

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101903971 A

(43) 申请公布日 2010. 12. 01

(21) 申请号 200880121597. 8

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2008. 12. 19

H01J 37/32(2006. 01)

(30) 优先权数据

61/015332 2007. 12. 20 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2010. 06. 18

(86) PCT申请的申请数据

PCT/EP2008/068020 2008. 12. 19

(87) PCT申请的公布数据

W02009/080751 EN 2009. 07. 02

(71) 申请人 欧瑞康太阳 IP 股份公司 (特吕巴赫)

地址 瑞士特吕巴赫

(72) 发明人 S·约斯特 A·贝林格

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 李娜 王忠忠

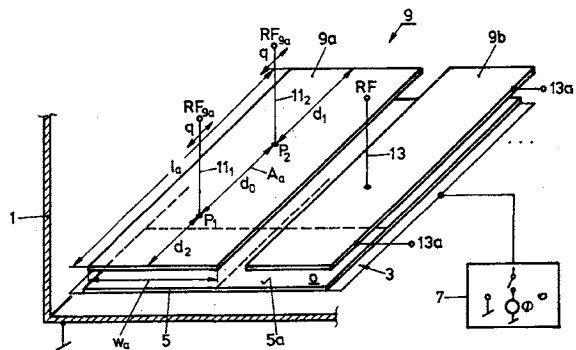
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 4 页

(54) 发明名称

用于制造大面积真空等离子体处理的基板的方法以及真空等离子体处理装置

(57) 摘要

大表面基板 (5、5a) 是在包括偶数个电极带 (9a, %) 的电极布置 (9) 的帮助下进行 Rf 真空等离子体处理的。至少一个带是在沿着所讨论的带 (9_a) 的中心轴 (A) 的至少两个不同位点 (P₁、P₂) 处进行 Rf 供给的。



1. 一种用于制造真空等离子体处理的基板的方法,包括:
 - 将要被处理的至少 1m^2 基板表面在真空容器中暴露于基本上成平面且间隔的电极图案,所述电极图案包括偶数个平行的、相互间隔的基本等长的电极带;
 - 将 Rf 等离子体放电能量在沿着所述至少一个带的长度轴的至少两个不同位点处供给至至少一个所述带;
 - 通过利用所述电极图案建立的等离子体来处理所述基板。
2. 根据权利要求 1 所述的方法,包括沿着所述长度轴选择所述位点以具有相互距离的平均值 s ,所述至少两个位点的最外位点距离带的小边达 $s/2 \pm 20\%$ 远。
3. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法,包括沿着所述轴的至少三个所述位点,所述点的相互距离与平均值 s 相差至多所述平均值的 20% 。
4. 根据权利要求 1 至 3 之一所述的方法,沿着至少两个所述带的长度轴,优选地沿着至少突出数目个所述带的长度轴来提供所述点。
5. 根据权利要求 2 至 4 之一所述的方法,包括生成所述等离子体放电能量,其在预定频率 f_0 处具有最大能量,所述平均值 s 和所述带的宽度中的至少一个被选择成至多 $1/10 \lambda_0$,其中 λ_0 是对应于频率 f_0 的波长。
6. 根据权利要求 1 至 5 之一所述的方法,包括调节所述位点的位置。
7. 根据权利要求 1 至 6 之一所述的方法,包括将所述带再分成带的至少两个子集,以及利用相加基本上为零信号的电 Rf 信号来分别对所述子集的带进行供给。
8. 根据权利要求 1 至 7 之一所述的方法,所述等离子体处理是非反应性的或反应性的蚀刻或层沉积。
9. 根据权利要求 8 所述的方法,所述层沉积是 PECVD。
10. 一种真空等离子体处理装置,包括:
 - 真空容器;
 - 在所述容器中的基板支承体,其用于包括一个或多于一个平坦基板的至少一个基板布置,所述基板布置具有至少 1m^2 要被处理的表面;
 - 基本上成平面的电极图案,其远离所述基板支承体并且包括偶数个相互间隔的平行电极带,至少一个所述带具有在沿着所述至少一个带的长度轴的不同位点处连接的至少两个电供给线。
11. 根据权利要求 10 所述的装置,所述位点彼此之间具有相互距离的平均值 s ,最外位点具有距所述带的小边的 $s/2 \pm 20\%$ 的距离。
12. 根据权利要求 10 或 11 所述的装置,所述至少一个电极带具有至少三个所述电供给线,所述位点的相互距离与所述相互距离的平均值 s 相差至多 $20\% s$ 。
13. 根据权利要求 10 至 12 之一所述的装置,至少两个所述带,优选地突出数目个所述带具有所述供给线和位点。
14. 根据权利要求 11 至 13 之一所述的装置,还包括电等离子体放电能量的 Rf 发生器布置,所述发生器布置生成至少一个电供给信号,其在预定频率 f_0 处具有最大频谱能量,所述带的宽度和所述位点的相互距离的平均值中的至少一个至多是 $1/10 \lambda_0$,其中 λ_0 是对应于频率 f_0 的波长。
15. 根据权利要求 10 至 14 之一所述的装置,可沿着所述带调节所述不同位点中的至少

一部分的位置。

16. 根据权利要求 10 至 15 之一所述的装置,包括具有至少两个输出端的电等离子体放电能量的 Rf 发生器布置,所述输出端的一个在操作中被连接到所述数目个电极带的一个子集,另一个输出端在操作中被连接到所述数目个电极带的另一个子集,依赖于在所述输出端生成的信号向所述子集施加的信号相加基本上为零信号。

