



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110079785 A

(43)申请公布日 2019.08.02

(21)申请号 201810078142.8

C25F 3/22(2006.01)

(22)申请日 2018.01.26

(71)申请人 中车工业研究院有限公司

地址 100070 北京市丰台区南四环西路188号十一区6号楼6层(园区)

(72)发明人 章潇慧 熊定邦 曹沐 陈朝中 张丽娇 张荻

(74)专利代理机构 北京博思佳知识产权代理有限公司 11415

代理人 林祥

(51)Int.Cl.

C23C 16/26(2006.01)

C23C 16/56(2006.01)

C23C 16/02(2006.01)

C23C 28/00(2006.01)

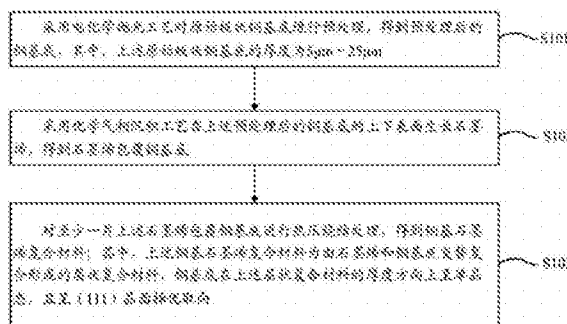
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54)发明名称

铜基石墨烯复合材料的制备方法和铜基石墨烯复合材料

(57)摘要

本申请提供的铜基石墨烯复合材料的制备方法,包括:采用电化学抛光工艺对原始板状铜基底进行预处理,得到预处理后的铜基底,其中,上述原始板状铜基底的厚度为5 μm~25 μm;采用化学气相沉积工艺在预处理后的铜基底的上下表面生长石墨烯,得到石墨烯包覆铜基底;对至少一片石墨烯包覆铜基底进行热压烧结处理,得到铜基石墨烯复合材料,上述铜基石墨烯复合材料为由石墨烯和铜基底交替复合形成的层状复合材料,铜基底在所述铜基石墨烯复合材料的厚度方向上呈单晶态,且呈(111)晶面择优取向。本申请提供的铜基石墨烯复合材料的制备方法,可制备出电导率较高的铜基石墨烯复合材料。



1. 一种铜基石墨烯复合材料的制备方法,其特征在于,所述方法包括:

采用电化学抛光工艺对原始板状铜基底进行预处理,得到预处理后的铜基底,其中,所述原始板状铜基底的厚度为 $5\mu\text{m}\sim 25\mu\text{m}$;

采用化学气相沉积工艺在所述预处理后的铜基底的上下表面生长石墨烯,得到石墨烯包覆铜基底;

对至少一片所述石墨烯包覆铜基底进行热压烧结处理,得到铜基石墨烯复合材料;其中,所述铜基石墨烯复合材料为由石墨烯和铜基底交替复合形成的层状复合材料,铜基底在所述层状复合材料的厚度方向上呈单晶态,且呈(111)晶面择优取向。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述原始板状铜基底的厚度为 $9\mu\text{m}$ 。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述对至少一片所述石墨烯包覆铜基底进行热压烧结处理,具体包括:

在烧结温度为 $800^{\circ}\text{C}\sim 950^{\circ}\text{C}$ 、烧结压强为 $30\text{MPa}\sim 150\text{MPa}$ 和烧结时间为 $10\text{min}\sim 30\text{min}$ 的条件下,对至少一片所述石墨烯包覆铜基底进行热压烧结处理。

4. 根据权利要求3所述的方法,其特征在于,所述在烧结温度为 $800^{\circ}\text{C}\sim 950^{\circ}\text{C}$ 、烧结压强为 $30\text{MPa}\sim 150\text{MPa}$ 和烧结时间为 $10\text{min}\sim 30\text{min}$ 的条件下,对至少一片所述石墨烯包覆铜基底进行热压烧结处理,具体包括:

在烧结温度为 900°C 、烧结压强为 50MPa 和烧结时间为 20min 的条件下,对至少一片所述石墨烯包覆铜基底进行热压烧结处理。

5. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述采用化学气相沉积工艺在所述预处理后的铜基底的上下表面生长石墨烯,得到石墨烯包覆铜基底,具体包括:

采用化学气相沉积工艺在所述预处理后的铜基底的上下表面生长单层石墨烯,得到石墨烯包覆铜基底。

6. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述采用化学气相沉积工艺在所述预处理后的铜基底的上下表面生长石墨烯,得到石墨烯包覆铜基底,具体包括:

