

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101969878 B

(45) 授权公告日 2013. 03. 13

(21) 申请号 200980109001. 7

(22) 申请日 2009. 03. 09

(30) 优先权数据

2008-065761 2008. 03. 14 JP

2008-291171 2008. 11. 13 JP

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010. 09. 14

(86) PCT申请的申请数据

PCT/JP2009/054422 2009. 03. 09

(87) PCT申请的公布数据

W02009/113491 JA 2009. 09. 17

(73) 专利权人 欧姆龙健康医疗事业株式会社

地址 日本国京都府

(72) 发明人 岩堀敏之 三木章利

(74) 专利代理机构 隆天国际知识产权代理有限公司

公司 72003

代理人 郭晓东 马少东

(51) Int. Cl.

A61C 17/22(2006. 01)

A61C 17/00(2006. 01)

(56) 对比文件

WO 2006137648 A1, 2006. 12. 28,

JP 52088442 A, 1977. 07. 23,

JP 8010045 A, 1996. 01. 16,

CN 200956893 Y, 2007. 10. 10,

审查员 吕卓

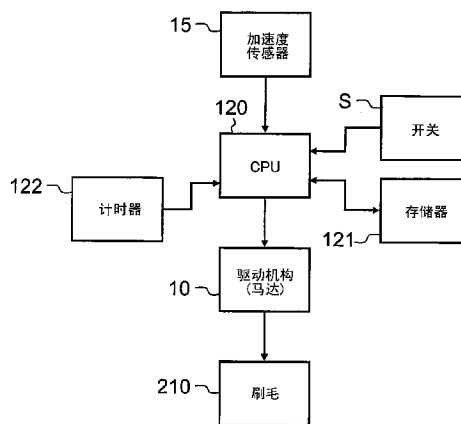
权利要求书 1 页 说明书 17 页 附图 32 页

(54) 发明名称

电动牙刷

(57) 摘要

在电动牙刷的主体 (1) 上设置有三轴加速度传感器 (5)。CPU(120) 根据加速度传感器 (15) 的输出来检测牙刷主体 (1) 的三维姿势, 并根据刷毛的姿势来推定磨刷部位。并且, CPU(120) 进行控制以对应于所推定的磨刷部位来切换动作模式 (例如马达的旋转方向、刷毛的振动频率等)。



1. 一种电动牙刷,其特征在于,具有:
刷毛;
驱动机构,其使所述刷毛运动;
姿势检测机构,其检测所述刷毛的姿势;
部位推定机构,其根据所检测出的姿势来推定磨刷部位;
控制机构,其对应于所推定的磨刷部位来切换所述驱动机构的动作模式。
2. 根据权利要求1所述的电动牙刷,其特征在于,所述驱动机构包括旋转马达,所述驱动机构的动作模式包括所述旋转马达的旋转方向。
3. 根据权利要求1或2所述的电动牙刷,其特征在于,所述驱动机构的动作模式包括所述刷毛的运动频率。
4. 根据权利要求1或2所述的电动牙刷,其特征在于,所述姿势检测机构具有三轴加速度传感器,所述姿势检测机构根据所述三轴加速度传感器的输出来检测出所述刷毛的三维姿势。
5. 根据权利要求1或2所述的电动牙刷,其特征在于,所述姿势检测机构具有三轴加速度传感器和三轴陀螺仪,所述姿势检测机构根据所述三轴加速度传感器的输出和所述三轴陀螺仪的输出来检测出所述刷毛的三维姿势。
6. 根据权利要求1或2所述的电动牙刷,其特征在于,还具有刷角推定机构,所述刷角推定机构根据所检测出的姿势来推定刷角,所述刷角为所述刷毛相对于沿着使用者的牙顶和牙根的轴的角度,
所述控制机构对应于所推定的磨刷部位和刷角来切换所述驱动机构的动作模式。
7. 根据权利要求1或2所述的电动牙刷,其特征在于,还具有负载检测机构,所述负载检测机构检测作用于所述刷毛的负载,
所述控制机构在负载未作用于所述刷毛的期间禁止所述动作模式的切换。

电动牙刷

技术领域

[0001] 本发明涉及一种电动牙刷。

背景技术

[0002] 目前,已知有通过使高速运动的刷毛 (brush) 接触牙齿来进行刷牙 (除去食物残渣和牙齿污垢) 那样类型的电动牙刷。在该类型的电动牙刷中,以提高牙垢除去力和提高治疗感为目标提出了各种驱动机构以及驱动方法。

[0003] 例如在专利文献 1、2 中公开了通过马达旋转方向的切换能够对旋转往复运动 (旋转运动) 与直线往复运动 (直线运动) 进行切换的电动牙刷。

[0004] 另外,在专利文献 3 中公开了分四个阶段或八个阶段检测牙刷主体在轴周围的朝向并根据检测结果来推定磨刷部位的构思。具体而言,在主体内部沿圆周方向设置有多个扇状的分区,根据电阻的变化来检测导电性的球进入到哪个区划中,由此来推定牙刷主体的动作。但是,这样的机构难以紧凑化,而且通过牙刷的运动使球的位置变得不稳定,因而难以获得高的检测精度。此外,在专利文献 3 中,针对每个部位记录磨刷的次数和时间,并输出是否适当进行磨刷的评价。

[0005] 专利文献 1 :JP 实开平 4-15426 号公报

[0006] 专利文献 2 :JP 特开平 5-123221 号公报

[0007] 专利文献 3 :JP 特开 2005-152217 号公报

发明内容

[0008] 发明所要解决的问题

[0009] 本发明的目的在于提供一种进一步提高电动牙刷的齿垢除去力和治疗感的技术。

[0010] 用于解决问题的手段

[0011] 为了达到上述目的,本发明采用了如下的构成。

[0012] 本发明的电动牙刷具有 :刷毛 ;驱动机构,其使所述刷毛运动 ;姿势检测机构,其检测所述刷毛的姿势 ;部位推定机构,其根据所检测出的姿势来推定磨刷部位 ;控制机构,其对应于所推定的磨刷部位来切换所述驱动机构的动作模式。

[0013] 在此,所谓的“磨刷部位”是指,在通过区分口腔内的齿列表面来定义的多个部位中,由刷毛进行磨刷 (刷毛接触) 的部位。根据牙齿的种类 (上颚 / 下颚、磨牙 / 切牙等) 或部位 (舌侧 / 颊侧、齿面 / 咬合面、齿周凹缝等) 的不同,而食物残渣及牙垢的附着方式也不同的。因此,针对每个部位有效的磨刷动作,例如刷毛的接触方法、动作方法、速度等均有所不同。另外,即使是相同种类的牙齿,刷毛在齿列的右侧和左侧的接触方法也是相反的。

[0014] 因此,本发明的电动牙刷采用了自动推定磨刷部位,并且对应于所推定的磨刷部位来自动切换动作模式的构成。由此,能够根据各磨刷部位来实现适当的磨刷动作,能够期待牙垢除去力及治疗感的进一步提高。

[0015] 优选所述驱动机构包括旋转马达,所述控制机构对应于磨刷部位来切换所述旋转

马达的旋转方向。

[0016] 由此,能够与磨刷部位相对应地改变刷毛的运动方向(刷毛毛尖的动作)。例如,可以实施控制,以使刷毛的毛尖沿着使牙垢从齿周凹缝磨刷出的方向进行运动。

[0017] 优选所述控制机构对应于磨刷部位来切换所述刷毛的运动频率。

[0018] 例如,可以实施以下的控制,在敏感的部位(不优选强力磨刷的部位)降低运动频率,而在期望良好刷扫效果的部位提高运动频率等。

[0019] 优选所述姿势检测机构具有加速度传感器,所述姿势检测机构根据所述加速度传感器的输出来检测出所述刷毛的三维姿势。

[0020] 由此,能够高精度地判定刷毛的姿势,能够比以往更高精度且高分辨率地判定磨刷部位。另外,由于加速度传感器较为小型,因此也容易组装于电动牙刷主体中。也可以使用单轴加速度传感器,优选可以使用多轴(双轴、三轴或三轴以上)的加速度传感器。

[0021] 优选所述姿势检测机构具有陀螺仪,所述姿势检测机构根据所述加速度传感器的输出和所述陀螺仪的输出来检测出所述刷毛的三维姿势。

[0022] 在加速度传感器的输出中,包含有重力加速度成分和动加速度成分。其中表示刷毛的三维姿势的是重力加速度成分,动加速度成分成为不需要的信号成分。因此,通过参照陀螺仪的输出来去除动加速度成分,能够更高精度地计算出刷毛的三维姿势。

[0023] 优选还具有刷角推定机构,所述刷角推定机构根据所检测出的姿势来推定刷角,所述刷角为所述刷毛相对于齿轴的角度,所述控制机构对应于所推定的磨刷部位和刷角来切换所述驱动机构的动作模式。

[0024] 通过还考虑了刷毛角度,能够实现更适当的磨刷动作。

[0025] 优选还具有负载检测机构,所述负载检测机构检测作用于所述刷毛的负载,所述控制机构在负载未作用于所述刷毛的期间禁止所述动作模式的切换。

[0026] 例如将刷毛从齿列的右侧向左侧移动时,大大改变了刷毛的姿势,因而有可能在移动的期间频繁地切换动作模式。这样的现象造成控制不稳定,并且产生无用的耗电。因此,如本发明那样,通过在负载未作用到刷毛的期间禁止动作模式的切换,能够抑制在牙刷移动中发生上述现象。

[0027] 此外,能够将所述机构和各处理尽可能相互组合来构成本发明。

[0028] 发明的效果

[0029] 本发明能够进一步提高电动牙刷的牙垢除去力和治疗感。

附图说明

[0030] 图1是第一实施方式的电动牙刷的框图。

[0031] 图2是表示第一实施方式的电动牙刷的内部结构的剖视图。

[0032] 图3是表示电动牙刷的外观的立体图。

[0033] 图4是表示磨刷部位的划分的图。

[0034] 图5是表示第一实施方式的动作模式自动控制的主程序的流程图。

[0035] 图6是第一实施方式的姿势检测处理的流程图。

[0036] 图7是第一实施方式的磨刷部位推定处理(上颌)的流程图。

[0037] 图8是第一实施方式的磨刷部位推定处理(下颌)的流程图。

- [0038] 图 9 是第一实施方式的动作模式切换处理的流程图。
- [0039] 图 10 是表示上颚的各磨刷部位的加速度传感器输出 A_x 、 A_y 、 A_z 的一个例子的图。
- [0040] 图 11 是表示下颚的各磨刷部位各加速度传感器输出 A_x 、 A_y 、 A_z 的一个例子的图。
- [0041] 图 12 是示意性地表示马达的旋转方向和刷毛的动作的图。
- [0042] 图 13 是第二实施方式的动作模式切换处理的流程图。
- [0043] 图 14 是用于说明刷毛轨迹的图。
- [0044] 图 15 是表示刷角与刷毛动作的关系的图。
- [0045] 图 16 是表示随着刷角的变化而发生传感器输出的波形变化的图。
- [0046] 图 17 是表示第三实施方式的动作模式自动控制的主程序的流程图。
- [0047] 图 18 是第三实施方式的动作模式切换处理的流程图。
- [0048] 图 19 是第四实施方式的电动牙刷的框图。
- [0049] 图 20 是第五实施方式的电动牙刷的框图。
- [0050] 图 21 是表示第五实施方式的动作模式自动控制的主程序的流程图。
- [0051] 图 22 是表示刷毛按压牙齿时的牙刷主体的姿势变化的图。
- [0052] 图 23 是表示随着图 22 中的姿势变化而发生传感器输出的波形变化的图。
- [0053] 图 24 是表示第六实施方式的电动牙刷的刷毛部分的立体图。
- [0054] 图 25 是第六实施方式的磨刷部位推定处理（上颚）的流程图。
- [0055] 图 26 是第六实施方式的磨刷部位推定处理（下颚）的流程图。
- [0056] 图 27 是用于说明加速度传感器输出的噪声下降的图。
- [0057] 图 28 是表示电动牙刷的姿势角度的定义的图。
- [0058] 图 29 是用于说明驱动速度的改变控制的图。
- [0059] 图 30 是表示第七实施方式的电动牙刷的刷毛部分的立体图。
- [0060] 图 31 是用于说明第八实施方式的姿势检测的图。
- [0061] 图 32 是第九实施方式的姿势信息更新处理的流程图。

具体实施方式

[0062] 下面参照附图，例示性地详细说明本发明的最佳实施方式

[0063] （第一实施方式）

[0064] < 电动牙刷的构成 >

[0065] 参照图 1、图 2、图 3，对电动牙刷的构成进行说明。图 1 是第一实施方式的电动牙刷的框图，图 2 是表示第一实施方式的电动牙刷的内部结构的剖视图，图 3 是表示电动牙刷的外观的立体图。

[0066] 电动牙刷具有：内置有作为驱动源的马达 10 的电动牙刷主体 1（以下也简称为“主体 1”）、和具有刷毛（brush）210 的振动构件 2。主体 1 大致呈圆筒形状，兼作刷牙时供使用者手握的把手部。

[0067] 在主体 1 中设置有用于开闭电源的开关 S。另外，在主体 1 的内部设置有作为驱动源的马达 10、驱动电路 12、作为 2.4V 电源的充电电池 13 和充电用的线圈 14 等。在对充电电池 13 进行充电时，在充电器 100 上仅仅载置有主体 1，能够通过电磁感应而以非接触方式

来进行充电。驱动电路 12 具有用于执行各种运算和控制的 CPU(输出输入处理部)120、用于存储程序及各种设定值的存储器 121 和计时器 122 等。

[0068] 进而,在主体 1 内部设置有多轴(在此指 x、y、z 三个轴)加速度传感器 15。如图 3 所示,加速度传感器 15 被设置为,使 x 轴与刷毛面平行,y 轴与主体 1 的长度方向一致,z 轴与刷毛面垂直。也就是说,当将主体 1 载置在充电器 100 上时,重力加速度矢量与 y 轴平行;当将刷毛面朝上时,重力加速度矢量与 z 轴平行;当将主体 1 置为水平而使刷毛面朝向侧向时,则重力加速度矢量与 x 轴平行。加速度传感器 15 的各轴的输出被输入至 CPU120 中,以用于检测刷毛的三维姿势。

[0069] 作为加速度传感器 15,可优选利用压电电阻式、静电电容式或者热检测式的 MEMS(微机电系统, Micro Electro Mechanical Systems)传感器。这是因为 MEMS 传感器非常小型,容易组装在主体 1 的内部。但是,加速度传感器 15 的型式并不局限于此,也可以利用电动式、应变仪式、压电式等的传感器。另外,虽然没有特别图示,但是设置用于补偿各轴的传感器的敏感度的平衡、敏感度的温度特性以及温度变动等的补偿电路也可以。另外,也可以设置用于除去动加速度成分及噪声的带通滤波器(低通滤波器)。另外,通过使加速度传感器的输出波形平滑化,也可以降低噪声。图 27 表示通过使前后数 100msec 的数据平均化来降低输出波形的高频噪声的例子。

[0070] 振动构件 2 具有:被固定在主体 1 侧的杆(stem)部 20 和安装于该杆部 20 的刷构件 21。刷毛 210 植毛在刷构件 21 的前端。刷构件 21 属于消耗构件,为了便于更换新物,其构成为可自由装卸于杆部 20 上。

[0071] 杆部 20 由树脂材料构成。杆部 20 借助由弹性体构成的弹性构件 202 安装于主体 1 上。杆部 20 是用于封闭前端(刷毛侧的端部)的筒状构件,在筒内部的前端具有轴承 203。与马达 10 的转轴 11 相连接的偏心轴 30 的前端插入于杆部 20 的轴承 203 中。该偏心轴 30 在轴承 203 的附近具有配重 300,偏心轴 30 的重心从其旋转中心偏移。此外,在偏心轴 30 的前端与轴承 203 之间设置有微小的间隙。

[0072] <电动牙刷的驱动原理>

[0073] CPU120 将对应于动作模式的驱动信号(例如脉冲宽度调频信号)供给至马达 10,使马达 10 的旋转轴 11 旋转。随着旋转轴 11 的旋转而偏心轴 30 也旋转,但是,因为偏心轴 30 的重心偏移,而进行了围绕旋转中心旋转那样的运动。因此,偏心轴 30 的前端与轴承 203 的内壁反复发生碰撞,由此使杆部 20 及安装于其上的刷构件 21 高速振动(运动)。也就是说,马达 10 起到了使牙刷振动(运动)的驱动机构的作用,而偏心轴 30 起到了将马达 10 的输出(旋转)转换为振动构件 2 的振动的运动传递机构(运动转换机构)的作用。

[0074] 使用者手持主体 1,使高速振动的刷毛 210 接触牙齿,由此能够进行磨刷。此外,CPU120 使用计时器 122 监控持续动作时间,经过了规定时间(例如 2 分钟)时,即自动停止刷毛的振动。

[0075] 在本实施方式的电动牙刷中,作为运动传递机构的偏心轴 30 被内置于振动构件 2 中,特别是配重 300 被配置于刷毛 210 的附近。由此,能够使刷毛 210 部分有效地进行振动。另一方面,由于振动构件 2(杆部 20)借助弹性构件 202 安装于主体 1 上,因此难以将振动构件 2 的振动传递到主体 1 上。因而,能够降低磨刷牙齿时主体 1 和手的振动,能够提高使用感。

[0076] < 电动牙刷的动作 >

[0077] 由于牙齿种类（上颌 / 下颌、磨牙 / 切牙等）或部位（舌侧 / 颊侧、齿面 / 咬合面等）的不同，而食物残渣及牙垢的附着方式也不同。因此，对齿列的每个部位有效的磨刷动作，例如牙齿的接触方法（刷角及刷压）、动作方法、速度、磨刷时间等也有所不同。另外，即使是相同种类的牙齿，牙齿的接触方法在齿列的右和左两侧是相反的。

[0078] 因此，本实施方式的电动牙刷，根据由加速度传感器 15 检测出的刷毛姿势来推定磨刷部位，对应于磨刷部位来自动切换马达 10 的动作模式（旋转方向、转速等）。

[0079] 在本实施方式中，如图 4 所示，将上下的齿列划分为“上颌前颊侧”、“上颌前舌侧”、“上颌左颊侧”、“上颌左舌侧”、“上颌左咬合面”、“上颌右颊侧”、“上颌右舌侧”、“上颌右咬合面”、“下颌前颊侧”、“下颌前舌侧”、“下颌左颊侧”、“下颌左舌侧”、“下颌左咬合面”、“下颌右颊侧”、“下颌右舌侧”和“下颌右咬合面”16 个部位。但是，齿列的划分并不局限于此，也可以更粗略地划分，也可以更细的划分。

[0080] 参照图 5 ~ 图 9 的流程图，具体地说明动作模式的自动控制的流程。图 5 是主程序的流程图，图 6 ~ 图 9 是表示主程序的各处理的详细情况的流程图。此外，只要不特别作事先声明，后述的处理均是由 CPU120 按照程序来执行的处理。

[0081] 当接通电动牙刷的电源时，CPU120 根据加速度传感器 15 的输出来检测刷毛的姿势（倾斜）(S10)。接着，CPU120 根据在 S10 中检测出的姿势来推定磨刷部位 (S20)。接着，CPU120 对应于经 S20 推定的磨刷部位来执行切换动作模式的控制 (S30)。每隔一定时间重复执行 S10 ~ S30 的处理，每当磨刷部位变化时，便适当地改变动作模式。当电源切断，或持续动作时间达到规定时间（例如 2 分钟）时，便通过手动进行动作模式切换，结束图 5 的主程序。以下，对 S10 ~ S30 的处理进行详细说明。

[0082] < 姿势的检测 >

[0083] 图 6 是姿势检测处理 (S10) 的流程图。

[0084] CPU120 从加速度传感器 15 获取 x、y、z 各自的输出 A_x 、 A_y 、 A_z (S100)。 A_x 表示 x 方向的加速度成分， A_y 表示 y 方向的加速度成分， A_z 表示 Z 方向的加速度成分。当牙刷处于静止状态时（动加速度未作用于加速度传感器 15 时）， A_x 、 A_y 、 A_z 的合成矢量 A 相当于重力加速度。在此，将 $A = (A_x, A_y, A_z)$ 称为姿势矢量。

[0085] 在此，姿势矢量 $A = (A_x, A_y, A_z)$ 的大小大于 $1.2g$ (g 为重力加速度) 的情况下 (S101; 是)，送回错误信息 (S102)。这是因为若加速度传感器输出中含有较多的动加速度成分时，则难以正确限定重力加速度的方向（即刷毛的三维姿势）。此外，也可以不像步骤 S102 那样送回错误信息，而重复 S100 和 S101 的处理，直到获得合成矢量的大小为 $1.2g$ 以下的加速度传感器输出 A_x 、 A_y 、 A_z 。此外，错误判定的阈值不限于 $1.2g$ ，也可以是其他值。

