



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103568023 B

(45) 授权公告日 2015. 05. 20

(21) 申请号 201310305684. 1

JP 2006289589 A, 2006. 10. 26,

(22) 申请日 2013. 07. 19

CN 1921989 A, 2007. 02. 28,

(30) 优先权数据

审查员 孙迎椿

2012-161450 2012. 07. 20 JP

(73) 专利权人 发那科株式会社

地址 日本山梨县

(72) 发明人 足立悟志

(74) 专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司 11243

代理人 张敬强 严星铁

(51) Int. Cl.

B25J 19/00(2006. 01)

(56) 对比文件

JP 2005144610 A, 2005. 06. 09,

WO 2004012951 A1, 2004. 02. 12,

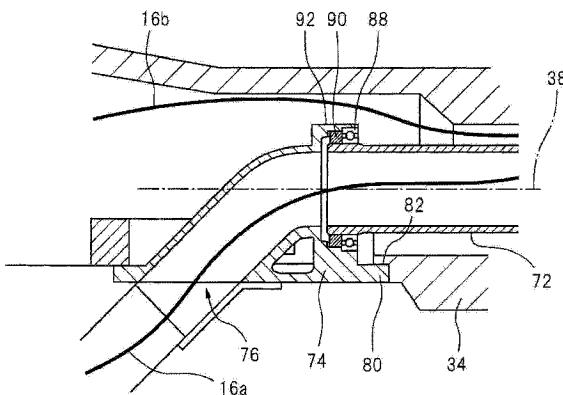
权利要求书1页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

具备空心部件的工业用机器人的线条体处理结构

(57) 摘要

本发明提供具备空心部件的工业机器人用的线条体处理结构，其能够将空心部独立地用于作业工具的配线用，能够使作业工具用线条体的动作稳定化，并且能够应用于需要防水性的用途。弯曲空心部件具有安装在第一开口部的第一凸缘，在第一凸缘与第一手腕单元之间安装具备液密性的第一密封部件。即使在设在前臂基部的后部的第二开口部，也在 I 字管的后方侧端部设置第二凸缘，在第二凸缘与前臂基部的后端面之间安装与第一密封部件相同第二密封部件。弯曲空心部件隔着轴承及油封能相对于 I 字管旋转地连接在 I 字管上。



1. 一种线条体处理结构,其用于机器人,该机器人具备包括前臂基部及第一手腕单元的前臂、第二手腕单元、以及作业工具,

上述第一手腕单元能相对于上述前臂基部绕沿上述前臂的长度方向的第一轴线旋转地设置,

上述第二手腕单元能相对于上述第一手腕单元绕与上述第一轴线垂直地相交的第二轴线旋转地设置,

上述作业工具能相对于上述第二手腕单元绕与上述第二轴线垂直地相交的第三轴线旋转地设置,对包括连接在上述作业工具上的配线及配管的至少一方的第一线条体进行敷设处理,

该线条体处理结构的特征在于,

绕上述第一轴线旋转驱动上述第一手腕单元的空心结构的减速机以上述空心结构的减速机的旋转中心轴线与上述第一轴线一致的方式介于上述前臂基部与上述第一手腕单元之间,

在上述第一手腕单元的侧面设有第一开口部,弯曲空心部件隔着第一密封部件安装在上述第一开口部上,该弯曲空心部件形成用于使上述第一线条体通过的、具备至少一个弯曲部的空心部,并具有第一凸缘,

在上述前臂基部的后部设有第二开口部,用于使上述第一线条体通过的、具有第二凸缘的圆筒状空心部件在贯通上述空心结构的减速机的内部的状态下,隔着第二密封部件安装在上述第二开口部上,

上述弯曲空心部件相对于上述圆筒状空心部件,在第一手腕单元的内部隔着轴承及油封能旋转地连接,

驱动上述第二手腕单元或上述作业工具的马达的控制用电缆即第二线条体通过上述圆筒状空心部件的外周部,

在上述弯曲空心部件与上述圆筒状空心部件的连接部,上述弯曲空心部件的内径与上述圆筒状空心部件的内径互相相等。

## 具备空心部件的工业用机器人的线条体处理结构

### 技术领域

[0001] 本发明涉及配设在工业用机器人上的线条体处理结构。

### 背景技术

[0002] 在工业用机器人中,手或焊炬等作业工具安装在机器人的手腕前端附近而使用。这些作业工具的大部分需要供给电能、电信号、空气、助推气体、或焊丝等。为了将这些被供给物送到作业工具,使用由配线或配管等构成的线条体。以往,直到机器人的前臂的跟前,将该线条体与用于驱动控制机器人的各轴的伺服马达的伺服控制用电缆捆在一起,沿机器人臂(上臂)配设,从前臂的基部通过设在该基部的具有空心结构的减速机的空心部,从设在前臂的前方的侧面的开口部导向外部,因此,采用利用适当的保持机构暂时保持,并且连接在作业工具上的处理结构。

[0003] 例如,在日本特开 2006-051581 号公报中记载了在前臂的前部(第一手腕单元)及后部(前臂基部)分别设置开口部(第一及第二开口部),以通过前臂内部及减速机的空心部的方式连通两开口部间的结构。

[0004] 在日本特开 2005-342860 号公报中记载了在使用吸附式手的场合,利用空气对该导管内进行吸引,以防止由连接在该手上的导管内的线条体的摩擦产生的粉尘等流出到外部的技术。

[0005] 另外,在日本特开 2009-028875 号公报中记载了通过将供线条体插通的导管以悬臂式保持在第二手腕单元上,防止不良状况的力作用在该导管或该导管内的线条体上的结构,并且,作为导管的保持形态,记载了能旋转地保持该导管的机构与完全固定地保持的机构。

