



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 219901737 U

(45) 授权公告日 2023. 10. 27

(21) 申请号 202320136891.8

B24B 37/10 (2012.01)

(22) 申请日 2023.01.16

B24B 37/34 (2012.01)

(30) 优先权数据

17/888,007 2022.08.15 US

(73) 专利权人 应用材料公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 J·古鲁萨米 S·M·苏尼加

藤川孝 吴政勋

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公

司 31100

专利代理师 侯颖嫒 张鑫

(51) Int.Cl.

B24B 53/017 (2012.01)

B24B 53/00 (2006.01)

B24B 53/12 (2006.01)

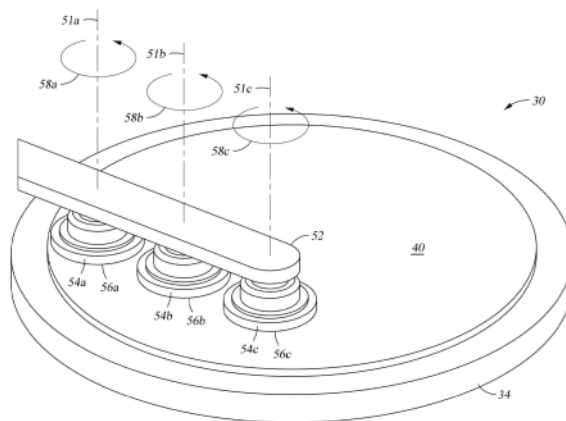
权利要求书2页 说明书13页 附图12页

(54) 实用新型名称

多盘垫调节器

(57) 摘要

本公开内容的实施例提供了一种多盘垫调节器和在化学机械抛光(CMP)工艺期间使用多盘垫调节器的方法。多盘垫调节器具有多个调节头,所述多个调节头具有固定在其上的调节盘。多盘垫调节器可以包括调节臂和附接到调节臂的多个调节头。多个调节头中的每个调节头都具有固定在其上的调节盘。在一些实施例中,调节头中的每个调节头都包括旋转轴线,其中旋转轴线中的每一者在沿着调节臂的长度延伸的第一方向上相隔一定距离设置。



1. 一种用于调节抛光垫的多盘垫调节器,包括:
调节臂;以及
多个调节头,所述多个调节头附接至所述调节臂,其中
所述多个调节头中的每个调节头都具有固定在其上的调节盘,
所述多个调节头中的每个调节头都包括旋转轴线,并且
所述旋转轴线中的每个旋转轴线在沿着所述调节臂的长度延伸的第一方向上相隔一定距离设置。
2. 如权利要求1所述的多盘垫调节器,其中所述调节臂固定到可旋转底座,所述可旋转底座能够使所述调节臂的第一端扫过所述抛光垫。
3. 如权利要求1所述的多盘垫调节器,其中所述多个调节头被配置成在调节工艺期间以相同的每分钟转数(RPM)围绕所述多个调节头的相应旋转轴线旋转。
4. 如权利要求1所述的多盘垫调节器,其中所述多个调节头被配置成在调节工艺期间以不同的每分钟转数围绕所述多个调节头的相应旋转轴线旋转。
5. 如权利要求1所述的多盘垫调节器,进一步包括一个或多个下压力致动器以在所述多个调节头与所述抛光垫之间保持均匀压力。
6. 如权利要求1所述的多盘垫调节器,进一步包括一个或多个下压力致动器以独立地调节所述多个调节头中的每个调节头与所述抛光垫之间的压力。
7. 如权利要求1所述的多盘垫调节器,其中所述多盘垫调节器设置在抛光站内,所述抛光站包括用于清洁所述多个调节头的清洁站。
8. 如权利要求1所述的多盘垫调节器,其中
所述调节盘中的每个调节盘包括支撑板、柔性构件和柔性背衬元件,
所述柔性背衬元件包括用于调节所述抛光垫的研磨区域,并且
所述柔性构件设置在所述支撑板与所述柔性背衬元件之间。
9. 如权利要求8所述的多盘垫调节器,其中所述研磨区域包括金刚石颗粒。
10. 如权利要求8所述的多盘垫调节器,其中所述研磨区域包括碳化硅。
11. 如权利要求8所述的多盘垫调节器,其特征在于
其中所述调节盘中的每个调节盘的所述柔性背衬元件被配置成在所述多盘垫调节器调节所述抛光垫时使研磨颗粒与所述抛光垫之间基本上均匀接触。
12. 如权利要求11所述的多盘垫调节器,其中所述支撑板由金属或陶瓷材料构成。
13. 如权利要求11所述的多盘垫调节器,其中所述柔性构件由弹性体材料构成。
14. 如权利要求11所述的多盘垫调节器,其中所述柔性背衬元件由弹性体材料或金属板构成。
15. 一种抛光系统,包括:
多个抛光模块,每个抛光模块包括:
载体支撑模块,所述载体支撑模块包括载体平台和一个或多个载体组件,所述一个或多个载体组件包括从所述载体平台悬挂的一个或多个对应的载体头;
载体装载站,所述载体装载站用于将基板传送至所述一个或多个载体头和从所述一个或多个载体头传送所述基板;
抛光站,所述抛光站包括抛光工作台,其中所述载体支撑模块被定位成在设置在所述

抛光工作台上方的基板抛光位置与设置在所述载体装载站上方的基板传送位置之间移动所述一个或多个载体组件;以及

多盘垫调节器,所述多盘垫调节器具有附接至调节臂并且沿着所述调节臂的长度延伸的第一方向上相隔一定距离设置的多个调节头;以及

其中所述多个调节头中的每个调节头具有固定在其上的调节盘。

多盘垫调节器

技术领域

[0001] 本公开内容涉及化学机械抛光(CMP),并且更具体地,涉及用于化学机械抛光中使用的多盘垫调节器。

背景技术

[0002] 集成电路通常通过依次沉积导电层、半导体层或绝缘层而形成在基板上,特别是硅晶片上。在沉积每一层之后,蚀刻所述层以创建电路特征。随着一系列层被依次沉积和蚀刻,基板的外表面或最上表面(即基板的暴露表面)逐渐变得不平坦。这种非平面外表面对于集成电路制造商来说是一个难题,因为非平面表面会妨碍光刻设备的正确聚焦。因此,需要周期性地平面化基板表面以提供平坦表面。

[0003] CMP是一种公认的平面化方法。这种平面化方法通常需要将基板安装在载体或抛光头上,并且暴露待抛光的基板表面。然后将基板靠着旋转的抛光垫放置。载体头还可以旋转和/或振荡以在基板与抛光表面之间提供额外的运动。此外,通常包括研磨剂和至少一种化学反应剂的抛光液可以散布在抛光垫上。

[0004] 当抛光机运行时,垫受到压缩、剪切和摩擦,产生热量和磨损。浆料和来自晶片和垫的磨损材料被压入垫材料的孔隙中,并且材料本身变得消光(matted)甚至部分熔化。这些效果(有时称为“釉化”)降低了垫的粗糙度以及在垫表面上施加和保留新鲜浆料的能力。因此,期望通过去除截留的浆料并且对垫材料进行去消光、再膨胀或再粗糙化来调节垫。垫可以在每个基板抛光后或在多个基板抛光后进行调节,这种操作通常称为异位垫调节。垫也可以在抛光基板的同时进行调节,这种操作通常被称为原位垫调节。

[0005] 因此,需要一种能够可靠并且均匀地调节抛光垫的方法和设备。还需要一种解决上述问题的方法和设备。

实用新型内容

[0006] 提供了本实用新型内容以介绍在下文的详细描述中进一步阐述的概念的选择。然而,在实质上不脱离本公开内容的教导的情况下,许多修改是可能的。因此,这样的修改旨在包括在如权利要求书所限定的本公开内容的范围内。本实用新型内容不旨在标识所要求保护的的主题的关键或基本特征,也不旨在用作帮助限制所要求保护的的主题的范围。

[0007] 本公开内容的一个方面提供了一种用于调节抛光垫的多盘垫调节器,所述多盘垫调节器包括:调节臂;以及多个调节头,所述多个调节头附接至调节臂,其中多个调节头中的每个调节头都具有固定在其上的调节盘,多个调节头中的每个调节头都包括旋转轴线,并且旋转轴线中的每个旋转轴线在沿着调节臂的长度延伸的第一方向上相隔一定距离设置。

[0008] 本公开内容的另一个方面提供了一种调节抛光垫的方法,使用多盘垫调节器调节抛光垫,其中多盘垫调节器包括:调节臂,所述调节臂用于承载多个垫调节头;多个调节头中的每个调节头都具有固定在其上的调节盘;多个调节头中的每个调节头都包括旋转轴

线;并且旋转轴线中的每个旋转轴线在沿着调节臂的长度延伸的第一方向上相隔一定距离设置,其中调节抛光垫包括将多个垫调节头推抵在抛光垫的表面上。

[0009] 本公开内容的又一方面提供了一种抛光系统,所述抛光系统包括:多个抛光模块,每个抛光模块包括:载体支撑模块,所述载体支撑模块包括载体平台和一个或多个载体组件,所述一个或多个载体组件包括从载体平台悬挂的一个或多个对应的载体头;载体装载站,所述载体装载站用于将基板传送至一个或多个载体头或从一个或多个载体头传送基板;抛光站,所述抛光站包括抛光工作台,其中载体支撑模块被定位成在设置在抛光工作台上方的基板抛光位置与设置在载体装载站上方的基板传送位置之间移动一个或多个载体组件;以及多盘垫调节器,所述多盘垫调节器具有附接至调节组件并且沿着调节组件线性设置的多个调节头;以及其中多个调节头中的每个调节头具有固定在其上的调节盘。

[0010] 可以实现以下可能的优点中的一个或多个。多盘垫调节器可以减少垫调节的时间。多盘垫调节器提供额外的和/或更高效的调节,因为多个调节表面可以同时接触抛光垫表面。因此,与常规垫调节器相比,可以减少调节工艺的时间,并且可以延长调节元件的使用寿命。

[0011] 一个或多个实施方式的细节在附图和下面的描述中进行阐述。其他的方面、特征和优点将从描述和附图以及权利要求书中显而易见。

附图说明

[0012] 下文将参考附图描述本公开内容的某些实施例,其中相同的附图标记表示相同的元件。需要强调的是,根据行业标准惯例,各种特征并未按比例绘制。事实上,为了讨论的清楚起见,可以任意地增加或减小各种特征的尺寸。然而,应当理解,附图说明了本文描述的各种实施方式,并且不意味着限制本文所描述的各种技术的范围,并且:

[0013] 图1示出了根据现有技术的垫调节组件的侧视图;

[0014] 图2A是具有本公开内容的多盘垫调节器的抛光站的示意性横截面侧视图;

[0015] 图2B是本公开内容的多盘垫调节器放置在抛光垫上用于调节抛光垫的示意透视图;

[0016] 图3是本公开内容的实施例中使用的多层盘的侧视图;

[0017] 图4A和图4B提供了本公开内容的多盘垫调节器的实施例的示意性俯视图。图4A示出了处于调节位置的多盘垫调节器,并且图4B示出了处于清洁位置的多盘垫调节器;

[0018] 图5提供了本公开内容的处于调节位置的多盘垫调节器的实施例的示意性俯视图;

