

半导体结构及其制备方法

相关申请的交叉引用

5 本公开要求于 2020 年 03 月 30 日提交的申请号为 202010236043.5、名称为“半导体结构及其制备方法”的中国专利申请的优先权，该中国专利申请的全部内容通过引用全部并入本文。

技术领域

本公开实施例涉及半导体技术领域，尤其涉及一种半导体结构及其制备方法。

10 背景技术

随着芯片集成度的提高，芯片的制作工艺变得越来越复杂。光刻工艺作为集成电路制作工艺中的关键技术，对层与层之间的对准要求也越来越高，但是随着工艺复杂性的增加以及光刻层数的增加，如何优化芯片的功能结构与标记结构成为亟待解决的问题。

15

发明内容

针对上述存在问题，本公开实施例提供一种半导体结构及其制备方法，以优化芯片的功能结构和标记结构。

第一方面，本公开实施例提供了一种半导体结构，包括：

20 位于衬底上的功能结构和第一标记结构，所述功能结构与所述第一标记结构的特征尺寸相同；

第一介质层，位于所述功能结构和所述第一标记结构处，且位于所述功能结构处的厚度与位于所述第一标记结构处的厚度不同。

第二方面，本公开实施例还提供了一种半导体结构的制备方法，包括：

25 提供衬底；

在所述衬底上形成功能结构和第一标记结构，所功能结构和所述第一标记结构的特征尺寸相同；

在所述功能结构处和所述第一标记结构处形成厚度不等的第一介质层。

30 本公开实施例提供一种半导体结构及其制备方法，通过将第一标记结构处的第一介质层的厚度设置为不同于位于衬底的功能结构处的第一介质层的厚度，以在采用该

第一标记结构作为半导体结构的制作工艺的标记时，使得该第一标记结构具有较高的成像对比度，从而能够提高光刻的准确度；同时提高产品良率和生产效率。

附图说明

- 5 图 1 是本公开实施例提供的一种半导体结构的结构示意图；
 图 2 是本公开实施例提供的又一种半导体结构的结构示意图；
 图 3 是本公开实施例提供的又一种半导体结构的结构示意图；
 图 4 是本公开实施例提供的又一种半导体结构的结构示意图；
 图 5 是本公开实施例提供的又一种半导体结构的结构示意图；
10 图 6 是本公开实施例提供的又一种半导体结构的结构示意图；
 图 7 是本公开实施例提供的一种半导体结构的制备方法的流程图；
 图 8 是本公开实施例提供的又一种半导体结构的制备方法的流程图；
 图 9 是本公开实施例提供的又一种半导体结构的制备方法的流程图。

15 具体实施方式

下面结合附图和实施例对本公开作进一步的详细说明。可以理解的是，此处所描述的具体实施例仅仅用于解释本公开，而非对本公开的限定。另外还需要说明的是，为了便于描述，附图中仅示出了与本公开相关的部分而非全部结构。

- 本公开实施例提供一种半导体结构，图 1 是本公开实施例提供的一种半导体结构的结构示意图。如图 1 所示，半导体结构 100 包括：位于衬底 10 上的功能结构 11 和第一标记结构 121，且功能结构 11 和第一标记结构 121 的特征尺寸相同；第一介质层 20 位于功能结构 11 和第一标记结构 121 处，且位于功能结构 11 处的第一介质层 20 的厚度与位于第一标记结构 121 处的第一介质层 20 的厚度不同。

- 衬底 10 可以为硅衬底，氮化镓衬底，碳化硅衬底或 SOI 衬底等半导体衬底。衬底 10 上的功能结构 11 和第一标记结构 121 可采用刻蚀或光刻的方式形成，且所形成的功能结构 11 和第一标记结构 121 的特征尺寸相同，该特征尺寸例如可以为最小尺寸和/或最小间距。其中，功能结构能够形成相应的器件，而第一标记结构则作为半导体结构的制作过程中应用到的标记，如光刻机曝光时的对准标记或套刻量测标记等，当然，不限于光刻工艺使用到的标记。

