



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 107923938 B

(45) 授权公告日 2021.04.30

(21) 申请号 201680045624.2

(74) 专利代理机构 北京品源专利代理有限公司

11332

(22) 申请日 2016.06.17

代理人 王瑞朋 杨生平

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 107923938 A

(51) Int.CI.

G01R 31/28 (2006.01)

(43) 申请公布日 2018.04.17

(56) 对比文件

(30) 优先权数据

102015113046.7 2015.08.07 DE

CN 101000362 A, 2007.07.18

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2018.02.02

CN 2757135 Y, 2006.02.08

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2016/063989 2016.06.17

US 4463310 A, 1984.07.31

(87) PCT国际申请的公布数据

W02017/025230 DE 2017.02.16

CN 102388313 A, 2012.03.21

(73) 专利权人 艾克斯塞拉公司

地址 美国马萨诸塞州

舒邦懿.印刷电路板飞针检测硬件系统.《机

械与电子》.2005,

(72) 发明人 吕迪格·德默尔

Nam-Hyeong Kim, etc. Real-time

托尔斯滕·卡斯鲍姆

inspection system for printed circuit

boards.《2001 IEEE International Symposium

on Industrial Electronic Proceedings

(Cat.No.01TH8570)》.2002,

审查员 杨渊

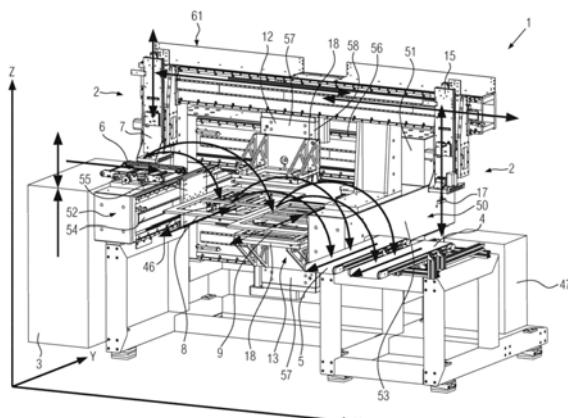
权利要求书3页 说明书20页 附图11页

(54) 发明名称

用于测试印刷电路板的并行测试器的定位装置及用于测试印刷电路板的并行测试器

(57) 摘要

本发明涉及用于并行测试器(1)的定位装置、并行测试器(1)、以及用于测试印刷电路板的方法。本发明的一方面涉及精细调节定位装置，其中测试适配器(14)可以固定到保持装置的内保持件(28)，并且内保持件(28)可以相对于其他定位装置移动。作为轴承，仅提供一个或多个枢转接合件和/或一个或多个空气轴承和/或一个或多个磁轴承。



1. 一种用于测试电路板的并行测试器的定位装置，所述并行测试器具有测试适配器，所述测试适配器具有用于与待测试电路板的若干电路板测试点同时接触的多个接触元件，其特征在于，所述定位装置具有保持装置，所述保持装置具有内保持件，所述测试适配器能够被紧固到所述保持装置的内保持件，并且所述内保持件被支撑为使得其能够相对于所述定位装置的其他部件移动，

其中，仅一个或多个旋转接合件和/或一个或多个空气轴承和/或一个或多个磁轴承被设置为轴承以支撑所述内保持件，所述内保持件被支撑为使得其能够在平面中沿着至少一个方向执行平移运动并且能够围绕旋转轴线旋转。

2. 根据权利要求1所述的定位装置，其特征在于，所述保持装置具有外保持件，并且所述内保持件和外保持件至少借助于旋转接合件连接。

3. 根据权利要求2所述的定位装置，其特征在于，在所述内保持件和外保持件之间设有中间保持件，其中所述中间保持件借助于相应的旋转接合件联接到所述内保持件和外保持件。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述的定位装置，其特征在于，设有用于支撑所述内保持件和/或所述测试适配器的空气轴承。

5. 根据权利要求1所述的定位装置，其特征在于，所述定位装置作为y-定位装置实施，其具有两个线性调节定位器，用于在所述测试适配器的接触元件的平面中至少在y-方向上相对于所述电路板定位所述测试适配器，其中所述两个线性调节定位器大致平行地布置且彼此隔开预定距离，使得当大致平行布置的两个定位器被不同地致动时，在紧固于所述内保持件的测试适配器与待测试电路板之间执行相对旋转运动。

6. 根据权利要求1所述的定位装置，其特征在于，所述定位装置具有以直线电机的形式实施的线性调节定位器。

7. 根据权利要求1所述的定位装置，其特征在于，设有用于探测所述内保持件的移动的一个或多个位移传感器，所述一个或多个位移传感器是非接触式位移传感器。

8. 一种用于测试电路板的并行测试器，其具有测试适配器，所述测试适配器具有用于与待测试电路板的若干电路板测试点同时接触的多个接触元件，其中所述并行测试器具有用于使所述测试适配器相对于待测试电路板定位的定位装置，

其特征在于，所述定位装置具有保持装置，所述保持装置具有内保持件，所述测试适配器能够被紧固到所述保持装置的内保持件，并且所述内保持件被支撑为使得其能够相对于所述定位装置的其他部件移动，

其中，仅一个或多个旋转接合件和/或一个或多个空气轴承和/或一个或多个磁轴承被设置为轴承以支撑所述内保持件，所述内保持件被支撑为使得其能够在平面中沿着至少一个方向执行平移运动并且能够围绕旋转轴线旋转，并且所述一个或多个旋转接合件和/或一个或多个空气轴承和/或一个或多个磁轴承布置成在y-方向上定位测试适配器，所述y-方向为从前向后延伸的水平方向。

9. 根据权利要求8所述的并行测试器，其特征在于，所述并行测试器具有x-定位装置，其实施为在所述测试适配器的接触元件的平面中在x-方向上相对于所述电路板定位所述测试适配器，所述x-方向与y-方向大致正交。

10. 根据权利要求8所述的并行测试器，其特征在于，所述并行测试器(1)具有z-定位装

置,其实施为在z-方向上相对于所述电路板定位所述测试适配器(14),所述z-方向与所述测试适配器(14)的平面大致正交。

11.根据权利要求8所述的并行测试器,其特征在于,所述并行测试器具有两个测试适配器,每个测试适配器布置为测试待测试电路板的一侧,其中所述两个测试适配器各自设有相同的定位装置。

12.一种用于测试电路板的并行测试器,其具有测试适配器,所述测试适配器具有用于与待测试电路板的若干电路板测试点同时接触的多个接触元件,

其特征在于,所述并行测试器具有用于在与所述测试适配器的接触元件的平面正交的方向上移动所述测试适配器的z-定位装置、用于在所述测试适配器的接触元件的平面中在x-方向上移动所述测试适配器的x-定位装置、以及用于在所述测试适配器的接触元件的平面中在与所述x-方向大致正交的y-方向上移动所述测试适配器的y-定位装置,并且

其中,所述并行测试器具有在所述x-方向上偏置的两个测试站,并且所述x-定位装置实施为具有移动路径,该移动路径足够大,使得所述适配器能够借助于所述x-定位装置在所述两个测试站之间移动,并且

在各测试站上设有输送装置,用于在所述y-方向上输送以及排出待测试电路板。

13.根据权利要求12所述的并行测试器,其特征在于,所述z-定位装置和所述x-定位装置实施为移动用于保持所述测试适配器的保持装置,并且所述y-定位装置集成到所述保持装置中并且实施为相对于所述保持装置移动所述测试适配器。

14.根据权利要求12所述的并行测试器,其特征在于,在所述测试站处的所述输送装置每个都以抽屉的形式实施。

15.根据权利要求12所述的并行测试器,其特征在于,所述测试适配器是通用适配器,其将待测试电路板的电路板测试点的图案映射到通用测试头的均匀栅格上。

16.根据权利要求12所述的并行测试器,其特征在于,所述测试适配器是专用测试适配器,其具有以与待测试电路板的电路板测试点的图案相对应的图案布置的接触元件,并且所述接触元件直接地连接到通向一组测试电子器件的缆线。

17.一种用于测试电路板的方法,其中,利用用于测试电路板的并行测试器来测试所述电路板,所述并行测试器具有测试适配器,所述测试适配器具有用于与待测试电路板的若干电路板测试点同时接触的多个接触元件,其中,所述并行测试器具有使所述测试适配器相对于待测试电路板定位的定位装置并且布置成在y-方向上定位测试适配器,

其特征在于,使用具有z-定位装置、x-定位装置和y-定位装置的并行测试器,所述z-定位装置在与所述测试适配器的接触元件的平面正交的方向上移动所述测试适配器,所述x-定位装置在所述测试适配器的接触元件的平面中在x-方向上移动所述测试适配器,所述y-定位装置在所述测试适配器的接触元件的平面中在与所述x-方向大致正交的y-方向上移动所述测试适配器,并且

其中,所述并行测试器具有在所述x-方向上偏置的两个测试站,并且所述x-定位装置实施为具有移动路径,该移动路径足够大,使得所述适配器能够借助于所述x-定位装置在所述两个测试站之间移动,在各测试站上设有输送装置,用于在所述y-方向上输送以及排出待测试电路板,并且在所述两个测试站之一中,实际地测试待测试电路板,而在另一个测试站中,更换待测试电路板。

18. 根据权利要求17所述的方法,其特征在于,仅对所述电路板进行断路和/或短路测试。

19. 根据权利要求17所述的方法,其特征在于,通过功能测试的方式来测试所述电路板。

20. 根据权利要求17所述的方法,其特征在于,通过所述测试适配器和所述待测试电路板的逐步相对移动依次测试多个面板。

21. 根据权利要求17所述的方法,其特征在于,为了更换其中一个所述电路板,通过所述输送装置将其在所述y-方向上从测试位置移动到更换位置。

22. 根据权利要求17所述的方法,其特征在于,所述y-定位装置具有空气轴承装置,并且在所述测试适配器在所述y-方向上移动期间,通过所述空气轴承装置形成气垫,并且在测试期间,不形成气垫,从而所述测试适配器通过摩擦接合在所述y-方向上固定在适当位置。

用于测试印刷电路板的并行测试器的定位装置及用于测试印 刷电路板的并行测试器

技术领域

[0001] 本发明涉及用于测试电路板的并行测试器的定位装置以及用于测试电路板特别是用于测试裸电路板的并行测试器。

背景技术

[0002] 在测试装置中使用用于测试电路板的适配器,其以按压状方式将待测试电路板(即试样)夹紧在两个板状元件之间;为了接触测试点,设有适配器,该适配器具有以测试点的图案布置的多个测试针。抵靠适配器按压试样,使得试样上的测试点每个都与测试针接触。

[0003] 由于它们的制作方式,试样及其测试图案经常被扭曲,从而将试样简单地插入到测试装置中的预定位置处通常不会在测试点与测试针之间形成期望的接触。

[0004] 由此存在已知的测试装置,其中可以执行适配器、测试针和/或试样的移动和调节。DE 44 17 811 A1描述了一种具有可移动调节板的适配器,其能够借助于调节驱动器而相对于试样对准。该适配器以所谓的多板适配器的形式实施,该多板适配器由彼此平行且隔开的若干(三个或五个)引导板组成,这些引导板被紧固,使得它们借助于定位在周边处的间隔件而彼此隔开。测试针穿过引导板。调节板抵靠朝向试样定向的引导板放置并且能够随着该引导板一起移动。调节驱动器具有向外指向并且设有千分丝杠的螺纹心轴,从而可以手动地调节适配器。除了千分丝杠以外,还可以提供使得能够实现机械运动的电机。

[0005] DE 43 42 654 A1公开了一种测试装置,其中通过借助于驱动电机来移动而在测试装置上调节待测试的电路板。这些驱动电机中的每个都容纳在所提供的单独手持壳体中,以便可拆除地连接到壳体。这些测试装置不具有单独实施的适配器,并且整个测试装置针对该调节装置而特别地实施。

[0006] JP 4-38480 A公开了一种特别地用于电路板的双面测试的自动适配器,其具有适配器本体以及穿过适配器本体的多个测试针;借助于微调装置,通过电路板与测试针之间的相对运动,可以相对于测试针精细地调节电路板;调节装置具有针引导板,其中将与测试点接触的测试针的端部被支撑在引导孔中,所述引导孔以待测试电路板的测试点的图案布置。提供有外部地安装到适配器的螺旋驱动器以便移动该调节装置。

[0007] JP 63-124969 A公开了一种用于测试电路板的自动适配器,其中同样地使用外部螺旋驱动器来调节电路板与测试针之间的相对位置。

[0008] EP 831 332 B1公开了一种用于测试电路板的适配器,其具有适配器本体以及穿过适配器本体的多个测试针。在适配器本体内部,具有用于通过电路板与测试针之间的相对运动关于设置在电路板上的测试点来调节测试针的调节装置;该调节装置具有针引导板,其中将与测试点接触的测试针的端部被支撑在引导孔中,所述引导孔以待测试的电路板的测试点的图案布置。

