



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106618776 B

(45)授权公告日 2018.12.14

(21)申请号 201611096268.5

(22)申请日 2016.12.02

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106618776 A

(43)申请公布日 2017.05.10

(73)专利权人 上海携福电器有限公司

地址 201506 上海市金山区上海市金山工
业区金百路489号

(72)发明人 戴晓国 徐振武

(74)专利代理机构 北京市磐华律师事务所

11336

代理人 董巍 谢梅

(51)Int.Cl.

A61G 17/34(2006.01)

A61G 17/22(2006.01)

(56)对比文件

CN 105227036 A,2016.01.06,全文.

CN 1300447 A,2001.06.20,全文.

审查员 胡子琦

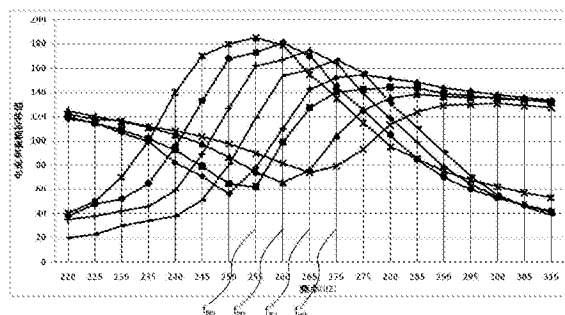
权利要求书2页 说明书14页 附图7页

(54)发明名称

电动清洁护理器具、用于该器具的压力报警
方法及装置

(57)摘要

一种电动清洁护理器具,其中的换能器弹性
件以弯曲应变特性参与谐振运动且对称地分布
在驱动轴纵向轴线的左右两侧,其抗弯截面系数
和长度近似相等,挠度幅值近似相等且挠曲方向
相反,其中,清洁元件的纵向轴线和换能器弹性
件平面的法向的夹角为 0° - 60° ;驱动线圈中交
变电流的频率为等于 $f_{0max}-n$ 的固定值, n 为 -0.3
($f_{0max}-f_{0min}$)至 $0.85(f_{0max}-f_{0min})$ 的范围中的某
一固定值, f_{0max} 为电流检测电阻上的平均电压的
最大值所对应的驱动线圈电流频率, f_{0min} 为电
流检测电阻上的平均电压的最小值所对应的驱
动线圈电流频率,致使该护理器具的机械效率
更高且结构简单、成本低廉。本发明还涉及
用于该清洁护理器具的压力报警方法及压力
报警装置。



1. 一种电动清洁护理器具,包括:具有手柄外壳(105)的手柄,手柄外壳(105)内装有用以向清洁护理器具的各部分提供电力的电源部分、用以控制清洁护理器具开启或关闭以及各种工作模式的控制部分、用以启动或关闭清洁护理器具运转的触发部分和将输入电能转换为机械能输出的驱动器(110),该驱动器(110)包括换能器、驱动线圈(214)、设置在所述驱动线圈(214)中的驱动线圈铁芯(215),当驱动线圈(214)通以交变电流时,分布在换能器上的永磁体(216,217,218,219)受到电磁力的反作用力而驱动换能器以交变电流的频率进行往复旋转运动,从而带动装配到换能器的驱动轴(111)上的清洁元件(3)作往复旋转运动,所述换能器包括至少两个换能器弹性件(222,223),它们以弯曲应变特性参与谐振运动且对称地分布在驱动轴纵向轴线(L₂)的左右两侧,左右侧换能器弹性件(222,223)的夹角为180°,其抗弯截面系数和长度近似相等,从而使得左侧换能器弹性件(222)的挠度和右侧换能器弹性件(223)的挠度幅值近似相等且挠曲方向相反,其中,所述清洁元件(3)的纵向轴线(L₁)和换能器弹性件平面(M)的法向的夹角为0°-60°;所述驱动线圈(214)中交变电流的频率为等于 $f_{0max}-n$ 的固定值, n 为-0.3($f_{0max}-f_{0min}$)至0.85($f_{0max}-f_{0min}$)的范围中的某一固定值,其中 f_{0max} 为电流检测电阻(R₂₅)上的平均电压的最大值所对应的驱动线圈电流频率, f_{0min} 为电流检测电阻(R₂₅)上的平均电压的最小值所对应的驱动线圈电流频率。

2. 如权利要求1所述电动清洁护理器具,其中,所述左右侧换能器弹性件(222,223)的抗弯截面系数和长度的数值差小于10%,从而使得左侧换能器弹性件(222)的挠度和右侧换能器弹性件(223)的挠度幅值差小于10%。

3. 如权利要求1所述电动清洁护理器具,其中,所述清洁元件(3)的纵向轴线(L₁)和换能器弹性件平面(M)的法向的夹角为0°≤夹角≤30°。

4. 如权利要求3所述电动清洁护理器具,其中,所述清洁元件(3)的纵向轴线(L₁)和换能器弹性件平面(M)的法向的夹角等于0°。

5. 如权利要求1所述电动清洁护理器具,其中,所述左右侧换能器弹性件(222,223)沿换能器弹性件平面(M)的法向的厚度小于该左右侧换能器弹性件(222,223)沿近似平行于驱动轴纵向轴线方向(L₂)上的宽度的1/10。

6. 如权利要求1所述电动清洁护理器具,其中,在驱动力的大小和作用点相同的情况下,若方向近似平行于驱动轴纵向轴线(L₂)且矢量方向处于换能器弹性件平面(M)中的力形成的换能器弹性件的挠度为 ξ_1 ,方向近似垂直于驱动轴纵向轴线(L₂)且矢量方向处于垂直于换能器弹性件平面(M)中的力形成的换能器弹性件的挠度为 ξ_2 ,则 ξ_1 约为 ξ_2 的1/1000。

7. 如权利要求1所述电动清洁护理器具,其中, $-0.1(f_{0max}-f_{0min}) \leq n \leq 0.4(f_{0max}-f_{0min})$ 。

8. 如权利要求1或7所述电动清洁护理器具,其中, $0 \leq n \leq 0.4(f_{0max}-f_{0min})$ 。

9. 一种用于如权利要求1-8中任一项所述电动清洁护理器具的压力报警方法,包括以下步骤:

1) 选取清洁护理器具中的左右侧换能器弹性件(222,223)的抗弯截面系数和长度近似相等,使得左侧换能器弹性件(222)的挠度和右侧换能器弹性件的挠度(223)的幅值近似相等且挠曲方向相反,并调节清洁元件(3)的纵向轴线(L₁)和换能器弹性件平面(M)的法向的夹角至0°-60°;

2) 检测清洁护理器具在谐振频率范围内不同频率对应的与驱动线圈(214)串联的电流检测电阻(R₂₅)上的平均电压(U_{LR25});

3) 从步骤2) 所记录的不同频率时的电流检测电阻 (R_{25}) 上的平均电压 (U_{LR25}) 中, 选出并记录电流检测电阻 (R_{25}) 上的平均电压的最大值所对应的驱动线圈电流频率 (f_{0max}) 和电流检测电阻 (R_{25}) 上的平均电压的最小值所对应的驱动线圈电流频率 (f_{0min});

4) 设置 $f_{0max}-n$ 并将 $f_{0max}-n$ 储存于可编程的微芯片处理器 (IC) 的程序中, 以选定的 n 值所对应的 $f_{0max}-n$ 作为驱动线圈 (214) 中流过的电流的固定频率 (f_0), 其中, $-0.3(f_{0max}-f_{0min}) \leq n \leq 0.85(f_{0max}-f_{0min})$, f_{0max} 为电流检测电阻 (R_{25}) 上的平均电压的最大值所对应的驱动线圈电流频率, f_{0min} 为电流检测电阻 (R_{25}) 上的平均电压的最小值所对应的驱动线圈电流频率;

5) 预存报警负载下的电源电压的平均值 ($U_{L源}$) 和电流检测电阻 (R_{25}) 上的平均电压 (U_{LR25}) 于可编程的微芯片处理器 (IC) 的程序中;

6) 采集电动清洁护理器具 工作时的当前负载对应的电流检测电阻 (R_{25}) 上的电压值 (U_{NR25}) 及当前的电源电压值 ($U_{N源}$);

7) 比较所述当前负载对应的电流检测电阻 (R_{25}) 上的电压值 (U_{NR25}) 和预存于可编程的微芯片处理器 (IC) 中的报警负载下的电源电压的平均值 ($U_{L源}$), 若 $(U_{N源}/U_{L源}) \times U_{NR25} > U_{LR25}$, 无报警信号输出或终止当前的压力报警信号输出; 若 $(U_{N源}/U_{L源}) \times U_{NR25} \leq U_{LR25}$, 则输出压力报警信号并报警。

10. 如权利要求9所述的压力报警方法, 其中, 所述压力报警方式采用声音和/或灯光和/或机械振动模式。

11. 如权利要求9所述的压力报警方法, 其中, 所述调节清洁元件 (3) 的纵向轴线 (L_1) 和换能器弹性件平面 (M) 的法向的夹角包括将该夹角调节为使得换能器固有频率 ($f_{固}$) 随负载作用于清洁元件 (3) 上的力增加而变大。

12. 如权利要求9所述的压力报警方法, 还包括控制换能器固有频率 ($f_{固}$) 随负载作用于清洁元件 (3) 上的力增加而变化的速率, 使得清洁元件 (3) 的纵向轴线 (L_1) 和换能器弹性件平面 (M) 的法向的夹角越小, 则换能器固有频率 ($f_{固}$) 随负载作用于清洁元件 (3) 上的力增加而变化的速率越大, 清洁元件 (3) 的纵向轴线 (L_1) 和换能器弹性件平面 (M) 的法向的夹角越大, 则换能器固有频率 ($f_{固}$) 随负载作用于清洁元件 (3) 上的力增加而变化的速率越小。

13. 如权利要求9所述的压力报警方法, 其中使换能器和驱动力共振的负载值通过选取 n 的数值而选择, n 值越小, 则对应的使换能器和驱动力共振的负载值越大。

14. 一种实现如权利要求9-13中任一项所述方法的压力报警装置, 其中, 包括检测、采集和报警电路及报警部件, 所述电路包括电源、可编程的微芯片处理器 (IC) 和由晶体管构成的用以联结电源和驱动线圈 (214) 的H桥电路, 所述微芯片处理器 (IC) 的程序中储存有 $f_{0max}-n$, 以选定的 n 值所对应的 $f_{0max}-n$ 作为驱动线圈 (214) 中流过的电流的固定频率 (f_0), 其中, $-0.3(f_{0max}-f_{0min}) \leq n \leq 0.85(f_{0max}-f_{0min})$, f_{0max} 为电流检测电阻 (R_{25}) 上的平均电压的最大值所对应的驱动线圈电流频率, f_{0min} 为电流检测电阻 (R_{25}) 上的平均电压的最小值所对应的驱动线圈电流频率, 并预存有报警负载下的电源电压的平均值 ($U_{L源}$) 和电流检测电阻 (R_{25}) 上的平均电压 (U_{LR25}), 该微芯片处理器 (IC) 输出固定频率为 f_0 的方波以驱动H桥电路, 若 $(U_{N源}/U_{L源}) \times U_{NR25} > U_{LR25}$, 无报警信号输出或终止当前的压力报警信号输出; 若 $(U_{N源}/U_{L源}) \times U_{NR25} \leq U_{LR25}$, 则输出压力报警信号并报警。

