



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106459697 A

(43)申请公布日 2017. 02. 22

(21)申请号 201580030329.5

(74)专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

(22)申请日 2015.05.21

代理人 庞东成 肖轶

(30)优先权数据

14169206.1 2014.05.21 EP

(51)Int.Cl.

G09J 9/02(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

H01B 1/16(2006.01)

2016.12.07

H01B 1/18(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

H01B 1/22(2006.01)

PCT/EP2015/061244 2015.05.21

H01B 1/24(2006.01)

(87)PCT国际申请的公布数据

H05K 3/10(2006.01)

W02015/177275 EN 2015.11.26

(71)申请人 孔达利恩股份有限公司

地址 挪威凯勒

(72)发明人 R·R·普拉伊诺

D·A·拉德克斯基 H·赫门

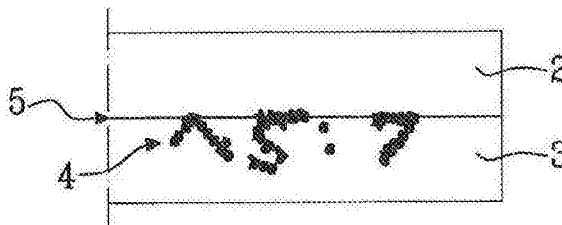
权利要求书2页 说明书12页 附图4页

(54)发明名称

其中颗粒路径的末端暴露的包含颗粒路径的物品的形成方法

(57)摘要

本发明涉及一种形成包含颗粒路径的物品的方法,其中所述颗粒路径的末端暴露。所述方法包括通过施加电场和/或磁场将颗粒排列在水溶性或非水溶性基体与含有粘性材料和颗粒的基体之间的界面处。在固定粘性材料之后,通过使水溶性或非水溶性基体溶解而暴露末端。本发明还涉及能够通过所述方法获得的物品,以及所述方法在各种应用中的用途。



1. 一种将颗粒排列在水溶性或非水溶性基体与含有粘性材料和颗粒的基体之间的界面处的方法,所述方法包括以下步骤:

-将所述水溶性或非水溶性基体和/或所述含有粘性材料和颗粒的基体与包含至少一个侧面的支持体接触,所述支持体的所述至少一个侧面面向所述水溶性或非水溶性基体和/或所述含有粘性材料和颗粒的基体,

-使所述水溶性或非水溶性基体与所述含有粘性材料和颗粒的基体接触,从而提供包含处于所述水溶性或非水溶性基体与所述含有粘性材料和颗粒的基体之间的至少一个界面的结构体,

-使所述结构体中的颗粒经受电场和/或磁场,从而使所述颗粒形成为至少一个颗粒路径,所述至少一个颗粒路径包含处在所述水溶性或非水溶性基体与所述含有粘性材料和颗粒的基体之间的所述至少一个界面处的末端,并且

-固定所述粘性材料以便固定所述至少一个颗粒路径,

其特征在于,所述末端在所述水溶性或非水溶性基体通过溶解去除后暴露。

2. 如权利要求1所述的方法,其中所述水溶性基体包含水溶性材料或由水溶性材料组成。

3. 如权利要求1或2所述的方法,其中所述水溶性或非水溶性基体包含颗粒。

4. 如权利要求1、2或3所述的方法,其中所述至少一个颗粒路径形成颗粒网络的一部分。

5. 如前述权利要求中任一项所述的方法,其还包括以下步骤:

-使所述支持体的所述至少一个侧面经受选自电晕、等离子体或火焰处理的表面改性技术。

6. 如前述权利要求中任一项所述的方法,其还包括以下步骤:

-从所述水溶性或非水溶性基体和/或所述含有粘性材料和颗粒的基体去除所述支持体。

7. 如前述权利要求中任一项所述的方法,其中所述水溶性基体通过用水或水性溶液漂洗来去除。

8. 如权利要求1或3~6中任一项所述的方法,其中所述非水溶性基体通过用酸、碱或诸如醇、酯、酮、醛、醚或烃类等有机溶剂来去除。

9. 如权利要求1~7中任一项所述的方法,其中所述水溶性基体包含选自下组的一种或多种水溶性聚合物或由其组成:聚乙烯醇、纤维素醚、聚环氧乙烷、淀粉、聚乙烯吡咯烷酮、聚丙烯酰胺、聚乙烯基甲醚-马来酸酐、聚马来酸酐、苯乙烯马来酸酐、羟乙基纤维素、甲基纤维素、聚乙二醇、羧甲基纤维素、聚丙烯酸盐、藻酸盐(酯)、丙烯酰胺共聚物、瓜儿豆胶、酪蛋白、乙烯-马来酸酐树脂、聚乙烯亚胺、乙基羟乙基纤维素、乙基甲基纤维素和羟乙基甲基纤维素。

10. 如前述权利要求中任一项所述的方法,其中所述含有粘性材料和颗粒的基体的所述粘性材料包含粘合剂和/或弹性体材料。

11. 如前述权利要求中任一项所述的方法,其中所述颗粒包含导电颗粒,例如碳、金属和/或金属合金的颗粒。

12. 如前述权利要求中任一项所述的方法,其中所述至少一个颗粒路径是导电性颗粒

路径。

13. 一种能够通过权利要求1~12中任一项获得的物品。

其中颗粒路径的末端暴露的包含颗粒路径的物品的形成方法

技术领域

[0001] 本发明涉及将颗粒排列在可溶性基体和含有粘性材料和颗粒的基体之间的界面处的方法。可溶性基体和含有粘性材料和颗粒的基体彼此基本不互溶,而且展现出不同的溶解度,从而允许在不使或基本不使含有粘性材料和颗粒的基体溶解的情况下选择性地溶解可溶性基体。本发明还涉及能够通过所述方法获得的物品。

背景技术

[0002] 各向异性材料在广泛且越来越大的应用范围中形成。通常,此种材料包含固定在非导电基体材料中的导电颗粒。导电颗粒旨在基体材料中形成导电路径,从而使该各向异性材料至少在某些情况下能够导电。

[0003] 根据颗粒和基体材料的选择,各向异性材料可形成来适合于各种应用,例如用于传感器(例如应力传感器)、太阳能电池应用、印刷型电子产品、电容器、蓄电池、触摸屏、显示器、智能窗和膜。

[0004] 形成各向异性材料的现有技术方法通常包括:提供包含基体材料和导电颗粒的粘性混合物,在粘性混合物上施加电场以使导电颗粒排列从而在混合物中形成导电路径,其后将粘性混合物固化。

[0005] 作为另外的选择,提出了使用颗粒的磁性质以将颗粒排列并形成导电路径。WO 2008/153679是一个这样的实例,其中使包含多个磁性颗粒的粘塑性材料经受足够时间的磁场以便使部分磁性颗粒至少部分地排列到预定位置。

