

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200510051824.2

[51] Int. Cl.

H01L 21/3065 (2006.01)

H01L 21/205 (2006.01)

H01L 21/00 (2006.01)

H05H 1/00 (2006.01)

H05H 1/46 (2006.01)

C23C 16/44 (2006.01)

[45] 授权公告日 2008 年 7 月 30 日

[11] 授权公告号 CN 100407380C

[22] 申请日 2005.3.1

[21] 申请号 200510051824.2

[30] 优先权

[32] 2004.3.1 [33] JP [31] 2004-056618

[73] 专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京

[72] 发明人 内山信三

[56] 参考文献

JP11-350143A 1999.12.21

US2002/0088542A1 2002.7.11

JP2000-58294A 2000.2.25

US5024748A 1991.6.18

JP5-345982A 1993.12.27

审查员 闫立刚

[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所

代理人 李春晖

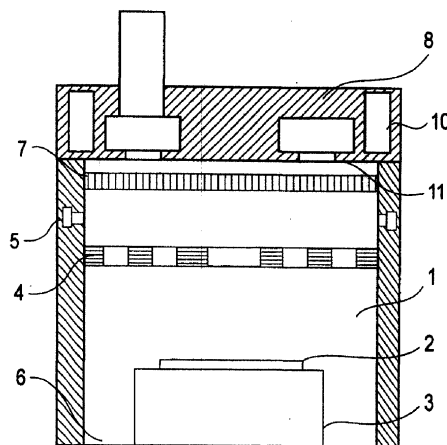
权利要求书 1 页 说明书 11 页 附图 4 页

[54] 发明名称

等离子体处理设备以及设计等离子体处理设备的方法

[57] 摘要

本发明涉及等离子体处理设备以及设计等离子体处理设备的方法。所公开的等离子体处理设备具有等离子体产生部分和设置在所述等离子体产生部分和要处理的对象之间的多孔板，其中，所述多孔板具有多个孔，这些孔在形状、尺寸和布置中的至少一个方面是不均匀的。具体来说，根据在所述等离子体产生部分处的活性核素的分布以及对扩散的计算，确定所述孔的形状、尺寸或者布置，使得所述要处理的对象附近的等离子体活性核素具有所需的浓度和分布。这确保了在对象附近的等离子体分布均匀，同时很好地抑制等离子体密度的下降。



1. 一种等离子体处理设备，包括：

等离子体产生部分；以及

设置在所述等离子体产生部分和要处理的对象之间的多孔板，

其中，所述多孔板具有多个孔，这些孔的形状和布置根据在所述等离子体产生部分处的活性核素分布和对扩散的计算来确定，使得在要处理的对象附近的等离子体活性核素具有所需的浓度和分布。

2. 如权利要求 1 所述的设备，其中，所述多孔板的热膨胀系数小于 1×10^{-5} 。

3. 如权利要求 1 所述的设备，其中，所述多孔板由至少包含硅的材料组成。

4. 如权利要求 1 所述的设备，其中，所述多孔板的孔的中心分布在大致同心的圆上，其中，大致沿着同一圆布置的孔具有大致相同的截面积。

5. 如权利要求 1 所述的设备，其中，所述多孔板的孔的中心大致等距地分布。

6. 如权利要求 1 所述的设备，其中，要处理的对象附近的活性核素为离子。

7. 如权利要求 1 所述的设备，其中，要处理的对象附近的活性核素为中性原子团。

等离子体处理设备以及 设计等离子体处理设备的方法

技术领域

本发明总体上涉及等离子体处理设备比如要用在例如半导体衬底或者液晶衬底的半导体制造工艺中的蚀刻设备、氮化设备或者氧化设备。更具体地，本发明涉及这样的等离子体处理设备，通过它，可使在衬底（要处理的对象）附近的等离子体活性核素或者活性分子的量达到理想的密度（或者说浓度）和分布。

为了提高要在半导体衬底上产生的晶片的成品率，在等离子体处理设备中，对半导体衬底表面的处理均匀性非常重要。为了实现半导体衬底表面上的处理均匀性，已经在等离子体处理设备中进行了许多努力。使用多孔板是一个例子。

