



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103717143 B

(45)授权公告日 2017.04.19

(21)申请号 201280037615.0

(22)申请日 2012.07.17

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 103717143 A

(43)申请公布日 2014.04.09

(66)本国优先权数据  
PCT/CN2011/077752 2011.07.28 CN

(85)PCT国际申请进入国家阶段日  
2014.01.27

(86)PCT国际申请的申请数据  
PCT/IB2012/053640 2012.07.17

(87)PCT国际申请的公布数据  
W02013/014575 EN 2013.01.31

(73)专利权人 皇家飞利浦有限公司  
地址 荷兰艾恩德霍芬

(72)发明人 Y·陈 W·陆 J·钟 A·阿南德  
J·彼得鲁齐洛

(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司  
72002  
代理人 刘瑜 王英

(51)Int.Cl.  
A61B 8/06(2006.01)  
A61B 8/04(2006.01)  
A61B 5/022(2006.01)

(56)对比文件  
US 4205688 ,1980.06.03,  
JP 昭62-275434 A,1987.11.30,  
US 5072736 ,1991.12.17,  
CN 101316549 A1,2008.12.03,  
WO 2010/061197 A1,2010.06.03,

审查员 刘珊珊

权利要求书2页 说明书7页 附图2页

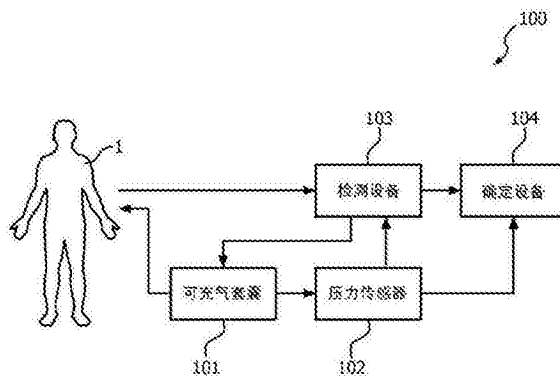
## (54)发明名称

用于检测动脉的闭塞/重新开放的方法与设备以及用于测量收缩压的系统

## (57)摘要

本发明提供一种用于检测由被施加在身体动脉上的变化压力造成的所述动脉的闭塞和/或重新开放的方法与设备,以及用于测量身体动脉的收缩压的系统。所述方法包括以下步骤:使用附接到身体外部的多普勒超声换能器,获得指示由所述变化压力造成的所述动脉中的血流的变化的血流信号;根据所述血流信号,推导第一变量和第二变量中的至少一个变量,所述第一变量指示所述血流的幅度,所述第二变量指示所述血流的周期性;并且基于至少一个变量,检测所述动脉的闭塞和/或重新开放。以此方式,能够自动地检测所述动脉的闭塞/重新开放。由于消除了通过利用听诊器或多普勒探头进行听查而手动检测所述动脉的闭塞与重新开放的需要,因此检测结果的可预测性和可重复性更高,并且因此也更准确。

CN 103717143 B



1. 一种检测由被施加于身体动脉的变化压力造成的所述动脉的闭塞或重新开放的方法,所述方法包括以下步骤:

使用附接到所述身体的外部的多普勒超声换能器,获得(S410)指示由所述变化压力造成的所述动脉中的血流的变化的血流信号;

根据所述血流信号,推导(S420)第一变量和第二变量,所述第一变量指示所述血流的幅度,所述第二变量指示所述血流的周期性;并且

基于所述第一变量和所述第二变量,检测(S430)所述动脉的闭塞或重新开放,其中基于所述第二变量处于第二范围内以使所述血流变得稳定来检测所述动脉的重新开放。

2. 如权利要求1所述的方法,其中,在检测所述动脉的闭塞或重新开放的步骤中:

当所述第一变量小于第一阈值且所述第二变量在第一范围以外时,检测到闭塞;并且

当所述第一变量大于第二阈值且所述第二变量在所述第二范围以内时,检测到重新开放。

3. 如权利要求2所述的方法,其中,在检测所述动脉的闭塞或重新开放的步骤中:

当在预订数量的后续时间窗口中的每个中所述第一变量大于第二阈值且所述第二变量在所述第二范围以内时,检测到所述重新开放。

4. 如权利要求2所述的方法,还包括以下步骤:

根据所述血流信号,确定所述第一阈值、所述第一范围、所述第二阈值和所述第二范围中的至少一个。

5. 如权利要求1所述的方法,其中,

在所述推导第一变量和第二变量的步骤(S420)中,基于在时间窗口中的所述血流信号,计算针对所述时间窗口的所述第一变量的值和所述第二变量的值;并且

在所述检测动脉的闭塞或重新开放的步骤(S430)中,基于与所述时间窗口相关联的所述第一变量和所述第二变量的值,检测在所述时间窗口中所述动脉的闭塞或重新开放。

6. 如权利要求1所述的方法,还包括以下步骤:根据所检测到的所述动脉的闭塞,确定所述变化压力的最大值。

7. 一种用于检测由被施加于身体动脉的变化压力造成的所述动脉的闭塞或重新开放的设备,包括:

