



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108698025 B

(45) 授权公告日 2021.08.17

(21) 申请号 201680082654.0

(73) 专利权人 株式会社电装

(22) 申请日 2016.10.21

地址 日本爱知县

(65) 同一申请的已公布的文献号

专利权人 学校法人早稻田大学

申请公布号 CN 108698025 A

(72) 发明人 太田阿吽 大岛久纯 野田优  
吉原悠

(43) 申请公布日 2018.10.23

(74) 专利代理机构 上海华诚知识产权代理有限公司 31300

(30) 优先权数据

代理人 张丽颖

2016-035991 2016.02.26 JP

(51) Int.CI.

B01J 23/745 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

B82Y 30/00 (2006.01)

2018.08.24

B82Y 40/00 (2006.01)

(86) PCT国际申请的申请数据

审查员 李冈效

PCT/JP2016/081204 2016.10.21

(87) PCT国际申请的公布数据

W02017/145439 JA 2017.08.31

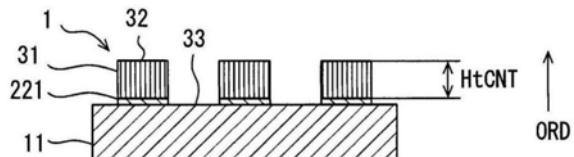
权利要求书2页 说明书12页 附图13页

(54) 发明名称

带碳纳米管的部件及其制造方法

(57) 摘要

带碳纳米管的部件(1)具有以铝为主要成分的基材(11)和沿定向方向(ORD)定向的CNT定向膜(31)。形成CNT定向膜(31)的碳纳米管/CNT具有200  $\mu$ m以上的长度。CNT以乙炔、氢气、以及氩的混合气体为原料合成。进一步地,为了维持催化剂的活性,添加二氧化碳。乙炔:二氧化碳的比调整为1:10到1:300。CNT定向膜(31)局部地形成。CNT定向膜(31)的形成范围通过由粗糙面或碳含有物阻碍CNT的合成以及/或定向生长来设定。



1. 一种带碳纳米管的部件,其特征在于,具有:

基材(11),所述基材以铝为主要成分;以及

CNT定向膜(31、931),在所述CNT定向膜中,长度200μm以上的多个碳纳米管沿规定的定向方向定向,并且所述CNT定向膜配置在所述基材的表面,

所述CNT定向膜局部地形成于所述基材的表面,

在所述基材的表面中的未形成所述CNT定向膜的区域设置有阻碍所述CNT定向膜的合成以及/或定向生长的阻碍结构,

所述阻碍结构具有与形成有所述CNT定向膜的区域(41)的表面相比为凹凸状的粗糙面,通过对所述基材进行机械或化学的表面加工而在所述基材的表面形成所述粗糙面。

2. 如权利要求1所述的带碳纳米管的部件,其特征在于,

所述粗糙面由槽(414)形成。

3. 如权利要求2所述的带碳纳米管的部件,其特征在于,

所述槽通过配置为U字形或V字形的斜面(415、415)划分。

4. 如权利要求1所述的带碳纳米管的部件,其特征在于,

在所述基材的表面具有:

凸部(32),在所述凸部形成有所述CNT定向膜;以及

凹部(33),在所述凹部未合成所述碳纳米管、或者所述碳纳米管比所述CNT定向膜混乱地延伸或低密度地延伸。

5. 如权利要求1所述的带碳纳米管的部件,其特征在于,

在所述基材的表面具有:

定向区域,在所述定向区域形成有所述CNT定向膜;

非形成区域,在所述非形成区域未形成所述CNT定向膜。

6. 如权利要求1所述的带碳纳米管的部件,其特征在于,

在所述基材的表面具有:

定向区域,在所述定向区域形成有所述CNT定向膜;

非定向区域,在所述非定向区域所述碳纳米管随机配置。

7. 如权利要求1至6中任一项所述的带碳纳米管的部件,其特征在于,

所述CNT定向膜(931)具有:靠近所述基材的基部和远离所述基材的端部,所述基部比所述端部粗。

8. 一种带碳纳米管的部件的制造方法,其特征在于,具有如下工序:

在以铝为主要成分的基材的表面配置用于合成碳纳米管的催化剂的工序(183、283);

供给用于维持所述催化剂的活性的二氧化碳,并且在作为所述碳纳米管的原料的乙炔和二氧化碳的体积比为1:10以上的环境中,在所述基材的表面合成碳纳米管的工序(189,989);

将以铝为主要成分的基材(11)加工为规定的形状的工序(185);

在所述基材的表面中的未形成定向的所述碳纳米管的区域,设置阻碍所述碳纳米管的合成以及/或定向生长的阻碍结构的工序(481、581、981);以及

在设置所述阻碍结构的工序后,将所述基材加工为规定的形状的工序,

设置所述阻碍结构的工序是将与形成有所述碳纳米管的区域(41)的表面相比凹凸状

的粗糙面设置于未形成所述碳纳米管的区域的工序(481) ,

通过对所述基材进行机械或化学的表面加工而在所述基材的表面形成所述粗糙面。

## 带碳纳米管的部件及其制造方法

[0001] 关联申请的相互参照

[0002] 该申请将2016年2月26日申请的日本专利申请2016-35991号作为基础申请,该基础申请的公开内容作为参照引入该申请。

### 技术领域

[0003] 该说明书中的发明涉及带碳纳米管的部件及其制造方法和其制造装置。

### 背景技术

[0004] 作为碳纳米管(以下称作CNT)的合成方法,即制造方法,公知的是在基板上形成作为催化剂的金属,并配置在加热后的炉内后,将作为原料的乙炔、乙醇等含碳的气体向炉内供给的方法。为了气体的分解以及催化剂活性的维持,炉内的温度通常维持为700℃~800℃左右。但是,在该技术中,难以适用于多种基板材料,难以使多个CNT向一方向定向而配置为束状的CNT定向膜形成在要求的范围的图案化,难以使CNT长尺寸化。

[0005] 专利文献1公开了使CNT定向膜形成在基板上的规定范围的技术。专利文献1通过将CNT合成所需要的催化剂形成在要求的范围,即通过图案化,能够形成图案化的CNT定向膜。

[0006] 专利文献2提出了在比较低的温度下合成CNT的方法。专利文献2中,为了在600℃以上且不足660℃中合成CNT,除了通常的热分解以外,还使用顶端放电型等离子体CVD。由此,使H2气体与CH4活性化,合成CNT定向膜。

[0007] 专利文献3提出了在铝、镁上合成CNT的方法。

[0008] 作为现有技术列举的现有技术文献的记载内容作为该说明书中的技术要素的说明,作为参照引用。

[0009] 现有技术文献

[0010] 专利文献

[0011] 专利文献1:日本特表2002-530805号公报

[0012] 专利文献2:日本特开2009-78956号公报

[0013] 专利文献3:日本特开2011-132068号公报

[0014] 专利文献1的方法需要将图案化后的催化剂形成在要求的位置的机构。例如,由于需要镂空掩模、光刻等,因此制造工序变复杂。另外,专利文献1的方法仅限于适用于平坦的基板。其结果是,例如,不能将图案化后的CNT定向膜形成在立体的构造体的表面。

[0015] 在专利文献2的方法中,催化剂的活性不能长时间维持。因此,不能获得长尺寸的CNT。

[0016] 在专利文献3的方法中,由于CNT随机配置,因此不形成定向膜。

[0017] 在上述观点中,或在未言及的其他观点中,需要对带碳纳米管的部件及其制造方法和其制造装置进一步改良。

## 发明内容

[0018] 所公开的一个目的在于提供一种长的CNT被定向的带碳纳米管的部件及其制造方法和其制造装置。

[0019] 所公开的其他一个目的在于提供一种局部地形成CNT定向膜的带碳纳米管的部件及其制造方法和其制造装置。

[0020] 所公开的另外其他一个目的在于提供一种在以铝为主要成分的基材的表面上形成利用长的CNT形成的CNT定向膜的带碳纳米管的部件及其制造方法和其制造装置。

[0021] 所公开的另外其他一个目的在于提供一种利用简单的装置形成能够进行以铝为主要成分的基材的钎焊和CNT的合成的CNT定向膜的带碳纳米管的部件及其制造方法和其制造装置。

[0022] 在此公开的带碳纳米管的部件具有:基材(11),该基材以铝为主要成分;以及CNT定向膜(31、931),在该CNT定向膜中,长度200μm以上的多个碳纳米管沿规定的定向方向定向,并且该CNT定向膜配置在基材的表面,CNT定向膜局部地形成于基材的表面,在基材的表面中的未形成CNT定向膜的区域设置有阻碍CNT定向膜的合成以及/或定向生长的阻碍结构。

[0023] 根据公开的带碳纳米管的部件,能够在以铝为主要成分的基材设置长度200μm以上的多个碳纳米管被定向的CNT定向膜。

[0024] 在此公开的带碳纳米管的部件的制造方法具有:在以铝为主要成分的基材的表面配置用于合成碳纳米管的催化剂(21、221)的工序(183、283);以及供给用于维持催化剂的活性的二氧化碳,并且在作为碳纳米管的原料的乙炔和二氧化碳的体积比为1:10以上的环境中,在基材的表面合成碳纳米管的工序(189,989)。

[0025] 根据公开的制造方法,通过二氧化碳而在低温下也维持催化剂的活性。因此在低温下能够进行碳纳米管的合成。其结果是,能够在以铝为主要成分的基材的表面形成CNT定向膜。

[0026] 在此公开的带碳纳米管的部件的制造装置具有:加热室(61),该加热室收纳以铝为主要成分的基材(11),在所述基材的至少一部分具有焊料(313),该加热室通过加热基材而使焊料熔融,对基材进行钎焊;以及原料供给器(66),该原料供给器向加热室供给碳纳米管的原料,以使得钎焊和CNT定向膜(31、931)在基材的表面的合成在加热室进行,在CNT定向膜中,多个碳纳米管沿规定的定向方向定向。

[0027] 根据公开的制造装置,能够使钎焊和碳纳米管的合成在共同的加热室中执行。

[0028] 该说明书公开的多个方式为了达成各自的目的,而采用彼此不同的技术手段。权利要求以及该项中记载的括号内的附图标记是例示地表示与后述实施方式的部分的对应关系,并未限定技术的范围。该说明书公开的目的、特征以及效果通过参照后续的详细说明以及附图而明确。

