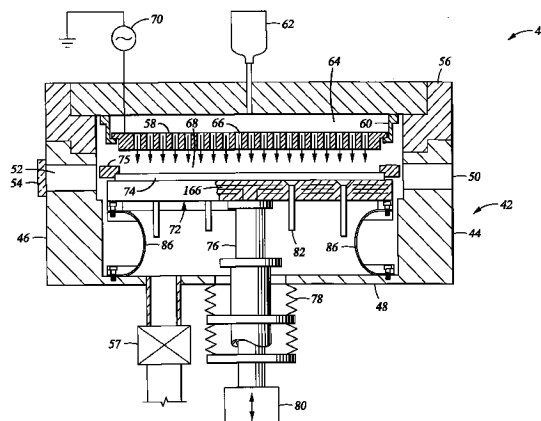




(45) 授权公告日 2012. 10. 31

权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 15 页

本发明提供了在等离子体处理腔室 (40) 使用的接地基座 (72), 其用于在支撑在该基座上并通过该基座接地的大矩形面板 (74) 上进行化学气相沉积。多个接地片 (86) 连接在基座的外围和接地真空腔室之间以缩短 RF 电子的接地路径。柔性片允许基座垂直移动。所述片提供围绕所述外围不对称的接地电导。所述片可均匀隔开但具有不同厚度或不同形状或从可用的接地点移除, 由此提供不同 RF 电导。选择该不对称以改善沉积均匀性和 PECVD 所沉积膜的其他质量。



1. 一种等离子体处理腔室,包括:

包括侧壁和后壁的腔室;

所述腔室内的第一电极;

所述腔室内的第二电极,所述第二电极与第一电极相对,并配置为与被处理的矩形衬底并列;以及

围绕所述第二电极的外围不均匀分布的多个导电片,所述多个导电片将所述外围连接到预定电势的主体,并对围绕所述外围的主体产生不对称接地电导。

2. 一种等离子体处理腔室,包括:

包括侧壁和后壁的腔室;

所述腔室内的第一电极;

所述腔室内的第二电极,所述第二电极与第一电极相对,并配置为与被处理的矩形衬底并列;以及

具有围绕所述第二电极的外围不均匀分布的不同形状的多个导电片,并且所述多个导电片将所述第二电极的所述外围连接到预定电势的主体,沿着平行于所述外围的相关部分的方向弯曲,并对围绕所述外围的主体产生不对称接地电导。

3. 一种等离子体处理腔室,包括:

包括侧壁和后壁的真空腔室;

所述腔室内的第一电极;

所述腔室内的矩形第二电极,所述矩形第二电极与第一电极相对,配置为与被处理的矩形衬底并列;以及

连接到所述矩形第二电极的外围和预定电势的主体的多个导电片,所述多个导电片沿所述外围不均匀地设置,并产生围绕所述外围变化的不对称接地电导。

4. 根据权利要求3所述的等离子体处理腔室,其特征在于,选择所述不对称接地电导以具有改善沉积均匀性的变化。

5. 一种等离子体处理腔室,包括:

包括侧壁和后壁的真空腔室;

所述腔室内的第一电极;

所述腔室内的第二电极,所述第二电极与第一电极相对,配置为与被处理的矩形衬底并列,并具有第一组两个相对且平行的边和垂直于所述第一组边的第二组两个相对且平行的边;

沿所述第一组边不均匀地设置的多个第一导电片,所述多个第一导电片将所述第二电极的第一组边连接到预定电势的主体;以及

将所述第二电极的第二组边连接到所述主体的多个第二导电片,其中所述第一导电片和所述多个第二导电片对围绕所述第二电极的外围的主体产生不对称接地电导。

6. 根据权利要求5所述的腔室,其特征在于,所述第一导电片沿所述第一组边以不均匀分布设置。

7. 根据权利要求5所述的腔室,其特征在于,所述第二导电片沿所述第二组边以均匀分布设置。

8. 根据权利要求5所述的腔室,其特征在于,所述腔室进一步包括连接到所述第二电

极的升降机构,以移动所述第二电极靠近和远离所述第一电极,其中所述第一导电片和所述第二导电片是柔韧性的并响应所述第二电极的移动而弯曲。

9. 根据权利要求 5 所述的腔室,其特征在于,选择所述不对称接地电导以具有改善等离子体增强化学气相沉积均匀性的变化。

10. 一种等离子体处理腔室,包括:

包括侧壁和后壁的腔室;

所述腔室内的第一电极;

所述腔室内的第二电极,该第二电极与第一电极相对,并配置为与被处理的矩形衬底并列,并且所述第二电极具有第一组两个相对且平行的边和垂直于所述第一组边的第二组两个相对且平行的边;

沿所述第一组边不均匀地设置的多个第一导电片,所述多个第一导电片将所述第二电极的第一组边连接到预定电势的主体,其中所述预定电势是非零电势或者变化的电势;以及

将所述第二电极的第二组边连接到所述主体的多个第二导电片,其中所述第一和第二导电片对围绕所述第二电极的外围的主体产生不对称电导。

11. 根据权利要求 10 所述的腔室,其特征在于,所述第一导电片沿所述第一组边以不均匀分布设置。

12. 根据权利要求 10 所述的腔室,其特征在于,所述第二导电片沿所述第二组边以均匀分布设置。

13. 根据权利要求 10 所述的腔室,其特征在于,所述腔室进一步包括连接到所述第二电极的升降机构,以移动所述第二电极靠近和远离所述第一电极,其中所述第一和第二导电片是柔韧性的并响应所述第二电极的移动而弯曲。

14. 一种等离子体处理腔室,包括:

包括侧壁和后壁的腔室;

所述腔室内的第一电极;

所述腔室内的矩形第二电极,所述矩形第二电极与第一电极相对,配置为与被处理的矩形衬底并列;以及

连接到所述第二电极的外围和预定电势的主体的多个导电片,所述多个导电片沿所述外围不均匀地设置以对围绕所述第二电极的外围的主体产生不对称电导。

矩形基座的不对称接地

[0001] 本申请为申请人于 2008 年 4 月 30 日递交的申请号为 200810094494.9 并且发明名称为“矩形基座的不对称接地”的发明专利申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明主要涉及材料的等离子体处理。具体地,本发明涉及大矩形基座的电连接。

背景技术

[0003] 为在硅晶圆上制造集成电路研发的多种制造技术已用于在玻璃和其他材料的大平板上制造显示器和其他电路。平板可形成为计算机或电视机显示器。近来,对使用相同类型设备来制造薄膜太阳能电池的兴趣不断增加。平板制造设备一直以来根据平板的尺寸和矩形形状而与晶圆制造设备区分。一些最早的平板具有一边尺寸为约 500mm,但已有朝更大面板不断发展的趋势。具有尺寸 2200mm×2500mm 的一些最新设备工艺面板与 300mm 圆形晶圆的现有生产相对。由于这些面板具有 55,000cm² 的总面积,因此设备的这种生产称为 55K。然而期望更大的面板。

[0004] 制造平板显示器中使用的其中一种重要技术是等离子体增强化学气相沉积 (PECVD),等离子体增强化学气相沉积用于沉积典型的无定形氢化硅的半导体层和典型的无定形氢化氮化硅的绝缘层。无定形硅可以掺杂为任一导体型从而形成晶体管或太阳能电池中所需的 p-n 结。该工艺还可用于沉积氧化硅和其他材料层。这些层的质量和均匀性,尤其是硅和氮化硅层,在商业应用中很重要。

发明内容

[0005] 在化学气相沉积的工艺中支撑将由薄膜涂覆的衬底的基座在基座外围不对称接地,例如与真空腔室的壁接地连接。接地可通过多个导电片 (strap) 在射频 (RF) 电导不同或围绕基座的外围的分布方面的区别而实现。

[0006] 本发明尤其有益于大尺寸的矩形基座,例如,大于 1m,具有在相对高频率,例如,13.56MHz 或以上提供给相对的激发电极的 RF 功率。

[0007] 接地片可具有不同形状,由此得到不同的 RF 电导,即使所述片在基座外围上以等间距连接或在基座外围上均匀分布的接地点可仅部分占据 (populated) 接地片。

[0008] 可选择接地的不对称以改善整个衬底上的沉积速率的均匀性。不对称还可改善其他的薄膜质量及薄膜均匀性,诸如无定形 SiN:H 中的硅-氢键的密度,应力或湿刻速率。根据一种设计规则,较高的片电导附加到与呈现低沉积速率的一侧的相对侧。

附图说明

[0009] 图 1 是示意表示化学气相沉积使用的等离子体处理腔室的横截面视图,其示出在单个点处的接地基座的作用;

[0010] 图 2 是化学气相沉积使用的等离子体处理腔室的横截面视图并示出多个外围接

地点；

- [0011] 图 3 是标准的接地片的平面视图；
- [0012] 图 4 是基座的平面视图，其示出多个外围接地点；
- [0013] 图 5 是示出将基座的外围连接到底腔室壁的一个接地片的局部剖视图；
- [0014] 图 6 是示出使用对称外围接地的沉积速率分布图；
- [0015] 图 7 到图 11 是本发明可使用的不同形状和尺寸接地片的平面视图；
- [0016] 图 12、13 和 14 是示意性说明不对称接地矩形基座的三个实施方式的平面视图；
- [0017] 图 15 是说明基座的常规对称接地和不对称接地基座的图 13 和图 14 的两个实施方式的沉积分布图；
- [0018] 图 16-18 是分别说明对于图 12-14 的三个接地构造的氢化氮化硅中硅-氢键所占分数、应力和湿刻速率的围绕面板的分布图貌；
- [0019] 图 19 是类似于图 15 说明对于相同接地结构但不同沉积工艺的沉积分布图；
- [0020] 图 20 是说明对称接地矩形基座的平面视图；
- [0021] 图 21 和图 22 是说明矩形基座的不对称接地的两个实施方式的平面视图；
- [0022] 图 23 是说明对于图 20-22 的三个接地构造的沉积分布图；
- [0023] 图 24 是对于图 20-22 的三个接地结构的湿刻速率围绕面板的分布图貌。

具体实施方式

[0024] 一种用于等离子体增强化学气相沉积 (PECVD) 的典型沉积腔室包括紧邻支撑被涂覆面板的接地基座的喷头电极。用于沉积硅的工艺气体诸如硅烷 (SiH_4) 和氢气 (H_2) 通过宽喷头中的多个孔供应以向面板上方的处理空间均匀分布 CVD 前驱气体。用于沉积氮化硅的前驱气体的可选混合物是硅烷、氨 (NH_3) 和氮气 (N_2)。RF 电源，例如，在 13.56MHz 下工作，连接至喷头电极以将处理气体激发成等离子体并促使硅化学气相沉积到衬底上。接地基座充当为对于 RF 偏置喷头电极的反电极。基座可通过杆 (stem) 连接到升降机构以允许外部机械手将面板传送到基座上而然后提升面板更靠近喷头。