获得单元(301),其用于使用附接到所述身体的外部的多普勒超声换能器,获得指示由所述变化压力造成的所述动脉中的血流的变化的血流信号;

推导单元(302),其用于根据所述血流信号,推导第一变量和第二变量,所述第一变量指示所述血流的幅度,并且所述第二变量指示所述血流的周期性;以及

检测单元(303),其用于基于所述第一变量和所述第二变量,检测所述动脉的闭塞和/或重新开放,其中所述检测单元被配置为在所述第二变量处于第二范围内以使所述血流变得稳定时检测到所述动脉的重新开放。

8. 如权利要求7所述的设备,其中:

所述检测单元(303)被配置为当所述第一变量小于第一阈值且所述第二变量在第一范围以外时,检测到闭塞;并且

所述检测单元(303)被配置为当所述第一变量大于第二阈值且所述第二变量在所述第二范围以内时,检测到重新开放。

9. 如权利要求7所述的设备,其中:

所述检测单元(303)被配置为当在预订数量的后续时间窗口中的每个中所述第一变量大于第二阈值且所述第二变量在所述第二范围以内时,检测到重新开放。

10. 如权利要求8所述的设备,还包括:

第一确定单元,其用于根据所述血流信号,确定所述第一阈值、所述第一范围、所述第二阈值和所述第二范围中的至少一个。

11. 如权利要求7所述的设备,其中:

所述推导单元(302)被配置为根据在时间窗口中的所述血流信号,计算针对所述时间窗口的所述第一变量的值和所述第二变量的值;并且

所述检测单元(303)被配置为基于与所述时间窗口相关联的所述第一变量和所述第二变量的值,检测在所述时间窗口中所述动脉的闭塞或重新开放。

12. 如权利要求7所述的设备,还包括:

第二确定单元,其用于根据所检测到的所述动脉的闭塞,确定所述变化压力的最大值。

13. 一种用于测量身体动脉的收缩压的系统,包括:

可充气套囊(101),其能附接到所述身体的外部,以在所述动脉上施加变化压力;

压力传感器(102),其用于获得所述变化压力在多个时间点的多个压力值;

检测设备(103),其用于根据权利要求7至12中任一项,检测由被施加在所述动脉上的所述变化压力造成的所述身体的所述动脉的闭塞或重新开放;以及

确定设备(104),其用于根据在与所检测到的所述动脉的闭塞相对应的时间点处的所述变化压力的第一压力值,以及在与所检测到的所述动脉的重新开放相对应的时间点处的所述变化压力的第二压力值中的至少一个,确定所述收缩压。

14. 如权利要求13所述的系统,其中:

所述检测设备(103)被配置为根据所检测到的所述动脉的闭塞,确定所述变化压力的最大值;

所述可充气套囊(101)被配置为当所述变化压力达到所确定的最大值时,开始放气。

## 用于检测动脉的闭塞/重新开放的方法与设备以及用于测量收缩压的系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及无创血压测量,具体而言涉及用于检测动脉的闭塞/重新开放的方法和设备,以及用于测量收缩压(SBP)的系统。

### 背景技术

[0002] 与有创血压测量不同,无创血压测量是测量人体的动脉中的血压的间接方法。目前有两类无创血压测量方式。

[0003] 一类方法为听诊法(auscultatory,来自“听”的拉丁文),该方法因其准确性而为临床测量的主要方法。根据听诊法,血压计的可充气套囊被用于在动脉上施加变化压力,以限制动脉中的血流。首先将套囊充气,直到动脉被完全闭塞,之后放气直到动脉再次打开。通常将闭塞时刻和重新开放时刻的压力值分别称作SBP-I(充气期间的SBP)和SBP-D(放气期间的SBP)。临床医师通过利用听诊器或多普勒探头进行听查,手动检测动脉闭塞的时刻和重新开放的时刻,并从血压计读取SBP值。临床医师应当没有听觉障碍,并且要求在整个测量程序期间,精力高度集中在设备上。因此,当使用听诊法时,临床医师可能容易开始感到疲劳,其结果是相应地影响所检测的动脉的闭塞与重新开放时刻的准确性。

[0004] 另一类方法为示波法。现有的自动血压测量设备均基于示波法。临床医师享有由示波法带来的便利。然而,与听诊法相比,示波法相对不准确,因为测量结果是基于统计来计算得到的,而不考虑个体。

