

(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
2020 年 7 月 9 日 (09.07.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/140587 A1

(51) 国际专利分类号:

G06F 3/01 (2006.01)

(21) 国际申请号:

PCT/CN2019/113828

(22) 国际申请日:

2019 年 10 月 29 日 (29.10.2019)

(25) 申请语言:

中文

(26) 公布语言:

中文

(30) 优先权:

201811655026.4 2018 年 12 月 31 日 (31.12.2018) CN

(71) 申请人: 瑞声声学科科技(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: 邓瀚林(DENG, Hanlin); 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)。路翔(LU, Xiang); 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)。郑亚军(ZHENG, Yajun); 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)。王修越(WANG, Xiuyue); 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)。

(54) Title: MOTOR DRIVE SIGNAL GENERATION METHOD, ELECTRONIC DEVICE AND STORAGE MEDIUM

(54) 发明名称: 马达驱动信号生成方法、电子设备及存储介质

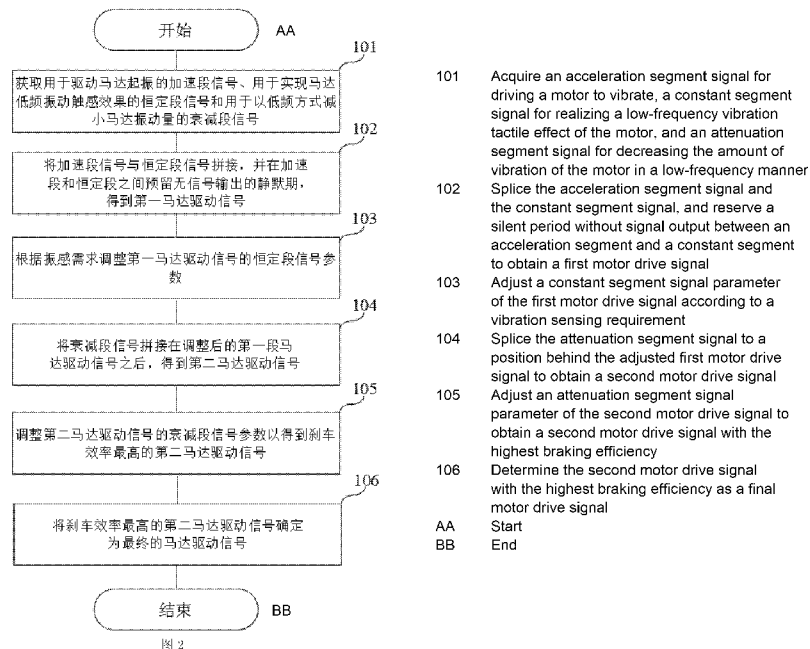


图 2

(57) Abstract: Disclosed is a motor drive signal generation method, relating to the technical field of electronic devices and comprising: acquiring an acceleration segment signal, a constant segment signal and an attenuation segment signal (101), wherein frequencies of the constant segment signal and the attenuation segment signal are both smaller than that of the acceleration segment signal; splicing the acceleration segment signal and the constant segment signal, and reserving a silent period without signal output between an acceleration segment and a constant segment to obtain a first motor drive signal (102); adjusting a constant segment signal parameter of the first

(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粤海街道粤兴四道1号中山大学深圳产学研大楼11楼, Guangdong 518000 (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, 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))。

motor drive signal according to a vibration sensing requirement (103), and splicing the attenuation segment signal to a position behind the adjusted first motor drive signal to obtain a second motor drive signal (104); adjusting an attenuation segment signal parameter of the second motor drive signal to obtain a second motor drive signal with the highest braking efficiency (105); and determining the second motor drive signal with the highest braking efficiency as a final motor drive signal (106). By means of the method, a low-frequency heavy tactile effect can be achieved when the motor vibration is controlled, such that the fidelity of the specific tactile effect in scenarios, such as a game and a car central control screen, is improved.

(57) 摘要: 一种马达驱动信号生成方法, 涉及电子设备技术领域, 包括: 获取加速段信号、恒定段信号和衰减段信号 (101), 恒定段信号和衰减段信号的频率均小于加速段信号; 将加速段信号与恒定段信号拼接, 并在加速段和恒定段之间预留无信号输出的静默期, 得到第一马达驱动信号 (102); 根据振感需求调整第一马达驱动信号的恒定段信号参数 (103), 并将衰减段信号拼接在调整后的第一马达驱动信号后, 得到第二马达驱动信号 (104); 调整第二马达驱动信号的衰减段信号参数以得到刹车效率最高的第二马达驱动信号 (105), 将刹车效率最高的第二马达驱动信号确定为最终的马达驱动信号 (106)。该方法使得控制马达振动时能够实现低频厚重的触感效果, 从而提高游戏、汽车中控屏等场景中特定触感效果的逼真度。

马达驱动信号生成方法、电子设备及存储介质

技术领域

[0001] 本申请实施例涉及电子设备技术领域，特别涉及一种提供触感反馈的马达驱动信号生成方法、电子设备和存储介质。

背景技术

[0002] 波形经过特殊设计的电信号，可以用来驱动线性马达在规定的时间内完成达到触感强度要求的振动。由于持续时间较短，通常是几毫秒至十几毫秒，这种驱动马达的电信号也被叫做短信号。一个短信号在功能上可以被分为两段，第一段的功能是驱动马达在尽可能短的时间内将振动强度从零水平提升到触感强度要求的水平；第二段的功能是驱动马达在尽可能短的时间内将振动强度从峰值水平降低到零水平。因此，短信号的第一段叫做加速段，短信号的第二段叫做刹车段。

[0003] 在手机的虚拟Home键或一些APP操作之类的应用场景中，短信号能够实现干脆、集中的触感效果。相关的研究和实验表明，此类应用场景中能够让用户体验到干脆、集中的触感效果，其原因在于，短信号的刹车段在较短的时间内以很高的效率将振动强度从峰值水平降低到零水平。因此，高效、快速地降低振动强度成为了短信号刹车段设计的唯一思路。

