



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116812902 A

(43) 申请公布日 2023.09.29

(21) 申请号 202310394402.3

(22) 申请日 2023.04.13

(71) 申请人 湖南金博碳基材料研究院有限公司

地址 410000 湖南省长沙市长沙高新开发区岳麓西大道1698号麓谷科技创新创业园C栋1086房

(72) 发明人 李丙菊 谭善宥 吴海源 彭浩波 廖广庭

(74) 专利代理机构 华进联合专利商标代理有限公司 44224

专利代理师 侯武娇

(51) Int. Cl.

C01B 32/05 (2017.01)

C01B 32/984 (2017.01)

权利要求书1页 说明书7页

(54) 发明名称

碳颗粒及碳化硅粉的制备方法与应用

(57) 摘要

本申请涉及一种碳颗粒及碳化硅粉的制备方法与应用,碳颗粒的制备方法,包括以下步骤:将碳粉、粘合剂、分散剂和有机溶剂混合,得到预制碳混合溶液;粘合剂的交联温度 $T_1 < 100^\circ\text{C}$;将预制碳混合溶液置于水中,得到悬浮液;将悬浮液升温至粘合剂的交联温度 T_1 ,固液分离,得到碳颗粒前驱体;将碳颗粒前驱体进行碳化,得到碳颗粒。上述碳颗粒的制备方法,以市面可购买的高纯度的纳米或微米级碳粉为原料,制备得到纯度较高的毫米级大尺寸碳颗粒,可进一步合成纯度较高的毫米级大尺寸碳化硅粉。

1. 一种碳颗粒的制备方法,其特征在于,包括以下步骤:
将碳粉、粘合剂、分散剂和有机溶剂混合,得到预制碳混合溶液;所述粘合剂的交联温度 $T_1 < 100^\circ\text{C}$;
将所述预制碳混合溶液置于水中,得到悬浮液;
将所述悬浮液升温至所述粘合剂的交联温度 T_1 ,固液分离,得到碳颗粒前驱体;
将所述碳颗粒前驱体进行碳化,得到碳颗粒。
2. 如权利要求1所述的碳颗粒的制备方法,其特征在于,所述碳粉的纯度 $\geq 99.99\%$,所述粘合剂的纯度 $\geq 99.99\%$ 。
3. 如权利要求1所述的碳颗粒的制备方法,其特征在于,所述粘合剂选自环氧树脂、沥青和酚醛树脂中的至少一种。
4. 如权利要求1所述的碳颗粒的制备方法,其特征在于,所述分散剂选自丙烯酸树脂、椰油酸单乙醇酰胺和聚丙烯酰胺中的至少一种。
5. 如权利要求1所述的碳颗粒的制备方法,其特征在于,所述分散剂与所述碳粉的质量比为(0.05~0.2):1。
6. 如权利要求1所述的碳颗粒的制备方法,其特征在于,所述有机溶剂选自乙醇、丙酮和乙酸乙酯中的至少一种。
7. 如权利要求1~6任一项所述的碳颗粒的制备方法,其特征在于,所述碳化的温度为 $500^\circ\text{C} \sim 800^\circ\text{C}$ 。
8. 如权利要求1~6任一项所述的碳颗粒的制备方法,其特征在于,所述碳颗粒的粒径为 $1\text{mm} \sim 3\text{mm}$ 。
9. 一种碳颗粒,由权利要求1~8任一项所述的碳颗粒的制备方法制备得到。
10. 一种碳化硅粉的制备方法,其特征在于,包括以下步骤:
将权利要求9所述的碳颗粒和硅粉混合,于 $1800^\circ\text{C} \sim 2000^\circ\text{C}$ 下反应。
11. 如权利要求10所述的碳化硅粉的制备方法制备得到的碳化硅粉在制备半导体材料中的应用。

[0009] 将碳粉、粘合剂、分散剂和有机溶剂混合,得到预制碳混合溶液;所述粘合剂的交联温度 $T_1 < 100^\circ\text{C}$;

[0010] 将所述预制碳混合溶液置于水中,得到悬浮液;

[0011] 将所述悬浮液升温至所述粘合剂的交联温度 T_1 ,固液分离,得到碳颗粒前驱体;

