



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 107428001 B

(45) 授权公告日 2021.07.13

(21) 申请号 201680020616.2

(22) 申请日 2016.02.08

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 107428001 A

(43) 申请公布日 2017.12.01

(30) 优先权数据  
62/112,820 2015.02.06 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2017.09.30

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/US2016/016946 2016.02.08

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02016/127160 EN 2016.08.11

(73) 专利权人 柿子技术公司  
地址 美国马萨诸塞州

(72) 发明人 M·霍塞克

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所  
11256

代理人 王茂华

(51) Int.Cl.  
B25J 9/04 (2006.01)

(56) 对比文件  
WO 2014113364 A1, 2014.07.24  
US 6533530 B1, 2003.03.18  
US 6360144 B1, 2002.03.19  
CN 103208447 A, 2013.07.17  
KR 20110052454 A, 2011.05.18  
US 5950495 A, 1999.09.14  
US 5382803 A, 1995.01.17  
US 2012141235 A1, 2012.06.07

审查员 陈军

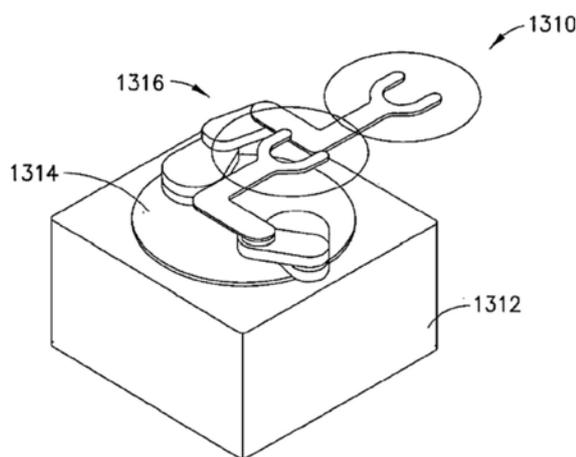
权利要求书6页 说明书42页 附图102页

(54) 发明名称

具有不等连杆长度臂的机器人

(57) 摘要

设备包括至少一个驱动器;具有第一上臂、第一前臂和第一末端执行器的第一机器手臂。第一上臂在第一转动轴线处被连接至至少一个驱动器。第二机器手臂具有第二上臂、第二前臂和第二末端执行器。第二上臂在与第一转动轴线隔开的第二转动轴线处被连接至至少一个驱动器。第一和第二机器手臂被配置成将末端执行器定位在第一撤回位置用于使位于末端执行器上的基底至少部分地一个堆叠在另一个上。第一和第二机器手臂被配置成使末端执行器从第一撤回位置沿着至少部分地一个位于另一个的正上方的平行的第一路径在第一方向上伸展。



1. 一种运送设备,包括:

第一机器手臂,包括第一上臂、第一前臂和第一末端执行器;

第二机器手臂,包括第二上臂、第二前臂和第二末端执行器;和

驱动器,被连接至所述第一和第二机器手臂,其中所述第一上臂在第一转动轴线处被连接至所述驱动器,其中所述第二上臂在与所述第一转动轴线隔开的第二转动轴线处被连接至所述驱动器,其中所述驱动器包括用于使第一和第二上臂转动的仅三个马达,

其中所述第一和第二机器手臂被配置成将所述末端执行器定位在第一撤回位置用于使位于所述末端执行器上的基底至少部分地一个堆叠在另一个上,其中所述第一和第二机器手臂被配置成使所述末端执行器从所述第一撤回位置沿着至少部分地一个位于另一个的正上方的平行的第一路径在第一方向上伸展,并且其中所述第一和第二机器手臂被配置成使所述末端执行器沿着不是一个位于另一个上方的彼此隔开的第二路径在至少一个第二方向上伸展;

其中所述第一上臂和所述第一前臂具有不同的有效长度,并且其中所述第二上臂和所述第二前臂具有不同的有效长度。

2. 如权利要求1所述的设备,进一步包括至少一个非圆形带轮和将所述驱动器在所述第一上臂与所述第一前臂之间的第一关节处连接至所述第一前臂的第一带。

3. 如权利要求1或2所述的设备,进一步包括将所述第一末端执行器在所述第一末端执行器到所述第一前臂的腕关节处连接至所述第一关节的第二带。

4. 如权利要求1或2所述的设备,其中所述第一和第二末端执行器各具有大致L形状。

5. 如权利要求1所述的设备,进一步包括第一圆形带轮和将所述驱动器在所述第一上臂与所述第一前臂之间的第一关节处连接至第二圆形带轮的第一带,其中所述第一和第二带轮具有不同的直径。

6. 如权利要求1-2和5中的任一项所述的设备,其中所述第一路径从所述第一撤回位置沿着直线。

7. 如权利要求1-2和5中的任一项所述的设备,其中所述第一和第二机器手臂被配置成提供第二撤回位置以定位所述末端执行器使得位于所述末端执行器上的所述基底不是一个堆叠在另一个上。

8. 如权利要求1-2和5中的任一项所述的设备,进一步包括控制器,其被配置成控制所述驱动器以使所述第一和第二机器手臂从所述第一撤回位置沿着所述第一路径基本上同时地移动并且使所述第一和第二机器手臂沿着所述第二路径单独地或同时地移动。

9. 如权利要求1-2和5中的任一项所述的设备,其中所述三个马达在公共轴线上对齐。

10. 如权利要求1-2和5中的任一项所述的设备,其中所述三个马达位于三个相应的隔开的轴线上。

11. 如权利要求1-2和5中的任一项所述的设备,进一步包括被连接至所述驱动器以使所述驱动器和所述第一和第二机器手臂竖直地移动的z轴马达。

12. 一种运送方法,包括:

将第一和第二机器手臂的相应第一末端执行器和第二末端执行器定位在第一撤回位置用于使位于所述末端执行器上的基底至少部分地一个堆叠在另一个上,其中所述第一机器手臂包括第一上臂、第一前臂和所述第一末端执行器,其中所述第一上臂在第一转动轴

线处被连接至驱动器,并且其中所述第二机器手臂包括第二上臂、第二前臂和所述第二末端执行器,其中所述第二上臂在与所述第一转动轴线隔开的第二转动轴线处被连接至所述驱动器,其中所述第一上臂和所述第一前臂具有不同的有效长度,并且其中所述第二上臂和所述第二前臂具有不同的有效长度;

移动所述第一和第二机器手臂以使所述末端执行器从所述第一撤回位置沿着至少部分地一个位于另一个的正上方的平行的第一路径在第一方向上移动;

移动所述第一和第二机器手臂以使所述末端执行器移动,以使所述末端执行器沿着不是一个位于另一个上方的彼此隔开的第二路径在至少一个第二方向上伸展;

使所述第一和第二机器手臂围绕与所述第一和第二转动轴线隔开的第三转动轴线一起转动,

其中从所述第一撤回位置在所述第一方向上的移动、使所述末端执行器在所述至少一个第二方向上伸展的移动和所述转动利用所述驱动器的仅三个马达。

13. 如权利要求12所述的方法,其中移动所述第一和第二机器手臂包括至少一个非圆形带轮和将所述驱动器在所述第一上臂与所述第一前臂之间的第一关节处连接至所述第一前臂的第一带。

14. 如权利要求12或13所述的方法,其中移动所述第一和第二机器手臂包括将所述第一末端执行器在所述第一末端执行器到所述第一前臂的腕关节处连接至所述第一关节的第二带。

15. 如权利要求12所述的方法,其中移动所述第一和第二机器手臂包括第一圆形带轮和将所述驱动器在所述第一上臂与所述第一前臂之间的第一关节处连接至第二圆形带轮的第一带,其中所述第一和第二带轮具有不同的直径。

16. 如权利要求12、13和15中的任一项所述的方法,其中进一步包括控制器,其控制所述驱动器的马达以使所述第一和第二机器手臂从所述第一撤回位置沿着所述第一路径基本上同时地移动并且使所述第一和第二机器手臂沿着所述第二路径单独地或同时地移动。

17. 一种用于制造运送设备的方法,包括:

提供包括第一上臂、第一前臂和第一末端执行器的第一机器手臂;

提供包括第二上臂、第二前臂和第二末端执行器的第二机器手臂;

将所述第一上臂在第一转动轴线处连接至驱动器;和

将所述第二上臂在与所述第一转动轴线隔开的第二转动轴线处连接至所述驱动器,

其中所述第一和第二机器手臂被配置成将所述末端执行器定位在第一撤回位置,用于使位于所述末端执行器上的基底至少部分地一个堆叠在另一个上,其中所述第一和第二机器手臂被配置成被转动以使所述末端执行器从所述第一撤回位置沿着至少部分地一个位于另一个的正上方的平行的第一路径在第一方向上伸展,并且其中所述第一和第二机器手臂被配置成被转动以使所述末端执行器沿着不是一个位于另一个上方的彼此隔开的第二路径在至少一个第二方向上伸展,

其中所述驱动器包括用于使所述第一和第二机器手臂转动以使所述末端执行器伸展和用于使所述第一和第二机器手臂围绕与所述第一和第二转动轴线隔开的第三转动轴线转动的仅三个马达;

其中所述第一机器手臂设置有具有不同的有效长度的所述第一上臂和所述第一前臂,

并且其中所述第二机器手臂设置有具有不同的有效长度的所述第二上臂和所述第二前臂。

18. 如权利要求17所述的方法,进一步包括在所述第一转动轴线处的至少一个非圆形带轮和将所述驱动器在所述第一上臂与所述第一前臂之间的第一关节处连接至所述第一前臂的第一带。

19. 如权利要求17或18所述的方法,进一步包括将所述第一末端执行器在所述第一末端执行器到所述第一前臂的腕关节处连接至所述第一关节的第二带。

20. 如权利要求17所述的方法,进一步包括第一圆形带轮和将所述驱动器在所述第一上臂与所述第一前臂之间的第一关节处连接至第二圆形带轮的第一带,其中所述第一和第二带轮具有不同的直径。

21. 如权利要求17、18和20中的任一项所述的方法,其中所述第一和第二机器手臂被配置成从所述第一撤回位置沿着直线提供所述第一路径。

22. 如权利要求17、18和20中的任一项所述的方法,进一步包括其中所述第一和第二机器手臂被配置成提供第二撤回位置以定位所述末端执行器,使得位于所述末端执行器上的所述基底不是一个堆叠在另一个上。

23. 如权利要求17、18和20中的任一项所述的方法,进一步包括将控制器连接至所述驱动器,所述控制器被配置成控制所述驱动器以使所述第一和第二机器手臂从所述第一撤回位置沿着所述第一路径基本上同时地移动并且使所述第一和第二机器手臂沿着所述第二路径单独地或同时地移动。

24. 一种运送设备,包括:

第一机器手臂,包括第一上臂、第一前臂和第一末端执行器;

第二机器手臂,包括第二上臂、第二前臂和第二末端执行器;和

驱动器,被连接至所述第一和第二机器手臂,其中所述第一上臂在第一转动轴线处被连接至所述驱动器,其中所述第二上臂在与所述第一转动轴线隔开的第二转动轴线处被连接至所述驱动器,其中所述驱动器包括用于使第一和第二上臂转动的五个马达,其中所述马达中的第一个被连接至所述第一和第二机器手臂以使所述第一和第二机器手臂围绕与所述第一和第二转动轴线隔开的第三转动轴线转动,其中所述马达中的第二和第三个被连接至所述第一机器手臂以使所述第一上臂和所述第一前臂分别地转动,并且其中所述马达中的第四和第五个被连接至所述第二机器手臂以使所述第二上臂和所述第二前臂与所述第一机器手臂独立地分别地转动,

其中所述第一和第二机器手臂被配置成将所述末端执行器定位在所述第一撤回位置用于使位于所述末端执行器上的基底至少部分地一个堆叠在另一个上,其中所述第一和第二机器手臂被配置成使所述末端执行器从所述第一撤回位置沿着至少部分地一个位于另一个的正上方的平行的第一路径在第一方向上伸展,并且其中所述第一和第二机器手臂被配置成使所述末端执行器沿着不是一个位于另一个上方的彼此隔开的第二路径在至少一个第二方向上伸展;

其中所述第一上臂和所述第一前臂具有不同的有效长度,并且其中所述第二上臂和所述第二前臂具有不同的有效长度。

25. 如权利要求24所述的设备,进一步包括至少一个非圆形带轮和将所述驱动器在所述第一上臂与所述第一前臂之间的第一关节处连接至所述第一前臂的第一带。

26. 如权利要求24或25所述的设备,进一步包括将所述第一末端执行器在所述第一末端执行器到所述第一前臂的腕关节处连接至所述第一关节的第二带。

27. 如权利要求24或25所述的设备,其中所述第一和第二末端执行器各具有大致L形状。

28. 如权利要求24所述的设备,进一步包括第一圆形带轮和将所述驱动器在所述第一上臂与所述第一前臂之间的第一关节处连接至第二圆形带轮的第一带,其中所述第一和第二带轮具有不同的直径。

29. 如权利要求24、25和28中的任一项所述的设备,其中所述第一路径从所述第一撤回位置沿着直线。

30. 如权利要求24、25和28中的任一项所述的设备,其中所述第一和第二机器手臂被配置成提供第二撤回位置以定位所述末端执行器,使得位于所述末端执行器上的所述基底不是一个堆叠在另一个上。

31. 如权利要求24、25和28中的任一项所述的设备,进一步包括控制器,其被配置成控制所述驱动器以使所述第一和第二机器手臂从所述第一撤回位置沿着所述第一路径基本上同时地移动并且使所述第一和第二机器手臂沿着所述第二路径单独地或同时地移动。

32. 如权利要求24、25和28中的任一项所述的设备,进一步包括被连接至所述驱动器以使所述驱动器和所述第一和第二机器手臂竖直地移动的z轴马达。

33. 一种运送方法,包括:

将第一和第二机器手臂的相应第一末端执行器和第二末端执行器定位在第一撤回位置用于使位于所述末端执行器上的基底至少部分地一个堆叠在另一个上,其中所述第一机器手臂包括第一上臂、第一前臂和所述第一末端执行器,其中所述第一上臂在第一转动轴线处被连接至驱动器,并且其中所述第二机器手臂包括第二上臂、第二前臂和所述第二末端执行器,其中所述第二上臂在与所述第一转动轴线隔开的第二转动轴线处被连接至所述驱动器,其中所述第一上臂和所述第一前臂具有不同的有效长度,并且其中所述第二上臂和所述第二前臂具有不同的有效长度;

移动所述第一和第二机器手臂以使所述末端执行器从所述第一撤回位置沿着至少部分地一个位于另一个的正上方的平行的第一路径在第一方向上移动;

移动所述第一和第二机器手臂以使所述末端执行器移动以使所述末端执行器沿着不是一个位于另一个上方的彼此隔开的第二路径在至少一个第二方向上伸展;

使所述第一和第二机器手臂围绕与所述第一和第二转动轴线隔开的第三转动轴线一起转动,

其中从所述第一撤回位置在所述第一方向上的移动、使所述末端执行器在所述至少一个第二方向上伸展的移动和所述转动利用所述驱动器的五个马达,其中所述马达中的第一个被连接至所述第一和第二机器手臂以使所述第一和第二机器手臂围绕所述第三转动轴线转动,其中所述马达中的第二和第三个被连接至所述第一机器手臂以使所述第一上臂和所述第一前臂分别地转动,并且其中所述机器手臂中的第四和第五个被连接至所述第二机器手臂以使所述第二上臂和所述第二前臂与所述第一机器手臂独立地分别地转动。

34. 如权利要求33所述的方法,其中第一马达在所述第三转动轴线上被对齐,第二和第三马达在所述第一转动轴线上彼此对齐,并且第四和第五马达在所述第二转动轴线上彼此

对齐。

35. 一种用于制造运送设备的方法,包括:

提供包括第一上臂、第一前臂和第一末端执行器的第一机器手臂;

提供包括第二上臂、第二前臂和第二末端执行器的第二机器手臂;

将所述第一上臂在第一转动轴线处连接至驱动器;和

将所述第二上臂在与所述第一转动轴线隔开的第二转动轴线处连接至所述驱动器,

其中所述第一和第二机器手臂被配置成将所述末端执行器定位在第一撤回位置用于使位于所述末端执行器上的基底至少部分地一个堆叠在另一个上,其中所述第一和第二机器手臂被配置成被转动以使所述末端执行器从所述第一撤回位置沿着至少部分地一个位于另一个的正上方的平行的第一路径在第一方向上伸展,并且其中所述第一和第二机器手臂被配置成被转动以使所述末端执行器沿着不是一个位于另一个上方的彼此隔开的第二路径在至少一个第二方向上伸展,

其中所述驱动器包括用于使所述第一和第二机器手臂转动以使所述末端执行器伸展和用于使所述第一和第二机器手臂围绕与所述第一和第二转动轴线隔开的第三转动轴线转动的五个马达,

其中所述马达中的第一个被连接至所述第一和第二机器手臂以使所述第一和第二机器手臂围绕所述第三转动轴线转动,其中所述马达中的第二和第三个被连接至所述第一机器手臂以使所述第一上臂和所述第一前臂分别地转动,并且其中所述机器手臂中的第四和第五个被连接至所述第二机器手臂以使所述第二上臂和所述第二前臂与所述第一机器手臂独立地分别地转动;

其中所述第一上臂和所述第一前臂具有不同的有效长度,并且其中所述第二上臂和所述第二前臂具有不同的有效长度。

36. 一种运送设备,包括:

第一机器手臂,包括第一上臂、第一前臂和第一末端执行器;

第二机器手臂,包括第二上臂、第二前臂和第二末端执行器;和

驱动器,被连接至所述第一和第二机器手臂,其中所述第一上臂在第一转动轴线处被连接至所述驱动器,其中所述第二上臂在与所述第一转动轴线隔开的第二转动轴线处被连接至所述驱动器,其中所述驱动器包括用于使第一和第二上臂转动的四个马达,其中所述马达中的第一个被连接至所述第一上臂,其中所述马达中的第二个被连接至所述第二上臂,其中所述马达中的第三个被连接至所述第一前臂,其中所述马达中的第四个被连接至所述第二前臂,其中第三和第四马达在与所述第一和第二转动轴线隔开的公共轴线上对齐,其中第一马达在所述第一转动轴线上对齐并且其中第二马达在所述第二转动轴线上对齐,

其中所述第一和第二机器手臂被配置成将所述末端执行器定位在所述第一撤回位置用于使位于所述末端执行器上的基底至少部分地一个堆叠在另一个上,其中所述第一和第二机器手臂被配置成使所述末端执行器从所述第一撤回位置沿着至少部分地一个位于另一个的正上方的平行的第一路径在第一方向上伸展,并且其中所述第一和第二机器手臂被配置成使所述末端执行器沿着不是一个位于另一个上方的彼此隔开的第二路径在至少一个第二方向上伸展;

其中所述第一上臂和所述第一前臂具有不同的有效长度,并且其中所述第二上臂和所述第二前臂具有不同的有效长度。

## 具有不等连杆长度臂的机器人

### 技术领域

[0001] 所公开的实施例涉及具有不等连杆长度臂的机器人并且特别地涉及具有不等连杆长度的一个或多个臂的机器人,各臂支撑一个或多个基底。

### 背景技术

[0002] 用于诸如与半导体、LED、太阳能、MEMS或其他装置的制造相关联应用的真空、大气和受控环境处理利用机器人技术和其他形式的自动化技术将基底和与基底相关联的承载件运送到存储地点、处理地点或其他地点和从存储地点、处理地点或其他地点运送基底和与基底相关联的承载件。基底的这种运送可以用运送一个或多个基底的单个臂或者用每个臂运送一个或多个基底的多个臂来移动单独的基底、成组的基底。大部分的例如与半导体制造相关联的制造是在占地和体积非常珍贵的清洁或真空环境中完成的。此外,大部分的自动化运送是在如下情况下进行的,其中运送次数的最小化造成循环时间的减小和相关联的设备的吞吐量的增加和利用率的增加。因此,存在提供一种基底运送自动化的需求,该基底运送自动化对于给定范围的运送应用要求最小占地和工作空间体积并且以最小化的运送次数。

### 发明内容

[0003] 以下发明内容仅仅旨在示例性的。发明内容不旨在限制权利要求。

[0004] 依照示例性实施例的一个方面,一种运送设备具有至少一个驱动器;具有第一上臂、第一前臂和第一末端执行器的第一机器手臂。第一上臂在第一转动轴线处被连接至至少一个驱动器。第二机器手臂具有第二上臂、第二前臂和第二末端执行器。第二上臂在与第一转动轴线隔开的第二转动轴线处被连接至至少一个驱动器。第一和第二机器手臂被配置成将末端执行器定位在第一撤回位置用于使位于末端执行器上的基底至少部分地一个堆叠在另一个上。第一和第二机器手臂被配置成使末端执行器从第一撤回位置沿着至少部分地一个位于另一个的正上方的平行的第一路径在第一方向上伸展。第一和第二机器手臂被配置成使末端执行器沿着不是一个位于另一个上方的彼此隔开的第二路径在至少一个第二方向上伸展。第一上臂和第一前臂具有不同的有效长度。第二上臂和第二前臂具有不同的有效长度。

[0005] 依照示例性实施例的另一方面,提供一种方法,其包括:提供包括第一上臂、第一前臂和第一末端执行器的第一机器手臂,其中第一上臂和第一前臂具有不同的有效长度;提供包括第二上臂、第二前臂和第二末端执行器的第二机器手臂,其中第二上臂和第二前臂具有不同的有效长度;将第一上臂在第一转动轴线处连接至至少一个驱动器;和将第二上臂在与第一转动轴线隔开的第二转动轴线处连接至至少一个驱动器,其中第一和第二机器手臂被配置成将末端执行器定位在第一撤回位置用于使位于末端执行器上的基底至少部分地一个堆叠在另一个上,其中第一和第二机器手臂被配置成使末端执行器从第一撤回位置沿着至少部分地一个位于另一个的正上方的平行的第一路径在第一方向上伸展,并且

其中第一和第二机器手臂被配置成使末端执行器沿着不是一个位于另一个上方的彼此隔开的第二路径在至少一个第二方向上伸展。

[0006] 依照示例性实施例的另一方面,提供一种方法,其包括:将第一和第二机器手臂的相应第一末端执行器和第二末端执行器定位在第一撤回位置用于使位于末端执行器上的基底至少部分地一个堆叠在另一个上,其中第一机器手臂包括第一上臂、第一前臂和第一末端执行器,其中第一上臂在第一转动轴线处被连接至至少一个驱动器,并且其中第二机器手臂包括第二上臂、第二前臂和第二末端执行器,其中第二上臂在与第一转动轴线隔开的第二转动轴线处被连接至至少一个驱动器;移动第一和第二机器手臂以使末端执行器从第一撤回位置沿着至少部分地一个位于另一个的正上方的平行的第一路径在第一方向上移动;和移动第一和第二机器手臂以使末端执行器移动以使末端执行器沿着不是一个位于另一个上方的彼此隔开的第二路径在至少一个第二方向上伸展。

[0007] 依照示例性实施例的另一方面,一种运送设备具有:第一机器手臂,包括第一上臂、第一前臂和第一末端执行器;第二机器手臂,包括第二上臂、第二前臂和第二末端执行器;和驱动器,被连接至第一和第二机器手臂,其中第一上臂在第一转动轴线处被连接至驱动器,其中第二上臂在与第一转动轴线隔开的第二转动轴线处被连接至驱动器,其中驱动器包括用于使第一和第二上臂转动的仅三个马达,其中第一和第二机器手臂被配置成将末端执行器定位在第一撤回位置用于使位于末端执行器上的基底至少部分地一个堆叠在另一个上,其中第一和第二机器手臂被配置成使末端执行器从第一撤回位置沿着至少部分地一个位于另一个的正上方的平行的第一路径在第一方向上伸展,并且其中第一和第二机器手臂被配置成使末端执行器沿着不是一个位于另一个上方的彼此隔开的第二路径在至少一个第二方向上伸展。

[0008] 依照示例性实施例的另一方面,一种方法包括:将第一和第二机器手臂的相应第一末端执行器和第二末端执行器定位在第一撤回位置用于使位于末端执行器上的基底至少部分地一个堆叠在另一个上,其中第一机器手臂包括第一上臂、第一前臂和第一末端执行器,其中第一上臂在第一转动轴线处被连接至驱动器,并且其中第二机器手臂包括第二上臂、第二前臂和第二末端执行器,其中第二上臂在与第一转动轴线隔开的第二转动轴线处被连接至驱动器;移动第一和第二机器手臂以使末端执行器从第一撤回位置沿着至少部分地一个位于另一个的正上方的平行的第一路径在第一方向上移动;移动第一和第二机器手臂以使末端执行器移动以使末端执行器沿着不是一个位于另一个上方的彼此隔开的第二路径在至少一个第二方向上伸展;使第一和第二机器手臂围绕与第一和第二转动轴线隔开的第三转动轴线一起转动,其中从第一撤回位置在第一方向上的移动、使末端执行器在至少一个第二方向上伸展的移动和转动利用驱动器的仅三个马达。

[0009] 依照示例性实施例的另一方面,一种方法包括:提供包括第一上臂、第一前臂和第一末端执行器的第一机器手臂;提供包括第二上臂、第二前臂和第二末端执行器的第二机器手臂;将第一上臂在第一转动轴线处连接至驱动器;和将第二上臂在与第一转动轴线隔开的第二转动轴线处连接至驱动器,其中第一和第二机器手臂被配置成将末端执行器定位在第一撤回位置用于使位于末端执行器上的基底至少部分地一个堆叠在另一个上,其中第一和第二机器手臂被配置成被转动以使末端执行器从第一撤回位置沿着至少部分地一个位于另一个的正上方的平行的第一路径在第一方向上伸展,并且其中第一和第二机器手臂

被配置成被转动以使末端执行器沿着不是一个位于另一个上方的彼此隔开的第二路径在至少一个第二方向上伸展,其中驱动器包括用于使第一和第二机器手臂转动以使末端执行器伸展和用于使第一和第二机器手臂围绕与第一和第二转动轴线隔开的第三转动轴线转动的仅三个马达。

[0010] 依照示例性实施例的另一方面,一种设备包括:第一机器手臂,包括第一上臂、第一前臂和第一末端执行器;第二机器手臂,包括第二上臂、第二前臂和第二末端执行器;和驱动器,被连接至第一和第二机器手臂,其中第一上臂在第一转动轴线处被连接至驱动器,其中第二上臂在与第一转动轴线隔开的第二转动轴线处被连接至驱动器,其中驱动器包括用于使第一和第二上臂转动的五个马达,其中马达中的第一个被连接至第一和第二机器手臂以使第一和第二臂围绕与第一和第二转动轴线隔开的第三转动轴线转动,其中马达中的第二和第三个被连接至第一机器手臂以使第一上臂和第一前臂分别地转动,并且其中马达中的第四和第五个被连接至第二机器手臂以使第二上臂和第二前臂与第一机器手臂独立地分别地转动,其中第一和第二机器手臂被配置成将末端执行器定位在第一撤回位置用于使位于末端执行器上的基底至少部分地一个堆叠在另一个上,其中第一和第二机器手臂被配置成使末端执行器从第一撤回位置沿着至少部分地一个位于另一个的正上方的平行的第一路径在第一方向上伸展,并且其中第一和第二机器手臂被配置成使末端执行器沿着不是一个位于另一个上方的彼此隔开的第二路径在至少一个第二方向上伸展。

[0011] 依照示例性实施例的另一方面,一种方法包括:将第一和第二机器手臂的相应第一末端执行器和第二末端执行器定位在第一撤回位置用于使位于末端执行器上的基底至少部分地一个堆叠在另一个上,其中第一机器手臂包括第一上臂、第一前臂和第一末端执行器,其中第一上臂在第一转动轴线处被连接至驱动器,并且其中第二机器手臂包括第二上臂、第二前臂和第二末端执行器,其中第二上臂在与第一转动轴线隔开的第二转动轴线处被连接至驱动器;移动第一和第二机器手臂以使末端执行器从第一撤回位置沿着至少部分地一个位于另一个的正上方的平行的第一路径在第一方向上移动;移动第一和第二机器手臂以使末端执行器移动以使末端执行器沿着不是一个位于另一个上方的彼此隔开的第二路径在至少一个第二方向上伸展;使第一和第二机器手臂围绕与第一和第二转动轴线隔开的第三转动轴线一起转动,其中从第一撤回位置在第一方向上的移动、使末端执行器在至少一个第二方向上伸展的移动和转动利用驱动器的五个马达,其中马达中的第一个被连接至第一和第二机器手臂以使第一和第二臂围绕第三转动轴线转动,其中马达中的第二和第三个被连接至第一机器手臂以使第一上臂和第一前臂分别地转动,并且其中机器手臂中的第四和第五个被连接至第二机器手臂以使第二上臂和第二前臂与第一机器手臂独立地分别地转动。

[0012] 依照示例性实施例的另一方面,一种方法包括:提供包括第一上臂、第一前臂和第一末端执行器的第一机器手臂;提供包括第二上臂、第二前臂和第二末端执行器的第二机器手臂;将第一上臂在第一转动轴线处连接至驱动器;和将第二上臂在与第一转动轴线隔开的第二转动轴线处连接至驱动器,其中第一和第二机器手臂被配置成将末端执行器定位在第一撤回位置用于使位于末端执行器上的基底至少部分地一个堆叠在另一个上,其中第一和第二机器手臂被配置成被转动以使末端执行器从第一撤回位置沿着至少部分地一个位于另一个的正上方的平行的第一路径在第一方向上伸展,并且其中第一和第二机器手臂

被配置成被转动以使末端执行器沿着不是一个位于另一个上方的彼此隔开的第二路径在至少一个第二方向上伸展,其中驱动器包括用于使第一和第二机器手臂转动以使末端执行器伸展和用于使第一和第二机器手臂围绕与第一和第二转动轴线隔开的第三转动轴线转动的五个马达,其中马达中的第一个被连接至第一和第二机器手臂以使第一和第二臂围绕第三转动轴线转动,其中马达中的第二和第三个被连接至第一机器手臂以使第一上臂和第一前臂分别地转动,并且其中机器手臂中的第四和第五个被连接至第二机器手臂以使第二上臂和第二前臂与第一机器手臂独立地分别地转动。

[0013] 依照示例性实施例的另一方面,一种设备包括:第一机器手臂,包括第一上臂、第一前臂和第一末端执行器;第二机器手臂,包括第二上臂、第二前臂和第二末端执行器;和驱动器,被连接至第一和第二机器手臂,其中第一上臂在第一转动轴线处被连接至驱动器,其中第二上臂在与第一转动轴线隔开的第二转动轴线处被连接至驱动器,其中驱动器包括用于使第一和第二上臂转动的四个马达,其中马达中的第一个被连接至第一上臂,其中马达中的第二个被连接至第二上臂,其中马达中的第三个被连接至第一前臂,其中马达中的第四个被连接至第二前臂,其中第三和第四马达在与第一和第二轴线隔开的公共轴线上对齐,其中第一马达在第一轴线上对齐并且其中第二马达在第二轴线上对齐,其中第一和第二机器手臂被配置成将末端执行器定位在第一撤回位置用于使位于末端执行器上的基底至少部分地一个堆叠在另一个上,其中第一和第二机器手臂被配置成使末端执行器从第一撤回位置沿着至少部分地一个位于另一个的正上方的平行的第一路径在第一方向上伸展,并且其中第一和第二机器手臂被配置成使末端执行器沿着不是一个位于另一个上方的彼此隔开的第二路径在至少一个第二方向上伸展。

## 附图说明

[0014] 以下描述中结合附图说明前述方面和其他特征,其中:

[0015] 图1A是运送设备的俯视图;

[0016] 图1B是运送设备的侧视图;

[0017] 图2A是运送设备的俯视局部示意图;

[0018] 图2B是运送设备的侧截面局部示意图;

[0019] 图3A是运送设备的俯视图;

[0020] 图3B是运送设备的俯视图;

[0021] 图3C是运送设备的俯视图;

[0022] 图4是图形绘制图;

[0023] 图5A是运送设备的俯视图;

[0024] 图5B是运送设备的侧视图;

[0025] 图6A是运送设备的俯视局部示意图;

[0026] 图6B是运送设备的侧截面局部示意图;

[0027] 图7A是运送设备的俯视图;

[0028] 图7B是运送设备的俯视图;

[0029] 图7C是运送设备的俯视图;

[0030] 图8是图形绘制图;

- [0031] 图9是运送设备的侧截面局部示意图；
- [0032] 图10A是运送设备的俯视图；
- [0033] 图10B是运送设备的侧视图；
- [0034] 图11A是运送设备的俯视图；
- [0035] 图11B是运送设备的侧视图；
- [0036] 图12是运送设备的侧截面局部示意图；
- [0037] 图13是运送设备的侧截面局部示意图；
- [0038] 图14A是运送设备的俯视图；
- [0039] 图14B是运送设备的俯视图；
- [0040] 图14C是运送设备的俯视图；
- [0041] 图15A是运送设备的俯视图；
- [0042] 图15B是运送设备的侧视图；
- [0043] 图16A是运送设备的俯视图；
- [0044] 图16B是运送设备的侧视图；
- [0045] 图17A是运送设备的俯视图；
- [0046] 图17B是运送设备的俯视图；
- [0047] 图18是运送设备的侧截面局部示意图；
- [0048] 图19是运送设备的侧截面局部示意图；
- [0049] 图20A是运送设备的俯视图；
- [0050] 图20B是运送设备的俯视图；
- [0051] 图20C是运送设备的俯视图；
- [0052] 图21A是运送设备的俯视图；
- [0053] 图21B是运送设备的侧视图；
- [0054] 图22A是运送设备的俯视图；
- [0055] 图22B是运送设备的侧视图；
- [0056] 图23是运送设备的侧截面局部示意图；
- [0057] 图24A是运送设备的俯视图；
- [0058] 图24B是运送设备的俯视图；
- [0059] 图24C是运送设备的俯视图；
- [0060] 图25A是运送设备的俯视图；
- [0061] 图25B是运送设备的侧视图；
- [0062] 图26A是运送设备的俯视图；
- [0063] 图26B是运送设备的俯视图；
- [0064] 图26C是运送设备的俯视图；
- [0065] 图27A是运送设备的俯视图；
- [0066] 图27B是运送设备的侧视图；
- [0067] 图28A是运送设备的俯视图；
- [0068] 图28B是运送设备的侧视图；
- [0069] 图29A是运送设备的俯视图；

- [0070] 图29B是运送设备的俯视图；
- [0071] 图29C是运送设备的俯视图；
- [0072] 图30A是运送设备的俯视图；
- [0073] 图30B是运送设备的侧视图；
- [0074] 图31A是运送设备的俯视图；
- [0075] 图31B是运送设备的侧视图；
- [0076] 图32A是运送设备的俯视图；
- [0077] 图32B是运送设备的俯视图；
- [0078] 图32C是运送设备的俯视图；
- [0079] 图32D是运送设备的俯视图；
- [0080] 图33A是运送设备的俯视图；
- [0081] 图33B是运送设备的侧视图；
- [0082] 图34A是运送设备的俯视图；
- [0083] 图34B是运送设备的俯视图；
- [0084] 图34C是运送设备的俯视图；
- [0085] 图35A是运送设备的俯视图；
- [0086] 图35B是运送设备的侧视图；
- [0087] 图36是运送设备的俯视图；
- [0088] 图37A是运送设备的俯视图；
- [0089] 图37B是运送设备的侧视图；
- [0090] 图38A是运送设备的俯视图；
- [0091] 图38B是运送设备的侧视图；
- [0092] 图39是运送设备的俯视图；
- [0093] 图40A是运送设备的俯视图；
- [0094] 图40B是运送设备的侧视图；
- [0095] 图41是运送设备的俯视图；
- [0096] 图42是运送设备的俯视图；
- [0097] 图43A是运送设备的俯视图；
- [0098] 图43B是运送设备的侧视图；
- [0099] 图44是运送设备的俯视图；
- [0100] 图45是运送设备的俯视图；
- [0101] 图46A是运送设备的俯视图；
- [0102] 图46B是运送设备的侧视图；
- [0103] 图47A是运送设备的俯视图；
- [0104] 图47B是运送设备的侧视图；
- [0105] 图48是运送设备的俯视图；
- [0106] 图49是运送设备的俯视图；
- [0107] 图50A是运送设备的俯视图；
- [0108] 图50B是运送设备的侧视图；

- [0109] 图51是运送设备的俯视图；
- [0110] 图52A是运送设备的俯视图；
- [0111] 图52B是运送设备的侧视图；
- [0112] 图53是运送设备的俯视图；
- [0113] 图54A是运送设备的俯视图；
- [0114] 图54B是运送设备的侧视图；
- [0115] 图55A是运送设备的俯视图；
- [0116] 图55B是运送设备的俯视图；
- [0117] 图55C是运送设备的俯视图；
- [0118] 图56A是运送设备的俯视图；
- [0119] 图56B是运送设备的侧视图；
- [0120] 图57A是运送设备的俯视图；
- [0121] 图57B是运送设备的俯视图；
- [0122] 图57C是运送设备的俯视图；
- [0123] 图58A是运送设备的俯视图；
- [0124] 图58B是运送设备的侧视图；
- [0125] 图59A是运送设备的俯视图；
- [0126] 图59B是运送设备的俯视图；
- [0127] 图59C是运送设备的俯视图；
- [0128] 图60A是运送设备的俯视图；
- [0129] 图60B是运送设备的侧视图；
- [0130] 图61A是运送设备的俯视图；
- [0131] 图61B是运送设备的俯视图；
- [0132] 图61C是运送设备的俯视图；
- [0133] 图62是运送设备的俯视图；
- [0134] 图63是图示出示例性带轮的图解；
- [0135] 图64是运送设备的俯视图
- [0136] 图65是运送设备的俯视图；
- [0137] 图66A是运送设备的俯视图；
- [0138] 图66B是运送设备的等距视图；
- [0139] 图66C是运送设备的端视图；
- [0140] 图66D是运送设备的侧视图；
- [0141] 图67A是运送设备的俯视图；
- [0142] 图67B是运送设备的等距视图；
- [0143] 图67C是运送设备的端视图；
- [0144] 图67D是运送设备的侧视图；
- [0145] 图68A是运送设备的俯视图；
- [0146] 图68B是运送设备的俯视图；
- [0147] 图69A至图69F是运送设备的俯视图；

- [0148] 图70A至图70F是运送设备的俯视图；
- [0149] 图71A至图71E 是运送设备的俯视图；
- [0150] 图72A至图72B是运送设备的侧视图；
- [0151] 图72C至图72D是运送设备的俯视图和侧视图；
- [0152] 图73A至图73B是运送设备的俯视图和侧视图；
- [0153] 图73C至图73D是运送设备的俯视图和侧视图；
- [0154] 图74A是运送设备的俯视图；
- [0155] 图74B是运送设备的俯视图；
- [0156] 图75A至图75F是运送设备的俯视图；
- [0157] 图76A是运送设备的俯视图；
- [0158] 图76B是运送设备的俯视图；
- [0159] 图76C是运送设备的俯视图；
- [0160] 图76D是运送设备的俯视图；
- [0161] 图77A至图77B是运送设备的俯视图和侧视图；
- [0162] 图77C至图77D是运送设备的俯视图和侧视图；
- [0163] 图78A至图78B是运送设备的俯视图和侧视图；
- [0164] 图79A是运送设备的俯视图；
- [0165] 图79B是运送设备的俯视图；
- [0166] 图80A是运送设备的俯视图；和
- [0167] 图80B是运送设备的俯视图。

### 具体实施方式

[0168] 除下面所公开的实施例之外，所公开的实施例能够以其他实施例实施并且能够以各种方式实践或执行。因此，需理解的是，所公开的实施例在其应用上不限于在以下描述中阐述的或者在附图中图示出的部件的构造的细节和部件的布置。如果本文中仅描述一个实施例，则于权利要求不限于该实施例。此外，权利要求不应被限制性地阅读，除非存在有表明某些排除、限制或否认声明的明确且令人信服的证据。

[0169] 现在参见图1A和图1B，分别示出具有驱动器12和臂14的机器人10的俯视图和侧视图。臂14被示出处于撤回位置。臂14具有可围绕驱动器12的中心转动轴线18转动的上臂或第一连杆16。臂14 进一步具有可围绕肘转动轴线22转动的前臂或第二连杆20。臂14 进一步具有可围绕腕转动轴线26转动的末端执行器或第三连杆24。末端执行器24支撑着基底28。如将描述的，臂14被配置成与驱动器12协作，使得基底28被沿着可与驱动器12的中心转动轴线18 一致的径向路径30 (如图1A中看到的) 或者平行于与驱动器12的中心转动轴线18 一致的线性路径32的路径 (例如路径34、36) 运送。在示出的实施例中，前臂或第二连杆20的关节-关节长度大于上臂或第一连杆16的关节-关节长度。在示出的实施例中，末端执行器或第三连杆24的横向偏移38对应于前臂20与上臂14的关节-关节长度的差。如将在下面更详细地描述的，横向偏移38在臂14的伸展和撤回期间被维持基本上恒定，使得基底28被沿着线性路径移动而没有使基底28或末端执行器24相对于线性路径转动。这利用臂 14内部的结构来实现，如将描述的，而没有使用用以控制末端执行器24在腕26处相对于前臂20转

动的附加受控轴。在相对于图1A 所公开的实施例的一个方面,第三连杆或末端执行器24的质量中心可位于腕中心线或转动轴线26处。替代地,第三连杆或末端执行器 24的质量中心可沿着从中心转动轴线18偏移38的路径40。在该方式中,对相对于连杆16、18约束末端执行器24的带的干扰可以归因于作为质量在臂的伸展和撤回期间偏移的作用所施加的力矩而被最小化。在这里,质量中心可以在具有或没有基底的情况下被确定,或者可以在其间。替代地,第三连杆或末端执行器24的质量中心可能位于任何合适的部位。在示出的实施例中,基底运送设备10利用在中心转动轴线18上被联接至驱动器区段12的可动臂组件14运送基底28。基底支撑件24在腕转动轴线26上被联接至臂组件14,在腕转动轴线26处臂组件14在伸展和撤回期间围绕中心转动轴线18 转动,如将相对于图3A至图3C看到的。腕转动轴线26在伸展和撤回期间沿着平行于中心转动轴线18且相对中心转动轴线18从径向路径、例如路径30、34或36偏移38或以别的方式偏移的腕路径 40移动。基底支撑件24在伸展和撤回期间类似地平行于径向路径 30移动而没有转动。如将在所公开的实施例的其他方面中更详细地描述的,约束末端执行器以基本上纯粹径向运动移动的原理和结构可以在前臂的长度比上臂的长度短的情况下应用。此外,特征可以在由末端执行器处理超过一个的基底的情况下应用。此外,特征可以在与处理一个或多个附加基底的驱动器有关地使用第二臂的情况下应用。因此,可以包含所有这样的变化。

[0170] 还参见图2A和图2B,分别示出了用来驱动图1A和图1B 中所示的臂14的单独连杆的内部布置的系统10的局部示意俯视图和侧视图。驱动器12具有第一和第二马达52、54,其具有联接至外壳 60的对应的第一和第二编码器56、58且分别驱动第一和第二轴62、64。在这里轴62可以被联接至带轮66并且轴64可以被联接至上臂 64,其中轴62、64可以是同心的或以别的方式布置。在替代方面,可以提供任何合适的驱动器。外壳60可以与室68连通,其中波纹管70、室68和外壳60的内部部分将真空环境72与大气环境74隔离。外壳60可以作为滑架沿z方向在滑动件76上滑动,其中可以提供导螺杆或其他合适的竖直或线性z驱动器78以使外壳60和联接至其上的臂14沿z 80方向选择性地移动。在示出的实施例中,上臂16围绕中心转动轴线18由马达54驱动。类似地,前臂通过具有带轮66、82和带84、86(诸如传统圆形带轮和带等)的带驱动器由马达52驱动。在替代方面,可以提供任何合适的结构以相对于上臂 16驱动前臂20。带轮66与82之间的比率可以是1:1、2:1或任何合适的比率。具有末端执行器的第三连杆24可以由具有相对于连杆16 接地的带轮88、相对于末端执行器或第三连杆24接地的带轮90及约束带轮88和带轮90的带92、94的带驱动器来约束。如将描述的,带轮88、90之间的比率可以不是恒定的,以便使第三连杆24在臂 14的伸展和撤回期间追踪径向路径而没有转动。这可以在带轮88、90可以是诸如两个非圆形带轮等的一个或多个非圆形带轮的情况下或者在带轮88、90中的一个可以是圆形的并且另一个是非圆形的情况下实现。替代地,可以提供任何合适的联接器或联动装置以如所描述地约束第三连杆或末端执行器24的路径。在示出的实施例中,至少一个非圆形带轮补偿上臂16和前臂20的不等长度的影响,使得末端执行器24径向地30指向而不管前两个连杆16、20的位置如何。将相对于带轮90是非圆形的并且带轮88是圆形的来描述实施例。替代地,带轮88可以是非圆形的并且带轮90是圆形的。替代地,带轮88和92可以是非圆形的或者可以提供任何合适的联接器以如上面所描述的那样约束臂14的连杆。通过示例的方式,在1989年9月12日授权的且题为非圆形驱动器的美国专利号4,865,577中描述了非圆形带轮或链轮,该专利特此通过引

用全部并入本文。替代地,可以提供任何合适的连接器以如上面所描述的那样约束臂14的连杆,例如,单独使用或与合适的联动装置或其他连接器组合使用的任何合适的可变比率驱动器或连接器、联动装置齿轮或链轮、凸轮或别的方式。在示出的实施例中,肘带轮88被联接至上臂16并且被示出为圆的或圆形的,其中联接至腕或第三连杆24的腕带轮90被示出为非圆形的。腕带轮形状是非圆形的并且可以围绕垂直于径向轨迹30的线96对称,该线96还可以在当前臂20和上臂16以腕轴线26最靠近肩轴线18的状态、例如如图3B中看到的那样在彼此上面排成一行时与两个带轮88、90之间的线一致或平行。带轮90的形状是使得带92、94在臂14伸展和撤回时保持绷紧,建立了在带轮90的相对侧上的具有与腕转动轴线26相距改变的径向距离102、104的切点98、100。例如,在图3B中示出的定向处,带轮上的两个带的切点98、100中的每一个处于与腕转动轴线26相距的相等径向距离102、104处。这将相对于示出了各个比率的图4进一步来描述。为了使臂14转动,机器人的两个驱动器轴62、64均需要在臂的转动方向上移动相同的量。为了使末端执行器24沿着直线路径径向地伸展和撤回,两个驱动器轴62、64需要例如依照该部分中稍后呈现的示例性反向运动学方程以协作的方式移动。在这里,基底运送设备10适于运送基底28。前臂20被可转动地联接至上臂16并且可围绕以上臂连杆长度从中心轴线18偏移的肘轴线22转动。末端执行器24被可转动地联接至前臂20并且可围绕从肘轴线22偏移前臂连杆长度的腕轴线26转动。腕带轮90被固定至末端执行器24并且被用带92、94联接至肘带轮88。在这里,前臂连杆长度不同于上臂连杆长度,并且末端执行器通过肘带轮、腕带轮和带被相对于上臂约束,使得基底相对于中心轴线18沿着线性径向路径30移动。在这里,基底支撑件24被用基底支撑件连接器92联接至上臂16,并且通过前臂20与上臂16之间的围绕肘转动轴线22的相对移动围绕腕转动轴线26驱动。图3A、图3B和图3C图示出图1和图2的机器人的伸展运动。图3A示出具有处于撤回位置的臂14的机器人10的俯视图。图3B描绘了部分地伸展的臂14,其中前臂20在上臂16的顶部上对齐,图示出末端执行器的横向偏移38对应于前臂20与上臂16的关节-关节长度的差。图3C示出处于伸展位置但没有完全伸展的臂14。

[0171] 可以提供示例性正向运动学。在替代方面,可以提供任何合适的正向运动学以对应于可选结构。可以使用以下示例性方程来确定作为马达的位置的函数的末端执行器的位置:

$$[0172] \quad x_2 = l_1 \cos \theta_1 + l_2 \cos \theta_2 \quad (1.1)$$

$$[0173] \quad y_2 = l_1 \sin \theta_1 + l_2 \sin \theta_2 \quad (1.2)$$

$$[0174] \quad R_2 = \sqrt{x_2^2 + y_2^2} \quad (1.3)$$

$$[0175] \quad T_2 = \text{atan2}(y_2, x_2) \quad (1.4)$$

$$[0176] \quad \alpha_3 = \text{asin}(d_3/R_2) \text{ 其中 } d_3 = l_2 - l_1 \quad (1.5)$$

$$[0177] \quad \alpha_{12} = \theta_1 - \theta_2 \quad (1.6)$$

$$[0178] \quad \text{如果 } \alpha_{12} < \pi: R = \sqrt{R_2^2 - d_3^2} + l_3, T = T_2 + \alpha_3, \text{ 否则 } R = -\sqrt{R_2^2 - d_3^2} + l_3, T = T_2 - \alpha_3 + \pi \quad (1.7)$$

[0179] 可以提供示例性反向运动学。在替代方面,可以提供任何合适的反向运动学以对应于可选结构。可以利用以下示例性方程来确定马达的位置以获得末端执行器的指定位置:

$$[0180] \quad x_3 = R \cos T \quad (1.8)$$

[0181]  $y_3=R \sin T$  (1.9)

[0182]  $x_2=x_3-l_3\cos T+d_3\sin T$  (1.10)

[0183]  $y_2=y_3-l_3\sin T-d_3\cos T$  (1.11)

[0184]  $R_2=\text{sqrt}(x_2^2+y_2^2)$  (1.12)

[0185]  $T_2=\text{atan2}(y_2,x_2)$  (1.13)

[0186]  $\alpha_1=\text{acos}((R_2^2+l_1^2-l_2^2)/(2R_2l_1))$  (1.14)

[0187]  $\alpha_2=\text{acos}((R_2^2-l_1^2+l_2^2)/(2R_2l_2))$  (1.15)

[0188] 如果 $R>l_3$ : $\theta_1=T_2+\alpha_1$ , $\theta_2=T_2-\alpha_2$ , 否则: $\theta_1=T_2-\alpha_1$ , $\theta_2=T_2+\alpha_2$  (1.16)

[0189] 可以在运动学方程中使用以下命名:

[0190]  $d_3$ =末端执行器的横向偏移 (m)

[0191]  $l_1$ =第一连杆的关节-关节长度 (m)

[0192]  $l_2$ =第二连杆的关节-关节长度 (m)

[0193]  $l_3$ =带有末端执行器的第三连杆的从腕关节到末端执行器上的参

[0194] 考点测得的长度 (m)

[0195]  $R$ =末端执行器的径向位置 (m)

[0196]  $R_2$ =腕关节的径向坐标 (m)

[0197]  $T$ =末端执行器的角位置 (rad)

[0198]  $T_2$ =腕关节的角坐标 (rad)

[0199]  $x_2$ =腕关节的x坐标 (m)

[0200]  $x_3$ =末端效应器的x坐标 (m)

[0201]  $y_2$ =腕关节的y坐标 (m)

[0202]  $y_3$ =末端效应器的y坐标 (m)

[0203]  $\theta_1$ =联接至第一连杆的驱动器轴的角位置 (rad)

[0204]  $\theta_2$ =联接至第二连杆的驱动器轴的角位置 (rad)。

[0205] 可以使用以上示例性运动学方程来设计合适的驱动器,例如,约束第三连杆24的定向的带驱动器,使得末端执行器24径向地30 指向而不管臂14的前两个连杆16、20的位置如何。

[0206] 参见图4,示出约束第三连杆的定向的带驱动器的传动比 $r_{31}$  122 的绘制图形 120,作为从机器人的中心到末端执行器的根部测得的臂的标准化伸展的函数,即 $(R-l_3)/l_1$ 。传动比 $r_{31}$ 被限定为联接至第三连杆的带轮的角速度 $\omega_{32}$ 关于联接至第一连杆的带轮的角速度 $\omega_{12}$ 的比率,两者均相对第二连杆而限定。附图用图形表示了对于不同 $l_2/l_1$ (以0.1的增量从0.5到1.0,和以0.2的增量从1.0到2.0)的传动比 $r_{31}$ 。可以计算出非圆形带轮的轮廓以依照图4来获得传动比 $r_{31}$ ,例如图2A、图54A和图54B中描绘的轮廓。

[0207] 在所公开的实施例中,利用一个或多个非圆形带轮或其他合适的装置来约束末端执行器运动,与具有相同容纳体积的相等连杆臂相比,可以得到较长的达到范围。在替代方面,第一连杆可以由马达或者直接地驱动或者经由任何种类的联接器或传动布置驱动。在这里,可以使用任何合适的传动比。替代地,致动第二连杆的带驱动器可以用诸如皮带驱动器、线缆驱动器、齿轮驱动器、基于联动装置的机构或以上的任何组合的具有等效功能性的任何其他布置代替。类似地,约束第三连杆的带驱动器可以用诸如皮带驱动器、线缆驱动

器、非圆形齿轮、基于联动装置的机构或以上的任何组合等的任何其他合适的布置代替。在这里,末端执行器可以是但不需要径向地指向。例如,末端执行器可以相对于第三连杆被以任何合适的偏移定位并且在任何合适的方向上指向。此外,在替代方面,第三连杆可以承载超过一个的末端执行器或基底。任何合适数量的末端执行器和/或材料保持器可以由第三连杆承载。此外,在替代方面,前臂的关节-关节长度可以小于上臂的关节-关节长度,例如,如图4中所看到的用 $l_2/l_1 < 1$ 代表且如相对于图25至图34和图43至图53所看到和描述的。

[0208] 现在参见图5A和图5B,分别示出并入了机器人10的一些特征的机器人150的俯视图和侧视图。机器人150被示出为具有驱动器12,臂152被示出处于撤回位置。臂152具有与臂14的特征类似的特征,除了如本文中所描述的。通过示例的方式,前臂或第二连杆158的关节-关节长度大于上臂或第一连杆154的关节-关节长度。类似地,末端执行器或第三连杆162的横向偏移168对应于前臂158与上臂154的关节-关节长度的差。还参见图6A和图6B,示出具有用来驱动臂的单独连杆的内部布置的驱动器150。在示出的实施例中,上臂154如相对于图1和图2的臂14所描述的那样经过轴64由一个马达驱动。类似地,末端执行器或第三连杆162如相对于图1和图2的臂14所描述的那样通过非圆形带轮布置被相对于上臂154约束。可看到臂152与臂14之间的示例性差异,其中前臂158经由具有至少一个非圆形带轮的带布置被联接至驱动器12的轴162和另一马达。在这里,联接器或带布置可以具有如本文中所描述的或者如相对于图1和图2的带轮驱动器88、90所描述的特征。联接器或带布置具有被联接至驱动器12的轴62的非圆形带轮202且可与轴62一起围绕轴线18转动。臂152的带布置进一步具有被联接至上臂连杆158且可围绕肘轴线156转动的圆形带轮204。圆形带轮204经由带206、208被联接至非圆形带轮202,其中带206、208可以借助于非圆形带轮202的轮廓被保持绷紧。在替代方面,可以提供带轮的任何组合或其他合适的传动。带轮202和204与带206、208协作使得上臂154相对于带轮202的转动(例如,使带轮202保持静止不动而使上臂154转动)引起腕关节160沿着平行于末端执行器的期望的径向路径180且从路径180偏移168直线伸展和撤回。在这里,具有末端执行器的第三连杆162由如相对于臂14所描述的、例如具有至少一个非圆形带轮的带驱动器来约束,使得末端执行器径向地180指向而不管前两个连杆154、158的位置如何。在这里,可以提供任何合适的联接器以如所描述的那样约束臂14的连杆,例如,单独使用或与合适的联动装置或其他联接器组合使用的一个或多个合适的可变比率驱动器或联接器、联动装置齿轮或链轮、凸轮或别的方式。在示出的实施例中,肘带轮204被联接至前臂158并且被示出为圆的或圆形的,其中肩带轮202被联接至轴62且被示出为非圆形的。轴带轮形状是非圆形的并且可以围绕垂直于径向轨迹180的线218对称,在当前臂158和上臂154以腕轴线160最靠近肩轴线18的状态、例如如图7B中看到的那样彼此排成一行时,该线218还可以与两个带轮202、204之间的线一致或平行。带轮202的形状使得带206、208在臂154伸展和撤回时保持绷紧,建立了在带轮202的相对侧上具有距肩转动轴线18改变的径向距离214、216的切点210、212。例如,在图7B中示出的定向处,带轮上的两个带的切点210、212中的每一个处于与肩转动轴线18相距的相等径向距离214、216处。这将相对于示出了各个比率的图8进一步来描述。为了使臂152转动,机器人的两个驱动器轴62、64均需要在臂的转动方向上移动相同的量。为了使末端执行器162沿着直线路径径向地伸展和撤回,两个驱动器轴62、64需要例如依照该部分中稍后呈现的示例性反向运动学方程以协作的方式移动,例如,被联接至上臂的驱动器轴需要根据下面所呈现的反向运

动学方程来移动,而另一个马达被保持静止不动。图7A、图7B和图7C图示出图5和图6的机器人150的伸展运动。图7A示出具有处于其撤回位置的臂152的机器人的俯视图。图7B描绘了部分地伸展的臂,使前臂在上臂的顶部上对齐,图示出末端执行器162的对应于前臂158与上臂154的关节-关节长度差的横向偏移168。图7C示出处于伸展位置但没有完全伸展的臂。

[0209] 可以提供示例性正向运动学。在替代方面,可以提供任何合适的正向运动学以对应于可选结构。可以使用以下示例性方程来确定作为马达的位置的函数的末端执行器的位置:

$$[0210] \quad d_1 = l_1 \sin(\theta_1 - \theta_2) \quad (2.1)$$

$$[0211] \quad \text{如果 } (\theta_1 - \theta_2) < \pi/2: \theta_{21} = \theta_2 - l_2 \operatorname{asin}((d_1 + d_3)/l_2), \text{ 否则 } \theta_{21} = \theta_2 + l_2 \operatorname{asin}((d_1 + d_3)/l_2) + \pi \quad (2.2)$$

$$[0212] \quad x_2 = l_1 \cos \theta_1 + l_2 \cos \theta_{21} \quad (2.3)$$

$$[0213] \quad y_2 = l_1 \sin \theta_1 + l_2 \sin \theta_{21} \quad (2.4)$$

$$[0214] \quad R_2 = \sqrt{x_2^2 + y_2^2} \quad (2.5)$$

$$[0215] \quad T_2 = \operatorname{atan2}(y_2, x_2) \quad (2.6)$$

$$[0216] \quad \text{如果 } (\theta_1 - \theta_2) < \pi/2: R = \sqrt{R_2^2 - d_3^2} + l_3, T = \theta_2, \text{ 否则 } R = -\sqrt{R_2^2 - d_3^2} + l_3, T = \theta_2 \quad (2.7)$$

[0217] 可以提供示例性反向运动学。在替代方面,可以提供任何合适的反向运动学以对应于可选结构。可以利用以下示例性方程来确定马达的位置以获得末端执行器的指定位置:

$$[0218] \quad x_3 = R \cos T \quad (2.8)$$

$$[0219] \quad y_3 = R \sin T \quad (2.9)$$

$$[0220] \quad x_2 = x_3 - l_3 \cos T + d_3 \sin T \quad (2.10)$$

$$[0221] \quad y_2 = y_3 - l_3 \sin T - d_3 \cos T \quad (2.11)$$

$$[0222] \quad R_2 = \sqrt{x_2^2 + y_2^2} \quad (2.12)$$

$$[0223] \quad T_2 = \operatorname{atan2}(y_2, x_2) \quad (2.13)$$

$$[0224] \quad \alpha_1 = \operatorname{acos}((R_2^2 + l_1^2 - l_2^2)/(2R_2 l_1)) \quad (2.14)$$

$$[0225] \quad \text{如果 } R > l_3: \theta_1 = T_2 + \alpha_1, \theta_2 = T, \text{ 否则: } \theta_1 = T_2 - \alpha_1, \theta_2 = T \quad (2.15)$$

