

(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
2023 年 1 月 5 日 (05.01.2023)



(10) 国际公布号
WO 2023/273191 A1

- (51) 国际专利分类号:
G06F 3/01 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2021/137766
- (22) 国际申请日: 2021 年 12 月 14 日 (14.12.2021)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
202110722929.5 2021年6月28日 (28.06.2021) CN
- (71) 申请人: 深圳先进技术研究院 (SHENZHEN INSTITUTE OF ADVANCED TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区西丽大学城学苑大道1068号, Guangdong 518055 (CN)。
- (72) 发明人: 方鹏 (FANG, Peng); 中国广东省深圳市南山区西丽大学城学苑大道1068号, Guangdong 518055 (CN)。 王迎英 (WANG, Yingying); 中国广东省深圳市南山区西丽大学城学苑大道1068号, Guangdong 518055 (CN)。 汤熙 (TANG, Xi); 中国广东省深圳市南山区西丽大学城学苑大道1068号, Guangdong 518055 (CN)。 田岚

(TIAN, Lan); 中国广东省深圳市南山区西丽大学城学苑大道1068号, Guangdong 518055 (CN)。
李向新 (LI, Xiangxin); 中国广东省深圳市南山区西丽大学城学苑大道1068号, Guangdong 518055 (CN)。 郑悦 (ZHENG, Yue); 中国广东省深圳市南山区西丽大学城学苑大道1068号, Guangdong 518055 (CN)。 张浩诗 (ZHANG, Haoshi); 中国广东省深圳市南山区西丽大学城学苑大道1068号, Guangdong 518055 (CN)。 李光林 (LI, Guanglin); 中国广东省深圳市南山区西丽大学城学苑大道1068号, Guangdong 518055 (CN)。

(74) 代理人: 北京中巡通大知识产权代理有限公司 (BEIJING ZHONG XUN TONG DA INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY CO., LTD.); 中国北京市西城区榆树馆胡同东口1层106, Beijing 100195 (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,

(54) Title: GESTURE CONTROL-ORIENTED HUMAN-MACHINE INTERACTION SYSTEM AND METHOD

(54) 发明名称: 一种面向手势控制的人机交互系统和方法

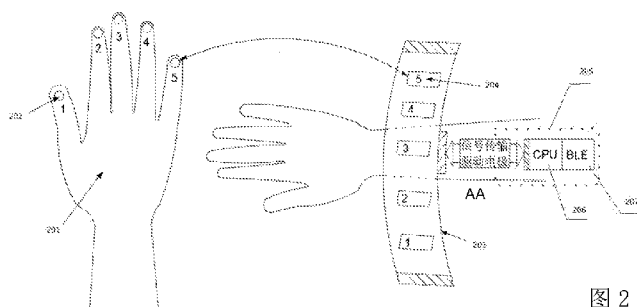


图 2

AA Signal transmission driving electrode

(57) Abstract: Disclosed is a gesture control-oriented human-machine interaction system, comprising: a wrist band body provided with a microneedle array electrode; a pressure sensor mounted at the position of each finger of a manipulator and used for detecting a contact signal between the manipulator and an object, the detected contact signal being transmitted, in a wireless communication mode, to a data processing and sending module provided in the wrist band body; and the data processing and sending module electrically connected with the microneedle array electrode provided in the wrist band body and used for analyzing the received signal, determining the type of sensory information, finally encoding an electrical stimulation parameter by using the determination result, and applying, by means of the microneedle array electrode on the wrist band body, an encoded current pulse to a hand of a user to stimulate, induce, and conduct the sensory information of the hand. A real and natural sense feedback function in a gesture control process can be achieved, and a hand of an operator is freed from a traditional force feedback data glove, such that a more flexible gesture operation can be performed.



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))。

(57) 摘要: 本发明公开了一种面向手势控制的人机交互系统, 包括: 腕带本体设置有微针阵列电极; 在机械手的每个手指位置均安装压力传感器, 用于检测机械手与物体之间的接触信号, 经过无线通信方式将所检测到的接触信号传输至所述腕带本体内设置的数据处理与发送模块; 数据处理与发送模块, 与腕带本体内设置的微针阵列电极电连接, 用于对所接收到的信号进行分析并判断感觉信息所属的类型, 最后利用判断结果来编码电刺激参数, 并将编码好的电流脉冲通过腕带本体上的微针阵列电极施加于使用者手部来刺激诱发和传导手部感觉信息。能够实现手势控制过程的真实自然的感觉反馈功能, 将操作者的手从传统的力反馈数据手套中解放出来, 可以进行更加灵活的手势操作。

一种面向手势控制的人机交互系统和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及可穿戴设备技术领域，具体涉及一种面向手势控制的人机交互系统和方法。

背景技术

[0002] 针对目前的手势控制方法缺乏直觉的感觉反馈功能，使用者无法真实地感受到手势控制的效果，从而无法实现精准控制的问题。

[0003] 手势控制指人手无需直接接触机器，只是在空中做出相应的姿势变化，就能控制机器完成相应的动作。手势控制是近年发展起来的全新的交互方式，与一般的按键、语音等交互方式不同，手势控制更容易掌握和使用。手势控制在很多领域有重要的应用价值，尤其在危险环境下可实现远程操控，无需操作者亲临现场，可保证操作者的人身安全。

[0004] 手势控制离不开感应设备、处理芯片和算法这些基本要素。预先定义包含多种功能的控制指令库，然后实时获取手势信息，通过各种手势识别方法来识别并判断操作者正在进行的手势动作，最后将动作判断的结果对应到指令库中相应的控制命令，从而实现手势控制。目前主要有以下几种实现手势识别的方法：