[0019] 图6A和图6B提供了本公开内容的多盘垫调节器的另一个实施例的示意性俯视图。图6A示出了处于调节位置的多盘垫调节器,并且图6B示出了处于清洁位置的多盘垫调节器;

[0020] 图7A和图7B分别是用作抛光模块的一部分的本公开内容的多盘垫调节器的实施例的示意性侧视图和俯视截面图;以及

[0021] 图8示意性地示出了图7A至图7B的抛光模块的替代布置。

具体实施方式

[0022] 在以下的描述中,提出诸多细节以提供对本公开内容的一些实施例的理解。应当理解,以下的公开内容提供了许多不同的实施例或示例,用于实现各个实施例的不同特征。下面描述部件和布置的具体示例以简化本公开内容。当然,这些仅是示例而不旨在是限制性的。此外,本公开内容可以在各个示例中重复附图标记和/或字母。这种重复是为了简化和清楚的目的,并且其本身并不规定所讨论的各种实施例和/或配置之间的关系。然而,本领域的普通技术人员将理解,可以在没有这些细节的情况下实践所述系统和/或方法,并且可以对所描述的实施例进行多种变化或修改。本描述不具有限制意义,而仅仅是为了描述实施方式的一般原理。所描述的实施例的范围应当参考所发布的权利要求书来确定。

[0023] 如本文所用,术语“连接(connect)”、“连接(connect)”、“连接的”、“与……连接”和“连接(connecting)”用于表示“与……直接连接”或“经由一个或多个元件连接”;并且术语“组”用于表示“一个元件”或“超过一个元件”。此外,术语“耦接(couple)”、“耦接(coupling)”、“耦接的”、“耦接在一起”和“与……耦接”用于表示“直接耦接在一起”或“经由一个或多个元件耦接在一起”。如本文所用,术语“向上”和“向下”;“上”和“下”;“顶部和底部”;以及指示与给定点或元件的相对位置的其他类似术语用于更清楚地描述部分元件。

[0024] 本公开内容的实施例提供了包括原位垫调节步骤的CMP工艺,在所述步骤中,调节盘(例如涂有研磨金刚石颗粒的盘)被压靠在旋转的抛光垫上以在基板抛光的同时调节和纹理化抛光垫表面。然而,应当理解,本公开内容的实施例还允许对抛光垫进行异位调节。

[0025] 图1示出了根据现有技术的已知垫调节组件10。垫调节组件10可以包括底座12、臂14、调节头16和安装到调节头16的垫调节器18。垫调节器18可以具有其上具有研磨颗粒的调节表面20。调节表面20可以配置成摩擦和研磨抛光垫的表面。调节头16可以被配置成将垫调节器18从升高的回缩位置(如图1所示)垂直移动到降低的延伸位置(如箭头21所指示),使得垫调节器18的调节表面20可以接合抛光垫(未示出)的抛光表面。调节头16可以进一步配置成绕纵向轴线15旋转垫调节器18。臂14可以被配置为围绕纵向轴线15旋转,使得调节头16可以以往复运动扫过抛光垫表面(未示出)。垫调节器18的旋转运动和调节头16的往复运动可以导致垫调节器18的调节表面20通过研磨抛光表面以去除污染物并且再纹理化表面来调节抛光垫的抛光表面。

[0026] 在本公开内容的实施例中,提供了可以减少垫调节的时间的多盘垫调节器。多盘垫调节器提供了额外的垫覆盖率和/或更高效的调节,因为在垫调节工艺期间,多个调节表面可以同时接触抛光垫表面并且研磨抛光垫表面。因此,与使用单个调节表面的常规垫调节器相比,调节工艺时间可以减少,并且调节元件的使用寿命可以延长。

[0027] 本公开内容的多盘垫调节的实施例在图2A和图2B中示出。具体而言,图2A提供了抛光站30内的多盘垫调节器50的侧视示意性截面侧视图,图2B提供了本公开内容的多盘垫调节器50放置在抛光垫40上用于调节抛光垫的示意透视图。

[0028] 如图2A和图2B所示,CMP装置的抛光站30包括支撑抛光垫40的可旋转盘状工作台34,以及用于固持基板71抵靠抛光垫40的载体头70。如本文所讨论,CMP装置可以包括多个抛光站。

[0029] 在本公开内容的实施例中,抛光垫40可以是具有外层44和较软的背衬层42的双层抛光垫。在一些情况下,抛光垫40可以是软质抛光垫或3D打印抛光垫。也就是说,抛光垫40

的构造材料可以包括可包含聚合物材料的软材料或3D打印材料。抛光垫可以具有40至80的肖氏D硬度。

[0030] 工作台34可操作以绕轴线35旋转。例如,电机32可以转动驱动轴38以旋转工作台34和抛光垫40。

[0031] 载体头70悬挂在支撑结构72(例如转盘或轨道)上,并且通过驱动轴74连接到载体头旋转电机76,使得载体头可以绕轴线77旋转。可选地,载体头70可以横向振荡,例如,在转盘或轨道72上的滑块上横向振荡;或者通过转盘本身的旋转振荡。在操作中,工作台绕其中心轴线35旋转,载体头绕其中心轴线77旋转并且横向平移跨过抛光垫40的顶表面。在具有多个载体头的情况下,每个载体头70可以独立控制其抛光参数,例如每个载体头70可以独立控制施加到每个相应基板71的压力。

[0032] 载体头70可以包括具有基板安装表面以接触基板71的背面的柔性膜80,以及将不同压力施加在基板71上的不同区域(例如,不同径向区域)的多个可加压腔室82。载体头70还可以包括保持环以固持基板。

[0033] 抛光站30可以包括供应端口或组合的供应-冲洗臂39以将抛光液38(诸如浆料)分配到抛光垫40上

[0034] 抛光站30还包括本公开内容的多盘垫调节器50的实施例。在一个实施例中,本公开内容的多盘垫调节器50包括线性布置的多个调节头。在图2A和图2B所示的示例中,多盘垫调节器50包括三个调节头54a、54b和54c,但应当理解,可以根据特定调节应用的规范使用任何数量的调节头。还应当理解,尽管调节头54a、54b和54c示出为沿着多盘垫调节器50的调节臂52具有基本上相等的间距,但是调节头54a、54b、54c的间距可以设置为对特定调节工艺有用的任何间距。如图所示,除了调节头54a、54b和54c之外,本公开内容的多盘垫调节器50还包括底座53(图4A至图7B)和将调节头54a、54b和54c连接到底座的调节臂52。底座53可以包括致动器59,致动器59被配置为绕臂轴线52A(图7)旋转臂52的一部分。因此,底座53被配置成使臂52和调节头54a、54b和54c扫过抛光垫40的表面。

[0035] 抛光站30还可以包括清洁站90(如图4A和图4B所示),清洁站90包括一个或多个喷嘴,所述喷嘴被配置成将清洁和/或冲洗液体输送到调节头54a、54b和54c。清洁站90还可以包括配置成与调节头54a、54b和54c中的每个调节头的调节表面接合的一个或多个研磨盘刷。调节臂52和底座53可以将调节头54a、54b和54c移出清洁站90并且将调节头54a、54b和54c放置在抛光垫40的顶部。在一些实施例中,清洁站90被配置成同时处理调节头54a、54b和54c,并且因此被成形为匹配调节头54a、54b和54c的配置,诸如图4A至4B和图6A至图6B中所示的配置。

[0036] 调节头54a、54b和54c包括可以同时与抛光垫40接触的调节盘56a、56b和56c。在一些实施例中,如下面所讨论的,期望在垫调节配方的至少一部分期间同时使少于全部数量的调节盘与抛光垫40接触。调节盘56a、56b和56c通常位于调节头54a、54b和54c的底部并且可以绕各自的轴线51a、51b和51c旋转。在一些实施例中,如图2A和图2B所示,旋转轴线51a、51b和51c中的每个旋转轴线在沿着调节臂52的长度延伸的第一方向上相隔一定距离设置,其中所述长度通常由臂轴线52A(图7A)与调节臂52相对的远端之间的距离限定。调节盘56a、56b和56c的底表面包括在调节工艺期间接触抛光垫40的表面的研磨区域。在调节期间,抛光垫40和调节盘56a、56b和56c都可以旋转,使得这些研磨区域相对于抛光垫40的表

面移动,从而对抛光垫40的表面进行研磨和再纹理化。

[0037] 调节头54a、54b和54c包括将调节盘56a、56b和56c附接到调节头54a、54b和54c的机构(诸如机械附接系统,例如,螺栓或螺钉,或磁性附接系统)和使调节盘56a、56b和56c绕各自的旋转轴线51a、51b和51c旋转的机构(诸如通过调节器头内部的臂或转子的传动带)。在本公开内容的实施例中,调节头54a、54b和54c以及调节盘56a、56b和56c由单个电机驱动,以使每个调节头54b、54b、和54c以相同的每分钟转数(RPM)旋转。在一个示例中,每个调节头54a、54b和54c以与抛光工作台的RPM基本相同的RPM或相似的RPM(+/-20%)旋转。在替代实施例中,调节盘56a、56b和56c可以通过使用不同的电机、不同的传动装置或本领域已知的其他旋转控制机构以不同的RPM旋转。

[0038] 在一些实施例中,由于旋转抛光垫40的线速度随旋转垫的半径而变化(即,速度 $(v) = \omega \cdot r$,其中 ω 是角速度(rad/s), r 是工作台的半径(mm)),因此,期望在臂52扫过抛光垫时,调整调节盘56a、56b和56c中的每个调节盘相对于其在抛光垫上的径向位置的旋转速度。在一个示例中,当臂52与工作台34的半径对齐时(例如,图5中的实线的多盘垫调节器50),调节头54c的旋转角速度大于调节头54b的角速度,调节头54b的角速度大于调节头54a的角速度。在另一示例中,当臂52与工作台34的半径成切线关系(例如,图5中的虚线的多盘垫调节器50)对齐时,调节头54c可以以与调节头54b和调节头54a的角速度相似的角速度旋转,因为调节头中的每个调节头所经历的垫的线性速度将是相似的。在本公开内容的实施例中,调节头54a、54b和54c以及抛光垫40(即,工作台)在垫调节工艺期间都以变化的RPM驱动。在一个处理配置中,在垫调节工艺期间的每个时刻,调节头54a、54b和54c以及抛光垫40以基本相同的RPM或相似的RPM(+/-20%)驱动。

[0039] 此外,多盘垫调节器50还可以包括调节在调节盘56a、56b和56c与抛光垫40之间的压力(即下压力)的机构(诸如调节头或底座内部的气动或机械致动器)。例如,调节盘54a、54b和54c可以各自包括下压力致动器以调整调节盘56a、56b和56c在抛光垫50上的压力。在本公开内容的实施例中,下压力致动器可以包括单个电子压力调节器(EPR),所述电子压力调节器(EPR)设置在底座53内并且用于统一地控制所有调节盘56a、56b和56c的压力。在本公开内容的替代实施例中,调节盘56a、56b和56c的压力可以通过使用包括力产生设备的下压力致动器来独立调节,以用于更好地进行控制。这样的压力控制机构是已知的并且在本公开内容的实施例中可以具有许多可能的实施方式,并且可以包括例如气缸、气囊、螺线管或其他类似设备。在一个实施例中,调整施加到调节盘54a、54b和54c中的每个调节盘的压力,使得调节盘54a、54b和54c中的一个或多个调节盘设置成与抛光垫40接触。因此,用于调节在调节盘56a、56b和56c与抛光垫40之间的压力的一个或多个下压力致动器也被配置成在处理期间从抛光垫表面缩回调节盘56a、56b和56c中的一个或多个调节盘和/或在调节盘56a、56b和56c中的一个或多个其他调节盘与抛光垫40之间同时产生正压力。

