指示囊状物中的流体压强的压强信号包括在囊状物充气至非治疗压强时接收压强信号。

17. 一种系统,包括:

包括至少一个可充气且可放气的囊状物的压缩服装,压缩服装可固设在穿戴者的肢体四周;以及

控制器,包括:

存储器设备,配置用于存储一个或多个所监测的参数;

一个或多个处理器,耦合到存储器设备;以及

体现在计算机可读存储介质上的计算机可执行指令,所述计算机可执行指令包括指令,所述指令用于引起所述一个或多个处理器进行以下:

从经加压的流体流源引导流体流以便使压缩服装的囊状物充气和放气;

从可连通地耦合到其的压强传感器接收压强信号,所述压强信号指示囊状物中的流体压强;

在囊状物的充气和放气中的至少一个期间处理所接收的压强信号,其中使用压强信号检测其中的变化,所述变化指示压缩服装的状况中的改变;以及

响应于检测到所接收的压强信号中的变化而改变存储器设备中的所监测的参数中的至少一个的状态,其中所监测的参数的经改变的状态代表压缩服装的状况中的改变。

18. 权利要求17所述的系统,还包括:

泵;以及

至少一个阀门,

其中所述至少一个阀门与泵和囊状物流体连通,

其中所述至少一个阀门与控制器电气连通,并且

其中所述计算机可执行指令包括用于引起所述一个或多个处理器致动所述至少一个阀门以便控制泵与囊状物之间的流体连通的指令。

19. 权利要求17所述的系统,还包括与囊状物流体连通的泵,其中泵与控制器电气连通,并且其中所述计算机可执行指令包括用于引起所述一个或多个处理器至少部分地基于压强信号中检测到的变化来调节泵的速度的指令。

20. 权利要求17所述的系统,其中当固设在穿戴者的肢体四周时,所述至少一个可充气囊状物在穿戴者的肢体的周界周围延伸。

压缩服装相符性

[0001] 本申请是申请日为2016年10月10日,申请号为201680072486.7并且发明名称为“压缩服装相符性”申请的分案申请。

[0002] 对相关申请的交叉引用

本申请要求2015年10月9日提交的题为“Compression Garment Compliance”的美国临时专利申请序列号62/239,566、2015年10月9日提交的题为“Determining a Configuration of a Compression Garment”的美国临时专利申请序列号62/239,527、2015年10月9日提交的题为“Determining a Configuration of a Compression Garment”的美国临时专利申请序列号62/239,493以及2016年4月29日提交的题为“Determining a Configuration of a Compression Garment”的美国临时专利申请序列号62/329,233的优先权。以上标识的申请的全部内容通过引用明确地并入本文中,包括本文所包含的任何引用物的内容和教导。

背景技术

[0003] 间歇式气动压缩(IPC)系统包括用于向患者或穿戴者的肢体应用经加压的流体(诸如,空气)的设备。在一些实例中,在形成深静脉血栓(DVT)的风险下将经加压的空气应用于患者的下肢。IPC系统典型地包括管理流体的加压的泵送单元、使流体的递送延伸超出泵送单元的管道组、以及缠绕在患者肢体周围并且包含经加压的流体的压缩服装。IPC系统对服装间歇式地加压以便将气动压缩应用于患者肢体,移动来自肢体的该区域的血液。然而,用于DVT预防的这样的IPC系统的有效性取决于患者对包括IPC系统的处方治疗方案的依附性。

发明内容

[0004] 在一方面中,本公开针对的是针对压缩系统的使用而监测穿戴者与压缩治疗疗程的相符性的系统和方法。在另一个方面中,本公开针对的是确定压缩服装是否应用于穿戴者的肢体的系统和方法。

[0005] 在一个方面中,压缩设备控制器包括存储器设备、耦合到存储器设备的一个或多个处理器、以及体现在计算机可读存储介质上的计算机可执行指令。存储器设备配置用于存储所监测的参数。计算机可执行指令包括用于引起所述一个或多个处理器从经加压的流体流源引导流体流以便使压缩服装的可充气囊状物充气和放气的指令。压缩服装配置为缠绕在服装的穿戴者的肢体周围。还包括有用于引起所述一个或多个处理器从可通信地耦合到囊状物的压强传感器接收压强信号的指令,所述压强信号指示可充气囊状物中的流体压强。当由指令引起时,所述一个或多个处理器在可充气囊状物的充气和放气中的至少一个期间处理所接收的压强信号。使用压强信号来检测信号中的变化,所述信号中的变化指示压缩服装的状况中的改变。指令还引起所述一个或多个处理器响应于检测到所接收的压强信号中的变化而改变存储器设备中的所监测的参数中的至少一个的状态。所监测的参数的经改变的状态代表压缩服装的状况中的改变。

[0006] 在另一个方面中,一种计算机实现的方法包括在一个或多个处理器上执行的计算机可执行指令通过操作循环来控制经加压的流体流源,在所述操作循环中,配置为缠绕在患者肢体周围的压缩服装的至少一个可充气囊状物充气 and 放气。所述一个或多个处理器从可通信地耦合到囊状物的压强传感器接收指示囊状物中的流体压强的压强信号。在所述一个或多个处理器上执行的计算机可执行指令在囊状物的充气 and 放气期间检测所接收的压强信号中的变化,所述变化指示压缩服装的状况中的改变。在所述一个或多个处理器上执行的计算机可执行指令还响应于检测到所接收的压强信号中的变化而改变存储在存储器设备中的至少一个所监测的参数状态。存储器设备耦合到所述一个或多个处理器,并且所监测的参数的经改变的状态代表压缩服装的状况中的改变。

[0007] 在又一个方面中,一种系统包括压缩服装和控制器。压缩服装包括至少一个可充气且可放气的囊状物,并且可固设在穿戴者的肢体四周。控制器包括存储器设备、耦合到存储器设备的一个或多个处理器、以及体现在计算机可读存储介质上的计算机可执行指令。存储器设备配置用于存储所监测的参数。计算机可执行指令包括用于引起所述一个或多个处理器从经加压的流体流源引导流体流以便使压缩服装的囊状物充气 and 放气的指令。还包括有用于引起所述一个或多个处理器从可通信地耦合到囊状物的压强传感器接收指示囊状物中的流体压强的压强信号的指令。当由指令引起时,所述一个或多个处理器在可充气囊状物的充气 and 放气中的至少一个期间处理所接收的压强信号。使用压强信号来检测指示压缩服装的状况中的改变的信号中的变化。指令还引起所述一个或多个处理器响应于检测到所接收的压强信号中的变化而改变存储器设备中的所监测的参数中的至少一个的状态。所监测的参数的经改变的状态代表压缩服装的状况中的改变。

[0008] 实施例可以包括以下优点中的一个或多个。

[0009] 在一些实施例中,使用指示压缩服装的可充气囊状物中的压强的信号来执行压缩系统的相符性监测,提供穿戴者与压缩服装的使用的相符性的实时指示。这可以例如提供相符性的鲁棒指示,而同时减少对于追踪相符性的护理者的负担。

[0010] 其它方面、特征和优点将从描述和附图以及从权利要求书而是显而易见的。

附图说明

[0011] 图1是包括压缩服装和控制器的压缩系统的透视图。

[0012] 图2是图1的压缩系统的示意性表示,包括气动电路的示意图。

[0013] 图3是图1的另一个示例性压缩系统的示意性表示,包括气动电路的示意图。

[0014] 图4是当压缩服装处于腿部模型上的缠绕配置中刺激穿戴者的肢体时由图1的压缩系统产生的压强轮廓的图形表示。

[0015] 图5是当系统的压缩服装处于非缠绕配置中并且远离腿部模型刺激穿戴者的肢体时由图1的压缩系统产生的压强轮廓的图形表示。

[0016] 图6是图1的压缩系统的歧管压强信号的图形表示,所述歧管压强信号对应于分别用于图4和5中的缠绕和非缠绕压缩服装配置的歧管压强信号。

[0017] 图7是使用图1的压缩系统的相符性监测的方法的流程图。

[0018] 图8和9是图7的相符性监测方法的示例性实现的流程图。

[0019] 图10是在缠绕和非缠绕配置二者中的压缩服装的囊状物的充气阶段期间歧管中

的压强的多项式曲线拟合线的图形表示。

[0020] 图11是当压缩服装处于穿戴者的肢体上的缠绕配置中时由图1的压缩系统产生的压强轮廓的图形表示。

[0021] 图12是当压缩服装处于非缠绕配置中并且远离穿戴者的肢体时由图1的压缩系统产生的压强轮廓的图形表示。

[0022] 图13和14是使用图1的压缩系统的相符性监测的方法的流程图。

[0023] 图15A-15C是当压缩服装处于穿戴者的肢体上的缠绕配置中时由图1的压缩系统产生的另一个压强轮廓的图形表示。

[0024] 图16是当压缩服装处于非缠绕配置中并且远离穿戴者的肢体时由图1的压缩系统产生的另一个压强轮廓的图形表示。

[0025] 图17A和17B是当压缩服装处于穿戴者的肢体上的缠绕配置中时由图1的压缩系统产生的另一个压强轮廓的图形表示。

[0026] 图18-23C是使用图1的压缩系统的相符性监测的方法的流程图。

[0027] 图24和25是当压缩服装处于穿戴者的肢体上的缠绕配置中时由图1的压缩系统产生的另一个压强轮廓的图形表示。

[0028] 遍及附图,对应的附图标记指示对应的部分。

具体实施方式

[0029] 如本文中所使用,术语“近端”和“远端”表示当穿戴服装时压缩服装的组件、部分等的相对位置。例如,“近端”组件设置成最靠近穿戴者的躯干,“远端”组件设置成最远离穿戴者的躯干,并且“中间”组件一般设置在近端组件与远端组件之间的任何地方。另外,如本文中所使用,术语“缠绕”和“非缠绕”限定其中将服装恰当地应用于穿戴者的肢体(缠绕)以及其中将服装从穿戴者的肢体移除(非缠绕)的服装状况。

[0030] 参照图1-3,压缩系统1包括用于向穿戴者的肢体应用顺序压缩疗法的压缩服装10以及控制器5,所述控制器5具有一个或多个处理器7和体现在计算机可读存储介质33上的计算机可执行指令,计算机可执行指令包括用于引起所述一个或多个处理器控制压缩系统1的操作的指令。压缩服装10包括远端可充气囊状物13a、中间的可充气囊状物13b和近端可充气囊状物13c。压缩服装10可以固定在穿戴者的肢体周围,并且在一个实施例中,可调节以适应于不同周界的肢体。

[0031] 如下文进一步详细地描述,控制器5控制压缩系统1的操作以便执行充气循环,在所述充气循环中使可充气的囊状物13a、13b、13c充气以便向穿戴者的肢体应用压强,从而在一个或多个压缩循环期间建立通过压缩服装10的可充气囊状物13a、13b、13c而应用于穿戴者的肢体的渐变压强。如同样在下文进一步详细地描述,出于该描述的目的,每一个治疗压缩循环包括用于所有三个囊状物13a、13b、13c的充气阶段,用于囊状物13a和13b的衰减阶段,以及用于所有三个囊状物13a、13b、13c的通风阶段。每一个囊状物13a、13b、13c的循环结束压强是在相应囊状物13a、13b、13c的通风阶段的发起之前每一个囊状物13a、13b、13c中的压强。如将在下文更加详细地解释,控制器5至少部分地基于可充气囊状物13a、13b、13c中的一个或多个的所测量的压强来确定是否将压缩服装10应用于穿戴者的肢体(即,以在穿戴者的肢体周围的缠绕配置),并且在一些实施例中,提供确定的指示(例如,通

过使计时器递增,通过使计时器暂停,通过提供听得见的警报,和/或通过在图形用户界面上提供视觉指示)。确定是否正穿戴压缩服装10(即,以在穿戴者的肢体周围的缠绕配置)提供了相符性监测功能,其使得压缩系统1能够追踪服装何时正恰当地用于实现处方治疗。如同样在下文进一步详细地描述,控制器5可以控制压缩系统1的操作以便执行充气循环,在所述充气循环中使可充气囊状物13a、13b、13c充气以便向穿戴者的肢体应用压强,从而在一个或多个压缩循环期间建立例如通过压缩服装10的可充气囊状物13a、13b、13c而应用于穿戴者的肢体的渐变压强。

[0032] 压缩服装10是可定位在穿戴者的腿部周围的大腿长的套袖,其中远端囊状物13a在穿戴者的脚踝周围,中间的囊状物13b在穿戴者的小腿肚周围,并且近端囊状物13c在穿戴者的大腿周围。本领域普通技术人员将理解到,压缩服装10可以是膝盖长度的套袖、脚部服装等,而不脱离本发明的范围。可充气囊状物13a、13b、13c在从与控制器5电气通信的经加压的流体源21(例如,泵或压缩器)递送的流体(例如,空气或其它流体)的影响之下膨胀和收缩。经加压的流体源21通过管道23将经加压的流体(例如,空气)递送至可充气囊状物13a、13b、13c。

[0033] 参照图2,每一个可充气囊状物13a、13b、13c与相应的阀门25a、25b、25c流体连通。压强传感器27与歧管29连通(例如,流体连通)以便测量指示歧管29中的压强的信号。歧管29与相应可充气囊状物13a、13b、13c之间的流体连通可以通过相应阀门25a、25b、25c的位置的控制(例如,通过相应阀门25a、25b、25c的激活和/或去激活)来控制。压强传感器27与控制器5电气通信,使得控制器5从压强传感器27接收作为相应阀门25a、25b、25c的位置的结果的、指示与歧管29流体连通的可充气囊状物13a、13b、13c中的一个或多个和/或歧管29的压强的信号。如果仅一个囊状物13a、13b或13c与歧管29流体连通,从压强传感器27接收的信号指示与歧管29流体连通的相应囊状物13a、13b、13c的压强。例如,当阀门25a打开并且阀门25b、25c关闭时,压强传感器27提供指示可充气囊状物13a中的压强的信号。类似地,当阀门25b打开并且阀门25a和25c关闭时,压强传感器27提供指示囊状物13b中的压强的信号。同样地,当阀门25c打开并且阀门25a和25b关闭时,压强传感器27提供指示可充气囊状物13c中的压强的信号。通风阀门25d是可制动的以便控制歧管29与通风端口15之间的流体连通,所述通风端口15向环境大气通风。所有囊状物13a、13b、13c可以使用通风阀门25d通风。

[0034] 每一个阀门25a、25b、25c是双向/双位置的、通常打开的电磁阀门。每一个阀门25a、25b、25c包括两个端口,并且可制动以便将进入端口放置成与第一打开位置中的囊状物端口流体连通。每一个阀门25a、25b、25c进一步可制动以便关断进入端口与囊状物端口之间的流体连通。每一个阀门25a、25b、25c的进入端口与经加压的流体源21和歧管29流体连通。每一个阀门25a、25b、25c的囊状物端口与相应可充气囊状物13a、13b、13c流体连通。

[0035] 囊状物13a、13b、13c中的任一个可以放置为通过相应阀门25a、25b、25c而与经加压的流体源21和歧管29流体连通以便将加压的流体递送至囊状物13a、13b、13c。在囊状物13a、13b、13c充气之后,相应阀门25a、25b、25c可以关闭以便将流体保持在相应囊状物13a、13b、13c中。因而,通过打开相应阀门25a、25b、25c和关闭其它阀门25a、25b、25c,可以使压缩服装10的囊状物13a、13b、13c单独地充气,使得仅与打开的阀门25a、25b、25c相关联的一个囊状物13a、13b、13c与经加压的流体源21和歧管29流体连通。

[0036] 通风阀门25d同样是双向/双位置的、通常打开的电磁阀门。通风阀门25d包括两个端口,并且可制动以将进入端口放置为与第一位置中的通风端口15流体连通。通风进入端口与第一位置中的通风端口15流体连通。通风阀门25d进一步可制动以便关断进入端口与通风端口15之间的流体连通。通风阀门25d的进入端口与经加压的流体源21和歧管29流体连通。通风阀门25d的通风端口15与环境大气流体连通。

[0037] 应当领会到,阀门25a、25b、25c、25d可以是其它类型,并且具有压缩系统1内的其它布置,而没有脱离本公开的范围。例如,参照图3,阀门可以是阀门35a、35b、35c,其是双向/两位置的电磁阀门,并且可制动为在没有通风阀门的情况下控制囊状物13a、13b、13c中的压强。

[0038] 再次参照图2,体现在计算机可读存储介质33上的计算机可执行指令包括引起所述一个或多个处理器7对可充气囊状物13a、13b、13c加压(例如,充气)以便向穿戴者的肢体提供循环治疗压缩压强的指令。例如,体现在计算机可读存储介质33上的计算机可执行指令包括指令,所述指令引起所述一个或多个处理器7控制经加压的流体源21和/或阀门25a、25b、25c、25d以便在预确定的时间量内将可充气囊状物13a、13b、13c加压至治疗压缩压强,从而从可充气囊状物13a、13b、13c底层的区移动肢体中的血液。囊状物13a、13b保持在压缩压强下的时长在本文中被称为衰减阶段。在衰减阶段之后的是通风阶段,在所述通风阶段中计算机可执行指令包括引起所述一个或多个处理器7控制经加压的流体源21和/或阀门25a、25b、25c、25d以便将可充气囊状物13a、13b、13c中的压强减少为较低的压强(例如,大气压强)的指令。

[0039] 压缩系统1可以确定压缩服装10是否应用(即,缠绕)于穿戴者的肢体,并且在某些实施例中,可以提供这种确定的指示,这可以例如促进追踪穿戴者与压缩服装10的处方治疗使用的相符性。体现在非暂时性计算机可读存储介质33上的计算机可执行指令包括引起所述一个或多个处理器7在压缩系统1的治疗循环的解压缩时段期间分析从压强传感器27接收的压强信号数据的指令。体现在非暂时性计算机可读存储介质33上的计算机可执行指令包括引起所述一个或多个处理器7确定所接收的压强信号数据的特性是否满足指示定位在穿戴者的肢体上的压缩服装10的一个或多个状况的指令。

[0040] 在示例性实施例中,计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7从压强传感器27接收压强信号数据。计算机可执行指令可以包括引起所述一个或多个处理器7处理代表囊状物13a、13b、13c中的一个或多个内的压强的单个波形的指令。应当领会到,所述一个或多个处理器7可以处理多个波长,而没有脱离本公开的范围。通过在例如疗程循环的解压缩时段期间监测压强信号和对应的压强数据,所述一个或多个处理器7可以检测波形上的某些特性,所述特性指示压缩服装10是恰当地缠绕在穿戴者的肢体上还是从穿戴者的肢体解除缠绕。在某些实施例中,在解压缩时段期间,压强传感器27保持(或者无意中放置)在与囊状物13a、13b、13c中的一个或多个的恒定连通(例如,流体连通和/或机械连通)中。示例性静止时段包括非治疗循环(例如,囊状物13a、13b、13c中的压强小于大约25mmHg)、初始服装检测时段的子集和/或静脉再填充测量时段。

[0041] 在其中利用双向/双位置阀门的图3的实施例的示例性操作中,体现在计算机可读存储介质33上的计算机可执行指令包括指令,所述指令引起所述一个或多个处理器7控制用于特定囊状物13a、13b、13c中的一个或多个的一个或多个阀门35a、35b、35c,使得在囊状

物13a、13b、13c中的一个或多个与压强传感器27之间建立流体路径。

[0042] 在其中利用双向/双位置阀门的图2的实施例的示例性操作中,体现在计算机可读存储介质33上的计算机可执行指令包括引起所述一个或多个处理器7打开或关闭通风阀门25d使得歧管29可以不再通风的指令。计算机可执行指令中的一个或多个引起所述一个或多个处理器确定针对随机压强脉冲和尖峰而从压强传感器27接收的信号是否预期在穿戴者移动(例如,移动腿部、小腿肚弯曲、咳嗽、打喷嚏、一般呼吸等)时发生。由于留存在囊状物13a、13b、13c中的一个或多个内并且延伸到歧管29以及因而延伸到压强传感器27的流体(例如,空气)的体积,甚至轻微的移动引起囊状物移动或者改变形状,并且产生由压强传感器27生成的压强信号中的压强尖峰。相反地,对于已经从穿戴者的肢体移除的压缩服装10,由压强传感器27生成的压强信号是静态的并且没有随机噪声或压强脉冲。

[0043] 现在参照图4,针对处于腿部模型周围的缠绕配置中的压缩服装10(其刺激穿戴者的腿部)而示出了代表性压缩循环压强轮廓。腿部模型具有与人类腿部的那些类似的尺寸、形状和刚度。相应地,出于分析在本公开中描述的算法的性能的目的,腿部模型是用于人类穿戴者的腿部的适当类似物。除非以其它方式指定,否则本文示出的所有数据在实验场景中使用腿部模型来采集。

[0044] 该图表示出了来自实验场景的信号,在所述实验场景中使用压强传感器来测量各个囊状物13a、13b、13c中的压强,并且使用压强传感器27来测量歧管29中的压强。如下文进一步详细地描述,使用该实验场景,将在各个囊状物13a、13b、13c中测量的压强与由压强传感器27在歧管29中测量的压强进行比较。应当领会到,在正常使用中,控制器5从压强传感器27接收信号以便控制压缩系统1的操作。图4示出了由设置在每一个囊状物13a、13b、13c中的压强传感器测量的压强与由压强传感器27测量的歧管压强之间的对应关系。

[0045] 用于囊状物13a、13b、13c中的至少一个的单个压缩循环包括用于囊状物13a、13b的充气阶段、衰减阶段和通风阶段,以及用于囊状物13c的充气阶段和通风阶段。压强图402示出了遍及用于远端囊状物13a的单个治疗压缩循环的压强信号,压强图404示出了遍及用于中间囊状物13b的单个治疗压缩循环的压强,压强图406示出了遍及用于近端囊状物13c的单个治疗压缩循环的压强,以及压强图408示出了由压强传感器27在每一个前述治疗压缩循环期间测量的歧管压强。每一个图402、404、406包括初始囊状物填充时段,其限定用于相应囊状物13a、13b、13c的治疗压缩循环的充气阶段。一旦在囊状物13a、13b中实现相应目标压强,充气就停止,并且囊状物中的压强可以保持在目标压强处或附近,保持在目标压强处或附近限定用于囊状物13a、13b的治疗压缩循环的衰减阶段。在囊状物13a、13b的情况下的衰减阶段之后,或者在囊状物13c的情况下的充气阶段紧后面,在用于每一个囊状物13a、13b、13c的治疗压缩循环的通风阶段期间从相应囊状物排空每一个囊状物13a、13b、13c中的流体。

[0046] 在治疗压缩循环的开始处,将阀门25b、25c和25d激励至关闭位置。为了使远端囊状物13a充气,经由阀门25a和管道23将经加压的流体从经加压的流体源21递送至远端囊状物13a。一旦实现用于远端囊状物13a的目标压强,或者在由计时器31测量的一段时间之后(在该段时间之后预期实现目标压强),激励阀门25a以关闭,将经加压的流体保持在远端囊状物13a中。接下来,通过使阀门25b去激励至打开位置而使中间囊状物13b充气,使得经加压的流体从经加压的流体源21流入至中间囊状物13b中。一旦实现用于中间囊状物13b的目

标压强,或者在由计时器31测量的一段时间之后(在该段时间之后预期实现目标压强),激励阀门25b以关闭,将经加压的流体保持在中间囊状物13b中。接下来,通过使阀门25c去激励至打开位置而使近端囊状物13c充气,使得经加压的流体从经加压的流体源21流入至近端囊状物13c中。一旦实现用于近端囊状物13c的目标压强,或者在由计时器31测量的一段时间之后(在该段时间之后预期实现目标压强),阀门25a、25b和25d同样去激励至相应打开位置。打开的通风阀门25d允许每一个囊状物13a、13b、13c中的流体通风至大气。

[0047] 已经将压缩系统1描述为单独地使每一个囊状物13a、13b、13c充气,使得一次仅利用经加压的流体填充一个囊状物。然而,应当领会到,囊状物13a、13b、13c可以附加地或者可替换地同时或者以与彼此的任何组合进行充气。在某些实施例中,对阀门25a、25b、25c和25d的打开和关闭进行计时,使得一次仅一个囊状物13a、13b、13c与压强传感器27和歧管29流体连通。这例如促进了使用压强传感器27来测量指示每一个囊状物13a、13b、13c的每一个压强的信号。

