

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 00811008.5

[43] 公开日 2002年8月21日

[11] 公开号 CN 1365512A

[22] 申请日 2000.7.21 [21] 申请号 00811008.5

[30] 优先权

[32] 1999.7.29 [33] EP [31] 99480068.8

[86] 国际申请 PCT/EP00/07042 2000.7.21

[87] 国际公布 WO01/09926 英 2001.2.8

[85] 进入国家阶段日期 2002.1.29

[71] 申请人 国际商业机器公司

地址 美国纽约州

[72] 发明人 奥利弗·贝耶特 让-皮埃尔·梅热

帕特里克·拉芬

弗朗西斯·罗迪尔

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

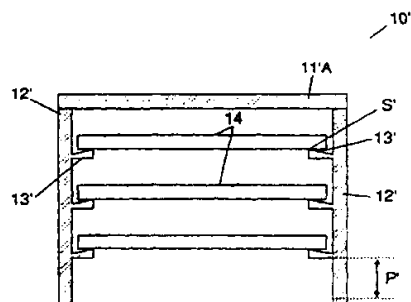
代理人 陶风波 侯宇

权利要求书 1 页 说明书 8 页 附图页数 3 页

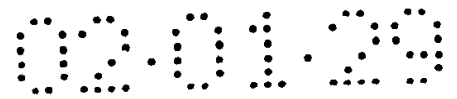
[54] 发明名称 改进的用于支撑晶片的梯形舟

[57] 摘要

本发明公开了一种用于在热处理过程中支撑半导体晶片的改进的梯形舟,包括彼此垂直相对的顶和底板,以及固定在所述板上的支撑棒。所述支撑棒配置有按平行排布一个在另一个之上地支撑多个晶片的分隔器。分隔器具有特殊的形状以包括一个斜坡部分,使得晶片位于其上的一个锐角上。因此,晶片周边的背面与两角规之间的接触面是弓形的或点状的。此接触优选地处于在晶片背面和以后将在晶片制造过程中使用的光刻工具的静电夹头的晶片支撑区之间的接触区之外。

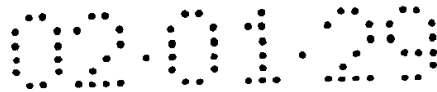


ISSN 1008-4274



权 利 要 求 书

1. 一种用于支撑多个半导体晶片以进行热处理的改进的梯形舟, 包括:
 - a. 彼此垂直相对并且在水平方向上平行的顶和底板; 以及
 - b. 多个支撑棒, 固定在所述的顶和底板上以在其间限定一个内部空间, 并且该支撑棒配置有支撑所述晶片的分隔器,
- 5 其特征在于, 所述晶片的分隔器被构形为具有一个斜坡部分, 使得晶片位于其上的一个锐角上。
 2. 如权利要求 1 所述的改进的梯形舟, 其特征在于, 在晶片周边的其
 - 10 背面与分隔器之间的接触面为弓形的或点状的。
 3. 如权利要求 1 所述的梯形舟, 其特征在于, 斜坡与水平方向的夹角大于 2° 。
 4. 如权利要求 3 所述的梯形舟, 其特征在于, 斜坡与水平方向的夹角约为 3° 。
 - 15 5. 如权利要求 1 所述的梯形舟, 其特征在于, 支撑棒的数量等于 3, 使得晶片支撑在相隔 90° 角的仅三个点上。
 6. 如权利要求 5 所述的梯形舟, 其特征在于, 所述支撑棒具有圆形截面。
 7. 如权利要求 1 所述的梯形舟, 还包括两个未设置分隔器的附加棒以
 - 20 提高其刚性, 每个附加棒放置在两个支撑棒之间。
 8. 如权利要求 2 所述的梯形舟, 其特征在于, 所述的弓形或点状接触处于在晶片背面和以后将在晶片制造过程中使用的光刻工具的静电夹头的晶片支撑区之间的接触区以外。