- 30 示例性的，如图 1 所示，采用光刻和刻蚀工艺刻蚀衬底 10 形成功能结构 11 和第

一标记结构 121, 在其他示例中, 也可以在衬底 10 上形成介质层, 刻蚀该介质层形成所述功能结构和所述第一标记结构, 或刻蚀所述衬底和所述介质层形成所述功能结构和所述第一标记结构。功能结构 11 和第一标记结构 121 可以包括呈锯齿状的多个凹槽 (101 和 102), 具体的, 所述凹槽的尺寸均相同和/或所述相邻凹槽之间的间距也均相同。当功能结构 11 的特征尺寸为相邻的两个凹槽 101 之间的间距 L1, 第一标记结构 121 的特征尺寸为相邻的两个凹槽 102 之间的间距 L2, 则 L1 与 L2 相等, 即第一标记结构 121 可与功能结构 11 具有相同的图形形状。

功能结构 11 和第一标记结构 121 可采用自对准双重成像技术(Self-aligned Double Patterning, SADP)或反向自对准双重成像技术(Reverse Self-aligned Double Patterning, R-SADP)制备。在采用 SADP/R-SADP 工艺时, 可以形成尺寸非常小的图形结构, 例如凹槽 101 和凹槽 102 的尺寸范围可以达到 1nm~30nm, 如 10nm, 15nm, 20nm 等; 凹槽 101 之间的间距 L1 和凹槽 102 之间的间距 L2 的尺寸范围可以达到 1nm~30nm, 如 10nm, 15nm, 20nm 等。采用相同工艺制作特征尺寸相同的功能结构和第一标记结构, 可以使得第一标记结构的检测或量测结果更能反映功能结构的真实状况, 进而提高工艺质量。

第一介质层 20 位于所述功能结构 11 和所述第一标记结构 121 处, 且位于所述功能结构 11 处的厚度与位于所述第一标记结构 121 处的厚度不同, 即第一标记结构 121 处的第一介质层 20 的厚度 T2 可以大于功能结构 11 处的第一介质层 20 的厚度 T1(如图 1 所示); 或者, 第一标记结构 121 处的第一介质层 20 的厚度 T2 可以小于功能结构 11 处的第一介质层 20 的厚度 T1(如图 2 所示)。具体的, 第一介质层可采用气相沉积法 (Chemical Vapor Deposition, CVD) 或原子层沉积法(atomic layer deposition, ALD)等方式形成, 第一介质层可以为单层结构, 如氮化硅或氧化硅等, 第一介质层也可以为复合层结构, 如氧化硅和氮化硅的复合层等。当所述第一介质层起隔离作用时, 所述复合层结构可以起到更好的隔离效果。作为示例, 功能结构 11 和第一标记结构 121 为包括如图 1 所示的呈锯齿状的多个凹槽 (101 和 102) 时, 第一介质层 20 在第一标记结构 121 处的第一介质层 20 的厚度 T2 大于功能结构 11 处的第一介质层 20 的厚度 T1。优选的, 第一标记结构 121 处的第一介质层 20 的厚度 T2 的范围例如可以为 250nm~350nm。功能结构 11 处的第一介质层 20 的厚度 T1 比所述第一标记结构 121 处的第一介质层 20 的厚度 T2 小 50nm~100nm, 具体的, 所述功能结构 11 处的第一介质层 20 的厚度 T1 为 150nm, 200nm, 250nm 或 300nm 等, 使得在保证功能结构正

常功能的前提下可以增大第一标记结构 121 的成像对比度。示例性的，该第一标记结构 121 可作为第一光刻层对所述衬底的套刻量测标记或光刻机曝光时的对准标记。

本公开实施例通过在位于衬底 10 上的功能结构 11 和第一标记结构 121 处分别形成厚度不同的第一介质层 20，使得位于第一标记结构 121 处的第一介质层 20 的厚度
5 能够满足对准或测量过程中第一标记结构的成像需求，以在半导体结构 100 采用第一标记结构 121 作为制作工艺的对准或测量标记时，能够获得具有较高对比度的第一标记结构的图像，从而能够采用该具有较高成像对比度的第一标记结构 121 执行制作工艺的对准或测量，即能够提高对准或测量的准确度；同时提高产品良率和生产效率。

