



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102427765 B

(45) 授权公告日 2014. 12. 17

(21) 申请号 201080021911. 2

(22) 申请日 2010. 05. 17

(30) 优先权数据

09160729. 1 2009. 05. 20 EP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2011. 11. 18

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/IB2010/052163 2010. 05. 17

(87) PCT国际申请的公布数据

W02010/134010 EN 2010. 11. 25

(73) 专利权人 皇家飞利浦电子股份有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

(72) 发明人 B. 尹 R. M. P. 多尔恩博斯

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 李静岚 刘鹏

(51) Int. Cl.

A61B 5/11 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 2008190202 A1, 2008. 08. 14,

CN 1457246 A, 2003. 11. 19,

WO 2005/011480 A2, 2005. 02. 10,

CN 101082504 A, 2007. 12. 05,

审查员 高瑞玲

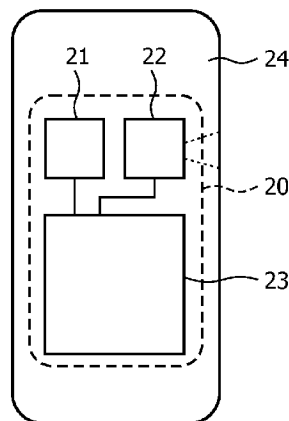
权利要求书1页 说明书7页 附图9页

(54) 发明名称

用于检测佩戴位置的感测设备

(57) 摘要

本发明涉及用于检测设备相对于用户的佩戴位置的感测设备(20)。所述设备包括:用于检测运动信号的运动传感器(21);用于检测高度信号的高度传感器(22);以及计算单元(23)。计算单元接收运动信号和高度信号,并且以之为基础确定感测设备相对于用户的佩戴位置。在各实施例中,从信号中提取与用户的移动有关的参数,并且通过分类算法从这些参数中检测佩戴位置。



1. 一种感测设备(20),用于检测所述感测设备相对于用户的佩戴位置,所述设备包括:

用于检测运动信号(52)的运动传感器(21);

用于检测高度信号(53)的高度传感器(22);以及

计算单元(23),运动传感器和高度传感器可通信地连接到计算单元,

其特征在于,所述计算单元被适配成:

在运动信号(52)和高度信号(53)中识别预先选择的运动类型,并且

在运动信号和高度信号中检测到预先选择的类型的运动已经发生(50,51)时,根据从在预先选择的类型的运动的发生(50,51)期间测量的运动信号和高度信号中提取的一个或更多参数(60—63)确定佩戴位置。

2. 根据权利要求1的感测设备,其中,运动传感器的检测区域和高度传感器的检测区域被定位成彼此相距小于五厘米。

3. 根据权利要求1的感测设备,其中,运动传感器是三轴加速度计。

4. 根据权利要求1的感测设备,其中,高度传感器是高度计。

5. 根据权利要求1的感测设备,其中,计算单元被适配成执行分类算法,并且其中所述分类算法被适配成基于从在预先选择的类型的运动的发生期间测量的运动信号和高度信号中提取的一个或更多参数检测佩戴位置。

6. 根据权利要求5的感测设备,其中,所述分类算法被适配成访问预先定义的信号特征的数据库,所述预先定义的信号特征与有关的佩戴位置相关联,并且其中所述分类算法还被适配成在预先定义的信号特征与提取自运动信号和高度信号的一个或更多参数之间进行比较,以便确定感测设备的佩戴位置。

7. 根据权利要求5的感测设备,其中,计算单元还被适配成从可能佩戴位置集合访问初始佩戴位置、检测佩戴位置以及将所检测到的佩戴位置与初始佩戴位置进行比较,如果所检测到的佩戴位置与初始佩戴位置匹配,则保持所检测到的佩戴位置,否则从所述可能佩戴位置集合访问新的初始佩戴位置并且检测新的佩戴位置,并且把新的初始佩戴位置与新的所检测到的佩戴位置进行比较。

8. 一种检测感测设备的佩戴位置的方法,所述方法包括:

检测运动信号;

检测高度信号;

其特征在于,所述方法还包括以下步骤:

在运动信号(52)和高度信号(53)中识别预先选择的运动类型,并且

在运动信号和高度信号中检测到预先选择的类型的运动已经发生(50,51)时,根据从在预先选择的类型的运动的发生(50,51)期间测量的运动信号和高度信号中提取的一个或更多参数(60—63)确定佩戴位置。

用于检测佩戴位置的感测设备

技术领域

[0001] 本发明涉及用于检测设备相对于用户的佩戴位置的感测设备。

背景技术

[0002] 近年来,由于传感器小型化、能量节省和无线通信等领域内的技术进步,已经使得身体上感测成为可能。具有基于身体佩戴的加速度计的活动监测器(AM)的形式的感测设备能够记录运动引发的加速度信号。从这样的加速度信号可以提取出活动情境信息,比如与体力活动有关的能量消耗(AEE)、活动类型以及持续时间。在卫生保健应用中,活动情境信息有助于正确地解释患者的生命体征身体信号,比如 ECG 和呼吸率,并且有助于改进诊断。在消费者生活方式应用中,其使得用户能够保持健康的体力活动水平,从而避免与缺乏活动有关的疾病。

[0003] 为了以所需的精度将加速度数据转换成 AEE 数值或者为了能够提供正确的活动类型识别,可能很关键的是具有关于传感器位置的先验知识。“Detection of Sensor Wearing Positions for Accelerometry-based Daily Activity Assessment (用于根据加速度测量的日常活动评估的传感器佩戴位置检测)”(*The Sixth IASTED International Conference on Biomedical Engineering*, 2008 年 2 月, Yin 和 Goris)一文公开了一种基于把从所测量的加速度数据中提取的与身体位置相关的特征与已确立的特征数据库的特征进行比较而检测传感器佩戴位置的方法。

[0004] 图 1 是从所提到的 Yin 和 Goris 的文章适配的,并且示出了以每天的总加速度形式累计的加速度能力(y 轴)与利用双标水方法测量的对应的体力活动水平(x 轴)之间的相关实例。分别来自实验数据 4、5、6 的线性回归得到的相关曲线 1、2、3 根据传感器佩戴位置而不同,即腰部 1、4 (菱形),腕部 2、5 (正方形),和胸罩 3、6 (三角形)。因此,尽管读出数据与相同的活动有关,但是所确定的体力活动水平则根据加速度计的附着位置而不同。

[0005] 因此,在本领域内需要精确地检测身体上感测设备的佩戴位置。

发明内容

[0006] 本发明的一个目的是提供一种灵活的身体上感测设备,其可以被佩戴在多个身体位置处,同时仍然可以精确地检测所述设备本身的佩戴位置而不管其佩戴位置如何。此外,本发明的另一个目的是提供一种身体上感测设备,其能够利用次数非常有限的用户—设备交互提取佩戴位置,并且甚至在任何类型的活动期间不需要来自用户的任何干预,从而提供一种用于检测佩戴位置的完全自动的感测设备。

[0007] 本发明优选地尝试单独地或者以任意组合缓解、减轻或消除现有技术的一项或更多项缺点。

[0008] 根据第一方面,提供一种用于检测佩戴位置的感测设备,所述设备包括:

[0009] 用于检测运动信号的运动传感器;

