



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109564470 B

(45) 授权公告日 2022. 05. 03

(21) 申请号 201780047515.9

(22) 申请日 2017.06.13

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109564470 A

(43) 申请公布日 2019.04.02

(30) 优先权数据
10-2016-0073845 2016.06.14 KR

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2019.01.30

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/KR2017/006133 2017.06.13

(87) PCT国际申请的公布数据
W02017/217732 KO 2017.12.21

(73) 专利权人 蔚山科学技术院

地址 韩国蔚山

专利权人 韩国科学技术研究院

(72) 发明人 裴竣范 李政洙 赵仁晟 朴演奎
刘凡材

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

代理人 陈炜

(51) Int.Cl.
G06F 3/01 (2006.01)

审查员 王婧

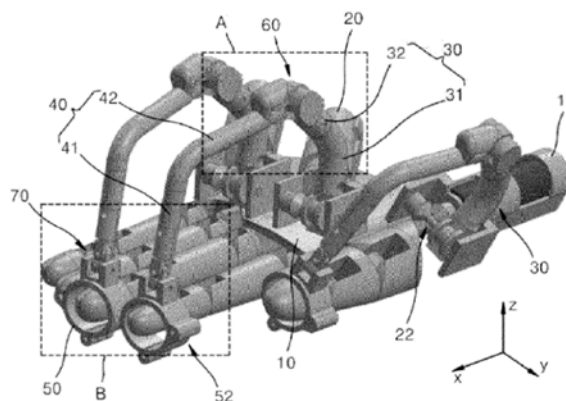
权利要求书3页 说明书8页 附图10页

(54) 发明名称

力觉传送系统

(57) 摘要

由于根据本发明的力觉传送系统被构造为具有6个自由度,因此能够自由地进行诸如手的握紧展开动作、手指的内收和外展等的运动,并且在不妨碍手指的运动的同时将期望的力传送到手指的端部。另外,可通过估计手指的端部位置和手指的关节角度来测量手指的运动,并基于此更准确地传送力觉。



1. 一种力觉传送系统,包括:

手背佩戴单元,其被佩戴在手背上;

驱动单元,其被布置在所述手背佩戴单元上,并生成旋转力;

驱动连杆,其可旋转地与所述驱动单元结合,并通过所述旋转力而旋转;

被动连杆,其通过第一联轴器与所述驱动连杆结合使得具有2个自由度;

手指佩戴单元,其通过第二联轴器与所述被动连杆结合使得具有3个自由度,并被佩戴在手指的端部;以及

控制单元,估计所述手指的端部的位置和所述手指的关节的角度,并根据估计的值控制所述驱动单元的旋转力,

其中,所述驱动连杆包括:

第一驱动连杆单元,其与所述驱动单元结合并从所述手背佩戴单元向上延长;以及

第二驱动连杆单元,其被构造为从所述第一驱动连杆单元倾斜预设的第一设定角度且向上倾斜,并与所述第一联轴器结合。

2. 如权利要求1所述的力觉传送系统,其中,所述被动连杆包括:

第一被动连杆单元,其与所述第二联轴器结合并从所述第二联轴器向上延长;以及

第二被动连杆单元,其被构造为从所述第一被动连杆单元倾斜预设的第二设定角度且向上倾斜,并与所述第一联轴器结合。

3. 如权利要求1所述的力觉传送系统,其中,

所述第一联轴器的一端与所述驱动连杆结合,并结合成能够通过所述驱动单元的旋转力以沿所述手指的内收和外展方向布置的第一旋转轴为中心进行旋转,

所述第一联轴器的另一端与所述被动连杆结合,并结合成能够通过所述手指的运动以沿垂直于所述手背的方向布置的第二旋转轴为中心进行旋转。

4. 如权利要求1所述的力觉传送系统,其中,所述第二联轴器包括:

第一旋转单元,其与所述手指佩戴单元结合并结合成能够通过所述手指的运动以沿所述手指的内收和外展方向布置的第三旋转轴为中心进行旋转;

第二旋转单元,其被布置为从所述第一旋转单元向上突出,并结合成能够通过所述手指的运动以沿所述手指的长度方向布置的第四旋转轴为中心进行旋转;以及

第三旋转单元,其将所述第二旋转单元与所述被动连杆结合,并结合成能够通过所述手指的运动以沿所述被动连杆的长度方向布置的第五旋转轴为中心进行旋转。

5. 如权利要求1所述的力觉传送系统,还包括:

驱动单元传感器,其测量所述驱动单元的旋转角度。

6. 如权利要求5所述的力觉传送系统,还包括:

第一孔传感器,其被布置在所述第一联轴器的一端,并测量所述驱动连杆的旋转角度。

7. 如权利要求6所述的力觉传送系统,还包括:

第二孔传感器,其被布置在所述第一联轴器的另一端,并测量所述被动连杆的旋转角度。

8. 如权利要求7所述的力觉传送系统,其中,

所述控制单元根据由所述驱动单元传感器测量的所述驱动单元的旋转角度、由所述第一孔传感器测量的所述驱动连杆的旋转角度和由所述第二孔传感器测量的所述被动连杆

的旋转角度,计算所述手指的端部位置,

利用所述手指的端部位置来计算所述手指的关节的角度,且
根据所述手指的关节的角度,控制所述驱动单元的旋转力。

9.如权利要求1所述的力觉传送系统,其中,所述手指佩戴单元包括:

手指夹持器,其被构造为环形状使得套在所述手指的端部,并且在一侧形成开口。

10.如权利要求9所述的力觉传送系统,其中,所述手指佩戴单元还包括:

开关构件,其对所述手指夹持器的开口部分进行开关。

11.如权利要求9所述的力觉传送系统,其中,所述手指夹持器的内周面上布置有弹性构件。

12.如权利要求1所述的力觉传送系统,其中,

所述驱动单元与所述手背佩戴单元结合,并沿从所述手指的长度方向倾斜预设的设定角度的方向延长。

13.如权利要求12所述的力觉传送系统,其中,所述驱动单元的旋转轴和所述驱动连杆的旋转轴通过锥齿轮结合。

14.一种力觉传送系统,包括:

手背佩戴单元,其被佩戴在手背上;

驱动单元,其被布置在所述手背佩戴单元上,并生成旋转力;

驱动连杆,其可旋转地与所述驱动单元结合,并通过所述旋转力而旋转;

被动连杆,其通过第一联轴器与所述驱动连杆结合使得具有2个自由度;

手指佩戴单元,其通过第二联轴器与所述被动连杆结合使得具有3个自由度,并被佩戴在手指的端部;

驱动单元传感器,其测量所述驱动单元的旋转角度;

第一孔传感器,其被布置在所述第一联轴器的一端,并测量所述驱动连杆的旋转角度;

第二孔传感器,其被布置在所述第一联轴器的另一端,并测量所述被动连杆的旋转角度;以及

控制单元,其根据由所述驱动单元传感器测量的所述驱动单元的旋转角度、由所述第一孔传感器测量的所述驱动连杆的旋转角度和由所述第二孔传感器测量的所述被动连杆的旋转角度,计算所述手指的端部位置,并利用所述手指的端部位置来计算所述手指的关节的角度,根据所述手指的关节的角度,控制所述驱动单元的旋转力,

其中,所述第一联轴器的一端与所述驱动连杆结合,并结合成能够通过所述驱动单元的旋转力以沿所述手指的内收和外展方向布置的第一旋转轴为中心进行旋转,所述第一联轴器的另一端与所述被动连杆结合,并结合成能够通过所述手指的运动以沿垂直于所述手背的方向布置的第二旋转轴为中心进行旋转,

其中,所述第二联轴器包括:

第一旋转单元,其与所述手指佩戴单元结合并结合成能够通过所述手指的运动以沿所述手指的内收和外展方向布置的第三旋转轴为中心进行旋转;

