



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03816420.5

[43] 公开日 2005 年 9 月 14 日

[11] 公开号 CN 1669117A

[22] 申请日 2003.4.30 [21] 申请号 03816420.5

[30] 优先权

[32] 2002.5.13 [33] US [31] 10/144,943

[86] 国际申请 PCT/US2003/013648 2003.4.30

[87] 国际公布 WO2003/098667 英 2003.11.27

[85] 进入国家阶段日期 2005.1.11

[71] 申请人 美商克立股份有限公司

地址 美国北卡罗莱纳州

[72] 发明人 中村修二 S·迪巴尔司

M·巴特雷斯 M·考特

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司

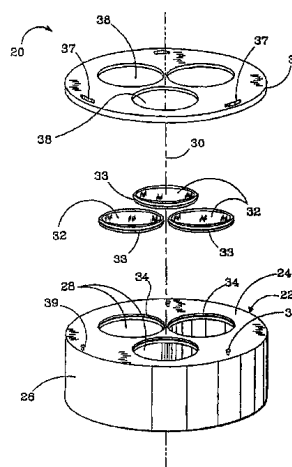
代理人 李家麟

权利要求书 3 页 说明书 7 页 附图 5 页

[54] 发明名称 用于 MOCVD 反应器的衬托器

[57] 摘要

揭示了一种用于在晶片上的外延层生长期间将半导体晶片保持在 MOCVD 反应器中的衬托器。该衬托器包括由高温时较低热传导率的材料制成的基部结构，并具有一个或多个板孔以容纳传热插塞。插塞由高温时具有较高热传导率的材料制成，以便将热量传递到半导体晶片。还揭示了采用根据本发明的衬托器的有机金属化学汽相沉积反应器。



1. 一种在用于生长外延层的反应器中保持半导体晶片的衬托器，其特征在于，包括：
- 5 基部结构，它具有底座和套筒，所述基部结构由高温时具有较低热传导率的材料制成，所述底座具有一个或多个板孔；以及
- 一个或多个传热插塞，每一个所述插塞都容纳于所述一个或多个板孔的各一个内，所述一个或多个传热插塞由高温时较高热传导率的材料制成以便将热量传递到半导体晶片。
- 10 2. 如权利要求 1 所述的衬托器，其特征在于，进一步包括安装于所述底座上的面板，所述面板具有一个或多个面板通孔，所述一个或多个面板通孔中的每一个都与所述板通孔中的各自一个对准。
3. 如权利要求 2 所述的衬托器，其特征在于，所述面板由红外透明并能通过蚀刻清理的材料制成。
- 15 4. 如权利要求 2 所述的衬托器，其特征在于，所述面板由选自石英、碳化硅、蓝宝石、硅、被涂覆的石墨、石墨或钨的材料制成。
5. 如权利要求 1 所述的衬托器，其特征在于，所述一个或多个传热插塞由石墨或涂覆了碳化硅的石墨制成。
6. 如权利要求 1 所述的衬托器，其特征在于，所述一个或多个传热插塞中的每一个都包括与所述基片相邻的每个所述插塞的表面上的圆形脊。
- 20 7. 如权利要求 1 所述的衬托器，其特征在于，所述基部结构由选自氮化硼、熔融石英、氮化铝和陶瓷的材料制成。
8. 如权利要求 1 所述的衬托器，其特征在于，被安装于反应器中用于外延层的生长，所述反应器具有所述反应器底部处的加热器元件，所述衬托器被安装于所述
- 25 加热元件上。
9. 如权利要求 8 所述的衬托器，其特征在于，来自所述加热元件的热量主要通过所述传热插塞被传导到所述晶片。
10. 如权利要求 2 所述的衬托器，其特征在于，包括用于将所述面板安装到所述基部结构上以便在所述衬托器旋转时保持所述面板的装置。
- 30 11. 一种用于在半导体晶片上生长外延层的反应器，其特征在于，包括：
- 反应室，它容纳加热元件和衬托器，所述衬托器保持半导体晶片并被设置于所述加热元件上，所述衬托器包括：

基部结构，它具有底座和套筒，所述基部结构由高温时较低热传导率的材料制成，所述底座具有一个或多个板孔；以及

一个或多个传热插塞，所述一个或多个插塞中的每一个都分别容纳于所述一个或多个板孔中的一个内，所述晶片位于所述插塞上，所述插塞由高温时较高热传导率的材料制成以便将热量从加热器元件传递到半导体晶片；

生长气体入口，它用于充气以便在所述半导体晶片上生长外延层。

12. 如权利要求 11 所述的反应器，其特征在于，所述加热元件位于所述反应室是底部。

13. 如权利要求 11 所述的反应器，其特征在于，所述衬托器进一步包括安装于所述底座上的面板，所述面板具有一个或多个面板通孔，所述一个或多个面板通孔中的每一个都分别与所述板通孔中的一个对准。

