



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02118884. X

[43] 公开日 2003 年 1 月 29 日

[11] 公开号 CN 1393203A

[22] 申请日 2002.4.30 [21] 申请号 02118884. X

[30] 优先权

[32]2001.7.2 [33]JP [31]200504/2001

[32]2001.12.13 [33]JP [31]379525/2001

[71] 申请人 客林公司

地址 日本爱知县

[72] 发明人 成松清幸

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

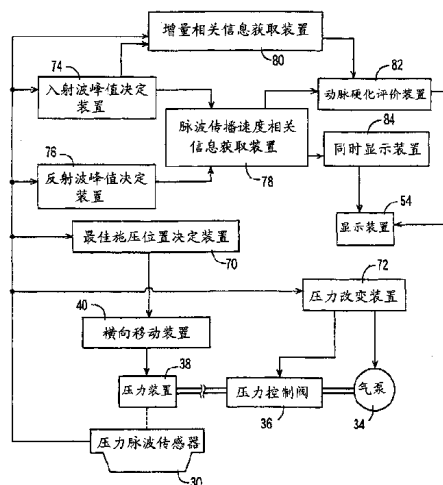
代理人 温大鹏 林长安

权利要求书 4 页 说明书 17 页 附图 10 页

[54] 发明名称 动脉硬化评价设备

[57] 摘要

本发明涉及一种用于评价被检者的动脉硬化程度的设备(10),该设备包括:脉波传播速度相关信息获取装置(30、74、76、78),所述装置用于获取与被检者的脉波传播速度有关的脉波传播速度相关信息;适合于佩戴在被检者身体部分上的脉波传感器(30),所述脉波传感器能够从该身体部分检测脉波;增量相关信息获取装置(80),增量相关信息是关于由脉波传感器所测得的脉波振幅与包含在该脉波中的入射波部分的振幅之间增量的信息;以及动脉硬化评价装置(82),所述动脉硬化评价装置能够根据由脉波传播速度相关信息获取装置所获取的脉波传播速度相关信息和由增量相关信息获取装置所获取的增量相关信息并依照(A)(a1)脉波传播速度相关信息和(a2)增量相关信息以及(B)动脉硬化的程度之间的指定关系(86)来评价被检者的动脉硬化的程度。



ISSN 1008-4274

1. 一种用于评价被检者的动脉硬化程度的设备(10), 该设备包括:

脉波传播速度相关信息获取装置(30、74、76、78), 所述装置用于获取与被检者的脉波传播速度有关的脉波传播速度相关信息;

适合于佩戴在被检者身体部分上的脉波传感器(30), 所述脉波传感器能够从该身体部分检测脉波;

增量相关信息获取装置(80), 增量相关信息是关于由脉波传感器所测得的脉波振幅与包含在该脉波中的入射波部分的振幅之间增量的信息; 以及

动脉硬化评价装置(82), 所述动脉硬化评价装置能够根据由脉波传播速度相关信息获取装置所获取的脉波传播速度相关信息和由增量相关信息获取装置所获取的增量相关信息并依照(A)(a1)脉波传播速度相关信息和(a2)增量相关信息以及(B)动脉硬化的程度之间的指定关系(86)来评价被检者的动脉硬化程度。

2. 一种用于评价被检者的动脉硬化程度的设备(10), 该设备包括:

脉波传播速度相关信息获取装置(30、74、76、78), 所述装置用于获取与被检者的脉波传播速度有关的脉波传播速度相关信息;

适合于佩戴在被检者身体部分上的脉波传感器(30), 所述脉波传感器能够从该身体部分检测脉波;

增量相关信息获取装置(80), 增量相关信息是关于由脉波传感器所测得的脉波振幅与包含在该脉波中的入射波部分的振幅之间增量的信息; 以及

同时显示装置(54、84), 所述装置同时显示由脉波传播速度相关信息获取装置所获取的脉波传播速度相关信息和由增量相关信息获取装置所获取的增量相关信息。

3. 依照权利要求2所述的设备, 其特征在于, 所述增量相关信息获取装置包括增量指数确定装置(80), 该增量指数确定装置用于

确定作为增量相关信息的表示脉波振幅与入射波部分的振幅之间增量的增量指数，以及

同时显示装置包括能够在由代表脉波传播速度相关信息的第一轴和代表增量指数的第二轴所限定的二维坐标系(102)中在具有与由脉波传播速度相关信息获取装置所获取的脉波传播速度相关信息和由增量指数确定装置所确定的增量指数相对应的一对坐标的位置处显示标记(104a、104b、104c)的显示装置(54)。

4. 依照权利要求3所述的设备，其特征在于，所述显示装置(54)显示包括(A)动脉硬化区(88、90、92)、以及(B)(b1)动脉硬化怀疑区域(98、100)和(b2)高血压区(94)中的至少一个的二维坐标系，其中所述动脉硬化区对应于由第一和第二轴所表示的脉波传播速度相关信息的动脉硬化范围和增量指数的动脉硬化范围，所述动脉硬化怀疑区对应于脉波传播速度相关信息的正常范围和增量指数的动脉硬化范围，所述高血压区对应于脉波传播速度相关信息的动脉硬化范围和增量指数的正常范围。

5. 依照权利要求1所述的设备，其特征在于，所述脉波传播速度相关信息获取装置包括：

入射波峰值确定装置(74)，所述入射波峰值确定装置用于对包含在由脉波传感器(30)所检测的脉波中的入射波部分的峰值进行确定；

反射波峰值确定装置(76)，所述反射波峰值确定装置用于对包含在由脉波传感器所检测的脉波中的反射波部分的峰值进行确定；以及

获取装置(78)，所述获取装置能够根据由入射波峰值确定装置所确定的入射波部分的峰值和由反射波峰值确定装置所确定的反射波部分的峰值来获取脉波传播速度相关信息。

6. 依照权利要求2到4中任何一项所述的设备，其特征在于所述脉波传播速度相关信息获取装置包括：

入射波峰值确定装置(74)，所述入射波峰值确定装置用于对包含在由脉波传感器(30)所检测的脉波中的入射波部分的峰值进行确定；

反射波峰值确定装置(76),所述反射波峰值确定装置用于对包含在由脉波传感器所检测的脉波中的反射波部分的峰值进行确定;以及

5 获取装置(78),所述获取装置能够根据由入射波峰值确定装置所确定的入射波部分的峰值和由反射波峰值确定装置所确定的反射波部分的峰值来获取脉波传播速度相关信息。

7. 依照权利要求2到4中任何一项所述的设备,其特征在于,所述脉波传感器包括适合于压靠在被检者的动脉(22)的压力脉波传感器(30),所述压力脉波传感器(30)检测作为所述脉波的由该
10 动脉产生的压力脉波。

8. 依照权利要求7所述的设备,其特征在于,所述压力脉波传感器(30)检测从动脉中产生的压力脉波,所述动脉选自颈动脉(22)、臂动脉、桡骨动脉和股动脉。

9. 依照权利要求7所述的设备,其特征在于,所述压力脉波传感器包括多个压力传感元件(E(a)到E(o))和压力表面(42),
15 每个压力传感元件都能检测从动脉中产生的压力脉波,这些压力传感元件在压力表面(42)中被设置成至少一排列,这样在压力脉波传感器被佩戴到身体部分上并且压力表面被压靠在身体部分表面的情况下,压力传感元件的排列横过动脉(22)并且至少一个压力传感
20 元件位于所述动脉的正上方。

10. 依照权利要求6所述的设备,其特征在于,所述入射波峰值确定装置(74)通过对由脉波传感器(30)检测的脉波求微分来确定入射波部分的峰值。

11. 依照权利要求10所述的设备,其特征在于,所述入射波峰
25 值确定装置(74)包括:

用于确定由脉波传感器(30)检测的脉波中与心跳同步的脉搏的上升点和极大点的装置;

用于对所述上升点和极大点之间的一部分脉波求微分的装置;以及

30 用于检测作为入射波部分峰值的被求微分的脉波部分的拐点或极大点的装置。

12. 依照权利要求6所述的设备，其特征在于，所述反射波峰值确定装置（76）包括：

用于对由脉波传感器（30）检测的脉波求微分的装置；以及
用于确定作为反射波部分峰值的脉波极大点的装置。

5 13. 依照权利要求2到4中任何一项所述的设备，其特征在于，
所述设备还包括：动脉硬化评价装置（82），所述动脉硬化评价装置
能够根据由脉波传播速度相关信息获取装置所获取的脉波传播速度
10 相关信息和由增量相关信息获取装置所获取的增量相关信息并依照
（A）（a1）脉波传播速度相关信息和（a2）增量相关信息以及（B）
动脉硬化的程度之间的指定关系（86）来评价被检者的动脉硬化的
程度。

动脉硬化评价设备

本发明的技术领域

5 本发明涉及一种根据与被检者的脉波传播速度有关的脉波传播速度相关信息（例如，脉波传播时间或脉波传播速度）来评价被检者的动脉硬化程度的动脉硬化评价设备。

现有技术

10 动脉硬化被认为是影响脉波传播速度相关信息的一个因素。因此可根据从被检者身上所获取的脉波传播速度相关信息来评价被检者的动脉硬化程度。例如，在日本专利文件No. 9-122091或其相应的U. S. 专利No. 5, 743, 856中所披露的设备包括用于检测心电图扫描器的波形（心电图）的心电图扫描器、用于检测在佩戴充气式袖带时所产生的臂脉波的压力传感器并且该设备能够计算所检测的心电图R-波的时间与所检测的臂脉波峰值的时间之间的时间差，该时间差作为脉波传播时间。另外，所披露的设备通过用被检者的心脏和佩戴袖带的上臂之间的距离除以所计算的脉波传播时间来计算脉波传播速度。