第二旋转单元,其被布置为从所述第一旋转单元向上突出,并结合成能够通过所述手指的运动以沿所述手指的长度方向布置的第四旋转轴为中心进行旋转;以及

第三旋转单元,其将所述第二旋转单元与所述被动连杆结合,并结合成能够通过所述

手指的运动以沿所述被动连杆的长度方向布置的第五旋转轴为中心进行旋转。

力觉传送系统

技术领域

[0001] 本发明涉及力觉传送系统,更具体地,涉及能够有效地将在用手触摸虚拟物体时感受到的力觉传送到手指的力觉传送系统。

背景技术

[0002] 力觉传送系统是指用于通过将从虚拟现实中的虚拟物体产生的力传送到手指来与虚拟物体交互的系统。在力觉传送系统中,需要能够自然地进行手部运动并能够准确地将力从虚拟物体产生的力传送到用户的手。

[0003] 现有的使用空气压力的力觉传送系统被构造为通过调节活塞的长度来将力传送给用户。在这种情况下,因为活塞通过旋转铰链连接到手指,所以作用到手指的力的方向不垂直于手,从而存在方向与虚拟物体实际上传送的力觉的方向不同的局限。另外,存在由于活塞的长度而造成手部能够运动的范围受限的问题。

[0004] 另外,对于利用外部机器人来将力传送到手的力觉传送系统而言,由于不是佩戴在手上的形式,因此用户无法自由地移动手臂,并且由于尺寸较大,因此用户的移动性受限。

[0005] 现有技术文献:韩国授权专利10-1485414

发明内容

[0006] 技术问题

[0007] 本发明的目的在于提供一种能够在自由地进行手部运动的同时更准确地传送力的力觉传送系统。

[0008] 技术方案

[0009] 根据本发明的力觉传送系统包括:手背佩戴单元,佩戴在手背上;驱动单元,布置在所述手背佩戴单元上,并生成旋转力;驱动连杆,可旋转地与所述驱动单元结合,并通过所述旋转力而旋转;被动连杆,通过第一联轴器与所述驱动连杆结合使得具有2个自由度;手指佩戴单元,通过第二联轴器与所述被动连杆结合使得具有3个自由度,并佩戴在手指的端部;控制单元,估计所述手指的端部的位置和所述手指的关节的角度,并根据估计的值控制所述驱动单元的旋转力。

[0010] 根据本发明的力觉传送系统包括:手背佩戴单元,佩戴在手背上;驱动单元,布置在所述手背佩戴单元上,并生成旋转力;驱动连杆,可旋转地与所述驱动单元结合,并通过所述旋转力而旋转;被动连杆,通过第一联轴器与所述驱动连杆结合使得具有2个自由度;手指佩戴单元,通过第二联轴器与所述被动连杆结合使得具有3个自由度,并佩戴在手指的端部;驱动单元传感器,测量所述驱动单元的旋转角度;第一孔传感器,布置在所述第一联轴器的一端,并测量所述驱动连杆的旋转角度;第二孔传感器,布置在所述第一联轴器的另一端,并测量所述被动连杆的旋转角度;控制单元,根据由所述驱动单元传感器测量的所述驱动单元的旋转角度、由所述第一孔传感器测量的所述驱动连杆的旋转角度和由所述第二

孔传感器测量的所述被动连杆的旋转角度,计算所述手指的端部位置,利用所述手指的端部位置来计算所述手指关节的角度,根据所述手指关节的角度,控制所述驱动单元的旋转力,其中,所述第一联轴器的一端与所述驱动连杆结合,并结合成能够通过所述驱动单元的旋转力以沿所述手指的内收和外展方向布置的第一旋转轴为中心进行旋转,所述第一联轴器的另一端与所述被动连杆结合,并结合成能够通过所述手指的运动以沿垂直于所述手背的方向布置的第二旋转轴为中心进行旋转,其中,所述第二联轴器包括:第一旋转单元,与所述手指佩戴单元结合并结合成能够通过所述手指的运动以沿所述手指的内收和外展方向布置的第三旋转轴为中心进行旋转;第二旋转单元,被布置为从所述第一旋转单元向上突出,并结合成能够通过所述手指的运动以沿所述手指的长度方向布置的第四旋转轴为中心进行旋转;第三旋转单元,其将所述第二旋转单元与所述被动连杆结合,并结合成能够通过所述手指的运动以沿所述被动连杆的长度方向布置的第五旋转轴为中心进行旋转。

[0011] 有益效果

[0012] 由于根据本发明的力觉传送系统被构造为具有6个自由度,因此能够自由地进行诸如手的握紧展开动作、手指的内收和外展等的运动,并且在不妨碍手指的运动的同时将期望的力传送到手指的端部。

[0013] 另外,可通过估计手指的端部位置和手指的关节角度来测量手指的运动,并基于此更准确地传送力觉。

附图说明

[0014] 图1是示出根据本发明的一实施例的力觉传送系统的示图。

[0015] 图2是示出根据本发明的实施例的驱动连杆(link)和被动连杆的形状的示图。

[0016] 图3是放大示出图1中的A部分的示图。

[0017] 图4是示出图3中的驱动连杆和被动连杆的结合结构的截面透视图。

[0018] 图5是放大示出图1中的B部分的示图。

[0019] 图6是示出图5中的被动连杆和手指佩戴单元的结合结构的截面透视图。

[0020] 图7是示出根据本发明的实施例的手指佩戴单元的开关构件的示图。

[0021] 图8是示出根据本发明的实施例的力觉传送系统中的用于计算手指的端部位置的变量的示图。

[0022] 图9是示出根据本发明的实施例的力觉传送系统中的用于计算手指的内收和外展角度的模型的示图。

[0023] 图10是示出根据本发明的实施例的力觉传送系统中的用于计算手指关节角度的机构学模型的示图。

[0024] 图11是示出根据本发明的另一实施例的力觉传送系统的示图。

[0025] 图12是示出根据本发明的另一实施例的力觉传送系统的示图。

具体实施方式

[0026] 以下,参照附图对本发明的实施例进行如下说明。

[0027] 图1是示出根据本发明的一实施例的力觉传动系统的示图。图2是示出根据本发明的实施例的驱动连杆(link)和被动连杆的形状的示图。

[0028] 参照图1,根据本发明的实施例的力觉传送系统是用于通过将从虚拟物体产生的力传送到用户手指的端部来与虚拟物体进行交互的系统。另外,所述力觉传送系统也可用于康复医疗领域。这里,用户不仅可以是人还可以是机器人。以下,在本实施例中,虽然以所述力觉传送系统佩戴在机器人的手上为示例进行说明,但显然也可以佩戴到用户手上

[0029] 以所述力觉传送系统将力觉传送到拇指、食指和中指等三个手指为示例进行说明。

[0030] 所述力觉传送系统包括手背佩戴单元10、驱动单元20、驱动连杆30、被动连杆40、手指佩戴单元50、第一联轴器60、第二联轴器70、驱动单元传感器(未示出)、第一孔传感器(未示出)和第二孔传感器(未示出)以及控制单元(未示出)。

[0031] 所述手背佩戴单元10被构造为佩戴到用户的手背上。所述手背佩戴单元10被构造为包裹所述手背的至少一部分。所述手背佩戴单元10也可佩戴到所述手背以外的手腕上。

[0032] 所述驱动单元20设置到所述手背佩戴单元10上。所述驱动单元20与包括在所述手背佩戴单元10中的驱动单元夹持器11可拆卸地结合。

[0033] 以所述驱动单元20使用旋转电机为示例进行说明。

[0034] 所述驱动单元20沿从所述手指的长度方向x倾斜预设的设定角度的方向延伸。这里,以所述设定角度为约45度为示例进行说明。由于所述驱动单元20被布置为从所述手指的长度方向x倾斜45度,因此当安装多个驱动单元20时,可使在所述手背佩戴单元10上占用的面积最小化,从而有助于实现所述力觉传送系统的小型化。

[0035] 所述驱动连杆30可旋转地与所述驱动单元20结合,并通过所述驱动单元20的旋转力进行旋转。所述驱动连杆30和所述驱动单元20通过驱动铰链(active joint)来结合。在本实施例中,由于所述驱动单元20被布置为从所述手指的长度方向x倾斜45度,因此以所述驱动单元20的旋转轴和所述驱动连杆30的第6旋转轴86通过锥齿轮22结合为示例进行说明。然而,不限于此,所述驱动连杆30和所述驱动单元20也可通过一个旋转轴来结合。

