



1. 用于将第一基板(4o)与第二基板(4u)在所述基板(4o, 4u)的彼此面对的接触面(4k)处接合的方法, 其中, 所述第一基板(4o)被接纳在第一接纳设备(1o)上且所述第二基板(4u)被接纳在第二接纳设备(1u)上, 且其中, 在所述第二基板(4u)与所述第二接纳设备(1u)之间布置有板(17u),

其特征在于,

所述第二基板(4u)与所述板(17u)在所述接合之前且/或在所述接合期间相对所述第二接纳设备(1u)被变形,

其中所述板(17u)额外地由限制元件保持, 所述限制元件用于额外于由负压的固定, 将所述板(17u)机械地固定在所述板(17u)的周缘上。

2. 根据权利要求1所述的方法, 其特征在于, 在所述第一基板(4o)与所述第一接纳设备(1o)之间布置有板(17o), 其中, 所述第一基板(4o)与所述板(17o)在所述接合之前且/或期间相对所述第一接纳设备(1o)被变形。

3. 根据前述权利要求中任一项所述的方法, 其特征在于, 在接触所述接触面(4k)之前调整且/或控制所述变形镜像对称于且/或同中心于所述接触面(4k)。

4. 根据前述权利要求中任一项所述的方法, 其特征在于, 所述变形中的至少一个变形尤其通过流体压力加载借助于加载所述板(17u, 17o)的弯曲器件(5, 5')来被调整且/或被控制。

5. 根据前述权利要求中任一项所述的方法, 其特征在于, 所述板(17u, 17o)中的至少一个通过尤其呈环形地、优选呈圆环形地布置在所述接纳设备(1u, 1o)的周缘处、尤其地仅在所述板(17o, 17u)的周缘边缘的区域中的第一紧固器件(2)被紧固。

6. 根据权利要求5所述的方法, 其特征在于, 所述基板(4u, 4o)中的至少一个基板通过所述板(17u, 17o)的尤其与所述接纳设备的第一紧固器件(2)相连接的、优选类似的第二紧固器件(2')被紧固。

7. 根据前述权利要求中任一项所述的方法, 其特征在于, 所述基板(4o, 4u)中的一个基板且/或所述板(17o, 17u)中的至少一个板的变形通过弯曲测量器件、尤其传感器(3)、优选间距传感器来鉴定。

8. 用于将第一基板(4o)与第二基板(4u)在所述基板(4o, 4u)的彼此面对的接触面(4k)处接合的装置, 带有:

- 用于接纳所述第一基板(4o)的第一接纳设备(1o)和用于接纳所述第二基板(4u)的第二接纳设备(1u),

- 布置且/或可布置在所述第二基板(4u)与所述第二接纳设备(1u)之间的板(17u), 其特征在于,

用于所述板(17u)与所述第二基板(4u)相对所述第二接纳设备(1u)的变形的弯曲改变器件在所述接合期间是可控制的,

其中所述板(17u)额外地由限制元件保持, 所述限制元件用于额外于由负压的固定, 将所述板(17u)机械地固定在所述板(17u)的周缘上。

9. 根据权利要求8所述的装置, 其特征在于, 在所述第一基板(4o)与所述第一接纳设备(1o)之间布置有板(17o), 其中, 所述第一基板(4o)与所述板(17o)在所述接合之前且/或期间相对所述第一接纳设备(1o)可变形地构造。

10. 根据权利要求9或10所述的装置,其特征在于,所述第一接纳设备(1o)且/或所述第二接纳设备(1u)具有用于调整且/或控制所述变形的尤其机械的弯曲器件和/或流体压力加载器件。

11. 根据权利要求9或10所述的装置,其特征在于,所述第一接纳设备(1o)和/或所述第二接纳设备(1u)具有用于紧固所述板(17o,17u)的尤其呈环形地布置的第一紧固器件(2)。

12. 根据权利要求11所述的装置,其特征在于,所述板中的至少一个具有用于紧固所述基板(4u,4o)的、尤其与所述接纳设备(1o,1u)的第一紧固器件(2)相连接的、优选类似的第二紧固器件(2')。

13. 根据权利要求8至12中至少一项所述的装置,其特征在于,所述板(17o,17u)中的至少一个具有在0.01GPa与1100GPa之间、优选地在0.1GPa与800GPa之间、还更优选地在1GPa与600GPa之间、最优选地在10GPa与500GPa之间、最最优选地在100GPa与450GPa之间的弹性模量。

14. 根据权利要求9至13中至少一项所述的装置,其特征在于,所述变形可通过弯曲测量器件、尤其传感器、优选间距传感器来鉴定。

15. 用于第一板侧(20)在装置的接纳设备(1u,1o)处以第一紧固器件(2)的紧固且用于第一或第二基板(4o,4u)在相对于所述第一板侧(20)布置的第二板侧(21)处以第二紧固器件(2')的紧固的板,其中,所述板具有至少一个用于所述第二紧固器件(2')与所述接纳设备(1o,1u)的尤其流体技术连接的紧固元件连接(6',6'')。

## 接合基板的装置和方法

[0001]

### 技术领域

[0002] 本发明涉及一种根据权利要求1的用于接合第一基板与第二基板的方法以及一种根据权利要求8的对应的装置。此外,本发明涉及一种根据权利要求15的板。

### 背景技术

[0003] 自多年以来,在半导体行业中基板通过所谓的接合过程被彼此连接。在连接之前,这些基板须彼此尽可能精准地定向,其中,同时纳米范围内的偏差起作用。在此,基板的定向大多经由定向标记实现。除了定向标记之外,还有其它的尤其功能性的元件(在下面也被称为结构)处在基板上,其在接合过程期间同样须彼此相对地定向。在各个功能元件之间的该定向精度对于整个基板表面而言是被要求的。因此如下例如是不够的,即在基板的中心定向精度非常好但朝向边缘降低。

[0004] 接纳设备(英文:chucks)以最不同的实施方案存在。对于接纳设备而言重要的尤其是用于保持/固定基板的平面的接纳面或保持面,在基板上的结构以此可在整个基板面上被正确地定向和接触。

[0005] 在现有技术中已存在借助其可至少部分减少局部扭曲(Verzerrung)的设施。在此其是根据W02012/083978A1的通过使用主动控制元件的局部均衡(Entzerrung)。

[0006] 此外,在现有技术中存在用于修正“跳动”(run-out)误差的第一种解决方式。US20120077329A1描述了一种用于在接合期间和之后以如下方式获得在两个基板的功能单元之间的期望的定向精度的方法,即,下部基板不被紧固。由此下部基板不经受边界条件且可在接合过程期间自由地接合到上部基板处。

[0007] 定向过程(英文:alignment)在基板接合的情形中起关键作用。在连接两个基板的情形中最大的技术问题中的其中一个是在各个基板之间的功能单元的定向精度。虽然基板通过定向设施可被彼此非常精确地定向,但是在接合过程期间同样可能产生基板的扭曲。由于在接合过程期间形成的扭曲,功能单元不一定在所有位置处彼此正确地定向。在基板处的某一确定点处的定向不精确度可能是扭曲、缩放误差、透镜误差(放大或者缩小误差)等的结果。在半导体行业中,有关于此类型的问题的所有话题均包含于术语“叠对”下。叠对(Overlay)表示结构的来自不同制造步骤的重叠精度(Überdeckungsgenauigkeit)。

[0008] 尤其由于至少一个基板在接合过程期间的扭曲形成的叠对误差被称作“跳动”误差。归因于至少一个基板的扭曲,第一基板的功能单元亦相对于第二基板的功能单元而扭曲。这样的扭曲不仅构成在两个经结构化基板的接合期间的问题,而且还可在将经结构化基板与很大程度上非结构化基板接合时引起相当大的问题。此为尤其地在接合后需要的相对于结构化基板的极精准定向的其他过程步骤应进行情况下的状况。

[0009] 形成的“跳动”误差在大多数情况中围绕接触点径向对称地变得更强,因此由接触点至周缘增大。在大多数情况下涉及“跳动”误差的线性增大的增强。在特殊条件的情形下,

“跳动”误差然而同样可非线性地增大。

## 发明内容

[0010] 本发明的目的是设置一种用于接合两个基板的装置和方法,以其提高接合精度。

[0011] 该目的以并列权利要求的特征来实现。本发明的有利的改进方案在从属权利要求进行说明。所有由至少两个在说明书中、在权利要求中且/或附图中所说明的特征构成的组合同样属于本发明的范畴。在所说明的值范围的情形中,处在所提及的界限内的值同样显而易见应被看作极限值且可以任意的组合被要求保护。

[0012] 本发明基于如下思想,即,在基板中的至少一个与对应的接纳设备之间布置有板,其中,基板与板一起在接合之前且/或期间相对接纳设备被弯曲。接纳设备的用于接纳板和基板的优选平整的接纳面相应地尤其不被变形。尤其地,接纳设备用于板的变形/弯曲,其中,由于板的弯曲被紧固在板上的基板同样被弯曲。

[0013] 本发明尤其描述了一种用于两个基板的经改善的接合的方法和装置。尤其地其应理解为“跳动”误差的最小化。在此,本发明尤其基于如下思想,即,将板安置在基板与接纳设备之间,其一方面可由接纳设备紧固且自身可紧固基板。板、优选陶瓷板尤其由接纳设备紧固,其可局部操控紧固装置。紧固装置(尤其由紧固器件/紧固元件构成)尤其被分组成多个区域。优选地在接纳设备的中心存在用于弯曲尤其仅被部分紧固的板的装置。用于弯曲的装置被称为弯曲元件。该弯曲元件尤其是喷嘴,流体、优选气体可经由其流出,以便于在板与接纳设备之间产生过压,该过压弯曲板且因此弯曲被紧固在板上的基板。通过使板优选在周缘处以接纳设备经由真空被紧固,得出板的弯曲。板在接合过程期间保持优选紧固基板且因此产生由板和基板构成的系统。该系统 and/或板相比单独基板具有更高的弯曲阻力(Biegewiderstand)。该系统的提高的弯曲阻力正面地影响“跳动”误差的最小化。弯曲阻力通过弯曲阻力矩来表征。