[0012] 将所述碳颗粒前驱体进行碳化,得到碳颗粒。

[0013] 在其中一些实施例中,碳颗粒的制备方法中,所述碳粉的纯度 $\geq 99.99\%$,所述粘合剂的纯度 $\geq 99.99\%$ 。

[0014] 在其中一些实施例中,碳颗粒的制备方法中,所述粘合剂选自环氧树脂、沥青和酚醛树脂中的至少一种。

[0015] 在其中一些实施例中,碳颗粒的制备方法中,所述分散剂选自丙烯酸树脂、椰油酸单乙醇酰胺和聚丙烯酰胺中的至少一种。

[0016] 在其中一些实施例中,碳颗粒的制备方法中,所述分散剂与所述碳粉的质量比为(0.05~0.2):1。

[0017] 在其中一些实施例中,碳颗粒的制备方法中,所述有机溶剂选自乙醇、丙酮和乙酸乙酯中的至少一种。

[0018] 在其中一些实施例中,碳颗粒的制备方法中,所述碳化的温度为 $500^\circ\text{C} \sim 800^\circ\text{C}$ 。

[0019] 在其中一些实施例中,碳颗粒的制备方法中,所述碳颗粒的粒径为 $1\text{mm} \sim 3\text{mm}$ 。

[0020] 本申请提供了一种碳颗粒,由上述碳颗粒的制备方法制备得到。

[0021] 本申请提供了一种碳化硅粉的制备方法,包括以下步骤:

[0022] 将上述碳颗粒和硅粉混合,于 $1800^\circ\text{C} \sim 2000^\circ\text{C}$ 下反应。

[0023] 本申请提供了上述碳化硅粉的制备方法制备得到的碳化硅粉在制备半导体材料中的应用。

[0024] 与现有技术相比较,本申请碳颗粒的制备方法具有如下有益效果:

[0025] 上述碳颗粒的制备方法,将碳粉、粘合剂、分散剂和有机溶剂混合,将得到的预制碳混合溶液置于水中时,在分散剂的作用下,预制碳混合溶液中的碳粉在水相环境中形成毫米级的碳粉团簇;进一步将含有碳粉团簇的悬浮液升温至粘合剂的交联温度 T_1 ,使碳粉团簇完成固化,并控制粘合剂的交联温度 T_1 小于水的沸点,保证固化后的碳颗粒前驱体下沉至水相环境底部,经固液分离得到毫米级碳颗粒前驱体;将碳颗粒前驱体进行碳化,碳颗粒前驱体中的粘合剂发生碳化,可进一步增大碳颗粒的尺寸;市面上小尺寸的碳粉可具有较高纯度,并采用上述特定的制备方法,可使制得的毫米级大尺寸碳颗粒的纯度较高。

具体实施方式

[0026] 以下结合具体实施例对本申请的技术方案作进一步详细的说明。本申请可以以许多不同的形式来实现,并不限于本文所描述的实施方式。应当理解,提供这些实施方式的目的是使对本申请公开内容理解更加透彻全面。

[0027] 除非另有定义,本文所使用的所有的技术和科学术语与属于本申请的技术领域的技术人员通常理解的含义相同。本文中在本申请的说明书中所使用的术语只是为了描述具体的实施例的目的,不是旨在于限制本申请。本文所使用的术语“和/或”包括一个或多个相关的所列项目的任意的和所有的组合。

[0028] 在本申请的描述中,需要理解的是,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个该特征。在本申请的描述中,“多个”的含义是两个或两个以上,除非另有明确具体的限定。

[0029] 本申请实施例说明书中所提到的相关成分的重量不仅仅可以指代各组分的具体含量,也可以表示各组分间重量的比例关系,因此,只要是按照本申请实施例说明书相关组分的含量按比例放大或缩小均在本申请实施例说明书公开的范围之内。具体地,本申请实施例说明书中所述的重量可以是 μg 、 mg 、 g 、 kg 等化工领域公知的质量单位。

[0030] 本申请一实施方式提供了一种碳颗粒的制备方法,包括步骤S10~50:

