



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103357812 B

(45) 授权公告日 2016. 07. 06

(21) 申请号 201310110369. 3

JP H10241788 A, 1998. 09. 11,

(22) 申请日 2013. 04. 01

审查员 陈香伟

(30) 优先权数据

13/437, 532 2012. 04. 02 US

(73) 专利权人 波音公司

地址 美国伊利诺伊州

(72) 发明人 C·J·埃里克森

(74) 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司 11245

代理人 赵蓉民

(51) Int. Cl.

B21K 25/00(2006. 01)

(56) 对比文件

US 2010180424 A1, 2010. 07. 22,

US 2009260413 A1, 2009. 10. 22,

CN 1391504 A, 2003. 01. 15,

US 2008155807 A1, 2008. 07. 03,

CN 101357442 A, 2009. 02. 04,

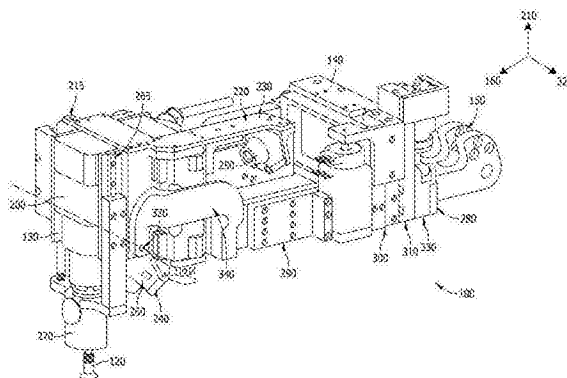
权利要求书2页 说明书6页 附图5页

(54) 发明名称

轴环安装末端执行器

(57) 摘要

一种装配工具，其包括头部和致动器系统。头部包括轴环模锻工具，该轴环模锻工具可沿基本垂直于装配工具的纵轴线的第二轴线移动。传感器系统探测有限空间内头部的第一位置和轴环模锻工具相对于目标物体的第二位置。致动器系统将头部定位在有限空间内，并且相对于目标物体定位轴环模锻工具。



1. 一种在有限空间内将轴环(110)连接到目标物体的方法,所述方法包括:

使用传感器系统(220)中的第一相机探测所述有限空间内头部(130)的第一位置,所述头部(130)包括沿第一轴线(210)可移动的轴环模锻工具(200);

使用致动器系统(280)将所述头部(130)定位在所述有限空间内,所述致动器系统(280)被通信地连接到所述传感器系统(220);

使用所述传感器系统(220)中的多个第二相机,探测所述轴环模锻工具(200)相对于所述目标物体的第二位置;

沿所述第一轴线(210)移动所述轴环模锻工具(200)以便相对于所述目标物体定位所述轴环模锻工具(200);以及

使用所述轴环模锻工具(200)将所述轴环(110)连接到所述目标物体;

其中探测第二位置进一步包含沿所述第一轴线(210)移动背光源(270)以产生所述目标物体背后的轮廓阴影。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中定位所述头部(130)进一步包含沿所述第一轴线(210)、第二轴线(320)和纵轴线(160)移动所述头部(130),所述第二轴线(320)基本垂直于所述第一轴线(210),所述纵轴线(160)基本垂直于所述第一轴线(210)和所述第二轴线(320)。

3. 根据权利要求2所述的方法,其中定位所述头部(130)进一步包含围绕所述第一轴线(210)和基本垂直于所述第一轴线(210)的第二轴线(320)旋转所述头部(130)。

4. 根据权利要求1-3中任意一项权利要求所述的方法,其进一步包含使用多个指状物(190)将所述轴环(110)保持在预定位置。

5. 一种用于在有限空间内将轴环(110)连接到目标物体的装配工具,所述装配工具具有纵轴线(160),所述装配工具包含:

头部(130),其包含:

轴环模锻工具(200),所述轴环模锻工具(200)沿基本垂直于所述纵轴线(160)的第一轴线(210)可移动;以及

传感器系统(220),所述传感器系统(220)被配置为探测所述有限空间内所述头部(130)的第一位置和所述轴环模锻工具(200)相对于所述目标物体的第二位置;以及

致动器系统(280),所述致动器系统(280)被通信地连接到所述传感器系统(220),以有助于将所述头部(130)定位在所述有限空间内,并相对于所述目标物体定位所述轴环模锻工具(200);

其中所述传感器系统(220)包括被配置为探测所述第一位置的第一相机(250)、被配置为探测所述第二位置的多个第二相机(260)和沿所述第一轴线(210)可运动的背光源(270),所述背光源(270)经配置为产生所述目标物体背后的轮廓阴影。

6. 根据权利要求5所述的装配工具,其中所述致动器系统(280)被配置为沿所述纵轴线(160)、所述第一轴线(210)和基本垂直于所述纵轴线(160)和所述第一轴线(210)的第二轴线(320)移动所述头部(130)。

7. 根据权利要求6所述的装配工具,其中所述致动器系统(280)被配置为围绕所述第一轴线(210)和基本垂直于所述纵轴线(160)和所述第一轴线(210)的第二轴线(320)旋转所述头部(130)。

