

籽晶层的制备方法、金属互连工艺方法及半导体工艺设备

技术领域

本申请属于半导体制造领域，更具体地，涉及一种籽晶层的制备方法、金属互连工艺方法及半导体工艺设备。

背景技术

集成电路芯片制造后道工序中的金属互连技术为芯片制造关键技术之一，随着芯片特征尺寸的不断微缩，后道金属互连线的电阻电容延迟与电迁移引起的可靠性问题成为提升芯片性能的主要障碍。为了改善在芯片中 RC 延迟和电迁移的问题，采用双大马士革工艺的金属线互连技术成为主流。金属线双大马士革工艺的常见工序如下：使用光刻技术在电介质薄膜中形成通孔或沟槽、物理气相沉积或化学气相沉积的阻挡层/金属籽晶层、电镀金属填满通孔或沟槽、化学机械研磨去除多余的金属并露出介质层，实现芯片所需要的电路。

然而，随着特征尺寸的不断微缩，通孔或沟槽开口特征尺寸在减小的同时，其深宽比在增加或保持不变，尺寸上的变化给阻挡层/金属籽晶层的沉积技术带来很大的挑战。为了应对尺寸的微缩，阻挡层/金属籽晶层的沉积技术需要在深宽比很大（大于 2.5）、且开口特征尺寸小（小于 50nm）的通孔或沟槽中覆盖足够厚度的阻挡层/金属籽晶层（金属籽晶层的覆盖率大于 50%），同时又要保证足够大的开口（大于 4nm），避免因为开口太小在后续的电镀金属工艺中产生空洞，进而影响芯片的电学性能或可靠性。但是，在实际的工业生产中，尤其是先进制程，通孔或沟槽开口尺寸和底部覆盖率两个参数很难同时做到最佳，往往满足阶梯底部覆盖率最佳的时候，通孔或沟槽开口的尺寸都很小，因而难以避免在后续电镀金属过程中产生空洞的问题。

发明内容

本申请的目的是提出一种籽晶层的制备方法、金属互连工艺方法及半导体工艺设备，实现提高通孔或沟槽底部和侧壁的籽晶层覆盖率，同时保证通孔或沟槽具有满足后续电镀填充金属时的开口尺寸，从而避免在后续电镀金属过程中产生金属空洞。

