

(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 4 月 30 日 (30.04.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/082529 A1

(51) 国际专利分类号:
B25J 15/00 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2018/120252

(22) 国际申请日: 2018 年 12 月 11 日 (11.12.2018)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
201811240562.8 2018 年 10 月 24 日 (24.10.2018) CN

(71) 申请人: 五邑大学(WUYI UNIVERSITY) [CN/CN];
中国广东省江门市东城区 22 号江励,
Guangdong 529000 (CN)。

(72) 发明人: 江励(JIANG, Li); 中国广东省江门市
东城区 22 号江励, Guangdong 529000 (CN)。 刘

乐章(LIU, Yuezhang); 中国广东省江门市东城区 22 号刘乐章, Guangdong 529000 (CN)。 唐黎明(TANG, Liming); 中国广东省江门市东城区 22 号唐黎明, Guangdong 529000 (CN)。 张活俊(ZHANG, Huojun); 中国广东省江门市东城区 22 号张活俊, Guangdong 529000 (CN)。 汤健华(TANG, Jianhua); 中国广东省江门市东城区 22 号汤健华, Guangdong 529000 (CN)。 黄辉(HUANG, Hui); 中国广东省江门市东城区 22 号黄辉, Guangdong 529000 (CN)。

(74) 代理人: 北京盛凡智荣知识产权代理有限公司(BEIJING SHENGFANZHIRONG INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY CO. LTD);
中国北京市海淀区苏州街 1 号 9 层 057A
梁永昌, Beijing 100080 (CN)。

(54) Title: METHOD FOR FABRICATING RIGID/FLEXIBLE COUPLING BIONIC MANIPULATOR ARM AND FINGERS THEREOF

(54) 发明名称: 一种刚柔耦合仿生机械手及其手指的制备方法

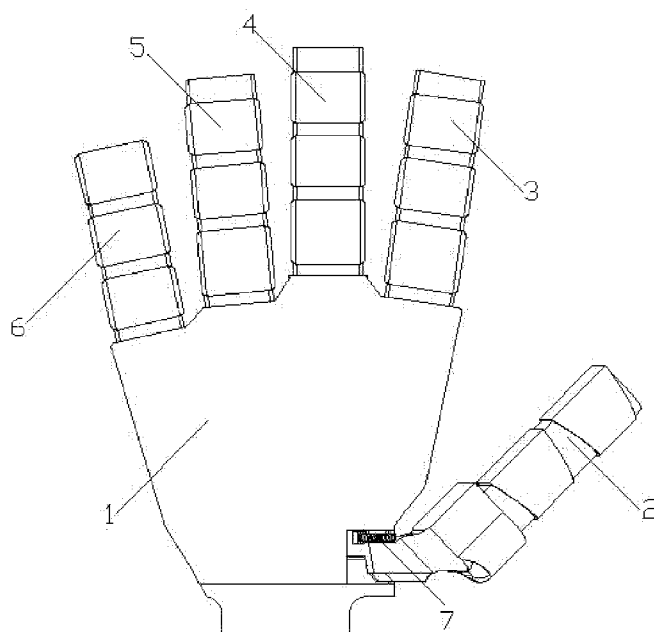


图 1

(57) Abstract: Provided is a method for fabricating a rigid/flexible coupling bionic manipulator arm and fingers thereof, comprising a palm of a manipulator arm (1), and a thumb (2), index finger (3), middle finger (4), ring finger (5), and little finger (6) connected to the palm of the manipulator arm (1); the thumb (2), index finger (3), middle finger (4), ring finger (5), and little finger (6) are sleevedly provided with a corresponding number of finger sleeves (23, 32, 42, 52, 62) serving as finger joints; the thumb (2), index finger (3), middle finger (4), ring finger (5), and little finger (6) are made of flexible material, and the insides of the thumb (2), index finger (3),



WO 2020/082529 A1

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

middle finger (4), ring finger (5), and little finger (6) are hollow structures; the thumb (2) is also drivenly connected to a thumb driving mechanism (7) arranged on the palm of the manipulator arm (1); the provided rigid/flexible coupling bionic manipulator arm has good utility and has a shape and function very similar to the human hand; in addition, the fingers are made of silicone material, which is a soft material having high flexibility, and, to a certain extent, bending performance is superior to the human hand; the invention has an outstanding advantage particularly when grasping fragile items, is very safe, and is highly practical.

(57) 摘要: 一种刚柔耦合仿生机械手及其手指的制备方法, 包括机械手手掌(1)、以及与机械手手掌(1)连接的拇指(2)、食指(3)、中指(4)、无名指(5)、小拇指(6), 拇指(2)、食指(3)、中指(4)、无名指(5)、小拇指(6)上均套设有相应数量的指套(23, 32, 42, 52, 62)作为手指关节; 拇指(2)、食指(3)、中指(4)、无名指(5)、小拇指(6)均采用柔性材料浇注制成, 并且拇指(2)、食指(3)、中指(4)、无名指(5)、小拇指(6)的内部均为中空结构, 拇指(2)还与设置在机械手手掌(1)上的拇指驱动机构(7)传动连接, 所提供的刚柔耦合仿生机械手实用性好, 而且有着非常接近人手的形状与功能; 另外手指是采用硅胶材料制成, 属于软材料, 具有很大的灵活性, 在一定程度上弯曲效果比人手更优越; 特别是抓取易碎品具有突出的优势, 安全性高, 实用性强。

一种刚柔耦合仿生机械手及其手指的制备方法

技术领域

本发明涉及机器人技术领域，尤其是一种刚柔耦合仿生机械手及其手指的制备方法。

背景技术

随着技术的快速发展，机器人也得到了快速的发展，机械手作为机器人的执行末端，直接决定了现有机器人的工作质量，现有机械手存在结构复杂、灵活度差、安全性和适应性差的缺点，这些缺点使得现有的机械手在一些领域的使用受到限制。

现有的机械手一般都是采用旋转电机驱动关节旋转实现动作，在有限的空间内，旋转电机转速高、转矩小、制作难度大，为达到握力要求，所采用的旋转电机还需加配减速器形成机组以驱动关节低转速、大扭矩偏转，整体结构极为复杂。传统机械手在实现双自由度关节的动作时，结构更为复杂。因此传统机械手在人手大小的空间内无法实现全部自由度的动作。另外从仿生学角度来看，人手在自由状态下能够在外力作用下改变形状并适应所接触的物体形状，而传统的机械手在断电状态下自锁，无法实现这一功能。

由于仿生软体机械手具有较高的安全性，受到科研人员的重点研究，这种软体机械手可以根据物体的形状和大小主动改变或者被动改变自己的形态从而很好地包覆物体，因此在形状不规则物体，特别是易碎物品抓持上具有很好的优势，但是，现有的软体机械手存在功能相对较单一，灵活性较低，无法实现复杂的动作的缺点，不能抓取不同形状的物体，与人手的仿生程度非常低。

发明内容

针对现有技术的不足，本发明提供一种仿生程度高、灵活性高、适应性强的刚柔耦合仿生机械手及其手指的制备方法。

本发明的技术方案为：一种刚柔耦合仿生机械手，包括机械手手掌、以及与机械手手掌连接的拇指、食指、中指、无名指、小拇指，所述的拇指、食指、中指、无名指、小拇指上均套设有相应数量的指套作为手指关节；

