

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200610146482.7

[51] Int. Cl.

B24C 1/04 (2006.01)

B24C 5/00 (2006.01)

B24C 7/00 (2006.01)

B24C 5/02 (2006.01)

B24C 11/00 (2006.01)

[43] 公开日 2007 年 5 月 30 日

[11] 公开号 CN 1970230A

[22] 申请日 2006.11.13

[21] 申请号 200610146482.7

[30] 优先权

[32] 2005.11.14 [33] US [31] 11/272,844

[71] 申请人 波克股份有限公司

地址 美国新泽西州

[72] 发明人 I·M·戴维斯 D·P·劳比

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司

代理人 胡晓萍

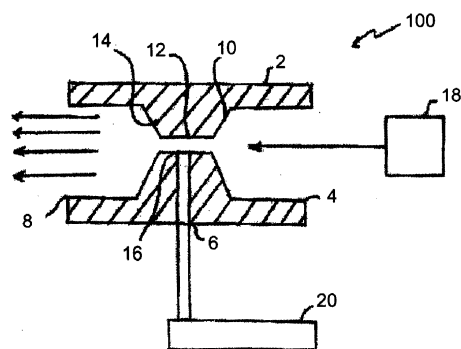
权利要求书 2 页 说明书 9 页 附图 1 页

[54] 发明名称

用于蚀刻孔穴的灰浆清理的装置和方法

[57] 摘要

描写一种从半导体蚀刻孔室或孔室部件中清理碎片的方法，该方法包括引导雾化磨蚀灰浆到这样孔室或孔室部件的至少一些内部表面上。也对于实施这样方法的装置进行描述。



1. 一种装置，它包括：

- 5 (a) 一个喷雾头，适合于产生雾化的磨蚀灰浆，该喷雾头具有磨蚀灰浆进口、雾化流体进口、和雾化磨蚀灰浆出口；
- (b) 一个磨蚀灰浆容器，该磨蚀灰浆容器流体连通地连接到磨蚀灰浆进口并且限定用于包括水和磨蚀微粒的灰浆的空间；和
- (c) 一个雾化流体源，该流体源流体连通地连接到雾化流体进口。

10 2. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于，雾化流体源是从隔膜单元、吸收单元、低温单元、流体容器、压缩机、管路、气室和其组合中选择的。

3. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于，雾化流体源包括一种或多种惰性气体源和其组合。

4. 如权利要求 3 所述的装置，其特征在于，惰性气体源从氮、氩、空气、富氮空气、氩以外的惰性气体和其组合及混合物中选择。

15 5. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于，喷雾头包括文丘里管。

6. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于，容器包括混合装置。

7. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于，它包括适合于调节雾化流体压力的压力调节器。

20 8. 如权利要求 7 所述的装置，其特征在于，压力调节器适合于调节雾化磨蚀灰浆的压力。

9. 一种装置，它包括：

- (a) 一个文丘里管，该文丘里管适合于产生雾化磨蚀灰浆，该文丘里管具有磨蚀灰浆进口、气体进口、和雾化磨蚀灰浆出口；
- 25 (b) 一个磨蚀灰浆容器，该磨蚀灰浆容器流体连通地连接到磨蚀灰浆进口并且限定用于包括水和磨蚀微粒的灰浆的空间。
- (c) 一个气体源，流体连通地连接到气体进口；和
- (d) 一个搅拌器，适合于保持磨蚀灰浆良好分散。

10. 一种方法，它包括：

将雾化磨蚀灰浆引导到半导体蚀刻孔室的至少一些内表面上。

11. 如权利要求 10 所述的方法, 其特征在于, 磨蚀灰浆包括从二氧化硅、氧化钙、浮石、氧化铝、氧化钛、氧化锆、和其组合中选择的磨蚀微粒。

5 12. 如权利要求 10 所述的方法, 其特征在于, 该方法包括通过使雾化流体流动通过喷雾头而产生雾化磨蚀灰浆, 该喷雾头具有连接到磨蚀灰浆容器的流体通道和雾化磨蚀灰浆出口。

