

(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 5 月 5 日 (05.05.2022)



(10) 国际公布号
WO 2022/087828 A1

(51) 国际专利分类号:
H04N 5/225 (2006.01)

高新南区粤兴一道9号香港科大深圳产学研
大楼6楼, Guangdong 518057 (CN)。

(21) 国际申请号: PCT/CN2020/124030

(22) 国际申请日: 2020 年 10 月 27 日 (27.10.2020)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(71) 申请人: 深圳市大疆创新科技有限公司 (SZ DJI TECHNOLOGY CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省
深圳市南山区高新南区粤兴一道9号香港科大深圳
产学研大楼6楼, Guangdong 518057 (CN)。

(72) 发明人: 黄常建 (HUANG, Changjian); 中国广东省
深圳市南山区高新南区粤兴一道9号香港科大深圳
产学研大楼6楼, Guangdong 518057 (CN)。
殷汇鹏 (YIN, Huipeng); 中国广东省深圳市南山
区高新南区粤兴一道9号香港科大深圳产学研
大楼6楼, Guangdong 518057 (CN)。 曹中源
(CAO, Zhongyuan); 中国广东省深圳市南山区

(74) 代理人: 深圳市力道知识产权代理
事务所 (普通合伙) (SHENZHEN LIDAO
INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY (GENERAL
PARTNERSHIP)); 中国广东省深圳市福田区
园岭街道八卦一路50号鹏基商务时空大
厦1718, 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, 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。

(54) Title: FOLLOW FOCUS WHEEL CONTROL METHOD, FOLLOW FOCUS WHEEL, AND STORAGE MEDIUM

(54) 发明名称: 跟焦轮的控制方法、跟焦轮及存储介质

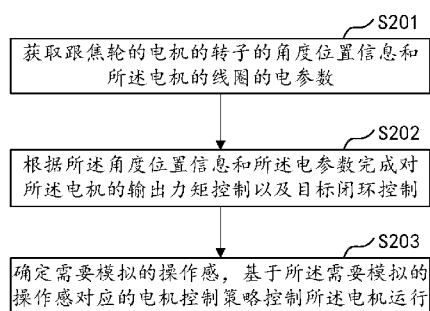


图 15

S201 Obtain angular position information of a rotor of a motor of a follow focus wheel and an electrical parameter of a coil of the motor
S202 Complete output torque control and target closed-loop control of the motor according to the angular position information and the electrical parameter
S203 Determine an operation sensation to be simulated, and control the running of the motor on the basis of a motor control policy corresponding to said operation sensation

(57) Abstract: A follow focus wheel control method, a follows focus wheel, and a storage medium. The control method comprises: obtaining angular position information of a rotor of a motor of a follow focus wheel and an electrical parameter of a coil of the motor (S201); completing output torque control and target closed-loop control of the motor according to the angular position information and the electrical parameter (S202); and determining an operation sensation to be simulated, and controlling the running of the motor on the basis of a motor control policy corresponding to said operation sensation, so as to provide corresponding operation sensation feedback (S203).

(57) 摘要: 一种跟焦轮的控制方法、跟焦轮及存储介质, 该控制方法包括: 获取跟焦轮的电机的转子的角度位置信息和所述电机的线圈的电参数 (S201); 根据所述角度位置信息和所述电参数完成对所述电机的输出力矩控制以及目标闭环控制 (S202); 确定需要模拟的操作感, 基于所述需要模拟的操作感对应的电机控制策略控制所述电机运行, 以提供相应的操作感反馈 (S203)。

(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))。

跟焦轮的控制方法、跟焦轮及存储介质

技术领域

本申请涉及电机控制技术领域，尤其涉及一种跟焦轮的控制方法、跟焦轮、
5 以及存储介质。

背景技术

随着短视频和视频博客的兴起和发展，人们对视频的拍摄质量和创意有了更高的要求，不仅希望可以拍摄出画质稳定、清晰和流畅的视频，还希望可以
10 利用跟焦轮使用跟焦技术进行拍摄，以求拍摄的视频给人耳目一新的感官体验。在使用跟焦技术时，需要对跟焦轮进行调节并希望跟焦轮提供给用户相应的操作感反馈，比如阻尼操作感反馈等，然而现有的操作感反馈均为通过物理部件实现的，比如阻尼操作感采用阻尼脂实现，这类通过物理部件实现操作感反馈易受环境影响，由此无法提供准确的操作感反馈，进而降低了用户的体验。

15

发明内容

基于此，本申请实施例提供了一种跟焦轮的控制方法、跟焦轮及存储介质，以便跟焦轮在不同的环境下均可提供准确的操作感，进而提高用户的体验。

第一方面，本申请实施例提供了一种跟焦轮的控制方法，所述跟焦轮包括
20 操作部件、电机、驱动电路和主控电路，所述驱动电路与所述电机电连接，所述主控电路与所述驱动电路电连接，所述操作部件与所述电机的转子机械耦合，并能够带动所述电机的转子一起转动；所述方法包括：

获取跟焦轮的电机的转子的角度位置信息和所述电机的线圈的电参数；

根据所述角度位置信息和所述电参数完成对所述电机的输出力矩控制以及
25 目标闭环控制，其中，所述目标闭环包括位置闭环和速度闭环中的至少一种，不同的目标闭环用于模拟不同类型的操作感，不同类型的操作感对应不同的电机控制策略；

确定需要模拟的操作感，基于所述需要模拟的操作感对应的电机控制策略控制所述电机运行，以提供相应的操作感反馈。

第二方面，本申请实施例还提供了一种跟焦轮，所述跟焦轮包括：

电机，所述电机包括转子和线圈；

5 操作部件，用于供用户操作而输入跟焦控制信号，所述操作部件与所述电机的转子机械耦合，并能够带动所述电机的转子一起转动；

驱动电路，所述驱动电路与所述电机连接，用于驱动所述电机转动；

10 主控电路，所述主控电路与所述驱动电路连接，用于根据所述转子的角度位置信息和电机的线圈的电参数完成对所述电机的输出力矩控制以及目标闭环控制，所述目标闭环包括位置闭环和速度闭环中的至少一种，不同的目标闭环用于模拟不同类型的操作感，不同类型的操作感对应不同的电机控制策略；

其中，所述主控电路还用于：确定需要模拟的操作感，基于所述需要模拟的操作感对应的电机控制策略控制所述电机运行，以提供相应的操作感反馈。

15 第三方面，本申请还提供了一种跟焦轮，所述跟焦轮的主控电路包括微控制单元，所述微控制单元包括处理器和存储器；

所述存储器用于存储计算机程序；

所述处理器，用于执行所述计算机程序并在执行所述计算机程序时，实现如本申请实施例提供的任一项所述的跟焦轮的控制方法的步骤。

20 第四方面，本申请实施例还提供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，所述计算机程序被处理器执行时使所述处理器实现如本申请实施例提供的任一项所述的跟焦轮的控制方法的步骤。

25 本申请实施例公开的跟焦轮的控制方法、跟焦轮及存储介质，可以通过电机运行相应的电机控制策略以提供不同的操作感，比如提供阻尼操作感、波轮操作感和回弹操作感等，通过电机模拟不同的操作感，可以不受环境因素的影响，因此可以提供更为准确的操作感，进而提高了用户体验。

应当理解的是，以上的一般描述和后文的细节描述仅是示例性和解释性的，并不能限制本申请。

附图说明

为了更清楚地说明本申请实施例技术方案，下面将对实施例描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图是本申请的一些实施例，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。

- 5 图 1 是本申请实施例提供的一种跟焦轮的结构示意图；
图 2 是本申请实施例提供的一种跟焦轮的电路结构的示意图；
图 3 是本申请实施例提供的跟焦轮的电机部分的结构示意图；
图 4 是图 3 沿 A-A 方向的截面结构示意图；
图 5 是本申请实施例提供的电机的闭环控制的原理示意图；
10 图 6 是本申请实施例提供的模拟阻尼操作感的原理示意图；
图 7 是本申请实施例提供的输出限幅与电机速度对应关系的示意图；
图 8a 和图 8b 是本申请实施例提供的模拟波轮操作感的原理示意图；
图 9a 和图 9b 是本申请实施例提供的模拟回弹操作感的原理示意图；
图 10 是本申请实施例提供的输出限幅与电机位置对应关系的示意图；
15 图 11 是本申请实施例提供的另一种跟焦轮的电路结构的示意图；
图 12 是本申请实施例提供的另一种跟焦轮的电路结构的示意图；
图 13 是本申请实施例提供的另一种跟焦轮的电路结构的示意图；
图 14 是本申请实施例提供的又一种跟焦轮的电路结构的示意图；
图 15 是本申请实施例提供的一种跟焦轮的控制方法的步骤示意图；
20 图 16 是本申请实施例提供的一种跟焦轮的示意框图。