[0031] 步骤S10:将碳粉、粘合剂、分散剂和有机溶剂混合,得到预制碳混合溶液;粘合剂的交联温度 $T_1 < 100^\circ\text{C}$ 。

[0032] 在其中一些示例中,步骤S10中,碳粉的纯度 $\geq 99.99\%$,粘合剂的纯度 $\geq 99.99\%$ 。

[0033] 可以理解,通过控制碳粉和粘合剂的纯度,并采用特定的制备方法,可使制得的毫米级大尺寸碳颗粒的纯度较高。

[0034] 可选地,步骤S10中,碳粉的纯度 $\geq 99.999\%$,粘合剂的纯度 $\geq 99.999\%$ 。

[0035] 在其中一些示例中,步骤S10中,粘合剂选自环氧树脂、沥青和酚醛树脂中的至少一种。

[0036] 进一步地,环氧树脂为水性环氧树脂。

[0037] 可选地,环氧树脂选自低分子液体双酚A环氧树脂、高分子量固化体双酚A型环氧树脂和低分子量的液体环氧树脂乳液中的至少一种。

[0038] 可以理解,环氧树脂、沥青和酚醛树脂的交联温度 $T_1 < 100^\circ\text{C}$;通过控制粘合剂的交联温度 T_1 小于水的沸点,避免水溶液沸腾形成局部空泡和强对流,从而保证固化后的碳颗粒前驱体下沉至水相环境底部。

[0039] 在其中一些示例中,步骤S10中,分散剂选自丙烯酸树脂、椰油酸单乙醇酰胺和聚丙烯酰胺中的至少一种。

[0040] 通过采用特定种类的分散剂,可进一步提升团聚物的尺寸。

[0041] 在其中一些示例中,步骤S10中,分散剂与碳粉的质量比为 $(0.05\sim 0.2):1$ 。

[0042] 可以理解,分散剂与碳粉的质量比包括但不限于 $0.05:1$ 、 $0.1:1$ 、 $0.12:1$ 、 $0.15:1$ 、 $0.18:1$ 、 $0.2:1$;通过控制分散剂的添加量,可进一步控制预制碳混合溶液中的碳粉在水相环境中形成毫米级的碳粉团簇。

[0043] 在其中一些示例中,步骤S10中,粘合剂与碳粉的质量比为 $(2\sim 5):1$ 。

[0044] 可以理解,粘合剂与碳粉的质量比包括但不限于 $2:1$ 、 $2.5:1$ 、 $3:1$ 、 $3.5:1$ 、 $4:1$ 、 $4.5:1$ 、 $5:1$;在一些示例中可为这些点值中任意两个作为端值构成的范围内,下同。

[0045] 在其中一些示例中,步骤S10中,碳粉的粒径为 $5\mu\text{m}\sim 50\mu\text{m}$ 。

[0046] 可以理解,碳粉的粒径包括但不限于 $5\mu\text{m}$ 、 $10\mu\text{m}$ 、 $15\mu\text{m}$ 、 $20\mu\text{m}$ 、 $25\mu\text{m}$ 、 $30\mu\text{m}$ 、 $35\mu\text{m}$ 、 $40\mu\text{m}$ 、 $45\mu\text{m}$ 、 $50\mu\text{m}$ 。

[0047] 通过控制碳粉的粒径,可控制碳颗粒的孔隙度,从而控制碳颗粒与硅的反应程度。可以理解,粒径越小,需要的粘合剂的量越多,制得的碳颗粒的孔隙度越大,碳颗粒与硅的反应越彻底,最终碳化硅粉中单质硅(自由硅)含量越低。