[0006] 在日本特开 2006-051581 号公报记载的线条处理结构中,能够容易地进行在系统变更时等必要的线条体的变更或追加等作业,但存在水分或粉尘等从手腕单元或前臂基部的开口部混入空心部内,从而对该空心部内的伺服马达等带来不良影响。因此,难以将具有这种线条体处理结构的工业用机器人用于需要防水性的用途。

[0007] 另外,在日本特开 2005-342860 号公报及日本特开 2009-028875 号公报中所记载的技术在供线条体插通的导管的结构上有特征,但任一个都没考虑空心部的防水性。

### 发明内容

[0008] 因此,本发明的目的在于提供将空心部独立地用于作业工具的配线用,并且实现空心部的防水性,能够既实现作业工具用线条体的动作的稳定化,又能够用于需要防水性的用途的线条体处理结构。

[0009] 为了实现上述目的,本申请发明是一种机器人的线条体处理结构,该机器人具备包括前臂基部及第一手腕单元的前臂、第二手臂单元、以及作业工具,上述第一手腕单元能相对于上述前臂基部绕沿上述前臂的长度方向的第一轴线旋转地设置,上述第二手腕单元能相对于上述第一手腕单元绕与上述第一轴线垂直地相交的第二轴线旋转地设置,上述作

业工具能相对于上述第二手腕单元绕与上述第二轴线垂直地相交的第三轴线旋转地设置，对包括连接在上述作业工具上的配线及配管的至少一方的第一线条体进行敷设处理，该线条体处理结构的特征在于，绕上述第一轴线旋转驱动上述第一手腕单元的空心结构的减速机以上述空心结构的减速机的旋转中心轴线与上述第一轴线一致的方式介于上述前臂基部与上述第一手腕单元之间，在上述第一手腕单元的侧面设有第一开口部，弯曲空心部件隔着第一密封部件安装在上述第一开口部上，该弯曲空心部件形成用于使上述第一线条体通过的、具备至少一个弯曲部的空心部，并具有第一凸缘，在上述前臂基部的后部设有第二开口部，用于使上述第一线条体通过的、具有第二凸缘的圆筒状空心部件在贯通上述空心结构的减速机的内部的状态下，隔着第二密封部件安装在上述第二开口部上，上述弯曲空心部件相对于上述圆筒状空心部件，能在第一手腕单元的内部隔着轴承及油封旋转地连接，驱动上述第二手腕单元或上述作业工具的马达的控制用电缆即第二线条体通过上述圆筒状空心部件的外周部。

[0010] 在优选的实施方式中，在上述弯曲空心部件与上述圆筒状空心部件的连接部，上述弯曲空心部件的内径与上述圆筒状空心部件的内径互相相等。

## 附图说明

[0011] 本发明的上述或其他目的、特征及长处通过参照附图说明以下优选的方式而变得更明确。

[0012] 图 1 是表示包括本发明的线条体处理结构的第一实施方式的工业用机器人的概略结构的图。

[0013] 图 2 是表示从图 1 的机器人的前臂到手的结构的图。

[0014] 图 3 是表示图 1 的机器人的前臂的详细结构的上面剖视图。

[0015] 图 4 是表示图 1 的机器人的前臂的详细结构的侧面剖视图。

[0016] 图 5 是表示工业用机器人的马达控制电缆的结构例的图。

[0017] 图 6 是图 3 的前臂的局部放大图。

[0018] 图 7 是表示手具备吸附垫的场合的、从前臂到手的结构的图。

## 具体实施方式

[0019] 图 1 是表示能应用本发明的线条体处理结构的工业用机器人的整体结构的图，图 1 (a) 部表示其主视图，(b) 部表示侧视图。该工业用机器人是六轴结构的机器人 10，在其手腕前端附近安装有手 12。手 12 例如是具有能由气缸(省略图示)开闭的把持爪 14 的周知的方式的手。用于该把持爪的开闭的控制电缆(线条体)16 从控制机器人 10 的各轴的动作的机器人控制装置 18 或控制手 12 的终端作业装置控制部 20 通过设在机器人 10 的基座 22 的后方的分线盘 24 导入基座 22 内。另外，线条体 16 通过能相对于基座 22 大致绕垂直轴旋转地设置的旋转主体 26 内，沿能相对于旋转主体 26 旋转地设置的上臂 28 延伸。线条体 16 从能相对于上臂 28 旋转地设置的前臂 30 的基部 32 (以后也称为前臂基部) 到前臂 30 的第一手腕单元 34 的前端附近配设在机器人机体内。另外，在控制电缆(线条体)16 上一并设有用于驱动各轴的伺服马达的配线，在适当部分向伺服马达分支。

[0020] 机器人 10 的各轴的伺服马达的驱动控制以公知的方式，根据从控制装置 18 输出

的动作指令进行。另外，机器人控制装置 18 向伺服马达的动作指令与向手 12 的把持指令都通过终端作业装置控制部 20 输出，并控制把持爪 14 的开闭动作。另外，手 12 在对把持对象物(例如组装部件)进行把持时，把持确认信号通过控制电缆(线条体)被送到机器人控制装置 18。

[0021] 图 2 是示意地表示从前臂基部 32 到手 14 的结构的图。在前臂基部 32 上设有具有空心部的空心结构的减速机(J4 齿轮)36。详细结构将于后述，减速机 36 的输入侧将第一手腕单元 34 结合在伺服马达(J4 马达)40 上，该伺服马达 40 绕沿着前臂 30 (即相当于从前臂基部 32 到第一手腕单元 34 的部分) 的长度方向的第一轴线 38 进行旋转驱动，减速机 36 的输出侧结合在第一手腕单元 34 上。

