



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103828031 B

(45)授权公告日 2016.10.26

(21)申请号 201280040080.2

(22)申请日 2012.08.16

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 103828031 A

(43)申请公布日 2014.05.28

(30)优先权数据
61/524,546 2011.08.17 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2014.02.17

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2012/051029 2012.08.16

(87)PCT国际申请的公布数据
W02013/025852 EN 2013.02.21

(73)专利权人 朗姆研究公司
地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 约翰·皮斯

(74)专利代理机构 上海胜康律师事务所 31263
代理人 李献忠

(51)Int.Cl.
H01L 21/477(2006.01)

(56)对比文件
US 2011/0092072 A1,2011.04.21,
US 3440883 A,1969.04.29,
CN 101248361 A,2008.08.20,
CN 201608925 U,2010.10.13,
US 7782583 B2,2010.08.24,

审查员 仵乐娟

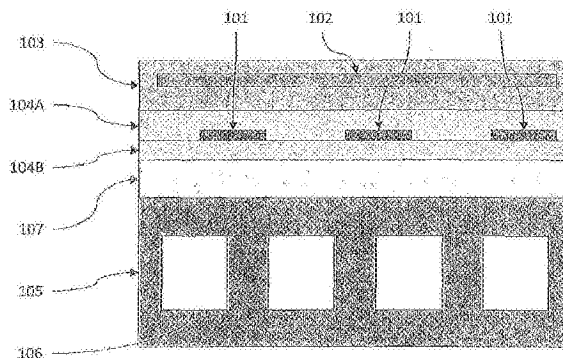
权利要求书3页 说明书6页 附图6页

(54)发明名称

用于监测复用加热器阵列的温度并控制该阵列的系统和方法

(57)摘要

一种测量在用于支撑在半导体处理装置中的半导体衬底的衬底支撑组件中的多区加热板的温度并控制该多区加热板的系统,该系统包括电流测量装置和开关装置。第一开关装置将所述功率回线中独立于其它功率回线选择性地连接到电接地、电压源或电隔离端。第二开关装置将所述功率供给线独立于其它功率供给线选择性地连接到所述电接地、功率源、所述电流测量装置或电隔离端。所述系统可用于通过测取串联连接到平面加热区域的二极管的反向饱和电流的电流读数,计算加热区域的温度和供电每个加热器区域,以实现期望的温度分布,从而保持所需的加热板的温度分布。



1. 一种能操作以测量在用于支撑在半导体处理装置中的半导体衬底的衬底支撑组件中的多区加热板的温度并控制该多区加热板的系统,所述加热板包括多个平面加热器区域、多个二极管、多个功率供给线和多个功率回线,其中,每个平面加热器区域具有至少一个加热器元件,被连接到所述功率供给线中的一个和所述功率回线中的一个,并且没有两个平面加热器区域共享同一对功率供给线和功率回线,以及二极管串联连接在每个平面加热器区域和连接到其上的所述功率供给线之间或在每个平面加热器区域和连接到其上的所述功率回线之间,使得该二极管不允许电流沿着从所述功率回线通过所述平面加热器区域到达所述功率供给线的方向流动;所述系统包括:

第一开关装置,其配置成将所述功率回线中的每一个独立于其它功率回线选择性地连接到电接地、电压源或第一电隔离端;

第二开关装置,其配置成将所述功率供给线中的每一个独立于其它功率供给线选择性地连接到所述电接地、功率源、电流测量装置或第二电隔离端,其中所述电流测量装置连接在所述电接地和所述第二开关装置之间;和

校准装置,所述校准装置连接在所述电流测量装置和所述电压源之间,其中所述校准装置通过通断开关连接到所述电流测量装置。

2. 如权利要求1所述的系统,其中,所述电压源输出非负电压。

3. 如权利要求1所述的系统,其中,所述电流测量装置是安培表和/或包括运算放大器。

4. 如权利要求1所述的系统,其中,所述校准装置包括校准加热器、校准温度计和校准二极管,该校准二极管的阳极通过所述通断开关连接到所述电流测量装置,该校准二极管的阴极被配置为连接到所述电压源。

5. 如权利要求4所述的系统,其中,所述校准装置的所述校准二极管与连接到所述加热板中的所述平面加热器区域的所述二极管相同。

6. 如权利要求1所述的系统,其中所述平面加热器区域中的每个的大小为从16到100平方厘米。

7. 如权利要求1所述的系统,其中,所述加热板包括10-100、100-200、200-300或更多个平面加热区域。

8. 一种等离子体处理装置,其包括衬底支撑组件和根据权利要求1所述的系统,其中,所述系统能操作以测量在用于支撑在所述半导体处理装置中的半导体衬底的所述衬底支撑组件中的所述多区加热板的每个加热器区域的温度并控制该每个加热器区域。

9. 如权利要求8所述的等离子体处理装置,其中,所述等离子体处理装置是等离子体蚀刻装置。

10. 一种测量如权利要求1所述的系统的温度并维持跨越该系统所需的温度分布的方法,其包括温度测量步骤,该温度测量步骤包括:

将连接到所述平面加热器区域中的一个平面加热器区域的所述功率供给线连接到所述电流测量装置,

将所有其他功率供给线连接到电接地,

将连接到所述平面加热器区域的所述功率回线连接到所述电压源,

将所有其他功率回线连接到所述第一电隔离端;和

从所述电流测量装置测取串联连接到所述平面加热器区域的所述二极管的反向饱和

电流(I_r)的电流读数,

基于 $I_r = A \cdot T^{3+\gamma/2} \cdot e^{-E_g/KT}$ (式 1) 从所述电流读数计算所述平面加热器区域的所述温度 T , 其中 A 是所述二极管中的结的面积; γ 是常数, E_g 为组成所述结的材料能隙, 对于硅 $E_g = 1.12\text{eV}$, 以及 k 是玻尔兹曼常数,

