



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200480028688.9

[45] 授权公告日 2009 年 3 月 4 日

[11] 授权公告号 CN 100465790C

[22] 申请日 2004.10.1

CN1423147A 2003.6.11

[21] 申请号 200480028688.9

审查员 唐文斌

[30] 优先权

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

[32] 2003.10.3 [33] US [31] 10/679,701

代理人 李晓舒 魏晓刚

[86] 国际申请 PCT/SE2004/001403 2004.10.1

[87] 国际公布 WO2005/034174 英 2005.4.14

[85] 进入国家阶段日期 2006.3.31

[73] 专利权人 麦克罗尼克激光系统公司

地址 瑞典泰比

[72] 发明人 艾伦·卡罗尔

权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 5 页

[56] 参考文献

US4480910A 1984.11.6

US5900354A 1999.5.4

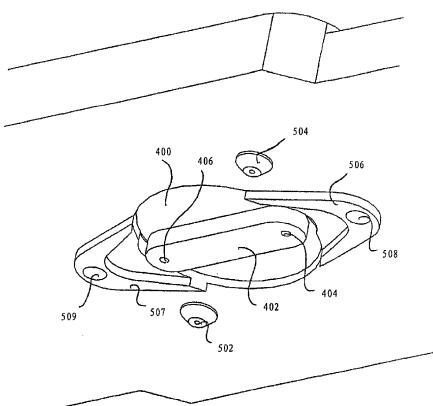
WO98/04950A1 1998.2.5

JP10-255319A 1998.9.25

用于构图工件的浸式光刻系统

[57] 摘要

本发明涉及用于构图工件的浸式光刻系统，所述工件布置在像平面且至少部分地被覆盖以对电磁辐射敏感的层。所述系统包括：源，其发射电磁辐射到物平面上；掩模，其适于在所述物平面处接收和调制所述电磁辐射，并朝向所述工件传递所述电磁辐射；以及浸入媒质，其接触所述光刻系统的最终透镜的至少一部分以及部分所述工件，其中所述接触的区域通过毛细力受到限制。本发明还涉及用于构图工件的方法以及这样的浸式透镜。



1. 一种用于构图工件的浸式光刻系统，所述工件布置在像平面且至少部分地覆盖有对电磁辐射敏感的层，该浸式光刻系统包括：
 - 源，其发射电磁辐射到物平面上；
 - 调制器，其适于根据输入图案描述在所述物平面处接收和调制所述电磁辐射，且适于朝向所述工件传递所述电磁辐射；
 - 浸入媒质，其接触所述光刻系统的浸式透镜的至少一部分以及所述工件的一部分，其中所述浸入媒质通过布置在所述浸式透镜中的至少一个孔供应。
2. 如权利要求 1 所述的系统，其中所述调制器是 SLM。
3. 如权利要求 2 所述的系统，其中所述 SLM 包括反射像素。
4. 如权利要求 3 所述的系统，其中所述反射像素是微镜。
5. 如权利要求 1 所述的系统，其中所述调制器是声光调制器。
6. 如权利要求 1 所述的系统，其中所述发射电磁辐射的源是受激准分子激光器。
7. 如权利要求 1 所述的系统，还包括多孔或纤维材料，通过所述多孔或纤维材料供应所述浸入媒质。
8. 如权利要求 1 所述的系统，还包括至少一个浸入媒质去除孔。
9. 如权利要求 8 所述的系统，还包括多孔或纤维材料，通过所述多孔或纤维材料去除所述浸入媒质。
10. 如权利要求 7 或 9 所述的系统，其中所述多孔或纤维材料保持被所述浸入媒质不完全浸透。
11. 一种用于构图工件的浸式光刻系统，所述工件布置在像平面且至少部分地覆盖有对电磁辐射敏感的层，该浸式光刻系统包括：
 - 源，其发射电磁辐射到物平面上；
 - 掩模，其布置在所述物平面处从而朝向所述工件传递所述电磁辐射；
 - 浸入媒质，其接触所述光刻系统的浸式透镜的至少一部分以及所述工件的一部分，其中所述浸入媒质通过布置在所述浸式透镜中的至少一个孔供应。
12. 如权利要求 11 所述的系统，其中所述发射电磁辐射的源是受激准分子激光器。