[0022] 在第一手腕单元 34 的前端侧安装有绕与第一轴线 38 大致垂直地相交的第二轴线 42 进行旋转(摆动)动作的第二手腕单元 44，第二手腕单元 44 通过适当的减速机 46 (J5 齿轮)由伺服马达(J5 马达)48 驱动。另外，上述手 12 以绕与第二轴线 42 大致垂直的(或大致垂直地相交)的第三轴线 50 旋转的方式安装在第二手腕单元 44 的前端侧，手 12 通过适当的减速机 52 (J6 齿轮)由伺服马达(J6 马达)54 驱动。

[0023] 图 3 及图 4 是表示前臂 30 的内部结构的详细的剖视图，图 3 是上面剖视图，图 4 是侧面剖视图。驱动第一手腕单元 34 的 J4 马达 40 安装在前臂基部(前臂后部的外壳)32 上，通过固定在马达输出轴上的小齿轮 60 与包括大齿轮与小齿轮的两级中间平齿轮 62 的大齿轮啮合，两级中间平齿轮 62 的小齿轮还与输出轴平齿轮 64 喷合，J4 马达的驱动转矩传送到第一手腕单元 34，第一手腕单元 34 相对于前臂基部 32 绕第一轴线 38 旋转。

[0024] 沿上臂在前臂基部 32 上配线的线条体 16 包括连接在手 12 上的作业工具控制用线条体 16a、连接在各轴伺服马达上的马达控制电缆 16b，马达控制电缆 16b 的一部分连接在 J4 马达 40 上。另外，在前臂基部 32 的后部安装电磁阀箱 66，作业工具控制用线条体 16a 通过连接器 68 在电磁阀箱 66 内配线。在电磁阀箱 66 内配线的配管或配线等线条体 16a 连接在电磁阀箱 66 内所设的电磁阀(未图示)，经过该电磁阀，最终连接在作业工具(在此为手 12)上。在作用工具用线条体 16a 上包括驱动作业工具的压缩空气供给用配管、用于监视工具的状态的配线等，还包括安装在作业工具上的传感器用控制电缆，在作业工具是焊炬的场合还包括其控制电缆等。

[0025] 如图 3 所示，导入电磁阀箱 66 内的作业工具线条体 16a 的一端位于设在前臂基部 32 的背面的第二开口部 70，导入在前臂 30 内以大致沿第一轴线 38 延伸的方式配置的 I 字状的管即圆筒状空心部件 72 内，并且，通过连接在 I 字管 72 的另一端的、具有大致 L 字状的空心部的弯曲空心部件 74 的内部，从设在第一手腕单元 34 的侧面的第一开口部 76 导出到外部。被导出的线条体 16a 由设在第一开口部 76 附近的线条体保持部 78 保持，通过第一手腕单元 34 的侧面，沿第二手腕单元 44 最终连接在手 12 上。作业工具用线条体 16a 在由 I 字管 72 内弯曲空心部件 74 构成的空心部中具有适当的余长而配线，由此，在前臂的旋转动作时，扭曲的吸收变得容易，在前臂旋转动作时(通常 ±180 度以上)，即使在前臂旋转轴附近受到弯曲、扭曲，也不会受到不良的应力，从而实现寿命的长期化。

[0026] 作为线条体保持部 78，可以使用周知的固定件(夹紧部件)，也可以使用容许线条体的长度方向的移动与扭倒旋转运动(自转)的卡定件(例如环状的部件)。或者，通过使用具有连接器功能的连接器箱，能进一步提高功能性。在使用连接器箱的场合，线条体 16a 暂

时连接在该连接器箱上,从该连接器箱到手 12 配设新的线条体。另外,在第一手腕单元 34 的内部且第一开口部 76 附近设置电磁阀(未图示)。该电磁阀为了开闭手 12 的把持爪 14,进行对气缸的空气供给 / 吸引。线条体保持部 78 也包括这种连接器箱。

[0027] 另外,相对于此,在本实施方式的作业工具用线条体 16a 上除了用于驱动最终轴(手)的伺服马达(J6 马达)54 的控制电缆等电线外,还包括用于供给空气的配管,在该配管中插入上述电磁阀。另外,未图示,但空气供给 / 吸气源配置在外部,该空气供给 / 吸气动作能够利用机器人控制装置 18 以周知的样式控制。另外,来自空气供给 / 吸气源的配管(省略图示)在适当部位(例如基座 22 的跟前)与线条体合流。另外,与这些空气供给相关的结构周知,因此在此省略详细说明。

[0028] 包括驱动第二手腕单元 44 或手 12 的伺服马达(J5、J6 马达)的控制用电缆的第二线条体 16b 以在 I 字管 72 的外侧且通过前臂基部 32 或第一手腕单元 34 的空心部内的方式配设。此时,如图 2 及图 5 所示,通过以将电缆 16b 在 I 字管 72 的外表面折回为螺旋状的方式配线,伴随前臂 30 的旋转动作的扭曲的吸收更容易。

[0029] 图 6 是图 3 所示的弯曲空心部件 74 附近的放大图。弯曲空心部件 74 具有安装在第一手腕单元 34 的侧面所设的第一开口部 76 的第一凸缘 80,在第一凸缘 80 与第一手腕单元 34 之间安装具备液密性的第一密封部件 82。第一密封部件 82 可以是密封垫那样公知的部件,通过例如在第一凸缘 80 上设置螺钉孔,并连结第一手腕单元 34 与第一凸缘 80,确保规定的液密性。另外,即使在设在图 3 所示的前臂基部 32 的后部的第二开口部 70,也在 I 字管 72 的后方侧端部设置第二凸缘 84,在第二凸缘 84 与前臂基部 32 的后端面之间安装与第一密封部件 82 相同的第二密封部件 86,同样能够确保液密性。

