



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102667511 A

(43) 申请公布日 2012. 09. 12

(21) 申请号 201080044744. 3

(74) 专利代理机构 北京品源专利代理有限公司

(22) 申请日 2010. 09. 22

11332

代理人 杨生平 钟锦舜

(30) 优先权数据

102009045291. 5 2009. 10. 02 DE

(51) Int. Cl.

G01R 31/28(2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2012. 04. 01

(86) PCT申请的申请数据

PCT/EP2010/063975 2010. 09. 22

(87) PCT申请的公布数据

W02011/039087 DE 2011. 04. 07

(71) 申请人 ERS 电子有限公司

地址 德国盖默灵

(72) 发明人 克莱门斯·雷丁格

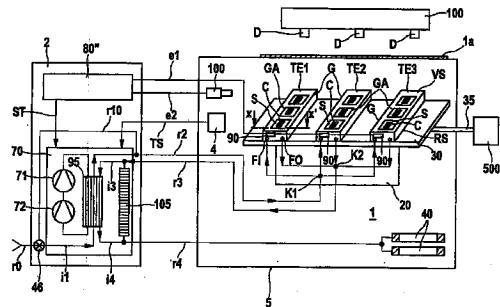
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 5 页

(54) 发明名称

用于调节半导体芯片的设备及使用该设备的测试方法

(57) 摘要

本发明提供一种用于调节半导体芯片的设备以及对应的测试方法。该设备包括：芯片温度控制装置 (TE1、TE2、TE3)，用于接收一个或多个半导体芯片 (C) 且包括底座主体 (G)，并且流体能够流过该底座主体 (G) 以进行温度控制，并且该底座主体 (G) 包括从该底座主体 (G) 的正面 (VS) 延伸至背面 (RS) 的相应数量的凹口 (GA)；相应数量的芯片接合基座 (S)，其插入所述凹口 (GA) 中与所述底座主体 (G) 热接触，并且在正面 (VS) 包括芯片接收区 (SM) 且在内部包括导线装置 (D1、D2)，所述导线装置被构造用于提供来自和 / 或去往插入所述芯片接收区 (SM) 中的半导体芯片 (C) 的电信号；母板 (30)，其以使得所述芯片接合基座 (S) 的所述导线装置 (D1、D2) 与该母板 (30) 的导线装置 (32) 电连接的方式附着至所述底座主体 (G) 的背面 (RS)。



1. 一种用于调节半导体芯片的设备,包括:

芯片温度控制装置 (TE1、TE2、TE3),用于接收一个或多个半导体芯片 (C) 且包括底座主体 (G),并且流体能够流过该底座主体 (G) 以进行温度控制,并且该底座主体 (G) 包括从该底座主体 (G) 的正面 (VS) 延伸至背面 (RS) 的相应数量的凹口 (GA);

相应数量的芯片接合基座 (S),所述芯片接合基座插入所述凹口 (GA) 中与所述底座主体 (G) 热接触,并且在正面 (VS) 包括芯片接收区 (SM) 且在内部包括导线装置 (D1、D2),所述导线装置被构造用于提供来自和/或去往插入所述芯片接收区 (SM) 中的半导体芯片 (C) 的电信号;

母板 (30),其以使得所述芯片接合基座 (S) 的所述导线装置 (D1、D2) 与该母板 (30) 的导线装置 (32) 电连接的方式附着至所述底座主体 (G) 的背面 (RS)。

2. 根据权利要求1所述的设备,其中,所述芯片温度控制装置 (TE1、TE2、TE3) 设置在基本上封闭的容器 (1) 中,该容器 (1) 在所述芯片接收区 (SM) 上方包括盖 (1a),该盖 (1a) 能够开启用于装载和卸载所述半导体芯片 (C)。

3. 根据权利要求1或2所述的设备,其中,操纵设备 (100) 被提供用于同时装载或卸载所述多个半导体芯片 (C)。

4. 根据任一前述权利要求所述的设备,其中,在所述底座主体 (G) 的正面 (VS) 上邻近所述芯片接合基座 (S) 设有相应的芯片保持装置 (H1、H2),并且能够对该芯片保持装置 (H1、H2) 进行致动以将相应的半导体芯片 (C) 保持在相关的芯片接收区 (SM) 中。

5. 根据权利要求4所述的设备,其中,所述芯片保持装置 (H1、H2) 包括保持臂 (A1、A2),能够对所述保持臂 (A1、A2) 进行机械致动、气动致动或电致动。

6. 根据任一前述权利要求所述的设备,其中,所述底座主体 (G) 和附着至该底座主体 (G) 的所述母板 (30) 被固定至载物台 (20;20a)。

7. 根据权利要求6所述的设备,其中,所述载物台 (20a) 能够关于至少一个轴线 (A) 旋转。

8. 根据权利要求2所述的设备,其中,提供管线装置 (r2、r3、r4、i3、i4) 用于将来自容器 (1) 外部的流体馈送到该容器 (1) 中并且经过所述芯片温度控制装置 (TE1、TE2、TE3),并且用于将从所述芯片温度控制装置 (TE1、TE2、TE3) 排出的流体中的至少一部分馈送到该容器 (1) 中用于调节所述容器 (1) 中的气氛。

9. 根据权利要求8所述的设备,其中,所述管线装置 (r2、r3、r4、i3、i4) 包括:

第一管线 (r2),流体能够通过该第一管线 (r2) 从所述容器 (1) 外部馈送到该容器 (1) 中并且进入所述芯片温度控制装置 (TE1、TE2、TE3);