分子激光器。

13. 如权利要求 11 所述的系统，还包括多孔或纤维材料，通过所述多孔或纤维材料供应所述浸入媒质。

14. 如权利要求 11 所述的系统，还包括至少一个浸入媒质去除孔。

15. 如权利要求 14 所述的系统，还包括多孔或纤维材料，通过所述多孔或纤维材料去除所述浸入媒质。

16. 如权利要求 13 或 15 所述的系统，其中所述多孔或纤维材料保持被所述浸入媒质不完全浸透。

用于构图工件的浸式光刻系统

技术领域

本发明总体地涉及用于光学光刻的技术，特别地，涉及利用浸式光刻（immersion lithography）构图工件的方法。

背景技术

当在工件上制作图案时，图案可以曝光于正光致抗蚀剂（positive photo resist）中，该工件可以是集成电路、掩模、中间掩模（reticle）、平板显示器、微机械或微光学器件以及例如引线框和 MCM 的封装器件。在制造掩模的情况下，曝光区域中的抗蚀剂通过显影和蚀刻工艺被去除，未受保护的铬然后通过铬蚀刻剂被溶解。所得物，即具有不透明的铬形成的图案的玻璃板，被用作用于平板显示器或集成电路中的器件层图案的制造的光学接触或投影掩模。

图案生成器可以是使用用于产生所述图案的声光调制器、旋转镜和电光快门（shutter）、或者空间光调制器（spatial light modulator）的商业可得的激光图案生成器的类型中的任一种。即，光可以被扫描或成像到工件上。

通过使用采用波长短于 248nm 的光的电子束工具或光学掩模制造器，预期将实现用于 70nm 半导体技术节点（node）及以下的掩模制造。光学掩模制造工具通常使用受激准分子激光器（excimer laser）作为它们的光源，因此在它们能使用的波长上受到限制。氟化氪受激准分子激光器产生 248nm 的光，下一个可得到的更短的波长是氟化氩激光器产生的 193nm。使光学掩模制造器适于使用 193nm 是非常困难的，因为数个原因：（1）光学材料的选择受到限制，因为大部分光学材料吸收 193nm 的光。仅石英玻璃和氟化钙通常被使用。光学涂层也存在挑战。（2）193nm 的光被空气中的氧吸收，伴随产生臭氧，因此光学路径必须被密封且清除氧气。这使得光学机械设计更麻烦，且使得对准和测量非常困难。（3）193nm 激光器不如 248nm 激光器那样可靠或稳定，它们的能量输出不如 248nm 激光器那样大，因此获得和控制所需的曝光能量变得成问题。（4）193nm 光子是非常高能的，易于导致它们撞击

的材料的退化。

适当设计的利用浸式光学装置 (immersion optics) 工作在 248nm 的系统几乎的确能够实现适于所述 70nm 半导体技术节点的光刻规格，且由于上述原因，与采用更短波长的工具的开发相比这遇到了更容易的技术挑战。

发明内容

鉴于上述背景，随着半导体掩模上需要的光刻特征 (lithographic feature) 变得更小，对掩模制作设备或直接写设备的精度和分辨率的要求增加了。

因此，本发明的一个目的是提供利用浸式光刻构图工件的方法，其克服或至少减少了上述问题。

在一个实施例中，本发明提供用于构图工件的浸式光刻系统，所述工件布置在像平面 (image plane) 且至少部分覆盖以对电磁辐射敏感的层。所述光刻系统包括：源，其发射电磁辐射到物平面 (object plane) 上；调制器，其适于根据输入图案描述在所述物平面接收和调制所述电磁辐射，且适于朝向所述工件传递所述电磁辐射；浸入媒质 (immersion medium)，其接触所述光刻系统的物镜的至少一部分以及所述工件的一部分，其中所述接触的区域通过毛细力 (capillary force) 受到限制。本发明的其它方面反映在详细描述、图以及权利要求中。

附图说明

为了完整理解本发明及其优点，现在结合附图参考下面的说明，附图中：

图 1 示出根据现有技术的图案生成器的实施例的示意图；

图 2A 示出根据本发明的浸式光学装置的实施例；

图 2B 示出图 2A 中被围绕区域的放大视图；

图 3 示出图 2B 中浸式光学装置的平面图；

图 4A-4C 示出浸式透镜的一个实施例的不同视图；

图 5 示出图 4A-4C 所示的浸式透镜的透视图以及局部示出的用于相同和周围特征的固定器。

具体实施方式

图 1 示出根据现有技术的用于构图工件 60 的设备 100 的实施例，本发

明可容易地嵌入此实施例中。

所述设备 100 包括用于发出电磁辐射的源 10、物镜装置 50、计算机控制的中间掩模 30、束调节装置 20、傅立叶平面 (fourier plane) 中的空间过滤器 (spatial filter) 70、傅立叶透镜装置 40、以及所述工件 60。

