



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104831251 B

(45)授权公告日 2020.08.14

(21)申请号 201510065284.7

(22)申请日 2015.02.06

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104831251 A

(43)申请公布日 2015.08.12

(30)优先权数据
1402126.5 2014.02.07 GB

(73)专利权人 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 北京律盟知识产权代理有限
责任公司 11287

代理人 章蕾

(51)Int.Cl.

C23C 14/50(2006.01)

H01L 21/02(2006.01)

(56)对比文件

US 2003/0168174 A1,2003.09.11

CN 201006893 Y,2008.01.16

CN 102760679 A,2012.10.31

JP 特开2000-355766 A,2000.12.26

审查员 杨甜甜

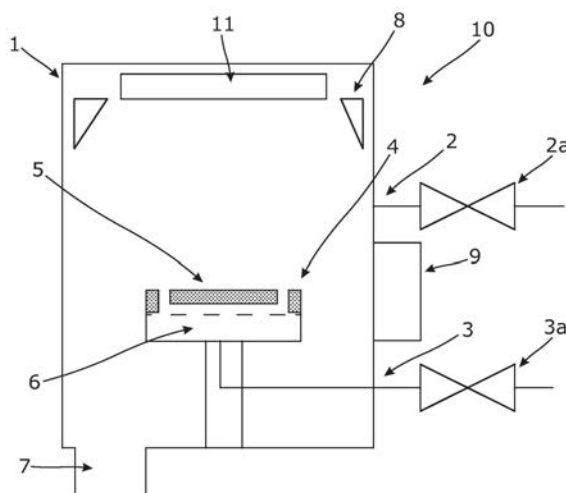
权利要求书2页 说明书7页 附图6页

(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;所述PVD工艺在0.1至20毫托的气体压强下进行。

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。

5. 根据权利要求4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1mm或更小。

6. 根据权利要求1或2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%。

7. 根据权利要求1或2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。

8. 根据权利要求1或2所述的方法,其中,所述冷却气体为惰性气体。

9. 根据权利要求8所述的方法,其中,所述冷却气体为稀有气体。

10. 根据权利要求9所述的方法,其中,所述稀有气体为氩气。

11. 根据权利要求1或2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。

12. 根据权利要求1或2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 $\pm 5\%$ 。

13. 根据权利要求1或2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。

14. 根据权利要求1或2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。

15. 根据权利要求1或2所述的方法,其中,所述PVD工艺为溅射工艺。

16. 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。

17. 根据权利要求16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。

18. 根据权利要求16或17所述的设备,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。

19. 根据权利要求16或17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。

20. 根据权利要求19所述的设备, 其中, 所述上表面是凹的。

21. 一种根据权利要求16或17所述的设备, 其中, 所述设备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抬起。

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℃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升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。以一流速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抬起,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抬起。

[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 1σ%
	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℃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℃,而在背侧气体流为1sccm的情况下,记录的峰值温度为65℃。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℃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℃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承件中心。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体流产生的升力更小。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。