15 根据这样所获取的脉波传播速度相关信息是否异常来判断是否需要进行治疗，诸如药物治疗。

20 然而，如果所获取的脉波传播速度相关信息是接近正常范围和异常范围之间上下限的数值，那么只根据脉波传播速度相关信息就不能作出关于是否需要进行药物治疗的正确判断。

25 近年来，人们已经知道存在这样一些情况，即，尽管被检者的脉波传播速度相关信息是正常的但他们患有动脉硬化，以及尽管被检者的脉波传播速度相关信息是异常的但他们却没患有动脉硬化。更具体地说，脉波传播速度相关信息不仅随动脉硬化程度的改变而改变而且还会随血压的改变而改变。因此，在使用降血压药物降低被检者的血压的情况下，即使被检者患有动脉硬化，被检者也会表现出正常的脉波传播速度相关信息。另外，在被检者患有高血压的情况下，即使被检者没患有动脉硬化，被检者也表现出异常的脉波传播速度相关信息。

同时，增量指数（augmentation index）AI被认为是评价动脉硬化程度的指数。通常，该指数是以脉波的峰值振幅和包含在脉波中的入射波部分的峰值振幅之间的增量相对于脉波脉压的百分比来计算的。然而，由于增量指数与动脉硬化之间的关联性低于与脉波传播速度相关信息之间的关联性，因此只根据增量指数所作出的诊断的可靠性是较低的。

发明概述

因此本发明的一个目的是，提供一种能够以比较精确的方式评价被检者的动脉硬化程度的动脉硬化评价设备。

本发明能够实现上述发明目的。依照本发明的第一方面，提供一种用于评价被检者的动脉硬化程度的设备，该设备包括：脉波传播速度相关信息获取装置，该装置用于获取与被检者的脉波传播速度有关的脉波传播速度相关信息；适合于佩戴在被检者身体部分上的脉波传感器，该脉波传感器能够从该身体部分检测脉波；增量相关信息获取装置，增量相关信息是关于由脉波传感器所测得的脉波振幅与包含在该脉波中的入射波部分的振幅之间增量的信息；以及动脉硬化评价装置，所述动脉硬化评价装置能够根据由脉波传播速度相关信息获取装置所获取的脉波传播速度相关信息和由增量相关信息获取装置所获取的增量相关信息并依照（A）（a1）脉波传播速度相关信息和（a2）增量相关信息以及（B）动脉硬化的程度之间的指定关系来评价被检者的动脉硬化的程度。

依照本发明，动脉硬化评价装置根据两种信息，即，由脉波传播速度相关信息获取装置所获取的脉波传播速度相关信息和由增量相关信息获取装置所获取的增量相关信息，来评价动脉硬化的程度。因此，本发明所涉及的设备能够提高动脉硬化评价的准确度。

依照本发明的第二方面，提供一种用于评价被检者的动脉硬化程度的设备，该设备包括：脉波传播速度相关信息获取装置，该装置用于获取与被检者的脉波传播速度有关的脉波传播速度相关信息；适合于佩戴在被检者身体部分上的脉波传感器，该脉波传感器能够从该身体部分检测脉波；增量相关信息获取装置，增量相关信息是关于由脉波传感器所测得的脉波振幅与包含在该脉波中的入射波部分的振幅之间增量的信息；以及同时显示装置，该装置同时显

示由脉波传播速度相关信息获取装置所获取的脉波传播速度相关信息和由增量相关信息获取装置所获取的增量相关信息。

依照本发明，同时显示装置能够同时显示脉波传播速度相关信息和增量相关信息，这两个信息中每一个都反映了动脉硬化的程度。因此，医务人员根据脉波传播速度相关信息和增量相关信息对关于动脉硬化程度作出的诊断比只根据脉波传播速度相关信息对关于动脉硬化程度作出的诊断更准确。例如，在医务人员只根据脉波传播速度相关信息不能对被检者是否需要进行治疗的医学治疗作出清楚判断的情况下，如果增量相关信息表明被检者患有动脉硬化，那么医务人员就能作出需要对被检者进行医学治疗的诊断。

增量相关信息获取装置最好包括增量指数确定装置，该增量指数确定装置用于确定作为增量相关信息的表示脉波振幅与入射波部分的振幅之间增量的增量指数，以及同时显示装置包括能够在由代表脉波传播速度相关信息的第一轴和代表增量指数AI的第二轴所限定的二维坐标系统中在具有与由脉波传播速度相关信息获取装置所获取的脉波传播速度相关信息和由增量指数确定装置所确定的增量指数AI相对应的一对坐标的位置处显示一个标记的显示装置。依照该特征，医务人员根据在二维坐标系统中所显示的标记位置能很容易地作出关于动脉硬化程度的诊断。

所述显示装置最好显示包括动脉硬化区、以及动脉硬化怀疑区域和高血压区中的至少一个的二维坐标系统，其中所述动脉硬化区对应于由第一和第二轴所表示的脉波传播速度相关信息的动脉硬化范围和增量指数的动脉硬化范围，所述动脉硬化怀疑区对应于脉波传播速度相关信息的正常范围和增量指数的动脉硬化范围，所述高血压区对应于脉波传播速度相关信息的动脉硬化范围和增量指数的正常范围。依照该特征，如果标记被显示在动脉硬化区内，医务人员则能容易地评价动脉硬化的程度。如果标记被显示在动脉硬化怀疑区内，医务人员则能作出这样的判断，很怀疑被检者患有动脉硬化并且被检者通过使用降血压药来降低血压；如果标记被显示在高血压区内，医务人员则能作出这样的判断，不怀疑被检者患有动脉硬化但被检者患有高血压并且将来可能会患有动脉硬化。

所述脉波传播速度相关信息获取装置最好包括：入射波峰值确定装置，所述入射波峰值确定装置用于对包含在由脉波传感器所检测的脉波中的入射波部分的峰值进行确定；反射波峰值确定装置，所述反射波峰值确定装置用于对包含在由脉波传感器所检测的脉波中的反射波部分的峰值进行确定；以及获取装置，所述获取装置能够根据由入射波峰值确定装置所确定的入射波部分的峰值和由反射波峰值确定装置所确定的反射波部分的峰值来获取脉波传播速度相关信息。

依照该特征，入射波峰值确定装置能够确定由脉波传感器所检测的脉波的入射波部分的峰值，反射波峰值确定装置能够确定脉波的反射波部分的峰值，并且获取装置能够根据例如入射波部分的峰值和反射波部分峰值之间的时间差等信息来获取脉波传播速度相关信息。在增量指数是根据由脉波传感器所检测的脉波来确定的情况下，本发明所涉及的设备能利用单一的脉波传感器来获取脉波传播速度相关信息和增量指数。

附图的简要说明

通过阅读下面结合附图对本发明的优选实施例所进行的详细描述可以更好地理解本发明的上述和其它目的、特征和优点，在附图中：

图1是表示适用于本发明所涉及的动脉硬化评价设备的电路的简图；

图2是表示图1中所示设备的压力脉波检测器佩戴在被检者颈部的示意图；

图3是图2中所示的压力脉波检测器的放大图，其中该检测器的一部分被切掉；

图4是说明设置在图1中所示的压力脉波传感器的压力表面中的压力传感元件的排列状态的简图；

图5是表示由压力脉波信号SM所表示的颈动脉的脉波 w_c 的一个示例的图表，信号SM是由图1中所示的压力脉波传感器的压力传感元件提供的；

图6是用于说明图1中所示设备的控制装置的基本控制功能的框图；

图7是表示对应于各个波形曲线号码的典型波形的图表，其中一个被选为增量相关信息；

图8是用于以更具体的方式说明图6中所示的控制装置的控制功能的流程图，特别是用于说明信号读出程序；

5 图9是用于以更具体的方式说明图6中所示的控制装置的控制功能的流程图，特别是用于说明信号处理程序；

图10是表示由代表脉波传播速度PWV的第一轴和代表增量指数AI的第二轴所限定的一个二维坐标系统的示意图，其中该坐标系统包括一个正常范围；以及

10 图11是在图9中所示的SB7步骤中显示在显示装置屏幕上的二维坐标系统。

优选实施例的详细描述

下面将参照附图详细描述本发明的一个实施例。图1是表示适用于本发明所涉及的动脉硬化评价设备10的电路的简图。本发明所涉
15 及的设备10包括图2中所示的压力脉波检测器12。

如图2中所示，借助于带16可将压力脉波检测器12佩戴到被检者颈部14上。如图3中详细示出的，压力脉波检测器12包括：类似容器的传感器壳体18；用于容纳传感器壳体18的外壳20；以及能够以螺纹连接的方式与传感器壳体18接合的进给螺杆24，利用设置于外壳20
20 中的电动机（图中未示出）能够使所述进给螺杆24转动以便在颈动脉22的宽度方向上使传感器壳体18移动。借助于带16能够使压力脉波检测器12以可转动的方式被连接到颈部14上，从而使传感器壳体18的开口端与颈部14的体表面26相对。

