



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105810586 A

(43) 申请公布日 2016. 07. 27

(21) 申请号 201410849258. 9

(22) 申请日 2014. 12. 31

(71) 申请人 清华大学

地址 100084 北京市海淀区清华大学清
华-富士康纳米科技研究中心 401 室

申请人 鸿富锦精密工业(深圳)有限公司

(72) 发明人 李关红 李群庆 金元浩 范守善

(51) Int. Cl.

H01L 21/336(2006. 01)

H01L 29/786(2006. 01)

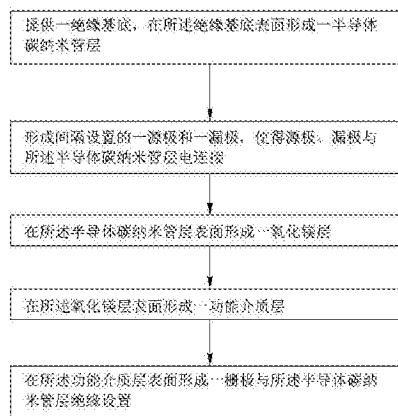
权利要求书2页 说明书8页 附图4页

(54) 发明名称

N 型薄膜晶体管的制备方法

(57) 摘要

本发明涉及一种 N 型薄膜晶体管的制备方法,其包括以下步骤:提供一绝缘基底,在所述绝缘基底表面形成一半导体碳纳米管层;形成间隔设置的一源极和一漏极,使得源极、漏极与所述半导体碳纳米管层电连接;形成一氧化镁层覆盖所述半导体碳纳米管层远离绝缘基底的表面;在所述氧化镁层远离所述半导体碳纳米管层的表面形成一功能介质层;以及,在所述功能介质层远离所述氧化镁层的表面形成一栅极与所述半导体碳纳米管层绝缘设置。



1. 一种 N 型薄膜晶体管的制备方法,其包括以下步骤:
提供一绝缘基底,在所述绝缘基底表面形成一半导体碳纳米管层;
形成间隔设置的一源极和一漏极,该源极和漏极分别与所述半导体碳纳米管层电连接;
形成一氧化镁层覆盖所述半导体碳纳米管层远离绝缘基底的表面;
在所述氧化镁层远离所述半导体碳纳米管层的表面形成一功能介质层;以及
在所述功能介质层远离所述氧化镁层的表面形成一栅极与所述半导体碳纳米管层绝缘设置。
2. 如权利要求 1 所述的 N 型薄膜晶体管的制备方法,其特征在于,在形成半导体碳纳米管层前进一步包括一对所述绝缘基底表面进行离子刻蚀,再利用有机溶剂功能化绝缘基底表面的步骤。
3. 如权利要求 1 所述的 N 型薄膜晶体管的制备方法,其特征在于,在所述绝缘基底表面形成半导体碳纳米管层包括如下步骤:
提供半导体性碳纳米管颗粒;
将所述半导体性碳纳米管颗粒与溶剂混合,得到一碳纳米管悬浮液;
将所述碳纳米管悬浮液中的碳纳米管颗粒沉积于所述绝缘基底的表面,形成一半导体碳纳米管层。
4. 如权利要求 3 所述的 N 型薄膜晶体管的制备方法,其特征在于,所述半导体碳纳米管层中的多个半导体性碳纳米管颗粒形成一导电网络结构。
5. 如权利要求 1 所述的 N 型薄膜晶体管的制备方法,其特征在于,所述半导体碳纳米管层的厚度为 0.5 纳米 -2 纳米。
6. 如权利要求 1 所述的 N 型薄膜晶体管的制备方法,其特征在于,所述氧化镁层通过电子束蒸镀法形成于该半导体碳纳米管层的表面。
7. 如权利要求 1 所述的 N 型薄膜晶体管的制备方法,其特征在于,所述氧化镁层在所述半导体碳纳米管层的表面形成一连续的膜状结构,且所述氧化镁层的厚度为 1 纳米 -15 纳米。
8. 如权利要求 1 所述的 N 型薄膜晶体管的制备方法,其特征在于,所述功能介质层是通过原子层沉积法形成于氧化镁层远离半导体碳纳米管层表面,且覆盖所述氧化镁层远离绝缘基底的表面,所述原子层沉积的温度为 120℃,所述功能介质层的厚度为 20 纳米 -40 纳米。
9. 如权利要求 1 所述的 N 型薄膜晶体管的制备方法,其特征在于,所述半导体碳纳米管层通过将自支撑结构的碳纳米管线或碳纳米管膜直接铺设于所述绝缘基底的表面形成。
10. 如权利要求 1 所述的 N 型薄膜晶体管的制备方法,其特征在于,在设置半导体碳纳米管层之前进一步包括一在所述绝缘基底的表面形成一氧化镁层的步骤,所述半导体碳纳米管层夹持于两层氧化镁层之间。
11. 一种 N 型薄膜晶体管的制备方法,其包括以下步骤:
提供一绝缘基底,在所述绝缘基底表面形成一栅极;
在所述栅极远离绝缘基底的表面形成一栅极绝缘层;
在所述栅极绝缘层远离栅极的表面形成一半导体碳纳米管层;

形成间隔设置一源极及一漏极与所述半导体碳纳米管层电连接；
形成一氧化镁层覆盖所述半导体碳纳米管层远离栅极绝缘层的表面；
在所述氧化镁层远离该半导体碳纳米管层的表面形成一功能介质层。

N 型薄膜晶体管的制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种薄膜晶体管,尤其涉及一种基于氧化镁双介质层的 N 型薄膜晶体管。

背景技术

[0002] 碳纳米管由于其优异的电学、光学和力学性质成为了新一代半导体材料的有力竞争者,目前已经广泛用于薄膜晶体管的制备和研究。科学研究表明,碳纳米管本身表现为本征半导体,但在通常情况下如空气中碳纳米管表现为 P 型半导体特征,所以容易制备 P 型薄膜晶体管。但仅有 P 型薄膜晶体管会极大降低集成电路的相关性能,增加损耗。

[0003] 现有技术中,基于碳纳米管的 N 型薄膜晶体管的制备方法主要有化学掺杂、选择低功函数金属做电极材料等。然而这些方法也存在一些问题,如使用化学掺杂的方法无法保持器件性能长期稳定,而且存在掺杂扩散污染的潜在缺点;选择低功函数金属做电极材料,对于 N 型单极性特征表现不明显。

