

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 89108774.5

[51]Int.Cl⁵

C23C 16/48

[45]授权公告日 1994 年 10 月 5 日

[24]颁证日 94.7.19

[21]申请号 89108774.5

[22]申请日 89.11.24

[30]优先权

[32]88.11.24[33]JP[31]294740 / 88

[73]专利权人 佳能株式会社

地址 日本东京都

[72]发明人 松山深照

[74]专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商

C23C 16 / 54

标事务所

代理人 邓 明

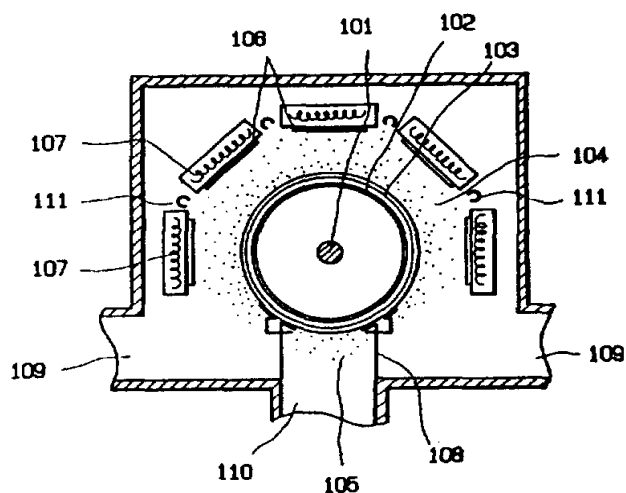
说明书页数:

附图页数:

[54]发明名称 微波等离子体化学气相沉积装置

[57]摘要

连续在基片上淀积功能膜的微波 GVD 装置包括膜形成室, 该膜形成室具有用腐蚀气体清洗微波输入窗的腐蚀室; 所述微波输入窗包括有多个叠置的微波传输窗, 其中一个微波传输窗在膜形成空间中裸露, 且可在膜形成室与腐蚀室之间运动, 以使先前在膜形成室中使用过的微波传输窗被清洗, 清洗方式是, 在膜形成室中进行形成膜工作的同时, 在腐蚀室中用腐蚀气体腐蚀掉淀积在微波传输窗上的膜。



权利要求书

1.一种用于在基片上连续形成功能淀积膜的微波等离子体化学汽相沉积装置,包括:

(a) 具有其中设置有基片支撑装置的膜形成空间的基本封闭的膜形成室;

该膜形成室包括:

(b) 将膜形成原料气体送到膜形成空间去的装置;

(c) 对所述膜形成空间抽真空的装置;

(d) 与微波功率源相连的微波输入窗装置;

(e) 用于用腐蚀性气体清洗所述微波输入窗口的腐蚀室;

所述腐蚀室包括:

(f) 一腐蚀空间;

(g) 将所述腐蚀原料气体送入所述腐蚀空间(f)的装置;以及

(h) 用于将激活能施加到所述腐蚀空间(f)以激发所述腐蚀原料气体使其转变为所述腐蚀气体的装置,

所述微波等离子体化学汽相沉积装置的特征在于所述微波输入装置(d)包括:

1) 至少一个固定的圆柱形微波传输窗;

2) 与至少一个固定窗同轴设置的一个圆柱形可动微波传输窗,以及

3) 使所述圆柱形可动微波传输窗(2)在所述膜形成室(a)和所述腐蚀室(e)之间转动的装置,从而通过用所述腐蚀室中的腐蚀气体腐蚀掉沉积在所述可动微波传输窗(2)上的膜来在所述腐蚀室(e)中清洗所述可动微波传输室(2)的一部分,并将所述可动微波传输室(2)的第2个腐蚀过的部分从所述腐蚀室(e)旋转到所述膜形成室(a)中的一个位置上。

2.如权利要求1的装置,其中,围绕可动的圆柱形微波传输窗而形成的等离子体产生区域被其上要形成膜的多个基片的表面所环绕。

本发明涉及一种改进的微波等离子体化学汽相沉积(CVD)装置,该装置使人们可以以高淀积速率形成能用于半导体器件等中的大面积淀积膜。

以高淀积速率和低成本形成大面积半导体器件

等的膜对于在半导体器件(包括光器件、光传感器、电子照相光电导体及液晶驱动电路)制造中提高生产线生产率及降低成本至关重要。

等离子体CVD工艺是以淀积法形成大面积半导体膜的最普遍和最佳的工艺。等离子体CVD工艺就是使原材料气体离解,以产生使膜淀积在基片上的等离子体。

在各种等离子体CVD工艺中,已极广泛采用了辉光放电离解工艺(以下称作:GD工艺),这是因为GD工艺具有令人满意的等离子体控制特性且可以相当容易地形成大面积膜。在GD工艺中,把高RF波施加到原材料气体上,以使原材料气体离解成等离子体状态,并使膜淀积在基片上。但GD工艺的淀积速率不够高;例如,在淀积氢化非晶硅膜(以下称作“a-Si:H膜”)时GD工艺的淀积速率最大只达到20埃/秒的数量级。GD工艺还带来这样一个问题,即当增大电源功率以便超过前述极限增大淀积速率时,在大多数情况下,膜的质量均会随着电源功率的加大而急剧下降。而且,电源功率的增大会促使气相反应过度而把大量粉末物质淀积在除了基片表面之外的表面(如膜形成室的壁)上。这种粉末物质从膜形成室遗漏时有燃烧的危险,并可能落到基片上形成有缺陷的膜。这尽管取决于原材料气体的种类、和把高RF电压加于原材料气体的电极形状及电极间的间距,但该问题的原因之一是,在GD工艺中使气压降低至0.1托以下是困难的,从而使大功率电源易于促使气相反应过度。此外,由于等离子体遭拦截,GD工艺中等离子体浓度最多达 10^{10} /厘米³。

近来已越来越多地采用微波等离子体CVD工艺,这种工艺依靠微波能量使原材料气体离解以产生原材料等离子体,从而使膜淀积在基片上。因为微波等离子体CVD工艺采用了频率比GD工艺中所用高频波频率更高的微波,所以在相对低的电压下发生放电,等离子体浓度高达 10^{12} /厘米³。