[0036] 参照图2,在所述驱动连杆30中,第一驱动连杆单元31和第二驱动连杆单元32被构造为一体。

[0037] 所述第一驱动连杆单元31与所述驱动单元20结合,并且从所述手背佩戴单元10开始向上延伸。所述第一驱动连杆单元31的端部通过所述第六旋转轴86与所述驱动单元20结合。所述第一驱动连杆单元31的第六旋转轴与所述驱动单元20的旋转轴通过所述锥齿轮22进行结合。所述第一驱动连杆单元31通过所述驱动单元20的旋转力来进行旋转。

[0038] 所述第二驱动连杆单元32被构造为从所述第一驱动连杆单元31开始延长。所述第二驱动连杆单元32从所述第一驱动连杆单元31倾斜预设的第一设定角度 α ,并被构造为向上倾斜。所述第二驱动连杆单元31的端部与所述第一联轴器60结合。根据所述第二驱动连杆单元31和所述第二驱动连杆单元32的长度或手指的长度而不同地设置所述第一设定角度 α 。

[0039] 所述被动连杆40根据从所述驱动连杆30传送的旋转力而移动或根据手指的运动而移动。

[0040] 参照图2,在所述被动连杆40中,第一被动链接单元41和第二被动链接单元42被构造为一体。

[0041] 所述第一被动连杆单元41与所述第二联轴器70结合,并从所述第二联轴器70向上

延长。所述第一被动连杆单元41和所述第二联轴器70通过被动铰链 (passive joint) 来结合。

[0042] 所述第二被动连杆单元42被构造为从所述第一被动连杆单元41延长。所述第二被动连杆单元42从所述第一被动连杆单元41倾斜预设的第二设定角度 β , 并被构造为向上倾斜。所述第二被动连杆单元42的端部与所述第一联轴器60结合。所述第二被动连杆单元42与第一联轴器60通过被动铰链结合。根据所述第一被动连杆单元41和所述第二被动连杆单元42的长度或手指的长度不同地设置所述第二设定角度 β 。

[0043] 参照图2b, 所述第一驱动连杆单元31和所述第二驱动连杆单元32被构造为形成所述第一设定角度 α , 并且所述第一被动连杆单元41和所述第二被动连杆单元42被构造为形成所述第二设定角度 β , 因此在进行弯曲所述手指的动作时, 所述驱动连杆30和所述被动连杆40可能不会触碰所述手指。

[0044] 另外, 图2c是用于与图2b进行比较的图, 参照图2c, 在分别以直线形式构造所述驱动连杆30和所述被动连杆40的情况下, 在进行弯曲所述手指的动作时, 由于所述驱动连杆30和所述被动连杆40触碰所述手指, 因此手指的运动受限。

[0045] 所述手指佩戴单元50包括手指夹持器51、开关构件52和弹性构件53。

[0046] 所述手指夹持器51被构造为环形状使得套在所述手指的端部, 并且形成一侧开口的开口单元51a。然而, 不限于此, 所述手指夹持器51可以是任何能够套住所述手指的端部的形状。

[0047] 参照图7, 所述开关构件52包括形成在所述手指夹持器51的一端的突起单元52a和可拆卸地结合到所述突起单元52a的钩单元52b。

[0048] 所述弹性构件53布置在所述手指夹持器51的内周面以用于提升佩戴感。以使用硅的所述弹性构件53为示例进行说明。

[0049] 图3是放大示出图1中的A部分的示图。图4是示出图3中的驱动连杆和被动连杆的结合结构的截面透视图。

[0050] 参照图3和图4, 所述第一联轴器60的一端与所述驱动连杆30结合, 另一端与所述被动连杆40结合。也就是说, 所述第一联轴器60被布置在所述驱动连杆30和所述被动连杆40之间, 使得所述被动连杆40被构造为相对于所述驱动连杆30具有2个自由度。

[0051] 所述第一联轴器60的一端61与所述驱动连杆30结合, 并结合成能够通过所述驱动单元20的旋转力以沿所述手指的运动方向布置的第一旋转轴81为中心进行旋转。这里, 假设所述手指的运动方向为沿手指的内收和外展方向y延长来进行说明。所述第一联轴器60的一端61被构造为圆筒形状的轴套使得通过所述第一旋转轴81与所述驱动连杆30结合。

[0052] 所述第一联轴器60的另一端62与所述被动连杆40结合, 并被布置为能够通过手指的运动以第二旋转轴82为中心进行旋转。虽然沿从垂直于所述手背的方向z倾斜预定角度范围的方向布置所述第二旋转轴82, 但假设所述预定角度非常小, 因此按照所述第二旋转轴82沿垂直于所述手背的方向z延长来进行说明。

[0053] 图5是放大示出图1中的B部分的示图。图6是示出图5中的被动连杆和手指佩戴单元的结合结构的截面透视图。

[0054] 参照图5和图6, 由于所述第二联轴器70包括第一旋转单元71、第二旋转单元72和第三旋转单元73, 因此所述第二联轴器70被构造为具有3个自由度。所述第一旋转单元71、

所述第二旋转单元72和所述第三旋转单元73也可被构造为一体,还可在单独制作所述第一旋转单元71、所述第二旋转单元72和所述第三旋转单元73之后,将它们固定结合。

[0055] 所述第一旋转单元71与所述手指佩戴单元50结合。也就是说,所述第一旋转单元71被构造为圆筒形状,并在从所述手指佩戴单元50向上突出的一对支架54之间通过第三旋转轴83来进行结合。所述第三旋转轴83沿所述手指的内收和外展方向y延长。因此,所述第一旋转单元71可通过所述手指的运动以所述第三旋转轴83为中心进行旋转。

[0056] 所述第二旋转单元72被构造为从所述第一旋转单元71向上突出。所述第二旋转单元72通过第四旋转轴84与所述第三旋转单元73结合。虽然沿从所述手指的长度方向x倾斜预定角度范围的方向布置所述第四旋转轴84,但是假设所述预定角度非常小,因此按照所述第四旋转轴84沿所述手指的长度方向x延长来进行说明。因此,所述第二旋转单元72可通过所述手指的运动以所述第四旋转轴84为中心进行旋转。

[0057] 所述第三旋转单元73将所述第二旋转单元72和所述被动连杆40结合。所述第三旋转单元73的一端通过所述第四旋转轴84与所述第二旋转单元72结合,另一端通过所述第五旋转轴85与所述被动连杆40结合。沿所述被动连杆40的长度方向布置所述第五旋转轴85。在本实施例中,由于按照所述被动连杆40的长度方向为垂直于所述手背的方向z来进行了说明,因此按照所述第五旋转轴为垂直于所述手背的方向z来进行说明。

[0058] 所述驱动单元传感器(未示出)是测量所述驱动单元20的旋转角度的电机编码器。可假设所述驱动单元20的旋转角度与因所述驱动单元20的旋转力产生的所述第一驱动连杆单元31的旋转角度 θ_1 相同。如果所述驱动单元20的旋转角度与所述第一驱动连杆单元31旋转的角度 θ_1 之间的差较大,则能够从所述驱动单元20的旋转角度计算所述第一驱动连杆单元31的旋转角度 θ_1 。

[0059] 所述第一孔传感器(未示出)布置在所述第一联轴器60的一端,以测量所述第二驱动连杆单元32的旋转角度 θ_2 。

[0060] 所述第二孔传感器(未示出)布置在所述第一联轴器60的另一端,以测量所述第二被动连杆单元42的旋转角度 θ_3 。

[0061] 另外,可包括用于测量手指的关节角度的传感器以准确地测量手指的运动,并且所述传感器可布置在所述第一联轴器60或所述第二联轴器70的一端或另一端。

[0062] 如上所述地构造的根据本发明的实施例的力觉传送系统的操作如下。

[0063] 如果根据所述控制单元(未示出)的控制确定了所述驱动单元20的旋转力,则所述驱动单元20的旋转力通过所述驱动连杆30和所述被动连杆40被传送到所述手指。

