



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105377512 B

(45)授权公告日 2018.06.22

(21)申请号 201480037140.4

(22)申请日 2014.06.27

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 105377512 A

(43)申请公布日 2016.03.02

(30)优先权数据  
102013106819.7 2013.06.28 DE

(85)PCT国际申请进入国家阶段日  
2015.12.28

(86)PCT国际申请的申请数据  
PCT/AT2014/050148 2014.06.27

(87)PCT国际申请的公布数据  
W02014/205475 DE 2014.12.31

(73)专利权人 菲尔罗伯蒂克斯顺从式机器人技术有限公司  
地址 奥地利林茨

(72)发明人 R·纳德雷 P·费拉拉

(74)专利代理机构 深圳市瑞方达知识产权事务所(普通合伙) 44314  
代理人 张约宗 张秋红

(51)Int.Cl.  
B25J 9/16(2006.01)

(56)对比文件  
WO 2012/123552 A1,2012.09.20,  
CN 1833208 A,2006.09.13,  
CN 1293604 A,2001.05.02,  
CN 1486914 A,2004.04.07,  
US 5448146 A,1995.09.05,  
审查员 张倩茹

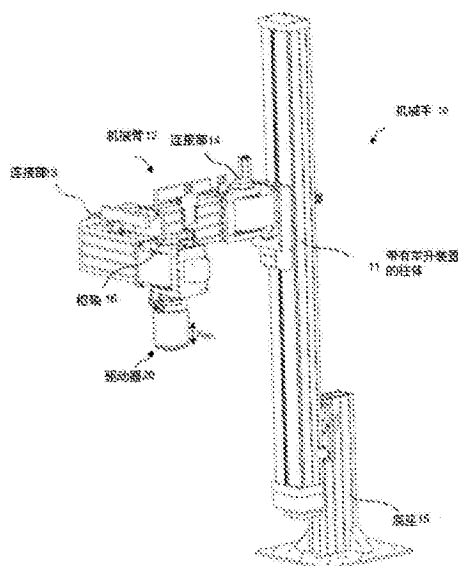
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

## (54)发明名称

机器人支持的物体堆放方法

## (57)摘要

本发明涉及一种放置,尤其是堆积物体的方法,该方法是利用具有外加驱动器的机械手来实现的,该驱动器布置于机械手和待放置物体之间。根据本发明一个实施例,该方法包括借由机械手拾取物体并移动物体至一临近于物体被定位和放置的放置面的初始位置。该方法还包括借由机械手将物体移动向放置面,其中驱动器被控制以使驱动力弥补物体的重力、或驱动器被调节以使得一可调的最小驱动力(在有限的实例中可为0)作用于驱动器一个终点端。然后,监测驱动器的偏移以及探测偏移的变化,依据驱动器偏移的变化停止机械手的移动,于是释放物体。



1. 一种利用包括有设置在机械手和待放置物体之间的外加驱动器的机械手放置方法, 该方法包括:

借由机械手的移动拾取物体并移动物体至一临近于放置面的初始位置 ( $z_{START}$ ), 物体将被定位并放置在该放置面;

借由机械手将物体移动向放置面, 此时驱动器被控制以使驱动力弥补物体的重力、或驱动器被调节以使得一可调的最小驱动力作用于驱动器一个终点端;

监测驱动器的偏移以及探测偏移的变化;

依据驱动器偏移的变化停止机械手的移动: 当驱动器的偏移变化一最小偏移时, 机械手的移动被停止; 当驱动器的偏移至少变化一临界偏移时, 安全措施被发起;

一经接触, 机械手的运动速度逐渐减小到零, 减速的时间由驱动器的最大冲程决定;

释放物体;

所述驱动器是一气压传动装置, 所述机械手制动且气压传动装置的进气通道被连接至一压缩空气源以作为安全措施, 根据这一安全措施驱动器的临界偏移与最小偏移之间的大于机械手在制动过程中的移动。

2. 如权利要求1所述的方法, 其中, 在释放物体之前所述驱动力是减小的, 减小至0, 从而净驱动力实际上决定于物体的重力。

3. 如权利要求2所述的方法, 其中, 机械手运动引起的加速力被计入净驱动力的调节。

4. 如权利要求1至3任一项所述的方法, 其中, 驱动器几乎没有静摩擦。

5. 如权利要求1所述的方法, 其中, 所述驱动器为气压传动装置, 该气压传动装置被阀门堵塞以作为安全措施, 从而仅仅驱动器的渗漏会使其移动。

6. 如权利要求1、2、3、5任一项所述的方法, 其中, 在物体的拾取或放置过程中, 驱动器和物体的接触或者物体和放置面的接触通过检测偏移的变化而被识别, 物体的尺寸和, 可选择地, 指定尺寸的偏差由机械手的偏移和接触位置决定。

7. 如权利要求1、2、3、5任一项所述的方法, 其中, 在物体的拾取或放置过程中, 驱动器和物体的接触或者物体和放置面的接触通过检测偏移的变化而被识别, 物体或放置面的弹性或刚性由偏移和驱动力决定。

