



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108183654 A

(43)申请公布日 2018.06.19

(21)申请号 201810036748.5

(22)申请日 2018.01.15

(71)申请人 上海艾为电子技术股份有限公司
地址 200233 上海市徐汇区桂平路680号33幢303-39室

(72)发明人 张仁富 赵观星 吴绍夫 吴大军

(74)专利代理机构 北京合智同创知识产权代理有限公司 11545

代理人 李杰

(51) Int. Cl.

H02P 25/032(2016.01)

H02P 23/14(2006.01)

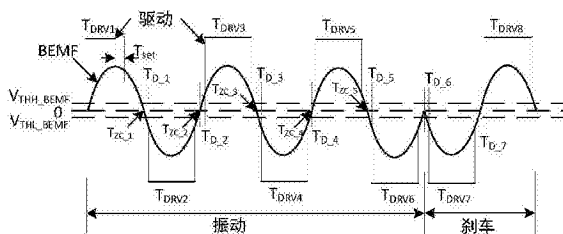
权利要求书2页 说明书8页 附图3页

(54)发明名称

线性振动装置谐振频率的校准方法和装置

(57)摘要

本申请实施例提供了一种线性振动装置谐振频率的校准方法及装置,方法包括:确定反电动势的上一过零状态以及当前过零状态;若所述上一过零状态以及当前过零状态相同,则当前过零时刻之后的驱动信号与所述上一过零时刻与当前过零时刻之间对应的驱动信号方向相同,以校准线性振动装置的谐振频率;或者,若所述上一过零状态以及当前过零状态相反,则当前过零时刻之后的驱动信号与所述上一过零时刻与当前过零时刻之间对应的驱动信号方向相反,以校准线性振动装置的谐振频率,从而避免了线性谐振马达LRA实际的谐振频率f0与谐振频率设计值存在较大偏差,从而确保了振动量尽可能不会发生变化,进而避免影响振动反馈效果。



1. 一种线性振动装置谐振频率的校准方法,其特征在于,包括:

确定反电动势的上一过零状态以及当前过零状态;

若所述上一过零状态以及当前过零状态相同,则当前过零时刻之后的驱动信号与所述上一过零时刻与当前过零时刻之间对应的驱动信号方向相同,以校准线性振动装置的谐振频率;或者,

若所述上一过零状态以及当前过零状态相反,则当前过零状态之后的驱动信号与所述上一过零状态与当前过零状态之间对应的驱动信号方向相反,以校准线性振动装置的谐振频率。

2. 根据权利要求1所述的校准方法,其特征在于,确定反电动势的上一过零状态以及当前过零状态包括:根据设定的反电动势阈值,确定反电动势的上一过零状态以及当前过零状态。

3. 根据权利要求2所述的校准方法,其特征在于,根据设定的反电动势阈值,确定反电动势的上一过零状态以及当前过零状态包括:根据设定的反电动势阈值的上限值、下限值,确定反电动势的上一过零状态以及当前过零状态。

4. 根据权利要求1所述的校准方法,其特征在于,还包括:确定当前过零状态对应的当前过零时刻;

对应地,在所述当前过零状态对应的当前过零时刻之后预设的时长,则启动当前过零时刻之后的驱动信号与所述上一过零时刻与当前过零时刻之间对应的驱动信号方向相同或者相反。

5. 根据权利要求1所述的校准方法,其特征在于,还包括:根据上一过零状态对应的上一过零时刻、当前过零状态对应的当前过零时刻以及预设的时长,确定当前过零状态之间对应的驱动信号的长度。

6. 根据权利要求1-5任一项所述的校准方法,其特征在于,确定反电动势的当前过零状态包括:确定上一驱动信号的时长,在所述上一驱动信号的时长加上预设的时段之后当前过零状态对应的当前过零点,其中,所述上一驱动信号在所述上一过零状态对应的上一过零点之前。

7. 根据权利要求6所述的校准方法,其特征在于,校准线性振动装置的谐振频率包括:若连续两个驱动信号的时长之差均在设定的时长之差范围内,则根据最后一个驱动信号的时长,校准线性振动装置的谐振频率。

8. 根据权利要求7所述的校准方法,其特征在于,还包括:根据最后一个驱动信号的时长,对所述线性振动装置进行刹车处理。

9. 根据权利要求8所述的校准方法,其特征在于,还包括:所述上一过零状态以及当前过零状态为正向-负向过零或者负向-正向-负向过零。

10. 一种线性振动装置谐振频率的装置,其特征在于,包括:

第一单元,用于确定反电动势的上一过零状态以及当前过零状态;

第二单元,用于若所述上一过零状态以及当前过零状态相同,则当前过零时刻之后的驱动信号与所述上一过零时刻与当前过零时刻之间对应的驱动信号方向相同,以校准线性振动装置的谐振频率;或者,

若所述上一过零状态以及当前过零状态相反,则当前过零状态之后的驱动信号与所述

上一过零状态与当前过零状态之间对应的驱动信号方向相反,以校准线性振动装置的谐振频率。

线性振动装置谐振频率的校准方法和装置

技术领域

[0001] 本申请实施例涉及电路技术领域,尤其涉及一种线性振动装置谐振频率的校准方法和装置。

背景技术

[0002] 触觉(haptic)反馈技术被用于创造触觉效果,借助触觉反馈技术,消费电子设备制造商可以在其设备上为特定的互动体验创造与众不同的个性化触觉反馈,从而为消费者提供更具价值且更加逼真的独特体验。