[0064] 此时,所述控制单元(未示出)估计所述手指的端部的位置和所述手指的关节角度,并基于此调整所述驱动单元20的旋转力。通过调整所述驱动单元20的旋转力来调整施加到所述手指的端部的力。

[0065] 图8是示出根据本发明的实施例的在力觉传送系统中计算手指的端部位置的变量的示图。图9是示出根据本发明的实施例的用于在力觉传送系统中计算手指的内收和外展角度的模型的示图。

[0066] 参照图8,估计所述手指的端部的位置的方法如下。

[0067] 11表示所述第一驱动连杆单元31的长度,12表示所述第二驱动连杆单元32的长度,13表示所述第一联轴器60的长度,14表示所述第二被动连杆单元42的长度,15表示所述

第一被动连杆单元42的长度。 l_1 至 l_5 是可预先从所述力觉传送系统的结构信息获得的值。

[0068] θ_1 为所述驱动单元20的旋转角度, θ_2 为所述第二驱动连杆单元32的旋转角度 θ_2 , θ_3 为所述第二被动连杆单元42的旋转角度 θ_3 。 θ_1 至 θ_3 为可从所述驱动单元传感器、所述第一孔传感器(未示出)和所述第二孔传感器(未示出)测量到的值。

[0069] α 为所述第一驱动连杆单元31和所述第二驱动连杆单元32形成的角度, β 为所述第一被动连杆单元41和所述第二被动连杆单元42形成的角度。 α 和 β 为可预先从所述力觉传送系统的结构信息获得的值。

[0070] 可利用图8中示出的运动学模型来计算等式1至等式3,并且可通过等式1至等式3来计算手指的端部位置(P_x, P_y, P_z)。

[0071] 此时,假设关于所述手指端部的位置与所述手指佩戴单元50之间的距离的误差非常小,并且假设所述手指端部的位置和所述手指佩戴单元50的位置相同。

[0072] [等式1]

[0073] $P_x = l_1 \cos \theta_1 + l_2 \cos (\alpha + \theta_1) + l_3 \cos (\alpha + \theta_1 + \theta_2) + l_4 \cos (\alpha + \theta_1 + \theta_2) \cos \theta_3$

[0074] $+ l_5 (-\sin \beta \sin (\alpha + \theta_1 + \theta_2) + \cos \beta \cos (\alpha + \theta_1 + \theta_2) \cos \theta_3)$

[0075] [等式2]

[0076] $P_y = -(l_4 + l_5 \cos \beta) \sin \theta_3$

[0077] [等式3]

[0078] $P_z = l_1 \sin \theta_1 + l_2 \sin (\alpha + \theta_1) + l_3 \sin (\alpha + \theta_1 + \theta_2) + l_4 \sin (\alpha + \theta_1 + \theta_2) \cos \theta_3$

[0079] $+ l_5 (\sin \beta \cos (\alpha + \theta_1 + \theta_2) + \cos \beta \sin (\alpha + \theta_1 + \theta_2) \cos \theta_3)$

[0080] 参照所述等式1至等式3,可计算出所述手指的端部位置(P_x, P_y, P_z)。

[0081] 另外,如果知道所述手指的端部位置,则可通过所述等式2计算出所述手指的内收和外展角度 θ_A 。

[0082] 参照图9,所述手指的内收和外展角度 θ_A 为所述手指沿左右方向运动的角度。图9使用根据所述内收和外展角度 θ_A 而旋转的坐标系示出了所述手指的端部位置。

[0083] 关于所述内收和外展角度 θ_A 的等式如等式4所示。

[0084] [等式4]

[0085]
$$\theta_A = \sin^{-1} \left(\frac{P_y}{-(l_4 + l_5 \cos \beta)} \right)$$

[0086] 可计算出根据从等式4计算出的所述内收和外展角度旋转的所述手指的端部位置。以下,根据所述内收和外展角度旋转的所述手指的端部位置被称为所述手指的端部旋转位置(P_x', P_y', P_z')。

[0087] 可使用等式5来表示所述手指的端部旋转位置(P_x', P_y', P_z')。

[0088] [等式5]

[0089]
$$\begin{bmatrix} P_x' \\ P_y' \\ P_z' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta_A & \sin \theta_A & 0 \\ -\sin \theta_A & \cos \theta_A & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} P_x \\ P_y \\ P_z \end{bmatrix}$$

[0090] 如果知道所述手指的端部旋转位置(P_x', P_y', P_z'),则可通过后述的等式来计算

手指关节角度。

[0091] 图10是示出根据本发明的实施例的用于在力觉传送系统中计算手指关节角度的运动学模型的示意图。

[0092] 图10a示出手指舒展开的状态,图10b使用运动学模型示出手指舒展开的状态。

[0093] 在图10b中,如果假设手指的长度为 $10f$,则各节段的长度比率分别为 $2.5f$ 、 $2.5f$ 和 $5f$ 。另外,为了使用运动学模型来表示,假设由于所述第一驱动连杆单元31的端部和所述手指的掌指关节(MCP)之间的距离与所述第一被动连杆单元41的端部与所述手指端部之间的距离相似而可以忽略。

[0094] 另外,图10c在 $x'-z'$ 平面上示出在弯曲手指的情况下的手指关节的角度。

[0095] 在图10c中, θ_M 为掌指关节(MCP, Metacarpophalangeal joint)的角度。 θ_P 为近端指间关节(PIP, Proximal interphalangeal joint)的角度。 θ_D 为远端指间关节(DIP, distal interphalangeal joint)的角度。

[0096] 这里,假设 θ_P 和 θ_D 相同。也就是说,在进行弯曲手指的动作时,由于所述近端指间关节的角度 θ_P 与所述远端指间关节 θ_D 之间的差异在误差范围以内,因此假设 θ_P 和 θ_D 相同。

[0097] 因为知道所述手指的端部旋转位置(P_x' , P_y' , P_z'),所以可从图10c使用等式6来表示 L_1 的长度。

[0098] [等式6]

[0099]
$$L_1 = \sqrt{(P_x')^2 + (P_z')^2}$$

[0100] 另外,可利用等式6和图10c的运动学模型来计算作为所述手指的关节角度的 θ_P 、 θ_D 和 θ_M 。

[0101] 使用等式7和等式8来表示所述 θ_P 、 θ_D 和 θ_M 。

[0102] [等式7]

[0103]
$$\theta_D = \theta_P = 2 \cos^{-1} \sqrt{\frac{2.5 + \sqrt{-1.75 + 0.32 \frac{L_1^2}{f^2}}}{8}}$$

[0104] [等式8]

[0105]
$$\theta_M = \cos^{-1} \frac{P_x'}{L_1} - \cos^{-1} \frac{25f^2 + L_1^2 - (5f \cos \frac{\theta_P}{2})^2}{10fL_1}$$

[0106] 如上,如果知道所述手指的端部旋转位置 P' ,则可计算所述手指的关节角度 θ_P 、 θ_D 和 θ_M 。

[0107] 因此,所述控制单元(未示出)利用所述手指的端部旋转位置 P' 和所述手指的关节角度 θ_P 、 θ_D 和 θ_M 来估计所述手指的运动。

[0108] 另外,所述控制单元(未示出)将所述驱动单元20控制为在不妨碍手指的运动的同时将期望的力传送到手指的端部。所述控制单元(未示出)可利用所述手指的端部旋转位置 P' 和所述手指的关节角度 θ_P 、 θ_D 和 θ_M ,并通过控制所述驱动单元20的电流,来改变从诸如坚硬的物体、柔软的物体等的多种物体产生的力觉并进行传送。

[0109] 因为如上所述地构造的力觉传送系统安装在手背上,所以容易进行弯曲手指的动作。另外,由于构造成具有6个自由度,因此不妨碍诸如手的握紧展开动作、手指的内收和外展等的运动。