[0086] < 磨刷部位的推定 >

[0087] 图 7、图 8 是磨刷部位推定处理 (S20) 的流程图。另外，图 10、图 11 是表示每个磨刷部位的加速度传感器输出 A_x 、 A_y 、 A_z 的一个例子的图。

[0088] 首先，CPU120 根据 z 方向的加速度传感器的输出 A_z ，判定磨刷部位是上颌还是下颌 (S700)。磨刷上颌的齿列时，刷毛面大多朝上；磨刷下颌的齿列时，刷毛面大多朝下；可着眼于此进行判定。当 $A_z > 0$ 时判定为下颌 (S801)，当 $A_z \leq 0$ 时判定为上颌 (S701)。

[0089] (1) 上颌的情形

[0090] CPU120, 基于 y 方向的加速度传感器的输出 A_y 判定是否是门牙 (S702)。磨刷牙时牙刷主体 1 变得比较水平, 但磨刷牙时会与唇发生干涉, 因而不得不使牙刷主体 1 倾斜, 着眼于此进行判定。当 $A_y \leq$ 阈值 a 时, 判定为上颌门牙 (S703)。

[0091] 当判定为上颌门牙时, CPU120 根据 x 方向的加速度传感器的输出 A_x 来判定是在颊侧还是在舌侧 (S704)。颊侧和舌侧, 着眼于刷毛的朝向是否反转进行判定。当 $A_x > 0$ 时, 判定为“上颌前颊侧” (S705), 当 $A_x \leq 0$ 时, 判定为“上颌前舌侧” (S706)。

[0092] 另一方面, 在以 S702 判定为非上颌门牙的情况下, CPU120 根据 x 方向的加速度传感器的输出 A_x 来判定是否为咬合面 (S707)。磨刷牙咬合面时使刷毛面呈大致水平, 着眼于 A_x 的输出非常小来进行判定。当阈值 $b > A_x >$ 阈值 c 时, 判定为“上颌左咬合面或上颌右咬合面” (S708)。此外, 在第一实施方式中, 未对上颌左咬合面与上颌右咬合面进行特别区分。这是因为在咬合面的情形下, 在左右要改变磨刷牙动作的必要性很小的缘故。

[0093] 当 $A_x \geq$ 阈值 b 或 $A_x \leq$ 阈值 C 时, CPU120 根据 A_x 是否大于零来判定是在颊侧还是在舌侧 (S709)。颊侧和舌侧, 着眼于刷毛的朝向是否反转来判定。当 $A_x > 0$ 时, 判定为“上颌右颊侧或上颌左舌侧” (S710); 当 $A_x \leq 0$ 时, 判定为“上颌左颊侧或上颌右舌侧” (S711)。此外, 在第一实施方式中, 未对上颌右颊侧与上颌左舌侧作特别区分。这是因为在两部位之间改变磨刷牙动作的必要性很小的缘故。对于上颌左颊侧与上颌右舌侧也同样。

[0094] (2) 下颌的情形

[0095] CPU120 根据 y 方向的加速度传感器的输出 A_y 来判定是否为门牙 (S802)。磨刷牙时, 牙刷主体 1 变得比较水平, 但磨刷牙时会与唇发生干涉, 因而不得不使牙刷主体 1 倾斜, 可着眼于此进行判定。当 $A_y \leq$ 阈值 d 时, 判定为下颌门牙 (S803)

[0096] 在判定为下颌门牙的情况下, CPU120 根据 x 方向的加速度传感器的输出 A_x 来判定是在颊侧还是在舌侧 (S804)。颊侧和舌侧, 着眼于刷毛的朝向是否反转来进行判定。当 $A_x < 0$ 时, 判定为“下颌前颊侧” (S805); 当 $A_x \geq 0$ 时, 判定为“下颌前舌侧” (S806)。

[0097] 另一方面, 在经 S802 判定不是下颌门牙的情况下, CPU120 根据 x 方向的加速度传感器的输出 A_x 来判定是否为咬合面 (S807)。磨刷牙咬合面时刷毛面呈大致水平, 着眼于 A_x 的输出非常小来判定。当阈值 $e > A_x >$ 阈值 f 时, 判定为“下颌左咬合面或下颌右咬合面” (S808)。此外, 在第一实施方式中, 未对下颌左咬合面与下颌右咬合面作特别区分。这是因为在咬合面的情形下, 在左右要改变磨刷牙动作的必要性很小的缘故。

[0098] 当 $A_x \geq$ 阈值 e 或 $A_x \leq$ 阈值 f 时, CPU120 根据 A_x 是否大于零, 来判定是在颊侧还是在舌侧 (S809)。颊侧和舌侧, 着眼于刷毛的朝向是否反转来进行判定。当 $A_x > 0$ 时, 判定为“下颌右颊侧或下颌左舌侧” (S810); 当 $A_x \leq 0$ 时, 判定为“下颌左颊侧或下颌右舌侧” (S811)。此外, 在第一实施方式中, 下颌右颊侧和下颌左舌侧未作特别区分。这是因为在两部位之间改变磨刷牙动作的必要性很小的缘故。对于下颌左颊侧或下颌右舌侧也同样。

[0099] 通过以上的处理, 当前的磨刷牙部位被限定为“上颌前颊侧” (S705)、“上颌前舌侧” (S706)、“上颌咬合面” (S708)、“上颌右颊侧或上颌左舌侧” (S710)、“上颌左颊侧或上颌右舌侧” (S711)、“下颌前颊侧” (S805)、“下颌前舌侧” (S806)、“下颌咬合面” (S808)、“下颌右颊侧或下颌左舌侧” (S810) 以及“下颌左颊侧或下颌右舌侧” (S811) 中的任一个部位。

[0100] 此外, 上述的判定算法到底也仅不过是示出了一个例子而已, 只要是能够根据加速度传感器的输出 A_x 、 A_y 、 A_z 限定磨刷牙部位的判定算法即可。例如不将 A_x 、 A_y 、 A_z 的值原

样用作判定的变量,而在判定中使用将 A_x 、 A_y 、 A_z 进行适当组合而得到的二次变量。例如,二次变量也可以任意设定为 A_y/A_z 、 $A_x \cdot A_x + A_y \cdot A_y$ 、 $A_z - A_x$ 等。或者,也可以将各轴的加速度信息 A_x 、 A_y 、 A_z 如图 28 所示变换为角度信息(姿势角) α 、 β 、 γ 后,进行磨刷部位的判定。在图 28 的例子中,将 x 轴相对于重力加速度方向的角度定义为滚转角(roll angle) α ,将 y 轴相对于重力加速度方向的角度定义为俯仰角(pitch angle) β ,且将 z 轴相对于重力加速度方向的角度定义为偏航角(yaw angle) γ 。判定中所使用的阈值可以根据临床实验等结果来决定。

[0101] <动作模式的切换>

[0102] 在本实施方式的电动牙刷中,如上所述,利用偏心轴的旋转运动而产生刷毛的振动。在这样的驱动原理的情形下,刷毛在与马达的旋转轴垂直的平面内(zx 平面内)按椭圆状轨迹进行振动。并且,牙刷的振动机构在 yz 平面上是对称的,因而当使马达的旋转方向逆转时,刷毛在 yz 平面上画出对称的轨迹。

[0103] 图 12 示意性地表示马达的旋转方向和刷毛的动作。在使马达正转的情况下,在下颌右舌侧,刷毛的毛尖进行动作,将牙垢从齿周凹缝磨刷出;而在下颌右颊侧,刷毛的毛尖进行动作,将牙垢压入齿周凹缝。因此,可知在磨刷下颌右舌侧时,最好使马达正转。另外,在磨刷下颌右颊侧时,可知通过马达的反转而使刷毛的毛尖动作,将牙垢磨刷出。根据这样的见解,在本实施方式中,可根据磨刷部位来切换旋转马达的旋转方向(正转/反转)。

[0104] 图 9 是动作模式切换处理(S30)的流程图。CPU120 通过将经 S20 限定的磨刷部位与前次处理(1 个定时前的处理)时的磨刷部位作比较,来检测磨刷部位是否发生变化(S900)。此外,将前次处理时的磨刷部位存储在存储器中。

[0105] 在磨刷部位发生了变化的情况下(S900;是),CPU120 判定当前的磨刷部位适合于“下颌左颊侧、下颌右舌侧、上颌左舌侧和上颌右颊侧”的第一组,还是“下颌右颊侧、下颌左舌侧、上颌右舌侧和上颌左颊侧”的第二组(S901)。并且,在第一组的情况下,CPU120 使马达的旋转方向为正转(S902)。在第二组的情况下,CPU120 使马达的旋转方向为反转(S903)。

[0106] 通过这样控制马达的旋转方向来实现刷毛的毛尖对磨刷部位适当且有效果的动作,从而能够实现牙垢除去力的提高。

[0107] (第二实施方式)

[0108] 接着,对本发明的第二实施方式的电动牙刷进行说明。

[0109] 在第一实施方式中,是根据磨刷部位来控制马达的旋转方向,但在第二实施方式中,根据磨刷部位来控制刷毛的振动频率(即运动频率,具体指马达的转速)。其他构成与第一实施方式同样,因此,以下以本实施方式特有的构成为中心进行说明。

[0110] 图 13 是第二实施方式的动作模式切换处理(图 5 中的 S30)的流程图。CPU120 通过将经 S20 限定的磨刷部位与上次处理(1 个定时前的处理)时的磨刷部位作比较,而检测磨刷部位是否发生了变化(S900)。此外,将上次处理时的磨刷部位存储在存储器中。

[0111] 在磨刷部位发生了变化的情况下(S900;是),CPU120 判定当前的磨刷部位是适合于“下颌前颊侧、下颌前舌侧、上颌前颊侧和上颌前舌侧”的第一组、“下颌左颊侧、下颌左舌侧、下颌右颊侧、下颌右舌侧、上颌左颊侧、上颌左舌侧、上颌右颊侧、上颌右舌侧”的第二组、“下颌左咬合面、下颌右咬合面、上颌左咬合面和上颌右咬合面”的第三组中的哪一组(S1301)。第一组是牙龈过敏的部位,是最好不要太强力地磨刷的部位。另外,第三组是刷

毛无需触到牙龈也可获得高的磨刷效果部位。

[0112] 在位于第一组的部位时, CPU120 控制马达的转速, 使得刷毛以比当前设定值低一个阶段的振动频率进行振动 (S1302)。在位于第二组的部位时, CPU120 控制马达的转速, 使得刷毛以当前设定值的振动频率进行振动 (S1303)。在位于第三组的部位时, CPU120 控制马达的转速, 使得刷毛以比当前设定值高一个阶段的振动频率进行振动 (S1304)。例如, 在能够将振动频率切换到 5 个阶段的刷毛中, 在当前的设定值为“3”的情况下, 第一组的磨刷使用“2”的振动频率进行, 第二组的磨刷采用“3”的振动频率进行, 第三组的磨刷采用“4”的振动频率进行。

[0113] 由此, 对于牙龈过敏的部位, 可以使磨刷强度变弱, 反之, 对于希望高刷扫效果部位, 可以使磨刷强度变强。因而, 能够实现刷扫效果和施疗感的提高。

[0114] 此外, 在本实施方式中, 着眼于刺激各磨刷部位的牙龈来控制刷毛的振动频率, 但在其他目的下也可以控制刷毛的振动频率。例如, 也可以着眼于对各磨刷部位使刷毛与牙齿的接触面积不同来进行如下的控制, 即, 在接触面积大的部位 (例如上颌前颊侧、咬合面等) 增加振动频率提高刷扫效果, 在接触面积小的部位 (例如下颌左舌侧、上颌右颊侧等) 减少振动频率。另外, 在本实施方式中, 将振动频率控制成 3 个阶段, 但也可以将振动频率改变为 2 个阶段或 4 阶段以上。

[0115] 此外, 在改变刷毛的驱动速度 (振动频率或转速等) 时, 也可以如图 29 上段所示那样急剧地改变驱动速度, 但在磨刷中对驱动速度进行急剧改变或频繁改变时, 有可能使使用者造成不适感, 或使控制变得不稳定。因此, 如图 29 下段所示, 也优选进行使驱动速度平稳 (或阶段性的) 变化那样的控制。例如, 只要控制马达的转速等以使速度变化率不在某一设定值以上即可。

[0116] (第三实施方式)

[0117] 接着针对本发明的第三实施方式的电动牙刷进行说明。在本实施方式中, CPU120 根据刷毛姿势来推定刷角, 并根据磨刷部位和刷角来切换动作模式。其他构成与上述实施方式同样, 因此, 下面以本实施方式特有的构成为中心进行说明。

[0118] < 振动特性 >

[0119] 在该电动牙刷中, 如上所述, 利用偏心轴的旋转运动来产生刷毛的振动, 刷毛在与马达旋转轴垂直的平面内以椭圆状轨迹进行振动。本发明人通过一边改变振动频率 (马达转速) 一边观察分析刷毛的振动, 发现该电动牙刷具有如下所示那样的振动特性。

[0120] (1) 刷毛部分至少具有两个共振点 (共振振动频率)。

[0121] (2) 各共振点的共振方向不同。具体而言, 如图 14 所示, 在振动频率低的一侧的共振点 (第一共振: 约 12500spm) 增大了与刷毛面平行的 x 轴方向上的振幅。在振动频率高的一侧的共振点 (第二共振: 约 38000spm) 增大了与刷毛面垂直的 z 轴方向上的振幅。在非共振 (例如约 26500spm) 中, 刷毛描绘出相对于 x 轴 (z 轴) 倾斜 (约 45 度) 的轨迹。此外, “spm” 是表示每分钟摆动次数的单位。

[0122] 出现方向不同的多个共振的理由很可能是由于电动牙刷的结构或驱动原理造成的。本发明人通过改变偏心轴及刷毛的结构并反复实验, 从而得出第一共振点主要与运动传递机构相关联的特性, 第二共振点主要与刷毛相关联的性质的见解。换句话说, 可知通过改变运动传递机构的结构或形状 (简单地说改变偏心轴的配重的位置、大小、重量等), 能

够调整第一共振点的振动频率和振幅,另外,通过改变刷毛的结构或形状,能够调整第二共振点的振动频率和振幅。

[0123] < 刷角 >

[0124] 所谓刷角是指刷毛与齿轴(沿着牙顶和牙根的轴)的夹角。图 15 的上段表示刷角 = 45 度的状态,图 15 的下段表示刷角 = 90 度的状态。另外,图 15 的左侧表示马达正转的状态,右侧表示马达反转的状态。并且,各箭头表示刷毛的动作(振幅最大的方向)。概括起来,在第一共振中刷毛向横向(x 轴方向)进行动作,在第二共振中刷毛向纵向(z 轴方向)进行动作,在非共振的振动中刷毛向斜向进行动作。

[0125] 为了有效地将食物残渣及牙垢从齿周凹缝或齿间磨刷出,只要以将刷毛毛尖压入齿周凹缝或齿间的方式使刷毛进行动作即可。即,优选刷毛的动作方向相对于齿轴而倾斜(例如 45 度)。因此,从图 15 的例子可知,当刷角为 45 度时,第二共振的动作最适合。另一方面,当刷角为 90 度时,在下颌右舌侧马达正转的非共振动作最适合,在下颌右侧,马达逆转的非共振动作最适合。此外,按照同样的思路,可以确定对磨刷部位与刷角的各组合最适合的动作模式(马达旋转方向和刷毛振动频率)。

[0126] < 刷角的推定 >

[0127] 例如,刷角可以根据 Z 方向的加速度成分 A_z 来推定。如图 16 所示,当刷角约为 90 度时示出 A_z 值几乎为零,这是因为 A_z 值以刷角越小则 A_z 值越大的方式对应于刷角而有意识的发生变化。此外,方向的加速度成分 A_x 也对应于刷角 x 而变化,因此也优选代替 A_z 而根据 A_x 来推定刷角,或者可以根据 A_x 和 A_z 两者(A_x 和 A_z 的合成矢量方向)来推定刷角。也可以以连续量来算出刷角,但在本实施方式的动作模式切换中,以“约 45 度或约 90 度”级别的精度较为充分,因此,在后述的处理中,通过 A_z 与阈值的比较这样简易的处理来确定刷角。

[0128] 图 17 是第三实施方式的主程序的流程图。与第一实施方式的不同点在于增加了刷角推定处理(S25)。在 S25 中,当经 S10 获得的 A_z 的绝对值小于规定的阈值时(接近于 0 时),CPU120 将刷角视为 90 度;当 A_z 的绝对值为阈值以上时,则 CPU120 将刷角视为 45 度。CPU120 的该功能与本发明的刷角推定机构相对应。

[0129] < 动作模式切换处理 >

[0130] 图 18 是动作模式切换处理(图 1 中的 S30)的流程图。

[0131] CPU20 通过将经 S20 限定的磨刷部位以及经 S25 限定的刷角与上次处理时的磨刷部位以及刷角进行比较,来确认磨刷部位或刷角是否已发生了变化(S1800)。此外,将上次处理时的磨刷部位和刷角存储在存储器中。

[0132] 当磨刷部位或刷角发生了变化时(S1800;是),CPU120 判定当前的磨刷部位相当于“下颌左侧、下颌右侧、上颌左侧、上颌右侧”的第一组、以及“下颌右侧、下颌左侧、上颌右侧和上颌左侧”的第二组中的哪一组(S1801)。并且,在位于第一组的部分时,CPU120 使马达的旋转方向正转(S1802)。在位于第二组的部分时,CPU120 使马达的旋转方向反转(S1803)。进而,在刷角为 45 度时,CPU120 将刷毛的振动频率控制为第二共振(高速)(S1804、S1805),在刷角为 90 度时,CPU120 将刷毛的振动频率控制为非共振(中速)(S1806)。

[0133] 根据上述的本实施方式的控制,可根据磨刷部位和刷角的信息,实现最适于牙间

或齿周凹缝的磨刷的刷毛尖的动作,并能够实现进一步的牙垢除去力的提高。在该情况下,为了杀灭齿周凹缝内的齿周病菌,通过并用超声波振动元件更有效果。此外,在此以 45 度和 90 度的两个阶段来推定刷角,但也可以以三个阶段以上或连续量来推定刷角,并且还可使刷毛的振动频率以三个阶段以上或连续地进行变化。

[0134] (第四实施方式)

[0135] 图 19 是第四实施方式的电动牙刷的框图。本实施方式的电动牙刷在主体 1 的内部具有多轴(在此为三轴)的陀螺仪 16。

[0136] 将陀螺仪 16 设置为能够检测出围绕 z 轴的角速度、围绕 x 轴的角速度和围绕 y 轴的角速度。作为陀螺仪 16,也可采用振动式、光学式、机械式等那样的类型,但仅因为小型而容易组装于主体 1 中的理由,可以使用 MEMS 传感器。此外,还可以不采用用于输出角速度的速率陀螺仪,而可采用用于输出角度的速率积分陀螺仪或姿势陀螺仪。另外,为了除去由刷毛振动而产生的噪声(例如作为刷毛驱动频率的 100Hz ~ 300Hz 程度的频率成分),也可以对陀螺仪的输出附加上带通滤波器。

[0137] 当牙刷主体 1 处于静止状态时(例如处于刷毛持续接触一个磨刷部位的状态时),加速度传感器 15 的输出实质上只包含有重力加速度成分。在该情况下,由于能够正确检测出刷毛的三维姿势,因而能够更高精度地推定磨刷部位和刷角。但是,当牙刷主体 1 处于移动状态时(例如刷毛从某一磨刷部位向其他磨刷部位移动时),在加速度传感器 15 的输出中不仅仅含有重力加速度成分,还含有动加速度成分。动加速度成分成为计算三维姿势时不需要的信号成分(噪声)。另一方面,在牙刷主体 1 处于静止状态时,不观测陀螺仪 16 的输出,只在牙刷主体 1 移动时输出有意识的信号。利用这样的传感器特性的差异,在本实施方式中,根据加速度传感器 15 和陀螺仪 16 两者的输出,进行牙刷的三维姿势的检测。

[0138] 具体而言,在姿势检测处理(图 5 的 S10)中,CPU120 首先获得加速度传感器 15 的输出和陀螺仪 16 的输出。当陀螺仪 16 的输出的绝对值小于规定的阈值时,CPU120 将牙刷主体 1 视为静止,并根据加速度传感器 15 的输出 A_x 、 A_y 、 A_z 求出三维姿势。当其中任一轴的陀螺仪 16 的输出的绝对值成为规定的阈值以上时,CPU120 根据陀螺仪 16 的输出来推定 x、y、z 各方向的动加速度成分,并补偿 A_x 、 A_y 、 A_z 的值。由此,能够消除 A_x 、 A_y 、 A_z 中所包含的动加速度成分,而高精度地计算出刷毛的三维姿势。

[0139] 此外,也可以不使用陀螺仪的输出来补偿加速度传感器的输出,而在获得陀螺仪的输出的情况下进行刷毛的姿势检测。也就是说,仅仅在陀螺仪的输出小于规定的阈值时,实施姿势检测、磨刷部位推定、刷角推定、动作模式切换等的处理。据此,仅仅在根据加速度传感器的输出推定的姿势具有某种程度的可靠性时,实施动作模式切换。