[0003] 触觉反馈技术一般是通过马达振动来实现。线性谐振马达包括弹簧、带有磁性的质量块和线圈。弹簧将线圈悬浮在线性谐振马达内部,当线圈中有电流流过时,线圈会产生磁场。线圈和带有磁性的质量块相连,当流过线圈的电流改变时,磁场的方向和强弱也会改变,质量块就会在变化的磁场中上下移动,这种运动被人们感知从而产生触觉反馈效果。

[0004] 因此,采用上述线性谐振马达(Linear Resonance Actuator,简称LRA)在便携终端上的实现触觉反馈技术,从而可产生强弱分明且十分清脆的振动,甚至可以模拟出满足各种应用需求的触觉反馈效果,比如开关按键、音乐旋律、心跳等振动效果。

[0005] 传统的驱动电路会以线性谐振马达LRA的谐振频率设计值进行驱动,但是由于各种原因如线性谐振马达LRA的机械加工偏差、元件老化、固定过紧、机械固定错误、安装位置不当和温度偏移等,导致线性谐振马达LRA成品实际的谐振频率与谐振频率设计值存在一定的偏差,从而线性谐振马达的振动量发生变化。

发明内容

[0006] 有鉴于此,本申请实施例所解决的技术问题之一在于提供一种线性振动装置谐振频率的校准方法和装置,用以克服或者缓解现有技术中的上述技术缺陷。

[0007] 本申请实施例提供了一种线性振动装置谐振频率的校准方法,其包括:

[0008] 确定反电动势的上一过零状态以及当前过零状态;

[0009] 若所述上一过零状态以及当前过零状态相同,则当前过零时刻之后的驱动信号与所述上一过零时刻与当前过零时刻之间对应的驱动信号方向相同,以校准线性振动装置的谐振频率;或者,

[0010] 若所述上一过零状态以及当前过零状态相反,则当前过零状态之后的驱动信号与所述上一过零状态与当前过零状态之间对应的驱动信号方向相反,以校准线性振动装置的谐振频率。

[0011] 可选地,在本申请的任一实施例中,确定反电动势的上一过零状态以及当前过零状态包括:根据设定的反电动势阈值,确定反电动势的上一过零状态以及当前过零状态。

[0012] 可选地,在本申请的任一实施例中,根据设定的反电动势阈值,确定反电动势的上一过零状态以及当前过零状态包括:根据设定的反电动势阈值的上限值、下限值,确定反电动势的上一过零状态以及当前过零状态。

[0013] 可选地,在本申请的任一实施例中,还包括:确定当前过零状态对应的当前过零时刻;

[0014] 对应地,在所述当前过零状态对应的当前过零时刻之后预设的时长,则启动当前过零时刻之后的驱动信号与所述上一过零时刻与当前过零时刻之间对应的驱动信号方向相同或者相反。

[0015] 可选地,在本申请的任一实施例中,还包括:根据上一过零状态对应的上一过零时刻、当前过零状态对应的当前过零时刻以及预设的时长,确定当前过零状态之间对应的驱动信号的长度。

[0016] 可选地,在本申请的任一实施例中,确定反电动势的当前过零状态包括:确定上一驱动信号的时长,在所述上一驱动信号的时长加上预设的时段之后当前过零状态对应的当前过零点,其中,所述上一驱动信号在所述上一过零状态对应的上一过零点之前。

[0017] 可选地,在本申请的任一实施例中,确定线性振动装置的谐振频率包括:若连续两个驱动信号的时长之差均在设定的时长范围内,则根据最后一个驱动信号的时长,线性振动装置谐振频率。

[0018] 可选地,在本申请的任一实施例中,还包括:根据最后一个驱动信号的时长,对所述线性振动装置进行刹车处理。

[0019] 可选地,在本申请的任一实施例中,还包括:所述上一过零状态以及当前过零状态为正向-负向过零或者负向-正向过零。

[0020] 本申请实施例还提供一种线性振动装置谐振频率的装置,其包括:

[0021] 第一单元,用于确定反电动势的上一过零状态以及当前过零状态;

[0022] 第二单元,用于若所述上一过零状态以及当前过零状态相同,则当前过零时刻之后的驱动信号与所述上一过零时刻与当前过零时刻之间对应的驱动信号方向相同,以校准线性振动装置的谐振频率;或者,

[0023] 若所述上一过零状态以及当前过零状态相反,则当前过零状态之后的驱动信号与所述上一过零状态与当前过零状态之间对应的驱动信号方向相反,以校准线性振动装置的谐振频率。

[0024] 本申请实施例中,通过确定反电动势的上一过零状态以及当前过零状态;若所述上一过零状态以及当前过零状态相同,则当前过零时刻之后的驱动信号与所述上一过零时刻与当前过零时刻之间对应的驱动信号方向相同,以校准线性振动装置的谐振频率;或者,若所述上一过零状态以及当前过零状态相反,则当前过零状态之后的驱动信号与所述上一过零状态与当前过零状态之间对应的驱动信号方向相反,以校准线性振动装置的谐振频率,从而避免了线性谐振马达LRA实际的谐振频率 f_0 与谐振频率设计值存在较大偏差,使得线性谐振装置的谐振频率与其本征频率尽可能一致,从而线性谐振马达的振动量尽可能保持不变。

