(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 101632185 B
(45)授权公告日 2011.05.18

(21)申请号 200880004658.2

(22)申请日 2008.02.12

(30)优先权数据
PA200700226 2007.02.12 DK

(85)PCT申请进入国家阶段日
2009.08.11

(86)PCT申请的申请数据
PCT/DK2008/050035 2008.02.12

(87)PCT申请的公布数据
WO2008/098578 EN 2008.08.21

(73)专利权人 毫微纤维公司
地址 丹麦奥尔堡

(72)发明人 霍斯特贡特·鲁巴恩
卡斯珀·蒂尔辛-汉森

(74)专利代理机构 北京银龙知识产权代理有限公司 11243
代理人 钟晶

(51)Int.Cl.
H01L 51/56(2006.01)

(56)对比文件
CN 1483667 A,2004.03.24, 全文.
WO 2006/048015 A1,2006.05.11, 全文.
WO 2007/015710 A2,2007.02.08, 全文.
Daihua Zhang,et al..
Transparent,Conductive,and Flexible Carbon Nanotube Films and Their Application in Organic Light-Emitting Diodes.《NANO LETTERS》.2006, 第6卷(第9期),1880-1886.

审查员 方岩

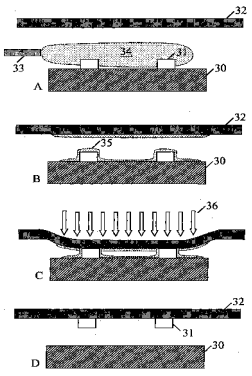
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 4 页

(54)发明名称

有机纳米纤维的存储和转移

(57)摘要

本发明涉及将纳米纤维从模板衬底(30)转移至柔性存储介质(32)的方法。该方法包括:a)提供负载纳米纤维(31)的模板衬底(30)和柔性存储介质;b)定位所述柔性存储介质(32),使得所述柔性存储介质的第一存储区域面对所述模板衬底的第一负载区域;以及c)按压所述柔性存储介质(32)的所述第一存储区域以与所述模板衬底(30)的所述第一负载区域接触,以及将所述柔性存储介质的所述第一存储区域从与所述模板衬底的所述第一负载区域的接触处移开,从而将纳米纤维(31)从模板衬底(30)转移至柔性存储介质(32),由此提供一种被加载的柔性存储介质。通过提供解决关于用于将来应用的纳米纤维的紧凑存储的问题的方案,本发明对于提供一种储存和处理用于商业实施为工作器件的纳米纤维的方法是有利的。



CN 101632185 B

1. 将有机纳米纤维从模板衬底转移至柔性塑料存储介质使得在所述存储介质上保持所述模板衬底上的纳米纤维的几何取向的方法，该方法包括：

a) 提供具有有机纳米纤维的模板衬底，所述有机纳米纤维沿平行于所述模板衬底的表面的方向生长于所述模板衬底上；

b) 在如下位置提供柔性塑料存储介质，使得所述存储介质的第一存储区域面对所述模板衬底的第一表面区域；

c) 通过给所述模板衬底的表面，或所述存储介质的表面，或两者提供极性液体或蒸汽，使有机纳米纤维从所述模板衬底上脱离；

d) 按压所述存储介质的所述第一存储区域以与所述模板衬底的所述第一表面区域接触，以及将所述存储介质的所述第一存储区域从与所述模板衬底的所述第一表面区域的接触处移开，由此将所述有机纳米纤维从所述模板衬底转移至所述存储介质，并且由此提供一种被加载纳米纤维的柔性塑料存储介质，该纳米纤维具有当在所述模板衬底上生长时的几何取向。

2. 根据权利要求 1 所述的方法，进一步包括：

b2) 改变所述存储介质和任选的所述模板衬底的位置，使得所述存储介质的至少第二存储区域面对所述模板衬底的至少第二表面区域；

d2) 按压所述存储介质的所述第二存储区域以与所述模板衬底的所述至少第二表面区域接触，以及将所述存储介质的所述至少第二存储区域从与所述模板衬底的所述至少第二表面区域的接触处移开。

3. 根据权利要求 1 所述的方法，进一步包括：

a3) 在相同或者其他的模板衬底上生长有机纳米纤维；

b3) 改变所述存储介质的位置，使得所述存储介质的至少第二存储区域面对所述模板衬底的第一表面区域；

d3) 按压所述存储介质的所述第二存储区域以与所述模板衬底的所述第一表面区域接触，以及将所述存储介质的所述至少第二存储区域从与所述模板衬底的所述第一表面区域的接触处移开。

4. 根据权利要求 1 所述的方法，进一步包括在受控的气氛中存储所述被 加载纳米纤维的柔性塑料存储介质。

5. 根据权利要求 1 所述的方法，进一步包括：

e) 提供目标衬底；

f) 定位所述被加载纳米纤维的存储介质使得所述被加载纳米纤维的存储介质的第一存储区域面对所述目标衬底的第一表面区域；

g) 按压所述被加载纳米纤维的存储介质的所述第一存储区域以与所述目标衬底的所述第一表面区域接触，以及将所述存储介质的所述第一存储区域从与所述目标衬底的所述第一表面区域的接触处移开，由此将所述纳米纤维从所述被加载纳米纤维的存储介质转移至所述目标衬底。

6. 根据权利要求 5 所述的方法，进一步包括：

f2) 改变所述被加载纳米纤维的存储介质以及任选的所述目标衬底的位置，使得所述被加载纳米纤维的存储介质的至少第二存储区域面对所述目标衬底的至少第二表面区

域；

g2) 按压所述被加载纳米纤维的存储介质的所述第二存储区域以与所述目标衬底的所述至少第二表面区域接触，以及将所述被加载纳米纤维的存储介质的所述至少第二存储区域从与所述目标衬底的所述至少第二表面区域的接触处移开。