例如，日本专利申请公开 No. 2000-58294 公开了一种 CVD（化学汽相淀积）设备，其中，为了确保在半导体衬底上淀积厚度均匀的薄膜，改变多孔板的厚度以控制向半导体衬底表面上各点的反应气体供应量。该现有技术示例的设备是这样一种 CVD 设备：其中，用较高的压强处理半导体衬底，结构被安排为在一个粘性流压强区中进行空气流控制。为了在多孔板的顶部和底部之间提供较大的压强差，并使通过孔的气流速率均匀，在多孔板中形成非常小直径（ $\Phi = 0.1$ 到 1mm ）的大量的孔。多孔板的厚度分布的确定是依据粘性流的关系式（通过孔的气流速率正比于深度的平方），同时参考试验结果。尽管该现有技术的例子适合应用于在半导体衬底上均匀淀积薄膜的情况，但是其不适合比如蚀刻的情况，在蚀刻的情况下，要用较低的压强处理半导体。这是由于两种需要之间的矛盾。一种需要是，由于蚀刻工艺是在较低压强的分子流压强区中进行，应当使厚度差较大，以基于多孔板的厚度分布进行气流速率控制。另一种需要是，应当使多孔板

尽可能薄，以能够有效地利用离子。

日本专利申请公开 No. 11-350143 公开了一种可以应用于蚀刻设备的多孔板。在此例子中，在与半导体衬底相反的表面上提供微波传输窗，由微波产生等离子体。该微波传输窗包括三个窗口。最上的窗口用来隔离大气和真空。中间的和底部的窗口形成有用于传导的小孔，并向半导体衬底表面均匀地提供反应气体。具有三个窗口、也用作多孔板的该微波传输窗被布置为使得窗口内侧的压强较高，并使它们之间的间隔较窄，从而防止三窗口结构的窗口内发生放电。该现有技术的离子是基于这样的概念：借助于微波传输窗（多孔板）使得向半导体衬底表面上的各点的反应气体供应量均匀，从而在微波传输窗（多孔板）的底部产生均匀的等离子体，借此使得对半导体衬底表面上各点的等离子体离子供应量均匀。另外，提供一个带孔的隙缝天线，以在微波传输窗的下面产生均匀的等离子体，从而使微波传输的分布大致均匀。

但是，如果隙缝天线被设计为提供大致均匀微波传输分布，尽管这使得能够在特定的约束条件下在微波传输窗下产生均匀的微波等离子体，但是在其它条件下，难以在该处产生均匀的微波等离子体。推测起来，这是因为，由于表面波模是随着等离子体密度变化的，不能稳定地激发等离子体。

还有一个例子，公开在日本专利申请公开 No. 5-345982 中，其中，在缝隙之间产生微波表面干涉波，稳定地激发微波等离子体而不导致波型跳变（模式跳变）。在此现有技术的例子中，由于在分子流压强区中使用扩散现象以使得半导体衬底附近的等离子体分布均匀，有这样一种倾向：等离子体处理室，进而等离子体处理设备，的尺寸变大。这样，已经尝试使用多孔板来使得等离子体处理设备的尺寸变小同时使衬底附近的等离子体分布均匀。但是，尽管在多孔板具有直径为几个毫米的规则分布的小孔时衬底附近的等离子体分布被调节为均匀的，例如，等离子体和多孔板之间的接触区被放大了，等离子体密度下降得很多。这使得衬底处理时间延长。另一方面，使用了较大

的孔，来降低与等离子体的接触面积，以抑制等离子体的下降。但是，每一个孔的特征（属性）变大，在试错的过程中会花费大量的时间和精力，因而是现实的。

发明内容

因此，本发明的一个目的是提供一种等离子体处理设备，利用它可使要处理的对象附近的等离子体活性核素有理想的密度（浓度）和分布。

本发明的另一个目的是提供一种等离子体处理设备，其具有结合在其中的多孔板，该多孔板可有效地使要处理的对象附近的等离子体分布均匀，同时抑制等离子体密度的下降，并且可以容易地达到前述目的而无需依赖于试错法。

根据本发明的一个方面，为了达到上述至少一个目的，提供了一种等离子体处理设备，包括：等离子体产生部分；设置在所述等离子体产生部分和要处理的对象之间的多孔板，其中，所述多孔板具有多个孔，这些孔在形状、尺寸和布置中的至少一个方面是不均匀的。