第一方面，本申请提供一种金属籽晶层的制备方法，包括：

在表面具有通孔或沟槽的衬底上沉积金属籽晶层，当所述通孔或沟槽的开口减小至金属离子无法进入所述通孔或沟槽内时，停止沉积金属籽晶层；

对所述衬底表面进行氧化处理，使所述衬底表面上的金属籽晶层以及所述通孔或沟槽开口处的部分金属籽晶层转变为金属氧化物；

将所述衬底置于能够溶解金属氧化物的溶液中，使所述衬底表面以及所述通孔或沟槽开口处的金属氧化物溶解，以打开所述通孔或沟槽的开口。

在一些实施例中，在表面具有通孔或沟槽的衬底上沉积金属籽晶层，之前还包括：

在所述衬底上形成扩散阻挡层，所述扩散阻挡层覆盖所述衬底的表面以及所述通孔或沟槽的底部及侧壁；

所述金属籽晶层沉积在所述扩散阻挡层上。

在一些实施例中，所述对所述衬底表面进行氧化处理包括：

向工艺腔室内通入氧化气体和惰性气体，并将所述氧化气体激发为等离子体；

通过所述氧化气体的等离子体轰击所述衬底的表面，以使所述通孔或沟槽开口处的金属籽晶层转变为金属氧化物。

在一些实施例中，所述氧化气体包括氧气、臭氧和二氧化氮的至少其中之一。

在一些实施例中，所述能够溶解金属氧化物的溶液包括酸性溶液以及对应的酸根金属化物，所述酸性溶液包括硫酸溶液、硝酸溶液和酸性的氯化盐溶液。

在一些实施例中，当所述通孔或沟槽的开口减小至金属离子无法进入所述通孔或沟槽内时，所述通孔或沟槽开口的尺寸范围为 0nm-4nm。

在一些实施例中，在打开所述通孔或沟槽顶部的开口之后，所述通孔或沟槽的开口尺寸大于 4nm。

在一些实施例中，所述金属籽晶层的材料至少包括 Cu、Co 和 Ru 的其中之一。

在一些实施例中，所述扩散阻挡层的材料至少包括 TaN、Ta、Co、Ru 和 TiN 的其中之一。

在一些实施例中，所述金属籽晶层的材料为 Cu，所述对所述衬底表面进行氧化处理的工艺参数包括：

工艺腔室压力范围为：1mTorr 到 10Torr；

等离子体激发功率范围为：500W~3KW；

偏压功率范围为：0W 至 1800W。

在一些实施例中，在所述表面具有通孔或沟槽的衬底上沉积金属籽晶层之前，还包括：

对所述衬底进行去气处理，以去除所述衬底表面的挥发性杂质；和/或

对所述衬底进行等离子体预清洗处理，以清除所述衬底表面以及所述通孔或沟槽内的残留物。

第二方面，本申请提出一种金属互连工艺方法，包括：

提供利用第一方面所述的金属籽晶层的制备方法获得的衬底；

通过电镀工艺，在所述衬底的所述通孔或沟槽内填充金属，形成金属互连线。

第三方面本申请提出一种半导体工艺设备，包括多个工艺腔室和控制器，所述控制器包括至少一个处理器和至少一个存储器，所述存储器中存储有计算机程序，所述计算机程序被所述处理器执行时实现如第一方面中所述的金属籽晶层的制备方法。

本申请的有益效果在于：

本申请的金属籽晶层的制备方法，在向通孔或沟槽的底部和侧壁沉积金属籽晶层时，选择直到通孔或沟槽顶部的开口减小至铜离子无法进入通孔或沟槽内时才停止沉积金属籽晶层，即采用优先保证底部、侧壁覆盖率的策略，一直增加通孔或沟槽底部和侧壁的籽晶层覆盖率，直至开口接近封闭或彻底封闭，无需折中考虑开口的最小值，以此可以达到更高的底部和侧壁覆盖率，之后再通过对衬底表面进行氧化处理，使通孔或沟槽顶部开口处的部分金属籽晶层转变为金属氧化物，再利用能够溶解金属氧化物的溶液使通孔或沟槽顶部开口处的金属氧化物溶解，从而重新打开通孔或沟槽顶部的开口，该方法可以使通孔或沟槽底部和侧壁具有更高的金属籽晶层覆盖率的同时保证可以具有满足电镀金属填充的开口尺寸，由于通孔或沟槽底部和侧壁的金属籽晶层覆盖率更高，通孔或沟槽内剩余的需要填充金属的空间更小，因此即使开口较小也可以在后续电镀金属过程中满足无空洞的金属填充，从而有效避免了在后续电镀过程中产生金属空洞的问题。

本申请的系统具有其它的特性和优点，这些特性和优点从并入本文中的附图和随后的具体实施方式中将是显而易见的，或者将在并入本文中的附图和随后的具体实施方式中进行详细陈述，这些附图和具体实施方式共同用于解释本申请的特定原理。

附图说明

通过结合附图对本申请示例性实施例进行更详细的描述，本申请的上述

以及其它目的、特征和优势将变得更加明显，在本申请示例性实施例中，相同的参考标号通常代表相同部件。

图1示出了现有金属籽晶层制备工艺中通孔或沟槽开口过小导致电镀金属工艺中产生空洞的示意图。

图2示出了现有金属籽晶层制备工艺中通孔或沟槽内底部覆盖率不足导致电镀金属工艺中产生空洞的示意图。

图3示出了现有金属籽晶层制备工艺中通过选取一个工艺窗口相对稳定的折中值实现无空洞的金属填充示意图。

图4示出了根据本申请的一种金属籽晶层的制备方法的步骤流程图。

图5示出了根据本申请的一个实施例的一种金属籽晶层的制备方法中形成金属籽晶层的示意图。

图6示出了根据本申请的一个实施例的一种金属籽晶层的制备方法中对金属籽晶层进行氧化处理后的示意图。

图7示出了根据本申请的一个实施例的一种金属籽晶层的制备方法中溶解金属氧化物打开开口后的示意图。

图8示出了根据本申请的一个实施例的一种金属互连工艺方法制备金属互连线的示意图。

图9示出了根据本申请的一个实施例的一种半导体工艺设备的示意图。

具体实施方式

现有的金属互连双大马士革的工艺流程为：首先用光刻技术在电介质薄膜中形成通孔或沟槽，然后利用物理气相沉积技术沉积良好台阶覆盖率的阻挡层/金属籽晶层，之后采用金属电镀工艺填满通孔或沟槽，最后化学机械研磨去除多余的金属。