[0140] 另外,根据陀螺仪的输出,计算出围绕 x 轴的角度变化量 $\Delta \theta_{yz}$ 、和围绕 y 轴的角度变化量 $\Delta \theta_{zx}$ 、围绕 z 轴的角度变化量 $\Delta \theta_{xy}$,也可以通过将经 1 个定时前的姿势检测处理而得到的姿势矢量 $A' = (A_x', A_y', A_z')$ 仅仅旋转一个角度($\Delta \theta_{yz}$ 、 $\Delta \theta_{zx}$ 、 $\Delta \theta_{xy}$),从而计算出当前的姿势矢量 $A = (A_x, A_y, A_z)$ 。另外,也可以不根据加速度信息 A_x 、 A_y 、 A_z ,而是根据滚转角 α 、俯仰角 β 和偏航角 γ 的角度信息(图 28 参照),计算出电动牙刷的姿势并对其进行评价。

[0141] 根据上述的本实施方式的构成,通过将加速度传感器与陀螺仪的输出组合起来(包括根据条件选择加速度传感器和陀螺仪的输出中的任一种输出),能够更加高精度地

求出电动牙刷的三维姿势。此外,在并进运动多的直线往复运动方式的电动牙刷的情形下,加速度传感器与带滤波器的组合也可获得充分精度的姿势信息。但是,在滚动方式的情形下,发生牙刷主体的三维起伏变动,因而有可能是仅仅以加速度信息则误差因素变大,而降低了姿势检测的精度。在该情形下,利用了陀螺仪的角速度信息的本实施方式的方法较为有效。

[0142] (第五实施方式)

[0143] 图 20 是第五实施方式的电动牙刷的框图。本实施方式的电动牙刷具有检测作用于刷毛的负载的负载传感器(负载检测机构)17。作为负载传感器 17,可采用应变仪、测力传感器和压力传感器等那样的类型,但仅仅因为小型而容易组装于主体 1 中的理由,可以优选采用 MEMS 传感器。

[0144] 图 21 是第五实施方式的主程序的流程图。与第一实施方式的不同点是增加了负载检测处理(S5)。

[0145] 在步骤 S5 中,CPU120 根据自负载传感器 17 获得的负载信息,判定负载是否作用于刷毛上。例如,当负载传感器 17 的输出值超过规定的阈值时,视为“负载已作用到刷毛上”即可。在负载作用到刷毛上之前,下个步骤之后的处理处于等待状态(S5;NO)。据此,在负载未作用到刷毛的期间,禁止实施姿势检测、磨刷部位推定、刷角推定、动作模式切换等处理。

[0146] 例如使刷毛从齿列的右侧向左侧进行移动时,刷毛的姿势发生了很大的变化,因而,在移动期间存在频繁切换动作模式的可能性。这样的现象会使控制变得不稳定,并且发生无用的耗电,因此不优选。因此,如本实施方式那样,通过监控作用于刷毛上的负载,适当地禁止实施姿势检测、动作模式切换等处理,能够抑制刷毛移动中上述现象的发生。

[0147] 此外,也可以将负载信息应用到动作模式的控制上。例如,当作用于刷毛上的负载改变时,会改变刷毛的振动特性和共振点,第三实施方式中所述的第一共振、第二共振有可能难以顺利地出现。因此,通过根据作用于刷毛上的负载来适当调整刷毛的振动频率(马达转速),能够补偿共振点的偏移而正确地再现共振现象。通过实验,能够求出负载大小与共振点的对应关系。

[0148] 在此利用了负载传感器 17,但也可以利用其他机构来检测负载。例如,作用于刷毛上的负载越大,则马达的负荷越增大,流通于马达中的电流值越增大。因此,监控流通于马达中的电流值,能够根据该电流值推定作用于刷毛上的负载。

[0149] 或者,也可以通过监控加速度传感器 15 的输出,检测负载是否已作用到刷毛上。如图 22 所示,当使用者手握牙刷主体 1 将刷毛的毛尖按压到牙齿上时,牙刷主体 1 与振动构件 2 之间的弹性构件发生变形,牙刷主体 1 的姿势稍微发生变化。该姿势变化例如可以作为图 23 所示那样的加速度传感器输出的波形变化来观测。即,在姿势变化的瞬间,至少一个传感器输出的电平(level)发生若干改变;在刷毛按压到牙齿的期间,维持改变后的电平。通过捕捉这样的波形变化,可判定负载是否作用到刷毛上。当然,在该方法中难以做到高精度的负载推定,但若如第五实施方式的步骤 S5 那样“负载是否发生作用”这一等级的判定,则是足以充分实用。若是这样将加速度传感器 15 用作负载检测机构,则可以通过减少构件数目来使牙刷小型化并降低成本,是优选的。

[0150] (第六实施方式)

[0151] 图 24 表示第六实施方式的电动牙刷的刷毛部分。本实施方式的电动牙刷具有用于检测刷毛部分温度的温度传感器 18。温度传感器 18 设置在刷毛的背面。作为温度传感器 18,可采用红外线传感器、热敏电阻等那样的类型。

[0152] 图 25、图 26 分别是磨刷部位推定处理 (S20) 的流程图。与第一实施方式的磨刷部位推定处理 (图 7、图 8) 的不同点在于,根据温度传感器 18 的输出进行颊侧和舌侧的判别。

[0153] 在图 25 的上颌处理中,如果根据加速度传感器 15 的输出而确定为“上颌左颊侧或上颌右舌侧”(S710),则 CPU120 判定温度传感器 18 的输出值是否在规定范围内 (S2500)。当刷毛位于颊侧时,温度传感器 18 与脸颊的背侧接触或接近,因而获得接近体温的输出值。相对于此,当刷毛位于舌侧时,温度传感器 18 接触到外部空气,因而获得低于体温的输出值。因此,例如,CPU120 在温度传感器 18 的输出值处于 36 度~38 度的范围内时则判定部位为“上颌右颊侧”(S2501),在除此之外的情况下,判定部位为“上颌左舌侧”(S2502)。同样,根据温度传感器 18 的输出值,“上颌左颊侧”和“上颌右舌侧”也可判别 (S2503~S2505)。在下颌的处理中,也同样可以根据温度传感器 18 的输出值,进行“下颌左舌侧”和“下颌右颊侧”的判别 (S2600~S2602),以及可以进行“下颌右舌侧”“下颌左颊侧”的判别 (S2603~S2605)。

[0154] 如上所述,在本实施方式中,能够比第一实施方式更详细地判别磨刷部位,并能够实现更灵活的动作模式控制。

[0155] (第七实施方式)

[0156] 图 30 表示第七实施方式的电动牙刷的刷毛部分。在第六实施方式中,为了进行磨刷部位的判别(颊侧与舌侧的判别),利用了温度传感器 18 的温度信息,但在该第七实施方式中,则利用了图像信息。

[0157] 如图 30 所示,在刷头的 y 轴方向上的前端设置有照相机 19。作为照相机 19,也可以采用可视光照相机、红外线照相机等能够获得口腔内的图像信息那样的照相机。红外线照相机用于监控放射热量(也称为热红外录像仪)。在磨刷中的口腔内有可能较暗,因此,可以说相比于可视光照相机更优选采用红外线照相机。在本实施方式中,只要如下所述那样知道小舌(悬雍垂)的轮廓即可,因此,照相机的分辨率不必那么高即可。

[0158] CPU120,与第 6 实施方式同样,根据加速度传感器 15 的输出而确定为“上颌左颊侧或上颌右舌侧”(参照图 25 的 S710)。接着,CPU120 从照相机 19 获得图像,根据该图像来检测小舌。小舌的检测可利用公知的图像分析技术。例如,可考虑通过边缘提取或霍夫变换来检测小舌的轮廓、或通过图案匹配来检测小舌等。当刷毛位于舌侧时,刷头的前端朝向喉侧,在图像中映现出小舌的可能性高。另一方面,当刷毛位于颊侧时,在图像中不映现出小舌。因此,CPU120 在能够检测出小舌时判定为“上颌右舌侧”,在未能检测出小舌时判定为“上颌左颊侧”。同样也可以判别“上颌左颊侧”与“上颌右舌侧”,“下颌左舌侧”与“下颌右颊侧”,“下颌右舌侧”与“下颌左颊侧”。

[0159] 如上所述,在本实施方式中,能够比第一实施方式更详细地判别磨刷部位,并能够实现更灵活的动作模式控制。

[0160] 此外,在本实施方式中,仅仅在颊侧/舌侧的判别中利用了图像信息,但上颌/下颌的判别以及前侧/右侧/左侧的判别等也能够利用图像信息。进而,还优选利用图像信

息来判别所有的磨刷部位。但是,因口腔内部狭小,而难以看清整个位置关系,因此与仅仅利用图像信息来判别所有磨刷部位的情况相比,最好是并用加速度传感器(加速度传感器以及陀螺仪)的姿势信息。另外,在本实施方式中,是将小舌作为检测对象,但也可以通过识别口腔内的其他部位(例如舌、喉、牙和牙龈等)来判定刷毛的位置和姿势。例如,如果在图像中映现出舌或喉,则可判定刷毛位于舌侧。

[0161] 也可在刷毛部分设置光传感器,以代替照相机。颊侧非常暗,相对于此在舌侧检测出光,因此可通过分析光传感器的输出来进行两者的判别。

[0162] (第八实施方式)

[0163] 第八实施方式采用了由单轴加速度传感器来进行姿势检测和磨刷部位判别的构成。

[0164] 图 31 上段表示正磨刷颊侧或舌侧的齿面的状态。此时,刷角(偏航角 γ)约为 90 度,重力加速度的 x 轴方向成分约为 $1g$ 或 $-1g$ (正负与齿列的左右相对应),重力加速度的 z 轴方向成分大致为 0。另一方面,图 31 下段表示正磨刷咬合面的状态。此时,刷角(偏航角 γ)大致为 0 度,重力加速度的 x 轴方向成分大致为 0,而重力加速度的 z 轴方向成分约为 $1g$ 或 $-1g$ (正负与齿列的上下相对应)。

[0165] 如果利用了这样的特性,即使仅仅利用 x 轴加速度传感器或 z 轴加速度传感器,也能够判别是“颊侧或舌侧的齿面”还是“咬合面”,进而还能够进行左右上下的判别。作为动作模式的控制可例示出如下的控制等,例如,在磨刷“颊侧或舌侧的齿面”时,减小了刷毛的驱动速度,以不对牙龈产生刺激;在磨刷“咬合面”时,提高了刷毛的驱动速度。

[0166] (第九实施方式)

[0167] 第九实施方式采用了通过将加速度传感器的输出和陀螺仪的输出相互补偿,来推定作为姿势信息的磨刷部位和刷角的方法。在本实施方式中,首先求出牙刷的基准位置(也称为初始位置)的姿势信息($t = 0$ 时刻的磨刷部位和刷角)后,在每 1 个定时获取加速度传感器以及陀螺仪的输出,求出自 1 个定时前起的相对移动量或相对旋转并进行累加计算,由此计算出 $t = n(n > 0)$ 时刻的磨刷部位和刷角。

[0168] 关于基准位置,也可以将电源接通时刻的姿势设定为基准位置,或者,也可以设置使使用者输入基准位置(磨刷开始位置)那样的结构(例如将牙刷主体设置为水平,在使刷毛接触到上颌前颊侧的状态下按下开关)。

[0169] 图 32 是第九实施方式的姿势信息更新处理的流程图。该流程图表示根据 $t = n$ 的姿势信息(磨刷部位和刷角)、加速度传感器和陀螺仪的输出来计算出 $t = n+1$ 的姿势信息的处理。下面基于流程图对 CPU 的处理进行说明。

[0170] CPU 首先获得加速度传感器和陀螺仪的输出(S3200),使用带通滤波器,将加速度传感器的输出分离为静加速度成分和动加速度成分(S3201)。并且,按照动加速度成分有无(S3202)陀螺仪输出的有无(S3203, S3204),如下所述地使处理各不相同。此外,所谓“有动加速度成分”是指动加速度成分的绝对值大于规定阈值,同样所谓“有陀螺仪的输出”是指陀螺仪的输出的绝对值大于规定阈值。

[0171] (1) 无动加速度成分,无陀螺仪输出的情形

[0172] 在该情形下,牙刷的位置和角度无变化,因而 CPU 将 $t = n$ 的姿势信息作为 $t = n+1$ 的姿势信息输出(S205)。此外,也可以不将 $T = n$ 的姿势信息原样输出,而根据加速度

传感器的静加速度成分求出牙刷的三维姿势,并计算出 $t = n+1$ 的磨刷部位和刷角。

[0173] (2) 无动加速度成分,有陀螺仪输出的情形

[0174] 在加速度传感器中的任一轴与重力加速度方向一致的状态下,当牙刷主体以重力加速度方向作为轴进行旋转时,加速度传感器的输出完全不发生变化(只观测静加速度成分)。因此,在仅仅根据加速度传感器的输出计算出姿势信息的情况下,不能检测出围绕轴的旋转运动,有可能产生误差。这样的现象是在例如以弯腰的姿势进行刷牙等牙刷主体容易陷入垂直的姿势(也就是说 y 轴与重力加速度方向一致的姿势)的情况下发生的。

[0175] 因此,在加速度传感器的输出没有变化而陀螺仪的输出有变化的情况下,CPU 只使用陀螺仪的输出来更新姿势信息。在此,在陀螺仪的输出中出现的有意识的变化仅仅在于,与重力加速度的方向一致的围绕轴的旋转。在实际的磨刷动作中几乎不产生围绕 x 轴的旋转运动和围绕 z 轴的旋转运动,因而在本实施方式中可只考虑围绕 y 轴的旋转。围绕 y 轴的旋转运动主要使刷角发生变化,因此,CPU 根据陀螺仪的输出计算出围绕 y 轴的角度变化量 $\Delta \theta_{zx}$,并将 $\Delta \theta_{zx}$ 加上 $t = n$ 时刻的刷角,而求出 $t = n+1$ 时刻的刷角(S3206)。

[0176] 通过这样有效利用陀螺仪的信息,能够高精度算出因仅以加速度传感器无法检测出的围绕轴的旋转运动而导致的刷角变化。

[0177] 此外,也可以不仅仅考虑围绕 y 轴的旋转运动,而且还可考虑围绕 x 轴的旋转运动及围绕 z 轴的旋转运动。例如围绕 x 轴的旋转运动主要使刷毛位置发生了移动。因此,根据围绕 x 轴的角度变化量和从旋转中心到刷毛的距离算出刷毛自身的移动量,并将该移动量加上 $t = n$ 时刻的刷毛位置,由此能够求出 $t = n+1$ 时刻的刷毛位置。

[0178] (3) 有动加速度成分,有陀螺仪的输出情形

[0179] 在该情况下,CPU 使用根据加速度传感器输出得到的 x 轴方向、 y 轴方向、 z 轴方向上各自的动加速度成分,求出 $t = n+1$ 时刻的磨刷部位(S3207)。具体而言,CPU 通过对动加速度成分进行二阶积分,而算出 1 个定时的 x 轴方向、 y 轴方向、 z 轴方向上各自的移动量,将所算出的移动量加上 $t = n$ 时刻的刷毛位置,由此求出 $t = n+1$ 时刻的牙刷位置。如果知道刷毛位置(相对于基准位置的相对位置),便能够进行磨刷部位的推定。另外,根据加速度传感器的静加速度成分来推定磨刷部位,通过将基于静加速度成分的推定结果与基于动加速度成分的推定结果作对照,也能够提高推定精度。

[0180] 进而,也可以将移动量以及移动方向的信息运用到磨刷部位的确定中。例如,首先,与第一实施方式的磨刷部位推定处理(参照图 7、图 8)同样,CPU 使用了加速度传感器的静加速度成分,将磨刷部位限定为“上颌前颊侧”、“上颌前舌侧”、“上颌咬合面”、“上颌右侧颊侧或上颌左舌侧”、“上颌左侧颊侧或上颌右舌侧”、“下颌前颊侧”、“下颌前舌侧”、“下颌咬合面”、“下颌右侧颊侧或下颌左舌侧”和“下颌左侧颊侧或下颌右舌侧”中的任一部位。在该阶段中,“上颌右侧颊侧”与“上颌左舌侧”之间的识别较为困难。同样,“上颌左侧颊侧”与“上颌右舌侧”、“下颌右侧颊侧”与“下颌左舌侧”以及“下颌左侧颊侧”与“下颌右舌侧”的识别也较为困难。因此,CPU 将根据动加速度成分算出的单位时间内刷毛的移动量(移动距离)与规定的阈值进行比较,由此来评价刷毛的移动量。当移动量超过阈值时,CPU 判定在移动的前后磨刷部位有变化,在除此之外的情形下,判定磨刷部位无变化。并且,当判定磨刷部位有变化时,CPU 根据移动前($t = n$ 时刻)的磨刷部位、此次的移动量和移动方向来确定移动后的磨刷部位。例如,如果 $t = n$ 时刻的磨刷部位为右侧的齿列,且移动方向为左方向,则

能够将移动后的磨刷部位确定为左侧的齿列。根据该信息,能够进行“上颚右侧侧”与“上颚左侧侧”的区分等,因此能够对磨刷部位进行更具体的确定。

[0181] 另外,对于刷角,可采用根据加速度传感器的静加速度成分算出角度的方法,以及通过将基于陀螺仪的输出而求出的围绕 y 轴的角度变化量加上 1 个定时前的刷角来算出角度的方法这两种方法。前者的方法具有算出能够刷毛的绝对角度的优点。但是,根据本发明人的研究,当牙刷主体形成水平姿势时,刷角的计算误差几乎不存在,但存在的缺点是,牙刷主体的倾斜越增大,则刷角的计算误差越增大。另一方面,后者的方法具有能够直接算出围绕 y 轴的角度变化量的优点,但也具有因为仅能够算出相对角度而会产生累积误差的缺点。

[0182] 因此,优选根据牙刷主体的姿势,对前者方法和后者方法进行切换,具体而言,使用 y 方向的加速度传感器的静加速度成分的绝对值 $|y|$ 来评价牙刷主体的水平度。当 $|y|$ 的值越接近 0G 时,则将牙刷主体越视为水平。CPU 在每个定时监控 $|y|$ 的值,当 $|y|$ 的值在规定阈值以上时(也就是说水平度小时),输出基于陀螺仪的输出算出的刷角(S3208)。例如,陀螺仪的基准角度(等于 1 个定时前的刷角)为 45 度,且基于当前定时的陀螺仪的输出算出的围绕 y 轴的角度变化量为 -15 度时,则算出刷角为 30 度。另一方面,当 $|y|$ 的值小于阈值时(也就是说水平度大时),则根据加速度传感器的输出算出刷角(S3208)。当牙刷主体的水平度较高时,则 x 方向上的加速度传感器和 z 方向上的加速度传感器的静加速度成分的绝对值大致取如下的值。

[0183] 刷角 \cong 0 度 : $|x| \cong 0, |z| \cong 1$

[0184] 刷角 \cong 45 度 : $|x| \cong |z| \cong 0.707$

[0185] 刷角 \cong 90 度 : $|x| \cong 0, |z| \cong 0$

[0186] 因此,通过评价 $|x|$ 或 $|z|$ 的值、或该两者值,能够算出刷角。在此,例如根据加速度传感器的输出而算出刷角为 30 度时,使用该值来将陀螺仪的基准角度校正为 30 度。由此,能够尽可能地减小因累加算法产生的误差。此外,在此使用 $|y|$ 的值来评价牙刷主体的水平度,但也可以考虑使用 $|x|$ 或 $|z|$ 的值来评价牙刷主体的水平度。

[0187] (4) 有动加速度成分,无陀螺仪的输出情形

[0188] 适于牙刷主体进行了直进(并进)运动的情况。但是,由于口腔内部窄小,在磨刷中的动作中难以形成(4)的状态。此外,在(4)的情形下,与(3)的情形同样,能够根据动加速度成分来算出磨刷部位(S3209)。

[0189] 根据上述的本实施方式的方法,通过加速度传感器的输出与陀螺仪的输出的相互补偿,能够更高精度地算出磨刷部位和刷角。

[0190] (其他)

[0191] 上述实施方式的构成只不过例示了本发明的一具体例。本发明的范围并不仅限于上述实施方式,在其技术思想的范围内能够进行各种变形。例如,也可以将上述各实施方式的构成相互组合起来。另外,在上述实施方式中,例示了偏心加重的振动方式的电动牙刷,但本发明也能够适用于其他运动方式的电动牙刷。例如,也能够适用旋转往复运动、直线往复运动、刷毛旋转运动以及对这些运动切换而组合成的电动牙刷中。在该情况下,通过根据磨刷部位来切换运动频率,或对旋转往复运动与直线往复运动进行切换,能够切换动作模式。另外,本发明也能够很好地适用于在刷部设有超声波振动元件并通过刷毛的振动和超

