

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 97120685.6

[45] 授权公告日 2002 年 3 月 6 日

[11] 授权公告号 CN 1080145C

[22] 申请日 1997.10.9 [24] 颁证日 2002.3.6

[21] 申请号 97120685.6

[30] 优先权

[32] 1996.10.10 [33] US [31] 728000

[73] 专利权人 艾克塞利斯技术公司

地址 美国马萨诸塞州

[72] 发明人 A·S·德诺姆 J·沙奥

[56] 参考文献

EP296496 1994. 5.11 _

US4764394 1988. 8.16 B05D3/06

US4764394 1988. 8.16 _

US5354381 1994.10.11 _

审查员 周勇毅

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

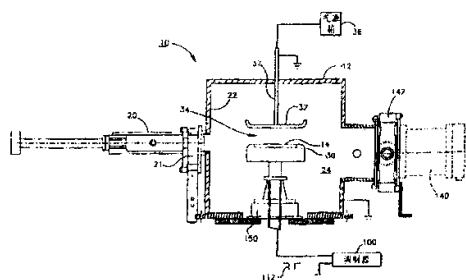
代理人 林长安

权利要求书 3 页 说明书 6 页 附图页数 4 页

[54] 发明名称 工件处理方法和工件处理装置

[57] 摘要

用离子冲击工件的植入表面 120 来处理工件植入表面的方法和装置。植入腔 12 构成了内腔 24 并将工件 14 放入其中。支承板 30 将工件定位在植入腔 内部区域 34 中并使工件植入表面对着内部区域。为气体状态的掺杂材料被注入植入腔中并充满植入腔中邻近工件的区域。植入材料在腔内部区域形成等离子体。置于植入腔内的第一二导电电极 30,32 有位于工件所在内腔附近的导电表面。腔外的电源向第一二电极加压。控制电路 100 用电源以一系列的脉冲 112, N, P 反复向导电电极加压,使腔内气体分子电离并加速以冲击工件。



ISSN 1008-4274



权利要求书

1. 一种处理一个或多个工件的方法，它包括以下步骤：

5 (a) 将一个或多个工件(14)插入到一个操作腔(12)的一个内腔(24)中，
在一个导电工件支承板(30)上支承着所述一个或多个工件(14)，并使所述一个或多个工件(14)的处理表面(120)对着所述操作腔(12)的所述内腔(24)中的处理区(34)，所述操作腔(12)有包围着其内腔(24)的导电壁(22)；

(b) 将带中性电荷的气体分子的工件处理材料注入到所述操作腔(12)内，
这样，所述气体分子就充满了所述操作区(34)；

10 (c) 在所述导电工件支承板(30)及所述操作腔(12)的所述导电壁(22)之间施加偏压，使注入到操作腔(12)内的气体离子化，并且使离子化的带电粒子加速，冲击所述一个或多个工件(14)的处理表面(120)。

2. 根据权利要求1所述的方法，其特征在于：其中，所述施加偏压的步骤(c)包括相应于所述操作腔(12)的所述导电壁(22)在所述导电工件支承板(30)
15 上施加负偏压，使得注入到所述操作腔(12)内的气体分子电离，将产生的带正电荷的离子加速，冲击所述一个或多个工件(14)的处理表面(120)。

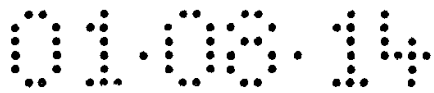
3. 根据权利要求1所述的方法，其特征在于：其中，所述施加偏压的步骤(c)包括相应于所述操作腔(12)的所述导电壁(22)在所述导电工件支承板(30)上施加正偏压，使得注入到所述操作腔(12)内的气体分子电离，将产生的电子
20 加速，冲击所述一个或多个工件(14)的处理表面(120)。

4. 根据权利要求1所述的方法，其特征在于：其中，所述施加偏压的步骤(c)包括将一系列电压脉冲(112, N)施加在所述导电工件支承板(30)上，同时保持所述导电壁(22)上带一个零电势。

5. 根据权利要求1所述的方法，其特征在于：其中，所述施加偏压的步骤(c)包括将一系列电压脉冲(P)施加在所述导电壁(22)上，同时保持所述导电工件
25 支承板(30)上带一个零电势。

6. 根据权利要求1所述的方法，其特征在于：其还包括在所述操作腔(12)的所述处理区域(34)内加磁场。

7. 根据权利要求1所述的方法，其特征在于：其还包括在所述操作腔(12)的所述处理区域(34)内施加射线。
30



8. 根据权利要求1所述的方法, 其特征在于: 其中, 施加在所述导电工件支承板(30)和所述导电壁(22)上的电压脉冲具有足够的脉冲频率、宽度、幅值, 使得所述操作腔(12)的所述内腔(24)中等离子体浓度保持相对稳定的水平。

9. 根据权利要求8所述的方法, 其特征在于: 其中, 所述电压脉冲(112, N, P)周期在毫秒的数量级, 脉冲的重复频率在千赫兹的数量级。

10. 一种处理一个或多个工件(14)的装置, 它包括:

(a) 一个操作腔(12), 所述操作腔具有内腔(24)并有包围内腔(24)的导电壁(22);

(b) 一个导电工件支承板(30), 所述导电工件支承板用来支承所述操作腔(12)的所述内腔(24)中的一个或多个工件(14);

