



# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03805486.8

[43] 公开日 2005年7月13日

[11] 公开号 CN 1639060A

[22] 申请日 2003.2.21 [21] 申请号 03805486.8  
 [30] 优先权  
     [32] 2002. 3. 7 [33] JP [31] 62530/2002  
 [86] 国际申请 PCT/JP2003/001928 2003.2.21  
 [87] 国际公布 WO2003/074418 日 2003.9.12  
 [85] 进入国家阶段日期 2004.9.7  
 [71] 申请人 独立行政法人科学技术振兴机构  
     地址 日本埼玉县  
     共同申请人 日本电气株式会社  
 [72] 发明人 饭岛澄男 汤田坂雅子

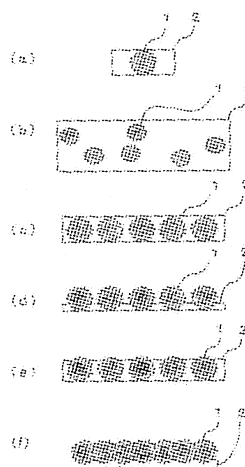
[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商  
 标事务所  
 代理人 陈 昕

权利要求书3页 说明书11页 附图4页

[54] 发明名称 纳米突载体及其制造方法

[57] 摘要

本发明涉及能更有效且更简便地利用碳纳米突前端形状的纳米突载体及其制造方法，该纳米突载体如下所述制备：通过使碳纳米突聚集体(1)分散到分散液中，将该分散液供给到基材(3)上后，只将分散液除去而配置碳纳米突聚集体(1)，然后用固定材料被覆该碳纳米突聚集体(1)的一部分或全部而使其附载到固定材料(2)上，从而使1个或2个以上的碳纳米突聚集体(1)的一部分或全部被固定材料(2)附载。



1、纳米突载体，其特征在于：1个或2个以上的碳纳米突聚集体的一部分或全部被固定材料所附载。

2、权利要求1所述的纳米突载体，其特征在于：固定材料为有机高分子、金属或合金、或无机物的任何一种。

3、权利要求1或2所述的纳米突载体，其特征在于：固定材料为在1500℃以下加热软化的材料。

4、权利要求3所述的纳米突载体，其特征在于：固定材料为熔点1500℃以下的金属或合金。

5、权利要求1或2所述的纳米突载体，其特征在于：固定材料为在1500℃以下形成碳化物的材料。

6、纳米突载体，其特征在于：2个以上的碳纳米突聚集体结合并相互附载。

7、权利要求1~6的任一项所述的纳米突载体，其特征在于：附载的碳纳米突聚集体的一部分或全部被固定在基材上。

8、权利要求7所述的纳米突载体，其特征在于：碳纳米突聚集体被固定材料固定在基材上。

9、权利要求7或8所述的纳米突载体，其特征在于：基材具有任意形状。

10、权利要求7~9的任一项所述的纳米突载体，其特征在于：基材为玻璃、陶瓷、金属、合金、半导体或有机物的任何一种。

11、权利要求1~10的任一项所述的纳米突载体，其特征在于：形状可变。

12、权利要求1~11的任一项所述的纳米突载体，其特征在于：碳纳米突的前端从固定材料的表面突出。

13、纳米突载体的制造方法，其特征在于：使碳纳米突聚集体分散于含有固定材料的分散液中，将该分散液供给到基材上并使其固化。

14、纳米突载体的制造方法，其特征在于：使碳纳米突聚集体分

散于分散液中，将该分散液供给到基材上后，通过只将分散液除去来配置碳纳米突聚集体，然后用固定材料被覆该碳纳米突聚集体的一部分或全部，使其附载于固定材料上。

15、纳米突载体的制造方法，其特征在于：使碳纳米突聚集体分散于分散液中，将该分散液供给到预先形成了固定材料层的基材上后，通过只将分散液除去来配置碳纳米突聚集体，然后在使固定材料层软化的状态下从上方挤压碳纳米突聚集体，使其附载到固定材料上。

16、纳米突载体的制造方法，其特征在于：使碳纳米突聚集体分散于分散液中，将该分散液供给到基材上后，通过只将分散液除去来配置碳纳米突聚集体，通过在 1200~2000℃下加热使碳纳米突聚集体之间结合并使其相互附载。