14. 如权利要求 13 所述的反应器，其特征在于，所述面板由红外透明且通过蚀刻清理的材料制成。

15. 如权利要求 13 所述的反应器，其特征在于，所述面板由选自石英、碳化硅、蓝宝石、硅、被涂覆的石墨、石墨或钨的材料制成。

16. 如权利要求 11 所述的反应器，其特征在于，所述一个或多个传热插塞由石墨或涂覆了碳化硅的石墨制成。

17. 如权利要求 11 所述的反应器，其特征在于，所述一个或多个传热插塞中的每一个都包括与所述晶片相邻的每一个所述插塞的表面上的圆形脊。

18. 如权利要求 11 所述的反应器，其特征在于，所述基部结构由选自氮化硼、熔凝石英、氮化铝或陶瓷的材料制成。

20. 一种用于在用于生长外延层的反应器中保持半导体晶片的衬托器，其特征在于，包括：

所述晶片之下高温时较高热传导率的材料，以便将热量传递到半导体晶片；以及

在所有其它区域中高温时较低热传导率的材料。

21. 如权利要求 20 所述的衬托器，其特征在于，进一步包括安装于衬托器上的面板，所述面板具有一个或多个面板通孔，所述一个或多个面板通孔中的每一个都与所述高温时较高热传导率的材料对准。

22. 如权利要求 21 所述的衬托器，其特征在于，所述面板由红外透明且可以通过蚀刻清理的材料制成。

23. 如权利要求 21 所述的衬托器，其特征在于，所述面板由选自石英、碳化硅、

蓝宝石、硅、被涂覆的石墨、石墨或钨的材料制成。

24. 如权利要求 21 所述的衬托器，其特征在于，所述高温时较高热传导率的材料由石墨或涂覆了碳化硅的石墨制成。

25. 如权利要求 21 所述的衬托器，其特征在于，所述高温时较低热传导率的材料由选自氮化硼、熔凝石英、氮化铝或陶瓷的材料制成。

26. 如权利要求 21 所述的衬托器，其特征在于，所述高温时较低热传导率的材料包括基部结构，它具有底座和圆柱套筒，所述底座具有一个或多个板孔。

27. 如权利要求 26 所述的衬托器，其特征在于，所述高温时较高热传导率的材料包括一个或多个传热插塞，所述一个或多个插塞中的每一个都容纳于所述一个或多个板孔中的各一个内。

用于 MOCVD 反应器的衬托器

5 发明背景

发明领域

本发明涉及有机金属化学汽相沉积(MOCVD)反应器,尤其涉及 MOCVD 反应器中使用的衬托器。

10 相关技术的描述

在 DenBaars 和 Keller 的 Semiconductors and Semimetals, Vol. 50, Academic 出版社, 1997, P11-35 中描述了 MOCVD 反应器中基于氮化镓(GaN)的半导体装置。MOCVD 是非平衡态生长技术,它依赖于前体的蒸汽输运和加热区中 III 族烷基类和 V 族氢化物的后续反应。将生长气体和掺杂物提供给反应器并将其沉积为基板或晶片上的外延层。一个或多个晶片通常置于被称作衬托器的石墨结构上,该衬托器可以
15 通过射频(RF)线圈加热、抵抗加热或者通过灯管或线圈加热器辐射加热。在生长过程期间,被加热的衬托器加热晶片。

图 1 示出了 MOCVD 反应器中使用的常规衬托器 10,诸如由 Thomas Swan Scientific Equipment Limited 所提供的。它具有中空的圆柱形并被安装于反应器底部处的反应器的加热元件上,其位于源气体入口之下。它具有圆形底座 12 和
20 圆柱套筒 13,其中圆形底座 12 具有一系列的圆盘形凹陷 14 相等地绕衬托器的纵轴隔开。每个凹陷 14 可以在生长期间保持半导体晶片。当通过加热元件加热衬托器 10 时,也加热半导体晶片。当源气体进入 MOCVD 反应器时,它们结合并随后沉积到被加热的半导体晶片上作为外延层。衬托器 10 通常可以按范围从 1000 到
25 2000rpm 的速度旋转,这导致晶片上更均匀的外延层。

常规衬托器 10 通常由石墨或被涂覆的石墨的整体结构形成,它吸收来自加热元件的热量并将其传导到与衬托器 10 接触的晶片。均匀地加热整个衬托器 10 以实现晶片表面上一致的生长条件。在外延层的制造期间,材料不仅沉积于被加热的晶片上,还沉积于被加热的衬托器 10 上。这可以引起衬托器表面上大量 GaN、InGaN、
30 AlInGaN 和类似化合物的沉积。结果是衬托器上反应沉积的形成,钢会不利地影响后续制造步骤。例如,在外延层的后续生长期间,沉积会作为杂质,并还会导致不同层之间较差的界面过渡。例如,如果生长使用镓源气体的层,镓就会沉积于衬托

器上且虽然要生长的下一个层不包含钨,但来自衬托器表面的钨会包含于层之间的过渡中。这些杂质会引起较差的设备性能并会阻止晶片上半导体装置的一致再生产。

5 常规衬托器的另一个缺点在于,加热元件加热整个衬托器,不仅是晶片之下或周围的区域。这需要大量的热量,因为与晶片相比衬托器具有相对较大的表面积。由于没有加热晶片,多数能量就浪费了。这使加热器承受较重的负担,使得加热器较早出现故障。此外,由于整个衬托器都处于足够化学汽相沉积的温度,就会消耗更多的反应物。

