



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104831251 A

(43) 申请公布日 2015. 08. 12

(21) 申请号 201510065284. 7

(22) 申请日 2015. 02. 06

(30) 优先权数据

1402126. 5 2014. 02. 07 GB

(71) 申请人 SPTS 科技有限公司

地址 英国新港

(72) 发明人 安东尼·P·威尔比

斯蒂芬·R·伯吉斯

(74) 专利代理机构 北京派特恩知识产权代理有

限公司 11270

代理人 归莹 张颖玲

(51) Int. Cl.

C23C 14/50(2006. 01)

H01L 21/02(2006. 01)

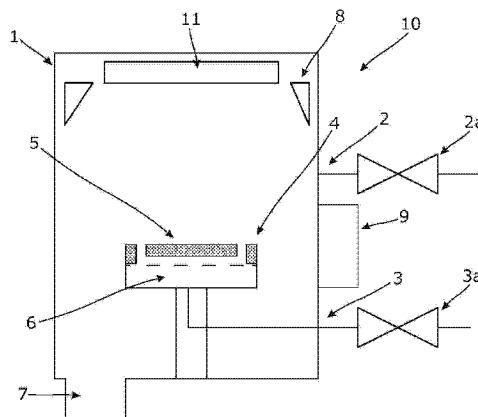
权利要求书2页 说明书7页 附图6页

(54) 发明名称

一种对衬底进行处理的方法

(57) 摘要

根据本发明提供了一种使用物理气相沉积 (PVD) 对衬底进行处理的方法, 其中, 向衬底提供冷却气体, 以使得衬底在 PVD 工艺过程中被从衬底支承件上抬起。



1. 一种使用物理气相沉积 (PVD) 对衬底进行处理的方法, 其中, 为所述衬底提供冷却气体, 以使得所述衬底在 PVD 工艺过程中被从衬底支承件上升起。

2. 根据权利要求 1 所述的方法, 其中, 所述衬底具有上表面和下表面, 所述上表面经受所述 PVD 工艺, 其中, 将所述冷却气体以足以使所述衬底从所述衬底支承件上升起的压强提供到所述下表面。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的方法, 其中, 所述衬底被完全从所述衬底支承件上升起。

4. 根据权利要求 3 所述的方法, 其中, 在升起过程中, 所述衬底和所述衬底支承件之间的竖直位移为 3mm 或更小, 较优地为 1mm 或更小。

5. 根据权利要求 1 至 4 中任一项所述的方法, 其中, 所述 PVD 工艺被执行一时间段, 并且所述衬底被从所述衬底支承件处升起的时间长达所述时间段的至少 50%。

6. 根据权利要求 1 至 5 中任一项所述的方法, 其中, 所述 PVD 工艺使用处理气体, 并且所述冷却气体与所述处理气体具有相同的组分。

7. 根据权利要求 1 至 6 中任一项所述的方法, 其中, 所述冷却气体为惰性气体。

8. 根据权利要求 7 所述的方法, 其中, 所述冷却气体为诸如氩气之类的稀有气体。

9. 根据权利要求 1 至 8 中任一项所述的方法, 其中, 所述 PVD 工艺在 0.1 至 20mTorr 的气体压强下进行。

10. 根据权利要求 1 至 9 中任一项所述的方法, 其中, 以 0.5 至 5sccm 的流量将所述冷却气体提供到所述衬底。

11. 根据权利要求 1 至 10 中任一项所述的方法, 其中, 所述 PVD 工艺在所述衬底上沉积一层膜, 其中, 所述膜具有相关的电阻率, 并且以一流量将所述冷却气体提供到所述衬底处, 该流量使所述膜的电阻率与不使用冷却气体但其它方面都相同的条件下沉积的膜的平均电阻率相比变化不超过 $\pm 5\%$ 。

12. 根据权利要求 1 至 11 中任一项所述的方法, 其中, 所述衬底支承件包括护挡部分, 所述护挡部分被配置为使得当所述衬底被放置在所述衬底支承件上时, 所述护挡部分围绕所述衬底并且与所述衬底隔开。

13. 根据权利要求 1 至 12 中任一项所述的方法, 其中, 所述衬底支承件包括具有一个或更多孔的内部结构, 所述一个或更多孔使得所述冷却气体能够被提供到所述衬底。

14. 根据权利要求 1 至 13 中任一项所述的方法, 其中, 所述 PVD 工艺为溅射工艺。

15. 一种用于使用物理气相沉积 (PVD) 对衬底进行处理的设备, 包括衬底支承件以及冷却气体供应, 所述冷却气体供应用于向所述衬底供应冷却气体, 以使得在所述 PVD 工艺过程中所述衬底被从所述衬底支承件上升起, 其中, 所述衬底支承件被配置为使得能够在所述 PVD 工艺过程中升起所述衬底。

16. 根据权利要求 15 所述的设备, 其中, 所述衬底支承件被配置为容纳所述衬底, 以使得所述衬底的上表面经受所述 PVD 工艺并且所述衬底的下表面被提供有来自所述冷却气体供应的冷却气体。

17. 根据权利要求 15 或 16 所述的方法, 其中, 所述衬底支承件包括护挡部分, 所述护挡部分被配置为使得当所述衬底被放置在所述衬底支承件上时, 所述护挡部分围绕所述衬底并且与所述衬底隔开。

18. 根据权利要求 15 至 17 中任一项所述的设备, 其中, 所述衬底支承件包括可放置所

述衬底的上表面,其中,所述上表面是非平面的。

19. 根据权利要求 18 所述的设备,其中,所述上表面是凹的。

20. 一种根据权利要求 15 至 19 中任一项所述的、结合有待处理衬底的设备,所述待处理衬底适于在所述 PVD 工艺过程中被所述冷却气体从所述衬底支承件上升起。

一种对衬底进行处理的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种使用物理气相沉积 (physical vapour deposition, PVD) 对衬底进行处理的方法以及相关的 PVD 设备。