具体实施方式

下面将结合本申请实施例中的附图，对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例是本申请一部分实施例，而不是全部
25 的实施例。基于本申请中的实施例，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，都属于本申请保护的范围。

还应当理解，在此本申请说明书中所使用的术语仅仅是出于描述特定实施例的目的而并不意在限制本申请。如在本申请说明书和所附权利要求书中所使用的那样，除非上下文清楚地指明其它情况，否则单数形式的“一”、“一个”及

“该”意在包括复数形式。

还应当进一步理解，在本申请说明书和所附权利要求书中使用的术语“和/或”是指相关联列出的项中的一个或多个的任何组合以及所有可能组合，并且包括这些组合。

5 附图中所示的流程图仅是示例说明，不是必须包括所有的内容和操作/步骤，也不是必须按所描述的顺序执行。例如，有的操作/步骤还可以分解、组合或部分合并，因此实际执行的顺序有可能根据实际情况改变。

10 目前，随着短视频和视频博客（Video log，Vlog）的兴起和发展，人们对视频的拍摄质量和创意有了更高的要求，不仅希望可以拍摄出画质稳定、清晰和流畅的视频，还希望可以利用跟焦轮使用跟焦技术进行拍摄，以求拍摄的视频给人耳目一新的感官体验。

15 在使用跟焦技术时，需要对跟焦轮进行调节并希望跟焦轮提供给用户相应的操作感反馈，比如阻尼操作感反馈等，然而现有的操作感反馈均为通过物理部件实现的，比如阻尼操作感采用阻尼脂实现，回弹手操作感通过弹性部件（如弹簧）实现，这类通过物理部件实现操作感反馈易受环境影响，比如阻尼脂在高温下会导致流动性增强，阻尼操作感反馈相对减小，甚至没有阻尼效果，但在低温下又会导致流动性减弱，阻尼操作感反馈增大，甚至无法转动。因此无法提供准确的操作感反馈，进而降低了用户的体验。

20 此外，在正常使用跟焦轮过程中，因为不同用户使用，对需要的操作感可能也会存在差异，比如不同用户对跟焦轮调节时，由于调节方式和力度的不同，对需要的阻尼操作感可能会存在差异，然而采用阻尼脂却无法实现针对不同的用户提供不同的阻尼操作感，比如具有不同阻尼大小的阻尼操作感。

25 为此，本申请的实施例提供了一种跟焦轮的控制方法、跟焦轮及计算机可读存储介质，可以通过电机模拟跟焦轮的操作感，进而解决了上述问题，提高了用户体验。

下面结合附图，对本申请的一些实施方式作详细说明。在不冲突的情况下，下述的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

30 请参阅图 1 和图 2，图 1 是本申请实施例提供的一种跟焦轮的结构示意图，图 2 是本申请实施例提供的一种跟焦轮的电路结构示意图。该跟焦轮 100 包括操作部件 10、电机 11、驱动电路 12 和主控电路 13，其中，该电机 11 包括转

子和线圈。

操作部件 10 用于供用户操作而输入跟焦控制信号，操作部件 10 与电机 11 的转子机械耦合，并能够带动电机 11 的转子一起转动，同时电机 11 的转子在转动时也会驱动操作部件 10 运动，进而可以模拟出相应的操作感反馈至该操作部件 10。

在本申请的实施例中，操作感可以包括阻尼操作感、波轮操作感或回弹操作感，当然还可包括其他类型的操作感，在此不做限定。

示例性的，如图 1 所示，操作部件 10 比如为胶圈 101，该胶圈 101 与电机 11 的转子机械耦合，比如通过轴连接或通过齿轮连接等，当用户转动该胶圈 101 时，胶圈 101 能够带动电机 11 的转子一起转动，同时电机 11 的转子在转动时也会带动胶圈 101 进行运动，进而可以模拟出阻尼操作感并反馈至胶圈 101。

可以理解的是，操作部件 10 还可以是其他部件，比如为旋钮部件或回弹部件，其中，旋钮部件需要反馈波轮操作感，回弹部件需要反馈回弹操作感。

在一些实施例中，如图 3 和图 4 所示，该跟焦轮 100 包括电路板 14，该电路板 14 上设置有驱动电路 12 和/或主控电路 13。具体地，可以将驱动电路 12 设置在电路板 14 上，同时电路板 14 还可以设置位置传感器，比如设置霍尔传感器 150，配合设置在电机 11 上的磁环 15，检测电机 11 的转子的角度位置信息。

电机 11 可以包括永磁同步电机或直流电机，当然也可以是其他类型的电机，在此不做限定。如图 4 所示，电机 11 包括转子 111 和线圈 112。

驱动电路 12 与电机 11 连接，用于驱动电机 11 的转子 111 转动，该驱动电路 12 具体可以采用三相逆变桥电路，通过 PWM 信号驱动电机 11 的转子 111 换相转动。

主控电路 13 与驱动电路 12 连接，用于根据电机 11 的转子 111 的角度位置信息和电机 11 的线圈 112 的电参数，完成对电机 11 的输出力矩控制以及目标闭环控制，主控电路 13 可以包括处理器和存储器。

具体地，该目标闭环包括位置闭环和速度闭环中的至少一种，不同的目标闭环用于模拟不同类型的操作感，不同类型的操作感对应不同的电机控制策略，电机 11 的线圈的电参数包括电流和/或电压。

示例性的，如表 1 所示，不同类型的操作感可以包括阻尼操作感、波轮操

作感或回弹操作感，其中，速度闭环用于模拟阻尼操作感，位置闭环用于模拟波轮操作感和回弹操作感。

表 1 为不同类型的操作感对应不同的电机控制策略

操作感的类型	目标闭环	电机控制策略
阻尼操作感	速度闭环	电机控制策略 I
波轮操作感	位置闭环	电机控制策略 II
回弹操作感	位置闭环	电机控制策略 III

在表 1 中，阻尼操作感运行在速度闭环上，即速度闭环用于实现阻尼操作感的反馈，模拟波轮操作感和回弹操作感运行在位置闭环上，即位置闭环用于模拟波轮操作感和回弹操作感。虽然模拟波轮操作感和回弹操作感均运行在位置闭环上，但是对应的电机控制策略却不同。

具体地，可以将表 1 存储在跟焦轮的存储器中，以便在确定需要模拟的操作感之后，查询该表以确定该需要模拟的操作感对应的电机控制策略。

在完成对电机 11 的输出力矩控制后，主控电路 13 还用于：确定需要模拟的操作感，基于需要模拟的操作感对应的电机控制策略控制电机 11 运行，以提供相应的操作感反馈。

示例性的，比如确定需要模拟的操作感为阻尼操作感，则基于阻尼操作感对应的电机控制策略 I 控制电机 11 运行，进而提供相应的阻尼操作感反馈；再比如确定需要模拟的操作感为回弹操作感，则基于回弹操作感对应的电机控制策略 III 控制电机 11 运行，进而提供相应的回弹操作感反馈。

基于需要模拟的操作感对应的电机控制策略控制电机 11 运行，具体可以控制电机 11 运行在需要模拟的操作感对应的目标闭环，确定目标参数并将所述目标输入至所述目标闭环进行闭环调节，以提供相应的操作感反馈。

示例性的，如图 5 所示，比如确定需要模拟的操作感为阻尼操作感，则可以控制电机运行在速度闭环上，以及确定目标速度将目标速度输入至速度闭环进行闭环调节，进而提供阻尼操作感反馈；再比如，确定需要模拟的操作感为回弹操作感，则可以控制电机运行在位置闭环上，以及确定目标位置将目标位置输入至位置闭环进行闭环调节，进而提供回弹操作感反馈。

在一些实施例中，主控电路 13 在完成对电机 11 的输出力矩控制时，具体

可以用于：根据转子 111 的角度位置信息和线圈 112 的电流，实现对电机 11 的电流闭环控制，进而完成对电机 11 的输出力矩控制。并且电机 11 的线圈 112 的电流与所述输出力矩呈线性关系，即电机的电流越大，其输出力矩就越大，由此可以方便调节同一类型操作感的力度大小，以满足不同用户的需要，进而解决不同用户的差异性需求，由此提高了用户的体验度。

确定需要模拟的操作感，具体可以根据检测到被操作的操作部件确定，比如当检测到用户操作胶圈 101 时，确定需要模拟的操作感为阻尼操作感；再比如当检测到用户操作回弹部件时，确定需要模拟的操作感为回弹操作感。当然，确定需要模拟的操作感，也可以根据用户选择的操作感的类型确定。

本申请实施例提供的跟焦轮的控制方法，可以通过在不同的目标闭环上控制电机运行相应的电机控制策略模拟出对应的操作感，进而提供不同的操作感反馈，比如提供阻尼操作感、波轮操作感和回弹操作感等，通过电机模拟不同的操作感，可以不受环境因素的影响，进而提高了用户体验。