## 附图说明

[0029] 图1是表示第一实施方式的带碳纳米管的部件(带CNT的部件)的基材的剖视图。

[0030] 图2是第一实施方式的中间阶段的剖视图。

[0031] 图3是表示第一实施方式的带CNT的部件的剖视图。

- [0032] 图4是表示第一实施方式的制造方法的流程图。
- [0033] 图5是表示第一实施方式的CNT高度的图表。
- [0034] 图6是第二实施方式中间阶段的剖视图。
- [0035] 图7是表示第二实施方式的带CNT的部件的剖视图。
- [0036] 图8是表示第二实施方式的制造方法的流程图。
- [0037] 图9是第三实施方式的中间阶段的剖视图。
- [0038] 图10是第三实施方式的中间阶段的剖视图。
- [0039] 图11是表示第三实施方式的带CNT的部件的剖视图。
- [0040] 图12是表示第三实施方式的CNT高度的图表。
- [0041] 图13是表示第三实施方式的CNT高度的图表。
- [0042] 图14是表示第三实施方式的焊料层的成分的表。
- [0043] 图15是第四实施方式的中间阶段的剖视图。
- [0044] 图16是表示第四实施方式的制造方法的流程图。
- [0045] 图17是表示第四实施方式的带CNT的部件的SEM图像。
- [0046] 图18是用于说明图17中图示的SEM图像的线图。
- [0047] 图19是表示第四实施方式的变形例的剖视图。
- [0048] 图20是第五实施方式的中间阶段的剖视图。
- [0049] 图21是第五实施方式的中间阶段的剖视图。
- [0050] 图22是表示第五实施方式的带CNT的部件的剖视图。
- [0051] 图23是表示第五实施方式的制造方法的流程图。
- [0052] 图24是表示第六实施方式的带CNT的部件的立体图。
- [0053] 图25是表示第七实施方式的带CNT的部件的立体图。
- [0054] 图26是表示第八实施方式的带CNT的部件的立体图。
- [0055] 图27是表示第九实施方式的带CNT的部件的立体图。
- [0056] 图28是表示第九实施方式的带CNT的部件的剖视图。
- [0057] 图29是表示第九实施方式的带CNT的部件的剖视图。
- [0058] 图30是表示第九实施方式的制造装置的框图。
- [0059] 图31是表示第九实施方式的制造方法的流程图。
- [0060] 图32是表示第九实施方式的变形例的剖视图。

## 具体实施方式

[0061] 参照附图对多个实施方式进行说明。在多个实施方式中,有时对功能方面以及/或构造方面对应的部分以及/或相关的部分标注相同的附图标记,或标注百以上的数位不同的附图标记。关于所对应的部分以及/或相关的部分能够参照其他实施方式的说明。

### [0062] 第一实施方式

[0063] 在该实施方式中,公开了带碳纳米管的部件(带CNT的部件)及其制造方法。碳纳米管定向膜(CNT定向膜)是许多碳纳米管(CNT)被定向的膜。CNT定向膜配置在金属制的基材的表面上。在一例中,CNT以相对于基材的表面提供的平面垂直地延伸的方式被定向。带CNT的部件也称作被CNT覆盖的部件、CNT复合材料或CNT构造体。图1、图2、图3表示带CNT的部件

的制造工序的各阶段的材料的形状。

[0064] 图1表示形成有CNT的基材11的截面。基材11是铝制的金属板。基材11由纯度超过99%的铝制成或铝合金制成。在铝合金中,作为添加金属,能够包含从Si、Zn、Ti、Mn、Cu、Fe、Mg以及Cr中选择的至少一种或多种金属。基材11具有厚度ThAL。基材11能够具有任意的厚度。例如,基材11有时具有能够称作箔的厚度。基材11提供二维扩展的平面。基材11是能够自己维持表面形状的构造物。另外,基材11有时具有作为能够形成散热器或热交换器等热传递产品的构造部件的厚度。

[0065] 图2表示形成于基材11的表面的催化剂层21。催化剂层21由用于合成CNT的金属材料形成。催化剂层21例如由铁、镍、钴等形成。在该实施方式中,以覆盖基材11的表面的整体的方式形成催化剂层21。催化剂层21具有厚度ThFe。

[0066] 图3表示带CNT的部件1的截面。在基材11的表面配置有催化剂层21。在催化剂层21上形成有CNT定向膜31。CNT定向膜31具有许多CNT。这许多的CNT朝向定向方向ORD定向。在图示的例中,许多CNT以CNT的长度方向沿着相对于基材11的表面垂直的方向延伸的方式定向。定向方向ORD也可以相对于基材11的表面倾斜。此外,CNT一边稍微蜿蜒一边沿着定向方向ORD延伸。CNT定向膜31沿着定向方向ORD具有高度HtCNT。

[0067] CNT定向膜31遍及基材11的表面的整体扩展。CNT定向膜31以在基材11上形成凸部32的方式突出。高度HtCNT大致相当于一个CNT的长度。一个CNT一边弯曲一边向定向方向ORD延伸。因此,一个CNT的长度比高度HtCNT长。高度HtCNT为能够将CNT所具有的高导热性有效用作散热器或热交换器等热传递产品的高度。例如,在CNT与空气接触的情况下,CNT定向膜31对空气提供大的表面积。进一步地,CNT从基材11沿着CNT的长度方向提供高的导热率。其结果是,CNT定向膜31促进空气与基材11之间的热交换。

[0068] 在图4中,带CNT的部件1的制造方法180具有用于在基材11的表面上形成CNT定向膜31的多个阶段。制造方法180在将基材11配置在用于合成CNT的加热炉中之后执行。图示的顺序为一例,有时根据附加要求变更。

[0069] 制造方法180具有多个处理即工序。制造方法180具有催化剂赋予处理183。催化剂赋予处理183在基材11的表面上形成催化剂层21。催化剂层21能够通过液涂覆、蒸镀、溅射、气相中添加等多种方法中的任一种形成。制造方法180能够具有形状加工处理185。形状加工处理185作为选项被准备。在形状加工处理185中,基材11被加工为规定的形状,例如三维形状。在此,进行切断、弯曲等机械加工。制造方法180具有预热处理187。预热处理187将基材11和催化剂层21预热成适合于CNT的合成的温度。

[0070] 制造方法180具有CNT合成处理189。在CNT合成处理189中,向加热炉中供给CNT的原料。原料在加热炉中被加热并分解。在形成催化剂层21的催化剂上合成CNT。CNT沿着定向方向ORD生长。其结果是,形成CNT定向膜31。制造方法180具有冷却处理191。冷却处理191将带CNT的部件1冷却至例如常温。

[0071] 图5是表示制造方法180中的多个参数与CNT高度HtCNT ( $\mu\text{m}$ :微米) 的关系的图表。参数为CNT原料的体积比CO<sub>2</sub>/C<sub>2</sub>H<sub>2</sub> (v/v), 以及催化剂层21的厚度ThFe (nm: 纳米)。该图表表示下述条件下的CNT高度HtCNT。

[0072] 在催化剂赋予处理183中,在基材11上通过溅射法形成催化剂层21。催化剂层21通过将铁堆积在0nm到8nm的范围而形成。基材11由纯度超过99%的铝制成,为厚度0.2mm的

箔。在该例中,未执行形状加工处理185。

[0073] 在预热处理187中,基材11与催化剂层21在氩与氢气的混合气体中升温到600℃,并在600℃的环境中保持5分钟。

[0074] 在CNT合成处理189中,向催化剂层21上供给CNT的原料气体。原料气体为乙炔( $C_2H_2$ )与二氧化碳( $CO_2$ )以体积比1:0~1:266混合的气体。其结果是,CNT合成处理中的环境,即原料气体为乙炔、氢气、二氧化碳以及氩的混合气体。二氧化碳作为用于维持催化剂的活性的气体添加。CNT合成处理189在作为CNT的原料的乙炔和二氧化碳的体积比为1:10以上且1:300以下的环境中,在基材11的表面合成CNT。CNT合成能够也称作热CVD处理。CNT合成处理189执行120分钟。此外,制造装置具有调节乙炔的量与二氧化碳的量的控制装置。

[0075] 如图所示,在体积比为1:3.3~1:266的范围,或体积比为1:10~1:266的范围内促进CNT定向膜31的生长。在所有的体积比中,在催化剂层21的厚度ThFe为约2nm~3nm时,CNT定向膜31的高度HtCNT为最高值。在所有的体积比中,获得超过400μm的高度的CNT定向膜31。

[0076] 如图所示,在体积比1:3.3时,获得超过400μm的高度的CNT定向膜31。在体积比1:10时,在超过3nm的厚度的催化剂层21中,获得超过400μm的高度的CNT定向膜31。在体积比1:100时,获得最高的CNT定向膜31。进一步地,在体积比1:266时,获得超过500μm,或超过600μm的高度的CNT定向膜31。

[0077] 根据发明的发明人的研究,在体积比不足1:10时,CNT的合成不稳定。另一方面,在体积比为1:300时,合成高的CNT定向膜31。因此,在体积比是1:10以上且1:300以下的范围内,考虑获得200μm、300μm、或400μm,进一步优选获得超过500μm的高度的CNT定向膜31。

[0078] CNT原料中的乙炔与二氧化碳的体积比能够设定为1:10以上且1:300以下。CNT原料的体积比也可以设定为1:30以上且1:100以下。在催化剂为铁的情况下,催化剂层21的厚度ThFe能够设定在3nm附近。例如,催化剂层21的厚度ThFe能够设定为2nm以上。催化剂层21的厚度ThFe也可以设定为3nm以上。这些设定能够将高的CNT定向膜31稳定地合成。催化剂层21的厚度ThFe能够设定为6nm以下。催化剂层21的厚度ThFe也可以设定为5nm以下。这些下限和上限能够选择,以获得规定高度以上的CNT定向膜31。高度HtCNT的倾斜在催化剂层21的厚度ThFe超过3nm的区域内变缓。因此,催化剂层21的厚度ThFe也可以设定在比较厚的区域,例如3nm以上且5nm以下。

[0079] 根据该实施方式,在铝制的基材11上形成高的CNT定向膜31。具体而言,获得具有200μm以上、或超过200μm的高度的CNT定向膜31。进一步地,获得具有300μm以上的高度的CNT定向膜31。在进一步优选的方式中,获得具有400μm以上的高度的CNT定向膜31。

[0080] 第二实施方式

[0081] 该实施方式是以在前的实施方式为基础方式的变形例。在上述实施方式中,CNT定向膜31形成于基材11的表面的整体。取而代之,在该实施方式中,CNT定向膜31形成于基材11的表面的一部分。

[0082] 在图6中,在基材11的表面上形成有局部的催化剂层221,以覆盖基材11的表面的一部分。催化剂层221形成在希望形成CNT定向膜31的定向区域41。催化剂层221不形成在不希望形成CNT定向膜31的非形成区域42。其结果是,在基材11的表面上,形成定向区域41和非形成区域42。在非形成区域42,CNT定向膜31不合成或不生长得长。

