[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
H01L 21/00 (2006.01)
B25J 15/00 (2006.01)

[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 99814032.5

[45] 授权公告日 2006 年 1 月 25 日

[11] 授权公告号 CN 1238882C

[22] 申请日 1999.12.2 [21] 申请号 99814032.5

[30] 优先权

[32] 1998.12.2 [33] US [31] 09/204,747

[32] 1999.5.14 [33] US [31] 09/312,343

[86] 国际申请 PCT/US1999/028737 1999.12.2

[87] 国际公布 WO2000/033359 英 2000.6.8

[85] 进入国家阶段日期 2001.6.4

[71] 专利权人 纽波特公司

地址 美国加利弗尼亚州

[72] 发明人 P·巴基 P·菲利普斯基

审查员 刘天飞

[74] 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司

代理人 赵蓉民

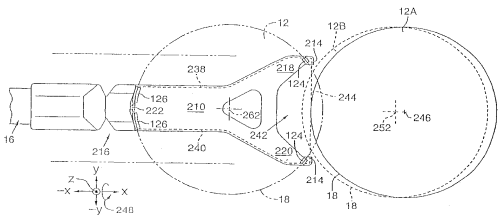
权利要求书 5 页 说明书 26 页 附图 14 页

[54] 发明名称

试片夹持机械手末端执行器

[57] 摘要

本发明的机械手(16)末端执行器(10，110，210)能干净利索地将半导体晶片(12)在晶片盒(14)和加工站之间转移。 末端执行器包括近端和远端支承块(24，26，124，126)，它们的垫块和挡部分(32，34，132，134)或者靠晶片周边的接触或者在晶片周边向里的环形禁区(30)内支托和夹持晶片。主动接触头(50，150，220)可由真空驱动活塞(52，152)在收缩的晶片装载位置和将晶片推向远端支承块的伸出的位置之间运动，以夹在晶片的边缘或其禁区。 末端执行器还包括光纤光透射传感器(90，102，202，214)，用于确定各种晶片表面、边缘、厚度，倾斜度及厚度参数。 传感器提供机械手以伸出和升高二个定位数据的保障办法，迅速准确地从晶片盒中存放的许多间隔很小的晶片取出和放回晶片，本方法有效地防末端执行器和晶片之间发生意外接触，确保晶片干净可靠地夹在边缘或其禁区内。



1. 一种试片边缘夹持装置，其适合于与一机构有效地连接并夹持试片的周边，所述装置包括：

一个有一末端执行器表面、一近端和一远端的主体；

所述末端执行器表面具有一远端垫块部分和一远端挡块部分；其中所述远端垫块部分邻近所述远端，用于支承所述试片的周边；所述远端挡块部分与所述远端垫块部分可操作地关联，该远端垫块部分有一远端垫块表面；且所述远端挡块部分的形状有助于当所述试片的周边被夹持时，使该试片的中心在横向上定位；

所述末端执行器表面具有邻近所述近端的一近端垫块部分，其用于支承所述试片的周边，该近端垫块部分具有一近端垫块表面，其相对于所述末端执行器表面倾斜；以及

一主动接触机构，其位置与所述远端相比更接近于所述近端，且在一试片释放位置和一试片紧固位置间是可驱动的，该试片紧固位置是由所述试片的周边限定的；所述试片释放位置提供足够空间，以在所述的近端和远端垫块表面上放置所述试片；且所述试片紧固位置推压被放置到所述的近端和远端垫块表面的所述试片的周边，使其靠到所述远端挡块部分上，以夹持该试片。

2. 根据权利要求 1 所述的试片边缘夹持装置，其中所述近端垫块部分是作为所述主动接触机构的一部分而形成的。

3. 根据权利要求 1 所述的试片边缘夹持装置，其中所述主动接触机构可操作地连接到一流体压力驱动的活塞，该活塞安装在与所述主体的近端相连的一缸筒内，以在该缸筒内作往复运动。

4. 根据权利要求 1 所述的试片边缘夹持装置，其中所述远端挡块部分的形状和所述试片的一段周边形状相一致。

5. 根据权利要求 1 所述的试片边缘夹持装置，其中所述远端垫块部分是第一远端垫块部分，且所述装置进一步包括与该第一远端垫块

部分间隔开的第二远端垫块部分。

6. 根据权利要求 1 所述的试片边缘夹持装置，其中所述远端垫块表面相对于该末端执行器表面是倾斜的，以当所述主动接触机构在所述试片紧固位置将所述试片的周边推压而靠到所述远端挡块部分时，为该试片提供一倾斜表面。

7. 根据权利要求 6 所述的试片边缘夹持装置，其中在倾斜的所述远端垫块表面和所述远端挡块部分之间所形成的夹角小于 180°。

8. 根据权利要求 1 所述的试片边缘夹持装置，其中所述主动接触机构包括一接触驱动器，其包括一偏压装置和一力施加装置，所述偏压装置施加一偏置力以向所述试片紧固位置推压所述主动接触机构，而所述力施加装置选择性地克服所述偏置力以向所述试片释放位置推压所述主动接触机构。

9. 根据权利要求 8 所述的试片边缘夹持装置，还包括一个位置指示器，该位置指示器可操作地连接到所述接触驱动器，并可操作地与一对空间上隔开的基准位置指示装置关联，每个所述基准位置指示装置监视所述接触驱动器的运动，以在没有试片被夹持的条件下指示一试片释放极限位置和一试片紧固极限位置。

10. 根据权利要求 1 所述的试片边缘夹持装置，其中所述主动接触机构包括一接触驱动器，其包括一偏压装置，该偏压装置施加一偏置力，以在不便操作所述主动接触机构时，使得所述主动接触机构到达所述试片紧固位置。

11. 根据权利要求 10 所述的试片边缘夹持装置，其中所述接触驱动器还包括一流体压力控制的装置，其选择性地克服所述偏置力，以使得所述主动接触机构到达所述试片释放位置。

12. 一种试片位置感测及边缘夹持装置，其适于可操作性地耦合到

一机构并利用试片的周边来夹持试片，所述装置包括：

一主体，其具有一末端执行器表面、一近端和一远端，该远端包括两个空间上分开的远端尖端；

一光源和一光接收器，其可操作地与所述两空间上分开的远端尖端关联，以在它们之间的空间中沿光传播路径而形成一具有已知光束形状的光束，在所述两个空间上分开的远端尖端之间的空间宽得足以将一试片置于所述主体附近，且在相对于一空间基准的预定距离内阻断所述光束；

一远端垫块部分，其在所述远端附近的每个所述远端尖端处，可操作地连接到所述主体，以支承所述试片的周边和一远端挡块部分；所述远端挡块部分在每个所述远端尖端处与所述远端垫块部分关联；所述远端垫块部分和所述远端挡块部分在每个所述远端尖端处分别具有远端垫块表面和远端挡块表面，它们形成一凹口，在该凹口中，所述试片的周边可受到推压以夹住该试片；以及

一主动接触机构，其在一试片释放位置和一试片紧固位置之间是可驱动的，该试片释放位置提供足够空间以在所述近端垫块表面上放置所述试片，且该试片紧固位置将所述试片的周边推压到在每个远端尖端处、由所述远端垫块表面和所述远端挡块表面所形成的所述凹口中。

13. 根据权利要求 12 所述的试片位置感测和边缘夹持装置，进一步包括一近端垫块部分，其可操作地邻近所述近端连到所述主体，以支承所述试片的周边，该近端垫块部分具有一近端垫块表面，所述试片的周边被置于该表面上。

14. 根据权利要求 13 所述的试片位置感测和边缘夹持装置，其中该主动接触机构包括一近端接触头，其具有一表面部分，该表面部分是倾斜的，以向所述试片施加一驱动力成分，该驱动力成分指向所述近端垫块表面。

15. 根据权利要求 13 所述的试片位置感测和边缘夹持装置，其中

每个所述的近端和远端垫块表面的制造材料包括聚醚醚酮。

16. 根据权利要求 13 所述的试片位置感测和边缘夹持装置，其中所述的近端和远端垫块部分是连到所述末端执行器表面上的。

17. 根据权利要求 13 所述的试片位置感测和边缘夹持装置，其中所述的近端和远端垫块表面相对于所述末端执行器表面是倾斜的。

18. 根据权利要求 13 所述的试片位置感测和边缘夹持装置，其中所述近端垫块表面在相对于所述末端执行器表面的方向上是倾斜的。

19. 根据权利要求 13 所述的试片位置感测和边缘夹持装置，其中所述的光源和光接收器分别包括：一光源路径开口和一光接收器路径开口，它们彼此相对；且其中所述光源和所述光接收器与所述两个空间上分开的远端尖端间的可操作关联，使得不同的其中一个所述远端尖端包括所述光源路径开口和所述光接收器路径开口。

20. 根据权利要求 19 所述的试片位置感测和边缘夹持装置，其中所述光传播路径在所述的光源路径开口和光接收器路径开口之间形成一连续的直线路径。

21. 根据权利要求 19 所述的试片位置感测和边缘夹持装置，还包括：

第一和第二光传输介质通道，其从所述主体的近端延伸到所述远端；

一光源传输介质，其经过所述第一光传输介质通道，且结束于所述光源路径开口；及

一光接收器传输介质，其经过所述第二光传输介质通道，且结束于所述光接收器路径开口。

22. 根据权利要求 21 所述的试片位置感测和边缘夹持装置，其中所述的光源和光接收器传输介质包括光纤。

23. 根据权利要求 12 所述的试片位置感测和边缘夹持装置，其中在每个所述远端尖端处，所述远端垫块部分和所述远端挡块部分是关联的，而使得它们形成一整体结构。

24. 根据权利要求 12 所述的试片位置感测和边缘夹持装置，其中所述试片是由特定材料制造的；且每个所述远端垫块表面是由这样一种材料制造的：对所述特定的试片材料，该种材料将所述试片的周边被推压到形成于每个所述远端尖端的凹口中时所产生的污染限制在可接受的限度内。

25. 根据权利要求 24 所述的试片位置感测和边缘夹持装置，其中制造每个所述远端垫块表面的材料包括聚醚醚酮。

26. 根据权利要求 12 所述的试片位置感测和边缘夹持装置，其中所述主动接触机构的位置与所述主体的远端相比更接近于所述近端。

27. 根据权利要求 12 所述的试片位置感测和边缘夹持装置，其中所述主动接触机构包括一接触驱动器，其包括一偏压装置和一力施加装置，该偏压装置施加一偏置力以将所述主动接触机构推压至所述试片紧固位置，且该力施加装置选择性地克服所述偏置力以将所述主动接触机构推压至所述试片释放位置。

试片夹持机械手末端执行器

发明的领域

本发明涉及试片夹持的装置和方法，更具体地说，涉及一种夹持半导体晶片边缘的机械手末端执行器，它能极大地减少晶片背面的损伤和微粒污染。

发明的背景

集成电路是用半导体材料的晶片制成的。晶片通常装在盒内，盒中有许多间隔很小的槽，每条槽可放一片晶片。盒子通常运到加工站，再从盒中取出晶片，用预对准器按预定方位放置，或进行加工，并返回其他地方作进一步处理。

各种晶片夹持装置被用来将晶片放入盒中或从盒中取出并在各加工站之间运输。许多场合采用机械手，其刮勺形的端部插入盒中取出或放入晶片，机械手的端部称作末端执行器，末端执行器通常利用真空方法将晶片可松开地夹持在其上。末端执行器通常穿过二相邻晶片之间的间隙进入盒内并且夹住晶片背部将其从盒中取出，末端执行器必须很薄，刚性好，有很高的定位精度使适合插入盒内相隔很小的晶片之间并且不碰到它们，晶片加工后，机械手将晶片放回盒内。

不幸的是，在盒子、机械手、加工站，例如预对准器，之间传送晶片可能使晶片背部造成损坏并对盒内其它晶片造成污染，因为晶片的有意夹持及不经心的触及都可能碰出微粒，它会掉到并沉积在其他晶片上。晶片背部的损坏包括擦伤及晶片材料的金属污染和有机物污染，机械手以及用真空办法夹持晶片的预对准器能最大限度减少背部损伤和微粒的产生。甚至用真空压力夹持法或其他任何非边缘夹持法产生的极少微粒也足以污染装在盒内的相邻晶片。减少这种污染对保持晶片加工生产率尤为重要，况且转送的晶片可能会背部被擦伤或磨损，造成晶片的加工损坏。

因此需要一种试片夹持的末端执行器，能可靠迅速准确地转送半

导体晶片，同时最大限度地减少晶片的擦伤和微粒污染。

发明的概要

因此本发明的目的是提供一种试片夹持装置，它能最大限度地减少试片损坏和污染微粒的产生。

本发明的另一目的是提供一种半导体晶片的夹持装置，它能迅速准确地将半导体晶片在晶片盒和晶片加工站之间传送。

本发明的再一个目的是提供一种晶片夹持装置，它能对现有的机械手系统作改进。

本发明的机械手末端执行器迅速而干净地在晶片盒和加工站之间传送半导体晶片。末端执行器包括一个或一个以上的近端支承块和二个或二个以上的远端支承块，其上有垫块和挡块部分支托并夹持晶片的环形禁区，此禁区是从晶片周边向里延伸的区域。末端执行器还包括一个主动接触头，它可在收缩的晶片装载位置和伸出的晶片夹持位置之间移动，主动接触头是可移动的，以将晶片推至远端支承块，从而使晶片被夹持在边缘或禁区内，末端执行器可做成具有斜的支承块以实现晶片边缘接触。光学传感器可检测主动接触头处于收缩位置和伸出位置，即安全试片装载／夹持情况。

末端执行器一般是刮勺形的且其近端可有效地连接到机械手上。主动接触头位于近端，使末端执行器可以比有移动机构末端执行器更轻、更坚固、更薄，移动机构不能插进盒内相邻晶片的中间。没有移动机构还可使末端执行器在盒内几乎不产生污染。此外，将主动接触头定位在末端执行器的近端可确保它远离恶劣条件，如高温环境和液体。

真空压力驱动的活塞使主动接触头在收缩位置和伸出位置之间移动，在收缩位置时晶片被装载到末端执行器上而在伸出位置时晶片被夹持。第一实施例的活塞利用真空压力使主动接触头在两个极端位置之间运动；第二实施例的活塞用真空压力使主动接触头缩回并用弹簧使主动接触头伸出；第三实施例的活塞增加了上面提到光学传感器，用于检测试片的安全装载／夹持情况，即主动接触头的收缩位置和伸出位置。

末端执行器的另一实施例包括平的或斜的，狭窄的或弓形的支承块，晶片起初就装在其上。狭窄的和弓形的斜支承块有助于使晶片对中并夹持在主动接触头与远端支承块中间。弓形支承块更容易适应平的晶片的装夹。

末端执行器还包括光纤光透射传感器，用于精确确定晶片边缘和底面的位置。三个可选择的实施例是：将晶片的边缘和底面传感器设置在末端执行器的近端；将边缘传感器放置在末端执行器的近端而底面传感器设置在末端执行器的远端；以及将组合的边缘传感器和底面传感器设置在末端执行器的远端。在这三个实施例中，传感器都能提供给机械手有关伸出、升高和定位的数据，这些数据支撑着迅速准确地将晶片放到晶片传送台或加工室及及从其中取出晶片的方法，和将晶片放进存放在晶片盒中的许多间距很小的晶片中间和从中取出晶片的方法。此方法有效地防止末端执行器与盒中叠放的相邻晶片或停留在加工装置上的晶片发生意外接触，影响晶片干净可靠的夹持。

