**说明书摘要**

本申请提供的一种电动牙刷的振动控制方法包括：通过轨迹控制函数获取所述输出轴的第一轨迹参数，所述第一轨迹参数是预设基准轨迹参数；获取所述输出轴的第二轨迹参数；计算并跟踪所述第一轨迹参数与所述第二轨迹参数之间的差值；和基于所述差值控制所述输出轴以预设振动频率沿着所述第一轨迹参数的轨迹运动；其中，所述轨迹控制函数由第一轨迹控制子函数和第二轨迹控制子函数叠加生成，所述第一轨迹控制子函数配置成实现所述刷头以所述预设振动频率振动，所述第二轨迹控制子函数配置成实现所述刷头绕所述输出轴的轴线旋转预设角度。

整个段落，参考以下描述

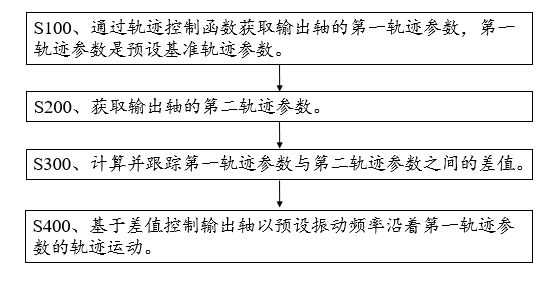
本申请提供的一种电动牙刷的振动控制方法包括：通过目标位置生成函数产生所述输出轴的目标位置；获取所述输出轴的真实反馈位置；计算并跟踪所述目标位置与所述真实反馈位置之间的差值；和基于所述差值控制所述输出轴以目标位置函数产生的目标位置运动；其中，所述目标位置生成函数由第一目标位置生成子函数和第二目标位置生成子函数叠加生成，所述第一目标位置生成子函数配置成实现所述刷头以所述预设振动频率振动，所述第二目标位置生成子函数配置成实现所述刷头绕所述输出轴的轴线旋转预设角度。

**后续相关术语参考以上第一段术语**

**整体描述建议**

**“轨迹”描述成“目标位置”、“反馈位置”**

**摘要附图**



**权利要求书**

1. 一种电动牙刷的振动控制方法，所述电动牙刷具有刷头和电机，所述刷头与所述电机的输出轴连接，其特征在于，包括：

通过轨迹控制函数获取所述输出轴的第一轨迹参数，所述第一轨迹参数是预设基准轨迹参数；

获取所述输出轴的第二轨迹参数；

计算并跟踪所述第一轨迹参数与所述第二轨迹参数之间的差值；和

基于所述差值控制所述输出轴以预设振动频率沿着所述第一轨迹参数的轨迹运动；

其中，所述轨迹控制函数由第一轨迹控制子函数和第二轨迹控制子函数叠加生成，所述第一轨迹控制子函数配置成实现所述刷头以所述预设振动频率振动，所述第二轨迹控制子函数配置成实现所述刷头绕所述输出轴的轴线旋转预设角度。

2. 根据权利要求1所述的电动牙刷的振动控制方法，其特征在于，所述获取所述输出轴的第二轨迹参数的步骤包括：通过位置传感器实时获取所述输出轴的第二轨迹参数。

3. 根据权利要求1所述的电动牙刷的振动控制方法，其特征在于，所述计算并跟踪所述第一轨迹参数与所述第二轨迹参数之间的差值的步骤包括：通过处理器计算并跟踪所述第一轨迹参数与所述第二轨迹参数之间的差值。

4. 根据权利要求1-3中任一项所述的电动牙刷的振动控制方法，其特征在于，所述振动控制方法还包括：

通过滤波器获取所述输出轴的振动部分的振幅；和

将所述输出轴的振动部分的振幅与所述第一轨迹控制子函数的振幅比较以获得振幅偏差，基于所述振幅偏差调整FOC的输出。

5. 一种电动牙刷的振动控制系统，所述电动牙刷具有刷头和电机，所述刷头与所述电机的输出轴连接，其特征在于，所述振动控制系统包括处理器、存储器和存储在所述存储器上的振动控制程序，所述振动控制程序包括轨迹控制函数，所述轨迹控制函数由第一轨迹控制子函数和第二轨迹控制子函数叠加生成，