[0006] 然而,现有技术方法一般造成各向异性材料含有嵌入基体材料内的导电路径,使得与导电路径的直接接触仅可能出现在导电路径的端点在各向异性材料的表面或边缘处暴露的地方。这种仅一小部分导电路径的暴露在需要接通大部分导电路径的应用中可能是缺点,并且可能降低材料的导电性,因为电流不得不通过数量非常有限的暴露的接触点。

[0007] 为了进一步提高各向异性材料的多功能性,因而期望允许完全暴露导电路径或者显著增加对导电网络暴露的节点的数量。根据各向异性材料的期望用途,可利用温和的去除手段使导电路径部分或完全暴露。

[0008] 为了提高所形成的各向异性材料的多功能性并且使其能够工业生产,需要形成本领域的材料的方法。

[0009] 本发明的目的是提供实现所述需求的方法。

发明内容

[0010] 上述目的通过一种将颗粒排列在可溶性基体与含有粘性材料和颗粒的基体之间的界面处的方法实现。

[0011] 所述方法包括以下步骤:

[0012] -将所述可溶性基体和/或所述含有粘性材料和颗粒的基体与包含至少一个侧面的支持体接触,所述支持体的至少一个侧面面向所述可溶性基体和/或所述含有粘性材料

和颗粒的基体，

[0013] -使所述可溶性基体与所述含有粘性材料和颗粒的基体接触，从而提供包含处在所述可溶性基体与所述含有粘性材料和颗粒的基体之间的至少一个界面的结构体，

[0014] -使所述结构体中的颗粒经受电场和/或磁场，从而使所述颗粒形成为至少一个颗粒路径，所述至少一个颗粒路径包含处在所述可溶性基体与所述含有粘性材料和颗粒的基体之间的至少一个界面处的末端(termination)，并且

[0015] -固定所述粘性材料以便固定所述至少一个颗粒路径，

[0016] 其特征在于，所述末端能够在去除所述可溶性基体后暴露。

[0017] 所述可溶性基体可以是水溶性基体或非水溶性基体。所述末端可以在去除可溶性基体后暴露。可溶性基体的去除可通过溶解来进行。因此，提供了一种将颗粒排列在水溶性或非水溶性基体与含有粘性材料和颗粒的基体之间的界面处的方法，

[0018] 所述方法包括以下步骤：

[0019] -将所述水溶性或非水溶性基体和/或所述含有粘性材料和颗粒的基体与包含至少一个侧面的支持体接触，所述支持体的所述至少一个侧面面向所述水溶性或非水溶性基体和/或所述含有粘性材料和颗粒的基体，

[0020] -使所述水溶性或非水溶性基体与所述含有粘性材料和颗粒的基体接触，从而提供包含处在所述水溶性或非水溶性基体与所述含有粘性材料和颗粒的基体之间的至少一个界面的结构体，

[0021] -使所述结构体中的颗粒经受电场和/或磁场，从而使所述颗粒形成为至少一个颗粒路径，所述至少一个颗粒路径包含处在所述水溶性或非水溶性基体与所述含有粘性材料和颗粒的基体之间的至少一个界面处的末端，并且

[0022] -固定所述粘性材料以便固定所述至少一个颗粒路径，

[0023] 其特征在于，所述末端在所述水溶性或非水溶性基体通过溶解去除后暴露。

[0024] 可溶性基体还可包含颗粒。所述颗粒可以与含有粘性材料和颗粒的基体中所含的那些颗粒相同或不同。对可溶性基体添加颗粒使得能够增加可溶性基体与含有粘性材料的基体之间的界面处的颗粒浓度和/或确保颗粒可从含有粘性材料的基体中伸出到可溶性基体中。在施加电场和/或磁场之后，颗粒将形成至少一个包含末端的颗粒路径，该末端排列在可溶性基体与含有粘性材料的基体之间的界面处。只要所述颗粒的最小线性尺寸大于可溶性基体的厚度，则含有粘性材料的基体内将包含至少部分所述颗粒。在将含有粘性材料的基体固定之后，即使可溶性基体随后被去除，所述颗粒也将被包含和固定在含有粘性材料的基体中。在去除可溶性基体后，仅包含在其中的颗粒也将被去除。

[0025] 可溶性基体和/或含有粘性材料和颗粒的基体可与支持体接触。如上所述，可溶性基体可包含颗粒。使用支持体利于操控。例如，可溶性基体可与支持体接触，其后对可溶性基体施加含有粘性材料和颗粒的基体。粘性材料可在施加到可溶性基体之前或之后与支持体接触。用于可溶性基体和含有粘性材料和颗粒的基体的支持体可以相同或不同，并且可提供有面向可溶性基体和/或粘性基体的至少一个侧面。

[0026] 固体支持体的至少一个侧面可经受表面改性技术以改变其与例如粘合剂或涂层施涂技术有关的性质。作为实例，表面改性技术可以是本领域已知的电晕、等离子体或火焰处理。通过选择合适的表面改性技术，可实现期望的表面性质以用于沉积和/或去除支持

体。

[0027] 支持体可由包含一种或多种聚合物的固体材料制成。例如，支持体可包括但不限于本领域技术人员已知的聚酯（例如聚对苯二甲酸乙二酯（PET）或聚萘二甲酸乙二酯（PEN）、聚丙烯、聚碳酸酯或聚酰亚胺。支持体还可以为刚性材料，例如玻璃或金属。

[0028] 施加至支持体的可溶性基体可部分或完全覆盖支持体。可溶性基体可作为涂层、层或膜施加到支持体上。涂层、层或膜的厚度可根据应用而变化。例如，涂层、层或膜的厚度可以为0.05微米~200微米，或0.15微米~20微米。

[0029] “可溶性基体与含有粘性材料和颗粒的基体之间的界面”的表述被理解为可溶性基体与含有粘性材料和颗粒的基体之间的边界区域。

[0030] 应当理解，可溶性基体与含有粘性材料和颗粒的基体彼此不能混溶，或者彼此混溶的程度非常有限。因此，可溶性基体与含有粘性材料和颗粒的基体可能不互溶。作为另外的选择，可溶性基体与含有粘性材料的基体可能以有限的程度混溶，例如1重量%~5重量%。因此，使可溶性基体与含有粘性材料和颗粒的基体接触使得在可溶性基体与含有粘性材料的基体之间形成至少一个界面。当可溶性基体与含有粘性材料的基体接触时，不发生或有限地发生可溶性基体的破裂或扩散，反之亦然。通过将含有粘性材料的基体沉积到可溶性基体上，可使可溶性基体与含有粘性材料的基体接触。

[0031] 应当理解，排列在可溶性基体与含有粘性材料的基体之间的界面处的至少一个颗粒路径的末端或节点可位于可溶性基体与含有粘性材料的基体之间的边界区域，和/或与该边界区域相邻，和/或位于该边界区域附近。位于该界面处的颗粒可穿过可溶性基体与含有粘性材料的基体之间形成的界面从含有粘性材料的基体伸出到可溶性基体中。此外，至少一个颗粒路径的末端可处在包含含有粘性材料的基体的平面内的界面处，但不延伸到可溶性基体中。作为附加或另外的选择，如果颗粒能够自由地从含有粘性材料的基体移动至可溶性基体，则单个粒径可能大于可溶性基体的厚度，使得至少部分颗粒保留在含有粘性材料的基体中。