另外，压力脉波检测器12还包括压力脉波传感器30，该压力脉
25 波传感器30通过隔膜28被固定在传感器壳体18的内壁上，从而使传感器30相对于壳体18是可移动的并且可移动在壳体18的开口端之外。如图1中所示，传感器壳体18、隔膜28等器件相互配合以限定压力室32，经由压力控制阀36从气泵34将压缩空气供给到压力室32中
30 以使压力脉波传感器30在相当于压力室32内的气压（Pa）的压力作用下被压靠到体表面26上。因此，施加到传感器30上的压力用压力室32内的气压（mmHg）来表示。

5 传感器壳体18和隔膜28相互配合以提供一个压力装置38，压力装置38将压力脉波传感器30压靠到颈动脉22上，并且进给螺杆24和未示出的电动机相互配合以提供一个宽度方向移动装置40，移动装置40能够使压力脉波传感器30在颈动脉22的宽度方向上移动，从而能够改变传感器30压在体表26上的施压位置。

10 压力脉波传感器30具有压力表面42和多个半导体压力传感元件（在下文中，称作“压力传感元件”）E，这些压力传感元件E沿着颈动脉22的宽度方向（即，在平行于进给螺杆24的传感器30移动方向上）以规则的间隔排列在压力表面42中，并且它们的排列长度大于颈动脉22的直径。例如，如图4中所示，15个半导体压力传感元件E(a)、E(b)、...、E(o)以规则的间隔排列，所述间隔例如为0.6 mm。

15 以上述方式构成的压力脉波检测器12压靠在位于颈动脉22的正上方的颈部14的体表面26上以使压力脉波传感器30能够检测到颈动脉22中所产生的并传到体表面26的压力脉波（即，颈动脉脉波，wc），并通过模拟-数字（A/D）转换器44将代表所检测的颈动脉脉波wc的压力脉波信号SM提供给控制装置46。图5中的实线表示从压力脉波传感器30中被连续提供的由压力脉波信号SM所表示的颈动脉脉波wc的一个示例。

20 控制装置46是由所谓的微型计算机提供的，该微型计算机包括中央处理器（CPU）48、只读存储器（ROM）50、随机存取存储器（RAM）52和输入-输出（I/O）端口（未示出）。利用RAM52的暂时存储功能使CPU48能够根据预存在ROM50中的控制程序处理信号。另外，CPU48通过I/O端口将驱动信号提供给与压力控制阀36和气泵34相关的各个驱动电路（图中未示出）以将压力室32中的压力控制在最佳压力HDPO（后面将对其进行描述）。另外，CPU48能够确定脉波传播速度PWV、根据由压力脉波传感器30所提供的压力脉波信号SM来获取增量相关信息以及控制由显示装置54所显示的内容。

30 图6是用于说明动脉硬化评价设备10的控制装置46的基本控制功能的框图。最佳施压位置确定装置70判断一个指定的施压位置改变条件是否令人满意，即，压力脉波传感器30的压力传感元件E中用于检测由所有元件E检测的各个压力中最高压力的一个压力传感元件E（在下文中，被称作“最高压力检测元件EM”）是否位于元件E排列

的指定相对端部中的一个中。元件E排列的指定相对端部中的每一个可以是具有包括元件E排列的相对端部中的相应一个端部的指定长度的范围，或是容纳包括位于排列的相对端部处的各个元件E中的一个相应元件的元件E指定号码的范围。最高压力检测元件EM是所有元件E中位于颈动脉22的正上方的那个元件。当该施压位置改变条件令人满意时，最佳施压位置确定装置70执行以下的施压位置改变操作：在压力装置38将压力脉波传感器30从体表面26移开后，宽度方向移动装置40使压力装置38和传感器30移过一段指定的距离，然后压力装置38再次以指定的并且相当低的第一压力HDP1对传感器30进行施压。在该状态下，确定装置70再次判断所指定的施压位置改变条件是否令人满意。确定装置70重复执行上述的操作和判断，直到所指定的施压位置改变条件不再令人满意，最好直到最高压力检测元件EM位于元件E排列的一个指定的中间部分中。每个元件E排列的相对端部的每一个所使用的长度或元件号码是根据由压力脉波传感器30所压迫的动脉（即，颈动脉22）的直径来指定的，并且可以是该动脉直径的1/4。

在最佳施压位置确定装置70将压力脉波传感器30放置在最佳施压位置处后，压力改变装置72能够在指定的压力范围内响应被检者的每次心跳逐步地改变由压力装置38施加给传感器30的压力HDP（即，压紧力）或以指定的且相当低的速度连续地改变由压力装置38施加给传感器30的压力HDP（即，压紧力）。压力改变装置72可根据在压力HDP改变过程中所获得的颈动脉脉波wc确定最佳压力HDPO并将由压力装置38提供给传感器30的压力保持在以这种方式测出的最佳压力HDPO。这里，最佳压力HDPO是这样确定的，即，使得被压力HDP压迫的最高压力检测元件EM所检测的颈动脉脉波wc的脉压PPc（即，将颈动脉脉波wc的与心跳同步的脉波的最大值减去其最小值所获得的数值）可不小于预定的下限脉压PP_{CL}。下限脉压PP_{CL}在实验上被定为一个确保在颈动脉脉波wc上可精确地识别用于获得脉波传播速度相关信息的参考点的数值。如果该脉压PPc太小，那么将不能获取清楚的颈动脉脉波wc，从而会降低在颈动脉脉波wc上确定参考点的精确度。

入射波峰值确定装置74连续确定振幅（即，脉压 PP_i ）和入射波部分 W_i 的峰值 P_i 的出现时间，所述入射波部分 W_i 包含在颈动脉脉波 w_c 的每一个与连续心跳同步的脉波中，所述颈动脉脉波 w_c 是在施加在传感器30上的压力HDP保持在最佳压力HDPO的状态下由压力脉波传感器30的最高压力检测元件EM所检测的。颈动脉脉波 w_c 包含入射波部分 W_i ，所述入射波部分 W_i 在图5中以虚线表示，入射波部分 W_i 的峰值 P_i 对应于复合的颈动脉脉波 w_c （即，所观察到的波）的拐点或极大点 p_c ，所述拐点或极大点 p_c 出现于复合的颈动脉脉波 w_c 的上升点和峰值点之间（在图5所示的示例中，入射波 W_i 的峰值 P_i 对应于观察到的波 w_c 的拐点）。所以，入射波峰值确定装置74能够对连续获取的压力脉波信号SM进行数学处理以检测出现于以信号SM表示的颈动脉脉波 w_c 的每一个与连续心跳同步的脉波的上升点和峰值点之间的拐点或极大点 p_c ，并将拐点或极大点的出现时间定为入射波 W_i 的峰值 P_i 的出现时间。这里，所述数学处理可以是用于检测拐点或极大点的一种常规处理；例如微分处理或筛选处理。

反射波峰值确定装置76连续确定反射波部分 W_r 的峰值 P_r 的出现时间，所述反射波部分 W_r 包含在颈动脉脉波 w_c 的每一个与连续心跳同步的脉波中，颈动脉脉波 w_c 与入射波峰值检测装置74连续检测入射波部分 W_i 的峰值 P_i 的出现时间所涉及的颈动脉脉波 w_c 是同一个。颈动脉脉波 w_c 包含反射波部分 W_r ，所述 W_r 在图5中以点划线表示，反射波部分 W_r 的峰值 P_r 对应于观察到的波 w_c 的峰值 p_c 。因此，反射波峰值确定装置76检测由连续获取的压力脉波信号SM所表示的颈动脉脉波 w_c 每一个与连续心跳同步的脉波的峰值 p_c ，并将峰值 p_c 的出现时间定为反射波 W_r 峰值 P_r 的出现时间。可以推测，反射波部分 W_r 的主要部分是从被检者的心脏产生的并接着被反射到被检者的回肠动脉周围的反射波部分。

脉波传播速度相关信息获取装置78连续确定脉波传播时间DT（秒），所述脉波传播时间DT（秒）是由入射波峰值确定装置74连续确定的入射波部分 W_i 的峰值 P_i 的出现时间与由反射波峰值确定装置76连续确定的反射波部分 W_r 的峰值 P_r 的出现时间之间的时间差。接着，获取装置78通过以这种方式所确定的传播时间DT替换下面的表

达式1中的参数DT来连续计算脉波传播速度PWV (米/秒), 即, 在被检者的动脉中的脉波传播速度, 其中所述的表达式为:

$$(表达式1) \quad PWV=L/DT$$

在表达式1中, 符号L (米) 表示一个等于被检者的主动脉瓣和被检者的回肠动脉周围的反射点之间的距离两倍的距离, 该距离是用实验的方法预先确定的。脉波传播时间DT和脉波传播速度PWV中的每个都作为一条脉波传播速度相关信息而被获取。

增量相关信息获取装置80根据颈动脉脉波wc获取一条关于颈动脉脉波wc的振幅 (即, 脉压PPc) 与入射波部分Wi的振幅 (即, 脉压Ppi) 之间的增量的增量相关信息, 所述颈动脉脉波wc是由压力脉波传感器30的最高压力检测元件EM在施加到传感器30上的HDP保持在最佳压力HDP0的状态下连续检测的。该增量相关信息可是增量指数AI, 该增量指数AI表示颈动脉脉波wc的脉压PPc与入射波部分Wi的脉压Ppi之间的增量, 或者可是对应于颈动脉脉波wc的脉压PPc与入射波部分Wi的脉压Ppi之间差值的一个波形曲线号码。

