

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 实用新型专利说明书

专利号 ZL 200620000359.X

[51] Int. Cl.

H01L 21/00 (2006.01)
H01L 21/3065 (2006.01)
H01L 21/31 (2006.01)
H01L 21/20 (2006.01)
H01L 21/67 (2006.01)
C23C 16/44 (2006.01)

[45] 授权公告日 2007 年 8 月 15 日

[11] 授权公告号 CN 2935467Y

[51] Int. Cl. (续)

C23F 4/00 (2006.01)

H01J 37/32 (2006.01)

[22] 申请日 2006.1.18

[21] 申请号 200620000359.X

[30] 优先权

[32] 2005.1.18 [33] US [31] 11/037,633

[73] 专利权人 应用材料公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 设计人 阿施施·布特那格尔

拉克斯曼·牧鲁格施

[74] 专利代理机构 北京东方亿思知识产权代理有限公司

代理人 柳春雷

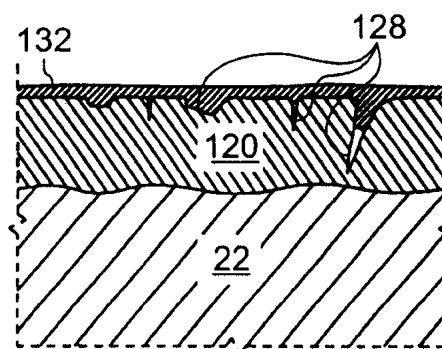
权利要求书 1 页 说明书 10 页 附图 5 页

[54] 实用新型名称

具有多层涂层的抗腐蚀铝元件

[57] 摘要

一种具有多层涂层的抗腐蚀铝元件，可用于衬底处理室中，并包括铝主体、形成于铝主体上的阳极化氧化铝层、以及阳极化氧化铝层上的包括氧化铝的溅射层。



-
1. 一种用于衬底处理室的抗腐蚀铝元件，包括：
 - a) 铝主体；
 - b) 形成于所述铝主体上的阳极化氧化铝层；以及
 - c) 所述阳极化氧化铝层上的溅射层，所述溅射层包括氧化铝。
 2. 根据权利要求 1 所述的铝元件，其中所述阳极化氧化铝层包括从约 15 微米到约 35 微米的厚度。
 3. 根据权利要求 1 所述的铝元件，其中所述铝元件包括铝-镁-硅合金，并且其中所述溅射层包括从约 2 微米到约 5 微米的厚度。
 4. 根据权利要求 1 所述的铝元件，其中所述溅射层包括从约 1 到约 2 微米的厚度。

具有多层涂层的抗腐蚀铝元件

技术领域

本发明涉及用于衬底处理室的铝元件。

背景技术

在衬底处理室中处理衬底的过程中，诸如在集成电路和显示器的制造中，衬底通常暴露在能够对衬底上的材料进行例如刻蚀或者沉积的激发气体中。激发气体还可以用于清洁处理室的表面。但是，激发气体经常可能包括可能腐蚀处理室的元件（例如处理室的围护壁）的腐蚀性含卤素气体以及其他激发物质。例如，铝制的处理室元件可能与激发的含卤素气体发生化学反应形成 AlCl_3 或 AlF_3 ，从而腐蚀元件。元件的被腐蚀部分可能剥落并污染衬底，这降低了衬底的成品率。因此，必须经常从处理室中替换或拆除被腐蚀的元件并进行清洁，给处理室带来不期望的停工。

可通过在易受腐蚀的元件表面上方形成抗腐蚀材料的涂层来提高处理室元件的抗腐蚀性，元件表面例如是没有涂层则可能暴露于激发气体的表面。例如，可以通过在电解槽中对铝元件进行阳极处理而在铝元件的表面上形成氧化铝涂层。但是，阳极处理的氧化铝涂层经常包含表面特征例如气孔、裂缝、凹痕以及其他穿透性的特征，这些穿透性的特征限制了阳极处理的铝涂层保护下方铝元件的性能。例如，延伸穿过保护性涂层的表面特征可能使腐蚀性气体可以穿透该涂层并侵蚀下方的元件材料，从而使涂层从元件剥落。这可能使涂层自身污染处理室以及正在其中处理的衬底。

可以通过用保护性材料（例如易熔的聚合物或有机流体）喷涂阳极处理层而提高阳极处理的氧化铝涂层的性能，以保护铝制品不出现表面疤痕和凹陷。但是，这种处理需要额外的处理步骤来凝固、干燥或密封保护层。这样的额外步骤还增加了制造产品的成本和时间。

还希望减少或防止下方的铝结构中存在的杂质向元件的暴露表面扩

散。铝合金（例如 6061 铝合金）经常包含微量元素的杂质例如铬、铁或锰；有时甚至有钙、钾或镁。当铝元件的未加工表面暴露在处理室的等离子环境中时，处理室中的真空低压以及等离子的高温可能导致杂质迁移到铝元件的暴露表面。所导致的表面杂质含量升高是不利的，并可能导致衬底污染。