在一个实施例中，图 3 是本公开实施例提供的又一种半导体结构的结构示意图。
10 如图 3 所示，衬底 10 的功能结构 11 和第一标记结构 121 均包括呈锯齿状的多个凹槽（101 和 102），且功能结构 11 的凹槽 101 和第一标记结构 121 中均填充有第一介质层 20，且位于功能结构 11 的凹槽 101 中的第一介质层 20 与位于第一标记结构 121 的凹槽 102 中的第一介质层 20 的填充高度不同。

示例性的，第一介质层 20 在功能结构 11 的凹槽 101 中的填充高度 T1 小于第一
15 介质层 20 在第一标记结构 121 的凹槽 102 中的填充高度 T2。此时，可在衬底的功能结构 11 处和第一标记结构 121 处均形成第一介质层，然后在该第一介质层上形成光刻胶层，并利用光刻工艺去除功能结构 11 处的光刻胶层，再采用刻蚀工艺去除功能结构 11 处的部分第一介质层，以在功能结构 11 处和第一标记结构 121 处形成厚度不同的第一介质层 20。如此，在半导体结构 100 的制程中，对衬底 10 的功能结构 11 处
20 的第一介质层 20 进行回刻，而对衬底 10 的第一标记结构 121 处的第一介质层不回刻，使得功能结构 11 处的第一介质层 20 的厚度 T1 小于第一标记结构 121 处的第一介质层 20 的厚度 T2。

在一个实施例中，继续参考图 3，当功能结构 11 和第一标记结构 121 包括呈锯齿状的多个凹槽时，第一介质层 20 在第一标记结构 11 的凹槽 102 中的填充高度 T2 与
25 第一标记结构 121 的凹槽 102 的深度相同。

具体的，在凹槽 102 中填充第一介质层 20 的第一介质材料，使所填充的第一介质材料的厚度等于凹槽 102 的深度，即在第一标记结构 121 处形成第一介质层 20 的厚度等于第一标记结构 121 的凹槽的深度，从而无需光刻和刻蚀等回刻步骤，能够减少第一标记结构 121 处的工艺制程，以防回刻过轻或过度，影响第一标记结构 121 处
30 的第一介质层 20 的厚度，从而影响第一标记结构 121 的成像对比度。如此，当第一

介质层 20 在第一标记结构 11 的凹槽 102 中的填充高度 T2 与第一标记结构 121 的凹槽 102 的深度相同时，有利于降低工艺难度，提高产品良率。

为便于描述，本公开实施例均以第一标记结构 121 处的第一介质层 20 的厚度和第一标记结构 121 的凹槽 102 的深度相同为例，对本公开实施例的技术方案进行示例性的说明。

图 4 是本公开实施例提供的又一种半导体结构的结构示意图。如图 4 所示，在第一介质层 20 上还覆盖有第二介质层 30，该第二介质层 30 的材料例如可以为氮化硅，氧化硅，氮氧化硅或碳氮化硅等。

具体的，在功能结构 11 处的第一介质层 20 上和第一标记结构 121 处的第一介质层 20 上均覆盖有第二介质层 30。该第二介质层 30 可用于平坦化功能结构 11 和第一标记结构 121。此时，位于功能结构 11 处的第一介质层 20 和第二介质层 30 的总厚度 T3 可与位于第一标记结构 121 处的第一介质层 20 和第二介质层 30 的总厚度 T3' 相同。即当位于功能结构 11 处的第一介质层 20 的厚度 T1 小于位于第一标记结构 121 处的第一介质层 20 的厚度 T2 时，位于功能结构 11 处的第二介质层 30 的厚度 T4 大于位于第一标记结构 121 处的第二介质层 30 的厚度 T5，以使位于功能结构 11 处的第一介质层 20 和第二介质层 30 的总厚度 T3 与位于第一标记结构 121 处的第一介质层 20 和第二介质层 30 的总厚度 T3' 相同。

图 5 是本公开实施例提供的又一种半导体结构的结构示意图。如图 5 所示，半导体结构 100 还包括：位于衬底 10 上的第二标记结构 122，且该第二标记结构 122 的特征尺寸可与功能结构 11 的特征尺寸相同，即第二标记结构 122 的最小间距和/或最小尺寸与功能结构 11 的最小间距和/或最小尺寸相同。

