



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102122607 B

(45) 授权公告日 2013. 03. 20

(21) 申请号 201010622815. 5

(22) 申请日 2005. 12. 01

(30) 优先权数据

11/004, 179 2004. 12. 02 US

(62) 分案原申请数据

200580047289. 1 2005. 12. 01

(73) 专利权人 蓝姆研究公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 尼尔·本杰明 罗伯特·J·斯蒂格

(74) 专利代理机构 上海胜康律师事务所 31263

代理人 周文强 李献忠

(51) Int. Cl.

H01L 21/00 (2006. 01)

H01L 21/02 (2006. 01)

H01L 21/683 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 2003/0186545 A1, 2003. 10. 02,

US 5591269 A, 1997. 01. 07,

审查员 裴亚芳

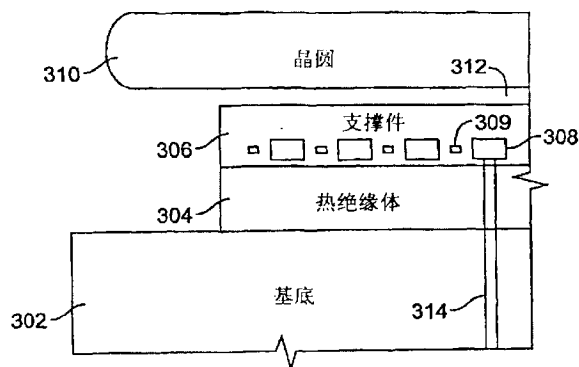
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 4 页

(54) 发明名称

控制空间温度分布的方法和装置

(57) 摘要

一种用于控制工件上的空间温度的方法, 其包含: 提供保持在恒定温度的基底, 所述恒定温度低于所述工件的温度, 所述基底具有安装于所述基底顶部上的热绝缘材料层; 固持所述工件使其抵靠具有多个空间区的平面支撑件的顶面, 所述平面支撑件安装于所述热绝缘材料层的顶部上; 用安装于所述平面支撑件的底面上的多个加热器独立地加热所述平面支撑件的每一空间区; 以及在蚀刻过程中以至少每秒 1℃ 的速率改变所述平面支撑件的至少一个空间区的温度。



1. 一种用于在多步骤等离子蚀刻过程中控制工件上的空间温度的方法,其中为具体的蚀刻层而改变晶圆温度,该方法包含:

提供保持在恒定温度的基底,所述恒定温度低于所述工件的温度,所述基底具有安装于所述基底顶部上的热绝缘材料层;

静电固持所述工件使其抵靠具有多个空间区的平面支撑件的顶面,所述平面支撑件安装于所述热绝缘材料层的顶部上;

在反应剂浓度纵贯晶圆变化的情况下等离子蚀刻该晶圆上的层;

用安装于所述平面支撑件的底面上的多个加热器独立地加热所述平面支撑件的每一空间区,从而引起径向温度梯度,该梯度补偿局部反应剂浓度;以及

在该多步骤蚀刻过程中以至少每秒 1°C 的速率改变所述平面支撑件的至少一个空间区的温度。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其进一步包含用放置于每一区中的传感器监测所述多个空间区的温度。

3. 根据权利要求 2 所述的方法,其进一步包含基于所述监测调节每一空间区的温度。

4. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述多个加热器包括多个电阻加热器。

5. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述多步骤蚀刻执行 20 秒至 2 分钟的时间。

6. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述多步骤蚀刻包括蚀刻多个层并且逐步地且在该多步骤蚀刻过程的每一步中改变径向温度分布。

7. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述多步骤蚀刻包括将一个或多个空间区中的温度改变小于 10°C 。

8. 根据权利要求 1 所述的方法,其中由等离子侵入该晶圆的热通量小于 $2\text{W}/\text{cm}^2$ 。

9. 根据权利要求 1 所述的方法,其中该晶圆的外缘从该平面支撑件的外缘向外径向延伸,而侵入该晶圆外缘的热通量向内流动。

10. 根据权利要求 1 所述的方法,其中该热绝缘层提供该基底和该平面支撑件之间的热阻阻隔,该热绝缘层具有 0.05 至 $0.20\text{W}/\text{mk}$ 的导热系数。

11. 根据权利要求 1 所述的方法,其中该基底保持在低于工件温度 10 到 50°C 的温度。

12. 一种用于在多步骤等离子蚀刻过程中控制工件上的空间温度的方法,其中为具体的蚀刻层而改变晶圆温度,该方法包含:

提供保持在恒定温度的基底,所述恒定温度低于所述工件的温度,所述基底具有安装于所述基底的顶部上的热绝缘材料层;

固持所述工件使其抵靠具有多个空间区的平面支撑件的顶面,所述平面支撑件安装于所述热绝缘材料层的顶部上;

在反应剂浓度纵贯晶圆变化的情况下等离子蚀刻该晶圆上的层;

