



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02153489.6

[43] 公开日 2003年4月16日

[11] 公开号 CN 1410233A

[22] 申请日 2002.11.29 [21] 申请号 02153489.6

[71] 申请人 清华大学

地址 100084 北京市 100084-82 信箱

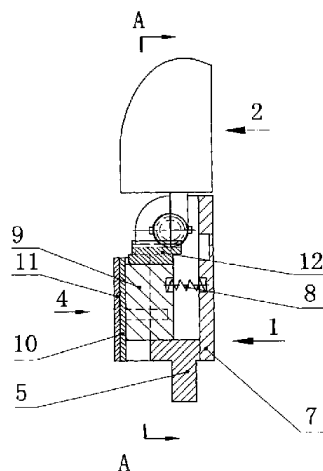
[72] 发明人 张文增 陈 强 孙振国 徐济民

权利要求书1页 说明书6页 附图6页

[54] 发明名称 具有形状自适应的欠驱动机械手指装置

[57] 摘要

具有形状自适应的欠驱动机械手指装置，属于拟人机器人技术领域。包括第一指节、欠驱动关节和第二指节；欠驱动关节包括主动滑块、关节齿轮轴、齿条、弹簧；关节齿轮轴设置在第一指节和第二指节之间并与第二指节固接；主动滑块镶嵌在第一指节中，齿条固接在主动滑块上并与关节齿轮轴上的齿轮啮合；弹簧设置在第一指节与主动滑块之间。该装置可以作为机器人拟人手的一个手指或手指的一部分，也可以串联起来构成高形状适应性和高欠驱动的手指，用以实现机器人拟人手以较少驱动器驱动较多的手指关节自由度，并具有抓取不同形状、大小物体的自适应性，该装置结构简单、可靠，体积小、重量轻，仅需较低的控制要求。



1.一种具有形状自适应的欠驱动机械手指装置，主要包括第一指节、第二指节和套设在两者之间的欠驱动关节，其特征在于：所说的欠驱动关节包括主动滑块、关节齿轮轴、齿条、弹簧，所说的关节齿轮轴设置在第一指节和第二指节之间并与第二指节固接，所说的主动滑块镶嵌在第一指节中，所说的齿条固接在主动滑块上并与关节齿轮轴上的齿轮啮合，所说的弹簧设置在第一指节与主动滑块之间。

2.如权利要求 1 所述的具有形状自适应的欠驱动机械手指装置，其特征在于：所说的第一指节包括第一指节骨架、右轴承板和背面板，三者固接在一起。

3.如权利要求 1 所述的具有形状自适应的欠驱动机械手指装置，其特征在于：所说的主动滑块包括滑块体、固接在滑块体表面上的滑块表面罩以及固接在滑块表面罩上的滑块表面板。

4.如权利要求 1 或 3 所述的具有形状自适应的欠驱动机械手指装置，其特征在于：所说的滑块表面板采用工业橡皮材料,第一指节、第二指节和滑块体、滑块表面罩均采用尼龙 610。

5.一种采用如权利要求 1 所述装置的高欠驱动机械手指装置，其特征在于：该装置包括多个指节和多个欠驱动关节。

具有形状自适应的欠驱动机械手指装置

技术领域

本发明属于拟人机器人技术领域，特别涉及一种具有形状自适应的欠驱动机械手指装置的结构设计。

背景技术

与人类类似，拟人机器人的多数功能要通过手部操作来实现，因而手部结构是拟人机器人的重要组成部分，其设计是拟人机器人的关键技术之一。为了增加手部的拟人化，手部要设计较多的关节自由度，然而，为了减轻拟人机器人手部的控制难度，以及减小手部的体积、重量，需要减少驱动器数目，这两者有一定的矛盾，另外，为了更好地抓取物体，还需要手指在抓取物体时具有一定的自适应性。设计具有形状自适应的欠驱动机械手指装置能够更好地实现较多关节自由度、较少驱动器数目、抓取不同形状、尺寸的物体时的较强的自适应性这三个目标。

已有的一种自适应欠驱动机械手指装置，如美国发明专利 US5762390，包括第一指节、第二指节、第三指节、电机、带轮传动机构、丝杠传动机构、底座、连杆机构、弹簧。第一指节、第二指节、第三指节与底座串连绞接在一起，并且两两之间设有弹簧和连杆相连，形成3个四连杆机构，电机、带轮传动机构、丝杠传动机构相串连设置在底座里。该装置由自身携带的电机驱动，由带轮传动机构、丝杠传动机构将电机的转动转化为连杆机构的运动。其工作原理为：电机转动，通过带轮传动机构和丝杠传动机构的运动，推动第一个四连杆机构运动，从而推动第一、二、三指节同时转动。当第一指节接触到物体时，第一指节不再转动，电机继续转动，推动第一、二2个四连杆机构运动，从而推动第二、三指节继续转动。当第二指节也接触到物体，第二指节不再转动，电机继续转动，推动第一、二、三3个四连杆机构运动，从而推动第三指节继续转动，直到第三指节也接触物体为止。