背景技术

[0002] PVD 被广泛用于半导体产业以及相关产业,从而例如通过溅射沉积来沉积高纯度薄膜。为了满足大批量制造的要求,通常需要使溅射的膜的沉积速率达到最大。然而,在高沉积速率 PVD 工艺与制造环境的整合中存在重大的问题。通过增大溅射靶的电力供应可以增大沉积速率。然而,随着电力增大,半导体晶圆(或其他衬底)趋于加热。晶圆的这一加热是由许多因素造成的,诸如溅射通量的冷凝、溅射通量以及反射的中性粒子的动能、辐射加热、以及带电粒子轰击。

[0003] 对于许多应用,有必要将晶圆维持在尽可能低的温度下,从而避免对之前所沉积的材料造成损伤性影响。此外,升高的温度可以破坏存在的粘合剂。同样,过度加热可能以无益方式影响沉积材料的特性,诸如增大沉积层的应力或者增大沉积层的晶粒尺寸。

[0004] 在典型的溅射系统中,待处理的衬底被放置在压盘上。热量能够从衬底通过传导、对流和辐射传递到压盘(反之亦然)。在典型的溅射压强下,对流热传递很小,并且对于低于大约 300°C 的温度下,辐射传递被认为是次要考虑。为此,传导热传递通常被用于对衬底的温度进行管理。现有技术中普遍使用两种方法来改善晶圆的冷却。第一种工艺为借助于机械或者静电夹钳将晶圆夹持到压盘表面,并随后将气体流入晶圆和压盘顶部后方的空腔。静电卡盘利用静电吸引的原理以向衬底提供夹持力,而机械夹钳通常为护挡晶圆边缘的环形固定装置。这能够增大热传递,这是因为与衬底和静电夹钳之间的接触相关的传导得到了增强。另外,可以在衬底的下侧施加一个气体背压以进一步改善由对流引起的热传递。当需要对高度翘曲的、损坏的、有胶带的、或者绝缘的晶圆进行夹紧时会遇到重大的问题。另外,由于静电夹钳结构中使用的材料的温度限制,静电夹钳的使用可能与高电力溅射工艺不兼容。此外,颗粒材料可以被引入到晶圆的受到夹持力的下侧。再进一步,晶圆的下侧可能产生机械损坏。第二种已知的冷却工艺为背填充工艺,该工艺中的膜沉积在完成背填充工艺之前暂时停止。在此过程中,工艺模块隔离于真空泵系统,并且该模块填充有压强足够高的惰性气体以用于容易地进行热传递。典型地,背填充工艺可以在 1Torr(托)的压强下持续六十秒。随后需要额外的时间来对模块进行减压并达到要求的真空条件,从而继续溅射工艺。沉积厚膜在工艺期间可能需要数次背填充以将晶圆保持在足够低的温度下。这导致产量的显著下降,从而降低了生产率并因而在经济上是极其不可取的。

发明内容

[0005] 本发明在其实施例的至少某些中解决了上述问题。

[0006] 为了避免疑义,本申请中使用的术语“气体”被理解为指的是气体的混合物以及单一化学组分的纯净气体。

[0007] 根据本发明的第一方面,提供了一种使用物理气相沉积(PVD)对衬底进行处理的方法,其中,为衬底提供冷却气体,以使得衬底在PVD工艺过程中被从衬底支承件上抬起。

[0008] 拒信本发明提供了一种用于在PVD过程中对衬底进行冷却的新的范例。现有技术的方法通常包括使用夹紧装置以在PVD过程中将衬底夹紧到衬底支承件上。本发明颠覆了本领域中的公认观点。

[0009] 通过使用本发明,可以借助于在衬底和衬底支承件之间的增强的对流来提供改善的冷却。另外,本发明可以保护衬底的未被PVD处理的表面免受颗粒材料和/或与由夹紧引起的机械接触相关的损坏。令人惊讶的是,已经发现能够在不过度影响PVD工艺的情况下使用冷却气体来升起衬底。

[0010] 典型地,衬底具有经受PVD工艺的上表面。衬底可以具有下表面。可以将冷却气体以足以使衬底从衬底支承件上抬起的压强提供给下表面。

[0011] 典型地,衬底被从衬底支承件上完全升起。在这些实施例中,衬底能够被认为是悬浮在衬底支承件上方。典型地,并未将衬底从衬底支承件上抬起太多。在升起过程中,衬底和衬底支承件之间的竖直位移可以为3mm或更小,较优地为1mm或更小。

[0012] PVD工艺可被执行一时间段内。典型地,衬底被从所述衬底支承件处升起的时间长达所述时间段的至少50%,较优地,长达所述时间段的75%,更优地,长达所述时间段的90%。

[0013] PVD工艺可以使用处理气体。冷却气体与处理气体可以具有相同的化学组分。如果处理气体为单一化学组分的纯净气体,则冷却气体可以具有相同的化学组分。如果处理气体为气体混合物,则冷却气体可以具有相同的化学组分。替代性地,冷却气体可以使用与处理气体相同的组成气体但是具有不同比例。替代性地,冷却气体可以包括一个或更多、但是并非处理气体中的全部组成气体。这些实施例可以帮助减少冷却气体对PVD工艺造成的中断或干扰。应当理解的是,尽管冷却气体具有与处理气体相同的组分,但是可以使用不同的压强和流量。

[0014] 冷却气体可以是惰性气体。冷却气体可以是诸如氩气之类的稀有气体。

[0015] PVD工艺可以在0.1至20mTorr(毫托)的气体压强下进行。

[0016] 可以将冷却气体以0.5至5sccm的流量提供给衬底。

[0017] PVD工艺可以在衬底上沉积一层膜。该膜可以具有相关的电阻率。以一流量将冷却气体提供到衬底处,该流量使膜的电阻率与不使用冷却气体但其它方面都相同的条件下沉积的膜的平均电阻率相比变化不超过 $\pm 5\%$ 。可以将平均电阻率(average resistivity)可被计算作为均值电阻率(mean resistivity)。

[0018] 衬底支承件可以包括用于护挡衬底的护挡部分。护挡部分可以被配置为使得当衬底置于衬底支承件上时,护挡部分围衬底并且与衬底隔开。令人惊讶的是,已经发现使用该类型的护挡部分能够致使升起的晶圆维持稳定、中间的位置。在不受任何特定的理论或推测的限制下,可以相信此作用是由于在护挡部分的边界周围的气体压强平衡的情况下,导入冷却气体维持了护挡部分内的衬底的同心度。该意外效果是,尽管衬底上没有机械限制,但在PVD处理过程中衬底仍可被正确放置。护挡部分可以保护晶圆的边缘免于颗粒材料的损害。

