

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H01L 21/02

H01L 21/288



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02816057.6

[43] 公开日 2004年11月3日

[11] 公开号 CN 1543665A

[22] 申请日 2002.8.15 [21] 申请号 02816057.6

[30] 优先权

[32] 2001.8.16 [33] US [31] 09/932,236

[86] 国际申请 PCT/US2002/026191 2002.8.15

[87] 国际公布 WO2003/017341 英 2003.2.27

[85] 进入国家阶段日期 2004.2.16

[71] 申请人 微米技术有限公司

地址 美国爱达荷州

[72] 发明人 H·杨

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

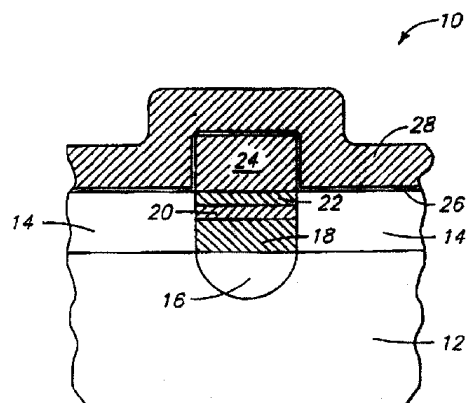
代理人 肖春京

权利要求书4页 说明书5页 附图1页

[54] 发明名称 形成含有金属的材料和电容器电极的方法以及电容器结构

[57] 摘要

本发明包括一种用来形成一种用于半导体结构的含有金属的物质的方法。提供一半导体基底，并靠近基底提供金属有机母体。该母体被暴露在还原气体中，使金属从母体中释放出来，之后被释放出来的金属沉积在半导体基底上。本发明还包括电容器结构以及用于形成电容器结构的方法。



ISSN 1008-4274

1、 一种用来形成用于半导体结构的含有金属的物质的方法，包括：

提供一半导体基底；

5 靠近基底提供一个或者更多个金属有机母体，上述一个或者更多个母体中至少有一个不含铂；

将一个或者更多的母体暴露在还原气体中使金属从一个或者更多的母体中释放出来；和

10 将被释放出来的金属沉积在半导体基底上，从而在半导体基底上形成含有金属的物质。

2、如权利要求1所述的方法，其中基底包括由氮化钛（TiN）、元素钛、氮化钨（WN）、元素钨、氮化钽和元素钽中一种或者更多组成的上表面；其中，在形成含有金属的物质时上表面被暴露在还原气体中。

15 3、如权利要求1所述的方法，其中基底包括一个可氧化的上表面；其中，形成的含有金属的物质与上表面物理上靠接；在释放至少某些金属时，可氧化的上表面被暴露在还原气体中。

4、如权利要求1所述的方法，其中基底包括由氮化钛（TiN）、元素钛、氮化钨（WN）、元素钨、氮化钽和元素钽中一种或者更多组成的上表面；其中，形成的含有金属的物质与上表面物理上靠接。

20 5、如权利要求1所述的方法，其中一个或者更多的母体含有钨，并且释放出来的金属基本由钨组成。

6、如权利要求1所述的方法，其中一个或者更多的母体含有铈，并且释放出来的金属基本由铈组成。

25 7、如权利要求1所述的方法，其中一个或者更多的母体含有铈，并且释放出来的金属基本由铈组成。

8、如权利要求1所述的方法，其中一个或者更多的母体含有钴，并且释放出来的金属基本由钴组成。

30 9、如权利要求1所述的方法，其中一个或者更多的母体含有钨，并且释放出来的金属基本由钨组成。

10、如权利要求1所述的方法，其中一个或者更多的母体含有镍，并且释放出来的金属基本由镍组成。

- 11、如权利要求 1 所述的方法，其中一个或者更多的母体含有三碳酰基环己二烯钉。
- 12、如权利要求 1 所述的方法，其中还原气体包括 NH_3 。
- 13、如权利要求 1 所述的方法，其中还原气体包括活性氢。
- 5 14、如权利要求 1 所述的方法，其中还原气体由 H_2 组成。
- 15、一种用来形成用于半导体结构的含有金属的物质的方法，包括：
- 提供一半导体基底；
- 靠近基底提供含有金属的母体；
- 10 将含有金属的母体暴露在 NH_3 中，以将金属从母体中释放出来；
- 和
- 将释放出来的金属沉积在半导体基底上，以形成含有金属的物质。
- 16、如权利要求 15 所述的方法，其中母体所暴露的气体由 NH_3 组成，用来将金属从母体中释放出来。
- 15 17、如权利要求 15 所述的方法，其中母体含有钉，并且释放出来的金属基本由钉组成。
- 18、如权利要求 15 所述的方法，其中母体含有铈，并且释放出来的金属基本由铈组成。
- 19、如权利要求 15 所述的方法，其中母体含有铀，并且释放出来的金属基本由铀组成。
- 20 20、如权利要求 15 所述的方法，其中母体含有钴，并且释放出来的金属基本由钴组成。
- 21、如权利要求 15 所述的方法，其中母体含有钇，并且释放出来的金属基本由钇组成。
- 25 22、如权利要求 15 所述的方法，其中母体含有铂，并且释放出来的金属基本由铂组成。
- 23、如权利要求 15 所述的方法，其中母体含有镍，并且释放出来的金属基本由镍组成。
- 24、一种形成电容器的方法，包括：
- 30 提供一半导体基底，该基底包括由它支撑的电节点；
- 形成与节点电接触的电互连，电互连相互电连接包括导电掺杂的硅；