15. 如权利要求14所述的压力报警装置, 其中, 所述报警部件是蜂鸣器件和/或发光器件和/或机械振动器件。

电动清洁护理器具、用于该器具的压力报警方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种电动清洁护理器具,本发明还涉及用于该清洁护理器具的压力报警方法及压力报警装置。

背景技术

[0002] 在电动清洁护理器具(以下简称清洁护理器具)中,常采用谐振驱动系统来驱动清洁元件作旋转运动,以便按期望的高效率进行操作。如本申请人的另一专利申请PCT/CN2015/071696所述,清洁护理器具包括具有手柄外壳的手柄,手柄外壳内部装有用以向清洁护理器具的各个部分提供电力的电源部分、用以控制清洁护理器具的各种工作模式以及该清洁护理器具的开启或关闭的控制部分、用以启动或关闭所述清洁护理器具运转的触发部分和将输入电能转换为机械能输出的驱动器。所述驱动器包括换能器、驱动线圈、设置在所述驱动线圈中的驱动线圈铁芯。当驱动线圈通以交变电流 i 时,分布在换能器上的永磁体受到电磁力的反作用力而驱动换能器以交变电流的频率进行往复旋转运动,从而带动装配到换能器的驱动轴上的清洁元件载体和分布于清洁元件载体上的清洁元件作往复旋转运动,以实现清洁动作。在所述结构中,换能器、清洁元件载体和清洁元件具有固有频率 $f_{\text{固}}$,驱动线圈中的电流具有驱动频率 f_0 , $f_{\text{固}}$ 和 f_0 非常接近,通常使其满足 $0.85 f_0 < f_{\text{固}} < 1.05 f_0$,驱动线圈和换能器之间的电磁力可使换能器、清洁元件载体和清洁元件处于谐振状态,从而能获得较高的机械效率。

[0003] 授权公告号为CN 101346106 B的发明专利披露了一种用于个人护理器具的使用电流值的自适应驱动系统,在器具寿命期间,在器具处于实际使用时,连续测量和标准化定子电流,然后在小范围内调节操作频率,以便在操作频率和共振频率之间产生期望的匹配,从而获得最佳操作频率。也就是说,其在使用过程中可以变化地选择一定频率范围中的驱动频率值而进行动态调节,从而在器具寿命期间保持高效率。如说明书[0031]、[0032]段所述,图3的示图包括对于多个负载(示出为组50)的幅度与操作频率的曲线,以及对于那些相同负载(示出为组52)的平均定子电流与频率的曲线。在该特定情况中,负载范围为0-250克,以25克递增。在幅度与频率的情况中,未加载的状态为线54,其具有最高的摆幅,而表示250克全负载的另一极端的线是线58,其具有最低的摆幅。对于平均定子电流与频率值,线60在两个方向上都具有最大摆幅,而在两个方向上都具有最小摆幅的线62表示对于250克最大负载的随频率的电流改变。被加载的和未被加载的线(幅度和电流两者)之间的多条负载线位于最小和最大负载之间,并且表示多个不同负载。图3中的直线66表示具有幅度 11° 的平坦负载曲线,而各黑点表示在0-250克之间并以25克为增量的多个负载值处产生的 11° 幅度的操作频率。

[0004] 因此,从直线66可以看出,负载的加大使得最大幅度对应的频率向频率小值方向偏移。例如,组54和直线66交点代表未加载的状态下的最大振幅点。组58和直线66交点代表250克全负载的状态下的最大振幅点。组54和直线66交点所对应的操作频率大于组58和直线66交点所对应的操作频率。

[0005] 在申请公布号为CN 104883997 A的发明专利申请中,披露了一种具有压力传感器的电动牙刷,该牙刷包括:用于通过直接力测量而确定由所述牙刷的刷毛施加在用户牙齿上的压力的系统;用于通过动态力测量而确定由所述牙刷的刷毛施加在用户牙齿上的压力的系统;和处理系统,该处理系统响应于通过所述直接力测量和所述动态力测量所确定的压力来调整指示过度刷毛力的压力的预先建立量。

发明内容

[0006] 本发明是对专利申请PCT/CN2015/071696的改进。本发明的目的为提供一种成本低廉、性能可靠、功能齐全的电动清洁护理器具。本发明的另一目的为提供一种用于所述电动清洁护理器具的压力报警方法。本发明的再一目的为提供一种用于所述电动清洁护理器具的压力报警装置。

[0007] 本发明所提供的电动清洁护理器具包括:具有手柄外壳的手柄,手柄外壳内装有用以向清洁护理器具的各部分提供电力的电源部分、用以控制清洁护理器具开启或关闭以及各种工作模式的控制部分、用以启动或关闭清洁护理器具运转的触发部分和将输入电能转换为机械能输出的驱动器,驱动器包括换能器、驱动线圈、设置在所述驱动线圈中的驱动线圈铁芯,当驱动线圈通以交变电流时,分布在换能器上的永磁体受到电磁力的反作用力而驱动换能器以交变电流的频率进行往复旋转运动,从而带动装配到换能器的驱动轴上的清洁元件作往复旋转运动。换能器包括至少两个换能器弹性件,它们以弯曲应变特性参与谐振运动且对称地分布在驱动轴纵向轴线的左右两侧,左右侧换能器弹性件的夹角为 180° ,其抗弯截面系数和长度近似相等,从而使得左侧换能器弹性件的挠度和右侧换能器弹性件的挠度幅值近似相等且挠曲方向相反。清洁元件的纵向轴线和换能器弹性件平面的法向的夹角为 $0^\circ-60^\circ$ 。驱动线圈中交变电流的频率为等于 $f_{0\max}-n$ 的固定值, n 为 $-0.3(f_{0\max}-f_{0\min})$ 至 $0.85(f_{0\max}-f_{0\min})$ 的范围中的某一固定值,其中 $f_{0\max}$ 为电流检测电阻上的平均电压的最大值所对应的驱动线圈电流频率, $f_{0\min}$ 为电流检测电阻上的平均电压的最小值所对应的驱动线圈电流频率。

[0008] 左右侧换能器弹性件的抗弯截面系数和长度的数值差小于 10% ,从而使得左侧换能器弹性件的挠度和右侧换能器弹性件的挠度幅值差小于 10% 。

[0009] 清洁元件的纵向轴线和换能器弹性件平面的法向的夹角可以为 $0^\circ \leq \text{夹角} \leq 30^\circ$,优选该夹角等于 0° 。

[0010] 左右侧换能器弹性件沿换能器弹性件平面的法向的厚度小于该左右侧换能器弹性件沿近似平行于驱动轴纵向轴线方向上的宽度的 $1/10$ 。

[0011] 在驱动力的大小和作用点相同的情况下,若方向近似平行于驱动轴纵向轴线且矢量方向处于换能器弹性件平面中的力形成的换能器弹性件的挠度为 ξ_1 ,设方向近似垂直于驱动轴纵向轴线且矢量方向处于垂直于换能器弹性件平面中的力形成的换能器弹性件的挠度为 ξ_2 ,则 ξ_1 约为 ξ_2 的 $1/1000$ 。

[0012] 本发明所提供的用于所述电动清洁护理器具的压力报警方法,包括以下步骤:

[0013] 1) 选取所述清洁护理器具中的左右侧换能器弹性件的抗弯截面系数和长度近似相等,使得左、右两侧换能器弹性件的挠度的幅值近似相等且挠曲方向相反,并调节清洁元件的纵向轴线和换能器弹性件平面的法向的夹角至 $0^\circ-60^\circ$;

[0014] 2) 检测所述清洁护理器具在谐振频率范围内不同频率对应的与驱动线圈串联的电流检测电阻上的平均电压;

[0015] 3) 从步骤2) 所记录的不同频率时的电流检测电阻上的平均电压中, 选出并记录电流检测电阻上的平均电压的最大值所对应的驱动线圈电流频率 f_{0max} 和电流检测电阻上的平均电压的最小值所对应的驱动线圈电流频率 f_{0min} ;

[0016] 4) 设置 f_{0max-n} 并将 f_{0max-n} 储存于所述IC的程序中, 以选定的n值所对应的 f_{0max-n} 作为驱动线圈中流过的电流的固定频率 f_0 , 其中, $-0.3(f_{0max}-f_{0min}) \leq n \leq 0.85(f_{0max}-f_{0min})$, f_{0max} 为电流检测电阻上的平均电压的最大值所对应的驱动线圈电流频率, f_{0min} 为电流检测电阻上的平均电压的最小值所对应的驱动线圈电流频率;

[0017] 5) 预存报警负载下的电源电压的平均值和电流检测电阻上的平均电压于可编程的微芯片处理器IC的程序中;

[0018] 6) 所述电动清洁护理用具工作时, 采集当前负载对应的电流检测电阻上的电压值 U_{NR25} 及当前的电源电压值 $U_{N源}$;

[0019] 7) 比较所述当前负载对应的电流检测电阻上的电压值 U_{NR25} 和预存于可编程的微芯片处理器IC中的报警负载下的电源电压的平均值 $U_{L源}$, 若 $(U_{N源}/U_{L源}) \times U_{NR25} > U_{LR25}$, 无报警信号输出或终止当前的压力报警信号输出; 若 $(U_{N源}/U_{L源}) \times U_{NR25} \leq U_{LR25}$, 则输出压力报警信号并报警。

[0020] 压力报警方式可以采用声音和/或灯光和/或机械振动模式。

[0021] 调节清洁元件的纵向轴线和换能器弹性件平面的法向的夹角可以包括将该夹角调节为使得换能器固有频率 $f_{固}$ 随负载作用于清洁元件上的力增加而变大。

[0022] 所述压力报警方法还包括控制换能器固有频率 $f_{固}$ 随负载作用于清洁元件上的力增加而变化的速率, 使得清洁元件的纵向轴线和换能器弹性件平面的法向的夹角越小, 则换能器固有频率 $f_{固}$ 随负载作用于清洁元件上的力增加而变化的速率越大, 清洁元件的纵向轴线和换能器弹性件平面的法向的夹角越大, 则换能器固有频率 $f_{固}$ 随负载作用于清洁元件上的力增加而变化的速率越小。

[0023] 使换能器和驱动力共振的负载值可以通过选取n的数值而选择, n值越小, 则对应的使换能器和驱动力共振的负载值越大。

[0024] 本发明所提供的实现所述方法的压力报警装置包括检测、采集和报警电路及报警部件, 所述电路包括电源、可编程的微芯片处理器IC和由晶体管构成的用以联结电源和驱动线圈的H桥电路, 所述微芯片处理器IC的程序中储存有 f_{0max-n} , 以选定的n值所对应的 f_{0max-n} 作为驱动线圈中流过的电流的固定频率 f_0 , 其中, $-0.3(f_{0max}-f_{0min}) \leq n \leq 0.85(f_{0max}-f_{0min})$, f_{0max} 为电流检测电阻上的平均电压的最大值所对应的驱动线圈电流频率, f_{0min} 为电流检测电阻上的平均电压的最小值所对应的驱动线圈电流频率, 并预存有报警负载下的电源电压的平均值 $U_{L源}$ 和电流检测电阻 R_{25} 上的平均电压 U_{LR25} , 该可编程的微芯片处理器IC输出固定频率为 f_0 的方波以驱动H桥电路, 若 $(U_{N源}/U_{L源}) \times U_{NR25} > U_{LR25}$, 无报警信号输出或终止当前的压力报警信号输出; 若 $(U_{N源}/U_{L源}) \times U_{NR25} \leq U_{LR25}$, 则输出压力报警信号并报警。