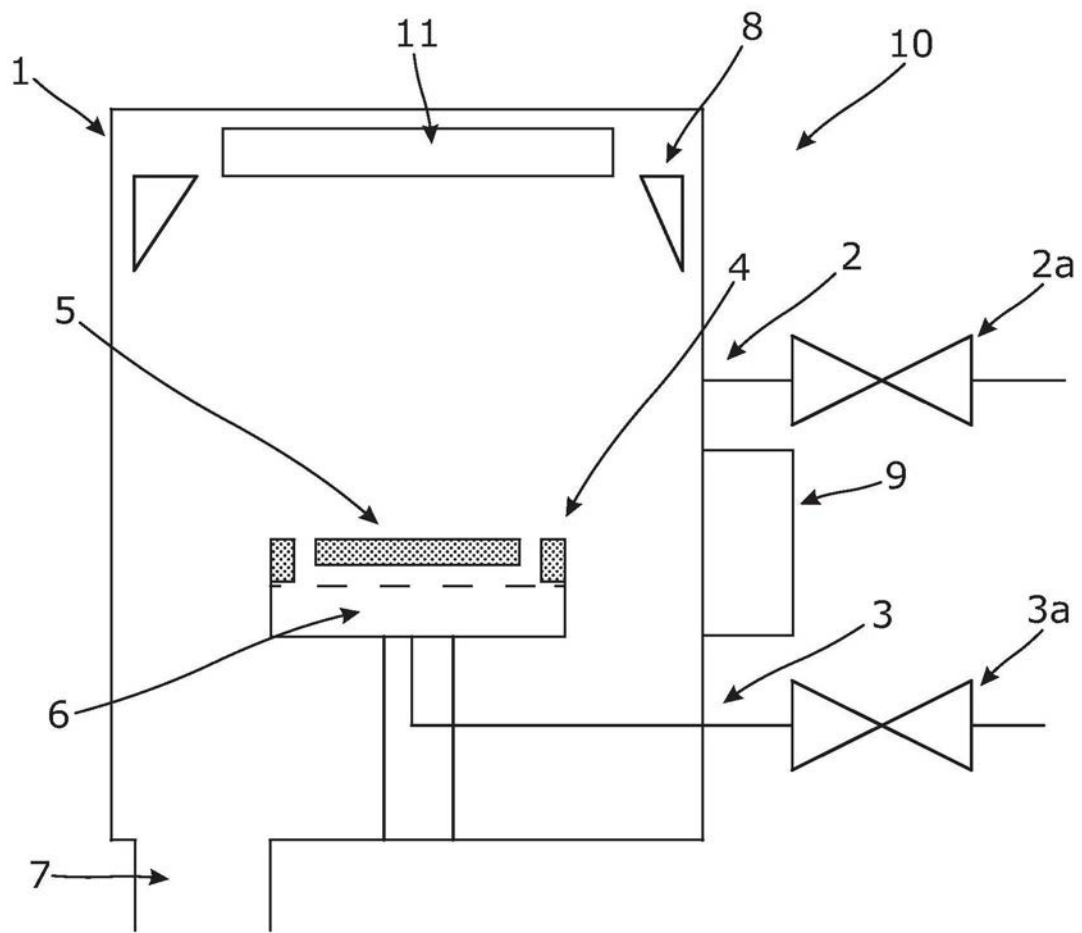


图1

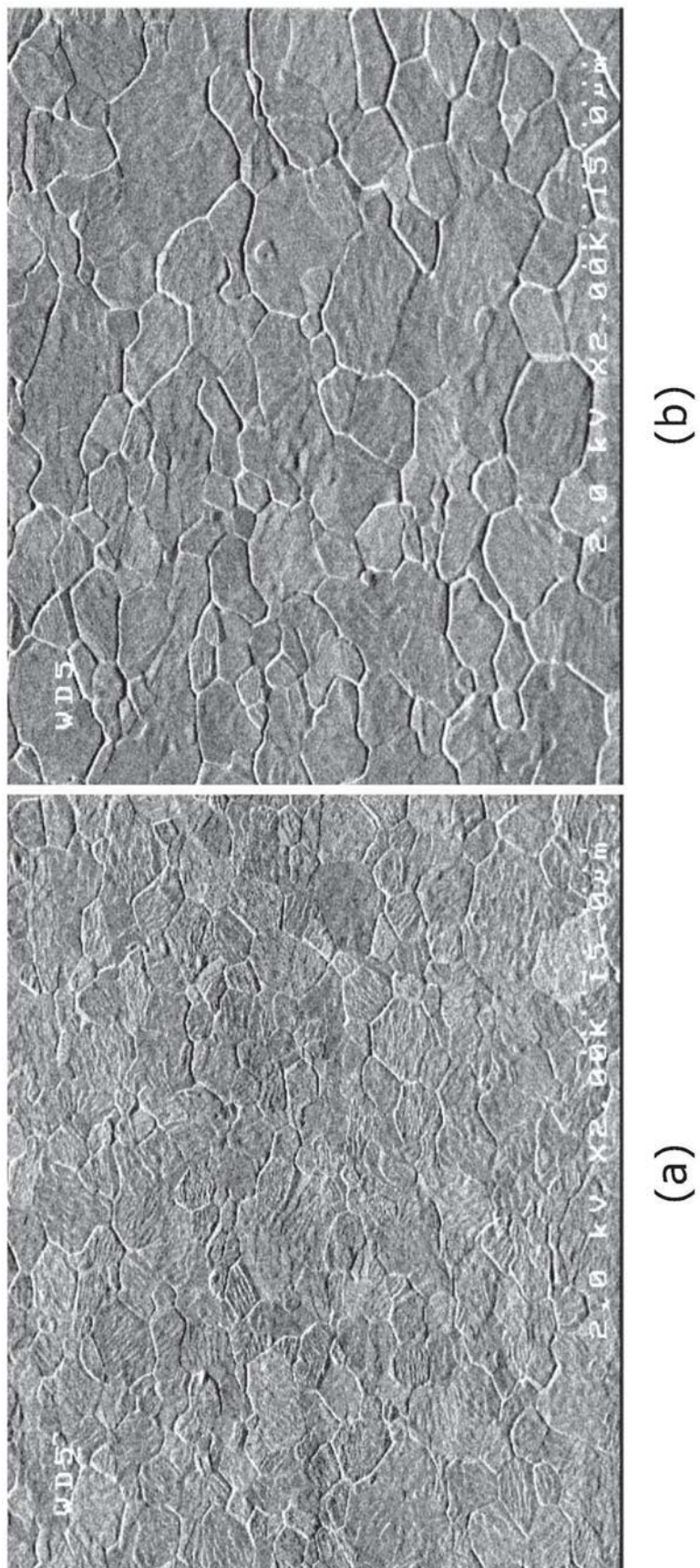


