



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200410086534.7

[43] 公开日 2005年4月27日

[11] 公开号 CN 1609259A

[22] 申请日 2004.10.21

[21] 申请号 200410086534.7

[30] 优先权

[32] 2003.10.22 [33] US [31] 10/691,418

[71] 申请人 应用材料公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 林一莘 徐大江 克利福德·斯托

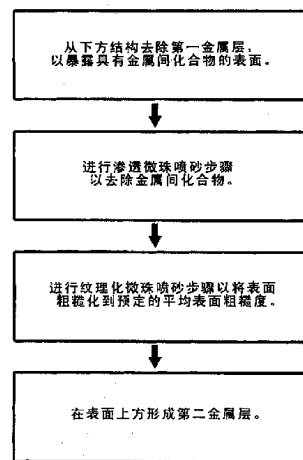
[74] 专利代理机构 北京东方亿思知识产权代理有限
责任公司
代理人 肖善强

权利要求书2页 说明书14页 附图4页

[54] 发明名称 清洁和刷新具有金属涂层的室部件

[57] 摘要

本发明公开了一种清洁和刷新处理室的部件以从部件表面去除金属间化合物的方法。所述部件包括具有涂层的结构，所述涂层包含金属间化合物上方的第一金属层。为了刷新部件，第一金属层被去除以形成暴露表面，所述暴露表面至少部分地包含金属间化合物。在渗透微珠喷砂步骤中，通过利用被加压到低于约310kPa(45psi)的压力的气体朝向暴露表面推进微珠直径小于约180微米的喷砂微珠，对暴露表面进行微珠喷砂处理，由此从所述结构的暴露表面去除金属间化合物，以形成经清洁的表面。然后在经清洁的表面上方形成第二金属层。



1. 一种刷新处理室的部件的方法，所述部件包括具有涂层的结构，所述涂层包含金属间化合物上方的第一金属层，所述方法包括：

5 (a) 去除所述第一金属层以形成暴露表面，所述暴露表面至少部分地包含所述金属间化合物；

 (b) 通过利用被加压到低于约 310 kPa 的压力的气体朝向所述暴露表面推进微珠直径小于约 180 微米的喷砂微珠，来进行渗透微珠喷砂步骤，由此从所述结构的所述暴露表面去除所述金属间化合物，以形成经清洁的
10 表面；以及

 (c) 在所述经清洁的表面上方形成第二金属层。

2. 如权利要求 1 所述的方法，其中步骤 (b) 包括利用微珠直径从约 80 微米到约 180 微米的喷砂微珠对所述暴露表面进行微珠喷砂处理。

3. 如权利要求 1 所述的方法，其中所述暴露表面包含裂缝，并且其中
15 所述微珠直径被选择为小于所述裂缝的平均宽度，由此所述喷砂微珠可以渗透到所述裂缝中以去除所述金属间材料。

4. 如权利要求 1 所述的方法，其中步骤 (b) 包括通过利用被加压到从约 172 kPa 到约 310 kPa 的压力的气体朝向所述暴露表面推进喷砂微珠，来对所述暴露表面进行微珠喷砂处理。

20 5. 如权利要求 1 所述的方法，还包括纹理化微珠喷砂步骤，用于纹理化所述经清洁的表面以具有从约 3.81 微米到约 8.89 微米的平均表面粗糙度。

6. 如权利要求 5 所述的方法，其中所述纹理化微珠喷砂步骤包括利用被加压到从约 276 kPa 到约 414 kPa 的压力的气体向所述暴露表面推进微
25 珠直径从约 400 微米到约 1000 微米的喷砂微珠。

7. 如权利要求 1 所述的方法，其中所述结构包含铝、钛、不锈钢、铜和钽中的至少一种，并且其中所述涂层包含铝、钛、铜和铬中的至少一种。

8. 如权利要求 1 所述的方法，其中步骤 (a) 包括将所述第一金属层的

表面浸入包含酸性或者碱性溶液的清洁溶液中，以溶解所述第一金属层。

9. 如权利要求 1 所述的方法，其中步骤 (c) 包括在所述经清洁的表面
上方双丝电弧喷镀所述第二金属层。

10. 按照权利要求 1 所述的方法所刷新的部件，其中所述部件能够通
5 过所述方法被刷新至少约 15 次，而基本上不会出现所述部件的失效。

11. 按照权利要求 1 所述的方法所刷新的部件，其中所述部件包含围
壁、室护罩、靶、覆盖环、沉积环、支撑环、绝缘体环、线圈、线圈支
撑、挡板盘、夹持护罩和衬底支撑中的一个或者多个的至少一部分。

清洁和刷新具有金属涂层的室部件

5 技术领域

本发明的实施例涉及清洁和刷新处理室部件的方法。

背景技术

衬底处理室被用于以激发的处理气体处理衬底，以制造诸如集成电路
10 芯片和显示器的电子电路。通常，处理室包含：包围处理区域的围壁；激
发气体的气体激发器以及排放和控制气体压力的排放系统，其中，所述处
理气体被引入所述处理区域中。诸如室壁、衬垫和沉积环之类的室部件容
易被用来处理衬底的激发气体腐蚀，尤其是当处理气体包含卤素时。通过
在部件上形成诸如经双丝电弧喷镀的铝涂层之类的防腐蚀涂层，可以提高
15 防腐蚀性。涂层也可以具有经纹理化的表面，而处理残留物粘附到所述表
面上，由此防止了累积的处理残留物剥落并污染正在室中处理的衬底。