其中，所述第一轨迹控制子函数配置成实现所述刷头以预设振动频率振动，所述第二轨迹控制子函数配置成实现所述刷头绕所述输出轴的轴线旋转预设角度。

6. 根据权利要求5所述的电动牙刷的振动控制系统，其特征在于，所述振动控制程序被配置成执行以下步骤：

通过轨迹控制函数获取所述输出轴的第一轨迹参数，所述第一轨迹参数是预设基准轨迹参数；

获取所述输出轴的第二轨迹参数；

计算并跟踪所述第一轨迹参数与所述第二轨迹参数之间的差值；和

基于所述差值控制所述输出轴以预设振动频率沿着所述第一轨迹参数的轨迹运动。

7. 根据权利要求6所述的电动牙刷的振动控制系统，其特征在于，所述获取所述输出轴的第二轨迹参数的步骤包括：通过位置传感器实时获取所述输出轴的第二轨迹参数。

8. 根据权利要求6所述的电动牙刷的振动控制系统，其特征在于，所述计算并跟踪所述第一轨迹参数与所述第二轨迹参数之间的差值的步骤包括：通过处理器计算并跟踪所述第一轨迹参数与所述第二轨迹参数之间的差值。

9. 根据权利要求5-8中任一项所述的电动牙刷的振动控制系统，其特征在于，所述振动控制程序还包括：

通过滤波器获取所述输出轴的振动部分的振幅；和

将所述输出轴的振动部分的振幅与所述第一轨迹控制子函数的振幅比较以获得振幅偏差，基于所述振幅偏差调整FOC的输出。

10. 一种电动牙刷的控制板，其特征在于，包括：

处理器、存储器和存储在所述存储器上的振动控制程序，所述振动控制程序包括轨迹控制函数，所述轨迹控制函数由第一轨迹控制子函数和第二轨迹控制子函数叠加生成，

其中，所述第一轨迹控制子函数配置成实现所述刷头以预设振动频率振动，所述第二轨迹控制子函数配置成实现所述刷头绕所述输出轴的轴线旋转预设角度，

所述振动控制程序被配置成执行以下步骤：

通过轨迹控制函数获取所述输出轴的第一轨迹参数，所述第一轨迹参数是预设基准轨迹参数；

获取所述输出轴的第二轨迹参数；

计算并跟踪所述第一轨迹参数与所述第二轨迹参数之间的差值；和

基于所述差值控制所述输出轴以预设振动频率沿着所述第一轨迹参数的轨迹运动。

**说明书**

电动牙刷的振动控制方法、控制系统及其控制板

**技术领域**

本申请涉及电动牙刷技术领域，更具体地说，涉及一种电动牙刷的振动控制方法、控制系统及其控制板。

**背景技术**

为了实现清洁牙齿的目的，传统声波式或者磁悬浮式电动牙刷主要通过电机的高频往复振动带动刷头。传统的振动型电机只能在径向固定的平衡位置上振动，不能实现输出轴不同旋转角度的振动。因此，如果要实现推荐的巴氏刷牙法，用户在使用过程中必须手动调整电动牙刷的方向，使用不便。而且，传统的振动型电机，其振动幅度没有反馈，牙刷接触牙齿后振幅减弱，由于无法达到恒定振动振幅，牙齿的清洁能力降低。

通过磁场定向控制（FOC, Field Oriented controlled）技术，实现电动牙刷刷头的不同旋转角度的振动，克服传统电动牙刷只能在固定平衡位置振动的不便。同时，通过位置传感器的反馈，检测振动幅度，实现恒定振幅输出，保证清洁力度、提高刷牙体验。