源 10 可以发出从红外 (IR) 到远紫外 (EUV) 波长范围内的辐射，所述红外定义为 780nm 到约 20 μ m，所述远紫外在此应用中定义为从 100nm 及以下直到辐射能被作为电磁辐射处理即被光学部件反射和聚焦的范围。源 10 或者脉冲或者连续地发出辐射。从连续辐射源 10 发出的辐射可以借助于位于所述辐射源 10 与所述计算机控制的中间掩模 30 之间的辐射路径中的快门形成为脉冲辐射。例如，辐射源可以是 KrF 受激准分子激光器，其具有 248 nm 的脉冲输出，约 10ns 的脉冲长度和 1000Hz 的重复率 (repetition rate)。重复率可以低于或高于 1000Hz。

束调节装置 20 可以是简单透镜或透镜组件。束调节装置 20 使从辐射源 10 发出的辐射均匀地分布在计算机控制的中间掩模 30 的表面上。在连续辐射源的情况下，这样的源的束可以在计算机控制的中间掩模的表面上扫描。

工件 60 以系统方式移动，使得光学系统合成所需的器件层图案。

计算机控制的中间掩模 30 可以是空间光调制器 (SLM)。在此实施例中，SLM 在单一时刻包括构图工件 60 的特定区域所需的全部信息。

对于此应用的其余部分，采用静电控制的微镜矩阵 (一维或二维)，尽管如上所述的其它装置也可以，例如依赖 LCD 晶体或电光材料作为它们的调制机构的透射或反射 SLM，或者利用压电或电致伸缩驱动的微机械 SLM。

SLM 30 是可编程器件，其产生被来自计算机的分离输入调制的输出辐射束。SLM 30 响应于计算机反馈数据通过亮和暗像素的产生模拟掩模的功能。例如，相位 SLM 30 是蚀刻的固态镜的阵列。每个微镜元件通过恢复铰链 (restoring hinge) 悬于硅衬底之上，恢复铰链可以通过单独的支承柱或者通过相邻的镜支承。微镜元件下面是地址电极。一个微镜代表物平面中的一个像素。这里像平面中的像素定义为与微镜具有相同的几何形状，但尺寸由于光学可以不同，即取决于光学是放大或缩小而更大或更小。

微镜和地址电极作为电容器从而例如施加到微镜的负电压与施加到地址电极的正电压一起将扭转悬挂微镜的转矩铰链 (torsion hinge)，这又允许微镜转动或者向上或向下移动，从而产生反射光的相位调制。

此实施例中投影系统包括可以是复合镜筒透镜的傅立叶透镜装置 40、空间过滤器 70 和物镜装置 50。傅立叶透镜装置 40 和空间过滤器 70 一起形成通常所谓的傅立叶过滤器。傅立叶装置 40 将衍射图案投影到空间过滤器 70 上。可以是复合最终透镜 (compounded final lens) 的物镜装置 50 在工件 60 上形成虚像 (aerial image)。

在此实施例中空间过滤器 70 是板中的缝隙 (aperture)。所述缝隙调整尺寸且被定位从而基本遮蔽衍射为第一和更高衍射级的所有光，例如所述缝隙可以位于傅立叶透镜装置 40 的焦距处。所反射的辐射被所述傅立叶透镜装置 40 聚集在焦平面 (focal plane)，其同时作为物镜装置 50 的光瞳平面 (pupil plane)。该缝隙截去来自 SLM 中选址微镜 (addressed micromirror) 的第一和更高衍射级的光，同时来自非选址镜表面的辐射可以通过该缝隙。所得物是像传统光刻中那样在工件 60 上强度调制的虚像。

图 2A 示出根据本发明一实施例的浸式光学装置 200。图 2A 中的被围绕区域的放大视图示于图 2B 中。图 2A 中，工件表示为 260，物镜表示为 250。图 1 中的物镜 50 通过空气或任何其它气体媒质与工件分隔开。在图 2A 和 2B 中，物镜 250 通过通常为液体的浸入媒质与工件 260 接触。

在图 2B 中的放大视图中，物镜 250 及其周围元件的细节表示如下：浸入流体供应管 230，浸入流体储存器 210，物镜的最后元件 220，分配器槽 290、291，可替换的平坦覆盖玻璃 292，浸入流体膜 294，多孔元件 215，浸入流体水平面 232，流体去除管 240，干燥空气 252，聚焦空气 (focus air) 280，以及工件 260。

浸入流体可以是不与工件上的光刻抗蚀剂不利地反应即溶解抗蚀剂或污染抗蚀剂的任何流体，浸入流体对所使用的辐射足够透明，具有一折射率从而允许到抗蚀剂等上的改进分辨率的成像。这样的流体的示例是净化水。