说明书

改进的用于支撑晶片的梯形舟

5

技术领域

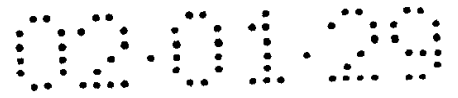
本发明涉及半导体集成电路 (IC) 的制造, 尤其涉及一种改进的支撑待加工半导体晶片的梯形舟 (ladder boat)。

10

背景技术

半导体晶片 (以下称作“晶片”) 的加工包括高温下的数次热处理, 以扩散掺杂剂、沉积氧化层等。立式炉被广泛地用于在所谓的“热”加工过程中进行热处理, 包括低压化学气相沉积 (LPCVD)、气氛氧化 (ATM) 和退火处理步骤。一个立式热处理炉包括一个固定水平放置并且在垂直方向上彼此隔开的晶片的梯形舟。晶片可以通过自动机械的移动叉自动地装入热处理炉或从其中取出。

图 1 包括图 1A 和 1B, 分别示意性显示了目前用在标准 LPCVD 炉中的被标记为 10 的常规梯形舟的俯视图和截面图 (沿图 1A 的 AA 线截取)。重要的是, 插图无需按比例绘制。来看图 1, 正如本领域技术人员所知的那样, 梯形舟 10 包括彼此垂直相对的一个顶板 11 和一个底板 11B (未示出), 在顶板和底板之间设置的六个矩形支撑棒 12 (数量可以在 4 和 6 之间变化)。通过研磨机在支撑棒中等间距地形成凹槽或狭槽, 作为限定安放硅晶片 14 的处所的支架。结果, 形成通常被称作分隔器 (divider) 的被标记为 13 的凸伸, 并且它们将在其周围表面上支撑硅晶片 14。从图 1 中明确看出, 分隔器 13 具有通常的方形齿的形状 (虽然圆形齿也通常用在半导体产业中)。板 11 和支撑棒 12 一般分别由太阳能玻璃和石英制成。晶片 14 在垂直方向被隔开一距离 (图 1 中标为 P), 该距离在技术术语中称作“节距”。一般地, 对于 VTR7000+ 反应器 (美国加利福尼亚州圣何塞市的 SVG-THERMCO 公司), 这种常规梯形舟的容量是具有约 0.14 英寸节距 P 的 160 个晶片, 或对于 TEL ALPHA8 反应器 (日本东京的 Tokyo Electron Limited 公司) 是具有



约 0.2 英寸间距的 170 个晶片。

需要注意的是，利用这种类型的梯形舟 10，晶片 14 和支撑它的每个分隔器 13 之间的接触区在图 1 中是被标记为 S 的表面，在目前的情况下基本上是正方形。一般地，接触表面 S 的值约为 6mm^2 。另外，因为梯形舟 10 5 设置有六个支撑棒 12，所以等于 $6 \times S$ （即 36mm^2 ）的总接触表面较大。

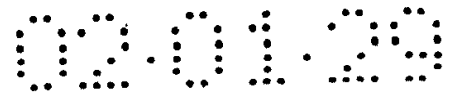
因为单晶硅（半导体晶片的基材）具有 1410°C 的熔点，所以晶体的缺陷倾向于在 1000°C 及以上进行的标准热处理过程中在硅晶片 14 的由支撑棒 12 支撑的部位附近在接触面 S 位置处发生。这些缺陷形成众所周知的可以由目测或利用放大透镜看出的“滑移线”或“微划痕”。在半导体产业中广泛地承认这些微划痕的起因在于这样的事实，即晶片被支撑在其周边的有限位置处（本例中为 6 个），以致于在晶片产生很大的内应力，该内应力通过滑移线的形成而被消除。另一方面，做为机械摩擦的结果，可以在这些接触面 S 的位置附近发现统称为碎屑颗粒（chipping particle）的硅和石英颗粒。