[0010] 用于检测高度信号的高度传感器;以及

[0011] 计算单元；

[0012] 其中，运动传感器和高度传感器可通信地连接到计算单元，并且其中计算单元响应于接收到运动信号和高度信号而确定感测设备相对于用户的佩戴位置。

[0013] 本发明的发明人认识到，为了以高度确定性检测正确的佩戴位置，很重要的是将多于一个输入信号作为判定的基础，并且其中当感测设备被附着到不同的身体部分时，各输入信号在用户的特定移动期间的行为不同。与用户的运动有关的信号和与传感器的高度有关的信号满足这一要求。通过将运动信号和高度信号作为佩戴位置检测的基础，从而可以提供一种可以仅仅基于所检测到的信号来精确地确定佩戴位置的感测设备，并且其不需要或者仅仅需要很少的用户输入。因此，本发明的实施例可以提供一种自动检测设备佩戴位置的感测设备。

[0014] 在本发明的有利实施例中，计算单元还被适配成在运动信号和 / 或高度信号中识别预先选择的运动类型，或者至少在信号中识别代表预先选择的运动类型的候选数据片段。计算单元还被适配成检测出在运动信号和高度信号中存在预先选择的类型的运动或者预先选择的类型的候选数据片段。有利的是在所检测到的信号中识别出运动类型，这是因为通过将佩戴感测设备的用户的特定类型的移动作为佩戴位置检测的基础可以提高佩戴位置检测的精度。

[0015] 在本发明的有利实施例中，计算单元还被适配成从在预先选择的类型的运动的发生期间测量的运动信号和高度信号中提取一个或更多参数，并且将这样的参数作为佩戴位置确定的基础。很方便的是把所提取的参数值和 / 或范围作为计算判定处理的基础。

[0016] 在本发明的有利实施例中，佩戴位置检测是基于一种分类算法。分类算法非常适于与基于复杂输入信号的计算判定相结合。

[0017] 在第二方面，本发明涉及一种检测感测设备的佩戴位置的方法，其中，相对于用户的佩戴位置检测是基于所检测到的运动信号和所检测到的高度信号。

[0018] 在第三方面，本发明涉及一种被适配成实施第二方面的方法的计算机程序产品。所述计算机程序产品可以被实施到感测设备的计算单元中，以便赋予所述设备本发明的第二方面的功能。

[0019] 总而言之，本发明的各个方面可以按照本发明范围内的任何可能方式来组合及耦合。通过参照下面所描述的实施例，本发明的上述和其他方面、特征和 / 或优点将变得显而易见并且将对其进行阐述。

附图说明

[0020] 下面将参照附图仅仅通过举例的方式来描述本发明的实施例，其中：

[0021] 图 1 示出了基于加速度计数据的累计加速度能力以及基于双标水方法的对应体力活动水平的曲线图；

[0022] 图 2 示出了用于检测佩戴位置的感测设备的一个实施例；

[0023] 图 3 示出了感测设备的附着位置的实例；

[0024] 图 4 示出了用于检测感测设备的佩戴位置的算法的一个实施例的方框图；

[0025] 图 5A — D 示出了站立—坐下过渡期间的加速度和高度计信号的截屏；

[0026] 图 6 示出了从运动信号和高度信号提取的参数的散布图；以及

[0027] 图 7 示出了在用于检测佩戴位置的方案中实施假设—证实结构的算法的一个实施例的方框图。

具体实施方式

[0028] 本发明的实施例涉及一种用于检测设备的佩戴位置的感测设备。所述感测设备可以是具有给定功能的主机设备的一部分，其中需要设备的佩戴位置来改进操作。这样的设备包括(但不限于)活动传感器和下降检测器。

[0029] 在发明背景部分中已经讨论过的图 1 示出了所计算的活动水平可能取决于活动传感器的所假定的佩戴位置。因此，如果在将所检测到的移动转换成体力活动水平时不使用正确的佩戴位置，则有可能在所计算的活动水平中引入不确定性。结合下降检测，此外还很重要是知晓正确的佩戴位置。被用于检测下降的算法使用佩戴位置和所检测到的移动一起来确定所检测到的移动是否与下降有关。在下降检测中，很重要是是具有尽可能低的误警报率，同时不会错失实际发生的任何下降，因此很重要是知晓正确的佩戴位置。

[0030] 图 2 示出了用于检测佩戴位置的感测设备 20 的一个实施例。所述设备包括用于检测运动信号的运动传感器 21。运动传感器通常是三轴加速度计。所述设备还包括用于检测传感器位置的高度信号的高度传感器 22。高度传感器可以是高度计或者基于测量空气压力信号或空气压力差的气压计。所述设备还包括计算单元 23。计算单元连接到运动传感器和高度传感器，以便访问或读取运动信号和高度信号。基于来自运动传感器和高度传感器的输入，计算单元确定感测设备相对于用户的佩戴位置。

[0031] 两个传感器在外罩内被放置得非常靠近，从而其测量与相同的身体部分的移动有关的信号。举例来说，如果感测设备被附着到膝盖，则两个传感器应被靠近放置，从而使得所检测到的移动仅仅与膝盖的移动有关，而与相邻肢体的移动无关。因此，两个传感器的邻近度对于膝盖附着应当比对于胸部附着更加靠近。为了具有附着到不同身体部分的自由度，两个传感器应当被放置成使得运动传感器的检测区域和高度传感器的检测区域被定位成彼此相距小于五厘米。其还可以被放置在一起、被邻近地定位或者彼此固定。

[0032] 在一个实施例中，运动传感器 21 同时测量由身体移动导致的惯性加速度和由地球引力施加的重力加速度。高度(例如压力)传感器 22 在其垂直移动时利用空气压力变化来提供关于海拔高度改变的信息。在一个实施例中，例如可以通过将参考海拔高度设定为参考水平来校准压力传感器。空气压力传感器随后可以测量关于该参考水平的高度或高度改变。

[0033] 所述设备通常与主机设备 24 集成，所述主机设备可以包括除了图 2 中所示的之外的附加组件。举例来说，主机设备可以包括用于连接到外围装备的连接器插孔，比如连接到外部计算设备。主机设备还可以包括显示器以用于显示活动水平等等。在各实施例中，感测设备和主机设备可以共享组件，比如加速度计和高度传感器，其可以附加地被用于计算活动水平或其他参数。同样地，可以在主机设备与感测设备之间共享计算单元。

[0034] 为了识别常见的体力活动类型(比如步行、跑步、单车)以及评估有关的能量消耗，希望将感测设备佩戴得靠近身体躯干而不是踝部和腕部之类的四肢，从而得以记录整个身体的移动。图 3 示出了在这方面的感测设备的附着位置的实例。举例来说，感测设备可以被附着到胸部 30，例如作为围绕脖颈或附着到胸罩的挂件；其可以被附着到臀部 31，例如

夹到腰带上 ;其可以被附着到大腿 32,例如处在裤子的口袋中 ;其可以被附着到膝盖 33,例如通过使用捆带附着。身体位置不限于前面提到的实例,并且上述身体位置仅仅是作为实例示出的。此外,多个感测设备 30 — 33 的图示不应被解释成使用多于一个感测设备。在测试情况下可以将多个感测设备附着到一个人,但是在通常的使用情况下,只使用单个感测设备。

[0035] 图 4 示出了用于检测感测设备的佩戴位置的算法的一个实施例的方框图。运动信号 40 和高度信号 41 被输入到运动检测单元或方框 42 中,其被实施在感测设备的计算单元中。运动检测方框 42 在运动信号和高度信号中检测对应于佩戴所述设备的用户的给定类型的运动的信号过渡的发生。运动检测方框从而尝试从其中一个或全部两个输入信号 40、41 识别出特定的预先选择的用户移动类型。一旦识别出或检测到给定的预先选择的运动类型之后,就在特征提取方框 43 中在所述预先选择的类型的运动的发生期间从运动信号提取与运动信号有关的至少一个参数,并且在所述预先选择的类型的运动的发生期间从高度信号提取与高度信号有关的至少一个参数。所提取的参数被输入到分类方框 44,以便基于分类算法检测佩戴位置 45。

