



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103887232 A

(43) 申请公布日 2014.06.25

(21) 申请号 201410133667.9

(22) 申请日 2014.04.04

(71) 申请人 华进半导体封装先导技术研发中心
有限公司

地址 214135 江苏省无锡市新区太湖国际科
技园菱湖大道 200 号中国传感网国际
创新园 D1 栋

(72) 发明人 杨素素 张文奇

(74) 专利代理机构 无锡市大为专利商标事务所
(普通合伙) 32104

代理人 殷红梅

(51) Int. Cl.

H01L 21/768(2006.01)

权利要求书1页 说明书3页

(54) 发明名称

改善 TSV 金属填充均匀性的方法

(57) 摘要

本发明涉及一种工艺方法,尤其是一种改善 TSV 金属填充均匀性的方法,属于半导体 TSV 工艺的技术领域。按照本发明提供的技术方案,一种改善 TSV 金属填充均匀性的方法,首先通过分步沉积,获得 TSV 整体的覆盖率;而后通过再分布方法,改善局部的覆盖均匀性。本发明工艺步骤简单,能改善高深宽比 TSV 侧壁金属填充的均匀性,安全可靠。

1. 一种改善 TSV 金属填充均匀性的方法,其特征是:在 TSV 内进行所需次数的工艺循环,所述工艺循环的一个循环内包括沉积步骤以及位于所述沉积步骤之后的溅射再分布步骤;

所述沉积步骤包括高压沉积步骤及低压沉积步骤;其中,高压沉积步骤中的气压为 0.8mTorr~1mTorr;低压沉积中的气压为 0.5mTorr~0.7mTorr;

所述溅射再分布步骤包括高偏压功率溅射再分布步骤和匀速降低偏压功率溅射再分布步骤;其中,高偏压功率溅射再分布步骤的功率为 1200W~1800W,以使得溅射金属到 TSV 侧壁的中下部;

匀速降低偏压功率溅射再分布步骤是一个在所需设定的时间内将初始功率降低到终止功率的过程,初始功率为高偏压溅射再分布步骤的功率,终止功率为 400W~600W,以使得溅射的聚焦位置从 TSV 孔的下部开始缓慢移至 TSV 孔的中上部。

2. 根据权利要求 1 所述的改善 TSV 金属填充均匀性的方法,其特征是:所述在 TSV 内进行的工艺循环为 10~50 次。

3. 根据权利要求 1 所述的改善 TSV 金属填充均匀性的方法,其特征是:所述工艺循环的一个循环内沉积步骤的时间为 5~15s。

改善 TSV 金属填充均匀性的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种工艺方法,尤其是一种改善 TSV 金属填充均匀性的方法,属于半导体 TSV 工艺的技术领域。

背景技术

[0002] 现有 NMC TSV PVD 机台做阻挡层 / 种子层填充,均匀性较差,主要表现为:在 TSV 孔侧壁,距离底部约 1/5 孔深到距离底部 3/5 孔深范围内,覆盖率都明显低于侧壁其他位置的覆盖率;在 TSV 侧壁一个 scallop (扇贝结构) 范围内,scallop 上部的覆盖率大幅低于 scallop 下部的覆盖率。

[0003] 在实验中发现,TSV 孔侧壁距离底部约 1/5 孔深到距离底部 3/5 孔深范围内,覆盖率本来就很低,而由于侧壁 scallop 上部和下部的覆盖率差异,导致侧壁 scallop 上部是阻挡层 / 种子层覆盖率最薄弱的位置,甚至出现不连续的问题。

[0004] 对于阻挡层材料,覆盖率最低的位置非常容易出现阻挡层失效的问题,为了保证阻挡层的阻挡特性,就需要沉积足够厚的阻挡层材料;对于种子层材料,若部分位置覆盖率过低,为了避免覆盖厚度过薄的位置会在电镀开始前在电镀液中溶解,从而在此位置形成空洞,也需要增加种子层的沉积厚度。不管是阻挡层还是种子层厚度的增加都会给后续的 CMP 工艺制造极大的难度。此外,由于硅通孔的开口位置有比较大的接收角,沉积的阻挡层 / 种子层太厚,会在开口处形成严重的变窄(overhang),进一步增加电镀工艺的难度。

发明内容

[0005] 本发明的目的是克服现有技术中存在的不足,提供一种改善 TSV 金属填充均匀性的方法,其工艺步骤简单,能改善高深宽比 TSV 侧壁金属填充的均匀性,安全可靠。

[0006] 按照本发明提供的技术方案,所述改善 TSV 金属填充均匀性的方法,在 TSV 内进行所需次数的工艺循环,所述工艺循环的一个循环内包括沉积步骤以及位于所述沉积步骤之后的溅射再分布步骤;

所述沉积步骤包括高压沉积步骤及低压沉积步骤;其中,高压沉积步骤中的气压为 0.8mTorr~1mTorr;低压沉积中的气压为 0.5mTorr~0.7mTorr;

所述溅射再分布步骤包括高偏压功率溅射再分布步骤和匀速降低偏压功率溅射再分布步骤;其中,高偏压功率溅射再分布步骤的功率为 1200W~1800W,以使得溅射金属到 TSV 侧壁的中下部;