用嵌入所述平面支撑件内的多个加热器独立地加热所述平面支撑件的每一空间区,从而引起径向温度梯度,该梯度补偿局部反应剂浓度;以及

在多步骤蚀刻过程中以至少每秒 1°C 的速率改变所述平面支撑件的至少一个空间区的温度。

13. 根据权利要求 12 所述的方法,其进一步包含用放置于每一区中的传感器监测所述多个空间区的温度。

14. 根据权利要求 13 所述的方法,其进一步包含基于所述监测调节每一空间区的温度。
15. 根据权利要求 12 所述的方法,其中所述多个加热器包括多个电阻加热器。
16. 根据权利要求 12 所述的方法,其中所述多步骤蚀刻执行 20 秒至 2 分钟的时间。
17. 根据权利要求 12 所述的方法,其中所述多步骤蚀刻包括蚀刻多个层并且逐步地且在该多步骤蚀刻过程的每一步中改变径向温度分布。
18. 根据权利要求 12 所述的方法,其中所述多步骤蚀刻包括将一个或多个空间区中的温度改变小于 10°C 。
19. 根据权利要求 12 所述的方法,其中由等离子侵入该晶圆的热通量小于 $2\text{W}/\text{cm}^2$ 。
20. 根据权利要求 12 所述的方法,其中该晶圆的外缘从该平面支撑件的外缘向外径向延伸,而侵入该晶圆外缘的热通量向内流动。
21. 根据权利要求 12 所述的方法,其中该热绝缘层提供该基底和该平面支撑件之间的热阻阻隔,该热绝缘层具有 0.05 至 $0.20\text{W}/\text{mk}$ 的导热系数。
22. 根据权利要求 12 所述的方法,其中该基底保持在低于工件温度 10 到 50°C 的温度。

控制空间温度分布的方法和装置

[0001] 本发明是申请日为 2005 年 12 月 1 日,申请号为 200580047289.1,发明名称为“控制空间温度分布的方法和装置”的发明申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明涉及衬底支撑件。更具体地说,本发明涉及一种在等离子处理过程中在衬底内部达成均一温度分布的方法和装置。

背景技术

[0003] 典型等离子蚀刻装置包含反应器,其中具有腔室,且一或多种反应气体流过所述腔室。在所述腔室内部,通常通过射频能量将气体离子化为等离子。等离子气体的高度反应离子能够与材料(例如,在处理为集成电路(IC)的半导体晶圆的表面上的聚合物遮罩)发生反应。在蚀刻之前,将晶圆置于腔室中并通过夹盘或固持器固持于适当位置,进而将晶圆的上表面曝露于等离子。此项技术中有若干种夹盘(有时也称为基座)是已知的。夹盘提供等温表面,且用作将等离子赋予晶圆的热量移除的晶圆散热片。在一种夹盘中,通过机械夹钳构件将半导体晶圆固持于适当蚀刻位置。在另一种夹盘中,通过夹盘与晶圆之间的电场所产生的静电力将半导体晶圆固持于适当位置。本发明适用于这两种夹盘。

[0004] 在典型等离子蚀刻操作中,等离子气体的反应离子与半导体晶圆的一面上的部分材料发生化学反应。某些过程造成晶圆的某种程度的加热,但大部分加热由等离子引起。另一方面,等离子(离子与自由基)与晶圆材料之间的反应由于晶圆的温度升高而加速到某种程度。局部晶圆温度和晶圆上每一微观点处的反应速率在一定程度上相关联,如果越过晶圆面积的晶圆温度变化很大,那么易于在晶圆的一面上的材料蚀刻中导致有害的不均匀性。在多数情况下,极度需要蚀刻在几乎完美的程度上是均一的,因为否则正制造的集成电路装置(IC)将具有偏离于所需标准的电子特征。此外,随着晶圆直径尺寸的每一次增大,确保由不断增大的晶圆制造的每一批 IC 保持均一性这一问题变得愈发困难。在一些其它情况下,将需要能够控制晶圆的表面温度以获得定制分布。

[0005] 反应式离子蚀刻(RIE)过程中的晶圆温度升高问题众所周知,且过去已尝试过多种方法来控制 RIE 过程中的晶圆温度。图 1 说明一种在 RIE 过程中控制晶圆温度的方法。在单一压力下将冷却剂气体(例如,氦气)注入晶圆 104 的底部与固持晶圆 104 的夹盘 106 的顶部之间的单一狭窄空间 102 内。

[0006] 通常,除了在夹盘 106 的外边缘处延伸约 1 到约 5mm 的光滑密封片以减少冷却剂泄漏外,在夹盘周边并没有 O 形或其它边缘密封件。不可避免地,没有了任何弹性密封件,密封片上会存在显著且累进的压力损失,以致晶圆 104 的边缘不能充分冷却。因此,撞击于晶圆 104 的边缘附近的热通量 108 必须在其能有效地传导离开到夹盘之前显著地径向向内流入。晶圆 104 的顶部上的箭头 106 说明加热晶圆 104 的流入热通量。通过箭头 110 说明晶圆 104 内的热量流动。这解释了为何夹盘边缘区域总是趋向于比表面的其余部分热。图 2 说明晶圆 104 上的典型温度分布。晶圆 104 的周边部分处的压力损失造成晶圆 104 在周