[0009] 调节装置布置在适配器本体内部。

- [0010] - 适配器相对于待测试电路板的相对对准受到以下限制：
- [0011] - 适配器以及连接到适配器的测试头很重。如果要移动适配器和测试头，那么需要相当大的力。
- [0012] - 根据EP 831 332 B1，运动发生在适配器内部，使得适配器的各部分相对于彼此移动。这减小了需要移动的质量。尽管适配器本质上是可移动的。然而，适配器必须传送很大的压缩力，利用该压缩力将适配器按压抵靠在待测试电路板上，从而利用足以产生电接触的压力作用在每个单独接触上。
- [0013] - 在单面测试装置中，可以移动电路板而不是适配器。但是由于当前的标准测试装置必须能够执行双面测试，因此电路板的移动不足以使电路板测试点相对于适配器的接触点完全地对准。
- [0014] - 必须非常精确地实施对准。公差必须至少小于待测试电路板的最小电路板测试点的直径的一半或宽度的一半。目前，裸电路板的最小方形焊盘区域的宽度大约是 $20\mu\text{m}$ 。
- [0015] - 每个测试装置的另一个目标是尽可能快速地测试尽可能多的电路板。为此，应该尽可能快速地发生适配器相对于待测试电路板的对准。
- [0016] - 当在测试装置中使适配器相对于电路板对准时，有必要考虑并且相应地补偿电路板相对于相应适配器的线性偏差以及不同的旋转位置。
- [0017] - 应该尽可能简单地实施定位装置，使得其允许在长期内安全且可靠的定位并且不会致使高的维护成本。

发明内容

- [0018] 本发明潜在的目的是形成一种用于测试电路板的并行测试器的定位装置，其允许待测试电路板与并行测试器的适配器之间的简单精细调节，并且其中其还能够对准适配器与待测试电路板之间的相对旋转位置。
- [0019] 本发明的另一个目的在于形成解决上面说明问题中的一个或多个的定位装置和并行测试器。
- [0020] 通过独立权利要求的主题实现了以上目的中的一个。在相应的从属权利要求中指出了有利的实施方式。
- [0021] 用于测试电路板的并行测试器设有根据本发明的定位装置，该并行测试器具有测试适配器，该测试适配器具有多个接触元件以便能够同时接触待测试电路板的多个电路板测试点。
- [0022] 该定位装置具有保持装置，该保持装置实施为具有测试适配器可以紧固到其的内保持件。内保持件被支撑为使得其能够相对于定位装置的其他部件移动。以一个或多个旋转接合件和/或一个或多个空气轴承或磁轴承的形式提供支撑。
- [0023] 利用传统球轴承或辊子轴承，在从静止位置转变为运动期间，通常需要克服静摩擦。在本定位装置中，旋转接合件是实心旋转接合件，其中仅通过实心本体的弯曲产生旋转。这种旋转接合件不会经历例如在铰接件等中发生的任何类型的静摩擦。在空气轴承和磁轴承中也不会发生这种静摩擦。由于内保持件唯一地通过一个或多个旋转接合件和/或一个或多个空气轴承或磁轴承被支撑，因此其能够在无需克服静摩擦的情况下移动。当调节小的距离（例如 $\leq 10\mu\text{m}$ ）时这是显著有利的。内保持件在定位装置中的支撑由此完全没有

静摩擦并且允许非常精确地调节测试适配器。

[0024] 优选地，内保持件以及由此测试适配器以多种方式被支撑，使得内保持件或测试适配器被支撑为使得其能够在平面中沿着至少一个方向执行平移运动并且能够围绕旋转轴线旋转。定位装置可以具有外保持件和中间保持件，其中外保持件通过旋转接合件联接到中间保持件，并且中间保持件通过另一个旋转接合件联接到内保持件。旋转接合件优选地定位在中间保持件上的大致径向相对的位置处。由此，能够通过围绕两个旋转接合件的旋转运动执行内保持件相对于外保持件的大致线性移动。

[0025] 定位装置可以以y-定位装置的形式实施，其具有线性调节定位器，以便在测试适配器的接触元件的平面中至少沿着y-方向相对于电路板来定位测试适配器。

[0026] 这种y-定位装置具有两个线性调节定位器，它们大致平行地布置并且彼此隔开预定距离，使得通过两个大致平行定向的定位器的不同致动，在测试适配器与待测试电路板之间执行相对旋转运动。

[0027] 本发明基于以下认识：用于适配器相对于待测试电路板的对准的旋转运动仅需要从大约 0.5° 到 1° 的小的最大角范围。通常来说， 0.75° 的最大旋转范围是足够的。为此原因，本发明的发明人实现了用于相对于电路板定位测试适配器的两个线性调节定位器，这两个定位器大致平行地定位并且彼此隔开预定距离，可以不仅用来调节适配器相对于电路板在平行于线性定位器延伸的直线方向上的位置，而且调节适配器在围绕垂直于电路板平面的旋转轴线的旋转方向上的位置。

[0028] 为了使待测试电路板的电路板测试点的图案与测试适配器的接触点的图案达到一致，使电路板测试点的图案中的两个相应点与测试适配器的相应点达到一致足矣。这还意味着可以通过相机来探测电路板的两个相应点并且然后可以致动两个线性定位器，使得相应点达到重合。电路板相对于测试适配器的略微偏离由此可以被快速地且非常精确地修正。

[0029] 该定位装置优选地具有线性调节定位器，所述线性调节定位器以直线电机的形式实施，当直线电机被致动时它们相对于彼此移动。在转子与定子之间存在气隙，使得当致动直线电机时，不必克服任何静摩擦。直线电机优选地定位为使得定子和转子每个都紧固到相对于彼此移动的元件，使得不需要附加的静摩擦产生机械传动装置（诸如齿轮等）来传递运动。

[0030] 该定位装置可以集成到保持装置中，通过该保持装置，测试适配器以及可能地连接到测试适配器的测试头可以移动。保持装置优选地是多部件保持装置；保持装置的内保持件可以直接地附接到测试适配器，并且相对于保持装置的外部件以可移动方式定位；y-定位装置的两个定位器联接到内保持件和外保持件，以使它们相对于彼此移动。

[0031] 内保持件优选地通过空气轴承装置被空气轴承地支撑。空气轴承装置包括在直接地位于内保持件下方的区域中设置在多部件保持装置上的一个或多个空气喷射器。每个空气喷射器连接到压缩空气管线，使得通过空气喷射器供给的空气在内保持件下方形成气垫，内保持件在该气垫上浮动并且由此当移动时不经受任何摩擦阻力。

[0032] 优选地，在内保持件与外保持件之间设有中间保持件。中间保持件可以分别通过相应的旋转接合件联接到内保持件和外保持件。旋转接合件可以实施为相应保持件之间的薄壁材料桥，这允许限定的旋转运动。这种旋转接合件非常简单、不需要维护，并且使两个

保持件以彼此隔开预定距离保持。材料桥可以是由与保持装置的不同保持件相同的材料构成的连接件。通常，这种材料是钢、铝、或弹性合金。

[0033] 线性调节定位器可以是直线电机。这种直线电机具有当致动直线电机时相对于彼此移动的直线转子和直线定子。保持装置的内保持件紧固到两个直线电机的转子或定子并且与其邻近，直线电机的相应其他部分紧固到中间保持件或外保持件或者紧固到与中间保持件或外保持件连接的部分，使得当致动直线电机时，内保持件移动。

[0034] 取代旋转接合件，内保持件也可以以自由可移动方式布置，但是在此情形中，应该优选地设有引导装置，其对内保持件沿着直线方向邻近线性定位器的运动提供无摩擦引导。引导装置优选地实施为使得它们相对于直线方向允许一定量的间隙，从而还可以执行略微的旋转运动。线性引导件优选地以气垫或磁垫或轴承实施。

[0035] 定位装置可以具有用于探测由两个线性调节定位器执行的移动的位移传感器。该位移传感器优选地是扫描直线刻度的光学传感器。光学传感器和刻度分别位于定位装置和/或其保持装置的通过线性调节定位器相对于彼此移动的两个部件上。通过这种方法探测两个线性调节定位器中每个的移动路径。基于位移传感器探测到的信号，可以探测y位置和相应的旋转位置。这些光学位移传感器是非接触式位移传感器。在本发明的背景下，还可以使用其他非接触式位移传感器。非接触式位移传感器不产生任何静摩擦。它们由此有助于适配器的精确调节。这种光学位移传感器能够实现低至几纳米的分辨率。这种光学位移传感器与上述旋转接合件的关联是特别有利的。这些旋转接合件限制了定位装置的各个移动部件的最大移动路径。由此相应光学传感器与待扫描刻度之间的距离确立在预定范围内，由此可靠地允许适当扫描。

[0036] 根据本发明的用于测试电路板的并行测试器具有用于相对于待测试电路板定位测试适配器的定位装置，该并行测试器具有测试适配器，该测试适配器具有多个接触元件以便能够同时接触待测试电路板的多个电路板测试点，该定位装置根据上面说明的定位装置实施。

[0037] 该并行测试器优选地具有x-定位装置，其实施为在测试适配器的接触元件的平面中在与y-方向大致正交的x-方向上相对于电路板来定位测试适配器。

[0038] x-定位装置优选地实施为使得其使多部件保持装置在x-方向上与适配器以及尤其与测试头一起移动。

[0039] 可以提供传感器，其能够探测测试适配器和/或保持装置在x-方向上相对于待测试电路板的相对位置，从而能够基于位移传感器的传感器信号，通过反馈回路来调节适配器相对于待测试电路板的位置。这使得即使x-定位装置具有非常大的行进距离，例如是适配器在x-方向上的跨度的若干倍，适配器也能够在x-方向上非常精确地定位。

[0040] 用于探测测试适配器和/或保持装置在x-方向上的位置的传感器优选地是光学传感器，其扫描设置在保持装置上的刻度。该传感器还可以是相机，其探测保持装置的位置。

[0041] 在并行测试器的设置期间校准保持装置的位置，例如通过相机来探测保持装置的位置。在正常操作期间，能够控制(即，不通过反馈回路来调节)保持装置的位置。然而，基本上，也可以在操作期间测量以及相应地调节保持装置的位置。

[0042] 并行测试器优选地具有用于探测电路板测试点的位置的至少一个相机。

[0043] 此外，设置有可以用来扫描测试位置处的待测试电路板的光学探测装置或相机。

基于相机捕获的图像,确定电路板的各个电路板测试点的位置偏差,并且这些偏差被用作用于确定相对于旋转位置在x-方向和/或y-方向上的偏移的基础。基于该信息,确定适配器必须到达以便与待测试电路板接触的位置。

[0044] 相机优选地以可移动方式安装在并行测试器上,使得它可以定位在待测试电路板的不同位置处。优选地,相机能够在两个测试站之间前后移动。

[0045] 优选地,并行测试器具有带有两个相机的光学探测装置,以便扫描待测试电路板的下表面和上表面。

[0046] 并行测试器可以具有z-定位装置,其实施为用于使测试适配器以及可能地相应测试头相对于电路板在z-方向上定位。z-方向大致与测试适配器的接触元件的平面正交并且与待测试电路板的平面正交地延伸。

[0047] 并行测试器优选地具有两个测试适配器并且特别地两个测试头,每个测试头定位为测试待测试电路板的一面。两个测试适配器各自设有相同的定位装置,所述定位装置相对于待测试电路板的平面以镜像对称方式布置。

[0048] 根据另一个方面,本发明涉及用于测试电路板的并行测试器,其具有测试适配器,该测试适配器具有多个接触元件以便能够同时接触待测试电路板的多个电路板测试点。该并行测试器具有用于使测试适配器在与其接触元件的平面正交的方向上移动的z-定位装置、用于使测试适配器在其接触元件的平面中在x-方向上移动的x-定位装置、以及用于使测试适配器在其接触元件的平面中在y-方向(该y-方向大致与x-方向正交)上移动的y-定位装置。该并行测试器的特征在于在x-方向上偏置的两个测试站,并且x-定位装置实施为具有足够大的移动路径使得x-定位装置能够使测试适配器在两个测试站之间移动。在各测试站处,设置有用于在y-方向传送以及排出待测试电路板的输送装置。

[0049] 优选地,z-定位装置和x-定位装置实施为移动用于保持测试适配器的保持装置,而y-定位装置集成在保持装置中用于使测试适配器相对于保持装置移动。

[0050] 用于在y-方向传送以及排出待测试电路板的输送装置例如以自动可致动抽屉的形式实施。

[0051] 并行测试器可以具有用于从各个测试站传送和/或排出待测试电路板及将待测试电路板传送和/或排出至各个测试站的附加输送装置。例如,这些附加输送装置以机械臂(拾取和放置单元)的形式实施。

[0052] 根据本发明的另一个方面,用于测试电路板的并行测试器实施为具有测试适配器,该测试适配器具有多个接触元件以便能够同时接触待测试电路板的多个电路板测试点。并行测试器具有用于移动并行测试器的至少一个相应部件(例如测试适配器或用于待测试电路板的接收装置)的多个移动装置。并行测试器的特征在于由矿物、陶瓷、玻璃陶瓷、或玻璃状材料构成或由混凝土构成的基部本体。每个移动装置优选地直接地和/或间接地紧固到基部本体。