[0030] 弯曲空心部件 74 能隔着轴承 88 及油封 90 相对于 I 字管 72 旋转地连接。具体地说,在 I 字管 72 的前侧端部的外周部安装轴承 88,并在更前侧(靠弯曲空心部件 74)邻接配置油封 90。另一方面,在弯曲空心部件 74 的后侧端部形成收放轴承 88 及油封 90 的凹状部 92,与 I 字管 72 的前侧端部协作构成嵌合结构。通过这种结构,即使在粉尘或液体进入 I 字管 72 的前侧端部与弯曲空心部件 74 的后侧端部之间,也能够利用油封 90,防止该粉尘或液体进入 J5 马达 48 等所处的第一手腕单元 34 的空心部内。

[0031] 另外,弯曲空心部件 74 只要是在连接在 I 字管 72 的一端与安装在第一开口部 76 的另一端这两端之间至少具有一个弯曲部,则可以是任意形状,由弯曲空心部件 74 划分的空心部未限于 L 字状。

[0032] 另外,如图 6 所示,能旋转地连结弯曲空心部件 74 与 I 字管 72 的轴承 88 及油封 90 配置在 I 字管 72 的外周部与比该外周部大径的弯曲空心部件 74 的凹状部 92 的内周部之间。如果这样,则在 I 字管 72 与弯曲空心部件 74 的连接部(嵌合部),能够使 I 字管 72 的内径与弯曲空心部件 74 的内径互相相等,能够从第一开口部 76 到第二开口部 70 形成实质上没有台阶的均匀直径的空心部。由此,能够实现作业工具用线条体 16a 向该空心部内的插入作业的容易化、伴随第一手腕单元 34 的旋转的对线条体 16a 的摩擦阻力的降低等。

[0033] 如上所述,I 字管 72 在其一端具有第二凸缘 84,具备从外侧密封管 72 的内侧的第二密封部件 86 固定在形成在具有减速机 36 的前臂基部 32 的后部的第二开口部 70,减速机 36 具有空心结构,其另一端在前臂 30 的内部嵌合在弯曲空心部件 74 的凹状部 92 的结构。另一方面,形成 L 字的空心部的弯曲空心部件 74 在其一侧具有第一凸缘 80,隔着从外

侧密封该空心部的第一密封件 82 部件固定在形成在前臂(第一手腕单元 34)的侧面的第一开口部 76 上,其另一端具备隔着轴承 88 及油封 90 能旋转地连接在 I 字状管 72 上的凹状部 92。其结果,能够以最小的部件结构实现从第一开口部 76 到第二开口部 70 的空心部的防水。另外,能够实现在前臂基部 32 具有通过确保空心部的防水性,用户能够使手等作业工具用线条体 16a 自如地通过的空心部,并且,也能够应用于要求防水性的用途的机器人。

[0034] 另外,如图 3 所示,能够提供利用导管 94 连接第一开口部 76 与作业工具(手 12)之间,如果利用未图示的吸引装置等从前臂后部吸引导管 94 内的空气,则能在忌讳粉尘等的清洁室内使用的机器人。具体地说,准备将导管 94 固定在弯曲空心部件 74 上的具有凸缘的部件 96 的固定用分接头,该部件 96 隔着密封部件固定在第一开口部 76 上,导管 94 也隔着密封部件固定在具有凸缘的部件 96 上。该导管 94 的相反侧也通过包括上述轴承及油封的结构或周知的孔眼结构等,能在维持液密性且旋转自如的状态下保持。由此,不仅机器人主体,还包括作业工具用线条体的导管,都能够为能在清洁室内使用的状态。

[0035] 如上所述,在前臂 30 中分为作业工具用线条体 16a 与马达控制用电缆 16b 而敷设,能从第一开口部 76 及第二开口部 70,从后面使必要的配线、配管通过。由此,机器人的用户能够追加与现场的系统对应的必要的作业工具用配线、配管。在该场合,通过分离电缆控制用电缆与作业工具用配线、配管,即使进行作业工具用线条体的追加作业,也不会对马达控制用电缆带来影响,能够防止其损伤或寿命下降。

[0036] 作业工具用线条体 16a 由于通过第二手腕单元 44 的摆动动作而受到弯曲应力,因此需要在收回时具有必要的余长,但例如集束机器人通常普遍相对于比手的高度靠下侧的对象物进行作业,手腕摆动的动作范围能限制为 130 度左右。因此,该部分的线条体 16a 能够在沿着前臂 30 的状态下比较容易地收回。

[0037] 在机器人 10 进行集束作业时,通过使各轴(在此为旋转主体 26、上臂 28、前臂 30、第一手腕单元 34、第二手腕单元 44 及手 12 这六轴)的伺服马达进行动作,控制手 12 的位置与姿势。通常,为了控制手 12 的姿势,驱动上述六轴中第一手腕单元 34、第二手腕单元 44 及手 12 的各轴频繁地进行动作。因此,考虑各个轴进行动作时对线条体 16 的影响。首先,当驱动第一手腕单元 34 的 J4 马达 40 进行动作时,第一手腕单元 34 绕第一轴线 38 旋转。但是,由于线条体 16 从减速机 36 的空心部通过第一手腕单元 34 内部,到达第一开口部,因此由于第一手腕单元 34 绕第一轴线 38 的旋转而受到的应力小。