在制备阻挡层/金属籽晶层的工艺步骤中，常用物理气相沉积技术或者物

理气相沉积和化学气相沉积（包括原子层沉积）组合的方式，制备阻挡层/金属籽晶层。当晶圆进入工艺机台后，首先要进行去气处理和等离子体预清洗处理，保证在沉积工艺之前能够将覆盖在前道金属线上的氧化层和开槽或打孔刻蚀和清洗工艺之后的残留物去除干净，以此加强层与层之间的金属键的结合强度，并且减小互连金属线之间的电阻；之后用物理气相沉积技术或者物理气相沉积和化学气相沉积（包括原子层沉积）组合的方式制备阻挡层，用于阻挡相应金属籽晶层中的金属元素发生扩散和提高金属籽晶层的粘附性；之后用物理气相沉积技术制备该金属籽晶层，作为后续金属电镀工艺的种子，工艺整合要求该工艺底部、侧壁覆盖率要大，开口特征尺寸要大，避免在后续金属电镀工艺过程中由于开口提前封闭产生金属空洞。

为了应对尺寸的微缩，阻挡层/籽晶层的沉积技术需要在深宽比很大、且开口特征尺寸小的通孔或沟槽中覆盖足够厚度的阻挡层/籽晶层，同时又要保证较大的开口。如图 1 和图 2 所示，如果开口太小（图 1）或者覆盖率不足（图 2），则可能会在后续的金属电镀工艺中产生空洞。

但是，在实际的工业生产中，尤其是先进制程，开口尺寸和底部覆盖率两个参数很难同时做到最佳，往往需要取一个工艺窗口相对稳定的折中值，来实现无空洞的填充，如图 3 所示。一般来说，满足底部覆盖率最佳的时候，通孔或沟槽开口的尺寸都很小。

本申请提出一种籽晶层的制备方法、金属互连工艺方法及半导体工艺设备，能够实现高底部覆盖率、开口较佳的籽晶层工艺，避免其在后续电镀金属填充过程中产生金属空洞。

下面将参照附图更详细地描述本申请。虽然附图中显示了本申请的优选实施例，然而应该理解，可以以各种形式实现本申请而不应被这里阐述的实施例所限制。相反，提供这些实施例是为了使本申请更加透彻和完整，并且能够将本申请的范围完整地传达给本领域的技术人员。

实施例 1

图 4 示出了根据本申请的一种金属籽晶层的制备方法的步骤流程图。

如图 4 所示，结合图 5 至图 8，本实施例提供一种金属籽晶层的制备方法，包括：

S1：在表面具有通孔或沟槽的衬底 1 上沉积金属籽晶层 3，当通孔或沟槽的开口减小至金属离子无法进入通孔或沟槽内时，停止沉积金属籽晶层 3；

具体地，沉积金属籽晶层 3 过程中，通孔或沟槽顶部开口处的金属沉积速率大于通孔或沟槽侧壁处的金属沉积速率。

衬底 1 为完成前道工艺的衬底（例如晶圆），衬底 1 内可以包括晶体管等器件，衬底 1 表面的通孔或沟槽通过刻蚀工艺形成，通孔或沟槽在衬底 1 表面形成开口，通孔或沟槽可形成于相邻金属层之间的介质层中，用于后续在其内形成金属连线以实现器件之间、器件与金属层之间、或相邻金属层之间的电连接。