发明内容

[0004] 有鉴于此,确有必要提供一种制备方法简单、性能稳定的 N 型薄膜晶体管的制备方法。

[0005] 一种 N 型薄膜晶体管的制备方法,其包括以下步骤:提供一绝缘基底,在所述绝缘基底表面形成一半导体碳纳米管层;形成间隔设置的一源极和一漏极,该源极和漏极分别与所述半导体碳纳米管层电连接;形成一氧化镁层覆盖所述半导体碳纳米管层远离绝缘基底的表面;在所述氧化镁层远离所述半导体碳纳米管层的表面形成一功能介质层;以及,在所述功能介质层远离所述氧化镁层的表面形成一栅极与所述半导体碳纳米管层绝缘设置。

[0006] 一种 N 型薄膜晶体管的制备方法,其包括以下步骤:提供一绝缘基底,在所述绝缘基底表面形成一栅极;在所述栅极远离绝缘基底的表面形成一栅极绝缘层;在所述栅极绝缘层远离栅极的表面形成一半导体碳纳米管层;形成间隔设置一源极及一漏极与所述半导体碳纳米管层电连接;形成一氧化镁层覆盖所述半导体碳纳米管层远离栅极绝缘层的表面;在所述氧化镁层远离该半导体碳纳米管层的表面形成一功能介质层。

[0007] 与现有技术相比较,本发明提供的 N 型薄膜晶体管的制备方法具有以下优点:一、在所述半导体碳纳米管层表面沉积氧化镁层及功能介质层,使得半导体碳纳米管层呈现 N 型半导体性,从而能够得到 N 型的薄膜晶体管,制备方法简单,无污染,并且性能稳定,能够延长 N 型薄膜晶体管的使用寿命;二、该制备方法可将 P 型碳纳米管器件有效改变为 N 型碳纳米管器件,从而可容易实现 P 型与 N 型器件共同组成 CMOS 高效电路的制备,从而可极大提高集成电路的相关性能,并且减少损耗。

附图说明

- [0008] 图 1 为本发明第一实施例提供的 N 型薄膜晶体管的剖视图。
 [0009] 图 2 为本发明第一实施例中半导体碳纳米管层的扫描电镜照片。
 [0010] 图 3 为只沉积氧化镁层的薄膜晶体管的 I-V 图。
 [0011] 图 4 为只沉积功能介质层的薄膜晶体管的 I-V 图。
 [0012] 图 5 为本发明第一实施例的 N 型薄膜晶体管的 I-V 图。
 [0013] 图 6 为本发明第一实施例提供的 N 型薄膜晶体管的制备方法流程图。
 [0014] 图 7 为本发明第二实施例提供的 N 型薄膜晶体管的剖视图。
 [0015] 图 8 为本发明第二实施例提供的 N 型薄膜晶体管的制备方法流程图。
 [0016] 主要元件符号说明

N 型薄膜晶体管	10, 20
半导体碳纳米管层	101
氧化镁层	102
功能介质层	103
源极	104
漏极	105
栅极	106
栅极绝缘层	107
另一氧化镁层	108
绝缘基底	110
沟道	125

如下具体实施例将结合上述附图进一步说明本发明。

具体实施方式

[0017] 下面将结合具体实施例,对本发明提供的 N 型薄膜晶体管,N 型薄膜晶体管的制备方法作进一步详细说明。

[0018] 请参阅图 1,本发明第一实施例提供的 N 型薄膜晶体管 10,包括一绝缘基底 110、一半导体碳纳米管层 101、一源极 104、一漏极 105、一氧化镁层 102、一功能介质层 103 及一栅极 106。所述半导体碳纳米管层 101 设置于绝缘基底 110 表面。所述源极 104、漏极 105 间隔设置,并分别与该半导体碳纳米管层 101 电连接。位于源极 104 与漏极 105 之间的半导体碳纳米管层 101 形成一沟道 125。所述功能介质层 103 设置于所述半导体碳纳米管层 101 远离绝缘基底 110 的表面。所述氧化镁层 102 设置于所述半导体碳纳米管层 101 与功能介质层 103 之间,并与所述半导体碳纳米管层 101 接触设置。所述栅极 106 设置于所述功能介质层 103 远离所述半导体碳纳米管层 101 的表面,并与所述半导体碳纳米管层 101、源极 104、漏极 105 绝缘设置。所述 N 型薄膜晶体管 10 为顶栅型薄膜晶体管。

[0019] 具体地,所述绝缘基底 110 起支撑作用,该绝缘基底 110 的材料不限,可选择为玻璃、石英、陶瓷、金刚石等硬性材料,也可选择塑料、树脂等柔性材料。进一步,所述绝缘基底 110 为一柔性材料,如聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚萘二甲酸乙二醇酯、聚酰亚胺等柔性材料。本实施例中,所述绝缘基底 110 的材料为柔性材料,优选为聚对苯二甲酸乙二醇酯。所述绝缘基底 110 用于对 N 型薄膜晶体管 10 提供支撑。

[0020] 所述半导体碳纳米管层 101 包括多个碳纳米管,该多个碳纳米管相互连接形成一连续的导电网络结构。所述半导体碳纳米管层 101 可为一纯碳纳米管结构,所述纯碳纳米管结构由多个碳纳米管组成,多个碳纳米管的排列方向可以是无序的、无规则的,比如多个

碳纳米管交叉、缠绕排列的网状结构。所述半导体碳纳米管层 101 中多个碳纳米管的排列方向也可以是有秩序的、有规则的,比如多个碳纳米管沿同一方向排列或分别沿两个方向有序排列。所述半导体碳纳米管层 101 也可以由碳纳米管膜、碳纳米管线状结构或碳纳米管线状结构与碳纳米管膜的组合构成。所述碳纳米管线状结构可由单根或者多根平行排列的碳纳米管线组成。所述半导体碳纳米管层 101 可以是一自支撑结构,所谓自支撑是指碳纳米管层不需要大面积的载体支撑,而只要相对两边提供支撑力即能整体上悬空而保持自身层状状态。所述半导体碳纳米管层 101 也可形成在一绝缘支撑体的表面。所述半导体碳纳米管层 101 可由单层或多层碳纳米管组成。