第二管线 (r3),流体能够通过该第二管线 (r3) 从所述芯片温度控制装置 (TE1、TE2、TE3) 被排出到空间 (1) 外部;以及

第三管线 (r4),从容器 (1) 排出的流体能够通过该第三管线 (r4) 从该容器 (1) 外部引回至该容器 (1) 中;

在所述容器 (1) 外部、在所述第二管线 (r3) 和第三管线 (r4) 之间设置温度控制装置 (70)。

10. 根据权利要求9所述的设备,其中,在所述第三管线 (r4) 的末端设置排放部件 (40)。

11. 根据任一前述权利要求所述的设备,其中,相应的盖板(DP ;DP')能够以使得与插入芯片接收区(SM)中的相应半导体芯片(C)、所述底座主体(G)和 / 或所述芯片接合基座(S)热接触的方式施加至该半导体芯片(C)。

12. 根据权利要求11所述的设备,其中,所述盖板(DP')能够通过可控制的铰接装置(G, A1'')施加。

13. 一种用于使用根据权利要求1所述的设备来调节半导体芯片的方法,包括步骤:

将相应数量的半导体芯片(C)自动插入到芯片温度控制装置(TE1、TE2、TE3)的芯片接收区(SM)中;

使所述芯片温度控制装置(TE 1、TE2、TE3)达到预定温度;

根据期望的测试程序,馈送来自和 / 或去往插入到处于所述预定温度的所述芯片接收区(SM)中的相应半导体芯片(C)的电信号;以及

从所述芯片温度控制装置(TE1、TE2、TE3)的所述芯片接收区(SM)自动取出所述半导体芯片(C)。

14. 根据权利要求13所述的方法,其中,所述底座主体(G)和附着至该底座主体(G)的母板(30)被固定至载物台(20 ;20a),该载物台能够关于至少一个轴线(A)旋转,该方法包括步骤:

在所述载物台(20 ;20a)的至少两个不同的旋转位置,根据期望的测试程序,馈送来自和 / 或去往插入到处于所述预定温度的所述芯片接收区(SM)中的半导体芯片(C)的电信号。

15. 根据权利要求13或14所述的方法,其中,在所述底座主体(G)的正面(VS)上邻近所述芯片接合基座(S)设有相应的芯片保持装置(H1、H2),并且能够对该芯片保持装置(H1、H2)进行致动以将相应的半导体芯片(C)保持在相关的芯片接收区(SM)中,该方法包括步骤:

在自动插入多个半导体芯片(C)之后且在馈送来自和 / 或去往插入到所述芯片接收区(SM)中的半导体芯片(C)的电信号之前,致动相应的芯片保持装置(H1、H2)。

16. 根据权利要求13至15中的任一项所述的方法,其中,所述芯片温度控制装置(TE1、TE2、TE3)设置在基本上封闭的容器(1)中,该容器(1)在所述芯片接收区(SM)上方包括盖(1a),该盖(1a)能够开启用于装载和卸载所述半导体芯片(C),该方法包括步骤:

当所述盖开启时,在所述容器(1)中产生所述流体的过压。

17. 根据权利要求16所述的方法,其中,通过将从所述芯片温度控制装置(TE1、TE2、TE3)排出的流体中的至少一部分馈送到所述容器(1)中用于调节所述容器(1)中的气氛,产生所述过压。

用于调节半导体芯片的设备及使用该设备的测试方法

技术领域

[0001] 本发明涉及用于调节半导体芯片的设备及使用该设备的测试方法。

背景技术

[0002] 已知通常在 -200°C 与 $+400^{\circ}\text{C}$ 之间的温度范围内对半导体芯片进行测试测量。为进行温度控制,将半导体芯片置于接合基座上,该半导体芯片通过该接合基座而连接至电子测试设备,并且根据期望的温度冷却和 / 或加热该接合基座,且将该接合基座与半导体芯片一起在环境测试箱中进行测试。在这种情况下,必须保证半导体芯片的温度不会降到周围气态媒介的露点以下,否则湿气在芯片表面上冷凝或结冰,这会妨碍测试测量或者使其无法实现。

[0003] 从 EP 1 495 486 B1 中已知一种用于调节半导体晶片的方法,该方法包括以下步骤:提供至少部分封闭且其中具有夹盘的空间,该夹盘用于接收半导体晶片;以及馈入干燥流体流经该夹盘,用于控制晶片的温度,流出该夹盘的流体中的至少一部分用于调节该空间内的气氛。

[0004] 在用于调节半导体芯片的已知设备中,发现以下不利:环境测试箱的装载和卸载耗时,会发生冷凝问题且无法以高吞吐量测试多个芯片。

发明内容

[0005] 因此,本发明的目的在于提供一种用于调节半导体芯片的设备以及使用该设备的测试方法,该设备和方法可实现高效调节和高吞吐量。

[0006] 具有权利要求 1 所述特征的本发明设备以及根据权利要求 13 所述的相应测试方法与已知方案相比的优势在于确保了高吞吐量和高操作可靠性,特别是还不存在冷凝问题。

[0007] 本发明所基于的构思在于:提供芯片温度控制设备用于接收一个或多个半导体芯片,且该芯片温度控制设备包括底座主体,流体能够流过该底座主体以进行温度控制,并且该底座主体包括从其正面衍生到其背面的相应数量的凹口。

