

(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
2022 年 6 月 2 日 (02.06.2022)



(10) 国际公布号
WO 2022/110351 A1

(51) 国际专利分类号:
H02P 25/06 (2016.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2020/136664

(22) 国际申请日: 2020 年 12 月 16 日 (16.12.2020)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202011357992.5 2020 年 11 月 27 日 (27.11.2020) 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)。瑞声光电科技(常州)有限公司(AAC MICROTECH

(CHANGZHOU) CO., LTD.) [CN/CN]; 中国江苏省常州市武进高新技术产业开发区常漕路3号, Jiangsu 213167 (CN)。

(72) 发明人: 曹仲晴(CAO, Zhongqing); 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)。张光伟(ZHANG, Guangwei); 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: 深圳中细软知识产权代理有限公司 (SHENZHEN CIPRUN INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY CO., LTD.); 中国广东省深圳市南山区桃源街道峰景社区龙珠七路040号中爱花园办公楼801, Guangdong 518000 (CN)。

(54) Title: METHOD AND APPARATUS FOR CONTROLLING OVERSTROKE OF LINEAR MOTOR, COMPUTER DEVICE AND STORAGE MEDIUM

(54) 发明名称: 线性马达超行程控制方法、装置、计算机设备及存储介质

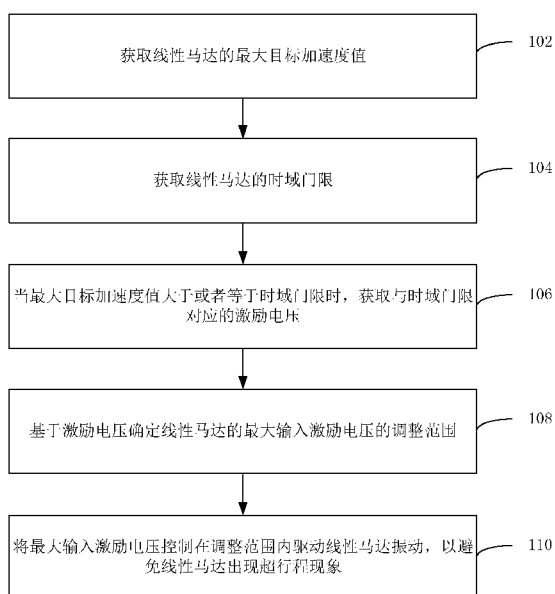


图1

102 Acquire the maximum target acceleration value of a linear motor
104 Acquire a time domain threshold of the linear motor
106 When the maximum target acceleration value is greater than or equal to the time domain threshold, acquire an excitation voltage corresponding to the time domain threshold
108 Determine an adjustment range of the maximum input excitation voltage of the linear motor on the basis of the excitation voltage
110 Control the maximum input excitation voltage to be within the adjustment range to drive the linear motor to vibrate, so as to avoid the overstroke of the linear motor

(57) Abstract: The embodiments of the present invention disclose a method for controlling overstroke of a linear motor, said method comprising: acquiring the maximum target acceleration value of the linear motor; acquiring a time domain threshold of the linear motor, the time domain threshold being the maximum acceleration of the linear motor when overstroke does not occur; when the maximum target acceleration value is greater than or equal to the time domain threshold, acquiring an excitation voltage corresponding to the time domain threshold; determining an adjustment range of the maximum input excitation voltage of the linear motor on the basis of the excitation voltage; controlling the maximum input excitation voltage to be within the adjustment range to drive the linear motor to vibrate, so as to avoid overstroke of the linear motor, thereby improving the haptic feedback effect of the linear motor, and improving

(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, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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))。

the structural design efficiency. In addition, further proposed are an apparatus for controlling overstroke of a linear motor, a computer device and a storage medium.

(57) 摘要: 本发明实施例公开了一种线性马达超行程控制方法, 通过获取所述线性马达的最大目标加速度值; 获取所述线性马达的时域门限, 所述时域门限为所述线性马达未出现超行程现象时的最大加速度; 当所述最大目标加速度值大于或者等于所述时域门限时, 获取与所述时域门限对应的激励电压; 基于所述激励电压确定所述线性马达的最大输入激励电压的调整范围; 将所述最大输入激励电压控制在所述调整范围内驱动所述线性马达振动, 以避免所述线性马达出现超行程现象, 进而提高了线性马达的触觉反馈效果, 并且提高了结构设计效率。此外, 还提出了一种线性马达超行程控制装置、计算机设备及存储介质。

线性马达超行程控制方法、装置、计算机设备及存储介质

【技术领域】

本发明涉及线性马达技术领域，尤其涉及一种线性马达超行程控制方法、装置、计算机设备及存储介质。

【背景技术】

目前，线性马达作为一种用户体验更好的触觉反馈器件得到广泛应用，然而，目前的线性马达存在超行程现象，以X向线性马达为例，超行程现象是指X向线性马达的马达振子沿X向振动时，还会在特定频率处产生较强的异向(Y向、Z向)振动。在实际应用中，马达超行程现象是应该极力避免的现象。马达超行程现象外在表现为打壳，即马达振子打到外壳上，不仅会极大降低用户体验，且频繁打壳会对马达系统本身造成破坏性影响，因此，确保线性马达不产生超行程现象是一种硬性要求。

【发明内容】

有鉴于此，本发明提供了一种线性马达超行程控制方法、装置、终端及存储介质，用于解决线性马达超行程现象导致触觉效果不佳的问题。

本发明实施例的具体技术方案为：

第一方面，本发明实施例提供一种线性马达超行程控制方法，包括：

获取所述线性马达的最大目标加速度值；

获取所述线性马达的时域门限，所述时域门限为所述线性马达未出现超行程现象时的最大加速度，且所述时域门限与所述线性马达在出现超行程现象时，滤波后的时域加速度信号在时域的短时畸变特性及频域在预设高频频率范围内出现峰值的特性相关；

当所述最大目标加速度值大于或者等于所述时域门限时，获取与所述时域门限对应的激励电压；

基于所述激励电压确定所述线性马达的最大输入激励电压的调整范围；

将所述最大输入激励电压控制在所述调整范围内驱动所述线性马达振动，以避免所述线性马达出现超行程现象。

进一步地，所述获取所述线性马达的最大目标加速度值，包括：

确定所述线性马达的初始时域加速度信号；

对所述初始时域加速度信号进行高通滤波处理，得到目标时域加速度信号；

从所述目标时域加速度信号中选取所述最大目标加速度值。

进一步地，所述基于所述激励电压确定所述线性马达的最大输入激励电压的调整范围，包括：

按照如下公式计算所述调整范围：

$$V_{\text{inmax}}(f) = V_{\text{max}}(f) - \Delta V ;$$

其中， $V_{\text{inmax}}(f)$ 为所述最大输入激励电压， $V_{\text{max}}(f)$ 为所述激励电压， ΔV 为电压余量，且 $0 < \Delta V < 0.3V_{\text{max}}(f)$ 。