[0226] 可以在运动学方程中使用以下命名:

[0227]  $d_3$  = 末端执行器的横向偏移 (m)

[0228]  $l_1$  = 第一连杆的关节-关节长度 (m)

[0229]  $l_2$  = 第二连杆的关节-关节长度 (m)

[0230]  $l_3$  = 带有末端执行器的第三连杆的从腕关节到末端执行器上的参

[0231] 考点测得的长度 (m)

[0232]  $R$  = 末端执行器的径向位置 (m)

[0233]  $R_2$  = 腕关节的径向坐标 (m)

[0234]  $T$  = 末端执行器的角位置 (rad)

[0235]  $T_2$  = 腕关节的角坐标 (rad)

[0236]  $x_2$  = 腕关节的x坐标 (m)

[0237]  $x_3$  = 末端效应器的x坐标 (m)

[0238]  $y_2$  = 腕关节的y坐标 (m)

[0239]  $y_3$  = 末端效应器的y坐标 (m)

[0240]  $\theta_1$  = 联接至第一连杆的驱动器轴的角位置 (rad)

[0241]  $\theta_2$  = 联接至第二连杆的驱动器轴的角位置 (rad)。

[0242] 可以使用以上运动学方程来设计控制第二连杆158的带驱动器,使得上臂154的转动引起腕关节160沿着平行于末端执行器162的期望的径向路径180的直线伸展和撤回。

[0243] 现在参见图8,示出示出了驱动第二连杆的带驱动器的传动比 $r_{20}$  272的图形270,作为从机器人的中心到末端执行器的根部测得的臂的标准化伸展的函数、即  $(R-l_3)/l_1$ 。传动比 $r_{20}$ 被限定为联接至第二连杆的带轮的角速度 $\omega_{21}$ 关于联接至第二马达的带轮的角速度 $\omega_{01}$ 的比率,两者均相对第一连杆而限定。附图用图形表示了对于不同  $l_2/l_1$ 的传动比 $r_{20}$ 。

[0244] 计算出用于驱动第二连杆的带驱动器的非圆形带轮的轮廓以依照图8来获得传动比 $r_{20}$  272。在图6A中并且如将相对于图55A和图 55B描述的那样描绘了示例带轮轮廓。

[0245] 约束第三连杆168的定向的带驱动器的传动比 $r_{31}$ 可以与针对图 1和图2的实施例的图4中所描绘的相同。传动比 $r_{31}$ 被限定为联接至第三连杆的带轮的角速度 $\omega_{32}$ 关于联接至第一连杆的带轮的角速度 $\omega_{12}$ 的比率,两者均相对第二连杆而限定。附图用图形表示了对于不同 $l_2/l_1$  (以0.1的增量从0.5到1.0,和以0.2的增量从1.0到2.0) 的传动比 $r_{31}$ 。可以计算出用于约束第三连杆162的带驱动器的非圆形带轮的轮廓以依照图4来获得传动比 $r_{31}$ 。在图6A中描绘了示例带轮轮廓。

[0246] 在示出的实施例中,在使用非圆形带轮或其他合适机构以如所描述的那样约束末端执行器的情况下,与具有相同容纳体积的相等连杆臂相比,可以得到较长的达到范围。如与图1和图2中所公开的实施例相比,具有非圆形带轮的一个或多个带驱动器可以取代在肩轴线18处的传统带轮。在替代方面,第一连杆可以由马达或者直接地驱动或者经由任何种类的联接器或传动布置驱动,例如,可以使用任何合适的传动比。替代地,致动第二连杆且约束第三连杆的带驱动器可以用诸如皮带驱动器、线缆驱动器、非圆形齿轮、基于联动装置的机构或以上的任何组合等的具有等效功能性的任何其他布置代替。此外,第三连杆可以经由使第三连杆与第二马达所驱动的带轮同步的传统两级带布置而被约束成使末端执行器保持径向,如图9中所图示的。可选地,两级带布置可以用诸如皮带驱动器、线缆驱动器、齿轮驱动器、基于联动装置的机构或以上的任何组合等的任何其他合适的布置来代替。另外,末端执行器可以但不需要径向地指向。例如,末端执行器可以相对于第三连杆被以任何合适的偏移定位并且在任何合适的方向上指向。在替代方面,第三连杆可以承载超过一个的末端执行器或基底。在这里,任何合适数量的末端执行器和/或材料保持器可以由第三连杆承载。此外,前臂的关节-关节长度可以小于上臂的关节-关节长度,例如,如图8中用 $l_2/l_1 < 1$  所代表的。

[0247] 现在参见图9,示出第三连杆可以经由使第三连杆与第二马达所驱动的带轮同步的传统两级带布置而被约束成使末端执行器保持径向的可选机器人300。机器人300被示出为具有驱动器12和臂302。臂302可以具有联接至轴64且可围绕中心或肩轴线18转动的上臂或第一连杆304。臂302具有在肘轴线306处被可转动地联接至上臂 304的前臂或第二连杆308。连杆304、308可以如先前所描述的具有不等长度。第三连杆或末端执行器312在腕轴线

310处被可转动地联接至第二连杆或前臂308,其中末端执行器312可以利用如先前所描述的具有不等连杆长度的连杆304、308沿着径向路径运送基底 28而没有转动。在示出的实施例中,轴62被联接至两个带轮314、316,其中带轮314可以是圆形的并且其中带轮316可以是非圆形的。在这里,圆形带轮314经由使第三连杆312与轴314所驱动的带轮同步的传统两级318、320圆形带布置来约束第三连杆312以使末端执行器312保持径向。两级带布置318、320具有通过带322被联接至肘带轮324的带轮314,肘带轮324被联接至肘带轮326,其中肘带轮326经由带330被联接至腕带轮328。前臂308可以进一步具有肘带轮332,其可以是圆形的并且经过带334被联接至肩带轮316,其中肩带轮可以是非圆形的并且被联接至带轮314和轴62。

[0248] 所公开的实施例可以进一步相对于具有有着附加轴线的机器人驱动器的机器人来体现,并且其中联接至机器人驱动器的臂可以具有能够承载一个或多个基底的可独立操作的附加末端执行器。通过示例的方式,可以提供具有两个可独立操作的臂联动装置的臂或“双臂”配置,其中各可独立操作的臂可以具有适于支撑一个、两个或任何合适数量的基底的末端执行器。在这里并且如将在下面描述的,各可独立操作的臂可以具有有着不同连杆长度的第一和第二连杆,并且其中联接至连杆的末端执行器和所支撑的基底如上面所描述的那样操作和追踪。在这里,基底运送设备可以运送第一和第二基底并且具有在公共转动轴线上被联接至驱动器区段的第一和第二可独立移动的臂组件。第一和第二基底支撑件分别在第一和第二腕转动轴线上被联接至第一和第二臂组件。第一和第二臂组件中的一个或两者在伸展和撤回期间围绕公共转动轴线转动。第一和第二腕转动轴线在伸展和撤回期间沿着平行于相对公共转动轴线的径向路径且从径向路径偏移的第一和第二腕路径移动。第一和第二基底支撑件在伸展和撤回期间平行于径向路径移动而没有转动。在下面提供了对于具有多个且可独立操作的臂的所公开的实施例的变化,其中在替代方面可以提供特征的任何合适的组合。

[0249] 现在参见图10A和图10B,分别示出具有双臂布置的机器人350 的俯视图和侧视图。机器人350具有臂352,其具有公共上臂354和各具有相应的末端执行器360、362的可独立操作的前臂356、358。在示出的实施例中,两个联动装置均被示出处于其撤回位置。末端执行器366的横向偏移对应于前臂354与上臂356、358的关节-关节长度的差。在示出的实施例中,上臂可以具有相同的长度并且比前臂长。此外,末端执行器360、362被定位在前臂356、358的上方。现在参见图11A和图11B,分别示出了具有处于可选配置的臂的机器人375的俯视图和侧视图。在示出的实施例中,臂377可以具有如相对于图10A和图10B所描述的特征,其中两个联动装置均被示出处于其撤回位置。在该配置中,上联动装置的具有末端执行器382的第三连杆被悬置在前臂380的下方以减小两个末端执行器382、384之间的竖直间距。在这里,可以通过使图10A和图10B的配置的顶部末端执行器360下降368来获得类似的效果。现在还参见图 12和图13,分别示出分别用来驱动图10和图11的臂的单独连杆的机器人350、375的内部布置。在示出的实施例中,驱动器390可以具有第一、第二和第三驱动马达392、394、396,其可以是分别驱动同心轴398、400、402且分别具有位置编码器404、406、408的马达定子布置。Z驱动器410可以在竖直方向上驱动马达,其中马达可以被部分地或全部容纳在外壳412内并且其中波纹管414将外壳412 的内部体积与室416密封并且其中内部体积和室416的内部可以在诸如真空或以别的方式等的隔离环境内操作。在示出的实施例中,

公共上臂354由一个马达396驱动。两个前臂356、358中的每一个在上臂354的肘处在公共轴线420上枢转,并且分别经过可具有传统带轮的带驱动器422、424分别由马达394、396独立地驱动。具有末端执行器360、362的第三连杆分别由各具有补偿上臂与前臂的不等长度的影响的至少一个非圆形带轮的带驱动器426、428来约束。在这里,联动装置中的每一个中的带驱动器可以使用针对图1和图2 所描述的技术方法来设计,并且其中针对图1和图2所呈现的运动学方程也可以用于双臂的两个联动装置中的每一个。为了使臂转动,机器人的所有三个驱动器轴398、400、402需要在臂的转动方向上移动相同的量。为了使末端执行器中的一个沿着直线路径径向地伸展和撤回,公共上臂的驱动器轴和联接至与活动的末端执行器相关联的前臂的驱动器轴需要依照针对图1和图2的反向运动学方程以协作的方式移动。同时,联接至另一前臂的驱动器轴需要与公共上臂的驱动器轴同步地转动以便使不活动的末端执行器保持被撤回。现在还参见图14A、图14B和图14C,示出在上和下联动装置伸展时的图11A和图11B的臂。在这里,不活动的联动装置356、360 转动,而活动的联动装置358、362伸展。通过示例的方式,上联动装置358、362在下联动装置356、360伸展时转动,并且下联动装置356、360在上联动装置358、362伸展时转动。在图10和图11 的所公开的实施例中,设定和控制被简化,其中可以在臂布置可用在不具有动态密封的同轴驱动器上,同时与具有相同容纳体积的相等连杆长度臂相比提供了较长的达到范围。在这里,没有使用桥来支撑末端执行器中的任一个。在示出的实施例中,不活动的臂在活动的臂伸展的时候转动。腕关节中的一个在下末端执行器(比在相等连杆布置中更靠近晶片)的上方行进。

[0250] 现在参见图15A和图15B,分别示出具有双臂布置的机器人450 的俯视和侧视图。机器人450具有臂452,其具有公共上臂454和各具有相应的末端执行器460、462的可独立操作的前臂456、458。在示出的实施例中,两个联动装置均被示出处于其撤回位置。末端执行器466的横向偏移对应于前臂454与上臂456、458的关节-关节长度的差。在示出的实施例中,上臂可以具有相同的长度并且比前臂长。此外,末端执行器460、462被定位在前臂456、458的上方。还参见图16A和图16B,示出了具有处于可选配置的臂的机器人475 的俯视和侧视图。再次,两个联动装置均被示出处于其撤回位置。在该配置中,第三连杆和左联动装置的末端执行器482被悬置在前臂480的下方以减小两个末端执行器482、484之间的竖直间距。可以通过使图15A和图15B的配置的顶部末端执行器下降来获得类似的效果。可选地,可以使用桥来支撑末端执行器中的一个。组合的上臂连杆454可以如图15和图16中所描绘的是单件,或者其可以如图17A和图17B的示例中所示由两个或多个区段470、472形成。在这里,两区段设计可以被提供为较轻且使用较少材料,其中左472 和右470区段可以是一样的部件。在这里,两件式设计也可以提供用于左和右区段之间的角偏移的调整,这可以在当需要支撑不同的撤回位置时是方便的。还参见图18和图19分别示出用来驱动图15 和图16的臂的单独连杆的内部布置。组合的上臂554被示出为由具有轴402的一个马达驱动。两个前臂456、458中的每一个经过具有传统带轮的带驱动器490、492各经由轴400、398由一个马达分别独立地驱动。在这里,连杆456、458分别在分离的轴线494、496 上转动。具有末端执行器460、462的第三连杆分别由各具有至少一个非圆形带轮(补偿上臂与前臂的不等长度的影响)的带驱动器498、500来约束。在这里,联动装置456、460和458、462中的每一个中的带驱动器498、500使用针对图1和图2所描述的技术方法来设计。在这里,针对图1和图2所呈现的运动学方程也可以用于双臂的两个联动装置456、460和458、462中的每一个。为了使臂

452转动,机器人的所有三个驱动器轴398、400、402需要在臂的转动方向上移动相同的量。为了使末端执行器中的一个沿着直线路径径向地伸展和撤回,公共上臂的驱动器轴和联接至与活动的末端执行器相关联的前臂的驱动器轴需要依照相对于图1和图2所呈现的反向运动学方程以协作的方式移动。同时,联接至另一前臂的驱动器轴需要与公共上臂的驱动器轴同步地转动以便使不活动的末端执行器保持被撤回。还参见图20A、图20B和图20C,示出在左458、462和右 456、460联动装置伸展时的图16A和图16B的臂。注意,不活动的联动装置456、460在活动的联动装置458、462伸展的时候转动。在这里,右联动装置456、460在左联动装置458、462伸展时转动,并且左联动装置458、462在右联动装置456、460伸展时转动。示出的实施例利用了易于设定和控制的固体连杆设计和例如不具有动态密封的同轴驱动器的益处,同时与具有相同容纳体积的相等连杆臂相比提供了较长的达到范围。在这里,没有使用桥来支撑末端执行器中的任一个。在这里,不活动的臂在活动的臂伸展的时候转动。腕关节中的一个在下末端执行器的上方行进,比在相等连杆布置中更靠近晶片。这可以通过使用桥(未示出)支撑顶部末端执行器来避免。在该情况中,与相等连杆臂设计相比,桥的未被支撑的长度可能较长。此外,与具有例如如图10和图11中所看到的公共肘关节和例如如图21和图22中所看到的独立的双臂的配置相比,撤回角度可能更难以改变。

[0251] 现在参见图21A和图21B,分别示出具有独立的双臂522、524 的机器人520的俯视图和侧视图。在示出的实施例中,两个联动装置 522、524均被示出处于其撤回位置。臂522具有可独立操作的上臂 526、前臂528和具有末端执行器530的第三连杆。臂524具有可独立操作的上臂532、前臂534和具有末端执行器536的第三连杆。在示出的实施例中,前臂528、534被示出为比上臂526、532长,其中末端执行器530、536被分别定位在前臂528、534的上方。还参见图22A和图22B,示出了机器人550的俯视图和侧视图,机器人550 具有与机器人520的特征类似的特征,具有处于可选配置的臂且两个联动装置均被示出处于其撤回位置。在该配置中,第三连杆和左联动装置的末端执行器552被悬置在前臂554的下方以减小两个末端执行器之间的竖直间距。可以通过使图21的配置的顶部末端执行器下降来获得类似的效果。可选地,可以使用桥来支撑末端执行器中的一个。在图21和图22中,右上臂532位于左上臂526的下面。可选地,左上臂可以位于右上臂的上方,例如,其中一个联动装置可以被嵌套在另一个内。还参见图23,示出用来驱动图21A和图21B 的臂的单独连杆的内部布置。在这里,为了图形清晰,为避免部件的重叠,调整连杆的标高(elevation)。两个上臂526、532中的每一个各经过轴398、402由一个马达分别独立地驱动。前臂528、534 凭借各具有至少一个非圆形带轮的带布置570、572经由轴400被联接至第三马达。具有末端执行器的第三连杆530、536由各具有至少一个非圆形带轮的带驱动器574、576来约束。带驱动器被设计成使得上臂526、532中的一个的转动引起对应的联动装置528、530和 534、536分别沿着直线伸展和撤回而另一联动装置保持静止不动。联动装置中的每一个的带驱动器可以使用相对于图5和图6所描述的技术方法来设计,其中针对图5和图6所呈现的运动学方程也可以用于双臂的两个联动装置中的每一个。为了使臂转动,机器人的所有三个驱动器轴398、400、402需要在臂的转动方向上移动相同的量。为了使末端执行器中的一个沿着直线路径径向地伸展和撤回,与活动的末端执行器相关联的上臂的驱动器轴需要根据针对图5和图6的反向运动学方程来转动并且另两个驱动器轴需要被保持静止不动。还参见图24A、图24B和图24C,示出在左522和右524联动装置伸展时的图22的臂。注意,不活动的联动装置524在活动的联动装置

522伸展的时候保持静止不动。也就是,左联动装置522 在右联动装置524伸展的时候不移动,并且右联动装置524在当左联动装置522伸展时不移动。示出的实施例与具有相同容纳体积的相等连杆臂设计相比提供了较长的达到范围。在这里,没有使用桥来支撑末端执行器中的任一个并且不活动的联动装置在获得的联动装置伸展的时候保持静止不动,潜在地导致较高的吞吐量,因为活动的联动装置可以在无负载的情况下较快地伸展或撤回。示出的实施例可能比图15至图16中所示的相比更复杂,用具有非圆形带轮的两个以上的带驱动器取代传统带轮。腕关节中的一个如图24中所看到的在下末端执行器的上方行进。这可以通过使用桥(未示出) 支撑顶部末端执行器来避免。在该情况中,与相等连杆臂设计相比,桥的未被支撑的长度较长。

[0252] 现在参见图25A和图25B,分别示出具有臂602的机器人600 的俯视图和侧视图。在示出的实施例中,两个联动装置均被示出处于其撤回位置。末端执行器604的横向偏移对应于上臂606与前臂608、612的关节-关节长度的差,其中在该实施例中,前臂608、612比公共上臂606短。用来驱动臂的单独连杆的内部布置可以与图10至图13类似,例如如图13中那样,然而在该实例中的前臂比公共上臂短。在这里,公共上臂由一个马达驱动。两个前臂中的每一个经过具有传统带轮的带驱动器由一个马达独立地驱动。具有末端执行器的第三连杆614、616由各具有至少一个非圆形带轮(补偿上臂与前臂的不等长度的影响)的带驱动器来约束。联动装置中的每一个中的带驱动器可以使用针对图1和图2所描述的技术方法来设计。针对图1和图2所呈现的运动学方程也可以用于双臂的两个联动装置中的每一个。还参见图26A、图26B和图26C,示出在上联动装置612、616 伸展时的图25A和图25B的臂。末端执行器的横向偏移604对应于上臂与前臂的关节-关节长度的差,并且腕关节沿着相对于晶片的中心的轨迹偏移该差的直线行进。注意,不活动的联动装置608、614 在活动的联动装置612、616伸展时转动。例如,上联动装置在下联动装置伸展时转动,并且下联动装置在上联动装置伸展时转动。在这里,图26A描绘了使两个联动装置均处于撤回位置的臂。图26B 示出部分地伸展处于上联动装置的腕关节最靠近由下联动装置承载的晶片的位置的上联动装置612、616。观察到上联动装置的腕关节不在晶片上面行进(然而,它在晶片上方的平面中移动)。图26C 示出上联动装置612、616的更远的伸展。示出的实施例可以提供设定和控制的容易性,并且可以用在不具有动态密封的同轴或三轴驱动器、或其他合适的驱动器上。在这里,可以不使用桥来支撑末端执行器中的任一个。上联动装置的腕关节不在下末端执行器上的晶片上面行进,对于相等连杆设计是该情况(然而,它在下末端执行器上的晶片上方的平面中移动)。在这里,不活动的臂在活动的臂伸展的时候转动。肘关节可能更复杂,其可能平移较大的摆动半径或较短的达到范围。在这里,臂可能归因于重叠的前臂608、612而比图30和图31和图33中所示的高。

[0253] 现在参见图27A和图27B,分别示出具有臂632的机器人630 的俯视图和侧视图。臂630可以具有与相对于图15至图19所公开的特征,除了前臂636、640被示出为具有比上臂636短的连杆长度。两个联动装置均被示出处于其撤回位置。末端执行器642、646 的横向偏移634对应于上臂636与前臂638、640的关节-关节长度的差。组合的上臂连杆636可以是如图27A和图27B中所描绘的单件,或者它可以如图28A和图27B的示例中所示由两个或更多区段636'、636''形成。两区段设计可以较轻,具有较少材料,并且其中左636'和右636''区段可以是一样的部件。可以设置成允许左636'与右636''区段之间的角偏移的调整,例如,在

需要支撑不同撤回位置的情况下。用来驱动臂632的单独连杆的内部布置可以与图15至图19中的类似,例如,如图19中看到的。公共上臂636由一个马达驱动。两个前臂638、640中的每一个经过具有传统带轮的带驱动器由一个马达独立地驱动。具有末端执行器642、646的第三连杆可以由各具有至少一个非圆形带轮(补偿上臂636与前臂638、640的不等长度的影响)的带驱动器来约束。联动装置中的每一个中的带驱动器可以使用针对图1和图2所描述的技术方法来设计。针对图1和图2所呈现的运动学方程也可以用于双臂的两个联动装置中的每一个。还参见图29A、图29B和图29C,示出在右、左联动装置640、646伸展时的图27A和图27B的臂。末端执行器的横向偏移634对应于上臂与前臂的关节-关节长度的差,并且腕关节沿着相对于晶片的中心的轨迹偏移该差的直线行进。在这里,不活动的联动装置638、642在活动的联动装置640、646伸展时转动。例如,上联动装置在下联动装置伸展时转动,并且下联动装置在上联动装置伸展时转动。在图29A、图29B和图29C中,图29A描绘了两个联动装置均处于撤回位置的臂。图29B示出部分地伸展处于右上联动装置640、646的腕关节最靠近由左下联动装置638、642承载的晶片的位置的右上联动装置640、646。在这里,右上640、646联动装置的腕关节不在晶片上面行进,然而它在晶片上方的平面中移动。图29C描绘了右上联动装置640、646的更远的伸展。示出的实施例利用了设定和控制的容易性的固体连杆设计和例如不具有动态密封的同轴驱动器的益处。没有使用桥来支撑末端执行器中的任一个。上联动装置的腕关节不在下末端执行器上的晶片上面行进,对于相等连杆设计是该情况,然而它在下末端执行器上的晶片上方的平面中移动。不活动的臂638、642在活动的臂640、646伸展的时候转动。与具有例如如图25A和图25B中所看到的公共肘关节和例如如图33A和图33B中所看到的独立的双臂的配置相比,撤回角度可能更难以改变。此外,臂被示出比图30和图31及图33A和图33B的高,因为前臂640被示出处于比前臂638高的标高。

[0254] 现在参见图30A和图30B,分别示出具有臂662的机器人660的俯视图和侧视图。臂662可以具有如相对于图27至图29所描述的特征,然而如将描述的采用桥且具有处于相同标高的两个前臂。两个联动装置均被示出处于其撤回位置。末端执行器的横向偏移664对应于上臂66与前臂668、670的关节-关节长度的差。组合的上臂连杆666可以是如图30A和图30B中所描绘的单件,或者它可以如图31A和图31B的示例中所示由两个或更多区段666'、666"形成。用来驱动臂的单独连杆的内部布置可以与针对图15至图19所示的一样,但是其中前臂668、670比上臂666短。公共上臂666由一个马达驱动。两个前臂668、670中的每一个经过具有传统带轮的带驱动器由一个马达独立地驱动。具有末端执行器672、674的第三连杆由各具有至少一个非圆形带轮(补偿上臂与前臂的不等长度的影响)的带驱动器来约束。联动装置中的每一个中的带驱动器可以使用针对图1和图2所描述的技术方法来设计。针对图1和图2所呈现的运动学方程也可以用于双臂的两个联动装置中的每一个。第三连杆和末端执行器674具有桥680,其具有上末端执行器部分682、从连杆670与连杆674之间的腕轴线偏移的侧偏移支撑部分684且进一步具有将腕轴线联接至偏移支撑部分684的下支撑部分686。桥680允许前臂668和670被封装在相同水平高度上,同时提供了用于第三连杆和末端执行器672(其可以包括晶片)与桥680的交错部分的间隙,如可以在下面相对于图32看到的。桥680进一步提供了其中(例如与两个腕关节相关联的)任何移动的部件在运送期间存在于晶片表面下面的布置。还参见图32A、图32B、图32C和图32D,示出在右联动装置670、674伸展时的图30A和图30B的机器手臂的俯视图。末端执行器的横向偏移664对应于上臂

666与前臂670的关节-关节长度的差,并且腕关节690沿着相对于晶片692的中心的轨迹偏移该差的直线行进。注意,不活动的联动装置668、673在活动的联动装置670、674伸展的时候转动。例如,上联动装置在下联动装置伸展时转动,并且下联动装置在上联动装置伸展时转动。在图32A、图32B、图32C和图32D中,图32A描绘了两个联动装置均处于撤回位置的臂。图32B示出部分地伸展处于对应于右联动装置670、674的桥680与左联动装置668、672的末端执行器672之间的最差情况的间隙(或者接近最差情况的间隙)的位置的右联动装置670、674。图32C示出部分地伸展处于当前臂670与上臂666对齐时的位置的右联动装置670、674。末端执行器的横向偏移对应于上臂与前臂的关节-关节长度的差。腕关节690轴线沿着相对于晶片692的中心的轨迹偏移该差的直线行进。图32D描绘了右联动装置670、674的更远的伸展。示出的实施例组合了并排的双scara布置(dual scara arrangement)(例如细长轮廓)的益处,造成了具有小体积的浅室、固体连杆设计和同轴驱动器。与现有技术的同轴双scara臂中相比,右联动装置670、674上的桥680低得多并且其在竖直构件684与腕690之间的未被支撑的长度更短,并且所有的关节都在末端执行器的下面。在这里,不活动的臂668、672在活动的臂670、674伸展的时候转动。如将在下面描述的,在所公开的实施例的其他方面,并且未展示该行为的臂可以设置有这里所公开的具有取代传统带轮的非圆形带轮的不同带驱动器。可选地,支撑顶部末端执行器的桥可以通过利用与上面针对图25A和图25B及图27和图28所描述的那些类似的布置来消除。

[0255] 现在参见图33A和图33B,分别示出具有臂702的机器人700的俯视图和侧视图。臂702可以具有与图21至图23中示出的臂的特征类似的特征,但是其中前臂长度比上臂长度短并且采用了如通过示例的方式相对于桥680所描述的桥并且其中前臂位于相同的标高。两个联动装置均被示出处于其撤回位置。在图33A和图33B中,右上臂708位于左上臂706的上方。可选地,左上臂706可以位于右上臂708的上方。类似地,右联动装置712、716的第三连杆和末端执行器716以跨越左联动装置710、714的第三连杆和末端执行器714延伸的桥为特征。可选地,左联动装置710、714的第三连杆和末端执行器714可以以跨越右联动装置712、716的第三连杆和末端执行器716延伸的桥为特征。用来驱动臂的单独连杆的内部布置可以与图21至图23中示出的实施例类似。两个上臂706、708中的每一个由一个马达独立地驱动。前臂710、712经由各具有至少一个非圆形带轮的带布置被联接至第三马达。具有末端执行器的第三连杆714、716由各具有至少一个非圆形带轮的带驱动器来约束。带驱动器被设计成使得上臂706、708中的一个的转动引起对应的联动装置沿着直线伸展和撤回而另一个联动装置保持静止不动。联动装置中的每一个中的带驱动器使用针对图5和图6中示出的实施例所描述的技术方法来设计。针对图5和图6中示出的实施例所呈现的运动学方程也可以用于双臂的两个联动装置中的每一个。还参见图34A、图34B和图34C,示出在右联动装置708、712、716伸展时的图33A和图33B的臂。在这里,不活动的联动装置706、710、714在活动的联动装置712、716伸展的时候保持静止不动。也就是,左联动装置在右联动装置伸展的时候不移动,并且右联动装置在当左联动装置伸展时不移动。示出的实施例组合了并排双scara布置(例如细长轮廓)的益处,造成了具有小体积的浅室和同轴驱动器。与现有的同轴双scara臂中相比,右联动装置上的桥低得多并且其未被支撑的长度较短,并且所有的关节都在末端执行器的下面。不活动的联动装置在活动的联动装置伸展的时候保持静止不动,潜在地导致较高的吞吐量,因为活动的联动装置可以在无负载的情况下较快地伸展或撤

回。可选地,支撑顶部末端执行器的桥可以通过利用与针对图 25、图27和图28所描述的那些类似的布置来消除。

[0256] 现在参见图35A和图35B,示出具有臂732的机器人的俯视图和侧视图,其中两个联动装置均被示出处于其撤回位置。各联动装置具有双保持器末端执行器740、742,各支撑彼此偏移的两个基底,总共可支撑4个基底。用来驱动臂732的单独连杆的内部布置可以与图10和图11、例如图13一样。公共上臂734由一个马达驱动。两个前臂737、738中的每一个经过具有传统带轮的带驱动器由一个马达独立地驱动。具有末端执行器740、742的第三连杆由各具有至少一个非圆形带轮(补偿上臂与前臂的不等长度的影响)的带驱动器来约束。示出的实施例具有比上臂长的前臂。替代地,它们可以较短。联动装置中的每一个中的带驱动器使用针对图1和图2所描述的技术方法来设计。针对图1和图2所呈现的运动学方程也可以用于双臂的两个联动装置中的每一个。还参见图36,示出在一个联动装置738、742伸展时的图35A和图35B的臂。注意,不活动的联动装置736、740在活动的联动装置738、742伸展的时候转动。例如,上联动装置在下联动装置伸展时转动,并且下联动装置在上联动装置伸展时转动。与图37和图38相比,末端执行器不需要被成形为避免与对面的肘干涉。

[0257] 现在参见图37A和图37B,分别示出具有臂750的机器人的俯视图和侧视图。两个联动装置均被示出处于其撤回位置,其中各联动装置具有双保持器末端执行器758、760。组合的上臂连杆752可以是如图37A和图37B中所描绘的单元,或者它可以如图38A和图38B 的示例中所示由两个或更多区段752'、752"形成。用来驱动臂的单独连杆的内部布置可以与图15至图19、例如图19一样。组合的上臂752由一个马达驱动。两个前臂754、756中的每一个经由具有传统带轮的带驱动器由一个马达独立地驱动。具有末端执行器的第三连杆758、760由各具有至少一个非圆形带轮(补偿上臂与前臂的不等长度的影响)的带驱动器来约束。示出的实施例具有比上臂长的前臂。替代地,它们可以较短。联动装置中的每一个中的带驱动器使用针对图1和图2所描述的技术方法来设计。针对图1和图2所呈现的运动学方程也可以用于双臂的两个联动装置中的每一个。为了使臂转动,机器人的所有三个驱动器轴需要在臂的转动方向上移动相同的量。为了使末端执行器组件中的一个沿着直线路径径向地伸展和撤回,公共上臂的驱动器轴和联接至与活动的联动装置相关联的前臂的驱动器轴需要依照针对图1和图2的反向运动学方程以协作的方式移动。同时,联接至另一个前臂的驱动器轴需要与公共上臂的驱动器轴同步地转动以便使不活动的联动装置保持被撤回。还参见图39,示出在一个联动装置756、760伸展时的图37A和图 37B的臂。在这里,不活动的联动装置754、758在活动的联动装置伸展的时候转动。例如,右联动装置在左联动装置伸展的时候转动,并且左联动装置在右联动装置伸展的时候转动。示出的实施例不具有桥。上腕在下末端执行器上的晶片中的一个上面行进。在这里,臂和末端执行器需要被设计成使得顶部肘与下末端执行器间隔开。

[0258] 现在参见图40A和图40B,分别示出具有臂752的机器人750 的俯视图和侧视图。两个联动装置均被示出处于其撤回位置,其中各联动装置具有双保持器末端执行器792、794。用来驱动臂的单独连杆的内部布置可以与图21至图23一样。两个上臂784、786中的每一个由一个马达独立地驱动。前臂788、790经由各具有至少一个非圆形带轮的带布置被联接至第三马达。具有末端执行器792、794的第三连杆由各具有至少一个非圆形带轮的带驱动器来约束。带驱动器被设计成使得上臂中的一个的转动引起对应的联动装置沿着直线伸展和撤

回而另一个联动装置保持静止不动。示出的实施例具有比上臂长的前臂。替代地,它们可以较短。联动装置中的每一个中的带驱动器使用针对图5和图6所描述的技术方法来设计。针对图5和图6所呈现的运动学方程也可以用于双臂的两个联动装置中的每一个。为了使臂转动,机器人的所有三个驱动器轴需要在臂的转动方向上移动相同的量。为了使末端执行器组件中的一个沿着直线路径径向地伸展和撤回,与活动的联动装置相关联的上臂的驱动器轴需要根据针对图5和图6的反向运动学方程来转动,并且另两个驱动器轴需要被保持静止不动。还参见图41,示出在一个联动装置784、788、794伸展时的图40A和图40B的臂。注意,不活动的联动装置786、790、792可以在活动的联动装置794、788、794伸展的时候保持静止不动。也就是,左联动装置在右联动装置伸展的时候不移动,并且右联动装置在左联动装置伸展的时候不移动。替代地,左和右联动装置可以同时被独立地径向移动,例如如图42中所看到的,其中右联动装置与图41相比独立地稍微伸展。上联动装置的肘的运动可能归因于与下末端执行器上的晶片的潜在干涉而受限,这可能会限制机器人的达到范围,如图41中所图示的。该限制可以通过使下联动装置稍微伸展以提供附加间隙来减轻并且如图42所示获得完整的达到范围。示出的实施例不具有桥。上联动装置的腕可以在下末端执行器上的晶片的上方行进。

[0259] 现在参见图43A和图43B,分别示出具有臂812的机器人810的俯视和侧视图。两个联动装置均被示出处于其撤回位置,其中各联动装置具有双保持器末端执行器820、822。用来驱动臂的单独连杆的内部装置可以与图10至图13一样。公共上臂814由一个马达驱动。两个前臂816、818中的每一个经过具有传统带轮的带驱动器由一个马达独立地驱动。具有末端执行器820、822的第三连杆由各具有至少一个非圆形带轮(补偿上臂和前臂的不等长度的影响)的带驱动器来约束。在示出的实施例中,前臂比上臂短;替代地它们可以较长。联动装置中的每一个中的带驱动器使用针对图1和图2所描述的技术方法来设计。针对图1和图2所呈现的运动学方程也可以用于双臂的两个联动装置中的每一个。还参见图44和图45,示出在上联动装置818、822伸展时的图43A和图43B的臂。注意,不活动的联动装置816、820在活动的联动装置818、822伸展的时候转动。例如,上联动装置在下联动装置伸展时转动,并且下联动装置在上联动装置伸展时转动。图44和图45图示出上联动装置818、822的腕关节824不在由臂的下联动装置816、820承载的晶片826上面行进。示出的实施例不具有桥。与图46和图47相比,末端执行器不需要被成形为避免与对面的肘干涉。

[0260] 现在参见图46A和图46B,分别示出具有臂842的机器人840的俯视和侧视图。两个联动装置均被示出处于其撤回位置,其中各联动装置具有双保持器末端执行器850、852。组合的上臂连杆844可以是如图46A和图46B中所描绘的单件,或者它可以如图47A和图47B的示例中所示由两个或更多区段844'、844"形成。用来驱动臂的单独连杆的内部装置可以与图15至图19、例如图19一样。组合的上臂844由一个马达驱动。两个前臂846、848中的每一个经过具有传统带轮的带驱动器由一个马达独立地驱动。具有末端执行器850、852的第三连杆通过各具有至少一个非圆形带轮(补偿上臂与前臂的不等长度的影响)的带驱动器来约束。在示出的实施例中,前臂比上臂短;替代地它们可以较长。联动装置中的每一个中的带驱动器使用针对图1和图2所描述的技术方法来设计。针对图1和图2所呈现的运动学方程也可以用于双臂的两个联动装置中的每一个。为了使臂转动,机器人的所有三个驱动器轴需要在臂的转动方向上移动相同的量。为了使末端执行器组件中的一个沿着直线路径径向地

伸展和撤回,公共上臂844的驱动器轴和联接至与活动的联动装置相关联的前臂的驱动器轴需要依照针对图1和图2的反向运动学方程以协作的方式移动。同时,联接至另一个前臂的驱动器轴需要与公共上臂的驱动器轴同步地转动以便使不活动的联动装置保持被撤回。还参见图48和图49,示出在上联动装置848、852伸展时的图46A和图46B的臂。在这里,不活动的联动装置846、850 在活动的联动装置848、852伸展的时候转动。例如,上联动装置在下联动装置伸展时转动,并且下联动装置在上联动装置伸展时转动。图48和图49图示出上联动装置的腕关节854不在由臂的下联动装置承载的晶片856上面行进。示出的实施例不具有桥并且上联动装置的腕关节不在由下联动装置承载的晶片上面行进。在这里,不活动的臂不太转动,允许了当活动的臂在无负载的情况下伸展或撤回时的较高运动速度。

[0261] 现在参见图50A和图50B,示出具有臂872的机器人870的俯视图和侧视图。两个联动装置均被示出处于其撤回位置,其中各联动装置具有双保持器末端执行器880、882。组合的上臂连杆974可以是如图50A和图50B中所描绘的单件,或者它可以如图47A和图47B 的示例中所示由两个或更多区段形成。用来驱动臂的单独连杆的内部装置可以与图15至图19、例如图19一样。组合的上臂874由一个马达驱动。两个前臂876、878中的每一个经过具有传统带轮的带驱动器由一个马达独立地驱动。具有末端执行器的第三连杆通过各具有至少一个非圆形带轮(补偿上臂与前臂的不等长度的影响)的带驱动器来约束。在示出的实施例中,前臂比上臂短;替代地它们可以较长。联动装置中的每一个中的带驱动器使用针对图1和图2 所描述的技术方法来设计。针对图1和图2所呈现的运动学方程也可以用于双臂的两个联动装置中的每一个。为了使臂转动,机器人的所有三个驱动器轴需要在臂的转动方向上移动相同的量。为了使末端执行器组件中的一个沿着直线路径径向地伸展和撤回,公共上臂874的驱动器轴和联接至与活动的联动装置相关联的前臂的驱动器轴需要依照针对图1和图2的反向运动学方程以协作的方式移动。同时,联接至另一个前臂的驱动器轴需要与公共上臂874的驱动器轴同步地转动以便使不活动的联动装置保持被撤回。还参见图51,示出其中一个联动装置878、882伸展时的图50A和图50B的臂。在这里,不活动的联动装置876、880在活动的联动装置878、882 伸展的时候转动。例如,上联动装置在下联动装置伸展时转动,并且下联动装置在上联动装置伸展时转动。示出的实施例具有可能较硬的短前臂连杆以及较短的短带,并且其中前臂并排地设置,便于浅室。在这里,短连杆可以引起不活动的臂的与图46和图47相比更多的转动,这可以通过较长的上臂来解决。提供了桥884,其中臂和末端执行器可以被设计成使得桥884在伸展移动期间与不活动的末端执行器880隔开。在这里,末端执行器的基部以如图所示的成角度的形状886为特征。

[0262] 现在参见图52A和图52B,分别示出具有臂902的机器人900 的俯视图和侧视图。两个联动装置均被示出处于其撤回位置,其中各联动装置具有双保持器末端执行器。用来驱动臂的单独连杆的内部装置可以与图21至图23一样。两个上臂904、906中的每一个由一个马达独立地驱动。前臂908、910经由各具有至少一个非圆形带轮的带布置被联接至第三马达。的第三连杆由各具有至少一个非圆形带轮的带驱动器来约束。带驱动器被设计成使得上臂904、906中的一个的转动引起对应的联动装置沿着直线伸展和撤回而另一个联动装置保持静止不动。在示出的实施例中,前臂比上臂短;替代地它们可以较长。联动装置中的每一个中的带驱动器使用针对图5至图6 所描述的技术方法来设计。针对图5至图6所呈现的运动学方程也可以用于双臂的两个联动装置中的每一个。为了使臂转动,机器人的所有三个驱

驱动器轴需要在臂的转动方向上移动相同的量。为了使末端执行器组件中的一个沿着直线路径径向地伸展和撤回,与活动的联动装置相关联的上臂的驱动器轴需要根据针对图5至图6的反向运动学方程来转动,并且另两个驱动器轴需要被保持静止不动。还参见图53,示出其中一个联动装置906、910、914被伸展的图52A和图52B的臂。注意,不活动的联动装置904、908、912利用桥916在活动的联动装置906、910、914伸展的时候保持静止不动。也就是,左联动装置在右联动装置伸展的时候不需要移动,并且右联动装置在当左联动装置伸展时不需要移动,尽管它们可以被独立地径向移动。示出的实施例具有可能较硬的较短连杆,具有短带和便于浅室的并排前臂。替代地,前臂可以在具有桥的配置中比前臂长。

[0263] 现在参见图54至图55,示出具有相对的末端执行器938、940的联接的双臂930。图54A和图54B分别示出具有臂的机器人的俯视和侧视图。两个联动装置均被示出处于其撤回位置,其中末端执行器的横向偏移对应于上臂932和前臂934、936的关节-关节长度的差。组合的上臂连杆932可以如图54中所描绘的单件,或者它可以由两个或更多区段形成。通过示例的方式,两区段设计可以较轻,其中有较少材料,并且左和右区段可以是一样的部件。用来驱动臂的单独连杆的内部布置可以基于相对于图18和图19所示的那个或以别的方式。公共上臂932由一个马达驱动。两个前臂934、936中的每一个经过具有传统带轮的带驱动器由一个马达独立地驱动。具有末端执行器938、940的第三连杆由各具有至少一个非圆形带轮(补偿上臂934、936和前臂932的不等长度的影响)的带驱动器来约束。联动装置中的每一个中的带驱动器使用相对于图1所描述的技术方法或以别的方式来设计。针对图1所呈现的有的狭缝形也可以用于双臂的两个联动装置中的每一个。图55A至图55C示出了在第一934、938和第二936、940联动装置从撤回位置开始伸展时的图54的臂。末端执行器的横向偏移对应于上臂934、936与前臂932的关节-关节长度的差,并且腕关节942、944沿着相对于晶片的中心的轨迹偏移该差的直线行进。注意,不活动的联动装置在活动的联动装置伸展的时候转动。例如,第二联动装置在第一联动装置伸展时转动,并且第一联动装置在第二联动装置伸展时转动。图55A描绘了其中两个联动装置均处于撤回位置的臂。图55B示出被伸展的第一联动装置934、938。图55C描绘了被伸展的第二联动装置936、940。示出的臂具有低轮廓,因为前臂在相同的平面中行进并且末端执行器在相同的平面中行进,允许了具有小体积的浅真空室。由于一个联动装置的腕的撤回位置由另一个联动装置的腕约束,所以臂的容纳半径可以是大的,使得臂特别适用于具有大量工艺模块的应用,其中室的直径由槽阀的大小来决定。归因于其低轮廓,臂可以用相对的末端执行器来替换蛙腿式臂。在示出的实施例中,前臂比上臂短;替代地它们可以较长,例如,在前臂处于不同的标高且重叠着的情况下。

[0264] 参见图56至图57,示出具有相对的末端执行器970、972的独立的双臂960。图56A和图56B示出具有臂的机器人的俯视和侧视图。两个联动装置均被示出处于其撤回位置。在图56中,第一联动装置的上臂962位于第二联动装置的上臂964的上方。可选地,第二联动装置的上臂可以位于第一联动装置的上臂的上方。用来驱动臂的单独连杆的内部布置可以基于图23或以别的方式。在这里,两个上臂962、964中的每一个可以由一个马达独立地驱动。前臂966、968经由各具有至少一个非圆形带轮的带布置被联接至第三马达。具有末端执行器970、972的第三连杆由各具有至少一个非圆形带轮的带驱动器来约束。带驱动器被设计成使得上臂中的一个的转动引起对应的联动装置沿着直线伸展和撤回而另一个联动装置保

持静止不动。联动装置中的每一个中的带驱动器使用针对图5所描述的技术方法来设计。针对图5所呈现的运动学方程也可以用于双臂的两个联动装置中的没有。图57A至图57C示出在第一联动装置962、966、970和第二联动装置964、968、972从撤回位置开始伸展时的图56的臂。在这里,不活动的联动装置在活动的联动装置伸展的时候保持(但不需要这样做)静止不动。也就是,第二联动装置在第一联动装置伸展的时候不移动,并且第一联动装置在当第二联动装置伸展时不移动。臂具有低轮廓,因为前臂在相同的平面中行进并且末端执行器在相同的平面中行进,允许了具有小体积的浅真空室。由于一个联动装置的腕的撤回位置由另一个联动装置的腕约束,所以臂的容纳半径是大的,使得臂特别适用于具有大量工艺模块的应用,其中室的直径由槽阀的大小来决定。归因于其低轮廓,臂可以用相对的末端执行器来替换蛙腿式臂。在示出的实施例中,前臂比上臂短;替代地它们可以较长,例如,在前臂处于不同的标高且重叠着的情况下。

[0265] 现在参见图58,示出具有成角度地偏移的末端执行器998、1000 的联接的双臂990。图58A和图58B示出具有臂的机器人的俯视图和侧视图。两个联动装置均被示出处于其撤回位置。末端执行器的横向偏移1002、1004对应于上臂994、996与前臂992的关节-关节长度的差。组合的上臂连杆992可以是如图59中所描绘的单件,或者它可以由两个或更多区段形成。用来驱动臂的单独连杆的内部布置基于图18或图19或者以别的方式。在这里,公共上臂992可以由一个马达驱动。两个前臂994、996中的每一个可以经过具有传统带轮的带驱动器由一个马达独立地驱动。具有末端执行器998、1000 的第三连杆由各具有至少一个非圆形带轮(补偿上臂与前臂的不等长度的影响)的带驱动器来约束。联动装置中的每一个中的带驱动器使用针对图1所描述的技术方法或以别的方式来设计。针对图1 所呈现的运动学方程也可以用于双臂的两个联动装置中的每一个。还参见图59A至图59C,示出在左联动装置994、998和右联动装置 996、1000伸展时的图58的臂。末端执行器的横向偏移1002、1004 对应于上臂与前臂的关节-关节长度的差,并且腕关节沿着相对于晶片的中心的轨迹偏移该差的直线行进。在这里,不活动的联动装置在活动的联动装置伸展的时候转动,例如,右联动装置在左联动装置伸展时转动,并且左联动装置在右联动装置伸展时转动。图59A 描绘了其中两个联动装置均处于撤回位置的臂。图59B示出被伸展的左联动装置994、998。图59C描绘了被伸展的右联动装置996、1000。在这里,不活动的臂在活动的臂伸展的时候转动。在示出的实施例中,前臂比上臂短;替代地它们可以较长,例如,在前臂处于不同的标高且重叠着的情况下。在示出的实施例中,末端执行器可以分开90度;替代地可以提供任何分离角度。

[0266] 现在参见图60,示出具有成角度地偏移的末端执行器1040、1042 的独立的双臂1030。在这里,图60A和图60B示出具有臂的机器人的俯视图和侧视图。两个联动装置均被示出处于其撤回位置。在图60 中,右上臂1034位于左上臂1032的下面。可选地,左上臂可以位于右上臂的下面。用来驱动臂的单独连杆的内部布置可以基于图23。两个上臂1032、1034中的每一个可以各由一个马达独立地驱动。前臂经由各具有至少一个非圆形带轮的带布置被联接至第三马达。具有末端执行器1040、1042的第三连杆由各具有至少一个非圆形带轮的带驱动器来约束。带驱动器被设计成使得上臂1032、1034中的一个的转动引起对应的联动装置沿着直线伸展和撤回而另一个联动装置保持静止不动。联动装置中的每一个中的带驱动器使用针对图5 所描述的技术方法或以别的方式来设计。针对图5所呈现的运动学方程也

可以用于双臂的两个联动装置中的每一个。图61A至图61C 示出在左联动装置1032、1036、1040紧接着是右联动装置1034、1038、1042伸展时的图60的臂。在这里,不活动的联动装置在活动的联动装置伸展的时候保持(但不需要这样做)静止不动。也就是,左联动装置在右联动装置伸展的时候不移动,并且右联动装置在当左联动装置伸展时不移动。在这里,不活动的联动装置在活动的联动装置伸展的时候保持静止不动。在示出的实施例中,前臂比上臂短;替代地它们可以较长,例如,在前臂处于不同的标高且重叠着的情况下。在示出的实施例中,末端执行器可以分开90度;替代地可以提供任何分离角度。

[0267] 相对于图62通过示例的方式或以别的方式,其中的每一个可以被称作第三连杆组件的第三连杆和末端执行器1060、1062可以被设计成使得质量中心1064、1066在臂的对应联动装置伸展和撤回时分别在腕关节1068、1070的直线轨迹上或靠近直线轨迹。这减小了归因于作用在第三连杆组件的质量中心处的惯性力和在腕关节处的反作用力的力矩,由此减小了在约束第三连杆组件的带布置上的负载。在这里,第三连杆组件可以进一步被设计成使得其质量中心当有效载荷存在时在腕关节轨迹的一侧上并且当没有有效载荷存在时在轨迹的另一侧上。可选地,第三连杆组件可以被设计成使得其质量中心在当有效载荷存在时基本上在腕关节轨迹上,因为在存在有效载荷的状态下典型地要求最佳直线追踪性能,如图62中所图示的。在图62中,1L是左联动装置的腕关节的中心的直线轨迹,2L是左联动装置的腕关节的中心1070,3L是左联动装置的第三连杆组件的质量中心1066,4L是在左联动装置在伸展移动的开始加速(或在撤回移动的结束减速)时作用在左联动装置的第三连杆组件上的力,并且5L是在左联动装置在伸展移动的开始加速(或在撤回移动的结束减速)时作用在左联动装置的第三连杆组件的质量中心处的惯性力。类似地,1R是右联动装置的腕关节的中心的直线轨迹,2R是右联动装置的腕关节的中心1068,3R是右联动装置的第三连杆组件的质量中心1064,4R是在右联动装置在伸展移动的结束减速(或在撤回移动的开始加速)时作用在右联动装置的第三连杆组件上的力,并且5R是在右联动装置在伸展移动的结束减速(或在撤回移动的开始加速)时作用在右联动装置的第三连杆组件的质量中心处的惯性力。在示出的实施例中,提供双晶片末端执行器。在替代方面,可以提供任何合适的末端执行器和臂或连杆几何形状。

[0268] 在替代方面,本实施例的多个方面中的任一个中的上臂可以由马达或者直接地或者经由任何种类的联接器或传动布置来驱动。可以使用任何传动比。替代地,致动第二连杆且约束第三连杆的带驱动器可以用诸如皮带驱动器、线缆驱动器、圆形和非圆形齿轮、基于联动装置的机构或以上的任何组合等的具有等效功能性的任何其他布置代替。替代地,例如,在本实施例的双和四臂方面,各联动装置的第三连杆可以经由使第三连杆与第二马达所驱动的带轮同步的传统两级带布置而被约束成使末端执行器保持径向,类似于图9 的单臂概念。可选地,两级带布置可以用诸如皮带驱动器、线缆驱动器、齿轮驱动器、基于联动装置的机构或以上的任何组合等的任何其他合适的布置代替。替代地,本实施例的双和四臂方面中的上臂可以不以同轴的方式布置。它们可以具有分离的肩关节。双和四臂的两个联动装置不需要具有相同长度的上臂和相同长度的前臂。一个联动装置的上臂的长度可以不同于另一个联动装置的上臂的长度,并且一个联动装置的前臂的长度可以不同于另一个联动装置的前臂的长度。前臂-上臂比率也可以对于两个联动装置不同。在具有左和右联动装置的连杆的不同标高的本实施例的双和四臂方面,左和右联动装置可以互换。双和四臂的

两个联动装置不需要沿着相同的方向伸展。臂可以被配置成使得各联动装置在不同的方向上伸展。本实施例的多个方面中的任一个中的两个联动装置可以由多于或少于三个的连杆(第一连杆=上臂,第二连杆=前臂,第三连杆=具有末端执行器的连杆)构成。在本实施例的双和四臂方面,各联动装置可以具有不同数量的连杆。在本实施例的单臂方面,第三连杆可以承载超过一个的末端执行器。任何合适数量的末端执行器和/或材料保持器可以由第三连杆承载。类似地,在本实施例的双臂方面,各联动装置可以承载任何合适数量的末端执行器。在任一情况中,末端执行器可以被定位在相同平面中、堆叠在彼此上方、以两个的组合来布置或者以任何其他合适的方式来布置。此外,对于双臂配置,各臂可以是可独立地操作,例如,在转动、伸展和/或z(竖直)上独立地操作,例如,如相对于具有2012年11月06日的申请日题为“具有独立的臂的机器人系统”的具有序列号13/670,004的未决的美国专利申请所描述的,该申请通过引用全部并入本文。相应地,所有这样的修改、组合和变化被包含在内。

[0269] 现在参见图63,示出示例性带轮的图形代表1100。示例性带轮轮廓可以是用于如将描述的具有不等连杆长度的臂。通过示例的方式,图形1100可以示出在肘带轮是圆形的情况下用于腕带轮的轮廓。在这里,对于附图使用了以下示例设计: $Re/l_2=0.2$ ,其中 $Re$ 是肘带轮的半径并且 $l_2$ 是前臂的关节-关节长度。替代地,可以提供任何合适的比率。为了清楚的目的,图形示出了与用于双连杆臂的带轮相比的极端设计情况。最外侧的轮廓1110是用于 $l_2/l_1=2$ ,其中 $l_2$ 是前臂的关节-关节长度并且 $l_1$ 是上臂的关节-关节长度,例如,该情况代表较长的前臂。中间的轮廓1112是用于 $l_2/l_1=1$ ,例如,具有相等连杆长度的情况。最内侧的轮廓1114是用于 $l_2/l_1=0.5$ ,例如,该情况代表较短的前臂。在示出的实施例中,使用极坐标系1120。在这里,径向距离被相对于肘带轮的半径标准化,例如,被表达为肘带轮的半径的倍数。换言之,示出了 $R_w/Re$ ,其中 $R_w$ 代表腕带轮的极坐标以及 $Re$ 代表肘带轮的极坐标。角坐标以度为单位并且零点沿着末端执行器的方向1122指向,例如,末端执行器相对于附图指向右侧。

[0270] 现在参见图64和图65,示出具有不等连杆长度的臂1140和1160 的两个附加配置。臂1140被示出为具有比上臂1142长的前臂1144,其中单臂配置可以利用如相对于图1至图4和图5至图8或以别的方式公开的特征。在示出的实施例中,支撑相应基底1150、1152的两个末端执行器1146、1148彼此刚性地连接并且在相对的方向上指向。基底在与机器人1140的中心1156一致且如图所示从腕偏移1154 的径向路径上行进。类似地,臂1160被示出为具有比上臂1162短的前臂1164,其中单臂配置可以利用如相对于图1至图4和图5至图8或以别的方式公开的特征。在示出的实施例中,支撑相应基底 1170、1172的两个末端执行器1166、1168彼此刚性地连接并且在相对的方向上指向。基底在与机器人1160的中心1176一致且如图所示从腕偏移1174的径向路径上行进。在这里,所公开的实施例的特征可以与其他公开的实施例中的任一个类似地共享。

[0271] 现在参见图66和图67,所公开的描述了具有堆叠且并排的末端执行器配置的双臂机器人1310。装置可以与如在2013年3月21日公布的美国公开号2013/0071218中所公开的运送机构和装置组合地使用,该公开是基于2012年9月14日提交的且题为“低可变性机器人”的美国专利申请序列号13/618,117或2015年1月21日提交的且题为“基底运送平台”的美国专利申请序列号14/601,455,这两个申请均特此通过引用全部并入本文。替代地,本实

施例可以用在任何合适的装置或应用中。所公开的装置可以提供具有两个末端执行器的机器人1310,其(i)具有小的占地面积使得它可以在窄通道中移动和转动,(ii)可以用两个末端执行器或者独立地或者同时地访问相同的站,和(iii)可以或者独立地或者同时地访问并排偏移的站。

[0272] 机器人1310的示例实施例被图解性地描绘在图66A至图66D和图67A至图67D中。机器人可以由具有围绕轴线1334的枢转基部 1314的机器人驱动器单元1312和机器手臂1316构成。机器手臂1316 可以以两个联动装置(即左联动装置1318和右联动装置1320)为特征。图66A至图66D示出其中两个联动装置均被撤回的机器人,图 67A至图67D示出其中左联动装置1318被伸展的机器人。

[0273] 左联动装置1318可以由左上臂1322、左前臂1324和左末端执行器1326构成。左上臂1322可以经由旋转关节或轴线1336被联接至基部,左前臂1324可以通过另一旋转关节或轴线1338被联接至左上臂1322,并且左末端执行器1326可以通过又另一旋转关节或轴线1340被联接至左前臂1324。

[0274] 类似地,右联动装置1320可以由右上臂1328、右前臂1330和右末端执行器1332构成。右上臂1328可以经由旋转关节或轴线1342 被联接至基部,右前臂1330可以通过另一旋转关节或轴线1344被联接至右上臂1328,并且右末端执行器1332可以通过又另一旋转关节或轴线1346被联接至右前臂1330。

[0275] 左前臂的关节-关节长度可以比左上臂的关节-关节长度长。可选地,左前臂的关节-关节长度可以等于左上臂的关节-关节长度。在又另一替代方案中,左前臂和左上臂可以具有任何其他合适的长度。

[0276] 类似地,右前臂的关节-关节长度可以比右前臂的关节-关节长度长。可选地,右前臂的关节-关节长度可以等于右上臂的关节-关节长度。在又另一替代方案中,右前臂和右上臂可以具有任何其他合适的长度。

[0277] 在图66A至图66D和图67A至图67D的示例中,左和右上臂与左和右前臂的关节-关节长度被示出为相同。类似地,左和右末端执行器(包括了长度和横向偏移的尺寸)被示出为相同。然而,联动装置可以以上臂、前臂和末端执行器的任何合适尺寸为特征。

[0278] 为了使两个末端执行器能够同时地访问并排偏移的站,将左和右上臂联接至基部的关节之间的距离可以被选择成满足以下关系:

$$[0279] \quad D=2d_0 \quad (1)$$

[0280] 其中D=并排偏移的站之间的中心-中心距离(m),并且d<sub>0</sub>=将左和右上臂联接至基部的关节之间的距离(m)。

[0281] 另外,为了使两个末端执行器能够同时地访问相同的站,联动装置的尺寸可以被选择成满足以下关系:

$$[0282] \quad d_0=12L-11L+d3L+12R-11R+d3R \quad (2)$$

[0283] 在以上方程(2)中使用以下命名:d<sub>3L</sub>=左末端执行器的横向偏移(m),d<sub>3R</sub>=右末端执行器的横向偏移(m),11L=左上臂的关节-关节长度(m)、11R=右上臂的关节-关节长度(m),12L=左前臂的关节-关节长度(m),并且12R=右前臂的关节-关节长度。

[0284] 当机器手臂对称、即左联动装置和右联动装置具有相同尺寸时,方程(2)可以被简化如下:

[0285]  $d_0 = 2(12 - 11 + d_3)$  (3)

[0286] 其中 $d_3$  = 末端执行器的横向偏移 (m),  $11$  = 上臂的关节-关节长度 (m), 并且 $12$  = 前臂的关节-关节长度 (m)。

[0287] 图68A和图68B图解性地示出可用来驱动机器人的基部和单独连杆(即上臂、前臂和末端执行器)的示例布置1398、1438。如图68A和图68B中所描绘的,基部可以由驱动器轴1400、1448、例如T0来驱动。