[0038] 接着,当驱动第二手腕单元 44 的 J5 马达 48 进行动作时,第二手腕单元 44 绕第二轴线 42 摆动。通过该运动,手 12 也绕第二轴线 42 摆动,但由于线条体 16a 在第一开口部附近被暂时保持,因此从此处到手 12 短的部分只进行大致追随第二手腕单元 44 的动作。因此,最终施加在线条体 16a 上的负担不大。

[0039] 并且,当驱动手 12 的 J6 马达 54 进行动作时,手 12 绕第三轴线 50 旋转。此时,连接在手 12 上的线条体 16a 在手 12 的周围处理为螺旋状,不会较大地突出或乱套。反而言之,即使最终轴(手)进行动作,只要没有这种乱套,则只考虑动作范围比较小的第二手腕单元 44 绕第二轴线 42 的摆动动作,能够以从第一手腕单元的侧面拉出的形式敷设线条体。这样,根据本实施方式,能够相对于机器人最终轴的旋转动作及第二手腕单元 44 绕第二轴线 42 的摆动动作,维持稳定的动作。另外,在到达设在第一手腕单元 34 的侧面的第一开口部的部分,线条体通过第一手腕单元 34 的内部与旋转用驱动机构的空心部,因此即使第一手

腕单元 34 绕第一轴线 38 进行旋转动作,构成线条体的配线或配管也能够在前臂内部的比较长的范围吸收扭曲,能进行利用稳定的动作的处理。当然,在代替手使用焊炬等的场合,也相同。

[0040] 图 7 与图 2 类似,作为其他实施方式,是表示代替具备把持爪的手,使用具备吸附垫 100 的手 102 的场合的图。与图 2 相同,构成为,在前臂 30 前端配设有手腕最终轴驱动用伺服马达(J6 马达)54,通过减速机构 104,将伺服马达 54 的旋转传送到输出凸缘 106。输出凸缘 106 的旋转进一步通过输入齿轮 108 及输出齿轮 110 传送到手 102,从而手 102 旋转。输入齿轮 108 及输出齿轮 110 配置在齿轮箱 112 内,输入齿轮 108 与输出凸缘 110 啮合,输出齿轮 110 通过轴承 114 能旋转自如地支撑在齿轮箱 112 上。

[0041] 在输出齿轮 110 的前端固定手 102,在其相反侧,能旋转地连接导管 94。导管 94 连接在齿轮箱 112 上,导管 94 内部的线条体 16a(配线、配管)通过输出齿轮 110 的空心部连接在手 102 内的吸附垫 100 等上。通过该结构,在使作业工具用线条体 16a 不较大地突出地沿着前臂 30 的侧面的状态下,即使 J5 马达 48 及 J6 马达 54 进行动作的场合,也能够避免前臂 30 与作业工具用线条体 16a 干涉。作业工具用线条体 16a 能够在导管 94 中吸收由第二手腕单元 44 及手 102 的动作产生的弯曲、扭曲。另外,通过利用连接在第一手腕单元 34 的侧面的第一开口部 76 的吸引装置(未图示)吸引导管 94 内的空气,能够防止由导管 94 内的配管、配线的摩擦等产生的粉尘流出到导管外部。

[0042] 根据本发明,能够以最小的部件结构实现形成在前臂内部的、线条体插通用的空心部的防水性。另外,通过圆筒状空心部件与弯曲空心部件隔着轴承及油封能旋转地连结,并且确保两部件的连接部(嵌合部)的防水性,在前臂基部具有用户能够自如地使作业工具用线条体通过的空心部,并且能够实现能应用于需要防水性的用途的机器人。

[0043] 在圆筒状空心部件与弯曲空心部件的嵌合部,通过使两部件的内径互相相等,能够排除在该嵌合部的台阶或突出,能够使由用户进行的作业工具用的线条体向空心部内的插通作业容易,从而能够延长线条体的寿命。