进一步地，所述获取所述线性马达的时域门限，包括：

确定所述线性马达的马达类型；

从预设的马达类型与时域门限的映射表中，查找与所述马达类型对应的时域门限。

进一步地，所述线性马达贴于测试工装一侧，加速度计贴于所述测试工装背面；

则所述获取线性马达的初始时域加速度信号，包括：

向所述线性马达输入所述激励电压，以控制所述线性马达在振动方向上进行振动；

获取所述加速度计采集到的所述线性马达振动时的所述初始时域加速度信号。

进一步地，所述对所述初始时域加速度信号进行高通滤波处理，得到目标时域加速度信号，包括：

采用采样率大于 20KHZ 的高通滤波器对所述初始时域加速度信号进行高通滤波处理，得到所述目标时域加速度信号，所述高通滤波器的通带的频率为 4000HZ-7000Hz。

进一步地，所述获取与所述时域门限对应的激励电压，包括：

将所述最大目标加速度值调整为所述时域门限；

实时测量在所述最大加速度值为所述时域门限时所述激励电压。

第二方面，本发明实施例还提供一种线性马达超行程控制装置，包括：

第一获取模块，用于获取所述线性马达的最大目标加速度值；

第二获取模块，用于获取所述线性马达的时域门限，所述时域门限为所述线性马达未出现超行程现象时的最大加速度，且所述时域门限与所述线性马达在出现超行程现象时，滤波后的时域加速度信号在时域的短时畸变特性及频域在预设高频频率范围内出现峰值的特性相关；

第三获取模块，用于当所述最大目标加速度值大于或者等于所述时域门限时，获取与所述时域门限对应的激励电压；

确定模块，用于基于所述激励电压确定所述线性马达的最大输入激励电压的调整范围；

控制模块，用于将所述最大输入激励电压控制在所述调整范围内驱动所述线性马达振动，以避免所述线性马达出现超行程现象。

第三方面，本发明实施例还提供一种计算机设备，包括存储器、处理器及存储在所述存储器上并可在所述处理器上运行的计算机程序，所述处理器执行所述计算机程序时实现如上所述线性马达超行程控制方法的步骤。

第四方面，本发明实施例还提供一种计算机可读存储介质，包括计算机指令，当所述计算机指令在计算机上运行时，使得计算机执行如上所述线性马达超行程控制方法的步骤。

实施本发明实施例，将具有如下有益效果：

采用了上述线性马达超行程控制方法、装置、计算机设备及存储介质之后，通过获取所述线性马达的最大目标加速度值；获取所述线性马达的时域门限，所述时域门限为所述线性马达未出现超行程现象时的最大加速度，且所述时域门限与所述线性马达在出现超行程现象时，滤波后的时域加速度信号在时域的短时畸变特性及频域在预设高频频率范围内出现峰值的特性相关；当所述最大目标加速度值大于或者等于所述时域门限时，获取与所述时域门限对应的激励电压；基于所述激励电压确定所述线性马达的最大输入激励电压的调整范围；将所述最大输入激励电压控制在所述调整范围内驱动所述线性马达振动，以避免所述线性马达出现超行程现象。解决了线性马达超行程现象导致触觉效果不佳的问题，并且有效地提高结构设计工作的效率。

【附图说明】

为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，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发明的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

其中：

图 1 为一个实施例中所述线性马达超行程控制方法的流程示意图；

图 2 为另一个实施例中所述最大目标加速度值确定方法的流程示意图；

图 3 为又一个实施例中所述时域门限确定方法的流程示意图；

图 4 为一个实施例中所述初始时域加速度信号获取方法的流程示意图；

图 5 为一个实施例中所述测试工装示意图；

图 6 为一个实施例中所述线性马达超行程控制装置的结构示意图；

图 7 为一个实施例中运行上述线性马达超行程控制方法的计算机设备的内部结构示意图。

【具体实施方式】

下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有作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。

为解决线性马达超行程导致的触觉效果不佳的问题，需要避免线性马达发生超行程现象。

基于上述问题，在本实施例中，特提出了一种线性马达超行程控制方法。该方法的实现可依赖于计算机程序，该计算机程序可运行于基于冯诺依曼体系的计算机系统之上。

如图1所示，本实施例的线性马达超行程控制方法适用于线性马达，该线性马达超行程控制方法具体包括以下步骤：

步骤102：获取线性马达的最大目标加速度值。

其中，最大目标加速度值是指时域加速度信号中数值最大的加速度信号。可以理解地，由于线性马达超行程在判定时，其具体判定规则为：一段时域加速度信号中判定为超行程有多个时刻。而在实际中，即使一段时域加速度信号中判定为超行程仅仅一个时刻，则整段时域加速度信号判定为发生超行程现象。由于超行程现象是需要极力避免的，因此，需要增加超行程判定的准确性和严格性。为此，获取线性马达的最大目标加速度值，提高了超行程判定的准确性和严格性，以便后续基于该判定方法指导结构设计工作者避免超行程现象的发生，进而提高线性马达的触觉反馈效果。

步骤104：获取线性马达的时域门限，时域门限为线性马达未出现超行程现象时的最大加速度，且时域门限与线性马达在出现超行程现象时，滤波后的时域加速度信号在时域的短时畸变特性及频域在预设高频频率范围内出现峰值的特性相关。

其中，时域门限是指线性马达未出现超行程现象时的最大加速度，具体都可以通过测量方式得到，不同型号的线性马达的时域门限不同。由于线性马达在未发生超行程现象时，线性马达的输出加速度曲线是相对光滑的，其频域为低频分量(小于 3000Hz)，线性马达在发生超行程现象时，加速度高频分量(峰值在 10000Hz 左右)大大增加，输出加速度在时域表现为短时畸变，即线性马达在出现超行程现象时，滤波后的时域加速度信号在时域的短时畸变特性及频域在预设高频频率范围内出现峰值的特性，因此，根据该特性作为确定时域门限的物理基础，保证后续对线性马达超行程判定得准确性。以型号为 ELA0619 的线性马达为例，其时域门限为 0.01G，其中的 G 是指重力加速度。

步骤 106：当最大目标加速度值大于或者等于时域门限时，获取与时域门限对应的激励电压。

其中，激励电压是指驱动线性马达振动的电压信号，不同型号的线性马达的时域门限不同，对应的激励电压不同。具体地，当最大目标加速度值大于或者等于时域门限时，判定线性马达存在超行程现象。为了避免线性马达超行程现象的发生，需要根据线性马达的激励电压调整输入信号的大小。因此，根据线性马达的时域门限确定对应的激励电压。

