



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101979705 B

(45) 授权公告日 2014. 04. 23

(21) 申请号 201010518678. 0

1.

(22) 申请日 2007. 06. 22

US 2006/0118412 A1, 2006. 06. 08, 说明书第 0022 段, 0027 段和 0030 段, 附图 1 和 2.

(30) 优先权数据

US 6296747 B1, 2001. 10. 02, 全文.

11/426, 271 2006. 06. 23 US

审查员 秦思

(62) 分案原申请数据

200710123033. 5 2007. 06. 22

(73) 专利权人 应用材料公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 稻川真 布拉德利·O·斯廷森

细川昭弘 希恩米恩·赫·李

吉瑞伊恩·杰里·陈

(74) 专利代理机构 北京律诚同业知识产权代理

有限公司 11006

代理人 徐金国 赵静

(51) Int. Cl.

C23C 14/34 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 6358376 B1, 2002. 03. 19, 说明书第 3 栏第 42 行至第 48 行, 第 63 行至第 4 栏第 5 行, 附图

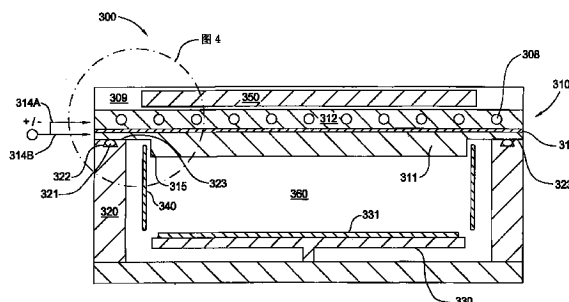
权利要求书2页 说明书5页 附图7页

(54) 发明名称

改进的 PVD 靶

(57) 摘要

本发明公开了配置一种物理气相沉积靶组件以使靶粘接层与处理区域隔离。在一实施方式中, 所述靶组件包括背板, 具有第一表面和第二表面的靶, 以及设置在所述背板和所述第二表面之间的粘接层。所述靶的第一表面与处理区域流体接触以及所述靶的第二表面朝所述背板定向。所述靶组件可包括多个靶。



1. 一种物理气相沉积腔室,包括:

具有多个腔壁的腔室主体,所述腔壁具有内表面和外表面,所述内表面暴露于处理区域并且磁控组件设置在所述腔室主体上方;

设置在所述腔室主体上方的第一背板;

设置在所述磁控组件下方的第一靶,所述第一靶耦接到所述第一背板并延伸超出一个或多个所述腔壁的内表面,所述第一靶具有:

远离所述第一背板定向的第一表面,所述第一表面具有密封构件容纳区域;

朝所述第一背板定向的第二表面;以及

侧表面,其中所述第一背板耦接到所述第二表面;以及设置在所述磁控组件下方的第二靶,所述第二靶具有:

具有密封构件容纳区域的第三表面;

设置在第四表面上的粘接层;以及

侧表面,其中所述侧表面暴露于空气中;

耦接到所述第四表面的第二背板;

具有密封构件容纳区域的靶支撑构件,所述靶支撑构件的密封构件容纳区域紧接所述第一靶的密封构件容纳区域和第二靶的密封构件容纳区域;

设置在所述腔室主体内的护板,所述第二靶的所述侧表面朝向一个或多个所述腔壁的外表面延伸到超出所述护板的位置,所述第三表面远离所述第二背板延伸到所述护板的上部下方的位置;

设置在所述第一靶和所述第二靶的所述侧表面上的电功率连接;以及

设置在所述第二表面和所述第一背板之间并且在所述处理区域的外部的粘接层。

2. 根据权利要求1所述的物理气相沉积腔室,其特征在于,所述密封构件容纳区域适于容纳密封构件。

3. 根据权利要求2所述的物理气相沉积腔室,其特征在于,所述密封构件选自橡胶O型环、金属垫圈和聚合物垫圈。

4. 根据权利要求2所述的物理气相沉积腔室,其特征在于,所述密封构件形成围绕所述第一靶的外围密封。

5. 根据权利要求4所述的物理气相沉积腔室,其特征在于,所述外围密封为真空紧密密封。

6. 根据权利要求1所述的物理气相沉积腔室,其特征在于,所述第一靶的所述第一表面主要包括单个机械加工的表面。

7. 根据权利要求1所述的物理气相沉积腔室,其特征在于,所述粘接层选自含铜粘接材料、橡胶以及含金属网的橡胶。

8. 根据权利要求7所述的物理气相沉积腔室,其特征在于,所述第一靶的一侧的长度至少为1米。

9. 根据权利要求1所述的物理气相沉积腔室,其特征在于,所述第一靶的侧壁基本垂直于衬底支架表面定向。

10. 根据权利要求1所述的物理气相沉积腔室,其特征在于,所述第一背板包含冷却管道。

11. 一种处理衬底的方法,其特征在于,包括:
- 提供具有第一表面和第二表面的靶;
 - 靠近并基本平行于所述第一表面设置衬底;
 - 密封所述靶的所述第一表面的边缘部分;
 - 利用在处理区域的外部的粘接层将背板耦接至所述靶的所述第二表面;
 - 将工艺气体流入在所述靶的所述第一表面和所述衬底之间限定的所述处理区域中;以
- 及
- 在所述处理区域中产生等离子体以溅射所述靶的所述第一表面而在所述衬底上沉积层。
12. 根据权利要求 11 所述的方法,其特征在于,所述密封构件将所述靶的边缘与所述处理区域隔离。