浸入流体通过浸入流体供应管 230 提供到浸入流体储存器 210。第一浸入流体储存器 210 中的浸入流体水平面 232 保持在一水平面，使得多孔或纤维材料 215 用所述浸入流体部分浸透，这里所述部分浸透通过低于多孔材料 215 的最高点的浸入流体水平面 232 表示。

浸入流体通过浸入流体去除管道 240 从流体储存器 210 移除。所述流体储存器可以连接到所述多孔材料。

所述多孔材料可以具有数种属性和功能。

第一，所述多孔材料可以防止或充分减少所述浸入流体包含空气或气泡。空气或气泡将导致工件上不期望的光学现象。

第二，当浸式光学装置 200 将到达待构图的工件的边缘时，将没有浸入流体的溢出，因为多孔材料将从表面吸收所述浸入流体。这是可行的，因为所述多孔材料没有用所述浸入液体完全浸透。

最终透镜的最后元件与工件的距离通过气压计(air gage)和伺服控制(未示出)保持在恒定水平。聚集空气 280 通过至少一个孔 282 供应到衬底中，且例如一热线(hot wire)将其温度提交到另一热线。所述另一热线设置为所需条件且所述两热线之间的任何偏差可通过降低或提高聚集空气供应来调节。对于本领域技术人员来说其它的气压计机制(mechanism)是显而易见的，因此这里不需要进一步说明。

干燥空气 252 可以可选地供应到工件从而消除留在移动工件上的任何浸入流体膜，其会影响通过所述气压计的距离测量。因此，所述干燥空气在聚焦空气前方供应到晶片，即在浸入流体膜与聚焦空气之间。

分配器槽 290、291 可选地布置在浸式光学装置 200 中。所述分配器槽具有比没有所述槽时更有效地供应所述浸入媒质到物镜与所述工件之间的同质膜(homogenous film)的属性。

所述多孔材料可以是陶瓷材料、管芯材料或纤维材料、任何合适的烧结材料或人工制造的蜂窝结构。也可以使用其中形成有多个孔的固体材料。所述孔的尺寸调整为表现出所需的毛细作用。

物镜可以可选地覆盖以所述可替换的平坦覆盖玻璃 292。在工件 260 之上扫描物镜时所述玻璃将防止所述物镜受到任何损伤。

物镜与工件之间的距离可以在 200nm 至 1mm 之间。

在另一实施例中，所述多孔材料 215 被省略。于是浸入媒质通过至少一个孔供应到所述浸式光学装置 200 与所述工件 260 之间的间隙。浸入通过可连接到所述浸入流体储存器的至少一个孔和所述浸入流体去除管类似地被去除。

浸入媒质的供应保持浸式光学装置与工件之间的浸入膜的横向尺寸和同质性。

在图 2B 所示的实施例中，浸入媒质膜在弯曲表面 295 处被切断。在该弯曲表面处毛细作用逐渐减小，当达到浸式光学装置 200 与工件 260 之间的

某一距离时浸入媒质将停下扩展。此设计有效地保持了浸入媒质膜的横向尺寸的控制。

浸入流体或媒质供应确保一直有足够的浸入流体使用。当工件在光刻工艺中被扫描时,由于粘到工件表面和/或蒸发,总是存在浸入媒质的一些损失。某一时间之后,将有过少的浸入媒质用于产生同质膜。这时气泡会产生且光刻成像工艺将被破坏。或者,浸入媒质的不充分交换会允许曝光期间产生的污染物累积并改变浸入膜的属性。

图3示出图2A中的浸式光学装置200的平面图。物镜250的最后(最低)元件220位于浸式光学装置200中间。多孔材料215围绕所述物镜元件。浸入媒质通过浸入媒质供应管230供应且从浸入媒质去除管240去除。聚焦空气280用于保持工件与物镜之间的距离的控制。

在另一实施例中,所述浸式光学装置的至少部分表面,其与所述浸入媒质接触,具有润湿所述表面的性质,在使用水的情况下其通过亲水性表示。工件,或更准确地说抗蚀剂层的表面具有非润湿属性,在使用水的情况下其通过疏水性表示。此布置将确保浸式物镜(immersion objective)一直与所述浸入媒质接触。抗蚀剂的疏水性可减小扫描期间浸入媒质的损失。

图4A-4C示出根据本发明的浸式透镜(immersion lens)400的实施例。图4A是所述浸式透镜400的底视图,图4B是所述浸式透镜400的侧视图,图4C是所述浸式透镜400沿图4B所示的A-A的剖视图。