在微波等离子体CVD工艺中,即使在原材料气体的压强为例如10毫托的情况下也能容易地发生放电,因而汽相反应不会过度加速,从而甚至在施加高功率的情况下也不会淀积上粉末物质。所以,可以以高淀积速率形成具有令人满意的质量的半导体膜。例如,在形成a-Si:H膜的微波等离

子体 CVD 工艺中淀积速率是 100 埃/秒或更高。

在微波等离子体 CVD 工艺中, 将高能微波经过波导和介电窗传输到膜形成室中是最为普遍和最为实际的。但是, 当高能微波经介电窗被传输时, 这种微波传输方法便会出现问题; 即离解的材料气体在介电窗上形成膜, 膜从介电窗落下到达要形成膜的基片部分上, 由此在基片上淀积的膜中便形成缺陷, 附着于介电窗的膜被微波加热, 便使介电窗破裂, 或者形成在介电窗上的膜降低了介电窗的微波传输率, 引起淀积速率的变化。当微波能量增大且形成膜过程延长时, 这些问题尤为加剧。

在某些情况下, 在完成形成膜过程后要由膜形成室内部进行腐蚀以避免介电窗的破裂和防止淀积速率的降低。但这需要附加时间, 增大了膜形成周期的时间, 而且腐蚀气体的成份有可能混入到下一膜形成周期的淀积膜中使淀积膜质量降低。

因此, 本发明的目的是, 提供一种改进的微波等离子体 CVD 装置, 该装置可以解决常规等离子体 CVD 装置中出现的上述问题, 并能在使用高电功率的情况下长时间工作。

本发明的发明人发现 (经努力研究, 达到本发明的目的), 当微波等离子体 CVD 装置带有多个微波输入窗 (包括一个裸对着膜形成空间的可动微波输入窗) 时, 将可动微波输入窗移动至与膜形成隔离的腐蚀室, 并在形成膜过程中用腐蚀法将形成在可动微波输入窗上的膜去除掉, 可避免膜形成在微波输入窗上, 这样, 微波等离子体 CVD 装置便可连续地长时间进行形成膜的操作。

基于以上发现, 通过进一步研究完成了本发明。

根据本发明的一个方面, 提供了一种在基片上形成功能淀积膜的微波等离子体 CVD 装置 (以下称“MW-PCVD 装置”), 所述装置包括有一个膜形成真空室, 所述室具有膜形成空间和在该所述空间中的基片支撑器, 还带有一个微波输入窗单元, 用于将微波输入所述膜形成空间中来激发被施加有微波能的原材料气体, 以使膜淀积在位于所述基片支撑器上的基片上; 一个腐蚀室, 它具有与膜形成空间隔离的空间, 微波输入窗单元包括有多个同轴的微波输入窗, 其中一个微波输入窗裸对着膜形成空间, 并可在膜形成室和腐蚀室之间移动, 在膜形成室中进行膜形成操作的同时, 依靠腐蚀法除去淀积

在可动微波输入窗上的膜。

本发明的 MW-PCVD 装置显著地减少了膜淀积在微波输入窗上, 使人们可以在使用大电功率的情况下连续地进行所需长时间的形成膜的操作, 而不会引起对微波输入窗的损坏。

本发明的 MW-PCVD 装置不会带来这样一种情况, 即膜被淀积在微波输入窗上, 淀积在微波输入窗上的膜被脱落, 沾污要淀积在基片上的膜。

此外, 按照本发明的 MW-PCVD 装置, 微波输入窗的微波输送率总是保持不变, 正因为此, 膜的淀积速率便是稳定的。另外, 按照本发明的 MW-PCVD 装置, 由于它具有与膜形成室相隔离的腐蚀室, 不是在膜形成室中而是在腐蚀室中对微波输入窗腐蚀, 所以不会发生腐蚀气体成分混入淀积在基片上的膜中的情况。

用于本发明中的微波输入窗最好由具有高微波透射率的介电材料构成, 如石英或 Al_2O_3 。微波输入窗的形状可视微波透射模式为圆柱形或圆形。在各种情况下, 本发明的微波输入窗单元包括有至少一个具有真空密封部分的第一窗, 和一个能在真空中移动的第二窗, 在能在真空中移动的窗与相邻窗之间的间隔等于或小于 5 毫米为好, 等于或小于 2.5 毫米更好, 等于或小于 1 毫米最好, 以便防止原料气体漏入间隙。在担心原料气体进入间隙的情况下, 可使氢气 (H_2) 或惰性气体 (如 He 气、Ne 气或 Ar 气) 流过间隙。在真空中移动的窗 (下面称作“可动窗”) 上形成的膜依靠干腐蚀法在腐蚀空间中被去除掉, 以此同时可动窗交替地移过膜形成室和与膜形成室隔离的腐蚀室。这样, 膜几乎不会形成在包括可动窗在内的微波输入窗上, 所以 MW-PCVD 装置可在使用大电功率的情况下以稳定的淀积速率连续且长时间地工作, 而不会引起微波输入窗的破裂。

膜形成室和腐蚀室可相互隔离, 以使原材料气体和腐蚀气体借助图 3 所示的隔离管或图 7 所示的隔离门不会混在一起。隔离管可如图 3 所示那样用氢气或惰性气体 (如 He 气、Ne 气或 Ar 气) 来净化。可动窗可以连续地或断续地经过膜形成室和腐蚀室之间的边界运动。

为了用腐蚀气体依靠腐蚀法在腐蚀室中去除淀积在微波输入窗 (可移动窗) 上的膜, 可利用要引入到膜形成室中的微波来产生腐蚀气体。除了所述

的激发能之外, 还可选地使用微波、RF 波或光的激发能。此外, 还可选地使用热能或荷电粒子(如离子)的电流能。

至于本发明中把微波输入膜形成室中的方式, 可建议采用例如将微波经过微波输入窗从波导输入膜形成室的方式和将微波经过圆柱形微波输入室从天线杆(延伸自波导)输入膜形成室(如图 1 所示)等。可根据本发明需要有选择地使用这些方式。本发明可选择地采用所需的原料气体和所需的腐蚀气体。

