

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H01L 21/321 (2006.01)

H01L 21/768 (2006.01)



## [12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200610116930.9

[43] 公开日 2008年4月9日

[11] 公开号 CN 101159236A

[22] 申请日 2006.10.8

[21] 申请号 200610116930.9

[71] 申请人 上海宏力半导体制造有限公司

地址 201203 上海市浦东新区张江高科技园区郭守敬路818号

[72] 发明人 杨织森

[74] 专利代理机构 上海光华专利事务所

代理人 余明伟

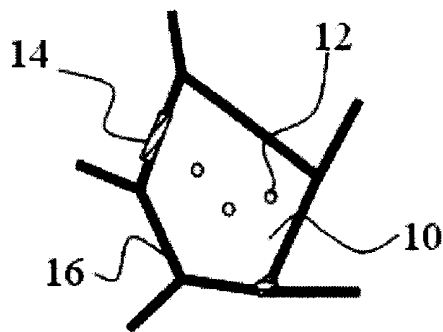
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

### [54] 发明名称

降低铝铜合金偏析物析出的方法

### [57] 摘要

本发明提供一种降低铝铜合金偏析物析出的方法，其利用一退火工艺以使偏析于铝铜合金晶界上的 $\theta$ 相铝铜合金，克服位能障碍，自晶界扩散进入铝基底内，而有效的降低后续对铝铜合金层进行图案导线工艺时，因 $\theta$ 相铝铜合金所造成的工艺成品率偏低。



- 
- 1、一种降低铝铜合金偏析物析出的方法，其特征在于：该铝铜化合物系作为半导体组件的金属导线层，该方法系将已沉积铝铜化合物的一晶片置入一通有氮气或氩气的工艺工具内进行一退火处理，以使偏析于晶界上的 $\theta$ 相铝铜化合物再次扩散进入铝基底内。
  - 2、如权利要求1所述的降低铝铜合金偏析物析出的方法，其特征在于：该晶片上有多个栅极、隔离结构组件。
  - 3、如权利要求1所述的降低铝铜合金偏析物析出的方法，其特征在于：该铜铝化合物沉积于该半导体基底上的方法可以为化学汽相沉积、物理气相沉积或者改良式物理气相沉积法。
  - 4、如权利要求1所述的降低铝铜合金偏析物析出的方法，其特征在于：该退火处理温度为400℃。
  - 5、如权利要求1所述的降低铝铜合金偏析物析出的方法，其特征在于：该工艺工具为一炉管。

## 降低铝铜合金偏析物析出的方法

### 技术领域

本发明涉及一种改善半导体工艺铝铜合金导线成品率的方法，特别涉及一种用来降低铝铜合金层析出 $\theta$ 相铝铜化合物，以提高铝铜合金导线成品率的方法。

### 背景技术

在半导体工艺中，需要通过金属线将芯片内数百万颗甚至数十亿颗晶体管相互连接，这像迷宫般的复杂网络就是芯片的导线结构。随着集成电路技术的发展，为持续提升IC的积集成度，增加组件运作的速度与功能，依照摩尔定律（Moore's Law）的预测，约以18个月便可在相同芯片内增加一倍晶体管数量。

铝在集成电路中是最广泛应用的一种金属，其具有电阻系数低、能够自行在表面形成一致密的氧化层、铝与二氧化硅基底的附着性良好、沉积和蚀刻技术成熟等优点，因此使用于半导体工艺的时间近三十年，至今仍有大部分的工艺使用铝来做为金属联接的材料。但是，随着积集度的增加，铝导线结构随之微缩时，在电致迁移（Electromigration）等材料特性上的限制，铝导线线宽并不能像电晶栅极的通道长度一般的进行缩短，导致新的工艺技术相应而生，较为常见的金属连接线工艺材质改采以沉积铝-铜（Al-Cu）合金，以铝为主要成分，铜约占0.5~2%，以用来防止电致迁移。

但是，铝-铜合金的工艺温度于接近300℃时，这样的温度将导致过饱和的铜含量以 $\theta$ 相之铝铜化合物析出于晶界上与铝基底内，使得后续在进行该铝-铜合金金属层的图案化蚀刻工艺时，成品率大幅度下降。