[0032] 如上所述，对含有粘性材料的基体中的粘性材料的固定导致至少一个颗粒路径被固定。总体结果是一种结构体，其中至少部分颗粒形成至少一个包含末端的颗粒路径，所述末端排列在可溶性基体与含有粘性材料和颗粒的基体之间的界面处。至少一个颗粒路径可连接至其他颗粒路径和/或其他颗粒，从而在含有粘性材料的基体和/或可溶性基体中形成颗粒网络的一部分。因此，至少一个颗粒路径可形成颗粒网络的一部分。在去除可溶性基体后，至少一个颗粒路径的末端可充当与位于含有粘性材料的基体内的连续颗粒网络相连接的节点。作为另外的选择，至少一个颗粒路径可以是单个颗粒，其中可溶性基体的去除使部分所述单个颗粒暴露在含有粘性材料的基体的表面处。

[0033] 在可溶性基体包含不伸出到含有粘性材料的基体的颗粒的情况下，这些颗粒将与可溶性基体一起被去除。

[0034] 粘性材料的固定可通过任何适当的方法实现，例如，固化、陶瓷化（ceramisation）、交联、凝胶化、照射、干燥、加热、煅烧或烧制。

[0035] 固化可通过诸如紫外辐射（UV）等光化学辐射、加热和/或添加化学添加剂来进行。

[0036] 本文所述方法中的至少一个颗粒路径可以是导电性颗粒路径。

[0037] 本文所述方法还可包括以下步骤：

[0038] -去除支持体。所述支持体可从可溶性基体和/或含有粘性材料和颗粒的基体中去除。

[0039] 支持体的去除可利用诸如剥离或撕扯等机械手段进行。本文所述支持体的至少一个侧面的表面处理可利于支持体的去除。在多于一个支持体的情况下,可以去除一个或多个支持体的方式进行去除。例如,可去除一个、两个或所有的支持体。在去除支持体之后,所得结构体可包含可溶性基体、含有固定化粘性材料的基体以及在所述可溶性基体与所述含有粘性材料的基体之间的至少一个界面,或者由其组成。含有固定化粘性材料的基体包含所述至少一个颗粒路径。此外,可溶性基体还可包含颗粒和/或至少一个颗粒路径。如本文所述,至少一个颗粒路径可形成连接的颗粒的网络和/或部分网络,或者为单个颗粒。至少一个颗粒路径包含处在可溶性基体与含有固定化粘性材料的基体之间的所述界面处的末端或节点,所述末端能够在去除可溶性基体后暴露。

[0040] 在去除支持体之后,提供一种物品,其包括:

[0041] -可溶性基体,

[0042] -含有固定化粘性材料的基体,

[0043] -在所述可溶性基体与所述含有粘性材料的基体之间的至少一个界面,以及

[0044] -在所述界面处包含末端的至少一个颗粒路径。

[0045] 该物品的特征在于,所述末端能够在去除所述可溶性基体后暴露。可溶性基体和/或含有固定化粘性材料的基体可包含具有末端的至少一个颗粒路径。所述物品能够通过本文所述方法获得。

[0046] 可溶性基体可充当至少一个颗粒路径的末端的保护体,从而利于操控和输送。作为保护体的可溶性基体可具有涂层、层或膜的形状。保护体可保持与需要操控的结构体一样长的时间,随后在使用前被轻易地去除。

[0047] 因此,本文所述方法还可包括以下步骤:

[0048] -通过化学手段去除可溶性基体。

[0049] 应当理解,可溶性基体与含有固定化粘性材料的基体的溶解度不同,使得可溶性基体可在不溶解或破坏含有固定化粘性材料的基体的情况下溶解。有利地,可溶性基体可以是水溶性基体。适于去除水溶性基体的化学手段的实例包括用水和/或水性溶液漂洗。适于去除非水溶性基体的化学手段的实例包括用酸、碱或诸如醇、酯、酮、醛、醚或烃类等有机溶剂漂洗。在去除可溶性基体后,所述至少一个颗粒路径的末端暴露。由此,所述至少一个颗粒路径的暴露的末端可方便地连接至外部电气装置。这样有显著的益处,因为这允许将嵌入含有粘性材料的基体内的至少一个颗粒路径经由所述末端连接至外部电气装置。此外,通过化学手段去除可溶性基体是一种温和的去除方式,从而使固定化粘性材料和/或至少一个颗粒路径的暴露的末端的机械损伤被避免或降至最低。因此,不需要可能损害颗粒和/或瓦解和打破颗粒网络的蚀刻或磨耗工序。

[0050] 相比之下,如果不存在可溶性基体并且对含有粘性材料的基体(例如粘合剂或弹性体基体)中的颗粒施加电场,则颗粒将移动并在含有粘性材料的基体内排列。根据含有粘性材料的基体及其具有支持体的界面的性质或其自由表面的特性,颗粒可完全嵌入粘性材料(例如粘合剂或弹性体基体)内并且难以接近,即,颗粒嵌入粘性材料和/或被粘性材料覆盖,因而不暴露。因此,外部电气装置不能直接连接至排列在基体内的颗粒。

[0051] 在去除可溶性基体之后,所得结构体包含含有固定化粘性材料的基体和至少一个颗粒路径,或者由其组成。至少一个颗粒路径包含暴露在固定化粘性材料表面处的末端。该结构体还可包含一个或多个支持体。因此,提供了一种物品,其包含含有固定化粘性材料的基体和至少一个颗粒路径,或者由其组成,所述至少一个颗粒路径具有在所述基体表面处的末端;所述物品的特征在于,在所述表面处的所述末端得以暴露。至少一个颗粒路径可形成部分颗粒网络(例如连续颗粒网络)。所述物品能够通过本文所述方法获得。

[0052] 还提供了能够通过本文所述方法获得的物品。

[0053] 水溶性基体包含水溶性材料,或者由其组成。例如,可溶性基体可由至少一种水溶性聚合物组成,或者包含至少一种水溶性聚合物。水溶性聚合物的实例包括聚乙烯醇、纤维素醚、聚环氧乙烷、淀粉、聚乙烯吡咯烷酮、聚丙烯酰胺、聚乙烯基甲醚-马来酸酐、聚马来酸酐、苯乙烯马来酸酐、羟乙基纤维素、甲基纤维素、聚乙二醇、羧甲基纤维素、聚丙烯酸盐、藻酸盐(酯)、丙烯酰胺共聚物、瓜儿豆胶、酪蛋白、乙烯-马来酸酐树脂、聚乙烯亚胺、乙基羟乙基纤维素、乙基甲基纤维素和羟乙基甲基纤维素。应当理解,可溶性基体可包含不同水溶性聚合物的混合物。此外,至少一种聚合物可以是聚乙烯醇。可溶性基体可包含用于改善和/或促进处理期间的操控的一种或多种交联剂。可溶性基体还可包含用于改善层涂布质量的一种或多种添加剂,例如行业中被认定为增稠剂或整平剂的那些材料,例如聚乙二醇对(1,1,3,3-四甲基丁基)苯醚(TX-100),从而改善层涂布或整平。所述层还可包含着色剂或颜料。