该装置的不足之处为：该装置的电机、带轮传动机构、丝杠传动机构不仅装置复杂，而且较重、体积较大，不能安装于手指指节中，只能安装在手掌底座里，造成手掌底座体积很大；实现手指指节依次转动的多个四连杆机构装置复杂、制造成本高；不适合安装在拟人机器人上使用。

已有的一种自适应欠驱动机械手指装置，如中国发明专利 CN 1365875A，包括第一指节、主动板、第二指节、欠驱动关节。外力使主动板绕欠驱动关节轴转动，由多级齿轮增速机构实现第二指节大幅度转动后扣紧物体。

该装置的不足之处为：该装置采用多级齿轮传动，在关节处为一个齿轮箱，体积较大；其主动板作转动运动，致使其远离关节的一端距离第一指节表面过远，造成手指一端比另一端粗许多，与人手差别较大；该装置虽然模仿拇指是基本可行的，但不适合模仿除拇指外的其他手指，而且，若将多个该装置连接起来构成食指、中指、无名指和小指，外观将与人手

差别过大。

发明内容

本发明的目的是为克服已有技术的不足之处，设计出一种具有形状自适应的欠驱动机械手指装置。该装置自身不带驱动器，外形与人手的手指相似，结构简单、可靠，体积小、重量轻，仅需要较低的控制要求。该装置可以作为机器人拟人手的一个手指或手指的一部分，用以实现机器人拟人手较少驱动器驱动较多的手指关节自由度，并具有抓取不同形状、尺寸的物体的自适应性。

本发明采用如下技术方案：一种具有形状自适应的欠驱动机械手指装置，主要包括第一指节、第二指节和套设在两者之间的欠驱动关节，其特征在于：所说的欠驱动关节包括主动滑块、关节齿轮轴、齿条、弹簧，所说的关节齿轮轴设置在第一指节和第二指节之间并与第二指节固接，所说的主动滑块镶嵌在第一指节中，所说的齿条固接在主动滑块上并与关节齿轮轴上的齿轮啮合，所说的弹簧设置在第一指节与主动滑块之间。

所说的第一指节包括第一指节骨架、右轴承板和背面板，三者固接在一起。

所说的主动滑块包括滑块体、固接在滑块体表面上的滑块表面罩以及固接在滑块表面罩上的滑块表面板，

所说的滑块表面板采用工业橡皮材料，这样在抓取物体时，手指表面与物体之间将形成软指面接触，一方面增加了手指对物体的约束程度，另一方面也可以增加摩擦力，从而增加抓取物体的稳定性。

第一指节、第二指节和滑块体、滑块表面罩均采用尼龙 610。较大程度的减轻了重量，同时由于尼龙 610 具有一定的润滑作用，省去了关节齿轮轴与第一指节之间的滑动轴承。

本发明还提供了一种高欠驱动机械手指装置，其特征在于：该装置包括多个指节和多个欠驱动关节。如可以将多个自适应欠驱动手指装置串联起来构成高形状适应性、高欠驱动的手指装置，也可以将多个这样的高欠驱动手指装置组合搭配起来形成高欠驱动的机器人手。

本发明具有以下优点及突出性效果：该装置自身不带驱动器，间接利用手部其他手指、其他关节的主动驱动力（力矩）作为驱动源，并利用齿轮齿条传动实现手指指节转动，对所抓物体形状、大小具有很强的自适应，降低了抓取物体时需要的控制精度，降低了装置对控制系统的要求。该装置外形与人手的手指相似，结构简单、可靠，体积小、重量轻，可以作为机器人拟人手的一个手指或手指的一部分，也可以串联起来构成高形状适应性和高欠驱动的手指，还可以用多个这样的高欠驱动手指组合构成高欠驱动的机器人拟人手，用以实现机器人拟人手以较少驱动器驱动较多的手指关节自由度，并具有抓取不同形状、大小物体的很强的自适应性。