[0110] 用于实施本发明的形式

[0111] 图11是示出根据本发明的另一实施例的力觉传送系统的示意图。

[0112] 参照图11,根据本发明的另一实施例的力觉传送系统的构造与所述一实施例相同,包括驱动单元20、驱动连杆30、被动连杆40、手指佩戴单元50、第一联轴器60、第二联轴器70。然而,不同之处在于沿垂直于手指的长度方向的方向布置所述驱动单元20并且所述手指佩戴单元50的形状与所述一实施例不同。由于除此之外的剩余构造和操作相似,因此省略详细的说明。虽然以驱动单元仅安装在食指上为例对图11进行了说明,但不限于此,显然也可将驱动单元安装在拇指、食指和中指等其它多个手指上。

[0113] 图12是示出根据本发明的再一实施例的力觉传送系统的示意图。

[0114] 参照图12,根据本发明的另一实施例的力觉传送系统的构造与所述一实施例相同,包括驱动单元20、驱动连杆30、被动连杆40、手指佩戴单元50、第一联轴器60、第二联轴器70。然而,不同之处在于沿手指的长度方向布置所述驱动单元20。由于除此之外的剩余构造和操作相似,因此省略详细的说明。

[0115] 虽然参考附图中示出的实施例对本发明进行了说明,然而这仅是示例,本技术领域的普通技术人员将理解基于此的多种变形和等同的其他实施例是可能的。因此,本发明的实质技术保护范围由所附权利要求的技术思想来限定。

[0116] 工业实用性

[0117] 本发明可应用于力觉传送系统。虽然以上参照本发明的示例性实施例进行了说明,但该技术领域的普通技术人能够理解在不脱离权利要求中记载的本发明的思想和领域的范围内,可对本发明进行多种修改和改变。