增量指数AI可被定为颈动脉脉波wc的脉压PPc与入射波部分Wi的脉压Ppi之间的差值 ΔP 相对于脉压PPc的百分比, 即, 增量指数AI是依照下面的表达式2来计算的:

$$(表达式2) \quad AI=(\Delta P/PPc) \times 100$$

或者, 增量指数AI可被定为利用入射波部分Wi的脉压Ppi除以颈动脉脉波wc的脉压PPc所获得的数值 ($=Ppi/PPc= Ppi/(Ppi+\Delta P)$); 或者利用颈动脉脉波wc的脉压PPc除以入射波部分Wi的脉压Ppi所获得的数值 ($= PPc/Ppi=(Ppi+\Delta P) / Ppi$); 或者利用差值 ΔP 除以入射波部分Wi的脉压Ppi所获得的数值 ($=\Delta P/ Ppi$); 或者利用颈动脉脉波wc的脉压PPc除以差值 ΔP 所获得的数值 ($= PPc/\Delta P$); 或者利用入射波的部分Wi的脉压Ppi除以差值 ΔP 所获得的数值 ($=Ppi/\Delta P$); 或以上各个数值的百分比。

波形曲线号码可是在图7中所示的分别对应于四个不同波形的曲线号码1、2、3和4。曲线号码1对应最低程度的动脉硬化, 曲线号码4对应最高程度的动脉硬化。随着曲线号码增大, 就表示动脉硬化的程度加重。曲线号码1对应这样一个波形, 即, 在心跳同步脉搏的上升点后面所出现第一极大点与脉搏的最大点相符; 曲线号码2对应这

样一个波形，即，在脉搏的上升点后面的第一极大点或拐点的振幅与脉搏的最大点的振幅之间的差值小于第一参考值；曲线号码3对应这样一个波形，即，在脉搏的上升点后面的第一极大点或拐点的振幅与脉搏的最大点的振幅之间的差值不小于第一参考值并且小于第二参考值，所述第二参考值大于第一参考值；以及曲线号码4对应这样一个波形，即，在脉搏的上升点后面的第一极大点或拐点的振幅与脉搏的最大点的振幅之间的差值不小于第二参考值。每个波形曲线都能被归于曲线号码1到4中的一种，这是因为当动脉硬化的程度加重时，反射波部分的振幅增大，因而复合脉波的最大点的振幅相对于入射波部分的振幅（即，在入射波部分的上升点后面的第一极大点或拐点的振幅）是增大的。

动脉硬化评价装置82能够根据由脉波传播速度相关信息获取装置78所获取的脉波传播速度相关信息和由增量相关信息获取装置80所获取的增量相关信息并依照（A）（a1）脉波传播速度相关信息和（a2）增量相关信息以及（B）动脉硬化的程度之间的指定关系来评价被检者的动脉硬化的程度。所述指定的关系预先被存储在ROM50中。这里，假定ROM50存储作为（a1）脉波传播速度相关信息的脉波传播速度PWV和作为（a2）增量相关信息的依照公式2所计算的增量指数AI以及（B）动脉硬化的程度之间的指定关系。脉波传播速度PWV和增量指数AI都会随动脉硬化的程度的变化而变化。更具体地说，当动脉硬化的程度加重时，脉波传播速度PWV也增大，增量指数AI也增大。因此，预先用实验的方法确定出适用于每一个脉波传播速度PWV和增量指数AI的正常范围和动脉硬化怀疑范围。预先存储在ROM50中的关系是这样指定的，即，如果从被检者身上所获取的脉波传播速度PWV和增量指数AI都在动脉硬化怀疑范围内，动脉硬化评价装置82则判断被检者患有动脉硬化；如果脉波传播速度PWV和增量指数AI都在正常范围内，动脉硬化评价装置82则判断该被检者是正常的。另外，上述关系是这样指定的，即，如果脉波传播速度PWV在动脉硬化怀疑范围内但增量指数AI在正常范围内，动脉硬化评价装置82则判断该被检者患有高血压。在这种情况下，可以推测，被检者显示的脉波传播速度PWV不在正常范围内，这是因为该被检者患有高血压，但他没有患动脉硬化。另一方面，如果脉波传播速度PWV在正常范围

内但增量指数AI在动脉硬化怀疑范围内，则可以推测，被检者被怀疑患动脉硬化，并且被检者显示的脉波传播速度PWV在正常范围内，这是因为或者使用了降血压药。在这种情况下，动脉硬化评价装置82依照上述关系判断被检者被怀疑患有动脉硬化，并且需要对其进行医学观察。

同时显示装置84操纵显示装置54以同时显示由脉波传播速度相关信息获取装置78所获取的脉波传播速度相关信息和由增量相关信息获取装置80所获取的增量相关信息。例如，显示装置84操纵显示装置54以并排地显示脉波传播速度相关信息（数值）和增量指数AI（数值）。或者，显示装置84操纵显示装置54以便在由代表脉波传播速度相关信息的第二轴和代表增量指数AI的第一轴所限定的二维坐标系中具有与实际从被检者身上获取的脉波传播速度相关信息和增量指数AI相对应的一对坐标的位置处显示一个标记。

图8和图9是表示图6中所示的控制装置46的控制功能的流程图。图8示出了用于读出压力脉波信号SM的信号读出程序；以及图9示出了用于处理所读出的压力脉波信号SM的信号处理程序。

在图8中，控制装置46执行对应于最佳施压位置确定装置70的步骤SA1到SA3（在下文中，如果合适的话，词语“Step (s)”将被省略）。首先，在SA1中，控制装置操纵压力装置38以改变压力室32中的压力，从而使被施加到压力脉波传感器30上的压力HDP保持在指定的第一压力HDP1。预先用实验的方法将第一压力HDP1定为能够确保由每个压力传感元件E所检测的颈动脉脉波wc的S/N比率足够高以便以相当高的精确度检测颈动脉脉波wc的峰值pc的压力HDP。

接着，继续进行步骤SA2的控制，其中控制装置判断所指定的施压位置改变条件（即，APS-起始条件）是否令人满意，即，作为被设置在压力表面42中的压力传感元件E中一个的最高压力检测元件EM是否位于元件E排列的指定相对端部中的一个上。如果在步骤SA2中作出了否定判断，那么该控制转到步骤SA4和下面的步骤（后面将进行描述）。

另一方面，如果在步骤SA2中作出了肯定的判断，也就是说，如果压力脉波传感器30压靠颈动脉22的施压位置不合适，那么继续进行步骤SA3的控制，即，APS-控制程序。依照该APS-控制程序，控制

装置确定最高压力检测元件EM基本位于元件E排列的中部的最佳压制位置。因此，控制装置操纵压力装置38和横向移动装置40以便在将压力脉波传感器30从体表面26移开后可使压力装置38和传感器30移过一个指定的距离并然后再次以指定的第一压力HDP1对传感器30进行施压。在该状态下，控制装置再次判断最高压力检测元件EM是否基本位于元件E排列的中部。重复步骤SA2和SA3直到在步骤SA2中作出肯定判断。

因此，在步骤SA3中，控制装置将压力脉波传感器30放置在最佳施压位置上。然后，该控制转到步骤SA4，其中在该状态下控制装置从传感器30的压力传感元件E排列中选择出一个新的最高压力检测元件EM。步骤SA4后面接着执行对应于压力改变装置72的步骤SA5，其中控制装置执行HDP-控制程序，在该程序中，由压力装置38施加到传感器30上的压力HDP从第一压力HDP1起连续地增大。在压力HDP增大的过程中，控制装置根据关于在步骤SA4中所选择的由最高压力检测元件EM测得的颈动脉脉波wc的每一个与心跳同步的连续脉波的脉压PPc是否不小于指定的下限脉压 PP_{CL} 的判断来确定最佳压力HDPO。然后，控制装置将施加到压力脉波传感器30的压力HDP保持在所确定的最佳压力HDPO。

然后，控制转到步骤SA6，在步骤SA6中，控制装置读入从压力脉波传感器30的最高压力检测元件EM中所提供的压力脉波信号SM，接着在步骤SA7中，控制装置例如通过判断该控制装置是否已读入一个跟在前面的颈动脉脉波的心跳同步脉波的上升点后面的心跳同步脉波的上升点，来判断该控制装置是否已读入一个压力脉波信号SM的心跳同步脉波。如果在步骤SA7中作出了否定判断，那么重复步骤SA6及后面的步骤以继续读入压力脉波信号SM。其间，如果在步骤SA7中作出了肯定判断，那么控制装置就执行图9中所示的信号处理程序。

下面将说明图9中所示的信号处理程序。首先，在对应于反射波峰值确定装置76的SB1步骤中，控制装置确定颈动脉脉波wc中的由在图8中所示的SA6步骤中读入的压力脉波信号SM所表示的一个脉搏的峰值pc，将该峰值pc的振幅存储在RAM52中，并将峰值pc的出现时间

定为颈动脉脉波 w_c 的反射波部分 W_r 的峰值 P_r 的出现时间。所确定的峰值 P_r 的出现时间也被存储在RAM52中。

然后，控制转到对应于入射波峰值确定装置74的步骤SB2。在步骤SB2中，控制装置对在图8中所示的步骤SA6中读入的并且在从对应于颈动脉脉波 w_c 的上升点的时刻到对应于在步骤SB1中确定的峰值 p_c 的时刻之间连续的压力脉波信号SM的部分或长度进行四阶微分处理或分析，从而确定在信号SM的该长度中所出现的拐点或极大点。拐点或极大点出现的时间被定为入射波部分 W_i 的峰值 P_i 的出现时间，并将其存储在RAM52中。另外，将作为入射波部分 W_i 的峰值 P_i 振幅的拐点或极大点的振幅存储在RAM52中。