8. 如权利要求6所述的方法, 其中, 当指定尺寸的偏移超出一预定义的值时建议使用机器人控制。

9. 如权利要求1、2、3、5任一项所述的方法, 其中, 所述拾取物体包括:

监测驱动器的偏移并探测偏移的变化;

当驱动器和物体接触时停止机械手的移动, 接触的识别依据驱动器偏移变化的探测而发生。

10. 一种利用包括有设置在机械手和待放置物体之间的外加驱动器的机械手放置方法, 该方法包括:

控制驱动器以使垂直方向上的驱动力与物体的重量一致; 以及

如果驱动器的偏移至少变化了一预定义的第二值则发起安全措施;

依据驱动器偏移的变化停止机械手的移动: 当驱动器的偏移变化一最小偏移时, 机械手的移动被停止; 当驱动器的偏移至少变化一临界偏移时, 安全措施被发起;

所述驱动器是一气压传动装置, 所述机械手制动且气压传动装置的进气通道被连接至

一压缩空气源以作为安全措施,根据这一安全措施驱动器的临界偏移与最小偏移之间的差大于机械手在制动过程中的移动。

11.一种用于放置物体的装置包括:

一具有可在水平面内移动的机械臂和用于在垂直方向上定位机械臂的提升装置的机械手;

设置在工件和待放置物体之间的驱动器;和

机器人控制被设置为用于控制驱动器以使垂直方向上的驱动力大约弥补物体的重力,和

用于监控驱动器的偏移;

当驱动器的偏移变化一最小偏移时,机械手的移动被停止;当驱动器的偏移至少变化一临界偏移时,安全措施被发起;

所述驱动器是一气压传动装置,所述机械手制动且气压传动装置的进气通道被连接至一压缩空气源以作为安全措施,根据这一安全措施驱动器的临界偏移与最小偏移之间的差机械手大于在制动过程中的移动。

## 机器人支持的物体堆放方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于放置或堆放物体的机器人辅助方法,例如借由机械手堆放工件的方法。

### 背景技术

[0002] 在堆放大量均一或同类物体的自动化生产中频繁的出现问题。例如完整的、已选择性包装好的工件被堆放至用于运输的托盘上,或半成品工件被堆放至一个(临时的)贮存位置以在后续时期进一步处理。一个类似的作业是具有待运输物体的盒子和货箱的装卸。具有很大程度上的自由度(机械手)、能够按照实际需求放置物体的工业机器人被用于批量生产中以实现这一目的。

[0003] DE 40 18 684 C2公开一种适合这种目的的简单机器人。一个可进一步分离、长度可变的枢转臂被设置在竖直的圆柱上。一个分离的、用于操作的物体抓具设置在臂的末端。

[0004] 工业机器人的机器人控制通常被编程,以便所谓“工具中心点”(tool center point, TCP)在预先设定的轨道运行、预先计划,借由很多方法规划运动路径。计划轨道和依照路径的搬运作业(例如,拾取器具,释放器具)被统指为机器人编程。机器人编程通常适用于被操作的物体。因此机器人控制需要“知道”,例如何时堆放物体、物体有多高以将下一个物体放置在前一个上。假设第一个物体(例如,内部包装有易碎物体或食物产品的盒子)被放置在地上而该物体为20cm高。然后机器人必须如此放置下一个物体:在放下物体之前使物体底面高于地面20cm高度。再下一个物体则要被放置在高于地面40cm以被放置在前一个物体之上,等等。相似的,当将物体放置入罩体或包装时,机器人需要“知道”罩体或包装的形状和位置。用于实现此类功能的机器人被称为“堆积机器人”。

[0005] 上述描述概括出一个理想的情况,在该种情况下待放置或堆积物体的尺寸,和罩体尺寸都必须知道并被严格遵循。如果,例如,物体的实际高度不同于指定尺寸,当机械手放下下一个物体时可能会碰撞前一个物体(如果它的高度大于指定高度)或者物体可能会被太早释放而落在前一个物体之上(如果它的高度小于指定高度)。各个物体的尺寸差异在堆垛中会累积。为了避免碰撞,机器人程序可以如此设置:一个物体总是在比理想状态下的放置水平高出一个特定距离时被释放。在该种情况下,不管怎样物体总会下落一个较短的距离。在很多应用中,把物体投下一较短距离(些许毫米并无大碍,然而有一些应用中,待操作的物体必须被小心轻放并且“轻柔”的操作是必须的。这种“轻柔”的操作是不可能用传统机器人来实现的(没有复杂的和/或昂贵的出、外加的传感器系统)因为机器人控制控制机械手从而所谓“工具中心点”TCP沿着移动路径移动(例如点对点)至准确的终点(指定的位置);机器人因此总是移动至(先前)定义的确切位置而不能考虑(随机)被操作的物体的偏离和公差。