根据本发明的另一方面，提供一种等离子体处理设备，包括：等离子体产生部分；设置在所述等离子体产生部分和要处理的对象之间的多孔板，其中，所述多孔板具有多个孔，这些孔的形状和布置根据在所述等离子体产生部分处的活性核素分布和扩散的计算来确定，使得在要处理的对象附近的等离子体活性核素具有所需的密度和分布。

根据本发明的又一方面，提供一种设计等离子体处理设备的方法，该等离子体处理设备具有等离子体产生部分和设置在所述等离子体产生部分和要处理的对象之间的多孔板，该方法包括：根据在所述等离子体产生部分处的活性核素分布以及关于扩散的计算，来确定所述多孔板的孔的形状和布置，从而使所述对象附近的等离子体活性核素具有所需的密度和分布。

简言之，根据本发明，使用具有在形状、大小和/或分布方面不均匀的孔的多孔板，借此能够提供等离子体活性核素的各种密度和分

布。具体地，所述孔的形状、大小和分布的确定可以根据等离子体产生部分处的活性核素分布以及关于扩散的计算。这有效地消除了试错法对大量时间和精力需要，从而容易又方便地实现确保所需的等离子体活性核素密度和分布的多孔板。

阅读下面结合附图对部分的优选实施例进行的说明，可以更加清楚本发明的上述以及其它目的、特征和优点。

附图说明

图 1 是根据本发明第一实施例的微波等离子体处理设备的示意图；

图 2 是根据本发明第一实施例的多孔板的示意图；

图 3 是用于解释根据本发明第一实施例的多孔板的功能和效果的曲线图；

图 4 是用于解释根据本发明第二实施例的多孔板的功能和效果的曲线图；

图 5 是根据本发明第三实施例的多孔板的示意图；

图 6 是用于解释本发明第四实施例的隙缝布置的示意图；

图 7 是根据本发明第五实施例的多孔板的剖面图。

具体实施方式

根据本发明的一种优选形式的等离子体处理设备包括一个等离子体处理部分和设置在所述等离子体处理部分和要处理的衬底之间的多孔板，其中，所述多孔板的孔的形状和布置根据所述等离子体产生部分处的活性核素密度分布以及关于扩散的计算来确定，以确保衬底附近的等离子体活性核素具有均匀的分布。根据此实施例，根据所述等离子体产生部分处的活性核素密度分布以及关于扩散的计算来设计所述多孔板。因此，可以确定大直径的孔而无需依赖试错工作，从而，实现的等离子体处理设备能够在衬底附近提供具有良好均匀性的等离子体活性核素分布，同时抑制等离子体下降。

这里,例如可以使用电子探针检测在等离子体产生部分处的活性核素密度分布。另外可以根据下述等式(1)进行扩散计算,该等式是所谓的双极扩散方程。已经知道,通过扩散作用到达一个壁的等离子体通过复合而在该壁上湮灭,湮灭的量可以用下面的等式(2)表示。这些等式的执行所需的扩散系数等可以使用电子探针根据试验来确定。

$$Q = D \times \Delta N / \Delta L \times S \quad \dots(1)$$

在等式(1)中, Q 是扩散量, D 是扩散系数, ΔN 是密度差, L 是长度, S 是面积。

$$Q' = N \times C \times S \quad \dots(2)$$

在等式(2)中, Q' 是复合湮灭量, N 是等离子体密度, C 是系数, S 是面积。

根据这些计算公式以及在等离子体产生部分处的密度分布,确定孔的面积和分布,以使得衬底附近的等离子体密度均匀。

根据设计的结果,在具有较高等离子体产生密度的区域或者其附近,孔的直径较小,而在具有较低等离子体产生密度的区域或其附近,孔具有较大的直径。

只有在具有较大截面积的孔周围的部分中,多孔板的厚度可以较小,以进一步减少在孔壁处的等离子体复合湮灭,同时可以增加具有较小截面积的孔,以在总体上保持平衡。这使得能够提供这样的等离子体处理设备:其中,放大了等离子体传输速率,同时保持了衬底附近的等离子体分布的均匀性。