从整个加热板所希望的温度分布推断所述平面加热器区域的设定温度 T_0 ,

计算持续时间 t , 使得用所述功率源给所述平面加热器区域供电持续所述持续时间 t 而将所述平面加热器区域的温度从 T 改变到 T_0 。

11. 如权利要求 10 所述的方法, 其还包括在所述电流测量步骤之后的供电步骤, 所述供电步骤包括:

保持连接到所述平面加热器区域的所述功率供给线和所述功率源之间的连接以及连接到所述平面加热器区域的所述功率回线和电接地之间的连接持续所述持续时间 t 。

12. 如权利要求 11 所述的方法, 其还包括重复在所述平面加热器区域中的每个上的所述温度测量步骤和/或所述供电步骤。

13. 如权利要求 10 所述的方法, 其还包括在所述平面加热器区域上执行所述温度测量步骤之前的可选的放电步骤, 所述放电步骤包括:

将连接到所述平面加热器区域的所述功率供给线连接接地, 以使连接到所述平面加热器区域的所述二极管的结电容放电。

14. 如权利要求 10 所述的方法, 其还包括在所述平面加热器区域上执行所述温度测量步骤之前的零点修正步骤, 所述零点修正步骤包括:

将连接到所述平面加热器区域的所述功率供给线连接到所述电流测量装置,

将所有其他功率供给线连接到所述电接地,

将连接到所述平面加热器区域的所述功率回线连接到所述电接地,

将其他功率回线中的每一个连接到所述第一电隔离端,

从所述电流测量装置测取电流读数, 即, 零点电流。

15. 如权利要求 14 所述的方法, 其中, 所述电流测量步骤还包括在计算所述平面加热器区域的所述温度 T 之前从所述反向饱和电流的所述电流读数减去所述零点电流。

16. 一种校准权利要求 5 所述的系统中的所述二极管的方法, 其包括:

从所述电流测量装置断开所有功率供给线和功率回线,

关闭所述通断开关,

用所述校准加热器加热所述校准二极管到在所述二极管的工作温度范围中的温度,

用所述校准温度计测量所述校准二极管的温度,

测量所述校准二极管的反向饱和电流, 以及

对于每个二极管基于所测得的温度和所测得的反向饱和电流由 $I_r = A \cdot T^{3+\gamma/2} \cdot e^{-E_g/KT}$ (式 1) 确定参数 A 和 γ 中的至少一个, 其中 A 是所述二极管中的结的面积; T 为所述二极管的开尔文温度; γ 是常数, E_g 为组成所述结的材料能隙, 对于硅 $E_g = 1.12\text{eV}$, 以及 k 是玻尔兹曼常数。

17. 一种处理如权利要求 9 所述的等离子体处理装置中的半导体衬底的方法, 其包括: (a) 支撑半导体衬底在所述衬底支撑组件上, (b) 通过用所述系统给所述平面加热器区域供

电而在整个所述加热板产生期望的温度分布,(c)激励处理气体或等离子体,(d)用所述等离子体蚀刻所述半导体衬底,以及(e)在用所述等离子体蚀刻所述半导体衬底期间,用所述系统保持所述期望的温度分布。

18.如权利要求17所述的方法,其中,在步骤(e)中,所述系统通过测量所述加热板中的每个平面加热器区域的温度并根据其测得的温度给每个平面加热器区域供电来保持所述期望的温度分布。

19.根据权利要求18所述的方法,其中,所述系统通过测取串联连接到所述平面加热器区域的所述二极管的反向饱和电流(I_r)的电流读数来测量每个平面加热器区域的所述温度,其中每个平面加热器区域的温度是基于 $I_r = A \cdot T^{3+\gamma/2} \cdot e^{-E_g/kT}$ (式 1)计算出的,其中A是所述二极管中的结的面积; γ 是常数, E_g 为组成所述结的材料能隙,对于硅 $E_g = 1.12\text{eV}$,以及k是玻尔兹曼常数。

用于监测复用加热器阵列的温度并控制该阵列的系统和方法

[0001] 本申请根据35U.S.C.§119(e)要求于2011年8月17日提交的,名为“用于监测复用加热器阵列的温度并控制该阵列的系统和方法(ASYSTEMANDMETHODFORMONITORINGTEMPERATURESOFANDCONTROLLINGMULTIPLEXEDHEATERARRAY)”的美国临时申请第61/524,546号的优先权,其全部内容通过引用的方式并入本文。

背景技术

[0002] 随着每一后继的半导体技术的产生,晶片直径趋向于增加而晶体管尺寸减小,从而导致在衬底处理中需要甚至更精度的精度和可重复性。半导体衬底材料,如硅衬底,通过包含使用真空室的技术进行处理。这些技术包括诸如电子束沉积之类非等离子体应用,以及诸如溅射沉积、等离子体增强化学气相沉积(PECVD)、抗蚀剂剥离、和等离子体蚀刻之类等离子体应用。

[0003] 半导体制造工具中目前可用的等离子体处理系统面临提高精度和可重复性的日益增加的需求。等离子体处理系统的一个度量是改进的均匀性,该均匀性包括产生在半导体衬底上的表面的工艺均匀性以及用标称相同的输入参数处理的一连串的衬底的工艺结果的均匀性。衬底上均匀性的持续改进是合乎期望的。除其他以外,这还需要具有改进的均匀性、一致性和自诊断性的等离子体室。