[0054] 含有粘性材料和颗粒的基体的粘性材料可包含一种或多种聚合物、单体或低聚物。例如,粘性材料可以是粘合剂和/或弹性体材料。聚合物可以是热固性或热塑性聚合物,例如聚丙烯酸酯、聚环氧化物、聚氨酯和/或聚硅氧烷。如本文所用,粘性基体将在一定程度上抵抗物体(例如颗粒)经基体材料的移动,使得颗粒将不会立即沉淀。例如,粘性材料的粘度可以为约300cP以上,例如约1000cP、35000cP或约40000cP。作为实例,粘性材料的粘度可以为约300cP~约40000cP。在本文件中,cP代表厘泊。作为实例,粘性材料可包含Dymax 3094或由其组成,其粘度可以为约1000cP。在另一实例中,粘性材料可包含Norland NOA81或由其组成,其粘度可以为约300cP。

[0055] 为了能够通过使用磁场来移位,颗粒可有利地具有顺磁性或铁磁性,优选铁磁性。

[0056] 此外,为了能够通过使用电场来移位,颗粒可有利地具有导电性和/或由相对电容率远小于或远大于基体的相对电容率的一种或多种材料制成。

[0057] 所述颗粒可以是均质颗粒,即,颗粒由单种材料或全部颗粒在尺寸、形状和/或材料组成方面都一致的材料混合物组成。然而,所述颗粒也可以是异质颗粒,即,由若干材料组成的颗粒。例如,所述颗粒可具有一种材料的芯和另一种材料的壳。所述颗粒还可含有杂质,其增强诸如导电性或磁性等性能。

[0058] 本文所述颗粒可仅包含一类颗粒,也可以是不同类型颗粒的混合物。所述颗粒可具有顺磁性和/或铁磁性。所述颗粒还可具有导电性。

[0059] 所述颗粒可以是扁平的和/或具有球状、细长状、管状、碟状、线状或不规则形状的形状或形状组合。

[0060] 所述颗粒可包含碳、金属和/或金属合金。例如,所述颗粒可由以下物质组成或包含以下物质:银、铁、石墨、镍、铜、金、sink、钛或铝。

[0061] 有利地,至少一些颗粒可同时具有顺磁性或铁磁性以及导电性。作为另外的选择,可以存在顺磁性或铁磁性颗粒的混合物。此种颗粒将能够通过磁场和电场来移位。

[0062] 有利地,一定量的颗粒包括金属和/或金属合金(例如镍或氧化铁)的颗粒。所述颗粒还可包含碳同素异形体,例如石墨、石墨烯、碳纳米管、巴克敏斯特富勒烯(buckminsterfullerene)、非晶碳或炭黑。此外,所述颗粒可选自由银-铁颗粒、银-镍颗粒、石墨-镍颗粒、镍颗粒、碳纳米颗粒及其混合物组成的组。有利地,所述颗粒还可包括芯-壳颗粒,其具有陶瓷、玻璃或聚合物的芯以及导电金属的壳。

[0063] 粒径(即,颗粒的最大线性尺寸)可以为0.3微米~500微米,或0.5微米~200微米,或1微米~100微米,或3微米~50微米。

[0064] 含有粘性材料的基体和/或水溶性基体中的颗粒的浓度可低于穿透阈值。例如,颗粒的浓度可以为0.001体积%~10体积%,或0.01体积%~2体积%,或0.01体积%~1.5体积%,或0.1体积%~1.5体积%。

[0065] 对于导电混合物,“穿透阈值(percolation threshold)”被定义为在随机系统中实现长距离导电性所必需的导电颗粒的最低浓度。此种随机系统几乎是各向同性的。在通过本发明的方法形成的系统中,在预定方向上实现导电性所需的导电颗粒的浓度并非由穿透阈值确定,并且浓度可以更低。出于实际原因,颗粒的浓度由对导电路径的要求而确定,通常没有理由存在不排列成导电路径的过量的导电颗粒。

[0066] 本文所述方法还包括以下步骤:

[0067] -在将可溶性基体施加到支持体上之后将其干燥。干燥方法包括但不限于对流加热、伴随或不伴随对流的红外线加热、RF干燥、冷冻干燥等。

[0068] 对本文所述的包含在水溶性基体与含有粘性材料和颗粒的基体之间的至少一个界面的结构体中的颗粒施加的场可以是电场、磁场或其组合。所述电场可以是直流电场(DC)或交流电场(AC)。RMS电场强度可以为1kV/cm~100kV/cm,例如1kV/cm~50kV/cm,或5kV/cm~25kV/cm。电场的频率可以为10Hz~10MHz,例如0.1kHz~200kHz,或0.1kHz~25kHz。

[0069] 可在垂直于或基本垂直于可溶性基体与含有粘性材料和颗粒的基体之间的界面的外延的方向上施加所述场。当在垂直于界面外延的方向上施加所述场时,场线垂直于界面的外延。当在基本垂直于界面的方向上施加所述场时,场线与垂直于界面外延的线形成45°以下的角。

[0070] 还可以在与界面外延平行或基本平行的方向上施加所述场。当在与界面外延平行的方向上施加所述场时,场线平行于界面外延。当在与界面外延基本平行的方向上施加所述场时,场线与界面外延形成45°以下的角。

[0071] 如果施加多于一个场,则可在垂直于或基本垂直于可溶性基体与含有粘性材料和颗粒的基体之间的界面的外延的方向上施加第一场。作为另外的选择,可在与界面外延平行或基本平行的方向上施加第一场。可在与界面外延垂直或基本垂直的方向上施加第二场和/或其他场。作为另外的选择,施加的第二场和/或其他场可具有与界面外延平行或基本平行的通量线。应当理解,与界面外延基本平行的通量线可与界面外延形成45°以下的角。

[0072] 第一场可以是电场或磁场。第二场或其他场可以是电场或磁场。当施加多于一个场时,第一场可以是电场,而第二场或其他场可以是磁场,反之亦然。当施加多于一个场时,