[0025] 所述报警部件可以是蜂鸣器件和/或发光器件和/或机械振动器件。

[0026] 本发明创造性地引入随负载增加而增大换能器固有频率 $f_{固}$ 的构思, 使在负载增大的状态下, 换能器固有频率 $f_{固}$ 总体变大, 换能器谐振区域总体向频率大值方向偏移。而当负

载在清洁元件3上的压力方向垂直于换能弹性件平面M的法向时,负载对换能器固有频率 $f_{\text{固}}$ 的影响可以忽略。通过合理调节清洁元件的纵向轴线和换能器弹性件平面的法向的夹角,使得换能器固有频率 $f_{\text{固}}$ 随负载作用于清洁元件上的力增加而变大且可以控制换能器固有频率 $f_{\text{固}}$ 随负载作用于清洁元件上的力增加而变化的速率,而一旦设定了此固定的驱动频率,则在清洁护理器具工作期间该驱动频率不变,使得清洁元件的振幅从小到大,同时使驱动线圈电流值从高到低呈单调下降趋势,从而既可以在合理负载下,保证所述个人电动清洁护理器具获得更高的机械效率、更小的工作电流、更小的能耗、最大的清洁元件振幅、最好的清洁效果,又可以在负载超过合理值后,降低振幅以保护牙龈,而且结构简单、成本低廉。

附图说明

[0027] 图1为本发明的电动清洁护理用具的局部剖切侧向示意图;

[0028] 图2为图1所示清洁护理器具的驱动器示意图;

[0029] 图3示出了通过实验得出的本发明的清洁护理器具在不同负载下电流与驱动频率的关系曲线以及振幅与驱动频率的关系曲线;

[0030] 图4示出了通过实验得出的本发明的清洁护理器具在不同驱动频率下电流与负载的关系曲线;

[0031] 图5示出了通过实验得出的本发明的清洁护理器具在不同驱动频率下振幅与负载的关系曲线;

[0032] 图6为本发明的用于所述清洁护理器具的压力报警方法流程图;

[0033] 图7为本发明的压力报警装置电路部分的原理图。

[0034] 主要附图标记说明

[0035] Q_{21} - Q_{24} 为晶体管

[0036] IC为可编程的微芯片处理器

[0037] I/O为IC的不同输入/输出接口

[0038] L 为驱动线圈电感

[0039] R_{21} - R_{24} 为电阻

[0040] R_{25} 为电流检测电阻

[0041] U_{R25} 为电流检测电阻 R_{25} 上的电压

[0042] f_0 为驱动频率

[0043] $f_{\text{固}0}$ 为空载时的谐振系统固有频率

[0044] $f_{\text{固}1}$ 为1号负载时的谐振系统固有频率

[0045] $f_{\text{固}2}$ 为2号负载时的谐振系统固有频率

[0046] $f_{\text{固}3}$ 为3号负载时的谐振系统固有频率

[0047] I_0 为空载时驱动线圈的平均电流

[0048] I_1 为1号负载时的驱动线圈的电流,在本发明中该负载等同于150g质量所代表的重力负载

[0049] I_2 为2号负载时的驱动线圈的电流,在本发明中等同于300g质量所代表的重力负载

- [0050] I_3 为3号负载时的驱动线圈的电流,在本发明中等同于400g质量所代表的重力负载
- [0051] A_0 为空载时清洁元件的振幅
- [0052] A_1 为1号负载时清洁元件的振幅
- [0053] A_2 为2号负载时清洁元件的振幅
- [0054] A_3 为3号负载时清洁元件的振幅
- [0055] f_{0max} 为空载时在谐振区域中驱动线圈电流达到最大值所对应的驱动频率
- [0056] f_{0min} 为空载时在谐振区域中驱动线圈电流达到最小值所对应的驱动频率
- [0057] f_{1max} 为1号负载时在谐振区域中驱动线圈电流达到最大值所对应的驱动频率
- [0058] f_{1min} 为1号负载时在谐振区域中驱动线圈电流达到最小值所对应的驱动频率
- [0059] f_{2max} 为2号负载时在谐振区域中驱动线圈电流达到最大值所对应的驱动频率
- [0060] f_{2min} 为2号负载时在谐振区域中驱动线圈电流达到最小值所对应的驱动频率
- [0061] f_{3max} 为3号负载时在谐振区域中驱动线圈电流达到最大值所对应的驱动频率
- [0062] f_{3min} 为3号负载时在谐振区域中驱动线圈电流达到最小值所对应的驱动频率
- [0063] L_1 为清洁元件纵向轴线
- [0064] L_2 为驱动轴纵向轴线
- [0065] M 为换能器弹性件平面,该平面为处于换能器弹性件上并同时联结到换能器弹性件固定件和换能器传动臂的平面
- [0066] 2为驱动轴
- [0067] 3为清洁元件
- [0068] 103为密封件
- [0069] 104为开关按钮
- [0070] 105为手柄外壳
- [0071] 106为开关
- [0072] 107为控制电路线路板
- [0073] 108为充电线圈
- [0074] 109为充电电池
- [0075] 110为驱动器
- [0076] 111为驱动轴
- [0077] 112为驱动器左侧支架
- [0078] 127为紧固螺丝
- [0079] 214为驱动线圈
- [0080] 215为驱动线圈铁芯
- [0081] 216为换能器上部左侧永磁体
- [0082] 217为换能器下部左侧永磁体
- [0083] 218为换能器下部右侧永磁体
- [0084] 219为换能器上部右侧永磁体
- [0085] 222为换能器左侧换能器弹性件
- [0086] 223为换能器右侧换能器弹性件

- [0087] 224为换能器的换能器弹性件固定件
- [0088] 225为换能器左侧传动臂
- [0089] 226为换能器右侧传动臂
- [0090] 227为换能器上部左侧永磁体支架
- [0091] 228为换能器下部左侧永磁体支架
- [0092] 229为换能器上部右侧永磁体支架
- [0093] 230为换能器下部右侧永磁体支架

具体实施方式

[0094] 下文以电动牙刷作为本发明的电动清洁护理器具的典型例子,并结合附图更详细地描述本发明的示范性实施例。虽然下面以电动牙刷为例进行解释说明,但本发明不限于此。本发明也可适用于电动剃须刀、电动洁面器、电动沐浴器等用于个人的电动清洁护理器具。

[0095] 在全部附图中,类似的附图标记表示相似的部件。

[0096] 为了清楚起见,在本说明书中采用了表述空间相对位置的词语,如“上”、“下”、“左”、“右”、“横向”等来简单描述如图所示的一个元件或特征与另一元件(一或多个)或特征(一或多个)的相互关系,其中,“上”、“下”是相对于清洁元件纵向轴线而言的,接近清洁元件的一端定义为“上”,与“上”相对的一端(即,远离清洁元件的一端)定义为“下”;“左”和“右”是相对于驱动轴纵向轴线而言的,面向相应视图沿垂直于驱动轴纵向轴线的方向在驱动轴纵向轴线的左侧定义为“左”,其右侧定义为“右”;“横向”是指垂直于驱动轴纵向轴线的方向。

[0097] 此外,本申请中使用的词汇“和/或”包括所列出的一或多个相关联的词汇中的一个和所有组合。

[0098] 作为本发明的电动清洁护理器具的一个示例,图1和图2示出的电动牙刷包括具有手柄外壳105的手柄,手柄外壳内部装有用以向清洁护理用具的各个部分提供电力的电源部分、用以控制清洁护理用具的各种工作模式以及清洁护理用具的开启或关闭的控制部分、用以启动或关闭清洁护理用具运转的触发部分和将输入的电能转换为机械能输出的驱动器110。驱动器110包括换能器、驱动线圈214、设置在驱动线圈214中的驱动线圈铁芯215、用于支承该驱动器110的驱动器左侧支架112和驱动器右侧支架(未示出)、包括清洁元件载体和分布在清洁元件载体上的清洁元件(即刷毛)3的清洁组件。清洁组件与驱动轴111可拆卸地联接在一起。换能器包括插入清洁组件的驱动轴111;至少一个紧固于驱动器左、右侧支架的换能器弹性件固定件224;至少两个相对于驱动轴纵向轴线 L_2 分别布置在左右两侧的上、下永磁体216、217、218、219;用于固联所述永磁体216、217、218、219的相应的永磁体支架227、228、229、230;与永磁体支架227、228、229、230固联并与驱动轴111固联的左、右侧换能器传动臂225、226;以及至少两个分别设置在驱动轴纵向轴线 L_2 左右两侧的左侧换能器弹性件222和右侧换能器弹性件223。左、右侧换能器弹性件222、223的一端分别与换能器弹性件固定件224固联,左、右侧换能器弹性件222、223的另一端分别与相应的换能器传动臂225、226固联。左、右侧永磁体相互独立,一侧永磁体在朝向驱动线圈方向的磁极极性为S极或N极,另一侧永磁体在朝向驱动线圈方向的磁极极性与所述一侧永磁体的磁极极性相

反,左、右侧永磁体216、217、218、219被设置成使得它们的内部磁力线方向和驱动线圈铁芯纵向轴线方向的夹角分别大于 45° 且小于 135° ,左、右侧永磁体216、217、218、219可相对于换能器弹性件固定件224移动。当驱动线圈214通过频率为 f_0 的交变电流时,左、右侧永磁体216、217、218、219的运动方向和驱动线圈铁芯纵向轴线方向近似平行,即二者的夹角大于 170° 且小于 190° 或大于 -10° 且小于 10° 。

[0099] 在本发明中,换能器弹性件222、223主要以弯曲应变特性参与谐振运动。作为示例之一,换能器可以设有两个换能器弹性件222和223,它们对称地分布在驱动轴纵向轴线 L_2 的左右两侧,左右侧换能器弹性件222和223的夹角为 180° ,可以将左侧换能器弹性件222和右侧换能器弹性件223设置为使得它们的抗弯截面系数和长度近似相等,数值差小于 10% ,使得左侧换能器弹性件222的挠度和右侧换能器弹性件223的挠度幅值近似相等,幅值差小于 10% ,且挠曲方向相反。此外,左右侧换能器弹性件222、223沿换能器弹性件平面M法向的厚度小于左右侧换能器弹性件222、223沿近似平行于驱动轴轴线 L_2 方向上的宽度的 $1/10$ 。