所述的拇指、食指、中指、无名指、小拇指均采用柔性材料浇注制成，并且所述的拇指、食指、中指、无名指、小拇指的内部均为中空结构，该中空结构作为充气腔室，所述拇指、食指、中指、无名指、小拇指的中空的充气腔室分别与设置在机械手手掌上的不同的充气管相连通，通过相应的充气管给相应的手指充气，使得手指关节处弯曲度增加，所述的拇指还

与设置在机械手手掌上的拇指驱动机构传动连接，通过拇指驱动机构驱动拇指向机械手手掌方向或远离机械手手掌方向转动。

进一步的，所述的机械手手掌包括手掌骨架，所述的手掌骨架的前端下部设置有 4 个用于安装食指、中指、无名指、小拇指的环形卡接部，所述的手掌骨架的右端开设有一用于安装拇指的卡槽。

进一步的，所述的拇指包括由柔性材料制成的拇指本体、拇指骨架、以及 2 个拇指指套，所述的拇指本体通过拇指卡箍设置在拇指骨架上，所述的拇指骨架卡设在卡槽内并与拇指驱动机构传动连接，所述的拇指本体上套设有 2 个拇指指套，通过 2 个拇指指套作为拇指关节，并且所述的拇指本体为中空结构，该中空结构作为拇指的充气腔室，所述的充气腔室与相应的充气管相连通。

进一步的，所述的食指包括由柔性材料制成的食指本体、以及套设在食指本体上的 3 个食指指套，以食指指套作为食指关节，所述的食指本体通过食指卡箍与手掌骨架上的其中一个环形卡接部连接，并且所述的食指本体为中空结构，该中空结构作为食指的充气腔室，所述的充气腔室与相应的充气管相连通。

进一步的，所述的中指包括由柔性材料制成的中指本体，以及套设在中指本体上的 3 个中指指套，通过中指指套作为中指关节，所述的中指本体通过中指卡箍设置在手掌骨架上的其中一个环形卡接部内，并且所述的中指本体为中空结构，该中空结构作为中指的充气腔室，该充气腔室与相应的充气管相连通。

进一步的，所述的无名指包括由柔性材料制成的无名指本体，以及套设在无名指本体上的 3 个无名指指套，通过无名指指套作为无名指关节，所述的无名指本体通过无名指卡箍设置在手掌骨架上的其中一个环形卡接部内，并且所述的无名指本体为中空结构，该中空结构作为无名指的充气腔室，该充气腔室与相应的充气管相连通。

进一步的，所述的小拇指包括由柔性材料制成的小拇指本体，以及套设在小拇指本体上的 3 个小拇指指套，通过小拇指指套作为小拇指关节，所述的小拇指通过小拇指卡箍设置在手掌骨架上的其中一个环形卡接部内，并且所述的小拇指本体为中空结构，该中空结构作为小拇指的充气腔室，该充气腔室与相应的充气管相连通。

进一步的，所述的拇指驱动机构包括拇指驱动电机、蜗杆、蜗轮、转轴，所述的拇指驱动电机通过电机座设置在手掌骨架上，并且所述的拇指驱动电机通过蜗杆与蜗轮啮合，所述的蜗轮设置在转轴上，所述转轴的一端通过轴承座设置在手掌骨架上，所述的转轴的另一端与拇指骨架过盈连接。

进一步的，所述的机械手手掌还包括设置在手掌骨架上的手掌保护层、以及设置在手掌

保护层上的缓冲层，该手掌保护层除了保护被抓取的产品外，还可以增加手掌骨架的柔性，同时手掌保护层还具有增加摩擦力和减压缓冲作用，所述的手掌保护层上设置有多个凸点，所述的缓冲层上开设有多个用于与手掌保护层上的凸点连接的通孔，所述的缓冲层通过凸点和通孔的相互配合安装在手掌保护层上。

进一步的，所述的拇指骨架上还设置有由柔性材料制成的拇指骨架保护套。

进一步的，所述的机械手手掌还包括设置在手掌骨架下端的手掌骨架盖。

进一步的，所述的充气管为PU管。

进一步的，所述的拇指本体、食指本体、中指本体、无名指本体、小拇指本体均采用硅胶浇注而成，并且所述的拇指本体、食指本体、中指本体、无名指本体、小拇指本体从内至外均包括手指内层、限制层、纤维增强线、手指外层，并且所述的手指外层上还镶嵌有柔性压力传感器，其中，限制层用于限制手指内层膨胀，所述的纤维增强线用于增强手指的弯曲性，避免过度膨胀，柔性压力传感器用于检测手指的压力，从而控制给手指的充气量，控制手指的弯曲程度。

进一步的，所述的缓冲层采用软材料制成，一方面可以让掌心更柔软，另一方面对手掌保护层起到支撑作用。

其中，本发明还提供一种柔刚柔耦合仿生机械手手指的制备方法，包括以下步骤：

S1)、将硅胶材料浇注到相应的模具中，制备出一个半圆环形的手指内层；

S2)、待手指内层凝固后在其上铺设一层限制层，然后在手指内层外表面以3mm的间隙缠绕一圈纤维增强线；

S3)、然后再浇注一层手指外层进行包裹，并采用硅胶对其进行封口处理；

S4)、将柔性压力传感器放置在手指外层预留的凹槽内，以及在手指上以5mm的间距套设指套作为手指的关节，并在手指上安装相应的充气管。

工作原理：通过拇指驱动电机驱动蜗杆带动蜗轮旋转，进而带动拇指骨架向手掌方向旋转，使得拇指绕转轴转动到指定位置后，然后通过充气管给各个手指充气，手指的充气腔室随着气压的升高，手指的关节处弯曲性增加，当手指包裹住物体时，物体会阻碍手指的弯曲而实现握紧，并通过柔性压力传感器检测压力，保证供气量。另外，可根据抓取物体的形状、尺寸来控制手指的运动数量和弯曲的先后顺序，实现最优抓取效果。

本发明的有益效果为：

1、本发明提供的刚柔耦合仿生机械手实用性好，而且有着非常接近人手的形状与功能；另外手指是采用硅胶材料制成，属于软材料，具有很大的灵活性，在一定程度上弯曲效果比人手更优越；

2、本发明控制相对简单，它能抓取各种形状和大小的物体而不会刮伤物体表面，特别是抓取易碎品具有突出的优势。

3、本发明结构和控制简单，安全性高，与物体接触的部位皆为硅胶，既避免了对抓取物体的损害又增加了摩擦力，使得抓取效果更好，在抓取方面有着绝对的优势。

4、适用范围广，由于硅胶安全无毒害，此发明安装在服务型机器人上可以安全可靠地端茶递水，准备食物，在医疗康复领域可以在不给人体带来任何不适和伤害的前提下帮病人捶背按摩，辅助康复训练，安装在肢体残缺患者身上可以让他们更容易恢复正常生活。

附图说明

图 1 为本发明机械手的结构示意图一；

图 2 为本发明机械手的结构示意图二；

图 3 为本发明机械手手掌的结构示意图；

图 4 为本发明手掌保护层的结构示意图；

图 5 为本发明缓冲层的结构示意图；

图 6 为本发明拇指骨架的结构示意图；

图 7 为本发明的拇指驱动机构的结构示意图；

图 8 为本实用新型手指的截面示意图；

图 9 为本发明机械手抓取物体的示意图。

图中，1-机械手手掌，2-拇指，3-食指，4-中指，5-无名指，6-小拇指，7-拇指驱动机构，8-充气管，11-手掌骨架，12-手掌保护层，13-缓冲层，14-环形卡接部，15-卡槽，16-凸点，17-通孔，21-拇指本体，22-拇指骨架，23-拇指指套，24-拇指骨架保护套，31-食指本体，32-食指指套，33-食指卡箍，41-中指本体，42-中指指套，43-中指卡箍，51-无名指本体，52-无名指指套，53-无名指卡箍，61-小拇指本体，62-小拇指指套，63-小拇指卡箍，71-拇指驱动电机，72-蜗杆，73-蜗轮，74-转轴，75-轴承座，81-手指内层，82-限制层，83-纤维增强线，84-手指外层，85-柔性压力传感器。