发明内容

[0004] 本文描述了一种能操作以测量在用于支撑在半导体处理装置中的半导体衬底的衬底支撑组件中的多区加热板的温度并控制该多区加热板的系统,所述加热板包括多个平面加热器区域、多个二极管、多个功率供给线和多个功率回线,其中,每个平面加热器区域被连接到所述功率供给线中的一个和所述功率回线中的一个,并且没有两个平面加热器区域共享同一对功率供给线和功率回线,以及二极管串联连接在每个平面加热器区域和连接到其上的所述功率供给线之间或在每个平面加热器区域和连接到其上的所述功率回线之间,使得所述二极管不允许电流沿着从所述功率回线通过所述平面加热器区域到达所述功率供给线的方向流动;所述系统包括:电流测量装置;第一开关装置,其配置成将所述功率回线中的每一个独立于其它功率回线选择性地连接到电接地、电压源或电隔离端;和第二开关装置,其配置成将所述功率供给线中的每一个独立于其它功率供给线选择性地连接到所述电接地、功率源、所述电流测量装置或电隔离端。

附图说明

[0005] 图1是其中包括具有成阵列的平面加热器区域的加热板的衬底支撑组件的示意性剖视图,该衬底支撑组件还包括静电卡盘(ESC)。

[0006] 图2示出了可以包含在衬底支撑组件中的加热器板的一种实施方式中的功率源和功率回路线路到成阵列的平面加热器区域之间的拓扑连接。

[0007] 图3是示例性的可以包括本文所述的衬底支撑组件的等离子处理室的示意图。

[0008] 图4示出连接到在加热板中的平面加热器区域的二极管的示例性的电流-电压特性(I-V曲线)。

[0009] 图5示出了根据本发明一种实施方式,配置成控制加热板并监控其中的每个加热器区域的温度的系统的电路图。

[0010] 图6示出在图5所示的系统中的电流测量装置的电路图。

具体实施方式

[0011] 在半导体加工装置中进行径向和方位角衬底温度控制以实现期望的在所述衬底上的关键尺寸(CD)均匀性变得越来越迫切。即使是很小的温度变化可能影响CD到无法接受的程度,尤其是当在半导体制造工艺中CD接近亚-100nm时。

[0012] 衬底支撑组件可被配置用于处理过程中的各种功能,如支撑衬底、调节衬底温度、以及供给射频功率。衬底支撑组件可以包括用于在处理过程中将衬底夹持到衬底支撑组件上的静电卡盘(ESC)。该ESC可以是可调式ESC(T-ESC)。T-ESC在共同转让的美国专利No.6,847,014和6,921,724中得到描述,其通过引用并入本文。衬底支撑组件可包括陶瓷衬底支架、流体冷却的散热器(以下简称为冷却板)和多个同心的平面加热器区域以实现逐步和径向的温度控制。通常情况下,冷却板保持在0°C和30°C之间。加热器位于该冷却板上,两者之间具有热绝缘体层。加热器可以保持衬底支撑组件的支撑表面在冷却板的温度之上约0°C到80°C的温度。通过改变多个平面加热器区域内的加热器功率,衬底支撑件的温度分布可以在中心热、中心冷、和均匀之间进行变化。另外,平均的衬底支撑件的温度可以在冷却板的温度之上0°C到80°C的温度运行范围内逐步地进行变化。由于CD随半导体技术的进步而减小,小的方位角温度变化带来更大的挑战。

[0013] 由于以下几个原因,控制温度不是简单的任务。首先,许多因素会影响热传递,如热源和散热片的位置,介质的运动、材料和介质的形状。其次,热传递是动态过程。除非考虑的系统处于热平衡,否则会发生热传递,并且温度分布和热传递会随时间变化。第三,在等离子体处理中当然是始终存在的诸如等离子体之类的非平衡现象使得任何实际的等离子体处理装置的热传递行为的理论预测即使有可能,也是非常困难的。

[0014] 等离子体处理装置中的衬底的温度分布受许多因素的影响,如等离子体密度分布、RF功率分布和卡盘中的各种加热和冷却元件的详细结构,因此衬底的温度分布往往是不均匀的,并且用少数加热元件或冷却元件难以控制该温度分布。这种缺陷转变成整个衬底的处理速率的非均匀性,以及衬底上的器件管芯的关键尺寸的非均匀性。

[0015] 根据温度控制的复杂特性,在衬底支撑组件中引入多个独立可控的平面加热器区域以使得装置能够有效地产生并保持合乎期望的时间和空间的温度分布,并补偿影响CD均匀性的其他不利因素,这将是有益的。

[0016] 具有多个独立可控的平面加热器区域的半导体处理装置中的用于衬底支撑组件的加热板在共同拥有的美国专利公布No.2011/0092072中得到公开,其公开内容通过引用并入本文。该加热板包括平面加热器区域与功率供给源以及功率回线的可扩展的多路布置方案。通过调节平面加热器区域的功率,处理过程中的温度分布可以在径向和方位角形成某种形状。虽然该加热板主要被描述用于等离子体处理装置,但该加热板还可以用于不使用等离子体的其他的半导体处理装置。