[0005] ①飞行时间技术。该技术需要配备具有发射和接收脉冲光的3D相机模块。首先相机模块发射脉冲光线，由于不同距离处的手指接受到光线照射的时间不同，从而光线返回到接收模块的时间也不同。根据不同的返回时间，处理芯片可计算出不同手指的具体位置，从而识别手势。

[0006] ②结构光技术。首先利用激光发射器将结构光投射至前方的人体表面，再使用红外传感器接收人体反射的结构光图案。处理芯片根据接收图案的位置和形变程度计算人体的空间信息，再结合一定的算法进行深度计算，即可识别手势。

[0007] ③毫米波雷达。其基本原理与飞行时间技术相似，只是用于测量的介质由光变成了电磁波。首先发射无线电波，然后接收回波，处理芯片根据收发时间差实时计算目标位置数据。比较不同时间段手指位置，并与内置数据比较，从而识

别手势。

[0008] ④数据手套。数据手套是一种多模虚拟现实硬件，通过软件编程，可进行虚拟或现实场景中物体的抓取、移动、旋转等动作。数据手套设有弯曲传感器，能够检测手指弯曲，并利用磁定位传感器定位手在三维空间中的位置。这种结合手指弯曲度和空间定位的数据手套被称为“真实手套”，可为用户提供一种真实自然的三维交互手段。

[0009] 总体来说，目前的技术可以实时准确地识别用户手势，并传递至虚拟或现实控制系统，实现控制应用。但是，尚缺乏有效的反馈手段，无法把控制效果（如虚拟手或现实机器手的接触信息）反馈给操作者。

[0010] 现有手势控制技术，主要实现了“运动控制功能”，通过手势识别实现远程控制，但缺乏“感觉反馈功能”，导致操控效果不佳，使用体验差。只有从人到机器的单向信息传递，缺乏从机器到人的反馈，没有实现信息的双向传递，不是真正的人机交互。例如，使用者通过手势控制技术远程操控机械手抓握物体时，由于缺少直觉的感觉信息反馈功能，使用者无法像真实人手一样在抓握时获取各种信息或者仅能通过视觉等间接反馈方式了解抓握的基本状况，无法通过判断物体是否被抓紧来决定是否增加或减小抓握力，无法感知抓握物体的材质、形状和温度等信息，因此无法及时地对机械手所处环境的外界刺激做出响应。

[0011] 如上所述，目前已存在一些间接的反馈技术，例如在机械手抓握到物体时，提供灯光或声音的强弱来提示抓握力度的大小。但这种非直觉的反馈信息无法被使用者直观地感受到，而且反馈的信息有限，还容易受到各种环境的限制。此外，人们还开发了力反馈手套技术，在数据手套内部增加振动片等器件，使用机械刺激使用者的手指的方法来传递感觉信息，从而达到反馈的效果，但这种技术只能实现简单的力反馈，包含的信息量有限，且配置了各类传感器的数据手套一般体积较大，不利于机械手的精细化动作的完成以及对手部动作的准确识别。

发明概述

技术问题

[0012] 本发明的目的在于提供一种面向手势控制的人机交互系统，以解决上述背景技术中提出的问题。

问题的解决方案

技术解决方案

[0013] 为实现上述目的，本发明实施例提供了一种面向手势控制的人机交互系统，包括：

[0014] 腕带本体，所述腕带本体内设置有微针阵列电极；

[0015] 在机械手的每个手指位置均安装压力传感器，所述压力传感器用于检测机械手与物体之间的接触信号，经过无线通信方式将所检测到的接触信号传输至所述腕带本体内设置的数据处理与发送模块；

[0016] 数据处理与发送模块，与腕带本体内设置的微针阵列电极电连接，用于对所接收到的信号进行分析并判断感觉信息所属的类型，最后利用判断结果来编码电刺激参数，并将编码好的电流脉冲通过腕带本体上的微针阵列电极施加于使用者手部来刺激诱发和传导手部感觉信息。

[0017] 优选地，所述腕带本体分为三层，最外侧为无纺布层；中间层为基底层，中间的基底层设置有微针阵列电极；最内侧与皮肤直接接触的这一层为硅胶层，硅胶层在对应基底层中微针的位置都已预先打好孔。

[0018] 优选地，在所述腕带本体上分别设置有与机械手的每个手指位置安装能够分别诱发真实手指感觉的对应的微针阵列电极。

[0019] 优选地，所述微针阵列电极包括电极基底和形成在所述电极基底之上的微针阵列。

[0020] 优选地，所述电极包括凝胶湿电极和微针阵列电极各类电极及其组合。

[0021] 优选地，所述压力传感器包括压敏传感器、压电传感器中的至少一种。

[0022] 优选地，所述数据处理与发送模块包括信号处理模块和与其连接的低功耗蓝牙模块，信号处理模块通过低功耗蓝牙模块接收从机械手上压力传感器传出的传感器输出信号值，设定不同阈值来判断接触状态。

[0023] 优选地，所述接触状态包括接触感觉的类型、接触的位置以及接触的紧密程度。

[0024] 优选地，所述信号处理模块首先对压力传感器传入的信号进行滤波、去噪预处理，获得清晰的压力信号，然后对信号进行加窗、特征提取、模式识别处理，将计算的结果与上一部分设定的阈值进行比较，最后判断识别结果、确定感觉信息的类型、并将所判断的感觉强度与设定的阈值对比来对感觉强度进行分级，根据识别和分级的结果来编码刺激参数和刺激位置，再将电信号传递至对应的电极来将电刺激施加于电极下方的皮肤和神经，从而诱发手部不同位置的不同强度的感觉。

[0025] 本发明实施例还提供一种面向手势控制的人机交互方法，包括如下步骤：

[0026] 提供一种面向手势控制的人机交互系统；面向手势控制的人机交互系统包括：腕带本体、所述腕带本体内设置有微针阵列电极、安装在机械手的每个手指位置均安装压力传感器和与腕带本体内设置的微针阵列电极电连接的数据处理与发送模块；