这样的经涂层的部件常常需要经常清洁和刷新，以保持其性能。例
如，当这样的室部件被用于 PVD 工艺以将沉积材料从靶溅射到衬底上
时，溅射材料也会累积在部件的表面上。累积的处理沉积物产生热膨胀应
20 力，所述热膨胀应力导致剥离、裂缝和涂层从下方结构剥落。室中的等离
子体可以穿透涂层的损伤区域，侵蚀下方结构的暴露表面，最终导致部件
的失效。因此，在处理了多个衬底后，通常要进行刷新处理以清洁和刷新
经涂层的部件。刷新处理可以包括去除已经累积在涂层表面上的诸如溅射
材料的处理沉积物以及用防腐蚀材料对部件进行重新涂层。刷新处理减少
25 在处理衬底期间涂层从部件散裂和剥落的发生，由此减小了在室中被处理
的衬底的污染。

在一个传统的刷新工艺中，利用酸和碱清洁溶液清洁金属部件，以去
除累积在涂层上的处理残留物，并且也从部件溶解和去除金属涂层，如例
如在 Wang 等人的 2002 年 11 月 25 日递交并共同转让给应用材料公司

(Applied Materials) 的美国专利申请 No. 10/304,535 所述的, 其中所述美国申请通过引用其全文被包括在本申请中。然后, 部件的表面在较苛刻和剧烈的微珠喷砂工艺中被喷砂处理, 其中所述微珠喷砂工艺再纹理化 (retexture) 部件的表面, 以提供理想的表面粗糙度, 并且由此提高随后涂覆的涂层的粘附力。较苛刻的微珠喷砂步骤使用具有至少约 600 微米的尺寸

5 的较大微珠粒子和至少约 483 kPa (70 psi) 的高微珠喷砂压力, 以再纹理化表面并提供具有至少约 6.35 微米 (250 微英寸) 的平均表面粗糙度的表面。在微珠喷砂之后, 涂层例如通过双丝电弧喷镀工艺被重新涂覆到部件上。

10 但是, 上述工艺的问题是其通常不能充分地去除过量的金属间化合物, 所述金属间化合物可以在金属涂层和下方的金属部件之间的界面上生长, 并被认为是由处理室中的部件的热循环引起的。金属间化合物弱化了涂层和部件之间的结合, 并且可以导致涂层从部件散裂, 这可能减小部件零件寿命以及导致散裂的涂层材料污染衬底。当使用高于约 300°C 的处理

15 室温度并处理大量的衬底而不引入部件刷新步骤时, 可以累积大量的这样的金属间化合物。

因此, 人们希望获得一种刷新和清洁经涂层的部件的工艺, 以提供具有提高的防腐性的部件和更长的部件使用寿命。具体地, 人们希望获得一种基本完全从部件去除金属间化合物的刷新和清洁经涂层的部件的工艺, 以在涂层和下方的部件之间提供改善的结合。

20

发明内容

清洁和刷新处理室的部件, 以从部件表面去除金属间化合物。所述部件包括具有涂层的结构, 所述涂层包含金属间化合物上方的第一金属层。

25 为了刷新部件, 第一金属层被去除以形成暴露表面, 所述暴露表面至少部分地包含金属间化合物。通过例如将所述第一金属层的表面浸入清洁溶液中可以去除第一金属层, 其中所述清洁溶液例如是至少部分溶解所述金属层的酸性或者碱性溶液。在渗透微珠喷砂步骤中, 通过利用被加压到低于约 310 kPa (45psi) 的压力的气体朝向暴露表面推进微珠直径小于约 180

微米的喷砂微珠，对暴露表面进行微珠喷砂处理，由此从所述结构的暴露表面去除金属间化合物，以形成经清洁的表面。然后例如通过双丝电弧热喷镀法，在经清洁的表面上方形成第二金属层。

5 还可以通过进行纹理化微珠喷砂步骤，对所述经清洁的表面进行纹理化以提供预定的表面粗糙度，其中所述纹理化微珠喷砂步骤在第二金属层被形成在所述表面上方之前进行。纹理化微珠喷砂步骤包括利用被加压到至少约 276 kPa (40 psi) 的压力的气体朝向所述表面推进微珠直径大于约 400 微米的喷砂微珠，由此形成平均表面粗糙度从约 3.81 微米 (150 微英寸) 到约 8.89 微米 (350 微英寸) 的纹理化表面。

10

附图说明

参考下面的示出了发明的示例的说明、所附权利要求和附图，将更好地理解本发明的这些特征、方面和优点。但是，应该理解每一个特征一般都可以在发明中使用，而不仅仅是在具体附图的环境中，本发明包括这些

15 特征的任何组合，其中：

图 1A 是部件的实施例的示意性侧视图，其中所述部件具有上覆的涂层并具有涂层和部件下方结构之间的金属间化合物；

图 1B 是图 1A 的部件在将涂层浸入清洁溶液以去除涂层之后的示意性侧视图；

20 图 1C 是图 1B 的部件在进行渗透微珠喷砂步骤以从部件去除金属间化合物之后的示意性侧视图；

图 1D 是图 1C 的部件在进行纹理化微珠喷砂步骤以使部件的表面粗糙之后的示意性侧视图；

图 1E 是图 1D 的部件在重新将涂层涂覆到部件之后的示意性侧视图；

25 图 2 是示出了部件刷新工艺的实施例的流程图；以及

图 3 是具有一个或者多个经涂层的部件的处理室的实施例的截面侧视图。

具体实施方式

本工艺适用于清洁和刷新如例如在图 1A 中所示的具有涂层 302 的部件 300。该工艺可以被用于清洁和刷新室 106 中易于受侵蚀的一个或者多个部件 300，所述部件 300 例如是在室 106 中提供处理气体的气体输送系统 112、在室 106 中支撑衬底 104 的衬底支撑 114、激发处理气体的气体
5 激发器 116、室围壁 118 和护罩 120、以及从室 106 排放气体的气体排放装置 122 中的一个或者多个的某些部分，所有这些示例性实施例被示出在图 3 中。例如，在物理气相沉积室 106 中，经涂层的部件 300 可以包括室围壁 118、室护罩 120、靶 124、覆盖环 126、沉积环 128、支撑环 130、绝缘体环 132、线圈 135、线圈支撑 137、挡板盘 133、夹持护罩 141 和衬
10 底支撑 114 的表面 134。