边部分处较热。

[0007] 解决区域冷却的需要的一个方法是变化表面粗糙度或切割起伏图案以有效地改变局部接触面积。此方案可在根本不存在背面冷却剂气体的情况下使用,在所述情况下接触面积、表面粗糙度和钳力决定热转移。然而,局部接触面积仅能通过再加工夹盘而得以调节。解决区域冷却的需要的另一个方法是使用压力变化的冷却剂气体以增加热传递且对其进行精调。然而,起伏图案仍是大体上固定的。通过将夹盘表面划分为不同区域(使用或不使用小密封片作为间隔物)且向每一区域供应单独的冷却气体,可达成更大程度的独立空间控制。供应到每一区域的气体可具有不同成分或设定为不同压力,由此使热传导各不相同。可在配方控制下设定或甚至在每一过程步骤期间动态地稳定每一区域的操作条件。这些方案取决于再分配从等离子传入的热通量且将其提取到不同区域中。这在较高功率通量的情况下是相对有效的,但在较低功率通量的情况下将仅给出较小的温度差异。举例来说,在每平方厘米约 1W 的均一通量和约 3mm 的密封片的情况下,可能得到从中心到边缘的热梯度,从而在晶圆周边附近造成 10℃ 到 30℃ 的温度升高。此量值的热梯度可十分有效地作为过程控制参数。然而,其它过程可在较低功率下运行,例如多晶硅栅极过程可仅具有每平方厘米 0.2W 的通量。除非极难控制且倾向于造成不充分的整体冷却的平均传导极低,否则将仅存在通常小于 5℃ 的非常小的差异。

[0008] 因此,需要一种在反应式离子蚀刻和类似过程期间无需显著的等离子热通量即可控制半导体晶圆的温度的方法和装置。本发明的主要目的是解决这些需要且提供进一步的相关优势。

发明内容

[0009] 一种用于等离子处理器的夹盘包含温度控制基底、热绝缘体、平面支撑件和加热器。在操作中控制温度控制基底的温度低于工件的所要温度。热绝缘体安置于温度控制基底的至少一部分上。平面支撑件固持工件且安置于热绝缘体上。加热器嵌入平面支撑件内部和/或安装到平面支撑件的底面。加热器包括加热多个相应加热区的多个加热元件。独立地控制每一加热元件所供应的功率和/或每一加热元件的温度。加热器和平面支撑件具有至少每秒 1℃ 的组合温度变化速率。

附图说明

[0010] 附图并入本说明书中并组成本说明书的一部分,附图说明本发明的一个或一个以上实施例并与具体实施方式一起用于阐释本发明的原理和实施方案。

[0011] 附图中:

[0012] 图 1 是在根据现有技术的过程中固持晶圆的支撑件的示意正视图;

[0013] 图 2 是说明根据现有技术图 1 的装置中的晶圆温度和冷却剂压力的曲线图;

[0014] 图 3 是说明根据本发明的一个实施例用于控制工件温度的装置的示意正视图;

[0015] 图 4 说明图 3 的装置中热流动力学的简化示意图;

[0016] 图 5 是说明根据本发明的另一实施例用于控制工件温度的装置的示意正视图;

[0017] 图 6 是说明根据本发明的一个实施例用于在蚀刻过程中控制夹盘温度的方法的流程图;和

[0018] 图 7 是根据本发明的一个实施例用于控制夹盘温度的系统的示意图。

[0019] 图 8 是说明根据本发明的一个实施例具有两个空间局部区域的晶圆支撑件的实例的示意图。

具体实施方式

[0020] 本文在工件支撑件的情形下描述本发明的实施例。所属领域的一般技术人员将了解,本发明的以下具体实施方式仅为说明性的且并不希望以任何方式施加限制。得益于本发明的这些本领域技术人员将容易了解本发明的其它实施例。现将具体参照附图中说明的本发明的实施方案。贯穿附图和以下具体实施方式,将使用相同的参考指示符号指代相同或相似零件。

[0021] 出于清楚的目的,并未展示和描述本文所描述的实施方案的所有常规特征。当然,将了解,在任何此种实际实施方案的研发过程中,必须作出许多根据实施方案而定的决定以达成研发者的特定目标(例如,符合与应用和商业相关的约束),且这些特定目标将视实施方案和研发者的不同而不同。此外,将了解,此研发努力可能复杂且耗时,但对于得益于本揭示案的所属领域的一般技术人员来说,将是一项常规工程任务。

[0022] 本发明的装置寻求达成精确且显著的热差异控制(例如,在 5°C 以上),但不要求显著的等离子热通量(例如,每平方厘米小于 2W)。图 3 是说明根据本发明的一个实施例用于控制工件温度的装置的示意正视图。温度控制基底 302 或热交换器具有低于晶圆 310 的所要温度的恒定温度。基底 302 支撑热绝缘体 304。优选为平面的支撑件 306 安装于热绝缘体 304 的顶部上。加热器 308 嵌入支撑件 306 中。晶圆 310 安置于支撑件 306 的顶部上。热导体 312 在支撑件 306 与晶圆 310 之间提供密切热接触。热导体 312 优选可为气体,例如氦气。氦气的压力控制晶圆 310 与支撑件 306 之间的热传导。然而,热导体 312 的热导率在较高压力(例如,20 或 30 托)下可能对压力较不敏感。