[0027] 通过所述压力传感器检测机械手与物体之间的接触信号，经过无线通信方式将所检测到的接触信号传输至所述腕带本体内设置的数据处理与发送模块；

[0028] 通过数据处理与发送模块对所接收到的信号进行分析并判断感觉信息所属的类型，最后利用判断结果来编码电刺激参数，并将编码好的电流脉冲通过腕带本体上的微针阵列电极施加于使用者手部来刺激诱发和传导手部感觉信息。

发明的有益效果

有益效果

[0029] 本发明方法具有如下优点：

[0030] （1）本发明能够实现手势控制过程的真实自然的感觉反馈功能，相比无感觉反馈或依靠视觉等间接反馈的控制过程，更有沉浸感，能够更加直观的体验控制过程，且将操作者的手从传统的力反馈数据手套中解放出来，可以进行更加灵活的手势操作，有利于优化使用体验，实现更加灵活且精细的控制。

[0031] （2）本发明所提出的方法计算量小，易于单片机实现，相关的计算方法可集成到可穿戴设备中，相较于力反馈手套，本发明的硬件部分主要采用集成电路制成，没有移动的机械元件，故功耗更低、响应更快。

[0032] （3）通过自然感觉反馈功能，使用者能够直观了解控制结果后做出自主判断

，不断修正自己的手势和抓握力，实施更为精准的控制。

[0033] (4) 本发明所使用的微针阵列电极，采用柔性基板制作，安装在弹性腕带上。可以保证其很好地附着在皮肤上，且在长期佩戴和使用过程中，相较于湿电极和其他类型的干电极有更低且更稳定的电极-皮肤接触面阻抗和更强的抗干扰性，使得操作者可以长时间穿戴腕带。

[0034] (5) 本发明腕带采用的微针阵列电极与弹性绑带等制作流程和工艺简单，适合机器流水线生产。

对附图的简要说明

附图说明

[0035] 为了更清楚地说明本申请实施例中的技术方案，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。

[0036] 图1为本发明提供的面向手势控制的人机交互系统的传感器空间结构示意图。

[0037] 图2为本发明提供的面向手势控制的人机交互系统的电刺激位置和接触位置对应关系图。

[0038] 图3为图2中的面向手势控制的人机交互系统的腕带本体结构图。

[0039] 图4为本发明提供的面向手势控制的人机交互系统的原理图。

[0040] 图5为本发明提供的面向手势控制的人机交互方法流程图。

发明实施例

本发明的实施方式

[0041] 以下实施例用于说明本发明，但不用来限制本发明的范围。为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本发明实施例的附图，对本发明实施例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发明的一部分实施例，而不是全部的实施例。基于所描述的本发明的实施例，本领域普通技术人员在无需创造性劳动的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。

[0042] 本发明实施例提供了一种面向手势控制的人机交互系统，包括：腕带本体203

、所述腕带本体203内设置有微针阵列电极204、安装在机械手201的每个手指位置均安装压力传感器202和与腕带本体203内设置的微针阵列电极204电连接的数据处理与发送模块205。所述腕带本体203内设置有微针阵列电极204；所述压力传感器202用于检测机械手201与物体之间的接触信号，经过无线通信方式将所检测到的接触信号传输至所述腕带本体203内设置的数据处理与发送模块205；与腕带本体203内设置的微针阵列电极204电连接，用于对所接收到的信号进行分析并判断感觉信息所属的类型，最后利用判断结果来编码电刺激参数，并将编码好的电流脉冲通过腕带本体203上的微针阵列电极204施加于使用者手部来刺激诱发和传导手部感觉信息。

[0043] 当机械手201或虚拟手接触到物体时，对于机械手201，根据从手指表面传感器接收到的感觉信息来编码电刺激参数（对于虚拟手，通过程序模拟手抓握物体时接触面的形变等来表示是否接触以及接触的紧密程度等感觉信息），然后在佩戴者的手腕进行表面电刺激来实现感觉信息向大脑的传递，从而使操作者可以根据所感受到的接触信息来调整自己的抓握姿势和抓握力，使得操作者可以通过更加直接、自然、有效的方式与虚拟世界进行交互，这大大增强了互动性和沉浸感，提升了人机交互体验。此外，还为操作者提供了一种通用的人机交互方式，特别适用于需要多自由度手模型对虚拟物体进行复杂操作的虚拟现实系统。

[0044] 本发明实施例提供了一种面向手势控制的人机交互系统包括两个部分，第一部分是感觉信息获取，由信号采集、传输和处理几个模块，在机械手201安装压力传感器202（虚拟手则用程序模拟），用于在抓握过程中检测机械手201与物体接触或握紧的状态，将所采集的信号传送至感觉腕带本体203，在腕带中的数据处理模块对所接收到的信号进行分析并判断感觉信息所属的类型，最后利用判断结果来编码电刺激参数，用于诱发使用者手部真实的感觉；第二部分是感觉信息反馈，根据第一部分中所获得的感觉信息分析的结果对电刺激参数进行编码和设置，并将编码好的电流脉冲通过腕带上的电极施加于使用者手部来刺激诱发和传导手部感觉信息。

[0045] （1）感觉信息获取

[0046] 对于机械手201，传感器空间结构示意图如图1所示，101为机械手201手指表面。102为压力传感器202层，根据需要可制作成数十微米厚度，不影响机械手201日常使用。103为覆盖在压力传感器202表面的保护层，可用塑封工艺，保护压力传感器202，延长使用寿命。可以根据使用需求，在机械手201的每个手指位置均安装压力传感器202，以识别不同位点接触物体的状态。如果交互控制的是虚拟手，则通过在软件中判断接触状态。

