



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113271844 A

(43) 申请公布日 2021.08.17

(21) 申请号 201980088457.3

(22) 申请日 2019.11.13

(30) 优先权数据

20195009 2019.01.09 FI

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2021.07.08

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/FI2019/050807 2019.11.13

(87) PCT国际申请的公布数据

W02020/144397 EN 2020.07.16

(71) 申请人 图尔库大学

地址 芬兰图尔库

(72) 发明人 图卡·帕努拉 马蒂·凯斯蒂

米科·潘卡拉 泰罗·科伊维斯托

(74) 专利代理机构 中原信达知识产权代理有限
责任公司 11219

代理人 达小丽 夏凯

(51) Int.Cl.

A61B 5/024 (2006.01)

A61B 5/022 (2006.01)

A61B 5/0225 (2006.01)

A61B 5/00 (2006.01)

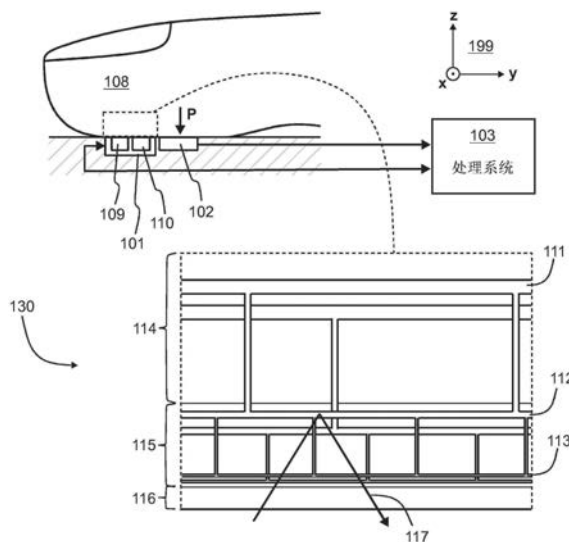
权利要求书2页 说明书9页 附图9页

(54) 发明名称

测量动脉系统的功能的装置

(57) 摘要

一种用于测量个人动脉系统功能的装置包括:光电容积脉搏波传感器(101),其用于向动脉系统发射具有从475nm至600nm范围内的波长的电磁辐射并接收从动脉系统反射的电磁辐射的一部分。该装置还包括:压力仪器(102),其用于在光电容积脉搏波传感器向动脉系统发射电磁辐射和从动脉系统接收电磁辐射时管理施加在动脉系统上的机械压力。机械压力对反射电磁辐射包络的影响可用于确定动脉舒张压或确定内皮功能是否正常。



1. 一种用于测量个人动脉系统的功能的装置,所述装置包括光电容积脉搏波传感器(101、201、301、401),用于向所述动脉系统发射具有从475nm到600nm范围内的波长的电磁辐射并且用于接收从所述动脉系统反射的所述电磁辐射的一部分,其特征在于,所述装置进一步包括压力仪器(102、202a、202b、302、402),用于在所述光电容积脉搏波传感器向所述动脉系统发射所述电磁辐射和从所述动脉系统接收所述电磁辐射时管理施加在所述动脉系统上的机械压力。

2. 根据权利要求1所述的装置,其中,所述压力仪器(202b、202b、302、402)适用于当所述光电容积脉搏波传感器向所述动脉系统发射所述电磁辐射和从所述动脉系统接收所述电磁辐射时,改变施加在所述动脉系统上的所述机械压力。

3. 根据权利要求2所述的装置,其中,所述压力仪器(202b、402)包括按压元件(204、404),用于将所述机械压力引导至所述个人的指尖并且用于在所述光电容积脉搏波传感器向所述指尖发射所述电磁辐射和从所述指尖接收所述电磁辐射时改变所述机械压力。

4. 根据权利要求1-3中任一项所述的装置,其中,所述装置包括处理系统(103、203、303),用于确定当所述机械压力从起始值逐渐变化到结束值时所述反射的电磁辐射的包络达到最大值处的所述机械压力的第一值,所述确定的第一值指示所述动脉系统的小动脉的平均动脉压。

5. 根据权利要求4所述的装置,其中,所述处理系统被配置为确定所述机械压力的第二值,所述第二值高于所述确定的第一值并且在所述第二值处所述反射的电磁辐射的所述包络基本上是所述最大值的预定百分比,所述确定的第二值指示所述动脉系统的动脉的舒张压以及所述动脉系统的所述小动脉的收缩压。

6. 根据权利要求2或3所述的装置,其中,所述装置包括处理系统(403),所述处理系统(403)用于控制所述压力仪器以增加所述机械压力直到所述反射的电磁辐射的包络下降到基本为零并且随后保持所述机械压力恒定。

7. 根据权利要求6所述的装置,其中,所述处理系统被配置为:当所述机械压力保持恒定时检测所述反射的电磁辐射的所述包络是否增加,所述包络的增加指示所述动脉系统的正常内皮功能。

8. 根据权利要求1-7中任一项所述的装置,其中,所述压力仪器(102、202a)包括压力传感器,所述压力传感器用于在所述光电容积脉搏波传感器向指尖发射和从所述指尖接收所述电磁辐射时测量由所述个人的指尖引导至所述压力传感器的压力。

9. 根据权利要求8所述的装置,其中,所述装置是移动设备(107)的一部分并且所述压力传感器和所述光电容积脉搏波传感器在所述移动设备的表面上。

10. 根据权利要求1-9中任一项所述的装置,其中,所述电磁辐射的波长在500nm到600nm的范围内。

11. 根据权利要求1-10中任一项所述的装置,其中,所述电磁辐射的波长在500nm到550nm的范围内。

12. 根据权利要求1-11中任一项所述的装置,其中,具有从475nm到600nm范围内的波长的电磁辐射是第一电磁辐射,并且所述光电容积脉搏波传感器(201、401)被配置为向所述动脉系统发射具有从620nm至900nm范围内的波长的第二电磁辐射并且接收从所述动脉系统反射的所述第二电磁辐射的一部分。

13. 根据权利要求12所述的装置,其中,所述装置包括处理系统(203),所述处理系统(203)用于确定当所述机械压力从起始值逐渐变化到结束值时所述反射的第二电磁辐射的包络达到最大值处的所述机械压力的第三值,所述确定的第三值指示所述动脉系统的动脉的平均动脉压。

14. 根据权利要求13所述的装置,其中,所述处理系统被配置为确定所述机械压力的第四值,所述第四值高于所述确定的第三值并且在所述第四值处所述反射的第二电磁辐射的所述包络基本上是所述反射的第二电磁辐射的所述包络的最大值的第一预定百分比,所述确定的第四值指示所述动脉系统的动脉的收缩压。

15. 根据权利要求12所述的装置,其中,所述装置包括处理系统(403),所述处理系统(403)用于控制所述压力仪器以增加所述机械压力直到达到所述反射的第二电磁辐射的所述包络的最大值,并且随后保持所述机械压力恒定。

16. 根据权利要求2所述的装置,其中,所述压力仪器(302)包括用于将所述机械压力引导至所述个人的肱动脉的按压设备(305),以及其中,所述光电容积脉搏波传感器(301)位于打算在所述肱动脉顶部上的所述按压设备的表面上。

17. 根据权利要求16所述的装置,其中,所述按压设备(305)是袖带并且所述压力仪器包括用于控制所述袖带内的气体压力以将所述机械压力引导至所述肱动脉的泵系统(306),以及其中所述光电容积脉搏波传感器(301)位于所述袖带的内表面上。

18. 一种用于测量个人动脉系统的功能的方法,所述方法包括:

- 向所述动脉系统发射(501)具有从475nm至600nm范围内的波长的电磁辐射,
- 接收(502)从所述动脉系统反射的所述电磁辐射的一部分,以及
- 基于所述接收的电磁辐射来产生(503)指示所述动脉系统的功能的信息,

其特征在于,所述方法包括:当所述电磁辐射被发射到所述动脉系统以及从所述动脉系统接收到所述反射的电磁辐射时,改变(504)施加在所述动脉系统上的机械压力。

19. 一种计算机程序,包括计算机可执行指令,用于控制可编程处理系统以:

-控制光电容积脉搏波传感器以向所述动脉系统发射具有从475nm至600nm范围内的波长的电磁辐射,并且接收从所述动脉系统反射的所述电磁辐射的一部分,以及

其特征在于,所述计算机程序进一步包括计算机可执行指令,所述计算机可执行指令用于控制所述可编程处理系统以控制压力仪器在所述光电容积脉搏波传感器向所述动脉系统发射所述电磁辐射和从所述动脉系统接收所述电磁辐射时管理施加在所述动脉系统上的机械压力。

20. 根据权利要求19所述的计算机程序,其中,所述计算机程序包括计算机可执行指令,所述计算机可执行指令用于控制所述可编程处理系统以控制所述压力仪器在所述光电容积脉搏波传感器向所述动脉系统发射和从所述动脉系统接收所述电磁辐射时改变施加在所述动脉系统上的机械压力。