具体实施方式

下面结合附图对本发明的具体实施方式作进一步说明：

如图 1 和图 2 所示，一种刚柔耦合仿生机械手，包括机械手手掌 1、以及与机械手手掌 1 连接的拇指 2、食指 3、中指 4、无名指 5、小拇指 6，所述的拇指 2、食指 3、中指 4、无名指 5、小拇指 6 上均套设有相应数量的指套作为手指关节；

所述的拇指 2、食指 3、中指 4、无名指 5、小拇指 6 均采用柔性材料浇注制成，优选为硅胶，并且所述的拇指 2、食指 3、中指 4、无名指 5、小拇指 6 的内部均为中空结构，该中空结构作为充气腔室，所述拇指 2、食指 3、中指 4、无名指 5、小拇指 6 的中空的充气腔室分别与设置在机械手手掌 1 上的不同的充气管 8 相连通，所述的充气管 8 优选为 PU 管，通过相应的充气管 8 给相应的手指充气，使得手指关节处弯曲度增加，实现物体的抓握，所述的拇指 2 还与设置在机械手手掌 1 上的拇指驱动机构 7 传动连接，通过拇指驱动机构 7 驱动拇指 2 向机械手手掌 1 方向或远离机械手手掌 1 方向转动。

如图 3 所示，所述的机械手手掌 1 包括手掌骨架 11、手掌保护层 12、以及设置在手掌保护层 12 上的缓冲层 13，所述的手掌骨架 11 的前端的下部设置有 4 个用于安装食指 3、中指 4、无名指 5、小拇指 6 的环形卡接部 14，所述的手掌骨架 11 的右端开设有一用于容纳拇指 2 的卡槽 15，所述的手掌保护层 12 设置在手掌骨架 11 上，该手掌保护层 12 除了保护被抓取的产品外，还可以增加手掌骨架 11 的柔性，同时手掌保护层 12 还具有增加摩擦力和减压缓冲作用，如图 4 所示，所述的手掌保护层 12 上设置有多个凸点 16，如图 5 所示，所述的缓冲层 13 上开设有多个用于与手掌保护层 12 上的凸点 16 连接的通孔 17，所述的缓冲层 13 通过凸点 16 和通孔 17 的相互配合安装在手掌保护层 12 上，所述的缓冲层 13 采用软材料制成，一方面可以让掌心更柔软，另一方面对手掌保护层 12 起到支撑作用，所述的手掌骨架 11 的下端还盖设有手掌骨架盖。

如图 2 所示，所述的拇指 2 包括由柔性材料制成的拇指本体 21、拇指骨架 22、以及 2 个拇指指套 23，其中拇指骨架 22 的结构如图 6 所示，所述的拇指本体 21 通过拇指卡箍设置在拇指骨架 22 上，所述的拇指骨架 22 卡设在卡槽 15 内并与拇指驱动机构 7 传动连接，所述的拇指骨架 22 上还设置有由硅胶材料制成的拇指骨架保护套 24，所述的拇指本体 21 上套设有 2 个拇指指套 23，2 个拇指指套之间的间距为 5mm，通过 2 个拇指指套 23 作为拇指关节，并且所述的拇指本体 21 为中空结构，该中空结构作为拇指 2 的充气腔室，所述的充气腔室与相应的充气管 8 相连通，其中，所述的充气管 8 为 PU 管。

如图 2 所示，所述的食指 3 包括由柔性材料制成的食指本体 31、以及套设在食指本体 31 上的 3 个食指指套 32，3 个食指指套 32 之间的间距为 5mm，以食指指套 32 作为食指关节，所述的食指本体 31 通过食指卡箍 33 与手掌骨架 11 上的其中一个环形卡接部 14 连接，并且所述的食指本体 31 为中空结构，该中空结构作为食指 3 的充气腔室，所述的充气腔室与相应的充气管 8 相连通，其中，所述的充气管 8 为 PU 管。

所述的中指 4 包括由柔性材料制成的中指本体 41，以及套设在中指本体 41 上的 3 个中指指套 42，通过中指指套 42 作为中指关节，所述的中指本体 41 通过中指卡箍 43 设置在手

掌骨架 11 上的其中一个环形卡接部 14 内，并且所述的中指本体 41 为中空结构，该中空结构作为中指 4 的充气腔室，该充气腔室与相应的充气管 8 相连通，其中，所述的充气管 8 为 PU 管。

所述的无名指 5 包括由柔性材料制成的无名指本体 51，以及套设在无名指本体 51 上的 3 个无名指指套 52，通过无名指指套 52 套作为无名指关节，所述的无名指本体 51 通过无名指卡箍 53 设置在手掌骨架 11 上的其中一个环形卡接部 14 内，并且所述的无名指本体 51 为中空结构，该中空结构作为无名指 5 的充气腔室，该充气腔室与相应的充气管 8 相连通，其中，所述的充气管 8 为 PU 管。

如图 2 所示，所述的小拇指 6 包括由柔性材料制成的小拇指本体 61，以及套设在小拇指本体 61 上的 3 个小拇指指套 62，通过小拇指指套 62 作为小拇指关节，所述的小拇指本体 61 通过小拇指卡箍 63 设置在手掌骨架 11 上的其中一个环形卡接部 14 内，并且所述的小拇指本体 61 为中空结构，该中空结构作为小拇指 6 的充气腔室，该充气腔室与相应的充气管 8 相连通，其中，所述的充气管 8 为 PU 管。

如图 7 所示，所述的拇指驱动机构 7 包括拇指驱动电机 71、蜗杆 72、蜗轮 73、转轴 74，所述的拇指驱动电机 71 通过电机座设置在手掌骨架 11 上，并且所述的拇指驱动电机 71 通过蜗杆 72 与蜗轮 73 啮合，所述的蜗轮 73 设置在转轴 74 上，所述转轴 74 的一端通过轴承座 75 设置在手掌骨架 11 上，所述的转轴 74 的另一端与拇指骨架 22 过盈连接。

所述的拇指本体 21、食指本体 31、中指本体 41、无名指本体 51、小拇指本体 61 均采用硅胶浇注而成，如图 8 所示，所述的拇指本体 21、食指本体 31、中指本体 41、无名指本体 51、小拇指本体 61 从内至外均包括手指内层 81、限制层 82、纤维增强线 83、手指外层 84，并且所述的手指外层 84 上还镶嵌有柔性压力传感器 85，其中，限制层 82 用于限制手指内层 81 膨胀，所述的纤维增强线 83 用于增强手指的弯曲性，避免过度膨胀，柔性压力传感器 85 用于检测手指的压力，从而控制给手指的充气量，控制手指的弯曲程度。