15 另外，每个接触面 S 在晶片活性表面上产生一个冷区，该区造成沉积层厚度均匀性的大大降低，并造成沉积层的污染。

最后，因为 LPCVD 反应器包括一个真空系统，所以由真空泵导致的振动增加了微划痕和碎屑颗粒产生的现象。为了解决这种特定的振动问题，到目前为止已经提出了不同的梯形舟设计。例如，所谓的“环形皿”，其中 20 晶片不由支撑棒凹槽中的分隔器支撑，取而代之地环被支撑在凹槽中，而晶片被直接固定在环上。晶片的周围边缘与环接触，并且内应力得以缓解，由此减少了微划痕的发生。但是，环形皿难以制造并且较贵。而且，因为接触面等于整个环形表面，所以接触面过大。

25 所有的这些缺陷对于在大气压下进行的热氧化以及退火步骤也是存在的，除振动以外，因为在此情况下不用真空系统。

在晶片背面存在的微划痕和碎屑颗粒在后面的晶片制造过程中也是非常关键的，因为它在依次进行的不同的光刻步骤（主要在深槽和栅极导体的形成中）中产生散焦的芯片图像。晶片背面的粗糙度被局部地修改，使得它在晶片曝光于 UV 光过程中不可能将所有晶片保持在光刻工具的焦平面上，由此产生需要再加工步骤的光刻缺陷，这在后面将有详细讨论。这种再加工操作大大增加了晶片加工的成本。



另外，大部分光刻工具配置有一个真空操作夹头，用于在曝光过程中支撑并牢固地夹持晶片。而且，晶片受真空系统严重地扭曲，以尽可能精确地把整个晶片放在焦平面中。扭曲力大到足以粉碎有时仍保留在夹头上的晶片背面的颗粒。在这种情况下，即使我们现在已加工了一个具有清洁背面的晶片，也会在曝光清洁晶片的过程中由于背面的交叉污染现象而产生一些光刻缺陷。对于 300mm 的晶片加工，施加到晶片上的扭曲力变得更

5

10 面对这种微划痕和碎屑颗粒的尖锐问题，半导体制造商开发了多种晶片清洁程序，它在每个 LPCVD/ATM 过程之后执行从而获得清洁的晶片背面，以防止光刻工具夹头的污染。在使用者的方便性方面，发现最好的晶片背面清洁过程是使用 AS2000 清洁工具(Dai Nippon Screen, Kyoto, Japan)，此工具利用 DI 水进行晶片活性表面和背面（包括边缘）的有效清洁。

15

晶片背面的这些微划痕和碎屑颗粒缺陷会导致高达每块曝光晶片 5% 的生产产量损耗，这是不容忽视的。现在，它们通过再加工晶片步骤除去，以沉积光致抗蚀剂层。这种影响生产线生产量和光刻工具可用时间的附加再加工操作被 IC 制造商当作一个主要问题。事实上，光刻被认为是迄今为止 IC 制造中最重要的步骤之一。毫无疑问，本领域最近十年的不断进步已

20

以下的表 I 指出了作为没有或具有上述晶片清洁过程的不同类型产品的函数的再加工晶片的百分率。

表 I

产品	每个晶片上的芯片数	再加工晶片的百分率	
		未清洁	清洁
64 兆位 0.25 μ m	330	8%	4%
64 兆位 0.20 μ m	440	15%	8%
256 兆位 0.20 μ m	144	15%	10%
256 兆位 0.175 μ m	300	20%	10%

25 从表 I 明确看出，集成密度增加越多（0.25 μ m 至 0.175 μ m），再加工晶片数量增加越多。另一方面，晶片清洁过程只轻微地减少再加工晶片的数

量。

利用图 1 的常规梯形舟设计，一方面，做为硅晶片和分隔器之间的大接触面的结果，另一方面做为使用 LPCVD 炉时振动的结果，不可能避免微划痕及碎屑颗粒的形成。因此，在后续光刻步骤中将有很多问题。总之，
5 微划痕和碎屑颗粒是生产率的严重的减损因素，是产生被废弃的次品芯片的直接原因。因此，考虑到上述原因，背面晶片质量变为硅晶片制造的关键参数。迄今可商业获得的梯形舟以及晶片清洁程序已经显现出了它们的局限性。明显地，在晶片的装入和取下过程中，由于把晶片装入到窄槽（标准晶片节距 0.14 英寸）内的较差的操控系统精度，晶片和梯形舟的分隔器
10 之间的机械接触在晶片背面产生所述的微划痕和碎屑颗粒。因此，如果有的话，则由微划痕和碎屑颗粒引起的问题的解决办法只能来自于梯形舟的创新设计。