因此本发明针对上述问题提出一种降低铝铜合金偏析物析出的方法，来改善上述缺点。

### 发明内容

本发明的主要目的在于，提供一种降低铝铜合金偏析物析出的方法，其利用一额外的退火工艺来使析出于铝铜合金晶界的 $\theta$ 相铝铜合金能够获得足够扩散动能重新扩散进入芯片中，而降低对铝铜合金金属层进行导线图案化蚀刻时， $\theta$ 相铜所引起的工艺失效。

本发明的另一目的在于，提供一种降低铝铜合金偏析物析出的方法，其能够有效的提高使用铝铜合金导线的成品率，并进而降低工艺成本。

为达上述目的，本发明采用如下技术方案：

一种降低铝铜合金偏析物析出的方法，其中该铝铜合金金属层作为半导体组件的金属导线层，该方法将已沉积有铝铜化合物层的一晶片置入一通有氮气或氩气的工艺工具内进行一退火处理，以使偏析于晶界上的 $\theta$ 相铝铜化合物再次扩散进入铝基底内。

本发明利用退火处理使原偏析于铝铜合金晶界的 $\theta$ 相铝铜合金，以获得足够的扩散能量，而使铜离子重新扩散进入晶格基底内，进而大幅度的降低现有技术中因晶界上 $\theta$ 相铝铜合金所造成的成品率偏低的情况。

以下结合附图及实施例进一步说明本发明。

## 附图说明

图 1 系铝铜合金的相图。

图 2 至图 4 为本发明晶相结构示意图，用来说明实施本发明工艺步骤时晶相的结构改变。

标号说明

10 基底

12 铜原子

14  $\theta$  相铝铜合金

16 晶界

## 具体实施方式

一种降低 $\theta$ 相铝铜合金偏析物析出的方法，其利用一退火处理对作为导线的铝铜合金金属层进行再次热处理，而使因为温度降低至固溶温度以下而偏析于晶格位置的铝铜合金获得足够的热能进行再次扩散。

当以铝铜合金化合物金属层为导线时，其工艺步骤系利用化学汽相沉积（CVD）、物理气相沉积（PVD）或者改良式物理气相沉积法先沉积铝铜合金化合物金属层于一晶片上，此时晶片上可以是已经完成必要组件如栅极、隔离结构等的制作。然而，不管是利用化学气象沉积、物理气相沉积或者改良式物理气相沉积法，因为在 400℃ 以上的工艺步骤，会导致硅扩散进入铝，铝也会回填硅因扩散所遗留下来的空隙，因此工艺温度往往维持在 300℃ 下，但是这样的工艺温度将使沉积于晶片上的铝铜合金并无急速冷却至室温达到过饱和固溶，而是转而析出 $\theta$ 相的铝铜合金化合物于晶界上，请参阅图 1 所示，其为铝铜合金的相图，由相图可轻易的

发现到这样处理的温度，使得铜占 0.5~2%的铝-铜合金金属导线层由原本固溶的铝铜合金因降温工艺处理温度 300℃，超过于固线 (solvus line) 的铜含量，偏析于晶界或者基底内，并成长，如此将造成后续进行铝铜合金导线层图案化蚀刻时，因  $\theta$  相的铝铜合金化合物无法于一蚀刻剂移除，而产生成品率不佳的情况。

因此，本发明对以完成沉积铜铝合金金属层的晶片，置于炉管内，通入氮气或者氩气于 400℃温度环境下进行退火，其结晶结构的转变，请参阅图 2 至图 4。首先，铜铝合金金属层沉积后的铝铜合金晶相图如图 2 所示此时铜离子 12 固溶于铝基底 10 中，但因为接续工艺温度属于略低于 300℃的环境，因此  $\theta$  相的铝铜合金化合物 14 逐渐偏析于晶界 16 上，如图 3 所示，接续进行一退火 (annealing) 工艺，将晶片至入一单一晶片工艺工具 (例如炉管) 中，并通入氮气或者氩气于 400℃温度环境下进行退火，使偏析于晶界的  $\theta$  相铝铜合金 14，获得足够的动能扩散进入晶格基底 10 内，其  $\theta$  相的铝铜合金 14 将随着扩散进入晶格内的铜 12 原子数量增加，而逐渐缩小，形成如图 4 所示的晶相，随后在进行铝铜合金图案化工艺，此时因为  $\theta$  相的铝铜合金相已经相对降低，能够有效的避免因  $\theta$  相的铝铜合金相所造成的蚀刻工艺失效。