7. 根据权利要求 1 所述的方法，其中，在权利要求 1 的步骤 a) 之前，通过首先暴露所述模板衬底的表面、或者暴露所述存储介质的表面、或者暴露所述模板衬底的表面和所述存储介质的表面于包含极性蒸汽的受控气氛中，使所述有机纳米纤维从所述模板衬底上脱离。

8. 根据权利要求 3 所述的方法，其中，在权利要求 3 的步骤 a3) 之前，通过首先暴露所述相同或其他的模板衬底的表面、或者暴露所述存储介质的表面、或者暴露所述相同或其他的模板衬底的表面和所述存储介质的表面于包含极性蒸汽的受控气氛中，使所述有机纳米纤维从所述相同或其他的模板衬底上脱离。

9. 根据权利要求 1 所述的方法，其中，所述有机纳米纤维是排列状的。

10. 根据权利要求 1 所述的方法，其中，在从所述模板衬底转移至所述存储介质期间，保持单独有机纳米纤维或全体有机纳米纤维的光学特性和形态特 性。

11. 根据权利要求 5 所述的方法，其中，在从所述被加载纳米纤维的存储介质转移至所述目标衬底期间，保持单独有机纳米纤维或全体有机纳米纤维的光学特性和形态特性。

12. 根据权利要求 1 所述的方法，其中，所述有机纳米纤维的有机分子是对亚苯基低聚物。

13. 根据权利要求 1 所述的方法，其中，所述按压是通过压印、从所述存储介质的背面按压的方式来进行的。

14. 根据权利要求 13 所述的方法，其中，通过压印方式的所述按压是通过压缩空气的方式来进行的。

15. 根据权利要求 1 所述的方法，其中，所述存储介质由 PET 制成。

16. 被加载有机纳米纤维的柔性塑料存储介质，在所述存储介质上所述有机纳米纤维具有几何取向，该几何取向相应于它们在模板衬底上原始生长时的几何取向，在存储介质上的几何取向是由通过包括如下步骤的方法将有机纳米纤维从模板衬底转移至柔性塑料存储介质所获得的：

a) 提供具有有机纳米纤维的模板衬底，所述有机纳米纤维沿平行于所述模板衬底的表面的方向生长于所述模板衬底上；

b) 在如下位置提供柔性塑料存储介质，使得所述存储介质的第一存储区域面对所述模板衬底的第一表面区域；

c) 通过给所述模板衬底的表面，或所述存储介质的表面，或两者提供极性液体或蒸汽，使有机纳米纤维从所述模板衬底上脱离；

d) 按压所述存储介质的所述第一存储区域以与所述模板衬底的所述第一表面区域接触，以及将所述存储介质的所述第一存储区域从与所述模板衬底的所述第一表面区域的接触处移开，由此将所述有机纳米纤维从所述模板衬底转移至所述存储介质，并且由此提供一种被加载纳米纤维的柔性塑料存储介质，该纳米纤维具有当在所述模板衬底上生长时的几何取向。

有机纳米纤维的存储和转移

发明领域

[0001] 本发明涉及纳米纤维的存储，特别是涉及将纳米纤维从模板衬底转移至存储介质。

[0002] 发明背景

[0003] 当前光电子的快速微型化已经导致对具有亚微米或纳米长度特征维度的光电子元件的生产、表征和连接的日益增加的兴趣。对亚微米或纳米尺度的光电子器件中的光学活性元件的要求包括诸如容易的光调谐性、强的发光效率、分子基元件的柔性以及光应当以预定的方式产生和传播。有机光学活性元件可以满足所述要求。

[0004] 通常困难在于：在所希望的衬底上直接形成有机亚微米或纳米级光学活性元件或器件是不可能、不方便的或经济上不可行的。

[0005] 对此解决办法是，在不同的衬底－形成衬底或者模板上形成光学活性的元件，并且随后将该元件转移至所希望的衬底。

[0006] 已公布的专利申请 WO 2006/048015 公开了从模板衬底上释放全部有机纳米纤维，使得随后可以将其转移至目标衬底或液体溶液的剥离过程。

[0007] 在引入纳米或亚微米级元件作为活性元件的电子器件的生产线上，在不同的生产位置、在不同的生产时间、在不同的生产运行等中进行不同的生产步骤。在这种情况下，在活性元件的生产和将活性元件引入电子器件之间，可能出现与在第一个衬底上生产的纳米或亚微米级元件或器件的存储相关的问题。

[0008] 本发明的发明人已经认识到用于处理亚微米或纳米级元件的改进方法是有利的，并且随后作出了本发明。

发明内容

[0009] 本发明寻求提供一种处理全部有机纳米纤维的改进方法，并且可以看作为本发明目的的是，全部有机纳米纤维可以以如下方式转移至存储介质，使得所述有机纳米纤维的如下特性中的至少一种保持为基本上未改变的形式：形态特性、光学特性、电学和／或机械特性。本发明的进一步目的是为现有技术提供一种替代品。具体地，可以看作本发明目的的是，提供一种将纳米纤维从模板衬底转移至柔性存储介质的方法，其解决了现有技术的上述或其他的问题。

[0010] 优选地，本发明单一或组合地缓解或减轻上述或其它不足中的一个或多个。因此，在第一方面，提供一种将纳米纤维从模板衬底转移至柔性存储介质的方法，该方法包括：