[0019] 典型地,护挡部分限定了用于容纳衬底且仅稍大与衬底的凹口。凹口的特征尺寸

可以比衬底的特征尺寸大 5% 以下,较优地为 3% 以下,最优地为 1% 以下。

[0020] 衬底支承件可以包括可放置衬底的凹口。在这些实施例中,护挡部分可以是凹口的壁。替代性地,护挡部分可以是一直立于衬底支承件的衬底容纳表面的结构。

[0021] 护挡部分可以限定一衬底容纳区域,衬底容纳区域与要容纳的衬底具有相同的一般截面形状。

[0022] 护挡部分可以是环形的。

[0023] 衬底支承件可以包括具有一个或更多孔的内部结构,一个或多个孔使得冷却气体能够被提供到衬底。可以使用以合适方式布置的多个孔。

[0024] 衬底支承件可以包括可放置衬底的上表面,其中,上表面是非平面的。针对本发明的第二方面对上表面的其他可选特征进行说明。

[0025] PVD 工艺可以是溅射工艺。溅射工艺可以是诸如金属溅射之类的任何方便的溅射工艺。可以使用其他 PVD 工艺。除金属镀层之外,诸如陶瓷镀层之类的无机镀层和有机镀层可以使用 PVD 工艺沉积在衬底上。

[0026] 通过在衬底上沉积一层薄膜可以对衬底进行处理。

[0027] 衬底可以是半导体衬底。

[0028] 衬底可以是诸如晶圆之类的平面衬底。

[0029] 衬底可以为任何常规大小和形状,诸如直径为 300mm 的硅晶圆。

[0030] 根据本发明的第二方面,提供了一种用于使用物理气相沉积 (PVD) 对衬底进行处理的设备,包括衬底支承件以及冷却气体供应,冷却气体供应用于向衬底供应冷却气体,以使得在 PVD 工艺过程中衬底被从衬底支承件上升起,其中,衬底支承件被配置为使得能够在 PVD 工艺过程中升起衬底。

[0031] 衬底支承件可以被配置为容纳衬底,以使得衬底的上表面经受 PVD 工艺并且所述衬底的下表面被提供有来自所述冷却气体供应的冷却气体。

[0032] 衬底支承件可以包括护挡部分,护挡部分被配置为使得当衬底被放置在衬底支承件上时,护挡部分围绕衬底并且与衬底分隔。所述护挡部分可以如本发明的第一方面所描述的那样。

[0033] 衬底支承件可以包括可放置衬底的上表面。上表面是非平面的。

[0034] 上表面可以具有随着跨越衬底支承件的径向位置的不同而变化的非平面轮廓。

[0035] 上表面可以具有非平面轮廓,该上表面在使用中使得衬底 i) 被上表面的周边区域支承,并且 ii) 远离上表面的中心区域。

[0036] 上表面是凹的。凹面的深度可以在 0.5 至 0.2mm 的范围内。

[0037] 衬底支承件可以是压盘。

[0038] 该设备可以是溅射设备。

[0039] 典型地,该设备包括放置有衬底支承件的室以及处理气体供应。该设备可以包括与 PVD 工艺相关的其他特征,诸如溅射源。此类特征实质上是常规的,并且是具有本领域的技术的读者所众所周知的。因而,不需要对这些特征进行更加详细的说明。

[0040] 该设备与待处理衬底结合提供,待处理衬底适于在 PVD 工艺过程中被冷却气体从衬底支承件上升起。

[0041] 在以上已经对本发明进行说明的同时,本发明适用于上述、或者后续说明书、权利

要求书和附图中所述的特征的任何创造性组合。例如,在本发明的第一方面中说明的任何相关特征也形成本发明的第二方面的一部分,反之亦然。

附图说明

[0042] 在此参照附图对符合本发明的方法和设备的实施例进行说明,其中:

[0043] 图 1 为本发明的设备的半示意图;

[0044] 图 2 示出了使用 (a) 具有本发明的冷却气体和 (b) 没有本发明的冷却气体的 PVD 溅射获得的 AlCu 膜的 SEM 图像;

[0045] 图 3 示出了在 (a) 初始阶段、(b) 引入冷却气体不久之后以及 (c) 引入冷却气体之后的平衡配置下的晶圆关于护挡环的位置;

[0046] 图 4 示出了 (a) 使用护挡环和 (b) 使用及不使用护挡环达到的晶圆的位置精度;

[0047] 图 5 示出了碟状压盘;

[0048] 图 6 示出了晶圆偏离中心位置的移动随冷却气体流量的变化;以及

[0049] 图 7 示出了使用许多压盘配置处理的晶圆的中心和边缘处的晶粒大小。

具体实施方式

[0050] 图 1 示出了本发明的、通常以 10 来表示的 PVD 设备。PVD 设备 10 为包括真空室 1 的溅射沉积系统,真空室 1 具有的泵口 7 被连接到合适的真空泵装置(未示出)。室 1 内部放置有由溅射材料形成的靶 11 和阳极 8。压盘形式的衬底支承件 6 也位于室 1 内部。压盘 6 具有直立于压盘 6 的衬底容纳表面的护挡环 4。通常为晶圆的待处理衬底 5 位于由护挡环 4 和压盘 6 的衬底容纳表面限定的凹口。护挡环 4 的大小使得凹口稍大于衬底 5。例如,内径为 302mm 的护挡环适于与直径为 300mm 的晶圆结合使用。提供的具有相关的阀 2a 的气体管线 2 使得能够将 PVD 处理气体引入室 1。提供了具有相关的阀 3a 的另一气体管线 3。另一气体管线 3 允许将“背侧”气体引入衬底 5 的下侧。