[0008] 芯片接合基座分别插入底座主体的一个或多个凹口中,与该底座主体热接触,并且在正面上具有芯片接收区而在内部具有导线装置,该导线装置用于提供来自和 / 或去往插入芯片接收区中的半导体芯片的电信号。母板以使得芯片接合基座的导线装置与该母板的导线装置电连接的方式附着至底座主体的背面。

[0009] 因此,由于一个或多个芯片接合基座可容易修改且能够根据任何芯片几何形状或芯片接合布置进行调整,所以保证了半导体芯片的良好的热连接以及高灵活性。

[0010] 在从属权利要求中提供了本发明的相关主题的有利演变和改进。

附图说明

[0011] 本发明的实施例在以下说明中更加具体地进行描述且在附图中示出,其中在附图

中：

[0012] 图 1 是根据本发明的调节设备的第一实施例的示意图；

[0013] 图 2A 是根据图 1 所示的本发明调节设备的第一温度控制装置在芯片插入的情况下沿线 X-X' 截取的示意性横截面；

[0014] 图 2B 是根据图 1 所示的本发明调节设备的第一温度控制装置在芯片取走的情况下沿线 X-X' 截取的示意性横截面；

[0015] 图 3 是在芯片取走的情况下根据图 1 所示的本发明调节设备的第一温度控制装置的俯视图；

[0016] 图 4 是代表根据本发明调节设备的第二实施例的温度控制装置、母板和载物台的示意性主视图；

[0017] 图 5 是根据本发明调节设备的另一实施例的第一温度控制装置的示意性横截面；

[0018] 图 6 是根据本发明调节设备的又一实施例的第一温度控制装置的示意性横截面；

[0019] 在附图中，相同的标号表示相同的或功能类似的部件。

具体实施方式

[0020] 图 1 是根据本发明的调节设备的第一实施例的示意性横截面。

[0021] 在图 1 中，标号 1 表示容器 5 中的空间，在该空间中设置温度控制装置 TE1、TE2、TE3 用于接收多个半导体芯片 C。

[0022] 在所示例中，芯片温度控制装置 TE1、TE2、TE3 包括三个相同的模块 TE1、TE2、TE3，其各自包括底座主体 G，该底座主体例如由高级钢制成且流体（例如干燥空气）流经该底座主体用于进行温度控制。所述底座主体 G 各自包括多个凹口 GA，该凹口从底座主体 G 的正面 VS 延伸到背面 RS。

[0023] 例如同样由高级钢制成的多个芯片接合基座 S 分别插入所述凹口 GA 中，与底座主体 G 热接触。芯片接合基座 S 在正面 VS 具有芯片接收区 SM 且在内部具有绝缘导线装置 D1、D2，其用于提供来自和 / 或去往被插入芯片接收区 SM 中的半导体芯片 C 的电信号（参考图 2A、图 2B）。

[0024] 母板 30 以使得芯片接合基座 S 的绝缘导线装置 D1、D2 与母板 30 的绝缘导线装置 32 电连接的方式附着至底座主体 G 的背面 RS（见图 2A、图 2B）。从母板 30 的绝缘导线装置 32 引出带状电缆 35 至容器 5 外部，且该带状电缆 35 连接至产生测试信号并对半导体芯片 C 的响应信号进行评估的测试设备 500。

[0025] 底座主体 G 及附着至该底座主体的母板 30 被固定至任选是可移动的载物台 20，该载物台例如能够沿 X、Y 和 Z 方向进行调整。

[0026] 容器 5 的体积通常在 1 升与 10 升之间，基本上是封闭的且在芯片接收区 SM 上方包括盖 1a，该盖 1a 例如为滑动盖，且能够自动打开以装载和卸载半导体芯片 C。

[0027] 设置有操纵设备 100 用于同时装载和卸载半导体芯片 C，该操纵设备 100 例如为具有吸盘 D 的机器人。换言之，能够在机器人 100 的单个工作步骤中装载或卸载全部半导体芯片。

[0028] 容器 5 包括用于电缆和媒介供应管线的管道，且根据需要可包括用于在外部附接的探针的管道，该探针用于执行测试测量。但是，取决于应用，空间 1 未必由容器 5 气密性

密封,但是必须被至少封闭到能够通过建立超压而防止潮湿的周围空气进行不期望的冷凝的程度。

[0029] 而且,在每个底座主体 G 中集成了加热装置 90,可通过电缆 e1 从外部对该加热装置 90 供电以进行加热,且该加热装置 90 包括温度探针(未示出)。

[0030] 标号 100 表示露点传感器,通过该露点传感器能够检测容器 5 内的露点并通过电缆 e2 将相应的信号传递至容器 5 外部。特别而言,露点传感器 100 确保在打开该设施时的安全性,从而例如能够进行对抗式加热以防止冷凝。

[0031] 在容器中还设有排放部件 40(仅示出两个),通过该排放部件可将干燥空气或类似流体(例如氮)通过管线 r4 从外部引入到容器中,以使潮湿的环境空气排出容器 5。

[0032] 温度控制架 2(其为单独的单元)通过电缆 e1、e2 和媒介供应管线 r2、r3、r4 与容器 5 连接,其在下文中描述。

[0033] 温度控制器由标号 80”表示,且能够通过加热所述加热装置 90 而控制芯片温度控制装置 TE1、TE2、TE3 的模块的底座主体 G 的温度,采用干燥空气形式的流体同时或逐一地流经所述底座主体 G 以进行冷却,如下文中更加详细所述。

