



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109397272 A

(43)申请公布日 2019. 03. 01

(21)申请号 201811515893.8

(22)申请日 2018.12.11

(71)申请人 哈尔滨工业大学(深圳)

地址 518000 广东省深圳市南山区桃源街
道深圳大学城哈工大校区

(72)发明人 李兵 吴佳豪 黄海林 宋炎书
刘飞 宁英豪 陈骏安

(74)专利代理机构 广州三环专利商标代理有限公司 44202

代理人 朱本利

(51)Int.Cl.

B25J 9/02(2006.01)

B25J 17/00(2006.01)

B25J 19/02(2006.01)

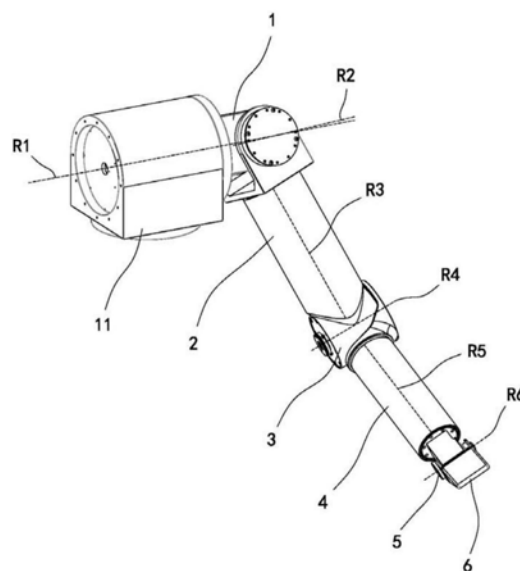
权利要求书2页 说明书7页 附图7页

(54)发明名称

一种六自由度仿生机械手臂

(57)摘要

本发明提供了一种六自由度仿生机械手臂,包括依次连接的肩部关节、肘部关节和腕部关节,其中肩部关节与肘部关节之间设有大臂部,肘部关节与腕部关节之间设有小臂部,腕部关节的末端设有仿生手掌。本发明通过设置六个旋转装置分别实现仿人机械手臂具有六个转动自由度,以模仿人类手臂例如肩部左右张开、大臂部摆动和自转、小臂部摆动和自转以及手掌摆动等一系列动作,且各个运动之间相互不干涉,具有控制精度高、运动自由度高、结构紧凑等优点;并在大臂部和小臂部的外侧表面设有人工皮肤,可以实时检测并反馈大臂部和小臂部与人体接触时受到的载荷,提高了安全性能。



1. 一种六自由度仿生机械手臂,包括依次连接的肩部关节、肘部关节和腕部关节,其中所述肩部关节与所述肘部关节之间设有大臂部,所述肘部关节与所述腕部关节之间设有小臂部,所述腕部关节的末端设有仿生手掌,其特征在于:

所述肩部关节包括安装座、第一旋转装置、关节连接座一、第二旋转装置和关节连接座二,所述第一旋转装置设在所述安装座上并驱动所述关节连接座一围绕第一轴方向转动,所述第二旋转装置设在所述关节连接座一上并驱动所述关节连接座二围绕第二轴方向转动,第一轴方向与第二轴方向之间互相垂直;

所述大臂部为自回转式大臂部,包括大臂回转筒体、第三旋转装置和大臂连接法兰,所述大臂连接法兰固定连接至所述关节连接座二,所述第三旋转装置设置在所述大臂连接法兰上并设在所述大臂回转筒体内而驱动所述大臂回转筒体围绕第三轴方向转动,第三轴方向与第二轴方向之间相互垂直;

所述肘部关节包括肘部关节连接筒体、第四旋转装置和关节连接座三,所述肘部关节连接筒体固定连接至所述大臂回转筒体,所述第四旋转装置设在所述肘部关节连接筒体内并驱动所述关节连接座三围绕第四轴方向转动,第四轴方向与第三轴方向之间相互垂直;

所述小臂部为自回转式小臂部,包括小臂回转筒体、第五旋转装置、和小臂连接法兰,所述小臂连接法兰固定连接至所述关节连接座三,所述第五旋转装置设置在所述小臂连接法兰上并设在所述小臂回转筒体内而驱动所述小臂回转筒体围绕第五轴方向转动,第五轴方向与第四轴方向之间相互垂直;

所述腕部关节包括第六旋转装置和关节连接座四,所述第六旋转装置设在所述小臂回转筒体内并驱动所述关节连接座四围绕第六轴方向转动,第六轴方向与第五轴方向之间互相垂直,所述仿生手掌设在所述关节连接座四上。

2. 如权利要求1所述的六自由度仿生机械手臂,其特征在于,所述大臂部和所述小臂部的外侧表面均设有人工皮肤,所述人工皮肤包括柔性皮肤层和设在所述柔性皮肤层下方的薄膜式压力传感器。

3. 如权利要求1所述的六自由度仿生机械手臂,其特征在于,所述第一旋转装置包括第一旋转电机、由所述第一旋转电机驱动的第一输出轴、第一谐波减速器、设在所述第一谐波减速器输出端的第一输出法兰、第一控制器和第一编码器,所述第一旋转电机固定设在所述安装座上,所述第一控制器设在所述安装座内并控制连接所述第一旋转电机,所述第一编码器设在所述安装座内并通讯连接所述第一旋转电机,所述第一谐波减速器设在所述第一输出轴上,所述第一输出法兰固定连接至所述关节连接座一并驱动所述关节连接座一围绕第一轴方向转动,所述第一输出轴与第一轴方向同轴设置。

4. 如权利要求3所述的六自由度仿生机械手臂,其特征在于,所述安装座还设有用于检测所述第一输出法兰输出转速的校对编码器。

5. 如权利要求1所述的六自由度仿生机械手臂,其特征在于,所述第二旋转装置包括第二旋转电机、由所述第二旋转电机驱动的第二输出轴、第二谐波减速器、第二控制器和第二编码器,所述第二旋转电机固定设在所述关节连接座一上,所述第二控制器设在所述关节连接座一上并控制连接所述第二旋转电机,所述第二编码器设在所述关节连接座一上并通讯连接所述第二旋转电机,所述第二谐波减速器设在所述第二输出轴上并驱动所述关节连接座二围绕所述第二轴方向转动,第二输出轴与第二轴方向同轴设置。