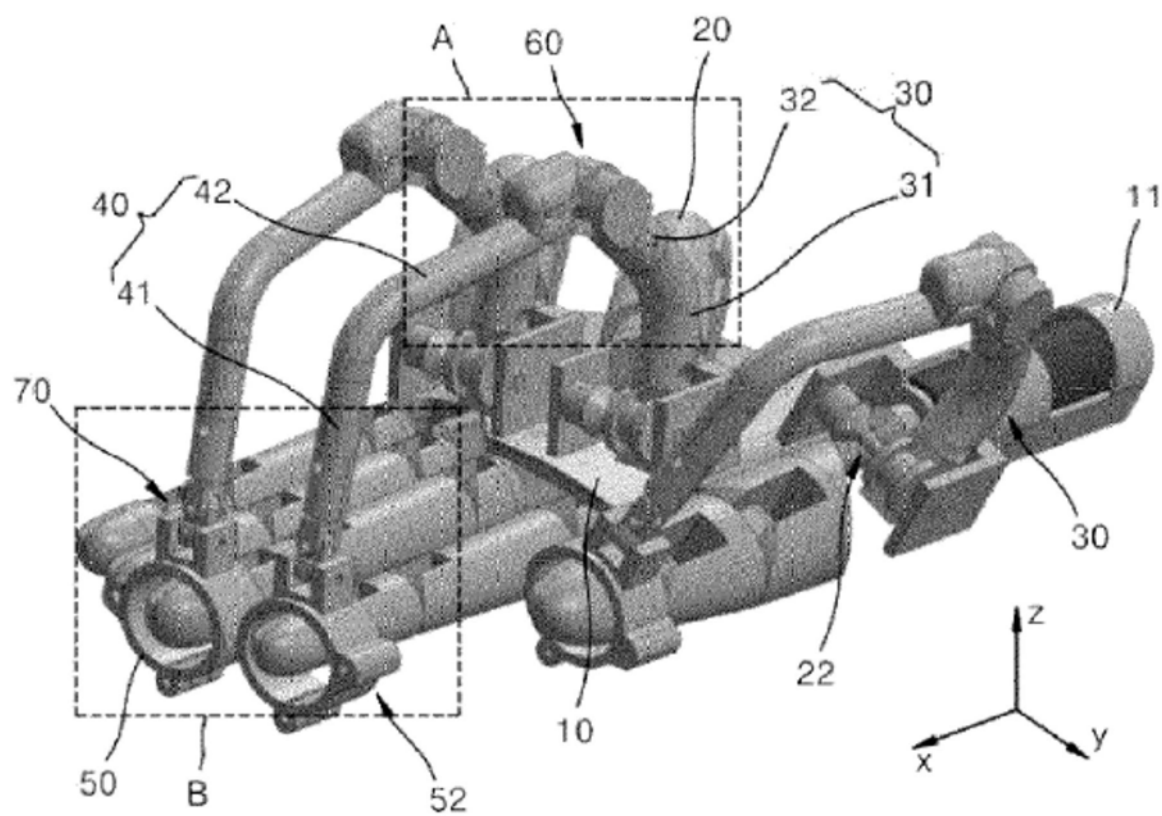


图1

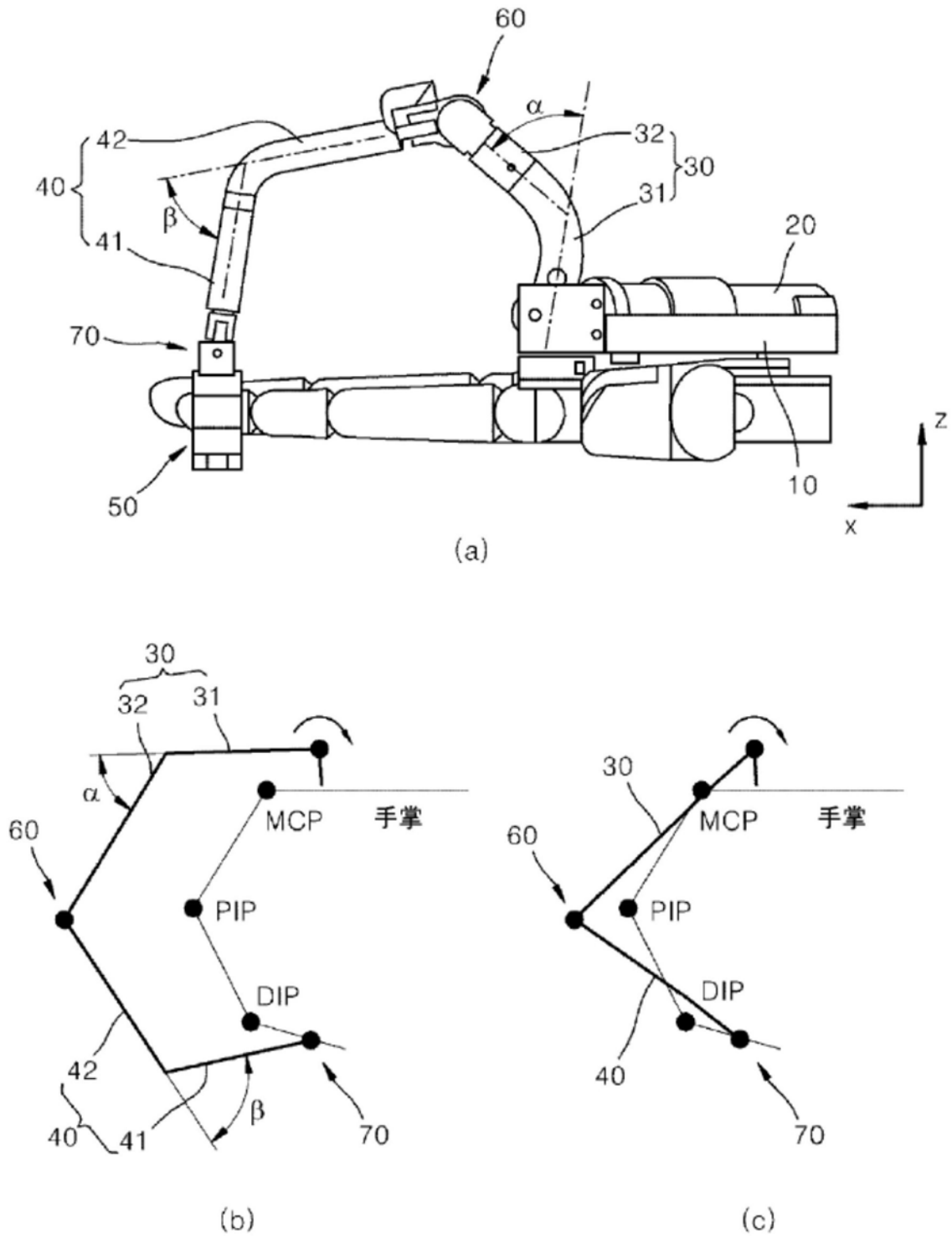


图2

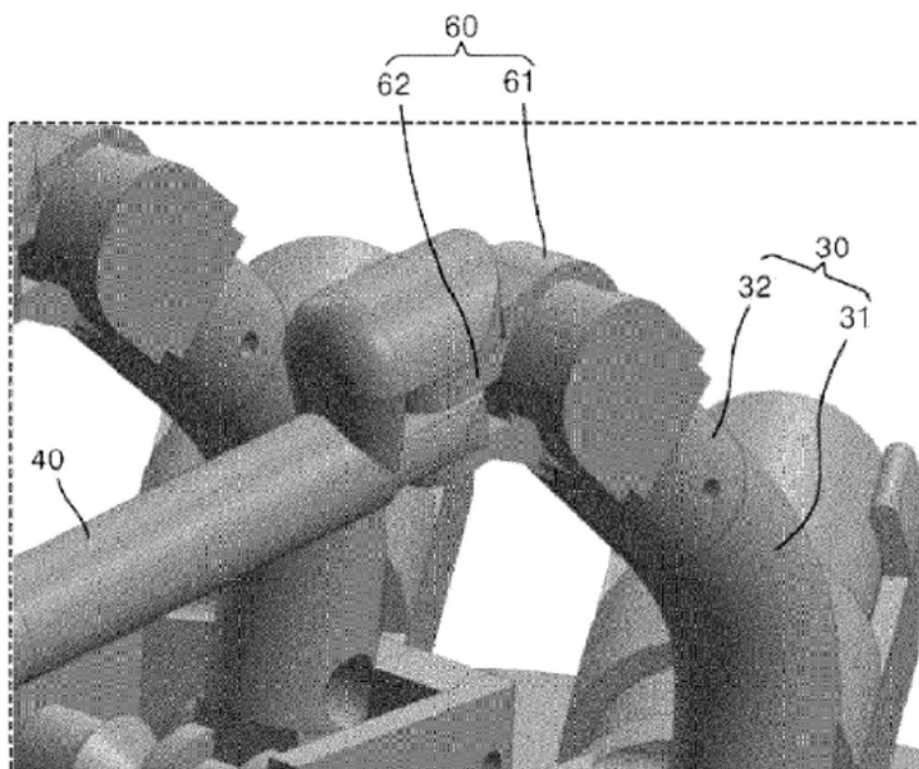


图3

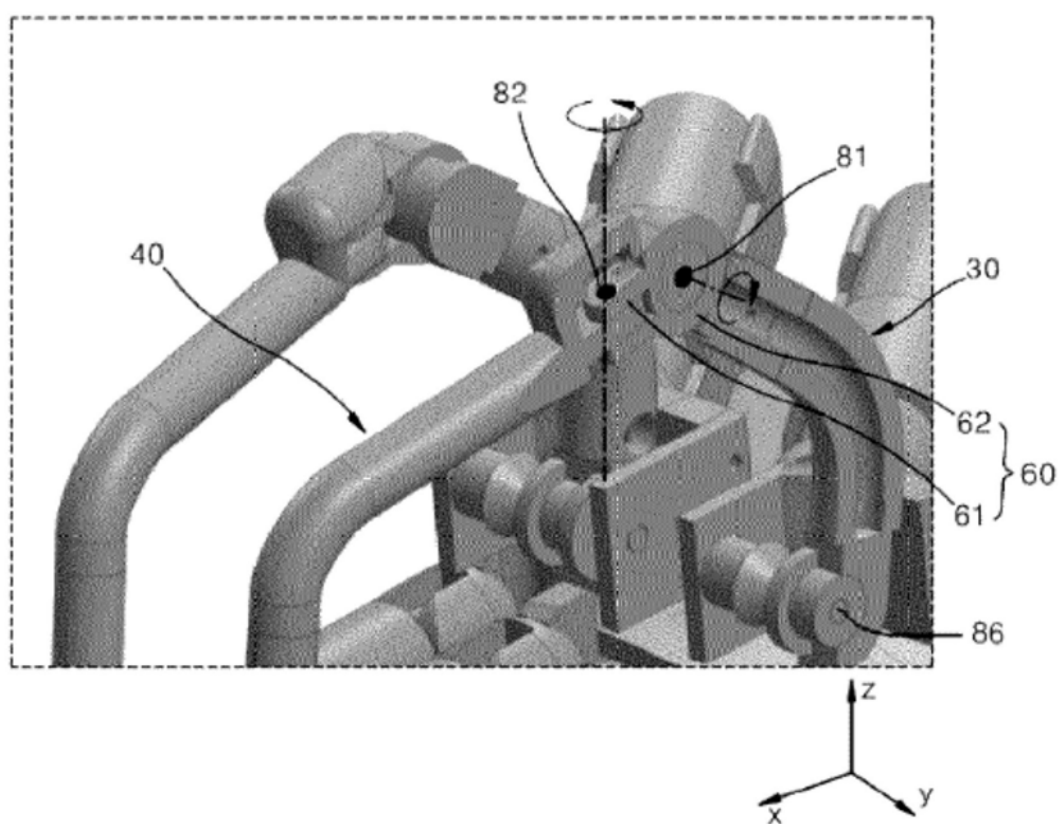


图4