[0053] 由于移动装置被紧固到基部本体,因此全部移动装置永久地呈现为相对于彼此固定(即不变)的位置。基部本体优选地是刚性的且沉重的,并且特别优选地,重量大于200kg、大于300kg、或者甚至大于500kg。由此,移动装置相对于彼此布置在不易受振动的固定位置中。

[0054] 这种基部本体的使用产生这样的事实:与固定到基部本体的移动装置一起移动的

各个部件的相对位置能够相对于彼此非常精确地重现。构成移动装置的各部件具有不同的质量。质量的主要区别在于在由移动装置移动的各部件的移动中能够实现绝对定位。移动装置越精准，相应的部件就越昂贵。本发明的发明人确定，为了使待测试电路板相对于测试适配器精确地对准，重要的不是移动装置移动部件的绝对精度，而是影响待测试电路板与测试适配器的相对位置的各个移动装置的重复性的精度。为了实现待测试电路板与测试适配器之间的精确的相对精度，重要的是使各个移动装置相对于彼此具有固定参考系，该固定参考系在此情形中由基部本体组成。结果是，利用其绝对移动精度是几百 μm 的移动装置，可以实现 $1\mu\text{m}$ 或几 μm 的相对可重复性。换句话说，一旦已经通过校准装置测量了特定位置，则可以以 $1\mu\text{m}$ 或几 μm 的精度恢复相同的位置。然而，利用这种移动装置，没有必要以 $1\mu\text{m}$ 或几 μm 的精度执行任何移动。这使得一方面可以使用相对不那么昂贵的部件并且另一方面可以实现精确的相对位置。优选地，各个移动装置如下面更详细描述地被校准，使得利用移动装置移动的各部件的相对位置可以以 $1\mu\text{m}$ 或几 μm 的期望精度重复地采用。

[0055] 影响待测试电路板与测试适配器的相对位置的移动装置是使测试适配器和待测试电路板移动的移动装置。能够影响待测试电路板与测试适配器之间的相对位置的其他移动装置是探测装置，其可以用于探测移动装置或借助于它们移动的部件(电路板或测试适配器)的位置以及基于探测位置校准相应的移动装置。在下面描述的示例性实施方式中，这种探测装置以光学探测装置的形式实施，该光学探测装置具有以可移动方式被支撑在并行测试器上的两个相机。

[0056] 该移动装置具有一个或多个定位装置；每个定位装置实施为使部件在一个移动方向上移动，并且各移动方向上的定位装置的所有移动方向彼此正交。

[0057] 根据本发明的并行测试器由此避免了一个部件的移动装置依赖于另一个部件的移动装置(因为该一个移动装置位于另一个移动装置上)的情形。通过这种实施方式，一个移动装置的公差将传递到与其独立的移动装置的公差。因此，移动装置仅具有一个、两个、或三个定位装置，这些定位装置实施为具有彼此正交的移动方向。

[0058] 由于移动装置优选地直接紧固到基部本体，因此每个移动装置都关于基部本体对准。

[0059] 基部本体由矿物、陶瓷、玻璃陶瓷、或玻璃状材料构成或由混凝土构成。这种基部本体具有较低的热膨胀性。它们由此对于各个移动装置形成非常精确的参考位置。由于全部移动装置都连接到相同的基部本体，因此它们的相对位置被精确地确定。在一原型中，可以利用传统精度的移动装置(可以在轨道上移动的保持架)实现 $1\mu\text{m}$ 的相对精度。换句话说，各个移动装置可以相对于其他移动装置以 $1\mu\text{m}$ 的精度重复地采用一个位置。

[0060] 优选地，并行测试器具有用于移动适配器的移动装置、用于移动用于待测试电路板的接收装置的移动装置、以及用于移动相机的移动装置。在特定操作阶段之前，优选地通过相机校准并行测试器一次；在校准时，探测适配器的至少一个参考点。一旦实施校准，则适配器和用于待测试电路板的接收装置就可以以借助于基部本体可能实现的精度相对于彼此重复地定位。优选地每次并行测试器接通或每次适配器改变时，执行校准。

[0061] 通过相机或多个相机，由此可以扫描适配器以及待测试电路板的侧面。上部相机使得可以扫描待测试电路板的上侧以及下适配器的接触侧。下部相机使得可以扫描待测试电路板的下侧以及上适配器的接触侧。这种相机既可以用于校准适配器的位置又可以用于

探测待测试电路板的位置。这种相机由此可以用于校准相应适配器的位置以及探测待测试电路板的位置。特别地,只要没有待测试电路板当前地位于相应测试位置中,就可以在其测试位置处校准适配器(至少关于x-方向和y-方向及其旋转位置)。因此可以在它们相应的测试位置中测量适配器和待测试电路板。这使得可以实现适配器与待测试电路板之间的非常精确的相对定位。这构成了可以独立于上面说明的发明方面使用的本发明的独立构思。自然地,本发明的这种构思还可以与上述其他方面结合。这尤其对于由刚性的优选地沉重的材料形成基部本体来说是真实的,其允许沿着一个或多个测试位置的精确位置参考。

[0062] 基部本体优选地由花岗岩、玻璃陶瓷、或基于二氧化硅和/或基于氧化铝的陶瓷制成。这种材料一方面具有较低的热膨胀系数并且另一方面具有高密度。温度变化和振动对于不同移动装置的移动精度来说仅具有极其细微的影响。

[0063] 优选地,基部本体由热膨胀系数不大于 $5 \times 10^{-6}/\text{K}$ 且优选地不大于 $3 \times 10^{-6}/\text{K}$,并且特别地不大于 $10 \times 10^{-6}/\text{K}$ 的材料构成。

[0064] 在并行测试器中设置基部本体使其与传统的并行测试器从根本上不同,传统的并行测试器通常具有各个元件布置在其中的近似正方形或块状的框架。这种框架具有如下弊端:通常,装置的元件不能定位在框架外部(至少如果它们作用在待测试电路板上)。在传统的并行测试器中,还可以在框架外部定位动力供给单元或控制计算机。然而,由于缺少必要的静态特性和/或框架的部件妨碍移动,因此对于机械受力部件(诸如适配器、按压部件、或用于操作电路板的元件)来说定位在框架外部是困难的。

[0065] 根据本发明的基部本体定位在并行测试器内部。并行测试器的所有元件和部件直接地或间接地紧固到基部本体。基部本体由此构成刚性芯部或刚性内部骨架,并行测试器的所有部件和元件都围绕其布置。

[0066] 基部本体是刚性本体,其例如由矿物材料(尤其是花岗岩)构成。在本上下文中,“刚性”表示基部本体在尺寸上足够稳定,因而在正常处理时间内,其变形小于几微米,优选地小于1微米。由于温度变化,在基部本体中可能发生更强的变形。但是温度变化或温度波动如此缓慢以至于它们对正常处理时间没有影响。处理时间的范围可以从几分钟到一个小时或者甚至几个小时。

[0067] 由于基部本体的刚性,因此沿着基部本体到参考框架或坐标系具有明确的参考。换句话说,直接地紧固到基部本体的所有部件在坐标系中相对于彼此具有由到基部本体的连接点确定的特定位置。由于基部本体是刚性的,因此这种相对位置通常不会改变。一旦探测到该相对位置,那么就可以重复地使用它来确定各个元件相对于彼此的位置,这是因为它们由于基部本体的刚性而被保持。基部本体由此可以由例如钢或矿物材料的任何刚性材料制成。

[0068] 类似于骨骼中的脊柱,基部本体跨越并行测试器的纵向跨度的大部分延伸;基部本体主要在水平方向上延伸,以便提供在水平方向上具有相应保持动作的相应移动装置。在竖直方向上,基部本体优选地延伸足够远,使得其在竖直方向上定位在上测试元件和下测试元件附近,利用上测试元件和下测试元件可以在两侧上(即上侧和下侧上)测试待测试电路板。由此,基部本体优选地构成并行测试器的一种后壁。然而,并行测试器的各个其他元件可以在竖直方向上延伸超过基部本体。

[0069] 以后壁形式实施的基部本体可以具有从后壁水平地向前延伸的单个部分或多个

部分。

[0070] 优选地，基部本体由几乎不受热膨胀的材料(例如矿物材料)构成。对于具有高热膨胀性的材料(诸如钢)，可能需要在每次温度波动之后按预定量对并行测试器重新校准，需要确定直接地和/或间接地紧固到基部本体的各元件的相对位置。

[0071] 基部本体的另一个优点在于这样的事实：并行测试器的所有其他元件和部分都安装在基部本体周围，使得原则上对于并行测试器的尺寸没有限制。

[0072] 根据本发明的另一个方面，用于测试电路板的并行测试器设有测试适配器，该测试适配器具有多个接触元件，以便能够同时接触待测试电路板的多个电路板测试点。并行测试器具有用于移动测试适配器的至少一个移动装置、用于移动用于待测试电路板的接收装置的一个移动装置、以及至少一个光学探测装置。并行测试器设有控制装置，该控制装置实施为使得光学探测装置探测处于不同测量位置的待测试电路板；电路板的关于不同测量位置的位置信息被存储在存储器中，并且电路板和测试适配器移动到不同测量位置，以便在那里执行测试程序。然后控制装置触发一个或多个测试程序；在几个测试程序之间，电路板与测试适配器相对于彼此移动。在该并行测试器中，提前测量处于测量位置的特定电路板并且然后依次执行几个测试程序。由此可以非常快速地执行待测试电路板的测试。这特别地适用于具有多个面板的电路板，对于每个面板都通过测试适配器单独地测试。

[0073] 根据本发明的另一个方面，提供了用于校准并行测试器的方法，其中使用探测装置来探测处于不同测量位置的测试适配器的位置。基于这些探测到的测量位置，获得用于控制测试适配器在测量位置之间的移动的控制信息并将其存储在存储器中。控制信息描述了测试适配器和/或接收装置在各个测量位置之间的相对移动。

[0074] 这种校准基于以下认识：当电路板与测试适配器接触时，通常需要几个测量位置。通常，利用测试适配器相对于电路板的不同测量位置来测试电路板的每个面板。在校准期间，测试适配器和/或用于待测电路板的接收装置到达相应的测量位置并且如果需要的话彼此对准。这些测量位置然后被作为控制信息存储在存储器中，使得在后续操作期间，一旦测试适配器被正确地校准，就能够在其他测试位置中相对于电路板控制该测试适配器，即在没有控制回路的情况下测试适配器可以相对于电路板或者相对于电路板的接收装置精确地移动。

[0075] 在具有上述基部本体的并行测试器中，由于各个元件(适配器、相机、和/或待测试电路板)的相对位置被以非常稳定且精确的方式保持正常的处理时间，因此可以借助于设置在并行测试器上的相机简单地执行适配器的校准。通过校准，可以非常精确地确定适配器相对于并行测试器的其他元件的位置。在传统的并行测试器中，已知的是利用单独的测试装置来校准适配器，该单独的测试装置通常具有单独的校准元件(诸如玻璃板)，为了执行校准，这些校准元件必须安装在并行测试器中，以便形成各个元件的非常精确的参考。在当前的并行测试器中，没有必要使用单独的测试装置或单独的测试设备。这不仅消除了对于购买这种单独且非常昂贵的测试装置的需要，而且，由于设置在并行测试器中的用于扫描电路板的相机还可以用于校准适配器，因此能够非常快速地执行校准。在该并行测试器的第一原型中，用于校准适配器的校准程序持续大约20秒。在并行测试器中可以重复地执行这种短时的校准程序，而不会负面影响并行测试器的产量。优选地，适配器的校准程序可以每小时至少重复一次，优选地在经过半小时之后或者在经过20分钟之后，或者在经过

10分钟之后重复一次。在执行适配器的这种校准的时间间隔内,由于刚性的基部本体,因此相对位置不会明显地改变。

[0076] 由于适配器或多个适配器的校准的快速重复,所以没有必要对并行测试器提供额外的机械稳定性,例如通过将并行测试器布置在空调房间中。因此,只要在两个连续校准程序之间不发生基部本体超过几微米的变化,则由于温度波动导致的基部本体以及由此相对位置的逐渐缓慢变化就不会妨碍并行测试器的操作。

[0077] 通过将刚性基部本体与校准程序关联的这种结合(其中,利用设置在并行测试器中的相机,其位置就像适配器的位置那样参考基部本体来保持),不那么昂贵地实现了高度精确且稳定的并行测试器。

[0078] 优选地,使用具有能够与电路板的上侧和下侧同时接触的两个测试适配器的并行测试器。在这类测试适配器中,有利的是提供两个探测装置来探测用于电路板或用于待测试电路板的接收装置的位置和/或测试适配器的位置。这种探测装置可以由此优选地包括两个相机。相机布置为指向相反方向,使得一个相机可以扫描待测试电路板的上侧,并且另一个相机可以扫描待测试电路板的下侧,和/或这些相机可以扫描下测试适配器或上测试适配器。当并行测试器接通时,两个相机优选地彼此校准。校准可以如下方式发生,其中一个相机光学性地扫描另一个相机的位置,并且由此确定并且如果需要的话对准两个相机相对于彼此的位置。

