



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109989058 A

(43)申请公布日 2019.07.09

(21)申请号 201910311013.3

C25D 11/04(2006.01)

(22)申请日 2014.11.11

C25D 11/34(2006.01)

(30)优先权数据

14/079,586 2013.11.13 US

(62)分案原申请数据

201480062242.1 2014.11.11

(71)申请人 应用材料公司

地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 J·Y·孙 V·菲鲁兹多尔

(74)专利代理机构 上海专利商标事务所有限公

司 31100

代理人 侯颖嫒 钱慰民

(51)Int.Cl.

G23C 24/04(2006.01)

G23C 28/00(2006.01)

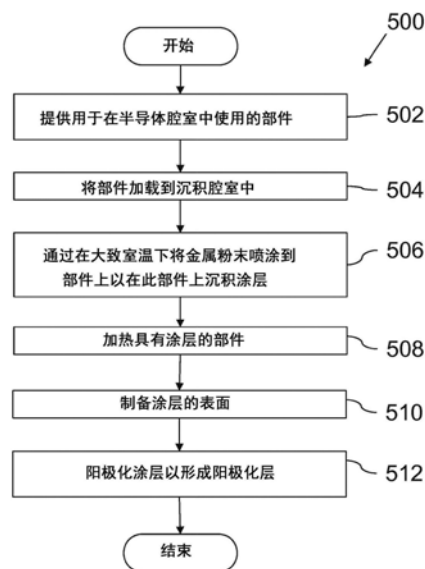
权利要求书3页 说明书10页 附图5页

(54)发明名称

用于半导体制造部件的高纯度金属顶涂层

(57)摘要

一种用于涂覆在用于等离子体蚀刻的半导体制造腔室中使用的部件的方法包括以下步骤：提供用于半导体制造腔室中的部件；将所述部件加载到沉积腔室中；将金属粉末冷喷涂覆到所述部件上以在所述部件上形成涂层；以及阳极化所述涂层以形成阳极化层。



1. 一种制品,包括:  
部件,所述部件用于制造腔室;  
涂层,所述涂层在所述部件上;以及  
阳极化层,所述阳极化层形成在所述涂层上,其中所述阳极化层包括:低孔隙率层部分,所述低孔隙率层部分具有小于约40%至约50%的孔隙率;以及多孔的柱状层部分,所述多孔的柱状层部分具有约40%至50%的孔隙率并包括多个柱状纳米孔隙,所述多个柱状纳米孔隙具有约10nm至50nm的直径。
2. 如权利要求1所述的制品,其中所述涂层是冷喷涂层。
3. 如权利要求1或2所述的制品,其中:  
所述阳极化层具有约2密耳至10密耳的厚度;以及  
所述涂层具有约0.2mm至5.0mm的厚度。
4. 如权利要求1或2所述的制品,其中所述涂层具有小于约20微英寸的平均表面粗糙度。
5. 如权利要求1或2所述的制品,其中所述制品进一步包括在所述部件与所述涂层之间的阻挡层,所述阻挡层具有在约0.1微米至5微米范围内的厚度。
6. 如权利要求1或2所述的制品,其中:  
所述部件包括以下各者中的至少一者:铝、铝合金、不锈钢、钛、钛合金、镁或镁合金;以及  
所述涂层包括铝、铝合金、钛、钛合金、铌、铌合金、锆、锆合金、铜或铜合金。
7. 如权利要求1或2所述的制品,其中所述部件是喷淋头、阴极套管、套管衬垫门、阴极基座、腔室内衬或静电卡盘基座。
8. 如权利要求1或2所述的制品,其中所述涂层包括第一金属和第二金属的梯度。
9. 如权利要求1或2所述的方法,其中所述涂层没有氧化物夹杂。
10. 一种制品,包括在制造腔室中的部件、在所述部件的表面上的涂层、以及在所述涂层上的阳极化层,所述制品通过包括以下步骤的工艺来制造:  
将涂层沉积在所述制品的所述表面上;以及  
阳极化所述涂层以形成所述阳极化层,其中所述阳极化层包括具有约10nm至50nm的直径的多个柱状纳米孔隙,其中所述阳极化层的至少一部分具有约40%至50%的孔隙率,并且其中阳极化所述涂层包括:  
在所述阳极化的开始期间施加第一电流密度以形成所述阳极化层的低孔隙率层部分,所述低孔隙率层部分具有比约40%至50%的孔隙率要低的孔隙率;以及  
在所述阳极化的剩余时期期间施加比所述第一电流密度要低的第二电流密度以形成所述阳极化层的多孔的柱状层部分,所述多孔的柱状层部分包括所述多个柱状纳米孔隙并具有约40%至50%的孔隙率。
11. 如权利要求10所述的制品,其中将所述涂层沉积在所述制品的所述表面上包括将金属粉末冷喷涂覆到所述制品的所述表面上。
12. 如权利要求10或11所述的制品,其中:  
所述阳极化层具有约2密耳至10密耳的厚度;以及  
所述涂层具有在约0.1mm至约40mm范围内的厚度。

13. 如权利要求10或11中任一项所述的制品,所述工艺进一步包括:

在阳极化所述涂层之前,执行对所述涂层的化学机械抛光(CMP)以使得所述涂层具有小于约20微英寸的平均表面粗糙度。

14. 如权利要求10或11中所述的制品,所述工艺进一步包括:

通过在所述涂覆之后将所述制品加热到在约200摄氏度至约1450摄氏度范围内的温度达大于约30分钟,从而在所述部件与所述涂层之间形成阻挡层,其中所述阻挡层具有约0.5微米至5.0微米的厚度。

15. 一种方法,包括:

将金属粉末涂覆到制品上,以形成所述制品上的涂层;以及

阳极化所述涂层以形成阳极化层,所述阳极化层具有约2密耳至10密耳的厚度,其中所述阳极化层包括具有约10nm至50nm的直径的多个柱状纳米孔隙,其中所述阳极化层的至少一部分具有约40%至50%的孔隙率,并且其中阳极化所述涂层包括:

在所述阳极化的开始期间施加第一电流密度以形成所述阳极化层的低孔隙率层部分,所述低孔隙率层部分具有比约40%至50%的孔隙率要低的孔隙率;以及

在所述阳极化的剩余时期期间施加比所述第一电流密度要低的第二电流密度以形成所述阳极化层的多孔的柱状层部分,所述多孔的柱状层部分包括所述多个柱状纳米孔隙并具有约40%至50%的孔隙率。

16. 如权利要求15所述的方法,其中将所述金属粉末涂覆到所述制品上包括将所述金属粉末冷喷涂覆到所述制品上。

17. 如权利要求16所述的方法,其中被冷喷涂覆到所述制品上的所述金属粉末具有在约100m/s至约1500m/s范围内的速度,并且其中被用于推动所述金属粉末的载气具有约50psi至约1000psi的气压和约120摄氏度至200摄氏度的气体温度。

18. 如权利要求16或17所述的方法,其中所述冷喷涂覆在具有小于0.1毫托的压力的真空中执行,并且其中所述金属粉末的颗粒具有约1微米至50微米的直径。

19. 如权利要求15至17中任一项所述的方法,进一步包括在阳极化所述涂层之前执行对所述涂层的化学机械抛光(CMP),以使得所述涂层具有小于约20微英寸的平均表面粗糙度。