[0051] 通过在室 1 中生成低压等离子体来完成溅射,通常存在惰性气体但是还可能存在活性气体,又或者使用活性气体来代替惰性气体。通过在靶 11 和阳极 8 之间施加电势来维持等离子体。正离子被吸引到靶 11,且结果是靶材料中被该离子轰击的某些材料被从靶 11 中去除并被运送到正在被处理的衬底 5。通过泵口 7 从真空室 1 中去除气体。在溅射工艺之前和之后,通过槽阀 9 将衬底运送到室 1 之中或者之外。

[0052] 在一个实施例中,气体管线 2 被用于以足以提供室 1 中所需压强以便能够发生溅射的流量将氩气引入真空室 1。气体管线 3 被用于将氩气引入衬底 5 的下侧。压盘 6 上面形成有孔布置,这些孔使得气体管线 3 提供的气体能够到达衬底 5 的下侧。通过气体管线 3 以足以引起衬底 5 的下侧上的气体压强增大的流量引入氩气,以使得衬底 5 和压盘 6 之间的热量传递得到改善。气体流量的非限定性示例为,气体管线 2 的流量为大约 100sccm(标况毫升每分钟)且气体管线 3 的流量在 0.5 至 3sccm 范围内。

[0053] 表 1 示出了对于其他方面为标准高压 Al 0.5% Cu 沉积工艺使背侧氩气流从 0 至 3sccm 变化的效果,该工艺在 40kW 的等离子功率下使用气体管线 2 的 100sccm 的处理气体流的氩气进行 150 秒。对直径为 300mm 的硅晶圆进行处理,并且对溅射的 Al Cu 膜的电阻率进行测量。令人惊讶的是,在所研究的背侧气体流的范围内电阻率数值(平均或者 1 σ

一致性) 的差别很小。

[0054]

背侧气体流 (sccm)	薄片电阻率 (mOhms/sq)	一致性 1 σ %
0	9.3744	1.418
0.5	9.3929	1.441
1	9.3891	1.836
2	9.3648	1.5
3	9.3419	1.37

[0055] 表 1 背侧 Ar 流 (sccm) 和测量的薄片电阻率及电阻率一致性。

[0056] 进一步的实验对 300mm 硅晶圆的温度进行研究, 在控制在 20°C 的压盘上使用 40kW 的 AlCu 溅射工艺对该硅晶圆进行 10 秒处理。使用或者不使用由气体管线 3 提供的背侧气体流完成实验。不使用预加热, 所以测试始于室温下的衬底。不可逆温度贴纸被用于对取得的峰值温度进行评估。在没有背侧气体流的情况下, 记录的峰值温度为 71°C, 而在背侧气体流为 1sccm 的情况下, 记录的峰值温度为 65°C。这证明了背侧气体流具有冷却效果。

[0057] 同样对晶粒大小进行了测量。在这些实验中, 使用 40kW 的 AlCu 溅射工艺对 300mm 的硅晶圆进行 150 秒的处理, 该处理使用温度被维持在 60°C 的压盘, 并且使用或者不使用到达晶圆的下侧的背侧气体流。单独的预加热被用于在沉积工艺开始之前将硅晶圆加热到 300°C 以对其进行脱气。随后使用截距法根据膜的表面的 SEM 图像中确定 AlCu 晶粒大小。已知在溅射金属膜中, 由于生长的膜中的表面能和迁移率的增大, 晶粒尺寸在高温下增大。图 2 示出了在晶圆上 (a) 使用背侧气体流 (BSG) 获得的 SEM 图像, 以及 (b) 不使用背侧气体流 (no-BSG) 获得的 SEM 图像。能够清楚地看到, 当使用背侧气体流时平均晶粒尺寸更小。图 2(a) 中示出的平均晶粒尺寸为 4.1 微米, 而图 2(b) 中示出的平均晶粒大小为 6.4 微米。由此得到使用冷却背侧气体降低了生长的膜的温度。

[0058] 除了与改善的热传递相关的冷却之外, 本发明提供的背侧气体还在衬底上产生一个升力。该升力足以将衬底从衬底支架上完全升起, 以使得在 PVD 工艺期间衬底在衬底支架上方漂浮。此方法的一个优点在于减少了衬底和衬底支承件之间的机械接触。在需要使衬底下侧的任何接触最小的应用中, 这是尤其有利的。此外, 相对于标准处理系统, 此方法有效减小了衬底下侧的颗粒材料的水平。表 2 示出了对于衬底下侧上存在的颗粒材料的研究结果, 该衬底经过模拟 150 秒的使用和不使用背侧气体从衬底支承件上升起衬底的工艺。能够看到, 使用背侧气体 (流量为 1sccm) 显著减小了衬底的下侧上的颗粒材料水平。背侧气体方法在减小更大的分类尺寸的颗粒方面尤其有效, 在尺寸大于 2.0 微米的粒子中能够看到 64% 的减小。然而, 在全部测量的粒子分类尺寸下观察到明显的减小。

[0059]

粒子分类尺寸	无 BSG	1sccm BSG	% 改变
0.3 - 0.5um	1702	1326	-22%
0.5 - 1.0um	993	667	-33%

[0060]

1.0 - 2.0um	166	109	-34%
AC (>2.0um)	705	253	-64%
总计	3566	2355	-34%

[0061] 表 2 模拟 150 秒工艺的背侧粒子测试 (BSG 为背侧气体)

[0062] 在图 1 中所示的实施例中,压盘 6 具有直立的护挡环 4。使用护挡环 4 提供额外的有益效果。尤其是,尽管在衬底的位置上没有实际的机械限制,但是衬底在 PVD 工艺过程中表现为被正确放置。已经发现,即使当背侧气体造成衬底悬浮时,衬底仍然位于衬底支撑件中心。其结果是衬底不与护挡环 4 接触。这意味着本发明特别适用于必须避免晶圆的边缘接触的情况。然而,我们相信该特征是普遍有利的。在不受任何特定的理论或推测的限制下,可以相信护挡环引导背侧气体流将晶圆维持在压盘 6 限定的凹口内的同心位置,这是因为气压在护挡环 4 的边界周围相等。图 4 示出了在使用或不使用护挡环的工艺过程中晶圆的位置。随着护挡环就位,使用流量为 1sccm 的背侧气体流以及不使用背侧气体流进行重复操作。在没有护挡环的情况下,同样使用流量为 1sccm 的背侧气体流进行重复操作。在后期工艺中使用光学对准器获得晶圆位置数据。图 4(a) 示出了在使用位于压盘上的护挡环的情况下获得的移动数据,且图 4(b) 示出了图 4(a) 的数据以及不存在护挡环的情况下获得的移动数据。从图 4(a) 中能够看出,使用背侧气体流的情况下获得的移动数据 40 与在不使用背侧气体流的标准工艺下获得的移动数据 42 相差无几。在对比中,从图 4(b) 的移动数据 44 中能够看出,在没有护挡环的情况下,背侧气体流的使用引起了衬底的明显移动,该移动的偏心程度时常大于 4mm。此明显移动很可能是因为衬底与压盘之间存在最小的摩擦。