室部件 300 包含具有上覆涂层 302 的下方结构 304，所述上覆涂层 302 覆盖结构 304 的至少一部分，如图 1A 所示。下方结构 304 包含耐受来自激发气体的侵蚀的金属材料，所述激发气体例如是在衬底处理环境中形成的激发气体。例如，结构 304 可以包含铝、钛、不锈钢、铜和钽中的至
15 少一种。结构 304 的上表面 306 接触涂层 302，并具有改善上覆涂层 302 到结构 304 的粘附力的表面粗糙度。例如，上表面 306 可以具有至少约 2.0 微米（80 微英寸）的表面粗糙度。涂层 302 也包含在激发气体中耐侵蚀的金属材料，例如铝、钛、铜和铬中的至少一种。涂层 302 还可以包含经纹理化的暴露表面 308，以使在衬底 104 的处理中所产生的处理残留物
20 粘附到涂层 302 的表面 308 上。

部件 300 在处理一个或者多个衬底 104 之后被清洁和刷新，以从部件 300 去除处理残留物并且清洁结构 304 的上表面 306，提供具有下述特性的表面，所述特性允许改善下方结构 304 和涂层 302 之间的结合。例如，
可以清洁结构 304 的上表面 306，以从结构 304 的表面 306 去除化合物和
25 微粒，所述化合物或者微粒例如是在涂层 302 和结构 304 之间生长的金属间化合物 310，如在图 1A 中所示的。表面 306 还可以通过使表面 306 粗糙而被纹理化，以在涂层 302 和结构 304 之间提供更好的粘附。

用于处理室部件 300 的清洁和刷新工艺的实施例的示例被示出在图 2 的流程图中。该方法的实施例通常包括：从下方结构 304 去除第一金属层

302a 以暴露具有金属间化合物 310 的表面 306；进行渗透微珠喷砂步骤以去除金属间化合物 310；进行纹理化微珠喷砂步骤以使表面 306 粗糙到预定的平均表面粗糙度；以及在表面上形成第二金属层 302b。

在一个方案中，涂层 302 包括第一金属层 302a，其中，通过将涂层 5 302 的表面 308 浸入例如酸性或者碱性清洁溶液的清洁溶液中，至少部分地从结构 304 去除第一金属层 302a。合适的酸性清洁溶液可以包含 HF、HNO₃、HCl、H₃PO₄ 和 H₂SO₄ 中的至少一种。合适的碱性清洁溶液可以包含 KOH、NH₄OH、NaOH 和 K₂CO₃ 中的至少一种。还可以使清洁溶液适用从部件 300 去除积累的处理残留物。在一个方案中，表面 308 被浸入多 10 于一种的清洁溶液中，以提供对于涂层 302 和处理残留物两者的所期望的去除。例如，涂层 302 的表面 308 可以被浸入酸性清洁溶液中，所述酸性清洁溶液包含从约 2M 到约 8M 的 HF（例如约 5M 的 HF）和从约 2M 到约 15M 的 HNO₃（例如约 12M 的 HNO₃）。然后将表面 308 浸入碱性清洁溶液中，所述碱性清洁溶液包含从约 1M 到约 8M 的 KOH（例如约 3M 的 15 KOH）。图 1A 示出了具有涂层 302 的待刷新的部件 300，而图 1B 示出了部件 300，其中涂层 302 通过作为刷新工艺的一部分的侵入清洁溶液中的操作，已经被从所述部件 300 去除。

一旦涂层 302 被去除，进行清洁步骤以去除金属间化合物 310，其中 20 所述金属间化合物 310 生长在位于下方结构 304 和涂层 302 之间的界面处的结构表面 306 上。如例如在图 1A 和图 1B 中示出的，这些金属间化合物可以包含来自涂层 302 和结构 304 的金属物，所述金属物在涂层 302 和结构 304 之间形成金属化合物的无序的团聚物。人们认为金属间化合物 310 是由于在室工作期间的经涂层部件 300 的热循环形成的，其中所述热循环导致涂层 302 和下方结构 304 的结晶结构的破坏，并且导致结晶结构被破 25 坏的金属物迁移到界面。金属间化合物 310 可以包含来自涂层 302 和下方结构 304 的凝聚材料的组合，例如 FeAl、Fe₃Al 和 NiAl 化合物，并且金属间化合物 310 也可以在结构 304 的表面 306 上形成化合物层。在涂层 302 和结构 304 之间金属间化合物 310 的形成减小了表面 306 和涂层 302 之间的接触面积，因此减小了涂层 302 到结构表面 306 的粘附。

已经发现一种从暴露表面 306 去除金属间化合物 310 的改进工艺，所述工艺包括进行渗透微珠喷砂步骤。在微珠喷砂工艺中，加压气体将固体喷砂微珠 312 朝向下方结构 304 的表面 306 推进。通过选择微珠喷砂条件以渗透表面中的裂纹和裂缝 311 来进行渗透微珠喷砂，以去除金属间化合物。例如，可以选择具有更小微珠直径的喷砂微珠 312，所述更小微珠直径的喷砂微珠能够更好地渗透窄的裂纹和裂缝 311，以提供更好的总体的金属间化合物的去除。微珠直径可以是基本上为球形的微珠的直径，并且也可以是不够完美球形的微珠的平均尺寸的量度，不够完美球形的微珠例如是包含椭球或者甚至立方形的微珠。在一个实施例中，将直径小于约 180 微米的喷砂微珠 312 朝向表面 306 推进，其中，小于约 180 微米的直径例如是从约 80 微米到约 180 微米，甚至是约 100 微米到约 180 微米，例如约 150 微米。例如，喷砂微珠可以基本由直径小于约 180 微米的微珠组成。该直径可以对应于具有至少约 80 的筛网尺寸，例如为从约 80 到约 120，甚至是约 100。也可以选择比裂缝 311 的平均宽度更小的微珠直径，以使微珠渗透到裂缝中。合适的微珠材料可以包括例如氧化铝、玻璃、硅石或者硬塑料。