[0025] 基座的接地通过接地围绕基座连接至外部升降机构的杆而非常容易实现。然而，Law 等人已经在美国专利 6,024,044 中指出薄膜质量通过在基座外围处的多个接地路径而改善。

[0026] 需要外围接地的精确理论很复杂且仅在研究中。在更基础的原理来看，由于金属基座的趋肤效应 (skin effect) 而必须使外围接地。根据公知的趋肤效应，高频率辐射场可穿透进入高导电金属中仅较短的距离。相反地，电场根据进入金属中的深度 t 的指数函数 $e^{-t/\delta}$ 下降，其中 δ 是趋肤深度，在非磁性材料中可计算为

$$[0027] \quad \delta = \sqrt{\frac{\rho}{\pi \mu c f}},$$

[0028] 其中， ρ 是金属的电阻率， μ 是磁导率常数， c 是光速，以及 f 是电磁辐射频率。对于 2.8×10^{-6} 欧姆-厘米电阻率的铝和 13.56MHz 的 RF 频率，趋肤深度是约 31 微米，距离远小于典型的基座的厚度。然而由于增加的沉积速率，而期望更高的 RF 频率，但趋肤深度相应降低并且相关的接地效果增强。我们已经发现随着面板越来越大沉积非均匀性变得更差。

[0029] 在图 1 的示意图中说明对于等离子体工艺腔室的金属趋肤深度的效果。真空腔室 10 电接地并包围支撑图中未示出的衬底的基座 12。基座 12 通过连接至外部垂直的升降机构 16 的杆 14 而电接地连接真空腔室 10。考虑到基座 12 的大尺寸和重量,同步操作的多个杆可分布在基座 12 的背部。气体源 20 将工艺气体供应给气体分配板背部中的歧管 22 或包含多个分散气孔 26 的喷头 24,以将工艺气体均匀分配到喷头 24 和基座 12 之间的处理空间。该图放大了处理空间的高度,处理空间的高度通常比处理空间的宽度小很多。喷头 24 是导电的以充当为电极并与真空腔室 10 电绝缘。RF 电源 28 连接至喷头 24 以将处理气体激发成在喷头 24 和基座 12 之间的 RF 等离子体 30。

[0030] 在产生 RF 等离子体 30 时,大量的 RF 电子与通常由铝组成的金属基座 12 电接地连接。然而,由于趋肤效应,RF 电子不能直接穿透相对较厚的基座 12,而是在薄表面层中沿迂回路径 32 流动到基座 12 的外围 34,下降到基座侧面,然后在基座 12 背部向内朝向杆 14 流动。RF 接地电流流经的表面层的厚度,可以与趋肤深度近似,即,在铝中 31 微米。狭长的迂回路径 32 引起诸多可能的问题。如果路径 32 与 RF 波长可比,则驻波可能形成。在接地的真空腔室 10 与基座 12 的外围 34 和底部之间存在电容耦合。当由于等离子体放电可能在外围 34 和腔室壁之间发生以及可能夺走来自基座 10 和喷头 24 之间的等离子体 30 的功率,所以从该点到接地存在显著阻抗时,电容耦合在基座外围 34 处出现尤其严重的问题。而且,在接地路径中长路径 32 引起电感。

[0031] 最新的理论已经强调通过等离子体 30 的径向传导,由于等离子体中的较低波速该径向传导呈现甚至更大的趋肤效应。该领域的论文的例子包括 Lieberman 等人在 Plasma Sources Science and Technology, vol. 11, pp. 283-293 (2002) 发表的“Standing wave and skin effects in large-area, high-frequency capacitive discharges”以及 Chabert 等人在 ibid., vol. 15, pp. S130-S136 (2006) 发表的“Inductive heating and E to H transitions in highfrequency capacitive discharges”。

[0032] Blonigan 等人最近在美国专利 7,083,702 中描述了更大且更多数量的外围接地路径对于不断增大的基座的适宜性,在此引用该专利作为参考。55KPECVD 腔室可包括总共 50 或更多接地片,所述接地片围绕基座的外围均匀分布且柔性连接至真空腔室的底部。然而,均匀性和薄膜质量的问题仍然存在且需要解决。

[0033] 图 2 的横截面视图中所示的大 PECVD 反应器 40 的实施例包括真空腔室 42,该真空腔室 42 具有与底壁 48 整合的相对侧壁 44,46。真空腔室 42 是金属的,典型地为铝,且电接地。形成在一个侧壁 44 中的装载端口 (loading port) 50 连接至中央传送腔室以允许机械手将传送叶片上的面板传送至真空腔室 42 中。图中未示的狭缝阀在等离子体处理期间选择性密封装载端口 50。可视端口 52 形成在相对的侧壁 46 中并用窗 54 密封以允许观察面板的装载和处理。窗玻璃典型地为电介质,与金属腔室壁相反。其他两个图中未示的腔室侧壁不包括显著影响真空腔室 42 内的导电条件的大孔。盖组件 56 被支撑在真空腔室 42 上并对真空腔室 42 密封,但可从离开真空腔室 42 提升用于腔室维护。盖组件 56 通常也电接地。真空泵 57 在真空腔室 42 的底部处连接真空腔室 42 的内部以将腔室内部抽吸到低托 (Torr) 范围。

[0034] 气体分配板或喷头 58 通过悬架 (hanger) 60 支撑在盖组件 56 上。气体源 62 向形成在喷头 58 和盖组件 56 顶部之间的歧管 64 供应处理气体。大量的气孔 66 形成在喷头 58

的宽区域上以将处理气体均匀注入到真空腔室 42 内的处理区 68 中。至少喷头 58 的前面是金属的,通常由铝制成,并与盖组件 56 和真空腔室 42 电绝缘,且通过 RF 电源 70 电偏置。在处理期间基座 72 支撑与跨越处理区 68 的喷头 58 相对的面板 74 或其他衬底。由于基座 72 支撑矩形面板,因此它也通常是矩形的。在沉积期间支撑在基座 72 上的阴影环 75 悬于面板 74 的外围之上并可在一些结构中使用以确保面板 74 与基座 72 靠近并并列。Blonigan 等人提供关于基座 72 的结构和组件的更详细描述。基座 72 安装在中央杆 76 上,该杆通过波纹管 78 与真空腔室 42 的底壁 48 密封以允许升降机构 80,诸如电机驱动涡轮传动,在装载位置和处理位置之间垂直移动杆 76 和附接的基座 72。在较低的装载位置,升降销 82 在基座 72 的表面上方伸出以容纳面板 74,用于从传送面板 74 到插入装载端口 50 的机械手叶片 72 以及传送面板 74 离开机械手叶片 72。升降机构 80 然后升高基座 72 以提升面板 74 离开升降销 82 到基座的上支撑表面上,并进一步升高基座 72 到面板 72 与喷头 58 紧靠相对的处理位置。

[0035] 基座 72 包括金属层,该金属层充当为与 RF 偏置喷头 58 相对的接地电极。因此,当 RF 电源 70 电偏置喷头 58 时,它将两个电极 58,72 之间处理区 68 中的处理气体激发为 RF 等离子体,其激活面板 74 上预期层的化学气相沉积涉及的化学反应。为了克服趋肤效应和其他相关的 RF 效应,多个接地片 86 连接在基座 72 的外围和接地真空腔室 42 的底壁 48 之间,充当为到 RF 电源 70 的大 RF 回路。接地片 86 必须为柔性的以容纳基座 72 在基座 72 的两个位置之间的垂直运动。杆 76 也接地但一般认为杆 76 接地主要有利于穿过杆到嵌入在基座 72 中的热电偶的电信号线的电屏蔽,其中基座被电加热至精确可控的温度。接地片 86 将 RF 电子直接分流 (shunt) 到腔室底壁 48 从而显著缩短接地路径并远离基座 72 移动电子。

[0036] 图 3 的平面视图中示出在平放状态的标准接地片 88。该标准接地片 88 具有宽度 W,例如约 10mm 以及厚度约 0.5mm,且由诸如铝的软金属组成使得标准接地片 88 为柔韧性的,并且当横向弯曲到标准接地片 88 的厚度时,不会施加明显的复原力。片厚度小于片宽度 W 的 10%,但只要标准接地片 88 实质上大于趋肤深度,则片厚度对片 88 的 RF 电导具有相对较小的影响。鉴于基座 72 和腔室壁的最大间隔,以及端管脚 (end mount) 的长度以及一些曲率,选择片 88 的长度 L,例如,长度约 400mm。对于大部分长度,标准接地片 88 是无图案的带形。然而,每端形成有两个安装耳状物 90,在该两个安装耳状物之间形成有端部狭槽 92,该端部狭槽的宽度精确啮合用于安装其的螺钉杆。

[0037] 如图 4 的俯视平面图所示,基座 72 的上表面形成有与在基座 72 上将支撑的面板具有相同尺寸的一般矩形底座 96。凹陷壁架 98 围绕底座 96 以支撑阴影环的底部,该阴影环在处理期间悬于面板的外围之上。一般地矩形凹槽 100 形成壁架 98 中并一般围绕基座 72 均匀隔开。如图 5 的剖面侧视图所示,它们具有深度,该深度容纳贯穿每个凹槽 100 下方的两个通孔 106 的两个螺钉 104 头部 102,每个凹槽 100 用于安装每个接地片 88。螺钉 104 旋入成形夹具 110 和片端部狭槽 92 区域的螺纹孔 108 中以俘获耳状物 90 并从而俘获片 88 的上端。成形夹具 110 具有尖头端 112,尖头端 112 具有向下倾斜的上侧部,从而随着尖头端 112 离开支撑片 88 弯曲。同样地,螺纹孔 114 机械加工在真空腔室 42 的底壁 48 中。具有向上倾斜侧部的尖头端 118 的第二成形夹具 116 通过贯穿片端部狭槽 92 的两个螺钉 119 和第二夹具 116 中的贯穿孔紧固,并旋入腔室底壁 48 的螺纹孔 114 中以俘获二者

之间的接地片 88 的底端。

[0038] 接地片电连接在基座的外围和接地腔室主体之间。基座的外围意在包括基座的外部横向侧面以及基座顶表面和底表面的最外部分,其中顶表面和底表面与侧面隔开从侧面到基座中心的距离的 10%或 20%内。还可能将接地片连接到接地腔室侧壁 44,46,而不是连接到腔室底壁 48。

[0039] 已经发现定位接地片 88 以实质上位于壁架 98 或基座 72 外围下方或不主要位于底座 96 和被支撑的面板 74 下方是有益的,即,以平行于矩形基座 72 的相关边的方向弯曲。这种朝侧向取向,与图 2 相反,图 2 中片 86 表示为朝基座 72 的中间弯曲,避免了与升降销的干扰并使接地电流远离基座 72 的底部。