21. 一种计算机程序产品,包括:利用根据权利要求19或20的计算机程序所编码的非暂时性计算机可读介质。

测量动脉系统的功能的装置

技术领域

[0001] 本公开涉及用于测量动脉系统的功能的装置和方法。测量的功能可以是例如动脉的舒张压“DBP”或描述血液循环对血管舒缩变化作出反应的能力的内皮功能。此外,本公开涉及一种用于测量动脉系统的功能的计算机程序。

背景技术

[0002] 动脉系统中可能发生的异常,如果没有得到诊断和适当的治疗和/或补救,可能会逐渐降低个人的健康。例如,升高的血压是心血管疾病的重要危险因素。因此,血压测量是许多医学检查中的常规任务。自动无创血压“NIBP”测量技术(一种典型的示波法)已经存在了几十年。在这种技术中,袖带被放置在肱动脉的顶部,当空气被泵入袖带超过收缩压时,血液流动被完全阻断。当袖带中的气压被释放时,脉动,即袖带中测得的振荡,增加到平均动脉压“MAP”的点,然后开始下降。脉动的钟形包络连同相应的下降压力曲线在时域中呈现。然后使用源自人群研究的预先固定的百分比从MAP计算收缩压和舒张压。收缩压通常被认为对应于压力曲线的一个点,其中,压力高于MAP并且包络的值为包络最大值的50%,即包络值的50%对应于MAP,并且舒张压通常被认为对应于压力曲线的其中压力低于MAP并且包络的值是包络的最大值的80%的点。

[0003] 动脉系统中的异常的另一个示例是内皮功能障碍,它被认为是动脉粥样硬化的前兆,动脉粥样硬化是由动脉中斑块的形成引起的。在临床测试中,内皮功能是通过阻塞肱动脉几分钟来触发的,当释放时,流入动脉的血流量增加,内皮细胞开始分泌一氧化氮NO。然后一氧化氮导致动脉扩张,让更多的血液流过。具有内皮功能障碍的动脉不会以同样的方式扩张。

[0004] 在许多情况下,在早期检测到上述类型的异常是有利的。因此,需要易于使用的技术用于例如测量血压和/或用于获得内皮功能障碍的指征。

发明内容

[0005] 为了提供对各种发明实施例的一些方面的基本理解,以下呈现简化的概要。该概要不是对本发明的广泛概述。既不旨在确定本发明的关键或重要要素,也不旨在描绘本发明的范围。以下概要仅以简化形式呈现本发明的一些概念,作为对本发明的示例性实施例的更详细描述的前序。

[0006] 根据本发明,提供了一种用于测量个人的动脉系统的功能的新装置。根据本发明的装置包括光电容积脉搏波“PPG”传感器,用于向动脉系统发射具有从475nm至600nm范围内的波长的电磁辐射并且用于接收从动脉系统反射的电磁辐射的一部分。该装置还包括压力仪器,用于在光电容积脉搏波传感器向动脉系统发射电磁辐射和从动脉系统接收电磁辐射时管理施加在动脉系统上的机械压力。

[0007] 在本文件中,动词“管理”应作广义理解,因此管理不一定包括控制或改变被管理的实体,例如上述机械压力,而是管理可以仅包括测量被管理实体。

[0008] 已选择上述475nm至600nm的波长范围,使得上述电磁辐射不能到达位于皮下组织中的动脉,而只能到达位于网状真皮中更浅的真皮小动脉。波长可以是(例如但不一定)大约537nm,在这种情况下,电磁辐射是绿光。

[0009] 脉压,即收缩压(systolic blood pressure)和舒张压(diastolic blood pressure)之间的差,从位于上臂的肱动脉到位于腕部的桡动脉再到位于指尖的掌横弓动脉增加。当进入小动脉并最终进入毛细血管时,平均动脉压“MAP”和脉压显著下降。已经注意到,指尖动脉中的舒张压基本上等于指尖小动脉的收缩压。因此,上述装置可用于测量小动脉中的MAP和小动脉中的收缩压,以及用于估计动脉中的舒张压。测量例程可包括(例如但不一定)使施加在指尖上的机械压力逐渐变化(ramping)并且记录PPG传感器的输出信号。PPG传感器的输出信号指示从指尖小动脉反射的电磁辐射。MAP对应于反射的电磁辐射的包络达到其最大值时的机械压力值。小动脉中的收缩压和动脉中的舒张压对应于大于MAP并且反射电磁辐射的包络为最大值的预定百分比(例如50%)的机械压力处的值。逐渐变化机械压力可以包括例如将手指按压在收缩压之上,从而阻止血流,然后缓慢地减少按压。机械压力从零增加到血流被阻塞的点也是可能的。反射的电磁辐射的包络可以通过例如带通滤波PPG传感器的输出信号,并且通过构造带通滤波的输出信号的包络来形成。

[0010] 又例如,上述装置可用于测量内皮功能。测量例程可以包括(例如但不一定)增加施加在指尖上的机械压力直到反射的电磁辐射的包络变得接近零,然后保持机械压力恒定。在适当的内皮功能的情况下,当机械压力保持恒定时,可以看到反射电磁辐射的包络增大。在内皮功能障碍的情况下,不会发生上述类型的增大。

[0011] 在根据示例性并且非限制性实施例的装置中,PPG传感器包括:用于除了具有从475nm到600nm范围内的波长的上述第一电磁辐射之外,还向动脉系统发射具有从620nm至900nm范围内的波长的第二电磁辐射的装置;以及用于接收从动脉系统反射的上述第一电磁辐射和第二电磁辐射的部分的装置。

[0012] 已选择从620nm到900nm的第二电磁辐射的波长范围,使得第二电磁辐射到达位于皮下组织中的动脉。因此,第二电磁辐射可用于测量动脉中的MAP、动脉中的收缩压以及动脉中的舒张压。因此,可以用第一电磁辐射和第二电磁辐射两者测量动脉中的舒张压,这提高了测量的准确性和可靠性。测量例程可以包括(例如但不一定)使施加在指尖上的机械压力逐渐变化,并且记录来自PPG传感器的对应于从指尖的动脉系统反射的第一电磁辐射和第二电磁辐射的第一输出信号和第二输出信号。又例如,当测量内皮功能时,第二电磁辐射可用于确定施加在指尖上的机械压力增加到的点。在该测量中,机械压力增加,直到反射的第二电磁辐射的包络达到其最大值。第二电磁辐射的波长可以是(例如但不一定):大约660nm,在这种情况下第二电磁辐射是红光;或大约880nm,在这种情况下第二电磁辐射是红外“IR”辐射。

[0013] 根据本发明,提供了一种用于测量个人的动脉系统的功能的新方法。根据本发明的方法包括:

[0014] -向动脉系统发射具有从475nm至600nm的范围的波长的电磁辐射,

[0015] -接收从动脉系统反射的电磁辐射的一部分,

[0016] -当电磁辐射被发射到动脉系统并且从动脉系统接收到反射的电磁辐射时,改变施加在动脉系统上的机械压力,以及

[0017] -基于接收到的电磁辐射来产生指示动脉系统的功能的信息。

[0018] 根据本发明,还提供了一种用于测量个人的动脉系统的功能的新计算机程序。根据本发明的计算机程序包括计算机可执行指令,其用于控制可编程处理系统以:

[0019] -控制光电容积脉搏波传感器向动脉系统发射具有从475nm至600nm的范围的波长的电磁辐射,并接收从动脉系统反射的电磁辐射的一部分,以及

[0020] -当光电容积脉搏波传感器向动脉系统发射和从动脉系统接收电磁辐射时,控制压力仪器以管理施加在动脉系统上的机械压力。

[0021] 根据本发明,还提供了一种新的计算机程序产品。计算机程序产品包括用根据本发明的计算机程序编码的非易失性计算机可读介质,例如紧凑光盘“CD”。

[0022] 在所附从属权利要求中描述了示例性和非限制性实施例。

[0023] 当结合附图阅读时,从具体示例性实施例的以下描述中将最好地理解关于构造和操作方法的各示例性和非限制性实施例连同其附加目的和优点。

[0024] 动词“包括(to comprise)”和“包含(include)”在本文件中用作公开限制,其既不排除也不要求存在未列举的特征。除非另有明确说明,所附从属权利要求中记载的特征可相互自由组合。此外,应当理解,本文通篇使用“一(a)”或“一个(an)”,即单数形式并不排除多个。

附图说明

[0025] 下面参考附图更详细地解释示例性和非限制性实施例及其优点,在附图中:

[0026] 图1a图示了根据示例性和非限制性实施例的用于测量动脉系统的功能的装置,图1b示出了示例性图表,其图示了基于时间从指尖的动脉系统反射的电磁辐射,并且图1c示出了包括图1a所示装置的移动设备,

[0027] 图2a图示了根据示例性和非限制性实施例的用于测量动脉系统的功能的装置,并且图2b示出了示例性图表,其图示了具有不同波长并且基于时间从指尖的动脉系统反射的电磁辐射,

[0028] 图3图示了根据示例性和非限制性实施例的用于测量动脉系统的功能的装置,

[0029] 图4a图示了根据示例性和非限制性实施例的用于测量动脉系统的功能的装置,并且图4b示出了示例性图表,其图示了具有不同波长并且基于时间从指尖的动脉系统反射的电磁辐射,以及