其中，金属籽晶层 3 的材料至少包括 Cu、Co 和 Ru 的其中之一；本实施例以金属籽晶层 3 的材料为 Cu 进行说明。

优选地，在执行步骤 S1 之前还包括：

S01：对衬底 1 进行去气处理，以去除衬底 1 表面的挥发性杂质；和/或，对衬底 1 进行等离子体预清洗处理，以清除衬底 1 表面以及通孔或沟槽内的残留物。

具体地，当衬底 1 传入工艺机台后，首先进行去气处理和/或等离子体预清洗处理，保证在沉积工艺之前能够将覆盖在前道金属线上的氧化层、通孔或沟槽刻蚀以及清洗工艺之后的残留物去除干净，以此加强层与层之间的金属键的结合强度，并且减小互连铜线之间的电阻。其中，去气处理是通过对晶圆进行加热，以去除晶圆上表面的膜层吸附的例如水蒸气等挥发性杂质，避免挥发性杂质对后续工艺造成影响，可以通过去气工艺腔室完成。等离子

体预清洗即通过等离子体与衬底 1 金属线上的氧化层以及通孔或沟槽内的残留物反应（或通过等离子轰击作用），从而去除衬底 1 上前道工艺的残留物，等离子体预清洗处理可通过等离子体预清洗工艺腔室完成。

本实施例中，在执行步骤 S1 之前还包括：

S02：在衬底 1 上形成扩散阻挡层 2，扩散阻挡层 2 覆盖衬底 1 的表面以及通孔或沟槽的底部及侧壁；金属籽晶层 3 沉积在扩散阻挡层 2 上；

其中，扩散阻挡层 2 的材料至少包括 TaN、Ta、Co、Co 和 Ru 两种元素组成的化合物、Co 掺杂 Ru，Ru 掺杂 Co、RuTa、Ru 和 TiN 的其中之一。

具体地，扩散阻挡层 2 用于阻挡金属籽晶层 3 中的金属元素发生扩散并提高金属籽晶层 3 的粘附性，本实施例中，为阻挡铜元素的扩散，扩散阻挡层 2 可以为 TaN/Ta 复合膜层、TaN/Ta/Co 复合膜层、TaN/Co 复合膜层或 TaN/Ru 复合膜层、TaN/Co/Ru、TaN/Ru(Co)以及 TaN/RuTa，以制备 TaN/Ta 复合膜层的扩散阻挡层 2 为例，首先在衬底 1 表面沉积一层 TaN 薄膜，覆盖衬底 1 表面以及通孔或沟槽的底部及侧壁，然后再沉积一层 Ta 薄膜，覆盖在 TaN 薄膜上，从而形成 TaN/Ta 复合的扩散阻挡层 2。扩散阻挡层 2 的制备可以采用制备阻挡层的工艺腔室完成，可以通过物理气相沉积工艺或者物理气相沉积和化学气相沉积（包括原子层沉积）组合的方式制备扩散阻挡层 2。

在其他实施例中，当金属籽晶层 3 的材料为 Co 时，扩散阻挡层 2 的材料可以选择 TiN。当金属籽晶层 3 的材料为 Ru 时，由于 Ru 的扩散性较低，可以选择不制备扩散阻挡层 2，即省略掉步骤 S02，直接进行后步骤 S2 的工艺。另外，上述步骤 S01，即进行去气处理和/或等离子体预清洗处理，可以在步骤 S02 之前进行。

在步骤 S1 中，金属籽晶层 3 作为后续金属电镀工艺的种子，金属籽晶层 3 可以采用物理气相沉积工艺制备金属籽晶层 3，通过金属籽晶层 3 工艺腔室完成。需要说明的是，当通孔或沟槽的开口减小至金属离子无法进入通

孔或沟槽内时，对应的通孔或沟槽开口的尺寸可选范围为 0nm-4nm。

本实施例中，优选当通孔或沟槽开口的尺寸小于 4nm 时，即通孔或沟槽的开口接近封闭时停止沉积金属籽晶层 3。更优选地，当通孔或沟槽开口的尺寸为 0nm 时，即通孔或沟槽的开口完全封闭时停止沉积金属籽晶层 3，从而可以保证最高的底部覆盖率。