改进的 PVD 靶

技术领域

[0001] 本发明的实施方式主要涉及一种用于物理气相沉积 (PVD) 的方法和设备,更尤其涉及一种改进的 PVD 靶及其操作方法。

背景技术

[0002] 平板显示器、太阳能面板和半导体器件的制造依赖于在衬底上沉积金属和非金属薄膜的方法。PVD 为一种所述方法。

[0003] PVD 一般在高真空腔室中执行并通常包括磁控溅射工艺。通过将靶放置于衬底上方,在靶和衬底之间导入诸如氩的气体,并利用高电压 DC 信号激发气体以产生轰击靶的离子,执行溅射。靶包括待在衬底上沉积为薄膜的材料。由于离子轰击靶,靶原子离开原位并沉积在衬底上。离开原位的靶原子通常具有相当大的动能并且当它们撞击衬底时,该原子趋向强粘附到衬底上。磁控溅射进一步包括旋转或直线移动磁控管或磁控管组件的设置,其适应于增加 PVD 腔室中的等离子体密度,并因此增加衬底上靶材的沉积速度。

[0004] 在一些应用中,例如,大面积衬底的处理,PVD 靶安装在背板上,例如以改进靶的结构刚度。由于与衬底尺寸相关的因素,适用于处理大面积衬底的 PVD 靶组件在设计上明显不同于适用于处理 200mm 和 300mm 硅晶圆的靶组件。例如,靶弯曲、沉积均匀性和热问题为处理大面积衬底相关的考虑事项。如本文所用的术语“大面积衬底”指的是具有,或约 1,000,000mm² 和更大的“面积”的表面面积或“占用的空间”和 / 或具有至少为 1 米长的一侧的衬底。如本文所用的术语“占用的空间 (footprint)”,指的是衬底或靶的标称表面面积而不是湿表面积 (wetted surface area),即,所有侧面和表面相加的总表面面积。例如,1,000×1,000mm 靶具有 1,000,000mm² 的标称尺寸,但基本上大于包括顶表面和底表面及侧边的湿表面积。

[0005] 靶通常经由设置在二者之间的诸如粘接橡胶层或焊接层的粘接层安装在背板上。利用粘接层将 PVD 靶安装在背板上的相关问题包括腔室的内部的敏感区域暴露于不必要的污染中,与粘结层相关的电弧诱导特征的存在和粘接层的不良电导率影响电能到靶的流动。

[0006] 图 1 示出了传统的 PVD 腔室 100 的示意性截面图。PVD 腔室 100 包括靶组件 110、腔室主体 120、衬底支架 130、护板 140、磁控组件 (magnet assembly) 150 和处理区 160。

[0007] 靶组件 110 包括通过粘接层 113 粘接到背板 112 的靶 111。DC 电源连接 (DC power connection) 114 与背板 112 电连接。粘接层 113 将靶 111 与背板 112 粘接并提供二者之间的导电路径,在 PVD 工艺期间,其允许靶 111 经过背板 112 致能。粘接层 113 可为弹塑性粘接或焊接粘接。

[0008] 在 PVD 处理期间,衬底支架 130 在相邻 PVD 腔室 100 的处理区 160 设置衬底 131。护板 140,还称之为暗区护板,设置在 PVD 腔室 100 内并接近靶侧壁 115 以防止主体 120 的内表面和靶侧壁 115 的不必要沉积。护板 140 非常靠近靶侧壁 115 设置以使沉积在其上的再溅射材料最少。另外,护板 140 一般电接地。由此,在高电压即约 300 到 500V 的靶 111

和护板 140 之间可能容易产生电弧。当靶侧壁 115 的表面上存在有任何尖点时,电弧更容易产生,原因在于近似于带电导体,即电场强度的电场的电荷密度比靠近带电导体上的尖点处的高得多。由于产生的大量污染衬底的微粒以及因此已形成在衬底上而破坏导电通路的电势,因此在 PVD 腔室中总是需要要避免电弧。

[0009] 图 2A 为在图 1 中所示 PVD 腔室 100 的区域的部分截面图。在所示的实施例中,粘接层 113 为橡胶粘接层,其可用于将靶 111 安装在背板 112 上。发明者已发现关于使用橡胶材料作为粘接层 113 的一个问题,即通常在粘接层 113 内出现孔洞 117、118。当 PVD 腔室 100 抽至真空时,包含在大气压下的空气和 / 或其他气体的孔洞 117、118 可能破裂进入 PVD 腔室 100 中,污染处理区 160 和包括侧壁 115、护板表面 141 及衬底 131 的暴露的表面。在靶组件 110 的整个寿命中,在 PVD 腔室的初始抽真空期间或由于处理衬底相关的靶组件 110 的热循环,孔洞破裂可能发生。

[0010] 在衬底的 PVD 处理期间,处理区 160 的污染可通过破坏形成在衬底上的器件或通过促使随后 PVD 沉积层从衬底分层而可能有害地影响衬底。另外,在靶组件的整个寿命中,PVD 腔室 100 中其他表面的污染可导致许多衬底的污染。这种较长期的污染问题由当一层粘接层污染物出现在其上时,PVD 沉积的材料的颗粒从护板表面 141 和靶侧壁 115 的剥落导致。

[0011] 在 PVD 工艺期间,在靶 111 的靶表面 119 的瞄准线中的任何表面将具有靶材沉积在其上,诸如衬底 131 和护板 140。另外,由于来自诸如护板表面 141 的表面的“再溅射”材料,不直接在靶表面 119 瞄准线中的表面也可能进行 PVD 沉积。以该方式,靶侧壁 115 虽然不在靶表面 119 的瞄准线中,但其也使来自沉积靶 111 的材料沉积在其上。在任一情况下,在表面例如护板表面 141 或靶侧壁 115 和沉积的 PVD 材料层之间的粘接必须最大化。所述表面上存在的例如来自孔洞破裂的任何污染物,充分降低所述表面和所沉积材料之间的粘接,从而产生衬底污染微粒。

[0012] 发明者发现粘接层 113 相关的另一问题,其为在靶 111 和护板表面 141 之间的电弧。带电导体表面上的尖点或特征的存在导致相当强的电场。在靶 111 在 PVD 工艺期间维持高电压的情况下,这可导致靶 111 上的尖锐特征和通常接地的护板表面 141 之间的电弧。当粘接层 113 用于将靶 111 安装在背板 112 上时,难以提供靶 111 和背板 112 之间的平滑过渡表面,并因此,可能包括电弧诱导的特征。