[0079] 用于探测测试适配器与待测试电路板和/或用于接收电路板的接收装置的相对位置的最简单且最通常的探测装置包括一个或两个相机。此外存在确定测试适配器相对于电路板的位置的已知方法,其中将测试适配器在不同相对位置处按压抵靠电路板一次或多次,并且其中基于所产生的接触来探测并行测试器相对于待测试电路板的位置。这种探测装置可以替代光学探测装置使用,以便探测测试适配器相对于待测试电路板的位置。这同样适用于这里说明的全部示例性实施方式。

[0080] 并行测试器的测试适配器可以作为通用适配器实施。这种通用适配器将待测试电路板的电路板测试点的图案映射到通用测试头的均匀栅格上。通用测试头用于所有类型的电路板。如果并行测试器将要与不同类型的电路板接触,那么仅需要更换可以联接到通用测试头的通用适配器。一般来说,这种通用适配器包括可以彼此隔开布置并且其中设有直通部的多层引导板。接触针延伸穿过直通部,并且它们的端部从适配器的相应外引导板突出并且由此能够与通用测试头的均匀栅格的接触点以及待测试电路板的接触点或电路板测试点接触。

[0081] 在另一个方面,还可以提供所谓“专用测试适配器”形式的测试适配器。这种专用测试适配器具有以与待测试电路板的电路板测试点的图案相对应的图案布置的接触元件。接触元件直接地连接到通向一组测试电子器件的缆线。一般来说,缆线与接触元件之间的连接以焊接连接的形式实施。这种专用测试适配器通常如下制造,其中由绝缘材料构成的板设有以待测试电路板的电路板测试点的图案布置的孔,使得一个接触元件插入到一个孔中。如果待测试电路板仅具有通孔镀敷形式的接触点,那么这种通孔镀敷的孔的图案可以直接用来制造测试适配器。

[0082] 通用适配器的总高度显著地小于专用适配器的总高度。为了能够补偿该总高度,如果竖直定位装置(z-定位装置)具有至少80mm、优选地至少100mm或至少120mm、并且特别

是至少150mm的移动行程是有利的。存在可以使用通用适配器和专用测试适配器两者的已知传统并行测试器。这些并行测试器具有用于专用测试适配器的电气端子区域。通用适配器通过具有较大面积且由多层构成的复杂电路板联接到该端子区域，其中端子区域与通用适配器在水平方向上彼此偏移。这种偏移由多层复杂电路板桥接。

[0083] 根据本发明的并行测试器设有基本电栅格，其具有均匀栅格形式的接触点。通用适配器可以以通常方式布置在这种基本栅格上。由于竖直定位装置的大行程，因此可以将接触管壳放置在基本栅格上，该管壳具有每个都用于相应缆线的连接的接触元件。缆线在接触管壳的远离基本栅格定向的一侧上连接到接触元件。这些缆线然后通向测试适配器的接触元件。在基本栅格与专用测试适配器之间，由此存在用于缆线以及用于接触管壳的足够空间以使缆线与基本栅格接触。

[0084] 上述并行测试器之一可以用于测试电路板，尤其是裸电路板。为此目的，可以使用通用适配器或专用测试适配器。

[0085] 并行测试器可以实施为仅对电路板进行断路和/或短路测试。这种测试方法通常用于测试裸电路板，这是由于在这种情形中，各个连接仅需要测试关于它们是否不具有任何断路或者没有与另一个导体短路。由此裸电路板的测试这里还理解为表示测试具有所谓嵌入部件的电路板，嵌入部件包括例如电阻器、电容器或二极管。

[0086] 基本地，对于并行测试器来说还可以用来测试已装配电路板。已装配电路板通常具有集成电路。为了测试已装配电路板，执行功能测试(电路内测试)，其中将复杂信号施加到已装配电路板的导体，并测量已装配电路板对这些复杂信号的反应。

[0087] 测试裸电路板与测试已装配电路板的主要区别在于需要同时接触显著更多的接触点或电路板测试点。与此相比，当测试已装配电路板时，非常少的接触点被接触，但是这些接触点通过更复杂的电信号起作用。当测试裸电路板时，通常需要同时接触多于1000个或多于5000个或甚至多于10,000个电路板测试点。

[0088] 电路板通常制造为具有多个面板。面板是接触点和导体的特定图案。在测试之后，具有多个面板的电路板被分成独立的面板，然后每个面板构成单独的电路板。电路板的各面板是相同的。可以利用具有仅用于单个面板的接触点的接触元件的测试适配器来测试具有多个面板的电路板；测试适配器与电路板的相应面板依次接触。为此目的，测试适配器通过测试适配器相对于待测试电路板的逐步相对移动而与相应面板接触。上面说明的并行测试器可以用于依次测试多个面板。这也称为“步进”。

[0089] 可以利用使测试适配器在x-方向上移动的x-定位装置在x-方向上执行步进。在y-方向上，可以利用在y-方向上移动待测试电路板的输送装置执行步进。

[0090] 这种用于在y-方向上输送电路板的输送装置在测试位置与更换位置之间移动电路板。更换位置位于由测试适配器和包含测试适配器的保持装置覆盖的区域之外，使得在更换位置可自由地接近电路板。在更换位置中，例如可以由机械臂或手动地更换电路板。

[0091] 如上面说明的，y-定位装置可以实施为具有空气轴承装置。空气轴承装置在y-定位装置的致动期间形成气垫。在测试期间，优选地不形成气垫，从而测试适配器通过摩擦接合固定在适当位置。使用空气轴承装置来固定测试适配器的位置构成了本发明的独立构思，其可以独立于上述发明方面使用。

[0092] 在上面的说明中，参照的是具有x-轴、y-轴和z-轴的坐标系。z-轴在竖直方向上延

伸。x-轴和y-轴限定水平平面。在本发明的背景下,x-轴和y轴可以彼此互换。

[0093] 上面说明的方面也可以彼此独立地实施,或者也可以以任意组合的方式在并行测试器中实施。

附图说明

[0094] 下面结合附图更加详细地说明本发明。在附图中:

[0095] 图1是具有两个测试站以及带有适配器的下测试头和上测试头的并行测试器的立体图;

[0096] 图2是来自图1的测试装置的两个测试站的放大视图;

[0097] 图3a-图3d示出了用于保持测试适配器和测试头的保持装置,各自以立体图从前面观察的具有和不具有测试头、以及通用适配器(图3c)和专用测试适配器;

[0098] 图4a-图4d各自以俯视图(图4a)、纵视图(图4b)、前视图(图4c)和立体图(图4d)示出了来自图3的保持装置的保持框架;以及

[0099] 图5a-图5e以俯视图(图5a)连同多个剖面线A-A、B-B、C-C和D-D以及相应的剖面图示出了来自图4a的保持框架;以及

[0100] 图6a示出了具有示意性框架结构的来自图5a的保持框架;以及

[0101] 图6b示意性描述了框架的电路框图以及保持框架的铰接连接布置。

具体实施方式

[0102] 根据本发明的并行测试器1具有由花岗岩制成的基部本体50(图2)。基部本体50由形成后壁2的两个一体的纵梁51以及从后壁2向前延伸的两个横梁52、53组成。两个横梁52、53固定到纵梁51,从而它们形成相关部件。横梁52可以通过具有强大摩擦接合的螺钉连接紧固到纵梁51。优选地,基部本体50由单件组成。

[0103] 在当前的示例性实施方式(图1)中,当从前面观察时用于未测试电路板的料斗3位于左侧且邻近后壁2,并且用于良好电路板的输送带4和用于劣质电路板的输送带5位于右侧且邻近后壁2。在该并行测试器1中,待测试电路板从左侧移动到右侧。自然地,并行测试器1可以以如下方式实施:用于未测试电路板的料斗3以及用于已测试电路板的输送带4、5位于相对侧或者此外定位在上方和下方。并行测试器1定位在壳体(未示出)中,该壳体包围并行测试器的全部运动部件,使得在操作期间,操作者不能进入到运动部件的运动区域中。仅输送带4、5引出到壳体之外,从而操作者可以从输送带4、5移除已测试电路板。输送带4、5还可以基本地联接到收集装置,该收集装置将正面和负面测试电路板自动地收集在不同容器中。

[0104] 平行于后壁2从左侧到右侧的水平方向在下文中称为x-方向。垂直于后壁2从前壁延伸到后壁的水平方向在下文中称为y-方向。平行于后壁2从底部到顶部的竖直方向在下文中称为z-方向。在图1中示出了相应的坐标系。

[0105] 用于尚未测试的电路板的料斗3具有提升件,通过该提升件能够逐渐地提升未测试电路板的叠层。在料斗3的上边缘区域处,在横梁52上设有分离装置6,其从料斗3取出未测试电路板叠层的顶部电路板并且将其供给到机械臂7。

[0106] 机械臂7实施为使得其可以沿着竖直方向(z-方向)移动。在其下端处,机械臂7具

有实施为拾取和放置电路板的真空夹持器。可以在机械臂7上沿着y-方向调节真空夹持器，使得其能够居中地抓握不同尺寸的电路板。在后壁2上，具有机械臂7沿着其被支撑的x-轴61，使得机械臂可以沿着x-方向移动。

[0107] 在两个横梁52、53上，两个抽屉机构8、9安装在相同平面中，使得在每个抽屉机构中，用于接收电路板的相应框架状抽屉10、11可以相对于后壁2在水平方向上前后往复地移动一定距离(图2)。抽屉机构8、9各自包括沿着水平方向延伸的轨道54，其在朝向相对横梁定向的一侧上紧固到两个横梁52、53中的一个。其上紧固有框架状抽屉10、11之一的相应板状保持架55在每个轨道54上被以可移动方式引导。抽屉机构8、9每个都构成相应的移动装置。抽屉机构8、9以大约100μm的精度移动框架状抽屉10、11。

[0108] 在两个抽屉10、11上方和下方的区域中，设置有相应的保持装置12、13。

[0109] 保持装置可以沿着后壁2在x-方向上移动，使得两个保持装置12、13各自可以定位在两个抽屉机构8、9的上方或下方。在每个纵梁51上，水平地紧固有相应轨道56，以便引导各保持装置12、13。在各轨道56上，相应的保持装置保持架57在x-方向上被引导，使得其可以通过相应的驱动单元移动。这构成了x-方向的移动装置。

[0110] 在保持装置保持架57上，保持装置12、13每个都布置为使得它们能够通过竖直延伸的线性驱动单元58沿着z-方向移动。线性驱动器58以心轴驱动器的形式实施，以便能够产生强大的力。这些用于移动保持装置的元件每个都构成用于沿着z-方向移动的附加移动装置，其辅以将在下面更加详细说明的y-方向上的定位装置。

[0111] 线性驱动器58包括沿着竖直方向延伸的导轨(未示出)，并且保持装置12、13在所述导轨上被引导。由于移动装置在x-方向和z-方向上被紧固到基部本体50的外部，因此对于相应移动路径的长度没有结构限定。由此，竖直方向(=z-方向)上的移动路径可以选择为足够大，使得保持装置12、13能够保持通用适配器14/1(图3c)或专用适配器14/2(图3d)。与通用适配器所需要的空间相比，专用适配器需要显著更大的空间来容纳从接触元件延伸到一组测试电子器件的缆线。在当前的示例性实施方式中，竖直移动装置的移动路径大约为120mm。

[0112] 适配器14和测试头16定位在每个保持装置12、13中。在图1中，示出了没有适配器14且没有测试头16的并行测试器。在图2中，出于更简单图形描述的目的，仅在上保持装置12中示出了适配器14和测试头16，在下保持装置13中未示出适配器和测试头。在操作期间，适配器和测试头自然地设置在下保持装置13中。

[0113] 每个测试适配器14具有以待测试电路板的接触点的图案从适配器突出的多个针状接触元件。待测试电路板的这些接触点在下文中称为电路板测试点。上适配器14的接触元件向下指向，并且下适配器的接触元件向上指向，使得待测试电路板可以定位在两个适配器14之间并且上侧和下侧可以各自由相应一个适配器14同时地接触。

[0114] 在适配器的远离待测试电路板定向的一侧上，每个适配器14连接到一个测试头16。测试头16包含测试电子器件，利用测试电子器件将测量信号提供给适配器14的各个接触元件。利用这些测量信号，例如可以在适配器14的两个接触元件之间执行电阻测量。然而，也可以提供复杂的测量信号，利用复杂的测量信号可以执行电容测量或复杂电导率的测量。然而，当测试裸电路板时，优选地仅执行用于测量两个电路板测试点之间的欧姆电阻的测量。测试头实施为具有基本栅格，其具有以均匀栅格布置的接触点。适配器14由此将待

测试电路板的接触点的图案映射到基本栅格的接触点的图案上。基本栅格的多个接触点可以彼此连接；基本栅格的彼此连接的接触点各自连接到评估电子器件的相应单独输入。基本栅格的接触点能够相应地成对、成三个、成四个或成混合组合连接。就此而言，参照US 6,154,863 A和EP 0 838 688 A。

