



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103338883 A

(43) 申请公布日 2013. 10. 02

(21) 申请号 201180066599. 3

地址 美国纽约州

(22) 申请日 2011. 11. 05

(72) 发明人 D. R. 惠特坎布 W. D. 拉姆斯登

D. C. 林奇

(30) 优先权数据

61/421294 2010. 12. 09 US

61/423744 2010. 12. 16 US

61/488945 2011. 05. 23 US

61/488840 2011. 05. 23 US

61/488977 2011. 05. 23 US

61/488983 2011. 05. 23 US

61/488834 2011. 05. 23 US

61/488880 2011. 05. 23 US

61/488824 2011. 05. 23 US

61/494072 2011. 06. 07 US

61/522741 2011. 08. 12 US

61/523987 2011. 08. 16 US

61/523977 2011. 08. 16 US

13/289065 2011. 11. 04 US

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 张萍 万雪松

(51) Int. Cl.

*B22F 9/24* (2006. 01)

*C22C 1/04* (2006. 01)

*C22C 5/06* (2006. 01)

*B82Y 30/00* (2006. 01)

*B22F 1/00* (2006. 01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

2013. 08. 01

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2011/059473 2011. 11. 05

(87) PCT申请的公布数据

W02012/078273 EN 2012. 06. 14

(71) 申请人 卡尔斯特里姆保健公司

权利要求书2页 说明书26页 附图21页

(54) 发明名称

纳米线制备方法、组合物及制品

(57) 摘要

本发明公开并请求保护纳米材料制备方法、组合物及制品。这种方法可提供相对于先前方法形态改进的纳米材料。这种材料适用于电子应用。

1. 一种方法,其包括:

提供至少一种组合物,所述组合物包含至少一种第一可还原金属离子和至少一种第二金属或金属离子,所述第二金属或金属离子包括至少一种 IUPAC 第 3 族、IUPAC 第 4 族、IUPAC 第 5 族、IUPAC 第 6 族或 IUPAC 第 7 族的元素或元素的离子,所述至少一种第二金属或金属离子的原子序数不同于所述至少一种第一可还原金属离子;以及

将所述至少一种第一可还原金属离子还原成至少一种第一金属。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述至少一种第一可还原金属离子包括以下中的一种或多种:至少一种货币金属离子、至少一种 IUPAC 第 11 族元素的离子或至少一种银离子。

3. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述至少一种组合物包含至少一种金属氧化物化合物,所述金属氧化物化合物包含所述至少一种第二金属或金属离子。

4. 根据权利要求 3 所述的方法,其中所述至少一种金属氧化物化合物包括金属卤氧化物化合物或过渡金属氧化物化合物中的至少一种。

5. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述至少一种第二金属或金属离子的氧化态为 +4 或更高。

6. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述至少一种第二金属或金属离子包括至少一种 IUPAC 第 3 族的元素或元素的离子。

7. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述至少一种第二金属或金属离子包括至少一种 IUPAC 第 4 族的元素或元素的离子。

8. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述至少一种第二金属或金属离子包括至少一种 IUPAC 第 5 族的元素或元素的离子。

9. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述至少一种第二金属或金属离子包括至少一种 IUPAC 第 6 族的元素或元素的离子。