当使用如图 3 所示隔离管时, 隔离管的深度即分离板与可动窗之间的距离等于或小于 10 毫米较好, 等于或小于 5 毫米更好, 等于或小于 3 毫米最好。

隔离管的分离板可由金属构成, 如不锈钢或介电材料。

图 1 是本发明实施例中有代表性的 MW-PCVD 装置的示意截面图。

图 2 是实施本发明的使可动窗旋转的机构的示意性视图。

图 3 是用于说明实施本发明隔离管的局部视图。

图 4 是说明使用实施本发明的 MW-PCVD 装置而获得的淀积速率随膜形成周期数变化的曲线。

图 5 是本发明另一实施例的 MW-PCVD 装置示意性截面图。

图 6 是说明采用图 5 的 MW-PCVD 装置而构成的装置的结构示意性截面图。

图 7 是本发明又一实施例的 MW-PCVD 装置的局部视图。

图 8 是图 7 的 MW-PCVD 装置的示意性截面图。

下面将参照实施本发明的 MW-PCVD 装置和这些装置的形成膜操作的结果来描述本发明。但这些装置及结构仅用来说明本发明, 而不能理解为限定本发明的范围。

第一实施例(图 1-4)

参照图 1, 本发明第一实施例的 MW-PCVD 装置包括由不锈钢构成的微波传送天线 101、固定的圆柱形石英窗(以下称作“固定窗”)102 和可动的圆柱形石英窗(下面称作“可动窗”)103。该 MW-PCVD 包括具有膜形成空间 104 的膜形成室

和具有腐蚀空间 105 的腐蚀室。参考数字 109 表示其一端接入膜形成空间 104 的抽空管, 它经过抽空阀与抽空装置(未示出)相连。

在形成膜的操作中, 微波振荡器(未示出)产生的微波借助传播波导(未示出)来传导, 并借助微波天线棒 101 经固定窗 102 和可动窗 103 传输到膜形成空间 104 中以造成放电区域。将原材料气体经过自气体储存器(未示出)延伸的供气导管 111 导入膜形成空间 104, 使原材料气体在被导入的同时离解, 以使膜形成在由电加热器 107 加热的基片 106 上。依靠如图 2 所示的机构使裸对着膜形成空间 104 的可动窗 103 旋转。参照图 2, 可移动窗 203 借助电动机 204 通过设置在膜形成空间 104 外的齿轮 205 及设置在膜形成空间 104 内的齿轮 206 旋转。轴 208 与限定了膜形成空间 104 的真空容器壁之间的间隙被气密地密封起来。可动窗 203 设置在真空容器内。依靠将 O 形环置于固定窗 202 上的位置 207 处来使固定窗 202 与可动窗 203 之间的空间密封。

现在参照图 1, 借助分隔板 108 和图 3 所示放大图中的隔离通道, 使腐蚀空间 105 与膜形成空间 104 隔离。参照图 3, 通过供气导管 301 将氢气供入隔离通道 302, 以避免成膜原料气体流入腐蚀空间 105 和腐蚀气体流入膜形成空间 104, 将腐蚀气体经过腐蚀气体供应导管 306 供入腐蚀空间 305, 在腐蚀空间 305 中例如用微波激发腐蚀气体, 以便依靠受激腐蚀气体的腐蚀作用去除淀积在可动窗 303 周围上的膜。

回到图 1, 使可动窗 103 连续旋转, 以便在腐蚀空间 105 中依靠腐蚀气体去除掉膜形成空间 104 中淀积的膜, 由此避免膜累积淀积在可动窗 103 的周围; 从而使 MW-PCVD 装置可稳定地在使用高能微波的情况下长时间工作。

实验 I

上述 MW-PCVD 装置以下述方式工作, 从而在 4 个铝基片 106 上分别形成一层大小为 75 毫米 $\times$ 300 毫米的 a-Si:H 膜。分别以 300sccm 和 100sccm 的流率将 SiH_4 和 H_2 经过供气导管 111 导入膜形成空间。将膜形成空间的气压调节成 15 毫托, 使各基片 106 保持 250℃。然后, 将 2 千瓦的微波从天线棒 101 经过固定窗 102 和可动窗 103 导入膜形成空间 104, 这样, 在膜形成空间 104 中

在所述多个基片 106 与可动窗 103 之间的空间, 在由所述二种气体构成的气态混合物中引起辉光放电, 由此在各基片 106 上形成厚度为 30 微米的 a-Si:H 膜。

在以上形成膜的工艺中, 可动窗 103 以每分钟 2 转的速度连续地旋转。分别以 200sccm 和 20sccm 的流率将 CF_4 气和 O_2 气通过供气导管 306(见图 3)导入腐蚀空间 105。

然后, 借助抽空装置使腐蚀空间 105 的气压保持为 15 毫托, 该抽空装置包括有经过抽空阀与抽空设备相连的抽空管, 并设置在腐蚀空间 105 中参考数字 110 示出的一侧(图 1 中未示出该部分)。将利用微波作用而受激的所述二种气体构成的气态混合物由前述天线杆经过固定窗 102 和可动窗 103 导入到腐蚀空间 105 中, 依靠受激腐蚀气体将淀积在可动窗 103 上的膜腐蚀掉。

另外, 依靠把 H_2 气以 50sccm 的流率供到隔离通道(见图 3) 302 中使膜形成空间 104 与腐蚀空间 105 隔离。

在这种情况下, 把圆柱形可动窗 103 做成半径为 70 毫米、厚度为 4 毫米、长度为 400 毫米, 使固定窗 102 与可动窗 103 之间的间隙为 1 毫米, 而使可动窗 103 的周围与隔离通道 301 的间隙为 2 毫米。

图 4 所示为在进行了 25 次以上形成 30 微米厚的 a-Si:H 膜的过程之后, 所得膜的淀积速率变化的情况。

在图 4 中, 由圆环表示的曲线代表使用本发明 MW-PCVD 装置时获得的结果, 由叉表示的曲线代表在使用结构基本相同只是不具有可动窗 103 也不具有腐蚀空间 105 的 MW-PCVD 装置的情况下进行以上形成膜工艺时所获结果, 它作为一个比较例。