所述多孔板可以用热膨胀系数大致小于 $1 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ 的材料制成。在这种情况下,在等离子体处理期间,温度可以升高到 500 摄氏度的多孔板的形状的变化可以得到很好的抑制。因此,这使得能够提供这样的等离子体处理设备:其中,可以稳定地使得衬底附近的等离子体活性核素分布均匀。多孔板的孔直径一般在 1mm 到 50mm 的范围内,要求大约 0.1mm 的处理精度。所述多孔板的使用条件是大约 500 摄氏度以下。因此,通过简单的计算,热膨胀系数最好是小于大约 1×10^{-5}

$5/^{\circ}\text{C}$ 。更好的是，它可以用热膨胀系数小于 $1\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 的材料制成，所述材料比如是作为含硅陶瓷的石英。

多孔板的所有孔的截面积可以大致按照相同的比例放大或者收缩。这使得能够提供这样的等离子体处理设备：通过它可以容易和方便地改变要处理的衬底附近的等离子体活性核素密度，而不改变衬底附近的等离子体活性核素的分布。由于扩散作用通过多孔板的孔的等离子体的量大致正比于多孔板中所有孔的总截面积，这是可以实现的。

该多孔板可以形成为使得其孔的中心分布在大致同轴和同心的圆上，沿着同一圆布置的孔具有大致相同的截面积。这使得能够提供这样的等离子体处理设备，使用它能够对具有类似的中心对称的圆形衬底比如半导体衬底进行精确和均匀的等离子体处理。

所述多孔板上形成的孔的中心可以相互大致等距地布置。这使得能够提供这样的等离子体处理设备，使用它能够对衬底的整个表面进行均匀的等离子体处理。

可以使所述多孔板的孔截面积稍大，以确保衬底附近的活性核素能够包括离子。这使得能够提供这样的等离子体处理设备，其中，就像在蚀刻工艺或者氮化工艺中那样，离子是主要的反应因素。

可以使所述多孔板的孔截面积稍小，以确保衬底附近的活性核素由中性原子团组成。这使得能够提供这样的等离子体处理设备：其能够进行等离子体处理，而不会导致半导体器件的特性有较大的退化，就像在使用氧原子团作为主要成分的氧化工艺中那样。

该等离子体处理设备可以包括一个具有用于基本上传输微波的介电部件的等离子体处理室，用于将微波导入等离子体处理室的微波导入装置，衬底，以及设置在所述衬底和所述介电部件之间的多孔板，该设备被布置为基于微波激发表面波等离子体。这使得能够提供这样的等离子体处理设备，使用它能够将等离子体产生部分局限于介电部件附近，能够精确、容易地设计所述多孔板。在这样的微波等离子体处理设备中，使用微波产生的等离子体，将微波限制在介电部件附近。这样，其具有这样一个特征：只在介电部件附近产生等离子体，等离

子体通过扩散作用被传输到衬底 2。这样，根据等离子体产生部分的分布和扩散，能够精确地设计多孔板的孔以及它们的布置。

可以使用带有隙缝的环形圆截面波导将微波导入等离子体处理室。这使得能够提供这样的等离子体处理设备：使用它，等离子体产生部分的密度分布较少受等离子体处理条件比如气压或者所使用的气体的类型的影响，并且，能够在多种等离子体处理条件下应用单个多孔板。

在本发明中，多孔板的孔不需要沿着同轴和同心的圆分布。它们可以按照需要任意布置。另外，孔的形状不限于圆形，可以使用任何形状，例如矩形、三角形或者星形（五角星形）。本发明的多孔板可以应用于任何类型的等离子体处理设备，只要等离子体产生部分限于局部。例如，可以是微波等离子体或者感应耦合等离子体（ICP）。

下面结合附图叙述本发明的优选实施例。

（实施例 1）

下面结合示于图 1 的微波等离子体处理设备的一个例子详细描述本发明的第一实施例。在图 1 中，附图标记 1 表示一个圆柱形等离子体处理室，2 是要处理的衬底。3 是用于承载衬底 2 的衬底载台。4 是多孔板，5 是处理气体导入装置。6 是排出口。8 是具有隙缝的环形圆截面波导，用于将微波导入等离子体处理室 1。11 表示形成在圆截面波导 8 中的隙缝，所述隙缝之间的间距对应于波导管内的微波波长的一半或者四分之一。7 表示介电材料窗口，用于将微波导入等离子体处理室。10 表示形成在波导管 8 中的冷却水流道。等离子体处理室 1 的内壁和介电材料窗口 7 由石英制成，不会对衬底 2 造成金属污染。衬底载台 3 由以氮化铝为主要成份的陶瓷制成。