[0036] 在一个实施例中,所述计算单元被适配成监测运动信号和 / 或高度信号,以便识别出给定的或预先选择的运动类型,并且在运动信号和 / 或高度信号中检测出对应于该给定运动类型的信号过渡已经发生。信号过渡的形状与身体的具体移动有关。结合图 5 — 7 使用了与坐下一站立移动有关的信号过渡,但是也可以使用其他类型的移动和有关的信号过渡,比如与步行、跳跃等等有关的信号过渡。对于特定运动的识别可以通过使用同时基于加速度和高度计数据的独立活动分类器来实现。此外,可以与所述识别相结合地使用运动发生的情境。举例来说,加速度数据同时提供相关身体部分的移动(例如步行或单车)和姿态(例如站立或平躺)信息。

[0037] 图 5 示出了来自一项测试的站立—坐下过渡期间的加速度和高度计信号的截屏,其中对象在身体的四个不同位置处佩戴感测设备。

[0038] 图 5A 到 5D 示出了在接连的站立—坐下过渡期间测量的运动信号 52 (上方)和高度计信号 53 (下方)。在运动信号的曲线图中示出了来自三轴加速度计的三个感测轴的读出,并且站立—坐下过渡和坐下一站立过渡分别由附图标记 50 和附图标记 51 标识。首先利用中值滤波器对高度计信号(下方)进行处理,以便在不牺牲尖锐的站立—坐下过渡边沿的情况下去除高频尖峰,此外由于缓慢的周围压力改变(由于天气)导致的 DC 偏移也被去除。图 5A 示出了位于胸部的感测设备的信号 ;图 5B 示出了位于臀部的感测设备的信号 ;图 5C 示出了位于大腿的感测设备的信号 ;并且图 5D 示出了位于膝盖的感测设备的信号。

[0039] 回到图 4,运动检测方框 42 监测运动信号和高度信号,并且一旦检测到所期望的运动类型,就通过特征提取方框 43 从信号中提取参数或信号特征。在所期望的运动是站立—坐下 / 坐下一站立过渡时所能提取的信号特征(参数)的实例包括(但不限于)以下特征 :

- [0040] 1) 围绕过渡的高度改变 ;
- [0041] 2) 围绕过渡的指向改变 ;
- [0042] 3) 围绕过渡的加速度能量 ;
- [0043] 4) 围绕过渡的传感器轨迹 ;

[0044] 5) 站立—坐下与坐下一站立过渡之间的高度改变差；

[0045] 6) 站立—坐下与坐下一站立过渡之间的指向改变差。

[0046] 更具体来说,反映高度改变的信号特征可以被如下定义：

[0047]

$$\Delta h = |h_{stand} - h_{sit}|$$

[0048] 其中, h_{stand} 和 h_{sit} 分别代表站立和坐下期间的高度计读出。其可以在固定时间距离下被采样(比如几秒钟),在过渡之前或之后被采样,或者被计算为在过渡之前和之后采样的各点的平均值。这样做是为了降低高度计读出对于常常导致信号波动的噪声源的敏感度。

[0049] 指向改变可以被定义为重力矢量 $a^{(g)}$ 在站立—坐下过渡期间旋转的角度 θ , 其被计算为下式：

[0050]

$$\theta = a \cos \left(\frac{a_{stand}^{(g)} \bullet a_{sit}^{(g)}}{|a_{stand}^{(g)}| |a_{sit}^{(g)}|} \right)$$

[0051] 其中, $\bullet$ 代表两个矢量的点积, $\parallel$ 计算矢量的量值。

[0052] 还可以考虑反映两个矢量的差的其他形式,比如欧几里德距离：

[0053]

$$d = \|a_{stand}^{(g)} - a_{sit}^{(g)}\|$$

[0054] 通过传感器定位分类方框 44 (参照图 4) 来应对特征提取和随后的传感器位置检测的实现。在一个实施例中,所述分类是基于如前所定义的高度改变和指向改变。

[0055] 图 6 示出了在联合特征空间内从运动信号和高度信号中提取的参数的曲线图。所述曲线图具有高度改变和指向改变的散布图的形式,其中沿着水平轴的指向改变以度数计,沿着垂直轴的高度改变以米计。每一点对应于一次站立—坐下过渡;加号表示胸部点 60;菱形表示臀部点 61;三角形表示大腿点 62;并且圆形表示膝盖点 63。可以看出,仅仅对于指向改变,大腿点 62 将难以与膝盖点 63 进行区分,而仅仅对于高度改变,胸部点 60 的群集与臀部点 61 的群集重叠。但是在联合特征空间内,四个群集被非常好地分开。

[0056] 可以实施诸如判定树之类的分类器以便基于提取自运动信号和高度信号的参数来检测正确的传感器位置。为了获得将被用在实际情况中的分类算法,需要收集比图 6 中所示更多的站立—坐下过渡来确立相当大的训练集合。为了获得良好的统计量,这些过渡优选地是利用不同的传感器佩戴位置记录的,并且涵盖相关对象的广泛人口统计学范围。所述分类算法可以访问与有关佩戴位置相关联的预先定义的信号特征的数据库,并且将所述数据库的预先定义的信号特征与提取自运动信号和高度信号的一个或更多参数之间的比较作为分类的基础,以便确定感测设备的佩戴位置。

[0057] 取决于所使用的算法的具体类型,对于运动类型的识别可能需要关于传感器佩戴位置的先验知识。在一个实施例中,基于初始猜测以及对于所述猜测的后续证实而实施一种假设—证实结构。在这方面,可以从可能佩戴位置集合中访问初始佩戴位置并且与所检测到的佩戴位置进行比较。在一个实施例中,初始佩戴位置可以是上一次检测到的佩戴位置,其可以是随机猜测,可以从初步信号分析中检测到的,或者可以来自其他措施。如果所检测到的佩戴位置与初始佩戴位置相匹配,则保持所检测到的佩戴位置,否则选择来自可能佩戴位置集合中的新的初始佩戴位置并且检测新的佩戴位置,并且把新的初始佩戴位置与新的所检测到的佩戴位置进行比较。

[0058] 在一个实施例中,如图 7 中示意性地描绘的那样实施假设—证实结构。方框 70—73 分别以关于佩戴位置的初始假定确定坐下一站立过渡。取决于设备所支持的可能佩戴位置的数目,可能有更多或更少方框。每一个方框都具体实现如图 4 中所描绘的运动检测方框 42,但是其是利用以所假定的设备佩戴位置检测特定类型的移动的运动检测算法而实施的。这些方框的输出 74 将为是或否。也就是说,被用于检测坐下一站立过渡的算法假定初始佩戴位置并且监测运动信号和 / 或高度信号,直到检测到坐下一站立过渡为止。

[0059] 在一个实施例中,初始猜测可以是对于胸部位置 70 的坐下一站立过渡。如果检测到坐下一站立过渡(输出 74 为是),则方框 75 将执行前面所描述的佩戴位置检测方法。也就是说,方框 75 实施如图 4 中所描绘的特征提取方框 43 和分类方框 44。但是只有在“是”输出 74 下才发起对于佩戴位置的计算。所述计算本身不使用所假定的位置,其简单地提取将被用于检测的参数并且基于这些参数运行分类。方框 76 检查方框 75 的输出是否证实了坐下一站立检测方框 70 中的关于初始佩戴位置的假定。如果是的话,则可以对于佩戴位置结果假定高概率,如果不是的话则可以假定低概率。当得到证实时则假定所计算的佩戴位置,否则忽略结果。如果结果被忽略,则假定新的初始猜测 77 (例如臀部位置 71)并且重复所述证实方法,直到获得经过证实的位置为止;或者如果在尝试了所有四种选项之后仍然没有获得证实,则忽略数据片段,并且对于下一个数据片段重复所述方法。如果例如为了检测诸如坐下一站立过渡之类的特定移动花费了过长时间,则也可以做出新的初始猜测。