附图说明

[0025] 后文将参照附图以示例性而非限制性的方式详细描述本申请实施例的一些具体实施例。附图中相同的附图标记标示了相同或类似的部件或部分。本领域技术人员应该理解,这些附图未必是按比例绘制的。附图中:

- [0026] 图1为应用本申请技术方案的线性振荡装置的电路框架示例性示意图；
- [0027] 图2为本申请实施例二中确定上述线性振荡装置快速起振的谐振频率的校准方法流程示意图；
- [0028] 图3为图2中实施例的波形示意图；
- [0029] 图4为本申请实施例中确定下次驱动信号方向的示意图之一；
- [0030] 图5为本申请实施例中确定下次驱动信号方向的示意图之二。

具体实施方式

- [0031] 实施本申请实施例的任一技术方案必不一定需要同时达到以上的所有优点。
- [0032] 为了使本领域的人员更好地理解本申请实施例中的技术方案，下面将结合本申请实施例中的附图，对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅是本申请实施例一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本申请实施例中的实施例，本领域普通技术人员所获得的所有其他实施例，都应当属于本申请实施例保护的范围。
- [0033] 下面结合本申请实施例附图进一步说明本申请实施例具体实现。
- [0034] 图1为应用本申请技术方案的线性振荡装置的电路框架示例性示意图；如图1所示，该电路框架包括：驱动控制产生电路、驱动电路、H桥、线性谐振马达LRA、可编程增益放大器(Programmable Gain amplifier,简称PGA)、模数转换器(Analog-Digital Converter,简称ADC)。
- [0035] 初始时，驱动控制产生电路产生线性马达工厂提供的设计谐振频率 F_{PRE} 的控制信号。
- [0036] 驱动电路接收到该控制信号产生具有该设计谐振频率 F_{PRE} 的驱动信号对H桥进行驱动。
- [0037] 当停止驱动后，H桥进入高阻态状态，并呈现反电动势。H桥具有HDP和HDN引脚，通过这两个引脚发送信号以驱动线性谐振马达LRA。
- [0038] 可编程增益放大器接收到该反电动势后进行放大等处理产生单端信号。
- [0039] 模数转换器对该单端信号进行模数转换的得到数字信号，并传输给驱动控制产生电路对所述控制信号的频率进行调整，最终生成线性谐振马达与线性谐振装置的本征频率 F_{LRA} 一致的控制信号，即实现了线性谐振装置谐振频率的校正。线性谐振装置的本征频率 F_{LRA} 是其中线性谐振马达的成品实际的谐振频率，该实际的谐振频率由于各种可能的原因，与设计谐振频率 F_{PRE} 并不相等。
- [0040] 图2为本申请实施例二中线性振荡装置的谐振频率的校准方法流程示意图；图3为图2中实施例的波形示意图。如图2所示，再辅以图3，其包括如下步骤：
- [0041] 步骤S100、初始时，驱动电路在驱动产生控制电路的控制下产生具有设计谐振频率 F_{PRE} 的正向驱动信号(比如称之为具有第一波形的驱动信号)对H桥进行驱动；
- [0042] 本实施例中，所述驱动信号比如具体为方波驱动信号。在初始时，该方波驱动信号具体为正向方波驱动信号。该正向方波驱动信号的时长为 T_{DRV1} 。
- [0043] 步骤S101、设定的时段后，停止对H桥进行驱动，使得H桥进入高阻态状态，进而在 $T_{DRV1}+T_{SET}$ 检测H桥是否呈现反电动势，进而跳转到步骤S102A或者S102B；
- [0044] 本实施例中，由于反电动势一直都存在，只是加驱动信号后，反电动势淹没在驱动

信号之中而难以检测;进入高阻态后,没有驱动信号,反电动势就可以直接检测到。

[0045] 步骤S102A、若呈现反电动势,检测第一个过零状态;

[0046] 步骤S103A、若检测到的反电动势BEMF的幅值大于设定的反电动势阈值上限值 V_{THL_BEMF} ,表示存在反电动势BEMF但未过零,反电动势处于正向状态,进入闭环模式,检测发生第一个正向-负向过零状态对应的过零时刻 T_{ZC1} 。(或又称之为第一个过零时刻 T_{ZC1}),跳转到步骤S104A;

[0047] 步骤S104A、 $T_{ZC1}+T_{D_1}$ 时间点发出长度为 $T_{DRV2}=T_{ZC1}-2*T_{D_1}$ 的与上次正向的驱动信号相反方向的负向方波驱动信号(即第二波形的驱动信号)。

[0048] 在步骤S104A中,推而广之,相当于在所述上一过零状态对应的上一过零时刻之后预设的时长 T_{D_1} ,则启动当前过零时刻之后的驱动信号与所述上一过零时刻与当前过零时刻之间对应的驱动信号方向相反。