8. 根据权利要求5-7中任意一项权利要求所述的装配工具,其中所述头部(130)进一步包含多个指状物(190),所述指状物(190)被配置为将所述轴环(110)保持在预定位置。

## 轴环安装末端执行器

### 技术领域

[0001] 本发明大体涉及装配工具,并且更具体地涉及用于在有限空间内将轴环连接到目标物体的方法和系统。

### 背景技术

[0002] 至少一些已知的自动装配工具包括大型的质量重的多功能末端执行器,该末端执行器被设置尺寸和/或被设计为在开放空间将轴环连接到紧固件。更具体地,至少一些已知的末端执行器被设置尺寸和/或被配置为在易接近的结构上工作,该易接近的结构包括例如机身或翼板和翼梁。然而,至少一些已知的飞行器具有有限空间,诸如机翼翼盒,至少一些已知的末端执行器难以接近该有限空间。因此,在这些受限/有限空间的区域内,至少一些已知轴环必须使用手动轴环安装工具被手动安装。手动安装轴环是耗时的和/或繁重的。

### 发明内容

[0003] 根据本发明的一个方面,提供一种用于在有限空间内将轴环连接到目标物体的方法。该方法包括使用传感器系统探测有限空间内头部的第一位置。头部包括沿第一轴线可移动的轴环模锻工具。使用被通信地连接到传感器系统的致动器系统,头部被定位在有限空间内。使用传感器系统,探测轴环模锻工具相对于目标物体的第二位置。轴环模锻工具沿第一轴线被移动以便相对于目标物体定位轴环模锻工具。

[0004] 有利地,定位头部进一步包含沿第一轴线、第二轴线和纵轴线移动头部,该第二轴线基本垂直于第一轴线,纵轴线基本垂直于第一轴线和第二轴线。有利地,定位头部进一步包含围绕第一轴线和基本垂直于第一轴线的第二轴线旋转头部。有利地,探测第二位置进一步包含沿第一轴线移动背光源以产生目标物体背后的轮廓阴影。有利地,该方法包括使用多个指状物将轴环保持在预定位置。优选地,该方法包括使用气缸系统将轴环定位在预定位置,并且使用气缸系统将轴环从预定位置移动到紧固件上。有利地,该方法包括将腕部连接到机器人系统。

[0005] 根据本发明的另一方面,提供一种用于在有限空间内将轴环连接到目标物体的装配工具。装配工具具有纵轴线。装配工具包括头部和致动器系统。头部包括轴环模锻工具,该轴环模锻工具可沿基本垂直于纵轴线的第二轴线移动。传感器系统被配置为探测头部在有限空间内的第一位置和轴环模锻工具相对于目标物体的第二位置。致动器系统被通信地连接到传感器系统,以有助于在有限空间内定位头部,并且相对于目标物体定位轴环模锻工具。

[0006] 有利地,致动器系统被配置为沿纵轴线、第一轴线和基本垂直于纵轴线和第一轴线的第二轴线移动所述头部。有利地,致动器系统被配置为围绕第一轴线和基本垂直于纵轴线和第一轴线的第二轴线旋转所述头部。有利地,传感器系统包含第一相机和多个第二相机,该第一相机被配置为探测第一位置,该多个第二相机被配置为探测第二位置。有利地,传感器系统包含沿第一轴线可移动的背光源,所述背光源被配置为产生目标物体背后

的轮廓阴影。有利地,头部包含多个指状物,该指状物被配置为将轴环保持在预定位置。优选地,头部进一步包含气缸系统,该气缸系统被配置为将轴环定位在预定位置,并且将轴环从预定位置移动到紧固件上。有利地,装配工具包括可被连接到机器人系统的腕部。

[0007] 根据本发明的又一方面,提供一种用于在有限空间内将轴环连接到目标物体的计算装置。该计算装置包括处理器和非临时性计算机可读存储介质,该非临时性计算机可读存储介质具有在其上编码的计算机可读指令,该计算机可读指令可由处理器执行以完成包括接收头部在有限空间内的第一位置的功能。头部包括可沿第一轴线移动的轴环模锻工具。头部被定位在有限空间内。轴环模锻工具相对于目标物体的第二位置被接收。轴环模锻工具被沿第一轴线移动以便相对于目标物体定位轴环模锻工具。

[0008] 有利地,由处理器所执行的功能进一步包含沿第一轴线、第二轴线和纵轴线移动头部,该第二轴线基本垂直于第一轴线,该纵轴线基本垂直于第一轴线和第二轴线。有利地,由处理器所执行的功能进一步包含围绕第一轴线和基本垂直于第一轴线的第二轴线旋转所述头部。有利地,由处理器所执行的功能进一步包含沿第一轴线移动背光源以在目标物体背后产生轮廓阴影。有利地,由处理器执行的功能进一步包含将轴环定位在预定位置,并且将轴环从预定位置移动到紧固件上。

[0009] 此处所描述的特征、功能和优点在本发明的各种实施例中可以独立地被实现,或者可以在其它实施例中被组合,其进一步的细节可以参考以下说明书和附图看到。

## 附图说明

[0010] 图1-3是在安装过程各阶段期间示例性末端执行器的立体图;