[0040] 然而,即使五十个接地片似乎也不能解决均匀性问题。具体地,对于氮化硅的沉积速率,典型地沿装载端口 50(下文称为狭缝阀或 S/V)和窗端口 50(下文称为窗或 W)之间的中心线的沉积分布以图 6 中所示的不对称图案变化。使用标准接地片的沉积速率靠近中心呈现明显最大值,以及朝窗和狭缝阀不对称降低。该数据通常表明越接近狭缝阀的一边上的沉积越多。Choi 等人在 2006 年 3 月 23 日提交的且现在出版为美国公开的专利申请 2007/0221128 的美国专利申请 11/389,603 中公开了类似的沉积不均匀性但采用不同的方法来改善该不均匀性。

[0041] 我们已经确定不对称接地配置影响沉积分布并可减少不对称沉积分布。虽然我们不受本发明的理论的理解限制,但我们认为装载端口和相关的狭缝阀引起电磁场的主要不对称,其需要不对称接地以补偿不对称的电磁场。我们现在认为其自身的可视端口不会引起进一步的不对称,但其用作参考点来描述应用本发明的腔室。

[0042] 本发明的一个实施方式可应用于接地片的对称定位,其通过图 4 中凹槽 100 的均匀间隔表示。然而,不同类型的接地片将基座的不同部分连接到地以实现不对称接地。

[0043] 在图 7 的平面视图中所示的宽接地片 120,具有宽度 W,显著大于图 3 的标准接地片 88 的宽度。例如,宽接地片 120 的宽度 W 可以是 50mm,是标准接地片 88 的宽度的四倍。然而,宽接地片 120 的长度 L 可以相同。宽接地片 120 具有比定位在端部狭槽 124 的每侧上的图 3 的耳状物 90 更宽的耳状物 122,该端部狭槽 124 具有与前文所述的端部狭槽 92 大约相同的宽度。因此,宽接地片 120 可具有通过图 5 的相同夹紧装置而夹紧的端部,并代替标准对称接地片 88,而不改变基座 72 或夹具部件。可以认为宽接地片 120 增加了电导,即使在与宽接地片 120 增加的宽度成比例的 RF 频率下。由于宽接地片 120 填充不同尺寸的外形轮廓,宽接地片 120 具有与标准接地片 88 不同的形状,尽管宽接地片 120 与标准接地片 88 的全部特征在许多方面功能相似。

[0044] 宽接地片 120 可合宜地具有与标准接地片 88 相同的厚度且由相同材料形成。然而,增加的宽度可能降低接地片的柔韧性或者接地片的电导可能必须稍微减小。因此,图 8 和图 9 的平面视图中所示的有孔接地片 126,128 可以具有与标准或宽接地片 88,120 相同的外部形状,但分别包括狭缝孔 130 或菱形孔 132,狭缝孔 130 和菱形孔 132 都沿中间纵轴居中定位。对于 50mm 宽片,孔 130、132 的宽度可以是 30mm。孔 130、132 减小片 126 中间的机械强度,并从而增加片柔韧性。可选地,颈状接地片 134 可以具有一个平坦边但具有切入另一边中的凹槽 136,从而对于 50mm 宽片形成具有宽度 30mm 的颈 138。颈状片 134 还具有增加的柔韧性。对于设计者来说,中间具有减小的横截面的其他形式的颈状或其他形状的

片是显而易见的。孔和颈影响片电导,但如果孔和凹槽限制为轴长的相对小的中间部分,则片的电导将不会显著减小,而至少中间部分可容易弯曲以容纳基座的垂直运动。有孔的和颈状接地片 126、128、130 和 132 可以或可以不填充标准接地片 88 的相同的主要外形轮廓,但由于导入其中的几何特征其具有与该标准接地片的不同形状。

[0045] 偏移的宽接地片 140,如图 11 的平面视图中所示,包括窄耳状物 142 和宽耳状物 144,并在二者之间形成端部狭槽 146。端部狭槽 146 从片 140 的中间纵轴偏移,而前述实施方式的端部狭槽 124 表示为与中间纵轴对称。窄耳状物 142 的宽度近似对应安装螺钉 102、119 和基座 72 的壁架 98 的外围之间的距离。有利地,窄耳状物 142 的宽度与图 3 的标准接地片 88 的对称耳状物 90 相同以允许较宽的不对称接地片代替具有相同夹具部件的较窄对称接地片。这种设计具有能在两个不同取向安装在基座 72 上的优势,所述优势取决于片 140 的哪一边被紧靠基座 72 安装。在一个取向,安装的片 140 几乎完全从基座 72 的边缘向内放置。在另一取向,安装的片 140 的大部分从基座 72 的边缘向外延伸放置。

[0046] 接地或导电片的形状不限于所示的这些。Blonigan 等人已经在前文引用的专利中公开了具有有限数量的连接更刚性部分的柔性接头的宽幕式片。平面形状的片不是必须的但有利于柔韧性。辫状片是可行的但引起真空抽吸的问题。

[0047] 我们已经发现沉积均匀性可通过在围绕基座外围的不同位置处安装不同形状的接地片而改善。在标准的或传统结构中,所有的接地片是图 3 的窄接地片 88。已经尝试不同的不对称结构。在一个结构中,标示 W- 内 (W-IN) 并示意性在图 12 的平面图中所示,图 11 的 50mm 宽的偏移接地片 140 沿靠近可视端口 52 和窗 54 的基座 72 的整个边安装,一般用内部区域 150 来表示。另外,将它们的宽边安装在基座 72 的内部上。在 W- 内的结构中,标准 10mm 宽的接地片 88 安装在基座 72 的剩余三个边上。在近似相关但不同的结构中,表示 W- 外 (W-OUT) 并示意性在图 13 中的平面视图中所示,50mm 宽的偏移接地片 140 沿靠近窗 54 和可视端口 52 的整个基座 72 安装,一般用外部区域 152 表示。然而,不同于 W- 内的结构,它们的宽边安装在基座 72 的外部使得它们局部悬于基座外围之上。另外,标准 10mm 宽的接地片 88 安装在剩余的三个边。鉴于通常小尺寸的可视端口 52,该结构的基本效果可能是将额外接地放置在装载端口 50 的相对侧上。两个所示的结构可以修改从而额外的接地仅沿窗侧面的一部分延伸。

[0048] 在另一结构中,标示 S-1/2 并在图 14 的平面视图中示意性示出,50mm 宽的偏移接地片 140 沿靠近狭缝阀和装载端口 50 的基座 72 的整个边安装,用端部区域 154 表示,并还沿更靠近狭缝阀的基座 72 的一半垂直边 160、162 安装,用侧边区域 156、158 表示。在该实施方式中,所有的接地片 140 的宽边安装在基座 72 的外部上。标准 10mm-mm 宽的接地片安装在基座 72 的剩余侧边区域上。所示的 S-1/2 结构可以以多种方式变型诸如,沿小于或大于一半垂直边 160、162 延伸的额外接地。在更复杂的修改中,垂直边 160、162 上的额外接地不均匀但从靠近窗侧边的大额外接地逐渐变细到没有朝狭缝侧边的任何额外接地。不对称接地的其他结构也是可能的。

[0049] 三个接地结构可在其他相同的腔室条件下使用来沉积氢化的氮化硅薄膜。沉积膜的厚度在面板的窗和狭缝阀之间的中线上测得。沉积速率的分布在图 15 中示出。使用所有 10mm 宽的接地片的标准结构 STD 的沉积速率靠近中线呈现最小并且朝两侧增加。其中更宽的接地片放置窗侧上的 W- 外的结构一般呈现更高且略微平坦的沉积速率,但在狭缝

阀侧边上具有略微更高的沉积。在其中更宽接地片放置在更靠近狭缝阀侧边的底座的二分之一处的 S-1/2 结构呈现一个窄峰,但在窗侧边上沉积速率呈现较宽的谷值以及在窗侧边上的窄谷值但较宽的峰。对于 S-1/2 结构的结果的不对称与所期望相反。

[0050] 额外的不对称接地电容似乎一般增加沉积。用于解释该结果的一个测量将所有接地片的宽度求和,用于计算有效接地电导。五十个 10mm 宽的标准片具有总宽度 500mm。如果 W- 外结构包括 38 个 10mm 宽的标准片和 12 个 50mm 宽的标准片,则总宽度是 980mm,产生两倍 STD 结构的电导。S-1/2 结构具有总宽度 1500mm 的相同数量的标准片且宽的片,产生三倍 STD 结构的电导。

[0051] 虽然 S-1/2 结构的不对称接地显著增加沉积不对称,但是实验证明沉积不对称可以控制。然而,实验基于接地不对称的极端情形。接地量的更精确调整将减少产生沉积的不对称,同时补偿由标准结构产生的沉积不对称。

[0052] 实验支持在一侧上的额外接地增加另一侧上的沉积速率的结论。

[0053] 对于商业生产,沉积速率和沉积均匀性不是唯一的考虑因素。还必须考虑薄膜质量和薄膜均匀性。图 16,17 和 18 表示用三个所述结构生长的氢化的氮化硅薄膜的薄膜质量的三个测量。方框包含硅-氢键分数的测量值,应力和在中间、四个边,以及面板的两个拐角处测得的湿刻速率。最高值对于 STD 接地片结构,中间值对于 W- 外的结构,以及最低值对于 S-1/2 结构。氢化的硅中的氢分数在图 16 中表示。一般地,期望低氢分数。薄膜的应力在图 17 中表示。一般地,期望低应力而不管压应力或拉应力。湿刻速率(WER)在图 18 中表示。一般地,高湿刻速率显示差的薄膜质量因此期望低 WER。

[0054] 不同工艺的结果表示来自于图 15-18 的工艺的不同组的结果。例如,对于标准、W- 外和 S-1/2 接地结构, SiN:H 的 PECVD 的不同组的条件产生在图 19 的图中所示的沉积分布。这些结果更清楚地证实腔室一侧的额外接地降低该侧上的沉积速率但增加相对侧的沉积速率。

[0055] 根据这些结果,我们认为 S-1/2 接地结构最具有前景。继续研究工作以构造所涉及工艺的最佳接地结构。然而,重要地,已经证实接地不对称可补偿并至少部分校正由腔室不对称引起的沉积不对称。

[0056] 具有更复杂分布的更详细的实验已示出,证实进一步的改进。接地片的标准、均匀分布在图 20 的平面视图中示出,其中每个单独阴影线方框表示 20mm 宽的接地片 170 或更具体地表示在基座 72 上的接地点。在一组两个相对边上存在十二个接地片 170,在另一组的两个相对垂直边上存在十四四个接地片 170,反应基座 170 的略微非方形形状。因而,总共存在 52 个接地片 170。如图所示,接地片 170 的接地点沿各个边均匀分布但偏移各个角。该偏移容纳柔性接地片的较大弯曲,该接地片可延伸超过在畸变 S 形的数个接地点。金属真空腔室的底部上的接地点可以偏离基座 72 上的相应接地点。另外,柔性接地片允许腔室接地点定位在金属真空腔室的较低侧壁上。