[0048] 体现在计算机可读存储介质33上的计算机可执行指令包括引起所述一个或多个处理器7遍及治疗压缩循环而从压强传感器27接收所测量的压强信号的指令。当远端囊状物13a充气时,所述一个或多个处理器7从压强传感器27接收指示歧管29中的压强的信号,所述信号代表远端囊状物13a中的压强。以该方式,测量遍及远端囊状物13a的充气阶段的压强,包括刚好在阀门25a关闭之前的充气压强的结束。当中间囊状物13b充气时,所述一个或多个处理器从压强传感器27接收指示歧管29中的压强的信号,所述信号代表中间囊状物13b中的压强。测量遍及中间囊状物13b的充气阶段的压强,包括刚好在阀门25b关闭之前的充气阶段的结束。当近端囊状物13c充气时,所述一个或多个处理器7从压强传感器27接收指示歧管29中的压强的信号,所述信号代表近端囊状物13c中的压强。测量遍及近端囊状物13c的充气阶段的压强,包括充气压强的结束。

[0049] 计算机可执行指令包括引起所述一个或多个处理器7确定每一个囊状物13a、13b、13c中的循环结束压强。如本文中所使用,循环结束压强是在通风阶段之前每一个相应囊状物13a、13b、13c中的压强。因而,对于囊状物13a、13b,用于每一个囊状物13a、13b的循环结束压强是在每一个囊状物13a、13b的治疗压缩循环的相应衰减阶段的结束处每一个囊状物13a、13b中的压强。对于囊状物13c,循环结束压强是在囊状物13c的充气阶段的结束处囊状物13c中的压强。

[0050] 为了测量循环结束压强,在近端囊状物13c充气至其目标压强之后,阀门25a、25b、25c顺序地切换打开和关闭,以便测量每一个囊状物13a、13b、13c中的循环结束压强(图4)。因为阀门25c由于刚刚使近端囊状物13c充气而打开,首先测量用于近端囊状物13c的循环结束压强。如将从查看图6中的压强轮廓而理解到,用于近端囊状物13c的充气结束压强和循环结束压强相同,这是因为近端囊状物不会经历衰减阶段。在近端囊状物13c的压缩循环的结束处阀门25c可以切换断开并且然后切换回开启。所述一个或多个处理器7切换打开阀门25a和关闭阀门25c以便测量用于远端囊状物13a的循环结束压强。所述一个或多个处理器7切换打开阀门25b和关闭阀门25a以便测量用于中间囊状物13b的循环结束压强。尽管描述了阀门25a、25b、25c的特定切换序列,但是应当领会到,阀门25a、25b、25c的其它切换序列处于本公开的范围之内。在一个实施例中,每一个阀门25a、25b、25c在大约15毫秒(ms)内切换打开以便测量相应囊状物13a、13b、13c中的循环结束压强。阀门25a、25b、25c可以在更短

或更长的时间段内切换打开。例如,阀门25a、25b、25c可以在至少大约75ms内切换打开。还设想到其它的时间段。由压强传感器27测量的压强读数存储在存储器33中。在操作期间,压缩循环接连地重复多次以便完成压缩处置。

[0051] 计算机可执行指令可以包括引起所述一个或多个处理器7使用用于囊状物13a、13b中的至少一个的充气结束压强和循环结束压强来确定相应线拟合的指令。使用两个压强点,产生表示衰减阶段的线。将这一代表线的值与用于囊状物13b、13c的充气结束压强相比较,以便确定随后充气的囊状物13b、13c的压强在压缩循环期间的任何点处是否潜在地上升至之前充气的囊状物13a、13b的压强之上。

[0052] 参照图5,图示了用于压缩系统1的非缠绕配置的代表性压缩循环压强轮廓。压缩系统1产生图5的压强轮廓的操作与以上针对图4的压缩循环压强轮廓描述的操作是同样的。仅有的差别在于,图5中的压强信号是在压缩服装10处于非缠绕配置中时取得的。压强图502、504、506示出了当服装10处于非缠绕配置中时遍及单个压缩循环的远端囊状物13a、中间囊状物13b和近端囊状物13c的实际压强。在图5中还来自压强传感器27的压强信号示出为压强图508,所述压强信号代表在治疗压缩循环期间歧管29中的压强。

[0053] 参照图6,一起绘出了由压强传感器27针对缠绕和非缠绕配置检测到的代表性压缩循环压强轮廓的压强信号。如将在下文更加详细地解释,存在区分缠绕和非缠绕配置的代表性压缩循环压强轮廓中的特性。例如,参照图5,存在当中间囊状物13b(504)压强超出远端囊状物13a(502)的压强时的时段(例如,6436ms附近)。附加地,在囊状物充气之前囊状物13a、13b、13c中的压强(即,当时间=0时的初始压强偏置)在非缠绕配置中稍微更高。偏置是当服装10从肢体移除时处于囊状物13a、13b、13c中的更多残留空气的结果。申请人认为这是因为非缠绕套袖受较少约束,由此应用较少排空力来驱逐残留空气(即,套袖能够保持“鼓起来”,因而看起来就像它的体积较小那样)。在不希望受理论限界的条件下,认为这一偏置源自于非缠绕压缩服装10受较少约束,导致应用较少排空力来驱逐残留空气。附加地,用于非缠绕配置中的囊状物13a和13b的充气结束压强稍微高于用于缠绕配置中的囊状物13a和13b的充气结束压强。反过来的条件对于近端囊状物13c成立,其中用于缠绕配置的充气结束压强稍微高于用于非缠绕配置的充气结束压强。另一个区分特性在于,相比针对缠绕配置而言,对于非缠绕配置存在远端和中间囊状物13a、13b中的充气结束压强之间的较少差别。

[0054] 体现在计算机可读存储介质33上的计算机可执行指令包括引起所述一个或多个处理器7在缠绕配置和非缠绕配置二者中对来自压强传感器27的压强信号进行建模的指令。在实施例中,来自缠绕配置中的远端囊状物13a的充气阶段的压强信号由最佳拟合线来建模。例如,模型是由简单线性回归生成的最佳拟合线。

[0055] 使用最佳拟合线的压强信号数据的分析可以提供当正应用压缩疗法时囊状物13a是处于相符的缠绕配置中还是不相符的非缠绕配置中的指示。最佳拟合线与所观察的压强信号之间的差异在数学上可量化为均方误差(MSE)值。在该实例中,MSE值是在给定间隔内所观察的压强趋势的曲率度(诸如,压缩服装10的囊状物的充气)的指示符。因而,较大的MSE值指示曲线拟合数据具有较大的曲率,并且低MSE值指示曲线拟合数据具有较小曲率。在实施例中,用于缠绕配置的图一般比用于非缠绕配置的图更笔直(即,更近似地遵循对应的最佳拟合线)。在数学上,这转译为用于针对缠绕配置的图的曲线拟合线的较小MSE值。在

实施例中,在预确定的数字以下的MSE值指示囊状物处于缠绕配置中,而大于或等于预确定的数字的MSE值指示囊状物处于非缠绕配置中。设想到,其它因素可以提供囊状物的配置的指示。

[0056] 参照图7-9,体现在计算机可读存储介质33上的计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7执行当应用压缩疗法时确定压缩服装10是处于缠绕配置中还是非缠绕配置中的方法740。在图7中阐述的步骤在大体高级别下描述了确定压缩服装10是处于缠绕配置还是非缠绕配置中的方法,并且图8和9更加详细地描述该方法。在描述由所述一个或多个处理器7执行的相符性方法时将参照所有三个附图。

[0057] 参照图7和8,在相符性确定方法740的开始处,压缩系统1操作为使囊状物13a、13b、13c顺序地充气 and 放气以便向穿戴者的肢体应用压缩处置。处置优选地根据预确定的压缩疗程来做出,除其它之外,所述预确定的压缩疗程包括其中患者应当接收处置的处方时段。监测患者与处方处置时段的相符性。按照需要在若干或更多的循环内操作压缩系统1,以便允许系统安置于稳定状态并且在相符性确定开始之前收集稳定状态数据。然而,相符性计时器或计数器可以在相符性确定的开头之前开始。因而,在相符性确定方法740的开始处,压缩服装10处于缠绕配置中并且在正常(稳定状态)操作条件之下操作。系统在默认条件之下在步骤750处操作,其中所述一个或多个处理器7指令压强传感器27遍及压缩循环测量歧管29中的压强。压强数据随时间而被摒弃并且在新的更为最近的压强数据变得可用时被其替代。所述一个或多个处理器7在760处检查暗示压缩服装10可能已经解除缠绕的触发的发生。

[0058] 一般地,触发可以发生在所测量的结果不同于预期结果时,其中预期结果是基于最近的调节历史和(多个)稳定状态控制误差。触发可以例如包括但不限于以下中的一个或多个:从针对囊状物13a、13b、13c中的至少一个的(多个)之前压缩循环的循环结束压强改变;从针对囊状物13a、13b、13c中的至少一个的(多个)之前压缩循环的充气结束压强改变;由所述压强引起的泵21的调节(例如,目标测量结果中的误差);从囊状物13a、13b、13c中的至少一个的(多个)之前充气阶段的曲率系数改变;从针对囊状物13a、13b、13c中的至少一个的(多个)之前压缩循环的充气阶段斜率改变;在操作循环的结束处囊状物中的一个或多个的所测量的压强中的改变、在通风阶段期间所测量的压强的斜率中的改变、来自(多个)之前压缩循环的所测量的压强从零的初始偏置中的改变;具有较低目标压强的可充气囊状物13b、13c中的一个中的压强超出具有较高目标压强的可充气囊状物13a、13b中的另一个中的压强、囊状物13a和13b之间的峰值压强中的较小差异、对泵21的操作做出的调节的幅度中的改变、压强波形的统计上显著的改变、以及所测量的压强中的任何非计划扰乱或者由压缩系统1做出的非计划调节。

[0059] 参照图8,压缩系统1继续正常操作(步骤762),直至检测到触发发生。如果检测到触发发生,在764处确定发生是否超出预确定的条件,所述条件诸如例如,用于稳定状态操作的预期误差。附加地或者可替换地,压强改变/扰乱产生是预期改变/扰乱的控制系统响应三倍大的控制系统响应可以充当预确定的条件。“预期改变/扰乱”可以是预设定的,或者可以由控制器5通过控制器在稳定状态下在一段时间内的操作而建立的准则。附加地或者可替换地,对泵21的调节可以充当预确定的条件,所述调节与最近的调节相比大于预确定的阈值。例如,触发可以发生在泵21的新调节比之前的调节的100%大时。如果确定触发发

生没有超出预确定的阈值或者满足准则,压缩系统1继续762正常操作。

[0060] 参照图7和8,如果确定触发发生对于在确认压缩服装10的状况从缠绕向非缠绕的改变已经发生时使用而言有效,数据搜集在770处开始。所述一个或多个处理器7在772处激活“套袖移除”的压缩循环以用于对“套袖移除”的压缩循环的数目进行计数,在所述压缩循环内搜集数据以便确认触发发生为服装10已经变为非缠绕的指示。“套袖移除”的压缩循环的数目在774处计数,直至获得充足数量的数据(即,压强信号)为止。获得充足数量的数据以便确定服装10是否处于非缠绕配置中所需要的“套袖移除”的压缩循环的数目可以在不同情况下不同。在一个实施例中,“套袖移除”的压缩循环的数目在大约10到大约20个压缩循环之间。一般地,当压强信号在初始触发发生之后再次到达稳定状态时确定获得充足数量的数据。存储器33与在系统1的正常操作期间获得的参考数据分离地存储与“套袖移除”的循环相关联的数据。一旦在776处获得足够的数据,所述一个或多个处理器7就在步骤778处检索在系统1的正常操作期间获得的数据。在压强信号到达稳定状态之后,所述一个或多个处理器7在780处分析“套袖移除”的数据,以便确定用于与在正常条件中操作的压缩系统1时获得的数据相比较的囊状物压强值。

[0061] 所述一个或多个处理器7在步骤790处通过比较“套袖移除”的数据与正常操作条件参考数据,确定服装10是处于缠绕还是非缠绕状况下。如果所述一个或多个处理器7在792处确定服装10尚未移除并且仍然处于缠绕配置中,压缩系统1继续正常操作。如果在794处确定服装10已经移除,将服装置于非缠绕配置中,所述一个或多个处理器7更改所监测的参数的记录。在步骤790处比较“套袖移除”的数据与正常操作条件数据可以包括但不限于以下中的一个或多个:针对囊状物13a、13b、13c中的至少一个比较来自“套袖移除”的数据的循环结束压强与来自正常操作条件数据的循环结束压强;针对囊状物13a、13b、13c中的至少一个比较来自“套袖移除”的数据的充气结束压强与来自正常操作条件数据的充气结束压强;比较来自“套袖移除”的数据上的曲线拟合的曲率系数与来自正常操作条件数据上的曲线拟合的曲率系数;针对囊状物13a、13b、13c中的至少一个比较来自“套袖移除”的数据的充气阶段斜率与来自正常操作条件数据的充气阶段斜率;比较“套袖移除”的数据上的所测量的压强从零的初始偏置与来自正常操作条件数据的所测量的压强从零的初始偏置;针对囊状物13a、13b、13c中的至少一个比较来自“套袖移除”的数据的通风阶段斜率与来自正常操作条件数据的通风阶段斜率;比较所测量的压强以确定具有较低目标压强的可充气囊状物是否具有比具有较高目标压强的可充气囊状物的所测量的压强高的所测量的压强;比较来自“套袖移除”的数据的可充气囊状物13a、13b的峰值压强中的差异与正常操作条件数据中的囊状物13a、13b的峰值压强中的差异以得到差异中的减小;比较在“套袖移除”的数据中对泵21的操作的调节的幅度与在正常操作数据中做出的调节的幅度;寻找“套袖移除”的数据与正常操作数据之间的压强波形中的统计上显著的差异。例如,在囊状物13a、13b、13c中的一个的通风阶段期间的压强尖峰是服装10处于缠绕配置中的指示。比较步骤790是用于确认触发发生为服装处于非缠绕配置中的指示的确认性分析。

[0062] 如果数据790指示针对数据比较中的任一个以及针对囊状物13a、13b、13c中的任一个所发生的压强中的统计上显著的改变,所述一个或多个处理器7指示服装10处于非缠绕配置中并且不再以相符性方式使用。附加地或者可替换地,所述一个或多个处理器7要求来自囊状物13a、13b、13c中的至少两个的以下确认:针对数据比较中的至少一个所发生的

压强中的统计上显著的改变。附加地或者可替换地,所述一个或多个处理器7要求来自所有囊状物13a、13b、13c的以下确认:针对数据比较中的任一个所发生的压强中的统计上显著的改变。附加地或者可替换地,所述一个或多个处理器7要求确认针对数据比较中的至少两个所发生的压强中的统计上显著的改变。

[0063] 响应于压强改变的确认,所述一个或多个处理器7在步骤794处通过以下中的至少一个来更改所监测的参数的记录:使相符性仪表停下来使得没有进一步的压缩循环被指示为与压缩治疗疗程相符(例如,相符性计数器停止递增)、提供就不相符提醒穿戴者或临床医师的警报指示、使压缩系统1的操作停下来、以及将比较的结果存储在存储器33(例如,标志)中。

[0064] 可选地,参照图9,在通过所述一个或多个处理器7确定服装10处于不相符的非缠绕配置中之后,确定压缩服装10是处于缠绕配置还是非缠绕配置中的方法740通过在步骤902处收集附加的“套袖移除”的数据而继续。所述一个或多个处理器7在904处分析并比较附加的“套袖移除”的数据与正常操作条件数据。如果904处的数据比较指示对于囊状物13a、13b、13c中的任一个而言,附加的“套袖移除”的数据与正常操作条件数据匹配或接近匹配,所述一个或多个处理器7在906处确定服装10已经返回到缠绕配置并且再次以相符的方式使用。作为响应,所述一个或多个处理器7通过以下中的至少一个而更改所监测的参数的记录:恢复压缩系统1的操作、恢复相符性仪表使得随后的压缩循环被指示为相符的、提供就相符性提醒穿戴者或临床医师的消息、以及将比较的结果存储在存储器33中。所述一个或多个处理器7继续在902处收集附加的“套袖移除”的数据,直至如果904处的数据比较指示压强中的统计上显著的改变对于数据比较中的任一个而保留,则所述一个或多个处理器7确定压强信号(诸如,以上描述的测量)与正常操作条件压强信号匹配或接近匹配。

[0065] 如可以从图4和5看出,由压强传感器27产生的压强测量结果稍微高于囊状物13a、13b、13c内的实际压强。出于使用压强传感器信号确定相符性的目的,压强中的差异是可忽略的。可替换地,通过简短地去激活流体源21,由压强传感器27测量的压强归一化至与歧管29流体连通的囊状物中的实际压强。

[0066] 附加地或者可替换地,可以进一步分析用于囊状物13a、13b、13c的充气阶段的线性回归以用于在缠绕和非缠绕状况之间进行比较。例如,可以计算标准偏差、P值、最大和最小值以及平均值,并且在缠绕和非缠绕状况之间比较标准偏差、P值、最大和最小值以及平均值,以便进一步在这两个状况之间区分。用于区分套袖戴上和套袖卸下状况的、与回归分析(例如,本文描述的曲线拟合分析)相关联的高级统计(诸如,残余量的分析)同样处于本公开的范围之内。

[0067] 尽管已经将用于囊状物13a、13b、13c的充气阶段的曲线拟合描述为最佳拟合线,但是模型可以是多项式曲线拟合。参照图10,利用五阶多项式曲线拟合在缠绕配置(1002)和非缠绕配置(1004)中对来自囊状物13a的充气阶段的压强信号进行建模。五阶多项式曲线拟合准确地表示充气阶段的更为动态的曲率,而没有过度地响应于压强信号中的改变。还设想其它阶多项式曲线拟合。作为示例,可以使用较低阶,诸如,当曲率较少动态并且不要求更高阶时。

[0068] 在缠绕配置中的囊状物13a、13b、13c的充气阶段期间的多项式曲线拟合一般比用于缠绕配置中的囊状物13a、13b、13c的充气阶段的多项式曲线拟合更笔直(即,更线性)。附

加地,对于远端和中间囊状物13a、13b,在非缠绕配置中遍及充气阶段的压强高于在缠绕配置中遍及充气阶段的压强。反过来的条件对于近端囊状物13c成立,其中在缠绕配置中遍及大多数充气阶段的压强高于在非缠绕配置中遍及大多数充气阶段的压强。附加地,在非缠绕配置中用于囊状物13a和13b的开始压强或偏置高于在缠绕配置中用于囊状物13a和13b的开始压强。通过识别这些不同特性的发生,压缩系统1可以确定服装10何时处于相符的缠绕配置中以及服装10何时处于不相符的非缠绕配置中。

[0069] 附加地或者可替换地,可以进一步分析用于囊状物13a、13b、13c的充气阶段的多项式曲线拟合以用于在缠绕和非缠绕状况之间比较。例如,可以计算标准偏差、P值、最大和最小值以及平均值,并且在缠绕和非缠绕状况之间比较标准偏差、P值、最大和最小值以及平均值,以便进一步在两个状况之间区分。用于区分套袖戴上和套袖卸下状况的、与回归分析(例如,本文描述的曲线拟合分析)相关联的高级统计(诸如,残余量的分析)同样处于本公开的范围之内。

[0070] 参照图11,图示了用于压缩服装10的缠绕配置的代表性压缩循环压强轮廓。该图表图示了来自压强传感器27的信号。用于压缩服装10的缠绕配置中的所有三个囊状物13a、13b、13c的单个压缩循环包括压缩时段1102和解压缩时段1104。参照图12,图示了用于压缩服装10的非缠绕配置的代表性压缩循环压强轮廓。压缩时段1202和解压缩时段1204图示了用于针对压缩服装10的非缠绕配置的所有三个囊状物13a、13b、13c的单个压缩循环。体现在计算机可读存储介质33上的计算机可执行指令包括引起所述一个或多个处理器监测来自压强传感器27的信号的指令,所述信号指示解压缩时段1104、1204期间的囊状物压强。计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7监测解压缩时段1104的压强信号与解压缩时段1204的压强信号之间的差异。例如,解压缩时段1104期间的压强信号包括在图11的1106处一般地指示的压强脉冲,控制器5将该压强脉冲解译为指示压缩服装10处于缠绕配置中的穿戴者移动。解压缩时段1204期间的压强信号相对静止(即,没有脉冲存在),控制器5将该压强信号解译为指示压缩服装10处于非缠绕配置中。通过分析解压缩时段1104、1204的压强信号,计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7基于在解压缩时段1104、1204期间一个或多个压强脉冲1106的存在(即,发生)或缺失(即,不发生)而确定压缩服装10是处于缠绕配置还是非缠绕配置中。

[0071] 再次参照图11,在压缩系统1的另一个实施例中,囊状物13a、13b、13c的囊状物压强被锁定,并且当压缩服装10处于基本上围绕穿戴者的肢体的缠绕配置中时,计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7检测解压缩时段1104期间的压强信号的上升(例如,增加)。解压缩时段1204期间的压强信号(图12)相对静止(即,没有压强上升存在),控制器5将该压强信号解译为指示压缩服装10处于非缠绕配置中。计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7基于在解压缩时段1104、1204期间压强上升的存在(即,发生)或缺失(即,不发生)而确定压缩服装10是处于缠绕配置还是非缠绕配置中。

[0072] 参照图13,体现在计算机可读存储介质33上的计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7执行以下方法1300:通过检测从压强传感器27接收的压强信号中的一个或多个压强脉冲来确定压缩服装是处于缠绕还是非缠绕配置中。压缩系统1在步骤1302处操作为使囊状物13a、13b、13c充气 and 放气以便向穿戴者的肢体应用压缩处置,并且使囊状物13a、13b、13c向下通风为目标值,诸如1-2mmHg。计算机可执行指令引起所述一个或多个处

理器7在步骤1304处确定囊状物13a、13b、13c中的压强是否已经达到目标值。如果尚未达到目标值,计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7继续使囊状物13a、13b、13c通风,并且过程返回到步骤1304。如果已经达到目标值,计算机可执行指令在步骤1306处在解压缩时段期间引起所述一个或多个处理器7停止使囊状物13a、13b、13c通风并且监测来自压强传感器27的压强信号以得到脉冲。领会到,可以采用经滤波的信号使得所观察的任何脉冲将处于基线信号噪声上方,而没有脱离本公开的范围。信号可以例如通过控制器5中的滤波电路和/或通过由所述一个或多个处理器7经由计算机可执行指令实现的数字滤波技术来滤波。领会到,计算机可执行指令可以引起所述一个或多个处理器7执行波形峰值检测以便确定异常峰值的振幅对照预期噪声内的峰值,而没有脱离本公开的范围。还领会到,计算机可执行指令可以引起所述一个或多个处理器7利用信号阈值限制检测,而没有脱离本公开的范围。例如,如果检测到比噪声上方1mmHg大的脉冲,那么将该脉冲视为压强脉冲。计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7实现计数器,利用该计数器针对其中没有观察到脉冲的接连循环的数目保持计数。

[0073] 在步骤1308处,计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7确定是否由处理器7在步骤1306处检测到脉冲。如果在步骤1306期间检测到脉冲,计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7将计数器重置1310为零,这是因为该脉冲指示压缩服装10处于基本上围绕穿戴者的肢体的缠绕配置中。如果没有在步骤1306期间检测到脉冲,那么脉冲的这种未发生(即,缺失)指示压缩服装10处于远离穿戴者的肢体的非缠绕配置中。在这样的情况下,计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7在步骤1312处确定计数器的计数是否已经达到或超出计数器阈值。例如,阈值可以是十个接连循环,但是本领域技术人员将领会到,阈值可以是任何整数值。达到或超出阈值指示压缩服装10处于远离穿戴者的肢体的非缠绕配置中,这是因为如果压缩服装10处于缠绕配置中将由所述一个或多个处理器7检测到压强异常(例如,压强脉冲)。

[0074] 如果所述一个或多个处理器7在步骤1312处确定计数器的计数已经达到或超出计数器阈值,那么计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器在步骤1314处采取所要求的动作。例如,所述一个或多个处理器7可以使操作停下来,停止相符性计时器,提醒用户(例如,穿戴者或护理者)等。如果所述一个或多个处理器7在步骤1312处确定计数器的计数尚未达到计数器阈值,那么计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7在步骤1316处将计数器的计数递增并且使囊状物13a、13b、13c完全通风,并且过程返回到步骤1302。