采用化学气相沉积工艺在所述预处理后的铜基底的上下表面生长单晶石墨烯,得到石墨烯包覆铜基底。

7. 根据权利要求6所述的方法,其特征在于,所述采用化学气相沉积工艺在所述预处理后的铜基底的上下表面生长单晶石墨烯,得到石墨烯包覆铜基底,具体包括:

将所述预处理后的铜基底置于反应器中;

向所述反应器中通入氩气和氢气,以排尽所述反应器中的空气;

在氩气气氛保护下,以预设的升温速率将所述反应器的温度升高至预设的反应温度,并保持 30min ;

向所述反应器通入气体碳源和氢气,反应 $1\text{min}\sim 10\text{min}$,以在所述预处理后的铜基底的上表面生长单晶石墨烯;

保持所述气体碳源和所述氢气的气流量不变,降低所述反应器的温度,直至温度降至 100°C 以下,得到石墨烯包覆铜基底。

8. 根据权利要求7所述的方法,其特征在于,所述预设的升温速率为 $20^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 。

9. 根据权利要求7所述的方法,其特征在于,所述预设的反应温度为 1000°C 。

10. 一种根据权利要求1-9任一项所述的方法制备的铜基石墨烯复合材料,其特征在于

于,所述复合材料为由石墨烯和铜基底交替复合形成的层状复合材料,所述铜基底在所述层状复合材料的厚度方向上呈单晶态,且呈(111)晶面择优取向。

铜基石墨烯复合材料的制备方法和铜基石墨烯复合材料

技术领域

[0001] 本申请涉及复合材料技术领域,尤其涉及一种铜基石墨烯复合材料的制备方法和铜基石墨烯复合材料。

背景技术

[0002] 近年来,随着现代科技的快速发展,铜基复合材料的性能需求越来越高,例如,要求其电导率高于纯银。而石墨烯所具有的极高电导率和电子迁移率为铜基复合材料的电导率达到纯银提供了可能。

[0003] 目前,常通过将固体碳源分散在球形铜粉表面,之后利用化学气相沉积技术将固体碳源转换为沿球形铜粉表面生长的石墨烯,得到石墨烯-铜复合粉末,然后再通过热压烧结工艺将石墨烯-铜复合粉末致密化,得到铜基石墨烯复合材料。

[0004] 但是,通过上述方法制备的铜基石墨烯复合材料,其电导率仍然较低,不能满足要求。

发明内容

[0005] 有鉴于此,本申请提供一种铜基石墨烯复合材料的制备方法和铜基石墨烯复合材料,以解决采用现有的方法制备出的铜基石墨烯复合材料的电导率较低,不能满足要求的问题。

[0006] 本申请第一方面提供一种铜基石墨烯复合材料的制备方法,包括:

[0007] 采用电化学抛光工艺对原始板状铜基底进行预处理,得到预处理后的铜基底,其中,所述原始板状铜基底的厚度为 $5\mu\text{m}\sim 25\mu\text{m}$;

[0008] 采用化学气相沉积工艺在所述预处理后的铜基底的上下表面生长石墨烯,得到石墨烯包覆铜基底;

[0009] 对至少一片所述石墨烯包覆铜基底进行热压烧结处理,得到铜基石墨烯复合材料;其中,上述铜基石墨烯复合材料为由石墨烯和铜基底交替复合形成的层状复合材料,铜基底在所述层状复合材料的厚度方向上呈单晶态,且呈(111)晶面择优取向。

[0010] 进一步地,所述原始板状铜基底的厚度为 $9\mu\text{m}$ 。

[0011] 进一步地,所述对至少一片所述石墨烯包覆铜基底进行热压烧结处理,具体包括:

[0012] 在烧结温度为 $800^{\circ}\text{C}\sim 950^{\circ}\text{C}$ 、烧结压强为 $30\text{MPa}\sim 150\text{MPa}$ 和烧结时间为 $10\text{min}\sim 30\text{min}$ 的条件下,对至少一片所述石墨烯包覆铜基底进行热压烧结处理。

[0013] 进一步地,所述在烧结温度为 $800^{\circ}\text{C}\sim 950^{\circ}\text{C}$ 、烧结压强为 $30\text{MPa}\sim 150\text{MPa}$ 和烧结时间为 $10\text{min}\sim 30\text{min}$ 的条件下,对至少一片所述石墨烯包覆铜基底进行热压烧结处理,具体包括:

[0014] 在烧结温度为 900°C 、烧结压强为 50MPa 和烧结时间为 20min 的条件下,对至少一片所述石墨烯包覆铜基底进行热压烧结处理。

[0015] 进一步地,所述采用化学气相沉积工艺在所述预处理后的铜基底的上下表面生长

石墨烯,得到石墨烯包覆铜基底,具体包括:

[0016] 采用化学气相沉积工艺在所述预处理后的铜基底的上下表面生长单层石墨烯,得到石墨烯包覆铜基底。

[0017] 进一步地,所述采用化学气相沉积工艺在所述预处理后的铜基底的上下表面生长石墨烯,得到石墨烯包覆铜基底,具体包括:

[0018] 采用化学气相沉积工艺在所述预处理后的铜基底的上下表面生长单晶石墨烯,得到石墨烯包覆铜基底。

[0019] 进一步地,所述采用化学气相沉积工艺在所述预处理后的铜基底的上下表面生长单晶石墨烯,得到石墨烯包覆铜基底,具体包括:

[0020] 将所述预处理后的铜基底置于反应器中;

[0021] 向所述反应器中通入氩气和氢气,以排尽所述反应器中的空气;

[0022] 在氩气气氛保护下,以预设的升温速率将所述反应器的温度升高至预设的反应温度,并保持30min;

[0023] 向所述反应器通入气体碳源和氢气,反应1min~10min,以在所述预处理后的铜基底的上表面生长单晶石墨烯;

[0024] 保持所述气体碳源和所述氢气的气流量不变,降低所述反应器的温度,直至温度降至100℃以下,得到石墨烯包覆铜基底。

[0025] 进一步地,所述预设的升温速率为20℃/min。

[0026] 进一步地,所述预设的反应温度为1000℃。

[0027] 本申请第二方面提供一种根据本申请第一方面提供的任一方法制备的铜基石墨烯复合材料,所述复合材料为由石墨烯和铜基底交替复合形成的层状复合材料,所述铜基底在所述层状复合材料的厚度方向上呈单晶态,且呈(111)晶面择优取向。

[0028] 本申请提供的铜基石墨烯复合材料的制备方法,采用电化学抛光工艺对原始板状铜基底进行预处理,得到预处理后的铜基底,且原始板状铜基底的厚度为2μm~25μm,进而采用化学气相沉积工艺在上述预处理后的铜基底的上下表面生长石墨烯,得到石墨烯包覆铜基底,并对至少一片石墨烯包覆铜基底进行热压烧结处理,得到铜基石墨烯复合材料。这样,由于石墨烯蜂巢晶格与铜(111)晶面晶格具有良好的匹配关系,因此,在经过石墨烯沉积生长之后,石墨烯包覆铜基底表面的晶粒显著增大,并且晶面发生了取向转变,石墨烯包覆铜基底取向于(111)晶面择优取向,而(111)晶面在材料内部呈现出一种近似于单晶长程有序的排列方式,有效地降低缺陷对电子传输参数的散射作用,有利于提高材料的电导率;此外,热压烧结使得石墨烯包覆铜基底内部石墨烯与铜界面的结合能显著的提高,铜-石墨烯界面发挥了二维高导的本征特性,成为载流子的快速通道,有利于提高材料的电导率;因此,本申请提供的铜基石墨烯复合材料的制备方法能够制备出电导率较高的铜基石墨烯复合材料。

附图说明

[0029] 图1为本申请一示例性实施例示出的铜基石墨烯复合材料的制备方法的流程图;

[0030] 图2为本申请一示例性实施例示出的原始板状铜基底和预处理后的铜基底的SEM图;

[0031] 图3为本申请一示例性实施例示出的采用本申请提供的方法得到的石墨烯包覆铜基底的X射线衍射图；

[0032] 图4为本申请一示例性实施例示出的采用本申请提供的方法生长的石墨烯的Raman图；

[0033] 图5为本申请一示例性实施例示出的采用本申请提供的方法得到的石墨烯包覆铜基底的SEM图。

具体实施方式

[0034] 这里将详细地对示例性实施例进行说明，其示例表示在附图中。下面的描述涉及附图时，除非另有表示，不同附图中的相同数字表示相同或相似的要素。以下示例性实施例中所述的实施方式并不代表与本申请相一致的所有实施方式。相反，它们仅是与如所附权利要求书中所详述的、本申请的一些方面相一致的装置和方法的例子。

[0035] 在本申请使用的术语是仅仅出于描述特定实施例的目的，而非旨在限制本申请。在本申请和所附权利要求书中所使用的单数形式的“一种”、“所述”和“该”也旨在包括多数形式，除非上下文清楚地表示其他含义。还应当理解，本文中使用的术语“和/或”是指并包含一个或多个相关联的列出项目的任何或所有可能组合。