本发明的其他目的和优点从下述结合附图对优选实施例的详细说明中 7 就会明白。

附图的简单说明

图 1 是本发明末端执行器第一实施例的平面图，示出其插进半导体晶片盒中准备取出或放回晶片。

图 2 是图 1 中的末端执行器的侧视图，图中没有晶片盒，但示出插入存放在盒中三片间隔很小的晶片中间的末端执行器。

图 3 是本发明平支承块实施例的放大侧视图，示出接合晶片禁区的支承块。

图 4 是本发明斜支承块实例的放大例侧视图，示出牢固接合晶片周边的斜支承块。

图 5 是图 1 中的末端执行器和晶片的局部放大平面图，示出本发明第一实施例的末端执行器的晶片和主动接触头、晶片支承块、及晶片边缘与高度传感器之间的位置关系。

图 6A 及 6B 分别是图 5 中的边缘与高度传感器之一的侧视图和正视图，进一步放大以示出光纤光路与晶片的相对位置。

图 7 是本发明末端执行器的第二实施例的平面图，示出其夹持一半导体晶片并靠近晶体盒中的半导体晶片以便检测、取出或放回晶片。

图 8 是图 7 的末端执行器的侧向剖视图，示出主动接触头驱动机构夹持存放在晶片盒中间距很小的相邻晶片之间的一片晶片。

图 9 是安装在图 7 中的末端执行器远端的本发明远端弓形支承块实施例放大的等轴测图。

图 10 是图 7 中的末端执行器的端向透视图，示出本发明第二实施例末端执行器的主动接触头，弓形支承块，及晶片边缘与高度传感器之间的位置关系。

图 11 是图 7 中的末端执行器的底视图，示出本发明第二实施例末端执行器高度传感器光纤行走路线。

图 12 是本发明末端执行器第三实施例的局部剖开顶视图，示出晶片、位置感测主动接触头驱动机构，和近端支承块之间的位置关系。

图 13 是图 12 中的末端执行器的侧向剖视图，示出完全伸到晶片盒中存放的间隔很小的相邻晶片中间的位置感测主动接触头驱动机构。

图 14 是图 12 中的末端执行器平面全图，示出另一个晶片夹持和检测位置。

图 15A 和 15B 是本发明的机械手和末端执行器的平面图，示出用于检测到晶片边缘（为了清楚起见晶片尺寸缩小了）的经向距离的三个角位移位置。

图 16A 和 16B 分别是典型的双臂多杆机械手系统的侧视图和顶视图，本发明的末端执行器由此机械手装置伸出。

图 17 是操作杆图形侧视图，示出图 16A 及 16B 中机械手装置的杆件和组合的机械联动机构。

图 18 是操作杆图形的轴测图，示出图 16A 和 16B 中的机械手装置的机械联动机构的马达驱动连杆传递的旋转运动。

图 19A 为一简图，示出获得提供的控制信号所使用的空间关系及参数，图 19B 是图 16A 及 16B 中机械手装置的马达控制器的方块图。

优选实施例的详细说明

图 1 及 2 示出本发明第一例实例的刮勺形末端执行器 10，可用于将半导体晶片，如晶片 12（表示成透明的以便显示下面的结构），送回晶片盒 14 或从晶片盒 14 中取出。末端执行器 10 适合于接纳并牢固夹持晶片 12 并将它传送到盒 14 中或从盒中取出进行加工。图 2 所示的末端执行器 10 尤其适合从叠放在晶片盒 14 中的间隔很小的晶片中，如晶片 12、12A 和 12B 中，取出和放回。晶片直径小于 150mm 间隔节距通常是 4.76 mm(3/16 英寸);直径为 200 mm 的晶片通常间隔的节距为 6.35 mm（1 / 4 英寸）；300 mm 的晶片通常间隔的节距为 10 mm（0.394 英寸）。

末端执行器 10 可操作地连接于机械手 16 上（图上只示出其一部分），它可用众所周知的方法由程序定位。通常,末端执行器 10 伸进晶片盒 14 中取出位于晶片 12A 和 12B 之间的晶片 12。末端执行器 10 随后由机械手 16 微调定位并操纵夹持晶片 12 的周边 18，从盒 14 中取出晶片 12，再将晶片 12 送到加工站（未示）进行加工。必要时，末端执行器 10 可重新将晶片 12 插入盒 14 中，释放晶片 12 并从盒 14 中退出。

末端执行器 10 在近端 20 可操作地连接于机械手 16 并且伸展到远端 22。末端执行器 10 在近端 20 和远端 22 之间接纳晶片 12，它还包括至少二个，最好四个支承块，晶片 12 起初装载在这些支承块上。二个远端支承块 24 位于末端执行器 10 的远端 22 或其附近;且至少一个，最好两个近端支承块 26 位于近端，远端支承块 24 也可做成单一的弓形支承块，它的角范围大于“平的”支承块的长度，这长度通常是在半导体晶片上得到的晶体结构指示特性。位于两个近端支承块 26 中间的平面 27 只是作为一个例子。当然，晶片 12 的取向可以不同，因此周边 18 也被示出位于在两近端支承块 26 之间。

晶片 12 有一禁区 30（它的一部分用虚线表示）。半导体晶片有一环形禁区，即不活动部分，它从边缘 18 向里延伸 1 至 5 mm，并环绕晶片 12 一整圈。在 SEME 标准 M10298 第 18 和 19 页上，禁区 30 作为工业标准晶片的一部分称做边缘外形标准框。一般来说，末端执行器 10 任何部分都不可接触晶片 12 禁区 30 边界线以外部分，可以预见，将来的标准将只允许边缘接触，这是一种本发明很容易适应的要求。

两个支承块 24 之间的距离和两个支承块 26 之间的距离，它们的

角范围都大于晶片 12 上的任何部分，从而保证晶片 12 被夹持在禁区内。支承块 24 及 26 可用各种材料制造，但最好是聚醚醚酮（“peek”），这是英国 Victrex 公司生产的半晶质高温热塑塑料。支承块材料可以改变，以适应不同的工作环境，如高温场合。

图 3 示出一个平的远端支承块 24 平的实施例。该实施例更适合与直径小于 200 mm 左右的晶片很好地一起使用，但不限于此尺寸。远端支承块 24 包括垫块部分 32 和挡块部分 34。在平的实施例中，垫块部分 32 基本上平行于假想平面 36 伸展穿过晶片 12，而挡块部分 34 向晶片 12 倾斜，与平面垂线的夹角，即挡块角 38 最大约为 5°。作为一种选择，垫块部分 32 可以偏离晶片 12 相对于平面 36 倾斜最大约 3°。垫块部分 32 的长度 40 是禁区 30 深度的函数，但最好在 3 mm 左右。晶片 12 通常有圆形周边且与支承块 24 只在禁区 30 内接触。晶片 12 被推入垫块部分 32 和挡块部分 34 形成的夹角中而卡住。

图 4 示出斜的远端支承块 24 的实施例。该实施例更适合与其直径大于 200 mm（但不限于此）的晶片一起使用，远端支承块 24 包括斜垫块部分 42 和挡块部分 34。在这斜的实施侧中，斜垫块部分 42 偏离晶片 12 倾斜，其相对于平面 36 的角度，即支承块角 44 约为 3°，而挡块部分 34 向晶片 12 倾斜，挡块角 38 最大约 3°。斜垫块部分 42 的长度 40 是禁区 30 深度的函数，但最好是 3 mm。如前所述，晶片 12 通常有一大体上呈圆形的周边，，它与支承块 24 只在禁区 30 内接触，晶片 12 被推入垫块部分 42 和挡块部分 34 形成的夹角中而卡住。在这斜的实施例中，支承块 24 与晶片 12 的底面 46 基本不接触，此支承块实施例也只适合晶片边缘接触。

远端支承块 24 的平的和斜的实施例的高度 48 大体达到但不超出晶片 12 的顶面。

再看图 1，近端支承块 26 除了不需要挡块之外和远端支承块 24 相似，但其垫块部分的长度为长度 40 的二倍。

末端执行器 10 还包括主动接触头 50，它位于末端执行器 10 的近端 20 且在二近端支承块 26 之间。主动接触头 50 可在收缩的晶片装载位置（用虚线表示）和伸出的晶片夹持位置（用实线表示）之间运动。

主动接触头 50 可操作地与活塞 52 相连接，活塞 50 可在收缩位置

和伸出位置之间作往复运动。在第一实施例中，活塞 52 在缸筒 54 中作往复运动，且最好用真空压力使主动接触头 50 伸缩。主动接触头 50 由活塞杆 56 与活塞 52 连接，活塞杆 56 穿过气密垫 58 伸出。缸筒 54 成为末端执行器 10 中的真空室，被活塞 52 分成推动腔 60 和回复腔 62。推动腔 60 与真空压力源（未示）通过第一管道 64 气压连通，回复腔 62 与真空压力源通过第二管道 66 气压连通。真空压力通过推动腔 60 作用到活塞 52 的正面，使主动接触头 50 伸到晶片夹持位置并由可编程序控制器控制经回复腔 62 作用到活塞 52 的背面，使主动接触头 50 退回。真空压力源经机械手 16 中的回转真空连通槽（pool）输送到第一和第二管道。优选的回转真空连通池的详细说明见美国专利 5,741,113 号—可连续回转的多连杆的机械手机构，该专利已转让给本申请的受让人。

活塞 52 还包括环形凹槽 68，与活塞杆 56 中的通气孔（未示）气压相通。当活塞 52 处在行程极限时第一和第二管道 64 及 66 分别与在凹槽 68 相通位置的推动腔 60 和回复腔 62 连接。因此，第一和第二管道 64，66 的真空压力在活塞 52 处于行程极限位置时降低，从而向真空控制器提供信号，即主动接触头 50 完全伸出或缩回，实现晶片 12 的正常装载。

晶片 12 被装到末端执行器 10 上后，驱动主动接触头 50 将晶片 12 推向夹持位置。当主动接触头 50 伸出时将晶片 12 推向远端支承块 24，直至晶片 12 被主动接触头 50 和远端支承块 24 夹持在禁区 30 内。

近端支承块 26 相对于远端支承块 24 设置，最好使晶片 12 的平面 36 在夹持时平行于末端执行器 10。当近端和远端支承块 24 和 26 采用平的实施例时这样的安排容易实现。但当采用斜的实施例，则近端和远端支承块 24 和 26 要这样布置，使主动接触头 50 伸出且晶片被夹持时与垫块部分 42 的各点与晶片 12 的中心点 70 等距离。例如，当晶片 12 处于图 1 所示位置时，远端和近端支承块 24 和 26 的垫块部分在周边 18 的切点处接触晶片 12，因此，通过各垫块部分 42 中点的直线相交于晶片 12 的中心 70。

主动接触头 50 位于近端 20 使末端执行器 10 比具有移动机构的末端执行器更轻、更牢固和更薄，移动机构不能插入盒 14 中相邻晶片 12、

12A、和 12B 之间。没有移动机构还使末端执行器 10 几乎不在盒 14 中造成污染。此外，主动接触头 50 位于末端执行器 10 的近端 20 可确保主动接触头 50 远离严酷条件，如高温环境和液体。

相邻晶片 12、12A、12B 的间隔小，要求末端执行器 10 进入盒 14 时定位准确且可靠地夹住晶片而不会触及相邻晶片。

图 5、6A、和 6B 分别示出晶片边缘和高度传感器第一实施例的顶视图，侧视图和正视图，此传感器可精确提供晶片 12 相对于末端执行器 10 的位置数据（晶片 12 在图上是透明的以便显示下面的结构）。传感器装入第一和第二传感器室 80 和 82 中，它们一起构成三个光透视传感器，每个有一对光纤液 / 光接收器。

二个晶片边缘传感器按以下方式工作，第一和第二传感器室 80 和 82 各包括一根光源光纤 84 和一根光接收器光纤 86，在光源和光接收器中间形成 U 形开口可放进晶片 12 的周边 18。光纤 84 和 86 还有彼此面对的狭窄的光透射通道，用于检测有无晶片 12 的周边 18 存在。光纤 84 和 86 穿过套圈 92 延伸到光源 / 光接收器组件 94，该组件 94 安装在末端执行器 10 的合适位置，靠近机械手 16 的转动接头。光源 / 光接收器组件 94 用常规方法检测光纤 84 和 86 之间的光透射度，因而能精确检测二个光路孔 90 之间周边 18 的位置，当然，光纤 84 和 86 的相对位置可倒置。

下面说明一个高度传感器的工作，第一传感器室 80 包括光源光纤 96（用假想线表示），第二传感器室 82 还包括光接收器光纤 98（用假想线表示）， 光纤 96 和 98 在其之间形成宽的开口，可沿晶片 12 底面弦线 100 瞄准。光纤 96 和 98 还有互相面对的光路孔 102，它们形成一条狭摘的光透射通道 104，用于检测有无晶片 12 底面的弦线 100，光纤 96 和 98 穿过套圈 106 延伸到光源 / 光接收器组件 94，光源 / 光接收器组件 94 可用常规方法检测光纤 96 和 98 之间的光透射度，从而精确地检测二光路孔 102 之间的底面弦线 100 的位置。当然，光纤 96 和 98 相对位置可倒置。

二个光路孔 102 互相隔开的距离如果大于平面 27 的长度则可测到平面 27。如果二光路孔 102 之间检测到底面弦线 100 则平面 27 是存在的，但一对光路孔 90 的一个检测不到周边 18。

末端执行器 10 进入已知直径，例如 250mm，的晶片 12 的方法参考图 2，5，6A，6B 在下面加以说明。

主动接触头 50 位于其收缩位置。

末端执行器 10 沿 X 方向插进盒 14，例如插入晶片 12 和 12B 之间，直到有一对或一对以上光路孔 90 检测到周边 18。

与机械手 16 相连的控制器（未示）记录检测到周边 18 时机械手 16 的伸出量，但不计任何检测到的平面。

末端执行器 100 沿-X 轴退回一定距离，使晶片 12 和边缘探测器有足够间隙。

机械手 16 沿 Z 向运动，直到检测到晶片 12 的底面弦线 100。

控制器记录晶片 12 的底面的 Z 向高度。

控制器计算在 Z 向高度低于晶片 12 的底面时要进入盒 14 中所需的 X 向距离，因此远端和近端支承块 24 和 26 越过晶片 12 和 12B。

控制器还计算：

1)远端支承块 24 相对于光透射通道 104 的径向距离偏差和高度距离偏差，及

2)检测到周边 18 后末端执行器 10 收缩的径向距离。

控制器使末端执行器 10 沿 X 向移动进入盒 14 并沿 Z 向升高使放置的垫块 24 和 26 接触晶片 12。

驱动主动接触头 90 使晶片 12 被推进远端支承块 24 的垫块和挡块部分 32 和 34 的夹角内，从而卡住晶片 12。

末端执行器将晶片 12 沿-X 方向从盒 14 中撤回。

图 7 和 8 示出本发明刮勺式末端执行器 110 的第二实施例，它可用于将半导体晶片，如晶片 12（在图上是透明的，以便显示下面的结构）传送到晶片盒 14 中（本视图中未示出）和从盒 14 中取出。末端执行器 110 和末端执行器 10 相似，但它还适于检测存放在晶片盒 14 的晶片底面而不必伸进盒内。图 8 示出的末端执行器 110 特别适合于从存放在晶片盒 14 中间隔很小的晶片中，如晶片 12，12A 和 12B 中取出和放回晶片 12。

末端执行器 110 可有效地连接到机械手 16 上。通常，末端执行器 110 在进入晶片盒 14 从晶片 12A 和 12B 中间取出晶片 12 之前检测晶

片 12 的底面。末端执行器 110 然后由机械手 16 精确定位并夹持晶片 12 的周边 18，将晶片 12 从盒 14 中取出，再传送给加工站（未示）进行加工。需要时末端执行器 110 然后重新将晶片 12 插入 14 盒中，释放晶片 12 并自已从盒 14 中撤出。

末端执行器 110 可在近端 120 有效地连接于机械手 16 并伸展到远端 112。末端执行器 110 在近端 120 和远端 122 之间接纳晶片 12，它最好包括至少二个，最好四个弓形支承块，晶片 12 开始就装载在支承块上。二个远端弓形支承块 124 位于末端执行器 110 的远端 122，或与其接近；至少 1 个，最好 2 个近端弓形支承块 126 位于靠近近端 120。远端和近端弓形支承块 124 和 126 的角范围大于平面 27，图上所示平面 27 位于二个近端支承块的中间只是为了举例。当然晶片 12 也可与所示的有不同取向。

弓形支承块 124 和 126，无论它们是如图所示分开的还是合併成单一支承块，其角度范围都大于晶片 12 上的任何部分，从而保证晶片 12 足够夹牢，无论其是否是平的，并且只夹在禁区 30 内。和支承块 24 和 26 一样，支承块 124 及 126 可用不同材料制造，但最好是 peek。

图 9 示出的远端弓形支承块 124 的实施例可适用平的或非平的晶片。远端弓形支承块 124 包括斜垫块部分 132 和挡块部分 134。再参看图 4，斜垫块部分 132 偏离晶片 12 倾斜，相对于平面 36 的支承块角 44 约为 3°，挡块部分 136 也向晶片 12 倾斜，挡块角 38 最大约为 3°。斜垫块部分 132 的长度 140 是禁区 30 深度的函数，但最好长 3mm 左右。如前所述，晶片 12 通常有园形周边且以晶片边缘触点与弓形支承块 124 接触(同时必定只在禁区 30 内)。当然，周边不必是园的。晶片 12 通过压入斜垫块部分 132 和挡块部分 134 的夹角中而被卡住。

