

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2021 年 2 月 25 日 (25.02.2021)



(10) 国际公布号
WO 2021/031208 A1

(51) 国际专利分类号:
H02P 29/024 (2016.01) **G01R 31/34** (2006.01)
H02P 25/06 (2016.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2019/102071

(22) 国际申请日: 2019 年 8 月 22 日 (22.08.2019)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201910769872.7 2019年8月20日 (20.08.2019) CN

(71) 申请人: 瑞声声学科技(深圳)有限公司 (AAC ACOUSTIC TECHNOLOGIES (SHENZHEN) CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区高新区南区粤兴三道6号南京大学深圳产学研大楼A座, Guangdong 518057 (CN)。瑞声科技(新加坡)有限公司 (AAC TECHNOLOGIES

PTE. LTD.) [SG/SG]; 新加坡卡文迪什科技园大道85号2楼8号, Singapore 118259 (SG)。

(72) 发明人: 秦英明(QIN, Yingming); 中国广东省深圳市南山区高新区南区粤兴三道6号南京大学深圳产学研大楼A座, Guangdong 518057 (CN)。

(74) 代理人: 广州市越秀区哲力专利商标事务所(普通合伙) (GUANGZHOU YUEXIU JILY PATENT & TRADEMARK LAW OFFICE); 中国广东省广州市越秀区中山五路70号13层34号房(简称: L1334房) 周炽权, Guangdong 510000 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK,

(54) Title: SIGNAL EQUALIZATION METHOD AND APPARATUS BASED ON MOTOR VIBRATION ACCELERATION, AND STORAGE MEDIUM

(54) 发明名称: 基于马达振动加速度的信号均衡方法、装置及存储介质

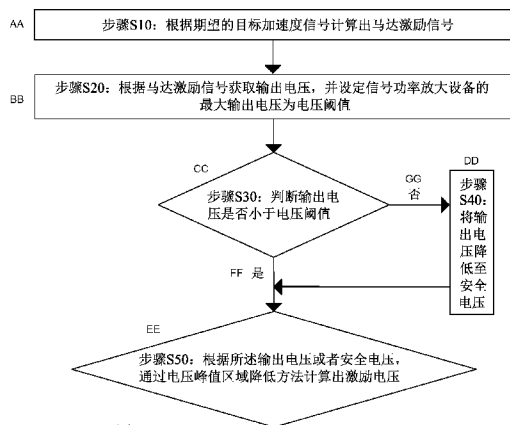


图 1

- AA Step S10: Calculate a motor excitation signal according to an expected target acceleration signal
BB Step S20: Acquire an output voltage according to the motor excitation signal, and set the maximum output voltage of a signal power amplification device to be a voltage threshold value
CC Step S30: Determine whether the output voltage is less than the voltage threshold value
DD Step S40: Reduce the output voltage to a safety voltage
EE Step S50: Calculate an excitation voltage according to the output voltage or the safety voltage by means of a voltage peak region reduction method
FF Yes
GG No

(57) Abstract: A signal equalization method and apparatus based on motor vibration acceleration, and a storage medium. The method comprises: step S10: calculating a motor excitation signal according to an expected target acceleration signal; step S20: acquiring an output voltage according to the motor excitation signal, and setting the maximum output voltage of a signal power amplification device to be a voltage threshold value; step S30: determining whether the output voltage is less than the voltage threshold value, and when the output voltage is greater than or equal to the voltage threshold value, executing step S40, and when the output voltage is less than the voltage threshold value, executing step S50; step S40: reducing the output voltage to a safety voltage; and step S50: calculating an excitation voltage according to the output voltage or the safety voltage by means of a voltage peak region reduction method. The method can improve the safety of an output voltage.

(57) 摘要: 一种基于马达振动加速度的信号均衡方法、装置及存储介质, 所述方法包括: 步骤S10: 根据期望的目标加速度信号计算出马达激励信号; 步骤S20: 根据马达激励信号获取输出电压, 并设定信号功率放大设备的最大输出电压为电压阈值; 步骤S30: 判断输出电压是否小于电压阈值, 当输出电压大于或等于电压阈值, 则执行步骤S40; 当输出电压小于电压阈值时, 则执行步骤S50; 步骤S40: 将输出电压降低至安全电压; 步骤S50: 根据所述输出电压或者安全电压, 通过电压峰值区域降低方法计算出激励电压。上述方法能够提高输出电压的安全性。

LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,
MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,
PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区
保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ,
NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM,
AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG,
CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT,
RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告 (条约第21条(3))。

基于马达振动加速度的信号均衡方法、装置及存储介质

技术领域

本发明涉及振动加速度的信号均衡技术，尤其涉及一种基于马达振动加速度的信号均衡方法、装置及存储介质。

背景技术

现有的线性马达的信号功率放大器的最大承载电压有限，当电压超过信号功率放大器的承受极限时，信号功率放大器不能正常工作导致线性马达振动效差。

发明内容

本发明实施例提供一种基于马达振动加速度的信号均衡方法、装置及存储介质，可以使线性马达的电压数值保持在信号功率放大器的最大承载范围内。

本发明实施例第一方面提供了一种基于马达振动加速度的信号均衡方法，所述方法包括：

步骤 S10：根据期望的目标加速度信号计算出马达激励信号；

步骤 S20：根据马达激励信号获取输出电压，并设定信号功率放大设备的最大输出电压为电压阈值；

步骤 S30：判断输出电压是否小于电压阈值，当输出电压大于或等于电压阈值，则执行步骤 S40；当输出电压小于电压阈值时，则执行步骤 S50；

步骤 S40：将输出电压降低至安全电压；

步骤 S50：根据所述输出电压或者安全电压，通过电压峰值区域降低方法计算出激励电压。

可选地，所述步骤 S50 包括：

步骤 S501：根据电压峰值区域降低方法对输出电压或者安全电压计算，获得振动位移 L1，并设定一位移阈值；

步骤 S502：判断振动位移 L1 是否大于位移阈值，当振动位移 L1 小于或等于位移阈值时，获得输出电压 V1；当振动位移 L1 是否大于位移阈值时，进入步骤 S503；

步骤 S503：根据马达最大工作位移门限缩小输出电压或者安全电压，并对缩小后的输出电压或者安全电压进行电压峰值区域降低方法计算，得出振动位移 L2，直到当振动位移 L2 小于或等于位移阈值，获得输出电压 V2。