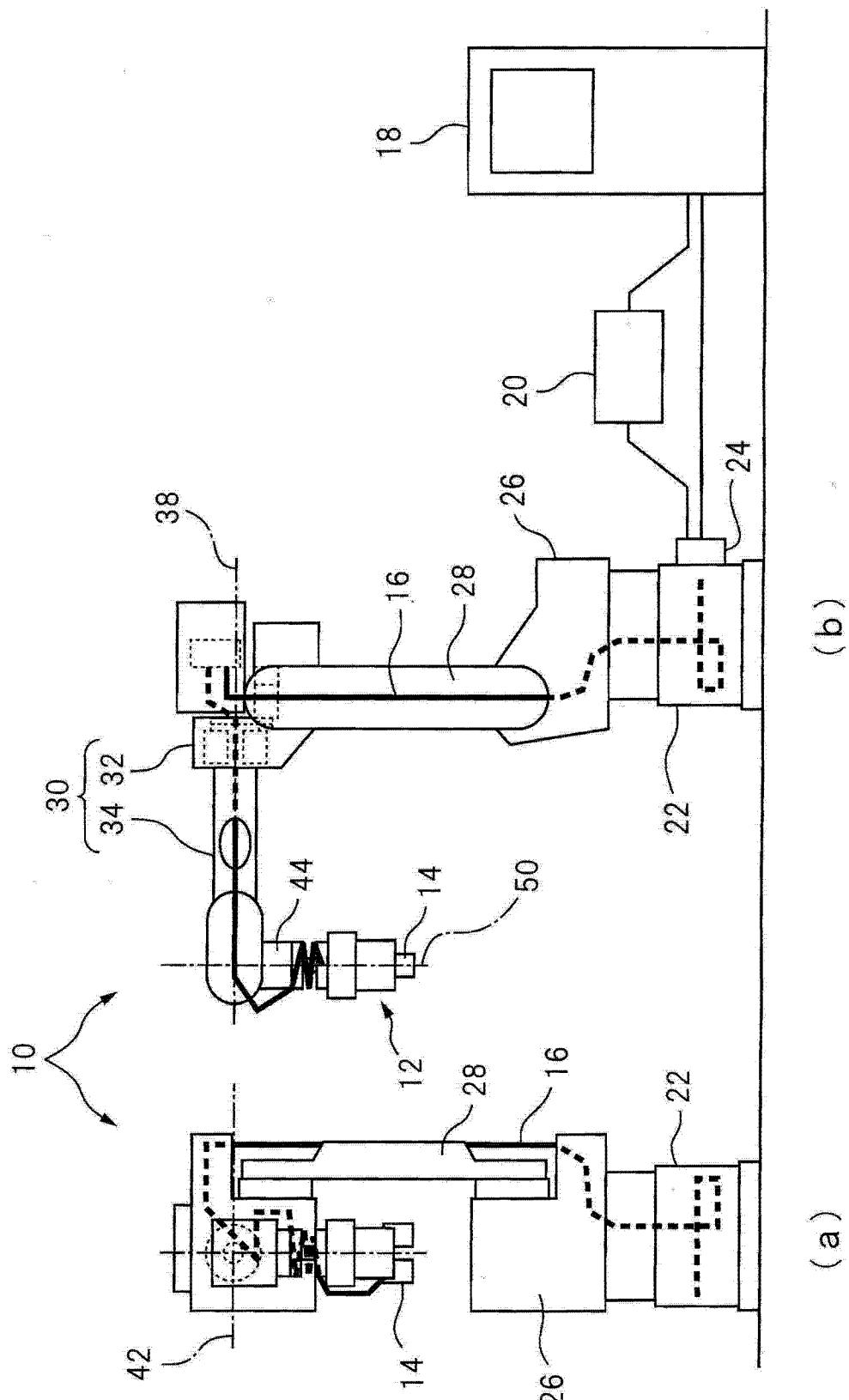


图 1

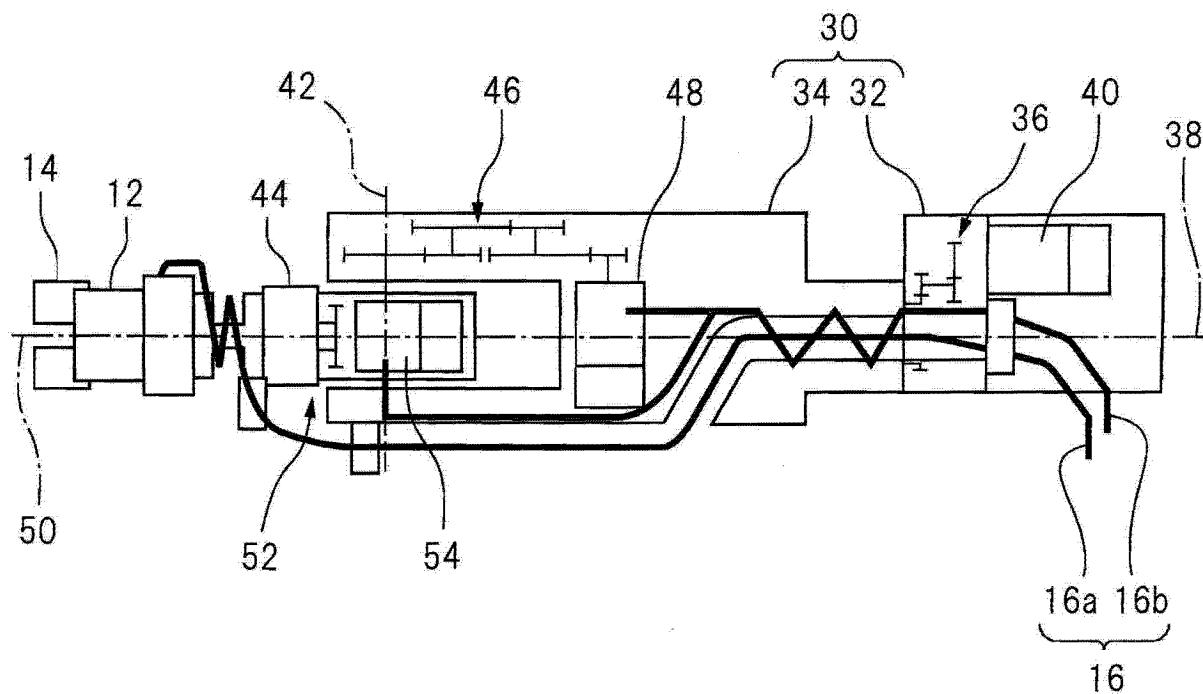


图 2