13. 如权利要求 11 所述的方法, 其特征在于, 所述产生雾化磨蚀灰浆包括控制离开喷雾头的雾化磨蚀灰浆的压力。

10 14. 如权利要求 13 所述的方法, 其特征在于, 所述控制压力包括将压力控制在约 25 到 150 磅/平方英寸表压的范围内。

15. 如权利要求 12 所述的方法, 其特征在于, 所述产生雾化磨蚀灰浆包括控制雾化磨蚀灰浆的密度。

15 16. 如权利要求 15 所述的方法, 其特征在于, 该方法包括将密度控制在从约 0.01 克/立方厘米到约 0.20 克/立方厘米之间。

17. 如权利要求 12 所述的方法, 其特征在于, 该方法包括控制离开喷雾头的雾化磨蚀灰浆的动量。

18. 如权利要求 17 所述的方法, 其特征在于, 该方法包括将雾化磨蚀灰浆的动量控制在约 100,000 克-厘米/秒到约 300,000 克-厘米/秒范围以内。

20 19. 如权利要求 12 所述的方法, 其特征在于, 所述产生包括使磨蚀灰浆容器内的磨蚀灰浆保持良好的分散状态。

20. 如权利要求 12 所述的方法, 其特征在于, 所述产生雾化磨蚀灰浆包括控制容器内的磨蚀灰浆的成分。

用于蚀刻孔穴的灰浆清理的装置和方法

5 技术领域

本发明指向一种清理装置和方法，特别涉及但又不限于在半导体制造中制成产品和孔穴清理的装置和方法。

背景技术

- 10 从蚀刻孔穴部件清除污染物传统上采用二氧化碳小球喷射、磨蚀小珠喷射、溶剂、强氧化剂、无机酸/碱或高温热分解。根据污染物/基体的组合，这些方法在污染物的清除方面勉强产生效果并且提供高度清洁的表面以便孔穴重新使用。 这些方法也在清理过程中损坏基体，特别当对于阳极化和镀层铝质基体使用传统机械清理方法时。孔穴部件的较新设计采用等离子
- 15 喷镀绝缘镀层，诸如 Al_2O_3 、 ZrO_2 、和 Y_2O_3 。这些镀层施加在陶瓷和阳极化铝质基体上，其中镀层粘结最佳时仅勉强有效并且在清理时由于传统磨蚀喷射技术的侵蚀性质而很容易损坏。

明显地实际上在制造半导体晶片过程中需要从所有表面上有效地除去沉积物而不致使基体或镀层表面变质或损坏。

20

发明内容

按照本发明，提供能够在清理半导体蚀刻孔穴和部件过程中克服或减少过去各种装置和方法相关的缺点。

本发明的第一方面是一种装置，该装置包括：

- 25 (a) 一个适合于产生雾化磨蚀灰浆的喷雾头，该喷雾头具有磨蚀灰浆进口、雾化流体进口、和雾化磨蚀灰浆喷出口；
- (b) 一个磨蚀灰浆容器，它流体连通地连接至磨蚀灰浆进口并且限定一个用于包括水和磨蚀微粒的灰浆的空间； 和

(c) 一个雾化流体源，流体连通地连接至雾化流体进口。

本发明内的装置包括那些其中具有适合于保持磨蚀微粒良好分散的搅拌器的容器，在此使用的名词“良好分散”的意义为磨蚀灰浆是一种所有各种成分的均匀混合物。雾化流体源可以从隔膜单元、吸收单元、低温单元、含有流体的容器、压缩机、管路、气体室和其组合中选出。雾化流体源可包括一种或多种惰性气体源和其组合。惰性气体可从任何认为适合于清理过程的惰性气体中选择，包括但不限于氮、氩、空气、富氮空气、氩以外的惰性气体和其组合。喷雾头可以包括文丘里管。所述装置可包括适合于调节进入喷雾头的雾化流体压力的压力调节器。压力调节器适合于调节离开喷雾头的雾化磨蚀灰浆压力。