接着，控制转到对应于脉波传播速度相关信息获取装置78的SB3和SB4步骤。在步骤SB3中，控制装置通过从步骤SB1中所确定的反射波 W_r 峰值 P_r 的出现时间中减去在步骤SB2中所确定入射波 W_i 峰值 P_i 的出现时间来确定脉波传播时间DT。然后，在步骤SB4中，控制装置根据在步骤SB3中确定的脉波传播时间DT依据上述表达式1确定脉波传播速度PWV。

然后，控制转到对应于增量相关信息获取装置80的SB5步骤。在步骤SB5中，控制装置通过从在步骤SB1中所确定的颈动脉脉波 w_c 峰值 p_c 的振幅中减去在步骤SB2中所确定的入射波部分 W_i 峰值 P_i 的振幅计算出峰值差 ΔP 。另外，控制装置通过从在图8中所示的SA6步骤中读入的颈动脉脉波 w_c 的那一个脉搏的最大值中减去最小值计算出脉压 PP_c ，并且通过用所获得的峰值差 ΔP 和脉压 PP_c 来代替上述表达式2中的相应变量计算出增量指数AI (%)。

然后，控制转到对应于动脉硬化评价装置82的SB6步骤，在步骤SB6中，控制装置根据在步骤SB4中所确定的脉波传播速度PWV和在步骤SB5中所确定的增量指数AI，依照预先存储在ROM50中的如图10中所示的动脉硬化评价图86，来评价被检者的动脉硬化程度。另外，控制装置操纵显示装置54以显示出评价结果。

这里，将详细描述如图10中所示的动脉硬化评价图86。该动脉硬化评价图86为脉波传播速度PWV限定了一个不高于900cm/s的正常范围和一个高于900cm/s的异常范围（例如，动脉硬化怀疑范围），该动脉硬化评价图86还为增量指数AI限定了一个不高于10%的正常范

围和一个高于10%的异常范围（例如，动脉硬化怀疑范围）。该图86包括：第一动脉硬化区88，该区88对应脉波传播速度PWV的上述异常范围和增量指数AI的上述异常范围中的增量指数AI不低于20%的部分，并表示被检者患有严重的动脉硬化；第二动脉硬化区90，该区90对应于脉波传播速度PWV的异常范围和增量指数AI的异常范围中的增量指数AI在10%到20%之间的部分，并表示被检者患有中度的动脉硬化；第三动脉硬化区92，该区92对应于脉波传播速度PWV的异常范围和增量指数AI的上述正常范围中的增量指数AI在0到10%之间的部分，并表示被检者患有动脉硬化，但程度是较轻的；高血压区94，该区94对应于脉波传播速度PWV的异常范围和增量指数AI的正常范围中增量指数AI不高于0%的部分，并表示被检者患有高血压；正常范围96，该范围96对应于脉波传播速度PWV的正常范围和增量指数AI的正常范围；第一动脉硬化怀疑区98，该区98对应于脉波传播速度PWV的正常范围和增量指数AI的异常范围中的增量指数AI在10%到20%之间的部分，并表示被检者不能被确诊为患有动脉硬化但怀疑患有动脉硬化；和第二动脉硬化怀疑区100，该区100对应于脉波传播速度PWV的正常范围和增量指数AI的异常范围中的增量指数AI不低于20%的部分，并表示被检者不能被确诊为患有动脉硬化但非常怀疑患有动脉硬化。

然后，控制转到对应于同时显示装置84的步骤SB7，在步骤SB7中，控制装置操纵显示装置54以使其在如图11所示的由代表脉波传播速度PWV的第一轴和代表增量指数AI的第二轴所限定的二维坐标系102中在具有对应于在步骤SB5中所确定的增量指数AI和在步骤SB4中所确定的脉波传播速度PWV的一对坐标的位置处显示一个标记104。如图11中所示，显示装置54在二维坐标系102中显示对应于图10中所示的88到100的各个区域的各种指示形式。具体地说，显示装置54对于第一动脉硬化区88显示的指示形式为“ARTERIOSCLEROSIS AREA (HIGH DEGREE)”、对于第二动脉硬化区90显示的指示形式为“ARTERIOSCLEROSIS AREA (MEDIUM DEGREE)”、对于第三动脉硬化区92显示的指示形式为“ARTERIOSCLEROSIS AREA (LOW DEGREE)”、对于第一动脉硬化怀疑区98显示的指示形式为“ARTERIOSCLEROSIS-SUSPECT AREA (DEGREE1)”、对于第二动脉硬

化怀疑区100显示的指示形式为“ARTERIOSCLEROSIS-SUSPECT AREA (DEGREE2)”等。

图11中示出了标记104的示例，例如圆形标记104a、三角形标记104b、和正方形标记104c。在下文中，将描述当显示这些标记104a、104b和104c时怎样评价动脉硬化的程度。当显示圆形标记104a时，医务人员（如医生或护士）能很可靠性地断定该被检者患有动脉硬化，这是因为其脉波传播速度相关信息PWV和增量指数AI都异常高。当显示三角形标记104b或正方形标记104c时，医务人员仅依靠利用脉波传播速度PWV进行评价的传统方式不能作出是否需要对被检者进行医疗（例如药物治疗）的判断，这是因为标记104b或104c表示传播速度PWV接近传播速度PWV的正常范围的上限。然而，由于三角形标记104b表示增量指数AI异常高，因此医务人员能作出需要对被检者进行医疗（例如药物治疗）的判断。另一方面，由于正方形标记104c表示增量指数AI是正常的，因此医务人员能作出目前不需要对被检者进行医疗的判断。

从上述使用图8和图9中所示流程图的实施例中可以明显地看出，在步骤SB6（动脉硬化评价装置82）中，控制装置46能够根据两类信息，即，在步骤SB4（脉波传播速度相关信息获取装置78）中所确定的脉波传播速度PWV和在步骤SB5（增量相关信息获取装置80）中所确定的增量指数AI来评价被检者的动脉硬化程度。因此，本发明所涉及的设备10能以较高的准确度来评价动脉硬化的程度。

在使用流程图的所示实施例中，在步骤SB7（同时显示装置84）中，控制装置46操纵显示装置54以使其在二维坐标系102中在具有对应于在步骤SB4（脉波传播速度相关信息获取装置78）中所确定的脉波传播速度PWV和在步骤SB5（增量相关信息获取装置80）中所确定的增量指数AI的坐标的位置处显示标记104。因此，医务人员根据标记104在二维坐标系102中所处的位置能容易地作出关于动脉硬化程度的诊断。由于使用了脉波传播速度PWV和增量指数AI，因此与只使用脉波传播速度PWV的传统评价方法相比，提高了诊断的准确度。例如，在医务人员只根据脉波传播速度PWV不易作出是否需要对被检者进行医疗（例如药物治疗）的诊断的情况下，如果增量指数AI

表示患有动脉硬化，那么医务人员能断然地作出需要对被检者进行医疗的诊断。

另外，在使用流程图的所示实施例中，显示装置54显示包括动脉硬化区、动脉硬化怀疑区和高血压区的各个显示形式的二维坐标系102。因此，如果标记104被显示在其中一个动脉硬化区中，那么医务人员能判定该被检者患有动脉硬化。另外，如果标记104被显示在其中一个动脉硬化怀疑区中，医务人员能判断该被检者患有动脉硬化并能推测由于使用了降血压药而使该被检者的血压被降低。如果标记104被显示在高血压区中，医务人员能判定该被检者没有患动脉硬化但患有高血压症并能推测该被检者将来可能会患动脉硬化。

另外，在使用流程图的所示实施例中，在步骤SB1（反射波峰值确定装置76）中和步骤SB2（入射波峰值确定装置74）中，控制装置46确定由压力脉波传感器30检测的颈动脉脉波 wc 的入射波部分 wi 的峰值 pi 和反射波部分 wr 的峰值 pr 。另外，在步骤SB3和SB4（脉波传播速度相关信息获取装置78）中，控制装置根据入射波部分 wi 的峰值 pi 和反射波部分 wr 的峰值 pr 之间的时间差确定脉波传播速度PWV。另外，控制装置根据由压力脉波传感器30检测的颈动脉脉波 wc 确定增量指数AI。这样，本设备10用单一的压力脉波检测器12能测量脉波传播速度PWV和增量指数AI。

尽管上面结合附图对本发明的优选实施例进行了描述，但是应该理解的是，本发明也以其他的方式进行实施。

例如，所示动脉硬化评价设备10使用了动脉硬化评价装置82和同时显示装置84。然而，也可以对设备10进行变型以使之只使用这两个装置82、84中的一个。

依照图8和图9中所示的流程图，动脉硬化评价设备10检测颈动脉脉波 wc 的与心跳同步的脉波，并且根据从这一个脉搏中所获取的脉波传播速度PWV和增量指数AI来评价动脉硬化的程度和标绘出标记104。然而，也可以对设备10进行这样的变型，即，在一段预定时间（例如30秒）内，检测多个颈动脉脉波 wc 的与心跳同步的脉波，并确定从这些脉搏中所获取的各个脉波传播速度PWV和各个增量指数AI