[0115] 在图3c中示意性地描述了通用适配器14/1。该通用适配器具有朝向试样(待测试电路板)定向的侧面62，该侧面在下文中称为试样侧。远离试样定向的侧面与测试头16的基本栅格接触并且称为基本栅格侧63。通用适配器14/1由还称为弹簧管壳的全栅格管壳64以及适配器单元65组成。全栅格管壳具有以基本栅格的接触点的图案布置的弹簧加载测试销。各个弹簧接触销相应地彼此平行地并且垂直于试样或基本栅格的平面布置。适配器单元具有例如以刚性针的形式实施的测试针71。测试针由多个电路板板保持，这些电路板彼此隔开并且设有孔，使得它们引导测试针。所述孔布置为使得各个测试针从以基本栅格的图案布置的全栅格管壳64的弹簧加载销引出到试样的接触点的图案中的接触点。为此目的，各个测试针中的大部分通常以与试样或基本栅格的平面成一定角度来定向。位于试样侧62上的适配器单元65的引导板具有以试样的接触点的图案布置的孔。邻近全栅格管壳64定位的适配器单元65的引导板具有以基本栅格的图案布置的孔。测试针延伸穿过这些孔中的每个。

[0116] 图3b示出了专用测试适配器14/2。该测试适配器再次具有试样侧62和基本栅格侧63。适配器单元66和弹簧销管壳67位于试样侧62上。类似于适配器单元65，适配器单元66具有测试针71，并且弹簧销管壳67具有弹簧加载接触销。在适配器单元66和弹簧销管壳67中，所有的测试针和接触销相互平行并且以待测试试样的接触点的图案布置。适配器单元66和弹簧销管壳67由此以专门用于试样的方式实施。缆线72在远离试样侧62定向的一侧上与弹簧销管壳67的各弹簧销接触。这些缆线72构成缆线束；每个缆线的远离弹簧销管壳67的端部连接到接触销68。接触销68布置在基本栅格接触板69中。基本栅格接触板69具有通孔，接触销68中的相应一个插入每个通孔中。这些通孔各自被分配到测试头16的基本栅格的接触点。在基本栅格接触板69与基本栅格之间，具有另一个弹簧销管壳67，其具有分配到每个接触销68并且使接触销68与基本栅格的相应接触点电接触的弹簧接触销。基本栅格接触板69和弹簧销管壳67通过使它们保持隔开的支柱73连接，从而具有用于容纳缆线72的空间。

[0117] 通用适配器14/1具有大约75mm的总高度，而专用测试适配器具有140mm的总高度。从而通用适配器和专用测试适配器都能插入到并行测试器中，沿着竖直方向的移动路径必须大于两个适配器的总高度之间的差值(=65mm)加上需要的工作行程。

[0118] 上述专用测试适配器14/2是一个可能的实施方式。通过利用适配器单元66和弹簧销管壳67，能够与高密度的接触点可靠地形成接触；在适配器单元66的测试针中的弹簧销管壳67起作用，从而可靠地接触所有测试针。然而，还存在专用测试适配器的其他已知实施方式，其具有适配器单元，该适配器单元带有在试样侧上具有例如仅0.80 μm 直径的测试针。这些测试针如此细以至于它们在受力时向外弯曲并且像弹簧一样动作。除了弹簧销管壳以外，还提供了其中铜/涂漆线粘接到电路板的通孔中的栅格板；在电路板的一侧上，铜/涂漆线在表面区域中被切开并且该侧被抛光，使得铜/涂漆线的切开表面每个都构成用于适配器单元的细测试针的接触点。这些铜/涂漆线例如可以具有0.2mm的直径并且可以以0.3mm的栅格间距定位。铜/涂漆线的远离适配器单元定向的端部连接到缆线。铜/涂漆线构成缆

线72,每个缆线连接到设置在基本栅格接触板69上的接触销61中的一个。

[0119] 两个抽屉机构8、9由此每个都构成相应的测试站;在一个测试程序中,线性驱动器从上面和下面对着位于测试站中的待测试电路板按压两个适配器。

[0120] 当加载或排出电路板时,抽屉10、11向前(即远离后壁2)移动到更换位置。加载有尚未测试电路板的抽屉10、11沿着y-方向向后(即沿着朝向后壁2的方向)移动到测试位置。两个抽屉10、11优选地交替地位于测试位置和更换位置,从而在更换位置的一个抽屉能够排出已经测试的电路板并且能够加载尚未测试的电路板,而另一个抽屉可以在测试位置被测试。

[0121] 通过另一个机械臂15执行抽屉的卸载,该另一个机械臂根据所执行的测试程序的结果,将已测试电路板或者放置到用于良好电路板的输送带4上或者放置到用于劣质电路板的输送带5上。输送带4、5将已测试电路板传送到相应的收集容器(未示出)。

[0122] 机械臂15可以再次在竖直方向(z-方向)上以及沿着x-轴61在x-方向上移动,并且在其下端处具有用于拾取和放置电路板的夹持装置17。夹持装置17体现为真空夹持器。不需要在y-方向上调节夹持装置17,因为为了拾取电路板,保持架8、9相应地定位在y-方向上,使得夹持装置17能够夹持相应的电路板中心。

[0123] 存在带有多个面板的电路板,其中各个面板布置为使得它们相对于彼此旋转或者彼此镜像对称。在测试过程中,必须将这些电路板相对于测试适配器放置在不同的旋转位置。为此目的,机械臂15的夹持装置17具有电机,利用该电机,夹持装置17可以围绕竖直定向的旋转轴线旋转。这使得能够旋转由夹持装置17夹持的电路板。在操作过程中,主要实践是从相应的抽屉8、9提升电路板以使它们旋转90度或180度,并将它们放回抽屉中以便测试其他面板。

[0124] 保持装置12、13各自具有支撑架18(图2、图3a和图3b)。支撑架18具有后壁19和水平支撑架框架20,该水平支撑架框架具有沿着x-方向延伸的两个纵向支柱21以及沿着y-方向延伸的横向支柱22。横向支柱22各自通过在侧视图3中为三角形的两个侧壁元件23、24连接到后壁19。

[0125] 支撑架框架20是保持框架25的部件。保持框架25具有基本上三层构造;第一层由支撑架框架20组成,第二层由加载框架26组成,并且第三层由控制框架27组成。加载框架26和控制框架27位于支撑架框架20的远离侧壁元件23、24定向的一侧上。

[0126] 控制框架27具有内控制框架部28和外控制框架部29。当从上面观察时内控制框架部28和外控制框架部29为长方形框架;内控制框架部28与外控制框架部29的内侧隔开一短的距离。内控制框架部28通过薄壁连接件30连接到外控制框架部29;连接件30部分地延伸到外控制框架部29的区域中。

[0127] 在远离连接件30定向的端部上,外控制框架部29通过端部条32连接到外连接件31。端部条32经由中间条35通过螺钉以固定方式附接到支撑架框架20。中间条35具有与加载框架26相同的高度。

[0128] 内控制框架部28具有用于通过螺钉连接将内控制框架部28附接到加载框架26的孔33。此外,内控制框架部28具有用于定位并紧固测试适配器14、15之一的定位孔34。

[0129] 端部条32、外控制框架部29和内控制框架部28由钢板制成;仅这些元件28、29、32之间的中间空间被铣掉,留下在相应部件之间形成连接的内连接件30和外连接件31。在竖

直投影中,控制框架部28、29大致覆盖加载框架26。

[0130] 外控制框架部29可以通过外连接件31相对于端部条32旋转;旋转范围是 $+/-2^{\circ}$ 。通过相同的方式,内控制框架部28可以相对于外控制框架部29围绕内连接件30旋转 $+/-1.5^{\circ}$ 的角度范围。

[0131] 由此,内控制框架部28被支撑,使得其可以通过两个连接件30、31相对于端部条32以两种方式旋转。内控制框架部28由此可以以线性方式沿着y-方向(图5a)相对于端部条滑动并且略微旋转。

[0132] 加载框架26放置在作为支撑架18的部件的支撑架框架20上。在支撑架框架20中,在朝向加载框架26定向的一侧上设有若干空气喷射器36;空气喷射器36的喷嘴开口指向加载框架26。每个空气喷射器36连接至压缩空气软管(未示出)。每个空气喷射器36在远离喷嘴口定向的一侧上连接至螺纹销37。每个螺纹销37拧入到支撑架框架20中的相应螺纹孔中并且用来调节空气喷射器36的高度。

[0133] 空气喷射器36的竖直位置优选地设置为使得加载框架26与支撑架框架20隔开十分之几毫米。通过将压缩空气吹送通过空气喷射器36,在空气喷射器36与加载框架26之间的区域中形成仅几 μm (例如 $10\mu\text{m}$)高度的气垫。在当前的示例性实施方式中,在保持框架25上设有六个空气喷射器36,使得一个空气喷射器36位于纵向支柱21与横向支柱22之间的每个角部区域中,并且一个空气喷射器36位于每个纵向支柱21的纵向中部。

[0134] 在横向支柱22的区域中,支撑架框架20具有朝向加载框架26的口袋状凹入部38。该凹入部38容纳直线电机的线圈装置39。磁带40安装在加载框架26的朝向线圈装置39定向的凹入部中。凹入部38、41使得即使当容纳线性电机时也能够使保持框架25的总高度最小化。在支撑架框架中实施的导管42进入到支撑架框架20的凹入部38中并且包括连接到相应线圈装置39的电缆线43。在磁带40与线圈装置39之间存在气隙。如果线圈装置39受到电流作用,则与磁带40配合,产生力,这引起加载框架26相对于支撑架框架20的线性移动。包括线圈装置39和磁带40的直线电机由此构成线性调节定位器,通过它能够调节加载框架26相对于支撑架框架20的相对位置。加载框架26永久地连接到内控制框架部28,使得内控制框架部28也与加载框架26一起移动。由于旋转接合件30、31,加载框架26和内控制框架部28的移动限于预定移动范围。这确保了线圈装置39与磁带40之间的距离通常足够小,使得两个元件39、40作为直线电机配合。

[0135] 保持框架25具有两个这样的直线电机和线性调节定位器;两个直线电机各自位于支撑架框架20的横向支柱22的区域中,位于相应的支撑架框架20与加载框架26之间。

[0136] 在支撑架框架20的外侧上邻近两个直线电机紧固有相应的支撑板44,该支撑板从支撑架框架朝向控制框架27延伸并且覆盖加载框架26的区域。在支撑板44的内侧上具有相应的光学传感器45,该传感器定向为使得其面向加载框架26。在传感器45的区域中,在加载框架26上设有刻度;该刻度可以刻画在加载框架中。然而,该刻度还可以是粘附到加载框架26的印刷薄膜。刻度在相应直线电机的纵向方向上延伸。传感器45可以用于探测加载框架26和/或内控制框架部28相对于支撑架框架20的相对位置。

[0137] 保持框架25以使得直线电机沿着y-方向定向的方式平行布置在测试器1中。保持框架25由此构成具有相互平行布置的两个线性调节定位器的y-定位装置。通过两个定位器的区别致动,可以在内控制框架部28与支撑架框架20之间执行旋转运动。适配器14、15之一

紧固到控制框架部28。因此,可以通过并行测试器中的直线电机设置相应适配器14、15以及由此关于位于抽屉10、11之一中的电路板的y-位置和旋转位置。由此能够以高度精确方式设置旋转位置和y-位置。

[0138] 每个支撑架18通过电机沿着导轨(未示出)在竖直方向(z-方向)和水平方向(x-方向)上移动。电机以能够产生强大作用力的铁芯同步伺服电机的形式提供。这些电机以直线电机的形式实施,从而它们能够以线性方式在x-方向和z-方向上移动支撑架18。

[0139] 每个抽屉机构8、9具有用于沿着导轨54移动保持架55的电机,利用所述导轨,抽屉10、11可以沿着y-方向在测试位置与更换位置之间前后移动。

[0140] 并行测试器1此外在抽屉机构8、9上方的区域中具有相机46并且在它们下方的区域中具有相机46。每个相机46定位在移动装置48上,该移动装置能够将相应相机移动到邻近两个抽屉机构8、9的测试位置的位置中,以便能够扫描测试位置中的电路板。每个移动装置48具有可以沿着紧固到基部本体50的纵梁51的轨道60在x-方向上移动的保持架59。每个相机46紧固到支架49上,该支架支撑在保持架59上,从而它们能够沿着y-方向移动。通过这种方式,相机46可以在测试位置定位在电路板上方或下方的x-/y-平面中的任意位置,并且能够扫描电路板的任何区域。此外,支架49可以与相应相机46一起朝向后壁2向后移动足够远,使得移动装置48能够移动经过适配器14的相应保持头12、13和测试头16,以便由此相对于抽屉机构8、9上方和下方的相应保持装置12、13改变位置。

[0141] 并行测试器具有中央控制装置47(图1),其自动地控制并行测试器1的所有运动部件的运动、相机46的致动、其他传感器的致动、以及用于测试电路板的电子程序的执行。