10 常规衬托器的另一个缺点在于,它们很难制造。它们必须通过较大剖面的石墨加工而成,且如果衬托器的任何部分被破坏,则整个结构就不可使用了。凹陷的制造会是极其困难的,因为它们从结构的纵轴偏移。不能使用简单的车床对凹陷间隙加工,而是必须涉及更加复杂的工艺。为此,很难修改凹陷表面的形状以补偿温度不均匀性。

15 发明内容

本发明揭示了一种用于在晶片上的外延层生长期间将半导体晶片保持在反应器中的衬托器。该衬托器包括基部结构,它具有基板和套筒,这两者都由高温时具有较低热传导率的材料制成。底座具有一个或多个板孔。还包括了一个或多个传热插塞,其中每个插塞都容纳在一个或多个板孔中的各一个内。传热插塞由高温时高

20 热传导率的材料制成以便将热量传递到半导体晶片。

本发明还揭示了一种用于在半导体晶片上生长外延层的反应器,它包括容纳加热元件和衬托器的反应室。该衬托器容纳半导体晶体并配置在加热元件上。该衬托器包括:基部结构,它具有底座和套筒并由高温时较低热传导率的材料制成,其中底座具有一个或多个板孔,其中传热插塞保持于板孔的各一个内。晶片被设置于插

25 塞上,且插塞由高温时较高热传导率的材料制成。插塞将热量从加热器元件传递到半导体晶片。生长气体入口还包括提供充气,以便在半导体晶片上生长外延层。

减少量了的反应物沉积于这里揭示的衬托器实施例上,从而减少了后续步骤期间不需要的杂质。还可以使用较少的能量和消耗较少的原材料生长外延层,因为来自反应器的加热元件的多数热量通过传热插塞,而不是加热整个衬托器。还可以使用较简单的工艺制造衬托器,因为它不需要由固体的一件石墨进行加工。此外,可以更方便地加工传热插塞,从而其邻近晶片的表面具有凸或凹形状以补偿任何温度不均匀。

30

对于本技术领域内的熟练技术人员来说，通过以下的详细描述并结合附图将使本发明的这些和其它特点与优点显而易见，其中：

附图概述

- 5 图 1 是现有技术衬托器的透视图；
图 2 是根据本发明的衬托器的透视图；
图 3 是沿截面线 3-3 获得的图 2 中的衬托器的剖视图；
图 4 是图 2 中衬托器的分解示图；
图 5 是图 2 的衬托器中使用的传热插塞的平面图；
10 图 6a 是沿截面线 6a-6a 获得的图 5 中插塞的截面图；
图 6b 是图 6a 中示出的插塞脊的截面放大示图；以及
图 7 是使用根据本发明的衬托器的 MOCVD 反应器的简图。

具体实施方式

- 15 图 2 到 4 示出了根据本发明的衬托器 20，它可以保持基板或晶片用于 MOCVD 中外延层的生长。衬托器 20 可以安装于反应器下部处的 MOCVD 反应器的加热元件上并可以在生长过程期间旋转。

- 衬托器 20 包括由底座 24 和圆柱套筒 26 制成的基部结构 22，其可以是分开的或者被制成为一个结构。底座 24 具有相等地绕衬托器的纵轴 30 隔开的圆形通孔
20 28。通孔 28 的数量可以根据衬托器 20 被设计成在生长期间所保持的晶片的数目而变化。

- 基部结构 22 应由刚性材料制成，其在高温时具有较低的热传导率，从而它较少地传送来自 MOCVD 反应器的加热元件的热量。它还应由反射材料制成，从而它可以反射加热元件的辐射热以进一步减少它传送的热量。它还应具有较低的热膨胀，
25 从而其膨胀可以与其它衬托器部件的热膨胀相匹配。

- 基部结构 22 可以由许多不同的材料制成，诸如氮化硼、熔融石英、氮化铝或者陶瓷，其中氮化铝和陶瓷实施例由一定的材料涂覆以减少它们与源气体的电抗。较佳的基部结构 22 由氮化硼或由氮化硼覆盖的熔融石英制成。这些材料具有低温时较高的热传导率，高温时较低的热传导率，且氮化硼是白色的，这提升的结构的
30 反射率。采用已知方法制造基部结构 22。

基部结构 22 可以具有许多不同的尺度。圆形套筒的合适高度约为 2 英寸且对于保持 3 个 2 英寸晶片的衬托器，合适直径约为 6.2 英寸。底座 24 还具有约 6.2

英寸的合适直径，其中板孔 28 相等地绕底座 24 的中心隔开。板孔 28 的合适直径约是 2.3 英寸。底座 24 和套筒 26 可以具有许多不同的厚度，其中合适厚度约是 0.2 英寸。