在电互连上形成一层导电材料，该导电材料包括氮化钛（TiN）、氮化钨（WN）、氮化钽、元素钽、元素钛和元素钨中一种或者更多；
提供一与导电材料靠近的金属有机母体；
将母体暴露在还原气体中，以将金属从母体中释放出来；
5 将释放出来的金属沉积在导电材料上以形成第一电容器电极；
在第一电容器电极上形成一介电材料；和
在介电材料上形成一第二电容器电极。

25、如权利要求 24 所述的方法，其中母体含有钨，并且释放出来的金属基本由钨组成。

10 26、如权利要求 24 所述的方法，其中母体含有铈，并且释放出来的金属基本由铈组成。

27、如权利要求 24 所述的方法，其中母体含有铀，并且释放出来的金属基本由铀组成。

15 28、如权利要求 24 所述的方法，其中母体含有钴，并且释放出来的金属基本由钴组成。

29、如权利要求 24 所述的方法，其中母体含有钨，并且释放出来的金属基本由钨组成。

30、如权利要求 24 所述的方法，其中母体含有铂，并且释放出来的金属基本由铂组成。

20 31、如权利要求 24 所述的方法，其中母体含有镍，并且释放出来的金属基本由镍组成。

32、如权利要求 24 所述的方法，其中母体含有三碳酰基环己二烯钨。

33、如权利要求 24 所述的方法，其中还原气体包括 NH_3 。

25 34、如权利要求 24 所述的方法，其中还原气体包括活性氢。

35、如权利要求 24 所述的方法，其中还原气体由 H_2 组成。

36、如权利要求 24 所述的方法，其中导电材料由氮化钛（TiN）、元素钛、氮化钨（WN）、元素钨、氮化钽和元素钽中的一种或者更多组成

30 37、如权利要求 24 所述的方法，其中第二电容器电极包括导电扩散的硅。

38、如权利要求 24 所述的方法，其中第二电容器电极包括金属；

并且在形成第二电容器电极包括将含有金属的母体暴露于还原气体。

39、如权利要求 24 所述的方法，其中第二电容器电极包括金属；并且在形成第二电容器电极包括将含有金属的母体暴露于氧化气体。

40、如权利要求 24 所述的方法，其中第二电容器电极包括金属；
5 其中介电材料包括一种氧化物；并且形成第二电容器电极包括将含有金属的母体暴露于氧化气体。

41、如权利要求 24 所述的方法，其中第二电容器电极包括金属；其中介电材料包括 Ta_2O_5 ；并且形成第二电容器电极包括将含有金属的母体暴露于一种包括 N_2O 、 O_2 、和 O_3 其中一种或更多的氧化气体。

形成含有金属的材料 和电容器电极的方法以及电容器结构

5 技术领域

本发明涉及形成含有金属的材料的方法，如电容器电极。本发明还涉及电容器结构。

背景技术

电容器结构被用在众多的半导体结构中，例如存储器阵列。一个典型的存储器阵列是动态随机存取存储器（DRAM）阵列，阵列的单独 DRAM 单元包括一个电容器和一个晶体管。

电容器结构包括一个第一导电电容器电极和一个第二导电电容器电极，二者之间用介电材料隔开。在所有成分中适于用作电容器电极的是金属，如铂、铑、铱、钌等。通过将金属有机母体材料暴露在一个氧化的气体中（例如 O_2 、 O_3 和/或 N_2O ）将母体分解并释放出金属而使得金属沉积。释放出来的金属沉积在基底上形成一层金属薄膜，该金属薄膜最后结合到电容器器件上作为电容器电极。

在氧化金属有机母体过程中有一个难题，结合在半导体基底上的材料被暴露在氧化气体中，它们自身在金属有机母体的降解过程中也会被氧化或者以其它方式被降解。因此，希望能有另外一种不同于氧化金属有机母体的在半导体基底上形成金属材料的方法，