### 发明内容

[0006] 因此本发明要解决的技术问题是找到一种方法,该方法允许“轻柔”的定位和物品

堆积。该方法对于实际尺寸的变化和物体的目标位置而言是稳定的。尤其是,所述物体会被放置至接触并且不会落下。该问题由本发明所描述的方法解决,所述方法的不同实施例均属于本发明所描述方法的主题。

[0007] 一种用于放置,尤其是堆积,物体的方法被描述了。所述方法借由具有外加驱动器的机械手执行,所述外加驱动器设置在机械手和待放置物体之间。在本发明的一个实施例中,所述方法包括拾取物体、借由机械手移动物体至一临近放置表面的起始位置,该放置表面用于定位并放置物体。该方法还进一步包括借由机械手将物体朝向放置表面移动。所述驱动器被控制以使驱动力弥补物体的重量或调整驱动力以使一可调节的最小净驱动力作用的驱动器的一个终止端(在临界状态下可为0)。驱动器的偏移被进一步检测且偏移的变化被探测。在检测到驱动器偏移的变化时,机械手的移动被停止,在此物体被释放。

[0008] 在本发明更进一步的实施例中,该方法包括控制驱动器以使垂直方向上的驱动力与物体的重力一致;包括如果驱动器的偏移至少变化了一预定义的值则发起安全措施。

[0009] 进一步的,提供一种用于放置物体的装置。在本发明进一步的实施例中,该装置包括一具有可在水平面内移动的机械臂和用于在垂直方向上定位机械臂的提升装置的机械手。该装置进一步包括设置在工件和待放置物体之间的驱动器和用于控制驱动器以使垂直方向上的驱动力大约弥补物体的重力的机器人控制。该机器人控制还用于监控驱动器的偏移和在偏移超出一预定义值的同时发起安全措施。

## 附图说明

[0010] 本发明将参照附图进行更详细的解释。附图和进一步的描述能够帮助理解该发明。展示的细节无需被理解为对本发明的限制;相反的用于展示本案潜在的原理。如图所示。

[0011] 图1适用于堆积或放置物体的工业机器人示例;

[0012] 图2一设置在机器人上的驱动器,机械地设置在机器人和待操作的物体之间,以允许机器人和物体之间近乎无静摩擦的相对移动。

[0013] 图3示意性地,堆积作业的第一部分;

[0014] 图4示意性地,堆积作业的第二部分;

[0015] 图5驱动器重力补偿的压力调节示意图;和

[0016] 图6实施例描述的可能的紧急停止情形的示意图。

## 具体实施方式

[0017] 相同的标号代表具有相同或类似意义的相同或类似的元件。

[0018] 一种适于应对先前提到的堆积和放置工作的机械手(机器人)如图1所示。该机械手10包括借由举升装置而可以在竖直方向上沿固定的柱体11上下移动的机械臂12。在本实施例中,所述柱体稳固地与底座15连接,该底座15可以相应地稳固地固定在地板或者地基上。在本实施例中,机械臂12包括两个连接部13和14,机械臂通过连接部14以铰接的方式连接至举升装置。所述连接部13连接机械臂的两个部分(上臂或近段,下臂或远段)。所述连接部13和14的设计使得机械臂能够在水平面移动。该水平面的竖直位置可由举升装置固定。一驱动器20安装在与连接处14相对的机械臂末端并能相较于机械臂执行小范围的竖直移

动 $Z_{REL}$ 。可选择地,该驱动器20也能够以铰接的方式可旋转地连接在机械臂12上,从而驱动器20能够沿其自身(纵向)轴线(枢轴16)旋转。该驱动器20将一器具(例如夹子)连接至机械臂,该器具相较于机械臂的竖直位置 $Z_{REL}$ (驱动器的偏移)可以经由驱动器20调整。

[0019] 特别地,该驱动器20没有静态摩擦,该种连接的没有静态摩擦可以理解为作用在驱动器的可移动部件之间的静态摩擦小到忽略不计,尤其是小于实际驱动力的5%。所谓驱动力是驱动器20施加在器具(例如夹子)上的力。

[0020] 所述驱动器20是可以设计成为线性致动器,例如电力直接驱动装置或者气压传动装置。采用气压传动装置时,驱动器的使用没有(静态)摩擦力或几乎没有摩擦力,例如与产生回复力的弹簧元件相反作动的波纹管气缸或气动肌肉。驱动器20也可具有双作用气缸。在这种情况下,不再需要弹簧来产生一回复力。在定位工作时,特别是在堆积物体时,作用在驱动器可移动部件之间的静摩擦是不确定的。波纹管气缸或气动肌肉自身不存在静摩擦因为没有部件相对于另一个部件相互产生滑动。气缸的缸内也具有可以忽略不计的静摩擦。换句话说,在200牛顿最大驱动力的情况下,只需克服静摩擦(例如,静摩擦为最大驱动力的1%)共计2牛顿。具有如此小静摩擦的驱动器被称为“无静摩擦”驱动器。传统的驱动器贡献大约20倍于静摩擦的力。为了避免(明显的)轴承静摩擦,驱动器可以具有再循环滚珠轴承。驱动器免受静摩擦的实践自由对于精确的力调整非常有利。高于1牛顿的莫草里,在上述实施例中,导致大约10牛顿的动力调节误差(在驱动器变化的位置处)。准确的力调节需求容许物体的待放置(或待堆积)物体的放置尽可能轻柔以及最大程度上避免冲击。