图2

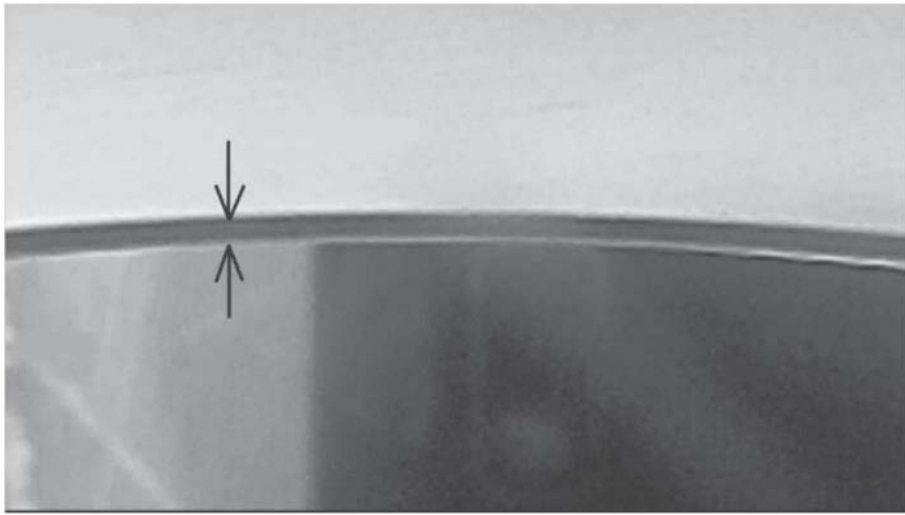


图3 (a)