其中柔性手指的制备包括以下步骤：

S1)、将硅胶材料浇注到相应的模具中，制备出一个半圆环形的手指内层 81；

S2)、待手指内层 81 凝固后在其上铺设一层限制层 82，然后在手指内层 81 外表面以 3mm 的间隙缠绕一圈纤维增强线 83；

S3)、然后再浇注一层手指外层 84 进行包裹，并采用硅胶对其进行封口处理；

S4)、将柔性压力传感器 85 放置在手指外层 84 预留的凹槽内，以及在手指上以 5mm 的间距套设指套作为手指的关节，并在手指上安装相应的充气管。

工作原理：通过拇指驱动电机 7 驱动蜗杆 72 带动蜗轮 73 旋转，进而带动拇指骨架 22 向

手掌方向旋转,使得拇指 2 绕转轴 74 转动到指定位置后,然后通过充气管 8 给各个手指充气,手指的充气腔室随着气压的升高,手指的关节处弯曲性增加,当手指包裹住物体时,物体会阻碍手指的弯曲而实现握紧,并通过柔性压力传感器 85 检测压力,保证供气量。另外,可根据抓取物体的形状、尺寸来控制手指的运动数量和弯曲的先后顺序,实现最优抓取效果。

如图所示 9,当机械手需要抓取这个物体时,拇指骨架 22 随转轴 74 在拇指驱动电机 71 的带动下转动一定角度,然后依次对中指 4、食指 3、拇指 2 进行充气,由于中指 4 最长,优先弯曲包裹物体拉近手掌和物体的距离,拇指 2 独立承担一个方向上的支持作用,所以最后弯曲;这三根手指在气的驱动下弯曲、包裹住物体,然后通过柔性压力传感器 85 反馈来控制握紧程度,防止物体滑落;

各根手指弯曲运动原理相同,和人手一样可以抓取不同的形状的物体,这是因为手指的弯曲程度不是一成不变的,可以根据抓取的物体被动改变,在抓取一些物体时只需要三根手指一起工作,针对不同物体可以根据实际情况有选择的对手指供气进行控制弯曲,另外,调整拇指角度可以和人一样做出各种手势动作。

上述实施例和说明书中描述的只是说明本发明的原理和最佳实施例,在不脱离本发明精神和范围的前提下,本发明还会有各种变化和改进,这些变化和改进都落入要求保护的本发明范围内。

权 利 要 求 书

1、一种刚柔耦合仿生机械手，包括机械手手掌、以及与机械手手掌连接的拇指、食指、中指、无名指、小拇指，其特征在于：所述的拇指、食指、中指、无名指、小拇指上均套设有相应数量的指套作为手指关节；

所述的拇指、食指、中指、无名指、小拇指均采用柔性材料浇注制成，并且所述的拇指、食指、中指、无名指、小拇指的内部均为中空结构，该中空结构作为充气腔室，所述拇指、食指、中指、无名指、小拇指的中空的充气腔室分别与设置在机械手手掌上的不同的充气管相连通，通过相应的充气管给相应的手指充气，使得手指关节处弯曲度增加，所述的拇指还与设置在机械手手掌上的拇指驱动机构传动连接。

2、根据权利要求1所述的一种刚柔耦合仿生机械手，其特征在于：所述的机械手手掌包括手掌骨架，所述的手掌骨架的前端下部设置有4个用于安装食指、中指、无名指、小拇指的环形卡接部，所述的手掌骨架的右端开设有一用于安装拇指的卡槽。

3、根据权利要求1所述的一种刚柔耦合仿生机械手，其特征在于：所述的拇指包括由柔性材料制成的拇指本体、拇指骨架、以及2个拇指指套，所述的拇指本体通过拇指卡箍设置在拇指骨架上，所述的拇指骨架卡设在卡槽内并与拇指驱动机构传动连接，所述的拇指本体上套设有2个拇指指套，通过2个拇指指套作为拇指关节，并且所述的拇指本体为中空结构，该中空结构作为拇指的充气腔室，所述的充气腔室与相应的充气管相连通。

4、根据权利要求1所述的一种刚柔耦合仿生机械手，其特征在于：所述的食指包括由柔性材料制成的食指本体、以及套设在食指本体上的3个食指指套，以食指指套作为食指关节，所述的食指本体通过食指卡箍与手掌骨架上的其中一个环形卡接部连接，并且所述的食指本体为中空结构，该中空结构作为食指的充气腔室，所述的充气腔室与相应的充气管相连通；

所述的中指包括由柔性材料制成的中指本体，以及套设在中指本体上的3个中指指套，通过中指指套作为中指关节，所述的中指本体通过中指卡箍设置在手掌骨架上的其中一个环形卡接部内，并且所述的中指本体为中空结构，该中空结构作为中指的充气腔室，该充气腔室与相应的充气管相连通；

所述的无名指包括由柔性材料制成的无名指本体，以及套设在无名指本体上的3个无名指指套，通过无名指指套作为无名指关节，所述的无名指本体通过无名指卡箍设置在手掌骨架上的其中一个环形卡接部内，并且所述的无名指本体为中空结构，该中空结构作为无名指的充气腔室，该充气腔室与相应的充气管相连通；

所述的小拇指包括由柔性材料制成的小拇指本体，以及套设在小拇指本体上的3个小拇指指套，通过小拇指指套作为小拇指关节，所述的小拇指通过小拇指卡箍设置在手掌骨架上的其中一个环形卡接部内，并且所述的小拇指本体为中空结构，该中空结构作为小拇指的充

气腔室，该充气腔室与相应的充气管相连通。

5、根据权利要求1所述的一种刚柔耦合仿生机械手，其特征在于：所述的拇指驱动机构包括拇指驱动电机、蜗杆、蜗轮、转轴，所述的拇指驱动电机通过电机座设置在手掌骨架上，并且所述的拇指驱动电机通过蜗杆与蜗轮啮合，所述的蜗轮设置在转轴上，所述转轴的一端通过轴承座设置在手掌骨架上，所述的转轴的另一端与拇指骨架过盈连接。

6、根据权利要求2所述的一种刚柔耦合仿生机械手，其特征在于：所述的机械手手掌还包括设置在手掌骨架上的手掌保护层、以及设置在手掌保护层上的缓冲层，所述的手掌保护层上设置有多个凸点，所述的缓冲层上开设有多个用于与手掌保护层上的凸点连接的通孔，所述的缓冲层通过凸点和通孔的相互配合安装在手掌保护层上。

7、根据权利要求6所述的一种刚柔耦合仿生机械手，其特征在于：所述的机械手手掌还包括设置在手掌骨架下端的手掌骨架盖。

8、根据权利要求3或5所述的一种刚柔耦合仿生机械手，其特征在于：所述的拇指骨架上还设置有由柔性材料制成的拇指骨架保护套。

9、根据权利要求3所述的一种刚柔耦合仿生机械手，其特征在于：所述的拇指本体采用硅胶浇注而成，并且所述的从内至外均包括手指内层、限制层、纤维增强线、手指外层，并且所述的手指外层上还镶嵌有柔性压力传感器，其中，限制层用于限制手指内层膨胀，所述的纤维增强线用于增强手指的弯曲性，避免过度膨胀，柔性压力传感器用于检测手指的压力。

10、根据权利要求4所述的一种刚柔耦合仿生机械手，其特征在于：

所述的食指本体、中指本体、无名指本体、小拇指本体均采用硅胶浇注而成，并且所述的食指本体、中指本体、无名指本体、小拇指本体从内至外均包括手指内层、限制层、纤维增强线、手指外层，并且所述的手指外层上还镶嵌有柔性压力传感器，其中，限制层用于限制手指内层膨胀，所述的纤维增强线用于增强手指的弯曲性，避免过度膨胀，柔性压力传感器用于检测手指的压力。