步骤 108：基于激励电压确定线性马达的最大输入激励电压的调整范围。

其中，最大输入激励电压是指驱动线性马达振动且不产生超行程现象的激励电压的最大值。调整范围是指最大输入激励电压能够避免线性马达发生超行程现象的数值范围。由于激励电压越大，其作用于线性马达的驱动力越大，进而最大目标加速度也会增大，在最大最大目标加速度值增大到超过或者等于时域门限时，会产生超行程现象，因此，需要确定最大输入激励电压的调整范围，以便根据该调整范围对最大输入激励电压的大小进行调整控制。具体地，可以根据激励电压和电压余量的大小确定最大输入激励电压的调整范围，其中的电压余量通常为激励电压的 0-0.3 倍。

步骤 110：将最大输入激励电压控制在调整范围内驱动所述线性马达振动，

以避免线性马达出现超行程现象。

具体地，在确定了最大输入激励电压的调整范围后，只需要将最大输入激励电压控制在调整范围内，也即，使最大输入激励电压的大小满足调整范围，即可避免线性马达出现超行程现象，进而提高了线性马达的触觉反馈效果，并且提高了结构设计效率。

上述线性马达超行程控制方法中，通过获取所述线性马达的最大目标加速度值；获取所述线性马达的时域门限，所述时域门限为所述线性马达未出现超行程现象时的最大加速度，且所述时域门限与所述线性马达在出现超行程现象时，滤波后的时域加速度信号在时域的短时畸变特性及频域在预设高频频率范围内出现峰值的特性相关；当所述最大目标加速度值大于或者等于所述时域门限时，获取与所述时域门限对应的激励电压；基于所述激励电压确定所述线性马达的最大输入激励电压的调整范围；将所述最大输入激励电压控制在所述调整范围内驱动所述线性马达振动，以避免所述线性马达出现超行程现象，进而提高了线性马达的触觉反馈效果，并且提高了结构设计效率。

如图2所示，在一个实施例中，获取所述线性马达的最大目标加速度值，包括：

步骤102A：确定所述线性马达的初始时域加速度信号；

步骤102B：对所述初始时域加速度信号进行高通滤波处理，得到目标时域加速度信号；

步骤102C：从所述目标时域加速度信号中选取所述最大目标加速度值。

其中，时域加速度信号是一种时域函数，即加速度的大小随时间而变化的信号。本实施例中的初始时域加速度信号是指线性马达在即将产生超行程限行时的加速度信号。由于线性马达在发生超行程现象时，线性马达会产生10000Hz的高频分量，在未发生超行程现象时，线性马达的响应频率最高不超过4000Hz，因此，为了检测线性马达在发生超行程现象时的响应频率、极限电压等信息，排除正常的线性马达得响应频率分量，因此，对初始时域加速度信号

进行高通滤波，以滤除低于预设频率（如 5000Hz）的频域分量。从目标时域加速度信号中确定最大目标加速度值，可选的，在一段目标时域加速度信号选取数值最大的目标时域加速度信号作为最大目标加速度值。

在一个实施例中，基于所述激励电压确定所述线性马达的最大输入激励电压的调整范围，包括：

按照如下公式计算所述调整范围：

$$V_{\text{inmax}}(f) = V_{\text{max}}(f) - \Delta V;$$

其中， $V_{\text{inmax}}(f)$ 为所述最大输入激励电压， $V_{\text{max}}(f)$ 为所述激励电压， ΔV 为电压余量，且 $0 < \Delta V < 0.3V_{\text{max}}(f)$ 。

在这个实施例中，电压余量为激励电压的 0-0.3 倍，因此， $V_{\text{inmax}}(f)$ 的范围即为 $0.7V_{\text{max}}(f) < V_{\text{inmax}}(f) < V_{\text{max}}(f)$ ，即当最大输入激励电压为激励电压的 0.7-1 倍时，可以避免线性马达出现超行程现象。

如图 3 所示，在一个实施例中，获取所述线性马达的时域门限，包括：

步骤 104A：确定所述线性马达的马达类型；

步骤 104B：从预设的马达类型与时域门限的映射表中，查找与所述马达类型对应的时域门限。

在这个实施例中，线性马达的马达类型与其时域门限是对应关联的，因此，只需要获取到线性马达的马达类型，然后在预设的马达类型与时域门限的映射表中进行查找，即可获取到马达类型对应的时域门限。

如图 4 所示，在一个实施例中，线性马达贴于测试工装一侧，加速度计贴于测试工装背面；则获取线性马达的初始时域加速度信号，包括：

步骤 102A1：向线性马达输入所述激励电压，以控制线性马达在振动方向上进行振动；

步骤 102A2：获取加速度计采集到的线性马达振动时的初始时域加速度信号。

具体地，利用单频信号驱动线性马达，向线性马达输入激励电压，以控制线性马达在振动方向上进行振动，然后，获取加速度计采集到的线性马达振动

时的初始时域加速度信号。如图 5 所示，为测试工装的示意图，将测试工装 500 立起，将测试工装 500 立起，线性马达 502 贴于测试工装一侧，加速度计 504 贴于工测试装背面，利用单频信号驱动线性马达，采集线性马达 Z 向加速度信号，同时回采激励电压信号，通过计算机设备 510 上生成的数字信号送入到采集卡 512 进行数模转换成模拟信号，并通过功率放大器 514 进行放大以激励线性马达 502；线性马达 502 的振动会带动测试工装 500 反向振动，并通过加速度计 504 采集后，通过信号放大器 508 放大，采集卡 512 同步采集测量振动方向上的加速度和激励线性马达 502 的电压。测试工装 500 质量 104g，海绵体 506 为细质泡棉。线性马达和测试工装 500 粘性贴合，且测试工装放置在海绵体 506 上，以避免环境对测量结果的影响，加速度 504 测量测试工装 502 在线性马达在 Z 向振动方向上的加速度，从而利用测试工装 500 实现了对初始时域加速度信号的采集。

在一个实施例中，对初始时域加速度信号进行高通滤波处理，得到目标时域加速度信号，包括：

采用采样率大于 20KHZ 的高通滤波器对初始时域加速度信号进行高通滤波处理，得到目标时域加速度信号，高通滤波器的通带的频率为 4000HZ-7000Hz。

在这个实施例中，线性马达在发生超行程现象时，线性马达会产生 10000Hz 的高频分量，因此，为了防止频谱混叠，在对初始时域加速度信号进行高通滤波处理的高通滤波器的采样率应至少大于 20000Hz。实际中，一般采样率选择 24KHZ 或 48KHZ。并且，在线性马达未发生超行程现象时，线性马达的输出为低频分量，且频率最高不超过 4000Hz，因此，高通滤波器的通带的频率为 4000HZ-7000Hz 为较佳。能够防止频谱混叠，保证目标时域加速度信号的准确性。