[0030] 图5示出了根据示例性和非限制性实施例的用于测量动脉系统的功能的方法的流程图。

具体实施方式

[0031] 以下描述中提供的具体示例不应被解释为限制所附权利要求的范围和/或适用性。除非另有明确说明,否则该描述中提供的示例的列表和组不是详尽无遗的。

[0032] 图1a示出了根据示例性和非限制性实施例的用于测量动脉系统的功能的装置的示意图。该装置包括光电容积脉搏波“PPG”传感器101,用于向个人的指尖108发射具有从475nm至600nm范围内波长的电磁辐射,并用于接收从指尖108的动脉系统反射的电磁辐射的一部分。在根据示例性和非限制性实施例的装置中,波长在从480nm到600nm的范围内。在

根据示例性和非限制性实施例的装置中,波长在从500nm到600nm的范围内。在一种根据示例性和非限制性实施例的装置中,波长在从500nm到575nm的范围内。在一种根据示例性和非限制性实施例的装置中,波长在从500nm到550nm的范围内。波长可以是(例如但不一定)大约537nm,在这种情况下,电磁辐射是绿光。PPG传感器101包括辐射发射器109和光电探测器110。辐射发射器109可以是例如发光二极管“LED”,并且光电探测器110可以是例如光电二极管或光电晶体管。图1a还示出了指尖的放大示意截面图130。截面与坐标系199的yz平面平行。在截面图130中,用折线(polyline)117描绘发射和反射的辐射。如截面图130中所示,电磁辐射117没有到达位于皮下组织114中的动脉111,而只能到达位于网状真皮115中的小动脉112。在截面图130中,用附图标记113表示毛细血管并且用附图标记116表示指尖皮肤的表皮。

[0033] 该装置还包括压力仪器102,用于在光电容积脉搏波传感器101发射和接收电磁辐射时管理施加在动脉系统上的机械压力。在该示例性情况下,压力仪器102包括用于测量由指尖108引导至压力传感器的机械压力P的压力传感器。

[0034] 图1b示出了曲线119,其图示了在示例情况下反射的电磁辐射,其中,该装置用于估计小动脉112中的平均动脉压“MAP”、小动脉中的收缩压“SYS”以及动脉111中的舒张压“DIA”。在该示例性情况下,首先将指尖108压靠在压力仪器102上,使得机械压力P高于收缩压,从而阻断血流。此后,压力被缓慢释放,使得机械压力P作为时间的函数逐渐下降,如图1b中所示的曲线122所示。曲线119可以表示例如PPG传感器101的带通滤波输出信号。带通滤波的通带可以是例如从1Hz到10Hz。在该示例性情况下,带通滤波信号被希尔伯特(Hilbert)变换以形成带通滤波信号的包络。在图1b中,用曲线120表示希尔伯特变换的滤波信号,用曲线121描绘包络。

[0035] 小动脉112中的MAP的估计是其中上述反射的电磁辐射的包络121达到其最大值时的机械压力P的值。因此,可以借助图1b所示的包络曲线121和机械压力曲线122来估计在小动脉中的MAP。小动脉112中的收缩压“SYS”的估计是机械压力P的值,该值大于小动脉112中的估计MAP并且反射的电磁辐射的包络在该值处为包络的最大值的预定百分比,通常为50%。因此,可以借助如图1b所示的包络121和机械压力曲线122来估计小动脉中的SYS。小动脉中SYS的估计也是动脉111中舒张压“DIA”的估计。

[0036] 在图1b所示的示例性情况下,机械压力P逐渐下降。然而,也可以逐渐增加机械压力P以估计小动脉112中的MAP、小动脉中的SYS和动脉111中的DIA。在这个示例性情况下,反射的电磁辐射的包络是包络121的时间反转版本。此外,应当注意,当机械压力P逐渐下降或逐渐增加时,机械压力P不一定遵循作为时间的函数的理想直线。

[0037] 根据示例性且非限制性实施例的装置包括处理系统103,其被配置为确定小动脉112中的MAP的估计。换言之,处理系统103被配置为确定机械压力P的第一值,其中,当机械压力P从起始值逐渐下降或增加至结束值时,反射的电磁辐射的上述包络121达到其最大值,第一值是小动脉112中的MAP的估计。在根据示例性和非限制性实施例的装置中,处理系统103被配置为确定小动脉112中的SYS的估计和动脉111中的DIA的估计。换言之,处理系统103被配置为确定机械压力P的第二值,该值高于确定的第一值并且反射的电磁辐射的包络在该值处基本上是包络最大值的预定百分比,通常为50%,所确定的第二值是小动脉112中SYS的估计和动脉111中DIA的估计。然而,根据示例性和非限制性实施例的装置也可能包

括：用于存储PPG传感器和压力传感器的输出信号的时间序列的存储器；和/或用于将时间序列发送到外部设备的发送器。在这个示例性情况下，描述动脉系统功能的上述估计可以用外部设备（例如，个人电脑）离线形成。

[0038] 图1c示出了包括图1a所示装置的移动设备107。移动设备107可以是例如移动电话或掌上电脑。压力传感器和PPG传感器位于移动设备的表面上，使得个人可以将指尖108按压在压力传感器和PPG传感器上。在该示例性情况下，移动设备107被配置为显示PPG传感器的带通滤波输出信号和带通滤波输出信号的包络。此外，移动设备107被配置为显示小动脉中的SYS、小动脉中的MAP和动脉中的DIA的估计，其中借助于包络和由压力传感器测量的机械压力的时间依赖性形成估计。根据本发明的示例性实施例的装置也可能是戒指、手镯、手表或任何其他可穿戴设备的一部分、或它们的组合、或可穿戴设备和移动电话或其他移动通讯设备的组合。例如，戒指或手镯的内表面可以设置有PPG传感器和压力传感器。在该示例性情况下，用户可以通过将戒指或手镯压靠在戒指或手镯包围的手指或手腕的表面上来控制压力。

[0039] 图2a示出了根据示例性和非限制性实施例的用于测量动脉系统的功能的装置的示意图。该装置包括光电容积脉搏波“PPG”传感器201，用于向个人的指尖208发射具有从475nm至600nm范围内的波长的第一电磁辐射和具有从620nm至900nm范围内的波长的第二电磁辐射，并且用于接收从指尖208的动脉系统反射的第一电磁辐射和第二电磁辐射的部分。第一电磁辐射的波长可以是（例如但不一定）大约537nm，在这种情况下，第一电磁辐射是绿光。在一种根据示例性和非限制性实施例的装置中，第二电磁辐射的波长在从650nm到890nm的范围内。第二电磁辐射的波长可以是（例如但不一定）：大约660nm，在这种情况下，第二电磁辐射是红光；或大约880nm，在这种情况下，第二电磁辐射是红外“IR”辐射。还可能的是，PPG传感器201被配置为发射和测量具有三个或更多个不同波长的电磁辐射。PPG传感器201包括辐射发射器209和光电探测器210。辐射发射器209可以包括例如发光二极管“LED”，并且光电探测器210可以包括例如波长敏感光电二极管或光电晶体管。图2a还示出了指尖的放大示意截面图230。截面与坐标系299的yz平面平行。在截面图230中，用折线217描绘第一发射和反射的电磁辐射，而用折线218描绘第二发射和反射的电磁辐射。如截面图230所示，第一电磁辐射217没有到达位于皮下组织114中的动脉111，而只能到达位于网状真皮115中的小动脉112，而第二电磁辐射218可以到达动脉111。在截面图230中，用附图标记113表示毛细血管，并且用附图标记116表示指尖皮肤的表皮。

[0040] 该装置还包括压力仪器，用于在PPG传感器201发射和接收上述第一电磁辐射和第二电磁辐射时管理施加在动脉系统上的机械压力。在该示例性情况下，压力仪器包括：用于测量由指尖208引导至压力传感器的机械压力P的压力传感器202a；以及用于将指尖208可控地压靠在PPG传感器201和压力传感器202a上的按压装置202b。在该示例性装置中，按压装置包括按压元件204和用于将力引导至按压元件204的力产生装置228。力产生装置228可以包括例如电动步进电机和螺杆。

[0041] 图2b示出了在示例情况下的曲线219和曲线223，曲线219图示反射的第一电磁辐射，而曲线223图示反射的第二电磁辐射，其中，所述装置用于估计小动脉112中的平均动脉压“MAP1”、动脉111中的平均动脉压“MAP2”、小动脉中的收缩压“SYS1”、动脉中的收缩压“SYS2”和动脉中的舒张压“DIA2”。在该示例性情况下，指尖208首先被压靠在压力传感器

202a上,使得机械压力P高于收缩压,从而阻断血流。此后,压力被缓慢释放,使得机械压力P作为时间的函数逐渐下降,如图2b中所示的曲线222所示。曲线219和223可以表示例如PPG传感器201的带通滤波输出信号。带通滤波的通带可以是例如从1Hz到10Hz。在该示例性情况下,带通滤波信号经过希尔伯特变换以形成带通滤波信号的包络。在图2b中,用虚线曲线表示希尔伯特变换的滤波信号。用曲线221描绘反射的第一电磁辐射的包络,而用曲线224描绘反射的第二电磁辐射的包络。