多孔板 4 由热膨胀系数为 $5 \times 10^{-7} / ^\circ\text{C}$ （难以热膨胀）的石英制成，不会导致金属污染。每一个孔的截面积和布置根据在介电材料窗口 7 附近产生的等离子体产生部分密度分布，以及扩散作用来设计。对于多孔板的孔，考虑到波导管 8 和圆柱形等离子体处理室 1 的中心对称，

如图 2 所示, 将孔制成具有圆柱形的形状, 将它们分布在中心, 沿着某些同心圆, 相互间大致等距。另外, 尽管类似地考虑了中心对称, 沿着同一个圆布置的那些孔具有大致相同的截面积。相邻孔之间的距离大致等于 20mm。孔直径大致在 10 到 20mm 的范围内。所有孔的总截面积和等离子体处理室 1 的截面积之比 (以后称为“开口比”) 大致等于 0.2。

下面描述使用本实施例的等离子体处理设备对衬底 2 的表面进行氮化处理的一个例子。首先, 将表面上形成了 2nm 厚的氧化物膜的硅衬底通过传输装置 (未图示) 向衬底载台 3 传输, 并被置于载台上。然后, 使用抽风系统 (未图示) 将处理室 1 抽空到不大于 0.1Pa 的水平。随后, 通过处理气体导入装置 5 向等离子体处理室 1 中导入 500sccm 的氮气。之后, 调节设置在抽风系统中的电导阀 (未图示), 将处理室 1 保持在 130Pa。随后, 开启微波电压源, 以通过所述环形圆截面波导管 8 和所述介电材料窗口 7 向等离子体处理室 1 中提供 1.5kW 的微波, 从而在等离子体处理室 1 内产生等离子体。当微波激发的等离子体的密度变得大于大约 $1 \times 10^{11}/\text{cm}^3$ 时, 微波不能再进入等离子体, 结果, 只在介电材料窗口 7 的极曲面 (polar surface) 处产生等离子体。等离子体中的氮离子在扩散的同时前进并到达多孔板。它们中的一些由于在多孔板表面处的复合湮灭而消失, 而其中一些穿过多孔板 4 的孔, 从而得到调节而在衬底 2 的表面上提供均匀的氮离子分布, 从而, 这些离子到达衬底 2。借助于在要处理的衬底 2 的表面处的离子层, 对靠近衬底 2 的氮离子加速, 它们入射到衬底 2 上, 从而导致氧化硅膜的氮化。在从开始微波供应过去三分钟之后, 停止微波电压源, 中断氮气供应。在将等离子体处理室 1 排空到不大于 0.1Pa 的水平之后, 将衬底 2 取出等离子体处理室 1。

在氮化处理完成之后, 使用椭率计 (Ellipsometer (KLA-Tencor Corporation)) 测量衬底表面 2 上氮氧化硅膜的厚度的增加 (按照氧化硅膜进行转换)。结果是 $2.1 \text{ nm} \pm 2\%$ 。其均匀性是不使用多孔板可获得的均匀性的大约 6 倍, 如图 3 所示。

如上所述,根据本实施例的等离子体处理设备,即使使用具有大直径孔的多孔板,可以实现衬底表面上的处理均匀性。另外,通过根据等离子体产生部分处的密度分布以及关于扩散的计算来设计多孔板,可以避免试错法所需的大量时间和精力。因此,能够容易和方便地提供多孔板。

(实施例2)

在此实施例中,用开口比大约为0.1的多孔板取代第一实施例的微波等离子体处理设备的多孔板4,以类似于第一实施例的方式对衬底2进行氮化处理。用在第二实施例中的多孔板4的每一个孔的截面积是第一实施例所用的多孔板的孔截面积的一半。这样,孔的直径为 $1/\sqrt{2}$ (2的平方根),大致在7到15mm的范围内。多孔板4的孔的布置类似于第一实施例。