[0021] 图2展示图1所示可实施的驱动器20的一个剖面图。在这种情况下,实际的调节元件是一个与弹簧115相反作动的压缩气动波纹管气缸114。该驱动器20包括一个作为工业机器人(机械手)接口的第一法兰部110和一个可用于安装如夹手的第二法兰部111。一个罩体112与第一法兰部111刚性连接,一个调节阀113和一个具有复位弹簧115的去静摩擦杆导承(杆116,(循环滚珠)杆导承117)均设置在罩体内。一波纹管118作为盖子设置在法兰部110和111之间以隔绝灰尘和其他污染物。该盖子也可设为液密和/或尘密的以用于恶劣环境。所述波纹管气缸114充当没有静摩擦的无齿轮调节元件。该调节元件作用在第一罩体112和刚性连接于底座111的第二罩体112'之间。为了允许力调节,驱动器包括路径传感器(未示出或被杆导承117遮盖)及压力传感器。驱动力可以通过测量波纹管气缸内的压力和位置(通过路径传感器)计算。由于机器人的运动可知,施加在待操作物体上的力也能通过测量到的参数被确定(以及因此而调节)。进气和出气导管119的连接可以,例如,设置在第一罩体112内部。进气导管的连接是,例如,通过软管连接至一压缩机。

[0022] 不考虑实际情况下,驱动器20包括两个终点端。第一个终点端定义驱动器20的最小偏移( $Z_{REL}=0$ ),第二个终点端定义驱动器20的最大偏移( $Z_{REL}=Z_{REL,max}$ )。所述最大偏移 $Z_{REL,max}$ 可以是,例如,100mm,通常介于20mm和250毫米之间。

[0023] 以下请参照图3和图4。待放置工件(物体50)首先通过机械手(例如图1所示的机械手10)被移动至一起始位置 $Z_{START}$ 以进行放置作业,也就是放置或码垛(堆积)物体。该起始位置 $Z_{START}$ 被设置在工件50最终欲放置位置 $Z_A$ 的附近。在码垛过程中,该起始位置 $Z_{START}$ 在竖直方向上位于欲放置位置 $Z_A$ 的正上方,起始位置 $Z_{START}$ 和欲放置位置 $Z_A$ 之间的竖直距离( $Z_{START}-Z_A$ )是必需的安全距离且该距离必须被观察以防碰撞已堆积物体的风险。在放置作业阶段,设置在工件50和机械手10之间的驱动器20被定位在其终点位置时具有最大偏移 $Z_{REL,max}$ ,而

驱动器20以一(可调)最小力 $F_{\text{MIN}}$ 压向终点端的反方向。该(负向)最小力 $F_{\text{MIN}}$ 的选择是尽可能小,通常范围为-10到-1牛顿。物体的重应该几乎完全(除了前面定义的最小力 $F_{\text{MIN}}$ )被驱动器抵消。驱动器以一(反向)力 $F_x$ 将物体50向上拉,而所述物体50的(正向)重力向下作用。在此, $F_x = -(F_g + F_{\text{MIN}})$ ,也即作用在驱动器20终点端的净力就是上面所提的最小力 $F_{\text{MIN}} = -(F_g + F_x)$ 。驱动力 $F_x$ 和重力 $F_g$ 之间的平衡也会被机械手10加速产生的力干扰。该干扰力,选择性地,被测量或计算并被计算在内。相应的信息(例如位置数据及其第一和第二来源)被机械手的机器人控制获知。

[0024] 一旦工件50被带至起始位置 $z_{\text{START}}$ ,放置作业即可开始。为此,机械手10被控制以使驱动器20与工件一起从起始位置 $z_{\text{START}}$ 被移向放置位置 $z_A$ ,此刻驱动器20依然(仅仅)以最小净力 $F_{\text{MIN}}$ 压向终点端并具有满偏移 $\text{deflection } z_{\text{REL,max}}$ 。速度 $v$ 是可调的,且工件50在恒定速度下的当前位置 $z(t)$ 等于 $z_{\text{START}} - v * t$ (速度 $v$ 是正数且 $z(t=0) = z_{\text{START}}$ )。