[0013] 例如,来自粘接层 113 的孔洞破裂在接近护板表面 141 可形成尖点。图 2B 为在孔洞 117(图 2A 中所示)破裂进入处理区 160 之后,在图 1 中示出的 PVD 腔室 100 区域的部分截面图。从而间隙 117A 形成在靶 111 和背板 112 之间,产生靠近护板表面 141 的尖点 116,其促使产生电弧。当粘接层 113 为焊接粘接时,电弧可由焊接粘接的表面中的褶皱引起。电弧还可由靶 111 和背板 112 之间的不完全焊接覆盖的区域引起,其可形成类似于间隙 117A 和尖点 116 的间隙。

[0014] 因此,需要一种改进的 PVD 靶及其操作方法。

发明内容

[0015] 本发明的实施方式主要涉及一种用于 PVD 的设备并尤其涉及一种 PVD 靶组件。在一实施方式中,PVD 靶组件包括背板、具有密封构件设置在第一表面上的靶,以及设置在背

板和靶的第二表面之间的粘接层。靶还进一步包括暴露于空气中具有设置在其上的电源连接的侧表面。靶组件可进一步包括背板延伸构件、具有设置在其表面上的第二密封构件的第二靶,以及设置在背板和未设置密封构件的靶表面之间的粘接层。

[0016] 根据第二实施方式,PVD 靶组件包括第一靶和第二靶,其中每个靶利用粘接层与各自背板相粘接。在远离其各自背板方向的表面上每个靶具有密封构件容纳区域。靶组件进一步包括具有密封构件容纳区域的靶支撑构件,所述靶支撑构件的密封构件容纳区域紧接第一靶的密封构件容纳区域和第二靶的密封构件容纳区域。

[0017] 根据第三实施方式,一种方法包括提供具有第一表面和第二表面的靶,接近并基本平行于第一表面设置衬底,密封靶的第一表面的边缘部分,利用粘接层将背板与靶的第二表面耦接,将工艺气体流入在靶的第一表面和衬底之间限定的处理区域中,以及在处理区域中产生等离子体以溅射靶的第一表面而在衬底上沉积层。

[0018] 附图说明

[0019] 因此为了更详细地理解本发明的以上所述特征,将参照附图中示出的实施例对以上简要所述的本发明进行更具体描述。然而,应该注意,附图中只示出了本发明典型的实施例,因此不能认为是对本发明范围的限定,因为本发明可以允许其他等同的有效实施例。

[0020] 图 1 (现有技术) 示出了传统的 PVD 腔室的截面示意图;

[0021] 图 2A、图 2B (现有技术) 为在图 1 中示出的 PVD 腔室的区域的部分截面图;

[0022] 图 3 为根据本发明的一实施方式的 PVD 腔室的截面示意图;

[0023] 图 4 为在图 3 中示出的 PVD 腔室的区域的部分截面图;

[0024] 图 5A 为根据本发明的一个实施方式并具有多个靶的 PVD 腔室的示意性平面图;

[0025] 图 5B 为根据本发明的一个实施方式并具有多个靶的 PVD 腔室的截面示意图。

[0026] 为清楚起见,尽可能采用相同的附图标记表示图之间共有的相同元件。

[0027] 具体实施方式

[0028] 图 3 为根据本发明的一个实施方式的 PVD 腔室 300 的截面示意图。PVD 腔室 300 可包括靶组件 310、腔室主体 320、衬底支架 330、护板 340 和处理区域 360。

[0029] 靶组件 310 包括安装在磁控腔室 309 中的磁控组件 350 和通过粘接层 313 与背板 312 粘接的靶 311。磁控组件 350 可为旋转靶或平行于靶 311 直线移动的多个磁铁的阵列从而改善沉积速率和在衬底 331 上的 PVD 沉积膜的均匀性。磁控腔室 309 可在大气压下,抽真空至低于大气压的压力,或用诸如去离子水的绝缘冷却流体填充。电源经由电连接提供给靶 311。在一个方案中,电连接 314A 可电性耦合至背板 312 以致能靶 311。在另一方案中,电连接 314B 可直接电性耦合至与靶 311。电源可为 DC、AC 或脉冲电源。靶 311 包括通常为高纯态的材料,其将在 PVD 腔室 300 中沉积在衬底 331 上。粘接层 313 可为橡胶粘接或金属粘接,诸如含钢的粘接层。在后面的情况中,靶的表面和背板的表面沉积钢基的涂层,其也称之为钢焊接,并在升高的温度下压制在一起。在冷却下,含钢层固化靶 311 并将靶 311 粘接到背板 312。

[0030] 在一结构中,其中电源通过电连接 314A 提供给靶 311 以及粘接层 313 为橡胶粘接材料,粘接层 313 可包括附加的诸如铜网的导电构件(为清楚起见未示出),以提供背板和靶之间改善的电接触。然而,在优选的实施方式中,靶 311 直接经由电连接 314B 致能从而消除了经由背板 312 和粘接层 313 间接致能靶 311 的必要。

[0031] 衬底支架 330 设置在 PVD 腔室 300 内,并且在 PVD 处理期间邻近 PVD 腔室 300 的处理区域 360 放置衬底。护板 340,也称之为暗区护板,可安装在 PVD 腔室 300 内并靠近靶侧壁 315 以在 PVD 处理期间防止主体 320 的内表面和侧壁 315 的不必要沉积和/或提供电接地阳极区域。处理区 360 为 PVD 腔室 300 中包括由衬底支架 330、靶 311 和护板 340 限定的区域。

[0032] 靶组件 310 为以真空密封的方式密封地安装在主体 320 的上表面 323 上。通过经由可密封安装将靶组件 310 安装在上表面 323 上,靶组件 310 可在 PVD 腔室 300 的最小拆卸下进行移除用于修理或置换。真空紧密密封通常利用密封构件 321 的方式,诸如 O 型圈,其设置在密封表面 322 中或顶着密封表面,诸如 O 型圈凹槽而形成。图 3 示出了当 O 型圈凹槽形成作为主体 320 的上表面 323 的特征时的密封表面 322。在替代的结构中,密封表面 322 可取代为在靶 311 的相应表面上的特征。在任一情况下,真空紧密密封形成在上表面 323 和靶 311 之间。以该方式,背板 312 不用于形成在靶组件 310 和主体 320 之间的真空紧密密封,从而消除了将粘接层 313 暴露于处理区域 360 的必要。因此,设计靶组件 310 从而暴露于处理区域 360 的其唯一表面为靶 311 的表面。