步骤 S1 完成沉积金属籽晶层 3 后的结构如图 5 所示。步骤 S1 为本申请的重要改进点，该步骤改变了目前业界常用的金属籽晶层 3 的工艺策略。具体而言，目前业界常用的策略为：在金属籽晶层 3 的沉积过程中，需要保证开口尺寸至少大于某一个值（例如 4nm 或者更大）的情况下，即停止金属籽晶层 3 的沉积，使底部阶梯覆盖率达到相对最大，例如超过 50%。而本申请的该步骤制备金属籽晶层 3 的工艺策略为：优先保证通孔或沟槽底部、侧壁的籽晶层覆盖率，一直增加覆盖率，直至开口接近封闭或彻底封闭（相较于现有金属籽晶层 3 的工艺，本方法不需要折中考虑开口的最小值），当无法再有更多的铜离子进入通孔或沟槽，才停止金属籽晶层 3 的沉积，因而可以达到更高的底部覆盖率，同时相较于现有工艺也扩大了金属籽晶层 3 制备的工艺窗口。

S2：对衬底 1 表面进行氧化处理，使衬底 1 表面上的金属籽晶层 3 以及通孔或沟槽开口处的部分金属籽晶层 3 转变为金属氧化物 4。

本步骤具体包括：

向工艺腔室内通入氧化气体和惰性气体，并将氧化气体激发为等离子体；

通过氧化气体的等离子体轰击衬底 1 的表面，以使通孔或沟槽开口处的金属籽晶层 3 转变为金属氧化物 4。

在一些实施例中，氧化气体包括氧气、臭氧和二氧化氮的至少其中之一。本实施例中优选为氧气。在其他实施例中，当金属籽晶层 3 的材料为 Co 或

Ru 时,氧化气体可以选择氧化性更强的臭氧或二氧化氮或臭氧与二氧化氮二者的组合作为氧化气体。

优选地,本步骤对铜籽晶层的氧化处理的工艺参数包括:

工艺腔室压力范围为:1mTorr 到 10Torr;

等离子体激发功率范围为:500W~3KW;

偏压功率范围为:0W 至 1800W。

具体地,本步骤可通过新增的后处理工艺腔室完成,衬底 1 进入后处理工艺腔室后,将衬底 1 置于加热器或者静电卡盘上,通入氧化气体和惰性气体用于起辉,惰性气体优选为氩气,腔室压力范围优选为 1mTorr-10Torr,典型的工艺时间在 5s-120s 之间,氧化气体的等离子体的激发方式可选择 ICP、CCP、RPS 之一。本实施例中,在衬底 1 上方激发氧的等离子体,激发功率范围优选为 500W~3KW,通过施加偏压控制氧离子下落的速度和角度,施加偏压功率优选 0W 至 1000W,高能量的氧离子轰击衬底 1 表面的铜籽晶层,使其氧化,根据具体需求通过控制工艺时间来使金属氧化物 4 的厚度增加或减少,对于通孔或沟槽顶部接近封闭或彻底封闭的金属籽晶层,氧等离子体同样会使其氧化,如图 6 所示。

本步骤引入的后处理腔室使用氧化气体的等离子体对接近封闭或彻底封闭的通孔或沟槽表面的金属籽晶层 3 进行氧化处理,使其发生氧化,氧化的目的是使衬底 1 表面的金属籽晶层和通孔或沟槽处的金属籽晶层被氧化为金属氧化物 4,为后续重新打开通孔或沟槽顶部的开口提供基础。

S3: 将衬底 1 置于能够溶解金属氧化物 4 的溶液中,使通孔或沟槽顶部开口处的金属氧化物 4 溶解,以打开通孔或沟槽的开口。

其中,能够溶解金属氧化物 4 的溶液包括能够溶解金属氧化物 4 的酸性溶液以及对应的酸根金属化物,酸性溶液包括硫酸溶液、硝酸溶液和酸性的氯化盐溶液(如氯化铜溶液、氯化铝溶液、氯化锌溶液等)。

本步骤完成后，通孔或沟槽的开口打开后的尺寸优选为大于 4nm。

具体地，本步骤为将通孔或沟槽接近封闭或完全封闭的开口打开的步骤，本步骤可以将衬底 1 放入能够与金属氧化物 4 反应的溶液中，通过溶液溶解掉衬底 1 表面以及位于通孔或沟槽顶部开口位置的金属氧化物 4，从而将通孔或沟槽的开口打开，以便后续通过电镀铜填充通孔或沟槽。