发明内容

15

因此，本发明的主要目的是提供一种改进的梯形舟，此梯形舟显著地减少硅晶片和分隔器之间的接触面。

本发明的另一个目的是提供一种改进的梯形舟，此梯形舟显著地减少在晶片背面的微划痕和碎屑颗粒的数量以提高生产产量。

20 本发明的另一个目的是提供一种改进的梯形舟，此梯形舟减少晶片活性表面上的冷区，由此提高沉积层厚度的均匀性。

本发明的另一个目的是提供一种改进的梯形舟，此梯形舟减少了当硅晶片在 LPCVD 炉中处理时施加到其上的振动的影响。

25 本发明的另一个目的是提供一种改进的梯形舟，此梯形舟通过消除每个热处理步骤之后所需的晶片清洁程序而降低了晶片的制造成本。

本发明的另一个目的是提供一种改进的梯形舟，此梯形舟利用光刻技术的最新进展明显减少了已成为关键工艺参数的晶片背面的微划痕和碎屑颗粒的数量。

30 本发明的另一个目的是提供一种改进的梯形舟，此梯形舟显著地减少了光刻阶段再加工晶片的数目。

本发明的另一个目的是提供一种改进的梯形舟，通过消除污染时对清

洁其真空夹头的需要，此梯形舟增加了光刻工具的可用时间。

根据本发明，描述了一种改进的用于支撑多个半导体晶片以进行热处理的梯形舟，该梯形舟包括：

- a. 彼此垂直相对并且在水平方向上平行的顶和底板；
- 5 b. 多个支撑棒，附着在所述的顶和底板上以在其间限定一个内部空间，并且该支撑棒配置有支撑所述晶片的分隔器，

其中，所述晶片的分隔器被构形为具有一个斜坡部分，使得晶片位于其上的一个锐角上。

10 根据本发明的一个重要方面，位于晶片周围的其背面与分隔器之间的接触面为弓形的或点状的。

在所附的权利要求书中列出了被认成为是本发明特征的新颖特点。但是，本发明本身以及其它目的和优点可以通过下面参考附图对优选实施例的详细描述而得到充分地理解。

15 附图说明

图 1 包括图 1A 和 1B，分别显示常规梯形舟的顶视图和截面图；

图 2 示意性显示 Micrascan III 的静电夹头（光刻工具的晶片操控系统部分）的顶视图；

20 图 3 示意性显示 Nikon NSR-2205i12 的静电夹头的顶视图；

图 4 包括图 4A 和 4B，分别显示本发明的改进的梯形舟的顶视图和截面图；以及

图 5 显示一种具有可用于机加工根据本发明的支撑棒的特殊外形的铝片的截面图。

25

具体实施方式

本申请的发明人已观察了大量晶片在利用图 1 所示的常规梯形舟在晶片生产线的 LPCVD 炉中加工之后的背面的质量。观察通过一束作为标准的
30 斜射光进行。他们首先发现，做为上述机械摩擦的结果，微划痕和碎屑颗粒总是出现在接触面 S 的位置以及其紧邻的周围。但是，他们还惊奇地注

意到，它们一批一批是不可再现的。

本申请的发明人将这种非均匀性与光刻工具夹头的具体结构联系起来。

图 2 和 3 表示商业上可以获得的光刻工具的两种不同的夹头设计。

5 现在来看图 2，Micrascan III（美国康奈提格州威尔顿市的 SVG Lithography System 公司出售的一种工具）的夹头 15 的特征在于外环 16 的存在，外环 16 配置有四个外延部分 17 和三个中心衬垫 18。除四个外延部位以外，环 16 在环圆周上的宽度 d_1 等于 2mm，总宽度 d_2 在该四个外延部位等于 5mm。

10 图 3 所示的夹头 19 是日本东京 Nikon 公司出售的光刻工具，Nikon NSR-2205i12 的一部分，它具有不同的结构。它由宽度为 2mm 的多个圆环 20 和按等边三角形设置的三个中心衬垫 21 组成。