11、一种刚柔耦合仿生机械手手指的制备方法，包括以下步骤：S1)、将硅胶材料浇注到相应的模具中，制备出一个半圆环形的手指内层；

S2)、待手指内层凝固后在其上铺设一层限制层，然后在手指内层外表面以3mm的间隙缠绕一圈纤维增强线；

S3)、然后再浇注一层手指外层进行包裹，并采用硅胶对其进行封口处理；

S4)、将柔性压力传感器放置于手指外层预留的凹槽内，以及在手指上以5mm的间距套设指套作为手指的关节，并在手指上安装相应的充气管。

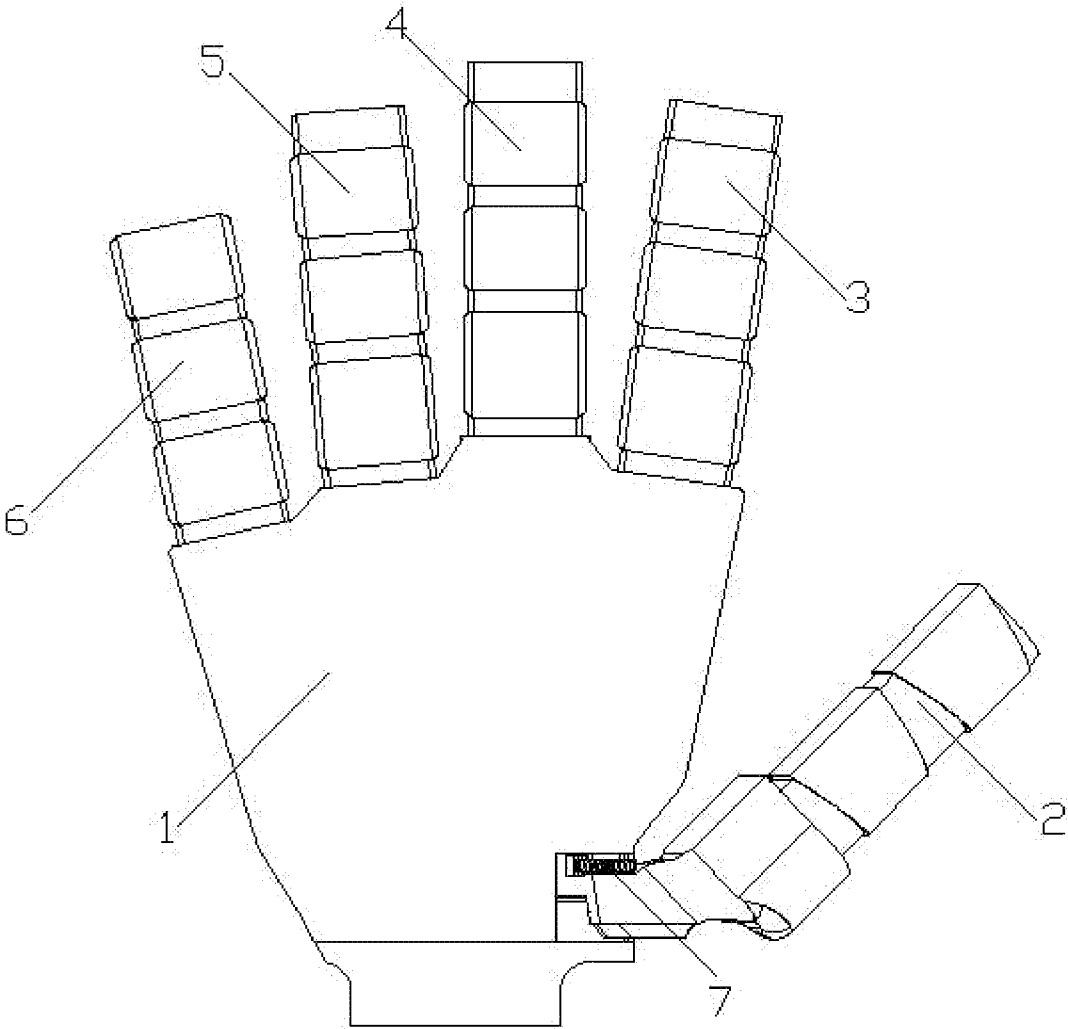


图 1

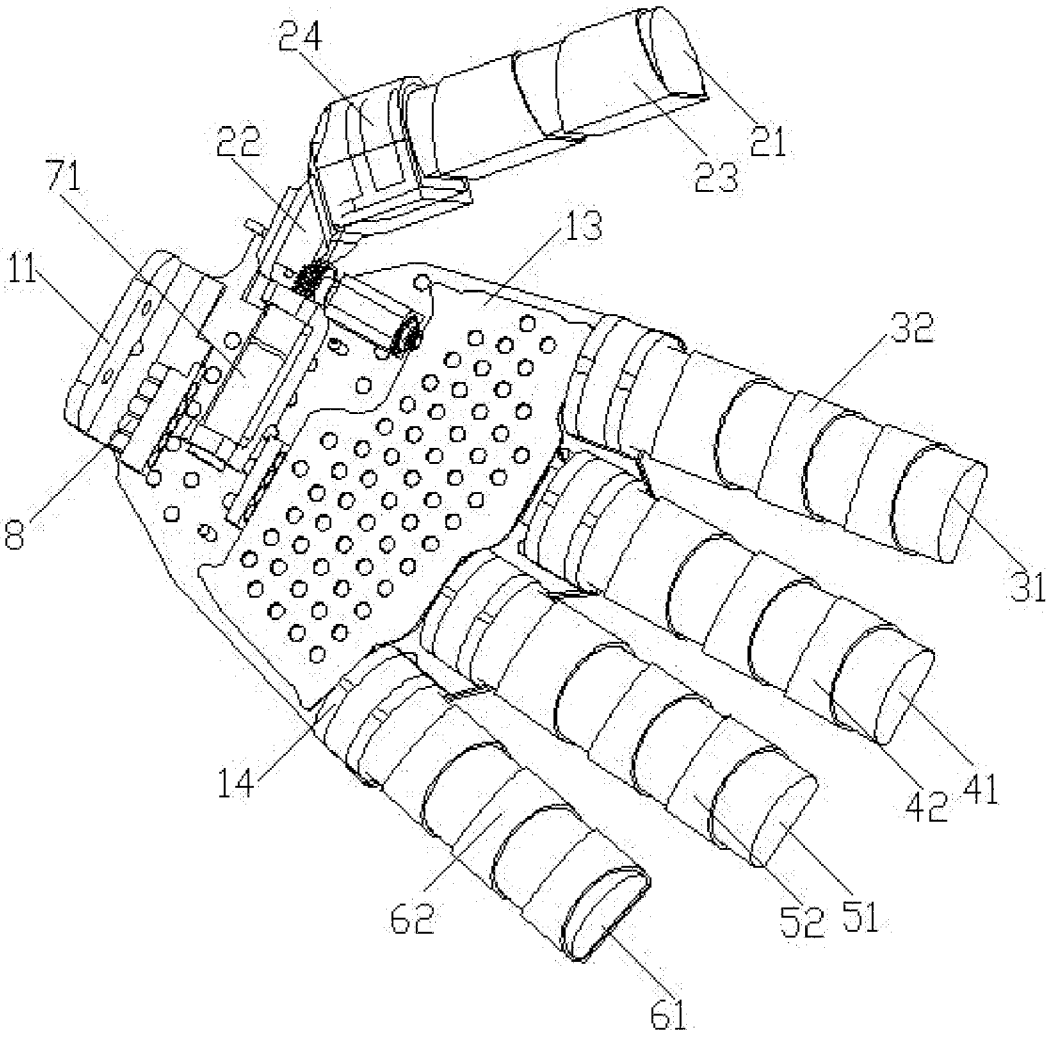


图 2

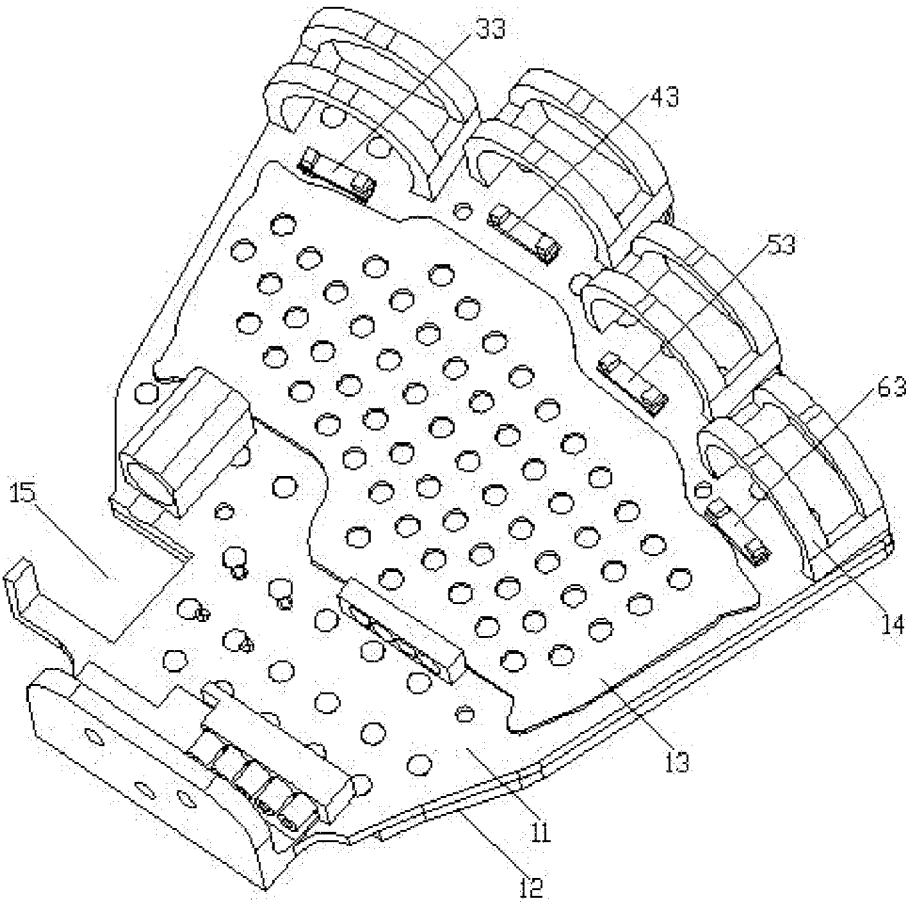


图 3

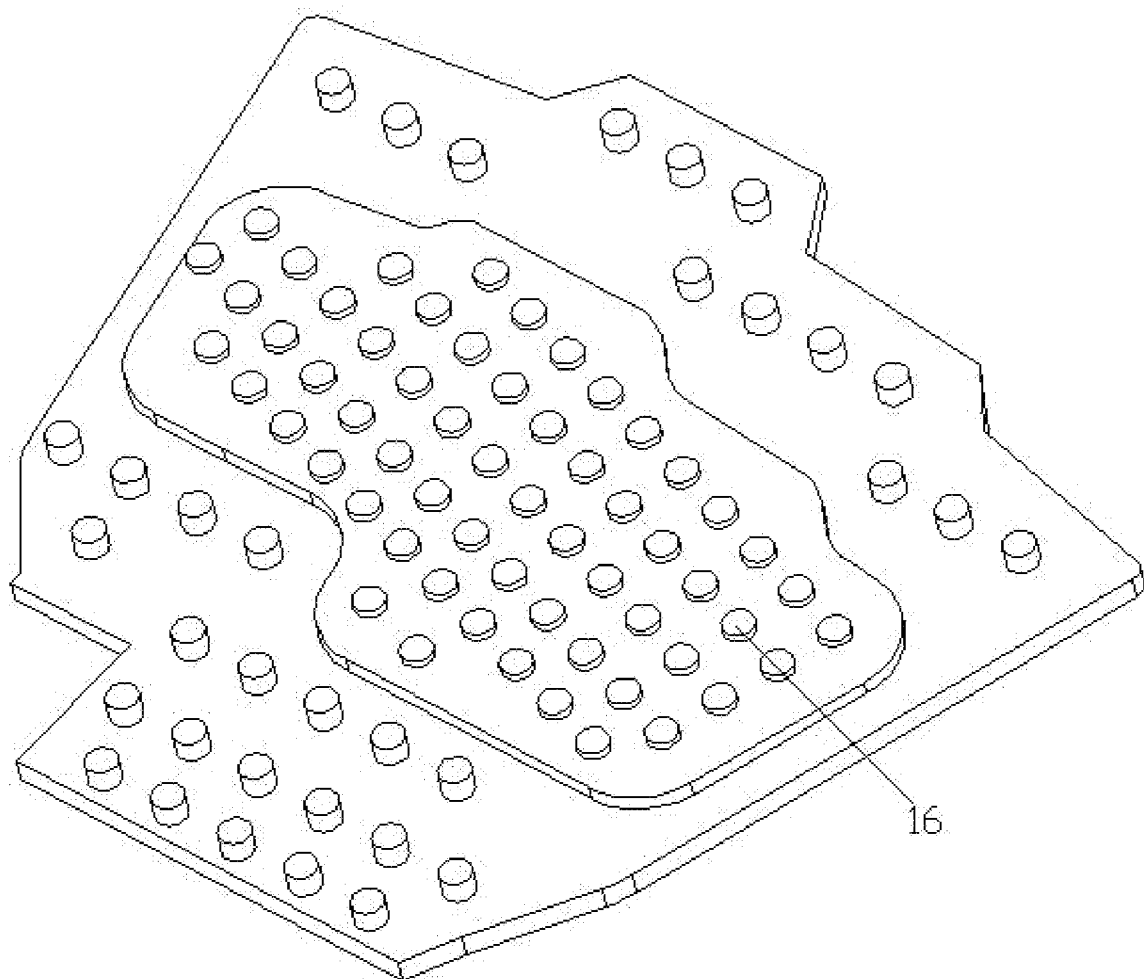


图 4

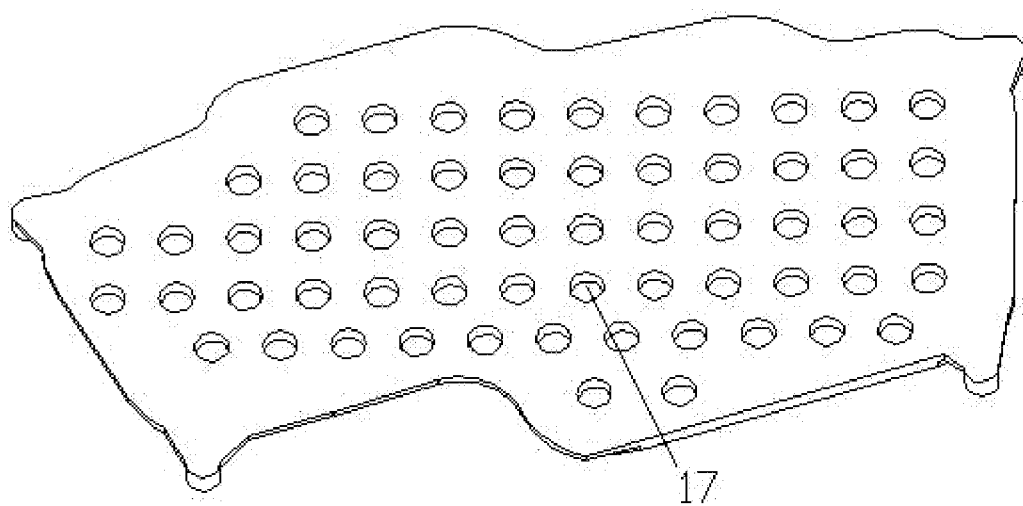


图 5

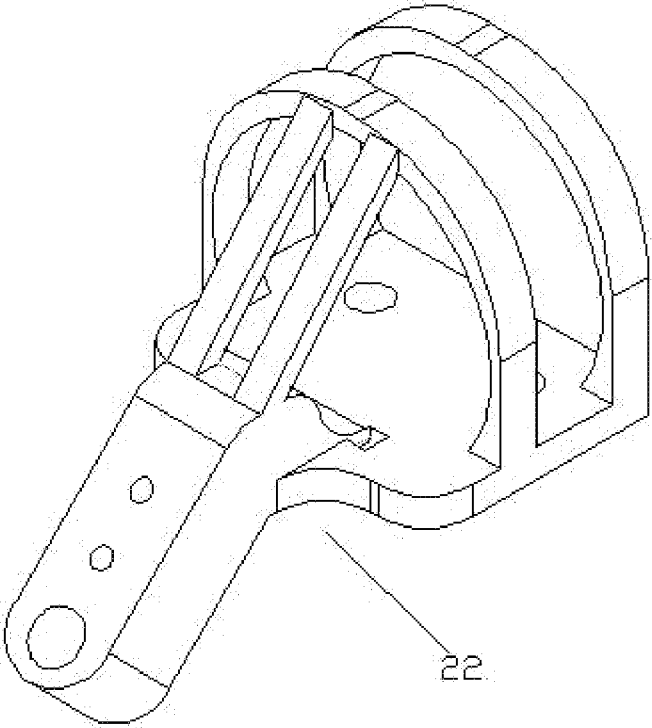


图 6

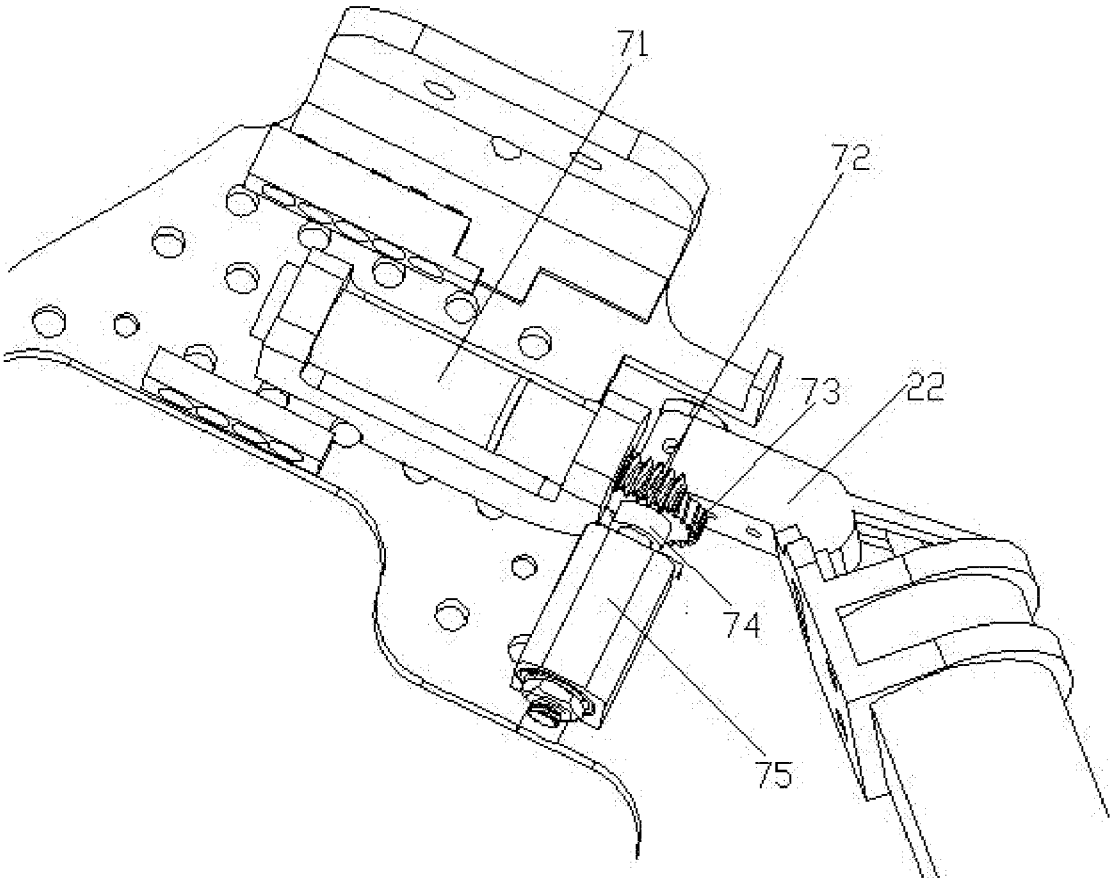


图 7

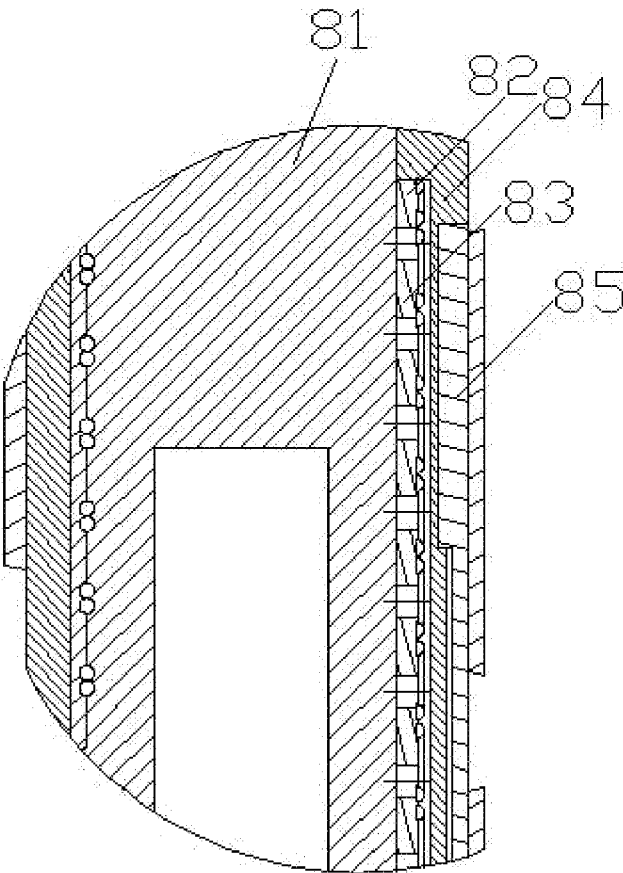


图 8

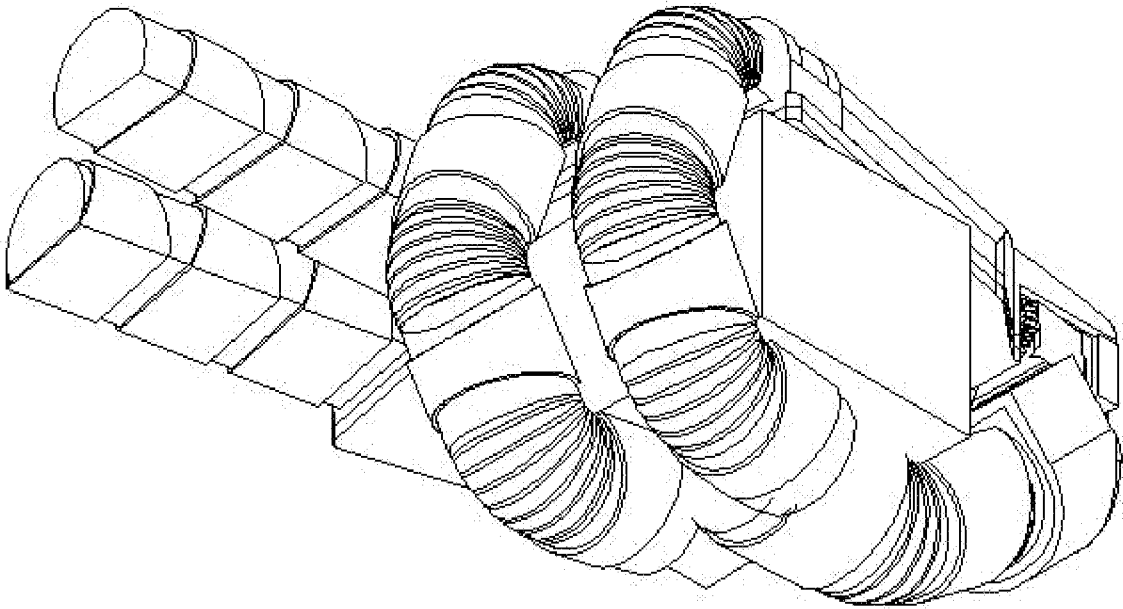


图 9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/120252

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B25J 15/00(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)

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)

CNPAT, CNKI, WPI, EPODOC: 五邑大学, 机械手, 手, 手指, 拇指, 指套, 纤维, 关节, 蜗轮, 硅胶, 柔, 柔性, 刚柔, 传感器, 感测器, 充气, 压力, 包裹, 增强, robot, finger?, fibre, flexible, soft, sensor?, gas, air, pressure

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	CN 103538077 A (SOUTH CHINA UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 29 January 2014 (2014-01-29) specific embodiment, and figures 1-3	1-10
Y	CN 104959992 A (BEIHANG UNIVERSITY) 07 October 2015 (2015-10-07) specific embodiments, and figures 1-5J	1-11
