

(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 12 月 30 日 (30.12.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/258227 A1

(51) 国际专利分类号:

G06F 3/01 (2006.01)

(21) 国际申请号:

PCT/CN2019/093609

(22) 国际申请日:

2019 年 6 月 28 日 (28.06.2019)

(25) 申请语言:

中文

(26) 公布语言:

中文

(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]; 新加坡新加坡市卡文迪什科技园大道85号2楼8号, Singapore 118259 (SG)。

(72) 发明人: 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)。向征(XIANG, Zheng); 中国广东省深圳市南山区高新

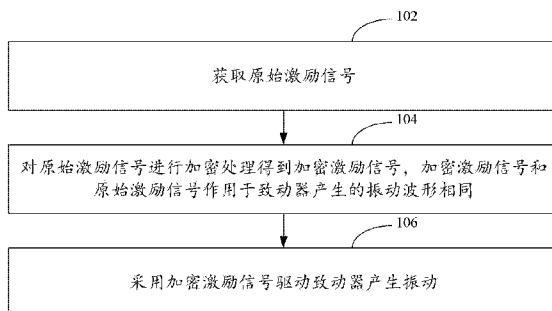
区南区粤兴三道6号南京大学深圳产学研大楼A座, Guangdong 518057 (CN)。郭璇(GUO, Xuan); 中国广东省深圳市南山区高新区南区粤兴三道6号南京大学深圳产学研大楼A座, Guangdong 518057 (CN)。李涛(LI, Tao); 中国广东省深圳市南山区高新区南区粤兴三道6号南京大学深圳产学研大楼A座, Guangdong 518057 (CN)。

(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,

(54) Title: ACTUATOR EXCITATION SIGNAL PROCESSING METHOD AND APPARATUS, COMPUTER DEVICE, AND STORAGE MEDIUM

(54) 发明名称: 致动器激励信号处理方法、装置、计算机设备及存储介质



102 Acquire an original excitation signal

104 Encrypt the original excitation signal to obtain an encrypted excitation signal, the encrypted excitation signal and the original excitation signal producing the same vibration waveform when acting on an actuator

106 Use the encrypted excitation signal to drive the actuator to produce vibration

图 1

(57) Abstract: An actuator excitation signal processing method, the method comprising: acquiring an original excitation signal; encrypting the original excitation signal to obtain an encrypted excitation signal, the encrypted excitation signal and the original excitation signal producing the same vibration waveform when acting on an actuator; and using the encrypted excitation signal to drive the actuator to produce vibration. By means of encrypting the original excitation signal, the present actuator excitation signal processing method can effectively solve the problem of excitation signals being stolen. Also disclosed are an actuator excitation signal processing apparatus, a computer device, and a storage medium.

(57) 摘要: 一种致动器激励信号处理方法, 所述方法包括: 获取原始激励信号; 对所述原始激励信号进行加密处理得到加密激励信号, 所述加密激励信号和所述原始激励信号作用于致动器产生的振动波形相同; 采用所述加密激励信号驱动所述致动器产生振动。该致动器激励信号处理方法通过对原始激励信号进行加密, 可以有效地解决激励信号被盗用的问题。此外, 还提出了一种致动器激励信号处理装置、计算机设备及存储介质。

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))。

致动器激励信号处理方法、装置、计算机设备及存储介质

【技术领域】

本申请涉及一种信号处理领域，具体涉及一种致动器激励信号处理方法、装置、计算机设备及存储介质。

【背景技术】

触觉是人们感知世界的一种重要信息传递的方式，不同于视觉和听觉。在某些较为抽象，且不具备声音和画面条件的场景下，触觉能给用户带来准确的判断以及丰富的信息提示，因此具有重大的应用价值。

随着手机行业、游戏行业、VR 行业等市场在触觉领域的不断兴起，振动形式的触觉反馈在电子消费产品中得以广泛应用。不同体验的振动反馈是通过作用于致动器（比如，马达）的不同激励信号实现的（参考图 2）。传统的电子设备的激励信号可以很轻松地采集获得，容易被竞争对手模拟复制，导致激励信号被盗用的情况频繁发生，给激励信号的开发者造成损失。

【发明内容】

本申请针对解决电子设备的激励信号容易被模拟复制的问题，提供一种可以防止被盗用的致动器激励信号处理方法、装置、计算机设备及存储介质。

一种致动器激励信号处理方法，所述方法包括：

获取原始激励信号；

对所述原始激励信号进行加密处理得到加密激励信号，所述加密激励信号和所述原始激励信号作用于致动器产生的振动波形相同；

采用所述加密激励信号驱动所述致动器产生振动。

在其中一个实施例中，所述对所述原始激励信号进行加密处理得到加密激励信号，包括：对所述原始激励信号进行振动模拟处理，得到仿真振动加速度波形；将所述仿真振动加速度波形进行均衡处理得到所述加密激励信号。

在其中一个实施例中，所述将所述仿真振动加速度波形进行均衡处理得到所述加密激励信号，包括：对所述仿真振动加速度波形中的高频或低频进行调制得到加密激励信号。

在其中一个实施例中，所述对所述原始激励信号进行振动模拟处理，得到仿真振动加速度波形，包括：获取所述致动器的线性参数；根据所述线性参数对所述原始激励信号进行振动模拟处理，得到所述仿真振动加速度波形。