[0011] 图4是图示说明使用图1-3所示的末端执行器的示例性安装过程的流程图;

[0012] 图5是可以与在图1-3中所示的末端执行器一起使用的计算装置的示意图。

[0013] 尽管各种实施例的具体特征可以在一些附图中示出,而在其他附图中未示出,但这仅仅是为了方便起见。任意附图的任何特征可以结合任何其它附图的任何特征被引用和/或被要求保护。

## 具体实施方式

[0014] 本发明大体涉及装配工具,并且更具体地涉及用于在有限空间内将轴环连接到目标物体的方法和系统。在一个实施例中,装配工具包括头部和致动器系统,该致动器系统包括多个自由度。头部包括轴环模锻工具,该轴环模锻工具可沿基本垂直于装配工具的纵轴线的第一轴线移动。宏观传感器系统探测头部在有限空间内的第一位置,而微观传感器系统探测轴环模锻工具相对于目标物体的第二位置。致动器系统基于第一位置将头部定位在有限空间内,并且基于第二位置相对于目标物体定位轴环模锻工具。

[0015] 如此处所使用的,以单数形式列举的并且以词“一”或“一个”表示的元件或步骤应当被理解为不排除复数个元件或步骤,除非这样的排除被明确陈述。此外,以单数形式列举的并且以词“一”或“一个”表示的元件或步骤应当被理解为不排除复数个元件或步骤,除非这样的排除被明确陈述。此外,提及本发明的“一个实施例”和/或“示例性实施例”并不意味着被理解为排除也包含所列举的特征的另外的实施例的存在。

[0016] 图1-3是示例性装配工具或末端执行器100的立体图,其被配置为将轴环110(在图

2和3中示出)连接到目标物体。在示例性实施例中,目标物体是紧固件120。可替代地,目标物体可以是使末端执行器100能够起到此处所描述功能的任何物体。

[0017] 在示例性实施例中,末端执行器100包括头部130、从头部130延伸的主体140和从主体140延伸的腕部150。在示例性实施例中,腕部150可以被连接到机器人系统。在示例性实施例中,主体140沿纵轴线160(即Y轴)在头部130和腕部150之间基本纵向延伸。

[0018] 在示例性实施例中,头部130包括轴环分配系统170(在图2中示出),该轴环分配系统包括臂180(在图2中示出)和多个指状物190(在图2中示出),每个指状物190从臂180延伸。在示例性实施例中,臂180和/或指状物190在臂和/或指状物原位置(如在图1和3中所示)与臂和/或指状物展开位置(在图2中示出)之间是可移动的。在示例性实施例中,臂180限定其中的通道(未示出),该通道被设置尺寸和/或被取向以保持多个轴环110,并且指状物190被取向为相对于臂180和/或指状物190将单个轴环110保持在预定位置(在图2中示出)。更具体地,在示例性实施例的臂展开位置,臂180被定位为每次从预定位置移除轴环110时向指状物190供给和/或提供轴环110,直至轴环110在臂180内无剩余和/或直至接收到停止信号。可替代地,指状物190可以保持使末端执行器100能够起到此处所描述的功能的任意数量的轴环110。

[0019] 在示例性实施例中,轴环分配系统170包括气缸系统(未示出),该气缸系统将轴环110定位在预定位置和/或选择性地从预定位置移动到与紧固件120相邻。更具体地,在示例性实施例中,第一气缸(未示出)被取向为通过臂180排出气体,使得轴环110偏向指状物190,或者更具体地偏向预定位置。在示例性实施例中,传感器(未示出)探测在预定位置单个轴环110的存在。相应地,当轴环110未在预定位置时,气缸系统选择性地从第一气缸排出气体,和/或当轴环110在预定位置时,气缸系统选择性地不从第一气缸排出气体。

[0020] 在示例性实施例中,第二气缸(未示出)被取向为向指状物190排出气体,使得指状物190选择性地被移向指状物展开位置。在示例性实施例中,传感器(未示出)探测在指状物展开位置中指状物190的位置。相应地,当指状物190在指状物原位置时,气缸系统可以选择性地从第二气缸排出气体,和/或当指状物190在指状物展开位置时,气缸系统可以选择性地不从第二气缸排出气体。可替代地,任何装置和/或机构可以被用来选择性地从轴环110定位在预定位置。

[0021] 在示例性实施例中,头部130包括轴环模锻工具200,该轴环模锻工具200可沿第一轴线210(即,Z轴)在模锻工具原位置与模锻工具展开位置之间移动,该第一轴线210被取向为基本垂直于纵轴线160。如此处所使用的,术语“模锻”应当被理解为用来使轴环110和/或紧固件120变形的锻造过程。可替代地,头部130可以包括使末端执行器100能够起到此处所描述的功能的任何工具。在示例性实施例中,当轴环110被大体定位在紧固件120上时,致动器215选择性地沿第一轴线210移动轴环模锻工具200。即,在示例性实施例中,当指状物190在指状物展开位置时,轴环模锻工具200沿第一轴线210被移向模锻工具展开位置以便有助于将轴环110定位在紧固件120上。在示例性实施例中,轴环模锻工具200模锻轴环110,从紧固件120的主体移除紧固件120的尾部,和/或将紧固件尾部存储在尾部存储室(未示出)中。