[0288] 左上臂1402、1454可以由驱动器轴T1L 1420、1440来致动。左前臂1406、1456可以经由具有至少一个非圆形带轮的带布置被联接至另一驱动器轴T2L 1422、1442。带布置可以被设计成使得左上臂的转动引起左腕关节(即将左末端执行器联接至左前臂的关节)沿着平行于左末端执行器的期望的直线路径的直线伸展和撤回。

[0289] 左末端执行器1410可以由具有补偿左上臂与左前臂的不等长度的影响的至少一个非圆形带轮的另一带布置来约束,使得左末端执行器可以沿着直线行进同时维持期望的定向。

[0290] 可选地,如果 $11L = 12L$ ,则可以利用传统带轮,如图68B中所示。在该实施例中,将左前臂联接至轴T2L的带布置被设计成使得联接至轴T2L的带轮的直径是联接至左前臂的带轮的直径的两倍。约束左末端执行器的带布置被设计成使得联接至左上臂的带轮的直径是联接至左末端执行器的带轮的直径的一半。

[0291] 类似地,右上臂1404、1450可以由驱动器轴T1R 1424、1444 来致动。右前臂1408、1452可以经由具有至少一个非圆形带轮的带布置被联接至另一驱动器轴T2R 1426、1446。带布置可以被设计成使得右上臂的转动引起右腕关节(即将右末端执行器联接至右前臂的关节)沿着平行于右末端执行器1412的期望的直线路径的直线伸展和撤回。

[0292] 右末端执行器1412可以由具有补偿右上臂与右前臂的不等长度的影响的至少一个非圆形带轮的另一带布置来约束,使得左末端执行器可以沿着直线行进同时维持期望的定向。

[0293] 可选地,如果 $11R = 12R$ ,则可以利用传统带轮,如图68B中所示。在该实施例中,将右前臂联接至轴T2R的带布置被设计成使得联接至轴T2R的带轮的直径是联接至右前臂的带轮的直径的两倍。约束右末端执行器的带布置被设计成使得联接至右上臂的带轮的直径是联接至右末端执行器的带轮的直径的一半。

[0294] 为了使整个机器手臂转动,所有驱动器轴(即T0、T1L、T2L、T1R和T2R)需要在臂的期望的转动方向上相对于固定参考框架移动相同的量(或者驱动器轴T0需要移动同时另外的驱动器轴可以被视为相对于基部静止不动)。这被图解性地描绘在图69A至图69C中。在该特定示例中,整个机器手臂在逆时针方向上以180度转动。

[0295] 为了使左末端执行器沿着直线路径伸展和撤回,驱动器轴T1L 需要移动以基于左联动装置的反向运动学方程确定的角度而轴T0 和T2L被保持静止不动。在图69D中图解性地示出了机器人1500,其中具有左末端执行器左和右臂1502、1504处于从图69A的初始位置开始伸展的状态。

[0296] 类似地,为了使右末端执行器沿着直线路径伸展和撤回,驱动器轴T1R需要移动基于右联动装置的反向运动学方程确定的角度而轴T0和T2R被保持静止不动。在图69E中图解性地描绘了机器人,其中右末端执行器处于从图69A的初始位置开始伸展的状态。

[0297] 机器人的两个左和右末端执行器可以通过使驱动器轴T1L和 T1R在相反的方向上转动并且如果左和右联动装置以相同尺寸为特征的话转动相同的量而被沿着直线路径同时地伸展和撤回。在图69F 中图解性地示出机器人,其中两个左和右末端执行器均处于从图69A 的初始位置开始伸展的状态。

[0298] 上面相对于图69D至图69F所描述的运动允许机器人或者独立地或者同时地将末端执行器伸展到相同的站/将末端执行器从相同的站撤回。因此,机器人能够利用两个末端执行器沿着直线路径1510 独立地或同时地从相同的站拾取诸如半导体晶片等的材料/将诸如半导体晶片等的材料放置到相同的站。

[0299] 左和右联动装置1502、1504也可以被单独地转动。为了使左联动装置转动,驱动器轴T1L和T2L需要在期望的转动方向上移动相同的量。类似地,为了使右联动装置转动,驱动器轴T1R和T2R需要在期望的转动方向上转动相同的量。

[0300] 当左和右联动装置单独地以180度转动时,左末端执行器和右末端执行器变成横向偏移,如图70A至图70C中示出的示例图解中所描绘的。在该特定示例中,左联动装置1502在顺时针方向上转动并且右联动装置1504同时地在逆时针方向上转动(防止了左和右腕关节的碰撞的风险)。然而,左和右联动装置可以顺次地、在相同方向上或以任何其他合适的方式独立地转动。

[0301] 作为上面所描述的左和右联动装置的单独转动的结果,只要机器人的尺寸满足方程(1)和(2)的条件,臂被重新配置使得左和右末端执行器的中心被横向偏移距离D。

[0302] 在通过左和右联动装置的单独转动的而重新配置上面末端执行器偏移发生在整个臂的转动之前或之后的情况中,移动可以被方便地混合以使总体持续时间最小化。

[0303] 一旦处于图70C的图解的位置,左末端执行器就可以通过使驱动器轴T1L移动而使轴T0和T2L保持静止不动被再次沿着直线路径1512伸展和撤回。类似地,右末端执行器可以通过使驱动器轴T1R 移动而使轴T0和T2R保持静止不动被沿着直线路径伸展和撤回。并且,最后,机器人的两个左和右末端执行器可以通过使驱动器轴T1L 和T1R在相反的方向上转动并且如果左和右联动装置以相同尺寸为特征的话转动相同的量而被沿着直线路径同时地伸展和撤回。

[0304] 在图70D中图解性地示出了处于左末端执行器从图70C的初始位置开始伸展的状态的机器人;在图70E中图解性地描绘了处于右末端执行器从图70C的初始位置开始伸展的状态的机器人;并且在图70F中图解性地示出了处于两个左和右末端执行器均从图70C的初始位置开始伸展的状态的机器人。

[0305] 上面相对于图70 E至图70F所描述的运动允许机器人将末端执行器伸展到两个并排偏移的站/将末端执行器从两个并排偏移的站撤回。因此,机器人能够或者独立地或者同时地从两个并排偏移的站拾取诸如半导体晶片等的材料/将诸如半导体晶片等的材料放置到并排偏移的站。

[0306] 在对并排偏移的站的访问路径不平行的情况中(例如图71中的路径1514或1516),机器人可以使左和右联动装置单独地转动使得它们的伸展/撤回路径的方向与对站的访问路径对齐。在图71A至图 71C的图解中图解性地图示出这样的场景的示例。假设图解71A的初始位置,左和右联动装置可以被转动以重新配置臂使得末端执行器如图解71B中所描绘的横向且成角度地偏移。在该特定示例中,左和右末端执行器之间的成角度的偏移是30度。

从图解71B的撤回位置开始,左联动装置可以如图解71C中所示或者独立地或者同时地被伸展。

[0307] 机器人也可以如示例图解71D和图解71E中所描绘的或者独立地或者同时地访问以180度分开的站。在该特定示例中,假设图解71A的起始位置,左和右联动装置可以首先被转动到图解71D的配置,并接着左末端执行器和/或右末端执行器可以如图解71E中所示或者独立地或者同时地被伸展。

[0308] 虽然两个左和右联动装置均被示出在图解71E中被伸展,但在替代方面两个联动装置中的仅一个可以伸展。在这里,联动装置的达到范围(从用驱动器轴T0的轴线代表的机器人的中心测得)在图解71E中示出的配置中较长,并因此该配置可以用于位于进一步远离机器人的位置的站。

[0309] 机器人可以使用三轴至五轴驱动器布置来驱动,取决于特定应用中所要求的自由度的数量。

[0310] 3轴驱动器布置可以包括三个独立受控的马达M0、M1和M2,如由图72A和图72B及图72C和图72D的两个示例1600、1700所图示的。

[0311] 在图72A至图72D中,图解72A和图解72B分别示出了机器人驱动器单元和臂基部1618的示例布置1600的俯视图和侧视图,其中马达M0被直接地联接至驱动基部1618的轴T0 1602、马达M1 1604 被直接地附接至驱动左上臂的轴T1L 1610并且马达M2 1606被直接地附接至与右前臂联接的轴T2R 1616。此外,利用两个皮带布置 1620、1622使得轴T1L 1610和T1R 1614分别在与轴T2L 1612和 T2R 1616相比相反的方向上转动。这凭借轴T1L与T1R之间的交叉带布置1620和类似地通过轴T2L与T2R之间的另一交叉带布置1622 来获得。

[0312] 可选地,驱动器1700可以具有布置在驱动器单元中的马达M0 1702、M1 1704和M2 1706,并且运动可以如图解72C和图解72D 的示例中所图示的使用带驱动器1720、1722分别被从马达M1和 M2传递至轴T1L 1710、T1R 1714和T2L 1712、T2R1716。

[0313] 在又另一替代方案中,可以采用马达与驱动器轴之间的直接联接器和带布置的任何合适的组合。一般情况下,可以使用在马达与驱动器轴之间的运动的传递提供期望的运动关系的任何合适的手段。

[0314] 当利用根据图72A至图72D的示例的3轴驱动器时,机器人可以执行图69至图71中所限定的所有操作,除了左和右联动装置的独立伸展和撤回(图69和图70中的图解D和E)。

[0315] 4轴驱动器布置可以包括四个独立受控的马达,如图解图73A 和图解73B的示例1800、1900中所图示的。图解73A和图解73B 示出了机器人驱动器单元和臂基部1802的俯视图和侧视图。可以利用马达M0 1804、M1L 1808和M1R 1810来以独立的方式分别致动轴 T0 1804、T1L 1808和T1R 1810。可以使用马达M2 1806来致动轴 T2L 1812和T2R 1814使得两个轴在相反方向上转动。在图73A和图73B中的图解的特定示例中,这凭借联接至马达M2的带轮与轴 T2L之间的直带布置1820和联接至马达M2的另一带轮与轴T2R之间的交叉带布置 1822来获得。

[0316] 可选地,可以采用在马达与驱动器轴之间的运动的传递的直接联接器和带布置的任何组合或任何其他合适的手段,便于轴T0、T1L 和T1R的独立的致动和轴T2L及T2R的联接的致动。

[0317] 当利用这样的4轴驱动器布置时,机器人可以执行根据图69至图71的所有操作,包

括左和右联动装置的独立伸展和撤回。

[0318] 5轴驱动器布置1900可以包括五个独立受控的马达M0 1904、M1L 1906、M2L 1908、M1R 1910和M2R 1912,其可以被直接地联接至驱动器轴T0、T1L、T2L、T1R和T2R,如图73C和图73D中的图解的示例中所描述的,其中图解73C图示出驱动器单元1900和基部1902的俯视图并且图解73D示出其侧视图;凭借通过使图72C和图72D中的图解的示例扩展的带驱动器;使用了直接联接器和带布置的组合,或者以可以便于从马达到驱动器轴的运动传递的任何其他合适的方式。

[0319] 当利用5轴驱动器布置时,机器人可以执行根据图69至图71的所有操作。另外,左和右联动装置可以以完全独立的方式操作,包括独立转动,利用3轴和4轴驱动器布置不可能支持这一点。

[0320] 在图74A中图解性地描绘了图66的机器人2010的基部和联动装置的另一示例内部布置。再次,基部2012可以由驱动器轴T0驱动。

[0321] 左2014上臂可以由驱动器轴T1L致动。左前臂可以经过具有传统带轮的带布置由另一驱动器轴T2L驱动。左末端执行器可以由具有补偿左上臂与左前臂的不等长度的影响的至少一个非圆形带轮的另一带布置来约束,使得左末端执行器可以沿着直线行进同时维持期望的定向。可选地,如果 $l_{1L}=l_{2L}$ ,则可以利用传统带轮,如图74B中所示,其中臂2030具有基部2032、左臂2034和右臂2036。

[0322] 类似地,右2016上臂可以由驱动器轴T1R致动。右前臂可以经过具有传统带轮的带布置由另一驱动器轴T2R驱动。右末端执行器可以由具有补偿右上臂与右前臂的不等长度的影响的至少一个非圆形带轮的另一带布置来约束,使得右末端执行器可以沿着直线行进同时维持期望的定向。可选地,如果 $l_{1R}=l_{2R}$ ,则可以利用传统带轮,如图74B中所示。

[0323] 为了使整个机器手臂转动,所有驱动器轴(即T0、T1L、T2L、T1R和T2R)需要在臂的期望的转动方向上相对于固定参考框架移动相同的量(或者驱动器轴T0需要移动同时另外的驱动器轴相对于基部静止不动)。

[0324] 为了使左末端执行器沿着直线路径伸展和撤回,驱动器轴T1L和T2L需要依照左联动装置的反向运动学方程以协作的方式移动。类似地,为了使右末端执行器沿着直线路径伸展和撤回,驱动器轴T1R和T2R需要依照右联动装置的反向运动学方程以协作的方式移动。示例运动学方程可以在上面找到。

[0325] 机器人的两个末端执行器可以通过使驱动器轴T1L、T2L和T1R、T2R以上面针对左和右末端执行器的独立伸展所描述的方式同时地转动而被沿着直线路径伸展和撤回。

[0326] 左和右联动装置也可以被单独地转动。为了使左联动装置转动,驱动器轴T1L和T2L需要在期望的转动方向上移动相同的量。类似地,为了使右联动装置转动,驱动器轴T1R和T2R需要在期望的转动方向上移动相同的量。类似于图68A和图68B,当左和右联动装置单独地以180度转动时,左末端执行器和右末端执行器变成横向偏移,请见图解70A至图解70C。

[0327] 考虑到以上运动能力,具有根据图74A和图74B的内部布置的机器人可以执行与图69至图71中所概述的相同的操作。

[0328] 具有图74A和图74B的内部布置的基部和联动装置可以分别由图72和图73C、图73D的3轴和5轴驱动器布置来驱动。

[0329] 在图75A和图75B的图解中描绘了机器人2100的另一示例实施例。图解75A示出了其中两个联动装置均被撤回的机器人的俯视图,图解75B描绘了其中两个末端执行器均被伸展的机器人。

[0330] 在图76A中图解性地2330图示出机器人的示例内部布置。在图中,示出了具有联动装置2334、2336的基部2332,联动装置2334、2336具有相等长度的上臂与前臂和圆形带轮;然而,可以利用不等长度和非圆形带轮。

[0331] 机器人可以由早期参照图72和图73所描述的驱动器布置致动。

[0332] 在图76B中图解性地2360示出图解75A和图解75B的机器人的可选内部布置。在图中,示出了具有联动装置2364、2366的基部2362,联动装置2364、2366具有相等长度的上臂与前臂和圆形带轮;然而,可以利用不等长度和非圆形带轮。

[0333] 机器人可以由根据图72和图73C、图73D的驱动器布置致动。

[0334] 在图75C和图75D的图解中描绘了机器人2200的又另一示例实施例。图解75C示出了其中两个联动装置均被撤回的机器人的俯视图,图解75D描绘了其中两个末端执行器均被伸展的机器人。图解75C和图解75D示出了处于左手配置的机器人的联动装置。可选地,联动装置可以以右手布置来配置,如具有机器人2300的图解75E和图解75E中所示。

[0335] 在图76C中图解性地2390图示出根据图解75C和图解75D的实施例的示例内部布置。类似地,在图76D中图解性地2430图示出根据图解75E和图解75E的实施例的示例内部布置。在图76C和图76D中,示出了具有相等长度的上臂与前臂且具有圆形带轮的联动装置2394、2396、2434、2436;然而,可以利用不等长度和非圆形带轮。

[0336] 机器人可以由根据图77A至图77D、图78A至图78B和图73C及图73D的驱动器布置致动。在图77A和图77B中,驱动器2500具有由马达M0 2502驱动的基部2504。M1 2506驱动T1l 2510而M2 2508驱动T2r 2516,其中T1l 2510和t1r 2514由带约束并且T2l 2512和T2r 2516由带约束。在图77C和图77D中,驱动器2560具有由马达M0 2564驱动的基部2562。M1 2566驱动T1l 2570而M2 2568驱动T2r 2576,其中T1l 2570和t1r 2574由带约束并且T2l 2572和T2r 2576由带约束。在图78A和图78B中,驱动器2700具有由马达M0 2704驱动的基部2702。M1l 2706驱动T1l而M1r 2708驱动T1r并且M2 2710通过带驱动T2r 2714和T2l 2712。

[0337] 当利用例如根据图77的示例的3轴驱动器布置时,机器人可以执行图69和图70中所限定的所有操作,除了左和右联动装置的独立伸展和撤回(图69和图70中的图解D和图解E)。它不可以执行图71的沿着不平行且相对路径的同时伸展和撤回。

[0338] 当使用诸如图78的示例的4轴驱动器布置时,机器人可以执行根据图69和图70的所有操作,包括左和右联动装置的独立伸展和撤回。它不可以执行图71的沿着不平行且相对路径的同时伸展和撤回。

[0339] 当利用5轴驱动器布置时,机器人可以执行根据图69和图71的所有操作。另外,左和右联动装置可以以完全独立的方式操作,包括独立转动,利用3轴和4轴驱动器布置不可能支持这一点。

[0340] 所公开的示出了有利的达到范围-容纳比率。与图77A和图77B的3轴驱动布置组合,它还提供了低轮廓和低复杂性。另外,与4轴驱动器布置组合,所公开的支持左和右联动装置的独立伸展。

[0341] 在图79A和图79B中分别图解性地2800、2830示出图75A至图75D的图解的示例实施例的可选内部布置。在图中，示出了具有联动装置2804、2806、2834、2836的基部2802、2832，联动装置 2804、2806、2834、2836具有相等长度的上臂与前臂且具有圆形带轮；然而，可以利用不等长度和非圆形带轮。

[0342] 机器人可以由依照图77和图73C及图73D的驱动器布置致动。

[0343] 尽管左和右联动装置在图中被示出为具有相同的尺寸，但是左联动装置可以具有与右联动装置不同的尺寸，并且驱动器单元可以被配置成反映尺寸上的差异。

[0344] 机器人可以被设计成使得其连杆中的一些（诸如上臂和/或前臂）在末端执行器中的一个或两者的下面并且其他连杆在末端执行器中的一个或两者的上方。

[0345] 当使用术语“带布置”和“带驱动器”时，它们一般是指传递运动、力和/或扭矩的手段，包括带、皮带、线缆、齿轮或任何其他合适的布置。

[0346] 虽然机器人的马达遍及文本在图中被示出为直接地附接至轴、带轮和其他从动部件，但是马达可以经过可传递运动、力和/或扭矩的附加的带、皮带、线缆、齿轮或任何其他合适的布置被联接至从动部件。

[0347] 尽管机器人的马达遍及文本在图中被描绘成在驱动器单元或基部中，但是马达可以位于机器手臂内，例如，作为上臂或前臂的一部分，或者被集成到机器人的旋转关节中。

[0348] 机器人的驱动器单元可以进一步包括竖直升降机构以调整整个机器手臂的标高。可选地，驱动器单元可以包括两竖直升降机构，一个用于左联动装置，另一个用于右联动装置，以独立地调整左和右联动装置的标高。在这里，末端执行器可以被堆叠或设定在相同的水平高度处或者以别的方式被独立地定位在z轴上。

[0349] 在可选实施例中，可以在机器人驱动器和/或机器手臂内使用任何数量和任何类型的合适机构，以控制机器人的左和右末端执行器的标高。

[0350] 机器人可以进一步包括可允许机器人例如沿着安装其的通道移动的横越机构（traverser mechanism）。

[0351] 在另一实施例中，机器人可以被设计成以倒置配置操作，例如，具有从顶部而不是从底部设置的支撑件。

[0352] 机器人可以与相同或相似类型、例如处于倒置配置的另一机器人组合，以提供可以支持快速材料更换的具有四个末端执行器的系统。

[0353] 机器人可以被设计用于在特殊环境、例如在真空中操作，其可以包括静态和/或动态密封件和将机器人的部件中的一些与它操作所在的环境隔离的其他手段的使用。

[0354] 图80A示出具有机器人的系统2900。机器人驱动器单元2904 可以被配置成如用箭头2906、2908所指示的可相对于系统的静止不动部分2902移动。作为示例，机器人驱动器单元可以在轨道、线性轴承、磁力轴承上或者可以被以允许机器人驱动器单元相对于系统的静止不动部分移动的任何合适的方式联接至系统的静止不动部分。作为示例，机器人驱动器单元可以由驱动器单元中的具有的绕组的电动线性马达、由系统的静止不动部分中的具有的绕组的电动线性马达、凭借磁力联接器、使用气动或液压致动器、凭借滚珠丝杠、凭借线缆或皮带、或者利用可以相对于系统的静止不动部分致动机器人驱动器单元的任何其他合适的布置来致动。如原始详细描述中所描述的，机器人驱动器单元可以包括枢转基部和机器手臂。在图解（A）中，枢转底部如用箭头所指示的被相对于机器人驱动器单元致动。

[0355] 图80B示出了具有其中枢转基部3004在枢转基部的侧面上如用箭头3006、3008所指示的被相对于系统的静止不动部分3002直接地致动的布置的系统3000。当枢转基部的两侧在相同方向上被同步地致动相同的量时,整个机器人在对应的方向上平移。当枢转基部的侧面在相反方向上被同步地致动相同的量时,枢转基部转动同时其中心保持静止不动。平移和转动的任何组合可以通过相应地致动枢转基部的侧面来获得。作为示例,基部可以由枢转基部中的具有绕组的电动线性马达、由系统的静止不动部分中的具有绕组的电动线性马达、凭借磁力联接器、凭借滚珠丝杠、凭借线缆或皮带或者利用可相对于系统的静止不动部分致动枢转基部的任何其他合适的布置来致动。

[0356] 依照示例性实施例的一个方面,一种设备包括:至少一个驱动器;第一机器手臂,包括第一上臂、第一前臂和第一末端执行器,其中第一上臂在第一转动轴线处被连接至至少一个驱动器;和第二机器手臂,包括第二上臂、第二前臂和第二末端执行器,其中第二上臂在与第一转动轴线隔开的第二转动轴线处被连接至至少一个驱动器;其中第一和第二机器手臂被配置成将末端执行器定位在第一撤回位置用于使位于末端执行器上的基底至少部分地一个堆叠在另一个上,其中第一和第二机器手臂被配置成使末端执行器从第一撤回位置沿着至少部分地一个位于另一个的正上方的平行的第一路径在第一方向上伸展,并且其中第一和第二机器手臂被配置成使末端执行器沿着不是一个位于另一个上方的彼此隔开的第二路径在至少一个第二方向上伸展,其中第一上臂和第一前臂具有不同的有效长度,并且其中第二上臂和第二前臂具有不同的有效长度。

[0357] 依照另一方面,设备包括至少一个非圆形带轮和将至少一个驱动器在第一上臂与第一前臂之间的第一关节处连接至第一前臂的第一带。

[0358] 依照另一方面,设备包括将第一末端执行器在第一末端执行器到第一前臂的腕关节处连接至第一关节的第二带。

[0359] 依照另一方面,设备包括其中第一和第二末端执行器各具有大致L形状。

[0360] 依照另一方面,设备包括第一圆形带轮和将至少一个驱动器在第一上臂与第一前臂之间的第一关节处连接至第二圆形带轮的第一带,其中第一和第二带轮具有不同的直径。

[0361] 依照另一方面,设备包括其中第一路径从第一撤回位置沿着直线。

[0362] 依照另一方面,设备包括其中第一和第二机器手臂被配置成提供第二撤回位置以定位末端执行器使得位于末端执行器上的基底不是一个堆叠在另一个上。

[0363] 依照另一方面,设备包括控制器,其被配置成控制至少一个驱动器以使第一和第二机器手臂从第一撤回位置沿着第一路径基本上同时地移动并且使第一和第二机器手臂沿着第二路径单独地或同时地移动。

[0364] 依照另一方面,一种方法包括:提供包括第一上臂、第一前臂和第一末端执行器的第一机器手臂,其中第一上臂和第一前臂具有不同的有效长度;提供包括第二上臂、第二前臂和第二末端执行器的第二机器手臂,其中第二上臂和第二前臂具有不同的有效长度;将第一上臂在第一转动轴线处连接至至少一个驱动器;和将第二上臂在与第一转动轴线隔开的第二转动轴线处连接至至少一个驱动器,其中第一和第二机器手臂被配置成将末端执行器定位在第一撤回位置用于使位于末端执行器上的基底至少部分地一个堆叠在另一个上,其中第一和第二机器手臂被配置成使末端执行器从第一撤回位置沿着至少部分地一个位

于另一个的正上方的平行的第一路径在第一方向上伸展,并且其中第一和第二机器手臂被配置成使末端执行器沿着不是一个位于另一个上方的彼此隔开的第二路径在至少一个第二方向上伸展。

[0365] 依照另一方面,方法包括在第一转动轴线处的至少一个非圆形带轮和将至少一个驱动器在第一上臂与第一前臂之间的第一关节处连接至第一前臂的第一带。

[0366] 依照另一方面,方法包括将第一末端执行器在第一末端执行器到第一前臂的腕关节处连接至第一关节的第二带。

[0367] 依照另一方面,方法包括第一圆形带轮和将至少一个驱动器在第一上臂与第一前臂之间的第一关节处连接至第二圆形带轮的第一带,其中第一和第二带轮具有不同的直径。

[0368] 依照另一方面,方法包括其中第一和第二机器手臂被配置成从第一撤回位置沿着直线提供第一路径。

[0369] 依照另一方面,方法包括其中第一和第二臂被配置成提供第二撤回位置以定位末端执行器使得位于末端执行器上的基底不是一个堆叠在另一个上。

[0370] 依照另一方面,方法包括将控制器连接至至少一个驱动器,控制器被配置成控制至少一个驱动器以使第一和第二机器手臂从第一撤回位置沿着第一路径基本上同时地移动并且使第一和第二臂沿着第二路径单独地或同时地移动。

[0371] 依照另一方面,一种方法包括:将第一和第二机器手臂的相应第一末端执行器和第二末端执行器定位在第一撤回位置用于使位于末端执行器上的基底至少部分地一个堆叠在另一个上,其中第一机器手臂包括第一上臂、第一前臂和第一末端执行器,其中第一上臂在第一转动轴线处被连接至至少一个驱动器,并且其中第二机器手臂包括第二上臂、第二前臂和第二末端执行器,其中第二上臂在与第一转动轴线隔开的第二转动轴线处被连接至至少一个驱动器;移动第一和第二机器手臂以使末端执行器从第一撤回位置沿着至少部分地一个位于另一个的正上方的平行的第一路径在第一方向上移动;和移动第一和第二机器手臂以使末端执行器移动以使末端执行器沿着不是一个位于另一个上方的彼此隔开的第二路径在至少一个第二方向上伸展。

[0372] 依照另一方面,方法包括其中移动第一和第二机器手臂包括至少一个非圆形带轮和将至少一个驱动器在第一上臂与第一前臂之间的第一关节处连接至第一前臂的第一带。

[0373] 依照另一方面,方法包括其中移动第一和第二机器手臂包括将第一末端执行器在第一末端执行器到第一前臂的腕关节处连接至第一关节的第二带。

[0374] 依照另一方面,方法包括其中移动第一和第二机器手臂包括第一圆形带轮和将至少一个驱动器在第一上臂与第一前臂之间的第一关节处连接至第二圆形带轮的第一带,其中第一和第二带轮具有不同的直径。

[0375] 依照另一方面,方法包括控制器,其控制至少一个驱动器以使第一和第二机器手臂从第一撤回位置沿着第一路径基本上同时地移动并且使第一和第二机器手臂沿着第二路径单独地或同时地移动。

[0376] 依照另一方面,一种设备包括:第一机器手臂,包括第一上臂、第一前臂和第一末端执行器;第二机器手臂,包括第二上臂、第二前臂和第二末端执行器;和驱动器,被连接至第一和第二机器手臂,其中第一上臂在第一转动轴线处被连接至驱动器,其中第二上臂在

与第一转动轴线隔开的第二转动轴线处被连接至驱动器,其中驱动器包括用于使第一和第二上臂转动的仅三个马达,其中第一和第二机器手臂被配置成将末端执行器定位在第一撤回位置用于使位于末端执行器上的基底至少部分地一个堆叠在另一个上,其中第一和第二机器手臂被配置成使末端执行器从第一撤回位置沿着至少部分地一个位于另一个的正上方的平行的第一路径在第一方向上伸展,并且其中第一和第二机器手臂被配置成使末端执行器沿着不是一个位于另一个上方的彼此隔开的第二路径在至少一个第二方向上伸展。

[0377] 依照另一方面,设备包括其中第一上臂和第一前臂具有不同的有效长度,并且其中第二上臂和第二前臂具有不同的有效长度。

[0378] 依照另一方面,设备包括至少一个非圆形带轮和将驱动器在第一上臂与第一前臂之间的第一关节处连接至第一前臂的第一带。

[0379] 依照另一方面,设备包括将第一末端执行器在第一末端执行器到第一前臂的腕关节处连接至第一关节的第二带。

[0380] 依照另一方面,设备包括其中第一和第二末端执行器各具有大致L形状。

[0381] 依照另一方面,设备包括第一圆形带轮和将驱动器在第一上臂与第一前臂之间的第一关节处连接至第二圆形带轮的第一带,其中第一和第二带轮具有不同的直径。

[0382] 依照另一方面,设备包括其中第一路径从第一撤回位置沿着直线。

[0383] 依照另一方面,设备包括其中第一和第二机器手臂被配置成提供第二撤回位置以定位末端执行器使得位于末端执行器上的基底不是一个堆叠在另一个上。

[0384] 依照另一方面,设备包括控制器,其被配置成控制驱动器以使第一和第二机器手臂从第一撤回位置沿着第一路径基本上同时地移动并且使第一和第二机器手臂沿着第二路径单独地或同时地移动。

[0385] 依照另一方面,设备包括其中三个马达在公共轴线上对齐。

[0386] 依照另一方面,设备包括其中三个马达位于三个相应的隔开的轴线上。

[0387] 依照另一方面,设备包括被连接至驱动器以使驱动器和第一和第二机器手臂竖直地移动的z轴马达。

[0388] 依照另一方面,一种方法包括:将第一和第二机器手臂的相应第一末端执行器和第二末端执行器定位在第一撤回位置用于使位于末端执行器上的基底至少部分地一个堆叠在另一个上,其中第一机器手臂包括第一上臂、第一前臂和第一末端执行器,其中第一上臂在第一转动轴线处被连接至驱动器,并且其中第二机器手臂包括第二上臂、第二前臂和第二末端执行器,其中第二上臂在与第一转动轴线隔开的第二转动轴线处被连接至驱动器;移动第一和第二机器手臂以使末端执行器从第一撤回位置沿着至少部分地一个位于另一个的正上方的平行的第一路径在第一方向上移动;移动第一和第二机器手臂以使末端执行器移动以使末端执行器沿着不是一个位于另一个上方的彼此隔开的第二路径在至少一个第二方向上伸展;使第一和第二机器手臂围绕与第一和第二转动轴线隔开的第三转动轴线一起转动,其中从第一撤回位置在第一方向上的移动、使末端执行器在至少一个第二方向上伸展的移动和转动利用驱动器的仅三个马达。

[0389] 依照另一方面,方法包括其中移动第一和第二机器手臂包括至少一个非圆形带轮和将驱动器在第一上臂与第一前臂之间的第一关节处连接至第一前臂的第一带。

[0390] 依照另一方面,方法包括其中移动第一和第二机器手臂包括将第一末端执行器在

第一末端执行器到第一前臂的腕关节处连接至第一关节的第二带。

[0391] 依照另一方面,方法包括其中移动第一和第二机器手臂包括第一圆形带轮和将驱动器在第一上臂与第一前臂之间的第一关节处连接至第二圆形带轮的第一带,其中第一和第二带轮具有不同的直径。

[0392] 依照另一方面,方法包括其中进一步包括控制器,其控制驱动器的马达以使第一和第二机器手臂从第一撤回位置沿着第一路径基本上同时地移动并且使第一和第二机器手臂沿着第二路径单独地或同时地移动。

[0393] 依照另一方面,一种方法包括:提供包括第一上臂、第一前臂和第一末端执行器的第一机器手臂;提供包括第二上臂、第二前臂和第二末端执行器的第二机器手臂;将第一上臂在第一转动轴线处连接至驱动器;和将第二上臂在与第一转动轴线隔开的第二转动轴线处连接至驱动器,其中第一和第二机器手臂被配置成将末端执行器定位在第一撤回位置用于使位于末端执行器上的基底至少部分地一个堆叠在另一个上,其中第一和第二机器手臂被配置成被转动以使末端执行器从第一撤回位置沿着至少部分地一个位于另一个的正上方的平行的第一路径在第一方向上伸展,并且其中第一和第二机器手臂被配置成被转动以使末端执行器沿着不是一个位于另一个上方的彼此隔开的第二路径在至少一个第二方向上伸展,其中驱动器包括用于使第一和第二机器手臂转动以使末端执行器伸展和用于使第一和第二机器手臂围绕与第一和第二转动轴线隔开的第三转动轴线转动的仅三个马达。

[0394] 依照另一方面,方法包括其中第一机器手臂设置有具有不同的有效长度的第一上臂和第一前臂,并且其中第二机器手臂设置有具有不同的有效长度的第二上臂和第二前臂。

[0395] 依照另一方面,方法包括在第一转动轴线处的至少一个非圆形带轮和将驱动器在第一上臂与第一前臂之间的第一关节处连接至第一前臂的第一带。

[0396] 依照另一方面,方法包括将第一末端执行器在第一末端执行器到第一前臂的腕关节处连接至第一关节的第二带。

[0397] 依照另一方面,方法包括第一圆形带轮和将驱动器在第一上臂与第一前臂之间的第一关节处连接至第二圆形带轮的第一带,其中第一和第二带轮具有不同的直径。

[0398] 依照另一方面,方法包括其中第一和第二机器手臂被配置成从第一撤回位置沿着直线提供第一路径。

[0399] 依照另一方面,方法包括其中第一和第二臂被配置成提供第二撤回位置以定位末端执行器使得位于末端执行器上的基底不是一个堆叠在另一个上。

[0400] 依照另一方面,方法包括将控制器连接至驱动器,控制器被配置成控制驱动器以使第一和第二机器手臂从第一撤回位置沿着第一路径基本上同时地移动并且使第一和第二臂沿着第二路径单独地或同时地移动。

[0401] 依照另一方面,一种设备包括:第一机器手臂,包括第一上臂、第一前臂和第一末端执行器;第二机器手臂,包括第二上臂、第二前臂和第二末端执行器;和驱动器,被连接至第一和第二机器手臂,其中第一上臂在第一转动轴线处被连接至驱动器,其中第二上臂在与第一转动轴线隔开的第二转动轴线处被连接至驱动器,其中驱动器包括用于使第一和第二上臂转动的五个马达,其中马达中的第一个被连接至第一和第二机器手臂以使第一和第二臂围绕与第一和第二转动轴线隔开的第三转动轴线转动,其中马达中的第二和第三个被

连接至第一机器手臂以使第一上臂和第一前臂分别地转动,并且其中马达中的第四和第五个被连接至第二机器手臂以使第二上臂和第二前臂与第一机器手臂独立地分别地转动,其中第一和第二机器手臂被配置成将末端执行器定位在第一撤回位置用于使位于末端执行器上的基底至少部分地一个堆叠在另一个上,其中第一和第二机器手臂被配置成使末端执行器从第一撤回位置沿着至少部分地一个位于另一个的正上方的平行的第一路径在第一方向上伸展,并且其中第一和第二机器手臂被配置成使末端执行器沿着不是一个位于另一个上方的彼此隔开的第二路径在至少一个第二方向上伸展。

[0402] 依照另一方面,设备包括其中第一上臂和第一前臂具有不同的有效长度,并且其中第二上臂和第二前臂具有不同的有效长度。

[0403] 依照另一方面,设备包括至少一个非圆形带轮和将驱动器在第一上臂与第一前臂之间的第一关节处连接至第一前臂的第一带。

[0404] 依照另一方面,设备包括将第一末端执行器在第一末端执行器到第一前臂的腕关节处连接至第一关节的第二带。

[0405] 依照另一方面,设备包括其中第一和第二末端执行器各具有大致L形状。

[0406] 依照另一方面,设备包括第一圆形带轮和将驱动器在第一上臂与第一前臂之间的第一关节处连接至第二圆形带轮的第一带,其中第一和第二带轮具有不同的直径。

[0407] 依照另一方面,设备包括其中第一路径从第一撤回位置沿着直线。

[0408] 依照另一方面,设备包括其中第一和第二机器手臂被配置成提供第二撤回位置以定位末端执行器使得位于末端执行器上的基底不是一个堆叠在另一个上。

[0409] 依照另一方面,设备包括控制器,其被配置成控制驱动器以使第一和第二机器手臂从第一撤回位置沿着第一路径基本上同时地移动并且使第一和第二机器手臂沿着第二路径单独地或同时地移动。

[0410] 依照另一方面,设备包括被连接至驱动器以使驱动器和第一和第二机器手臂竖直地移动的z轴马达。

[0411] 依照另一方面,一种方法包括:将第一和第二机器手臂的相应第一末端执行器和第二末端执行器定位在第一撤回位置用于使位于末端执行器上的基底至少部分地一个堆叠在另一个上,其中第一机器手臂包括第一上臂、第一前臂和第一末端执行器,其中第一上臂在第一转动轴线处被连接至驱动器,并且其中第二机器手臂包括第二上臂、第二前臂和第二末端执行器,其中第二上臂在与第一转动轴线隔开的第二转动轴线处被连接至驱动器;移动第一和第二机器手臂以使末端执行器从第一撤回位置沿着至少部分地一个位于另一个的正上方的平行的第一路径在第一方向上移动;移动第一和第二机器手臂以使末端执行器移动以使末端执行器沿着不是一个位于另一个上方的彼此隔开的第二路径在至少一个第二方向上伸展;使第一和第二机器手臂围绕与第一和第二转动轴线隔开的第三转动轴线一起转动,其中从第一撤回位置在第一方向上的移动、使末端执行器在至少一个第二方向上伸展的移动和转动利用驱动器的五个马达,其中马达中的第一个被连接至第一和第二机器手臂以使第一和第二臂围绕第三转动轴线转动,其中马达中的第二和第三个被连接至第一机器手臂以使第一上臂和第一前臂分别地转动,并且其中马达中的第四和第五个被连接至第二机器手臂以使第二上臂和第二前臂与第一机器手臂独立地分别地转动。

[0412] 依照另一方面,一种方法或设备包括其中第一马达在第三轴线上被对齐、第二和

第三马达在第一轴线上彼此对齐并且第四和第五马达在第二轴线上彼此对齐。

[0413] 依照另一方面,一种方法包括:提供包括第一上臂、第一前臂和第一末端执行器的第一机器手臂;提供包括第二上臂、第二前臂和第二末端执行器的第二机器手臂;将第一上臂在第一转动轴线处连接至驱动器;和将第二上臂在与第一转动轴线隔开的第二转动轴线处连接至驱动器,其中第一和第二机器手臂被配置成将末端执行器定位在第一撤回位置用于使位于末端执行器上的基底至少部分地一个堆叠在另一个上,其中第一和第二机器手臂被配置成被转动以使末端执行器从第一撤回位置沿着至少部分地一个位于另一个的正上方的平行的第一路径在第一方向上伸展,并且其中第一和第二机器手臂被配置成被转动以使末端执行器沿着不是一个位于另一个上方的彼此隔开的第二路径在至少一个第二方向上伸展,其中驱动器包括用于使第一和第二机器手臂转动以使末端执行器伸展和用于使第一和第二机器手臂围绕与第一和第二转动轴线隔开的第三转动轴线转动的五个马达,其中马达中的第一个被连接至第一和第二机器手臂以使第一和第二臂围绕第三转动轴线转动,其中马达中的第二和第三个被连接至第一机器手臂以使第一上臂和第一前臂分别地转动,并且其中机器手臂中的第四和第五个被连接至第二机器手臂以使第二上臂和第二前臂与第一机器手臂独立地分别地转动。

[0414] 依照另一方面,一种设备包括:第一机器手臂,包括第一上臂、第一前臂和第一末端执行器;第二机器手臂,包括第二上臂、第二前臂和第二末端执行器;和驱动器,被连接至第一和第二机器手臂,其中第一上臂在第一转动轴线处被连接至驱动器,其中第二上臂在与第一转动轴线隔开的第二转动轴线处被连接至驱动器,其中驱动器包括用于使第一和第二上臂转动的四个马达,其中马达中的第一个被连接至第一上臂,其中马达中的第二个被连接至第二上臂,其中马达中的第三个被连接至第一前臂,其中马达中的第四个被连接至第二前臂,其中第三和第四马达在与第一和第二轴线隔开的公共轴线上对齐,其中第一马达在第一轴线上对齐并且其中第二马达在第二轴线上对齐,其中第一和第二机器手臂被配置成将末端执行器定位在第一撤回位置用于使位于末端执行器上的基底至少部分地一个堆叠在另一个上,其中第一和第二机器手臂被配置成使末端执行器从第一撤回位置沿着至少部分地一个位于另一个的正上方的平行的第一路径在第一方向上伸展,并且其中第一和第二机器手臂被配置成使末端执行器沿着不是一个位于另一个上方的彼此隔开的第二路径在至少一个第二方向上伸展。

[0415] 在一个示例实施例中,提供一种设备,其包括至少一个处理器;和包括计算机程序代码的至少一个非暂时性存储器,至少一个存储器和计算机程序代码被配置成利用至少一个处理器一起引起设备:将第一和第二机器手臂的相应第一末端执行器和第二末端执行器定位在第一撤回位置用于使位于末端执行器上的基底至少部分地一个堆叠在另一个上,其中第一机器手臂包括第一上臂、第一前臂和第一末端执行器,其中第一上臂在第一转动轴线处被连接至驱动器,并且其中第二机器手臂包括第二上臂、第二前臂和第二末端执行器,其中第二上臂在与第一转动轴线隔开的第二转动轴线处被连接至驱动器;移动第一和第二机器手臂以使末端执行器从第一撤回位置沿着至少部分地一个位于另一个的正上方的平行的第一路径在第一方向上移动;移动第一和第二机器手臂以使末端执行器移动以使末端执行器沿着不是一个位于另一个上方的彼此隔开的第二路径在至少一个第二方向上伸展;使第一和第二机器手臂围绕与第一和第二转动轴线隔开的第三转动轴线一起转动,其中从

第一撤回位置在第一方向上的移动、使末端执行器在至少一个第二方向上伸展的移动和转动利用驱动器的仅三个马达。

[0416] 依照一个示例实施例,提供一种设备,其包括机器可读的非暂时性程序存储装置,暂时性程序存储装置有形地体现了可由机器执行用于执行操作的指令的程序,操作包括:将第一和第二机器手臂的相应第一末端执行器和第二末端执行器定位在第一撤回位置用于使位于末端执行器上的基底至少部分地一个堆叠在另一个上,其中第一机器手臂包括第一上臂、第一前臂和第一末端执行器,其中第一上臂在第一转动轴线处被连接至驱动器,并且其中第二机器手臂包括第二上臂、第二前臂和第二末端执行器,其中第二上臂在与第一转动轴线隔开的第二转动轴线处被连接至驱动器;移动第一和第二机器手臂以使末端执行器从第一撤回位置沿着至少部分地一个位于另一个的正上方的平行的第一路径在第一方向上移动;移动第一和第二机器手臂以使末端执行器移动以使末端执行器沿着不是一个位于另一个上方的彼此隔开的第二路径在至少一个第二方向上伸展;使第一和第二机器手臂围绕与第一和第二转动轴线隔开的第三转动轴线一起转动,其中从第一撤回位置在第一方向上的移动、使末端执行器在至少一个第二方向上伸展的移动和转动利用驱动器的仅三个马达。

[0417] 在一个示例实施例中,提供一种设备,其包括至少一个处理器;和包括计算机程序代码的至少一个非暂时性存储器,至少一个存储器和计算机程序代码被配置成利用至少一个处理器引起设备:将第一和第二机器手臂的相应第一末端执行器和第二末端执行器定位在第一撤回位置用于使位于末端执行器上的基底至少部分地一个堆叠在另一个上,其中第一机器手臂包括第一上臂、第一前臂和第一末端执行器,其中第一上臂在第一转动轴线处被连接至驱动器,并且其中第二机器手臂包括第二上臂、第二前臂和第二末端执行器,其中第二上臂在与第一转动轴线隔开的第二转动轴线处被连接至驱动器;移动第一和第二机器手臂以使末端执行器从第一撤回位置沿着至少部分地一个位于另一个的正上方的平行的第一路径在第一方向上移动;移动第一和第二机器手臂以使末端执行器移动以使末端执行器沿着不是一个位于另一个上方的彼此隔开的第二路径在至少一个第二方向上伸展;使第一和第二机器手臂围绕与第一和第二转动轴线隔开的第三转动轴线一起转动,其中从第一撤回位置在第一方向上的移动、使末端执行器在至少一个第二方向上伸展的移动和转动利用驱动器的五个马达,其中马达中的第一个被连接至第一和第二机器手臂以使第一和第二臂围绕第三转动轴线转动,其中马达中的第二和第三个被连接至第一机器手臂以使第一上臂和第一前臂分别地转动,并且其中机器手臂中的第四和第五个被连接至第二机器手臂以使第二上臂和第二前臂与第一机器手臂独立地分别地转动。

[0418] 依照一个示例实施例,提供一种设备,其包括机器可读的非暂时性程序存储装置,非暂时性程序存储装置有形地体现了可由机器执行的用于执行操作的指令的程序,操作包括:将第一和第二机器手臂的相应第一末端执行器和第二末端执行器定位在第一撤回位置用于使位于末端执行器上的基底至少部分地一个堆叠在另一个上,其中第一机器手臂包括第一上臂、第一前臂和第一末端执行器,其中第一上臂在第一转动轴线处被连接至驱动器,并且其中第二机器手臂包括第二上臂、第二前臂和第二末端执行器,其中第二上臂在与第一转动轴线隔开的第二转动轴线处被连接至驱动器;移动第一和第二机器手臂以使末端执行器从第一撤回位置沿着至少部分地一个位于另一个的正上方的平行的第一路径在

第一方向上移动;移动第一和第二机器手臂以使末端执行器移动以使末端执行器沿着不是一个位于另一个上方的彼此隔开的第二路径在至少一个第二方向上伸展;使第一和第二机器手臂围绕与第一和第二转动轴线隔开的第三转动轴线一起转动,其中从第一撤回位置在第一方向上的移动、使末端执行器在至少一个第二方向上伸展的移动和转动利用驱动器的五个马达,其中马达中的第一个被连接至第一和第二机器手臂以使第一和第二臂围绕第三转动轴线转动,其中马达中的第二和第三个被连接至第一机器手臂以使第一上臂和第一前臂分别地转动,并且其中机器手臂中的第四和第五个被连接至第二机器手臂以使第二上臂和第二前臂与第一机器手臂独立地分别地转动。

[0419] 可以利用一个或多个计算机可读介质的任何组合作为存储器。计算机可读介质可以是计算机可读信号介质或者是非暂时性计算机可读存储介质。非暂时性计算机可读存储介质不包括传播信号并且可以是例如但不限于电子、磁、光学、电磁、红外或半导体系统、设备或装置或者前述内容的任何合适的组合。计算机可读存储介质的更具体的示例(非穷尽列表)将包括以下:具有一个或多个电线的电连接、便携式计算机软盘、硬盘、随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、可擦除可编程只读存储器(EPROM或闪存)、光纤、便携式压缩磁盘只读存储器(CD-ROM)、光学存储装置、磁存储装置或前述内容的任何合适的组合。

[0420] 应当看出,前述描述仅仅是说明性的。本领域技术人员可以设计出各种可选方案和修改。相应地,本实施例旨在包含所有这样的可选方案、修改和变化。例如,各种从属权利要求中记载的特征可以以任何合适的组合彼此组合。另外,来自上述不同实施例的特征可以被选择性地组合成新的实施例。相应地,本描述旨在包含落在所附权利要求的范围内的所有这样的可选方案、修改和变化。

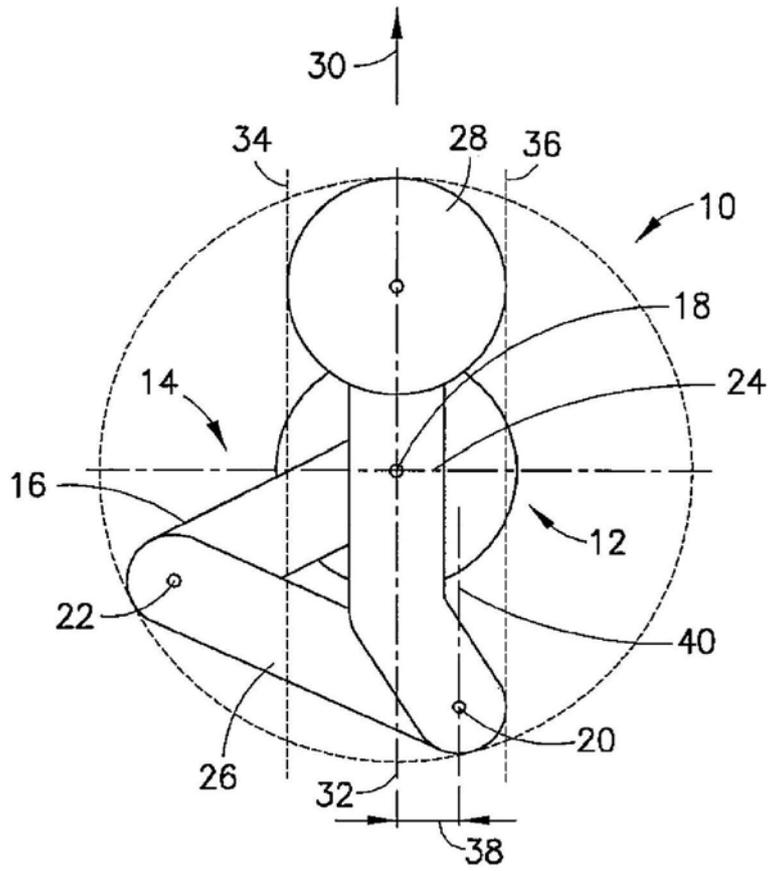


图1A

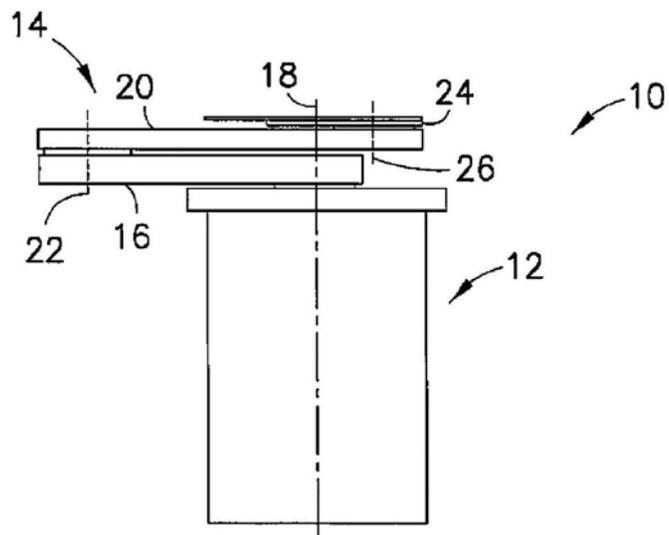


图1B

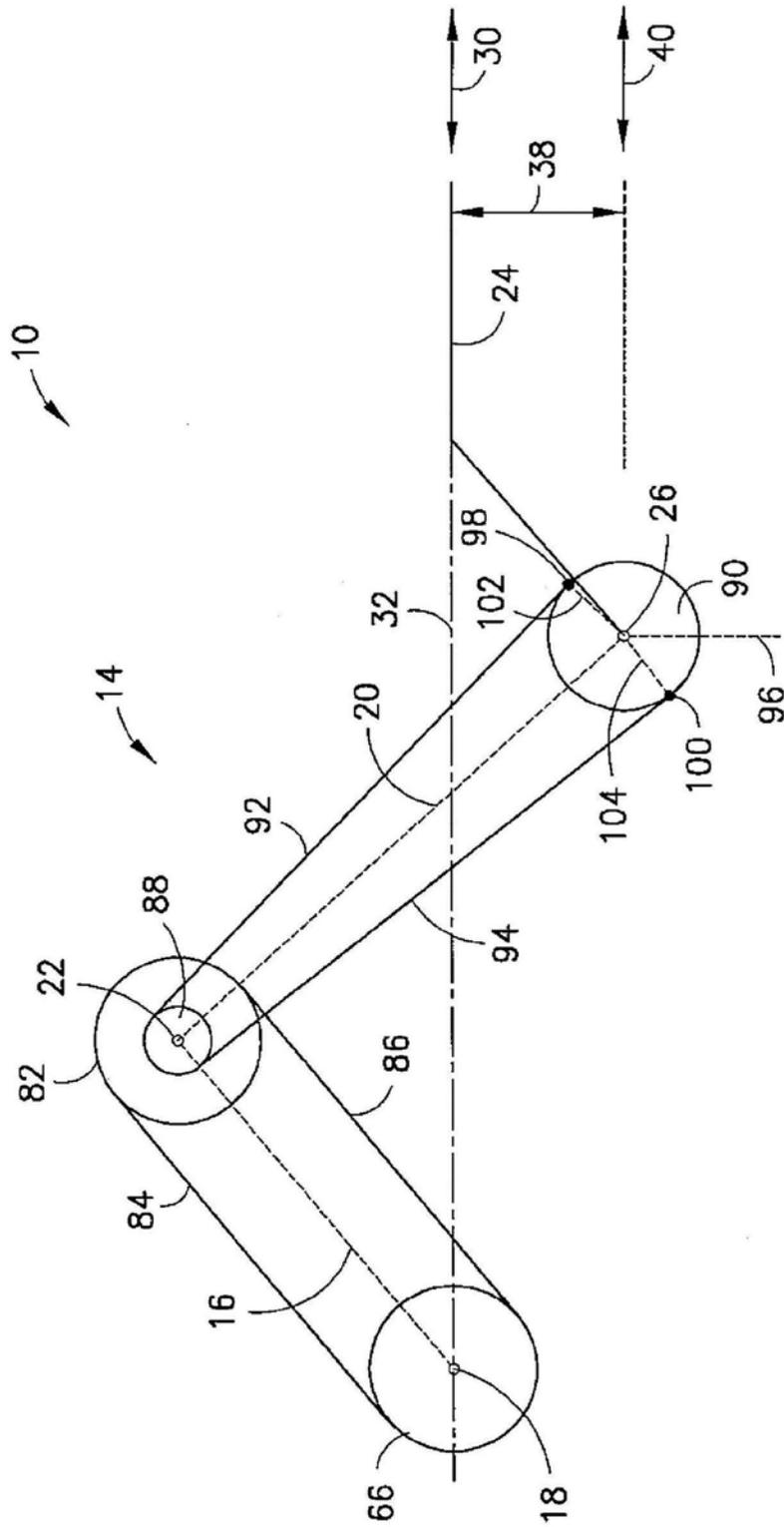


图2A

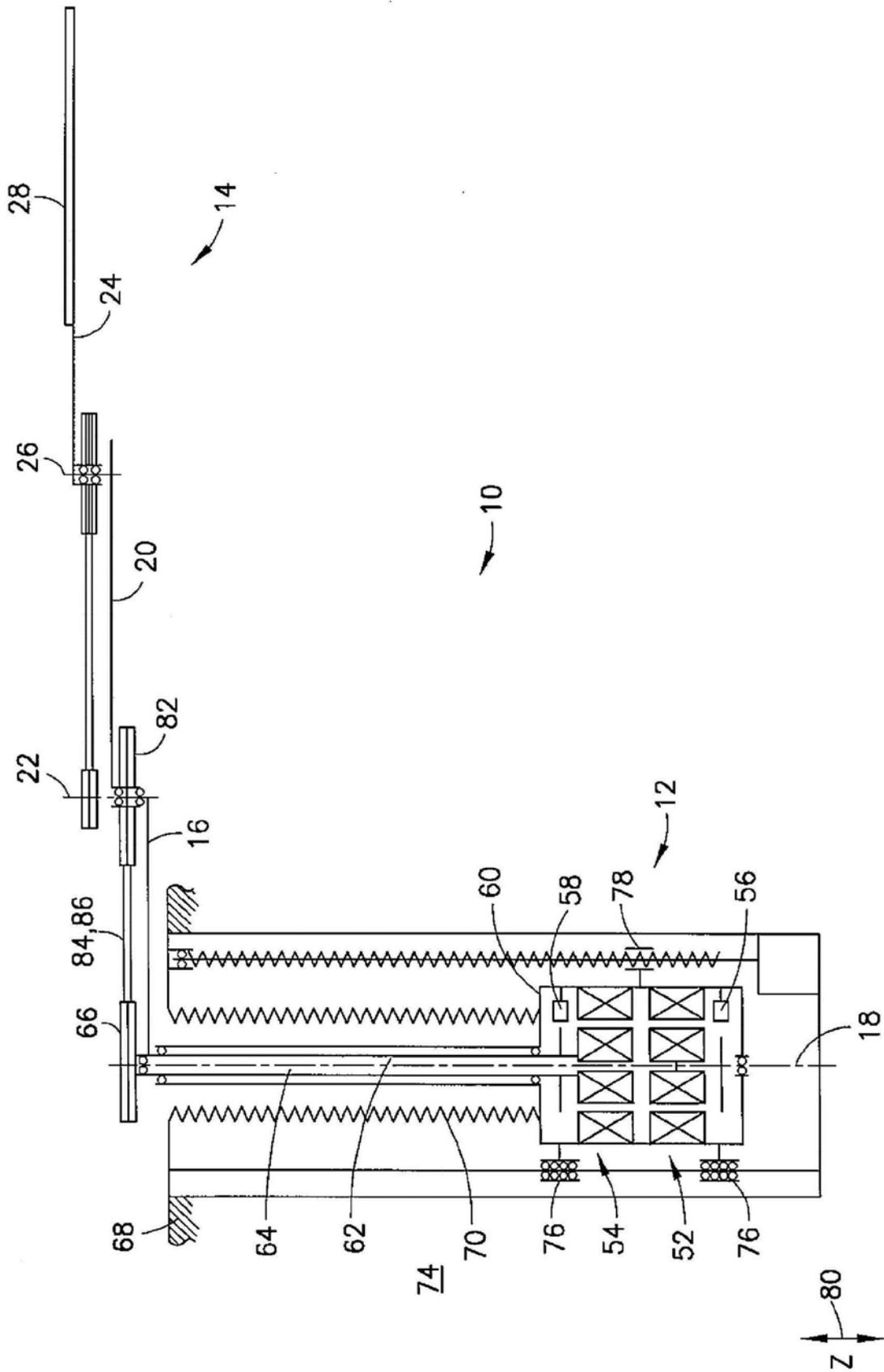
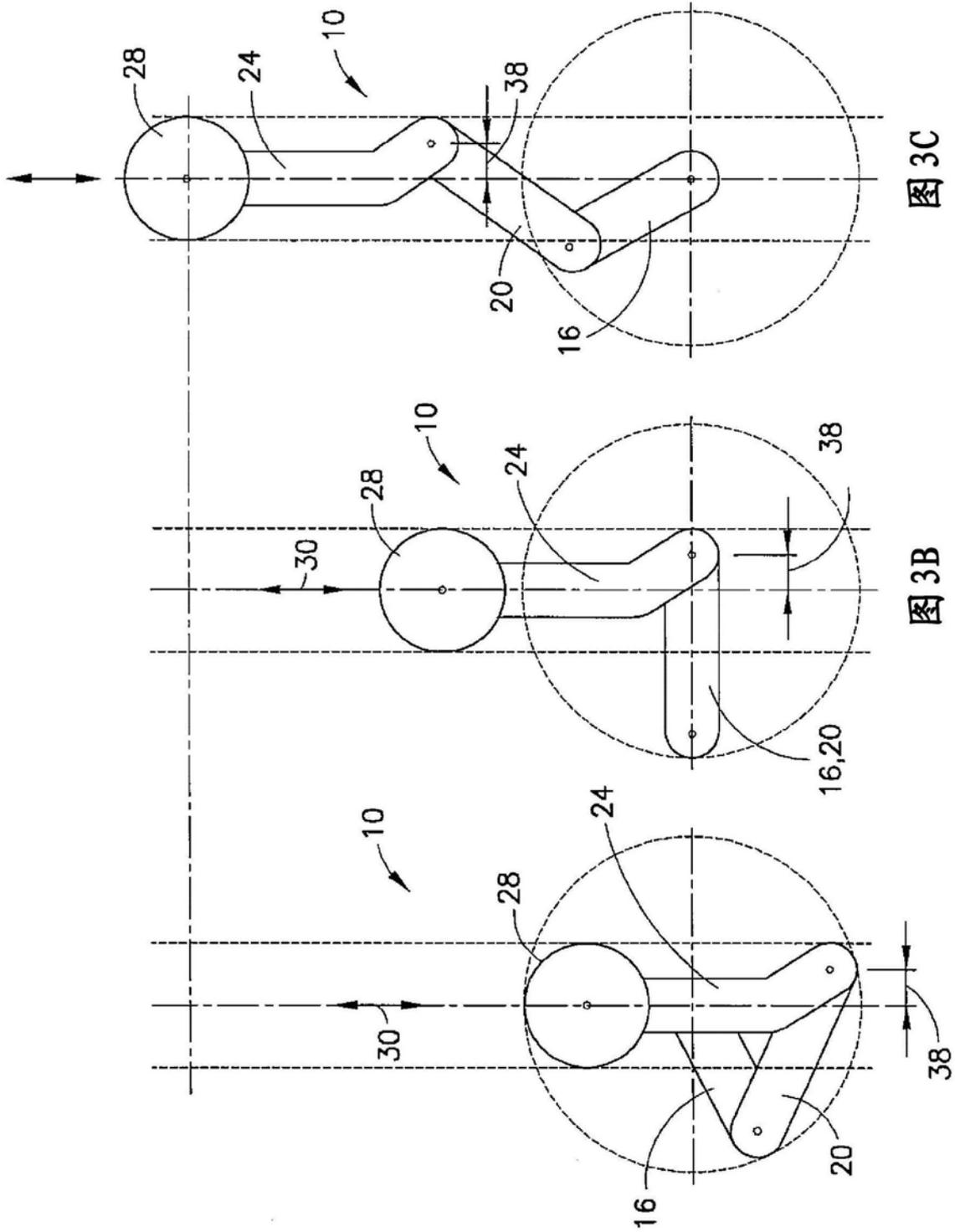


