



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111121981 B

(45) 授权公告日 2021.04.02

(21) 申请号 201811298948.4

CN 101837968 A, 2010.09.22

(22) 申请日 2018.11.01

CN 106996832 A, 2017.08.01

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 102737853 A, 2012.10.17

申请公布号 CN 111121981 A

CN 103489943 A, 2014.01.01

(43) 申请公布日 2020.05.08

CN 102341345 A, 2012.02.01

(73) 专利权人 清华大学

CN 101993055 A, 2011.03.30

地址 100084 北京市海淀区清华大学清华-

CN 105562307 A, 2016.05.11

富士康纳米科技研究中心401室

CN 102050424 A, 2011.05.11

专利权人 鸿富锦精密工业(深圳)有限公司

US 2013259085 A1, 2013.10.03

CN 107076617 A, 2017.08.18

(72) 发明人 王广 魏洋 范守善

Kohei Mizuno 等.A black body absorber from vertically aligned single-walled carbon nanotubes.《Proceedings of the National Academy of Sciences》.2009,

(51) Int.Cl.

G01J 5/52 (2006.01)

C01B 32/16 (2017.01)

审查员 秦岳飞

(56) 对比文件

CN 102737853 A, 2012.10.17

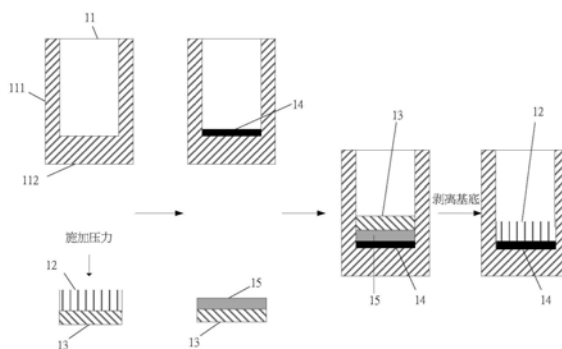
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54) 发明名称

黑体辐射源的制备方法

(57) 摘要

本发明提供一种黑体辐射源的制备方法,包括:提供一黑体辐射腔,一碳纳米管阵列以及一基底,该碳纳米管阵列设置在该基底上;在所述黑体辐射腔的内表面上涂覆一黑漆层;施加一压力于碳纳米管阵列的表面,使所述碳纳米管阵列中的碳纳米管倾倒在所述基底表面形成一碳纳米管纸,并将该碳纳米管纸放置在黑漆层的表面;以及剥离所述基底,使所述碳纳米管纸中的碳纳米管与所述基底分离并粘结在所述黑漆层上,碳纳米管纸中的碳纳米管在基底和黑漆层的作用力下竖直排列形成所述碳纳米管阵列,进而将所述碳纳米管阵列转移到所述黑漆层上,碳纳米管阵列中的碳纳米管基本垂直于黑漆层的表面。



1. 一种黑体辐射源的制备方法,包括以下步骤:

步骤S11,提供一黑体辐射腔,一碳纳米管阵列以及一基底,该黑体辐射腔具有一内表面,该碳纳米管阵列设置在所述基底上,该碳纳米管阵列包括与基底接触的根部以及相对远离基底的顶部;

步骤S12,在所述黑体辐射腔的内表面上涂覆一黑漆层;

步骤S13,施加一压力于碳纳米管阵列的表面,使所述碳纳米管阵列中的碳纳米管倾倒在所述基底的表面形成一碳纳米管纸,该碳纳米管纸中的碳纳米管与基底的表面平行,并将该碳纳米管纸贴合于所述黑漆层的表面;以及

步骤S14,剥离所述基底,使所述碳纳米管纸中的碳纳米管与所述基底分离并粘结在所述黑漆层上,且碳纳米管阵列的顶部与所述黑漆层接触,碳纳米管纸中的碳纳米管在基底和黑漆层的作用力下竖直排列形成所述碳纳米管阵列,进而将所述碳纳米管阵列转移到所述黑漆层上,碳纳米管阵列中的碳纳米管基本垂直于黑漆层的表面。

2. 如权利要求1所述的黑体辐射源的制备方法,其特征在于,所述碳纳米管阵列为超顺排碳纳米管阵列,该超顺排碳纳米管阵列包括多个相互平行且垂直于所述基底的碳纳米管。

3. 如权利要求1所述的黑体辐射源的制备方法,其特征在于,步骤S13中:朝一个方向对所述碳纳米管阵列施加压力,使所述碳纳米管阵列中的碳纳米管朝一个方向倾倒,进而使所述碳纳米管纸中的碳纳米管沿同一方向择优取向排列。

4. 如权利要求3所述的黑体辐射源的制备方法,其特征在于,通过一板材对所述碳纳米管阵列施加压力,进而形成所述碳纳米管纸,施加压力的方向与基底表面的交叉角度大于 30° 小于等于 60° 。

5. 如权利要求1所述的黑体辐射源的制备方法,其特征在于,在剥离所述基底的过程中,该基底的剥离方向垂直于该基底的表面,进而使该碳纳米管纸中的所有碳纳米管同时脱离所述基底并倒立粘结在所述黑漆层上。

6. 如权利要求1所述的黑体辐射源的制备方法,其特征在于,所述黑体辐射腔包括一黑体腔体和一黑体腔底,步骤S2中,在所述黑体腔底的内表面上涂覆所述黑漆层,进而使所述碳纳米管阵列通过该黑漆层粘结在黑体腔底的内表面。

7. 如权利要求1所述的黑体辐射源的制备方法,其特征在于,在步骤S11之后步骤S12之前,进一步包括一对所述碳纳米管阵列和基底进行退火处理的步骤。

8. 如权利要求1所述的黑体辐射源的制备方法,其特征在于,在步骤S14之后,进一步包括在所述黑体辐射腔的外表面设置一加热元件的步骤,该加热元件包括一碳纳米管结构及间隔设置在该碳纳米管结构表面的第一电极和第二电极。