本实施例中优选采用电镀铜的电镀液，铜电镀液中包含大量的硫酸 (H_2SO_4)、硫酸铜 CuSO_4 和还原性成分，铜电镀液可以与衬底 1 表面以及通孔或沟槽顶部开口处的金属氧化物 4（即氧化铜）发生反应，一般氧化铜可以在小于 5 秒的时间内被溶解，即当衬底 1 进入铜电镀液中一段时间后，本已经接近封闭或彻底封闭的通孔或沟槽的开口会被重新打开，如图 7 所示。同时利用铜电镀液还可以将打开通孔或沟槽开口的工序与后续的铜电镀工艺整合为一道工序，在执行电镀铜工艺的同时完成打开开口的过程，即在执行电镀铜工艺时通过将衬底 1 置于电镀液中一段时间，例如 4 秒-10 秒，待通孔或沟槽的开口打开后直接进行电镀铜的工艺，从而无需额外增加溶解的工序及相关物料，提高工艺效率、降低工艺成本。

由于步骤 S1 可以实现通孔或沟槽底部及侧壁金属籽晶层 3 覆盖率的最大化，因此通孔或沟槽内需要电镀填充金属的空洞会更小，因而通过步骤 S2 和步骤 S3 只要能够打开一个较小的开口即可保证电镀的金属可以完全填充通孔或沟槽内剩余空间，从而保证后续的电镀金属过程中不会产生空洞。

实施例 2

本实施例提供一种金属互连工艺方法，包括：

提供利用实施例 1 的金属籽晶层的制备方法获得的衬底；

通过电镀工艺，在衬底的通孔或沟槽内填充金属，形成金属互连线 5。

采用实施例 1 方法获得的衬底结构，即图 7 所示的结构，由于衬底上的通孔或沟槽的底部及侧壁具有更高覆盖率，且具有能够满足电镀填充金属的

开口，因此采用该衬底直接进行电镀工艺可有效避免电镀金属过程中产生空洞的问题，最后形成金属互连线 5 可以实现更好的电连接效果，如图 8 所示。

其中，电镀的金属材料至少包括 Cu、Co 和 Ru 的其中之一，本实施例中电镀的金属为 Cu，电镀形成的金属互连线 5 为铜互连线。

实施例 3

图 9 示出了根据本申请的一个实施例的一种半导体工艺设备的示意图。

如图 9 所示，本实施例提供一种半导体工艺设备 100，包括多个工艺腔室和控制器（未示出），控制器包括至少一个处理器和至少一个存储器，存储器中存储有计算机程序，计算机程序被处理器执行时实现实施例 1 的金属籽晶层的制备方法。

其中，多个工艺腔室包括至少一个去气工艺腔室 102、至少一个预清洗工艺腔室 101、至少一个阻挡层工艺腔室 103、至少一个籽晶层工艺腔室 104 以及至少一个后处理工艺腔室 105。本实施例中的去气工艺腔室 102、预清洗工艺腔室 101、阻挡层工艺腔室 103 以及籽晶层工艺腔室 104 均为两个，后处理工艺腔室 105 为一个。

其中，去气工艺腔室 102 用于对晶圆进行加热，去除晶圆表面的挥发性杂质；预清洗工艺腔室 101 用于对晶圆进行等离子体预清洗处理，以清除晶圆表面以及通孔或沟槽内的残留物；阻挡层工艺腔室 103 用于通过沉积工艺在晶圆上制备扩散阻挡层 2；籽晶层工艺腔室 104 用于通过沉积工艺在晶圆上制备金属籽晶层 3；后处理工艺腔室 105 用于对晶圆表面进行氧化处理，使部分金属籽晶层 3 转变为金属氧化物 4。

本实施例中，半导体工艺设备 100 还包括晶圆盒存储柜 106、晶圆传输机构 107 及晶圆传输腔室，晶圆传输腔室连通各工艺腔室。

示例性地，控制器可以是上位机，也可以是下位机。其中，控制器可以通过控制晶圆传输机构 107 在各工艺腔室之间传输待加工的晶圆，还可以控

制上述各工艺腔室分别完成实施例 1 的籽晶层的制备方法中所对应的工艺步骤。

以上已经描述了本申请的各实施例，上述说明是示例性的，并非穷尽性的，并且也不限于所披露的各实施例。在不偏离所说明的各实施例的范围和精神的情况下，对于本技术领域的普通技术人员来说许多修改和变更都是显而易见的。