20. 如权利要求15至17中任一项所述的方法,进一步包括:

通过在所述冷喷涂覆之后将所述制品加热到在约200摄氏度至约1450摄氏度范围内的温度达大于约30分钟,从而在所述制品与所述涂层之间形成阻挡层,其中所述阻挡层具有约0.5微米至5.0微米的厚度。

21. 根据权利要求15-17中任一项所述的方法,其中,

所述制品包括以下各者中的至少一者:铝、铝合金、不锈钢、钛、钛合金、镁或镁合金;以及

所述金属粉末包括以下各者中的至少一者:铝、铝合金、铜、铜合金、钛、钛合金、铌、铌合金、锆或锆合金。

22. 如权利要求15至17中任一项所述的制品,其中所述制品是半导体制造腔室的喷淋头、阴极套管、套管衬垫门、阴极基座、腔室内衬或静电卡盘基座。

23. 如权利要求15至17中任一项所述的方法,进一步包括:

在执行所述阳极化之前,使用硝酸浴来对所述涂层进行脱氧。

24. 如权利要求15至17中任一项所述的方法,其中所述金属粉末包括第一金属和第二金属的混合物,并且其中执行所述冷喷涂层包括调节所述第一金属和所述第二金属的百分比以使所述涂层具有所述第一金属和所述第二金属的梯度。

25. 如权利要求15至17中任一项所述的方法,其中所述涂层具有在约0.1mm至约40mm范围内的厚度。

## 用于半导体制造部件的高纯度金属顶涂层

[0001] 本申请是申请日为2014年11月11日、申请号为201480062242.1、名称为“用于半导体制造部件的高纯度金属顶涂层”的中国专利申请的分案申请。

### 技术领域

[0002] 本公开的实施例总体上关于半导体制造部件上的金属涂层,并且关于用于将金属涂层施加至基板的工艺。

### 背景技术

[0003] 在半导体工业中,器件由生产日以减小的尺寸的结构多个制造工艺制造而成。诸如等离子体蚀刻和等离子体清洁工艺之类的一些工艺将基板暴露于高速的等离子体流以蚀刻或清洁基板。等离子体可能是高度腐蚀性的,并且可能腐蚀处理腔室以及暴露于等离子体的其他表面。此腐蚀会生成粒子,所述粒子频繁地污染正在经处理的基板,从而导致器件缺陷(即,晶片上缺陷,诸如,粒子和金属污染)。

[0004] 随着器件几何尺寸缩小,对缺陷的灵敏度增大,并且对粒子污染的可允许的等级可能降低。为了使由等离子体蚀刻和/或等离子体清洁工艺引入的粒子污染最小化,已开发具有耐等离子体性的腔室材料。不同材料提供不同的材料性质,诸如,等离子体耐受性、刚性、弯曲强度、抗热冲击性,等等。此外,不同的材料具有不同的材料成本。由此,一些材料具有优良的等离子体耐受性,其他材料具有较低的成本,而又一些其他材料具有优良的弯曲强度和/或抗热冲击性。

### 发明内容

[0005] 在一个实施例中,一种方法包括以下步骤:提供用于半导体制造腔室中的部件;将所述部件加载到沉积腔室中;将金属粉末冷喷涂覆到所述部件上以在所述部件上形成涂层;以及阳极化所述涂层以形成阳极化层。

[0006] 所述方法还可包括以下步骤:在阳极化所述涂层之前,抛光所述部件,使得所述部件的平均表面粗糙度小于约20微英寸。被冷喷涂覆到部件上的金属粉末可具有约100米/秒至约1500米/秒范围中的速度。可经由氮气或氩气的载气来喷涂所述粉末。

[0007] 所述方法可包括:在冷喷涂覆之后,将所述部件加热至约200摄氏度至约1450摄氏度的范围中达大于约30分钟,以便在所述部件与所述涂层之间形成阻挡层。

[0008] 所述涂层可具有0.1毫米至约40毫米范围中的厚度。所述部件可包括铝、铝、铝合金、不锈钢、钛、钛合金、镁或镁合金。所述金属粉末可包括铝、铝合金、钛、钛合金、铌、铌合金、锆、锆合金、铜或铜合金。

[0009] 约1%至约50%的涂层可经阳极化以形成阳极化层。所述部件可以是喷淋头、阴极套管、套管衬垫门、阴极基座、腔室内衬或静电卡盘基座。

[0010] 在一个实施例中,一种制品包括:部件,在用于等离子体蚀刻的半导体制造腔室中使用所述部件;金属粒子冷喷涂层,在所述部件上;以及阳极化层,由所述涂层形成。

## 附图说明

[0011] 在所附附图的各图中,通过示例而非限制的方式说明本公开,在这些附图中,类似的元件符号指示类似的元件。应注意,在本公开中对“一”或“一个”实施例的不同的引用不一定是指同一个实施例,并且此类引用意味着至少一个实施例。

[0012] 图1图示根据本发明的一个实施例的基板上的涂层;

[0013] 图2是根据本发明的一个实施例的制造系统的示例性架构;

[0014] 图3图示根据本发明的一个实施例的将涂层施加至基板的工艺;

[0015] 图4图示根据本发明的一个实施例的使基板上的涂层阳极化的工艺;以及

[0016] 图5图示根据本发明的一个实施例的、在基板上形成涂层的方法。

## 具体实施方式

[0017] 本公开的实施例涉及用于将涂层施加至基板(诸如,用于半导体制造腔室内的部件)的工艺。能以金属粉末来冷喷涂覆用于半导体制造腔室中的部件以在所述部件上形成涂层,并且所述涂层可经阳极化以形成阳极化层。金属粉末的冷喷涂覆可提供致密且共形的涂层,所述涂层具有对腐蚀性等离子体化学品的增加的耐受性。所述涂层可由高纯度材料形成以降低腔室内部的金属污染水平。具有阳极化层的涂层可增加部件的使用寿命,并且减少在半导体制造期间的晶片上缺陷,因为所述涂层是耐腐蚀的。因此,可降低粒子污染的水平。

[0018] 经冷喷涂覆的部件可由铝、铝合金、不锈钢、钛、钛合金、镁或镁合金形成。所述部件可以是喷淋头、阴极套管、套管衬垫门、阴极基座、腔室内衬、静电卡盘基座或处理腔室的另一部件。此外,在阳极化所述涂层之前,可抛光所述部件以降低平均表面粗糙度。此外,在所述涂层的冷喷涂覆之后,可加热所述部件以在所述部件与所述涂层之间形成阻挡层。

[0019] 被冷喷涂覆到所述部件上的金属粉末可具有约100米/秒至约1500米/秒范围中的速度,并且可经由氮气或氩气载气被喷涂。所述涂层可具有约0.1毫米至约40毫米范围中的厚度。金属粉末可以是铝、铝合金、钛、钛合金、铌、铌合金、锆、锆合金、铜或铜合金。约1%至50%的涂层可经阳极化以形成所述阳极化层。