17. 一种用于制造真空等离子体处理的基板的方法,包括:

●将要被处理的至少 1m^2 基板表面在真空容器中暴露于基本上成平面且间隔的电极图案,所述电极图案包括 N_e 个平行的、相互间隔的基本等长的电极带;

●将 Rf 等离子体放电能量在沿着所述至少一个带的长度轴的至少两个不同位点处供给至至少一个所述带;

●通过利用所述电极图案建立的等离子体来处理所述基板,其中以奇数个相供给 Rf,并且其中 N_e 是相数目的整数倍。

18. 一种真空等离子体处理装置,包括:

●真空容器;

●在所述容器中的基板支承体,其用于包括一个或多于一个平坦基板的至少一个基板布置,所述基板布置具有至少 1m^2 要被处理的表面;

●基本上成平面的电极图案,其远离所述基板支承体并且包括 N_e 个相互间隔的平行电极带,至少一个所述带具有在沿着所述至少一个带的长度轴的不同位点处连接的至少两个电供给线,

其中 N_e 是 $N_e \geq 3$ 的奇数。

用于制造大面积真空等离子体处理的基板的方法以及真空 等离子体处理装置

背景技术

[0001] 本发明从实现基板表面的均匀处理分布的问题出发。

[0002] 因此,讨论具有至少 1m^2 的要处理的表面的一个基板或者要被同时处理且通常提供至少 1m^2 的要处理的表面的大量基板。

[0003] 在术语表面的“处理”的情况下,我们还知道其中表面被直接暴露于等离子体的各种处理,例如等离子体辅助蚀刻以及特别地是等离子体辅助涂覆。我们特别讨论等离子体增强化学气相沉积 (PECVD)。因此,本发明还针对在 Rf 等离子体的帮助下的真空等离子体处理。

[0004] 一般来说,在 Rf 等离子体的帮助下实现对基板的均匀表面处理是长久以来讨论的问题。因为对均匀表面处理以及由此特别对沿着要被涂覆的这种表面的材料分布和均匀厚度的需求增加了,所以在正在增长的需求的情况下所讨论的问题仍要被解决。

[0005] U. Stephan 在 Mat. Res. Soc. Symp. Proc. Vol. 557, 1999, Material Research Society 中的文章“Problems of Power Feeding in Large Area PECVD of Amorphous Silicon”给出了通过已知方法来解决所讨论的表面处理均匀性问题的完整概述。尽管特别针对 PECVD 无定形硅沉积,但是在文中教导的方法对所讨论的表面被直接暴露于 Rf 等离子体的各种表面处理都有效。需要注意的是,确实这种 Rf 等离子体应用的近期发展展示出使用比以前所使用的频率明显高的频率的趋势。但是以前习惯于通过 13.56MHz 的标准 Rf 频率供给 Rf 范围中的 Rf 等离子体,而现在 Rf 频率显著增加,例如达到 40MHz 以及更大。

[0006] 习惯于将所讨论要被处理的基板的表面直接暴露于间隔的且基本上成平面的电极布置 (arrangement), 所述电极布置由建立 Rf 等离子体的一个或大量电 Rf 信号电供给。

[0007] 当我们提到“基本上成平面的”电极布置时,这不应该被理解成对具有平表面的单一板状电极的专门限定,而是仅仅被理解成沿着几何面布置的布置。

[0008] 在 U. Stephan 等人所讨论文章中,讨论了沿着这种电极布置的驻波的出现,教导了减少这种出现以及其因此对沉积在大的基板表面上的层的均匀厚度分布的负面影响的一些解决方案。一种基本上与在 US 5981 899 中教导的方法以及根据 WO 2006/120239 的方法一致的方法在于提供电极布置,所述电极布置包括大量由电 Rf 供给信号以分组馈给或单独馈给的不同电极。

[0009] 在所讨论的文章中教导的一种方法是提供单个大面积电极以及在不同的供给点处为这样的电极供电。对于单个带状的延伸电极,所教导的是在沿着带的中心轴的多个不同供给点处电馈给这样的带,以便改进暴露于这样的带电极的基板表面处理的均匀性。因此以及因为所讨论的电极是带形的事实,可以通过相对于电极带移动基板来仅处理基板的大表面面积。

[0010] 利用到电极的多个不同供给点的另一种方法提供具有沿着电极外围的多个供给点的大的单一电极板,这种方法不需要基板和电极的相对移动。

[0011] 关于沿着各个电极的 Rf 电压分布的结果（如在示出不需要基板和电极的相对移动的大电极的所讨论的文章中所教导的那样）明显比确实需要基板和电极的相互移动的多点供给带电极实现的结果差。基板和电极的相对移动导致对大表面的大大变长的处理时间，因为一次仅处理一部分所讨论的表面。使用沿二维延伸的大的电极导致对整个大表面的同时处理，不过降低了处理分布的均匀性。

发明内容

[0012] 本发明的目的是提供一种用于制造等离子体处理的基板的方法。一方面要实现改进的表面处理分布的均匀性，另一方面就产量来说要实现非常经济的表面处理。

[0013] 这由所讨论的方法来实现，该方法包括将至少 1m^2 基板表面在真空容器中暴露于基本上成平面且间隔的电极图案，所述电极图案包括偶数个平行的、相互间隔的基本等长的电极带。将 Rf 等离子体放电能量在沿着所述带的长度轴的至少两个不同供给位点处馈给至少一个所讨论的带。通过利用所讨论的电极图案建立的等离子体来处理所述基板。