以下将结合附图介绍本申请实施例提供的三种操作感的具体控制策略，即阻尼操作感对应的电机控制策略、波轮操作感对应的电机控制策略和回弹操作感对应的电机控制策略。

在一些实施例中，若需要模拟的操作感为阻尼操作感，对应的电机控制策略 1 为：控制电机 11 运行在速度闭环，将目标速度设置为零并输入至速度闭环，以使电机 11 根据目标速度进行速度闭环调节，进而提供阻尼操作感反馈。

在具体应用中，若需要模拟的操作感为阻尼操作感，操作部件具体可以为转动部件，该转动部件与电机 11 的转子机械耦合连接，在用户操作该转动部件时，主控电路 13 控制电机运行电机控制策略 1 以模拟阻尼操作感并反馈至该转动部件，以使用户感受到阻尼手感。

在一些实施例中，转动部件具体可以为胶圈 101，该胶圈 101 用于调节镜头的焦距，该胶圈 101 与电机 11 的转子 111 可以通过齿轮等方式，实现带动电机 11 的转子 111 一起转动。转动部件也可以为其他实现转动功能调节的部件，在此不做限定。

示例性的，如图 6 所示，以胶圈 101 为例介绍阻尼操作感，当用户扭转胶圈 101 时，比如用户扭转方向为逆时针方向，由于胶圈 101 与电机 11 的转子 111 机械耦合连接，因此胶圈 101 会带动电机 11 的转子 111 转动，比如也是按

照逆时针转动，控制电机 11 运行在速度闭环，并将目标速度设置为零输入至该速度闭环，电机 11 根据该目标速度进行速度闭环调节，由于目标速度为零，胶圈 101 逆时针转动（正向转动），速度闭环误差为负，电机 11 会根据正向转速输出反向转矩，即会使电机 11 的转子 111 向反方向（顺时针方向）转动，阻碍用户扭转胶圈 101，由此可以提供阻尼操作感反馈至胶圈 101。同理，胶圈 101 顺时针转动（反向转动），速度闭环误差为正，电机 11 会根据反向转速输出正向转矩，即会使电机 11 的转子 111 向反方向（逆时针方向）转动，阻碍用户扭转胶圈 101，使得用户感受到阻尼手感。由于是使用电机模拟的阻尼操作感，因此不会受温度等环境因素的影响，进而提高了用户的体验。

在一些实施例中，为了使得模拟的阻尼操作感更加真实，以提高用户的体验度。在提供阻尼操作感反馈时，所述电机的转速与所述电机的输出力矩呈正相关关系，且所述输出力矩不大于预设阈值。

电机的转速越快表示用户扭转的速度愉快，由于电机的转速与电机的输出力矩呈正相关关系，因此电机的转速快，电机的输出力矩就越大，因此对应的阻力就越大，阻尼操作感就越强烈，因此会使得阻尼操作感更加真实。示例性的，如图 7 所示，扭转时阻尼感不可能一直增大，因此限定输出力矩不大于预设阈值 A_0 ，即在电机速度到达一定值 V_0 时，输出力矩不再随着速度增加而增加。

在一些实施例中，若需要模拟的操作感为波轮操作感，对应的电机控制策略 II 为：控制电机 11 运行在位置闭环，获取电机 11 的转子 111 的当前位置，根据当前位置确定目标档位位置，并将确定的目标档位位置作为目标位置输入至位置闭环，以使电机 11 根据目标位置进行位置闭环调节，进而提供波轮操作感反馈。

示例性的，如图 8a 所示，在模拟的操作感为波轮操作感时，操作部件具体可以为旋钮部件，该旋钮部件与电机 11 的转子 111 连接，具体为轴连接，以在旋转部件转动时，带动电机 11 的转子 11 一起转动；当用户操作该旋钮部件时，主控电路 13 控制电机 11 运行模拟波轮操作感并反馈至该旋钮部件。

具体地，如图 8a 所示，该旋钮部件为旋钮 102，旋钮 102 对应不同的档位功能，具体地为六个档位功能，分别为档位 I、档位 II、档位 III、档位 IV、档位 V 和档位 VI，不同档位具有不同功能，以便用户通过旋转该旋钮 102 选择对

应的档位功能，在用户旋转该旋钮 102 时，需要模拟波轮操作感反馈给用户，以使用户感受到旋转到某个具体的档位。

5 由于，将目标档位位置作为目标位置输入至位置闭环，以使电机 11 根据目标位置进行位置闭环调节，进而使得用户在旋转旋钮 102 的过程中，会有齿槽转矩的手感，即波轮操作感。

获取电机 11 的转子 111 的当前位置，具体可以获取电机 11 的转子 111 的当前角度位置，根据当前角度位置确定目标档位位置，目标档位位置为从多个档位位置中确定的一个档位位置，档位位置也可以是角度位置，如图 8 所示，档位 I 对应的档位位置为 30 度、档位 II 对应的档位位置为 90 度、档位 III 对应的
10 的档位位置为 150 度、档位 IV 对应的档位位置为 210 度、档位 V 对应的档位位置为 270 度和档位 VI 对应的档位位置为 330 度。

在一些实施例中，根据当前位置确定目标档位位置，具体可以从多个档位位置中，确定与所述当前位置最近的档位位置作为目标档位位置，不同档位位置对应不同的档位。

15 示例性的，比如当前位置为 25 度，最靠近该当前位置的档位位置为档位 I，档位 I 对应的档位位置为 30 度，因此可以确定档位 I 的档位位置为目标档位位置。

在一些实施例中，根据当前位置确定目标档位位置，具体可以确定所述当前位置所属的预设位置范围，将确定的预设位置范围对应的档位位置作为目标
20 档位位置，其中，不同的预设位置范围对应不同的档位位置，具体参照表 2 和图 8b 所示。

表 2 为不同的预设位置范围对应不同的档位位置

预设位置范围(度)	[0, 60)	[60, 120)	[120, 180)	[180, 240)	[240, 300)	[300, 360)
档位位置(度)	30	90	150	210	270	330

在表 2 中，预设位置范围[0, 60)对应的档位位置为 30 度，预设位置范围[60, 120)对应的档位位置为 90 度，预设位置范围[120, 180)对应的档位位置为 150
25 度，预设位置范围[180, 240)对应的档位位置为 210 度，预设位置范围[240, 300)对应的档位位置为 270 度，预设位置范围[300, 360)对应的档位位置为 330 度。

由此可以获取电机的当前位置，并查询该当前位置位于的预设位置范围，

以确定对应的档位位置作为目标档位位置。

示例性的，如图 8b 所示，若确定电机的当前位置位于预设位置范围[60, 120)，则可以确定档位位置 90 度为目标档位位置。

需要说明的是，波轮操作感在实际应用中，比如可以应用于通过旋钮部件
5 选择相应的菜单选项，不同的菜单选项对应不同的功能，比如选择不同的拍摄模式，或者，选择不同拍照亮度大小。

在一些实施例中，若需要模拟的操作感为回弹操作感，对应的电机控制策略 III 为：控制电机 11 运行在位置闭环，将零位位置作为目标位置输入至位置闭环，以使电机 11 根据目标位置进行位置闭环调节，进而提供回弹操作感反馈；
10 其中，零位位置为参数调节范围的中间位置。

对于回弹操作感，操作部件包括回弹部件，该回弹部件与电机 11 的转子 111 连接，具体可以通过机械耦合连接，该机械耦合连接可以为用于实现摆动的连接结构等，比如为曲柄连杆机构。其中，在所述回弹部件被操作时，所述
主控电路控制所述电机运行模拟回弹操作感并反馈至所述回弹部件。

15 示例性的，如图 9a 所示，该回弹部件可以为摇杆 103。现有的摇杆的回弹操作感多数是由弹簧实现的，而弹簧随着使用时间增加，其弹力会逐渐变弱，进而影响回弹操作感。

参数调节范围可以摇杆在某一个方向上达到的范围，比如在水平方向上摇杆 103 左右所能达到的位置，再比如在竖直方向上遥控 103 上下所能达到的范
20 围。

示例性的，如图 9b 所示，确定需要模拟的操作感为回弹操作感时，比如当用户将摇杆 103 从位置 1 处摇到位置 2 处时，控制电机 11 运行在位置闭环，将零位位置（摇杆 103 的中间位置）作为目标位置输入至位置闭环，以使电机 11 根据目标位置进行位置闭环调节，即按照用户摆动方向从位置 1 将摇杆 103 摆
25 动到位置 2，而电机 11 在根据目标位置做闭环调节时则会输出反方向（电机调节方向）力矩，以驱动摇杆 103 在返回到位置 1，由此实现回弹操作感反馈。

在一些实施例中，为了使得模拟的回弹操作感更加真实，以提高用户的体验度，在提供回弹操作感反馈时，限定所述角度位置信息与所述电机的输出力矩呈正相关关系，且所述输出力矩不大于预设阈值。即角度位置信息偏离中间
30 位置越大，对应的电机的输出力矩就越大，对应的回弹操作感就越强，因此可