[0034] 温度控制器 80”不仅用于加热所述加热装置 90,而且还通过电缆 e2 与露点传感器 100 耦合,因而能够在具有冷凝或结冰风险时开始自动的对抗式加热。其还通过控制线缆 ST 控制温度控制装置 70,因而承担中央温度控制系统的角色。

[0035] 温度控制装置由标号 70 表示,通过管线 r0 和 i1 例如从气筒或者从空气干燥器将干燥空气引入该温度控制装置,并且该温度控制装置包括换热器 95,该换热器 95 连接至冷却单元 71、72,通过该冷却单元能够使其处于预定温度。

[0036] 通过管线 r0、i1 引导的干燥空气被馈送经过换热器 95,然后通过供应管线 r2 被引入容器 5 中到达接头 K1,以使得从该接头以并行方式馈入底座主体的流体入口 FI,流体入口相对于相应的冷却螺管或冷却管(未示出)是横向的。

[0037] 对底座主体 G 进行了冷却的干燥空气通过该底座主体 G 的流体出口 F0、通过接头 K2、随后通过管线 r3 以并行方式排出,并且排放到容器 5 之外。

[0038] 在温度控制装置 70 中还集成了加热装置 105,且该加热装置 105 不与换热器 95 直接接触。管线 r3 以使得经由管线 r3 从取样器台 10 排出的加热装置 105 的干燥空气被引回至温度控制架 2 中的方式接入加热装置 105。

[0039] 经由管线 r3 被引回的干燥空气中的一部分在加热装置 105 之前经由管线 i3 分叉,并且被馈送经过换热器 95,在该换热器 95 中,该部分干燥空气以与经由管线 r0、i1 新引入的干燥空气同样的方式有助于进行冷却。干燥空气经由管线 i4 从换热器 95 排出,并且在加热装置 105 之后与流经加热装置 105 的空气一起被直接引导。这种干燥空气从相应的接头经由管线 r4 和排放部件 40 而被馈送到容器 5 中用于调节该容器中的气氛。

[0040] 用于记录空间 1 中的温度的温度传感器由标号 4 表示,并且将相应的温度信号 TS 传递至温度控制装置 70,该温度控制装置 70 用于通过加热装置 105 控制温度。

[0041] 本实施例还提供了可控混合阀 46 和旁路管线 r10,使用该旁路管线 r10 可绕过换热器 95。

[0042] 通过使用这种布置,干燥空气在其被引导经过容器 5 的开口而回到大气中之前能够执行双重功能,特别是在初始时冷却底座主体 G 并随后调节空间 1 的气氛,因而其使用更

加有效。一个特定的优势在于：从底座主体 G 流回的干燥空气的“残余寒冷”可用于冷却换热器 95，并且同时可在经加热后被引回到容器 5 中。

[0043] 图 2A 是根据图 1 所示的本发明调节设备的第一温度控制装置在芯片插入的情况下沿线 X-X' 截取的示意性横截面。图 2B 是根据图 1 所示的本发明调节设备的第一温度控制装置在芯片取走的情况下沿线 X-X' 截取的示意性横截面。

[0044] 如图 2A 中所示，底座主体 G 具有矩形横截面，空隙 GA 近似设于中心并且从底座主体 GA 的正面 VS 延伸到其背面 RS。在端面上，可见到流体入口 FI 和流体出口 FO，流体入口 FI 和流体出口 FO 延伸至内部冷却管线迂回管路或从其延伸出。90a 表示加热装置 90 的入口；90b 表示相应的出口，加热装置 90 通常以嵌入式电阻器形式提供。芯片接合基座 S 具有近似方形的横截面并且从上方插入到空隙 GA 中，凸缘 KR 确保装配良好。通过芯片接合基座 S 与底座主体 G 的正装配，可保证最优的热连接。特别而言，由于底座主体 G 和芯片接合基座 S 两者都由相同材料（在该情况下是高级钢）制成，加强了这种热连接。另外，可以提供芯片接合基座 S 与底座主体 G 的螺丝连接（在本情况下为示出），该螺丝连接例如位于凸缘 KR 区域中。芯片接收区 SM 位于芯片接合基座 S 的中心且相对于底座主体 G 的正面 VS 较低。在半导体芯片 C 的、用于接触的一侧（其面向芯片接合基座 S），设置接触表面（未示出），其与设于芯片接合基座 S 内部的绝缘导线装置 D1、D2 连接。

[0045] 绝缘导线装置 D1、D2 结束于芯片接合基座 S 的上表面，优选具有小突起针脚，其与半导体芯片 C 的接触表面形成直接接触，因而保证了探针形式的良好电连接。

[0046] 在底座主体 G 的正面 VS 上，靠近芯片接合基座 S 而设有相应的芯片保持装置 H1、H2（在图中为了清晰而未示出），且其可被气动致动以通过将相应的半导体芯片 C 向下推而将所述芯片保持在相关联的芯片接收区 SM 中。为此，芯片保持装置 H1、H2 包括保持臂 A1、A2，该保持臂可被气动致动，并且在图 2A 中在半导体芯片 C 插入的情况下示出而在图 2B 中在半导体芯片 C 去除的情况下示出。特别而言，根据图 2B，在去除半导体芯片 C 时的保持臂 A1、A2 不仅竖直抬升而且横向旋转，以使得能够不中断地取出和放置半导体芯片 C，其中，根据图 2B，半导体芯片 C 位于操纵设备 100 的吸盘 D。

[0047] 在图 2A、图 2B 中同样可清楚地看到绝缘导线装置 D1、D2 与绝缘导线装置 32 的连接，该导线装置 32 设于母板 32 上并且根据图 1 所示与带状电缆 35 连接。