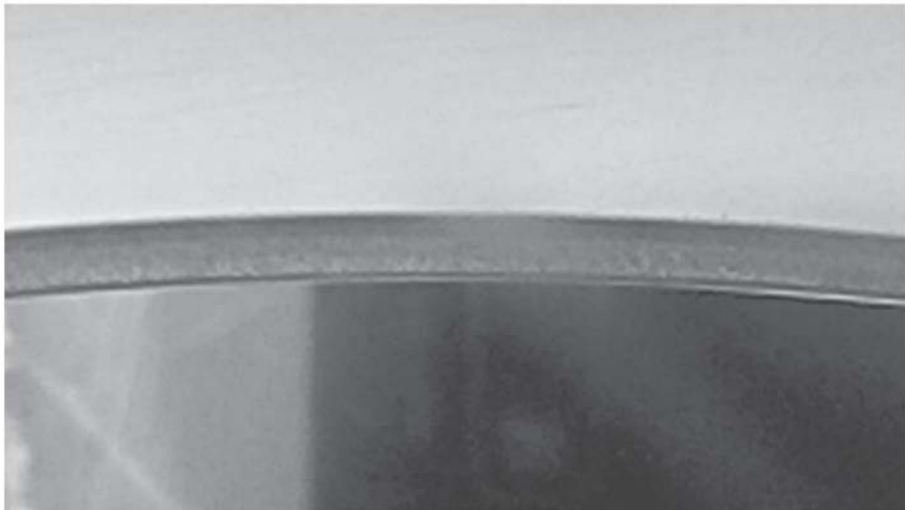


图3 (b)

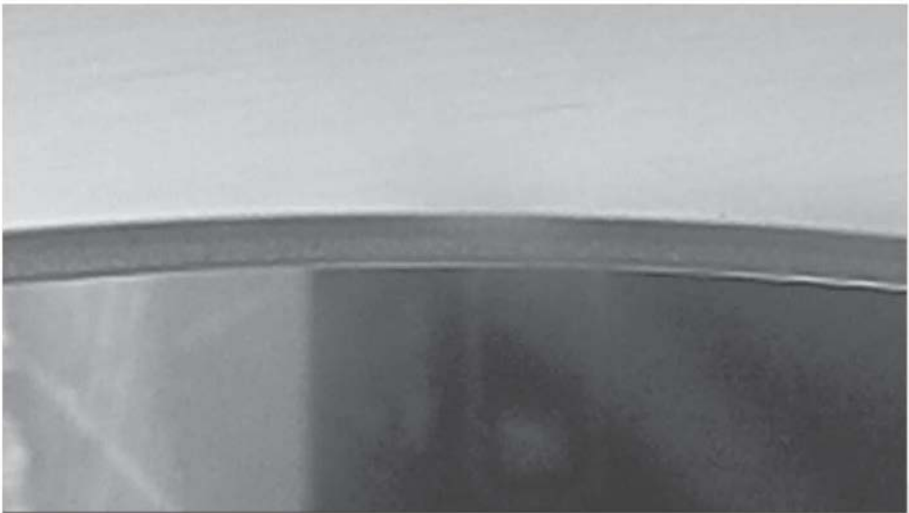


图3 (c)

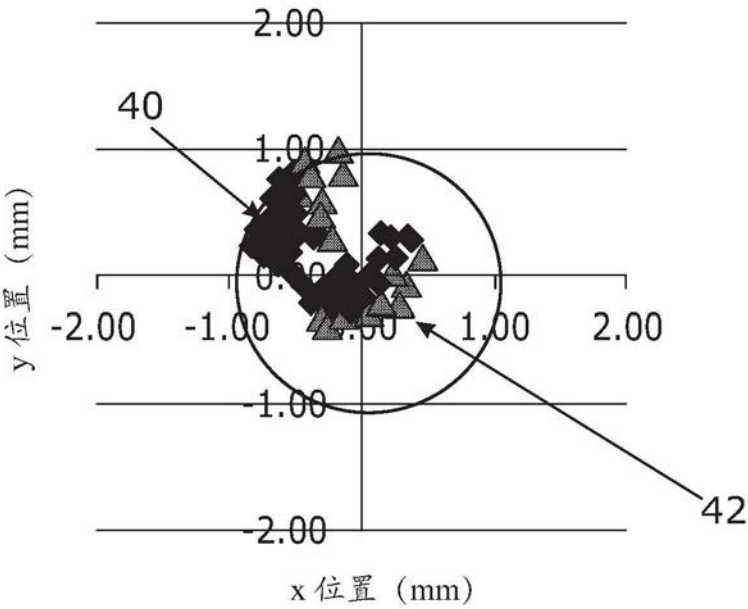


图4 (a)