发明概述

技术问题

[0004] 然而，发明人发现现有技术中至少存在如下问题：在游戏、汽车中控屏等应用场景中的触感体验测试发现，现有的短信号刹车段设计并不能很好地给用户提供预期的低频厚重的触感效果。

问题的解决方案

技术解决方案

[0005] 本申请实施方式的目的在于提供一种马达驱动信号生成方法、电子设备和存储介质，在控制马达振动时实现了低频厚重的触感效果，提高了游戏、汽车中控

屏等应用场景中特定触感效果的逼真度。

[0006] 为解决上述技术问题，本申请的实施方式提供了一种马达驱动信号生成方法，获取用于驱动马达起振的加速段信号、用于实现马达低频振动触感效果的恒定段信号和用于以低频方式减小马达振动量的衰减段信号，恒定段信号和衰减段信号的频率均小于加速段信号；将加速段信号与恒定段信号拼接，并在刹车段和恒定段之间预留无信号输出的静默期，得到第一马达驱动信号；根据振感需求调整第一马达驱动信号的恒定段信号参数，并将衰减段信号拼接在调整后的第一马达驱动信号之后，得到第二马达驱动信号；调整第二马达驱动信号的衰减段信号参数以得到刹车效率最高的第二马达驱动信号，将刹车效率最高的第二马达驱动信号确定为最终的马达驱动信号。

[0007] 本申请的实施方式还提供了一种电子设备，包括：至少一个处理器；以及，与至少一个处理器通信连接的存储器；其中，存储器存储有可被至少一个处理器执行的指令，指令被至少一个处理器执行，以使至少一个处理器能够执行上述的马达驱动信号生成方法。

[0008] 本申请的实施方式还提供了一种计算机可读存储介质，存储有计算机程序，所述计算机程序被处理器执行时实现上述马达驱动信号生成方法。

[0009] 本申请实施方式相对于现有技术而言，提供了一种马达驱动信号生成方法，其在加速段信号后引入频率小于加速段信号频率的恒定段信号、并在二者之间预留无信号输出的静默期，在恒定段信号后拼接频率小于加速段信号频率的衰减段信号、并调整拼接后的信号参数，从而使得生成的马达驱动信号能够利用加速段信号驱动马达起振，由于恒定段信号使马达以恒定低频持续振动，使得马达持续产生震感；而衰减段信号使马达以低频方式逐渐减小振动量，以使马达产生低频厚重的触感效果，因此，利用静默期后的恒定段信号和衰减段信号驱动马达实现低频厚重的触感效果，提高了游戏、汽车中控屏等场景下特定触感效果的逼真度。

[0010] 另外，根据振感需求调整第一马达驱动信号的恒定段信号参数的步骤，具体包括：根据振感需求获取预设振动时长和预设振动强度；将预设振动时长确定为恒定段信号的时长，将预设振动强度确定为恒定段信号的幅值。该方案中给出

了确定恒定段信号参数的实现方式。

[0011] 另外，恒定段信号为频率固定的正弦信号。该方案中限定恒定段信号为频率固定的正弦信号，使得在加速段信号到恒定段信号之间不会出现波形信号的突变，从而避免影响低频信号的振动触感。

[0012] 另外，恒定段信号的时长为恒定段信号的半个周期的整数倍。该方案中确保恒定段信号的时长为恒定段信号的半个周期的整数倍，进一步防止马达驱动信号的波形出现突变。

[0013] 另外，在根据振感需求调整第一马达驱动信号的恒定段信号参数之后，在将衰减段信号拼接在调整后的第一马达驱动信号之前，还包括：调整静默期的时长，使得恒定段信号输入马达后的马达振动波形峰峰值小于将加速段信号输入马达后的马达振动波形峰峰值。该方案中通过调整静默期的时长，使得输入恒定段信号时的马达振动量小于输入加速段信号时的马达振动量，确保马达在驱动信号后段产生的振幅小于马达起振时的振幅，进一步提高了游戏、汽车中控屏等场景下低频触感效果的逼真度。

[0014] 另外，调整第二马达驱动信号的衰减段信号参数以得到刹车效率最高的第二马达驱动信号，将刹车效率最高的第二马达驱动信号确定为最终的马达驱动信号的步骤，具体包括：改变衰减段信号的时长、衰减强度及初始幅值中的至少一者，以形成多个不同的衰减段信号；获取具有多个不同的衰减段信号的第二马达驱动信号的刹车效率；将刹车效率最高的第二马达驱动信号确定为最终的马达驱动信号。该方案中给出了第二马达驱动信号的衰减段信号参数的一种实现方式。

[0015] 另外，恒定段信号频率固定；衰减段信号的时长为恒定段信号的半个周期的整数倍。该方案中衰减段信号的时长为固定频率的恒定段信号的整数倍，因此，在恒定段信号和衰减段信号之间不会出现波形的突变，也就并不会导致驱动信号出现剧烈变化，从而提高用户的触感体验。

[0016] 另外，恒定段信号的频率和衰减段信号的频率均小于120赫兹。实现低频效果。

发明的有益效果

有益效果

[0017] 本申请的有益效果在于：本申请实施方式相对于现有技术而言，提供了一种马达驱动信号生成方法，其在加速段信号后引入频率小于加速段信号频率的恒定段信号、并在二者之间预留无信号输出的静默期，在恒定段信号后拼接频率小于加速段信号频率的衰减段信号、并调整拼接后的信号参数，从而使得生成的马达驱动信号能够利用加速段信号驱动马达起振，由于恒定段信号使马达以恒定低频持续振动，使得马达持续产生震感；而衰减段信号使马达以低频方式逐渐减小振动量，以使马达产生低频厚重的触感效果，因此，利用静默期后的恒定段信号和衰减段信号驱动马达实现低频厚重的触感效果，提高了游戏、汽车中控屏等场景下特定触感效果的逼真度。