5 衬托器 20 还包括传热插塞 32，每个传热插塞 32 都装配入各板孔 28 内。在外延生长期间半导体晶片被设置成与插塞 32 接触且来自加热元件的热量应通过插塞 32 被有效地传导到晶片。插塞 32 优选由高温时较高热传导率和黑色的材料制成，这两种特性都能提升热传导。插塞 32 的优选材料是石墨或被涂覆碳化硅的石墨。每个插塞 32 都具有绕其外表面的轴唇 33，它置于通孔 28 的内表面上的一个轴突出部 34 上，从而各插塞 32 置于一个孔 28 内。

10 还可以包括面板 36，它具有与基部结构的板孔 28 对准的孔 38。面板被设置于基部结构的底座 24 上，其中面板和基部结构孔 38、28 对准。通过面板孔 38，仅插塞 32 未覆盖且当晶片置于插塞 32 上时，通过孔 38，仅晶片未覆盖。

衬托器 20 在没有面板 36 的情况下工作，但在外延生长期间较少量的反应物会沉积于基部结构 22 上。面板 36 提供对反应物沉积的较大抵抗的表面，其中该表面还易于清除。优选是红外透明的，从而不会吸收光热。它应由不与 MOCVD 源气体反应的材料制成。它可以由诸如石英、纯碳化硅、蓝宝石、硅、被涂覆的石墨、石墨或钨制成，优选材料是石英。通过蚀刻从石英上清除沉积。

面板 36 应具有与底座 22 近似相同的直径且其孔 38 应具有与板孔 28 相同或稍小的直径。面板 36 可以具有许多不同的厚度，其中合适的厚度约是 0.16 英寸。

20 衬托器 20 被设计成在生长期间在反应器的加热元件上旋转，从而面板 36 应安装到基部结构 22 上。可以使用不同的安装方法，其中包括但不限于，与安装孔匹配的结构 22 上的扣针，轴向隙缝或面板 36 中的 J 槽。或者，可以在结构上包含可旋转吊钩，以便与面板 36 中的槽匹配。在一个实施例中，可以从底座 24 的中心将钩移开，随后将面板 36 置于底座 24 上，其中吊钩的柄与各个槽对准。随后，旋转吊钩，从而它们被引导向底座 24 的中心。在图 2 到 4 所示的实施例中，面板具有与结构 22 上的扣针 39 匹配的轴向隙缝 37。每个扣针 39 都具有头部，它穿过隙缝 37 之一的最宽部。随后，转动面板直到每个扣针 39 的柄被收纳于其各自的隙缝 37 的最窄部内。

可以在面板 36 和底座结构 32 之间包含间隔以限制由于面板 36 和底座 24 之间的接触引起的传导热。这优选通过在周边附近底座 24 的表面上上的上升部分而得以实现。

衬托器 20 可以用于 MOCVD 反应器中，其中衬托器被设置于反应器的底部使得

圆形板向上。生长气体从顶部或侧部进入反应器，并沉积于插塞 40 上保持的未覆盖的晶片上。

该衬托器 20 促使热量从反应器的加热元件传递通过插塞 32，其减少了基部结构 22 的表面的沉积量。这种沉积的减少就减少了后续层制造期间未覆盖部件的存在。制造过程只需要较少的生长气体，因为多数气体都被沉积于晶片上。所形成的半导体器件具有较锐利的界面和更低水平的不需要的杂质。这增加了产量和外延生长过程的再生性。

与常规衬托器相比，该设计还减少了将晶片保持于任何给定温度所需的功率量。热量主要仅通过插塞，而不是现有技术中的整个衬托器。这允许在加热器控制组件中使用更小且更廉价的部件，增加了加热器组件的寿命，并允许使用更少的能量和源气体进行外延层的生长。

图 5 和 6 示出了根据本发明的热传递插塞 50 的一个实施例。每个插塞 50 都基本被形成为圆盘形状并被设计成将热量从反应器的加热元件传递到保持与插塞 50 接触的半导体晶片 52 (图 6a 和 6b 中示出)。插塞 50 可以在与晶片 52 相邻的其表面上具有圆形脊 54，其中只有脊 54 接触晶片。这提供了晶片 52 和插塞 50 之间的较小间隔以促进晶片的均匀对流加热。为了进一步促进晶片 52 的均匀加热，与晶片 52 相邻的插塞 50 的表面还可以具有凸、凹或其它形状的表面。插塞 50 应具有一定的直径，以允许其将一个装配入一个底座通孔 28 内，并应具有一定的尺寸，以允许插塞或底座的热膨胀，其中合适的直径约为 2.1 英寸。每个插塞 50 都具有其边缘周围的唇 56 (图 3 和 4 中示为标号 33)，从而插塞的顶部截面具有比其底部截面更大的直径。如上所述，每个插塞的唇 56 都置于各自的孔突出部分 34 上。