[0017] 该加热板中的平面加热器区域优选地布置成确定的图案,例如,矩形网格、六角形网格、极性阵列、同心环或任何所需的图案。每个平面加热器区域可以具有任何合适的尺寸,并且可以具有一个或多个加热元件。在某些实施方式中,平面加热器区域中的所有加热元件一起开启或关闭。为了将电连接的数量降到最低,布置功率供给线和功率回线,使得每个功率供给线连接到不同组的平面加热器区域,并且每个功率回线连接到不同组的平面加热器区域,其中每个平面加热器区域是在连接到特定的功率供给线的所述组中的一组中并在连接到特定的功率回线的所述组中的一组中。在某些实施方式中,没有两个平面加热区域连接到相同的一对功率供给线和功率回线。因此,平面加热器区域可以通过将电流引导通过与该特定的平面加热器区域连接的一对功率供给线和功率回线来激活。加热器元件的功率优选小于20W,更优选为5至10W。加热器元件可以是电阻加热器,如聚酰亚胺加热器、硅橡胶加热器、云母加热器、金属加热器(如W、Ni/Cr合金、Mo或Ta)、陶瓷加热器(例如WC)、半导体加热器或碳加热器。加热器元件可以进行丝网印刷、绕线、或是蚀刻箔加热器。在一种实施方式中,每个平面加热器区域不大于半导体衬底上制造的4个器件管芯,或者不大于半导体衬底上制造的2个器件管芯,或者不大于半导体衬底上制造的1个器件管芯,或对应于衬底上的器件管芯每个平面加热器区域的面积从16至100cm²,或面积从1至15cm²,或面积从2至3cm²。加热器元件的厚度的范围可从2微米至1毫米,优选5-80微米。为了允许平面加热区域和/或功率供给线和功率回线之间有空隙,平面加热区域的总面积可以高达衬底支撑组件的上表面的面积的90%,例如上表面的面积的50-90%。可以将功率供给线或功率回线(统称功率线)布置在平面加热区域之间的范围从1至10毫米的间隙中,或布置在通过电绝缘层与平面加热区域平面分开的单独的平面中。为了运送大电流并减少焦耳热,优选地制备功率供给线和功率回线达到在空间所允许的最大宽度。在一种实施方式中,其中的功率线与平面加热区域是在相同的平面,功率线的宽度优选为在0.3毫米和2毫米之间。在另一种实施方式中,其中的功率线与平面加热区域是在不同的平面,功率线的宽度可以宽达平面加热区域,例如对于300毫米的卡盘,宽度可以是1至2英寸。功率线的材料可以与加热器元件的材料相同或不同。优选地,功率线的材料是具有低电阻率的材料,如Cu、Al、W、铬镍铁合金® (Inconel®)或Mo。

[0018] 图1-2示出了衬底支撑组件,其包含具有包含两个电绝缘层104A和104B的成阵列的平面加热区域101的加热板的一种实施方式。电绝缘层可以是聚合物材料,无机材料,如氧化硅、氧化铝、氧化钇、氮化铝等陶瓷或其它合适的材料。衬底支撑组件进一步包括(a)具有陶瓷层103(静电夹持层)的ESC,其中嵌入电极102(例如单极或双极)以用DC电压将衬底静电夹持到陶瓷层103的表面,(b)热阻挡层107,(c)含有用于冷却剂流通的通道106的冷却板105。

[0019] 如图2所示,平面加热区域101中的每一个连接到功率供给线201中的一个和功率回线202中的一个。没有两个平面加热区域101共用同一对功率供给线201和功率回线202。通过合适的电气开关的配置,可以将一对功率供给线201和功率回线202连接到功率源(图中未示出),从而仅仅连接到该对线的平面加热区域被接通。每个平面加热区域的时间平均的加热功率可以单独由时域多路传送来调节。为了防止不同的平面加热区域之间的串扰,二极管250被串联连接在每个平面加热区域101与连接到其上的功率供给线201之间(如在图2中所示),或串联连接在每个平面加热区域101和连接到其上的功率回线

202之间(图中未示出),使得二极管250不让电流沿从功率回线201通过平面加热器区域101到达功率供给线202的方向流动。二极管250物理上位于平面加热器区域或相邻于平面加热器区域。

[0020] 衬底支撑组件可以包括加热板的实施方式,其中该加热板的每个平面加热器区域具有类似于或小于在衬底上的单个器件管芯或成组的器件管芯的尺寸,从而可以针对每个器件管芯的位置控制衬底温度,以及因此控制等离子体蚀刻工艺,以使得从衬底制造的器件的产率最大化。加热板可包括10-100、100-200、200-300或更多的平面加热区域。加热板的可扩展的架构可以很容易地容纳使用冷却板中最小数量的功率供给线、功率回线、馈通件来逐个管芯地控制衬底温度(300毫米的衬底上通常超过100个管芯,因此有100或更多个加热器区域)所需的平面加热器区域的数量,从而减小对衬底温度的干扰,降低衬底支撑组件的制备成本和复杂性。虽然未示出,但衬底支撑组件可以包括如用于抬高衬底的升降销、氦气背部冷却、用于提供温度反馈信号的温度传感器、用于提供加热功率的反馈信号的电压传感器和电流传感器、用于加热器和/或夹持电极的功率供给器、和/或RF滤波器等特征。

[0021] 作为等离子体处理室如何操作的概述,图3示出了等离子体处理室的示意图,其包括室713,在室713中设置有上部喷头电极703和衬底支撑组件704。衬底712通过装载通道711装载到衬底支撑组件704上。气体管线709供给处理气体到上部喷头电极703,上部喷头电极703输送该处理气体到室中。气源708(例如,供给合适的气体混合物的质量流量控制器)连接到气体管线709。RF功率源702连接到上部喷头电极703。在操作中,室通过真空泵710抽空且RF功率电容地耦合在上部喷头电极703和衬底支撑组件704中的下部电极之间,以在衬底712与上部喷头电极703之间的空间中激励处理气体成等离子体。可以使用等离子体蚀刻器件管芯特征到衬底712上的层中。衬底支撑组件704可以如上所述包含加热器在其中。应当理解,虽然等离子体处理室的详细设计可能会有所不同,但是RF功率是通过衬底支撑组件704耦合到等离子体的。