示例性的，如图 5 所示，第二标记结构 122 可以包括多个凹槽 103，功能结构 11 同样可以包括多个凹槽 101，此时相邻的两个凹槽 101 之间的间距 L1 可以等于相邻的两个凹槽 103 之间的最小间距 L3。其中，第二标记结构 122 整体的图形形状可与功能结构 11 整体的图形形状不同。示例性的，该第二标记结构 122 可作为第二光刻层对所述衬底的套刻量测标记或光刻机曝光时的对准标记。

在一个实施例中，继续参考图 5，该半导体结构 100 还可以包括第三介质层 40。该第三介质层 40 仅覆盖功能结构 11 处的第二介质层 30，而未覆盖第二标记结构 122 处的第二介质层 30。

具体的，第三介质层 40 可以为半导体结构 100 中的金属互连层，实现该半导体

结构 100 中各器件之间的信号传输。此时，第三介质层 40 例如可以为金属层，该金属层的材料例如可以为钨，钴或铝等。第三介质层 40 也可以为复合导电层，例如为氮化钛和钨的组合层等。第三介质层 40 会覆盖功能结构处的第二介质层 30 而不会覆盖第二标记结构 122 处的第二介质层 30，以防采用第二标记结构 122 执行制作工艺时，
5 该第二标记结构 122 被第三介质层 40 遮挡，而影响成像对比度。如此，通过在功能结构 11 处形成第三介质层 40，而不在第二标记结构 122 处形成第三介质层 40，以使第二标记结构 122 在半导体结构 100 的制作工艺中满足成像要求，从而能够使第二标记结构 122 能够具有较高的成像对比度。

图 6 是本公开实施例提供的又一种半导体结构的结构示意图。如图 6 所示，衬底
10 10 上还设置有第三标记结构 123，该第三标记结构 123 的特征尺寸与功能结构 11 的特征尺寸不同。

示例性的，如图 6 所示，第三标记结构 123 可以为包括凹槽结构，而功能结构 11 可以包括成锯齿状的多个凹槽 101，且相邻的两个凹槽 101 之间的间距 L1 与相邻的两个凹槽 104 之间的最小间距 L4 不同，即第三标记结构 123 的特征尺寸可以大于功能
15 结构 11 的特征尺寸。此时，第三标记结构 123 的图形形状与功能结构 11 的图形形状不同。示例性的，该第三标记结构 123 可作为第二光刻层对第一光刻层的套刻量测标记或光刻机曝光时的对准标记。

参考图 6，位于第三标记结构 123 的凹槽 104 处的第一介质层 20 的厚度 T1'与位于功能结构 11 处的第一介质层 20 的厚度 T1 相同。即在对功能结构 11 处的第一介质
20 层 20 进行回刻时，可同时回刻第三标记结构 123 处的第一介质层 20，使得第三标记结构 123 处的第一介质层 20 与功能结构 11 处的第一介质层 20 具有相同的厚度。

在一个实施例中，继续参考图 6，位于第三标记结构 123 的凹槽 104 处的第一介质层 20 和第二介质层 30 的总厚度 T3'与位于功能结构 11 处的第一介质层 20 和第二
25 介质层 30 的总厚度 T3 相同。此时，当位于第三标记结构 123 的凹槽 104 处的第一介质层 20 的厚度 T1'与位于功能结构 11 处的第一介质层 20 的厚度 T1 相同时，位于第三标记结构 123 处的第二介质层 30 的厚度 T4'与位于功能结构 11 处的第二介质层 30 的厚度 T4 相同。

同时，位于第三标记结构 123 处的第三介质层 40 也可以覆盖该第三标记结构 123 处的第二介质层，使得第三标记结构 123 的凹槽 104 处的膜层厚度与功能结构 11 处
30 的膜层厚度相同，并且在第三标记结构 123 除凹槽 104 之外的区域上的第三介质层 40

与在第三标记结构 123 的凹槽 104 处的第三介质层的高度不同，如此设置，可以增强第三标记结构 123 的成像对比度，同时有利于兼容第一标记结构、第二标记结构、第三标记结构和功能结构的制作工艺，降低工艺成本。