[0005] 因此,现有的血压测量方法或者不方便使用或者不准确。

### 发明内容

[0006] 基于对技术问题以及上文描述的现有技术的理解,期望自动检测动脉的闭塞和/或重新开放时刻,而没有来自临床医师的任何介入。还期望在依然取得良好测量准确性的同时自动测量SBP。

[0007] 为了更好地解决上述考虑中的一个或多个,根据本发明的一个方面的实施例,提供一种检测由被施加在身体动脉上的变化压力造成的所述动脉的闭塞和/或重新开放的方法。所述方法包括以下步骤:

[0008] -使用附接到所述身体的外部的多普勒超声换能器,获得指示由所述变化压力造成的所述动脉中的血流的变化的血流信号;

[0009] -根据所述血流信号,推导第一变量和第二变量中的至少一个变量,所述第一变量指示所述血流的幅度,所述第二变量指示所述血流的周期性;

[0010] -基于所述至少一个变量,检测所述动脉的闭塞和/或重新开放。

[0011] 基本思想是基于第一变量和第二变量中的至少一个,检测动脉的闭塞/重新开放,所述第一变量指示所述动脉中的所述血流的幅度,所述第二变量指示所述动脉中的所述血流的周期性。换言之,基于所述动脉中的所述血流的幅度和/或周期性的变化,自动检测所

述动脉的闭塞/重新开放。此外,所述变量是根据血流信号推导的,并且所述血流信号指代指示所述动脉中的所述血流的变化任何信号,并且使用多普勒超声换能器获得所述血流信号。

[0012] 以此方式,能够自动检测所述动脉的闭塞/重新开放。由于消除了通过利用听诊器或多普勒探头进行听查而手动检测动脉的闭塞与重新开放的需要,因而检测结果的可预测性和可重复性更高,并且因此也更准确。此外,由于检测程序是自动的,因而能够更方便地检测动脉的闭塞与重新开放。

[0013] 在实施例中,当所述第一变量小于第一阈值和/或所述第二变量在第一范围以外时,检测到闭塞;并且当所述第一变量大于第二阈值和/或所述第二变量在第二范围以内时,检测到重新开放。

[0014] 当所述第一变量小于所述第一阈值,并因此指示所述血流的幅度足够低时,能够确定所述动脉中的所述血流已消失,并且相应地能够确定所述动脉被闭塞。当所述第二变量在所述第一范围外,并且因此指示所述血流的周期性在所述第一范围外,能够确定所述动脉中的所述血流已消失,并且能够确定所述动脉被闭塞。这能够被归于以下事实:当所述血流未闭塞时,所述血流的周期性与心率同步,并且一般在特定范围内。因此,当所述第一变量小于所述第一阈值和/或所述第二变量在所述第一范围以外时,检测到闭塞。类似地,当所述第一变量大于所述第二阈值和/或所述第二变量在所述第二范围内时,检测到所述动脉的重新开放。

[0015] 在另一实施例中,当在预定义的时间段上所述第一变量大于第二阈值和/或所述第二变量在第二范围内时,检测到所述动脉的重新开放。

[0016] 当在所述预定义的时间段上所述第一变量指示所述血流的幅度仍保持大于所述第二阈值和/或所述第二变量指示所述血流的周期性仍保持在所述第二范围内时,这意味着所述血流不仅再次出现,而且还正变得稳定,并因此所述动脉被完全重新开放。以此方式,能够更可靠且更准确地检测所述动脉的重新开放。例如,当所述动脉开始重新开放时,所述血流能够再次重现一段时间,之后再次消失,这被称作空隙现象,并且仅当所述动脉被完全重新开放时,所述血流的再次出现才变得稳定。根据该实施例,由于当所述血流变稳定时,检测到所述动脉的重新开放,因而能够减小由空隙现象造成的错误检测的可能性。

[0017] 在另一实施例中,所述方法还包括根据所述血流信号确定所述第一阈值、所述第一范围、所述第二阈值和所述第二范围中的至少一个的步骤。

[0018] 所述血流的幅度和周期性两者均针对不同的个体而变化。例如,针对成人的血流幅度一般高于针对儿童的,并且针对运动员相应于心率的血流周期性相对较低。因此,代替针对所有个体预定义统一的阈值或范围,能够根据个体的血流信号,确定针对每个个体确定所述第一阈值、所述第一范围、所述第二阈值和所述第二范围,从而能够更可靠且更准确地检测所述动脉的闭塞和/或重新开放。