匀速降低偏压功率溅射再分布步骤是一个在所需设定的时间内将初始功率降低到终止功率的过程,初始功率为高偏压溅射再分布步骤的功率,终止功率为 400W~600W,以使得溅射的聚焦位置从 TSV 孔的下部开始缓慢移至 TSV 孔的中上部。

[0007] 所述在 TSV 内进行的工艺循环为 10~50 次。

[0008] 所述工艺循环的一个循环内沉积步骤的时间为 5~15s。

[0009] 本发明的优点:工艺步骤简单,通过高压沉积与低压沉积相结合的方法,分别提

高了通孔侧壁中上部和中下部的覆盖率,低压沉积步骤紧跟着高压沉积步骤,还可以有效改善高压沉积出现的 overhang 的问题,通过高偏压功率溅射再分布步骤和匀速降低偏压功率溅射再分布步骤,分别将孔底部的沉积金属溅射再分布到孔的侧壁中下部和将侧壁 scallop 结构下部的沉积金属再溅射到 scallop 的上部,改善了高深宽比 TSV 侧壁金属填充的均匀性,安全可靠。

具体实施方式

[0010] 下面结合具体实施例对本发明作进一步说明。

[0011] 为了能改善高深宽比 TSV 侧壁金属填充的均匀性,本发明具体实施方法如下:

在 TSV 内进行所需次数的工艺循环,所述工艺循环的一个循环内,包括沉积步骤以及位于所述沉积步骤之后的溅射再分布步骤。其中,沉积步骤包括高压沉积步骤、低压沉积步骤;溅射再分布步骤包括高偏压功率溅射再分布步骤和匀速降低偏压功率溅射再分布步骤。

[0012] 具体地,高压沉积的气压范围约为 0.8mTorr-1.0mTorr。由于高气压下,Ar 离子和 Ar 分子对金属离子的散射作用较强,金属离子的方向性相对较差,会有一些的金属离子沉积到侧壁,保证了侧部特别是侧壁中上部获得一定的覆盖率。在高压沉积后紧接着采用低沉积气压填充,进行低压沉积的气压约为 0.5mTorr-0.7mTorr,低压下金属离子散射作用弱,且相同的衬底偏压功率下,低压下的自偏压较高,因此金属离子的方向性较好,更利于侧壁中下部和孔底部获得较好的覆盖率。

[0013] 本发明实施例中,沉积步骤的时间一般为 5s~15s。其中,高压沉积步骤和低压沉积步骤在时间上的分配主要根据目标位置需要沉积的金属厚度需求来设定,如增加沉积步骤中高压沉积步骤的沉积时间,并相应的降低低压沉积步骤的时间,可以更有目的地增加侧壁位置的金属厚度。采用先高压沉积后低压沉积的方式,可以利用低压沉积时的较高自偏压,降低高压沉积产生的 overhang 问题。

[0014] 在沉积步骤后,进行溅射再分布步骤。其中,高偏压功率溅射再分布步骤偏压功率约为 1200W~1800W,通过高偏压功率溅射可以将底部沉积的金属原子溅射到 TSV 的侧壁中下部,提高侧壁中下部的覆盖率,高偏压功率溅射再分布步骤的过程时间约为 0.5~2s;匀速降低偏压功率溅射再分布步骤是一个将偏压功率在设定的时间内匀速降低的过程,初始功率为高偏压溅射再分布步骤的功率,终止功率约为 400W~600W,过程时间约为 0.5s~3s,此过程的主要目的是为了将溅射再分布的聚焦位置从 TSV 孔的下部开始缓慢移至 TSV 孔的中上部,以提高侧壁 scallop 的覆盖均匀性。

[0015] 溅射再分布步骤除可以达到改善 TSV 内金属覆盖均匀性的效果外,在对 TSV 晶圆进行溅射时,TSV 晶圆表面的沉积的金属原子容易在溅射的作用下直接气化到等离子体中,而 TSV 孔内沉积的金属原子在溅射的作用下气化后容易在孔内再沉积,即 TSV 晶圆表面相比 TSV 孔内更容易损失沉积的金属原子,从而通过溅射作用还可以达到提高孔内金属台阶覆盖率的效果。

[0016] 本发明实施例中,一个工艺循环除上述沉积步骤和溅射再分布步骤,还包括沉积步骤后的冷却步骤以及溅射再分布后的冷却步骤,即一个工艺循环的工艺步骤为:沉积—冷却—溅射再分布—冷却,各步骤间过程的转换为时间承接方式,即上一个步骤的计时结

束即为下一步骤的计时开始。冷却步骤采用增加背氩冷却时间的方法,具体冷却时间的设定随工艺条件的不同需要作出相应的调整,背氩流量低、偏压功率高或沉积速率高的情况下,冷却时间需相应的增加,实验中冷却时间的设定依据沉积条件的不同,从 10s 到 200s 不等。一般地,所述工艺循环在 TSV 内实施次数约 $10\sim 50$ 次。

[0017] 本发明为分步填充 TSV 侧壁的中上部和中下部的的方法,其他分步填充 TSV 的工艺方法也在本发明要求范围,如低偏压功率步骤和高偏压功率沉积步骤交替的方法等。

[0018] 本发明除实施例中采用的切换高压沉积和低压沉积的方法,其他采用类似沉积理念,可以达到同样效果的沉积方法也属于本发明的权利要求范围。如采用低偏压功率沉积步骤和高偏压功率沉积步骤交替的沉积方法等。