声波两者进行磨刷那样类型的电动牙刷。

[0192] 进而,还优选利用由磁气传感器等得到的方位信息来计算出刷毛的位置。此外,为了从加速度传感器的输出中提取出动加速度成分,可以使用高通滤波器等的带通滤波器。此时,为了除去由刷毛的振动产生的噪声,也优选除去相当于刷毛驱动频率的 100Hz ~ 300Hz 左右的频率成分。进而,关于门牙,通过以左右哪一只手握着牙刷主体来将刷毛姿势改变 180 度,因而也可以记录使用者惯用的那一只手(手持牙刷的那只手),并根据所记录的惯用手来改变磨刷部位的判定算法,以及改变动作模式(马达旋转方向、刷毛动作)。

[0193] 在牙刷主体上设置用于来引导(或规定)把持位置的凹凸形状。例如,在牙刷主体的前端部分(使用者把持牙刷主体时,以大拇指或食指的指尖儿或关节接触的位置)存在凸起或凹部时,使用者有意识或无意识地将手指对准凸起或凹部地把握牙刷。利用此结构,能够将使用者引导至规定的把持状态。较为典型的是,在图 3 的围绕 y 轴的角度中将刷毛的朝向(z 轴的负方向)设为 0 度的情况下,最好在约 ± 45 度的位置设置两个凸起(或凹部),且在约 ± 135 度的位置设置两个凹部(或凸起)。当将手指对准该凹凸来把持牙刷时,容易将刷角保持为 45 度。

[0194] 在上述实施方式中,为了判别磨刷部位(颊侧与舌侧的判别),例示了采用温度传感器、照相机和光传感器的构成,但此外还可以采用超声波传感器等的距离传感器。例如,与图 24 的温度传感器同样,在刷毛的背面设置距离传感器。在磨刷颊侧时,距离传感器与颊处接近或接触,因而距离传感器的测定值成为非常小的值。另一方面,磨刷舌侧时,距离传感器朝向口腔内部,因而距离传感器的测定值相对较大。因此,通过将距离传感器的测定值与阈值(例如 5mm)作比较,能够判别是颊侧还是舌侧。

[0195] 附图标记的说明

[0196] 1 电动牙刷主体

[0197] 2 振动构件

[0198] 10 马达

[0199] 11 旋旋转轴

[0200] 12 驱动电路

[0201] 13 充电电池

[0202] 14 线圈

[0203] 15 加速度传感器

[0204] 16 陀螺仪

[0205] 17 负载传感器

[0206] 18 温度传感器

[0207] 19 照相机

[0208] 20 杆部

[0209] 21 刷构件

[0210] 30 偏心轴

[0211] 100 充电器

[0212] 120 CPU

[0213] 121 存储器

-
- [0214] 122 计时器
 - [0215] 202 弹性构件
 - [0216] 203 轴承
 - [0217] 210 刷毛
 - [0218] 300 配重
 - [0219] S 开关