[0100] 如前所述,本发明的示例性电动牙刷至少包括两个换能器弹性件,它们分别为左侧换能器弹性件222和右侧换能器弹性件223,利用弹性件材料的弯曲应变构成具有固有振动频率 $f_{固}$ 的换能器,当换能器的固有频率 $f_{固}$ 近似于驱动频率 f_0 时,换能器在驱动频率为 f_0 的作用力的作用下,进入谐振状态。也就是说,手柄外壳105中的驱动线圈214流过频率为 f_0 的交变电流时,驱动线圈214产生并作用在换能器上的电磁力使得换能器处于谐振状态。

[0101] 下面分别分析本发明的示例性电动牙刷空载时驱动线圈214上的电流大小和电流频率的关系,以及对应的清洁元件(即刷毛)3的振幅和驱动线圈电流频率的关系。在空载状态,电动牙刷的清洁元件3上无负载(空载)。 I_0 为空载时流过驱动线圈214的平均电流, I_0 等同于空载时电流检测电阻 R_{25} 上的平均电流。也就是说,可以通过 $I/025$ 测出空载时电流检测电阻 R_{25} 上的平均电压,从而测算出空载时电流检测电阻 R_{25} 上的平均电流,即可以通过 $I/025$ 测出空载时驱动线圈214的平均电流。

[0102] 如图1,2所示,清洁元件(刷毛)3的纵向轴线 L_1 近似垂直于左右侧换能器弹性件平面M。此处,“近似”可以认为,清洁元件3的纵向轴线 L_1 与左右侧换能器弹性件平面M的夹角的误差小于 15° 。当电动牙刷的驱动线圈214尚未通电时,清洁元件3的端面没有承受负载,左右侧换能器弹性件122,123在近似垂直于换能器弹性件平面M方向上没有受力,此时左右侧换能器弹性件222、223之间的夹角约为 180 度。电动牙刷的驱动器110的驱动频率固定为 f_0 。

[0103] 依照电压平衡方程:

$$[0104] \quad E = NB\ell v_M \cos(\omega t + \varphi) + I_M R_{25} \cos \omega t - L \frac{di}{dt}$$

[0105] 式中,通过驱动线圈214的电流表达式为 $I_M \cos \omega t$, E 为电源(电池)电动势,

[0106] $\omega = 2\pi f_0$, φ 为线圈切割磁力线的速度滞后于电流的相位角。

[0107] 显然:

$$[0108] \quad E = NB\ell v_M \cos(\omega t + \varphi) + I_M R_{25} \cos \omega t + L \sin \omega t$$

$$[0109] \quad LI_M \sin \omega t \text{ 的有效值可简化为 } \frac{LI_M \omega L}{\sqrt{2}}$$

[0110] 依照振动原理 φ 在谐振状态趋向于零。

[0111] 驱动力来自处于磁场中的通电导体产生的电磁力(即 $NB1v$),而由电感 L 产生的磁力线和换能器上的永磁体的运动方向近似平行,所以,由驱动线圈电感 L 产生的磁力几乎对永磁体的运动无影响。由上面的数学式可推出驱动线圈214在谐振区域的电流将出现两个拐点,第一个拐点出现在 ω 较小时,此时电流最小,第二拐点出现在 ω 略大处,此时电流最大。所述谐振区域取决于换能器的固有频率 $f_{固}$ 和驱动线圈214中电流的驱动频率 f_0 ,通常当 $f_{固}$ 满足 $0.85 f_0 < f_{固} < 1.05 f_0$ 时,换能器130被来自驱动线圈214的电磁力驱动而处于谐振状态。所以,当 $f_{固}$ 变大时,驱动器的谐振区域将向频率大值方向偏移,当 $f_{固}$ 变小时,驱动器的谐振区域将向频率小值方向偏移。

[0112] 依振动原理可知,谐振区域中的振动滞后于驱动力。在本发明中,如前所述,左右侧换能器弹性件222、223主要以弯曲应变特性参与谐振运动,它们对称地分布在驱动轴纵向轴线 L_2 的左右两侧,二者间的夹角为 180° ,且被设置为其抗弯截面系数和长度近似相等,左右侧换能器弹性件222、223沿换能器弹性件平面 M 法向的厚度小于其沿近似平行于驱动轴轴线 L_2 方向上的宽度的 $1/10$ 。在这种情况下,驱动线圈对永磁体的电磁力产生的电枢反应只来自运动磁场对通电导体的切割作用($NB1v$),由于阻尼作用和磁滞效应等原因,在谐振区域中最小电流处所对应的频率略小于换能器130最大振幅处所对应的频率,亦略小于清洁元件3的最大振幅处所对应的频率。若设谐振区域中驱动线圈的最小电流处的驱动频率为 f_{0min} ,经大量实验得知,空载下,清洁元件3的最大振幅处所对应的驱动频率在 $f_{0min}+5\text{Hz}$ 至 $f_{0min}+12\text{Hz}$ 范围内,谐振区域中的最大驱动线圈电流处所对应的驱动频率 f_{0max} 约比 f_{0min} 大20至40Hz。因此,可以将驱动线圈交变电流的频率 f_0 固定为 $f_{0max}-n$ 其中, $-0.3(f_{0max}-f_{0min}) \leq n \leq 0.85(f_{0max}-f_{0min})$, f_{0max} 为电流检测电阻上的平均电压的最大值所对应的驱动线圈电流频率, f_{0min} 为电流检测电阻上的平均电压的最小值所对应的驱动线圈电流频率。例如,可选取 $n=10\text{Hz}$, $f_{0min}=250\text{Hz}$, $f_{0max}=f_{0min}+25\text{Hz}$ 。

[0113] 如上所述,当电动牙刷的驱动线圈214尚未通电时,在清洁元件3端面上未施加负载,清洁元件3的纵向轴线 L_1 近似垂直于左右侧换能器弹性件平面 M ,驱动轴轴线 L_2 近似平行于左右侧换能器弹性件平面 M 。在本例中,左右侧换能器弹性件222、223沿换能器弹性件平面 M 法向的厚度小于左右侧换能器弹性件222、223沿近似平行于驱动轴轴线 L_2 方向上的宽度的 $1/10$;驱动器左、右侧支架固联在手柄外壳105中,换能器弹性件固定件224和驱动器左、右侧支架无相对运动,左、右侧换能器传动臂225、226可相对换能器弹性件固定件224运动,左、右换能器传动臂225、226和驱动轴111固联,驱动轴111和清洁组件3可拆卸地联接在一起,因此在清洁元件3的端面上施加负载时,通过受力分析可知,换能器弹性件固定件224承担由负载施加在清洁元件3上的部分或全部压力,左、右侧换能器弹性件222、223和换能器弹性件固定件224的联结区域受到压力,由于换能器弹性件固定件224静止不动,所以施加的负载对应应在清洁元件3上的压力经传递使左、右侧换能器弹性件222、223在靠近换能器传动臂225、226的一侧发生挠曲,挠曲的方向相反于负载施加于清洁元件3的压力的方向。施加在清洁元件3的端面的负载所形成的左、右侧换能器弹性件222、223的挠曲,相当于缩短了这些弹性件在弯曲应变时的悬臂的长度和/或增加了悬臂的厚度,此物理量的变化将增大左、右侧换能器弹性件222、223对应的弯曲应变模式下的弹簧劲度系数 K 。负载在清洁元件3上所对应的压力越大,则左、右侧换能器弹性件222、223对应的弯曲应变模式下的弹簧劲度系数 K 变得越大。依振动原理可知,换能器固有频率 $f_{固}$ 正比于 \sqrt{K} ,负载在清洁元件3

上所对应的压力越大,则换能器的固有频率 $f_{固}$ 越大,驱动器谐振区域朝向频率大值方向偏移越多。

[0114] 当负载在清洁元件3上所形成的压力的方向垂直于清洁元件3的纵向轴线 L_1 且近似垂直于驱动轴纵向轴线 L_2 时,该压力传递到换能器弹性件222、223上的矢量落在换能器弹性件平面M中,当压力方向近似垂直于驱动轴纵向轴线 L_2 时,此压力不能导致左、右侧换能器弹性件222、223对应的弯曲应变模式下的弹簧劲度系数K变化。此时负载沿垂直于清洁元件3纵向轴线 L_1 的方向上的压力等同于增大谐振系统的阻尼系数,因此驱动器谐振区域向频率小值方向略微偏移。当然,上述压力会在换能器弹性件222、223和换能器弹性件固定件224结合处形成矢量方向为驱动轴纵向轴线 L_2 方向的转矩,但由于清洁元件3通常采用具有弹性的尼龙丝,而所述力或力矩在尼龙丝的弯曲方向上的传递效果很差,而且压力作用点到换能器弹性件固定件224和换能器弹性件222、223的结合处的距离很小,所以上述转矩对换能器固有频率 $f_{固}$ 的影响十分有限,甚至可以忽略。

[0115] 当负载在清洁元件3上所形成的压力的方向垂直于清洁元件纵向轴线 L_1 且近似平行于驱动轴纵向轴线 L_2 时,所述压力传递到换能器弹性件222、223上的矢量将落在弹性件平面M中,该压力方向近似平行于驱动轴纵向轴线 L_2 。在本发明中,将换能器弹性件222、223沿驱动轴纵向轴线 L_2 方向的宽度设置为大于换能器弹性件222、223沿换能器弹性件平面M的法向方向的厚度约十倍以上。在驱动力的大小和作用点相同的情况下,若方向近似平行于驱动轴纵向轴线 L_2 且矢量方向处于换能器弹性件平面M中的力形成的换能器弹性件222、223的挠度为 ξ_1 ,方向近似垂直于驱动轴纵向轴线 L_2 且矢量方向处于垂直于换能器弹性件平面M中的力形成的换能器弹性件222、223的挠度为 ξ_2 ,则 ξ_1 约为 ξ_2 的1/1000。因此,当负载在清洁元件3上所形成的压力的方向垂直于清洁元件纵向轴线 L_1 且近似平行于驱动轴纵向轴线 L_2 时,所施加的压力对换能器固有频率 $f_{固}$ 的影响十分有限,可忽略不计。此压力还会在换能器弹性件222、223和换能器弹性件固定件224结合处形成矢量方向处于换能器弹性件平面M内并近似垂直于驱动轴纵向轴线 L_2 的转矩,此转矩将导致换能器弹性件222、223扭转,但不影响换能器在弯曲应变下的固有频率 $f_{固}$ 。

[0116] 显然,当负载作用在清洁元件3上的压力的方向平行于换能器弹性件平面M的法向时,随着负载增大换能器固有频率 $f_{固}$ 的值将明显增大,从而使换能器谐振区域向固有频率大值方向的偏移更明显。另一方面,负载增大也能导致换能器谐振系统的等效阻尼系数变大,使换能器谐振系统的固有频率 $f_{固}$ 略微变小。在本发明中,创造性地引入随负载增加而增大换能器固有频率 $f_{固}$ 的构思,使在负载增大的状态下,换能器固有频率 $f_{固}$ 总体变大,换能器谐振区域总体向频率大值方向偏移。而当负载在清洁元件3上的压力方向垂直于换能弹性件平面M的法向时,负载对换能器固有频率 $f_{固}$ 几乎没有影响。如前所述,由于清洁元件3通常由弹性材料(如尼龙丝)制成,清洁元件3沿清洁元件纵向轴线 L_1 方向的力的传递效果大大好于沿垂直于清洁元件纵向轴线 L_1 方向上的力的传递效果。另外,清洁元件3纵向轴线 L_1 和换能器弹性件平面M的法向的夹角大小,影响换能器固有频率 $f_{固}$ 随负载作用于清洁元件3上的力增加而变大的程度(速率)。可将清洁元件3设置为使其纵向轴线 L_1 和换能器弹性件平面M的法向的夹角为 $0^\circ-60^\circ$,优选为 $0^\circ \leq \text{夹角} \leq 30^\circ$,更为优选的是夹角等于 0° 。在夹角取值范围为 $0^\circ-60^\circ$ 时,当清洁元件3的纵向轴线 L_1 和换能器弹性件平面M的法向的夹角为 0° 时,负载力传递到换能器弹性件平面M的法向力最大,因此负载力使换能器弹性件222、223对应