[0049] 步骤S103B、若检测反电动势BEMF的幅值小于设定的反电动势阈值下限值 V_{THL_BEMF} ,表示该反电动势BEMF已经发生过零,反电动势已从正向转入负向,检测发生第一个负向-正向过零状态对应的过零时刻 T_{ZC1} 。(或又称之为第一个过零时刻 T_{ZC1}),跳转到步骤S104B;

[0050] 步骤S104B、 $T_{ZC1}+T_{D_1}$ 时间点发出长度为 $T_{DRV2}=T_{ZC1}/2-2*T_{D_1}$ 的与上次正向的驱动信号相同方向的正向方波驱动信号(即第二波形的驱动信号)。

[0051] 在步骤S104B中,推而广之,相当于在所述第一过零状态对应的过零时刻之后预设的时长 T_{D_1} ,则启动当前过零时刻之后的驱动信号与所述上一过零时刻与当前过零时刻之间对应的驱动信号方向相同。

[0052] 步骤S103C、若在设定的时段内未检测到反电动势,则进入开环模式,并跳转到步骤S102B;

[0053] 步骤S105、检测第二个过零状态;

[0054] 步骤S106A、若检测到的反电动势BEMF的幅值大于设定的反电动势阈值上限值 V_{THL_BEMF} ,表示存在反电动势BEMF但未过零,反电动势处于正向状态,进入闭环模式,检测发生第二个正向-负向过零状态对应的过零时刻 T_{ZC2} 。(或又称之为第二个过零时刻 T_{ZC2}),跳转到步骤S107A;

[0055] 具体地,确定反电动势的上一过零状态对应的上一过零时刻之前的驱动信号波形的时长,在所述上一过零点之前的驱动信号波形的时长之后预设的时段内确定上一过零状态对应的上一过零时刻,第二个过零时刻 T_{ZC2} 视为当前过零时刻,第一过零时刻 T_{ZC1} 视为上一过零时刻,在 $T_{DRV1}+T_{set}$ 之后检测上一过零时刻。

[0056] 步骤S107A、 $T_{ZC2}+T_{D_2}$ 时间点发出长度为 $T_{DRV3}=(T_{ZC2}-T_{ZC1})-2T_{D_2}$ 与上次正向的驱动信号相反方向的负向方波驱动信号(即第三波形的驱动信号)。

[0057] 在步骤S104中,推而广之,相当于在所述当前过零状态对应的当前过零时刻之后预设的时长 T_{D_2} ,则启动当前过零时刻之后的驱动信号与所述上一过零时刻与当前过零时刻之间对应的驱动信号方向相反。

[0058] 本实施例中,在步骤S107A中,第二个过零时刻 T_{ZC2} 可作为当前过零时刻,而第一个过零时刻 T_{ZC1} 可作为上一过零时刻,因此,在当前过零时刻之后的驱动信号与当前过零时刻和上一过零时刻之间驱动信号方向相反,以校准线性振动装置的谐振频率。

[0059] 步骤S106B、若检测反电动势BEMF的幅值小于设定的反电动势阈值下限值 V_{THL_BEMF} ，表示该反电动势BEMF已经发生过零，反电动势已从正向转入负向，检测发生第二个负向-正向-负向过零状态对应的过零时刻 T_{ZC2} 。(或又称之为第二个过零时刻 T_{ZC2})，跳转到步骤S107B；

[0060] 步骤S107B、 $T_{ZC2}+T_{D_2}$ 时间点发出长度为 $T_{DRV3} = (T_{ZC2}-T_{ZC1})/2-2T_{D_2}$ 的与上次正向的驱动信号相同方向的正向方波驱动信号(即第三波形的驱动信号)。

[0061] 本实施例中，在步骤S107B中，第二个过零时刻 T_{ZC2} 可作为当前过零时刻，而第一个过零时刻 T_{ZC1} 可作为上一过零时刻，因此，在当前过零时刻之后的驱动信号与当前过零时刻和上一过零时刻之间驱动信号方向相同，以校准线性谐振装置的谐振频率。

[0062] 步骤S107C、若在设定的时段内未检测到反电动势，则进入开环模式，并跳转到步骤S203；

[0063] 步骤S201、当连续多次(可设定，比如为3次)出现不存在反电动势BEMF或者检测不到反电动势BEMF，则以反向驱动信号(比如称之为具有第二波形的驱动信号)对H桥进行驱动；

[0064] 需要说明的是，在其他实施例中，步骤S201'可以被替代为：并跳转到步骤S101，当连续多次(可设定，比如为3次)出现不存在反电动势BEMF或者检测不到反电动势BEMF，则设计谐振频率 F_{PRE} 作为线性谐振装置的谐振频率，而不再执行后续步骤S202、S203。

[0065] 步骤S202、对H桥的是否有无反电动势进行检测；

[0066] 若在步骤S202检测到有反电动势，则跳转到步骤S105；

[0067] 步骤S203、若在步骤S202中未检测到有反电动势，则以反向驱动信号(比如称之为具有第三波形的驱动信号)对H桥进行驱动；

[0068] 本实施例中，为了确定反电动势的上一过零状态和当前过零状态，设定了反电动势阈值，进而根据设定的反电动势阈值确定反电动势的上一过零状态以及当前过零状态。具体地，所述反电动势阈值具有所述反电动势阈值上限 V_{THH_BEMF} 和下限 V_{THL_BEMF} 。进一步地，根据设定的反电动势阈值的上限值、下限值，确定反电动势的上一过零状态以及当前过零状态。