[0011] a) 提供负载纳米纤维的模板衬底和柔性存储介质；

[0012] b) 定位所述柔性存储介质使得所述柔性存储介质的第一存储区域面对所述模板衬底的第一负载区域；

[0013] c) 按压所述柔性存储介质的所述第一存储区域以与所述模板衬底的所述第一负载区域接触，以及将所述柔性存储介质的所述第一存储区域从与所述模板衬底的所述第一负载区域的接触处移开，从而将所述纳米纤维从所述模板衬底转移至所述柔性存储介质，

由此提供一种被加载的柔性存储介质。

[0014] 所述模板衬底可以是适于负载纳米纤维的任何类型衬底。所述模板衬底可以是电介质衬底，并且所述衬底可以具有极性表面，即维持电场的表面。所述衬底可以是在环境条件下不稳定的，因此，为了提供负载纳米纤维的模板衬底所需要的步骤中的至少一个步骤可以包括制备模板衬底和在真空条件下生长纳米纤维，例如在低于 10^{-5} 托的压力下，例如低于 10^{-7} 托或者甚至更低的压力。所述模板底可以是云母衬底，例如白云母型云母衬底。但是，所述模板衬底可以是任何类型极性衬底，例如保持非零电荷和非零表面偶极矩的表面，例如 {111} 面封端的岩盐晶体、{0001} 面封端的纤锌矿晶体、{110} 面封端的萤石晶体等的表面。

[0015] 术语“纳米纤维”应当被广义解释为包括具有至少一个纳米级特征维度的细长物体或聚集体。此外，前缀“纳米”应当被广义解释且至少包括亚微米尺寸的物体，因为这是纳米技术领域中常见的。提及纳米纤维，这种提法不打算限制且应当解释为包括至少棒状、针状的形状，例如任何类型的细长或基本上细长和弯曲的物体。

[0016] 所述纳米纤维可以是有机纳米纤维，例如提供作为生长工艺所得到的结构，在该生长工艺中，所述纳米纤维是由各个有机分子建立起来的，以便获得细长或弯曲的分子聚集体。所述单个有机分子可以是具有 π - 电子构型的分子。所述有机分子可以是对亚苯基低聚物或官能化的对亚苯基低聚物类型。

[0017] 所述纳米纤维可以具有在 10 ～ 100 微米范围内或更长的平均长度。横截面宽度可以为几百纳米，横截面高度为约 100 纳米。横截面的形状可以为通常的长方形或方形。然而，可以设想任何截面形状。

[0018] 所述柔性存储介质可以是带状物形式，例如塑料带，包括 PET 带。塑料带很便宜、易于获得且可靠。

[0019] 通过提供解决关于用于将来应用的纳米纤维的紧凑存储的问题的方案，本发明的实施方式对于提供一种储存和处理用于商业实施为工作器件的纳米纤维的方法是特别有利的，但是不完全有利的。

[0020] 该方法可以进一步包括如下的随后步骤：

[0021] b2) 改变所述柔性存储介质和任选的所述模板衬底的位置，使得所述柔性存储介质的至少第二存储区域面对所述模板衬底的至少第二负载区域；

[0022] c2) 按压所述柔性存储介质的所述第二存储区域以与所述模板衬底的所述至少第二负载区域接触，以及将所述柔性存储介质的所述至少所述第二存储区域从与所述模板衬底的所述至少第二负载区域的接触处移开；

[0023] 或者可选择地，包括如下步骤：

[0024] a3) 在相同或者其他的模板衬底上提供纳米纤维；

[0025] b3) 改变所述柔性存储介质的位置，使得所述柔性存储介质的至少第二存储区域面对所述模板衬底的第一负载区域；

[0026] c3) 按压所述柔性存储介质的所述第二存储区域以与所述模板衬底的所述第一负载区域接触，以及将所述柔性存储介质的所述至少第二存储区域从与所述模板衬底的所述第一负载区域的接触处移开。

[0027] 接着，由此可以进行加载所述存储介质的多个区域，以便提供一种存储大量包含

纳米纤维的区域的柔性存储介质。

[0028] 已经加载柔性存储介质，被加载的柔性存储介质可以原则上存储不定期时间。为了确保清洁或者其他原因，在受控的气氛中，例如在氮气氛中，在二氧化碳气氛中，在惰性气氛中或者通常在非活性气氛中，可以进行柔性存储介质的存储。

[0029] 所存储的纳米纤维可以通过如下步骤转移到目标衬底：

[0030] d) 提供目标衬底；

[0031] e) 定位所述被加载的柔性存储介质，使得所述被加载的柔性存储介质的第一存储区域面对所述目标衬底的第一负载区域；

[0032] f) 按压所述被加载的柔性存储介质的所述第一存储区域以与所述目标衬底的所述第一负载区域接触，以及将所述柔性存储介质的所述第一存储区域从与所述目标衬底的所述第一负载区域的接触处移开，由此将纳米纤维从所述被加载的存储介质转移至所述目标衬底。

[0033] 所述转移步骤可以包括如下步骤：

[0034] e2) 改变所述被加载的柔性存储介质以及任选的目标衬底的位置，使得所述被加载的存储介质的至少第二存储区域面对所述目标衬底的至少第二负载区域；

[0035] f2) 按压所述被加载的柔性存储介质的所述第二存储区域以与所述目标衬底的所述至少第二负载区域接触，以及将所述被加载的柔性存储介质的所述至少第二存储区域从与所述目标衬底的所述至少第二负载区域的接触处移开。

[0036] 在一些实施方式中，至少一些将所述纳米纤维从所述柔性存储介质转移至目标衬底的处理步骤可以类似于将所述纳米纤维从模板衬底转移至柔性存储介质的处理步骤，除了起始衬底和结尾的衬底外。