[0060] 因此,为了检测给定或所选类型的移动,可以在感测数据中的对应于这种所选类型的移动的任何候选片段上顺序地运行方框 70—73。在第一种情况下,检测到运动并且关于传感器位置获得证实,从而不需要运行剩余的方框(如果有的话)。在第二种情况下,没有检测到运动,并且在第三种情况下,检测到运动但是在执行了全部四个方框之后没有获得证实。对于所有这些情况,所述算法都移动到预先选择的类型的移动的下一个候选片段。

[0061] 为了进一步提高检测精度,可以对于更长时间上的检测应用判定融合方法。在这种情况下,分别基于一次站立—坐下过渡做出关于佩戴位置的中间判定。随后通过特定判定融合方法做出最终判定。举例来说,通过多数投票,在累计的中间判定当中最常出现的传感器位置获胜。

[0062] 可以设想到,当更多信息可用于所述算法时可以获得更精确的位置指示,比如身体长度、肢体长度以及在针对坐下一站立过渡的情况下的座椅高度。通过利用身体长度对所检测到的高度改变进行归一化将会改进佩戴位置检测算法的应用。

[0063] 本发明可以通过任何适当形式来实施,其中包括硬件、软件、固件或者其任意组合。本发明或者本发明的某些特征可以被实施为运行在一个或更多数据处理器和 / 或数字

信号处理器上的计算机软件。可以按照任何适当方式在物理、功能和逻辑上实施本发明的一个实施例的各个元件和组件。实际上,所述功能可以被实施在单个单元内,被实施在多个单元内,或者被实施为其他功能单元的一部分。因此,本发明可以被实施在单个单元内,或者可以在物理和功能上分布在不同单元和处理器之间。

[0064] 虽然结合具体实施例描述了本发明,但是本发明不意图被限制于这里所阐述的具体形式。相反,本发明的范围仅由所附权利要求书限定。在权利要求书中,“包括”一词不排除其他元件或步骤的存在。此外,虽然各项单独特征可以被包括在不同权利要求中,但是有可能有利地组合这些特征,并且包括在不同权利要求中并不意味着特征组合不可行和 / 或不是有利的。此外,在提到单数时不排除复数。因此,在提到“一”、“一个”、“第一”、“第二”等等时不排除复数。此外,权利要求书中的附图标记不应被解释成限制其范围。

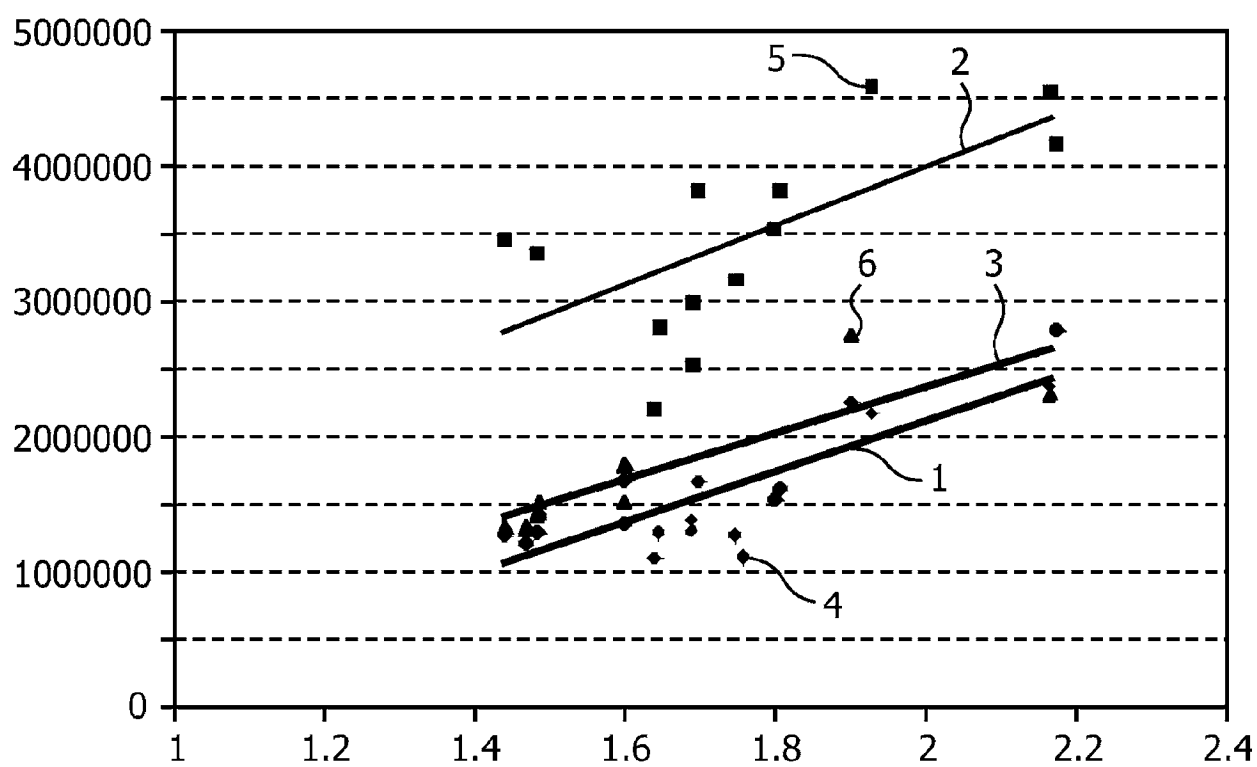


图 1 (现有技术)

