

(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
2024 年 11 月 28 日 (28.11.2024)



(10) 国际公布号
WO 2024/239388 A1

- (51) 国际专利分类号:
B25J 15/00 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2023/099168
- (22) 国际申请日: 2023 年 6 月 8 日 (08.06.2023)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
202310605589.7 2023年5月25日 (25.05.2023) CN
- (71) 申请人: 南方科技大学(SOUTHERN UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) [CN/CN]; 中国广东省深圳市南山区西丽学苑大道 1088 号, Guangdong 518055 (CN)。
- (72) 发明人: 戴建生(DAI, Jiansheng); 中国广东省深圳市南山区西丽学苑大道 1088 号, Guangdong

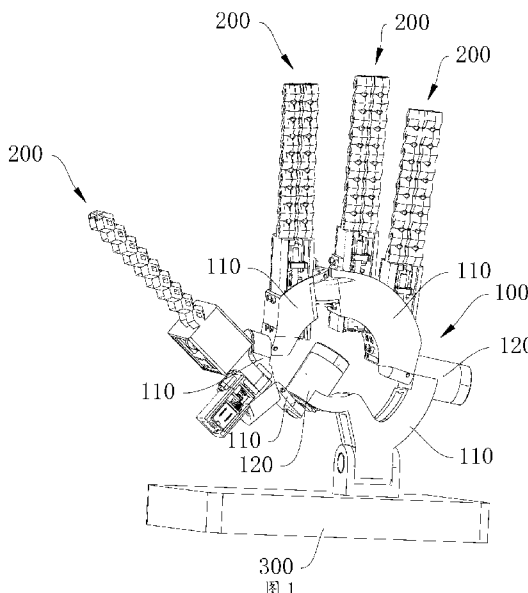
518055 (CN)。王宏强(WANG, Hongqiang); 中国广东省深圳市南山区西丽学苑大道 1088 号, Guangdong 518055 (CN)。朱人杰(ZHU, Renjie); 中国广东省深圳市南山区西丽学苑大道 1088 号, Guangdong 518055 (CN)。曲思敬(QU, Sijing); 中国广东省深圳市南山区西丽学苑大道 1088 号, Guangdong 518055 (CN)。包辰博(BAO, Chenbo); 中国广东省深圳市南山区西丽学苑大道 1088 号, Guangdong 518055 (CN)。

(74) 代理人: 广州嘉权专利商标事务所有限公司(JIAQUAN IP LAW); 中国广东省广州市天河区黄埔大道西 100 号富力盈泰广场 A 栋 910, Guangdong 510627 (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,

(54) Title: HUMANOID METAMORPHIC DEXTEROUS HAND

(54) 发明名称: 仿人变胞灵巧手



(57) Abstract: Disclosed in the present invention is a humanoid metamorphic dexterous hand, comprising a palm module and a plurality of finger modules. Each finger module comprises a finger back unit, a finger pulp unit and a finger drive unit, the finger back unit and the finger pulp unit being stacked, the flexibility of the finger pulp unit being greater than the flexibility of the finger back unit, and the finger drive unit being used for driving tightening and release of a finger back traction wire and a finger pulp traction wire, so as to enable the finger module to bend towards the finger pulp unit or unfold away from the finger pulp unit. During execution of grabbing tasks, the finger pulp units achieve a high level of fitting to objects to be grabbed, so as to adapt to the shapes of said objects; a flexible-rigid combination mode is used for the finger pulp units and the finger back units, where the finger back units provide a certain degree of rigid support to the finger modules and the highly flexible finger pulp units facilitate bending of the finger modules towards

[见续页]



CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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)。

根据细则4.17的声明:

- 发明人资格(细则4.17(iv))

本国际公布:

- 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

the finger pulp units, in line with the characteristics of the human fingers being only capable of bending towards the palm, such that the finger modules have both certain rigidity and flexibility, thus meeting the requirements for rigidity and flexibility of manipulators in different grabbing environments.

(57) 摘要: 本发明公开了一种仿人变胞灵巧手, 包括手掌模块与多个手指模块, 手指模块包括指背单元、指腹单元与手指驱动单元, 指背单元与指腹单元层叠设置, 指腹单元的柔性大于指背单元的柔性, 手指驱动单元用于驱动指背牵引丝与指腹牵引丝收放, 以使手指模块朝向指腹单元弯曲或背向指腹单元舒展。执行抓取任务时, 指腹单元与待抓取物的贴合度较高, 能够适应待抓取物的形状, 指腹单元与指背单元采用软硬结合的方式, 指背单元为手指模块提供一定程度的硬性支撑, 指腹单元的柔性好, 便于手指模块朝向指腹单元弯曲, 符合人体手指只能朝向掌心弯曲的特性, 使手指模块同时具备一定的刚性与柔性, 满足不同抓取环境下对机械手刚度与柔度的需求。

仿人变胞灵巧手

技术领域

本发明涉及机器人技术领域，尤其涉及一种仿人变胞灵巧手。

背景技术

机械手能够替代人手在复杂、恶劣的环境中执行多项任务，传统的机械手为适应高承载力的抓取场景，设置为全刚性的手掌和手指，但灵活性和控制力度的能力有限，并且机械手的驱动机构需要复杂的结构设计实现，造成机械手机构冗杂、成本高且可靠性低，另外实际使用场合中，为了更好的模仿人手进行工作，执行相应的抓取任务，机械手在具备整体刚性的同时需要兼具一定的柔性，传统机械手并不能满足上述要求。

发明内容

本发明旨在至少解决现有技术中存在的技术问题之一。为此，本发明提出一种仿人变胞灵巧手，能够兼顾机械手的刚度和柔度需求。

根据本发明实施例的仿人变胞灵巧手，包括：

手掌模块，包括多个手掌连杆与手掌驱动单元，多个所述手掌连杆首尾依次转动连接，并围合形成闭环结构，所述手掌驱动单元与部分的所述手掌连杆连接，以驱使相邻的所述手掌连杆相对转动；

手指模块，设置有多个，部分的所述手掌连杆上安装有一个所述手指模块，所述手指模块包括指背单元、指腹单元与手指驱动单元，所述指背单元与所述指腹单元层叠设置，所述指腹单元的柔性大于所述指背单元的柔性，所述指背单元内部穿设有指背牵引丝，所述指腹单元内部穿设有指腹牵引丝，所述指背牵引丝的一端连接于所述指背单元的尾端，另一端连接于所述手指驱动单元，所述指腹牵引丝的一端连接于所述指腹单元的尾端，另一端连接于所述手指驱动单元，所述手指驱动单元用于驱动所述指背牵引丝与所述指腹牵引丝收放，以使所述手指模块朝向所述指腹单元弯曲或背向所述指腹单元舒展。

根据本发明实施例的仿人变胞灵巧手，至少具有如下有益效果：

本发明中的指腹单元的柔性大于指背单元的柔性，执行抓取任务时，指腹单元与待抓取物的贴合度较高，能够适应待抓取物的形状，实现稳定抓取，指腹单元与指背单元采用软硬

结合的方式，指背单元为手指模块的提供一定程度的硬性支撑，指腹单元的柔性好，便于手指模块朝向指腹单元弯曲，符合人体手指只能朝向掌心弯曲的特性，使手指模块同时具备一定的刚性与柔性，满足不同抓取环境下对机械手刚度与柔度的需求。