对附图的简要说明

附图说明

[0018] 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。

[0019] 图1是根据现有技术中的马达刹车信号示意图；

[0020] 图2是根据本申请第一实施方式的马达驱动信号生成方法的流程示意图；

[0021] 图3是根据本申请第二实施方式的马达驱动信号生成方法的流程示意图；

[0022] 图4是根据本申请第三实施方式的电子设备的结构示意图。

发明实施例

本发明的实施方式

[0023] 为使本申请实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合附图对本申请的各实施方式进行详细的阐述。然而，本领域的普通技术人员可以理解，在本申请各实施方式中，为了使读者更好地理解本申请而提出了许多技术细节。但是，即使没有这些技术细节和基于以下各实施方式的种种变化和修改，也可以实现本申请实施方式所要求保护的技术方案。

[0024] 现有的刹车信号如图1所示，一般采用能够高效、快速地降低马达振动强度的短信号，其包括：用于马达起振的加速段信号、无信号输出的静默期、以及实

现马达刹车的刹车段信号。在静默期时马达断电，之后通过接触器用点动方式对原相位进行对调，即给马达电机一个反向电流，从而达到刹车的作用。发明人通过在游戏、汽车等场景下的控屏等的触感体验测试中发现，在游戏中出现枪击、关门等事件时用户期望同步感受到低频厚重的触感效果；在汽车中控屏这类大质量负载上进行点击操作时，用户更喜欢感受到低频厚重的触感效果；在一些非按键类的操作上，用户并不强调刹车段处理后的马达剩余振动强度一定严格等于零水平。而现有的短信号中刹车段设计并不能很好地给用户提供预期的低频厚重的触感效果，并不能够实现在游戏、汽车等场景下的特定触感效果。

[0025] 因此，为了在与游戏、汽车等相关的应用场景中为用户提供自然真实、符合预期的低频厚重触感效果时，发明人突破了短信号中刹车段设计的现有思路，将短信号中的刹车段信号替换为由恒定段信号和衰减段信号组成的低频驱动信号，当恒定段信号驱动时马达低频持续振动时，由于衰减段信号幅值保持不变，因此马达持续产生低频震感；当衰减段信号驱动马达时，由于衰减段信号幅值逐渐变小，因此，马达以低频方式振动且逐渐降低振动幅度，直至马达振动停止，从而实现了低频厚重触感效果。

[0026] 本申请的第一实施方式设计一种马达驱动信号生成方法。本申请实施方式的核心在于，提供了一种马达驱动信号生成方法，获取用于驱动马达起振的加速段信号、用于实现马达低频振动触感效果的恒定段信号和用于以低频方式减小马达振动量的衰减段信号，恒定段信号和衰减段信号的频率均小于加速段信号；将加速段信号与恒定段信号拼接，并在刹车段和恒定段之间预留无信号输出的静默期，得到第一马达驱动信号；根据振感需求调整第一马达驱动信号的恒定段信号参数，并将衰减段信号拼接在调整后的第一马达驱动信号之后，得到第二马达驱动信号；调整第二马达驱动信号的衰减段信号参数以得到刹车效率最高的第二马达驱动信号，将刹车效率最高的第二马达驱动信号确定为最终的马达驱动信号。

[0027] 本申请实施方式通过在加速段信号后引入频率小于加速段信号频率的恒定段信号、并在二者之间预留无信号输出的静默期，在恒定段信号后拼接频率小于加

速段信号频率的衰减段信号，并调整拼接后的信号参数，从而使得生成的马达驱动信号能够利用加速段信号驱动马达起振，由于恒定段信号使马达以恒定低频持续振动，使得马达持续产生震感；而衰减段信号使马达以低频方式逐渐减小振动量，以使马达产生低频厚重的触感效果，因此，利用静默期后的恒定段信号和衰减段信号驱动马达实现低频厚重的触感效果，提高了游戏、汽车中控屏等场景中特定触感效果的逼真度。

[0028] 下面对本实施方式的马达驱动信号生成方法的实现细节进行具体的说明，以下内容仅为方便理解提供的实现细节，并非实施本方案的必须。

[0029] 本实施方式中的马达驱动信号生成方法的具体流程示意图如图2所示：

[0030] 步骤101：获取用于驱动马达起振的加速段信号、用于实现马达低频振动触感效果的恒定段信号和用于以低频方式减小马达振动量的衰减段信号。

[0031] 具体地，所谓恒定段信号为包络恒定的信号（又称：包络恒定段信号），用以使马达以恒定低频持续振动，使得马达持续产生震感；所谓衰减段信号为包络逐渐衰减的信号（又称：包络衰减段信号），用以使马达以低频方式逐渐减小振动量，以使马达产生低频的触感效果。使用不同频率的信号，可以驱动线性马达给用户带来不同的低频触感。本实施方式中包络恒定段信号的频率和包络衰减段信号的频率均小于120赫兹，以驱动马达实现低频振动效果。当然，需要说明的是，所述包络衰减段信号和包络恒定段信号频率可以相同，也可根据不同用户对低频触感需求的不同而设置为互不相同。

[0032] 步骤102：将加速段信号与恒定段信号拼接，并在加速段和恒定段之间预留无信号输出的静默期，得到第一马达驱动信号。

[0033] 步骤103：根据振感需求调整第一马达驱动信号的恒定段信号参数。

[0034] 具体的，根据振感需求调整第一马达驱动信号的恒定段信号参数的步骤，具体包括：根据振感需求获取预设振动时长和预设振动强度；将预设振动时长确定为恒定段信号的时长，将预设振动强度确定为恒定段信号的幅值。

[0035] 本实施方式中，所谓振感需求是指用户于特定场景下的低频振动的持续时间和振动强度，在不同场景下（例如：在模拟枪机和碰撞时），用户的振感需求并不相同，用户对于低频振动的持续时间和振动强度的要求也就不相同，因此，

在实际中，用户可以预先设置不同场景下对应的预设振动时长和预设振动强度；所谓预设振动时长可以根据不同用户对于低频振动持续时间的需求进行设置，所谓预设振动强度根据不同用户对于低频振动强度的需求的不同进行设置。而本实施方式提供的方法则在调整第一马达驱动信号的参数时，直接获取该场景下的预设振动时长和预设振动强度，将预设振动时长确定为包络恒定段信号的时长，将预设振动强度确定为包络恒定段信号的幅值，以满足用户的个性化需求。