[0047] 信号处理方面，使用高灵敏度的压力传感器202，通过实时监测传感器输出信号值，设定不同阈值来判断接触状态（包括接触感觉的类型、接触的位置、以及接触的紧密程度：分为轻、中、重等不同等级，每种感觉类型的每个等级设为一个感觉类别），将传感器采集到的数据传输至下一部分用于感觉反馈的腕带。

[0048] （2）感觉信息反馈

[0049] 如前面所述，将所检测到的压力与设定的阈值进行比较和归类之后，用于编码电刺激参数并通过腕带进行感觉反馈，本发明中使用腕部的经皮电刺激方法来诱发感觉，实现感觉反馈。

[0050] 电刺激诱发感觉信息传入：通过微针电极施加一个短时间（50ms-200ms）的电流脉冲到皮肤表面。根据机械手201产生接触的不同位置，选择腕带中对应于控制不同手指活动的神经（主要包括正中神经、尺神经和桡神经及其分支等）的正上方的手腕皮肤位置的电极作为目标刺激电极，激活相应神经，诱发感觉信息并将所诱发的感觉信息传递至大脑，使得使用者产生对所接触物体的直观感受，从而来调整抓握物体的力度等，实现感觉反馈。电刺激电极位置与机械手201的手指与物体接触位置的对应关系如图2所示。

[0051] 图中，在机械手201的手指上对应于数字1、2、3、4和5的位置分别安装柔性压力传感器202，在腕带上与数字1、2、3、4和5的位置安装能够分别诱发对应的真实手指感觉的微针阵列电极204。微针阵列由可固化的磁性液滴在柔性基底上经过按压、拉伸、破裂，在磁场力、表面张力、重力的共同作用下制作而成，并在微针表面喷涂具有生物安全性的导电金属膜，从而完成微针阵列电极204的制作。制作完成的电极被安装在具有生物安全性且可拉伸的柔性腕带上，因此

手臂粗细不同的操作者都可以使用。

[0052] 信号处理模块CPU206与低功耗蓝牙模块BLE207被封装在面向手势控制的人机交互系统的外表面，低功耗蓝牙模块207能够接收从机械手201柔性压力传感器202传出的感官信息并能提高反馈系统的续航能力；在信号处理模块206中，首先对压力传感器202传入的信号进行滤波、去噪等预处理，获得清晰的压力信号，然后对信号进行加窗、特征提取（峰值和能量相关的时域特征）、模式识别等处理，将计算的结果与上一部分设定的阈值进行比较，最后判断识别结果、确定感觉信息的类型、并将所判断的感觉强度与设定的阈值对比来对感觉强度进行分级，根据识别和分级的结果来编码刺激参数（频率、脉宽和幅度）和刺激位置，再通过导线将电信号传递至对应的电极来将电刺激施加于电极下方的皮肤和神经等，从而诱发手部不同位置的不同强度的感觉。

[0053] 此外，因为经皮电刺激的电流脉宽、幅度、频率等参数都可调，可不同程度地刺激到皮肤中的多种感受器及神经末梢，从而能够诱发不同类型的感觉，如轻触、按压、嗡鸣，震动、麻木、疼痛等。因此，可以极大程度地将机械手201与所抓握物体的接触面的压力、温度等一系列感官信息经过信号处理后通过电刺激电极传递到皮肤、神经以及大脑，使得操作者能够直观地感受到机械手201的抓握感觉，并根据所感受到的感觉类型和强度对抓握的姿势和力度等进行调整，从而可以实现基于自然感觉反馈的闭环控制，提高控制机械手201完成精细动作任务的性能。

[0054] 感觉腕带本体203结构如图3所示，总体分为三层，最外侧为无纺布层，与具有弹性的腕带相连；中间层为基底层，微针阵列电极204就安装在这层，且外接信号处理模块206和蓝牙通信模块；最内侧与皮肤直接接触的这一层为硅胶层，硅胶层在对应基底层中电极的位置都已预先打好孔，为电极与皮肤接触做好准备。

[0055] 如图4所示，本发明工作原理如下：

[0056] 操作者使用手势去控制机械手201或虚拟手；

[0057] 通过安装在机械手201上的柔性压力传感器202检测压力等接触信号；

[0058] 经过无线通信方式将所检测到的压力等接触信号传输至面向手势控制的人机交

互系统；

- [0059] 在腕带中经过信号处理、模式识别后用于编码对应感觉的电刺激参数，并将相应的刺激电流传递至特定位置微针阵列电极204，实施电刺激；
- [0060] 诱发操作者真实的手部感觉并将其传递至大脑；
- [0061] 使操作者可以根据感受到的感觉信息来自行调整手势与握力。
- [0062] 该系统是一个闭环控制系统，相比于传统的手势控制，操作者因为没有了手套的束缚，可以控制机械手201做出更多手势，实现多种模式的灵活控制；而自然的感觉反馈功能的加入，使得操作者能够不断凭着自己的感觉去修正手势与握力，实现更为精准的机械手201控制。
- [0063] (1) 本发明包括一种人机交互腕带，用于实现机械手201或虚拟手控制的感觉反馈功能。根据机械手201或虚拟手抓握物体（或虚拟物体）时与物体的接触的程度，通过交互腕带将接触信息反馈到真实人手。
- [0064] (2) 基于电刺激的感觉腕带包括电极层、保护层、数据处理与发送模块205。
- [0065] (3) 在机械手201上安装压力传感器202检测机械手201和物体的接触情况，压力传感器202包括但不限于压敏传感器、压电传感器等。
- [0066] (4) 处理和发送模块由柔性线路板制成，封装在一起，固定于腕带外表面处。
- [0067] (5) 用于电刺激的电极包括但不限于凝胶湿电极和微针阵列电极204等各类电极及其组合。
- [0068] (6) 通过电极层来实施电刺激。
- [0069] (7) 通过保护层防止磨损。
- [0070] (8) 通过数据处理和发送模块来处理信号和编码刺激参数并将刺激电流发送到电极层。
- [0071] (9) 通过包括但不限于热熔胶，双面胶等粘合剂固定各层，粘合剂干结后不影响压力信号和电信号的传输。
- [0072] (10) 电刺激电极手环可固定于弹性绑带上以满足手腕粗细不同的操作者使用。
- [0073] (11) 该人机交互设备可以取下并移动到另外一只手臂上使用。