17、权利要求 13~16 的任一项所述的纳米突载体的制造方法，其特征在于：基材具有任意的形状。

18、权利要求 13~17 的任一项所述的纳米突载体的制造方法，其特征在于：基材为玻璃、陶瓷、金属、合金、半导体或有机物的任何一种。

19、权利要求 13~18 的任一项所述的纳米突载体的制造方法，其特征在于：基材由化学不稳定或热不稳定的材料构成。

20、权利要求 13~19 任一项所述的纳米突载体的制造方法，其特征在于：将基材除去。

21、权利要求 20 所述的纳米突载体的制造方法，其特征在于：用溶剂将基材除去。

22、权利要求 20 所述的纳米突载体的制造方法，其特征在于：通过加热将基材除去。

23、权利要求 13~22 的任一项所述的纳米突载体的制造方法，其特征在于：固定材料为有机高分子、金属或合金、或无机物的任何一种。

24、权利要求 13~23 的任一项所述的纳米突载体的制造方法，其特征在于：固定材料为在 1500℃以下加热软化的材料。

25、权利要求 24 所述的纳米突载体的制造方法，其特征在于：固定材料为熔点 1500℃以下的金属或合金。

26、权利要求 13~23 的任一项所述的纳米突载体的制造方法，其特征在于：固定材料为在 1500℃以下形成碳化物的材料。

27、权利要求 13~26 的任一项所述的纳米突载体的制造方法，其特征在于：选择性地将被覆碳纳米突聚集体的固定材料(2)的一部分除去。

28、权利要求 27 所述的纳米突载体的制造方法，其特征在于：用溶剂选择性地将固定材料除去。

29、权利要求 27 所述的纳米突载体的制造方法，其特征在于：通过氧等离子蚀刻选择性地将固定材料除去。

30、权利要求 27 所述的纳米突载体的制造方法，其特征在于：通过在氧气氛中加热而选择性地将固定材料除去。

## 纳米突载体及其制造方法

### 技术领域

本发明申请涉及纳米突(nano horn)载体及其制造方法。更具体地说,本发明申请涉及能够更有效且更简便地利用碳纳米突前端部分的纳米突载体及其制造方法。

### 背景技术

本申请的发明者们发现的碳纳米突,具有碳纳米管的前端部分以角状突出的形状,与碳纳米管同样地主要由石墨结构的碳原子面构成。此外,该碳纳米突通常作为所谓大丽花状碳纳米突聚集体制造,所谓大丽花状碳纳米突聚集体是指多个碳纳米突的角状前端部朝外聚集为直径80~100nm左右的球状。此外,还已知与大丽花状碳纳米突聚集体不同,在其表面没有发现角状的突起而具有相当平滑表面,相对于大丽花的花表现为花蕾状的花蕾状碳纳米突聚集体。该花蕾状碳纳米突聚集体为多个直径0.3nm~3nm左右、长数nm~50nm左右、大致管状的碳纳米突聚集形成的球状体。

这些碳纳米突聚集体的表面积非常大,容易以高纯度大量合成,因此期待其作为轻量、低成本的吸附材料等利用。另一方面,将角状的前端角约20°的碳纳米突的锐利前端形状用于例如薄型显示器用电场电子发射元件,即利用碳纳米突的前端形状的应用等也具有很高的可能性。

但是,对于后者应用碳纳米突前端形状的研究,虽然进行了有关碳纳米突材料特性的基础研究,但对于实用化时实际的利用形态的研究几乎没有进行。即,例如,本申请的发明者们虽然确认利用其特长的前端形状,碳纳米突显示出电场电子发射特性,但是对于将该碳纳米突实际用作元件等时设置的形态或其控制等还没有深入的研究。