(c) 一个注入装置(32), 将由气体分子组成的处理材料注入到所述操作腔(12)内, 这样, 气体分子就充满了由导电的支承板(30)所支承的一个或多个工件(14)附近的处理区域(34); 其特征在于:

(d) 控制电路(100), 所述控制电路用来在所述导电的工件支承板(30)和所述操作腔(12)的导电壁(22)上施加偏压, 所述控制电路(100)包括提供一系列电压脉冲(112, N, P)的电源, 使得注入到所述操作腔(12)内的气体分子电离, 并对产生的带电离子加速, 冲击所述一个或多个工件(14)的处理表面(120)。

11. 根据权利要求10所述的装置, 其特征在于: 其中, 所述导电壁(22)包括注入装置(32)。

12. 根据权利要求10所述的装置, 其特征在于: 其中, 所述的控制电路(100)反复地在所述操作腔(12)的所述导电壁(22)和所述导电工件支承板(30)之间施加负偏压, 使得注入到所述操作腔(12)的气体分子电离, 并使得产生的带正电的离子加速, 冲击所述一个或多个工件(14)的处理表面(120)。

13. 根据权利要求10所述的装置, 其特征在于: 其中, 所述的控制电路(100)反复地在所述操作腔(12)的所述导电壁(22)和所述导电工件支承板(30)之间施加正偏压, 使得注入到所述操作腔(12)的气体分子电离, 并使得产生的电子加速, 冲击一个或多个工件(14)的处理表面(120)。

14. 根据权利要求10所述的装置, 其特征在于: 其中, 所述的电源将所述电压脉冲(112, N)施加在所述导电工件支承板(30)上, 所述控制电路(100)使所述导电壁(22)上维持一个零电势。



15. 根据权利要求10所述的装置, 其特征在于: 其中, 所述的电源将所述电压脉冲(P)施加在所述导电壁(22)上, 所述的控制电路(100)使所述导电工件支承板(30)上维持一个零电势。

5 16. 根据权利要求10所述的装置, 其特征在于: 其中, 所述导电工件支承板(30)由所述操作腔(12)的绝缘部分(150)支承着。

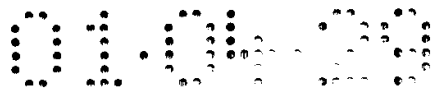
17. 根据权利要求10所述的装置, 其特征在于: 其中, 所述注入装置(32)包括将气体分子送入到所述内腔(24)中的集流腔(32)。

10 18. 根据权利要求17所述的装置, 其特征在于: 其中, 所述的集流腔(32)包括导电材料, 并且所述集流腔(32)由所述操作腔(12)的绝缘部分(150)支承着, 和所述电源将所述电压脉冲(P)施加在导电的所述集流腔(32)上, 在导电不多所述集流腔(32)和所述导电工件支承板(30)之间施加偏压。

19. 根据权利要求10所述的装置, 其特征在于: 其中至少部分所述内腔(24)和所述导电工件支承板(30)的非工作区与绝缘的材料相连。

15 20. 根据权利要求10所述的装置, 其特征在于: 其还包括一个磁体(154), 所述磁体(154)在所述操作腔(12)的所述处理区域(34)建立一个磁场。

21. 根据权利要求10所述的装置, 其特征在于: 其还包括一个辐射源(152), 所述辐射源(152)向所述操作腔(12)的所述处理区域(34)进行辐射。



说明书

工件处理方法和工件处理装置

5 本发明涉及一种工件的处理系统，它将要处理的工件置于等离子体氛围中，用加速的粒子来冲击工件。这样的—个系统是将工件置于包括有带正离子的等离子体氛围中，然后将正离子加速，用浓度可控的离子冲击硅片表面以掺杂硅片。

目前商用的离子植入系统使用的离子源，它包括一个与植入腔分开的离子源腔，在植入腔中可以用离子源的离子来处理一个或多个工件。离子源腔的出口使
10 离子从离子源内流出，而后将离子整形、分解、加速，形成离子束。离子束沿真空粒子束通道流入到离子植入腔内，在该腔内离子束冲击一个或多个工件，工件通常是放在植入腔内的圆形薄片。离子束的能量要足够大，使得冲击薄片的离子穿透植入腔内的那些薄片。在一般使用这样的系统时，薄片是硅片，用离子掺杂硅片来形成半导体材料。以采用掩膜片和形成保护膜层的有选择性的植入，这样
15 一种现有技术的植入器，可用来制作集成电路。

Conrad 的美国专利4764394，题目为“等离子源离子植入的方法和装置”，公开了一种用离子碰撞处理目标物的离子植入系统。在封闭腔中的目标物周围形成离子化的等离子体，就可向三维目标物表面进行离子植入上。一旦围绕目标物的区域中形成了等离子体，等离子体中的离子就从各个方向来冲击目标物，而不
20 需要操纵目标物。这种植入是采用高压重复的脉冲实现的，通常是20千伏(KV)或更高的电压，使离子冲击目标物裸露的表面。美国专利4764394中所讨论的制造等离子体的技术是将中性气体引入到目标物的周围区域，然后以离子化幅射方式使气体电离。