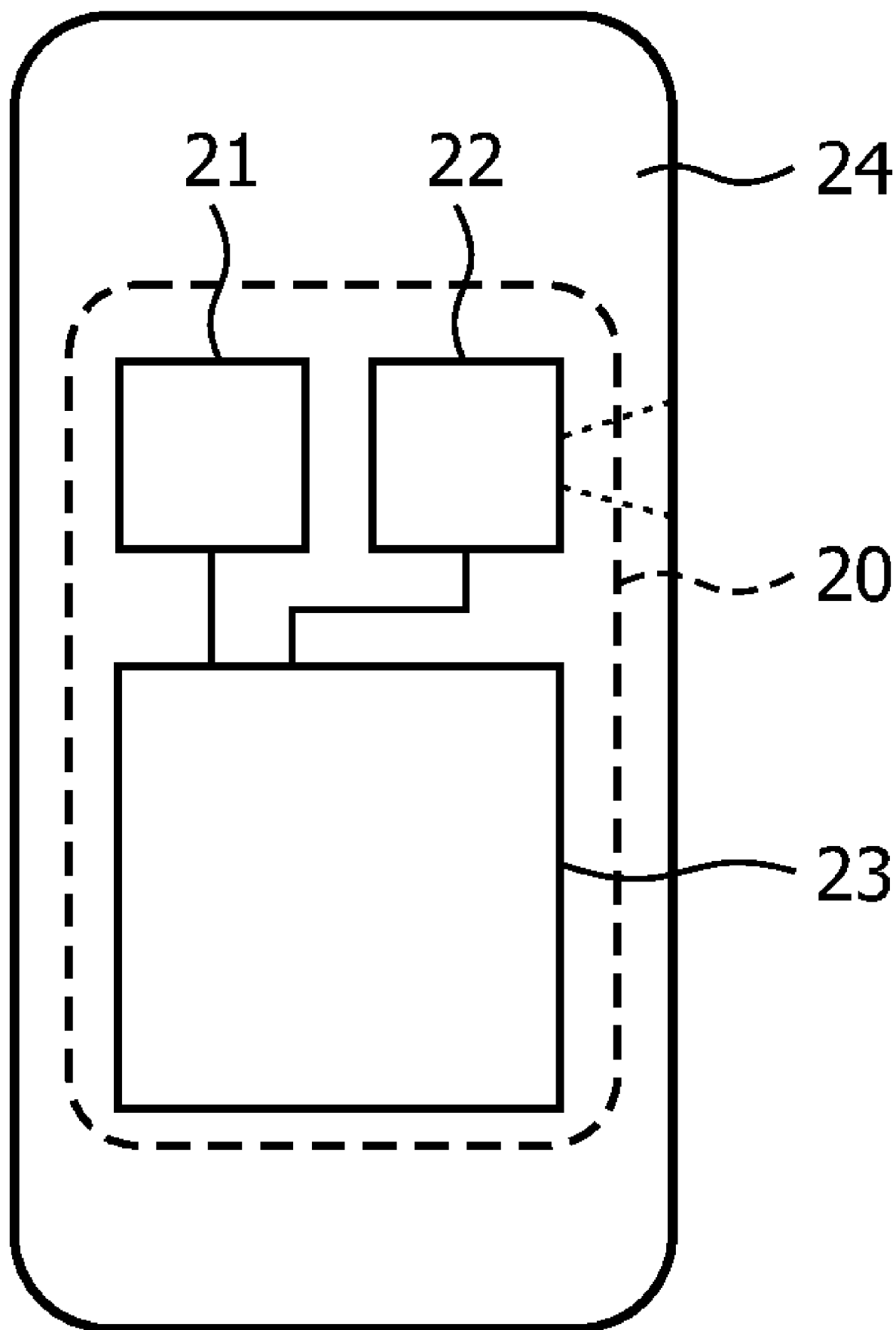


图 2

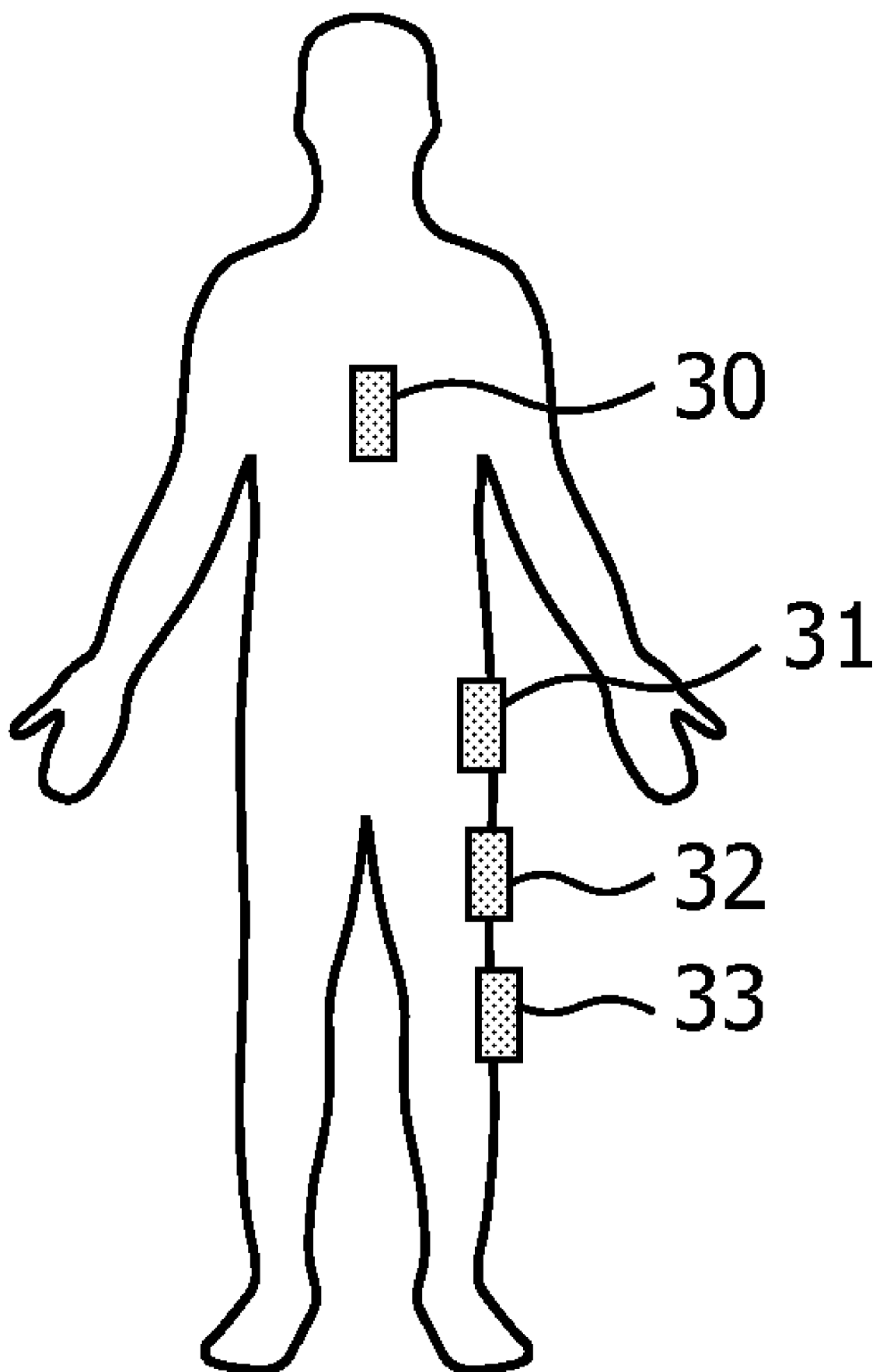


图 3