[0037] 所述目标衬底可以是任何所希望的衬底如半导体衬底，例如硅衬底、GaAs 衬底、InP 衬底等。然而，所述目标衬底也可以是绝缘体衬底如氧化铝衬底、氧化硅衬底、玻璃衬底等。所述目标衬底也可以是金属衬底、氧化物衬底，例如 ITO- 衬底等。可以在目标衬底上进行另外的加工，例如为了制造器件。

[0038] 对于能够提供一种解决将纳米纤维局部转移至原则上任意的目标衬底或者至少各种目标衬底上的问题的方案，本发明的实施方式是特别有利的但并非完全有利的。

[0039] 关于按压所述柔性存储介质的存储区域以与所述模板衬底或目标衬底的负载区域接触，所述接触可以是如下的接触，其中在所述模板衬底与所述柔性存储介质之间或所述柔性存储介质与所述目标衬底之间产生短程原子或分子相互作用。

[0040] 所述按压可以通过压印、从所述柔性存储介质的背面按压的方式进行。在一种实施方式中，所述压印是通过压缩空气的方式进行的。通过应用压缩空气，可以确保按压所述柔性存储介质的整个表面以与所述模板衬底或目标衬底的所希望区域接触。

[0041] 在本发明的实施方式的多个转移步骤之间可以进行另外加工步骤，例如平版印刷步骤、沉积步骤等。在一种实施方式中，所述模板衬底上的纳米纤维的生长可以形成图案，例如使得有些区域包含纳米纤维而其它区域是空的。所形成的图案可以转移至所述柔性存储介质和所述目标衬底以在所得到的器件中提供给定的功能。

[0042] 所述转移过程可以在上述步骤 a) 或 a3) 之前包括：通过首先给所述模板衬底的表面，或所述柔性存储介质的表面，或者所述模板衬底的表面和所述柔性存储介质的表面提

供极性液体，从所述模板衬底脱离纳米纤维。由此，在接触所述模板衬底和所述柔性存储介质之前或者在该接触期间，所述极性液体与纳米纤维和所述模板衬底的表面发生接触。

[0043] 所述转移过程可以在上述步骤 a) 或 a3) 之前包括：通过首先将所述模板衬底的表面暴露于包含极性蒸汽的受控气氛中，或者将所述柔性存储介质的表面暴露于该气氛中，或者将所述模板衬底的表面和所述柔性存储介质的表面暴露于该气氛中，从所述模板衬底脱离纳米纤维。由此，在接触所述模板衬底和所述柔性存储介质之前或者在该接触期间，所述极性蒸汽与所述纳米纤维和所述模板衬底的表面发生接触。

[0044] 在所述衬底的表面上设置的所述极性液体或蒸汽可以润湿全部表面，可以润湿与所述纳米纤维邻接的区域，或者可以在所述纳米纤维与所述模板衬底或者所述柔性存储介质之间的界面区域中至少提供足够的极性分子。该液体可以但不必覆盖单独的纳米纤维。所述极性液体可以是诸如水或甲醇的极性液体，或者是具有非零偶极矩的任何液体，例如偶极矩大于 1 德拜，大于 1.5 德拜，大于 1.75 德拜，大于 2 德拜或甚至更大。

[0045] 所述转移过程可以包括给纳米纤维和液体或者纳米纤维与蒸汽的组合系统提供能量，该能量可以紫外线的形式提供。该能量还可以通过声波如超声波来提供。

[0046] 在一种实施方式中，通过将纳米纤维从液体溶液转移至所述模板衬底，可以将纳米纤维提供给所述模板衬底。在液体溶液中存储纳米纤维可以是在将纳米纤维转移至模板衬底之前再分配纳米纤维的中间步骤。在 WO2006/048015 中公开了提供纳米纤维给液体溶液，该申请通过参考引入本文。

[0047] 所述有机纳米纤维可以是光学活性元件，因为它们可以发光，例如通过沿着纳米纤维通电或者通过在将纳米纤维暴露于光或电子之后的荧光过程。在可见光或近可见波长范围内，例如在 300-600 纳米的波长范围内，或者更具体在 370-500 纳米范围（基本上相应于蓝光）内，所述有机纳米纤维可以是光学活性的。但是，所述有机纳米纤维可以在任何的可见光或近可见波长范围内是光学活性的，正如通过所述纳米纤维的分子组成的电子结构所测定的。

[0048] 已经将纳米纤维转移至所述存储介质，所述纳米纤维可以与所述存储介质以足够强度进行结合，使得在处理和存储所述柔性存储介质期间，所述纳米纤维不从所述存储介质上脱离。为了从所述存储介质上脱离纳米纤维，可能必须执行至少一些本发明实施方式的步骤。

[0049] 将纳米纤维从所述模板衬底脱离和转移至存储介质以及任选的如所公开的目标衬底的方法确保，在所述脱离和 / 或转移过程中，单独的纳米纤维或全部纳米纤维的至少一种物理特性，可能更多种或者甚至全部的物理性能基本上不会改变。例如，在转移期间，单独的或全部的纳米纤维的光学特性和形貌特性可以被保持。然而，还有电子特性和机械特性也可以在转移期间被保持。在模板上提供的纳米纤维可以是有规律排列的。作为例子，单独的纳米纤维的有规律排列可以在转移和存储过程中基本上被保持。本发明实施方式的优势可以是它确保控制有规律排列的纳米纤维。

[0050] 根据本发明的第二个方面，被加载纳米纤维的柔性存储介质通过本发明的第一个方面来提供。

[0051] 本发明可以用于制造利用布置的纳米纤维的器件如发光器件、光传感器件、光导器件等。该器件可以通过如下制造工艺来提供，在该工艺中，形成发光元件、感光元件或光