[0040] 在本公开内容的实施例中,多盘垫调节器50的调节盘56a、56b和56c包括研磨元件,诸如固定到调节盘56a、56b和56c的研磨金刚石颗粒。应当理解,在一些实施例中,可以用诸如碳化硅之类的其他成分来替代或补充研磨金刚石颗粒。研磨金刚石颗粒提供能够从抛光垫40去除(例如,切割、抛光、刮削)材料的结构。每个单独的研磨金刚石颗粒可以具有一个或多个切割点、脊或台面。在一些实施方式中,研磨金刚石颗粒基本上是矩形固体形状。与诸如锯齿状、八面体之类的其他形状相比,这种“块状”研磨颗粒可以为3D打印抛光垫

中使用的材料提供良好的调节(例如,低磨损率),同时保持整个垫上均匀的表面粗糙度。在一些实施方式中,研磨金刚石颗粒的大小为125-250 μ m。在一些实施方式中,金刚石研磨颗粒的平均直径为140-200 μ m,例如150-180 μ m,并且标准偏差小于40 μ m,例如小于30 μ m,例如小于20 μ m,例如小于10 μ m。这个尺寸范围可以为3D打印抛光垫中使用的材料提供良好的调节(例如,低磨损率),同时保持整个抛光垫上均匀的表面粗糙度。

[0041] 在本公开内容的另一个实施例中,调节盘56a、56b和56c中的每个调节盘包括多层金刚石盘。图3提供了多层金刚石盘300的实施例的侧视图。如图所示,每个多层金刚石盘300包括呈大体平面盘形式的支撑板302。支撑板302具有下表面302b和可以接触调节盘54a、54b和54c的上表面302a。支撑板302可以是耐用的刚性材料,例如诸如不锈钢之类的金属,或陶瓷。

[0042] 固定到支撑板302的下表面302b的是柔性构件304,柔性构件304包括橡胶、弹性体、硅树脂等。柔性构件304的上表面304a固定到支撑板302的下表面302b。柔性构件304的下表面304b固定到柔性背衬元件306,柔性背衬元件306由诸如弹性体材料之类的柔性材料构成。在一个示例中,柔性背衬元件306包括橡胶或硅树脂材料。在一个实施例中,柔性背衬元件306包括薄金属板(例如,SST或铝(A1)箔或板)等。柔性背衬元件306在下压力致动器施加的负载下是可变形的,所述下压力致动器被配置成在垫调节工艺期间向多层金刚石盘300和垫40施加下压力。

[0043] 在这个实施例中,可以通过多种技术将研磨金刚石颗粒308固定到柔性背衬元件306。例如,可以通过已知的电镀和/或电沉积工艺将研磨金刚石颗粒308附接到柔性背衬元件306。作为另一示例,研磨金刚石颗粒308可以通过有机结合、铜焊或焊接工艺附接到柔性背衬元件306。

[0044] 本公开内容的这个实施例中的多层盘300提供了研磨金刚石颗粒308与抛光垫306之间更好的接触。由柔性构件304和柔性背衬元件306提供的灵活性使得研磨金刚石颗粒308能够与抛光垫40保持基本恒定的接触,即使对于已经通过调节工艺的正常磨损和撕裂而磨损的那些研磨金刚石颗粒308也是如此。当向支撑板302施加压力时,柔性构件304和柔性背衬元件308弯曲以保持单独的研磨金刚石颗粒308之间的恒定接触。

[0045] 图4A和图4B提供了本公开内容的多盘垫调节器50的实施例的示意性俯视图。如图4A所示,为了准备调节,调节臂52围绕调节底座51旋转,使得调节头54a、54b和54c定位在抛光垫40之上。为了执行调节,调节头54a、54b和54c内部的气动或机械致动器(未示出)调整调节盘56a、56b和56c的垂直位置以接合抛光垫40。如前所述,施加到调节盘56a、56b和56c的压力可以由单个EPR均匀地施加,或者在替代实施例中,压力可以单独地施加到单独的调节盘56a、56b和56c中的每一个调节盘上。

[0046] 在调节期间,容纳在调节头54a、54b和54c内的调节盘56a、56b和56c在预定义的方向上旋转。从抛光站的顶侧看,预定义的方向可以是逆时针方向或顺时针方向。在图4A和图4B所示的实施例中,调节盘56a、56b和56c由单个电机58驱动,通过一个或多个皮带60将旋转力传给调节头54a、54b和54c和/或调节盘56a、56b和56c。应当理解,在替代实施例中,链条、辊子链、链轮或本领域中已知的其他机构可以用来驱动调节盘的旋转。还应当理解的是,在替代实施例中,可以使用单独的电机(未示出)或齿轮机构来独立地驱动调节盘56a、56b和56c。

[0047] 抛光站20还可以包括清洁站90,清洁站90包含用于冲洗或清洁调节盘56a、56b和56c的清洁液。如图4B所示,调节臂52已经将调节头54a、54b和54c从抛光垫40上移开,并且移动到清洁站90上方的位置。清洁步骤可以在抛光或更换新基板时进行。

[0048] 在图4A和图4B所示的实施例中,当调节盘56a、56b和56c与抛光垫40接合时,调节臂52可以保持静止或少量扫动,使得每个调节盘56a、56b和56c在抛光垫40的某个径向区域上运行。在替代实施例中,诸如如图5所示,调节臂52可以扫过抛光垫40的边缘,使得根据调节臂52在抛光垫40上的径向位置,调节盘56a、56b和56c可以同时抛光垫40表面上的多个区域或类似区域上运行。

[0049] 图6A和图6B示出了本公开内容的多盘垫调节器50的替代实施例。图6A示出了处于调节位置的多盘垫调节器50,并且图6B示出了处于清洁位置的多盘垫调节器50。在这个实施例中,有多个(示出了两个)调节头枢轴底座120a、120b,每个枢轴底座120a、120b具有调节头枢转臂122a、122b,调节头枢转臂122a、122b旋转地固定到调节臂52,使得调节头部枢转臂122a、122b可以如箭头121所指示地围绕枢轴底座120a、120b旋转。应当理解,枢转臂122a、122b的旋转可以由致动器58结合其他致动器、皮带或其他已知机构来控制。还应当理解,枢转臂122a、122b的旋转可以以相同的RPM均匀地旋转或者对于每个枢转臂122a、122b独立地控制。

[0050] 在图6A和图6B所示的实施例中,枢转臂122a、122b还包括一个或多个调节头。在所示的实施例中,每个枢转臂122a、122b具有两个调节头(54a、54b、54c和54d),但是其他实施例可以具有任意数量的调节头,这取决于特定调节应用的规范和要求。如本公开内容的先前实施例所讨论的,调节头54a、54b、54c和54d还包括用于接合抛光垫的研磨盘或研磨区域,并且调节头54a、54b、54c和54d可以以相同的RPM统一旋转或单独地旋转。

[0051] 如图6A所示,在这个实施例中,抛光垫40被多盘调节器50接合,使得在调节头54a、54b、54c和54d独立旋转时以及在枢轴臂122a、122b旋转时,调节臂52进行扫动,从而使得调节工艺的效率提高,因为容纳在调节头54a、54b、54c和54d内的调节盘56a、56b、56c和56d能够同时解决抛光垫40的多个区域。如图6B所示,一旦调节工艺完成,这个实施例的调节头54a、54b、54c和54d就可以旋转成线性排列,以便进入清洁站90。

[0052] 图7A和图7B示出了用于高产量密度CMP系统的本公开内容的多盘垫调节器的实施例。图7A是根据一个实施例的高产量CMP抛光系统的示意性侧视图,所述高产量CMP抛光系统可用作如本文所述的多个抛光模块中的一个或多个。图7B是沿线A-A截取的图7A的俯视图。

[0053] 此处,抛光模块200a设置在模块化框架210内,并且包括载体支撑模块220,载体支撑模块220包括第一载体组件230a和第二载体组件230b,其中载体组件230a、230b中的每个载体组件包括对应的载体头231。抛光模块200a还包括用于将基板装载到载体头和从载体头卸载基板的站,在本文中为载体装载站240和抛光站250。在本文的实施例中,载体支撑模块220、载体装载站240和抛光站250以一比一比一的关系设置在模块化框架210内。这种一比一比一的关系以及本文所述的布置有助于同时对至少两个基板280进行基板装载/卸载和抛光操作以实现本文所述的高产量密度基板处理方法。

[0054] 此处,模块化框架210的特征在于多个垂直设置的支撑件,在本文中是竖直支撑件211、水平设置的台面212,以及设置在台面212上方并且与其间隔设置的高架支撑件213。竖

直支撑件211、台面212和高架支撑件213共同限定处理区域214。此处,当从上往下看时,模块框架210具有大致矩形的占地面积(图7B),其中竖直支撑件211中的四个单独的竖直支撑件211分别与台面212和高架支撑件213两者的四个面向外的拐角耦接。在其他实施例中,台面212和高架支撑件213可以在其他合适的位置连接到竖直支撑件211,这些位置选择为避免竖直支撑件211与基板处理操作之间的干扰。在其他实施例中,当从上向下看时,模块化框架210可以包括任何期望的占地面积形状。

[0055] 在一些实施例中,抛光模块200a还包括多个面板215,每个面板215垂直设置在模块化框架210的相邻拐角之间,以包围处理区域214并将处理区域214与模块化抛光系统200的其他部分隔离。在那些实施例中,一个或多个面板215通常将具有穿过其中而形成的狭缝形开口(未示出)以适应基板传送进出处理区域214。

[0056] 此处,载体支撑模块220从高架支撑件213悬挂下来,并且包括穿过高架支撑件213中的开口设置的支撑轴221、耦接到支撑轴221的致动器222、以及耦接到支撑轴221并且由支撑轴221支撑的载体平台223。致动器222用于围绕支撑轴轴线A在顺时针和逆时针方向上旋转或交替地枢转支撑轴221,并且因此旋转或交替地枢转载体平台223。在其他实施例中(未示出),支撑轴221可以安装在和/或耦接到底座212以从底座212向上延伸。在那些实施例中,载体平台223耦接到支撑轴221的上端、设置在支撑轴221的上端上、和/或以其他方式由支撑轴221的上端支撑。在那些实施例中,支撑轴221可以垂直地设置在下文描述的载体装载站240和抛光站250之间的区域中。