远端弓形支承块 124 的高度 148 大体达到但不超出晶片 12 的顶面。

再参看图 7，近端弓形支承块 126 与远端弓形支承块 124 相似，但其支承块 126 不必需要有挡块部分且其垫块部分的长度为长度 140 的二倍左右。

末端执行器 110 还包括主动接触头 150，它位于末端执行器 110 的近端 120 且在二个近端弓形支承块 126 的中间。主动接触头 150 可在收缩的晶片装载位置(未示)和伸出的晶片夹持位置(示出)之间移

动。

再参看图 8，图 8 示出第二实施例的主动接触头驱动机构 151 和末端执行器 110 一起使用。主动接触头 150 与活塞 152 有效地连接，活塞 152 在收缩和伸出位置之间作往复运动。在本实施例中，活塞 152 在缸筒 154 内作往复运动并由弹簧 155 推动使主动接触头 150 伸出，而由真空压力使主动接触头 150 收缩。主动接触头 150 用活塞杆 156 与活塞 152 相连，活塞杆 156 穿过环形气密密封垫 158 伸出。缸筒 154 有一个端盖板 159，它构成真空室 160 的一个壁，另一壁是由可移动的活塞 152 构成的。真空室 160 与真空压力源(未示)通过真空供应管 162 和真空通道 164 气压相通。弹簧 155 压向活塞 152 的正面，使主动接触头 150 伸到晶片夹持位置而真空压力经真空室 160 作用到活塞 152 的正面，克服弹簧作用力使主动接触头 150 回到晶片释放位置。

在第二实施例中，主动接触头 150 仅由弹簧 155 的力推向晶片 12。弹簧 155 支撑在活塞 152 的凹腔 160 和端盖板 159 之间。真空压力源经旋转真空连通密封件或机械手 16 中的套管通到真空通道 164。

执行机构 151 还包括与大气相通的通气管 168，使活塞 152 在缸筒 154 中作自由运动，通气管 168 与真空压力源不连通。驱动机构 151 用环绕端盖板 159 和真空引入管 162 四周的 O 型密封圈 170，以及环绕活塞 152 的环形动密封件 172 形成真空密封。O 型减震密封环 174 固定到活塞 152 的正面，吸收活塞 152 到达行程极限时可能产生的接触冲击。

晶片 12 装载到末端执行器 110 上后，使主动接触头 150 动作，将晶片 12 移动到其夹持位置。当主动接触头 150 受弹簧 155 的作用而伸出时，将晶片 12 推向远端弓形支承块 124，直到晶片 12 在晶片边缘触点(及禁区 30 内)被主动接触头 150 和远端弓形支承块 124 夹持。主动接触头 150 包括向里倾斜的工作面 176，它将晶片 12 推向近端弓形支承块 126，从而牢固地夹持晶片 12 的周边。

近端弓形支承块 126 布置在与远端弓形支承块 124 相对的位置，因此在夹持时晶片 12 时，晶片 12 的平面最好平行于末端执行器 110。

和末端执行器 10 的情况相似，主动接触头 150 位置靠近近端 120 使末端执行器 110 可以比有移动机构的末端执行器更轻、更牢固、更

薄，移动机构是不能伸进盒 14 中相邻晶片 12、12A 和 12B 中间的。在末端执行器 110 近端和远端之间无移动机构还可使末端执行器 110 几乎不在盒 14 内产生污染。此外，与由二条真空管路驱动的末端执行器 10 不同，末端执行器 100 只需一条真空管路即可操作。当然，末端执行器 10 上可装上驱动机构 151。

相邻晶片 12、12A 和 12B 的间距很小，需要末端执行器 110 精确以进入盒 14 内并可靠地夹持晶片而不碰及相邻晶片。

图 7、10、11 示出第二实施例的晶片边缘和高度传感器的顶视图、侧视图和底视图。该传感器能提供晶片 12 相对于末端执行器 110 的精确定位数据。晶片边缘传感器装在第一和第二传感器室 180、182 内，各有一对光纤光源/光接收器，可在各室中形成一个光透射传感器。高度传感器装在末端执行器 110 的远端 122。

二个晶片边缘传感器按下述方式工作。第一和第二传感器室 180 和 182 各有光源光纤 84 和光接收器光纤 86，与末端执行器 10 一样，在它们之间有一条 U 形开口 88，可放进晶片 12 的周边 18。如前所述，光纤 84 和 86 有相互面对面的光路通孔，它们形成一条狭窄的光透射通道，用于检测有无晶片 12 的周边 18 存在。这二个晶片边缘传感器分开的距离 183 大于平面 27 的长度，因此，二个晶片边缘传感器只有一个检测晶片 12 的周边 18 时也能检测到平晶片。当然，检测平面 27 时晶片 12 在盒 14 中必须正确定向。

高度传感器按下述方式工作。和第一实施例不同，其第一和第二传感器室 180 和 182 中不包括光源光纤 96 和光接收器光纤 98。相反，在本实施例中，光源光纤 96 通过形成在末端执行器 110 底面的第一通道 184 且设置在近端 120 和在末端执行器 110 的远端 122 附近的第一远端尖端 188 之间。这样，光接收器光纤 98 穿过形成在末端执行器 110 的底面中的第二通道 186 并在近端 120 和末端执行器 110 远端 122 附件的第二远端尖端 190 之间布置。远端尖端 188 和 190 在凹口 191 两边相隔较宽，凹口 191 成了某些处理设备，如晶片预对准器的释放区（relief region）。

光纤 96 和 98 终止在远端尖端 188 和 190 上形成的彼此相对的光路孔 192、194 处。光纤 96 和 98 在它们之间形成一条宽的开口，可瞄

准晶片 12A 底面弦线 200。互相面对的光路孔 192 和 194 形成一条狭窄的光透射通道 202，用于检测晶片 12A 底面有无弦线 200。在末端执行器 110 中，光透射通道 202 伸过远端 122 之外，因此首先接触晶片 12，进一步提供检测遮断物的能力。如前所述，光源/光接收器组件 94 用传统方法可测光纤 96 和 98 之间的光透射度，因而能精确检测光路孔 192 和 194 之间底面弦线 200 的位置。当然，光纤 96 和 98 的相互位置可以倒过来。

下面将参看图 7、8、10 来说明末端执行器 110 进入盒内间隔很小的晶片中预定晶片的方法。

主动接触头 150 处于其收缩位置

末端执行器 110 沿 X 方向移向盒 14，直到尖端 188 和 190 靠近但不触及盒 14 中任何一片预定位置的晶片 12。

末端执行器 110 然后沿 Z 向扫描，使光透射通道 202 与盒 14 中的任何晶片底面弦线 200 相交，此外还检测从盒 14 伸向末端执行器 110 的任何遮断物。

控制器(未示)记录检测到的任何晶片和被检测遮断物底面的 Z 向高度。

为了接近预定晶片，机械手 16 移动到例如晶片 12A 计算得到的 Z 向高度，同时为末端执行器在相邻晶片之间留出间隙。

执行下列选择的操作：

末端执行器 110 可选择地沿 X 向移向盒 14，直到尖端 188 和 190 靠近但不触及晶片 12A，在此位置上光透射通道 202 应靠近晶片 12 的底面弦线 200；

机械手 16 可选择地沿 Z 向移动，直到检测到晶片 12A 的底面弦线 200；

控制器可选择地验证预先测到的晶片 12A 底面的 Z 向高度；及

机械手 16 可选择地沿-Z 方向移动，为在相邻晶片间的末端执行器 110 提供间隙。

末端执行器 110 沿 X 向插入盒 14 中相邻晶片之间，直到至少有一个晶片边缘传感器测到周边 18。

控制器将末端执行器 10 沿 Z 向移动到计算得到的高度，使支承垫

块 124 和 126 触及晶片 12A。

驱动主动接触头 150 使之推动晶片 12A 进入远端弓形支承块 124 的垫块部分 132 和挡块部分 134 之间的夹角内，从而卡住晶片 12A(在图 7 中，夹住的晶片是晶片 12)。

末端执行器 110 沿-X 方向从盒 14 中取出晶片 12A。

末端执行器 110 在 Z 向断面很薄，以及准确的晶片位置的检测，因而能干净利落地快速可靠地移动盒中间隔很小的晶片。

图 12、13 和 14 示出本发明第三实施例的优选叉形末端执行器 210，用于将半导体晶片，如晶片 12(在图上是透明的，以便显示下面的结构)，运送给晶片盒 14(图中未示)或从盒中取出。末端执行器 210 与末端执行器 10、110 相似，但还包括位置感测主动接触头驱动机构 212，却没有近端边缘和高度传感器。末端执行器 210 而是应用远端传感器 214 来完成晶片的各种测量。远端传感器 214 的实现方法类似于高度传感器，产生如图 7 和 10 中所示的光透射通道 202。

图 13 示出的末端执行器 210 特别适合图中所示从叠在晶片盒 14 中间隔很小的晶片中，如晶片 12、12A 和 12B 中取出和放回晶片。

图 14 示出的末端执行器 210 在近端 216 与机械手 16 有效连接并延伸到叉形远端 218 和 220，末端执行器 210 在近端 216 和叉形远端 218 和 220 之间接纳晶片 12，且较好至少有 2 个，最好 4 个弓形支承块，晶片 12 开始就装载在这些支承块上。远端弓形支承块 124 位于或者靠近叉形远端 218 和 220，且至少有一个，最好二个弓形支承块 126 位于靠近近端 216。末端执行器 210 也包括主动接触头 222，它位于末端执行器 210 的近端 216 处且在二个近端弓形支承块 126 之间。

参看图 12 和 13，位置感测主动接触头驱动机构 212 是主动接触头驱动机构的第三实施例。与第二实施例一样，主动接触头 222 可有效地连接活塞 152，在全缩、全伸及中间位置之间作往复运动。活塞 152 在缸筒 154 内移动，且被弹簧(图 8)推动使主动接触头 222 伸出并由真空压力使主动接触头 222 缩回。主动接触头 222 由活塞杆 156 连接到活塞 152 上，活塞杆 156 穿过环形气密垫 158。缸筒 154 包括端盖板 159，它成为真空室 160 的一个壁。真空室 160 的另一壁是可移动的活塞 152。真空室 160 通过真空供给管 162 和真空管路 164 与真空压力源

(未示)气压连通。弹簧加压到活塞 152 的正面，使主动接触头 222 伸到晶片夹持及全伸位置，而真空压力则通过真空室 160 作用到活塞 152 的正面，克服弹力并使主动接触头退回到晶片释放和全缩位置。

驱动机构 212 还包括和大气相通的通气孔 168，使活塞 152 可在与真空压力源不通的缸筒 154 内自由运动。执行机构 212 实现真空密封靠环绕在端盖板 159 和真空连接管 162 四周的 O 型环 170，并靠环绕活塞 152 的环形移动密封件。

与第一及第二实施例不同，执行机构 212 还包括位置指示轴 224，该轴与活塞 152 连接并沿轴向穿过环形密封 222 伸进端盖板 159 中，一对遮光器开关 228 和 230 安装到电路板 232 上。电路板 232 正好在端盖板 159 后面，因此根据指示轴 224 的位置，在各自遮光器开关 228 和 230 内它能遮断一对光束 234 和 236。

遮光器开关 228 和 230 检测主动接触头 222 处于收缩位置区、可靠夹持操作区和伸出位置区的相应位置(图 12 和 13 示出的主动接触头 222 处于全伸位置)。

收缩位置区确保晶片 12 未被夹持，并在位置指示轴 224 遮断光束 234 和 236 时检测到。

安全夹持操作位置区是主动接触头 222 的位置范围，在该范围内进行晶片的装载，夹持或卸载操作，当位置指示轴 224 遮断光束 236 但未遮断光束 234 时检测到此区域。此外，当主动接触头 222 伸出并停在安全夹持操作区时表明晶片夹持正常。

伸出位置区是主动接触头 222 的位置范围，在该范围内晶片 12 未被夹持，在位置指示轴 224 既未遮断光束 234 又不遮断光束 236 时测得此区域。

遮光器开关 228 和 230 与上述控制器作电气连接，控制器与真空压力源共同作用驱动活塞 152，脉冲或压力调节真空压力大小，从而控制主动接触头 222 的位置，当然，其它形式的可控驱动力也能用于定位主动接触头 222。

在一个工作实例中，主动接触头 222 移动到安全夹持操作区，晶片 12 被装载到末端执行器 210 中。晶片 12 装好后，驱动主动接触头 222 使晶片 12 移动到其被夹持位置。当触头 150 伸出时，将晶片 12

推到远端弓形支承块 124 的斜垫块部分 132 上面直到晶片 12 被卡住。必须检测到主动接触头 222 处于安全夹持操作区，保证晶片 12 被正确夹持。

当位置指示轴 224 遮断二条光束 234 和 236 时，主动接触头 222 便退回到收缩位置区，晶片 12 便被释放，当晶片 12 被释放时，它便滑回到远端支承块 124 的斜垫块部分 132 上，因此在晶片 12 和挡块部分 134 之间有足够间隙，为了沿 Z 轴安全移动并撤回末端执行器 216。

图 14 示出末端执行器的第三实施例的顶视图。图中末端执行器 10 和 110 的晶片边缘传感器已经撤走。末端执行器 210 的远端传感器 214 装在叉形远端 218 和 220 内。远端传感器 214 按下述方式工作，光源的光纤穿过形成在末端执行器 210 底面内的第一通道 238(用假想线表示)并在近端 216 和叉形远端 218 之间伸展。同样，光接收器光纤通过形成在末端执行器 210 底面内的第二通道 240(用假想线表示)并在近端 216 和叉形远端 220 之间伸展，叉形远端 218 和 220 在凹口 242 两边离得较开，成为某些形式处理设备，如预对准器的释放区。

光导纤维终止在叉形远端 218 和 220 中形成的相互面对的二个光通路孔(未示)处。光纤在它们之间形成一个宽的凹口，可检查晶片周边或底面弦线。彼此面对的光路孔形成一条狭窄的光透射通道 224，用于检测有无晶片周边或底面弦线存在。光透射通道 224 伸展到将会首先接触晶片的叉形远端 218 和 220 以外，因而具有检测遮断物的能力。如前所述，光源/光接收器组件 94 能用常规方法检测光纤间的光透射度，因而能检测遮断光透射通道 224 的任何物体。

末端执行器 210 采用远端传感器 214 来进行晶片周边及/或顶面和底面弦线的检测，从而完成与晶片有关的各种操作，包括：确定盒内有无晶片、盒中 Z 轴的位置、从盒中伸出量、在盒内倾角；确定晶片回转中心、厚度、晶片之间中心至中心的距离、机械手旋转轴；并验证末端执行器质心位置。晶片检测操作可参照末端执行器 210 的光透射通道 244 说明如下，但也可用末端执行器 110 的光透射通道 202 完成。

图 14 示出三个可选择的晶片位置。所示晶片 12(以假想线表示)被末端执行器 210 夹持，所示晶片 12A(用实线表示)处于晶片边缘检测

位置，所示晶片 12B(用假想线表示)处于晶片弦线检测位置。

检测晶片 12B 凸出盒子(未示)的量，需要逐步将机械手沿 Z 轴作上下运动(扫描)并使末端执行器 210 在每次扫描开始时沿 X 轴移动，直到检测到凸出的晶片，如晶片 12B，以前的机械手系统通常利用专门的凸出物传感器。任何凸出的晶片要移回到其正常位置，如晶片 12A 所示位置。当所有晶片处于正常位置时，最后一次扫描确定盒内晶片的 Z 轴位置，机械手 16 沿 X 和 Z 轴的运动最好用微调方式完成。

当光透射通道 244 被遮断后，表明检测到晶片 12B 的存在。末端执行器 210 确定晶片 12B 的顶面和底面的位置的方法是，沿 Z 轴下移，直到晶片 12B 的顶面弦线遮断光透射通道 244。末端执行器 210 继续向下移动到光透射通道 244 恢复，此时表明测得晶片 12B 的底面弦线。末端执行器 210 于是移动到光透射通道遮断和恢复的 Z 轴中点，这一 Z 轴位置表示晶片 12B 厚度的中点。在保持这一 Z 轴位置的同时，末端执行器 210 沿 X 轴方向缩回，直到光透射通道 244 恢复，表明晶片周边 18 已测到。所示晶片 12A 即此位置。