[0022] 在示例性实施例中,末端执行器100包括传感器系统220,该传感器系统220探测在有限空间内(即,相对于限定有限空间的至少一个表面)头部130和/或主体140的第一位置和轴环模锻工具200相对于紧固件120的第二位置。更具体地,在示例性实施例中,传感器系

统220包括探测第一位置的第一子系统230和探测第二位置的第二子系统240。在示例性实施例中,第一子系统230包括第一相机250,该第一相机250被取向和/或被定位为探测在有限空间中末端执行器100的相对宏观位置。在示例性实施例中,第二子系统240包括多个第二相机260,该多个第二相机260被取向和/或定位为探测末端执行器100相对于紧固件120的微观位置。在示例性实施例中,致动器265选择性地沿第一轴线210在背光源原位置(如在图2和3中所示)与背光源展开位置(如在图1中所示)之间移动背光源270。更具体地,在示例性实施例中,背光源270可选择性地定位在背光源展开位置以便在紧固件120背后产生轮廓阴影,使得第二位置可由第二子系统240探测。可替代地,可以使用使传感器系统220能够起到此处所描述的功能的任意数量的子系统和/或相机。

[0023] 在示例性实施例中,末端执行器100包括致动器系统280,该致动器系统280被通信地连接到传感器系统220,以便使头部130和/或主体140能够被选择性地定位在有限空间内,并且使轴环模锻工具200能够被选择性地相对于紧固件120定位。更具体地,在示例性实施例中,致动器系统280包括第一线性运动子组件290、第二线性运动子组件300和/或第三线性运动子组件310,该第一线性运动子组件290沿纵轴线160选择性地延伸和/或移动末端执行器100的至少一部分,该第二线性运动子组件300沿第一轴线210选择性地延伸和/或移动末端执行器100的至少一部分,第三线性运动子组件310沿第二轴线320(即,X轴)选择性地延伸和/或移动末端执行器100的至少一部分,该第二轴线320基本垂直于纵轴线160和/或第一轴线210。此外,在示例性实施例中,末端执行器100包括第一轴旋转组件330和/或第二轴旋转组件340,该第一轴旋转组件330围绕纵轴线160选择性地旋转和/或移动末端执行器100的至少一部分,第二轴旋转组件340围绕第二轴线320选择性地旋转和/或移动末端执行器100的至少一部分。相应地,在示例性实施例中,末端执行器100具有多个自由度,使得末端执行器100或更具体地使轴环模锻工具200被精确地定位在有限空间内。

[0024] 图4是图示说明使用末端执行器100的示例性安装过程400的流程图。在工作期间,在示例性实施例中,在步骤410,致动器系统280选择性地移动有限空间内末端执行器100的至少一部分,以便大体邻近紧固件120定位头部130。例如,在示例性实施例中,头部130与紧固件120的中心和/或轴向量对准,并被选择性地定位在紧固件120尾部的顶部之上大约0.5英寸。可替代地,头部130可以被定位在使末端执行器100能够起到此处所描述的功能的任意对准位和/或位置。

[0025] 在示例性实施例中,第一子系统230提供有助于在有限空间内定位头部130和/或主体140的宏观位置数据,而第二子系统240提供有助于大体相邻紧固件120定位头部130的微观位置数据。在示例性实施例中,在步骤420,背光源270被移动至在紧固件120之上和/或之后的位置,并在紧固件120之后照射以为第二子系统240产生轮廓阴影,以便在步骤430获得紧固件120的至少一张图像。更具体地,在示例性实施例中,在步骤430,每个第二相机260从各自的角度获得紧固件120的至少一张图像,以有助于相对于紧固件120准确地和/或精确地定位头部130。即,在示例性实施例中,在步骤440,基于紧固件120的至少一张图像调整和/或移动头部130,使得头部130相对于紧固件120处于期望的位置。

[0026] 在示例性实施例中,在步骤450,轴环模锻工具200被激活以有助于将轴环110移向紧固件120。更具体地,在示例性实施例中,轴环110由第一气缸推向和/或移向预定位置。在示例性实施例中,当轴环110在预定位置时,第二气缸被触发以便将指状物190推向和/或移

向指状物展开位置。在示例性实施例中,当指状物190在指状物展开位置时,轴环模锻工具200和/或第二线性运动子组件300被触发以便朝紧固件120向下推动和/或移动轴环110。在示例性实施例中,在步骤460,随着指状物190向指状物原位置缩回,轴环110被定位在紧固件120上。更具体地,在示例性实施例中,气缸系统反向工作以促进指状物190向指状物原位置缩回。

[0027] 在示例性实施例中,轴环模锻工具200模锻轴环110,移除紧固件尾部,和/或将紧固件尾部存储在尾部存储室(未示出)中。在示例性实施例中,随着轴环模锻工具200回到模锻工具原位置,第二相机260获得另一张图像以校验轴环110被适当地模锻在紧固件120上。在示例性实施例中,轴环模锻工具200可以被反复重新调整和/或移动以将多个轴环110定位在多个紧固件120上。