[0142] 下面将解释利用上面说明的并行测试器1来测试电路板的方法。

[0143] 在当前的示例性实施方式中,电路板具有布置成两行的8个面板。

[0144] 当接通并行测试器1时,首先两个相机46相互校准。在此情形中,一个相机46探测另一个相机46,并且能够确立两个相机46相对于彼此的位置。另选地,还能够在两个相机46之间布置具有单个小孔的穿孔板。两个相机然后各自探测该孔。由于两个相机同时探测相同的孔,因此它们能够使它们的相对位置彼此对准。

[0145] 优选地在并行测试器中的不同位置处执行相机的校准,这些不同位置基本上大致对应于相机在操作期间移动以便扫描电路板和/或测试适配器14、15的位置。相应的校准数据被存储在用于不同位置的存储器中,使得在后续操作期间,由相机捕获的图像可以相对于彼此精确地定位。通过这种方式,由两个相机46限定的坐标系相互校准。

[0146] 每次并行测试器接通或者测试适配器14更换时,就校准测试适配器14的位置或定位。为此目的,测试适配器14大致移动到假设它们与待测试电路板接触的测试位置。在这些测试位置中,由相应相机46光学地扫描适配器14,并且确定适配器14的实际位置。可以根据需要修正这些位置。在相应的测试位置中,获得用于控制各测试适配器14在相应测试位置的移动的控制信息并将该控制信息存储在存储器中。借助于该控制信息,适配器14可以以1 μm 或几 μm 的重复性移动到相应测试位置,而不需要通过相机46之一进行扫描。在测试操作期间,由此足以在无需通过反馈进行调节的情况下控制测试适配器14的运动。

[0147] 在校准相机46和适配器14之后,开始实际测试操作。

[0148] 将待测试电路板堆叠在料斗3中。分离装置6从叠层中拾取顶部电路板并将其供给到机械臂7的操作范围。机械臂7拾取电路板。机械臂通过真空夹持器(未示出)夹持电路板

并将其移动到处于更换位置的抽屉10、11。

[0149] 机械臂7将电路板放置在抽屉10、11中。该抽屉移动到测试位置。

[0150] 由相机46扫描已经移动到测试位置的电路板。为此目的，相机移动到邻近该电路板的区域中。每个相机46在每个测量位置捕获电路板的上侧和下侧的两张图像。这些图像由控制装置47评估；提取显著点（例如，特殊标记或预定电路板测试点）并且确定它们在并行测试器1中的位置。这用于确定并行测试器1中的待测试电路板的位置。

[0151] 然后相机46移动到一侧。

[0152] 利用两个相机46来扫描待测试电路板的上侧和下侧还能够用于探测电路板的两侧上的不同扭曲，由此能够发现面板相对于电路板上的目标位置的偏移。

[0153] 当抽屉移动到测试位置并且当测量待测试电路板的各个测量位置时，可以在其他测试位置在另一个电路板上执行测量。如果已经完成在另一个电路板上的测量，那么相应的抽屉10、11移动到更换位置。

[0154] 各自支撑适配器14之一以及测试头16之一的两个保持装置12、13，然后移动到处于测试位置并且已经被测量的电路板；它们关于电路板的第一面板和/或第一测量位置而与相应适配器14对准并且抵靠电路板按压它们。由此，该面板的所有电路板测试点由适配器14同时接触。

[0155] 借助于使适配器14沿着x-方向移动的保持装置12、13来执行适配器14相对于电路板的相应面板在x-方向上的对准。在本示例性实施方式中，在没有控制回路的情况下控制由控制装置47控制的保持装置在x-方向上的移动以及抽屉10、11的移动。这意味着在各个测量程序期间既不探测电路板的位置也不探测适配器14的位置；相反，仅根据先前探测且存储的控制信息来执行电路板和/或适配器14的移动。因此，可以非常快速连续地执行不同测量位置的各个测量程序。在位于两个抽屉机构8、9之一中的电路板上执行测量程序的同时，更换另一个抽屉机构9、8中的另一个电路板并且通过相机46进行测量。这优化了待测试电路板的生产量，因为为了执行测量程序，仅需要以受控方式在各个测试位置之间移动适配器14。

[0156] 通过直线电机进行适配器14沿着y-方向以及相对于相应面板的相对旋转位置的对准，每个直线电机包括线圈装置39中的一个以及磁带40中的一个。通过传感器45产生的位置信号以闭合控制回路来调节这种移动。在此情形中，通过相对于相应的支撑架框架20移动内控制框架部28使适配器14与测试头16在保持装置12、13内部对准。如果对于电路板的所有面板来说关于y-方向和/或相对旋转位置的偏差都是相同的，那么对于电路板的所有面板可以仅执行一次沿着y-方向和/或关于相应面板与适配器之间的相对旋转位置的对准。如果偏差主要由电路板内及其自身的位置产生，那么就是这种情形。如果各个面板的偏差在y-方向和/或旋转位置方面不同，那么使适配器与每个面板单独地对准是有利的。

[0157] 然后测试电路板。如果它是裸电路板，那么对各个导体进行断路和短路测试。

[0158] 在测试第一面板之后，将适配器14再次从电路板提升并且移动到第二面板。在一个方面通过相应支撑架18沿着x-方向的移动产生的沿x-方向的移动，或者借助于抽屉机构8、9通过电路板沿着y-方向的移动，来执行电路板与适配器14之间的相对移动。由此能够连续地测试以多行一个接一个地布置在电路板上的多个面板。

[0159] 适配器14可以相对于相应面板单独地对准。由于适配器14并不总是相对于电路板

居中地对准,因此在测试程序期间,支撑架18可能从待测试电路板显著地突出。由此,抽屉机构8、9在测试位置与更换位置之间的移动路径体现得足够宽,使得在用于拾取电路板的更换位置,支撑架18不会覆盖在抽屉10、11的接收区域上。

[0160] 如果已经测试完待测试电路板的所有面板,那么它们的抽屉10、11移动到更换位置。与此同时,具有其他待测试电路板的另一个抽屉11、10继而移动到测试位置。同时,其他待测试电路板已经在另一个抽屉11、10中更换,并且已经测量了其他待测试电路板的各个测量位置。

[0161] 通过第二机械臂15在更换位置中拾取已测试电路板并且将其移动到用于良好电路板或劣质电路板的输送带4、5中的一个。如果已经测试了电路板的所有面板,那么就将已测试电路板放置在用于良好电路板的输送带4上或者在用于劣质电路板的输送带5上。输送带4、5将电路板传送到并行测试器1的壳体之外。

[0162] 借助于可以在两个测试位置之间移动的两个独立的可致动抽屉10、11和适配器14对并行测试器1中的电路板的这种特定操作,实现了以下优点:

[0163] -通过抽屉和适配器在正交方向上的独立移动,可以一个接一个(步进)地测试以多行布置在电路板上的面板。

[0164] -借助于抽屉,实际测试程序与操作(尤其是电路板的传送和排出以及电路板的测量)完全地脱离。如果一个测试位置的测试程序已经完成,那么就可以在另一个测试位置立即开始测试程序。仅需要将适配器从一个测试位置移动到另一个测试位置。在测试程序期间,在两个抽屉机构8、9之一的测试位置中,借助于另一抽屉机构9、10移除已测试电路板,供给另一个待测试电路板,并且利用相机测量该另一个电路板。

[0165] 利用根据本发明的并行测试器的原型进行的初始测试显示出其比传统并行测试器更快速,在传统并行测试器中,电路板沿着线性输送装置被供给到测试位置并且然后远离该测试位置传送。

[0166] 该并行测试器以如下方式操作,使得在测试操作期间,空气喷射器36在支撑架框架20与加载框架26之间持续地产生气垫。通过这种方式,适配器可以关于其y-位置及其旋转位置非常快速地对准。借助于控制框架部28、29(其通过旋转接合件30、31被引导并且被限定在移动范围内)的引导,实现了适配器借助于两个直线电机关于调节定位方面的快速且非常精确的对准。

[0167] 然而,在本发明的上下文中,一旦适配器适当地对准,也可以中断压缩空气的供给,由此加载框架26搁置在支撑架框架20上和/或搁置在集成于支撑架框架20中的空气喷射器36上,并且通过摩擦接合保持它们的位置。这固定了适配器在保持装置12、13内部的位置。

[0168] 适配器借助于控制框架部28、29(所述控制框架部借助于实施为连接件30、31的旋转接合件在限定移动范围内被引导)的引导以非常简单的机械方式实施并且充分地符合对于适配器相对于电路板的精细调节的必要移动范围。在本发明的上下文中,也可以相对于支撑架框架20以不同方式引导控制框架27或加载框架26。另一种引导形式还可以允许较大的移动空隙。然而,还可能有利的是,调节空气轴承以便在使适配器相对于电路板对准之后基本上固定该位置。

[0169] 上面说明的示例性实施方式具有用于与待测试电路板的上侧和下侧同时接触的

两个适配器。然而该并行测试器还可以实施为仅与单个侧面接触；于是可以省去第二适配器及其他装置（第二保持装置、第二测试头、第二相机）。

[0170] 本发明可以简要总结如下：

[0171] 本发明涉及用于并行测试器的定位装置、并行测试器、以及用于测试电路板的方法。根据本发明的第一方面，出于精细调节的目的，设置有定位装置，其具有彼此平行定位并且隔开预定距离的两个线性调节定位器，使得通过致动两个定位器，可以在测试适配器与待测试电路板之间执行线性运动和旋转运动。此外，设置有特定操作机构，其具有用于沿着第一方向传送以及排出待测试电路板的两个输送装置，并且具有用于沿着与第一方向大致正交的第二方向定位测试适配器的定位装置；适配器的定位装置可以使适配器移动足够远，使得其可以定位在两个测试站（用于传送以及排出待测试电路板的装置联接到测试站）的区域中。

[0172] 附图标记列表

[0173]	1	并行测试器	38	凹入部
[0174]	2	后壁	39	线圈装置
[0175]	3	料斗	40	磁带
[0176]	4	用于良好电路板的输送带	41	凹入部
[0177]	5	用于劣质电路板的输送带	42	导管
[0178]	6	分离装置	43	缆线
[0179]	7	机械臂	44	支撑板
[0180]	8	抽屉机构	45	传感器
[0181]	9	抽屉机构	46	相机
[0182]	10	抽屉	47	控制装置
[0183]	11	抽屉	48	移动装置
[0184]	12	保持装置	49	支架
[0185]	13	保持装置	50	基部本体
[0186]	14	适配器	51	纵梁
[0187]	15	机械臂	52	横梁
[0188]	16	测试头	53	横梁
[0189]	17	夹持装置	54	轨道
[0190]	18	支撑架	55	保持架
[0191]	19	后壁	56	轨道
[0192]	20	支撑架框架	57	保持装置保持架
[0193]	21	纵向支柱	58	线性驱动器
[0194]	22	横向支柱	59	保持架
[0195]	23	侧壁元件	60	轨道
[0196]	24	侧壁元件	61	x-轴
[0197]	25	保持框架	62	试样侧
[0198]	26	加载框架	63	基本栅格侧
[0199]	27	控制框架	64	全栅格管壳

[0200]	28	控制框架部(内)	65	适配器单元
[0201]	29	控制框架部(外)	66	适配器单元
[0202]	30	连接件	67	弹簧销管壳
[0203]	31	连接件	68	接触销
[0204]	32	端部条	69	基本栅格接触板
[0205]	33	孔	70	弹簧销管壳
[0206]	34	定位孔	71	测试针
[0207]	35	中间条	72	缆线
[0208]	36	空气喷射器	73	支柱
[0209]	37	螺纹销		