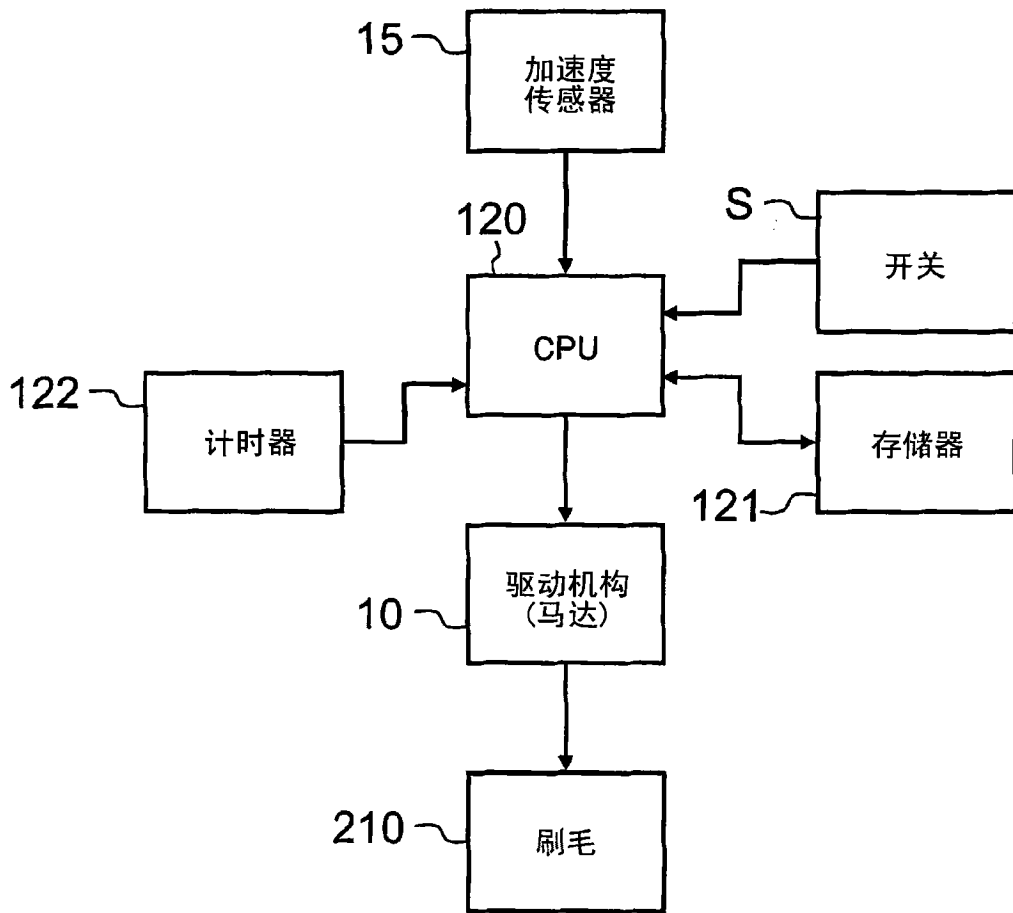


图 1

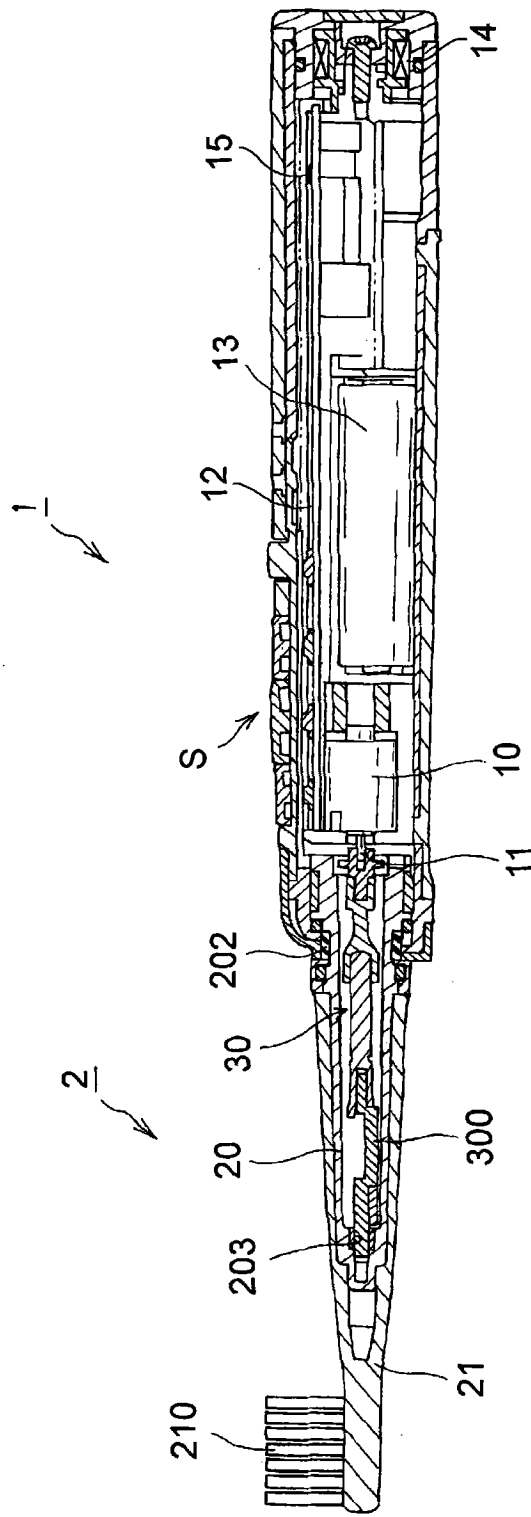


图 2

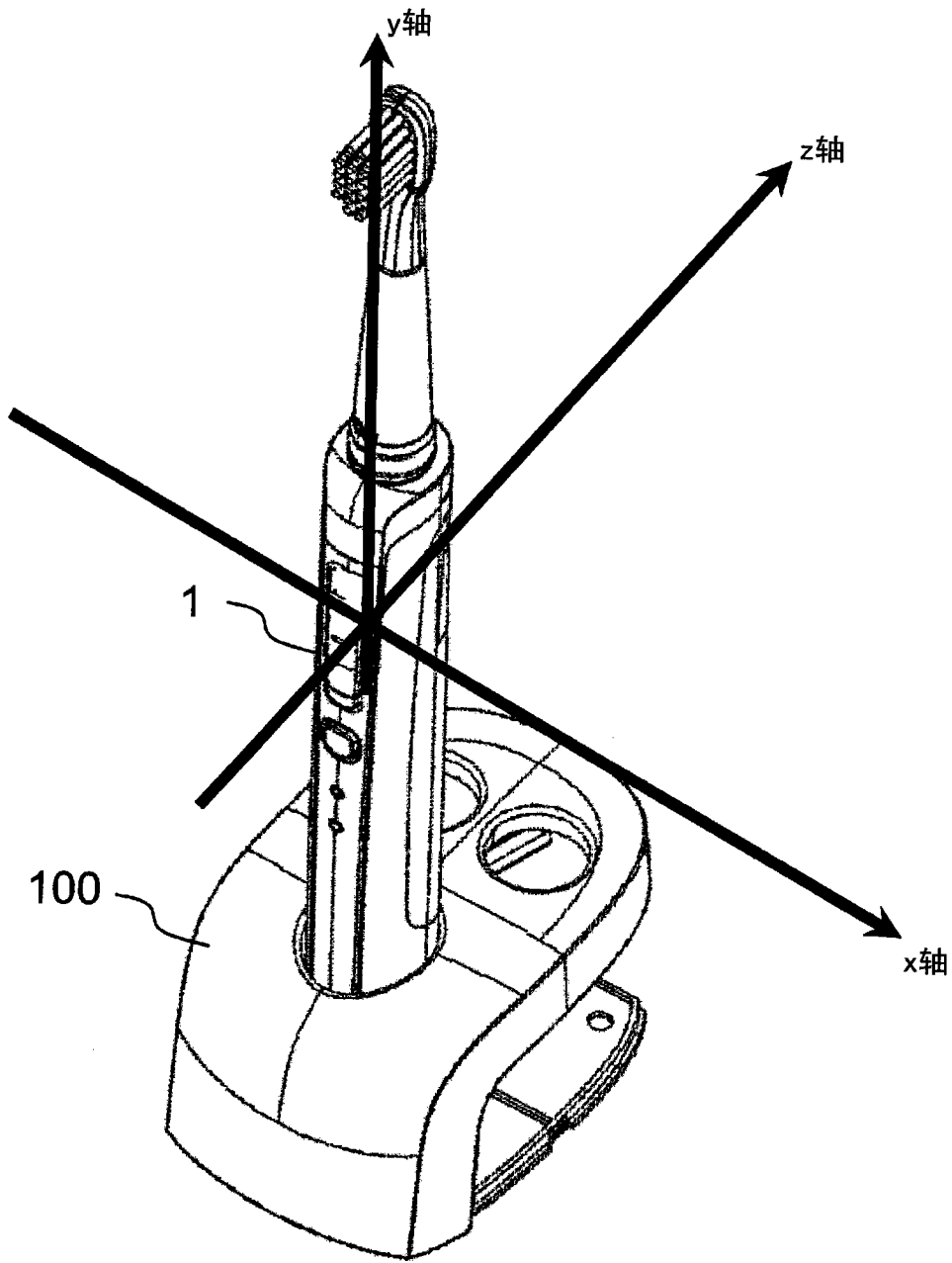


图 3

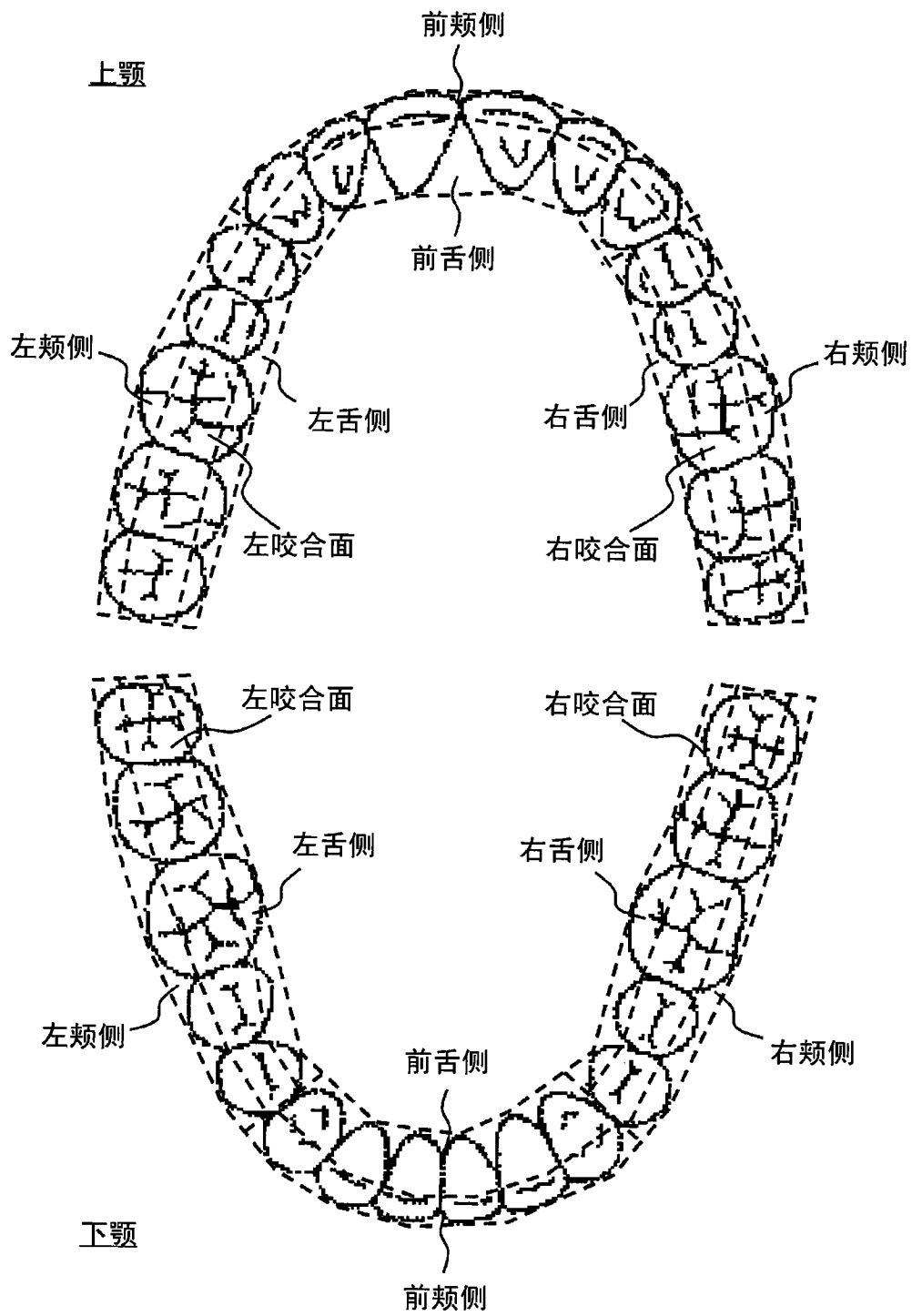


图 4

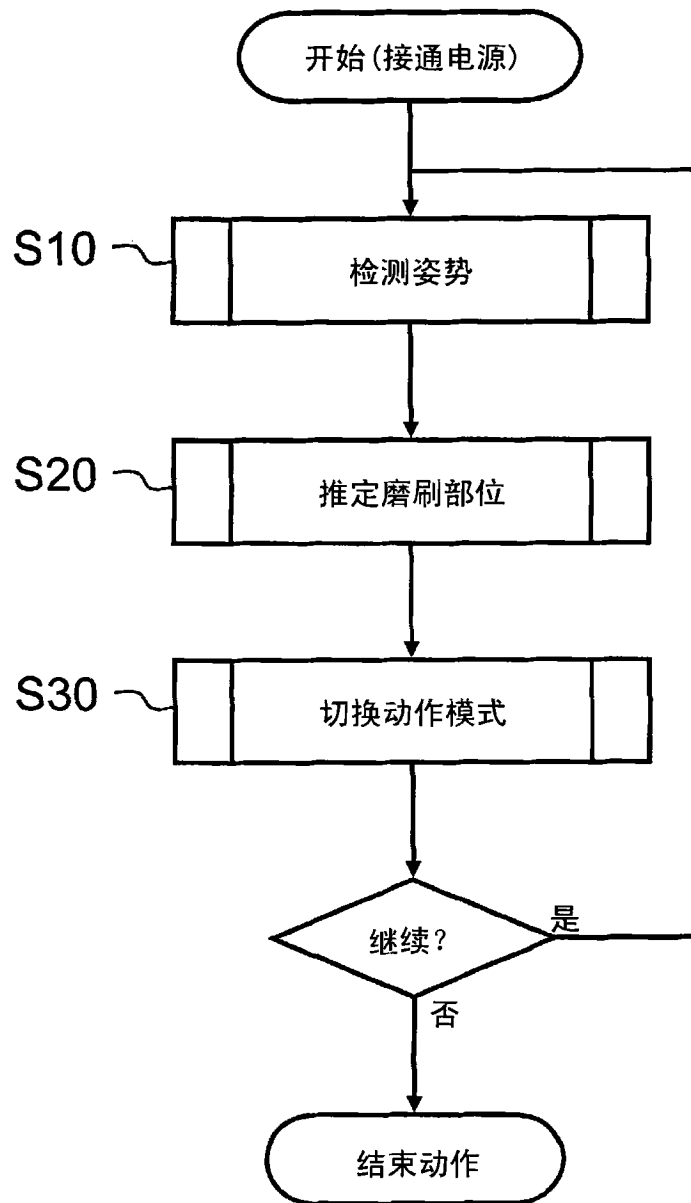


图 5

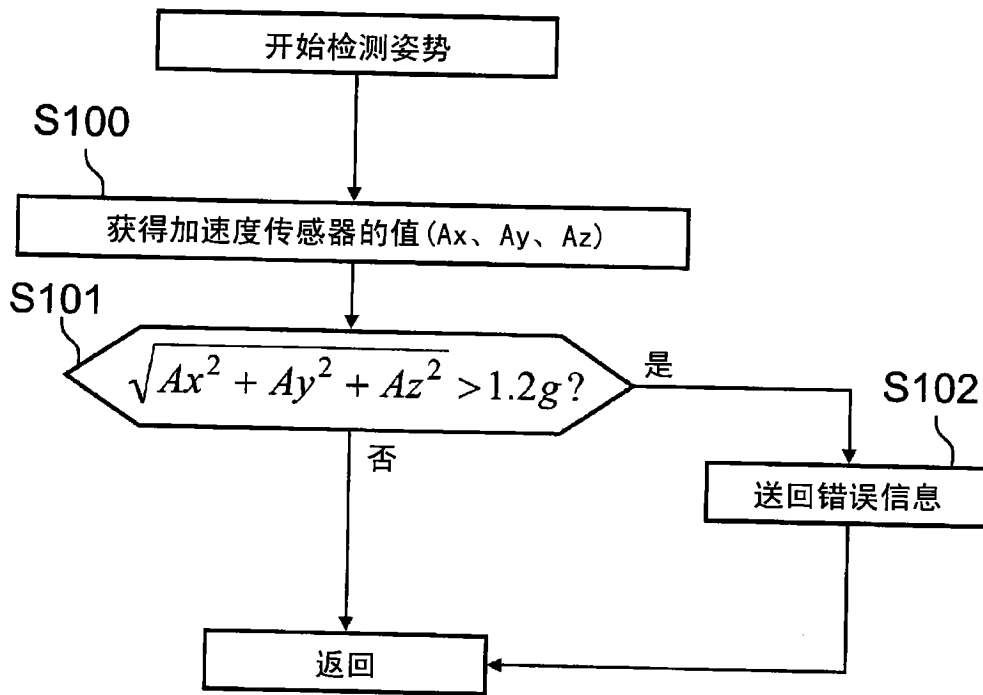


图 6

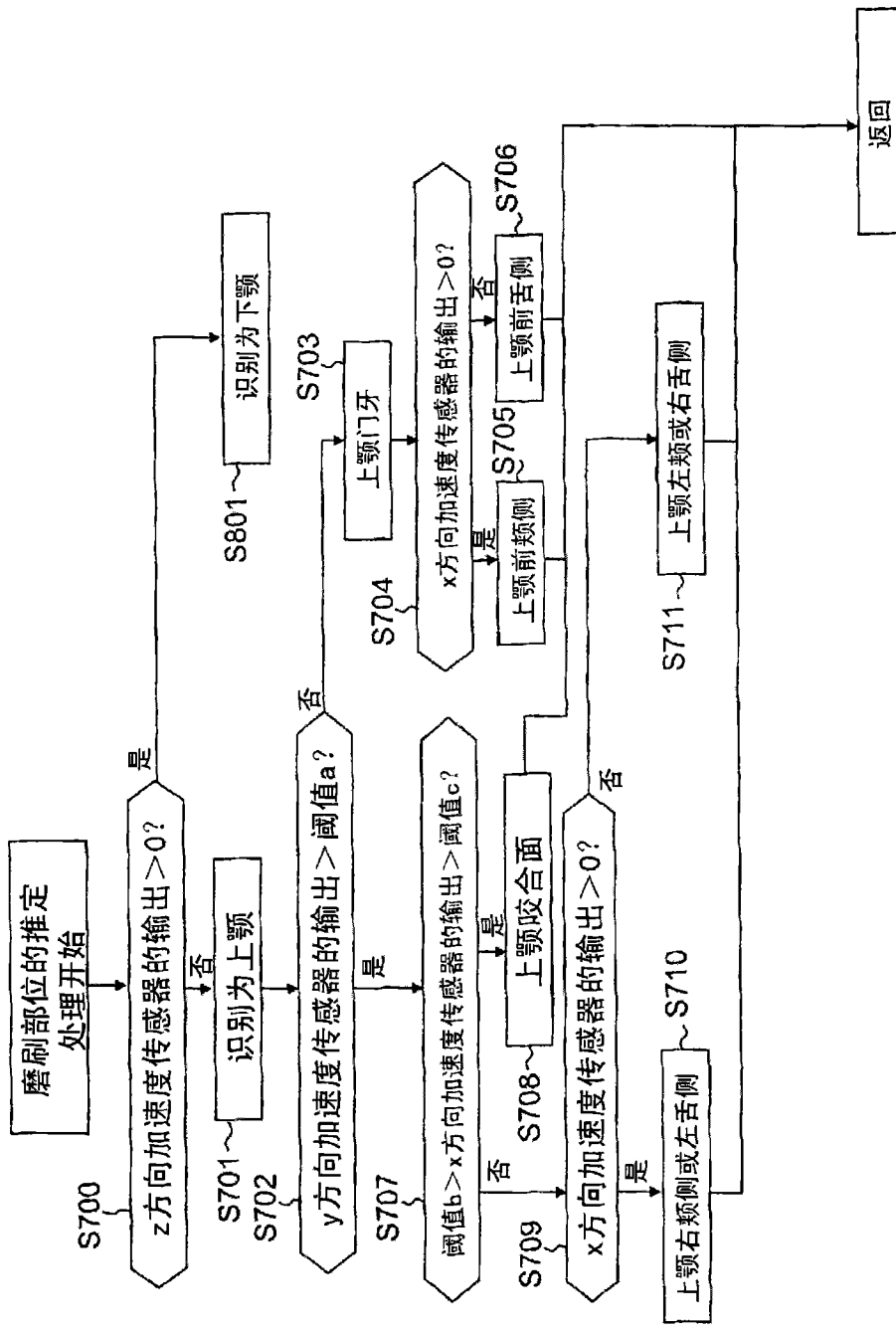


图 7

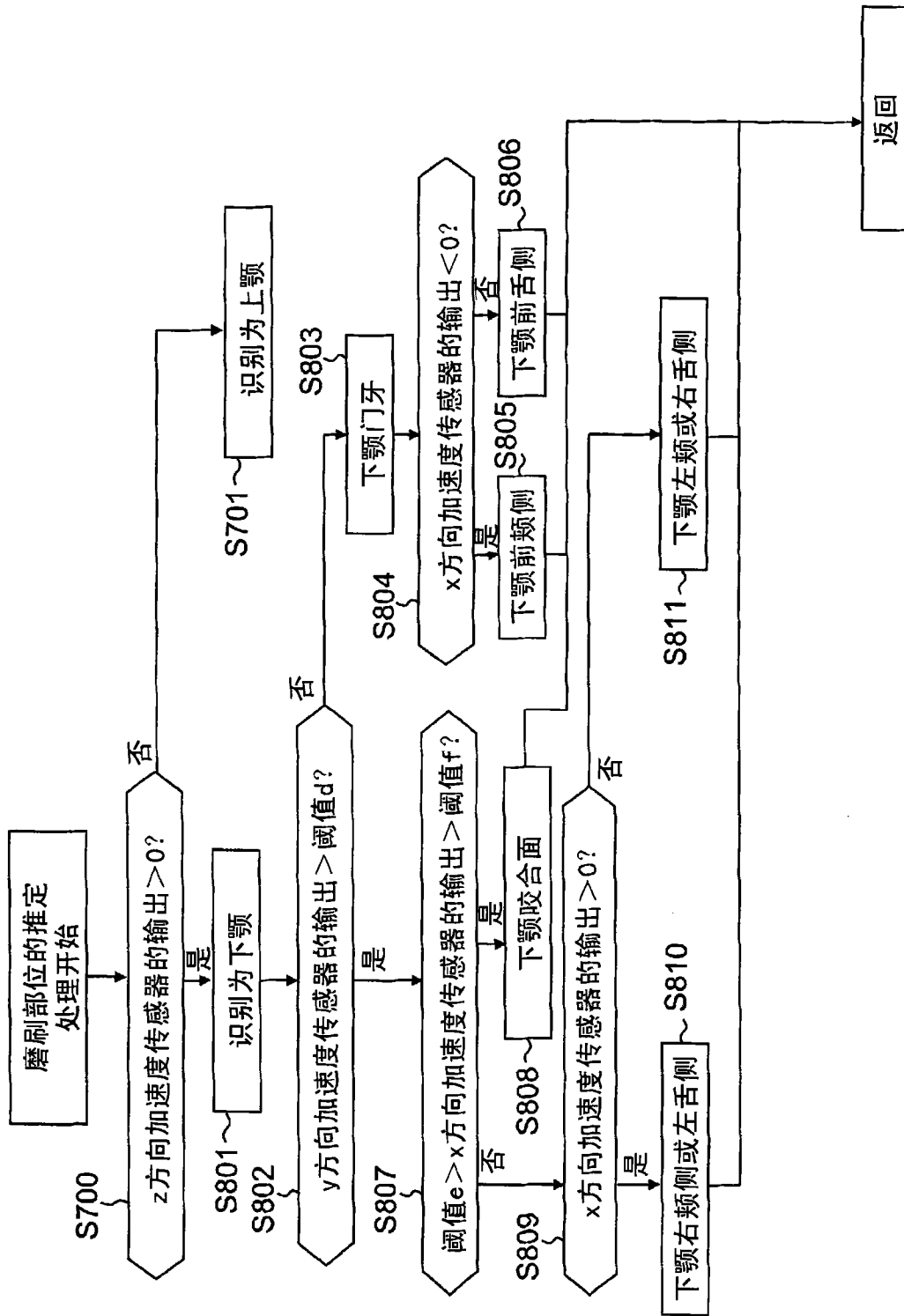


图 8

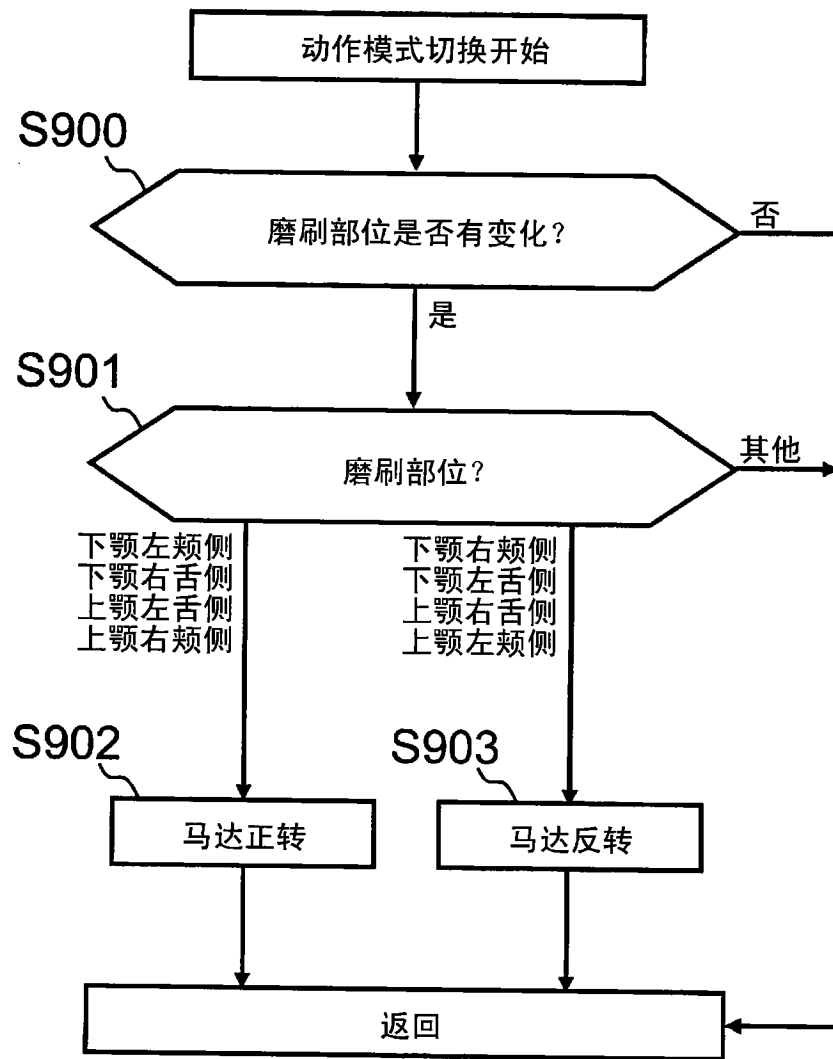
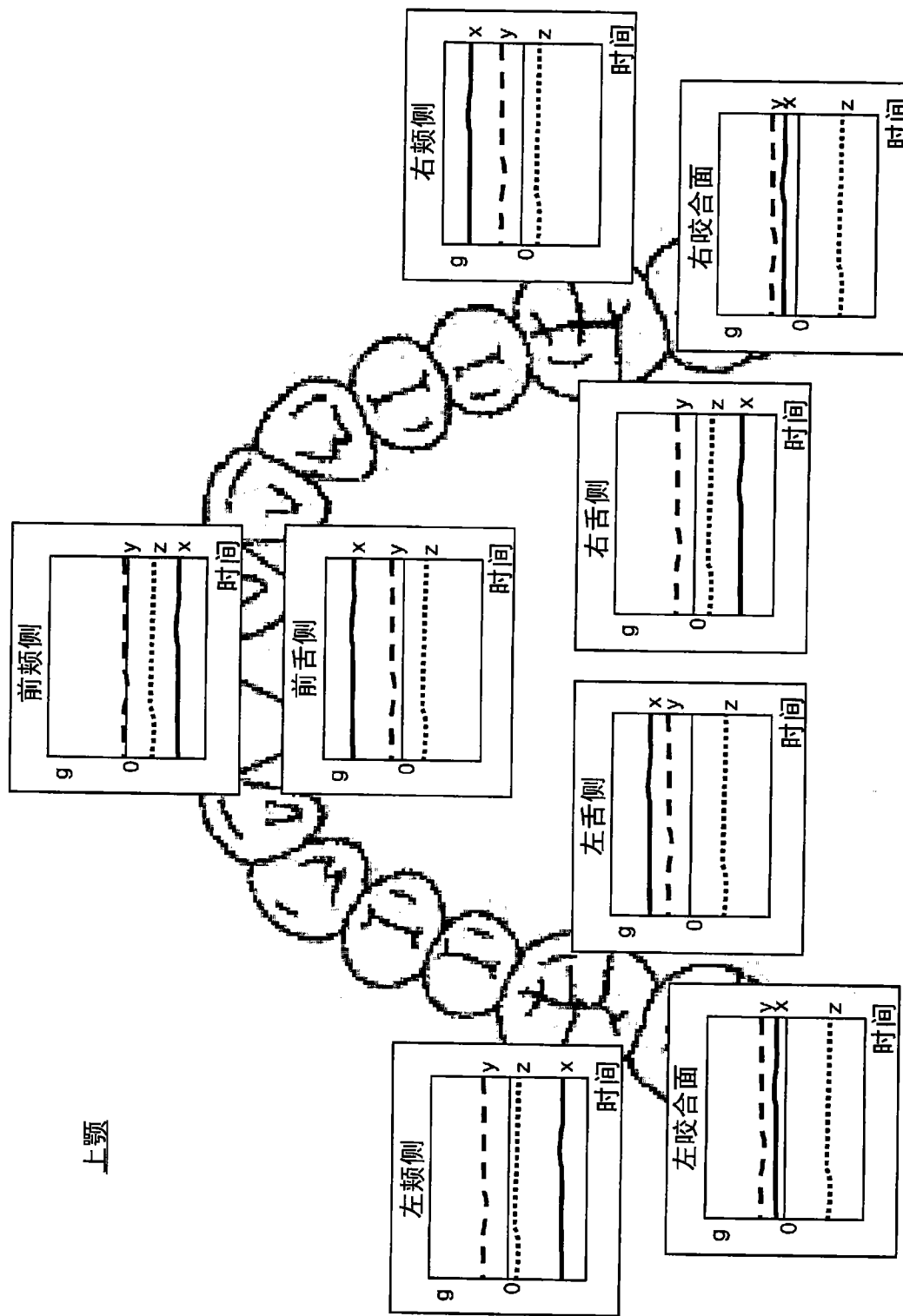