[0036] 可选地，本实施方式中也可以先根据预设振动时长确定好恒定段信号的时长，根据预设振动强度确定恒定段信号的幅值，然后再将确定好参数的包络恒定段信号与加速段信号拼接起来。

[0037] 另外，本实施方式中包络恒定段信号为频率固定的正弦信号，由于加速段信号在结束时信号值归零，静默段中无信号输出，若包络恒定段信号不为正弦信号，则会使得在加速段信号到包络恒定段信号之间出现波形信号的突变，从而影响到低频信号的振动触感。具体的，包络恒定段信号用公式(1)表示：

$$[0038] \quad S_{\text{constant}}(t) = A_{\text{constant}} * \sin(2 * \text{PI} * F_c * t) \quad (1)$$

[0039] 其中，时间变量 t 的取值范围是0至 T_{constant} ， T_{constant} 为包络恒定段信号时长， A_{constant} 为包络恒定段信号幅值， PI 是圆周率， F_c 为正弦信号频率。

[0040] 需要说明的是，本实施方式中确保包络恒定段信号的时长为包络恒定段信号的半个周期的整数倍，即 T_{constant} 为正弦信号半周期的整数倍，可以进一步防止波形出现突变。

[0041] 步骤104：将衰减段信号拼接在调整后的第一马达驱动信号之后，得到第二马达驱动信号。

[0042] 步骤105：调整第二马达驱动信号的衰减段信号参数以得到刹车效率最高的第二马达驱动信号。在本实施例中，刹车效率最高的马达驱动信号是指从第二马达驱动信号中比较调整触能提供振动触感效果最符合用户预期时的马达驱动信号。

[0043] 步骤106：将刹车效率最高的第二马达驱动信号确定为最终的马达驱动信号。

[0044] 需要说明的是，步骤105所谓“第二马达驱动信号的衰减段信号参数”，指的是

调整包络衰减段信号的时长、衰减强度或初始幅值。本实施方式中的调整，是指通过改变包络衰减段信号的时长、衰减强度及初始幅值中的至少一者，以形成多个不同的包络衰减段信号。

[0045] 相应的，步骤106所谓“将刹车效率最高的第二马达驱动信号确定为最终的马达驱动信号”，具体是指，改变包络衰减段信号的时长、衰减强度及初始幅值中的至少一者，以形成多个不同的包络衰减段信号；获取具有多个不同的包络衰减段信号的第二马达驱动信号的刹车效率；将刹车效率最高的第二马达驱动信号确定为最终的马达驱动信号。

[0046] 在步骤105和步骤106的具体实施过程中，可以将包络衰减段信号用公式(2)表示：

$$[0047] \quad S_decay(t)=A_decay * \exp(-C_decay * t) * \sin(2 * PI * Fc * t) \quad (2)$$

[0048] 其中，时间变量 t 的取值范围是0至 T_decay ， T_decay 为包络衰减段信号时长， A_decay 为包络衰减段信号初始幅值， C_decay 为包络衰减段信号衰减强度。先通过改变 T_decay 、 A_decay 以及 C_decay 中的至少一者，来形成多个不同的包络衰减段信号，然后将得到的多由于恒定段信号使马达以恒定低频持续振动，使得马达持续产生震感；而衰减段信号使马达以低频方式逐渐减小振动量，以使马达产生低频厚重的触感效果，因此，个不同的包络衰减段信号分别输入马达中以求取刹车效率，并将刹车效率最高的包络衰减段信号替换掉第二马达驱动信号中的初始包络衰减段信号，从而将替换后的具有该刹车效率最高的包络衰减段信号的马达驱动信号作为最终的马达驱动信号。

[0049] 本实施方式中刹车效率为马达刹车起始速度与所用时间的比值。

[0050] 值得说明的是，不同的用户对马达趋近振动结束时的剩余振动强度的感知不同，因此，在获取多个不同的包络衰减段信号的刹车效率时，判断马达刹车完成的条件并不局限于马达绝对静止，也可以将用户无法察觉到、而可以忽略的马达振动强度值作为马达刹车完整的判断标志。

[0051] 在此，本实施方式将用户无法察觉到、而可以忽略的马达振动强度值定义为马达剩余振动强度 G_{res} ，当马达在刹车过程中剩余的振动强度为 G_{res} 时，振动强度很微弱而用户感觉不到，此时即可视为刹车完成。马达剩余振动强度 G_{res} 可以通

过对大量用户的感知数据进行收集和分析后确定，也可以由用户自行设定，然后以此来计算将得到的多个不同的包络衰减段信号分别输入马达中得到的马达刹车效率，使得计算得出的刹车效率更加符合实际情况。当然，用户可以根据自身主观体验和敏感度设定马达剩余振动强度Gres，如果用户对剩余振动强度不敏感，那么Gres可以设定比较大的数值，否则，Gres应该设定比较小的数值。

[0052] 进一步地，在本实施方式中，包络衰减段信号的时长为固定频率的包络恒定段信号的整数倍，因此，在包络恒定段信号和包络衰减段信号之间不会出现波形的突变，也就并不会导致驱动信号出现剧烈变化，从而提高用户的触感体验。

[0053] 与现有技术相比，本申请实施方式，通过在加速段信号后引入频率小于加速段信号频率的恒定段信号、并在二者之间预留无信号输出的静默期，在恒定段信号后拼接频率小于加速段信号频率的衰减段信号，并调整拼接后的信号参数，从而使得生成的马达驱动信号能够利用加速段信号驱动马达起振，由于恒定段信号使马达以恒定低频持续振动，使得马达持续产生震感；而衰减段信号使马达以低频方式逐渐减小振动量，以使马达产生低频厚重的触感效果，因此，并利用静默期后的恒定段信号和衰减段信号驱动马达实现低频厚重的触感效果，提高了游戏、汽车中控屏等场景下特定触感效果的逼真度。