当末端执行器 210 处于晶片 12A 所代表的边缘检测位置并且由于晶片 12A 的半径是已知的，与机械手 16 相连的控制器及位置编码器可确定晶片 12A 的 X 轴或到中心 246 的径向距离以及为提供晶片 12A 的底面与末端执行器 210 之间的间隙所需的 Z 轴下行距离。知道间隙对于将晶片放入盒内及从盒中取出是必需的，因为晶片未必平行于末端执行器 210 并且盒内相邻晶片的间距可能很小。

末端执行器 210 还包括可控的仰转角（supination）248，这是相对于 Y 轴末端执行器绕 X 轴的倾角。水平放置在盒内的晶片的主平面倾角通常是 0°，这与末端执行器 210 的仰转角 248 应当配合。但为了减少晶片表面的污染，晶片常常垂直放在盒内。由于盒的存放槽的宽度大于晶片厚度，因此允许晶片有一不定的倾角，所以用下述方法来确定仰转角 248 是否等于晶片的倾角。此法中晶片处于水平方向只是作为例子。

末端执行器 210 的仰转角 248 调整到 0° 。

机械手 16 将末端执行器 210 沿 X 轴方向移动，使光透射通道 244 与晶片 12B 的弦线相交。

机械手 16 将末端执行器 210 沿 Z 轴方向上下移动，同时使其仰转角 248 来回摆动，直到推断出晶片 12B 的最小厚度为止。

最小厚度表示末端执行器 210 与晶片都在同一基准面中，因此仰转角 248 基本上等于晶片 12B 的倾角。

机械手系统可装备二个末端执行器或多个手臂(见图 16A 及 16B 的双臂机械手)，上述控制仰转角的方法可推广到多个末端执行器系统。这时，以一个晶片作为基准，求出它们之间 X，Y，Z 的尺寸偏差。

参看图 15A 和 15B，由于在盒内或预对准器(未示)上晶片 12 位置有一定的不确定性，光透射通道 244 也被用来校准机械手 16 和末端执行器 210。如图 15B 所示，当晶片 12 的中心 252，末端执行器 210 上的主动接触头 222(作为目标物)及机械手 16 的肩轴线 260 在一直线上时便达到对准目的。对准时最好应用柱面坐标系，其中 r 轴从肩轴线 260 径向伸出，θ 轴绕轴肩轴线 260 旋转一角度伸出，Z 轴则与肩轴线 260 共轴。

完成对准操作需要求出机械手 16 的肩轴线 260 与晶片 12 的周边 18 最接近点之间的最小径向距离 r_{min}(为了说明清楚起见，图上晶片缩小了)。这与求肩轴线 260 与切向检测周边 18 的光透射通道 244 之间的最大伸出距离 r_{EXT} 方法一样。伸出距离 r_{EXT} 可由控制机械手 16 的系统读出和调节。

图 15A 示出位于第一和第二角位移位置的机械手 16 和末端执行器 210，它们分别用实线和虚线表示。对准操作开始时，将机械手 16 从晶片中心 252 及轴肩轴线 260 联线移动一 θ_1 角到第一角位移位置。

机械手 16 在 r 轴方向伸展并在 Z 轴方向扫描，因此光透射通道 244 可测到晶片 12。

机械手 16 随后沿 r 轴方向收缩，检测晶片的周边 18 并读出第一伸出距离 r_{EXT1}。

将机械手 16 从晶片中心 252 及肩轴线 260 的联线移动一 θ_2 角到第二角位移位置。

机械手 16 沿 r 方向伸出并沿 Z 轴方向扫描，这样光透射通道 244 可测到晶片 12。

机械手 16 沿 r 方向缩回，检测周边 18 并读出第二伸出距离 r_{EXT2}。

重复上述旋转和边缘探测步骤，直到求得肩轴线 260 至周边 18 的最大距离，图 15B 示出这一对准位置。

另一方面，若已知任何二个伸出距离，可通过计算求得对准位置，并将其储存在控制器中供以后使用。例如，对位移角 θ 而言，对应的伸出距离 r_{EXT} 已知，因此特定的位移角 θ 可用余弦定理算出伸出距离 r_{EXT} 等于 r_{min}。当然，对准位置也可手工调节并存储在控制器中供将来使用。

图 15B 示出处于对准位置的机械手 16 和末端执行器 210，从该位置开始，机械手控制器进行以下运动操作以取出晶片 12。

控制器操作完成末端执行器 210 的质心 262 沿通过肩轴线 260 和晶片中心 252 的连接假想线移动，直到质心 262 和晶片中心 252 重合，要求的 r 轴移动距离叫做偏移距离，其计算方法如下：

r 轴在光透射通道 244 和远端支承块 124 之间的距离是制造末端执行器 210 时确定的预定距离 264。

同样，晶片 12 的直径 266 也是预定的。

因此，偏移距离是距离 264 与直径 266 之和。

假设控制器已经根据上述扫描和检测操作使末端执行器 210 运动，使凸出的晶片定位并放回，确定晶片的顶面和底面的 Z 轴位置及周边 18 的 r 轴位置，确定晶片的倾角并移动到与所选晶片 12 对中的位置。

末端执行器 210 移动到能穿过所选晶片 12 的底面与任何相邻晶片顶面的 Z 轴位置。

末端执行器 210 沿 r 轴方向移动偏移距离。

末端执行 210 沿 Z 轴移动，使近端支承块 126(图 14)和远端支承块 124 能触及晶片 12。

使主动接触头 222(图 14)活动以移动晶片周边 18 到远端支承块 124 的夹角中，从而边缘夹持晶片 12。

末端执行器 210 沿 r 轴方向移动，从而取出晶片 12。

上述的距离和对准的确定是在没有任何以前的机械手和末端执行器要求的夹紧装置的情况下完成的，如果应用多个末端执行器 210，则可重复进行上述步骤，同时确定任何 Z 轴距离或它们之间的高度差。

参看图 5，应当注意到，在室 80 和 82 内的 U 形边缘检测传感器检测不平的 300mm 晶片的某些参数是很有用的。例如，当晶片装在盒内或末端执行器位于晶片下面时，边缘检测传感器可用于确定机械手肩轴线与晶片中心的中心距。当然，U 形开口 88(图 6A)的 Z 轴尺寸存在一个潜在的空隙问题。

再参看图 15A 和 15B，光透射通道 244 还可结合末端执行器 210 的仰转能力来确定末端执行器 210 的质心 262 是否与晶片 12B 的中心 252 及机械手 16 的肩轴线轴向对齐。理论上，质心 262 与被夹持晶片的中心共轴且在肩轴线 260 与晶片 12 的中心 252 的假想延长线上。但制造误差和产生光透射通道 244 的部件的定位可能使质心 262 的计算位置偏离仰转转角。确定质心 262 是偏离还是重合需要进行上述对准操作，使末端执行器 210 转动一个 180° 的仰转角 248(图 14)，并且重复做对准操作。如果质心偏移，则计算的调整量在仰转轴的相反侧呈镜象关系，将二次计算调整量加以平均即可求出质心 262 的正确位置。

上面几个实施例只是为了举例说明本发明的原理。业内人士还可作不少体现本发明原理的修改和变更，因而这种修改和变更仍在本发明实质范围内。

例如，业内人士明白，活塞可由其他动力能源驱动，如脉冲螺线管，它可使活塞在夹持晶片 12 时放慢速度。电信号也可驱动和控制活塞的定位。活塞也可用液压操作和监控，如在末端执行器浸在液体中的应用场合。

末端执行器可以开叉，或有切口，或做成可避开障碍物（如预对准器的轴套）的形状。末端执行器可由非机械手的其它装置带动，如 X－Y 工作台，及其它有二个或二个以上自由度的定位器。此外，末端执行器可用于夹持非半导体晶片的其他试样，如液晶显示器的显示屏、光盘、计算机存储盘，这些都可存放在不同于上述盒子的载体中。

传感器最好用发光二极管和激光二极管发出的激光束，但也可用白炽的、红外的或其它辐射源。

支承块的夹角最好是锐角，但本发明可以包括靠重力将试样夹持到末端执行器的实施例，这种情况夹角可以是小于 180° 的钝角。

图 16A、16B 和图 17、18 示出一种多连杆机械手系统 308，其上

可装末端执行器 210，图 19A 和 19B 结合机械手位移的数学表达式介绍说明机械手定位机构 308 的一个例子，说明与上述各种晶片检测量相关参数计算所必需的线位移和角位的控制。美国专利 5,765,444 号有这种机械手系统结构和操作的详细说明。

图 16A，16B 分别是安装在支承台 309 顶面且穿过其中孔口的双臂多连杆机械手系统 308 的侧视图和顶视图。参看图 16A 和 16B，二个同样的但单独控制的三连杆机械手机构 310L 和 310R 可转动地安装在主杆 311 的相对二端。主杆 311 安装在主壳体 312 的顶面，可绕主心轴或主杆轴 313 转动。由于它们彼此为镜像，因此机械手机构 310L 和 310R 的所有部件都对应且用同样数字表示，再分别加上尾标 L 和 R。因此，下面只讨论机械手机构 310R 的结构和操作，当然同样适用于机械手机构 310L。

机械手机构 310R 包括固定在园柱形垫圈 315R 顶面的上臂 314R，它定位在主连杆 311 的右端并可绕轴肩轴线 316R 转动。园柱形垫圈 315R 可安装电动机和机械手机构的某些部件，下面将对此说明。上臂 314R 的远端 318R 固定前臂 322R 的近端 320R，前臂 322R 可绕肘部的轴线 324R 转动，前臂 322R 有一远端 326R，其上安装有末端执行器，也即手 210R 的近端 328R，手 210R 可绕腕轴轴线 322R 转动。手 210R 在其远端 334R 装有流体压力出口管 336R，它在进口 338 处将供给机械手机构 310R 的真空压力送到真空管道 164，以便在手 210R 的适当位置上夹持半导体晶片 12、光盘或其它适用的试片(未示)。正如下面要详述的，上臂 314R，前臂 322R 及手 210R 都能连续绕各自的肩轴线 316R，肘部轴线 324R 和腕轴轴线 332R 转动。

图 17 示出机械手机构 310R 的连杆元件及相关的机械联动机构。参看图 17，机械手机构 310R 由第一和第二同轴电动机 350R 和 352R 定位，同轴电动机由马达控制器 354 提供的指令操作(图 19A 和 19B)。第一电动机 350R 使前臂 322R 绕肘部轴线 324R 转动，第二电动机 352R 使上臂 314R 绕肩轴线 316R 转动。

更具体地说，第一电动机 350R 转动前臂的转轴 356R，转轴 356R 穿过上臂 314R 中的孔伸出，并且其上端部是上臂的皮带轮 358R，上臂 314R 的远端 318R 向上伸出一根立柱 360R，穿过轴承 362R 的中心，

轴承 362R 安装在前臂 322R 的近端 320R 的底面 364R。立柱 360R 还穿过前臂 322R 中的孔伸出并且其上端部是前臂的皮带轮 366R。环形皮带 368R 连接上臂皮带轮 358R 和轴承 362R 的外表面，随着第一电动机 350R 的转动使前臂 322R 绕肘部轴线 324R 转动。

第二电动机 352R 使安装在上臂 314R 底面 382R 的上臂转轴 380R 转动，从而带动上臂 314R 绕轴肩轴线 316R 转动。第一和第二电动机 350R 和 352R 协同运转，再配合下述的机械联动机构，使手 210R 绕肩轴线 316R 转动。立柱 384R 往上穿过安装到手 210R 底面 388R 的轴承 386R 的中心伸出。环形皮带 390R 连接前臂皮带轮 366R 和轴承 386R 的外表面，随着电动机 350R 和 352R 的协同转动使手 210R 绕轴肩轴线 316R 转动。

连接上臂 314R 和前臂 322R 的机械联动机构分成主动连接件和被动连接件。主动连接件包括皮带 368R，它连接上臂皮带轮 358R 和轴承 362R 的外表面，使前臂 322R 随第一电动机 350R 的转动而转动。被动连接件包括皮带 390R，它连接前臂皮带轮 366R 和轴承 386R 的外表面，使手 210R 随前臂 322R 绕肘部轴线 324R 的转动而转动，手 210R 的转动是由主动和被动连接件之间复杂的相互作用造成的，而上臂 314R 的转动是第二电动机 352R 的转动引起的。

第三电动机，即主杆电动机 392，能使安装在主连杆 311 底面的主连杆转轴 394 转动，机械手机构 310R 可旋转地装在其上。主环支承轴承组件 398，转轴 394 环绕承轴承组件 398 旋转，电动机 392 能绕中心轴线 313 连续转动 360°，因而与机械手机构 310R 共同将手 210R 沿不规则路线移动到手 210R 可到达范围内的任何地点。

马达控制器 54(图 19A 和 19B)控制电动机 350R 和 352R 处于二个优选的工作状态，使机械手机构 310R 能完成二个主要运动程序。第一运动程序改变手 210R 的伸展或径向位置，第二运动程序改变手 210R 相对于肩轴线 316R 的角位置。图 18 是表达这二种运动的有用的图。

参看图 17 和 18，在第一中工作状态，马达控制器 354 使第一电动机 350R 保持前臂转轴 356R 的位置不变而使第二电动机 352R 转动上臂转轴 380R。第一电动机 350R 不转动使上臂皮带轮 358R 位置不变，第二电动机 352R 引起的上臂转轴 380R 的转动使上臂 314R 绕肩轴线

316R 转动，从而引起前臂 322R 绕肘轴线 324 的转动和手 210R 绕腕轴轴线 322R 的反向转动。由于上臂皮带轮 358R 与轴承 362R 的外径之比为 4:2，且前臂皮带轮 366R 与轴承 386R 外径之比为 1:2，所以，上臂 314R 沿图 18 所示 P2 方向转动会引起手 210R 沿直线路径 400 方向的运动(前臂皮带轮 366R 的直径和轴承 386R 的外径分别为轴承 362R 外径及上臂皮带轮 358R 直径的一半，使前臂 322R 和手 210R 的尺寸和形状成流线型)。

每当上臂 314 沿 P2 所示顺时针方向转动时手 210R 沿路线 400 伸长（即增大从轴肩轴线 316R 的径向距离）。每当上臂 314R 沿 P_2 所示逆时针方向转动，手 210R 沿路线 400 收缩(即减小从轴肩轴线 316R 的径向距离)。业内人士明白，图 18 所示镜象配置的机械手机构 310 随着上臂 314 与它们所述相反的方向转动而伸出与收缩，图 16B 示出机械手机构 310R 伸出时轴 313，316R，324R，332R 是共线的。

在第二种工作状态下，马达控制器 352R 使第一电动机 350R 沿 P_1 所示方向转动前臂转轴 356R，使第二电动机 352R 沿 P_2 所示方向转动上臂转轴 380R。特殊情况下，电动机 350R 和 352R 都沿同一方向同步转动相同位移，则手 210R 只绕轴肩轴线 316R 产生角位移。这是因为，由第一电动机 350R 的转动引起的前臂绕肘部轴线 324R 的转动和由第二电动机 352R 的转动引起的把手 330R 绕腕轴轴线 332R 的转动，以及被动传动件相互偏移的操作，它们互相抵消，从而不产生绕肘部轴线 324R 及腕轴轴线 334R 的转动。因此，手 210R 径向固定在路线 400 的一点，且仅当上臂 314R 绕轴肩轴线 316R 转动时手 210R 才作园弧运动。由于用运动约束来实现手 210R 所需要的移动路线，马达控制器 354 可控制第一及第二电动机 350R 和 352R，使机械手机构 310R 沿非径向直线途径运动，下面将作进一步说明。

业内人士明白，为了操作机械手机械 310R，第一，第二电动机 350R 和 352R 或者二个都转动，或者一个转动，一个不转。例如，机械手机构 310R 可以操作，使前臂 322R 绕肘部轴线 324R 转动。这种运动造成手 210R 在肩轴线 316R 和手 210R 全伸位置之间作简单的螺旋运动。这种运动是靠肩 314R 的固定位置和操作电机 350R 移动前臂 322R 实现的。

马达控制器 354 控制主干电动机 392 的运转，主连杆 311 沿 P3 所示方向转动而与电动机 350 和 352R 的工作状态无关。

电动机 350R 和 352R 的角位置由单独的玻璃刻度编码器跟踪。每个编码器通常包括环形衍射光栅刻度盘和光源/光探测器组件(末示)。这种玻璃刻度盘编码器是业内人士所熟知的。电动机 392 的角位置由玻璃刻度盘编码器跟踪。这种编码器和电动机 350R 和 352R 的编码器是类似的。