**发明内容**

本申请提出的一种电动牙刷及其振动控制方法，解决传统电动牙刷只能在固定平衡位置振动的不便以及电动牙刷在使用过程中无法达到恒定振动振幅的问题。

鉴于以上所述以及其它更多的构思而提出了本申请。

根据本申请一方面，提供一种电动牙刷的振动控制方法，所述电动牙刷具有刷头和电机，所述刷头与所述电机的输出轴连接，包括：

通过轨迹控制函数获取所述输出轴的第一轨迹参数，所述第一轨迹参数是预设基准轨迹参数；

获取所述输出轴的第二轨迹参数；

计算并跟踪所述第一轨迹参数与所述第二轨迹参数之间的差值；和

基于所述差值控制所述输出轴以预设振动频率沿着所述第一轨迹参数的轨迹运动；

其中，所述轨迹控制函数由第一轨迹控制子函数和第二轨迹控制子函数叠加生成，所述第一轨迹控制子函数配置成实现所述刷头以所述预设振动频率振动，所述第二轨迹控制子函数配置成实现所述刷头绕所述输出轴的轴线旋转预设角度。

在一个实施例中，所述获取所述输出轴的第二轨迹参数的步骤包括：通过位置传感器实时获取所述输出轴的第二轨迹参数。

在一个实施例中，所述计算并跟踪所述第一轨迹参数与所述第二轨迹参数之间的差值的步骤包括：通过处理器计算并跟踪所述第一轨迹参数与所述第二轨迹参数之间的差值。

在一个实施例中，所述基于所述差值控制所述输出轴以预设振动频率沿着所述第一轨迹参数的轨迹运动的步骤包括：基于所述差值控制所述输出轴以预设振动频率沿着所述第一轨迹参数的轨迹运动通过FOC完成。

在一个实施例中，预设角度包括预设正向旋转角度和预设反向旋转角度，预设正向旋转角度和预设反向旋转角度在0-60°的范围内。

在一个实施例中，所述振动控制程序还包括：

通过滤波器获取电机的输出轴的振动部分的振幅；和

将电机的输出轴的振动部分的振幅与第一轨迹控制子函数的振幅比较以获得振幅偏差，基于振幅偏差调整FOC的输出。

根据本申请另一方面，提供一种电动牙刷的振动控制系统，所述电动牙刷具有刷头和电机，所述刷头与所述电机的输出轴连接，所述振动控制系统包括处理器、存储器和存储在所述存储器上的振动控制程序，所述振动控制程序包括轨迹控制函数，所述轨迹控制函数由第一轨迹控制子函数和第二轨迹控制子函数叠加生成，

其中，所述第一轨迹控制子函数配置成实现所述刷头以预设振动频率振动，所述第二轨迹控制子函数配置成实现所述刷头绕所述输出轴的轴线旋转预设角度。

在一个实施例中，所述振动控制程序被配置成执行以下步骤：

通过轨迹控制函数获取所述输出轴的第一轨迹参数，所述第一轨迹参数是预设基准轨迹参数；

获取所述输出轴的第二轨迹参数；

计算并跟踪所述第一轨迹参数与所述第二轨迹参数之间的差值；和

基于所述差值控制所述输出轴以预设振动频率沿着所述第一轨迹参数的轨迹运动。

在一个实施例中，所述获取所述输出轴的第二轨迹参数的步骤包括：通过位置传感器实时获取所述输出轴的第二轨迹参数。

在一个实施例中，所述计算并跟踪所述第一轨迹参数与所述第二轨迹参数之间的差值的步骤包括：通过处理器计算并跟踪所述第一轨迹参数与所述第二轨迹参数之间的差值。

在一个实施例中，所述基于所述差值控制所述输出轴以预设振动频率沿着所述第一轨迹参数的轨迹运动的步骤包括：基于所述差值控制所述输出轴以预设振动频率沿着所述第一轨迹参数的轨迹运动通过FOC完成。