[0023] 在一个实施例中,基底 302 包含金属材料,其优选为铝基冷板,所述金属材料保持相对恒定的温度且在操作中通过常规热交换系统(例如,冷却/加热流体循环)而固持在横向均一温度。在另一实施例中,基底 302 也可包含非金属材料,例如硝酸铝。然而,与无加热器 308 的标准操作相比,必须更大程度地冷却基底 302。举例来说,基底 302 的温度可低于晶圆 310 的所要温度 10°C 到 50°C。基底 302 也为等离子加热提供散热片。外部冷却剂冷却器(未图示)可用以保持基底 302 的温度。优选地,由外部冷却剂冷却器所移除的热量和冷却剂的温度可分别限制为低于 2000W 和 -20°C。冷却器侧的较大容量帮助热响应-限制 1 到 2kW 操作可能是更经济实用的。基底 302 进一步具有若干孔或空腔(未图示),穿过所述孔或空腔安置加热器电力线 314 或其它供电线。这些供电线 314 可包含用于加热器、传感器、高压静电箝位、气体馈入和晶圆提升的电力线。所属领域的一般技术人员现将了解,供电线并非限于先前所提到的供电线。

[0024] 在一个实施例中,热绝缘体 304 充当支撑件 306 与基底 302 之间的显著热阻抗断路器。热绝缘体 304 可包含厚 RTV 结合粘接层,或可由聚合物、塑料或陶瓷制成。然而,热绝缘体 304 的热阻抗断路器不可过多,否则晶圆 310 将无法充分冷却。举例来说,热绝缘体可(例如)具有在约 0.05W/mK 到约 0.20W/mK 范围内的热传导率。在此情况下,热绝缘体 304 充当支撑件 306 与和基底 302 之间的热阻元件与结合层。此外,热绝缘体 304 必须使等

离子与基底 302 之间保持适当的 RF 耦合。并且,热绝缘体 304 必须耐受由于位于层上方和下方的不同材料和温度的缘故引起的显著热机械剪力。热绝缘体 304 可进一步包含与基底 302 的空腔相邻的若干空腔或通路(未图示),以便容纳加热器电力线 314 和其它供电线的一部分。

[0025] 在一个实施例中,支撑件 306 包含陶瓷材料。陶瓷可为非导电材料,例如氧化铝陶瓷。支撑件 306 的形状可优选包括通常用于等离子蚀刻系统中的常规圆盘形。支撑件 306 可为常规的静电夹盘或可为具有用于压持晶圆 310 的机械夹钳的陶瓷。根据另一实施例,支撑件 306 的构造是“结合到基底的薄圆盘”型,否则横向传导可能过高以致加热器输入将横向展布,从而造成无效的区域分离。支撑件 306 应允许局部地耗散热量。

[0026] 加热器 308 包含至少一个电阻加热元件。根据一个实施例,加热器 308 可嵌入夹钳电极平面下方的支撑件 306 中,且以任何所需图案(例如,对称或任意)成形。加热器 308 还可包括一个或一个以上平面加热元件。每一加热元件界定可独立控制的加热区或区域。多区域模式具有一个或一个以上平面加热元件,其作用与对支撑件 306 的传导冷却相反。由加热器 308 所引起的支撑件 306 的温度变化速率可为至少每秒 1°C 。

[0027] 与每一加热区域相关联的至少一个传感器 309 可测量每一加热区域的温度且向控制器或计算机系统(见图 7)发送信号以监测且控制每一单独的平面加热元件。举例来说,传感器可为红外发射传感器或热电偶传感器,其任一者可穿过端口安装以直接从晶圆 310 进行读取。传感器 309 也可安装到支撑件 306 内部或背面。加热器 308 可由穿过热绝缘体 304 和基底 302 中的开口 314 安置的电力线 312 供电。

[0028] 在一个实施例中,加热器 308 包含感应加热器。在另一实施例中,加热器 308 包含加热灯,例如氪灯或石英灯。根据又一实施例,加热器 308 包含可冷却或加热的热电模块。在热电模块的情况下,基底和热断路器可任选。所属领域的普通技术人员现将认识到,存在加热支撑件 306 的许多其它方法。