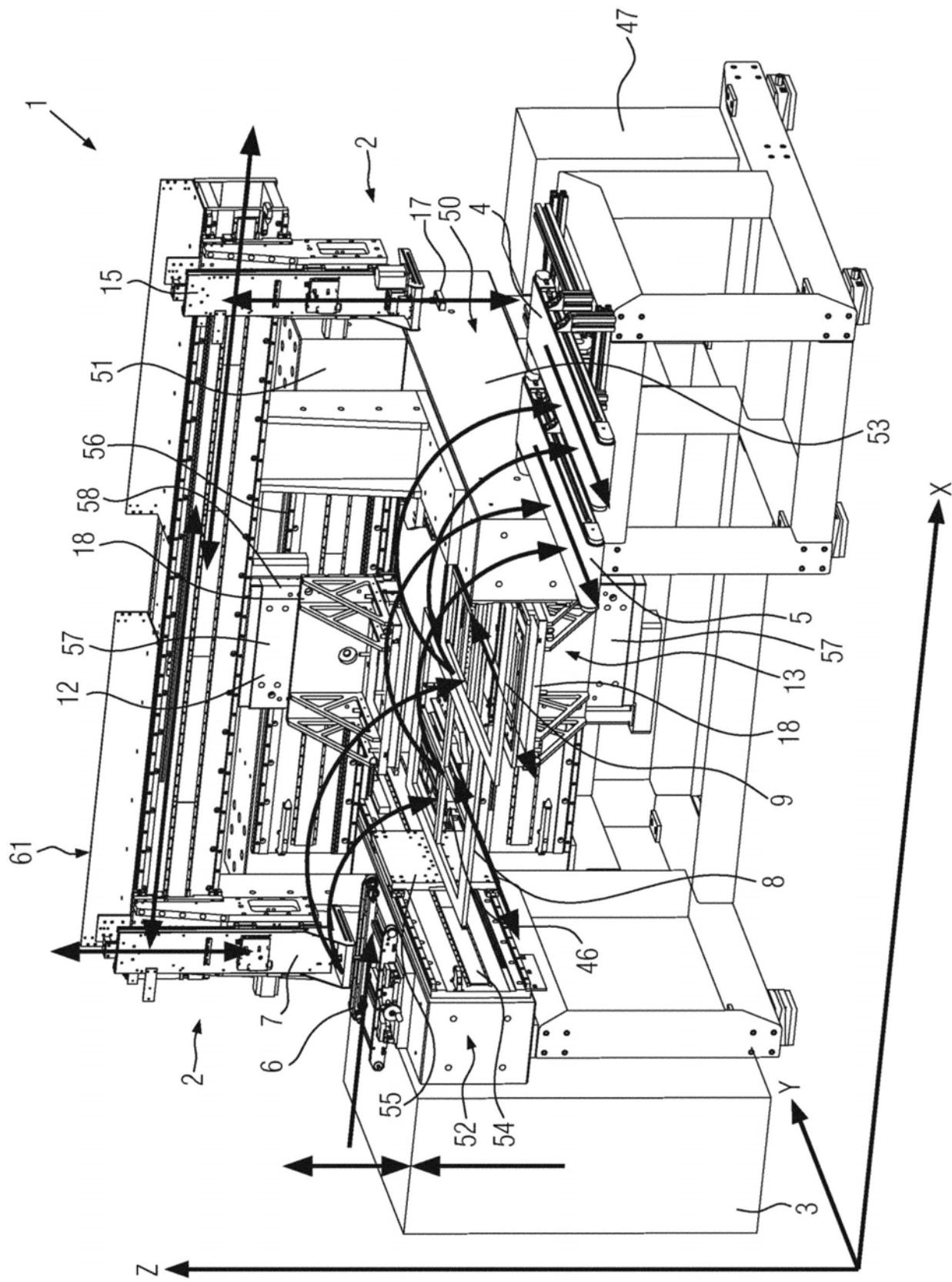


图1

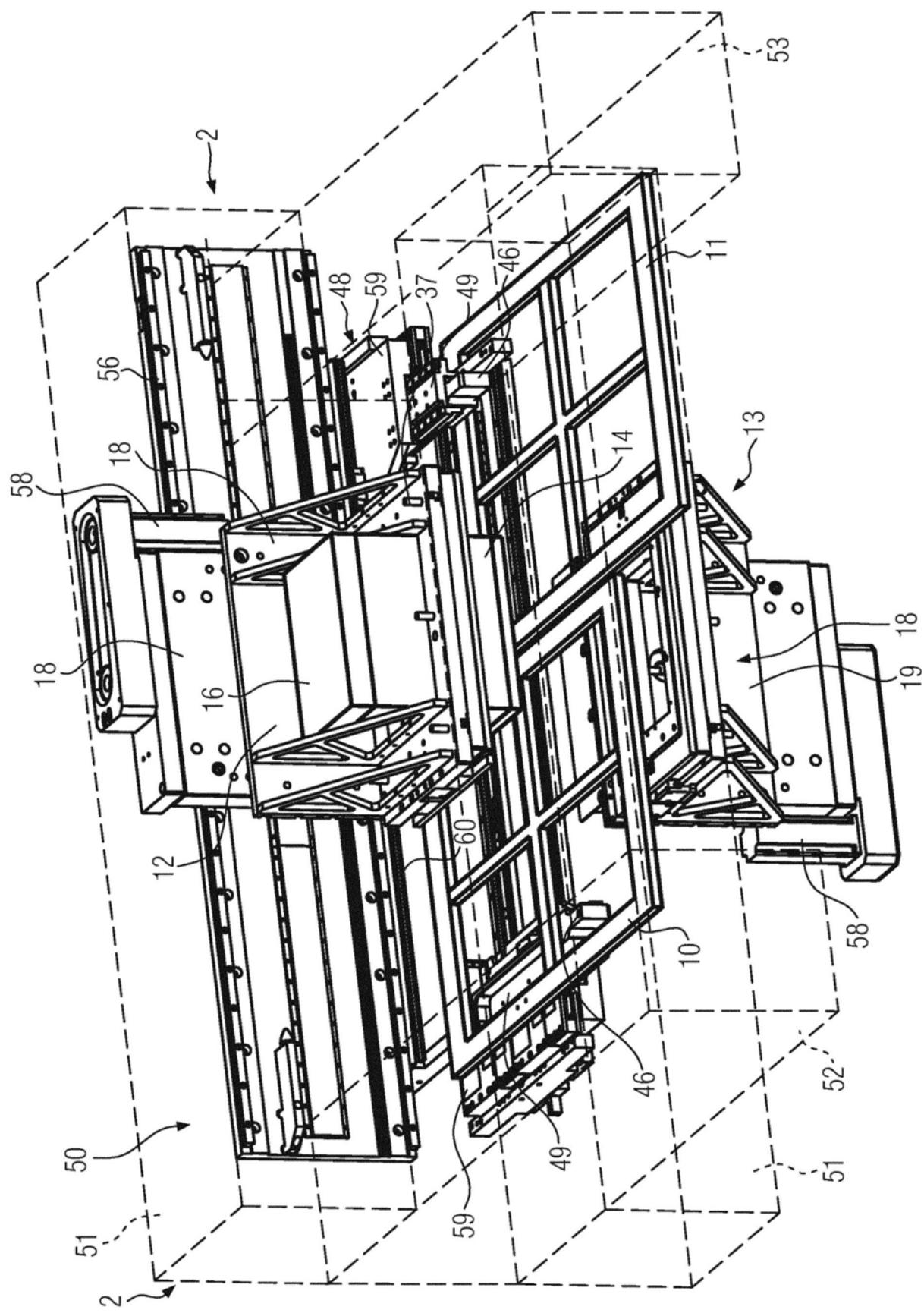


图2

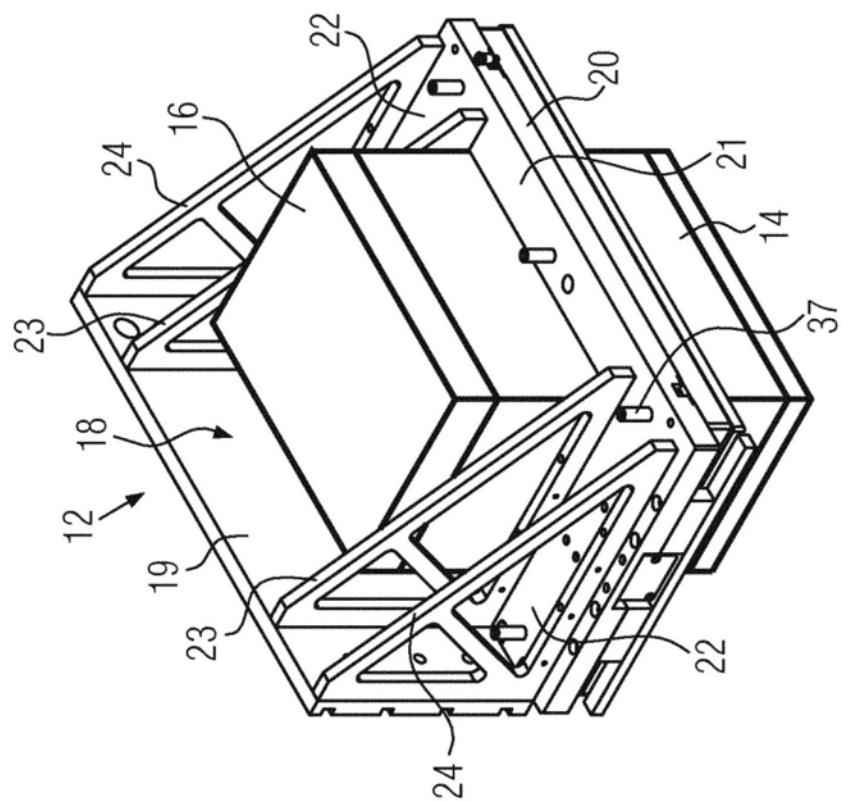


图3a

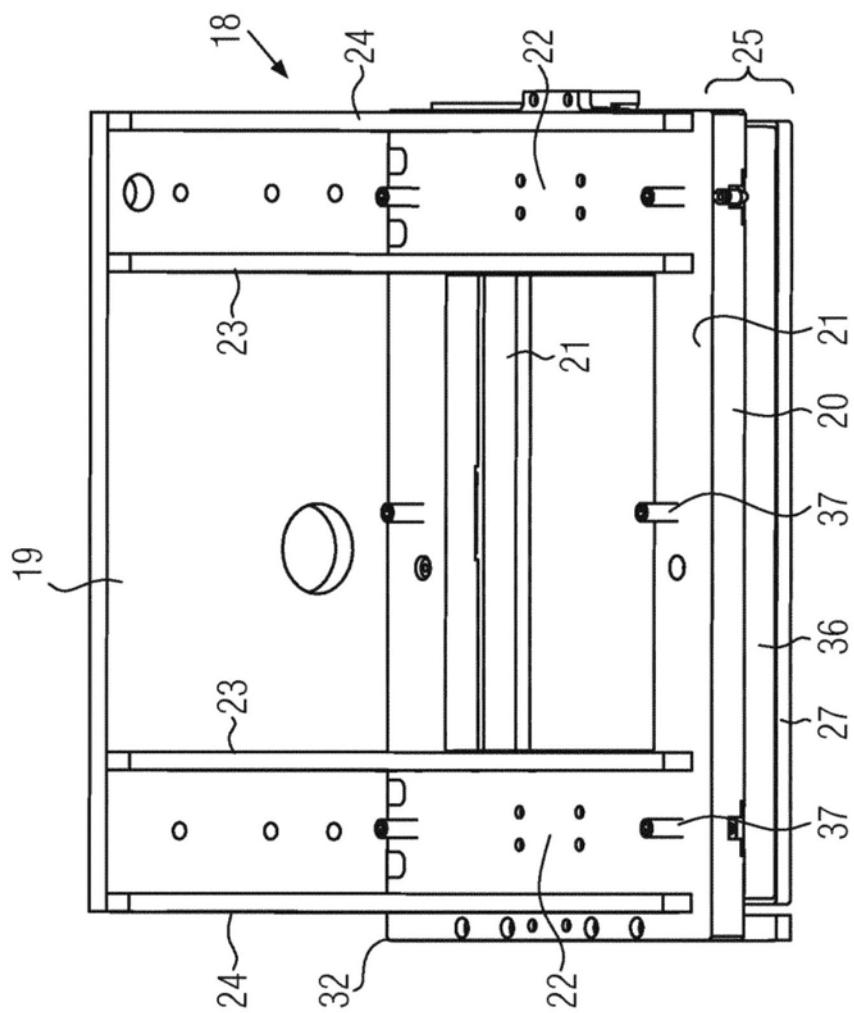


图3b

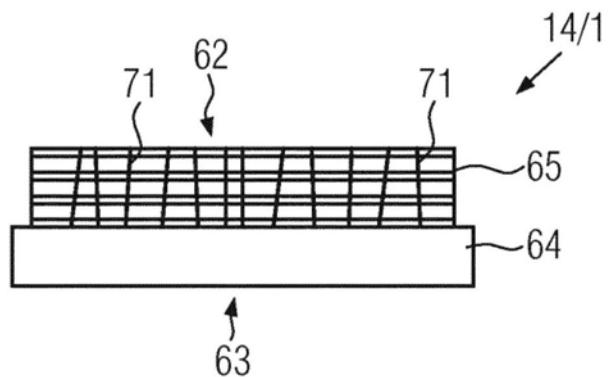


图3c

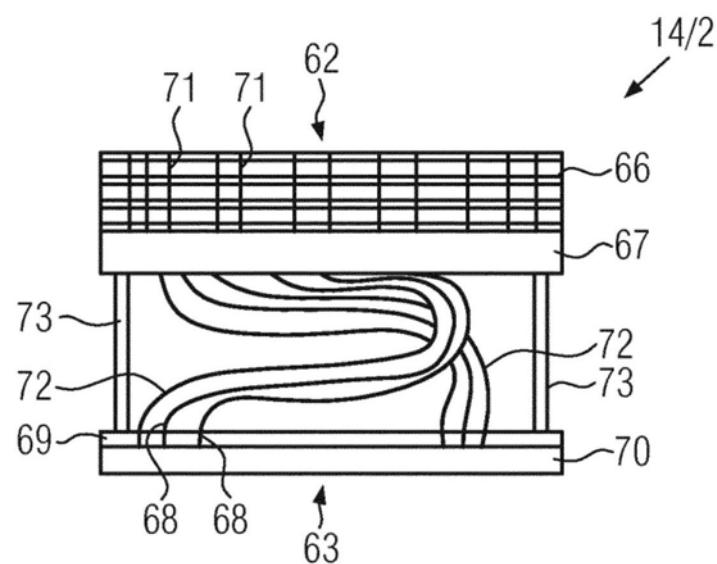


图3d

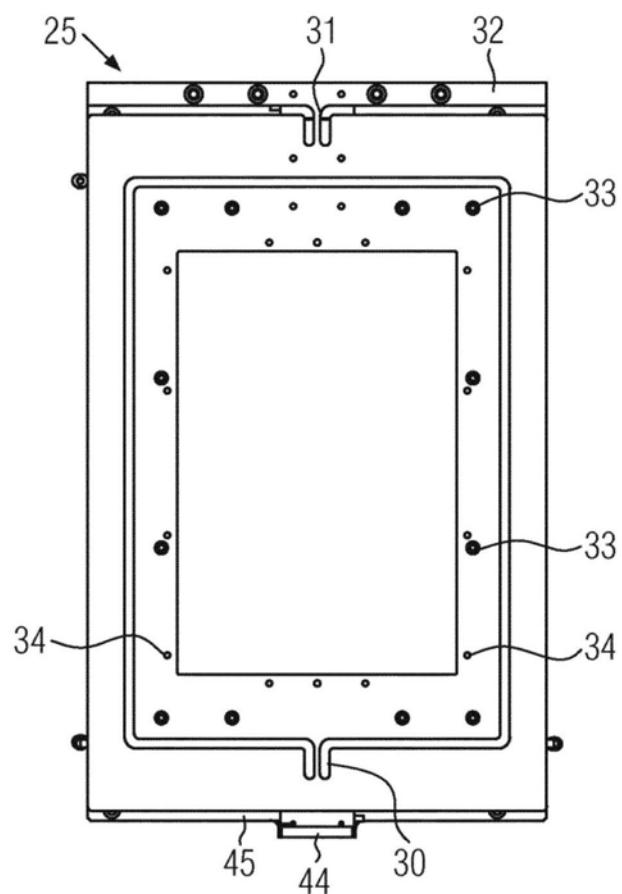


图4a

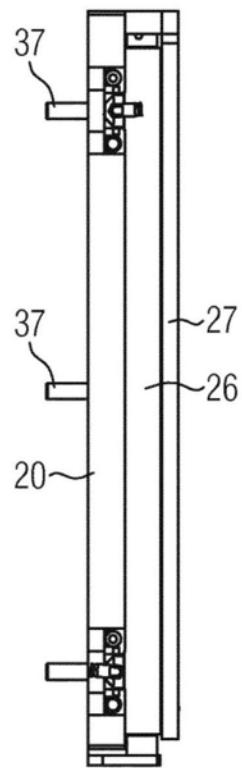


图4b