保护处理室元件的另一途径是用高纯铝-镁合金来形成处理室元件自身。元件表面经过阳极处理，之后再暴露于含卤素的物质下。卤素穿过氧化铝层扩散以在氧化铝层之下立即形成保护性卤化镁层。卤化镁层使产品的表面抗腐蚀，而氧化铝层保护下方的卤化镁层。尽管这种方法提供了良好的抗腐蚀性，但它也代价高昂，因为铝-镁合金难以制造。

因此，需要对激发气体可显示出更高抗腐蚀性的铝元件。还需要带有氧化铝涂层的铝元件，所述氧化铝涂层显示出更高的抗腐蚀性并且不易受侵蚀和从铝产品剥落。而且需要表面杂质含量水平较低的铝元件。

发明内容

经过喷涂的铝元件可用于衬底处理室中，并包括铝主体、形成于铝主体上的阳极化氧化铝层、以及阳极化氧化铝层上的包括氧化铝的溅射层。

附图说明

参考下列说明、所附权利要求以及图示了本发明示例的附图，可以更好地理解本发明的各个特征、方面和优点。但是，应当明白，每个特征一般都可以用在本发明中，而不仅仅是在特定附图的上下文中，并且本发明包括这些特征的任意组合。

图 1 是衬底处理室的局部剖视侧视图，该衬底处理室具有根据本发明的带有涂层的铝元件；

图 2A 到 2C 是形成具有涂层的铝元件的方法中各个阶段的剖视图；

图 3 是适于进行该方法的各个步骤的阳极化装置制造具有涂层的铝元件的原理图；

图 4 是衬底处理室的局部剖视图，该衬底处理室适于进行制造具有涂

层的铝元件的方法的各个步骤；并且

图 5 是适于沉积第二氧化铝层的示例性物理气相沉积处理室。

具体实施方式

图 1 示出了示例性传统处理室 20，其用于半导体衬底制造工艺例如化学气相沉积或刻蚀。处理室 20 一般包括围护壁 24，该围护壁 24 包括顶板 28、侧壁 32 和底板 36，并包围着处理区域 40。处理室 20 还可以包括衬垫 44，其至少衬垫着处理区域 40 附近的一部分围护壁 24。处理气体经过供气道 48 引入处理室 20 中，供气道 48 包括处理气源 52 和气体分配器 56。气体分配器 56 可包括带有一个或多个气流阀 64 的一个或多个导管 60，以及围绕衬底支撑座 100 周边的一个或多个气体入口 68，衬底支撑座 100 具有衬底容纳表面 102 以容纳衬底 26。或者，气体分配器可包括将处理气体从顶板 28 分配到处理区域 40 的喷头气体分配器（未示出）。用过的处理气体和刻蚀剂副产物经过排气装置 72 从处理室 20 排出，排气装置 72 可包括容纳来自处理区域 40 的用过的处理气体的泵送通道 76、控制处理室 20 中处理气体压力的节流阀 80 以及一个或多个排气泵 84。

处理室元件 22（包括例如围护壁 24、衬垫 44、衬底支撑座 100、供气道 48、气体激发器 92、排气装置 72 和衬底输送装置 96 中一个或多个的至少一部分）通常暴露在腐蚀性含卤素的物质下。特别地，腐蚀剂是通常用于对处理室元件进行等离子清洁的气体混合物。

某些处理室元件 22 是用铝材料通过将铝或铝合金成形为一定形状而制造的，所述形状是处理室 20 中元件 22 的功能所需要的。例如，铝元件 22 可包括带有平面部分、弯曲部分、凸耳、凸缘、孔及其他几何配置的形状。元件 22 可通过若干工艺步骤形成，包括锻造、机加工、模制、冲压或者这些与其他制造工序的组合。元件 22 的铝或铝合金是根据元件 22 的制造要求和功能要求而选择的。例如，元件 22 的形状和大小可能决定了铝或铝合金所需的材料性质。

在一种形式中，元件 22 的铝或铝合金是被称为 LPTM 铝合金的铝合金，它是 Lin 等人在转让给加利福尼亚州 Santa Clara 的 Applied Materials,

Inc.的美国专利公开 2003/0150530 中说明的一种铝合金。LPTM 是 Applied Materials, Inc.的商标。LPTM 铝合金的优点是由于其可以得到更高质量的阳极处理铝涂层。在 LPTM 铝合金中,活动的和非活动的杂质的含量控制在特定范围之内。具体而言,这样的铝合金应当具有下列重量百分比的组分:镁含量从约 3.5%到约 4.0%,硅含量小于 0.03%,铁含量小于 0.03%,铜含量从约 0.02%到约 0.07%,锰含量从约 0.005%到约 0.015%,锌含量从约 0.08%到约 0.16%,铬含量从约 0.02%到约 0.07%,钛含量小于 0.01%,其他单一杂质每种不超过约 0.03%,其他的总杂质不超过约 0.1%。