在一个实施例中，所述获取与所述时域门限对应的激励电压，包括：将所述最大目标加速度值调整为所述时域门限；实时测量在所述最大加速度值为所述时域门限时的所述激励电压。

在这个实施例中，将最大目标加速度值调整为线性马达的时域门限，实时测量在最大加速度值为所述时域门限时激励电压，保证了激励电压的准确性，以便后续基于该激励电压对相应型号的线性马达进行结构设计，有效避免超行程现象发生，提高触觉反馈效果。

基于同一发明构思，本发明实施例提供一种线性马达超行程控制装置 600，如图 6 所示，包括：第一获取模块 602，用于获取所述线性马达的最大目标加速度值；第二获取模块 604，用于获取所述线性马达的时域门限，所述时域门限为所述线性马达未出现超行程现象时的最大加速度，且所述时域门限与所述线性马达在出现超行程现象时，滤波后的时域加速度信号在时域的短时畸变特性及频域在预设高频频率范围内出现峰值的特性相关；第三获取模块 606，用于当所述最大目标加速度值大于或者等于所述时域门限时，获取与所述时域门限对应的激励电压；确定模块 608，用于基于所述激励电压确定所述线性马达的最大输入激励电压的调整范围；控制模块 610，用于将所述最大输入激励电压控制在所述调整范围内驱动所述线性马达振动，以避免所述线性马达出现超行程现象。

具体地，本实施例的线性马达超行程控制装置 600，如图 6 所示，包括：第一获取模块 602，用于获取所述线性马达的最大目标加速度值；第二获取模块 604，用于获取所述线性马达的时域门限，所述时域门限为所述线性马达未出现超行程现象时的最大加速度，且所述时域门限与所述线性马达在出现超行程现象时，滤波后的时域加速度信号在时域的短时畸变特性及频域在预设高频频率范围内出现峰值的特性相关；第三获取模块 606，用于当所述最大目标加速度值大于或者等于所述时域门限时，获取与所述时域门限对应的激励电压；确定模块 608，用于基于所述激励电压确定所述线性马达的最大输入激励电压的调整范围；控制模块 610，用于将所述最大输入激励电压控制在所述调整范围内驱动所述线性马达振动，以避免所述线性马达出现超行程现象，进而提高了线性马达的触觉反馈效果，并且提高了结构设计效率。

需要说明的是，本实施例中线性马达超行程控制的装置的实现与上述线性

马达超行程控制的方法的实现思想一致，其实现原理在此不再进行赘述，可具体参阅上述方法中对应内容。

图 7 示出了一个实施例中计算机设备的内部结构图。该计算机设备具体可以是服务器，也可以是终端。如图 7 所示，该计算机设备 700 包括通过系统总线连接的处理器 710、存储器 720 和网络接口 730。其中，存储器 720 包括非易失性存储介质和内存存储器。该计算机设备的非易失性存储介质存储有操作系统，还可存储有计算机程序，该计算机程序被处理器执行时，可使得处理器实现线性马达超行程判定的方法。该内存存储器中也可储存有计算机程序，该计算机程序被处理器执行时，可使得处理器执行线性马达超行程判定的方法。本领域技术人员可以理解，图 7 中示出的结构，仅仅是与本申请方案相关的部分结构的框图，并不构成对本申请方案所应用于其上的计算机设备的限定，具体的计算机设备可以包括比图 7 中所示更多或更少的部件，或者组合某些部件，或者具有不同的部件布置。

在一个实施例中，本申请提供的线性马达超行程判定的方法可以实现为一种计算机程序的形式，计算机程序可在如图 7 所示的计算机设备上运行。计算机设备的存储器中可存储组成所述线性马达超行程判定的装置的各个程序模块。比如，第一获取模块 602，第二获取模块 604，第三获取模块 606，确定模块 608，控制模块 610。

在一个实施例中，提出了一种计算机设备，包括存储器和处理器，所述存储器存储有计算机程序，所述计算机程序被所述处理器执行时，使得所述处理器执行以下步骤：

获取所述线性马达的最大目标加速度值；

获取所述线性马达的时域门限，所述时域门限为所述线性马达未出现超行程现象时的最大加速度，且所述时域门限与所述线性马达在出现超行程现象时，滤波后的时域加速度信号在时域的短时畸变特性及频域在预设高频频率范围内出现峰值的特性相关；

当所述最大目标加速度值大于或者等于所述时域门限时，获取与所述时域门限对应的激励电压；

基于所述激励电压确定所述线性马达的最大输入激励电压的调整范围；

将所述最大输入激励电压控制在所述调整范围内驱动所述线性马达振动，以避免所述线性马达出现超行程现象。

在一个实施例中，提出了一种计算机可读存储介质，所述计算机可读存储介质存储有计算机程序，其特征在于，所述计算机程序被处理器执行时实现如下步骤：

获取所述线性马达的最大目标加速度值；

获取所述线性马达的时域门限，所述时域门限为所述线性马达未出现超行程现象时的最大加速度，且所述时域门限与所述线性马达在出现超行程现象时，滤波后的时域加速度信号在时域的短时畸变特性及频域在预设高频频率范围内出现峰值的特性相关；

当所述最大目标加速度值大于或者等于所述时域门限时，获取与所述时域门限对应的激励电压；

基于所述激励电压确定所述线性马达的最大输入激励电压的调整范围；

将所述最大输入激励电压控制在所述调整范围内驱动所述线性马达振动，以避免所述线性马达出现超行程现象。

本领域普通技术人员可以理解实现上述实施例方法中的全部或部分流程，是可以通过计算机程序来指令相关的硬件来完成，所述的程序可存储于一非易失性计算机可读取存储介质中，该程序在执行时，可包括如上述各方法的实施例的流程。其中，本申请所提供的各实施例中所使用的对存储器、存储、数据库或其它介质的任何引用，均可包括非易失性和/或易失性存储器。非易失性存储器可包括只读存储器(ROM)、可编程 ROM(PROM)、电可编程 ROM(EPROM)、电可擦除可编程 ROM(EEPROM)或闪存。易失性存储器可包括随机存取存储器(RAM)或者外部高速缓冲存储器。作为说明而非局限，RAM 以多种形式可得，

诸如静态 RAM(SRAM)、动态 RAM(DRAM)、同步 DRAM(SDRAM)、双数据率 SDRAM(DDRSDRAM)、增强型 SDRAM(ESDRAM)、同步链路(Synchlink) DRAM(SLDRAM)、存储器总线(Rambus)直接 RAM(RDRAM)、直接存储器总线动态 RAM(DRDRAM)、以及存储器总线动态 RAM(RDRAM)等。