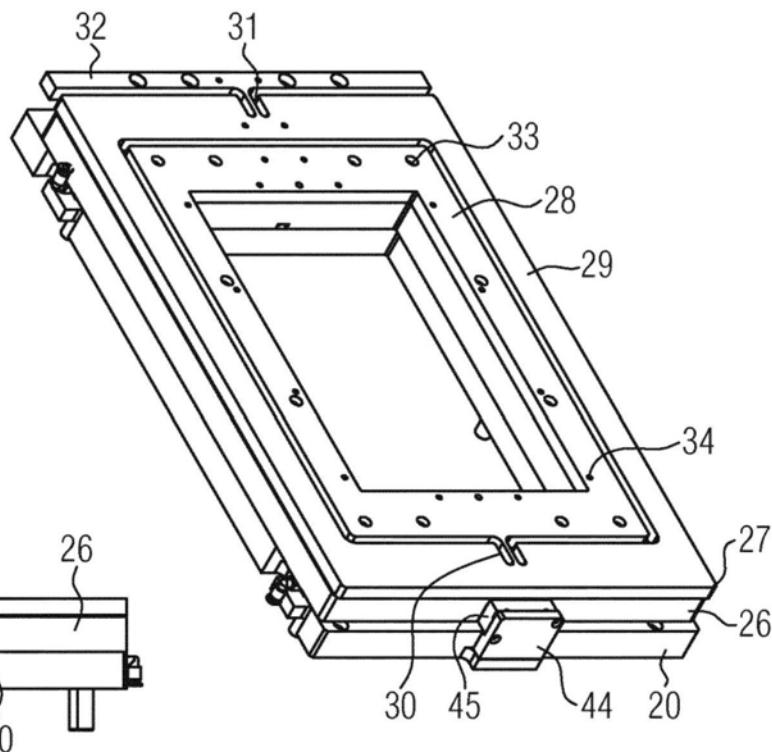


图 4c

图 4d

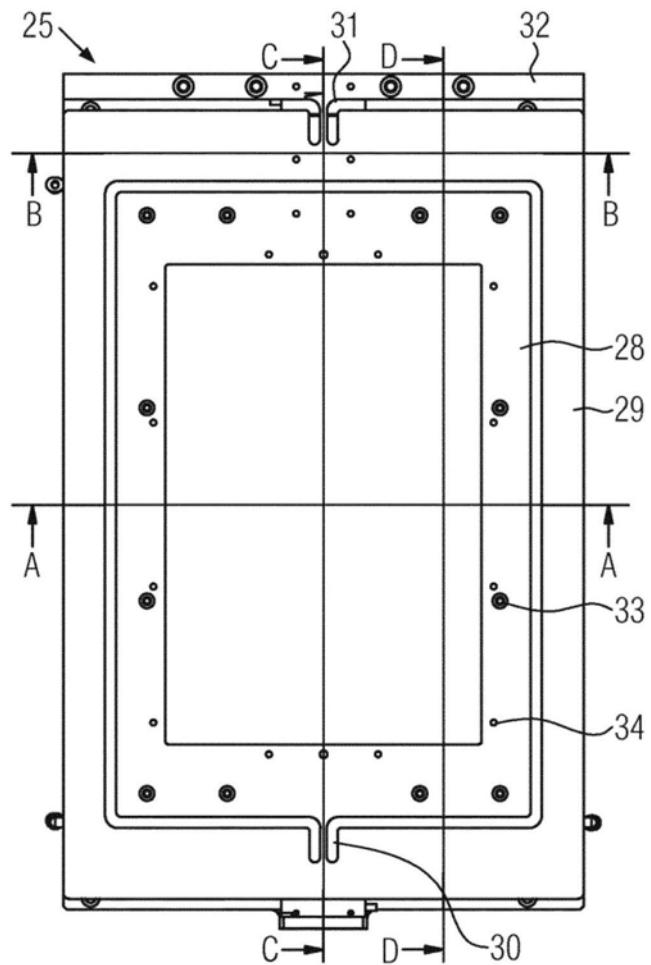


图5a

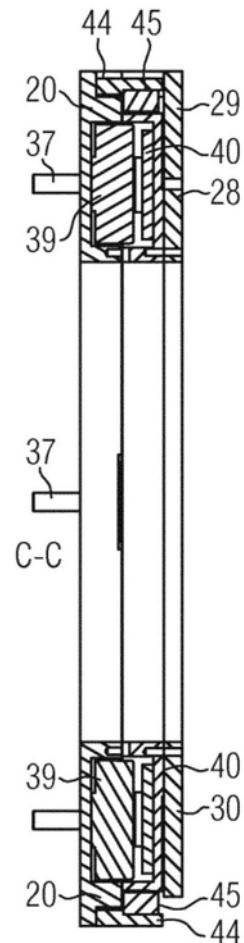


图5b

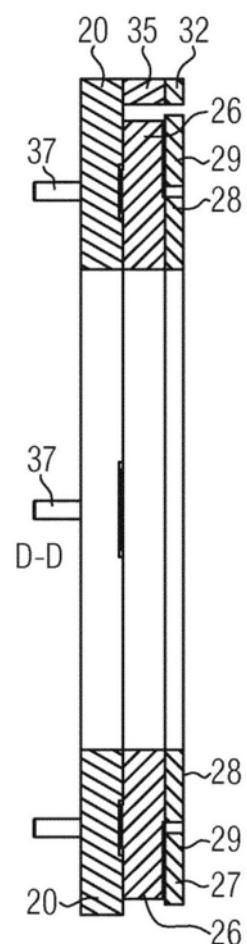


图5c

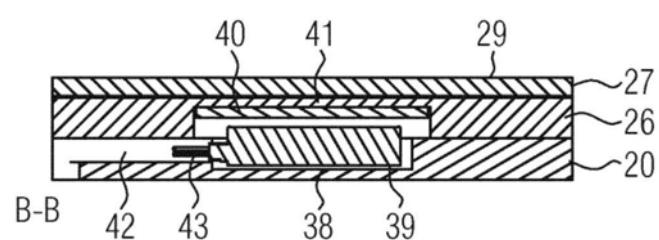


图5d

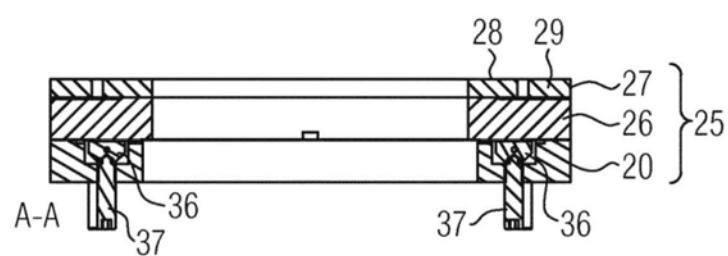


图5e

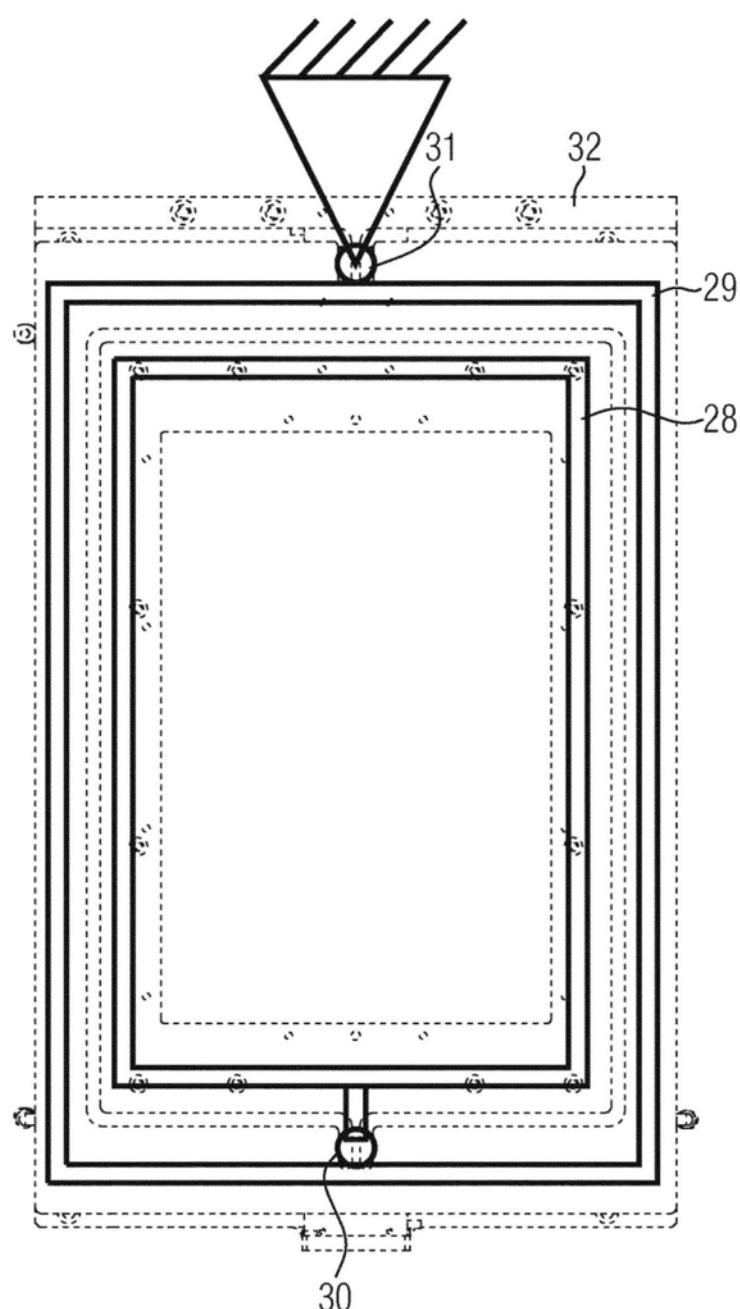


图6a

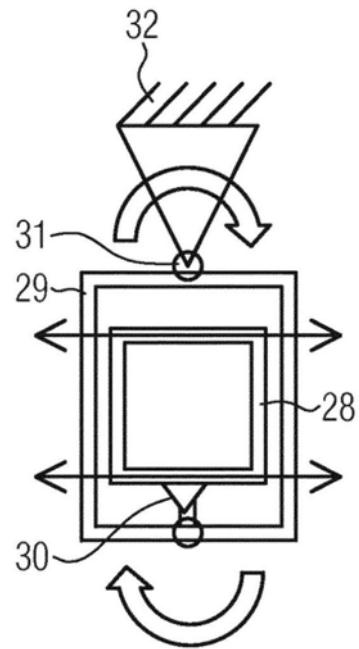


图6b