10. 根据权利要求 1 所述的方法,其中所述至少一种第二金属或金属离子包括至少一种 IUPAC 第 7 族的元素或元素的离子。

11. 根据权利要求 1 所述的方法制备的至少一种第一金属。

12. 至少一种金属纳米线,其包含根据权利要求 1 所述的方法制备的至少一种第一金属。

13. 根据权利要求 12 所述的至少一种金属纳米线,其具有介于约 50 与约 10,000 之间的纵横比。

14. 根据权利要求 12 所述的至少一种金属纳米线,其具有介于约 10nm 与约 300nm 之间的平均直径。

15. 根据权利要求 12 所述的至少一种金属纳米线,其具有介于约 25nm 与约 60nm 之间的平均直径。

16. 根据权利要求 12 所述的至少一种金属纳米线,其具有介于约 60nm 与约 140nm 之间的平均直径。

17. 根据权利要求 12 所述的至少一种金属纳米线,其具有介于约 140nm 与约 260nm 之间的平均直径。

18. 根据权利要求 12 所述的至少一种金属纳米线,其包括至少一种银纳米线。

19. 一种制品,其包含根据权利要求 1 所述的方法制备的至少一种第一金属。

20. 根据权利要求 19 所述的制品,其包括电子显示器、触摸屏、便携式电话、移动电话、计算机显示器、膝上型计算机、平板计算机、购买点信息亭、音乐播放器、电视、电子游戏机、电子书阅读器、透明电极、太阳能电池、发光二极管、电子装置、医疗成像装置或医疗成像媒体中的至少一种。

## 纳米线制备方法、组合物及制品

### [0001] 背景

[0002] 银纳米线(10-200 纵横比)的一般制备是已知的。参见例如 Angew. Chem. Int. Ed. 2009, 48, 60, Y. Xia, Y. Xiong, B. Lim, S. E. Skrabalak, 该文献在此以引用的方式全文并入。这种制备通常采用  $\text{Fe}^{2+}$  或  $\text{Cu}^{2+}$  离子来“催化”线而非其它形态的形成。然而,以受控的方式制备具有所需长度和宽度的银纳米线并不是已知的。例如,  $\text{Fe}^{2+}$  产生很多种长度或厚度,而  $\text{Cu}^{2+}$  产生的线对于许多应用而言太厚。

[0003] 一般主要报导以金属卤化物盐的形式提供用于催化线形成的金属离子,通常的形式为金属氯化物,例如  $\text{FeCl}_2$  或  $\text{CuCl}_2$ 。参见例如 J. Jiu, K. Murai, D. Kim, K. Kim, K. Suganuma, Mat. Chem. & Phys., 2009, 114, 333, 其涉及  $\text{NaCl}$ 、 $\text{CoCl}_2$ 、 $\text{CuCl}_2$ 、 $\text{NiCl}_2$  和  $\text{ZnCl}_2$ ; 日本专利申请公开 JP2009155674, 其描述  $\text{SnCl}_4$ ; S. Nandikonda, “Microwave Assisted Synthesis of Silver Nanorods,” M. S. Thesis, Auburn University, 2010 年 8 月 9 日, 其涉及  $\text{NaCl}$ 、 $\text{KCl}$ 、 $\text{MgCl}_2$ 、 $\text{CaCl}_2$ 、 $\text{MnCl}_2$ 、 $\text{CuCl}_2$  和  $\text{FeCl}_3$ ; S. Nandikonda 和 E. W. Davis, “Effects of Salt Selection on the Rapid Synthesis of Silver Nanowires,” Abstract INOR-299, 240th ACS National Meeting, Boston, MA, 2010 年 8 月 22-27 日, 其公开了  $\text{NaCl}$ 、 $\text{KCl}$ 、 $\text{MgCl}_2$ 、 $\text{CaCl}_2$ 、 $\text{MnCl}_2$ 、 $\text{CuCl}_2$ 、 $\text{FeCl}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{S}$  和  $\text{NaI}$ ; 中国专利申请公开 CN101934377, 其公开了  $\text{Mn}^{2+}$ ; Y. C. Lu, K. S. Chou, Nanotech., 2010, 21, 215707, 其公开了  $\text{Pd}^{2+}$ ; 以及中国专利申请公开 CN102029400, 其公开了  $\text{NaCl}$ 、 $\text{MnCl}_2$  和  $\text{Na}_2\text{S}$ 。

### 发明概要

[0004] 至少一些实施方案提供包括以下步骤的方法:提供至少一种组合物,所述组合物包含至少一种第一可还原金属离子和至少一种第二金属或金属离子,所述第二金属或金属离子包括至少一种 IUPAC 第 3 族、IUPAC 第 4 族、IUPAC 第 5 族、IUPAC 第 6 族或 IUPAC 第 7 族的元素或元素的离子,所述至少一种第二金属或金属离子的原子序数不同于所述至少一种第一可还原金属离子;并将所述至少一种第一可还原金属离子还原成至少一种第一金属。