[0019] 在另一实施例中,在所述推导步骤中,根据时间窗口中的血流信号,计算针对所述时间窗口的所述第一变量的值和所述第二变量的值中的至少一个;并且在所述检测步骤中,基于针对所述时间窗口的所述至少一个值,检测在所述时间窗口中所述动脉的闭塞和/或重新开放。

[0020] 当所述变化压力随着时间改变,根据当前时间窗口中的血流信号,计算针对当前

时间窗口的所述第一变量的值与所述第二变量的值中的至少一个,从而指示所述血流的当前幅度和/或当前周期性。当所述至少一个值指示所述动脉被闭塞和/或重新开放时,能够确定所述动脉在所述当前时间窗口中被闭塞和/或重新开放。

[0021] 在另一实施例中,所述方法还包括根据所检测到的所述动脉的闭塞,确定所述变化压力的最大值的步骤。

[0022] 以此方式,能够自动确定所述变化压力的最大值。此外,由于所述变化压力的最大值不是恒定的,而是被调节到所述动脉的实际状况,因此确保了压力对于所述闭塞的发生而言是足够的,同时防止了因过高的压力造成的对所述动脉的任何损伤。

[0023] 根据本发明另一方面的实施例,提供一种用于检测由被施加在身体动脉上的变化压力造成的所述动脉的闭塞和/或重新开放的设备。所述设备包括:

[0024] -获得单元,其用于使用附接到所述身体的外部的多普勒超声换能器,获得指示由所述变化压力造成的所述动脉中的血流的变化的血流信号;

[0025] -推导单元,其用于根据所述血流信号,推导第一变量和第二变量中的至少一个,所述第一变量指示所述血流的幅度,所述第二变量指示所述血流的周期性;

[0026] -检测单元,其用于基于所述至少一个变量,检测所述动脉的闭塞和/或重新开放。

[0027] 根据本发明再另一方面的实施例,提供一种用于测量身体动脉的收缩压的系统。所述系统包括:

[0028] -可充气套囊,其能附接到所述身体的外部,以在所述动脉上施加变化压力;

[0029] -压力传感器,其用于获得所述变化压力在多个时间点的多个压力值;

[0030] -检测设备,其用于如上文所述,检测由被施加在所述动脉上的所述变化压力造成的所述身体的所述动脉的闭塞和/或重新开放;以及

[0031] -确定设备,其用于根据在与所检测到的所述动脉的闭塞相对应的时间点处的所述变化压力的第一压力值,以及在与所检测到的所述动脉的重新开放相对应的时间点处的所述变化压力的第二压力值中的至少一个,确定收缩压。

[0032] 借助这样的系统,能够自动测量动脉的收缩压。由于消除了通过利用听诊器或多普勒探头进行听查而手动检测所述动脉的闭塞和重新开放的需要,并且也消除了当所述动脉发生闭塞和/或重新开放时人工读取压力值的需要,因而测量结果的可预测性和可重复性更高,并且因此也更准确。此外,由于测量程序是自动的,能够更方便地测量收缩压。

[0033] 此外,所述第一压力值和所述第二压力值分别对应于SBP-I和SBP-D,并且根据SBP-I或SBP-D或根据两者确定收缩压。

[0034] 在另一实施例中,所述检测设备被配置为根据所检测到的所述动脉的闭塞确定减小所述变化压力的时间点;并且所述可充气套囊被配置为在所确定的时间点处开始放气。

[0035] 以此方式,自动且准确地控制所述可充气套囊。

[0036] 本发明的这些以及其他方面将从后文描述的实施例变得显而易见,并且将参考后文描述的实施例得以阐明。

## 附图说明

[0037] 联系附图根据如下的详细描述,本发明的以上及其他目标和特征将变得更为明显,附图中:

- [0038] 图1描绘根据本发明的实施例的,用于测量动脉的收缩压的系统的示意图;
- [0039] 图2描绘根据本发明的实施例的变化压力的图;
- [0040] 图3描绘根据本发明的实施例的,用于检测动脉的闭塞和/或重新开放的设备的示意图;并且
- [0041] 图4描绘根据本发明的实施例的,检测动脉的闭塞和/或重新开放的方法的流程图。
- [0042] 附图中相同的附图标记用于指代相似的部分。