图 19A 是一简图，其中规定了一个当地坐标系，其轴的方向由半导体晶片盒 168 和与肩轴线 316 的相对位置确定。参看图 19A，下述数学表达式可得出控制器 354 沿盒 168r 开口的矢量从盒中取出晶片 170r 的控制信号(业内人士明白，类似的数学式可应用到与本例采用的传动比不相同的场合)。

以下参数与把手 210 行走路线的推导有关：

θ_S＝电动机 352R 的转角

θ_E＝电动机 350R 的转角

r＝肩轴线 316R 至肘部轴线 324R 的距离及肘部轴线 324R 至腕轴轴线 332R 的距离

β ＝上臂 314 与前臂 322R 之间的夹角

P＝手 210R 的长度

E＝2r＝机械手的伸出量

R_i＝机械手可达范围(即从轴肩轴线 316R 至位于手 210R 上晶片 170r 中心 172r 测得的半径)

应用余弦定理可得以下 R_i 的表达式：

$$R_i = P + \sqrt{(r^2 + r^2 - 2r^2\cos\beta)}$$

$$= P + \sqrt{2}\, r\sqrt{(1-\cos\beta)}$$

若 β ＝0，由(1)式可得 R_i＝P，及

X＝0，Y＝0，$\theta_S = \theta_{SR}$，$\theta_E = \theta_{ER}$

θ_{SR}及 θ_{ER}代表电动机基准角。电动机转角可表示为：

$\theta_S = \theta_{SR} + \triangle\theta_{SR}$，$\theta_E = \theta_{ER} + \triangle\theta_{ER}$。由于机械手机构 310R 的机械联动机构的结构，β 角可表达为：

$\beta = 2(\triangle\theta_{SR} - \triangle\theta_{ER})$。此式将β角与电动机转角变化联系起来。

为了从盒 168_r 中沿直线路径取出晶片 170_r，沿 X 轴的 X 向位移等于 X_0，X_0 是常量。因此，$X(t)=X_0$。X(t)可表示为连杆长度沿 X 轴分量的函数：

$$X(t) = r\cos\theta_1 + r\cos\theta_2 + p\cos\cos\theta_P$$

式中

θ_1＝上臂 314R 的转角

θ_2＝前臂 322R 的转角

θ_P＝手 210R 的转角

由于上臂 314R 和前臂 322R 有相同长度(r)，θ_1跟踪电动机 352R 的转角 θ_S，手 210R 沿直线运动，得下式：

$$\theta_1 = \theta_S$$

$$\theta_2 = \theta_1 + \pi - \beta$$

$$\theta_P = \theta_1 + \left(\frac{\pi-\beta}{2}\right)$$

因此，为了计算 X_0，将上述 θ_1，θ_2，θ_P的式子代入式(2)的 Xt，得：

$$X_0 = r(\cos\theta_1 + \cos\theta_2) + p\cos\theta_P$$

$$X_0 = r(\cos\theta_1 + \cos(\theta_1 + \pi - \beta)) + p\cos(\theta_1 + \frac{\pi}{2} - \frac{\beta}{2}) \qquad (3)$$

$$X_0 = r(\cos\theta_1 + \cos(\theta_1 - \beta)) - p\sin(\theta_1 - \frac{\beta}{2})$$

式(3)表明，为了实现手 210R 的直线运动，电动机 352R 和 350R 转动相同角度的 θ_S和 θ_E之间的约束条件。

业内人士可借助一种伺服机构控制器以任何一种方式使约束方程(3)成立。例如，为了高速操作实现规定的晶片运动路线，人们由式(3)可计算指令信号值并将其存入查阅表供实时应用。预先计算法需要按晶片运动曲线检索 θ_S 并由式(3)确定相应的 θ_E 值，从而用主从关系式求位移 θ_S及 θ_E。

为了获得手 210R 绕轴肩轴线 316R 的角位移，控制器 354 命令电动机 350R 和 352R 沿同方向转动手 330R 要求的角位移，以达到要求

的目的地。手 330R 在此移动过程中不改变线性伸长。业内人士明白，手 330R 的同时发生的复杂线位移和角位移运动路线可由程序控制器实现，程序控制器使电动机 350R 和 352R 转过不同的角度。图 6A 示出第二个晶片盒 168_P，其放置位置使存放的晶片 170_P的中心 172_P与 Y_0重合。盒 168_P和 168_r的开口平行地放置，说明上述表达式可用来取出未放在与肩轴线 316 径向相距处的盒中的晶片。机械手机构 310 不限于作径向位移，还能在其可达范围内完成任何距离的组合。

图 19B 是简化框图，示出控制器 354 的主要部件。参看图 19B，控制器 354 包括程序存储器 474，其中存储着机械手机构 310R 的运动程序指令。微处理器 476 从程序储存器 474 接收并翻译运动程序指令以确定是否需要第一或第二操作状态，或是否需要转动电动机 392 使主连杆 311 定位。系统时钟 478 控制微处理器 476 的工作。查阅表(LUT)480 存放完成第一工作状态直线运动的 θ_S(电动机 352R)和 θ_E(电动机 350R)和完成第二工作状态角运动所需角位移 θ_S 和 θ_R 的相应数据。由于主连杆 311 的转动和安装在它上面的机械手的运动无关，所以电动机 392 的角位移与电动机 350R 和 352R 的角位移的全面协调贯彻在运动程序指令中，而不在 LUT180 中。因为多轴伺服机构的误差和传动精度的误差不影响把手 210 的直线运动，这样可得到高速精确的直线运动。

微处理器 476 将 θ_S和 θ_E位置信号提供给伺服机构放大器 482，它将 θ_S和 θ_E指令信号分别提供给电动机 352R 和 350R。微处理器 476 还将位置信号提供给伺服机构放大器 476，以将指令信号提供给主干电动机 392。伺服机构放大器 482 接收三个玻璃刻度盘编码器的信号，分别表示电动机 350R、352R 和 392 的角位移。

微处理器 476 还提供控制信号给真空阀控制器 484，使真空阀(未示)根据手 210R 夹持晶片或释放晶片的需要，从真空源(未示)提供适当的真空压力给出口管 336。