可选地，所述步骤 S40 具体为：

对输出电压超过电压阈值的部分进行等比例缩小，使输出电压降低至信号功率放大设备最大输出电压范围内，输出安全电压。

可选地，所述步骤 S10 前还包括：获取马达的基本参数。

可选地，所述步骤 S50 中通过电压峰值区域降低方法计算出激励电压包括：

步骤 S5011：输入原始信号 X 和门限值 L；

其中 X 为步骤 S30 或步骤 S40 的输出电压值，门限值 L 为马达最大振动位移；

步骤 S5012：确定与原始信号 X 等长的误差数组 V，V 的初始值设为

0;

步骤 S5013: 遍历原始信号 X, 根据 X(i) 与 L 的大小确定 V(i) 的数值;

如果 X(i) 的绝对值小于 L, V(i)=0;

如果 X(i) > L, V(i)=X(i)-L;

如果 X(i) ≤ -L, V(i)=X(i)+L;

步骤 S5014: 将误差信号 V(i) 通过低通 FIR 滤波器, 得到 V';

步骤 S5015: 获取限幅后的信号 X', X'=X-V'。

可选地, 所述步骤 S10 中根据期望的目标加速度信号计算出马达激励信号具体为:

确定期望的目标加速度信号与激励信号的关系, 如以下公式 (1) 表示:

$$\frac{V(s)}{a(s)} = \frac{1 - b_1 a + b_2 a}{1 - a_1 d + a_2 d} \cdot \frac{s^2 + b_1 a \cdot s + b_2 a}{s^2 + a_1 d \cdot s + a_2 d} \quad (1)$$

其中, 为了便于计算, $b_1 a$ 、 $b_2 a$ 、 $a_1 d$ 以及 $b_2 d$ 均是中间参数值, $b_1 a$ 、 $b_2 a$ 、 $a_1 d$ 以及 $b_2 d$ 分别通过公式 (2)、(3)、(4)、(5) 表示:

$$b_1 a = -2e^{-\omega_d t} \cos(\omega_d \cdot \sqrt{1 - \rho^2}) \quad (2)$$

$$b_2 a = e^{-2\omega_d t} \quad (3)$$

$$a_1 d = -2e^{-\omega_d t} \cos(\omega_d \cdot \sqrt{1 - \rho^2 d}) \quad (4)$$

$$b_2 d = \rho^{-2\omega_d t} \quad (5)$$

其中, 为了便于计算, ρ 和 C_t 也是中间参数值, ρ 和

C_t 分别通过公式(6)、(7)表示:

$$\rho = \frac{1}{2} \cdot \frac{C_t}{\sqrt{k_d \cdot m_d}} \quad (6)$$

$$C_t = C_d + \frac{\Phi_0^2}{R_s} \quad (7)$$

其中, k_d 表示马达弹性系数, m_d 表示马达振子质量; R_s 表示马达电阻;

C_d 表示马达机械阻尼; Φ_0 表示马达总阻尼;

其中, 为了便于计算, ρ_d 、 ω_0 以及 ω_d 也是中间参数值, ρ_d 、 ω_0 以及 ω_d 分别通过公式(8)、(9)、(10)表示:

$$\rho_d = \frac{1}{2 \cdot Q_d} \quad (8)$$

$$\omega_0 = \frac{k_d}{m_d} \quad (9)$$

$$\omega_d \approx 0.5 \omega_0 \quad (10)$$

其中, Q_d 取值为 2。

本发明实施例第二方面提供了一种基于马达振动加速度的信号均衡装置, 所述装置包括存储器和处理器, 所述存储器上存储有可在所述处理器上运行的基于信号均衡程序, 所述信号均衡程序基于马达振动加速度, 所述信号均衡程序被所述处理器执行时实现上述基于马达振动加速度的信号均衡方法的步骤。

本发明实施例第三方面提供了一种存储介质, 所述存储介质上存储有

基于马达振动加速度的信号均衡程序，所述基于马达振动加速度的信号均衡程序可被一个或者多个处理器执行，以实现上述基于马达振动加速度的信号均衡方法的步骤。

上述实施例中，根据均衡方法对期望的目标加速度信号进行计算，获取马达激励信号并获取输出电压，然后对该输出电压与信号功率放大设备的最大输出电压进行比较，提高输出电压的安全性；再根据电压峰值区域降低方法对输出电压计算以及马达最大工作位移门限获得更加安全的输出电压。

附图说明

一个或多个实施例通过与之对应的附图中的图片进行示例性说明，这些示例性说明并不构成对实施例的限定，附图中具有相同参考数字标号的元件表示为类似的元件，除非有特别申明，附图中的图不构成比例限制。

图 1 为本发明一实施例提供的基于马达振动加速度的信号均衡方法的流程示意图；

图 2 为图 1 中步骤 S50 的电压峰值区域降低方法的流程示意图；

图 3 为图 2 中步骤 S50 的具体流程图；

图 4 为本发明一实施例提供的基于马达振动加速度的信号均衡装置的内部结构示意图。

具体实施方式

为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对本发明进行进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体

实施例仅用以解释本发明，并不用于限定本发明。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

本申请的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”、“第三”、“第四”等(如果存在)是用于区别类似的对象，而不必用于描述特定的顺序或先后次序。应该理解这样使用的数据在适当情况下可以互换，以便这里描述的实施例能够以除了在这里图示或描述的内容以外的顺序实施。此外，术语“包括”和“具有”以及他们的任何变形，意图在于覆盖不排他的包含，例如，包含了一系列步骤或单元的过程、方法、系统、产品或设备不必限于清楚地列出的那些步骤或单元，而是可包括没有清楚地列出的或对于这些过程、方法、产品或设备固有的其它步骤或单元。

需要说明的是，在本发明中涉及“第一”、“第二”等的描述仅用于描述目的，而不能理解为指示或暗示其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”的特征可以明示或者隐含地包括至少一个该特征。另外，各个实施例之间的技术方案可以相互结合，但是必须是以本领域普通技术人员能够实现为基础，当技术方案的结合出现相互矛盾或无法实现时应当认为这种技术方案的结合不存在，也不在本发明要求的保护范围之内。