[0020] 当本文中使用时术语“约”和“大约”时,这些术语旨在意味着所呈现的标称值的精度在±10%内。也应注意,在本文中,参照在用于半导体制造的等离子体蚀刻器中使用的部件来描述一些实施例。然而,应当理解,也可使用此类等离子体蚀刻器来制造微机电系统(micro-electro-mechanical system;MEMS)装置。

[0021] 图1图示根据一个实施例的具有涂层的部件100。部件100包括具有冷喷涂层104和阳极化层108的基板102。在一个实施例中,基板102可以是用于半导体制造腔室中的部件,诸如,喷淋头、阴极套管、套管衬垫门、阴极基座、腔室内衬、静电卡盘基座,等等。例如,基板102可由铝、铝合金(例如,A1 6061、A1 5058等)、不锈钢、钛、钛合金、镁以及镁合金形成。示出的腔室部件100用于表示性目的,并且不一定按比例。

[0022] 在一个实施例中,在冷喷涂层104的形成之前,调整基板102的平均表面粗糙度。例如,基板102的平均表面粗糙度可以在约15微英寸至约300微英寸的范围中。在一个实施例中,基板具有始于或调整至约120微英寸的平均表面粗糙度。可(例如,通过珠粒喷击或打磨)增加平均表面粗糙度,或可(例如,通过喷砂或抛光)降低平均表面粗糙度。然而,制品的

平均表面粗糙度可能已适合用于冷喷涂覆。由此,平均表面粗糙度调整可以是任选的。

[0023] 冷喷涂层104可经由冷喷涂工艺形成。在一个实施例中,冷喷涂层可由金属粉末形成,诸如,铝(例如,高纯度铝)、铝合金、钛、钛合金、铌、铌合金、锆、锆合金、铜或铜合金。例如,冷喷涂层104可具有在约0.1毫米至约40毫米的范围中的厚度。在一个示例中,冷喷涂层的厚度约为1毫米。将在下文中更详细地描述冷喷涂工艺。

[0024] 在一个实施例中,在施加冷喷涂层104之后,可热处理部件100。热处理可通过在冷喷涂层104与基板102之间形成反应区106来改善冷喷涂层104对基板102的粘合强度,从而使冷喷涂层最佳化。

[0025] 随后,可经由阳极化工艺,由冷喷涂层104形成阳极化层108以密封并保护冷喷涂层104。在冷喷涂层104由铝形成的示例中,阳极化层108可由 $Al_2O_3$ 形成。阳极化层108可具有约2密耳至约10密耳范围中的厚度。在一个实施例中,阳极化工艺是草酸(oxalic)或硬阳极化工艺。在一个示例中,阳极化工艺对约20%与约100%之间的冷喷涂层104进行阳极化以形成阳极化层108。在一个实施例中,阳极化约50%的冷喷涂层104。将在下文中更详细地描述阳极化工艺。

[0026] 此外,冷喷涂层104在形成之后可具有相对较高的平均表面粗糙度(例如,具有约200微英寸的平均表面粗糙度)。在一个实施例中,在阳极化之前,改变冷喷涂层104的平均表面粗糙度。例如,可通过化学机械抛光(CMP)或机械抛光或其他适合的方法使冷喷涂层104的表面光滑。在一个示例中,改变冷喷涂层104的平均表面粗糙度以具有约2微英寸至约20微英寸范围中的粗糙度。

[0027] 图2图示用于制造腔室部件(例如,图1的部件100)的制造系统200的示例性架构。制造系统200可以是用于制造用于半导体制造中的制品的系统,所述制品诸如,喷淋头、阴极套管、套管衬垫门、阴极基座、腔室内衬,或静电卡盘基座。在一个实施例中,制造系统200包括连接至装备自动化层215的处理装备201。处理装备201可包括冷喷涂覆机203、加热器204和/或阳极化器205。制造系统200可进一步包括连接至装备自动化层215的一个或更多个计算装置220。在替代实施例中,制造系统200可包括更多或更少部件。例如,制造系统200可包括人工操作的(例如,离线的)处理设备201而没有装备自动化层215或计算装置220。

[0028] 在一个实施例中,湿法清洁机通过使用湿法清洁工艺来清洁制品,在所述湿法清洁工艺中,将制品浸没在湿浴中(例如,在进行平均表面粗糙度调整之后或在形成涂层或层之前)。在其他实施例中,替代类型的清洁机(诸如,干法清洁机)可用于清洁制品。干法清洁机可通过施加热、通过施加气体、通过施加等离子体等来清洁制品。

[0029] 冷喷涂覆机203是经配置以将金属涂层施加至制品表面的系统。例如,金属涂层可由金属的金属粉末形成,所述金属诸如,铝、铝合金、钛、钛合金、铌、铌合金、锆、锆合金、铜或铜合金。在一个实施例中,冷喷涂覆机203通过冷喷涂工艺在制品上形成铝涂层,在所述冷喷涂工艺中,以高速率的速度将铝粉从喷嘴推至制品上,将在下文中将更详细地描述此工艺。在此,可均匀地涂覆制品的表面,因为可操纵制品和/或冷喷涂覆机203的喷嘴以获得均匀的涂层。在一个实施例中,冷喷涂覆机203可具有带卡盘的夹具以在涂覆期间固持制品。将在下文中更详细地描述冷喷涂层的形成。

[0030] 在一个实施例中,在形成冷喷涂层之后,可在加热器204中烘焙(或热处理)制品达某时间段。加热器204可以是燃气炉或电炉。例如,取决于涂层与基板材料,可在约60°C至约

1500℃之间的温度下经热处理制品达0.5小时至12小时。此热处理可在冷喷涂层与制品之间形成反应区或阻挡层,这可改善冷喷涂层与制品之间的粘合。

[0031] 在一个实施例中,阳极化器205是经配置以由冷喷涂层形成阳极化层的系统。阳极化器205可包括电流供应器、阳极化浴以及阴极主体。例如,将制品(此制品可以是导电制品)浸没在阳极化浴中。阳极化浴可包括硫酸或草酸。将电流施加至制品,使得制品充当阳极且阴极主体充当阴极。随后,阳极化层形成在此制品上的冷喷涂层上,这将在下文中更详细地描述。

[0032] 装备自动化层215可使制造机器201中的一些或全部与计算装置220、与其他制造机器、与计量工具和/或其他装置互连。装备自动化层215可包括网络(例如,局域网(LAN))、路由器、网关、服务器、数据存储,等等。制造机器201可经由SEMI装备通信标准/通用装备模型(SEMI Equipment Communications Standard/Generic Equipment Model;SECS/GEM)接口、经由以太网接口和/或经由其他接口而连接至装备自动化层215。在一个实施例中,装备自动化层215使工艺数据(例如,由制造机器201在工艺执行期间收集到的数据)能够被存储在数据存储(未示出)中。在替代性实施例中,计算装置220直接连接至制造机器201中的一者或更多者。

[0033] 在一个实施例中,制造机器201中的一些或全部包括可加载、存储和执行工艺配方的可编程控制器。可编程控制器可控制制造机器201的温度设定、气体和/或真空设定、时间设定,等等。可编程控制器可包括主存储器(例如,只读存储器(ROM)、闪存、动态随机存取存储器(DRAM)、静态随机存取存储器(SRAM),等等)和/或次存储器(例如,数据存储装置,诸如,盘驱动器)。主存储器和/或次存储器可存储用于执行本文所述的热处理工艺的指令。