插塞可以具有许多不同的厚度，其中合适的厚度约为 0.33 英寸。脊 54 可以是许多不同的尺寸，其中合适的尺寸是 0.002 英寸高和 0.003 英寸宽。

在外延层的生长之前，晶片 52 和传递插塞 50 被置于通孔 28 中且面板 36 被安装于基部结构 22 上，其中面板孔 38 与基部结构的孔 28 对准。晶片 52 未由面板 36 覆盖，且当插塞 50 由 MOCVD 的加热元件加热时，晶片 52 也被加热。在衬托器组件 20 旋转时生长气体被馈送入反应器中且外延层在晶片 52 上生长。

图 7 示出 MOCVD 反应器 70 的一个实施例，它采用了根据本发明的衬托器用于在晶片上生长外延层。反应器 70 包括反应室 72，它具有可以旋转的生长衬托器 74。一个或多个晶片被安装于衬托器 74 上用于外延层的生长。在生长期间，衬托器 74 由加热器元件 (未示出) 加热，该加热器元件被设置于衬托器 74 内与晶片相邻。加热元件可以是各种加热装置，但一般是射频 (RF) 线圈、电阻线圈或电热丝加热器。

将载气 76 提供给气管, 载气是诸如氢气或氮气的惰性气体。载气 76 还通过质量流量控制器 80a、80b、80c 被提供给各鼓泡器 82a、82b、82c。鼓泡器 82a 可以具有生长化合物, 诸如具有甲基的烷基化化合物, 诸如三甲基镓(TMG)、三甲基铝(TMA)或者三甲基铟(TMI)。鼓泡器 82b 和 82c 还可以包含相似的甲基化合物以便能
5 生长 III 族化合物的合金。鼓泡器 82a、82b、82c 通常通过恒温浴 84a、84b、84c 被保持在预定温度, 以便在通过载气 76 被传递到反应室 72 之前确保金属有机化合物的恒定蒸汽压。

通过打开阀门 86a、86b、86c 的所需组合, 使得通过鼓泡器 82a、82b、82c 的载气 76 与气管 78 中流动的载体 76 混合。随后, 通过反应室 72 的上端处形成的气体入口 88 将混合气体引入反应室 72。在入口端 88 处可以包括喷淋头入口(未示出)。
10

诸如氨水的氮包含气体 90 通过质量流量控制器 92 被提供给气管 78 且氮包含气体的流动由阀门 94 控制。如果载气 76 与氮包含气体 90 和气管 78 内的 TMG 蒸汽混合, 随后被引入反应室 72, 则通过 TMG 和氨水包含气体中存在的分子的分解,
15 出现要在晶片上生长氮化镓的元素。

为了在晶片上掺入氮化镓的合金, 不被用于 TMG 的鼓泡器 82a、82b、82c 之一被用于掺杂物材料, 它通常是镁(Mg)或硅(Si), 但可以是其它材料, 诸如铍、钙、锌或碳。鼓泡器 82b 或 82c 可用于合金材料, 诸如硼铝合金、铟、磷、砷或其它材料。一旦选择了掺杂物和合金且打开阀门 86a、86b、86c 之一以允许掺杂物与镓和
20 氮包含气体 90 一起流入气管 78, 则在晶片上生长氮化镓的掺杂层。

反应室 72 内的气体可以通过与在液压之下工作的泵 98 连接的气体洗涤管 96 洗涤。此外, 洗涤阀门 100 允许提升气压或从反应室 72 排出。

通常, 通过关闭阀门 86a 和 86b 而关闭镓和掺杂物源并保持氮包含气体和载体流动来停止生长过程。或者, 反应室 72 可以由气体 102 洗涤, 该气体 102 可以通过质量流量控制器 104 和阀门 106 控制。通过打开阀门 100 允许泵 98 抽空反应器
25 72 的额外生长气体来帮助洗涤。通常, 洗涤气体 102 是氢气, 但可以是其它气体。随后, 通过关闭提供给加热器元件的电源来冷却晶片。

虽然已参考其特定优选配置详细描述了本发明, 但其它形式也是可以是。根据本发明的衬托器将在没有面板 36 的情况下工作。如上所述, 根据本发明的衬托器
30 可以用于 MOCVD 反应器之外的许多不同的反应器中, 并可以用于许多不同类型的 MOCVD 反应器中。衬托器可以由具有许多不同尺度的许多不同材料构成。它们也可以按一个不同的结构不同地设置, 其中使插塞 32 容纳于面板孔 38 之内。因此, 所