[0057] 如图所示,载体平台223为载体组件230a、230b提供支撑,并且耦接到设置在处理区域214中的支撑轴221的一端。此处,载体平台223包括上表面和与上表面相对的面向台面的下表面。载体平台223被示为圆柱形盘,但可以包括尺寸设计成支撑载体组件230a、230b的部件的任何合适的形状。载体平台223通常由相对轻质的刚性材料形成,诸如铝,铝能抵抗常用抛光流体的腐蚀作用。在一些实施例中,载体支撑模块220还包括设置在载体平台223的上表面上的外壳225。外壳225理想地防止抛光过程中过喷涂的抛光流体与设置在由外壳225限定的区域中的载体平台223上或上方的部件接触并引起对所述部件的腐蚀。有益的是,外壳225还防止污染物和/或其他造成缺陷的颗粒从包含在外壳225中的部件传送到基板处理区域,否则这可能会对基板表面造成损害,诸如划痕和/或其他缺陷。

[0058] 如图所示,载体平台223为第一载体组件230a和第二载体组件230b这两个载体组件提供支撑,使得载体支撑模块220和载体组件230a、230b是以一比二的关系布置在模块化框架210内。因此,载体支撑模块220、载体组件230a、载体组件230b、载体装载站240和抛光站250以一比二比一比一的关系布置在模块化框架210内。在一些实施例中,载体支撑模块220仅支撑单个载体组件,诸如第一载体组件230a。在一些实施例中,载体支撑模块220支撑不超过两个载体组件,诸如第一载体组件230a和第二载体组件230b。在一些实施例中,载体支撑模块220被配置成支撑不多于且不少于两个载体组件230a、230b。

[0059] 通常,载体组件230a、载体组件230b中的每一个都包括载体头231、耦接到载体头231的载体轴232、一个或多个致动器(诸如第一致动器233和第二致动器234)和气动组件235。这里,第一致动器233耦接到载体轴232并且用于使载体轴232围绕各自的载体轴线B或B'旋转。第二致动器234耦接到第一致动器233并且用于使载体轴232在相对于载体平台221的第一位置与从第一位置径向向外设置的第二位置之间或设置在第一位置与第二位置之

间的位置上振荡一段距离(未示出)。通常,载体轴232在基板抛光期间被振荡,以便在抛光垫40的内径和抛光垫40的外径之间扫动载体头231,并且因此扫动设置在其中的基板280,以至少部分地避免抛光垫40的不均匀磨损。有利的是,通过振荡载体轴232传给载体头231的线性(扫动)运动也可以用来将载体头231定位在抛光垫40上,使得载体头231不会干扰抛光流体分配臂253和/或多盘垫调节臂52的定位(图7B)。

[0060] 载体轴232设置为穿过通过载体平台223设置的开口。通常,致动器233和致动器234设置在载体平台223上方并且被包围在由载体平台223和外壳225限定的区域内。载体平台223中的开口的各自位置以及穿过开口设置的载体轴232的位置确定了载体头231从基板抛光移动到基板装载或卸载位置时的摆动半径。载体头231的摆动半径可以确定本文所述的模块化抛光系统中抛光模块200a之间的最小间距,以及在处理模块中执行与抛光过程异位(即不与抛光过程同时进行)的工艺的能力。

[0061] 在一些实施例中,载体头231的摆动半径不大于待抛光基板直径的约2.5倍,诸如不大于待抛光基板直径的约2倍,诸如不大于待抛光基板直径的约1.5倍。例如,对于被配置成抛光300mm直径基板的抛光模块100a,载体头231的摆动半径可以是约750mm或更小,诸如约600mm或更小,或者约450mm或更小。适当的缩放可以用于被配置成抛光其他尺寸的基板的抛光模块。载体头231的摆动半径可以大于、小于或等于载体平台223的摆动半径。例如,在一些实施例中,载体头231的摆动半径等于或小于载体平台223的摆动半径。

[0062] 在此,每个载体头231通过穿过载体轴232设置的一个或多个导管(未示出)流体耦接至气动组件235。如本文所用,术语“流体耦接”是指直接或间接连接的两个或更多个元件,使得这两个或更多个元件流体连通,即,使得流体可直接或间接地在其间流动。通常,气动组件235使用旋转接头(未示出)流体耦接到载体轴232,这允许气动组件235相对于载体平台223保持在固定位置,同时载体头231在其下方旋转。气动组件235向载体头231提供加压气体和/或真空,例如向设置在载体头231内的一个或多个腔室(未示出)提供加压气体和/或真空。在其他实施例中,如本文所述由气动组件235的部件执行的一个或多个功能也可以由机电部件执行,例如机电致动器。

[0063] 载体头231通常特征在于一个或多个柔性部件,诸如气囊、隔膜或膜层(未示出),它们可以与载体头231的其他部件一起限定设置在其中的腔室。载体头231的柔性部件和用其限定的腔室对基板抛光和基板装载和卸载操作都很有用。例如,由一个或多个柔性部件限定的腔室可以被加压,以通过将载体头的部件推靠在基板的背面上来将设置在载体头中的基板推向抛光垫。当抛光完成时,或在基板装载操作期间,可以通过将真空施加到相同或不同腔室以致使与基板背面接触的膜层的向上偏转来将基板真空卡紧到载体头。膜层的向上偏转将在膜和基板之间产生低压袋,从而将基板真空卡紧到载体头231。在基板卸载操作期间,其中基板从载体头231卸载到载体装载站240中,加压气体可以被引入腔室中。腔室中的加压气体导致膜向下偏转以将基板从载体头231a、载体头231b释放到载体装载站240中。

[0064] 此处,载体装载站240具有装载杯,所述装载杯包括盆241、设置在盆241中的升降构件242和耦接到升降构件242的致动器243。在一些实施例中,载体装载站240耦接到流体源244,流体源244提供清洁流体(诸如去离子水),所述清洁流体可以用于在基板抛光之前和/或之后从基板280和/或载体头231清洁残留的抛光流体。通常,基板280以“面朝下”的定向(即设备侧向下的定向)被装载到载体装载站240中。因此,为了使通过与升降构件242的

表面接触而造成的对基板的设备侧表面的损害最小化,升降构件242通常将包括环形的基板接触表面,所述基板接触表面围绕基板280的圆周或围绕基板280的圆周的部分来支撑基板280。在其他实施例中,升降构件242将包括多个升降杆,这些升降杆被布置成在靠近或位于基板280的外周处接触基板280。一旦基板280被装载到载体装载站240中,致动器243就用于将升降构件242朝向定位在其上方的载体头231移动,并且因此将基板280朝向载体头231移动,以用于真空卡紧到载体头231中。然后载体头231被移动到抛光站250,使得可以在抛光站250上抛光基板180。

[0065] 在其他实施例中,载体装载站240的特征在于擦光台,所述擦光台可用于在抛光站处处理基板之前和/或之后擦光(例如,软抛光)基板表面。在那些实施例中的一些中,擦光台可在垂直方向上移动,以留出空间以供使用基板传送器将基板传送到载体装载站和从载体装载站传送、和/或便于将基板传送到载体头231和从载体头231传送。在一些实施例中,载体装载站240进一步被配置成边缘校正站,例如,以在基板在抛光站250处被处理之前和/或之后从邻近基板的圆周边缘的区域移除材料。在一些实施例中,载体装载站240进一步被配置为计量站和/或缺陷检查站,其可以用于在抛光之前和/或之后测量设置在基板上的材料层的厚度、用于在抛光之后检查基板以确定材料层是否已经从基板的场表面清除、和/或用于在抛光之前和/或之后检查基板表面的缺陷。在那些实施例中,基于使用计量站和/或缺陷检查站获得的测量或表面检查结果,基板可以退回抛光垫进行进一步的抛光和/或被引导至不同的基板处理模块或站,诸如不同的抛光模块200或到LSP模块330(如图8所示)。

[0066] 此处,穿过载体装载站240的中心C设置的垂直线与圆形基板280(例如,当从上到下观察时的硅晶片)的中心共线。如图所示,当基板280被装载到设置在其上的载体头231或从载体头231卸载时,中心C与轴线B或B'共线。在其他实施例中,当基板280设置于载体头231中时,基板280的中心C可以偏离轴线B。

[0067] 抛光站250的特征在于工作台251、抛光垫40、抛光流体分配臂253、与流体分配臂253耦接的致动器(未示出)、垫调节臂52、电机、或与垫调节臂52的第一端耦接的致动器58、垫调节头54a、54b和54c、以及清洁站90。垫调节头54a、54b和54c耦接到垫调节臂52。在其他实施例中,流体分配臂253可以设置在相对于抛光工作台251的旋转中心的固定位置。在一些实施例中,流体分配臂253可以是弯曲的,以避免在载体头231被耦接到载体平台223的致动器222旋转时流体分配臂253与载体头231发生干扰。

[0068] 此处,抛光站250进一步包括围栏258(图7A),围栏258围绕抛光工作台251,并且与抛光工作台251间隔开,以限定排水盆259(图7A)。抛光流体和抛光流体副产物被收集在排水盆259中,并通过与排水盆259流体相通的排水口260从排水盆259中排出。在其他实施例中,围栏258可以包括设置在抛光工作台251的相应部分周围或部分地设置在抛光工作台251的相应部分上方的一个或多个部分,和/或可包括设置在载体装载站240与抛光站250之间的一个或多个部分。此处,工作台251可以围绕垂直延伸穿过工作台251的中心的工作台轴线D旋转。此处,抛光站250的特征在于单个工作台251,使得载体支撑模块220、载体装载站240和工作台251以一比一比一关系设置。

[0069] 此处,流体分配臂253(图7B)被配置成在抛光垫中心或接近抛光垫(即接近穿过抛光垫中心设置的工作台轴线D)的位置分配抛光流体。通过工作台251的旋转所赋予抛光流体的离心力来将分配的抛光流体从工作台251的中心径向向外分配。例如,此处,致动器254

耦接到流体分配臂253的第一端并且用于旋转地移动流体分配臂253,使得流体分配臂253的第二端可以定位在工作台251和设置在其上的抛光垫40的中心之上或附近。

[0070] 垫调节臂52包括第一端和第二端,所述第一端耦接到与调节底座53一起设置的致动器59,所述第二端耦接到垫调节头54a、54b和54c。致动器59使垫调节臂52绕调节底座53的臂轴线52A摆动。如上所讨论的,一个或多个下压力致动器被配置成同时将垫调节头54a、54b和54c推向设置在其下方的抛光垫40的表面。如本文所讨论的,垫调节头54a、54b和54c通常包括刷子或固定研磨调节,例如嵌入金刚石的调节盘(本文所述的56a、56b、56c),其用于研磨和恢复抛光垫40的抛光表面252。

[0071] 此处,垫调节头54a、54b和54c被推靠在抛光垫40上,同时从抛光垫40的外径到抛光垫40中心或抛光垫40中心附近来回扫动垫调节头54a、54b和54c,同时工作台251以及因此抛光垫40在垫调节头54a、54b和54c下方旋转。本公开内容的多盘垫调节器50用于原位调节(即与基板抛光同时进行)、异位调节(即在基板抛光之间的时间段内)或这两者。通常,在存在诸如抛光流体或去离子水之类的流体的情况下,将垫调节头54a、54b和54c推靠在抛光垫40上,所述流体在垫调节头54a、54b和54c与抛光垫40之间提供润滑。通过将流体分配臂253定位在抛光垫40之上来将流体在工作台轴线D附近分配到抛光垫40上。通常,载体支撑模块220和抛光站250被布置成使得载体头231的摆动半径不在流体分配臂253或多盘垫调节器50中的一者或两者的摆动路径内。这种布置有利地允许在载体支撑模块220使载体头231在载体装载位置与基板抛光位置之间枢转时对抛光垫40进行异位调节,如下文进一步描述的。