[0014] 本发明的核心尤其在于如下,即,将可被弯曲的板定位在两个基板中的至少一个与接纳设备之间。经由弯曲机构、尤其经由压缩空气,板尤其在基板或板的中心或由中心起被弯曲。因为两个基板的弯曲以一定间隔地实现,该间隔(英文:gap)在进展的(或称为前进的,即voranschreiten)接合波(Bondwelle)情形中优选被减少,以便于使得基板的整面接触成为可能。用于引起弯曲的弯曲机构的弯曲元件尤其布置在紧固装置内、优选在中心。

[0015] 尤其地在此存在如下可能性,即,将(布置在基板下方的)板与接纳设备完全解开。为此,接纳设备的紧固、尤其保持真空被禁用,而弯曲机构、尤其压缩空气保持激活。如果压缩空气被使用,下部板因此在该状态中在气垫上浮动且使得基板的整面接触成为可能。基板借助于板被紧固且因此其厚度且进而其弯曲刚度被提高。在此,其柔性尤其同样被减小,从而使得接合效果被明显改善。

[0016] 如果板由接纳设备完全分离,基板通过板或者在板处(尤其真空)的紧固优选经由紧固元件连接来维持,紧固元件连接尤其可伸展或者可延伸。基板在板处的紧固由此可独立于板在接纳设备处的控制和紧固来维持。

[0017] 本发明的一个主要优点因此尤其在于如下,即,不同的误差、尤其“跳动”误差和残余误差(英文:residuals)可被几乎完全消除。

[0018] 除了尤其归因于扭曲的“跳动”误差之外,还存在平移误差、旋转误差及残余误差。

平移误差尤其基于非期望的平移移动,旋转误差尤其基于结构在基板平面上彼此的非期望的旋转。残余误差被理解为所有不可归属于“跳动”误差和/或平移误差和/或旋转误差的误差。所有误差的总和在进一步的进程中被称作叠对(Overlay)。

[0019] 在接合过程开始之前,平移和/或旋转误差主要基于两个基板彼此的不精确定向。因此,基板的定向最有可能、优选利用相应的定向装置(英文:alignern)来执行。示例的定向装置在尤其被参考的文献US6214692B1、W02014202106A1、W02015082020A1中进行描述。定向优选借助定向标记且/或借助在基板上的现存的功能单元实现。定向精度尤其地好于500nm、优选地好于300nm、还更优选地好于150nm、最优选地好于100nm、最最优选地好于20nm。

[0020] 在两个结构之间的“跳动”误差尤其小于500nm、优选小于300nm、还更优选地小于150nm、最优选地小于100nm、最最优选地小于20nm。

[0021] 残余误差尤其小于100nm、优选地小于50nm、还更优选地小于30nm、最优选地小于20nm、最最优选地小于10nm。

[0022] 借助于根据本发明的装置和方法,叠对可被减小到小于500nm、优选地小于300nm、还更优选地小于150nm、最优选地小于100nm、最最优选地小于50nm。

[0023] 根据本发明的装置可借助于控制回路(Regelschleifen)执行最佳的接合过程。

[0024] 通过带有不同厚度的不同板,柔性可尤其经由调整弯曲刚度被适宜地调整。尤其地可存在多个这样的板,其可以最简单的形式和方式被快速、高效且低成本地更换。因此,在任何时刻、尤其在使用不同基板的情形中可实现对相应的基板的匹配。

[0025] 虽然不优选,但是多个板彼此的堆叠根据本发明是可能的。

[0026] 换言之,本发明基于如下思想,即,两个基板中的至少一个、优选两个基板为了接触面的定向尤其在接合之前且/或期间、优选在融合的情形中被变形,且在两个基板中的至少一个与接纳设备之间布置有板,基板被紧固在该板上,而板自身被紧固在接纳设备上。

[0027] 变形尤其指的是不同于基板的初始状态、尤其初始几何形状的状态。

[0028] 因此,本发明涉及一种用于尤其通过热力学且/或机械的补偿机构在接合的情形中减少或完全避免在两个经接合的基板之间的“跳动”误差的方法和装置。此外,本发明探讨以根据本发明的装置和根据本发明的方法产生的相应的物品。

[0029] 根据本发明,接合在接触基板的接触面之后尤其通过分离上部板且/或下部板而开始。通过根据本发明使用至少一个板,不同于现有技术然而还可实现可非常精确控制的分离,因为通过基板由板的加强由基板和板构成的系统的弯曲阻力上升。根据本发明因此在文献的进一步的进程中同样描述了用于接合的基于适宜的且受控制的接合过程的方法,该接合过程可取消上部基板和/或上部板与被紧固在其上的基板的自发下落。

[0030] 接纳设备

在文献的进一步的进程中,首先借助带有板和基板的接纳设备描述了根据本发明的实施形式。根据本发明之后同样公开了一种具有两个这样的接纳设备的装置。在此如下是可能的,即,根据本发明的板仅被使用在两个接纳设备中的其中一个上或在两个接纳设备上。如果仅一个板被使用,该板可处在上部接纳设备处、优选地然而在下部接纳设备处。最优选的根据本发明的实施形式在于如下,即,使用两个根据本发明的板,分别一个在基板与附属的接纳设备之间。

**[0031] 基板**

第一基板和/或第二基板优选径向对称。虽然基板可具有任意直径,基板直径尤其为1寸、2寸、3寸、4寸、5寸、6寸、8寸、12寸、18寸或大于18寸。第一和/或第二基板的厚度处在 $1\mu\text{m}$ 与 $2000\mu\text{m}$ 之间、优选地在 $10\mu\text{m}$ 与 $1500\mu\text{m}$ 之间、还更优选地在 $100\mu\text{m}$ 与 $1000\mu\text{m}$ 之间。在特别的实施形式中,基板同样可具有矩形的或至少不同于圆形外形的形状。在进一步的进程中,基板尤其理解为晶片。

**[0032]** 优选地,基板具有近似相同的直径 $D_1$ 和 $D_2$ ,其尤其彼此偏离以小于5mm、优选小于3mm、还更优选地小于1mm。

**[0033] 板**

另一尤其独立的方面在于板的设计方案和其在基板与接纳设备之间的使用。尤其地,板以其背离基板的侧面布置在接纳设备的弯曲器件或者弯曲改变器件(或称为曲率改变器件,即 *Krü mmungsänderungsmittel*) 上。因此,基板不被直接变形,而是基板的变形间接通过板由于弯曲改变器件的变形实现。

**[0034]** 板优选被固定/可被固定在接纳设备处。

**[0035]** 板尤其主要地、优选完全由陶瓷(优选技术陶瓷)制成。板可被涂层。

**[0036]** 板尤其具有与被固定/可被固定在其上的基板相同的直径。

**[0037]** 根据本发明的一种优选的实施形式,板具有大于待固定到其上的基板的半径。通过使板具有大于基板的直径,板可以有利的、尤其仅被紧固在接纳设备处的伸出基板的区域中。

**[0038]** 尤其地,板的半径与待紧固的基板的半径的至少1.01倍、优选地大于1.1倍、还更优选地大于1.2倍、最优选地大于1.3倍、最最优选地大于1.4倍相符。根据本发明的板的特别优选的实施形式具有相比待紧固的基板的直径大了10%与20%之间的直径。通过其半径显著大于待紧固的基板的半径的板,根据本发明尤其可调整在基板处的恒定曲率,从而使基板在板上形成完美的空心球壳(Hohlkugelschale)。通过使用板在接纳设备上的尤其仅在周缘区域中起作用的紧固,板可如此强地在边缘被弯曲,即,在基板处的曲率由该理想的恒定曲率偏离。

**[0039]** 薄的基板由于小的厚度具有非常小的弯曲阻力。小的弯曲阻力引起极高的柔性,其使得接合过程的适宜的控制变得困难。这具有如下缺点,即,在中心处误差尤其气泡(英文: voids)可能负面地影响接合效果。通过基板以板的额外支撑,基板的小的弯曲阻力变得不相关,因为板在接合过程的情形中支撑被紧固在其上的基板。一个根据本发明的尤其独立的方面在于构造由板和基板构成的系统,其具有高于单个基板(不带有板)的弯曲阻力。

**[0040]** 板尤其在边缘处可具有台阶。台阶尤其在接纳设备的方向上被移除,从而在边缘处存在在板与接纳设备之间的空隙。该空隙允许板在边缘区域中的更佳的变形且因此支持变形。

**[0041]** 在一种特殊的根据本发明的实施形式中,根据本发明的板可被支承且紧固在多个压电元件上。通过这些措施,板可被局部变形。

**[0042] 板-材料**

此外,板通过材料参数例如纯度、固有刚度、平面度和可变形性来表征。板处在接纳设备与被紧固/可被紧固在其上的基板之间。其一方面足够厚地构造,以便于不被非期望

的外部影响变形且可提供给处在其上的基板足够的支撑力,且另一方面足够薄,以便于通过适宜地起作用的力(压缩空气、真空、机械、气动或电气致动器)被弯曲。板可被带到凸面且/或凹面的形状中。

[0043] 尤其地,板具有大于500°C、优选地大于750°C、还更优选地大于1000°C的热阻。

[0044] 板可被涂层。板和/或其涂层尤其至少部分、优选主要由下列材料中的一个或多个构成:

●金属,尤其地

○Cu、Ag、Au、Al、Fe、Ni、Co、Pt、W、Cr、Pb、Ti、Ta、Zn、Sn,

●半导体,尤其地

○Ge、Si、Alpha-Sn、富勒烯、B、Se、Te,

●化合物半导体,尤其地

○GaAs、GaN、InP、In<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>N、InSb、InAs、GaSb、AlN、InN、GaP、BeTe、ZnO、CuInGaSe<sub>2</sub>、ZnS、ZnSe、ZnTe、CdS、CdSe、CdTe、Hg(1-x)Cd(x)Te、BeSe、HgS、Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>As、GaS、GaSe、GaTe、InS、InSe、InTe、CuInSe<sub>2</sub>、CuInS<sub>2</sub>、CuInGaS<sub>2</sub>、SiC、SiGe;

●氧化物,尤其上述材料中的其中一个的氧化物,

●合金,尤其钢,优选地

○不锈钢,

○工具钢,

○热加工钢,

○高速钢,

●塑料,尤其地

○热塑性塑料,优选地

■聚醚醚酮(PEEK)

■聚四氟乙烯(PTFE)

■聚酰亚胺

■聚酰胺酰亚胺

○热固化塑料,

○弹性体,

●陶瓷,尤其地

○氧化铝Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>,

○氧化锆ZrO<sub>2</sub>,

○碳化硅,尤其地

■反应结合的硅过滤的碳化硅SiSiC,

■碳化硅SiC,

■氮化硅,Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>,

■氮氧化物结合的碳化硅NSiC,

■烧结的碳化硅SSiC,

●玻璃。

[0045] 在一种优选的实施形式中,板为陶瓷板。优选地,板由特殊的氧化物陶瓷、尤其氧

化铝A12O3制成。

[0046] 根据一种特别的实施形式,板由高强度的弹性可变形的膜构成。特殊地,该弹性膜可由薄膜材料构成。

[0047] 板-曲率半径

第一和/或第二板在接合的情形中、尤其在接合开始的情形中的曲率半径尤其大于0.01m、优选地大于0.1m、还更优选地大于1m、甚至更优选地大于10m、最优选地大于100m、最优选地大于1000m。

[0048] 在一种优选的实施形式中,第一/下部板的曲率半径与第二/上部板的曲率半径一样大。由此产生用于接合的关于几何形状对称的初始位置。

[0049] 在一种优选的实施形式中,板的曲率半径是可调整的。通过板的受控制的弯曲,如下根据本发明是优选的,即由此两个基板的曲率半径尤其在接合前部处彼此偏离小于5%、更优选地是相等的。

[0050] 板-厚度

可变形板的厚度尤其处在0.1与10mm之间、优选地在0.25与8mm之间、还更优选地在0.5与6mm之间、最优选地在1与5mm之间。

[0051] 板-弹性模量

弹性模量(E模量)是材料特征值,其描述了在线性弹性行为的情形中在固体变形时在伸展与应力之间的关系。板的弹性模量处在0.01GPa与1100GPa之间、优选地在0.1GPa与800GPa之间、还更优选地在1GPa与600GPa之间、最优选地在10GPa与500GPa之间、最优选地在100GPa与450GPa之间。

[0052] 板尤其具有高于基板的弹性模量。

[0053] 板具有足够的固有刚度,以便于确保无问题的操纵以及提供对于基板而言的最佳的支撑特性。

[0054] 板-粗糙度

板的粗糙度作为平均粗糙度、均方根粗糙度或平均粗糙深度来说明。对于平均粗糙度、均方根粗糙度及平均粗糙深度的经确定的值通常对于相同测量间距或测量面而言区别,然而处在相同的数量级范围中。因此,对于粗糙度的下面的数值范围被理解为对于平均粗糙度、均方根粗糙度或对于平均粗糙深度的值。在此,粗糙度小于100 $\mu\text{m}$ 、优选地小于10 $\mu\text{m}$ 、还更优选地小于1 $\mu\text{m}$ 、最优选地小于100nm、最优选地小于10nm。

[0055] 接纳设备-弯曲元件

另一尤其独立的或可与上述想法组合的根据本发明的想法在于变形元件作为弯曲器件和/或弯曲改变器件的使用。

[0056] 板和/或基板被弯曲。曲率被理解为圆(二维)或球(三维)在其上曲率应被确定的密切点(Schmiegepunkt)处的曲率半径的倒数值。板和/或基板的曲率因此可尤其取决于位置。优选地,曲率然而对于所有在围绕基板中心的圆上的点而言是恒定的。

[0057] 作为曲率的替代优选提及弯曲。在整个文献中,弯曲被理解为物体的被提起的表面的中心关于经紧固的物体的表面的间距。特别地,因此弯曲被理解为在中心在接纳设备的方向上指示的板的表面与接纳设备的表面之间的间距。弯曲尤其地被调整为小于1mm、优选地小于500 $\mu\text{m}$ 、还更优选地小于100 $\mu\text{m}$ 、最优选地小于50 $\mu\text{m}$ 、最优选地小于10 $\mu\text{m}$ 。

[0058] 在初始状态中,基板尤其在接触面处是平整的,除了可能的伸出接触面的结构(微芯片、功能构件)和基板公差例如弯曲且/或厚度波动之外。在初始状态中,基板最多具有非常轻微的弯曲。对于300mm晶片而言优选小于50 $\mu\text{m}$ 的弯曲。

[0059] 在根据本发明的第一种实施形式中,弯曲元件是气体出口。气体出口尤其可以是一个喷嘴(或多个)。板通过尤其用于过压的气流可被弯曲。因为板尤其在整個周缘处以接纳设备经由真空被紧固,所以得出板的曲率/弯曲。

[0060] 在根据本发明的第二种实施形式中,弯曲元件是压电装置、尤其是压电柱。

[0061] 在根据本发明的第三种实施形式中,弯曲元件是可平移移动的刚性物体、尤其销(英文:pin)。销可尤其通过液压元件和/或气动元件和/或压电元件来调节。如下是同样可能的,即,在销中存在喷嘴,从而获得组合的弯曲元件。

[0062] 在根据本发明的第四种实施形式中,弯曲元件是一个或多个电极。为了使基板借助于电极可被弯曲,带电材料布置在基板处(技术上非优选)或可感应(或称为可影响,即influiierbar)充电设置在基板处。

[0063] 在根据本发明的第五种实施形式中,弯曲元件是一个或多个电线圈。为了可借助于线圈弯曲基板,基板具有磁性材料或其将可感应磁场构造在基板处。

[0064] 弯曲元件尤其被优选居中地集成在接纳设备中。弯曲元件尤其是可控制且/或可调节的。

[0065] 尤其地然而非优选地可设置有多个弯曲元件,其可使板或基板在不同位置处变形。

[0066] 在接合的情形中、尤其在永久接合、优选融合的情形中的根据本发明典型的过程是两个基板的尽可能在中心的呈点状的接触。备选地,两个基板的接触同样可非中心地实现。在可能的非中心接触点与基板的中心之间的距离尤其地小于100mm、优选地小于10mm、更优选地小于1mm、最优选地小于0.1mm、最优选地小于0.01mm。

[0067] 优选地,以接触描述中心接触。中心优选被理解为基础的必要时以非对称补偿的理想物体的几何中心点。在带有凹口的行业标准晶片的情形中,中心于是是包围不带有凹口的理想晶片的圆圈的圆圈中心点。在带有削平侧(英文:flat)的行业标准晶片的情形中,中心是包围不带有平面的理想晶片的圆圈的圆圈中心点。类似的考虑适用于任意成形的基板。备选地,中心被理解为基板的重心,如果这被明确地要求保护/描述或替代上述定义。

[0068] 根据本发明,仅板中的一个和/或基板中的一个、优选地下部板和/或下部基板可被变形。在该情况中,其它基板、优选上部基板借助于上部基板、尤其由于重力自动地与经变形的基板接触。优选地,上部基板具有尤其仅由于重力引起的在下部基板的方向上的弯曲。

[0069] 板且/或接纳设备-弯曲测量器件(或称为曲率测量器件,即Krümmungsmessmittel)根据本发明的一种有利的设计方案,板和/或接纳设备具有用于测量曲率的弯曲测量器件。

[0070] 板和/或接纳设备备选地或额外地可具有传感器,借助其可测量在经紧固的基板与板之间且/或在板与接纳设备之间的物理和/或化学特性。这些传感器优选是:

- 温度传感器,和/或
- 压力感测器,和/或

-间距传感器。

[0071] 如下是同样可能的,即,安装多个不同的传感器类型。在一种特别优选的实施形式中,用于间距和压力测量的传感器尤其对称地且均匀分布地被安装在板和/或接纳设备中。由此可实现离散的然而面覆盖的间距测量和压力测量。压力测量是特别有利的,即弯曲元件是经由通道被带入的流体、尤其气体或气体混合物。

[0072] 弯曲测量器件和传感器的数据尤其被用于控制/调节。

[0073] 板和/或接纳设备-加热元件

在根据本发明的另一实施形式中,板和/或接纳设备如此地构造,即,基板和/或板可尤其区段式地被调节温度。通过调节温度尤其可实现基板和/或板的适宜的额外的变形。如果基板和板或者板和接纳设备的热膨胀系数不同,基板尤其遵循板的热膨胀,或者板尤其遵循接纳设备的热膨胀。优选地,基板和/或板在紧固在板处或者在接纳设备处之前通过加热剂和/或冷却剂被预先调节温度或者被带到期望的温度上。

[0074] 接纳设备和/或板可在-100°C与500°C之间、优选地在-50°C与450°C之间、还更优选地在-25°C与400°C之间、最优选地在0°C与350°C之间的温度范围中被调节温度。