6. 如权利要求5所述的六自由度仿生机械手臂,其特征在于,所述关节连接座一为U形板状,所述关节连接座二为U形板状,所述第二旋转装置还设有支撑轴和两个转动轴承,所述支撑轴固定设在所述关节连接座一上并与所述第二输出轴同轴设置,所述关节连接座二通过两个所述转动轴承分别转动连接至所述第二输出轴和所述支撑轴。

7. 如权利要求1所述的六自由度仿生机械手臂,其特征在于,所述第三旋转装置包括第三旋转电机、由所述第三旋转电机驱动的第三输出轴、直齿轮传动组、驱动连接所述大臂连接法兰的第三谐波减速器、第三控制器和第三编码器,所述第三旋转电机固定设在所述大臂回转筒体内,所述第三控制器设在所述大臂回转筒体内并控制连接所述第三旋转电机,所述第三编码器设在所述大臂回转筒体内并通讯连接所述第三旋转电机,所述直齿轮传动组包括由所述第三输出轴驱动的主动直齿轮和与所述主动直齿轮配合的从动直齿轮,所述第三输出轴与第三轴方向平行设置。

8. 如权利要求7所述的六自由度仿生机械手臂,其特征在于,所述第四旋转装置包括第四旋转电机、由第四旋转电机驱动的第四输出轴、锥齿轮传动组、第四谐波减速器、第四控制器和第四编码器,所述第四旋转电机固定设在所述大臂回转筒体内,所述第四控制器设在所述大臂回转筒体内并控制连接所述第四旋转电机,所述第四编码器设在所述大臂回转筒体内通讯连接所述第四旋转电机,所述锥齿轮传动组包括由所述第四输出轴驱动的主动锥齿轮和与所述主动锥齿轮配合的从动锥齿轮,所述从动锥齿轮通过所述第四谐波减速器带动所述关节连接座三围绕第四轴方向转动,所述第四输出轴与第四轴方向垂直且与所述第三轴方向平行。

9. 权利要求1所述的六自由度仿生机械手臂,其特征在于,所述第五旋转装置包括第五旋转电机、由所述第五旋转电机驱动的第五输出轴、驱动连接所述小臂连接法兰的第五谐波减速器、第五控制器和第五编码器,所述第五旋转电机固定设在所述小臂回转筒体内,所述第五控制器设在所述小臂回转筒体内并控制连接所述第五旋转电机,所述第五编码器设在所述小臂回转筒体内通讯连接所述第五旋转电机,所述第五谐波减速器设在所述第五输出轴上,所述第五输出轴与第四轴方向同轴设置。

10. 权利要求1所述的六自由度仿生机械手臂,其特征在于,所述第六旋转装置包括第六旋转电机、由所述第六旋转电机驱动的第六输出轴、同时具备减速和换向的直角减速器、第六控制器和第六编码器,所述第六旋转电机固定设在所述小臂回转筒体内,所述第六控制器设在所述小臂回转筒体内并控制连接所述第六旋转电机,所述第六编码器设在所述小臂回转筒体内通讯连接所述第六旋转电机,所述直角减速器设在所述小臂回转筒体的末端并由所述第六输出轴驱动,所述关节连接座四设在所述直角减速器的输出轴上并驱动所述仿生手掌围绕第六轴方向转动,所述直角减速器的输出轴与第六轴方向同轴设置。

一种六自由度仿生机械手臂

技术领域

[0001] 本发明属于机器人技术领域,更具体地,涉及一种机械手臂,尤其是用于护理机器人的六自由度仿生机械手臂。

背景技术

[0002] 随着人口老龄化的加重,医护人员越来越紧缺。在护理过程中,需要经常转移病人,例如将卧床不起的病人抱起后从床上转移至轮椅,这个过程需要医护人员有较大的力气,甚至需要多人合作,服务这些老年病人需要巨大的时间和精力,这个过程不仅严重影响到护理人员的工作状态,也直接影响到对病人的服务质量,在医院护理方面,人力资源越来越紧张,特别是面对越来越多的病人时已显得力不从心。因此,护理机器人的发展成了必然。

[0003] 仿生机械手臂模仿人类的手臂动作,需要完成肩部左右张开、大臂部摆动和自转、小臂部摆动和自转以及手掌摆动等一系列动作,运动自由度高,且对运动的精度要求较高。

发明内容

[0004] 为了解决上述问题,本发明提供了一种结构紧凑的六自由度仿生机械手臂。

[0005] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案具体是:

[0006] 一种六自由度仿生机械手臂,包括依次连接的肩部关节、肘部关节和腕部关节,其中肩部关节与肘部关节之间设有大臂部,肘部关节与腕部关节之间设有小臂部,腕部关节的末端设有仿生手掌,其中:

[0007] 肩部关节包括安装座、第一旋转装置、关节连接座一、第二旋转装置和关节连接座二,第一旋转装置设在安装座上并驱动关节连接座一围绕第一轴方向转动,第二旋转装置设在关节连接座一上并驱动关节连接座二围绕第二轴方向转动,第一轴方向与第二轴方向之间互相垂直;

[0008] 大臂部为自回转式大臂部,包括大臂回转筒体、第三旋转装置和大臂连接法兰,大臂连接法兰固定连接至关节连接座二,第三旋转装置设置在大臂连接法兰上并设在大臂回转筒体内而驱动大臂回转筒体围绕第三轴方向转动,第三轴方向与第二轴方向之间相互垂直;

[0009] 肘部关节包括肘部关节连接筒体、第四旋转装置和关节连接座三,肘部关节连接筒体固定连接至大臂回转筒体,第四旋转装置设在肘部关节连接筒体内并驱动关节连接座三围绕第四轴方向转动,第四轴方向与第三轴方向之间相互垂直;

[0010] 小臂部为自回转式小臂部,包括小臂回转筒体、第五旋转装置、和小臂连接法兰,小臂连接法兰固定连接至关节连接座三,第五旋转装置设置在小臂连接法兰上并设在小臂回转筒体内而驱动小臂回转筒体围绕第五轴方向转动,第五轴方向与第四轴方向之间相互垂直;