[0036] 应当理解，尽管在本申请可能采用术语第一、第二、第三等来描述各种信息，但这些信息不应限于这些术语。这些术语仅用来将同一类型的信息彼此区分开。例如，在不脱离本申请范围的情况下，第一信息也可以被称为第二信息，类似地，第二信息也可以被称为第一信息。取决于语境，如在此所使用的词语“如果”可以被解释成为“在……时”或“当……时”或“响应于确定”。

[0037] 本申请提供一种铜基石墨烯复合材料的制备方法和铜基石墨烯复合材料，以解决采用现有的方法制备出的铜基石墨烯复合材料的电导率较低、不满足要求的问题。

[0038] 下面以具体的实施例对本申请的技术方案进行详细说明。下面这几个具体的实施例可以相互结合，对于相同或相似的概念或过程可能在某些实施例不再赘述。

[0039] 图1为本申请一示例性实施例示出的铜基石墨烯复合材料的制备方法的流程图。请参照图1，本实施例提供的铜基石墨烯复合材料的制备方法，可以包括以下步骤：

[0040] S101、采用电化学抛光工艺对原始板状铜基底进行预处理，得到预处理后的铜基底，其中，上述原始板状铜基底的厚度为 $5\mu\text{m}\sim 25\mu\text{m}$ 。

[0041] 具体的，原始板状铜基底的纯度大于99.99%。需要说明的是，在铜基底上生长石墨烯时，若铜基底太厚，则生成的石墨烯的褶皱较多，不利于提高材料的电导率，因此，本申请提供的方法，通过将原始板状铜基底的厚度控制在 $5\mu\text{m}\sim 25\mu\text{m}$ ，这样，可降低生成的石墨烯的褶皱，有利于提高复合材料的导电性。

[0042] 可选地，在本申请一可能的实现方式中，原始板状铜基底的厚度为 $9\mu\text{m}$ 。

[0043] 需要说明的是，通过大量试验验证表明，利用 $9\mu\text{m}$ 厚的原始板状铜基底制得的铜基石墨烯复合材料的电导率优于利用其它厚度的原始板状铜基底制得的铜基石墨烯复合材料的电导率。

[0044] 进一步地，原始板状铜基底的预处理对于生长高质量的石墨烯具有十分重要的意义。这是因为原始板状铜基底在存储以及使用的过程中，只要接触到水，会在铜基底表面形

成一层氧化物,氧化物的存在会影响铜的催化作用,大大降低所生长的石墨烯的质量。另外,由于制作工艺原因,原始板状铜基底表面有很多的条纹状形貌(例如台阶、凹坑、凸起以及铜基底本身的多晶相和非晶区域,统称为缺陷),表面相当粗糙,这些缺陷如若在石墨烯生长前不做预处理的话,必将对生长的石墨烯的质量产生影响。因此,对原始板状铜基底的预处理是十分必要的。

[0045] 本实施例提供的铜基石墨烯复合材料的制备方法,采用电化学抛光工艺对原始板状铜基底进行预处理,得到预处理后的铜基底。具体的,在本申请一可能的实现方式中,电化学抛光溶液的成分为:100ml水、50ml磷酸、50ml乙醇、10ml异丙醇,1g尿素;阳极为原始板状铜基底,阴极为铜箔;在5V的电压下,抛光1min后,将抛光后的铜基底用去离子水和乙醇清洗干净,吹干,得到预处理后的铜基底。需要说明的是,在抛光之前,还可将原始板状铜基底依次用丙酮、乙醇、去离子水分别超声清洗10min。

[0046] 进一步地,图2为本申请一示例性实施例示出的原始板状铜基底和预处理后的铜基底的SEM图。其中,图2中a图为原始板状铜基底的SEM图,图2中的b图为预处理后的铜基底的SEM图。请参照图2,相比于原始板状铜基底,预处理后的铜基底表面基本没有条纹,表面非常光滑,为生长高质量石墨烯提供了很好的基础。

[0047] S102、采用化学气相沉积工艺在上述预处理后的铜基底的上下表面生长石墨烯,得到石墨烯包覆铜基底。

[0048] 采用化学气相沉积法在铜基底上生长石墨烯的原理为表面催化机制,即铜基底的溶碳量很低,碳源在铜基底的催化下裂解重组而生成石墨烯。

[0049] 具体的,生长石墨烯所需的碳源可以为气态碳源,例如,生长石墨烯所需的碳源包括至少一种以下物质:一氧化碳、甲烷、乙烷、丙烷、丁烷、戊烷、己烷、环己烷、乙烯、丙烯、丁二烯、戊烯、环戊二烯、乙炔、甲醇、乙醇、苯和甲苯。当然,生长石墨烯所需的碳源也可以为固态碳源,例如,生成石墨烯所需的碳源为聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)或聚苯乙烯。