在一个实施例中，预设角度包括预设正向旋转角度和预设反向旋转角度，预设正向旋转角度和预设反向旋转角度在0-60°的范围内。

在一个实施例中，所述振动控制程序还包括：

通过滤波器获取电机的输出轴的振动部分的振幅；和

将电机的输出轴的振动部分的振幅与第一轨迹控制子函数的振幅比较以获得振幅偏差，基于振幅偏差调整FOC的输出。

在一个实施例中，存储器还包括恒定振幅输出程序，所述恒定振幅输出程序被配置成执行以下步骤：

通过位置传感器获取输出轴的实际位置；

通过滤波器获取电机的输出轴的振动部分的振幅；和

将电机的输出轴的振动部分的振幅与第一轨迹控制子函数的振幅比较以获得振幅偏差，基于振幅偏差调整FOC的输出。

根据本申请又一方面，提供一种电动牙刷的控制板，包括：

处理器、存储器和存储在所述存储器上的振动控制程序，所述振动控制程序包括轨迹控制函数，所述轨迹控制函数由第一轨迹控制子函数和第二轨迹控制子函数叠加生成，

其中，所述第一轨迹控制子函数配置成实现所述刷头以预设振动频率振动，所述第二轨迹控制子函数配置成实现所述刷头绕所述输出轴的轴线旋转预设角度，

所述振动控制程序被配置成执行以下步骤：

通过轨迹控制函数获取所述输出轴的第一轨迹参数，所述第一轨迹参数是预设基准轨迹参数；

获取所述输出轴的第二轨迹参数；

计算并跟踪所述第一轨迹参数与所述第二轨迹参数之间的差值；和

基于所述差值控制所述输出轴以预设振动频率沿着所述第一轨迹参数的轨迹运动。

在一个实施例中，所述获取所述输出轴的第二轨迹参数的步骤包括：通过位置传感器实时获取所述输出轴的第二轨迹参数。

在一个实施例中，所述计算并跟踪所述第一轨迹参数与所述第二轨迹参数之间的差值的步骤包括：通过处理器计算并跟踪所述第一轨迹参数与所述第二轨迹参数之间的差值。

在一个实施例中，所述基于所述差值控制所述输出轴以预设振动频率沿着所述第一轨迹参数的轨迹运动的步骤包括：基于所述差值控制所述输出轴以预设振动频率沿着所述第一轨迹参数的轨迹运动通过FOC完成。

在一个实施例中，预设角度包括预设正向旋转角度和预设反向旋转角度，预设正向旋转角度和预设反向旋转角度在0-60°的范围内。

在一个实施例中，所述振动控制程序还包括：

通过滤波器获取电机的输出轴的振动部分的振幅；和

将电机的输出轴的振动部分的振幅与第一轨迹控制子函数的振幅比较以获得振幅偏差，基于振幅偏差调整FOC的输出。

在一个实施例中，存储器还包括恒定振幅输出程序，所述恒定振幅输出程序被配置成执行以下步骤：

通过位置传感器获取输出轴的实际位置；

通过滤波器获取电机的输出轴的振动部分的振幅；和

将电机的输出轴的振动部分的振幅与第一轨迹控制子函数的振幅比较以获得振幅偏差，基于振幅偏差调整FOC的输出。

本申请的更多实施例还能够实现其它未一一列出的有利技术效果，这些其它的技术效果在下文中可能有部分描述，并且对于本领域的技术人员而言在阅读了本申请后是可以预期和理解的。

附图说明

为了更清楚地说明本申请实施例中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本申请的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动性的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

图1显示本申请的电动牙刷的结构图；

图2显示本申请的电动牙刷的振动控制方法的流程图；

图3显示本申请的电动牙刷的振动控制系统；和

图4显示本申请的电动牙刷的控制电路板。

**具体实施方式**

在以下对附图和具体实施方式的描述中，将阐述本申请的一个或多个实施例的细节。从这些描述、附图以及权利要求中，可以清楚本申请的其它特征、目的和优点。

应当理解，所图示和描述的实施例在应用中不限于在以下描述中阐明或在附图中图示的构件的构造和布置的细节。所图示的实施例可以是其它的实施例，并且能够以各种方式来实施或执行。各示例通过对所公开的实施例进行解释而非限制的方式来提供。实际上，将对本领域技术人员显而易见的是，在不背离本申请公开的范围或实质的情况下，可以对本申请的各实施例作出各种修改和变型。例如，作为一个实施例的一部分而图示或描述的特征，可以与另一实施例一起使用，以仍然产生另外的实施例。因此，本申请公开涵盖属于所附权利要求及其等同要素范围内的这样的修改和变型。

需要理解的是，术语“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“水平”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本申请和简化描述，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本申请的限制。

同样，可以理解，本申请中所使用的词组和用语是出于描述的目的，而不应当被认为是限制性的。本文中的“包括”、“包含”或“具有”及其变型的使用，旨在开放式地包括其后列出的项及其等同项以及附加的项。