图 9



上颌

图 10

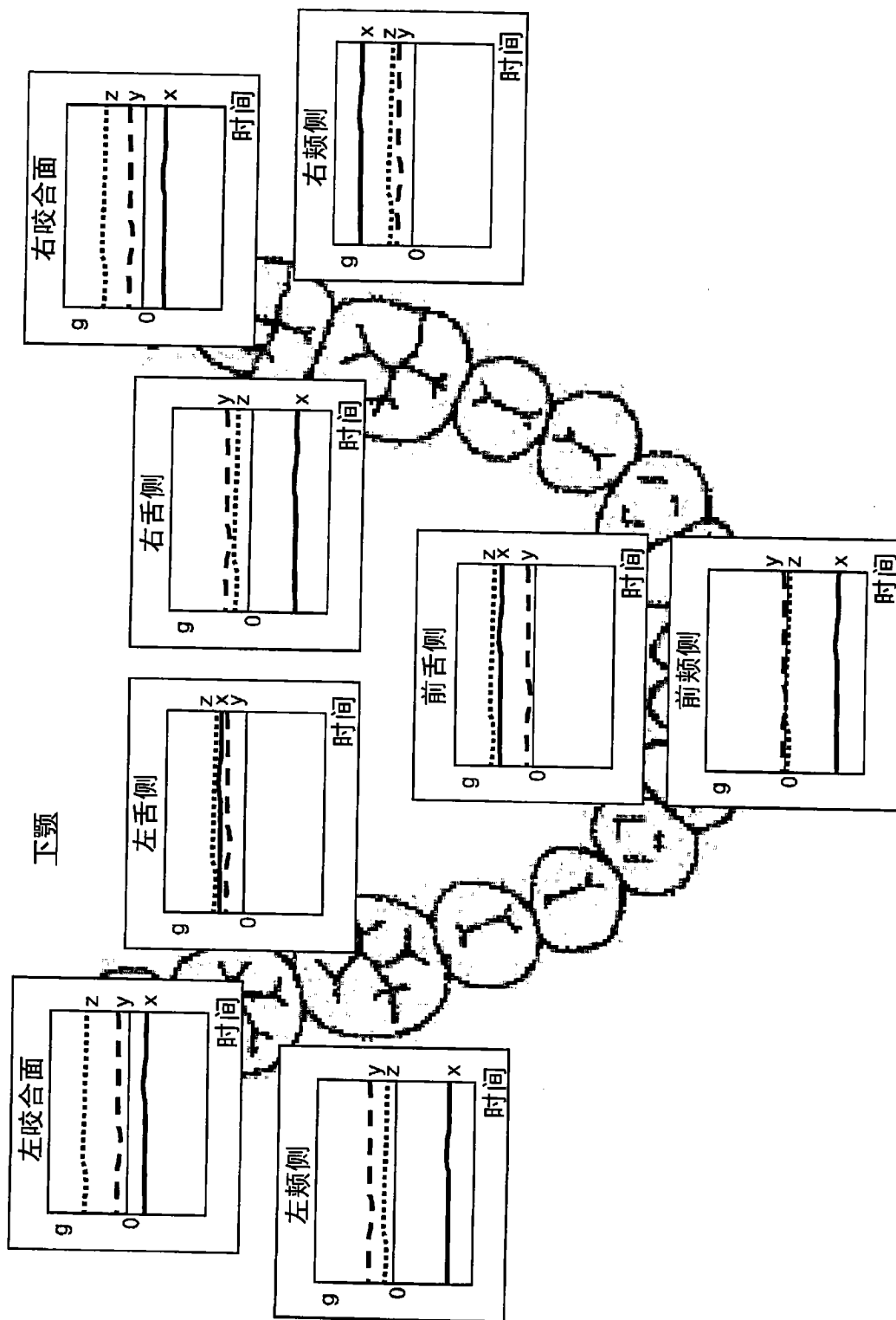


图 11

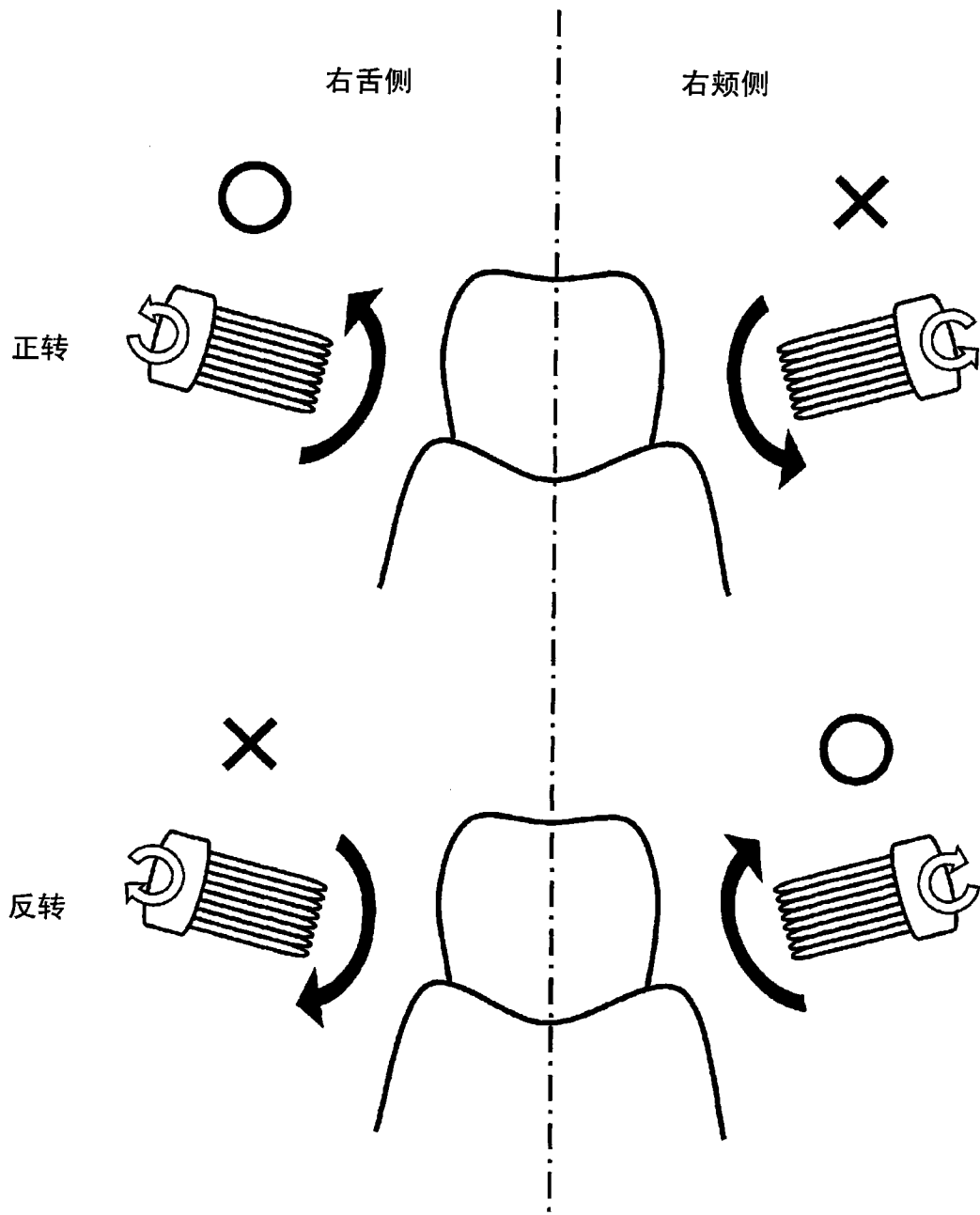


图 12

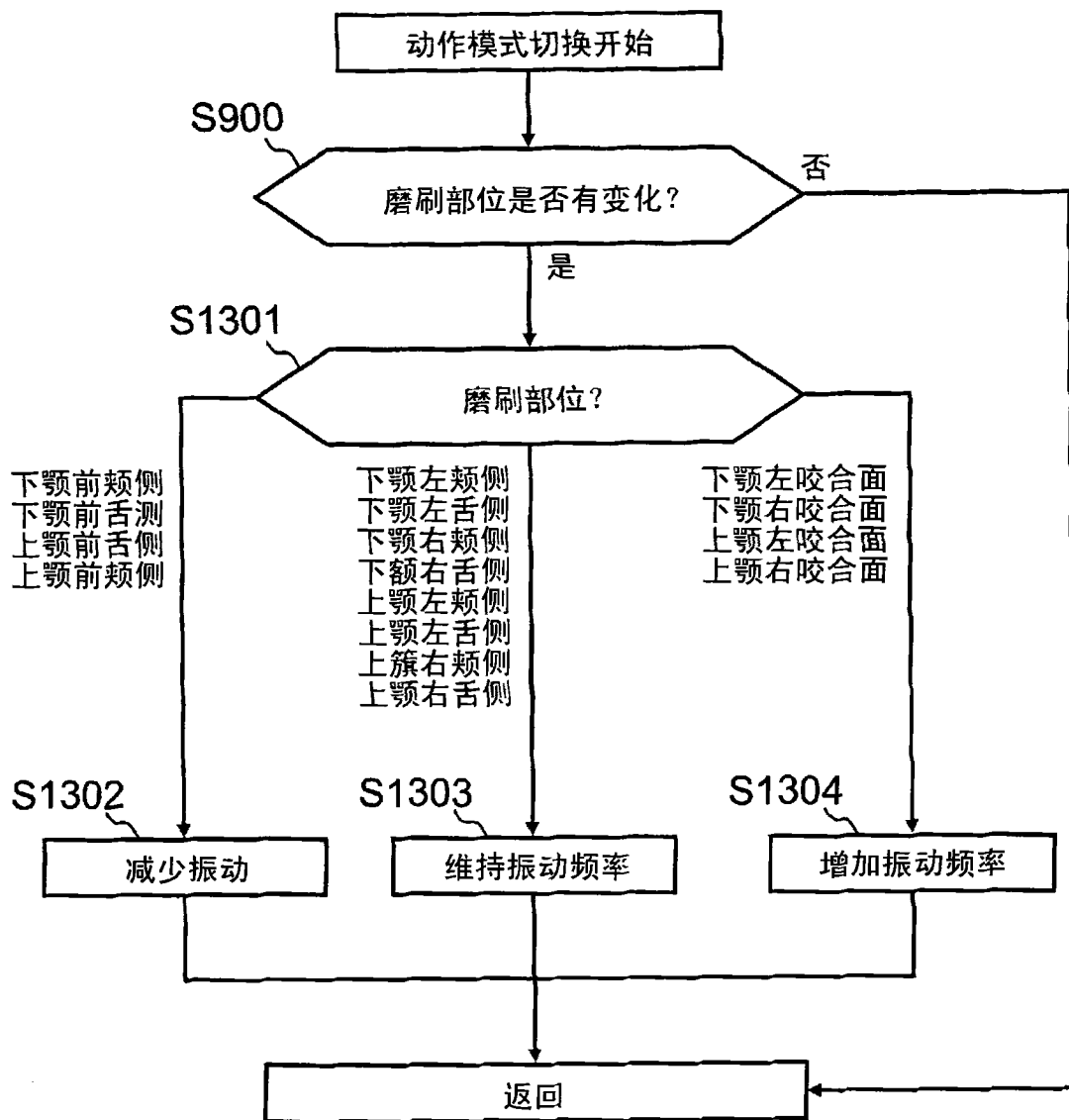
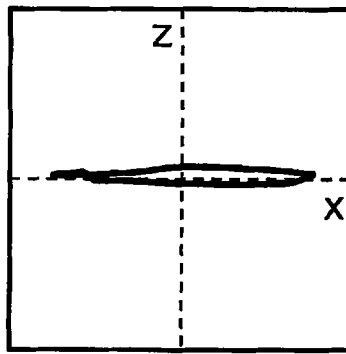
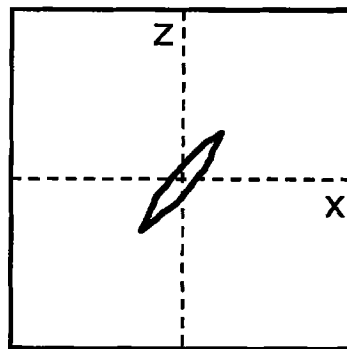