[0025] 在工件到达放置位置 $z_A$ 的时间点 $t_A$ ,工件50接触安置在其下方的工件51(或通常的欲放置面)。由于机械手10的移动(以及因此而导致的驱动器20和工件50的移动),在工件50与 $z_A$ 位置的放置面接触后,驱动器20被直接压缩且所述净驱动力 $F_{\text{MIN}}$ 不再作用于终点端,而是作用于放置面(工件51的顶面)。驱动器20的偏移同时减小( $dz_{\text{REL}}/dt < 0$ )。机器人控制无需知道需要测量才能得到的实际位置 $z_A$ 和放置位置 $z_A$ 。偏移的变化可以被估算以达到接触识别。例如,不等式 $dz_{\text{REL}}/dt \leq 0$ 或 $z_{\text{REL}} < z_{\text{REL,max}}$ 的估算可以进行,以识别工件50和放置平面之间的接触。由于机械手10和偏移 $z_{\text{REL}}$ 都已知,该信息可被用来测量未知物体或识别其尺寸(例如接触面的垂直坐标)。接触物体的弹性或硬度可以从不同的最小力 $F_{\text{MIN}}$ 和接触后产生的偏移 $z_{\text{REL}}$ 的结合被识别。这,例如,允许不稳定(因此而有弹性的)放置面的识别,例如,一堆盒子中下面的盒子被损坏了。弹性的测定可以在待放置物体和放置平面接触(也即,释放)时进行或在待拾取物体和驱动器之间接触(也即,抓取)时进行。

[0026] 一经接触(也就是工件50的释放)被识别,机械手机10的运动就被停止,据此速度 $v$ 无需被突然设置为0,而是逐渐减小到0以减少动力冲击。可供机械手10减速的时间基本上由驱动器20的最大冲程 $z_{\text{REL,max}} - z_{\text{REL,min}}$ 决定。最小净驱动力 $F_{\text{MIN}}$ 的力调节在整个放置作业中是被激活的。该种情况展示在图4中。以以下方式确保,从驱动器20和工件之间第一次接触开始直至机械手10停止运动期间,机械手施加在工件上的力不大于(可调的)最小力 $F_{\text{MIN}}$ 。

[0027] 在放置作业后期,一旦机械手10固定下来且驱动器的偏移再次成为常量,工件50的重量即被转移至放置表面。这意味着最小驱动净力是增加的,直至驱动力 $F_x$ 为零且净驱动力等于重力 $F_g$ 。力调节可以(当保持驱动器20当前的偏移 $z_{\text{REL}}$ 时)被关闭且工件可以被释放。随后,驱动器20被更小的偏移 $z_{\text{REL}}$ 减小量和/或机械手远离已放置工件的动作所移动,从而下一个工件可以被拾取。

[0028] 上述作业的优点是仅仅需要知道(机械手10的)机器人控制启示位置 $x_{\text{START}}$ 。这可以被容易地计算到,如果,例如,工件50的最大尺寸(高度)以及放置工件的数量乘以可接受的安全间隔是已知的。因此碰撞也能在工件尺寸误差相对较大的情况下避免。机器人控制无需获知实际放置位置 $z_A$ (例如,堆积的当前高度),因此无需测量。实际放置位置的检查依靠偏移 $z_{\text{REL}}$ 被监控的驱动器20进行,凭此,净驱动力 $F_{\text{MIN}}$ 在放置其他工件至其放置位置 $z_A$ 之前被调节至接近于0的值以保持接触时的冲击力尽可能小。驱动器20几乎没有静摩擦这一点是重要的,也就是说在驱动器位置 $z_{\text{REL}}$ 变化(例如驱动器压缩)的过程中没有明显的滑动粘

附现象。

[0029] 即使接触力通过以上描述的驱动器(驱动器20,图1-图4)保持的非常小,也可能在一些应用中提供安全措施,以防止在机器人操作的工件(工件50,图3-图6)和另一个物体或人身部位之间发生意外碰撞而产生不期望的物体或人身挤压。物体的尺寸也可以在一定的公差范围之外。除了避免损伤之外,高阶控制也可收到关于此的信息(信号)。

[0030] 驱动器负载工件50(重力 $F_G$ )的三种不同状态如图5所示。驱动器20(图1-图4)在本图中表示为气缸114',气缸114'可交替用于波纹管114(见图2)。气缸被操作从而当气缸压力 $p_z$ 超过一最小值 $p_M$ 时工件50被升起。图5中标识为“Case 1”的示例示出了驱动器20的气缸114'压力下降(驱动力 $F_x=0$ )的情形。因此,工件50的重量(重力 $F_G$ )将驱动器拉至下端位置,图5中标识为 $z_A$ 。图5中标识为“Case 2”的示例示出了驱动器20的气缸114'“过压”( $p_z > p_M$ )的情形(驱动力 $F_x > F_G$ )。因此,驱动器拉升工件50(重力 $F_G$ )至驱动器20的下端位置,图5中标识为 $z_B$ 。图5中标识为“Case 3”的示例示出了重力弥补的(常态)情形。这意味着气缸压力 $p_z$ 被调节至需要为最小值的压力 $p_M$ 以弥补工件的重力 $F_G$ (驱动力 $F_x$ 等于重力 $F_G$ )。可以说,工件悬停在一(可定义的)指定位置 $z_C$ 。关于这点,需要注意的是图5所示位置 $z_A, z_B, z_C$ 和 $z_D$ 并不代表工件50的绝对位置,相反的代表驱动器20的偏移。工件50的绝对位置取决于叠加有驱动器20偏移量的机械手10位置。所以在图5所示的“Case 3”中,指定位置 $z_C$ 可以被理解成相对于预定义的机械手(参见图1)位置的一个相对位置。