如本文所用，术语“第一”、“第二”等仅用于描述目的，而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此，限定有“第一”、“第二”等的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个该特征。在本文中，“多个”的含义是两个或两个以上，除非另有明确具体的限定。

如本文所用，术语“安装”、“相连”、“连接”、“固定”等术语应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或一体地连接；可以是机械连接，也可以是电连接；可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连，可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言，可以根据具体情况理解上述术语在本文中的具体含义。

如本文所用，术语“正向旋转”是指电机的输出轴或刷头绕输出轴的轴线顺时针旋转。术语“反向旋转”是指电机的输出轴或刷头绕输出轴的轴线逆时针旋转。术语“正向旋转角度”是指电机的输出轴或刷头绕输出轴的轴线顺时针旋转的角度。术语“反向旋转角度”是指电机的输出轴或刷头绕输出轴的轴线逆时针旋转的角度。

下面将参考本申请的具体实施例对本申请进行更详细描述。

电动牙刷包括机身1和与机身1可拆卸连接的刷头2，刷头上具有刷毛21，刷头2与机身1的可拆卸连接结构是从机身顶端延伸出来的输出轴61（也称为电机轴）。机身1设置有人机交互模块3、充电电源4、控制电路板5和电机6。人机交互模块3包括按键、指令输入单元、LED灯带或屏幕等。用户可以通过人机交互模块上的按键或指令输入单元来对电动牙刷进行控制。

例如，人机交互模块上的按键或指令输入单元可以配置成可输入4个挡位：

0档：停止工作；

1档：三角波振幅2度、频率100Hz、正弦波振幅30度、频率3Hz；

2档：三角波振幅5度、频率200Hz、正弦波振幅40度、频率4Hz；和

3档：三角波振幅8度、频率300Hz、正弦波振幅50度、频率5Hz。

人机交互模块上的按键或指令输入单元可以设置成每按一次按键就从0档到3档循环变化，有利地，也可以设置成多个按键或指令输入单元分别与0档到3档对应。

充电电源4与控制电路板5和电机6电连接，并为控制电路板5和电机6提供电压。控制电路板5上具有控制电路，控制电路可以包括H桥控制电路，例如三相半桥驱动电路，用于驱动电机的运行。

控制电路板5上还具有处理器51、存储器52和存储在存储器52上的用于实现电动牙刷的振动控制方法的程序。处理器51可以是一种微控制单元(Microcontroller Unit，MCU)，又称单片微型计算机(Single Chip Microcomputer)或者单片机。存储器52可以是Flash芯片、只读存储器101(ROM，Read‑Only Memory)磁盘等。

电机可以配置成在用于实现电动牙刷的振动控制方法的程序的控制下，绕输出轴的轴线旋转预设角度并以预设振动频率振动。电机可以是BLDC（Brushless Direct Current Motor）电机。实现电动牙刷的振动控制方法的程序包括轨迹控制函数，轨迹控制函数由第一轨迹控制子函数和第二轨迹控制子函数叠加生成。第一轨迹控制子函数配置成实现刷头以一定频率高频往复振动，第二轨迹控制子函数配置成实现刷头以一定角度绕输出轴的轴线旋转。轨迹控制函数是第一轨迹控制子函数和第二轨迹控制子函数的叠加输出函数，所以电机被配置成在轨迹控制函数的控制下绕输出轴的轴线旋转预设角度的同时以预设振动频率振动。

在一个实施例中，第一轨迹控制子函数可以是轨迹控制函数的振动子函数，第二轨迹控制子函数可以是轨迹控制函数的振动区域函数。第一轨迹控制子函数和第二轨迹控制子函数可以分别为：