[0075] 在可替换实施例中,图6的方法1300在静脉再填充测量期间实现。在这样的实施例中,使囊状物13b通风至较高的压强(例如,5-7mmHg)并且因此与穿戴者的肢体更为稳固地接触。在该实施例中,由于患者移动所致的压强脉冲甚至在压强传感器27的压强信号中更为明显。

[0076] 参照图14,体现在计算机可读存储介质33上的计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7执行以下方法1400:通过检测从压强传感器27接收的压强信号中的上升(例如,增加)来确定压缩服装是处于缠绕还是非缠绕配置中。压缩系统1在步骤1402处操作为使囊状物13a、13b、13c充气和放气以便向穿戴者的肢体应用压缩处置,并且使囊状物13a、13b、13c向下通风至目标值,诸如1-2mmHg。计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7在步骤1404处确定囊状物13a、13b、13c中的压强是否已经达到目标值。如果尚未达到目标

值,计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7继续使囊状物13a、13b、13c通风并且过程返回到步骤1404。如果已经达到目标值,计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7在步骤1406处在解压缩时段期间停止使囊状物13a、13b、13c通风并且监测来自压强传感器27的压强信号以得到上升。在实施例,采用经滤波的信号使得所观察的任何上升都将在基线信号噪声上方。信号可以例如通过控制器5中的滤波电路和/或通过由所述一个或多个处理器7经由计算机可执行指令而实现的数字滤波技术来滤波。所述一个或多个处理器7监测压强信号以得到大于阈值(例如,1-2mmHg)的压强上升,其指示压缩服装10处于基本上围绕穿戴者的肢体的缠绕配置中。压强信号中的上升的缺失或者小于阈值的上升指示压缩服装10处于远离穿戴者的肢体的非缠绕配置中。计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7实现计数器,利用该计数器针对未能实现阈值压强上升的每一个循环保持计数。

[0077] 在步骤1408处,计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7在步骤1406处确定是否由处理器7检测到大于阈值的压强上升。如果在步骤1406期间检测到大于阈值的压强上升,计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7将计数器重置1410为零,因为压强上升指示压缩服装10处于基本上围绕穿戴者的肢体的缠绕配置中。如果在步骤1406处没有检测到阈值上方的上升,那么压强上升的这种不出现指示压缩服装10处于远离穿戴者的肢体的非缠绕配置中。在这样的情况下,计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7在步骤1412处确定计数器的计数是否已经达到或超出计数器阈值。例如,阈值可以是十个接连循环,但是本领域技术人员将领会到,阈值可以是任何整数值。达到或超出阈值指示压缩服装10处于远离穿戴者的肢体的非缠绕配置中,因为如果压缩服装10处于缠绕配置中,将由所述一个或多个处理器7检测到压强异常(例如,压强上升)。

[0078] 如果所述一个或多个处理器7在步骤1412处确定计数器的计数已经达到或超出计数器阈值,那么计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器在步骤1414处采取所要求的动作。例如,所述一个或多个处理器7可以使操作停下来,停止相符性计时器,提醒用户(例如,穿戴者或护理者)等。如果所述一个或多个处理器7在步骤1412处确定计数器的计数尚未达到或超出阈值,那么计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7在步骤1416处将计数器的计数递增并且完全为囊状物13a、13b、13c通风,并且过程返回到步骤1402。

[0079] 在可替换实施例中,由压强传感器27生成的信号的压强轮廓的实际形状本身是潜在的指示符。例如,轮廓的形状可以计算为使得当所得函数(即,形状)与预确定的函数(即,形状)匹配时,计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7确定压缩服装10处于缠绕配置中。相反地,所得函数与预确定的函数匹配的失败将导致计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7确定压缩服装10处于非缠绕配置中。这样的实施例可以与结合上文所述的方法1300、1400描述的计数器一起使用。

[0080] 参照图15A,针对在代表性囊状物充气时段1502和压强保持时段1504期间穿戴者的肢体上的压缩服装10的缠绕配置中的囊状物13a、13b、13c中的一个示出了来自压强传感器27的压强信号。在图15A中的示例中,压强保持时段1504大约为27秒的持续时间,并且表示充气至大约45mmHg的囊状物13a、13b、13c,大约45mmHg是囊状物13a、13b、13c的治疗循环的典型充气阈值。依照本公开的另一个实施例,压强保持时段1504可以为大约20秒的持续时间,并且表示充气至大约200mmHg的囊状物13a、13b、13c中的一个。相应地,用于充气至大约200mmHg的囊状物的压强信号中的振荡振幅将高于本文中图示的针对充气至大约45mmHg

的囊状物所关联的振荡振幅。

[0081] 参照图15B, 波形1504'示出了带通滤波技术的结果, 所述带通滤波技术应用于压强保持时段1504的感兴趣的子集信号, 使得已经提取频率范围(例如, 0.5Hz到25Hz、0.5Hz到5Hz等)。如与图15A相比, 压强保持时段1504的代表性子集部分以较小的尺度示出, 使得脉冲在压强保持时段1504'期间在压强信号中可见。在图15B中的压强脉冲中的脉冲与由穿戴者的脉搏在囊状物13a、13b或13c上产生的压强效应相关联。与压缩服装10的穿戴者的脉搏相关联的波形脉动在波形1504'中保持明显。体现在非暂时性计算机可读存储介质33上的计算机可执行指令包括引起所述一个或多个处理器7从压强传感器27接收信号的指令, 所接收的信号指示在囊状物充气时段1502和压强保持时段1504期间囊状物13a、13b、13c中的一个或多个中的流体压强。

[0082] 在某些实施例中, 计算机可执行指令还包括引起所述一个或多个处理器7进一步精炼来自压强传感器27的信号以便在压强保持时段1504期间提取仅与人类的典型心动周期范围相关联的频率的指令。例如, 计算机可执行指令可以包括引起所述一个或多个处理器7提取在0.5Hz到25Hz的范围中的频率(例如, 通过带通滤波技术)。

[0083] 图15B示出了当振荡振幅降低时, 噪声在信号上的影响是更为显著的(即, 信噪比更小)。数据的附加的预处理和/或后处理可以有助于获得较少失真的结果。在一些实施例中, 计算机可执行指令还包括引起所述一个或多个处理器7对压强保持时段1504的信号进行滤波以便移除不与人类穿戴者的脉搏相关联的频率以及引起所述一个或多个处理器7实现一个或多个峰值检测算法和/或相符性监测算法的指令。在某些实施例中, 所述一个或多个计算机可执行指令还包括引起所述一个或多个处理器7执行附加的预处理器和/或后处理以便降低噪声在从压强传感器27接收的信号上的影响的指令。应当领会到, 从压强传感器27接收并且由所述一个或多个处理器7处理的信号包括与穿戴者的心搏相关联但是不与穿戴者的实际心率相关联的脉动。例如, 当穿戴者的心脏跳动时血流在可充气囊状物13a、13b、13c中的至少一个上创建压强, 压强传感器27检测该压强并且生成代表其的压强信号。

[0084] 参照图15C, 波形1504'叠覆在波形1504''上, 波形1504''是通过所述一个或多个处理器7应用于波形1504'的平滑化算法滤波技术的结果。在图15C中的该示例性实施例中, 平滑化以移动范围的五倍(例如, 5x)紧随矩形窗口。甚至在像与典型静脉再填充检测(VRD)技术相关联的那些(例如, 大约5到大约20mmHg)那么低的压强下, 波形仍然提供指示穿戴者和压缩服装10之间的充分接触的脉动的证据。

[0085] 图16针对压缩服装10的非缠绕配置示出了在囊状物13a、13b、13c中的一个的代表性囊状物压强保持时段1602压强轮廓期间从压强传感器27接收的压强信号。压强轮廓1602的总体振幅小于类似压强保持时段1504(在图15A中示出)的振幅。压强轮廓1602中的干净的重复脉冲的缺失是压缩服装10处于非缠绕配置中或者没有由穿戴者恰当地穿戴的指示。

[0086] 图17A示出了用于囊状物13a、13b、13c中的一个的代表性囊状物压强轮廓和从压强信号27接收的压强信号。压强轮廓包括疗法循环时段1702、囊状物通风时段1704、囊状物测试充气时段1706和囊状物压强保持时段1708。在疗法循环1702的结束处, 所测试的囊状物(例如, 囊状物13a、13b、13c中的一个)在囊状物通风时段1704期间通风。在囊状物通风时段1704之后, 在囊状物充气时段1706期间向所测试的囊状物应用短的充气, 直至所测试的囊状物实现大约30mmHg的压强。所述一个或多个处理器7执行计算机可执行指令, 使得如下

文进一步描述的脉搏检测由所述一个或多个处理器7在囊状物压强保持时段1708期间执行,囊状物压强保持时段178在该示例性实施例中为大约10秒。假设持续时间足够长以确保多个脉搏在持续时间内发生,囊状物压强保持时段178可以是更长或更短的持续时间。

[0087] 图17B图示了波形1708',所述波形1708'指示在压强保持时段1708期间应用于感兴趣的信号的滤波技术的结果。在一些实施例中,计算机可执行指令包括引起所述一个或多个处理器7检测主导峰值并且检查波形落入在预期范围(例如,对于人类穿戴者,每分钟60-100次跳动(bpm))内的指令。在一些实施例中,对于人类穿戴者,预期范围是每分钟60-100次跳动(bpm)。然而,应当领会到,可以使用更宽的范围(例如,30-120bpm)以便计及可能患病的穿戴者和/或计及可能发生在离心脏很远的身体上的位置(例如,小腿)。在该示例性实施例中,所述一个或多个处理器7检测与穿戴者的心搏相关联但是不与穿戴者的实际心率相关联的脉动。

[0088] 图18是以下示例性方法1800的示意性表示:分析从压强传感器27接收的波形数据以便通过检测与穿戴者的心搏相关联的脉动来检测压缩服装10是处于围绕服装的穿戴者的肢体的缠绕还是非缠绕配置中。该示例性方法可以由所述一个或多个处理器7通过体现在非暂时性计算机可读存储介质33上的计算机可执行指令的执行来实施。

[0089] 所述一个或多个处理器7执行计算机可执行指令以便对初始压强进行采样1802。在一些实施例中,初始压强采样是以100Hz或更高的速率完成,并且使用典型的信号调控来移除基线噪声。附加地或者可替换地,采样1802可以扩展成包括正好在低截至值(例如,0.25Hz)下方的频率的衰减。

[0090] 后处理波形分析1804进一步包括带通滤波1806、附加的滤波1808和峰值检测1810。在带通滤波1806期间,使用带通滤波技术在与人类穿戴者的典型心率范围(例如,对于人类穿戴者,0.5-4Hz)相关联的典型频率范围中对感兴趣的信号进行滤波。

[0091] 在附加的滤波1808期间,进一步精炼经带通滤波的信号峰值。附加的滤波可以包括具有截至值5Hz的低通滤波以便产生经滤波的值。附加地或者可替换地,附加的滤波可以包括使用移动范围的五个最近的样本来产生经滤波的值的平滑化算法。应当领会到,在附加的滤波步骤1808期间可以向经带通滤波的信号应用多于一个滤波技术。

[0092] 在峰值检测1810期间,执行峰值检测以便检查经滤波的信号峰值对应于典型人类穿戴者的心搏范围。峰值检测1810可以是基于预确定的阈值(例如,仅看向具有大于0.05mmHg的幅度的峰值)。附加地或者可替换地,峰值检测1810可以是基于针对具有在典型人类穿戴者的心搏范围内的频率的重复信号的检查,与幅度无关(例如,扩展到30-240bpm以得到裕度)。例如,可以执行频率分析计算以便检查具有在典型人类穿戴者的心搏范围内的频率的重复信号被检测。附加地或者可替换地,峰值检测1810可以是基于最高幅度峰值以及检查那些峰值的频率落入在典型人类穿戴者的预期心搏范围内。应当领会到,在峰值检测1810期间可以使用多于一个峰值检测技术。在一些实施例中,峰值检测1810包括基于预确定的阈值和基于最高幅度峰值以及检查那些峰值的频率落入在典型人类穿戴者的预期心搏范围内的峰值检测的组合,因为信噪比足够高使得脉搏清楚明显。

[0093] 计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7在峰值检测1810期间确定1812是否检测到穿戴者的脉搏的特征。如果确定1812脉搏的特征存在,可以指示1816肯定确定的结果。例如,指示1816可以包括向与压缩系统1相关联的显示设备发送视觉表示。附加地或

者可替换地,指示1816可以包括使计时器递增和/或暂停。在指示1816后,过程在步骤1818处结束并且返回到步骤1802。如果没有在步骤1812处检测到脉冲,计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7在步骤1814处返回空值。在步骤1814之后,过程在步骤1818处结束并且返回到采样1802。

[0094] 参照图19,是以下示例性方法1900的示意性表示:分析从压强传感器(例如,压强传感器27)接收的波形数据以便在服装校验过程期间确定压缩服装(例如,压缩服装10)是处于缠绕还是非缠绕配置中。为了解释的方便,以及为了清楚起见,针对单个囊状物(例如,囊状物13a、13b或13c中的一个)描述方法1900。然而,应当领会到,方法1900可以重复以便检查对应于不同阀门的附加囊状物。

[0095] 方法1900在步骤1902处开始,并且期望的囊状物阀门(例如,囊状物阀门25a、25b、25c)打开1904。接通1906经加压的流体源(例如,经加压的流体源21),直至对应囊状物中的压强超出大约120mmHg。

[0096] 在一段时间内从压强传感器27接收1908压强信号。关于所有数据是否可用做出确定1910。如果不是所有数据都可用,继续采集1912压强信号,并且接收1908压强信号。如果在步骤1910处做出确定1910所有数据都可用,关闭1914对应的阀门并且执行脉搏检测算法。

[0097] 在一些实施例中,脉搏检测算法包括以上描述的后处理波形分析1804中的一个或多个。

[0098] 关于在阀门关闭1914和流体在囊状物中隔离之后是否检测到脉搏做出确定1916。脉搏的检测的缺失在步骤1918处指示压缩服装10处于远离穿戴者的肢体的非缠绕配置中,并且在步骤1936处结束方法之前,方法进行到步骤1932,其中相符性时间没有增加。步骤1916处的脉搏的检测在步骤1920处指示压缩服装10处于穿戴者的肢体周围的缠绕配置中并且方法继续到步骤1930。

[0099] 在步骤1922处,在步骤1906中接通泵之后已经逝去一秒之后,计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7读取压强。在步骤1924处,计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7确定压强是否大于2.0mmHg。在步骤1924处超出2.0mmHg的压强在步骤1926处指示压缩服装10存在(例如,与阀门25a、25b、25c流体连通),并且方法进行到步骤1930。在步骤1924处没有超出2.0mmHg的压强在步骤1928处指示压缩服装10不存在(例如,没有与阀门25a、25b、25c流体连通),并且在步骤1936处结束方法之前,方法进行到步骤1932,其中相符性时间没有递增。

[0100] 在步骤1930处,计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7确定压缩服装10是否存在和处于穿戴者的肢体周围的缠绕配置中。如果确定压缩服装10不存在或者没有处于穿戴者的肢体周围的缠绕配置中,那么方法进行到步骤1932,其中在步骤1936处结束方法之前,相符性时间没有递增。如果由所述一个或多个处理器7确定压缩服装10存在并且处于缠绕配置中,那么方法进行到步骤1934,其中在步骤1936处结束方法之前,相符性时间递增。

[0101] 参照图20,体现在计算机可读存储介质33上的计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7执行以下方法2000:分析从压强传感器27接收的波形数据以便在循环结束压强之后确定压缩服装是处于缠绕还是非缠绕配置。方法2000在步骤2002处开始并且进行到

步骤2004,其中计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7完成预防性压缩循环。在步骤2006处,计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7为对应于穿戴者的脚踝和大腿的囊状物(例如,囊状物13a和13c)通风。在步骤2008处,计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7在预确定的时间段(例如,10秒)内保持对应于穿戴者的腿肚子的囊状物(例如,囊状物13b)中的压强并且经由压强传感器27采集压强信号。

[0102] 在步骤2010处,计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7确定是否所有数据都可用。如果在步骤2010处不是所有数据都可用,那么方法进行到步骤2012以便在继续回到步骤2008之前从压强传感器27采集压强信号。如果在步骤2010处所有数据都可用,那么方法进行到步骤2014,其中计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7执行脉搏检测算法。在一些实施例中,脉搏检测算法包括以上描述的后处理波形分析的一个或多个步骤。在步骤2016处,计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7确定是否在步骤2014处检测到脉搏。脉搏的检测的缺失在步骤2022处指示压缩服装10处于远离穿戴者的肢体的非缠绕配置中。方法然后进行到步骤2024,其中计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7不对相符性时间进行递增并且引起所述一个或多个处理器7在步骤2026处结束方法之前采取一个或多个动作(例如,提醒用户)。步骤2016处的脉搏的检测在步骤2018处指示压缩服装10处于穿戴者的肢体周围的缠绕配置中。方法然后进行到步骤2020,其中计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7在步骤2026处结束方法之前对相符性时间进行递增。

[0103] 参照图21,体现在计算机可读存储介质33上的计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7执行以下方法2100:分析从压强传感器27接收的波形数据以便在静脉再填充确定(VRD)期间确定压缩服装是处于缠绕还是非缠绕配置中。方法2100在步骤2102处开始并且进行到步骤2104,其中计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7完成预防性压缩循环。在步骤2016处,计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7为对应于穿戴者的脚踝和大腿的囊状物(例如,囊状物13a和13c)通风。在步骤2018处,计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7将对应于穿戴者的腿肚子的囊状物(例如,囊状物13b)中的压强通风至VRD目标。在步骤2110处,计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7执行如所安排的VRD。一旦发起VRD测量,计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7开始辅助过程以便从压强传感器27采集压强数据以用于并行脉搏检测。在步骤2114处,计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7从压强传感器27采集压强信号而同时VRD在进行中。

[0104] 在步骤2116处,计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7确定所有数据是否可用。如果在步骤2116处不是所有数据都可用,那么方法进行到步骤2118以便在继续回到步骤2114之前继续从压强传感器27采集压强信号。如果在步骤2116处所有数据都可用,那么方法进行到步骤2120,其中计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7执行脉搏检测算法。在一些实施例中,脉搏检测算法包括以上描述的后处理波形分析1804的一个或多个步骤。在步骤2122处,计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7确定是否在2120处检测到脉搏。脉搏的检测的缺失在步骤2128处指示压缩服装10处于远离穿戴者的肢体的非缠绕配置中。方法然后进行到步骤2130,其中计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7没有对相符性时间进行递增,并且引起所述一个或多个处理器7在步骤2132处结束方法之前采取一个或多个动作(例如,提醒用户)。步骤2122处的脉搏的检测在步骤2124处指

示压缩服装10处于穿戴者的肢体周围的缠绕配置中。方法然后进行到步骤2126,其中计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7在步骤2132处结束方法之前对相符性时间进行递增。

[0105] 参照图22,体现在计算机可读存储介质33上的计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7执行以下方法2200:分析从压强传感器27接收的波形数据以便作为独立周围而确定压缩服装是处于缠绕还是非缠绕配置中。方法2200在步骤2202处开始并且进行到步骤2204,其中计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7完成预防性压缩循环。在步骤2206处,计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7对所有囊状物13a、13b、13c进行通风。在步骤2208处,计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7打开期望的阀门(例如,阀门25b)并且将期望的囊状物(例如,囊状物13b)充气至期望的压强(例如,10-120mmHg)。在步骤2210处,计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7在预确定的时间段(例如,10秒)内经由压强传感器27采集压强信号。

[0106] 在步骤2212处,计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7确定是否所有数据都可用。如果在步骤2212处不是所有数据都可用,那么方法进行到步骤2214以便在继续回到步骤2210之前继续从压强传感器27采集压强信号。如果在步骤2212处所有数据都可用,那么方法进行到步骤2216,其中计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7关闭对应阀门(例如,25b)并且执行脉搏检测算法。在一些实施例中,脉搏检测算法包括以上描述的后处理波形分析804的一个或多个步骤。在步骤2218处,计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7确定在步骤2216处是否检测到脉搏。脉搏的检测的缺失在步骤2224处指示压缩服装10处于远离穿戴者的肢体的非缠绕配置中。方法然后进行到步骤2226,其中计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7不对相符性时间进行递增,并且引起所述一个或多个处理器7在步骤2228处结束方法之前采取一个或多个动作(例如,提醒用户)。步骤2218处的脉搏的检测在步骤2220处指示压缩服装10处于穿戴者的肢体周围的缠绕配置中。方法然后进行到步骤2222,其中计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7在步骤2228处结束方法之前对相符性时间进行递增。

[0107] 图23A-C是以下示例性方法2300的示意性表示:分析从压强传感器27接收的波形数据以便通过检测与穿戴者的心搏相关联的脉动来确定压缩服装10是处于缠绕还是非缠绕配置中。该示例性方法可以由所述一个或多个处理器7通过体现在非暂时性计算机可读存储介质33上的计算机可执行指令的执行而实施。

[0108] 方法2300开始并且进行到步骤2302,其中计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7完成预防性压缩循环。在步骤2304处,计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7为例如对应于穿戴者的脚踝和大腿的囊状物(例如,囊状物13a和13c)通风并且为例如对应于穿戴者的腿肚子的囊状物(例如,囊状物13b)通风,直至实现目标压强。在实施例中,目标压强包括大约5到大约7mmHg的初始低目标压强。可替换地,当初始低目标压强没有产生预期结果时,目标压强包括大约26到大约32mmHg。初始低目标压强提供以下示例性益处:在更高的目标压强处再次尝试(这对于患者较不舒适)之前,抵抗穿戴者的肢体施加较少压强,相对于较高的压强,这对于患者而言是更为舒适的。

[0109] 当达到目标压强时,计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7维持对应于穿戴者的腿肚子的囊状物(例如,囊状物13b)中的压强,同时以大约100Hz的速率在至少大

约15秒的时段内采集信号。在实施例1中,该时段包括压强保持时段1504,如本文中进一步描述。还可以利用长于大约15秒的保持时段,而不脱离本公开的范围。在步骤2308处,计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7为对应于穿戴者的腿肚子的囊状物(例如,囊状物13b)中的压强进行通风。

[0110] 紧随测量囊状物(例如,囊状物13b)的通风,计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7执行进一步的信号调控,其使数据准备用于患者检测算法。如图23A中所示,计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7对波形数据进行带通滤波2310。在实施例1中,使最近的1024个所采集的样本(其对应于大约10秒的时间窗口)穿过具有大约0.5-25Hz的带通的带通滤波2310以便隔离反映穿戴者的心动周期的信号。在实施例1中,作为安置时间段而摒弃1024个所采集的样本中的前三个样本。本领域普通技术人员将理解到,可以利用其它数量的最近所采集的样本,而没有脱离本公开的范围。例如,作为2的幂数的任何数目的最近所采集的样本在频率计算方面给予帮助。

[0111] 计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7将带通滤波2310的输出传递通过具有大约5Hz的低通截至频率的低通滤波2312。在实施例1中,低通滤波2312进一步移除波形数据中的噪声,并且揭示了与穿戴者的下肢的循环系统相关联的脉动。参照图24,示出了来自低通滤波2312的输出的示例性信号。在该实施例1中,信号包括具有与穿戴者的下肢的循环系统相关联的清晰脉动的大约1024个样本。

[0112] 在经滤波的波形数据可获得的情况下,计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7在经滤波的波形数据上执行若干频率计算以便确定压缩服装10是处于服装的穿戴者的肢体周围的缠绕还是非缠绕配置中。在实施例1中,将随后的计算称为经滤波的波形的后处理。

[0113] 再次参照图23A,计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7在步骤2314、2316和2318处执行经滤波的波形的后处理。如所示出,一个或多个处理器7计算经滤波的波形数据和/或其部分的标准偏差。凭经验已知的是,处于非缠绕配置中(即,空闲)的压缩服装具有稳定的平坦压强信号,包括仅正常白噪声。相比而言,代表处于服装的穿戴者的肢体周围的缠绕配置中的压缩服装中的压强的压强信号包括脉动和/或其它可测量的信号特性。因此,可能的是部分地或者完全地基于该计算而从处于非缠绕配置中的压缩服装区分处于穿戴者的肢体周围的缠绕配置中的压缩服装。