[0031] 两个不同的安全措施被展示在图6中,其可被用于不同情形以,例如,防止(过多)的人体或商品的挤压。在图6左侧,重量弥补的常态被再次示出。工件50通过机械手10(见图1)被放置,并且驱动器20提供工件50在驱动器偏移 $z_C$ (驱动力 $F_x$ 等于重力 $F_G$ ,无净摩擦)时的悬停。如果工件50下部与障碍物碰撞(例如在堆积作业或放置作业中),撞击力 $F_k$ 作用在工件50上并“压缩”驱动器20;驱动器20的偏移 $z$ 变得更小( $z < z_C$ )。工件50相对于驱动器20被升起;当机械手10继续移动时工件50的移动被障碍物堵塞。驱动器偏移一旦小于最小偏移 $z_D$ ( $z < z_D$ )安全措施就被执行,例如紧急停止。

[0032] 依照本发明描述的实施例,至少两种安全措施可被区分,也就是在机械手10慢速垂直移动过程中机械手10的紧急停止和驱动器20的紧急停止(A型紧急停止)和在机械手10快速垂直移动过程中机械手10的紧急停止和驱动器20的紧急停止(B型紧急停止)。在两种情况下,机械手10的马达电源被中断且提升装置(参见图1的柱体11)的制动器(出现的地方)立即工作。就机械手慢速移动而言,制动距离很短,例如1mm,反之就机械手快速(最大)移动而言,制动距离则会明显更长(例如9mm)。驱动器20必须承担该制动距离,从而进一步被压缩。因此,驱动器“临界偏移”这一安全措施(B型紧急停止)的执行依据与驱动器最小偏移 $z_B$ 的差异必须(设置成)大于最大的制动距离。

[0033] 进一步的,就机械手10慢速垂直移动而言(A型紧急停止),驱动器20的气动调节元件的阀门(本情形下为气缸114'的阀门)被堵上,工件由于气缸114'的渗漏仅仅被慢慢减速(例如低于50mm/s)。从而被挤的人有足够的时间反应。就机械手10快速垂直移动的而言(B型紧急停止),气缸的进气通道被切换至充满压缩气体的存储罐120。对于切断电源而言,其可以通过弹簧自动进行。尽管气缸泄露,存储罐内的压缩气体足够将重量提升至顶部终止端(驱动器的最小偏移 $z_B$ )并保持大约1分钟。因此,驱动器“临界偏移” $z_D$ 这一B型紧急停止的执行依据与驱动器最小偏移 $z_B$ 的差异大于机械手10的最大制动距离相当多,从而万一发生



紧急情况时工件实际上是被升起(逆向于制动时机械手的运动方向)的。如果差值( $z_B - z_D$ )为25mm、制动距离为9mm,工件50实际上将被提升16mm。在制动过程中,这种提升发生在比机械手10最大运动速度更高的速度。