[0042] 如图2b所示,MAP1的估计是包络221达到其最大值时的机械压力P的值,MAP2的估计是包络224达到其最大值时的机械压力P的值,SYS1的估计是大于MAP1并且在其处包络221是包络221的最大值的50%时的机械压力P的值,SYS2的估计是大于MAP2并且在其处包络224是包络224的最大值的50%时的机械压力P的值,并且DIA2的估计是小于MAP2并且在其处包络224是包络224的最大值的80%时的机械压力P的值。由于小动脉中的收缩压SYS1基本上等于动脉中的舒张压DIA2,SYS1的估计充当动脉中舒张压的另一个估计。动脉中舒张压的最终估计可以是例如基于包络224的估计和基于包络221的估计的加权平均。

[0043] 根据示例性和非限制性实施例的一种装置包括处理系统203,该处理系统203被配置为控制力产生装置228使得机械压力P具有作为时间的函数的期望行为,例如诸如用图2b中的曲线222所描绘。此外,处理系统203可以被配置为借助于PPG传感器201的输出信号和压力传感器202b的输出信号形成上述估计。

[0044] 图3示出了根据示例性和非限制性实施例的用于测量动脉系统功能的装置的示意图。该装置包括光电容积脉搏波“PPG”传感器301,用于向动脉系统发射具有从475nm至600nm范围内的波长的电磁辐射并且用于接收从动脉系统反射的电磁辐射的一部分。波长可以是例如大约515nm。该装置包括压力仪器302,用于在光电容积脉搏波传感器301向动脉系统发射电磁辐射和从动脉系统接收电磁辐射时管理施加在动脉系统上的机械压力。在该示例性情况下,压力仪器302包括用于将可控机械压力引导至肱动脉的按压设备305。按压设备305可以是例如袖带,并且该装置可以包括泵系统306,用于控制袖带内的气体(例如,空气)压力以将可控的机械压力引导至肱动脉。然而,按压设备也可能包括例如围绕上臂收紧的柔性带。PPG传感器301位于按压设备305的表面上,使得PPG传感器301可以放置在肱动脉的顶部。肱动脉可以通过例如触诊找到。根据实验,当机械压力高于舒张压时,PPG传感器301的输出信号不呈现脉动波形,而当机械压力低于舒张压时,PPG传感器301的输出信号开始呈现脉动波形。因此,该装置可用于直接测量舒张压。

[0045] 根据示例性和非限制性实施例的装置包括处理系统303,该处理系统303被配置为控制按压设备305使得机械压力具有作为时间的函数的期望行为。在图3所示的示例性情况下,处理系统303被配置为控制泵系统306,使得袖带产生的机械压力具有作为时间的函数的期望行为。此外,处理系统303可以被配置为确定PPG传感器301的输出信号开始示出脉动波形时的机械压力值。

[0046] 图4a示出了根据示例性和非限制性实施例的用于测量动脉系统的功能的装置的示意图。该装置包括光电容积脉搏波“PPG”传感器401,用于向个人的指尖408发射具有从475nm至600nm范围内的波长的第一电磁辐射和具有从620nm至900nm范围内的波长的第二电磁辐射,并且用于接收从指尖408的动脉系统反射的第一电磁辐射和第二电磁辐射的部分。第一电磁辐射的波长可以是(例如但不一定)大约537nm,在这种情况下,第一电磁辐射

是绿光。第二电磁辐射的波长可以是例如：大约660nm，在这种情况下，第二电磁辐射是红光；或者大约880nm，在这种情况下，第二电磁辐射是红外“IR”辐射。PPG传感器401包括辐射发射器409和光电检测器410。

[0047] 该装置还包括压力仪器402，用于在PPG传感器401向指尖408发射第一电磁辐射和第二电磁辐射并从指尖408接收第一电磁辐射和第二电磁辐射时管理施加在动脉系统上的机械压力。在该示例性情况下，压力仪器402包括用于按压指尖408的按压元件404和用于将力引导至按压元件404的力产生装置428。

[0048] 图4b示出了在压力仪器402首先增加机械压力然后保持机械压力基本恒定的示例情况下的图示反射的第一电磁辐射的曲线425和图示了反射的第二电磁辐射的曲线426。曲线425和426可以描绘例如PPG传感器401的带通滤波输出信号。带通滤波的通带可以是例如从1Hz到10Hz。用图4b中所示的曲线427描绘作为时间的函数的机械压力。如图4b所示，机械压力增加到反射的第一电磁辐射的脉动波形下降到接近零并且反射的第二电磁辐射的脉动波形达到其最大值的点。反射的第一电磁辐射的低脉动波形表明小动脉接近闭塞，暗示接近收缩性小动脉压力。由小流量引起的切向应力会触发内皮细胞中一氧化氮“NO”的分泌，其然后导致小动脉血管舒张，让更多的血液流入其中。当施加的机械压力保持恒定时，反射的第一电磁辐射的脉动波形增加，如曲线425所示。反射的第一电磁辐射的脉动波形的上述增加暗示内皮功能正常，而缺乏增加暗示内皮功能障碍。

[0049] 一种根据示例性和非限制性实施例的装置包括处理系统403，用于控制压力仪器402以增加机械压力直到反射的第一电磁辐射的包络下降到基本为零并且随后保持机械压力恒定。在一种根据另一个示例性和非限制性实施例的装置中，处理系统403被配置为控制压力仪器402以增加机械压力直到反射的第二电磁辐射的包络达到其最大值并且随后保持机械压力恒定。力产生装置428可以包括例如由处理系统403控制的螺杆和电动步进电机。可以通过在适当的旋转方向上运行电动步进电机来增加机械压力，并且可以通过保持电动步进电机静止保持机械压力恒定。在一种根据示例性和非限制性实施例的装置中，处理系统403被配置为当机械压力保持恒定时检测反射的第一电磁辐射的包络是否增加。

[0050] 可以例如用一个或多个处理器电路来实现图1a、2a、3和4a中所示的处理系统103、203、303和403中的每个，每个处理器电路可以是配备有适当软件的可编程处理器电路、专用硬件处理器（诸如例如专用集成电路“ASIC”）或可配置的硬件处理器（诸如例如现场可编程门阵列“FPGA”）。处理系统103、203、303和403中的每个还可以包括例如用一个或多个存储器电路实现的存储器，每个存储器电路可以是例如随机存取存储器“RAM”设备。

[0051] 图5示出了根据示例性和非限制性实施例的用于测量个人动脉系统的功能的方法的流程图。该方法包括以下动作：

[0052] -动作501：向动脉系统发射具有从475nm至600nm范围内的波长的电磁辐射，

[0053] -动作502：接收从动脉系统反射的电磁辐射的一部分，以及

[0054] -动作503：当发射电磁辐射到动脉系统并且从动脉系统接收反射的电磁辐射时，改变施加在动脉系统上的机械压力，以及

[0055] -动作504：基于接收到的电磁辐射产生指示动脉系统的功能的信息。

[0056] 在根据示例性和非限制性实施例的方法中，电磁辐射的波长在从480nm到600nm的范围内。

[0057] 在根据示例性和非限制性实施例的方法中,电磁辐射的波长在从500nm到600nm的范围内。

[0058] 在根据示例性和非限制性实施例的方法中,电磁辐射的波长在从500nm到575nm的范围内。

[0059] 在根据示例性和非限制性实施例的方法中,电磁辐射的波长在从500nm到550nm的范围内。

[0060] 根据示例性和非限制性实施例的方法包括:确定当机械压力从起始值逐渐下降或逐渐增加至结束值时反射电磁辐射的包络达到其最大值处的机械压力的第一值。确定的第一值指示动脉系统的小动脉的平均动脉压“MAP”。

[0061] 根据示例性和非限制性实施例的方法包括:确定机械压力的第二值,该第二值高于所确定的第一值并且在该第二值处反射的电磁辐射的包络基本上是包络最大值的预定百分比,例如50%。确定的第二值指示动脉系统的动脉的舒张压“DIA”以及动脉系统的小动脉的收缩压“SYS”。

[0062] 根据示例性和非限制性实施例的方法包括:增加机械压力直到反射的电磁辐射的包络下降到基本为零并且随后保持机械压力恒定。此外,根据该示例性和非限制性实施例的方法包括:检测当机械压力保持恒定时反射的电磁辐射的包络是否增加。包络的增加指示动脉系统的内皮功能正常,而缺乏增加指示内皮功能障碍。

[0063] 根据示例性和非限制性实施例的方法包括:当电磁辐射被发射到指尖并从指尖接收时,将机械压力引导至个人的指尖。

[0064] 根据示例性和非限制性实施例的方法包括:当电磁辐射被发射到指尖并从指尖接收电磁辐射时,测量引导至指尖的压力。

[0065] 根据示例性和非限制性实施例的方法包括:控制围绕个人上臂的袖带内的气压以在电磁辐射被发射到肱动脉顶部上的上臂的区域和从该区域接收电磁辐射时将机械压力引导至肱动脉。