[0075] 板和/或接纳设备-紧固装置和紧固元件

根据本发明设置有板紧固装置,基板以其被紧固或可被紧固在板处。此外设置有接纳设备紧固装置,基板(尤其借助于板)以该接纳设备紧固装置被紧固或可被紧固在接纳设备处。两种紧固装置本质且类型相同,且因此仅描述一次。同样地,所提及的紧固装置的结构、分组和区域形成对于根据本发明的板和接纳设备而言可以是相同的。如下然而同样是可能的,即,其不同地构造。

[0076] 基板在板处或者板在接纳设备处的紧固优选在基板的外部区域中、优选在板的尤其伸出基板的区域处实现。

[0077] 优选地,基板或者板仅被紧固在侧边缘区域中的尽可能远离的圆形段处,以便于对于基板或者板而言朝向中心确保在紧固装置内的最有可能的柔性和伸展自由度。

[0078] 紧固装置优选由多个紧固元件构成。紧固元件可尤其被分组成数个区域。紧固元件按数个区域的分组实现了几何的、视觉的、优选然而功能性的目的。功能目的例如作如下理解,即,一个区域的所有紧固元件可被同时联接。如下也是可能的,即,在一个区域中的所有紧固元件可被单独联接。因此,多个紧固元件为了紧固或者为了松开在区域内的基板或者板可被同时操控,或其虽然可被单独操控,然而在其区域中产生基板或者板的非常独特的变形特性。

[0079] 这些区域尤其可采用如下几何形状:

- 单面,
- 圆形段,
- 平铺的,尤其作为三角形、四边形或六边形。

[0080] 尤其地,在区域之间同样可存在不带有紧固元件的平面。在这些区域之间的间距尤其小于50mm、优选地小于25mm、还更优选地小于20mm、最优选地小于10mm、最最优选地小于5mm。如果这些区域被设计为圆形段,则该间距就是在外部圆形段的内部圆环与内部圆形段的外部圆环之间的距离。

[0081] 每个区域的紧固元件的数量是任意的。尤其地,在一个区域中存在至少1个紧固元

件、优选至少2个紧固元件、优选大于10个、还更优选地大于50个、还最优选地大于100个、最优选地大于200个、最最优选地大于500个。

[0082] 根据本发明的一种有利的实施形式,第一接纳设备和/或第二接纳设备具有尤其呈环形地、优选呈圆环形地在用于接纳板的第一接纳设备和/或第二接纳设备的接纳面的周缘处、尤其仅在板/基板的侧边缘的区域中布置的紧固器件。

[0083] 紧固器件构造成尤其均匀地在接纳面处分布地、优选同中心地布置的、被划分成区域的、尤其可分开控制的紧固元件。优选地,紧固器件尤其仅布置在接纳面的边缘区域中。边缘区域尤其延伸直至接纳面的一半的半径、优选地直至半径的四分之一。

[0084] 在紧固元件在区域中的径向对称布置的情形中,单位横截面的紧固元件的数量同样可被考虑。在此,在横截面中的紧固元件的数量小于20、优选小于10、还更优选地小于5、最优选地小于3、最最优选地小于1。

[0085] 可被加载以用于紧固的负压的紧固元件,为了分离基板同样可被加载以过压。

[0086] 在根据本发明的第一种实施形式中,紧固元件由简单的尤其通过钻孔或电火花蚀刻产生的孔构成。在一种特殊的实施形式中,紧固元件是呈环形的、尤其呈圆环形的、尤其通过铣削过程产生的槽。在改进方案中,紧固元件可设有真空唇边。如果紧固元件设置为真空元件,则其可产生小于1bar、优选地小于0.1bar、还更优选地0.01mbar、最优选地小于0.001mbar、最最优选地小于0.0001mbar的压力。

[0087] 在根据本发明的第二种实施形式中,紧固元件由被用作静电紧固的导电板构成。导电板可单极地、然而优选地双极地被联接。在双极联接的情形中,两个板被放置到交替电势(或称为电位,即Potential)上。根据本发明的接纳设备于是尤其在区域中充当带有取决于板的数量的高解析度的静电紧固特性的静电接纳设备。

[0088] 每个单位面积的紧固元件的数量越大,用于基板的接纳设备的紧固特性的控制就越好。

[0089] 有利地,第一接纳面和/或第二接纳面由尤其构成第一接纳面的第一接纳平面和第二接纳面的第二接纳平面的突起构成。

[0090] 根据两种另外的实施形式,接纳设备和/或板以突起、尤其凸块(或称为凸点,即Noppen)接纳设备或者凸块板来描述。这样的接纳设备或者板被理解为具有多个尤其对称布置的支柱(英文:pillars)的接纳设备或者板。这些支柱尤其实施成凸块。凸块可具有任意的形状。尤其地,凸块以如下形状来设置:

- 角锥,尤其三侧面或四侧面的角锥,
- 圆柱体,尤其带有平坦或倒圆的头部,
- 长方体,
- 锥体,
- 球壳。

[0091] 球壳凸块、锥体凸块及圆柱体凸块制造复杂,与之相反呈角锥形或呈方形的凸块可通过蚀刻和/或铣削过程相对简单地制成且因此根据本发明是优选的。

[0092] 所提及的凸块接纳设备或凸块板可在其周缘处经由边缘元件被封闭,从而使得在凸块之间的空间区域可被解释为凹处。如下然而同样是可能的,即,凸块是关于凸块平面的独特的隆起,在该凸块平面上存在所有凸块。

[0093] 在第三种优选的根据本发明的实施形式中,接纳设备实施成凸块接纳设备,且/或板实施成带有接片的凸块板。在此,各个区域通过接片被中断。在每个区域内截止至少一个管道,其允许在凸块之间的空间的抽真空。通过多个尤其可单独操控的通道的使用可实现空间的取决于局部的、不同强度的抽真空。

[0094] 在第四种更优选的实施形式中,接纳设备和/或板实施成完整的凸块接纳设备或凸块板,即不带有接片。

[0095] 突起尤其凸块的宽度或者直径尤其地小于5mm、优选地小于1mm、还更优选地小于500 $\mu\text{m}$ 、最优选地小于200 $\mu\text{m}$ 。

[0096] 突起尤其凸块的高度尤其地小于2mm、优选地小于1mm、还更优选地小于500 $\mu\text{m}$ 、最优选地小于200 $\mu\text{m}$ 。

[0097] 尤其地,突起的宽度或者直径与突起的高度之间的比例大于0.01、优选地大于1、还更优选地大于2、最优选地大于10、最优选地大于20。

[0098] 所提及的根据本发明的所有实施形式也可被任意地彼此组合。因此如下是可能的,即,第一区域由静电工作的紧固元件构成,而第二区域具有真空紧固装置。

[0099] 根据本发明的接纳设备和/或板可尤其具有孔,在文献的进一步的进程中被称作测量孔,其允许经紧固的基板表面由接纳设备和板的背面的观测。由此使得在该区域中的经紧固的基板表面的测量成为可能。测量孔还可借助于盖板被封闭。在特别优选的实施形式中,测量孔可以盖板被完全自动地打开或关闭。

[0100] 根据本发明的接纳设备可备选地或额外地具有借助其可测量经紧固的基板和接纳设备之间的物理和/或化学性质的传感器。这些传感器优选是

- 温度传感器,和/或
- 压力感测器,和/或
- 间距传感器。

[0101] 特别优选的间距传感器可以如下方式被用作弯曲测量器件,即,由在基板与接纳设备之间的间距或者由在板与接纳设备之间的间距确定基板或者板的曲率,尤其地在支撑点之间进行插值和/或计算。

[0102] 根据本发明优选使用尤其沿着接纳面分布的间距传感器,以便于使得变形、尤其曲率和/或曲率变化的更好的控制或甚至调节成为可能。

[0103] 在一种特别优选的实施形式中,多个传感器尤其构造成间距传感器,以便于在接合过程之前且/或期间关于平面测量基板或者板的间距。该平面优选是接纳面且/或接纳面尤其是由突起构成的平面。

[0104] 如下是同样可能的,即,传感器处在不同平面上。优选地,传感器尤其仅测量优选横向于接触面的间距的变化,从而使得对一个和/或多个平面的关系不相关。在该情况中仅须鉴定(或称为获取,即erfasst)基板或者板的相对的(尤其局部不同的)间距变化。

[0105] 间距的测量尤其用于过程控制。通过识别基板或者板的精确的弯曲状态,特别高效地实现用于基板或者板的最佳的尤其逐步分离的根据本发明的紧固元件的操控/调节。

[0106] 如下是同样可能的,即,安装多个不同传感器类型。在一种特别优选的实施形式中,用于间距和压力测量的传感器尤其对称地且均匀分布地被安装在接纳设备和/或板中。由此可实现离散的然而平面覆盖的间距测量和压力测量。压力测量在如下时是特别有利

的,即,变形元件是经由管道被引入的流体、尤其气体或气体混合物。

[0107] 如果构造有一个或两个不带有弯曲测量器件和/或传感器的接纳设备,曲率和/或曲率变化的调节和/或控制可基于根据经验确定的参数实现。

[0108] 为了确保精确的尤其中心且呈点状的接触,在接纳设备中使用尤其径向对称的紧固装置。

[0109] 在弯曲过程期间板的紧固元件的数量优选如此地来选择,即,可达到100 $\mu\text{m}$ 的板的弯曲,而该板不与接纳设备解开。尤其地,除了真空轨道之外还使用其它真空元件,以便于产生负压。其尤其包括密封元件、尤其密封圈和真空唇边。

[0110] 基板或者板在接纳设备上的紧固优选地在基板或者板的整个平面上是可能的。在一种优选的实施形式中,基板或者板的弯曲在接纳设备的中心经由压缩空气实现。

[0111] 接纳设备尤其在边缘区中具有用于压缩空气的供应或者用于致动器的孔和真空轨道。此处,至少一个中断接纳面的负压通道设置在接纳轮廓的外部环形区段中。根据需要,接纳设备的接纳面可被减小,从而得出在基板或者板与接纳设备之间的较小的接触面。接纳设备和基板或者板的另外的可行性方案尤其是