[0034] 为重启操作,标准运转压力被再次施加至驱动器,借此工件被升高;机械手10此时便能进一步提升工件50并选择性地移回初始位置或继续被紧急停止打断的作业。

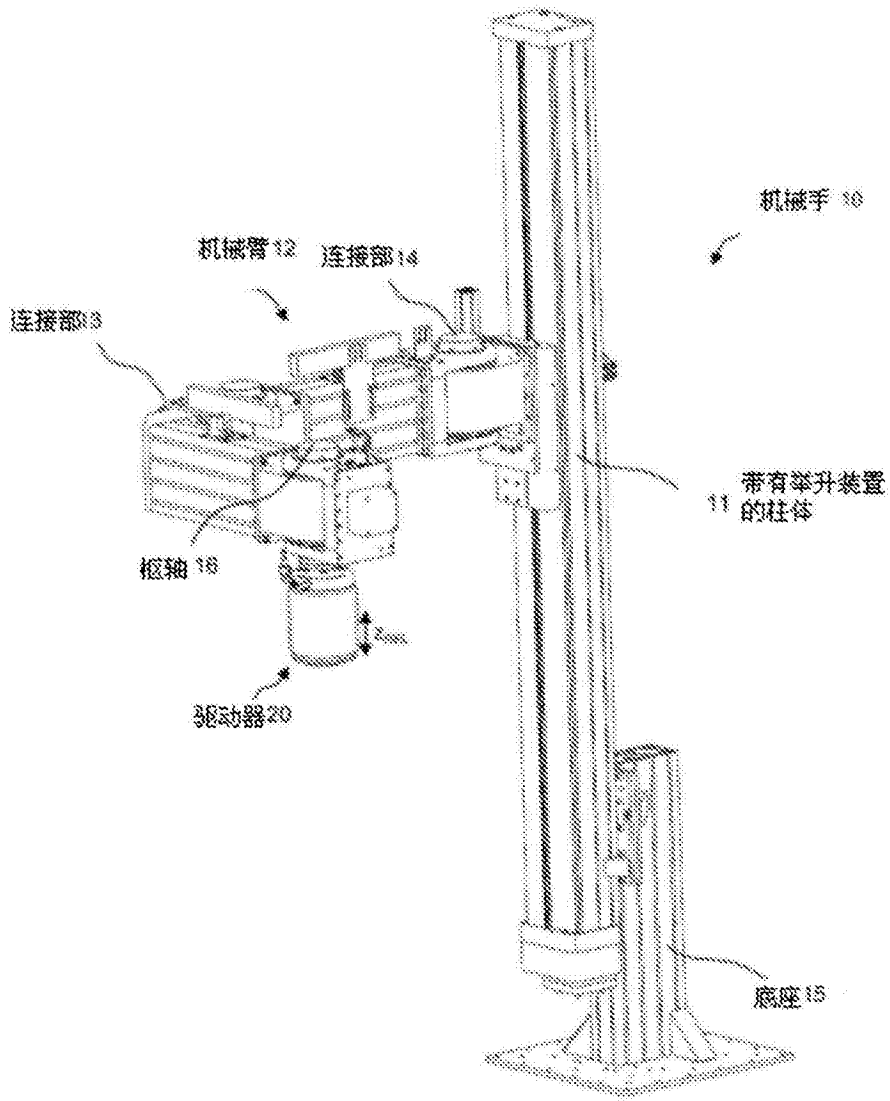


图1

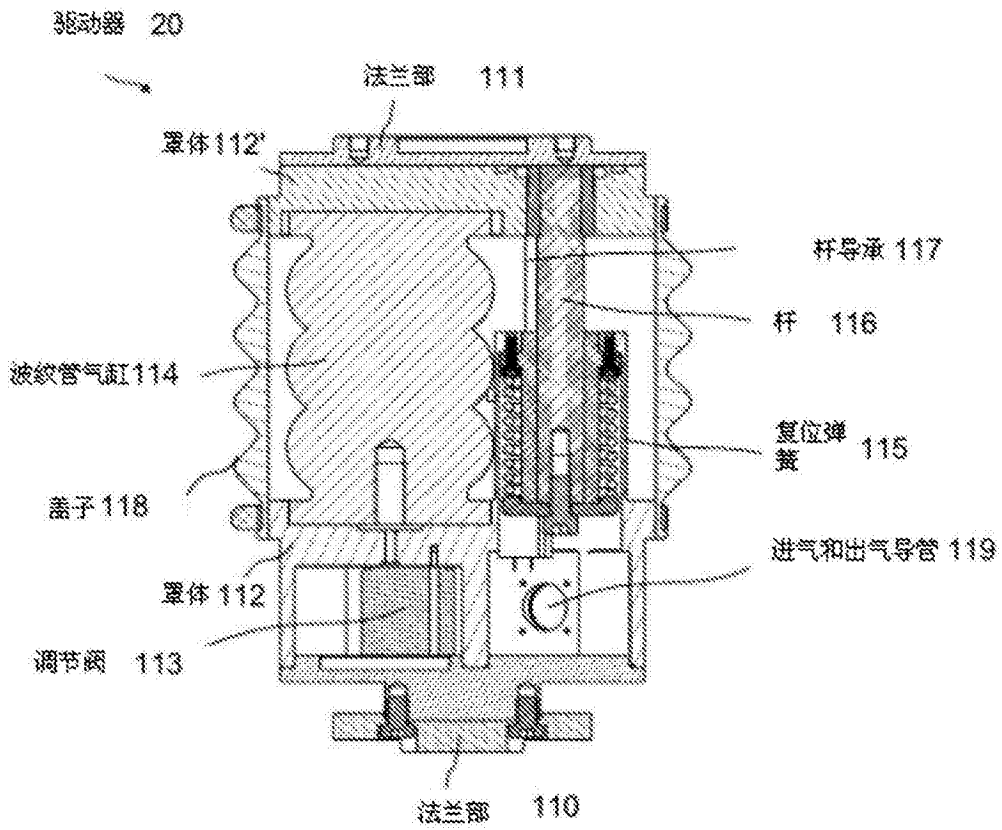


图2