[0072] 通常,载体支撑模块220、载体组件230a、载体组件230b、载体装载站240和抛光站250设置在理想地最小化抛光模块100a的清洁室占地面积的布置中。在本文中,当载体支撑模块220设置为第一处理模式或第二处理模式中的一者时,使用载体头231、载体装载站240和工作台251的相对位置来对所述布置进行描述。

[0073] 在图7A至图7B中,载体支撑模块220设置为第一处理模式。在第一处理模式中,第一载体组件230a设置在工作台251上方,而第二载体组件230b设置在载体装载站240上方。在一个示例中,在第一处理模式中,第二载体组件230b的载体头231定位在载体装载站240上方以允许将基板装载到载体装载站240中和从载体装载站240卸载基板。在第二处理模式(未示出)中,载体平台223将围绕支撑轴轴线A旋转或枢转 180° 的角度 θ ,并且第一载体组件230a和第二载体组件230b的相对位置将颠倒。在这个示例中,在第二处理模式中,第二载体组件230a的载体头231将定位在载体装载站240上方以允许将基板装载到载体装载站240中和从载体装载站240卸载基板。

[0074] 图8是根据一个实施例的模块化抛光系统的示意性俯视截面图,所述模块化抛光系统包括多个具有如图7A至图7B中所述的多盘垫调节器的抛光模块。这里,模块化抛光系统300a具有第一部分320和耦接到第一部分320的第二部分305。第二部分305包括两个抛光模块200a、200b,抛光模块200a和抛光模块200b共享包括竖直支撑件211的框架210、共享的台面212和共享的高架支撑件213(诸如图7A中所示)。在其他实施例中,抛光模块200a和抛光模块200b中的每一个分别包括单独的框架210(诸如图7A至图7B中所示),框架210耦接在一起以形成第二部分305。

[0075] 抛光模块200a和抛光模块200b中的每一个的特征在于以一比一比一的关系设置

的载体支撑模块220、载体装载站240和抛光站250,如图7A至图7B所示和描述的。相应抛光模块200a和抛光模块200b的抛光站250中的每个抛光站250的特征在于工作台251,使得相应抛光模块200a和抛光模块200b中的每一个包括以一比一的关系设置的载体支撑模块220、载体装载站240和工作台251,如图7A至图7B所示和描述的。

[0076] 通常,抛光模块200b与图7A至图7B中描述的抛光模块200a的实施例基本相似,并且可以包括其替代的实施例,或其替代实施例的组合。例如,在一些实施例中,两个抛光模块中的一个(例如,抛光模块200a)被配置成支持较长的材料去除抛光过程,而另一个抛光模块(例如,200b)被配置成支持较短的材料去除后擦光过程。在那些实施例中,在抛光模块200a上处理的基板随后被传送到抛光模块200b。通常,较短的材料去除后的擦光过程将是限制产量的过程,这个过程将受益于图7A至图7B中描述的增加产量的两个载体组件230a、230b的布置。因此,在一些实施例中,模块化抛光系统内的一个或多个基板抛光模块可以包括单个载体组件230a或230b,而模块化抛光系统内的其他抛光模块包括两个载体组件230a、230b。

[0077] 通常,第一部分320包括多个系统装载站222、一个或多个基板搬运机(例如,第一机器人324和第二机器人326)、一个或多个计量站328、一个或多个特定位置抛光(LSP)模块330和一个或多个CMP后清洁系统332中的一者或它们的组合。LSP模块330通常被配置成使用抛光构件(未示出)仅对基板表面的一部分进行抛光,所述抛光构件的表面积小于待抛光基板的表面积。LSP模块330通常在基板已经在抛光模块内被抛光后使用,以从基板的相对较小的部分进行修整,例如,去除额外的材料。在一些实施例中,一个或多个LSP模块330可以被包括在第二部分305内以代替抛光模块200a、200b中的一个。

[0078] 在其他实施例中,一个或多个LSP模块330可以以任何其他期望的布置设置在本文提出的模块化抛光系统内。例如,一个或多个LSP模块330可以设置在第一部分320与第二部分305之间、以本文描述的布置中的任一者设置在相邻设置的抛光模块200a-i之间、和/或靠近本文描述的第二部分中的任一者的端部、远离第一部分的相应第二部分的端部。在一些实施例中,模块化抛光系统可以包括一个或多个擦光模块(未示出),所述擦光模块可以设置在上文针对LSP模块330所描述的布置中的任一者中。在一些实施例中,第一部分320的特征在于至少两个CMP后清洁系统332,所述CMP后清洁系统332可以设置在第二机器人326的相对侧上。

[0079] CMP后清洁系统有助于从基板280去除残留的抛光流体和抛光副产品,并且可以包括刷子或喷雾箱334和干燥单元336中的任何一个或它们的组合。第一机器人324和第二机器人326结合使用以在第二部分305和第一部分320之间(包括在其各种模块、站和系统之间)传送基板280。例如,此处,第二机器人326至少用于将基板传送到相应抛光模块200a、抛光模块200b的载体装载站240、从相应抛光模块200a、抛光模块200b的载体装载站240传送基板和/或在相应抛光模块200a、抛光模块200b的载体装载站240之间传送基板。

[0080] 在本文的实施例中,模块化抛光系统300的操作由系统控制器(未示出)指导,所述系统控制器包括可与存储器(例如,非易失性存储器)一起操作的可编程中央处理单元(CPU)和支持电路。支持电路通常耦接到CPU并且包括高速缓存、时钟电路、输入/输出子系统、电源等,以及耦接到模块化抛光系统300的各种组件的它们的组合,以便于对其进行控制。CPU是工业环境中使用的任何形式的通用计算机处理器中的一种,诸如用于控制处理系

统的各个部件和子处理器的可编程逻辑控制器 (PLC)。耦接到CPU的存储器是非暂时性的,并且通常是一种或多种容易获得的存储器,诸如随机存取存储器 (RAM)、只读存储器 (ROM)、软盘驱动器、硬盘或任何其他形式的本地或远程的数字存储。

[0081] 尽管上文已经详细描述了本公开内容的一些实施例,但本领域的普通技术人员将容易理解,在实质上不脱离本公开内容的教导的情况下,许多修改是可能的。因此,这样的修改旨在被包括在如权利要求书所限定的本公开内容的范围内。本公开内容的范围应仅由所附权利要求书的语言确定。权利要求书中的术语“包括”旨在意味着“至少包括”,使得权利要求书中列举的元素列表是开放的群组。除非特别排除,否则术语“一”、“一个”和其他单数形式旨在包括其复数形式。

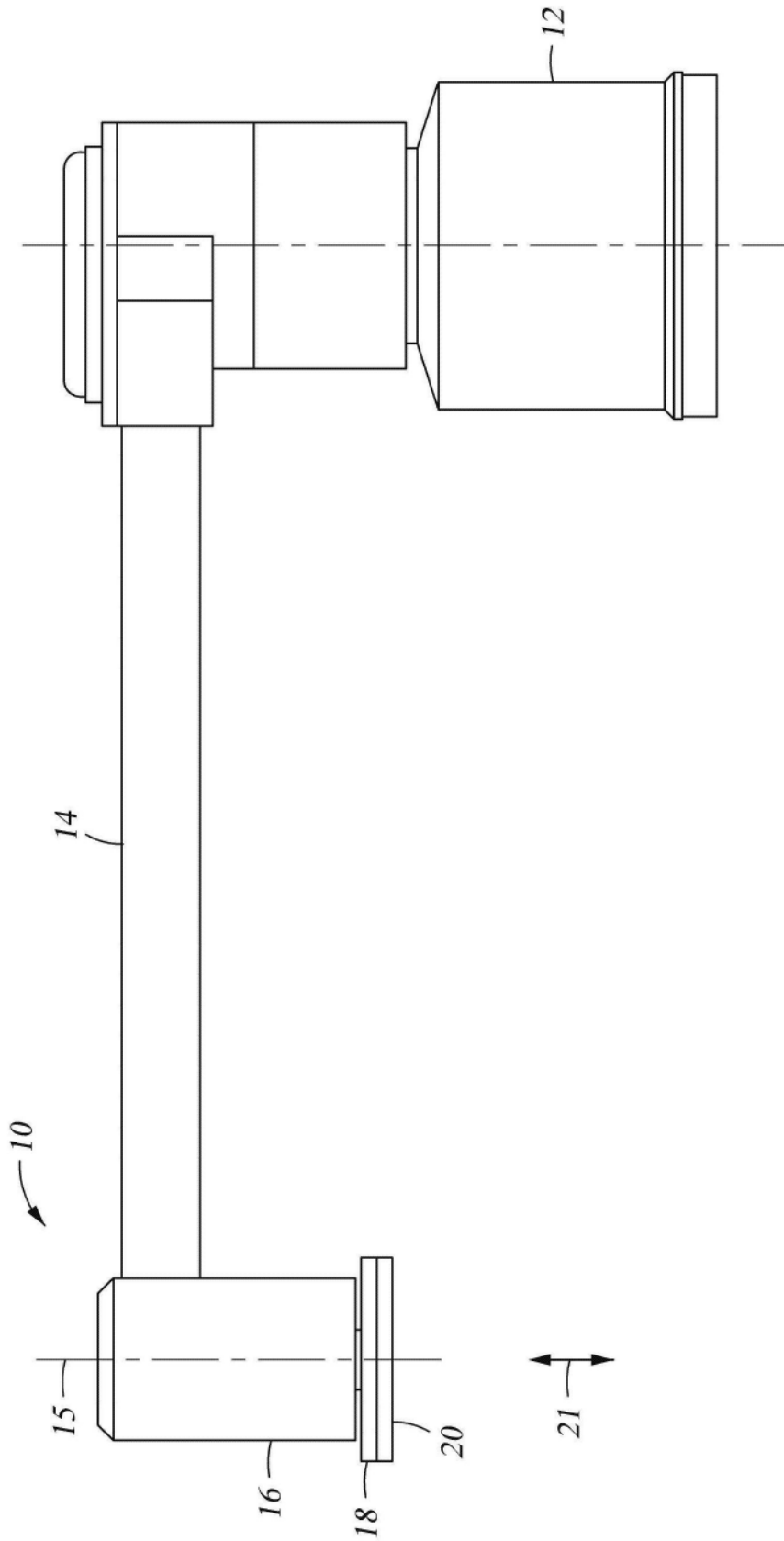


图1 (现有技术)