[0057] 接地片的不对称 S-1/2 分布在图 21 的平面视图中示出,其中每个双阴影线方框表示在面向狭缝阀的基座的一边上以及更靠近狭缝阀的基座壁的一半相对垂直边上的 50mm 宽的接地片 172。50mm 宽的接地片可以具有图 11 的接地片 140 的不对称形状,优选地接地片的宽边悬于基座 72 的一边之上。另一方面,20mm 宽的接地片 70 保持在基座 72 与狭缝相对的一边上和远离狭缝阀的一半相对垂直边上。

[0058] 接地片的更不对称的 S-1/2+ 分布在图 22 的平面视图中示出,其中每个空方框表示在均匀分布的接地点处的任意接地片的缺失,即,空接地片 174。与 S-1/2 分布比较,一半或近似一半的 20mm 接地片从相对狭缝阀的基座的一边和远离狭缝阀的一部分相对的垂直边上去除,并且仅保留一半数量的 20mm 接地片 170,但更接近狭缝阀的接地点保持全部组装 50mm 接地片 172。

[0059] 应用在 PECVD 工艺中沉积 SiN_x 的相同工艺配方来测试三个不同的接地结构,其中 PECVD 工艺使用比氢化硅的工艺更高的功率。对于三个接地结构,整个面板上的沉积速率分布在图 23 中示出。图 20 的具有均匀接地的标准 (STD) 结构示出在狭缝的侧边上的强而宽的沉积峰。图 21 的不对称 S-1/2 结构表现出在面板的中间上延伸的更宽的沉积峰,但靠近狭缝阀和相对的窗具有显著的谷值。图 22 的更不对称 S-1/2+ 结构表现出更均匀的沉积分布。可以进一步优化接地结构。

[0060] 薄膜性能的分布也很重要。图 24 示出对于图 20-22 的三个接地结构,在面板上的十二个位置处以埃 (0.1nm) 每分钟单位的湿刻速率值。每个方框包含对于 STD、S-1/2 和 S-1/2+ 接地结构从上到下的点处的值。除了叙述接地结构不影响湿刻速率以及湿刻速率在面板上的二维图案中变化外,这些结果将不做详细讨论。可获得表面电阻、应力和测量 Si-H 和 N-H 原子键密度的傅立叶变换红外光谱学 (FTIR) 的薄膜特征的类似数据。所述具体的数据允许对于 CVD 设备的特定应用来选择优化的接地结构。

[0061] 本发明不限于在两个独立区域内均匀分布的两种类型的均匀隔开接地。可以使用两种以上不同类型的接地片并且不同接地片可以分布在三个或更多区域中。接地不对称可以用不同于在均匀隔开的接地位置的不同处放置不同导电片的所述实施例的方式来实现。类似的结果可通过变化围绕基座外围的接地位置的分布而获得,即,增加和减少均匀隔开且相同的接地片的标准结构中接地片的数量。即,可以变化接地片之间的分布和间隔来产生预期的接地不对称。在不均匀分布中,接地片可以是相同或不同类型。

[0062] 本发明不限于由狭缝阀和可能的相对窗引起的不均匀。由于相对小尺寸的窗,与狭缝阀相关的装载端口可以仅造成需要补偿的所观察到的不均匀性。另外,可视端口或其他不对称腔室结构可以定位在垂直于狭缝阀壁的壁上,可能需要关于底座的垂直中心线不对称的接地。

[0063] 不对称接地可用于补偿除了窗和狭缝外之外的腔室不对称。例如,其它类型的不连续可能形成在金属腔室壁中,尤其是电介质构件中。甚至非方形基座引起腔室内的不对称。另外,考虑到距离基座的中心的距离,接地可以沿基座的矩形边而变化。

[0064] 本发明最有益于圆角限制于小于基座一边长度 10% 的大矩形基座,或者具有该小尺寸的其他次要非方形部件。然而,用于 300mm 和更大晶圆的圆形基座可由使用不对称外围接地受益,因为所述腔室通常还包括在一般管形壁的一侧上的晶圆端口和狭缝阀。

[0065] 接地片的柔韧性容纳基座的垂直运动。如果基座不移动,则片不需要是柔韧性的。接地不对称的要求程度取决于沉积不对称或被补偿的其他效应。所述实施方式使靠近窗和狭缝阀的整个边上以及在一半垂直壁之上的接地电导变化约四分之一。可能需要更少的不对称。一个限定是一个基座边缘的至少一半具有总接地电导,该基座与另一相同尺寸的基座边缘部分的电导相差至少 50% 或至少 100% 的分数。

[0066] 虽然本发明描述用于等离子体腔室,其中基座和喷头都平行于地面水平延伸,但

是类似的不对称接地可应用于其中基座和喷头垂直配置或至少明显相对水平倾斜的等离子体腔室。因此,基座不完全支撑面板但被设计为与面板靠近且并置以及与面板电耦合以确定面板电势。另外,在所述垂直配置中的升降机构实质上从而相对电极水平地来回移动而不是严格地提升面板。而且,在所述垂直配置中,结构不对称可能由在其底部边缘局部支撑面板的结构造成。

[0067] 虽然本发明在上下文中描述在零电势下连接到主体的接地片,但是不对称导电片可以连接到固定的非零电势或变化的电势。具体地,本发明可应用于其中喷头通常接地且基座 RF 供电使得多个导电片将基座外围连接到 RF 电源的等离子体刻蚀腔室。