在其中一个实施例中，所述致动器为马达；所述获取所述致动器的线性参数，包括：获取所述马达的马达线性参数；所述根据所述线性参数对所述原始激励信号进行振动模拟处理，得到所述仿真振动加速度波形，包括：根据所述马达线性参数对所述原始激励信号进行振动模拟处理，得到所述仿真振动加速度波形。

在其中一个实施例中，所述对所述原始激励信号进行加密处理得到加密激励信号，包括：对所述原始激励信号采用至少一个振动模拟模型进行处理，得到仿真振动加速度波形；采用至少一个均衡模块对所述仿真振动加速度波形进行均衡处理，得到所述加密激励信号。

一种致动器激励信号处理装置，所述装置包括：

获取模块，用于获取原始激励信号；

加密模块，用于对所述原始激励信号进行加密处理得到加密激励信号，所述加密激励信号和所述原始激励信号作用于致动器产生的振动波形相同；

驱动模块，用于采用所述加密激励信号驱动所述致动器产生振动。

在其中一个实施例中，所述加密模块还用于对所述原始激励信号进行振动模拟处理，得到仿真振动加速度波形，将所述仿真振动加速度波形进行均衡处理得到所述加密激励信号。

在其中一个实施例中，所述加密模块还用于对所述仿真振动加速度波形中的高频或低频进行调制得到加密激励信号。

在其中一个实施例中，所述加密模块还用于获取所述致动器的线性参数；根据所述线性参数对所述原始激励信号进行振动模拟处理，得到所述仿真振动加速度波形。

在其中一个实施例中，所述致动器为马达；所述获取模块还用于获取所述马达的马达线性参数；所述加密模块还用于根据所述马达线性参数对所述原始激励信号进行振动模拟处理，得到所述仿真振动加速度波形。

在其中一个实施例中，所述加密模块还用于对所述原始激励信号采用至少一个振动模拟模型进行处理，得到仿真振动加速度波形，采用至少一个均衡模块对所述仿真振动加速度波形进行均衡处理，得到所述加密激励信号。

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：

获取原始激励信号；

对所述原始激励信号进行加密处理得到加密激励信号，所述加密激励信号和所述原始激励信号作用于致动器产生的振动波形相同；

采用所述加密激励信号驱动所述致动器产生振动。

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，使得所述处理器执行以下步骤：

获取原始激励信号；

对所述原始激励信号进行加密处理得到加密激励信号，所述加密激励信号和所述原始激励信号作用于致动器产生的振动波形相同；

采用所述加密激励信号驱动所述致动器产生振动。

上述致动器激励信号处理方法、装置、计算机设备及存储介质，首先获取原始激励信号，然后对原始激励信号进行加密处理得到加密激励信号，该加密激励信号和原始激励信号作用于致动器产生的振动波形相同，所以可以采用加密激励信号驱动致动器产生振动。加密激励信号改变了原始激励信号的形状，但是最后作用于致动器产生的振动波形相同，从而既可以得到原始激励信号对应的振动波形，又可以避免将原始激励信号泄露，有效地解决了激励信号被盗用的问题。

【附图说明】

图 1 为一个实施例中致动器激励信号处理方法的流程图；

图 2 为传统的直接采用原始激励信号作用于致动器的过程示意图；

图 3 为一个实施例中原始激励信号经过加密得到加密激励信号，然后作用于致动器的过程示意图；

图 4 为一个实施例中对原始激励信号进行加密的过程示意图；

图 5 为一个实施例中对马达进行加密前后的频响示意图；

图 6 为一个实施例中致动器激励信号处理装置的结构框图；

图 7 为一个实施例中计算机设备的内部结构图。

【具体实施方式】

为了使本申请的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对本申请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仅用以解释本申请，并不用于限定本申请。

如图 1 所示，提出了一种致动器激励信号处理方法，该致动器激励信号处理方法可以应用于终端，本实施例以应用于终端举例说明。该致动器激励信号处理方法具体包括以下步骤：

步骤 102，获取原始激励信号。

其中，激励信号用于驱动致动器振动。原始激励信号是指未加密的激励信号，采用原始激励信号直接作用于致动器可以产生相应的振动波形。如图 2 所示，为传统的直接采用原始激励信号作用于致动器的过程示意图。但是如果原始激励信号 $U(t)$ 的波形直接给出，那么很容易通过 $U(t)$ 的波形反推出激励信号的生成机制，从而容易导致激励信号被盗用的情况出现。

步骤 104，对原始激励信号进行加密处理得到加密激励信号，加密激励信号和原始激励信号作用于致动器产生的振动波形相同。

其中，加密激励信号是指对原始激励信号进行加密处理之后得到的信号。致动器是指能够产生振动的振动器，比如，马达。

加密激励信号改变了原始激励信号的波形，但是加密激励信号和原始激励信号作用于致动器产生的振动波形相同。需要说明的是，这里的振动波形相同并不是绝对相同，而是相对相同，存在的差异可以忽略。

在一个实施例中，对原始激励信号进行加密处理可以通过放大原始激励信号中的高频或低频部分的信号，使得原始激励信号中的高频或低频部分变得明显，从而达到加密的效果。加密激励信号在对致动器进行驱动时，被放大的高频或低频部分的信号对致动器没有影响，所以保证了加密激励信号作用于驱动器产生的振动波形与原始激励信号作用于致动器产生的振动波形几乎相同。需要说明的是，对原始激励信号的方式有多种，这里并不对加密的方式进行限定。