[0066] 在根据示例性和非限制性实施例的方法中,上述具有从475nm至600nm范围内的波长的电磁辐射是第一电磁辐射,并且根据该示例性和非限制性实施例的方法包括:

[0067] -向动脉系统发射具有从620nm至900nm范围内的波长的第二电磁辐射,以及

[0068] -接收从动脉系统反射的第二电磁辐射的一部分。

[0069] 在根据示例性和非限制性实施例的方法中,第二电磁辐射的波长在650nm至890nm的范围内。

[0070] 根据示例性且非限制性实施例的方法包括:确定当机械压力从起始值逐渐下降或逐渐增加至结束值时反射的第二电磁辐射的包络达到其最大值处的机械压力的第三值。确定的第三值指示动脉系统的动脉的平均动脉压“MAP”。

[0071] 根据示例性且非限制性实施例的方法包括:确定机械压力的第四值,该第四值高于所确定的第三值并且在该第四值处反射的第二电磁辐射的包络基本上是反射的第二电磁辐射的包络的最大值的第一预定百分比,例如50%。确定的第四值指示动脉系统的动脉的收缩压“SYS”。

[0072] 根据示例性和非限制性实施例的方法包括:确定机械压力的第五值,该第五值低于所确定的第三值并且在该第五值处反射的第二电磁辐射的包络基本上是反射的第二电

磁辐射的包络最大值的第二预定百分比,例如80%。确定的第五值指示动脉系统的动脉的舒张压“SYS”。

[0073] 根据示例性和非限制性实施例的方法包括:增加机械压力直到反射的第二电磁辐射的包络达到其最大值并且随后保持机械压力恒定。此外,根据该示例性和非限制性实施例的方法包括:检测当机械压力保持恒定时反射的第一电磁辐射的包络是否增加。反射的第一电磁辐射的包络的增加指示动脉系统的内皮功能正常。

[0074] 根据示例性和非限制性实施例的一种计算机程序包括计算机可执行指令,用于控制可编程处理系统以执行与根据上述示例性和非限制性实施例中的任一个的方法相关的动作。

[0075] 根据示例性和非限制性实施例的计算机程序包括用于测量个人动脉系统的功能的软件模块。软件模块包括计算机可执行指令,用于控制可编程处理系统以:

[0076] -控制光电容积脉搏波“PPG”传感器向动脉系统发射具有从475nm至600nm范围内的波长的电磁辐射,并接收从动脉系统反射的电磁辐射的一部分,以及

[0077] -当PPG传感器向动脉系统发射电磁辐射和从动脉系统接收电磁辐射时,控制压力仪器来管理施加在动脉系统上的机械压力。

[0078] 软件模块可以是例如用适合可编程处理设备的编程工具实现的子例程或功能。

[0079] 在根据示例性和非限制性实施例的计算机程序中,软件模块包括计算机可执行指令,用于控制可编程处理系统以控制压力仪器在PPG传感器向动脉系统发射和从动脉系统接收电磁辐射时改变施加在动脉系统上的机械压力。

[0080] 根据示例性和非限制性实施例的计算机程序产品包括用根据示例性实施例的计算机程序编码的计算机可读介质,例如光盘“CD”。

[0081] 根据示例性和非限制性实施例的信号被编码以承载定义根据示例性实施例的计算机程序的信息。

[0082] 根据示例性和非限制性实施例的一种计算机程序可以构成例如移动设备(例如,智能手机或可穿戴设备)的软件的一部分。

[0083] 上面给出的描述中提供的具体示例不应被解释为限制所附权利要求的范围和/或适用性。除非另有明确说明,否则上文给出的描述中提供的示例的列表和组不是详尽无遗的。