的各个平均值。在后面一种情况中，设备10能够根据这样确定的平均值评价动脉硬化的程度和标绘出标记104。

动脉硬化评价设备10根据由单一的压力脉波检测器12所检测的脉波来确定脉波传播速度PWV和增量指数AI。然而，也可以对设备10进行变型以使其使用两个独立的传感器分别检测脉波传播速度PWV和增量指数AI。

在动脉硬化评价设备10中，压力脉波检测器12被佩带在被检者颈部14以检测颈动脉脉波wc，并根据所检测的单一的颈动脉脉波wc来确定脉波传播速度PWV和增量指数AI。然而，也可以根据一个与颈动脉脉波wc不同的脉波来确定脉波传播速度PWV和增量指数AI；例如，从被检者的上臂检测的臂脉波、从被检者的腕部检测的桡骨脉波、或从被检者的大腿部检测的股动脉脉波。或者，也可以对设备10进行变型以使其使用两个适合于被戴到被检者的两个不同身体部分的心跳同步信号检测装置，并根据这两个心跳同步信号检测装置所检测的两个心跳同步信号来确定脉波传播速度PWV。

在动脉硬化评价设备10中，动脉硬化评价图86将脉波传播速度PWV高于900cm/s的范围限定为脉波传播速度PWV的异常范围，将增量指数AI高于10%的范围限定为增量指数AI的异常范围。这些异常范围不限于那些具体的范围。例如，那些异常范围可以根据被检者的个体差异进行改变。另外，在二维坐标系统102中所显示的动脉硬化区不限于所示实施例中提供的特定区域，如果需要的话，可以依赖于被检者的个体差异进行改变。当在被检者的不同部分处测量脉波传播速度PWV的情况下，动脉硬化评价图86可以被改变为，对于脉波传播速度PWV限定一个不同的异常范围。例如，当在被检者的上臂和踝之间的身体部分处测量脉波传播速度PWV时，动脉硬化评价图86例如可以改变为，将脉波传播速度PWV高于1400cm/s的范围限定为脉波传播速度PWV的异常范围。