[0022] 供给到每个平面加热器区域101的电功率可以基于它们的实际温度进行调节以达到所期望的衬底支撑件的温度分布。每个平面加热器区域101的实际温度可以通过测量与它们连接的二极管250的反向饱和电流来进行监测。图4示出了二极管250的示例性的电流-电压特性(IV曲线)。当二极管250在其相反的偏压区域(如标注的阴影框401的区域)时,通过二极管250的电流基本独立于二极管250的偏置电压。这个电流的幅值被称为反向饱和电流 I_r 。 I_r 的温度依赖性可近似表示为:

[0023]
$$I_r = A \cdot T^{3+\gamma/2} \cdot e^{-E_g/kT}$$
 (公式1);

[0024] 其中A是二极管250中的结的面积;T为二极管250的开尔文温度; γ 是常数; E_g 为组成结的材料能隙(对于硅 $E_g=1.12\text{eV}$);k是玻尔兹曼常数。

[0025] 图5示出了系统500的电路图,系统500被配置为通过测量连接到每个平面加热器区域101的二极管250的反向饱和电流 I_r 来控制加热板并监控其中每个平面加热器区域101的温度。为简单起见,仅示出四个平面加热器区域。该系统500可以被配置为用任意数目的平面加热器区域工作。

[0026] 系统500包括电流测量装置560、开关装置1000、开关装置2000、可选的通断开关575、可选的校准装置570。开关装置1000被配置为将每个功率回线202独立于其它功率回线

选择性地连接到电接地、电压源520或电隔离端。开关装置2000被配置成将每个功率供给线201独立于其他功率供给线选择性地连接至电接地、功率源510、电流测量装置560或电隔离端。电压源520供给非负电压。可提供可选的校准装置570用于校准每个二极管250的反向饱和电流 I_r 和它的温度 T 之间的关系。校准装置570包括与平面加热器区域101和二极管250热隔离的校准器571、校准温度计572(例如热电偶)和与二极管250类型相同的(优选相同)的校准二极管573。校准装置570可以位于系统500中。校准加热器571和温度计572可以由电压源520供电。校准二极管573的阴极被配置为连接到电压源520,阳极被配置为通过通断开关575(即校准二极管573是反向偏置的)连接到电流测量装置560。校准加热器571保持校准二极管573在接近平面加热器区域101的操作温度的温度(如20至200°C)。处理器5000(例如,微控制器单元,计算机,等等)控制所述开关装置1000和2000、校准装置570和开关575,接收来自电流测量装置560的电流读数,并且接收来自校准装置570的温度读数。如果需要的话,处理器5000可以被包括在系统500中。

[0027] 电流测量装置560可以是任何合适的装置,如安培计或如图6所示的基于运算放大器(运放器)的装置。要被测量的电流流向输入端605,输入端605通过可选的电容器602被连接到运算放大器601的反相输入端601a。运算放大器601的反相输入端601a还通过具有电阻 R_1 的电阻器603连接到运算放大器601的输出端601c。该运算放大器601的非反相输入端601b被连接到电接地。在连接到运算放大器601的输出的输出端606的电压 V 是电流 I 的读数,其中, $V=I \cdot R_1$ 。图6中所示的装置将在输入端605上的二极管的电流信号(二极管250或校准二极管573中的一个)转换成作为温度读数要被发送到处理器5000的输出端606的电压信号。

[0028] 一种用于测量加热模板的温度并控制该加热模板的方法,其包括温度测量步骤,温度测量步骤包括将连接到平面加热器区域101的功率供给线201连接到电流测量装置560,将所有其他功率供给线连接到电接地,将连接到平面加热器区域101的功率回线202连接到电压源520,将所有其他功率回线连接电隔离端,从电流测量装置560测取串联连接到平面加热器区域101的二极管250的反向饱和电流的电流读数,根据公式1从电流读数计算平面加热器区域101的温度 T ,从整个加热板所期望的温度分布推断平面加热器区域101的设定温度 T_0 ,计算出持续时间 t ,使得用功率源510给平面加热器区域101供电持续时间期间 t 以将平面加热区域101的温度从 T 改变到 T_0 。将所有未连接到平面加热器区域101的功率供给线连接到电接地,以保证只有来自连接到平面加热器区域101的二极管250的反向饱和电流到达电流测量装置560。

[0029] 该方法进一步包括温度测量步骤之后的供电步骤,该供电步骤包括保持连接到平面加热器区域101的功率供给线201与功率源510之间的连接和连接到平面加热器区域101的功率回线202与电接地之间的连接持续所述持续时间 t 。该方法还可以包括重复每个平面加热器区域101的温度测量步骤和供电步骤。

[0030] 该方法可以进一步包括在平面加热器区域101上执行温度测量步骤之前的可选的放电步骤,放电步骤包括将连接到平面加热器区域101的功率供给线201连接到地,以将连接到平面加热器区域101的二极管250的结电容放电。

[0031] 该方法可以进一步包括在平面加热器区域101上执行温度测量步骤之前的可选的零点校正步骤,该零点校正步骤包括将连接到平面加热器区域101的功率供给线201连接到

电流测量装置560,将所有其他功率供给线连接到电接地,将连接到平面加热器区域101的功率回线202连接到电接地,将其他每个功率回线连接到电隔离端,从电流测量装置560测取电流读数(零点电流)。在计算所述平面加热器区域的温度T之前可以从温度测量步骤中的电流读数减去零点电流。零点校正步骤消除因来自功率源510通过开关装置2000的任何漏电流而导致的错误。所有测量步骤、调零步骤和放电步骤可以以足够的速度执行以通过控制器5000或附加的同步检测电子器件在运算放大器601的输出使用同步检测。测量的信号的同步检测可降低测量噪声和提高精度。