[0083] 在图7中,带CNT的部件1具有凸部32、凹部33。凸部32是以从基材11突出的方式形成的长的CNT的束。凸部32能够也称作岛状的CNT定向膜31。在基材11的表面上,形成有在任意的截面彼此分离的多个凸部32。凹部33位于两个凸部32之间。在凹部33,不合成CNT,或CNT比CNT定向膜31混乱地延伸。

[0084] 在图8中,在该实施方式的制造方法中,采用催化剂赋予处理283。催化剂赋予处理283是配置催化剂的工序。催化剂赋予处理283形成局部的催化剂层221。催化剂层221能够利用镂空掩模或光刻等形成。催化剂赋予处理283也称作用于将CNT定向膜31形成为规定的图案形状的图案形成处理。催化剂赋予处理283是不在基材11的表面中的未形成CNT的非形成区域42设置催化剂,而在形成CNT的定向区域41设置催化剂的工序。在该实施方式中,制造工序中的参数与在前的实施方式相同。后续的处理185-191与在前的实施方式相同。在设置催化剂的工序之后,执行将基材11加工为规定的形状的形状加工处理185。

[0085] 在该实施方式中,也与在前的实施方式同样地,形成长的CNT定向膜31。进一步地,能够将CNT定向膜31局部地形成在基材11上。

### [0086] 第三实施方式

[0087] 该实施方式是以在前的实施方式为基础方式的变形例。在上述实施方式中,基材11由以铝为主要成分的单一材料制成。取而代之,在该实施方式中,基材11具有主层312、焊料层313。

[0088] 在图9中,基材11具有铝制的主层312、焊料层313。焊料层313是以铝为主要成分的合金层。焊料层313具有比主层312低的熔点。焊料层313具有厚度ThBrz。在该实施方式中,在焊料层313上形成有CNT定向膜31。

[0089] 如图10所示,在焊料层313上形成有催化剂层221。催化剂层221局部地配置为形成定向区域41、非形成区域42。

[0090] 在图11中,带CNT的部件1具有形成在焊料层313上的CNT定向膜31。在该实施方式中,CNT定向膜31也形成凸部32、凹部33。

[0091] 图12、图13是表示焊料的成分与CNT高度HtCNT的关系的图表。图14表示作为样本的焊料层的成分。名为TypeA1的焊料以铝为主要成分,特征在于含有2~3.2%的Zn。名为TypeB的焊料以铝为主要成分,特征在于含有0.6~0.9%的Si、0.2~0.4%的Cu、1%~2%的Mn,0.1~0.2%的Ti。名为TypeA2的焊料的特征在于与TypeA1相比,Zn少。名为TypeC的焊料以铝为主要成分,含有9~11%的Si。该图表表示下述条件下的CNT高度HtCNT。在催化剂赋予处理183中,在基材11上通过溅射法形成催化剂层21。催化剂层21通过将铁堆积0nm至7nm的范围而形成。基材11为厚度0.2mm的箔。焊料层313的厚度ThBrz为厚度ThAL的约10%以上。预热处理187与在前的实施方式相同。

[0092] 在CNT合成处理189中,向催化剂层21上供给CNT的原料气体。原料气体是将乙炔(C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>)和二氧化碳(CO<sub>2</sub>)以体积比1:30混合的气体。二氧化碳占1.8体积百分率(vol%)。乙炔占0.06体积百分率(vol%)。体积CNT合成处理执行120分钟。

[0093] 在图中,图示了不具有焊料层313的基准品(Reference)。如图所示,即便有焊料层313,也形成具有与基准品相同高度的CNT定向膜31。根据该实施方式,提供能够用于钎焊工序的带CNT的部件1。在该情况下,带CNT的部件1在钎焊工序被供给。带CNT的部件1在钎焊工序中与其他部件接合,以成为规定形状的物品。

[0094] 第四实施方式

[0095] 该实施方式是以在前的实施方式为基础方式的变形例。在上述实施方式中,利用局部的催化剂层221,控制CNT定向膜31的形状。取而代之,也可以将积极地阻碍CNT的合成以及/或定向生长的结构设置在基材11的表面上。该实施方式使用设置于基材11的表面的粗糙面作为阻碍结构。

[0096] 在图15中,在基材11的表面上,利用多个槽414形成有粗糙面。在该实施方式中,槽414为阻碍结构。另外,粗糙面也是阻碍结构。粗糙面与一个槽414对应。一个槽414通过U字形的凹面划分形成。槽414是比基材11的本来的表面(平面)凹陷的部分。U字形的凹面提供相对于基材11的本来的表面交叉的面。U字形的凹面利用指向与基材11的本来的表面(平面)不同的方向的面划分形成。在两个槽414之间,残留有基材11的本来的表面。基材11的本来的表面提供定向区域41。槽414提供非定向区域。更具体而言,槽414阻碍CNT的定向生长。在非定向区域,CNT不沿着定向方向ORD定向,而随机配置。

[0097] 在图16中,在该实施方式的制造方法中采用粗糙面加工处理481。粗糙面加工处理481通过对基材11进行机械或化学的表面加工,而在基材11的表面形成局部的粗糙面。粗糙面形成比基材11的表面上的其他部位粗糙的表面。粗糙面利用相对于规定基材11的表面的平面倾斜的各种面形成。粗糙面能够通过在基材11的表面施加划痕而形成。另外,粗糙面也可以通过残留基材11的研磨加工前的表面而形成。粗糙面加工处理481也称作用于将CNT定向膜31形成为规定的图案形状的图案形成处理。粗糙面加工处理481是用于设置阻碍结构的工序。粗糙面加工处理481是将与形成CNT的定向区域41的表面相比为凹凸状的粗糙面设置在未形成CNT的非定向区域的工序。在该实施方式中,粗糙面通过在基材11的表面形成槽414而形成。

[0098] 在一个示例中,基材11是纯度超过99%的铝制的板。此外,基材11也可以由铝合金制成。在粗糙面加工处理481中,槽414通过在半导体制造工序中使用的划线装置形成。槽414是具有深度20μm,宽度10μm的U字形截面的槽。剩余的处理工序183-191与在前的实施方式相同。在设置由粗糙面加工处理481提供的阻碍结构的工序之后,执行将基材11加工为规定形状的形状加工处理185。

[0099] 图17是该实施方式的一例的带CNT的部件1的SEM图像。图18是用于说明SEM图像中的各部分的线图。图17以及图18相当于从斜上方观察从带CNT的部件1剥除CNT定向膜31的一部分之后的截断面的立体图。在图的上部,显示CNT定向膜31的上端面TP。上端面TP由许多CNT的上端形成。在上端面TP,可看见将CNT定向膜31的一部分剥除时产生的龟裂CV。在图的中部,显示CNT定向膜31的截断面SD。截断面SD由许多CNT的侧面形成。在截断面SD,可看见表示CNT的纵向的许多条线。另外,在截断面SD,可看见将CNT定向膜31的一部分剥除时产生的随机的CNT的块FZ。在图的下部,显示基材11的表面。在基材11的表面可看见槽414。

[0100] 如图所示,在平面状的定向区域41上可看见被定向的许多CNT。因此,由CNT定向膜31形成的凸部32位于定向区域41上。

[0101] 另一方面,在槽414上可看见定向被随机打乱的区域。由于形成槽414的倾斜的面,从而使CNT沿斜面垂直方向生长,因此从相对的斜面生长的CNT彼此阻碍生长,并妨碍CNT朝向基板垂直方向的生长。生长的阻碍在上端面TP显著地显示出来。在与槽414对应的位置形成有细的凹部33。该凹部33由密度降低了的CNT(换言之空隙)形成。由于利用槽414形成的

粗糙面,从而未在槽414上形成CNT定向膜31。其结果是,在槽414上形成有凹部33。此外,在作为凸部32与凹部33的边界的角部,可看见CNT的上端部稍微倾斜并隆起。

[0102] 在该实施方式中,在基材11上形成有CNT被定向的CNT定向膜31的区域和CNT为低密度或者随机延伸的区域。换言之,根据CNT的密度或者定向状态的差,特别是定向的有无来规定CNT定向膜31的形状。此外,在该实施方式中,多个槽414形成为彼此平行地延伸。取而代之,多个槽414也可以形成为一边彼此交叉,一边向多个方向延伸。多个槽414也可以形成为在非定向区域中沿随机的方向延伸。

[0103] 图19表示槽414的其他例。槽414具有V字形的截面。一个槽414通过配置为V字形的一对斜面415划分形成。CNT由于相对于面垂直地生长,因此斜面415在槽414中阻碍CNT向定向方向ORD生长。此外,槽414的形状不限于U字形,V字形。槽414例如能够具有半圆形截面或长方形截面等多种形状。在该实施方式中,也与在前的实施方式同样地,形成有长的CNT定向膜31。进一步地,能够将CNT定向膜31局部地形成在基材11上。另外,形成有占有细长范围的CNT定向膜31。沿着多个槽414形成有多个细长岛状的CNT定向膜31。在其他观点中,多个线状的凹部33形成于CNT定向膜31之间。多个岛状的CNT定向膜31在基材11的表面使与空气等热介质的热交换面积增加。细长岛状的CNT定向膜31也有板状。多个板状的CNT定向膜31在它们之间具有能够导入热介质的间隙。多个板状CNT定向膜31通过使热介质流入它们之间的间隙,而发挥翅片那样的功能。

#### [0104] 第五实施方式

[0105] 该实施方式是以在前的实施方式为基础方式的变形例。在上述实施方式中,利用槽414以及/或粗糙面提供阻碍结构。取而代之,也可以使积极地阻碍CNT的生长以及/或定向的材料层设置于基材11的表面上。该实施方式使用含碳(C)的有机材料层作为阻碍结构。

[0106] 在图20中,在基材11的表面上,局部地形成有含碳的有机材料层516。有机材料层516能够利用容易获得的涂料、签字笔等形成。在一例中,利用油性签字笔涂抹基材11的表面的一部分,从而形成有机材料层516。在该实施方式中,有机材料层516为阻碍结构。有机材料层516配置于非定向区域。换言之,利用有机材料层516形成定向区域41和非定向区域。

[0107] 如图21所示,催化剂层21还形成于有机材料层516上。有机材料层516与催化剂层21相邻配置。有机材料层516使与有机材料层516接触的催化剂的活性降低。有机材料层516有时会使催化剂失去活性。其结果是,CNT不在有机材料层516上生长或定向。在该实施方式中,在有机材料层516上形成有催化剂层21。取而代之,也可以在催化剂层21上设置有机材料层516。有机材料层516优选与催化剂层21相邻设置。此外,有机材料层516还称作含碳材料层。