图2B



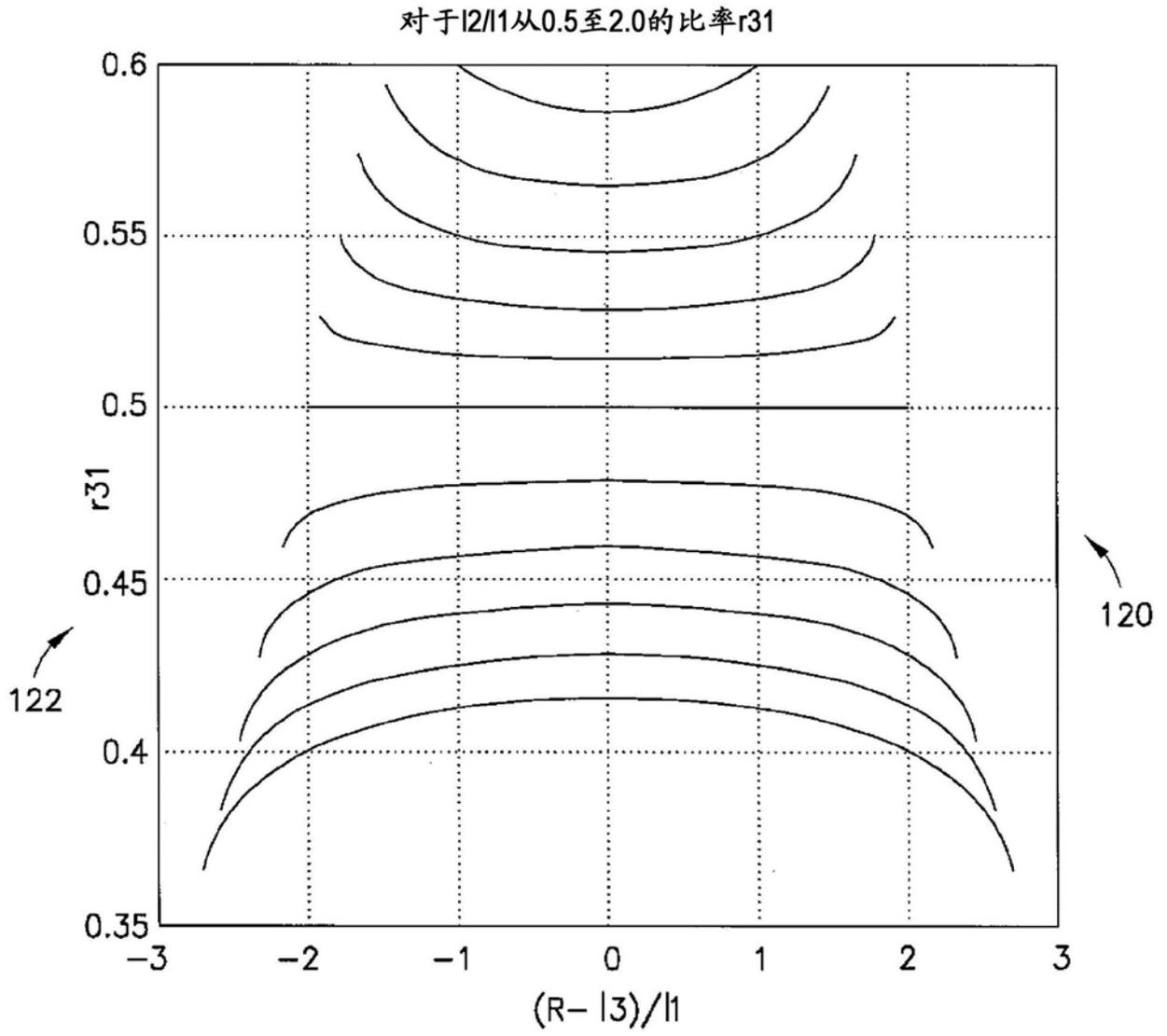


图4

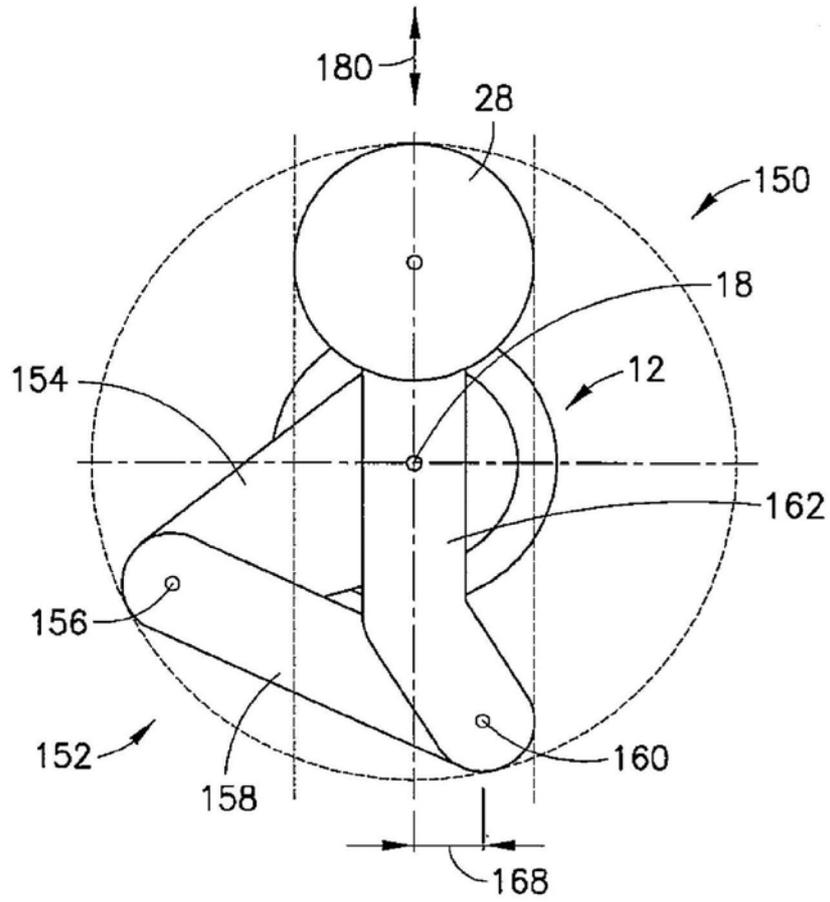


图5A

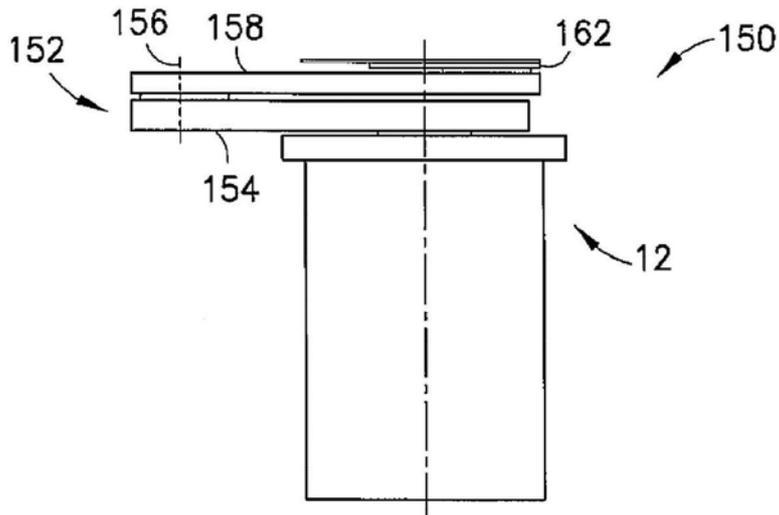


图5B

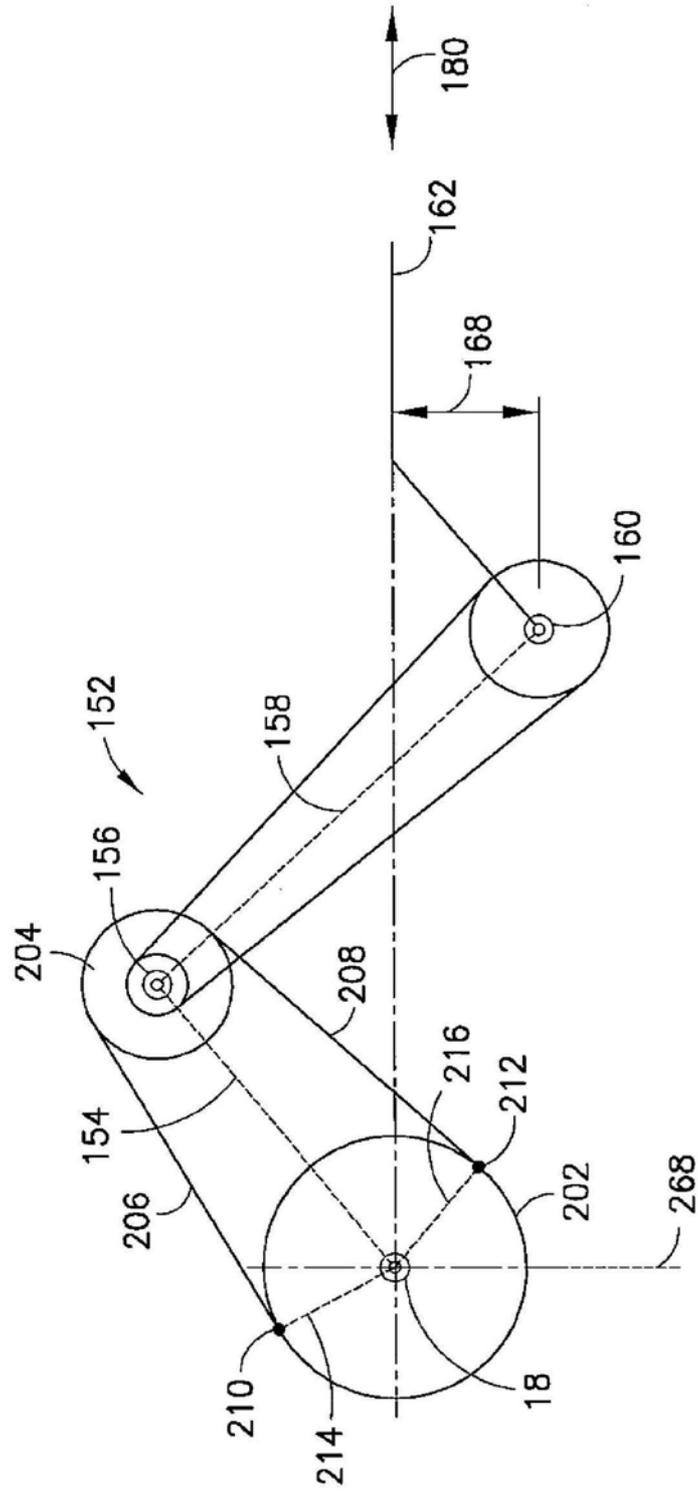


图6A

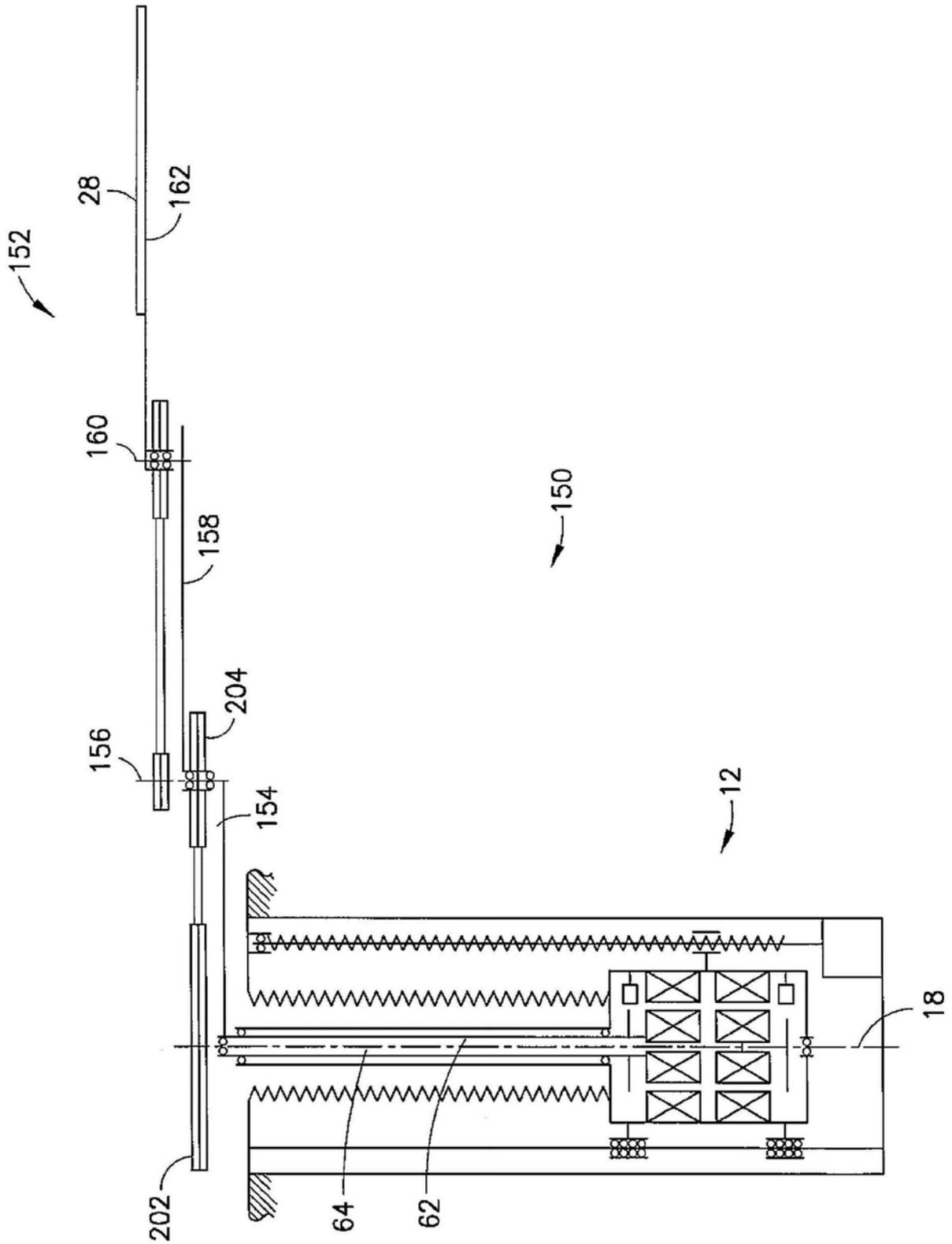


图6B

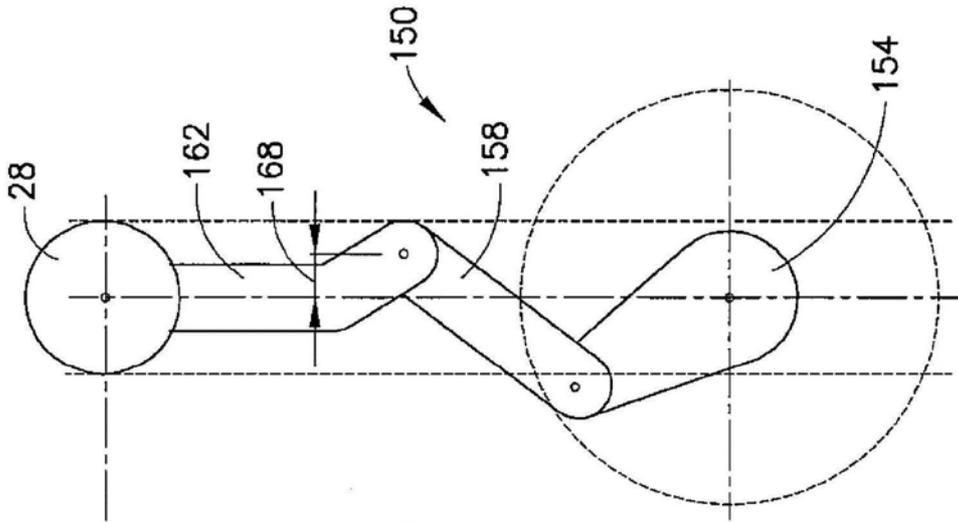


图7C

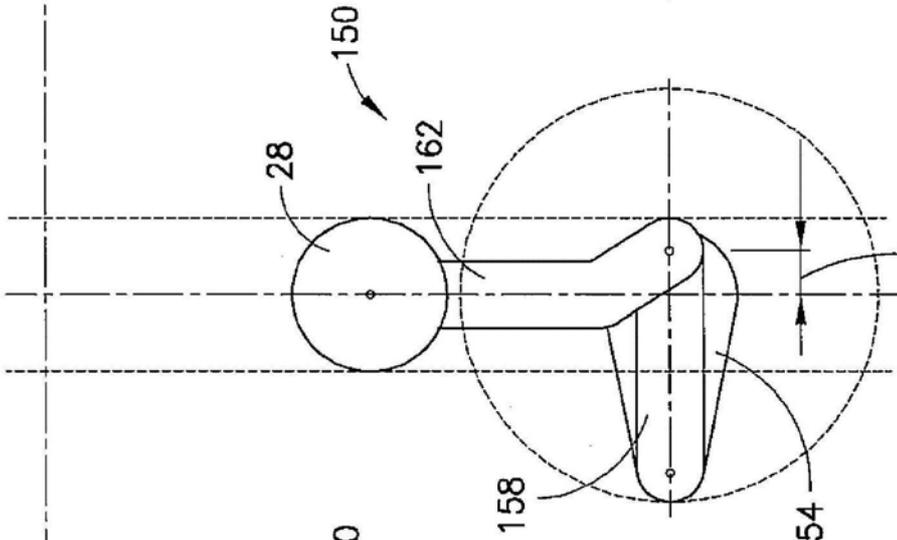


图7B

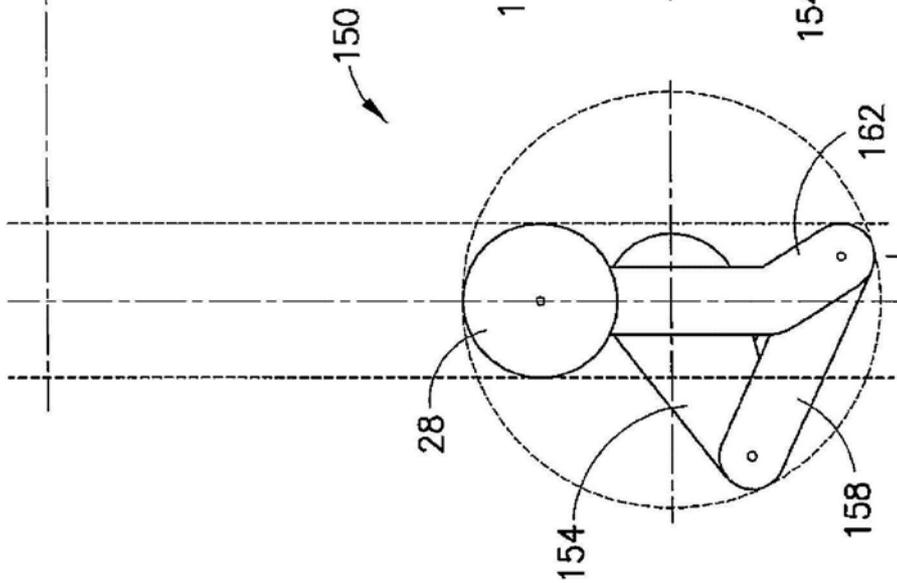


图7A

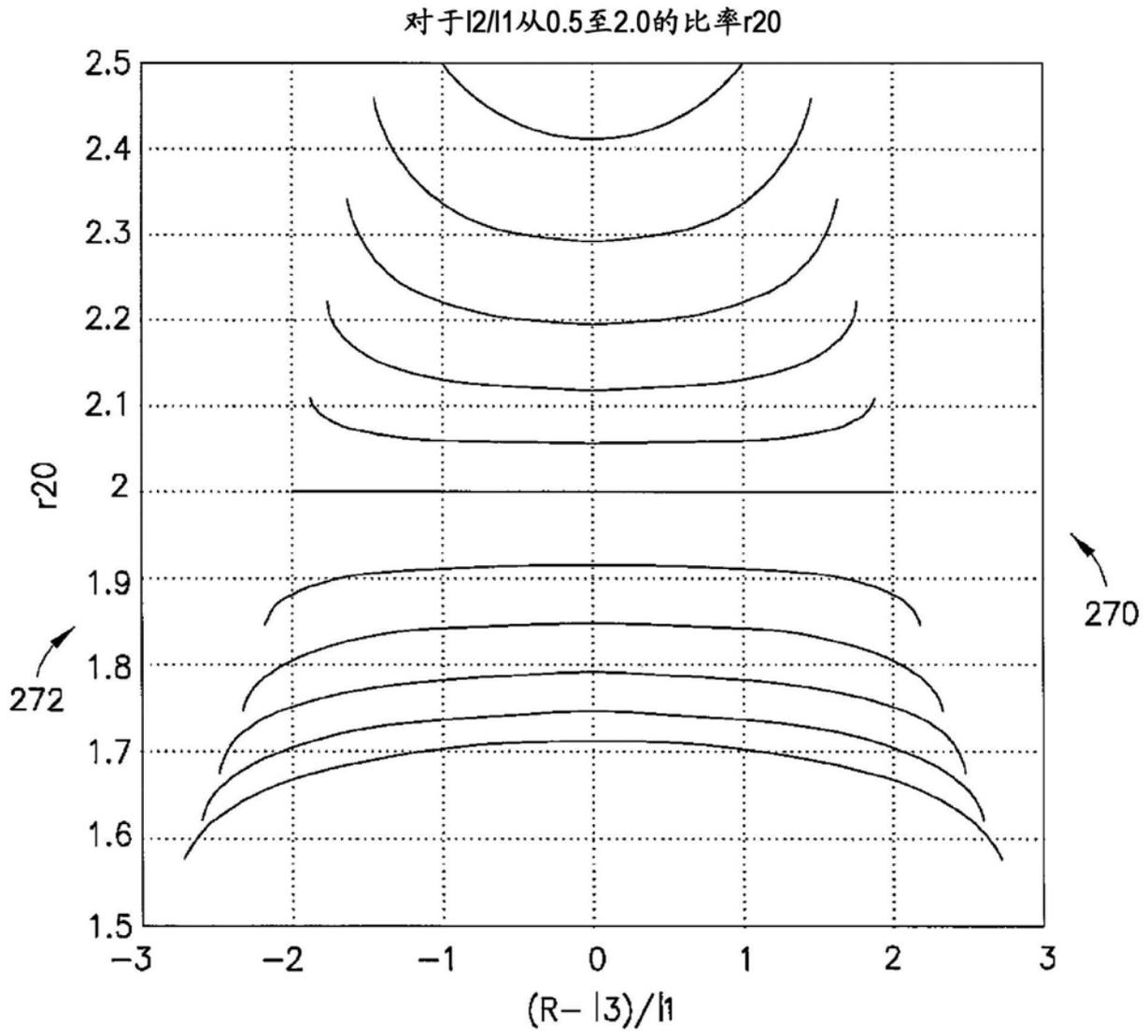


图8

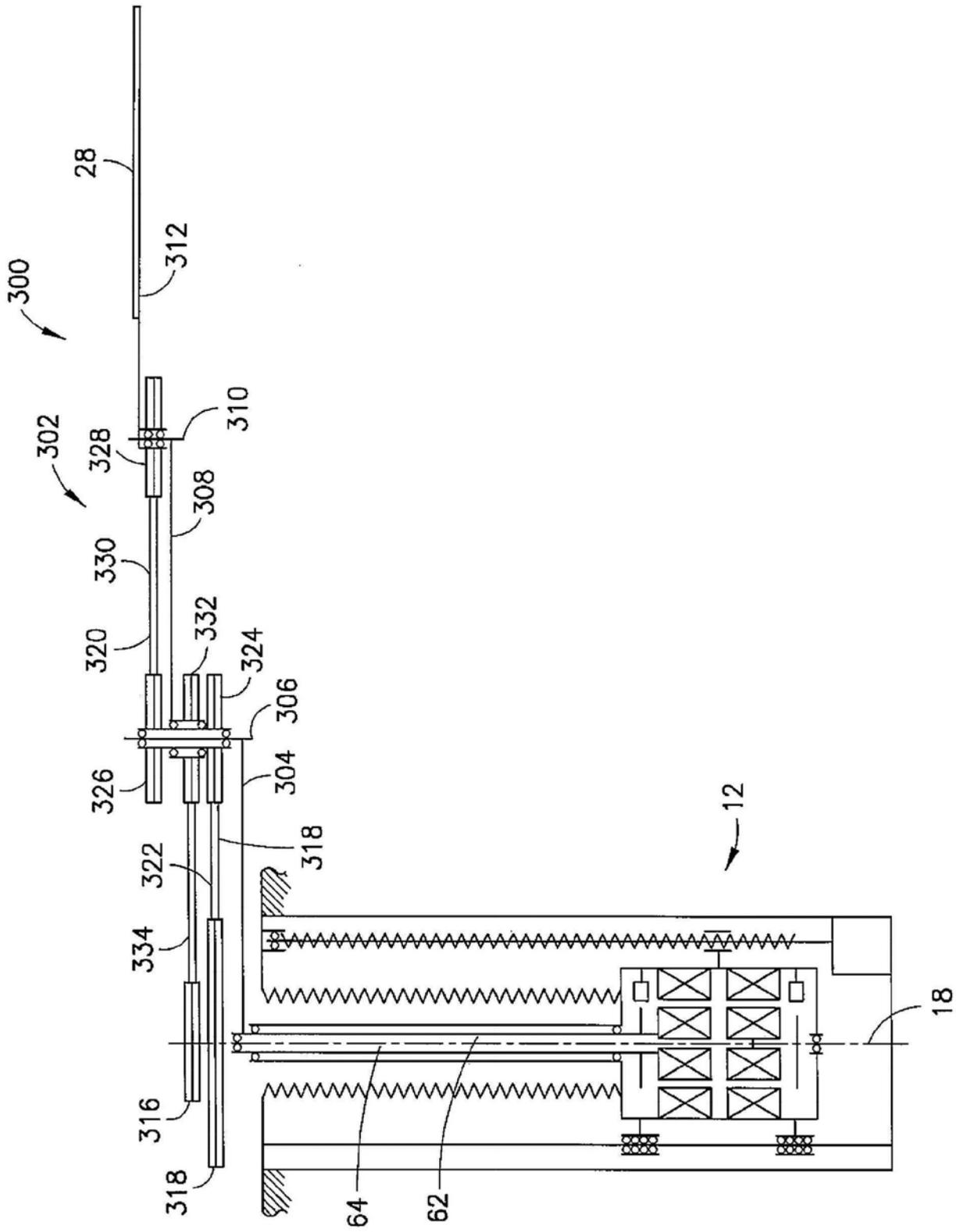


图9

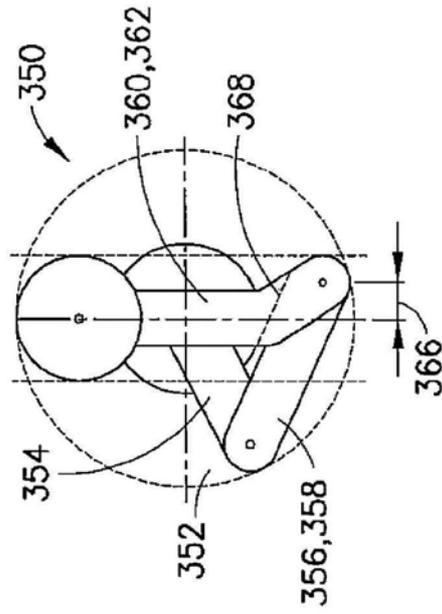


图10A

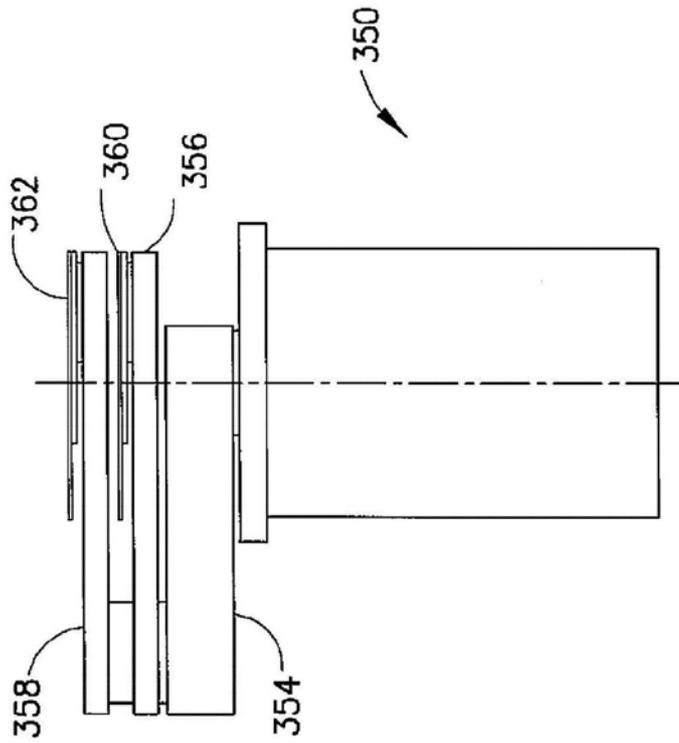


图10B

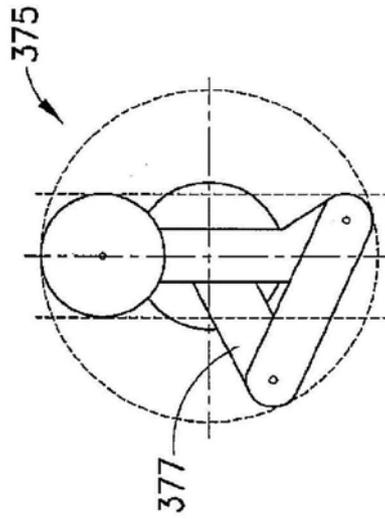


图11A

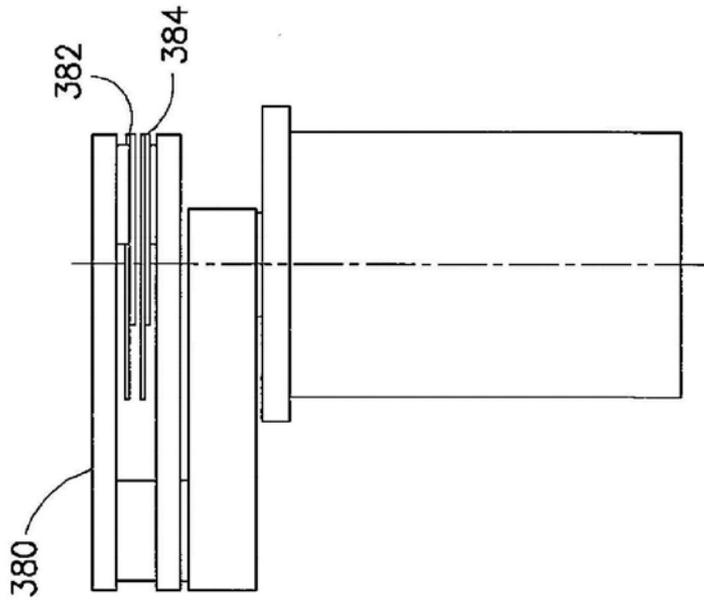


图11B

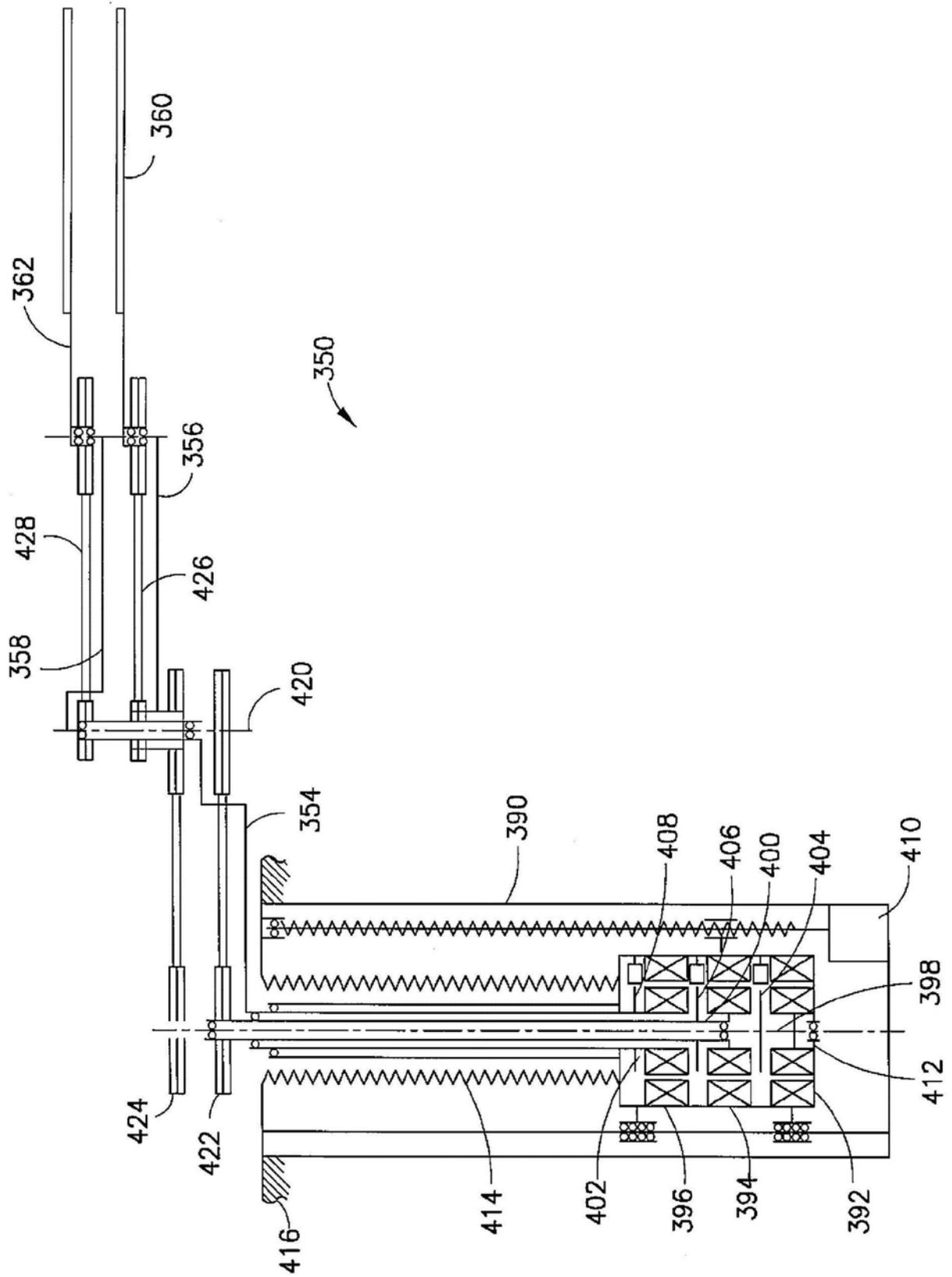


图12

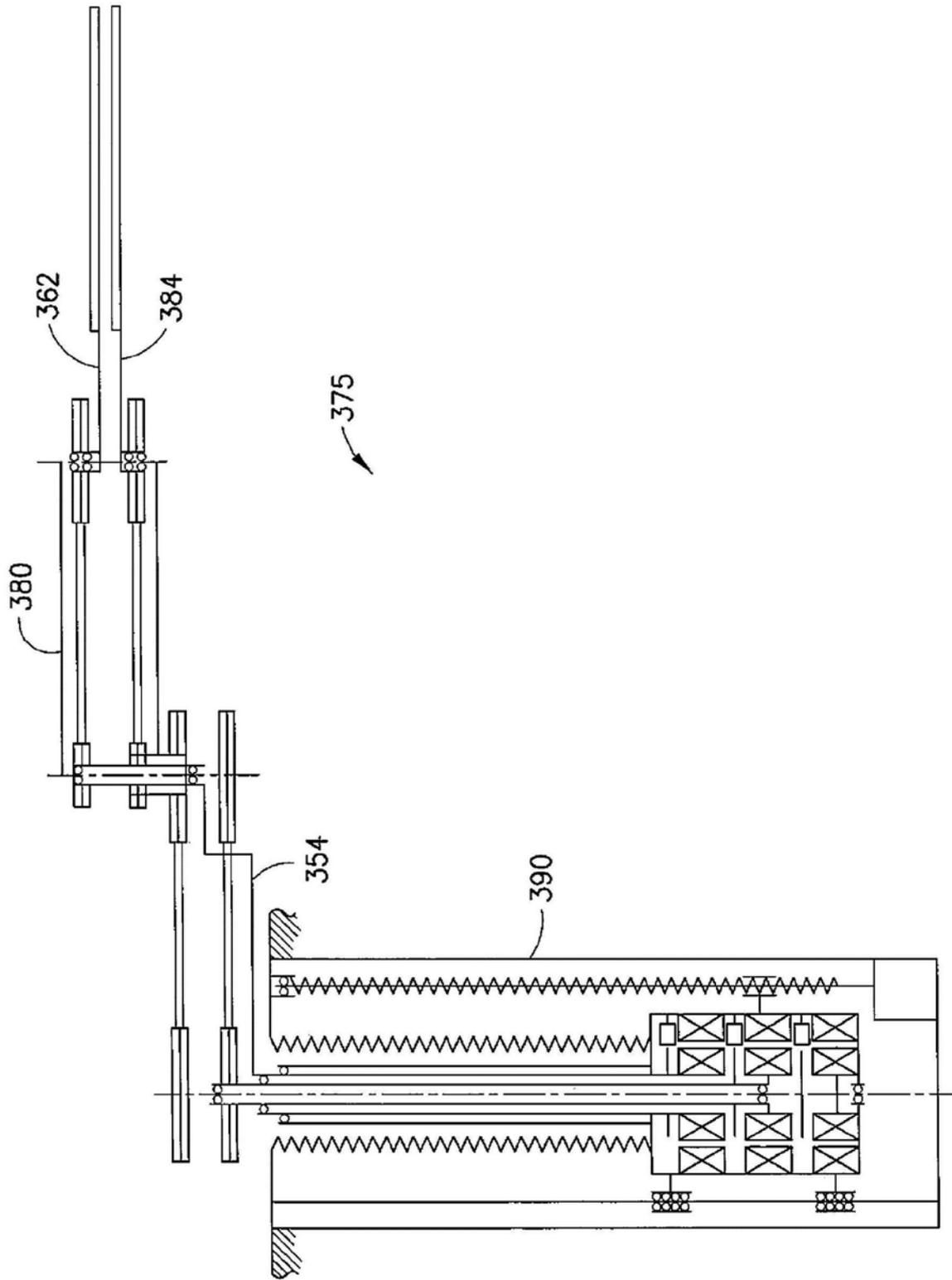


图13

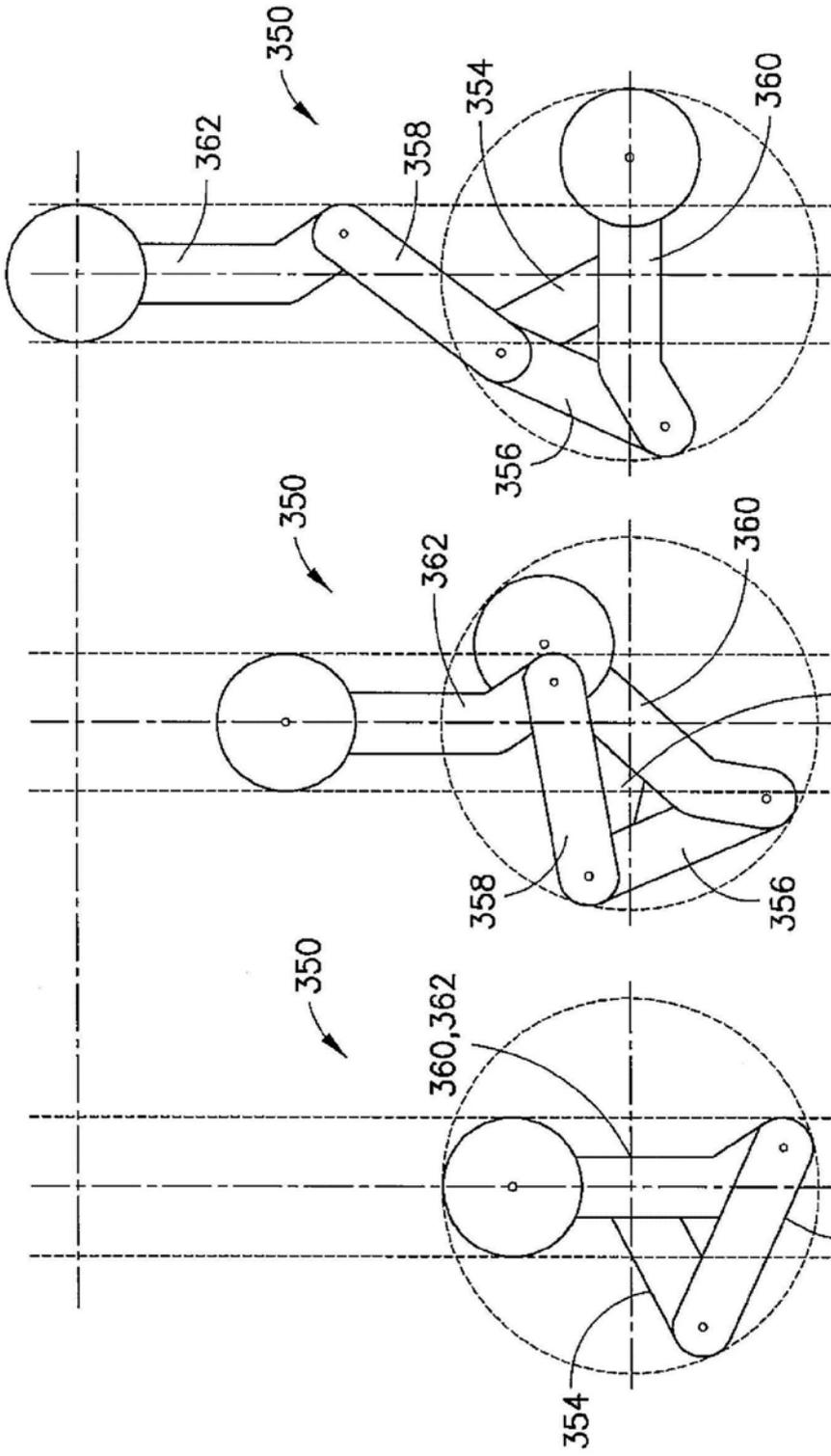


图14C

图14B

图14A

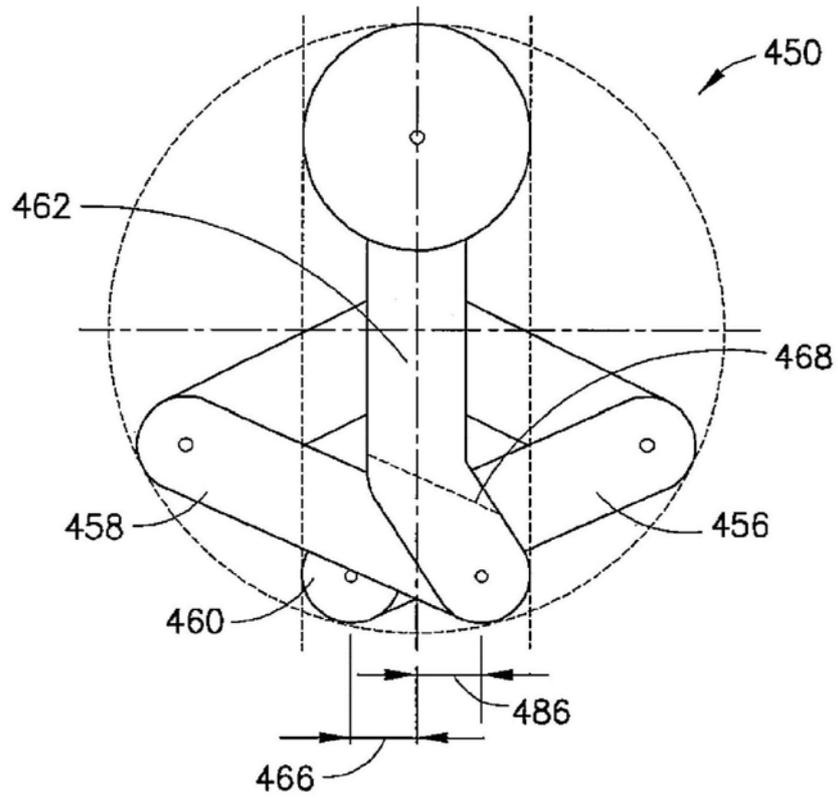


图15A

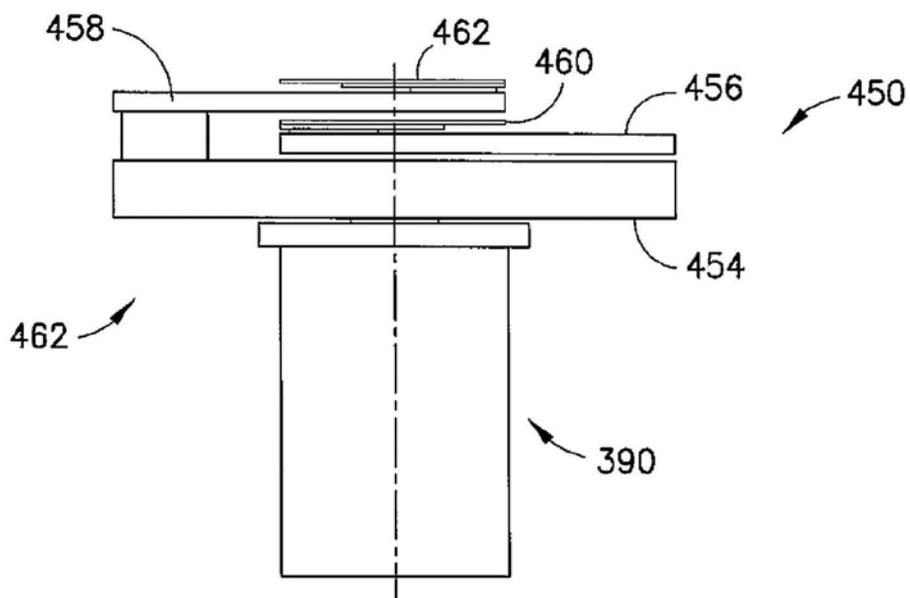


图15B

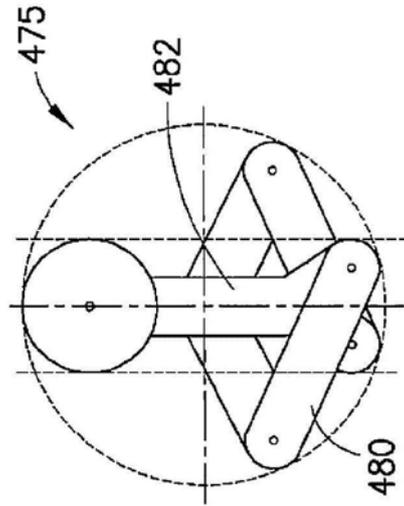


图16A

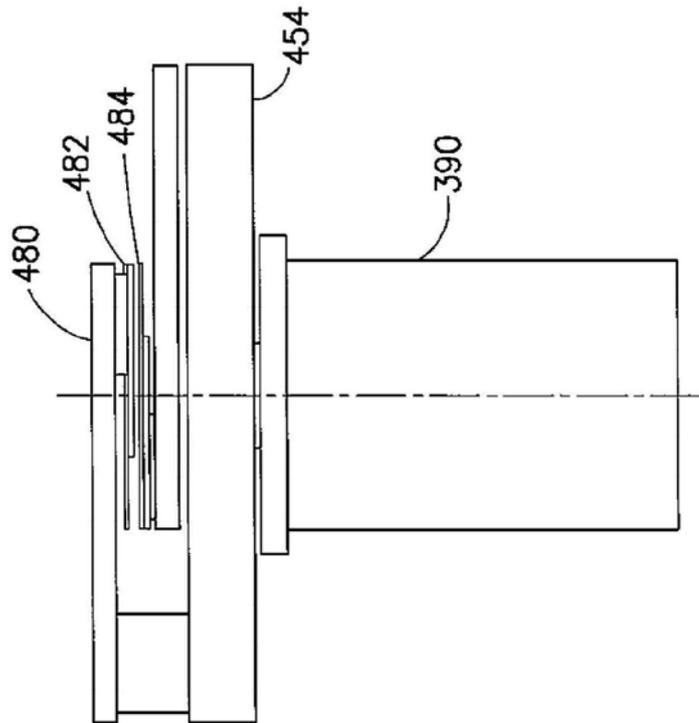


图16B

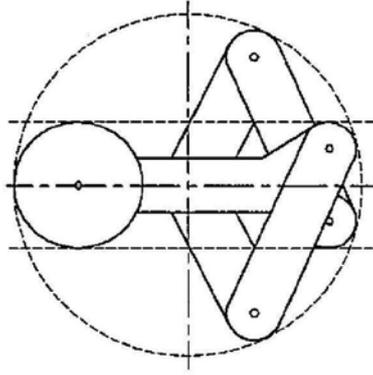


图17A

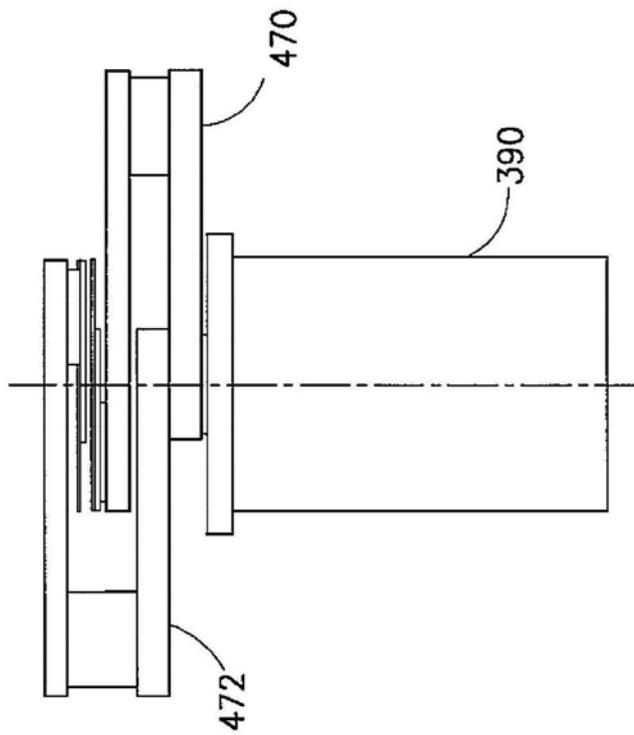


图17B

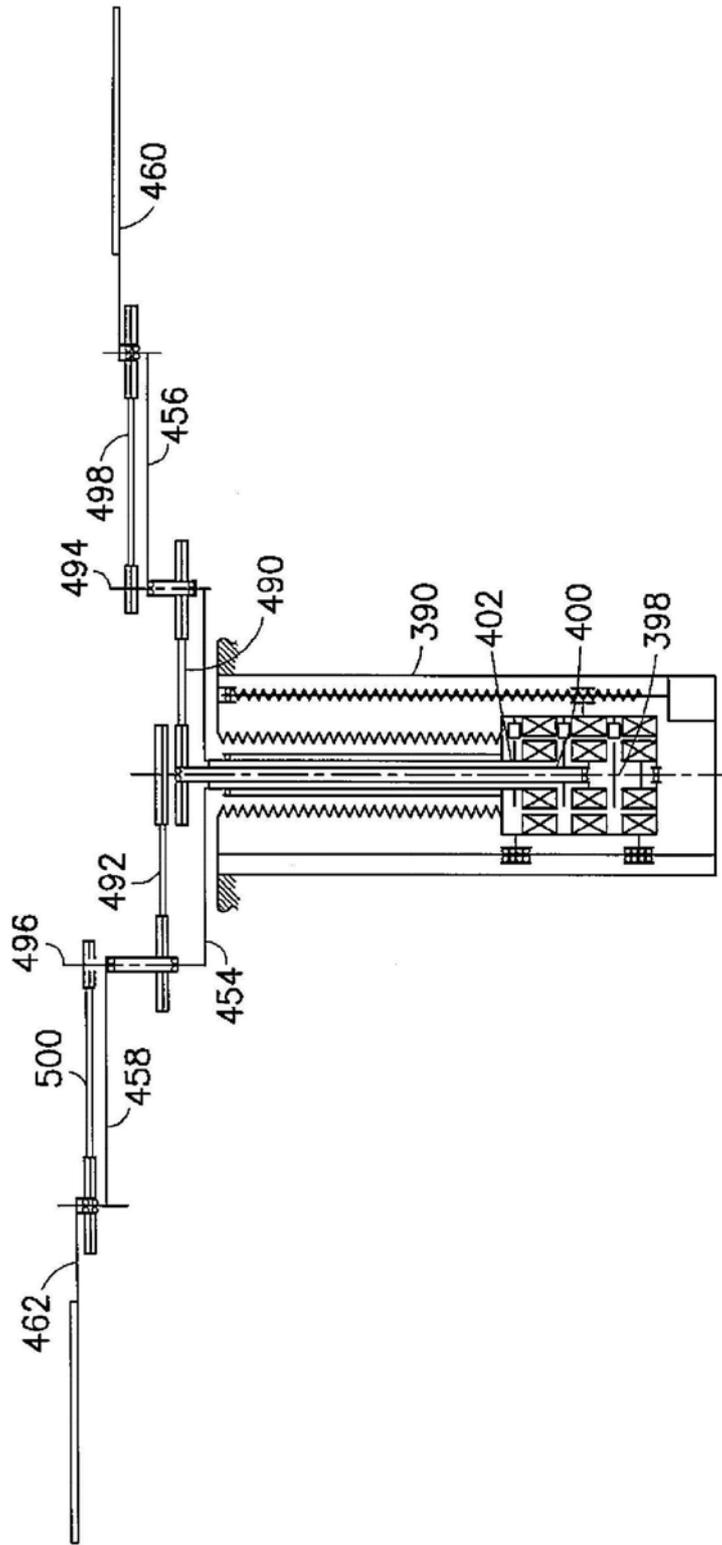


图18

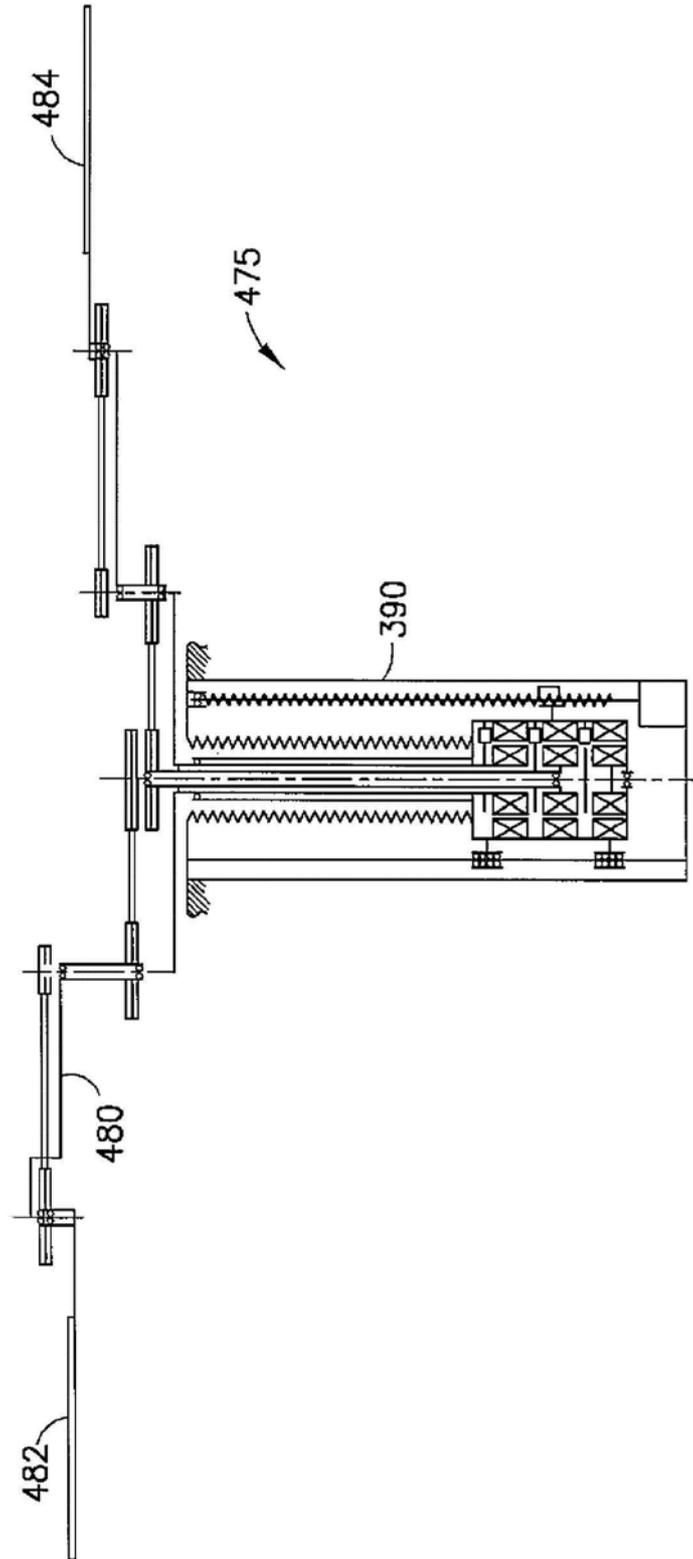


图19

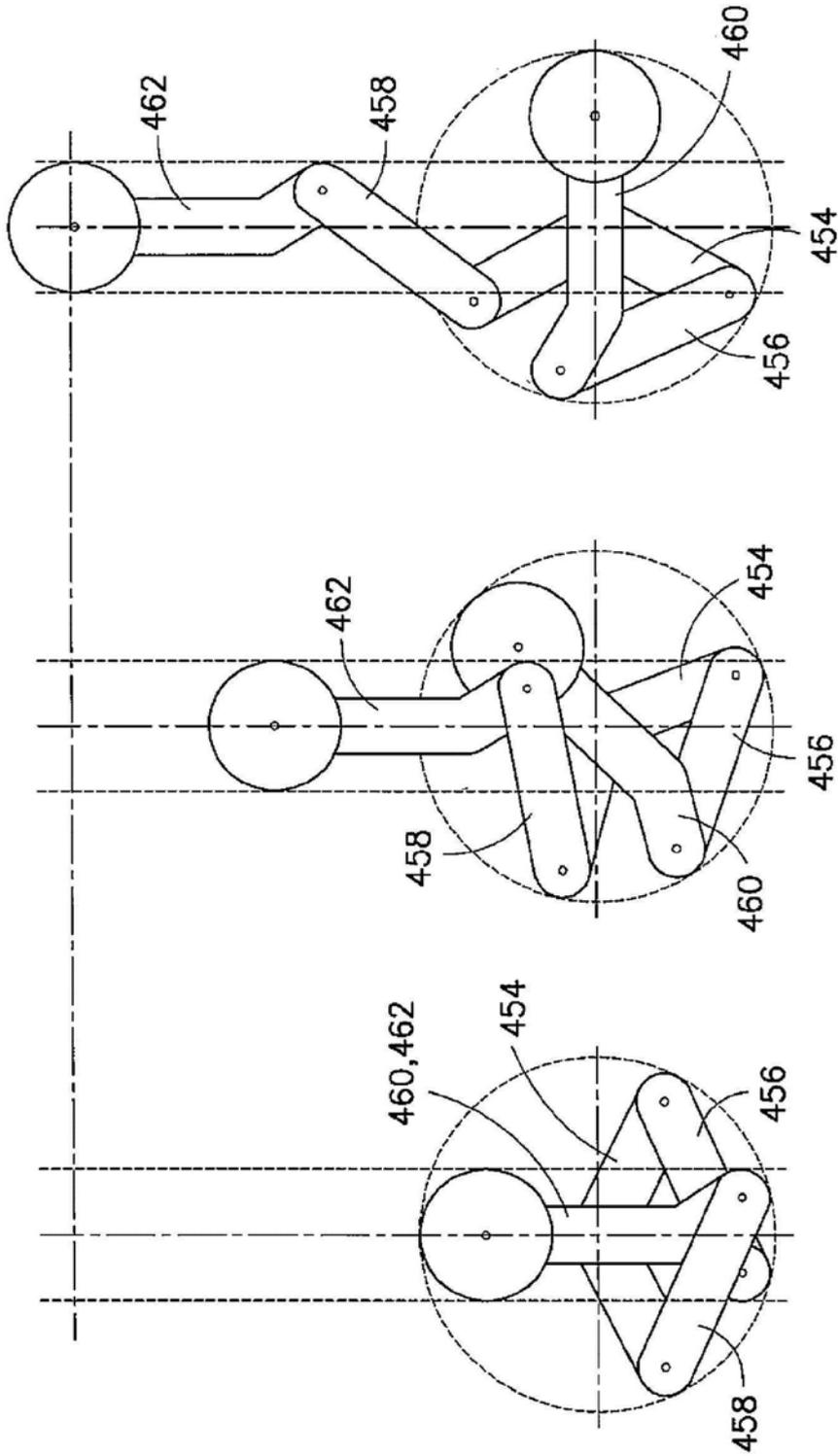


图 20C

图 20B

图 20A

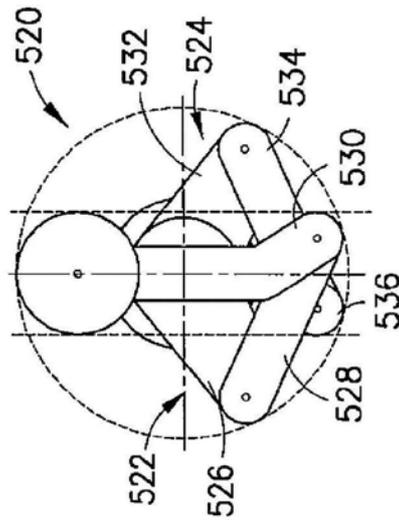


图21A

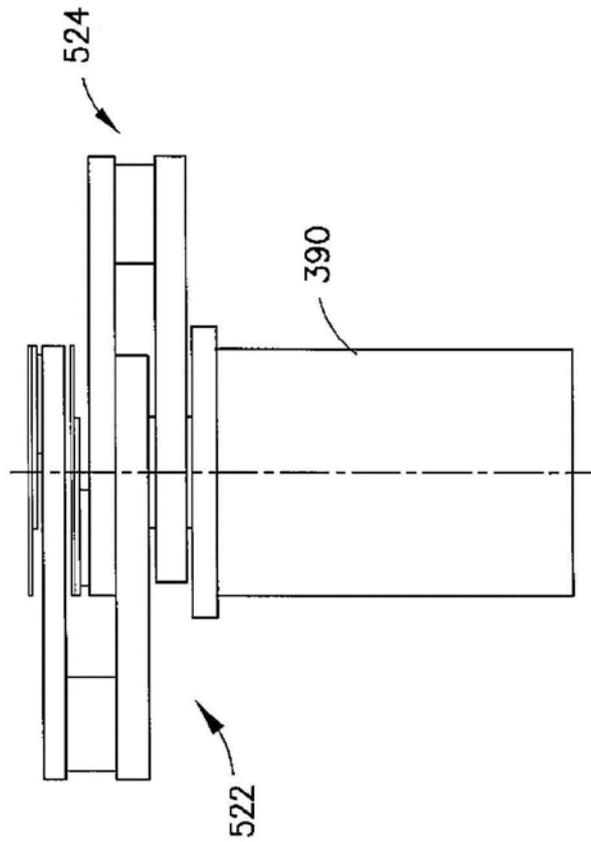


图21B

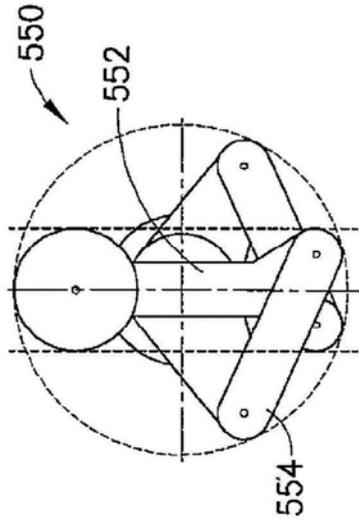


图22A

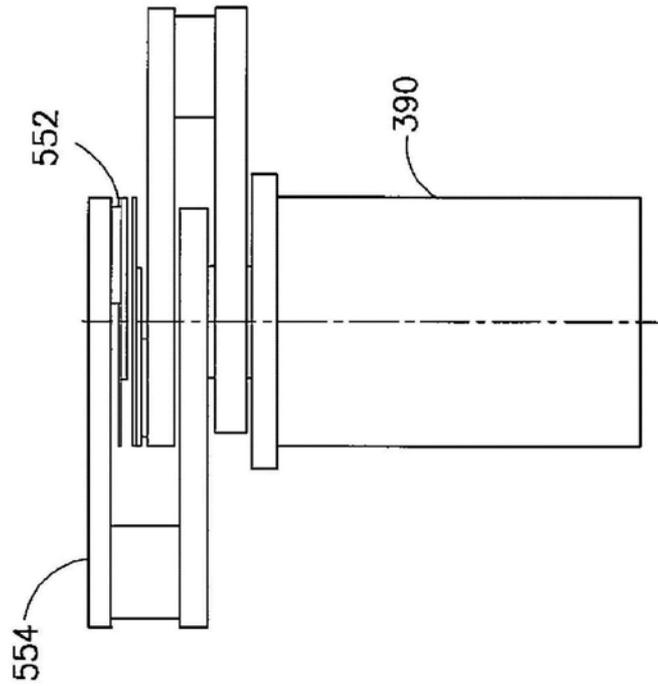


图22B

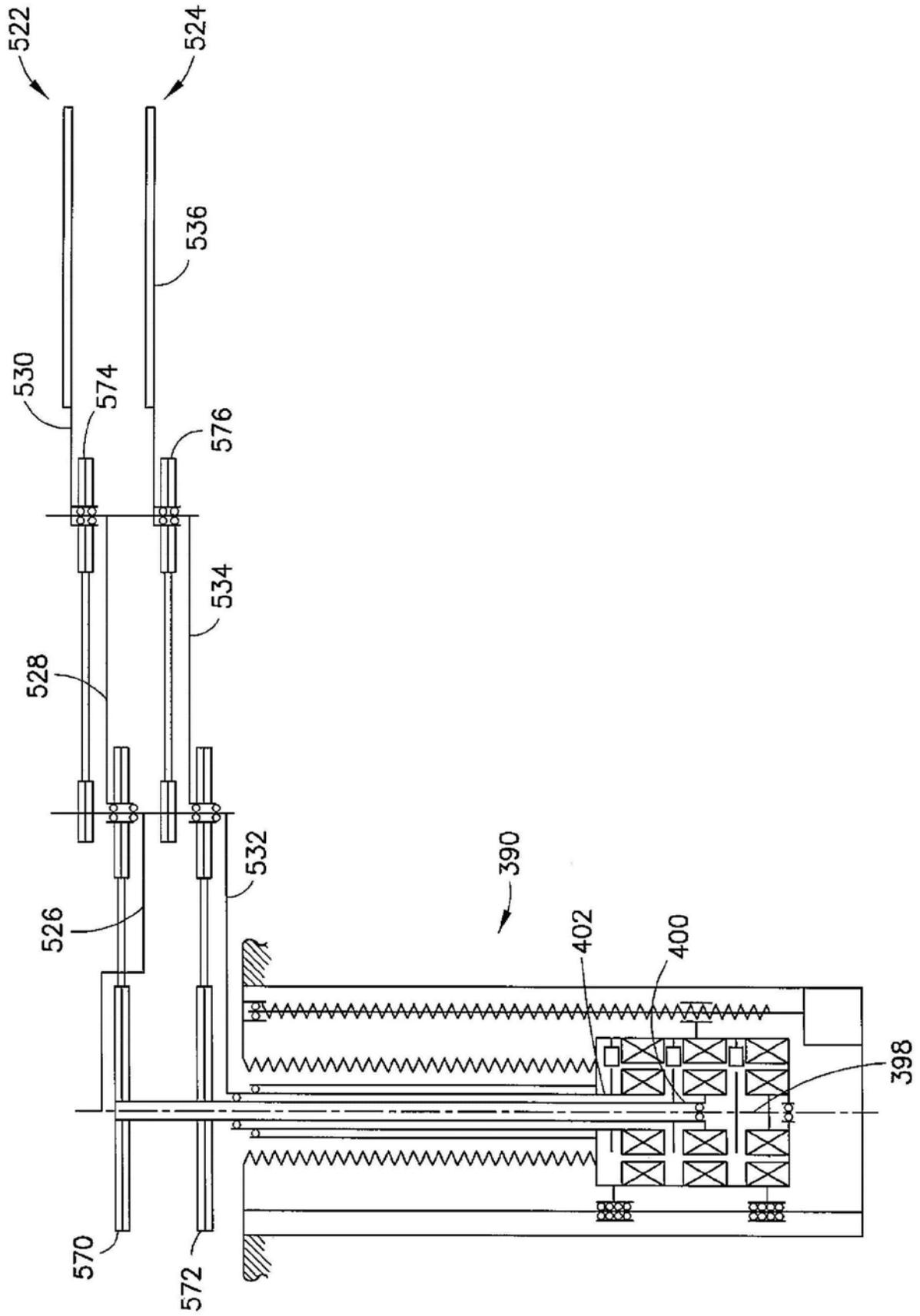