[0021] 所述半导体碳纳米管层 101 整体上表现为半导体性质。所述半导体碳纳米管层 101 中半导体性碳纳米管所占比例为大于 66.7%,优选地,半导体性碳纳米管所占比例为 90%-100%,优选地,所述半导体碳纳米管层 101 由纯半导体性的碳纳米管组成。所述半导体碳纳米管层 101 可由多根交错排列的单壁碳纳米管组成。该半导体碳纳米管层 101 中的单壁碳纳米管的直径小于 2 纳米,单壁碳纳米管的长度为 2 微米-4 微米,该半导体碳纳米管层 101 的厚度为 0.5 纳米-2 纳米。优选地,该单壁碳纳米管的直径为 0.9 纳米-1.4 纳米。

[0022] 请参阅图 2,本实施例中,所述半导体碳纳米管层 101 是由单层单壁碳纳米管组成,该半导体碳纳米管层 101 中半导体性碳纳米管所占比例为 98%。所述半导体碳纳米管层 101 中多个单壁碳纳米管交叉、缠绕形成网络结构,该半导体碳纳米管层 101 中单壁碳纳米管的直径为 1.2 纳米,即该半导体碳纳米管层 101 厚度为 1.2 纳米。

[0023] 所述功能介质层 103 设置于所述半导体碳纳米管层 101 远离绝缘基底 110 的表面。优选地,所述功能介质层 103 设置于所述半导体碳纳米管层 101 的整个表面。所述功能介质层 103 的材料可对该半导体碳纳米管层 101 进行电子掺杂,并具有良好的绝缘效果和隔绝空气中的氧气和水分子的作用。进而,符合上述条件的材料(不包括氧化镁)均适用于功能介质层 103,如氧化铝、氧化钪、氧化钇等。具体地,所述功能介质层 103 设置于所述栅极 106 与所述半导体碳纳米管层 101、源极 104、及漏极 105 之间,可以起到绝缘的作用,又由于所述功能介质层 103 的结构致密,该功能介质层 103 可使得所述半导体碳纳米管层 101 与空气中的氧气与水分子隔绝;所述功能介质层 103 的结构中存在正电荷缺陷,可对所述半导体碳纳米管层 101 进行电子掺杂,从而使得半导体碳纳米管层 101 具有 N 型特性。所述功能介质层 103 的厚度为 20-40 纳米。优选地,该功能介质层 103 的厚度为 25-30 纳米。本实施例中,所述功能介质层 103 的材料为氧化铝,所述功能介质层 103 的厚度为 30 纳米。

[0024] 所述氧化镁层 102 设置于所述半导体碳纳米管层 101 与功能介质层 103 之间,并与所述半导体碳纳米管层 101 接触设置。具体地,所述氧化镁层 102 连续且直接附着于所述半导体碳纳米管层 101 远离绝缘基底 110 的表面,所述氧化镁层 102 附着于所述半导体碳纳米管层 101 表面的面积大于等于 80%。优选地,所述氧化镁层 102 附着于所述半导体碳纳米管层 101 的整个表面,以确保该半导体碳纳米管层 101 中的碳纳米管与空气完全隔离。所述氧化镁层 102 连续覆盖于所述沟道 125 的表面,并确保沟道 125 与空气完全隔离。所述功能介质层 103 直接附着于该氧化镁层 102 远离半导体碳纳米管层 101 的表面。优选地,该功能介质层 103 附着于该氧化镁层 102 的整个表面。

[0025] 所述氧化镁层 102 可隔绝所述半导体碳纳米管层 101 与空气中的水分子接触,并且还吸收该半导体碳纳米管层 101 中的水分子。该氧化镁层 102 降低了水分子与半导体

碳纳米管层 101 中电子结合的几率,从而使得所述半导体碳纳米管层 101 中的电子数量提高,并相应降低了半导体碳纳米管层 101 中的空穴数量。所以,所述氧化镁层 102 可增加半导体碳纳米管层 101 的 N 型特性,并相应降低半导体碳纳米管层 101 的 P 型特性。进而,在所述半导体碳纳米管层 101 与功能介质层 103 之间进一步设置氧化镁层 102 后,该氧化镁层 102 可显著降低半导体碳纳米管层 101 的 P 型特性,并使得半导体碳纳米管层 101 的 N 型特性进一步显著增加。

[0026] 所述氧化镁层 102 的厚度为 1-15 纳米。优选地,该氧化镁层 102 的厚度为 1-10 纳米。可以理解,所述氧化镁层 102 的厚度大于等于 1 纳米时,其结构就会越稳定,降低半导体层碳纳米管层 101 空穴数量越显著;所述氧化镁层 102 的厚度小于等于 15 纳米时,所述栅极 106 越接近沟道 125、源极 104、漏极 105,薄膜晶体管 10 的调制效率会相应提高。本实施例中,所述氧化镁层 102 的厚度为 1 纳米。

[0027] 进一步,所述半导体碳纳米管层 101 与绝缘基底 110 接触的表面也可包括所述氧化镁层 102,使得所述半导体碳纳米管层 101 相对的两个表面均覆盖有氧化镁层 102,半导体碳纳米管层 101 夹持于氧化镁层 102 之间,从而进一步确保该半导体碳纳米管层 101 中的碳纳米管与空气完全隔离。

[0028] 所述栅极 106 设置于所述功能介质层 103 远离所述半导体碳纳米管层 101 的表面,该栅极 106 通过所述功能介质层 103 与所述沟道 125 绝缘设置,并且该栅极 106 的长度可略小于该沟道 125 的长度。所述栅极 106 均由导电材料组成,该导电材料可选择为金属、ITO、ATO、导电银胶、导电聚合物以及导电碳纳米管等。该金属材料可以为铝、铜、钨、钼、金、钛、钇或任意组合的合金。本实施例中,所述栅极 106 为金属 Au 和 Ti 得到的金属复合结构,具体地,所述金属复合结构是由金属 Au 在金属 Ti 的表面复合而成。