导元件的纳米纤维已经通过本发明实施方式的方法来提供在柔性存储介质上且转移至另一衬底上。

[0052] 根据本发明的方法对用于生产光电部件或器件是有利的，因为活性元件可以在能够生长或生产纳米级元件的第一衬底上来提供，并且此后在转移至生产衬底之前被转移至所述存储介质上。该方法由此可以在基于理论模型系统的专门研究与商业产品之间的差距中搭建桥梁。此外，它可以使大规模生产较为廉价，因为它有助于以简单和可靠的方式进行晶片尺寸的生产。

[0053] 由此后描述的实施方式，本发明的这些和其他的特征和 / 或优势将是清楚的，并且结合此后描述的实施方式进行阐述。

附图说明

[0054] 仅通过实施例，结合附图将描述本发明的实施方式，其中 ：

[0055] 图 1 简要说明了有机纳米纤维在模板衬底上的生长 ；

[0056] 图 2 显示了排列状的纳米纤维的两张显微镜图 ；

[0057] 图 3A-3D 简要说明了纳米纤维从模板衬底转移至柔性存储介质的转移过程 ；

[0058] 图 4A-4C 简要说明了纳米纤维从柔性存储介质转移至目标衬底的转移过程 ；

[0059] 图 5A 和 B 简要说明了给所述柔性存储介质加载纳米纤维的过程 ；

[0060] 图 6 简要说明了以辊压带形式的负载柔性存储介质。

具体实施方式

[0061] 本发明的实施方式涉及将纳米纤维从模板衬底转移至柔性存储介质。在转移过程之前的步骤中，提供负载纳米纤维的模板衬底以及柔性存储介质。

[0062] 图 1 和图 2 描述了可能的模板衬底以及在云母衬底上生长的有机分子的细长排列状的纳米纤维形式的纳米纤维的实施方式。

[0063] 图 1 简要说明了有机纳米纤维 2、3 在模板衬底上的生长，或更具体地，亚苯基纳米纤维在白云母衬底上的生长。

[0064] 可以制备云母使得表面上出现电场，例如通过在空气中劈开并且立即转移至真空装置中，该装置可以是被除气的，例如在 410K 下除气 0.5 小时或者可能更长 ；或者通过在真空中直接劈开。

[0065] 在该部分出现的纳米纤维是由对亚苯基低聚物 (p-nP) 制成，其是由 n 个苯环形成的细长分子。但是，应当理解的是，可以使用在本发明范围内的任何类型分子。这些分子可以自组织的方式生长成有机纳米纤维。所述分子沿垂直于分子轴的方向生长，即沿平行于表面平面的方向生长，如标识数字 4 表示的箭头所示的。可以提供长度最高至几毫米且横截面为几百纳米的纤维。可以通过在生长过程期间包含有合适的条件控制纳米纤维的尺寸。

[0066] 可以在各种表面温度如 350-450K 之间的温度下的云母表面上以各种沉积速率提供亚苯基低聚物，例如通过电阻加热炉的方式喷嘴沉积速率为～0.02-0.5Å/s。所获得的纳米纤维的尺寸非常依赖于表面温度。该表面温度可以进一步通过将聚焦的低能激光照射在生长区域的表面上的方式来控制。

[0067] 图 2A 和 B 显示了在云母衬底上生长的排列状的纳米纤维 20、21 的两个显微镜图像。在 356K 的表面温度下且以 0.5W 的激光照射下生长纳米纤维。所述纳米纤维的宽度为大约 200 纳米，密度在 $10^5 cm^{-2}$ 和 $10^6 cm^{-2}$ 之间。典型的纳米纤维长度是由图中所提供的标尺来表示。

[0068] 图 3A-3D 简要说明了将纳米纤维 31 从模板衬底 30 转移至柔性存储介质 32 的转移过程的截面图。该图示完全提供用于说明目的，而并不表示界面处的物理真相。所述柔性存储介质可以是塑料带如 PET 带的形式。

[0069] 在图 3A 中，负载纳米纤维 31 的模板衬底 30 暴露于从喷嘴 33 喷出的水蒸汽 34，使得所述模板衬底的表面暴露于极性蒸汽的气氛中。此外，所述柔性存储介质的表面可以但不必是暴露于水蒸汽中，或者可以作为替代暴露于水蒸汽中。该喷嘴可以产生相对湿度为 80％的局部环境 0.5-5 秒。该喷嘴可以是喷雾器的形式，其能够产生控制流量的冷蒸汽，然而，可以使用替代手段。

[0070] 在暴露之后，在模板衬底的表面上，还可能在柔性存储介质 32 的表面上已经形成液体的薄膜 35，或者至少水分子已经与纳米纤维相互作用。正如 WO2006/048015 中所公开的，纳米纤维与极性分子之间的相互作用导致纳米纤维从所述衬底上脱离，或者至少所述纳米纤维与所述模板衬底之间的结合减弱。这如图 3B 所示。

[0071] 在下一步骤中，如图 3C 中所图示的，按压 36 所述柔性存储介质或者至少将要接触的区域以与所述模板衬底的表面接触。可以通过压印、从所述存储介质的背面按压的方式来进行所述按压，更具体地如图所述，可以通过利用压缩空气 36 迫使所述柔性存储介质与所述模板衬底和纳米纤维接触的压印的方式来进行所述按压。在一种实施方式中，可以应用 20 巴的压缩空气，可以通过 1 巴 / 秒的压力增加来建立起压力。