- [0074] 本发明经过论证和预实验，证明是可行的。一方面，本发明所提出的表面电刺激诱发并传导手部感觉信息的方法，已经在大于5名受试者身上完成了验证实验，确定了合适的刺激参数，诱发了受试者不同手指和手掌区域的多种感觉。另一方面，本发明所提出的微针阵列电极204，已经被设计和制作完成，并在人体手腕完成了电刺激诱发感觉信息的实验验证，仅使用微小电流可以诱发受试者的手部感觉。
- [0075] 此外，本发明所提出的数据分析方法，计算量小，易于集成于系统，额外添加成本小，在技术上容易实现。
- [0076] 本发明中所提出的基于感觉反馈的人机交互方法不仅限于机械手201或虚拟手的控制，还可用于生活、工作、实验等多种控制场景中的感觉反馈。如利用手势控制温度，根据温度不同进行感觉反馈；利用手势控制飞行器，根据飞行器速度进行感觉反馈等；生物实验中对不同材料、装有不同溶剂等的试管拿取、转移时，根据试管的位置和形变等进行感觉反馈等；在游戏训练中，通过手势控制虚拟物体的移动根据程序模拟的接触感觉进行反馈；以及各种需要用到手势控制的日常情境中都可以使用本发明中所提出的感觉反馈方法。
- [0077] 本发明中的腕带材料可以用各种对人体皮肤没有危险的柔性材料，例如柔性硅胶材料等替代，且腕带的形状可以根据使用者的需求设计。腕带中刺激电极的大小、形状、数量、排列方式等可以根据使用者的需求以及不同使用者手腕神经分布不同来做出调整。
- [0078] 使用到的微针阵列电极204，其微针的数量、形状、高度、直径、排列方式等都可以根据实际需求进行调整。
- [0079] 这里的电极包括但不限于湿电极或接触式干电极及微针阵列电极204，微针阵列电极204是一种特殊的干电极，主要以可固化的磁性液滴为原材料，通过操作杆在柔性基板上经过按压、拉伸和破裂，在磁场力、表面张力和重力的共同作用下，形成微针阵列，之后在其表面镀上一层导电膜，导电膜包括但不限于金、银、钛、氯化银等材料。这种柔性微针阵列电极204具有以下一些特点：
- [0080] 1、体积小，厚度薄；
- [0081] 2、加工步骤简单、可复现性强，适合大批量生产；

[0082] 3、阻抗特性优异，易于电刺激信号的传输；

[0083] 4、跟皮肤接触稳固，不易产生运动伪影；

[0084] 5、对比凝胶湿电极，长时间使用阻抗特性稳定。

[0085] 因此，这种电极能在一定程度上弥补导电凝胶湿电极用作电刺激电极的缺陷，可以最大限度的发挥感觉腕带本体203的潜力，本发明方案可达到以下目的：

[0086] 1、更精准、更灵活的手势控制；

[0087] 2、更优异的感觉反馈，增强操作者的沉浸感；

[0088] 3、更紧密贴合皮肤的电极，具有可调节性的腕带；

[0089] 4、更低的接触面阻抗、更快的刺激响应；

[0090] 5、更强的抗干扰性能；

[0091] 6、更低的成本。

[0092] 利用手势对虚拟手或机械手201控制时，如果是虚拟手，从软件程序中加入判断虚拟手是否触碰到物体，以及与物体接触紧密程度；如果是用手势控制机械手201，则在机械手201上安装力学传感器，用于判断是否接触以及接触紧密程度。使用者穿戴腕带，腕带内嵌电极且集成有信号处理和信号收发模块。当虚拟手或者机械手201发生接触时，通过感觉信号分析的结果来编码电刺激参数，然后将电流脉冲发送给刺激电极，电极释放微电流来刺激使用者的手腕，从而诱发手掌和手指的接触感觉并通过上行神经传导通路传送至使用者大脑，大脑会根据接收到的信息发出运动控制指令并通过下行神经通路传送至该使用者用于控制虚拟手或机械手201的肌肉，从而实现感觉反馈。在人机交互过程中，可以通过相应的不同位点电刺激来实现对虚拟手或机械手201的不同手指接触物体时的准确的感觉反馈功能。

[0093] 本发明提出了一种面向手势控制的人机交互系统和系统，通过神经反馈技术实现手势控制中的实时信息反馈，达到闭环控制和人机交互的目的。感觉是人手精准运动控制中不可或缺的部分，即使在没有视觉的情况下，人手依然可能实现抓握和精确操作。对于健康的人手，在运动和抓取物体过程中，手部皮肤上的机械感受器会响应交互环境给予的刺激，获取手的位置和姿势等状态信息以及与物体的接触时间、位置和压力等交互信息，传入纤维将这些感官信息通过

上行神经传导通路传递至大脑，大脑经过信息整合、分析，然后产生运动控制指令，通过下行神经传导通路将指令传至手的运动神经，从而控制和调整手的肌肉和关节活动。本发明中，我们首先采集系统中装有柔性薄膜压力传感器202的机械手201在抓取物体时所接触物体对手指接触面的压力分布信号，然后通过无线传输、信号处理和模式分类技术识别当前的接触信息类别，并使用分类识别的结果对电刺激参数进行编码，设置刺激电流参数并将其输送至腕带中的刺激电极，最后使用本发明所制备的基于微针阵列式电极的感觉腕带本体203在皮肤表面进行电刺激，达到刺激神经末梢的目的，从而实现感觉信号的神经传入，为人机交互的感觉反馈和机械手201的精准控制提供了一种可实行的方案。