[0028] 图5是计算装置500的示意图。在示例性实施例中,计算装置500被通信地连接到末端执行器100,使得末端执行器100的至少一部分可以被自动控制。在示例性实施例中,计算装置500包括存储器装置510和处理器520,该处理器520被连接到存储器装置510以便用于执行指令。更具体地,在示例性实施例中,计算装置500可配置为通过对存储器装置510和/或处理器520编程而执行此处所描述的一个或更多个操作。例如,可以通过将操作编码为一个或更多个可执行的指令并在存储器装置510中提供可执行的指令对处理器520编程。

[0029] 处理器520可以包括一个或更多个处理单元(例如,在多核配置中)。如此处所使用,术语“处理器”不限于在本领域中称为计算机的集成电路,而是广泛地涉及控制器、微控制器、微型计算机、可编程逻辑控制器(PLC)、专用集成电路和其它可编程电路。

[0030] 在示例性实施例中,存储器装置510包括使诸如可执行指令和/或其它数据的信息能够选择性地被存储和取回的一个或更多个装置(未示出)。在示例性实施例中,这些数据可以包括但不限于,致动器数据、传感器数据、照明特性、运转数据和/或控制算法。在示例性实施例中,计算装置500接收传感器数据和/或用户输入,并被编程以便基于该传感器数据和/或用户输入自动地移动和/或操作末端执行器100的至少一部分。计算装置500可以被配置为使用使方法和系统能够起到此处所描述的功能的任意算法和/或方法。存储器装置510也可以包括一个或更多个计算机可读介质,诸如但不限于动态随机存取存储器(DRAM)、静态随机存取存储器(SRAM)、固态盘和/或硬盘。

[0031] 在示例性实施例中,计算装置500包括显示接口530,该显示接口530被连接到处理器520以便用于对用户显示信息。例如,显示接口530可以包括显示适配器(未示出),该显示适配器可以被连接到显示装置(未示出),诸如但不限于阴极射线管(CRT)、液晶显示器(LCD)、发光二极管(LED)显示器、有机发光二极管(OLED)显示器、“电子墨水”显示器和/或打印机。在一些实施例中,显示接口530包括一个或更多个显示装置。

[0032] 在示例性实施例中,计算装置500包括用于接收来自用户的输入的输入接口540。在示例性实施例中,输入接口540接收适合用于此处所描述的方法的信息。例如,在示例性实施例中,用户可以输入用于移动和/或操作末端执行器100的至少一部分的指令。输入接口540被连接到处理器520,并且可以包括例如操纵杆、键盘、定点设备、鼠标、触笔、触敏控制板(例如,触摸板或触摸屏)和/或位置探测器。应当注意,单个部件,例如触摸屏,可以兼起显示接口53和输入接口540二者的作用。

[0033] 在示例性实施例中,计算装置500包括被连接到处理器520的通信接口550。在示例

性实施例中,通信接口550与至少一个远程装置通信。例如,通信接口550可以使用但不限于有线网络适配器、无线网络适配器和/或移动通信适配器。被用来将计算装置500连接到远程装置的网络(未示出)可以包括但不限于因特网、局域网(LAN)、广域网(WAN)、无线LAN(WLAN)、网状网络和/或虚拟个人网络(VPN)或其它合适的通信手段。

[0034] 此处所描述的实施例大体涉及装配工具,并且更具体地涉及用于在有限空间的区域中将轴环连接到目标物体的方法和系统。此处所描述的实施例被设置尺寸以便在有限空间中操作,并且包括头部、致动器系统和传感器系统。此外,此处所描述的装配工具包括分配系统,该分配系统使装配工具能够将多个轴环连接到多个目标物体。相应地,此处所描述的实施例有助于减少安装时间、循环成本和/或由于装配至少一些系统的跨度时间。

[0035] 在上面详细描述了用于将轴环连接到目标物的方法和系统的示例性实施例。这些方法和系统不限于此处所描述的具体实施例,而是系统的部件和/或方法的步骤可以与此处所描述的其它部件和/或步骤独立分开使用。每个方法步骤和每个部件也可以与其它方法步骤和/或部件结合使用。尽管各种的实施例的具体特征可以在一些附图中示出,而在其他附图中并未示出,但这仅仅是为了方便起见。附图的任何特征可以结合任何其它附图的任何特征被引用和/或被要求保护。

[0036] 本书面说明书使用示例来公开包括最佳实施方式的实施例,并且也使本领域技术人员能够实施该实施例,包括制作或使用任何装置和系统以及执行任何包括的方法。本发明的专利范围由权利要求限定,并可以包括本领域技术人员想到的其它示例。如果这些其它示例具有与权利要求书面语言相同的结构元件,或它们包括与权利要求书面语言的非实质性区别等同的结构元件,则它们意欲在权利要求的范围内。