[0072] 通过将所述衬底和存储介质接触在一起，所述纳米纤维与所述存储介质形成表面结合并且粘合其上。在分离时，纳米纤维 31 或至少大部分的纳米纤维被转移到存储介质 32。该纳米纤维以如下方式转移，使得在所述模板衬底上的纳米纤维的几何取向在存储介质上被维持，该纳米纤维的物理性能也在转移过程中被维持。

[0073] 由此能够获得紧凑型纳米纤维以供将来使用。

[0074] 图 4A-4C 简要说明了将纳米纤维 31 从柔性存储介质 32 转移至目标衬底 40 的转移过程的截面图。在图 4A 中，定位所述柔性存储介质，使得所述柔性存储介质面对目标衬底 40，以及如图 4B 所示的，以与图 3C 类似的方式按压所述柔性存储介质或者至少将要接触的区域以与所述模板衬底的表面接触。

[0075] 通过使所述存储介质和所述目标衬底接触在一起，所述纳米纤维与所述目标衬底形成表面结合并且粘合其上。在分离时，纳米纤维 31 或至少大部分的纳米纤维被转移到目标衬底 40，如图 4C 所示。再者，该纳米纤维以如下方式转移，使得在所述模板衬底上的纳米纤维的几何取向在存储介质上被维持，该纳米纤维的物理性能也在转移过程中被维持。

[0076] 所述目标衬底可以是任何类型的衬底，由此可以在其上不可能生长所希望的纳米纤维的衬底上提供纳米纤维。

[0077] 除了参考图 3 和 4 描述的工艺步骤，可以应用给纳米纤维和液体或纳米纤维和蒸汽的组合系统提供例如紫外光形式的能量的工艺步骤。

[0078] 图 5A 和 5B 简要说明了给柔性存储介质加载许多存储纳米纤维的区域。

[0079] 在第一步骤中，如图 5A 中所示的，将负载纳米纤维 31 的模板衬底 30 和柔性存储介质 32 相互定位，使得所述柔性存储介质的第一存储区域 51 面对所述模板衬底的第一负载区域。通常，所述模板衬底的第一负载区域是所述模板衬底的整个自由表面，然而，所述第一负载区域可以是所述模板衬底的一部分。

[0080] 如图 3 所公开的，纳米纤维被转移到柔性存储介质。所述模板衬底的典型区域是 25×25 毫米或 25×75 毫米。所述模板衬底的大小可以由具体的模板衬底上的纳米纤维的单畴大小来表示。对于在云母上生长的 p-nP，可以获得 25×25 毫米或 25×75 毫米的单畴。

[0081] 在下一步骤中，如图 5B 所示，在相同或其他的模板衬底 30′ 上提供纳米纤维。在先前的转移过程之后，所述模板衬底可以被再劈开，并且在该衬底上可以生长新的纳米纤维层。改变所述柔性存储介质的位置，使得所述柔性存储介质的至少第二区域面对所述模板衬底的所述负载区域。再者，如图 3 所公开的，纳米纤维被转移到所述柔性存储介质。

[0082] 该过程然后可以连续多次，使得所述柔性存储介质可以加载许多负载纳米纤维的区域。

[0083] 在其他的实施方式中，所述模板衬底可以包括两个或更多个负载纳米结构的区域，每个区域分别转移。在这样的实施方式中，在所述存储介质的第二或下一个区域加载纳米纤维之前，可以改变所述模板衬底的位置。

[0084] 图 6 简要说明了以辊带形式的被加载的柔性存储介质。所述被加载的柔性存储介质可以在例如受控的气氛中存储一段时间。

[0085] 为了将纳米纤维从被加载的存储介质转移以及从被加载的存储介质转移至目标衬底，可以应用图 5 所公开的逆向过程。

[0086] 将纳米纤维转移至目标衬底可以是制造器件中的步骤。所述目标衬底可以是例如半导体衬底，在该衬底上可以进行平版印刷步骤。

[0087] 虽然本发明已经描述了优选的实施方式，但是它并不打算限制为此处所阐述的具体形式。相反地，本发明的范围仅通过所述的权利要求来限定。

[0088] 在本节中，所公开的实施方式的某些具体细节如具体的衬底、液体、分子、制备条件以及方法步骤的数量和顺序等都是为了解释目的，而不是为了限制进行阐述的，以便提供对本发明的清楚和透彻的了解。然而，本领域技术人员容易理解的是，本发明可以其他实施方式进行实施，该实施方式不严格遵循此处所阐述的细节而没有明显偏离本发明公开的精神和范围。此外，在该文中，为了简洁和清楚的目的，已经省略了众所周知的设备、电路和方法的详细描述，以避免不必要的详细和可能混淆。

[0089] 虽然本发明已经描述具体的实施方式，但是它不应当被理解为以任何方式限制所提出的实施例。本发明的范围打算按照所阐述的权利要求进行解释。在权利要求书中，“包括 (comprising)”或“包括 (comprises)”不排除其他可能的要素或步骤。此外，所提及的“a”或“an”应当解释为排除多个。在权利要求书中关于图中所示的要素的这些符号的使用也不应该解释为限制本发明的范围。此外，在不同权利要求中提及的单个特征可能组合较为有利的，在不同权利要求中所提及的这些特征并不排除这些特征的组合是不可能的和有利的。