[0068] 本发明允许对不昂贵且容易制造的接地片进行简单修改而改善均匀性和薄膜质量。另外,对腔室接地的修改可在该领域中进行并不同工艺进行不同修改。

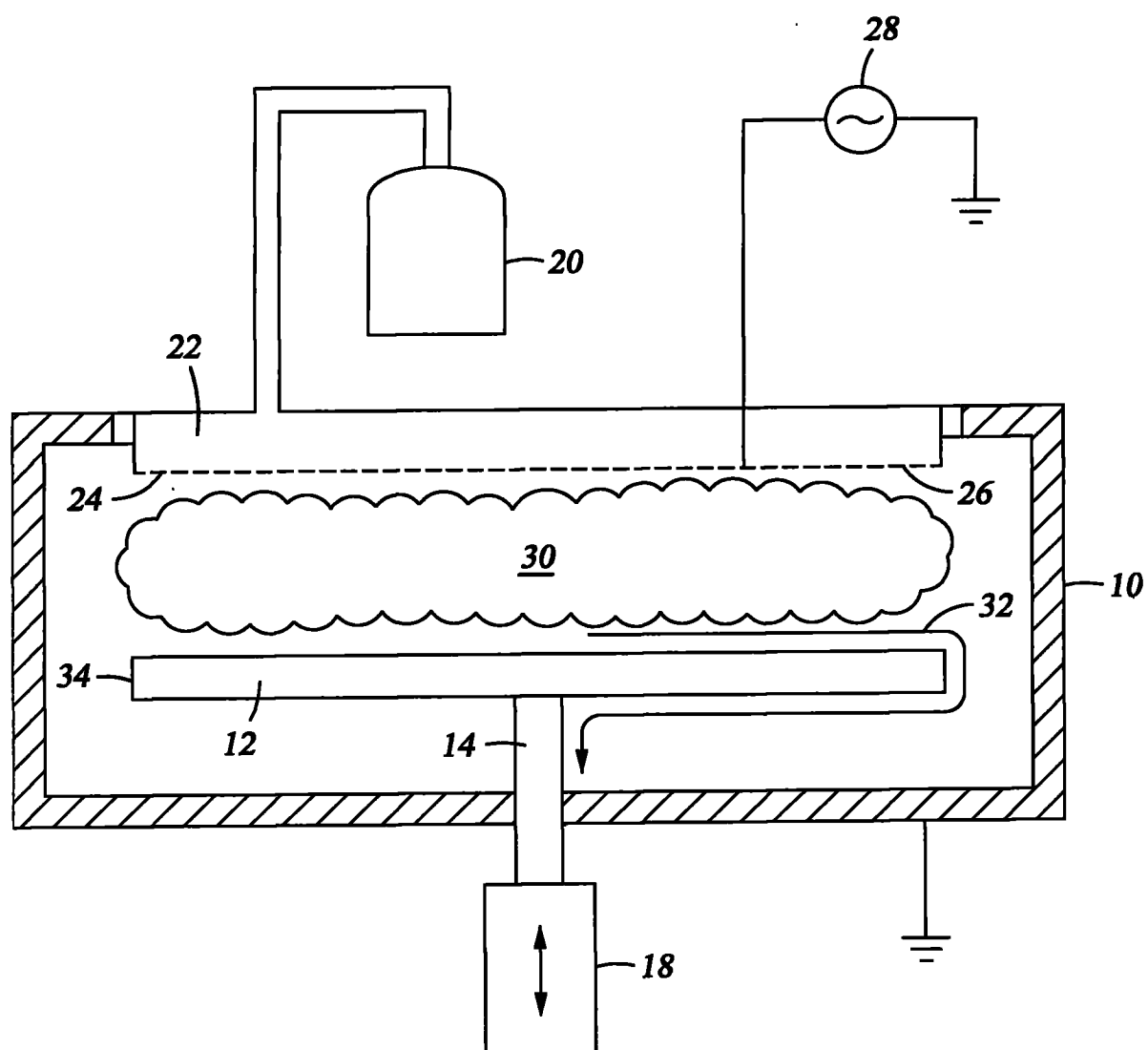


图 1

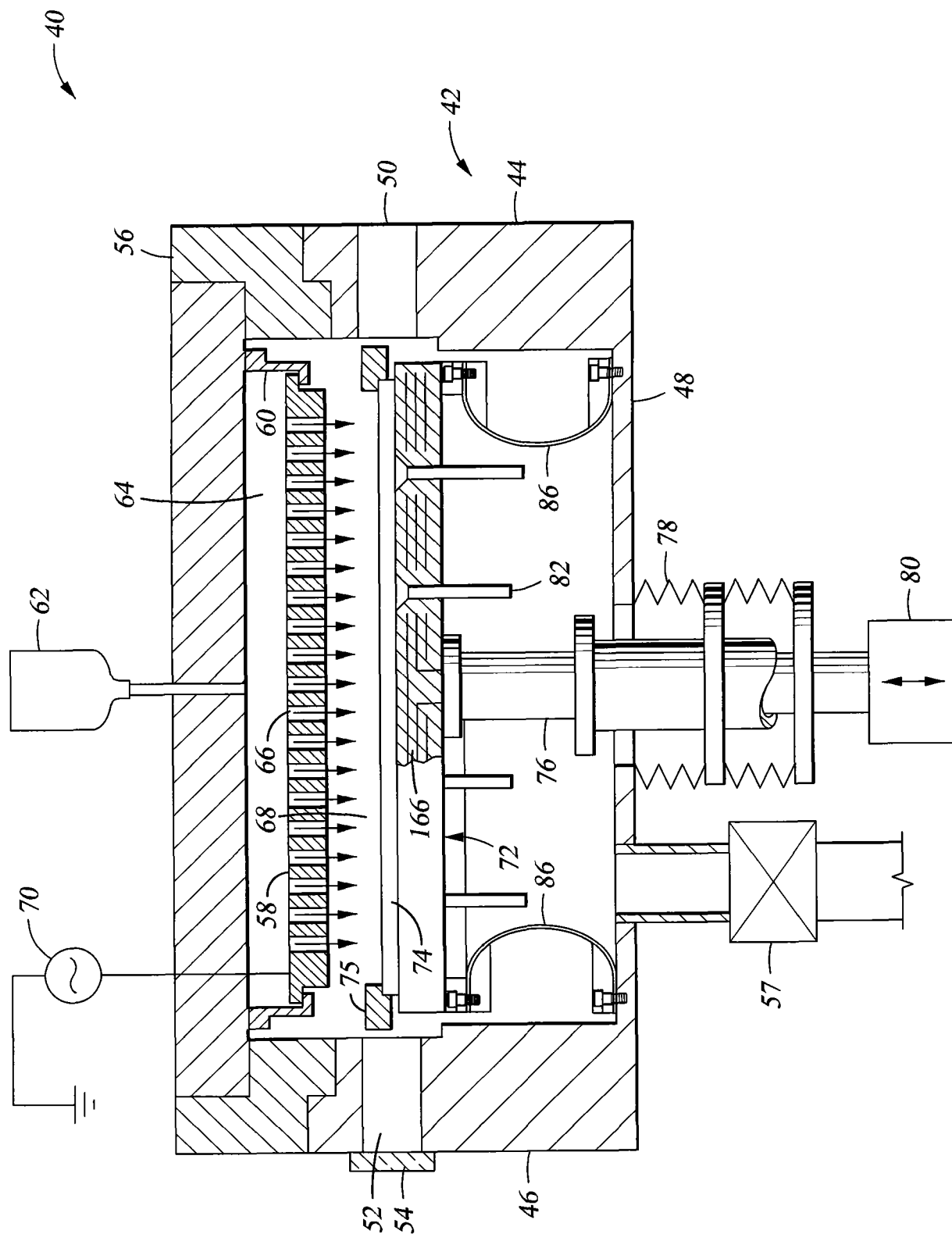


图 2

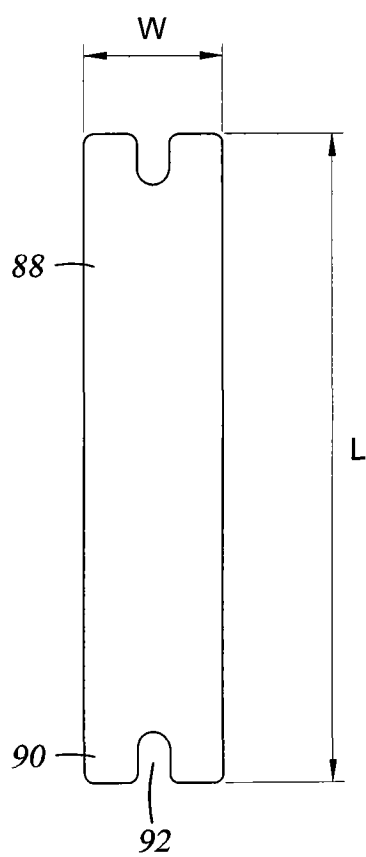


图 3

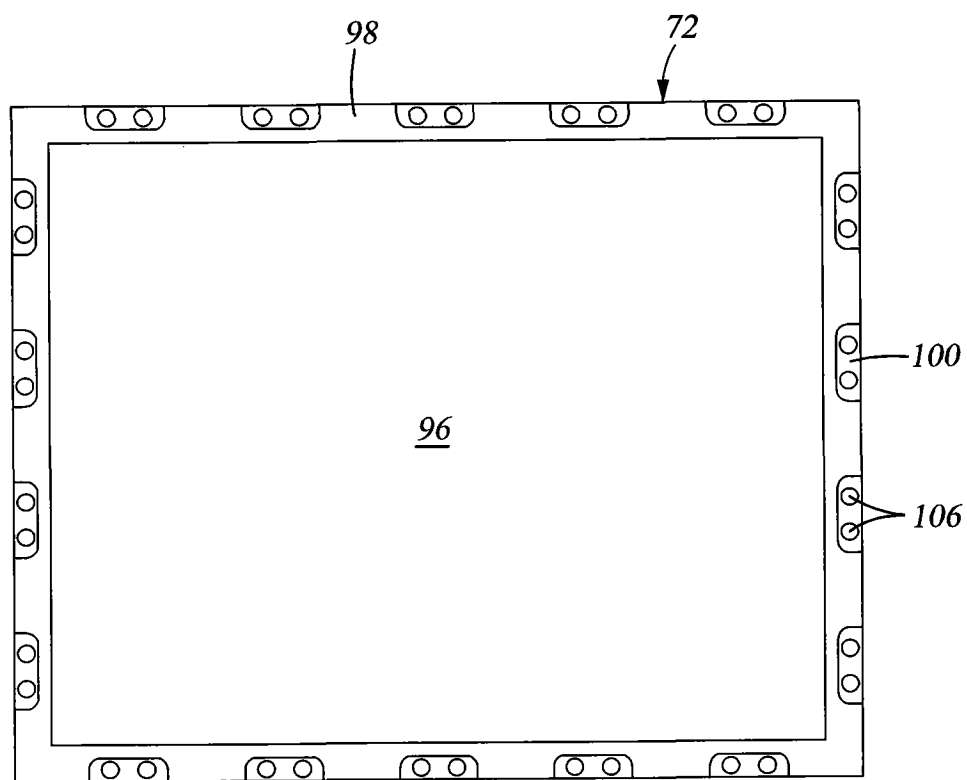


图 4

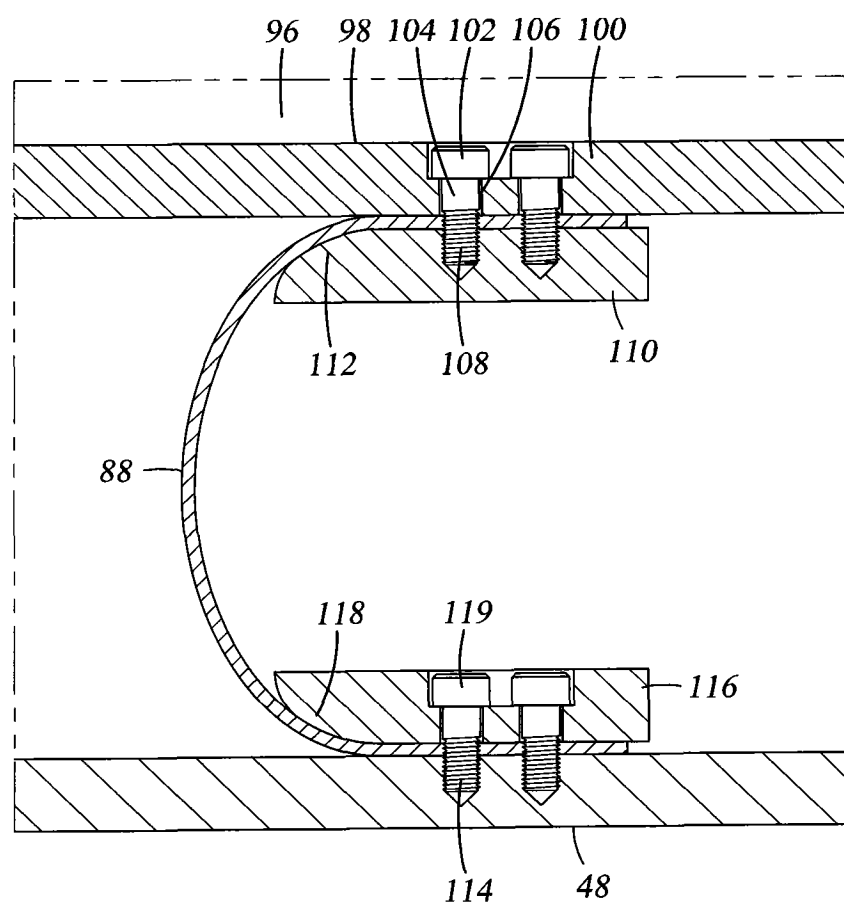


图 5

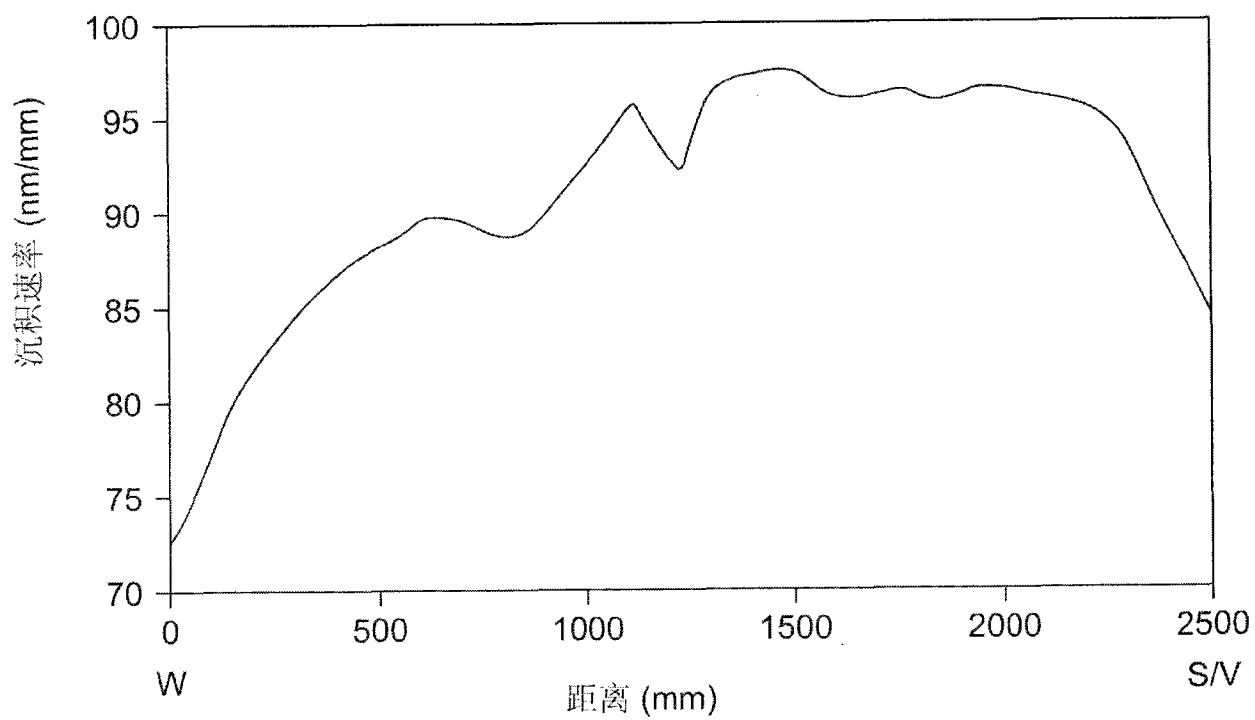


图 6