5 如此，当本公开实施例提供的半导体结构包括：位于衬底上的第一标记结构、第二标记结构、第三标记结构和功能结构，且第一标记结构、第二标记结构、第三标记结构的作用不同时，对第一标记结构、第二标记结构和第三标记结构的结构设计要求不同。如此，可以增强第一标记结构、第二标记结构和第三标记结构在不同光刻层的成像对比度，同时有利于兼容第一标记结构、第二标记结构、第三标记结构和功能结构的制作工艺，降低工艺成本。

10 本公开实施例还提供一种半导体结构的制备方法，该制备方法可用于制备本公开实施例提供的半导体结构，因此该制备方法也具有本公开实施例提供的半导体结构的有益效果，相同之处可参照上述对半导体结构的描述。

图 7 是本公开实施例提供的一种半导体结构的制备方法的流程图。如图 7 所示，该制备方法包括：

15 S710、提供衬底；

S720、在衬底上形成功能结构和第一标记结构，功能结构和第一标记结构的特征尺寸相同；

S730、在功能结构处和第一标记结构处形成厚度不等的第一介质层。

20 示例性的，衬底可以为硅衬底，氮化镓衬底，碳化硅衬底或 SOI 衬底等半导体衬底。此时可采用刻蚀的方式在衬底上分别形成功能结构和第一标记结构的图案。在其他示例中，也可以在衬底上形成介质层，刻蚀所述介质层形成所述功能结构和所述第一标记结构，或刻蚀所述衬底和所述介质层形成所述功能结构和所述第一标记结构。所形成的第一标记结构和功能结构例如可以为呈锯齿状的多个凹槽。其中，功能结构处的第一介质层的厚度与第一标记结构处的第一介质层的厚度不等，即可以为功能结构处的第一介质层的厚度小于第一标记结构处的第一介质层的厚度，或功能结构处的第一介质层的厚度大于第一标记结构处的第一介质层的厚度。

25 在一个实施例中，以功能结构处的第一介质层的厚度小于第一标记结构处的第一介质层的厚度为例，在功能结构处和第一标记结构处形成厚度不等的第一介质层的方法例如可以为：在衬底上形成第一介质层；在第一介质层上形成光刻胶层，利用制作工艺去除功能结构处的光刻胶层，利用刻蚀工艺去除功能结构处的部分第一介质层，

以形成功能结构处厚度小于第一标记结构处厚度的第一介质层。示例性的，在所述第一介质层和所述光刻胶层之间还形成有掩膜层。

其中，可通过气相沉积或原子层沉积等方式在整个衬底上沉积第一介质材料形成第一介质层；在第一介质层上旋涂光刻胶，以形成光刻胶层，并对光刻胶层进行曝光、
5 显影后去除功能结构处的光刻胶层，保留第一标记结构处的光刻胶层；此时，可通过相应的刻蚀液刻蚀功能结构处的第一介质层，而由于第一标记结构处的光刻胶层没有被去除，因此第一标记结构处光刻胶层能够保护第一标记结构处的第一介质层不被刻蚀，如此功能结构处的部分第一介质层被刻蚀，而第一标记结构处的第一介质层没有被刻蚀，从而在功能结构处与第一标记结构处形成厚度不相同的第一介质层。

10 在一个实施例中，在衬底上形成功能结构和第一标记结构的同时，还可以在衬底上形成第二标记结构以及第三标记结构，且该第二标记结构与功能结构的特征尺寸相同，第三标记结构与功能结构的特征尺寸不同。

如此，可通过一次刻蚀同时形成第一标记结构、第二标记结构、第三标记结构和功能结构，且所形成的第一标记结构、第二标记结构、第三标记结构和功能结构在半导体结构中所起的作用不同。示例性的，功能结构能够形成相应的器件；第一标记结构可作为第一光刻层对所述衬底的套刻量测标记或光刻机曝光时的对准标记；第二标记结构可作为第二光刻层对所述衬底的套刻量测标记或光刻机曝光时的对准标记；该
15 第三标记结构可作为第二光刻层对第一光刻层的套刻量测标记或光刻机曝光时的对准标记。