可以在不脱离本发明保护范围的前提下对本发明进行其他的改进或变型。

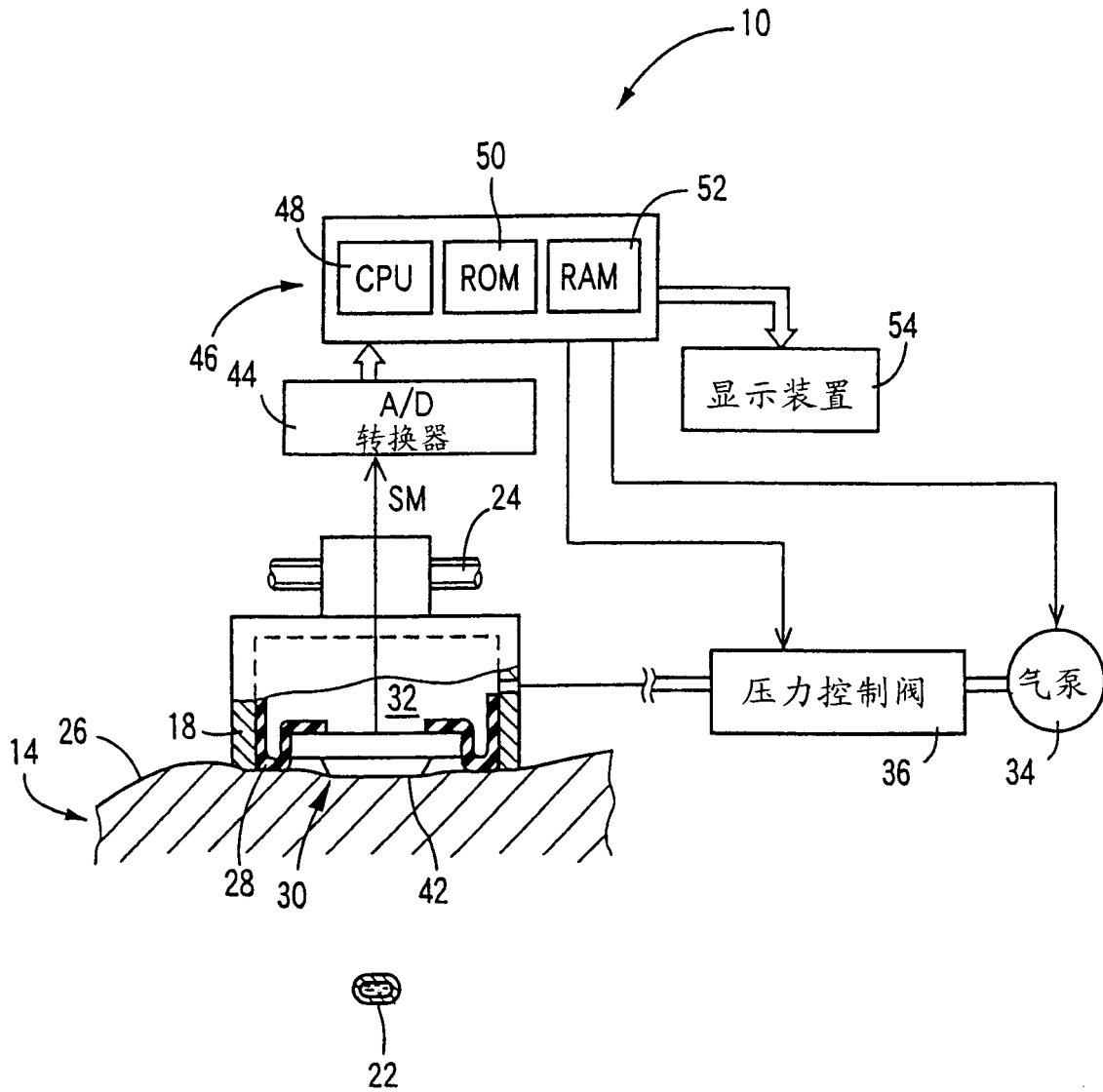


图 1

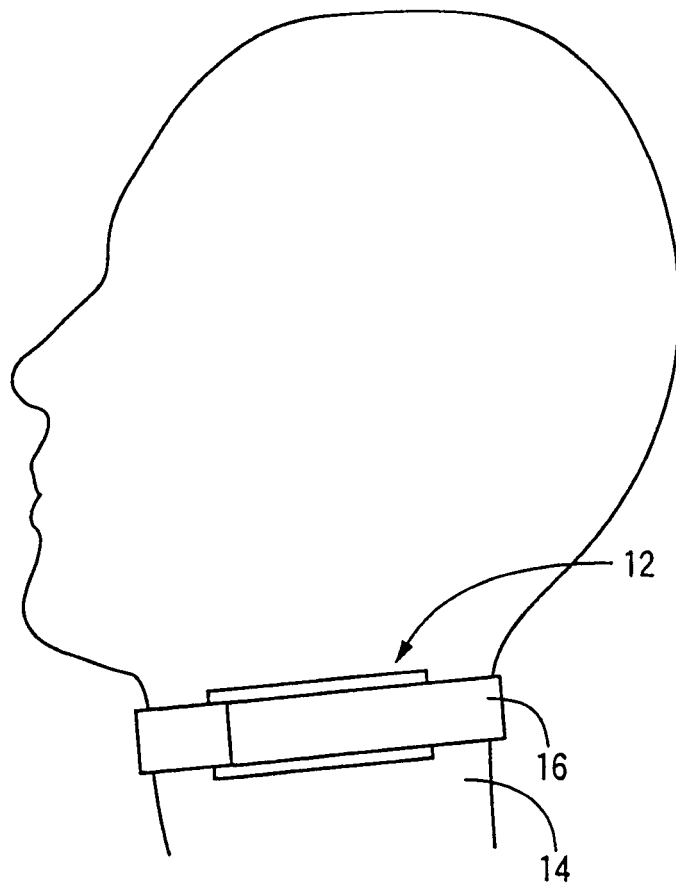


图 2

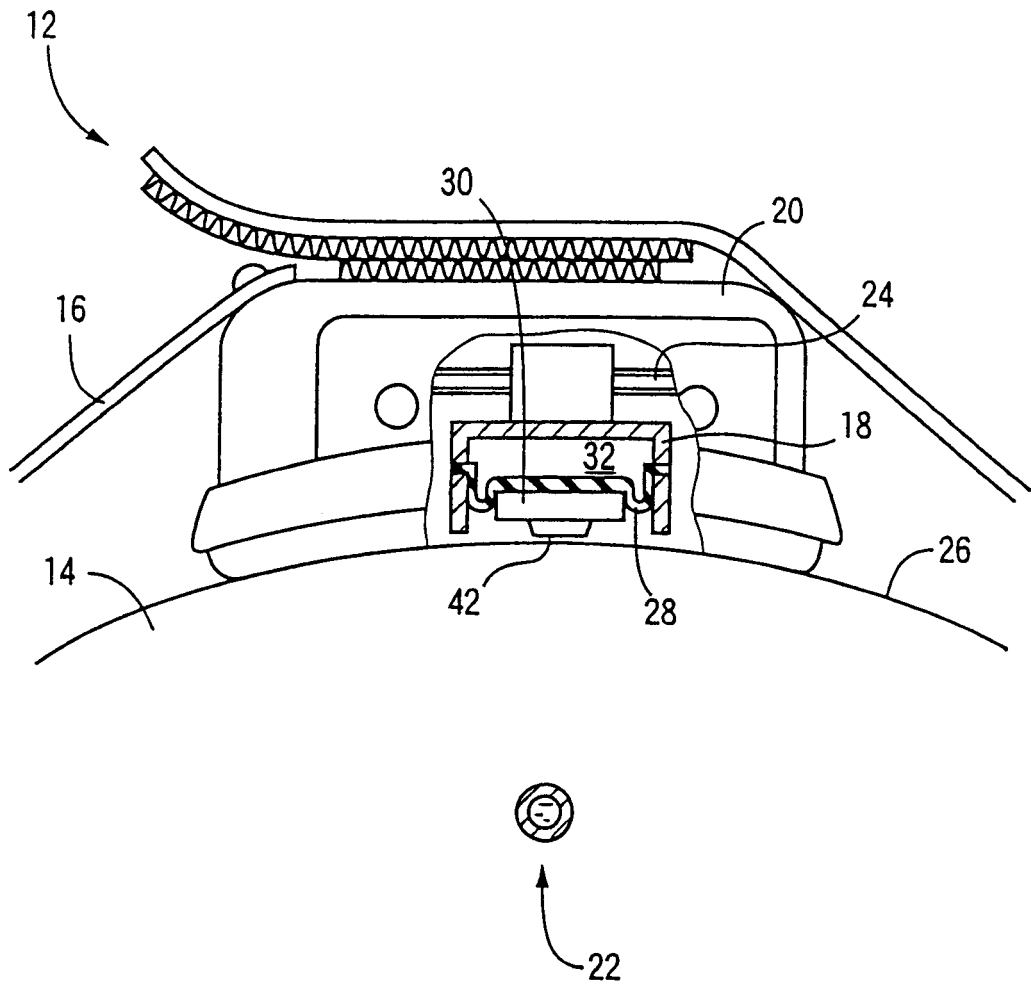


图 3

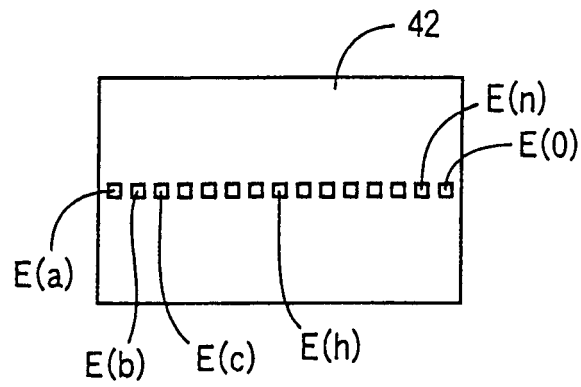


图 4

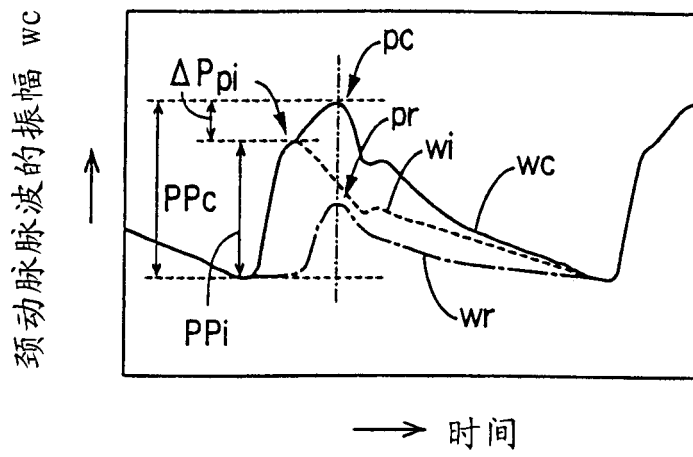


图 5

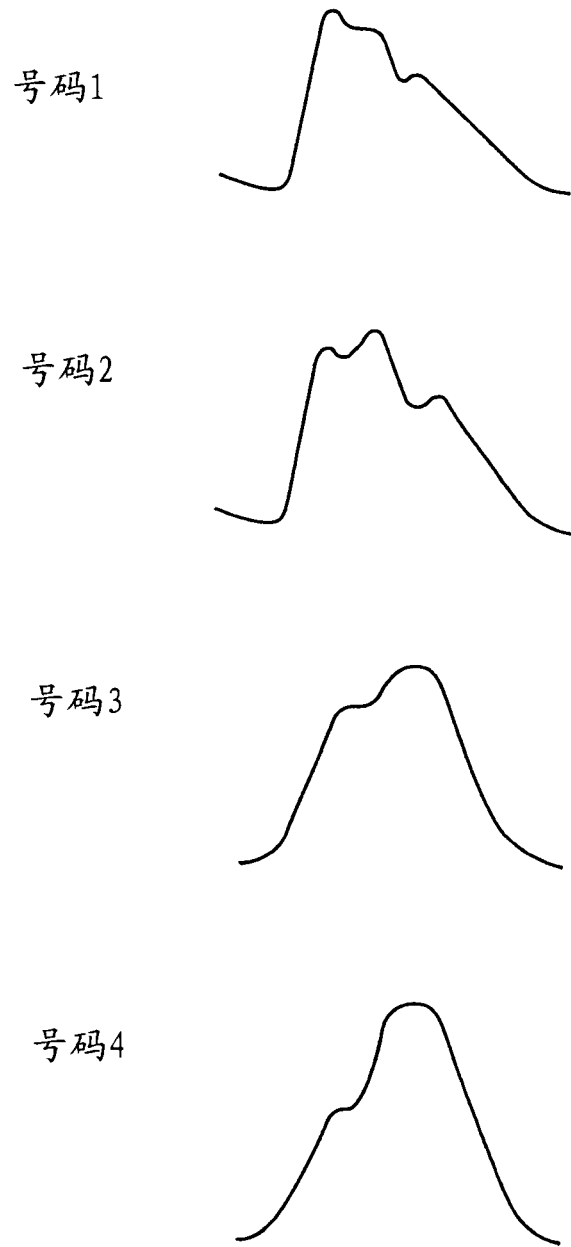


图 7

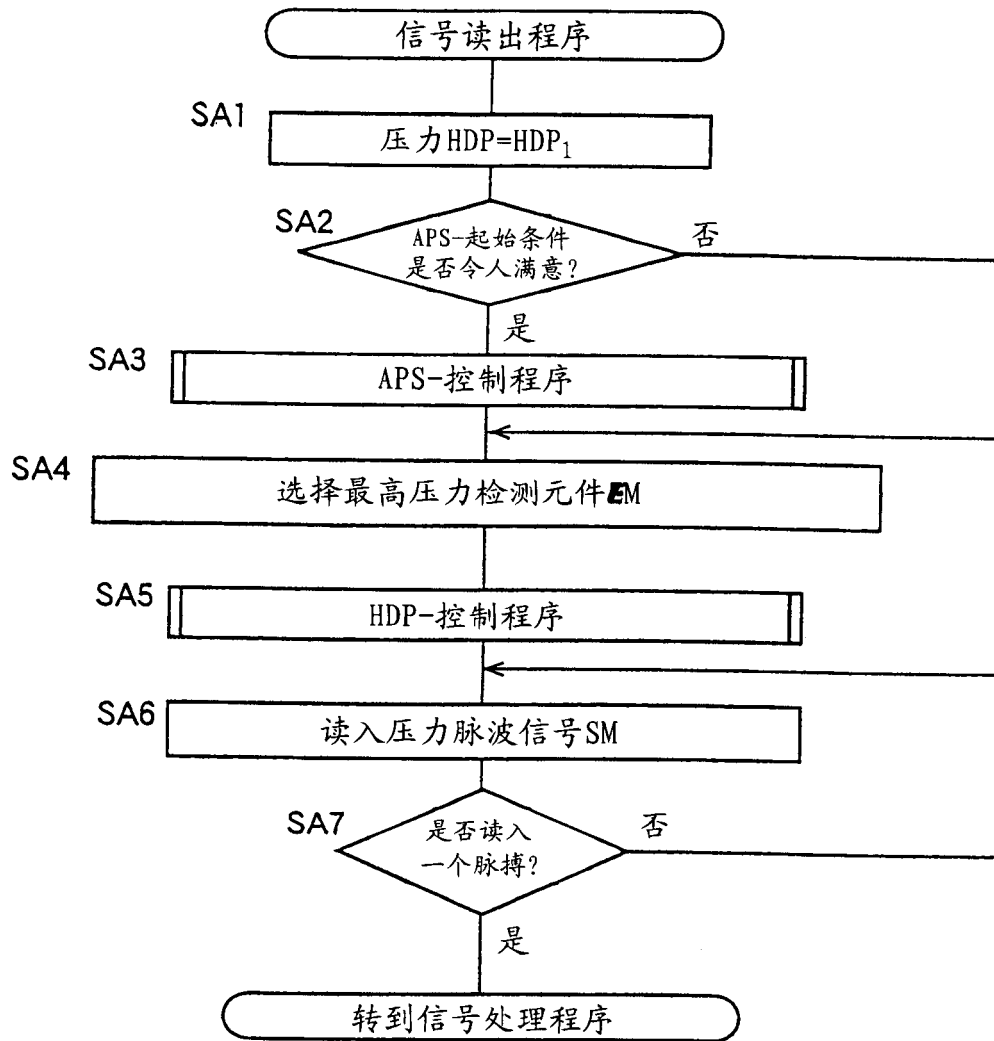


图 8

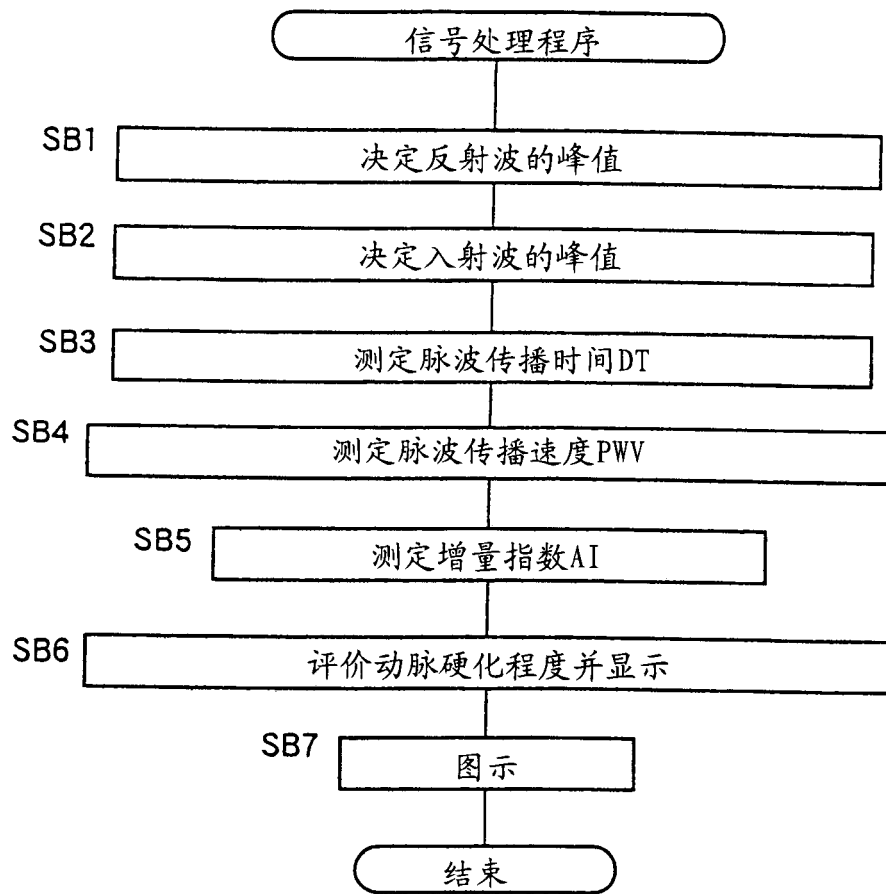


图 9

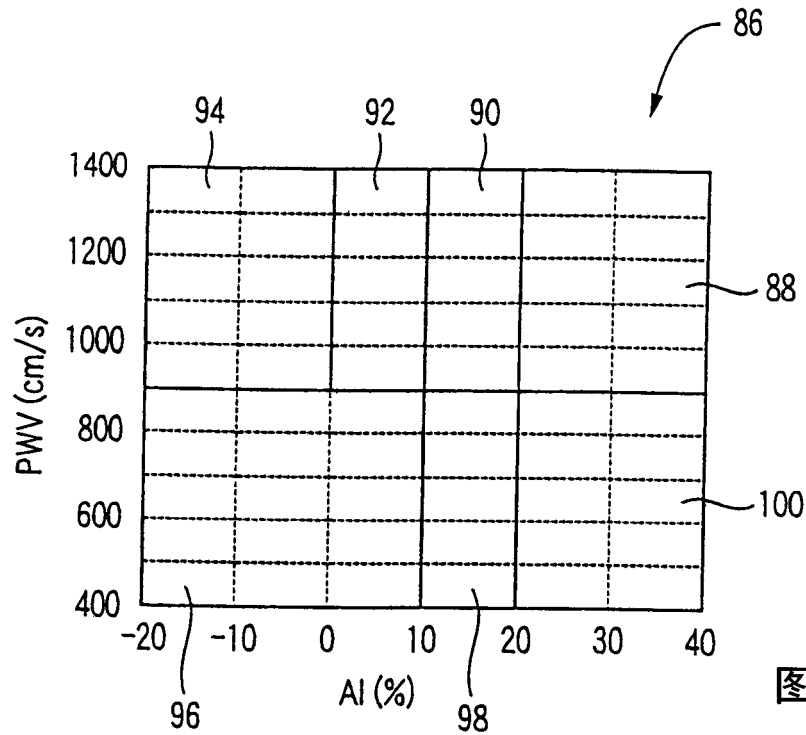


图 10

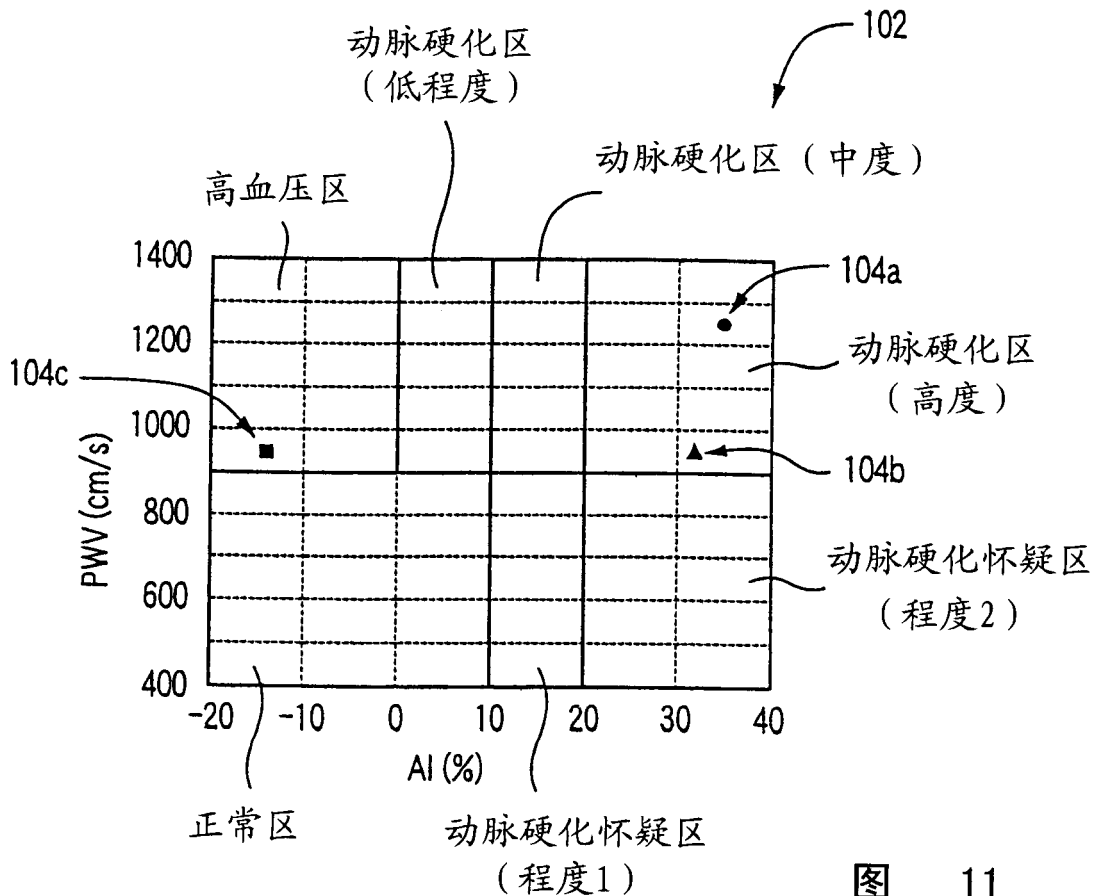


图 11

专利名称(译)	动脉硬化评价设备		
公开(公告)号	CN1393203A	公开(公告)日	2003-01-29
申请号	CN02118884.X	申请日	2002-04-30
[标]申请(专利权)人(译)	客林公司		
申请(专利权)人(译)	客林公司		