[0063] 在本发明的进一步实施例中,对压盘表面的形状进行完善以便于适合 PVD 设备的性能。以此方式,晶圆在处理过程中偏离初始位置的移动能够被减小。还有可能减小整个被处理的晶圆的温度变化。图 5 示出了压盘 50,晶圆位于压盘 50 的成形的上表面 52 上。可以注意到,为了表达的简单,该图中忽略了用于允许后台冷却气体流过压盘的通道。上表面 52 为碟状,以使得上表面上位于晶圆下方的某些部分并不直接与晶圆接触。如图 5 中所示,压盘 50 的上表面 52 在区域 54 中是凹的。这在晶圆背后与压盘 50 的上表面 52 之间提供了间隙,该间隙随着径向位置的改变而变化。在不受任何特定的理论或推测的限制下,认为提供碟状压盘通过两种机制减少晶圆移动。首先,在晶圆背后的增加的容积意味着给定的气流产生的升力更小。其次,如果背侧气体流达到晶圆不移动的点,那么晶圆将移动到室的中心以使系统的总势能最小。一旦晶圆位于碟状部分的中心,则晶圆处于稳定平衡状态,

并且将进行很小的移动或者不再移动。图 6 示出了晶圆偏离中心位置的移动随冷却气体流量的变化,所使用的压盘的凹形上表面的凹面的最大深度为 1.0mm。进行了 10 晶圆处理测试,并且图 6 示出了观察到的距离中心的移动的最大值 60、平均值 62 和最小值 64。在进一步实验中,与使用具有平整上表面的压盘和上表面的凹面深度为 0.6mm 的压盘进行的相同实验相比,使用凹面深度为 1.0mm 的压盘距离中心位置的移动明显更小。然而,具有 0.6mm 凹面深度的压盘提供了较具有平整的上表面的压盘更优的位置结果。

[0064] 在某些实施例中,晶圆的温度可以跨越晶圆的表面变化。尤其是,观察到在某些实施例中,晶圆中心处的温度高于晶圆周边处的温度。人们发现,具有凹形上表面的压盘能够随着晶圆的径向位置变化提供改善的温度一致性。图 7 示出了使用 AlCu 溅射工艺获得的 AlCu 晶粒尺寸。使用具有平面上表面的压盘、上表面的凹面深度为 0.6mm 的压盘以及上表面的凹面深度为 1.0mm 的压盘获得数据。图 7 示出了分别对应于平面压盘上表面、0.6mm 深的压盘上表面以及 1.0mm 深的压盘上表面的条带 70、72、74。每个数据条带的顶部示出了晶圆中心的晶粒大小,并且每个数据条带的底部示出了晶圆边缘的晶粒大小。已知更大的晶粒尺寸对应于更高的温度。能够看出,当使用凹形压盘时,从晶圆的中心到边缘的温度变化减小。使用 1.0mm 深的凹形压盘获得最小的变化。能够看出,压盘的上表面的轮廓能够变化以调节跨越晶圆的温度梯度。这转而能够被用于调节沉积膜的特性。当压盘的上表面是凹形时,能够对诸如凹面深度以及相对于晶圆尺寸所截的凹形直径之类的特征进行控制以产生期望的效果。本发明还想到使用其他的压盘表面轮廓,以在晶圆的处理过程中产生不同的温度效果。

[0065] 基于上述原理的各种变型和修改都能够想到,这对于具有本领域技术背景的读者是很明显的。例如,可以使用其他衬底支承件结构。衬底支承件可以具有在支承件的表面形成的凹口,该凹口容纳衬底并且维持晶圆的同心度。可以想到诸如开口环结构之类的其他护挡环结构。另外,或者替代性地,通过控制将冷却气体引入衬底的方式可以控制背侧冷却气体的方向性。在以上提供的具体示例中进行溅射。然而,本发明的原理可以很容易扩展到其他 PVD 工艺。