Conrad的美国专利4764394所公开的系统，用分开的离子源在工件周围的
25 区域建立起离子化的等离子体，然后对支承工件的电极适当地施加负电压脉冲，吸引等离子体中的正离子冲击工件。按照本发明设计的结构和方法用—系列的能量脉冲完成离子化和工件处理。

本发明是用粒子碰撞工件的方式来处理工件。植入腔设置有内腔。导电的工件支承板可作为一个电极，用来安放内腔中的一个或多个工件。腔还包括导电的
30 壁，该壁包围着内腔，作为第二电极。

将一个或多个工件插入到植入腔内，放在导电支承板上，一个或多个工件要处理表面对着植入腔的内部区域。将以带中性电荷的气体分子形式存在的工件处理材料注入到植入腔内，气体就充满了由导电支承板支承的一个或多个工件附近的植入腔区域。

- 5 将偏压施加在作为一个电极的导电工件支承板及作为另一电极的植入腔的导电壁之间。偏压最好是一系列电脉冲，施加在第一电极和第二电极之间，使注入到植入腔内的气体电离，并且使电离产生的带电粒子朝一个或多个工件要处理表面的方向加速。

- 10 本发明的具体应用在于将浓度可控的离子植入到硅片上，掺杂硅片。经验表明，用适当的离子掺杂材料可获得合适浓度的植入剂量。

可以看出，本发明特别适用于植入平板显示器或类似的工件，有较大表面面积的工件需要用离子碰撞来处理。在平板显示器上由玻璃或类似材料的基片组成，在一面上涂有多晶硅或无定形硅。将涂敷后的基片插入到离子植入腔内，用离子碰撞来处理。

- 15 使用本发明比现有技术中的离子植入装置有一定的优势，在现有技术中，离子源与植入位置分开，通过较长的真空离子束集流腔相连。由于省去了离子源和其供能装置，所以按照本发明设计的离子植入装置的费用降低。因为在操作腔内产生等离子体的电极之间的间隙可以作得较小，所以就可以减小操作腔的尺寸。由于系统尺寸，能量消耗低和维护操作简单，因而这样的植入装置的使用费用就降低。对于由适当的材料（如涂有硅的铝）制成的相邻的两个板，由于等离子体局限在两个板之间，所以植入装置的污染降低。如果要处理的工件尺寸加大，只需增大电极尺寸，所以就提高了处理大截面工件如平板显示器的能力。植入的均匀性也很好，波动只有约1%或更小。
- 20

- 25 使用所公开的技术来制造等离子体并不局限于离子植入。所公开的技术也可用于等离子体蚀刻或砂磨。如果施加在第一和第二电极上的脉冲的极性反向，就可用电子来处理工件，这在某些情况下，如处理光敏抗蚀剂，是有用的。总之，正或负电压可以施加在第一或第二电极的任何一个上，而另一个电极上施加参考电压，通常是零电势。

- 30 结合附图对本发明的一个最佳实施例进行详细说明，就可以更好地理解本发明的上述及其他的目的，优点，和特征。

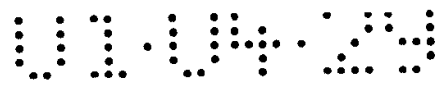


图1是根据本发明的一个最佳实施例设计的离子植入系统的简图;

图2A和2B是操作腔的放大的简图, 操作腔中包括放置在其内的阴极和阳极, 用来产生等离子体;

图3是冲击工件表面的离子之间的可能产生的相互作用的简图;

5 图4是当离子冲击工件时离子植入概率作为离子能量和质量的函数的图表;

图5是用从三氟化硼的气体分子中分离出的硼向直径为6英寸的薄片植入时, 离子植入浓度作为薄片表层下植入厚度的函数的图表;

图6是一个图, 显示了用硼植入到6英寸薄片上时掺杂的均匀度.

10 图1是离子植入系统10的总体示意图, 它包括操作腔12, 可将大致呈平面状的工件14插入到操作腔内, 用离子处理这些工件。图1所示的系统包括装料闸门20, 可以一次一个地将单个的薄片插入到操作腔12中。将工件插入到操作腔12或从操作腔12中取出时, 就打开和关闭阀21, 这样, 通过阀21, 将工件放入到腔12或从腔12中取出时, 使用装料闸门20可以使操作腔12维持在负压状态(相对于大气压)。

15 图1所示的操作腔12包括, 内壁22形成了一个内腔24, 可将工件14插入内腔中。将工件14放在大致呈平面状的导电板或支承板30上。根据板30所支承的工件大小, 板30可以设计为任何适当的尺寸。

20 位于工件板的上方并与其分开的是气体传输集流腔32, 该集流腔将可电离的气体传输到集流腔和工件14之间的区域34。工件上方的区域34是在植入系统10工作过程中产生等离子体的区域。未被电离和植入的气体分子沿出口35从腔中流出。在如图2A和2B所示的一个实施例中, 出口35开在板30的下方。

25 一个包括供气装置36、入口37和集流腔32等的注入装置, 其位于腔外的供气装置36将可电离的气体从入口37进入, 流经腔壁进入到集流腔中, 集流腔中有许多支路, 这些支路从入口37通向正对工件的一排开口40(图2A和2B)。如果保持集流腔和工件14之间区域34中的气体密度尽可能均匀, 处理得就均匀。推荐的集流腔32通常是平面圆形的, 包括一排开口40, 可使得环绕集流腔外周的气体浓度尽可能地均匀一致。这样, 将工件14放在板30上, 放置在大致呈圆形的板30的里面, 以避免等离子体的不均匀区。合理地设计作为第一电极的板30及作为第二电极的集流腔32的边缘形状, 就能控制电极边缘电场的强度, 从而保证植入均匀。