根据本发明的一些实施例，所述指腹单元包括多个指腹连接体，所述指腹连接体沿所述手指模块的长度方向排布，相邻的所述指腹连接体相互靠近的边缘连接形成指腹弯曲部，所述指腹弯曲部的厚度小于所述指腹连接体的厚度；

所述指背单元包括多个指背连接体，所述指背连接体沿所述手指模块的长度方向排布，相邻的所述指背连接体相互靠近的边缘连接形成指背弯曲部，所述指背弯曲部的厚度小于所述指背连接体的厚度；

其中，所述指背弯曲部与所述指腹弯曲部沿所述手指模块的弯曲方向相对设置。

根据本发明的一些实施例，多个所述指腹连接体沿所述手指模块的宽度方向排布，沿所述宽度方向相邻的所述指腹连接体相互靠近的边缘连接形成过渡部，所述过渡部背向所述指背单元凹陷；

多个所述指背连接体沿所述手指模块的宽度方向排布，沿所述宽度方向相邻的所述指背连接体相互靠近的边缘连接形成加强部，所述加强部朝向所述指腹单元突出，并位于相邻的所述指腹单元之间。

根据本发明的一些实施例，所述指背单元与所述指腹单元连接形成一体成型结构；

或者，所述指背连接体与所述指腹连接体相向的一侧相互粘接，并且所述指背弯曲部与所述指腹弯曲部设置为分体式结构。

根据本发明的一些实施例，所述指背连接体包括四个指背连接面，四个所述指背连接面的侧边依次首尾相接，并且四个所述指背连接面的顶点重合，以形成指背顶角；

所述指腹连接体包括四个指腹连接面，四个所述指腹连接面的侧边依次首尾相接，并且四个所述指腹连接面的顶点重合，以形成指腹顶角，所述指背顶角在所述手指单元宽度方向的开度不小于所述指腹顶角的开度。

根据本发明的一些实施例，所述指腹连接体的边缘设有缺口，相邻所述指腹连接体的所述缺口相向设置，所述缺口位于所述指腹弯曲部。

根据本发明的一些实施例，所述指腹连接体沿所述长度方向相对的两侧设有缺口，相邻所述指腹连接体的缺口相向设置，所述缺口位于所述指腹弯曲部，并且背向所述指背单元一侧的所述缺口大于朝向所述指背单元一侧的所述缺口。

根据本发明的一些实施例，所述指腹连接体的内部具有沿所述长度方向贯穿的第一空腔，

相邻所述指腹连接体的所述第一空腔连通，所述指背连接体的内部具有沿所述长度方向贯穿的第二空腔，相邻所述指背连接体的所述第二空腔连通。

根据本发明的一些实施例，所述指背单元的内部设有沿所述长度方向贯穿的导向孔，相邻所述指背单元的所述导向孔相互连通，所述指背牵引丝依次穿设于所述导向孔内；所述指腹牵引丝依次穿设于所述第一空腔内。

根据本发明的一些实施例，所述手掌驱动单元设置有两个，其中一个所述手掌连杆包括两个支臂，两个所述手掌驱动单元分别安装于两个所述支臂，并用于驱动连接于所述支臂的所述手掌连杆转动。

根据本发明的一些实施例，所述手指模块包括固定座，所述手指驱动单元、所述指背单元与所述指腹单元均安装于所述固定座，所述固定座与所述手掌连杆可拆卸连接。

本发明的附加方面和优点将在下面的描述中部分给出，部分将从下面的描述中变得明显，或通过本发明的实践了解到。

附图说明

下面结合附图和实施例对本发明做进一步的说明，其中：

图1为本发明仿人变胞灵巧手一个实施例的结构示意图；

图2为手指模块一个实施例的示意图；

图3为图2指背单元与指腹单元爆炸后的示意图；

图4为指背单元与指腹单元的剖视图；

图5为图2中A处的放大图；

图6为指腹单元一个实施例的示意图；

图7为图6中指腹单元另一方向的示意图；

图8为手指模块隐藏绕线辊后的示意图；

图9为手掌连杆一个实施例的示意图。

附图标记：

手掌模块 100，手掌连杆 110，支臂 111，手掌驱动单元 120；

手指模块 200，指背单元 210，指背连接体 211，指背连接面 2111，指背顶角 2112，第二空腔 2113，导向孔 2114，指背弯曲部 212，加强部 213，指腹单元 220，指腹连接体 221，指腹连接面 2211，指腹顶角 2212，缺口 2213，第一空腔 2214，指腹弯曲部 222，过渡部 223，

手指驱动单元 230, 指背牵引丝 240, 指腹牵引丝 250, 固定座 260, 导线孔 261, 绕线辊 270; 底座 300。

具体实施方式

下面详细描述本发明的实施例, 所述实施例的示例在附图中示出, 其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的, 仅用于解释本发明, 而不能理解为对本发明的限制。

在本发明的描述中, 需要理解的是, 涉及到方位描述, 例如上、下、前、后、左、右等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系, 仅是为了便于描述本发明和简化描述, 而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作, 因此不能理解为对本发明的限制。

在本发明的描述中, 若干的含义是一个以上, 多个的含义是两个以上, 大于、小于、超过等理解为不包括本数, 以上、以下、以内等理解为包括本数。如果有描述到第一、第二只是用于区分技术特征为目的, 而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量或者隐含指明所指示的技术特征的先后关系。

本发明的描述中, 除非另有明确的限定, 设置、安装、连接等词语应做广义理解, 所属技术领域技术人员可以结合技术方案的具体内容合理确定上述词语在本发明中的具体含义。

本发明的描述中, 参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示意性实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本发明的至少一个实施例或示例中。在本说明书中, 对上述术语的示意性表述不一定指的是相同的实施例或示例。而且, 描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任何的一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。

参照图 1, 本发明的实施例中提供了一种仿人变胞灵巧手, 仿人变胞灵巧手包括手掌模块 100 与手指模块 200, 手指模块 200 设置有多, 并安装于手掌模块 100 上, 手掌模块 100 与手指模块 200 分别用于模拟人手的手掌及手指, 多个手指模块 200 配合动作, 并执行相应抓取任务。

具体的, 手掌模块 100 包括多个手掌连杆 110 与手掌驱动单元 120, 多个手掌连杆 110 周围依次转动连接, 并围合形成闭环结构, 手掌驱动单元 120 与部分的手掌连杆 110 连接, 以驱动相邻的手掌连杆 110 相对转动。为便于执行抓取动作, 手指模块 200 设置为 3-5 个, 只有部分的手掌连杆 110 上安装有手指模块 200; 另外, 只有部分的手掌连杆 110 直接受手