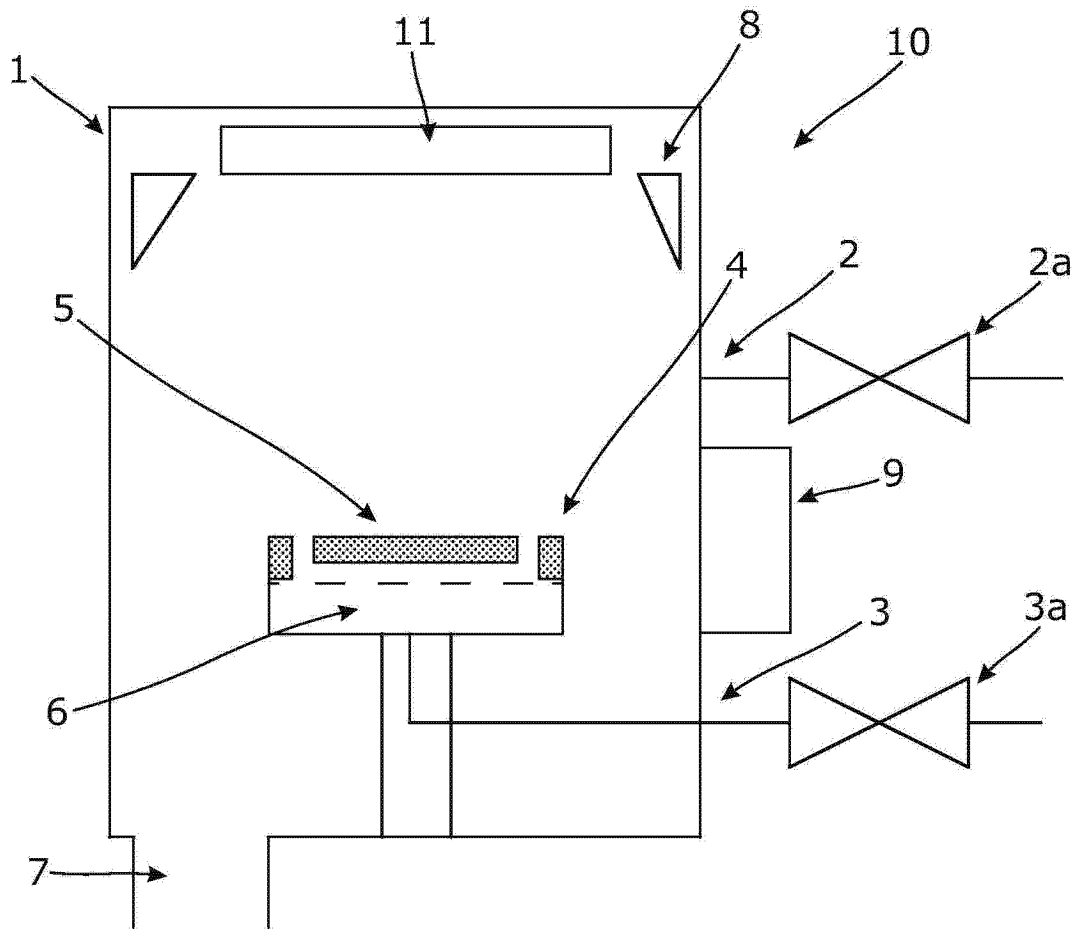
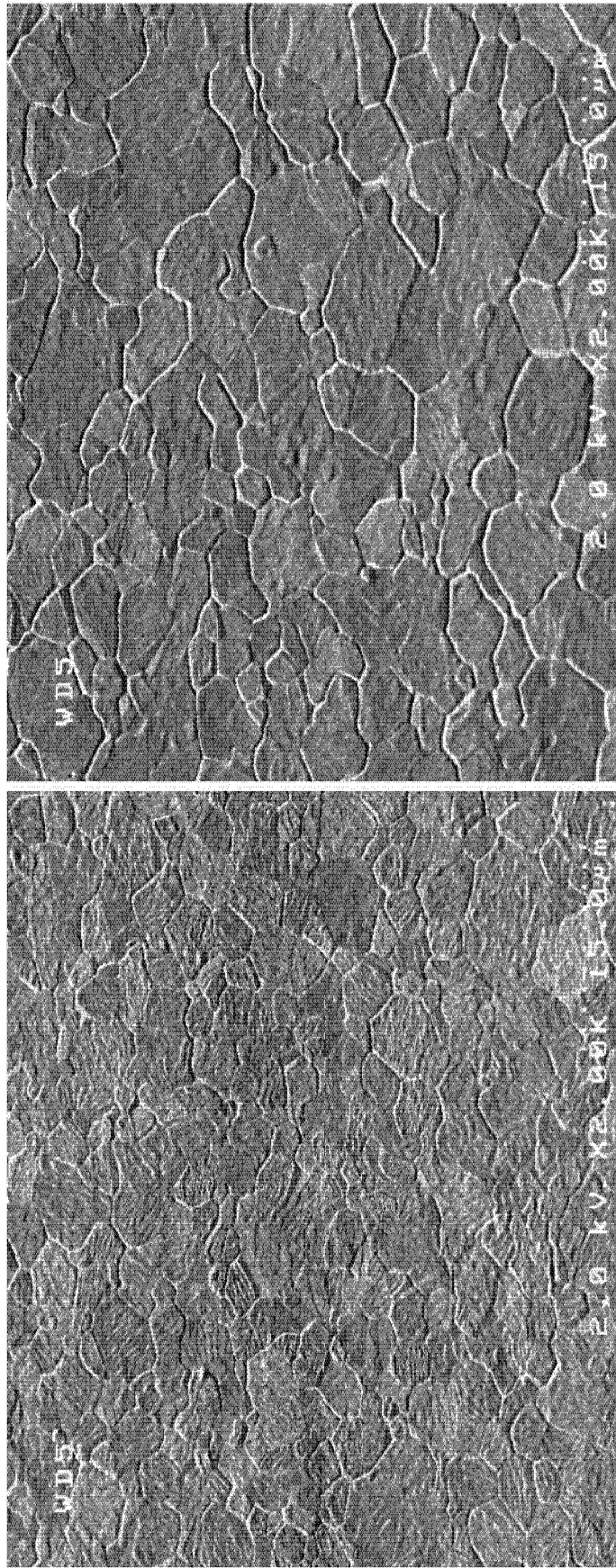


图 1



(b)

(a)

图 2

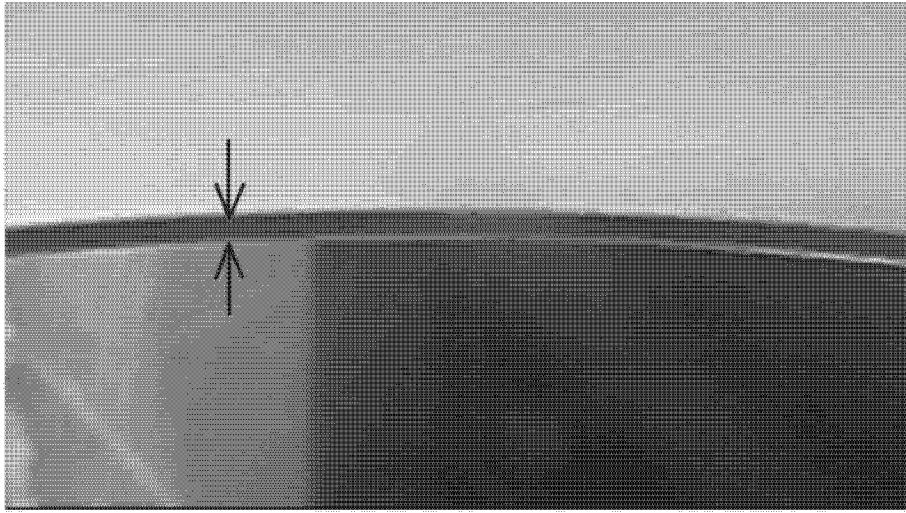


图 3(a)