### 具体实施方式

- [0043] 下面联系附图给出对本发明的详细描述。
- [0044] 图1描绘根据本发明的实施例的,用于测量动脉的收缩压的系统的示意图。
- [0045] 参考图1,系统100包括可充气套囊101、压力传感器102、检测设备103和确定设备104。
- [0046] 可充气套囊101旨在附接到身体1的外部,以在身体1的动脉上施加变化压力。例如,能够将可充气套囊101缠绕所述身体的上肢,以在臂动脉上施加所述变化压力。针对另一个范例,能够将可充气套囊101缠绕所述身体的下肢,以在胫后动脉和/或足背动脉上施加所述变化压力。
- [0047] 压力传感器102被配置为获得由所述可充气套囊施加的所述变化压力的值。具体而言,压力传感器102获得所述变化压力在多个时间点的多个压力值。
- [0048] 检测设备103被配置为检测由被施加在所述动脉上的所述变化压力造成的所述身体的动脉的闭塞和/或重新开放。如周知的,当所施加的压力足够高时动脉被闭塞,并且当所施加的压力减小到特定值以下时被动脉被重新开放。相应地,在所述变化压力的增加期间,检测设备103检测所述动脉的闭塞发生在何时;并且在所述变化压力的减小期间,检测设备103检测所述动脉何时被重新开放。
- [0049] 确定设备104被配置为根据在与所检测到的所述动脉的闭塞相对应的时间点处的所述变化压力的第一压力值,以及在与所检测到的所述动脉的重新开放相对应的时间点处的所述变化压力的第二压力值,确定收缩压。如周知的,收缩压(SBP)包括SBP-I和SBP-D,其中,SBP-I为当动脉在套囊102的充气期间被闭塞时由套囊102施加的压力,并且SBP-D为当动脉在套囊102的放气期间被重新开放时由套囊102施加的压力。因此,所述第一压力值和所述第二压力值分别为SBP-I值和SBP-D值。
- [0050] 当仅可获得所述第一压力值和所述第二压力值中的一个时,可获得的一个被确定为收缩压。当所述第一压力值和所述第二压力值两者均可获得时,确定设备104能够以不同方式确定收缩压。例如,收缩压能够被确定为所述第一压力值与所述第二压力值中的一个。针对另一个范例,收缩压能够被确定为所述第一压力值和所述第二压力值中较高的一个。
- [0051] 确定设备104能够以不同方式获得所述第一压力值和所述第二压力值中的至少一个。在实施例中,压力传感器102将在多个时间点的多个压力值提供到检测设备103,并且之后检测设备103将所述第一压力值和所述第二压力值中的至少一个提供到确定设备104,所述第一压力值和所述第二压力值分别对应于所检测到的所述动脉的闭塞和重新开放。在另一实施例中,压力传感器102将在多个时间点的多个压力值提供到确定设备104,检测设备

103将两个时间点中的至少一个提供到确定设备104,所述两个时间点分别对应于所检测到的所述动脉的闭塞和重新开放,并且之后确定设备104根据来自检测设备103的两个时间点中的至少一个,在来自压力传感器102的多个压力值中,选择所述第一压力值和所述第二压力值中的至少一个。

[0052] 图2描绘根据本发明的实施例的变化压力的图。图2图示所述变化压力相对时间的变化。

[0053] 参考图2,根据本发明的实施例,所述变化压力逐渐增加到最大压力值,所述最大压力值足够高以闭塞所述动脉,并且之后开始减小,以使得所述动脉能够重新开放。分别对应于所述动脉的闭塞和重新开放的压力值被称作SBP-I和SBP-D。

[0054] 能够以不同方式设定所述最大压力值。

[0055] 在实施例中,能够预定义所述最大压力值。或者,能够针对不同的人独立地设定不同的最大压力值。例如,针对患有高血压的患者设定相对高的最大压力值。

[0056] 在另一实施例中,当实时检测所述动脉的闭塞时,可以根据所检测到的闭塞自适应地定义最大压力值。例如,将最大压力值设定为在SBP-I值以上20mmHg至30mmHg的范围中。如在图2中所示,随着所述变化压力增加,在约第13秒检测到闭塞发生,并且对应的SBP-I为190mmHg。相应地,最大压力值被设定为例如220mmHg,并且所述变化压力当其在约第15秒达到最大压力时,开始减小。参考图1,检测设备103将实时反馈提供到可充气套囊101,使得可充气套囊101能够根据所检测到的所述动脉的闭塞,开始减小所述变化压力。

[0057] 图3描绘根据本发明的实施例的,用于检测动脉的闭塞和/或重新开放的设备的示意图。图4描绘根据本发明的实施例的,检测动脉的闭塞和/或重新开放的方法的流程图。

[0058] 参考图3,用于检测动脉的闭塞和/或重新开放的设备,例如图1的检测设备103,包括获得单元301、推导单元302和检测单元303。

[0059] 参考图3和图4,所述方法包括步骤S410,其中获得单元301使用多普勒超声换能器获得血流信号。所述血流信号指示所述动脉中的血流的变化。

[0060] 如周知的,所述多普勒超声换能器能够用于评估血流的方向和速度。所述多普勒超声换能器被附接到身体的外部。具体而言,所述多普勒超声换能器被附接在所述动脉之上。所述多普勒超声换能器生成高频声波,并且接收来自所述动脉中的血流的回波。通过采用多普勒效应评价所述回波,以确定所述血流的方向和速度。所述多普勒超声换能器能够为连续波多普勒超声换能器或脉冲波多普勒超声换能器。