[0050] 下面以碳源为甲烷(纯度大于99.9%),载气为氢气(纯度大于99.999%)和氩气(纯度大于99.999%)为例,说明一下采用化学气相沉积工艺在预处理后的铜基底的上下表面生长石墨烯,得到石墨烯包覆铜基底的具体过程。具体的,包括以下步骤:

[0051] (1) 将预处理后的铜基底放入反应器中。

[0052] 具体的,可将预处理后的铜基底以悬浮方式放入反应器中,以使预处理后的铜基底的上下表面均能接触碳源,以在预处理后的铜基底的上下表面生长石墨烯。例如,可采用四个支撑物支撑在预处理后的铜基底的四个角上,使预处理后的铜基底的上下表面均能接触碳源。

[0053] (2) 向反应器内通入载气(氩气),以排空反应器内的空气,以免在升温过程中造成铜基底氧化。

[0054] (3) 向反应器内通入载气(氢气和氩气的混合气),以预设的升温速率将反应器的温度升高至预设的反应温度。

[0055] 例如,在一可能的实现方式中,预设的升温速率为20℃/min,预设的反应温度为900℃~1050℃,例如,可以是1000℃。

[0056] (4) 在反应器的温度达到预设的反应温度后,向反应器通入气体碳源,反应一段时间。

[0057] (5) 保持各气体原有的气流量不变,降低反应器的温度,直至温度降至100℃以下,得到石墨烯包覆铜基底。

[0058] 需要说明的是,由于石墨烯蜂巢晶格与铜(111)晶面晶格具有良好的匹配关系,因此,在经过石墨烯沉积生长之后,石墨烯包覆铜基底表面的晶粒显著增大,并且晶面发生了取向转变,石墨烯包覆铜基底呈(111)晶面择优取向,而(111)晶面在材料内部呈现出一种近似于单晶长程有序的排列方式,有效地降低缺陷对电子传输参数的散射作用,有利于提高材料的电导率。

[0059] 具体的,图3为本申请一示例性实施例示出的采用本申请提供的方法得到的石墨烯包覆铜基底的X射线衍射图。其中,图3中a图为原始板状铜基底的X射线衍射图,图3中的b图为石墨烯包覆铜基底的X射线衍射图。从图3可以看出,在经过石墨烯沉积生长之后,石墨烯包覆铜基底呈(111)晶面择优取向。

[0060] 进一步地,图4为本申请一示例性实施例示出的采用本申请提供的方法生长的石墨烯的Raman图。图5为本申请一示例性实施例示出的采用本申请提供的方法得到的石墨烯包覆铜基底的SEM图。首先,从图4中可以看出,所生长的石墨烯不存在D峰(缺陷峰),G峰和2D峰的强度均较高,通过比较2D峰和G峰强度比值可以看出,石墨烯的层数得到了较好的控制,其中单层石墨烯的比值接近理论值2.1,表明生长的石墨烯的质量较高。其次,从图5可以看出,生长的石墨烯较均匀,质量较高。

[0061] 可选地,在本申请一可能的实现方式中,步骤S102具体包括:采用化学气相沉积工艺在所述预处理后的铜基底的上下表面生长单层石墨烯,得到石墨烯包覆铜基底。

[0062] 具体的,生长单层石墨烯的工艺步骤与前面所述的生长石墨烯的工艺步骤类似,此处不再赘述。

[0063] 需要说明的是,通过在预处理后的铜基底上生长单层石墨烯,这样,可降低层间传导和散射,有利于提高材料的电导率。

[0064] 进一步地,在本申请另一可能的实现方式中,步骤S102具体包括:采用化学气相沉积工艺在所述预处理后的铜基底的上下表面生长单晶石墨烯,得到石墨烯包覆铜基底。

[0065] 具体的,在本申请一可能的实现方式中,生长单晶石墨烯的步骤,可以包括:

[0066] 步骤一:将预处理后的铜基底置于反应器中。

[0067] 具体的,可以将预处理后的铜基底以悬浮方式置于反应器中,以使预处理后的铜基底的上下表面均能接触碳源,以在预处理后的铜基底的上下表面生长石墨烯,生成石墨烯包覆铜基底。