掌驱动单元 120 的驱动而转动，其他的手掌连杆 110 受与其连接的其他手掌驱动单元 120 的带动而转动，由于多个手掌连杆 110 转动连接为闭环结构，在手掌驱动单元 120 的驱动下，参与转动的手掌连杆 110 的数量以及手掌模块 100 的自由度发生变化，以将手掌模块 100 构成变胞机构；如此，手掌模块 100 能够呈现出不同构型，使手指模块 200 变换不同的抓取角度，能够适用于多种任务环境下的抓取需求。

参照图 2 至图 4，手指模块 200 包括指背单元 210、指腹单元 220 与手指驱动单元 230，指背单元 210 与指腹单元 220 层叠设置，指腹单元 220 的柔性大于指背单元 210 的柔性，指背单元 210 的内部穿设有指背牵引丝 240，指腹单元 220 的内部穿设有指腹牵引丝 250，指背牵引丝 240 的一端连接于指背单元 210 的尾端，另一端连接于手指驱动单元 230，指腹牵引丝 250 的一端连接于指腹单元 220 的尾端，另一端连接于手指驱动单元 230，手指驱动单元 230 用于驱动指背牵引丝 240 和指腹牵引丝 250 收放，以使手指模块 200 朝向指腹单元 220 弯曲或背向指腹单元 220 舒展。示例性的，初始状态下的手指模块 200 呈现为直线形态，手指驱动单元 230 拉动指腹牵引丝 250 收紧的同时，释放指背牵引丝 240，此情形下，指腹单元 220 受指背牵引丝 240 的牵引并进行弯曲、蜷缩，指背单元 210 不受指背牵引丝 240 的牵引，而在指腹单元 220 的带动下跟随指腹单元 220 同步弯曲，此时，手指模块 200 能够执行抓取任务；手指驱动单元 230 释放指腹牵引丝 250 的同时，收紧指背牵引丝 240，此情形下，指背单元 210 受指背牵引丝 240 的牵引，由弯曲状态进行舒展，指腹单元 220 不受指腹牵引丝 250 的牵引，而在指背单元 210 的带动下同步舒展，使手指模块 200 恢复至初始状态，此时手指模块 200 释放抓取物。

需要说明的是，本发明中的仿人变胞灵巧手高度还原了人手执行抓取动作时，手掌与手指的协同效应；如，人手执行抓取动作时，手掌向手心方向包绕、收缩，各个手指朝向手心弯曲、蜷缩，本发明中，手掌模块 100 的多个手掌连杆 110 在手掌驱动单元 120 的驱动下能够改变构型并朝向手掌模块 100 的掌心转动，并且手指模块 200 中的手指驱动单元 230 通过牵引丝牵引指背单元 210 与指腹单元 220 弯曲，配合手掌模块 100 的收缩，将物体包络于手指模块 200 与掌心之间，完成抓取任务。

进一步的，本发明中将指腹单元 220 的柔性设置为大于指背单元 210 的柔性，一方面，执行抓取任务时，指腹单元 220 与待抓取物接触，高柔性的指腹单元 220 与待抓取物的贴合度较高，能够适应待抓取物的形状，实现稳定抓取，并且不会因为与待抓取物之间产生硬性接触、碰撞，而损坏待抓取物；另一方面，指腹单元 220 与指背单元 210 采用软硬结合的方式，指背单元 210 比指腹单元 220 的硬度高，指腹单元 220 较指背单元 210 的柔度好，指背

单元 210 为手指模块 200 的提供一定程度的硬性支撑，避免手指模块 200 整体柔度过大而影响结构强度，指腹单元 220 的柔性好，便于手指模块 200 朝向指腹单元 220 弯曲，符合人体手指只能朝向掌心弯曲的特性，使手指模块 200 同时具备一定的刚性与柔性，满足不同抓取环境下对机械手刚度与柔度的需求。

需要说明的是，由于每一手指模块 200 连接于不同的手掌连杆 110，手指模块 200 的弯曲方向各异，但均朝向手掌模块 100 的掌心弯曲，并且手指模块 200 弯曲时，指背单元 210 朝向指腹单元 220 弯曲。

在一些实施例中，参照图 3，指腹单元 220 包括多个指腹连接体 221，指腹连接体 221 沿手指模块 200 的长度方向排布，相邻的指腹连接体 221 相互靠近的边缘连接形成指腹弯曲部 222，指腹弯曲部 222 的厚度小于指腹连接体 221 的厚度；如此，多个指腹连接体 221 连接形成指腹单元 220，指腹单元 220 弯曲时基于相邻的指腹连接体 221 的连接处，即指腹弯曲部 222 进行弯曲，由于指腹弯曲部 222 的厚度较小，使指腹单元 220 的弯曲更为便利。同样的，指背单元 210 包括多个指背连接体 211，指背连接体 211 沿手指模块 200 的长度方向排布，相邻的指背连接体 211 相互靠近的边缘连接形成指背弯曲部 212，指背弯曲部 212 的厚度小于指背连接体 211 的厚度；如此，多个指背连接体 211 连接形成指背单元 210，指背单元 210 弯曲时基于相邻的指背连接体 211 的连接处，即指背弯曲部 212 进行弯曲，由于指背弯曲部 212 的厚度较小，使指背单元 210 的弯曲更为便利。进一步的，指背弯曲部 212 与指腹弯曲部 222 沿手指模块 200 的弯曲方向相对设置，在手指模块 200 弯曲时，指背单元 210 与指腹单元 220 的弯曲位置相匹配，避免由于指背单元 210 与指腹单元 220 的弯曲位置错位，导致在手指模块 200 弯曲过程中，指背单元 210 的弯曲与指腹单元 220 的弯曲相互干涉，影响抓取效率。

进一步的，多个指腹连接体 221 沿手指模块 200 的宽度方向排布，沿宽度方向相邻的指腹连接体 221 相互靠近的边缘形成过渡部 223，过渡部 223 背向指背单元 210 凹陷；同样的，多个指背连接体 211 沿手指模块 200 的宽度方向排布，沿宽度方向相邻的指背连接体 211 相互靠近的边缘形成加强部 213，加强部 213 朝向指腹单元 220 突出，并位于相邻的指腹单元 220 之间。将指腹连接体 221 与指背连接体 211 在宽度方向上排布，可以增大手指模块 200 的抓取面以及手指模块 200 与待抓取物之间的接触面积，提高手指模块 200 对待抓取物的包络程度；并且，由于指背单元 210 宽度方向上的距离加长，手指模块 200 在宽度方向上的强度提高，避免手指模块 200 弯曲时在宽度方向上发生变形，能够提高手指模块 200 抓取的稳定性。另外，指腹单元 220 上的过渡部 223 与指背单元 210 上的加强部 213 相互配合，加强

部 213 在宽度方向上与相邻的指腹单元 220 抵接,由于指背单元 210 的强度高于指腹单元 220,能够进一步提高手指模块 200 在宽度方向上的强度,避免手指模块 200 在宽度方向上的伸缩或弯曲。

需要说明的是,上述的长度方向是指手指模块 200 整体的延伸方向,手指模块 200 背向手掌模块 100 延伸,符合人手的基本形态;宽度方向是指相邻手指模块 200 的排布方向。