如图 4 所示, 在比较例(既不具有可动窗, 又不具有腐蚀空间)情况下, 膜的淀积速率随着形成膜的周期数的增多而降低, 而且由于膜淀积在固定窗周围上而产生不良影响, 固定窗(石英管)在第 14 个形成膜的周期中破裂。而另一方面, 在使用本发明 MW-PCVD 装置的情况下, 膜的淀积速率基本保持不变, 可动窗及固定窗均不会破裂。

第二实验(图 5-7)

在图 5 中, 示出了用于在基片条上连续形成成功

能淀积膜的本发明 MW-PCVD 装置的第二实施例, 该实施例包括有多个膜形成室, 和至少一个具有基本与图 1-3 所示结构相同的本发明 MW-PCVD 装置。

图 5 所示的 MW-PCVD 装置按以下顺序包括有基片输送室 501、第一 MW-PCVD 室 503、第二 MW-PCVD 室 504、第三 MW-PCVD 室 505 和卸退室 507。

基片输送室 501 包括给出卷轴 508, 卷轴 508 其上卷有条状基片 510 和输送滚轮 508'。

卸退室包括卷起轴 509 和输送滚轮 509'。条状基片 510 连续地从给出滚轮 508 上松落下来, 并送入第一、第二和第三 MW-PCVD 室中, 在这三个室中, 分别在基片上形成第一、第二、第三结构层, 最后基片被送入卸退室 507 中, 在卸退室 507 中通过输送滚轮 509', 基片被卷起在卷起轴 509 上。

相邻室依靠具有气体阀门 518 的气体隔离通道 517 而被相互隔离, 使惰性气体通过气体阀门 518 以防止相邻室中的各气体流入其它室中。

设置预热室 502, 用于在基片条 510 进入第一 MW-PCVD 室之前将其加热至所需温度。预热室 502 包括有用于对基片条 510 加热的装置。预热室 502 具有与抽真空泵相连的抽空管, 以便使其内压维持在所需值(图中未示出)。预热室内充有前述惰性气体。与此相类似, 各基片输送室 501 及卸退室 507 也都具有抽空管(未示出), 也充有前述惰性气体。在第三 MW-PCVD 室 505 和卸退室 507 之间设置有冷却室 506, 该冷却室 506 具有将其上已形成有多层膜的基片条 510 冷却至室温或低于室温的装置。冷却室 506 具有与抽真空泵相连的抽空管, 以便使冷却室的内压维持在所需值(图中未示出)。冷却室 506 内充有前述惰性气体。

第一至第三 MW-PCVD 室均具有由基片环起来的圆柱形膜形成空间, 基片由外输送滚轮对(503'、504'或 505')和多个内输送滚轮(503''、504''或 505'')来支撑。

在第一和第三 MW-PCVD 室这二种情况中, 在圆柱形膜形成空间的中心位置均具有一个微波输入装置, 该装置包括有微波传送天线(511 或 513)和固定圆柱形石英窗(514 或 516)(正如前

述第一实施例的情况)。第一和第三 MW-PCVD 室均具有对基片条进行外部加热的装置及通过抽空阀与抽空设备(未示出)相连的抽空管。第一和第三 MW-PCVD 室均具有用于将原材料气体供入膜形成空间的装置(未示出)。

第二 MW-PCVD 室具有微波输入装置,该输入装置包括有位于膜形成空间中心位置处的微波输入天线 512、固定圆柱形石英窗 515 和可动圆柱形石英窗 520,具有腐蚀空间 521 的腐蚀室与该微波输入装置相连,腐蚀空间 521 由分隔板 522 限定,用于依靠腐蚀气体腐蚀掉可动窗 520。

这种情况与前述第一实施例相同。第二 MW-PCVD 室具有用于对基片条 510 进行外部加热的装置,和通过抽空阀与抽空设备(未示出)相连的抽空管。该 MW-PCVD 室具有用于将原材料气体供入膜形成空间的装置(未示出)。

实验 II

用上述装置,制备具有图 6 所示结构的针型太阳能电池。在图 6 中,示出了基片 601(作为底电极)、n 型层 602、i 型层 603、P 型层 604、顶电极 605 和集电极 606。

在该实验中,用铝条作基片条。

首先,将一卷铝条卷好在给出轴 508 上,并一起装在基片输送室 501 中。铝条被松落,经过预热室 502、第一 MW-PCVD 室 503、第二 MW-PCVD 室 504、第三 MW-PCVD 室 505 和冷却室 506,然后固定到卸退室 507 中的卷取轴 509 上。

此后,用惰性气体来置换设备所有内空间中的空气,利用卷起轴 509 将已暴露于空气中的铝条 510 卷起。在工作中,在所需气压下将惰性气体沿垂直方面供入各个气体阀门 518,借助预热室 502 中红外灯构成的加热装置 519,将置入第一 MW-PCVD 室 503 中的铝条 510 部分加热至 280℃ 的温度。分别以 100sccm、100sccm 和 50sccm 的流率将 SiH_4 气、 H_2 气和 PH_3 气(用 H_2 稀释到 3000ppm)送入第一 MW-PCVD 室 503,与此同时,使置于第一 MW-PCVD 室中的铝条保持 280℃。当所有气体的流率变稳定后,依靠调节抽空管的抽空阀将内部气压调到 10 毫托。然后,通过微波输入装置将 300 瓦的微波加到膜形成空间中,由此引起辉光放电,从而在铝条上形成厚度

约为 300 埃的 n 型 a-Si:H 膜作为 n 型层 602。

此后,再移动铝条 510,使其上形成有以上 na-Si:H 膜的部分置于第二 MW-PCVD 室 504 中,使铝条保持 280℃ 的温度。然后,分别以 400sccm 和 100sccm 的流率将 SiH_4 气和 H_2 气供入第二 MW-PCVD 室。当这二种气体的流率变稳定后,把膜形成空间的内部气压调节到 15 毫托,并通过微波输入装置把 2 千瓦的微波加到膜形成空间中,从而引起辉光放电。在该过程中,使可动窗 521 以每分钟 1.5 转的旋转速度旋转,以 150sccm 的流率把 NF_3 气输送到腐蚀空间 521 中,使腐蚀空间的内部气压维持在 15 毫托,从而把淀积在可动窗上的膜腐蚀掉。