因此,本发明申请鉴于以上情况而提出,其课题在于解决以往技

术的问题点，提供能够更有效且更简便地利用碳纳米突前端形状的纳米突载体及其制造方法。

### 发明内容

因此，本发明申请为了解决上述课题，提供了如下所述的发明内容。

即，首先第 1、本发明申请提供纳米突载体，其特征在于：1 个或 2 个以上的碳纳米突聚集体的一部分或全部被固体材料附载。

此外，本发明申请提供：在上述发明中，第 2、纳米突载体，其中固定材料为有机高分子、金属或合金，或无机物的任何一种；第 3、纳米突载体，其中固定材料为在 1500℃以下加热软化的材料；第 4、纳米突载体，其中固定材料为熔点 1500℃以下的金属或合金；第 5、纳米突载体，其中固定材料为在 1500℃以下形成碳化物的材料；第 6、纳米突载体，其中 2 个以上的碳纳米突聚集体结合并相互附载；第 7、纳米突载体，其中附载的碳纳米突聚集体的一部分或全部被固定在基材上；第 8、纳米突载体，其中碳纳米突聚集体通过固定材料固定在基材上；第 9、纳米突载体，其中基材具有任意形状；第 10、纳米突载体，其中基材为玻璃、陶瓷、金属、合金、半导体或有机物的任何一种；第 11、纳米突载体，其形状可变；第 12、纳米突载体，其中碳纳米突的前端从固定材料的表面突出。

另一方面，本发明申请提供：第 13、纳米突载体的制造方法，其特征在于：使碳纳米突聚集体分散于含有固定材料的分散液中，将该分散液供给到基材上并使其固化；第 14、纳米突载体的制造方法，其特征在于：使碳纳米突聚集体分散于分散液中，将该分散液供给到基材上后，通过只将分散液除去来配置碳纳米突聚集体，然后用固定材料被覆该碳纳米突聚集体的一部分或全部，使其附载于固定材料上；第 15、纳米突载体的制造方法，其特征在于：使碳纳米突聚集体分散于分散液中，将该分散液供给到预先形成了固定材料层的基材上后，通过只将分散液除去而配置碳纳米突聚集体，然后在使固定材料层软化的状态下从上方挤压碳纳米突聚集体，使其附载到固定材料上；第

16、纳米突载体的制造方法，其特征在于：使碳纳米突聚集体分散于分散液中，将该分散液供给到基材上后，通过只将分散液除去来配置碳纳米突聚集体，通过在 1200~2000℃下加热使碳纳米突聚集体之间结合，使其相互附载。

此外，本发明申请提供：在上述发明的方法中，第 17、纳米突载体的制造方法，其中基材具有任意的形状；第 18、纳米突载体的制造方法，其中基材为玻璃、陶瓷、金属、合金、半导体或有机物的任何一种；第 19、纳米突载体的制造方法，其中基材由化学不稳定或热不稳定的材料构成；第 20、纳米突载体的制造方法，其将基材除去；第 21、纳米突载体的制造方法，其用溶剂将基材除去；第 22、纳米突载体的制造方法，其通过加热将基材除去；第 23、纳米突载体的制造方法，其中固定材料为有机高分子、金属或无机物的任何一种；第 24、纳米突载体的制造方法，其中固定材料为在 1500℃以下加热软化的材料；第 25、纳米突载体的制造方法，其中固定材料为熔点 1500℃以下的金属或合金；第 26、纳米突载体的制造方法，其中固定材料为在 1500℃以下形成碳化物的材料；第 27、纳米突载体的制造方法，其选择性地将被覆碳纳米突聚集体的固定材料的一部分除去；第 28、纳米突载体的制造方法，其用溶剂选择性地将固定材料除去；第 29、纳米突载体的制造方法，其通过氧等离子蚀刻选择性地将固定材料除去；第 30、纳米突载体的制造方法，其通过在氧气氛中加热而选择性地将固定材料除去。