附图说明

图 1 是本发明的一种具有形状自适应的欠驱动机械手指实施例的侧面外观图。

图 2 是本实施例的正面外观图。

图 3 是本实施例的侧面剖视图（为图 4 中的 D-D 剖视图）。

图 4 是本实施例的正面剖视图（为图 3 中的 A-A 剖视图）。

图 5、6、7、8 是固定于手掌的本实施例手指抓握物体示意图。

图 9 是固定于手掌的本实施例手指用第二指节接触小尺寸物体示意图。

图 10、11、12、13 是第一指节与主动关节连接后的本实施例手指抓握物体示意图。

图 14 是第一指节与主动关节连接后的本实施例手指用第二指节接触小尺寸物体示意图。

图 15 是应用了本实施例的欠驱动双关节手指的侧面示意图。

图 16 是应用了本实施例的欠驱动双关节手指的正面示意图。

图 17 是应用了本实施例的欠驱动双关节手指在两个欠驱动关节转动下抓握大尺寸物体的示意图，其根部指节与主动关节连接。

图 18 是应用了本实施例的欠驱动双关节手指在只转动一个欠驱动关节下抓握中等尺寸物体的示意图，其根部指节与主动关节连接。

图 19 是应用了本实施例的欠驱动双关节手指用末端指节接触小尺寸物体的示意图，其根部指节与主动关节连接。

图 20、21 分别是 3 个应用了本实施例的欠驱动双关节手指联合抓握大尺寸物体的两个方向的示意图，它们的根部指节均与主动关节连接。

图 22 是应用了本实施例的机器人拟人多指手的侧面外观图，此时拇指已转动到手掌的正对面。

图 23 是应用了本实施例的机器人拟人多指手的正面外观图，此时拇指已转动到手掌的侧面。

图 24 是应用了本实施例的机器人拟人多指手的俯视外观图，此时拇指已转动到手掌的侧面，双点画线为转动到手掌正面的情况。

图 25 是应用了本实施例的机器人拟人多指手抓握物体的示意图。

在图 1 至图 25 中：

- | | | |
|----------------|----------------|--------------|
| 1 是第一指节， | 2 是第二指节， | 3 是欠驱动关节， |
| 4 是主动滑块， | 5 是第一指节骨架， | 6 是右轴承板， |
| 7 是背面板， | 8 是压簧， | 9 是滑块体， |
| 10 是滑块表面罩， | 11 是滑块表面板， | 12 是齿条， |
| 13 是关节齿轮轴， | 14 是圆锥销， | 15 是根部指节， |
| 16 是中部指节， | 17 是末端指节， | 18 是根部主动滑块， |
| 19 是中部主动滑块， | 20 是中部欠驱动关节， | 21 是末端欠驱动关节， |
| 22 是手掌， | 23 是拇指， | 24 是食指， |
| 25 是中指， | 26 是无名指， | 27 是小指， |
| 28 是拇指根部关节， | 29 是拇指末端欠驱动关节， | |
| 30 是食指根部关节， | 31 是食指中部欠驱动关节， | |
| 32 是食指末端欠驱动关节， | 33 是中指根部关节， | |

- 34 是中指中部欠驱动关节， 35 是中指末端欠驱动关节，
36 是无名指根部关节， 37 是无名指中部欠驱动关节，
38 是无名指末端欠驱动关节， 39 是小指根部关节，
40 是小指中部欠驱动关节， 41 是小指末端欠驱动关节。

具体实施方式

下面结合附图及实施例进一步详细说明本发明具体结构、工作原理的内容。

本发明设计的一种具有形状自适应的欠驱动机械手指装置实施例如图 1、2、3、4 所示，主要包括第一指节 1、第二指节 2 和套设在两者之间的欠驱动关节 3；所说的欠驱动关节 3 包括主动滑块 4、关节齿轮轴 13、齿条 12、弹簧 8；所说的关节齿轮轴设置在第一指节 1 和第二指节 2 之间并与第二指节固接，所说的主动滑块 4 镶嵌在第一指节 1 中，所说的齿条 12 固接在主动滑块 4 上并与关节齿轮轴 13 上的齿轮啮合，所说的弹簧 8 设置在第一指节 1 与主动滑块 4 之间，在没有外力的情况下，主动滑块 4 在弹簧 8 作用下始终靠外。

所说的第一指节 1 包括第一指节骨架 5、右轴承板 6 和背面板 7，三者固接在一起。

所说的主动滑块 4 包括滑块体 9、固接在滑块体表面上的滑块表面罩 10 以及固接在滑块表面罩上的滑块表面板 11。

所说的滑块表面板 11 采用工业橡皮材料，这样在抓取物体时，手指表面与物体之间将形成软指面接触，一方面增加了手指对物体的约束程度，另一方面也可以增加摩擦力，从而增加抓取物体的稳定性。