1：第一轨迹控制子函数：P0 = A \* sin(t)，其中A是振幅，t是时间；

2：第二轨迹控制子函数：P1 = B \* sin(t)，其中B是区域的范围，t是时间。

需要说明的是，第一轨迹控制子函数以及第二轨迹控制子函数不限于正弦波的方式，也可以是三角波、方波等方式。

电动牙刷的振动控制方法包括：

S100、通过轨迹控制函数获取输出轴的第一轨迹参数，第一轨迹参数是预设基准轨迹参数。

预设基准轨迹参数也称为目标轨迹参数，是用户可选择的用于刷牙的目标轨迹参数。目标轨迹参数是用于控制电动牙刷的输出轴运动到目标轨迹的位置参数，是在某个时间t下输出轴的预设位置的集合。轨迹控制函数由两个独立函数叠加生成。第一轨迹参数可以在电动牙刷出厂之前便存储于电动牙刷中，用户可以根据自己的使用习惯选择合适的第一轨迹参数。第一轨迹参数也可以由用户作为指令输入到电动牙刷中，用户可以借助于移动终端例如手机、IPAD、遥控器等或固定终端输入。

S200、获取输出轴的第二轨迹参数。

第二轨迹参数是输出轴的实时轨迹参数或实际轨迹参数，是输出轴的实时位置的集合。在一个实施例中，通过位置传感器53实时获取输出轴的第二轨迹参数。位置传感器53内置于电动牙刷中，用于获取输出轴的实时轨迹参数，并将该实时轨迹参数传输到处理器。

S300、计算并跟踪第一轨迹参数与第二轨迹参数之间的差值。

通过处理器计算并跟踪第一轨迹参数与第二轨迹参数之间的差值。处理器可以是一种微控制单元(Microcontroller Unit，MCU)，又称单片微型计算机(Single Chip Microcomputer)或者单片机。电动牙刷在使用过程中，通过位置传感器实时获取输出轴的第二轨迹参数，并将第二轨迹参数的数据传输到处理器，用于计算第一轨迹参数与第二轨迹参数之间的差值。

S400、基于差值控制输出轴以预设振动频率沿着第一轨迹参数的轨迹运动。

其中，轨迹控制函数由第一轨迹控制子函数和第二轨迹控制子函数叠加生成，第一轨迹控制子函数配置成实现刷头以预设振动频率振动，第二轨迹控制子函数配置成实现刷头绕输出轴的轴线旋转预设角度。基于差值控制输出轴以预设振动频率沿着第一轨迹参数的轨迹运动通过FOC完成。FOC是一种位置控制模式，表示向电动牙刷输入的命令是目标位置参数或目标轨迹参数。振动控制系统通过位置传感器获取输出轴的当前轨迹参数或实时轨迹参数，计算目标轨迹参数与实时轨迹参数的差值，基于FOC控制电机的输出轴快速、平稳、精准地运动到目标轨迹。

预设角度包括预设正向旋转角度和预设反向旋转角度。优选地，预设正向旋转角度可以等于预设反向旋转角度。预设正向旋转角度和预设反向旋转角度可以在0-60°的范围内。

振动控制系统包括处理器51、存储器52和存储在存储器52上的振动控制程序，振动控制程序包括轨迹控制函数，轨迹控制函数由第一轨迹控制子函数和第二轨迹控制子函数叠加生成，其中，第一轨迹控制子函数配置成实现刷头以预设振动频率振动，第二轨迹控制子函数配置成实现刷头绕输出轴的轴线旋转预设角度。

振动控制程序被配置成执行以下步骤：

S100、通过轨迹控制函数获取输出轴的第一轨迹参数，第一轨迹参数是预设基准轨迹参数。

预设基准轨迹参数也称为目标轨迹参数，是用户可选择的用于刷牙的目标轨迹参数。目标轨迹参数是用于控制电动牙刷的输出轴运动到目标轨迹的位置参数，是在某个时间t下输出轴的预设位置的集合。轨迹控制函数由两个独立函数叠加生成。第一轨迹参数可以在电动牙刷出厂之前便存储于电动牙刷中，用户可以根据自己的使用习惯选择合适的第一轨迹参数。第一轨迹参数也可以由用户作为指令输入到电动牙刷中，用户可以借助于移动终端例如手机、IPAD、遥控器等或固定终端输入。

S200、获取输出轴的第二轨迹参数。

第二轨迹参数是输出轴的实时轨迹参数或实际轨迹参数，是输出轴的实时位置的集合。在一个实施例中，通过位置传感器实时获取输出轴的第二轨迹参数。位置传感器内置于电动牙刷中，用于获取输出轴的实时轨迹参数，并将该实时轨迹参数传输到处理器。