在氮化处理完成之后,使用椭率计(Ellipsometer (KLA-Tencor Corporation))测量衬底表面2上氮氧化硅膜的厚度的增加(按照氧化硅膜进行转换)。结果是 $1\text{ nm} \pm 2\%$ 。将根据第二实施例的氮化处理后衬底上的膜厚分布与第一实施例所获得的膜厚分布相比较,如图4所示,可以看到,分布的形状是类似的,但是在第二实施例中,膜厚大约是一半。

如上所述,可以看到,多孔板的所有孔的截面积可以大致按照恒定的比例放大或者缩小,通过这样做,可以实现这样的等离子体处理设备,通过它,可以方便地增大或者减小氮化膜的厚度,同时保持良好的氮化处理均匀性。

(实施例3)

在此实施例中,用图5所示的多孔板4取代第一实施例的微波等离子体处理设备的多孔板4,以类似于第一实施例的方式对衬底2进行氮化处理。对于在第三实施例中使用的多孔板4的孔,取消沿着第一实施例使用的多孔板的从中心数起的第一同心圆设置的那些孔,同

时,另一方面,将中央孔的尺寸放大。另外,使开口比大致等于 0.22。因为取消了从中心起的第一同心圆上的孔,即使将开口比扩大到大约 0.22,也能确保相邻孔之间有足够大的间隔。这样,多孔板可以获得足够大的机械强度。

在氮化处理完成之后,使用椭率计(Ellipsometer (KLA-Tencor Corporation))测量衬底 2 表面上氮氧化硅膜的厚度的增加(按照氧化硅膜进行转换)。结果是 $2.2 \text{ nm} \pm 2\%$ 。与第一实施例相比,膜厚增加约 10%。

如上所述,可以适当地改变多孔板的相邻同轴同心圆之间的间隔,这样可以实现这样的等离子体处理设备,通过它,可以通过保持孔间足够大的间隔来在扩大开口比的同时保持多孔板的强度,并可以使处理速度提高。

(实施例 4)

在此实施例中,根据第一实施例的微波等离子体处理设备的隙缝被改变为如图 6 所示的弓形,并且用开口比大约为 0.3 的多孔板替换多孔板 4,该开口比对应于要由这些隙缝产生的等离子体产生部分密度分布。以类似于第一实施例的方式进行氮化处理。根据第四实施例中使用的多孔板 4,开口比与第一实施例相比可以放大大约 50%。这是因为,在第一实施例的隙缝布置中,由于等离子体产生部分密度分布为环形,开口比被确定为要避免多孔板的中央孔和周围的孔之间的干涉。然而根据第四实施例,由于在介电材料窗口 7 的整个表面上均匀地扩大等离子体产生部分密度分布,孔直径变得均匀,相邻孔之间的干涉难以发生。这样,可以使开口比较大。

在氮化处理完成之后,使用椭率计(Ellipsometer (KLA-Tencor Corporation))测量衬底表面 2 上氮氧化硅膜的厚度的增加(按照氧化硅膜进行转换)。结果是,与第一实施例相比,膜厚增加约 50%。

如上所述,可以使用能够提供更为均匀的等离子体产生部分密度分布的隙缝布置,这样使得能够提供这样的等离子体处理设备,通过

它，可以加大开口比，并可以使处理速度提高。

（第五实施例）

在此实施例中，用开口比约为 0.21 的多孔板 4 取代第一实施例的微波等离子体处理设备的多孔板 4，以类似于第一实施例的方式对衬底 2 进行氮化处理。在第五实施例中，多孔板的围绕具有较大直径的孔的区域的厚度较薄，如图 7 所示。结果，减少了在孔壁处等离子体复合湮灭。由于将具有较小直径的孔的直径放大以在整体上保持平衡，可以使多孔板的开口比增大。

在氮化处理完成之后，使用椭率计（Ellipsometer (KLA-Tencor Corporation)）测量衬底表面 2 上氮氧化硅膜的厚度的增加（按照氧化硅膜进行转换）。结果是 $2.2 \text{ nm} \pm 2\%$ 。与第一实施例相比，膜厚增加约 10%。