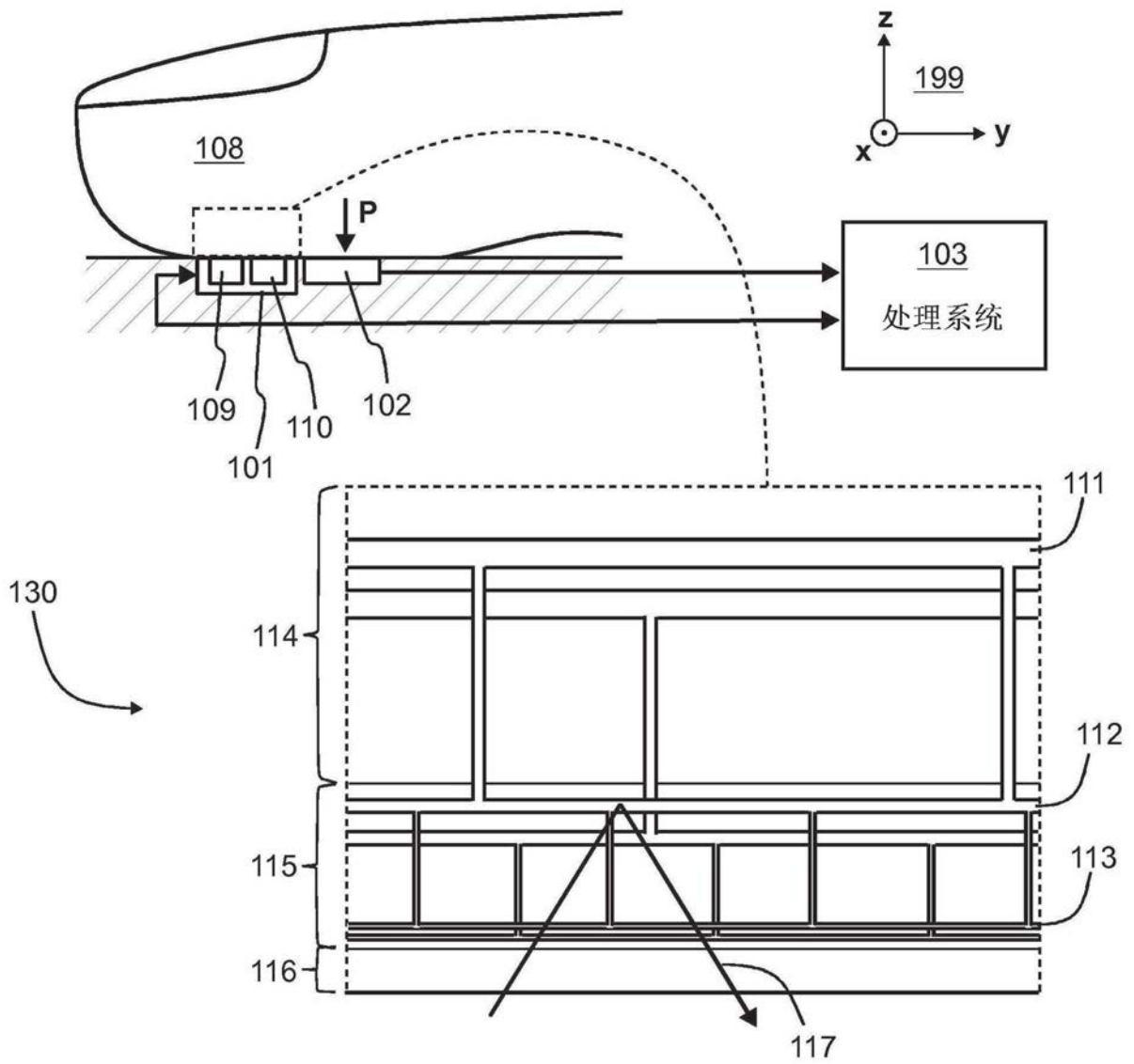


图1a

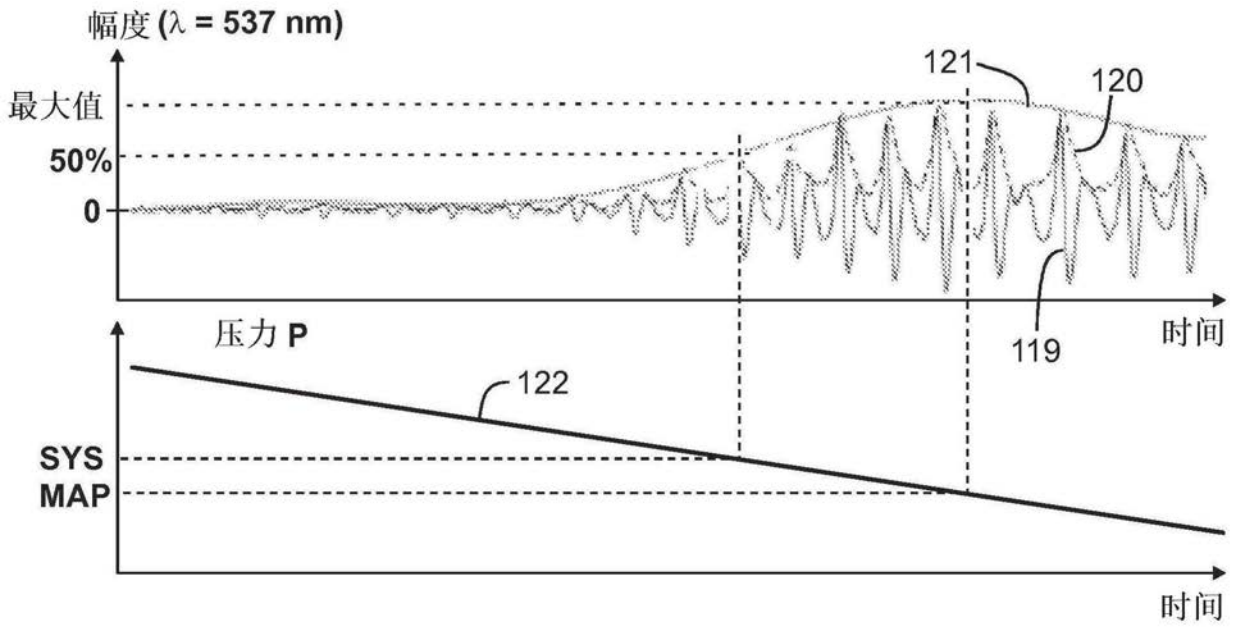


图1b

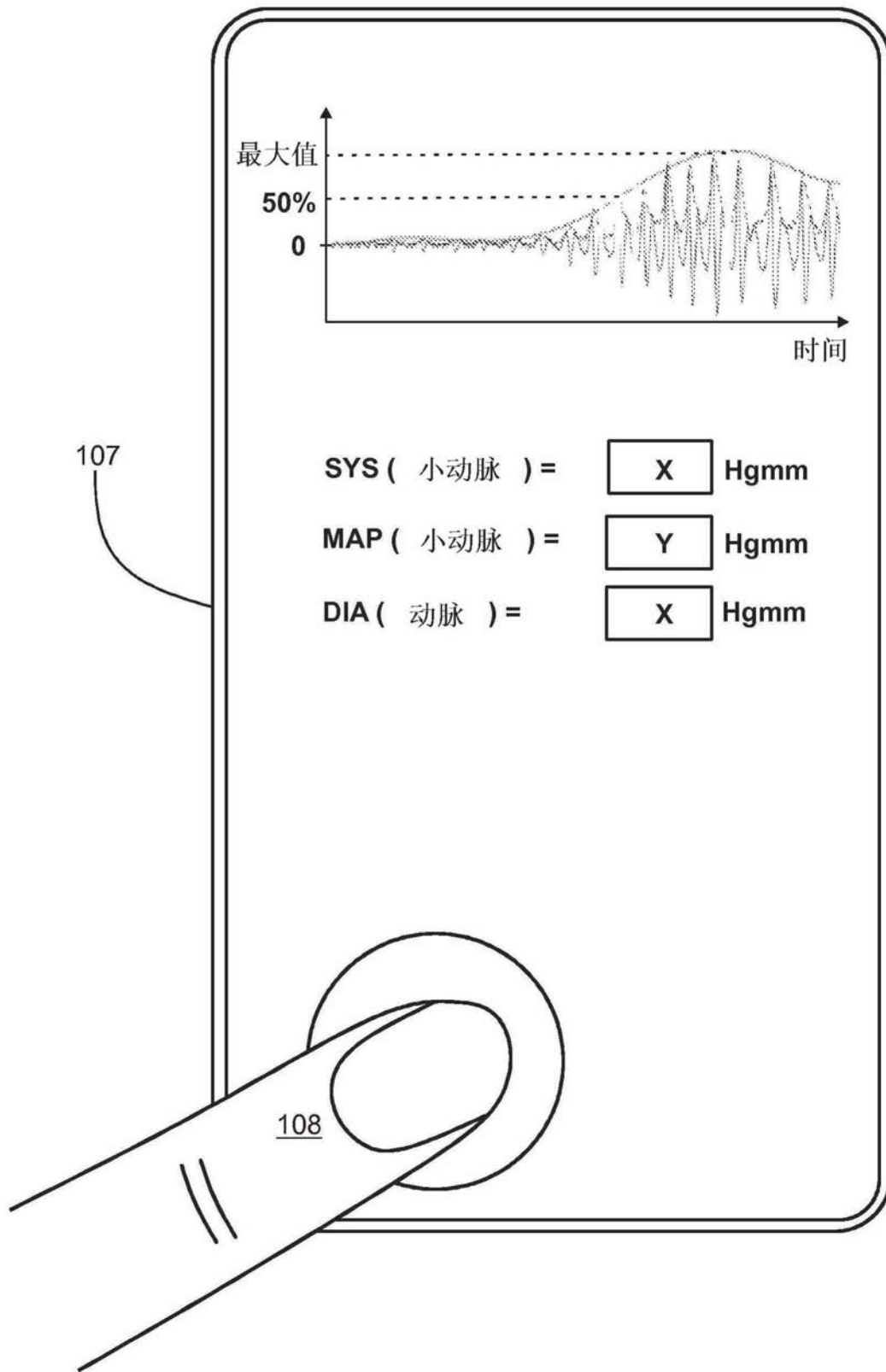


图1c