渗透微珠喷砂工艺还使用较低压力的气体用于推进精细喷砂微珠 312。在渗透微珠喷砂工艺中用于将微珠 312 朝向表面推进的气体的压力可以小于约 310 千帕（45 磅/平方英寸），例如从约 172 kPa（25psi）到约 310kPa（45psi），甚至为约 241kPa（35psi）。适于提供渗透微珠喷砂工艺的其他微珠喷砂条件包括：微珠 312 相对于表面 306 的入射角度为从约 35 度到 90 度，例如从约 35 度到约 55 度，甚至是约 45 度；以及微珠 312 从微珠喷砂机到下方结构 304 的表面 306 行进的投射距离（standoff distance）为从约 10cm 到约 25cm，例如从约 10cm 到约 15cm。

利用较细微珠和较低微珠喷砂压力的渗透微珠喷砂工艺提供了对于表面 306 上的金属间化合物 310 的优异的清洁性能，而不会损伤表面 306 的下方结构。由较温和的渗透微珠喷砂工艺提供的改善结果是意想不到的，因为人们先前相信从表面 306 更完全和更彻底去除金属间化合物 310 需要更剧烈的微珠喷砂工艺。如例如在图 1C 中示出的，较温和的微珠喷砂工

艺提供基本不存在金属间化合物 310 的表面 306，由此提高部件 300 的工作寿命，因为同一部件可以被更多次的清洁。

然后，进行随后的纹理化微珠喷砂步骤，以纹理化下方结构 304 的表面 306 来提高随后所涂敷的涂层 302 的粘附力。可以进行纹理化微珠喷砂工艺，以将表面恢复到所期望的表面粗糙度，所述表面粗糙度可能已经被减小了，例如被用于去除涂层 302 的化学清洁溶液减小了。纹理化微珠喷砂工艺理想地包含比渗透微珠喷砂工艺相对更剧烈的微珠喷砂工艺条件，其中喷砂微珠 312 具有更大的微珠直径，刻凿表面 306 的更大区域。该工艺还可以包含更高的气体压力，所述更高的气体压力以更大的力将微珠 312 向表面 306 推进，来提供预定的表面粗糙度。剧烈的纹理化步骤理想地提供至少约 3.81 微米（150 微英寸）、甚至至少约 4.32 微米（170 微英寸）的结构表面 306 的平均表面粗糙度，例如从约 3.81 微米（150 微英寸）到约 8.89 微米（350 微英寸）、以及甚至从约 4.45 微米（175 微英寸）到约 8.89 微米（350 微英寸）。在一个方案中，包含不锈钢的结构 304 的表面 306 被微珠喷砂到从约 4.45 微米（175 微英寸）到约 6.35 微米（250 微英寸）（例如约 5.33 微米（210 微英寸））的平均粗糙度。在另一个方案中，包含钛的结构 304 的表面 306 被微珠喷砂到从约 4.45 微米（175 微英寸）到约 8.89 微米（350 微英寸）（例如约 7.62 微米（300 微英寸））的平均粗糙度。在图 1D 中示出了在纹理化微珠喷砂工艺中被粗糙化的部件 300 的示例。

在合适的纹理化微珠喷砂步骤的示例中，将直径为至少约 400 微米（例如从约 400 微米到约 1000 微米，甚至约 450 微米）喷砂微珠 312 朝向表面 306 推进，以将表面 306 粗糙到预定的平均表面粗糙度。该微珠尺寸可以对应于小于约 70 的筛网尺寸，例如从约 24 到约 70，甚至是约 36。用于推进微珠 312 的合适压力可以是至少约 138 kPa（20 psi）的压力，例如从约 138 kPa（20 psi）到约 827 kPa（120 psi），甚至是至少约 276 kPa（40 psi）的压力，例如从约 276 kPa（40 psi）到约 414 kPa（60 psi）（例如约 310kPa（45psi））。空气压力也可以是比在渗透微珠喷砂步骤中使用的压力高至少约 69 kPa（10 psi）。适合提供纹理化微珠喷砂

工艺的其他微珠喷砂条件包括：微珠 312 相对于表面 306 的入射角度为从约 45 度到 90 度，甚至从约 50 度到约 70 度；以及微珠 312 从微珠喷砂机到下方结构 304 的表面 306 行进的投射距离为从约 10cm 到约 25cm，例如从约 10cm 到约 15cm。一旦金属间化合物已经被去除，优选在渗透微珠喷砂步骤后进行纹理化微珠喷砂步骤。但是，纹理化步骤也可以在渗透喷砂步骤之前进行，并且纹理化和渗透微珠喷砂步骤可以交替或者以其他次序反复进行。

在测量诸如平均粗糙度的表面 306 性能时，可以使用国际标准 ANSI/ASME B.46.1-1995 规定的适当的取样长度（cut-off length）和评价长度（evaluation length）。下面的表 1 示出了由此标准定义的平均粗糙度的值、适当的取样长度以及最小和典型评价长度之间的对应关系。

表 1

平均粗糙度	取样长度	最小评价长度	典型评价长度
0 到 0.8 微英寸 (0 到 0.02 微米)	0.003 英寸 (76.2 微米)	0.016 英寸 (0.406 毫米)	0.016 英寸 (0.406 毫米)
0.8 到 4 微英寸 (0.02 到 0.1 微米)	0.010 英寸 (254 微米)	0.050 英寸 (1.27 毫米)	0.050 英寸 (1.27 毫米)
4 到 80 微英寸 (0.1 到 2.0 微米)	0.030 英寸 (762 微米)	0.160 英寸 (4.06 毫米)	0.160 英寸 (4.06 毫米)
80 到 400 微英寸 (2.0 到 10.2 微米)	0.100 英寸 (2.54 毫米)	0.300 英寸 (7.62 毫米)	0.500 英寸 (12.7 毫米)
400 微英寸(10.2 微米)及以上	0.300 英寸 (7.62 毫米)	0.900 英寸 (22.9 毫米)	1.600 英寸 (40.6 毫米)