Y	CN 108247926 A (TIANJIN UNIVERSITY) 06 July 2018 (2018-07-06) description, paragraphs 28-70, and figures 1-8	9-11
Y	CN 106092388 A (HEFEI LCFC INFORMATION TECHNOLOGY CO., LTD.) 09 November 2016 (2016-11-09) specific embodiments, and figure 1	9-11
A	CN 103372865 A (UNIVERSITI TUN HUSSEIN ONN MALAYSIA) 30 October 2013 (2013-10-30) entire document	1-11
A	JP 08323676 A (KUBOTA K.K.) 10 December 1996 (1996-12-10) 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

“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

06 June 2019

Date of mailing of the international search report

03 July 2019

Name and mailing address of the ISA/CN

National Intellectual Property Administration, PRC (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/CN2018/120252

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN	103538077	A	29 January 2014	CN 103538077 B	04 May 2016
CN	104959992	A	07 October 2015	CN 104959992 B	26 October 2016
CN	108247926	A	06 July 2018	None	
CN	106092388	A	09 November 2016	None	
CN	103372865	A	30 October 2013	None	
JP	08323676	A	10 December 1996	None	

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2018/120252

A. 主题的分类 B25J 15/00 (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) 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)) CNPAT, CNKI, WPI, EP0D0C: 五邑大学, 机械手, 手, 手指, 拇指, 指套, 纤维, 关节, 蜗轮, 硅胶, 柔, 柔性, 刚柔, 传感器, 感测器, 充气, 压力, 包裹, 增强, robot, finger?, fibre, flexible, soft, sensor?, gas, air, 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>Y</td> <td>CN 103538077 A (华南理工大学) 2014年 1月 29日 (2014 - 01 - 29) 具体实施方式, 图1-3</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 104959992 A (北京航空航天大学) 2015年 10月 7日 (2015 - 10 - 07) 具体实施方式, 图1-5J</td> <td>1-11</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 108247926 A (天津大学) 2018年 7月 6日 (2018 - 07 - 06) 说明书第28段至70段, 图1-8</td> <td>9-11</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>CN 106092388 A (合肥联宝信息技术有限公司) 2016年 11月 9日 (2016 - 11 - 09) 具体实施方式, 图1</td> <td>9-11</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 103372865 A (马来西亚敦胡先翁大学) 2013年 10月 30日 (2013 - 10 - 30) 全文</td> <td>1-11</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 08323676 A (KUBOTA K. K.) 1996年 12月 10日 (1996 - 12 - 10) 全文</td> <td>1-11</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	Y	CN 103538077 A (华南理工大学) 2014年 1月 29日 (2014 - 01 - 29) 具体实施方式, 图1-3	1-10	Y	CN 104959992 A (北京航空航天大学) 2015年 10月 7日 (2015 - 10 - 07) 具体实施方式, 图1-5J	1-11	Y	CN 108247926 A (天津大学) 2018年 7月 6日 (2018 - 07 - 06) 说明书第28段至70段, 图1-8	9-11	Y	CN 106092388 A (合肥联宝信息技术有限公司) 2016年 11月 9日 (2016 - 11 - 09) 具体实施方式, 图1	9-11	A	CN 103372865 A (马来西亚敦胡先翁大学) 2013年 10月 30日 (2013 - 10 - 30) 全文	1-11	A	JP 08323676 A (KUBOTA K. K.) 1996年 12月 10日 (1996 - 12 - 10) 全文	1-11