请参看图 1，图 1 为第一实施方式提供的一种基于马达振动加速度的信号均衡方法的流程示意图。一种基于马达振动加速度的信号均衡方法，应用于马达领域，所述方法包括：

步骤 S10: 根据期望的目标加速度信号计算出马达激励信号;

可选地, 所述步骤 S10 前还包括: 获取马达的基本参数;

其中, 基本参数包括马达的最大振动位移;

可选地, 所述步骤 S10 中根据期望的目标加速度信号计算出马达激励信号具体为:

确定期望的目标加速度信号与激励信号的关系, 如以下公式(1)表示:

$$\frac{V(s)}{a(s)} = \frac{1 - b_1 a + b_2 a}{1 - a_1 d + a_2 d} \cdot \frac{s^2 + b_1 a \cdot s + b_2 a}{s^2 + a_1 d \cdot s + a_2 d} \quad (1)$$

其中, 为了便于计算, $b_1 a$ 、 $b_2 a$ 、 $a_1 d$ 以及 $b_2 d$ 均是中间参数值, $b_1 a$ 、 $b_2 a$ 、 $a_1 d$ 以及 $b_2 d$ 分别通过公式(2)、(3)、(4)、(5)表示:

$$b_1 a = -2e^{-\omega_d \tau_d} \cos(\omega_d \cdot \sqrt{1 - \rho^2}) \quad (2)$$

$$b_2 a = e^{-2\omega_d \tau_d} \quad (3)$$

$$a_1 d = -2e^{-\omega_d \tau_d} \cos(\omega_d \cdot \sqrt{1 - \rho^2 d}) \quad (4)$$

$$b_2 d = \rho^{-2\omega_d \tau_d} \quad (5)$$

其中, 为了便于计算, ρ 和 C_t 也是中间参数值, ρ 和 C_t 分别通过公式(6)、(7)表示:

$$\rho = \frac{1}{2} \cdot \frac{C_t}{\sqrt{k_d \cdot m_d}} \quad (6)$$

$$C_t = C_d + \frac{\Phi_d^2}{R_e} \quad (7)$$

其中, k_d 表示马达弹性系数, m_d 表示马达振子质量; R_d 表示马达电阻;
 C_d 表示马达机械阻尼; Φ_d 表示马达总阻尼;

其中, 为了便于计算, ρ_d 、 ω_0 以及 ω_d 也是中间参数值, ρ_d 、 ω_0 以及 ω_d 分别通过公式(8)、(9)、(10)表示:

$$\rho_d = \frac{1}{2Q_d} \quad (8)$$

$$\omega_0 = \frac{k_d}{m_d} \quad (9)$$

$$\omega_d \approx 0.5\omega_0 \quad (10)$$

其中, Q_d 取值为 2;

步骤 S20: 根据马达激励信号获取输出电压, 并设定信号功率放大设备的最大输出电压为电压阈值;

步骤 S30: 判断输出电压是否小于电压阈值, 当输出电压大于或等于电压阈值, 则执行步骤 S40; 当输出电压小于电压阈值时, 则执行步骤 S50;

步骤 S40: 将输出电压降低至安全电压;

可选地, 所述步骤 S40 具体为:

对输出电压超过电压阈值的部分进行等比例缩小, 使输出电压降低至信号功率放大设备最大输出电压范围内, 输出安全电压; 这样能够避免线性马达的电压超过信号功率放大器的最大承载电压, 使线性马达达到 haptics 振动效果。

步骤 S50：根据所述输出电压或者安全电压，通过电压峰值区域降低方法计算出激励电压。

请参看图 2，可选地，所述步骤 S50 中通过电压峰值区域降低方法计算出激励电压包括：

步骤 S5011：输入原始信号 X 和门限值 L ；

其中 X 为步骤 S30 或步骤 S40 的输出电压值，门限值 L 为马达最大振动位移；

步骤 S5012：确定与原始信号 X 等长的误差数组 V ， V 的初始值设为 0；

步骤 S5013：遍历原始信号 X ，根据 $X(i)$ 与 L 的大小确定 $V(i)$ 的数值；

如果 $X(i)$ 的绝对值小于 L ， $V(i)=0$ ；

如果 $X(i) > L$ ， $V(i)=X(i)-L$ ；

如果 $X(i) \leq -L$ ， $V(i)=X(i)+L$ ；

步骤 S5014：将误差信号 $V(i)$ 通过低通 FIR 滤波器，得到 V' ；

步骤 S5015：获取限幅后的信号 X' ， $X'=X-V'$ ；通过电压峰值区域降低方法（Crest Factor Reduction），进一步保证了输出电压的安全性，避免电压过高的现象发生。

请参看图 3，可选地，所述步骤 S50 包括：

步骤 S501：根据电压峰值区域降低方法对输出电压或者安全电压计算，获得振动位移 $L1$ ，并设定一位移阈值；

步骤 S502：判断振动位移 $L1$ 是否大于位移阈值，当振动位移 $L1$ 小于或等于位移阈值时，获得输出电压 $V1$ ；当振动位移 $L1$ 是否大于位移阈值

时，进入步骤 S503；

步骤 S503：根据马达最大工作位移门限缩小输出电压或者安全电压，并对缩小后的输出电压或者安全电压进行电压峰值区域降低方法计算，得出振动位移 L2，直到当振动位移 L2 小于或等于位移阈值，获得输出电压 V2；

应当指出的是，线性马达的位移阈值为线性马达的最大位移量，在本实施例中，选用线性马达的安全距离为最大位移量的 90%，从而保证了线性马达在工作时的稳定性；具体地，安全距离小于或等于位移阈值时，获得输出电压，通过信号功率放大设备激励线性马达；当安全距离大于位移阈值时，根据马达最大工作位移门限缩小输出电压，并对缩小后的输出电压进行电压峰值区域降低方法计算，得出安全距离，直到当安全距离小于或等于位移阈值，获得输出电压。

本发明实施例第二方面提供了一种基于马达振动加速度的信号均衡装置，所述装置包括存储器和处理器，所述存储器上存储有可在所述处理器上运行的基于信号均衡程序，所述信号均衡程序基于马达振动加速度，所述信号均衡程序被所述处理器执行时实现上述基于马达振动加速度的信号均衡方法的步骤。