平均粗糙度可以通过表面光度仪（profilometer）或者扫描电镜测量，其中，所述表面光度仪将探针在表面 306 上方经过并且生成表面 306 上的凸凹的高度的波动轨迹，而所述扫描电镜利用从表面 306 反射的电子束来生成表面 306 的图像。

一旦下方结构 304 的表面 306 通过上述刷新工艺被清洁和纹理化，就在表面 306 的至少一部分上方形成包含第二金属层 302b 的涂层 302。第二金属层 302b 可以包含与第一金属层 302a 相同的或者不同的材料，例如，第二金属层 302b 可以包含基本耐受衬底处理室中的侵蚀的一种或者多种金属，例如铝、钛、铜和铬中的至少一种。通过在涂层 302 和下方结构 304 之间提供较强结合的方法涂敷涂层 302，以保护下方结构 304。例如，可以通过一种或者多种化学或者物理沉积工艺或者通过例如双丝电弧喷镀法、等离子体电弧法或者含氧燃料火焰喷镀法之类的火焰溅镀或者热溅镀，来涂敷涂层 302。在图 1E 中示出了具有包含第二金属层的涂层 302 的经刷新的部件 300。

在一个方案中，如例如在 2001 年 5 月 8 日授予 Lazarz 等的美国专利 No. 6,227,435 B1 和 1997 年 12 月 9 日授予 Scruggs 的美国专利 No. 5,695,825 中所描述的，通过双丝电弧喷镀工艺将包含金属层 302b 的涂层 302 涂敷到经清洁的表面 306，这两篇专利通过引用其全文被包含于此。

在双丝电弧热喷镀工艺中，热喷镀器（没有示出）包含两个自耗电极，所述两个电极的形状和放置角度允许在其间形成电弧。例如，自耗电极可以包含由待涂层在表面上的金属形成的双丝，自耗电极成角度地彼此相对以允许在最近点附近形成放电。当在自耗电极上施加电压时，在自耗电极之间产生电弧放电，同时诸如空气、氮气或者氩气中的一种或者多种的载气在电极之间流动。电极之间的电弧放电使电极上的金属雾化（atomize）和至少部分液化，并且由电弧放电电极激发的载气从热喷镀器朝向下方结构 304 的表面 306 推进熔融粒子。熔融粒子撞击在下方结构 304 的表面 306 上，在所述表面 306 上，所述熔融粒子冷却并凝聚以形成保形的涂层 302。当丝被用作自耗电极时，可以将丝连续地供给到热喷镀器中，以提供金属材料的连续输入。

选择在热喷镀过程中的操作参数，以适于调节涂层材料应用的特性，操作参数例如是涂层材料在其通过从热喷镀器到下方结构表面 306 的路程时的速度和涂层材料的温度。例如，可以选择气体流量、功率水平、粉末供给速率、载气流量、从热喷镀器到表面 306 的投射距离以及涂层材料相

对于表面 306 的沉积角度，以改善涂层材料的涂敷和涂层 302 到下方结构表面 306 的随后的粘附。例如，自耗电极之间的电压可以被选择为从约 10V 到约 50V，例如为约 30V。此外，在自耗电极之间的电流可以被选择为从约 100 A 到约 1000 A，例如为约 200 A。热喷镀器的功率水平通常在 5 从约 6 到约 80 kW 的范围，例如约为 10 kW。

还可以选择投射距离和沉积角度，以调节涂层材料在表面 306 上的沉积特性。例如，投射距离和沉积角度可以被调节以修改熔融涂层材料在撞击表面时溅射的图案，以形成例如“薄饼”和“薄片”图案。还可以调节透射距离和沉积角度，以修改在涂层材料撞击表面 306 时涂层材料的液滴 10 尺寸、速度或者相。在一个实施例中，热喷镀器和表面之间的透射距离为约 15cm，并且涂层材料到表面 306 上的沉积角度为约 90 度。

可以调节涂层材料的速度，以适当地将涂层材料沉积在表面 306 上。在一个实施例中，粉末化的涂层材料的速度是从约 100 到约 300 米/秒。而且，可以调整热喷镀器，使得在涂层材料撞击表面时涂层材料的温度为至少约熔融温度。熔点以上的温度可以产生高密度和高结合强度的涂层。例如，在放电周围被激发的载气的温度可以超过 5000°C。但是，在放电周围被激发的载气的温度也可以被设定为足够低，使得涂层材料在与表面 306 15 撞击时保持一段时间的熔融。例如，合适的时间长度可以至少约数秒。

理想地选择热喷镀工艺参数，以提供具有期望结构和表面特性的涂层 20 302，例如具有期望的涂层厚度、涂层表面粗糙度以及涂层的孔隙率，这些对提高经涂层的部件的性能有帮助。涂层 302 的厚度可以影响涂层 302 到下方结构 304 的粘附性和部件 300 的耐侵蚀性能。涂层 302 的合适的厚度可以例如从约 152 微米 (0.006 英寸) 到约 508 微米 (0.02 英寸)。对于由铝涂层 302 覆盖的下方结构 304，涂层 302 的合适厚度可以从约 254 微米 (0.01 英寸) 到约 508 微米 (0.02 英寸)，例如约 304 微米 (0.012 英寸)， 25 所述下方结构 304 例如为经涂层的不锈钢结构或者钛结构。还可以选择热喷镀工艺参数，以提供具有经纹理化表面 308 的涂层 302，其中处理残留物可以粘附到纹理化表面 308 上。例如，涂层 302 可以具有纹理化的表面 308，所述纹理化表面 308 具有从约 25 微米 (1000 微英寸) 到约