- [0048] 在其中一些示例中,步骤S10中,有机溶剂选自乙醇、丙酮和乙酸乙酯中的至少一种。
- [0049] 在其中一些示例中,步骤S10中,有机溶剂与粘合剂的质量比为(0.5~2):1。
- [0050] 可以理解,有机溶剂与粘合剂的质量比包括但不限于0.5:1、0.8:1、1:1、1.2:1、1.5:1、2:1。
- [0051] 在其中一些示例中,步骤S10中,将碳粉、粘合剂、分散剂和有机溶剂混合步骤后,还包括进行搅拌均匀的步骤,得到预制碳混合溶液。
- [0052] 步骤S20:将预制碳混合溶液置于水中,得到悬浮液。
- [0053] 在其中一些示例中,步骤S20中,将预制碳混合溶液置于水中的步骤后,还包括将预制碳混合溶液和水的混合液进行超声处理的步骤。
- [0054] 在其中一些示例中,步骤S20中,在超声处理步骤后,还包括将超声处理后的混合液进行搅拌的步骤。
- [0055] 步骤S30:将悬浮液升温至粘合剂的交联温度 T_1 ,固液分离,得到碳颗粒前驱体。
- [0056] 在其中一些示例中,步骤S30中,固液分离的方式为过滤。
- [0057] 可以理解,步骤S30得到的碳颗粒前驱体含有交联后的粘合剂。
- [0058] 在其中一些示例中,步骤S30中,将悬浮液升温至粘合剂的交联温度 T_1 后,固化0.5h~2h。
- [0059] 可以理解,固化的时间包括但不限于0.5h、0.8h、1h、1.2h、1.5h、1.8h、2h。
- [0060] 步骤S40:将碳颗粒前驱体进行碳化,得到碳颗粒。
- [0061] 在其中一些示例中,步骤S40中,碳化的温度为500℃~800℃。
- [0062] 可以理解,碳化的温度包括但不限于500℃、520℃、550℃、580℃、600℃、650℃、680℃、700℃、720℃、750℃、800℃。
- [0063] 在其中一些示例中,步骤S40中,在进行碳化步骤之前,还包括将碳颗粒前驱体进行干燥的步骤。
- [0064] 在其中一些示例中,步骤S40中,干燥的温度为110℃~150℃。
- [0065] 本申请一实施方式提供了一种碳颗粒,由上述碳颗粒的制备方法制备得到。
- [0066] 在其中一些示例中,碳颗粒的粒径为1mm~3mm。
- [0067] 可以理解,碳颗粒的粒径包括但不限于1mm、1.2mm、1.3mm、1.5mm、1.6mm、1.7mm、1.8mm、2mm、2.2mm、2.5mm、2.8mm、3mm。
- [0068] 将碳粉、粘合剂、分散剂和有机溶剂混合,将得到的预制碳混合溶液置于水中时,在分散剂的作用下,预制碳混合溶液中的碳粉在水相环境中形成毫米级的碳粉团簇;进一步将含有碳粉团簇的悬浮液升温至粘合剂的交联温度 T_1 ,使碳粉团簇完成固化,并控制粘合剂的交联温度 T_1 小于水的沸点,保证固化后的碳颗粒前驱体下沉至水相环境底部,经固液分离得到毫米级碳颗粒前驱体;将碳颗粒前驱体进行碳化,碳颗粒前驱体中的粘合剂发生碳化,可进一步增大碳颗粒的尺寸;市面上小尺寸的碳粉可具有较高纯度,通过控制碳粉和粘合剂的纯度,以及采用上述特定的制备方法,使制得的毫米级大尺寸碳颗粒的纯度较高。
- [0069] 上述碳颗粒的制备方法,以市面可购买的高纯度的纳米或微米级碳粉为原料,制备得到纯度较高的毫米级大尺寸碳颗粒,可进一步合成纯度较高的毫米级大尺寸碳化硅

粉。

[0070] 本申请一实施方式提供了一种碳化硅粉的制备方法,包括以下步骤:

[0071] 将上述碳颗粒和硅粉混合,于1800℃~2000℃下反应。

[0072] 可以理解,反应温度包括但不限于1800℃、1820℃、1850℃、1880℃、1900℃、1920℃、1950℃、1980℃、2000℃。

[0073] 在其中一些示例中,碳化硅粉的制备方法中,反应的时间为3h~4h。

[0074] 可以理解,反应的时间包括但不限于3h、3.2h、3.4h、3.5h、3.8h、4h。

[0075] 在其中一些示例中,碳化硅粉的制备方法中,碳颗粒与硅粉的质量比为(1~1.1):1。

[0076] 可以理解,碳颗粒与硅粉的质量比包括但不限于1:1、1.02:1、1.05:1、1.07:1、1.1:1。

[0077] 上述碳化硅粉的制备方法,能耗较低,效率较高,出粉率高于90%,成本较低。

[0078] 本申请一实施方式提供了一种碳化硅粉,由上述碳化硅粉的制备方法制备得到。

[0079] 本申请一实施方式提供了上述碳化硅粉或上述碳化硅粉的制备方法制备得到的碳化硅粉在制备半导体材料中的应用。本申请另一实施方式提供了一种半导体材料,其制备原料包含上述碳化硅粉。