[0054] 本申请的第二实施方式涉及一种马达驱动信号生成方法。第二实施方式是对第一实施方式的改进，主要改进之处在于，通过调整静默期的时长，使得输入恒定段信号时的马达振动量小于输入加速段信号时的马达振动量，进一步提高了游戏、汽车等场景下特定触感效果的逼真度。

[0055] 本实施方式中的马达驱动信号生成方法的具体流程示意图如图3所示，具体包括：

[0056] 步骤201：获取用于驱动马达起振的加速段信号、用于实现马达低频振动触感效果的恒定段信号和用于以低频方式减小马达振动量的衰减段信号。

[0057] 步骤202：将加速段信号与恒定段信号拼接，并在加速段和恒定段之间预留无信号输出的静默期，得到第一马达驱动信号。

[0058] 步骤203：根据振感需求调整所述第一马达驱动信号的恒定段信号参数。

[0059] 上述步骤201至步骤203与第一实施方式中的步骤101至步骤103大致相同，在此

不再赘述。

[0060] 步骤204: 调整静默期的时长, 使得恒定段信号输入马达后的马达振动波形峰峰值小于将加速段信号输入马达后的马达振动波形峰峰值。

[0061] 具体的说, 在根据振感需求调整第一马达驱动信号的恒定段信号参数之后, 在将衰减段信号拼接在调整后的第一马达驱动信号之前, 还包括: 调整静默期的时长, 使得包络恒定段信号输入马达后的马达振动波形峰峰值M2小于将加速段信号输入马达后的马达振动波形峰峰值M1。该方案中通过调整静默期的时长, 使得输入包络恒定段信号时的马达振动量小于输入加速段信号时的马达振动量, 从而进一步提高了游戏、汽车中控屏等场景下特定触感效果的逼真度。

[0062] 步骤205: 将衰减段信号拼接在调整后的第一马达驱动信号之后, 得到第二马达驱动信号。

[0063] 步骤206: 调整第二马达驱动信号的衰减段信号参数以得到刹车效率最高的第二马达驱动信号。

[0064] 步骤207: 将刹车效率最高的第二马达驱动信号确定为最终的马达驱动信号。

[0065] 上述步骤204至步骤207与第一实施方式中的步骤103至步骤106大致相同, 在此不再赘述。

[0066] 与现有技术相比, 本申请实施方式中提供了一种马达驱动方法, 在根据振感需求调整第一马达驱动信号的参数之后, 在将衰减段信号拼接在调整后的第一马达驱动信号之前, 还包括: 调整静默期的时长, 使得恒定段信号输入马达后的马达振动波形峰峰值小于将加速段信号输入马达后的马达振动波形峰峰值。通过调整静默期的时长, 使得输入恒定段信号时的马达振动量小于输入加速段信号时的马达振动量, 从而进一步提高了游戏、汽车中控屏等场景下特定触感效果的逼真度。

[0067] 上面各种方法的步骤划分, 只是为了描述清楚, 实现时可以合并为一个步骤或者对某些步骤进行拆分, 分解为多个步骤, 只要包括相同的逻辑关系, 都在本专利的保护范围内; 对算法中或者流程中添加无关紧要的修改或者引入无关紧要的设计, 但不改变其算法和流程的核心设计都在该专利的保护范围内。

[0068] 本申请第三实施方式涉及一种电子设备, 如图4所示, 包括至少一个处理器301

；以及，与至少一个处理器301通信连接的存储器302；其中，存储器302存储有可被至少一个处理器301执行的指令，指令被至少一个处理器301执行，以使至少一个处理器301能够执行上述的马达驱动信号生成方法。

[0069] 其中，存储器302和处理器301采用总线方式连接，总线可以包括任意数量的互联的总线和桥，总线将一个或多个处理器和存储器302的各种电路连接在一起。总线还可以将诸如外围设备、稳压器和功率管理电路等之类的各种其他电路连接在一起，这些都是本领域所公知的，因此，本文不再对其进行进一步描述。总线接口在总线和收发机之间提供接口。收发机可以是一个元件，也可以是多个元件，比如多个接收器和发送器，提供用于在传输介质上与各种其他装置通信的单元。经处理器处理的数据通过天线在无线介质上进行传输，进一步，天线还接收数据并将数据传送给处理器301。

[0070] 处理器301负责管理总线和通常的处理，还可以提供各种功能，包括定时，外围接口，

[0071] 电压调节、电源管理以及其他控制功能。而存储器302可以被用于存储处理器在执行操作时所使用的数据。

[0072] 本申请的实施方式还提供了一种计算机可读存储介质，存储有计算机程序，所述计算机程序被处理器执行时实现上述马达驱动信号生成方法。

[0073] 即，本领域技术人员可以理解，实现上述实施例方法中的全部或部分步骤是可以通程序来指令相关的硬件来完成，该程序存储在一个存储介质中，包括若干指令用以使得一个设备（可以是单片机，芯片等）或处理器（processor）执行本申请实施方式各个实施例所述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。

[0074] 本领域的普通技术人员可以理解，上述各实施方式是实现本申请的具体实施例，而在实际应用中，可以在形式上和细节上对其作各种改变，而不偏离本申请的精神和范围。