[0014] 在本发明的另一个方面中，电极图案包括 N_e 个平行的、相互间隔的基本等长的电极带，并且以奇数个相特别地以至少三个相供给 Rf。其中 N_e 是相数目的整数倍。

[0015] 当我们讨论“基本等”长的电极带时，我们理解这样的长度在这样的长度的平均值的 $\pm 10\%$ 的范围内相等。

[0016] 当我们进一步提到利用电极图案建立的“等离子体”时，我们不详细说明在所讨论的电极图案处的总等离子体放电是否被看作一个等离子体或大量等离子体。

[0017] 因为偶数个相互平行的电极带以及将 Rf 能量在沿着带的长度轴的多个不同位点处供给至少一个所讨论的带的组合，所以变得有可能显著改进对所讨论的大表面面积同时处理的均匀性，由此同时处理了整个表面并且因此提供高产量。

[0018] 在一个实施例中，沿着所讨论的长度轴的位点具有相互距离的平均值 s ，并且最外 (outermost) 位点距离带的相应小边达 $s/2 \pm 10\%$ 远。

[0019] 在另一个实施例中，提供沿着轴的至少三个所讨论的位点并且所述至少三个位点的相互距离被选择成在 $s \pm 10\%$ 的范围内。

[0020] 在可以结合所讨论的每一个实施例的又一个实施例中，沿着至少两个所讨论的带的各自长度轴（由此在另一个实施例中沿着至少突出 (predominant) 数目个所讨论的带的长度轴）提供不同位点，在所述不同位点处供给 Rf 等离子体放电能量，其中所述突出数目意味着多于带数目的 50% 。

[0021] 在另一个实施例中，生成等离子体放电能量，其在预定频率 f_0 处具有最大能量。这意味着就放电能量的频谱分布来说，在频率 f_0 处频谱能量比相邻频谱位置处的频谱能量要高。频率 f_0 对应于放电能量（或 Rf 信号）的波长 λ_0 。在该实施例中，所讨论的平均值 s 和带的宽度中的至少一个被选择成该波长 λ_0 的至多 $1/10$ 。在许多情况下，波长 λ_0 可以由也被称为自由空间波长的波长 $\lambda_0^* = c/f_0$ 近似，其中 c 是光在真空中的速度。然而，实际上取决于所涉及的材料和几何形状，波长 λ_0 可以偏离自由空间波长 λ_0^* 。

[0022] 在可以结合一个或多于一个上面所讨论的实施例的又一个实施例中，位点的位置是可调节的。

[0023] 在可以结合一个或多于一个上面所讨论的实施例的又一个实施例中，多个带被再

分成带的至少两个子集,并且利用相加为零信号的电 Rf 信号来分别执行对子集的带进行供给。

[0024] 因此,达到了显著优点,在于不需要返回到发生器布置的附加 Rf 电流返回路径。

[0025] 在可以结合一个或多个一个所讨论的实施例的根据本发明的方法的另一个实施例中,等离子体处理被选择成非反应性的或反应性的蚀刻或层沉积。

[0026] 在可以结合一个或多个一个所讨论的实施例的又一个实施例中,层沉积由等离子体增强化学气相沉积来完成。

[0027] 上面所概述的目标进一步由真空等离子体处理装置来解决,该真空等离子体处理装置包括真空容器,该容器中的基板支承体,其用于具有至少 1m^2 的要被处理的表面的至少一个平坦基板布置。

[0028] 该真空等离子体处理装置还包括基本上成平面的电极图案,其远离所述基板支承体并且包括偶数个相互间隔的平行电极带。至少一个所讨论的带具有在沿着带的长度轴的不同位点处连接的至少两个电供给线。

[0029] 在本发明的另一个方面中,电极图案包括 N_e 个相互间隔的平行电极带,其中 N_e 是 $N_e \geq 3$ 的奇数。

[0030] 在根据本发明的装置的一个实施例中,位点具有相互平均距离 s ,并且最外位点具有距带的小边的 $s/2 \pm 20\%$ 的距离,特别地 $s/2 \pm 10\%$ 的距离。

[0031] 在可以结合一个或多个一个其它实施例的根据本发明的装置的另一个实施例中,所述至少一个电极带具有至少三个电供给线,因此位点的相互距离与所述相互距离的平均值 s 相差至多 $20\% s$,特别地至多 $10\% s$ 。

[0032] 在可以结合一个或多个一个其它实施例的装置的又一个实施例中,至少两个所讨论的带(由此在另一个实施例中突出数目个所讨论的带)具有所讨论的供给和位点。

[0033] 在可以结合一个或多个一个所讨论的其它实施例的又一个实施例中,提供电等离子体放电能量的 Rf 发生器布置。该发生器布置生成至少一个电供给信号,其在预定频率 f_0 处具有最大频谱能量。因此,所讨论的位点的相互距离的平均值和带的宽度中的至少一个是对应于频率 f_0 的波长 λ_0 的至多 $1/10$ 。

[0034] 在可以结合一个或多个一个其它实施例的另一个实施例中,可沿着所述带调节所讨论的不同位点中的至少一部分的位置。

[0035] 在可以结合一个或多个一个其它实施例的另一个实施例中,提供了具有至少两个输出端的电等离子体放电能量的 Rf 发生器布置,这些输出端的一个在操作中被连接到所述数目个电极带的一个子集,另一个输出端在操作中被连接到所讨论的数目个电极带的另一个子集,依赖于在所讨论的输出端生成的信号向所述子集施加的信号相加基本上为零信号。