[0034] 可编程控制器也可包括处理装置以执行指令,所述处理装置(例如,经由总线)耦接至主存储器和/或次级存储器。处理装置可以是通用处理装置,诸如,微处理器、中央处理单元,等等。处理装置也可以是专用处理装置,诸如,专用集成电路(ASIC)、现场可编程门阵列(FPGA)、数字信号处理器(DSP)、网络处理器,等等。在一个实施例中,可编程控制器是可编程逻辑控制器(PLC)。

[0035] 图3图示冷喷涂工艺制造系统300的示例性架构,所述系统300用于在制品或基板上形成冷喷涂层。制造系统300包括沉积腔室302,所述沉积腔室302可包括平台304(或夹具)以用于安装基板306。在一个实施例中,基板306可以是图1的基板102。可经由真空系统308来减小沉积腔室302中的气压以避免氧化。包含金属粉末316(诸如,铝、铝合金、钛、钛合金、铌、铌合金、锆、锆合金、铜或铜合金)的粉末腔室310耦接至气体容器312,所述气体容器312包含载气318以用于推动金属粉末316。用于将金属粉末316引导至基板306上以形成冷喷涂层的喷嘴314耦接至粉末腔室310。

[0036] 基板306可以是用于半导体制造的部件。此部件可以是半导体处理腔室的蚀刻反应器或热反应器的部件,等等。部件的示例包括喷淋头、阴极套管、套管衬垫门、阴极基座、腔室衬垫、静电卡盘基座,等等。基板306可部分地或完全由以下材料形成:铝、铝合金(例如,A1 6061、A1 5058,等等)、不锈钢、钛、钛合金、镁以及镁合金,或用于半导体制造腔室部件中的任何其他导电性材料。

[0037] 在一个实施例中,在形成冷喷涂层之前,可将基板306的表面粗糙化以达到小于约100微英寸的平均表面粗糙度以改善涂层的附着。

[0038] 在涂层的沉积期间,基板306可安装在沉积腔室302中的平台304上。平台304可以是可移动平台(例如,机动化平台),所述平台可在一维、二维,或三维中移动和/或绕一个或更多个方向旋转/倾斜。相应地,可将平台304移动至不同的位置以促进利用金属粉末316对基板306的涂覆,所述金属粉末316在载气中从喷嘴314中被推出。例如,由于经由冷喷涂的涂层施加是视线工艺,因此可移动平台304以涂覆基板306的不同部分或不同侧。如果基板306具有需涂覆的不同的侧或具有复杂的几何形状,则平台304可调整基板306相对于喷嘴314的位置,使得可涂覆整个组件。换言之,喷嘴314可从多个角度和定向选择性地瞄准基板306的某些部分。在一个实施例中,平台304也可具有冷却或加热通道以在涂层形成期间调整制品的温度。

[0039] 在一个实施例中,可使用真空系统308来抽空制造系统300的沉积腔室302,使得真空存在于沉积腔室302中。例如,可将沉积腔室302内的压力降低至低于约0.1毫托。在沉积腔室302中提供真空可促进涂层的施加。例如,当金属粉末316在沉积腔室302处于真空下而行进至基板306时,从喷嘴中被推出的金属粉末316遭遇较少的抵抗。因此,金属粉末316能以更高速率的速度来冲击基板306,这促进对基板306的黏附以及涂层的形成,并且有助于降低诸如铝的高纯度材料的氧化水平。

[0040] 气体容器312装盛加压的载气318,诸如,氮气或氩气。加压的载气318在压力下从气体容器312行进至粉末腔室310。当加压的载气318从粉末腔室310行进至喷嘴314时,载气318将一些金属粉末316推向喷嘴314。在一个示例中,气压可在约50Psi至约1000Psi范围中。在一个示例中,用于铝粉的气压为约500Psi。在另一示例中,用于锡粉和锌粉的气压低于约100Psi。

[0041] 在一个实施例中,气体温度在约100℃至约1000℃的范围中。在另一示例中,气体温度在约325℃至约500℃的范围中。在一个实施例中,喷嘴处的气体温度在约120℃至约200℃的范围中。冲击基板306的金属粉末的温度可取决于气体温度、行进速度和基板306的尺寸。

[0042] 在一个实施例中,涂层粉末316具有某种流动性。在一个示例中,粒子可具有在约1微米至约200微米的范围中的直径。在一个示例中,粒子可具有在约1微米至约50微米的范围中的直径。

[0043] 当推动金属粉末316的悬浮物的载气318从喷嘴314中的开口进入沉积腔室302时,金属粉末316被推向基板306。在一个实施例中,载气318经加压,使得以约100米/秒至约1500米/秒的速度将涂层粉末316推向基板306。例如,能以约300米/秒至约800米/秒的速率将涂层粉末推向基板。

[0044] 在一个实施例中,喷嘴314被形成为是耐磨的。由于涂层粉末316以高速度运动穿过喷嘴314,因此喷嘴314可能快速地磨损并降级。然而,喷嘴314可形成为形状且由材料形成,使得最小化或减少磨损,和/或喷嘴可被制作为消耗品零件。在一个实施例中,喷嘴直径可以在约1毫米(mm)至约15毫米的范围中。在一个示例中,喷嘴直径可以在约3毫米至约12毫米的范围中。例如,用于铝粉的喷嘴直径可以是约6.3毫米。在一个实施例中,喷嘴间距(即,从喷嘴314至基板306的距离)可以在约5毫米至约200毫米的范围中。例如,喷嘴间距可以在约10毫米至约50毫米的范围中。

[0045] 在冲击基板306之后,金属粉末316的粒子由于动能而破裂并变形以产生附着至基

板306的锚层(anchor layer)。当继续进行金属粉末316的施加时,这些粒子通过粘合至自身而成为冷喷涂层或膜。基板306上的冷喷涂层通过涂层粉末316的粒子在基板306上的连续的碰撞而继续生长。换言之,粒子以高速度彼此间以及与基板机械碰撞,以便裂解为更小的片来形成致密的层。显著的是,利用冷喷涂,粒子可不熔化和回流。

[0046] 在一个实施例中,在对基板306的施加之后,保持金属粉末316的粒子的粒子晶体结构。在一个实施例中,当动能由于粒子在冲击基板306之后裂解为更小片而转化为热能时,可能发生部分熔化。这些粒子可能变得致密地粘合。如文中所提及,金属粉末在基板306上的温度可取决于气体温度、行进速度以及基板306的尺寸(例如,热质量)。

[0047] 在一个实施例中,涂层沉积速率可以在约1克/分钟至约50克/分钟的范围中。例如,用于铝粉的涂层沉积速率可以在约1克/分钟至约20克/分钟的范围中。可通过更慢的进料和更快的光栅(即,行进速度)来获得更致密的涂层。在一个实施例中,效率在约10%至约90%的范围中。例如,效率可以在约30%至约70%的范围中。较高的温度和较高气压可导致较高的效率。