第一指节 1、第二指节 2 和滑块体 9、滑块表面罩 10 均采用尼龙 610。较大程度的减轻了重量，同时由于尼龙 610 具有一定的润滑作用，省去了关节齿轮轴 13 与第一指节 1 之间的滑动轴承。

滑块表面板 11 采用有适当弹性的工业橡皮材料。这样在抓取物体时，手指表面与物体之间将形成软指面接触，一方面增加了手指对物体的约束程度，另一方面也可以增加摩擦力，从而增加抓取物体的稳定性。

本实施例的工作原理，叙述如下：

(1) 如果将本实施例的第一指节 1 固定于机器人拟人手的手掌上，本实施例的工作原理，如图 5、6、7、8 所示，叙述如下：

当机器人拟人手抓取物体时，其他手指转动后压迫物体，物体挤压主动滑块 4，主动滑块 4 沿垂直手指表面向第一指节 1 里平移 d ，其上固接的齿条 12 带动关节齿轮轴 13 以较大的幅度转动，与关节齿轮轴固接的第二指节 2 也相应大角度转动 α ，直到第二指节接触物体为止，因而该机器人拟人手将具有对物体大小、形状的自动适应性。由于关节齿轮轴 13 上的齿轮设计为较小的分度圆直径，使得较小的主动滑块 4 的位移将带来较大的第二指节 2 的转动角度，使得第二指节转动时仿佛有电机等驱动器驱动一般，能够快速扣住物体，实现了手指自身不用驱动器，却可以有多个关节自由度的目的；当机器人拟人手放开物体时，其他手指在电机转动下离开物体，物体也就不再压迫主动滑块 4，第一指节 1 和主动滑块 4 之间的

弹簧将主动滑块弹回到最初的远离第一指节的位置，同时，通过主动滑块 4 上的齿条 12 与关节齿轮轴 13 上齿轮的啮合传动，带动第一指节 2 也恢复到最初手指伸直的位置。

如果抓取的物体直径较小，不适合接触到主动滑块 4，则可以采用其他手指的末端指节与本实施例的第二指节 2 接触的方式抓取，此时，关节齿轮轴 13 不会转动，也同样能够很好的抓取物体。如图 9 所示。

(2) 如果将本实施例的第一指节 1 根部套接在一个由驱动器驱动的主动关节上，本实施例的工作原理，如图 10、11、12、13 所示，叙述如下：

当机器人拟人手抓取物体时，第一指节 1 所套在的主动关节在驱动力矩 m 作用下转动，使得整个欠驱动手指绕根部的这个主动关节转动，直到主动滑块 4 接触物体，由于物体在其他手指的作用下不能离开，所以，当主动关节继续转动时，主动滑块 4 在物体的阻挡下沿垂直手指表面向第一指节 1 里平移，其后抓取过程与 (1) 类似。

如果抓取的物体直径较小，不适合接触到主动滑块 4，则可以采用其他手指的末端指节与本实施例的第二指节 2 接触的方式抓取，此时，关节齿轮轴 13 不会转动，也同样能够很好的抓取物体。如图 14 所示。

应用本实施例的欠驱动双关节手指如图 15、16 所示。

应用本实施例的欠驱动双关节手指包括根部指节 15，中部指节 16，末端指节 17，根部主动滑块 18，中部主动滑块 19，中部欠驱动关节 20，末端欠驱动关节 21。

应用本实施例的欠驱动双关节手指用两个欠驱动关节转动抓取物体的原理如图 17 所示。当机器人拟人手抓取物体时，物体在其他手指的作用下压迫根部主动滑块 18，(如果此欠驱动双关节手指的根部指节套设在一个主动关节上，则此欠驱动双关节手指在根部主动关节的主动转动下，压迫物体，物体受到其他手指的阻碍不能离开，于是反作用于根部主动滑块 18，) 此时根部主动滑块 18 沿垂直手指表面的向根部指节 15 里直线运动，使得中部指节 16、中部主动滑块 19、末端欠驱动关节 21、末端指节 17 绕中部欠驱动关节 20 快速转动，仿佛在中部欠驱动关节有电机等驱动器主动驱动一般，直到中部主动滑块 19 接触物体，中部主动滑块 19 受到物体阻碍不再运动，此时物体继续压迫根部主动滑块 18，于是造成中部指节 16、末端欠驱动关节 21、末端指节 17 继续绕欠驱动关节 20 快速转动，由于此时中部指节 16 (在转动) 相对于中部主动滑块 19 (不动) 运动，带动末端指节 17 绕末端欠驱动关节 21 快速转动，仿佛在末端欠驱动关节有电机等驱动器主动驱动一般，直到末端指节 17 接触物体，具有对不同形状、尺寸的物体的自动适应性。放开物体时，过程相反。