附图说明

[0036] 现在将通过实例并且在附图的帮助下进一步描述本发明,在文中示出:

[0037] 图 1 是根据本发明的装置的、操作根据本发明的方法的最少配置的示意性透视图;

[0038] 图 2 是作为一个实例的根据本发明用于所应用的电极布置的 Rf 供给信号的定性

频谱表示；

[0039] 图 3 是根据本发明的到带电极的 Rf 馈给线的布置的示意性透视图, 对此来说到所讨论的电极带的所讨论的线的接触位点是可调节的；

[0040] 图 4 是与图 1 相似的透视表示, 具有在本发明的框架中所利用的用于解释各个尺寸确定 (dimensioning rule) 规则的单个电极带；

[0041] 图 5 是根据本发明的电极布置的示意性顶视图；

[0042] 图 6 是与图 5 相似的代表, 具有用于大基板的另一个电极布置；

[0043] 图 7 是在本发明的框架中应用的电极布置的四个电极带的示意性透视图, 由此相对于 Rf 供给以子集或分组来构造所述电极带；

[0044] 图 8 是具有根据图 7 的两个电极带子集的电极布置的 Rf 供给的示意性表示, 由此使 Rf 供给信号相加得到基本上为零的结果信号；

[0045] 图 9 是在本发明的框架中开发的具有三个电极带子集的电极布置的示意图；

[0046] 图 10 是不同于图 9 的示意图的更加示意性的表示, 其中被 Rf 供给的三个子集电极布置为三相对称网络；

[0047] 图 11 是电极带的长度轴上的示意性侧视图；以及

[0048] 图 12 是电极带的长度轴上的示意性侧视图。

具体实施方式

[0049] 在图 1 中, 示意性示出了根据本发明的装置以及根据本发明的方法的基本概念。在真空容器 1 中, 提供基板支承体 3。在该基板支承体 3 上支承大基板 5 或 (如在 5a 处以虚线所示) 大量基板 5a。单个基板 5 或附随地所有基板 5a 具有要被处理的表面 o。通常, 容器 1 的壁操作在地电位上。基板支承体 3 也可以操作在地电位上, 或者操作在大多数情况下被选择为 DC 电位的另一个期望电位 Φ 。在另一个操作模式中, 基板支承体 3 可以在真空容器 1 中浮动操作。在选择框 7 中示意性地表示这些可能性。与表面 o 相对并且远离该表面 o, 在真空容器 1 中提供电极布置 9。该电极布置 9 包括电极带 9a、9b...。该带 9a、9b... 具有各自的长度 l_a 、 l_b ... 和宽度 w_a 、 w_b ...。如果我们将 \bar{l} 定义为平均长度, 其中：

$$[0050] \quad \bar{l} = \frac{\sum_{i=1}^n l_i}{n}$$

[0051] 其中 n 是电极带的数目, 则各个长度 l_a 、 l_b ... 与 \bar{l} 相差至多 $\pm 1-0\%$ 。

[0052] 至少两个带 9a、9b 的长度 l_a 、 l_b ... 基本上与基板支承体 3 上的单个或多个基板 5 或 5a 的相应限度 (extent) L 一致。考虑到在带 9a、9b... 的宽度 w_a 、 w_b ... 方向上带的数目是偶数, 所以对于要处理的给定表面 o 来说, 这一偶数可能例如根据操作 Rf 频率、距电极布置 9 的容器 1 的周围壁的距离和尺寸、电极布置 9 和表面 o 之间的距离、表面 o 的限度以及要生成的 Rf 等离子体的类型而变化。偶数个电极带中的至少一个 (根据图 1 的带 9a) 具有至少两个 Rf 能量供给 11_1 和 11_2 , 它们在不同的位点 (loci) P_1 和 P_2 处连接到带 9a。沿着相应带 9a 的中心长度轴 A_a 提供所述位点 P_1 和 P_2 。

[0053] 按照至少一个和或根据图 1 的本发明的一般方面, 可以经由一个中心供给线 13 或例如经由如图 1 中的虚线所示出的那样在带 9b 的外围处以及沿着该外围的一个或多个 Rf 供给线 13a 向另一个电极带 9b 供给 RF 能量。

[0054] 供给至带 9a 的多个 Rf 供给位点的 Rf 能量是相等的, 尽管各自 Rf 电压和电流的定相 (phase) 可能被选择成不同。

[0055] 在图 2 中, 为了解释目的, 示出供给至图 1 的相应 Rf 供给位点 P_a 、 P_b ... 的电 Rf 能量的频谱线的分布。在具有最大能量 E_{max} 并且对应于波长 λ_o 的频率 f_o 处给出一个频谱线。

[0056] 假如我们建立 s 作为根据图 4 的实例的所有供给位点的相互距离的平均值,

$$[0057] \quad s = \frac{d_3 + d_4}{2}$$

[0058] 并且根据图 1, $s = d_o$ 。

[0059] 为了最优化表面 o 的均匀处理, 要注意到下面的规则:

[0060] $d_1 = s/2 \pm 10\%$ 和

[0061] $d_2 = s/2 \pm 10\%$

[0062] 借此, d_1 和 d_2 指示最外 Rf 供给位点与带 9 的各自小边之间的各自距离。

[0063] 由此并且考虑到对应于在图 2 的上下文中解释的频率 f_o 的波长 λ_o , 为了最优化表面 o 的均匀处理, 还要满足下面的规则:

[0064] $0 < s \leq 1/10 \lambda_o$

[0065] 和 / 或

[0066] $0 < w_x \leq 1/10 \lambda_o$ 。

[0067] 如由图 1 中的双箭头 q 进一步示意性示出的那样, 沿着轴 A_a (但是还有可能在垂直于其的方向上) 的 Rf 供给位点 P_a 、 P_b 的位置是可调节的。图 3 示意性示出了用于这种调节的布置, 在此处相应的 Rf 供给线 (例如图 1 的 11_1) 被安装到滑动装置 (slide) 15, 所述滑动装置 15 导入安装到电极带 9a 的表面的相应引导构件 17 中。该滑动装置 15 可以例如通过螺丝钉 19 固定到期望位置。到带 9a 的表面的 Rf 供给线 11a 的电接触可以通过如由箭头 p 示意性示出的那样拧紧供给线 11a 来实现。

[0068] 如所论述的且注意到的那样, 图 1 的电极布置 9 示出根据本发明的最小概念。特别对于在平行于带的轴 A 的长度限度方向上有更大限度的基板表面 o , 如针对图 4 中的电极带 9a' 示意性示出的那样提供了多于两个不同 Rf 供给位点以及相应的 Rf 供给线。

[0069] 在图 5 中以顶视图示意性示出了电极带 9_a 到 9_c 的布置, 并且在图 6 中以顶视图示意性示出了具有双电极带布置的这种布置, 即具有双带 9_{a1} 、 9_{a2} ; 9_{b1} 、 9_{b2} 等等。如果基板 5、5a 在带的长度限度的方向上的限度非常大的话。

[0070] 在图 7 中示意性示出了根据本发明具有四个电极带的电极布置 9。在四个不同 Rf 供给位点处为每一个电极带供给 Rf。如可以从图 7 的实施例看到的那样, 电极带被分成子集, 并且每个子集由 Rf 供给输入端 B_1 、 B_2 馈给。由此, 对于图 1 的基板表面 o 的最大均匀处理以及最大简化, 所有从 Rf 能量的供给输入点 B_1 、 B_2 到 Rf 供给位点的线应该基本上相等。这确保所有 Rf 供给位点被供给有幅度基本上相等的 Rf 能量, 并且在供给至所讨论的 Rf 供给位点的 Rf 电压或 Rf 电流之间基本上不存在相互定相。

[0071] 图 11 和图 12 二者都示出了电极带的长度轴上的示意性侧视图, 每一个都说明如何实现连接 Rf 供给和电极带上的相应位点的所有线的相等长度的实例。

[0072] 每当电极带被操作以两个或多于两个子集构造时, 电极带的总体布置可以被电操

为两相系统或多相系统。因此,达到了不需要经由基板支承体或经由真空容器壁的 Rf 电流返回路径的显著优点。

[0073] 根据图 8,提供了具有两个电极带子集的电极布置。第一子集由电极带 29_a 、 29_b 、 29_c 形成,而第二子集由电极带 30_a – 31_c 形成。如在图 1 至 5 的上下文中所解释的那样,在两个或多于两个 Rf 供给位点处为每一个电极带供给 Rf。

[0074] Rf 供给发生器 33 在两个 Rf 输出端 O_1 和 O_2 处生成 Rf 供给信号,所述 Rf 供给信号相对于参考 DC 电位对称,如图 8 所示的那样相对于地电位对称。处于对称意味着在输出端 O_1 和 O_2 处出现的两个 Rf 信号至少基本上处于反相的关系。如果这些信号被相加,则结果产生零信号。

[0075] 因此,具有包括两个电极带子集的电极布置的发生器布置 33 提供完整的闭合 Rf 电流回路,从而避免 Rf 电流经由基板 35 或(未示出的)真空容器壁流回到发生器布置。因此,经由在相邻电极带之间形成的相应等离子体放电的所讨论的电流回路是闭合的。通过相位控制单位 37,在输出端 O_1 和 O_2 处输出的电信号的相互相位关系可以被调节并且该两个信号例如通过发生器 33 的锁相环而被锁相。

[0076] 在图 9 中示意性示出了另一个实施例,在此处电极布置包括分别用 R、S、T 讨论的三个电极带子集。所述三个电极带子集 R、S、T 分别由发生器布置的三相输出端端 O_R 到 O_T 供给。图 9 中的箭头 P_1 示意性示出了在子集的各个对 R/S、S/T、T/R 之间生成的 Rf 等离子体放电。

[0077] 在图 10 中以电学上更常用的表示示出了图 9 的布置,其中阻抗元件 40 表示如图 9 中示出的各个子集的电极带之间的等离子体放电。根据图 10,因为子集的高度平衡的供给所以不用经由基板和 / 或经由真空容器壁来建立 Rf 回流路径,这一点变得很清楚。

[0078] 尺寸确定实例:

[0079] 考虑到图 2,假定出现最大能量的 Rf 信号的频率是 40.68MHz。在自由空间波长近似的情况下(也就是说在 $\lambda_0 \approx \lambda_0^* = c/f_0$ 的情况下,其中 c = 光在真空中的速度),该频率 f_0 对应于 7.4m 的波长 λ_0 。因此,电极带的宽度 w 被选为 0.7m。