以上所揭露的仅为本发明较佳实施例而已，当然不能以此来限定本发明之权利范围，因此依本发明权利要求所作的等同变化，仍属本发明所涵盖的范围。

权利要求书

1. 一种线性马达超行程控制方法，其特征在于，包括：

获取所述线性马达的最大目标加速度值；

获取所述线性马达的时域门限，所述时域门限为所述线性马达未出现超行程现象时的最大加速度，且所述时域门限与所述线性马达在出现超行程现象时，滤波后的时域加速度信号在时域的短时畸变特性及频域在预设高频频率范围内出现峰值的特性相关；

当所述最大目标加速度值大于或者等于所述时域门限时，获取与所述时域门限对应的激励电压；

基于所述激励电压确定所述线性马达的最大输入激励电压的调整范围；

将所述最大输入激励电压控制在所述调整范围内驱动所述线性马达振动，以避免所述线性马达出现超行程现象。

2、如权利要求 1 所述线性马达超行程控制方法，其特征在于，所述获取所述线性马达的最大目标加速度值，包括：

确定所述线性马达的初始时域加速度信号；

对所述初始时域加速度信号进行高通滤波处理，得到目标时域加速度信号；

从所述目标时域加速度信号中选取所述最大目标加速度值。

3、如权利要求 1 所述线性马达超行程控制方法，其特征在于，所述基于所述激励电压确定所述线性马达的最大输入激励电压的调整范围，包括：

按照如下公式计算所述调整范围：

$$V_{\text{imax}}(f) = V_{\text{max}}(f) - \Delta V ;$$

其中， $V_{\text{imax}}(f)$ 为所述最大输入激励电压， $V_{\text{max}}(f)$ 为所述激励电压， ΔV 为电压余量，且 $0 < \Delta V < 0.3V_{\text{max}}(f)$ 。

4. 如权利要求 1 所述线性马达超行程控制方法，其特征在于，所述获取所述线性马达的时域门限，包括：

确定所述线性马达的马达类型；

从预设的马达类型与时域门限的映射表中，查找与所述马达类型对应的时域门限。

5、如权利要求 1 所述线性马达超行程控制方法，其特征在于，所述线性马达贴于测试工装一侧，加速度计贴于所述测试工装背面；

则所述获取线性马达的初始时域加速度信号，包括：

向所述线性马达输入所述激励电压，以控制所述线性马达在振动方向上进行振动；

获取所述加速度计采集到的所述线性马达振动时的所述初始时域加速度信号。

6. 如权利要求 2 所述线性马达超行程控制方法，其特征在于，所述对所述初始时域加速度信号进行高通滤波处理，得到目标时域加速度信号，包括：

采用采样率大于 20KHZ 的高通滤波器对所述初始时域加速度信号进行高通滤波处理，得到所述目标时域加速度信号，所述高通滤波器的通带的频率为 4000HZ-7000Hz。

7. 如权利要求 1 所述线性马达超行程控制方法，其特征在于，所述获取与所述时域门限对应的激励电压，包括：

将所述最大目标加速度值调整为所述时域门限；

实时测量在所述最大加速度值为所述时域门限时所述激励电压。

8. 一种线性马达超行程控制装置，其特征在于，包括：

第一获取模块，用于获取所述线性马达的最大目标加速度值；

第二获取模块，用于获取所述线性马达的时域门限，所述时域门限为所述线性马达未出现超行程现象时的最大加速度，且所述时域门限与所述线性马达在出现超行程现象时，滤波后的时域加速度信号在时域的短时畸变特性及频域在预设高频频率范围内出现峰值的特性相关；

第三获取模块，用于当所述最大目标加速度值大于或者等于所述时域门限

时，获取与所述时域门限对应的激励电压；

确定模块，用于基于所述激励电压确定所述线性马达的最大输入激励电压的调整范围；

控制模块，用于将所述最大输入激励电压控制在所述调整范围内驱动所述线性马达振动，以避免所述线性马达出现超行程现象。

9. 一种计算机设备，其特征在于，包括存储器、处理器及存储在所述存储器上并可在所述处理器上运行的计算机程序，其特征在于，所述处理器执行所述计算机程序时实现权利要求 1 至 7 中任一项所述线性马达超行程控制方法的步骤。

10. 一种计算机可读存储介质，包括计算机指令，当所述计算机指令在计算机上运行时，使得计算机执行如权利要求 1 至 7 中任一项所述的线性马达超行程控制方法的步骤。