[0108] 在图22中,带CNT的部件1具有凸部32、凹部33。在凹部33的下方残留有有机材料层516的痕迹。该痕迹是由于CNT合成处理中的高温而使有机材料层516变质从而形成的残留层。由于CNT合成处理中的高温,导致有机材料层516与催化剂层彼此混合而形成残留层。因此,残留层含有构成催化剂层21的元素和碳。残留层也称作含碳材料层、含碳残留层。

[0109] 在图23中,在该实施方式的制造方法中,采用有机层形成处理581。有机层形成处理581是设置阻碍结构的工序。有机层形成处理581在未形成CNT的非定向区域,设置含碳的有机材料层516。有机层形成处理581也称作用于将CNT定向膜31形成为规定的图案形状的图案形成处理。剩余的处理工序183-191与在前的实施方式相同。在设置利用有机层形成处

理581提供的阻碍结构的工序之后,执行将基材11加工为规定的形状的形状加工处理185。有机层形成处理581也可以在催化剂赋予处理183后进行,催化剂赋予处理183也可以在形状加工处理185后或者预热处理187后进行。

[0110] 在该实施方式中,与在前的实施方式同样,形成长的CNT定向膜31。进一步地,能够将CNT定向膜31局部地形成于基材11上。

[0111] 第六实施方式

[0112] 该实施方式是以在前的实施方式为基础方式的变形例。CNT定向膜31能够形成于多种形状的基材。另外,CNT定向膜31能够形成为多种形状。

[0113] 图24所示的带CNT的部件1具有能够称作板或箔的形状。带CNT的部件1的厚度等设定为能够维持自己的形状。带CNT的部件1提供二维扩展的平面。带CNT的部件1是能够自己维持表面形状的构造物。带CNT的部件1能够称作能够自立的二维构造体。CNT定向膜31形成条纹花样。即,CNT定向膜31形成为提供以条纹状排列的的凸部32和凹部33。

[0114] 第七实施方式

[0115] 该实施方式是以在前的实施方式为基础方式的变形例。图25所示的带CNT的部件1具有能够称作管的形状。带CNT的部件1的厚度等设定为能够维持自己的形状。带CNT的部件1提供三维扩展的曲面。带CNT的部件1是能够自己维持表面形状的构造物。带CNT的部件1能够称作能够自立的三维构造体。CNT定向膜31形成在三维连续且平滑地扩展的面上。CNT定向膜31形成为提供占有三维面的一部分的凸部32和与所述凸部32相邻的凹部33。带CNT的部件1能够采用块、网眼等多种立体形状。

[0116] 第八实施方式

[0117] 该实施方式是以在前的实施方式为基础方式的变形例。图26所示的带CNT的部件1具有立体形状。带CNT的部件1的厚度等设定为能够维持自己的形状。带CNT的部件1具有以彼此交叉的方式扩展的多个平面。带CNT的部件1提供多个平面和将多个平面之间连接起来的微小的曲面。带CNT的部件1能够称作能够自立的三维构造体。

[0118] 在该实施方式中,通过将纯度超过99%的铝制的板弯曲成托架状而形成基材。在该实施方式的制造方法中,基材向电炉内设置,在氩气流下,加热到600℃。接着,使加热到80℃的来自二茂铁的蒸气包含在氩中。基材在该环境内暴露三分钟。接着,利用与在前的实施方式同样的处理合成CNT定向膜。

[0119] 此外,也可以在基材的表面设置阻碍结构。另外,在平板上设置阻碍结构后,将平板加工为立体形状,然后,也可以合成CNT定向膜。根据该实施方式,在托架状的基材的表面整体形成有CNT定向膜。

[0120] 第九实施方式

[0121] 该实施方式是以在前的实施方式为基础方式的变形例。如图27所示,带CNT的部件1具有提供两个介质M1,M2之间的热交换的热交换器的形状。带CNT的部件1提供复杂且多样的面。在该实施方式中,带CNT的部件1也具有基材11和形成于基材11的表面上的CNT定向膜31、931。

[0122] 在该实施方式中,将加工为用于形成热交换器的形状的多个基材11组合而提供热交换器的形状。基材11为铝以及铝合金。在基材11的表面,露出焊料以及适合于钎焊的铝或铝合金。基材11具有一对头部51以及将一对头部51之间连结起来的多个管52。进一步地,基

材11具有用于使相对于一次介质M1的表面积增加的多个翅片53。一次介质M1在带CNT的部件1的外表面上流动。二次介质M2在一对头部51与多个管52中流动。

[0123] 如图28所示,在带CNT的部件1的表面,利用CNT定向膜31形成有凸部32和凹部33。一次介质M1与CNT定向膜31接触流动。但是,在图28所示的形状中,有时不能充分获得一次介质M1与CNT定向膜31的热交换。

[0124] 图29表示该实施方式中的被整形的CNT定向膜931。整形后的CNT定向膜931为台形。整形后的CNT定向膜931具有靠近基材11的基部和远离基材11的端部。基部比端部粗。整形后的CNT定向膜931整形为在基材11侧粗,随着远离基材11而变细。在整形后的CNT定向膜931中,在岛状的CNT的束中,含有稍微倾斜延伸的CNT。但是,岛状的CNT的束所包含的许多CNT可以说依然相对于基材11的表面的平面垂直地定向。在整形后的CNT定向膜931中,多个CNT可以说大致相对于基材11的表面的平面垂直地定向。整形后的CNT定向膜931容易将一次介质M1向凹部33中导入。其结果是,作为热交换器,制造能够发挥高热交换性能的带CNT的部件1。

[0125] 图30所示的制造装置能够对用于现有的热交换器的制造装置进行改造而构成。带CNT的部件1的制造装置具有加热室(HEATC)61和用于执行冷却处理的冷却室(COOLC)62。

[0126] 加热室61至少在一部分具有焊料,并且收纳以铝为主要成分的多个基材11。加热室通过加热多个基材11而使焊料熔融,对多个基材11进行钎焊。加热室61是用于对作为热交换器的多个部件进行钎焊的钎焊炉。同时,加热室61也是用于合成CNT的反应炉。CNT与钎焊同时、或在钎焊前或钎焊后被合成。

[0127] 冷却室62是用于对在加热室61中被钎焊且形成有CNT定向膜31的带CNT的部件1进行冷却的室。冷却室62也是用于对CNT定向膜31进行整形的整形室。此外,在加热室61前,也可以设置用于执行预热处理的预热室。制造装置具有用于维持搬送装置63以及各室61、62内的环境的门装置64a、64b、64c。门装置64a、64b、64c能够由气帘或门阀提供。

[0128] 制造装置具有向加热室61供给催化剂的原料的催化剂供给器(CAT-SUP)65。催化剂供给器65供给催化剂的原料,以使得将用于合成CNT的催化剂设置于基材11的表面。因此,加热室61也是用于向基材11的表面赋予催化剂的炉,换言之用于形成催化剂层的反应炉。催化剂与钎焊同时、或在钎焊前或钎焊后赋予到基材11。催化剂在CNT合成前或在CNT合成的同时赋予到基材11。

[0129] 制造装置具有向加热室61供给CNT的原料的CNT原料供给器(CNT-SUP)66。利用CNT原料供给器66将乙炔等原料供给到加热室61内,而合成CNT。CNT原料供给器66向加热室61供给CNT的原料,以使得钎焊、CNT定向膜31的合成在加热室61进行。CNT原料供给器66能够包括供给乙炔的装置、供给二氧化碳的装置以及控制它们的控制装置。当在基材的表面合成CNT时,控制装置供给适当量的乙炔,以合成所需要的CNT。同时,控制装置调节乙炔与二氧化碳的供给量,以使得乙炔与二氧化碳的体积比成为1:10以上且1:300以下。

[0130] 制造装置具有供给整形液的整形液供给器(LQD-SUP)67。整形液供给器67构成为向冷却室62供给整形液。整形液为例如乙醇。整形液也可以作为蒸气被供给,并在冷却室内液化。制造装置具有回收整形液并进行再利用的整形液回收器(LQD-REC)68。整形液回收器68构成为从冷却室62回收整形液。

[0131] 在图31中,在该实施方式的制造方法中,除了上述处理183-187以及191以外,还执

行图案形成处理981、整形处理993。图案形成处理981能够采用在前的实施方式中公开的处理的任一处理。在该实施方式中,采用作为阻碍结构的粗糙面以及/或有机材料层。这些方法能够不依存于催化剂地局部地形成CNT定向膜31。因此,能够在形状加工处理185前执行。在该制造方法中,在催化剂赋予处理183前,执行形状加工处理185。形状加工处理185也是利用含有焊料层的基材来组装形成热交换器的多个部件的工序。在该实施方式中,在形状加工处理185后,执行预热处理187。进一步地,在预热处理187后,执行催化剂赋予处理183。在催化剂赋予处理183中,例如,通过向预热后的加热室61中供给二茂铁蒸气等含有催化剂的气体,从而向预热后的基材11赋予催化剂。在该实施方式中,向具有包含多个面的热交换器的形状的基材的表面赋予催化剂。

[0132] 在该制造方法中,代替在前的实施方式的CNT合成处理189,而执行处理989。处理989在催化剂赋予处理183后执行。处理989是在共同的加热室61中执行钎焊和CNT合成的处理。

[0133] 整形处理993将CNT定向膜31整形为适用于热交换器的形状。整形处理993也是将多个CNT集中或捆扎从而在岛状的CNT的束的顶端部较细地收缩的凝集处理。为了将多个CNT集中且减少它们的间隔,能够使用液体。液体能够也称作整形液。整形液的一例为挥发性的液体。通过向冷却室62供给整形液,整形液浸湿CNT定向膜31。另外,整形液也能够作为蒸气被向冷却室62供给,在冷却室内液化而浸湿CNT定向膜31。通过使环境气体中的整形液蒸气浓度降低、或者使环境温度上升、或者经过时间,从而使整形液蒸发。在该CNT定向膜31浸湿并干燥的过程中,多个CNT凝集捆扎。其结果是,获得台形状的整形后的CNT定向膜931。此时的整形液的作用与理发的理发料的作用相似。能够使用有机溶剂作为整形液。

[0134] 根据该实施方式,能够将长的CNT形成于热交换器的表面。并且,能够将具有规定形状的CNT定向膜31形成于热交换器的表面。进一步地,能够将CNT定向膜31的形状整形为适用于热交换器的形状。