权利要求书

- [权利要求 1] 一种马达驱动信号生成方法，其特征在于，包括：
- 获取用于驱动马达起振的加速段信号、用于实现马达低频振动触感效果的恒定段信号和用于以低频方式减小马达振动量的衰减段信号，所述恒定段信号和所述衰减段信号的频率均小于所述加速段信号；
- 将所述加速段信号与所述恒定段信号拼接，并在加速段和恒定段之间预留无信号输出的静默期，得到第一马达驱动信号；
- 根据振感需求调整所述第一马达驱动信号的恒定段信号参数，并将所述衰减段信号拼接在调整后的所述第一马达驱动信号之后，得到第二马达驱动信号；
- 调整所述第二马达驱动信号的衰减段信号参数以得到第二马达驱动信号，将刹车效率最高的第二马达驱动信号确定为最终的马达驱动信号。
- [权利要求 2] 根据权利要求1所述的马达驱动信号生成方法，其特征在于，所述根据振感需求调整所述第一马达驱动信号的恒定段信号参数的步骤，具体包括：
- 根据所述振感需求获取预设振动时长和预设振动强度；
- 将所述预设振动时长确定为所述恒定段信号的时长，将所述预设振动强度确定为所述恒定段信号的幅值。
- [权利要求 3] 根据权利要求2所述的马达驱动信号生成方法，其特征在于，所述恒定段信号为固定频率的正弦信号。
- [权利要求 4] 根据权利要求3所述的马达驱动信号生成方法，其特征在于，所述恒定段信号的时长为所述恒定段信号的半个周期的整数倍。
- [权利要求 5] 根据权利要求1所述的马达驱动信号生成方法，其特征在于，在所述根据振感需求调整所述第一马达驱动信号的恒定段信号参数之后，在所述将所述衰减段信号拼接在调整后的所述第一马达驱动信号之前，还包括：
- 调整所述静默期的时长，使得所述恒定段信号输入马达后的马达振动

波形峰峰值小于将所述加速段信号输入马达后的马达振动波形峰峰值。

- [权利要求 6] 根据权利要求1所述的马达驱动信号生成方法，其特征在于，所述调整所述第二马达驱动信号的衰减段信号参数以得到刹车效率最高的第二马达驱动信号，将刹车效率最高的第二马达驱动信号确定为最终的马达驱动信号的步骤，具体包括：
- 改变所述衰减段信号的时长、衰减强度及初始幅值中的至少一者，以形成多个不同的衰减段信号；
- 获取具有所述多个不同的衰减段信号的第二马达驱动信号的刹车效率；
- 将刹车效率最高的第二马达驱动信号确定为最终的马达驱动信号。
- [权利要求 7] 根据权利要求6所述的马达驱动信号生成方法，其特征在于，所述恒定段信号频率固定；所述衰减段信号的时长为所述恒定段信号的半个周期的整数倍。
- [权利要求 8] 根据权利要求1所述的马达驱动信号生成方法，其特征在于，所述恒定段信号的频率和所述衰减段信号的频率均小于120赫兹。
- [权利要求 9] 一种电子设备，其特征在于，包括：
- 至少一个处理器；以及，
- 与所述至少一个处理器通信连接的存储器；其中，
- 所述存储器存储有可被所述至少一个处理器执行的指令，所述指令被所述至少一个处理器执行，以使所述至少一个处理器能够执行如权利要求1至8中任一所述的马达驱动信号生成方法。
- [权利要求 10] 一种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权利要求1至8中任一项所述的马达驱动信号生成方法。