9. 一种黑体辐射源的制备方法,包括以下步骤:

提供一黑体辐射腔,一碳纳米管阵列以及一基底,该黑体辐射腔具有一内表面,该碳纳米管阵列生长在所述基底上,该碳纳米管阵列包括与基底接触的根部以及相对远离基底的顶部;

在所述黑体辐射腔的内表面上涂覆一黑漆层;

施加一压力于碳纳米管阵列的表面,使所述碳纳米管阵列中的碳纳米管倾倒在所述基底的表面形成一碳纳米管纸,该碳纳米管纸中的碳纳米管与基底的表面平行,并将该碳纳

米管纸贴合于所述黑漆层的表面;以及

剥离所述基底,使所述碳纳米管纸与基底分离并粘结在黑漆层的表面;

将一胶带粘结在所述碳纳米管纸的表面,并剥离该胶带,使所述碳纳米管纸中的碳纳米管在胶带和黑漆层的作用力下被竖直拉起,在黑漆层的表面竖直排列形成所述碳纳米管阵列,且碳纳米管阵列中的碳纳米管基本垂直于所述黑漆层的表面。

10. 一种黑体辐射源的制备方法,包括以下步骤:

提供一面板,一碳纳米管阵列以及一基底,该面板具有相对设置的第一表面和第二表面,该碳纳米管阵列设置在所述基底上,该碳纳米管阵列包括与基底接触的根部以及相对远离基底的顶部;

在所述面板的第一表面上涂覆一黑漆层;

施加一压力于碳纳米管阵列的表面,使所述碳纳米管阵列中的碳纳米管倾倒于所述基底的表面形成一碳纳米管纸,该碳纳米管纸中的碳纳米管与基底的表面平行,并将该碳纳米管纸贴合于所述黑漆层的表面;以及

剥离所述基底,使所述碳纳米管纸中的碳纳米管与所述基底分离并粘结在所述黑漆层上,且碳纳米管阵列的顶部与所述黑漆层接触,碳纳米管纸中的碳纳米管在基底和黑漆层的作用力下竖直排列形成所述碳纳米管阵列,进而将所述碳纳米管阵列转移到所述黑漆层上,碳纳米管阵列中的碳纳米管基本垂直于黑漆层的表面。

黑体辐射源的制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种黑体辐射源的制备方法,尤其涉及一种采用碳纳米管阵列的黑体辐射源的制备方法。

背景技术

[0002] 随着红外遥感技术的快速发展,红外遥感被广泛应用于军事领域和地球勘探、天气预报、环境监测等民用领域。然而所有的红外探测仪器都需要经过黑体标定后方可使用,黑体作为标准辐射源,其作用日益突出,黑体的发射率越高,其标定红外探测仪器的精度越高。选择高发射率的表面材料,对获得高性能的黑体辐射源具有重要的意义。

[0003] 碳纳米管是目前世界上最黑的材料,碳纳米管的发射率高达99.6%,远远大于目前面源黑体表面材料(如Nextel Velvet 81-21黑漆的发射率为96%)的发射率,所以包括碳纳米管阵列的黑体发射率也高于目前黑体表面材料的发射率。

[0004] 现有的采用碳纳米管阵列的黑体辐射源的制备方法,为通过在黑体表面直接生长碳纳米管阵列或者将碳纳米管阵列直接转移到黑体表面得到。然而,在黑体表面直接生长碳纳米管阵列的方法操作比较复杂,而且容易引入杂质;将碳纳米管阵列直接转移到黑体表面,碳纳米管阵列非常容易损坏。转移过程中碳纳米管阵列中的碳纳米管容易倾倒、弯折,而且部分碳纳米管发生缠绕,导致碳纳米管阵列在黑体表面的形态比较杂乱,其将导致黑体辐射源的发射率较差。

发明内容

[0005] 有鉴于此,确有必要提供一种黑体辐射源的制备方法,该制备方法得到的黑体辐射源中的碳纳米管阵列形态保持较好,碳纳米管阵列中的碳纳米管相互平行且垂直于黑体表面,碳纳米管之间无缠绕,而且操作简单。

[0006] 一种黑体辐射源的制备方法,包括以下步骤:

[0007] 步骤S11,提供一黑体辐射腔,一碳纳米管阵列以及一基底,该黑体辐射腔具有一内表面,该碳纳米管阵列设置在所述基底上,该碳纳米管阵列包括与基底接触的根部以及相对远离基底的顶部;

[0008] 步骤S12,在所述黑体辐射腔的内表面上涂覆一黑漆层;

[0009] 步骤S13,施加一压力于碳纳米管阵列的表面,使所述碳纳米管阵列中的碳纳米管倾倒在所述基底的表面形成一碳纳米管纸,该碳纳米管纸中的碳纳米管与基底的表面平行,并将该碳纳米管纸贴合于所述黑漆层的表面;以及

[0010] 步骤S14,剥离所述基底,使所述碳纳米管纸中的碳纳米管与所述基底分离并粘结在所述黑漆层上,且碳纳米管阵列的顶部与所述黑漆层接触,碳纳米管纸中的碳纳米管在基底和黑漆层的作用力下竖直排列形成所述碳纳米管阵列,进而将所述碳纳米管阵列转移到所述黑漆层上,碳纳米管阵列中的碳纳米管基本垂直于黑漆层的表面。

[0011] 一种黑体辐射源的制备方法,包括以下步骤:

[0012] 提供一黑体辐射腔,一碳纳米管阵列以及一基底,该黑体辐射腔具有一内表面,该碳纳米管阵列生长在所述基底上,该碳纳米管阵列包括与基底接触的根部以及相对远离基底的顶部;