[0080] 对于长度多达 0.7m 的电极带,需要一个中心 Rf 供给位点。

[0081] 对于长度多达 1.4m 的电极带,需要两个 Rf 供给位点,其中相互距离是 0.7m 并且到带的短边缘的距离是 0.35m。

[0082] 对于长度多达 2.8m 的电极带,需要四个 Rf 供给位点,其中相互距离是 0.7m 并且到带的短边缘的间距是 0.35m。

[0083] 此外,为了产生根据图 1 的尺寸为 1.4×1.4 m 的基板表面 \circ 的一致处理,需要至少两个带。

[0084] 通过本发明,有可能利用沿着表面的高度均匀处理分布来处理至少 1m^2 的大基板表面,从而可以一次处理整个表面并且因此提供高产量。本发明特别适合于在这样的基板表面的层沉积,因此就基于硅材料的太阳能电池的生产来说特别是通过等离子体增强化学气相沉积来进行。

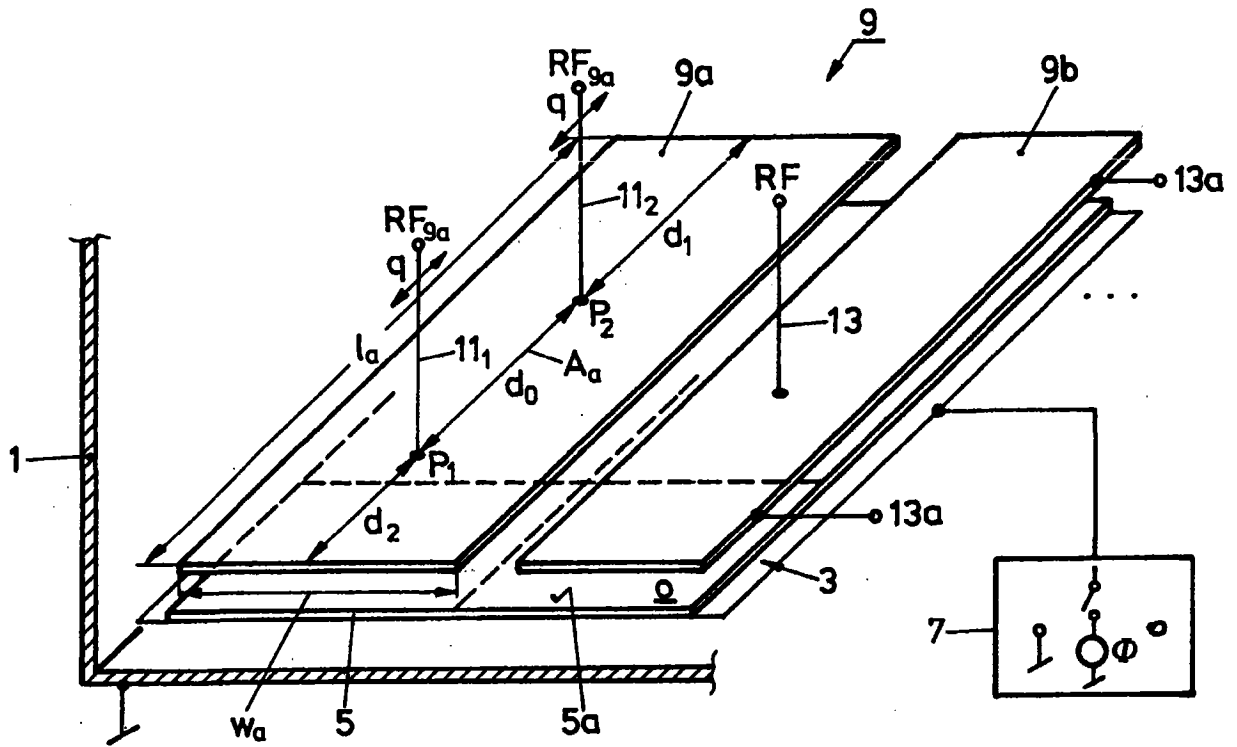


图 1

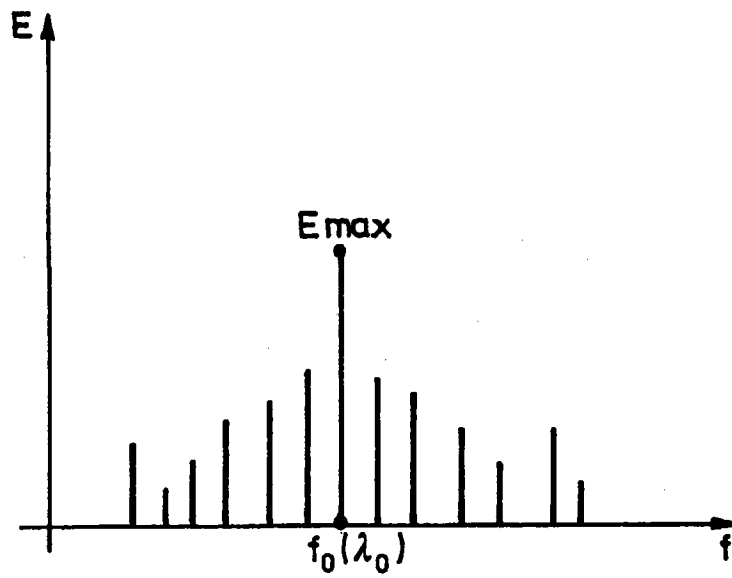


图 2

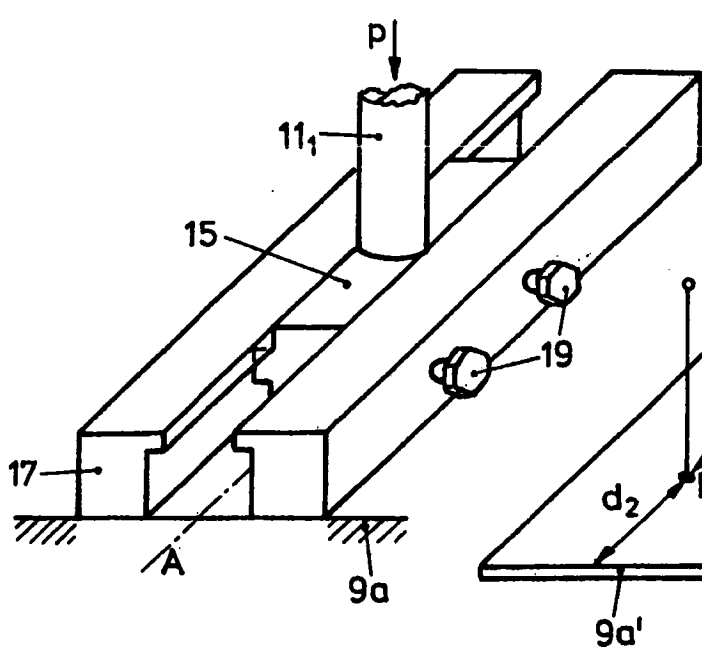


图 3

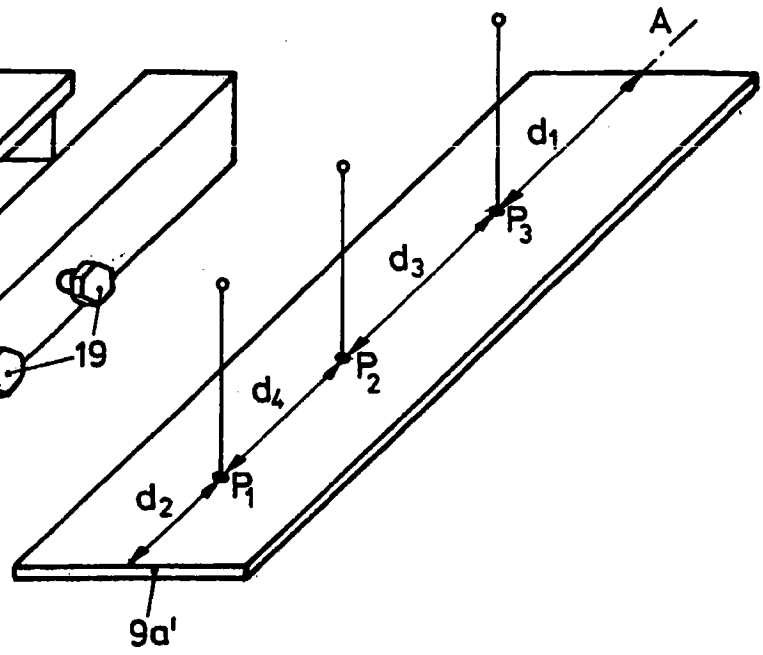


图 4

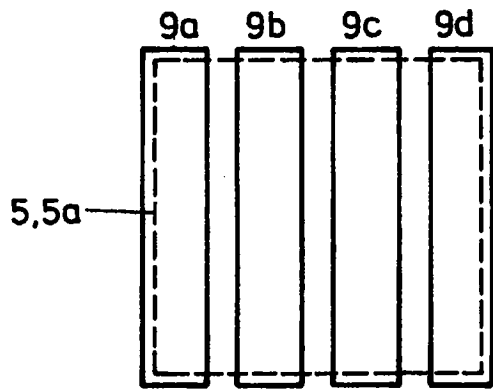


图 5