[0048] 图 3 是根据图 1 所示发明的调节设备的温度控制装置的俯视图，其中取出了芯片。

[0049] 从图 3 中可以看出，底座主体 G 在俯视图也呈矩形。导线装置 D1、D2 的探针型上端在图 3 中也可看出。

[0050] 图 4 是代表根据本发明调节设备的第二实施例的温度控制装置、母板和载物台的示意性主视图。

[0051] 在图 4 中所示的第二实施例中，具有温度控制装置 TE1、TE2、TE3 的母板 30 设在载物台 20a 上，该载物台 20a 可关于轴线 A 旋转，使得可在半导体芯片 C 的各个角位置进行试验测量。这类型半导体芯片 C 的与角度有关的测量特别对于 MEMS 技术中的加速度计而言是需要的，以能够校准芯片信号。

[0052] 图 5 是根据本发明调节设备的另一实施例的第一温度控制装置的示意性横截面。

[0053] 图 5 类似于图 2A，标号 H1' 表示经变型的芯片保持装置。该芯片保持装置 H1' 包括保持臂 A1'，在该保持臂 A1' 的末端设有由高级钢制成的盖板 DP。该盖板 DP 能够以使其

一部分与插入芯片接收区 SM 中的半导体芯片 C 热接触而另一部分与接合基座 S 热接触的方式施加至该半导体芯片 C, 盖板 DP 与芯片接合基座 S 之间的接触区由标号 K0 表示。

[0054] 本实施例的优势在于保证芯片的甚至更佳的热连接。在这种情况下, 盖板 DP 优选是覆盖整个芯片表面。

[0055] 为取出半导体芯片 C, 保持臂 A1' 的盖板 DP 被抬起并侧向转开。

[0056] 图 6 是根据本发明调节设备的又一实施例的第一温度控制装置的示意性横截面。

[0057] 图 6 类似于图 2A, 在该实施例中, 类似地设有由高级钢制成的盖板 DP', 该盖板 DP' 与半导体芯片 C、芯片接合基座 S 和底座主体 G 热接触, 针对温度控制装置 TE1 的接触区由标号 K0' 表示。盖板 DP' 经由保持臂 A1' 连接至铰接装置 G, 通过控制信号 SK 能够气动控制、电力控制或机械控制该铰接装置。

[0058] 在操作根据图 1 至图 6 所示本发明调节设备的所示实施例时, 多个半导体芯片 C 通过操纵设备 100 被自动插入温度控制装置 TE1、TE2、TE3 的芯片接收区 SM 中, 其中, 容器 5 的盖 1a 是开启的。

[0059] 随后关闭容器 5 的盖 1a, 并使芯片温度控制装置 TE1、TE2、TE3 达到预定测量温度, 例如 -40°C 。当达到测量温度时, 根据期望的测试程序, 从插入芯片接收区 SM 中的半导体芯片 C 馈入测试设备 500 的电信号和 / 或将测试设备 500 的电信号馈入该半导体芯片 C。

[0060] 在完成测量之后, 盖 1a 打开, 通过从排放部件 40 排出干燥空气, 保证存在过压, 使得温度控制装置 TE1、TE2、TE3 可保持处于较低温度而不结冰。

[0061] 在从芯片接合基座 S 的芯片接收区 SM 自动取出所述多个半导体芯片 C 之后, 可再次进行装载等等。

[0062] 尽管上文中参照优选实施例描述了本发明, 但是本发明不限于这些实施例, 而是能够以各种方式进行修改。

[0063] 尽管在上述实施例中提供了用于半导体芯片的保持装置以特别是在具有不同角位置的测量期间将所述芯片保持在芯片接收区中, 但这不是必需的, 特别是如果在水平时进行测量, 则不是必需的。保持装置可不仅以气动保持装置形式提供, 也可以电形式或机电形式实现。