[0029] 所述源极 104、漏极 105 均由导电材料组成,该导电材料可选择为金属、ITO、ATO、导电银胶、导电聚合物以及导电碳纳米管等。该金属材料可以为铝、铜、钨、钼、金、钛、钇或任意组合的合金。优选地,所述源极 104 和漏极 105 均为一层导电薄膜,该导电薄膜的厚度为 2 纳米-50 纳米。本实施例中,所述源极 104、漏极 105 为金属 Au 和 Ti 得到的金属复合结构,具体地,所述金属复合结构是由金属 Au 在金属 Ti 的表面复合而成,所述金属 Ti 的厚度为 2 纳米,金属 Au 的厚度为 50 纳米。本实施例中,所述源极 104、漏极 105 间隔设置于所述绝缘基底 110 的表面,且分别与所述半导体碳纳米管层 101 相对的两边缘电连接,从而在所述源极 104 及漏极 105 之间形成所述沟道 125。

[0030] 使用时,将源极 104 接地,在栅极 106 上施加一栅极电压 V_g ,并在漏极 105 上施加一漏极电压 V_d 。当栅极 106 施加一定的正电压或负电压,在沟道 125 中产生电场,并在沟道 125 表面处产生载流子。随着栅极电压的增加,沟道 125 转变为载流子积累层,当栅极电压达到源极 104 和漏极 105 之间的开启电压时,源极 104 与漏极 105 之间的沟道 125 导通,从而会在源极 104 和漏极 105 之间产生电流,从而使得薄膜晶体管处于开启状态。

[0031] 请参阅图 3,图 3 为半导体碳纳米管表面只沉积氧化镁层 102 的薄膜晶体管的测试图。从图中可以看出,半导体碳纳米管层 101 表面沉积氧化镁层 102 的薄膜晶体管,与未沉积氧化镁层 102 的薄膜晶体管对比,P 型特性明显降低,而 N 型特性有相应提升。

[0032] 请参阅图 4,图 4 为半导体碳纳米管表面只沉积功能介质层 103 的薄膜晶体管的测试图。从图中可以看出,半导体碳纳米管层 101 表面只沉积功能介质层 103 的薄膜晶体管

的 N 型特性显著增加,而 P 型特性没有明显改变,具体地,所述薄膜晶体管表现为双极性特征。

[0033] 请参阅图 5,图 5 为本发明第一实施例提供的薄膜晶体管。从图中可以看出,同时沉积氧化镁层 102 和功能介质层 103 的半导体碳纳米管层 101 的薄膜晶体管只表现为 N 型特征。

[0034] 本发明提供的 N 型薄膜晶体管,所述半导体碳纳米管层 101 表面设置一功能介质层 103 和一氧化镁层 102,所述功能介质层 103 的结构致密且存在正电荷缺陷,可向所述半导体碳纳米管层 101 提供电子,使得半导体碳纳米管层 101 具有 N 型特性;所述氧化镁层 102 可隔绝所述半导体碳纳米管层 101 与空气中的水分子接触,并吸收该半导体碳纳米管层 101 中的水分子,降低水分子与半导体碳纳米管层 101 中电子结合的几率,从而显著降低半导体碳纳米管层 101 的 P 型特性,并且所述氧化镁层 102 的设置可使得半导体碳纳米管层 101 的 N 型特性进一步显著增加。所以,所述薄膜晶体管 10 表现出良好的 N 型单极性且性能稳定。

[0035] 请参阅图 6,本发明第一实施例还提供一种 N 型薄膜晶体管 10 的制备方法,该制备方法依次包括以下步骤:

S11,提供一绝缘基底 110,在所述绝缘基底 110 表面形成一半导体碳纳米管层 101;

S12,形成间隔设置的一源极 104 和一漏极 105 与所述半导体碳纳米管层 101 电连接;

S13,在所述半导体碳纳米管层 101 远离所述绝缘基底 110 的表面形成一氧化镁层 102;

S14,在所述氧化镁层 102 远离所述半导体碳纳米管层 101 的表面形成一功能介质层 103;以及

S15,在所述功能介质层 103 远离所述氧化镁层 102 的表面形成一栅极 106 与所述半导体碳纳米管层 101 绝缘设置。

[0036] 在步骤 S11 中,所述半导体碳纳米管层 101 整体表现出良好的半导体性。该半导体碳纳米管层 101 可仅由半导体性碳纳米管组成,也可由半导体性碳纳米管与少量金属性碳纳米管共同组成。

[0037] 具体的,所述半导体碳纳米管层 101 可通过以下步骤设置在所述绝缘基底 110 的表面:

步骤 S111,提供半导体性碳纳米管颗粒;

步骤 S112,将所述半导体性碳纳米管颗粒与溶剂混合,得到一碳纳米管悬浮液;

步骤 S113,将所述碳纳米管悬浮液中的碳纳米管沉积于所述绝缘基底 110 的表面,形成一半导体碳纳米管层 101。

[0038] 在步骤 S111 中,所述半导体性碳纳米管颗粒可为通过电弧放电法制备得到的混合型单壁碳纳米管,也可为进一步通过化学分离方法得到纯半导体性碳纳米管或含少量金属性的碳纳米管,只要所述碳纳米管颗粒中半导体性碳纳米管所占比例大于 66.7%,以使所述碳纳米管颗粒整体表现出半导体性即可。本实施例中,所述半导体性碳纳米管颗粒为通过电弧放电法得到的混合型单壁碳纳米管,再经过化学分离,得到含半导体性碳纳米管比例为 98% 的碳纳米管颗粒。

[0039] 在步骤 S112 中,所述形成碳纳米管悬浮液的方法可为搅拌法或超声分散法等,只

要使得所述半导体性碳纳米管颗粒均匀分散于该碳纳米管悬浮液中即可。具体地,将一定质量的半导体性碳纳米管颗粒放置于一定体积的溶剂中,然后超声一段时间,以使所述半导体性碳纳米管颗粒均匀分散。所述超声的时间可为30分钟~3小时。所述超声的功率可为300瓦~600瓦。所述溶剂不限,只要所述半导体性碳纳米管颗粒不与溶剂反应,而是形成悬浮液即可。所述溶剂优选为水,乙醇,N-甲基吡咯烷酮(NMP),丙酮,氯仿,四氢呋喃等,由于其含有羟基或羧基等极性基团,从而其表现出极强的极性,具有较大的介电常数。该半导体性碳纳米管颗粒与溶剂的混合比例不限,只要可使该碳纳米管悬浮液沉积的半导体碳纳米管层101为一导电网络即可。本实施例中,通过超声将半导体性碳纳米管颗粒分散于NMP中,所述半导体碳纳米管颗粒与所述NMP的混合比例为1mg:30mL。