[0080] 上述碳化硅粉用于制备半导体材料,可赋予半导体材料较高的晶体质量和工艺可控性。

[0081] 在其中一些实施例中,半导体材料包括但不限于肖特基二极管(SBD/JBS)、绝缘栅双极型晶体管(IGBT)、晶闸管(GTO)、金属-氧化物半导体场效应晶体管(MOSFET)。

[0082] 具体实施例

[0083] 以下按照本申请的碳颗粒及碳化硅粉的制备方法、碳化硅粉的应用举例,可理解,本申请的碳颗粒及碳化硅粉的制备方法、碳化硅粉的应用并不局限于下述实施例。

[0084] 实施例1

[0085] (1)将碳粉(粒径为5 μ m,纯度为99.999%)、水性环氧树脂(购买于深圳市吉田化工公司F0707型号,交联温度为80℃)、酒精溶剂和CMEA(椰油酸单乙醇酰胺)按照质量比为20:100:100:1混合,使用搅拌器处理2h,得到预制碳混合溶液;

[0086] (2)将预制碳混合溶液加入去离子水槽中,超声预处理2h后,使用搅拌子对其进行搅拌1h,使得碳粉在分散剂作用下形成悬浮分散颗粒,得到悬浮液;

[0087] (3)将悬浮液加热至水性环氧树脂的交联温度,恒定1h,固化后的颗粒会下沉至水相环境底部,过滤,得到碳颗粒前驱体;

[0088] (4)将碳颗粒前驱体于120℃进行干燥后,于500℃进行碳化处理,得到碳颗粒;碳颗粒的纯度为99.999%,粒径为1mm,孔隙率为40%;

[0089] (5)基于自蔓延高温合成法,将步骤(4)制得的碳颗粒和硅粉按照摩尔比1:1混合,在粉料合成炉中,抽真空预处理后升压至50mbar,升温至1900℃反应4h后自然降温,得到碳化硅粉;碳化硅粉的纯度为99.999%,粒径为1.2mm,产量为95%。

[0090] 实施例2

[0091] (1)将碳粉(粒径为50 μ m,纯度为99.999%)、水性环氧树脂(购买于深圳市吉田化工公司F0707型号,交联温度为80℃)、酒精溶剂和丙烯酸树脂分散剂(购买于深圳市吉田化

工公司E0503型号)按照质量比为5:10:10:1混合,使用搅拌器处理2h,得到预制碳混合溶液;

[0092] (2)将预制碳混合溶液加入去离子水槽中,超声预处理2h后,使用搅拌子对其进行搅拌2h,使得碳粉在分散剂作用下形成悬浮分散颗粒,得到悬浮液;

[0093] (3)将悬浮液加热至水性环氧树脂的交联温度,恒定1h,固化后的颗粒会下沉至水相环境底部,过滤,得到碳颗粒前驱体;

[0094] (4)将碳颗粒前驱体于130℃进行干燥后,于800℃进行碳化处理,得到碳颗粒;碳颗粒的纯度为99.999%,粒径为1.5mm,孔隙率为30%;

[0095] (5)基于自蔓延高温合成法,将步骤(4)制得的碳颗粒和硅粉按照摩尔比1:1混合,在粉料合成炉中,抽真空预处理后升压至50mbar,升温至1900℃反应4h后自然降温,得到碳化硅粉;碳化硅粉的纯度为99.999%,粒径为2mm,产量为96%。

[0096] 实施例3

[0097] 与实施例1基本相同,不同点在于,粘合剂为酚醛树脂(购买于日本住友公司PR-55738型号,交联温度为91℃),步骤(1)具体如下:

[0098] (1)将碳粉(粒径为5μm,纯度为99.999%)、酚醛树脂、酒精溶剂和CMEA(椰油酸单乙醇酰胺)按照质量比为20:100:100:1混合,使用搅拌器处理2h,得到预制碳混合溶液。