多个沿长度方向排布的指腹连接体 221 形成指腹弯曲组,多个沿长度方向排布的指背连接体 211 形成指背弯曲组,当指腹连接体 221 与指背连接体 211 排布有多个时,指腹弯曲组与指背弯曲组均具有多组,相邻的指腹连接组通过过渡部 223 连接,相邻组的指背连接组通过加强部 213 连接。需要说明的是,每组的指腹连接组内均穿设有一个指腹牵引丝 250,同一手指模块 200 内,指腹牵引丝 250 的数量与指腹连接体 221 在宽度方向上排布的数量相同;同样的,每组的指背连接组内均穿设有一个指背牵引丝 240,同一手指模块 200 内,指背牵引丝 240 的数量与指背连接体 211 在宽度方向上排布的数量相同。如此,能够减小指背单元 210 与指腹单元 220 的柔度牵引精度的影响,同一手指模块 200 内的指背弯曲组与指腹弯曲组同步弯曲,指背单元 210 与指腹单元 220 的不同区域所受到的牵引丝的牵引作用相对均匀,提高了手指模块 200 对待抓取物的抓取力度。

本发明中,参照图 5,指背连接体 211 包括四个指背连接面 2111,四个指背连接面 2111 的侧边依次首尾相接,并且四个指背连接面 2111 的顶点重合,以形成指背顶角 2112;相邻的指背连接面 2111 的侧边相互连接后共同形成结合棱,每一指背连接体 211 内均包括四个结合棱,并且其中两条结合棱沿手指模块 200 的宽度方向延伸,且分别位于指背顶角 2112 相对的两侧,其中两条结合棱沿手指模块 200 的长度方向延伸,且分别位于指背顶角 2112 相对的两侧。同样的,参照图 6,指腹连接体 221 包括四个指腹连接面 2211,四个指腹连接面 2211 的侧边依次首尾相接,并且四个指腹连接面 2211 的顶点重合,以形成指腹顶角 2212;相邻的指腹连接面 2211 的侧边相互连接后共同形成结合棱,每一指腹连接体 221 内均包括四个结合棱,并且其中两条结合棱沿手指模块 200 的宽度方向延伸,且分别位于指腹顶角 2212 相对的两侧,其中两条结合棱沿手指模块 200 的长度方向延伸,且分别位于指腹顶角 2212 相对的两侧。

需要说明的是,指腹顶角 2212 位于指腹单元 220 背向弯曲方向的一侧,指背顶角 2112 位于指背单元 210 背向弯曲方向的一侧,指背单元 210 与指腹单元 220 层叠设置后,指背顶角 2112 位于指腹顶角 2212 背向弯曲方向的一侧,指背连接体 211 上的结合棱与指腹连接体 221 上的结合棱的位置在手指模块 200 的弯曲方向上对应。本实施例中,沿手指模块 200 的

宽度方向，设置指背顶角 2112 的开度不小于指腹顶角 2212 的开度，指背单元 210 中沿宽度方向延伸的两条结合棱能够在宽度方向上提供更大的支撑，由于指背单元 210 的硬度高于指腹单元 220 的硬度，指背单元 210 能够在宽度方向上向指腹单元 220 提供更大的支撑力，进而提高手指模块 200 在宽度方向上的强度，减小手指模块 200 在宽度方向上的收缩、弯曲。

在一个实施例中，指背单元 210 与指腹单元 220 连接形成一体成型结构；即，指背单元 210 与指腹单元 220 一体呈型，无需进行后期装配。一方面，降低了手指模块 200 的装配难度，另一方面，指背弯曲部 212 与指腹弯曲部 222 的匹配精度高，使手指模块 200 具有较高的弯曲性能。示例性的，指背单元 210 与指腹单元 220 通过注塑、3D 打印等加工方式成型。

在其他实施例中，指背连接体 211 与指腹连接体 221 相向的一侧相互粘接，并且指背弯曲部 212 与指腹弯曲部 222 为分体式结构。从而，在指背单元 210 与指腹单元 220 的层叠方向上，指背连接体 211 与指腹连接体 221 相互粘接，使指背单元 210 与指腹单元 220 形成整体结构，并能够同步弯曲，连接方式简单、快捷；另外，由于指背弯曲部 212 与指腹弯曲部 222 并未连接，并相互独立，因此能够减小粘接对手指模块 200 弯曲性能的影响，使指背弯曲部 212 与指腹弯曲部 222 能够自由弯曲，提高了手指模块 200 的弯曲的灵活度。

本发明中，参照图 6 与图 7，指腹连接体 221 的边缘设置有缺口 2213，在长度方向上相邻的指腹连接体 221 的缺口 2213 相向设置，长度方向上相邻的指腹连接体 221 相互连接后，两个缺口 2213 相互对接并组合形成封闭的通孔，且该缺口 2213 恰好位于指腹弯曲部 222。在指腹连接体 221 上设置缺口 2213，能够进一步提高指腹单元 220 的柔性，减小指腹弯曲部 222 背向指背单元 210 的一侧在弯曲时的挤压程度，使指腹单元 220 的弯曲更为灵活。

在另一实施例中，指腹连接体 221 沿长度方向相对的两侧均设有缺口 2213，沿长度方向相邻的指腹连接体 221 的缺口 2213 相向设置，长度方向上相邻的指腹连接体 221 相互连接后，两个缺口 2213 相互对接并组合形成封闭的通孔，且缺口 2213 恰好位于指腹弯曲部 222 上，背向指背单元 210 一侧的缺口 2213 设置为大于朝向所述指背单元 210 一侧的缺口 2213。如此，指腹单元 220 的两侧均设置缺口 2213，可以提高指腹单元 220 弯曲以及舒展过程中的灵活度，进一步提高了指腹单元 220 的柔性；并且，由于手指模块 200 弯曲时背向指背单元 210，将背向指背单元 210 一侧的缺口 2213 设置为大于朝向指背单元 210 一侧的缺口 2213，更有利于指腹单元 220 的弯曲，使手指模块 200 的弯曲更为灵活。

本发明中，参照图 3，指腹连接体 221 的内部具有沿长度方向贯穿的第一空腔 2214，相邻的指腹连接体 221 的第一空腔 2214 连通，由于指腹连接体 221 的内部中空，指腹单元 220 的柔性更高，指腹单元 220 弯曲时，能够产生更大的变形以适配抓取物的形状。同样的，指

背连接体 211 的内部具有沿长度方向贯穿的第二空腔 2113, 使指背单元 210 能够兼顾一定的柔性, 在受到指背牵引丝 240 牵引或者指腹单元 220 带动时, 能够更好的进行弯曲。

进一步的, 参照图 4, 指背连接体 211 的内部具有沿长度方向贯穿的导向孔 2114, 相邻指背单元 210 的导向孔 2114 相互连通, 指背牵引丝 240 依次穿设于导向孔 2114 内, 指背牵引丝 240 受手指驱动单元 230 的驱动时, 受导向孔 2114 的导向而沿手指模块 200 的长度方向收放, 避免指背牵引丝 240 在指背连接体 211 内部晃动, 由于指背单元 210 具有一定硬度, 将导向孔 2114 设置于指背单元 210, 能够准确限定手指模块 200 的弯曲方向, 提高仿人变胞灵巧手的抓取精度。另外, 指腹牵引丝 250 直接穿设于多个指腹单元 220 的第一空腔 2214 内, 利用第一空腔 2214 实现指腹牵引丝 250 对指腹单元 220 的牵引。