[0032] 该方法还可以包括可选的校准步骤,以纠正任何二极管250的反向饱和电流的温度依赖关系的任何时间偏移。校准步骤包括将所有功率供给线201和功率回线202从电流测量装置560断开,关闭通断开关575,用校准加热器571加热校准二极管573优选达到二极管250的工作温度范围内的温度,用经过校准的温度计572测量校准二极管573的温度,测量校准二极管573的反向饱和电流,并且对于每个二极管250基于所测得的温度和测得的反向饱和电流调节公式1中参数A和 γ 。

[0033] 一种在包括本文中所描述的衬底支撑组件和系统的等离子体蚀刻装置中处理衬底的方法,其包含(a)将半导体衬底支撑在衬底支撑组件上,(b)通过用该系统给加热板中的平面加热器区域供电而在整个加热板产生所需的温度分布,(c)激励处理气体成等离子体,(d)用等离子体蚀刻半导体,以及(e)在用等离子体蚀刻半导体期间,用该系统保持所需的温度分布。在步骤(e)中,系统通过测量加热板中的每个平面加热器区域的温度,并根据其测得的温度供电每个平面加热器区域来保持所需温度分布。该系统通过测取串联连接到所述平面加热器区域的二极管的反向饱和电流的电流读数,来测量每个平面加热器区域的温度。

[0034] 虽然已经参照其具体实施方案详细描述了用于测量加热板的温度并控制加热板的系统500和方法,但对本领域技术人员而言,显而易见,在不脱离所附的权利要求的范围的情况下,可以做出各种改变和修改、以及使用等同方案。