50.8 微米（2000 微英寸）的表面粗糙度。

还可以进行另外的清洁步骤，以清洁一个或者多个涂层 302 和下方结构表面 306。例如，可以在微珠喷砂之后而在涂敷涂层 302 之前，通过进行超生波清洁步骤来清洁下方结构表面 306，其中在所述超声波清洁步骤中，下方结构 304 被浸入包含去离子水的清洁浴（cleaning bath）中，并且声波被引入清洁浴中以轻微地搅动表面 306。然后可以将表面 306 加热到至少 100°C 的温度，以干燥部件 300 并去除挥发性杂质。也可以在去离子水超声波清洁步骤中清洁涂层 302 的表面 308。也可以提供加压的 N₂ 流来清洁涂层 302 或者下方结构 304 的表面。

- 10 已经根据所述工艺被清洁和刷新的部件 300 表现出在涂层 302 和下方结构 304 之间明显提高的结合力，和提高的部件寿命。例如，根据该工艺清洁和涂层的部件在沉积室 106 中提供了提高的性能，其中，在沉积室 106 中形成的溅射材料可以在部件 300 的暴露表面上累积到至少约 100 微米甚至到约 300 微米的厚度，而基本不会导致涂层 302 从部件 300 散裂。
- 15 而且，根据本方法清洁和刷新的部件可以被用来处理至少约 4 个衬底 104，而基本不会有涂层 302 的散裂。此外，改进的刷新工艺允许经涂层的部件 300 被刷新和再使用至少约 15 次而基本上不会出现部件 300 的失效。相比而言，没有充分去除金属间化合物 310 的传统刷新工艺仅仅允许部件 300 刷新和再使用 5 次。因此，本刷新工艺提供了一种部件 300，其寿命是经传统方法刷新的部件 300 的寿命长度的至少 2 倍。
- 20

- 在图 3 中示出了具有根据本工艺被刷新的部件的合适处理室 106 的示例。室 106 可以是多室平台（没有示出）的一部分，所述多室平台具有由机械手机构连接的一组互连的室，其中所述机械手在室 106 之间传送衬底 104。在示出的方案中，处理室 106 包括溅射沉积室，也被称为物理气相沉积室或 PVD 室，所述溅射沉积室能够将沉积材料溅射到衬底 104 上，所述沉积材料例如是钽、氮化钽、钛、氮化钛、铜、钨、氮化钨和铝中的一种或者多种。室 106 包含包围处理区 109 的围壁 118，所述围壁 118 包括侧壁 164、底壁 166 和顶壁 168。支撑环 130 可以被布置在侧壁 164 和顶壁 168 之间以支撑顶壁 168。其他的室壁可以包括一个或者多个护罩
- 25

120, 所述护罩 120 使围壁 118 与溅射环境隔离。

室 106 包含用于在溅射沉积室 106 中支撑衬底的衬底支撑 114。衬底支撑 114 可以是电浮空或者可以包含电极 170, 其中所述电极 170 被诸如 RF 电源的电源 172 加偏压。衬底支撑 114 还可以包含挡板盘 133, 在没
5 衬底 104 时所述挡板盘 133 可以保护支撑 114 的上表面 134。在操作中, 衬底 104 通过室 106 侧壁 164 上的衬底加载入口 (没有示出) 被引入室 106 中, 并被置于支撑 114 上。支撑 114 可以通过支撑升降伸缩架 (support lift bellows) 上升或者下降, 并且在将衬底 104 运送进室 106 和运送出室 106 的过程中, 可以使用升降臂组件 (没有示出) 来将衬底升起
10 和下降到支撑 114 上。

支撑 114 还可以包括一个或者多个诸如覆盖环 126 和沉积环 128 的环, 其覆盖支撑 114 的上表面 134 的至少一部分以防止支撑 114 的侵蚀。在一个方案中, 沉积环 128 至少部分地包围衬底 104 以保护支撑 114 没有被衬底 104 覆盖的部分。覆盖环 126 环绕和覆盖沉积环 128 的至少一部
15 分, 并减少粒子到沉积环 128 和下方支撑 114 上的沉积。

包含处理气体源的气体输送系统 112 将诸如溅射气体的处理气体引入室 106 中, 所述处理气体源包含一个或者多个气源 174, 所述气源中的每一个提供管道 176, 所述管道 176 具有诸如质量流量控制器的气体流量控制阀 178, 以使设定流速的气体从其通过。管道 176 可以将气体供给到混
20 合歧管 (没有示出), 在所述混合歧管中, 气体被混合以形成期望的处理气体组成。混合歧管向气体分配器 180 供料, 所述气体分配器 180 具有一个或者多个处在室 106 中的气体出口 182。处理气体可以包含诸如氩气或者氙气的非反应性气体, 所述非反应性气体能够有力地撞击到靶上并从靶上溅射出材料。处理气体还可以包含诸如一种或者多种的含氧气体或者含
25 氮气体之类的反应性气体, 所述反应性气体能够与溅射出的材料反应, 以在衬底 104 上形成层。用过的处理气体和副产品通过排气装置 120 被从室 106 排出, 所述排气装置 120 包含一个或者多个排气端口 184, 所述排气端口 184 接收用过的气体并使用过的气体通过排气管道 186, 其中所述排气管道 186 具有节流阀 188 以控制室 106 中的气体压力。排气管道 186 提