[0048] 在一个实施例中,涂层的平均表面粗糙度可增大(例如,通过珠粒喷击或打磨)或可降低(例如,通过喷砂或抛光)以实现约2微英寸至约300微英寸范围中的平均表面粗糙度,在一特定实施例中,表面粗糙度为约120微英寸。例如,可利用直径在约20微米至约300微米的范围中的 $Al_2O_3$ 粒子对涂层进行珠粒喷击。在一个示例中,粒子可具有约100微米至约150微米范围中的直径。在一个实施例中,在调整平均表面粗糙度期间,可去除约10%与约50%之间的涂层。然而,制品的平均表面粗糙度可能已是适合的,因此,平均表面粗糙度调整可以是任选的。

[0049] 与经由等离子体喷涂(此等离子体喷涂是在升高的温度下执行的热技术)的涂层施加不同,可在室温下或近似室温下执行经由一个实施例的冷喷涂层的施加。例如,取决于气体温度、行进速度和部件的尺寸,冷喷涂层的施加可在约15°C至约100°C下执行。在冷喷涂沉积的情况下,可不加热基板,并且施加工艺不显著地增加经涂覆的基板的温度。

[0050] 此外,根据实施例的涂层由于凝固收缩而可具有极少或没有氧化物夹杂以及低孔隙度。

[0051] 在一个实施例中,冷喷涂层可以是非常密集的,例如,大于约99%密度。此外,冷喷涂层可在没有夹层的情况下具有对基板的良好附着,例如,对于铝涂层为约4500Psi。

[0052] 典型地,在粉末与冷喷涂层之间几乎没有或没有热诱发差异。换言之,粉末中的热诱发差异等于涂层中热诱发差异。同样典型地,在冷喷涂覆期间,对基板或部件的微结构几乎没有或没有损害。此外,冷喷涂层总体上展现高硬度和冷加工微结构。延性涂层材料的重度塑性形变而导致大量的冷加工发生,这产生对于涂层的机械特性和腐蚀特性有益的非常精细的晶粒结构。

[0053] 冷喷涂层一般处于压缩模式中,此压缩模式有助于减少涂层分层、或涂层中的宏观或微观开裂。

[0054] 在一个实施例中,可使用梯度沉积物以获得具有所需的机械特性和腐蚀特性的复合层。例如,首先沉积铝层,并且在此铝层的顶部上沉积铜层。

[0055] 在一个实施例中,经涂覆的基板306可经受涂覆后工艺。清洁后工艺可以是热处理,此热处理可进一步控制涂层与基板之间的涂层界面以改善附着和/或产生阻挡层或反

应区。在一个实施例中,可将经涂覆的基板加热至约200°C至约1450°C范围中的温度达大于约30分钟。例如,可将Y层加热至约750°C以将Y层的表面氧化成 $Y_2O_3$ ,从而改良耐腐蚀性。

[0056] 在一个实施例中,涂层与基板之间的阻挡层或反应区的形成阻止渗透涂层的工艺化学品与位于下方的基板的反应。这可使分层的发生最小化。反应区可增加陶瓷涂层的附着强度,并且可使剥落最小化。例如,阻挡层可以是在两种材料之间形成的金属间化合物或固溶体区域,诸如,Al层与Ti层之间的AlTi金属间化合物或固溶体。

[0057] 反应区以取决于温度和时间的速率生长。随着温度升高以及热处理持续时间增加,反应区的厚度也增加。相应地,用于对部件进行热处理的一个或更多温度以及持续时间应当选择为形成厚度不超过约5微米的反应区。在一个实施例中,选择温度和持续时间以使约0.1微米至约5微米的反应区形成。在一个实施例中,反应区具有足以在处理期间防止气体与陶瓷基板反应的最小厚度(例如,约0.1微米)。在一个实施例中,阻挡层具有1至2微米的目标厚度。

[0058] 图4图示根据一个实施例的、用于阳极化制品403以由冷喷涂层409形成阳极化层411的工艺400。例如,制品403可以是图1的基板102。阳极化改变制品403的表面的微观纹理。相应地,图4仅用作说明目的,并且可能不是按比例。在阳极化工艺之前,可在硝酸浴中清洁制品403。在阳极化之前,清洁可执行脱氧。

[0059] 将具有冷喷涂层409的制品403连同阴极主体405一起浸没在阳极化浴401中。阳极化浴可包括酸溶液。用于阳极化铝涂层的阴极主体的示例包括铝合金(诸如,A16061和A13003)以及碳主体。通过经由电流供应器407使电流经过电解溶液或酸溶液(其中制品403是阳极(正电极))而由制品403上的冷喷涂层409生长阳极化层411。电流供应器407可以是电池或其他电力供应器。电流在阴极主体405(负电极)处释放氢气,并且在冷喷涂层409的表面处释放氧气,以便在冷喷涂层409上方形成阳极化层411。在铝冷喷涂层409的情况下,阳极化层是氧化铝。在一个实施例中,使用各种溶液实现阳极化的电压可在1伏特至300伏特的范围中。在一个实施例中,电压范围为15伏特至21伏特。阳极化电流随经阳极化的铝主体405的面积而改变,并且阳极化电流的范围可从30安培/平方米至300安培/平方米(2.8安培/平方英尺至28安培/平方英尺)。

[0060] 酸溶液溶解(即,消耗或转化)冷喷涂层409的表面以形成孔隙层(例如,柱状纳米孔隙)。阳极化层411继续由此纳米孔隙层生长。纳米孔隙可具有约10纳米至约50纳米范围中的直径。在一个实施例中,纳米孔隙具有约30纳米的平均直径。

[0061] 酸溶液可以是草酸、硫酸、草酸与硫酸的组合。对于草酸,制品消耗与阳极化层生长的比率为约1:1。控制电解液浓度、酸度、溶液温度和电流以由冷喷涂层409形成一致的氧化铝阳极化层411。在一个实施例中,阳极化层411可生长为具有约300纳米至约200微米范围中的厚度。在一个实施例中,阳极化层的形成消耗约5%至约100%范围中的百分比的冷喷涂层。在一个示例中,阳极化层的形成消耗约50%的冷喷涂层。

[0062] 在一个实施例中,电流密度初始为高(大于99%)以生长阳极化层中的非常致密(大于99%)的阻挡层部分,随后,减小电流密度以生长阳极化层中多孔的柱状层部分。在用草酸来形成阳极化层的一个实施例中,孔隙率在约40%至约50%的范围中,并且孔隙具有在约10纳米至约50纳米的范围中的直径。

[0063] 在一个实施例中,阳极化层的平均表面粗糙度(Ra)在约15微英寸至约300微英寸

的范围中,这与制品的初始粗糙度类似。在一个实施例中,平均表面粗糙度为约120微英寸。  
 [0064] 表A显示用于检测A16061制品中以及A16061制品上的阳极化冷喷涂高纯度铝涂层中的金属杂质的感性耦合等离子体质谱分析(Induction Coupled Plasma Mass Spectroscopy; ICP-MS)的结果。在此示例中,A16061制品上的阳极化冷喷涂高纯度铝涂层显示出比与无涂层的6061铝部件显著更少的微量金属污染。

[0065]