[0011] 腕部关节包括第六旋转装置和关节连接座四,第六旋转装置设在小臂回转筒体内

并驱动关节连接座四围绕第六轴方向转动,第六轴方向与第五轴方向之间互相垂直,仿生手掌设在关节连接座四上。

[0012] 本发明中,通过设置六个旋转装置分别单独实现六个转动自由度的独立控制,控制精确度高,并且可以根据抱人任务进行实时调整,方便仿生机器人的自动控制。

[0013] 进一步的,本发明中的肘部关节连接筒体与大臂回转筒体之间固定连接,且第三旋转电机和第四旋转电机均设置于大臂回转筒体内部,有利于整体结构的模块化设计。

[0014] 根据本发明的另一种具体实施方式,大臂部和小臂部的外侧表面均设有人工皮肤,人工皮肤包括柔性皮肤层和设在柔性皮肤层下方的薄膜式压力传感器。

[0015] 进一步的,柔性皮肤层呈蜂窝状结构设置。

[0016] 其中,人工皮肤为电子皮肤结构,其可以检测碰撞以及与人接触时的力,具有灵敏度高、精度高的特点。

[0017] 根据本发明的另一种具体实施方式,第一旋转装置包括第一旋转电机、由第一旋转电机驱动的第一输出轴、第一谐波减速器、设在第一谐波减速器输出端的第一输出法兰、第一控制器和第一编码器,第一旋转电机固定设在安装座上,第一控制器设在安装座内并控制连接第一旋转电机,第一编码器设在安装座内并通讯连接第一旋转电机,第一谐波减速器设在第一输出轴上,第一输出法兰固定连接至关节连接座一并驱动关节连接座一围绕第一轴方向转动,第一输出轴与第一轴方向同轴设置。

[0018] 优选的,安装座还设有用于检测所述第一输出法兰输出转速的校对编码器。

[0019] 根据本发明的另一种具体实施方式,第二旋转装置包括第二旋转电机、由第二旋转电机驱动的第二输出轴、第二谐波减速器、第二控制器和第二编码器,第二旋转电机固定设在关节连接座一上,第二控制器设在关节连接座一上并控制连接第二旋转电机,第二编码器设在关节连接座一上并通讯连接第二旋转电机,第二谐波减速器设在第二输出轴上并驱动关节连接座二围绕第二轴方向转动,第二输出轴与第二轴方向同轴设置。

[0020] 根据本发明的另一种具体实施方式,关节连接座一为U形板状,关节连接座二为U形板状,第二旋转装置还设有支撑轴和两个转动轴承,支撑轴固定设在关节连接座一上并与第二输出轴同轴设置,关节连接座二分别通过两个转动轴承分别转动连接至第二输出轴和支撑轴。

[0021] 进一步的,关节连接座二可以实现相对于关节连接座一较大角度范围的摆动,

[0022] 根据本发明的另一种具体实施方式,第三旋转装置包括第三旋转电机、由第三旋转电机驱动的第三输出轴、直齿轮传动组、驱动连接大臂连接法兰的第三谐波减速器、第三控制器和第三编码器,第三旋转电机固定设在大臂回转筒体内,第三控制器设在大臂回转筒体内并控制连接第三旋转电机,第三编码器设在大臂回转筒体内通讯连接第三旋转电机,直齿轮传动组包括由第三输出轴驱动的主动直齿轮和与主动直齿轮配合的从动直齿轮,第三输出轴与第三轴方向平行设置。

[0023] 其中,所述从动直齿轮连接至第三谐波减速器,大臂连接法兰固定设在第三谐波减速器的输出端,由于大臂连接法兰相对于关节连接座二固定,此时第三旋转电机的转动会驱使主动锥齿轮相对从动锥齿轮的转动,进而实现大臂回转筒体围绕第三轴方向的回转运动。

[0024] 根据本发明的另一种具体实施方式,第四旋转装置包括第四旋转电机、由第四旋

转电机驱动的第四输出轴、锥齿轮传动组、第四谐波减速器、第四控制器和第四编码器，第四旋转电机固定设在大臂回转筒体内，第四控制器设在大臂回转筒体内并控制连接第四旋转电机，第四编码器设在大臂回转筒体内通讯连接第四旋转电机，锥齿轮传动组包括由第四输出轴驱动的主动锥齿轮和与主动锥齿轮配合的从动锥齿轮，从动锥齿轮通过第四谐波减速器带动关节连接座三围绕第四轴方向转动，第四输出轴与第四轴方向垂直且与第三轴方向平行。

[0025] 其中，锥齿轮传动组设在肘部关节连接筒体内，具体为直角锥齿轮传动组。

[0026] 根据本发明的另一种具体实施方式，第五旋转装置包括第五旋转电机、由第五旋转电机驱动的第五输出轴、驱动连接小臂连接法兰的第五谐波减速器、第五控制器和第五编码器，第五旋转电机固定设在小臂回转筒体内，第五控制器设在小臂回转筒体内并控制连接第五旋转电机，第五编码器设在小臂回转筒体内通讯连接第五旋转电机，第五谐波减速器设在第五输出轴上，第五输出轴与第四轴方向同轴设置。

[0027] 根据本发明的另一种具体实施方式，第六旋转装置包括第六旋转电机、由第六旋转电机驱动的第六输出轴、同时具备减速和换向的直角减速器、第六控制器和第六编码器，第六旋转电机固定设在小臂回转筒体内，第六控制器设在小臂回转筒体内并控制连接第六旋转电机，第六编码器设在小臂回转筒体内通讯连接第六旋转电机，直角减速器设在小臂回转筒体的末端并由第六输出轴驱动，关节连接座四设在直角减速器的输出轴上并驱动仿生手掌围绕第六轴方向转动，直角减速器的输出轴与第六轴方向同轴设置。

[0028] 本发明具备以下有益效果：

[0029] 本发明通过设置六个旋转装置分别实现仿人机械手臂具有六个转动自由度，以模仿人类手臂例如肩部左右张开、大臂部摆动和自转、小臂部摆动和自转以及手掌摆动等一系列动作，且各个运动之间相互不干涉，具有控制精度高、运动自由度高、结构紧凑等优点；