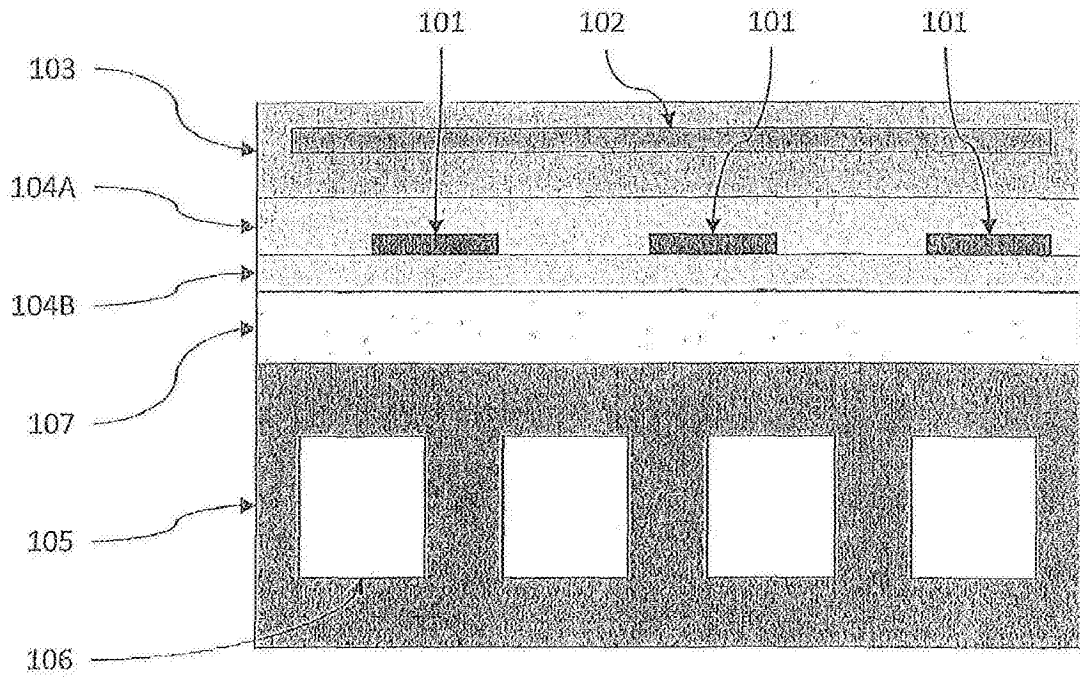


图1

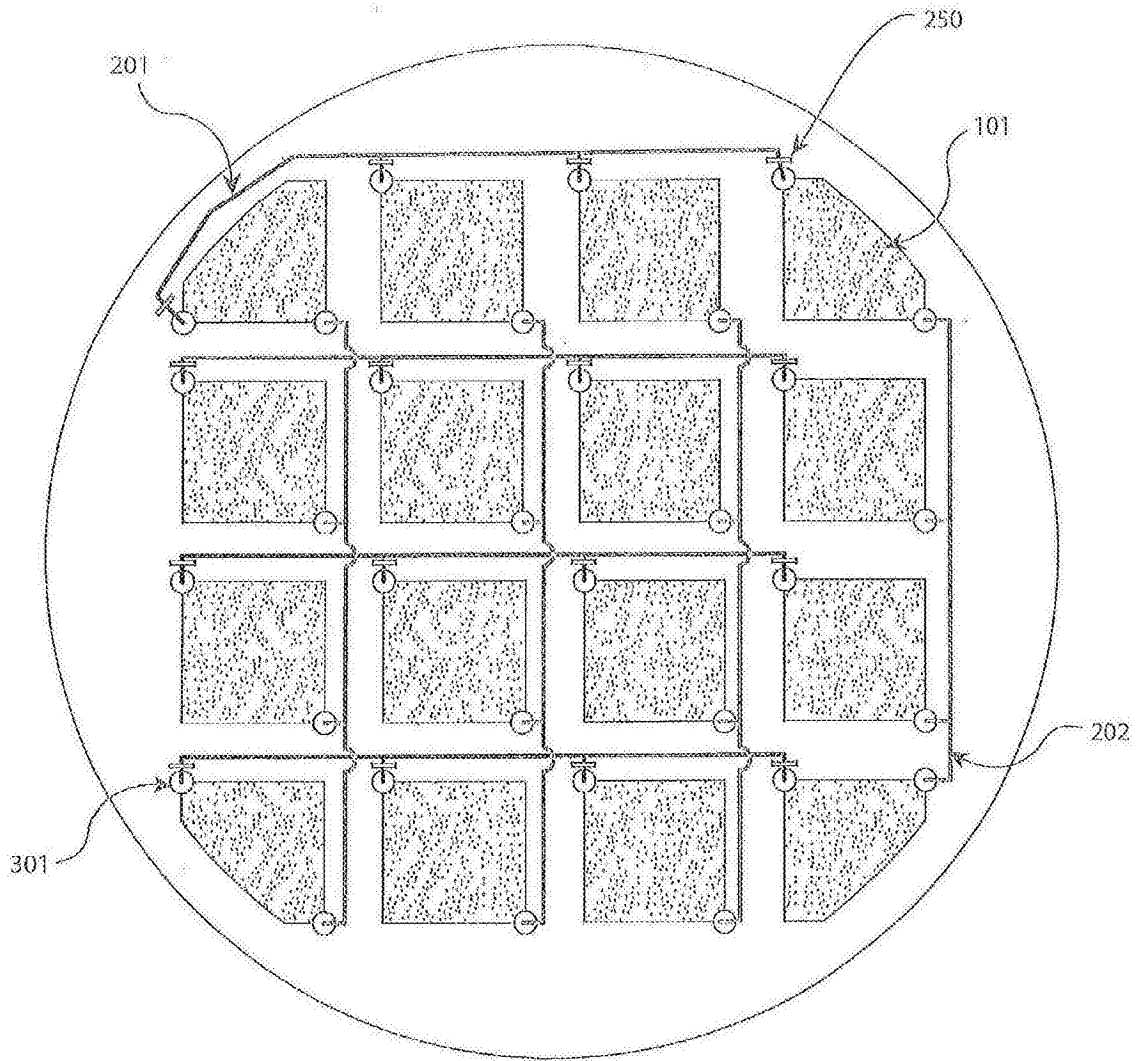


图2

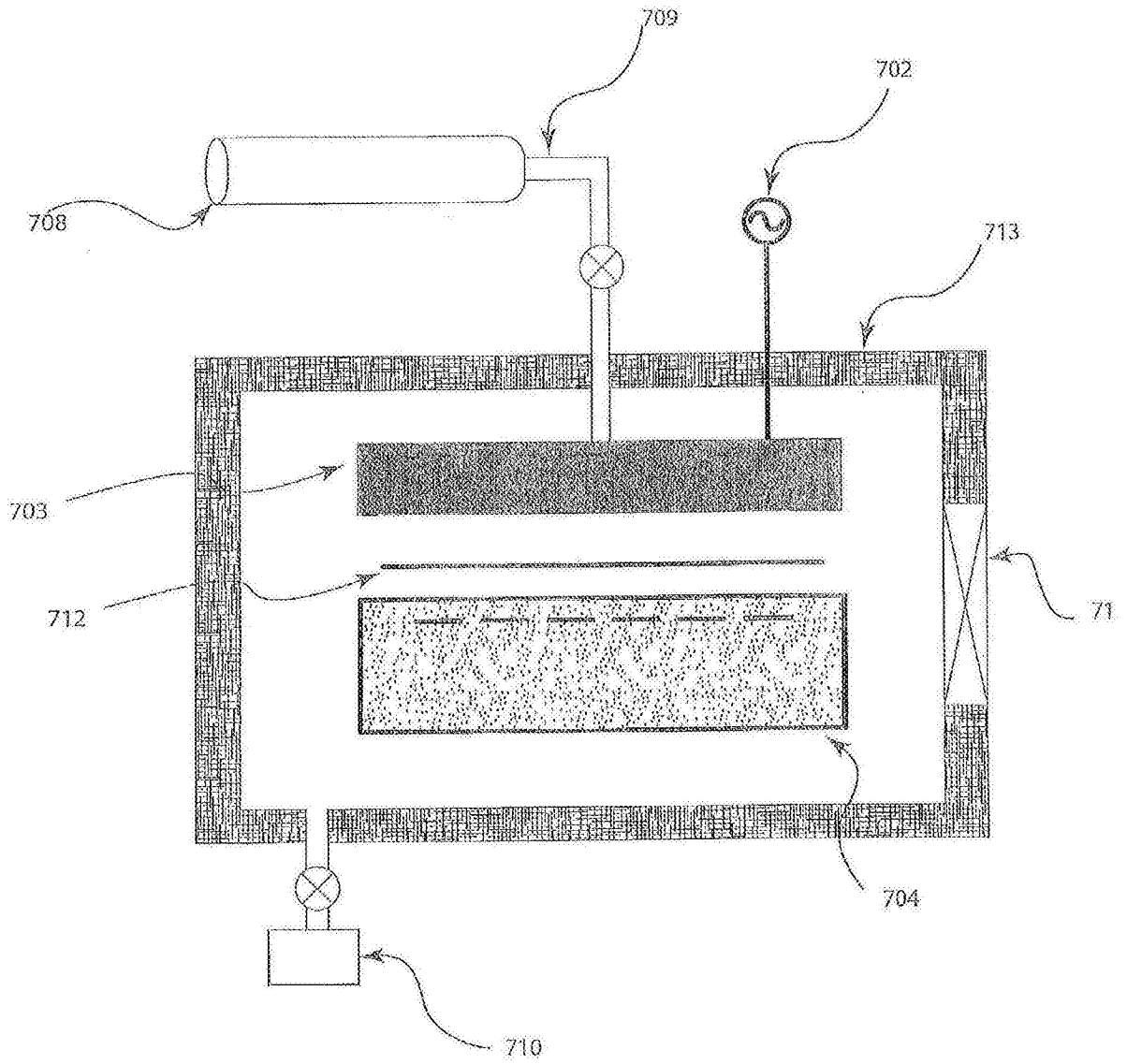