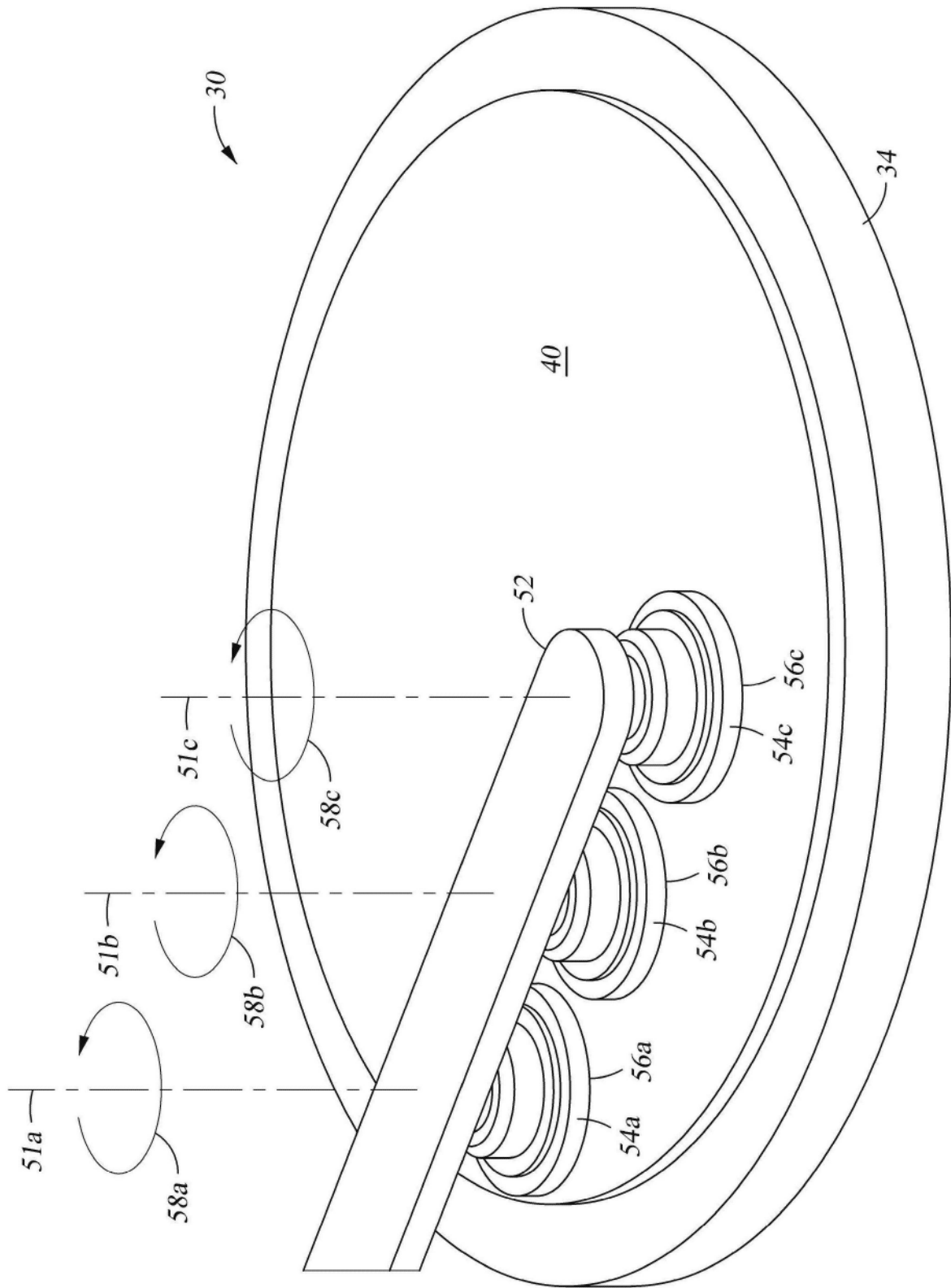


图2B

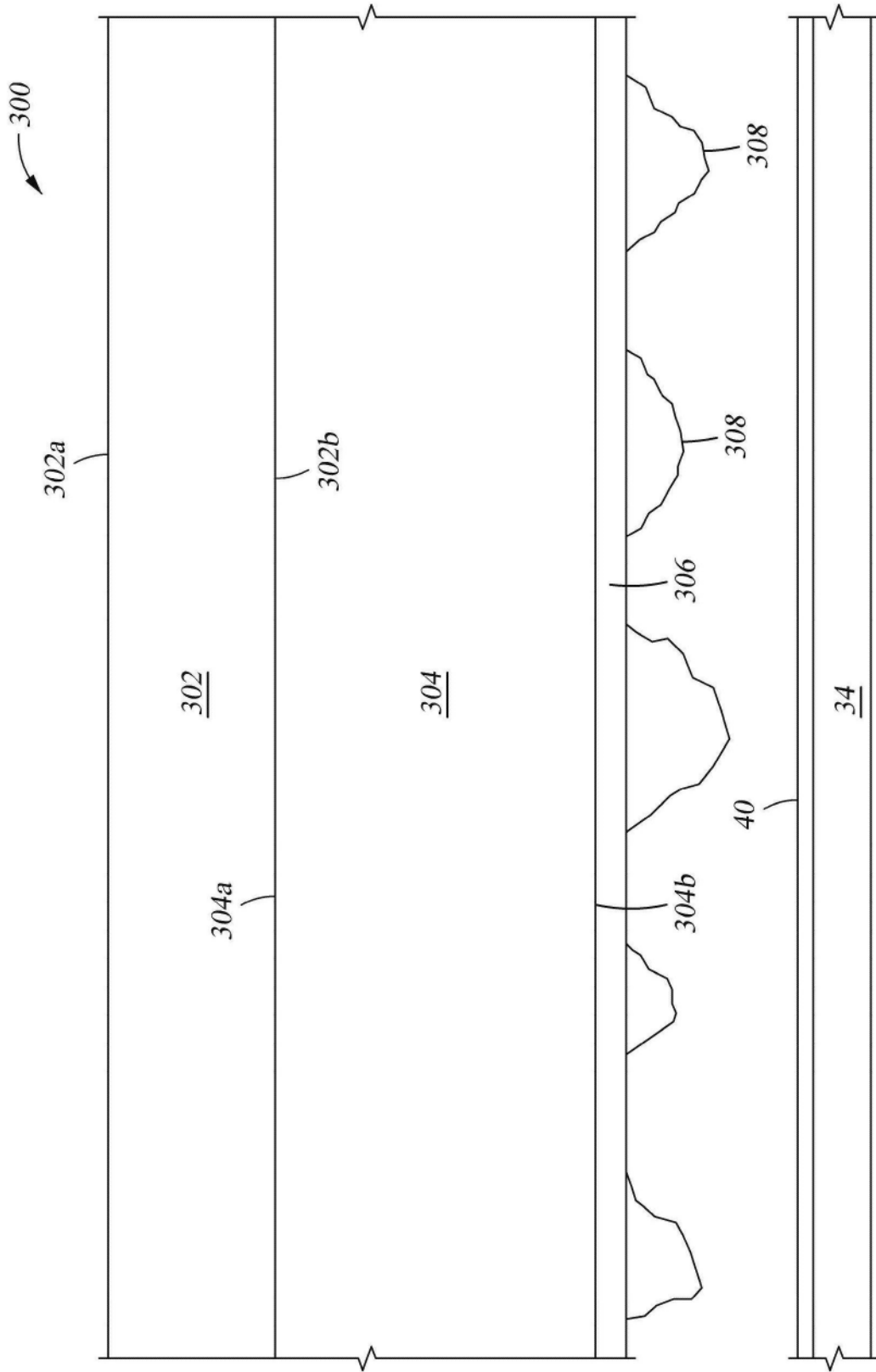


图3

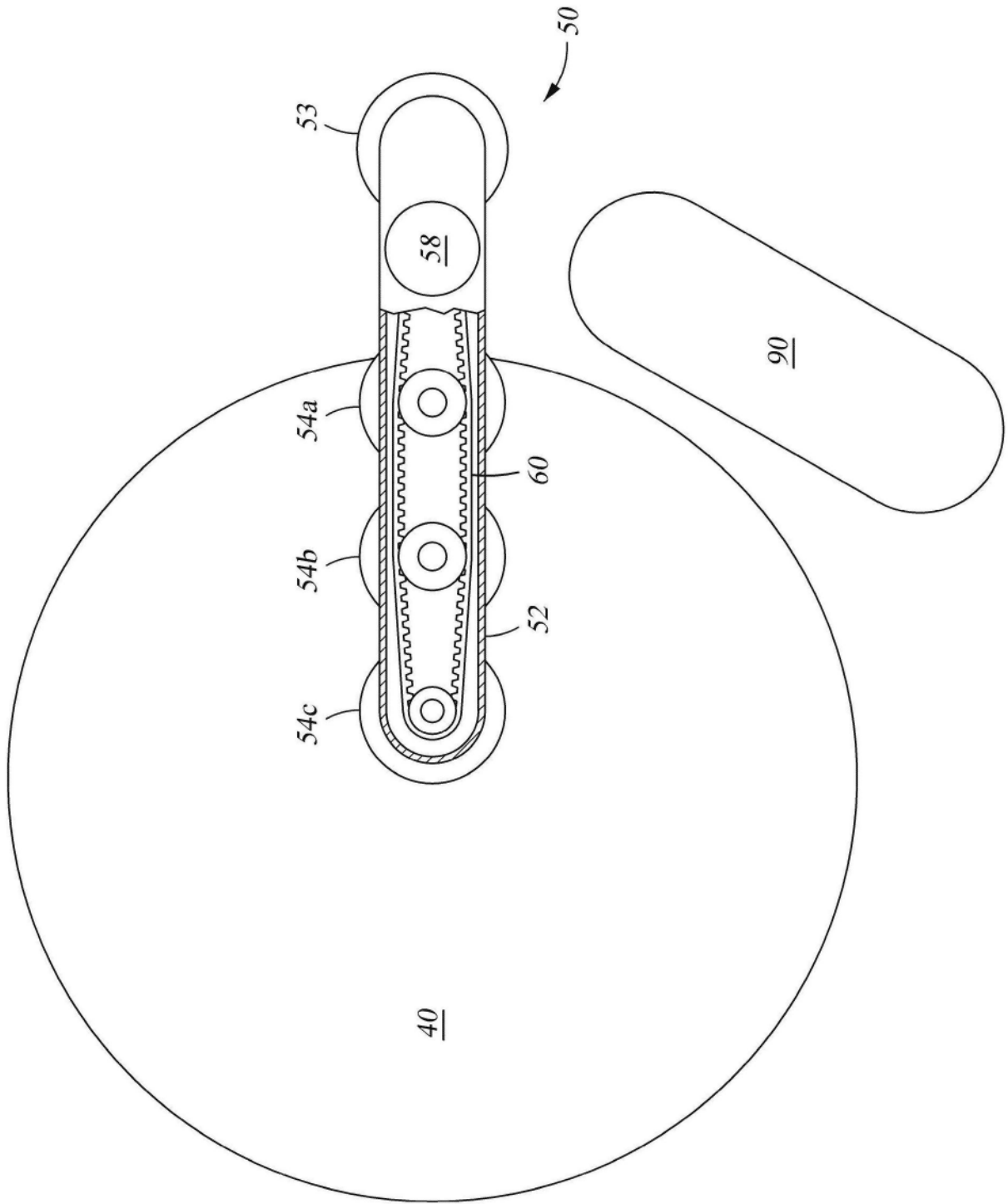


图4A