另外, 导向孔 2114 设置于指背连接体 211 在宽度方向上的中心处, 指背连接体 211 宽度方向上不同区域所受的牵引力更为均匀, 手指模块 200 对抓取物的抓取更为稳定。

参照图 2, 手指模块 200 还包括固定座 260, 手指驱动单元 230、指背单元 210 与指腹单元 220 均安装于固定座 260 上, 固定座 260 与手掌连杆 110 可拆卸连接。如此, 手指模块 200 作为一整体结构安装于手掌连杆 110, 手指模块 200 内部结构出现故障时, 可以直接拆卸手指模块 200 进行维护; 另外, 手指驱动单元 230 位于手指模块 200 内部, 与手掌驱动单元 120 没有关联, 可以降低仿人变胞灵巧手内部不同驱动元件之间的干涉, 使仿人变胞灵巧手结构更为简单, 运动控制更为快捷。

手指驱动单元 230 可以设置为减速电机, 手指驱动单元 230 安装于固定座 260 的内部, 固定座 260 的内部设有绕线辊 270, 指背牵引丝 240 或指腹牵引丝 250 绕设于绕线辊 270 的外周, 绕线辊 270 与手指驱动单元 230 连接, 并在手指驱动单元 230 的驱动下转动, 以将指背牵引丝 240 或指腹牵引丝 250 缠绕于绕线辊 270 的外周或者释放缠绕于绕线辊 270 上的牵引丝。固定座 260 内沿指背单元 210 与指腹单元 220 的层叠方向排布有两个绕线辊 270, 两个绕线辊 270 分别用于绕设指背牵引丝 240 和指腹牵引丝 250, 另外, 每一绕线辊 270 均可通过一个手指驱动单元 230 进行驱动, 或者两个绕线辊 270 共用一个手指驱动单元 230。

另外, 参照图 8, 指背单元 210 与指腹单元 220 连接于固定座 260 的外壁, 固定座 260 内设置有朝向指背单元 210 延伸的指背导线孔 261 与朝向指腹单元 220 延伸的指腹导线孔 261, 指背牵引丝 240 由绕线辊 270 向指背导线孔 261 引出, 经由指背导线孔 261 的导向, 引入指背单元 210 内的导向孔 2114 内, 指腹牵引丝 250 由绕线辊 270 向指腹导线孔 261 引出, 经由指腹导线孔 261 的导向, 引入指腹单元 220 内的第一空腔 2214 内。

本发明中, 参照图 9, 手掌驱动单元 120 设置有两个, 其中一个手掌连杆 110 包括两个

支臂 111，两个手掌驱动单元 120 分别安装于两个支臂 111 上，并用于驱动连接于支臂 111 的手掌连杆 110 转动，两个手掌连杆 110 的转动能够进一步带动与该两个手掌连杆 110 转动连接的其他手掌连杆 110 转动，使手掌模块 100 变换相应构型。需要说明的是，两个支臂 111 为手掌驱动单元 120 提供安装基础，使手掌驱动单元 120 集成于手掌模块 100 的内部，仿人变胞灵巧手的外形更为简洁。

另外，仿人变胞灵巧手还包括底座 300，具有两个支臂 111 的手掌连杆 110 转动连接于底座 300 上，该手掌连杆 110 相对底座 300 转动时，能够改变手掌模块 100 与手指模块 200 的位置，手指模块 200 能够对不同位置处的抓取物进行抓取，扩大了仿人变胞灵巧手的抓取范围。

上面结合附图对本发明实施例作了详细说明，但是本发明不限于上述实施例，在所属技术领域普通技术人员所具备的知识范围内，还可以在不脱离本发明宗旨的前提下作出各种变化。此外，在不冲突的情况下，本发明的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

权 利 要 求 书

1. 仿人变胞灵巧手，其特征在于，包括：

手掌模块，包括多个手掌连杆与手掌驱动单元，多个所述手掌连杆首尾依次转动连接，并围合形成闭环结构，所述手掌驱动单元与部分的所述手掌连杆连接，以驱使相邻的所述手掌连杆相对转动；

手指模块，设置有多个，部分的所述手掌连杆上安装有一个所述手指模块，所述手指模块包括指背单元、指腹单元与手指驱动单元，所述指背单元与所述指腹单元层叠设置，所述指腹单元的柔性大于所述指背单元的柔性，所述指背单元内部穿设有指背牵引丝，所述指腹单元内部穿设有指腹牵引丝，所述指背牵引丝的一端连接于所述指背单元的尾端，另一端连接于所述手指驱动单元，所述指腹牵引丝的一端连接于所述指腹单元的尾端，另一端连接于所述手指驱动单元，所述手指驱动单元用于驱动所述指背牵引丝与所述指腹牵引丝收放，以使所述手指模块朝向所述指腹单元弯曲或背向所述指腹单元舒展。

2. 根据权利要求1所述的仿人变胞灵巧手，其特征在于，所述指腹单元包括多个指腹连接体，所述指腹连接体沿所述手指模块的长度方向排布，相邻的所述指腹连接体相互靠近的边缘连接形成指腹弯曲部，所述指腹弯曲部的厚度小于所述指腹连接体的厚度；

所述指背单元包括多个指背连接体，所述指背连接体沿所述手指模块的长度方向排布，相邻的所述指背连接体相互靠近的边缘连接形成指背弯曲部，所述指背弯曲部的厚度小于所述指背连接体的厚度；

其中，所述指背弯曲部与所述指腹弯曲部沿所述手指模块的弯曲方向相对设置。

3. 根据权利要求2所述的仿人变胞灵巧手，其特征在于，多个所述指腹连接体沿所述手指模块的宽度方向排布，沿所述宽度方向相邻的所述指腹连接体相互靠近的边缘连接形成过渡部，所述过渡部背向所述指背单元凹陷；

多个所述指背连接体沿所述手指模块的宽度方向排布，沿所述宽度方向相邻的所述指背连接体相互靠近的边缘连接形成加强部，所述加强部朝向所述指腹单元突出，并位于相邻的所述指腹单元之间。

4. 根据权利要求2所述的仿人变胞灵巧手，其特征在于，所述指背单元与所述指腹单元连接形成一体成型结构；

或者，所述指背连接体与所述指腹连接体相向的一侧相互粘接，并且所述指背弯曲部与所述指腹弯曲部设置为分体式结构。

5. 根据权利要求2所述的仿人变胞灵巧手，其特征在于，所述指背连接体包括四个指背

连接面，四个所述指背连接面的侧边依次首尾相接，并且四个所述指背连接面的顶点重合，以形成指背顶角；

所述指腹连接体包括四个指腹连接面，四个所述指腹连接面的侧边依次首尾相接，并且四个所述指腹连接面的顶点重合，以形成指腹顶角，所述指背顶角在所述手指单元宽度方向的开度不小于所述指腹顶角的开度。