[0013] 在所述黑体辐射腔的内表面上涂覆一黑漆层;

[0014] 施加一压力于碳纳米管阵列的表面,使所述碳纳米管阵列中的碳纳米管倾倒于所述基底的表面形成一碳纳米管纸,该碳纳米管纸中的碳纳米管与基底的表面平行,并将该碳纳米管纸贴合于所述黑漆层的表面;以及

[0015] 剥离所述基底,使所述碳纳米管纸与基底分离并粘结在黑漆层的表面;

[0016] 将一胶带粘结在所述碳纳米管纸的表面,并剥离该胶带,使所述碳纳米管纸中的碳纳米管在胶带和黑漆层的作用力下被竖直拉起,在黑漆层的表面竖直排列形成所述碳纳米管阵列,且碳纳米管阵列中的碳纳米管基本垂直于所述黑漆层的表面。

[0017] 一种黑体辐射源的制备方法,包括以下步骤:

[0018] 提供一面板,一碳纳米管阵列以及一基底,该面板具有相对设置的第一表面和第二表面,该碳纳米管阵列设置在所述基底上,该碳纳米管阵列包括与基底接触的根部以及相对远离基底的顶部;

[0019] 在所述面板的第一表面上涂覆一黑漆层;

[0020] 施加一压力于碳纳米管阵列的表面,使所述碳纳米管阵列中的碳纳米管倾倒于所述基底的表面形成一碳纳米管纸,该碳纳米管纸中的碳纳米管与基底的表面平行,并将该碳纳米管纸贴合于所述黑漆层的表面;以及

[0021] 剥离所述基底,使所述碳纳米管纸中的碳纳米管与所述基底分离并粘结在所述黑漆层上,且碳纳米管阵列的顶部与所述黑漆层接触,碳纳米管纸中的碳纳米管在基底和黑漆层的作用力下竖直排列形成所述碳纳米管阵列,进而将所述碳纳米管阵列转移到所述黑漆层上,碳纳米管阵列中的碳纳米管基本垂直于黑漆层的表面。

[0022] 与现有技术相比较,本发明提供的黑体辐射源的制备方法通过先将碳纳米管阵列压成碳纳米管纸,然后再采用黑体辐射腔的内表面或基板表面上的黑漆粘结该碳纳米管纸,剥离该基底,即可以使碳纳米管竖直粘接在黑体辐射腔的内表面或面板的第一表面上,进而形成黑体辐射源。由于碳纳米管纸的力学强度比较大,不易损坏,该方法先将碳纳米管阵列压制成碳纳米管纸可以避免直接粘结碳纳米管阵列时,碳纳米管容易发生倾斜,弯折,部分碳纳米管会缠绕在一起,进而降低面源黑体发射效率的问题。

附图说明

[0023] 图1为本发明第一实施例提供的黑体辐射源的制备方法的流程图。

[0024] 图2为本发明第一实施例提供的黑体辐射源的制备方法的工艺示意图。

[0025] 图3为本发明第一实施例提供的碳纳米管纸的电子显微镜照片。

[0026] 图4为采用本发明第二实施例提供的黑体辐射源的制备方法的流程图。

[0027] 图5为采用本发明第二实施例提供的黑体辐射源的制备方法的工艺示意图。

[0028] 主要元件符号说明

[0029] 黑体辐射腔 11

[0030] 黑体腔体 111

[0031]	黑体腔底	112
[0032]	碳纳米管阵列	12,22
[0033]	根部	122,222
[0034]	顶部	124,224
[0035]	基底	13,23
[0036]	黑漆层	14,24
[0037]	碳纳米管纸	15,25
[0038]	面板	21
[0039]	如下具体实施方式将结合上述附图进一步说明本发明。	

具体实施方式

[0040] 请参阅图1和图2,本发明第一实施例提供一种黑体辐射源的制备方法,包括以下步骤:

[0041] 步骤S11,提供一黑体辐射腔11,一碳纳米管阵列12以及一基底13,该黑体辐射腔11具有一内表面,该碳纳米管阵列12设置在所述基底13上,该碳纳米管阵列12包括与基底13接触的根部122以及相对远离基底13的顶部124;

[0042] 步骤S12,在所述黑体辐射腔11的内表面上涂覆一黑漆层14;

[0043] 步骤S13,施加一压力于碳纳米管阵列12的表面,使所述碳纳米管阵列12中的碳纳米管倾倒于所述基底13的表面形成一碳纳米管纸15,该碳纳米管纸15中的碳纳米管与基底13的表面平行,并将该碳纳米管纸15贴合于所述黑漆层14的表面;以及

[0044] 步骤S14,剥离所述基底13,使所述碳纳米管纸15中的碳纳米管与所述基底13分离并并粘结在所述黑漆层14上,且碳纳米管阵列12的顶部与所述黑漆层14接触,碳纳米管纸15中的碳纳米管在基底13和黑漆层14的作用力下竖直排列形成所述碳纳米管阵列12,进而将所述碳纳米管阵列12转移到所述黑漆层14上,碳纳米管阵列12中的碳纳米管基本垂直于黑漆层14的表面。

[0045] 在步骤S11中,所述黑体辐射腔11由耐高温、并具有较高发射率的材料制成,具体地,所述黑体辐射腔11可以由硬铝材料、铝合金材料或无氧铜制成。

[0046] 所述黑体辐射腔11包括一黑体腔体111和一黑体腔底112,所述黑体腔体111和所述黑体腔底112的材料可以相同,也可以不同。所述黑体腔体111和所述黑体腔底112可以为一体成型的结构;所述黑体腔体111和所述黑体腔底112也可以为两个独立的结构,所述黑体腔底112从所述黑体腔体111的一端开口被压入或旋入到所述黑体腔体111中。