步骤 106，采用加密激励信号驱动致动器产生振动。

其中，采用加密后的加密激励信号来驱动致动器振动，产生振动波形。如图 3 所示，为一个实施例中，原始激励信号经过加密得到加密激励信号，然后作用于致动器的过程示意图。

上述致动器激励信号处理方法，首先获取原始激励信号，然后对原始激励信号进行加密处理得到加密激励信号，该加密激励信号和原始激励信号作用于致动器产生的振动波形相同，所以可以采用加密激励信号驱动致动器产生振动。加密激励信号改变了原始激励信号的形状，但是最后作用

于致动器产生的振动波形相同，从而既可以得到原始激励信号对应的振动波形，又可以避免将原始激励信号泄露，有效地解决了激励信号被盗用的问题。

在一个实施例中，对原始激励信号进行加密处理得到加密激励信号，包括：对原始激励信号进行振动模拟处理，得到仿真振动加速度波形；将仿真振动加速度波形进行均衡处理得到加密激励信号。

其中，振动模拟处理是指将原始激励信号通过振动模拟为仿真振动加速度波形，即模拟致动器的振动。然后将仿真振动加速度波形进行均衡处理，均衡处理是加密的过程，均衡的过程可以通过放大高频或低频部分的信号进行加密，得到加密激励信号。如图4所示，为一个实施例中，以马达为例，对原始激励信号进行加密的过程示意图，原始激励信号 $U(t)$ 是经过马达振动模拟得到仿真振动加速度波形 $A1(t)$ ，然后通过均衡模块进行加密得到加密后的加密激励信号 $U1(t)$ ， $U1(t)$ 作用于马达，最后产生振动波形 $A(t)$ 。

振动模拟处理的原理如下：

由电压（激励信号）到加速度的传递函数可以表示为：

$$H(z) = \frac{\phi_0}{R_{eb}} \frac{1}{m_d} - \frac{\phi_0}{R_{eb}} \frac{1}{m_d^2} \frac{b_0 + b_1 z^{-1}}{1 + a_1 z^{-1} + a_2 z^{-2}}$$

其中， ϕ_0 是马达电磁力系数， R_{eb} 是马达电阻， m_d 为马达振子质量， z 为频率，其他系数定义如下：

$$a_1 = -2e^{-\omega_z \zeta_t} \cos(\omega_z \sqrt{1 - \zeta_t^2})$$

$$a_2 = e^{-2\omega_z \zeta_t}$$

$$\omega_z = \frac{\Omega_0}{f_s} \quad \zeta_t = \frac{1}{2Q_t}$$

$$b_0 = (C_1 + C_2)T_s = c_t T_s$$

$$b_1 = (C_1 \pi + C_2 \pi)T_s = c_t T_s$$

Ω_0 为 LRA 的谐振频率, f_s 为 ADC (数模转换器) 采样率, Q_t 为 LRA 的品质因子, c_t 为马达阻尼系数, C_1 和 C_2 为加速度增益常数, T_s 为周期。

在一个实施例中, 将仿真振动加速度波形进行均衡处理得到加密激励信号, 包括: 对仿真振动加速度波形中的高频或低频进行调制得到加密激励信号。

其中, 均衡处理的过程可以采用对仿真振动加速度波形中的高频或低频进行调制来完成, 调制是指将高频或低频部分的信号进行放大或缩小处理, 以便改变原始激励信号的波形。

如图 5 所示, 以马达为例, 加密前后的激励信号对马达的振动影响不大, 可以忽略。图 5 中马达的频响是短点线、EQ (均衡模块) 的频响是长点线、EQ 和马达级联 (cascade) 的频响是实线。从图中可以明显看出级联之后的频响几乎和马达的频响一致。所以可以采用加密后的加密激励信号代替原始激励信号驱动马达振动。

原理如下: 当仿真振动加速度波形通过 EQ (均衡模块) 时, 低频部分 (小于 20Hz) 会被放大 15dB 左右 (相对于 1KHz 后的数据), 这样得到的加密激励信号中的低频部分会比较明显, 从而达到加密效果。而 EQ+马达的级联的频响有 20dB 的衰减, 所以对最终的得到加速度波形几乎没有影响。

均衡模块 (EQ) 计算公式如下:

首先, EQ 传递函数的表达式为:

$$H_c(z) = \sigma_c \frac{1 + b_{1,a}z^{-1} + b_{2,a}z^{-2}}{1 + a_{1,d}z^{-1} + a_{2,d}z^{-2}} = \sigma_c \cdot H_{cl}(z)$$

其中,

$$\begin{aligned} b_{1,a} &= a_1 \\ b_{2,a} &= a_2 \\ a_{1,d} &= -2e^{-\omega_d \zeta_d} \cos(\omega_d \sqrt{1 - \zeta_d^2}) \\ a_{2,d} &= e^{-2\omega_d \zeta_d} \\ \omega_d &= \frac{\Omega_d}{f_s}, \quad \zeta_d = \frac{1}{2Q_d} \end{aligned}$$