附权利要求书的精神和范围应不限于说明书中的优选形式。

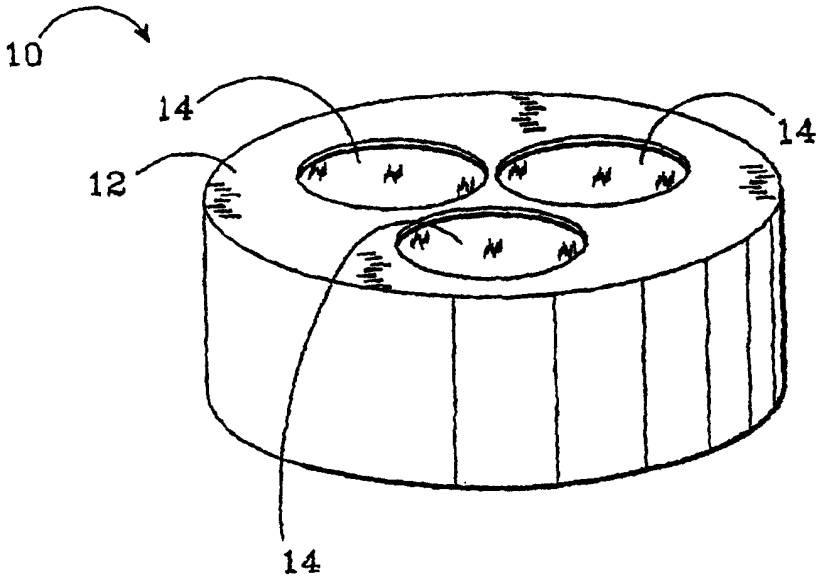


图 1

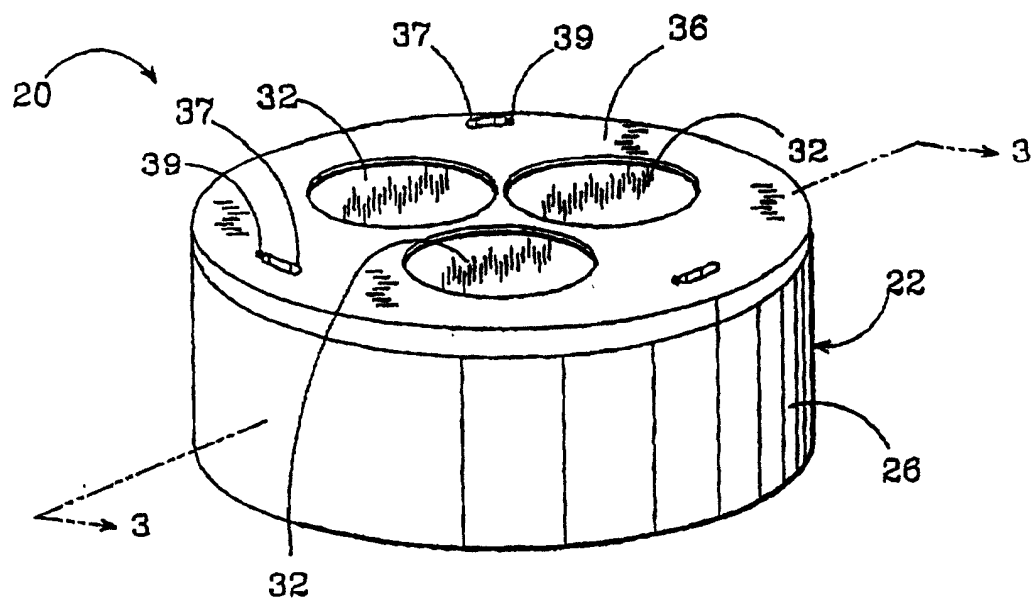


图 2