当前申请(专利权)人(译)	客林公司		
[标]发明人	成松清幸		
发明人	成松清幸		
IPC分类号	A61B5/02 A61B5/0245 A61B5/0285 A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/02 A61B5/7239 A61B5/0285		
代理人(译)	温大鹏 林长安		
优先权	2001379525 2001-12-13 JP 2001200504 2001-07-02 JP		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明涉及一种用于评价被检者的动脉硬化程度的设备(10)，该设备包括：脉波传播速度相关信息获取装置(30、74、76、78)，所述装置用于获取与被检者的脉波传播速度有关的脉波传播速度相关信息；适合于佩戴在被检者身体部分上的脉波传感器(30)，所述脉波传感器能够从该身体部分检测脉波；增量相关信息获取装置(80)，增量相关信息是关于由脉波传感器所测得的脉波振幅与包含在该脉波中的入射波部分的振幅之间增量的信息；以及动脉硬化评价装置(82)，所述动脉硬化评价装置能够根据由脉波传播速度相关信息获取装置所获取的脉波传播速度相关信息和由增量相关信息获取装置所获取的增量相关信息并依照(A)(a1)脉波传播速度相关信息和(a2)增量相关信息以及(B)动脉硬化的程度之间的指定关系(86)来评价被检者的动脉硬化程度。