向导电板30（图2A）施加一系列的负电压脉冲，而使集流腔32保持零电势，这样，一旦气体进入到等离子体区34中，在负电压脉冲作用下，气体分子电离（失去一个或多个电子），并使带正电荷的原子朝工件加速。在某些情况下，施加在板30上和集流腔32上的电压极性可以反过来，使加速的电子冲击工件。在公开的
5 实施例中，示意了单个工件放置在板30上的情况，但是，也可以用本发明同时植入多个工件。

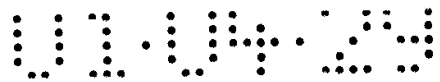
图2A和2B示出了用四个不同的加压装置，使工件14上方的区域34中形成一定浓度的工件处理材料。图2A中，集流腔32和腔壁接地。在这种结构中，负电压脉冲N施加在导电支承板30上，使得区域34在较高电压作用下电离，并使离子向板方
10 向加速。在图2B的实施例中，支承板30接地，电压脉冲施加在集流腔32上。在这种结构中，正电压脉冲P使得带正电荷的离子向工件14方向加速。

调制电路100位于腔12的外面，使电压脉冲经过作为一个电极的板30和作为另一个电极的集流腔32，在导电板30和导电集流腔32上施加偏压。任何商用的电源都可以用来供应电压脉冲。

15 推荐的调制电路100包括由高能量的固化开关控制的电源，该电源可提供一系列的脉冲112，不仅使注入到腔内的气体分子电离而且使得电离的气体分子向一个或多个工件14的植入表面加速。选择脉冲112的重复频率和脉冲间隔，在两个电极30，32上的脉冲作用下，保证区域34中产生辉光放电，形成等离子体并维持离子化。电离脉冲移去后，由于再结合和扩散作用，一段时间（数量级为毫秒）后，
20 等离子体密度降低。为了持续地维持等离子体的存在，脉冲频率必须在每秒数千次或更高。但是，较低脉冲频率下，在每个脉冲过程中也能产生电离和植入，只不过植入频率较低。

为降低污染，在一个实施例中，板30和集流腔32用涂有硅的铝制成。至少部分腔壁22上和/或板30的非工作区域上有适当的绝缘材料，如石英，这也有助于降
25 低污染和能量消耗。

图3示意了当来自等离子体区域34的离子130冲击工件14的处理表面120时，在表面120上可能发生的相互作用。如图3所示，离子—表面之间可能的相互作用产生了非弹性（产生光子，X射线，次电子，和离子植入）和弹性作用（溅射和反
30 射的粒子）。入射离子130可被捕获到工件14的固体晶格内，这就是离子植入。捕获机率n示意在图4的图表中，它随着离子能量E的增加和离子质量m的减少而



增加。在高能量下 ($E > 10\text{KeV}$), 捕获机率 $n = 1$, 与离子质量无关。离子能量主要由等离子体的板极电压决定, 板极电压又取决于调制器100中提供的脉冲电压。捕获机率也受气体压力的影响, 这是因为在离子到达表面120前, 由于和气体分子碰撞, 离子会失去部分能量。

5 使用装料闸门20来将工件14插入到腔中, 可以使腔12的内腔在植入时处于真空状态。真空泵140使内腔处于负压, 由安装在腔12和泵140之间的阀142来调节负压。同样的泵140也可以连在气体出口35上。

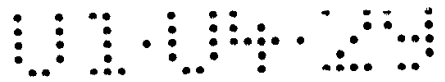
10 根据本发明可以在硅片中掺杂氮掺杂材料。将氮气从气源36处经过铝集流腔32送入到腔12中, 集流腔32通过在集流腔32内延伸的多个通道来传输氮气, 这多个通道向外通到内腔中。图2A所示的整个腔12除了薄片支承板30外都是接地的, 薄片支承板30支承着通过装料闸门20插入到腔中的硅片。为了使支承板30受脉冲作用, 绝缘体150将腔壁和支承板30分开。腔的侧壁和底板有石英构件保护。向薄片支承板30上施加负电压脉冲, 如脉冲宽度为5毫秒、脉冲频率为每秒2000个脉冲 (PPS), 就会产生氮等离子体。

15 进行辉光放电的阈值脉冲电压取决于引入到腔12中的气体类型, 气体压力, 电极30, 32的距离, 在一定幅值的电压脉冲下, 电极的距离决定了电场的强度。

20 建立需要的电离所需的脉冲电压也受区域34的其他外部输入的影响。如图2A和图2B所示, 这些输入包括辐射源152, 它可通过腔壁的窗口153照射紫外线或其他合适的射线。也可以在区域34附近放置亥姆霍兹线圈154, 在区域34处建立适当的磁场。线圈154可以放置在腔12的内部或外部, 邻近区域34。在另一个实施例中, 可以用永久性磁体在区域34中建立磁场。