所述场可按序施加或同时施加。

[0073] 对颗粒施加的场可以是电场,其在垂直于或基本垂直于可溶性基体与含有粘性材料和颗粒的基体之间的界面的外延的方向上施加。

[0074] 在施加电场和/或磁场后,将在含有粘性材料和颗粒的基体中形成至少一个颗粒路径。在可溶性基体包含颗粒的情况中,所述可溶性基体中也可形成至少一个颗粒路径。至少一个颗粒路径包含在可溶性基体与含有粘性材料和颗粒的基体之间的界面处的末端。取决于所用场的类型,颗粒的移动可归因于电泳、介电泳、磁导入或以上的组合。虽然含有粘性材料的基体中的大多数颗粒移动使得它们排列在粘性材料内和/或可溶性基体与含有粘性材料的基体之间的界面附近,但一些颗粒也可从含有粘性材料的基体扩散到可溶性基体中。如本文所述,至少一个颗粒路径可在含有粘性材料和颗粒的基体内形成连续连接的颗粒网络。由于可溶性基体的存在,至少部分颗粒可从含有粘性材料和颗粒的基体中伸出并进入可溶性基体和/或排列在可溶性基体与含有粘性材料的基体之间的界面处。

[0075] 本文所述至少一个颗粒路径可形成连续的或部分连续的连接的电电路径或网络。作为部分网络的颗粒路径可包含在含有粘性材料的基体中,并且可选地也可包含在可溶性基体中。然而,如本文所述,去除可溶性基体导致同时去除其中的颗粒。

[0076] 如通过肉眼或借助仪器所见,当颗粒停止或基本停止运动时,可以中断场的施加。该过程通常在数秒至数分钟内完成,使得能够在工业过程中使用本文所述的方法。

[0077] 本文所述方法可以包括以下步骤:

[0078] -提供包含至少一个侧面的支持体,

[0079] -将可溶性基体沉积到所述支持体的所述至少一个侧面上,

[0080] -将含有粘性材料和颗粒的基体沉积到所述可溶性基体上,从而提供包含处在可溶性基体与含有粘性材料和颗粒的基体之间的界面的结构体,

[0081] -使所述结构体中的颗粒经受电场和/或磁场,从而使颗粒形成为包含在所述界面处的末端的至少一个颗粒路径,并且

[0082] -固定所述粘性材料以便固定所述至少一个颗粒路径,

[0083] 其特征在于,所述末端能够在去除所述可溶性基体后暴露。

[0084] 此外,本文所述方法可以包括以下步骤:

[0085] -提供包含至少一个侧面的支持体,

[0086] -将可溶性基体沉积到所述支持体的所述至少一个侧面上,

[0087] -将含有粘性材料和颗粒的基体沉积到所述可溶性基体上,从而提供包含处在所述可溶性基体与所述含有粘性材料和颗粒的基体之间的界面的结构体,

[0088] -使另一可溶性基体与另一支持体接触,

[0089] -将与所述另一支持体接触的所述另一可溶性基体沉积到所述含有粘性材料和颗粒的基体上,从而在所述含有粘性材料的基体与所述另一可溶性基体之间形成第二界面,

[0090] -使所述结构体中的颗粒经受电场和/或磁场,从而使颗粒形成为包含在所述界面和/或所述第二界面或所述两个界面处的末端的至少一个颗粒路径,并且

[0091] -固定所述粘性材料以便固定所述至少一个颗粒路径,

[0092] 其特征在于,所述末端能够在去除所述水溶性基体后暴露。

[0093] 本文所述物品可用于各种应用,例如印刷型电子产品、RF屏蔽罩、晶体管、应变传

感器、薄膜开关、电容器、蓄电池、显示器、触摸屏、雷击保护、各向异性导电膜、智能窗和光源显示器。

[0094] 还提供了本文所述方法用于形成印刷型电子产品的应用。

[0095] 还提供了本文所述方法用于形成RF屏蔽罩(即,射频屏蔽罩)的应用。

[0096] 还提供了本文所述方法用于形成晶体管的应用。

[0097] 还提供了本文所述方法用于形成应变传感器的应用。

[0098] 还提供了本文所述方法用于形成医疗传感装置或医疗刺激装置的应用。

[0099] 还提供了本文所述方法用于形成导电路径的三维几何体的应用。

附图说明

[0100] 现将参照附图针对示例性实施方式进一步描述本发明,其中:

[0101] 图1显示一种结构体,其包含:支持体1;可溶性基体2和含有粘性材料的基体3;颗粒4;以及在基体2和基体3之间的界面5。

[0102] 图2显示一种结构体,其包含:支持体1;可溶性基体2;含有粘性材料的基体3;经受电场的颗粒4;以及在基体2和基体3之间的界面5。

[0103] 图3显示一种结构体,其包含:支持体1;可溶性基体2和含有固定化粘性材料的基体3;以及颗粒4,至少一些所述颗粒为至少一个颗粒路径的形式,所述至少一个颗粒路径包含处在可溶性基体2和基体3之间的界面5处的末端。

[0104] 图4显示一种结构体,其包含:可溶性基体2和含有固定化粘性材料的基体3;以及颗粒4,至少一些所述颗粒为至少一个颗粒路径的形式,所述至少一个颗粒路径包含处在可溶性基体2和基体3之间的界面5处的末端。

[0105] 图5显示一种结构体,其包含:含有粘性材料的基体3;以及颗粒4,至少一些所述颗粒为至少一个颗粒路径的形式,所述至少一个颗粒路径包含处在表面6处的末端。

[0106] 图6显示一种结构体,其包含:支持体1;含有固定化粘性材料的基体3;颗粒4,至少一些所述颗粒为包含末端的至少一个颗粒路径的形式;以及可溶性基体2。所述至少一个颗粒路径的末端排列在可溶性基体2和基体3之间的界面5处。

[0107] 图7显示一种结构体,其包含:支持体1;含有粘性材料的基体3;以及颗粒4,至少一些所述颗粒为至少一个颗粒路径的形式,所述至少一个颗粒路径包含在表面6处的末端。

[0108] 图8显示一种结构体,其包含:支持体1;可溶性基体2;含有粘性材料的基体3;颗粒4,至少一些所述颗粒为至少一个颗粒路径的形式,所述至少一个颗粒路径在界面5和6处分别包含末端;另一可溶性基体7;以及另一支持体8。

[0109] 图9显示一种结构体,其包含:支持体1;可溶性基体2;含有粘性材料的基体3;颗粒4;另一可溶性基体7;以及另一支持体8。基体3中所含的至少一些颗粒4的线性尺寸大于基体3的厚度9。

[0110] 图10显示一种结构体,其包含:支持体1;可溶性基体2;含有粘性材料的基体3;颗粒4,至少一些所述颗粒为至少一个颗粒路径的形式,所述至少一个颗粒路径在界面5和6处都包含末端,其中所述至少一个颗粒路径是已通过电场排列的单个颗粒;另一可溶性基体7;以及另一支持体8。