20 在一个实施例中，第一介质层还形成于第二标记结构和第三标记结构处，且形成于第二标记结构处的第一介质层的厚度与形成于第一标记结构处的第一介质层的厚度相等，形成于第三标记结构处的第一介质层的厚度与形成于第二标记结构处的第一介质层的厚度不同。

示例性的，该第一介质层在各标记结构以及功能结构上形成的过程可以为：在衬底上沉积第一介质材料，形成整层的第一介质层；在该第一介质层上旋涂光刻胶层，
25 对该光刻胶层进行曝光、显影等步骤去除功能结构处和第三标记结构处的光刻胶层；对功能结构处和第三标记结构处的第一介质层进行刻蚀，以去除功能结构处和第三标记结构处的部分第一介质层，从而在第三标记结构处形成的第一介质层的厚度与第一标记结构处和第二标记结构处形成的第一介质层的厚度不同。

30 在一个实施例中，图 8 是本公开实施例提供的又一种半导体结构的制备方法的流

程图。如图 8 所示，该半导体结构的制备方法包括：

S810、提供衬底。

5 S820、在衬底上形成功能结构、第一标记结构、第二标记结构以及第三标记结构，且第一标记结构、第二标记结构以及功能结构的特征尺寸相同，第三标记结构与功能结构的特征尺寸不同。

S830、在第一标记结构和第二标记结构处形成厚度相同的第一介质层，以及在功能结构和第三标记结构处形成与第一标记结构处的第一介质层厚度不等的第一介质层。

10 S840、在第一介质层上形成第二介质层，且形成于功能结构处、第一标记结构处、第二标记结构处以及第三标记结构处的第一介质层和第二介质层的厚度之和相同。

其中，可通过气相沉积或原子层沉积等方法在第一介质层上沉积第二介质层，形成整层的第二介质层，以使形成于功能结构处、第一标记结构处、第二标记结构处以及第三标记结构处的第二介质层和第一介质层的厚度之和相同。

15 在一个实施例中，图 9 是本公开实施例提供的又一种半导体结构的制备方法的流程图。如图 9 所示，该半导体结构的制备方法包括：

S910、提供衬底。

S920、在衬底上形成功能结构、第一标记结构、第二标记结构以及第三标记结构。

20 S930、在第一标记结构和第二标记结构处形成厚度相同的第一介质层，以及在功能结构和第三标记结构处形成与第一标记结构处的第一介质层厚度不等的第一介质层。

S940、在第一介质层上形成第二介质层，且形成于功能结构处、第一标记结构处、第二标记结构处以及第三标记结构处的第一介质层和第二介质层的厚度之和相同。

S950、在功能结构处和第三标记结构处形成覆盖第二介质层的第三介质层，在第二标记结构处未形成覆盖第二介质层的第三介质层。

25 示例性的，在功能结构处和第三标记结构处形成覆盖第二介质层的第三介质层，在第二标记结构处未形成覆盖所述第二介质层的第三介质层具体为：在功能结构处、第三标记结构处和第二标记结构处的第二介质层上形成第三介质层；在第三介质层上依次形成掩膜层和光刻胶层，利用制作工艺去除第二标记结构处的光刻胶层，以及利用刻蚀工艺去除第二标记结构处的掩膜层和第三介质层，形成覆盖功能结构处和第三
30 标记结构处的第二介质层的第三介质层，且该第二标记结构处的第三介质层被去除，

即第三介质层未覆盖第二标记结构处的第二介质层。其中，第三介质层可通过气相沉积或原子层沉积等方法形成于第二介质层上。

- 注意，上述仅为本公开的较佳实施例及所运用技术原理。本领域技术人员会理解，
- 5 本公开不限于这里所述的特定实施例，对本领域技术人员来说能够进行各种明显的变化、重新调整、相互结合和替代而不会脱离本公开的保护范围。因此，虽然通过以上实施例对本公开进行了较为详细的说明，但是本公开不仅仅限于以上实施例，在不脱离本公开构思的情况下，还可以包括更多其他等效实施例，而本公开的范围由所附的权利要求范围决定。