[0094] 本发明提供一种面向手势控制的人机交互方法，包括如下步骤：

[0095] 提供一种面向手势控制的人机交互系统；面向手势控制的人机交互系统包括：腕带本体203、所述腕带本体203内设置有微针阵列电极204、安装在机械手201的每个手指位置均安装压力传感器202和与腕带本体203内设置的微针阵列电极204电连接的数据处理与发送模块205；

[0096] 通过所述压力传感器202检测机械手201与物体之间的接触信号，经过无线通信方式将所检测到的接触信号传输至所述腕带本体203内设置的数据处理与发送模块205；

[0097] 通过数据处理与发送模块205对所接收到的信号进行分析并判断感觉信息所属的类型，最后利用判断结果来编码电刺激参数，并将编码好的电流脉冲通过腕带本体203上的微针阵列电极204施加于使用者手部来刺激诱发和传导手部感觉信息。

[0098] 虽然，上文中已经用一般性说明及具体实施例对本发明作了详尽的描述，但在本发明基础上，可以对之作一些修改或改进，这对本领域技术人员而言是显而易见的。因此，在不偏离本发明精神的基础上所做的这些修改或改进，均属于本发明要求保护的范围。

权利要求书

- [权利要求 1] 一种面向手势控制的人机交互系统，其特征在于：包括腕带本体，所述腕带本体内设置有微针阵列电极；在机械手的每个手指位置均安装压力传感器，所述压力传感器用于检测机械手与物体之间的接触信号，经过无线通信方式将所检测到的接触信号传输至所述腕带本体内设置的数据处理与发送模块；数据处理与发送模块与腕带本体内设置的微针阵列电极电连接，用于对所接收到的信号进行分析并判断感觉信息所属的类型，最后利用判断结果来编码电刺激参数，并将编码好的电流脉冲通过腕带本体上的微针阵列电极施加于使用者手部来刺激诱发和传导手部感觉信息。
- [权利要求 2] 根据权利要求1所述的一种面向手势控制的人机交互系统，其特征在于：所述腕带本体分为三层，最外侧为无纺布层；中间层为基底层，中间的基底层设置有微针阵列电极；最内侧与皮肤直接接触的这一层为硅胶层，硅胶层在对应基底层中微针的位置都已预先打好孔。
- [权利要求 3] 根据权利要求1所述的一种面向手势控制的人机交互系统，其特征在于：在所述腕带本体上分别设置有与机械手的每个手指位置安装能够分别诱发真实手指感觉的对应的微针阵列电极。
- [权利要求 4] 根据权利要求3所述的一种面向手势控制的人机交互系统，其特征在于：所述微针阵列电极包括电极基底和形成在所述电极基底之上的微针阵列。
- [权利要求 5] 根据权利要求4所述的一种面向手势控制的人机交互系统，其特征在于：所述电极包括凝胶湿电极和微针阵列电极各类电极及其组合。
- [权利要求 6] 根据权利要求1所述的一种面向手势控制的人机交互系统，其特征在于：所述压力传感器包括压敏传感器、压电传感器中的至少一种。
- [权利要求 7] 根据权利要求1所述的一种面向手势控制的人机交互系统，其特征在于：所述数据处理与发送模块包括信号处理模块和与其连接的低功耗蓝牙模块，信号处理模块通过低功耗蓝牙模块接收从机械手上压力传感器传出的传感器输出信号值，设定不同阈值来判断接触状态。

- [权利要求 8] 根据权利要求7所述的一种面向手势控制的人机交互系统，其特征在于：所述接触状态包括接触感觉的类型、接触的位置、以及接触的紧密程度。
- [权利要求 9] 根据权利要求7所述的一种面向手势控制的人机交互系统，其特征在于：所述信号处理模块首先对压力传感器传入的信号进行滤波、去噪预处理，获得清晰的压力信号，然后对信号进行加窗、特征提取、模式识别处理，将计算的结果与上一部分设定的阈值进行比较，最后判断识别结果、确定感觉信息的类型、并将所判断的感觉强度与设定的阈值对比来对感觉强度进行分级，根据识别和分级的结果来编码刺激参数和刺激位置，再将电信号传递至对应的电极来将电刺激施加于电极下方的皮肤和神经，从而诱发手部不同位置的不同强度的感觉。
- [权利要求 10] 一种面向手势控制的人机交互方法，其特征在于：包括如下步骤：
提供一种面向手势控制的人机交互系统；面向手势控制的人机交互系统包括：腕带本体、所述腕带本体内设置有微针阵列电极、安装在机械手的每个手指位置均安装压力传感器和与腕带本体内设置的微针阵列电极电连接的数据处理与发送模块；
通过所述压力传感器检测机械手与物体之间的接触信号，经过无线通信方式将所检测到的接触信号传输至所述腕带本体内设置的数据处理与发送模块；
通过数据处理与发送模块对所接收到的信号进行分析并判断感觉信息所属的类型，最后利用判断结果来编码电刺激参数，并将编码好的电流脉冲通过腕带本体上的微针阵列电极施加于使用者手部来刺激诱发和传导手部感觉信息。