的弯曲应变模式下的弹簧劲度系数 K 变大最多,换能器固有频率 $f_{固}$ 随负载作用于清洁元件3上的力增加而变大的程度最大(速率最大)。当清洁元件3的纵向轴线 L_1 和换能器弹性件平面 M 的法向的夹角为 60° 时,负载力传递到换能器弹性件平面 M 的法向的力最小,因此负载力使换能器弹性件222、223对应的弯曲应变模式下的弹簧劲度系数 K 变大最少,换能器固有频率 $f_{固}$ 随负载作用于清洁元件3上的力增加而变大的程度最小(速率最小)。因此,在本发明中通过合理布置清洁元件3的纵向轴线 L_1 和换能器弹性件平面 M 的法向夹角,使得换能器固有频率 $f_{固}$ 随负载作用于清洁元件3上的力增加而变大且可以控制换能器固有频率 $f_{固}$ 随负载作用于清洁元件3上的力增加而变化的速率,清洁元件3的纵向轴线 L_1 和换能器弹性件平面 M 的法向的夹角越小,则换能器固有频率 $f_{固}$ 随负载作用于清洁元件3上的力增加而变化的速率越大。清洁元件3的纵向轴线 L_1 和换能器弹性件平面 M 的法向的夹角越大,则换能器固有频率 $f_{固}$ 随负载作用于清洁元件3上的力增加而变化的速率越小。从而可以提高电动清洁护理器具的机械效率。

[0117] 在使用电动牙刷清洁牙齿的过程中,由于清洁元件3主要由尼龙丝构成,尼龙丝在压缩方向的力学性能大大好于尼龙丝在弯曲方向的力学性能,因此牙齿对清洁元件(尼龙丝)3的压力主要沿清洁元件纵向轴线方向传递。在清洁牙齿过程中,牙齿对清洁元件的阻力主要分布在垂直于清洁元件3的纵向轴线 L_1 的方向的平面中。如上所述,在本发明中,通过适当选择弹性件的弯曲应变、清洁元件3的纵向轴线 L_1 和换能器弹性件平面 M 的法向的夹角等,使得负载作用在清洁元件3上的压力的增加导致换能器固有频率 $f_{固}$ 变大,而且由于清洁元件3通常由弹性材料(如尼龙丝)制成,清洁元件3沿平行于其纵向轴线 L_1 方向的力的传递效果大大好于沿垂直于其纵向轴线 L_1 方向上的力的传递效果,从而清洁元件3和被清洁对象之间的阻力对换能器固有频率 $f_{固}$ 的影响可以忽略,从而可以对施加在清洁元件纵向轴线 L_1 上的压力大小进行监测。

[0118] 图3示出了通过实验得出的本发明的清洁护理器具在不同负载下电流 I 与驱动频率 f 的关系曲线以及振幅 A 与驱动频率 f 的关系曲线,其中横坐标表示驱动频率,纵坐标表示电流和振幅的标称值。如图3所示,清洁元件纵向轴线 L_1 平行于换能器弹性件平面 M 的法向,在清洁元件3的端面上施加150克负载时,清洁元件3的最大振幅处的频率 $f_{固1}$ (参见以图标点“■”示出的曲线)大于空载时清洁元件3的最大振幅处的频率 $f_{固0}$ (参见以图标点“◆”示出的曲线),在清洁元件3的端面上施加300克负载时,清洁元件3的最大振幅处的频率 $f_{固2}$ (参见以图标点“▲”示出的曲线)大于在清洁元件3的端面上施加150克负载时清洁元件3的最大振幅处的频率 $f_{固1}$,也就是说,施加的负载越大,换能器固有频率变得越大,施加的负载增加可导致谐振区域向频率大值方向偏移。如前所述示例中, $f_{0min}=250\text{Hz}$, $f_{0max}=f_{0min}+25\text{Hz}$,驱动线圈交变电流的频率 f_0 固定为 265Hz 。实验得出,空载时清洁元件3在 $f_{0min}+5\text{Hz}=255\text{Hz}$ 处出现最大振幅 A_0 (参见以图标点“*”示出的曲线),当在清洁元件3的端面上施加150克力的负载时, $f_{1min}=255\text{Hz}$, $f_{1max}=280\text{Hz}$,此时清洁元件最大振幅 A_1 (参见以图标点“●”示出的曲线)出现在 $f_{1min}+5\text{Hz}=260\text{Hz}$ 处,当在清洁元件3的端面上施加300克力的负载时, $f_{2min}=260\text{Hz}$, $f_{2max}=285\text{Hz}$,此时清洁元件最大振幅 A_2 (参见以图标点“+”示出的曲线)出现在 $f_{2min}+5\text{Hz}=265\text{Hz}$ 处,同样还显示了400克力负载的数据[400克力负载下的清洁元件最大振幅为 A_3 (参见无图标点的曲线)]。从上面的实验数据得知,当清洁元件纵向轴线 L_1 平行于换能器弹性件平面 M 的法向时,随着施加在清洁元件3的端面上的负载增加,换能器弹性件

222、223的固有频率 $f_{固}$ 变大,负载增加越多,换能器弹性件222、223的固有频率 $f_{固}$ 变大越多,即清洁元件3的端面上的负载的增加可使换能器弹性件222、223的谐振区域朝频率增大的方向偏移。如图3的实验曲线所示,驱动线圈的电流频率被设定为固定值 $f_{0max-n}=265\text{Hz}$, ($n=10$),在不同负载下,谐振状态下换能器固有频率 $f_{固}$ 对应于清洁元件3最大振幅处的频率分别为: $f_{固0}=255\text{Hz}$; $f_{固1}=260\text{Hz}$; $f_{固2}=265\text{Hz}$; $f_{固3}=270\text{Hz}$;显然,在负载从0克力(空载)逐渐增加到300克力或更大的过程中,谐振系统从弱谐振逐渐趋于共振,同时谐振系统的机械效率快速提升。由于机械效率的提升快于加大负载时产生的阻尼效应,因此清洁元件3的振幅也在快速提升($A_2>A_1>A_0$),又由于谐振系统的驱动线圈电流最小值出现在 f_{min} ,增加负载使 f_{min} 向频率大值的方向移动,使 f_{min} 更接近驱动频率,因此谐振系统从弱谐振趋向于共振时,驱动线圈的电流平均值由大变小。由图3同样得知,当施加于清洁元件3的端面的负载达到400克力时, $f_{固3}$ (270Hz)大于负载为300克时的驱动线圈交变电流的固定频率 $f_{固2}$ (265Hz),谐振系统从共振趋向于弱谐振,随着负载继续加大,谐振系统趋向于更弱的谐振直至不产生振动,因而,在逐渐加大负载的过程中,驱动线圈电流在某一频率下出现拐点,驱动线圈电流将再由小变大,实验证明,所述电流拐点出现在施加约450克力的负载处(未示出),而且在加大负载的过程中,驱动线圈电流由小变大的拐点所对应的负载值(约450克力)大于清洁元件振幅A由大变小的拐点所对应的负载值(约300克力),两者负载值之差约为150克力。

[0119] 图4和图5分别示出了通过实验得出的本发明的清洁护理器具在不同驱动频率下电流与负载的关系曲线及在不同驱动频率下振幅与负载的关系曲线。如图4(其横坐标表示负载(克力),纵坐标表示电流标称值)和图5(其横坐标表示负载(克力),纵坐标表示振幅标称值)所示,改变驱动线圈的电流频率设定值 f_{0max-n} Hz,可以选择在施加不同的负载力的作用下使谐振系统实现共振,即通过调整驱动线圈的电流频率设定值中的 n 值,可以选择不同负载力使换能器固有频率 $f_{固}$ 等于驱动频率 f_0 而共振,同时改变驱动线圈的电流值拐点对应的负载值。如4和5所示,如果选择 $n=-5\text{Hz}$,则谐振系统的共振点频率对应到清洁元件3上施加400克力的负载处(参见图4和5中以图标点“●”示出的曲线),同时,驱动线圈的电流由小变大的拐点将出现在对应于在清洁元件3上施加大于550克左右的力的负载(未示出)。如果选择 $n>10$,例如 $n=15$,则谐振系统的共振点频率对应于清洁元件3上施加小于300克力的负载(参见图4和5中以图标点“■”示出的曲线),同时驱动线圈的电流由小变大的拐点将出现在对应于清洁元件3上施加小于550克力的负载,此时谐振系统的共振点(振幅最大点)频率对应于清洁元件3上施加150克力的负载处,同时驱动线圈的电流由小变大的拐点将出现在对应于清洁元件上施加300克力的负载处。图4和5中以图标点“◆”、“▲”、“×”、“*”示出的曲线分别表示选择 $n=20$ 、 $n=10$ 、 $n=5$ 、 $n=0$ 时电流与负载的相应关系及在振幅与负载的相应关系。

[0120] 经大量实验得出, n 的范围可以为 $-0.3(f_{0max}-f_{0min})$ 至 $0.85(f_{0max}-f_{0min})$,优选 $-0.1(f_{0max}-f_{0min})\leq n\leq 0.4(f_{0max}-f_{0min})$,更优选为 $0\leq n\leq 0.4(f_{0max}-f_{0min})$ 。

[0121] 综上所述,通过合理配置清洁元件纵向轴线L1和换能器弹性件平面M的法向的夹角 θ ,随着施加在清洁元件3上的负载压力增大可以使换能器弹性件固有频率 $f_{固}$ 变大,负载压力越大,则 $f_{固}$ 越大,选择 $0^\circ\leq\theta\leq 60^\circ$ 可以达到上述目的。优选 $0^\circ\leq\theta\leq 30^\circ$,更为优选的是 $\theta=0^\circ$,此外,通过合理选择驱动线圈中交变电流的频率 f_{0max-n} ,可以实现在清洁元件3

上从空载到加载至某一合理负载(如300克力)时,换能器谐振系统从弱谐振达到共振。还可以选择 $-0.3(f_{0\max}-f_{0\min}) \leq n \leq 0.85(f_{0\max}-f_{0\min})$ 。优选 $-0.1(f_{0\max}-f_{0\min}) \leq n \leq 0.4(f_{0\max}-f_{0\min})$,更优选为 $0 \leq n \leq 0.4(f_{0\max}-f_{0\min})$,一旦设定了此固定的驱动频率,则在清洁护理器具工作期间驱动频率不变,使得清洁元件3的振幅从小到大,同时使驱动线圈电流值从高到低呈单调下降趋势,从而可以在合理负载下,保证所述个人电动清洁护理器具获得更高的机械效率、更小的工作电流、更小的能耗、最大的清洁元件振幅、最好的清洁效果。