于是在两种情况下，根据所考虑的夹头（15 或 19），晶片位于至少一个环（16 或 20，...）和几个中心衬垫（18 或 21）上。本申请的发明人注意
15 到，硅晶片被接触面 S 位置和所述的环公用的区域恰是他们发现最多微划痕和碎屑颗粒的区域。

本申请的发明人因而设计了一种改进的减小微划痕和碎屑颗粒数量的梯形舟，当考虑光刻工具夹头的设计时可进一步优化该梯形舟。

20 图 4 所示的本发明的改进的梯形舟包括图 4A 和 4B，分别显示其顶视图和截面图。现在此图中使用的相似附图标记（具有符号“'”）表示同一（对应的）部位。现在来看图 4，现在标记为 10' 的改进的梯形舟的主要创造性是确保把晶片背面和分隔器之间的接触局限在一个弓形或点状表面 S' 上，此表面具有比对应接触面 S 小很多的值。如图 4 所示，现在标记为 13' 的新分隔器包括一个斜坡部分，使得硅晶片 14 位于其锐角处，以将所述的接触
25 面 S' 减为最小。这种特定的形状可以通过以下步骤形成：利用标准的研磨机但带有倾斜的锯片在支撑棒 12' 上形成狭槽；并逐步地移动棒直到形成所有的狭槽；然后将支撑棒 12' 与顶和底板 11'A 和 11'B 组装在一起，从而制得改进的梯形舟 10'。但是，改进的梯形舟可以通过另一种方式制造。顶和底板与尚未被机加工的支撑棒 12' 组装。首先利用安装在由板和支撑棒确定的
30 的内部空间中的标准研磨机在支撑棒中形成普通狭槽。然后，利用一组具有特殊形状的锯片，例如图 5 所示的锯片 23，将这些狭槽再同时进行加工。

把锯片插在狭槽的底部，然后向下移动，同时还旋转以形成上述的具有所需角度的斜坡部分。如图 4 和 5 所示，确定锯片轮廓的角度决定了斜坡部分的外形。

5 在一个具体的实施例中，分隔器 13' 的长度等于 12mm，斜坡与水平方向的角度约为 3°。依赖于节距 P' 的该角度的值必需大于零，优选地大于 2°。在此实施例中，S' 等于 1mm²。

10 另一个重要特点是支撑棒 12' 的数量现在被限制为三个，它们足以确定一个支撑晶片的平面。如图 4 所示，这三个支撑棒 12' 优选地具有圆形截面，因而是玻璃柱（也可以考虑由此圆柱形衍生的其它形状）。支撑棒可以如图 4 所示那样放置。这种数量减少的支撑棒于是不仅减小了接触面，而且减小了 LPCVD 步骤中产生的振动的不利影响。可以把两个附加的棒 22 固定到顶和底板上，以提高整个梯形舟的刚性。在高温处理过程中或在 LPCVD 步骤中，这两个附加的棒显得是值得的，因为在这种情况下它们能够减小接触面 S'。

15 做为最后的结果，接触面减小两倍。首先被减小至基本上为弓形或点状表面（由 S' 表示），并且通过支撑棒数量的减少，被减小至仅三个，代替图 1 所示常规梯形舟 10 中的六个。此时，总的接触表面用 3×S' 表示，即 3mm²（与 36 mm² 相比）。此接触面的减小是试图减小微划痕和碎屑颗粒数量以及晶片活性面中的冷区的一个基本方面，以提高沉积层厚度的均匀性。

20 梯形舟 10' 的另一个重要特点在于，优选地在晶片背面和光刻夹头之间的接触区以外进行此弓形或点状接触。换言之，只要可能，就应当避免热处理步骤中已与分隔器接触的晶片区域和光刻步骤中支撑晶片的夹头区域之间的机械接触。

25 在下面的表 II 中给出了关于表 I 所列出的相同产品的再加工率（再加工晶片的百分比）。注意，在此情况下，不执行上述的晶片清洁过程，因为这不再需要。背面晶片足够清洁以直接在光刻工具中进行加工，而不对夹头造成任何污染。