供一个或者多个排气泵 190。通常，室 106 中溅射气体的压力被设定为次常压水平。

溅射室 106 还包括溅射靶 124，所述溅射靶 124 面向衬底 104 表面 105 并包含待溅射到衬底 104 上的材料。靶 124 通过环形绝缘体环 132 与室 5 106 电隔离，并且被连接到电源 192。溅射室 106 还具有护罩 120，所述护罩 120 保护室 106 的壁 118 不受溅射出的材料的影响。护罩 120 可以包含具有上护罩部分 120a 和下护罩部分 120b 的壁状圆筒形，其中所述上护罩部分 120a 和下护罩部分 120b 保护室 106 的上部区域和下部区域。在图 3 所示的方案中，护罩 120 具有安装到支撑环 130 上的上部分 120a 和装配到 10 覆盖环 126 上的下部分 120b。也可以提供包含夹持环的夹持护罩 141，以将上护罩部分 120a 和下护罩部分 120b 夹持在一起。也可以提供诸如内外护罩的其他可选护罩结构。在一个方案中，电源 192、靶 124 和护罩 120 中的一个或者多个作为能够激发溅射气体以从靶 124 溅射材料的气体激发器 116。电源 192 给靶 124 施加相对于护罩 120 的偏压。由施加的电压在 15 室 106 中产生的电场激发溅射气体以形成等离子体，所述等离子体有力地撞击到靶 124 上并轰击靶 124，以将材料从靶溅射到衬底 104 上。具有电极 170 和支撑电极电源 172 的支撑 114 通过激发和朝向衬底 104 加速从靶 124 溅射出的离子化材料，也可以作为气体激发器 116 的一部分。此外，可以提供气体激发线圈 135，所述气体激发线圈 135 由电源 192 供电并被 20 置于室 106 中以提高激发气体特性，例如提高激发气体的密度。气体激发线圈 135 可以由线圈支撑 137 支撑，所述线圈支撑 137 被安装到护罩 120 或者室 106 中的其他壁上。

室 106 被控制器 194 控制，所述控制器 194 包含程序代码，所述程序代码具有被设定来操作室 106 的部件从而对室 106 中的衬底 104 进行处理 25 的指令。例如，控制器 194 可以包含：衬底定位指令，设定来操作一个或者多个衬底支撑 114 和衬底运送装置在室 106 中定位衬底 104；气体流量控制指令，设定来操作流量控制阀 178 以设置溅射气体到室 106 的流动；气体压力控制指令，设定来操作排气节流阀 188 以保持室 106 中的压力；气体激发器控制指令，设定来操作气体激发器 116 以设定气体激发功率水

平；温度控制指令，设定来控制室 106 中的温度；以及工艺监控指令，设定来监控室 106 中的工艺过程。

虽然示出并描述了本发明的示例性实施例，但是本领域技术人员可以设计包含本发明的其他实施例，并且这些实施例也在本发明的范围之内。

- 5 例如，还可以清洁不同于在此描述的示例性部件的其他室部件。也可以结合所描述的清洁步骤使用其他的清洁步骤。此外，针对示例性实施例所示出的关系或者位置术语是可以互换的。因此，所附的权利要求不应限制为在此记载的对于优选方案、材料或者空间布置的描述。