[0069] 在上述实施例中，确定上一过零状态以及当前过零状态所使用的反电动势阈值上限 V_{THH_BEMF} 和下限 V_{THL_BEMF} 分别相同，当然，在其他实施例中，根据需要也可以对反电动势阈值上限 V_{THH_BEMF} 和下限 V_{THL_BEMF} 中值的大小调整。

[0070] 由此可见，在闭环模式，不断重复上述步骤S102A、步骤S103A、步骤S104A、步骤S103B、步骤S104B、步骤S103C；

[0071] 而在开环模式，不断重复上述步骤S202、步骤S203。

[0072] 上述步骤S102A、步骤S103A、步骤S104A、步骤S103B、步骤S104B、步骤S103C、上述步骤S202、步骤S203可称之为一个检测周期；本实施例中，通过设定多个所述检测周期，不断重复执行，以此类推存在 T_{D_3} 、 T_{D_4} 、.....。若连续两个驱动信号的时长之差在规定的时间内，则可以最后一个波形的驱动信号的时长确定线性谐振装置的谐振频率。另外，还可以根据最后一个驱动信号的时长，对所述线性谐振装置进行刹车处理。

[0073] 当有多少个驱动波形，就会存在数量对等的多少个过零点。 N 表示第 N 个谐振频率半周期。

[0074] 每半周期过零的长度 $T_N = T_{ZCN} - T_{ZCN-1}$, T_N 等于驱动时间长度 T_{DRVN} 加高阻期间过零时间长度 $\frac{T_{LRA}}{a}$, T_{D_N} 为第 N 个过零时间 T_{ZCN} 后的高阻态时间, $T_{D_N} = (T_{ZCN} - T_{ZCN-1}) / a$, a 为设定值, 可以为大于2的任意值, 本示例中 $a = 8$ 。

[0075]

$$T_N = T_{DRVN} + \frac{T_{LRA}}{a} = T_{N-1} - 2 * T_{D_N-1} + \frac{T_{LRA}}{a} = T_{N-1} - \frac{2 * T_{N-1}}{a} + \frac{T_{LRA}}{a} \quad (1)$$

[0076] 第0.5周期: $T_1 = \frac{T_{PRE}}{4} + \frac{T_{LRA}}{4}$

[0077] 第1.0周期: $T_2 = T_1 - \frac{2 * T_1}{a} + \frac{T_{LRA}}{a} = \frac{(a-2) * T_{PRE} + (a+2) * T_{LRA}}{4 * a}$

[0078] 第1.5周期: $T_3 = T_2 - \frac{2 * T_2}{a} + \frac{T_{LRA}}{a} = \frac{(a-2)^2 * T_{PRE} + (2 * a^2 - (a-2)^2) * T_{LRA}}{4 * a^2}$

[0079]

[0080] 第 N 周期:

$$T_{2N} = T_{2N-1} - \frac{2 * T_{2N-1}}{a} + \frac{T_{LRA}}{a}$$

[0081]

$$= \frac{(a-2)^{2N-1} * T_{PRE} + (2 * a^{2N-1} - (a-2)^{2N-1}) * T_{LRA}}{4 * a^{2N-1}}$$

[0082] 可以得到:

$$\frac{1}{f_0} = 2 * T_{2N} = \frac{(a-2)^{2N-1} * (T_{PRE} - T_{LRA}) + 2 * a^{2N-1} * T_{LRA}}{2 * a^{2N-1}}$$

[0083]

$$= \left(\frac{a-2}{2 * a}\right)^{2N-1} * (T_{PRE} - T_{LRA}) + T_{LRA}$$

[0084] 上述公式中, T_{LRA} 为高阻态期间振动的本征周期(对应本征频率, 即线性谐振马达成品时实际的谐振频率)。 T_{PRE} 为预设周期, T_{PRE} 为设计谐振频率的倒数。

[0085] 有上述计算 $\frac{1}{f_0}$ 的公式可见, 当 N 越大, $\frac{1}{f_0} \approx T_{LRA} * f_0$ 表示谐振频率, 从而确保了振动量尽可能不会发生变化, 进而避免影响振动反馈效果。

[0086] 推而广之, 图4为本申请实施例中确定下次驱动信号方向的示意图之一; 如图4所示, 如果上一过零状态和当前过零状态不同, 或者说连续两次过零状态不同, 在当前过零状态对应的当前过零时间点之后, 其驱动信号的方向与当前过零状态和上一过零状态对应的过零时间点之间的驱动信号方向相反, 且其时长为:

[0087] $T_{DRV_N+1} = T_{ZC_N} - T_{ZC_N-1} - 2 * T_{D_N}$

[0088] 当前过零时间点为 T_{ZC_N} , 上一过零时间点为 T_{ZC_N-1} , 第 N 个设定的时间段为 T_{D_N} 。在当前过零状态对应的当前过零时间点之后驱动信号的时长为 T_{DRV_N+1} 。

[0089] 图5为本申请实施例中确定下次驱动信号方向的示意图之二。如图5所示, 如果上一过零状态和当前过零状态相同, 或者说连续两次过零状态相同, 在当前过零状态对应的当前过零时间点之后, 其驱动信号的方向与当前过零状态和上一过零状态对应的过零时间