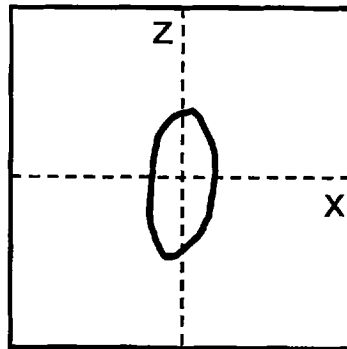
图 13



第一共振：约12500spm



非共振：约26500spm



第二共振：约38000spm

图 14

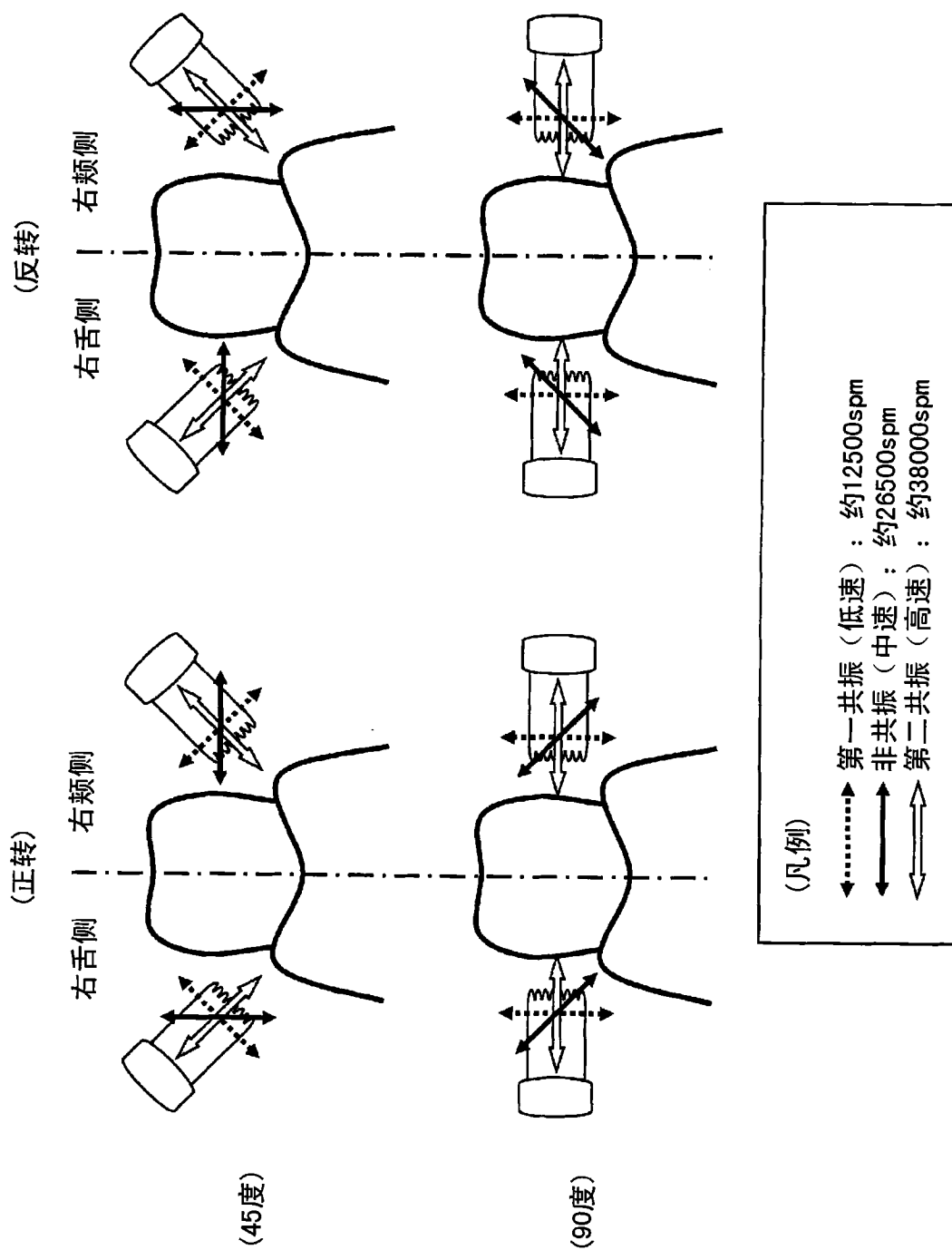


图 15

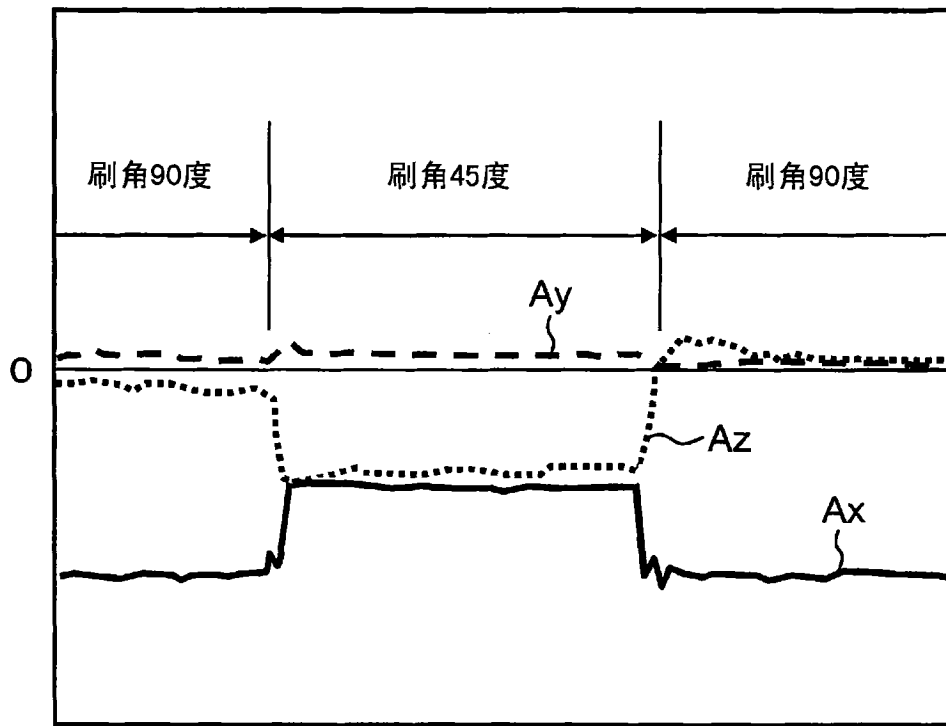


图 16

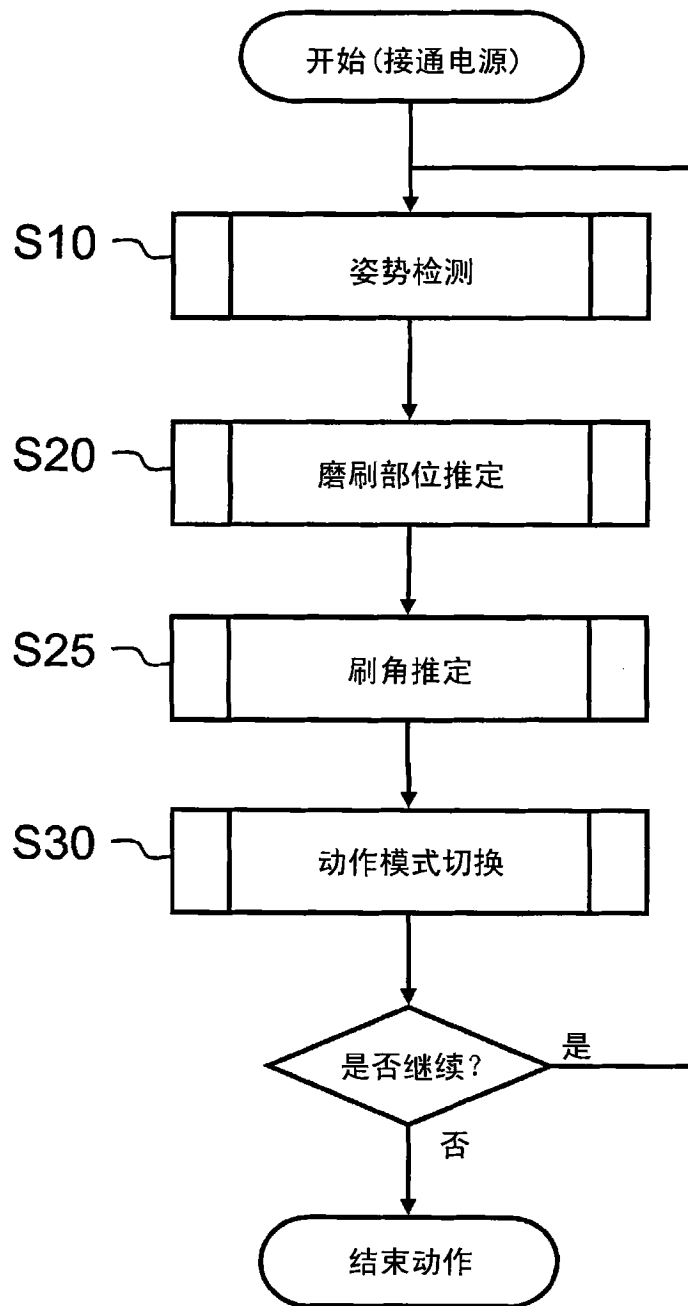


图 17

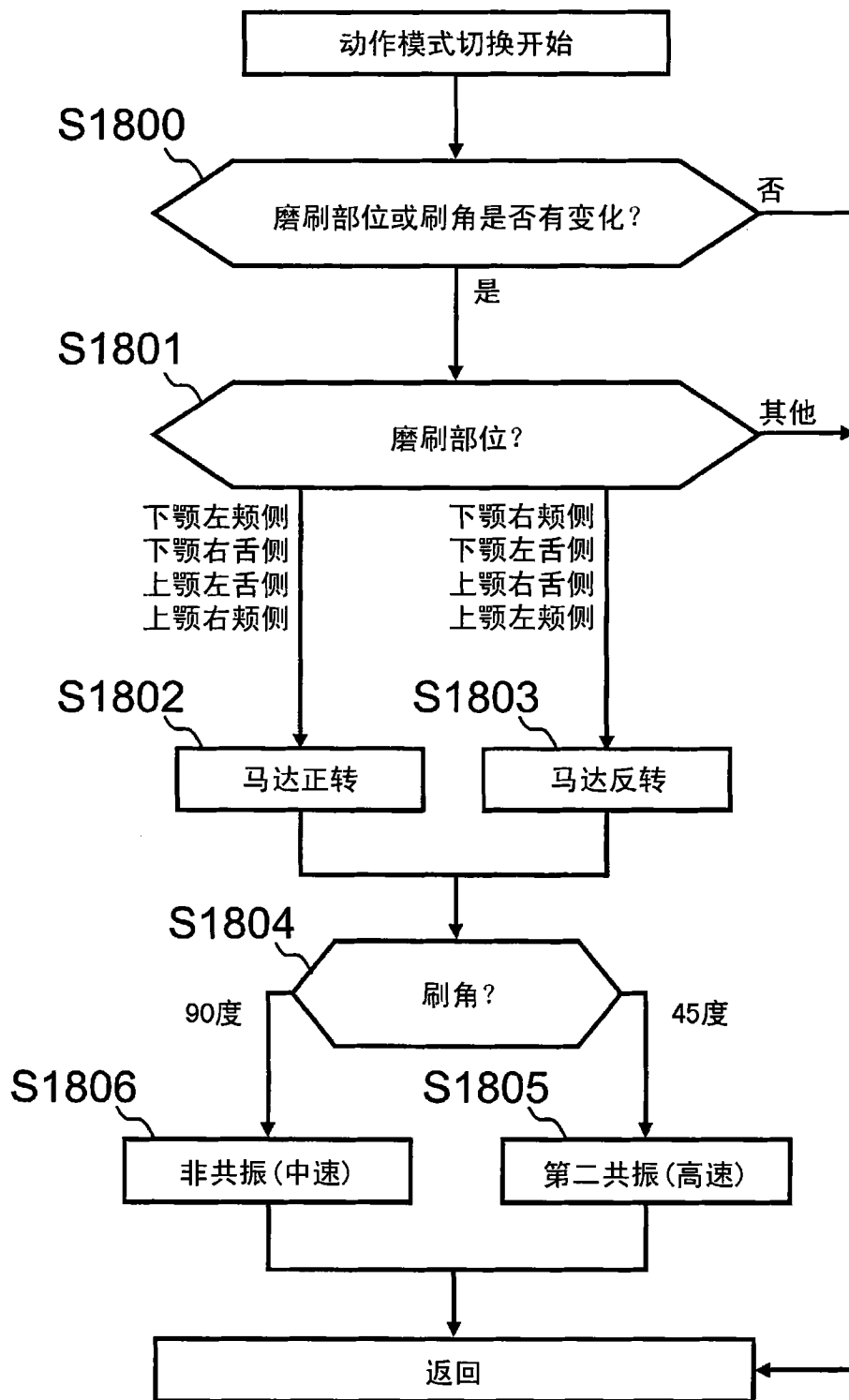


图 18

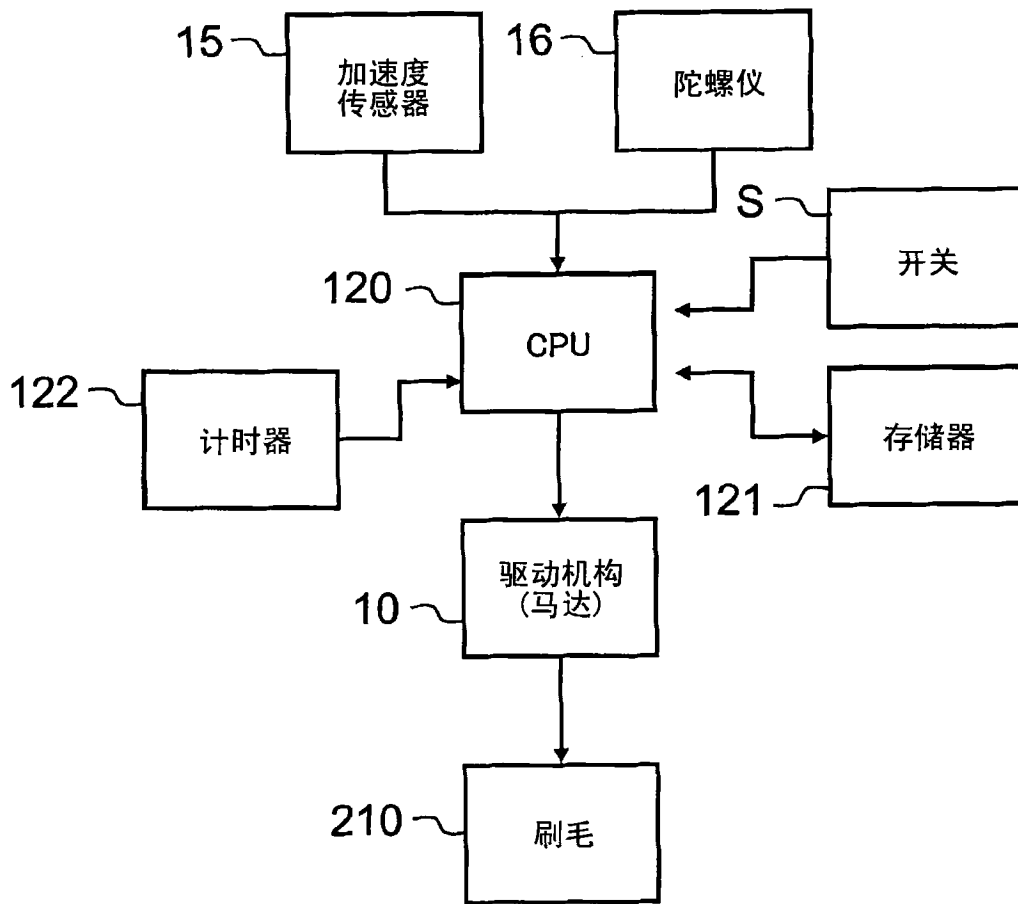


图 19

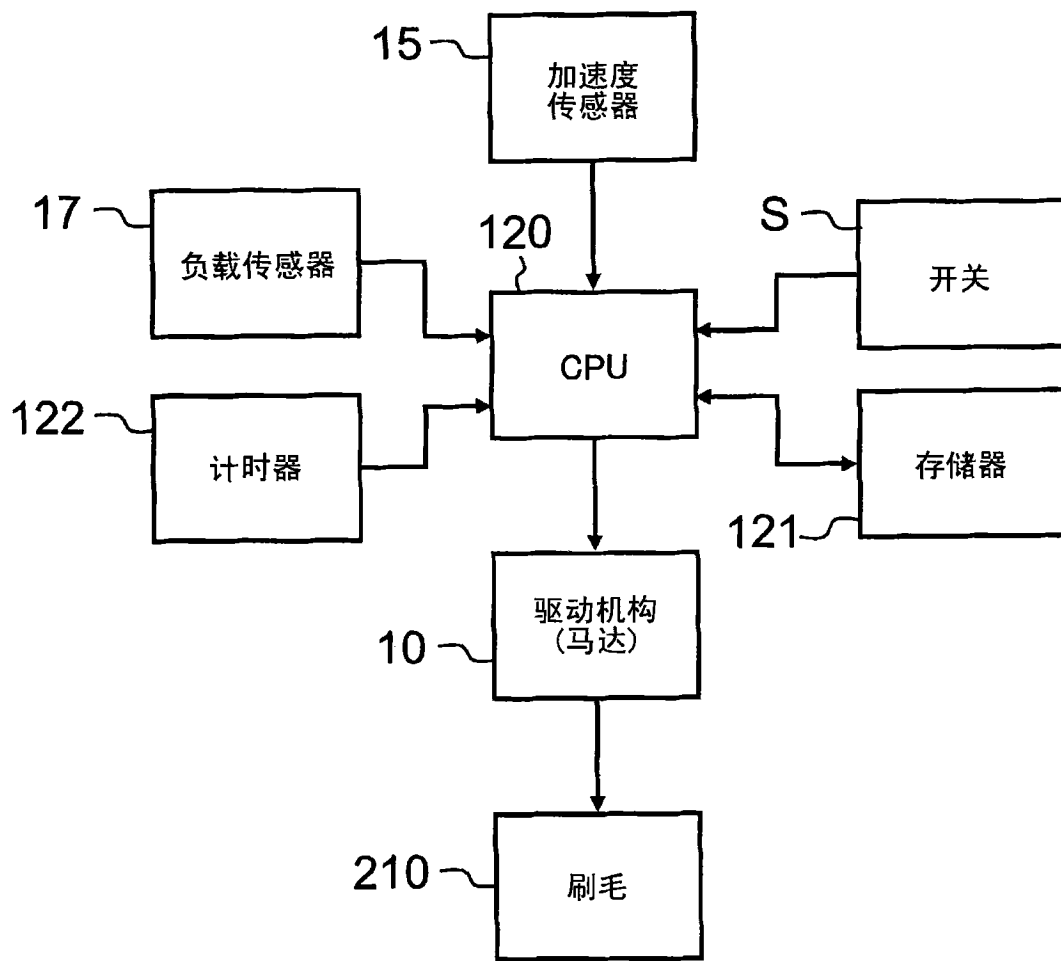


图 20

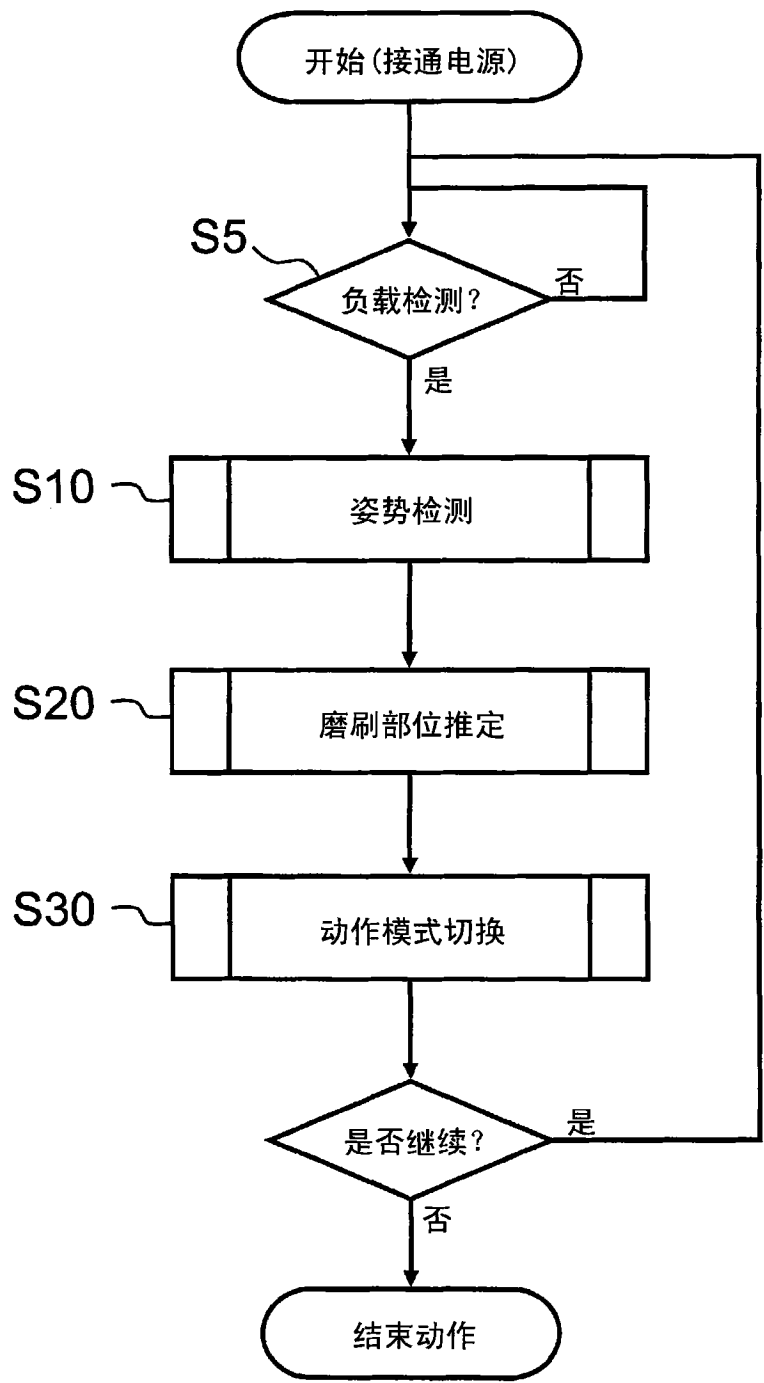


图 21

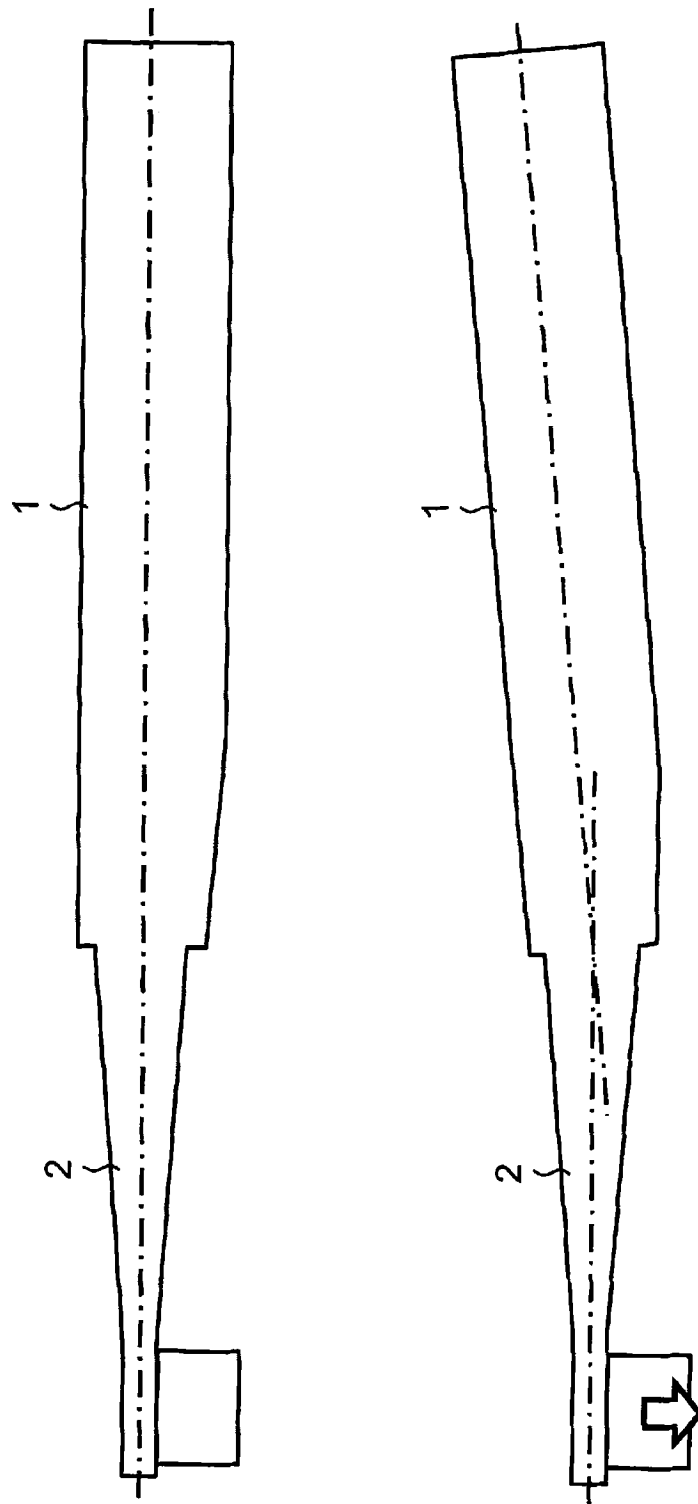