应用本实施例的欠驱动双关节手指用 1 个欠驱动关节转动和欠驱动关节不转动抓取物体的情况，分别如图 18、19 所示。

采用 3 个同样的应用本实施例的欠驱动双关节手指抓取圆柱物体的情况，如图 20、21 所示。

应用本实施例的机器人拟人多指手如图 22、23、24 所示。

应用本实施例的机器人拟人多指手包括手掌 22、拇指 23、食指 24、中指 25、无名指 26、

小指 27、拇指根部关节 28、拇指末端关节 29、食指根部关节 30、食指中部关节 31、食指末端关节 32、中指根部关节 33、中指中部关节 34、中指末端关节 35、无名指根部关节 36、无名指中部关节 37、无名指末端关节 38、小指根部关节 39、小指中部关节 40、小指末端关节 41。

其中，拇指 23 应用了单个本实施例结构、食指 24、中指 25、无名指 26、小指 27 均分别应用了两个本实施例结构。各手指的根部关节均为由电机驱动的主动关节。各手指的中部关节和末端关节均为不带驱动器的欠驱动关节，即应用了本实施例的结构。

应用本实施例的机器人拟人多指手抓取大尺寸物体的原理如图 25 所示。首先，拇指 23 在电机带动下绕根部关节 28 转动到手掌 22 的正对面，食指 24、中指 25、无名指 26、小指 27 在电机的带动下分别绕各自的根部关节 30、33、36、39 转动，直到配合其上的 8 个欠驱动关节 31、32、34、35、37、38、40、41 与拇指的欠驱动关节 29，将物体紧紧扣住。