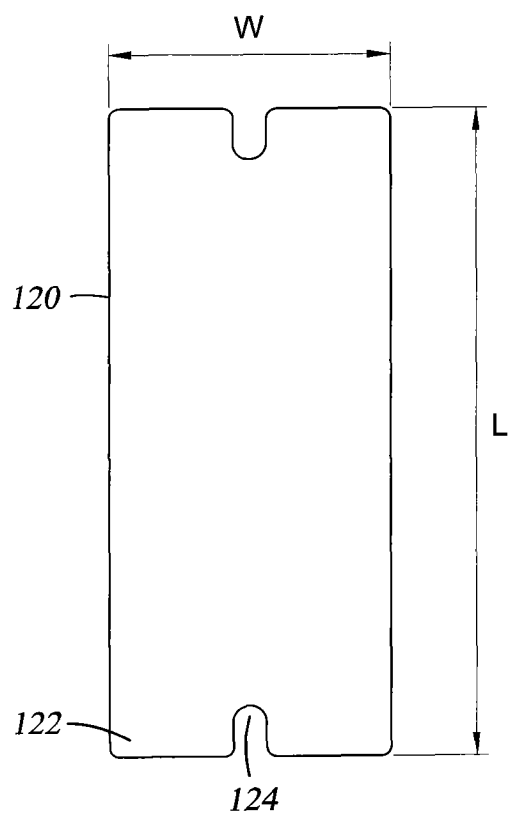


图 7

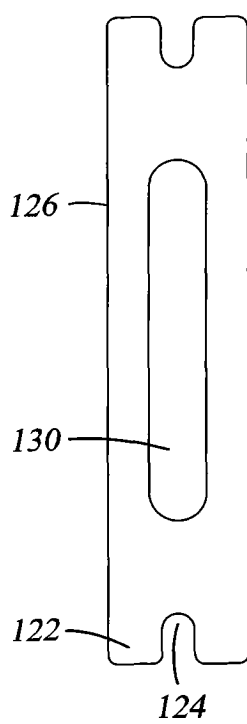


图 8

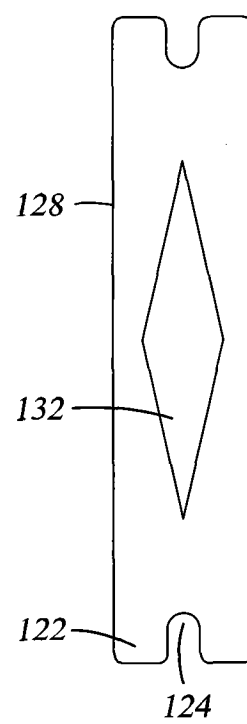


图 9

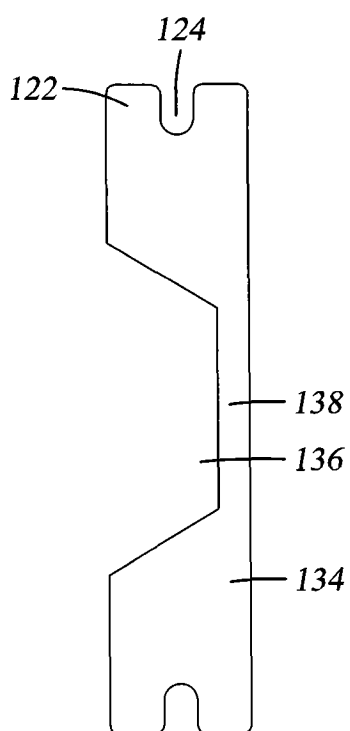


图 10

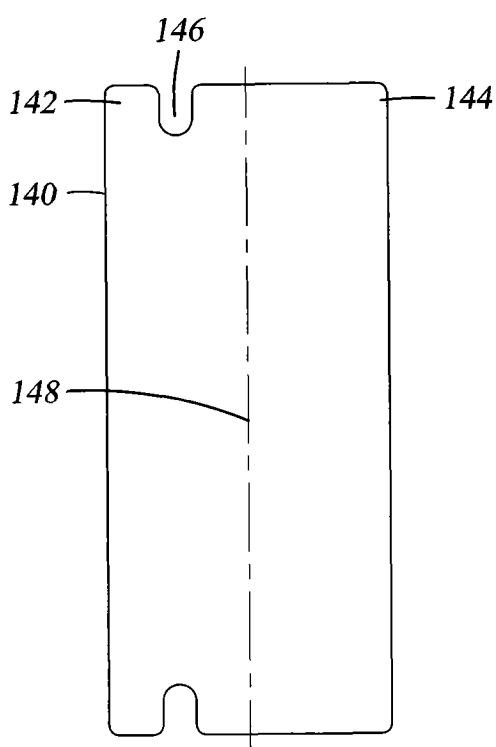


图 11

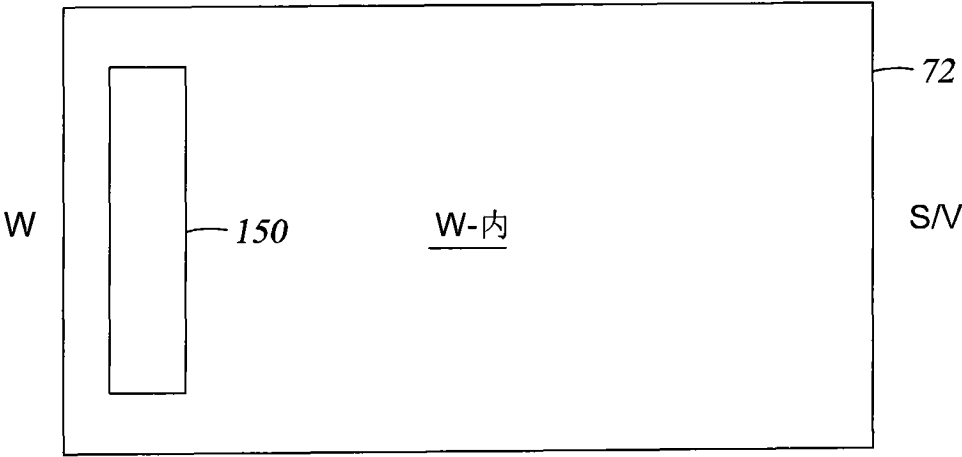


图 12

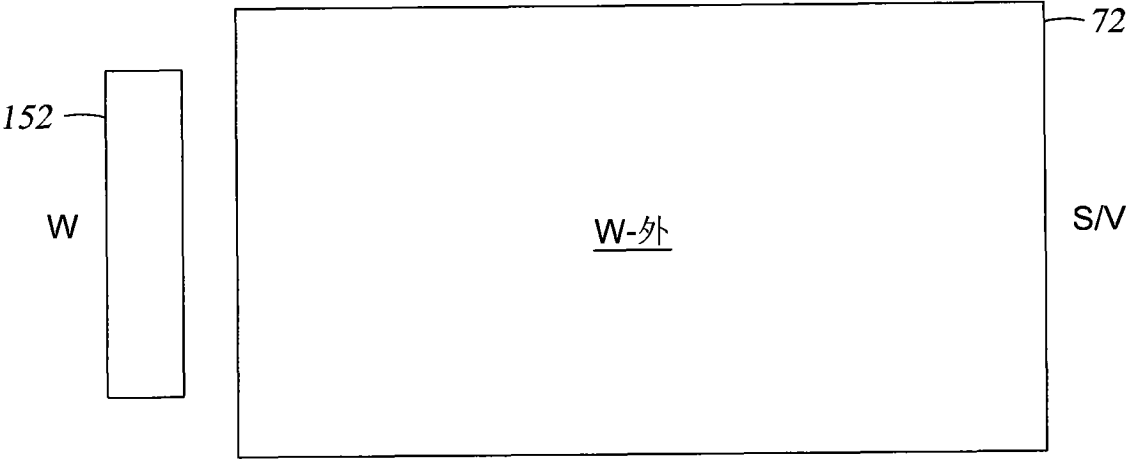


图 13

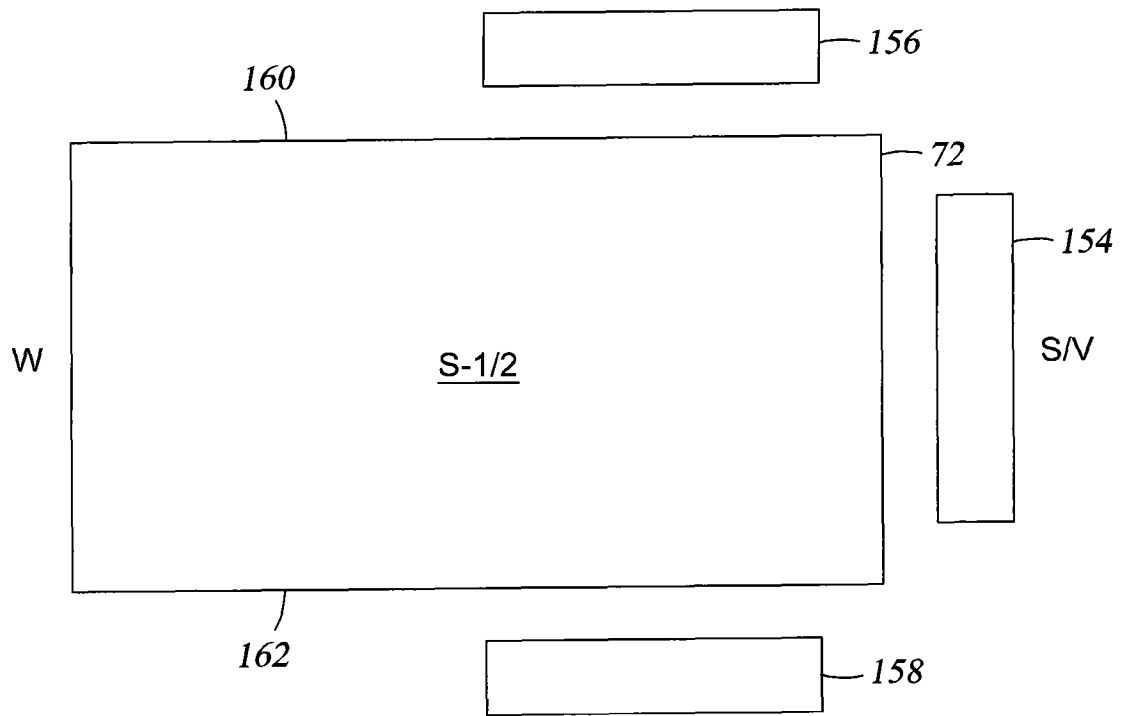