所述发明的浸式透镜包括法兰表面(flange surface)412、凸出部402、第一孔404、第二孔406、第一连接管道408、第二连接管道410。所述法兰表面用于将所述浸式透镜固定到支承结构,所述支承结构由图5中的附图标记550部分显示和描绘。所述第一和第二连接管道具有入口408a和出口408b。所述凸出部包括所述第一和第二孔。所述第一孔404可以是浸入媒质入口孔,所述第二孔可以是浸入媒质去除孔。所述浸入媒质去除孔和所述浸入媒质入口孔是可逆的,即当所述工件相对于所述浸式透镜400沿第一方向移动时,所述第一孔404可以是所述浸入媒质入口孔,所述第二孔406可以是所述浸入媒质去除孔。当工件相对于浸式透镜沿与第一方向相反的第二方向移动时,所述第一孔404可以是所述浸入媒质去除孔,所述第二孔406可以是所述浸入媒质入口孔。

第一和第二孔设置成直线,该直线与工件相对于浸式透镜移动的方向基

本一致。当所述工件沿从所述第一孔 404 至所述第二孔 406 的方向移动时，所述第一孔 404 可以是所述浸入媒质入口孔，所述第二孔 406 是所述浸入媒质去除孔。当所述工件沿从所述第二孔 406 至所述第一孔 404 的方向移动时，所述第二孔 406 可以是所述浸入媒质入口孔，所述第一孔 404 可以是所述浸入媒质去除孔。

图 5 示出本发明的浸式透镜 400 和仅部分示出的支承结构 550。所述支承结构 550 包括第一空气聚焦孔 502、第二空气聚焦孔 504、所述浸式透镜 400、第一浸入媒质去除器件 506 和第二浸入媒质去除器件 507。所述第一和第二浸入媒质去除器件 506 和 507 分别包括出口孔 508 和 509。

凸出部 402 可基本为分别与第一和第二浸入去除器件 506 和 507 一样距离工件相同的高度。从所述工件与所述凸出部 402 之间的通过毛细力在横向方向上被固有限制的膜松散的浸入媒质分别通过所述第一或第二浸入媒质去除器件 506 或 507 捕捉，使用哪一个取决于工件相对于所述浸式透镜 400 的移动方向。所述浸入媒质去除器件形成为马蹄形 (horse shoe) 从而确保没有浸入媒质到达所述第一或第二空气聚焦孔 502 和/或 504 下面，即阻挡物形成在空气聚焦孔与任何松散的浸入媒质的可能方向之间。所述空气聚焦孔可以按传统已知方式连接到控制单元和参考单元从而测量浸式透镜与工件之间的距离。该技术对本领域技术人员来说是公知的，因此不需要进一步说明。

因此，尽管到此已经公开了用于构图工件的设备的特定实施例，但是这样的具体参考无意被视为除了权利要求所提出的范围之外对本发明的范围的限制。

例如，代替使用至少一个用于产生将要印在所述工件上的所需图案的空间光调制器，声光器件（调制器和偏转器）可以用于相同目的。这样的器件用于商业可得的用于在激光光刻中使用的激光扫描器中，例如 Micronic 自己的 Omega 机。使用声光调制器和旋转棱镜的另一图案生成器是 Applied materials 公司的 Alta 机。还可以使用掩模或中间掩模以产生图案，即步进器 (stepper)。