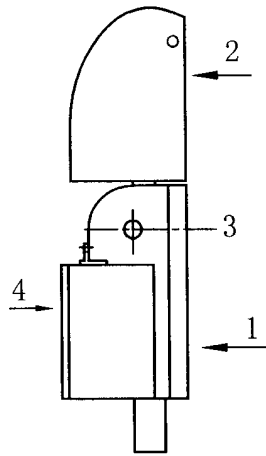


图1

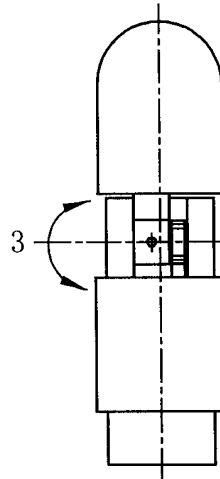


图2

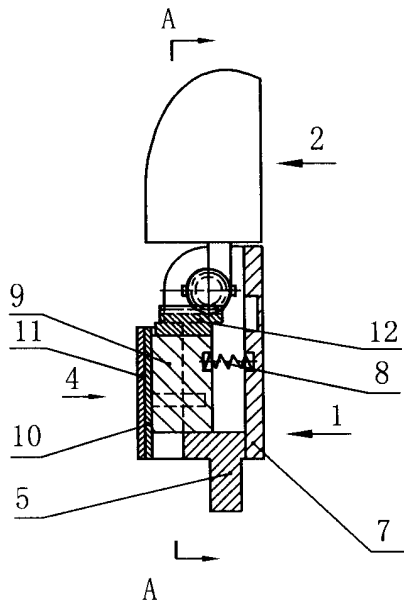


图3

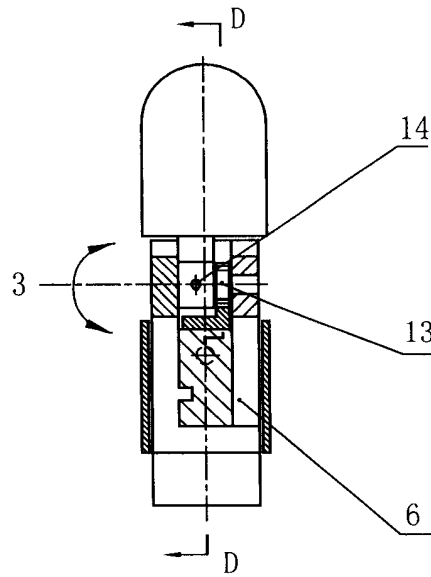


图4

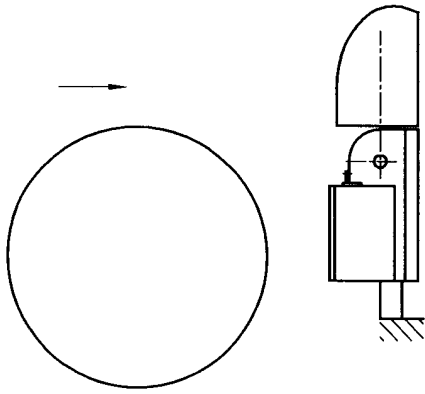


图5

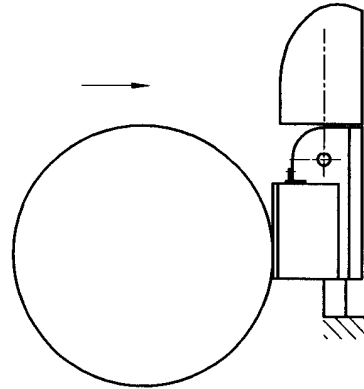


图6

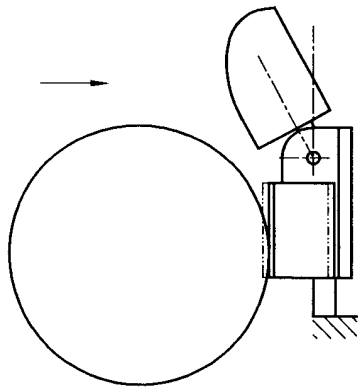


图7

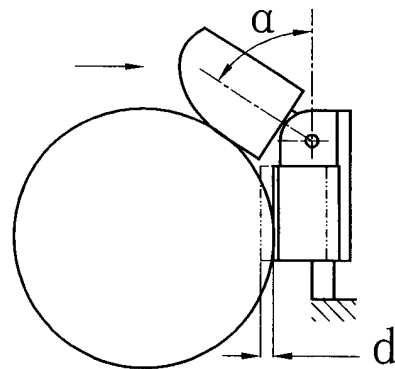


图8