点之间的驱动信号方向相同,且其时长为:

$$[0090] \quad T_{DRV_N+1} = (T_{ZC_N} - T_{ZC_N-1}) / 2 - 2 * T_{D-N}$$

[0091] 本申请实施例还提供一种确定线性振动装置线性振动装置谐振频率的装置,其包括:

[0092] 第一单元,用于确定反电动势的当前过零趋势上一过零状态以及下一过零趋势当前过零状态;

[0093] 第二单元,用于若所述当前过零趋势上一过零状态以及下一过零趋势当前过零状态相同,则下一过零趋势当前过零时刻之后的驱动信号与所述当前过零趋势上一过零时刻与下一过零趋势当前过零时刻之间对应的驱动信号方向相同,以确定线性振动装置线性振动装置谐振频率以校准线性振动装置的谐振频率;或者,若所述当前过零趋势上一过零状态以及下一过零趋势当前过零状态相反,则下一过零趋势当前过零状态之后的驱动信号与所述当前过零趋势上一过零状态与下一过零趋势当前过零状态之间对应的驱动信号方向相反,以确定线性振动装置线性振动装置谐振频率以校准线性振动装置的谐振频率。

[0094] 上述第一单元和第二可以选用适配的电气元器件进行搭建。

[0095] 以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的,其中所述作为分离部件说明的模块可以是或者也可以不是物理上分开的,作为模块显示的部件可以是或者也可以不是物理模块,即可以位于一个地方,或者也可以分布到多个网络模块上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部模块来实现本实施例方案的目的。本领域普通技术人员在不付出创造性的劳动的情况下,即可以理解并实施。

[0096] 通过以上的实施方式的描述,本领域的技术人员可以清楚地了解到各实施方式可借助软件加必需的通用硬件平台的方式来实现,当然也可以通过硬件。基于这样的理解,上述技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品可以存储在计算机可读存储介质中,所述计算机可读记录介质包括用于以计算机(例如计算机)可读的形式存储或传送信息的任何机制。例如,机器可读介质包括只读存储器(ROM)、随机存取存储器(RAM)、磁盘存储介质、光存储介质、闪速存储介质、电、光、声或其他形式的传播信号(例如,载波、红外信号、数字信号等)等,该计算机软件产品包括若干指令用以使得一台计算机设备(可以是个人计算机,服务器,或者网络设备)执行各个实施例或者实施例的某些部分所述的校准方法。

[0097] 最后应说明的是:以上实施例仅用以说明本申请实施例的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本申请进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本申请各实施例技术方案的精神和范围。

[0098] 本领域的技术人员应明白,本申请实施例的实施例可提供为方法、装置(设备)、或计算机程序产品。因此,本申请实施例可采用完全硬件实施例、完全软件实施例、或结合软件和硬件方面的实施例的形式。而且,本申请实施例可采用在一个或多个其中包含有计算机可用程序代码的计算机可用存储介质(包括但不限于磁盘存储器、CD-ROM、光学存储器等)上实施的计算机程序产品的形式。

[0099] 本申请实施例是参照根据本申请实施例的校准方法、装置(设备)和计算机程序产

品的流程图和/或方框图来描述的。应理解可由计算机程序指令实现流程图和/或方框图中的每一流程和/或方框、以及流程图和/或方框图中的流程和/或方框的结合。可提供这些计算机程序指令到通用计算机、专用计算机、嵌入式处理机或其他可编程数据处理设备的处理器以产生一个机器,使得通过计算机或其他可编程数据处理设备的处理器执行的指令产生用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的装置。

[0100] 这些计算机程序指令也可存储在能引导计算机或其他可编程数据处理设备以特定方式工作的计算机可读存储器中,使得存储在该计算机可读存储器中的指令产生包括指令装置的制造品,该指令装置实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能。

[0101] 这些计算机程序指令也可装载到计算机或其他可编程数据处理设备上,使得在计算机或其他可编程设备上执行一系列操作步骤以产生计算机实现的处理,从而在计算机或其他可编程设备上执行的指令提供用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的步骤。