此外,还要求 LPTM 铝合金在由活动杂质形成的微粒方面满足特殊规格。在杂质混合物的微粒凝聚中,所有微粒的至少 95%必须小于 5 微米的尺寸。5%的微粒尺寸可以从 5 微米到 20 微米。最后,不超过 0.1%的微粒可以大于 20 微米,没有大于 40 微米的微粒。

在另一种形式中,元件 22 的铝或铝合金可能是铝-镁-硅合金例如 6061 铝合金,它的优点是由于它是一种普通并且易于得到的材料。在其他形式中,元件 22 的铝或铝合金可能是铝-镁合金例如 5000 系列(5xxx)铝合金(例如 5005, 5050, 5052, 5083, 5086, 5144, 5357, 5447, 5454, 5456 或 5457 铝合金)。

当暴露在处理室 20 中的腐蚀性环境之下时,铝元件 22 易与卤素如氯、氟和溴反应而产生化合物,该化合物可能从元件 22 的表面剥落或在其中产生空隙。这使元件 22 受到侵蚀,并且还是处理室 20 的微粒污染的一个来源。

在一种形式中,通过元件 22 表面上形成保护性涂层使元件 22 受到保护并且处理室 20 的污染减小到最低。图 2A 到 2C 示出了铝元件 22 在其制造中的截面侧视图,图 3 是图示了在铝元件 22 上形成保护性涂层的过程的流程图。参考图 2A-2C 以及图 3,可对元件 22 容纳保护性涂层的表面 116 进行处理以便容纳保护性涂层(步骤 300)。在形成涂层之前对表面 116 进行的处理可对制造的速度和容易程度以及最终的保护性涂层质量都带来好处。

在一种形式中，元件 22 的表面 116 的处理包括通过进行珠光处理（bead blasting process）使表面 116 粗糙化，所述珠光处理是将珠状微粒抛射向表面 116。珠光处理使铝元件 22 的表面 116 形成合适的表面粗糙度和其他特性。例如，珠光处理可以蚀去元件表面 116 的特征的过于锐利的棱边和角，从而使得到的表面 116 中不存在可能对上面的覆盖层引起应力的特征。珠光处理还可以使元件表面 116 的某些部分具有纹理以提高材料对表面 116 的粘附性。例如，与完全光滑的表面相比，沉积材料可以更好地粘附到带有受控纹理的表面。

在珠光处理中，通过增压到足够高压力的气体将坚硬的珠状微粒流抛射向元件 22 的表面 116，以使珠状微粒从表面 116 上侵蚀并除去材料。例如，合适的压力可以是约 20 psi 到约 110 psi。理想的珠状微粒包括硬度高于表面 116 的材料。例如，粗砂微粒可包括氧化铝、石榴石、氧化硅、金刚砂、玻璃、硅石、硬塑料或其混合物。还可以选择珠状微粒的大小来影响对表面 116 进行的珠光处理所产生的特征的尺寸。例如，珠状微粒的粒度可以是约 100 到约 200。还可以选择珠状微粒相对于元件表面 116 的入射角度和珠状微粒从其来源到元件 22 所行进的喷距（standoff distance）以得到表面 116 所需的粗糙度。例如，珠状微粒相对于元件表面 116 的入射角度可以是约 30° 到约 60°，喷距可以从约 7 cm 到约 32 cm。在一种形式中，元件 22 的表面 116 被粗糙化以具有例如从约 100 微英寸到约 200 微英寸的平均粗糙度。

元件 22 的表面 116 的处理还可以包括对表面 116 的清洁以除去杂质和松散的微粒。清洁处理还可以除去可能由元件 22 的制造而残留的化学品或材料，例如来自锻造或机加工处理的油或冷却液，或者来自模制处理的沙或其他材料。清洁处理还可以对元件 22 的表面 116 进行化学抛光。例如，清洁处理可以从元件 22 除去材料的外部层。这可以除去可能形成于元件 22 表面上的不期望的氧化物和其他材料。在一种形式中，元件 22 的表面 116 浸入溶液中，该溶液包括酸性溶液、有机溶剂、碱性溶液、水、去离子水或其混合物。例如，酸性溶液可包括草酸、磷酸、硝酸、硫酸或其混合物。有机溶剂可包括丙酮、异丙醇或其混合物。碱性溶液可包括氢