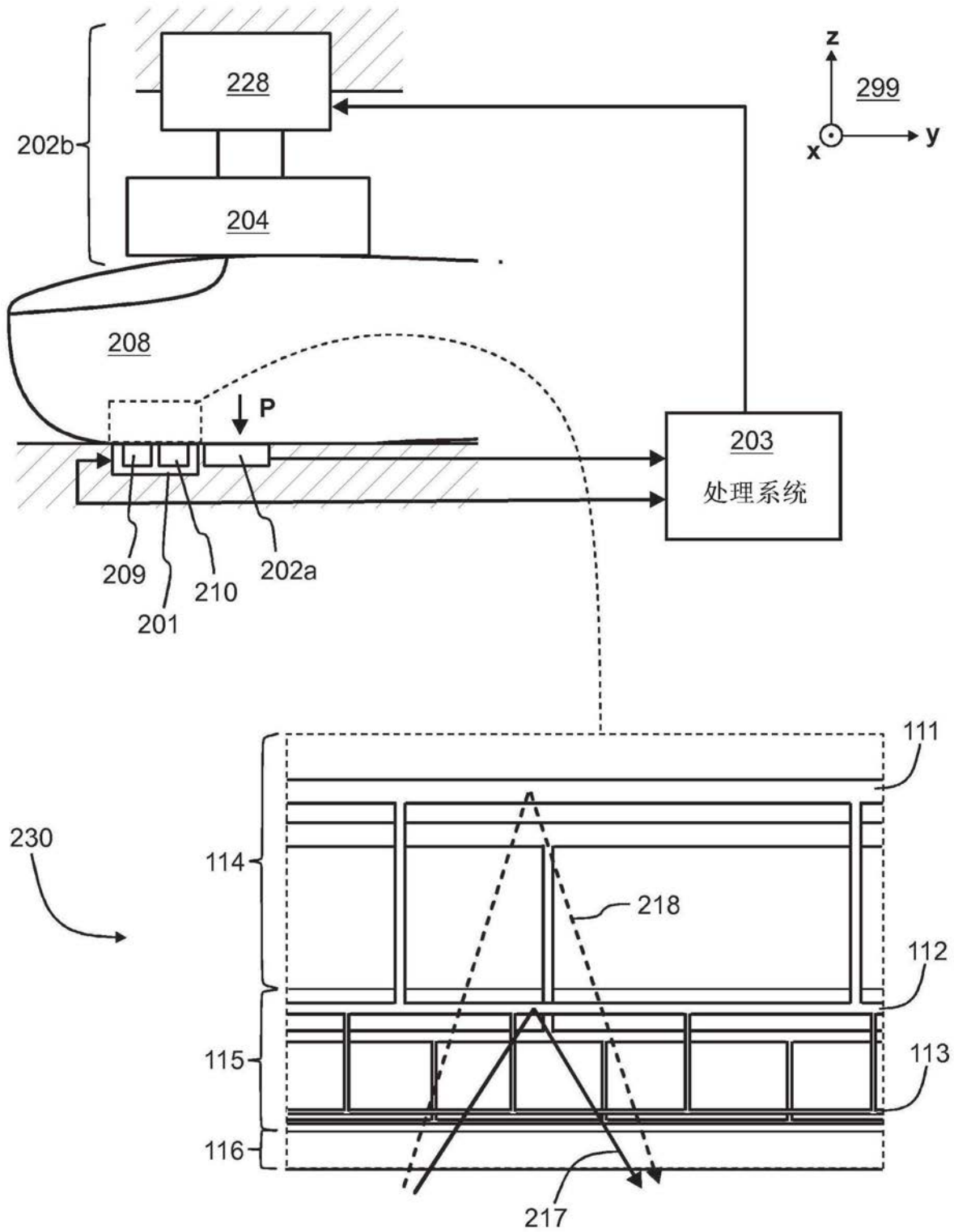


图2a

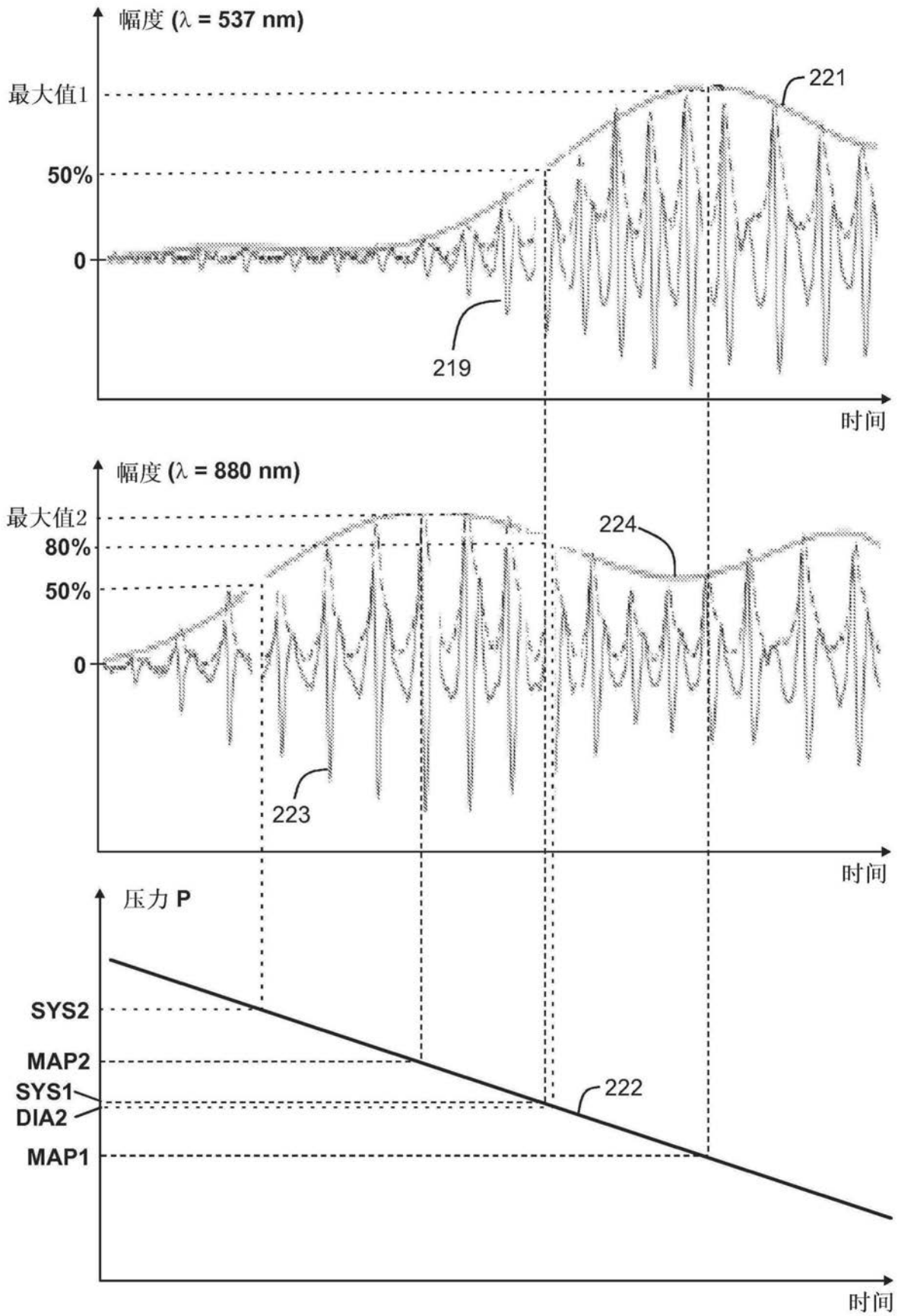


图2b

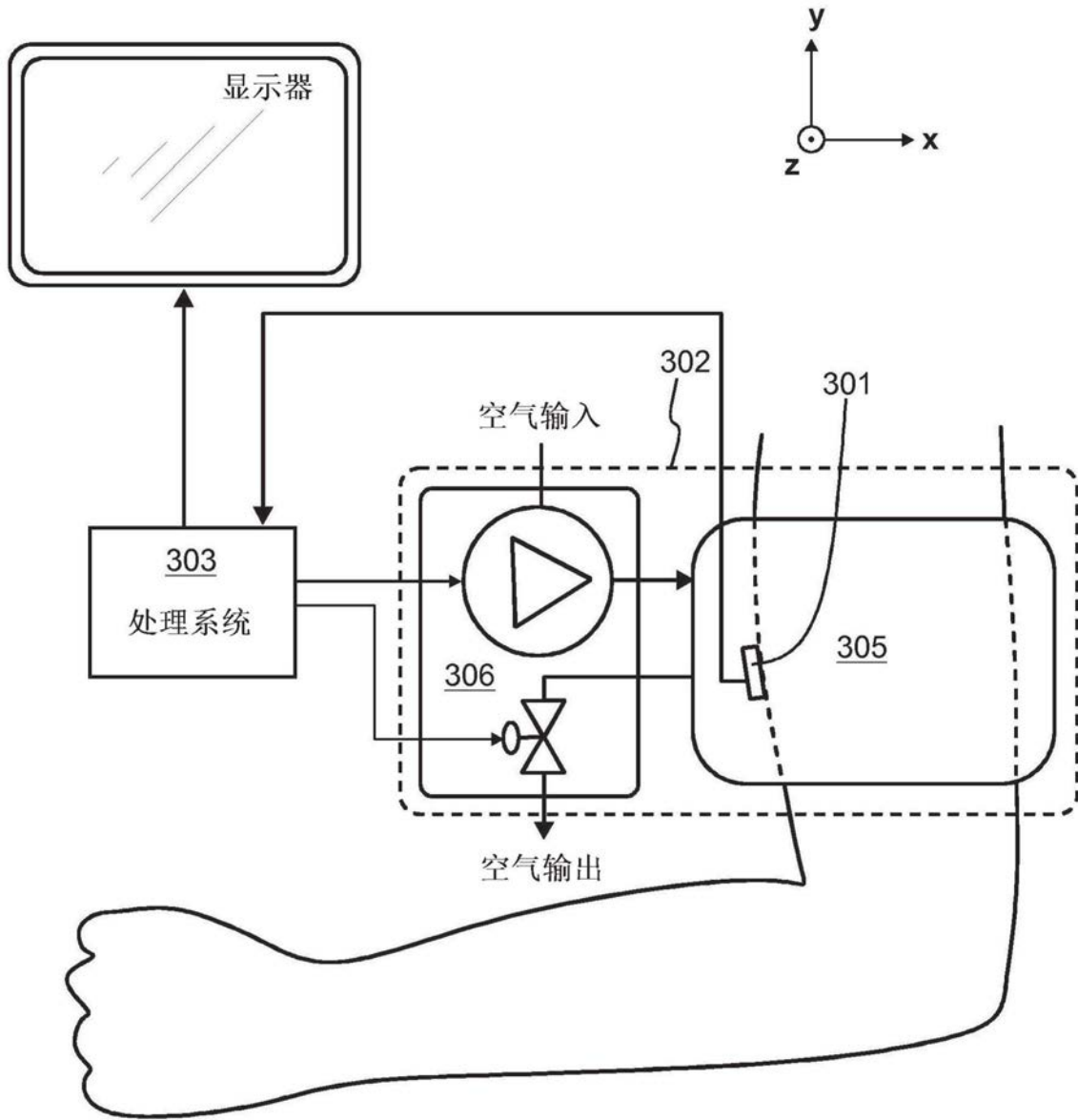


图3