[0122] 实验证明,当施加在清洁元件3上的负载继续增加而超过合理值时,换能器谐振系统将从共振趋向弱谐振直至不产生振动,清洁元件3的振幅又从大变小,同时驱动线圈电流继续单调下降直到电流出现由小变大的拐点后,驱动线圈电流才再次变大。通过对 $f_{0\max}-n$ 中的n值的选择,可以实现在清洁元件3上从空载到加载至某一合理负载(如300克力)时,换能器谐振系统从弱谐振达到共振,使得清洁元件3的振幅从小到大,同时使驱动线圈电流值从高到低呈单调下降趋势。也就是说可以通过对 $f_{0\max}-n$ 中的n值的选择,实现对上述合理负载值的选择,n值越小,则对应的所述合理负载值越大。此过程还可以为牙龈提供可靠的保护,当施加在清洁元件3上的负载压力大于合理值(比如300克力)时,清洁元件3的振幅将降低,且负载越大,振幅越小,从而可有效保护牙龈免受伤害。

[0123] 因此上述结构既可以在合理负载下获得高效率、大振幅,又可以在负载超过合理值后,降低振幅以保护牙龈,而且结构简单、成本低廉。

[0124] 本发明还提供了用于如上所述的清洁护理器具的压力报警方法。图6示出了该方法的步骤。如图6所示,用于如上所述的清洁护理器具的压力报警方法包括以下步骤:

[0125] 1) 选取所述清洁护理器具中的左右侧换能器弹性件222,223的抗弯截面系数和长度近似相等,使得左、右侧换能器弹性件222,223的挠度的幅值近似相等且挠曲方向相反,并调节清洁元件3的纵向轴线 L_1 和换能器弹性件平面M的法向的夹角至 $0^\circ-60^\circ$;

[0126] 2) 检测所述清洁护理器具在谐振频率范围内不同频率对应的与驱动线圈214串联的电流检测电阻 R_{25} 上的平均电压 U_{LR25} 。例如,在谐振频率范围内,使驱动线圈的电流频率以相同的时间间隔 Δt (如1秒钟)、相同的频率差 Δf (如1Hz)逐渐增加地步进,测出和记录对应于不同频率时的电流检测电阻 R_{25} 上的平均电压 U_{LR25} 。如本例中,换能器的谐振频率范围约为243Hz-300Hz,驱动线圈电流在第一秒钟内的频率为243Hz,测出和记录在243Hz频率下的电流检测电阻 R_{25} 上的平均电压 U_{LR251} ,经时间间隔 Δt (1秒)后,驱动线圈电流在第二秒钟内的频率为244Hz($\Delta f=1\text{Hz}$),测出和记录在244Hz频率下的电流检测电阻 R_{25} 上的平均电压 U_{LR252} ,依次循环直到完成整个谐振频率范围内的检测。例如,驱动线圈中的电流在第五十八秒钟内的频率为300Hz,测出和记录在300Hz频率下的电流检测电阻 R_{25} 上的平均电压 U_{LR2558} ;

[0127] 3) 从步骤2)所记录的不同频率时的电流检测电阻 R_{25} 上的平均电压 U_{LR25} 中,选出并记录电流检测电阻 R_{25} 上的平均电压的最大值所对应的驱动线圈电流频率 $f_{0\max}$ 和电流检测电阻 R_{25} 上的平均电压的最小值所对应的驱动线圈电流频率 $f_{0\min}$;

[0128] 4) 设置 $f_{0\max}-n$ 并将 $f_{0\max}-n$ 储存于所述可编程的微芯片处理器IC的程序中,以选定的n值所对应的 $f_{0\max}-n$ 作为驱动线圈214中流过的电流的固定频率 f_0 ,其中, $-0.3(f_{0\max}-f_{0\min}) \leq n \leq 0.85(f_{0\max}-f_{0\min})$, $f_{0\max}$ 为电流检测电阻 R_{25} 上的平均电压的最大值所对应的驱动线圈电流频率, $f_{0\min}$ 为电流检测电阻 R_{25} 上的平均电压的最小值所对应的驱动线圈电流频率;

[0129] 5) 预存报警负载下的电源电压的平均值 $U_{L源}$ 和电流检测电阻 R_{25} 上的平均电压 U_{LR25} 于可编程的微芯片处理器IC的程序中,例如,在清洁元件3的端面预置报警负载(比如300克力),施加此负载,IC引导 f_{0max-n} (此时 n 为选定的某一固定值)作为固定频率 f_0 的电流流过驱动线圈, I/O_{25} 在短时间内(如3秒钟内)多次检测电流检测电阻 R_{25} 上的电压,测算出电流检测电阻 R_{25} 上在报警负载下的平均电压 U_{LR25} ,IC同时在短时间内(如3秒钟内)多次检测电源电压,测算出对应的电源电压的平均值 $U_{L源}$,将所述报警负载下的电源电压平均值 $U_{L源}$ 和电流检测电阻 R_{25} 上的平均电压 U_{LR25} 储存于IC的程序中;

[0130] 6) 所述电动清洁护理用具工作时,通过 I/O_{25} 持续地检测当前的电流检测电阻 R_{25} 上的电压 U_{NR25} 的值以及当前电源电压值 $U_{N源}$,采集当前负载对应的电流检测电阻 R_{25} 上的电压值 U_{NR25} 及当前的电源电压值 $U_{N源}$;

[0131] 7) 比较所述当前负载对应的电流检测电阻 R_{25} 上的电压值 U_{NR25} 和预存于可编程的微芯片处理器IC中的报警负载下的电源电压的平均值 $U_{L源}$,若 $(U_{N源}/U_{L源}) \times U_{NR25} > U_{LR25}$,无报警信号输出或终止当前的压力报警信号输出;若 $(U_{N源}/U_{L源}) \times U_{NR25} \leq U_{LR25}$,则输出压力报警信号并报警,例如,利用可编程的微芯片处理器IC可以将当前负载对应的驱动线圈电流值和预存在IC中的报警负载下的驱动线圈电流值进行比较,将 $(U_{N源}/U_{L源}) \times U_{NR25}$ 和 U_{LR25} 比较,其中, $U_{L源}$ 为步骤5)中检测时的电源电压值, $U_{N源}$ 为当前检测中的电源电压值,若 $(U_{N源}/U_{L源}) \times U_{NR25} > U_{LR25}$,则意味着施加于清洁元件3上的负载小于报警负载,此时不进行压力报警,即无报警信号输出或终止当前的压力报警信号输出;若 $(U_{N源}/U_{L源}) \times U_{NR25} \leq U_{LR25}$,则意味着施加于清洁元件3上的负载大于报警负载,此时输出压力报警信号,进行压力报警。

[0132] 压力报警的方式可采用声音和/或灯光和/或振动模式,之后IC继续检测 U_{NR25} 和 $U_{N源}$,当 $(U_{N源}/U_{L源}) \times U_{NR25} > U_{LR25}$ 时,取消压力报警信号输出,反之维持压力报警,依此循环。

[0133] 本发明所提供的实现所述方法的压力报警装置包括检测、采集和报警电路以及报警部件(图中未示出)。所述检测、采集和报警电路包括电源、可编程的微芯片处理器IC和由晶体管构成的用以联结电源和驱动线圈214的H桥电路。微芯片处理器IC的程序中储存有 f_{0max-n} ,以选定的 n 值所对应的 f_{0max-n} 作为驱动线圈214中流过的电流的固定频率 f_0 ,其中, $-0.3(f_{0max}-f_{0min}) \leq n \leq 0.85(f_{0max}-f_{0min})$, f_{0max} 为电流检测电阻 R_{25} 上的平均电压的最大值所对应的驱动线圈电流频率, f_{0min} 为电流检测电阻 R_{25} 上的平均电压的最小值所对应的驱动线圈电流频率,并预存有报警负载下的电源电压的平均值 $U_{L源}$ 和电流检测电阻 R_{25} 上的平均电压 U_{LR25} 。可编程的微芯片处理器IC输出固定频率为 f_0 的方波以驱动H桥电路并用于预存报警负载下的电源电压的平均值 $U_{L源}$ 和电流检测电阻 R_{25} 上的平均电压 U_{LR25} 。图7为本发明的压力报警装置电路部分的原理图,如图7所示,本例中,采用四个晶体管 $Q_{21}-Q_{24}$ 构成H桥电路用以联结电源和驱动线圈214,可编程的微芯片处理器IC输出固定频率为 f_0 的方波以驱动H桥电路,从而在驱动线圈214上流过固定频率为 f_0 的交变电流,交变电流经由电流检测电阻 R_{25} 流回电源。在上述电路中,电流检测电阻 R_{25} 的阻值固定,电流检测电阻 R_{25} 上的电压 U_{R25} 大小反映了流经电流检测电阻 R_{25} 上的电流大小,电流检测电阻 R_{25} 串联H桥电路和电源,即电流检测电阻 R_{25} 的一端联结到电源的负极,电流检测电阻 R_{25} 的另一端联结到H桥电路的电流出口端并且联结到微芯片处理器IC的A/D转换口 I/O_{25} ,用来检测 I/O_{25} 转换口上的电压大小。若 $(U_{N源}/U_{L源}) \times U_{NR25} > U_{LR25}$,无报警信号输出或终止当前的压力报警信号输出;若 $(U_{N源}/U_{L源}) \times U_{NR25} \leq U_{LR25}$,则输出压力报警信号并报警。显然通过上述电路设置,微芯片处理器IC可实时

检测到流过驱动线圈214的电流大小。为了减小因电流检测电阻 R_{25} 串入驱动线圈H桥电路而对驱动线圈电功率产生的影响,通常电流检测电阻 R_{25} 采用小阻值。本发明中电流检测电阻的电阻值可以约为 $0.1\ \Omega$ 。报警部件可以是蜂鸣器件和/或发光器件和/或机械振动部件。