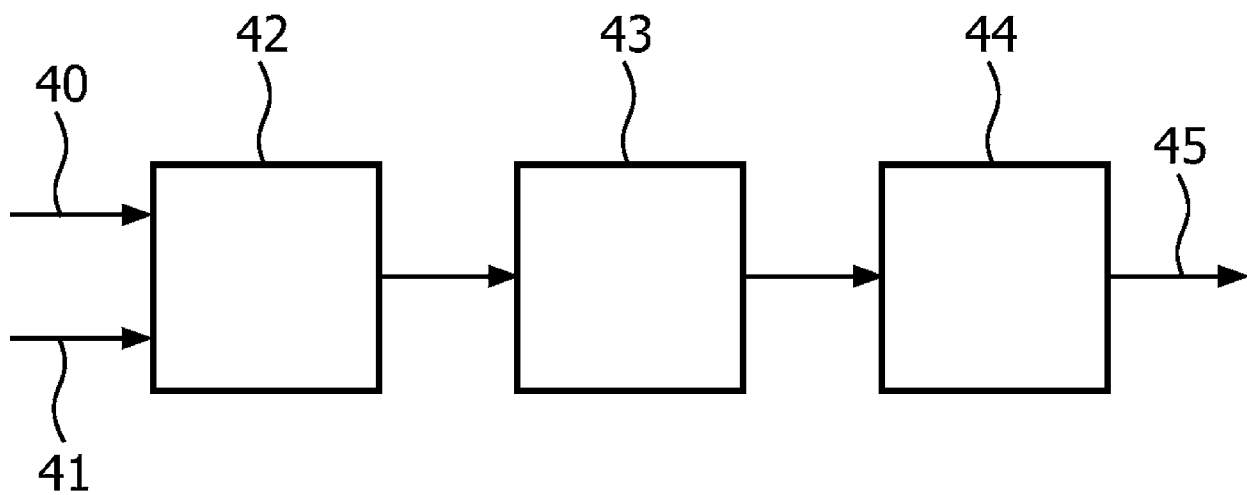


图 4

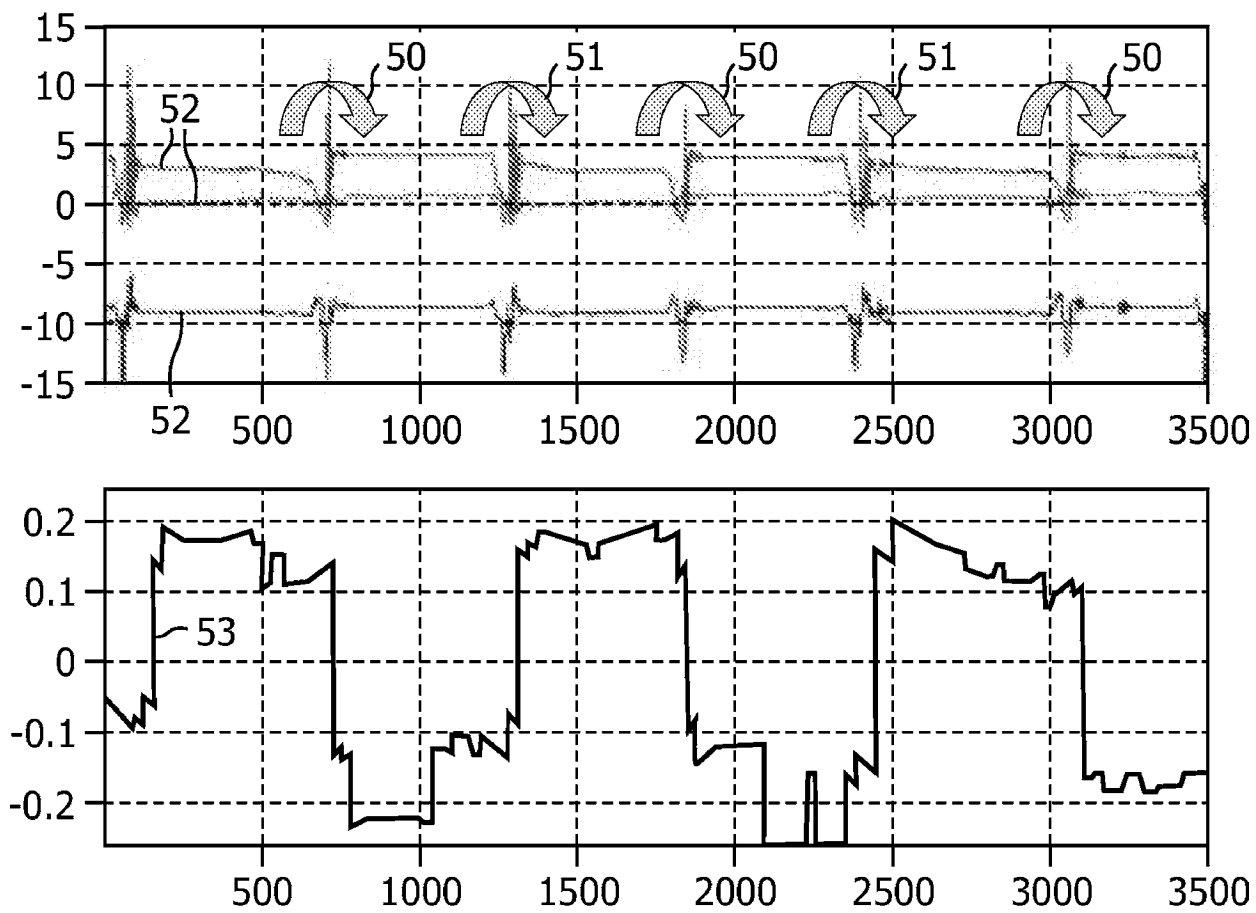


图 5A

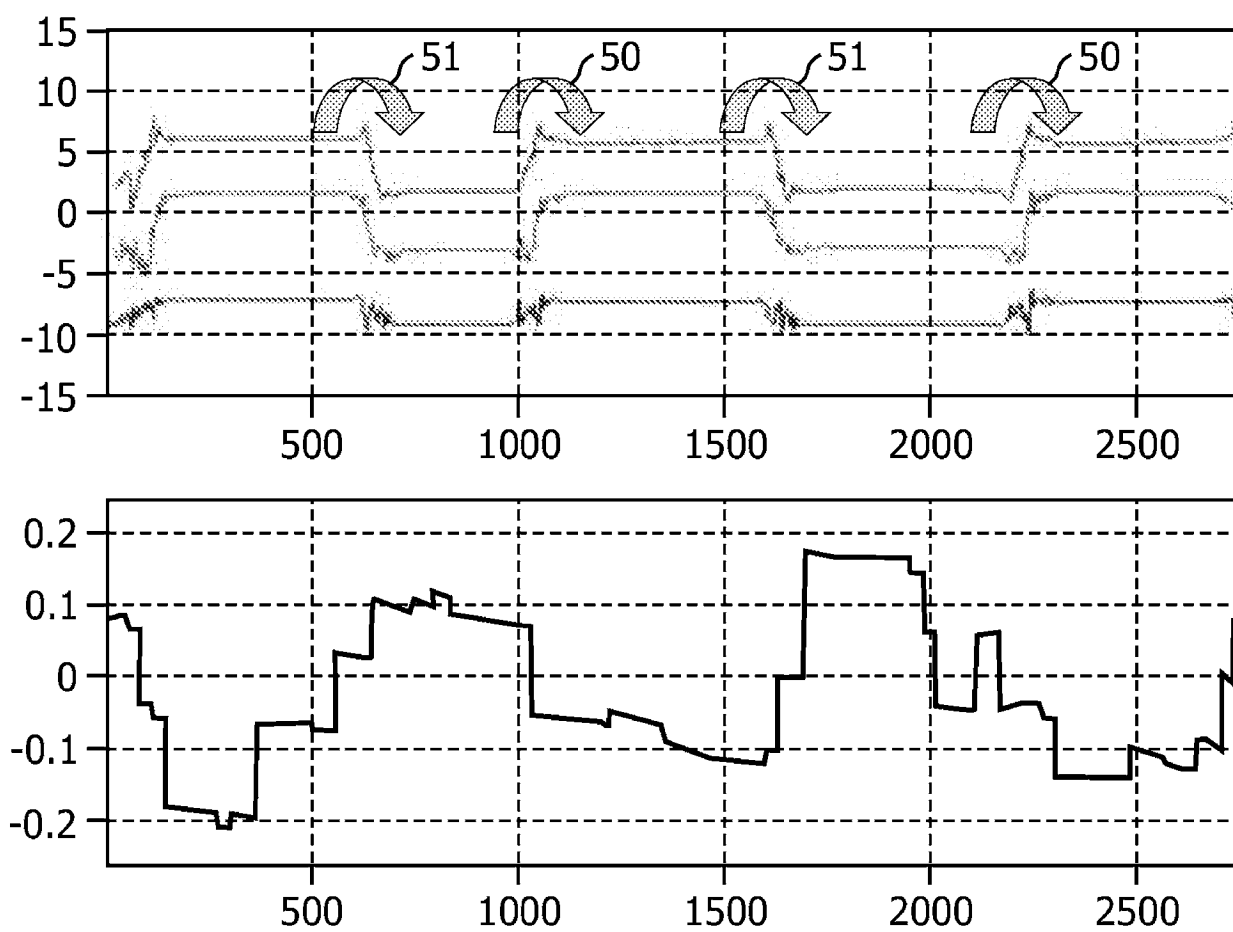