[0030] 在大臂部和小臂部的外侧表面设有人工皮肤，可以实时检测并反馈大臂部和小臂部与人体接触时受到的载荷，提高了安全性能。

[0031] 下面结合附图对本发明作进一步的详细说明。

附图说明

[0032] 图1是本发明六自由度仿生机械手臂的整体结构示意图；

[0033] 图2是本发明显示第一旋转装置的肩部关节的结构示意图；

[0034] 图3是本发明显示第二旋转装置的肩部关节的结构示意图；

[0035] 图4是本发明大臂部和肘部关节组成的双自由度模块的结构示意图；

[0036] 图5是图4是局部示意图；

[0037] 图6是本发明小臂部和腕部关节组成的双自由度模块的结构示意图；

[0038] 图7是本发明中谐波减速器的结构示意图；

[0039] 图8是本发明人工皮肤的结构示意图；

[0040] 图9是图8中人工皮肤的受力变形示意图；

[0041] 图10是本发明人工皮肤中压力传感器的分布示意图；

[0042] 图11是本发明中人工皮肤中压力传感器数据传递的一种流程示意图；

[0043] 图12是本发明机械手臂的碰撞检测流程示意图。

具体实施方式

[0044] 实施例1

[0045] 如图1—11所示,一种仿生机械手臂,包括肩部关节1、大臂部2、肘部关节3、小臂部4、腕部关节5和仿生手掌6。

[0046] 其中,如图1所示,本实施例具有六个转动自由度,分别为R1、R2、R3、R4、R5和R6,通过对六个转动自由度的单独控制,以实现模仿人类手臂的肩部左右张开、大臂的摆动和自转、小臂的摆动和自转以及手掌摆动的一系列动作。

[0047] 肩部关节1包括安装座11、第一旋转装置12、关节连接座一13、第二旋转装置14和关节连接座二15,第一旋转装置12设在安装座11上并驱动关节连接座一13围绕第一轴方向转动,其中围绕第一轴方向的转动自由度即为R1。

[0048] 如图2所示,第一旋转装置12具体可以包括第一旋转电机121、由第一旋转电机121驱动的第一输出轴122、第一谐波减速器123、设在第一谐波减速器123输出端的第一输出法兰124、第一控制器125和第一编码器126,第一旋转电机121通过第一支架127固定设在安装座11上,第一控制器125通过第一控制器支架128设在安装座11内并控制连接第一旋转电机121,第一编码器126设在安装座11内并通讯连接第一旋转电机121,第一谐波减速器123设在第一输出轴122上,第一输出法兰124固定连接至关节连接座一13并驱动关节连接座一13围绕第一轴方向转动,第一输出轴122与第一轴方向同轴设置。

[0049] 进一步的,本实施例中的安装座11优选为筒状结构,其包括安装筒体111和安装后盖112。

[0050] 在本发明的其它示例中,安装座11上还可以设有与第一输出法兰124通讯连接的校对编码器113,校对编码器113用于检测第一输出法兰124的输出转速。

[0051] 如图3所示,第二旋转装置14具体可以包括第二旋转电机141、由第二旋转电机141驱动的第二输出轴142、第二谐波减速器143、第二控制器144和第二编码器145,第二旋转电机141固定设在关节连接座一13上,第二控制器144设在关节连接座一13上并控制连接第二旋转电机141,第二编码器145设在关节连接座一13上并通讯连接第二旋转电机141,第二谐波减速器143设在第二输出轴142上并驱动关节连接座二15围绕第二轴方向转动,第二输出轴142与第二轴方向同轴设置,其中围绕第二轴方向的转动自由度即为R2。

[0052] 具体的,关节连接座一13为U形板状,关节连接座二15也为U形板状,第二旋转装置14还设有支撑轴146和两个转动轴承147,支撑轴146固定设在关节连接座一13上并与第二输出轴142同轴设置,关节连接座二15分别通过两个转动轴承147分别转动连接至第二输出轴142和支撑轴146。

[0053] 优选的,在关节连接座二15上还可以设有用于盖合支撑轴146的保护盖结构147。

[0054] 进一步的,关节连接座二15可以实现相对于关节连接座一13较大角度范围的摆动,

[0055] 如图4—5所示,大臂部2和肘部关节3形成双自由度模块。

[0056] 具体的,大臂部2为自回转式大臂部,包括大臂回转筒体21、第三旋转装置22和大臂连接法兰23,大臂连接法兰23固定连接至关节连接座二15,第三旋转装置22设置在大臂连接法兰23上并设在大臂回转筒体21内而驱动大臂回转筒体21围绕第三轴方向转动,第三轴方向与第二轴方向之间相互垂直,其中围绕第三轴方向的转动自由度即为R3。

[0057] 第三旋转装置22具体可以包括第三旋转电机221、固定第三旋转电机221的第三支架222、由第三旋转电机221驱动的第三输出轴223、直齿轮传动组、驱动连接大臂连接法兰23的第三谐波减速器224、第三控制器225和第三编码器(图总未示),第三旋转电机221固定设在大臂回转筒体21内,第三控制器225设在大臂回转筒体21内并控制连接第三旋转电机221,第三控制器225具有检测功能,可以用于检测第三旋转电机221转动的角度;第三编码器设在大臂回转筒体21内并通讯连接第三旋转电机221,直齿轮传动组包括由第三输出轴223驱动的主动直齿轮226和与主动直齿轮226配合的从动直齿轮227,第三输出轴223与第三轴方向平行设置。

[0058] 优选的,主动直齿轮226的齿数略小于从动直齿轮227的齿数,例如直齿轮传动组的传动比为1:1.5,再例如1:1.25。

[0059] 进一步的,第三旋转电机221的输出端还可以设有行星减速器一228,第三输出轴223设在行星减速器一228的输出端。

[0060] 再具体的,肘部关节3包括肘部关节连接筒体31、第四旋转装置32和关节连接座三33,肘部关节连接筒体31固定连接至大臂回转筒体21,第四旋转装置32设在肘部关节连接筒体31内并驱动关节连接座三33围绕第四轴方向转动,第四轴方向与第三轴方向之间相互垂直,其中围绕第四轴方向的转动自由度即为R4。