S300、计算并跟踪第一轨迹参数与第二轨迹参数之间的差值。

通过处理器计算并跟踪第一轨迹参数与第二轨迹参数之间的差值。处理器可以是一种微控制单元(Microcontroller Unit，MCU)，又称单片微型计算机(Single Chip Microcomputer)或者单片机。电动牙刷在使用过程中，通过位置传感器实时获取输出轴的第二轨迹参数，并将第二轨迹参数的数据传输到处理器，用于计算第一轨迹参数与第二轨迹参数之间的差值。

S400、基于差值控制输出轴以预设振动频率沿着第一轨迹参数的轨迹运动。

其中，轨迹控制函数由第一轨迹控制子函数和第二轨迹控制子函数叠加生成，第一轨迹控制子函数配置成实现刷头以预设振动频率振动，第二轨迹控制子函数配置成实现刷头绕输出轴的轴线旋转预设角度。预设角度包括预设正向旋转角度和预设反向旋转角度。优选地，预设正向旋转角度可以等于预设反向旋转角度。预设正向旋转角度和预设反向旋转角度可以在0-60°的范围内。

基于差值控制输出轴以预设振动频率沿着第一轨迹参数的轨迹运动通过FOC完成。FOC是一种位置控制模式，表示向电动牙刷输入的命令是目标位置参数或目标轨迹参数。振动控制系统通过位置传感器获取输出轴的当前轨迹参数或实时轨迹参数，计算目标轨迹参数与实时轨迹参数的差值，基于FOC控制电机的输出轴快速、平稳、精准地运动到目标轨迹。

电动牙刷的控制板包括：

处理器51、存储器52和存储在存储器52上的振动控制程序，振动控制程序包括轨迹控制函数，轨迹控制函数由第一轨迹控制子函数和第二轨迹控制子函数叠加生成，其中，第一轨迹控制子函数配置成实现刷头以预设振动频率振动，第二轨迹控制子函数配置成实现刷头绕输出轴的轴线旋转预设角度。

振动控制程序被配置成执行以下步骤：

S100、通过轨迹控制函数获取输出轴的第一轨迹参数，第一轨迹参数是预设基准轨迹参数。

预设基准轨迹参数也称为目标轨迹参数，是用户可选择的用于刷牙的目标轨迹参数。目标轨迹参数是用于控制电动牙刷的输出轴运动到目标轨迹的位置参数，是在某个时间t下输出轴的预设位置的集合。轨迹控制函数由两个独立函数叠加生成。第一轨迹参数可以在电动牙刷出厂之前便存储于电动牙刷中，用户可以根据自己的使用习惯选择合适的第一轨迹参数。第一轨迹参数也可以由用户作为指令输入到电动牙刷中，用户可以借助于移动终端例如手机、IPAD、遥控器等或固定终端输入。

S200、获取输出轴的第二轨迹参数。

第二轨迹参数是输出轴的实时轨迹参数或实际轨迹参数，是输出轴的实时位置的集合。在一个实施例中，通过位置传感器实时获取输出轴的第二轨迹参数。位置传感器内置于电动牙刷中，用于获取输出轴的实时轨迹参数，并将该实时轨迹参数传输到处理器。

S300、计算并跟踪第一轨迹参数与第二轨迹参数之间的差值。

通过处理器计算并跟踪第一轨迹参数与第二轨迹参数之间的差值。处理器可以是一种微控制单元(Microcontroller Unit，MCU)，又称单片微型计算机(Single Chip Microcomputer)或者单片机。电动牙刷在使用过程中，通过位置传感器实时获取输出轴的第二轨迹参数，并将第二轨迹参数的数据传输到处理器，用于计算第一轨迹参数与第二轨迹参数之间的差值。

S400、基于差值控制输出轴以预设振动频率沿着第一轨迹参数的轨迹运动。

其中，轨迹控制函数由第一轨迹控制子函数和第二轨迹控制子函数叠加生成，第一轨迹控制子函数配置成实现刷头以预设振动频率振动，第二轨迹控制子函数配置成实现刷头绕输出轴的轴线旋转预设角度。基于差值控制输出轴以预设振动频率沿着第一轨迹参数的轨迹运动通过FOC完成。FOC是一种位置控制模式，表示向电动牙刷输入的命令是目标位置参数或目标轨迹参数。振动控制系统通过位置传感器获取输出轴的当前轨迹参数或实时轨迹参数，计算目标轨迹参数与实时轨迹参数的差值，基于FOC控制电机的输出轴快速、平稳、精准地运动到目标轨迹。