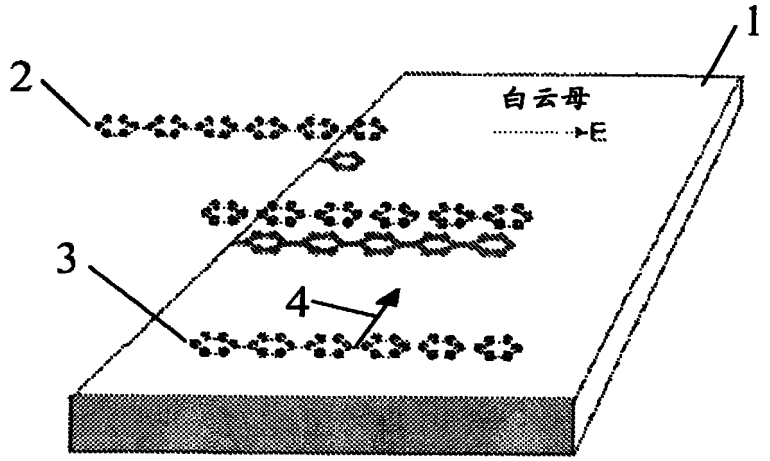


图 1

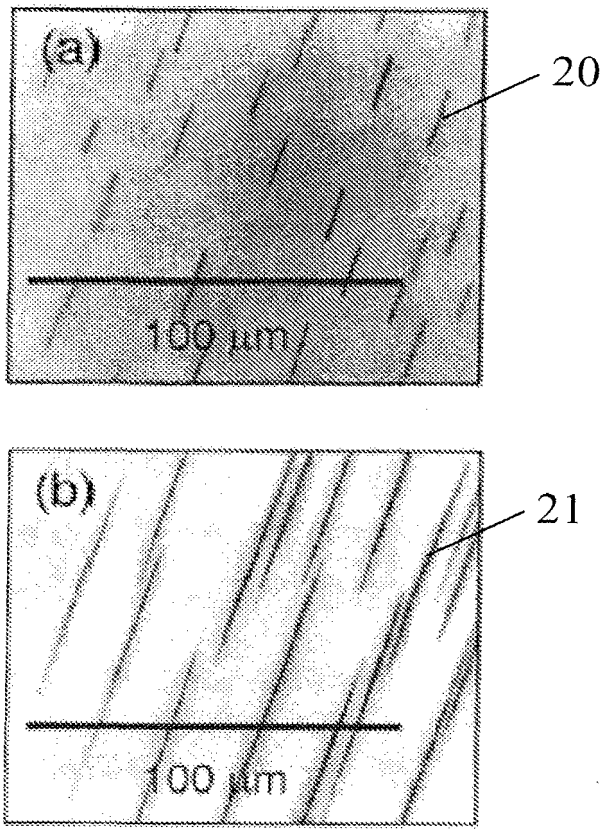


图 2

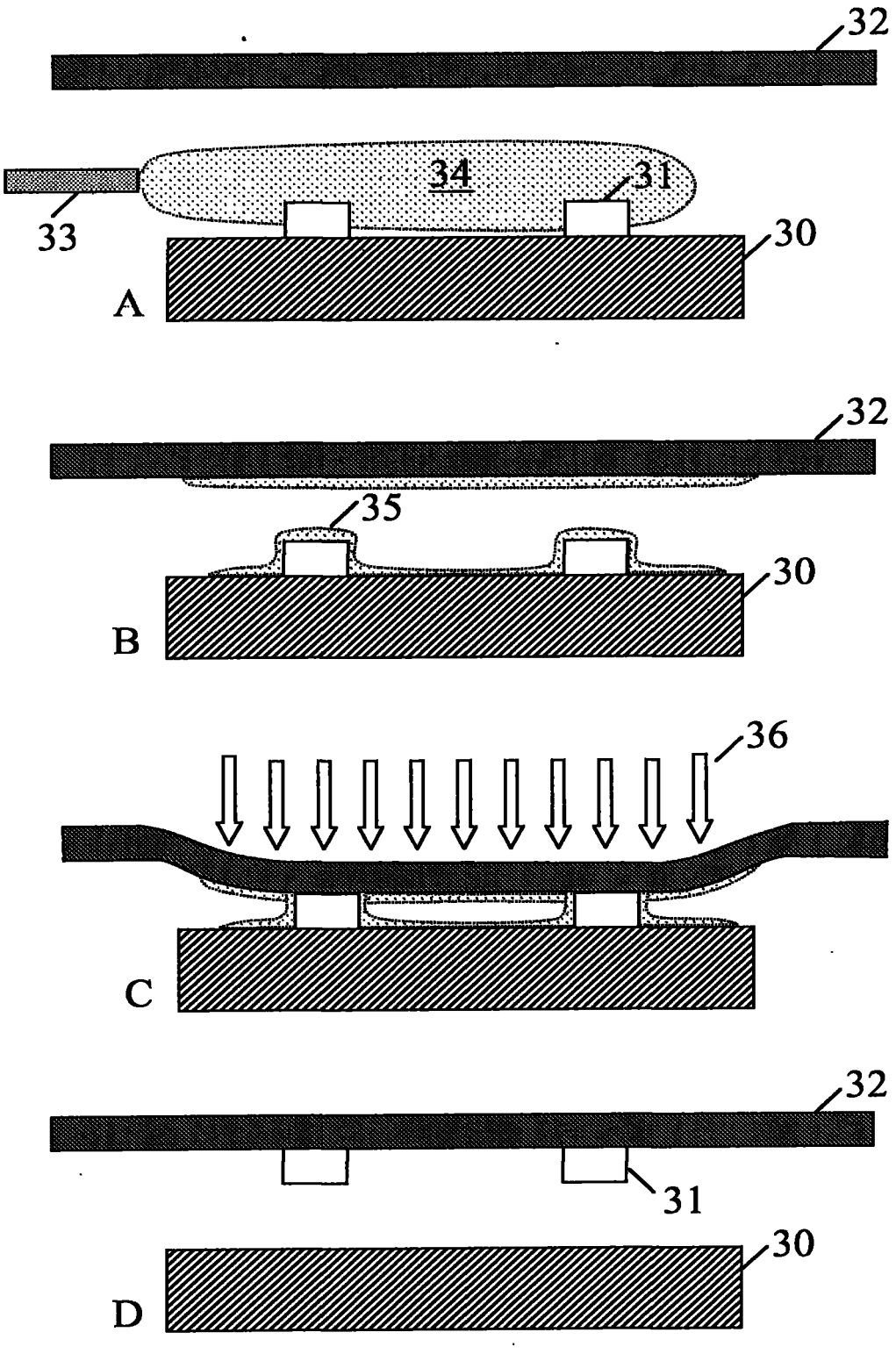


图 3