[0064] 类似地, 芯片接合基座的底座主体的几何形状仅为示例性的, 并且能够以多种方式变化。温度控制装置的模块的数量也可以专用方式进行选择。

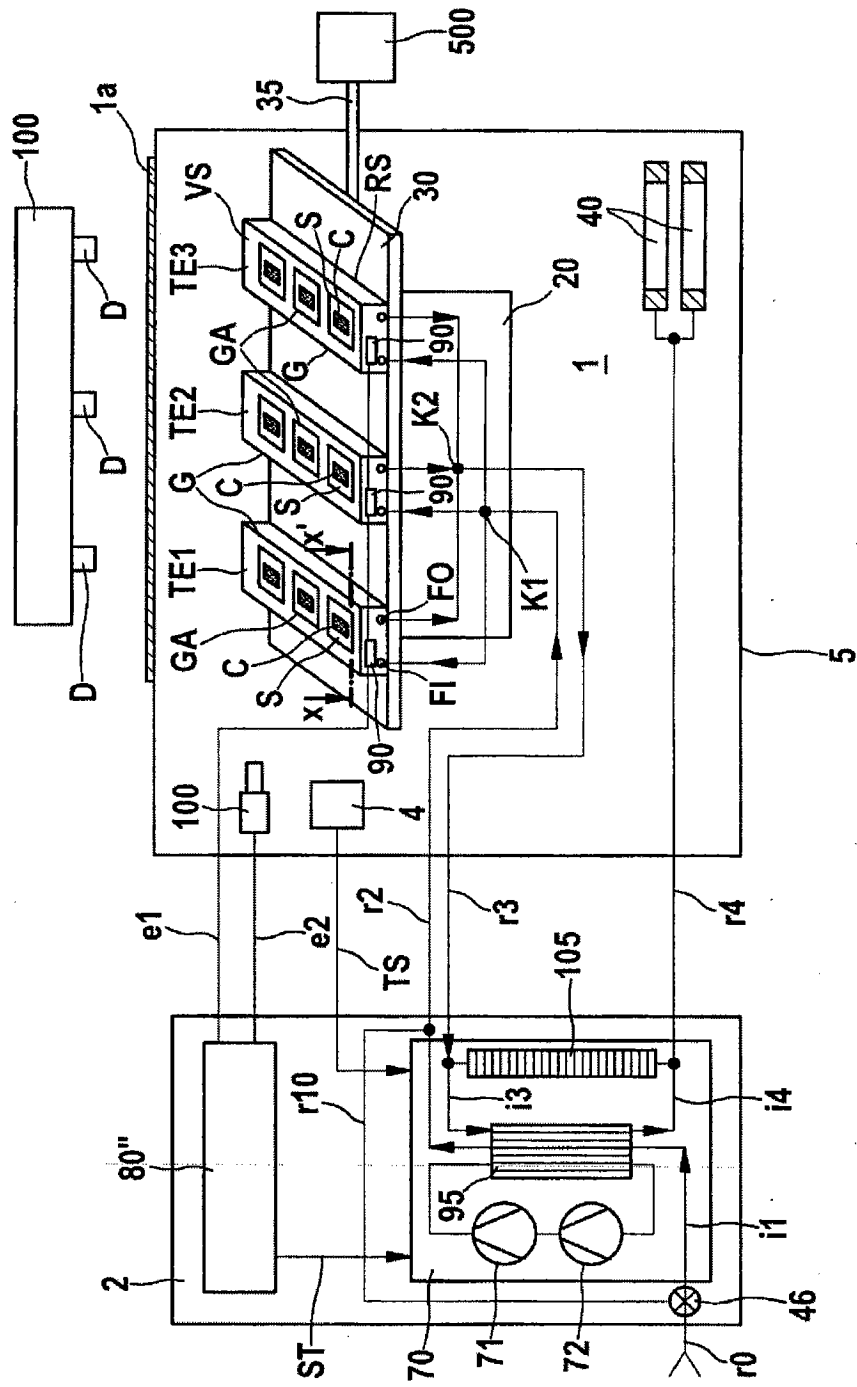


图 1