[0061] 所述血流信号能够为指示所述动脉中的血流的变化中的任意种类的信号。在实施例中,所述血流信号指代使用所述多普勒超声换能器获得的所谓原始声信号。所谓的原始声信号表示所述回波的多普勒效应,其中,将每个频率分量与具体的多普勒频移相关联,并且将每个频率分量的幅度与以对应于具体的多普勒频移的速度移动的血液量相关联。

[0062] 参考图3和图4,所述方法还包括步骤S420,其中推导单元302根据所述血流信号推导第一变量和第二变量中的至少一个。所述第一变量指示所述血流的幅度,并且所述第二变量指示所述血流的周期性。

[0063] 根据实施例,预定义的时间窗口沿时间轴滑动,并且针对每个时间窗口计算所述第一变量和所述第二变量中的每个的值。例如,所述时间窗口能够被定义为具有3秒的宽度,并且每次滑动1秒;相应地,每秒计算所述第一变量和所述第二变量中的每个的值。



[0064] 能够以不同方式,计算针对给定时间窗口的所述第一变量和所述第二变量的值。下面描述基于时频分析的方法。

[0065] 首先,计算在给定时间窗口中所谓的原始声信号的谱图。谱图为示出信号的谱密度如何随时间变化的时间变化谱表示,也被称作声谱图。一般地,谱图为具有时间轴、频率轴、以及指示在具体频率和具体时间处的幅度的第三轴。在实施例中,在所述原始声信号上执行短期傅里叶变换(STFT),并且STFT的平方幅度得到谱图。或者,也能够使用诸如小波变换的其他已知方法,计算谱图。

[0066] 接下来,将谱图滤波,以去除在预定义的频率范围中的谱成分。例如,所述预定义的频率范围包括0-100Hz以及3000Hz以上。

[0067] 接下来,沿所述频率轴累积经滤波的谱图的幅度,以获得作为时间的函数的波形,其在后文被称作血流波形。或者,能够通过沿所述频率轴提取最大幅度值,从经滤波的谱图提取血流波形,即所述血流波形的值为经滤波的谱图在所有频率上的最大幅度值。

[0068] 接下来,根据所获得的血流波形,推导针对给定时间窗口的所述第一变量和所述第二变量的值。所述第一变量的所述值与所述血流波形的峰值幅度相关联,并且例如,其能够为所述血流波形中峰值的最大值或平均值。所述第二变量的值与所述血流波形的周期性相关联,并且例如能够为每秒的峰数目。已知各种方法以确定峰值和峰数目,并且在本文中不做进一步讨论。

[0069] 因此,根据给定时间窗口中的所述血流信号,计算了针对给定时间窗口的所述第一变量和所述第二变量的值。

[0070] 参考图3和图4,所述方法还包括步骤S430,其中检测单元303基于所述第一变量和所述第二变量中的至少一个变量,检测所述动脉的闭塞和/或重新开放。

[0071] 在实施例中,针对给定时间窗口,当针对给定时间窗口的所述第一变量的计算值小于所述第一阈值,和/或针对所述给定时间窗口的所述第二变量的计算值在所述第一范围外时,所述动脉被检测为在给定时间窗口中被闭塞。

[0072] 能够以不同方式确定所述第一阈值和所述第一范围。所述第一阈值和所述第一范围中的每个均能够为常数,并且根据统计数据被预确定。或者,能够根据所述血流信号确定所述第一阈值和所述第一范围中的每个,并且它们能够因此而变化。例如,所述第一阈值能够与所述血流信号中的噪声相关,并且能够根据经滤波的谱图计算噪声。或者,所述第一阈值能够与所述血流波形中的平均峰值相关,并且例如,被设定到所述平均峰值的10%至20%。例如,能够根据在前一时间窗口中所述第二变量的平均值和标准偏差,确定所述第一范围。由 $\mu$ 和 $\sigma$ 指代平均值和标准偏差,则所述第一范围例如能够被确定为范围 $[\mu-\sigma, \mu+\sigma]$ 。

[0073] 另外,针对给定时间窗口,当针对给定时间窗口的所述第一变量的计算值大于第二阈值,和/或针对给定时间窗口的所述第二变量的计算值在第二范围外时,所述动脉被检测为在给定时间窗口中被重新开放。所述第二阈值和所述第二范围能够分别相同于所述第一阈值和所述第一范围。当所述第一阈值和所述第一范围为非恒定的,而是在每个时间窗口被更新直到所述动脉的闭塞时,所述第二阈值和所述第二范围能够被分别设定为所述第一阈值和所述第一范围的最新值。