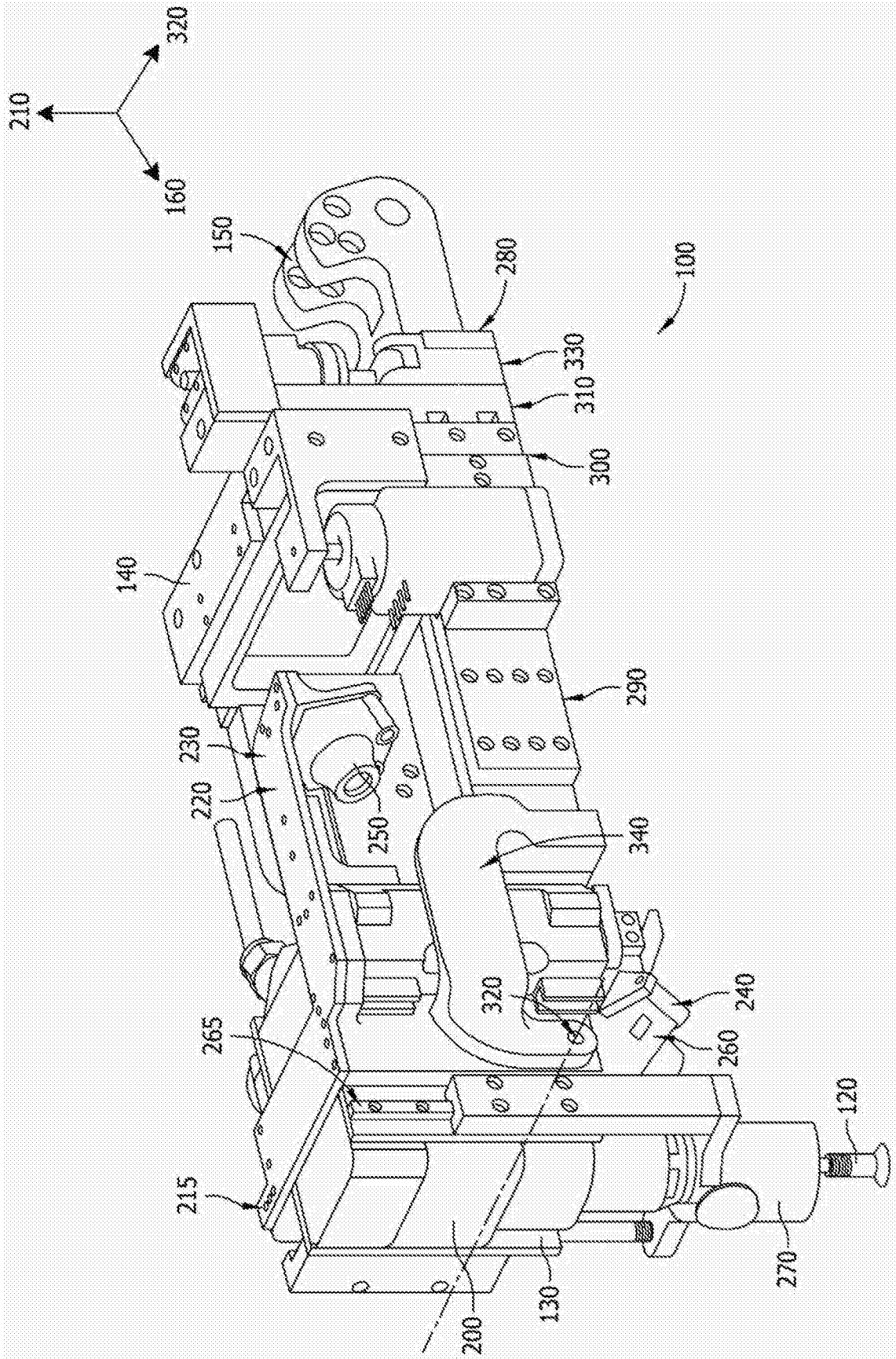


图1

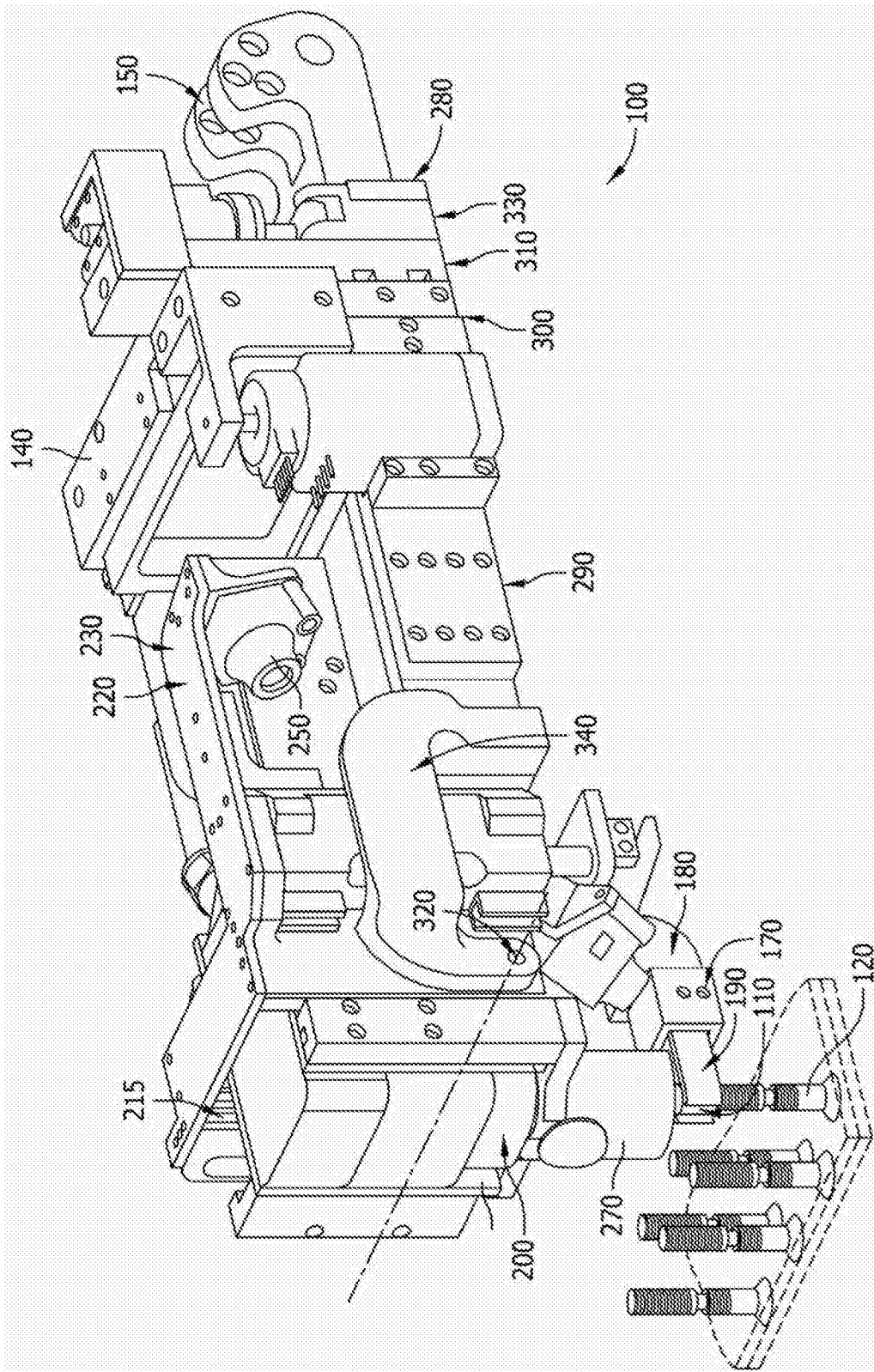