- 通过夹紧的机械紧固装置,和/或
- 静电紧固装置,和/或
- 磁性紧固装置,和/或
- GelPak紧固装置

径向对称的紧固装置例如是真空轨道、所安装的真空孔、圆形的真空唇边或类似的真空元件,板可借助前述各者被紧固。静电接纳设备的使用是同样可能的。

[0112] 板和/或接纳设备-凸块结构

根据一种实施形式,接纳设备和/或板设有凸块结构。凸块是用于基板和/或板的较少的尤其均匀且稳定分布的数量的支撑点。由此防止基板和/或板的可能的污染,然而同时维持稳定性。相应的凸块接纳设备在就此而言被参考的W02015113641A1中进行描述。

[0113] 接合器

在文献的进一步的进程中探讨根据本发明的接合器,其由两个根据本发明的接纳设备构成,其中至少一个具有根据本发明的板。

[0114] 优选地,在垂直的方向和位置上两个基板尤其整面地被相应关联的板支撑。同时,基板尤其对称于接合起始点(在接合开始的情形中在基板之间的第一接触点)通过各一个变形器件朝向接合起始点被弯曲,从而使得凸起的表面可在接合起始点处被接触。以接合波的尤其自动的接合过程优选通过基板和/或板中的至少一个由接纳设备的分离来开始。

[0115] 根据本发明的实施形式、尤其整个接合器优选在所定义的尤其可控制的氛围(或称为气氛,即 **Atmosphäre**)中优选在正常压力下来操作。根据本发明的装置可有利地在惰性气体的情形下来操作。优选存在的气体氛围可抑制接触过程且因此防止接触面提前或在多个点处同时接触。通过该措施避免扭曲。为了在接触期间控制接合,控制接合器中的压力是尤其可能的。

[0116] 方法-接合

根据本发明如下是可能的,即,在接合过程中精确控制板的弯曲且进而精确控制被紧固在板处的基板的弯曲。

[0117] 一个尤其独立的发明方面在于,以如下方式尽可能协调地且同时半自动地接触,即,两个基板或基板中的至少一个在接触之前加载以尤其同中心于基板的接触面的中心M地径向向外延伸的预应力。该预应力由此通过板的弯曲来确保,在该板上紧固了基板。由此于是仅影响接触的开始,而在区段、尤其基板的中心M的接触之后,仍一直被紧固在板上的基板基于其预应力受控制地被释放且因此自动地、通过板支撑地、与相对而置的基板接合。该预应力通过板的可控制的变形实现且因此间接地通过基板借助于变形器件的可控制的变形实现,其中,变形器件尤其作用到背离接合侧的侧面上。

[0118] 分离和压力加载过程可整面地或局部地或沿着预先给定的路径起作用。相应地,弯曲元件或者紧固元件被连接或被控制。

[0119] 两个基板的弯曲尤其以一定间距实现,其中,该间距在接合波的进展期间被减小。尤其地,对于基板的整面接触而言,板可完全由接纳设备解开。在此,基板保持被紧固在板处。为此,接纳设备的紧固元件保持禁用,而弯曲元件被激活或保持激活。尤其在使用自喷嘴出来的流体的情形中,下部板例如在气垫上浮动且使得基板的整面接触成为可能。流体的压力通过控制器件来调整和匹配,使得过程最佳地运行。

[0120] 为了防止基板彼此的x-y定向尤其由于板的移位被改变,板额外地可由限制元件被保持在定向的x-y位置中。限制元件可处在板之外且防止板的平移和/或旋转运动,且/或其被引导穿过板的钻孔,以便于阻止板平移和/或旋转。因为根据本发明的板仅须具有非常小的弯曲,所以在板的钻孔与限制元件之间的若干微米的间隙足以确保板的无摩擦弯曲,而尽可能地抑制显著的移位和/或旋转。

[0121] 限制元件(或备选地单独的/额外的抓取元件)的另一尤其独立的根据本发明的方面是完全与接纳设备的紧固装置解开的板的机械的抓取。如果上部接纳设备的所有紧固装置被断开,则在不带有这样的限制元件的情形中上部板由上部接纳设备下落。限制元件防止下落且将上部板保持在位置中。因此可实现板由接纳设备的完全分离或解耦。限制元件尤其在z方向上限制地起作用。

[0122] 限制元件的数量尤其处在1与100之间、优选地在1与50之间、还更优选地在1与25之间、最优选地在1与10之间,最最优选地设置有恰好3个限制元件。限制元件可例如是如下元件:

- 螺钉,和/或,
- 销,和/或,
- 锚栓,和/或,
- 金属薄片(或称为薄片,即Bleche),和/或,
- 特殊制成的成形元件。

[0123] 如果上部板在两个基板的接合起始点处完成接触之后完全由接纳设备解开,仍被紧固在板处的上部基板一方面通过重力且另一方面由沿着接合波且在基板之间起作用的接合力引起地向下掉落。

[0124] 上部基板径向由中心或者由接合起始点朝向侧边缘与下部基板相连接。其因此产生径向对称接合波的根据本发明的构造,该接合波尤其由中心朝向侧边缘延伸。在接合过程期间,两个基板按压在基板之间存在的在接合波之前的气体、尤其空气且因此用于不带有气体内含物的接合限制面。通过板支撑的上部基板在下落期间实际处在一种气垫上。

[0125] 通过板支撑的第一/上部基板在接合起始点处的接合起始之后不经受额外的紧固,且因此除了在接合起始点处的紧固和在板处的紧固之外可自由地移动且同样可扭曲。板如此来选择,即,该板足够柔性,以便于在接合的情形中对于基板而言最小化“跳动”误差,且同时充分支撑基板,以便于避免由于基板的太高的柔软性引起的接合误差。

[0126] 在完成接合过程之后,经接合的基板堆通过上部板和下部板来保护,且因此可被卸载或者被进一步运输。备选地,例如在完成接合过程之后,第二/上部基板从板解开。经接合的基板堆至少保持紧固在下部板上直至卸载过程。必要时,下部板同样又以真空被紧固在接纳设备处。

[0127] 根据一种有利的实施形式,接纳设备可具有第二真空区,以便于确保板的整面紧固。接纳设备的该第二真空区可例如呈十字形、呈线形或呈圆形地构造。因此,接纳设备尤其具有在边缘区域中、优选在外部圆环面中带有真空轨道的第一真空区,和在内部区域中、优选在内部圆形面中的第二真空区。

[0128] 通过在中心的呈点状的接触,在根据本发明的接合的情形中的接合波优选径向对称地由中心延伸至侧边缘且在该过程的情形中在其之前按压呈环形的(同中心的)气垫。沿着接合波的尤其近似呈圆环形的接合前部存在这样大的接合力,使得气泡的内含物完全不可形成。因此,上部/第二基板在接合过程期间处在一种气垫上。

[0129] 优选地所有可变参数如此来选择,即,接合波以关于存在的初始条件和边界条件尽可能最佳的速度传播。尤其地在现存氛围、尤其正常压力的情形中,接合波的尽可能缓慢的速度是有利的。接合波的传播速度尤其如此来设定,即,其小于200cm/s、更优选地小于100cm/s、更优选地小于50cm/s、最优选地小于10cm/s、最优选地小于1cm/s。尤其地,接合波的速度大于0.1cm/s。尤其地,接合波的速度沿接合前部是恒定的。

[0130] 所提及的根据本发明的所有实施形式可在特殊的实施变体方案中在真空中、特殊地在低度真空中或在高度真空中被执行。在真空环境中,接合波的速度自动地变得更快,因为沿着接合线连接的基板无须克服由于气体的阻力。

## 附图说明

[0131] 本发明的另外的优点、特征和细节由优选的实施例的下面的描述以及借助附图得出。其中:

图1显示了根据本发明的第一种实施形式,其中带有对于压力曲线和弯曲曲线的图表,图2a显示了在根据本发明的方法的第一过程步骤中的根据本发明的装置的第一种实施形式,

图2b显示了在第二过程步骤中的第一种实施形式,

图2c显示了在第三过程步骤中的第一种实施形式,

图2d显示了在第四过程步骤中的第一种实施形式,

图2e显示了在第五过程步骤中的第一种实施形式,

图3显示了根据本发明的装置的第二种实施形式,

图4a显示了在第一过程步骤中的根据本发明的装置的第三种实施形式,且

图4b显示了在第二过程步骤中的第三种实施形式。

[0132] 在附图中,相同的构件或带有相同功能的构件以相同的附图标记来表示。

## 具体实施方式

[0133] 图1显示了在根据本发明的过程步骤中的根据本发明的接合器13,其中,由该接合器13为了图解说明仅示出下部接纳设备1u和与下部接纳设备1u相对而置的上部接纳设备1o。接合器13的其余常见的组成部分未被示出。

[0134] 在下部接纳设备1u上,下部板17u借助于下部接纳设备1u的呈环形延伸的第一紧固元件2被紧固在第一板侧20处。紧固元件2尤其可在流体技术上被加载,优选带有通过压力可加载的、穿过接纳设备1u的通道。

[0135] 下部板17u在与第一板侧20相对而置的板侧21处具有第二紧固元件2',其优选可直接通过下部接纳设备1u被操控且/或与第一紧固元件2相连接。同样地,上部接纳设备1o具有上部板17o,其可借助于上部接纳设备1o的呈环形伸延的紧固元件2被紧固。

[0136] 在所有显示的实施形式中,板17u,17o的第二紧固元件2'经由紧固元件连接6'与接纳设备1o,1u相连接。如果紧固元件2,2'是真空紧固装置,紧固元件连接6'优选构造成尤其穿过板17u,17o的通道。在下部接纳设备1u的通道的抽真空的情形中,下部板17u的紧固元件连接6'尤其自动地同样被抽真空。相同的适用于上部板17o和上部接纳设备1o。