表 II

产 品	再加工晶片的百分比
64 兆位 0.25μm	0%
64 兆位 0.20μm	1-2%

256 兆位 0.20 μm	2-4%
256 兆位 0.175 μm	5%

改进的梯形舟 10'在硅晶片制造中有广泛的应用，尤其用于薄 SiO_2 或 Si_3N_4 衬垫和覆盖层的沉积。也可以考虑改进的梯形舟 10'的其它设计，只要遵循上述的一般规则。本领域的技术人员将知道，可以在不脱离下述权利要求所限定的本发明的实质或范围的前提下，作出对以上通过参考图 4 所述的分隔器和梯形舟的设计的各种改型。

说明书附图

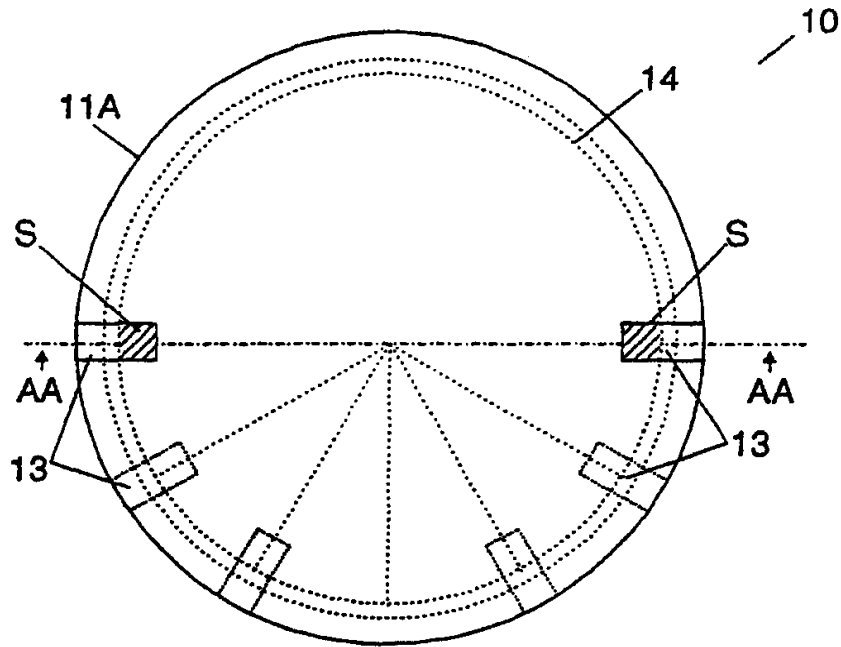


图 1A

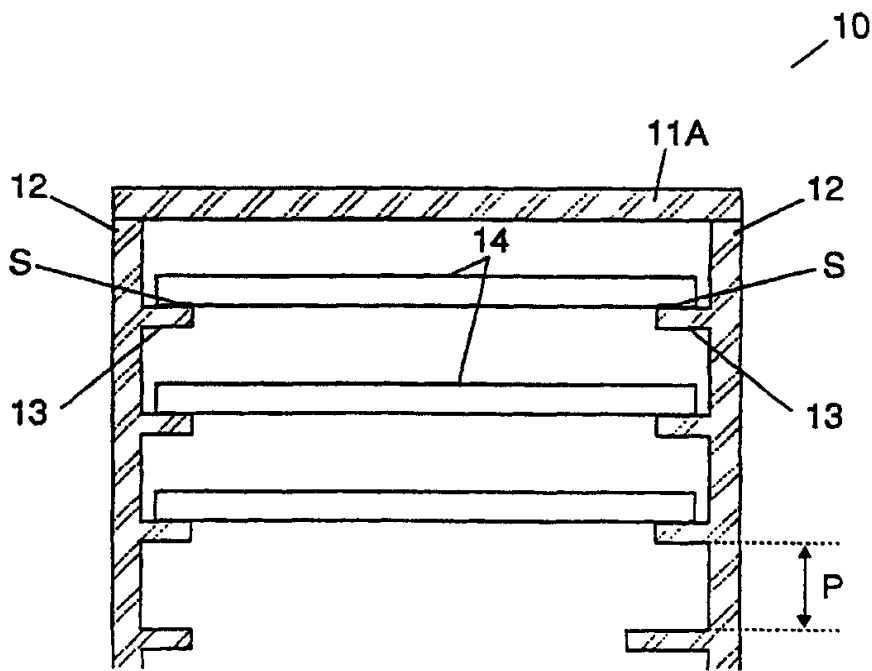


图 1B

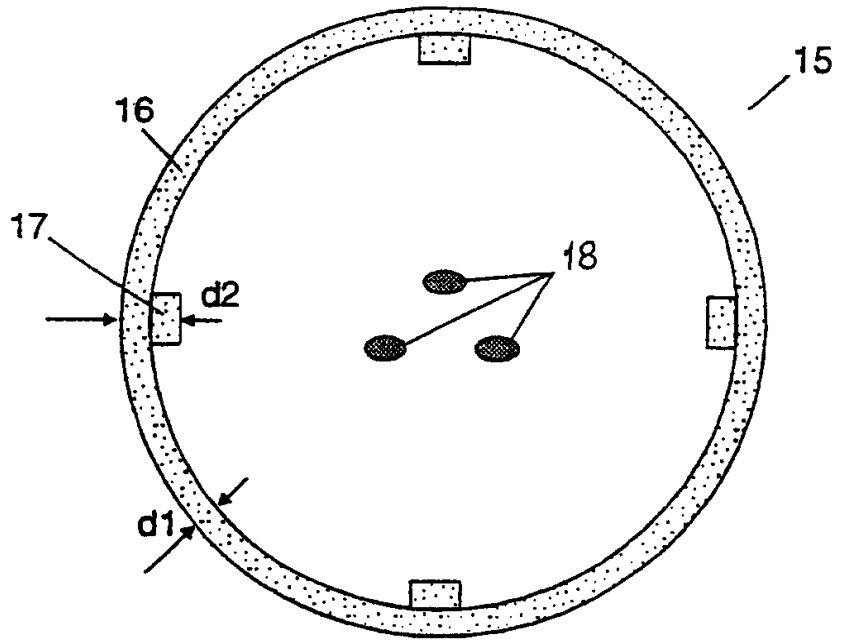