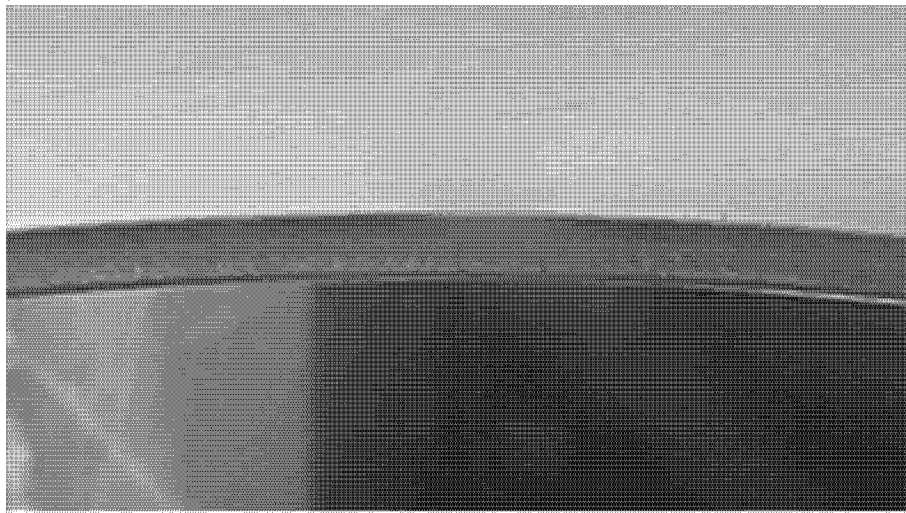


图 3(b)

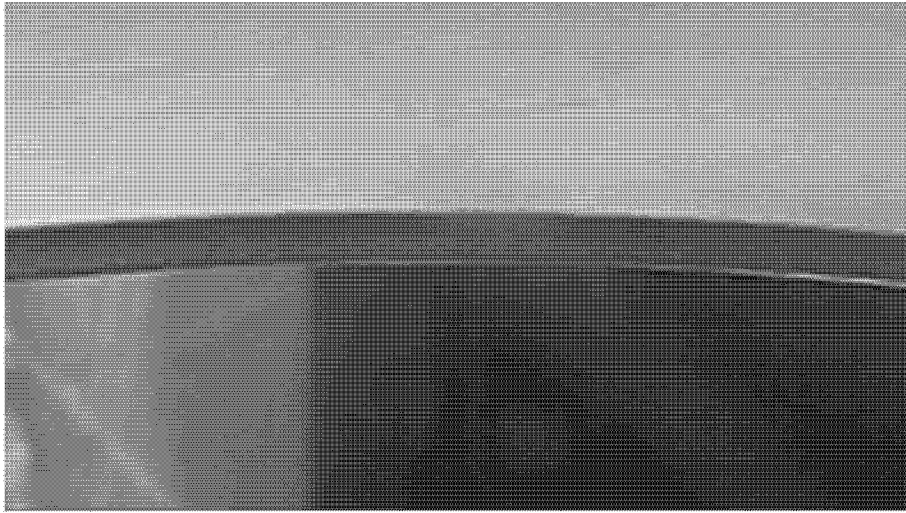


图 3(c)

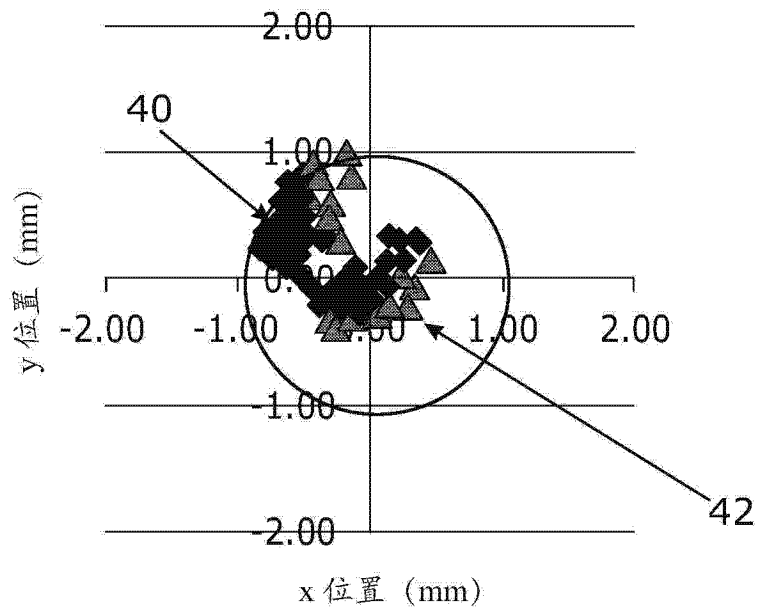


图 4(a)

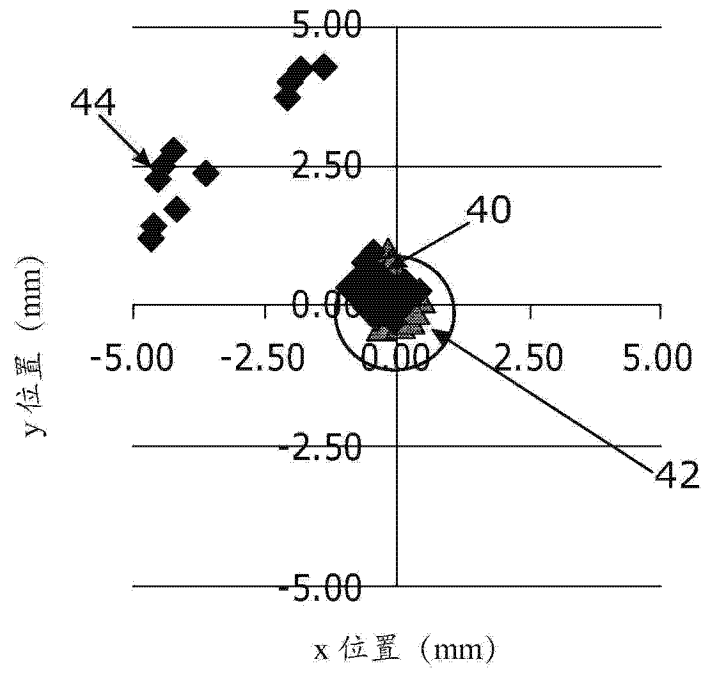


图 4(b)