[0137] 板17u,17o处在弯曲状态中,因为在呈环形延伸的紧固元件2内弯曲元件5引起弯曲,而紧固元件2紧固板17u,17o。

[0138] 第一(上部)基板4o通过紧固元件2'被紧固在上部板17o处。第二(下部)基板4u通过紧固元件2'被紧固在下部板17u处。

[0139] 在接合器13上方和下方的在图1中的第一图表作为x位置的函数示出基板4u,4o和/或板17u,17o的实际曲率14u,14o,以及基板4u,4o和/或板17u,17o的额定曲率15u,15o。除了第一图表之外,在图1中示出了第二图表,其示出了经由构造成管道的紧固元件连接6'下降且将基板4u,4o紧固在板17u,17o处的压力 $p_1'$ 。在该图示中,在每个接纳设备17u,17o处存在仅一个尤其实施成呈环形的槽的紧固元件2'。最后,第三图表显示了在板4u,4o的周缘处的压力 $p_1$ 。

[0140] 在附图中可辨认出两种限制元件。在下部的接纳设备1u处存在第一限制元件19',其限制根据本发明的板17u的纯平移移位。如下是例如可能的,即在过程步骤中所有紧固装置2被断开,且下部板17u自由地在通过尤其由弯曲元件5流出的流体产生的气垫上浮动。

[0141] 在上部接纳设备1o处存在第二限制元件19,其如此地成形,即,其防止板17o尤其与被紧固在其上的基板4o一起的下落。

[0142] 在根据图3的上部接纳设备1o的一种优选的实施形式中,借助尤其可伸展的紧固元件连接6''(图1中未标明)实现第二紧固元件2'的独立于接纳设备1u的第一紧固元件2(被加载以压力 $p_1$ 的通道)的操控。这可经由带有压力 $p_1$ 的压力管道被加载。

[0143] 在下面的系列图中,根据本发明的过程流程借助根据上述第一实施形式的多个过程步骤被详细地示出。为了清楚起见,用于压力和弯曲曲线的图表的示出被取消。额定和实际曲率15u,15o,14u,14o在另外的附图中未标明,因为不存在图表。其示意性的曲线可由图1得悉。

[0144] 图2a显示了用于接触且用于接合第一/上部基板4o和第二/下部基板4u的相对而置地布置的接触面4k的根据本发明的接合器13。接合器13由下部接纳设备1u和上部接纳设备1o构成。接纳设备1u,1o可尤其实施用于接纳第一/上部基板4o和/或第一/上部板17o和

第二/下部基板4u和/或第二/下部板17u,其中,下部接纳设备1u可不同于上部接纳设备1o地实施或装备。

[0145] 上部接纳设备1o优选具有测量孔12,穿过其尤其由基板保持器10的背面起可进行板17o和/或基板4o的测量。如果基板4o被测量,板17o尤其同样具有相应的测量孔12'。备选地,传感器可布置在测量孔12,12'中。测量孔12,12'尤其布置在弯曲改变器件与紧固器件之间。备选地或额外地,下部基板保持器1u和/或下部板17u可具有相应的测量孔12,12'。测量孔穿透接纳设备1且尤其正交于接纳面1s地伸延。优选地,测量孔12以彼此180°或120°的间隔在表面处分布地布置。

[0146] 接纳设备1u,1o具有接纳面1s,其带有多个紧固元件2和传感器3,3'。紧固元件2经由构造成流体管道的通道被抽真空且紧固板17u,17o。间距传感器直接分布地(或称为分散地,即verteilt)布置在弯曲改变器件5处直至紧固器件。因此,间距传感器在接纳面1s的部分面上延伸。

[0147] 在紧固器件的区域中布置有构造成压力传感器的传感器3',以其沿着传感器3的x位置在板17u,17o与接纳设备1u,1o之间测量压力 $p_1$ 。

[0148] 上部基板4o具有尤其由于重力而存在的实际曲率14o,而下部基板1u被平整地放置,且因此在本发明的意义中不具有(实际上难以察觉地较小的)实际曲率14u。如下然而同样是可能的,即,重力调整的实际曲率14o是可忽略地小的。

[0149] 图2b显示了在进一步的过程步骤的情形中的接合器13。两个基板4u和4o通过两个基板保持器1u,1o的相对运动彼此靠近。在其它方面,相对根据图2a的情况无变化。

[0150] 图2c显示了在进一步的过程步骤的情形中的接合器13。通过使用弯曲元件5(在所显示的情况中带有压力 $p_2$ 的气体流动通过的气体出口),两个板17u,17o且因此基板4u,4o被带到额定曲率,其中,压力的调节优选借助于间距传感器实现。为了控制/调节也可使用紧固元件2的压力,从而使得其也承担弯曲器件5,5'或弯曲改变器件5,5'的任务,且因此在本发明的意义中可被包括。压力值尤其连续地且/或持续地、优选在这些区域中可分开地控制/调节。

[0151] 图2d显示了在进一步的过程步骤的情形中的接合器13。两个基板4u,4o通过基板4u,4o的靠近构成径向向外传播的接合波,其中,基板4u,4o的曲率连续地变化(弯曲改变器件)。在此,下部板和/或上部板17u,17o或者下部基板和/或上部基板1u,1o的弯曲改变连续地借助于间距传感器被监控,且如果必要通过弯曲元件5和/或紧固元件2如此地修正,即,达到相应期望的或设定的额定曲率(弯曲改变器件)。重要的参数是在接合波的点上上部板17o或者上部基板4o的曲率半径R1和下部板17u或者下部基板4u的曲率半径R2。

[0152] 四个内部的周缘排列的紧固元件2的压力在上部接纳设备1o和下部接纳设备1u处被同时降低至 $p_0$ 。由此,基板1u,1o或板17u,17o由内部向外尤其连续地失去相对接纳面1o的紧固,由此压力 $p_2$ 可由弯曲元件5进一步传播。

[0153] 通过使该控制考虑基板的曲率和弯曲改变,跳动误差被最小化。尤其地对比于现有技术,“跳动”误差被进一步最小化,因为板-基板系统具有更高的弯曲阻力且基板因此更稳定地与相对而置的基板接合。

[0154] 图2e显示了在进一步的过程步骤的情形中的接合器13。两个基板1u,1o以如下方式受控制地彼此接合,即,上部接纳设备1o的最外部排列的紧固元件2的压力被降低到 $p_0$ 。

尤其地,上部板17o被保留在上部接纳设备1o处。如下是同样可能的,即,上部板17o保持在上部基板4o上。在该情况中于是无须存在限制元件19。

[0155] 在另外的图中示出了接纳设备的另外的根据本发明的实施形式。

[0156] 图3显示了接纳设备1u和板17u的经改善的且更优选的根据本发明的实施形式,在其中紧固经由尤其构造成波纹管或唇边的紧固元件连接6”由接纳设备1u被传递到板17u上。紧固元件装置6”尤其可伸展,而不中断基板4u相对板17u的紧固。在静电紧固的情况中,紧固元件连接6”可例如是导线(Drehte),其维持在接纳设备1u与板17u之间的电势。在示出的真空紧固的情况中,紧固元件连接6”是可伸展的、尤其尽可能真空密封的波纹管。如果紧固元件连接6”尤其居中地支承,可能的弯曲元件5处在紧固元件连接6”侧面。

[0157] 图4a显示了在根据本发明的第一过程步骤中的类似于接纳设备1u构建的接纳设备1u’。区分特征是尤其呈环形地布置在接纳设备1u’上的密封圈18。板17u被支承在密封圈18上。

[0158] 作为弯曲元件5’,在该实施形式的情形中销布置在接纳设备1u’的中心。销在中心穿过接纳设备1u’且相对于该接纳设备在z方向上可移动。在第一时刻,板17u与基板4u一起被放置到已提升的弯曲元件5’的尖端上。在相同时刻,板仍然处在未变形的密封圈18上。板17u大致上尚未被弯曲。

[0159] 图4b显示了在第二过程步骤中的接纳设备1u’。通过真空沿着真空路径(通道、紧固元件2、紧固元件连接6’,6”、紧固元件2’)的接通,板17u在边缘处被向下拖动。由此,可略微变形的弹性密封圈18被变形且板相对接纳设备1u密封。在根据本发明的接合过程的情形中,在基板4u与基板4o(未标明)的接触之后,真空路径被再次浸没,且因此允许基板4u的经改善且经优化的接合过程。

[0160] 图4a,4b的实施形式可被看作相对根据图1-2e的实施形式的运动学的反转。尤其地,这些实施形式由此来表征,即,板17u通过尤其在周缘处作用的真空的产生而在周缘处被向下拉动,而在前面的实施形式中已描述了通过弯曲元件5的力施加如何引起板17u在弯曲元件5的区域中通过经由弯曲元件5流入的流体的分配而变形。

[0161] 附图标记列表

- 1o 上部接纳设备
- 1u,1u’ 下部接纳设备
- 1s 接纳面
- 2,2’ 紧固元件
- 3 传感器
- 4o 第一/上部基板
- 4u 第二/下部基板
- 4a 基板接纳面
- 4k 接触面
- 5,5’ 弯曲元件
- 6’,6” 紧固元件连接
- 12 测量孔
- 13 接合器

- 14u,14o 实际曲率
- 15u,15o 额定曲率
- 16u,16o 压力曲线
- 17o 上部板
- 17u 下部板
- 18 密封圈
- 19,19' 限制元件
- 20 第一板侧
- 21 第二板侧
- $p_1, p_1'$  压力。