[0134] 借助上述方法和装置,当负载超过合理范围时,可以提供简单、可靠的压力报警。

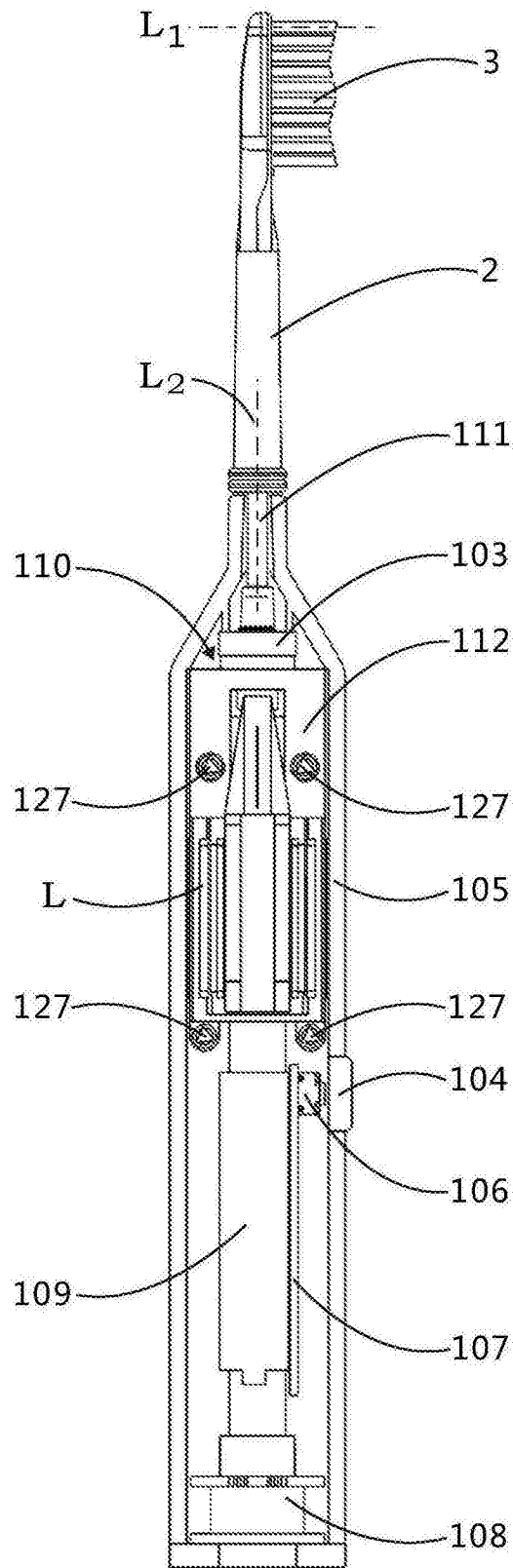


图1

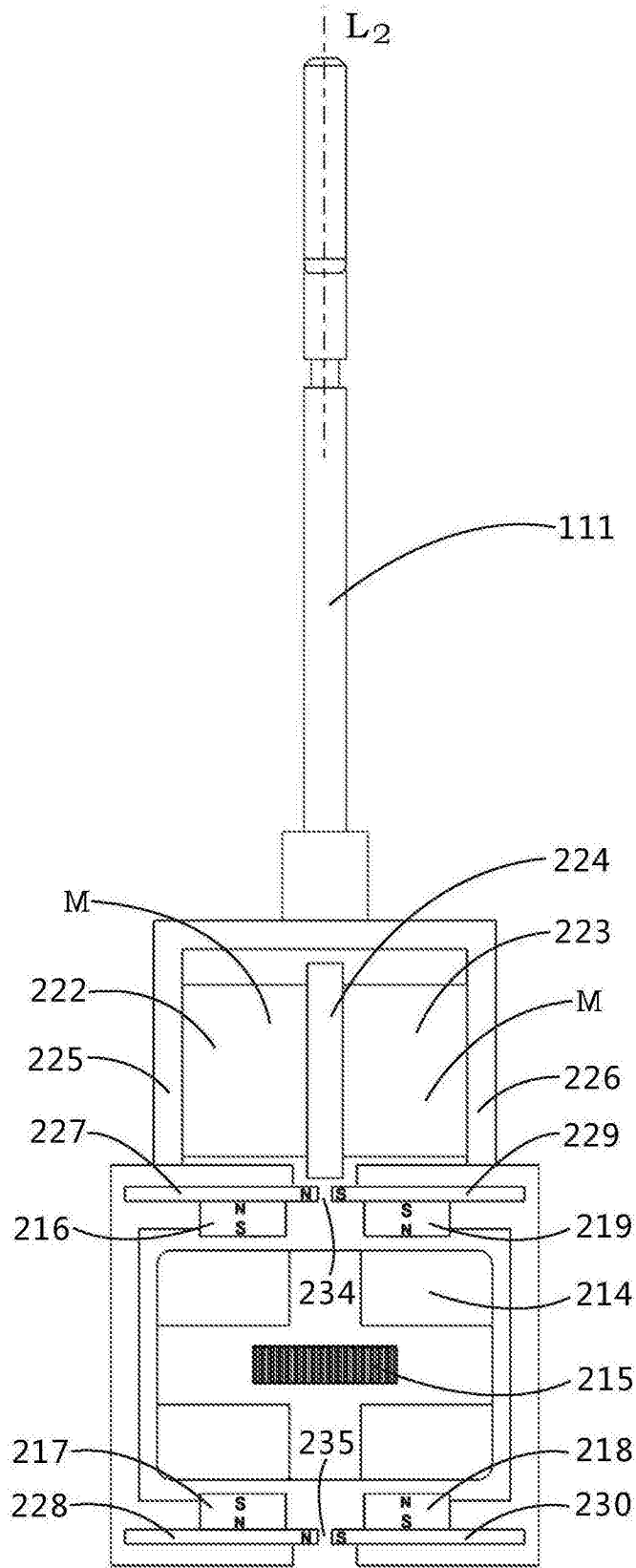


图2

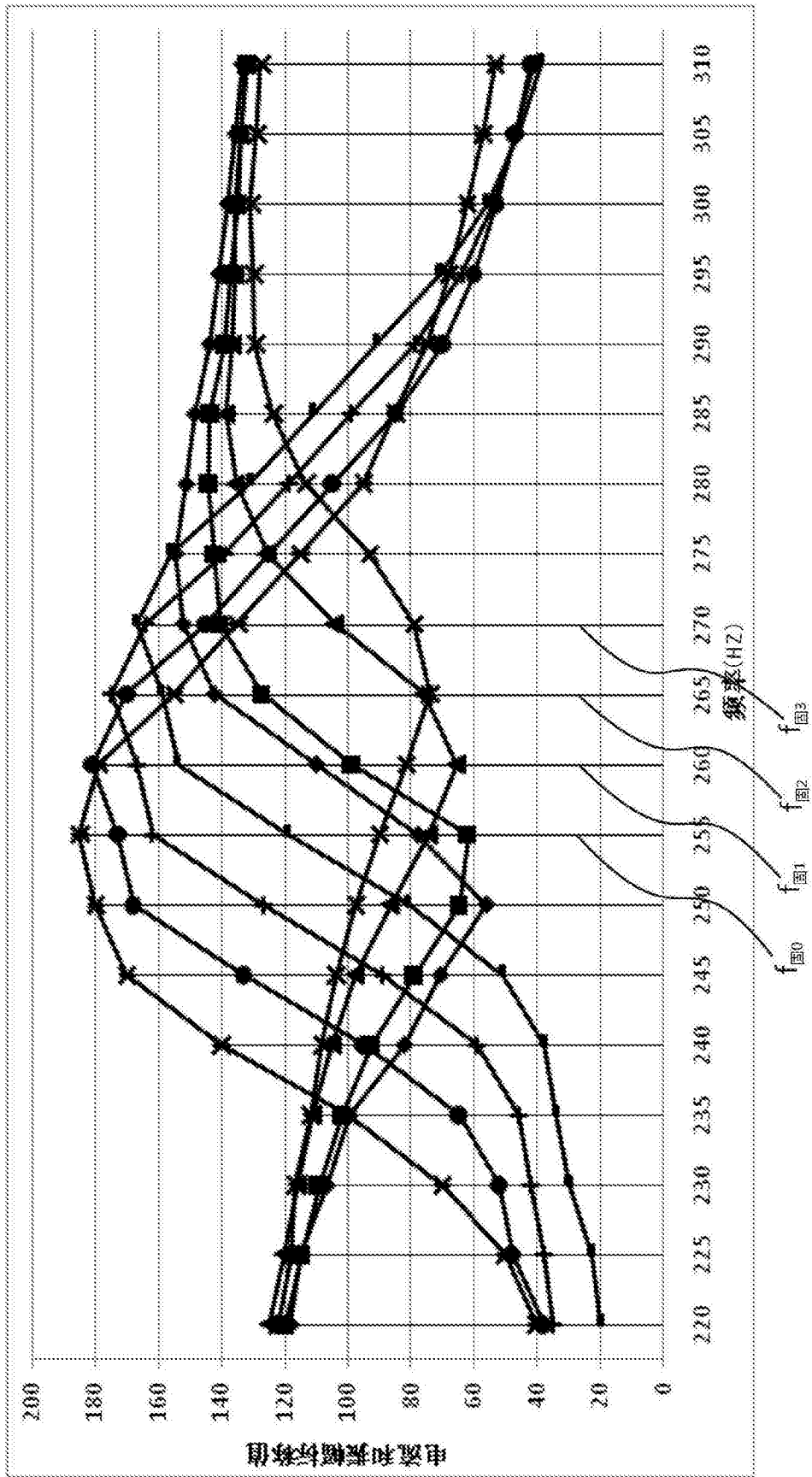


图3