#### 附图说明

图 1 表示本发明申请的纳米突载体。

图 2 表示本发明申请的纳米突载体。

图 3 表示本发明申请的纳米突载体。

图 4 表示用分子间力显微镜 (AFM) 观察实施例中制造的纳米突载体表面的结果。

#### 具体实施方案

本发明申请具有如上所述的特征，以下对其实施方案进行说明。

图 1 (a) ~ (f) 表示本发明申请提供的纳米突载体的一例。本发明申请提供的纳米突载体的特征在于：1 个或 2 个以上的碳纳米突聚集体 (1) 的一部分或全部被固定材料 (2) 附载。在该纳米突载体中，作为碳纳米突聚集体 (1)，可以使用多个碳纳米突的角状前端部朝外而聚集为直径 80~100nm 左右球状的大丽花状碳纳米突聚集体 (1) 或在其表面没有发现角状的突起而具有光滑表面的花蕾状碳纳米突聚集体 (1)。此外，在该纳米突载体中，可以例如如 (a) 所示，只附载 1 个碳纳米突聚集体 (1)，也可以如 (b) ~ (f) 所示，附载 2 个以上。此外，在该纳米突载体中，当附载 2 个以上的碳纳米突聚集体 (1) 时，可以例如如 (b) 所示，以任意的规则或不规则间隔配置碳纳米突聚集体 (1)，也可以如 (c) 所示，紧密地规则或不规则地配置以使其邻接。此外，在该纳米突载体中，可以在厚度方向配置一个碳纳米突聚集体 (1)，也可以配置 2 个以上的碳纳米突聚集体 (1)。即，本发明申请的纳米突载体，可以对碳纳米突聚集体 (1) 进行配置以获得所需的特性或形状等。此外，在本发明申请的纳米突载体中，可以例如如 (a) ~ (e) 所示，用固定材料 (2) 附载全部的碳纳米突聚集体 (1)，也可以例如如 (f) 所示，用固定材料 (2) 附载碳纳米突聚集体 (1) 的凝集体等的一部分。

此外，在本发明申请中，可以例如如 (a) ~ (c) 所示，使固定材料 (2) 附载碳纳米突聚集体 (1) 的全部，也可以如 (d) ~ (f) 所示，使其附载一部分。作为固定材料 (2)，如果可以如上所述供给到所需配置的碳纳米突聚集体 (1) 之间，例如可以附载固化的碳纳米突聚集体 (1) 的一部分或全部，其种类等并无特别限定。

作为该固定材料 (2)，可以使用各种有机高分子、金属或合金、或无机物等。具体地说，可以列举例如根据目的使用的环氧树脂类粘接剂、橡胶类粘接剂、聚甲基丙烯酸甲酯 (PMMA)、聚乙烯 (PE)、聚氯乙烯 (PVC) 等高分子等。此外，可以考虑在 1500℃ 以下加热软化的材料，例如，具体地说，包括铟、镓、铅、金等熔点为 1500℃ 以下的金属或合金等，进一步可以考虑例如硅 (Si) 或钛 (Ti) 等在 1500℃



以下形成碳化物的材料等。

此外，例如如图 2 所示，本发明申请的纳米突载体可以考虑 2 个以上的碳纳米突聚集体 (1) 结合并相互附载。对于该 2 个以上的碳纳米突聚集体 (1) 的配置，如上所述，可以为任意的配置。

如上所述的本发明申请的纳米突载体，例如如图 3 (a) ~ (d) 所示，可以进一步考虑其一部分或全部固定在基材 (3) 上。在该基材 (3) 上的固定，可以利用各种材料，例如可以利用上述的固定材料 (2) 等。

此外，在本发明申请中，作为基材 (3)，对于其材质和形状并无特别限制，可以使用玻璃、陶瓷、金属、合金、半导体、无机物或有机物等各种材料。此外，对于形状，可以使用例如板状、网状、纤维状、针状、球体状、几何学形状等任意形状，此外对于这些表面形状，当然可以为平面，也可以赋予凹凸或曲面或狭缝等。

该本发明申请的纳米突载体，通过适当地选择固定材料 (2) 和基材 (3) 的材质等，也可以实现具有一定形状的纳米突载体，也可以实现形状可变的纳米突载体。更具体地说，例如，通过使用纸或高分子等各种材料构成的布、片或纤维等作为基材 (3)，可以实现弯曲、折曲、伸缩等自由的纳米突载体。如上所述，本发明申请的纳米突载体可以根据目的适当地选择固定材料 (2) 和基材 (3)，实现比应用时具有更大可能性的纳米突载体。