以可以模拟更为真实的回弹操作感。但是回弹操作感不能一直随着角度位置信息的变大而增强，因此可以限定所述输出力矩不大于预设阈值，即电机的转子的角度位置信息达到角度 S_0 时，输出力矩为 A_0 ，输出力矩不在增大。

在本申请的实施例中，获取电机 11 的转子 111 的角度位置信息，可以使用位置传感器获取，或者不使用位置传感器采用软件计算方式得到。

示例性的，跟焦轮 100 还包括位置传感器 16，位置传感器 16 用于检测电机 11 的转子的角度位置信息，并将所述角度位置信息发送给主控电路 13。其中，位置传感器 16 包括磁环霍尔传感器、光电编码器、磁编码器中的至少一种。

在本申请的实施例中，采用磁环位置霍尔传感器，具体如图 4 所示，磁环 15 安装在电机 11 上，霍尔传感器 150 安装在电路板 14 上，通过霍尔传感器 150 和磁环 15 检测电机 11 的转子的角度位置信息。其中，霍尔传感器可以采用单轴霍尔传感器，也可以采用三轴霍尔传感器，同时霍尔传感器的数量也不做限定，可以为一个或者多个。

示例性的，采用软件计算方式得到角度位置信息，主控电路具体可以获取所述电机工作时的电流和电压，并根据所述电流和电压计算得到所述电机的转子的角度位置信息。

在一些实施例中，为了方便用户操作以及快速确定需要模拟的操作感，并且为提高用户的体验度。示例性的，如图 12 所示，跟焦轮 100 还包括参数设置单元 17，参数设置单元 17 用于与主控电路 13 通信连接，以便获取用户设置的参数并发送给主控电路 13，其中，所述参数至少包括一种类型的操作感。

当主控电路 13 接收到用户设置的参数后，根据该参数包括的一种类型的操作感，确定需要模拟的操作感。

在一些实施例中，如图 13 和图 14 所示，参数设置单元 17 包括终端设备 171 和显示屏 172；其中，显示屏 172 与主控电路 13 连接以实现通信连接，或者，主控电路 13 包括无线通信模块，主控电路 13 通过无线通信模块与终端设备 171 建立无线通信连接。进而可以通过终端设备 171 或者显示屏 172 设置参数，比如设置需要模拟的操作感的类型或者阻力大小。

其中，该阻力大小用于调节操作感的力度，并且该阻力大小与电机 11 的线圈 112 的电流呈线性关系，即设置的阻力越大，电机 11 的线圈 112 的电流就越大，因此阻尼操作感就越强，由此方便用户设置适合自己的操作感。由此可以

满足不同用户对操作感的差异要求，通过调节阻力大小，调节操作感的力度大小，进而满足不同用户对跟焦轮调节时，对需要的操作感可能会存在差异的要求。

其中，无线通信模块比如为蓝牙模块、WiFi 模块、Zigbee 模块等，终端设备比如为手机、平板电脑、笔记本电脑、台式机电脑或可穿戴电子设备等。显示屏为触控显示器，包括 LED、LCD 或者 OLED 等类型的显示器。

用户通过终端设备 171 或者显示屏 172 设置的参数包括不同类型的操作感，比如为阻尼操作感、波轮操作感或回弹操作感。主控电路 13 用于：获取用户在终端设备 171 或者显示屏 172 显示的不同类型的操作感中选择的操作感，以确定需要模拟的操作感。

需要说明的是，参数设置单元 17 除了可以是终端设备 171 或显示屏 172 之外，还可以是物理按键。比如设置多个不同的按键，分别表示不同的类型操作感，当用户按压不同的按键时，可以选择不同类型的操作感；或者，设置一个按键，该按键包括多个不同的操作方式，分别表示不同类型的操作感。

请参阅图 15，图 15 是本申请实施例提供的一种跟焦轮的控制方法的示意流程图，该控制方法可以应用于本申请实施例提供的任一项所述的跟焦轮的主控电路，以提供更为准确的操作感反馈，进而提高用户的体验。

其中，该跟焦轮中预先保存有不同类型操作感对应不同的电机控制策略，示例性的，比如保存表 1 中的三种类型操作感对应的电机控制策略。以便在确定需要模拟的操作感时，确定对应的电机控制策略。

如图 15 所示，该跟焦轮的控制方法包括步骤 S201 至步骤 S203。

S101、获取跟焦轮的电机的转子的角度位置信息和所述电机的线圈的电参数；

S102、根据所述角度位置信息和所述电参数完成对所述电机的输出力矩控制以及目标闭环控制；

S103、确定需要模拟的操作感，基于所述需要模拟的操作感对应的电机控制策略控制所述电机运行，以提供相应的操作感反馈。

示例性的，可以根据电机的转子的角度位置信息和电机的线圈的电流，实现对电机的电流闭环控制，进而完成对所述电机的输出力矩控制，其中，电机的线圈的电流与所述输出力矩呈线性关系。

在本申请的实施例中,该目标闭环包括位置闭环和速度闭环中的至少一种,不同的目标闭环用于模拟不同类型的操作感,不同类型的操作感对应不同的电机控制策略。

5 基于所述需要模拟的操作感对应的电机控制策略控制所述电机运行,具体可以控制电机运行在需要模拟的操作感对应的目标闭环,并确定目标参数并将所述目标输入至所述目标闭环进行闭环调节,以提供相应的操作感反馈。

示例性的,如表1所示,不同类型的操作感包括阻尼操作感、波轮操作感或回弹操作感。其中,速度闭环用于模拟阻尼操作感,位置闭环用于模拟波轮操作感和回弹操作感,阻尼操作感对应电机控制策略I、波轮操作感对应电机
10 控制策略II和回弹操作感对应电机控制策略III。

在一些实施例中,电机控制策略I为:控制电机运行在速度闭环;将目标速度设置为零并输入至速度闭环,以使电机根据目标速度进行速度闭环调节,进而提供阻尼操作感反馈。

15 在一些实施例中,在控制电机运行电机控制策略I,提供阻尼操作感反馈时,还可以限定电机的转速与所述电机的输出力矩呈正相关关系,且所述输出力矩不大于预设阈值,由此可以模拟出更为真实的操作感。

20 在一些实施例中,电机控制策略II为:控制电机运行在位置闭环;获取电机的转子的当前位置,根据当前位置确定目标档位位置;将确定的目标档位位置作为目标位置输入至位置闭环,以使电机根据目标位置进行位置闭环调节,进而提供波轮操作感反馈。

其中,根据当前位置确定目标档位位置,具体可以采用以下两种方式:

方式一、确定当前位置所属的预设位置范围,将确定的预设位置范围对应的档位位置作为目标档位位置,其中,不同的预设位置范围对应不同的档位位置。

25 方式二、从多个档位位置中,确定与当前位置最近的档位位置作为目标档位位置,其中,不同的档位位置对应不同的档位。

30 在一些实施例中,电机控制策略III为:控制电机运行在位置闭环;将零位位置作为目标位置输入至位置闭环,以使电机根据所述目标位置进行位置闭环调节,进而提供回弹操作感反馈;其中,所述零位位置为参数调节范围的中间位置。

在控制电机运行电机控制策略III，提供回弹操作感反馈时，可以限定角度位置信息与所述电机的输出力矩呈正相关关系，且输出力矩不大于预设阈值，以便模拟出更为真实的操作感。

在本申请的实施例中，电机的线圈的电参数包括：电机的线圈的电流，和/或，电机的线圈的电压。

在一些实施例中，获取所述电机的转子的角度位置信息，可以通过位置传感器获取所述电机的转子的角度位置信息，其中，位置传感器包括磁环霍尔传感器、光电编码器、磁编码器中的至少一种。

在一些实施例中，获取所述电机的转子的角度位置信息，还可以获取所述电机工作时的电流和电压，并根据所述电流和电压确定所述电机的转子的角度位置信息。

在一些实施例中，为了提高用户体验，还可以通过跟焦轮的参数设置单元获取用户设置的参数，其中，所述参数至少包括一种类型的操作感。示例性的参数设置单元包括显示屏或终端设备；显示屏与所述主控电路连接以实现通信连接；所述主控电路包括无线通信模块，主控电路通过所述无线通信模块与所述终端设备建立无线通信连接。

在一些实施例中，可以在参数设置单元上显示不同类型的操作感，比如显示阻尼操作感、波轮操作感和回弹操作感，以使用户选择，以及获取用户在所述参数设置单元选择的操作感，进而确定需要模拟的操作感。

在一些实施例中，用户设置的参数还包括阻力大小，该阻力大小用于调节操作感的力度，其中，阻力大小还与电机的线圈的电流呈线性关系，设置的阻力越大，电流越大，相应地操作感越强烈。因此可以实现对同一类型的操作感的力度大小调节，进而满足不同用户的需求，提高了用户体验。