25 由本发明的经验可以表明, 没有磁场, 在腔内产生等离子体需要相应于腔壁零电势施加 -3.6KV 的电压。在相同的电极距离下, 并有亥姆霍兹线圈154产生的40高斯的磁场, 就可以在较低的电压 -1.8KV 下产生等离子体。放射剂量与气体压力和脉冲条件有关。在脉冲宽度为4毫秒, 脉冲频率为5000Hz, 电压为 $V = -5\text{KV}$ 的植入条件下, 相应于不同的气体压力, 放射剂量可以从 4×10^{13} 平方厘米/秒 (cm^2/sec) 到 2×10^{15} 平方厘米/秒 (cm^2/sec)。

30 用本发明在直径为6英寸的硅片上掺杂, 均匀性很好。图5示意了用在脉冲作用下三氟化硼进行阳极等离子植入时硼的掺杂曲线 (每立方厘米的原子浓度是距薄片表面距离的函数)。图6是掺杂均匀性的示意图, 它是用硼来掺杂6英寸的



硅片，随后迅速进行退火而得到的。图6的示意图是用4个点探针测量得到的板电阻的图，它与地形图相似。图6中示意的是等板电阻线，而不是等高线。平均的板电阻用实线来表示。从该实线沿半径方向向内和向外大致同心的线，表示在平均值之上和以下的级进式的板电阻值。在薄片14的表面上，离板电阻中间值或平均板电阻的总偏差在1%左右。