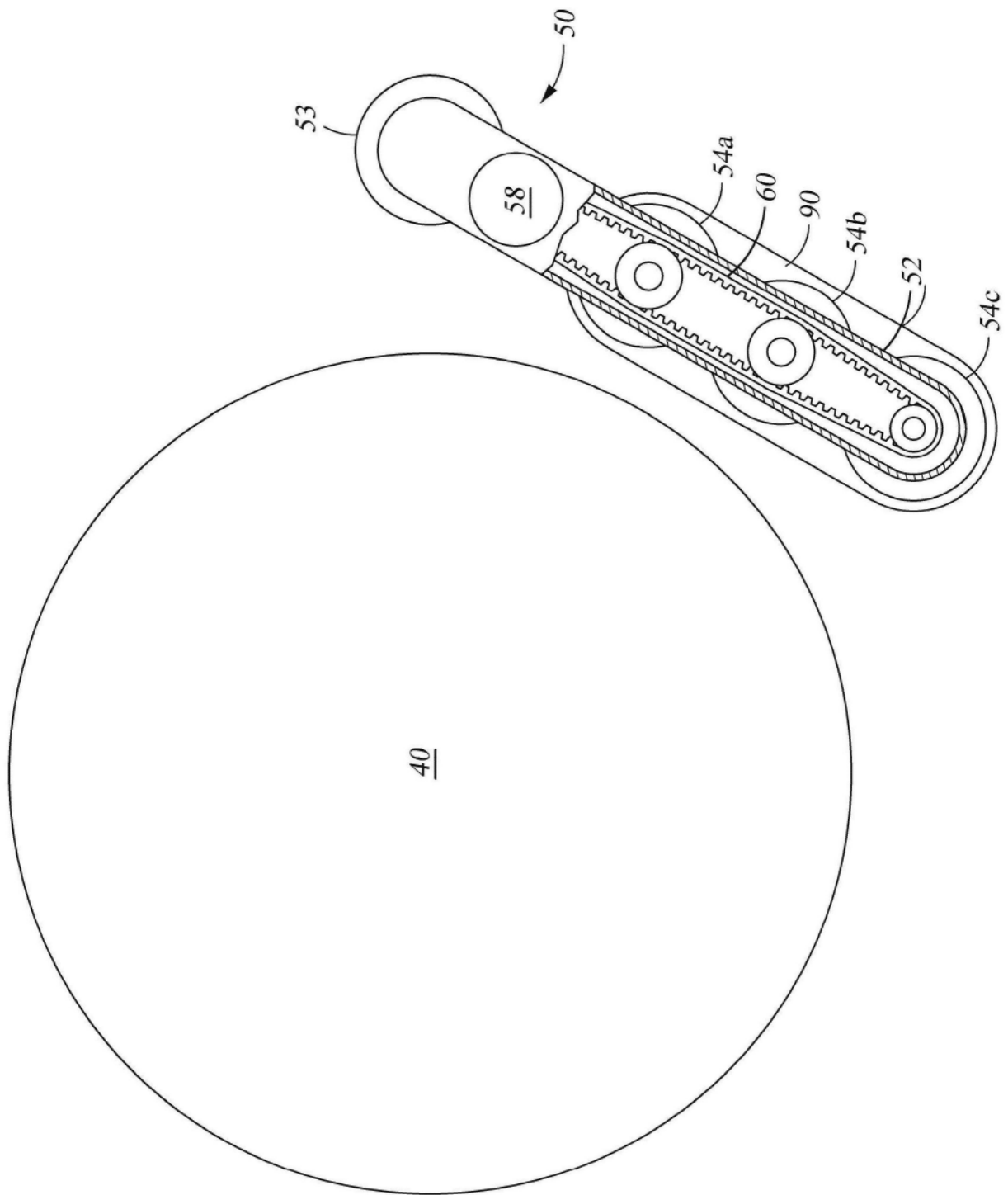


图4B

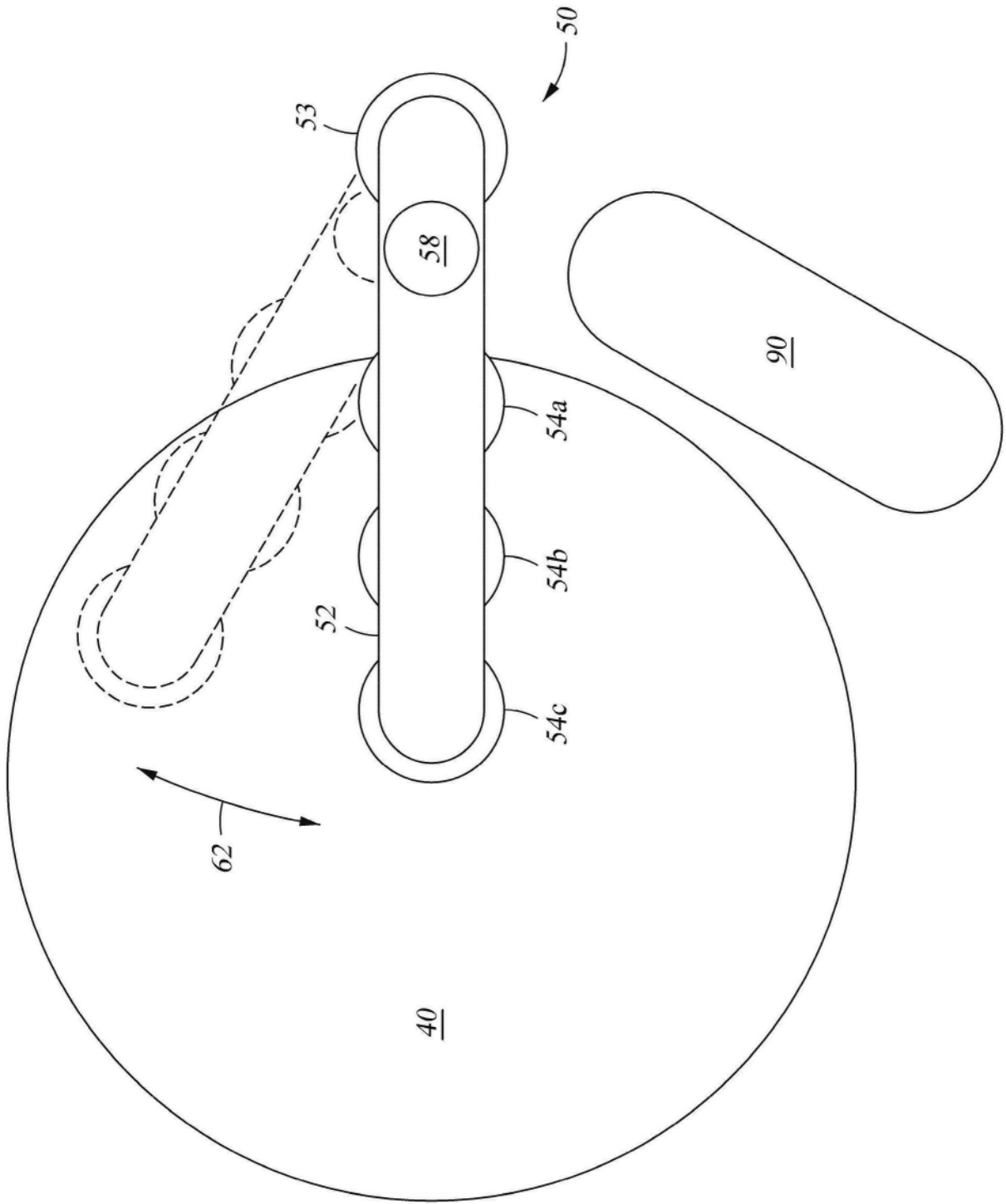


图5

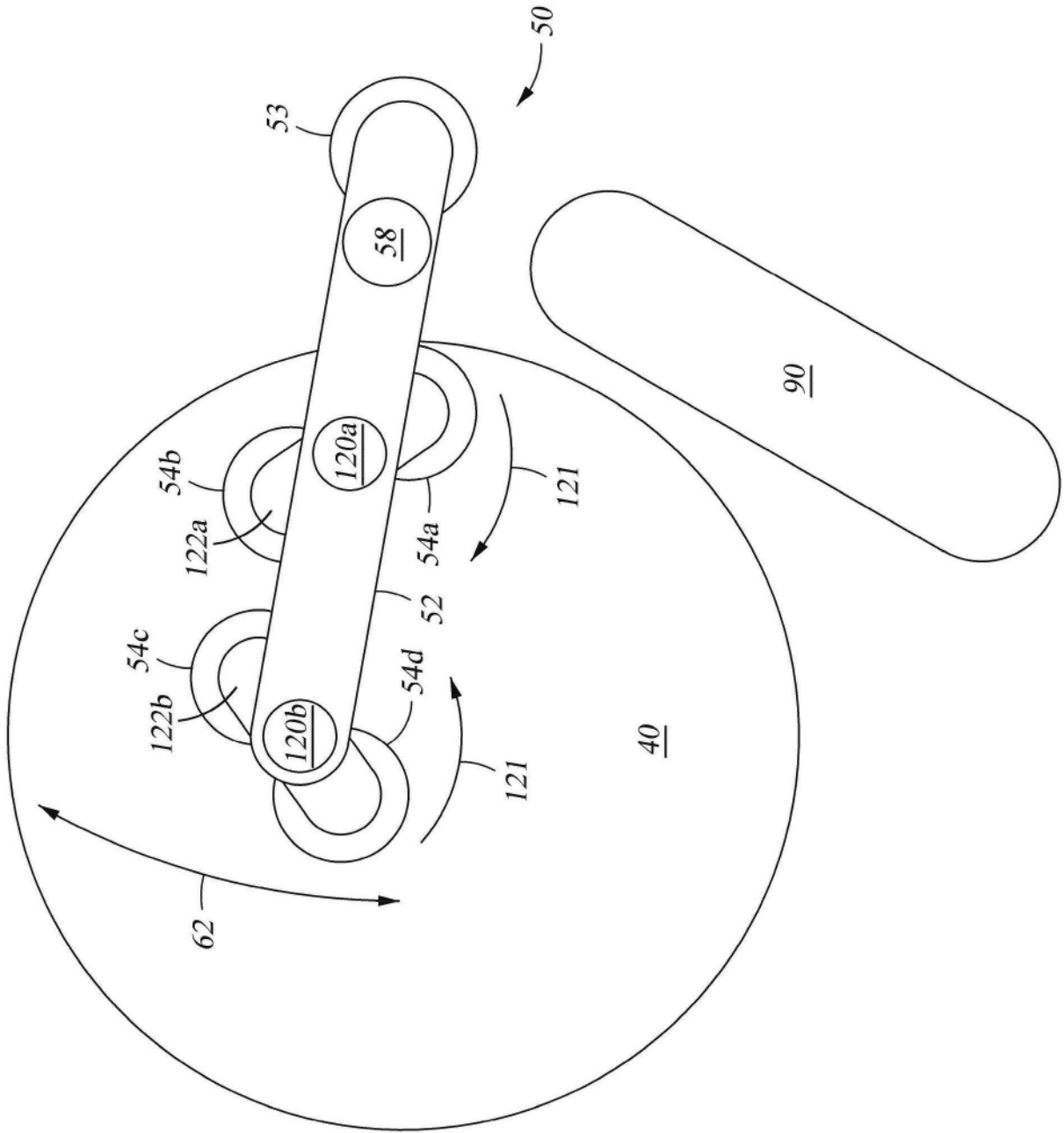


图6A