由此,在原先形成的 P 型层上形成大约厚度为 4500 埃的未掺杂的 i 型 a-Si:H 膜作为在前面形成的 n 型层上的 i 型层 603。

然后再移动铝条 510,使其上已叠加有二层膜的部分位于第三 MW-PCVD 室 505 中。使铝条保持 250℃ 的温度。分别以 50sccm、200sccm 和 50sccm 的流率把 SiH_4 气、 H_2 气和 B_2H_6 气(用 H_2 气稀释至 1%)输送入膜形成空间。当所有气体的流率变稳定后,将膜形成空间的内部气压调节到 7 毫托,把 700 瓦的微波加到膜形成空间中,从而引起辉光放电。由此,在原先形成的 i 型 a-Si:H 层上形成厚度为约 100 埃、作为 P 型层 604 的 P 型微晶 Si:H 膜。此后,将其上叠置有上述三层膜的铝条 510 部分移入冷却室 506 中,以使所述部分冷却至室温,再使被冷却部分移入卸退室 507。然后,切下所述部分,并将其送入常规 CVD 室,在那里作为集电极 605 的厚度约为 700 埃膜便形成在 P 型层 604 上。在集电极 605 上安置厚度约为 1 微米、作为顶电极 606 的 Cr 膜。

至此,获得具有图 6 所示结构的太阳能电池。

上述过程可连续重复,从而可获得多个分别具有图 6 所示结构的太阳能电池。

对所得太阳能电池进行评价,结果发现,将上述过程连续重复,持续到 24 小时所得到的太阳能电池呈现出约 10%或至少 9%的光电转换效率,这在实际应用中可以接受。但再往后获得的太阳能电池在实际中不能被接受,这是因为它们未呈现出令人满意的光电转换效率,它们的 n 型层和 P 型层受到杂质沾污,膜的质量下降。

此外,连续地重复以上膜形成过程,以制备多个分别具有图4所示结构的太阳能电池,此时,第一MW-PCVD室503的微波输入窗514和第三MW-PCVD室505的微波输入窗516被新的输入窗所取代,使膜形成过程持续24小时。由此,可连续地获得实际当中的可接受的太阳能电池。

第三实施例(图7和8)

图7和8所示的本发明第三实施例的MW-PCVD装置,其特征在于,一对扁平可动窗701和702具有相同形状,并分别附着于转动臂的二个相对端上,转动臂在其中点处被旋转轴703支撑以作转动。一对可动窗701和702中的其中之一被设置在膜形成空间中,而另一可动窗则被设置在腐蚀空间内。

在参照图7的同时再参照图8,依靠波导801(701)将微波振荡器(未示出)产生的微波导入808(708)中。然后,微波经固定氧化铝窗804(704)和可动氧化铝窗801(701)被传输到膜形成空间809(709)中,以便激发和离解原材料气体,在加热器814加热的基片810(710)上形成淀积膜。当完成一个膜形成周期之后,降下可动门806(706)旋转轴803(703)转动180°角,以氧化铝窗802(702)来置换氧化铝窗801(701)。将氧化铝窗801(701)置于膜形成空间809(709)之外,即置入腐蚀空间811中,而把氧化铝窗802(702)置入膜形成空间809(709)中,然后将可动门806(706)升上至原始位置。在接下来的膜形成周期中,在依靠可动门806(706)和固定门805(705)与膜形成空间809(709)相隔离的腐蚀空间811中,氧化铝窗801(701)受到腐蚀气体的腐蚀作用,以除去氧化铝窗801(701)的表面上形成的膜,腐蚀气体是受到通过平行扁平电极812和813施加的RF波激发的。所以,这种MW-PCVD装置不需要用于腐蚀的附加时间,以使该装置可以高工作速率工作。

由于膜形成空间809(709)与腐蚀空间811相互隔离完好,可以避免腐蚀气体成分沾污形成在基片810(710)上的膜。

实验III

使用以上MW-PCVD装置,以下述方式形成a-Si:H膜。

分别以300sccm和100sccm的流率将SiH₄气

和H₂气通过供气管817输送到膜形成空间809中,使膜形成空间809的气压维持10毫托。然后,通过固定氧化铝窗和可动氧化铝窗将1.5千瓦的微波施加到膜形成空间809中,以引起等离子体放电,从而在保持250℃的铝基片上形成厚度为20微米的a-Si:H膜。在此过程中,以300sccm的流率将ClF₃气输送到腐蚀空间811中,并使腐蚀空间811的气压保持为0.6托。然后,通过平行扁平电极812和813施加150瓦的RF波,以使等离子体放电,并激发ClF₃气体,从而利用受激ClF₃气体的作用,把事先在使用过的可动氧化铝窗上淀积的膜腐蚀掉。以这种方式,重复地形成多个20微米厚的a-Si:H膜。在各种情况下,a-Si:H膜的淀积速率是70埃/秒±3%。

作为比较例,在不使用可动氧化铝窗802和805的情况下使相同的MW-PCVD装置工作。在这种情况下,为使淀积速率保持在70埃/秒±3%,必须在每次膜形成周期之后,用腐蚀气ClF₃依靠腐蚀法清洗固定氧化铝窗。以此方式,重复形成多个20微米厚的a-Si:H膜。

用SIMS法来分析用具有可动氧化铝窗的MW-PCVD装置和用不具有可动氧化铝窗的MW-PCVD装置形成的膜。对用不具有可动氧化铝窗的MW-PCVD装置形成的膜测试到Cl,而对用本发明MW-PCVD装置形成的膜未测试到Cl。重复膜形成过程,但只是用CF₄和O₂的气态混合物来进行腐蚀,形成多个20微米厚的a-Si:H膜,对所得各膜按上述相同方式进行检验。结果,发现在比较例的情况下所形成的各a-Si:H膜中含有C和O浓度分别约为5×10¹⁷厘米⁻³由ESR法测得的其电子自旋密度约为5×10¹⁶厘米⁻³,而用本发明MW-PCVD装置形成的各a-Si:H膜仅含有微小的C或/和O浓度。此外,用本发明MW-PCVD装置形成的a-Si:H膜仅具有少量的悬挂键。