综上所述，本发明提供的降低铝铜合金偏析物析出的方法，利用退火处理使原偏析于铝铜合金晶界的  $\theta$  相铝铜合金，以获得足够的扩散能量，而使铜离子重新扩散进入晶格基底内，进而大幅度的降低现有技术中因晶界上  $\theta$  相铝铜合金所造成的成品率偏低的情况。

以上所述的仅为本发明一较佳实施例而已，并非用来限定本发明实施的范围，因此凡依照本发明申请专利范围所述的形状、构造、特征及精神所作的等同变化与修饰，均应涵盖在本发明的专利保护范围内。

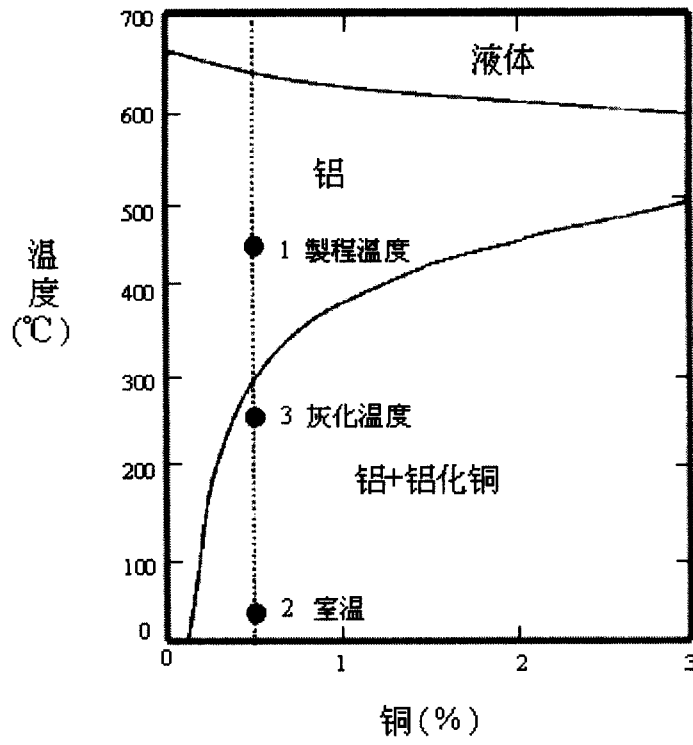


图 1

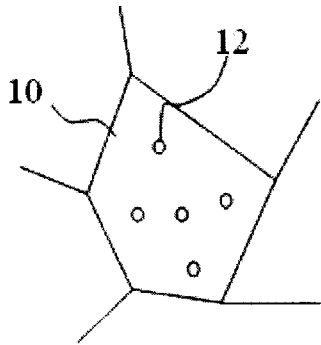


图 2

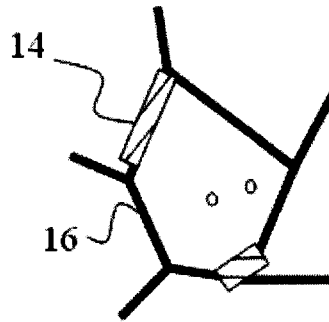


图 3

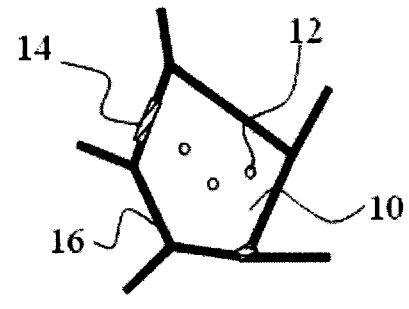


图 4