图3

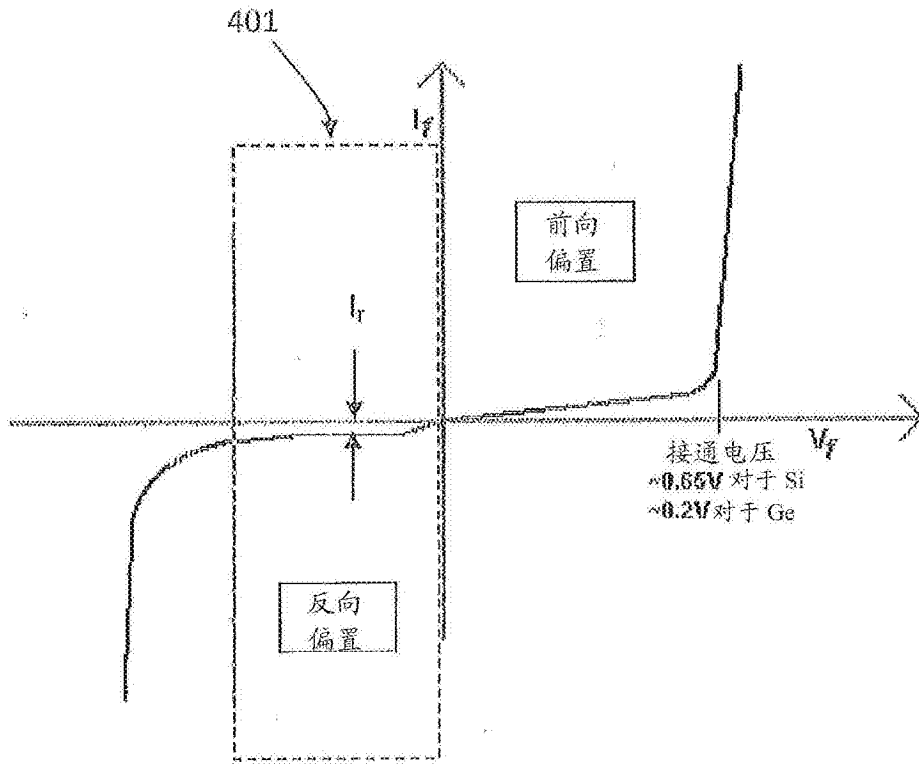


图4

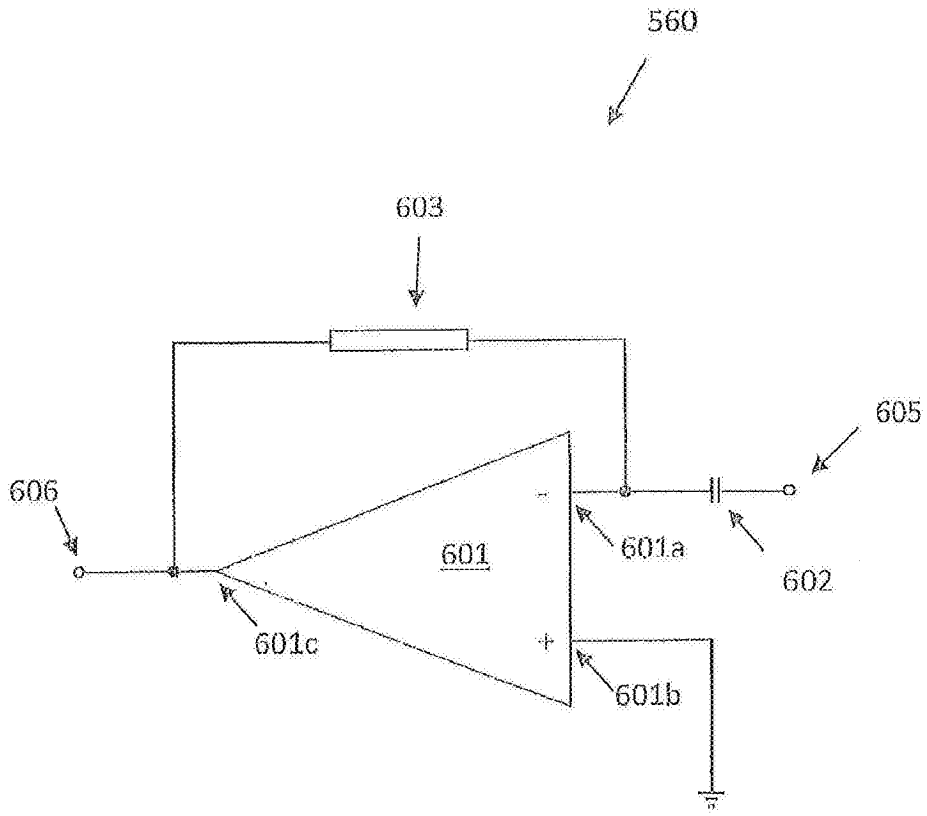


图6