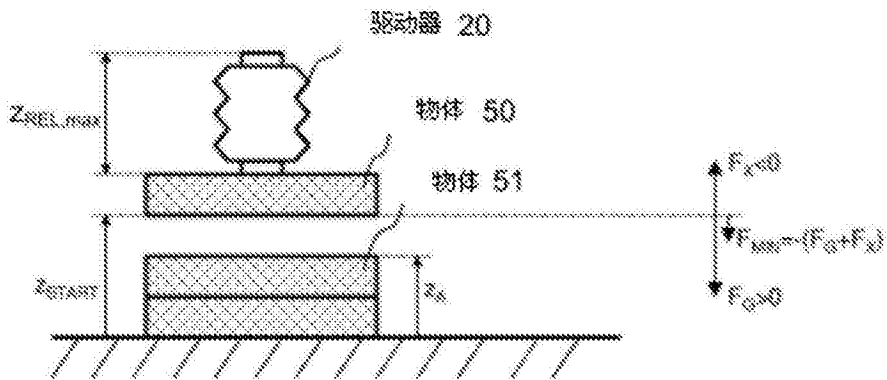


图3

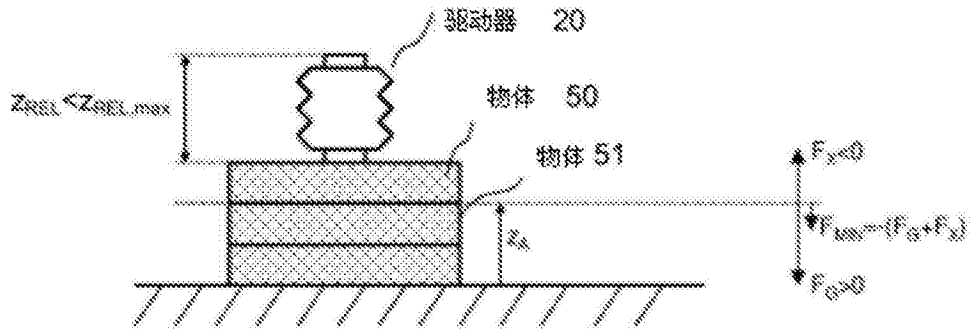


图4

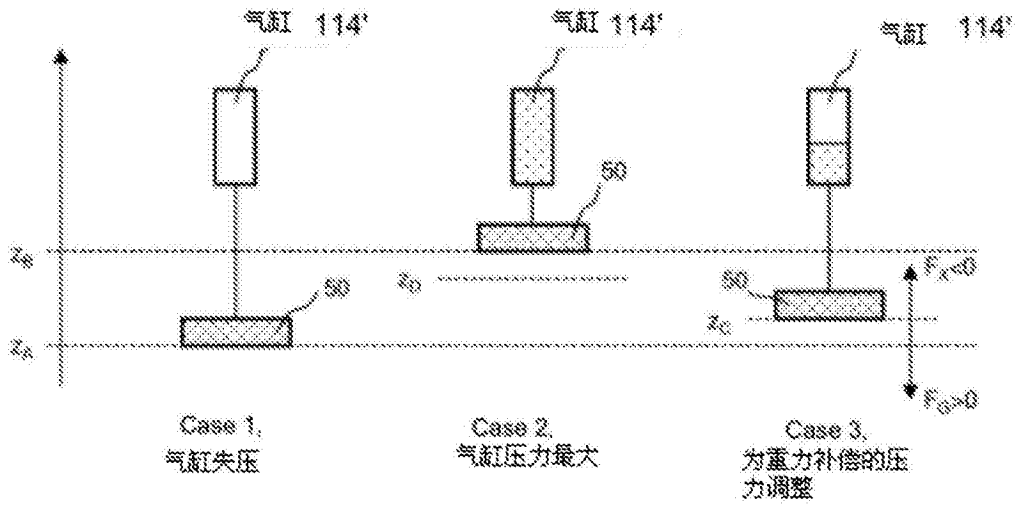


图5

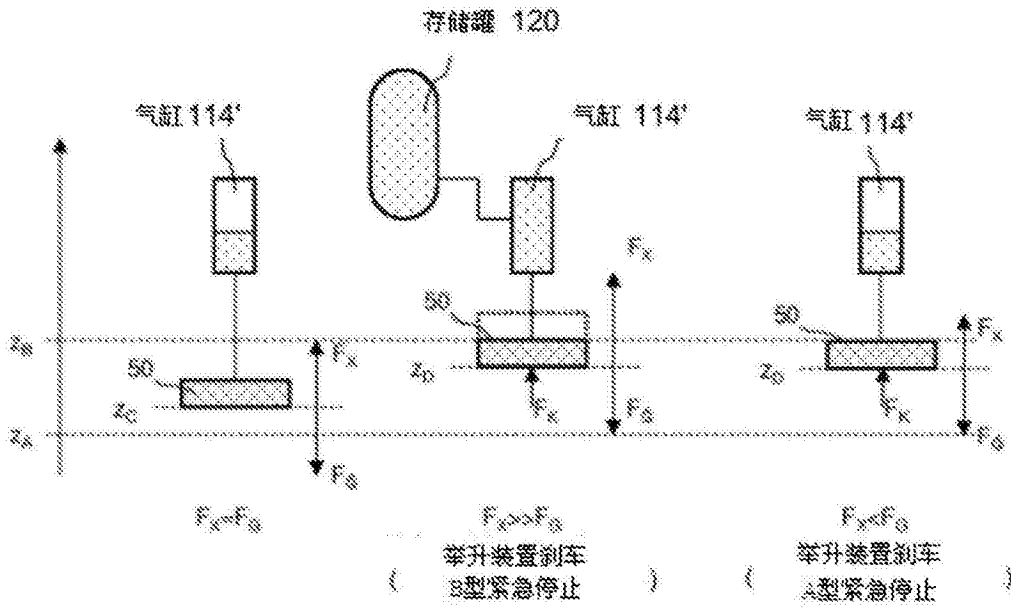


图6