[0047] 具体地,所述黑体腔体111具有一空洞,该空洞的横截面可以为圆形、椭圆形、三角形、四边形,或者其它规则或不规则的多边形。当然,所述空洞的底面形状不限,可以为平面、锥形面以及其他规则或不规则的表面。

[0048] 所述黑体辐射腔的内表面光滑,或所述黑体辐射腔的内表面形成有多个微结构,具体地,所述黑体辐射腔的内表面上形成有多个相互间隔的凹槽,所述凹槽可以是环形凹槽、条形凹槽、点状凹槽或沿黑体辐射腔的轴向螺旋延伸的凹槽。

[0049] 本实施例中,所述黑体腔体111和所述黑体腔底112为一体成型的结构,所述黑体腔体111具有一圆柱形空洞,且所述黑体辐射腔的内表面光滑。

[0050] 所述碳纳米管阵列12优选为超顺排碳纳米管阵列,该超顺排碳纳米管阵列包括多个彼此平行且垂直于所述基底13的碳纳米管。该超顺排碳纳米管阵列中的碳纳米管彼此通过范德华力紧密接触形成阵列。当然,所述超顺排碳纳米管阵列中存在少数随机排列的碳纳米管,这些随机排列的碳纳米管不会对超顺排碳纳米管阵列中大多数碳纳米管的整体取向排列构成明显影响。该超顺排碳纳米管阵列中基本不含有杂质,如无定型碳或残留的催化剂金属颗粒等。

[0051] 所述超顺排碳纳米管阵列的制备方法不限,可以为化学气相沉积法、电弧放电制备方法或气溶胶制备方法等。本实施例中,所述超顺排碳纳米管阵列的制备方法采用化学气相沉积法,直接生长于所述基底13上,其具体步骤包括:(a)提供所述第一基底;(b)在第一基底表面均匀形成一催化剂层,该催化剂层材料可选用铁(Fe)、钴(Co)、镍(Ni)或其任意组合的合金之一;(c)将上述形成有催化剂层的第一基底在700~900℃的空气中退火约30分钟~90分钟;(d)将处理过的第一基底置于反应炉中,在保护气体环境下加热到500~740℃,然后通入碳源气体反应约5~30分钟,生长得到所述超顺排碳纳米管阵列,其高度为200~650微米。本实施例中碳源气可选用乙炔等化学性质较活泼的碳氢化合物,保护气体可选用氮气、氩气或惰性气体。所述超顺排碳纳米管阵列的制备方法已为众多前案公开,例如可参阅冯辰等人在2008年8月13日公开的中国专利申请CN101239712A。

[0052] 所述黑漆层14具有一定的粘性。所述碳纳米管阵列12中碳纳米管的根部122与所述黑漆层14的粘结力小于碳纳米管的顶部124与所述黑漆层14的粘结力,且碳纳米管阵列12中碳纳米管的顶部124与所述黑漆层14的结合力大于所述碳纳米管阵列12中碳纳米管的根部122与所述基底13的结合力。

[0053] 所述基底13优选为一平整结构。所述碳纳米管阵列12可以通过一粘结剂固定在所述基底13的表面。所述基底13的材料不限可以为柔性或硬质基底。例如,胶带,金属、玻璃、塑料、硅片、二氧化硅片、石英片、聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)、聚对苯二甲酸乙二酯(PET)等。本实施例中,所述基底13为一硅片。

[0054] 步骤S12中,所述黑漆层14选用高发射率的黑漆,如Pyromark 1200黑漆(发射率为0.92)、Nextel Velvet 811-21黑漆(发射率为0.95)等。所述黑漆层14中还可以掺杂有碳纳米管等黑色材料。所述掺杂有碳纳米管的黑漆中碳纳米管的含量为1%~50%。本实施例中,所述黑漆层14为Nextel Velvet 811-21黑漆(发射率为0.95)。所述黑漆的厚度不能太厚亦不能太薄,所述黑漆的厚度优选为1微米~300微米。

[0055] 步骤S13中,将所述碳纳米管阵列12中与所述基底13接触的表面定义为第一表面,远离该第一表面并与该第一表面相对设置的表面定义为第二表面。在所述基底13上,该第一表面由该碳纳米管阵列12中所有碳纳米管的根部122共同形成,该第二表面由该碳纳米管阵列12中所有碳纳米管的顶部124共同形成。

[0056] 将所述碳纳米管阵列12压制成一碳纳米管纸15可以通过一压力提供装置对所述碳纳米管阵列12的第二表面施加压力实现。该压力提供装置可以为滚轮或板材,但并不限于滚轮或板材,只要是可以提供压力的装置即可。当采用滚轮时,该滚轮可以在第二表面上沿逆时针滚动,也可以沿顺时针滚动。当采用板材时,施加压力的方向与所述第二表面的交叉角度大于0°小于等于90°。优选的,施加压力的方向与所述第二表面的交叉角度大于30°小于等于60°。所述板材与碳纳米管阵列12接触的表面为平整表面且不具有粘性。所述

滚轮或板材的材料不限,可以为钢、铁等金属,也可以为玻璃、硅板、金刚石等非金属。本实施例中,通过一玻璃板材对碳纳米管阵列12的第二表面施加压力,施加压力的方向与所述第二表面的交叉角度为45°。

[0057] 施加压力不宜太大或太小。施加压力太大容易将碳纳米管阵列12中的碳纳米管破坏,太小则不能形成所述碳纳米管纸15。优选的,施加压力的大小约为20牛顿。

[0058] 优选的,所述压力提供装置朝一个方向对碳纳米管阵列12施加压力,所述碳纳米管阵列12中的碳纳米管朝一个方向倾倒,进而使所述碳纳米管纸15中的碳纳米管沿同一方向择优取向排列。更有利于后续步骤中将所述碳纳米管纸15中的碳纳米管竖直粘结在黑漆层14上。请参阅图3,为本实施例中得到的碳纳米管纸15的电子显微镜照片。