图2

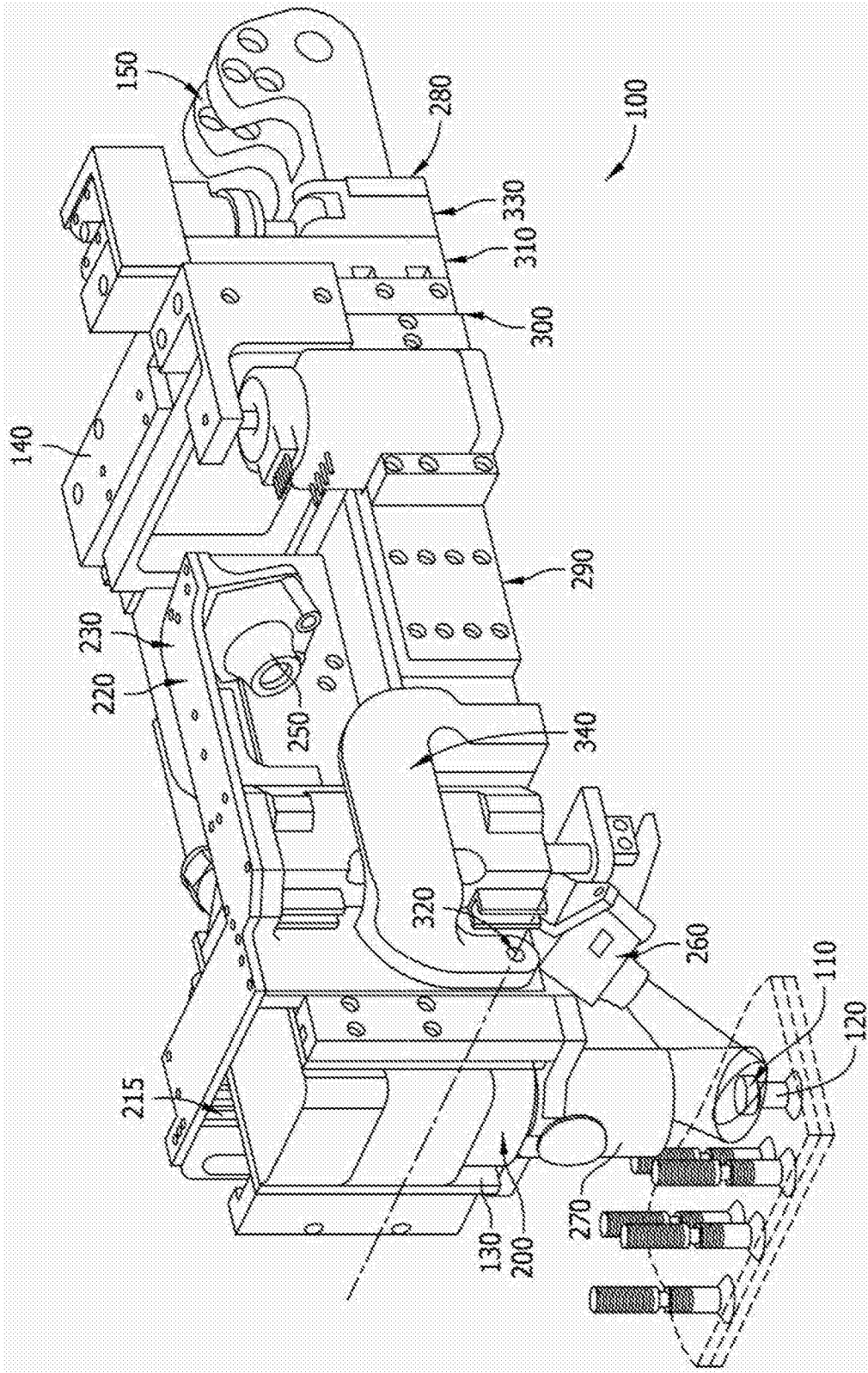


图3