对本行业的人士而言，对本发明上述实施例的细节显然可作许多改变而仍不超出本发明原理的范围，因此本发明的范围只能由权利要求书确定。

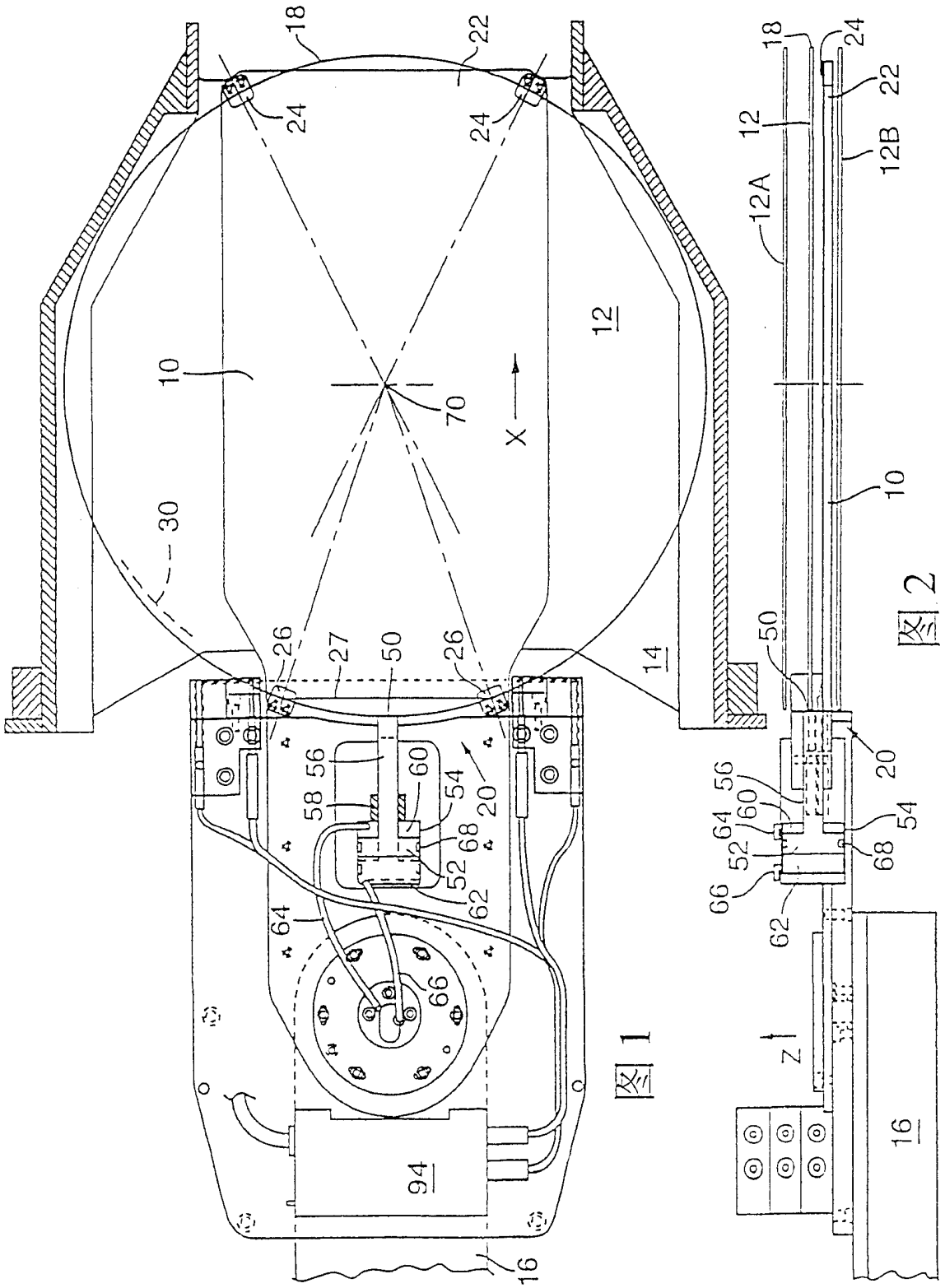

18
22
24
24
12
10
70
X
30
26
27
50
26
14
56
60
58
54
20
68
52
62
64
66
94
16
12A
12B
Z

图1

图2

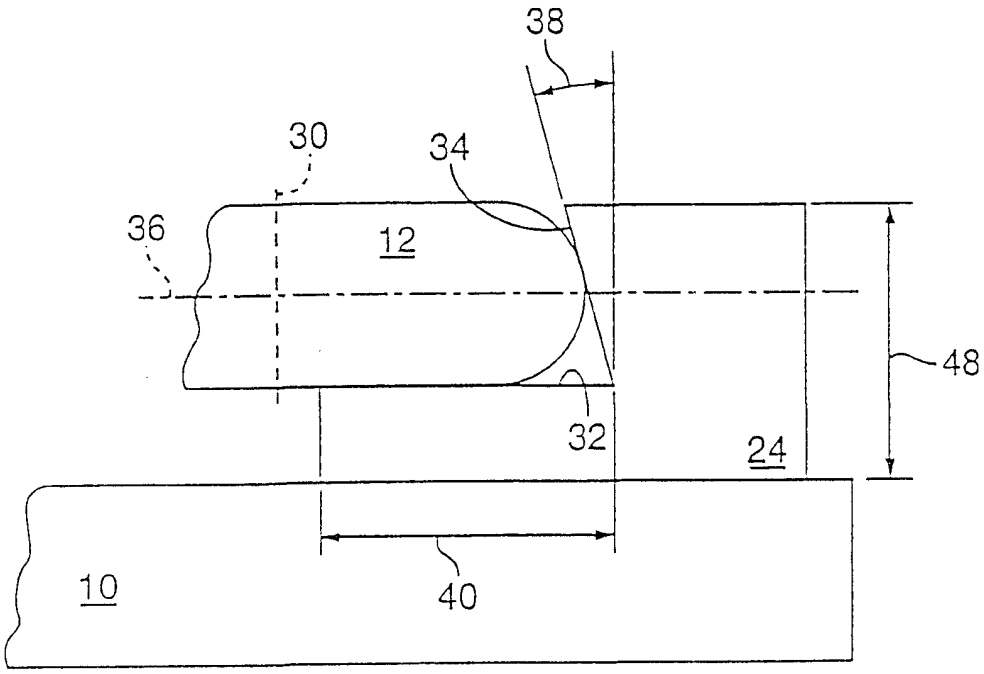


图 3

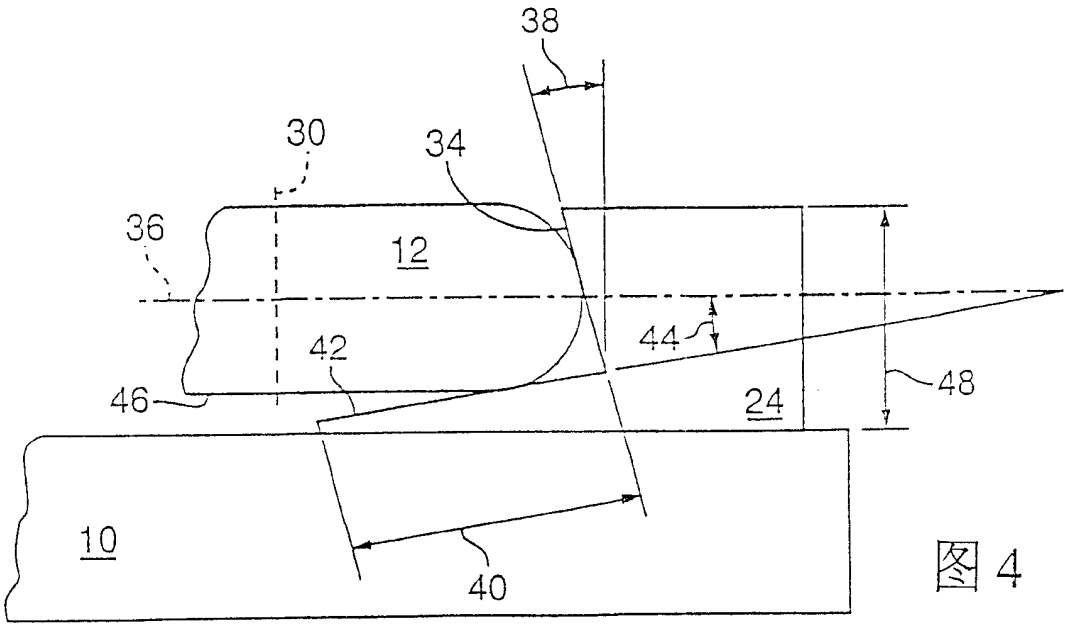


图 4

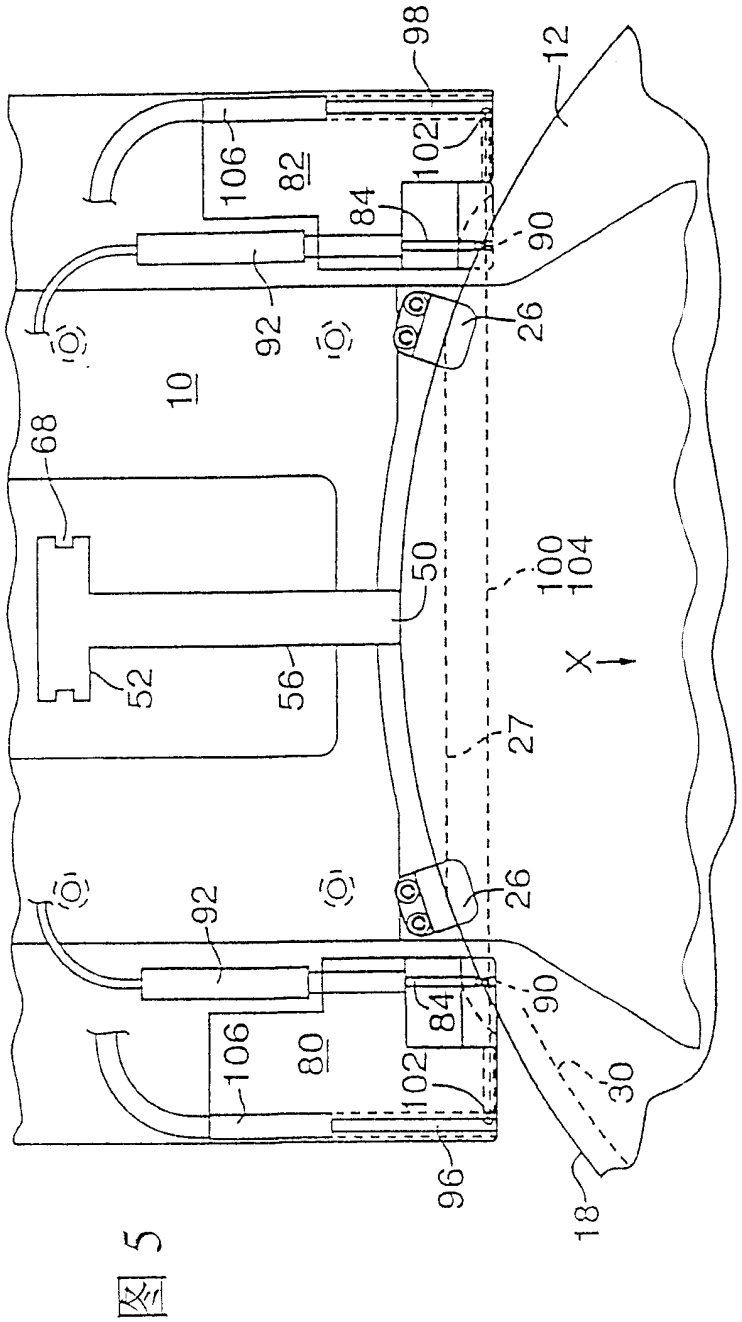

98
12
106
82
102
84
90
92
26
10
68
50
100
104
52
56
27
X
92
26
106
80
84
90
102
30
96
18

图 5

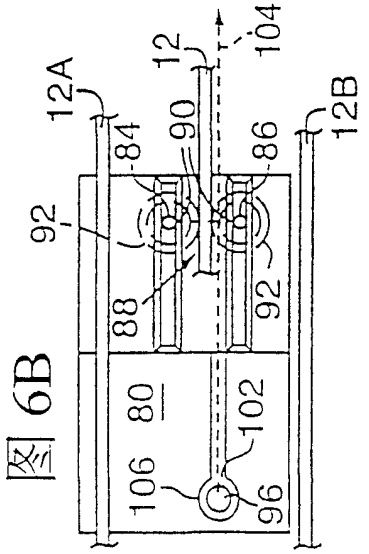

12A
12
104
84
90
86
12B
92
88
92
80
102
106
96

图 6B

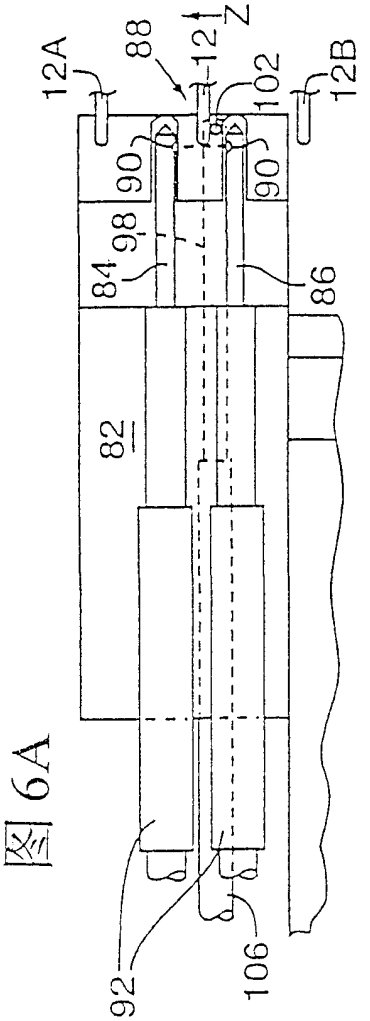

12A
88
12
Z
102
12B
90
90
98
84
86
82
92
106

图 6A

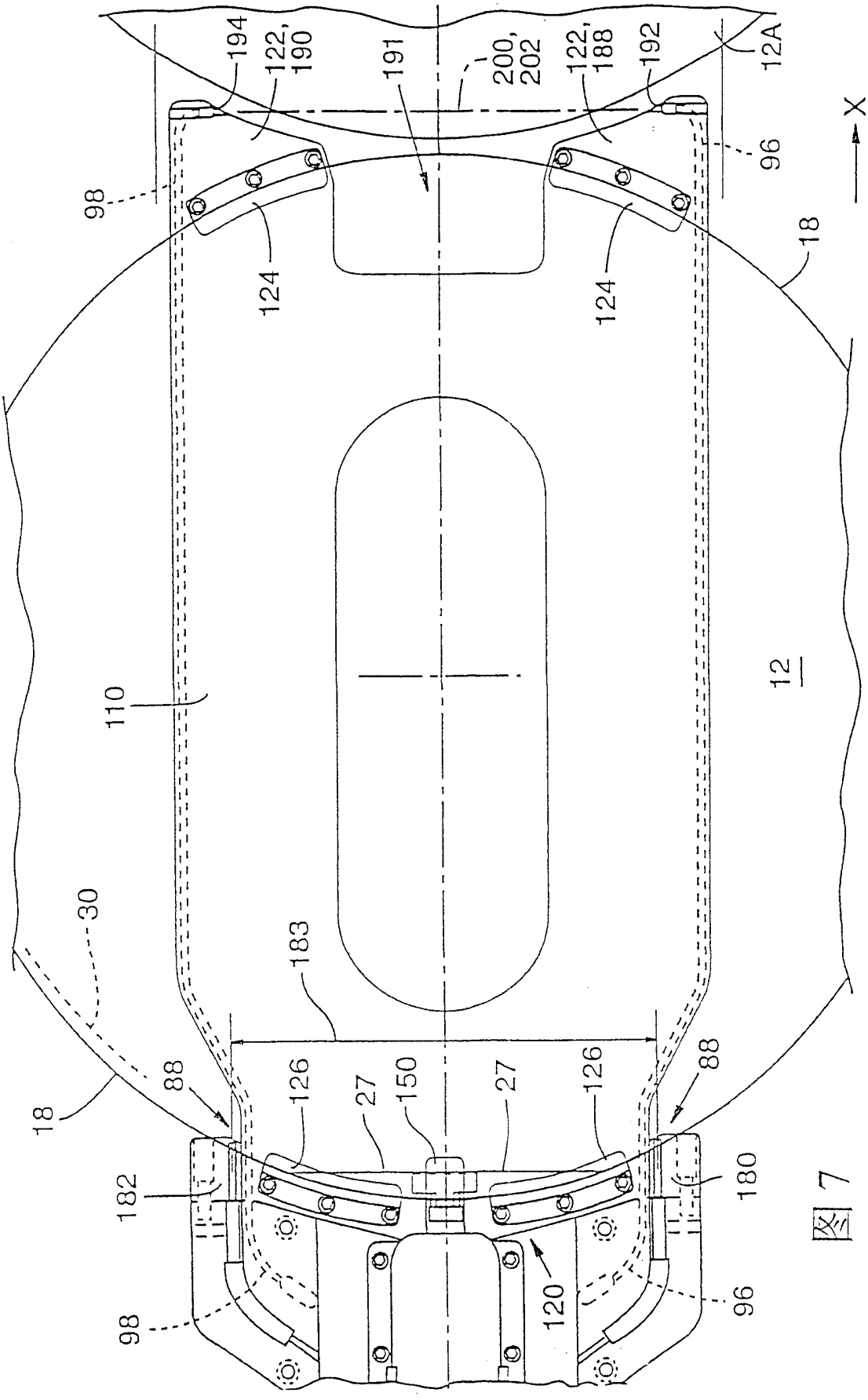

194
122,
190
191
200,
202
122,
188
192
12A
X
98
96
124
124
18
110
12
30
183
88
126
27
150
27
126
88
18
182
180
98
120
96

图 7

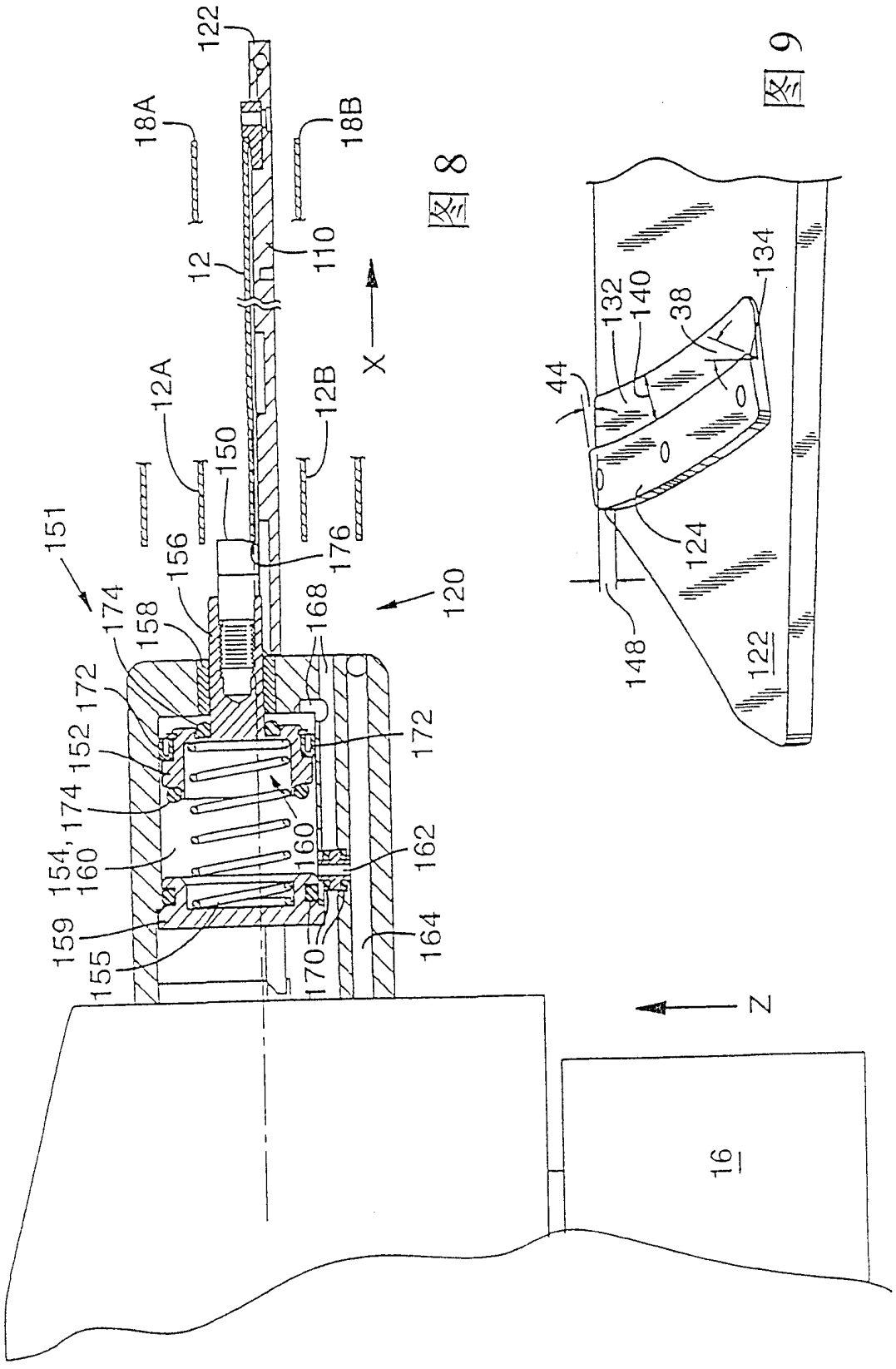

122
18A
18B
12
110
X
12A
12B
150
151
156
176
174
158
168
120
172
152
172
174
154,
160
160
162
159
155
170
164
Z
16
44
132
140
38
134
124
148
122