[0033] 可选地,本发明的方案考虑密封安装靶组件 310 在上表面 323 上的结构,其中密封构件 321 不是 O 型环以及密封表面 302 不是 O 型环凹槽。例如,靶 311 可利用全金属的真空密封可密封地安装在上表面 323 上,其中密封构件 321 可为按压向密封表面 322 诸如铜条的金属垫圈,所述密封表面 322 为不锈钢的刀型(knife-edge)座。在另一实施例中,密封构件 321 可为诸如类似垫圈的 G-10 材料的聚合密封。

[0034] 在一结构中,靶 311 由单种材料制造。以该方式,与处理区域 360 流体接触的靶 311 的唯一表面为单个机械加工的表面,即在两种或多种材料之间没有过渡以产生尖锐的、引起电弧的特征。图 4 为在图 3 中所示的 PVD 腔室 300 的区域的部分截面图。由于背板 312 和粘接层 313 没有暴露于处理区域 360 中,因此在靶材料、粘接层或背板材料之间没有突变的过渡。取代地,光滑的机械加工半径 325 或其他合适的过渡可实施在靶侧壁 315 和护板表面 341 之间。以及由于粘接层 313 未暴露于处理区域 360,因此粘接层材料不可能污染所述区域。

[0035] 本发明的方案进一步提出在处理期间使用直接电连接 314B(参见图 3)用于致能靶 311。由于靶 311 的侧表面暴露于空气中,功率在不经背板 312 和粘接层 313 的情况下可直接提供至靶 311,并减小 DC 电路的电阻。

[0036] 在本发明的一个方案中,背板 312 包含多个冷却管道 308,通过该冷却管道,可流入冷却流体以防止在处理期间靶 311 和背板 312 过热。

[0037] 本发明的方案可同样对靶组件包括多个靶的 PVD 腔室具有优势。图 5A 示出了根据本发明的一个实施方式并具有多种靶的 PVD 腔室 500 的平面示意图。在该方案中,PVD 腔室 500 包括具有三个靶 511A、511B、511C 的多件(multi-piece)靶组件 510,然而,本发明的方案可有利地应用于具有两个、三个或更多靶的多靶组件中。为简单起见,图 5A 中仅示出了多件靶组件 510 和靶 511A、511B、511C。图 5B 为在图 5A 的 PVD 腔室 500 中在截面 A-A 处的横截面示意图。参照图 5B,PVD 腔室 500 在结构上基本类似于以上结合图 3 和图 4 所述的 PVD 腔室 300。除多靶之外,二者之间的差别包括多个背板 512A-C、靶支撑构件 513A、513B、中心护板 540 和密封构件 521A-C。

[0038] 在图 5B 所示的结构中,各个靶 522A-C 分别安装在独立的背板,即背板 512A-C 上。靶支撑构件 513A 分别支撑靶 511A、511B 的内边缘 550A、550B。类似地,靶支撑构件 513B 分别支撑靶 511B、511C 的内边缘 551B、551C。靶支撑构件 513A、513B 可结构性地耦接至腔壁 527、528。图 5A 中示出了腔壁 527、528。背板 512A-C 可由腔壁 527、528 支撑,或由主体 320 和靶支撑构件 513A、513B 和 / 或两者组合支撑,其取决于腔室的结构要求。如图 5A 中所示,各个靶 511A-C 分别经由电性连接 514A-C 致能。

[0039] 参照图 5B,靶支撑构件 513A、513B 允许围绕各个靶 511A-C 外围形成密封,即使各个靶 511A-C 具有没有通过主体 320 的上表面 323 支撑的一个或多个侧边。靶 511A 的内边缘 550A,靶 511B 的内边缘 550B 和 551B,以及靶 511C 的内边缘 551C 没有通过主体 320 支撑。但是具有靶支撑构件 513A、513B 的多靶腔室可具有靠着各个靶 511A-C 的表面外围设置的密封构件,利用完整的密封或罩包围每个靶。例如,外围密封限定靶 511A 的一部分通过靶支撑构件 513A 和内边缘 550A 的表面之间的密封构件 521A 形成。该密封的其余部分由上表面 323 和靶 511A 的靶表面 326 之间的密封构件 521A 形成。以类似的方式,密封构件 521C 形成对靶 511C 的外围真空紧密密封。在靶 511B 的情况中,外围密封限定靶 511B 的两部分由内边缘的表面和靶支撑构件的表面之间的密封构件 521B 形成。

[0040] 围绕各个靶 511A-C 形成的外围密封可为真空紧密密封,例如上表面 323 和靶表面 326 之间形成的密封的部分,其防止空气漏入至处理区域 360。所述密封的其它部分可能不是真空紧密密封,例如当密封的各侧处的体积 (volume) 在真空时。这可为当区域 581 为抽成真空的区域以及仅要求区域 581 和处理区域 360 之间的密封以防止污染进入处理区域 360 的情况。应当重点注意由密封构件 521A-C 分别靠向靶 511A-C 形成的外围密封将粘接层 313 与处理区域 360 隔离。这种结构消除了粘接层 313 对处理区域 360 的污染以及由于尖点和 / 或与粘接层 313 相关的皱褶引起的电弧。