[0040] 在步骤S113中,在碳纳米管沉积于绝缘基底110的表面之前,为了使所述碳纳米管更好地贴附于所述绝缘基底110的表面,可预先对所述绝缘基底110的表面进行预处理,使绝缘基底110的表面带有极性基团。

[0041] 本实施例中,对所述绝缘基底110进行预处理具体包括以下步骤:首先,利用离子刻蚀法对所述绝缘基底110进行亲水处理;然后,将亲水处理后的绝缘基底110用一有机溶剂进行功能化处理。其中,所述有机溶剂为氨丙基三乙氧基硅烷(APTES)溶液,亲水处理后的绝缘基底110可与APTES更好的结合,而APTES中的氨基可以与碳纳米管很好的结合,从而使得碳纳米管颗粒可以快速且牢固的粘附于绝缘基底110的表面。

[0042] 所述沉积碳纳米管的步骤具体为:将预处理后的绝缘基底110预先放入一容器的底部,然后将碳纳米管悬浮液置于该容器内。经过一段时间的静置,所述碳纳米管在重力以及绝缘基底110表面极性基团的作用下,会缓慢的沉积于所述绝缘基底110的表面,而形成半导体碳纳米管膜。

[0043] 进一步,所述半导体碳纳米管层101为一自支撑结构,即所述半导体碳纳米管层101是由多根碳纳米管线或碳纳米管膜组成,则该半导体碳纳米管层101可通过将自支撑的碳纳米管线或碳纳米管膜直接铺设在绝缘基底110表面形成。所述碳纳米管线可由碳纳米管拉膜通过有机溶剂处理得到。具体地,将有机溶剂浸润所述碳纳米管拉膜的整个表面,在挥发性有机溶剂挥发时产生的表面张力的作用下,碳纳米管拉膜中的相互平行的多个碳纳米管通过范德华力紧密结合,从而使碳纳米管拉膜收缩为一碳纳米管线。其中,所述有机溶剂为挥发性有机溶剂,如乙醇、甲醇、丙醇、二氯乙烷或氯仿,本实施例中采用乙醇。

[0044] 在步骤S12中,所述源极104、漏极105可通过磁控溅射法、蒸镀法、电子束沉积法等形成于所述半导体碳纳米管层101的表面,也可以通过丝网印刷、刀片刮涂等方法直接涂覆导电浆料于半导体碳纳米管层101表面的方式形成。本实施例中,所述源极104、漏极105为通过蒸镀法在所述半导体碳纳米管层101的表面复合沉积得到。

[0045] 在步骤S13中,所述氧化镁层102可通过磁控溅射法、蒸镀法、电子束沉积法等形成于所述半导体碳纳米管层101的整个表面,从而将半导体碳纳米管层101与空气、水分子等隔绝。具体地,在沉积过程中,所述氧化镁层102连续附着于该半导体碳纳米管层101远离绝缘基底110的表面,以确保该半导体碳纳米管层101中的碳纳米管与空气完全隔离。本实施例中,所述氧化镁层102为通过电子束蒸镀法形成于该半导体碳纳米管层101的表面,所述氧化镁层102的厚度为1纳米。

[0046] 在步骤S14中,所述功能介质层103通过原子层沉积工艺在120°C下形成于所述氧

化镁层 102 的表面,从而使得所述功能介质层 103 结构致密,而且结构中形成正电荷缺陷,从而使得该功能介质层 103 不仅可起到良好的绝缘作用,还能起到电子掺杂的效果。其中,该制备方法所采用的生长源为三甲基铝和水,载气为氮气。所述功能介质层 103 的厚度为 20-40 纳米,优选地,该功能介质层 103 的厚度为 25-30 纳米。本实施例中,所述功能介质层 103 的厚度为 30 纳米。

[0047] 在步骤 S15 中,所述栅极 106 可通过磁控溅射法、蒸镀法、电子束沉积法或原子层沉积法等形成在所述功能介质层 103 的表面,也可以通过丝网印刷、刀片刮涂等方法直接涂覆导电浆料于所述功能介质层 103 的表面的方式形成。本实施例中,通过蒸镀法在所述功能介质层 103 表面沉积 Au 和 Ti 的组合结构作为所述栅极 106。

[0048] 进一步,设置所述半导体碳纳米管层 101 之前,进一步包括一在所述绝缘基底 110 的表面形成另一氧化镁层 108 的步骤,该另一氧化镁层 108 设置于所述半导体碳纳米管层 101 与绝缘基底 110 之间,并与所述半导体碳纳米管层 101 接触,在形成半导体碳纳米管层 101 后再一次沉积氧化镁层 102,从而使得所述半导体碳纳米管层 101 相对的两个表面均覆盖有氧化镁层,确保该半导体碳纳米管层 101 中的碳纳米管与空气完全隔离。

[0049] 本发明提供的 N 型薄膜晶体管的制备方法,通过在所述半导体碳纳米管层 101 表面沉积一氧化镁层 102 及一功能介质层 103,使得半导体碳纳米管层 101 呈现 N 型半导体性,从而能够得到 N 型的薄膜晶体管,制备方法简单,无污染,并且性能稳定,能够延长 N 型薄膜晶体管的使用寿命。进一步,所述 N 型薄膜晶体管的制备方法能够与目前的半导体加工工艺完全兼容,可与光刻等半导体加工过程穿插进行。另外,该制备方法可将 P 型碳纳米管器件有效改变为 N 型碳纳米管器件,从而可容易实现 P 型与 N 型器件共同组成 CMOS 高效电路的制备,从而可极大提高集成电路的相关性能,并且减少损耗。