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																					
Y	CN 103538077 A (华南理工大学) 2014年 1月 29日 (2014 - 01 - 29) 具体实施方式, 图1-3	1-10																					
Y	CN 104959992 A (北京航空航天大学) 2015年 10月 7日 (2015 - 10 - 07) 具体实施方式, 图1-5J	1-11																					
Y	CN 108247926 A (天津大学) 2018年 7月 6日 (2018 - 07 - 06) 说明书第28段至70段, 图1-8	9-11																					
Y	CN 106092388 A (合肥联宝信息技术有限公司) 2016年 11月 9日 (2016 - 11 - 09) 具体实施方式, 图1	9-11																					
A	CN 103372865 A (马来西亚敦胡先翁大学) 2013年 10月 30日 (2013 - 10 - 30) 全文	1-11																					
A	JP 08323676 A (KUBOTA K. K.) 1996年 12月 10日 (1996 - 12 - 10) 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 “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 2019年 6月 6日		国际检索报告邮寄日期 2019年 7月 3日																					
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局 (ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451		受权官员 王宏钧 电话号码 86-10-53961019																					

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2018/120252

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	103538077	A	2014年 1月 29日	CN 103538077 B	2016年 5月 4日
CN	104959992	A	2015年 10月 7日	CN 104959992 B	2016年 10月 26日
CN	108247926	A	2018年 7月 6日	无	
CN	106092388	A	2016年 11月 9日	无	
CN	103372865	A	2013年 10月 30日	无	
JP	08323676	A	1996年 12月 10日	无	