此外，本发明申请的纳米突载体，可以用固定材料 (2) 将任意配置的碳纳米突聚集体 (1) 完全被覆，纳米突载体的表面只由固定材料 (2) 构成，也可以例如如图 1 (d) (e) 所示，碳纳米突聚集体 (1) 的一部分露出表面。此外，作为其特征，在本发明申请的纳米突载体中，例如如图 1 (e) 所示，可以考虑只有碳纳米突的前端从固定材料 (2) 的表面突出。此外，该碳纳米突前端突出的纳米突载体将在后面详述，但必要时也可以由上述表面被固定材料 (2) 完全被覆的本发明申请的纳米突载体容易地制造。即，本发明申请的纳米突载体，必要时可以容易地使其形态发生变化。

以上所述的本发明申请的纳米突载体，可以根据目的形态采用各

种方法制造。例如，本发明申请提供的纳米突载体的制造方法的特征在于：使碳纳米突聚集体（1）分散于分散液中，将该分散液供给到基材（3）上后，通过只将分散液除去而配置碳纳米突聚集体（1），然后用固定材料（2）被覆该碳纳米突聚集体（1）的一部分或全部，使其附载于固定材料（2）上。

在本发明申请中，碳纳米突聚集体（1）可以使用通过已知的各种方法制造的碳纳米突聚集体。例如，该碳纳米突聚集体（1）可以采用在室温下、760 torr 的 Ar 气氛中，使用无催化剂的石墨靶的 CO<sub>2</sub> 激光烧蚀的合成方法等制造。

作为分散液，可以使用例如水、二硫化碳、酸等无机溶剂，苯、甲苯、二甲苯等烃，或甲醇、乙醇等醇，醚，及其衍生物等有机溶剂和它们的混合物等。此外，为了使分散液的去除变得容易，也可以使用具有挥发性的分散液。将碳纳米突聚集体（1）放入该分散液中使其分散。为了使碳纳米突聚集体（1）分散于分散液中，可以列举例如用搅拌器等进行搅拌或利用超声波洗涤器等轻微地照射超声波等方法。

然后，将分散有该碳纳米突聚集体（1）的分散液供给到基材（3）上。对于该基材（3），如上所述对于材质和形状等并无特别限制，可以为任意材质和形状。此外，将碳纳米突聚集体（1）的分散液供给到基材（3）上，可以利用已知的各种方法。具体地说，可以列举例如流延法、涂布法、转涂法、喷雾法等。

然后，通过只将该分散液除去，可以使碳纳米突聚集体（1）配置在基材（3）上。这里，通过适当地选择分散液中碳纳米突聚集体（1）的浓度或分散液的供给方法，可以对纳米突载体中碳纳米突聚集体（1）的配置进行调整。对于分散液的去除，可以根据所使用的分散液的特性进行去除。例如，通过保持在适当的温度，可以使分散液挥发从而将其除去等。此外，例如，通过使用金属、玻璃或树脂等构成的过滤器作为基材（3），边进行吸引过滤边将分散液供给到基材（3）上，可以只将分散液除去。

然后，用固定材料（2）将配置于基材（3）上的该碳纳米突聚集

体(1)的一部分或全部被覆,使其附载到固定材料(2)上。作为该固定材料(2),如上所述,可以使用各种高分子等的有机物、金属或合金、或无机物等、在1500℃以下加热软化的材料、以及在1500℃以下形成碳化物的材料等。对于被覆的方法,可以考虑各种各样的方法。例如,通过使该固定材料(2)为液体状,用流延法、涂布法、喷雾法等供给到碳纳米突聚集体(1)之间后使其固化,从而用固定材料(2)将碳纳米突聚集体(1)的一部分或全部被覆,使其附载到固定材料(2)上。

此外,可以列举使例如片状或粉末状等的固定材料(2)被覆于配置在基材(3)上的碳纳米突聚集体(1)上,进行加热使固定材料(2)溶解并供给到碳纳米突聚集体(1)之间,然后使其固化,用固定材料(2)将碳纳米突聚集体(1)的一部分或全部被覆,使其附载到固定材料(2)上。

这样可以制造碳纳米突聚集体(1)的一部分或全部被固定材料(2)附载、固定在基材(3)上的本发明申请的纳米突载体。

此外,本发明申请提供的纳米突载体的制造方法,其特征在于:使碳纳米突聚集体(1)分散于含有固定材料(2)的分散液中,将该分散液供给到基材(3)上并使其固化。即,使供给到基材(3)上的碳纳米突聚集体(1)的分散液自身固化。