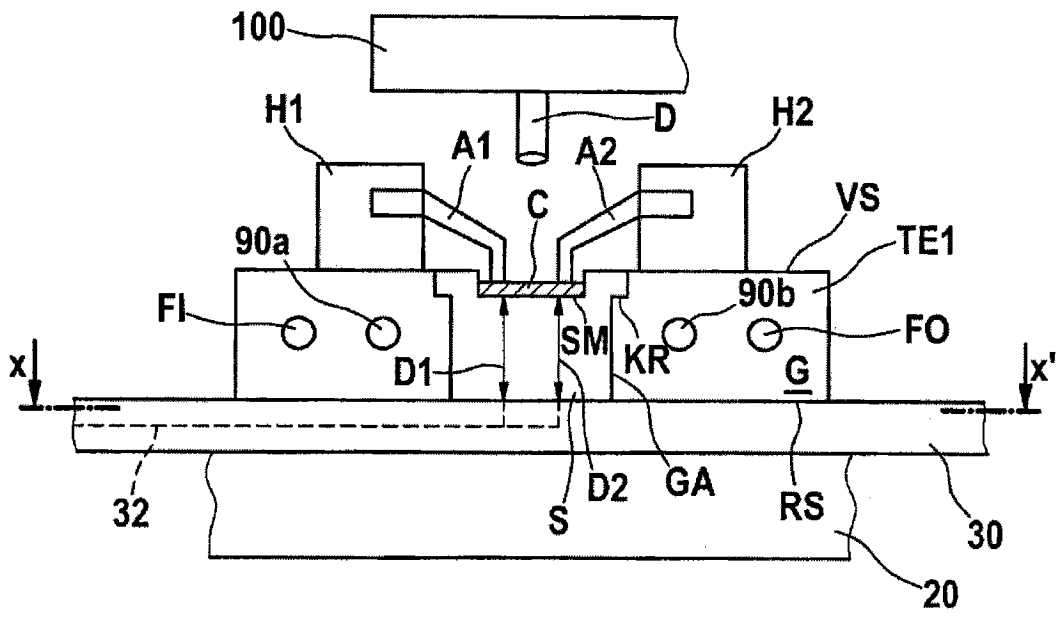


图 2A

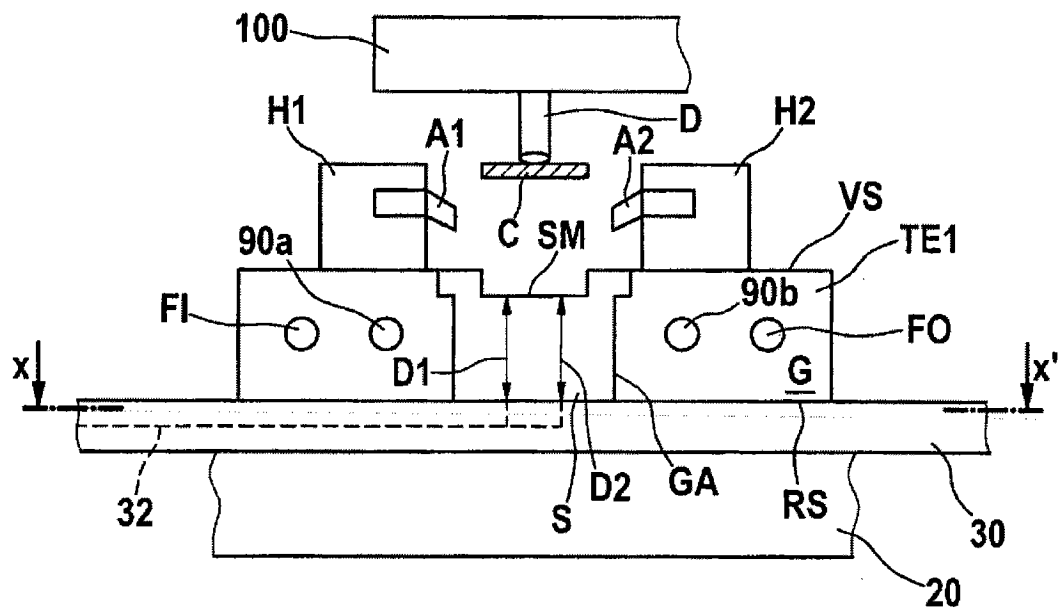


图 2B

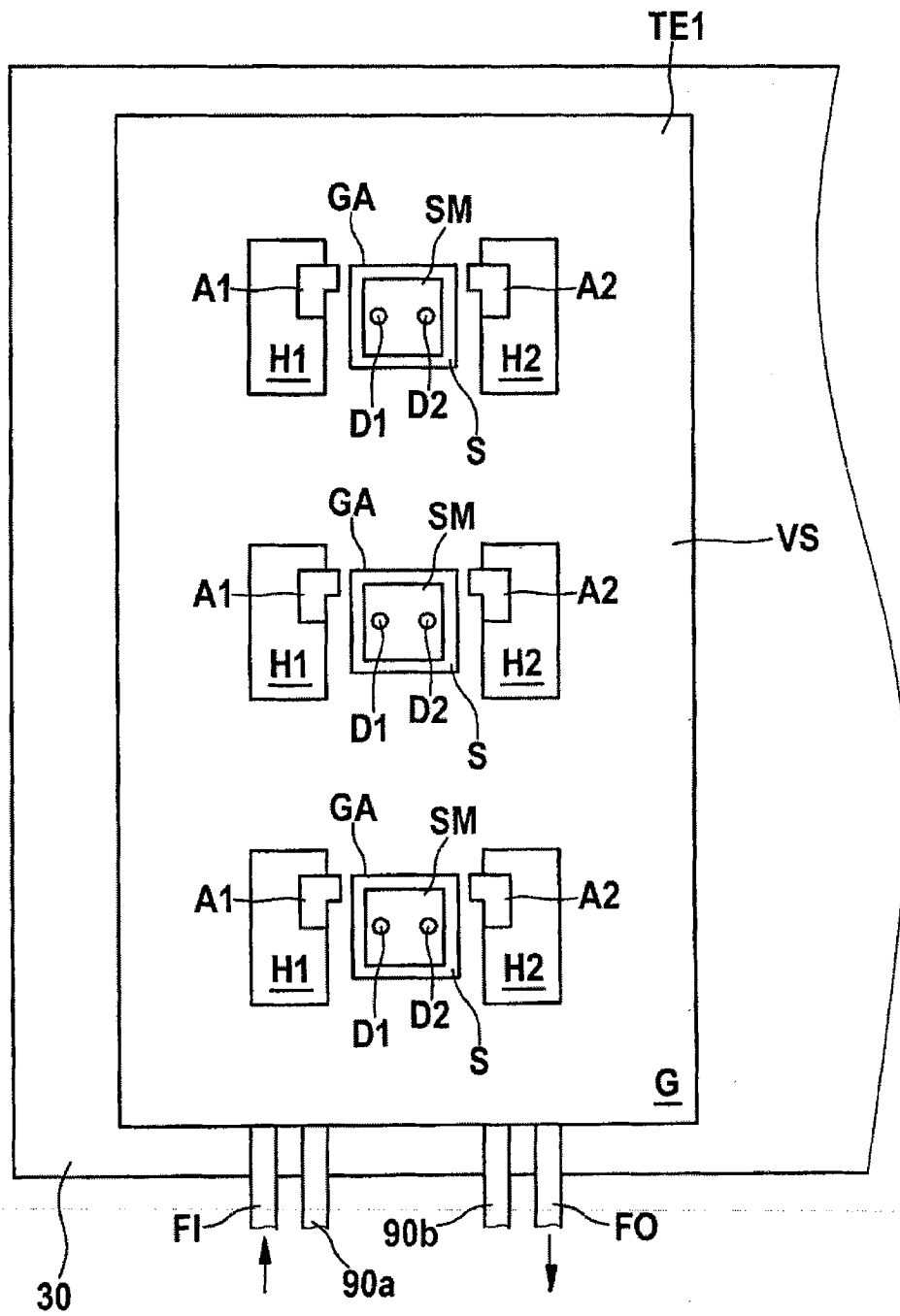


图 3