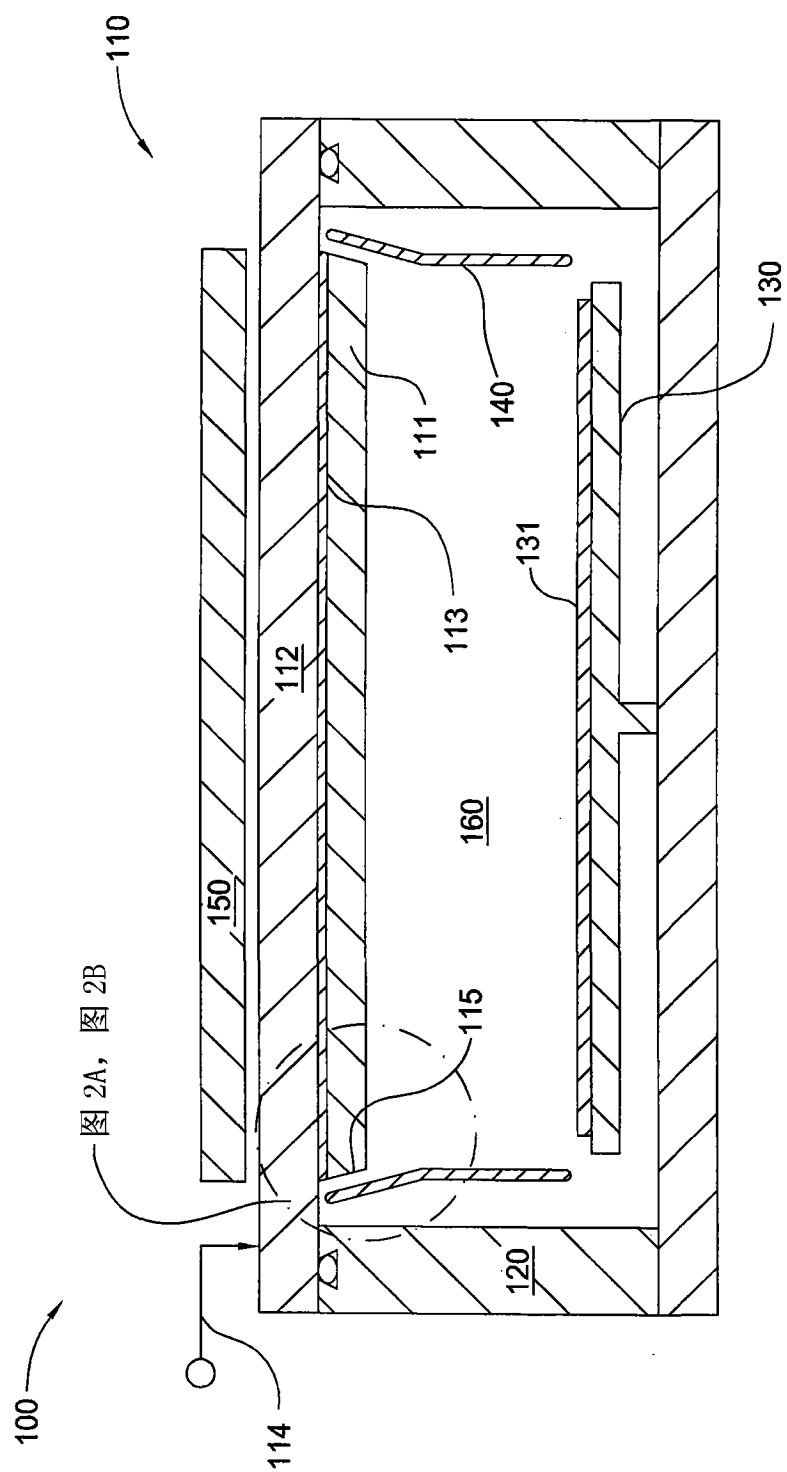
[0041] 中心护板 540 保护表面使其没有不必要的沉积,所述表面例如靶中心侧壁 515A、515B 和靶支撑构件 513A、513B。如以上结合图 4 对靶 311 的所述,靶 511A-C 可分别由单物种材料制造,其从处理区域移除粘接层、靶和背板之间的突然过渡。

[0042] 对于多靶结构,本发明已发现靶侧壁的法线方向使其上的沉积最小并减少随后衬底的颗粒污染。因此,在一个方案中,靶 511A、511B 的一个或多个侧壁,诸如内边缘 550A、550B 的侧壁,分别定向于基本垂直于为衬底支撑表面的方向。

[0043] 发明者还发现本发明的技术方案可有利用于适于处理大面积衬底的 PVD 腔室。材料大面积衬底要求较大的 PVD 靶组件。较大的 PVD 组件更有可能受益于由粘接到靶的背板提供的结构刚度,并因此受益于本发明的方案。另外,大面积衬底可能要求多靶组件,其也可受益于本发明的方案。

[0044] 本发明的衬底可为任意形状 (例如,圆形、正方形、矩形、多边形等) 和尺寸。另外,衬底的类型不限定并可为由硅材料、含碳聚合物、化合物、金属、塑料或玻璃组成的任意衬底。