图 22

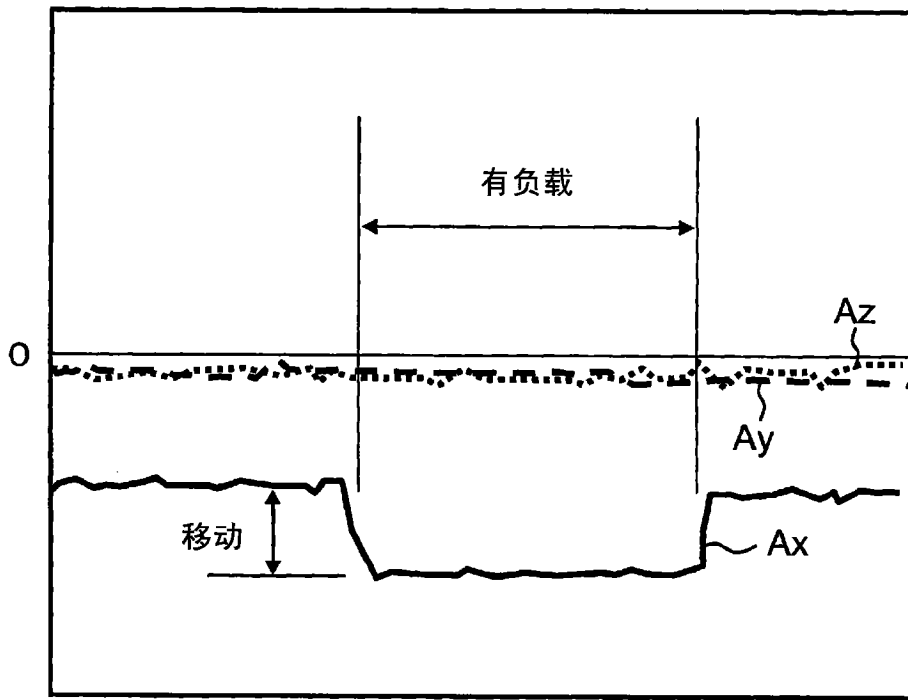


图 23

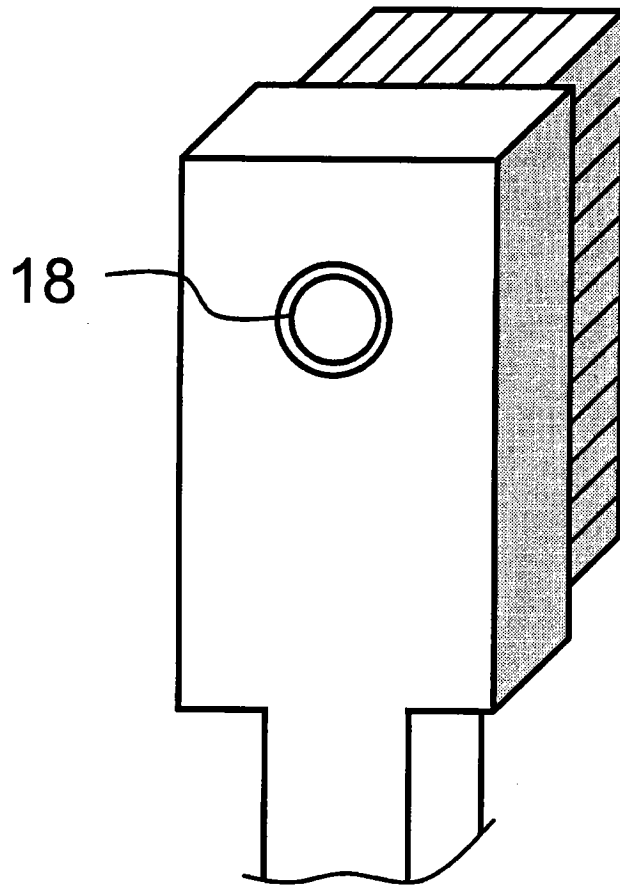


图 24

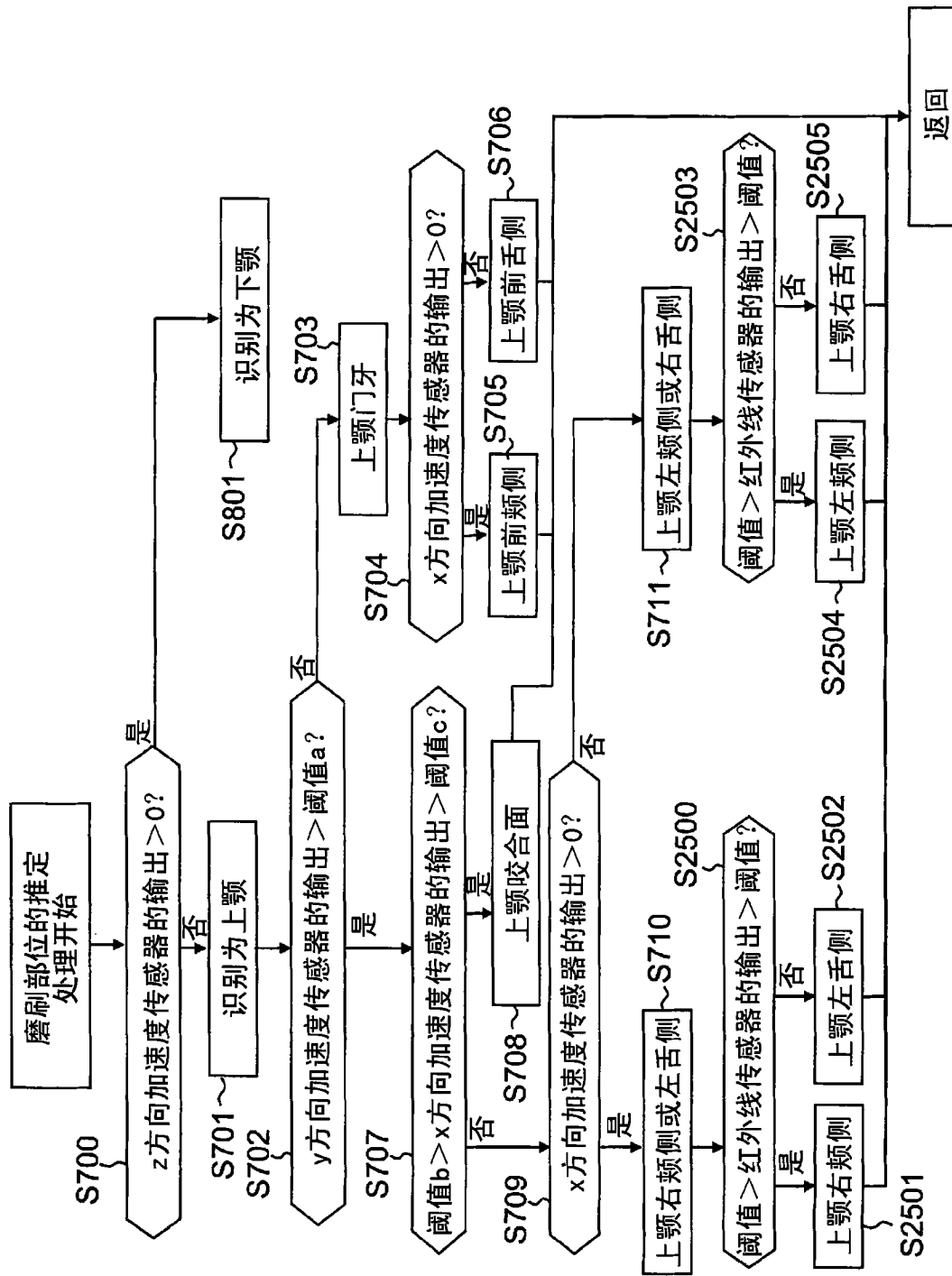


图 25

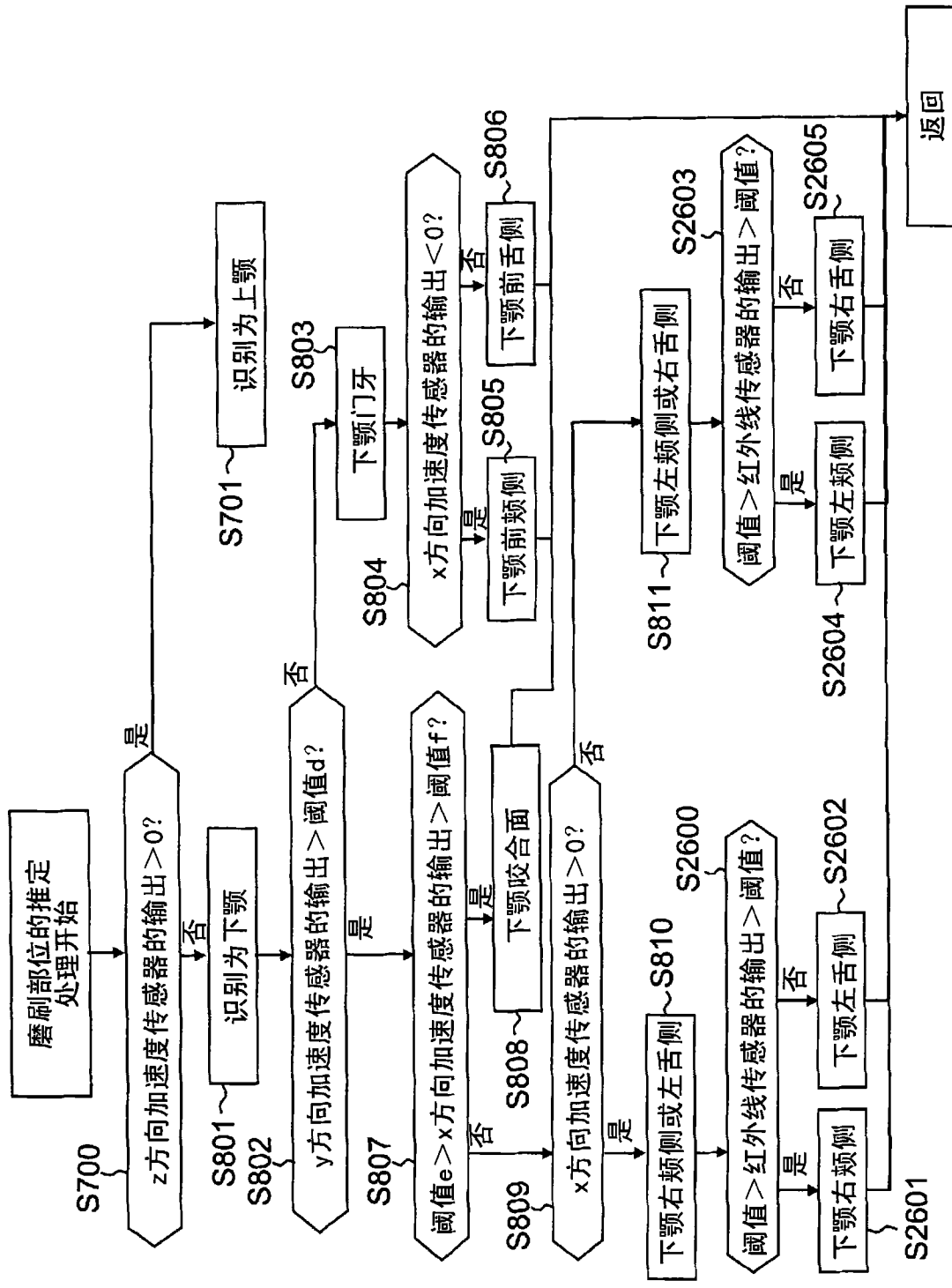


图 26

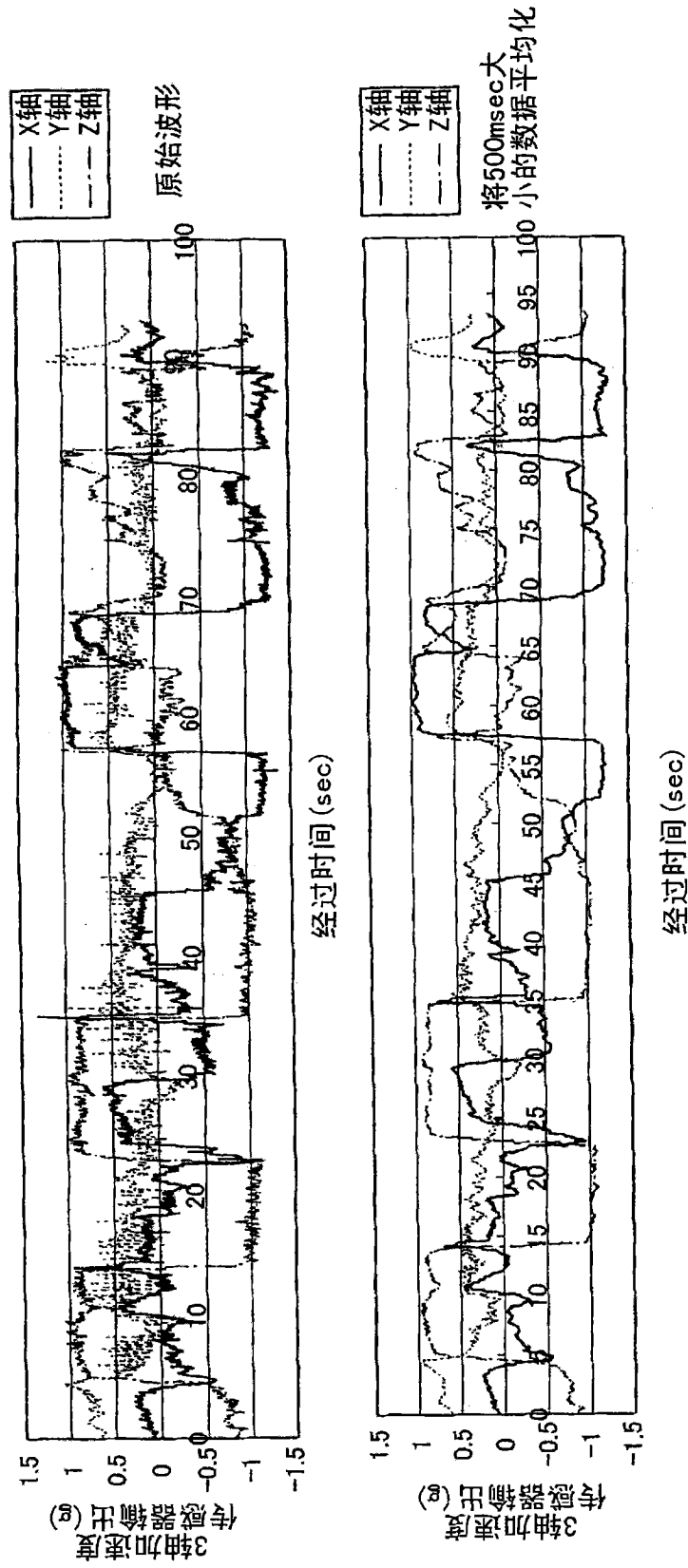


图 27

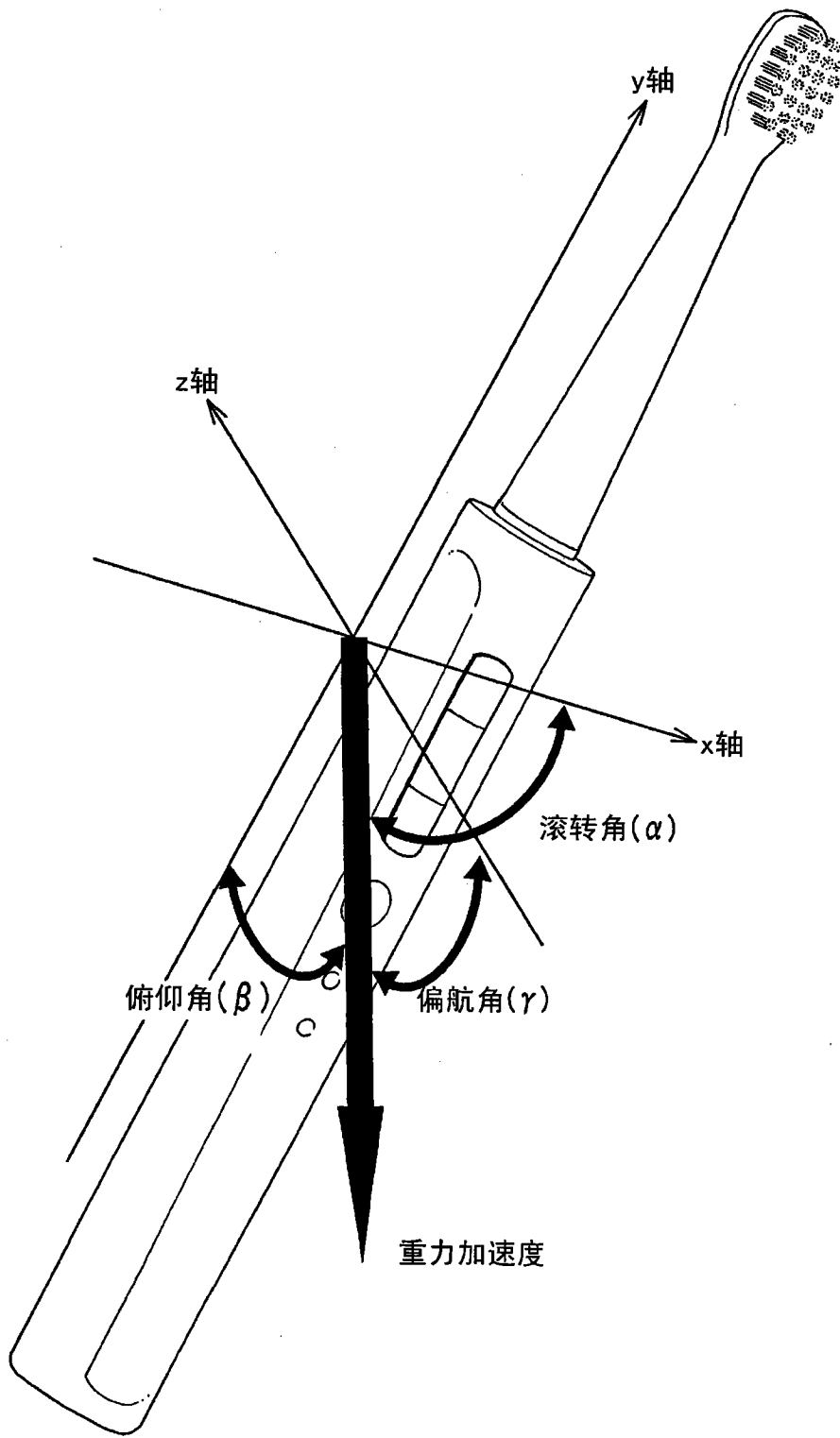


图 28

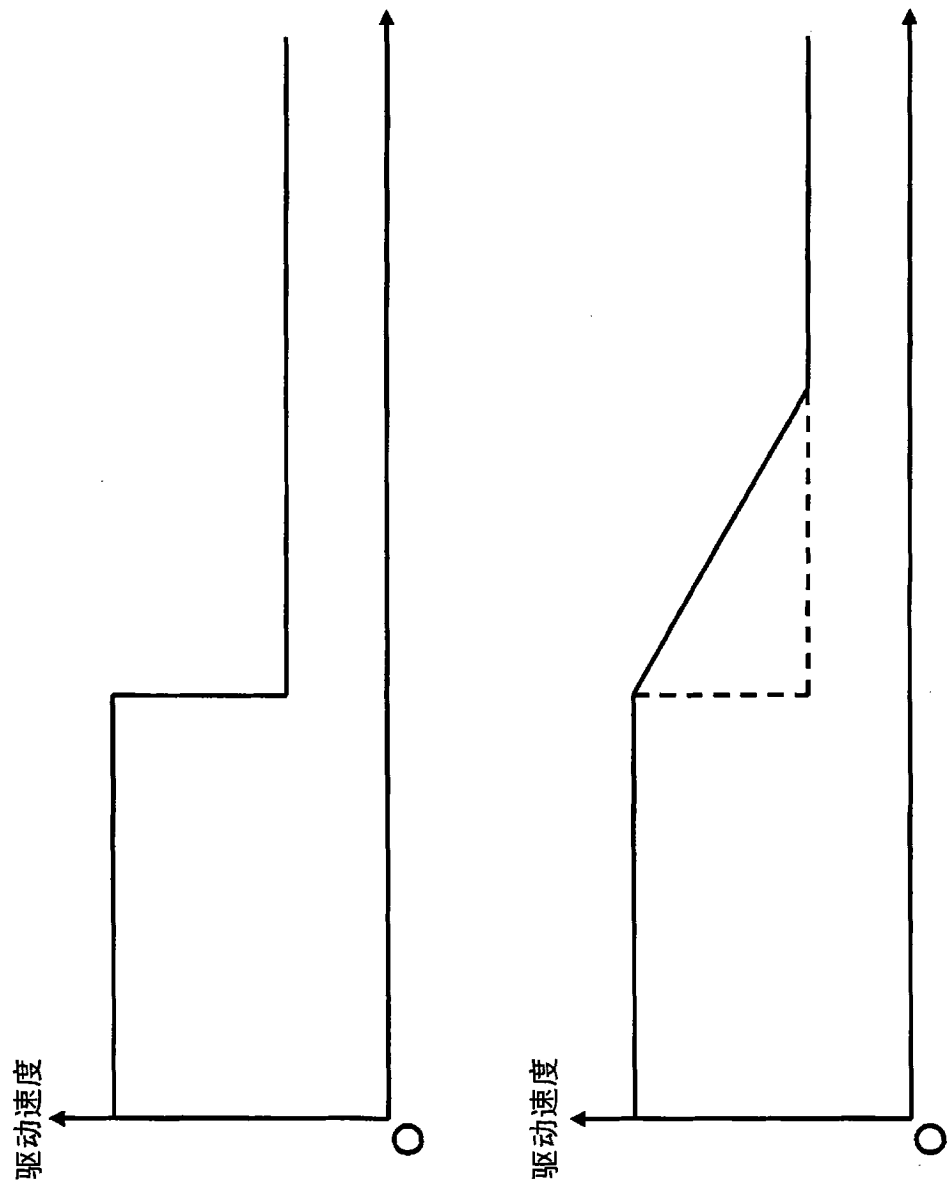


图 29

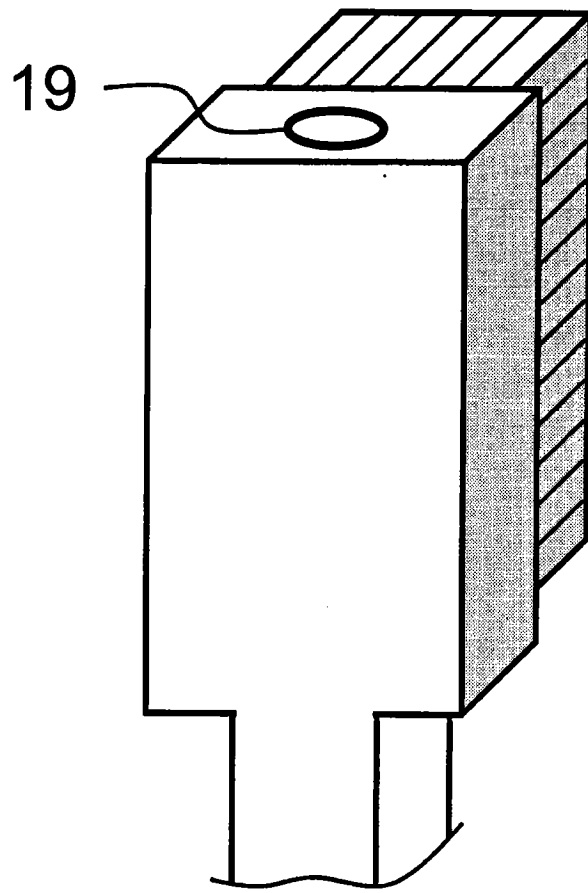


图 30

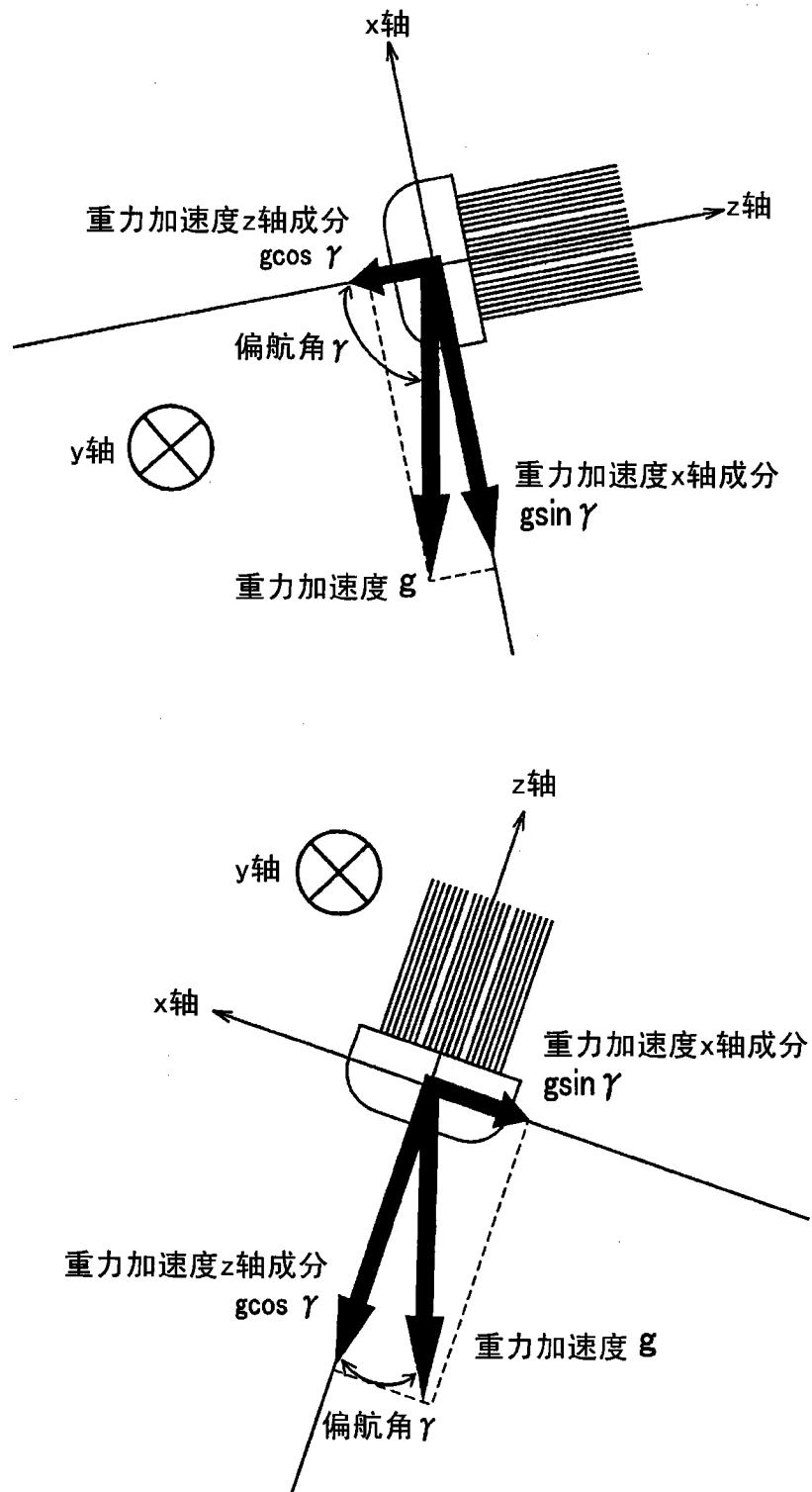


图 31

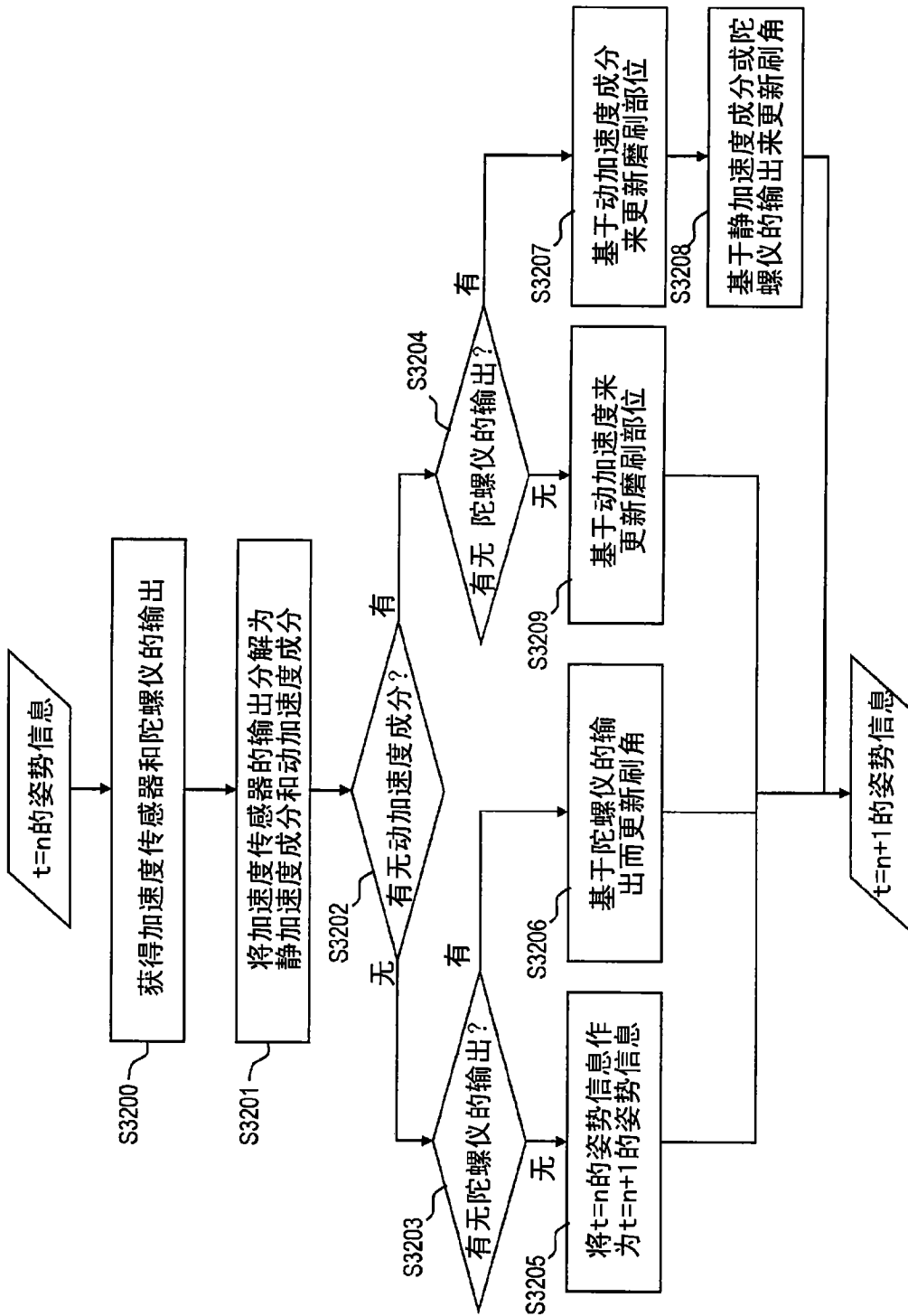


图 32