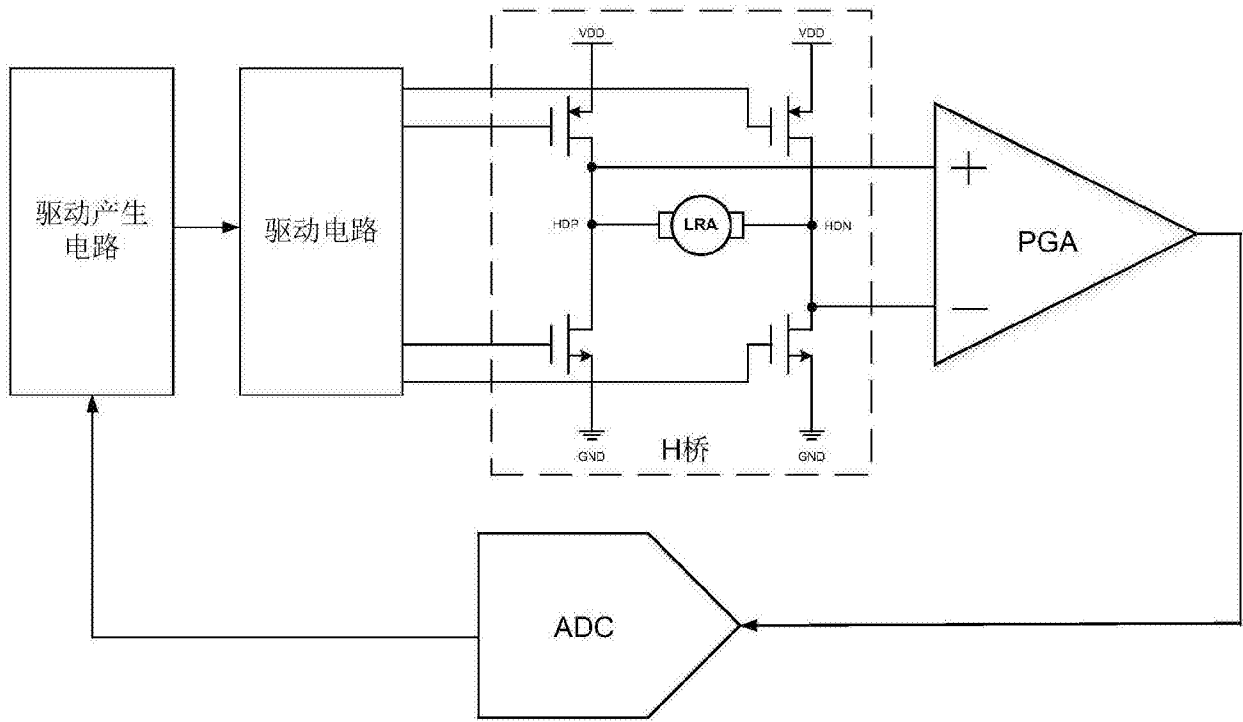


图1

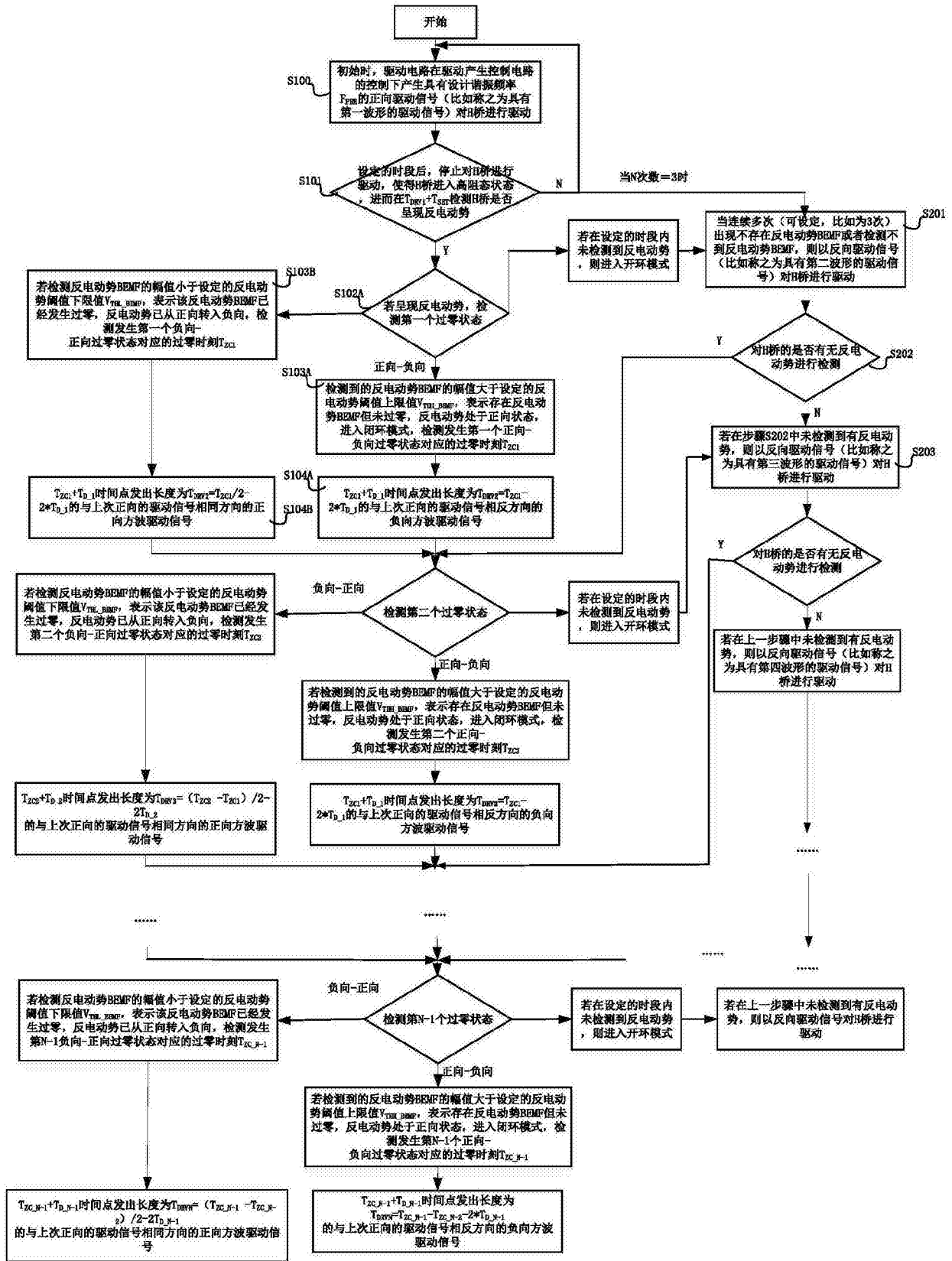


图2

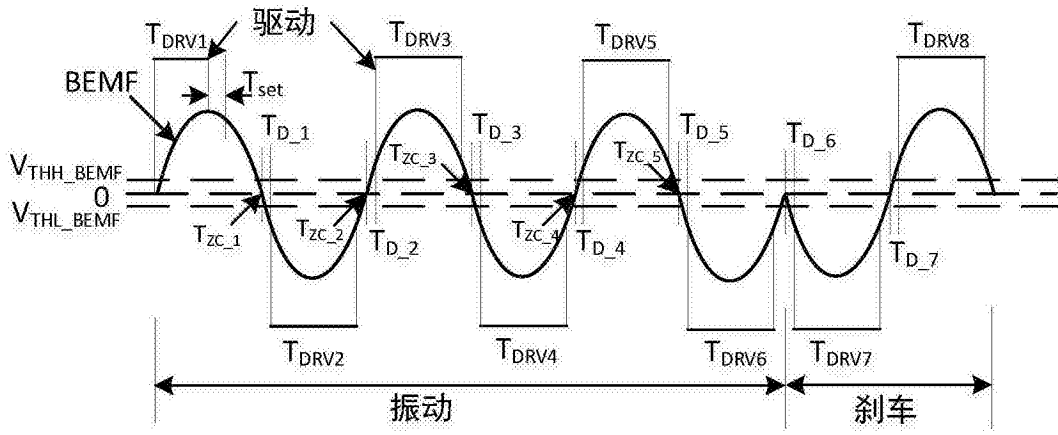