请参阅图 16，图 16 是本申请实施例提供的一种跟焦轮的示意性框图。如图 16 所示，该跟焦轮还包括一个或多个处理器 301 和存储器 302。

处理器 301 例如可以是微控制单元（Micro-controller Unit, MCU）、中央处理单元（Central Processing Unit, CPU）或数字信号处理器（Digital Signal Processor, DSP）等。

存储器 212 可以是 Flash 芯片、只读存储器（ROM, Read-Only Memory）磁盘、光盘、U 盘或移动硬盘等。

其中，存储器 302 用于存储计算机程序；处理器 301 用于执行所述计算机程序并在执行所述计算机程序时，执行如上所述的跟焦轮的控制方法。

本申请实施例的跟焦轮具有与上面所述各个实施例的跟焦轮的控制方法相类似的有益技术效果，故，在此不再赘述。

5 本申请的实施例中还提供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，所述计算机程序中包括程序指令，所述处理器执行所述程序指令，实现上述实施例提供的任一种所述的跟焦轮的控制方法的步骤。

10 其中，所述计算机可读存储介质可以是前述任一实施例所述的跟焦轮的内部存储单元，例如所述跟焦轮的存储器或内存。所述计算机可读存储介质也可以是所述跟焦轮的外部存储设备，例如所述跟焦轮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。

15 以上所述，仅为本申请的具体实施方式，但本申请的保护范围并不局限于此，任何熟悉本技术领域的技术人员在本申请揭露的技术范围内，可轻易想到各种等效的修改或替换，这些修改或替换都应涵盖在本申请的保护范围之内。因此，本申请的保护范围应以权利要求的保护范围为准。

权利要求书

1. 一种跟焦轮的控制方法，其特征在于，所述跟焦轮包括操作部件、电机、
5 驱动电路和主控电路，所述驱动电路与所述电机电连接，所述主控电路与所述
驱动电路电连接，所述操作部件与所述电机的转子机械耦合，并能够带动所述
电机的转子一起转动；所述方法包括：

获取跟焦轮的电机的转子的角度位置信息和所述电机的线圈的电参数；

10 根据所述角度位置信息和所述电参数完成对所述电机的输出力矩控制以及
目标闭环控制，其中，所述目标闭环包括位置闭环和速度闭环中的至少一种，
不同的目标闭环用于模拟不同类型的操作感，不同类型的操作感对应不同的电
机控制策略；

确定需要模拟的操作感，基于所述需要模拟的操作感对应的电机控制策略
控制所述电机运行，以提供相应的操作感反馈。

15 2. 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述不同类型的操作感包括
阻尼操作感、波轮操作感或回弹操作感；

其中，所述速度闭环用于模拟所述阻尼操作感，所述位置闭环用于模拟所
述波轮操作感和所述回弹操作感。

20 3. 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述电机的线圈的电参数包
括：所述电机的线圈的电流，和/或，所述电机的线圈的电压。

4. 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，所述基于所述需要模拟的操
作感对应的电机控制策略控制所述电机运行，以提供相应的操作感反馈，包括：

控制所述电机运行在所述需要模拟的操作感对应的目标闭环，确定目标参
数并将所述目标输入至所述目标闭环进行闭环调节，以提供相应的操作感反馈。

25 5. 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，若确定需要模拟的操作感为
阻尼操作感；所述基于所述需要模拟的操作感对应的电机控制策略控制所述电
机运行，以提供相应的操作感反馈，包括：

控制所述电机运行在速度闭环；

将目标速度设置为零并输入至所述速度闭环，以使所述电机根据所述目标

速度进行速度闭环调节，进而提供阻尼操作感反馈。

6. 根据权利要求5所述的方法，其特征在于，在提供阻尼操作感反馈时，所述电机的转速与所述电机的输出力矩呈正相关关系，且所述输出力矩不大于预设阈值。

5 7. 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，若确定需要模拟的操作感为波轮操作感；所述基于所述需要模拟的操作感对应的电机控制策略控制所述电机运行，以提供相应的操作感反馈，包括：

控制所述电机运行在位置闭环；

获取所述电机的转子的当前位置，根据所述当前位置确定目标档位位置；

10 将确定的目标档位位置作为目标位置输入至所述位置闭环，以使所述电机根据所述目标位置进行位置闭环调节，进而提供波轮操作感反馈。

8. 根据权利要求7所述的方法，其特征在于，所述根据所述当前位置确定目标档位位置，包括：

15 确定所述当前位置所属的预设位置范围，其中，不同的预设位置范围对应不同的档位位置；以及

将确定的预设位置范围对应的档位位置作为目标档位位置。

9. 根据权利要求7所述的方法，其特征在于，所述根据所述当前位置确定目标档位位置，包括：

20 从多个档位位置中，确定与所述当前位置最近的档位位置作为目标档位位置，其中，不同的档位位置对应不同的档位。

10. 根据权利要求1所述的方法，其特征在于，若确定需要模拟的操作感为回弹操作感；所述基于所述需要模拟的操作感对应的电机控制策略控制所述电机运行，以提供相应的操作感反馈，包括：

控制所述电机运行在位置闭环；

25 将零位位置作为目标位置输入至所述位置闭环，以使所述电机根据所述目标位置进行位置闭环调节，进而提供回弹操作感反馈；

其中，所述零位位置为参数调节范围的中间位置。

11. 根据权利要求10所述的方法，其特征在于，在提供回弹操作感反馈时，所述角度位置信息与所述电机的输出力矩呈正相关关系，且所述输出力矩不大于预设阈值。

30

12. 根据权利要求 1-11 任一项所述的方法，其特征在于，所述跟焦轮包括位置传感器，所述获取所述电机的转子的角度位置信息，包括：

通过所述位置传感器获取所述电机的转子的角度位置信息。

13. 根据权利要求 12 所述的方法，其特征在于，所述位置传感器包括磁环
5 霍尔传感器、光电编码器、磁编码器中的至少一种。

14. 根据权利要求 1-11 任一项所述的方法，其特征在于，所述获取所述电机的转子的角度位置信息，包括：

获取所述电机工作时的电流和电压，并根据所述电流和电压确定所述电机的转子的角度位置信息。

10 15. 根据权利要求 1-11 任一项所述的方法，其特征在于，所述跟焦轮包括参数设置单元，所述参数设置单元用于与所述主控电路通信连接；

所述方法，还包括：

通过所述参数设置单元，获取用户设置的参数，其中，所述参数至少包括一种类型的操作感。

15 16. 根据权利要求 15 所述的方法，其特征在于，所述参数设置单元包括显示屏或终端设备；

所述显示屏与所述主控电路连接以实现通信连接；所述主控电路包括无线通信模块，所述主控电路通过所述无线通信模块与所述终端设备建立无线通信连接。

20 17. 根据权利要求 15 所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

在所述参数设置单元上显示不同类型的操作感以使用户选择，以及获取用户在所述参数设置单元选择的操作感。

18. 根据权利要求 15 所述的方法，其特征在于，所述参数还包括阻力大小，所述阻力大小用于调节操作感的力度。

25 19. 根据权利要求 18 所述的方法，其特征在于，所述阻力大小与所述电机的线圈的电流呈线性关系。

20. 根据权利要求 1-11 任一项所述的方法，其特征在于，所述方法还包括：

根据所述转子的角度位置信息和电机的线圈的电流，实现对所述电机的电流闭环控制，进而完成对所述电机的输出力矩控制；

30 其中，所述电机的线圈的电流与所述输出力矩呈线性关系。

21. 根据权利要求 1-11 任一项所述的方法，其特征在于，所述电机包括永磁同步电机或直流电机。

22. 一种跟焦轮，其特征在于，所述跟焦轮包括：

电机，所述电机包括转子和线圈；

5 操作部件，用于供用户操作而输入跟焦控制信号，所述操作部件与所述电机的转子机械耦合，并能够带动所述电机的转子一起转动；

驱动电路，所述驱动电路与所述电机连接，用于驱动所述电机转动；

10 主控电路，所述主控电路与所述驱动电路连接，用于根据所述转子的角度位置信息和电机的线圈的电参数完成对所述电机的输出力矩控制以及目标闭环控制，所述目标闭环包括位置闭环和速度闭环中的至少一种，不同的目标闭环用于模拟不同类型的操作感，不同类型的操作感对应不同的电机控制策略；