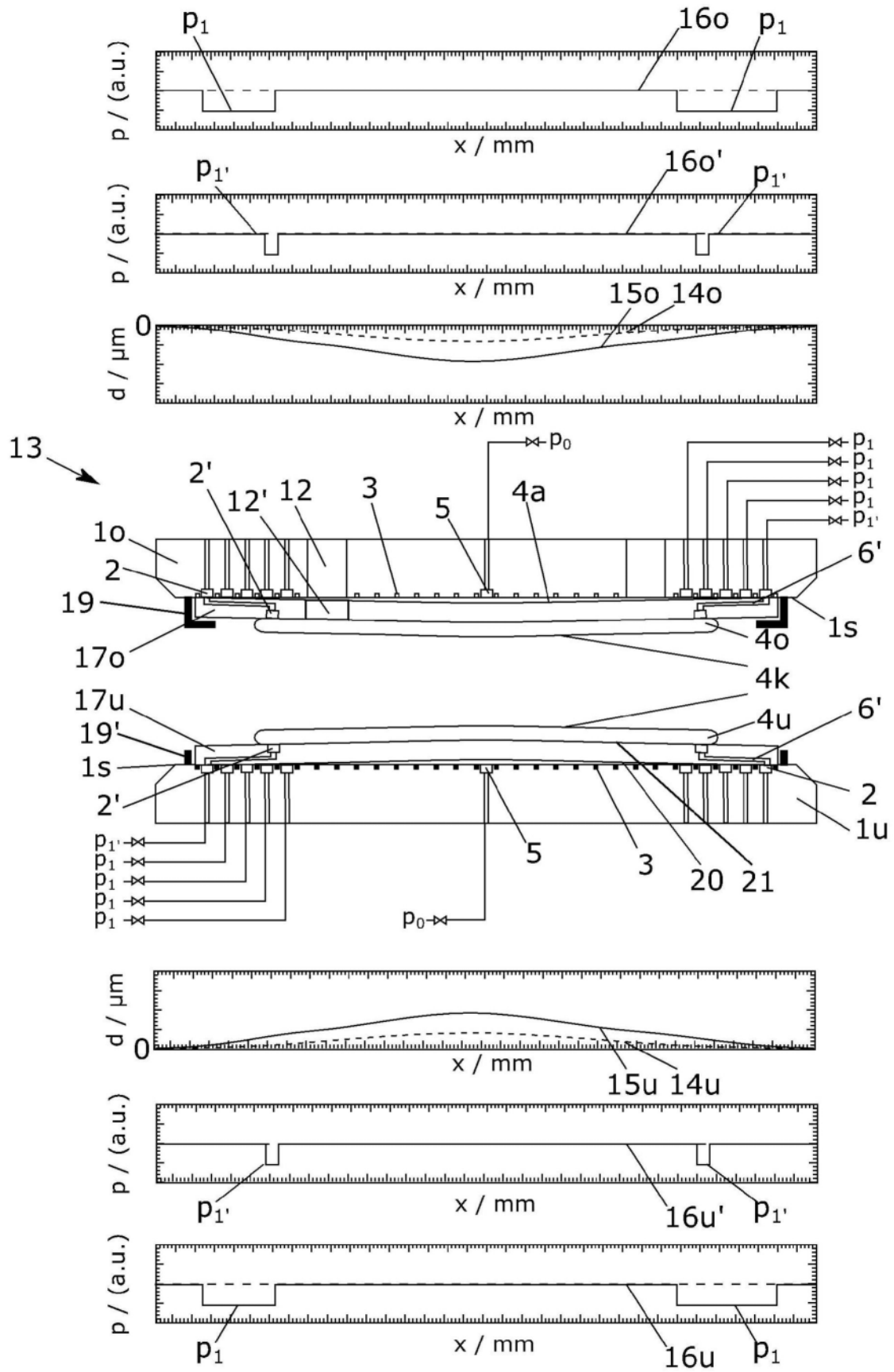


图1

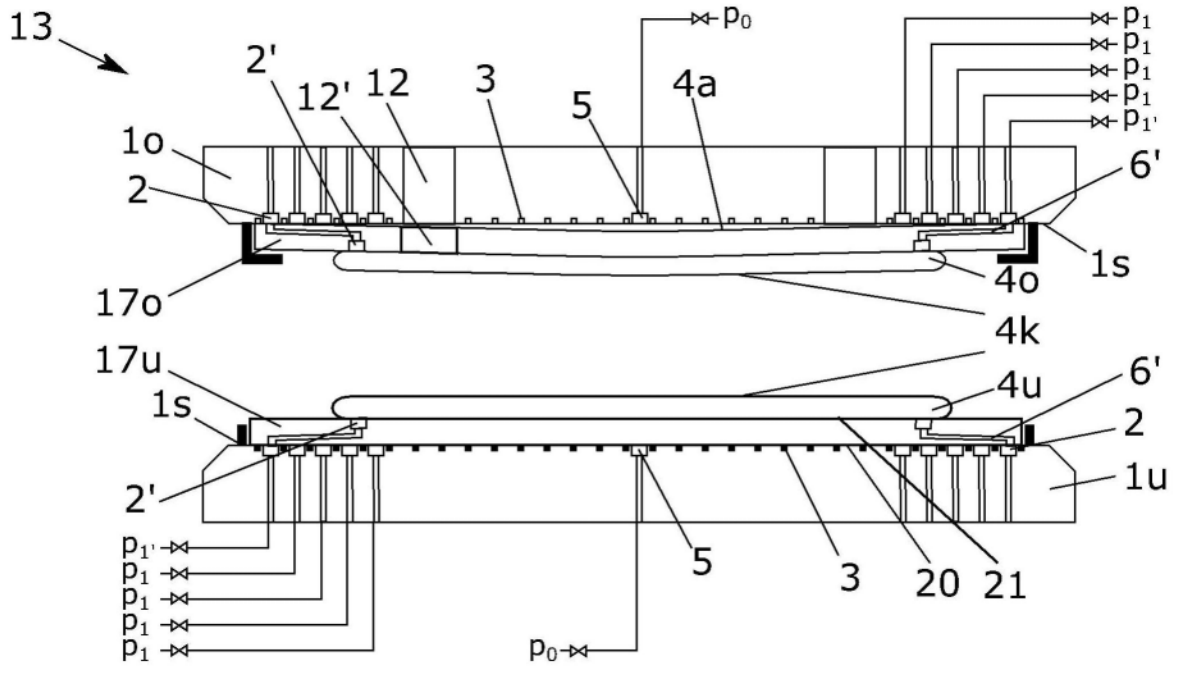


图2a

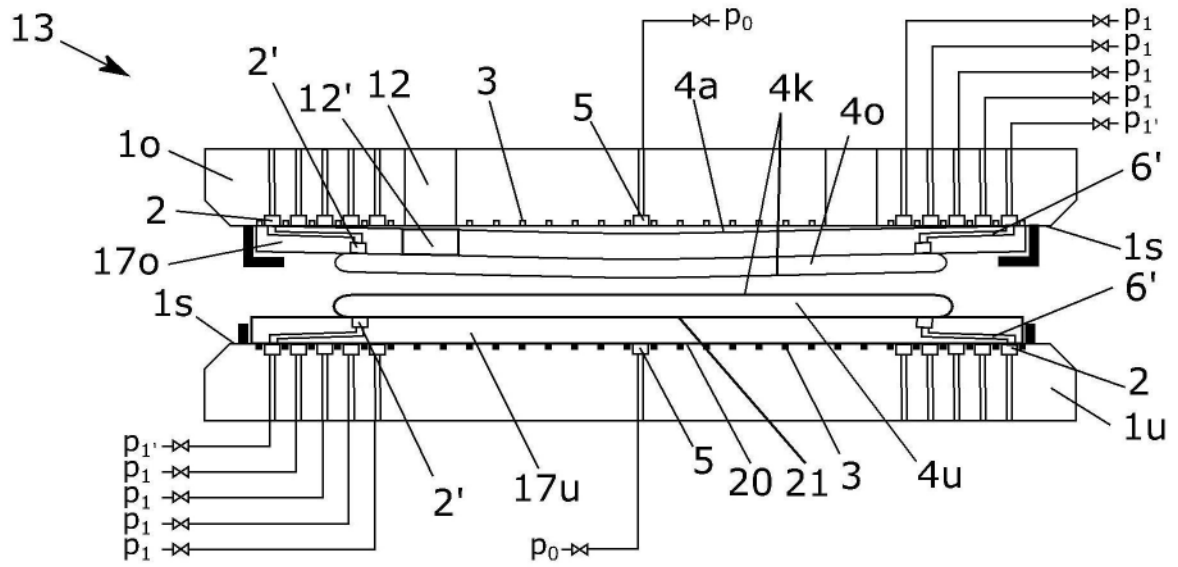


图2b

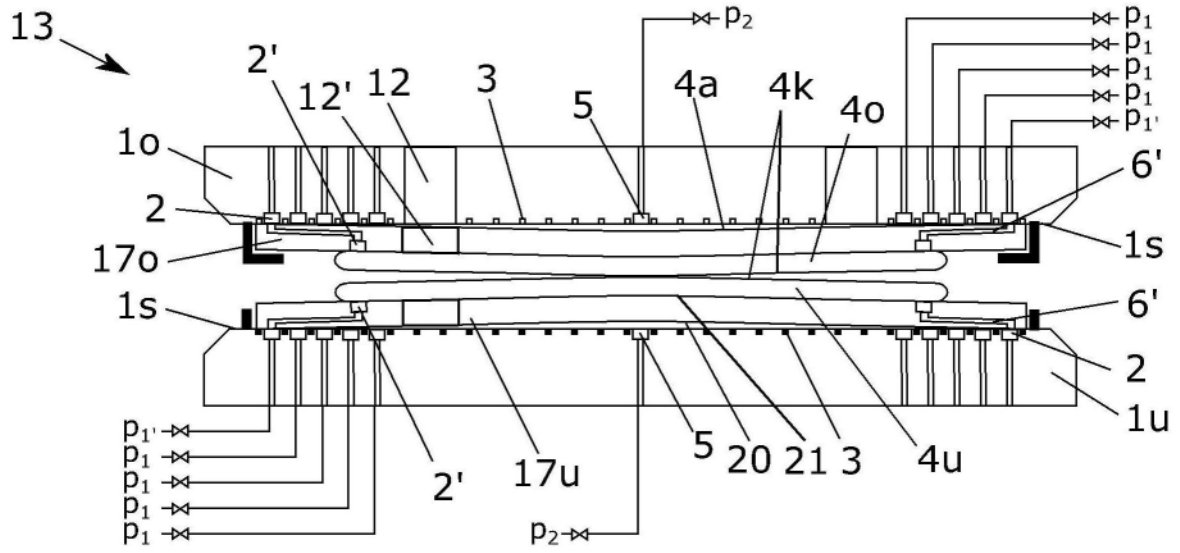


图2c

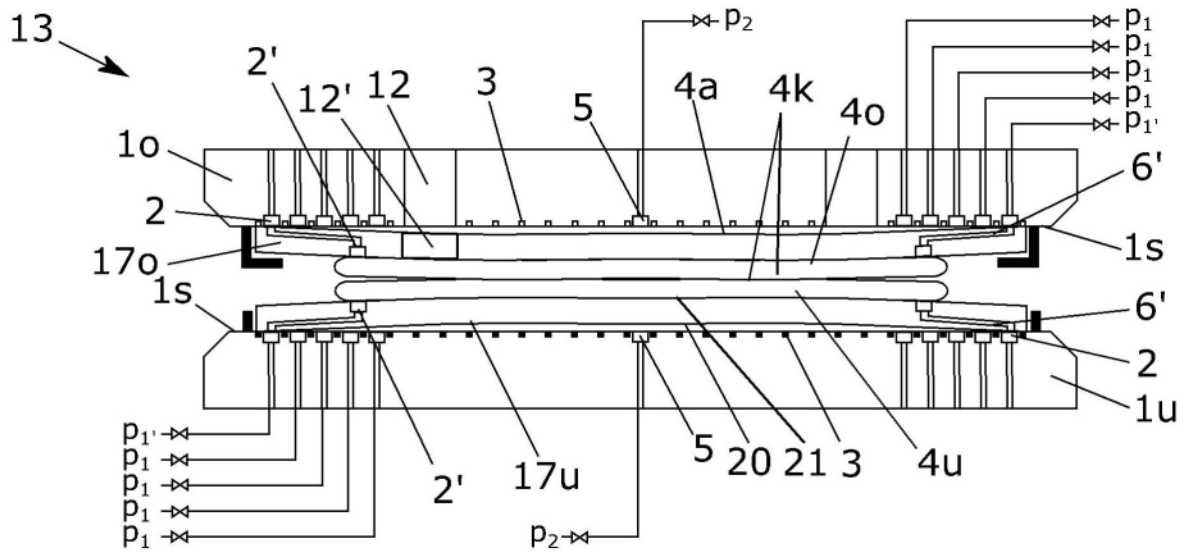