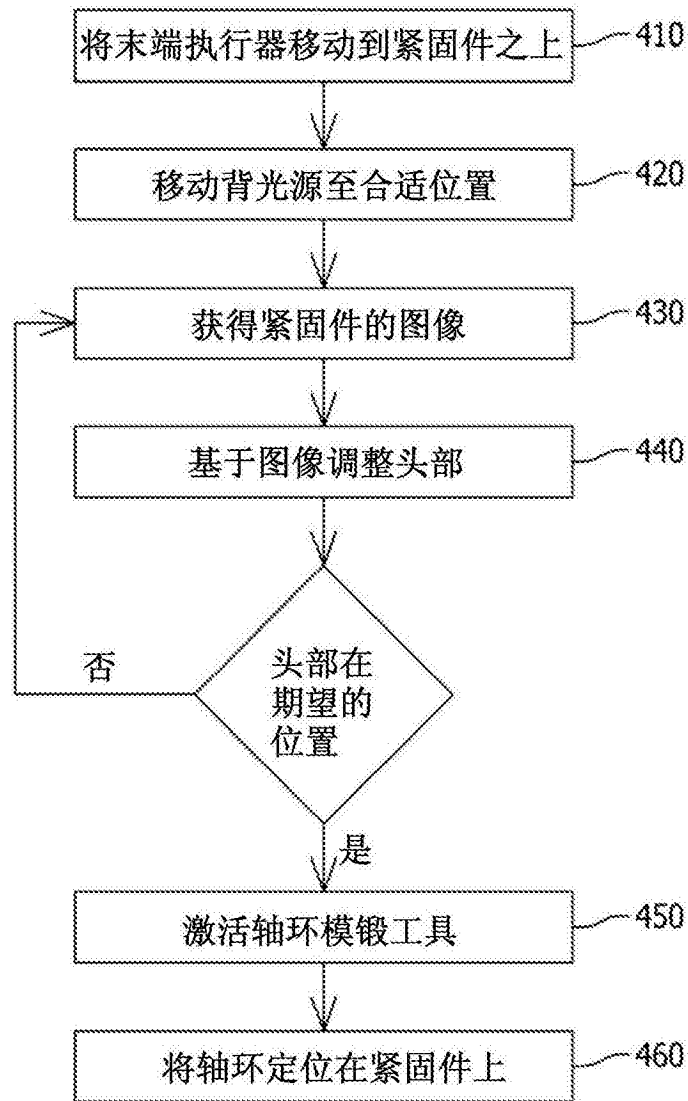


图4

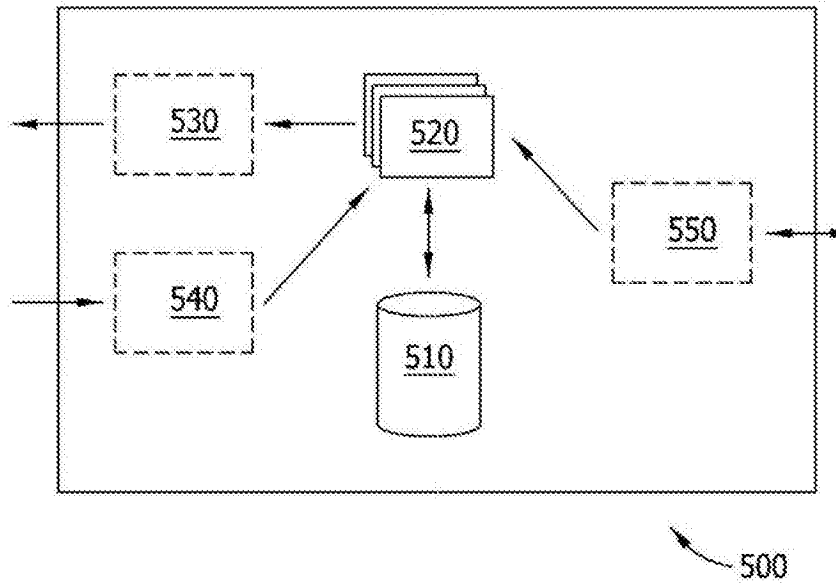


图5