[0099] 最终步骤(5)得到的碳化硅粉的纯度为99.999%,粒径为0.9mm,产量为93%。

[0100] 实施例4

[0101] 与实施例1基本相同,不同点在于,步骤(1)中,碳粉、水性环氧树脂、酒精溶剂和CMEA的质量比为20:100:100:2。

[0102] 最终步骤(5)得到的碳化硅粉的纯度为99.999%,粒径为0.8mm,产量为91%。

[0103] 实施例5

[0104] 与实施例1基本相同,不同点在于,步骤(1)中,将实施例1中的分散剂替换为等量的聚丙烯酰胺(购买于国药集团化学试剂有限公司30503770型号)。

[0105] 最终步骤(5)得到的碳化硅粉的纯度为99.999%,粒径为1.5mm,产量为95%。

[0106] 对比例1

[0107] 基于自蔓延高温合成法,将购买于德国西格里公司的碳颗粒(粒径为1mm)和硅粉按照摩尔比1:1混合,在粉料合成炉中,抽真空预处理后升压至50mbar,升温至1900℃反应4h后自然降温,得到碳化硅粉;碳化硅粉的表面为碳化硅壳层,内部有未反应完全碳心,碳化硅粉的纯度为99.9%,粒径为1.2mm,产量为50%。

[0108] 对比例2

[0109] 与实施例1基本相同,不同点在于,粘合剂为酚醛树脂(购买于公司恒昊新材料型号2123,交联温度为110℃),步骤(1)具体如下:

[0110] (1)将碳粉(粒径为5μm,纯度为99.999%)、酚醛树脂、酒精溶剂和CMEA(椰油酸单乙醇酰胺)按照质量比为20:100:100:1混合,使用搅拌器处理2h,得到预制碳混合溶液。

[0111] 步骤(3)中,因无法将水域环境加热到树脂固化温度,因此最终在低于100摄氏度环境下,无法得到目标所需的大颗粒碳粉。

[0112] 对比例3

[0113] 与实施例1基本相同,不同点在于,不添加分散剂,步骤(1)具体如下:

[0114] (1)将碳粉(粒径为5 μm ,纯度为99.999%)、水性环氧树脂(购买于深圳吉田化工公司F0707型号,交联温度为80 $^{\circ}\text{C}$)和酒精溶剂按照质量比为20:100:100混合,使用搅拌器处理2h,得到预制碳混合溶液。

[0115] 步骤(3)中制得的碳颗粒的纯度为99.999%,粒径为0.05mm,孔隙率为10%,步骤(4)中制得的碳化硅粉的纯度为99.999%,粒径为0.055mm,产量为99%。

[0116] 对比例4

[0117] 与实施例1基本相同,不同点在于,省略步骤(2),具体如下:

[0118] (1)将碳粉(粒径为5 μm ,纯度为99.999%)、水性环氧树脂(购买于深圳吉田化工公司F0707型号,交联温度为80 $^{\circ}\text{C}$)、酒精溶剂和CMEA(椰油酸单乙醇酰胺)按照质量比为20:100:100:1混合,使用搅拌器处理2h,得到预制碳混合溶液;

[0119] (2)将预制碳混合溶液加热至水性环氧树脂的交联温度,恒定1h,完成固化,得到碳颗粒前驱体;

[0120] (3)将碳颗粒前驱体于130 $^{\circ}\text{C}$ 进行干燥后,于500 $^{\circ}\text{C}$ 进行碳化处理,得到碳颗粒;碳颗粒的纯度为99.999%,粒径为0.1mm~1mm(团聚不均匀),孔隙率为10%~40%;

[0121] (4)基于自蔓延高温合成法,将步骤(3)制得的碳颗粒和硅粉按照摩尔比1:1混合,在粉料合成炉中,抽真空预处理后升压至50mbar,升温至1900 $^{\circ}\text{C}$ 反应4h后自然降温,得到碳化硅粉;碳化硅粉的纯度为99.999%,粒径为0.15mm~1.1mm,产量为97%。

[0122] 以上所述实施例的各技术特征可以进行任意的组合,为使描述简洁,未对上述实施例中的各个技术特征所有可能的组合都进行描述,然而,只要这些技术特征的组合不存在矛盾,都应当认为是本说明书记载的范围。

[0123] 以上所述实施例仅表达了本申请的几种实施方式,便于具体和详细地理解本申请的技术方案,但并不能因此而理解为对发明专利保护范围的限制。应当指出的是,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本申请构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本申请的保护范围。应当理解,本领域技术人员在本申请提供的技术方案的基础上,通过合乎逻辑的分析、推理或者有限的试验得到的技术方案,均在本申请所附权利要求的保护范围内。因此,本申请专利的保护范围应以所附权利要求的内容为准,说明书可以用于解释权利要求的内容。