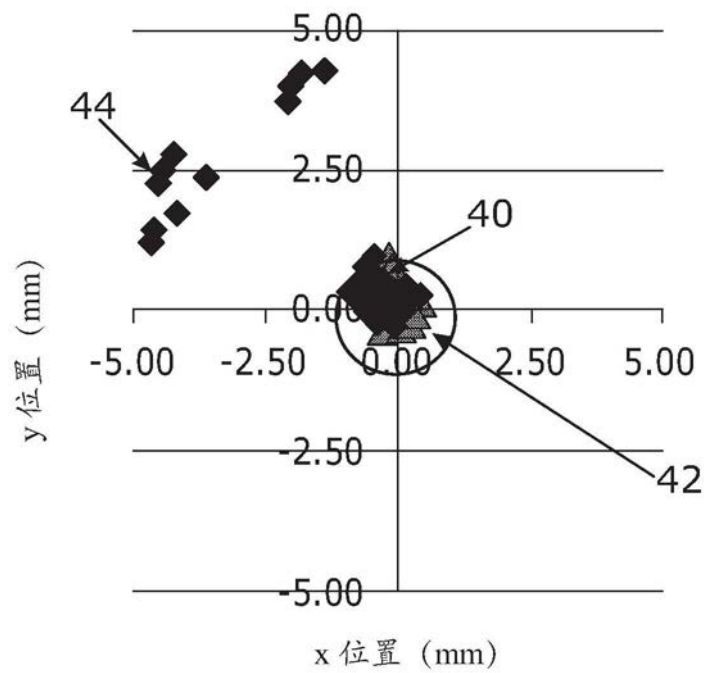


图4 (b)