[0029] 图 4 说明图 3 的装置中的热流动力学的简化示意图。传入的等离子热通量 Q_1 促成晶圆 310 的表面上的温度 T_1 。加热器 308 向晶圆支撑件 306 提供额外热通量 Q_3 ,且由此向晶圆 310 提供所述热通量。穿过支撑件 306 和热绝缘体 304 离开系统到达经冷却基底 302 的通量 Q_2 近似等于传入的通量 Q_1 与 Q_3 二者。因此:

$$[0030] \quad Q_1 + Q_3 \approx Q_2$$

[0031] 通过定义,晶圆 310 的温度 T_1 与通过热绝缘体 304 的差异温度 ΔT 的和等于经冷却基底 302 的温度 T_2 :

$$[0032] \quad T_2 = T_1 + \Delta T$$

[0033] 应注意, ΔT 由热绝缘体 304 的热导率界定。因此,由加热器 308 产生的额外热通量 Q_3 控制着 ΔT 。因此,可调节供应到加热器 308 的功率以便在晶圆表面上产生 Q_1 范围内的所要温度 T_1 。

[0034] 优选地,当不存在传入的通量 Q_1 且 Q_3 的最大通量近似等于 Q_1 的最大通量时,设定基底 302 的温度以产生近似为 Q_3 的最大传入通量的一半的离开通量 Q_2 :

$$[0035] \quad Q_2 \approx 1/2 Q_{3_{\max}}$$

$$[0036] \quad \text{其中 } Q_1 = 0 \text{ 且 } Q_{3_{\max}} \approx Q_{1_{\max}}$$

[0037] 在此优选方案中,使晶圆 310 的温度 T_1 的可变化范围最大化。也就是说,通过控制

多区域加热模式方案中加热器 308 的加热功率可调节晶圆的局部温度。根据一个实施例,控制基底 302 的温度低于常规装置约 20℃,在所述常规装置中,Q1 的最大值与 Q3 的最大值的和等于 Q2 的最大值。

[0038] 图 5 说明夹盘的另一实施例。用于等离子处理器的夹盘具有温度控制基底 502,其温度低于晶圆 504 的所要温度。热绝缘材料层 506 安置于基底 502 上。用于固持晶圆 504 的平面支撑件 508 安置于热绝缘材料层 506 的顶部上。加热器 510 安装于平面支撑件 508 的底面。基底 502 和热绝缘材料层 506 可进一步包括孔或空腔(未图示),加热器电力线 514 或其它供电线被安置穿过所述孔或空腔。这些供电线 514 可包含用于加热器、传感器、高压静电箝位的电力线。所属领域的一般技术人员将认识到,供电线并非限于先前所提到的供电线。

[0039] 加热器 510 可由电力线 312 供电,电力线 312 被安置穿过热绝缘体 506 和基底 502 中的开口 514。加热器 510 包括至少一个电阻加热元件。根据一个实施例,加热器 510 可安装于支撑件 508 的底面且以任何所需图案(例如,对称或任意)成形。(例如,见图 8)。加热器 510 可包括一个或一个以上平面加热元件。每一加热元件可界定可独立控制的加热区域或区。多区域模式具有一个或一个以上平面加热元件,其作用与对支撑件 508 的传导冷却相反。

[0040] 与每一加热区域相关联的至少一个传感器 516 可测量每一加热区域的温度且向控制器或计算机系统(见图 7)发送信号以监测且控制每一单独的平面加热元件。举例来说,传感器可为红外发射传感器或热电偶传感器,其任一者可安装穿过端口以从晶圆 504 直接读取。传感器 516 可嵌入支撑件 508 内部。

[0041] 图 8 说明具有双加热区(内区 802 和外区 804)的支撑件 508 的实例。每一区可由其自身的一组加热器(未图示)独立加热。所属领域的一般技术人员将认识到,支撑件可包括在几何学上以许多其它方式界定的区。

[0042] 半导体装置的复杂性增加已造成多步骤过程的使用,其中单一蚀刻配方包括用以在蚀刻过程进行时改变蚀刻条件的多个步骤。举例来说,使用这样的多步骤蚀刻过程:使用光致抗蚀剂遮罩蚀刻亚硝酸盐层,接着所述亚硝酸盐层又用作随后层的蚀刻遮罩。另外,特定层的蚀刻随蚀刻执行期间发生变化的加工条件而加强。明确地说,通常需要在初始温度下执行蚀刻过程的一个部分,且随后改变此配方内的稍后步骤中的温度以便向正蚀刻的特定层提供最佳蚀刻条件。

[0043] 已知某些蚀刻过程条件比其它过程条件对温度更敏感,且因此,需要能够逐步改变蚀刻配方内的晶圆温度,从而补偿或利用蚀刻过程的此温度敏感性。举例来说,在某些加工条件下相对蚀刻速率纵向及横向地随温度变化,且通过在蚀刻过程进行时改变晶圆温度,此效应可用以改变蚀刻的所述锥形角。

[0044] 在某些加工条件下,晶圆上电抗的局部浓度发生变化,使得晶圆上横向蚀刻速率也发生变化。这导致晶圆上被蚀刻的特征尺寸发生变化,通常这种情况并不合乎需要。已观察到,通过使用横向蚀刻速率的温度敏感性,可能会通过改变晶圆支撑件区域的温度以引起径向温度梯度且由此补偿局部电抗浓度的此变化,从而产生在整个晶圆上导致恒定特征尺寸的条件。