[0061] 第四旋转装置32具体可以包括第四旋转电机321、固定第四旋转电机321的第四支架322、由第四旋转电机321驱动的第四输出轴323、锥齿轮传动组、第四谐波减速器324、第四控制器325和第四编码器(图中未示),第四旋转电机321固定设在大臂回转筒体21内,第四控制器325设在大臂回转筒体21内并控制连接第四旋转电机321,第四控制器325具有检测功能,也可以用于检测第四旋转电机321转动的角度;第四编码器326设在大臂回转筒体21内通讯连接第四旋转电机321,锥齿轮传动组包括由第四输出轴323驱动的主动锥齿轮326和与主动锥齿轮326配合的从动锥齿轮327,从动锥齿轮326通过第四谐波减速器324带动关节连接座三33围绕第四轴方向转动,第四输出轴323与第四轴方向垂直且与第三轴方向平行。

[0062] 其中,主动锥齿轮326和从动锥齿轮327均为等径直齿锥齿轮,二者之间的齿数相同,在本发明其它的优选示例中,主动锥齿轮326和从动锥齿轮327的齿数也可以不相同,具体例如从动锥齿轮327的齿数与主动锥齿轮326的齿数比是1.5:1。

[0063] 更进一步的,第四旋转电机321的输出端还可以设有行星减速器二328,第四输出轴323设在行星减速器二328的输出端。

[0064] 再具体的,在肘部关节连接筒体31远离关节连接座三33的一侧设有肘部关节支撑座329,从动锥齿轮327通过支撑转轴34固定在肘部关节支撑座329上连接至第四谐波减速器324的输入端。

[0065] 如图6所示,小臂部4和腕部关节5形成双自由度模块。

[0066] 具体的,小臂部4为自回转式小臂部,包括小臂回转筒体41、第五旋转装置42和小臂连接法兰43,小臂连接法兰43固定连接至关节连接座三33,第五旋转装置42设置在小臂连接法兰43上并设在小臂回转筒体41内而驱动小臂回转筒体41围绕第五轴方向转动,第五轴方向与第四轴方向之间相互垂直,其中围绕第五轴方向的转动自由度即为R5。

[0067] 第五旋转装置42具体可以包括第五旋转电机421、用于支撑第五旋转电机421的第

五支架(图中未示)、由第五旋转电机421驱动的第二输出轴422、驱动连接小臂连接法兰43的第五谐波减速器423、第五控制器424和第五编码器425,第五旋转电机421固定设在小臂回转筒体41内,第五控制器424设在小臂回转筒体41内并控制连接第五旋转电机421,第五编码器425设在小臂回转筒体41内通讯连接第五旋转电机421,第五谐波减速器423设在第五输出轴422上,第五输出轴422与第四轴方向同轴设置。

[0068] 再具体的,腕部关节5包括第六旋转装置51和关节连接座四52,第六旋转装置51设在小臂回转筒体41内并驱动关节连接座四52围绕第六轴方向转动,第六轴方向与第五轴方向之间互相垂直,仿生手掌6设在关节连接座四52上。

[0069] 第六旋转装置51具体可以包括第六旋转电机511、用于支撑第六旋转电机511的第六支架(图中未示)、由第六旋转电机511驱动的第六输出轴512、同时具备减速和换向的直角减速器513、第六控制器514和第六编码器515,第六旋转电机511固定设在小臂回转筒体41内,第六控制器514设在小臂回转筒体41内并控制连接第六旋转电机511,第六编码器515设在小臂回转筒体41内通讯连接第六旋转电机511,直角减速器513设在小臂回转筒体41的末端并由第六输出轴512驱动,关节连接座四52设在直角减速器513的输出轴上并驱动仿生手掌6围绕第六轴方向转动,直角减速器513的输出轴与第六轴方向同轴设置,其中围绕第六轴方向的转动自由度即为R6。

[0070] 本实施例中的第一谐波减速器123、第二谐波减速器143、第三谐波减速器224、第四谐波减速器324和第五谐波减速器423结构基本一致,以第三谐波减速器224为例进行说明。

[0071] 如图7所示,第三谐波减速器224包括:减速器壳体2241、谐波连接法兰2242、谐波减速器主体2243、转接法兰2244和滚子轴承2245,其中,减速器壳体2241设在大臂回转筒体21之外并和大臂回转筒体21固定连接,大臂连接法兰23设在减速器壳体2241上,从动直齿轮设在谐波连接法兰2242上;谐波减速器主体2243设在减速器壳体2241上,具体的,谐波连接法兰2242和谐波减速器主体2243的柔轮连接,转接法兰2244一方面和谐波减速器主体2243的刚轮连接,另一方面和交叉滚子轴承2245的内圈驱动连接,例如在转接法兰2244设有可以内嵌于(具体为过盈配合)内圈中的筋条,实现转接法兰2244驱动交叉滚子轴承2245内圈的转动。

[0072] 更具体的,减速器壳体2241设有环形承载圈2246和轴承挡圈2247,交叉滚子轴承2245的外圈通过轴承挡圈2247压紧至环形承载圈2246上,其中,轴承挡圈2247采用例如螺栓的方式固定在减速器壳体2241上;大臂连接法兰23与交叉滚子轴承2245的内圈相对固定,可以采用例如内嵌的方式实现同步转动,或者例如焊接等其他固定的工艺实现稳固连接。

[0073] 其中,在第三谐波减速器224还可以包括用于检测的磁环2248和读数头线路板2249,用来获取大臂连接法兰23的实时转动角度。

[0074] 如图8—10所示,本实施例中的大臂部2和小臂部4的外侧表面均设有人工皮肤7,人工皮肤7包括柔性皮肤层71和设在柔性皮肤层71下方的薄膜式压力传感器72。

[0075] 其中,人工皮肤7为电子皮肤结构,其可以检测碰撞以及与人接触时的力,其在受到外力作用下的变形情况如图9所示。

[0076] 进一步的,柔性皮肤层71采用硅胶材料制成,具有优选为采用如图8所示的蜂窝状

结构,当机械手臂在与人接触时,可以通过柔性皮肤层71自身形变来减小与人接触时候产生的应力集中,另外柔性皮肤下方的薄膜式压力传感器72能够实时检测机械臂是否发生碰撞(自身碰撞检测和外物碰撞检测),可以进一步提高机械手臂的安全性能。