6. 根据权利要求 2 所述的仿人变胞灵巧手，其特征在于，所述指腹连接体的边缘设有缺口，相邻所述指腹连接体的所述缺口相向设置，所述缺口位于所述指腹弯曲部。

7. 根据权利要求 2 所述的仿人变胞灵巧手，其特征在于，所述指腹连接体沿所述长度方向相对的两侧设有缺口，相邻所述指腹连接体的缺口相向设置，所述缺口位于所述指腹弯曲部，并且背向所述指背单元一侧的所述缺口大于朝向所述指背单元一侧的所述缺口。

8. 根据权利要求 2 所述的仿人变胞灵巧手，其特征在于，所述指腹连接体的内部具有沿所述长度方向贯穿的第一空腔，相邻所述指腹连接体的所述第一空腔连通，所述指背连接体的内部具有沿所述长度方向贯穿的第二空腔，相邻所述指背连接体的所述第二空腔连通。

9. 根据权利要求 8 所述的仿人变胞灵巧手，其特征在于，所述指背单元的内部设有沿所述长度方向贯穿的导向孔，相邻所述指背单元的所述导向孔相互连通，所述指背牵引丝依次穿设于所述导向孔内；所述指腹牵引丝依次穿设于所述第一空腔内。

10. 根据权利要求 1 所述的仿人变胞灵巧手，其特征在于，所述手掌驱动单元设置有两个，其中一个所述手掌连杆包括两个支臂，两个所述手掌驱动单元分别安装于两个所述支臂，并用于驱动连接于所述支臂的所述手掌连杆转动。

11. 根据权利要求 1 所述的仿人变胞灵巧手，其特征在于，所述手指模块包括固定座，所述手指驱动单元、所述指背单元与所述指腹单元均安装于所述固定座，所述固定座与所述手掌连杆可拆卸连接。