另外，已经结合其特定具体实施例描述了本发明，应理解，本领域技术人员会想到进一步的修改，本发明有意覆盖落入权利要求定义的范围内的所有这些修改。

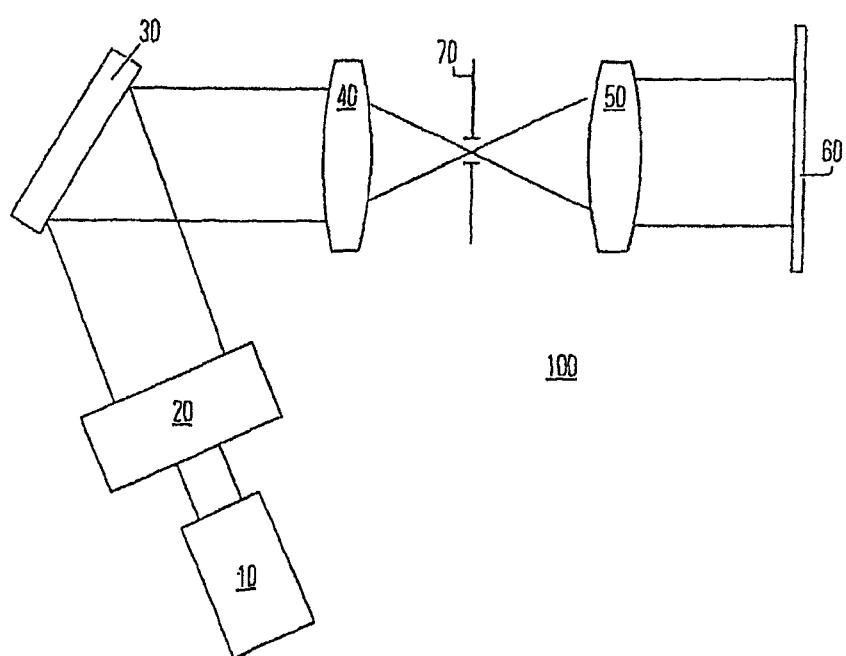


图 1

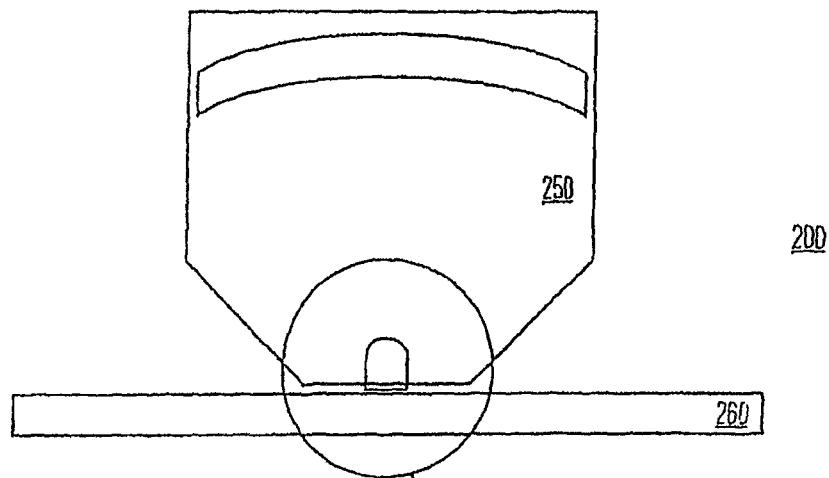