[0077] 更进一步的,为了完成对压力传感器72数据的采集,本实施例中还可以设有主控制器,通过主控制器对多个压力传感器72的数据进行采集和处理,一种具体的数据采集传递方式如图11所示,通过采集电路板进行压力传感器72阵列(具体优选为8X8阵列)的数据采集,每个采集电路板上均设有一块STM32F103CBT6微处理器,能够很方便的实现两块8*8压力传感器72阵列的数据采集,并且每个采集电路板之间都是通过CAN接口串联进行数据传递,最后通过串口发送给上位机,再传递至主控制器,从而完成机械手臂上多个压力传感器72的数据传递。

[0078] 具体的,本实施例中的机械手臂通过人工皮肤7完成碰撞检测的流程如图12所示。

[0079] 虽然本发明以较佳实施例揭露如上,但并非用以限定本发明实施的范围。任何本领域的普通技术人员,在不脱离本发明的发明范围内,当可作些许的改进,即凡是依照本发明所做的同等改进,应为本发明的范围所涵盖。

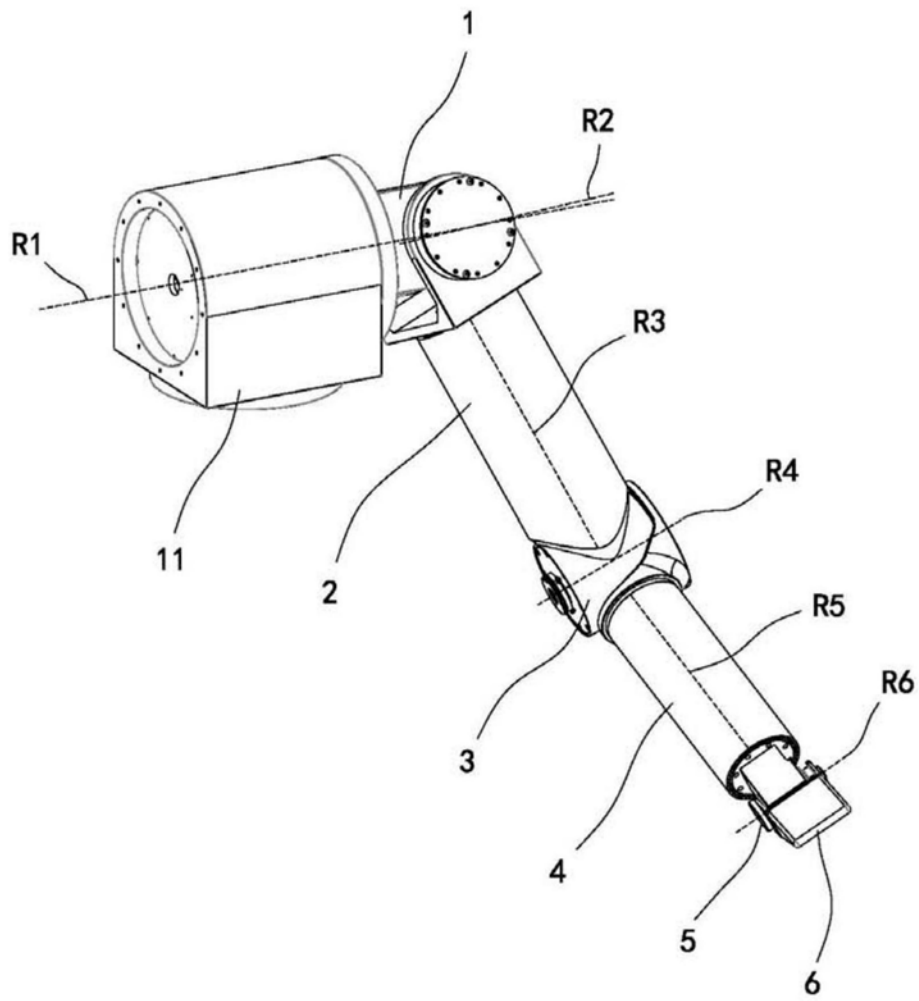


图1

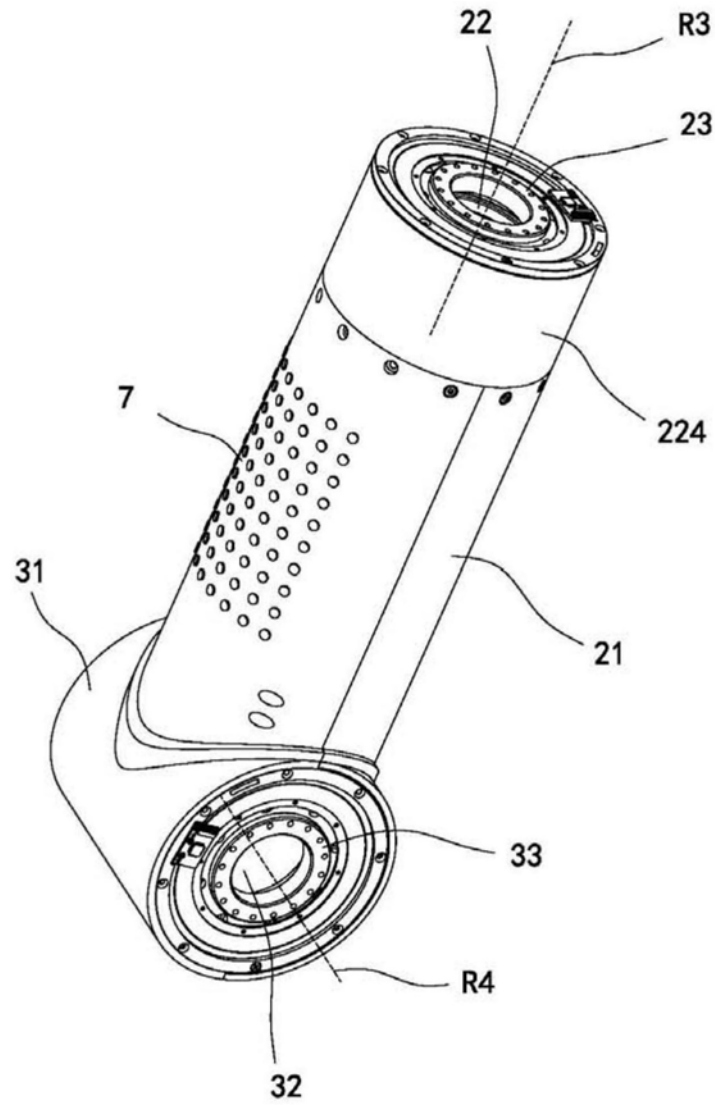


图4

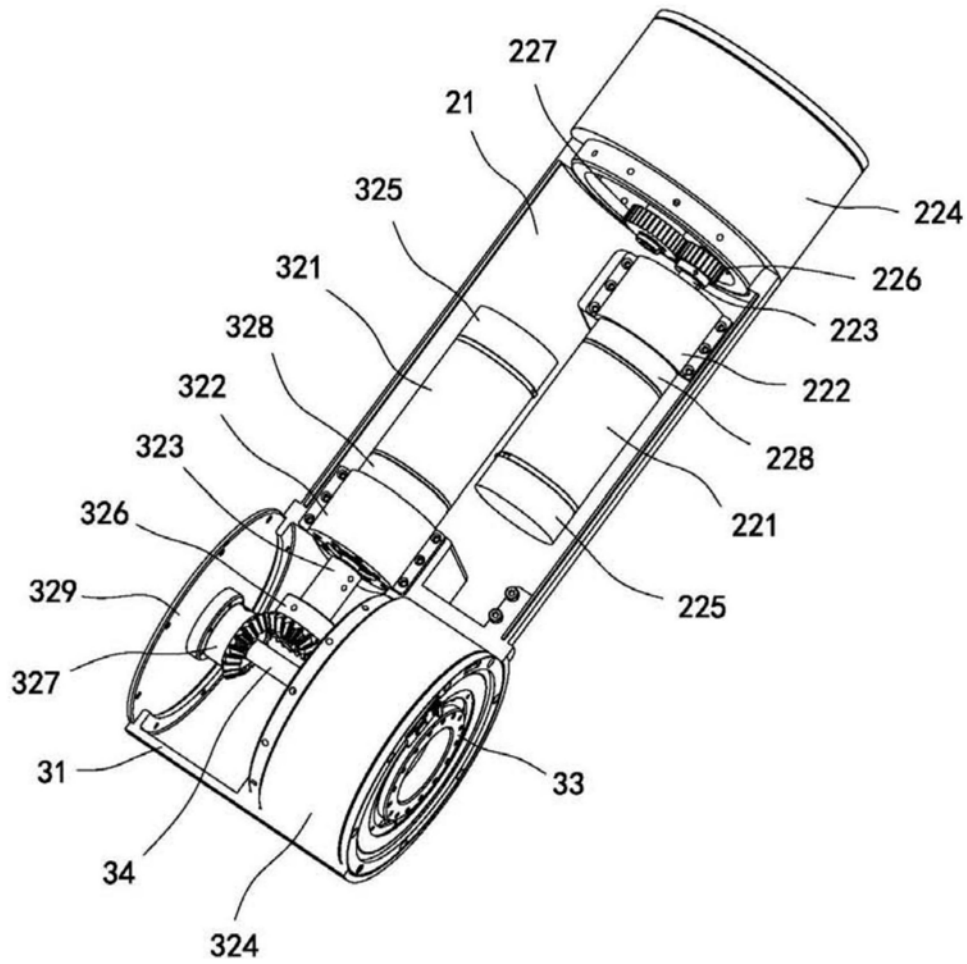


图5

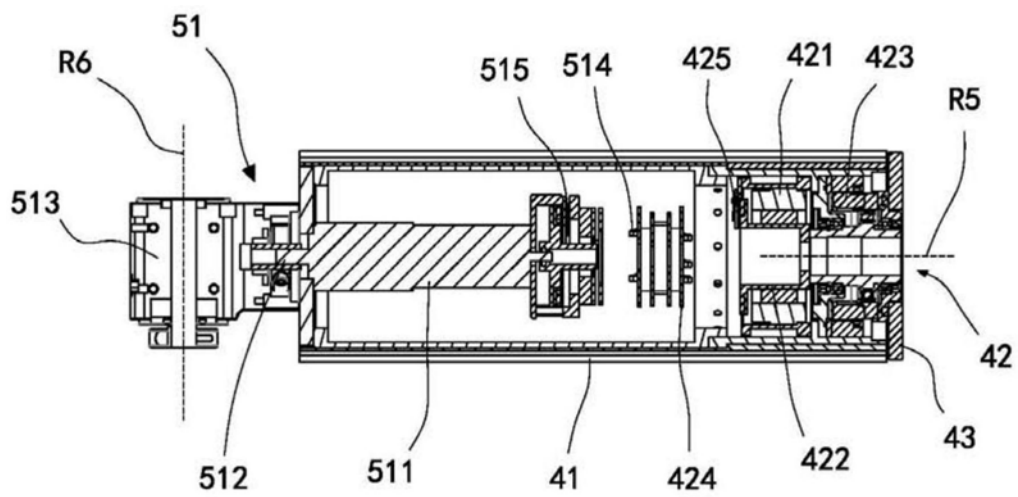