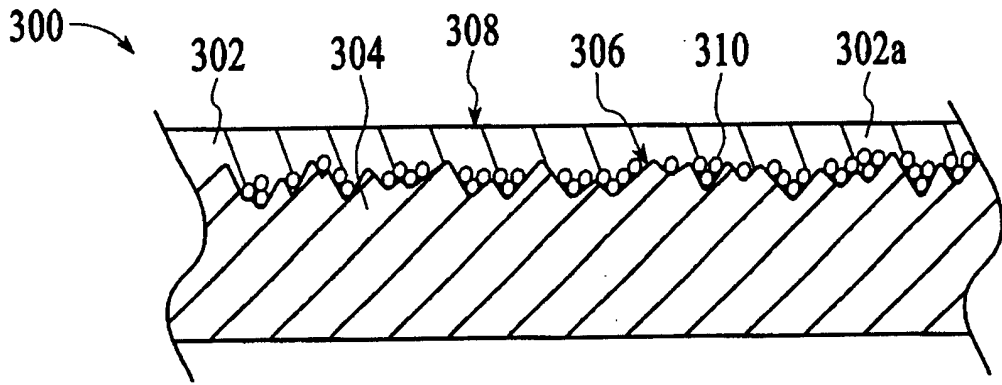


图1A

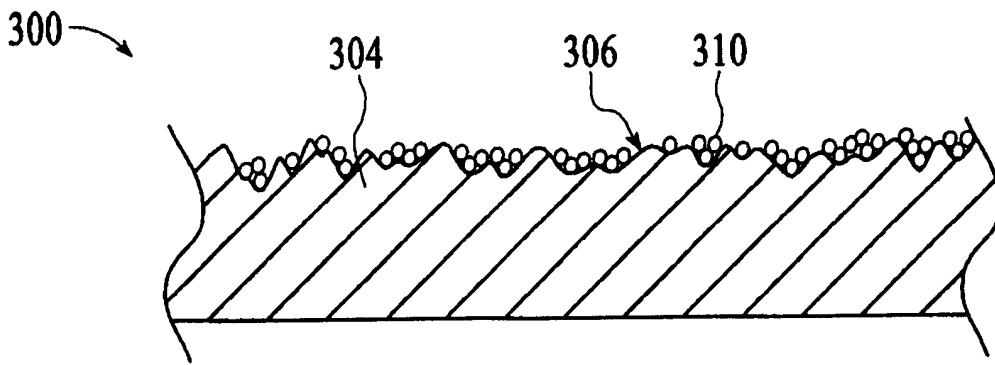


图1B

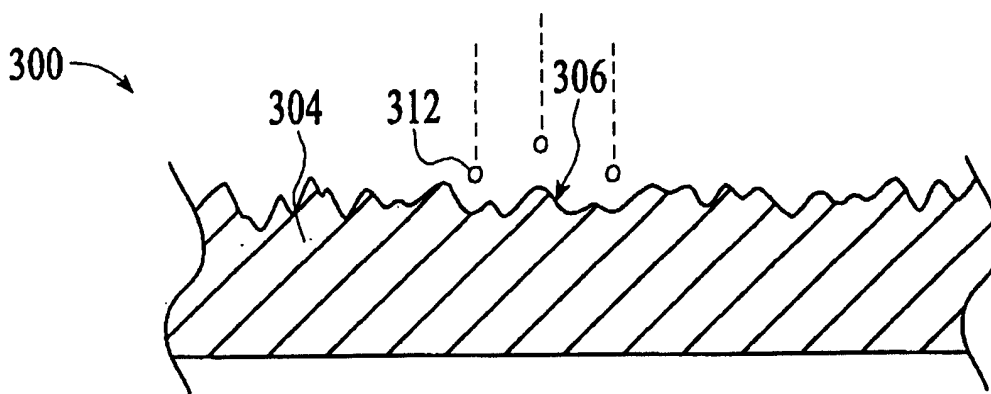


图1C

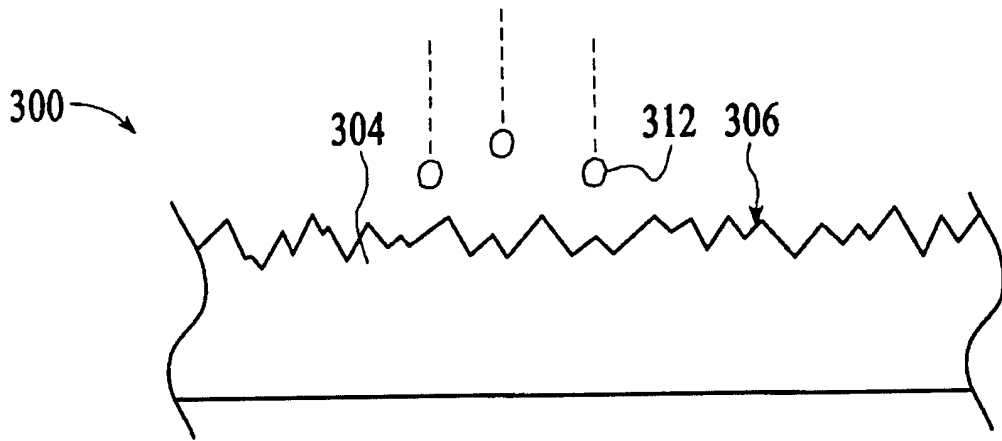


图1D

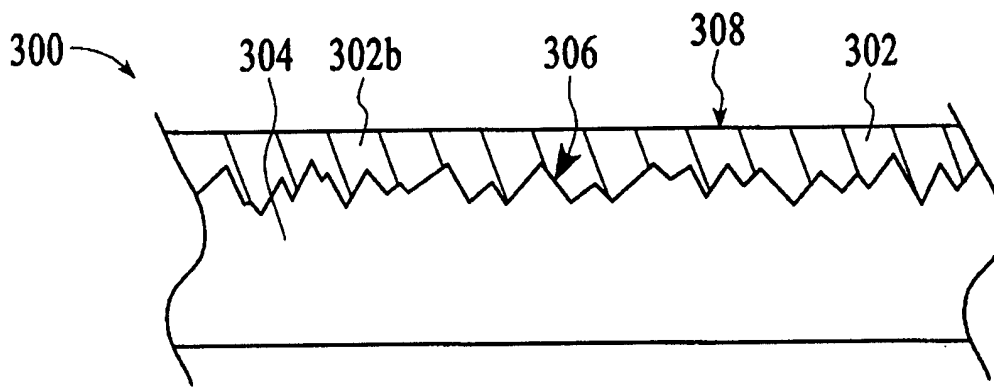


图1E

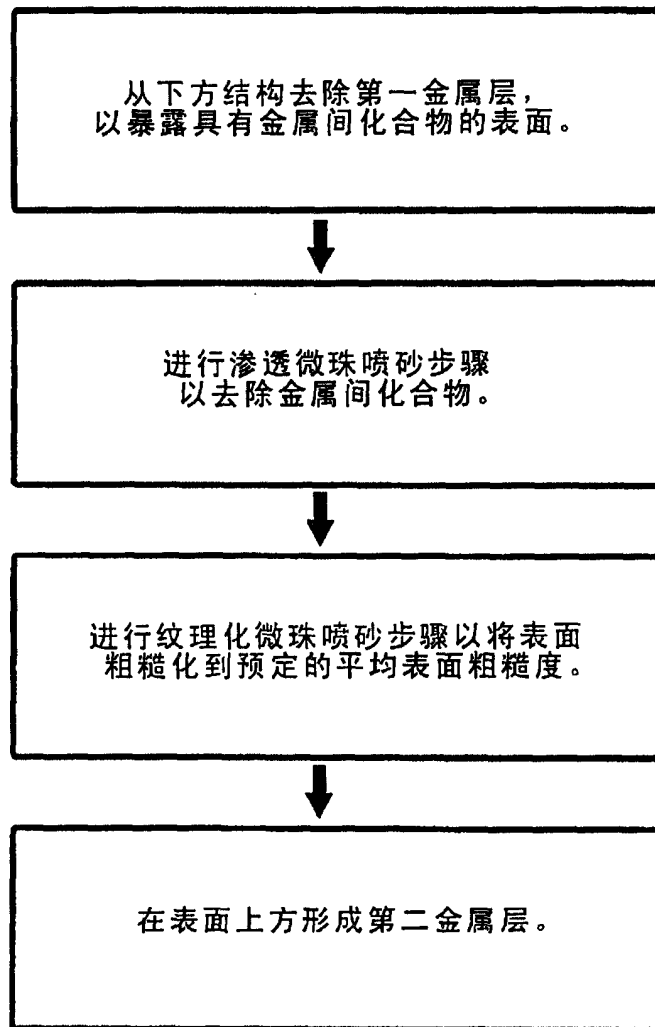


图2