图 5B

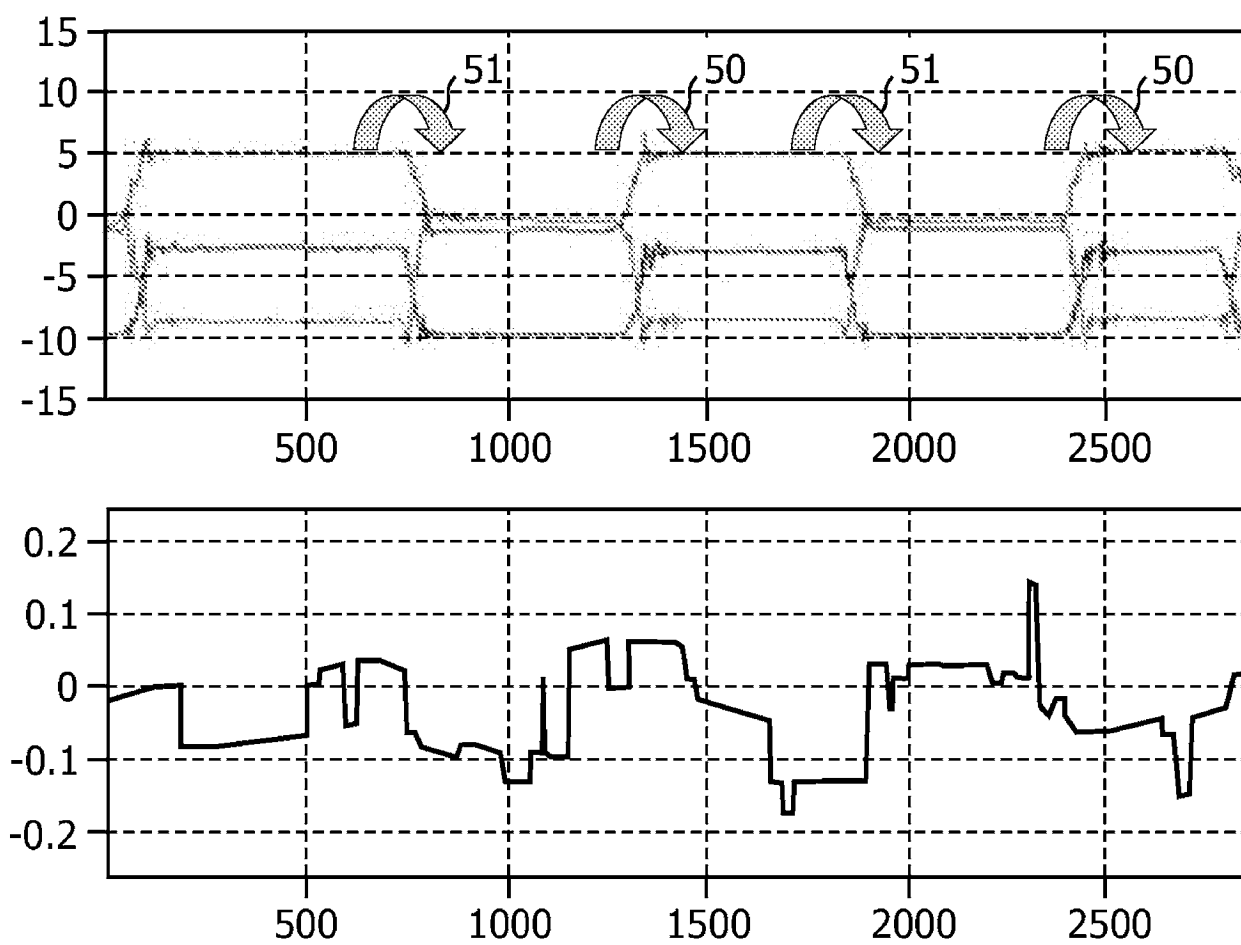


图 5C

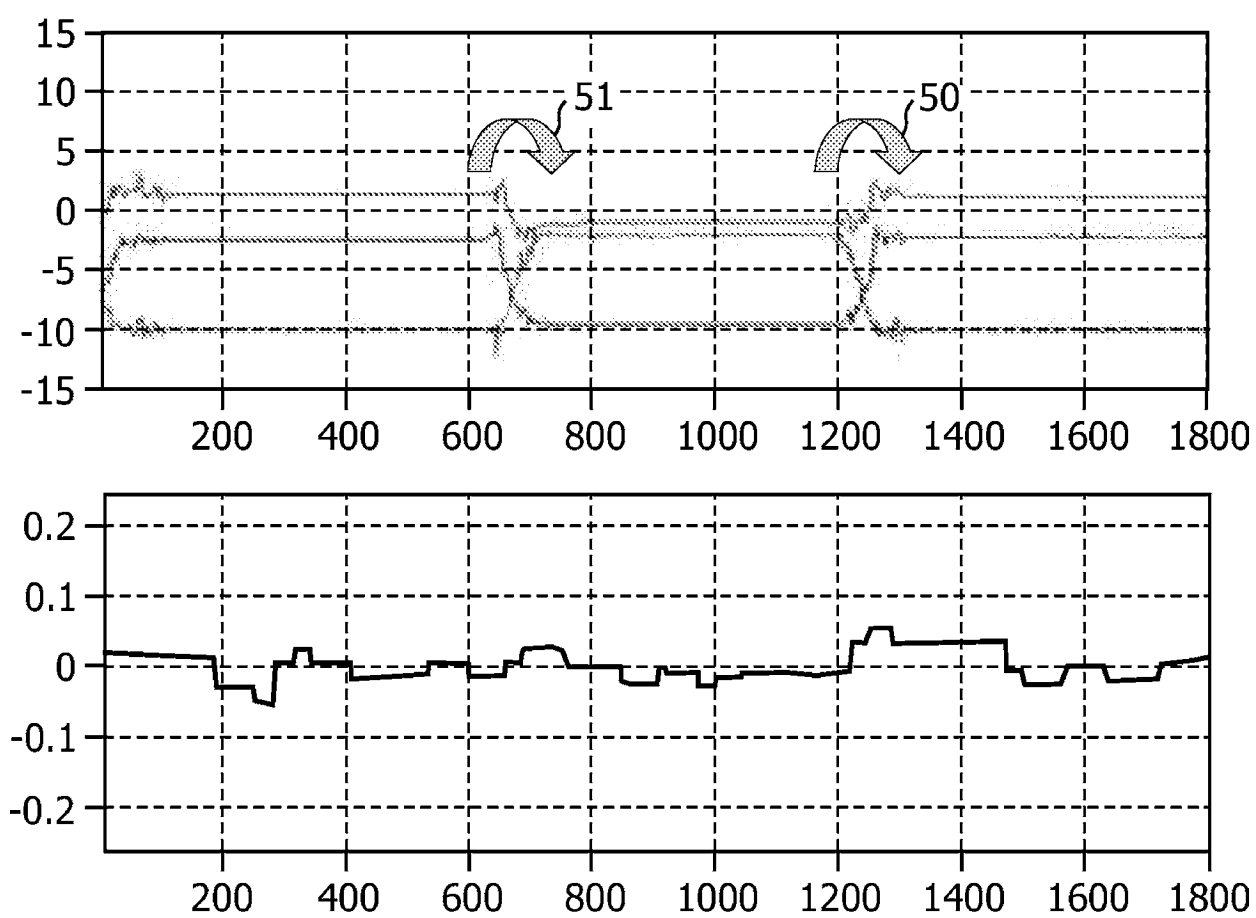