[0111] 应当注意,附图并非按比例绘制,并且某些特征的尺寸出于清楚的原因而被夸大。

具体实施方式

[0112] 图1显示了一种结构体,其包含:支持体1;可溶性基体2;含有粘性材料的基体3;和颗粒4。可溶性基体2、含有粘性材料的基体3和颗粒4可以如本文所述。颗粒4包含在基体3内。由于可溶性基体2和基体3的不混溶性或非常有限的混溶性,在可溶性基体2和基体3之间形成界面5。用可溶性基体2涂布支持体1,可选地随后进行干燥,从而可以形成所述结构体。其后,将含有颗粒4和粘性材料的基体3沉积到可溶性基体2上。

[0113] 图2显示对图1所示的结构体施加电场。在施加电场后,颗粒4将形成包含末端的至少一个颗粒路径,其中该末端排列在可溶性基体2和基体3之间的界面5处。至少部分颗粒路径可形成颗粒网络。至少一个颗粒路径的末端可排列在所述界面的平面内和/或可经界面5从基体3伸出到可溶性基体2中。有利地,施加电场直至观察不到颗粒的可视移动。在排列过快或过慢以至不能轻易观察或者颗粒的性质使得难以就地观察排列的情况下,颗粒对电场的响应可通过其他手段验证,或者在去除电场之后通过观察来验证。

[0114] 在施加电场之后,基体3的粘性材料被固定,以便使包含处在界面5处的末端的所述至少一个颗粒路径固定。图3显示所得结构体,其包含:支持体1;可溶性基体2;含有固定化粘性材料的基体3;颗粒4,至少一些所述颗粒为包含末端的至少一个颗粒路径的形式;以及界面5。至少部分颗粒和/或至少一个颗粒路径可形成颗粒网络。所述至少一个颗粒路径的末端位于基体3之间的界面5的平面内而没有嵌入基体3的粘性材料或被基体3的粘性材料覆盖,从而使其在随后去除可溶性基体2后被暴露。此外,一些颗粒和/或所述至少一个颗粒路径的末端和/或颗粒网络可从基体3伸出到可溶性基体2中。

[0115] 图4显示通过从图3所示的结构体中去除支持体1而得到的结构体。所得结构体包含:可溶性基体2;基体3;颗粒4,至少一些所述颗粒为包含末端的至少一个颗粒路径的形式;以及界面5。所述至少一个颗粒路径的末端排列在界面5处。所述末端可位于界面5的平面内和/或从基体3伸出到可溶性基体3中。

[0116] 将可溶性基体2暴露于适当化学手段(例如用溶剂漂洗或洗涤)使其溶解,从而将所述至少一个颗粒路径的末端暴露在表面6处。所述末端可以在表面6的平面内和/或从表面6伸出。所得结构体在图5中示出。外部电气装置可通过与所述至少一个颗粒路径的暴露的末端连接而连接至基体3内的颗粒网络。

[0117] 支持体1可沉积在图4所示结构体的基体3上。支持体1可沉积在基体3的与面向可溶性基体2的一侧相对的一侧上。所得结构体在图6中示出。

[0118] 可随后将可溶性基体2从图6所示的结构体中去除。去除可通过化学手段(例如用溶剂漂洗或洗涤)进行从而将至少一个颗粒路径的末端暴露在表面6和/或从基体3中伸出。所得结构体在图7中示出。

[0119] 图8显示一种结构体,其包含:支持体1;可溶性基体2;含有粘性材料的基体3;颗粒4,至少一些所述颗粒为至少一个颗粒路径的形式,所述至少一个颗粒路径在界面5和6处分别包含末端;另一可溶性基体7;以及另一支持体8。颗粒4暴露于电场,使其排列成从界面5延伸至界面6的至少一个颗粒路径。至少一个颗粒路径的末端可排列在所述界面的平面内和/或可经界面5和6从基体3伸出到可溶性基体2和7中。该结构体允许去除可溶性基体2和7,并且外部电气装置可连接至所述末端,允许电流经过所述至少一个颗粒路径。

[0120] 图9显示一种结构体,其包含:支持体1;可溶性基体2;含有粘性材料的基体3;颗粒4;另一可溶性基体7;以及另一支持体8。基体3中所含的至少一些颗粒4的线性尺寸大于基体3的厚度9。

[0121] 图10显示对图9所示的结构体施加电场。在施加电场之后,颗粒4将通过电场排列和/或旋转,并且形成分别在界面5和6处包含末端的至少一个颗粒路径。将明白的是,在该实施方式中,所述至少一个颗粒路径包括单个颗粒。至少一个颗粒路径的末端经界面5和6从基体3伸出到可溶性基体2和7中。作为另外的选择,至少一个颗粒路径可排列在所述界面的平面内。该结构体允许去除可溶性基体2和7,并且外部电气装置可连接至所述末端,允许电流经过所述至少一个颗粒路径。

[0122] 通过以下非限制性实施例进一步阐述本发明。

[0123] 实施例

[0124] 实施例1

[0125] 购自Dupont Teijin Melinex 453的聚对苯二甲酸乙二酯(PET)衬底在其一侧上进行电晕处理。随后,利用计量涂布棒式敷料器将50/40Elvanol PVA的1重量%水性溶液形式的聚乙烯醇(PVA)与购自Du Pont的0.2%(按重量计)聚乙二醇对(1,1,3,3-四甲基丁基)苯醚(Triton X100)作为薄膜施涂到PET衬底的已进行了电晕处理的一侧上。在对流烤箱中将涂膜干燥以便去除水并使所述膜硬化,由此在PET衬底上形成0.15微米~0.60微米的PVA涂层厚度。

[0126] 将购自Sigma-Aldrich的尺寸为2微米~3.5微米且浓度为0.5体积%的银颗粒与购自Dymax Corporation的紫外固化性粘合剂Dymax 3094混合。利用棒式敷料器将所得粘合剂混合物作为膜涂布到PVA涂层上。由于基体聚合物的不相容性以及它们的相对粘度,材料不相混。层是离散的,且在层间具有明确界面。富含颗粒的粘合剂层的厚度为约80微米。

[0127] 将具有PVA涂层和颗粒-粘合剂涂层的PET衬底置于电极上,其中PVA和粘合剂背向该电极。利用电压为350伏且频率为10kHz的交错式电极设计产生电场。电场诱导银颗粒中的电偶极子,使其朝最高电场梯度的区域移动,即,穿过粘合剂层朝PVA-粘合剂界面移动。此外,银颗粒通过偶极-偶极相互作用而彼此相互作用,从而形成近似粘合剂-PVA界面的最高网络密度的连合式的连续网络。一些连接的颗粒保留在粘合剂的表面,而一些连接的颗粒透过界面。对于这两种情况,粘合剂聚合物不覆盖或遮蔽银颗粒。当颗粒在放大下没有显示移动并且显示为连接时,颗粒网络被固定以防止进一步的移动,其确保了颗粒连接网络的连续性。针对网络连接性的颗粒固定可通过以下方式实现:将粘合剂暴露(交联)于紫外光源,其使粘合剂固化并提高基体的粘性,从而使颗粒固定,抑制颗粒移动或漂移(否则其可能破坏颗粒网络)。利用具有200瓦汞短弧灯的Omicure S2000将组合有导电颗粒的粘合剂基体紫外固化,所述短弧灯输送350nm~600nm的紫外光谱输出。