[0050] 请参阅图 7,本发明第二实施例提供的 N 型薄膜晶体管 20,包括一绝缘基底 110、一栅极 106、一栅极绝缘层 107、一半导体碳纳米管层 101、一氧化镁层 102、一功能介质层 103、一源极 104 及一漏极 105。所述栅极 106 设置于所述绝缘基底 110 的表面。所述栅极绝缘层 107 设置于所述栅极 106 远离绝缘基底 110 的表面。所述半导体碳纳米管层 101 设置于所述栅极绝缘层 107 远离栅极 106 的表面。所述源极 104 与漏极 105 间隔设置,且所述源极 104 及漏极 105 与所述半导体碳纳米管层 101 电连接。位于源极 104 与漏极 105 之间的半导体碳纳米管层 101 形成一沟道 125。所述栅极 106 通过所述栅极绝缘层 107 与所述半导体碳纳米管层 101、所述源极 104 及漏极 105 绝缘设置。所述功能介质层 103 设置于所述半导体碳纳米管层 101 远离所述栅极绝缘层 107 的表面。所述氧化镁层 102 设置于所述半导体碳纳米管层 101 与功能介质层 103 之间,并与所述半导体碳纳米管层 101 接触设置。

[0051] 本发明第二实施例提供的 N 型薄膜晶体管 20 与第一实施例提供的 N 型薄膜晶体管 10 基本相同,其区别在于:第二实施例为底栅型薄膜晶体管,即,所述栅极 106 设置于所述半导体碳纳米管层 101 与绝缘基底 110 之间,所述栅极 106 通过所述栅极绝缘层 107 与所述半导体碳纳米管层 101、所述源极 104 及漏极 105 绝缘设置。所述功能介质层 103 设置于所述半导体碳纳米管层 101 远离所述栅极绝缘层 107 的表面。所述氧化镁层 102 设置于所述半导体碳纳米管层 101 与功能介质层 103 之间,并分别与半导体碳纳米管层 101、功能介质层 103 接触设置。

[0052] 进一步,所述半导体碳纳米管层 101 与栅极绝缘层 107 之间也可包括另一氧化镁

层 108, 该另一氧化镁层 108 与所述半导体碳纳米管层 101 接触, 使得所述半导体碳纳米管层 101 相对的两个表面均覆盖有氧化镁层, 半导体碳纳米管层 101 夹持于二氧化镁层之间, 从而进一步确保该半导体碳纳米管层 101 中的碳纳米管与空气完全隔离。

[0053] 所述栅极绝缘层 107 材料可选择为氧化铝、氧化铪、氮化硅、氧化硅等硬性材料或苯并环丁烯 (BCB)、聚酯或丙烯酸树脂等柔性材料。该栅极绝缘层 107 的厚度为 0.5 纳米~100 微米。本实施例中, 所述栅极绝缘层 107 的材料为氧化铝, 其厚度为 40 纳米。

[0054] 请参阅图 8, 本发明第二实施例还提供一种 N 型薄膜晶体管 20 的制备方法, 该制备方法依次包括以下步骤:

S21, 提供一绝缘基底 110, 在所述绝缘基底 110 的一表面形成一栅极 106;

S22, 在所述栅极 106 远离绝缘基底 110 的表面形成一栅极绝缘层 107;

S23, 在所述栅极绝缘层 107 远离栅极 106 的表面形成一半导体碳纳米管层 101;

S24, 形成间隔设置的一源极 104 和一漏极 105, 使得源极 104、漏极 105 与所述半导体碳纳米管层 101 电连接;

S25, 在所述半导体碳纳米管层 101 远离栅极绝缘层 107 的表面形成一氧化镁层 102;

S26, 在所述氧化镁层 102 远离该半导体碳纳米管层 101 的表面形成一功能介质层 103。

[0055] 本发明第二实施例提供的 N 型薄膜晶体管 20 的制备方法与第一实施例提供的 N 型薄膜晶体管 10 的制备方法基本相同, 其区别在于: 第二实施例先沉积所述栅极 106 于所述绝缘基底 110 表面, 而且进一步包括一栅极绝缘层 107 的制备过程。所述半导体碳纳米管层 101、氧化镁层 102、功能介质层 103 从下至上依次沉积于所述栅极绝缘层 107 的表面, 且半导体碳纳米管层 101 与所述栅极 106 通过所述栅极绝缘层 107 绝缘设置。

[0056] 在步骤 S22 中, 所述栅极绝缘层 107 通过磁控溅射法、电子束沉积法或原子层沉积法等形成于所述栅极 106 远离绝缘基底 110 的表面并覆盖所述栅极 106。本实施例中, 所述栅极绝缘层 107 通过原子层沉积法形成, 该栅极绝缘层 107 为氧化铝层。