本发明另一方面为一种清理方法，该方法包括引导雾化磨蚀灰浆喷射在半导体蚀刻孔穴或孔穴部件中至少一些内表面上。本发明方法包括其中引导步骤中包括控制雾化磨蚀灰浆的压力。压力一般控制在从约 25 到 150 磅/平方英吋（表压）的范围内。如果需要可采用高于 150 磅/平方英吋（表压）的压力以便除去碎片而使下面的基体不受损害。雾化磨蚀灰浆的密度可能需要降低；低于 25 磅/平方英吋（表压）的压力不能提供所要求的清理效率，但是如果雾化磨蚀灰浆的密度增加时也可使用。本发明所述的方法，包括那些其中引导控制雾化磨蚀灰浆密度的步骤，包括对于磨蚀灰浆增加更多流体，减少雾化流体的密度和/或增加其流动速率和其组合。可以将雾化磨蚀灰浆的密度控制在约 0.01 到约 0.2 克/立方厘米的密度范围内。本发明其它方法包括控制离开喷雾头时雾化磨蚀灰浆的动量。本发明方法包括将雾化磨蚀灰浆的动量控制在约 100,000 克-厘米/秒到约 300,000 克-厘米/秒范围内。其它方法可包括在磨蚀灰浆容器内使磨蚀灰浆维持在良好的分散状态下，以及其中控制在磨蚀灰浆容器中磨蚀灰浆成分的方法。

在浏览以下附图简要说明、发明的详细描述和权利要求以后，本发明各方面将变得更加明显。

附图说明

可以获得本发明目的和其它要求特征的方式将在以下描述和附图中予以解释，其中：

图 1 和 2 是按照本发明第一和第二装置实施例的示意侧视图。

不过应该指出，附图并未按比例绘制而仅阐明本发明的典型实施例，
5 并且不能因此而限制其范围，因为本发明还可以采取其它相同有效的实施例。

具体实施方式

在以下描述中，提出许多细节以便理解本发明。不过，本行业熟练人
10 士应该理解，本发明可以不必采用这些细节而实施，并且从已经描述的实施例中可以得到许多变化和变型。

所有在此应用的短句、引伸语、词组和多字辞句，特别在以下的权利要求中，并不限制在其名词和动词中。很明显，意义并不仅仅由名词和动词或单独的字表达。语言可以用多种方式表达其内容。发明概念的存在和
15 这些表达的方式因语言文化而不同。例如，在德文中许多编成词汇的复合句经常表示为形容词和名词的组合、名词-介词-名词组合、或拉丁文引伸语。在权利要求中包括短句、引伸语、词组的可能性对于高质量的专利是必需的，使其有可能减少对其概念性内容的表达，并且所有与这样内容一致（或者在一种语言中或者在不同语言之间）的字语可能概念组合打算包括在所
20 使用的短句中。

按照本发明，提出能够克服或减少与过去方法和装置相关问题的装置和方法。本发明的装置包括一个喷雾头，其功能是产生雾化磨蚀灰浆。该喷雾头包括磨蚀灰浆进口、雾化流体进口、和雾化磨蚀灰浆出口。喷雾头可包括任何能够产生雾化磨蚀灰浆的内部容积，包括文丘里管、收敛-扩大
25 的喷嘴、收敛喷嘴和其它形状的喷嘴。

简而言之，使流体或灰浆雾化有三种主要的方法：

1. 旋转杯雾化法包括采用运动机械元件中的空气打碎流体；
2. 在机械雾化中将要雾化的流体被加压到很高的压力（15 到 30

巴)，如此可以赋予其很高的势能，从而当释放到大气压力中时可以转换为动能。当其与外界大气接触时该动能导致流体剪切，从而形成小滴；

3. 气体-流体辅助雾化可以用来获得相似的结果而可以节约高压
5 (2到6巴)。

本发明的装置与第三类雾化相关。简而言之人们可以按照将要雾化的流体和雾化的流体是否在喷雾头内部或外部接触而区分两种类型的气体-流体辅助雾化。这些类型可以称作内部或外部雾化。二者在本发明中均有
10 用。

- 10 内部雾化的特征在于使流体和雾化流体限制在接触室以内。将两种流体引入该雾化室的方式变化很大并且对于从该室离开的雾化灰浆特性有直接影响。同样，该室的内部几何形状（总体积、产生旋转的叶片、进口和出口小孔的数量和直径等等）也影响流体/雾化流体的流体混合物特定性能。这样的雾化方式可提供极佳的雾化质量，就是，雾化灰浆由非常小的灰浆
15 滴组成，其小滴尺寸范围在直径方面分布很狭窄。在指定的流体输送速率下，这样的雾化质量自然成为所采用雾化流体输送速率和在雾化室内部主要压力的函数。