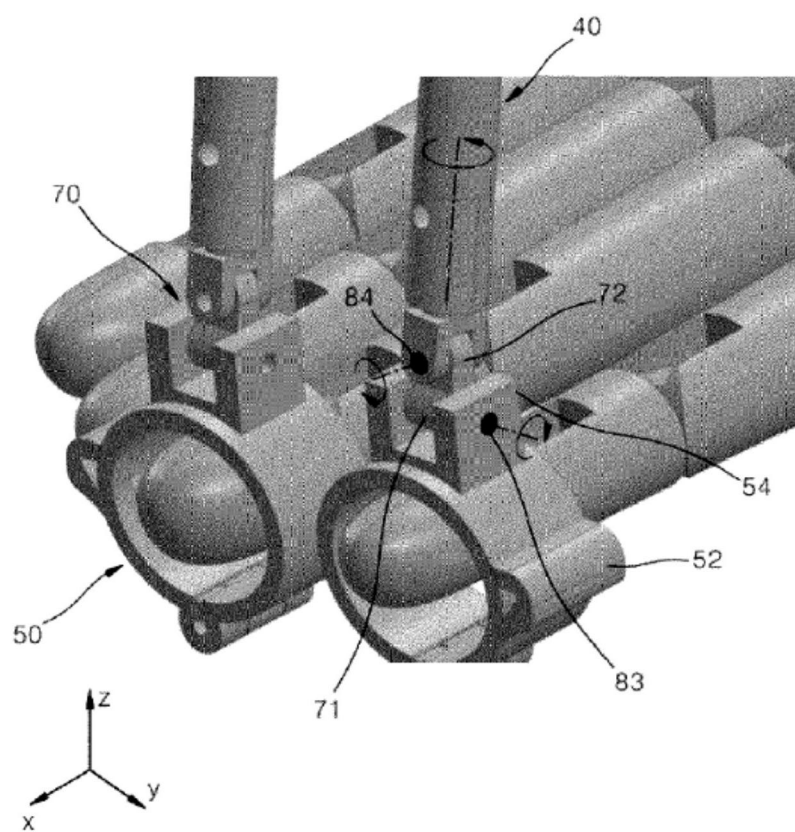


图5

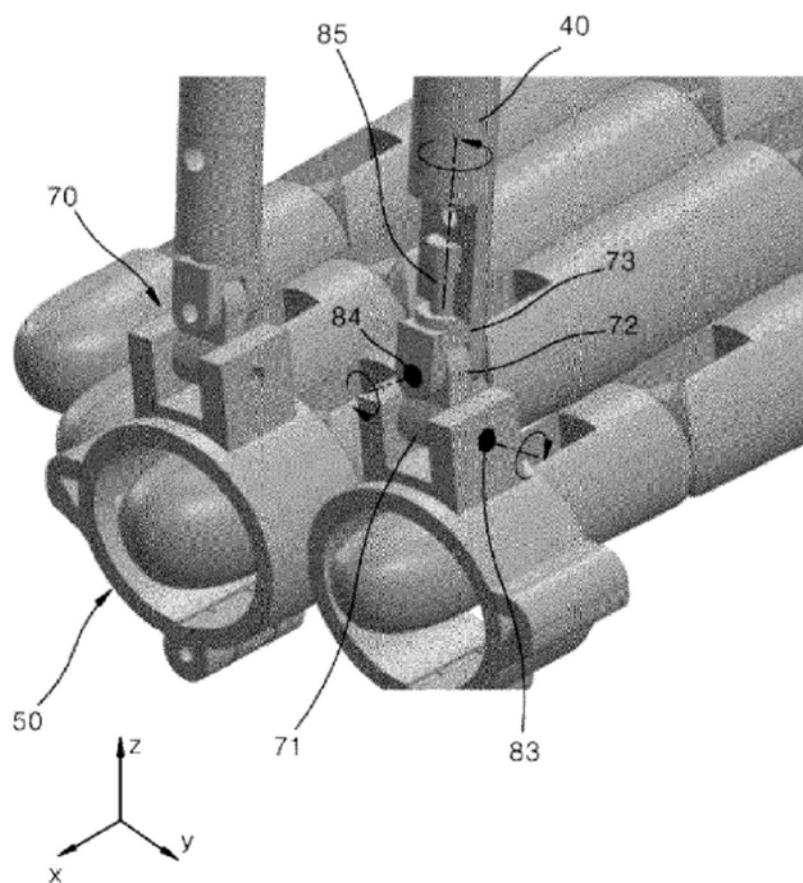


图6

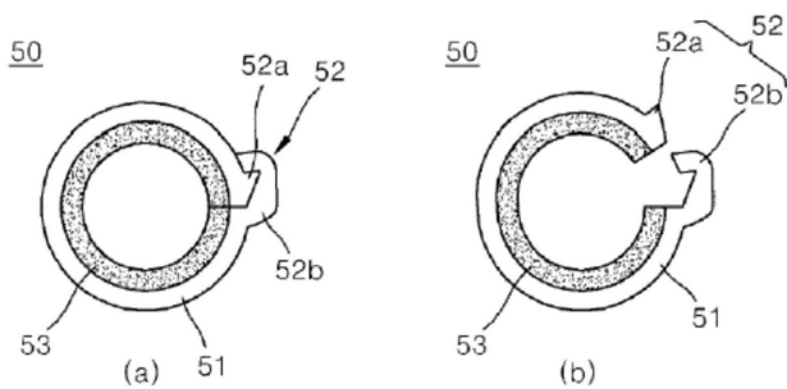


图7

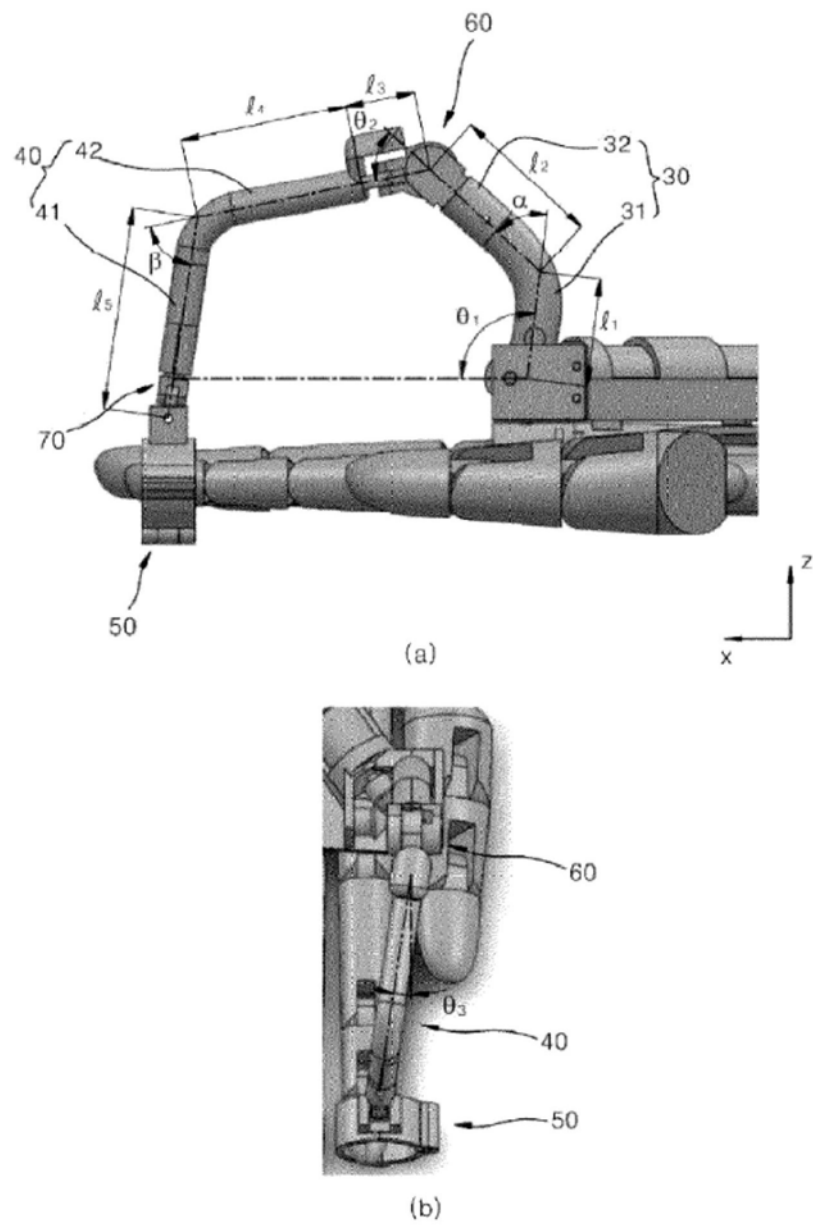


图8