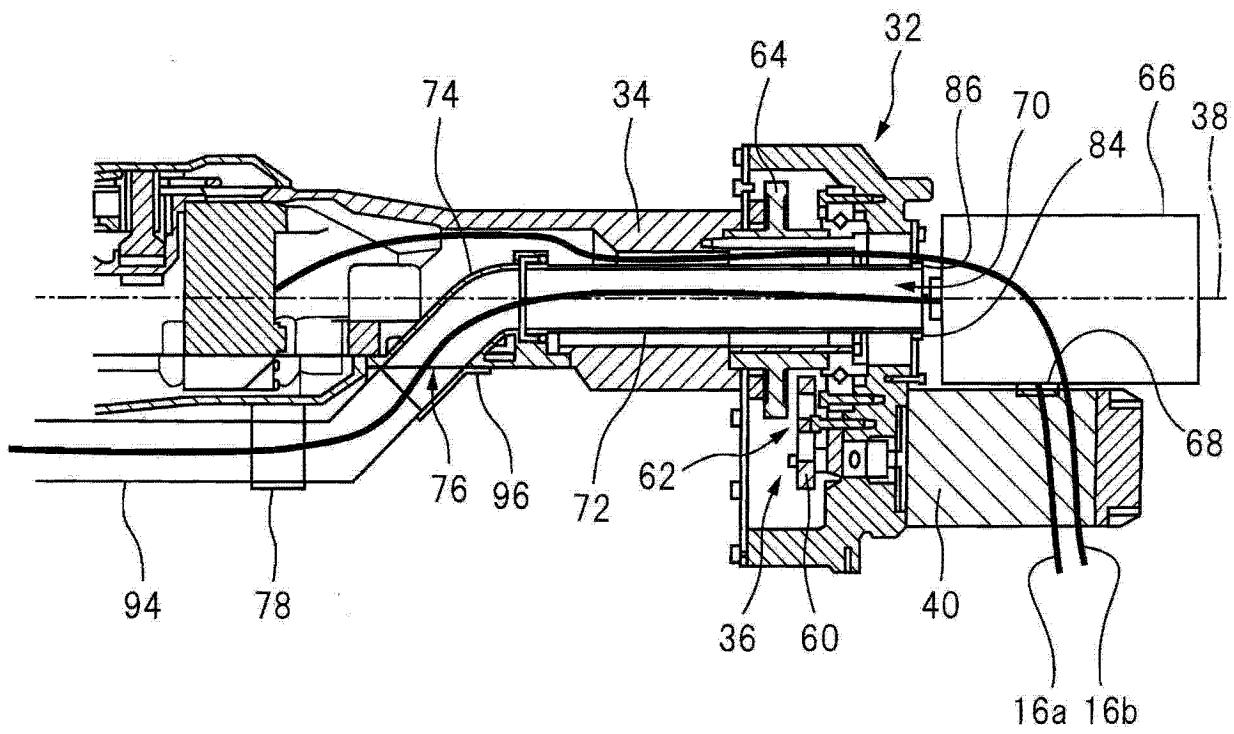


图 3

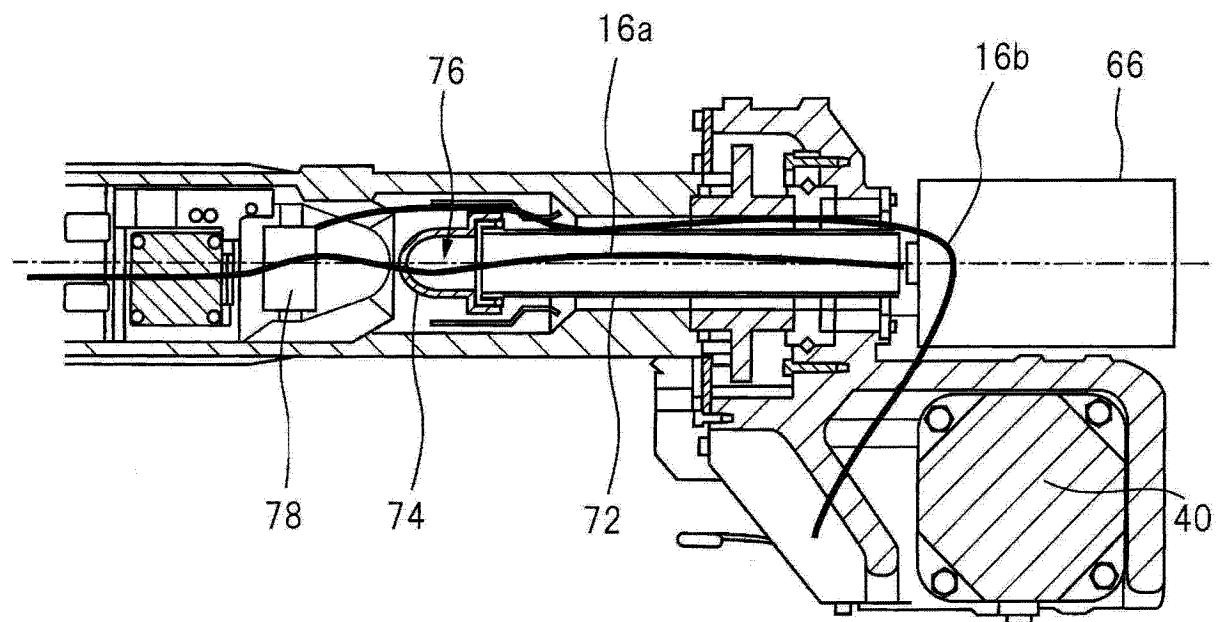


图 4

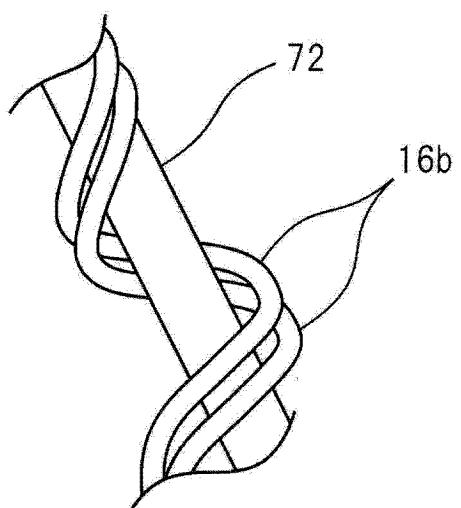