图2d

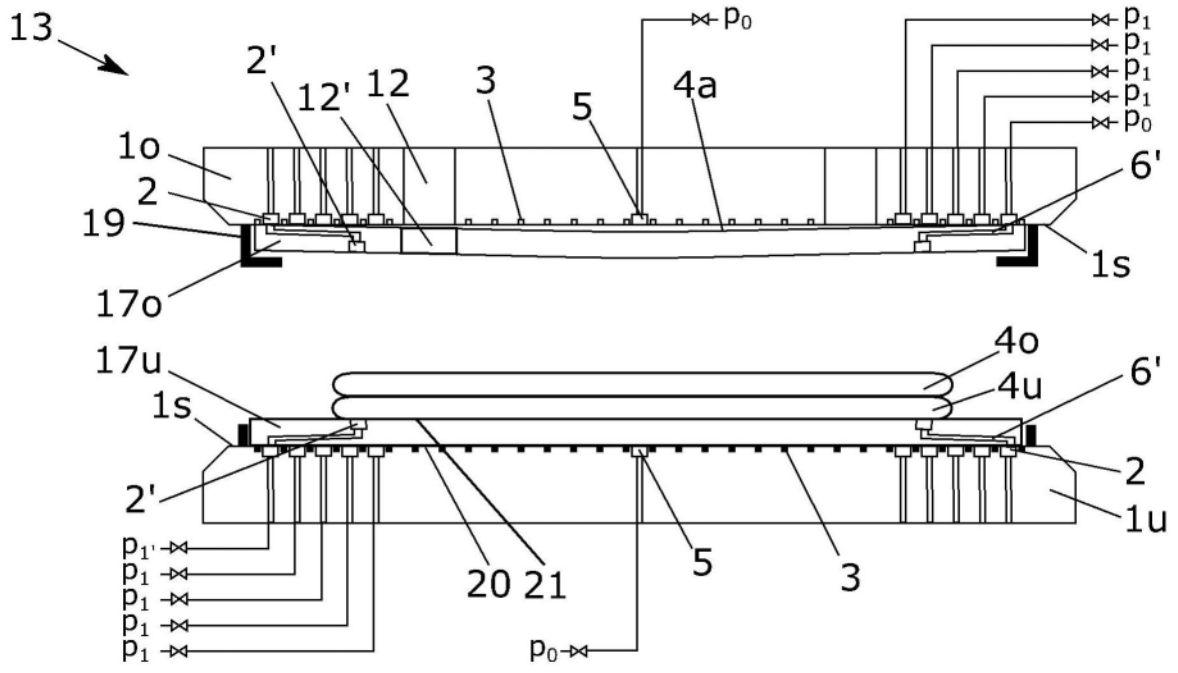


图2e

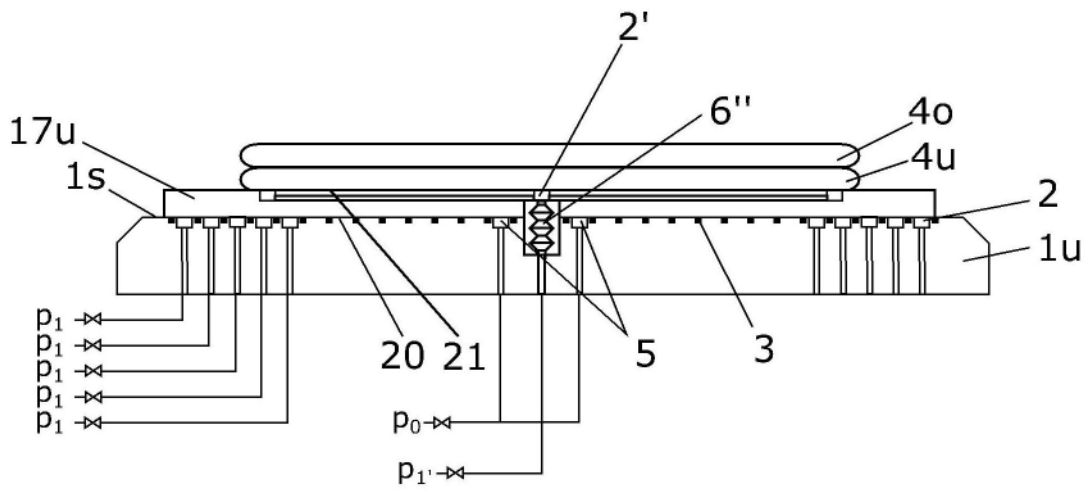


图3

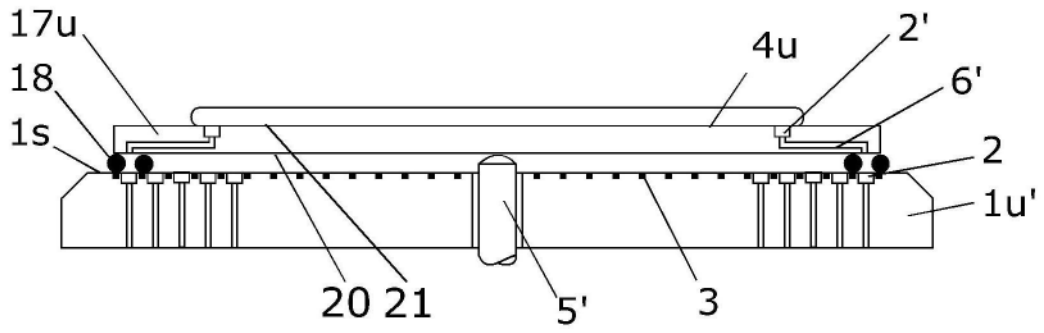


图4a

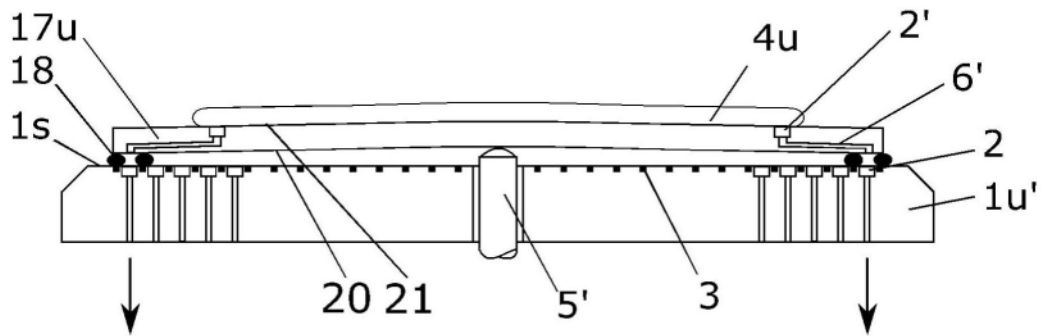


图4b