- 对于外部雾化，其中两种状态流体的接触均在任何封闭场所以外进行，雾化的灰浆主要通过雾化流体由流体灰浆射流的剪切建立。两种流体出口
20 的几何形状完全决定雾化的质量，并且对于由接触而产生点滴的小滴尺寸分析可显示出相对较广阔的直径分布（同时呈现较小和较大的小滴）。

- 图1为按照本发明实施例100中装置的示意侧视图，包括一个喷雾头2，具有一个雾化流体进口4，一个磨蚀灰浆进口6，和一个雾化磨蚀灰浆出口8。喷雾头2可以用任何适当的材料或其组合制造，诸如金属、塑料和以上
25 材料的组合。适当的金属包括铝、不锈钢、诸如304不锈钢等。不锈钢可以用电解抛光，但是这并非本发明的要求。在实施例100中，内部流动沟槽包括收敛喷嘴10，平行喉口部分12，和扩大喷嘴14。在本实施例中喉口12包括磨蚀灰浆的进口孔或小孔16，磨蚀灰浆从喉口由于流动流体造成的

负压吸入。磨蚀灰浆可以从一个或多个磨蚀灰浆容器 20 中吸出，而喷雾头 2 可具有一个或多个通往流态化流体 18 源的连接通道。虽然如此具体的流动配置代表一种文丘里管，但本发明并不受此限制。

各种具体喷雾头的设计有许多可选方案，并且它们均可认为是在本发明中 5 可以预期的替代实施例。例如在图 1 的喷雾头 2 中，雾化流体进口可由一个、两个或更多进口小孔组成，而磨蚀灰浆进口小孔也是如此。例如，在小孔 16 对面设置进口孔或小孔 16a 是有益的。

图 2 为按照本发明另一实施例 200 中装置的示意侧视图，相似于图 1 10 中阐明的实施例 100，包括一个喷雾头 22，具有一个雾化流体进口 4，一个磨蚀灰浆进口 6，和一个雾化磨蚀灰浆出口 8。不过在实施例 200 中，内部流动沟槽包括更加流线型的收敛-扩大喷嘴 24、28、和喉口 26。在该实施例中喉口 26 也包括磨蚀灰浆的进口孔或小孔 16，磨蚀灰浆从喉口 26 由于流动流体造成的负压吸入。磨蚀灰浆可以从一个或多个磨蚀灰浆容器 20 中吸出，而喷雾头 22 可具有一个或多个通往流态化流体 18 源的连接通道。

15 本发明装置的另一部件是流体连接到喷雾头磨蚀灰浆进口的磨蚀灰浆容器。该容器的功能是限定一个包括水分的灰浆、磨蚀微粒、和其它可选成分的空间，视具体清理任务而定，例如要求除去的碎片或沉积物类型和数量，下层基体成分和硬度，和任何基体镀层的性质，诸如耐火或绝缘镀层。

20 磨蚀灰浆容器可以处于大气压力之下，轻微的真空，或在大气压力之上，不过容器中压力并非关键性。容器可以对大气关闭或开放。如果容器处于小于或大于大气压力下，容器制造必须能够承受这些状态。容器可以包括带有胆囊布置的外壳，其中磨蚀灰浆保持在胆囊之内。空气或其它流体可用来强制灰浆流出胆囊，而采用真空协助磨蚀灰浆装入胆囊。

25 磨蚀灰浆容器的配置并非关键性，只要磨蚀微粒能够（或者合理地）保持悬浮在容器之中。可能有些情况下，对于具体任务而言磨蚀微粒超过需要的数量，在如此情况下并非所有磨蚀微粒需要悬浮在其中。有一些需要沉淀在容器底部，一直到需要时为止。灰浆容器构造材料不是关键性的。

容器可以是金属、塑料或其组合制成。甚至可以采用耐火或陶瓷容器，以及采用衬里构造。衬里可以是陶瓷或塑料材料。可以采用悬浮辅助设施。该设施可以是化学、机械或其组合构造。机械悬浮辅助设施可包括一个或多个搅拌或搅动器件。化学悬浮辅助设置可包括一种或多种悬浮辅助化学
5 品。后者的例子将进一步在此描述。