		方法检测限 制	6061 阳极 化铝	冷喷阳极 化纯铝
铝	(Al)	50	81,000	45,000
锑	(Sb)	0.5	1.7	0.67
砷	(As)	5	<5	<5
钡	(Ba)	10	<10	<10
铍	(Be)	30	<30	<30
铋	(Bi)	0.5	<0.5	<0.5
硼	(B)	200	550	<200
镉	(Cd)	1	<1	<1
钙	(Ca)	70	1,100	<70
铬	(Cr)	20	43	<20
钴	(Co)	5	<5	<5
铜	(Cu)	10	310	190
镓	(Ga)	1	6.1	<1
锗	(Ge)	10	<10	<10
铁	(Fe)	20	120	270
铅	(Pb)	3	<3	22
锂	(Li)	20	80	<20
镁	(Mg)	50	130	<50
锰	(Mn)	5	8.0	<5
钼	(Mo)	2	<2	<2
镍	(Ni)	10	360	18
钾	(K)	50	250	<50
钠	(Na)	50	170	51
锶	(Sr)	5	<5	<5

[0066]	锡	(Sn)	5	<5	<5
	钛	(Ti)	20	72	<20
	钨	(W)	2	<2	<2
	钒	(V)	5	7.6	<5
	锌	(Zn)	20	750	120
	锆	(Zr)	0.5	24	1.2

[0067] 图5是图示根据本公开的实施例的、用于制造经涂覆的部件的方法500的流程图。方法500可通过使用图2的制造系统200来执行。

[0068] 在框502处,提供用于半导体制造环境中的部件。例如,如上文所述,此部件可以是基板,诸如,喷淋头、阴极套管、套管衬垫门、阴极基座、腔室衬垫、静电卡盘基座,等等。例如,基板可由铝、铝合金(例如,铝6061、铝5058等)、不锈钢、钛、钛合金、镁以及镁合金形成。

[0069] 在框504处,将部件加载到沉积腔室中。沉积腔室可以是上述的沉积腔室302。

[0070] 在框506处,通过将纳米粒子金属粉末喷涂到部件上来将冷喷涂层涂覆在部件上,其中冷喷涂层可具有约0.5毫米至约2毫米范围中的厚度。例如,金属粉末可包括铝(例如,高纯度铝)、铝合金、钛、钛合金、铌、铌合金、锆、锆合金、铜或铜合金。金属粉末可悬浮在氮气或氩气之气体中。

[0071] 在框508处,此方法进一步包括以下步骤:根据一个实施例,热处理经涂覆的部件以在部件与涂层之间形成反应区或阻挡层。例如,可将经涂覆的部件加热至1450°C达多于30分钟。

[0072] 在框510处,此方法进一步包括以下步骤:根据一个实施例,制备部件的表面。例如,冷喷涂层可能具有不是理想的平均表面粗糙度。由此,可使冷喷涂层的平均表面粗糙度光滑以降低平均表面粗糙度(例如,通过抛光)或使所述平均表面粗糙度粗糙化以增加平均表面粗糙度(例如,通过珠粒喷击或打磨)。

[0073] 在框512处,阳极化冷喷涂层以形成阳极化层。在冷喷涂层是铝的示例中,阳极化层可以是氧化铝,并且阳极化层的形成可消耗约5%至约100%范围中的百分比的冷喷涂层。

[0074] 上文的描述陈述了众多特定的细节(诸如,特定的系统、部件、方法等的示例)以提供对本公开的若干实施例的良好理解。然而,对本领域技术人员将显而易见的是,可在不具有这些特定细节的情况下来实践本公开的至少一些实施例。在其他实例中,不详细地描述或仅以简单的框图格式呈现公知的部件或方法,以避免不必要地使本公开含糊。由此,所陈述的特定的细节仅是示例性的。特定的实现可与这些示例性细节有所不同,而仍被视为在本公开的范围之内。

[0075] 贯穿说明书对“一个实施例”或“实施例”的引用意味着结合所述实施例描述的特定的特征、结构或特性被包括在至少一个实施例中。由此,短语“在一个实施例中”或“在实施例中”在本说明书全文中多处出现不一定全都是指相同的实施例。此外,术语“或”旨在意味着包含性的“或”而非排他性的“或”。

[0076] 尽管以特定的顺序示出并描述本文中的方法的操作,但是可更改每一种方法的操

作顺序,使得可逆序地执行某些操作,或使得某些操作可至少部分地与其他操作同时执行。在另一实施例中,不同操作的指令或子操作能以间歇性和/或交替方式执行。

[0077] 将理解,上述描述旨在是说明性而非限制性的。许多其他实施例将在本领域技术人员阅读并理解以上描述后对他们的是显而易见的。因此,应当参照所附权利要求书以及此类权利要求书要求授予权利的等效方案的完整范围来确定本公开的范围。