图3

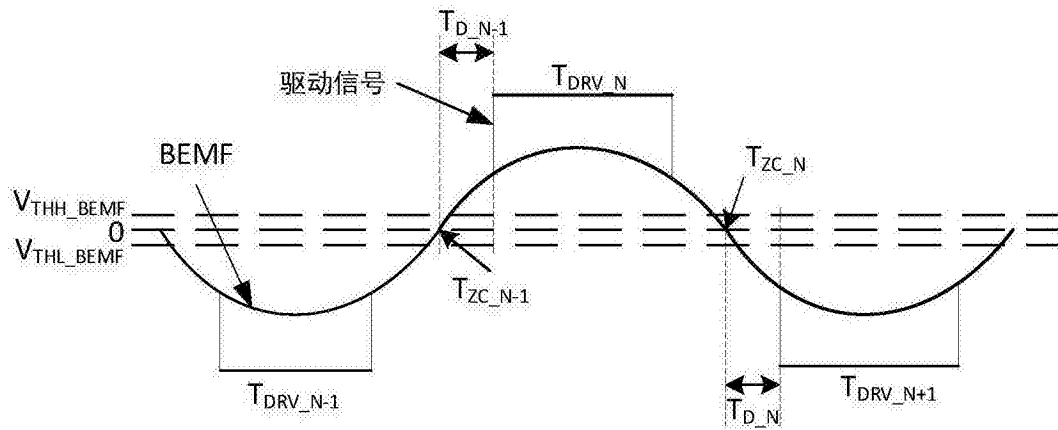


图4

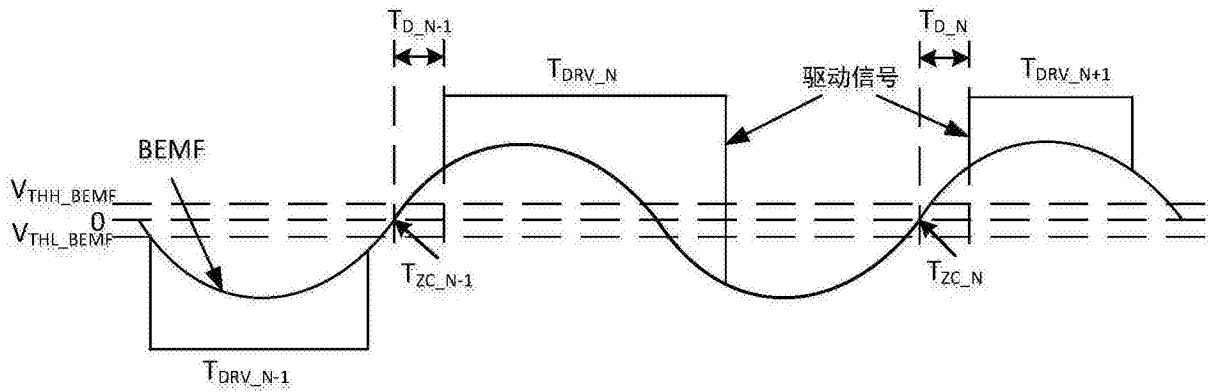


图5