图 14

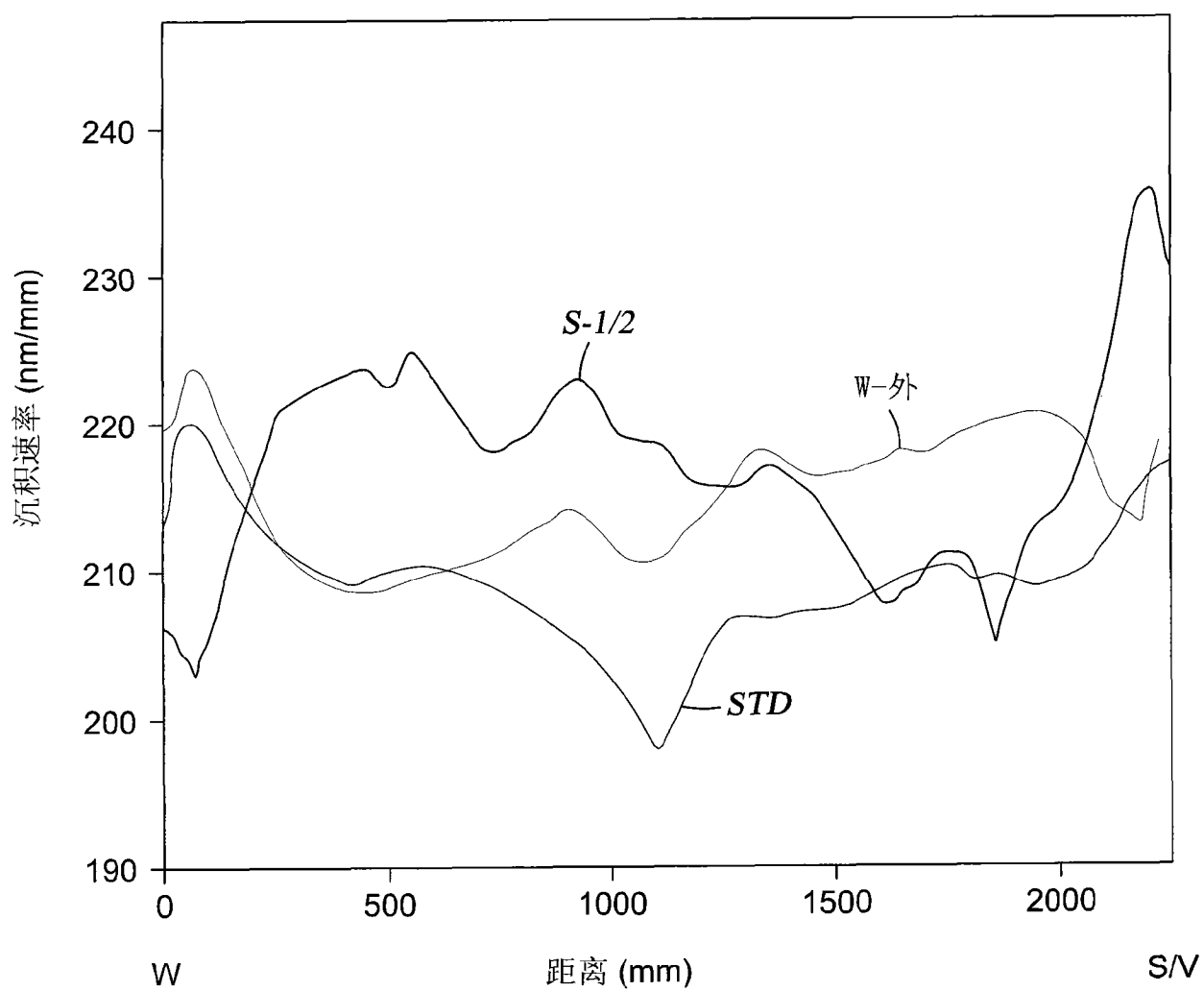


图 15

W	14.9 18.0 9.5	- 9.9 10.0	Si-H%	S/V
	- 17.2 13.1	14.9 13.4 14.1	- 12.1 19.9	
		- 11.9 13.4	14.0 11.3 14.6	

图 16

W	3.7 3.6 -2.1	- -1.5 -0.3	应力	S/V
	4.5 0.0	3.0 0.9 -0.7	- -0.2 5.5	
		- -1.3 -1.7	3.3 -0.6 -2.9	

图 17

W	1730 1728 529	- 634 1141	湿刻速率	S/V
	- 2521 557	1230 931 660	- 780 1254	
		- 582 495	1350 704 675	