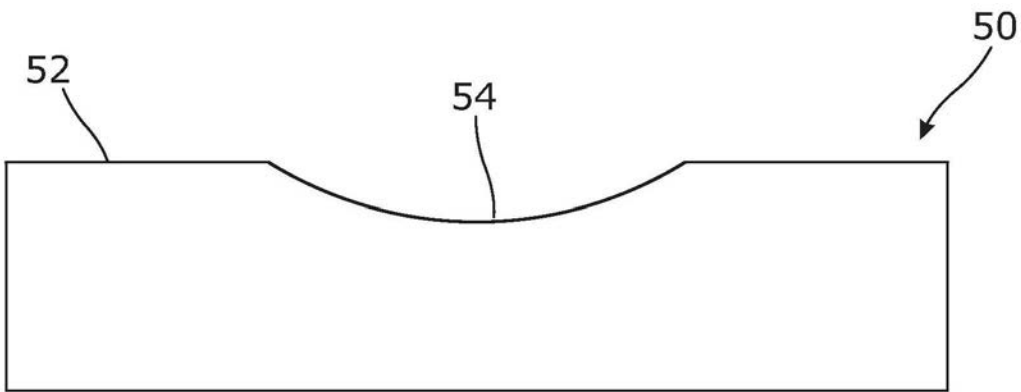


图5

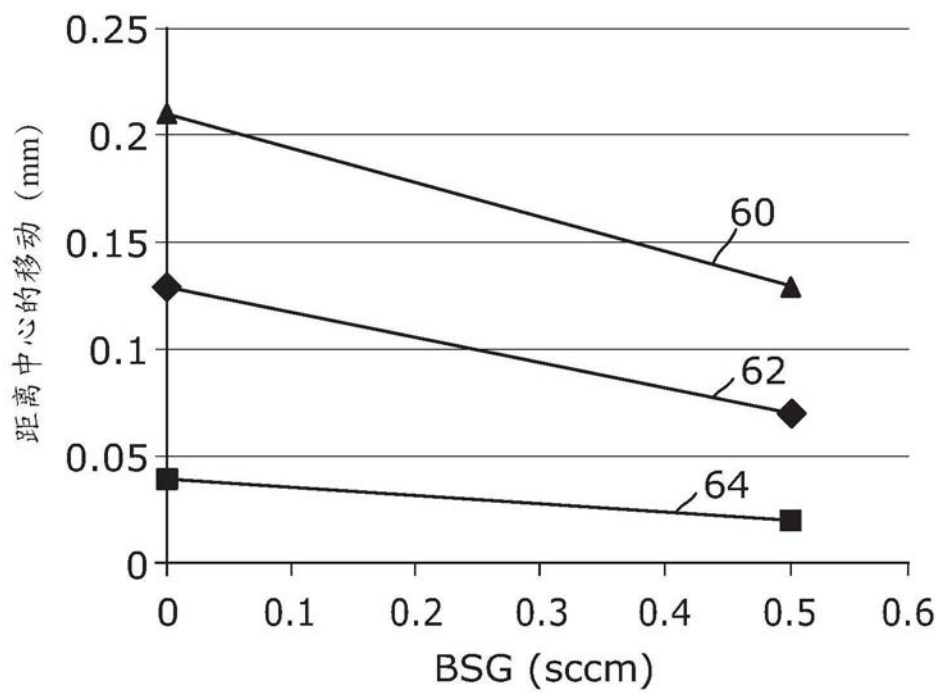


图6

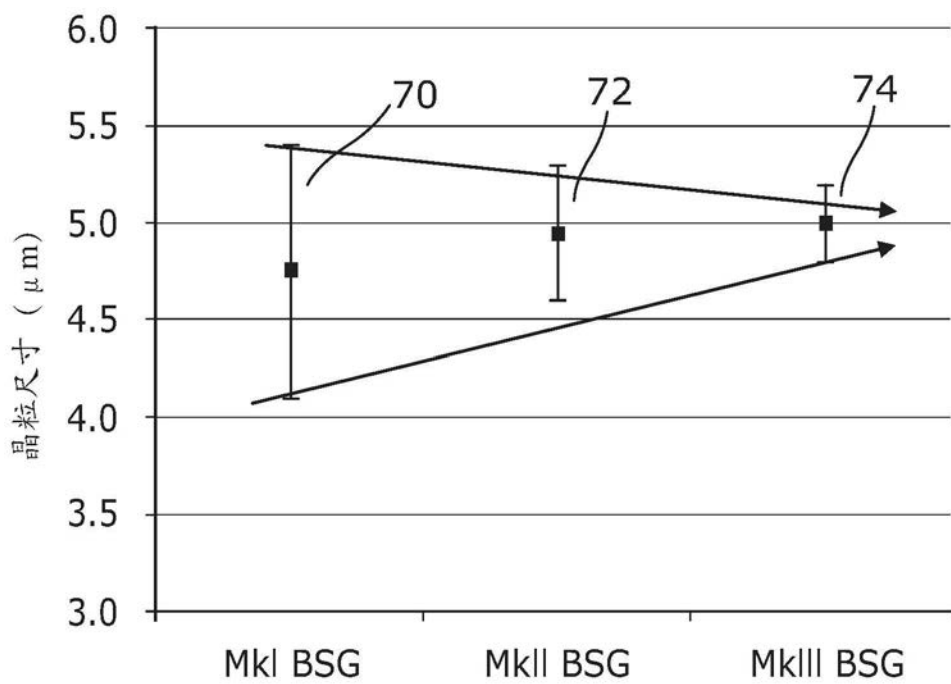


图7