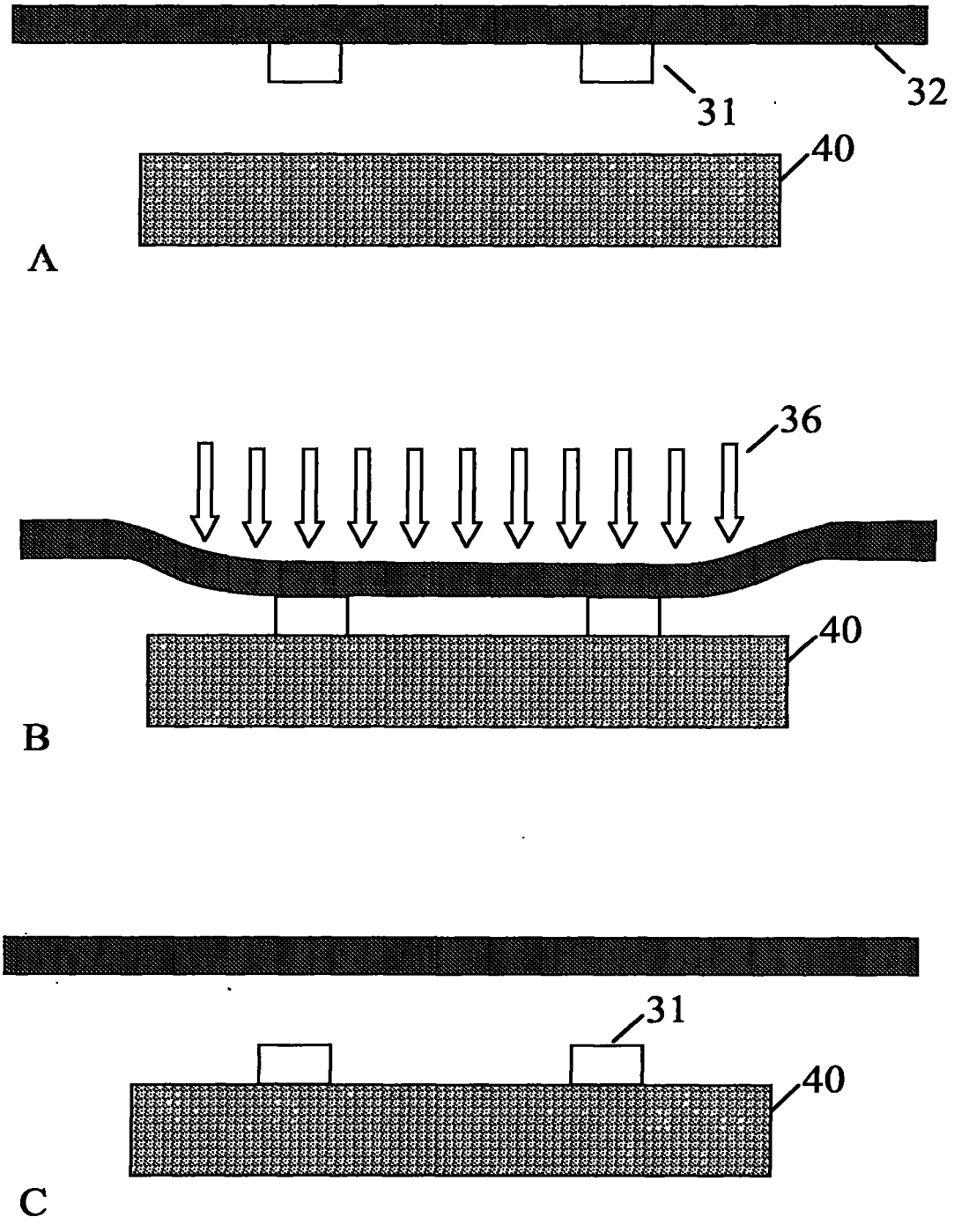


图 4

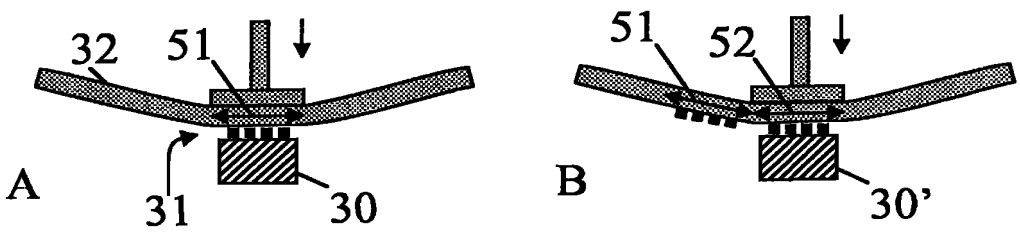


图 5

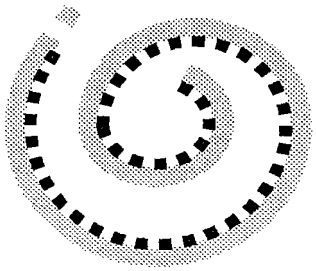


图 6