图23

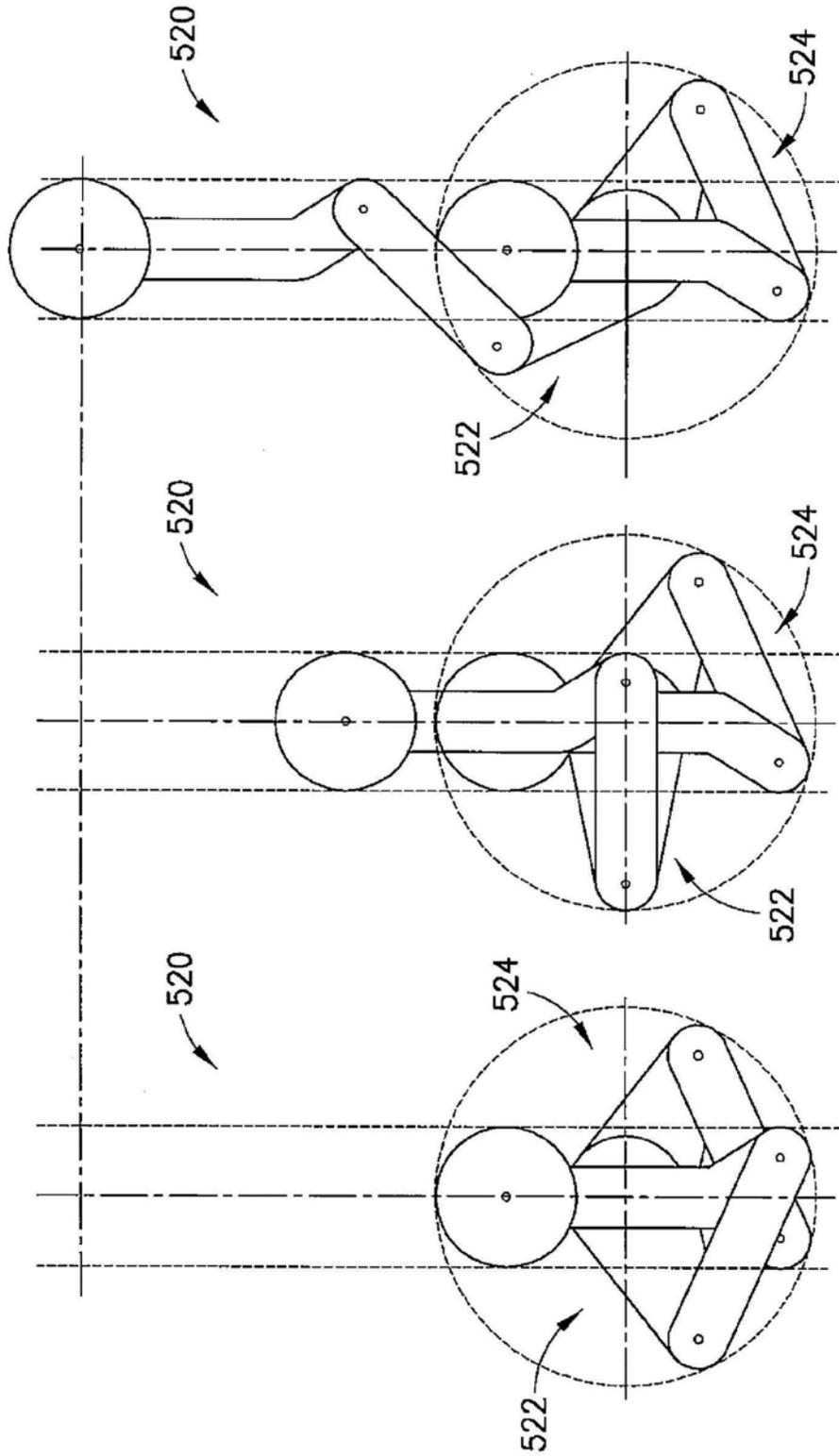


图24C

图24B

图24A

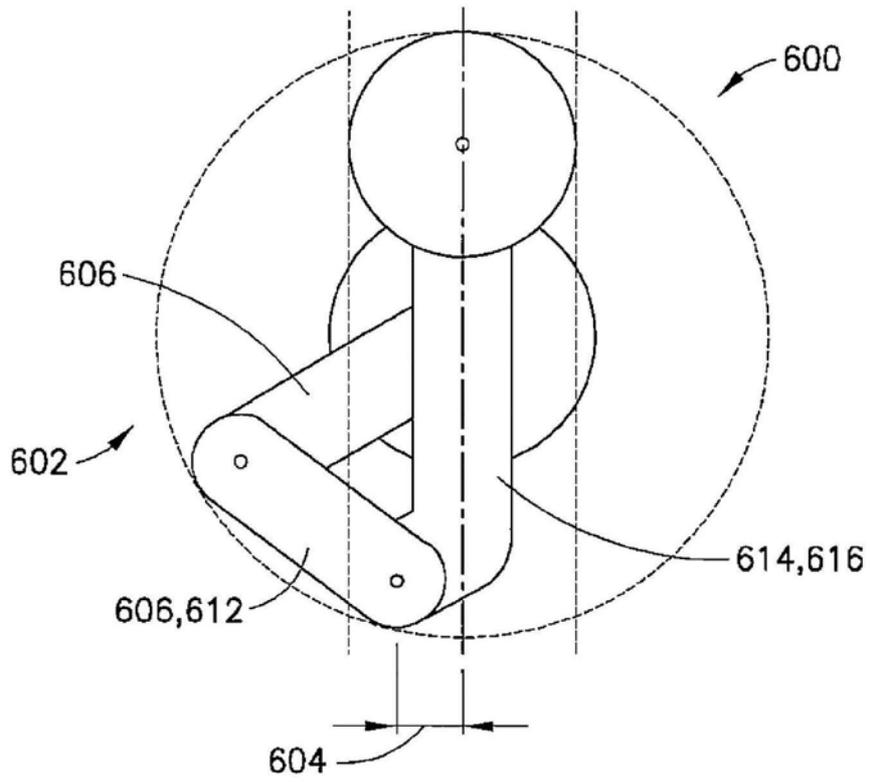


图25A

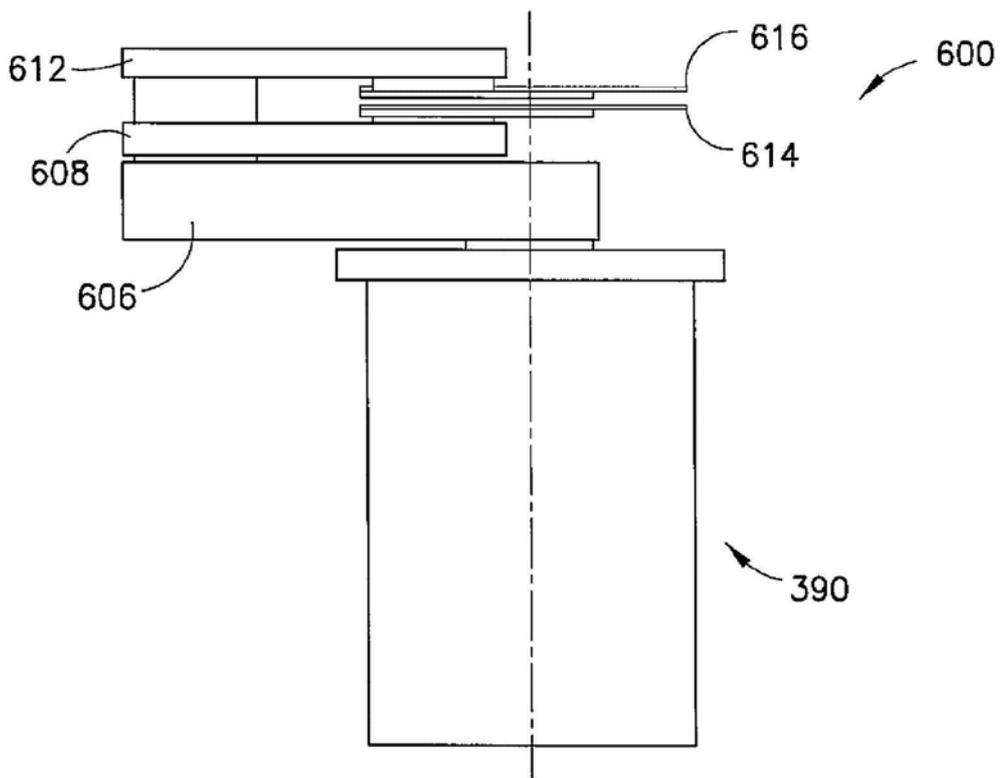


图25B

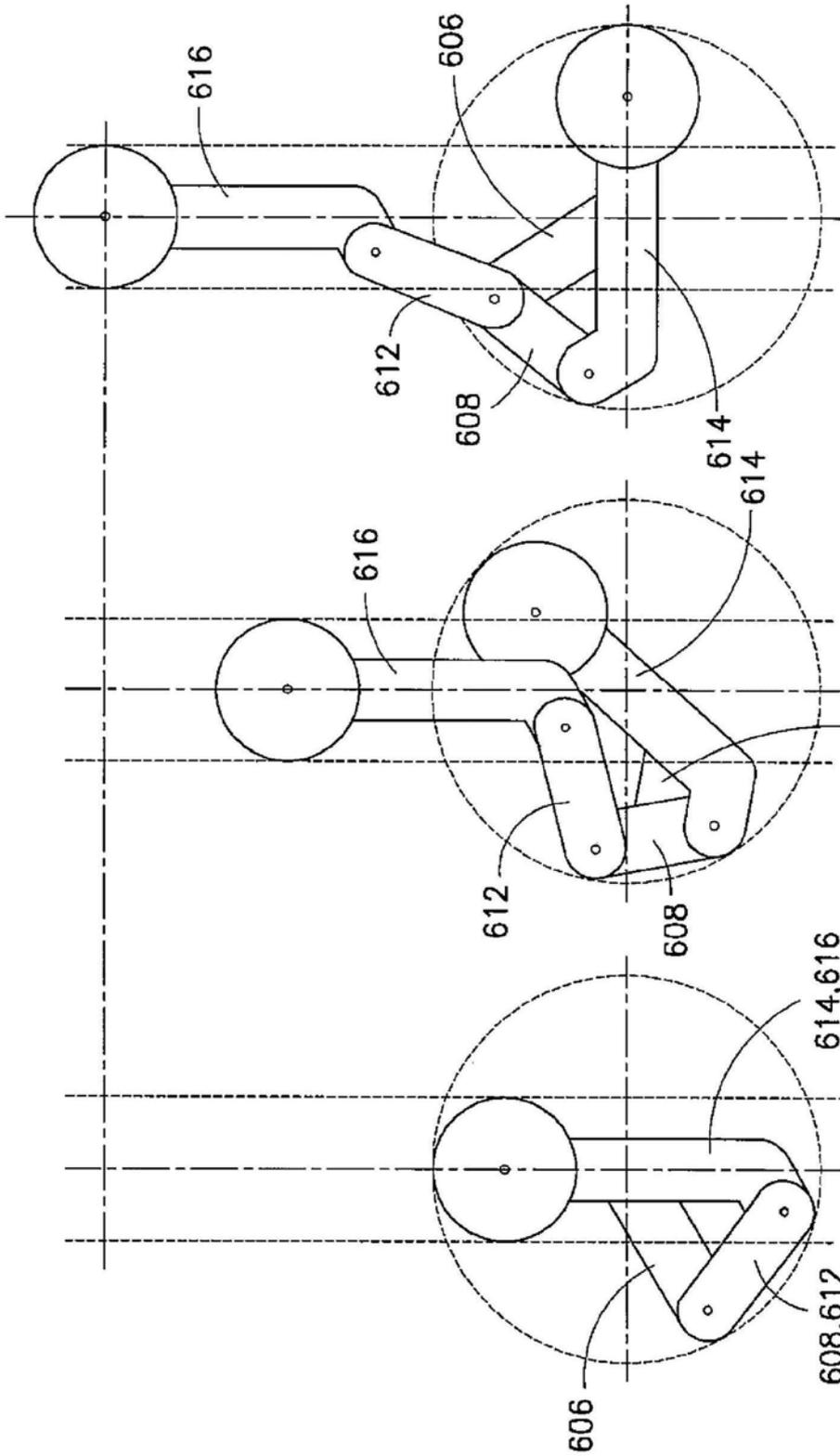


图 26C

图 26B

图 26A

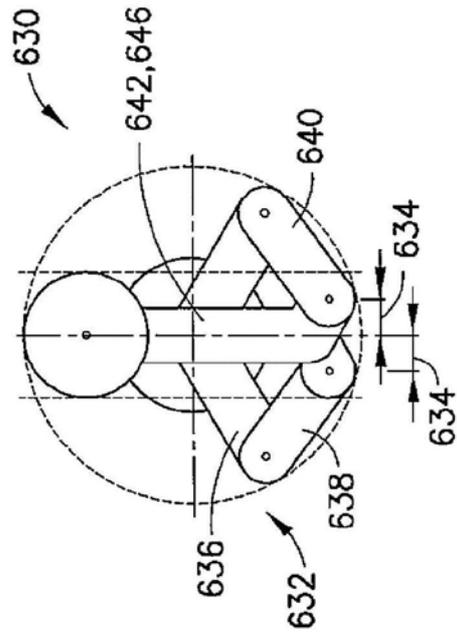


图27A

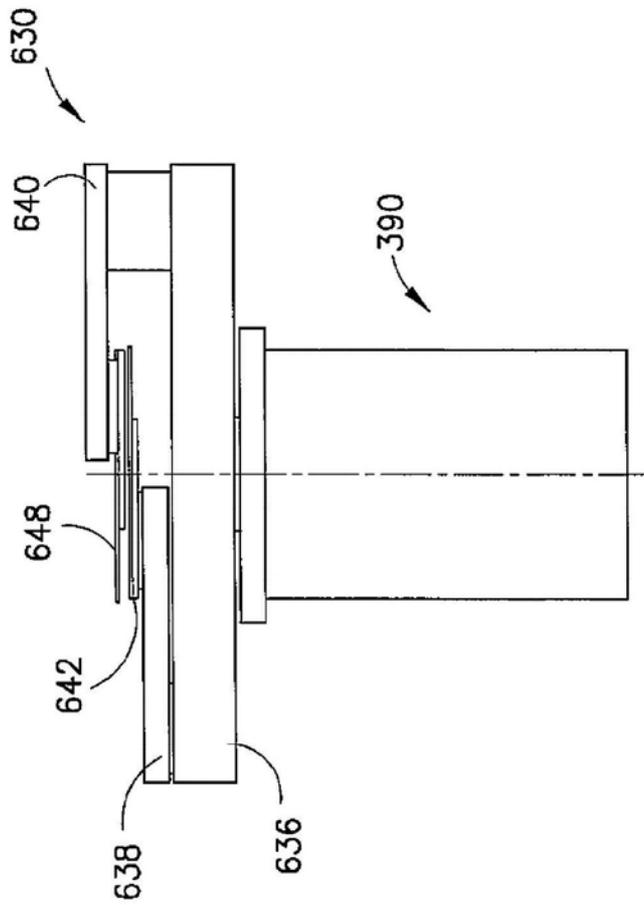


图27B

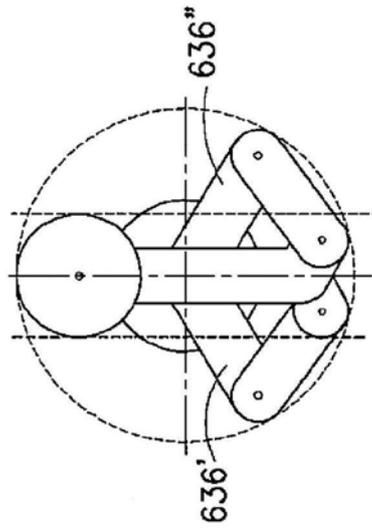


图28A

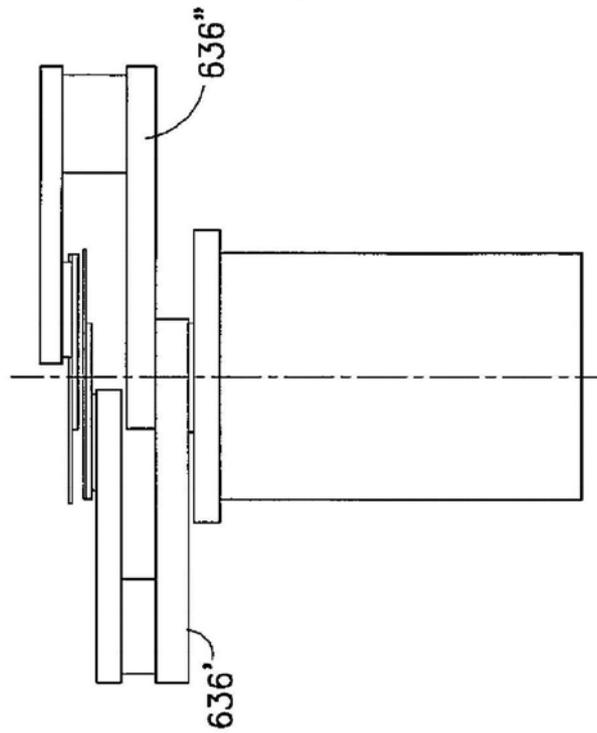


图28B

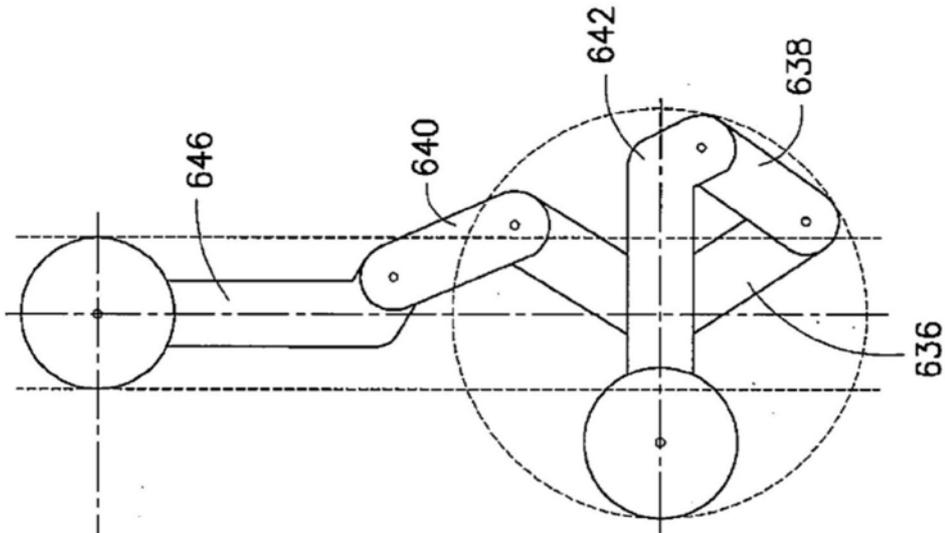


图29C

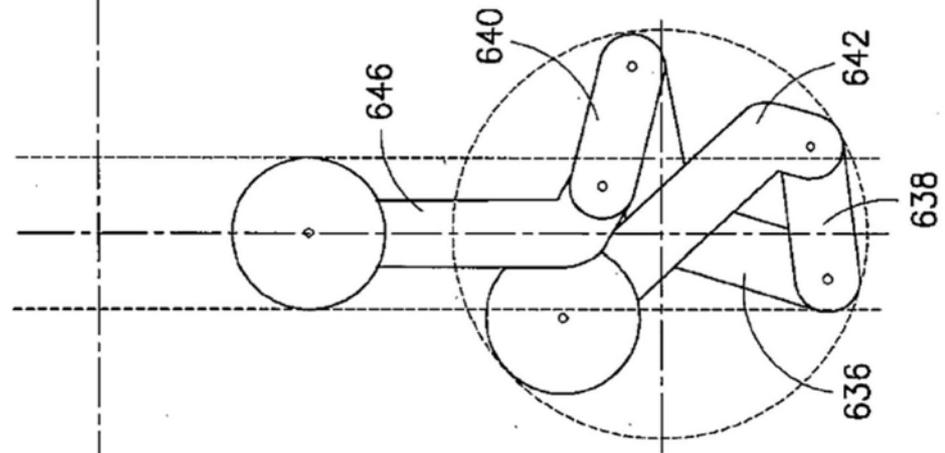


图29B

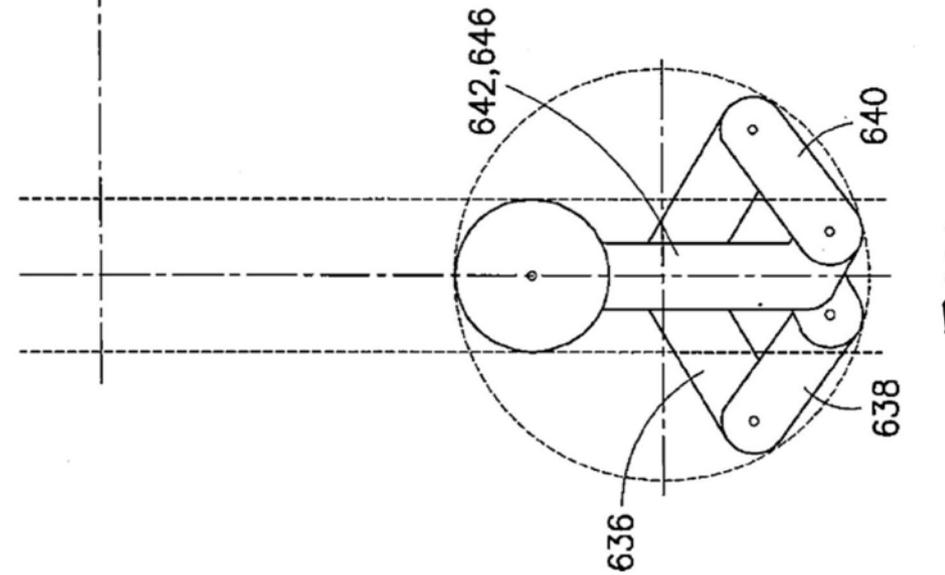


图29A

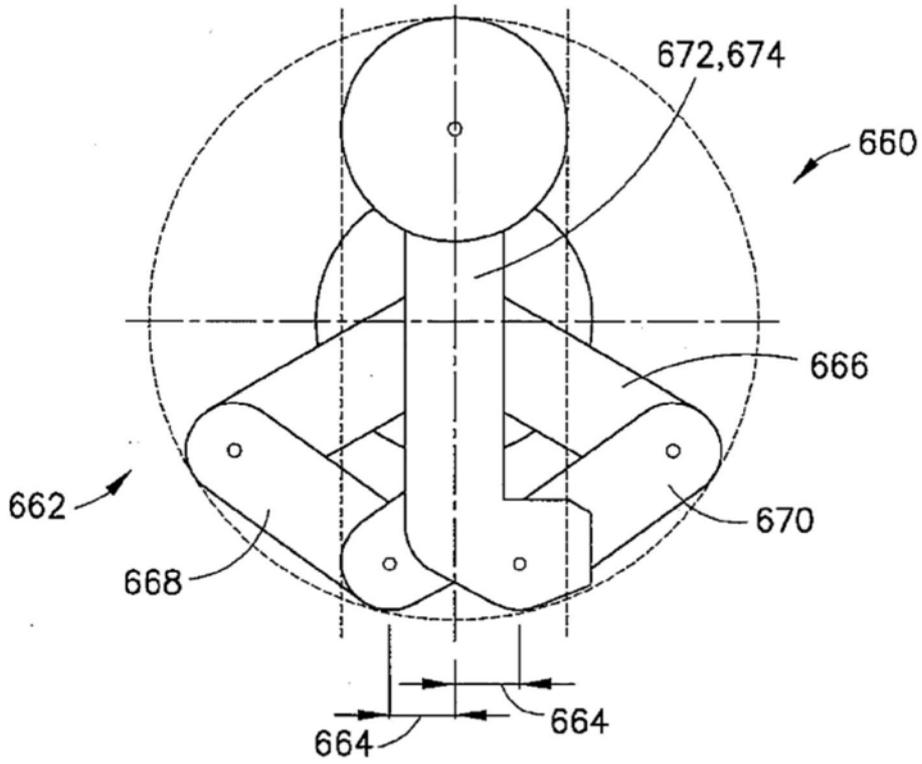


图30A

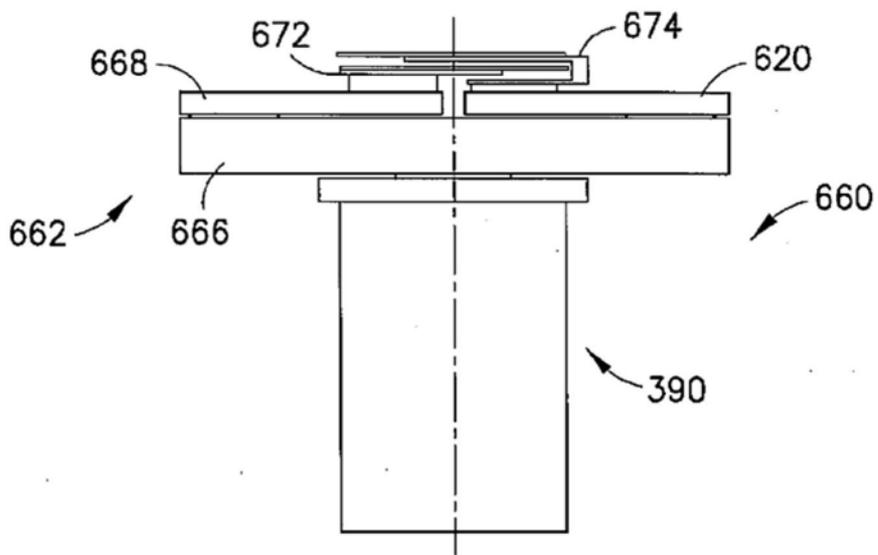


图30B

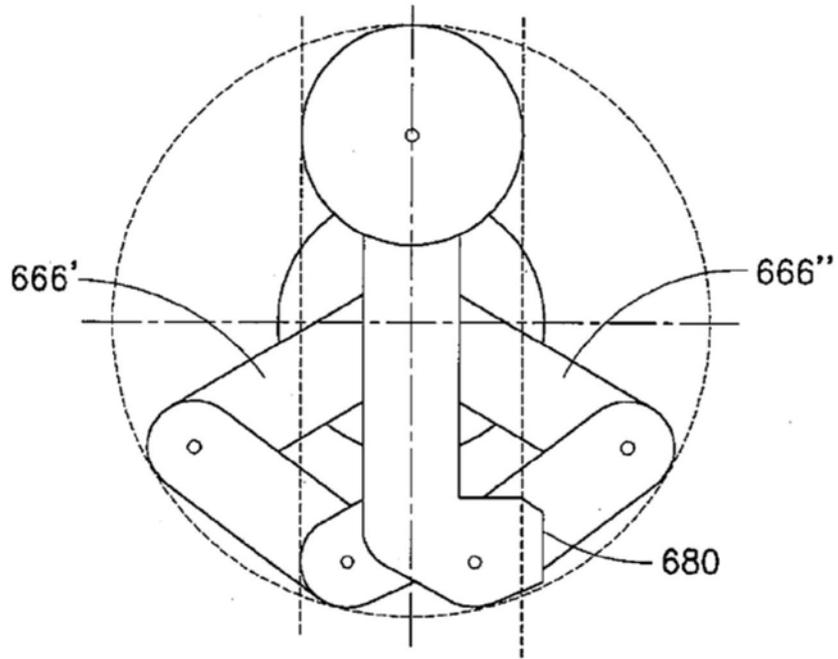


图31A

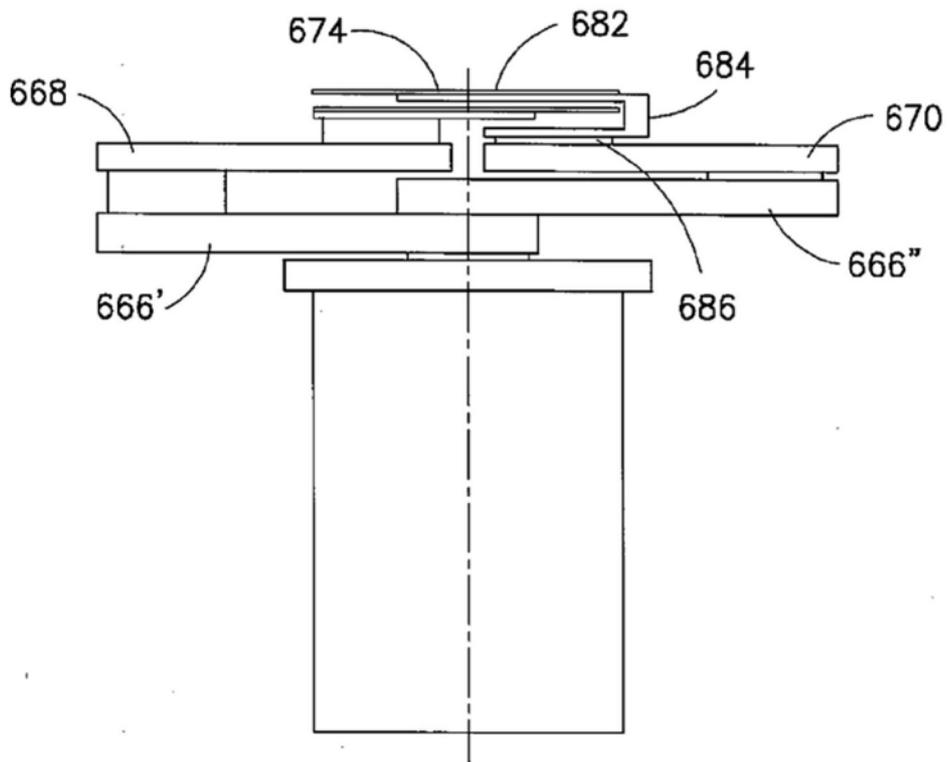


图31B

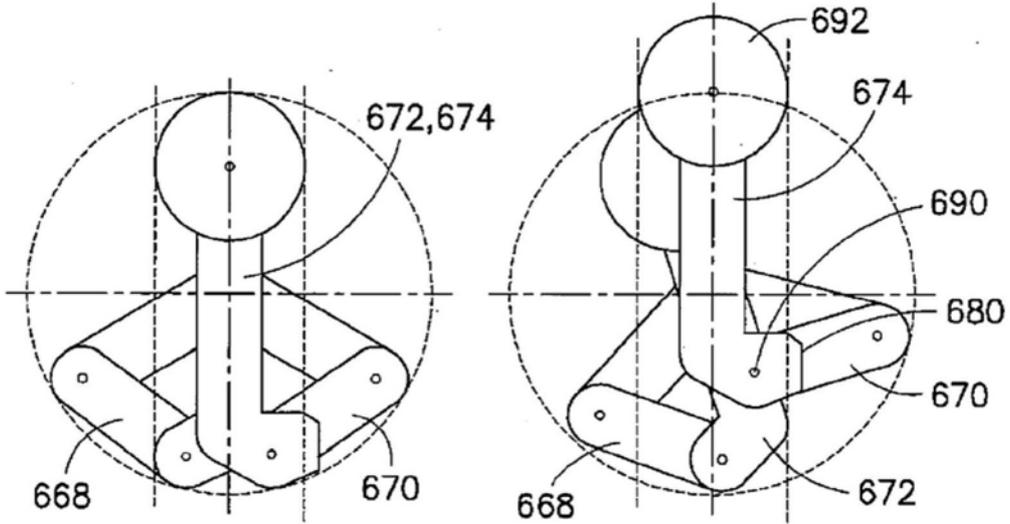


图 32A

图 32B

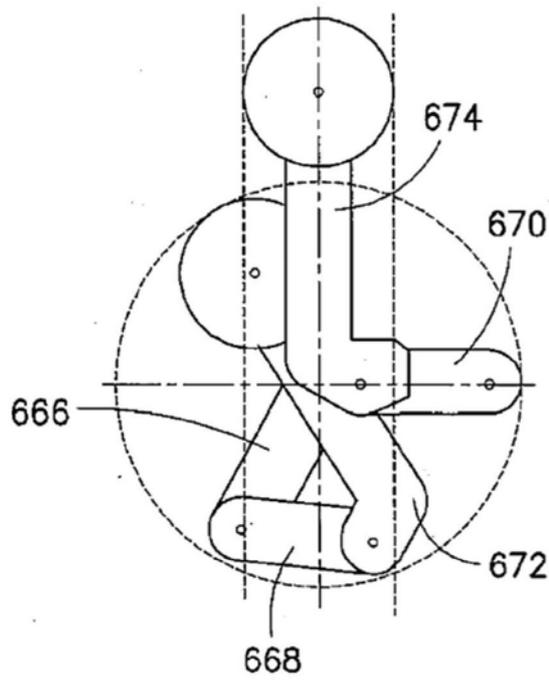


图32C

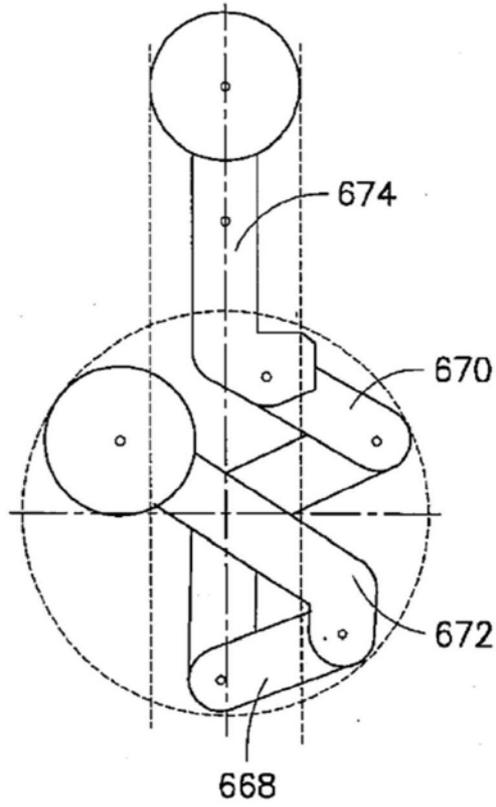


图32D

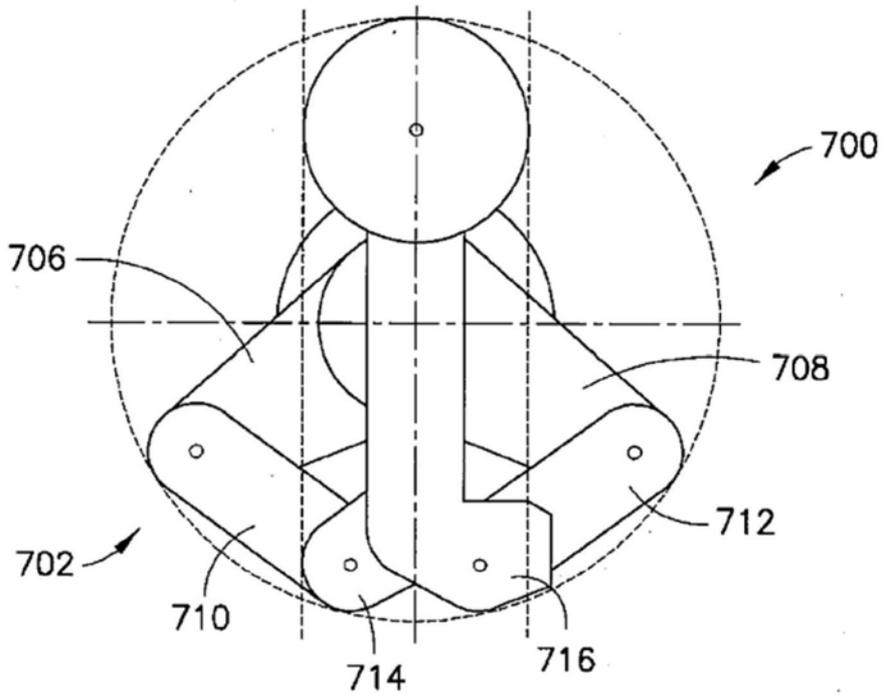


图33A

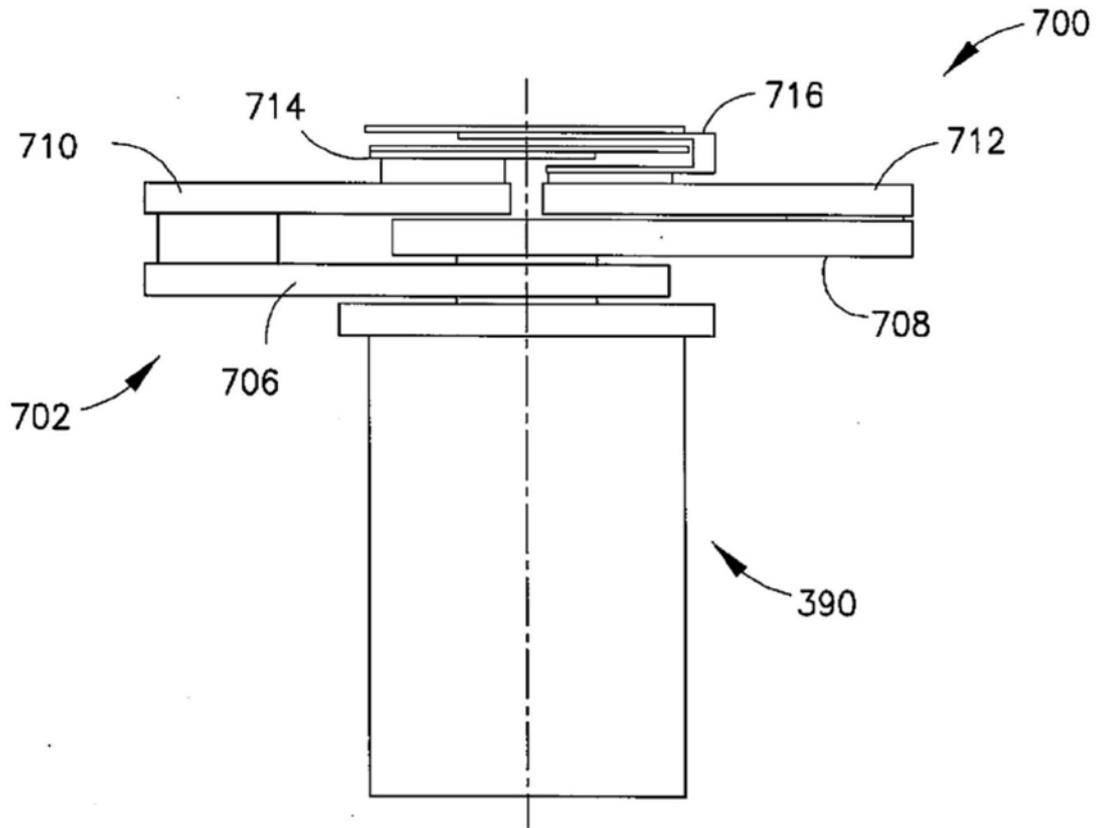


图33B

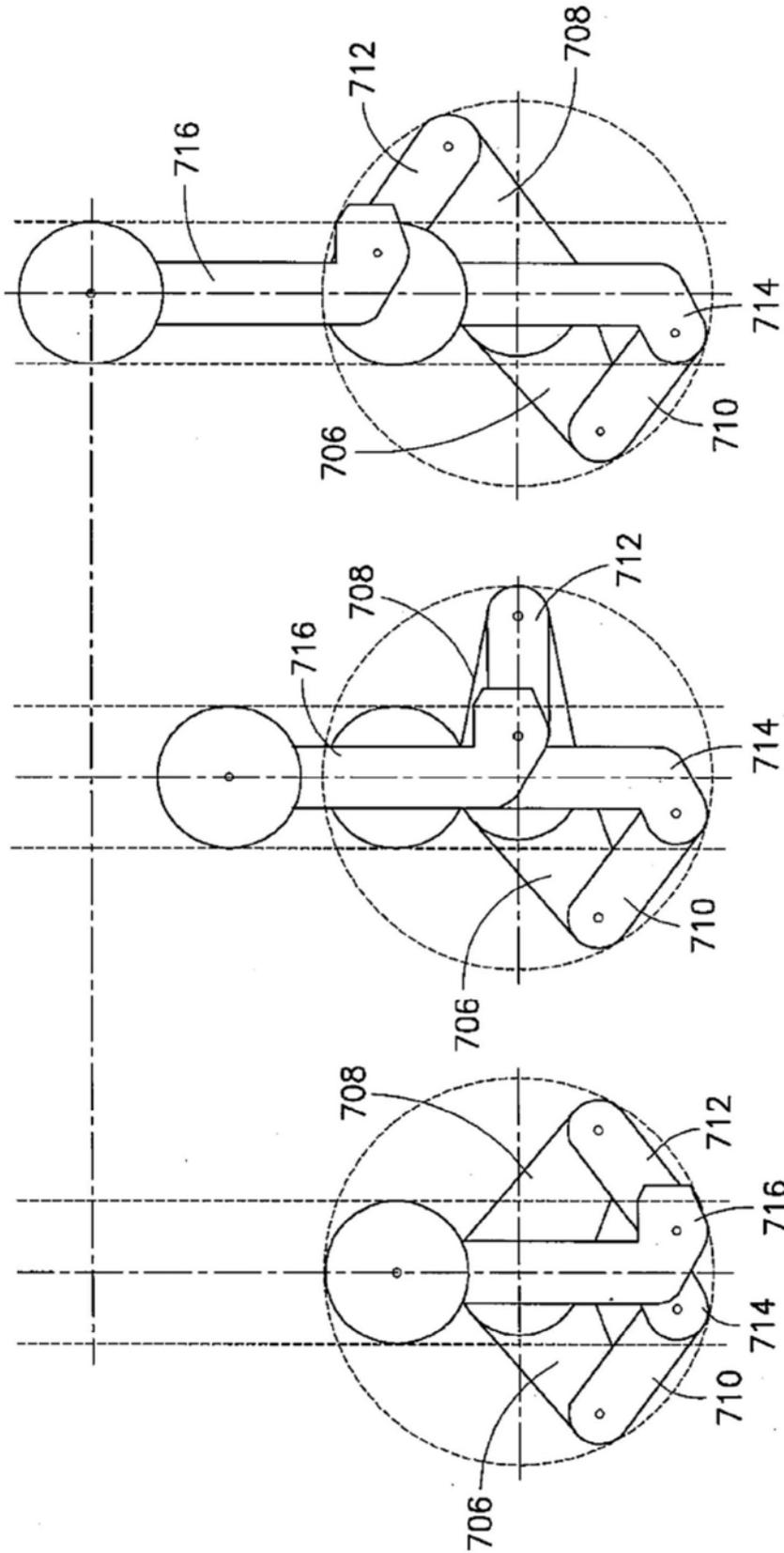


图 34C

图 34B

图 34A

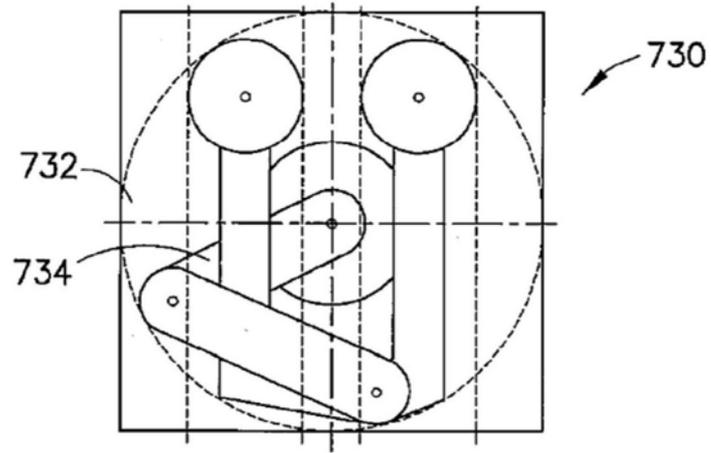


图35A

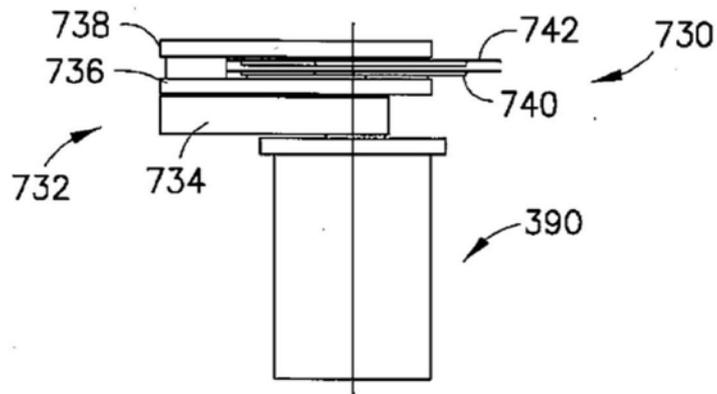


图35B

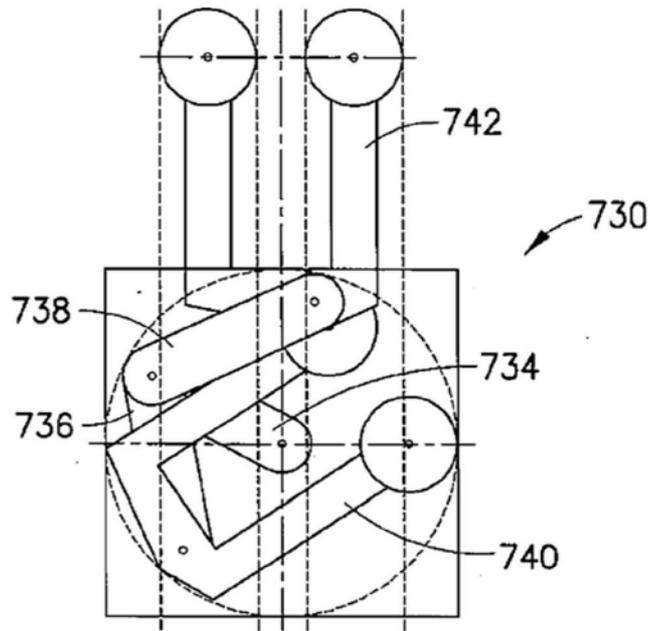


图36

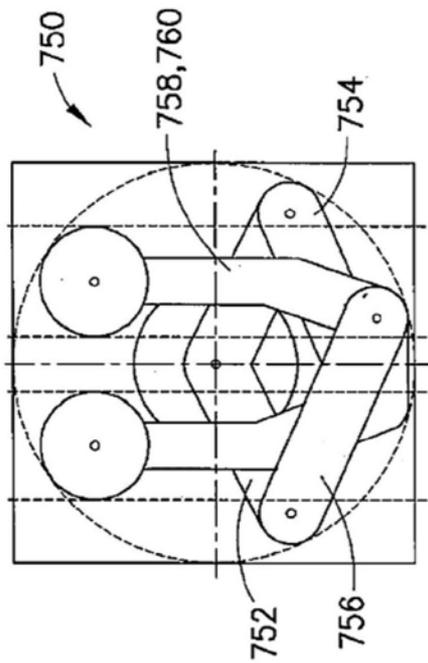


图37A

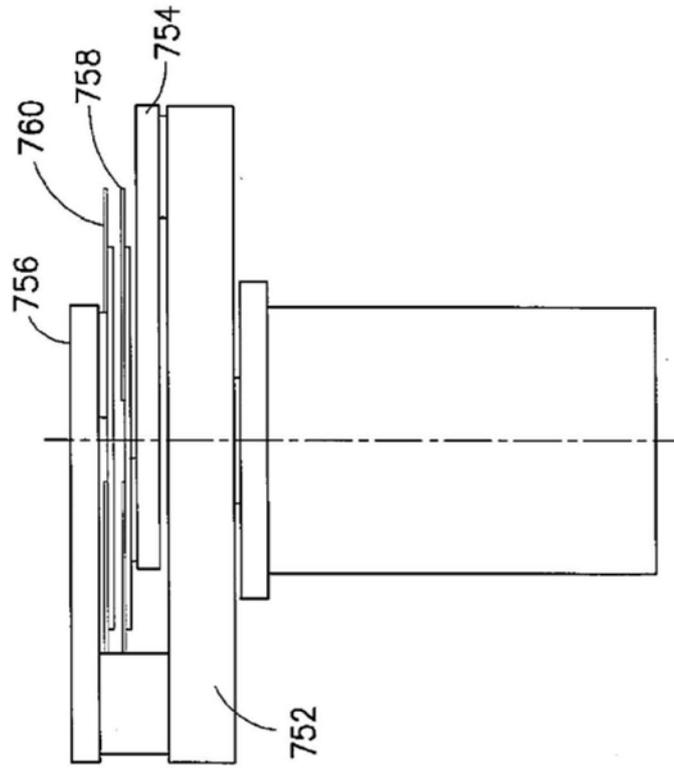


图37B

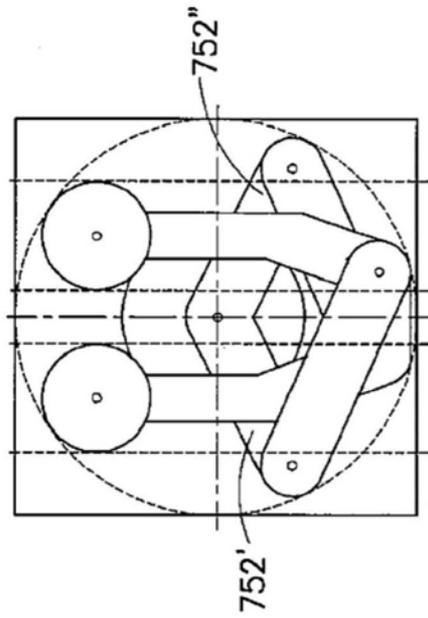


图38A

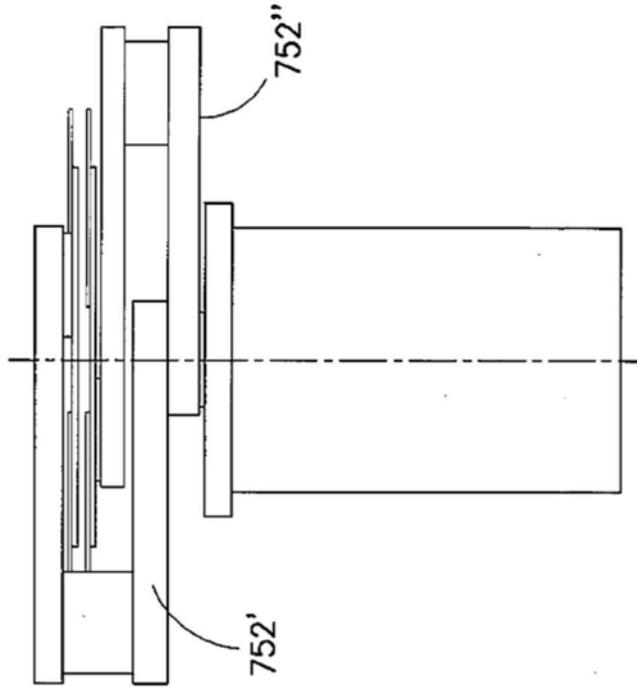


图38B

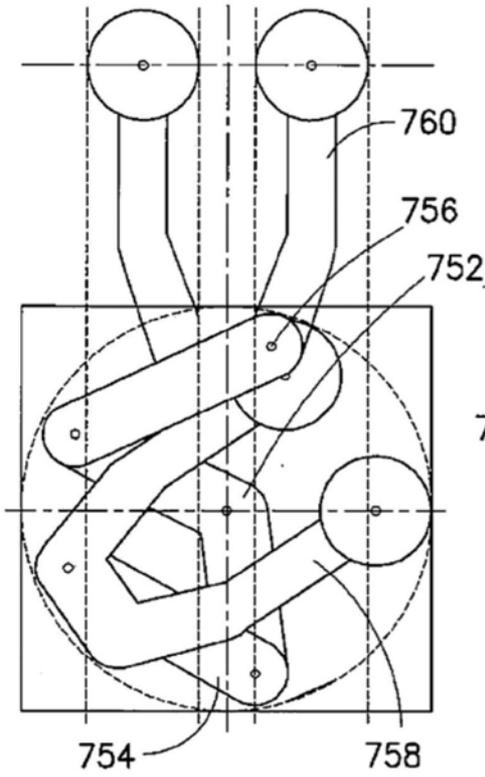


图 39

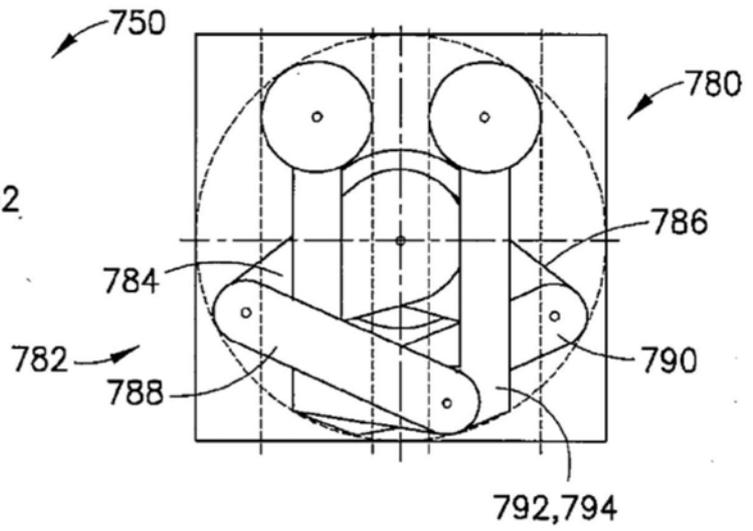


图 40A