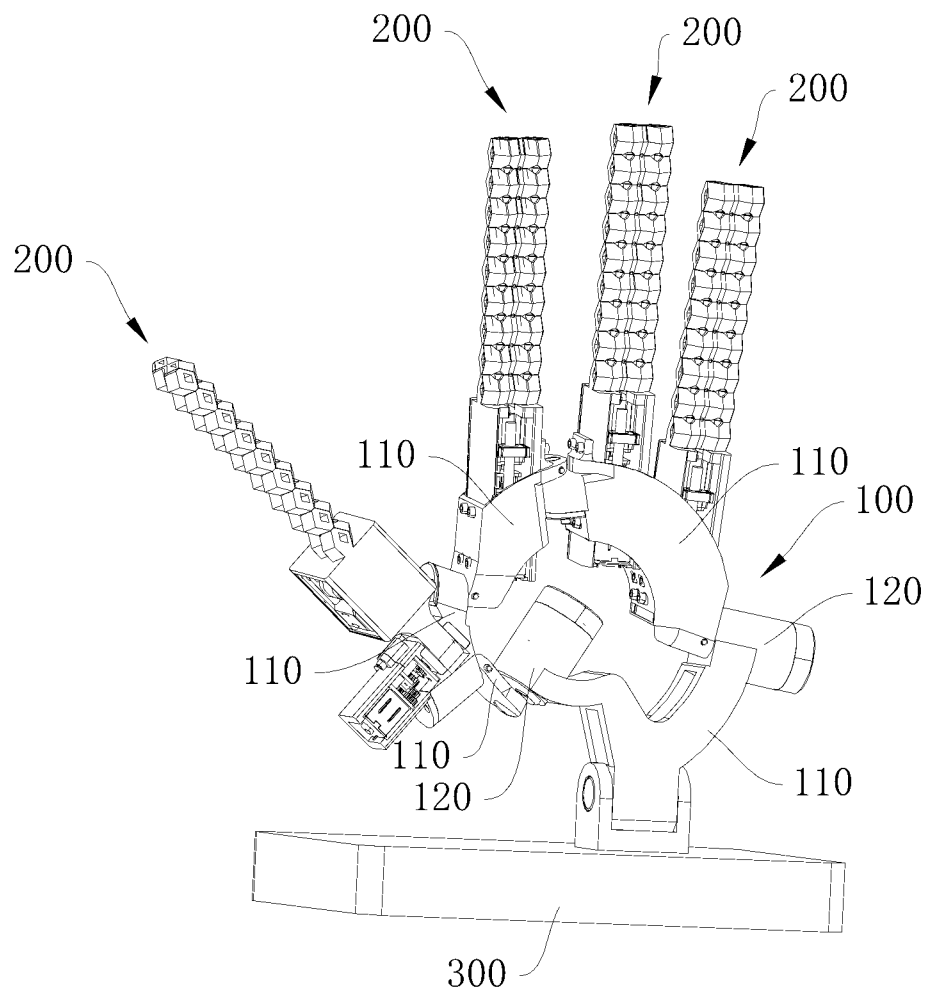


图 1

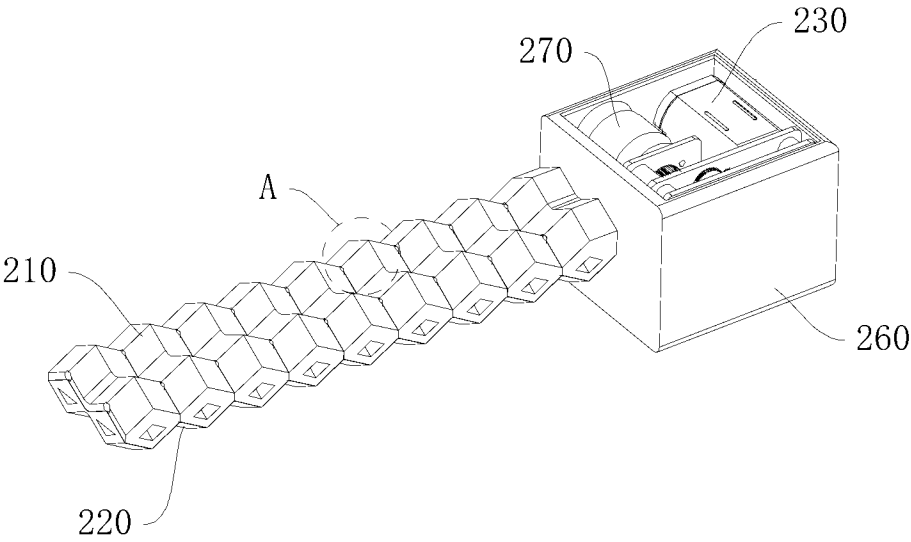


图 2

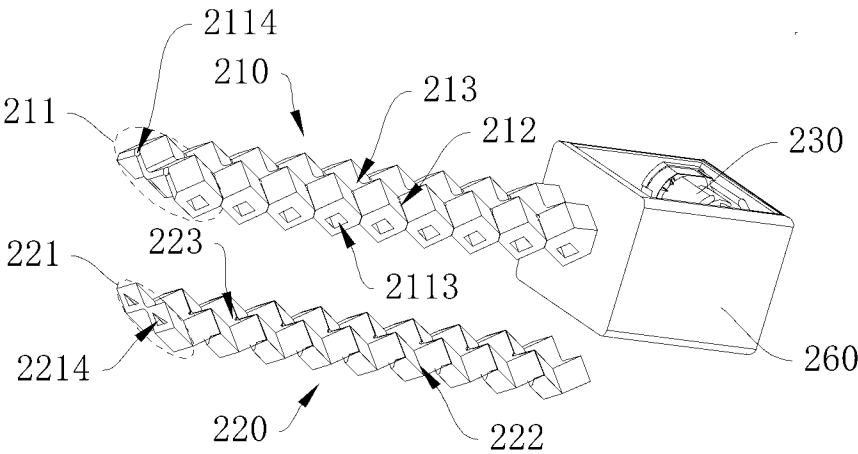


图 3

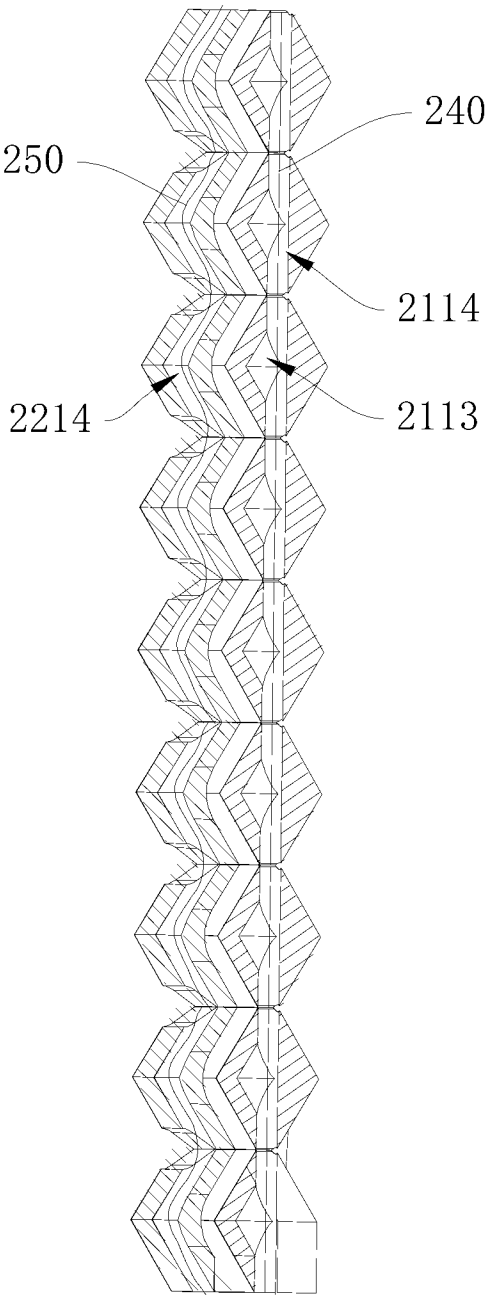


图 4

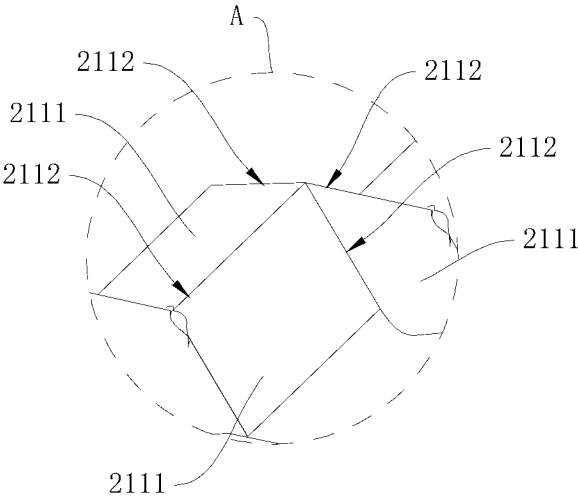


图 5

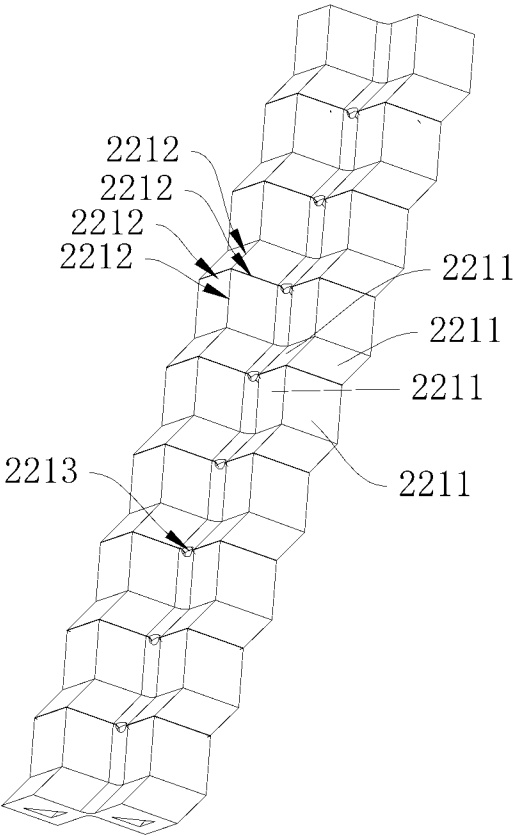


图 6

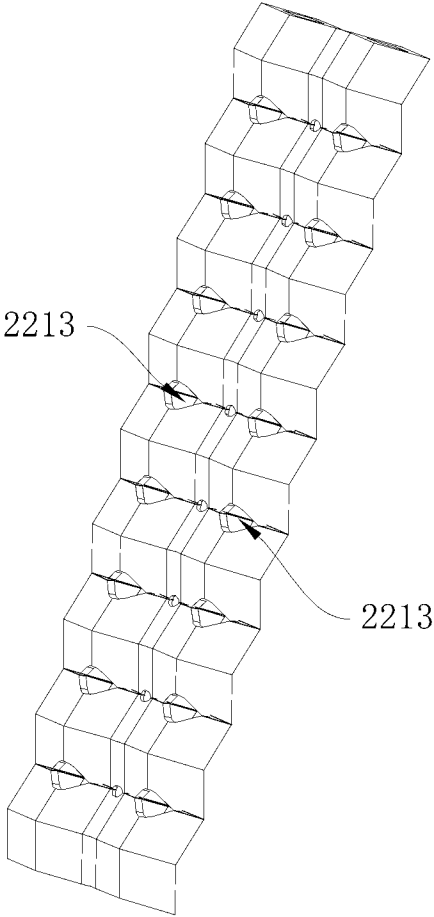


图 7

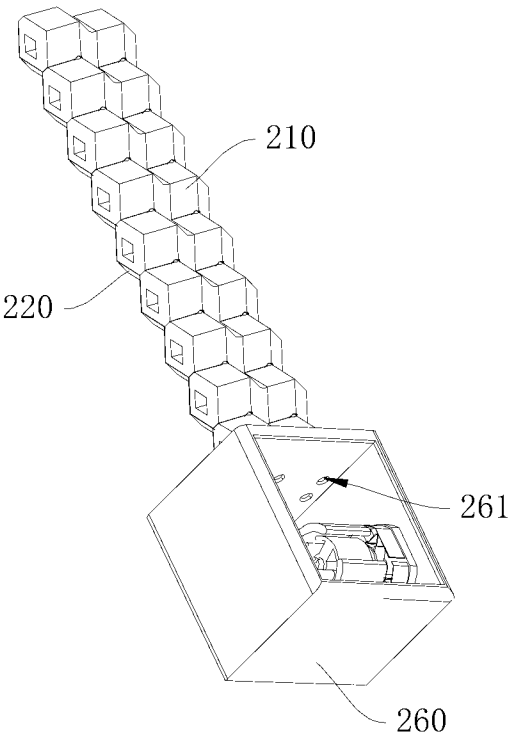


图 8

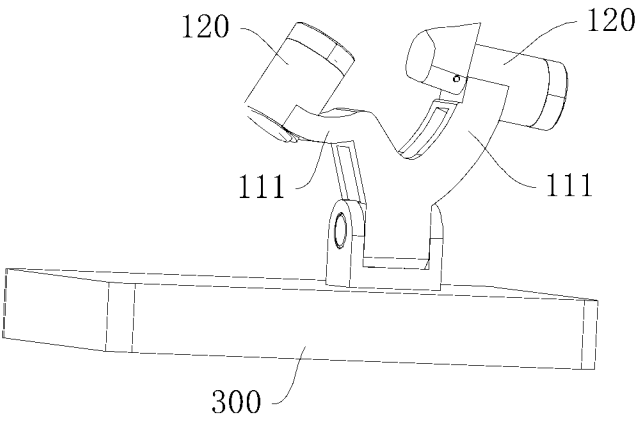


图 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2023/099168

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B25J15/00(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)

IPC:B25J

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)

CNXT, ENTXTC, CNKI, 万方, WANFANG: 灵巧手, 手指, 手掌, 连杆, 变形, 马达, 电机, 绳, 索, 弯曲, 折叠, 柔性, 软;
 VEN, ENTXT, EPTXT, USTXT, WOTXT: dexterous hand, finger, palm, connecting rod, deform, variant, motor, rope, cord,
 bend, fold, flexibility, soft.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 102092049 A (TIANJIN UNIVERSITY) 15 June 2011 (2011-06-15) description, paragraphs 25-35, and figures 1-11	1-4, 6-11
Y	CN 110900650 A (HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY, SHENZHEN) 24 March 2020 (2020-03-24) description, paragraphs 32-48, and figures 1-6	1-4, 6-11
Y	CN 1964822 A (KING S. COLLEGE LONDON) 16 May 2007 (2007-05-16) description, pages 2-7, and figures 1-6	1-4, 6-11
Y	CN 113211481 A (TANG LIMING) 06 August 2021 (2021-08-06) description, paragraphs 19-23, and figures 1-5	1-4, 6-11
Y	US 2022040868 A1 (WORCESTER POLYTECHNIC INSTITUTE) 10 February 2022 (2022-02-10) description, paragraphs 9-66, and figures 1-20	1-4, 6-11
A	CN 112109109 A (BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY) 22 December 2020 (2020-12-22) entire document	1-11



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
 “D” document cited by the applicant in the international application
 “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date
 “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

04 September 2023

Date of mailing of the international search report

10 October 2023

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
 CN)
 China No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District,
 Beijing 100088

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2023/099168

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)		Publication date (day/month/year)	