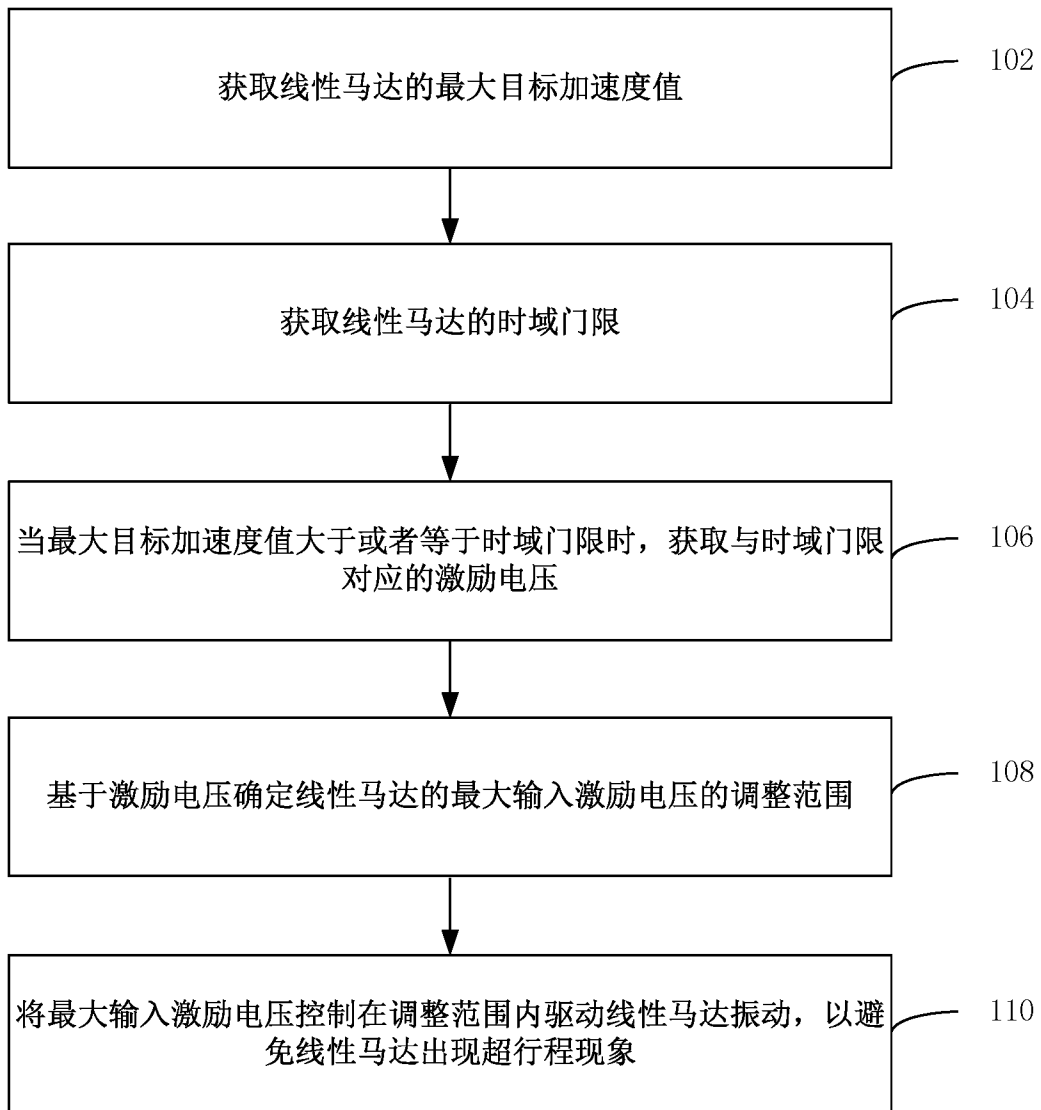


图1

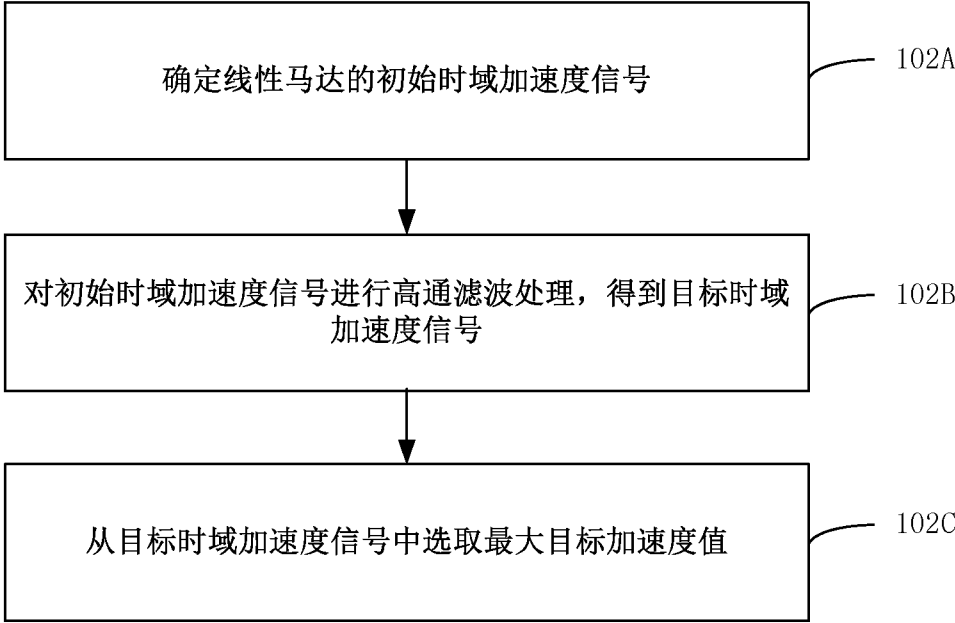


图2

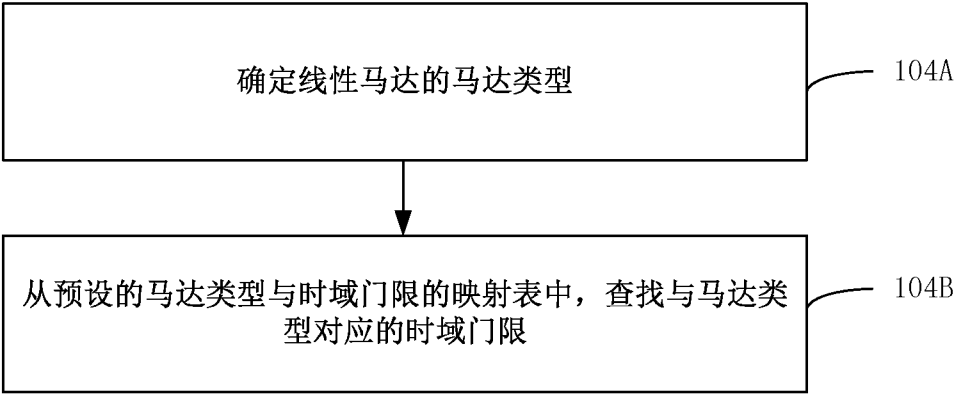


图3

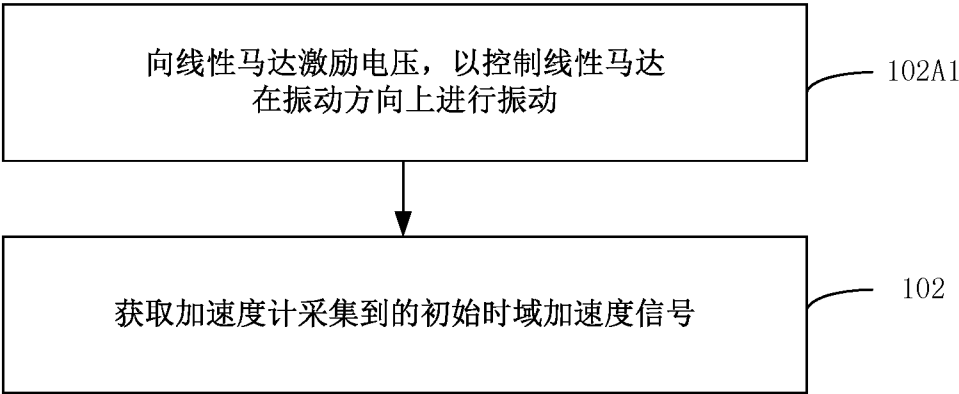


图4

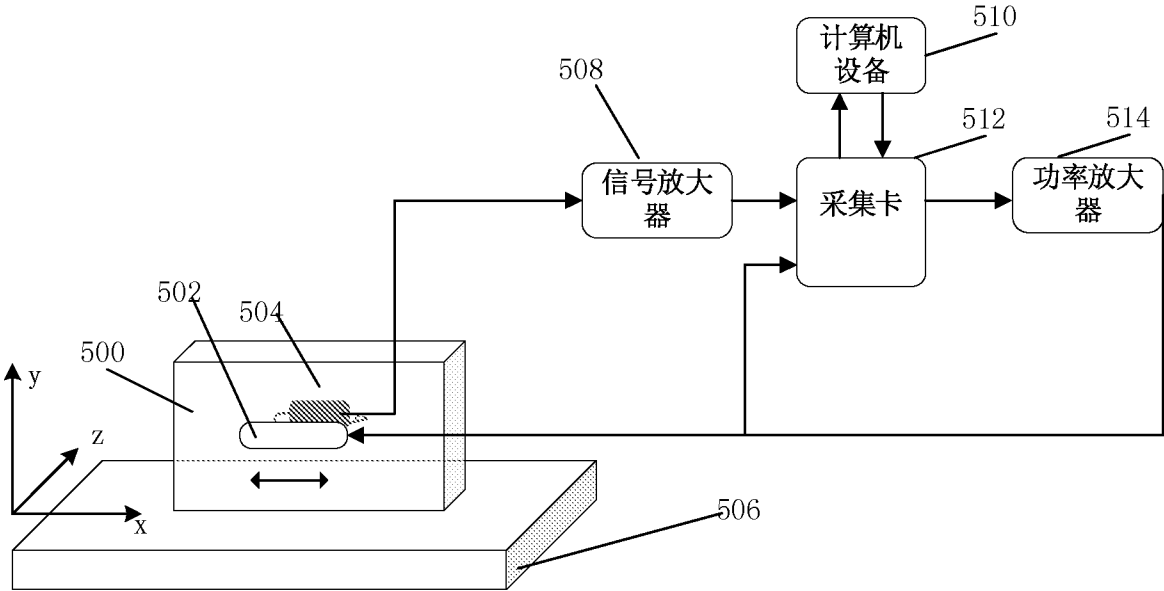


图5

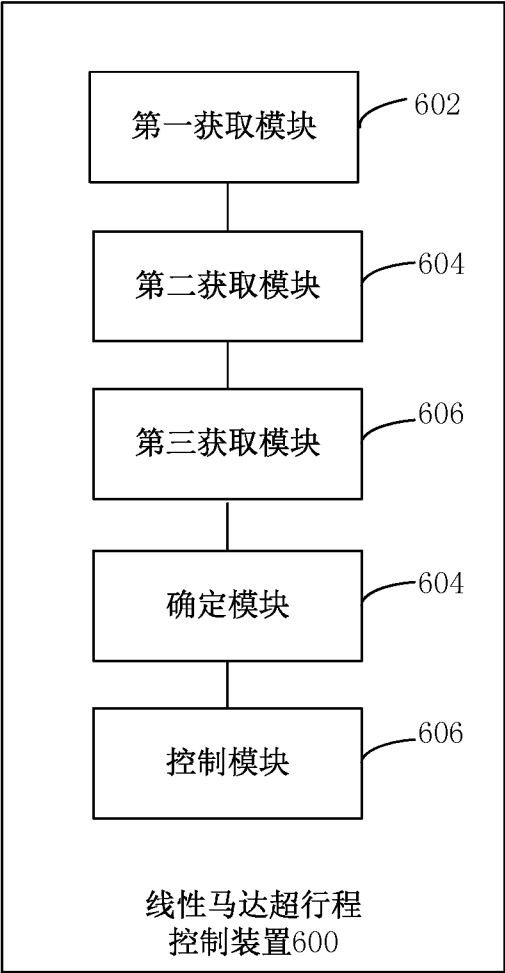