[0114] 在实施例1中,计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7将经低通滤波的信号(例如,1024个样本)划分成五个样本群组并且针对每一个群组计算标准偏差2314(σ)。本领域普通技术人员将理解到,可以将经低通滤波的信号划分成不同数目的样本群组,诸如,当例如使用不同数目的样本时。将经低通滤波的信号划分为样本群组的示例性目的是隔离时间部分。例如,已知的是,由于穿戴者的肢体的移动和/或其它因素,代表性压强信号中的大异常压强尖峰(例如,由于穿戴者打喷嚏、咳嗽等)发生在正常处置期间。信号的时间切分(例如,将信号划分为样本群组)允许所述一个或多个处理器7确定整个波形是否“稳定”或者是否存在样本的特定范围内的异常。在实施例1中,计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7计算用于整个经低通滤波的信号(例如,1024个样本)的总体标准偏差2314(σ)。

[0115] 在计算标准偏差之后,计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7执行峰值检测2316。在实施例1中,所述一个或多个处理器7使用窗口化技术(包括每一窗口的32个样

本)处理经滤波的波形(例如,1023个样本)。所述一个或多个处理器7一个接一个地对来自每一个32样本窗口的峰值编索引以便产生仅包括信号峰值的(例如,感兴趣的信号)的经下采样的波形。例如,所述一个或多个处理器7可以初始地从1到32对每一个峰值编索引,并且然后随着生成附加的波形信号数据而使索引增加1(例如,从2到33)。所述一个或多个处理器7忽略负峰值。在实施例中,23样本窗口留下用于每一个窗口的局部最大值。附加地和/或可替换地,23样本窗口将样本的数目减少了四分之一,移除了负峰值,并且提供了经下采样的信号代表大约10秒的真实时间。参照图25,示出了来自峰值检测2316的输出的示例性信号,仅包括最终揭示感兴趣的脉动的真实峰值。在该实施例中,信号包括大约250到300个样本,其仍然对应于大约10秒的真实时间。在实施例中,样本的数目将取决于由所述一个或多个处理器7标识的峰值的数目而变化。在图25中所图示的实施例中,作为样本的数目除以时间量的结果来计算采样频率(例如,采样 $f=N$ 个样本/10.24秒)。

[0116] 进一步参照图23A,在经下采样的峰值检测波形可获得的情况下,所述一个或多个处理器7利用基频以便通过执行时间向频率的转换2318而辅助确认压缩服装10是否处于辅助的穿戴者的肢体周围的缠绕配置中。在实施例中,计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7计算信号的傅里叶变换(例如,快速傅里叶变换)并且输出在0.5Hz(例如,大约30bpm)和4Hz(例如,大约200bpm)之间的最高幅度。本领域普通技术人员将理解到,可以使用除快速傅里叶变换之外的变换以便发现穿戴者的心动周期,而不脱离本发明的范围。

[0117] 在完成处理后之后,计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7确定压缩服装10是处于辅助的穿戴者的肢体周围的缠绕配置还是非缠绕配置中。参照图23B,计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7在步骤2320处确定用于整个经低通滤波的信号(例如,1024个样本)的总体标准偏差2314(σ)小于或等于非缠绕阈值(例如,0.25)。当所述一个或多个处理器7确定总体标准偏差不小于或等于非缠绕阈值时,方法2300继续到步骤2336,如本文中进一步描述。当所述一个或多个处理器7确定总体标准偏差小于或等于非缠绕阈值时,方法2300继续到步骤2322。

[0118] 在步骤2322处,计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7确定已经将经低通滤波的信号划分成的预确定数目的片段(例如,样本群组)各自是否都小于或等于非缠绕阈值(例如,0.25)。在可替换实施例中,所述一个或多个处理器7将经低通滤波的信号划分成五个样本群组,并且在2322处确定五个样本群组中的每一个的标准偏差是否小于或等于非缠绕阈值。可替换地,所述一个或多个处理器7将经低通滤波的信号划分为五个样本群组,并且在2322处确定五个样本群组中的至少三个的标准偏差小于或等于非缠绕阈值。当所述一个或多个处理器7确定预确定数目的片段中的每一个都不小于或等于非缠绕阈值,方法2300继续回到步骤2302以便重新尝试循环。当所述一个或多个处理器7确定预确定数目的片段中的每一个都小于或等于非缠绕阈值,过程继续到步骤2324。

[0119] 在步骤2324处,计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7确定经时间向频率变换(例如,快速傅里叶变换)的信号的0.5-4.0Hz范围中的最大幅度(例如,最大振幅)是否小于或等于阈值X(例如,0.2)。当所述一个或多个处理器7确定0.5-4.0Hz范围中的最大幅度不小于或等于阈值X时,方法2300结束。当处理器7在2324处确定0.5-4.0Hz范围中的最大幅度小于或等于阈值X时,所述一个或多个处理器7在2326处确定压缩服装10处于非缠绕配置中。在实施例中,当步骤2320的布尔结果为逻辑真值并且步骤2322的结果为逻辑真值

并且步骤2324的结果为逻辑真值时,计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7声明压缩服装10处于非缠绕配置中(例如,穿戴者没有穿戴压缩服装)。

[0120] 在步骤2328处,计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7确定2326处的非缠绕配置检测是否为第二个接连的这种确定。当所述一个或多个处理器7确定非缠绕配置检测2326不是第二接连检测时,方法2300继续回到步骤2302以便在针对穿戴者的对应肢体的下一循环上执行第二测量。当所述一个或多个处理器7确定非缠绕配置2326是第二接连检测时,方法2300继续到三个步骤中的至少一个。在步骤2330处,计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7激活听得见的提醒,诸如,经由扬声器和/或产生声音的连接到压缩系统1的控制器5的其它电机设备。在实施例中,提醒是多音调的听得见的提醒。在步骤2332处,计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7在与压缩系统1相关联的显示设备上显示误差消息。在步骤2334处,计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7在结束方法2300之前没有使相符性时间递增。在实施例中,使用压缩服装10的疗法没有通过使相符性时间停下来2334而停止,并且相符性时间保持在其当前状态下,直至经由显示设备和/或输入设备(例如,从人类用户)接收到响应。

[0121] 参照图23C,计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7在步骤2336处确定用于整个经低通滤波的信号(例如,1024个样本)的总体标准偏差2314(σ)是否大于或等于缠绕阈值(例如,0.35)。当所述一个或多个处理器7确定总体标准偏差不大于或等于缠绕阈值时,方法2300继续回到步骤2302。当所述一个或多个处理器7确定总体标准偏差大于或等于缠绕阈值时,方法2300继续到步骤2338和/或步骤2340。

[0122] 在实施例中,方法2300继续到步骤2338,其中计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7确定用于整个经低通滤波的信号(例如,1024个样本)的总体标准偏差2314(σ)是否小于或等于最大限制阈值(例如,10.0)。当所述一个或多个处理器7确定用于整个经低通滤波的信号的总体标准偏差不小于或等于最大限度阈值时,方法2300结束。当所述一个或多个处理器7确定整个经低通滤波的信号的总体标准偏差小于或等于最大限制阈值时,方法2300继续到步骤2340。

[0123] 在步骤2340处,计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7确定经低通滤波的信号已经划分为的预确定数目的片段(例如,样本群组)各自是否都大于或等于缠绕阈值(例如,0.35)。在实施例中,所述一个或多个处理器7将经低通滤波的信号划分为五个样本群组,并且确定2340五个样本群组中的每一个的标准偏差是否都大于或等于缠绕阈值。可替换地,所述一个或多个处理器7将经低通滤波的信号划分为五个样本群组,并且确定2340五个样本群组中的至少三个的标准偏差是否大于或等于缠绕阈值。当所述一个或多个处理器7确定预确定数目的片段中的每一个不大于或等于缠绕阈值时,方法2300继续回到步骤2302以便重新尝试循环。当所述一个或多个处理器7确定预确定数目的片段中的每一个都大于或等于缠绕阈值时,过程继续到步骤2342和/或2344。

[0124] 在步骤2342处,计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7确定已经将经低通滤波的信号划分成的预确定数目的片段(例如,样本群组)中的每一个各自是否都小于或等于最大限制阈值(例如,10.0)。当所述一个或多个处理器7确定预确定数目的片段(例如,所有五个或者五个中的至少三个)各自都不小于或等于最大限制阈值时,方法2300结束。当所述一个或多个处理器7确定预确定数目的片段各自都小于或等于最大限制阈值时,方法

2300继续到步骤2344。

[0125] 在步骤2344处,计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7确定经时间向频率变换(例如,快速傅里叶变换)的信号的范围中的最大幅度(例如,最大振幅)是否既大于阈值Y(例如,20)又小于或等于阈值Z(例如,50.0)。当所述一个或多个处理器7确定0.5-4.0Hz范围中的最大幅度既没有大于阈值Y又没有小于或等于阈值Z时,方法2300结束。当所述一个或多个处理器7确定0.5-4.0Hz范围中的最大幅度既大于阈值Y又小于或等于阈值Z时,所述一个或多个处理器7确定压缩服装10处于服装的穿戴者的肢体周围的缠绕配置2346中。在实施例中,当步骤2336的布尔结果为逻辑真值并且步骤2338的结果为逻辑真值并且步骤2340的结果是逻辑真值并且步骤2342的结果是逻辑真值并且步骤2344的结果是逻辑真值时,计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7声明压缩服装10处于缠绕配置中(例如,穿戴者正穿戴压缩服装)。可替换地,当步骤2336的布尔结果是逻辑真值并且步骤2340的结果是逻辑真值并且步骤2344的结果是逻辑真值时,计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7声明压缩服装10处于缠绕配置中。

[0126] 在确定压缩服装10处于缠绕配置2346中时,方法2300继续到步骤2348,其中计算机可执行指令引起所述一个或多个处理器7在结束方法2300之前对相符性时间进行递增。

[0127] 尽管已经描述了某些实施例,但是附加地或者可替换地,其它实施例是可能的。

[0128] 尽管已经将压缩系统描述为与大腿长度的压缩套袖一起使用,但是应当理解到,压缩系统可以附加地或者可替换地与其它类型的压缩服装一起使用。例如,压缩系统可以与膝盖长度的压缩套袖和/或与具有不同数目的囊状物的套袖一起使用,所述不同数目的囊状物配置为设置在穿戴者身体的不同区域之上。

[0129] 实施例可以实现在数字电子电路中或者计算机硬件、固件、软件或其组合中。压缩系统的控制器可以实现在有形地体现或存储于机器可读存储设备中以用于由可编程处理器执行的计算机程序产品中;并且方法动作可以通过可编程处理器执行指令的程序来执行以便通过在输入数据上操作以及生成输出而执行压缩系统的控制器的功能。压缩系统的控制器可以实现在可编程系统上可执行的一个或多个计算机程序中,所述可编程系统包括经耦合以从数据存储系统接收数据和指令并且向数据存储系统传输数据和指令的至少一个可编程处理器、至少一个输入设备、以及至少一个输出设备。每一个计算机程序可以实现在高级程序或面向对象的编程语言中,或者在期望的情况下实现在汇编或机器语言中;并且在任何情况下,语言可以是经编译或解译的语言。

[0130] 作为示例,适合的处理器包括通用和专用的微处理器二者。一般地,处理器将从只读存储器 and/或随机存取存储器接收指令和数据。一般地,计算机将包括用于存储数据文件的一个或多个大容量存储设备;这样的设备包括磁盘,诸如,内部硬盘和可移除盘;磁光盘;以及光盘。适用于有形地体现计算机程序指令和数据的存储设备包括所有形式的非易失性存储器,作为示例而包括半导体存储器设备,诸如EPROM、EEPROM和闪速存储器设备;磁盘,诸如内部硬盘和可移除盘;磁光盘;以及CD-ROM盘。前述中的任一个可以补充有ASIC(专用集成电路)或FPGA(现场可编程门阵列)或者并入其中。

[0131] 已经描述了数个实施例。无论如何,将理解到,可以做出各种修改而不脱离本公开的精神和范围。例如,尽管已经描述了具有单个压强传感器的控制器,但是还可以使用附加的压强传感器(例如,用于一个可充气囊状物的一个),而不脱离本公开的范围。相应地,其