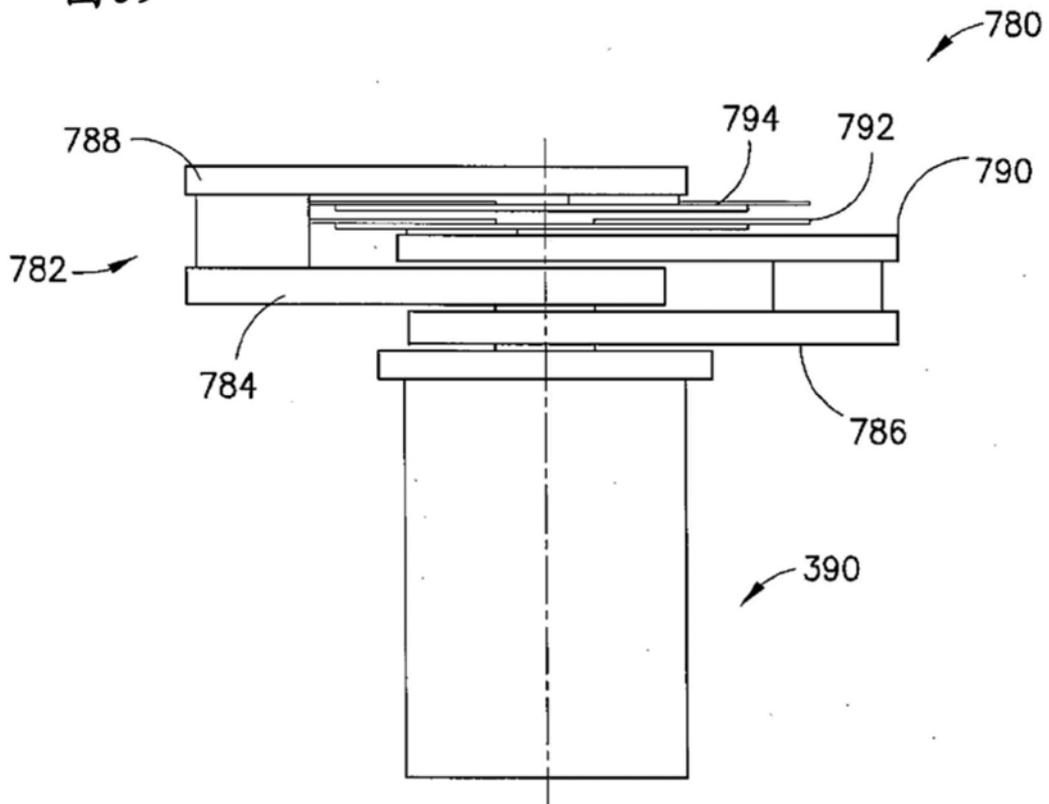


图 40B

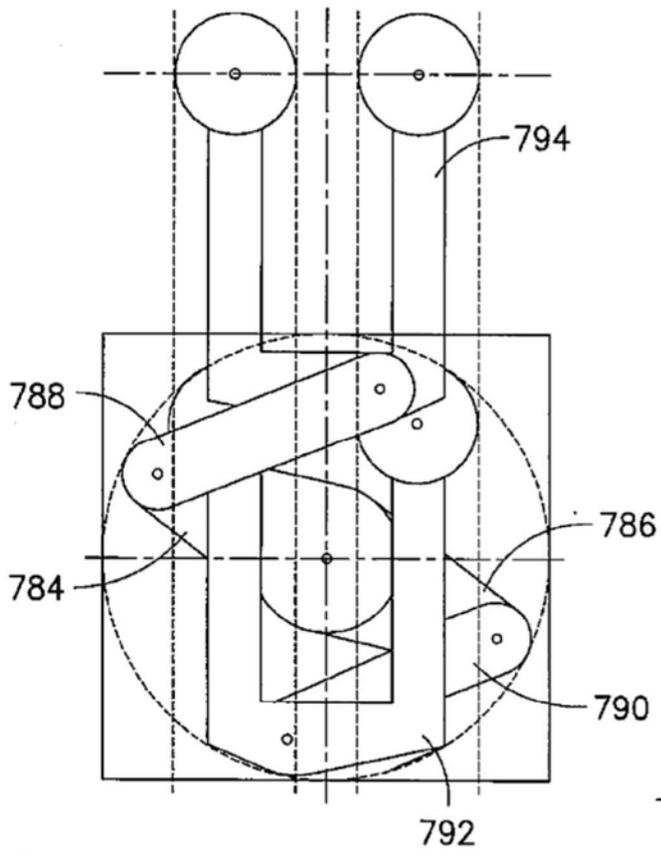


图41

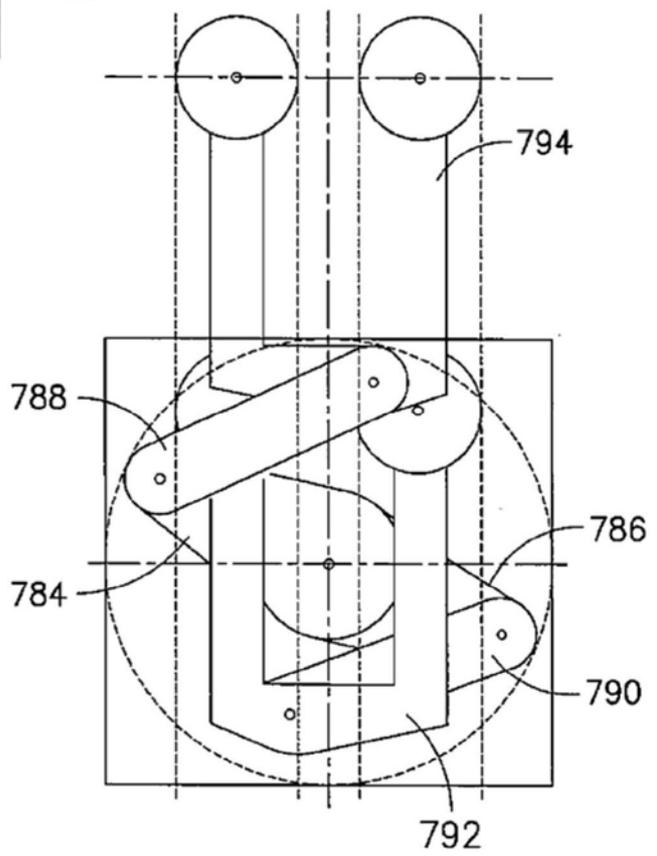


图42

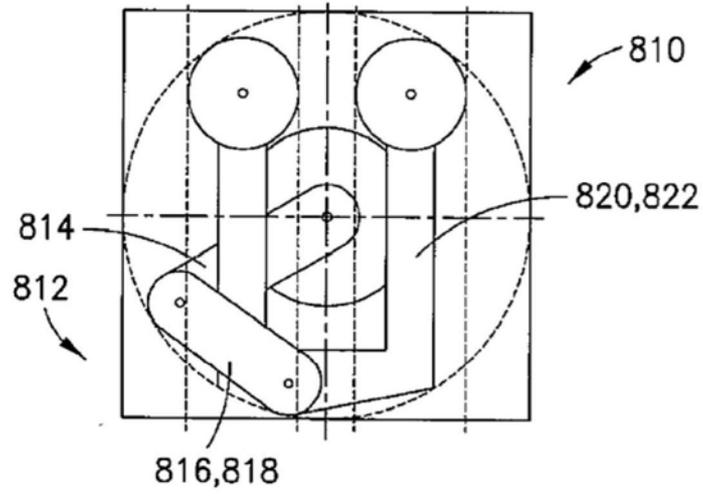


图43A

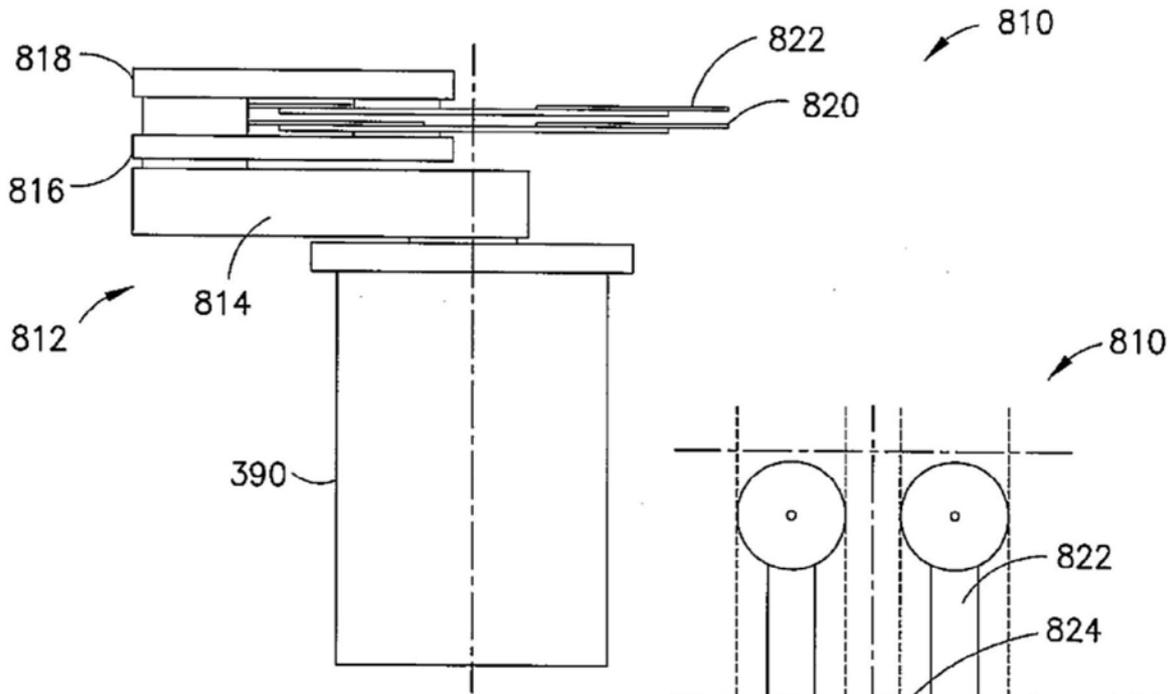


图 43B

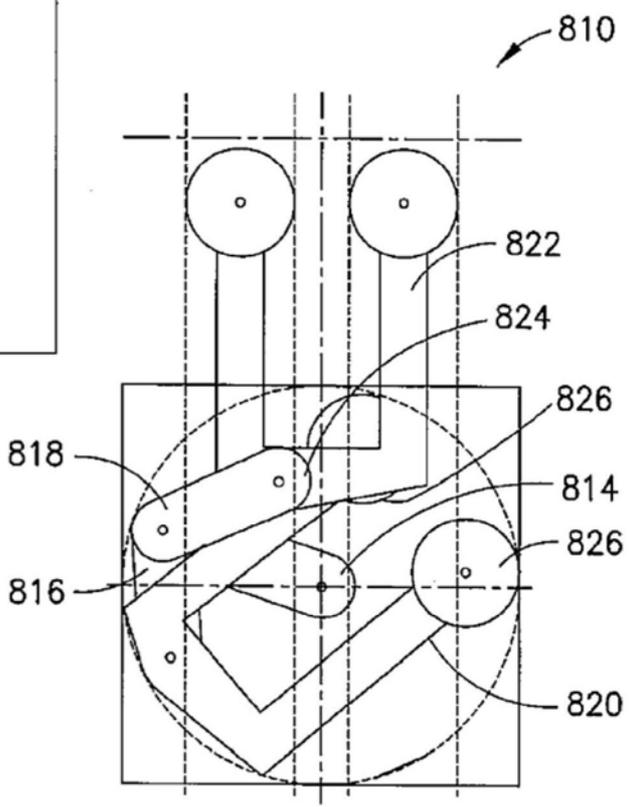


图 44

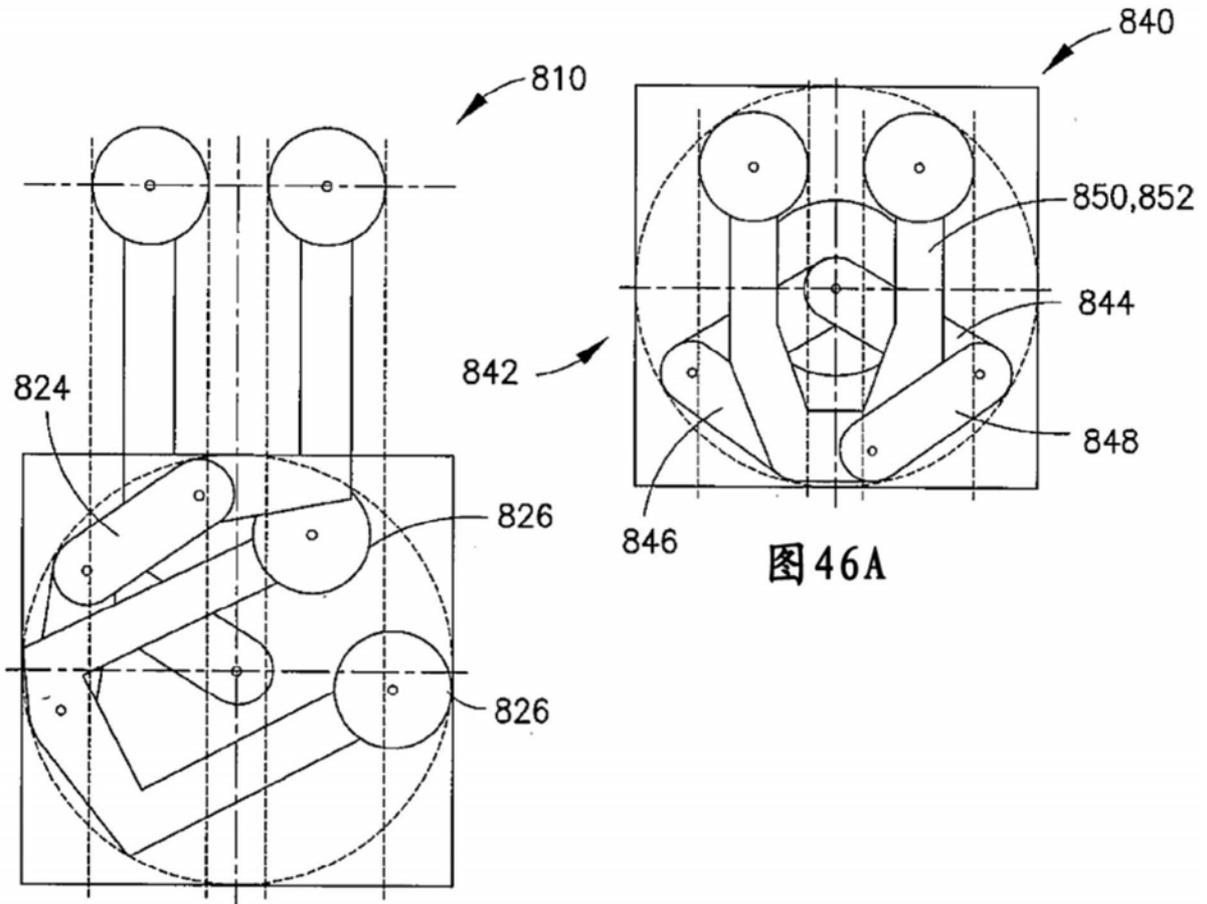


图45

图46A

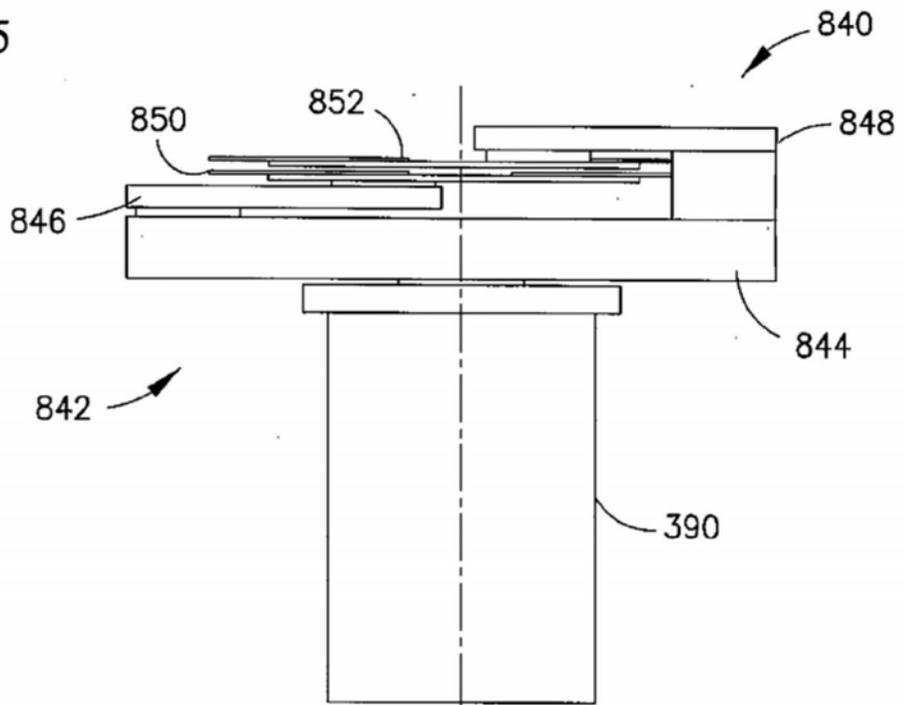


图46B

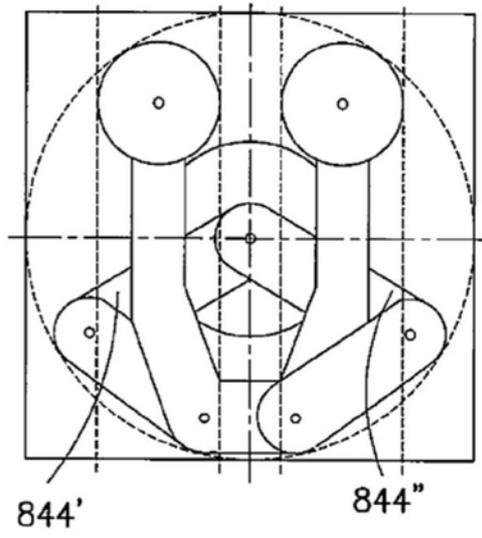


图47A

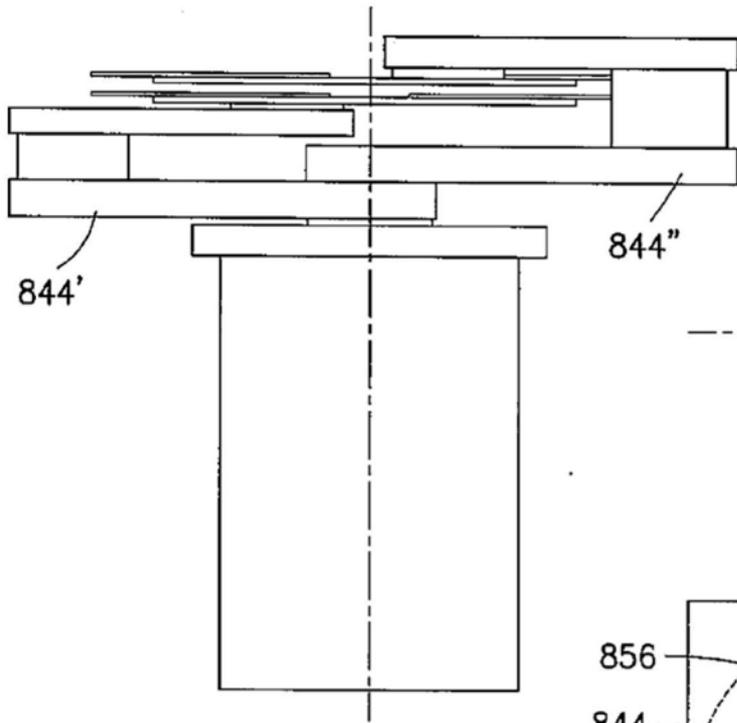


图47B

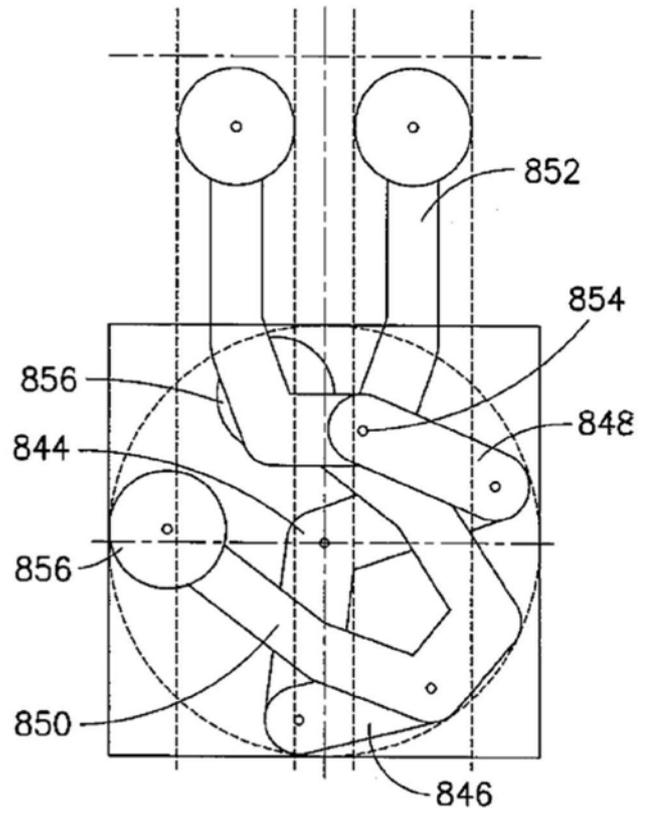


图48

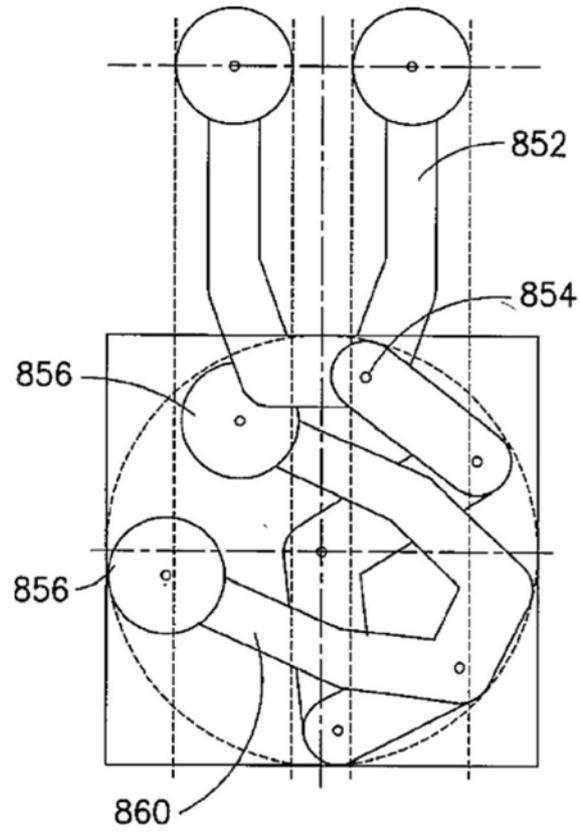


图49

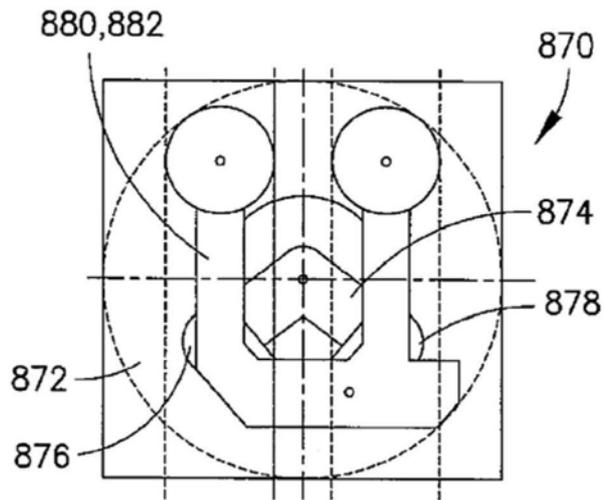


图50A

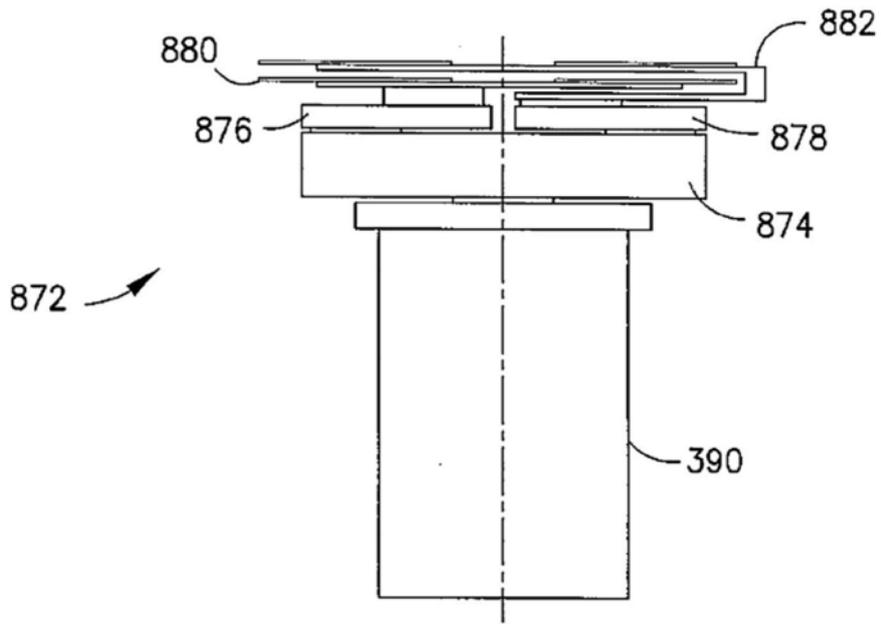


图50B

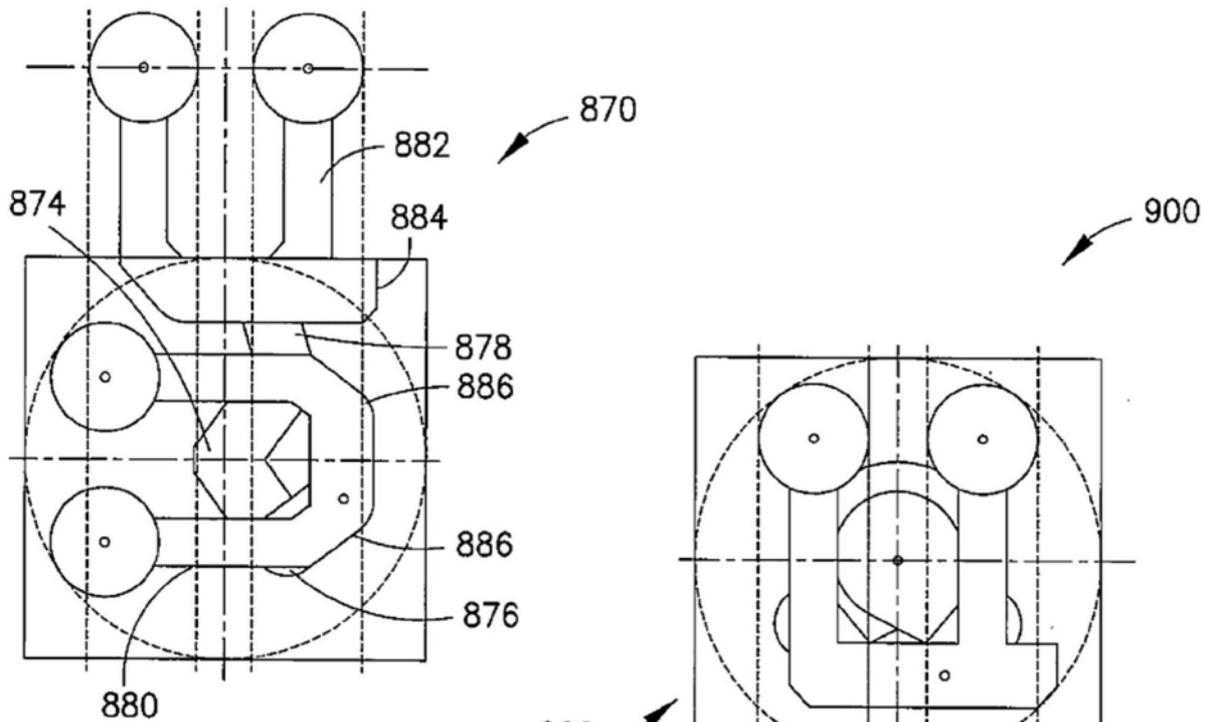


图51

图52A

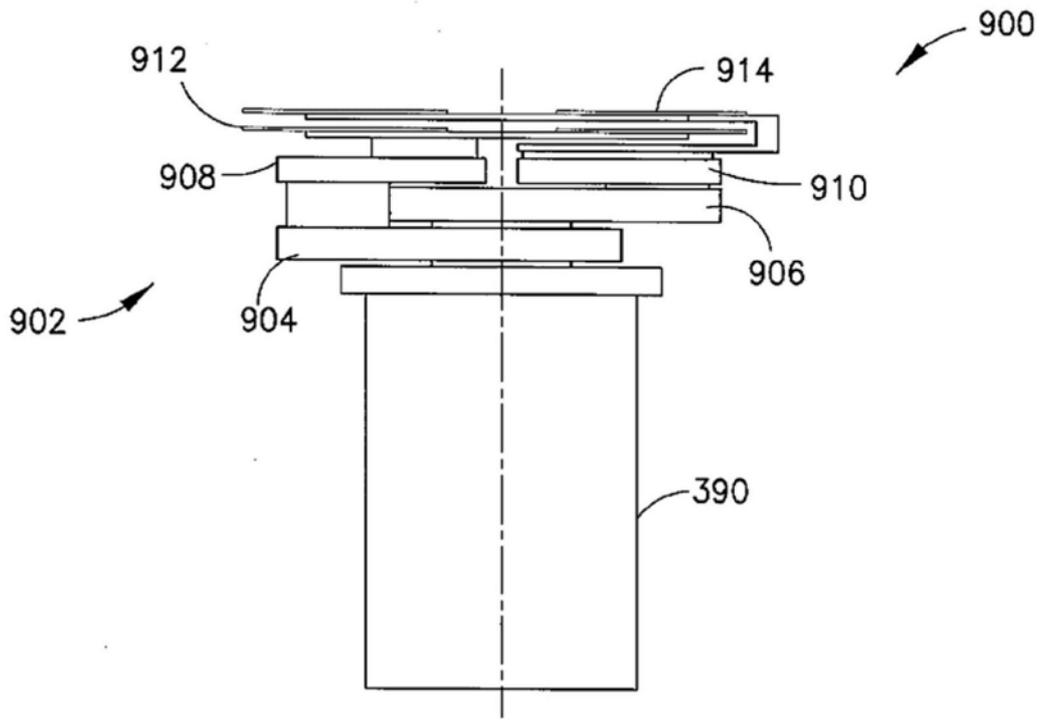


图52B

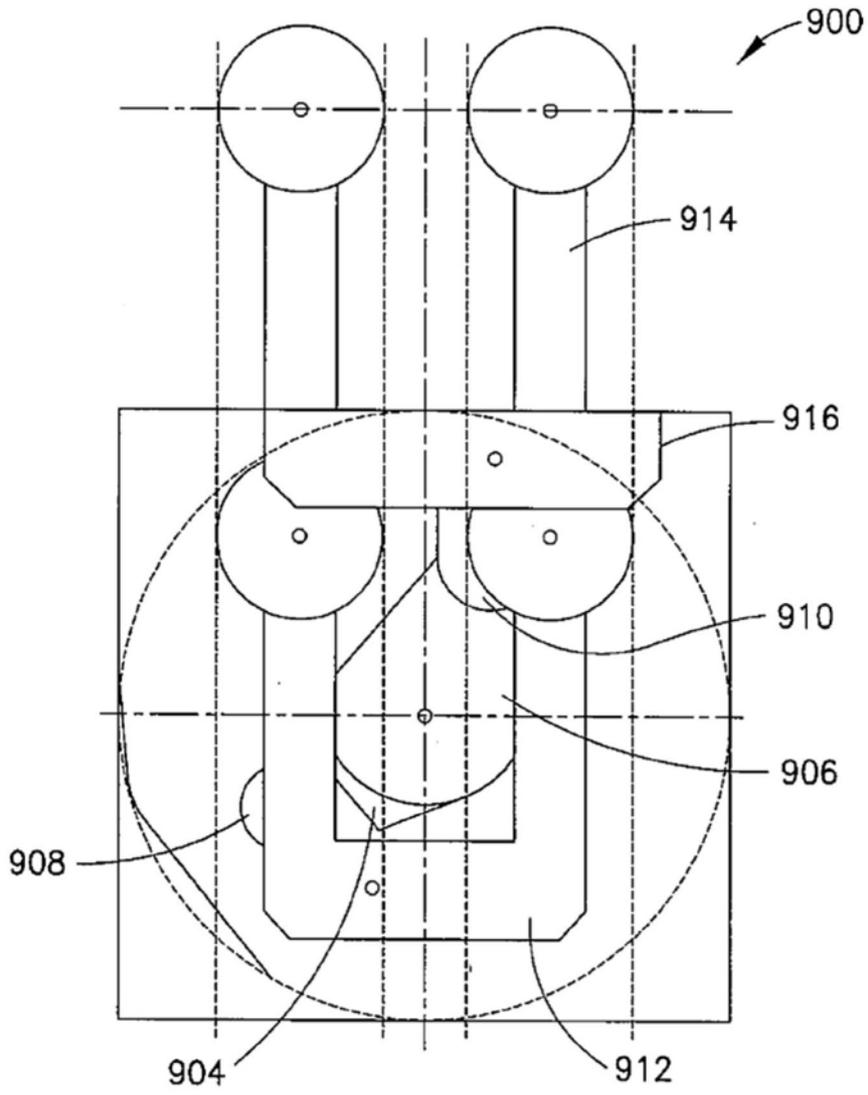


图53

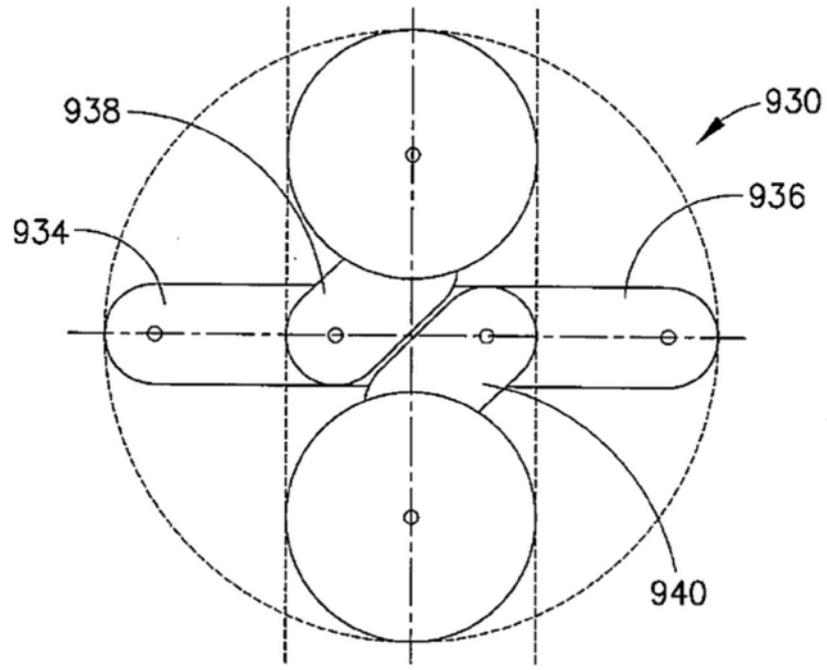


图54A

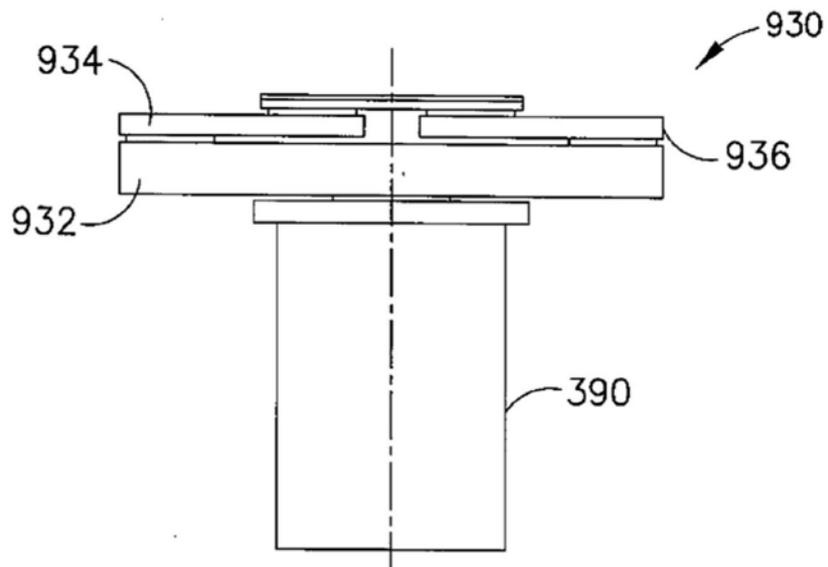


图54B

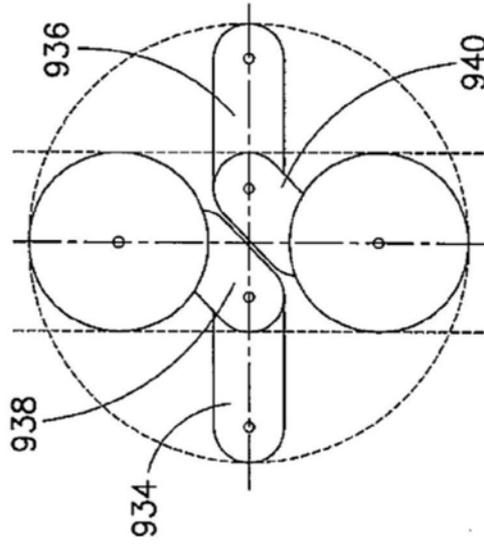


图55A

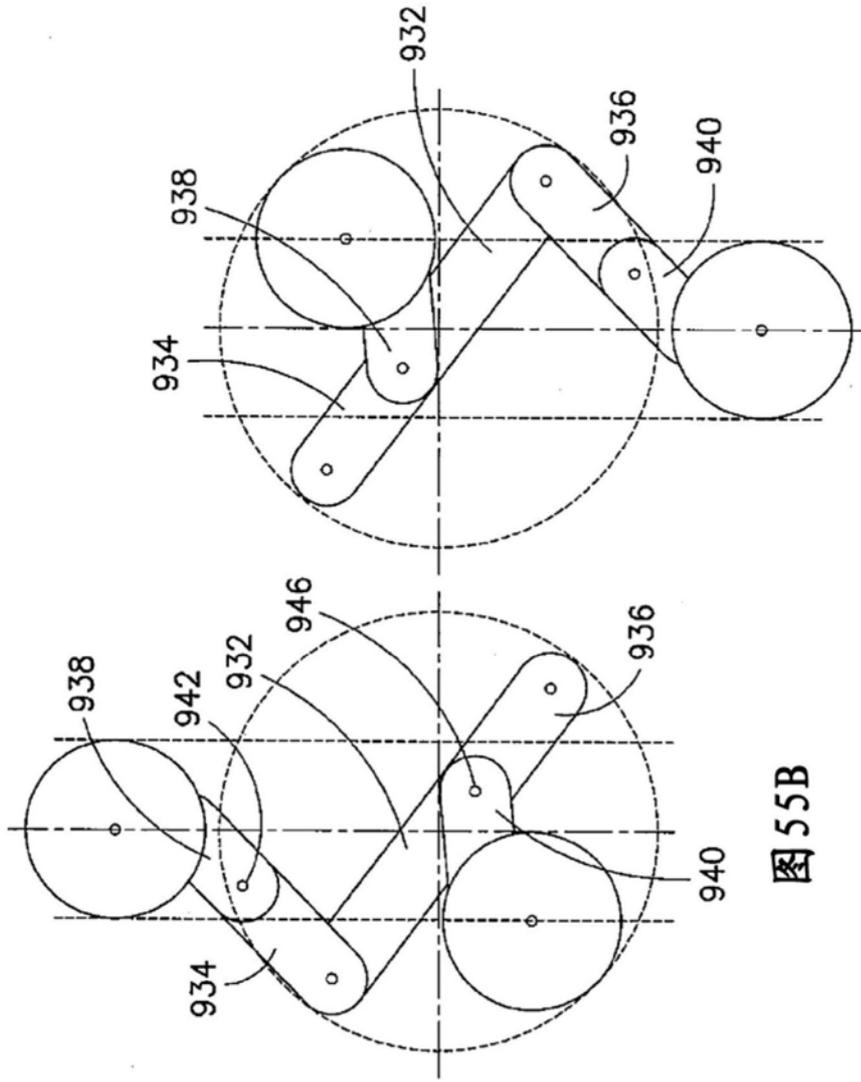


图55C

图55B

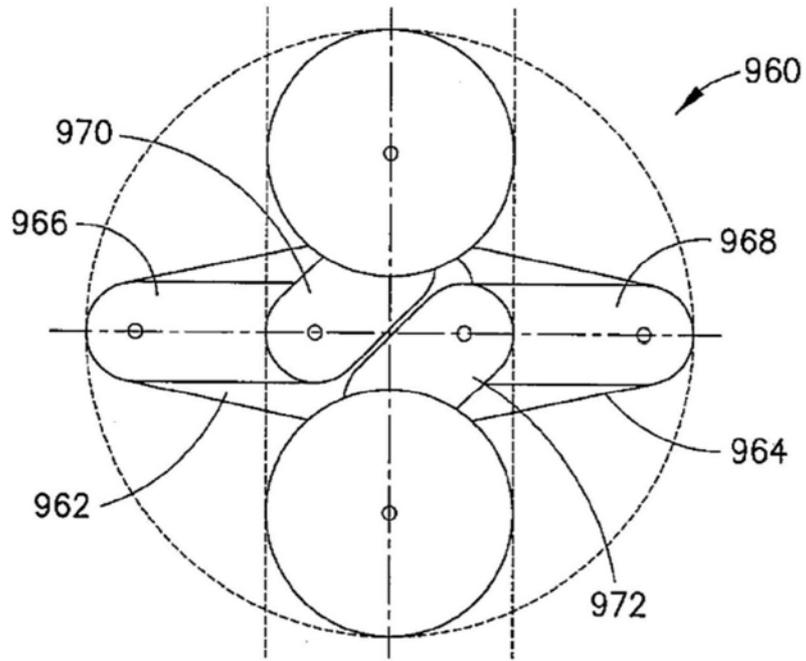


图56A

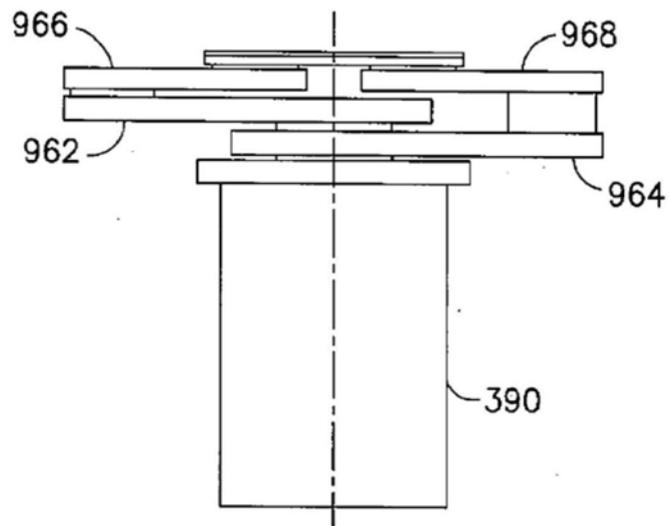


图56B

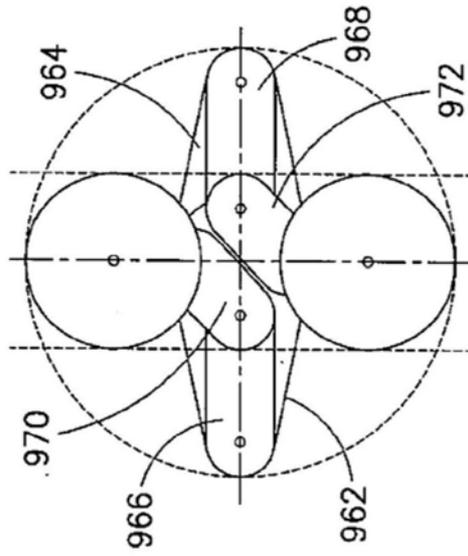


图57A

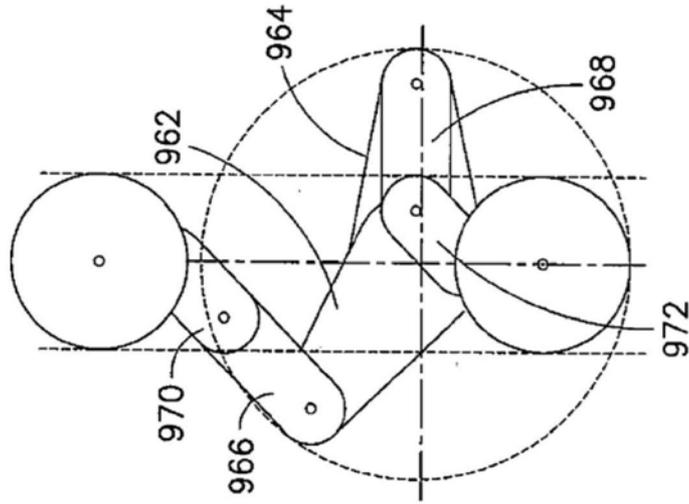


图57B

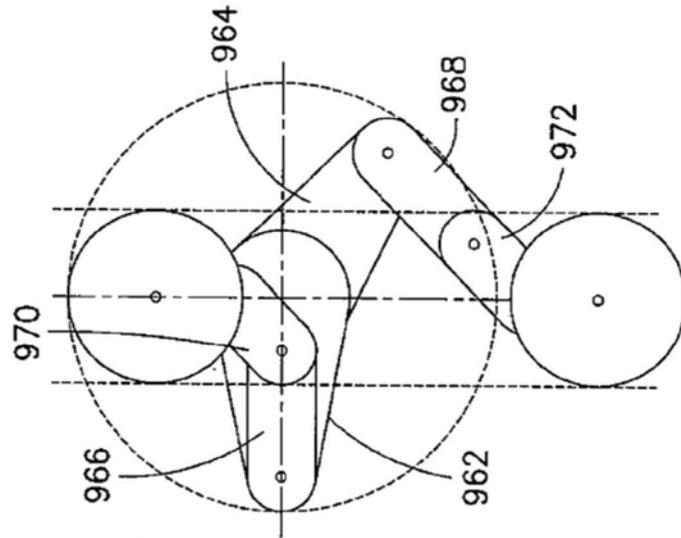


图57C

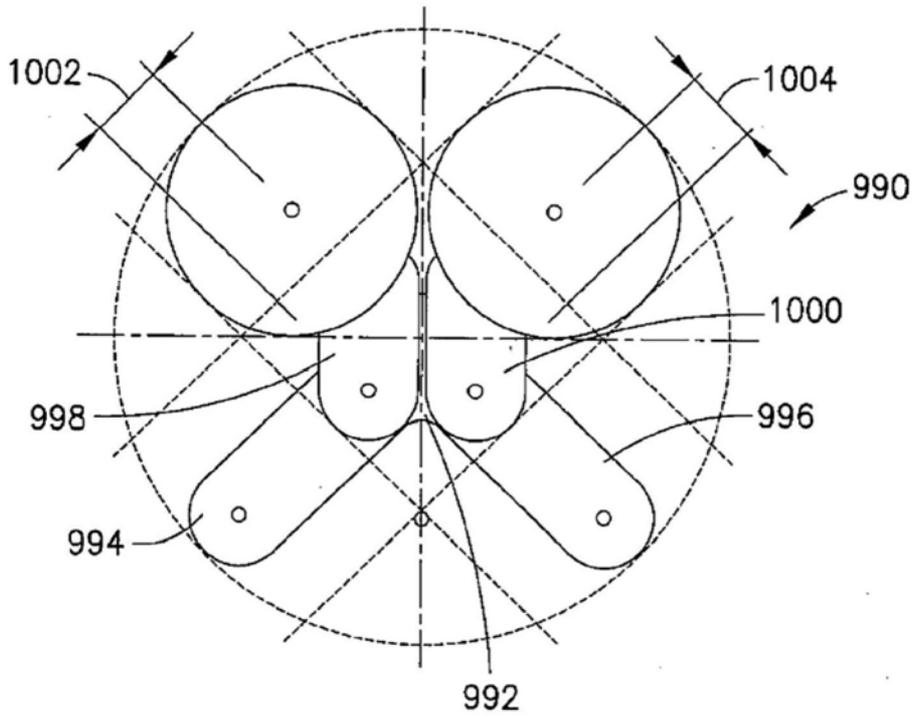


图58A

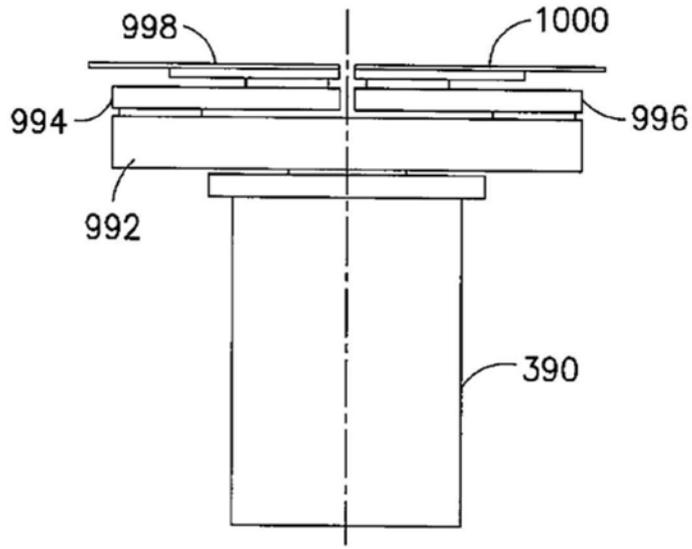


图58B

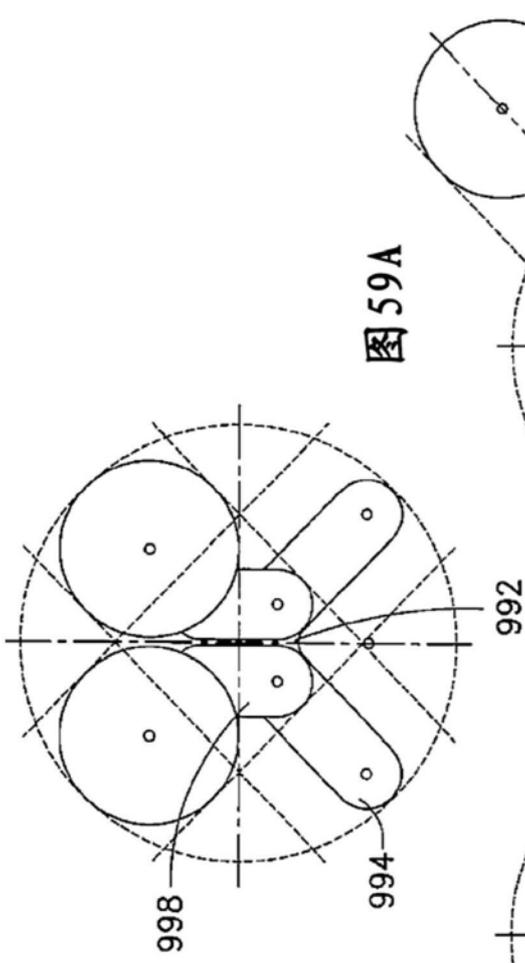


图 59A

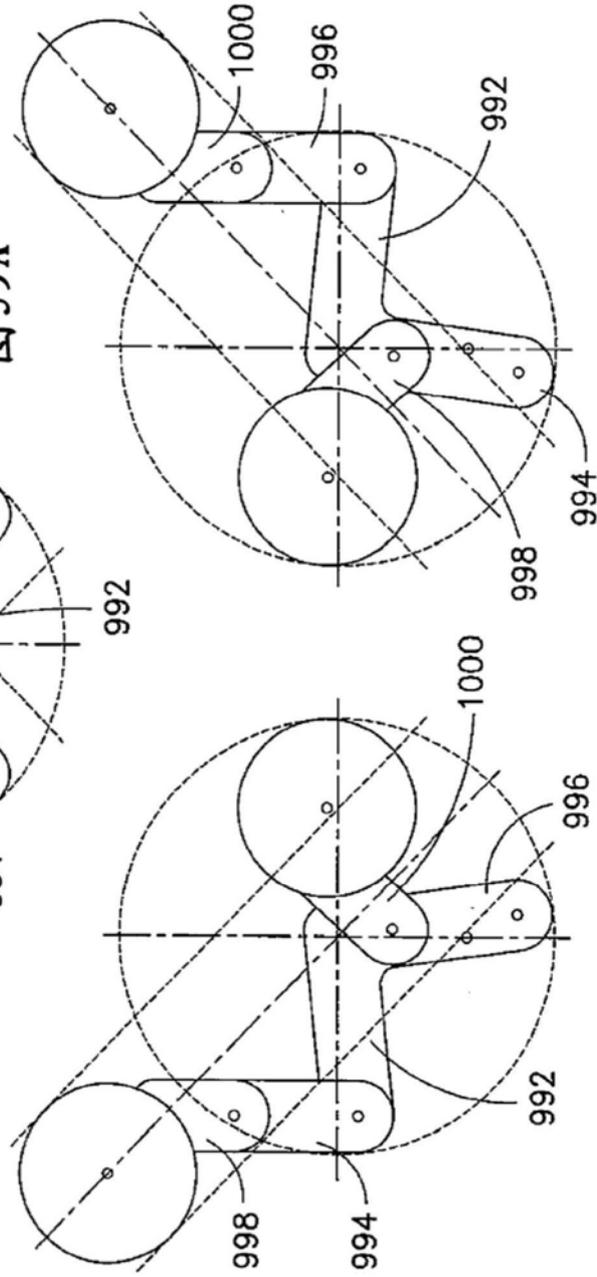


图 59B

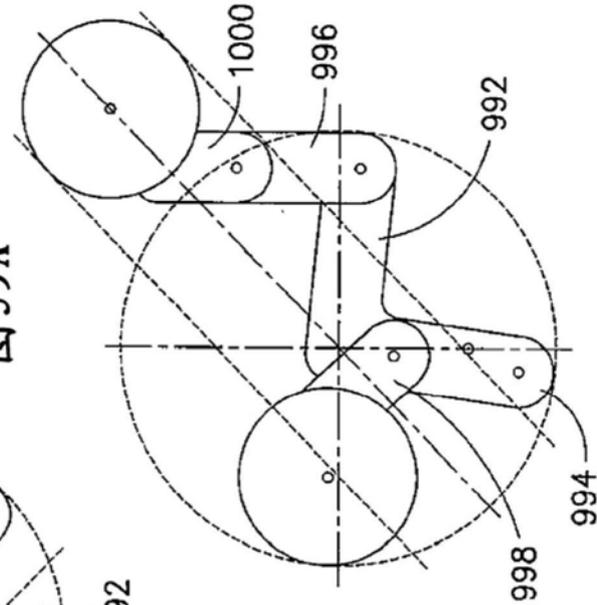


图 59C