如上所述，可以使多孔板的围绕具有较大直径的孔的区域的厚度较薄，这使得能够提供这样的等离子体处理设备：通过它，可以放大直径较小的孔的直径，并可以使处理速度提高。

根据本发明的上述实施例，可以使用具有较大孔直径的多孔板来降低等离子体和孔壁直径的接触面积，以抑制等离子体的复合湮灭。这样，可以缩短衬底处理时间；另一方面，可以保证衬底表面上的处理均匀性。另外，可以根据等离子产生部分处的密度分布和有关扩散的计算来设计多孔板。这样，可以不需要试错法所需的大量时间和精力，可以容易而方便地提供多孔板。

上面对本发明的描述结合了这里所公开的结构，但是本发明不限于这里所公开的细节。本发明应覆盖在所附权利要求范围内或者其改进范围内的所有变化或者改进。

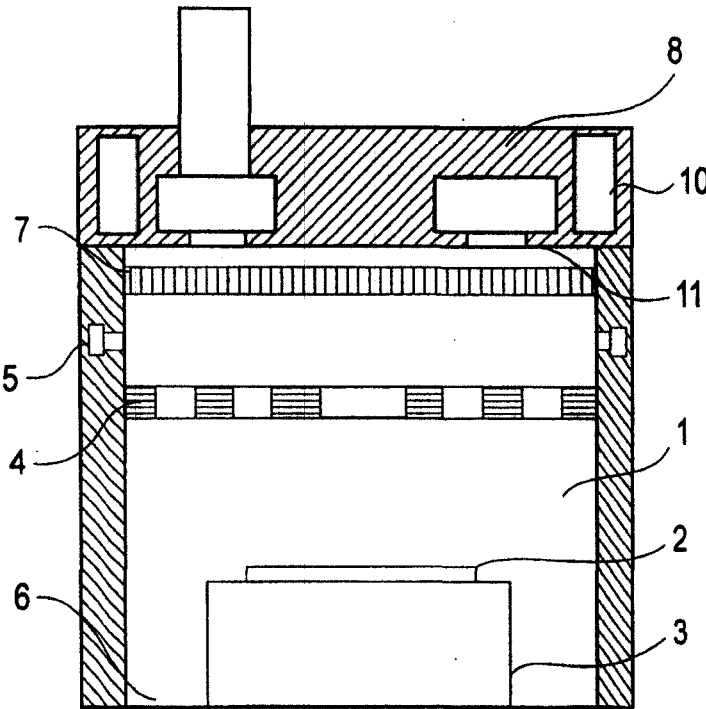


图1

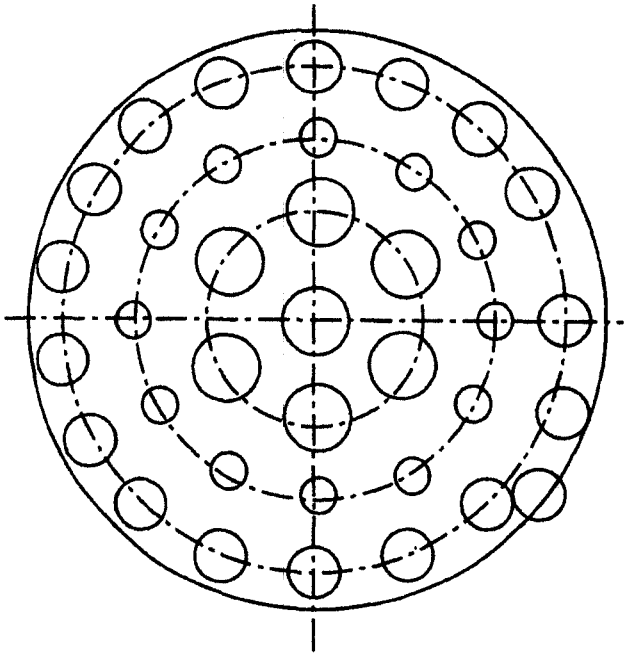


图 2

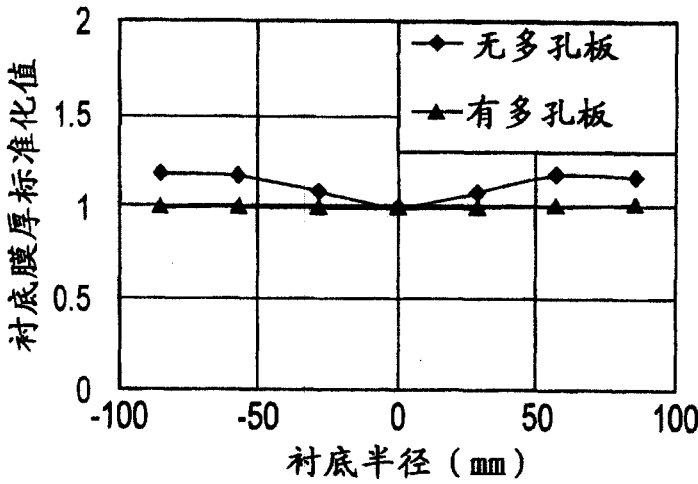


图 3

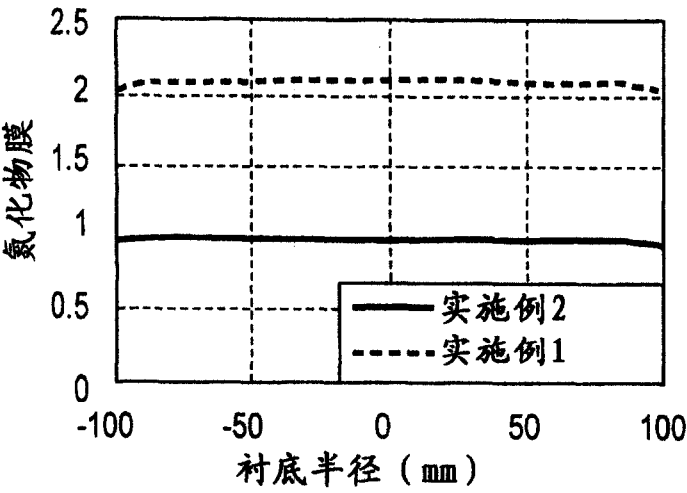


图 4

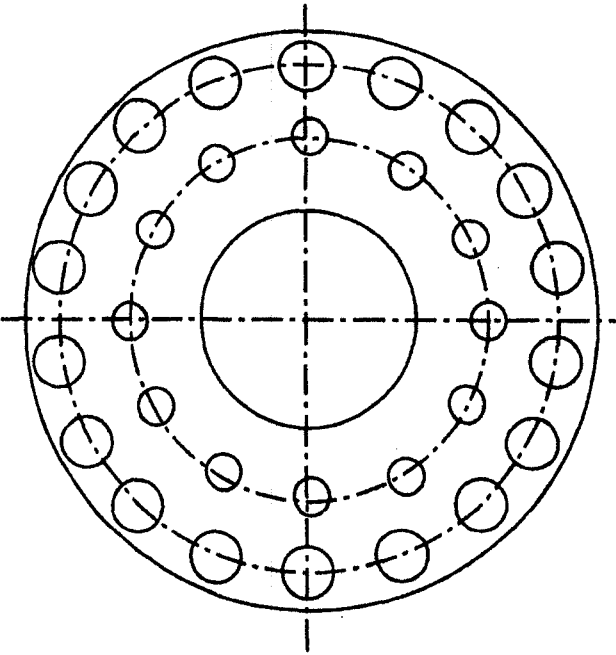


图 5

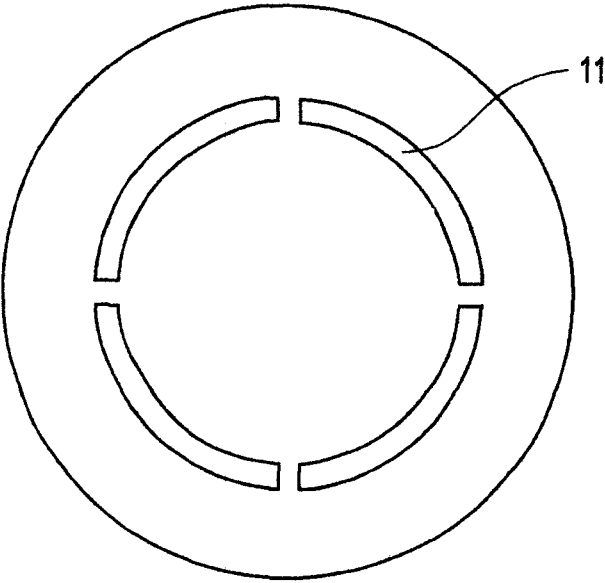


图 6



图 7