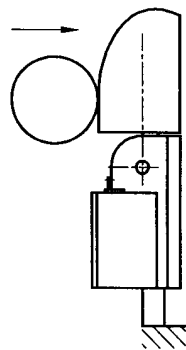


图9

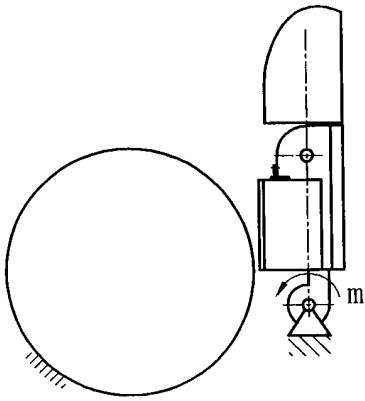


图10

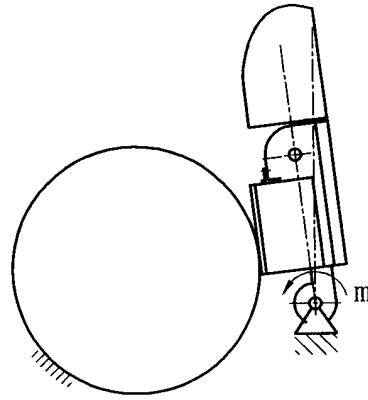


图11

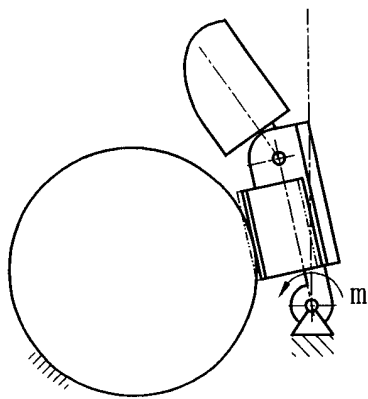


图12

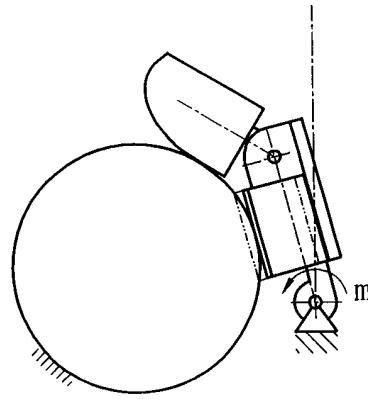


图13

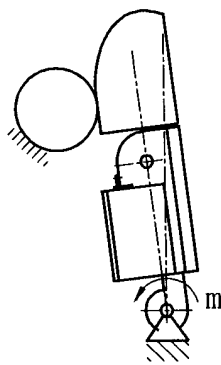


图14

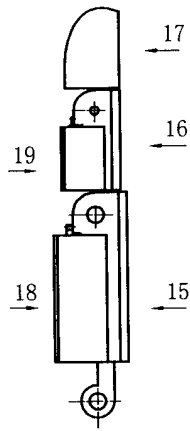


图15

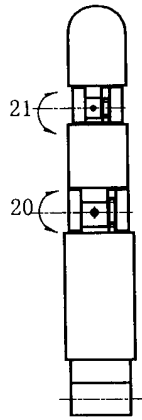


图16

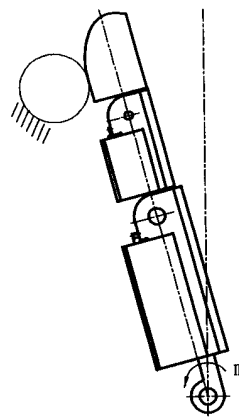