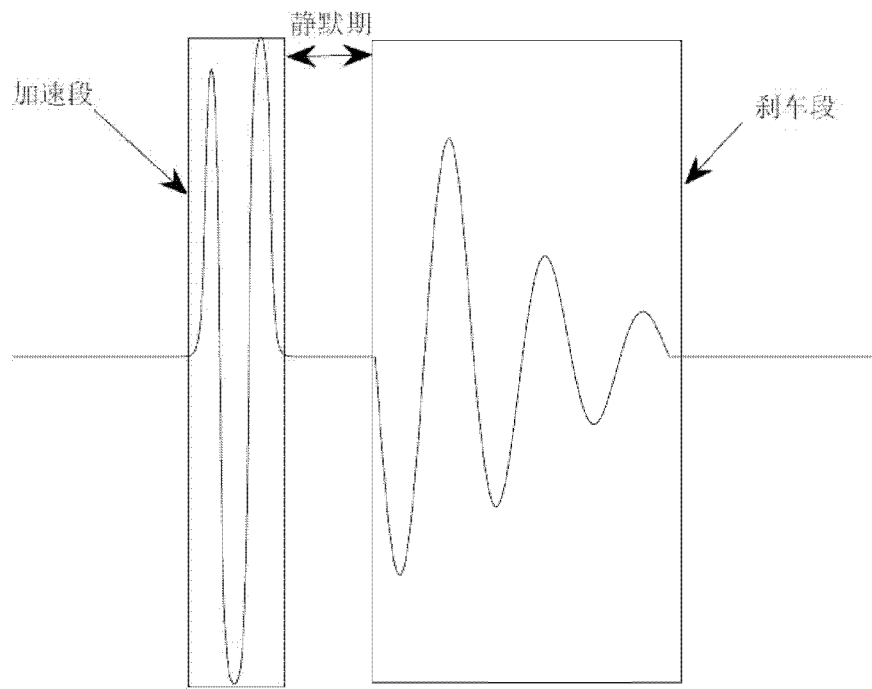


图 1

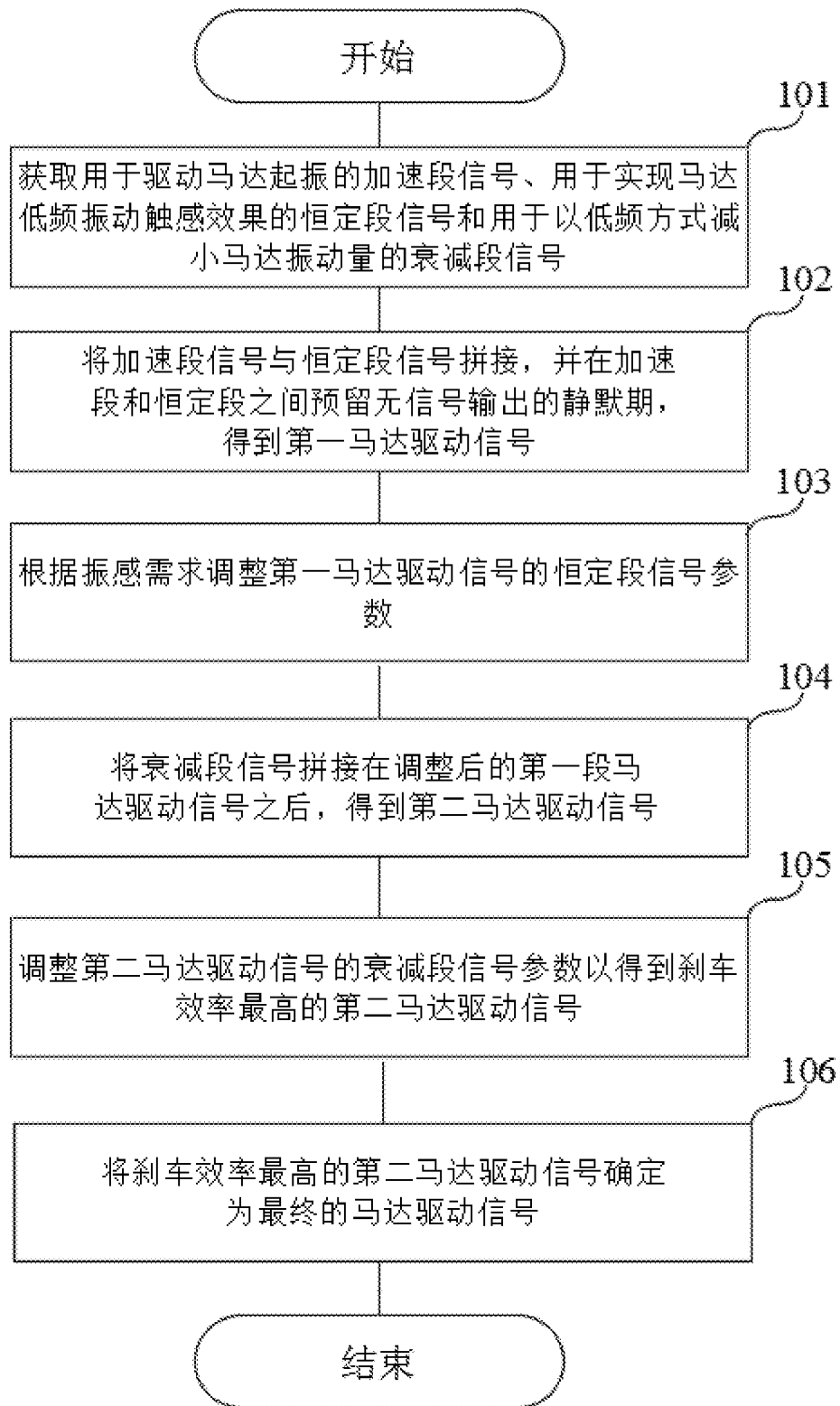


图 2

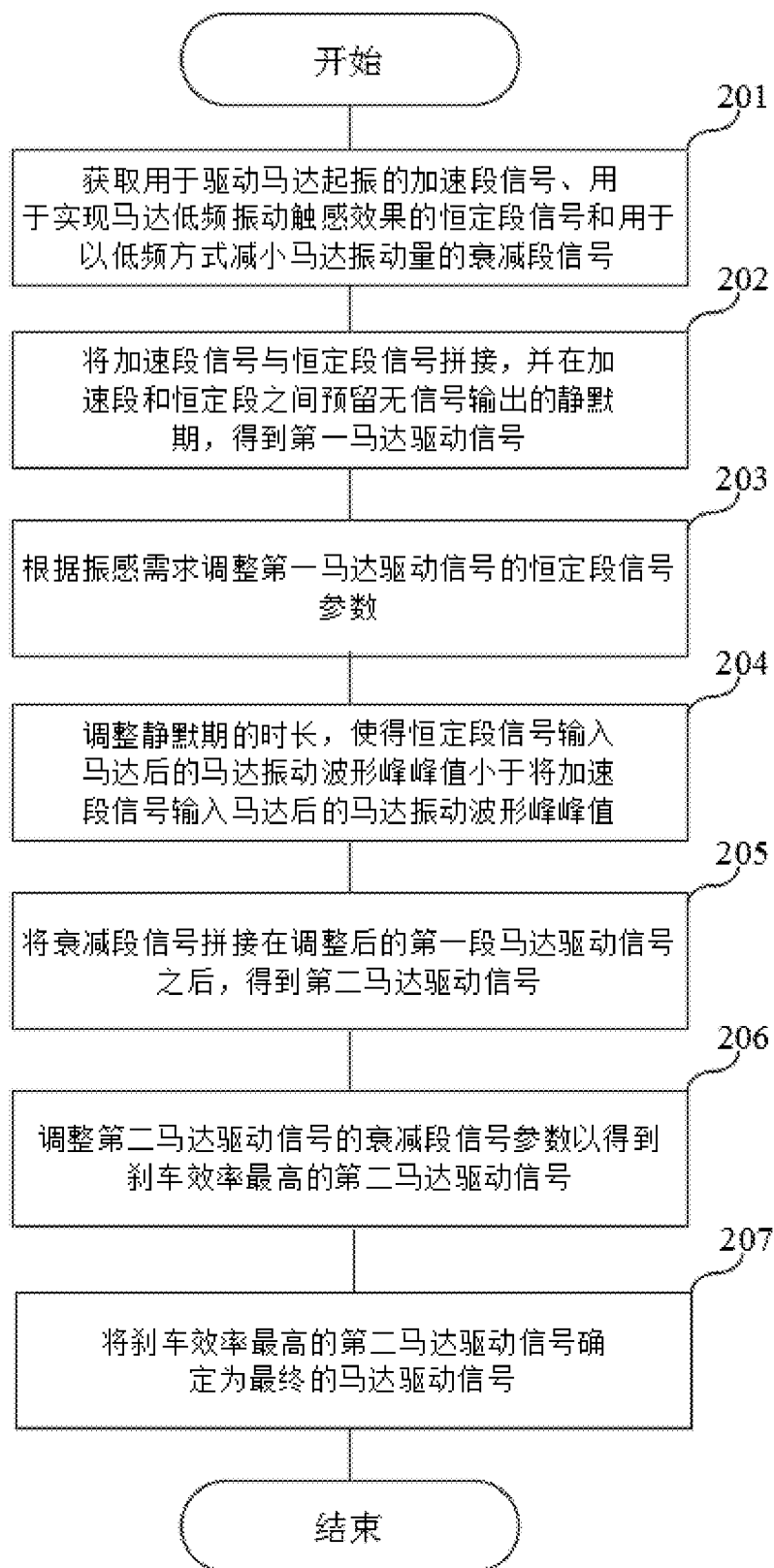


图 3

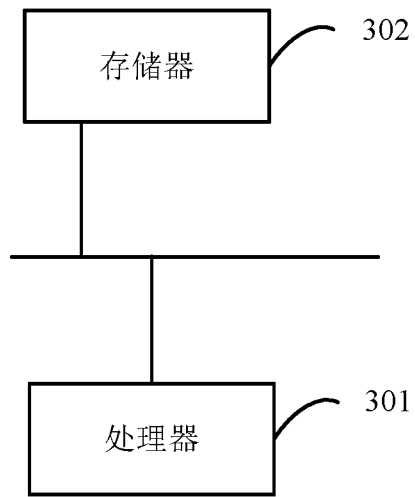


图 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/113828

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06F 3/01(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)

G06F; 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)

CNPAT, WPI, EPODOC, CNKI, IEEE: 触感, 触觉, 反馈, 振动, 刹车, 衰减, 马达, 低频, 厚重, tactile, haptic, feedback, vibrate, brake, damping, motor, actuator, low frequency

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 110011591 A (AAC TECHNOLOGIES PTE. LTD.) 12 July 2019 (2019-07-12) claims 1-10, description, paragraphs [0028]-[0071], and figures 2-4	1-10
A	CN 103793050 A (TEXAS INSTRUMENTS INC.) 14 May 2014 (2014-05-14) description, paragraphs [0034]-[0066], and figures 1-2	1-10
A	CN 108475106 A (DAV CORPORATION) 31 August 2018 (2018-08-31) entire document	1-10
A	CN 108258973 A (AAC TECHNOLOGIES SINGAPORE CO., LTD.) 06 July 2018 (2018-07-06) entire document	1-10
A	CN 108334193 A (AAC TECHNOLOGIES SINGAPORE CO., LTD.) 27 July 2018 (2018-07-27) entire document	1-10
A	US 2017344117 A1 (LENOVO SINGAPORE PTE. LTD.) 30 November 2017 (2017-11-30) 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

13 January 2020

Date of mailing of the international search report

23 January 2020

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration
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/CN2019/113828

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	110011591	A	12 July 2019	None			
CN	103793050	A	14 May 2014	CN	103793050	B	07 August 2018
				US	9274602	B2	01 March 2016
				US	2014118126	A1	01 May 2014
CN	108475106	A	31 August 2018	WO	2017064219	A1	20 April 2017
				JP	2018536224	A	06 December 2018
				US	2018364805	A1	20 December 2018
				FR	3042289	A1	14 April 2017
				EP	3362873	A1	22 August 2018
				FR	3042289	B1	16 August 2019
CN	108258973	A	06 July 2018	JP	2019122257	A	22 July 2019