请参看图 4，本发明还提供一种基于马达振动加速度的信号均衡装置，图 4 为本发明一实施例提供的基于马达振动加速度的信号均衡装置的内部结构示意图。

在本实施例中，基于马达振动加速度的信号均衡装置可以是 PC (Personal Computer, 个人电脑)，也可以是智能手机、平板电脑、便携计算机等终端设备。该基于马达振动加速度的信号均衡装置至少包括存储器

1、处理器 2，通信总线 3，以及网络接口 4。

其中，存储器 1 至少包括一种类型的可读存储介质，所述可读存储介质包括闪存、硬盘、多媒体卡、卡型存储器（例如，SD 或 DX 存储器等）、磁性存储器、磁盘、光盘等。存储器 1 在一些实施例中可以是基于马达振动加速度的信号均衡装置的内部存储单元，例如该基于马达振动加速度的信号均衡装置的硬盘。存储器 1 在另一些实施例中也可以是基于马达振动加速度的信号均衡装置的外部存储设备，例如基于马达振动加速度的信号均衡装置上配备的插接式硬盘，智能存储卡（Smart Media Card，SMC），安全数字（Secure Digital，SD）卡，闪存卡（Flash Card）等。进一步地，存储器 1 还可以既包括基于马达振动加速度的信号均衡装置的内部存储单元也包括外部存储设备。存储器 1 不仅可以用于存储安装于基于马达振动加速度的信号均衡装置的应用软件及各类数据，例如基于马达振动加速度的信号均衡程序的代码等，还可以用于暂时地存储已经输出或者将要输出的数据。

处理器 2 在一些实施例中可以是一中央处理器（Central Processing Unit，CPU）、控制器、微控制器、微处理器或其他数据处理芯片，用于运行存储器 1 中存储的程序代码或处理数据，例如执行基于马达振动加速度的信号均衡程序等。

通信总线 3 用于实现这些组件之间的连接通信。

网络接口 4 可选的可以包括标准的有线接口、无线接口（如 WI-FI 接口），通常用于在该基于马达振动加速度的信号均衡装置与其他电子设备之间建立通信连接。

可选地，该基于马达振动加速度的信号均衡装置还可以包括用户接口，用户接口可以包括显示器（Display）、输入单元比如键盘（Keyboard），可

选的用户接口还可以包括标准的有线接口、无线接口。可选地，在一些实施例中，显示器可以是 LED 显示器、液晶显示器、触控式液晶显示器以及 OLED（Organic Light-Emitting Diode，有机发光二极管）触摸器等。其中，显示器也可以适当的称为显示屏或显示单元，用于显示在基于马达振动加速度的信号均衡装置中处理的信息以及用于显示可视化的用户界面。

图 4 仅示出了具有组件 1-4 以及基于马达振动加速度的信号均衡程序的基于马达振动加速度的信号均衡装置，本领域技术人员可以理解的是，图 4 示出的结构并不构成对基于马达振动加速度的信号均衡装置的限定，可以包括比图示更少或者更多的部件，或者组合某些部件，或者不同的部件布置。

在图 4 所示的基于马达振动加速度的信号均衡装置实施例中，存储器 1 中存储有基于马达振动加速度的信号均衡程序；处理器 2 执行存储器 1 中存储的基于马达振动加速度的信号均衡程序时实现上述基于马达振动加速度的信号均衡方法的步骤。

本发明实施例第三方面提供了一种存储介质，所述存储介质上存储有基于马达振动加速度的信号均衡程序，所述基于马达振动加速度的信号均衡程序可被一个或者多个处理器执行，以实现上述基于马达振动加速度的信号均衡方法的步骤。

该计算机程序产品包括一个或多个计算机指令。在计算机上加载和执行该计算机程序指令时，全部或部分地产生按照本发明实施例该的流程或功能。该计算机可以是通用计算机、专用计算机、计算机网络、或者其他可编程装置。该计算机指令可以存储在计算机可读存储介质中，或者从一个计算机可读存储介质向另一计算机可读存储介质传输，例如，该计算机指令可以从一个网站站点、计算机、服务器或数据中心通过有线(例如同轴

电缆、光纤、数字用户线(DSL))或无线(例如红外、无线、微波等)方式向另一个网站、站点、计算机、服务器或数据中心进行传输。该计算机可读存储介质可以是计算机能够存储的任何可用介质或者是包含一个或多个可用介质集成的服务器、数据中心等数据存储设备。该可用介质可以是磁性介质, (例如, 软盘、硬盘、磁带)、光介质(例如, DVD)、或者半导体介质(例如固态硬盘Solid State Disk(SSD))等。

所属领域的技术人员可以清楚地了解到, 为描述的方便和简洁, 上述描述的系统, 装置和单元的具体工作过程, 可以参考前述方法实施例中的对应过程, 在此不再赘述。

在本申请所提供的几个实施例中, 应该理解到, 所揭露的系统, 装置和方法, 可以通过其它的方式实现。例如, 以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的, 例如, 该单元的划分, 仅仅为一种逻辑功能划分, 实际实现时可以有另外的划分方式, 例如多个单元或组件可以结合或者可以集成到另一个系统, 或一些特征可以忽略, 或不执行。另一点, 所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些接口, 装置或单元的间接耦合或通信连接, 可以是电性, 机械或其它的形式。

该作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的, 作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元, 即可以位于一个地方, 或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部单元来实现本实施例方案的目的。

另外, 在本申请各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理单元中, 也可以是各个单元单独物理存在, 也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中。上述集成的单元既可以采用硬件的形式实现, 也可以采用软件功能单元的形式实现。

该集成的单元如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用时，可以存储在一个计算机可读取存储介质中。基于这样的理解，本申请的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的全部或部分可以以软件产品的形式体现出来，该计算机软件产品存储在一个存储介质中，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，或者网络设备等)执行本申请各个实施例该方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括：U盘、移动硬盘、只读存储器(ROM, Read-Only Memory)、随机存取存储器(RAM, Random Access Memory)、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

需要说明的是，上述本发明实施例序号仅仅为了描述，不代表实施例的优劣。并且本文中的术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含，从而使得包括一系列要素的过程、装置、物品或者方法不仅包括那些要素，而且还包括没有明确列出的其他要素，或者是还包括为这种过程、装置、物品或者方法所固有的要素。在没有更多限制的情况下，由语句“包括一个……”限定的要素，并不排除在包括该要素的过程、装置、物品或者方法中还存在另外的相同要素。