[0135] 图32表示整形后的CNT定向膜931的其他示例。CNT定向膜931的形状能够通过变更制造方法中的各种条件来调节。例如,能够根据岛状的一组CNT定向膜931中的CNT的密度、以及整形液的种类、整形液的蒸发速度等,来调节CNT定向膜931的形状,换言之细度。CNT定向膜931越细,空气等热介质越容易导入相邻的两个CNT定向膜931之间。

[0136] CNT定向膜931越细,热介质越容易导入更靠近基材11的附近。另外,整形后的CNT定向膜931使基材11与热介质直接接触的接触面积增加。在多个CNT定向膜931配置为条纹状的情况下,整形后的CNT定向膜931提供能够也称作微翅片的翅片形状。在这多个CNT定向膜931之间,提供能够供热介质流入的也能够称作微通道的通路形状。其结果是,提供发挥优秀的热交换性能的带碳纳米管的部件。

[0137] 其他实施方式

[0138] 该说明书中的发明不限于例示的实施方式。发明包含例示的实施方式以及本领域技术人员基于这些实施方式进行变形的变形方式。例如,发明不限于实施方式中示出的部件以及/或要素的组合。发明能够通过各种组合来实施。发明能够具有能够追加到实施方式的追加部分。发明包含省略了实施方式的部件以及/或要素的结构。发明包含将一个实施方式与其他实施方式之间的部件以及/或要素的置换或组合。发明的技术范围不限于实施方式的记载。公开的几个技术的范围应理解为由请求保护的范围的记载表示,进一步地包含

与请求保护的范围的记载等同意思以及范围内的所有变更。

[0139] 在上述实施方式中,作为带CNT的部件的用途,例示了热传递产品。取而代之,也可以将带CNT的部件应用于多种用途。例如,能够用于电池等电气设备的部件,以及制成构造物的部件等。部分的CNT定向膜31、即形成为规定的图案形状的CNT定向膜31在多种用途中分别发挥所需要的效果。另外,整形后的CNT定向膜也在多种用途中分别发挥所需要的效果。