[0068] 步骤二:向反应器中通入氩气和氢气,以排尽反应器中的空气。

[0069] 步骤三:在氩气气氛保护下,以预设的升温速率将反应器的温度升高至预设的反应温度,并保持30min。

[0070] 具体的,在本申请一可能的实现方式中,预设的升温速率可以为20℃/min,预设的反应温度可以为900℃~1050℃,例如,可以是1000℃。

[0071] 步骤四:向反应器通入气体碳源和氢气,反应1min~10min,以在上述预处理后的铜基底的上下表面生长单晶石墨烯。

[0072] 具体的,在本申请一可能的实现方式中,气体碳源为稀释碳源,稀释气体为氩气,且氩气的质量浓度为0.5%。

[0073] 进一步地,气体碳源、氢气和氩气的气流量分别为3sccm(体积流量单位,标况下每毫升每分)、10sccm和100sccm。

[0074] 步骤五:保持气体碳源和氢气的气流量不变,降低反应器的温度,直至温度降至100℃以下,得到石墨烯包覆铜基底。

[0075] S103、对至少一片上述石墨烯包覆铜基底进行热压烧结处理,得到铜基石墨烯复合材料;其中,上述铜基石墨烯复合材料为由石墨烯和铜基底交替复合形成的层状复合材料,铜基底在上述层状复合材料的厚度方向上呈单晶态,且呈(111)晶面择优取向。

[0076] 在本申请一可选的实施方式中,上述热压烧结处理为真空热压烧结处理、气体保护下热压烧结处理、放电等离子体烧结处理或微波烧结处理。

[0077] 可选地,在本申请一可能的实现方式中,本步骤中,可以在烧结温度为800℃~950℃、烧结压强为30MPa~150MPa和烧结时间为10min~30min的条件下,对至少一片上述石墨烯包覆铜基底进行热压烧结处理。优选地,在烧结温度为900℃、烧结压强为50MPa和烧结时间为20min的条件下,对至少一片所述石墨烯包覆铜基底进行热压烧结处理。

[0078] 需要说明的是,本申请提供的方法,经反复试验研究证明,在烧结温度为900℃、烧结压强为50MPa和烧结时间为20min的条件下,热压烧结得到的铜基石墨烯复合材料的电导率高于其他试验条件下得到的铜基石墨烯复合材料的电导率。

[0079] 下面给出几组试验数据,用于详细说明本申请提供的铜基石墨烯复合材料的制备方法所制备的铜基石墨烯复合材料的性能。

[0080] 试验一

[0081] 以乙炔气体为碳源,在厚度为100μm的预处理后的铜基底的上下表面生长单层石墨烯,得到石墨烯包覆铜基底,之后,在烧结温度为950℃、烧结压强为10MPa和烧结时间为30min的条件下,将5片石墨烯包覆铜基底进行真空热压烧结处理,得到铜基石墨烯复合材料。经检测,该铜基石墨烯复合材料的电导率高于纯银,满足要求。

[0082] 试验二

[0083] 以PMMA固体为碳源,在厚度为7μm的预处理后的铜基底上生长2至3层石墨烯,得到石墨烯包覆铜基底,之后,在烧结温度为800℃、烧结压强为30MPa和烧结时间为10min的条件下,将2片石墨烯包覆铜基底在氩气气氛保护下进行热压烧结处理,得到铜基石墨烯复合材料。经检测,该铜基石墨烯复合材料的电导率高于纯银,满足要求。

[0084] 试验三

[0085] 以甲烷气体为碳源,在厚度为9μm的预处理后的铜基底上生长单晶石墨烯,得到石墨烯包覆铜基底,之后,在烧结温度为900℃、烧结压强为50MPa和烧结时间为20min的条件下,将1片石墨烯包覆铜基底进行放电等离子体烧结处理,得到铜基石墨烯复合材料。经检测,该铜基石墨烯复合材料的电导率高于纯银,满足要求。此外,相比于试验一和试验二,采用本例方法制备出的铜基石墨烯复合材料的电导率明显提高。

[0086] 由此可见,本申请提供的铜基石墨烯复合材料的制备方法,采用化学气相沉积法在预处理后的铜基底上生长石墨烯,生成石墨烯包覆铜基底,且铜基底的厚度为5μm~25μm,这样,石墨烯的生成过程促进铜基底晶粒显著长大,并且晶面发生取向转变,铜基底表面晶面取向(111)晶面分布,同时在铜基底的厚度方向晶粒生长为单晶状态,有利于提高材料的电导率。此外,对石墨烯包覆铜基底进行热压烧结处理,高温高压的同时施加使材料内部