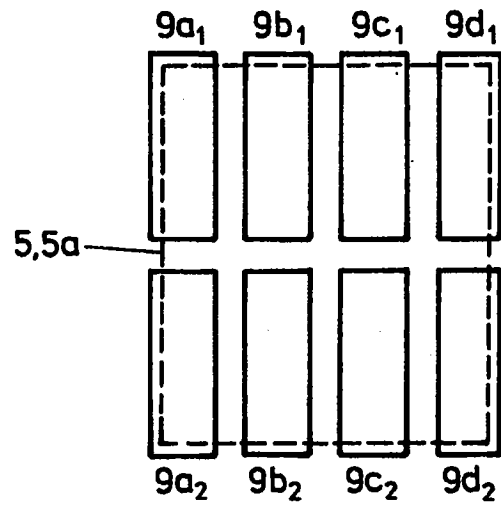


图 6

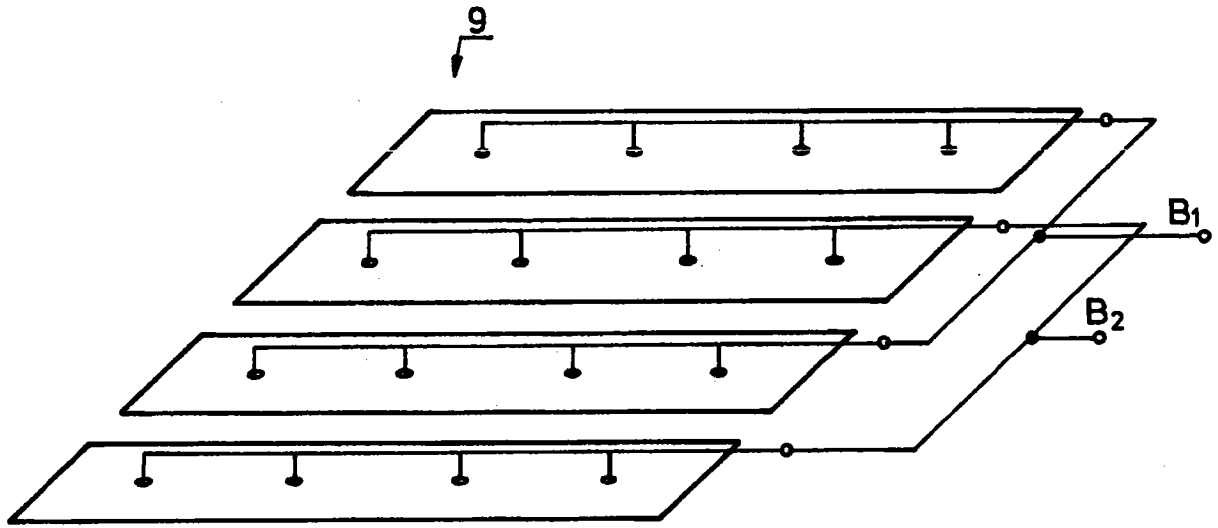


图 7

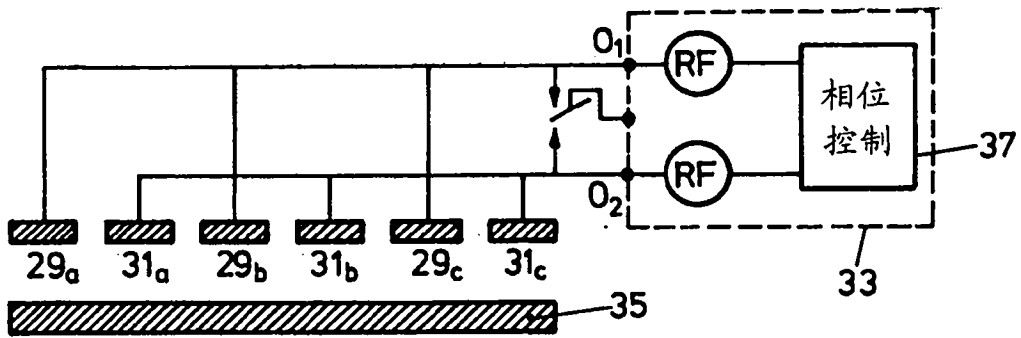


图 8

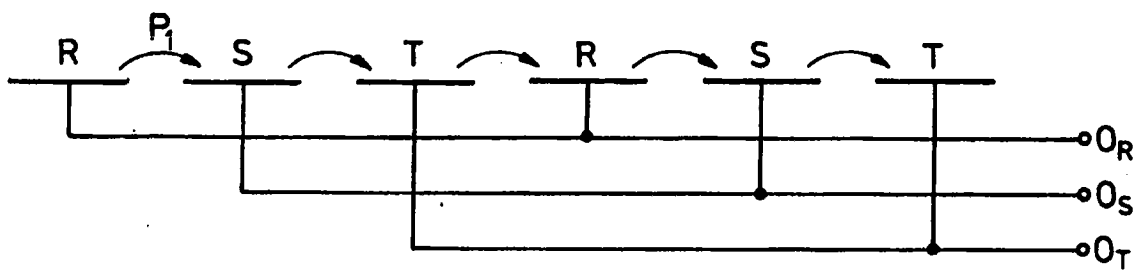


图 9

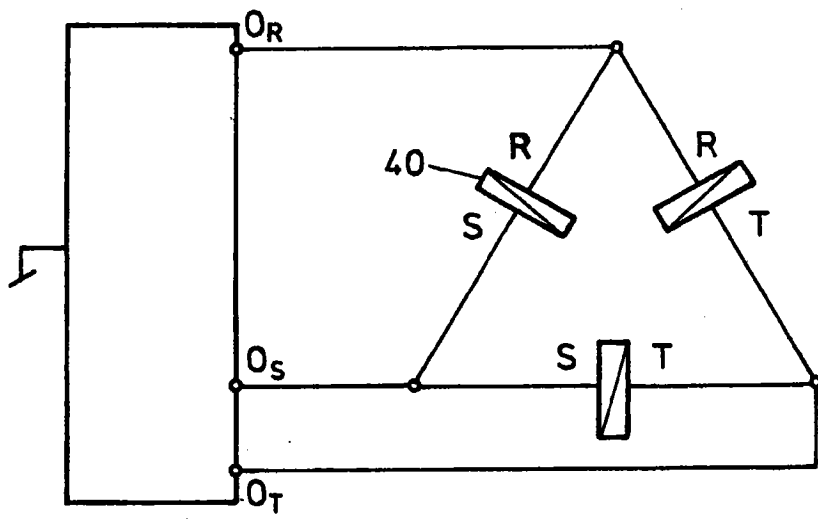


图 10

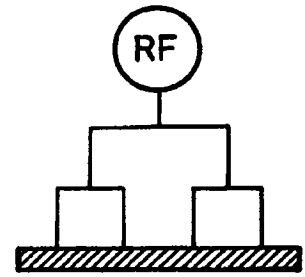


图 11

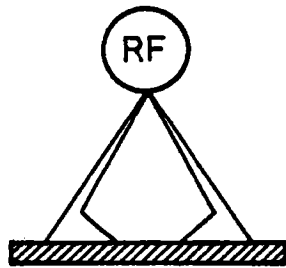


图 12