[0140] 在上述实施方式中,基材11由铝制或铝合金成。取而代之,基材也可以是在表层具有铝层或铝合金层的多层材料。

[0141] 在上述实施方式中,利用划线装置在基材11的表面上形成槽414。取而代之,也可以利用切削、轧制、研磨、化学腐蚀等多种金属加工方法形成粗糙面或者槽。

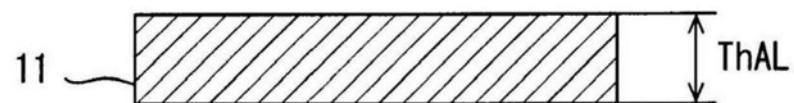


图1

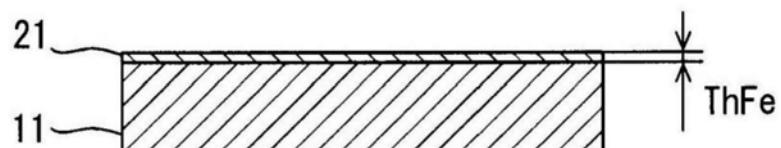


图2

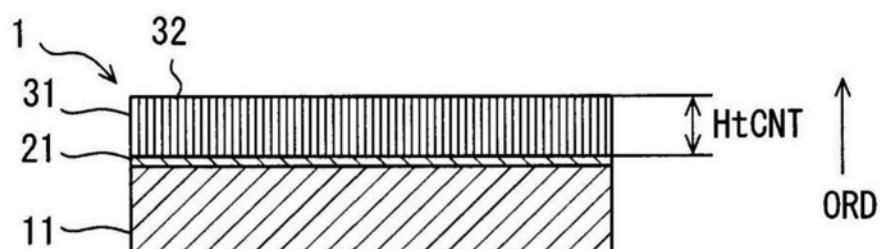


图3

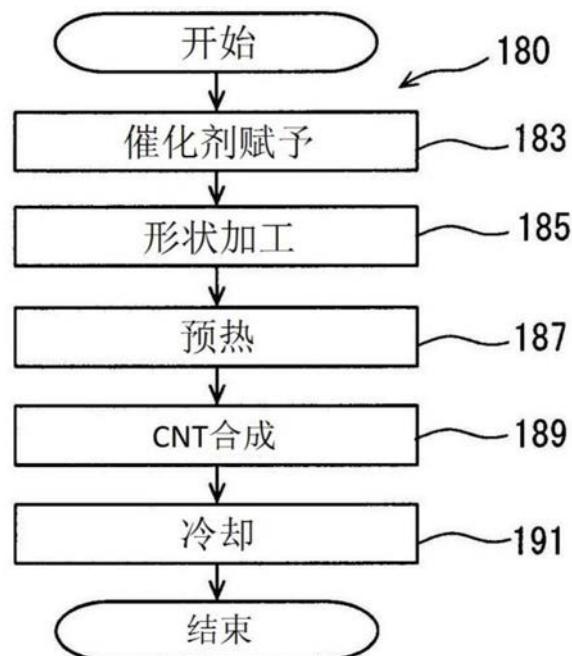


图4

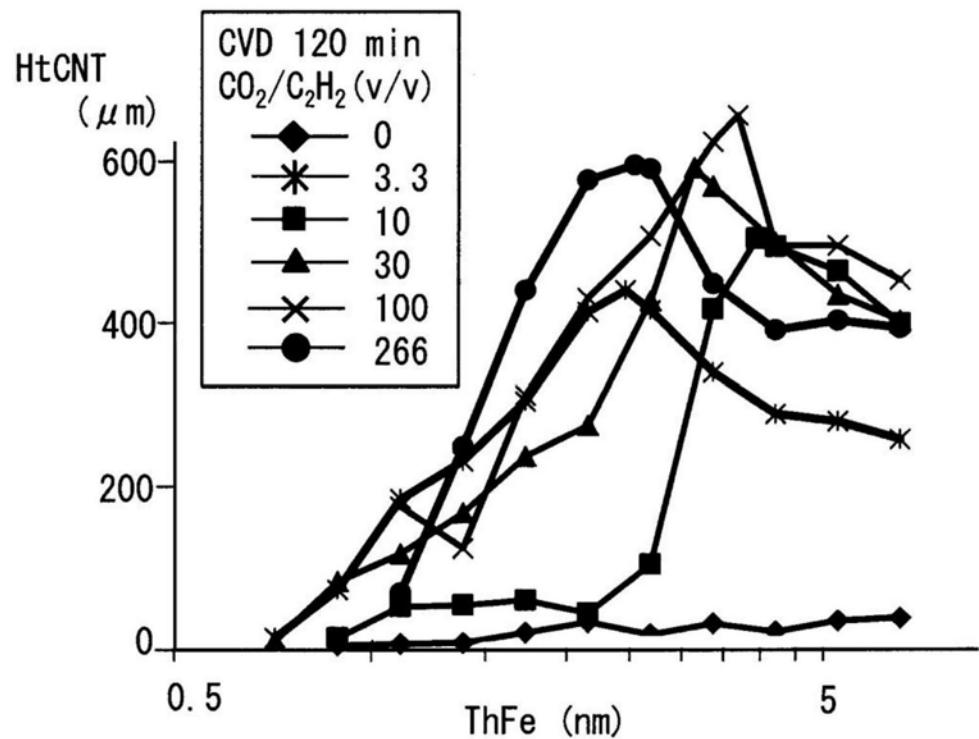


图5

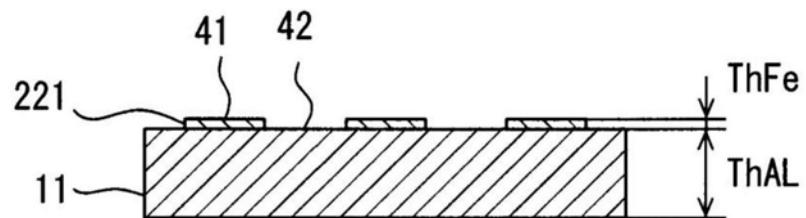


图6

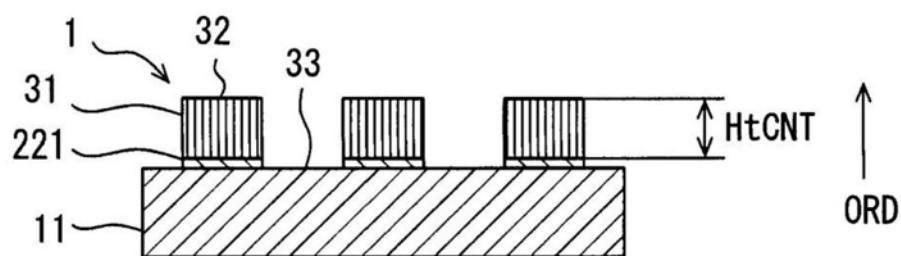


图7

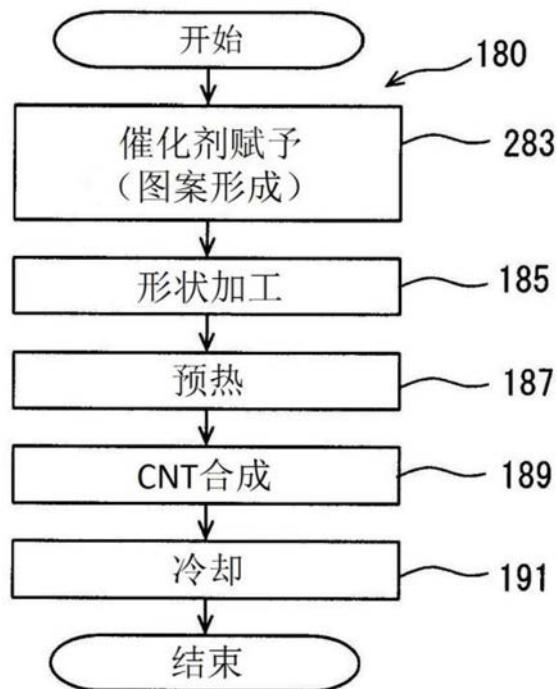


图8

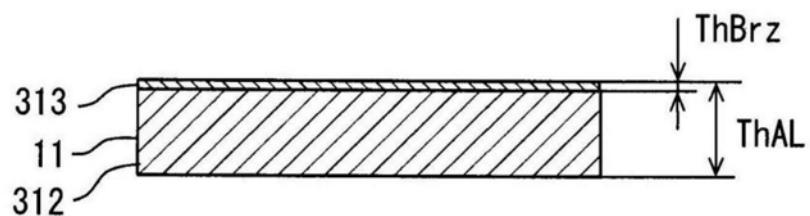


图9

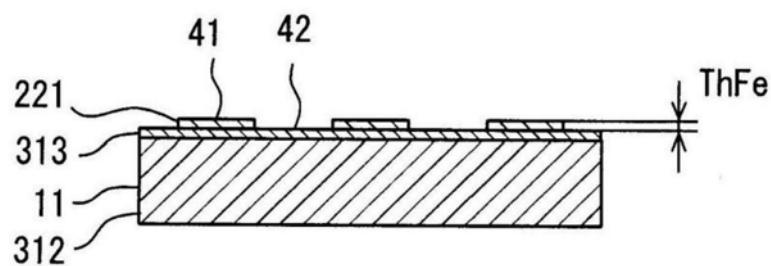


图10

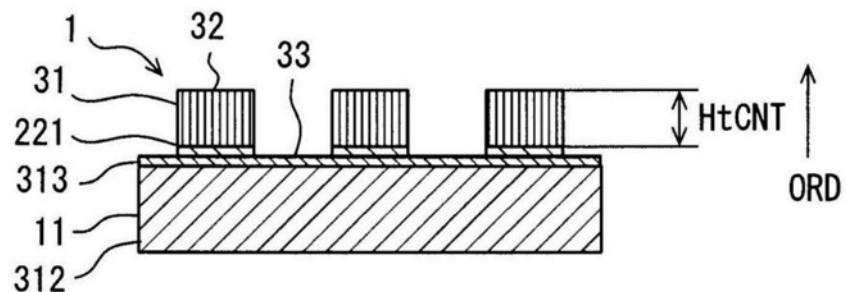


图11

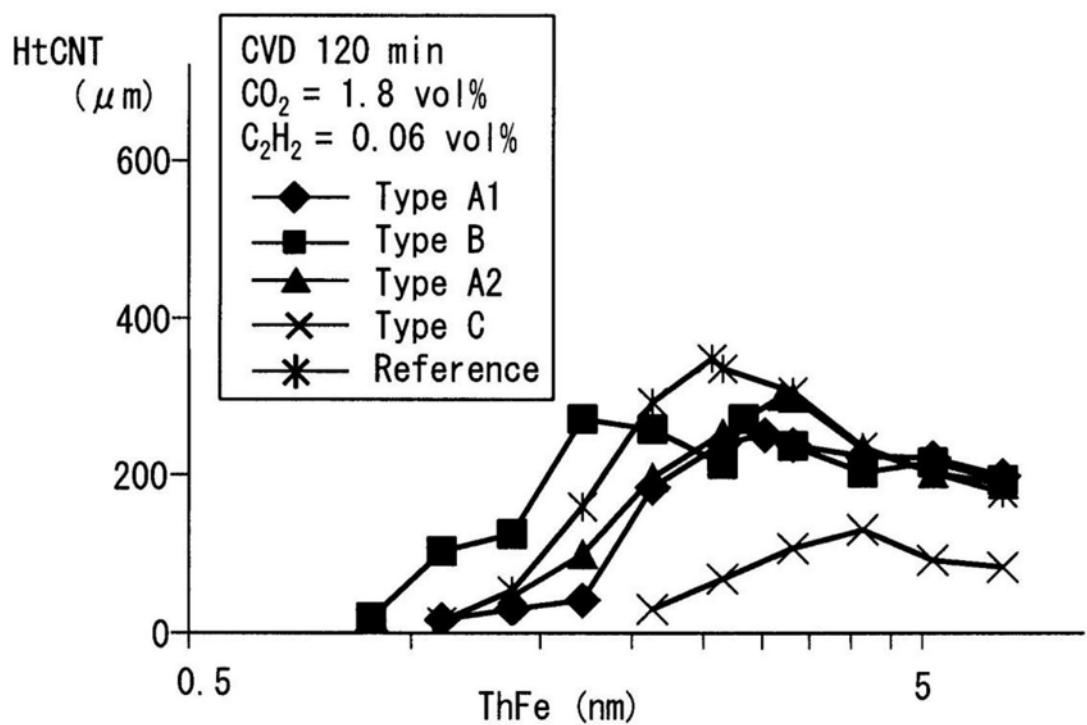


图12

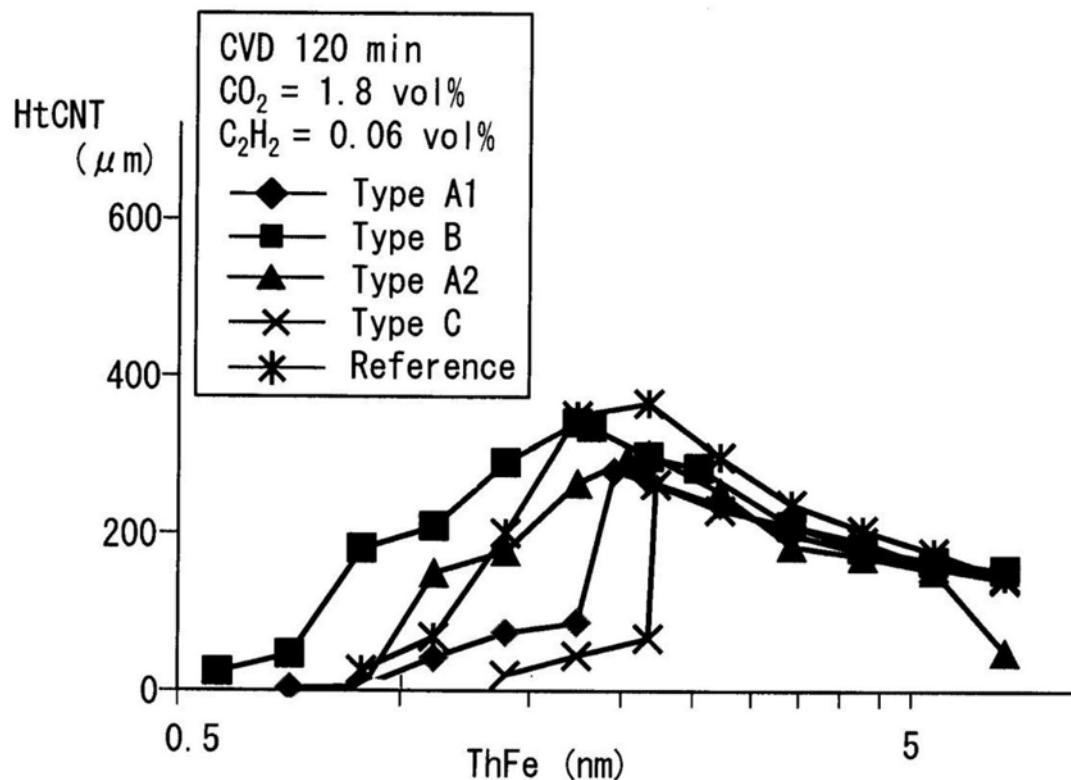


图13

	TypeA1	TypeB	TypeA2	TypeC
厚度 Thickness ( $\mu\text{m}$ )	40	160	40	34
成分重量比 wt%				
Si	$\leq 0.3$	0.65~0.85	$\leq 0.3$	9.0~11.0
Fe	$\leq 0.7$	$\leq 0.3$	$\leq 0.2$	$\leq 0.8$
Cu	$\leq 0.1$	0.25~0.35	$\leq 0.1$	$\leq 0.3$
Mn	$\leq 0.1$	1.5~1.8	$\leq 0.1$	$\leq 0.05$
Mg	$\leq 0.05$	$\leq 0.05$	$\leq 0.1$	$\leq 0.05$
Cr	-	-	$\leq 0.05$	-
Zn	2.6~3.2	$\leq 0.1$	2.0~2.4	$\leq 0.1$
Ti	-	0.1~0.18	$\leq 0.05$	$\leq 0.2$
其他	$\leq 0.15$	$\leq 0.15$	$\leq 0.15$	$\leq 0.15$
个别	$\leq 0.05$	$\leq 0.05$	$\leq 0.05$	$\leq 0.05$
Al	Rest 残留	Rest 残留	Rest 残留	Rest 残留