本发明的装置可包括连接到雾化流体进口的雾化流体源。雾化流体源可从隔膜单元、吸收单元、低温单元、含有流体的容器、压缩机、管路、气体室和其组合中选择。雾化流体源可包括一种或多种惰性气体和其组合的源。如果采用，惰性气体可从氮、氩、空气、富氮空气、氩以外的惰性
10 气体和其组合及混合物源中选择。雾化流体不必是纯粹的气体。例如，雾化流体可以是空气或由产生富氮空气的隔膜分离单元发生的氮气。多数氮气隔膜发生的氮气具有大约 90 到 95% 的氮气，虽然通过使用串联或级联模式联结的多隔膜单元可能产生更高的纯度。高于 95% 的纯度并不必要。采用气体的干燥程度可能有关，因为雾化流体为气体并且该气体具有相当水
15 分或其它液体，雾化磨蚀灰浆的成分可能不同于在磨蚀灰浆容器内的成分，因此可能导致不一致的结果。雾化流体的源在流体上通过一条或多条管路连接到喷雾头，这些管路可包括一个或多个适合于调节雾化流体压力（当其进入喷雾头时）的压力调节器。如果输送到喷雾头的磨蚀灰浆量相对地保持为常数，压力调节器也适合于调节雾化磨蚀灰浆的压力。雾化流体源
20 的压力可以是任何需要雾化某具体灰浆并执行清理功能的压力。雾化流体源的压力可以被控制，诸如利用气体室，或者从对于雾化流体压力有少许控制的管路中取得流体。

在运行中，本发明方法包括引导雾化磨蚀灰浆喷射在半导体蚀刻孔穴或孔穴部件中至少一些内表面上。如以上描述，本方法包括利用在喷雾头
25 中通过雾化流体而产生雾化磨蚀灰浆。雾化磨蚀灰浆的产生可包括控制离开喷雾头的雾化磨蚀灰浆的压力在约 25 到 150 磅/平方英吋（表压）的范围内。灰浆的产生可包括控制雾化灰浆的密度在约 0.01 到约 0.2 克/立方厘米的密度范围内。最好能够控制雾化磨蚀灰浆在其接触工件时的动量。在工

件上雾化磨蚀灰浆的动量可以利用控制离开喷雾头时的雾化磨蚀灰浆的动量而获得控制。离开喷雾头时雾化磨蚀灰浆的动量可以控制在约 100,000 克-厘米/秒到约 300,000 克-厘米/秒范围内。在其离开喷雾头时雾化磨蚀灰浆可以利用调节其进入喷雾头时的流体压力，进入喷雾头的灰浆量，磨蚀灰浆的密度，或以上各元素的组合而控制其动量。

磨蚀灰浆可以在磨蚀灰浆室中保持其良好分布状态。如以上所指出，在本发明范围内这意味着磨蚀灰浆是所有成分的均匀混合物。

在本发明中有用的磨蚀微粒可以从那些一般在研磨技术中使用材料中选择，不过，磨蚀微粒（尺寸和成分）将根据表面粗糙程度、镀层厚度变化、和考虑中的粘结性质而选择。在选择合适的磨蚀微粒时，诸如硬度、与目标中工件的兼容性、微粒尺寸、对工件的反应、以及热传导性等应该考虑。

在本发明中使用的磨蚀微粒成分可以分成二类：天然磨料和制成磨料。天然磨料的例子包括：金刚石、金刚砂、刚玉砂、石榴石、磨石、黑硅石、石英、砂岩、玉髓、燧石、石英岩、长石、浮石和滑石。制成磨料的例子包括：碳化硼、立方氮化硼、熔凝氧化铝、陶瓷氧化铝、热处理氧化铝、氧化铝-氧化锆、玻璃、碳化硅、氧化铁、碳化钽、氧化铈、氧化锡、碳化钛、合成金刚石、二氧化锰、氧化锆、和氮化硅。