其中，所述主控电路还用于：确定需要模拟的操作感，基于所述需要模拟的操作感对应的电机控制策略控制所述电机运行，以提供相应的操作感反馈。

15 23. 根据权利要求 22 所述的跟焦轮，其特征在于，所述不同类型的操作感包括阻尼操作感、波轮操作感或回弹操作感；

其中，所述速度闭环用于模拟所述阻尼操作感，所述位置闭环用于模拟所述波轮操作感和所述回弹操作感。

24. 根据权利要求 22 所述的跟焦轮，其特征在于，所述电机的线圈的电参数包括：所述电机的线圈的电流，和/或，所述电机的线圈的电压。

20 25. 根据权利要求 22 所述的跟焦轮，其特征在于，所述主控电路用于：

控制所述电机运行在所述需要模拟的操作感对应的目标闭环，确定目标参数并将所述目标输入至所述目标闭环进行闭环调节，以提供相应的操作感反馈。

26. 根据权利要求 22 所述的跟焦轮，其特征在于，若需要模拟的操作感为阻尼操作感；所述主控电路用于：

25 控制所述电机运行在速度闭环；

将目标速度设置为零并输入至所述速度闭环，以使所述电机根据所述目标速度进行速度闭环调节，进而提供阻尼操作感反馈。

27. 根据权利要求 26 所述的跟焦轮，其特征在于，所述操作部件包括转动部件，所述转动部件与所述电机的转子连接；

30 其中，在所述转动部件被操作时，所述主控电路控制所述电机运行模拟阻

尼操作感并反馈至所述转动部件。

28. 根据权利要求 26 所述的跟焦轮, 其特征在于, 所述转动部件包括胶圈, 所述胶圈用于调节镜头的焦距。

29. 根据权利要求 26 所述的跟焦轮, 其特征在于, 在提供阻尼操作感反馈时, 所述电机的转速与所述电机的输出力矩呈正相关关系, 且所述输出力矩不大于预设阈值。

30. 根据权利要求 22 所述的跟焦轮, 其特征在于, 若需要模拟的操作感为波轮操作感; 所述主控电路用于:

控制所述电机运行在位置闭环;

10 获取所述电机的转子的当前位置, 根据所述当前位置确定目标档位位置;

将确定的目标档位位置作为目标位置输入至所述位置闭环, 以使所述电机根据所述目标位置进行位置闭环调节, 进而提供波轮操作感反馈。

31. 根据权利要求 30 所述的跟焦轮, 其特征在于, 所述操作部件包括旋钮部件, 所述旋钮部件与所述电机的转子连接;

15 其中, 在所述旋钮部件被操作时, 所述主控电路控制所述电机运行模拟波轮操作感并反馈至所述旋钮部件。

32. 根据权利要求 31 所述的跟焦轮, 其特征在于, 所述旋钮部件包括旋钮, 所述旋钮对应不同的档位功能, 以使用户通过旋转所述旋钮选择对应的档位功能。

20 33. 根据权利要求 30 所述的跟焦轮, 其特征在于, 所述主控电路用于: 从多个档位位置中, 确定与所述当前位置最近的档位位置作为目标档位位置, 不同档位位置对应不同的档位。

34. 根据权利要求 30 所述的跟焦轮, 其特征在于, 所述主控电路用于: 确定所述当前位置所属的预设位置范围, 将确定的预设位置范围对应的档位位置作为目标档位位置, 其中, 不同的预设位置范围对应不同的档位位置。

25 35. 根据权利要求 22 所述的跟焦轮, 其特征在于, 若需要模拟的操作感为回弹操作感; 所述主控电路用于:

控制所述电机运行在位置闭环;

30 将零位位置作为目标位置输入至所述位置闭环, 以使所述电机根据所述目标位置进行位置闭环调节, 进而提供回弹操作感反馈;

其中，所述零位位置为参数调节范围的中间位置。

36. 根据权利要求 35 所述的跟焦轮，其特征在于，所述操作部件包括回弹部件，所述回弹部件与所述电机的转子连接；

5 其中，在所述回弹部件被操作时，所述主控电路控制所述电机运行模拟回弹操作感并反馈至所述回弹部件。

37. 根据权利要求 36 所述的跟焦轮，其特征在于，所述回弹部件包括摇杆。

38. 根据权利要求 35 所述的跟焦轮，其特征在于，在提供回弹操作感反馈时，所述角度位置信息与所述电机的输出力矩呈正相关关系，且所述输出力矩不大于预设阈值。

10 39. 根据权利要求 22-38 任一项所述的跟焦轮，其特征在于，所述跟焦轮包括：

位置传感器，用于检测所述电机的转子的角度位置信息，并将所述角度位置信息发送给所述主控电路。

15 40. 根据权利要求 39 所述的跟焦轮，其特征在于，所述位置传感器包括磁环霍尔传感器、光电编码器、磁编码器中的至少一种。

41. 根据权利要求 22-38 任一项所述的跟焦轮，其特征在于，所述主控电路用于：

获取所述电机工作时的电流和电压，并根据所述电流和电压确定所述电机的转子的角度位置信息。

20 42. 根据权利要求 22-38 任一项所述的跟焦轮，其特征在于，所述跟焦轮，还包括：

参数设置单元，所述参数设置单元用于与所述主控电路通信连接，以便获取用户设置的参数并发送给所述主控电路，其中，所述参数至少包括一种类型的操作感。

25 43. 根据权利要求 42 所述的跟焦轮，其特征在于，所述参数设置单元包括显示屏或终端设备；

其中，所述显示屏与所述主控电路连接以实现通信连接；所述主控电路包括无线通信模块，所述主控电路通过所述无线通信模块与所述终端设备建立无线通信连接。

30 44. 根据权利要求 43 所述的跟焦轮，其特征在于，所述用户设置的参数包

括不同类型的操作感；所述主控电路用于：获取用户在所述参数设置单元显示的不同类型的操作感中选择的操作感。

45. 根据权利要求 42 所述的跟焦轮，其特征在于，所述参数还包括阻力大小，所述阻力大小用于调节操作感的力度。

5 46. 根据权利要求 45 所述的跟焦轮，其特征在于，所述阻力大小与所述电机的线圈的电流呈线性关系。

47. 根据权利要求 22-38 任一项所述的跟焦轮，其特征在于，所述主控电路还用于：

10 根据所述转子的角度位置信息和电机的线圈的电流，实现对所述电机的电流闭环控制，进而完成对所述电机的输出力矩控制；

其中，所述电机的线圈的电流与所述输出力矩呈线性关系。

48. 根据权利要求 22-38 任一项所述的跟焦轮，其特征在于，所述电机包括永磁同步电机或直流电机。

49. 一种跟焦轮，其特征在于，所述跟焦轮包括：

15 电机，所述电机包括转子和线圈；

操作部件，用于供用户操作而输入跟焦控制信号，所述操作部件与所述电机的转子机械耦合，并能够带动所述电机的转子一起转动；

驱动电路，所述驱动电路与所述电机连接，用于驱动所述电机转动；

主控电路，所述主控电路与所述驱动电路连接；

20 其中，所述主控电路包括处理器和存储器；

所述存储器用于存储计算机程序；

所述处理器，用于执行所述计算机程序并在执行所述计算机程序时，实现如权利要求 1-21 任一项所述的跟焦轮的控制方法的步骤。

50. 一种计算机可读存储介质，其特征在于，所述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所述处理器实现如权利要求 1 至 21 任一项所述的跟焦轮的控制方法的步骤。