[0059] 将所述碳纳米管纸15放置在所述黑漆层14的表面之后,可以进一步按压所述基底13,使碳纳米管纸15中碳纳米管的顶部124更好的粘结在所述黑漆层14上。

[0060] 步骤S14中,由于所述碳纳米管阵列12中碳纳米管根部122与所述黑漆层14的粘结力小于碳纳米管顶部124与所述黑漆层14的粘结力,因此,在剥离该基底13的过程中,所述碳纳米管纸15中的碳纳米管首先会被竖直拉起,碳纳米管的顶部124粘结在黑漆层14上,根部122粘结在基底13上;由于碳纳米管阵列12中碳纳米管的顶部124与所述黑漆层14的结合力大于所述碳纳米管阵列12中碳纳米管的根部122与所述基底13的结合力,当所述基底13完全剥离之后,所述碳纳米管纸15中的碳纳米管会与基底13分离并垂直粘结在黑漆层14的表面,且所述碳纳米管的顶部124与黑漆层14接触。也就是说碳纳米管阵列12转移至黑漆层14上且倒立设置于所述黑体辐射腔11的内表面。

[0061] 优选的,在剥离该基底13的过程中,该基底13的剥离方向垂直于该基底13的表面,进而使该碳纳米管纸15中的所有碳纳米管同时脱离所述基底13并倒立粘结在所述黑漆层14上。

[0062] 可以理解,所述碳纳米管阵列12可以粘结在所述黑体辐射腔11的内表面的部分区域,也可以粘结在所述黑体辐射腔11的内表面的全部区域。本实施例中,所述碳纳米管阵列12通过黑漆层14粘结在黑体腔底112的内表面。

[0063] 待所述黑体辐射腔11的内表面形成有碳纳米管阵列12后,可以采用自然晾干的方法使所述黑漆层14固化,所述黑漆层14具有一定的粘性,可以将所述碳纳米管阵列12紧紧地固定在所述黑体辐射腔11的内表面,使所述碳纳米管阵列12不易脱落。

[0064] 为了使所述碳纳米管阵列12更牢固的粘结在所述黑体辐射腔11的内表面,可以进一步在粘结碳纳米管阵列12的黑漆层的表面设置一粘结剂。该粘结剂可以为传统的粘结剂材料,例如为聚偏氟乙烯(PVDF)、聚偏二氟乙烯及聚四氟乙烯(PTFE)中的一种或多种。

[0065] 所述碳纳米管阵列12中的碳纳米管基本垂直于黑漆层14的表面是指碳纳米管阵列12中的大多数碳纳米管均垂直于黑漆层14的表面,可能存在少数碳纳米管发生倾斜,但是发生倾斜的碳纳米管的数量非常少,对碳纳米管阵列12的整体排列不会造成影响,该极少数的发生倾斜的碳纳米管可以忽略不计。

[0066] 优选地,在步骤S11之后步骤S12之前,可以进一步对所述碳纳米管阵列12和基底13进行退火处理,该退火处理可以使碳纳米管阵列12中的碳纳米管与基底13的结合力减弱,进而使得在剥离所述基底13时,碳纳米管阵列12中的碳纳米管更容易粘结在黑漆层14上。所述退火处理优选在氧气中进行,氧气的压强约为10torr,退火温度约为650°C,退火时

间为9分钟左右。

[0067] 优选地,在步骤S14之后,可进一步对所述碳纳米管阵列12的根部122进行等离子体处理,进而去除所述碳纳米管根部122的杂质。

[0068] 优选的,在步骤S14之后,可进一步包括在所述黑体辐射腔11的外表面设置一加热元件的步骤。该加热元件包括一碳纳米管结构及间隔设置在该碳纳米管结构表面的第一电极和第二电极,其中,所述碳纳米管结构包裹或缠绕在所述黑体辐射腔的外表面,所述碳纳米管结构包括至少一碳纳米管膜或至少一碳纳米管长线,所述碳纳米管结构包括多个首尾相连且择优取向排列的碳纳米管,该碳纳米管结构中的多个碳纳米管沿着第一电极向第二电极的方向延伸。

[0069] 采用一碳纳米管结构为加热元件,该加热元件缠绕或包裹在黑体辐射腔的外表面,可对黑体辐射腔进行整体加热,使得所述黑体辐射腔内部的温场均匀分布,可提高黑体辐射源的温度稳定性和均匀性;碳纳米管材料密度小、重量轻,采用碳纳米管结构为加热元件,可使黑体辐射源具有更轻的重量,使用方便;所述碳纳米管结构具有较低的电阻,且碳纳米管的电热转换效率高,热阻率低,采用碳纳米管结构加热黑体辐射腔具有升温迅速、热滞后小、热交换速度快的特点;碳纳米管材料具有较好的韧性,采用一碳纳米管结构为加热元件的黑体辐射源具有较长的使用寿命。

[0070] 可以理解,当所述基底13为碳纳米管阵列的生长基底时,由于所述碳纳米管纸15中的碳纳米管与生长基底的粘结力非常弱,所以所述碳纳米管纸15中的碳纳米管与基底13的粘结力远小于所述碳纳米管纸15中的碳纳米管与所述黑漆层的粘结力。步骤S14中,在剥离基底13的过程中,该粘结力不足以使碳纳米管纸15中的碳纳米管的一端粘结在所述基底13上,因此,在剥离所述基底13的过程中,所述碳纳米管纸15会与所述基底13分离并整体被转移到黑漆层的表面。当所述基底13为碳纳米管阵列的生长基底时,在步骤S14之后,进一步包括将一胶带放置在碳纳米管纸15的表面,然后剥离该胶带,使所述碳纳米管纸15中的碳纳米管在胶带和黑漆层14的作用力下被竖直拉起,在黑漆层14的表面竖直排列形成所述碳纳米管阵列12,且碳纳米管阵列12中的碳纳米管基本垂直于所述黑漆层14的表面。