Ω_d 和 Q_d 为指定的期望谐振频率和品质因子, z 为频率。

为了让加速度均衡之后高频附近为 0 增益, 增益系数 σ_c 求解方式为:

$$\sigma_c = \frac{1}{G_1 \cdot G_2}$$

其中:

$$G_1 = H(z) \Big|_{z=-1} = \frac{\phi_0}{R_{eb}} \frac{1}{m_d} - \frac{\phi_0}{R_{eb}} \frac{1}{m_d^2} \frac{b_0 - b_1}{1 - a_1 + a_2}$$

$$G_2 = H_{cl}(z) \Big|_{z=-1} = \frac{1 - b_{1,a} + b_{2,a}}{1 - a_{1,d} + a_{2,d}}$$

上述公式中, R_{eb} 为马达的直流阻, 其他参数定义同上。

在一个实施例中, 对原始激励信号进行振动模拟处理, 得到仿真振动加速度波形, 包括: 获取致动器的线性参数; 根据线性参数对原始激励信号进行振动模拟处理, 得到仿真振动加速度波形。

其中, 致动器的线性参数是指确定致动器功能的参数, 包括: 电磁力系数、弹簧劲度系数、音圈电感、无阻尼自然频率、有阻尼本征频率、加速度共振频率、机械阻尼系数、电阻尼系数等等。通过获取致动器的线性参数就可以模拟致动器的振动。所以根据线性参数对原始激励信号进行振动模拟处理, 这样就得到了仿真振动加速度波形。

在一个实施例中, 致动器为马达; 获取致动器的线性参数, 包括: 获取马达的马达线性参数; 根据线性参数对原始激励信号进行振动模拟处理, 得到仿真振动加速度波形, 包括: 根据马达线性参数对原始激励信号进行振动模拟处理, 得到仿真振动加速度波形。

其中, 马达是致动器的一种。当致动器为马达时, 获取马达的马达线性参数, 根据马达线性参数模拟马达振动, 得到原始激励信号对应的仿真振动加速度波形。

在一个实施例中, 对原始激励信号进行加密处理得到加密激励信号, 包括: 对原始激励信号采用至少一个振动模拟模型进行处理, 得到仿真振

动加速度波形；采用至少一个均衡模块对仿真振动加速度波形进行均衡处理，得到加密激励信号。

其中，对原始激励信号进行加密，可以采用振动模拟模型和均衡模块进行组合来完成加密过程。振动模拟模型的数量不限，均衡模块的数量也不限，可以根据实际需求自定义设置。振动模拟模型与均衡模块可以是一对一的关系，也可以是一对多的关系。

如图 6 所示，提出了一种致动器激励信号处理装置，该装置包括：

获取模块 602，用于获取原始激励信号；

加密模块 604，用于对所述原始激励信号进行加密处理得到加密激励信号，所述加密激励信号和所述原始激励信号作用于致动器产生的振动波形相同；

驱动模块 606，用于采用所述加密激励信号驱动所述致动器产生振动。

在一个实施例中，所述加密模块 604 还用于对所述原始激励信号进行振动模拟处理，得到仿真振动加速度波形，将所述仿真振动加速度波形进行均衡处理得到所述加密激励信号。

在一个实施例中，所述加密模块还用于对所述仿真振动加速度波形中的高频或低频进行调制得到加密激励信号。

在一个实施例中，所述加密模块还用于获取所述致动器的线性参数；根据所述线性参数对所述原始激励信号进行振动模拟处理，得到所述仿真振动加速度波形。

在一个实施例中，所述致动器为马达；所述获取模块还用于获取所述马达的马达线性参数；所述加密模块还用于根据所述马达线性参数对所述原始激励信号进行振动模拟处理，得到所述仿真振动加速度波形。

在一个实施例中，所述加密模块还用于对所述原始激励信号采用至少一个振动模拟模型进行处理，得到仿真振动加速度波形，采用至少一个均衡模块对所述仿真振动加速度波形进行均衡处理，得到所述加密激励信号。

图 7 示出了一个实施例中计算机设备的内部结构图。该计算机设备可以是终端。如图 7 所示，该计算机设备包括通过系统总线连接的处理器、存储器和网络接口。其中，存储器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，可使得处理器实现致动器激励信号处理方法。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，可使得处理器执行致动器激励信号处理方法。网络接口用于与外界进行通信。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，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：获取原始激励信号；对所述原始激励信号进行加密处理得到加密激励信号，所述加密激励信号和所述原始激励信号作用于致动器产生的振动波形相同；采用所述加密激励信号驱动所述致动器产生振动。

在一个实施例中，所述对所述原始激励信号进行加密处理得到加密激励信号，包括：对所述原始激励信号进行振动模拟处理，得到仿真振动加速度波形；将所述仿真振动加速度波形进行均衡处理得到所述加密激励信号。

在一个实施例中，所述将所述仿真振动加速度波形进行均衡处理得到所述加密激励信号，包括：对所述仿真振动加速度波形中的高频或低频进行调制得到加密激励信号。

在一个实施例中，所述对所述原始激励信号进行振动模拟处理，得到仿真振动加速度波形，包括：获取所述致动器的线性参数；根据所述线性参数对所述原始激励信号进行振动模拟处理，得到所述仿真振动加速度波形。

在一个实施例中，所述致动器为马达；所述获取所述致动器的线性参数，包括：获取所述马达的马达线性参数；所述根据所述线性参数对所述原始激励信号进行振动模拟处理，得到所述仿真振动加速度波形，包括：根据所述马达线性参数对所述原始激励信号进行振动模拟处理，得到所述仿真振动加速度波形。