它实施例处于以下权利要求书的范围内。

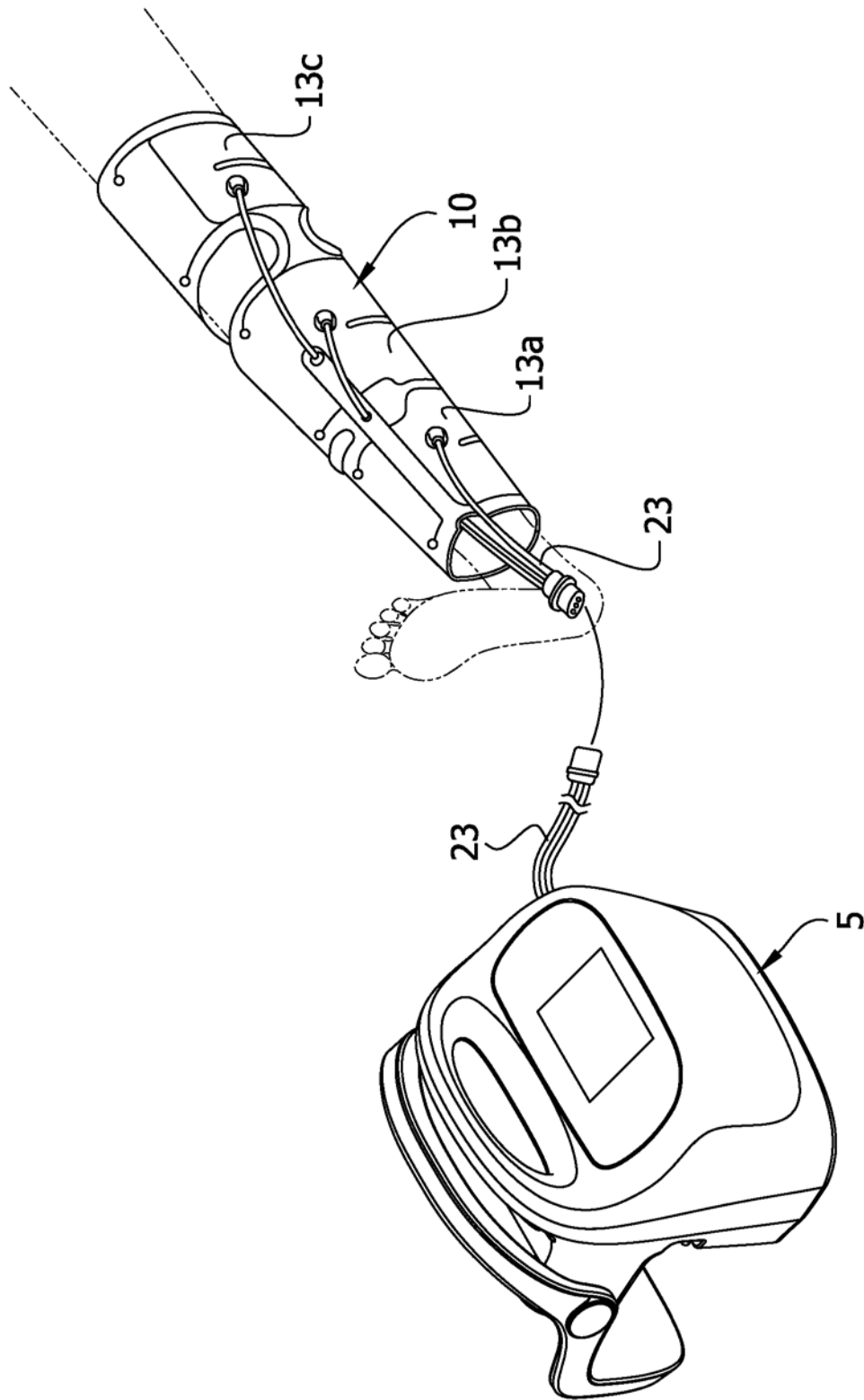


图 1

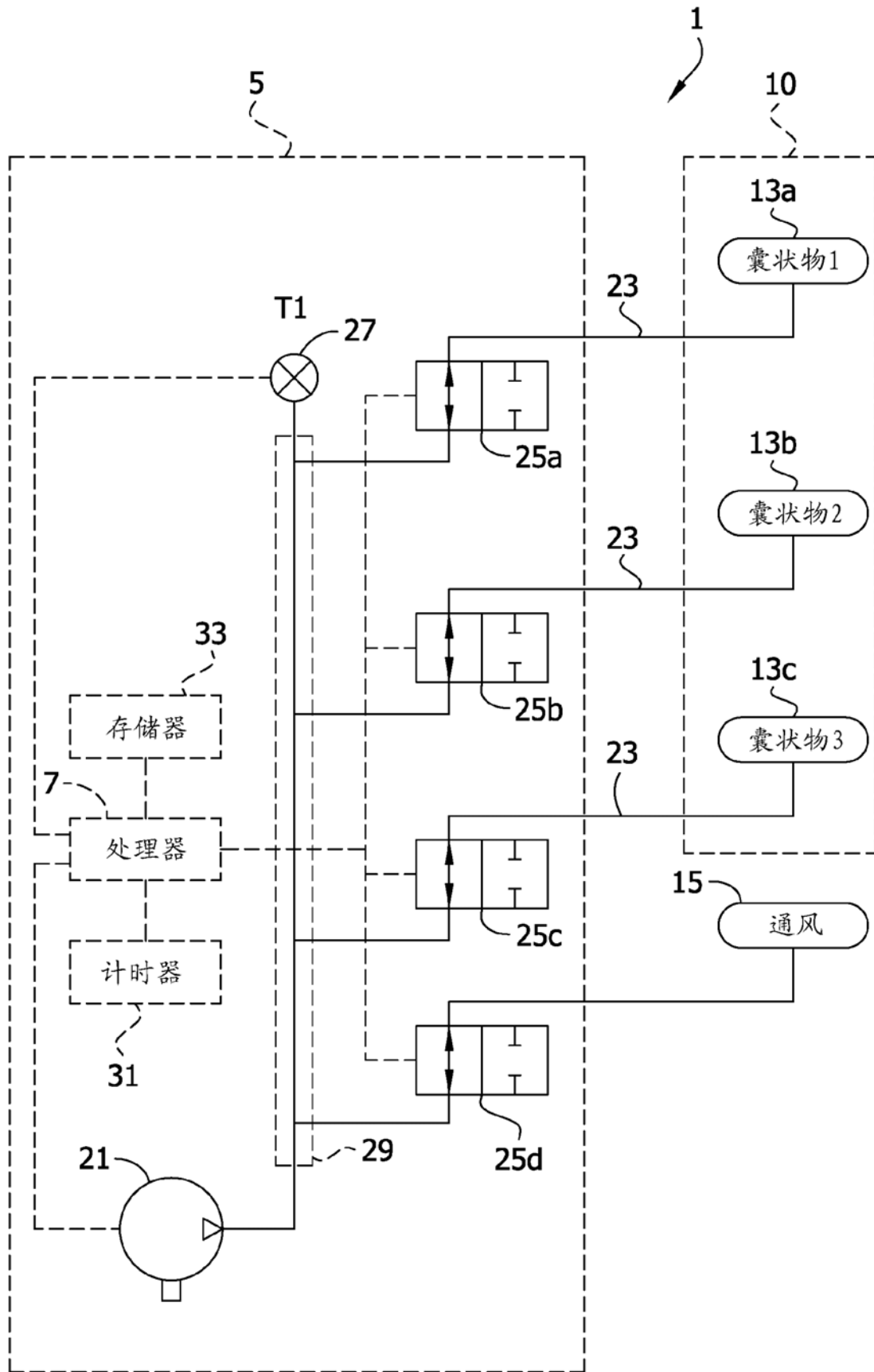


图 2

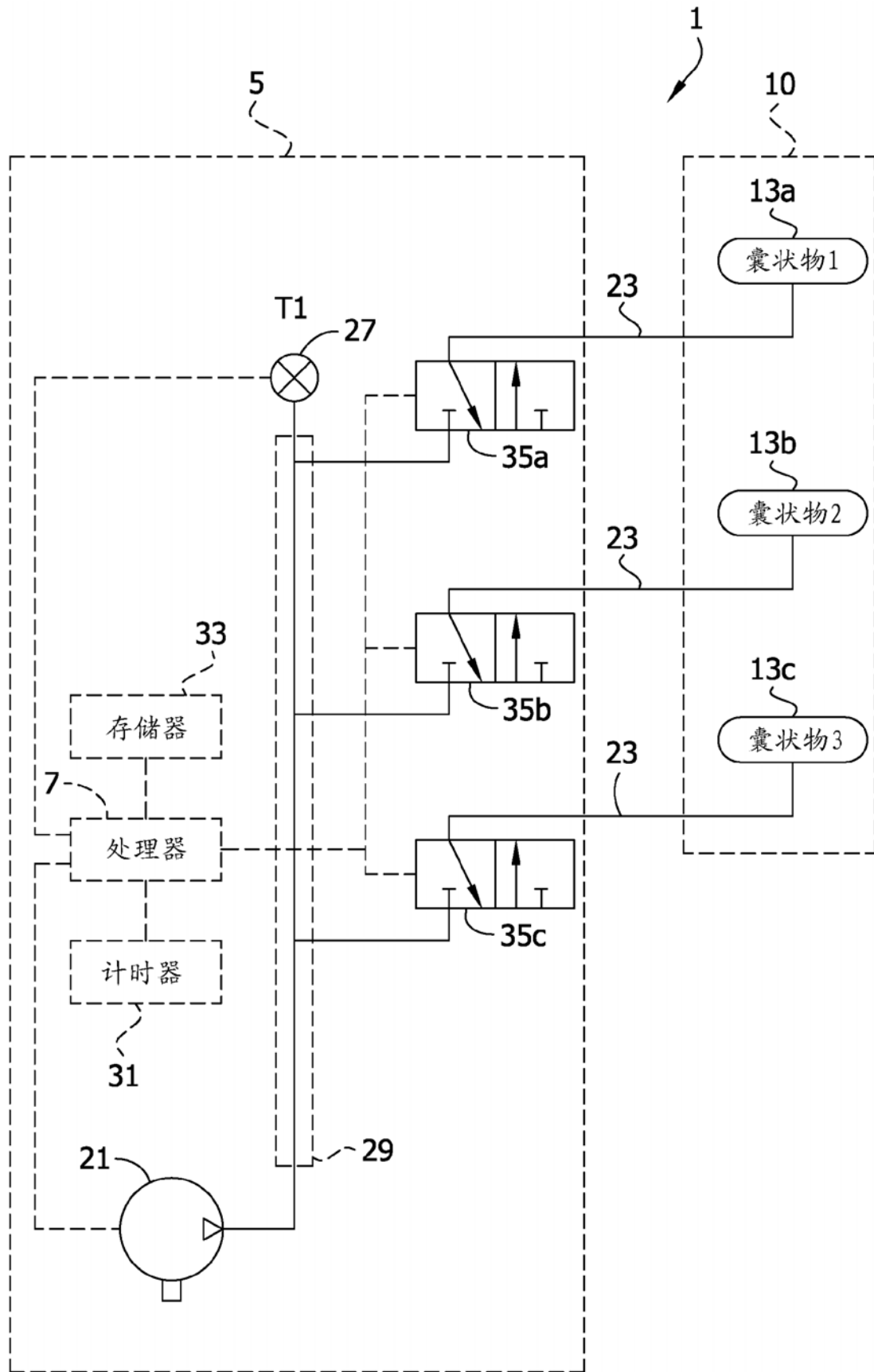


图 3

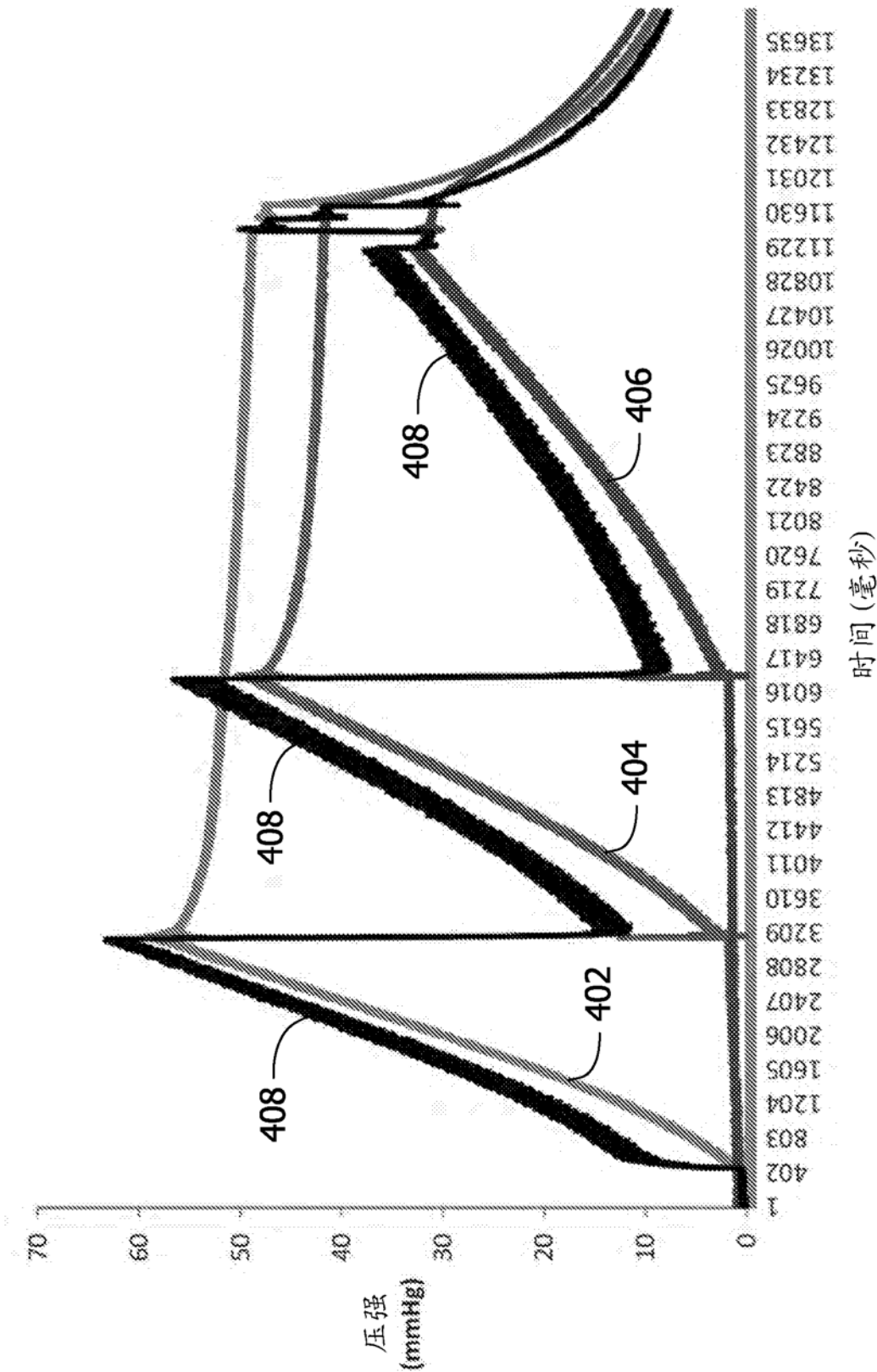


图 4

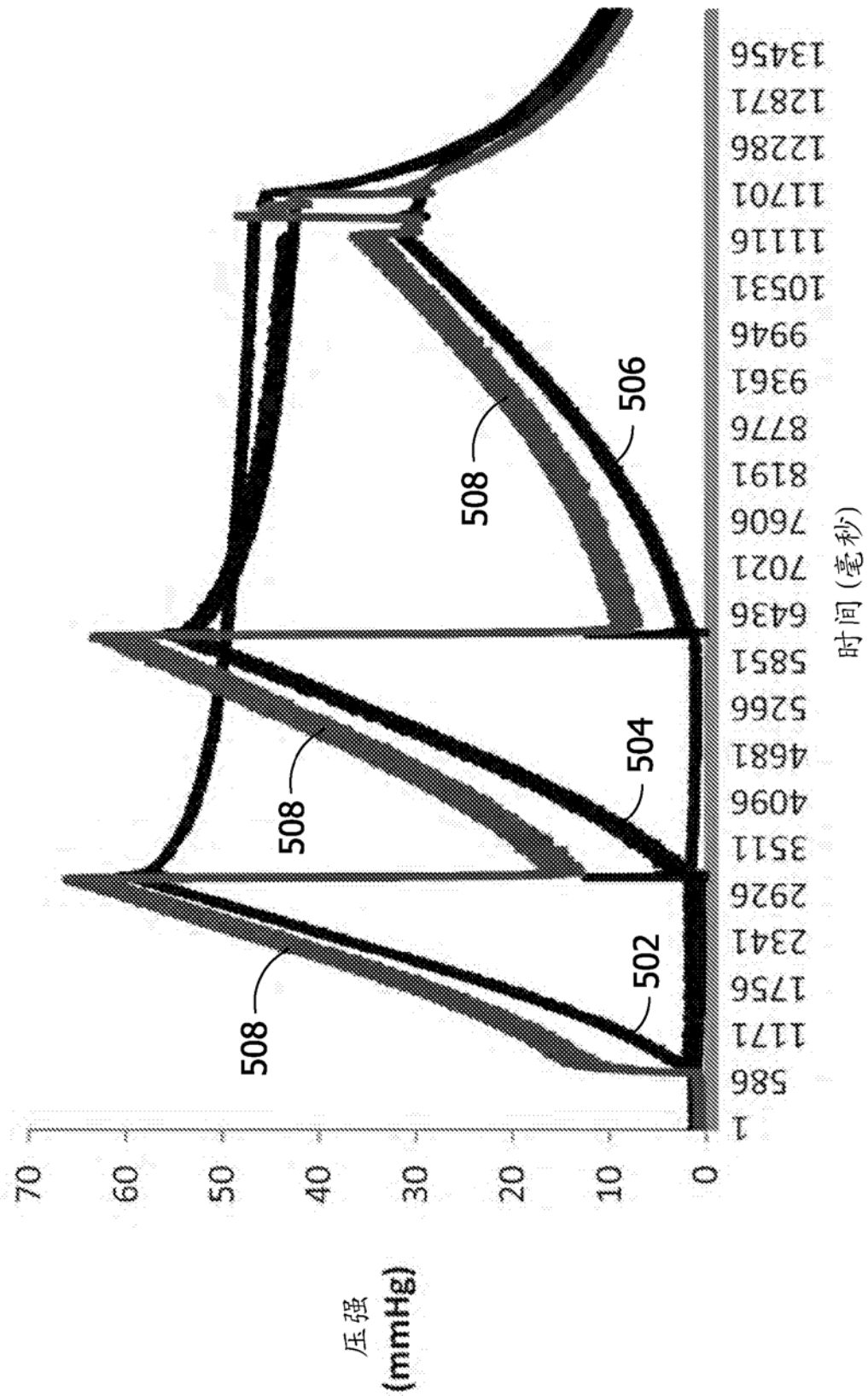


图 5

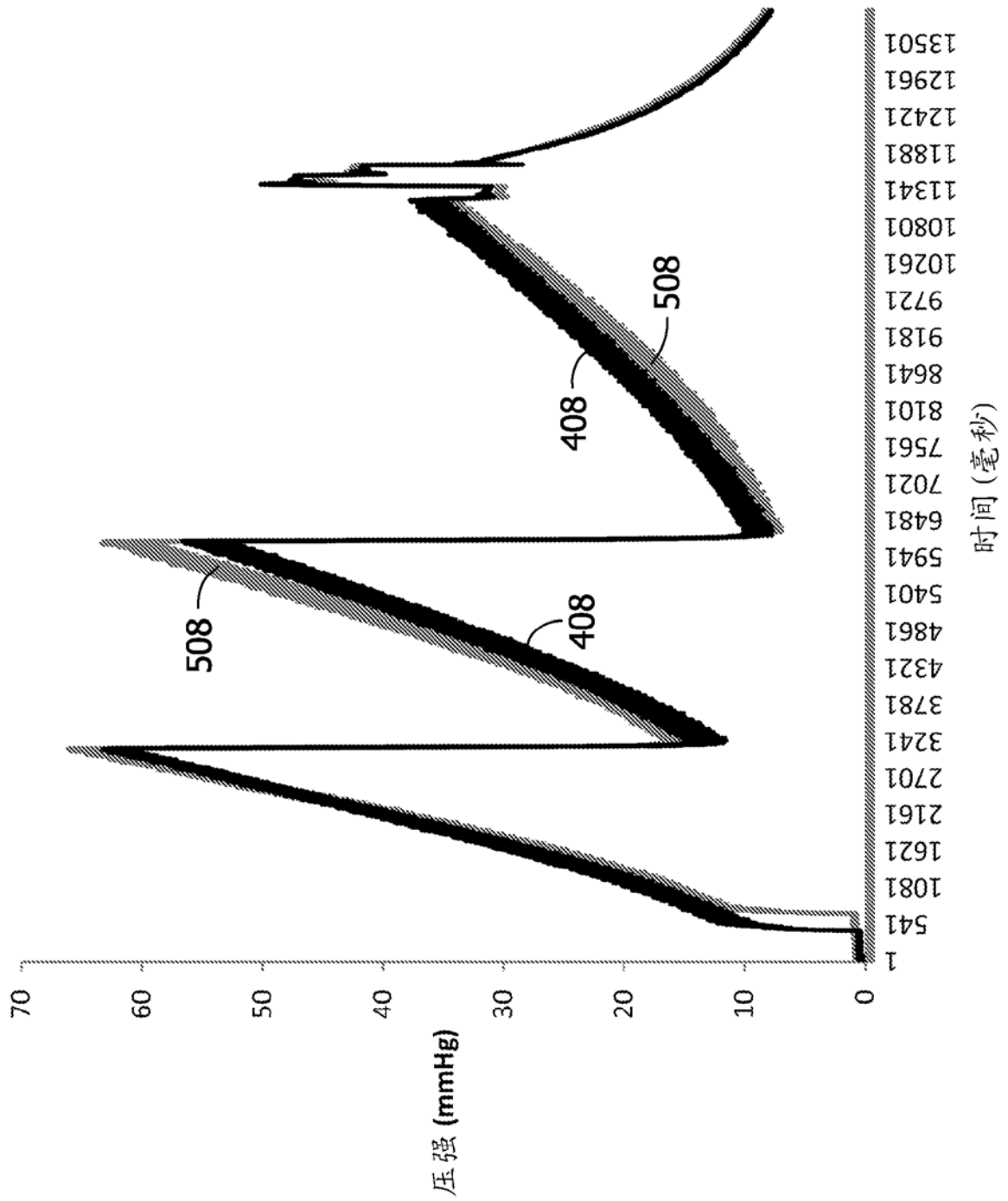


图 6

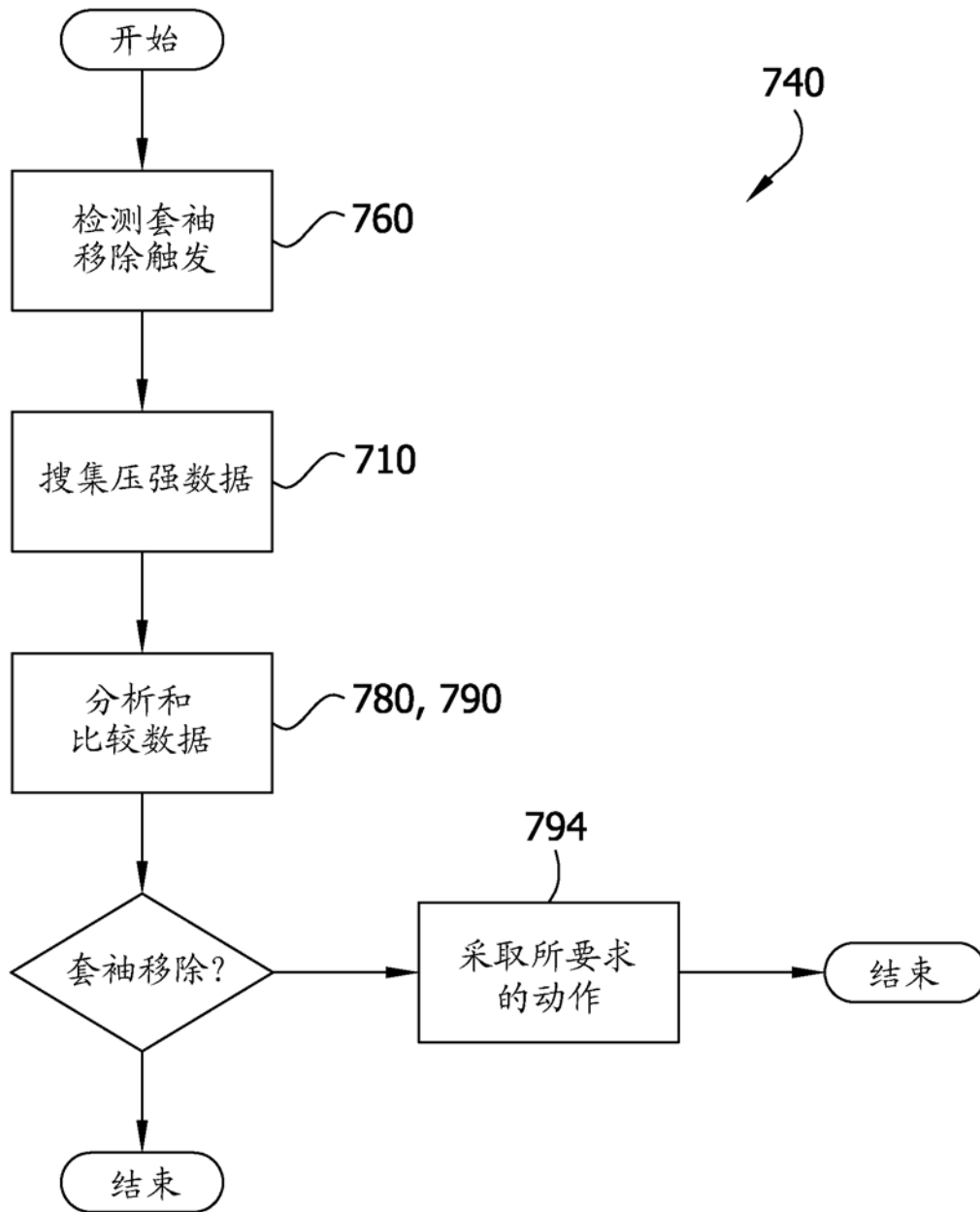


图 7