图6

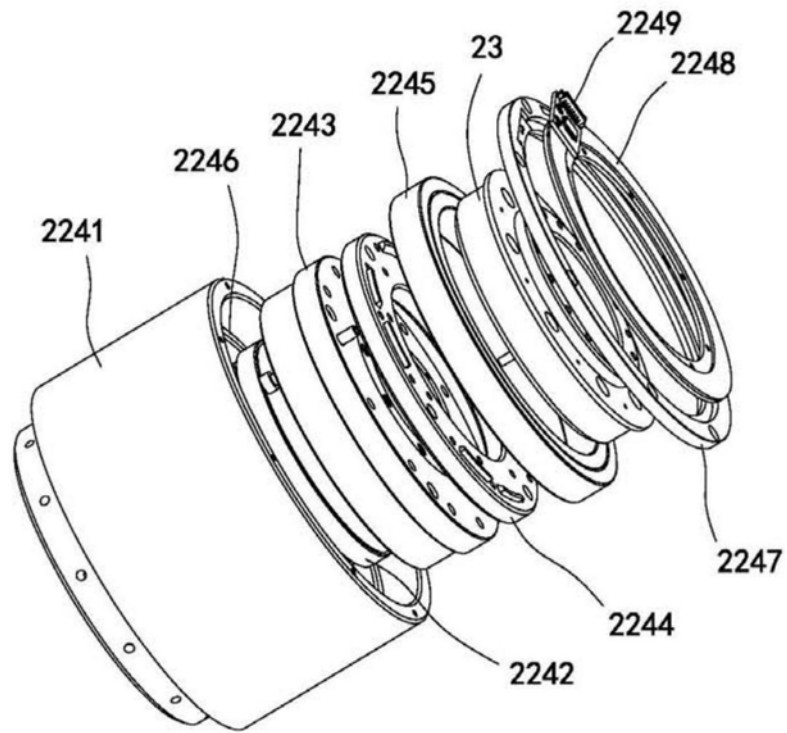


图7

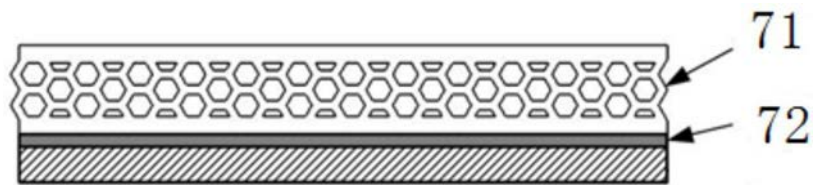


图8

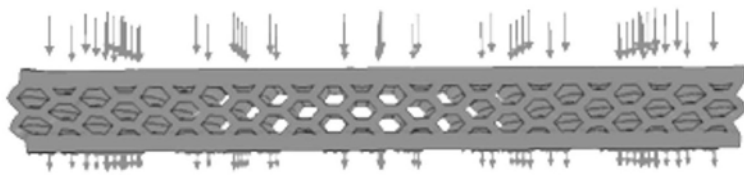


图9

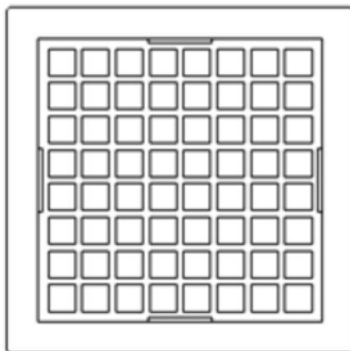


图10

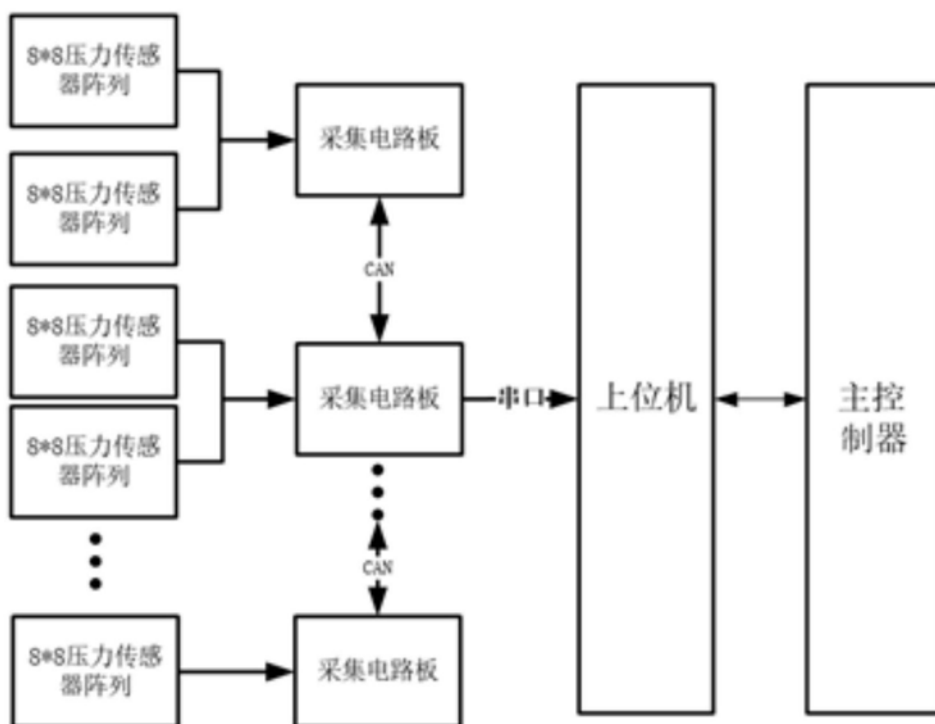


图11

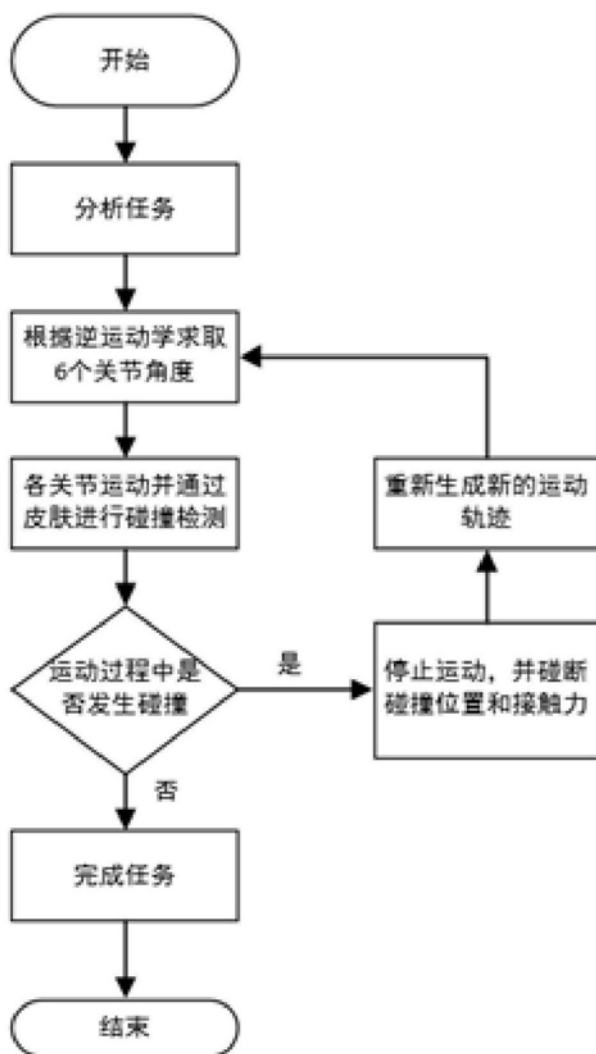


图12