尽管用一定的特例来说明本发明，但是，在所附的权利要求的实质或范围内对所公开的设计的所有的修改和替换，都在本发明范围内。

说明书附图

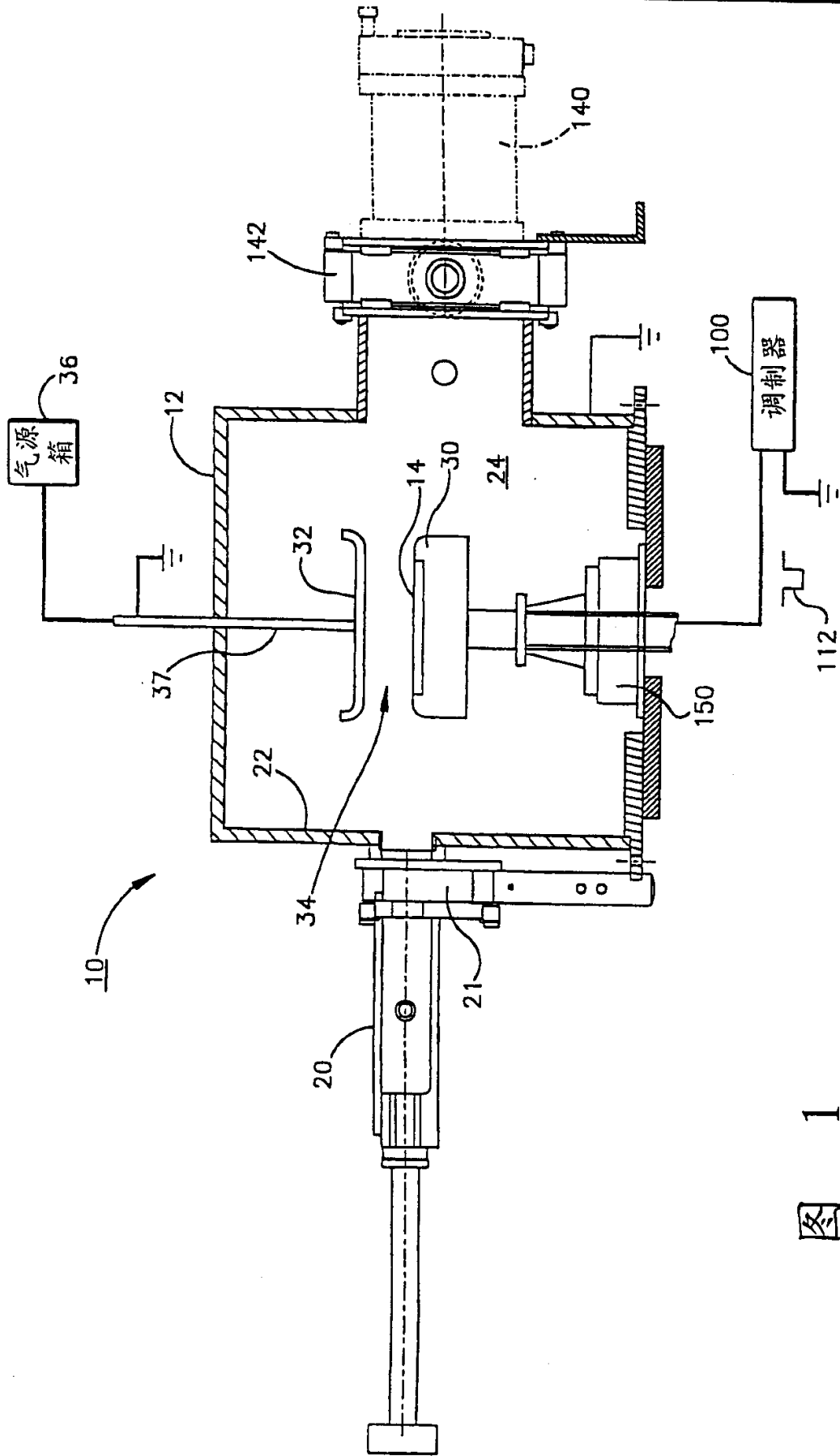


图 1