[0045] 在其中将要有蚀刻多个层的情况下,视保持晶圆上的特征尺寸和/或在层内部产

生锥度的必要性而定,可能有必要逐步地且在一给定步骤中改变径向温度分布。因此,当在不同温度下操作区域的情况下使用多区域温度控制晶圆支撑件,且采用在蚀刻过程中改变过程条件的多步骤配方时,通常也有必要改变温度控制晶圆支撑件区域的温度,以适应或利用不同蚀刻条件的不同温度敏感性。

[0046] 典型蚀刻配方的持续时间为约 20 秒到约两分钟,且典型配方将在配方内具有若干步骤。因此,有必要能够在几秒钟内改变晶圆支撑件区域的温度以进行多步骤温度控制。在多数相关情况下,配方内的这些温度变化小于约 10℃。因此,需要能够以每秒约 0.3℃ 的速率改变区域温度,且优选能够以 1℃ / 秒或更快的速率改变区域温度。

[0047] 对于图 3 中所描述的具有嵌入加热器的陶瓷 ESC 的情况来说,用于快速 ESC 的基本设计标准是:陶瓷 ESC 的热质量较小而加热器功率密度较大。还需要 ESC 下方的热层 304 的热阻具有相对低的热导率。因此,选择 ESC 的厚度、加热器的功率密度和热阻以允许温度变化快于约 1℃ / 秒。

[0048] 图 6 说明通过在蚀刻过程中空间上并且临时地控制平面支撑件的每一区的温度来实施以上解决方案的流程图。明确地说,图 6 还说明蚀刻过程中加工晶圆的方法。在 602 处,提供基底。保持所述基底处于低于待加工的晶圆的温度的恒定温度。如前所述,在基底顶部上安装热绝缘材料层。在 604 处,固持晶圆使其抵靠包括明确空间区的平面支撑件的顶面。如前所述,将所述平面支撑件安装于热绝缘材料层顶部上。在 606 处,用安装于平面支撑件的底面或嵌入平面支撑件内部的至少一个加热器将所述平面支撑件的每一空间区独立地加热到初始温度。每一区的初始温度可彼此不同。在 608 处,蚀刻过程中以至少每秒 1℃ 的速率将平面支撑件的至少一个空间区的温度改变为另一温度。每一区的最终温度可彼此不同。

[0049] 根据另一实施例,可进一步用置于每一空间区内的传感器监测每一空间区的温度。由传感器产生的信号可用于通过改变供应到加热器的功率来调节每一空间区的温度。

[0050] 图 7 是根据本发明的一个实施例用于控制夹盘的温度的系统的示意图。用户 702 可向计算机 704 界定一组参数。此组参数可为(例如)夹盘上第一区域的所要温度、夹盘上第二区域的所要温度。所属领域的一般技术人员将认识到,夹盘可具有一个或一个以上区域。计算机 704 与存储图 6 的算法、计算机 704 的输入和输出的存储组件 706 通信。第一组传感器 708 测量夹盘上的第一区域。第二组传感器 710 测量夹盘上的第二区域。基于第一组传感器 708 的温度测量值,计算机 704 向第一组加热元件 712 发送控制以调节夹盘上的第一区域的温度。基于第二组传感器 710 的温度测量值,计算机 704 向第二组加热元件 714 发送控制以调节夹盘上的第二区域的温度。

[0051] 这些控制静电夹盘上晶圆的温度分布的一般方法不仅适合应用于感应耦合等离子(ICP)加工机中,而且适合任何其它系统应用,尤其适合需要向晶圆提供需要较低等离子功率通量的应用。此技术可应用于任何其它需要产生热分级的应用。

[0052] 尽管已展示且描述本发明的实施例和应用,但得益于本发明的所属领域的技术人员将了解,可能在不偏离本文的发明概念的情况下作出除上文提及的修改之外的更多修改。因此,本发明只应受所附权利要求书的精神限制。

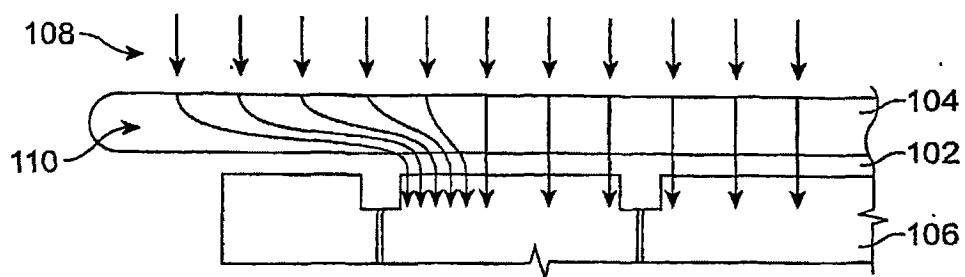


图 1(现有技术)