权 利 要 求 书

1、一种金属籽晶层的制备方法，其特征在于，包括：

在表面具有通孔或沟槽的衬底上沉积金属籽晶层，当所述通孔或沟槽的

5 开口减小至金属离子无法进入所述通孔或沟槽内时，停止沉积金属籽晶层；

对所述衬底表面进行氧化处理，使所述衬底表面上的金属籽晶层以及所述通孔或沟槽开口处的部分金属籽晶层转变为金属氧化物；

将所述衬底置于能够溶解金属氧化物的溶液中，使所述衬底表面以及所述通孔或沟槽开口处的金属氧化物溶解，以打开所述通孔或沟槽的开口。

10

2、根据权利要求1所述的金属籽晶层的制备方法，其特征在于，在所述表面具有通孔或沟槽的衬底上沉积金属籽晶层之前，还包括：

在所述衬底上形成扩散阻挡层，所述扩散阻挡层覆盖所述衬底的表面以及所述通孔或沟槽的底部及侧壁；

15 所述金属籽晶层沉积在所述扩散阻挡层上。

3、根据权利要求1所述的金属籽晶层的制备方法，其特征在于，所述对所述衬底表面进行氧化处理包括：

20 向工艺腔室内通入氧化气体和惰性气体，并将所述氧化气体激发为等离子体；

通过所述氧化气体的等离子体轰击所述衬底的表面，以使所述通孔或沟槽开口处的金属籽晶层转变为金属氧化物。

4、根据权利要求3所述的金属籽晶层的制备方法，其特征在于，所述氧化气体包括氧气、臭氧和二氧化氮的至少其中之一。

5、根据权利要求1所述的金属籽晶层的制备方法，其特征在于，所述

能够溶解金属氧化物的溶液包括酸性溶液以及对应的酸根金属化物，所述酸性溶液包括硫酸溶液、硝酸溶液和酸性的氯化盐溶液。

6、根据权利要求1所述的金属籽晶层的制备方法，其特征在于，当所述通孔或沟槽的开口减小至金属离子无法进入所述通孔或沟槽内时，所述通孔或沟槽开口的尺寸范围为0nm-4nm。

7、根据权利要求1所述的金属籽晶层的制备方法，其特征在于，在打开所述通孔或沟槽顶部的开口之后，所述通孔或沟槽的开口尺寸大于4nm。

8、根据权利要求1-7任意一项所述的金属籽晶层的制备方法，其特征在于，所述金属籽晶层的材料至少包括Cu、Co和Ru的其中之一。

9、根据权利要求2所述的金属籽晶层的制备方法，其特征在于，所述扩散阻挡层的材料至少包括Ta₂N₅、Ta、Co、Co和Ru两种元素组成的化合物、Co掺杂Ru，Ru掺杂Co、RuTa、Ru和TiN的其中之一。

10、根据权利要求1所述的金属籽晶层的制备方法，其特征在于，所述金属籽晶层的材料为Cu，所述对所述衬底表面进行氧化处理的工艺参数包括：

工艺腔室压力范围为：1mTorr到10Torr；

等离子体激发功率范围为：500W~3KW；

偏压功率范围为：0W至1800W。

11、根据权利要求1所述的金属籽晶层的制备方法，其特征在于，在所述表面具有通孔或沟槽的衬底上沉积金属籽晶层之前，还包括：

对所述衬底进行去气处理，以去除所述衬底表面的挥发性杂质；和/或

对所述衬底进行等离子体预清洗处理,以清除所述衬底表面以及所述通孔或沟槽内的残留物。

12、一种金属互连工艺方法,其特征在于,包括:

- 5 提供利用权利要求 1-11 任意一项所述的金属籽晶层的制备方法获得的衬底;

通过电镀工艺,在所述衬底的所述通孔或沟槽内填充金属,形成金属互连线。

- 10 13、一种半导体工艺设备,包括多个工艺腔室和控制器,其特征在于,所述控制器包括至少一个处理器和至少一个存储器,所述存储器中存储有计算机程序,所述计算机程序被所述处理器执行时实现如权利要求 1-11 中任一项所述的金属籽晶层的制备方法。