氧化钠、氢氧化钾或其混合物。此外，还可以将表面浸入包括不同组分和浓度的几种不同溶液中。

例如，在一种形式中，元件 22 的表面 116 可以通过 (i) 将表面 116 浸入包括有机溶剂的溶液中，(ii) 将表面 116 在水中清洗，(iii) 将表面 116 浸入包括酸的溶液中，以及 (iv) 将表面 116 在去离子水中清洗来进行清洁。在步骤 (iii) 中，溶液可以包括例如在约 15°C 到约 90°C 的温度下重量比为约 5% 到约 50% 的硫酸，表面 116 可以浸入约 1 分钟到约 30 分钟。在另一个示例中，元件 22 的表面可以通过 (i) 将表面 116 浸入包括硝酸的溶液中，(ii) 将表面 116 在去离子水中清洗，(iii) 将表面 116 浸入包括氢氧化钠的溶液中，(iv) 将表面 116 在去离子水中清洗，(v) 将表面 116 浸入包括丙酮的溶液中，以及 (vi) 将表面 116 浸入包括异丙醇的溶液中进行清洁。也可以使用例如超声作用的其他清洁方法。

在对铝元件 22 的表面 116 进行处理后，对表面 116 进行阳极处理以产生阳极化的氧化铝层 120（步骤 302），如图 2B 所示。在阳极化处理的一种形式中，元件 22 作为电解槽 148 中的阳极 150，例如图 4 所示。参考图 2B 和图 4，电解槽 148 包括盛有阳极化溶液 164 的水池 168、电压源 152 以及元件 22。元件 22 连接到电压源 152 的正极端 156，水池 168 作为阴极 154 连接到电压源 152 的负极端 160。元件 22 的表面 116 浸入阳极化溶液 164 中，阳极化溶液 164 包括例如具有含氧离子的含水电解液。从电压源 152 对阴极 154 和阳极 150 施加偏压使元件 22 的表面 116 积聚正电荷，将溶液中带负电荷的电解质物质吸引到表面 116。带负电荷的物质中的氧与元件表面 116 的铝化合形成第一阳极化氧化铝层 120。

可以对阳极化条件（例如阳极化溶液 164 的浓度和组分、电压源 152 提供的电压和电流以及进行操作所处的温度）进行选择以得到具有所需厚度和结构特性的阳极化氧化铝层 120。适当的阳极化溶液 164 可包括例如硫酸、铬酸、草酸、磷酸、水或其混合物。还可以使用其他适当的阳极化条件，例如不同的阳极化溶液组分和其他电解液。例如，在一种形式中，铝元件 22 在包括重量比为 15% 的硫酸、重量比为 1% 的铬酸以及水的阳极化溶液 164 中进行阳极处理。铝元件 22 在约 15°C 到约 40°C 的温度下进

行约 1 分钟到约 30 分钟的阳极处理。在阴极 154 与阳极 150 之间施加的电压为约 10 伏到约 100 伏，电流限制在约 0.5 安到约 5 安。

阳极化氧化铝层 120 的表面 124 通常带有表面特征 128，例如缺陷、断裂、裂纹、气孔和其他的偏离平面性的因素。这些表面特征 128 通常可在阳极化氧化铝层的表面上发现。表面特征 128 既来自阳极处理过程所产生的层，也可由其他来源（例如下层的铝元件 22 中及其表面 116 上的杂质）引起。但是，对于阳极化氧化铝层 120 能够为下方的铝元件 22 提供的保护而言，表面特征 128 的因素是不利的。例如，延伸入阳极化氧化铝层 120 的表面特征 128 允许侵蚀剂（例如在衬底 26 的处理过程中存在于处理室 20 中的气体和等离子体）进入氧化铝层 120 的内部，从而减小了对下方的铝元件 22 提供保护的层 120 的厚度。

为了减小或消除表面特征 128 的不利效果，用物理气相沉积（PVD）或溅射处理在阳极化氧化铝层 120 上形成另一个氧化铝层 132（步骤 304）。如图 2C 所示，溅射的氧化铝层 132 填补并消除表面特征 128，从而在元件的暴露表面上形成密封层。

图 5 示出了适于沉积第二氧化铝层 132 的示例性处理室。处理室 506 包括溅射沉积室，也称为物理气相沉积室或 PVD 室，它能够将材料溅射沉积到衬底 504 上，所述材料包括钽、氮化钽、钛、氮化钛、铜、钨、氮化钨以及铝中的一种或多种。此处衬底 504 是带有阳极化氧化铝层 120 的铝元件 22。处理室 506 包括围护壁 518，其包围着处理区域 509 并包括侧壁 564、底板 566 和顶板 568。其他的处理室壁可包括一个或多个护罩 520，其将围护壁 518 与溅射环境屏蔽开来。

处理室 506 包括衬底支撑座 514 将衬底 504 支撑在溅射沉积室 506 中。衬底支撑座 514 可以是电浮的，或者可以包括由电源 572（例如射频电源）提供偏压的电极 570。衬底支撑座 514 还可以包括可动的百叶窗片 533，当未放置衬底 504 时，该窗片可保护支撑座 514 的上表面 534。在操作中，将衬底 504 通过处理室 506 的侧壁 564 中的衬底装载入口（未示出）引入处理室 506 中并置于支撑座 514 上。支撑座 514 可以由支撑座升降膜盒升高或降低，在将衬底 504 输送进和输送出处理室 506 期间，可以