图8

图9

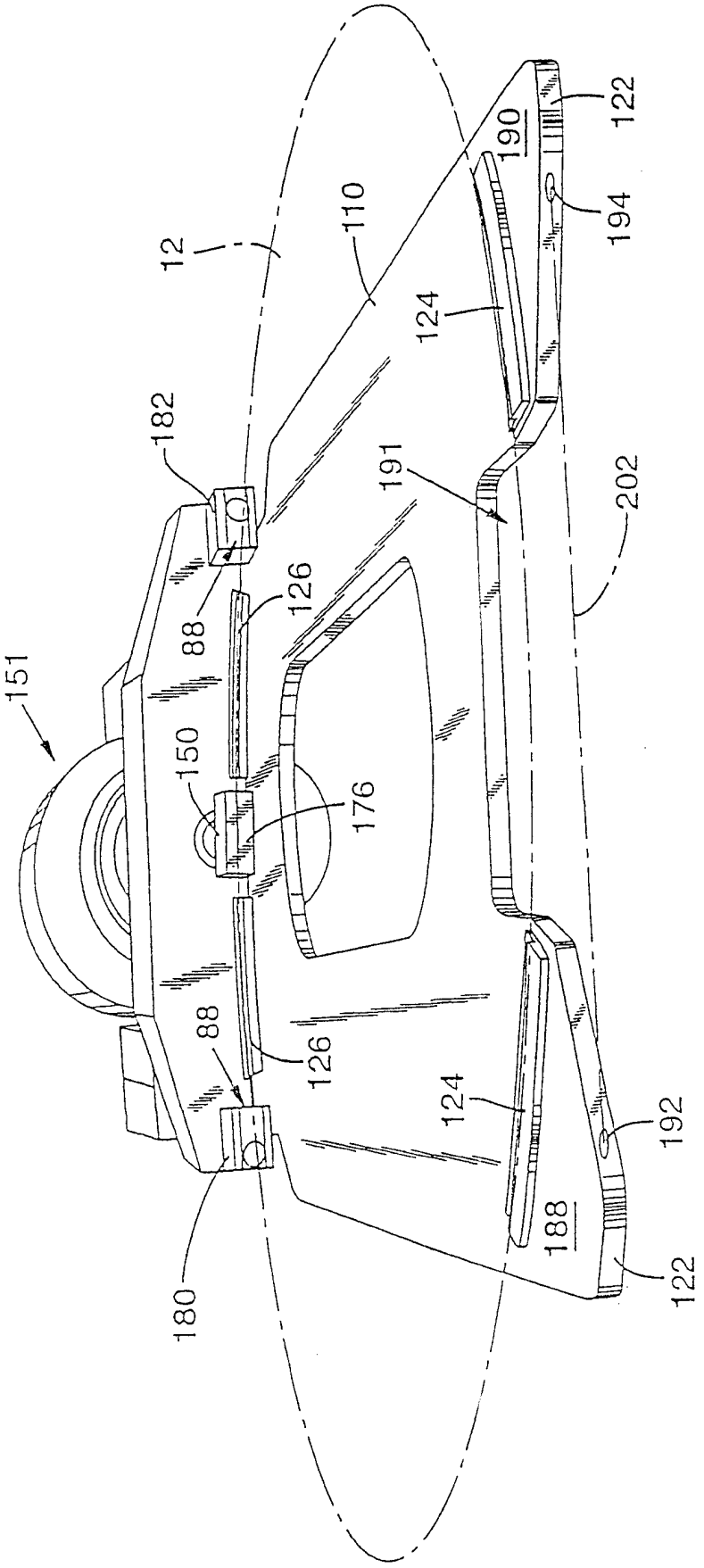

12
110
190
122
194
124
182
191
202
88
126
151
150
176
88
126
124
192
188
180
122

图 10

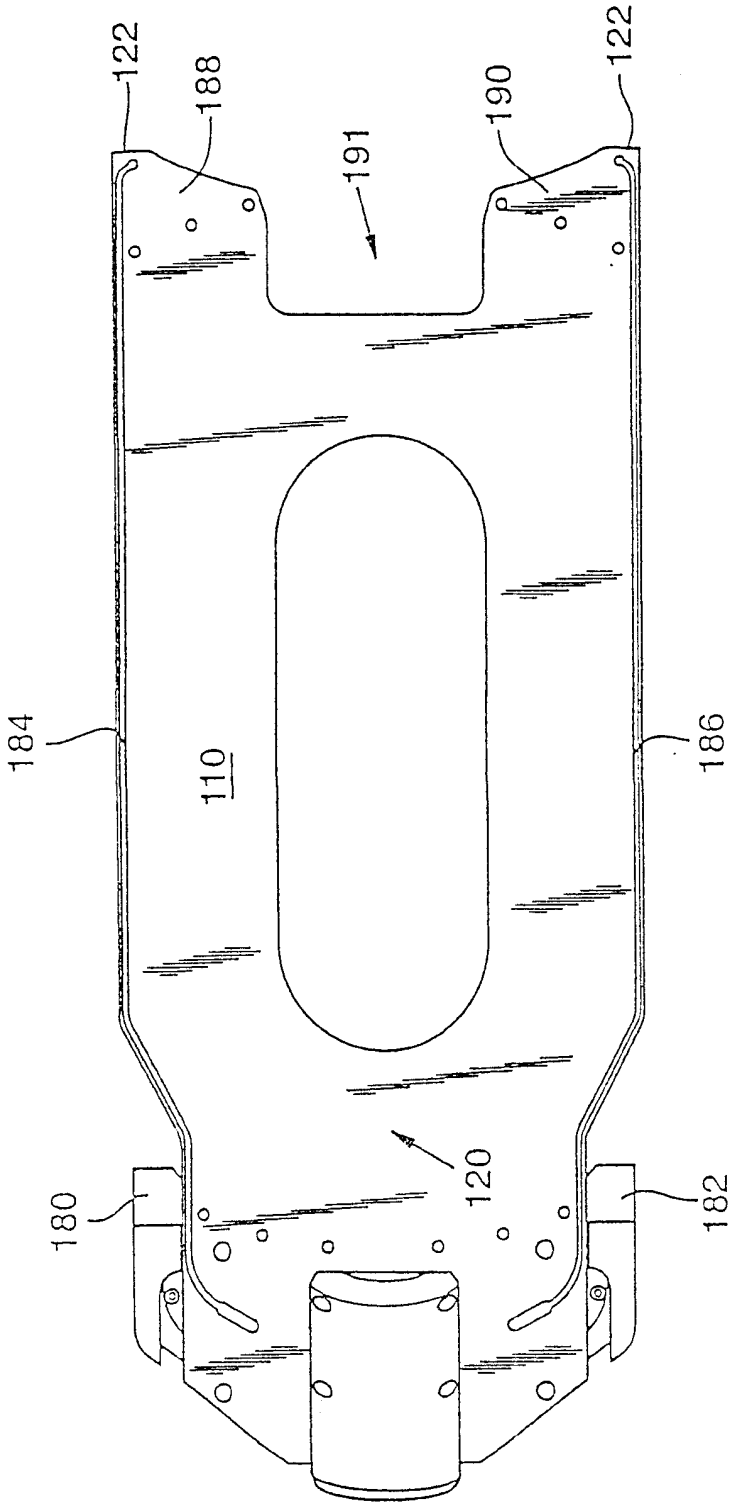


图 11

图 12

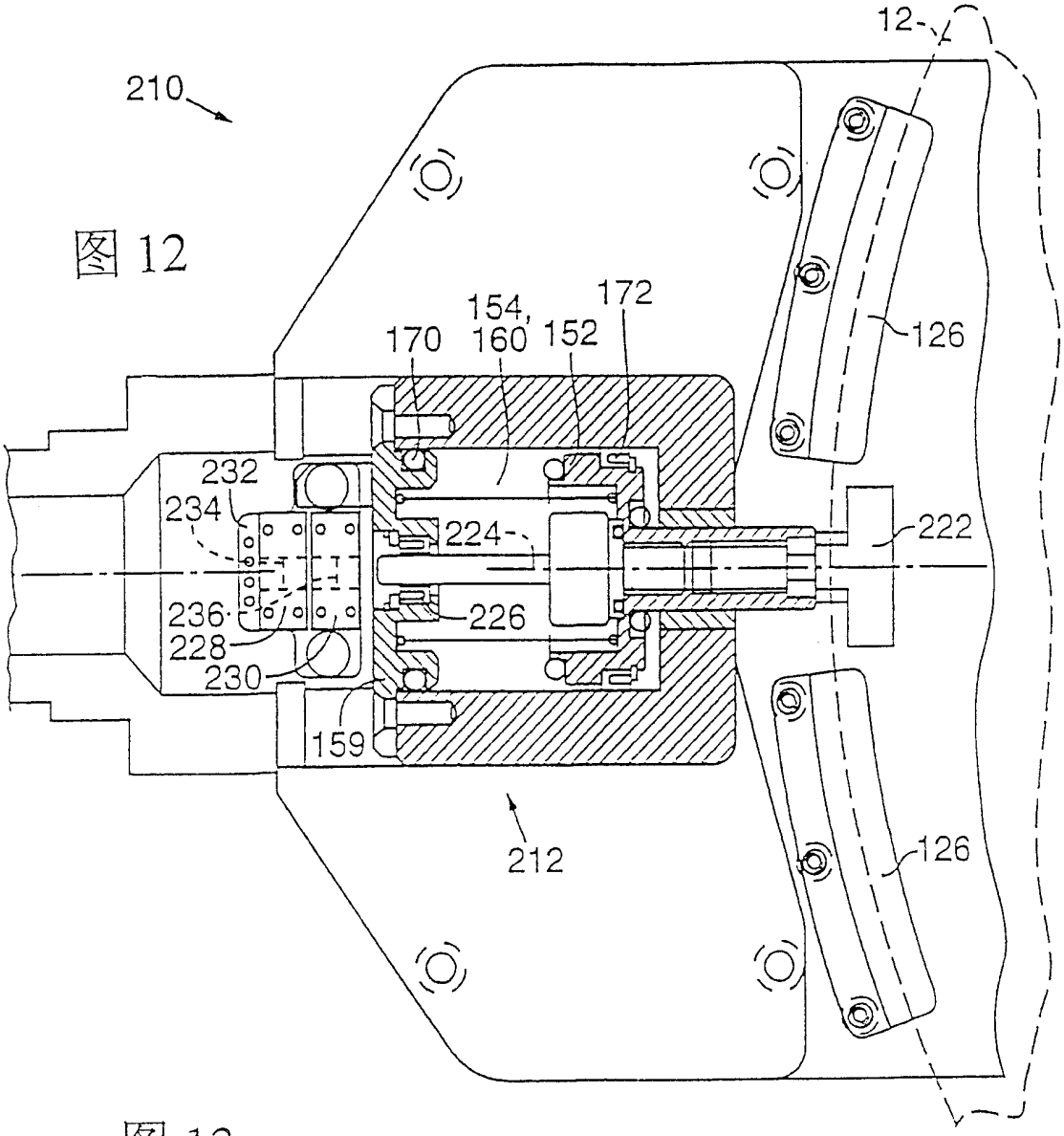
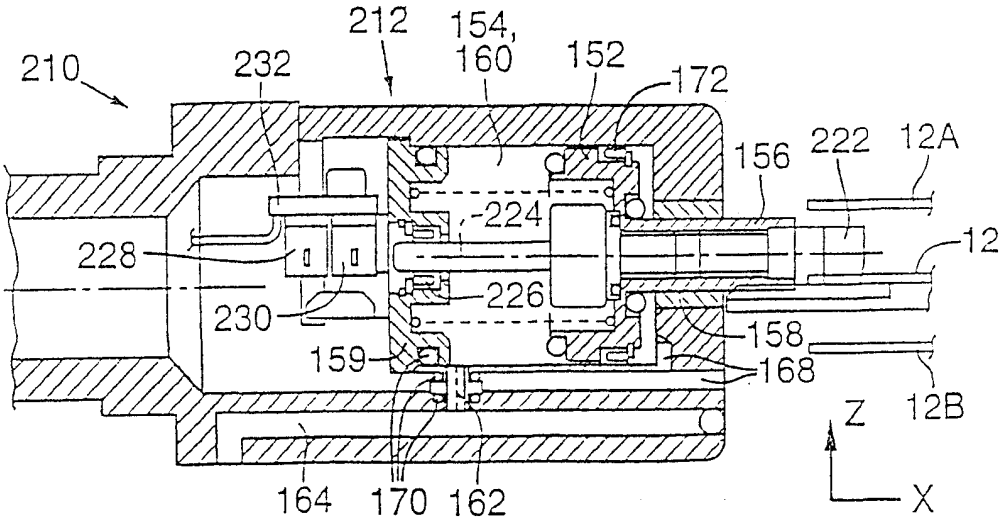

12
210
154,
160
170
152
172
126
232
234
224
222
236
226
228
230
159
212
126

图 13


212
154,
160
210
232
152
172
156
222
12A
224
12
228
226
230
158
159
168
Z
12B
X
164
170
162

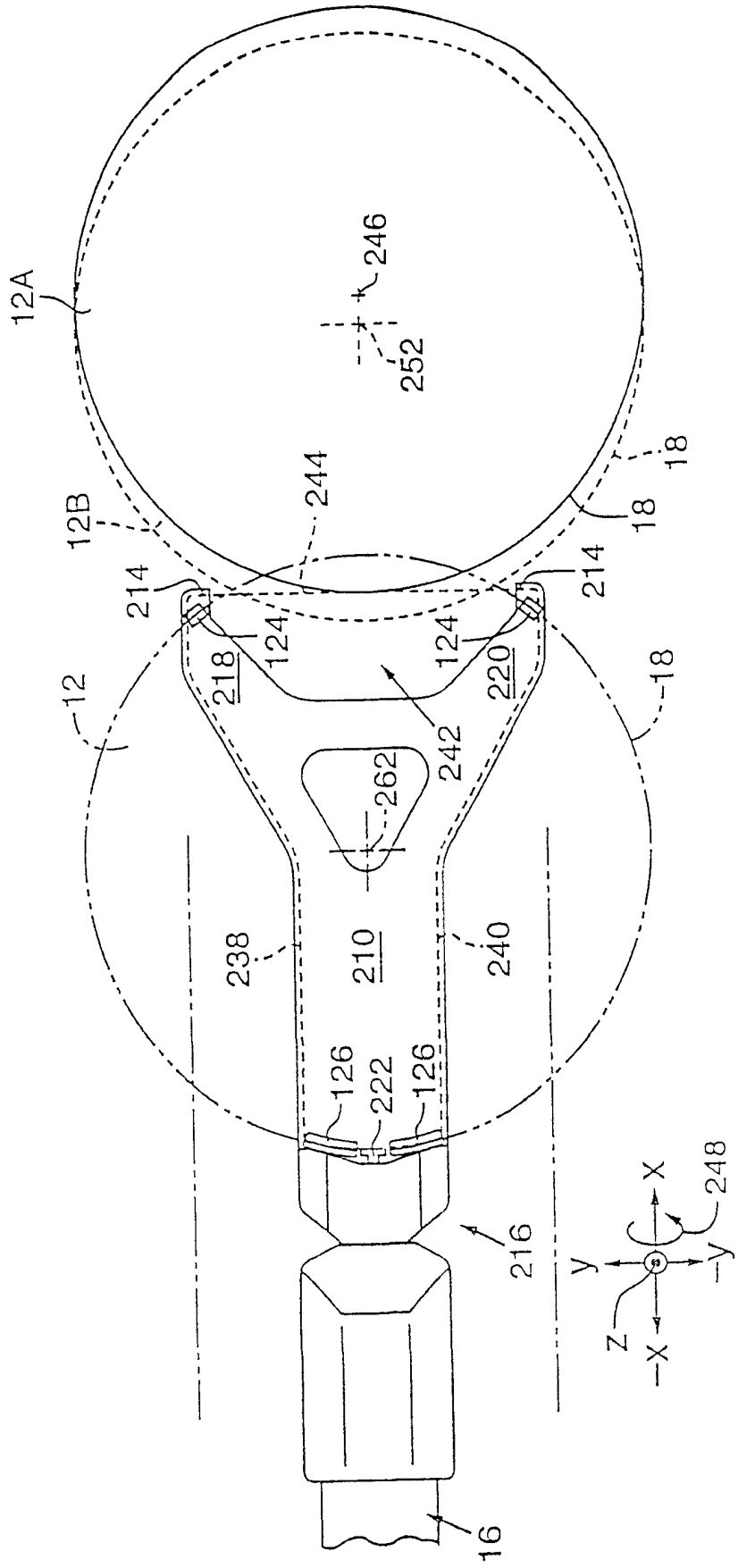

12A
246
252
18
12B
244
214
214
18
124
124
218
220
12
18
242
262
238
210
240
126
222
126
216
248
X
y
-y
Z
-X
16