在一个实施例中，所述对所述原始激励信号进行加密处理得到加密激励信号，包括：对所述原始激励信号采用至少一个振动模拟模型进行处理，得到仿真振动加速度波形；采用至少一个均衡模块对所述仿真振动加速度波形进行均衡处理，得到所述加密激励信号。

在一个实施例中，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，使得所述处理器执行以下步骤：获取原始激励信号；对所述原始激励信号进行加密处理得到加密激励信号，所述加密激励信号和所述原始激励信号作用于致动器产生的振动波形相同；采用所述加密激励信号驱动所述致动器产生振动。

在一个实施例中，所述对所述原始激励信号进行加密处理得到加密激励信号，包括：对所述原始激励信号进行振动模拟处理，得到仿真振动加速度波形；将所述仿真振动加速度波形进行均衡处理得到所述加密激励信号。

在一个实施例中，所述将所述仿真振动加速度波形进行均衡处理得到所述加密激励信号，包括：对所述仿真振动加速度波形中的高频或低频进行调制得到加密激励信号。

在一个实施例中，所述对所述原始激励信号进行振动模拟处理，得到仿真振动加速度波形，包括：获取所述致动器的线性参数；根据所述线性参数对所述原始激励信号进行振动模拟处理，得到所述仿真振动加速度波形。

在一个实施例中，所述致动器为马达；所述获取所述致动器的线性参数，包括：获取所述马达的马达线性参数；所述根据所述线性参数对所述

原始激励信号进行振动模拟处理，得到所述仿真振动加速度波形，包括：根据所述马达线性参数对所述原始激励信号进行振动模拟处理，得到所述仿真振动加速度波形。

在一个实施例中，所述对所述原始激励信号进行加密处理得到加密激励信号，包括：对所述原始激励信号采用至少一个振动模拟模型进行处理，得到仿真振动加速度波形；采用至少一个均衡模块对所述仿真振动加速度波形进行均衡处理，得到所述加密激励信号。

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。

以上实施例的各技术特征可以进行任意的组合，为使描述简洁，未对上述实施例中的各个技术特征所有可能的组合都进行描述，然而，只要这些技术特征的组合不存在矛盾，都应当认为是本说明书记载的范围。

以上所述实施例仅表达了本申请的几种实施方式，其描述较为具体和详细，但并不能因此而理解为对本申请专利范围的限制。应当指出的是，对于本领域的普通技术人员来说，在不脱离本申请构思的前提下，还可以做出若干变形和改进，这些都属于本申请的保护范围。因此，本申请专利的保护范围应以所附权利要求为准。

权 利 要 求 书

1、一种致动器激励信号处理方法，所述方法包括：

获取原始激励信号；

5 对所述原始激励信号进行加密处理得到加密激励信号，所述加密激励信号和所述原始激励信号作用于致动器产生的振动波形相同；

采用所述加密激励信号驱动所述致动器产生振动。

2、根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述对所述原始激励信号进行加密处理得到加密激励信号，包括：

10 对所述原始激励信号进行振动模拟处理，得到仿真振动加速度波形；
将所述仿真振动加速度波形进行均衡处理得到所述加密激励信号。

3、根据权利要求2所述的方法，其特征在于，所述将所述仿真振动加速度波形进行均衡处理得到所述加密激励信号，包括：

15 对所述仿真振动加速度波形中的高频或低频进行调制得到加密激励信号。

4、根据权利要求2所述的方法，其特征在于，所述对所述原始激励信号进行振动模拟处理，得到仿真振动加速度波形，包括：

获取所述致动器的线性参数；

20 根据所述线性参数对所述原始激励信号进行振动模拟处理，得到所述仿真振动加速度波形。

5、根据权利要求4所述的方法，其特征在于，所述致动器为马达；
所述获取所述致动器的线性参数，包括：

获取所述马达的马达线性参数；

25 所述根据所述线性参数对所述原始激励信号进行振动模拟处理，得到所述仿真振动加速度波形，包括：

根据所述马达线性参数对所述原始激励信号进行振动模拟处理，得到所述仿真振动加速度波形。

6、根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述对所述原始激励信号进行加密处理得到加密激励信号，包括：

对所述原始激励信号采用至少一个振动模拟模型进行处理，得到仿真振动加速度波形；

5 采用至少一个均衡模块对所述仿真振动加速度波形进行均衡处理，得到所述加密激励信号。

7、一种致动器激励信号处理装置，所述装置包括：

获取模块，用于获取原始激励信号；

10 加密模块，用于对所述原始激励信号进行加密处理得到加密激励信号，所述加密激励信号和所述原始激励信号作用于致动器产生的振动波形相同；

驱动模块，用于采用所述加密激励信号驱动所述致动器产生振动。

8、根据权利要求7所述的装置，其特征在于，所述加密模块还用于对所述原始激励信号进行振动模拟处理，得到仿真振动加速度波形，将所述仿真振动加速度波形进行均衡处理得到所述加密激励信号。

9、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如权利要求1至6中任一项所述方法的步骤。

10、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，使得所述处理器执行如权利要求1至6中任一项所述方法的步骤。