图17

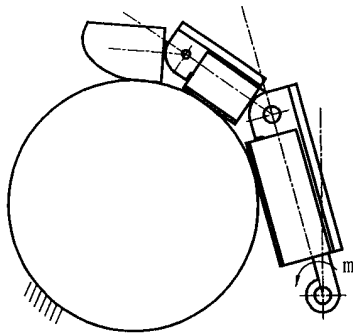


图18

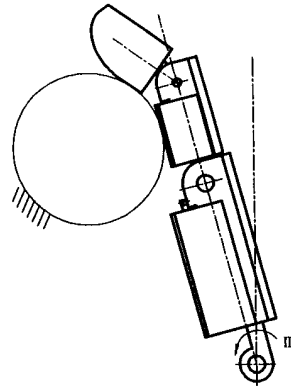


图19

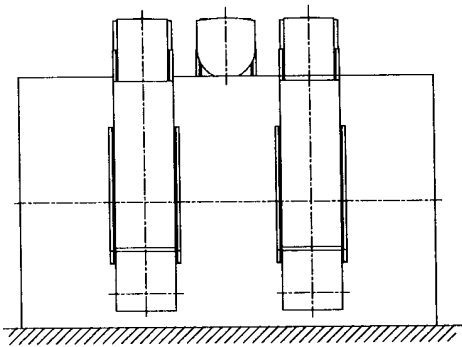


图20

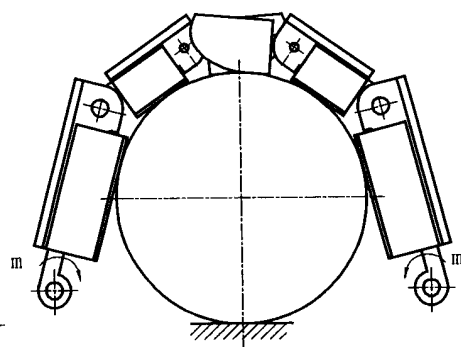


图21

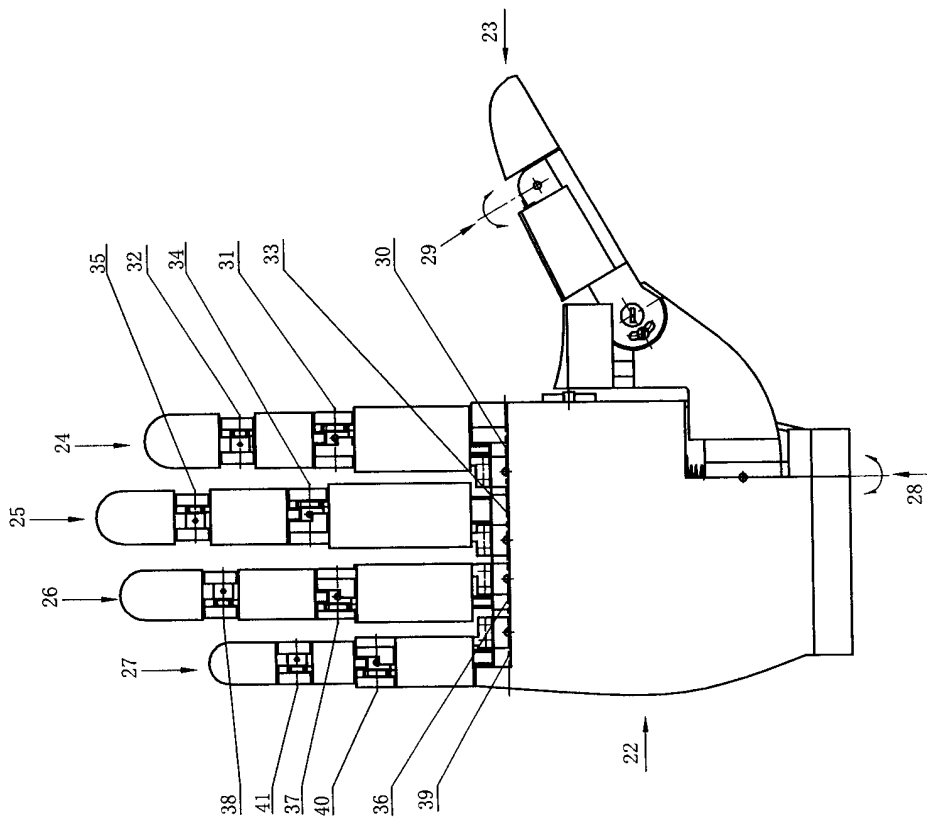


图23

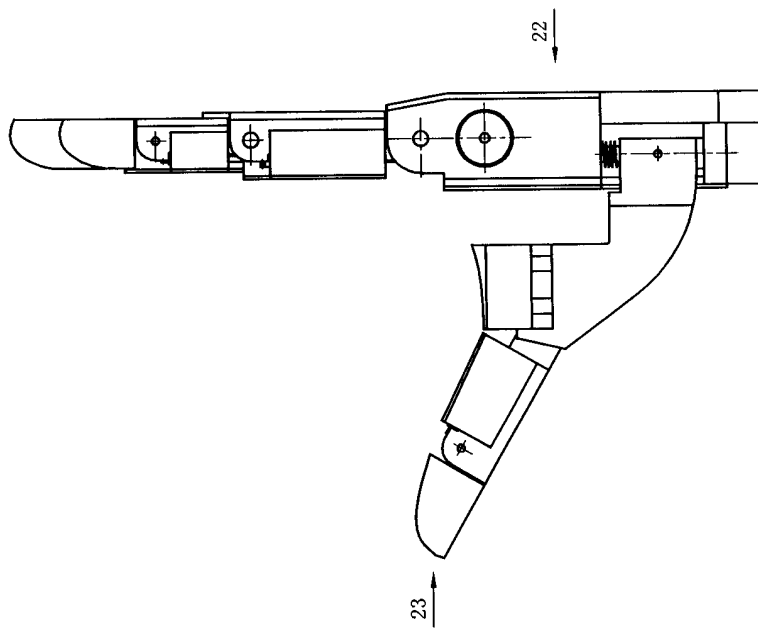


图22

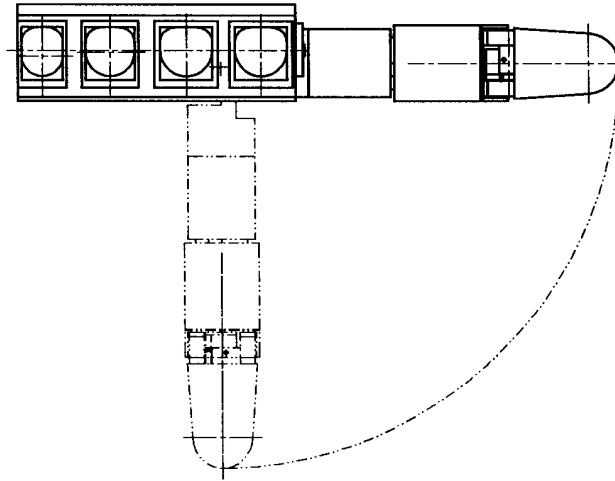


图24

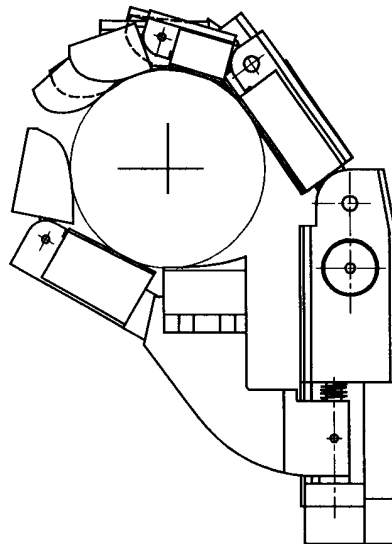


图25