图 5

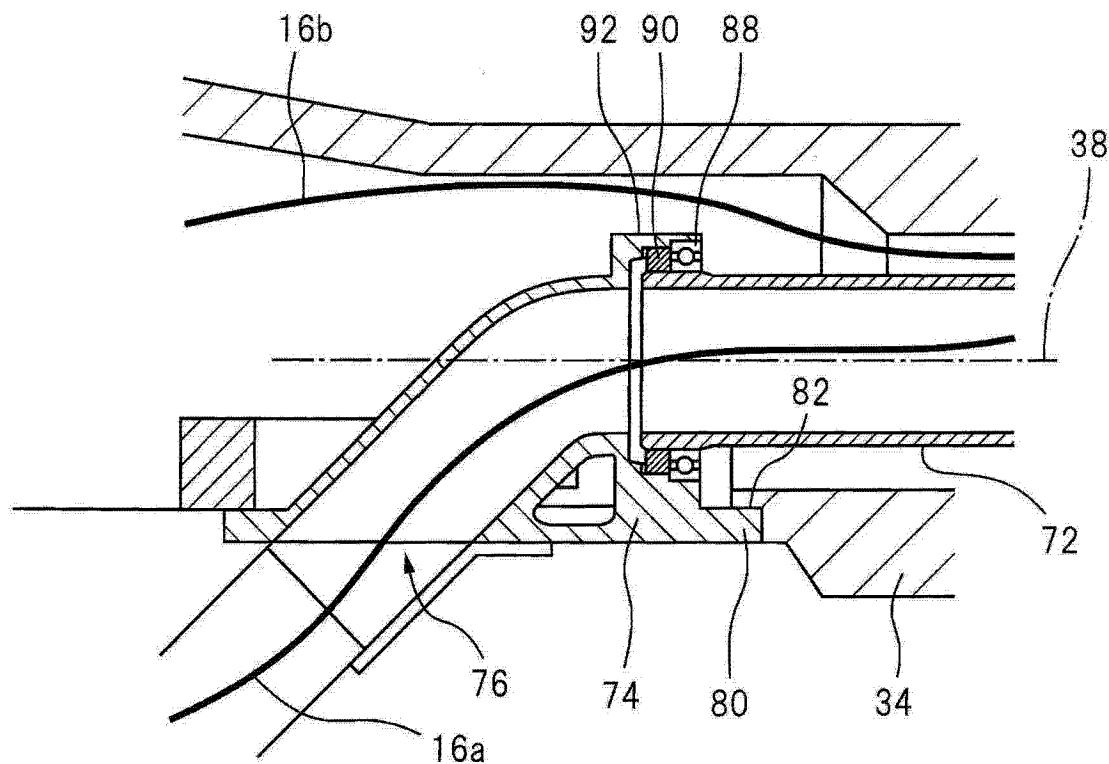


图 6

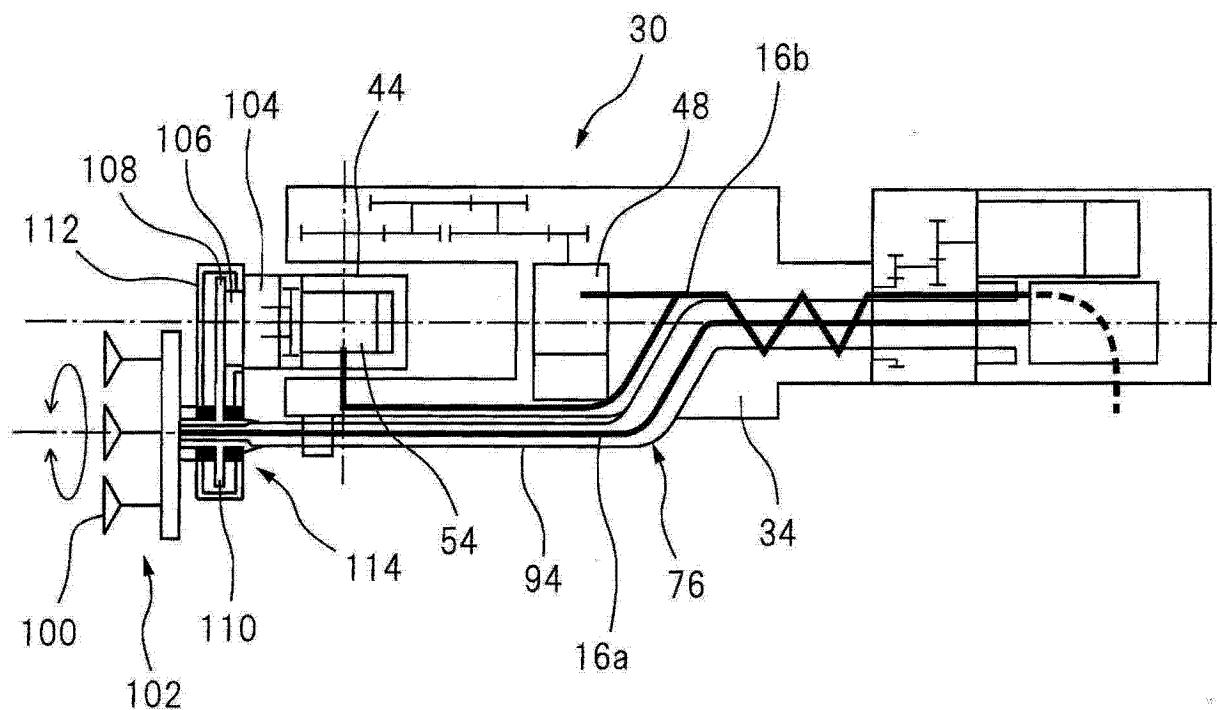


图 7