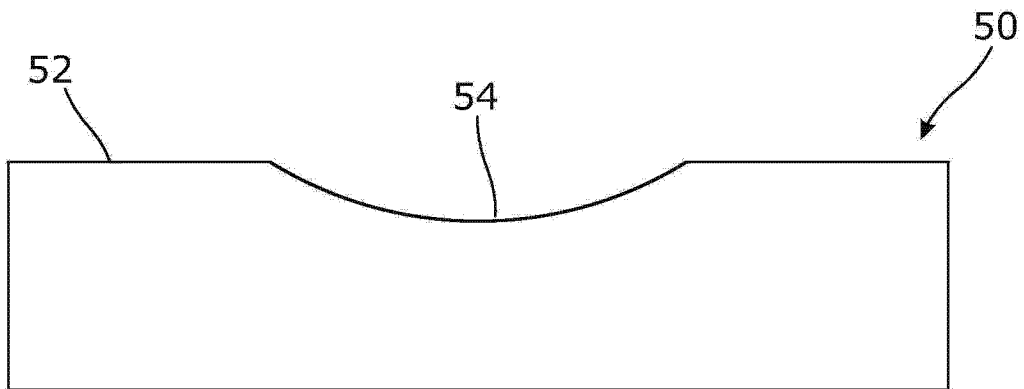


图 5

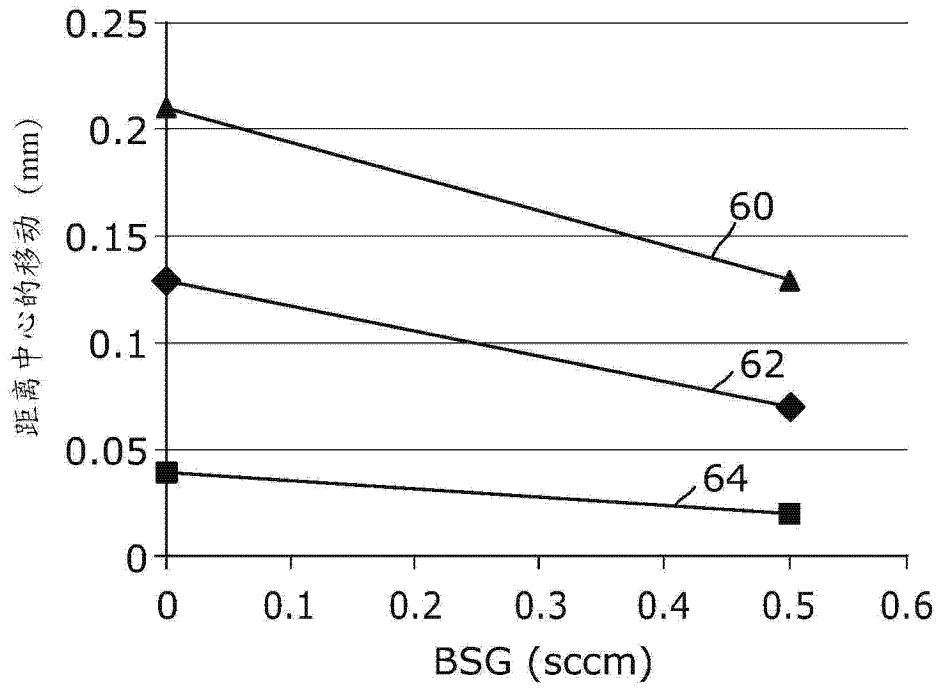


图 6

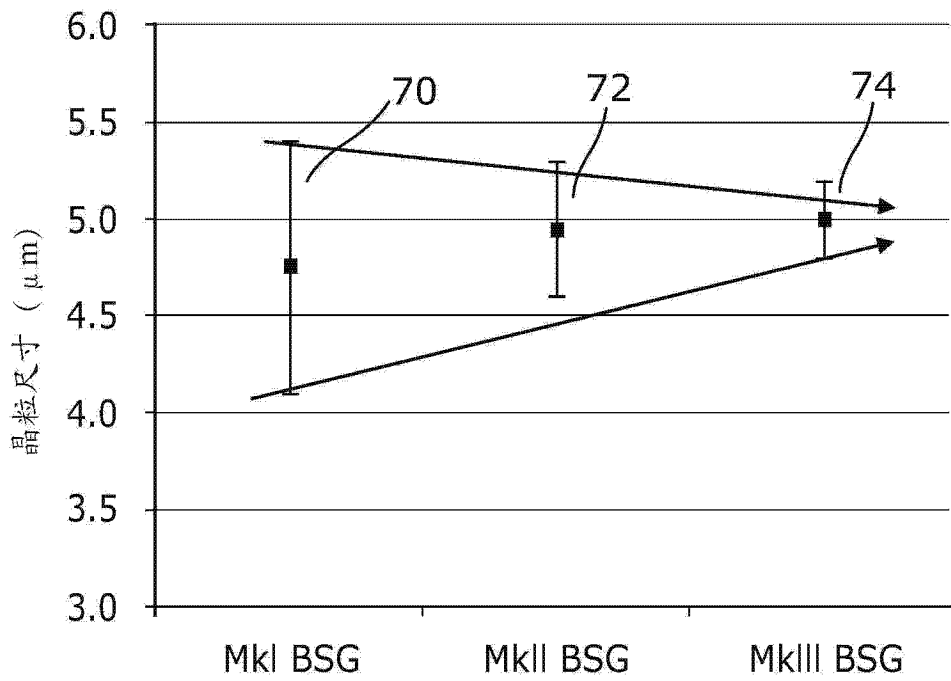


图 7