[0057] 另外, 本领域技术人员还可在本发明精神内作其它变化, 当然这些依据本发明精神所作的变化, 都应包含在本发明所要求保护的范围内。

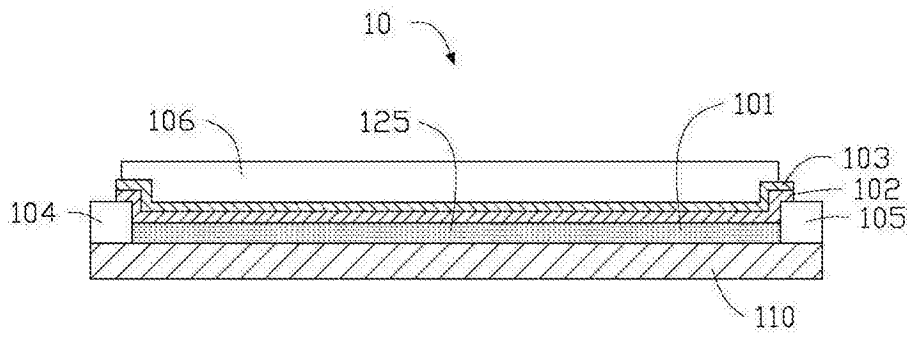


图 1

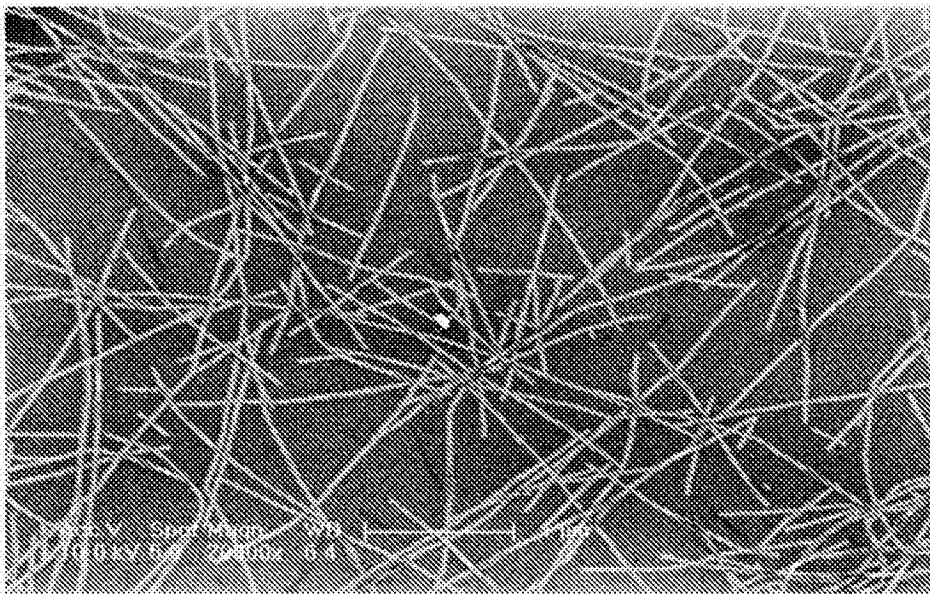


图 2

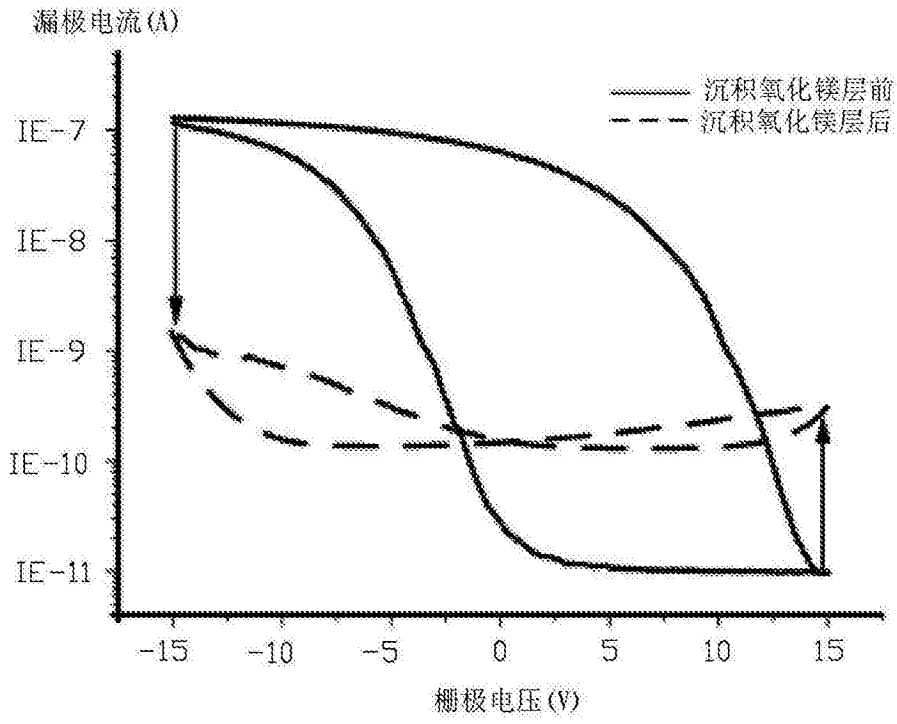


图 3