以上仅为本发明的优选实施例，并非因此限制本发明的专利范围，凡是利用本发明说明书及附图内容所作的等效结构或等效流程变换，或直接或间接运用在其他相关的技术领域，均同理包括在本发明的专利保护范围内。

权 利 要 求 书

1.一种基于马达振动加速度的信号均衡方法，其特征在于，所述方法包括：

步骤 S10：根据期望的目标加速度信号计算出马达激励信号；

步骤 S20：根据马达激励信号获取输出电压，并设定信号功率放大设备的最大输出电压为电压阈值；

步骤 S30：判断输出电压是否小于电压阈值，当输出电压大于或等于电压阈值，则执行步骤 S40；当输出电压小于电压阈值时，则执行步骤 S50；

步骤 S40：将输出电压降低至安全电压；

步骤 S50：根据所述输出电压或者安全电压，通过电压峰值区域降低方法计算出激励电压。

2.如权利要求 1 所述的基于马达振动加速度的信号均衡方法，其特征在于，所述步骤 S50 包括：

步骤 S501：根据电压峰值区域降低方法对输出电压或者安全电压计算，获得振动位移 L1，并设定一位移阈值；

步骤 S502：判断振动位移 L1 是否大于位移阈值，当振动位移 L1 小于或等于位移阈值时，获得输出电压 V1；当振动位移 L1 是否大于位移阈值时，进入步骤 S503；

步骤 S503：根据马达最大工作位移门限缩小输出电压或者安全电压，并对缩小后的输出电压或者安全电压进行电压峰值区域降低方法计算，得出振动位移 L2，直到当振动位移 L2 小于或等于位移阈值，获得输出电压 V2。

3.如权利要求 1 所述的基于马达振动加速度的信号均衡方法, 其特征在于, 所述步骤 S40 具体为:

对输出电压超过电压阈值的部分进行等比例缩小, 使输出电压降低至信号功率放大设备最大输出电压范围内, 输出安全电压。

4.如权利要求 1 所述的基于马达振动加速度的信号均衡方法, 其特征在于, 所述步骤 S10 前还包括: 获取马达的基本参数。

5.如权利要求 1 所述的基于马达振动加速度的信号均衡方法, 其特征在于, 所述步骤 S50 中通过电压峰值区域降低方法计算出激励电压包括:

步骤 S5011: 输入原始信号 X 和门限值 L ;

其中 X 为步骤 S30 或步骤 S40 的输出电压值, 门限值 L 为马达最大振动位移;

步骤 S5012: 确定与原始信号 X 等长的误差数组 V , V 的初始值设为 0;

步骤 S5013: 遍历原始信号 X , 根据 $X(i)$ 与 L 的大小确定 $V(i)$ 的数值;

如果 $X(i)$ 的绝对值小于 L , $V(i)=0$;

如果 $X(i) > L$, $V(i)=X(i)-L$;

如果 $X(i) \leq -L$, $V(i)=X(i)+L$;

步骤 S5014: 将误差信号 $V(i)$ 通过低通 FIR 滤波器, 得到 V' ;

步骤 S5015: 获取限幅后的信号 X' , $X'=X-V'$ 。

6.如权利要求 1 所述的基于马达振动加速度的信号均衡方法, 其特征在于, 所述步骤 S10 中根据期望的目标加速度信号计算出马达激励信号具体为:

确定期望的目标加速度信号与激励信号的关系, 如以下公式(1)表示:

$$\frac{V(s)}{a(s)} = \frac{1 - b_1 a + b_2 a}{1 - a_1 d + a_2 d} \cdot \frac{s^2 + b_1 a \cdot s + b_2 a}{s^2 + a_1 d \cdot s + a_2 d} \quad (1)$$

其中, 为了便于计算, $b_1 a$ 、 $b_2 a$ 、 $a_1 d$ 以及 $b_2 d$ 均是中间参数值, $b_1 a$ 、 $b_2 a$ 、 $a_1 d$ 以及 $b_2 d$ 分别通过公式(2)、(3)、(4)、(5)表示:

$$b_1 a = -2e^{-\omega_0} \cos(\omega_0 \cdot \sqrt{1 - \rho^2}) \quad (2)$$

$$b_2 a = e^{-2\omega_0} \quad (3)$$

$$a_1 d = -2e^{-\omega_d \rho_d} \cos(\omega_d \cdot \sqrt{1 - \rho^2 d}) \quad (4)$$

$$b_2 d = \rho^{-2\omega_d \rho_d} \quad (5)$$

其中, 为了便于计算, ρ 和 C_t 也是中间参数值, ρ 和 C_t 分别通过公式(6)、(7)表示:

$$\rho = \frac{1}{2} \cdot \frac{C_t}{\sqrt{k_d \cdot m_d}} \quad (6)$$

$$C_t = C_d + \frac{\Phi_0^2}{R_e} \quad (7)$$

其中, k_d 表示马达弹性系数, m_d 表示马达振子质量; R_e 表示马达电阻; C_d 表示马达机械阻尼; Φ_0 表示马达总阻尼;

其中, 为了便于计算, ρ_d 、 ω_0 以及 ω_d 也是中间参数值, ρ_d 、 ω_0 以及 ω_d 分别通过公式(8)、(9)、(10)表示:

$$\rho_d = \frac{1}{2Q_d} \quad (8)$$

$$\omega_d = \frac{k_d}{m_d} \quad (9)$$

$$\omega_d \approx 0.5\omega_0 \quad (10)$$

其中, Q_d 取值为 2。

7.一种基于马达振动加速度的信号均衡装置, 其特征在于, 所述装置包括存储器和处理器, 所述存储器上存储有可在所述处理器上运行的基于信号均衡程序, 所述信号均衡程序基于马达振动加速度, 所述信号均衡程序被所述处理器执行时实现如权利要求 1 至 6 中任一项所述的基于马达振动加速度的信号均衡方法的步骤。

8、一种存储介质, 其特征在于, 所述存储介质上存储有基于马达振动加速度的信号均衡程序, 所述基于马达振动加速度的信号均衡程序可被一个或者多个处理器执行, 以实现如权利要求 1 至 6 中任一项所述的基于马达振动加速度的信号均衡方法的步骤。