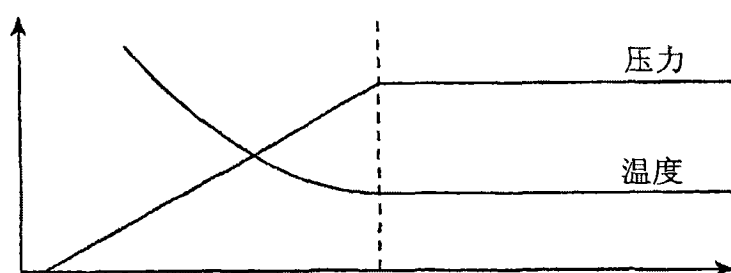


图 2(现有技术)

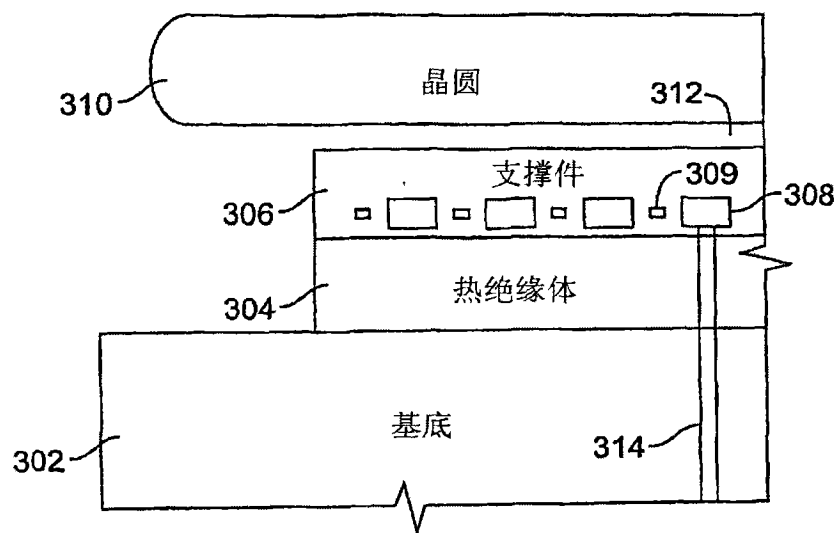


图 3

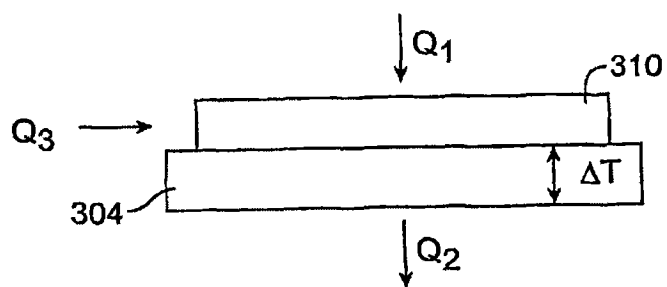


图 4