缺陷密度大幅降低,有利于提高材料的电导率。这样,由于石墨烯促进铜基底的晶粒取向的转变,铜基底的厚度方向晶粒生长为单晶状态,有效地降低缺陷对电子传输产生的散射作用,此外,热压烧结使得石墨烯包覆铜基底内部石墨烯与铜界面的结合能得到显著的提高,铜-石墨烯界面发挥了二维高导的本征特性成为载流子的快速通道;综合上述两方面的影响,使制备出的铜基石墨烯复合材料的电导率明显增高。

[0087] 本申请第二方面还提供一种根据本申请第一方面提供的方法制备出的铜基石墨烯复合材料,所述复合材料为由石墨烯和铜基底交替复合形成的层状复合材料,所述铜基底在所述层状复合材料的厚度方向上呈单晶态,且呈(111)晶面择优取向。

[0088] 以上所述仅为本申请的较佳实施例而已,并不用以限制本申请,凡在本申请的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本申请保护的范围之内。

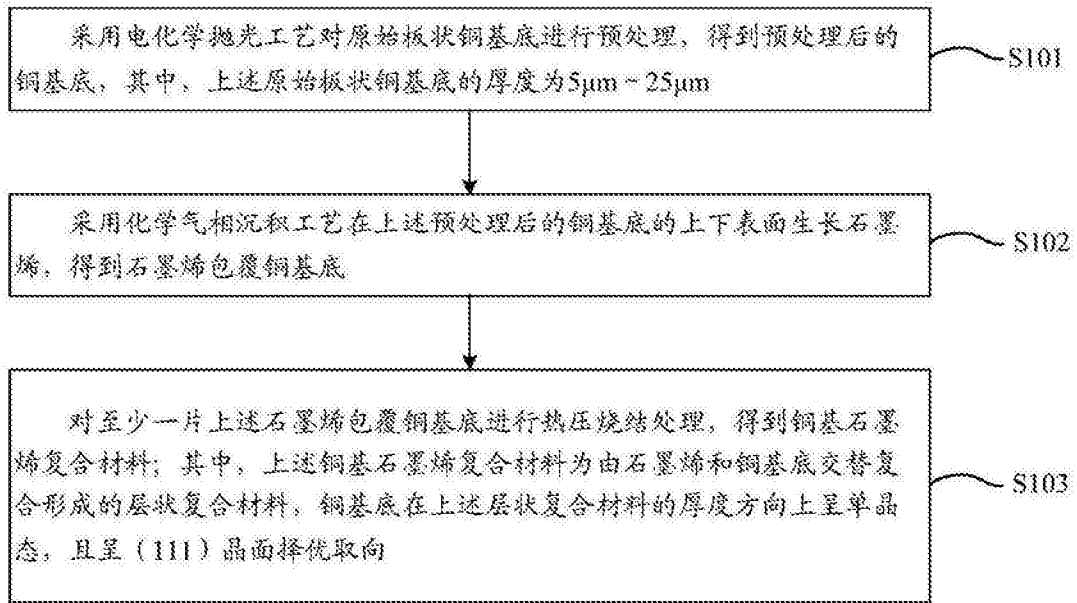


图1

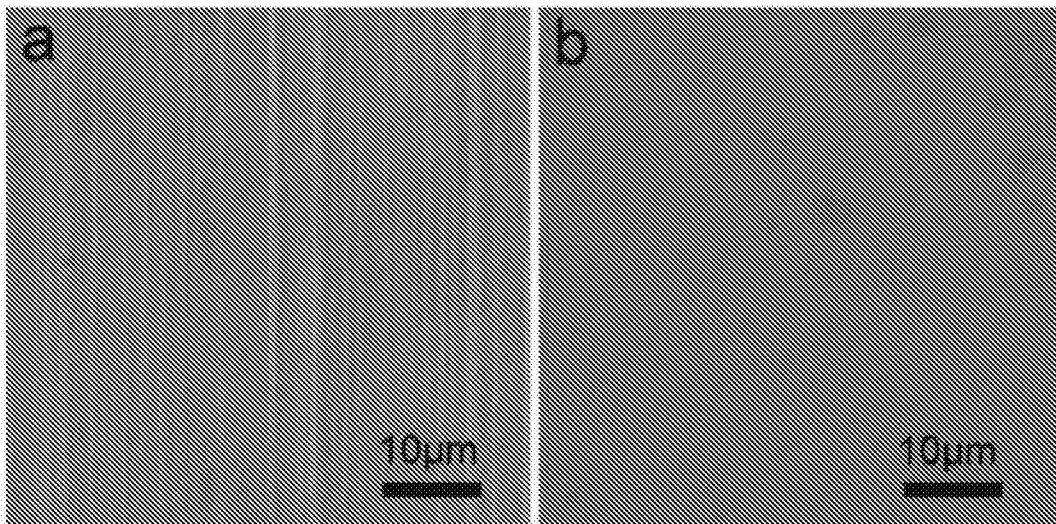


图2

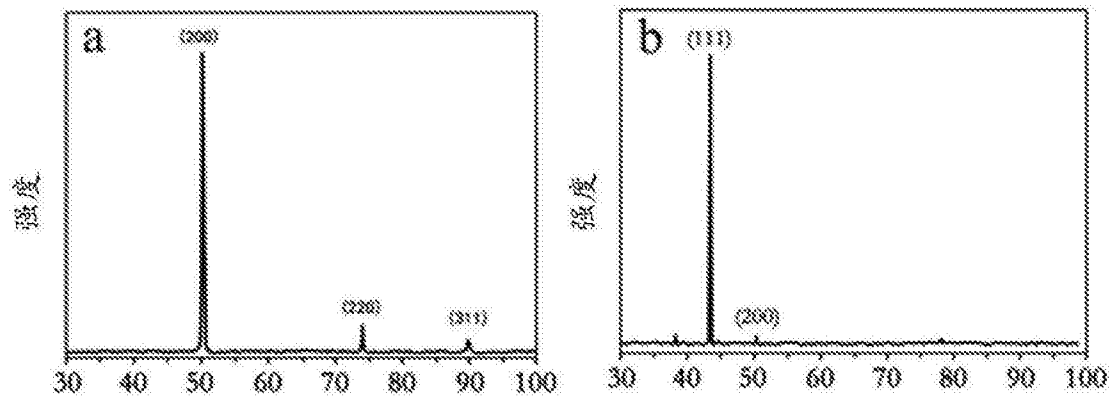


图3

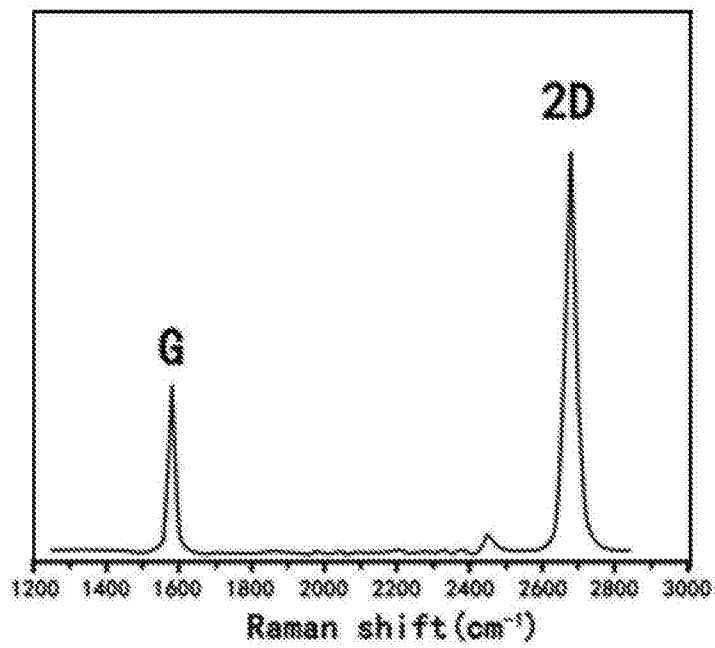


图4

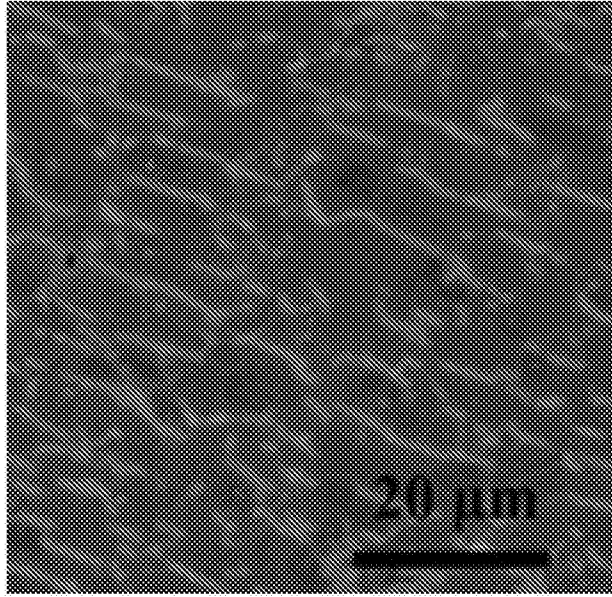


图5