从以上描述可以明确本发明的MW-PCVD装置具有固定窗和对着膜形成空间的可动窗,在形成膜的操作过程中,在与膜形成空间相隔离的腐蚀空间中对可动窗进行清洗。由此将可动窗的最初微波传输率保持在所需状态,这样MW-PCVD装置便使人们可以在所希望的时间间隔内连续地进行膜形成操作。此外,由于可动窗的初始微波传输率得

到维持，所以淀积速率可稳定在所希望的淀积速率上。本发明的 MW-PCVD 装置不会出现这样一种情况，即形成在微波传输窗上的膜落到基片上，损坏形成在基片上的膜。

此外，因为在膜形成操作过程中，可动窗是在与膜形成空间相隔离的腐蚀空间中被腐蚀的，所以 MW-PCVD 装置不需要附加时间来清洗可动窗，并能以高工作速率进行工作。

图. 1

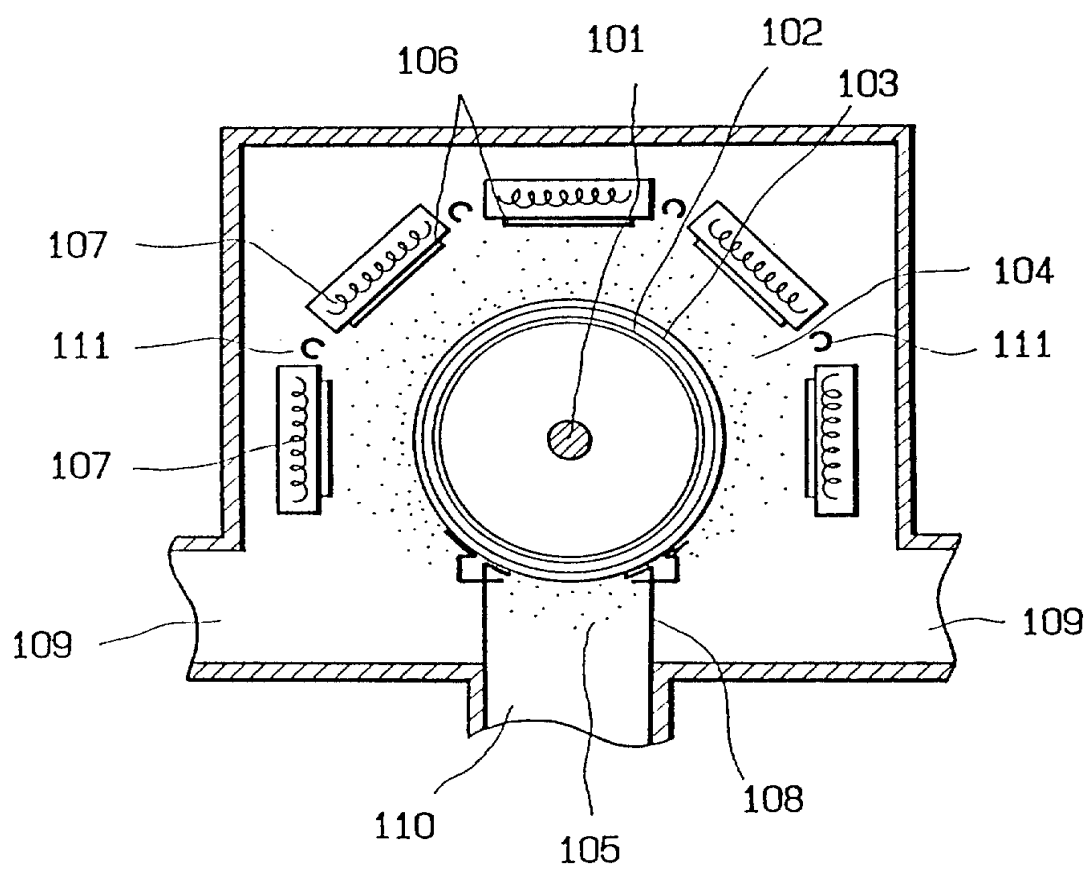


图 . 2

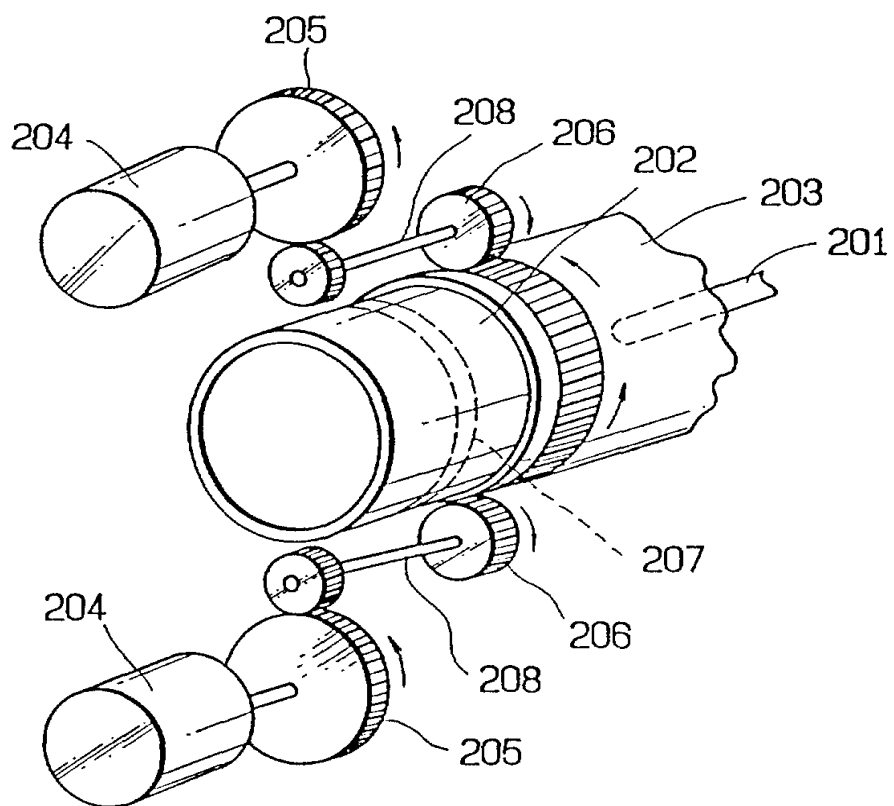


图 . 3

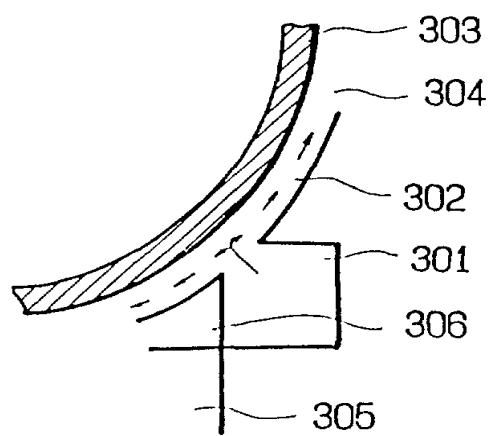