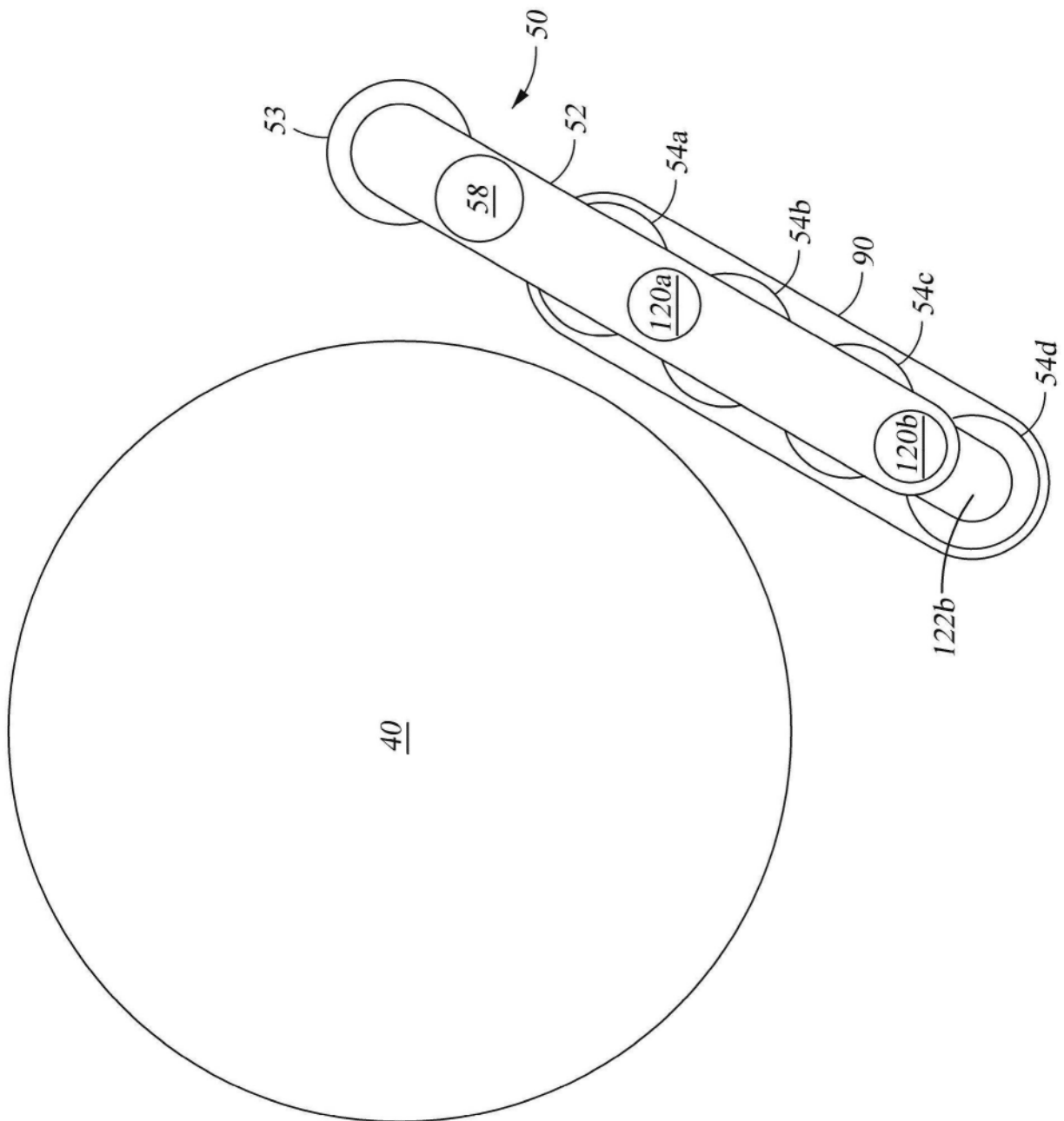


图6B

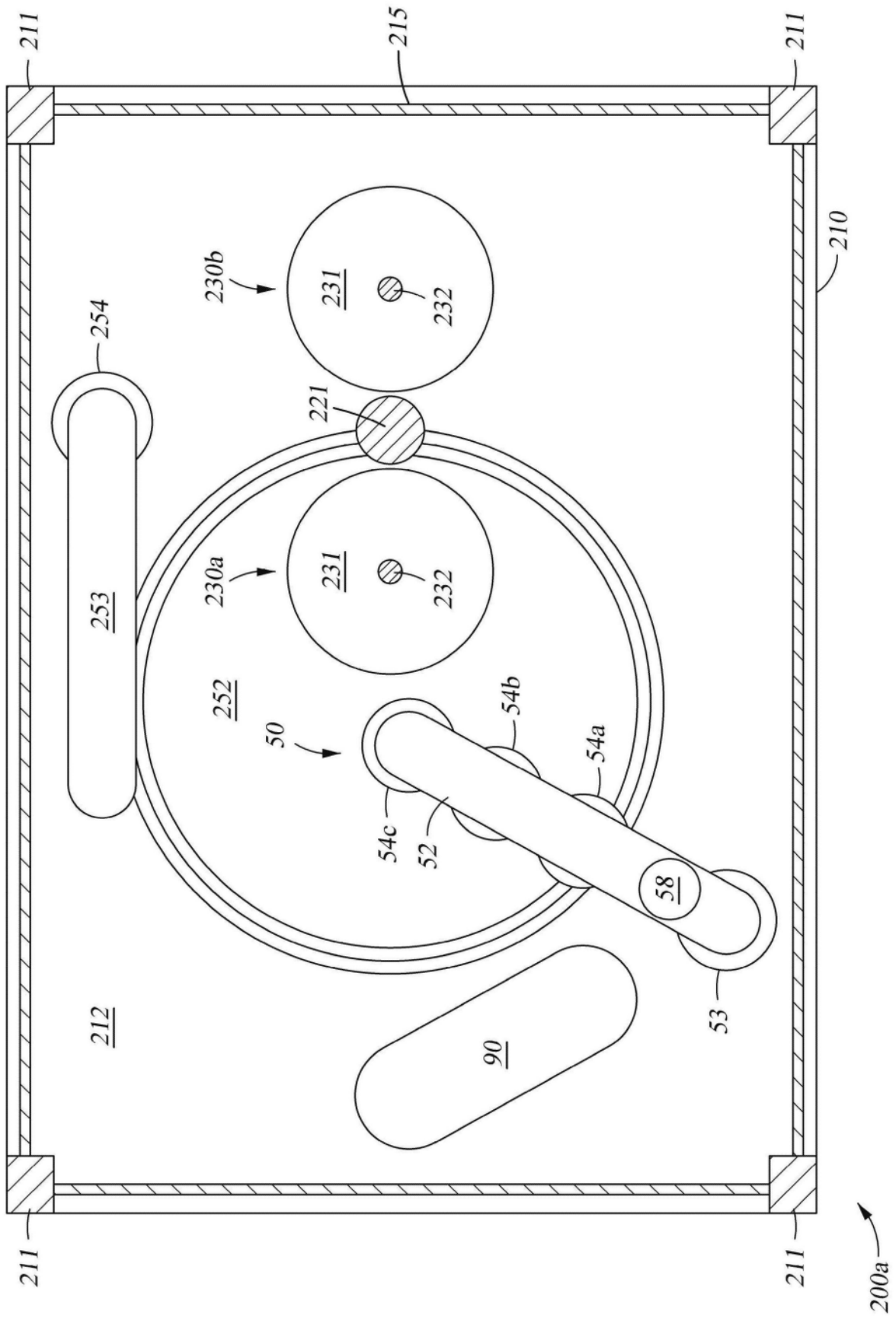


图7B

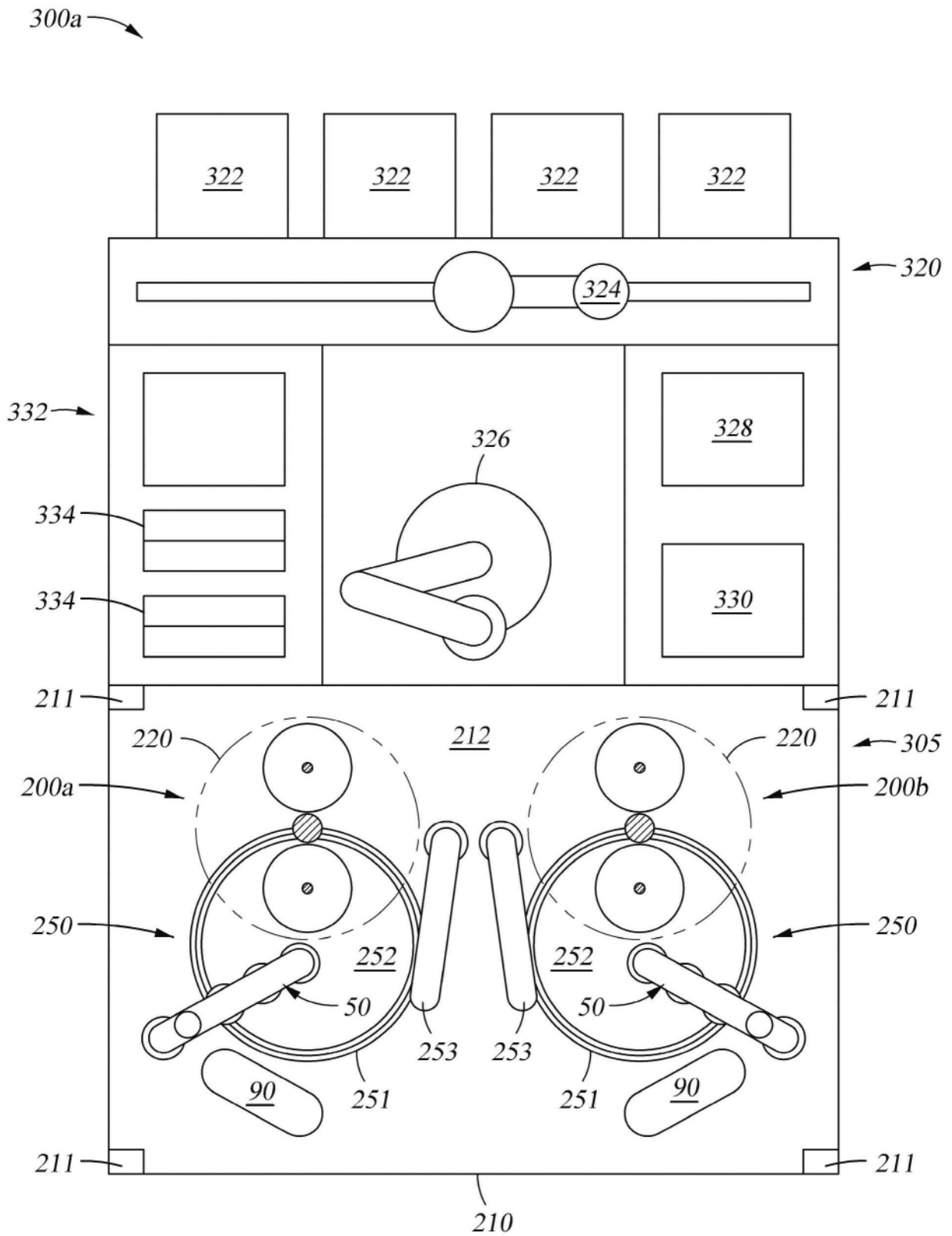


图8