[0071] 为了防止碳纳米管纸15中的碳纳米管被所述胶带粘走,需要保证所述碳纳米管阵列12中的碳纳米管与所述胶带的粘结力小于所述碳纳米管与黑漆层的粘结力。

[0072] 请参阅图4和5,本发明第二实施例提供一种黑体辐射源的制备方法,包括以下步骤:

[0073] 步骤S21,提供一面板21,一碳纳米管阵列22以及一基底23,该面板21具有相对设置的第一表面和第二表面,该碳纳米管阵列22设置在所述基底23上,该碳纳米管阵列22包括与基底23接触的根部222以及相对远离基底23的顶部224;

[0074] 步骤S22,在所述面板21的第一表面上涂覆一黑漆层24;

[0075] 步骤S23,施加一压力于碳纳米管阵列22的表面,使所述碳纳米管阵列22中的碳纳米管倾倒在所述基底23的表面形成一碳纳米管纸25,该碳纳米管纸25中的碳纳米管与基底23的表面平行,并将该碳纳米管纸25贴合于所述黑漆层14的表面;以及

[0076] 步骤S24,剥离所述基底23,使所述碳纳米管纸25中的碳纳米管与所述基底23分离并粘结在所述黑漆层24上,且碳纳米管阵列22的顶部与所述黑漆层24接触,碳纳米管纸25中的碳纳米管在基底23和黑漆层24的作用力下竖直排列形成所述碳纳米管阵列22,进而将

所述碳纳米管阵列22转移到所述黑漆层24上,碳纳米管阵列22中的碳纳米管基本垂直于黑漆层24的表面。

[0077] 本实施例提供的制备方法基本相同,区别仅在于第一实施例是在黑体辐射腔的内表面设置一碳纳米管阵列,进而得到一腔式黑体辐射源;而本实施例是在一面板的表面设置一碳纳米管阵列,进而得到一面源黑体。

[0078] 所述面板21由耐高温、并具有较高发射率的材料制成,具体地,所述面板可以由硬铝材料、铝合金材料或无氧铜制成。

[0079] 本发明实施例中的碳纳米管阵列22、基底23、黑漆层24分别与第一实施例中的碳纳米管阵列12、基底13、黑漆层14相同。步骤S23中形成碳纳米管纸25的方法与第一实施例步骤S13形成碳纳米管纸15的方法相同。步骤S24中剥离所述基底23的步骤与第一实施例中剥离所述基底13的方法相同。在此不再一一赘述。

[0080] 优选的,在步骤S24之后,可进一步包括在所述面板21的第二表面设置一加热元件的步骤。该加热元件与第一实施例中的相同。

[0081] 可以理解,当所述基底23为碳纳米管阵列的生长基底时,步骤S24中,在剥离基底23的过程中,所述碳纳米管纸25会整体被转移到黑漆层的表面。当所述基底23为碳纳米管阵列的生长基底时,在步骤S14之后,进一步包括将一胶带放置在碳纳米管纸25的表面,然后剥离该胶带,使所述碳纳米管纸25中的碳纳米管在胶带和黑漆层24的作用力下被竖直拉起,且基本垂直排列在所述黑漆层24的表面形成所述碳纳米管阵列22。

[0082] 为了防止碳纳米管纸25中的碳纳米管被所述胶带粘走,需要保证所述碳纳米管阵列22中的碳纳米管与所述胶带的粘结力小于所述碳纳米管与黑漆层24的粘结力。

[0083] 本发明提供的黑体辐射源的制备方法,通过先将碳纳米管阵列压成碳纳米管纸,然后再采用黑体辐射腔的内表面或基板表面上的黑漆粘结该碳纳米管纸,剥离该基底,即可以使碳纳米管竖直粘接在黑体辐射腔的内表面或面板的第一表面上,进而形成黑体辐射源。其一,由于碳纳米管纸的力学强度比较大,不易损坏,该方法先将碳纳米管阵列压制成碳纳米管纸可以避免直接粘结碳纳米管阵列时,碳纳米管容易发生倾斜,弯折,部分碳纳米管会缠绕在一起,进而降低面源黑体发射效率的问题。其二,碳纳米管阵列中的碳纳米管相互平行且垂直于黑体辐射腔的内表面或面源黑体基板的表面,相邻的碳纳米管近乎平行形成有空隙,当光线入射至该黑体辐射腔或面源黑体时,光线在空隙中被相邻的碳纳米管来回反射,出射的光线大大减少,所以使表面材料的发射率得到进一步提高;其三,碳纳米管可由高温条件下碳源气化纳米管具有优异的力学性能,利气相沉积制备,原材料价廉易得;其四,由于碳纳米管纸的力学强度比较大,碳纳米管纸中的碳纳米管不易破坏,在储存和运输黑体辐射源之前,先将碳纳米管阵列压制成碳纳米管纸,在到达运输目的地之后,再采用本发明的方法将碳纳米管纸变成碳纳米管阵列,进而避免储存和运输过程中碳纳米管阵列受到破坏。其五,利用碳纳米管材料制备面源黑体将会增加面源黑体的稳定性,使得星载黑体在恶劣的环境下不易损坏。其六,该方法操作简单,成本较低,有利于产业化生产。