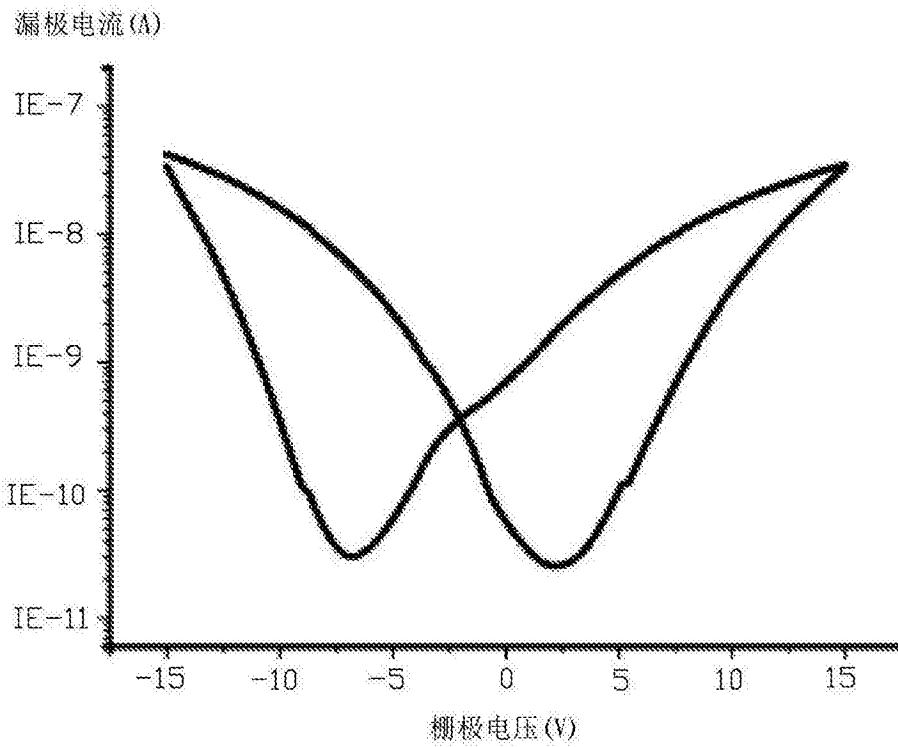


图 4

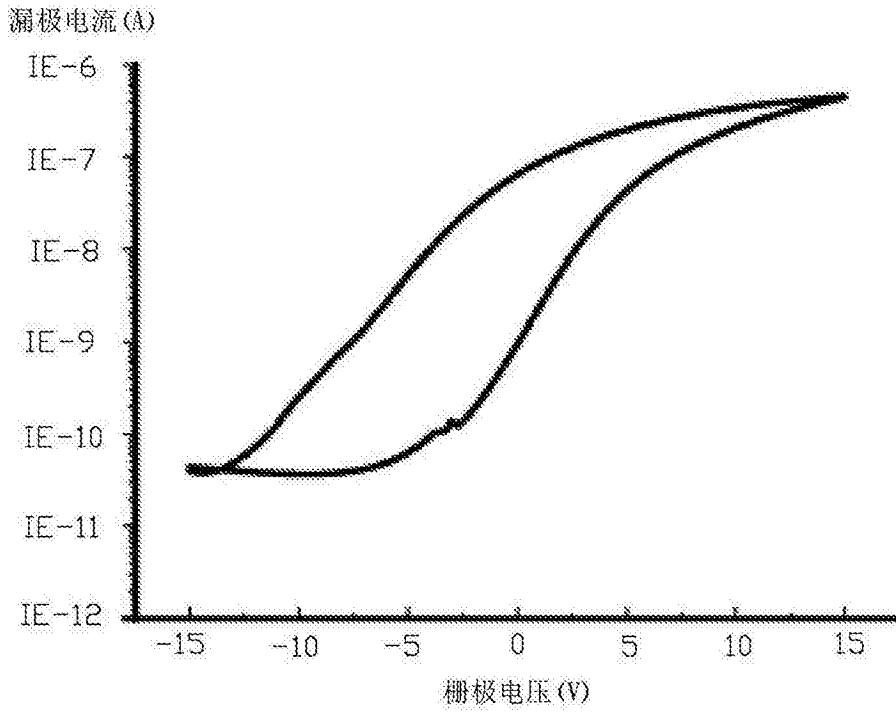


图 5

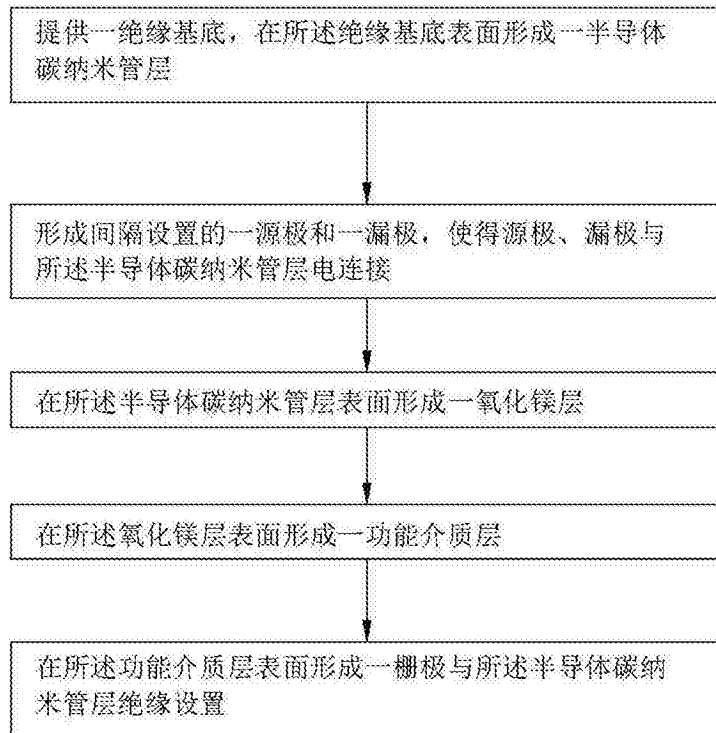


图 6

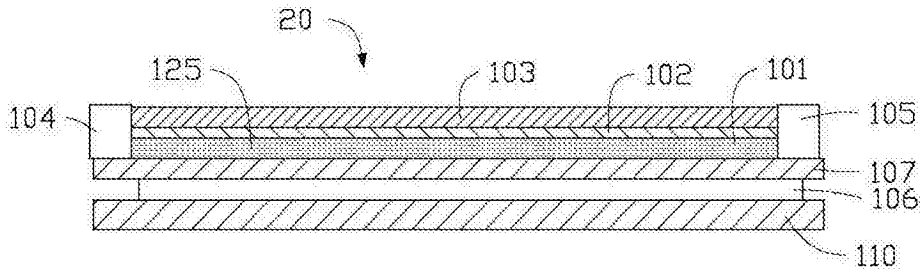


图 7

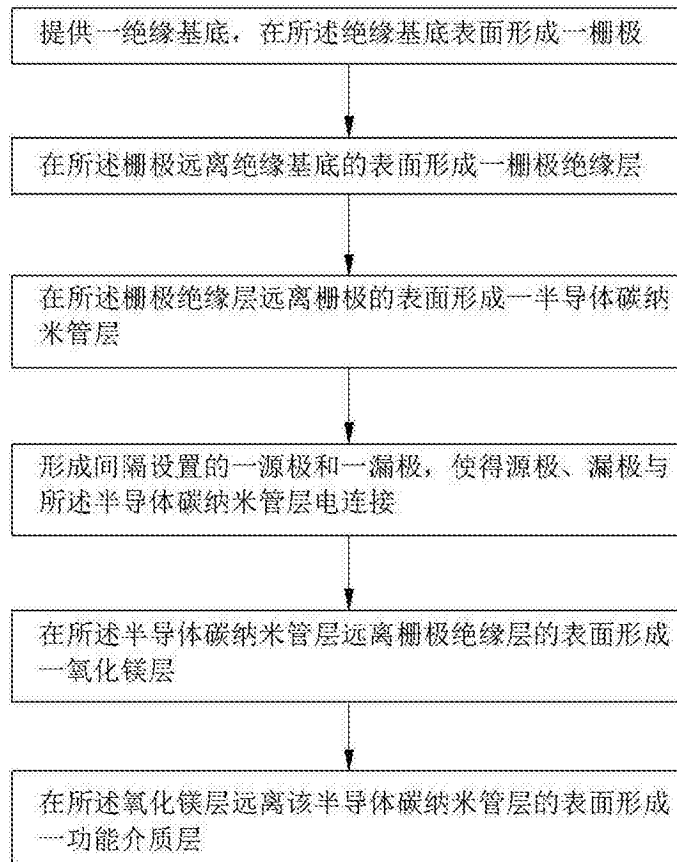


图 8