图14

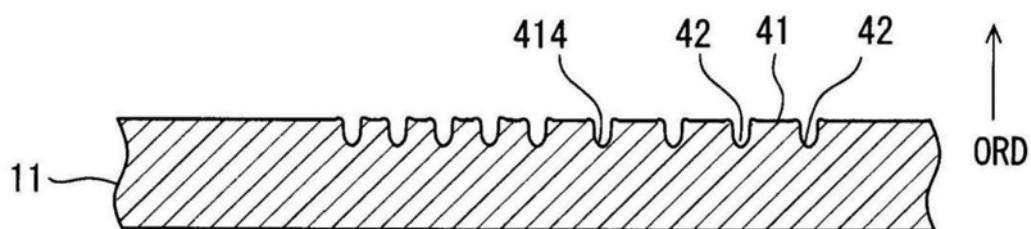


图15

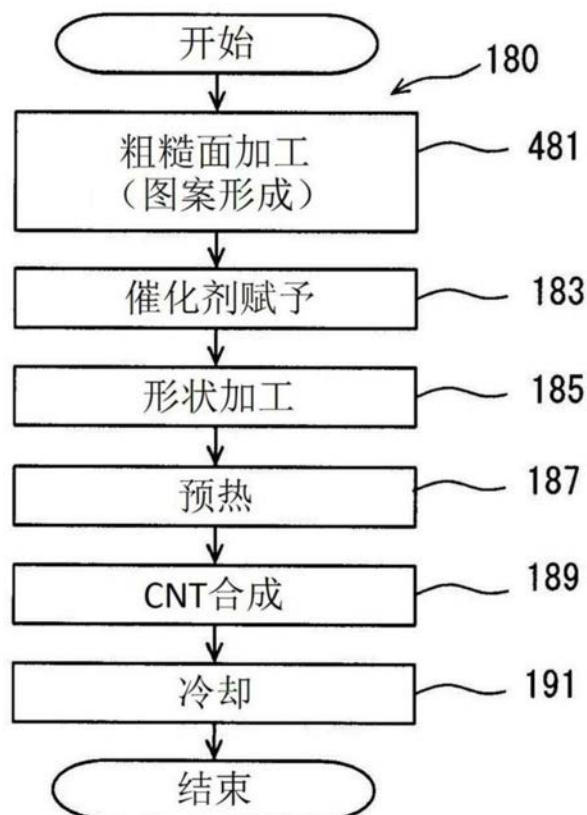


图16

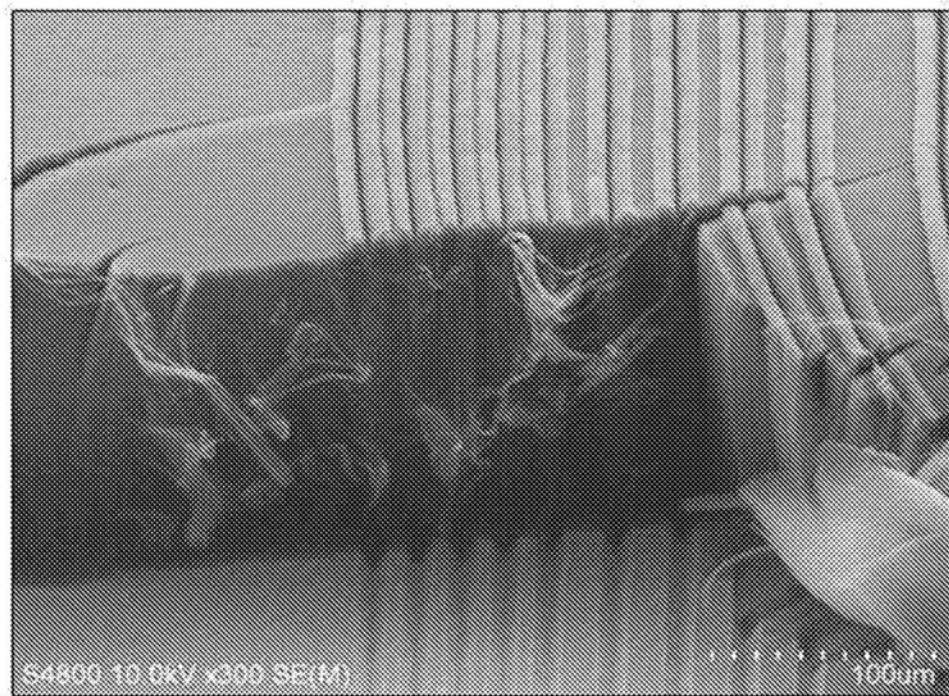


图17

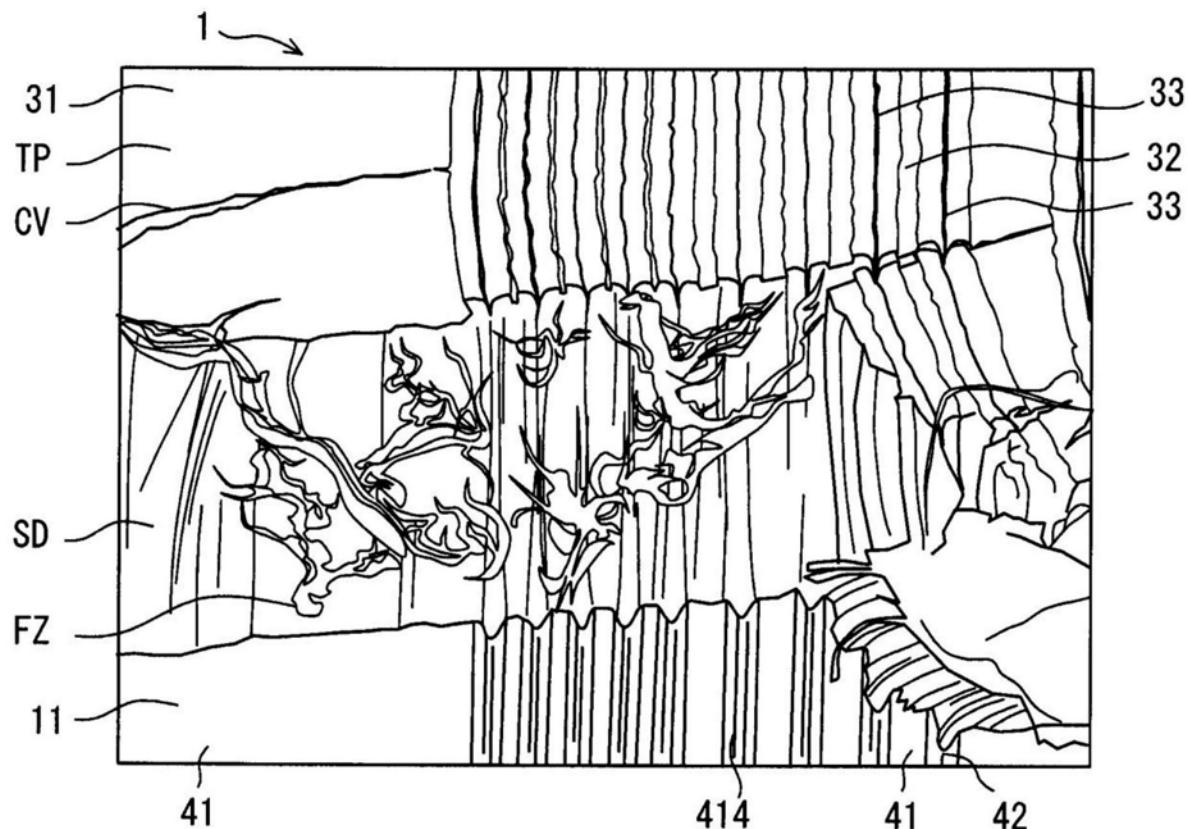


图18

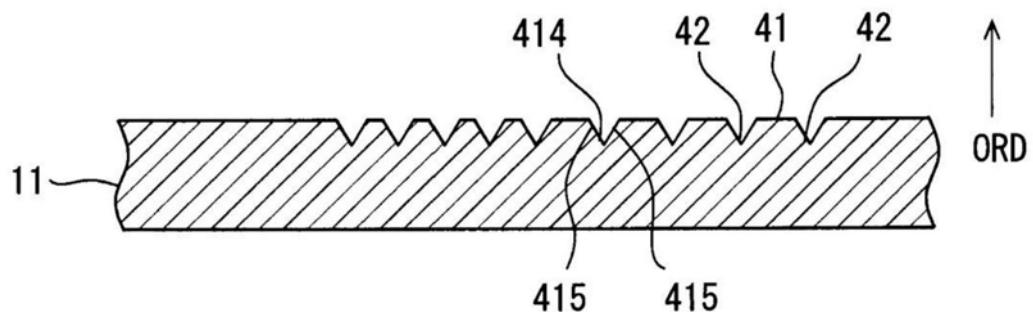


图19

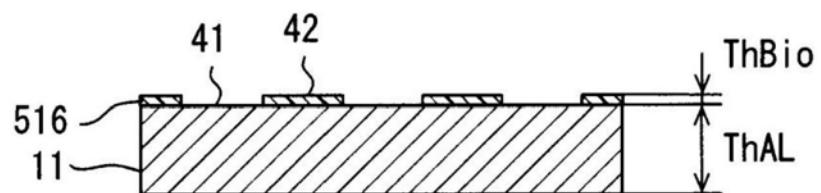


图20

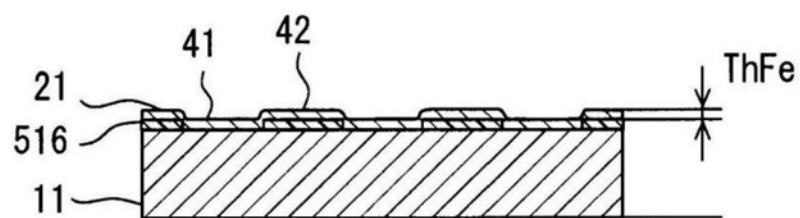


图21

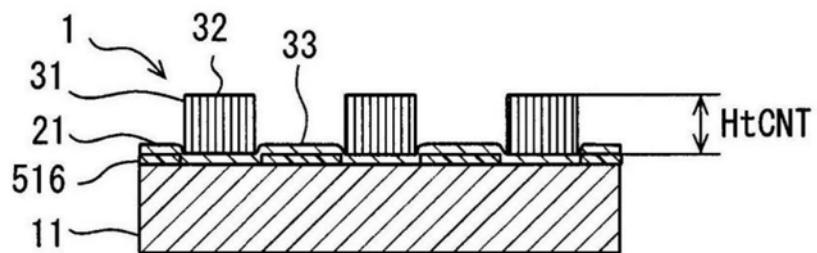


图22

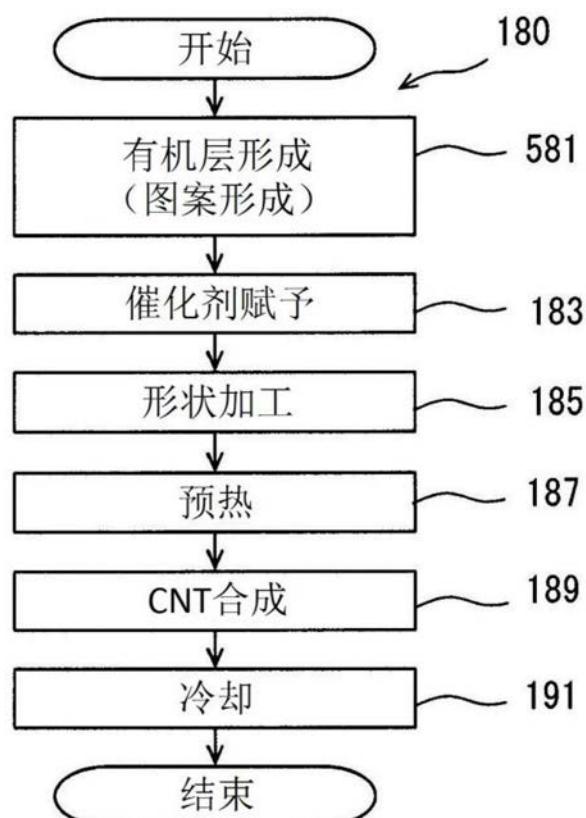