用升降指状组件（未示出）将衬底 504 升高或降低到支撑座 514 上。

通过气体传送系统 512（包括处理气体贮备）将处理气体（例如溅射气体）引入处理室 506 中，所述气体贮备包括一个或多个气源 574，每个气源向导管 576 供给气体，所述导管 576 带有气流控制阀 578（例如质量流量控制器）以使设定流速的气体通过。导管 576 可以将气体供给混合集流腔（未示出），气体在混合集流腔中混合以形成所需的处理气体组分。混合集流腔向气体分配器 580 供给气体，气体分配器 580 在处理室 506 中有一个或多个气体出口 582。

处理气体可以包括惰性气体如氩或氙，它能够以高能量撞击到靶材上并使其溅射材料。处理气体还可以包括活性气体如含氧气体和含氮气体中的一种或多种，它能够与被溅射的材料反应而在衬底 504 上形成覆盖层例如氧化铝。用过的处理气体和副产物经过包括一个或多个排气口 584 的排气装置 523 从处理室 506 排出，所述排气口 584 接纳用过的气体并将用过的气体传递到排气导管 586，在排气导管 586 中有节流阀 588 控制处理室 506 中气体的压力。排气导管 586 向一个或多个排气泵 590 供给气体。通常处理室 506 中溅射气体的压力设定在负压水平。

溅射室 506 还包括面向衬底 504 的表面 505 并包括待溅射到衬底 504 上的材料（例如铝）的溅射靶材 524。靶材 504 由环形绝缘环 532 与处理室 506 电绝缘，并连接到电源 592。溅射室 506 还具有护罩 520 以保护处理室 506 的壁 518 与溅射材料隔开。在一种形式中，电源 592、靶材 524 和护罩 520 中的一个或多个用作气体激发器 516，该激发器能够使溅射气体激发以从靶材 524 上溅射材料。电源 592 相对于护罩 520 对靶材 524 施加偏压。所施加的电压在处理室 506 中产生的电场使溅射气体激发以形成等离子体，等离子体以高能量撞击到靶材上并对其轰击以将材料溅射离开靶材 524 并到达衬底 504 上。具有电极 570 的支撑座 514 和支撑座电极电源 572 还可以通过使从靶材 524 溅射的离子化材料激发并朝向衬底 504 加速而用作气体激发器 516 的一部分。此外，还可以设置由电源 592 供电并位于处理室 506 内的气体激发线圈 535 以提供更高的激发气体特性，例如提高的激发气体密度。气体激发线圈 535 可由线圈支撑座 537 支撑，该线

圈支撑座 537 安装在护罩 520 或处理室 506 中其他壁上。

处理室 506 可由包括程序代码的控制器 594 控制，该程序代码具有操作处理室 506 的元件以处理处理室 506 中的衬底 504 的指令组。例如，控制器 594 可包括衬底定位指令组，其操作衬底支撑座 514 以及衬底输送装置中的一个或多个来定位处理室 506 中的衬底 504；气流控制指令组，其操作气流控制阀 578 来设定到处理室 506 的溅射气体流；气压控制指令组，其操作排气节流阀 588 来维持处理室 506 中的压力；气体激发器控制指令组，其操作气体激发器 516 以设定气体激发功率水平；以及处理监视指令组，其监视处理室 506 中的处理。

在一种形式中，通过引入溅射气体（包括如氩的惰性气体及含氧气体）以及对铝靶材 524 施加电压来用溅射室 506 形成溅射的氧化铝层 132。在沉积过程中，来自靶材 524 的铝离子与含氧气体反应而在衬底 504 上形成氧化铝层 132。

阳极化氧化铝层 120 和溅射氧化铝层 132 的厚度选择为使保护性涂层的效能最大而使不利因素（例如处理涂层的时间和成本，以及过厚的涂层易从下面的铝元件 22 剥离的趋势）最小。在一种形式中，在下面的铝元件包括标准 6061 铝合金时，阳极化氧化铝层 120 的厚度为约 15 到约 35 微米，例如约 25 微米（近似为 1 mil），溅射氧化铝层 132 的厚度为约 2 微米到约 5 微米。在另一种形式中，当下面的铝元件包括 LPTM 铝合金时，阳极化氧化铝层 120 的厚度一样，但溅射氧化铝层 132 的厚度减小为约 1 微米到约 2 微米。

在形成氧化铝层 132 的方法中，相对于其他沉积氧化铝层的处理如化学气相沉积（CVD）和等离子喷涂处理，PVD 或溅射处理是优选的。已经观察到溅射氧化铝层 132 优于 CVD 氧化铝层，因为 PVD 处理沉积的氧化铝层 132 致密适形、气孔率很低，而 CVD 处理沉积的氧化铝层气孔率高，因此其抗腐蚀性能较差。