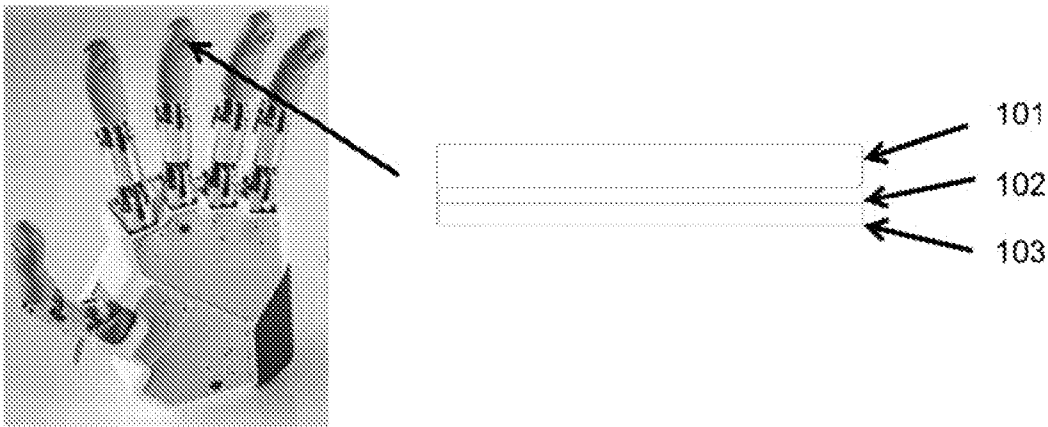


图 1

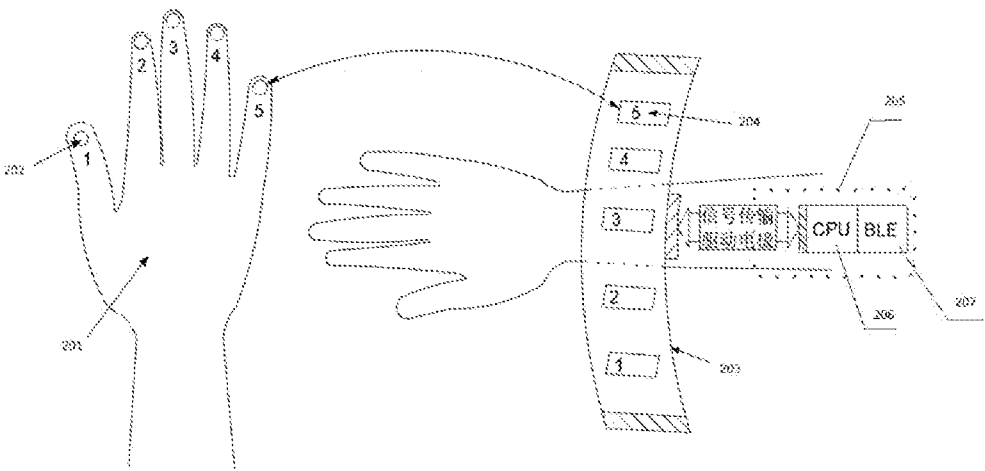


图 2

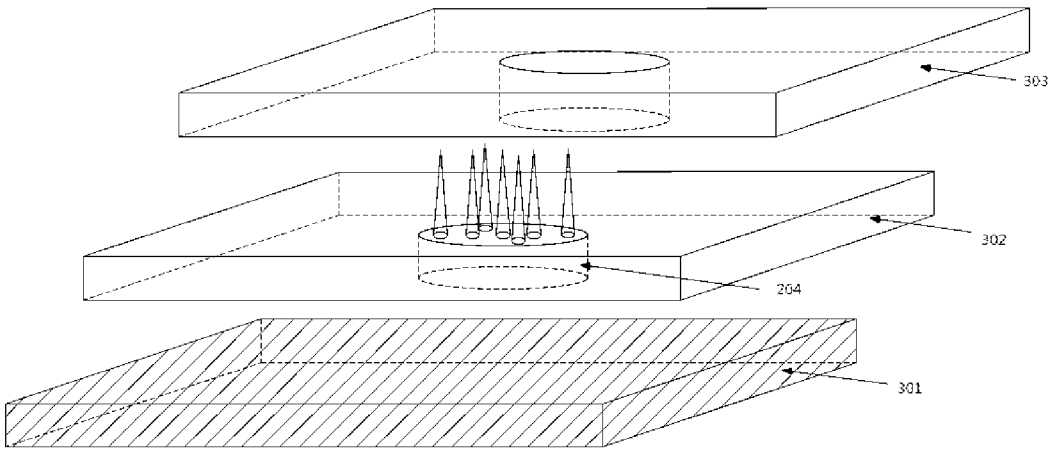


图 3

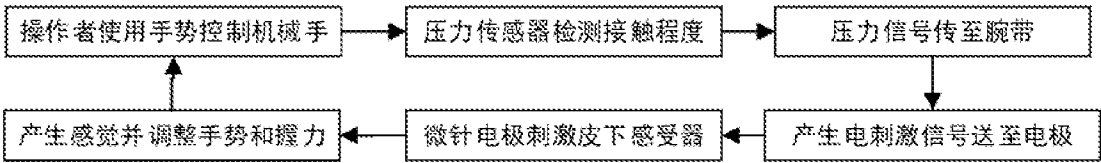


图 4

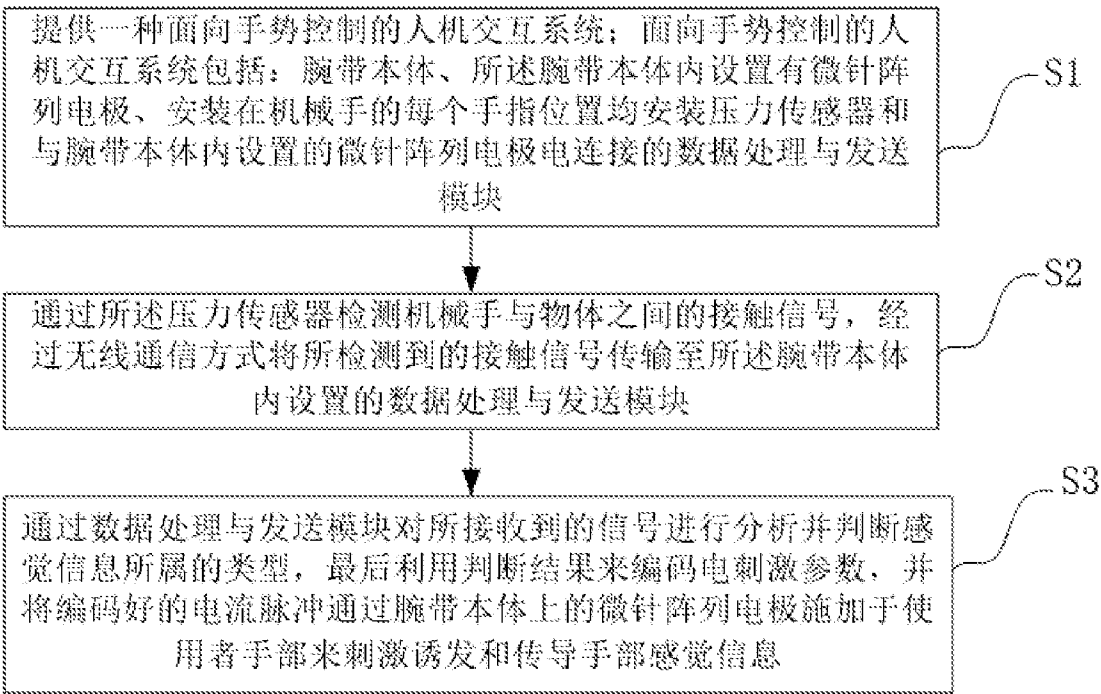


图 5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/137766

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)

CNABS; CNTXT; WPABSC; VEN; USTXTC; WOTXT; EPTXT; CNKI: 腕, 机械手, 力反馈, 触觉, 压力, wrist, mechanical hand, force feedback, haptic, pressure

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 113589923 A (SHENZHEN INSTITUTES OF ADVANCED TECHNOLOGY) 02 November 2021 (2021-11-02) description, paragraphs 41-96, and figures 1-5	1-10
X	CN 112223242 A (HENAN POLYTECHNIC UNIVERSITY) 15 January 2021 (2021-01-15) description, paragraphs 28-69, and figures 1-5	1-10
X	US 10048703 B1 (SHAKER, A. et al.) 14 August 2018 (2018-08-14) description, columns 5-10, and figures 1-4	1-10
A	CN 102729254 A (HANGZHOU DIANZI UNIVERSITY) 17 October 2012 (2012-10-17) entire document	1-10
A	US 2021117001 A1 (ZENSAR TECHNOLOGIES LIMITED) 22 April 2021 (2021-04-22) 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

19 February 2022

Date of mailing of the international search report

08 March 2022

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/CN2021/137766

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	113589923	A	02 November 2021	None			
CN	112223242	A	15 January 2021	None			
US	10048703	B1	14 August 2018	None			
CN	102729254	A	17 October 2012	None			
US	2021117001	A1	22 April 2021	IN	201921041905	A	23 April 2021

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2021/137766

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)) CNABS; CNTXT; WPABSC; VEN; USTXTC; WOTXT; EPTXT; CNKI: 腕, 机械手, 力反馈, 触觉, 压力, wrist, mechanical hand, force feedback, haptic, pressure																				