[0084] 另外,本领域技术人员还可以在本发明精神内做其它变化,这些依据本发明精神所做的变化,都应包含在本发明所要求保护的范围内。

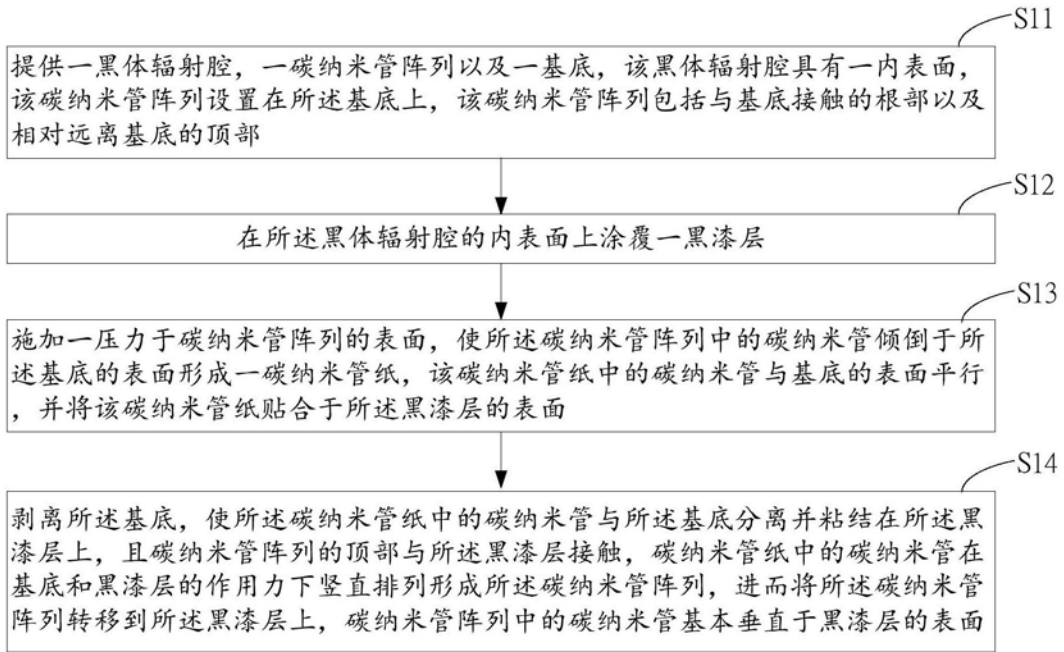


图1

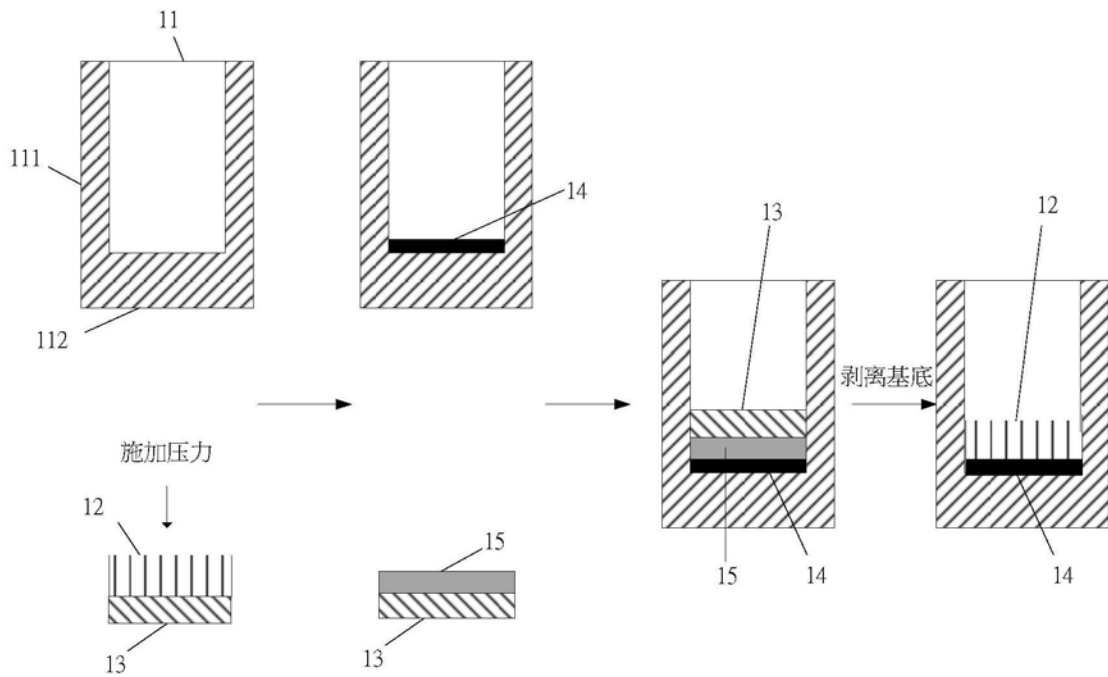