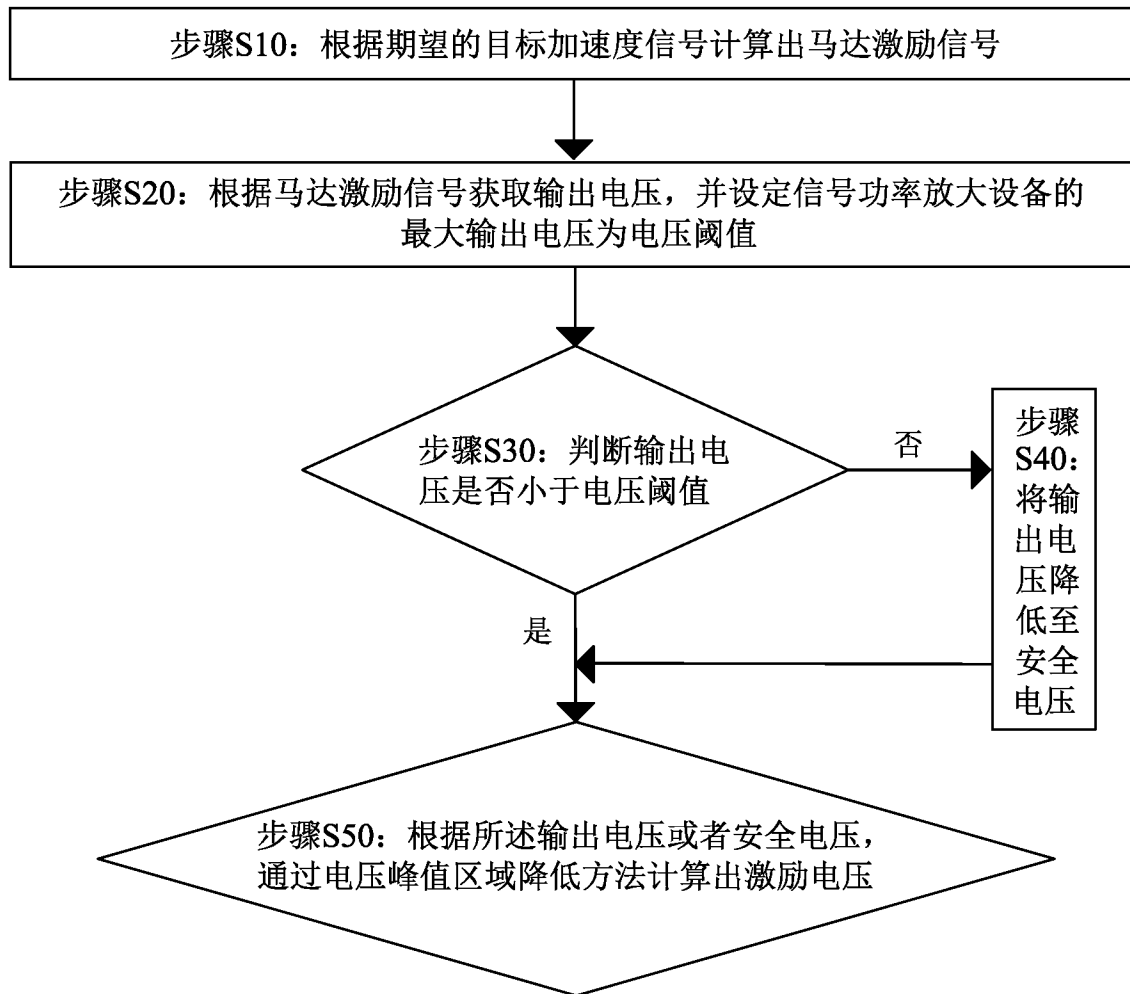


图 1

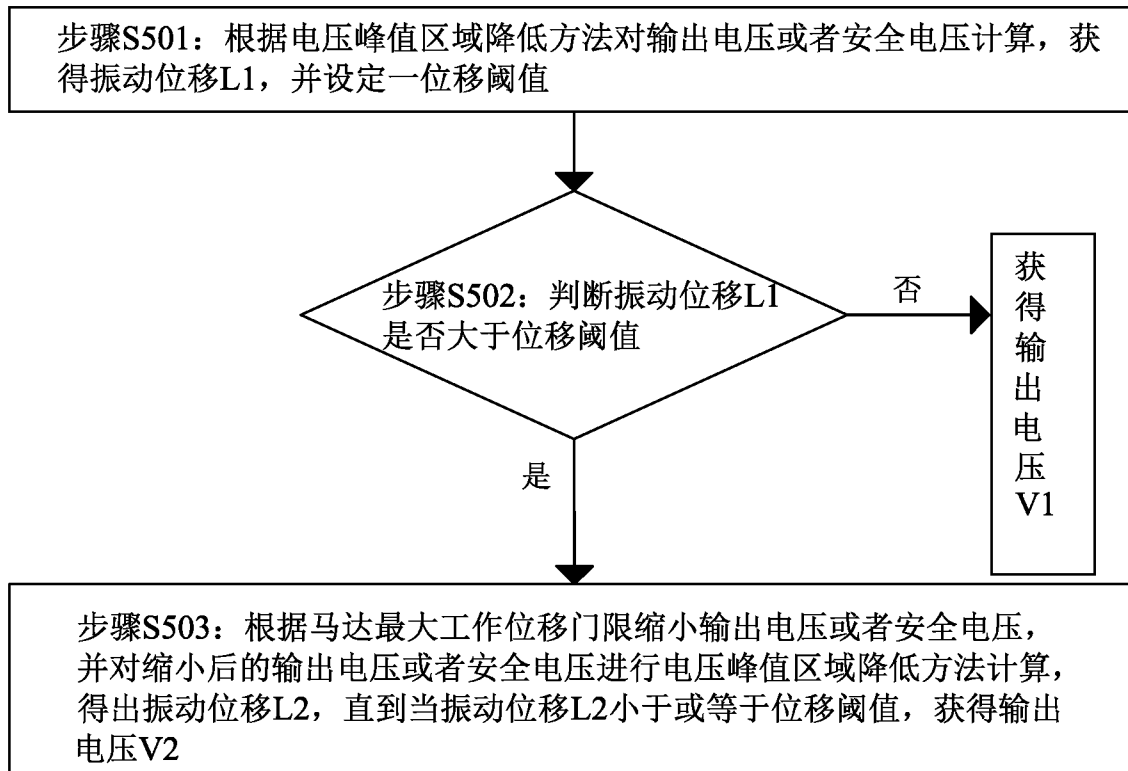


图 2

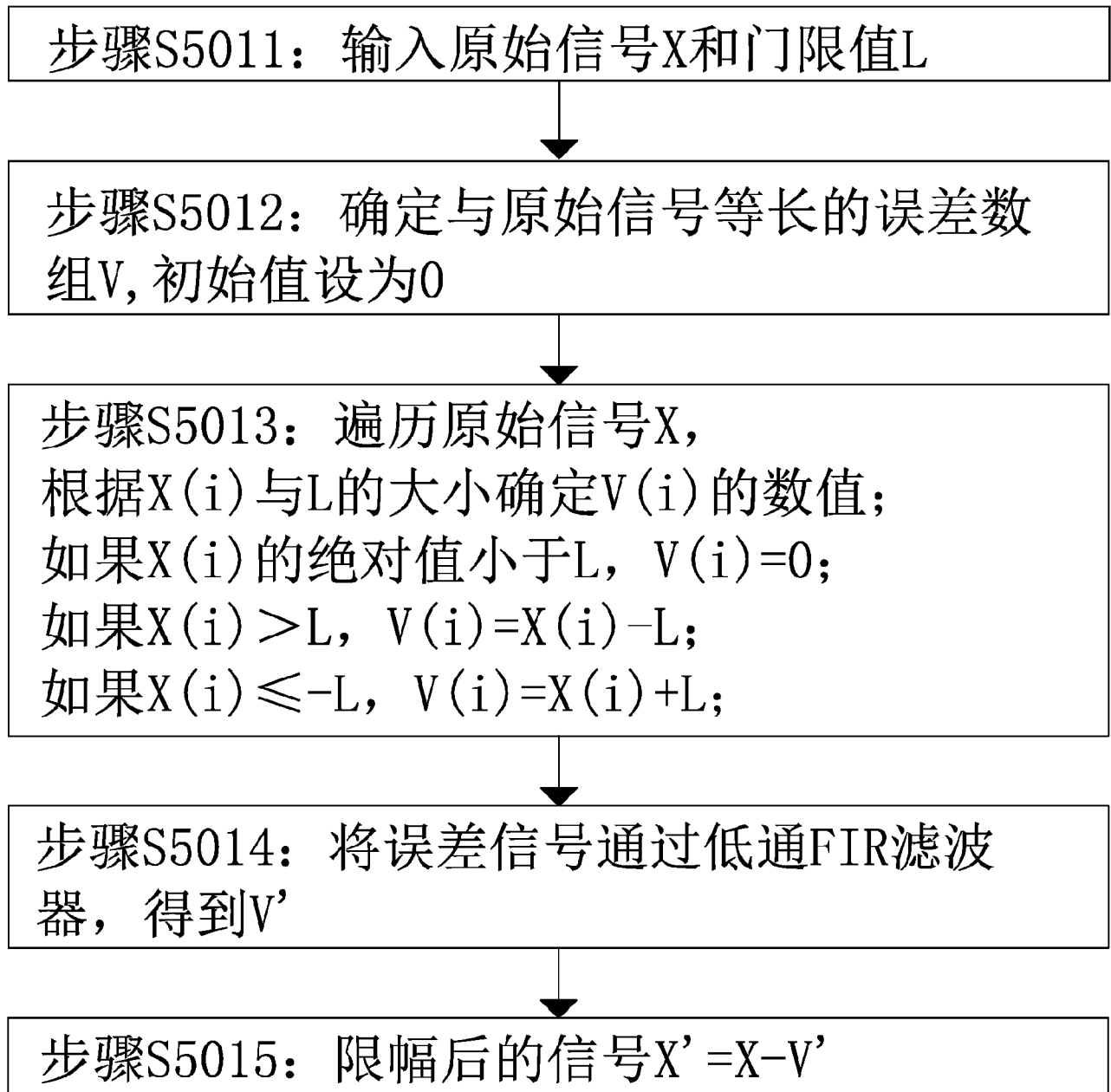


图 3

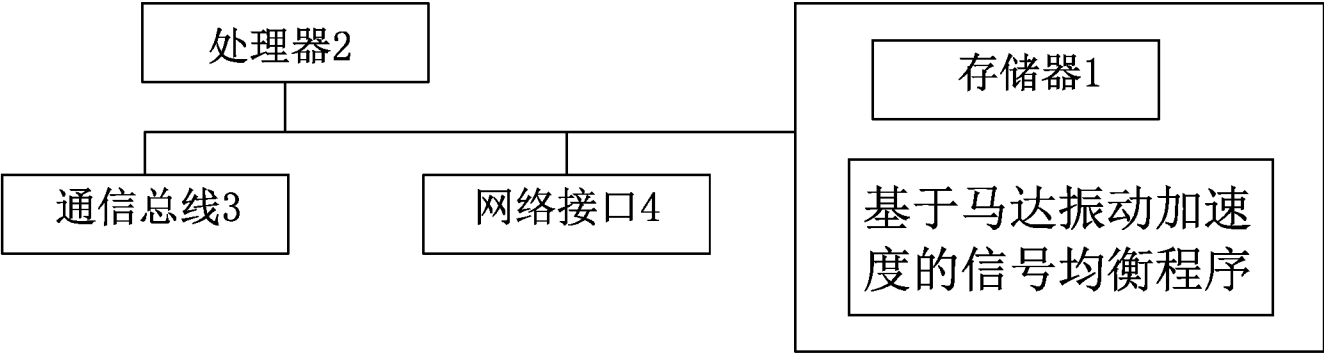


图 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/102071

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02P 29/024(2016.01)i; H02P 25/06(2016.01)i; G01R 31/34(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02P, G01R

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNKI, CNPAT, WPI, EPODOC, IEEE: 马达, 电机, 振动器, 振动, 线性马达, 线性电机, 直线电机, 直线马达, 加速度, 阈值, 电压, 输出, 均衡, 调整, 降低, 峰值, MOTOR, VIBRAT+, THRESHOLD, ACCELERAT+, REDUCE, OUTPUT, VOLTAGE, EQUALIZATION, ADJUST, VALUE, PEAK