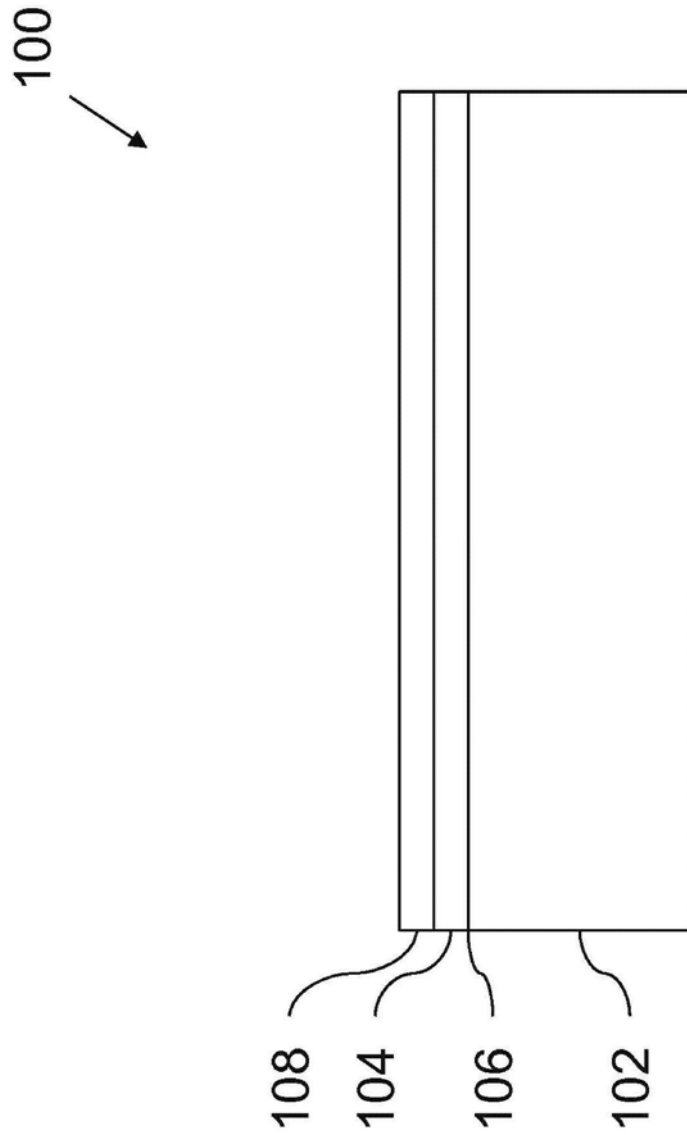


图1

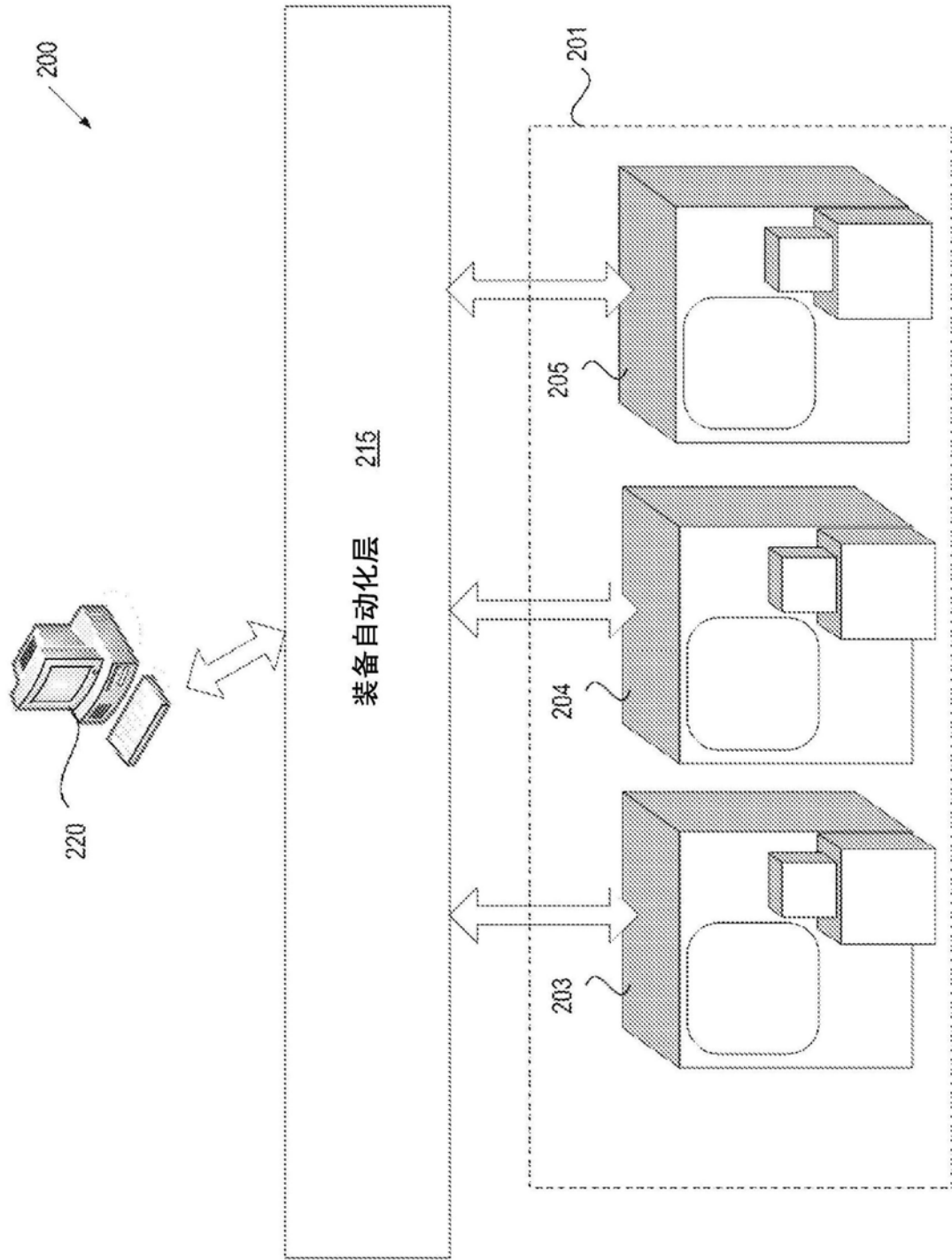


图2

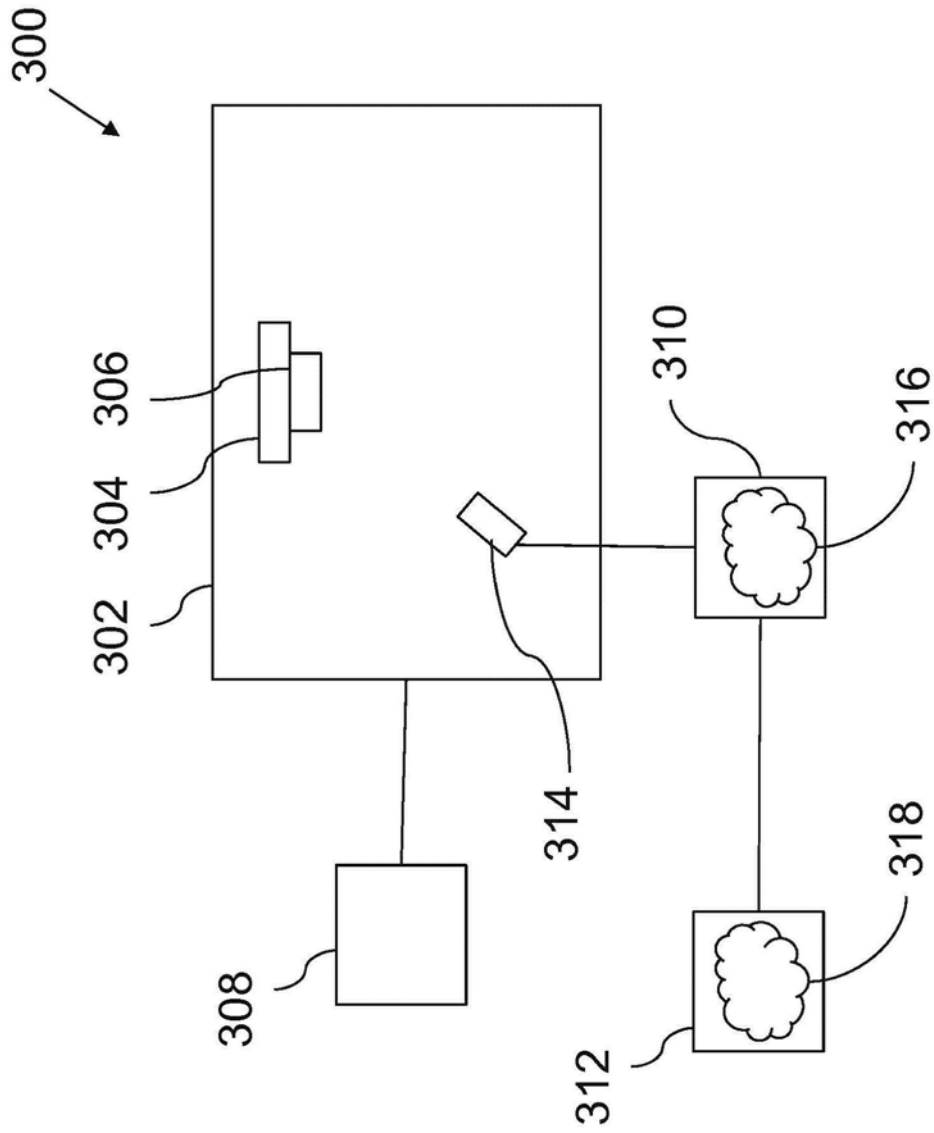