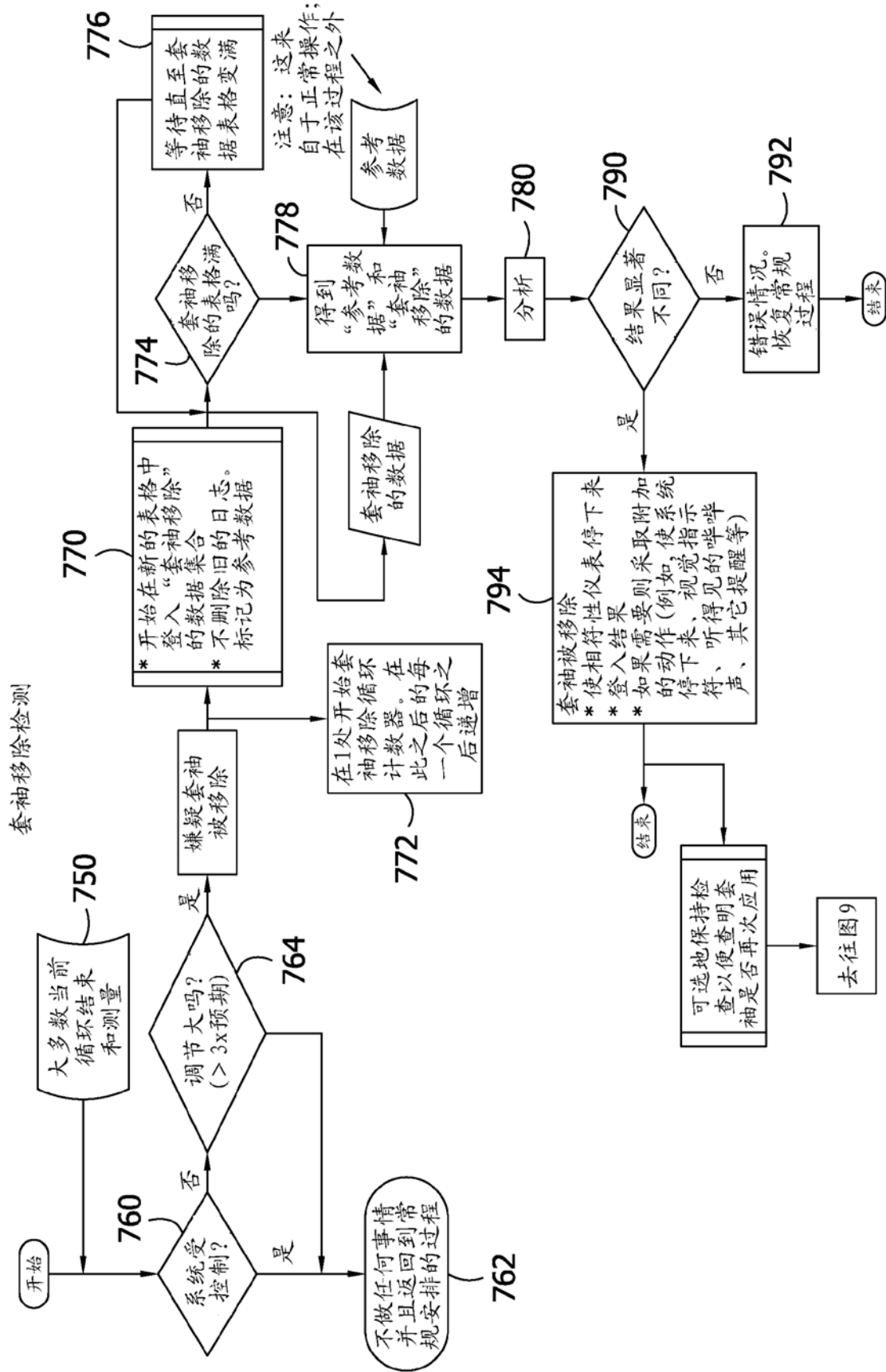


图 8

套袖重新应用的检测

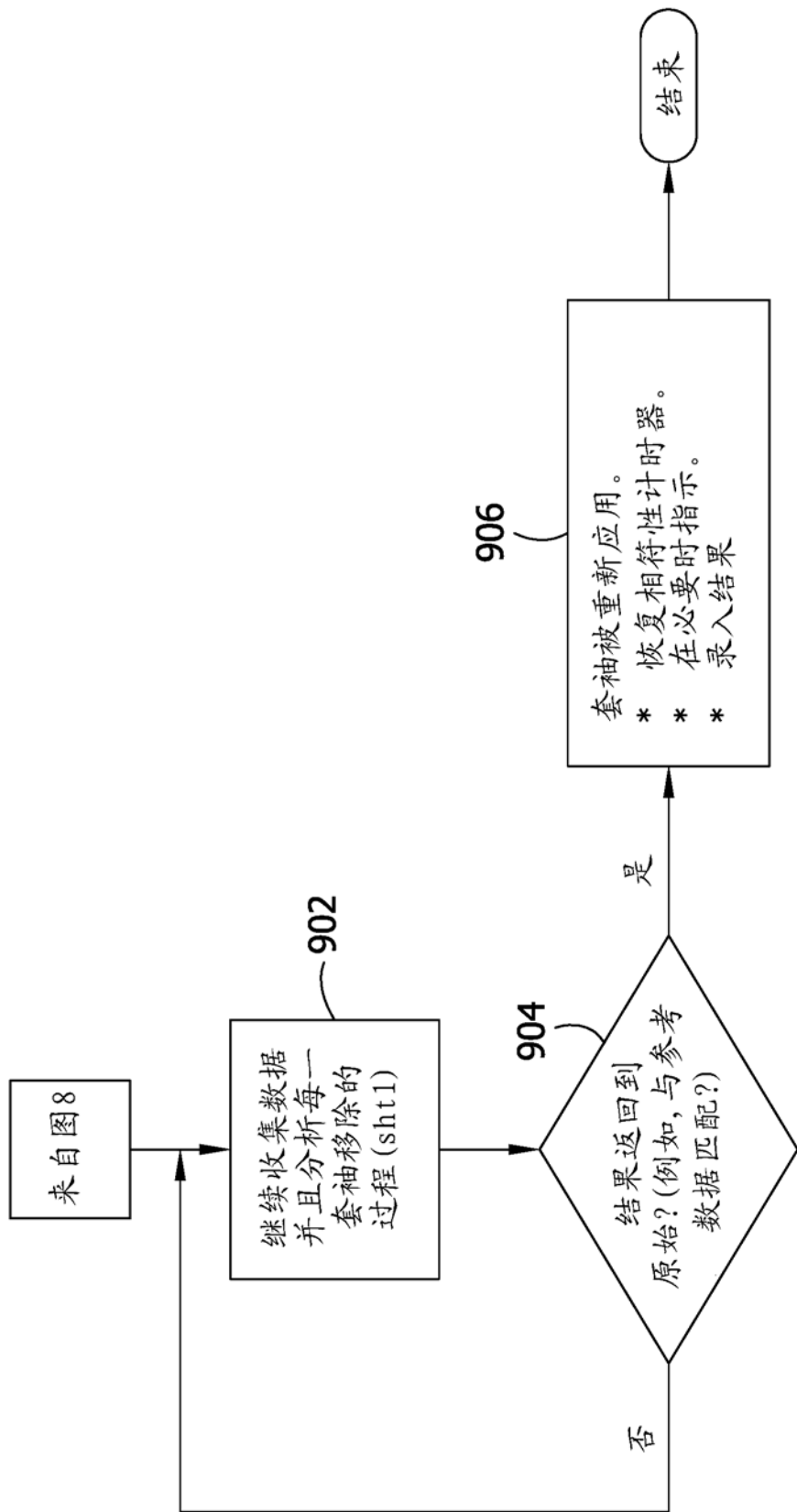


图 9

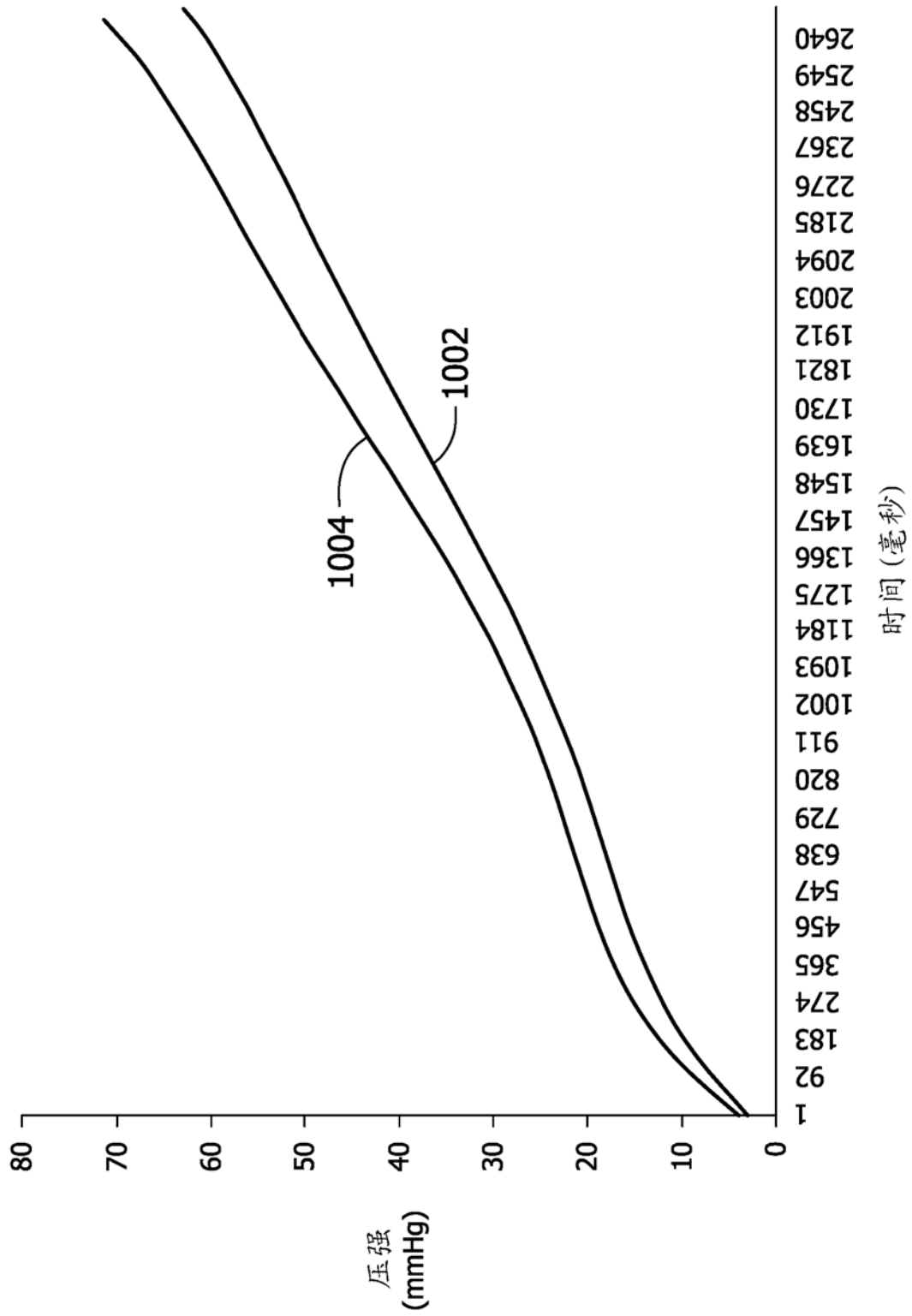


图 10

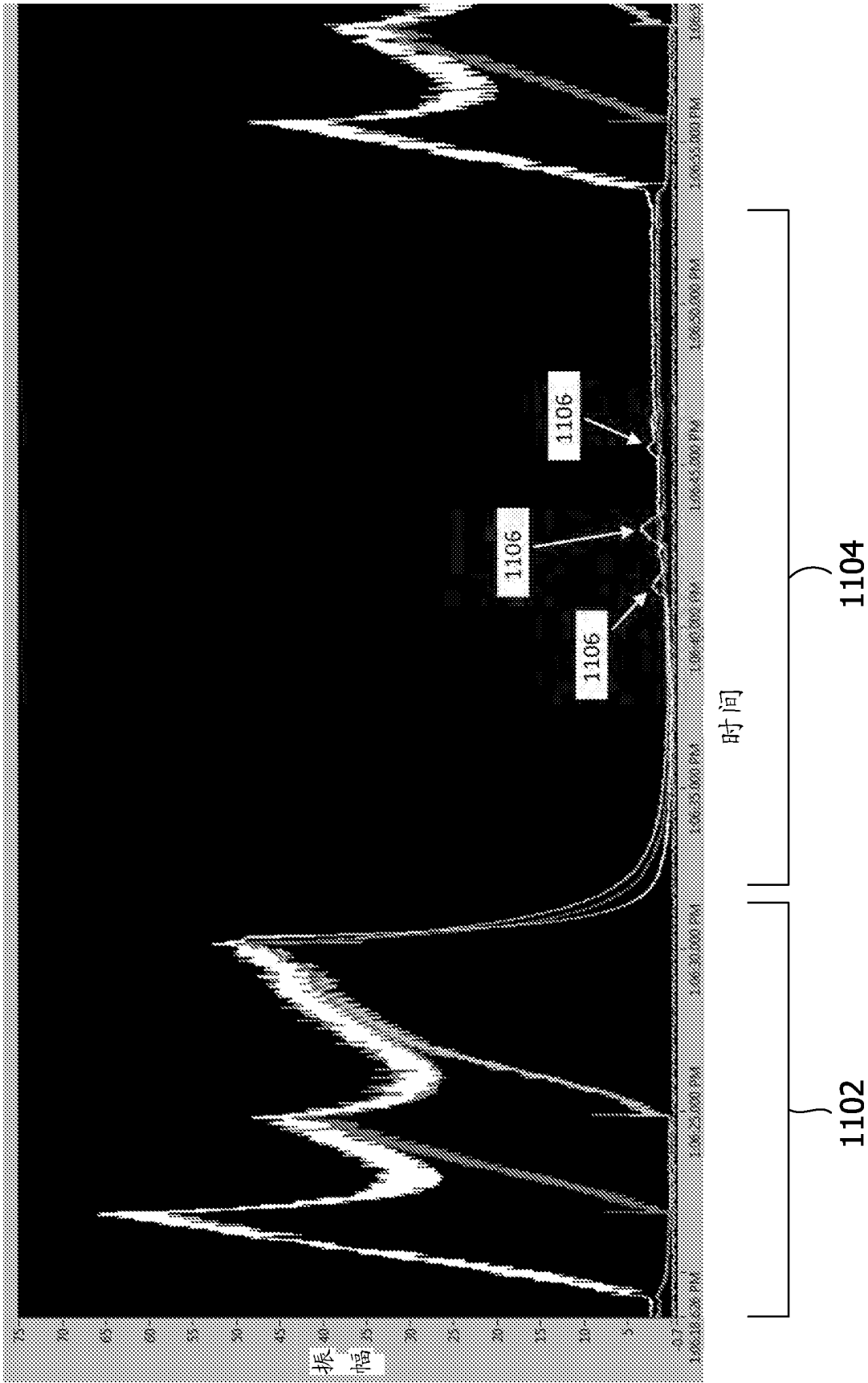


图 11

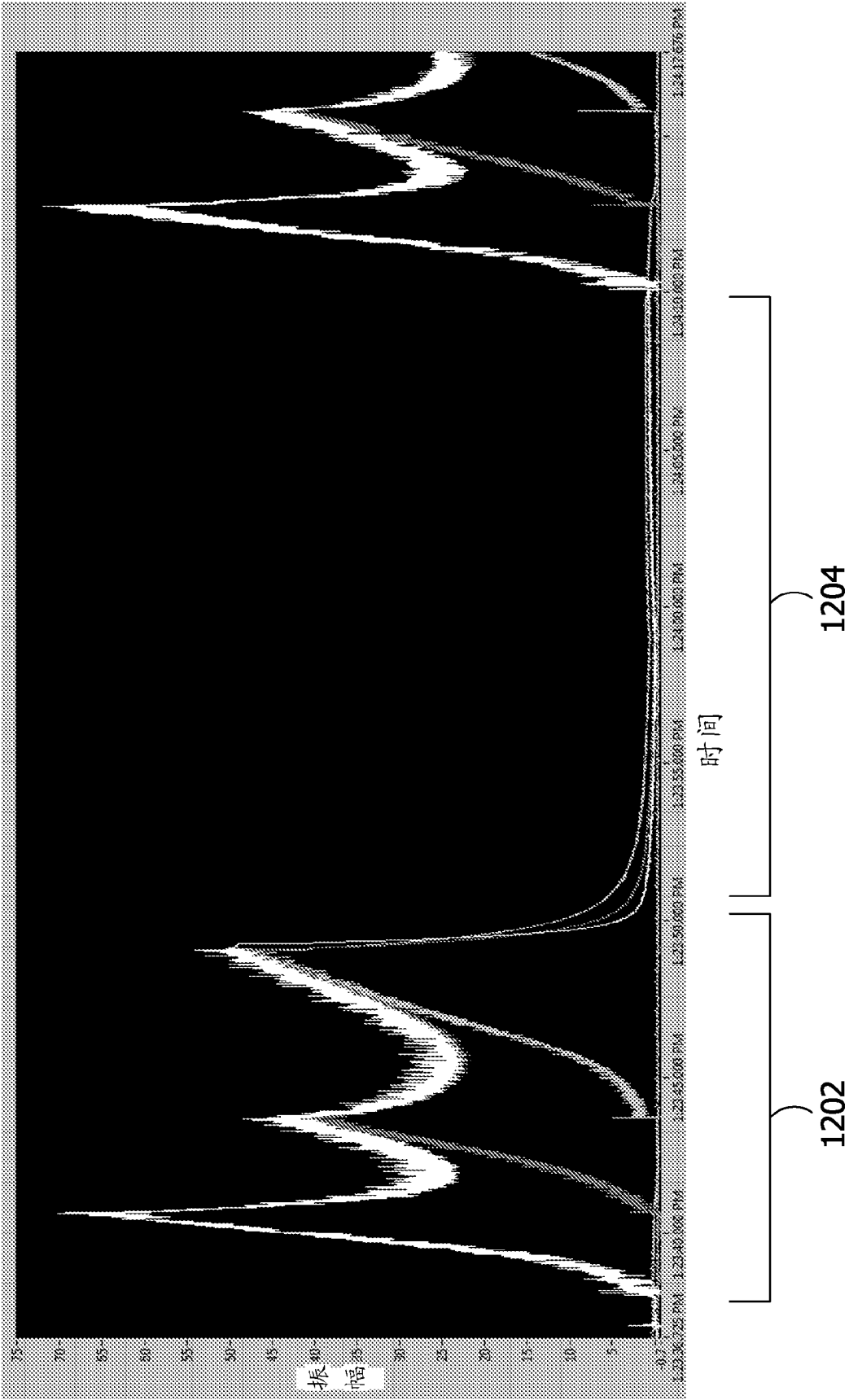


图 12

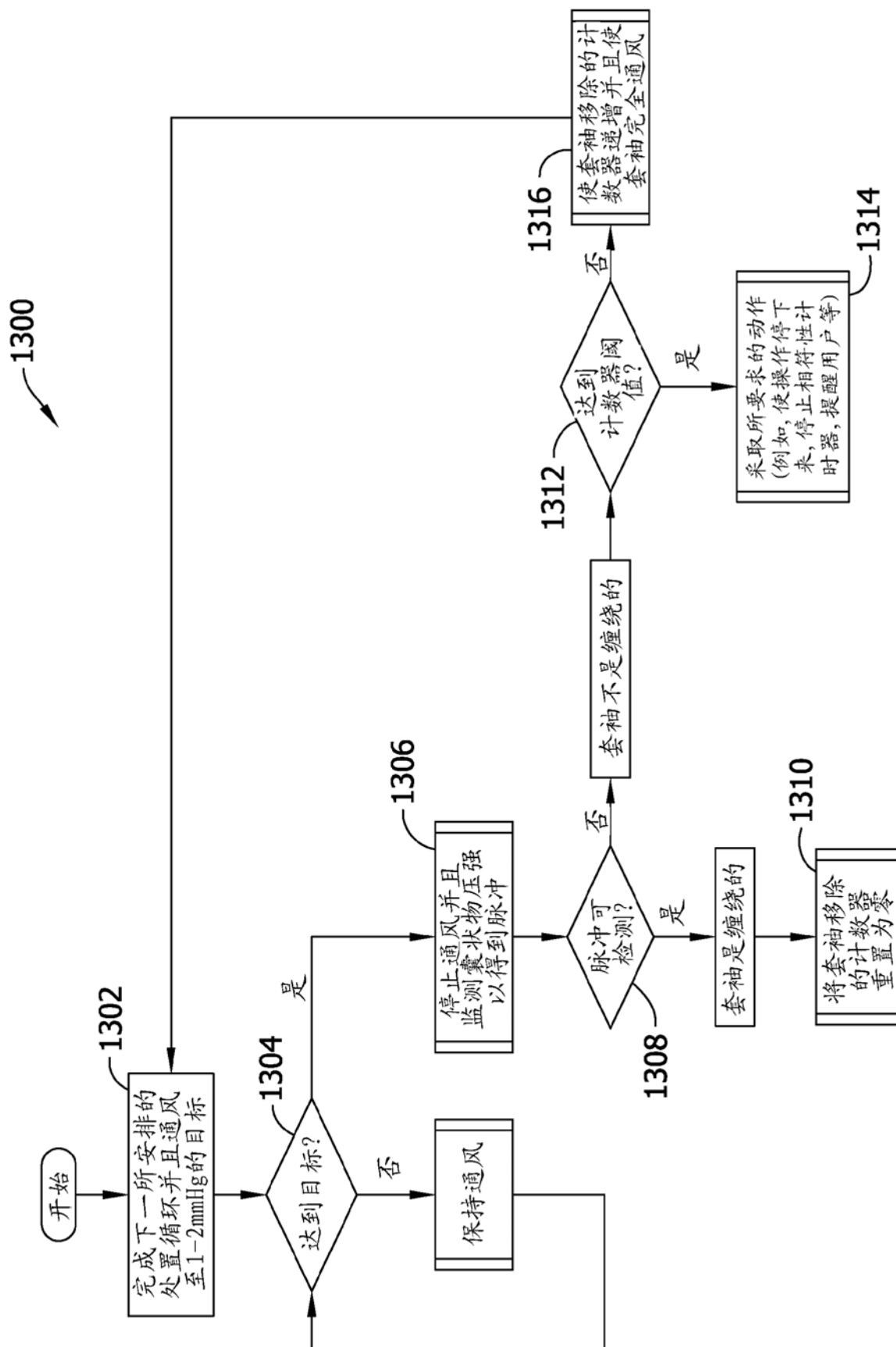


图 13

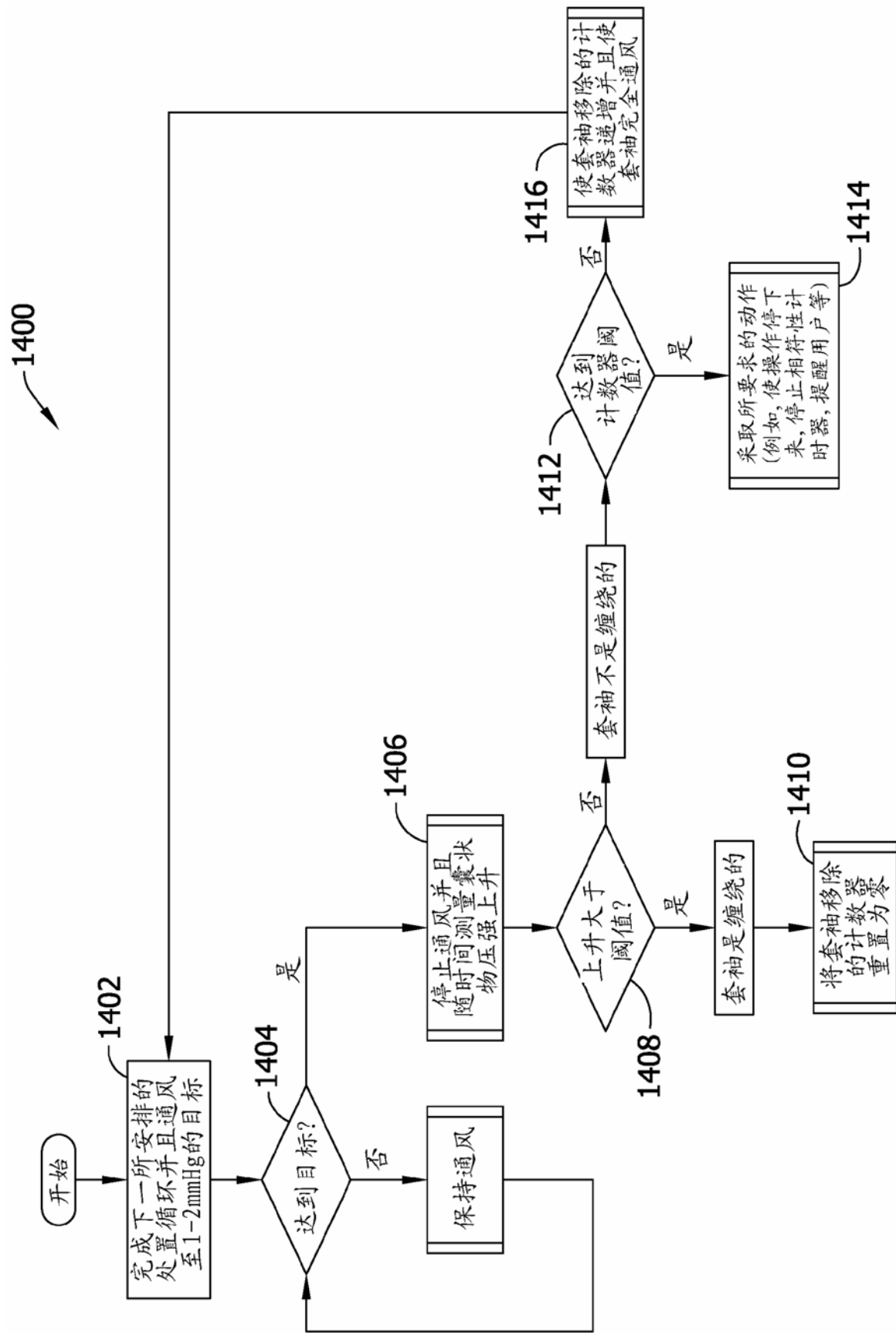


图 14

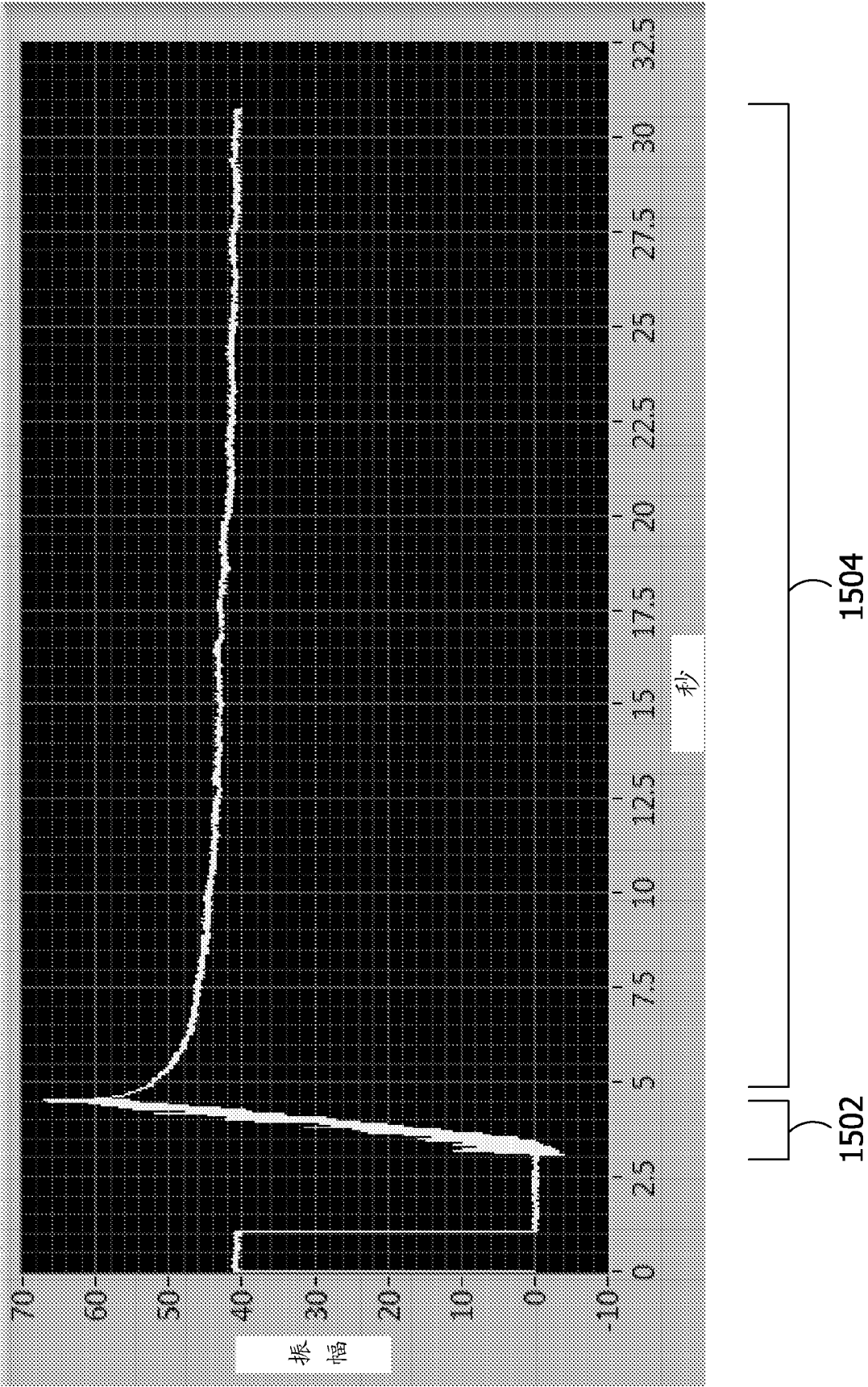