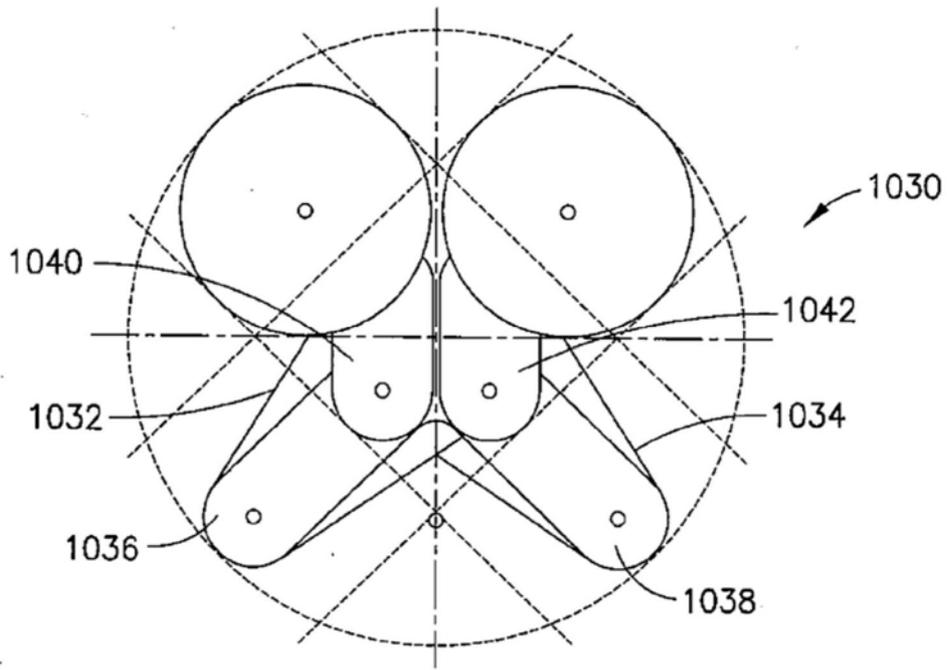


图60A

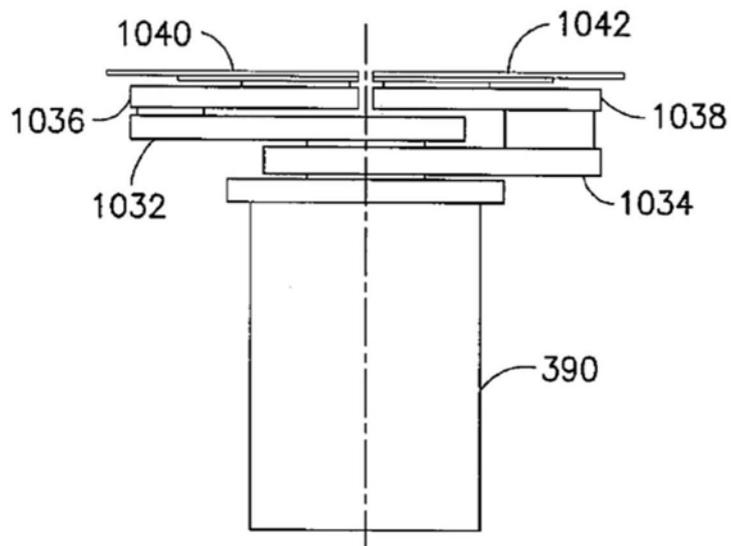


图60B

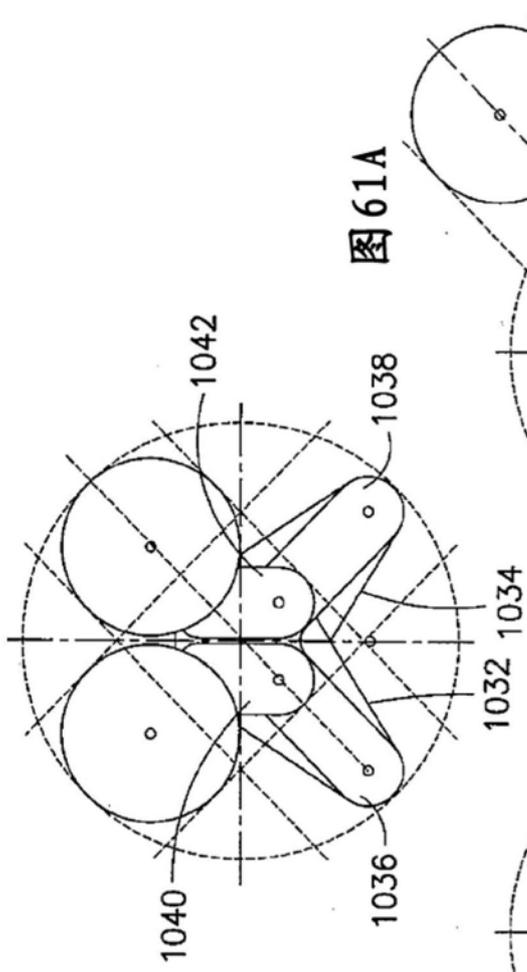


图61A

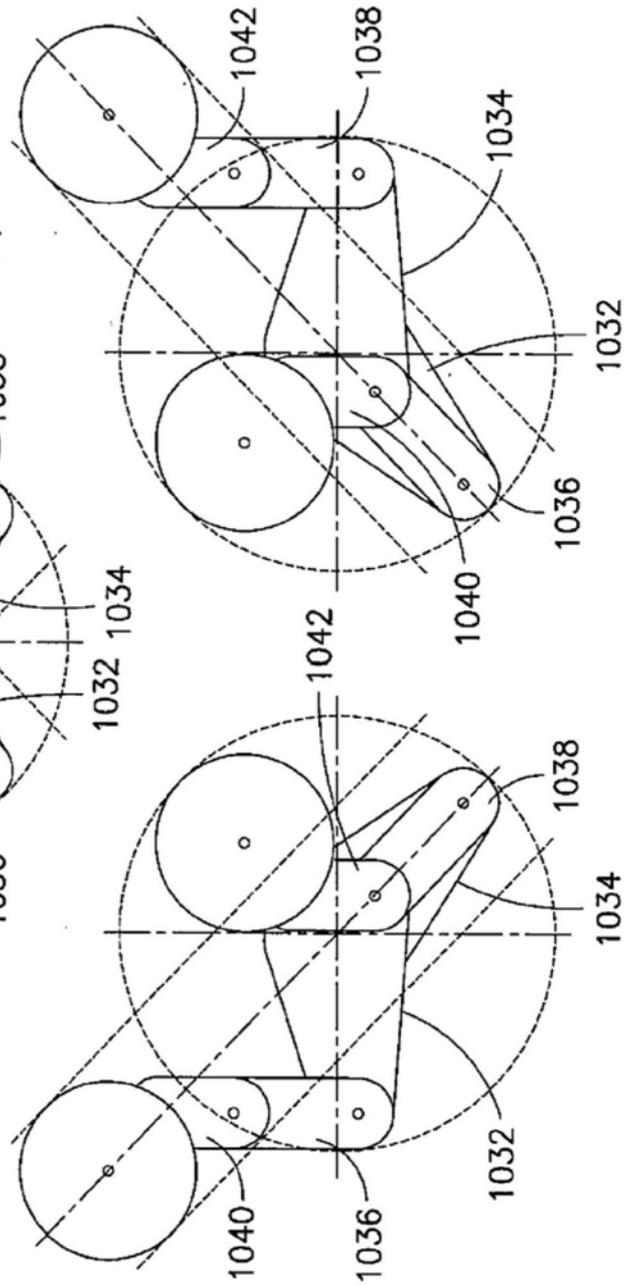


图61B

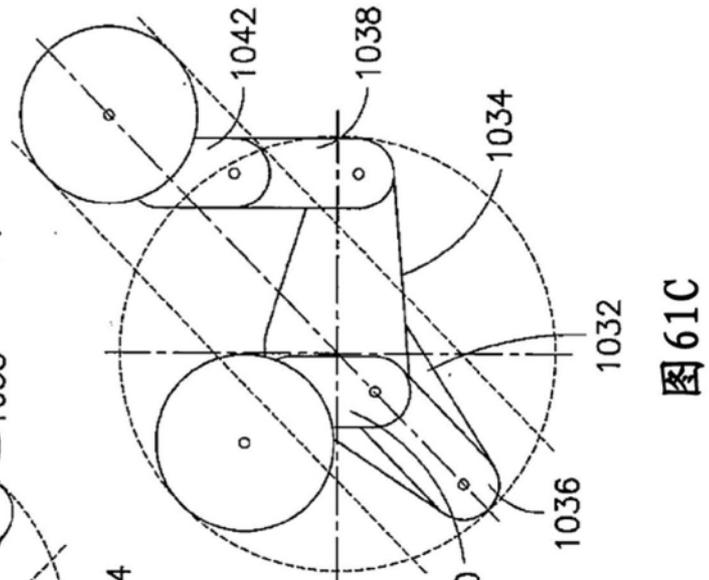


图61C

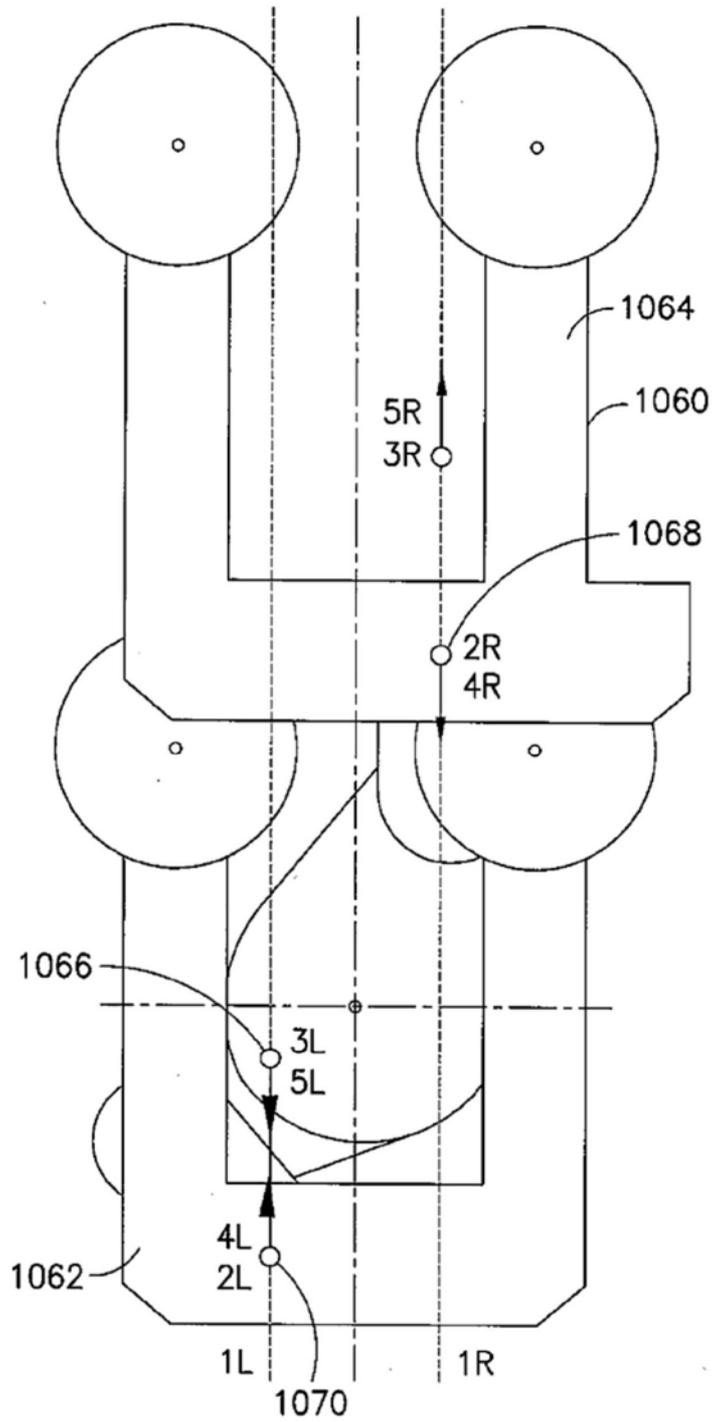


图62

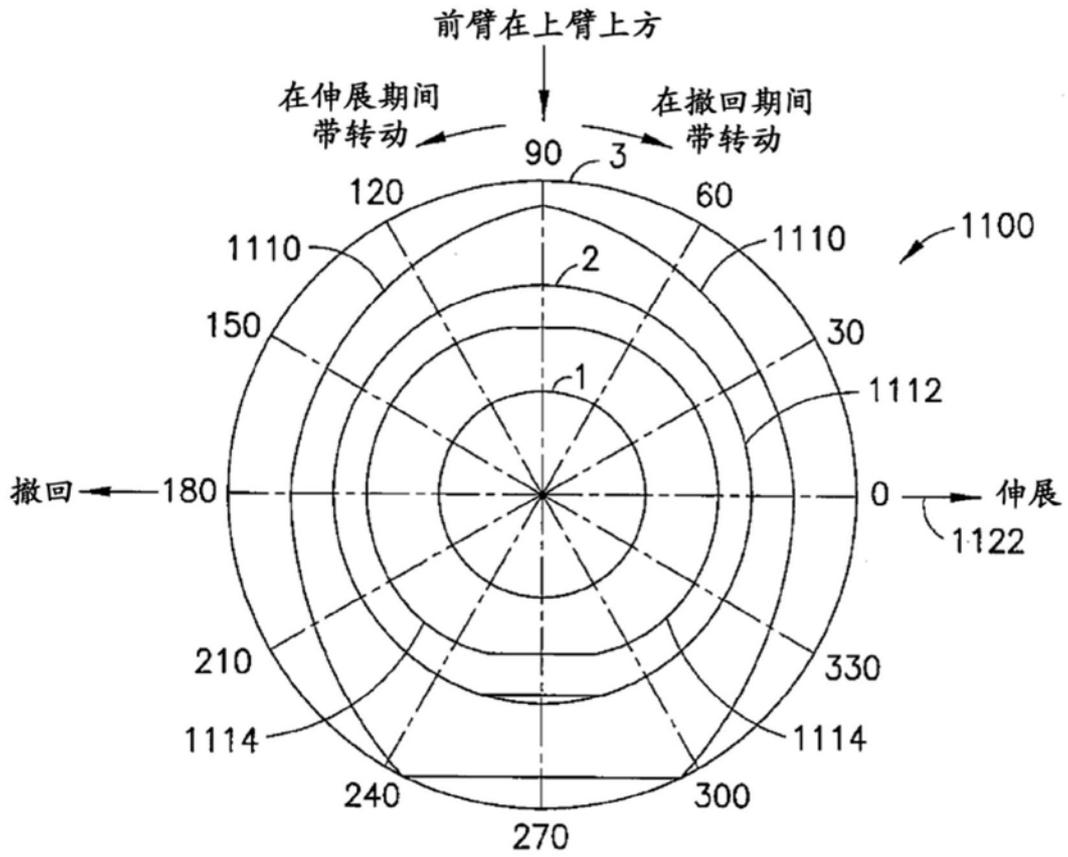


图63

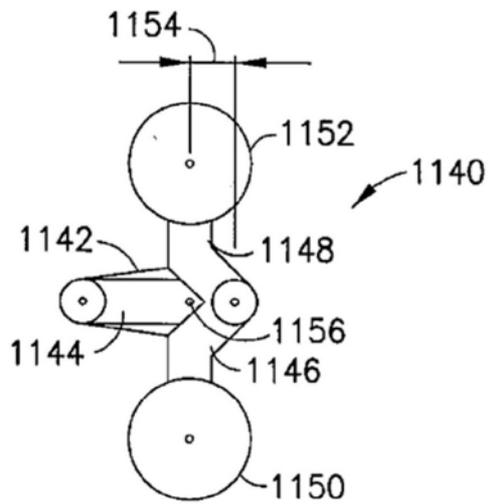


图64

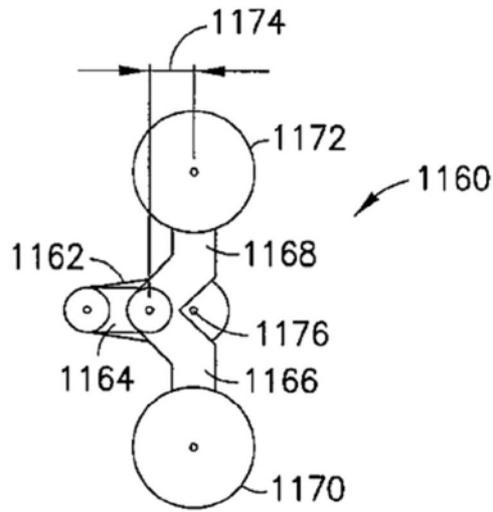


图65

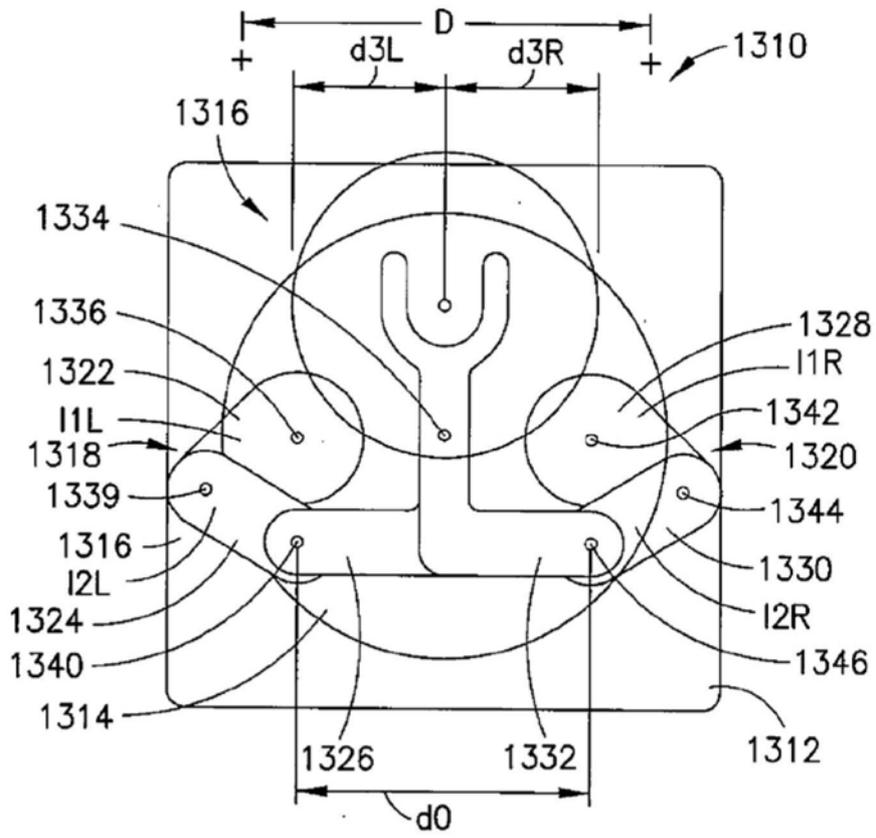


图66A

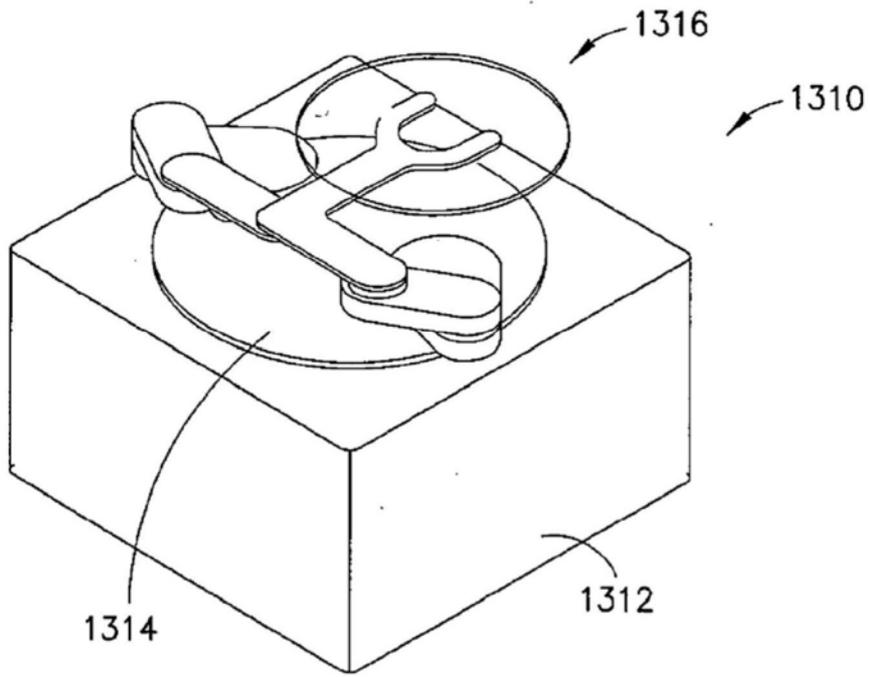


图66B

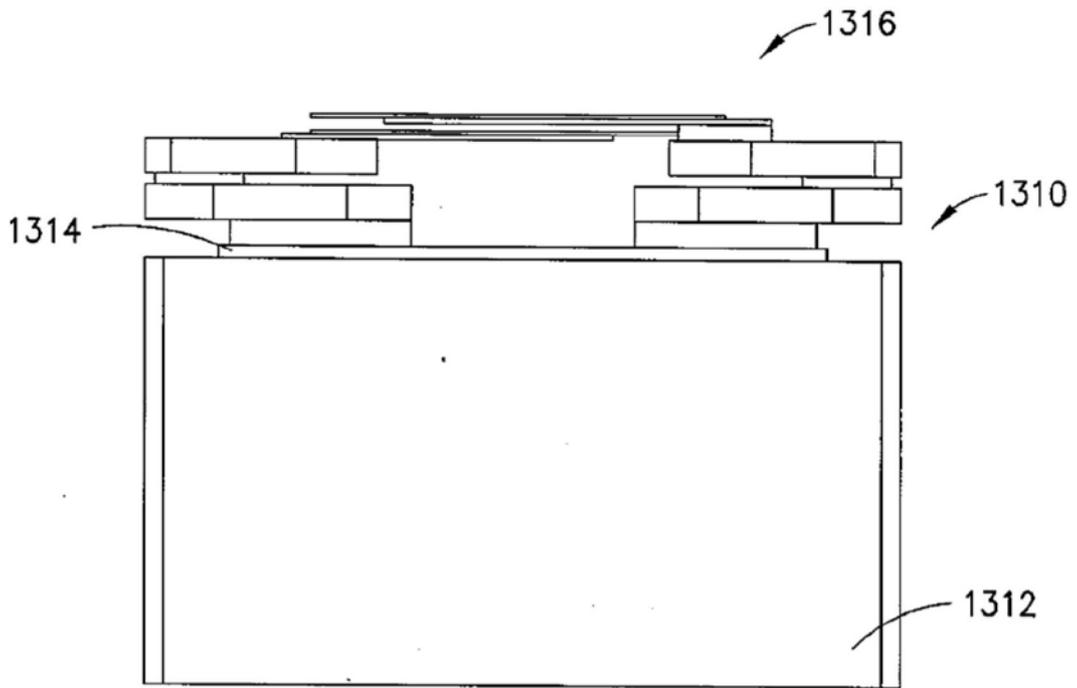


图66C

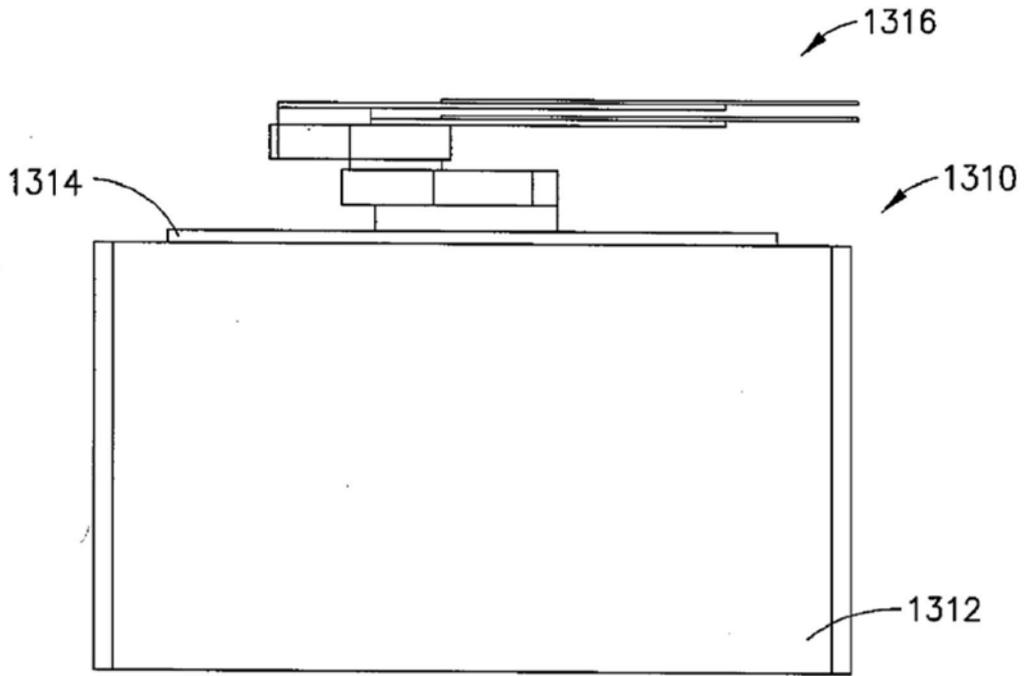


图66D

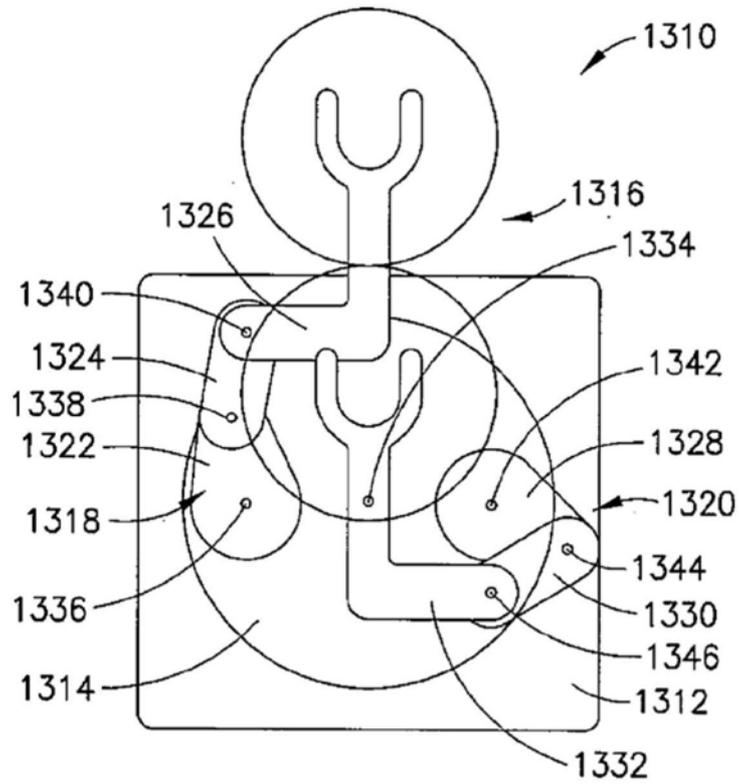


图67A

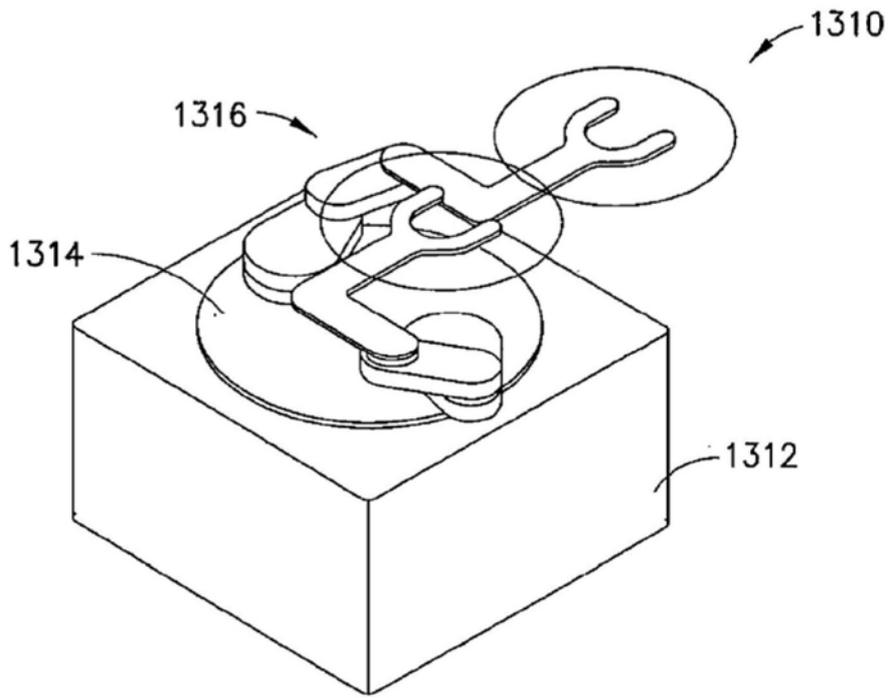


图67B

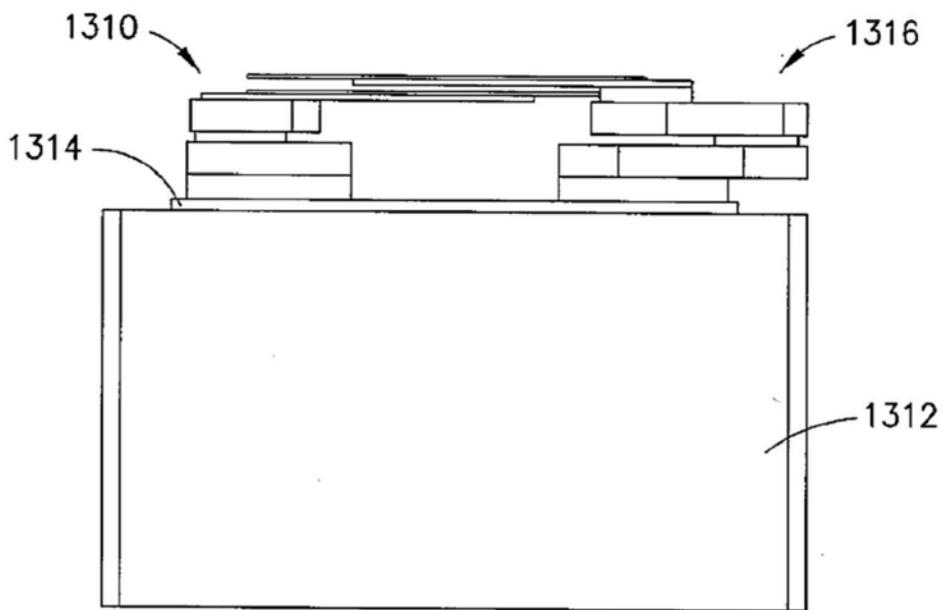


图67C

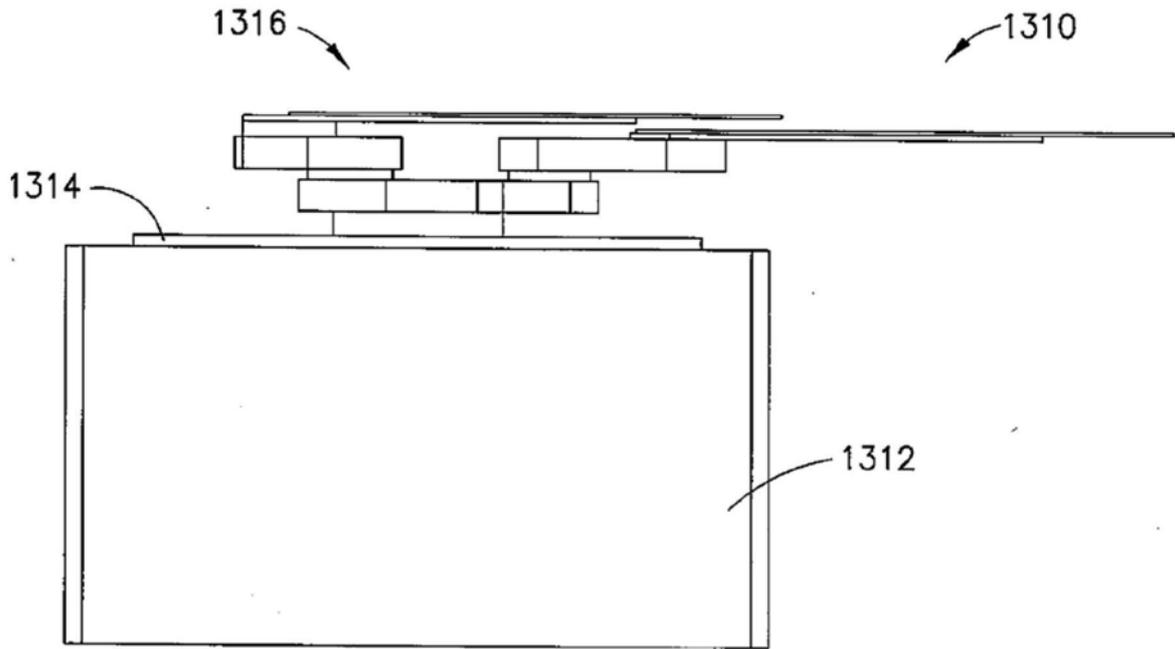


图67D

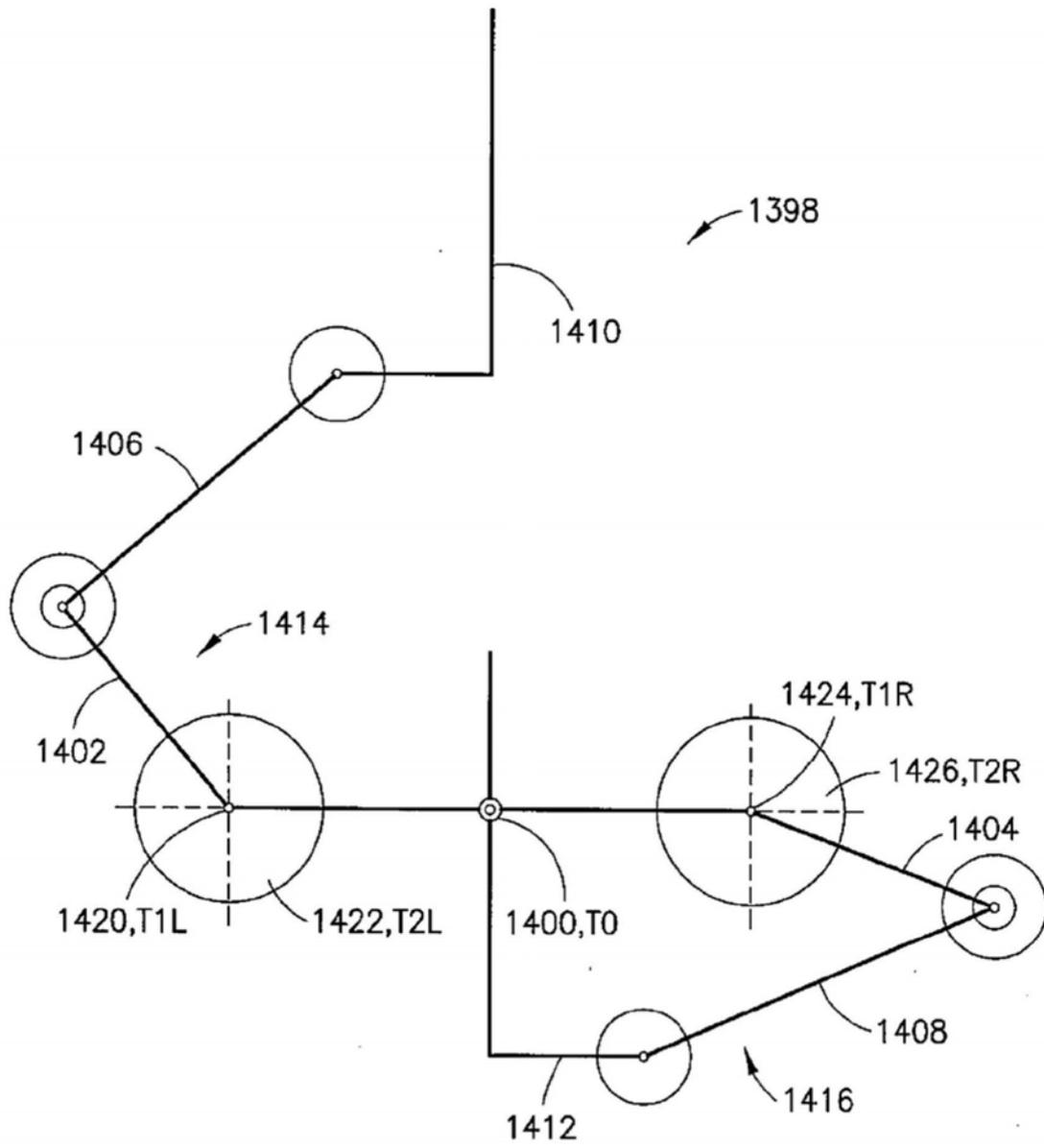


图68A

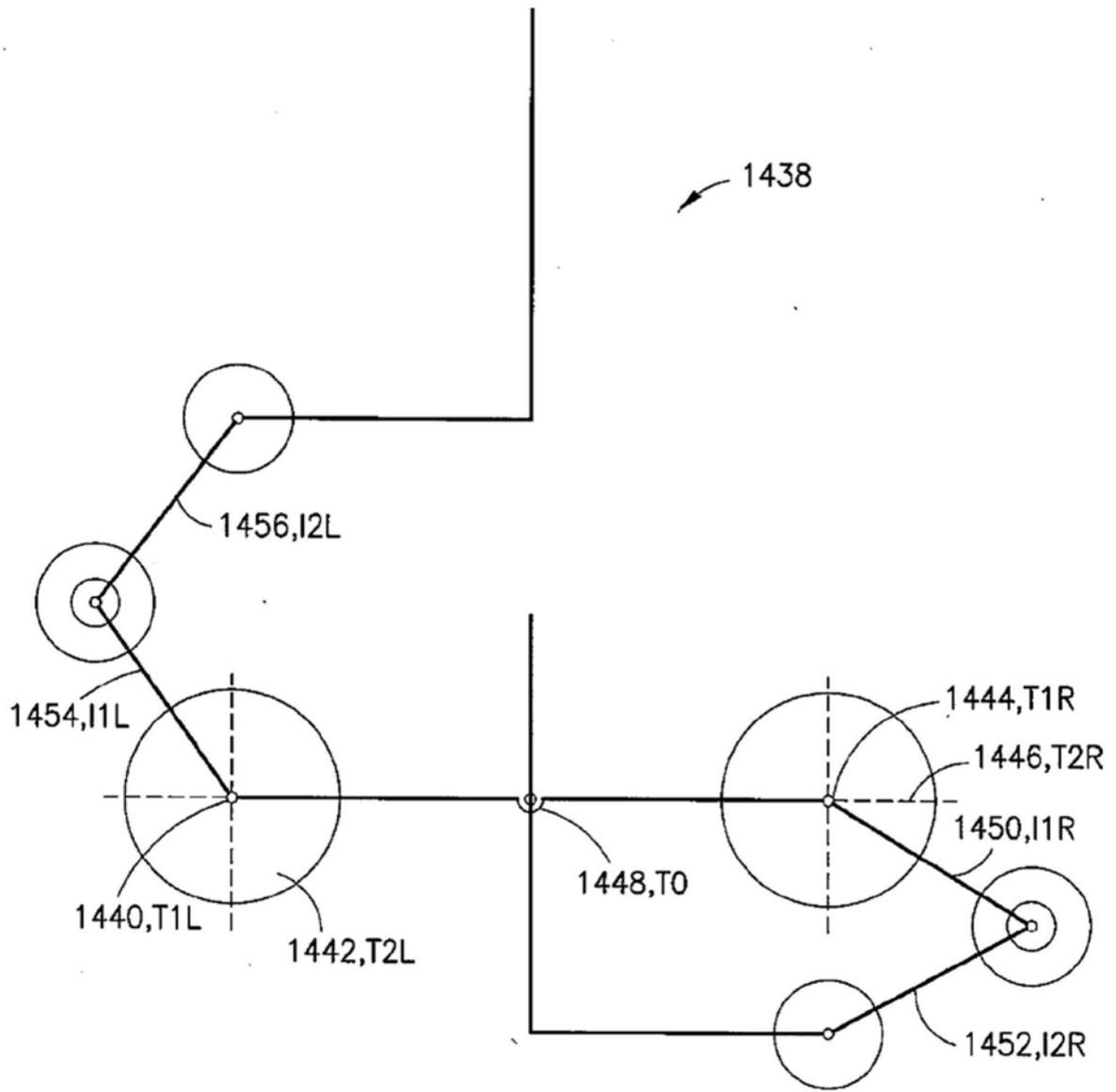


图68B

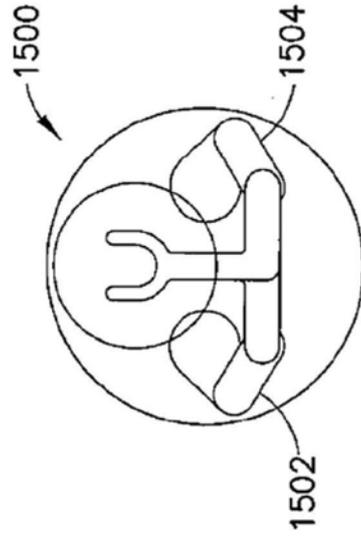


图69A

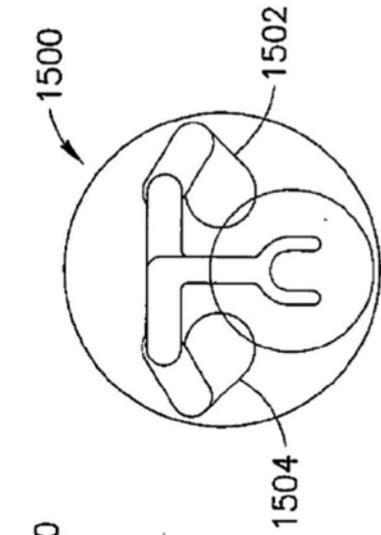


图69C

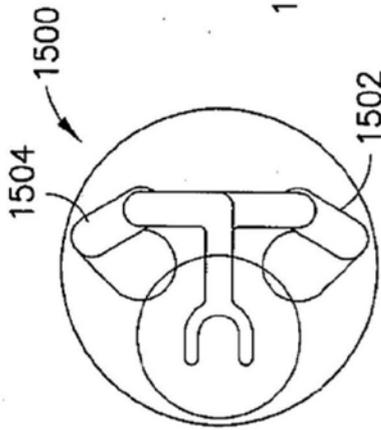


图69B

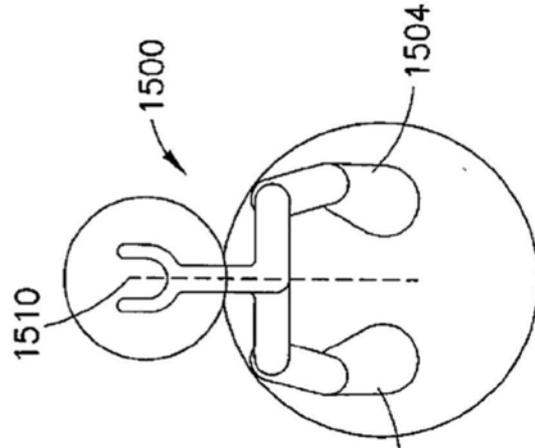


图 69F

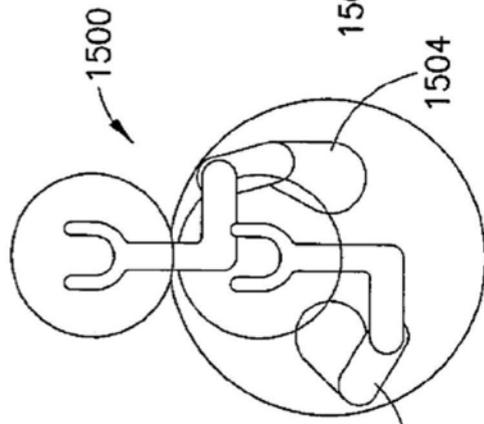


图 69E

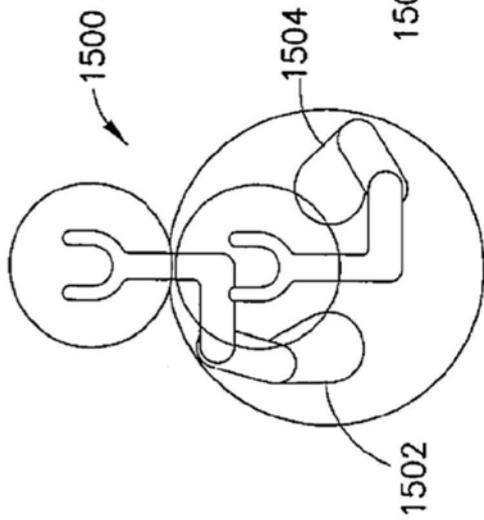


图 69D

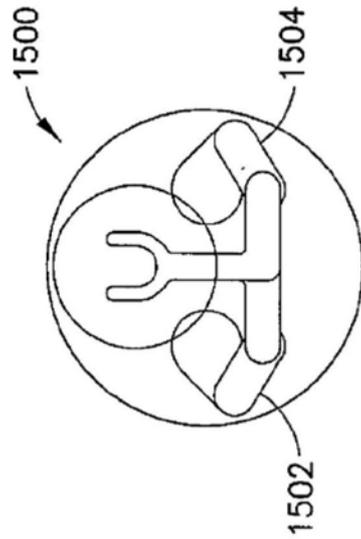


图70A

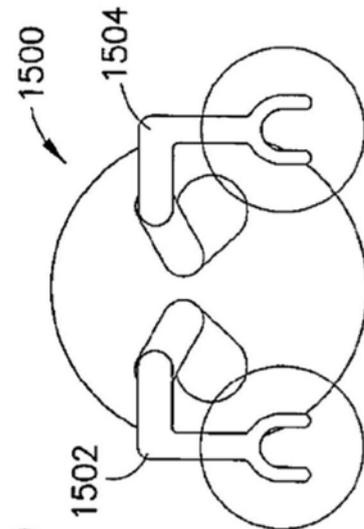


图70C

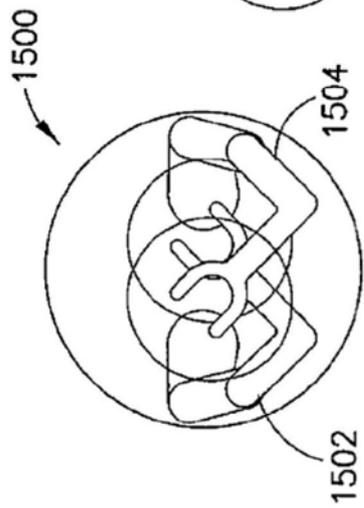


图70B

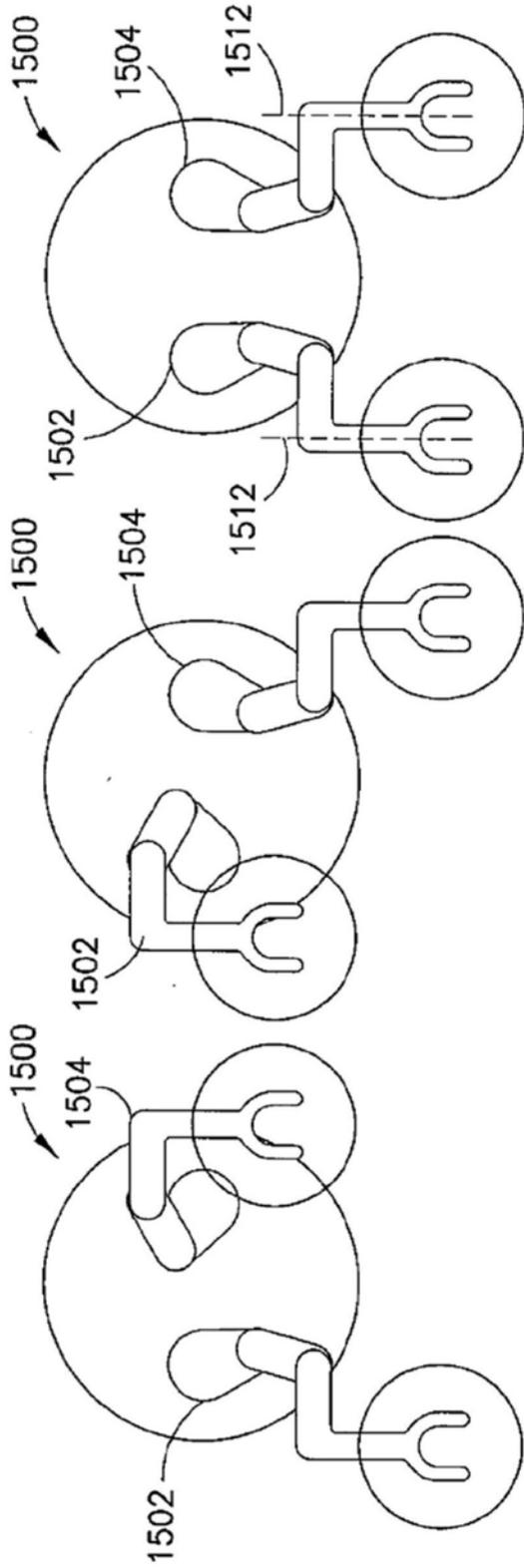


图70D

图70E

图70F

图70G

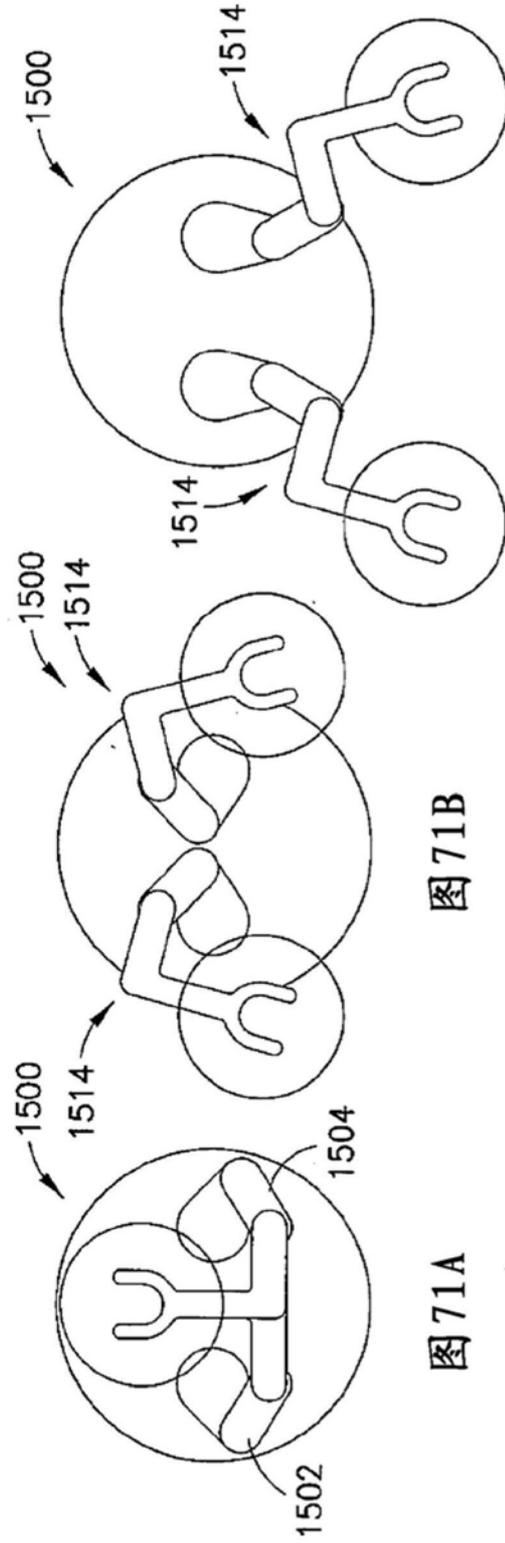


图71A

图71B

图71C

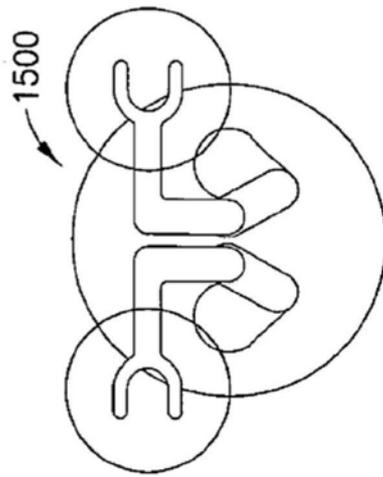