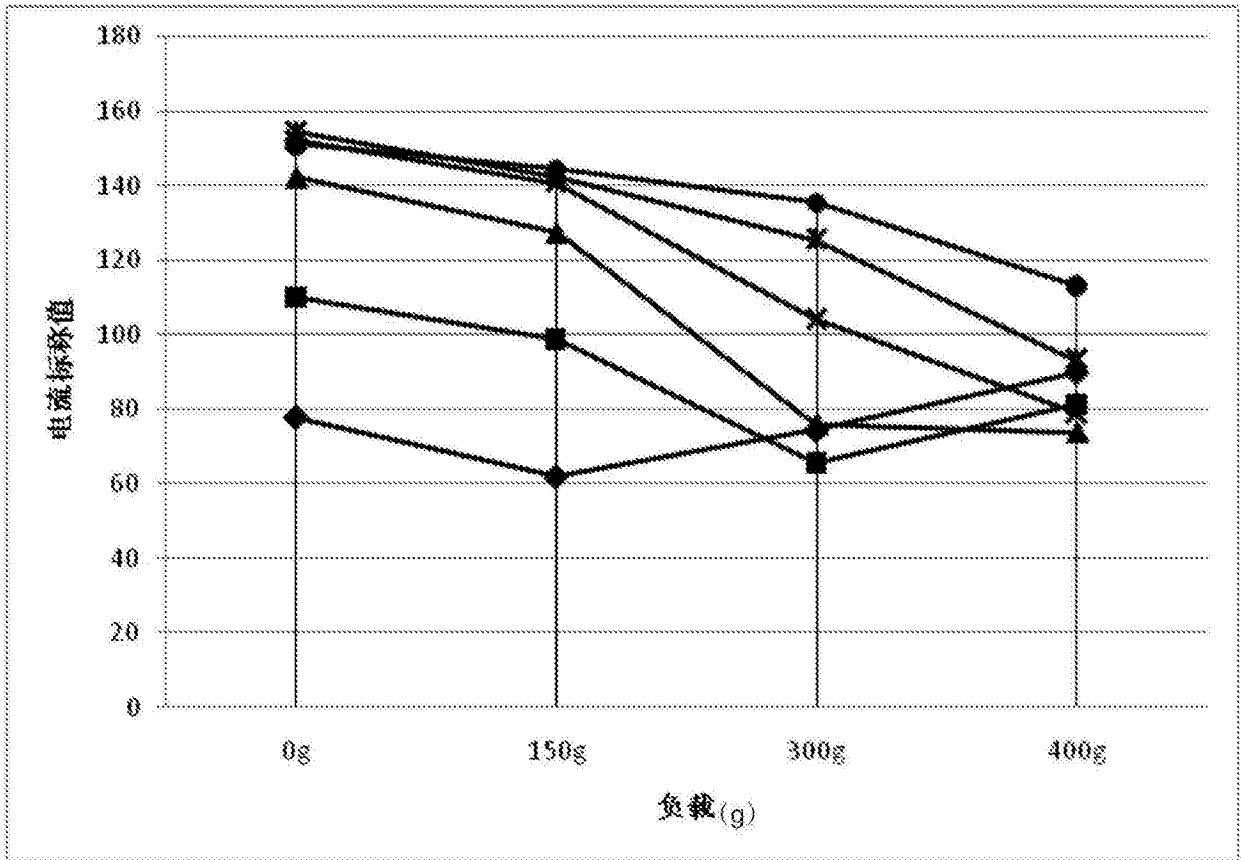


图4

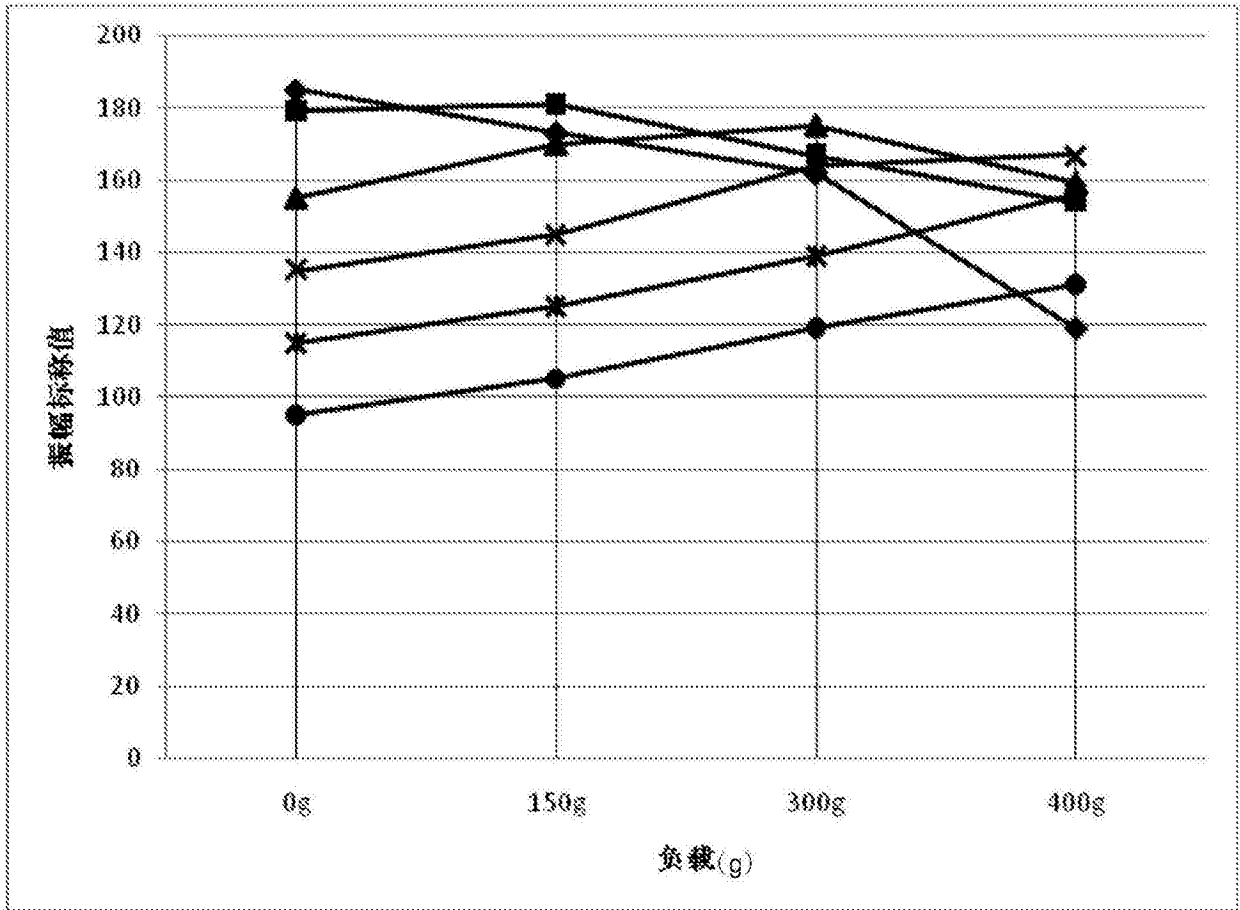


图5

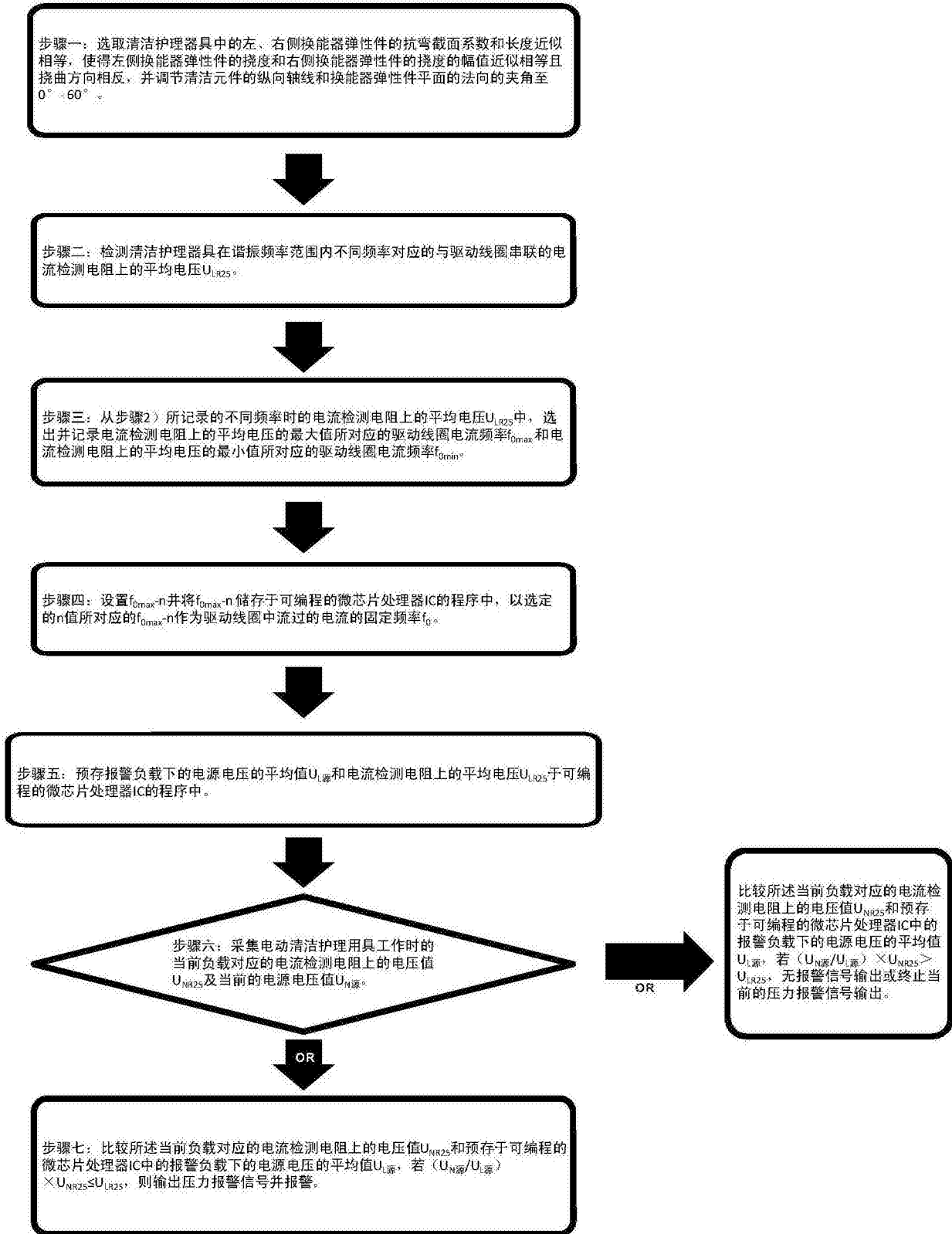


图6

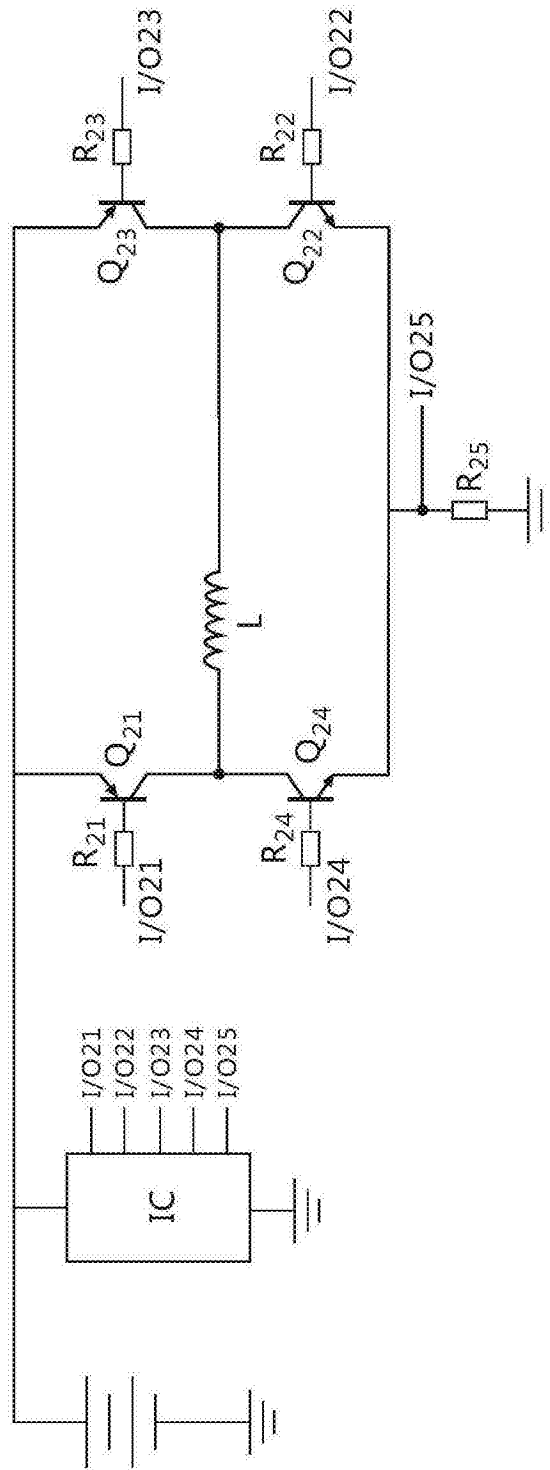


图7