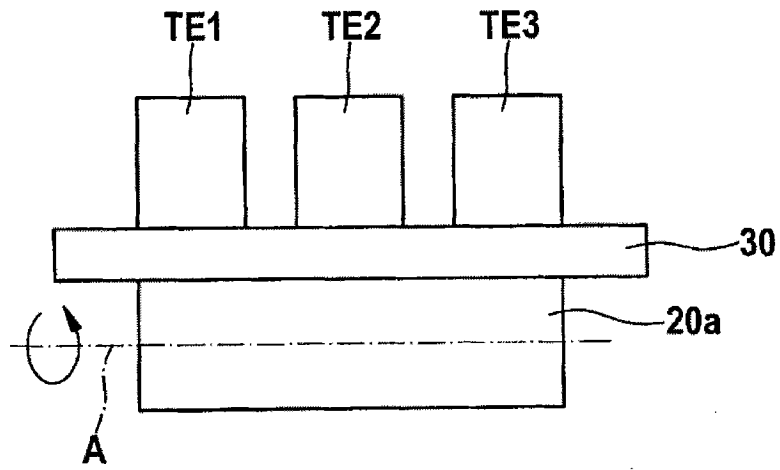


图 4

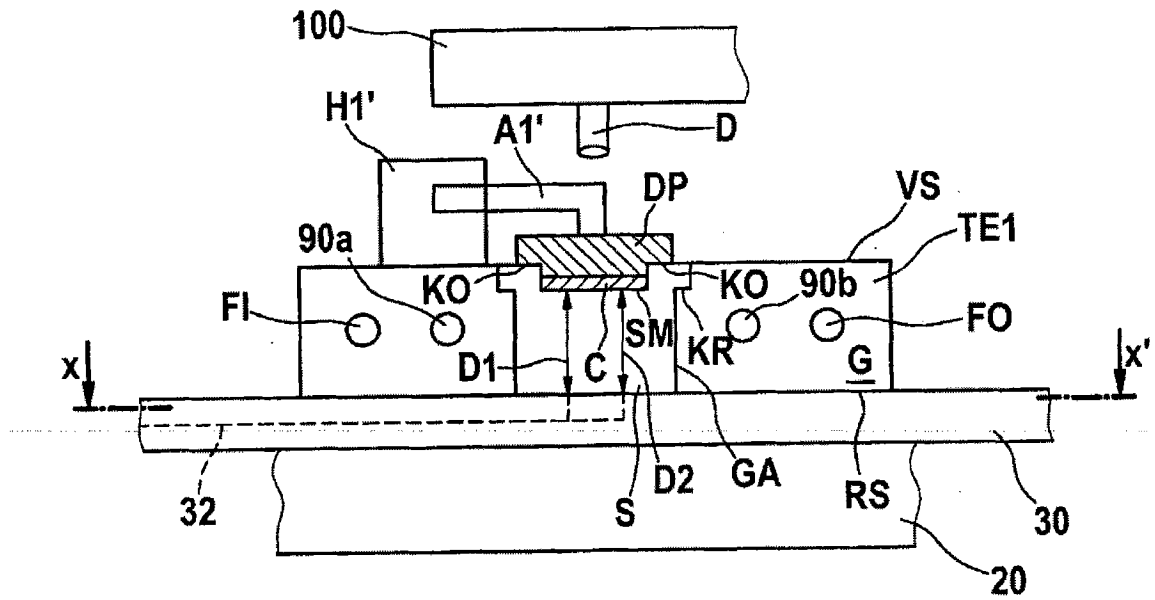


图 5

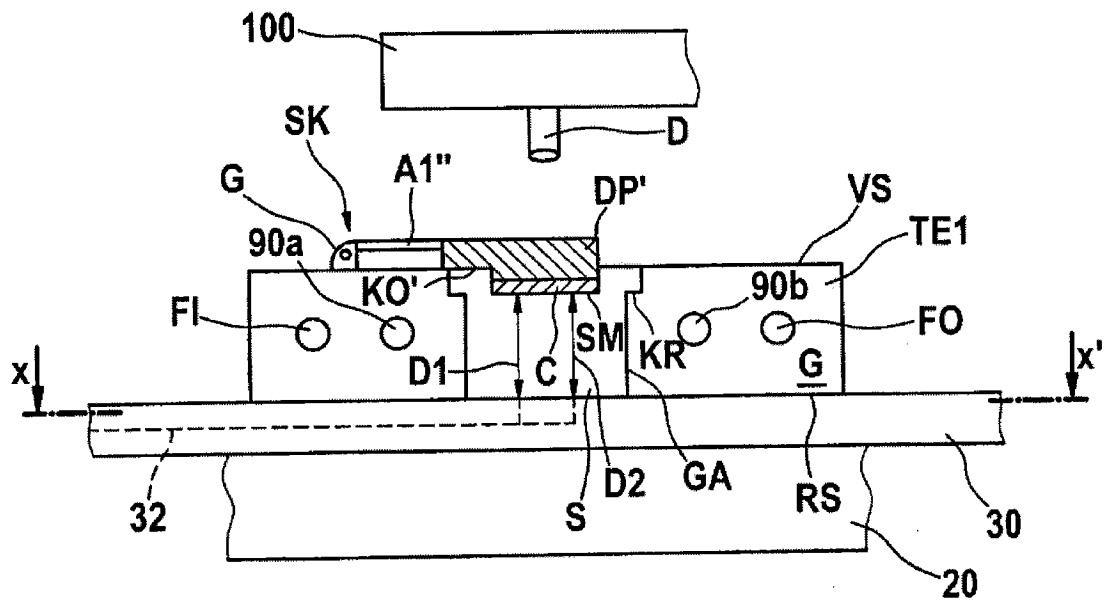


图 6