CN	102092049	A	15 June 2011	CN	102092049	B	13 February 2013
CN	110900650	A	24 March 2020	None			
CN	1964822	A	16 May 2007	GB	0409548	D0	02 June 2004
				US	2013119687	A1	16 May 2013
				EP	1742775	A1	17 January 2007
				WO	2005105391	A1	10 November 2005
				US	2012205933	A1	16 August 2012
				US	2008019803	A1	24 January 2008
				CN	1964822	B	16 November 2011
CN	113211481	A	06 August 2021	CN	215701791	U	01 February 2022
US	2022040868	A1	10 February 2022	US	2019126497	A1	02 May 2019
				US	11097430	B2	24 August 2021
				WO	2019089709	A1	09 May 2019
CN	112109109	A	22 December 2020	CN	112109109	B	28 September 2021

A. 主题的分类 B25J15/00(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) IPC:B25J 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)) CNTXT, ENTXTC, CNKI, 万方:灵巧手, 手指, 手掌, 连杆, 变形, 马达, 电机, 绳, 索, 弯曲, 折叠, 柔性, 软; VEN,ENTXT,EPTXT,USTXT,WOTXT:dexterous hand,finger,palm,connecting rod,deform,variant,motor,rope,cord, bend,fold,flexibility,soft.		
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
Y	CN 102092049 A (天津大学) 2011年6月15日 (2011 - 06 - 15) 说明书第25-35段, 附图1-11	1-4、6-11
Y	CN 110900650 A (哈尔滨工业大学(深圳)) 2020年3月24日 (2020 - 03 - 24) 说明书第32-48段, 附图1-6	1-4、6-11
Y	CN 1964822 A (伦敦国王学院) 2007年5月16日 (2007 - 05 - 16) 说明书第2-7页, 附图1-6	1-4、6-11
Y	CN 113211481 A (唐黎明) 2021年8月6日 (2021 - 08 - 06) 说明书第19-23段, 附图1-5	1-4、6-11
Y	US 2022040868 A1 (WORCESTER POLYTECH INST) 2022年2月10日 (2022 - 02 - 10) 说明书第9-66段, 附图1-20	1-4、6-11
A	CN 112109109 A (北京理工大学) 2020年12月22日 (2020 - 12 - 22) 全文	1-11
☐ 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 “D” 申请人在国际申请中引证的文件 “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 2023年9月4日		国际检索报告邮寄日期 2023年10月10日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088		授权官员 李祥亮 电话号码 (+86) 020-28958271

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2023/099168

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	102092049	A	2011年6月15日	CN	102092049	B	2013年2月13日
CN	110900650	A	2020年3月24日	无			
CN	1964822	A	2007年5月16日	GB	0409548	D0	2004年6月2日
				US	2013119687	A1	2013年5月16日
				EP	1742775	A1	2007年1月17日
				WO	2005105391	A1	2005年11月10日
				US	2012205933	A1	2012年8月16日
				US	2008019803	A1	2008年1月24日
				CN	1964822	B	2011年11月16日
CN	113211481	A	2021年8月6日	CN	215701791	U	2022年2月1日
US	2022040868	A1	2022年2月10日	US	2019126497	A1	2019年5月2日
				US	11097430	B2	2021年8月24日
				WO	2019089709	A1	2019年5月9日
CN	112109109	A	2020年12月22日	CN	112109109	B	2021年9月28日