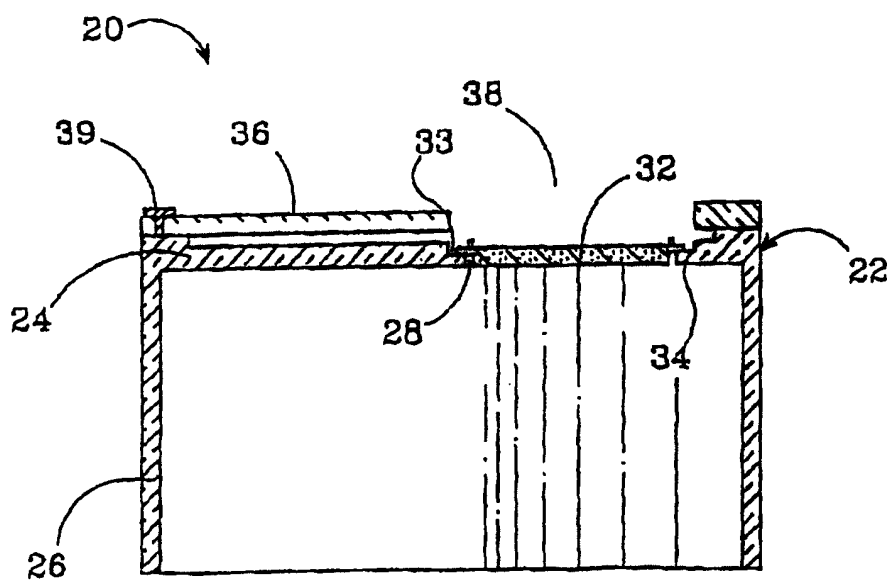


图 3

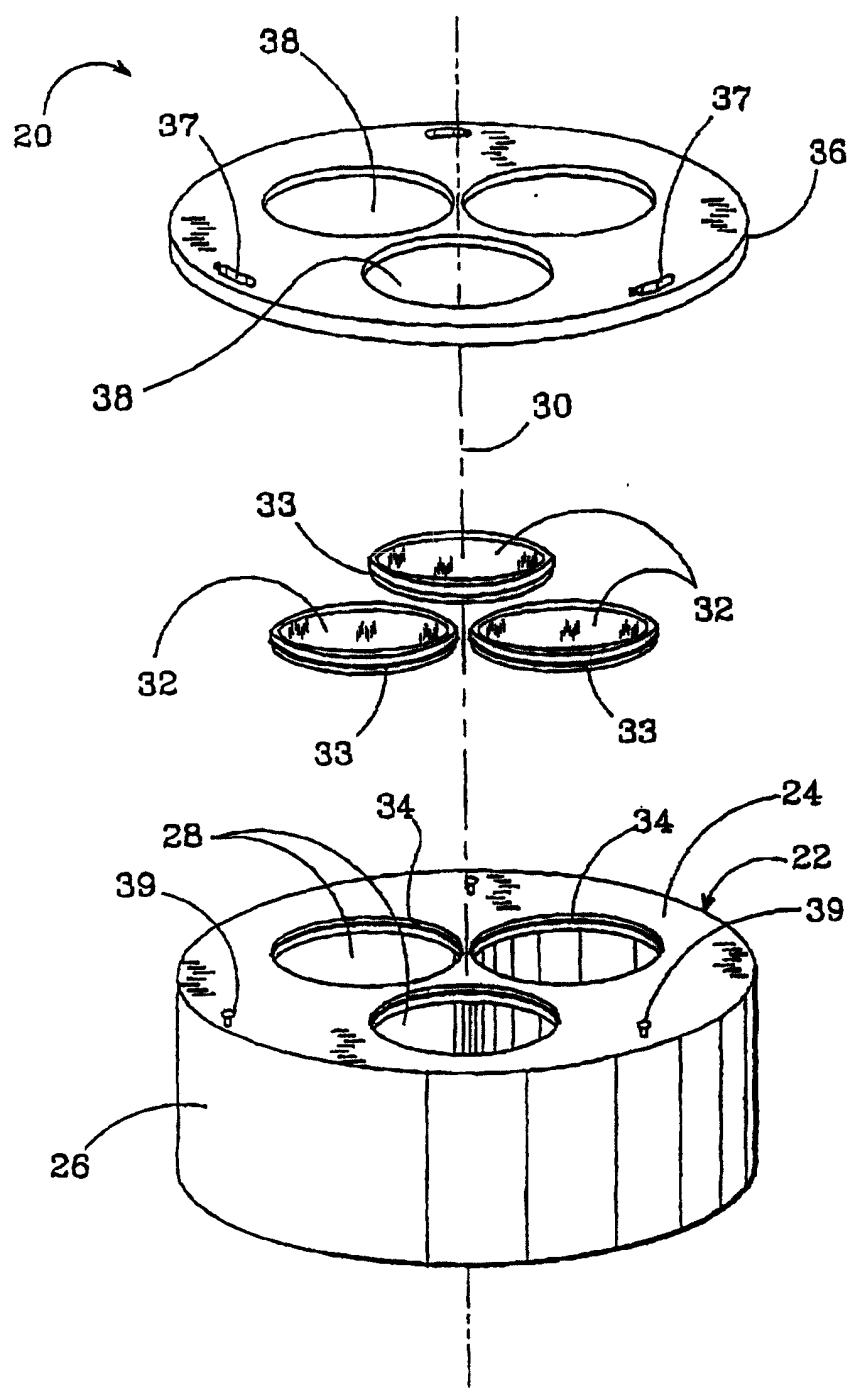


图 4

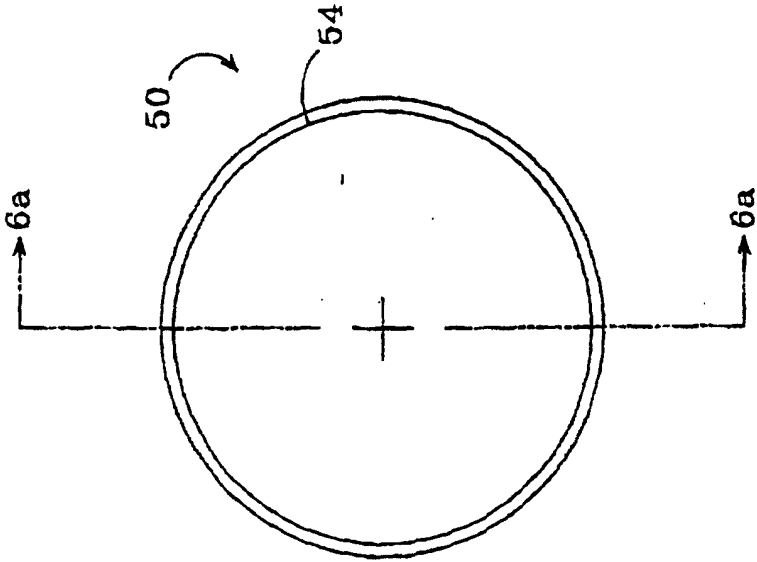