以其高密度和低气孔率为特征的溅射氧化铝层 132 有效地保护了下面的阳极化氧化铝层 120 和下方的铝元件 22 不受腐蚀性气体损害，还防止了铝元件 22 中的杂质离开铝元件 22 扩散到处理室 20 中。因此，两层保护

性涂层使元件 22 受到的腐蚀性气体影响更小，从而提高了元件的耐用性和寿命，并防止了杂质逸出元件 20，从而大大降低了处理室 20 中的污染。

尽管示出并说明了本发明的示例性实施例，但本领域普通技术人员可以设计出结合了本发明的其他实施例，它们也在本发明的范围内。例如，本领域普通技术人员应当明白，除了具体提到的那些之外，下面的结构也可以形成处理室元件 22 的某些部分。此外，术语下面、上面、底部、顶部、向上、向下、第一和第二以及其他表示相对或位置关系的术语是参照附图中的示例性实施例示出并可以互换的。因此，所附权利要求不应当局限于此处为阐明本发明而描述的优选示例、材料或空间布置的说明。

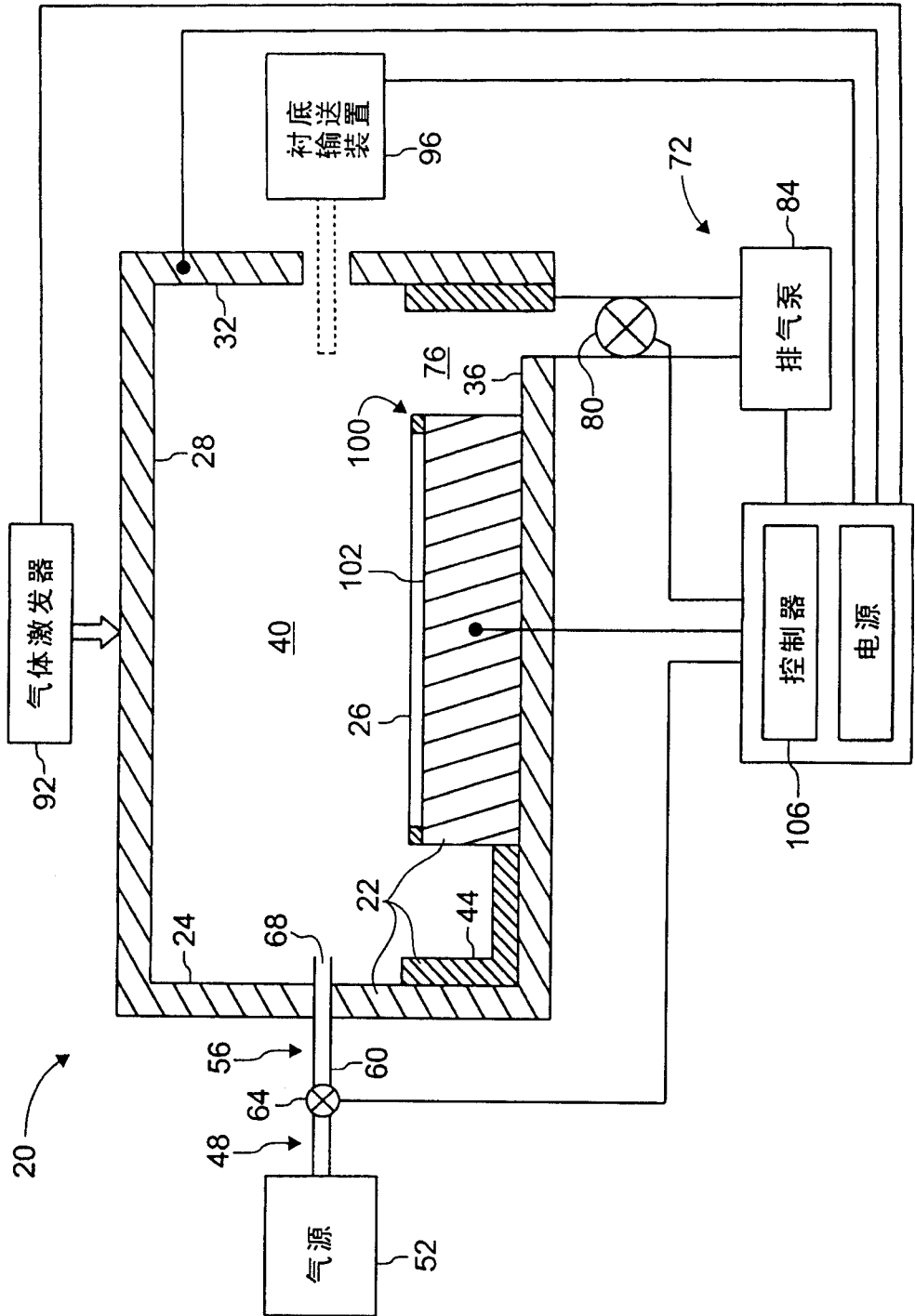


图1

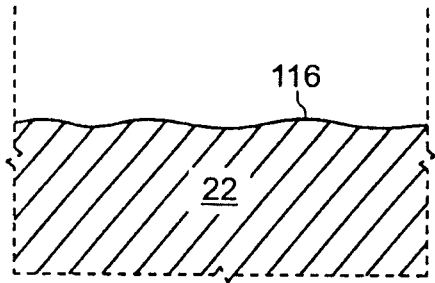