25

100

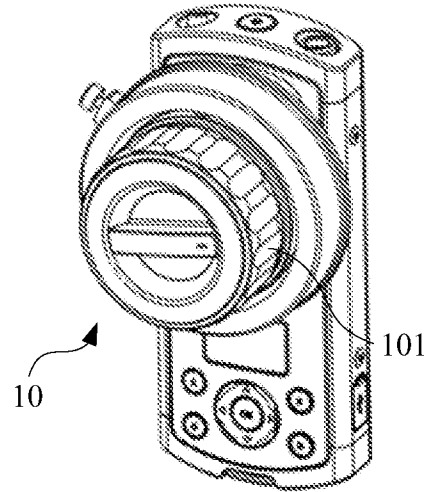


图 1

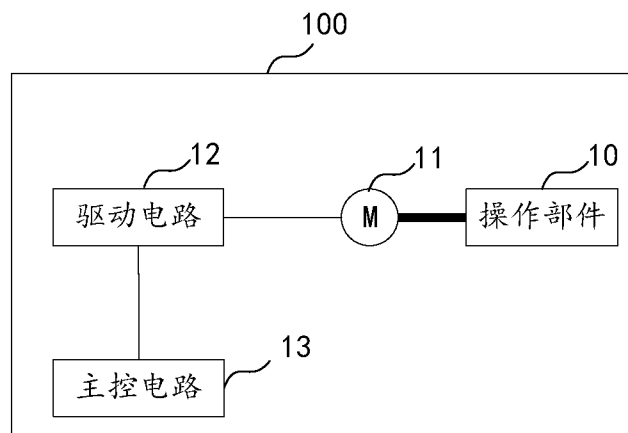


图 2

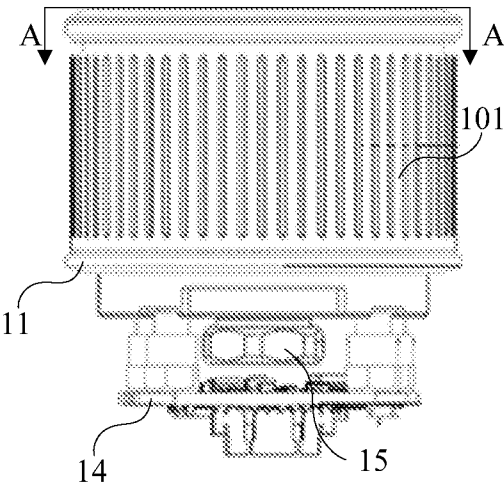


图 3

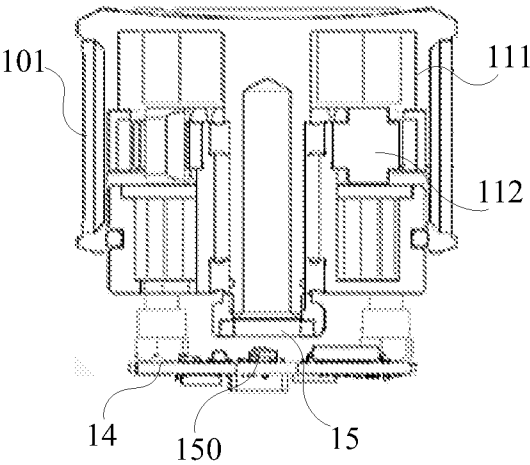


图 4

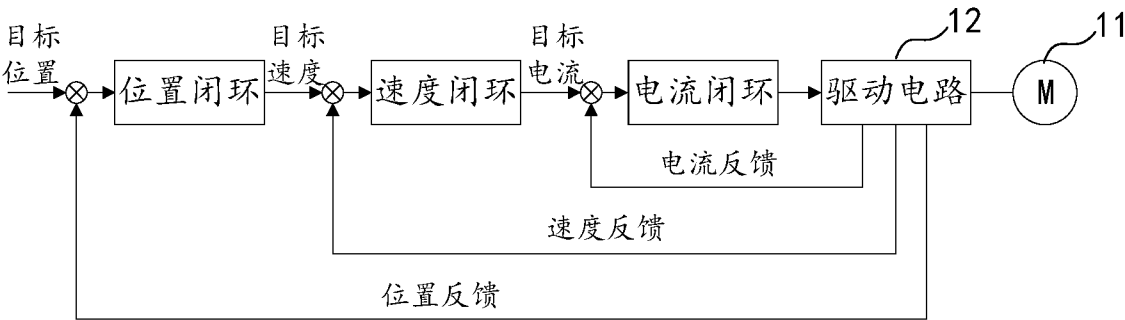


图 5

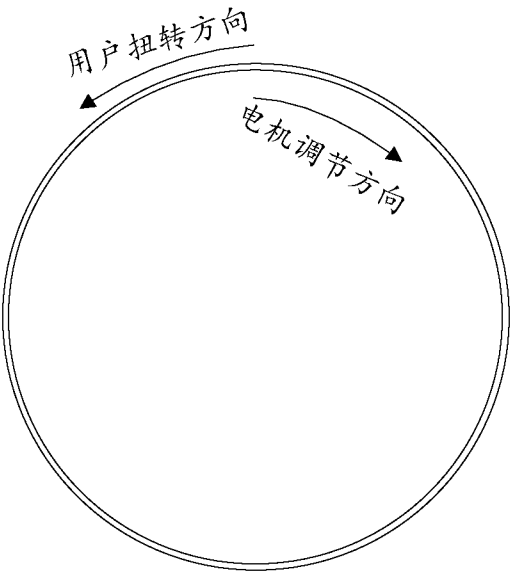


图 6

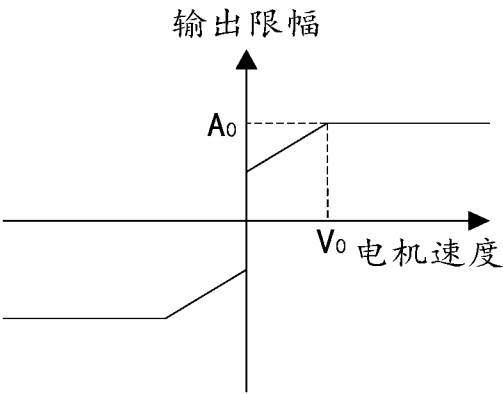


图 7

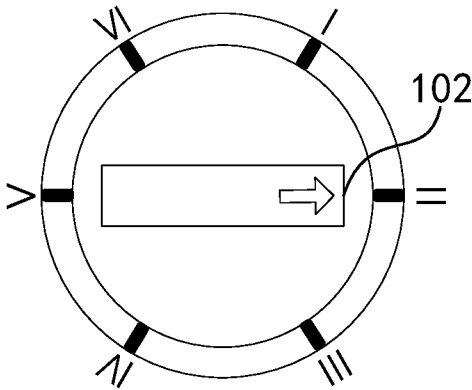


图 8a

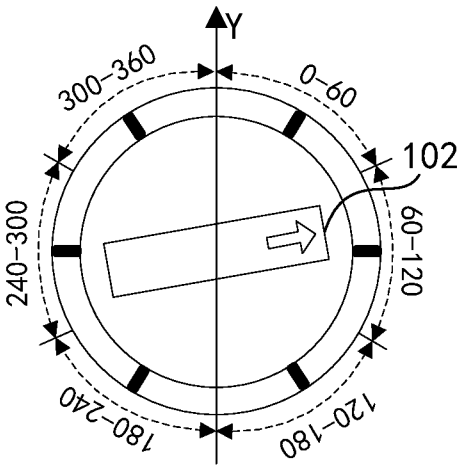


图 8b

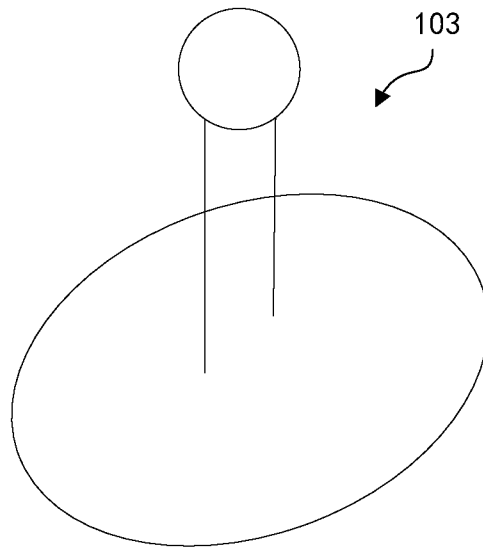


图 9a

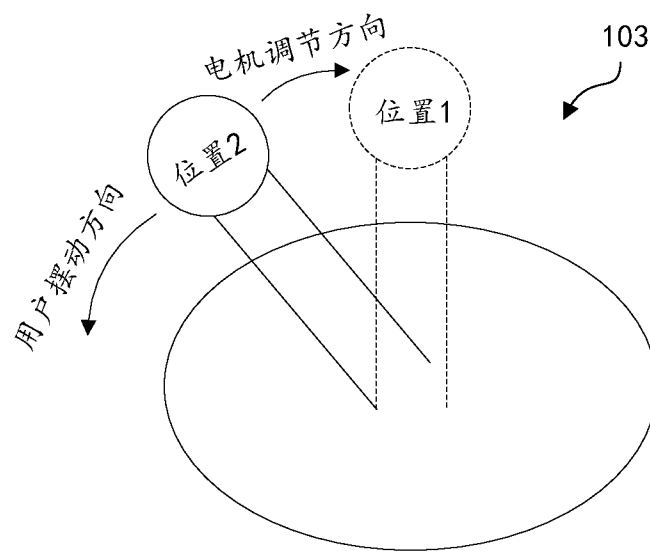


图 9b

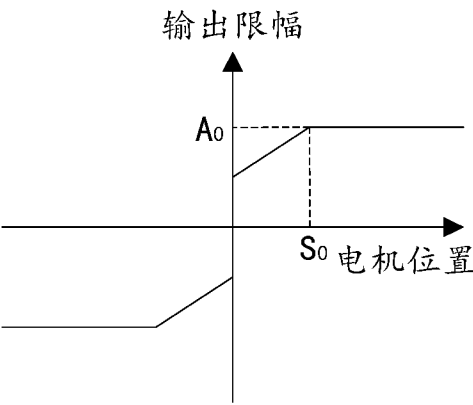


图 10

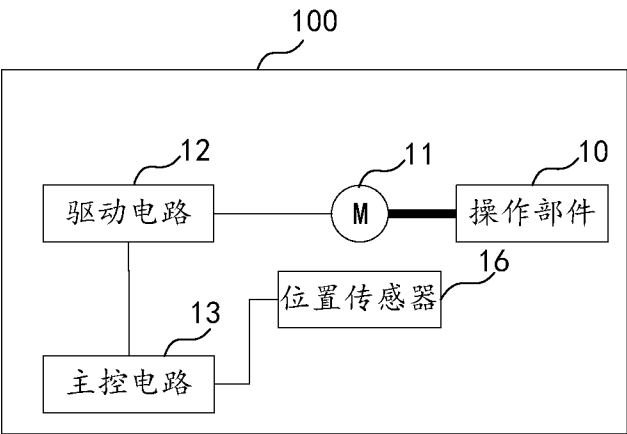


图 11

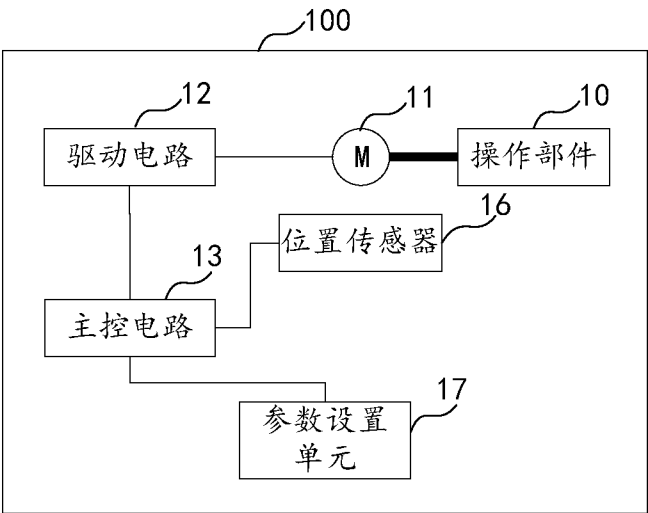


图 12

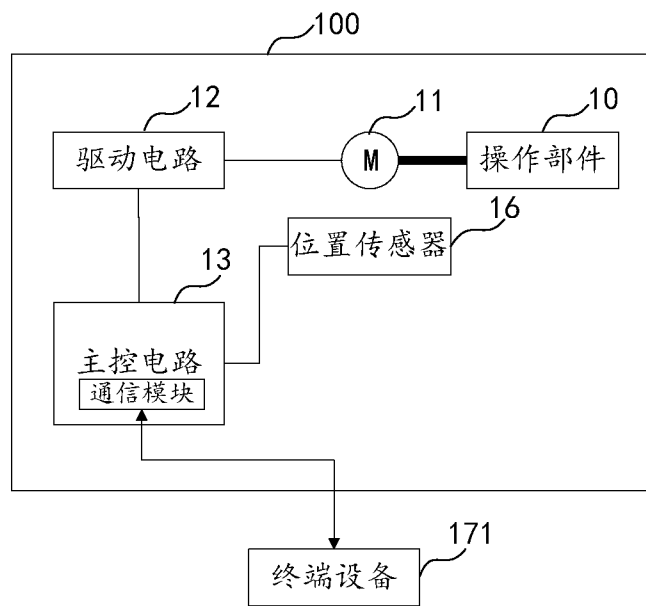


图 13

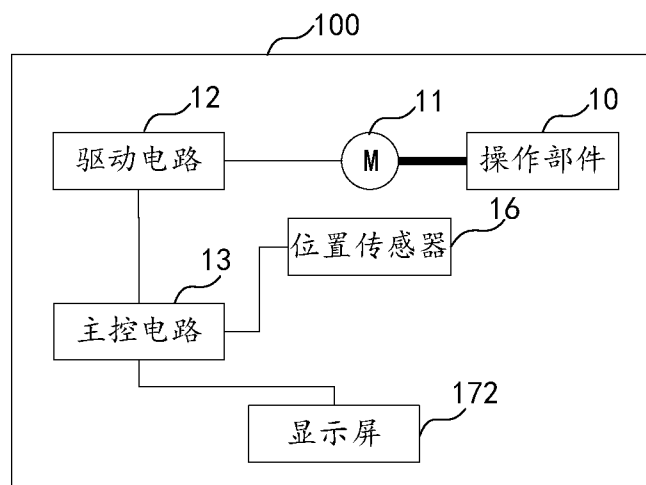


图 14

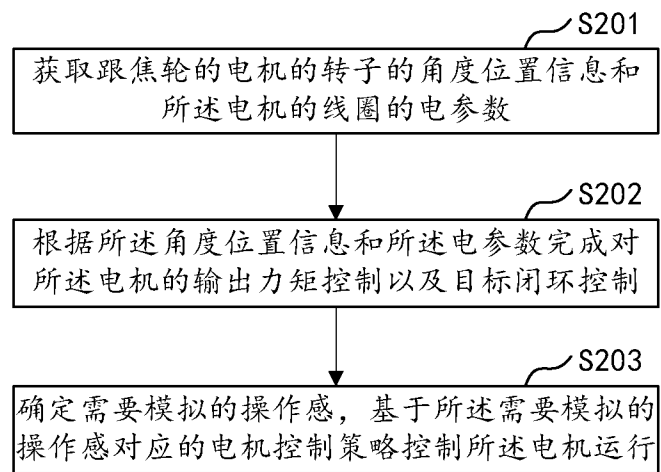


图 15

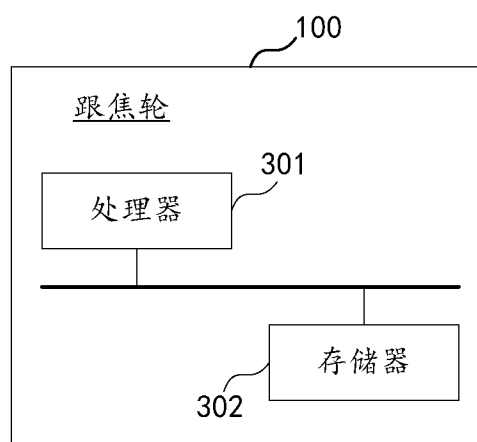


图 16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2020/124030

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04N 5/225(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)

H04N; G05D; G03B

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)

CNABS, CNTXT, CNKI, VEN: 跟焦, 云台, 驱动, 控制, 转子, 电机, 位置, 参数, 力矩, 闭环, 模拟, 控制, 策略, follow, focus, tilt, rotor, electrical, position, location, parameter, moment, closed, loop, simulate, virtual, control, policy, strategy

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 209356825 U (SHENZHEN DAJIANG INNOVATION TECHNOLOGY CO., LTD.) 06 September 2019 (2019-09-06) entire document	1-50
A	CN 110770671 A (SHENZHEN DAJIANG INNOVATION TECHNOLOGY CO., LTD.) 07 February 2020 (2020-02-07) entire document	1-50
A	CN 110809734 A (SHENZHEN DAJIANG INNOVATION TECHNOLOGY CO., LTD.) 18 February 2020 (2020-02-18) entire document	1-50
A	EP 1912431 A2 (FUNKWERK PLETTAC ELECTRONIC GM) 16 April 2008 (2008-04-16) entire document	1-50