图 5

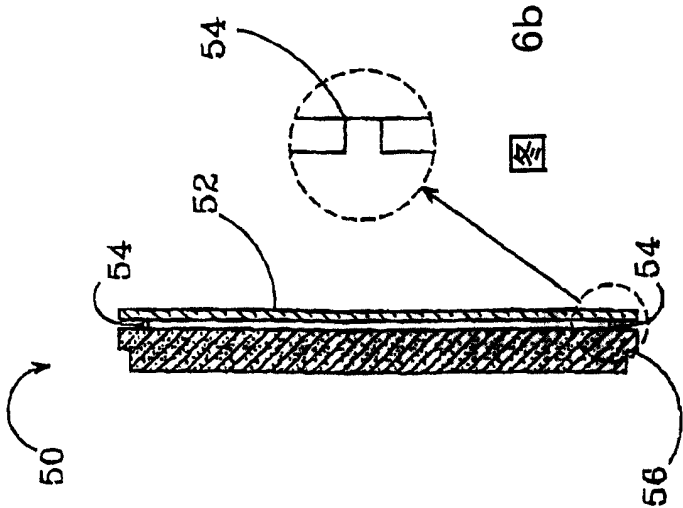


图 6a

图 6b

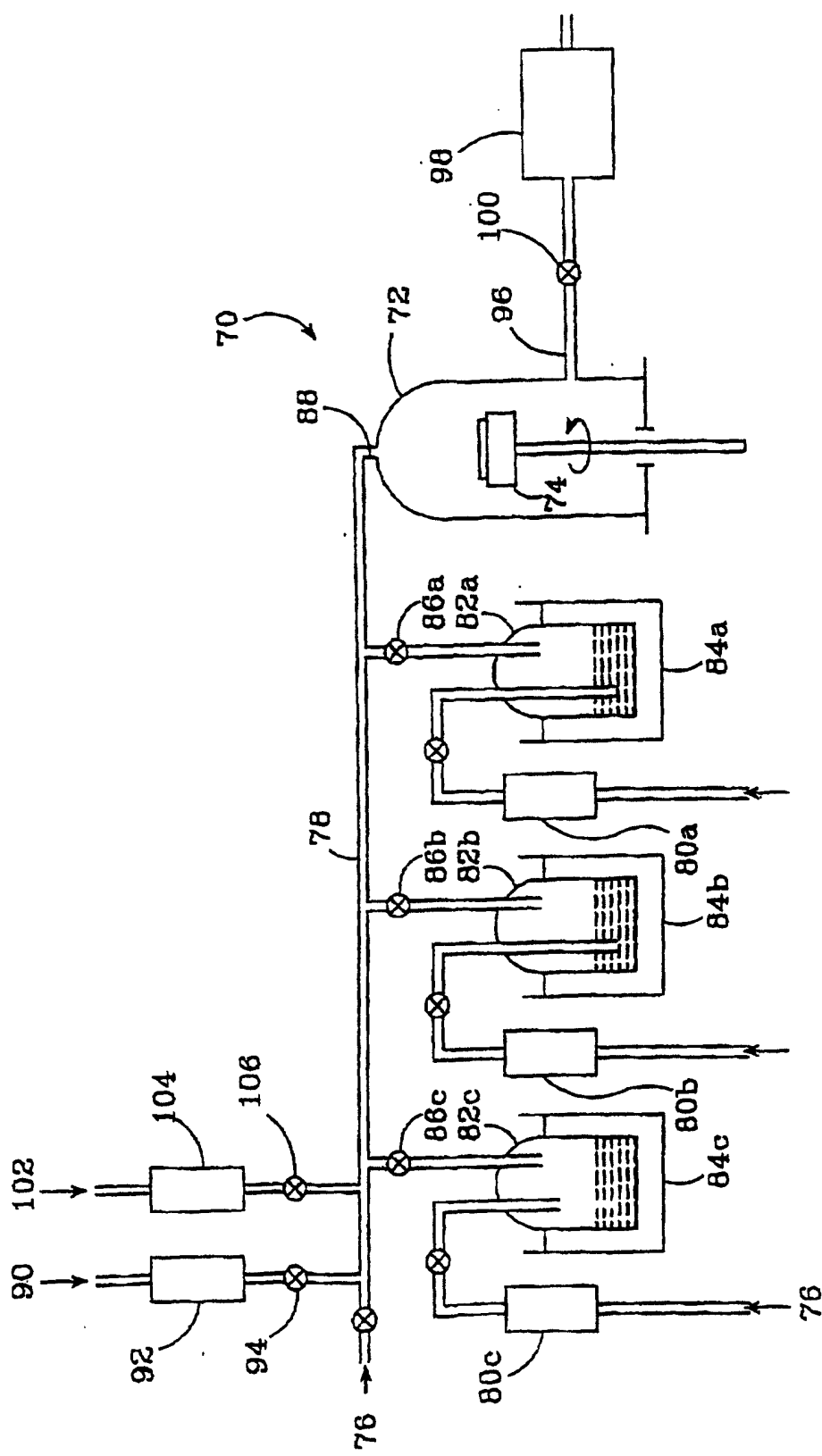


图 7