在本发明中有用的磨蚀微粒典型地和较佳地具有从约 0.1 微米到约 1500 微米范围内的微粒尺寸，更佳地为从约 0.1 微米到约 1300 微米范围。磨蚀微粒较佳地具有从约 0.1 微米到约 700 微米范围的平均尺寸，更佳地为约 1 微米到约 150 微米，特别较佳地为约 1 微米到约 80 微米。发明中使用的磨蚀微粒最好具有至少为 8 的莫尔（Mohr）硬度，更佳在 9 以上，而对于特定用途可以使用较软微粒。

名词“磨蚀微粒”包括个别磨蚀微粒的凝聚物。当多个磨蚀微粒通过粘合剂而粘合在一起而形成较大的磨蚀粒子（可具有特定的粒子结构）时，就形成磨蚀凝聚物。形成磨蚀凝聚物的多个微粒可包括不止一种类型的磨蚀微粒和粘合剂。

一般而言，填充料为无机粒状物质，包括基本上为惰性或对于磨料作用的表面无反应的物质。不过偶而采用活性的（即反应的）填充料，有时在研磨行业中称作研磨辅助。这些填充料有利地在使用中与工件互相作用。具体地说，在本行业中认为研磨辅助可以（1）减少磨蚀微粒和研磨中的工件之间的摩擦，（2）防止磨蚀微粒“戴帽”，即防止金属微粒焊接在磨蚀微粒顶部上，（3）减少磨蚀微粒和工件之间的接触面温度，或者（4）减少要求的研磨力。

研磨辅助包括广泛品种的不同材料并且可以是无机的或有机的。在本发明中研磨辅助的化学组群体例子包括石蜡、有机卤化物化合物、卤化物盐及金属和其合金。有机卤化物化合物将典型地在磨蚀过程中分解并且释放卤化物酸或气体卤化物化合物。这些材料的例子包括氯化石蜡，诸如四氯化萘、五氯化萘和聚氯乙烯。卤化盐的例子包钾冰晶石、钠冰晶石、铵冰晶石、四氟硼酸钾、四氟硼酸钠、氟化硅、氯化钾、氯化锰。金属的例子包括锡、铅、铋、钴、铈、镉、铁、钛。其它杂项研磨辅助包括硫、有机硫化合物、石墨和金属硫化物。在本发明范围还可使用不同的研磨辅助组合，并且在某些情况下这可以产生协同效果。以上所述研磨辅助的例子

10 的意义在于代表性地显示研磨辅助，而并不意味着包括所有研磨辅助。

研磨辅助在本发明使用磨蚀灰浆中的数量范围从约 0.1 到约 10 百分比的干重，较佳为从约 0.5 到约 5.0 百分比的重量，基于灰浆的总重。如果采用非反应性填充剂，可以使用高达 50 百分比的干重。

20

本发明使用的磨蚀灰浆可含有任何数目的传统添加剂（一种或多种附加成分），诸如塑化剂、螯合剂、pH 值改良剂、消泡剂、发泡剂、加强聚合物、防冻剂、悬浮助剂、杀菌剂、杀真菌剂和/或增稠剂。

本发明的磨蚀灰浆可以通过混合磨蚀微粒（具有已知颗粒尺寸在 5 微米范围和已知颗粒尺寸分布范围在 7-75 微米以内）和脱离子水而完成，并且还可选地包括其它材料，以便获得灰浆的密度范围从 0.01 克/立方厘米到 0.2 克/立方厘米。灰浆可以使用高剪切混合器在 1200 转/分钟下混合 20 分钟，并且混合器可以在灰浆使用中保持旋转，但在低转速下，以便使灰浆

25

保持良好分散。

磨蚀灰浆利用具有文丘里管的喷雾头（相似于图 1 中示意阐明）转换为雾化喷射。作为例子，喷雾头可以用铝制造，并且具有一个或多个直径为约 1 厘米的灰浆进口小孔，一个或多个直径为 1 厘米的空气（雾化流体）