[0005] 在至少一些情况下,至少一种第一可还原金属离子可例如包括以下中的一种或多种:至少一种货币金属离子、至少一种 IUPAC 第 11 族元素的离子或至少一种银离子。

[0006] 在至少一些实施方案中,至少一种组合物可包含至少一种金属氧化物化合物,所述金属氧化物化合物包含至少一种第二金属或金属离子。这种金属氧化物化合物可例如包括金属卤氧化物化合物或过渡金属氧化物化合物中的至少一种。在至少一些情况下,至少一种第二金属或金属离子可包括 +4 或更高的氧化态。

[0007] 至少一种第二金属或金属离子在一些情况下可包括至少一种 IUPAC 第 3 族的元素或元素的离子或者至少一种 IUPAC 第 4 族的元素或者至少一种 IUPAC 第 5 族的元素或元素的离子或者至少一种 IUPAC 第 6 族的元素或元素的离子或者至少一种 IUPAC 第 7 族的元素或元素的离子。在其它情况下,至少一种第二金属或金属离子可包括 IUPAC 第 4、5、6 或 7 族中的不止一族的元素或元素的离子。

[0008] 其它实施方案提供根据这样的方法制备的至少一种第一金属。

[0009] 还有其它的实施方案提供包含根据这样的方法制备的至少一种第一金属的金属纳米线。在一些情况下,这种金属纳米线可例如具有介于约 50 与约 10,000 之间的纵横比。这种纳米线可例如具有介于约 10nm 与约 300nm 之间或介于约 25nm 与约 60nm 之间或介于约 60nm 与约 140nm 之间或介于约 140nm 与约 260nm 之间的平均直径。在一些情况下,这种金属纳米线可包括至少一种银纳米线。

[0010] 又其它的实施方案提供包含根据这样的方法制备的至少一种第一金属的制品。这种制品可例如包括以下中的一种或多种:电子显示器、触摸屏、便携式电话、移动电话、计算机显示器、膝上型计算机、平板计算机、购买点信息亭(point-of-purchase kiosks)、音乐播放器、电视、电子游戏机、电子书阅读器、透明电极、太阳能电池、发光二极管、电子装置、医疗成像装置或医疗成像媒体。

[0011] 由随后的附图简述、说明书、示例性实施方案、实施例、附图和权利要求书可更好地理解这些实施方案及其它变化和修改。所提供的任何实施方案仅是借助于示意性实施例给出的。其它本质上可实现的理想目标及优点可由本领域技术人员领会或显而易见。本发明由所附的权利要求书限定。