图2A

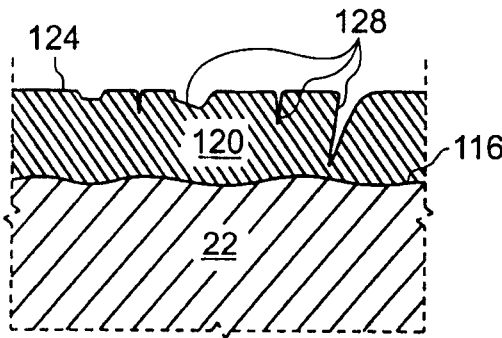


图2B

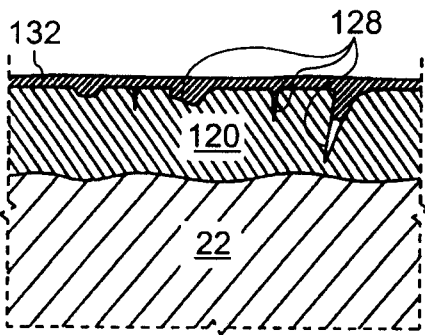


图2C

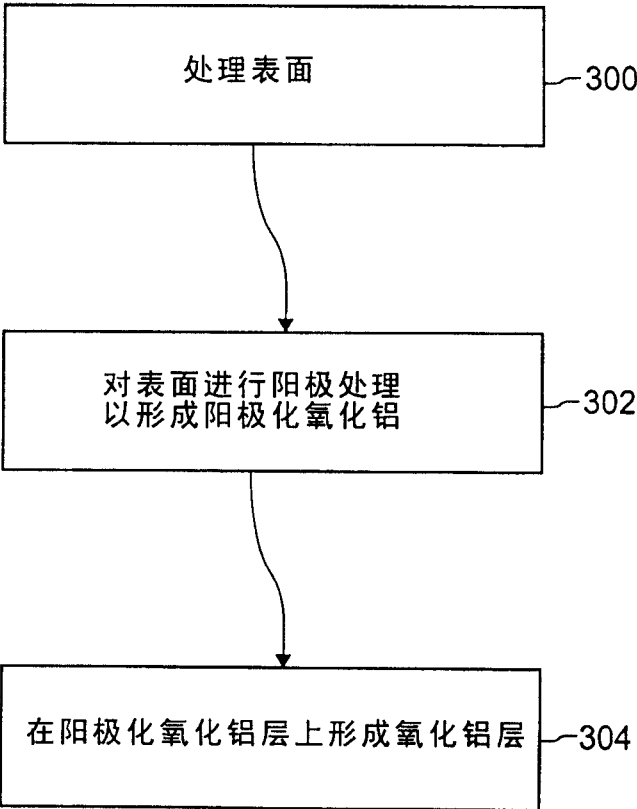


图3

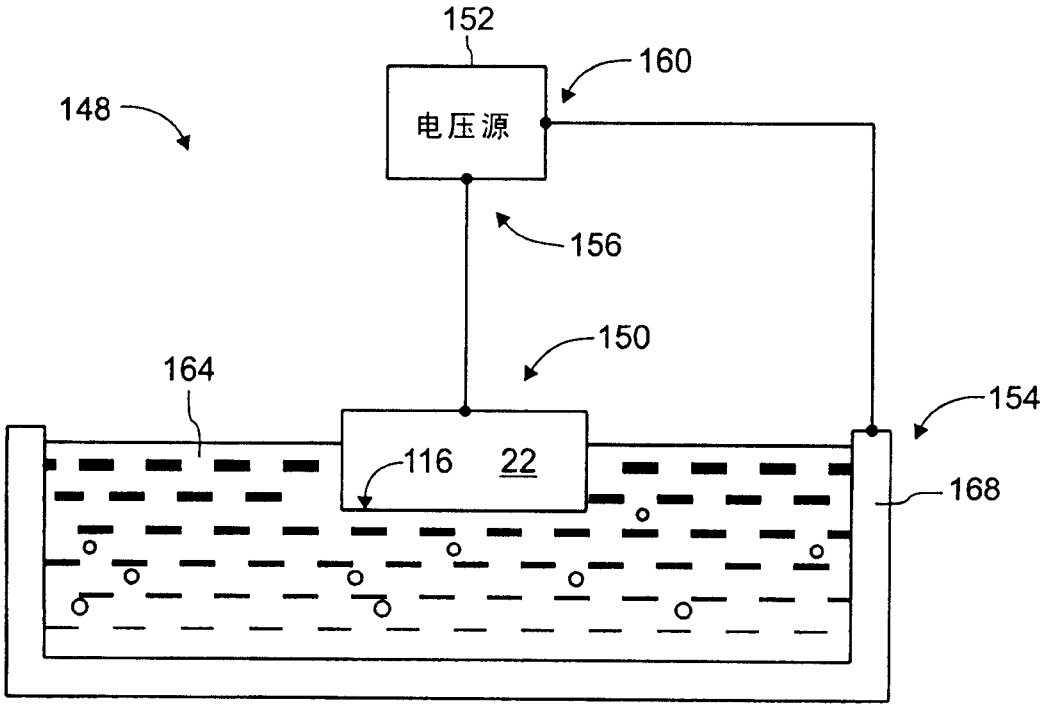


图4

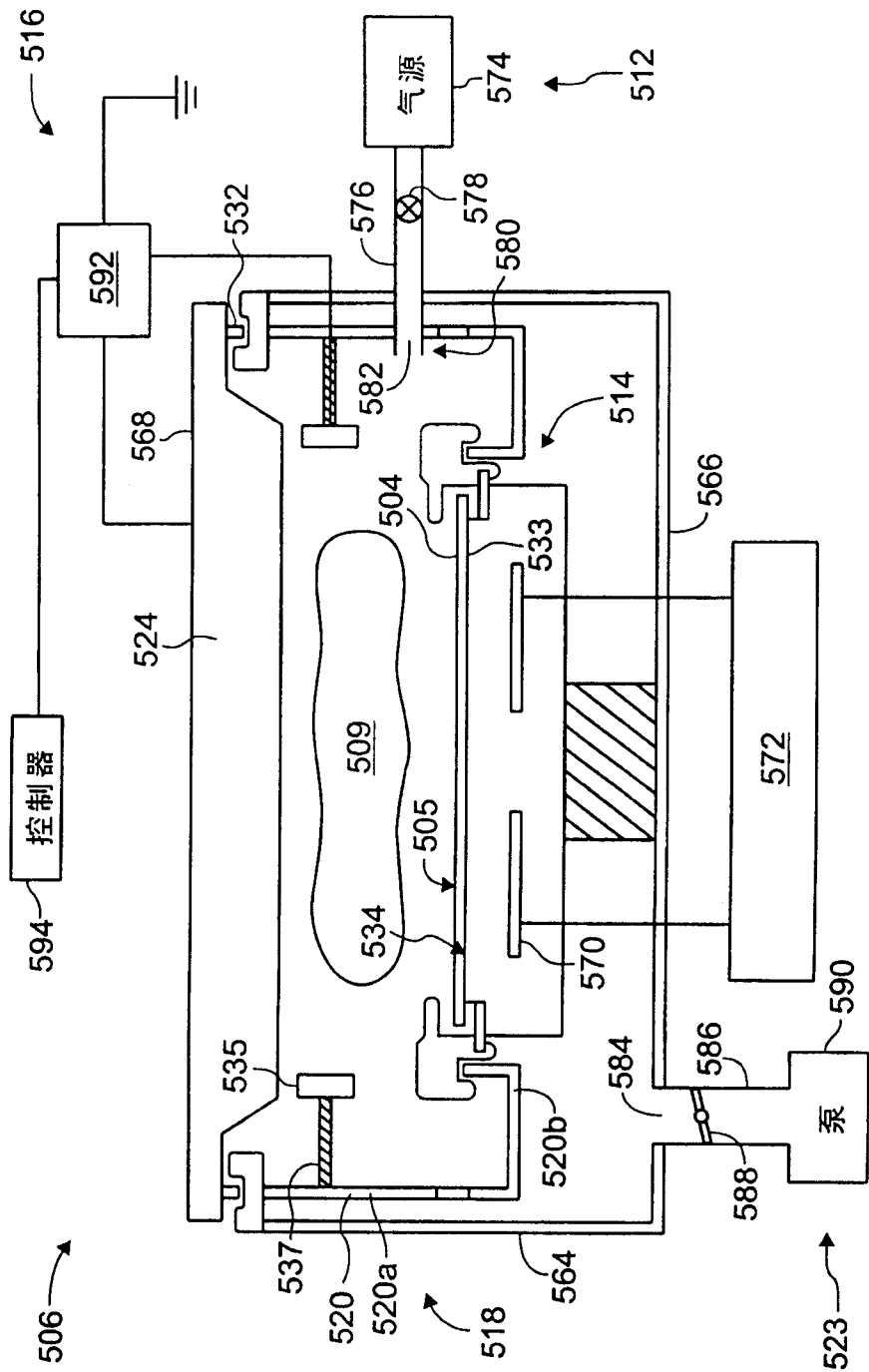


图5