- 5 进口小孔，和一个或多个直径为 2 厘米的雾化灰浆出口小孔。磨蚀灰浆可以通过柔性不锈钢管输送到喷雾头，磨蚀灰浆由进入喷雾头的空气在约 100 磅/平方英寸（表压）压力下抽入喷雾头。雾化灰浆从喷雾头在约 50 磅/平方英寸（表压）压力下喷出。灰浆槽可以如以上所述地保持搅拌。灰浆槽可以处于大气压力和室温下，虽然这些条件纯粹为方便起见而并非必要。
- 10 雾化灰浆可以引导至在其绝缘表面上具有硅、碳化硅及其它碎片沉积物的蚀刻孔室的绝缘镀层表面上。雾化灰浆以 90° 角度引导至表面上，虽然也可以采用其它角度。试验以前测量绝缘表面的粗糙度（Ra），而试验以后在雾化灰浆接触绝缘表面 30 秒钟以后也测量其粗糙度（Ra）。“Ra”是通常在研磨行业中采用的粗糙度测量参数。“Ra”定义为粗糙轮廓离开平均
- 15 线的算术平均值。Ra 可以用表面光洁度测量仪探头测量，该探头具有镶嵌金刚石的尖端触针。一般而言，Ra 数值越低，工件的表面光洁度越光滑或细致。可以采用商业名称为 Perthen M4P 的表面光洁度测量仪。镀层的厚度可以采用行业中众所周知的显微剖切技术决定。

- 本发明的装置和方法可以有效地用来从半导体蚀刻孔室表面上除去碎
- 20 片。虽然以上仅详细地描述几个本发明的示范性实施例，本行业熟练人士将立即理解在这些示范性实施例中可能有许多变型而不致实质上偏离本发明新颖原理和优点。相应地，所有这些变型均将包括在本发明如以下权利要求所限定的范围以内。

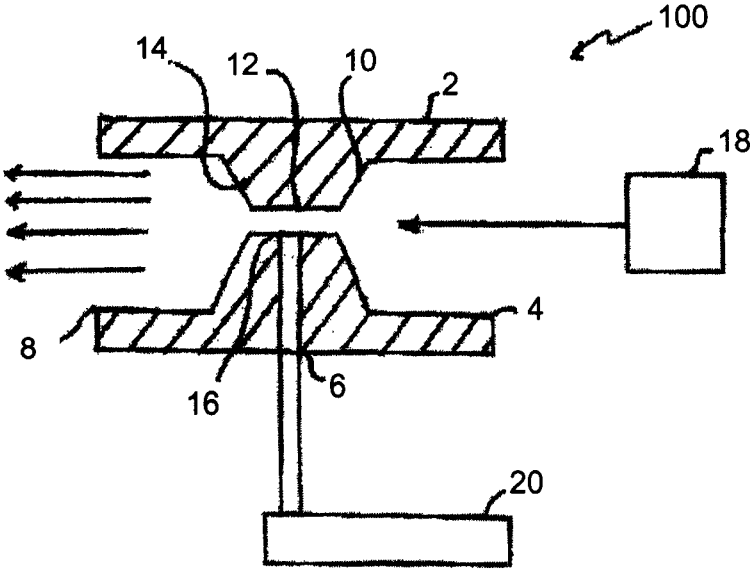


图 1

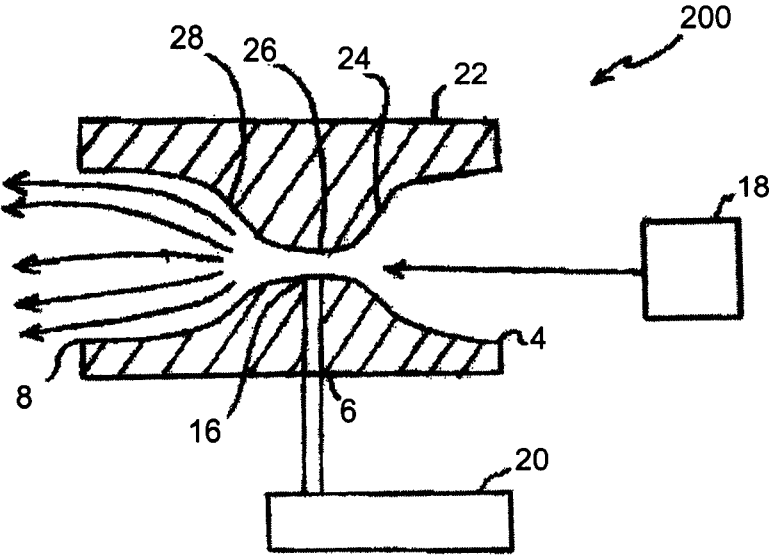


图 2