[0045] 虽然前述针对本发明的实施方式,但在不偏离本发明的基本范围下,可设计本发明的其他和进一步的实施方式,并且其范围由以下的权利要求书限定。



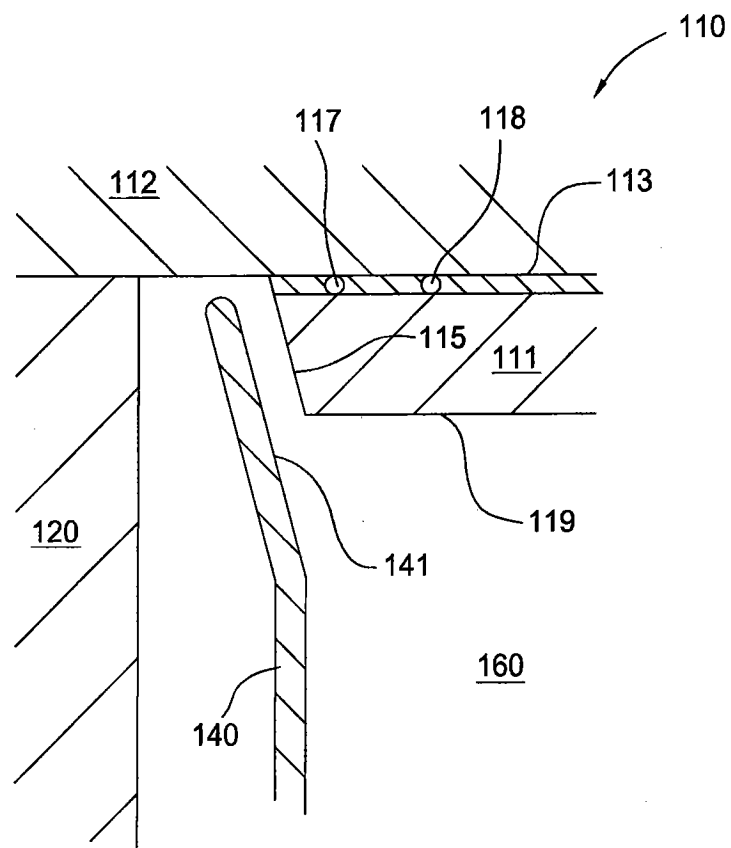