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>PX</td> <td>CN 113589923 A (深圳先进技术研究院) 2021年11月2日 (2021 - 11 - 02) 说明书第41-96段, 附图1-5</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 112223242 A (河南理工大学) 2021年1月15日 (2021 - 01 - 15) 说明书第28-69段, 附图1-5</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>US 10048703 B1 (SHAKER, Adam 等) 2018年8月14日 (2018 - 08 - 14) 说明书第5-10栏, 附图1-4</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 102729254 A (杭州电子科技大学) 2012年10月17日 (2012 - 10 - 17) 全文</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2021117001 A1 (ZENSAR TECHNOLOGIES LIMITED) 2021年4月22日 (2021 - 04 - 22) 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	PX	CN 113589923 A (深圳先进技术研究院) 2021年11月2日 (2021 - 11 - 02) 说明书第41-96段, 附图1-5	1-10	X	CN 112223242 A (河南理工大学) 2021年1月15日 (2021 - 01 - 15) 说明书第28-69段, 附图1-5	1-10	X	US 10048703 B1 (SHAKER, Adam 等) 2018年8月14日 (2018 - 08 - 14) 说明书第5-10栏, 附图1-4	1-10	A	CN 102729254 A (杭州电子科技大学) 2012年10月17日 (2012 - 10 - 17) 全文	1-10	A	US 2021117001 A1 (ZENSAR TECHNOLOGIES LIMITED) 2021年4月22日 (2021 - 04 - 22) 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																		
PX	CN 113589923 A (深圳先进技术研究院) 2021年11月2日 (2021 - 11 - 02) 说明书第41-96段, 附图1-5	1-10																		
X	CN 112223242 A (河南理工大学) 2021年1月15日 (2021 - 01 - 15) 说明书第28-69段, 附图1-5	1-10																		
X	US 10048703 B1 (SHAKER, Adam 等) 2018年8月14日 (2018 - 08 - 14) 说明书第5-10栏, 附图1-4	1-10																		
A	CN 102729254 A (杭州电子科技大学) 2012年10月17日 (2012 - 10 - 17) 全文	1-10																		
A	US 2021117001 A1 (ZENSAR TECHNOLOGIES LIMITED) 2021年4月22日 (2021 - 04 - 22) 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 2022年2月19日		国际检索报告邮寄日期 2022年3月8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 李腾飞 电话号码 86-(20)-28958130																		

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2021/137766

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	113589923	A	2021年11月2日	无	
CN	112223242	A	2021年1月15日	无	
US	10048703	B1	2018年8月14日	无	
CN	102729254	A	2012年10月17日	无	
US	2021117001	A1	2021年4月22日	IN 201921041905 A	2021年4月23日