[0074] 额外的,当所述动脉被检测为在给定时间窗口中被重新开放时,重新开放能够被进一步确定为发生在对应于大于所述第二阈值的第一峰值的时刻。

[0075] 在另一实施例中,当在预定义的时间段上所述第一变量大于第二阈值和/或所述第二变量在第二范围内时,检测到重新开放。优选地,所述预定义的时间段足够长,以包含所述血流的至少五次循环。

[0076] 具体而言,当针对当前时间窗口的所述第一变量的计算值大于所述第二阈值,和/或针对当前时间窗口的所述第二变量的计算值在所述第二范围内时,标记所述当前时间窗口。之后,在预定义数目的后续时间窗口中,确定针对后续时间窗口中的每个,所述第一变量的计算值是否大于所述第二阈值,和/或针对所述当前时间窗口的所述第二变量的计算值是否在所述第二范围内。如果是,这指示所述血流是稳定的,并且所述动脉被确定为在所标记时间窗口中真正被重新开放。以此方式,能够减少因所谓的空隙现象造成的错误检测的可能性,并且所检测到的所述动脉的重新开放因而更可靠。

[0077] 如已在上文提及的,能够根据所检测到的所述动脉的闭塞,自适应地定义所述变化压力的最大压力值。为了这么做,需要实时检测所述动脉的闭塞。相应地,针对每个时间窗口,依次执行步骤S410至S430。亦即,一旦获得单元310在步骤S410中获得了当前时间窗口中的血流信号,则执行步骤S420和S430,以检测所述动脉在所述当前时间窗口中被闭塞还是被重新开放。

[0078] 应注意,上文提及的实施例说明了本发明,而非限制本发明,并且本领域技术人员将能够设计备选的实施例,而不偏离权利要求书的范围。实施例为说明性而非限制性的。本发明旨在包括在本发明的范围和精神内对所图示和描述的实施例的所有修改和变型。在权利要求书中,括号中的任意附图标记均不得被解释对权利要求的限制。词语“包括”不排除权利要求书中或说明书中未列出的元件或步骤的存在。元件前的量词“一”或“一个”不排除多个这样的元件的存在。在枚举若干单元的设备权利要求中,这些单元中的若干能够由一项且是相同项的硬件或软件体现。词语第一、第二和第三等的使用并不指示任何排序。这些词语应被解读为名称。