图 18

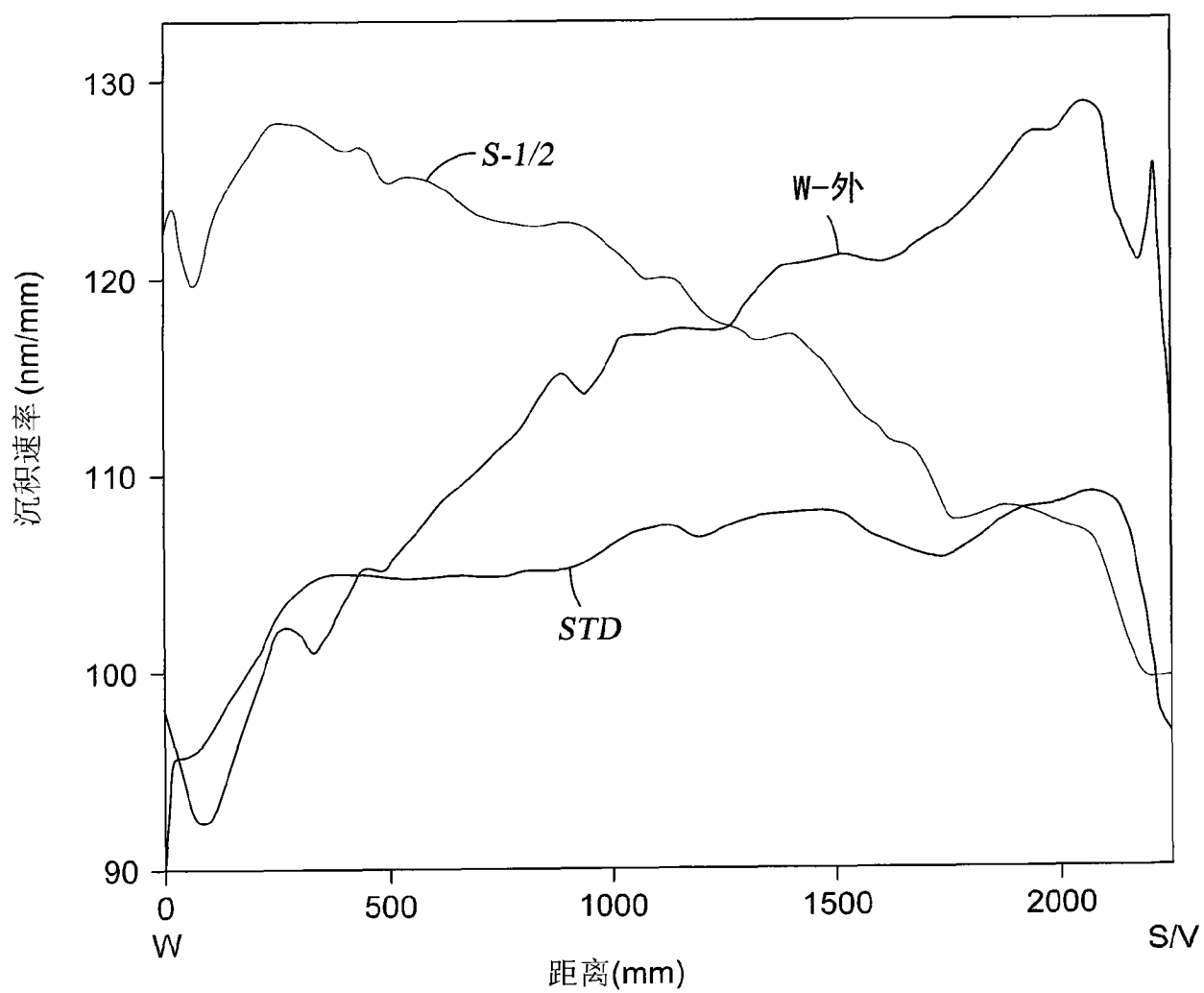


图 19

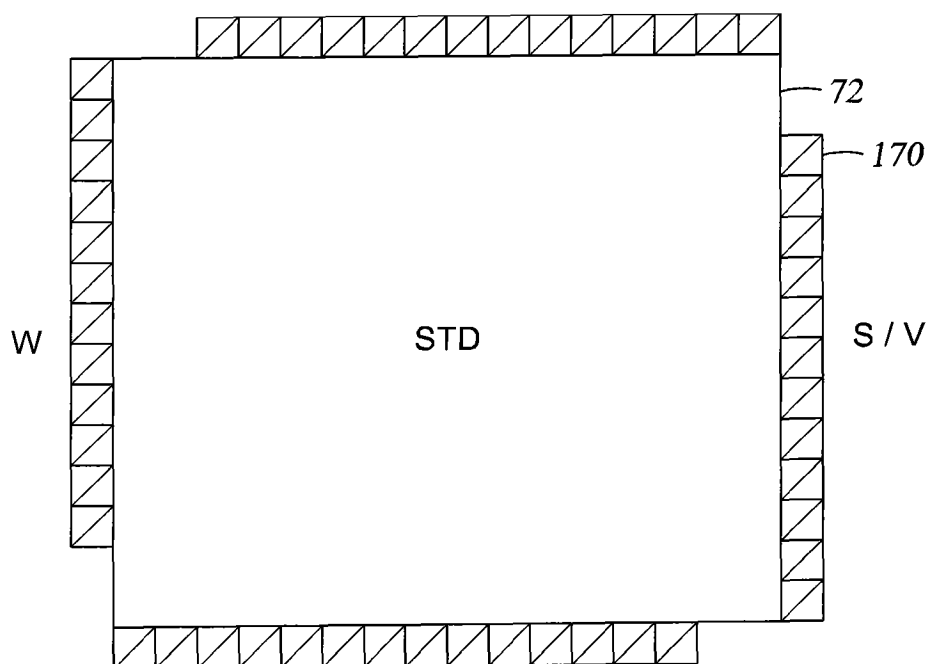


图 20

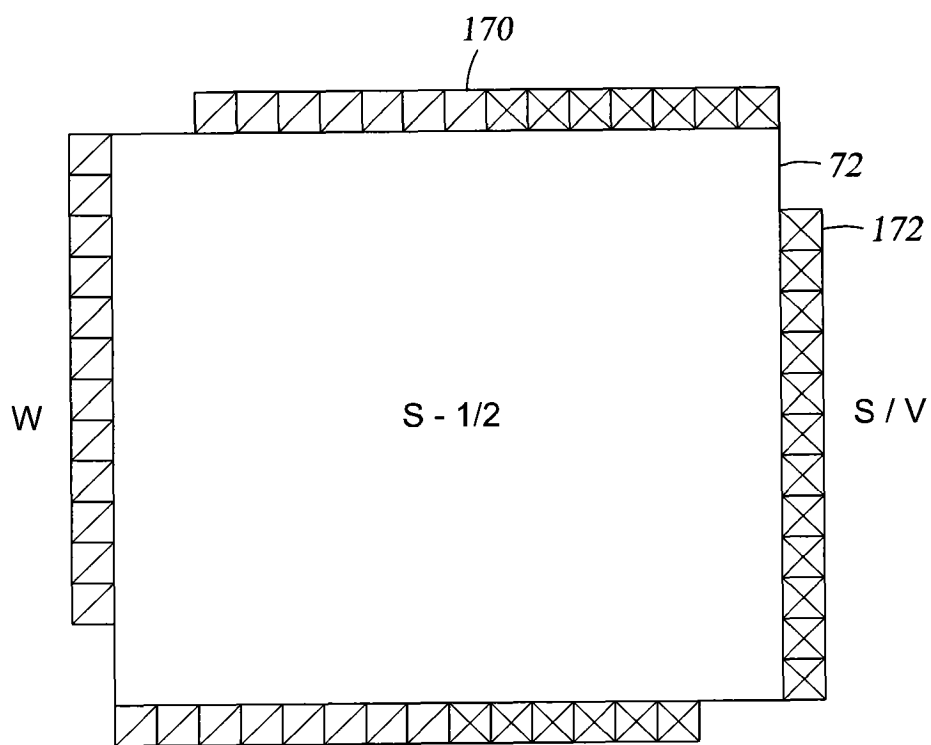


图 21

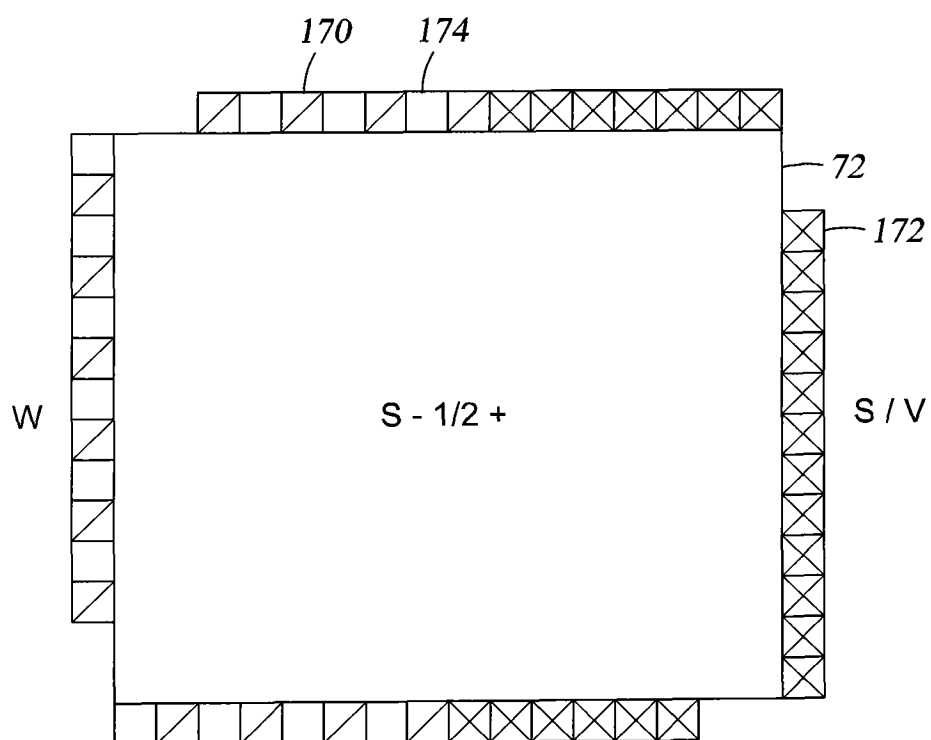


图 22

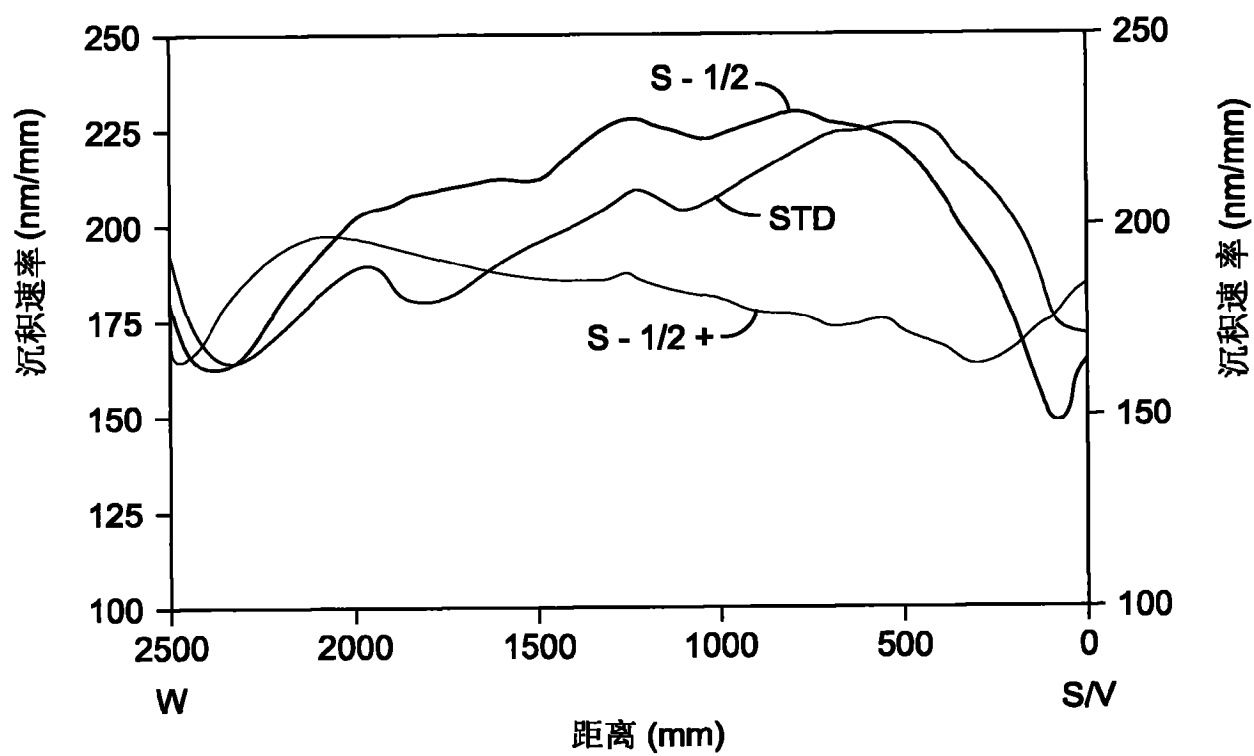


图 23

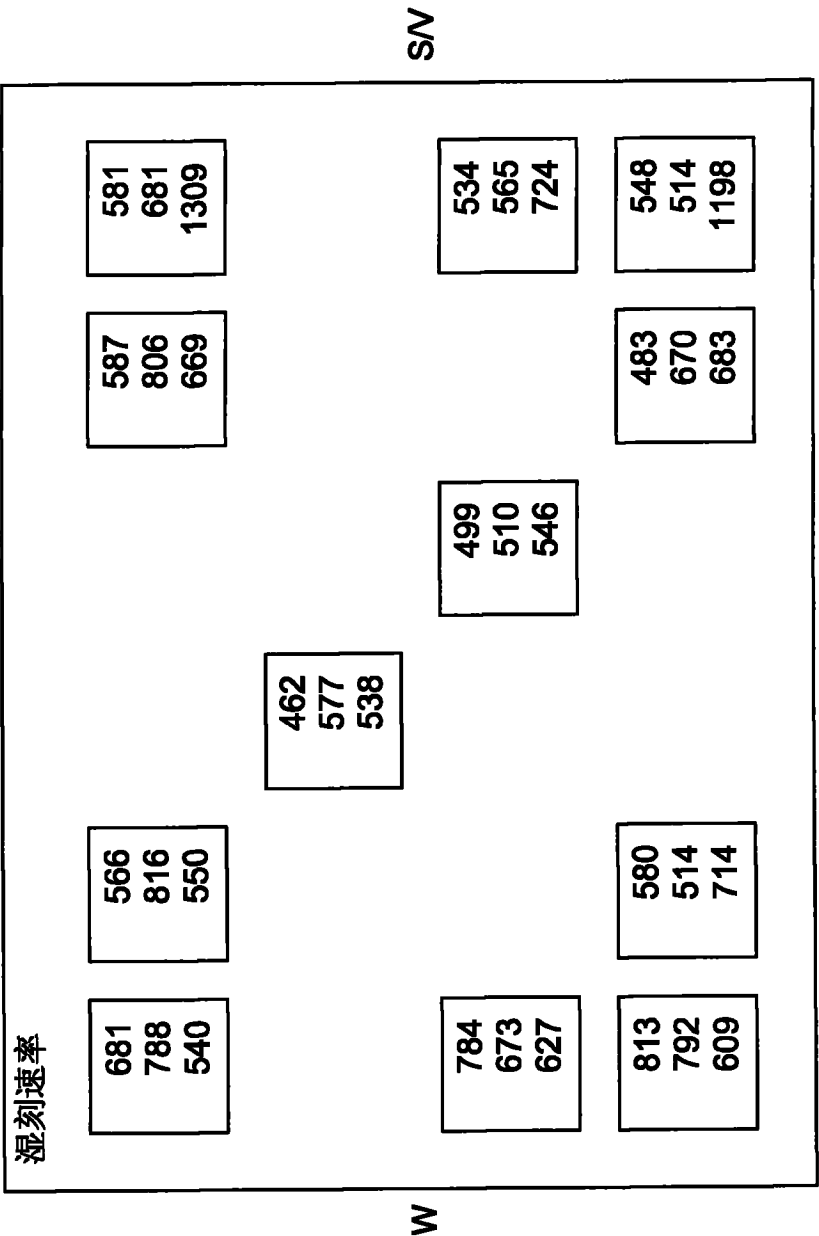


图 24