在本发明申请的方法中,作为含有固定材料(2)的分散液,可以使用由于反应的进行而经时固化的分散液或通过加热、冷却或紫外线照射等处理而固化的分散液。具体地说,作为优选的实例,可以使用例如将聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)、聚乙烯(PE)、聚氯乙烯(PVC)等,或热塑性树脂、热固性树脂、紫外线固化型树脂等高分子与上述分散液混合而得到的分散液等。这里,对于使碳纳米突聚集体(1)分散于含有固定材料(2)的分散液中的方法或将该分散液供给到基材(3)上的方法等,可以采用与上述方法相同的方法进行。这样便可以制造碳纳米突聚集体(1)的一部分或全部被固定材料(2)附载、固定于基材(3)上的本发明申请的纳米突载体。

此外，在本发明申请的方法中，对于除去了上述分散液后配置于基材（3）上的碳纳米突聚集体（1），通过在1200~2000℃下进行加热可以使碳纳米突聚集体（1）之间结合并相互附载。这样便可以制造碳纳米突的前端从固定材料（2）的表面突出的纳米突载体。

根据该方法，可以制造碳纳米突聚集体（1）的一部分或全部相互附载、固定于基材（3）上的本发明申请的纳米突载体。

此外，在本发明申请中，对于采用上述发明的方法制造的碳纳米突载体，可以考虑通过选择性地将被覆碳纳米突聚集体（1）的固定材料（2）的一部分除去，使碳纳米突的前端从表面上突出。该固定材料（2）的选择性除去可以在用固定材料（2）被覆碳纳米突聚集体（1）并使其附载的工序后接着进行，也可以在必要的任意时间点上进行。在本发明申请的方法中，例如，通过用对于使用的固定材料（2）具有溶解能力的溶剂等将固定材料（2）溶解，可以选择性地将固定材料（2）的一部分除去。此外，例如，通过采用氧等离子等进行的蚀刻，可以使被覆表面和碳纳米突前端的固定材料（2）灰化、选择性地除去，也可以通过在氧气氛中加热，选择性地将其除去。

这样，可以制造碳纳米突的前端从固定材料（2）的表面突出的本发明申请的纳米突载体。

此外，本发明申请提供的纳米突载体的制造方法，其特征在于：使碳纳米突聚集体（1）分散于分散液中，将该分散液供给到预先形成了固定材料（2）层的基材（3）上后，通过只将分散液除去来配置碳纳米突聚集体（1），然后在使固定材料（2）层软化的状态下从上方挤压碳纳米突聚集体（1），使其附载到固定材料（2）上。即，在该纳米突载体的制造方法中，与上述发明的方法不同，预先将固定材料（2）供给到基材（3）上形成固定材料（2）层，将分散液供给到其上使碳纳米突聚集体（1）配置。

此外，在该方法中，作为优选例，可以例示使用通过某种手段软化的材料作为固定材料（2）。例如，如上所述，可以使用通过1500℃以下的加热而软化的材料等作为固定材料。更具体地说，可以例示例

如熔点 1500℃以下的铟、镓、铅、金等金属或其合金、氧化物或盐等。通过任意的办法将该固定材料(2)供给到基材(3)上,形成固定材料(2)层。然后,将碳纳米突聚集体(1)的分散液供给到该固定材料(2)层上,通过只将分散液除去,配置碳纳米突聚集体(1)后,例如通过加热等手段使固定材料(2)层软化。这里,在该发明的方法中,对于使碳纳米突聚集体(1)分散于分散液中的方法、将该分散液供给到预先形成了固定材料(2)层的基材(3)上的方法、只将分散液除去的方法,可以同样地进行上述发明的方法。

然后,在使固定材料(2)层软化的状态下,用例如与基材(3)具有相同表面形状的加压板等从上方挤压碳纳米突聚集体(1),使碳纳米突聚集体(1)的一部分或全部配置在固定材料(2)层中。然后,通过使固定材料(2)固化,可以使碳纳米突聚集体(1)附载到固定材料(2)上。