图 2A

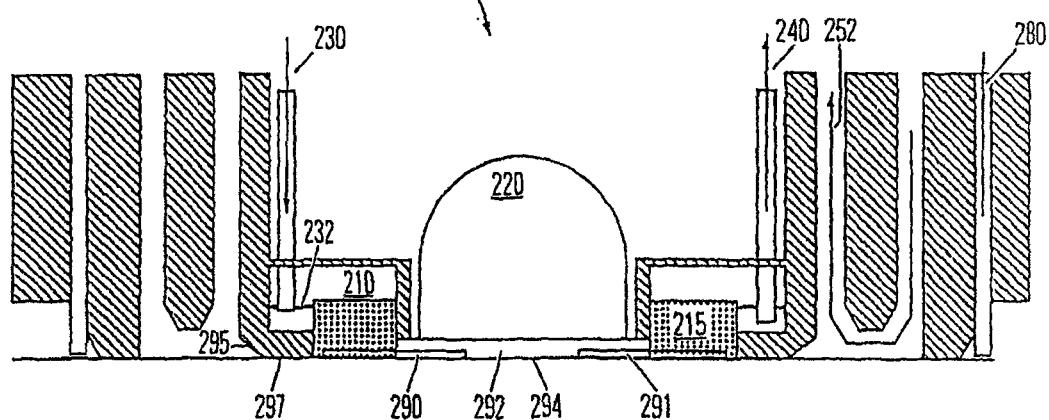


图 2B

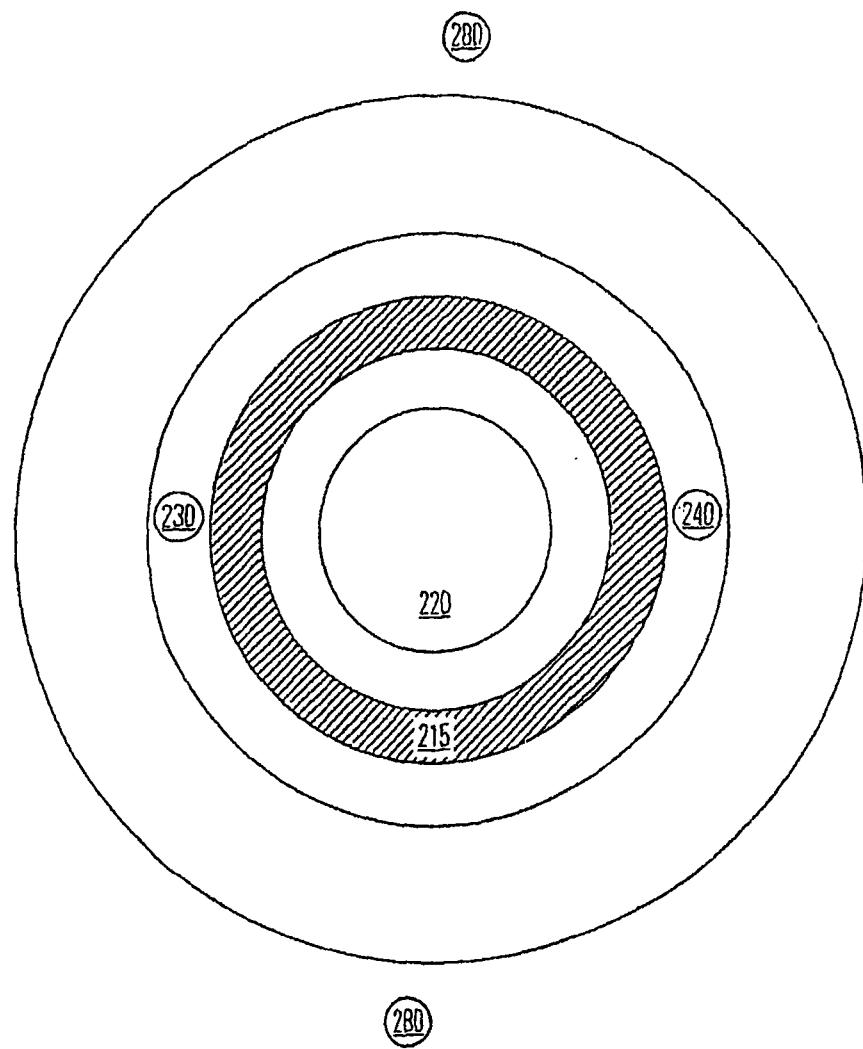


图 3

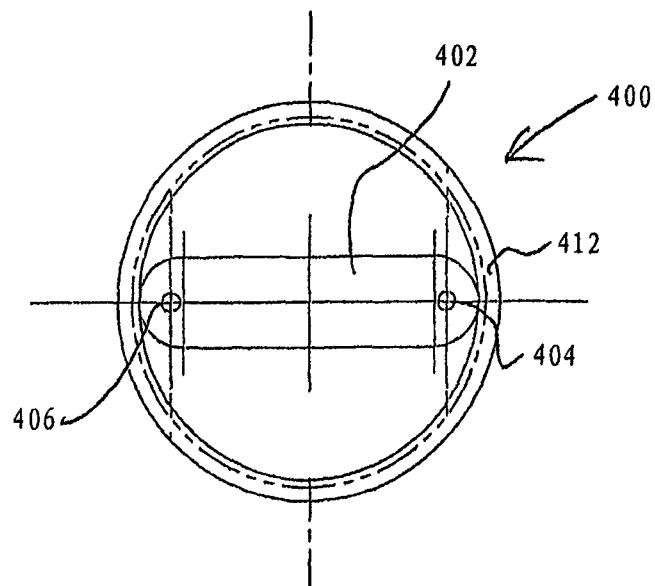