图 15A

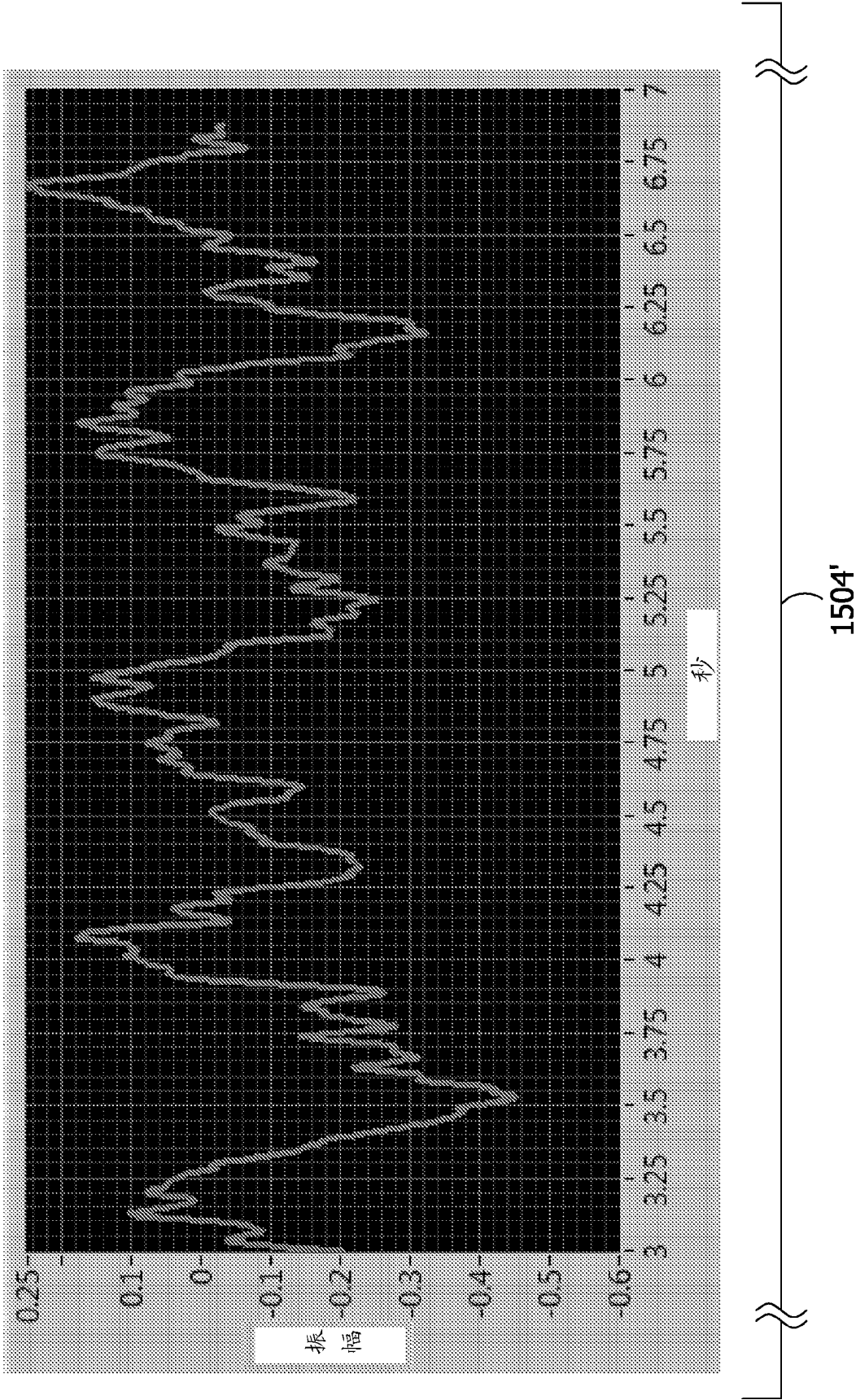


图 15B

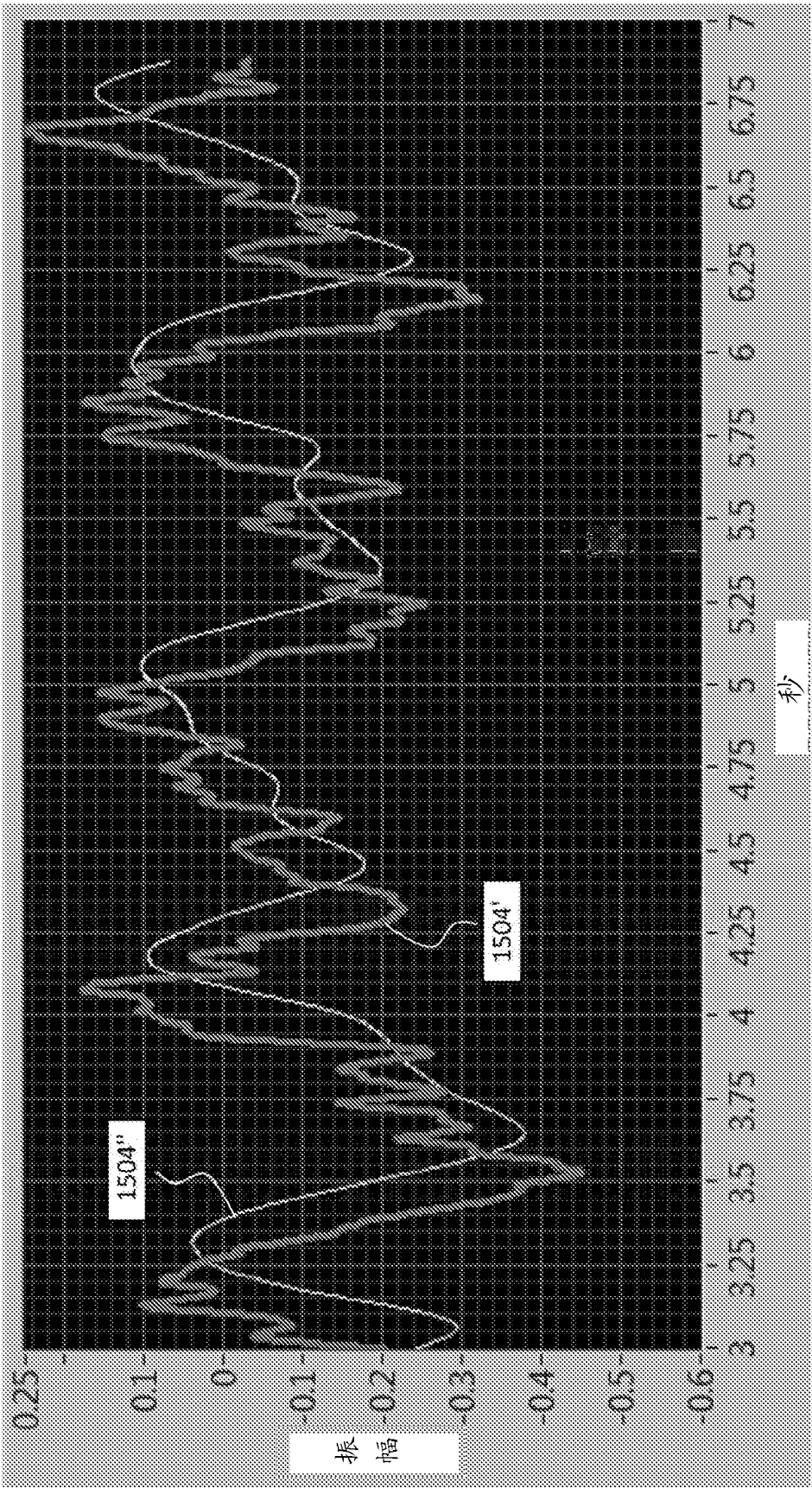


图 15C

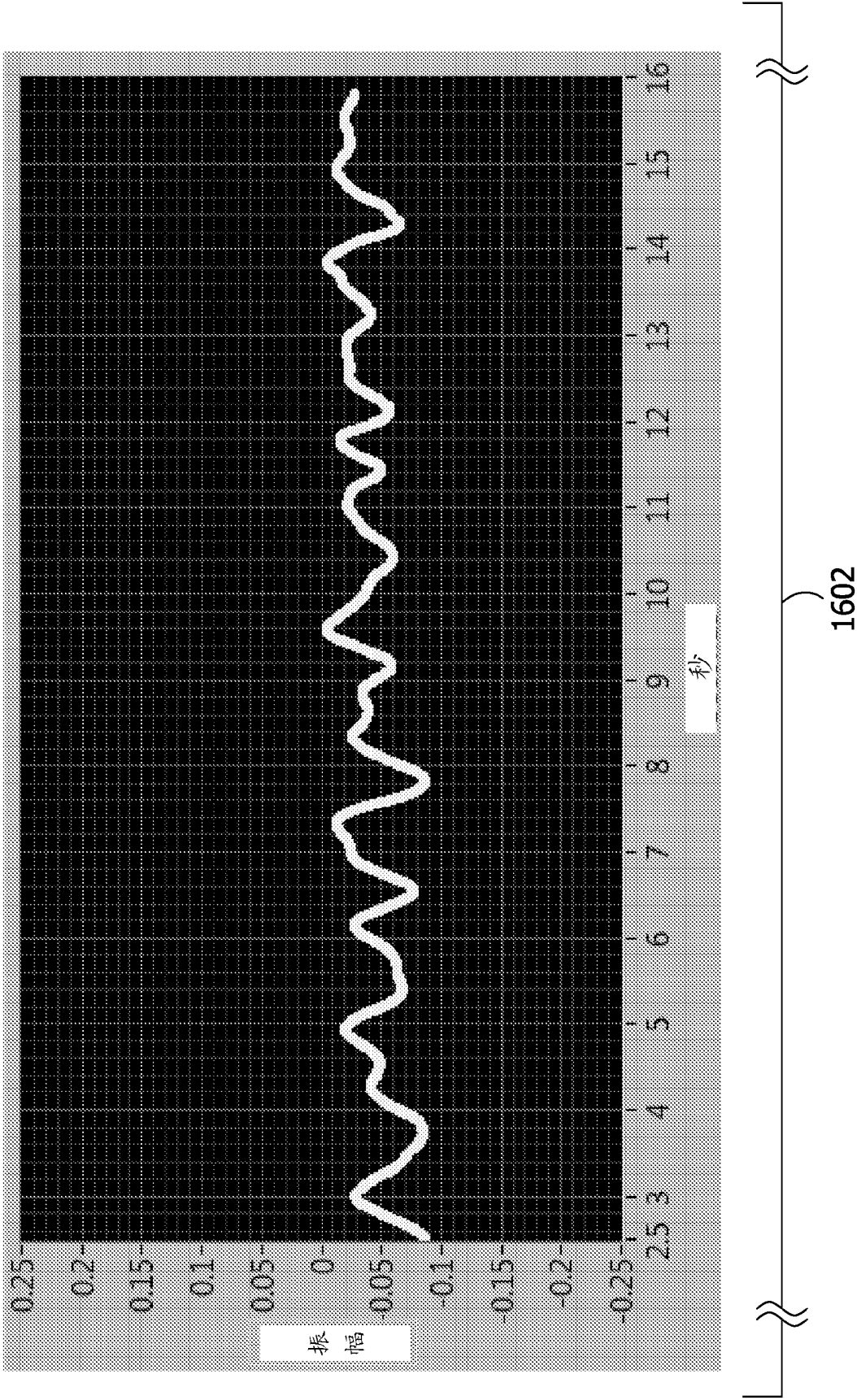


图 16

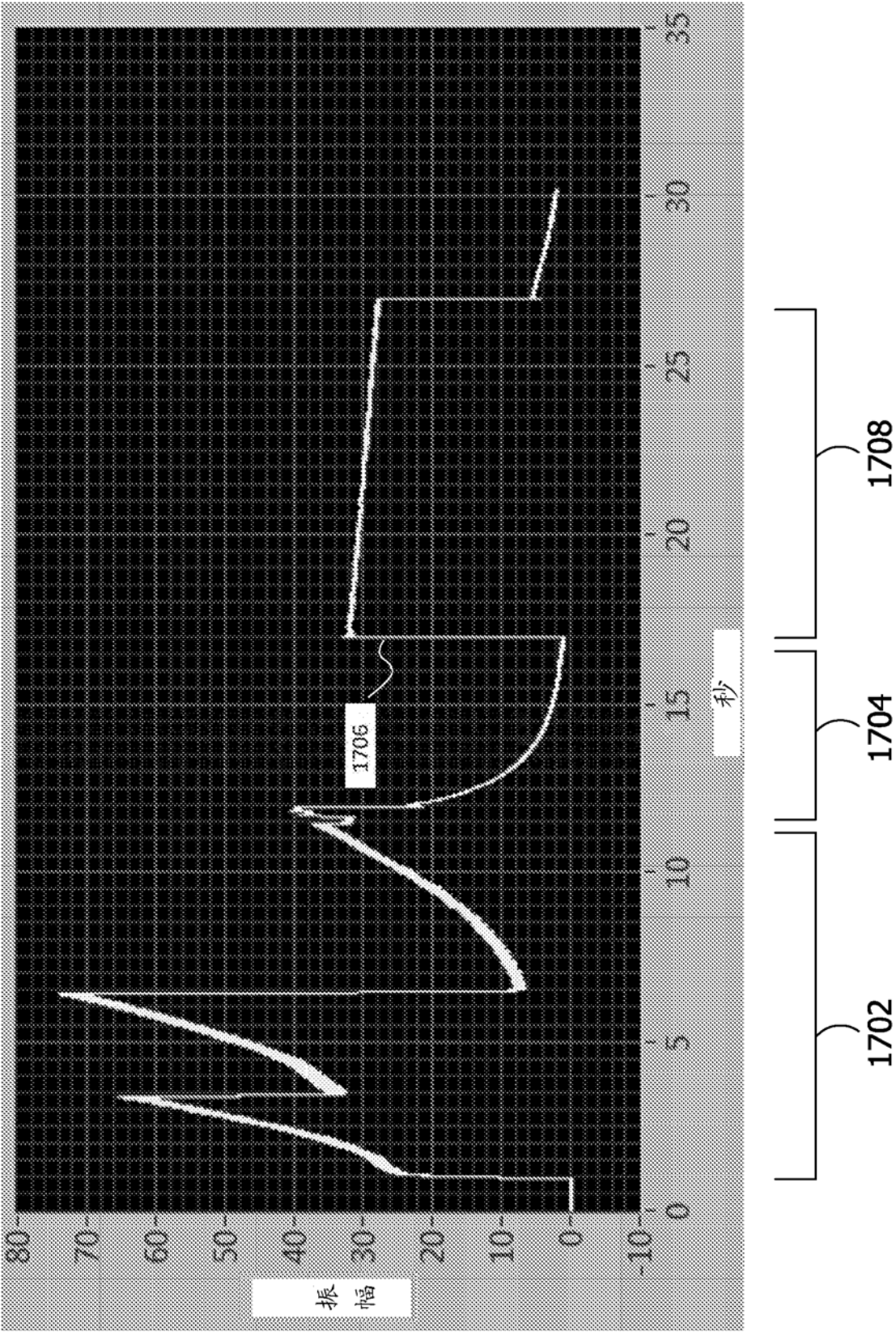


图 17A

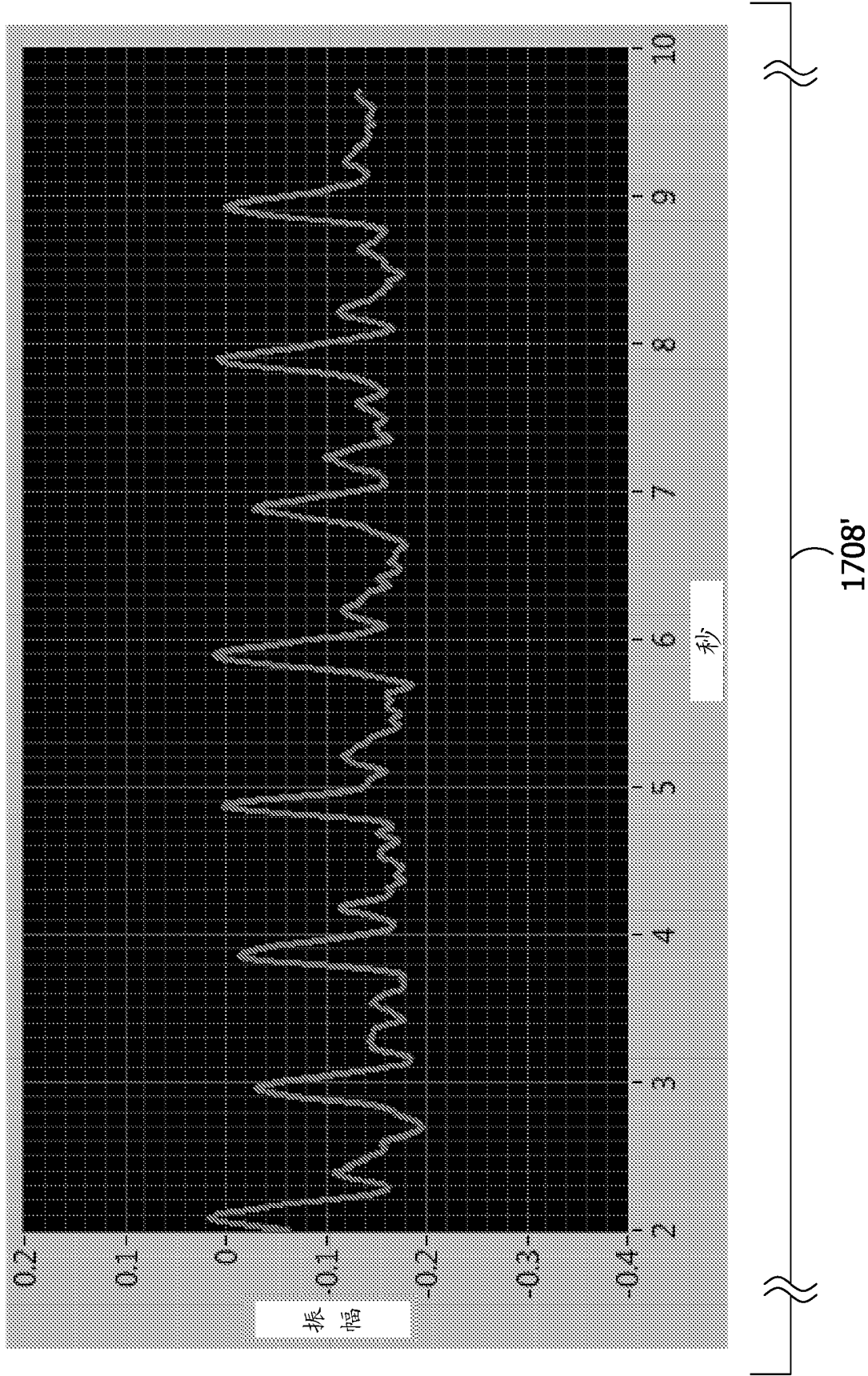


图 17B

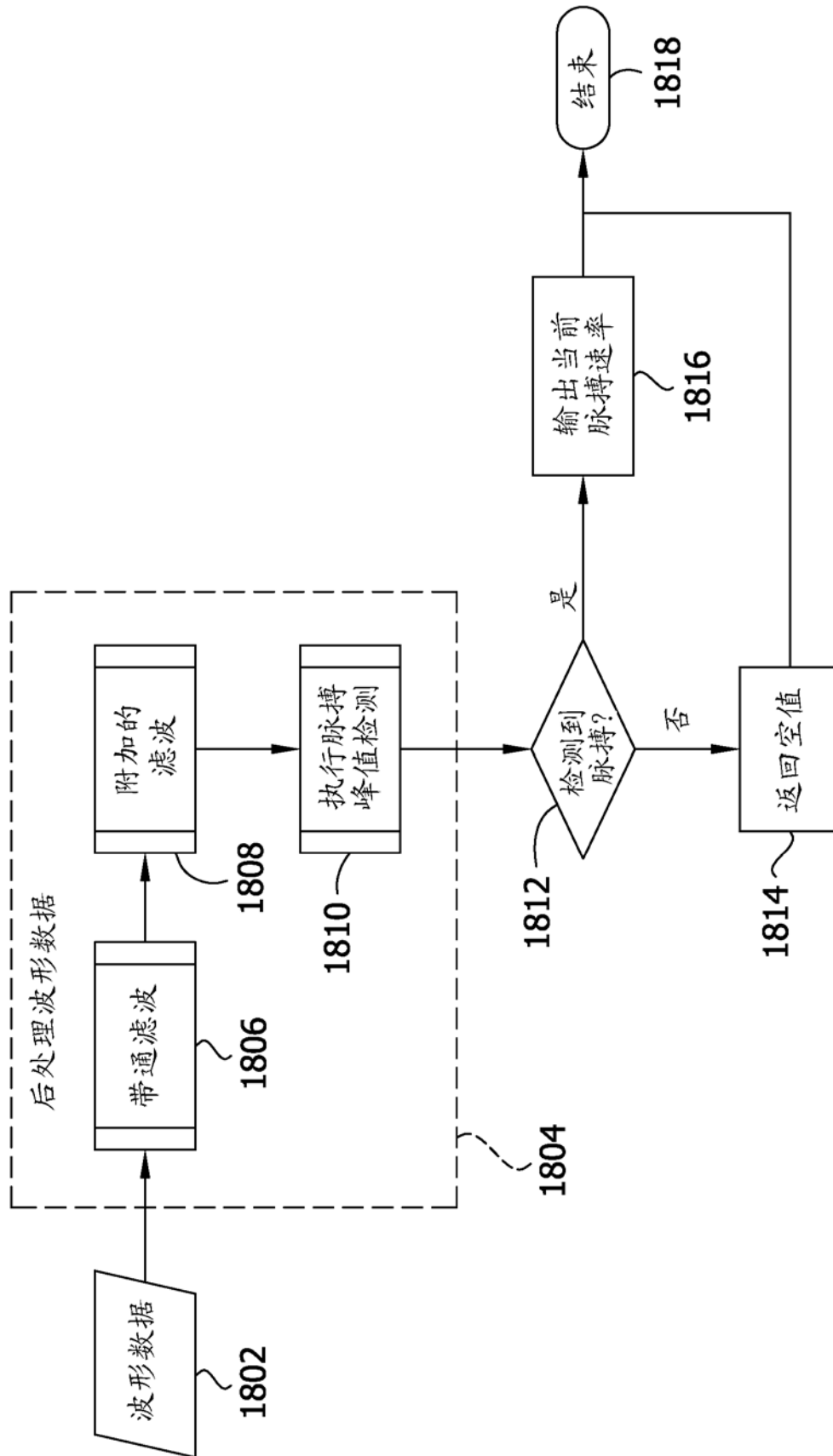


图 18

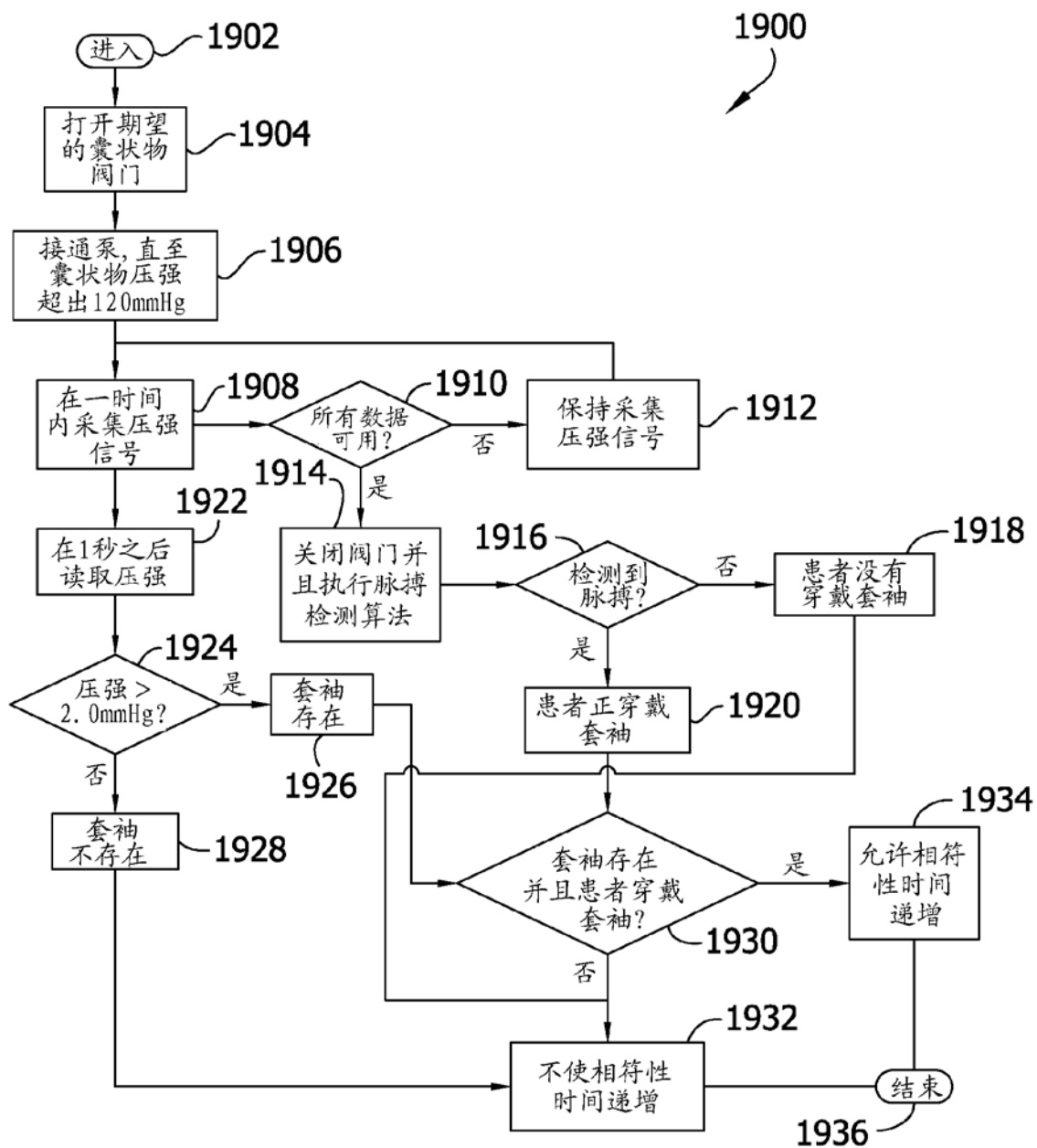


图 19