图 14

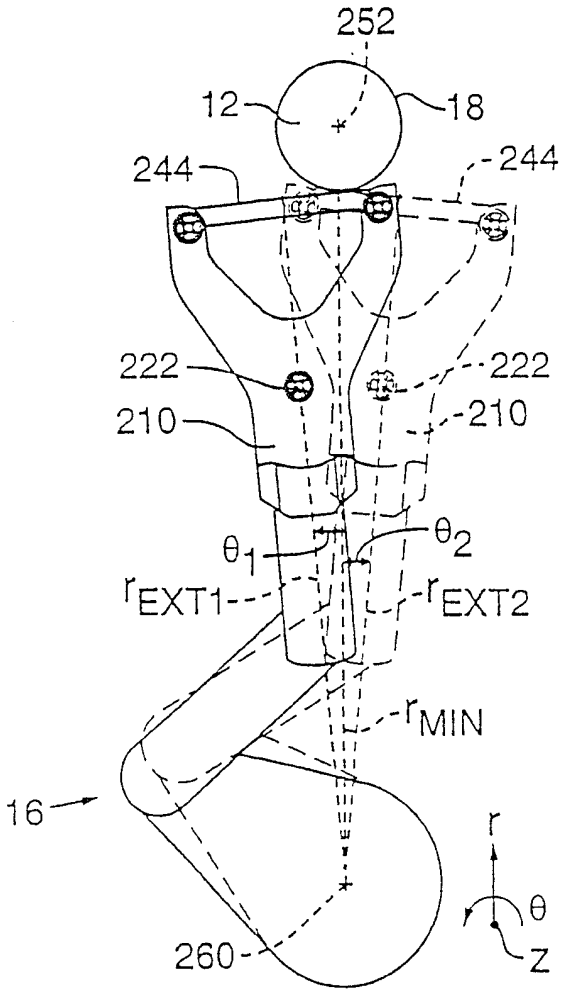

252
12
18
244
244
222
222
210
210
θ1
θ2
rEXT1
rEXT2
rMIN
16
260
r
θ
z

图 15A

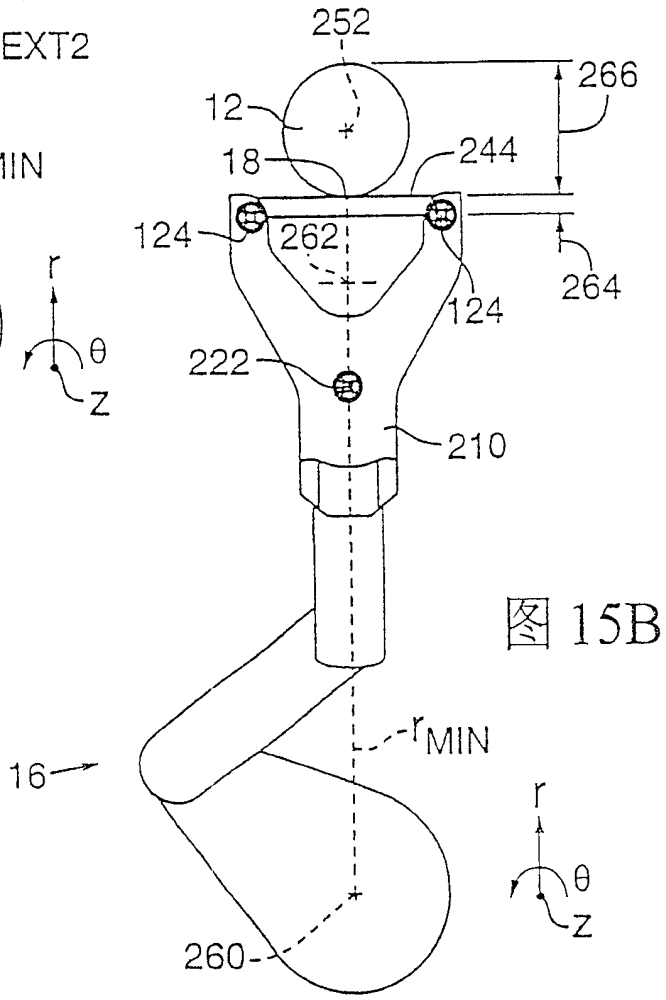

252
266
12
18
244
124
262
124
264
222
210
rMIN
16
260
r
θ
z

图 15B

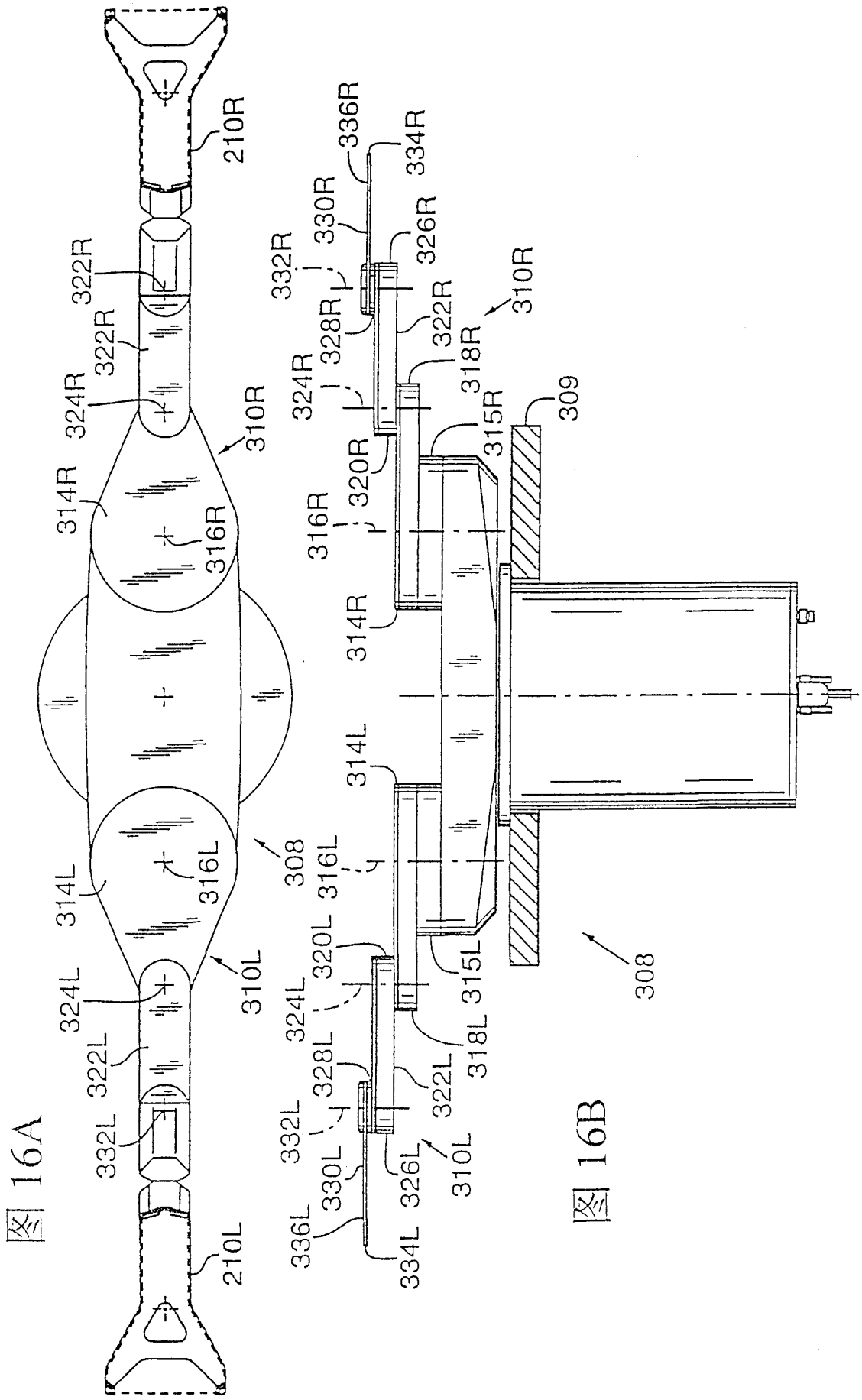

210R
322R
322R
324R
310R
314R
316R
314L
316L
324L
322L
332L
310L
210L
336R
334R
330R
326R
332R
328R
322R
324R
318R
310R
320R
315R
309
316R
314R
314L
316L
308
320L
315L
324L
328L
318L
322L
332L
330L
326L
310L
336L
334L
308

图 16A

图 16B

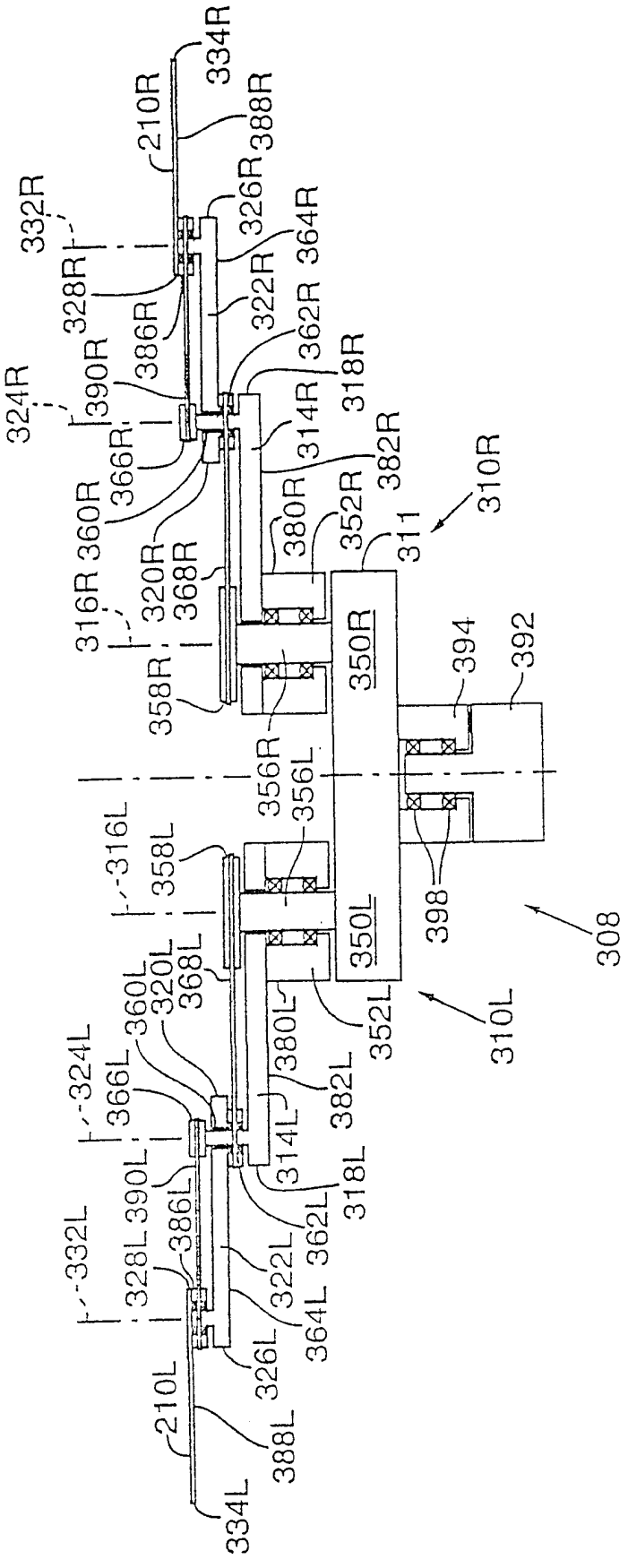

334R
210R
388R
332R
326R
364R
328R
322R
386R
362R
390R
318R
324R
314R
366R
382R
360R
310R
380R
352R
311
320R
368R
316R
350R
394
392
358R
356R
356L
316L
358L
398
308
350L
360L
320L
368L
352L
310L
380L
324L
366L
382L
314L
390L
318L
362L
332L
386L
328L
322L
364L
326L
210L
388L
334L

图 17

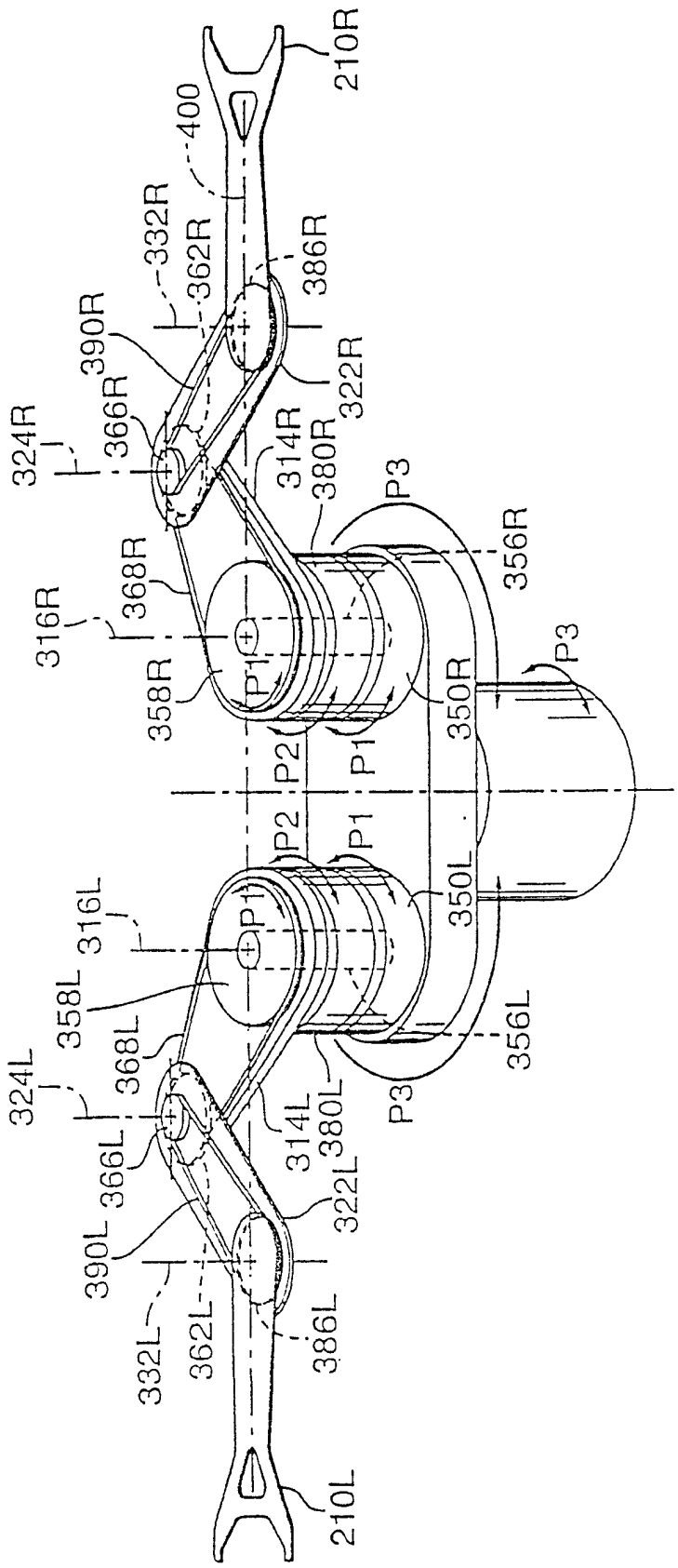

210R
400
332R
362R
386R
390R
322R
324R
366R
314R
380R
P3
356R
368R
316R
358R
P1
350R
P3
P2
P1
P2
P1
350L
316L
P1
358L
368L
356L
324L
314L
380L
P3
366L
322L
390L
332L
362L
386L
210L

图 18

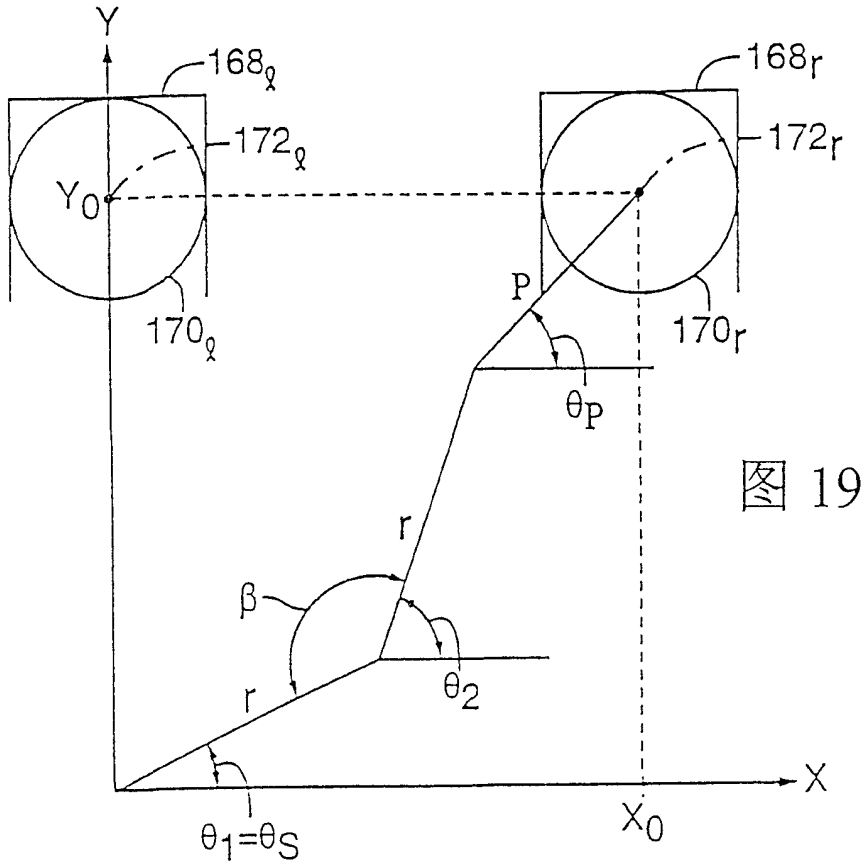

Y
168ℓ
172ℓ
Y0
170ℓ
168r
172r
170r
P
θP
r
β
θ2
r
θ1=θS
X
X0

图 19A

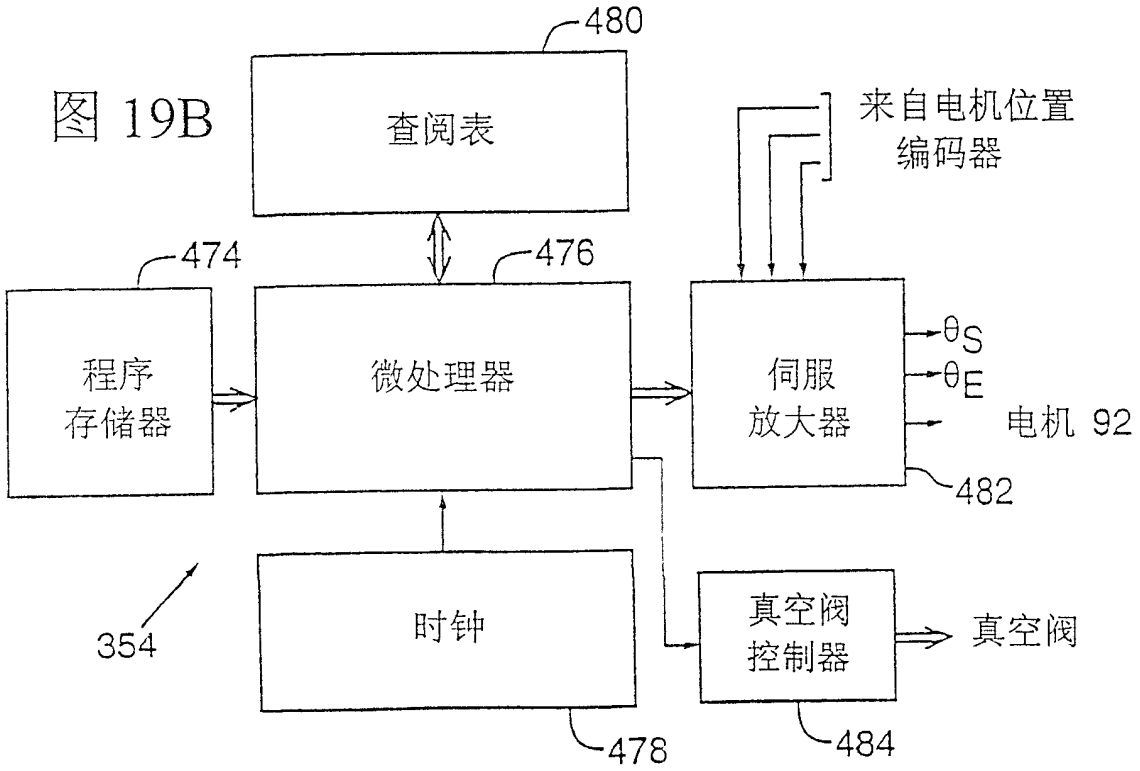

480
查阅表
来自电机位置
编码器
474
476
程序
存储器
微处理器
伺服
放大器
θS
θE
电机 92
482
354
时钟
真空阀
控制器
真空阀
478
484

图 19B