☐ 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

15 March 2021

Date of mailing of the international search report

22 April 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/CN2020/124030

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	209356825	U	06 September 2019	None			
CN	110770671	A	07 February 2020	WO	2020062298	A1	02 April 2020
CN	110809734	A	18 February 2020	WO	2020097889	A1	22 May 2020
EP	1912431	A2	16 April 2008	EP	1912431	A3	07 July 2010
				DE	102006048006	A1	10 April 2008

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2020/124030

A. 主题的分类

H04N 5/225 (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)

H04N; G05D; G03B

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))

CNABS, CNTXT, CNKI, VEN: 跟焦, 云台, 驱动, 控制, 转子, 电机, 位置, 参数, 力矩, 闭环, 模拟, 控制, 策略, follow, focus, tilt, rotor, electrical, position, location, parameter, moment, closed, loop, simulate, virtual, control, policy, strategy

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 209356825 U (深圳市大疆创新科技有限公司) 2019年 9月 6日 (2019 - 09 - 06) 全文	1-50
A	CN 110770671 A (深圳市大疆创新科技有限公司) 2020年 2月 7日 (2020 - 02 - 07) 全文	1-50
A	CN 110809734 A (深圳市大疆创新科技有限公司) 2020年 2月 18日 (2020 - 02 - 18) 全文	1-50
A	EP 1912431 A2 (FUNKWERK PLETTAC ELECTRONIC GM) 2008年 4月 16日 (2008 - 04 - 16) 全文	1-50

☐ 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

2021年 3月 15日

国际检索报告邮寄日期

2021年 4月 22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

李靖

电话号码 86-010-62411455

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2020/124030

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	209356825	U	2019年 9月 6日	无			
CN	110770671	A	2020年 2月 7日	WO	2020062298	A1	2020年 4月 2日
CN	110809734	A	2020年 2月 18日	WO	2020097889	A1	2020年 5月 22日
EP	1912431	A2	2008年 4月 16日	EP	1912431	A3	2010年 7月 7日
				DE	102006048006	A1	2008年 4月 10日