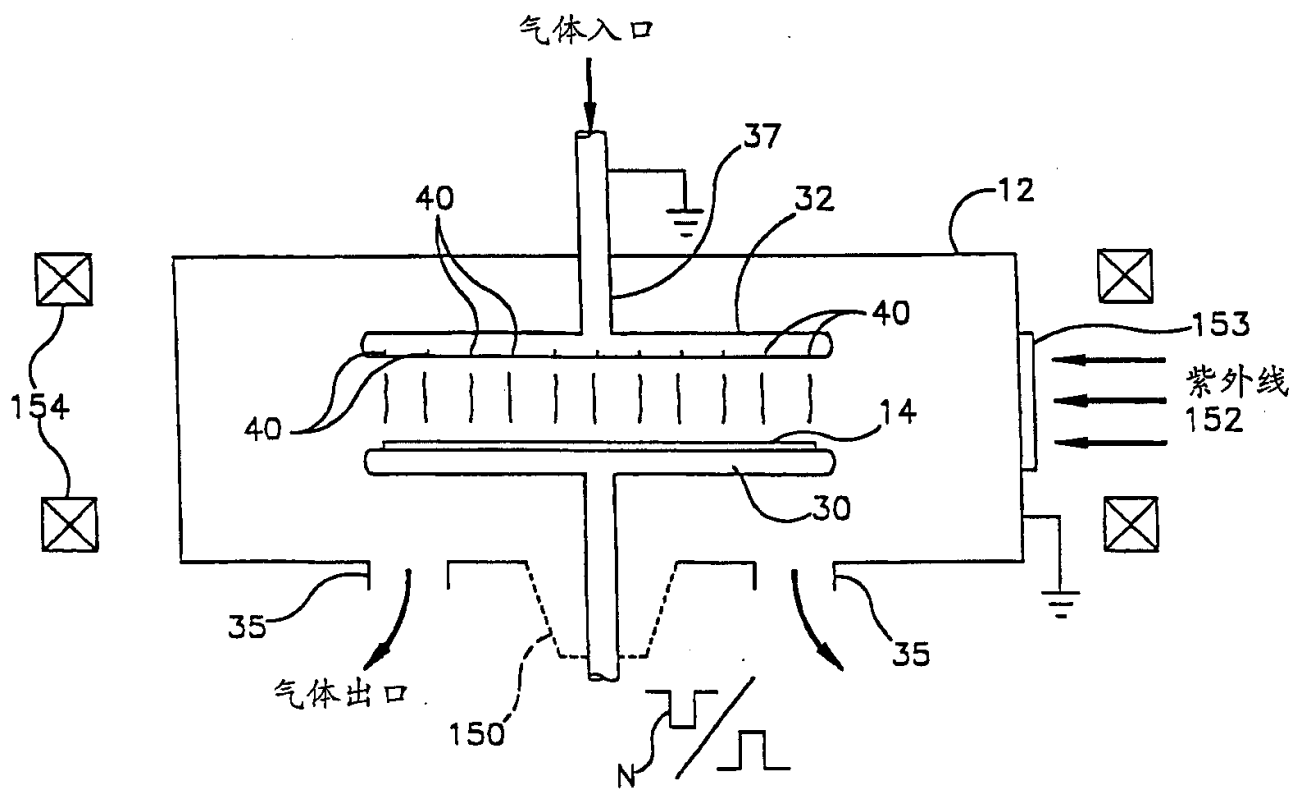


图 2A

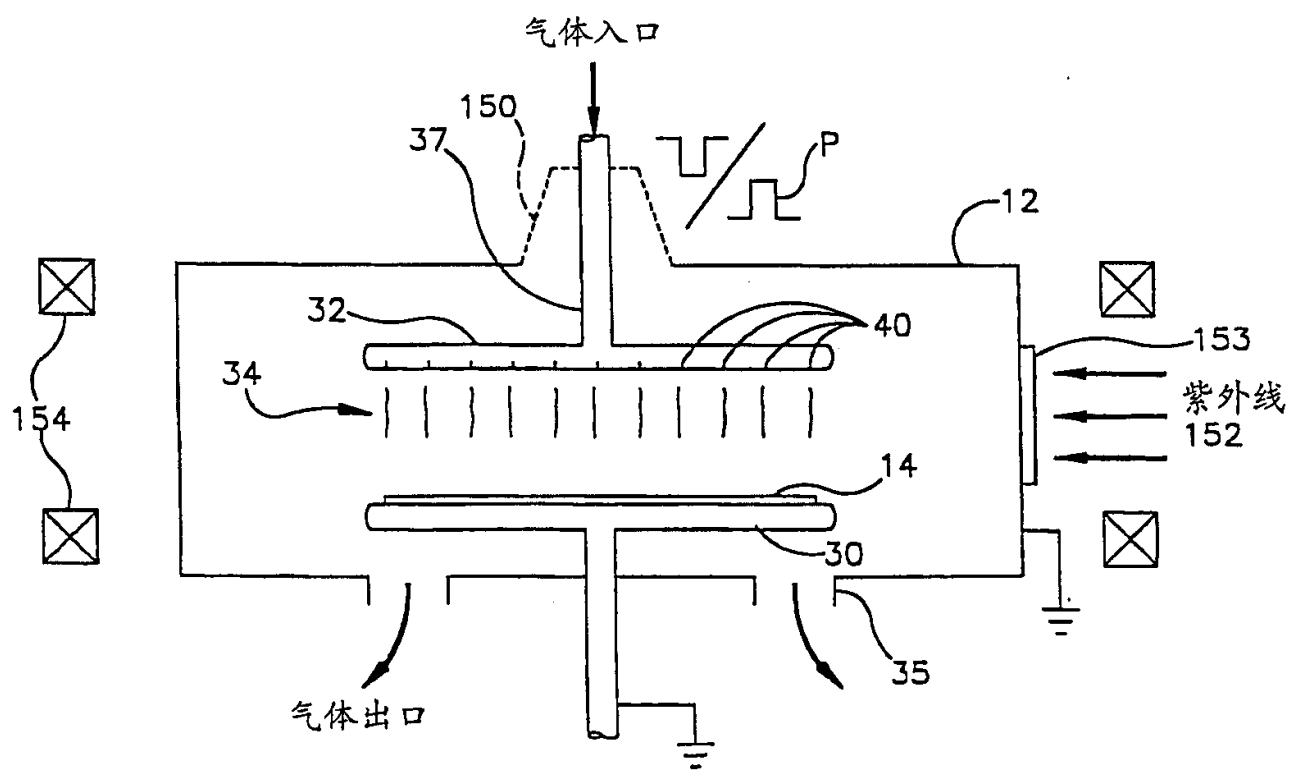


图 2B

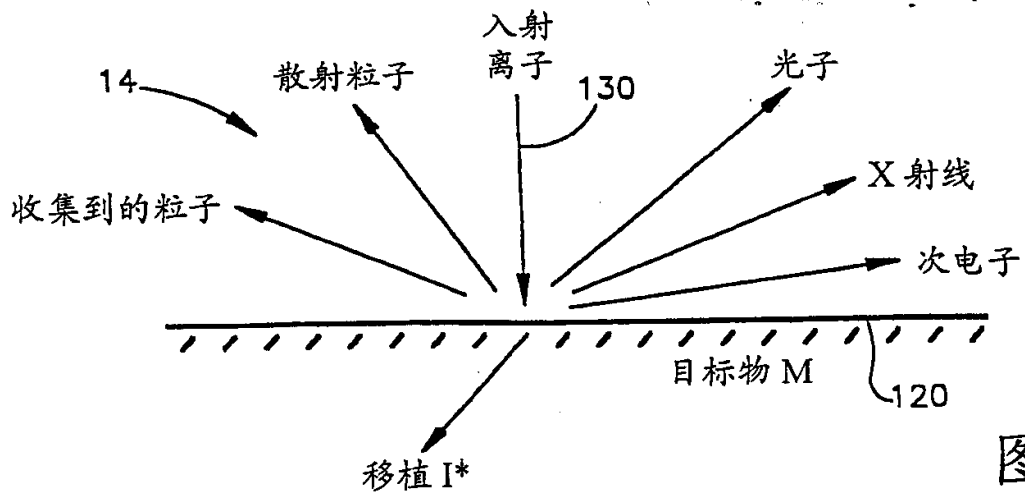


图 3