图2

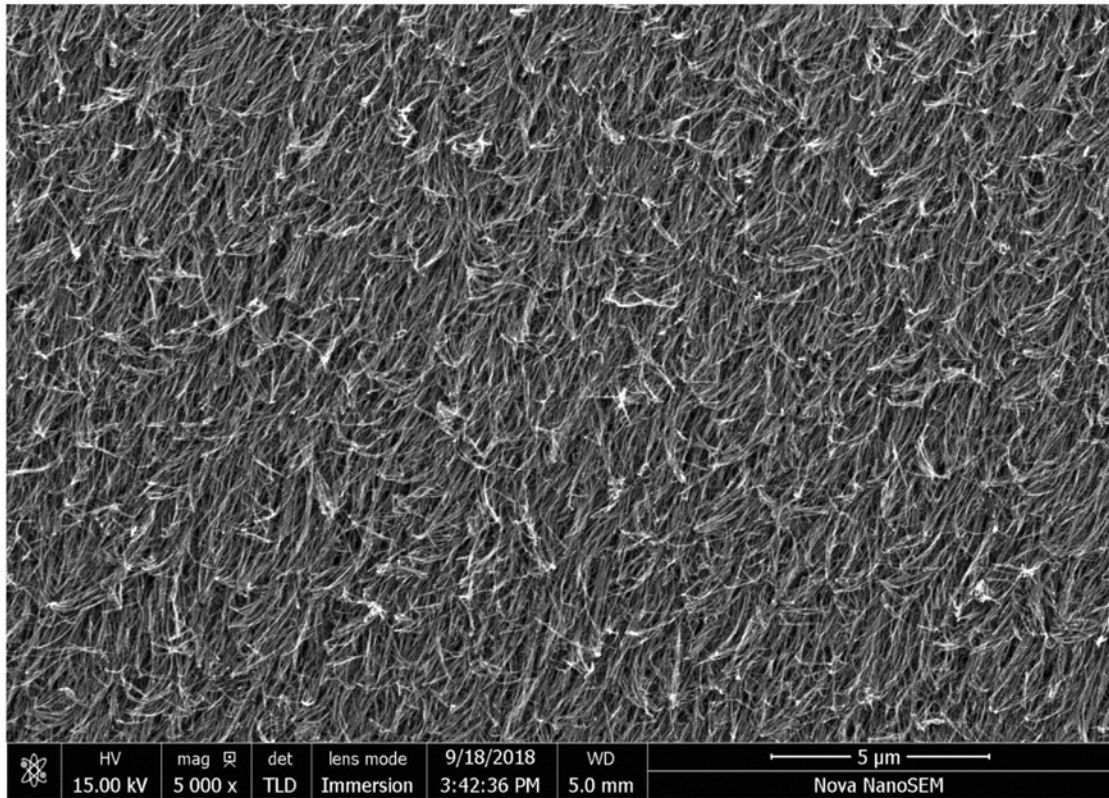


图3

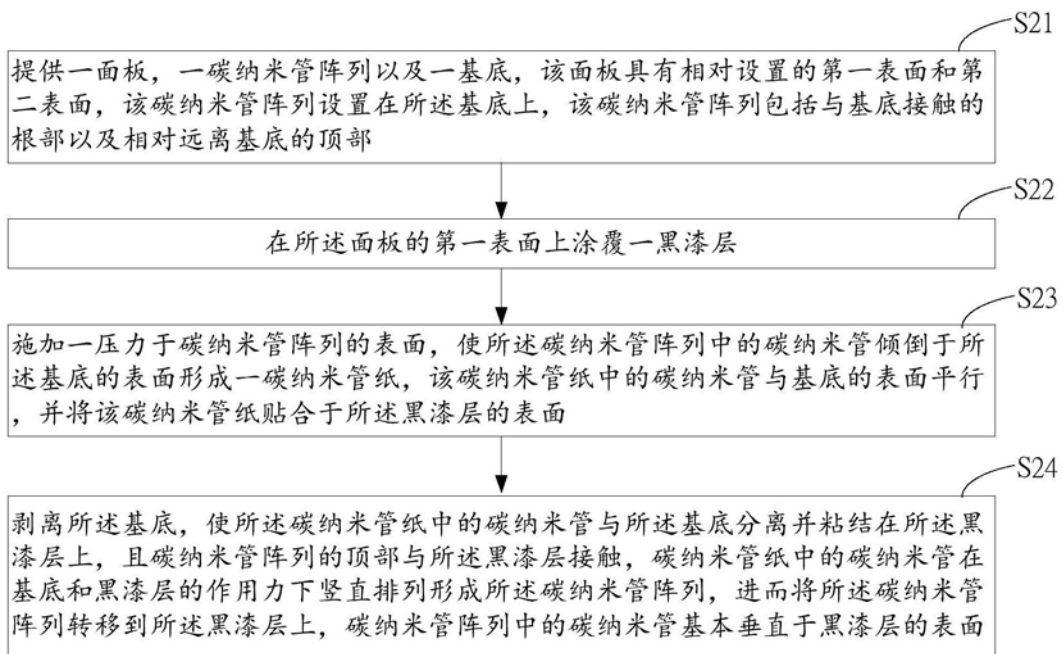


图4

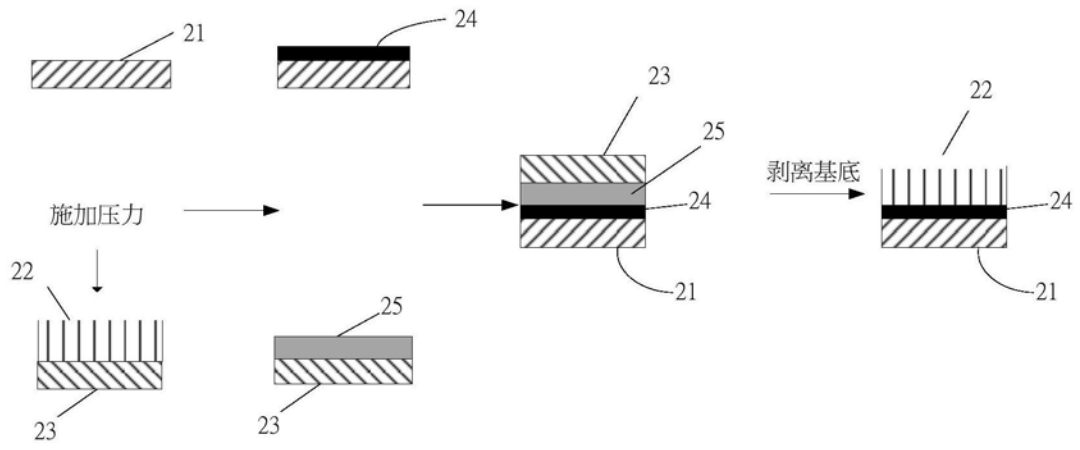


图5