图3

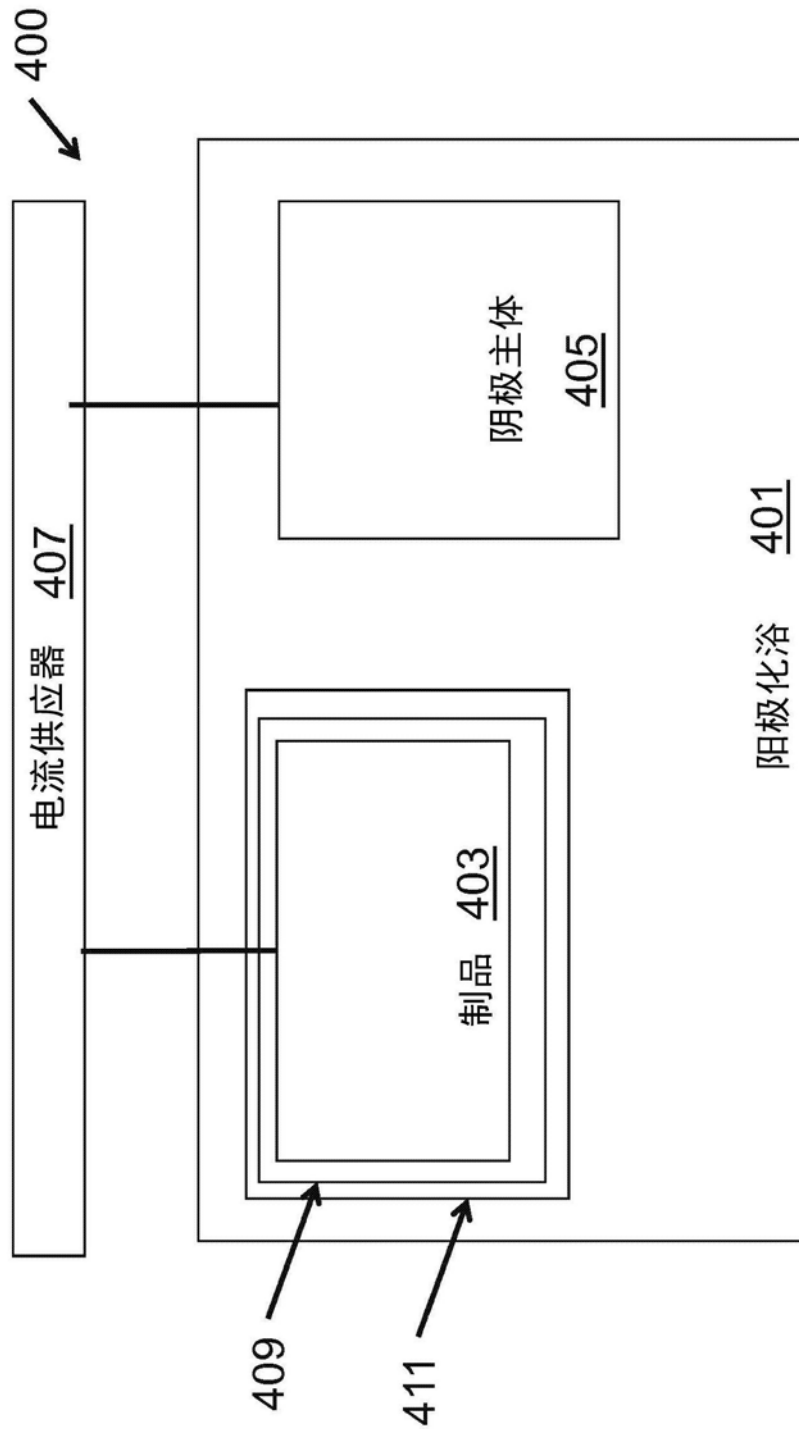


图4

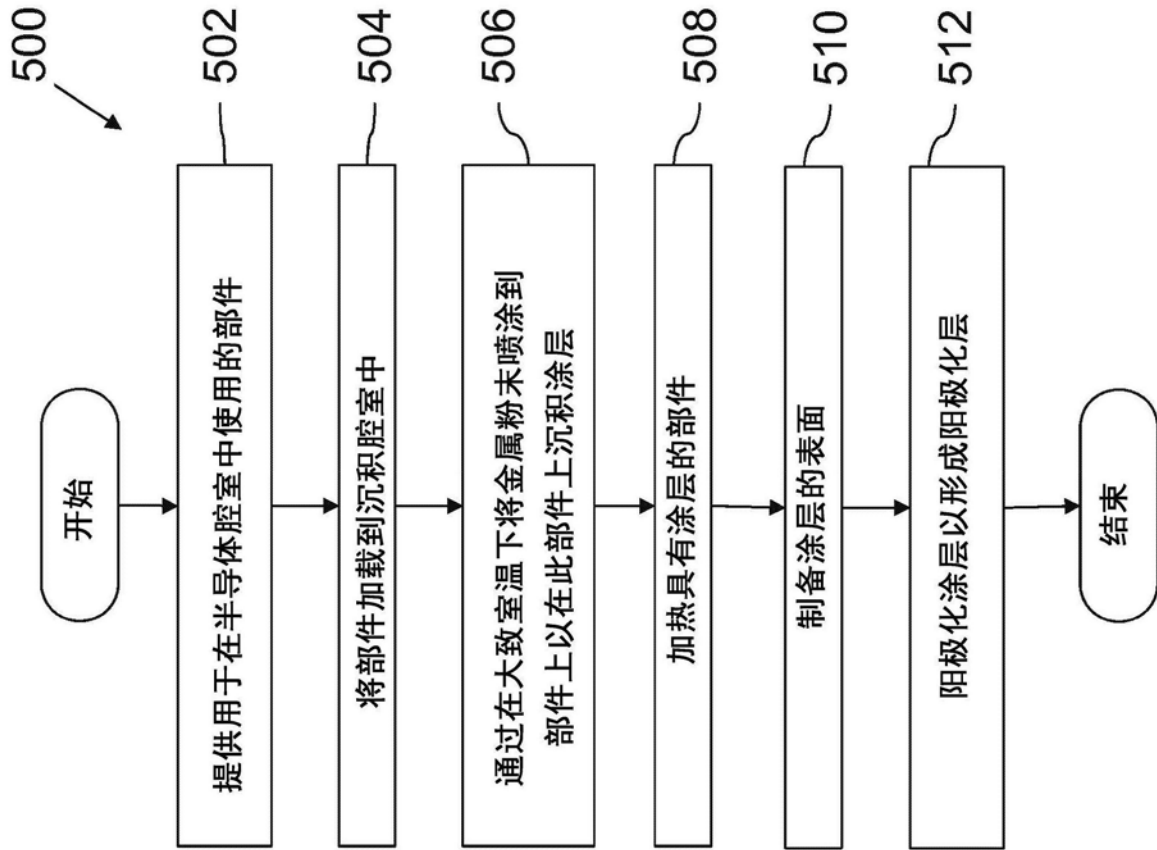


图5