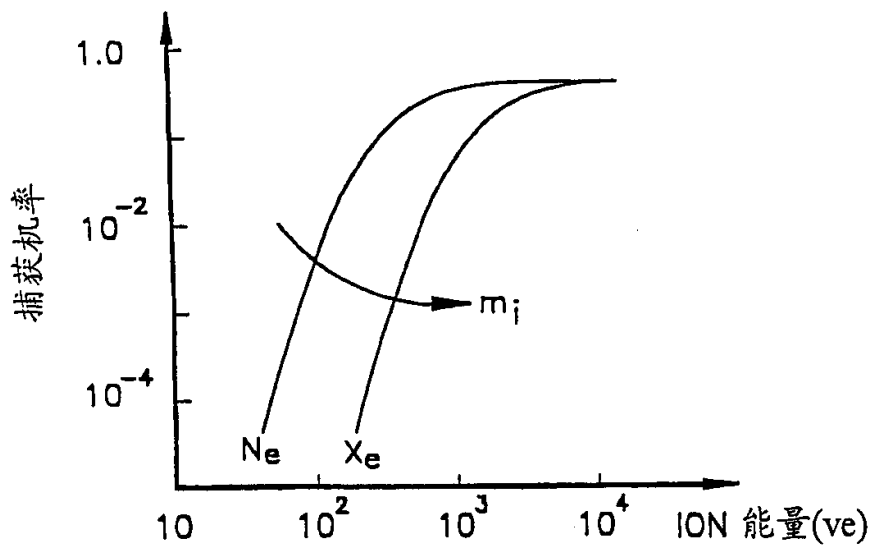


图 4

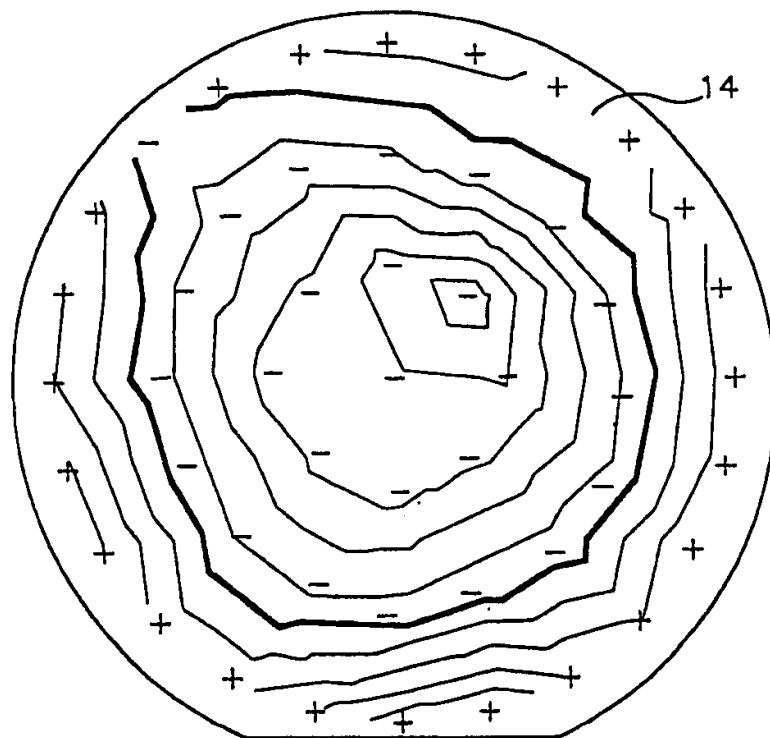


图 6

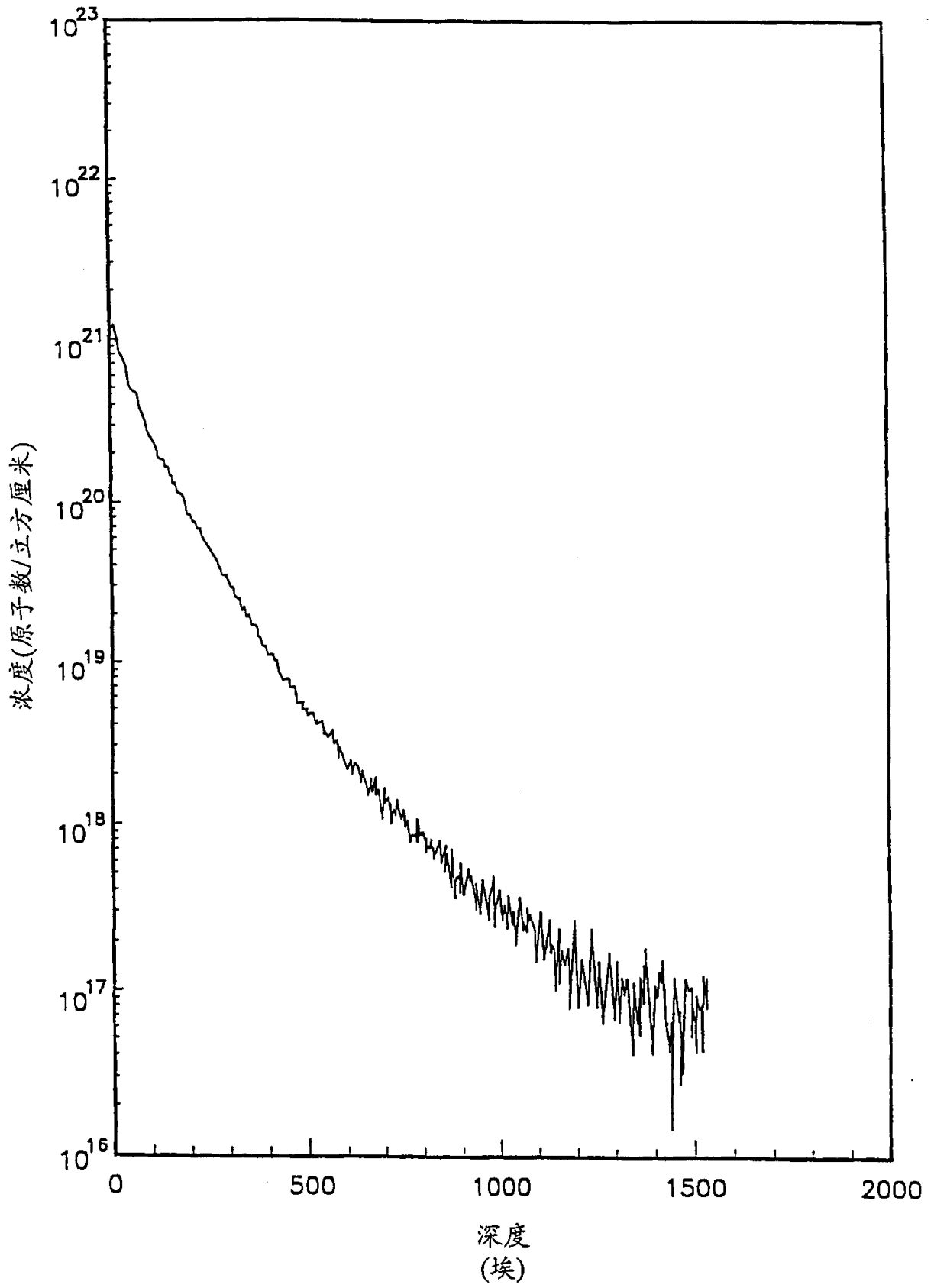


图 5