发明内容

一方面，本发明包括一种用来形成一种用于半导体结构的含有金属的物质的方法。提供一半导体基底，并靠近基底提供金属有机母体。该母体被暴露在还原气体中使金属从母体中释放出来，之后被释放出来的金属沉积在半导体基底上。

另一方面，本发明包括一个形成用于半导体结构的含有金属的物质的实施例，其中含有金属的母体被暴露在氨气中将金属从母体中释放出来，随后释放出的金属被沉积在半导体基底上。

另一方面，本发明包括一种用于形成电容器电极的方法，其中含有金属的母体被暴露在还原气体中将含有金属的物质沉积出来，最后将其与电容器结构结合，作为电容器电极。

本发明还包括电容器结构。

附图说明

下面将结合附图描述本发明的优选实施例。

附图是一个半导体晶片片段的示意性横截面视图，用以举例说明
5 本发明的一个实施例。

具体实施方式

本发明的一个实施例用图中的半导体晶片片段 10 来描述。片段 10
包括一个基底 12，基底可包括例如单晶硅。为了阐明下文的权利要求，
术语“导电的基底”和“半导体基底”其含义是指包括导电的材
10 料的任何结构，包括但不限于块状导电的材料，例如导电晶片（包
括单独的和与其他材料组合构成的），和导电的材料层（单独的和
与在包括其他材料的组件中）。名词“基底”是指任何支撑结构，包
括但不限于如上所述的半导体基底。

一种介电材料 14 形成在基底 12 上，介电材料由例如硼磷硅盐玻
15 璃（BPSG）和/或二氧化硅组成。一个开孔穿过介电材料 14 延伸到基
底 12，在基底 12 内形成一个扩散区 16，位于所述开孔的底部。扩散
区 16 既可以作为 n 型导电掺杂也可作为 p 型导电掺杂。扩散区 16 可
以被视为是典型的由基底 12 支持的电节点的实施例。

一系列导电的材料成形于材料 14 的开孔中，并在扩散区上方延
20 伸。所述导电材料包括材料 18，为导电掺杂的硅，例如 n 型或者 p 型
掺杂的多晶硅。所述导电材料还可以包括一个金属硅化物层 20 和一
个包括金属或者金属氮化物的层 22。显然，除如附图标记 18、20 和
22 所示之外，其他导电性的材料也可以作为选择之一。例如材料 18
可以被导电性的金属插入物所代替，例如钛插入物或者钨插入物。在
25 另外的实施例中，金属硅化物层被设置在扩散区 16 和含硅层 18 之间，
典型的金属硅化物包括硅化钛或者硅化钨。层 18、20 和 22 可以用常
规的方法形成。

在特殊的实施例中，层 22 可以包含以下成分：氮化钛、氮化钨、
氮化钽、钛元素、钽元素、钨元素，或者由它们组成或者基本由它们
30 中的一种或者更多组成；层 20 可以包含硅化钛或者硅化钨，或者由
它们组成或者基本由它们组成。薄膜 20 和 22 的功能是作为扩散和/
或氧化阻挡层。

一种含有金属的物质 24 形成于导电层 22 上，在所示的实施例中其与层 22 物理接触。根据本发明所述方法，通过将金属有机母体暴露在还原气体中将金属从母体中释放出来，随后释放出来的金属被沉积，从而形成物质 24。在所示的实施例中，物质 24 被图形化成矩形块。上述结果可以这样得到，例如，通过光刻处理和当释放出的金属沉积后的一个适当的蚀刻。适当的光刻处理和蚀刻条件对于本领域普通技术人员来说是公知的。

物质 24 可以包含钌、铑、铱、钴、钨、镍或者铂，基本由它们组成或者由它们中的一种或者多种组成。在特殊的实施例中，物质 24 含有或者基本由钌组成，通过将三碳酰基环己二烯钌母体暴露在由氨 (NH_3)、二原子氢 (H_2)、或者等离子体激活氢粒子中的一种或多种组成的还原气体中形成物质 24。在某些实施例中还原气体由或者基本由氨 (NH_3)、二原子氢 (H_2)、或者等离子体激活氢粒子中的一种或多种组成。在一个典型的实施例中，三碳酰基环己二烯钌母体被暴露在温度为 210°C 的氨气中，压力为 4 托，持续 120 秒，沉积物质 24 的厚度大约为 450\AA 。