[0128] 通过将PET与PVA和富含排列的颗粒的粘合剂结构体手动剥离开而使膜分离。因此,提供由PVA层与具有连续连接的银颗粒网络(其中最高有组织网络密度出现在界面处)的粘合剂层组成的两层结构体。

[0129] 将第二PET支持体膜附接至该两层结构体的暴露的粘合剂层(与面向PVA涂层的一侧相对)。其后,用水漂洗PVA涂层以使部分颗粒网络和网络节点暴露在粘合剂涂层的界面表面。一旦PVA完全去除,则用强制热风手持式加热器将膜干燥。

[0130] 在如上所述的洗涤和干燥之后,对所得结构体进行利用扫描电子显微镜(SEM)的分析和X射线元素分析。SEM分析利用20kV的场电压在1500x的放大率下完成,并且X射线元素分析使用产生约 $0.5\mu\text{m}\sim 1.0\mu\text{m}$ 的穿透表面的电子束体积。结果确认了银颗粒网络的形成以及其在聚合物表面的暴露。

[0131] 实施例2

[0132] 利用计量涂布棒式敷料器将购自Du Pont的50/40Elvano1 PVA的2重量%水性溶液形式的PVA作为 $50\mu\text{m}$ 厚的膜施加到购自Goodfellow的PET衬底上。在对流烤箱中将涂膜干燥以便去除水并使所述膜硬化,在PET衬底上形成约1微米的PVA涂层厚度。随后将具有PVA涂层的PET衬底切成较小的片,并且将两片衬底置于两个单独的扁平透明电极上,其中PVA背向电极。

[0133] 将购自Sultzer Metco的尺寸为25微米~90微米且浓度为0.5体积%的镍石墨颗粒与购自Edmund Optics的紫外固化性粘合剂Norland NOA81混合。利用木制敷料棒将所得粘合剂混合物作为液滴施涂至处在一个电极顶上的PVA涂布衬底上。与粘合剂混合物分开地将限定厚度为 $150\mu\text{m}$ 的隔离片置于所述电极的顶上。随后将另一电极压在混合物的顶上(PVA涂层面向粘合剂),将混合物滴压缩为圆形膜,其具有与隔离片厚度相等的受控厚度。

[0134] 由于PVA和粘合剂的不相容性以及它们的相对粘度,材料不相混。所得夹心体由一系列的层组成,从一端至另一端依次包括:电极;衬底;PVA;富含颗粒的粘合剂混合物;PVA;衬底;电极。所有层都是离散的,且在层间具有明确界面。

[0135] 通过施加350伏的电压和10kHz的频率,在电极之间形成电场。电场诱导银颗粒中的电偶极子,使其排列为组合且连接的链。颗粒链与粘合剂混合物的平面垂直地延伸,形成堆叠的颗粒柱,其跨越混合物每一侧上的PVA-粘合剂界面之间的间隙。由于电极的尺寸有限,相比于电极间间隙的中央,电场在靠近电极处有所增强。这在镍石墨颗粒上产生介电泳力,其将颗粒链的末端吸引至粘合剂-PVA界面。一些连接的颗粒保留在粘合剂的表面,而一些连接的颗粒透过界面。对于这两种情况,粘合剂聚合物不覆盖或遮蔽PVA-粘合剂界面处的镍石墨颗粒。

[0136] 在1分钟之后,当颗粒不显示进一步的移动时,如在放大下观察到的,通过用紫外光源将粘合剂固化(交联),颗粒网络被固定以防止进一步的移动,并且确保颗粒连接网络的连续性。紫外光经引导通过透明电极、衬底和PVA,穿透并固化处在夹心体中央的粘合剂。将具有排列的导电颗粒的粘合剂暴露于紫外光使得粘合剂固化,并提高了基体的粘性,从而抑制颗粒移动。利用Dymax BlueWave200聚光灯系统将具有排列且连接的颗粒链的基体(粘合剂)紫外固化。

[0137] 通过以下方式分离膜:首先将电极与PET手动分离,随后将PET与PVA和富含排列的颗粒的粘合剂结构体剥离开。由此,提供由如下三个层组成的三层结构体:PVA层;粘合剂层,其具有与该层平行排列的镍石墨颗粒的连续连接的网络;以及在第一PVA层的相对侧的PVA层。

[0138] 其后,用水漂洗PVA涂层以暴露粘合剂层两侧上的界面表面处的网络节点。一旦PVA被完全去除,则将膜在环境条件下风干15分钟。

[0139] 在如上所述的洗涤和干燥之后,通过以下方式确认粘合剂层的导电性质:在两个铜片(各自具有约1平方厘米的表面积)之间包夹层,并用万用表测量铜片之间的电阻。测得