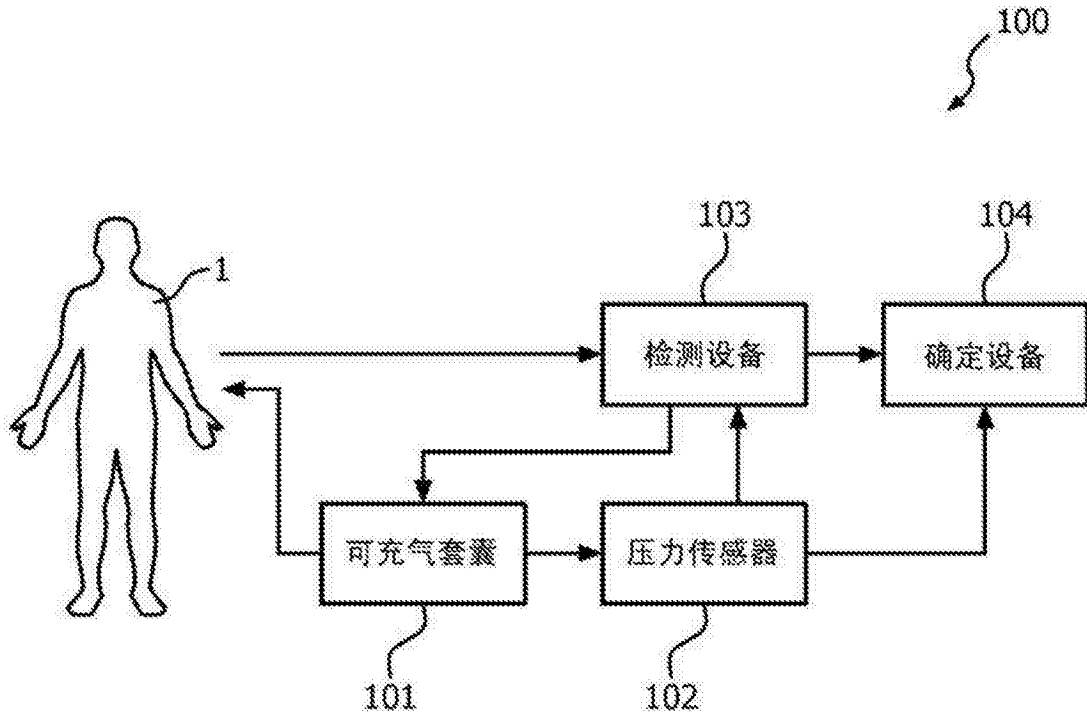


图1

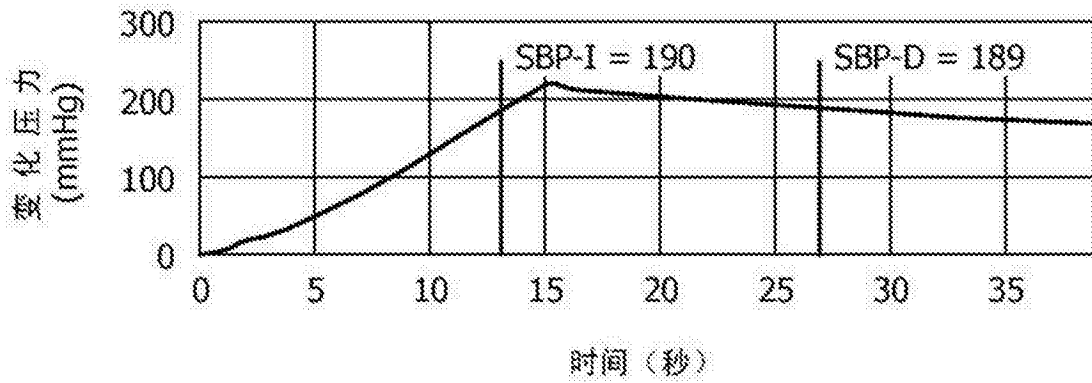


图2

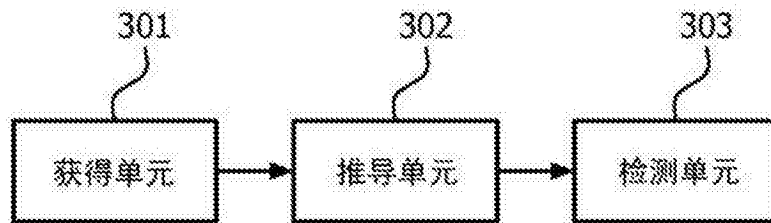


图3

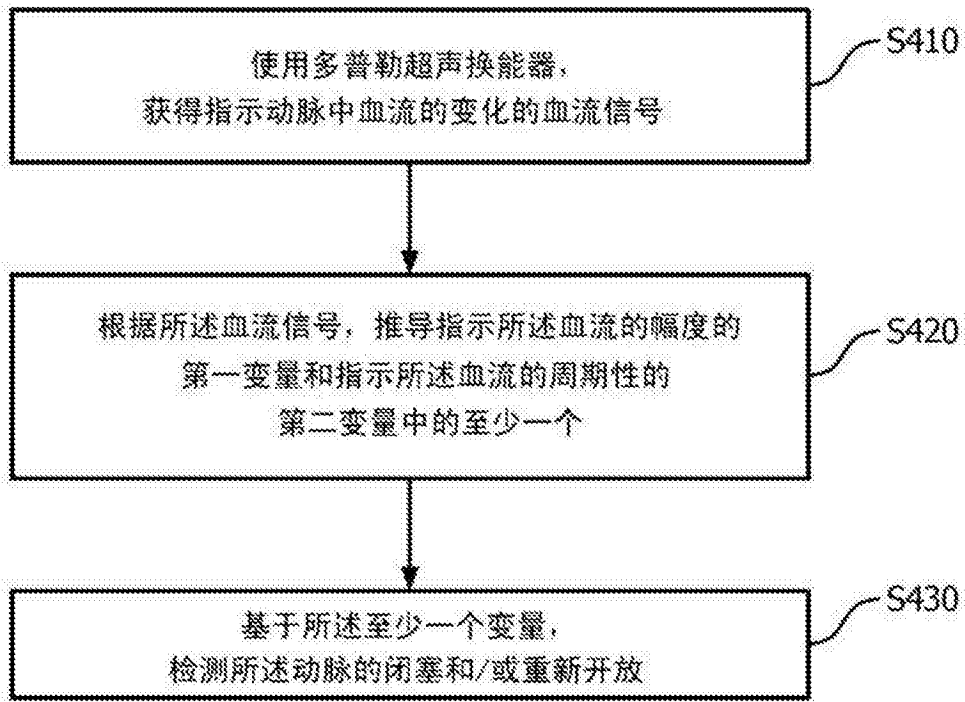


图4