图23

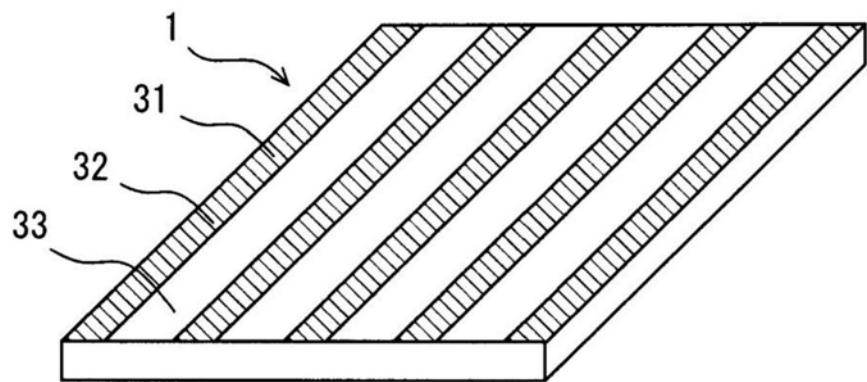


图24

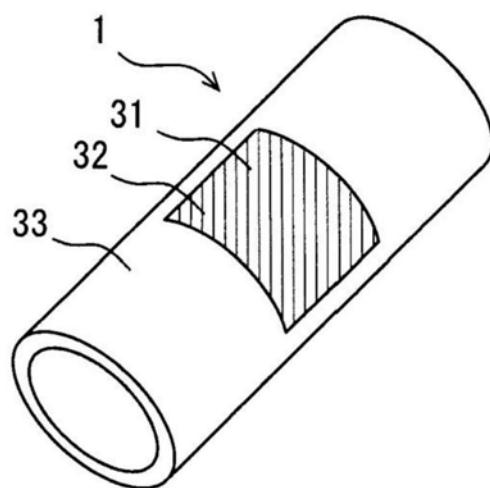


图25

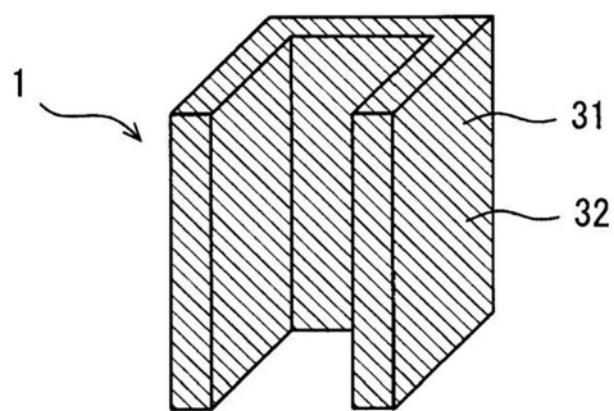


图26

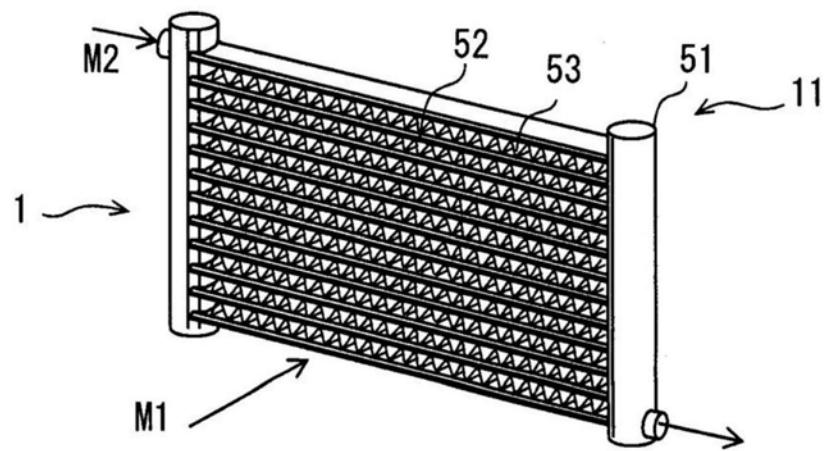


图27

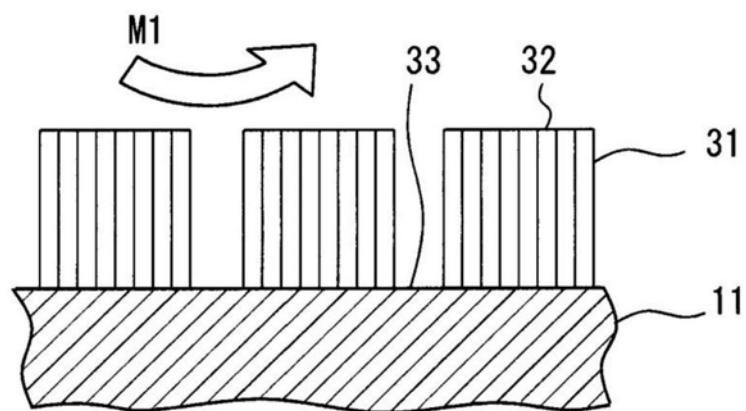


图28

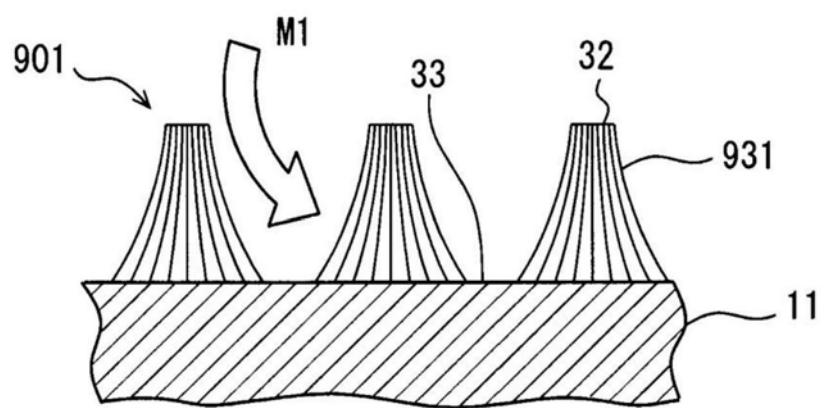


图29

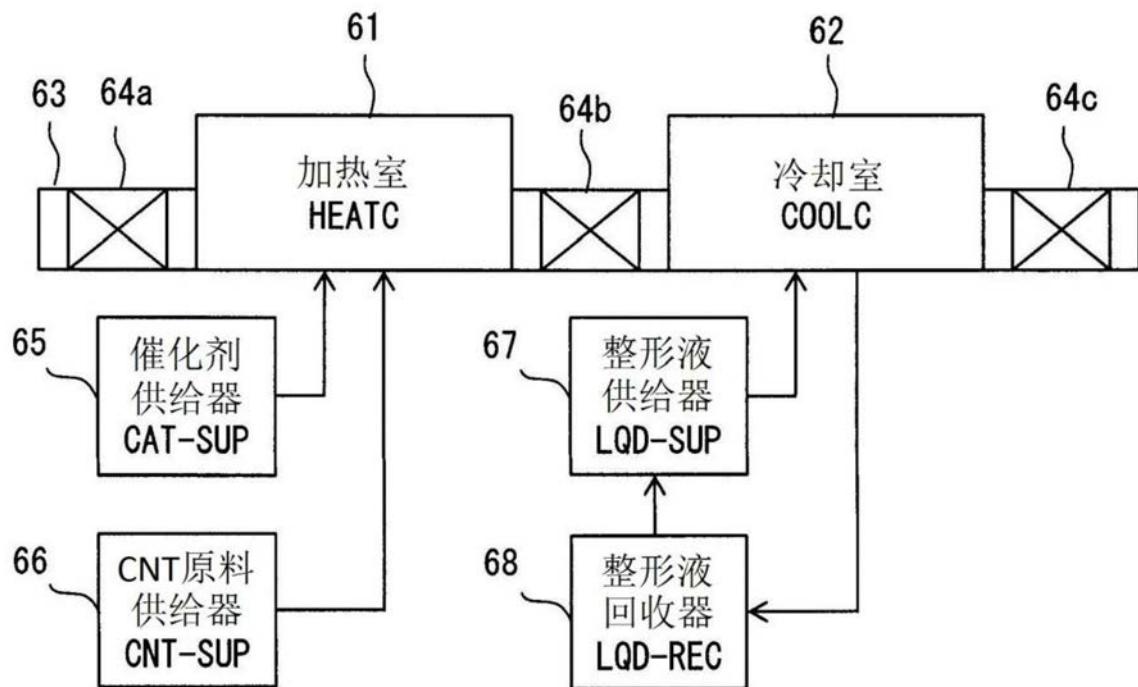


图30

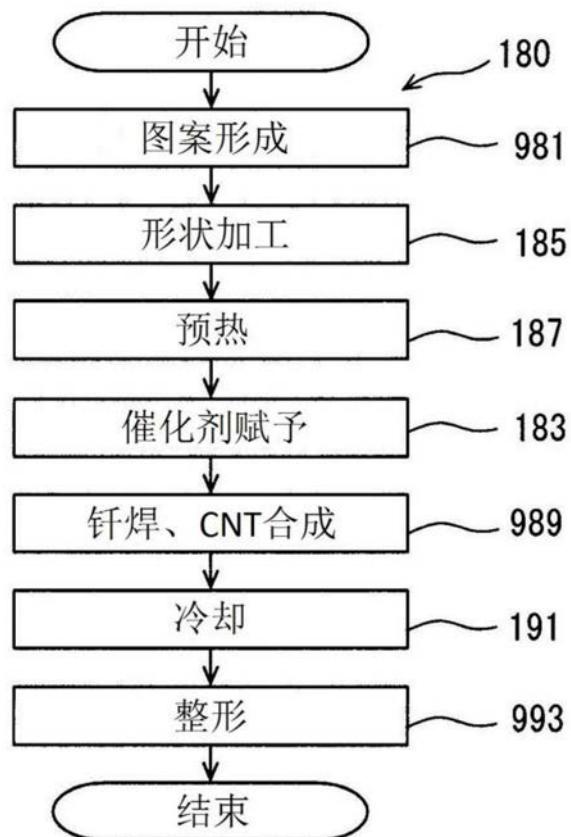


图31

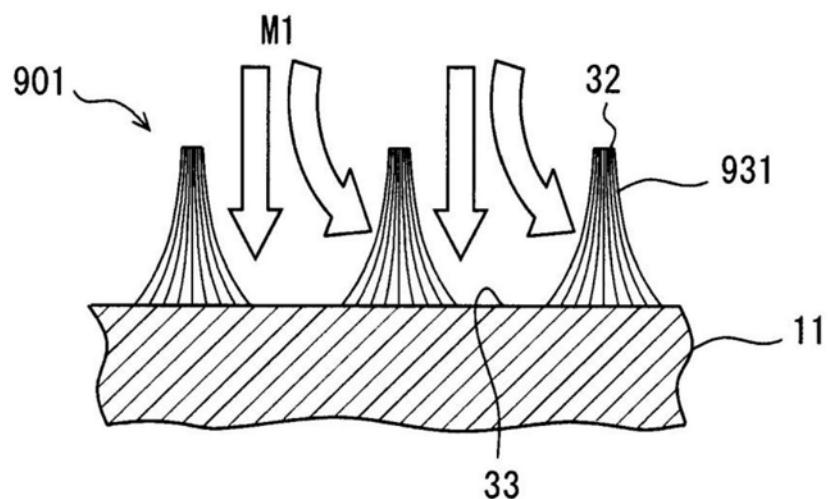


图32