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 106461727 A (BEIJING XIAOMI MOBILE SOFTWARE CO., LTD.) 22 February 2017 (2017-02-22) description paragraphs 0076-0103, 0142-0153, 0180-0183, figure 8	1-8
Y	CN 106411217 A (GOERTEK INC.) 15 February 2017 (2017-02-15) description, paragraphs 0089-0129	1-8
A	CN 109274309 A (OPPO GUANGDONG MOBILE COMMUNICATION CO., LTD.) 25 January 2019 (2019-01-25) entire document	1-8
A	CN 108415556 A (AAC TECHNOLOGIES (SINGAPORE) CO., LTD.) 17 August 2018 (2018-08-17) entire document	1-8
A	CN 106301137 A (GOERTEK INC.) 04 January 2017 (2017-01-04) entire document	1-8
A	US 2019122507 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 25 April 2019 (2019-04-25) entire document	1-8



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

07 May 2020

Date of mailing of the international search report

18 May 2020

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2019/102071

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	106461727	A	22 February 2017	CN	106461727	B	15 November 2019
				EP	3316473	A1	02 May 2018
				US	2018123494	A1	03 May 2018
				WO	2018076352	A1	03 May 2018
CN	106411217	A	15 February 2017	CN	106411217	B	02 November 2018
CN	109274309	A	25 January 2019	None			
CN	108415556	A	17 August 2018	US	2019235475	A1	01 August 2019
CN	106301137	A	04 January 2017	CN	106301137	B	02 November 2018
US	2019122507	A1	25 April 2019	KR	20190044850	A	02 May 2019
				US	10354499	B2	16 July 2019

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/102071

A. 主题的分类 H02P 29/024(2016.01)i; H02P 25/06(2016.01)i; G01R 31/34(2006.01)i 按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类																							
B. 检索领域 检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号) H02P, G01R 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用)) CNKI, CNPAT, WPI, EP0DOC, IEEE: 马达, 电机, 振动器, 振动, 线性马达, 线性电机, 直线电机, 直线马达, 加速度, 阈值, 电压, 输出, 均衡, 调整, 降低, 峰值, MOTOR, VIBRAT+, THRESHOLD, ACCELERAT+, REDUCE, OUTPUT, VOLTAGE, EQUALIZATION, ADJUST, VALUE, PEAK																							
C. 相关文件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y</td> <td>CN 106461727 A (北京小米移动软件有限公司) 2017年 2月 22日 (2017 - 02 - 22) 说明书第0076-0103、0142-0153、0180-0183段, 图8</td> <td>1-8</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 106411217 A (歌尔股份有限公司) 2017年 2月 15日 (2017 - 02 - 15) 说明书第0089-0129段</td> <td>1-8</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 109274309 A (OPPO广东移动通信有限公司) 2019年 1月 25日 (2019 - 01 - 25) 全文</td> <td>1-8</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 108415556 A (瑞声科技新加坡有限公司) 2018年 8月 17日 (2018 - 08 - 17) 全文</td> <td>1-8</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 106301137 A (歌尔股份有限公司) 2017年 1月 4日 (2017 - 01 - 04) 全文</td> <td>1-8</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2019122507 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 2019年 4月 25日 (2019 - 04 - 25) 全文</td> <td>1-8</td> </tr> </tbody> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	Y	CN 106461727 A (北京小米移动软件有限公司) 2017年 2月 22日 (2017 - 02 - 22) 说明书第0076-0103、0142-0153、0180-0183段, 图8	1-8	Y	CN 106411217 A (歌尔股份有限公司) 2017年 2月 15日 (2017 - 02 - 15) 说明书第0089-0129段	1-8	A	CN 109274309 A (OPPO广东移动通信有限公司) 2019年 1月 25日 (2019 - 01 - 25) 全文	1-8	A	CN 108415556 A (瑞声科技新加坡有限公司) 2018年 8月 17日 (2018 - 08 - 17) 全文	1-8	A	CN 106301137 A (歌尔股份有限公司) 2017年 1月 4日 (2017 - 01 - 04) 全文	1-8	A	US 2019122507 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 2019年 4月 25日 (2019 - 04 - 25) 全文	1-8
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																					
Y	CN 106461727 A (北京小米移动软件有限公司) 2017年 2月 22日 (2017 - 02 - 22) 说明书第0076-0103、0142-0153、0180-0183段, 图8	1-8																					
Y	CN 106411217 A (歌尔股份有限公司) 2017年 2月 15日 (2017 - 02 - 15) 说明书第0089-0129段	1-8																					
A	CN 109274309 A (OPPO广东移动通信有限公司) 2019年 1月 25日 (2019 - 01 - 25) 全文	1-8																					
A	CN 108415556 A (瑞声科技新加坡有限公司) 2018年 8月 17日 (2018 - 08 - 17) 全文	1-8																					
A	CN 106301137 A (歌尔股份有限公司) 2017年 1月 4日 (2017 - 01 - 04) 全文	1-8																					
A	US 2019122507 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 2019年 4月 25日 (2019 - 04 - 25) 全文	1-8																					
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。																							
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件																							
国际检索实际完成的日期 2020年 5月 7日		国际检索报告邮寄日期 2020年 5月 18日																					
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451		授权官员 李英 电话号码 86-(10)-53961445																					

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/102071

检索报告引用的专利文件				公布日 (年/月/日)		同族专利		公布日 (年/月/日)	
CN	106461727	A	2017年 2月 22日	CN	106461727	B	2019年 11月 15日		
				EP	3316473	A1	2018年 5月 2日		
				US	2018123494	A1	2018年 5月 3日		
				WO	2018076352	A1	2018年 5月 3日		
CN	106411217	A	2017年 2月 15日	CN	106411217	B	2018年 11月 2日		
CN	109274309	A	2019年 1月 25日	无					
CN	108415556	A	2018年 8月 17日	US	2019235475	A1	2019年 8月 1日		
CN	106301137	A	2017年 1月 4日	CN	106301137	B	2018年 11月 2日		
US	2019122507	A1	2019年 4月 25日	KR	20190044850	A	2019年 5月 2日		
				US	10354499	B2	2019年 7月 16日		