图6

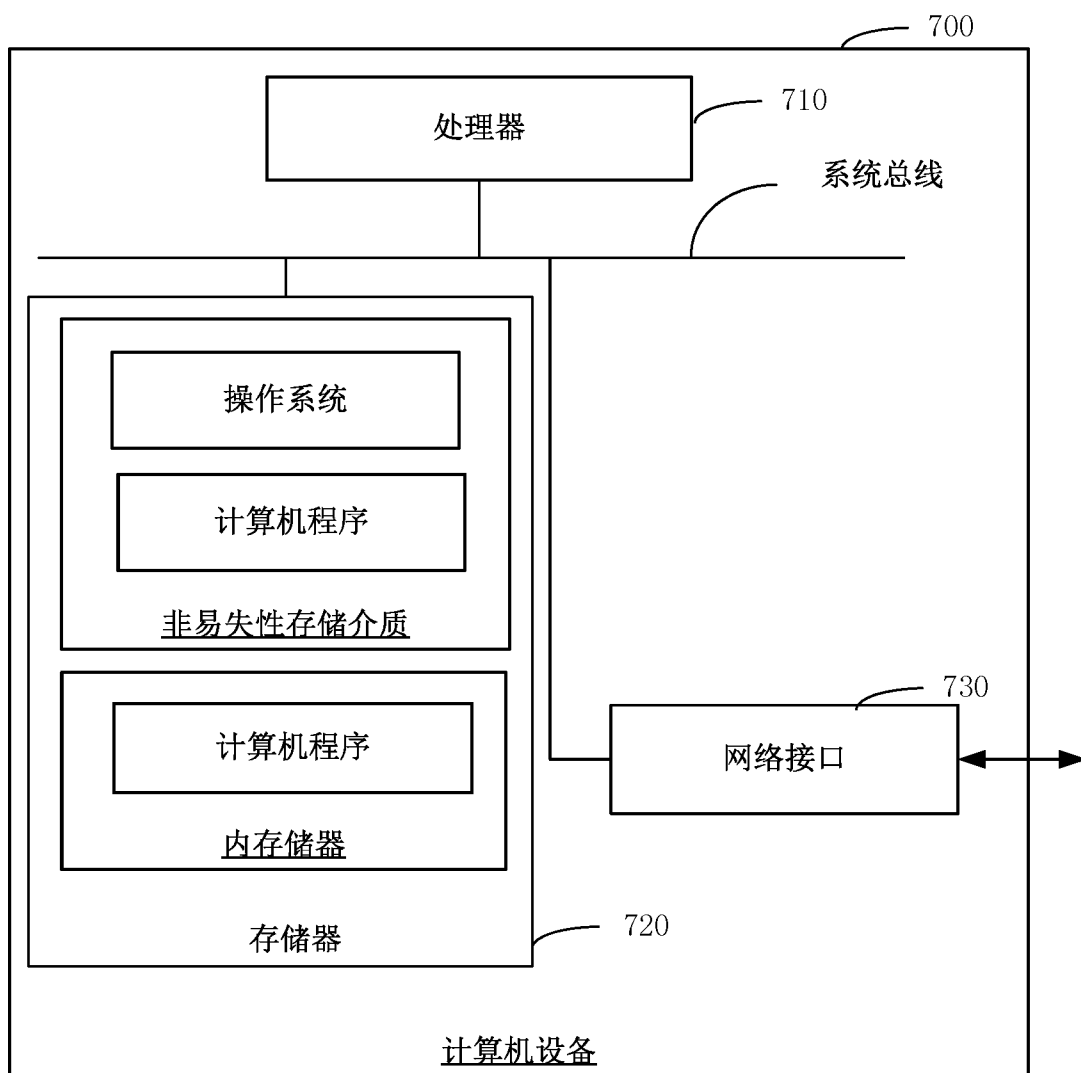


图7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/136664

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02P 25/06(2016.01)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