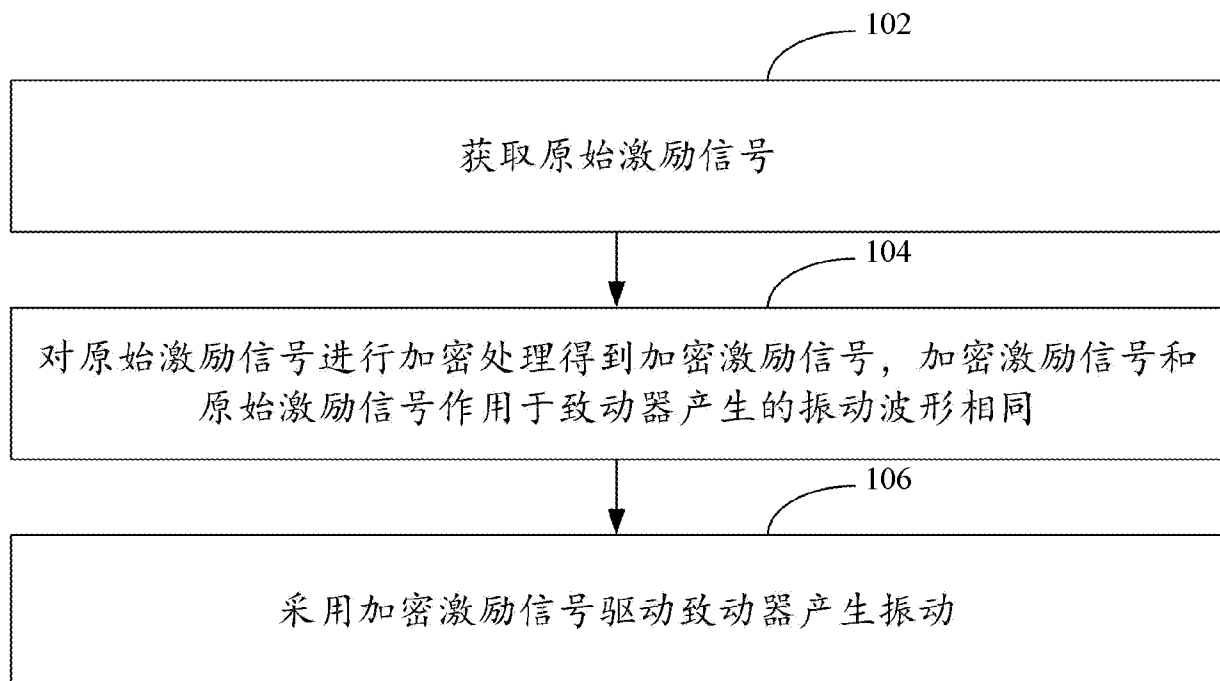


图 1

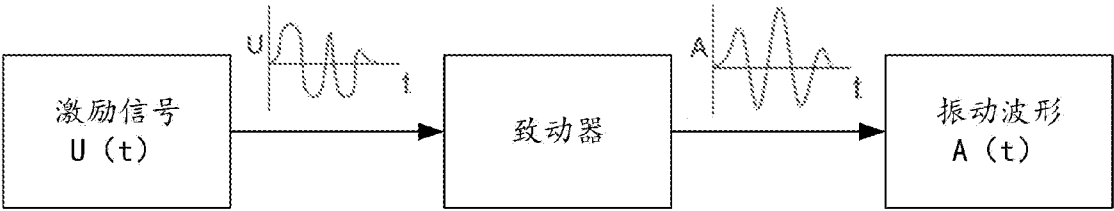


图 2

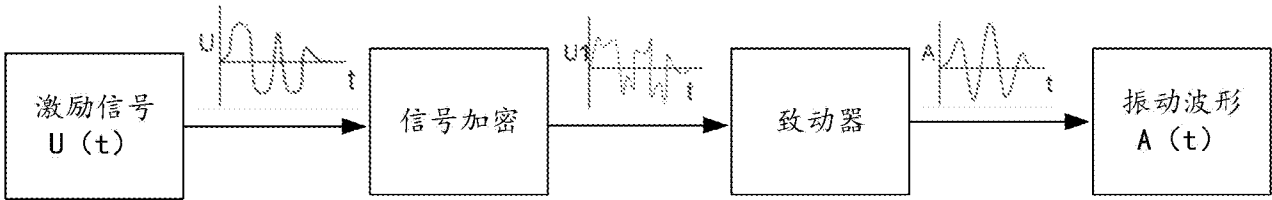


图 3

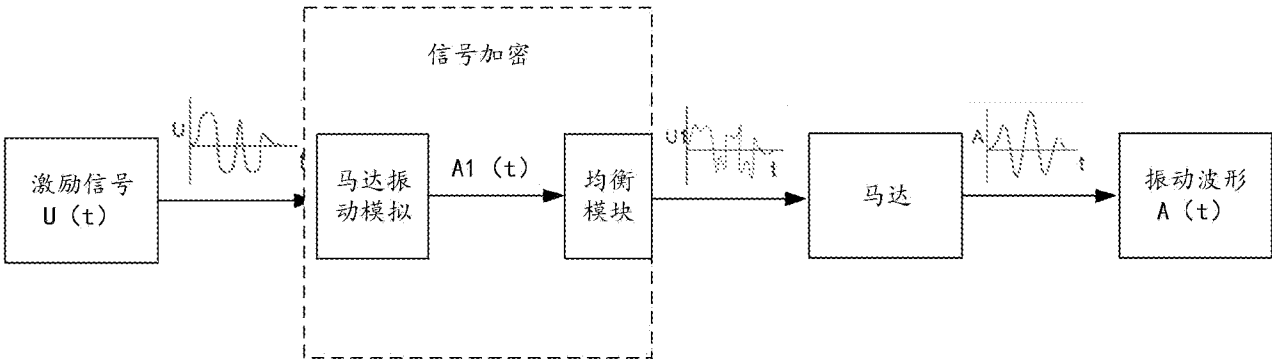


图 4

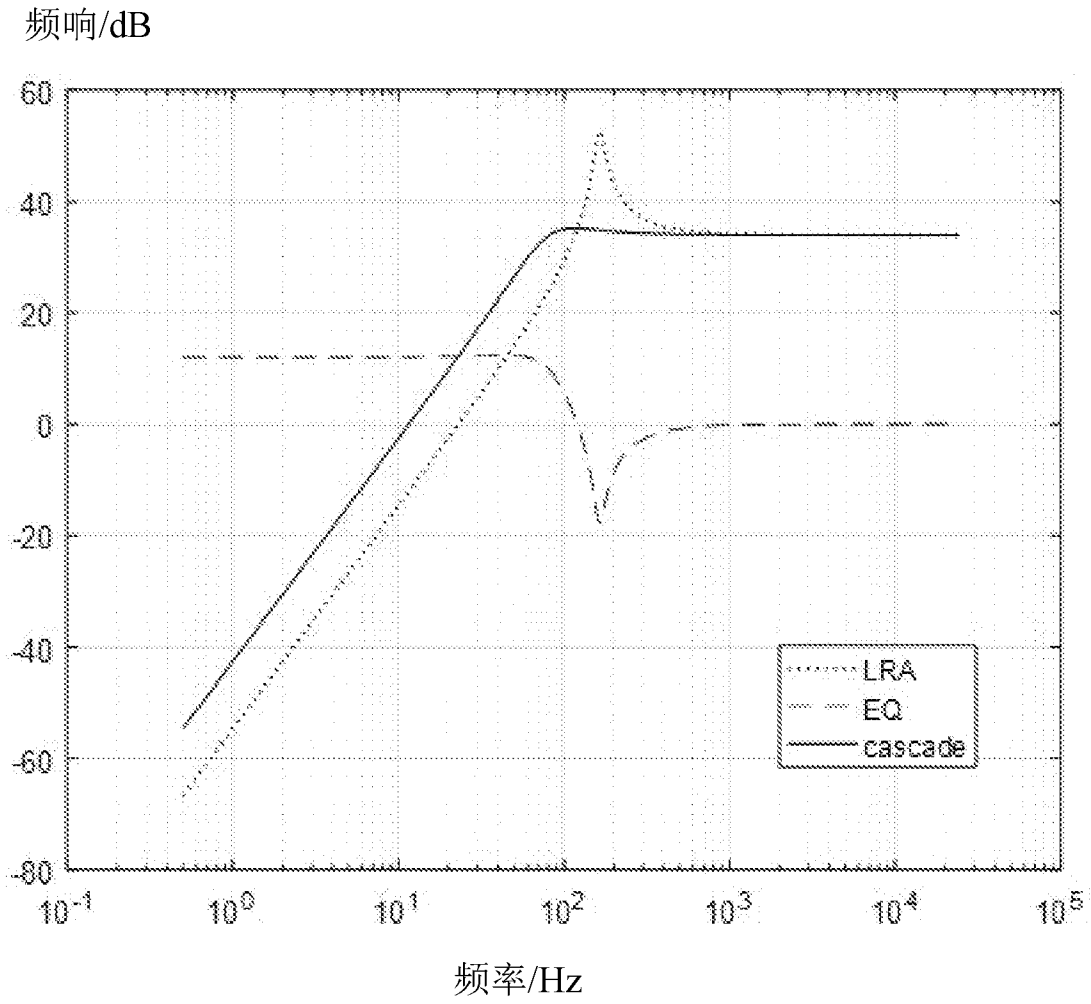


图 5

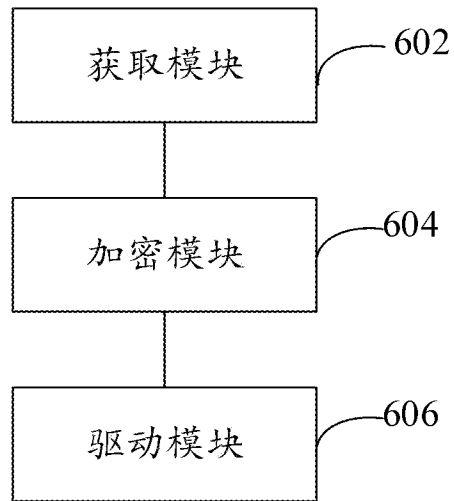


图 6

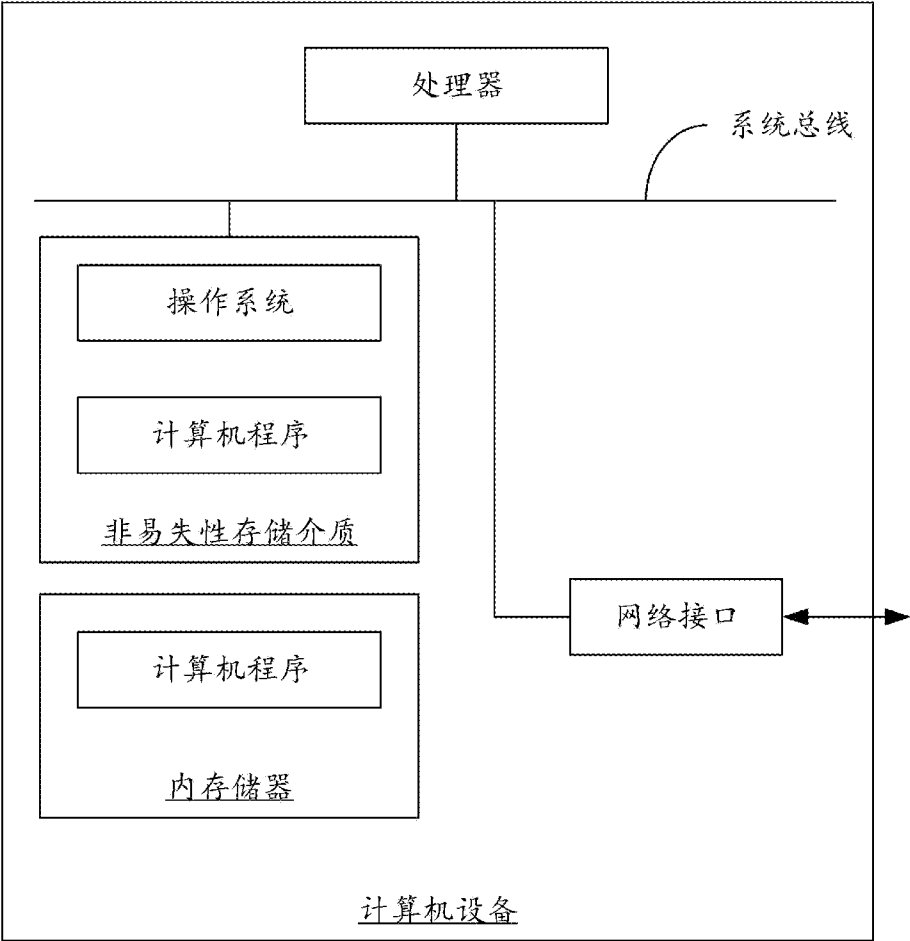


图 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2019/093609

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

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, CNKI, WPI, EPODOC, IEEE: 马达, 致动器, 驱动信号, 激励信号, 触觉, 振动, 加密, 防盗, 盗用, 波形, 复制, motor, actuator, driv+, excitat+, signal, sense, touch, vibrat+, encrypt+, waveform, copy

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 106713280 A (BEIJING DERA COLLAR NEW TECHNOLOGY CO., LTD.) 24 May 2017 (2017-05-24) description, paragraphs [0005]-[0034], and figures 1-3	1-10
A	CN 106208890 A (AAC TECHNOLOGIES PTE. LTD.) 07 December 2016 (2016-12-07) entire document	1-10
A	CN 108325806 A (AAC TECHNOLOGIES PTE. LTD.) 27 July 2018 (2018-07-27) entire document	1-10
A	CN 204481780 U (JILIN UNIVERSITY) 15 July 2015 (2015-07-15) entire document	1-10