预设角度包括预设正向旋转角度和预设反向旋转角度。优选地，预设正向旋转角度可以等于预设反向旋转角度。预设正向旋转角度和预设反向旋转角度可以在0-60°的范围内。

例如，位置传感器可以是线性霍尔传感器、磁编码传感器、小型光编码传感器以及其他可以实现位置反馈的传感器。

传统的振动型电机，其振动幅度没有反馈，牙刷接触牙齿后振幅减弱，由于无法达到恒定振动振幅，牙齿的清洁能力降低。在一个实施例中，存储器进一步包括恒定振幅输出程序，所述恒定振幅输出程序被配置成执行以下步骤：

通过位置传感器获取输出轴的实际位置；

通过滤波器获取电机的输出轴的振动部分的振幅；和

将电机的输出轴的振动部分的振幅与第一轨迹控制子函数的振幅比较以获得振幅偏差，基于振幅偏差调整FOC的输出。

以上所述仅为本申请的较佳实施例而已，并不用于限制本申请，凡在本申请的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等，均应包含在本申请的保护范围之内。

**说明书附图**

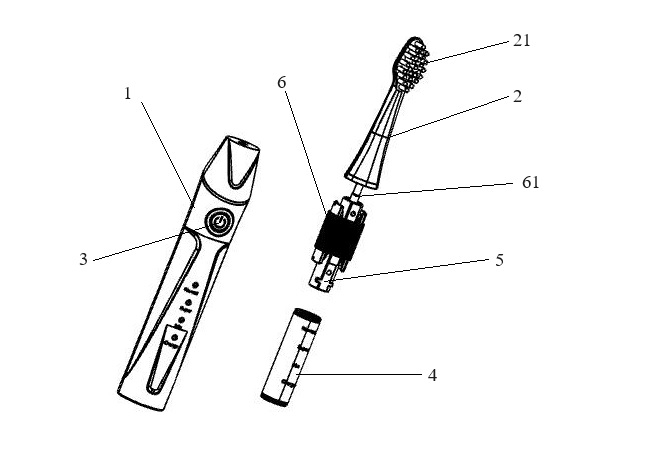


图1

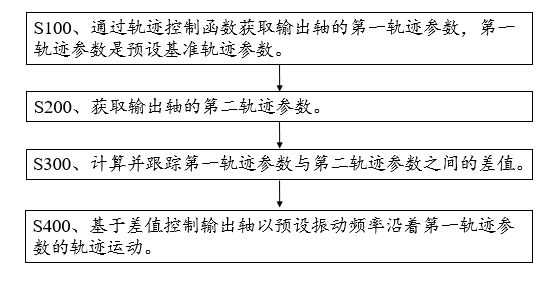


图2

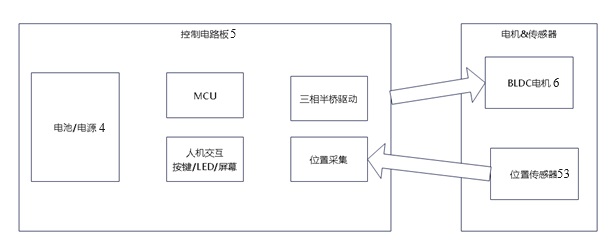


图3

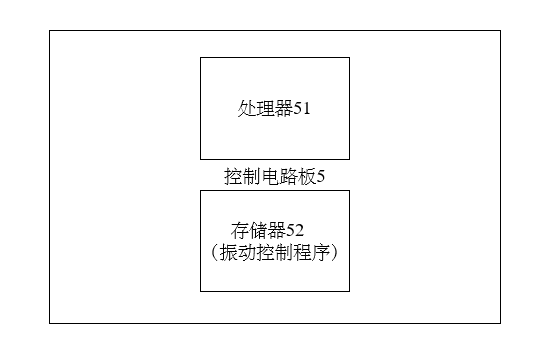


图4