的电阻为100hm量级。

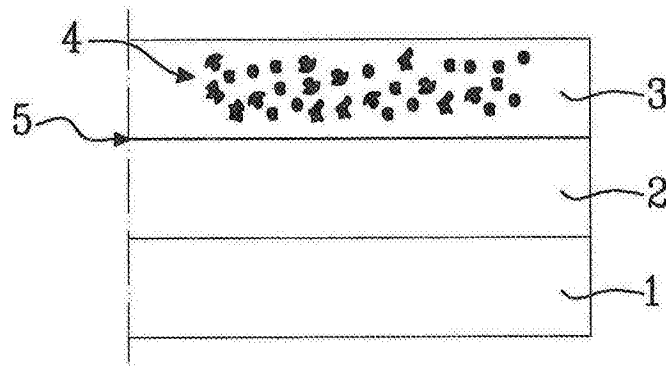


图1

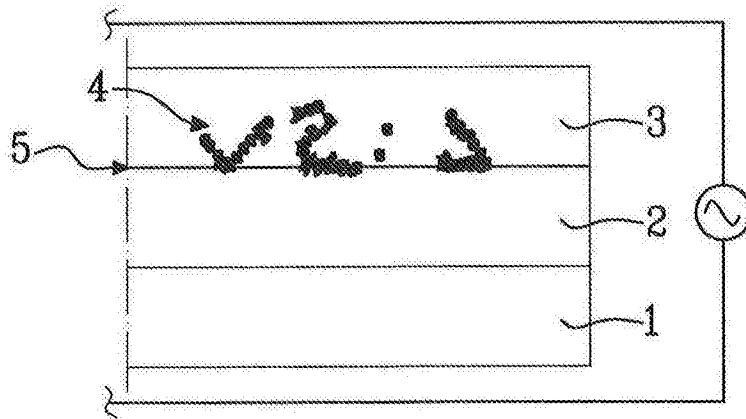


图2

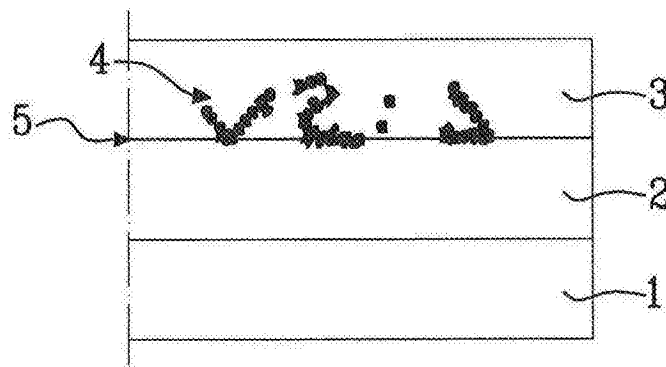


图3

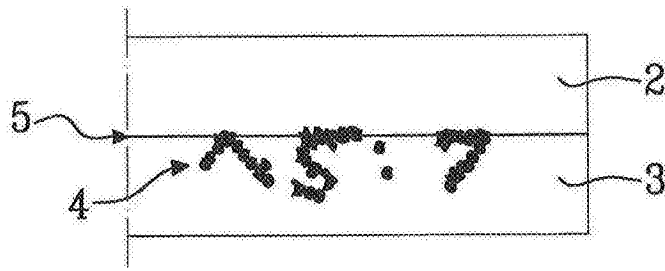


图4

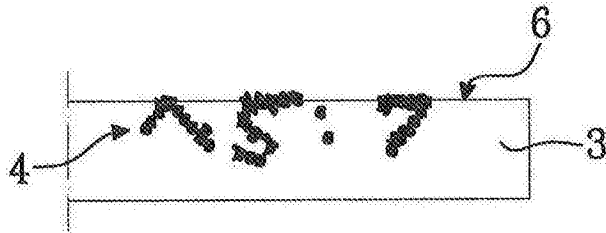


图5

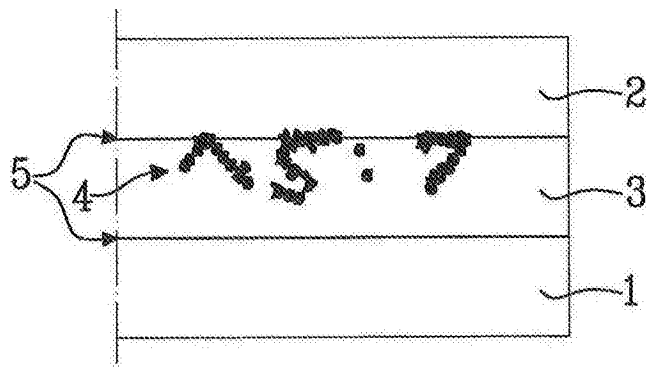


图6

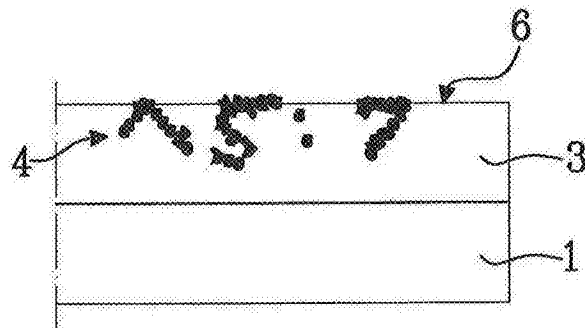


图7

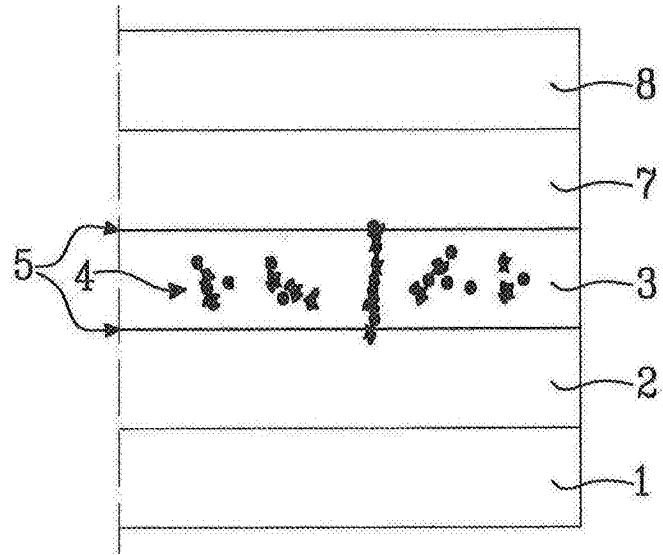


图8

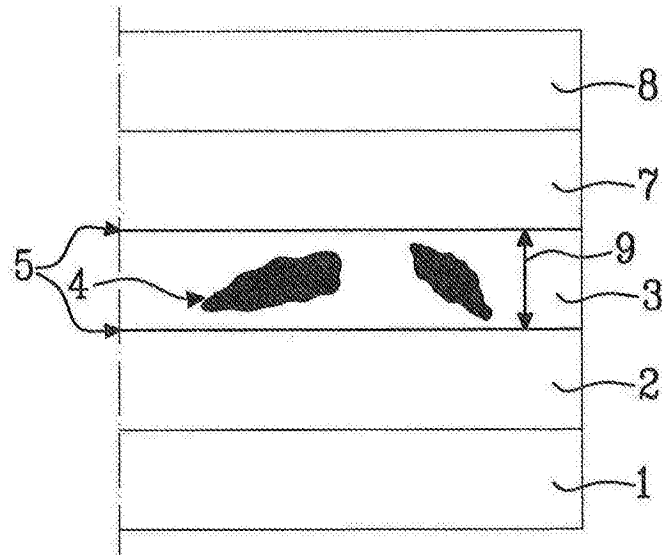


图9

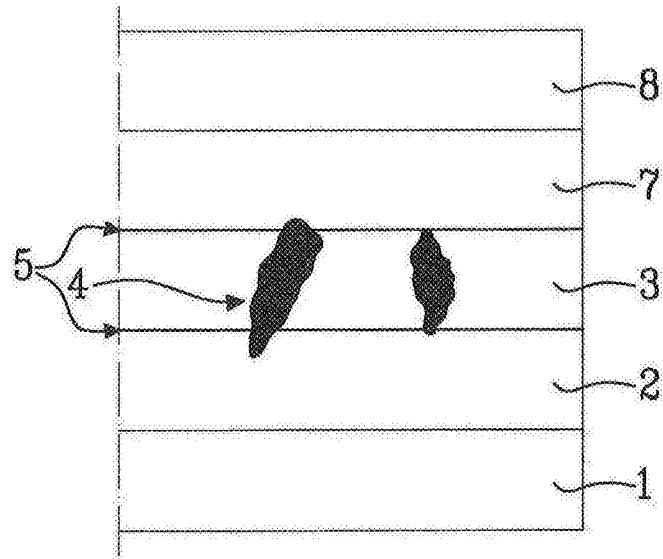


图10