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)

WPI, CNPAT, CNKI, EPODOC: 瑞声声学科技, 马达, 电机, 电动机, 电压, 加速度, 行程, 位移, 异向, 时域, 最大, 门限, 打壳, 触觉, motor, acceleration, voltage, maximum, time s domain, distance

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 111694437 A (AAC TECHNOLOGIES (SINGAPORE) CO., LTD.) 22 September 2020 (2020-09-22) description, paragraphs [0030]-[0063], and figures 1-10	1-10
A	CN 110112984 A (VIVO COMMUNICATION TECHNOLOGY CO., LTD.) 09 August 2019 (2019-08-09) entire document	1-10
A	CN 111964583 A (SCIENCE AND EDUCATION CITY BRANCH OF AAC NEW ENERGY DEVELOPMENT (CHANGZHOU) CO., LTD.) 20 November 2020 (2020-11-20) entire document	1-10
A	CN 110601639 A (AAC TECHNOLOGIES (SINGAPORE) CO., LTD.) 20 December 2019 (2019-12-20) entire document	1-10
A	CN 111551848 A (AAC TECHNOLOGIES (SINGAPORE) CO., LTD.) 18 August 2020 (2020-08-18) entire document	1-10
A	US 2013002411 A1 (NEW SCALE TECHNOLOGIES, INC.) 03 January 2013 (2013-01-03) entire document	1-10



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

04 August 2021

Date of mailing of the international search report

01 September 2021

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/CN2020/136664

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	111694437	A	22 September 2020	None			
CN	110112984	A	09 August 2019	CN	110112984	B	08 January 2021
CN	111964583	A	20 November 2020	None			
CN	110601639	A	20 December 2019	CN	110601639	B	26 February 2021
				US	2021058020	A1	25 February 2021
				WO	2021031208	A1	25 February 2021
CN	111551848	A	18 August 2020	None			
US	2013002411	A1	03 January 2013	US	8797152	B2	05 August 2014

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2020/136664

A. 主题的分类 H02P 25/06 (2016.01) 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 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)) WPI, CNPAT, CNKI, EPDOC: 瑞声声学科技, 马达, 电机, 电动机, 电压, 加速度, 行程, 位移, 异向, 时域, 最大, 门限, 打壳, 触觉, motor, acceleration, voltage, maximum, time s domain, distance																							
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>A</td> <td>CN 111694437 A (瑞声科技新加坡有限公司) 2020年 9月 22日 (2020 - 09 - 22) 说明书第[0030]-[0063]段, 附图1-10</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 110112984 A (维沃移动通信有限公司) 2019年 8月 9日 (2019 - 08 - 09) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 111964583 A (瑞声新能源发展常州有限公司科教城分公司) 2020年 11月 20日 (2020 - 11 - 20) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 110601639 A (瑞声科技新加坡有限公司) 2019年 12月 20日 (2019 - 12 - 20) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 111551848 A (瑞声科技新加坡有限公司) 2020年 8月 18日 (2020 - 08 - 18) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2013002411 A1 (NEW SCALE TECHNOLOGIES, INC.) 2013年 1月 3日 (2013 - 01 - 03) 全文</td> <td>1-10</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	A	CN 111694437 A (瑞声科技新加坡有限公司) 2020年 9月 22日 (2020 - 09 - 22) 说明书第[0030]-[0063]段, 附图1-10	1-10	A	CN 110112984 A (维沃移动通信有限公司) 2019年 8月 9日 (2019 - 08 - 09) 全文	1-10	A	CN 111964583 A (瑞声新能源发展常州有限公司科教城分公司) 2020年 11月 20日 (2020 - 11 - 20) 全文	1-10	A	CN 110601639 A (瑞声科技新加坡有限公司) 2019年 12月 20日 (2019 - 12 - 20) 全文	1-10	A	CN 111551848 A (瑞声科技新加坡有限公司) 2020年 8月 18日 (2020 - 08 - 18) 全文	1-10	A	US 2013002411 A1 (NEW SCALE TECHNOLOGIES, INC.) 2013年 1月 3日 (2013 - 01 - 03) 全文	1-10
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																					
A	CN 111694437 A (瑞声科技新加坡有限公司) 2020年 9月 22日 (2020 - 09 - 22) 说明书第[0030]-[0063]段, 附图1-10	1-10																					
A	CN 110112984 A (维沃移动通信有限公司) 2019年 8月 9日 (2019 - 08 - 09) 全文	1-10																					
A	CN 111964583 A (瑞声新能源发展常州有限公司科教城分公司) 2020年 11月 20日 (2020 - 11 - 20) 全文	1-10																					
A	CN 110601639 A (瑞声科技新加坡有限公司) 2019年 12月 20日 (2019 - 12 - 20) 全文	1-10																					
A	CN 111551848 A (瑞声科技新加坡有限公司) 2020年 8月 18日 (2020 - 08 - 18) 全文	1-10																					
A	US 2013002411 A1 (NEW SCALE TECHNOLOGIES, INC.) 2013年 1月 3日 (2013 - 01 - 03) 全文	1-10																					
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。																							
<table border="0"> <tr> <td> * 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 </td> <td> “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 </td> </tr> </table>			* 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																			
* 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 2021年 8月 4日		国际检索报告邮寄日期 2021年 9月 1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 闫朝 电话号码 86-(10)-53961504																					

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2020/136664

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	111694437	A	2020年 9月 22日	无	
CN	110112984	A	2019年 8月 9日	CN 110112984 B	2021年 1月 8日
CN	111964583	A	2020年 11月 20日	无	
CN	110601639	A	2019年 12月 20日	CN 110601639 B	2021年 2月 26日
				US 2021058020 A1	2021年 2月 25日
				WO 2021031208 A1	2021年 2月 25日
CN	111551848	A	2020年 8月 18日	无	
US	2013002411	A1	2013年 1月 3日	US 8797152 B2	2014年 8月 5日