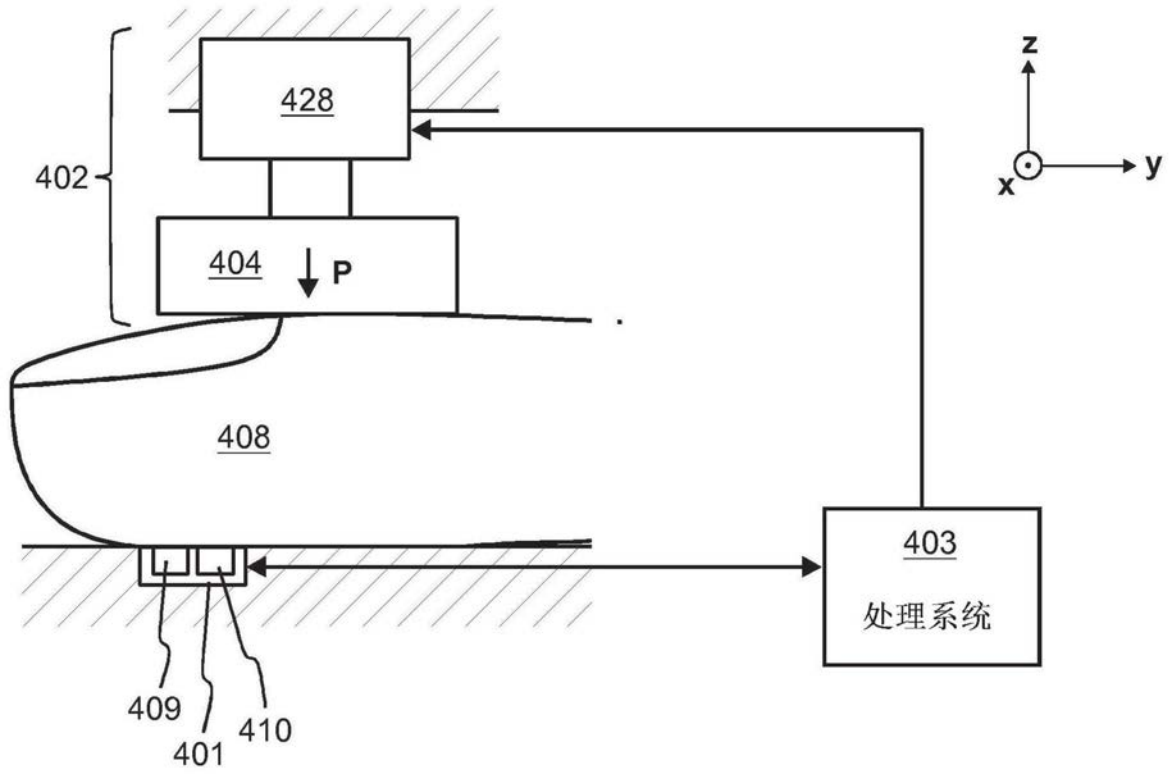


图4a

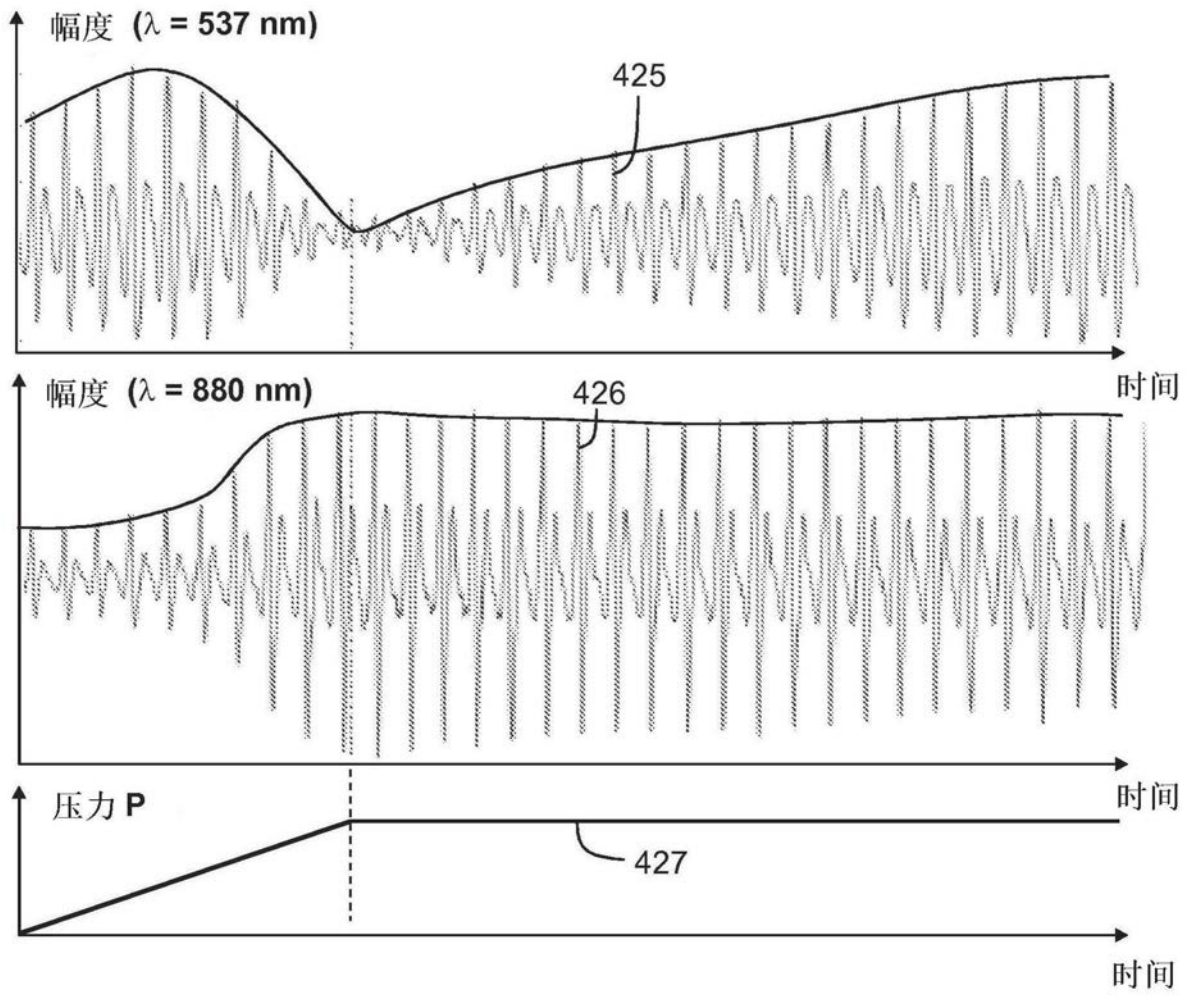


图4b

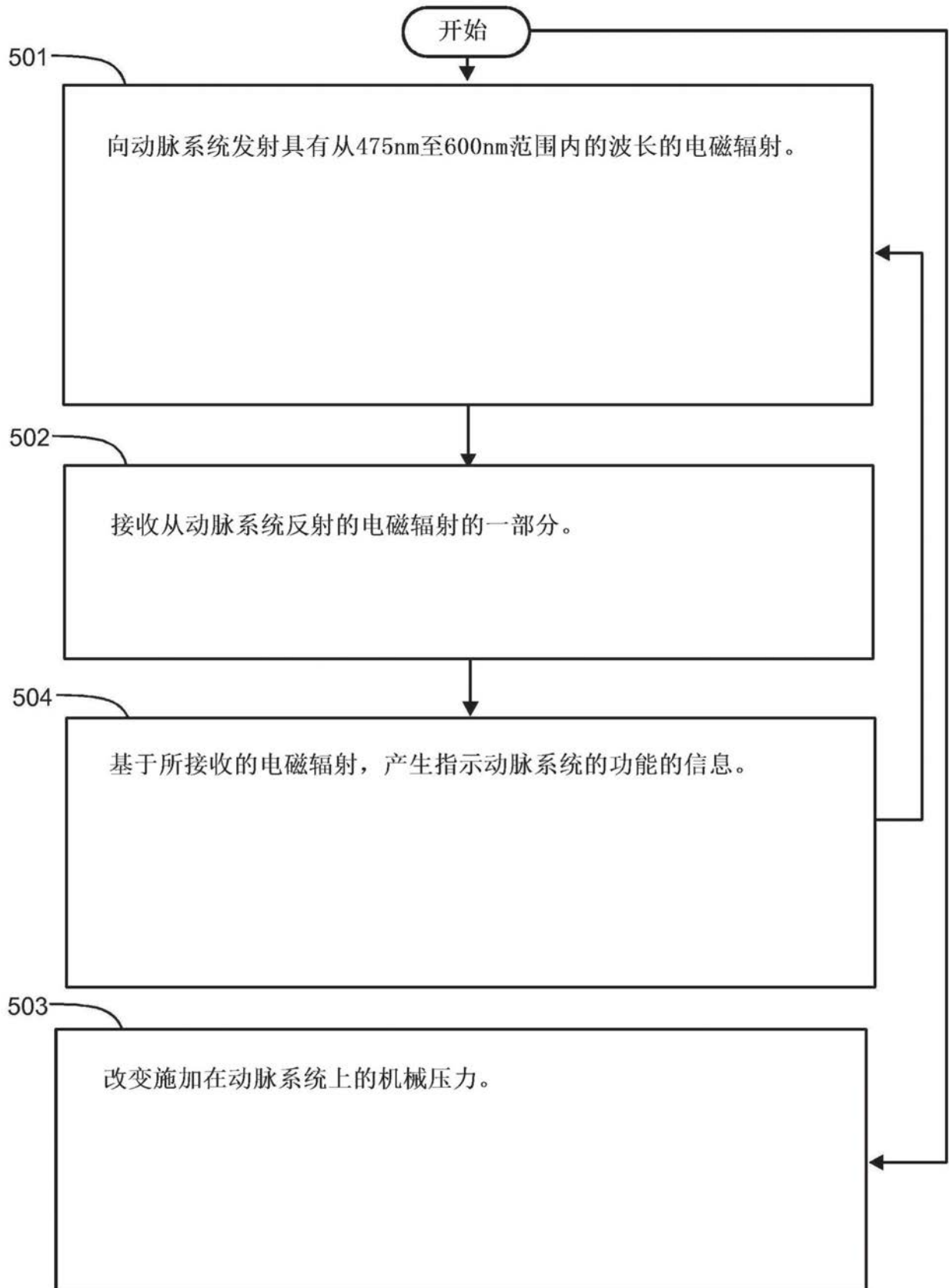


图5