在现有的方法中，含有金属的物质形成于一层上的方法同前面谈到的形成薄膜 22 的方法一样，都是将金属有机材料暴露在氧化气体中。然而，在现有技术的过程中存在这样一个问题，氧化气体能氧化层 22 中的多种成分，从而降低了其传导率。例如，如果层 22 中含有钛、钽或者钨，将该层暴露在氧化气体中能形成钛、钽或者钨的氧化物。这样的氧化物却是电绝缘的，因此，期望得到的层 22 的导电特性受到了损害，在某些例子中甚至完全丧失，这使得随后由层 22 形成元件变得不可能了。相反，在本发明的实施例中利用还原气体就能避免薄膜 22 中的材料被氧化，因此能够在形成物质 24 的过程中保持期望的导电特性。利用本发明所述方法中的还原气体还有另外一个好处，就是许多金属有机母体材料含有氧，在化学降解母体材料的过程中能被释放出来。被释放出来的氧能氧化基底材料。但是，利用还原气体能在其与基底材料发生有害反应之前将氧基本清除。例如，在本发明的一个实施例中， NH_3 能被用来将氧基本清除。

在此之前还原气体没有被应用在半导体结构中形成导电物质的原因是，除非母体被暴露在氧化气体中，否则来自金属有机母体的碳将

沉积到由母体形成的导电金属物质上。在本发明的一个方面上，认识到，在特殊的半导体构成应用中相对于与半导体元件有关的材料的氧化而言，碳结合问题并非重要。例如，在如附图所示的实施例中，人们更关心的是保持薄膜 22 的导电特性，对从物质 24 上消除碳并不是很关心。因此利用还原气体来形成物质 24 相对于用氧化气体来说是更好的选择，甚至这样会使得碳在物质 24 中的结合相对于利用氧化气体时会增加增加。然而，一项对将三碳酰基环己二烯钉母体暴露在氯中形成的物质 24 的分析表明，非常少的碳结合于其上。因此，在本发明的一个特殊的实施例中，层 22 的氧化可以被避免，碳结合在物质 24 上也可以避免。这是本发明的一个优选实施例，但可以理解的是本法明还包括在物质 24 上出现碳结合情况的实施例。

在特殊的实施例中，物质 24 包括由一个或者更多母体形成的多种金属组成。多种金属包括以下的一种或更多：钉、铈、铈、钴、钇、镍、铂。在本发明的某些方面，期望得到的是物质 24 不仅仅由铂组成。然而，在上述这些方面，物质 24 包括与其它金属相结合的铂。因此，希望得到的是由至少一种母体形成的物质 24 包括除铂之外的某种金属；但是这样则至少一个母体被用来与其它包括铂的母体结合使用。

形成物质 24 之后，在物质 24 上提供一层介电材料 26。介电材料 26 包括二氧化硅和/或氮化硅。另外，或可选的，介电材料 26 包括所谓的高介电常数材料，例如，五氧化二钽 (Ta_2O_5)。

形成介电材料 26 之后，在介电材料 26 上形成一个第二电容器电极 28。电容器电极 28 包括金属和/或导电性掺杂的硅。如果电极 28 包括金属，利用一个如上文所述的用来形成物质 24 的还原气体即可形成电极 28。可选择的，电极 28 还可以通过将一金属有机母体暴露在氧化气体中来形成。在本发明的优选实施例中，介电材料 26 含有高介电常数材料，并且电极 28 是通过将金属有机母体暴露在氧化气体中得到的。该氧化气体能弥补氧化物缺陷，否则其将继续存在于高介电常数材料中。例如，如果高介电常数材料包括 Ta_2O_5 ，由于材料中钽的总量超过了氧的总量，所以该区域的材料是富钽材料（也就是说钽的含量比化学数量关系 Ta_2O_5 中应存在的高）。上述富钽区域缺少期望的高介电常数材料的电绝缘特性。将富钽区域暴露在氧化气体中

能使该区域转化为 Ta_2O_5 ，并因此提高该区域相关的电绝缘特性。

第二电容器电极 28 包括钽、铪、铌、钽、钼、或者铂，由它们组成或者基本由它们组成；可以包括与在物质 24 中采用的金属完全相同的金属，或者与物质 24 中采用的不同的金属。在一个特殊的
5 优选实施例中，物质 24 通过将金属有机母体暴露在还原气体中而形成，并将构成第一电容器电极；通过将同样的金属有机母体或者一个不同的金属有机母体暴露在氧化气体中得到物质 28，并作为第二电容器电极。

如图所示物质 24、26、28 共同确定了至少部分电容器结构。这样
10 的电容器结构可以被用在各种半导体元件中，例如 DRAM 单元。在该电容器结构被应用在 DRAM 单元的实施例中，通常具有采用扩散区 16 作为源极区或者漏极区的晶体管门，并通过扩散区 16 与物质 24 电连接。在这样的实施例中，物质 24 作为电容器结构的存储节点。