图 2A

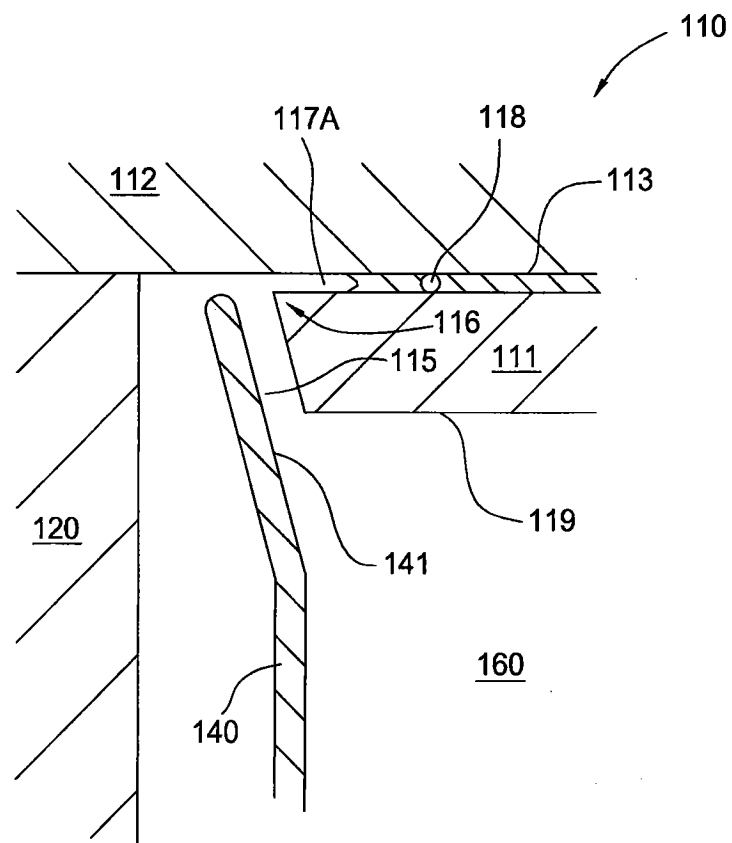


图 2B

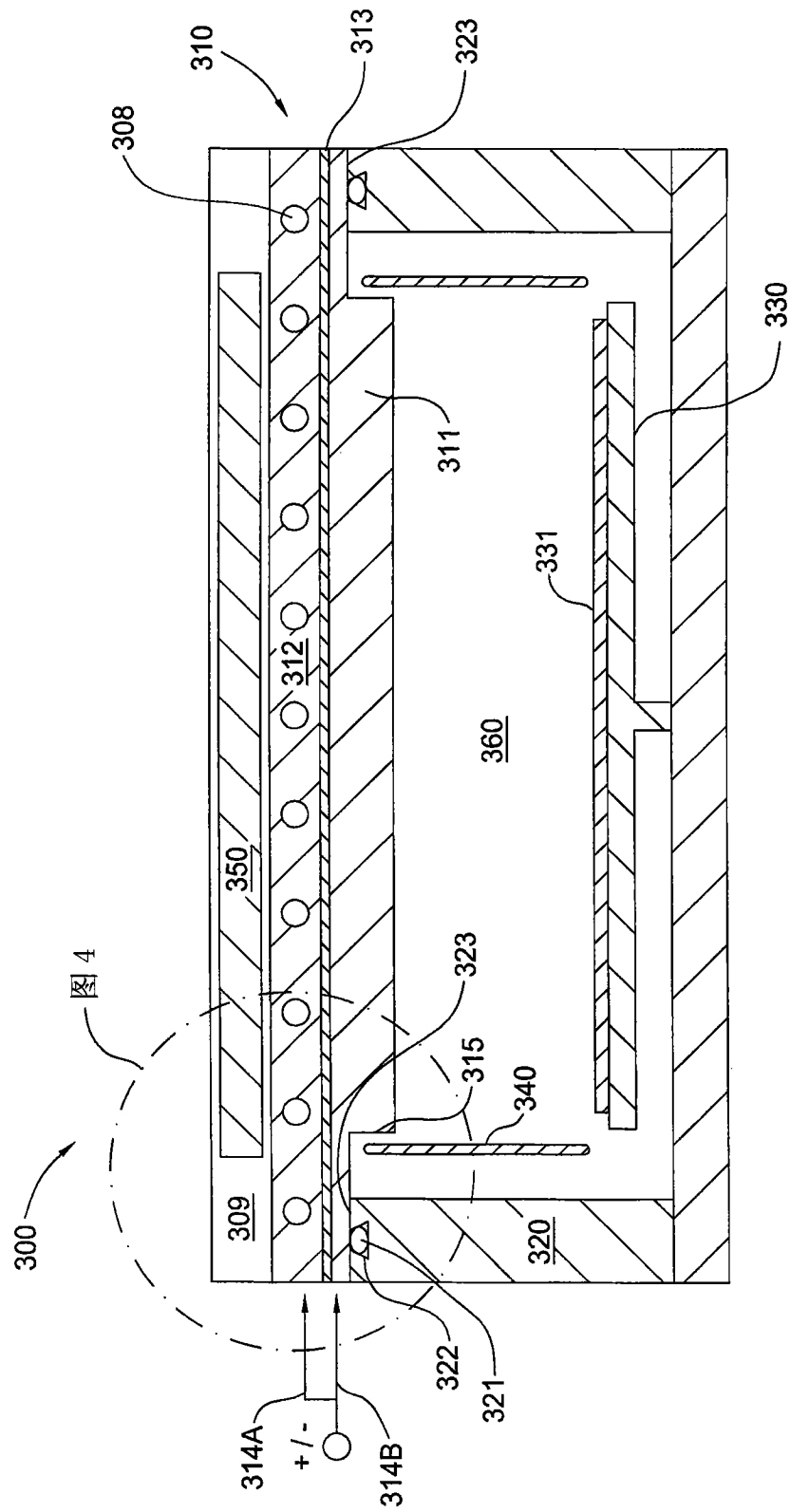


图 3

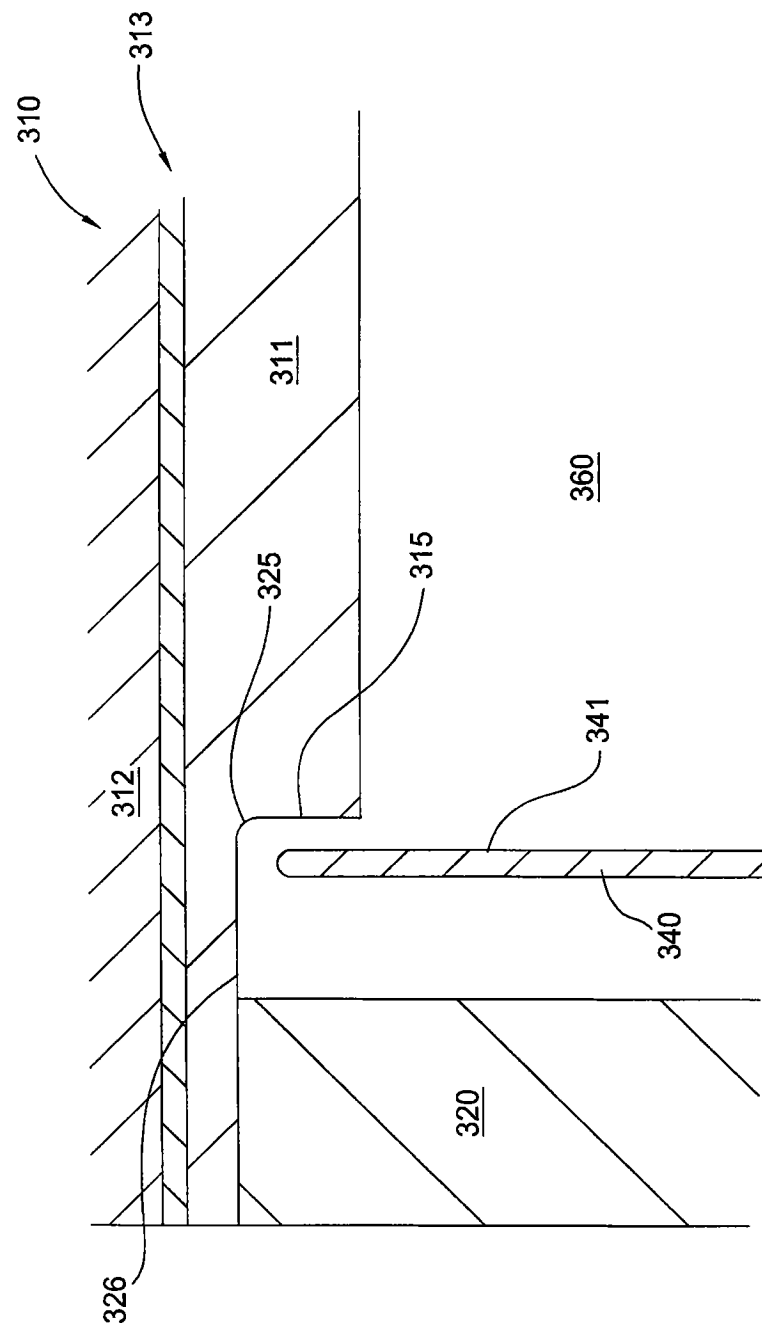