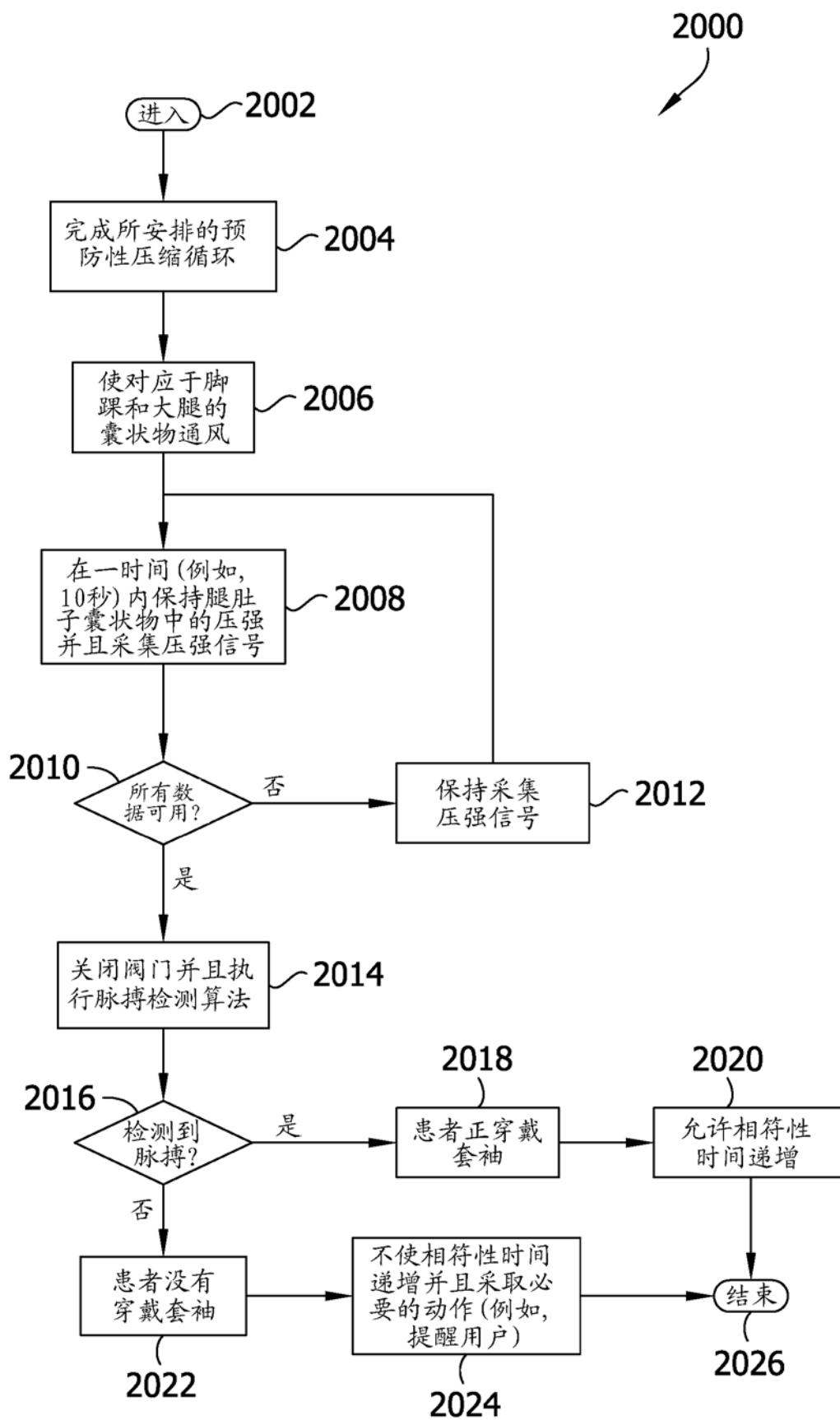


图 20

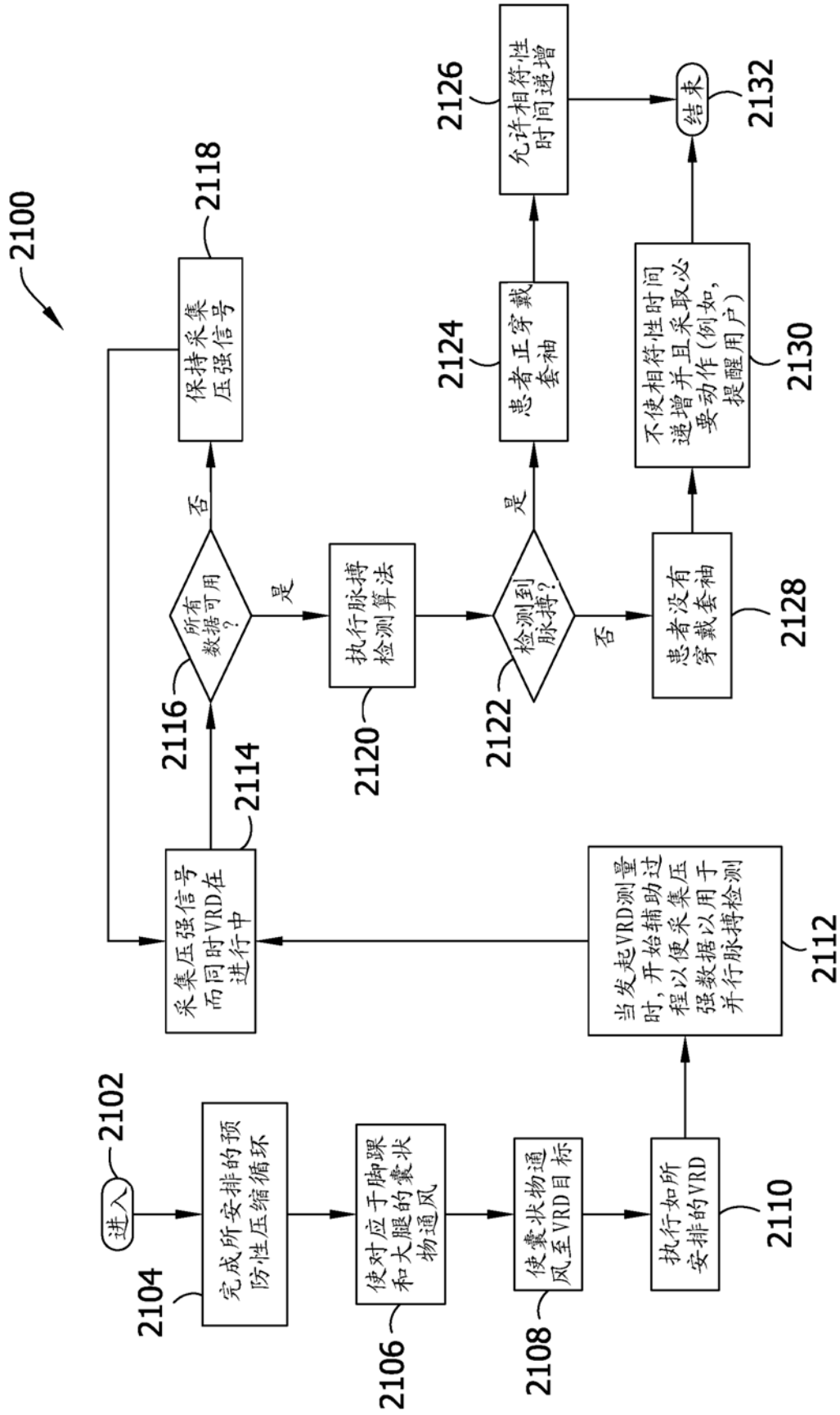


图 21

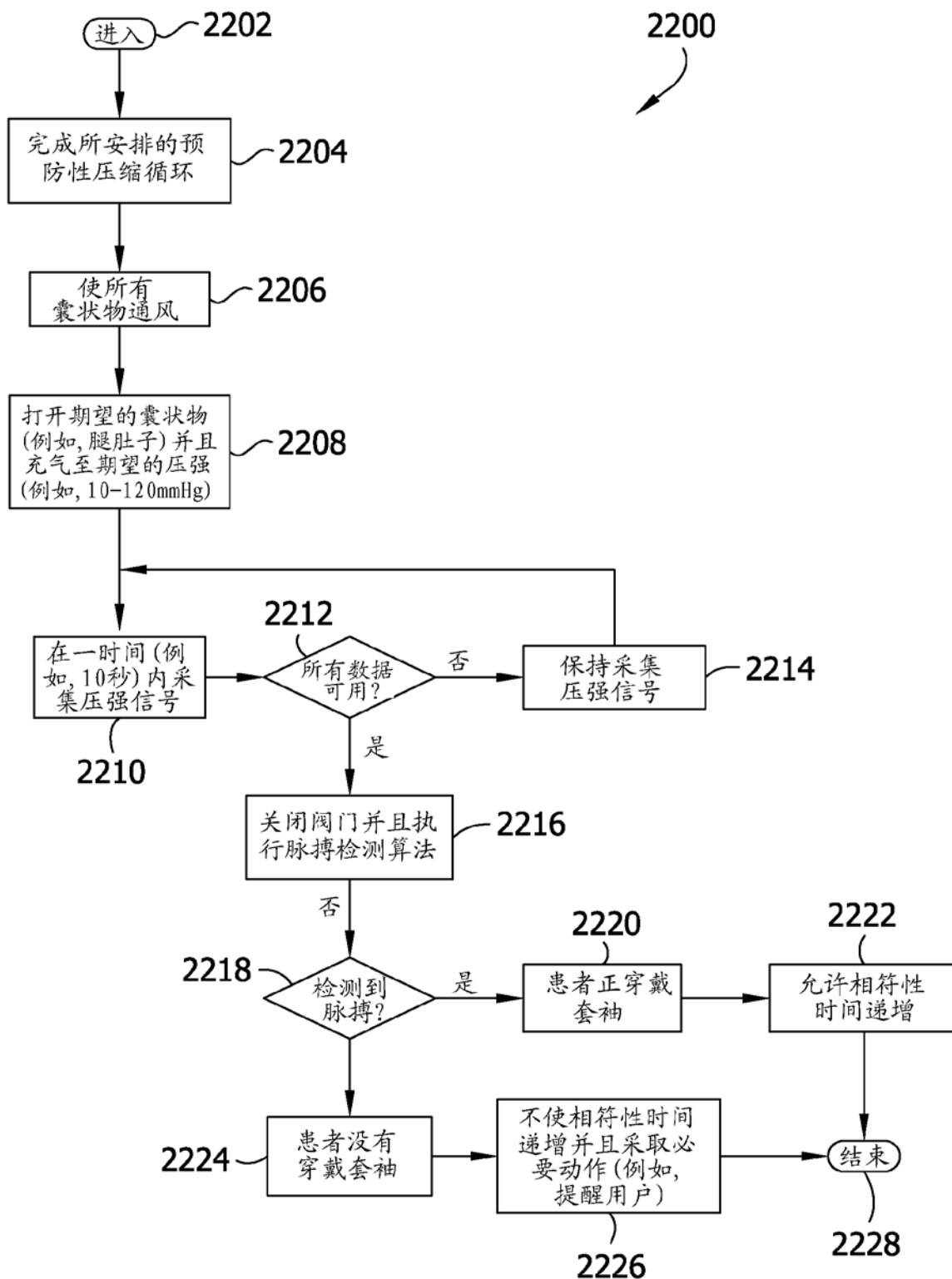


图 22

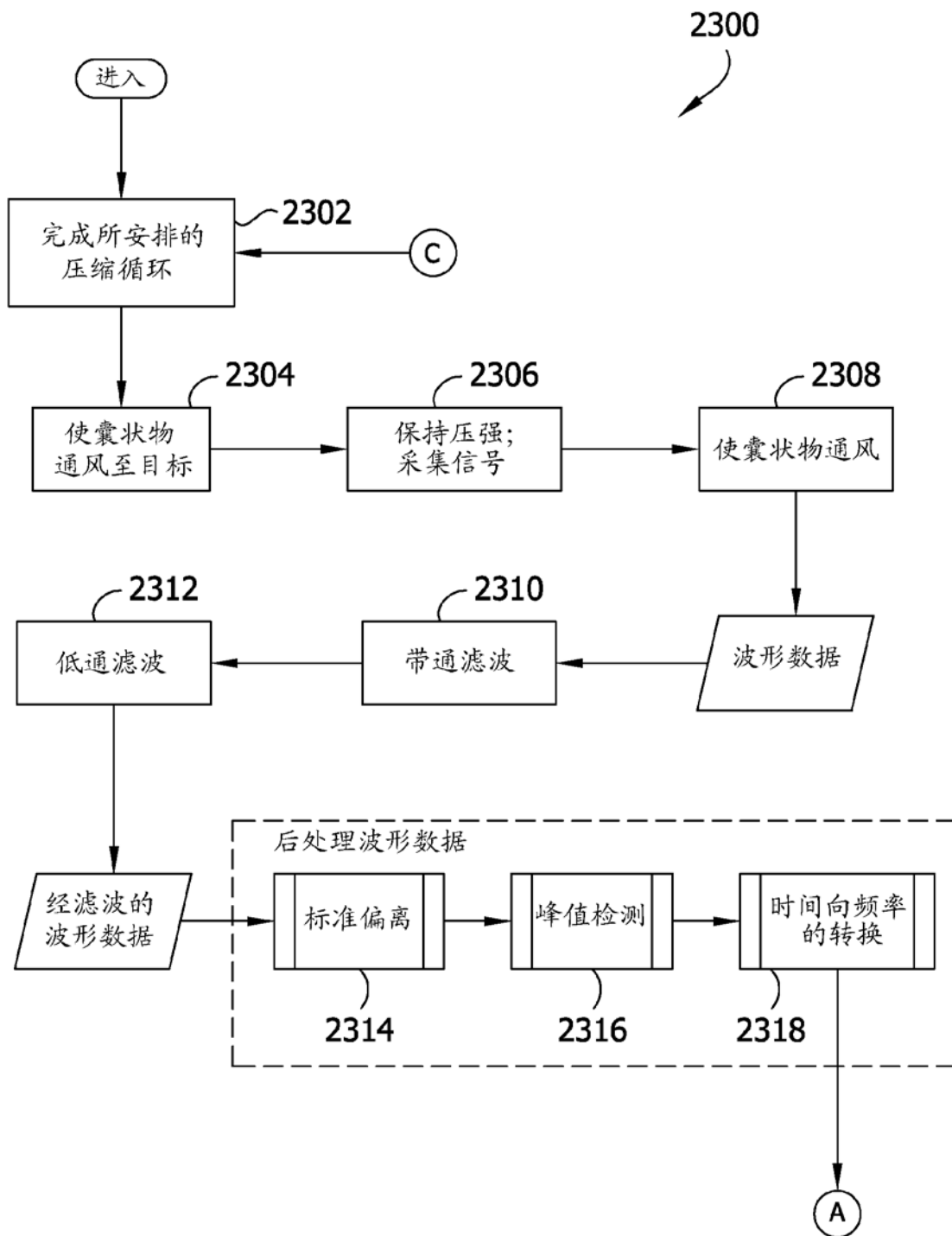


图 23A

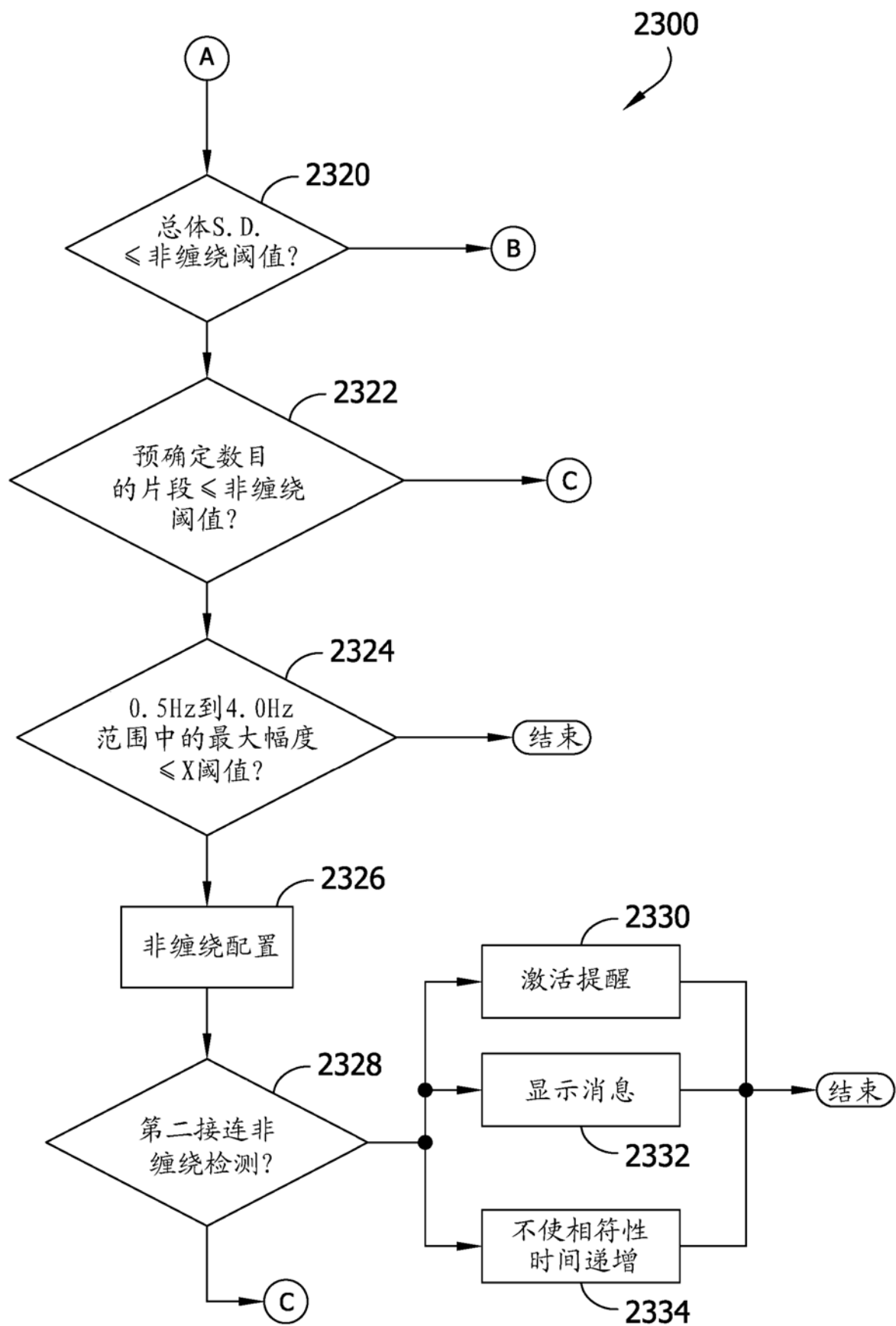


图 23B

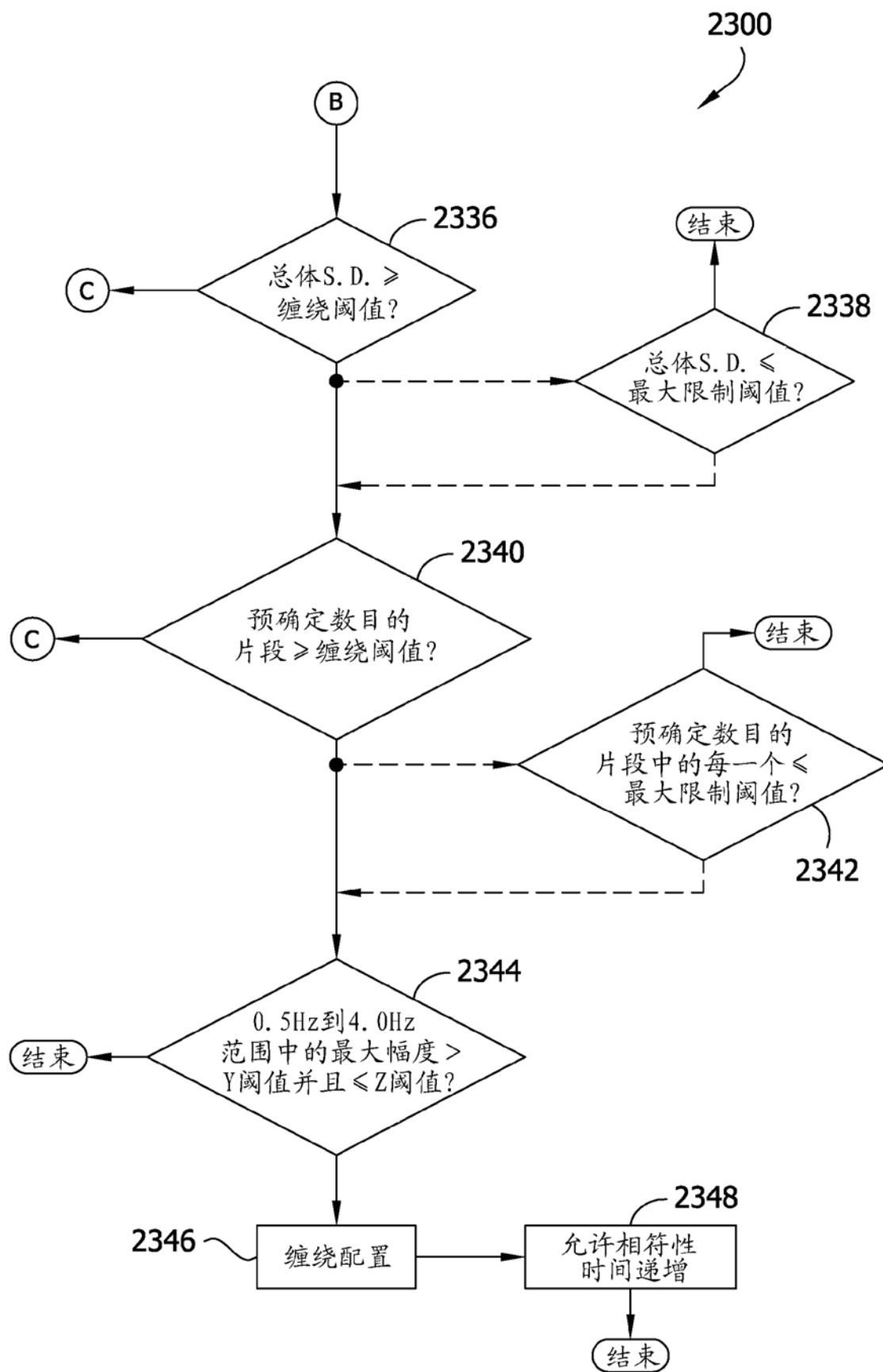


图 23C

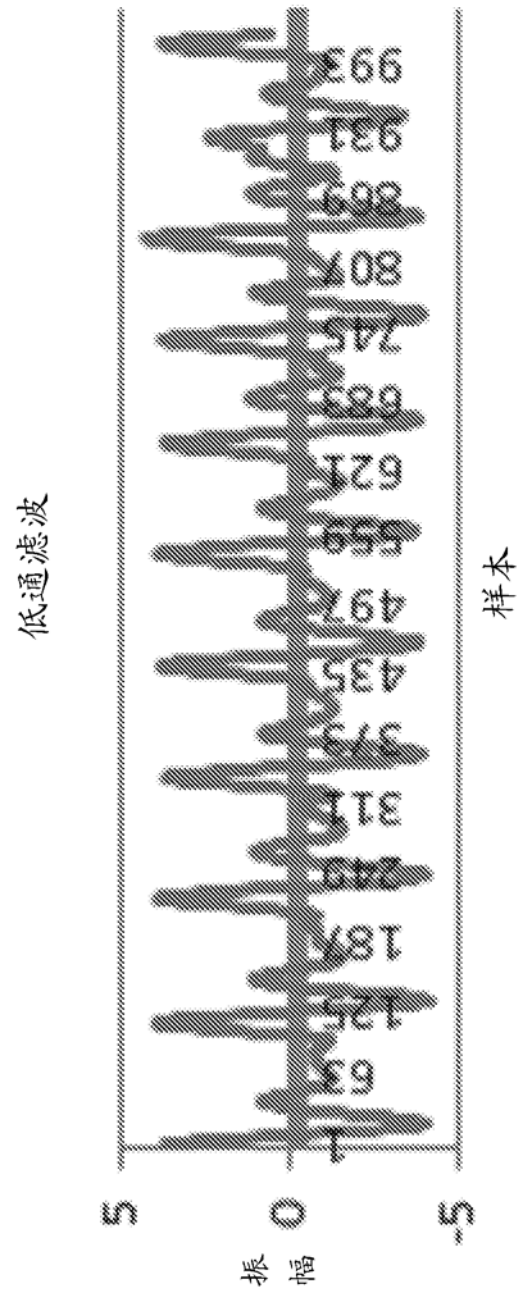


图 24

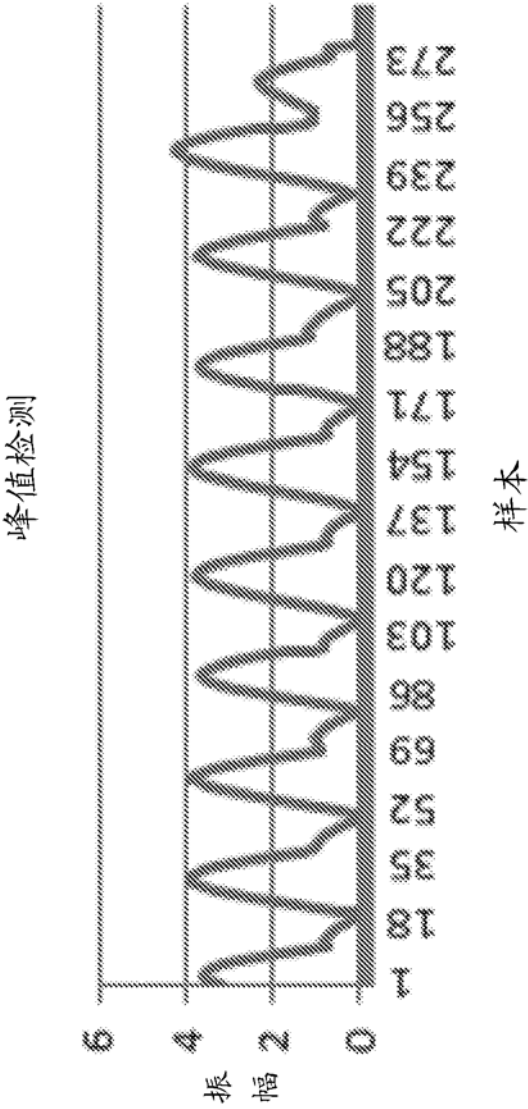


图 25