图 5D

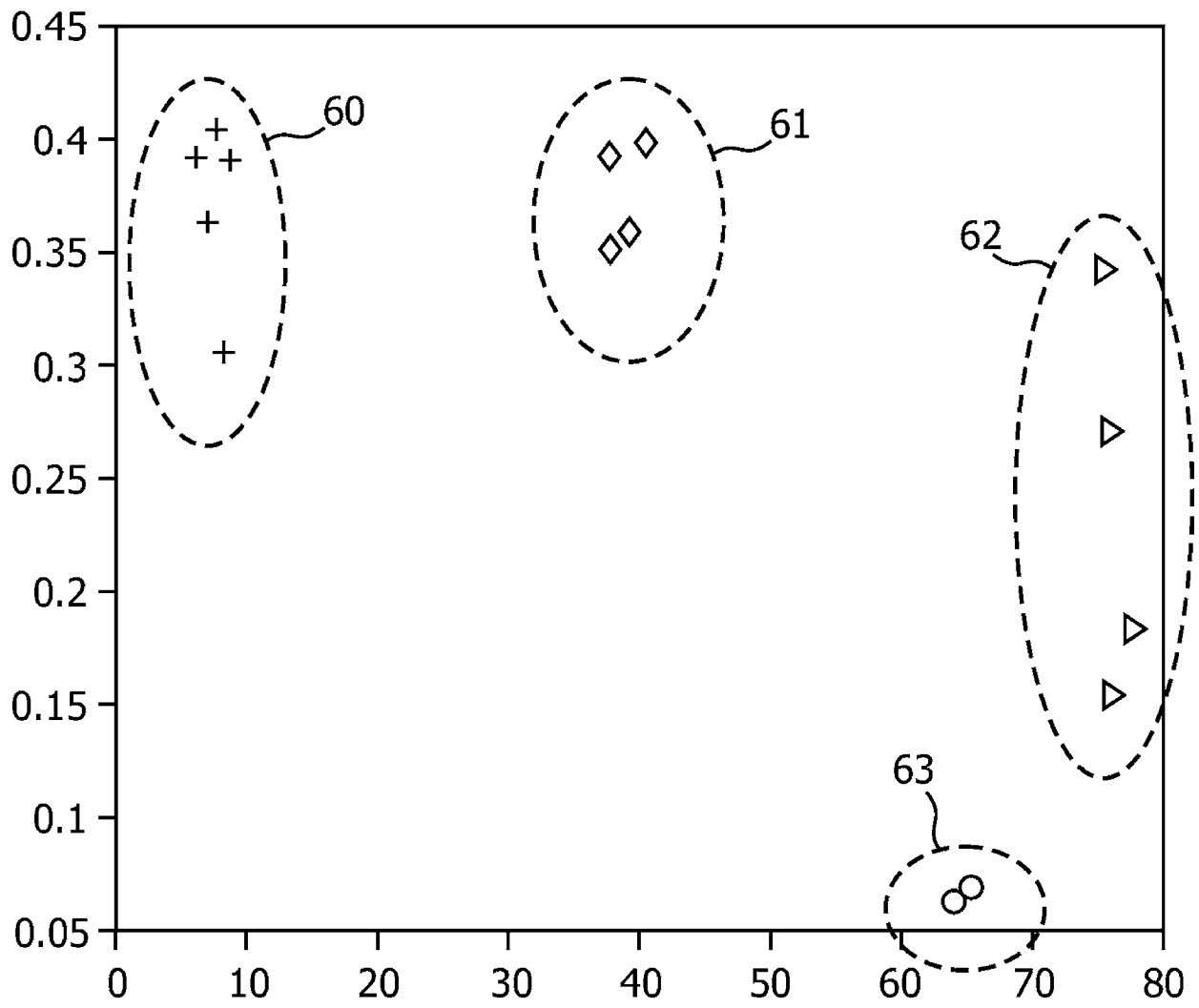


图 6

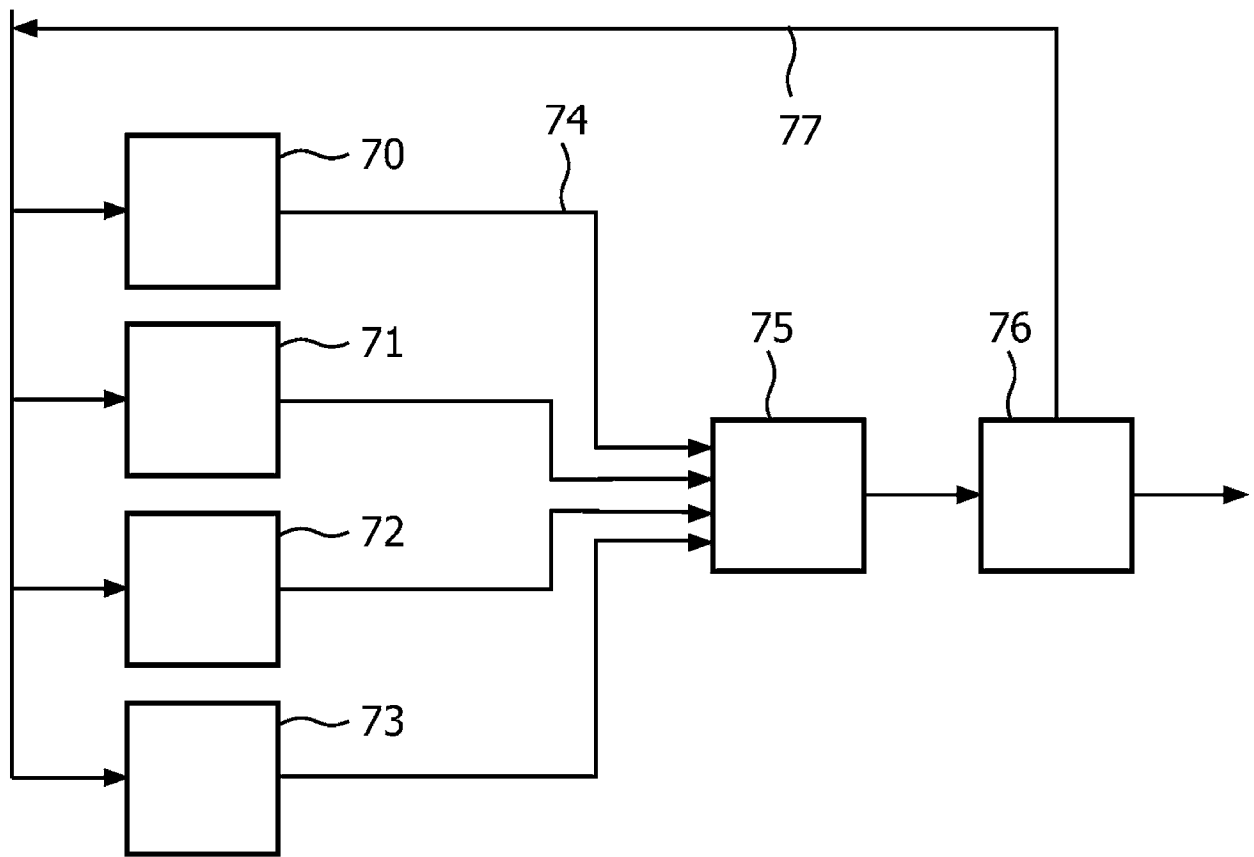


图 7