				US	2019207547	A1	04 July 2019
CN	108334193	A	27 July 2018	US	2019204922	A1	04 July 2019
				JP	2019122256	A	22 July 2019
US	2017344117	A1	30 November 2017	JP	2017211820	A	30 November 2017
				JP	6152243	B1	21 June 2017

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/113828

A. 主题的分类

G06F 3/01 (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)

G06F; 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))

CNPAT, WPI, EPDOC, CNKI, IEEE: 触感, 触觉, 反馈, 振动, 刹车, 衰减, 马达, 低频, 厚重, tactile, haptic, feedback, vibrate, brake, damping, motor, actuator, low frequency

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 110011591 A (瑞声科技新加坡有限公司) 2019年 7月 12日 (2019 - 07 - 12) 权利要求1-10, 说明书第[0028]-[0071]段, 图2-4	1-10
A	CN 103793050 A (德州仪器公司) 2014年 5月 14日 (2014 - 05 - 14) 说明书第[0034]-[0066]段, 图1-2	1-10
A	CN 108475106 A (DAV公司) 2018年 8月 31日 (2018 - 08 - 31) 全文	1-10
A	CN 108258973 A (瑞声科技新加坡有限公司) 2018年 7月 6日 (2018 - 07 - 06) 全文	1-10
A	CN 108334193 A (瑞声科技新加坡有限公司) 2018年 7月 27日 (2018 - 07 - 27) 全文	1-10
A	US 2017344117 A1 (LENOVO SINGAPORE PTE. LTD.) 2017年 11月 30日 (2017 - 11 - 30) 全文	1-10



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 1月 13日

国际检索报告邮寄日期

2020年 1月 23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

受权官员

汤场

电话号码 86-(10)-53961507

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/113828

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	110011591	A	2019年 7月 12日	无			
CN	103793050	A	2014年 5月 14日	CN	103793050	B	2018年 8月 7日
				US	9274602	B2	2016年 3月 1日
				US	2014118126	A1	2014年 5月 1日
CN	108475106	A	2018年 8月 31日	WO	2017064219	A1	2017年 4月 20日
				JP	2018536224	A	2018年 12月 6日
				US	2018364805	A1	2018年 12月 20日
				FR	3042289	A1	2017年 4月 14日
				EP	3362873	A1	2018年 8月 22日
				FR	3042289	B1	2019年 8月 16日
CN	108258973	A	2018年 7月 6日	JP	2019122257	A	2019年 7月 22日
				US	2019207547	A1	2019年 7月 4日
CN	108334193	A	2018年 7月 27日	US	2019204922	A1	2019年 7月 4日
				JP	2019122256	A	2019年 7月 22日
US	2017344117	A1	2017年 11月 30日	JP	2017211820	A	2017年 11月 30日
				JP	6152243	B1	2017年 6月 21日