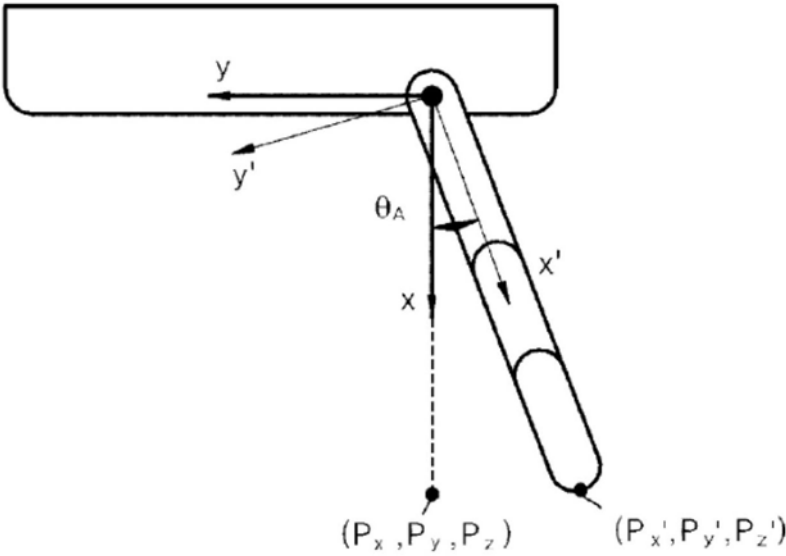


图9

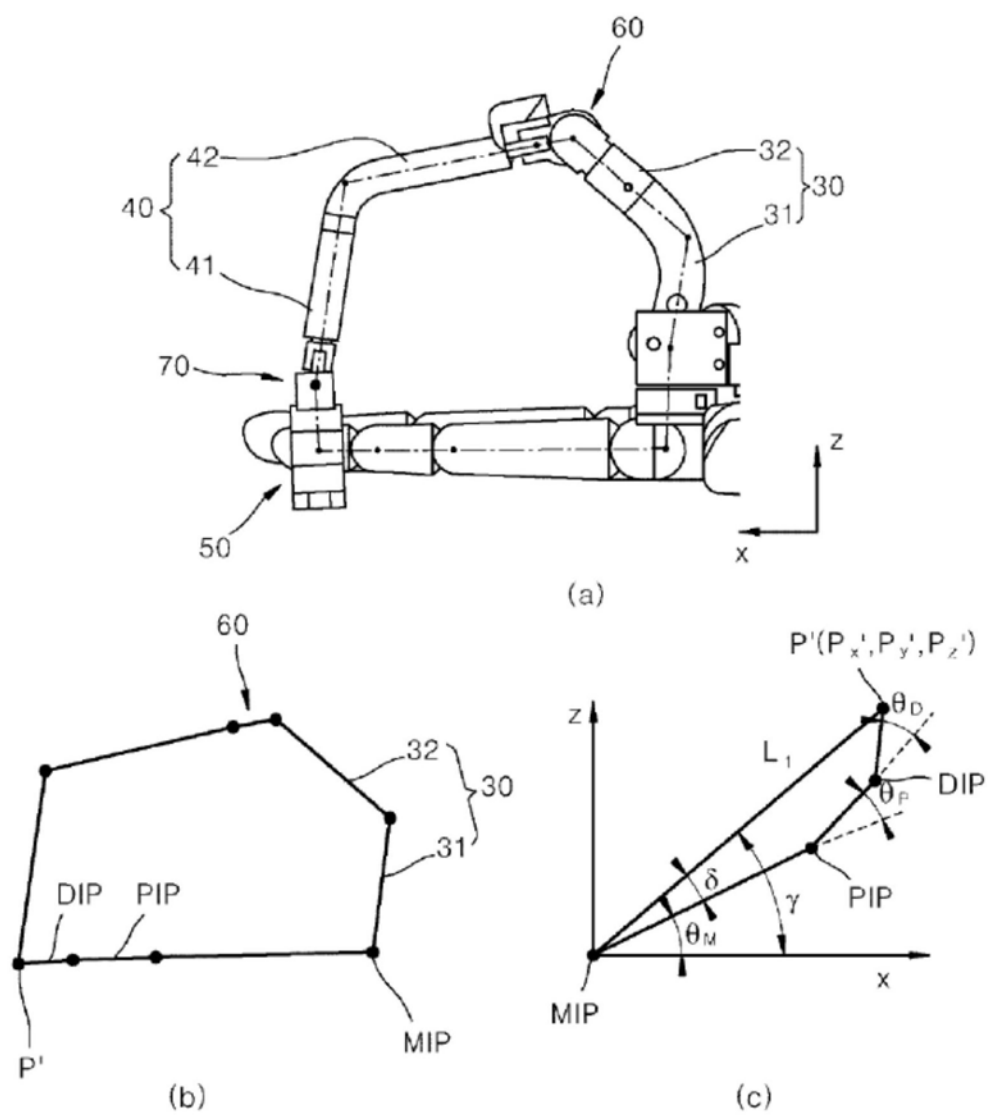


图10

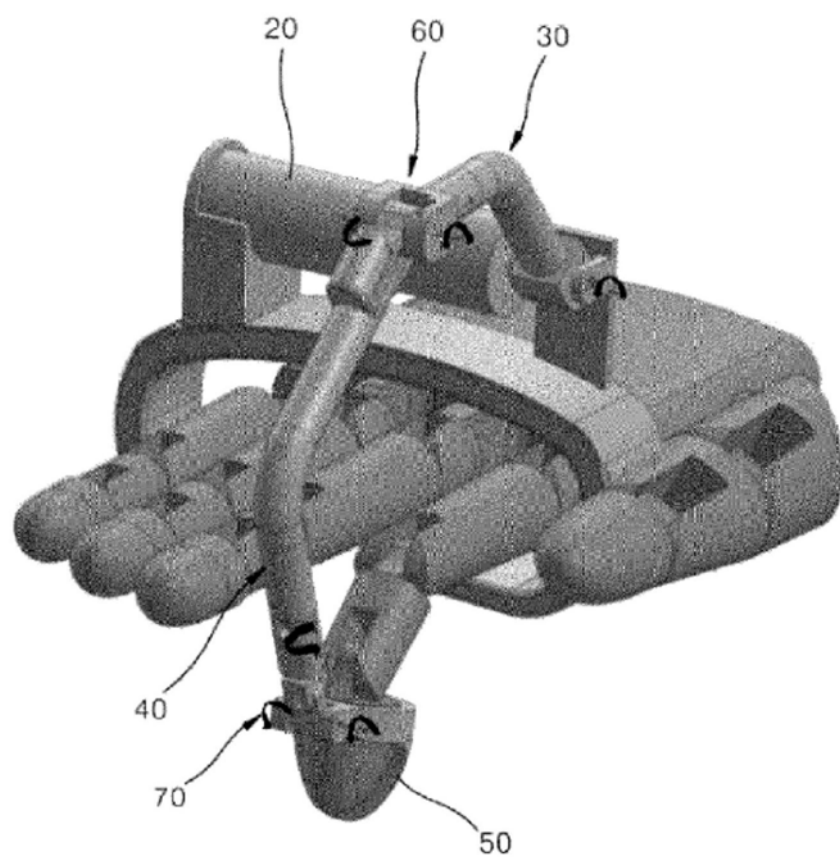


图11

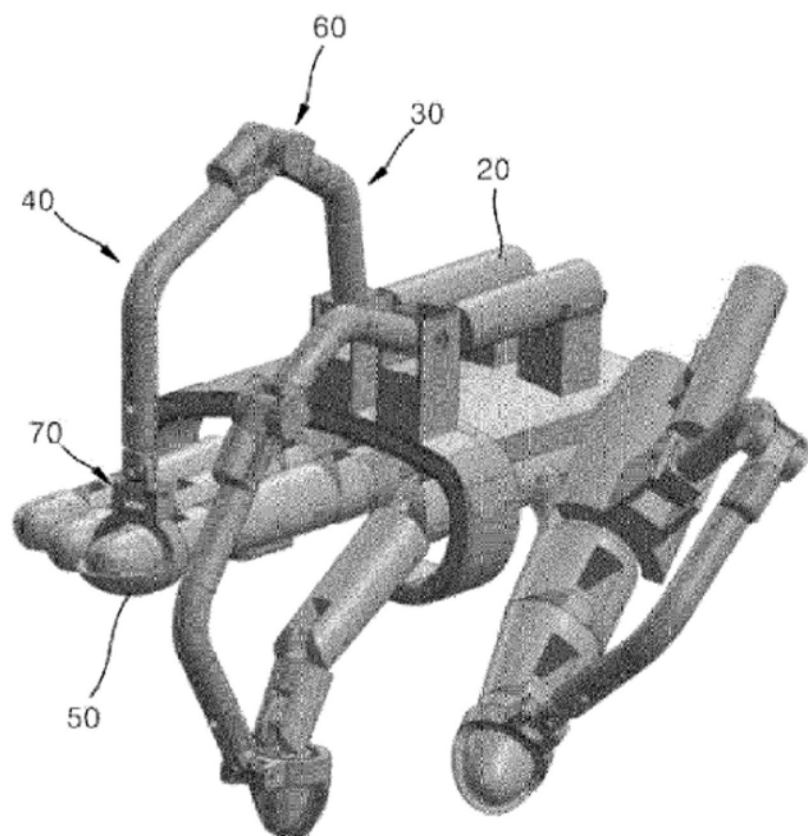


图12