图 4A

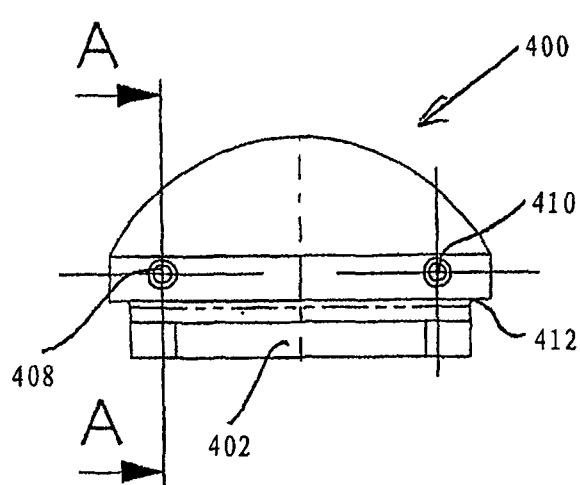


图 4B

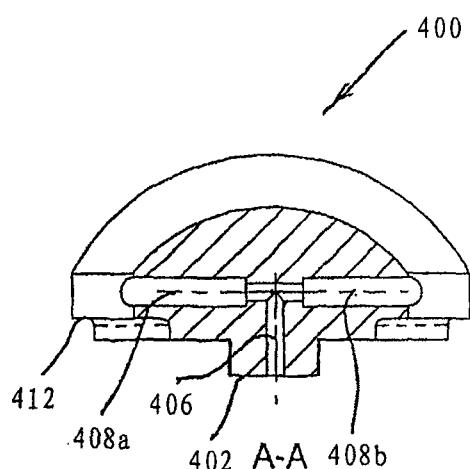


图 4C

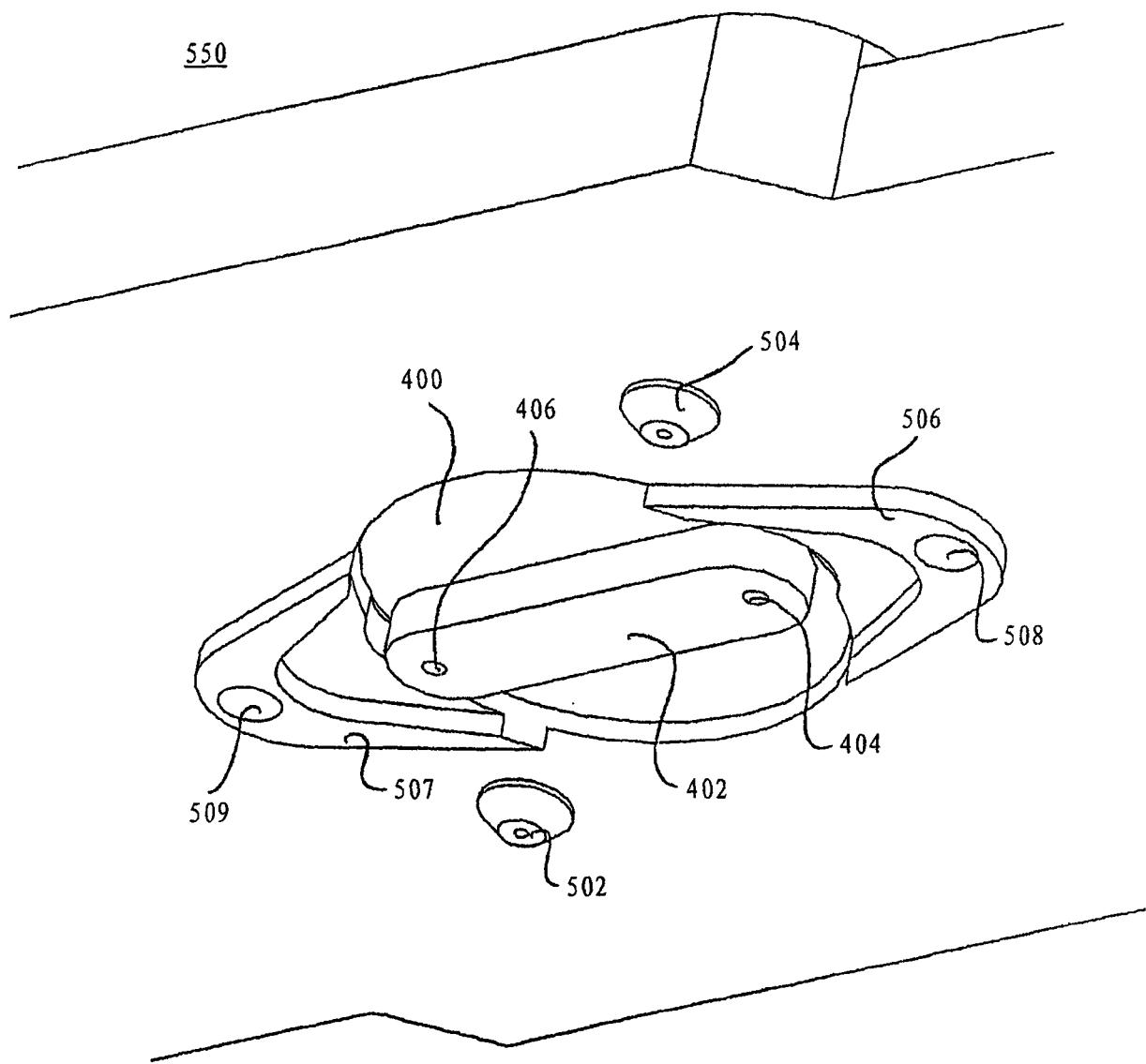


图 5