这样,也可以制造碳纳米突聚集体(1)的一部分或全部被固定材料(2)附载且固定于基材(3)上的本发明申请的纳米突载体。

此外,根据本发明申请的方法,通过调节挤压的程度可以控制碳纳米突聚集体(1)在固定材料(2)层中的配置。因此,通过使挤压程度减小,可以制造碳纳米突聚集体(1)露出于固定材料(2)的表面,或碳纳米突的前端从固定材料(2)的表面突出,固定于基材(3)上的本发明申请的纳米突载体。

这里,当碳纳米突过分埋入固定材料(2)层中时,如上所述,通过用溶剂将固定材料(2)溶解,或氧等离子蚀刻或在氧气氛中加热等,可以选择性地将固体材料除去。这样,可以制造碳纳米突的前端从固定材料(2)的表面突出的碳纳米突载体。

另一方面,在本发明申请的方法中,也可以考虑将通过上述各种方法制造的纳米突载体的基材(3)除去等。如果这样将基材(3)除去,可以实现没有被基材(3)固定的本发明申请的纳米突载体。而且,如果这样将基材(3)除去,由于例如只有与基材(3)相接的碳纳米突的前端从固定材料(2)的表面突出,可以更简便地制造只有碳纳米

突的前端从固定材料(2)的表面突出的纳米突载体。

在该基材(3)的除去中,例如,通过基材(3)和固定材料(2)的组合,可以容易地实现将一部分或全部被固定材料(2)附载的碳纳米突聚集体(1)和基材(3)的剥离。当通过剥离尝试将基材(3)除去时,优选预先使基材(3)的表面平滑。此外,作为基材(3)的除去,例如,可以列举通过采用对于固定材料(2)不具溶解能力而对于基材(3)具有溶解能力的溶剂将基材(3)溶解,从而将基材(3)除去;通过基材(3)的材料进行加热使其溶解或挥发等将基材(3)除去。此外,也可以通过氧等离子蚀刻选择性地除去基材(3)等。即,可以使用化学或热方面稳定的材料用于固定材料(2),使用化学或热方面不稳定的材料用于基材(3),可以通过化学的或热的方法将基材(3)除去。

以下,按附图的顺序列举实施例,对本发明的实施方案进行更为详细的说明。

#### 实施例

##### (实施例1)

将碳纳米突聚集体装入作为分散液的己烷中,通过照射超声波而使其分散于己烷中。将该分散液以厚度 $\mu\text{m}$ 左右供给到用作基材的NaCl的结晶面上,使己烷挥发而将碳纳米突聚集体配置于基材上。此外,为了后面的SEM观察,预先对NaCl的结晶面进行研磨。然后,从该碳纳米突聚集体上涂布作为固定材料的环氧树脂,在确认该环氧树脂固化后,用水将NaCl溶解除去。这样,便得到了碳纳米突的前端部在环氧树脂的表面上突出的纳米突载体。

用扫描型电子显微镜(SEM)对该纳米突载体的表面进行观察,由于碳纳米突在表面上突出,因此没有产生充电,可以以高分解能进行观察。

如上所述,本发明申请的纳米突载体,在保持从碳纳米突前端的电子发射特性的状态下,碳纳米突聚集体附载于固定材料上。因此,可以确认该纳米突载体对于例如碳纳米突聚集体的作为电场电子发射

元件等的利用是非常有用的。

由于在该突出的碳纳米突的一部分附着有环氧树脂，因此通过氧等离子蚀刻将环氧树脂除去。用分子间力显微镜（AFM）对该纳米突载体的表面进行更为详细的观察。该 AFM 像示于图 4。可以确认，碳纳米突的前端从基材的表面漂亮地突出。

（实施例 2）

在玻璃基材上堆积作为固定材料的厚度约 50nm 的铟薄膜。将碳纳米突聚集体的己烷分散液滴到该基材的铟薄膜上，配置碳纳米突聚集体。然后，将该基材整体加热到 120~150℃左右，使铟薄膜软化，用平板从上方挤压碳纳米突聚集体层，使碳纳米突聚集体的下部与铟熔接。