A	US 2018028910 A1 (NINTENDO CO., LTD.) 01 February 2018 (2018-02-01) 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

05 March 2020

Date of mailing of the international search report

27 March 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

Authorized officer

Facsimile No. (86-10)62019451

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2019/093609

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	106713280	A	24 May 2017	CN	106713280	B	20 April 2018
CN	106208890	A	07 December 2016	US	10090796	B2	02 October 2018
				US	2018026572	A1	25 January 2018
CN	108325806	A	27 July 2018	US	2019206201	A1	04 July 2019
CN	204481780	U	15 July 2015	None			
US	2018028910	A1	01 February 2018	EP	3275518	A1	31 January 2018
				US	10328345	B2	25 June 2019
				JP	2018020088	A	08 February 2018

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2019/093609

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

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, CNKI, WPI, EPODOC, IEEE: 马达, 致动器, 驱动信号, 激励信号, 触觉, 振动, 加密, 防盗, 盗用, 波形, 复制, motor, actuator, driv+, excitat+, signal, sense, touch, vibrat+, encrypt+, waveform, copy

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
A	CN 106713280 A (北京得瑞领新科技有限公司) 2017年 5月 24日 (2017 - 05 - 24) 说明书第[0005]-[0034]段、图1-3	1-10
A	CN 106208890 A (瑞声科技新加坡有限公司) 2016年 12月 7日 (2016 - 12 - 07) 全文	1-10
A	CN 108325806 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	CN 204481780 U (吉林大学) 2015年 7月 15日 (2015 - 07 - 15) 全文	1-10
A	US 2018028910 A1 (NINTENDO CO., LTD.) 2018年 2月 1日 (2018 - 02 - 01) 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 3月 5日

国际检索报告邮寄日期

2020年 3月 27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

田晓云

电话号码 86-(10)-53961510

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2019/093609

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	106713280	A	2017年 5月 24日	CN	106713280	B	2018年 4月 20日
CN	106208890	A	2016年 12月 7日	US	10090796	B2	2018年 10月 2日
				US	2018026572	A1	2018年 1月 25日
CN	108325806	A	2018年 7月 27日	US	2019206201	A1	2019年 7月 4日
CN	204481780	U	2015年 7月 15日	无			
US	2018028910	A1	2018年 2月 1日	EP	3275518	A1	2018年 1月 31日
				US	10328345	B2	2019年 6月 25日
				JP	2018020088	A	2018年 2月 8日