图. 4

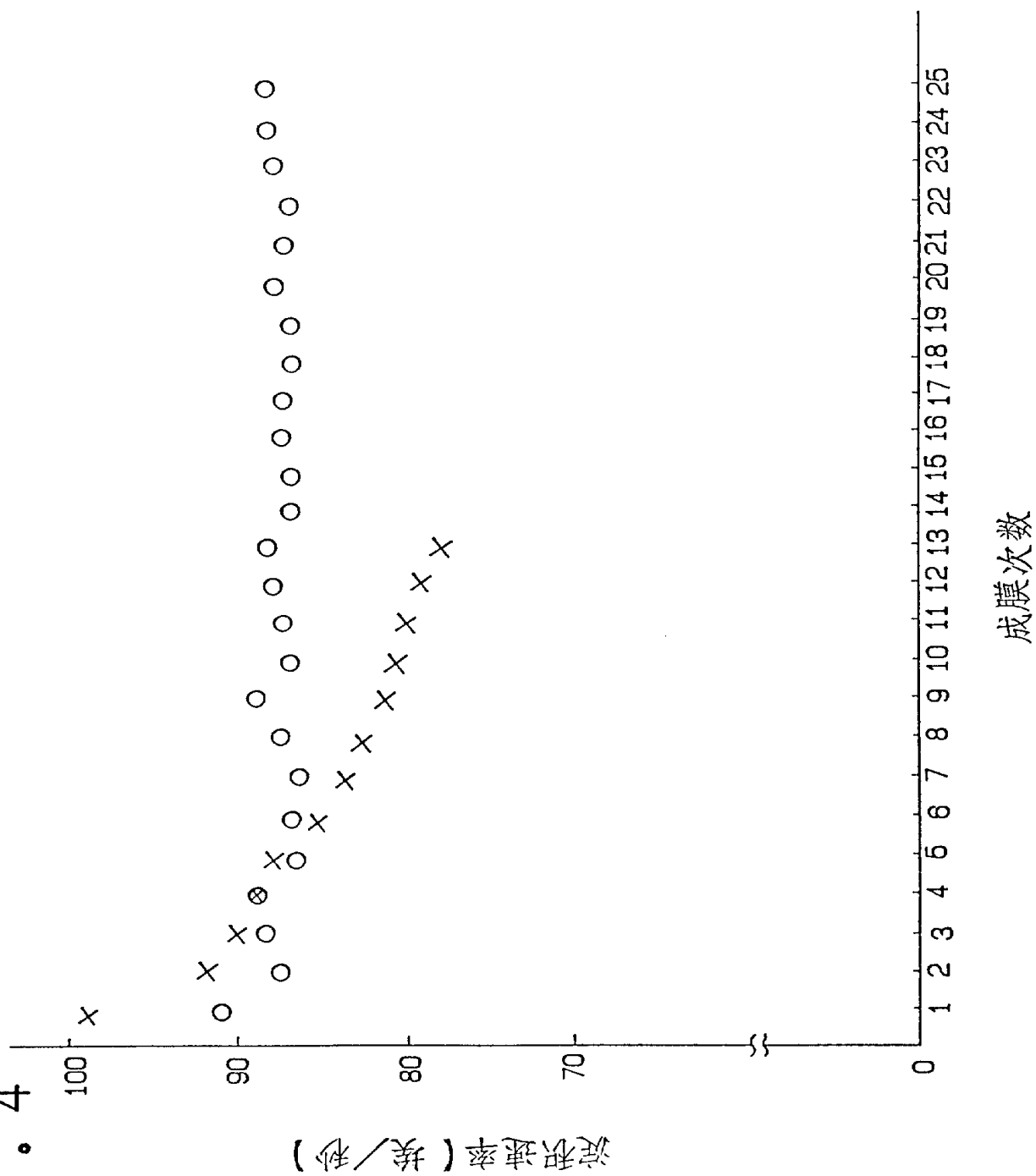


图. 5

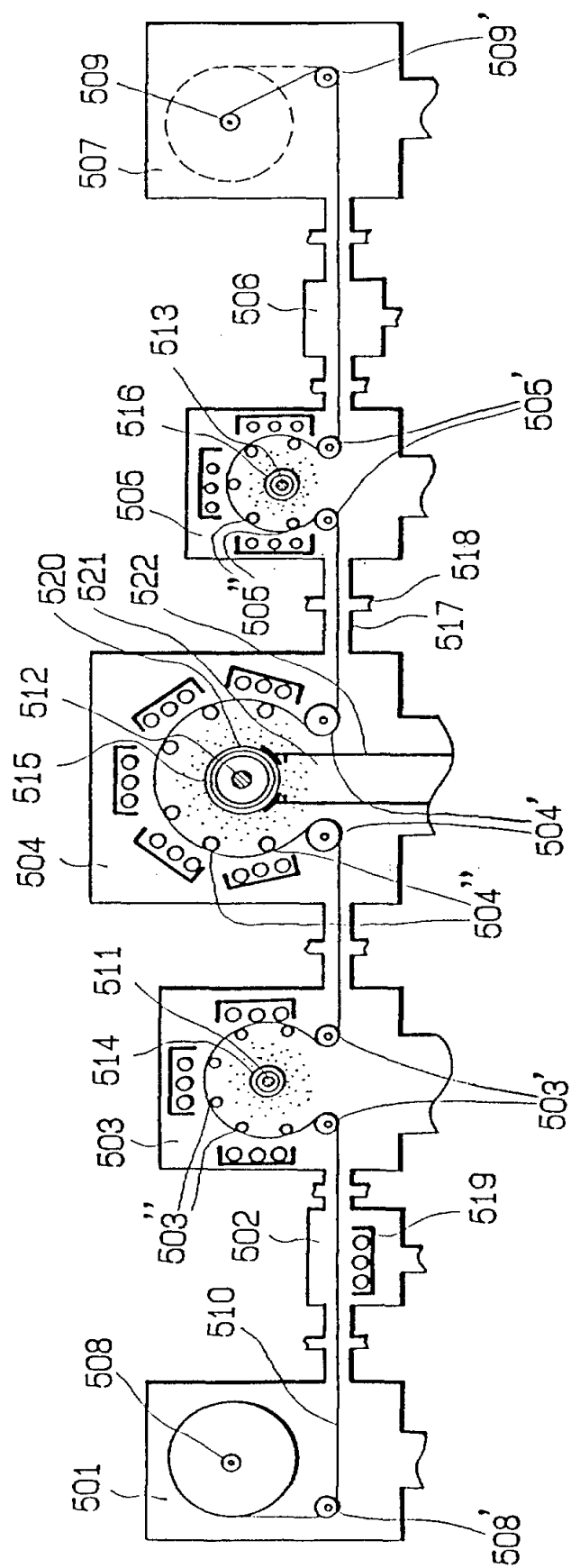


图. 6

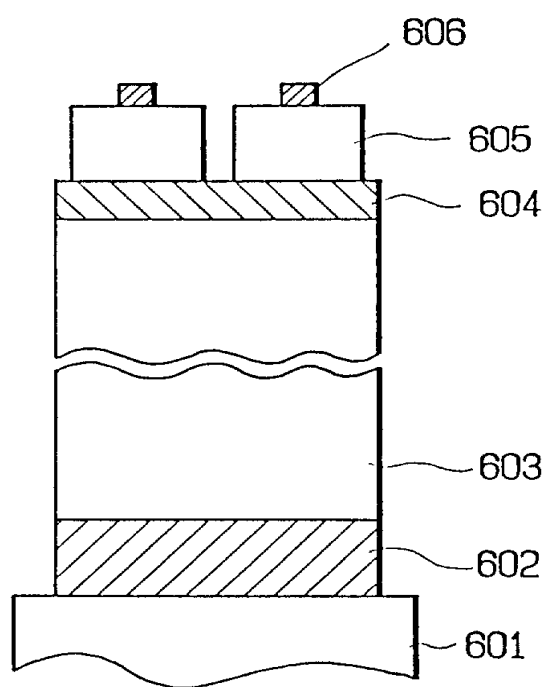


图. 7

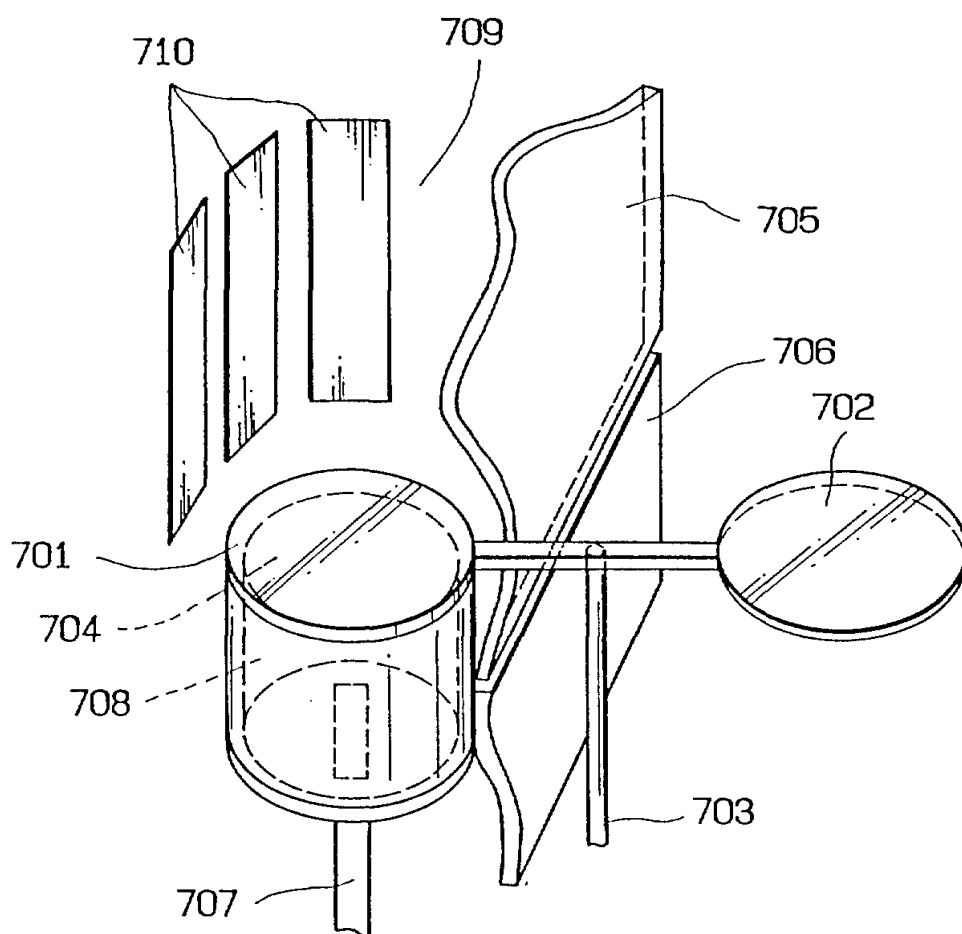


图. 8