这样便使碳纳米突聚集体的下部附载到铟薄膜上，得到固定在玻璃基板上的纳米突载体。

当然，本发明并不限于以上的实施例，对于细节可以有各种各样的方式。

如以上详述的那样，本发明提供能更有效且更简便利用碳纳米突前端形状的纳米突载体及其制造方法。

图1

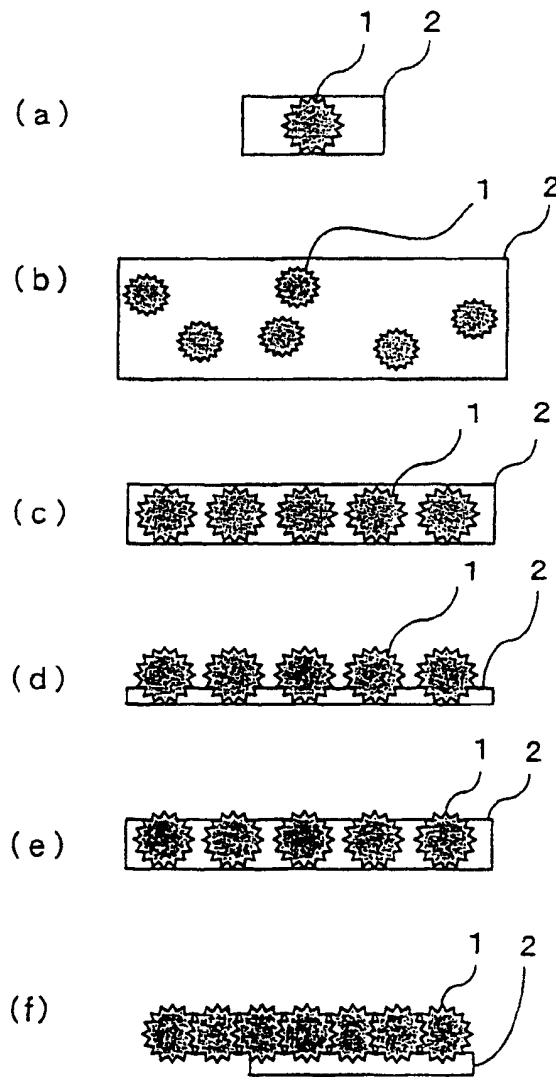




图2

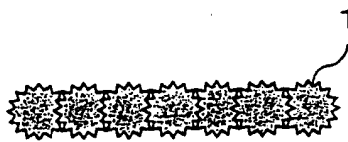


图3

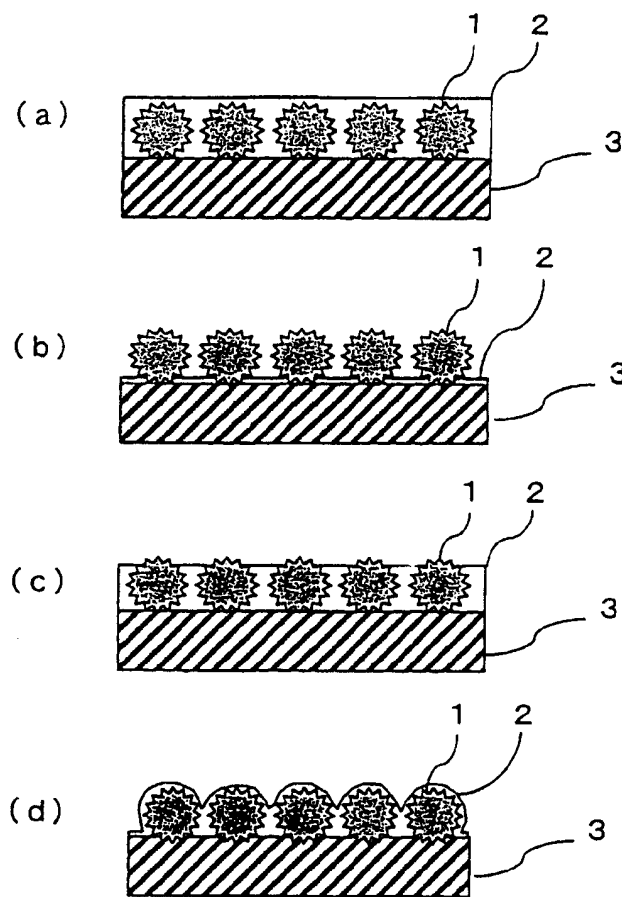


图4