图71D

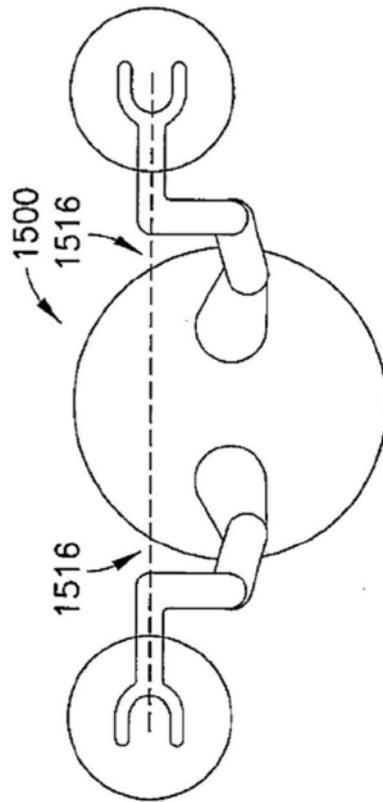


图71E

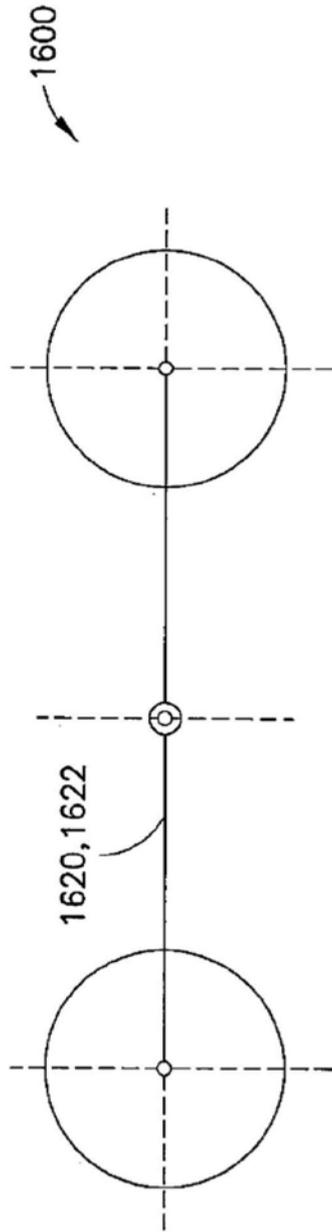


图72A

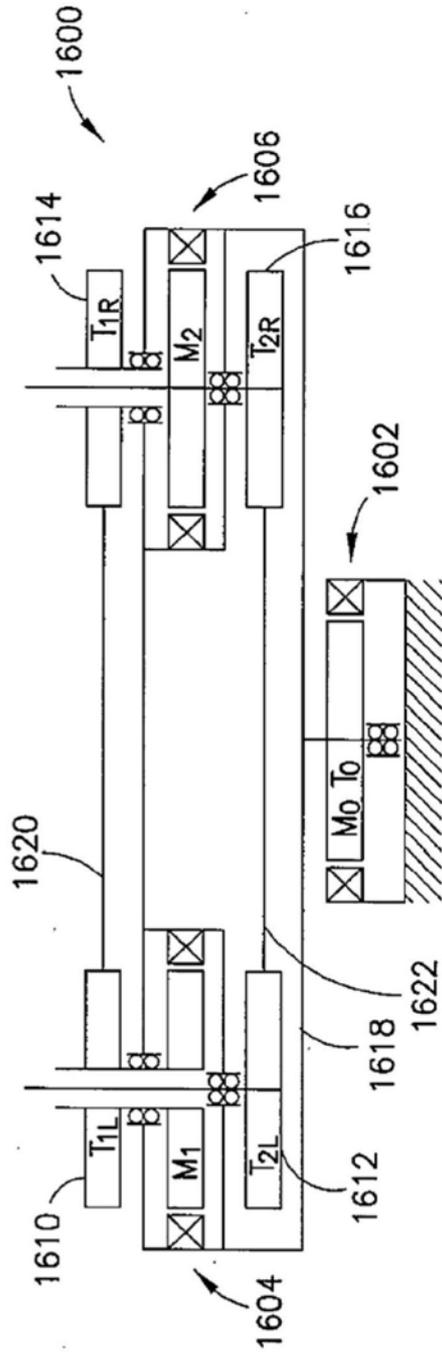


图72B

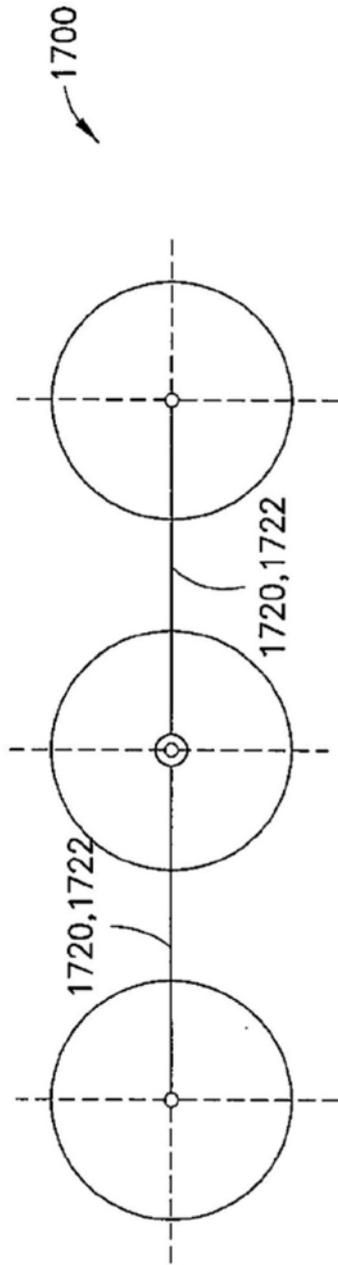


图72C

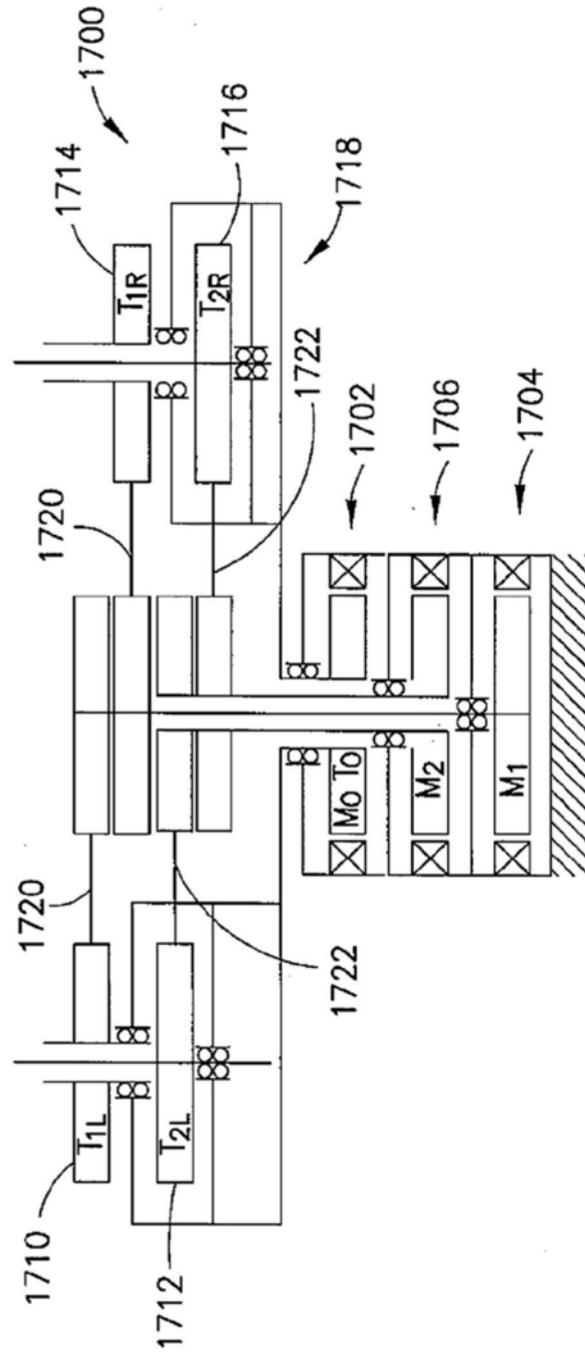


图72D

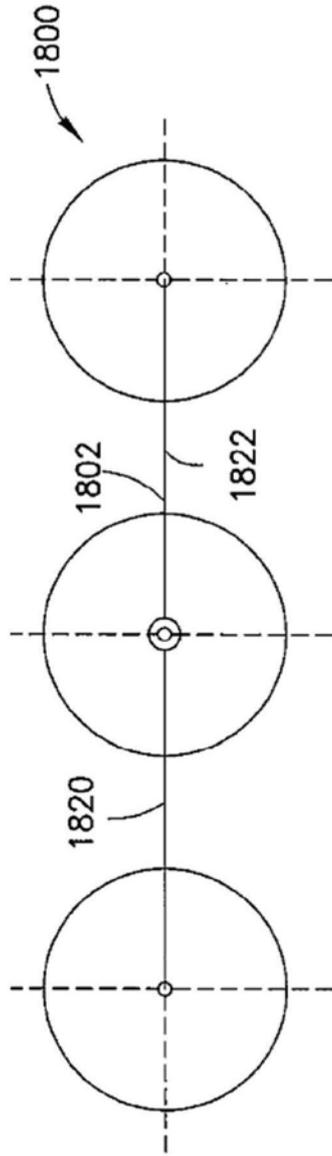


图73A

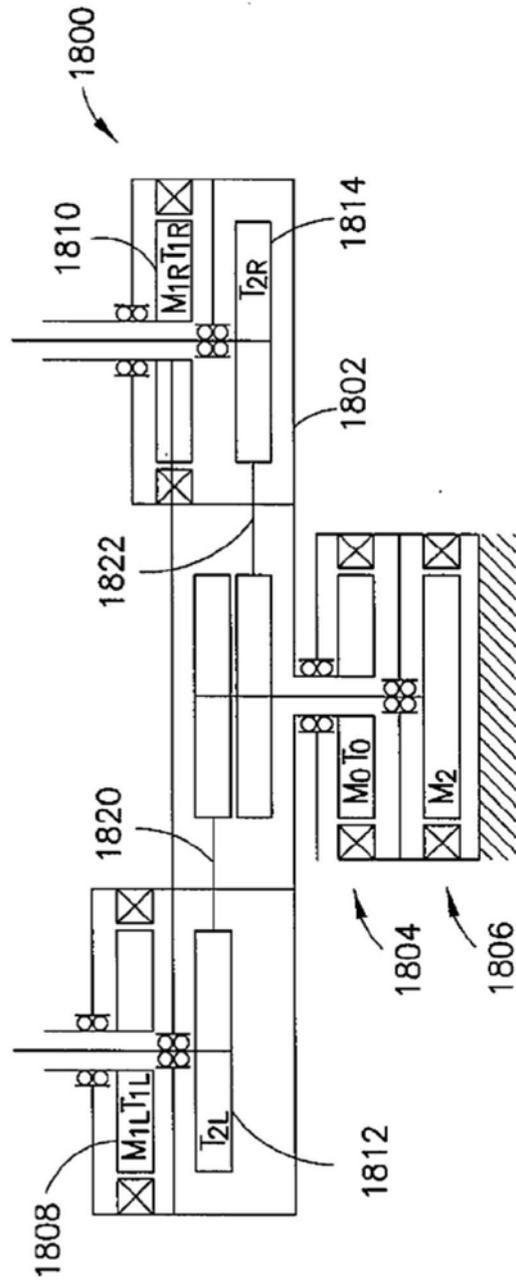


图73B

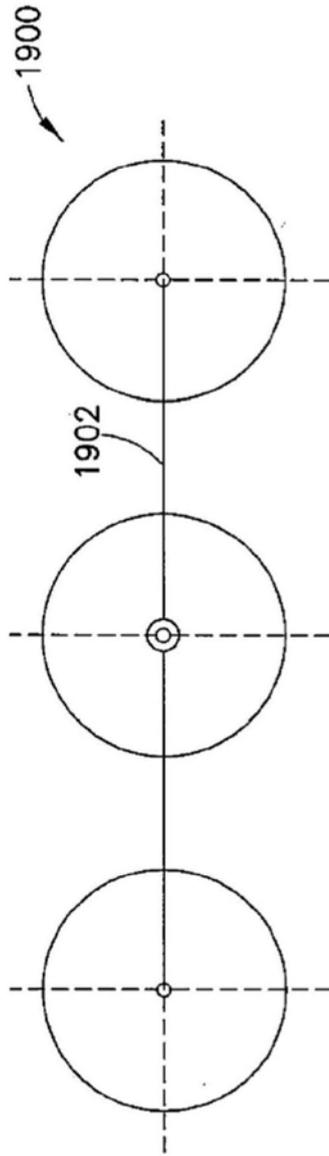


图73C

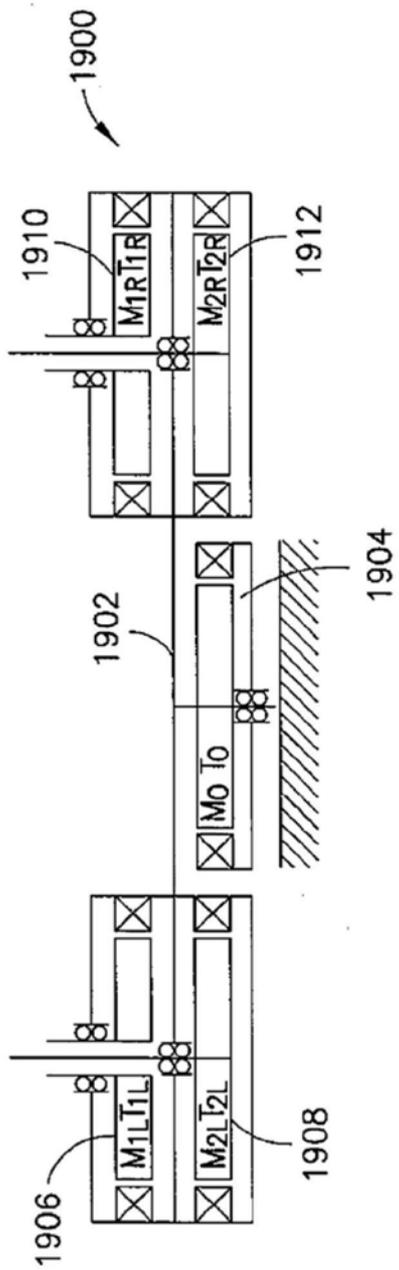


图73D

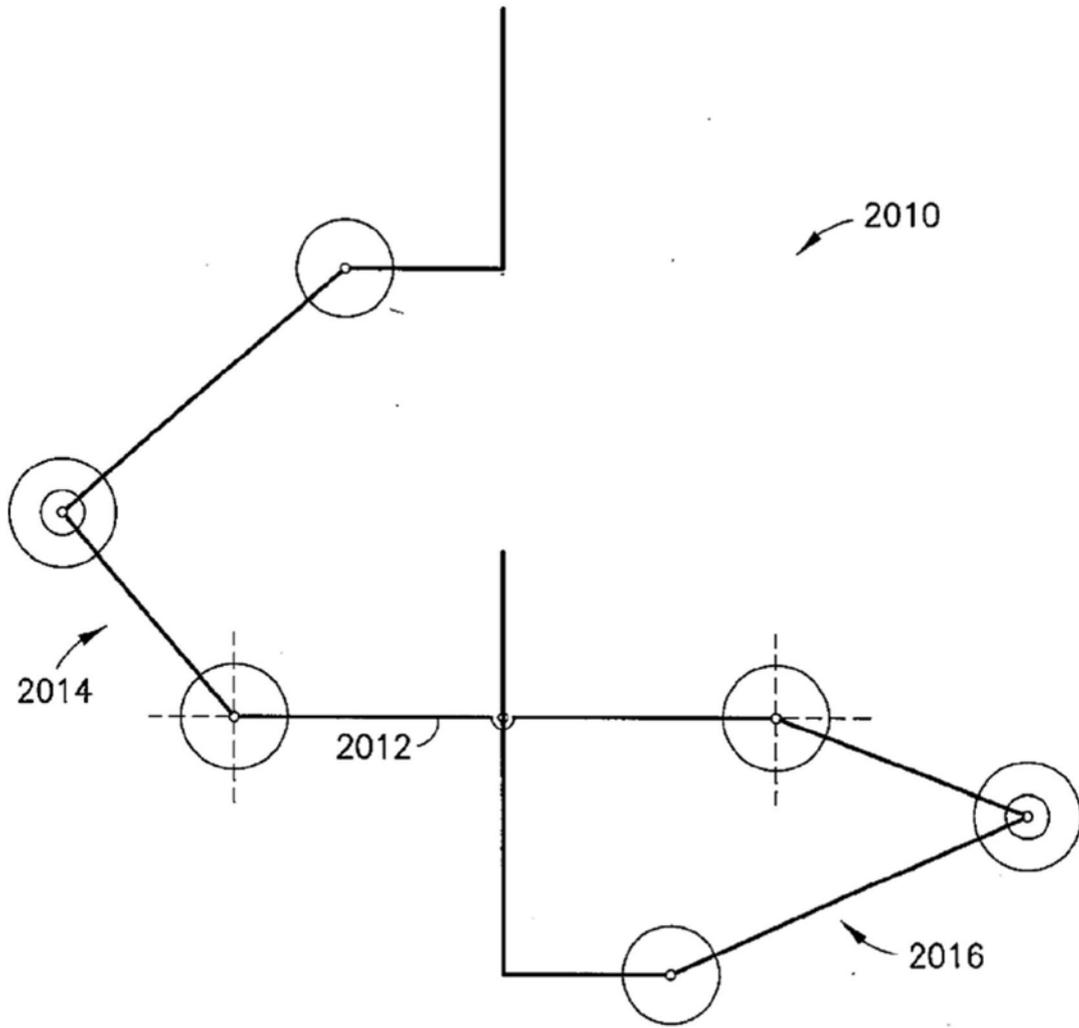


图74A

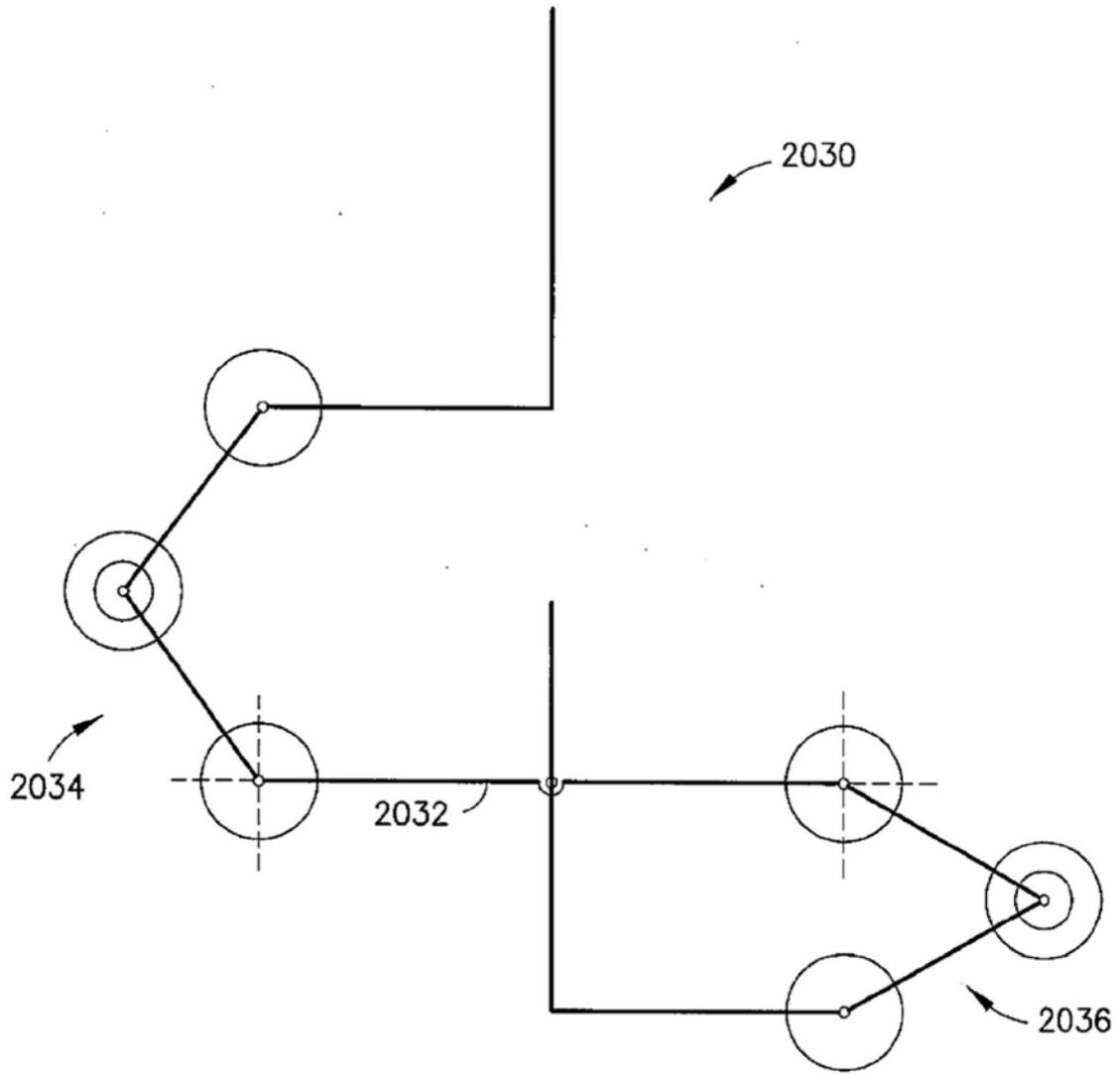


图74B

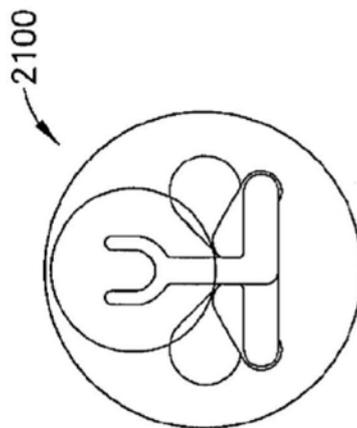


图75A

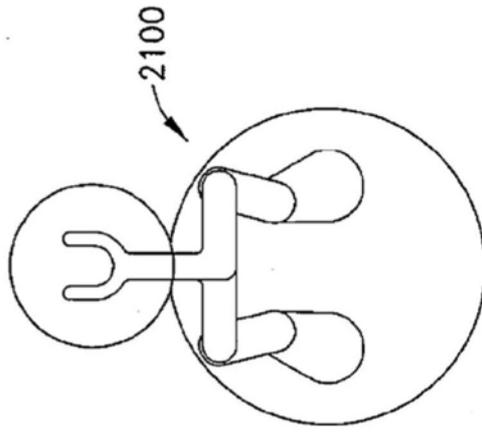


图75B

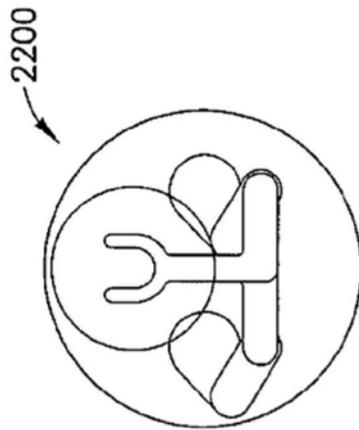


图75C

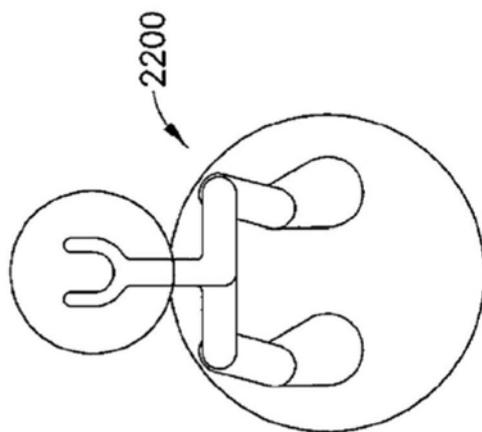


图75D

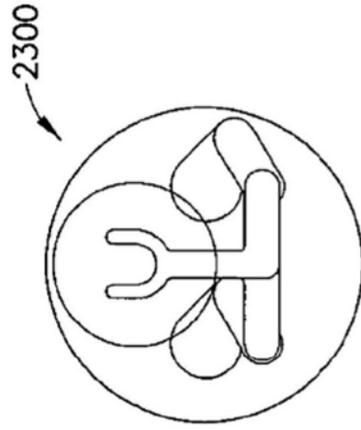


图75E

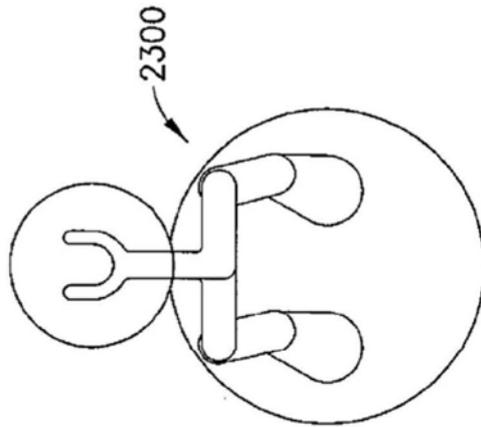


图75F

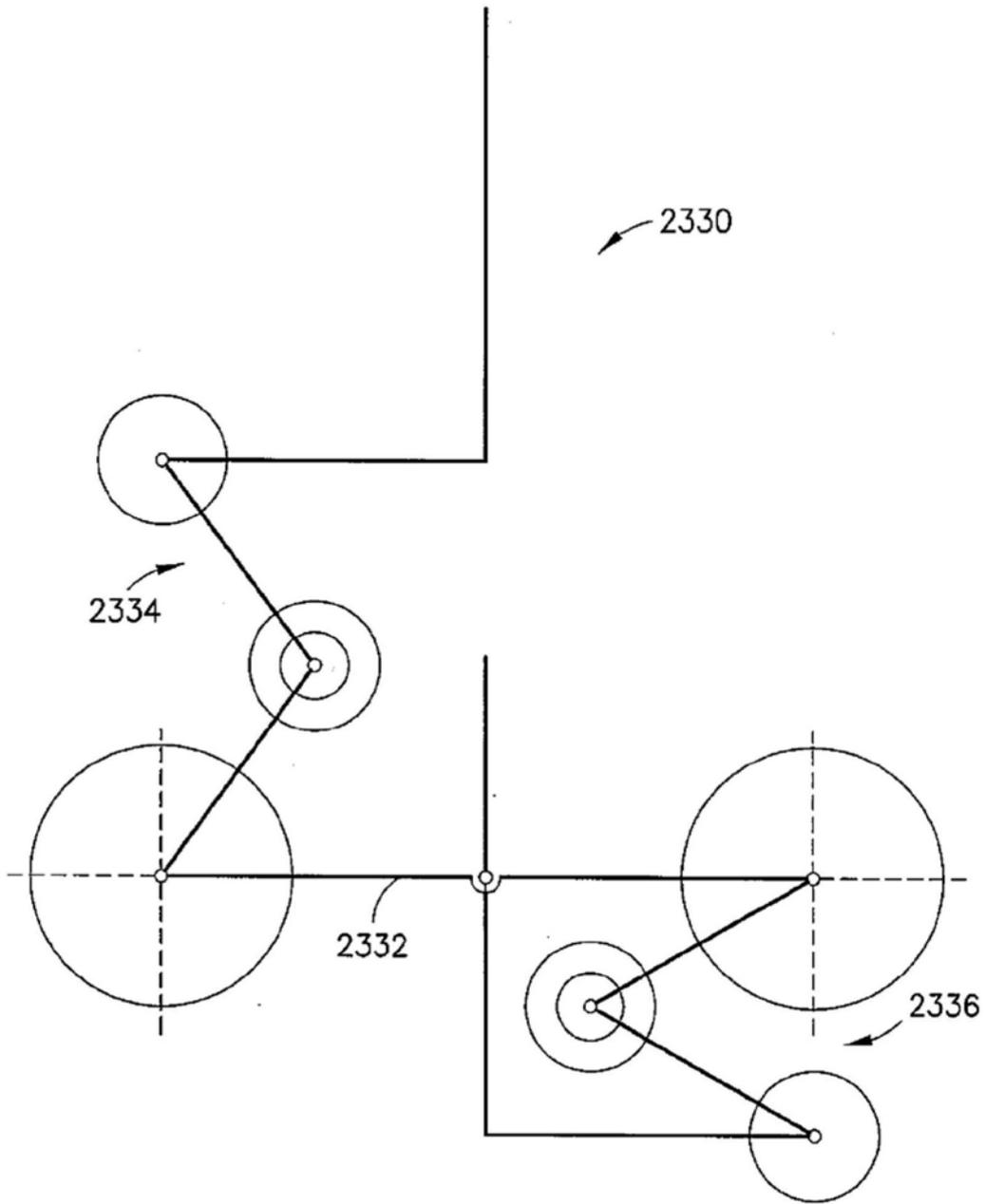


图76A

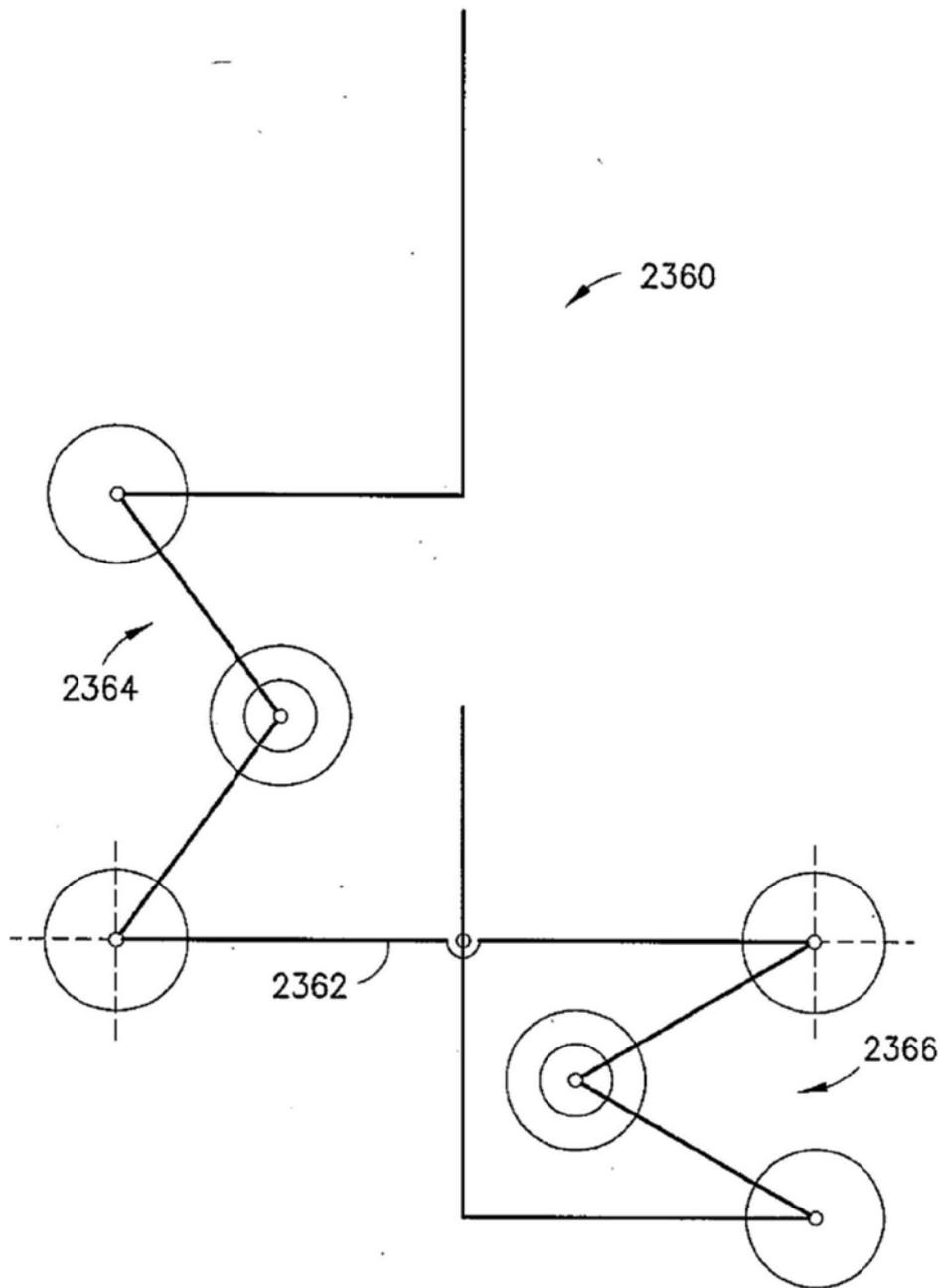


图76B

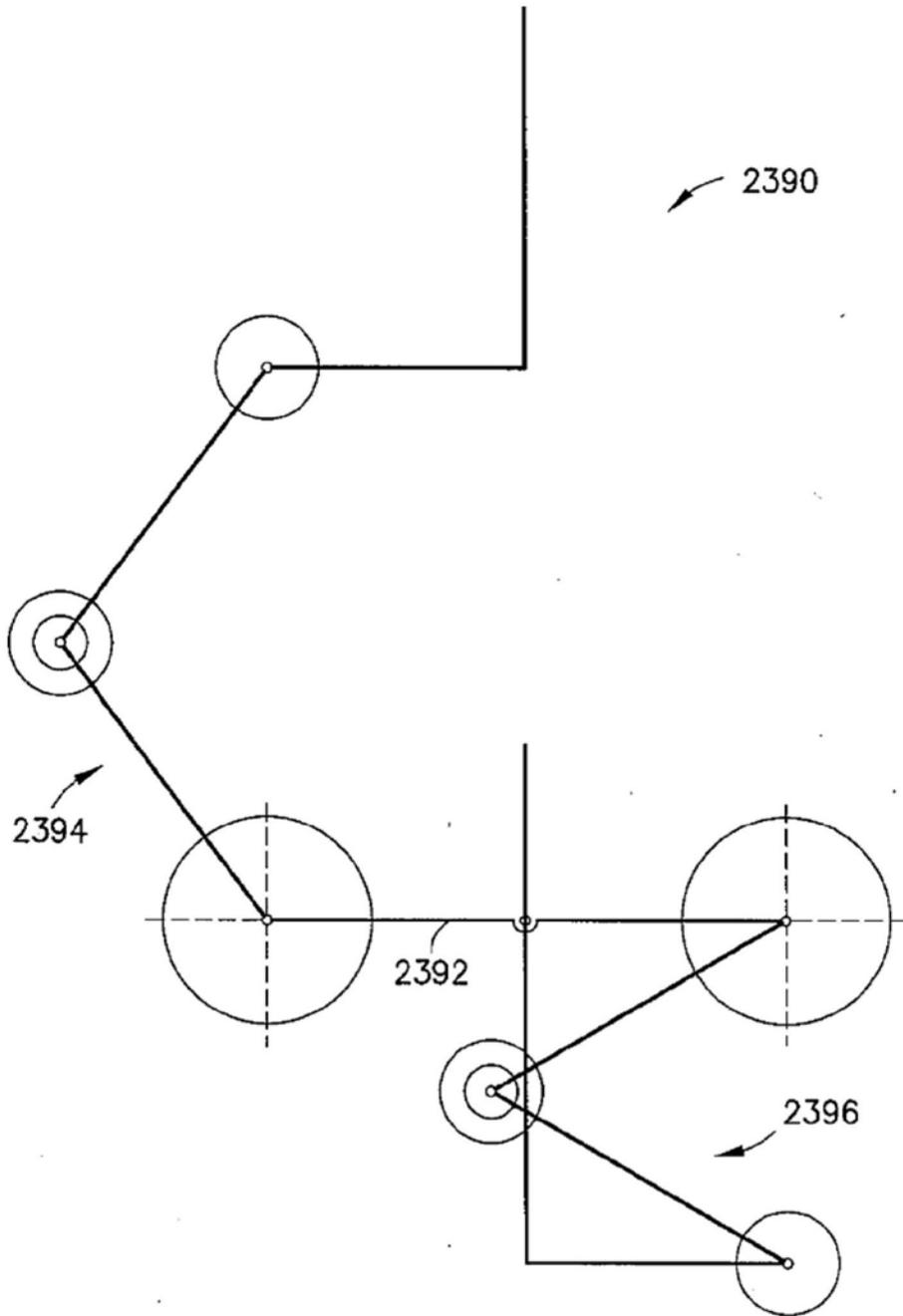


图76C

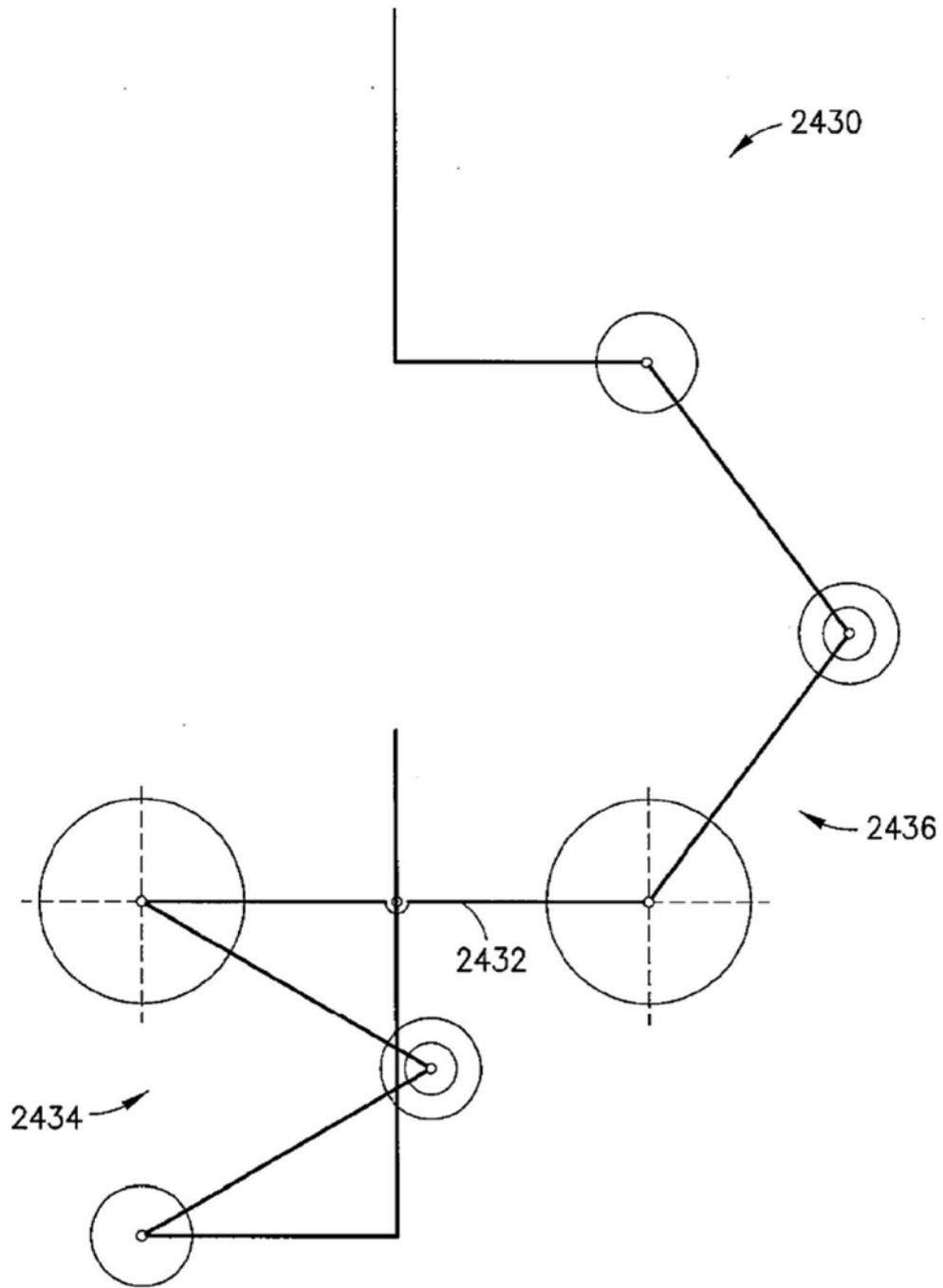


图76D

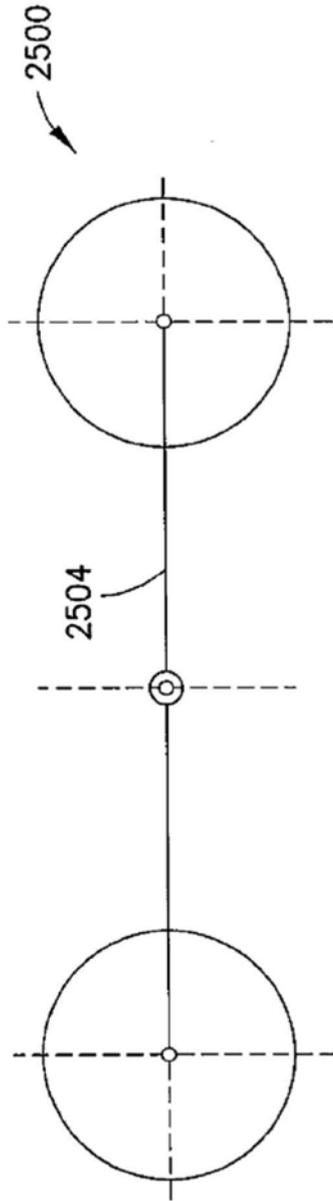


图77A

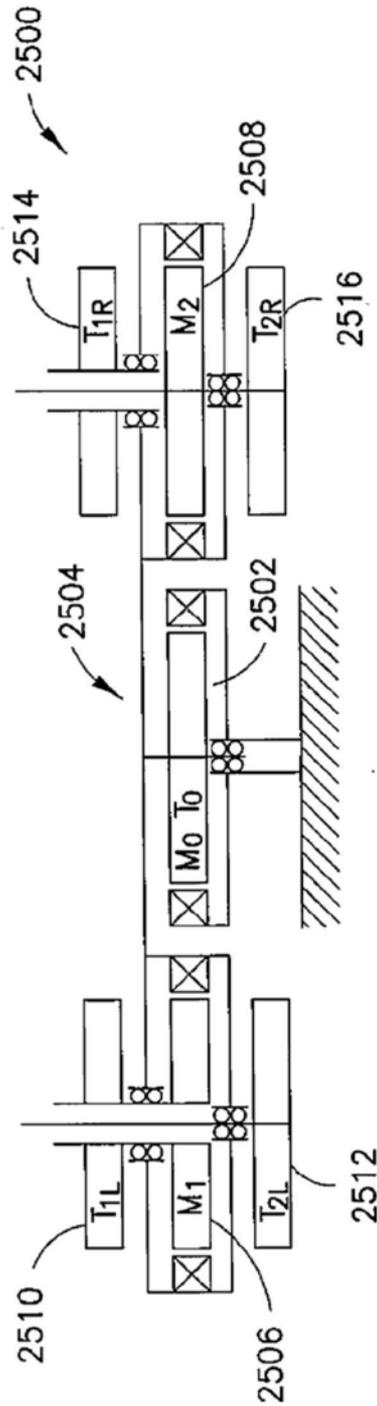


图77B

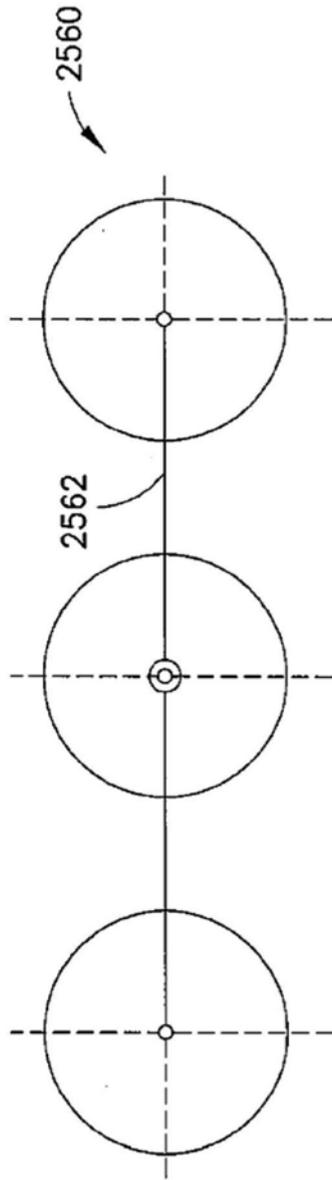


图77C

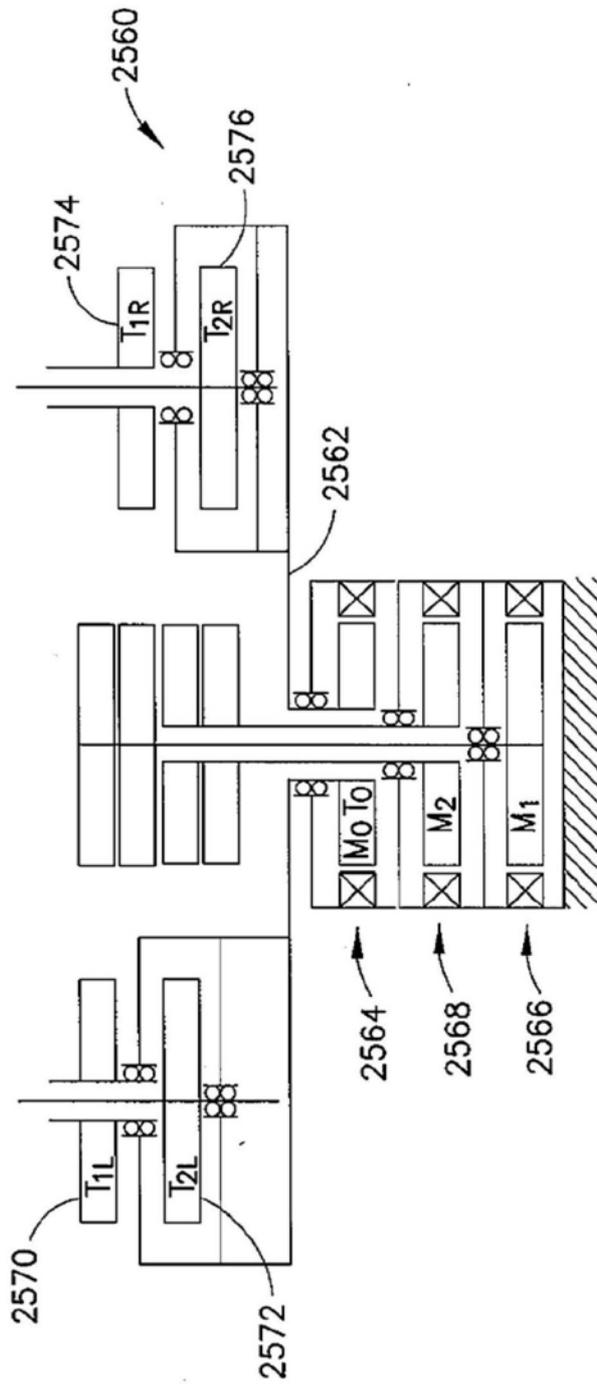


图77D

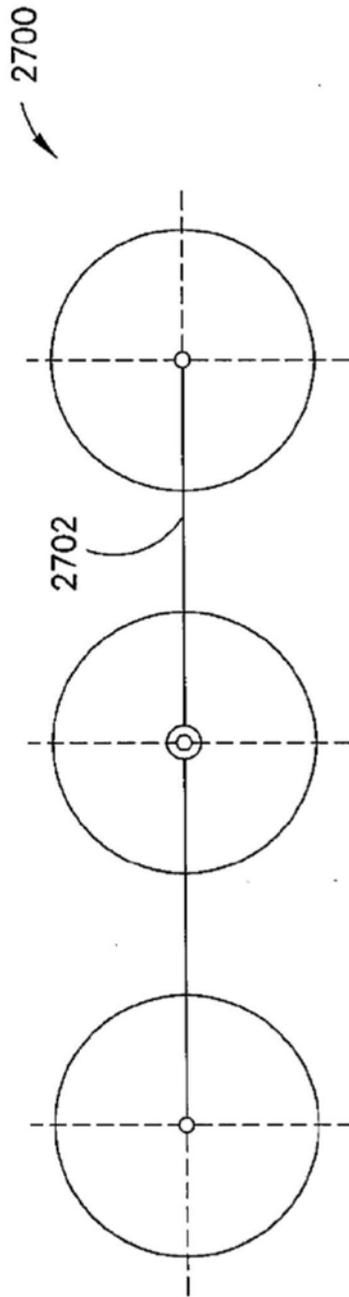


图78A

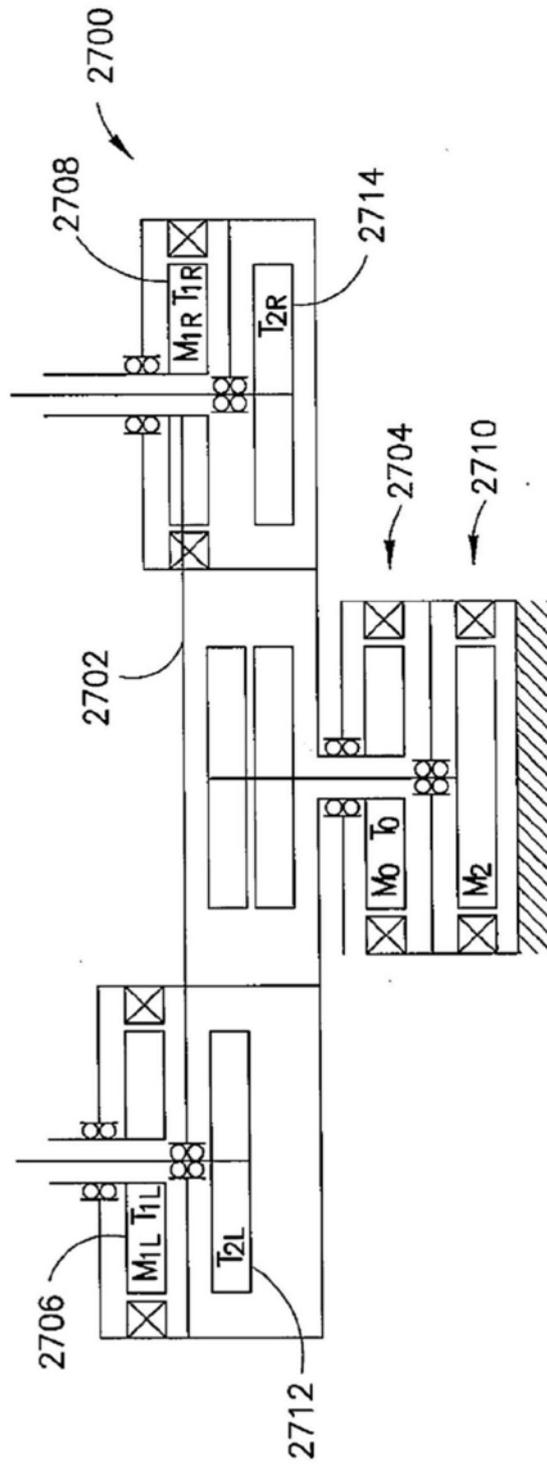


图78B

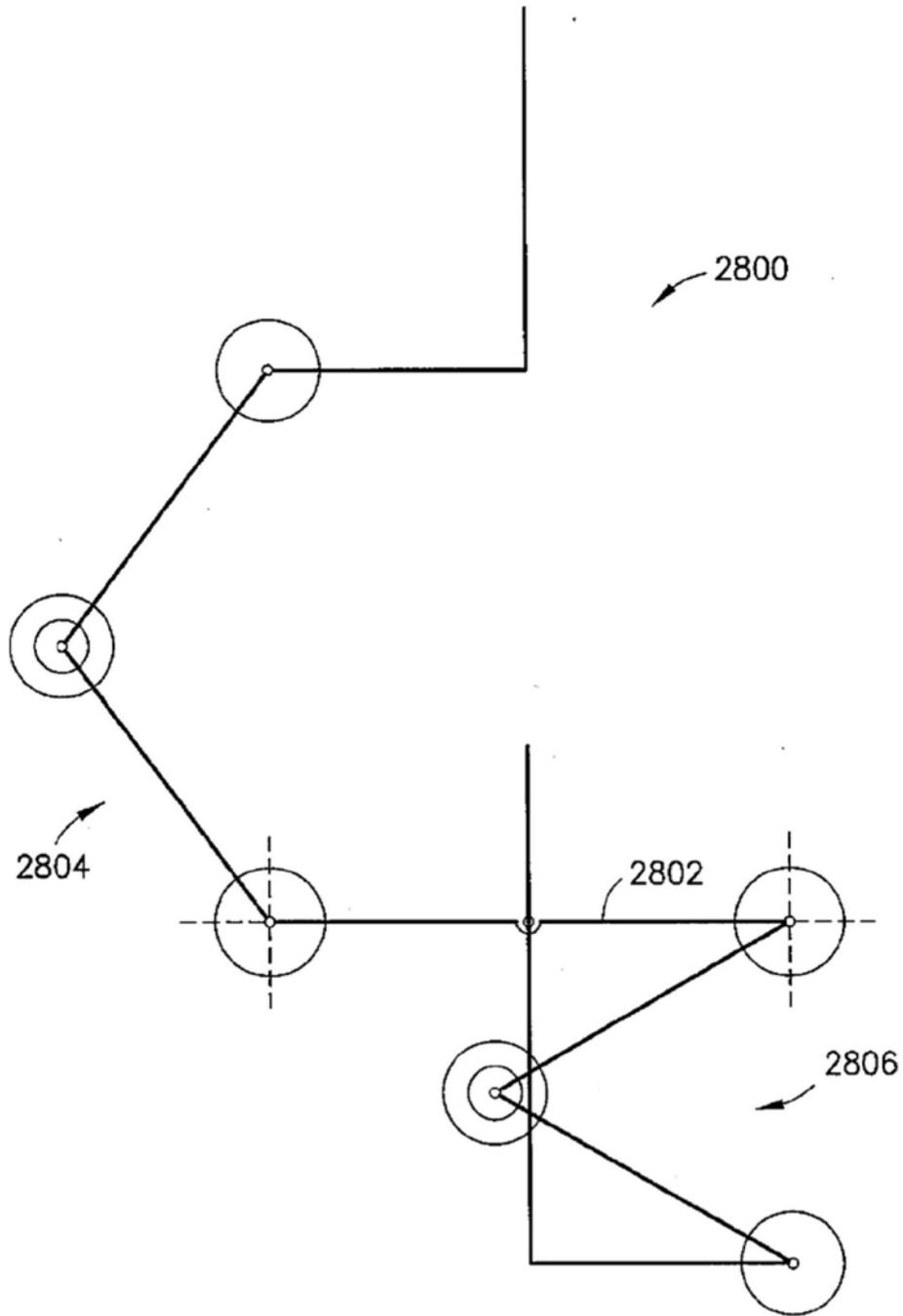


图79A

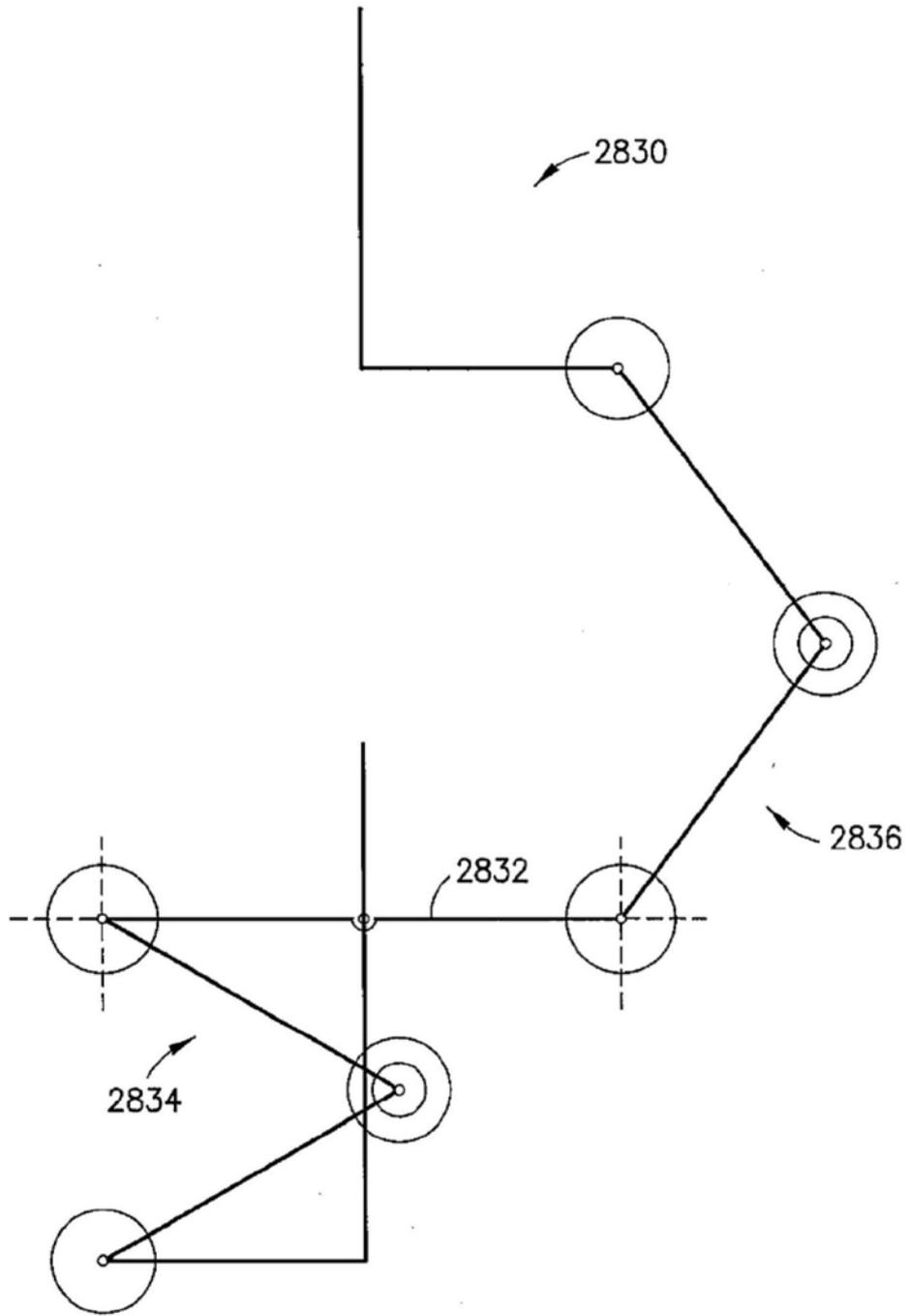


图79B

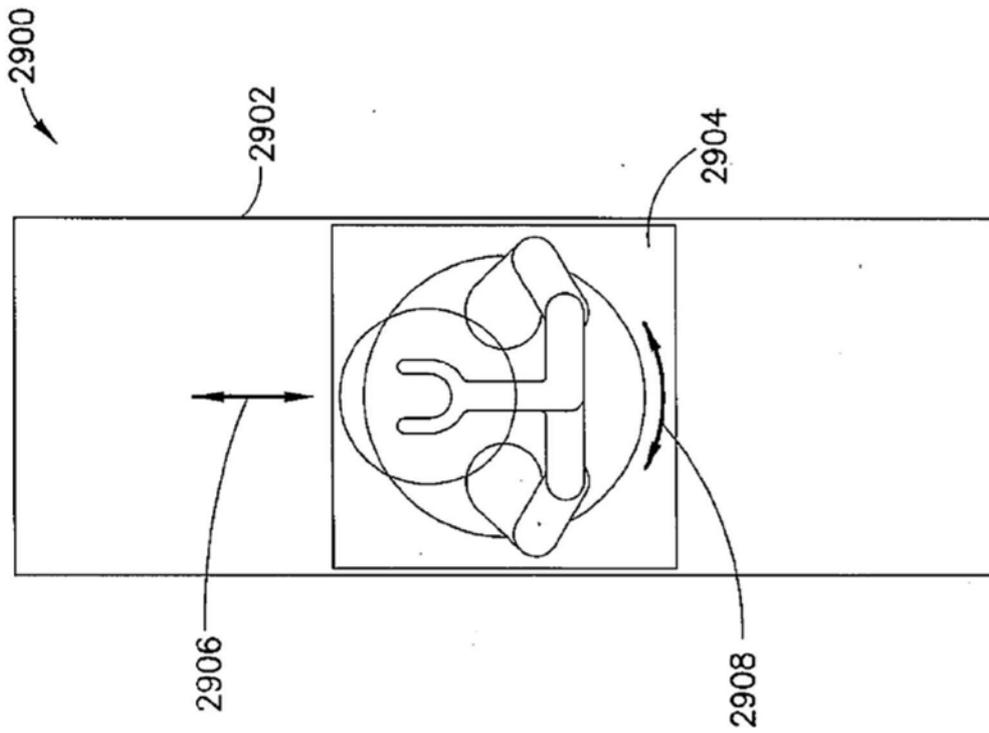


图80A

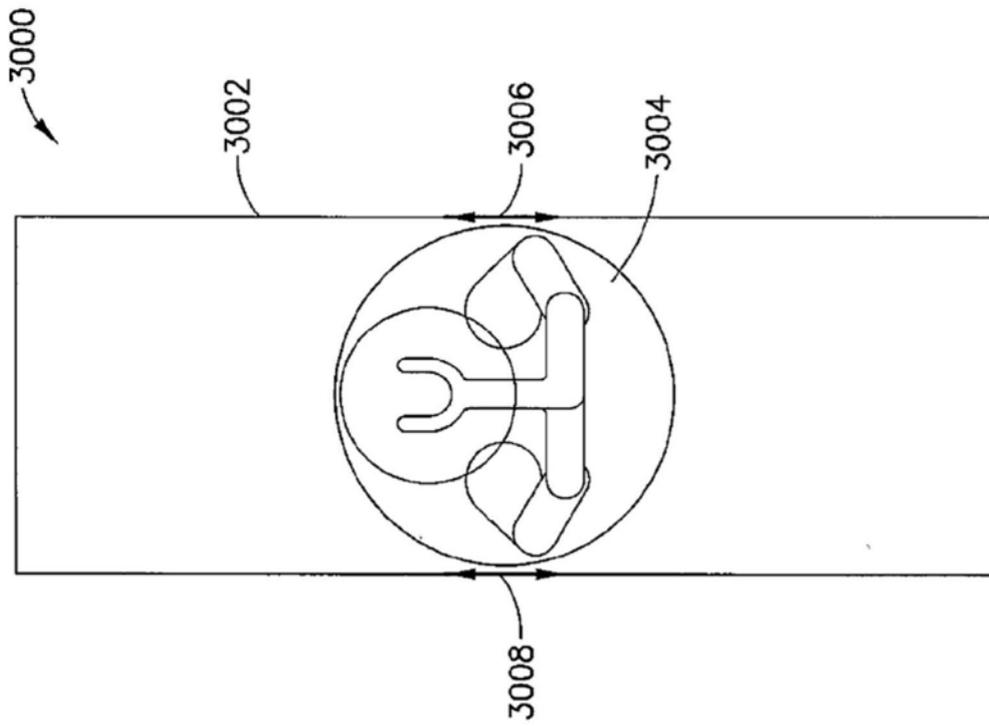


图80B