图 4

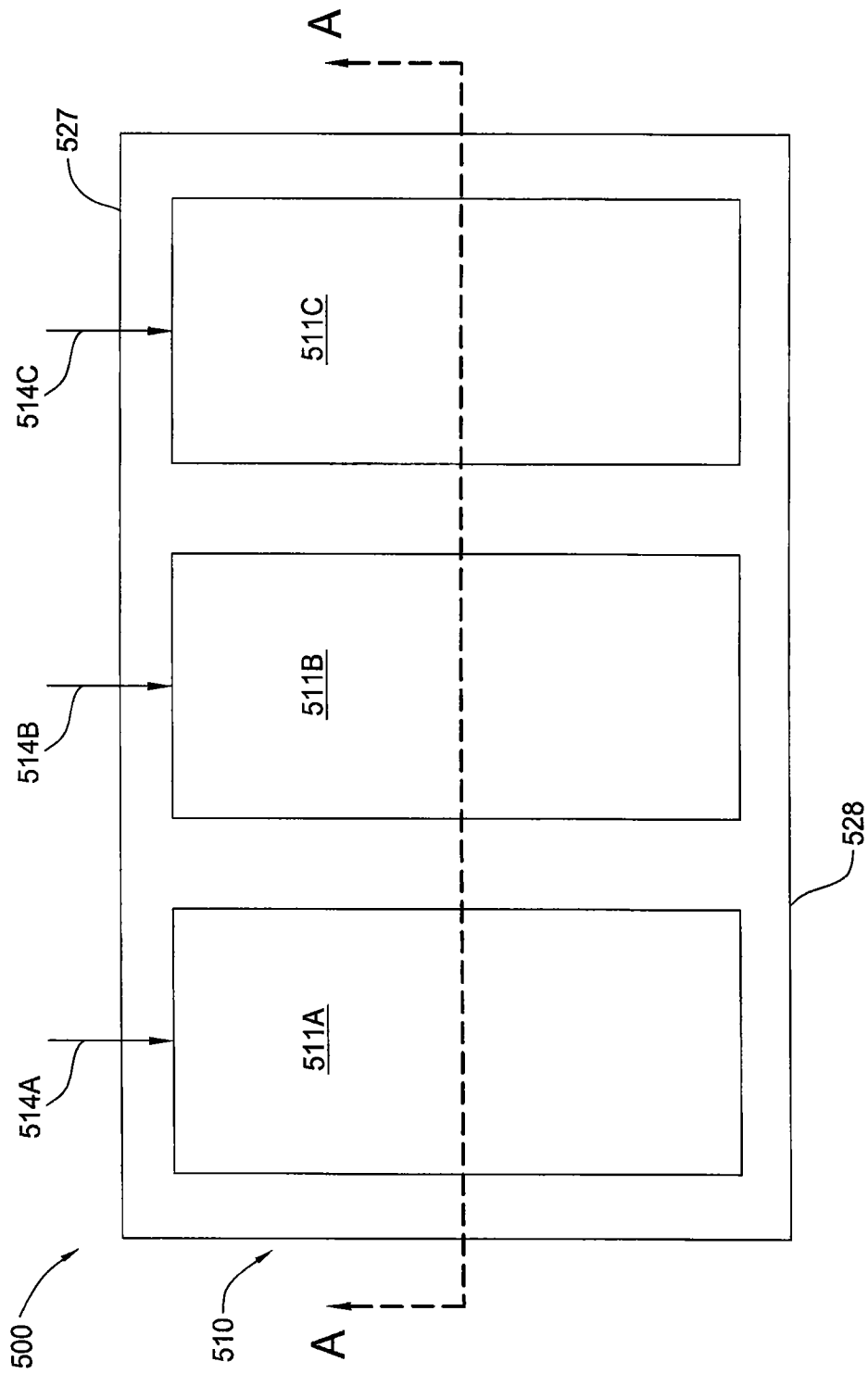


图 5A

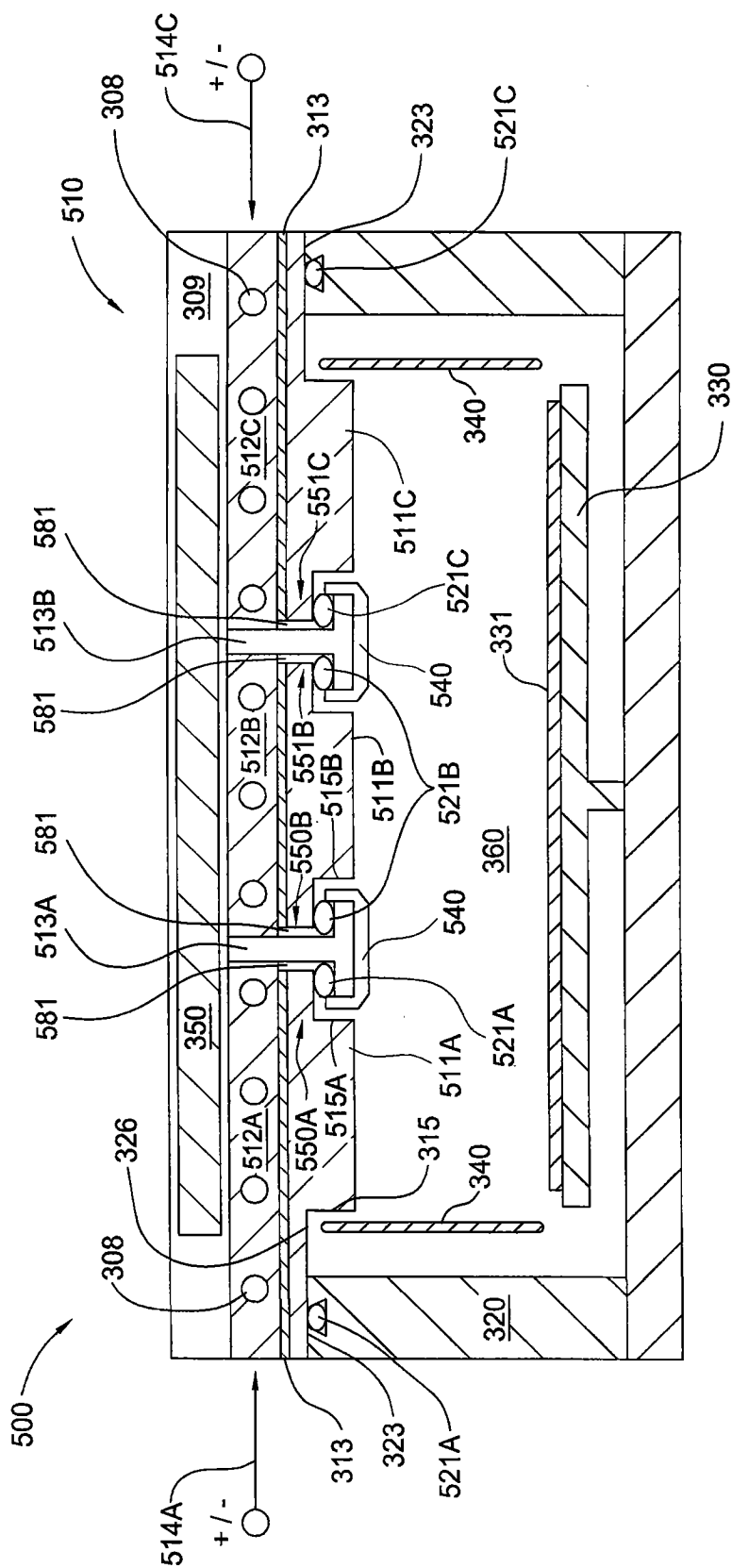


图 5B