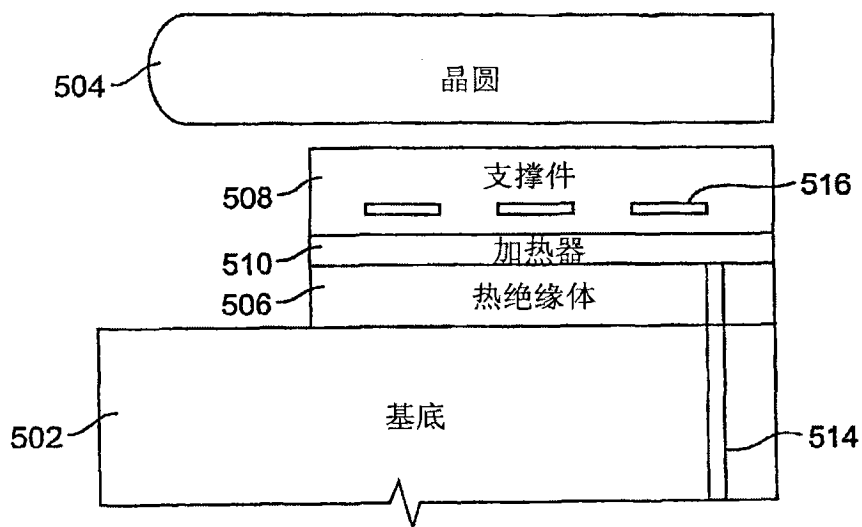


图 5

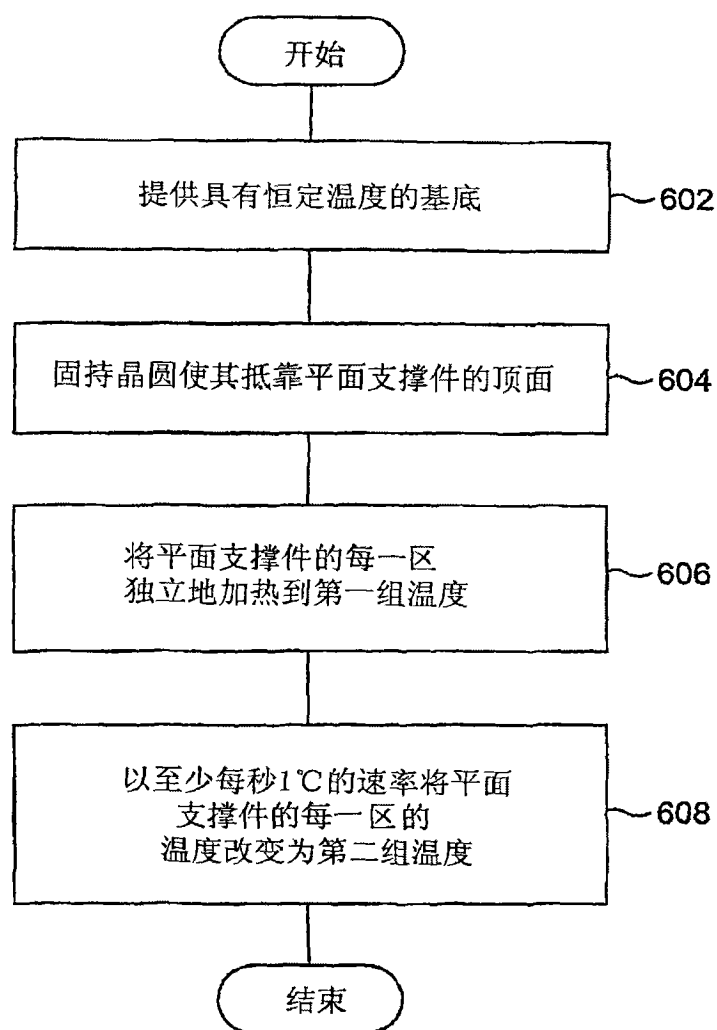


图 6

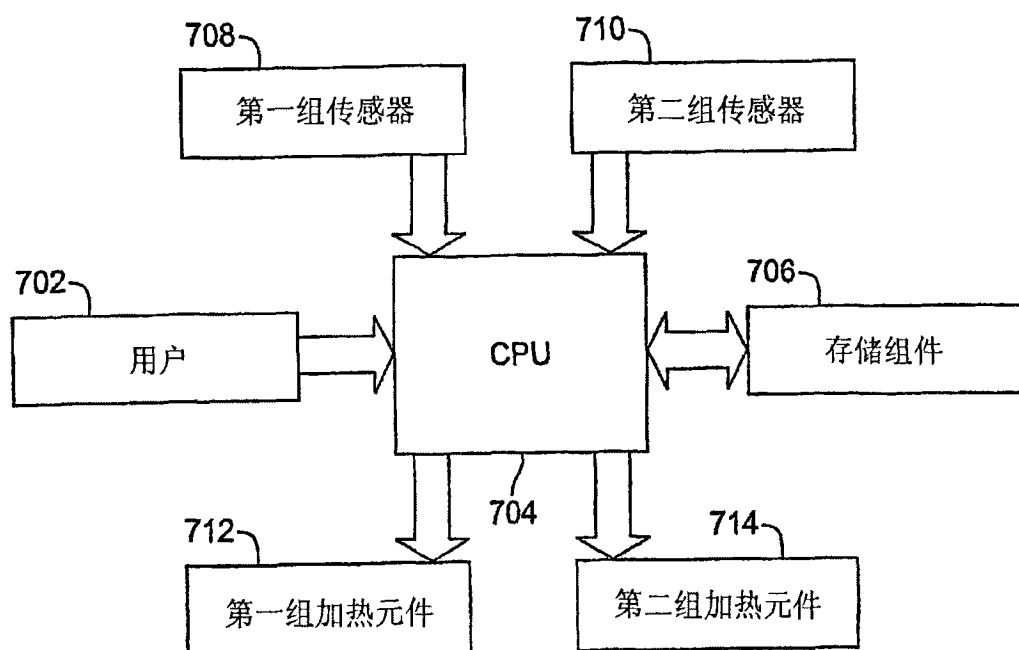


图 7

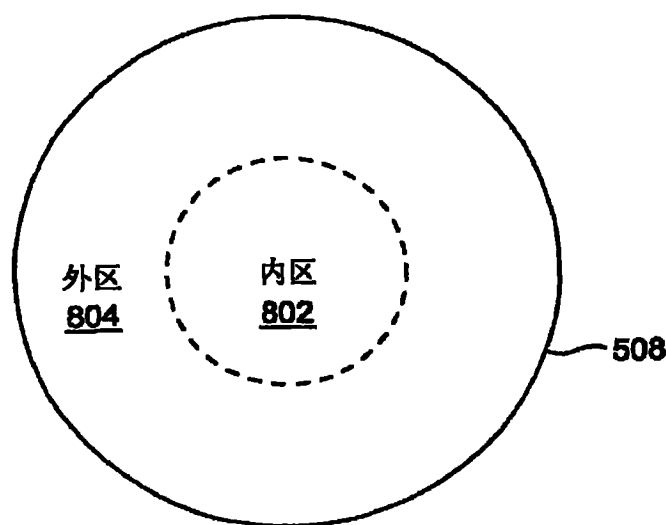


图 8