图 2

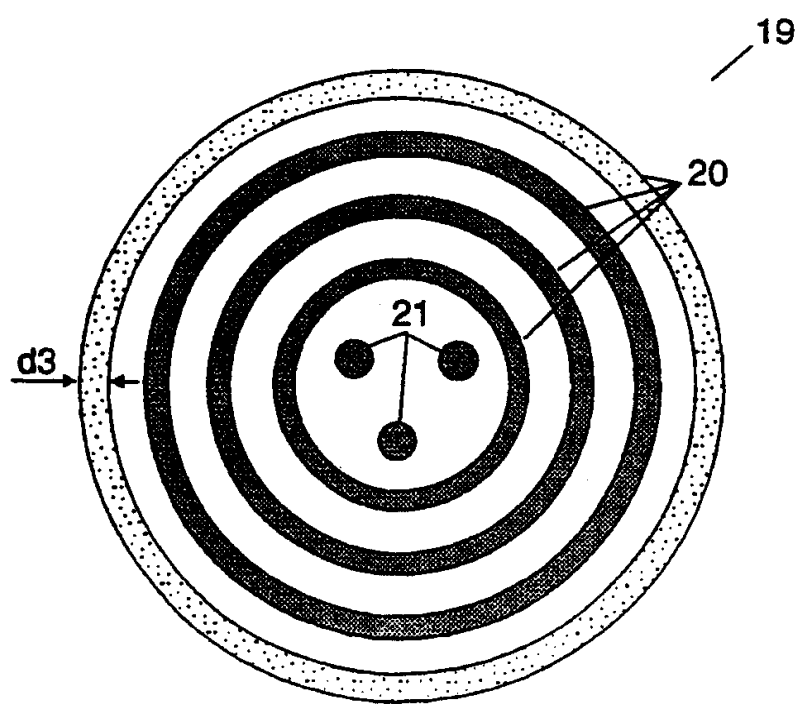


图 3

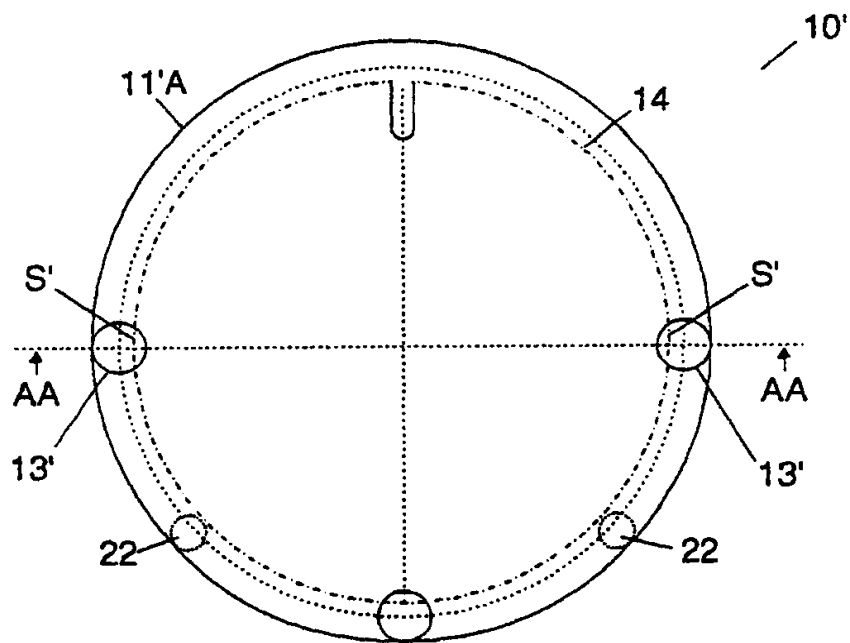


图 4A

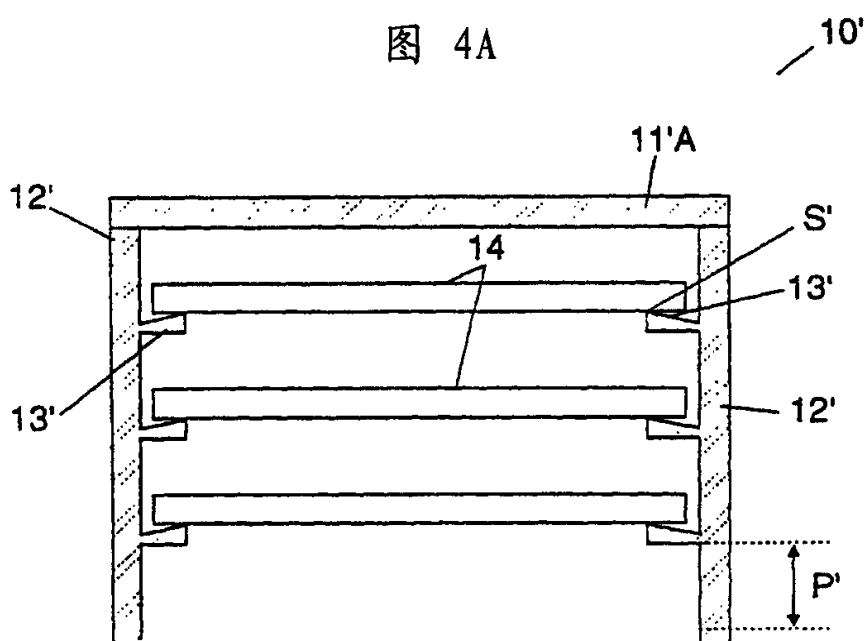


图 4B

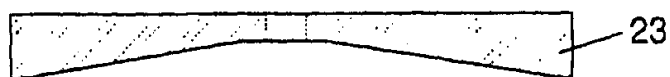


图 5