#### 附图说明

[0012] 图 1 显示实施例 1 的银纳米线产品的光学显微照片。

[0013] 图 2 显示实施例 1 的银纳米线产品的扫描电子显微照片。

[0014] 图 3 显示实施例 5 的银纳米线产品的光学显微照片。

[0015] 图 4 显示实施例 6 的银纳米线产品的光学显微照片。

[0016] 图 5 显示实施例 7 的银纳米线产品的光学显微照片。

[0017] 图 6 显示实施例 8 的银纳米线产品的光学显微照片。

[0018] 图 7 显示实施例 9 的银纳米线产品的光学显微照片。

[0019] 图 8 显示实施例 10 的银纳米线产品在 45 分钟反应时间时的光学显微照片。

[0020] 图 9 显示实施例 10 的银纳米线产品在 60 分钟反应时间时的光学显微照片。

[0021] 图 10 显示实施例 11 的银纳米线产品的光学显微照片。

[0022] 图 11 显示实施例 12 的银纳米线产品的光学显微照片。

[0023] 图 12 显示实施例 13 的银纳米线产品的光学显微照片。

[0024] 图 13 显示实施例 14 的银纳米线产品的光学显微照片。

[0025] 图 14 显示实施例 15 的银纳米线产品的光学显微照片。

[0026] 图 15 显示实施例 15 的银纳米线产品的光学显微照片。

[0027] 图 16 显示实施例 16 的银纳米线产品的光学显微照片。

[0028] 图 17 显示实施例 16 的银纳米线产品的光学显微照片。

[0029] 图 18 显示实施例 17 的银纳米线产品的光学显微照片。

[0030] 图 19 显示实施例 18 的银纳米线产品的光学显微照片。

[0031] 图 20 显示实施例 19 的银纳米线产品的光学显微照片。

[0032] 图 21 显示实施例 20 的银纳米线产品的光学显微照片。

## 具体实施方案

[0033] 在本文件中提及的所有出版物、专利和专利文件均以全文引用的方式并入本文，就如同单独以引用的方式并入一般。

[0034] 第 61/421,294 号美国临时申请，提交于 2010 年 12 月 9 日，标题为 METAL ION CATALYSIS OF METAL ION REDUCTION, METHODS, COMPOSITIONS, AND ARTICLES；第 61/423,744 号美国临时申请，提交于 2010 年 12 月 16 日，标题为 METAL ION CATALYSIS OF METAL ION REDUCTION, METHODS, COMPOSITIONS, AND ARTICLES；第 61/488,824 号美国临时申请，提交于 2011 年 5 月 23 日，标题为 NANOWIRE PREPARATION METHODS, COMPOSITIONS, AND ARTICLES；第 61/488,834 号美国临时申请，提交于 2011 年 5 月 23 日，标题为 METAL ION CATALYSIS OF METAL ION REDUCTION, METHODS, COMPOSITIONS, AND ARTICLES；第 61/488,840 号美国临时申请，提交于 2011 年 5 月 23 日，标题为 METAL ION CATALYSIS OF METAL ION REDUCTION, METHODS, COMPOSITIONS, AND ARTICLES；第 61/488,880 号美国临时申请，提交于 2011 年 5 月 23 日，标题为 METAL ION CATALYSIS OF METAL ION REDUCTION, METHODS, COMPOSITIONS, AND ARTICLES；第 61/488,945 号美国临时申请，提交于 2011 年 5 月 23 日，标题为 NANOWIRE PREPARATION METHODS, COMPOSITIONS, AND ARTICLES；第 61/488,977 号美国临时申请，提交于 2011 年 5 月 23 日，标题为 NANOWIRE PREPARATION METHODS, COMPOSITIONS, AND ARTICLES；第 61/488,983 号美国临时申请，提交于 2011 年 5 月 23 日，标题为 NANOWIRE PREPARATION METHODS, COMPOSITIONS, AND ARTICLES；第 61/494,072 号美国临时申请，提交于 2011 年 6 月 7 日，标题为 NANOWIRE PREPARATION METHODS, COMPOSITIONS, AND ARTICLES；第 61/522,741 号美国临时申请，提交于 2011 年 8 月 12 日，标题为 NANOWIRE PREPARATION METHODS, COMPOSITIONS, AND ARTICLES；第 61/523,977 号美国临时申请，提交于 2011 年 8 月 16 日，标题为 NANOWIRE PREPARATION METHODS, COMPOSITIONS, AND ARTICLES；和第 61/523,987 号美国临时申请，提交于 2011 年 8 月 16 日，标题为 NANOWIRE PREPARATION METHODS, COMPOSITIONS, AND ARTICLES，各申请在此以全文引用的方式并入。

[0035] 可还原金属离子和金属产品

[0036] 一些实施方案提供包括将至少一种可还原金属离子还原成至少一种金属的方法。可还原金属离子为能够在一定的反应条件下还原成金属的阳离子。在这样的方法中，至少一种第一可还原金属离子可例如包括至少一种货币金属离子。货币金属离子为一种货币金属的离子，所述货币金属包括铜、银和金。或者这种可还原金属离子可例如包括至少一种 IUPAC 第 11 族元素的离子。示例性的可还原金属离子为银阳离子。在一些情况下，可以盐的形式提供这种可还原金属离子。例如，银阳离子可例如以硝酸银的形式提供。

[0037] 在这样的实施方案中，至少一种金属为能够由至少一种可还原金属离子还原而成的金属。例如，银是能够由银阳离子还原而成的金属。

[0038] 这些方法也被认为是适用于除银阳离子之外的可还原的金属阳离子，其包括例如其它 IUPAC 第 11 族元素的可还原的阳离子、其它货币金属的可还原的阳离子等。这些方法也可用于制备除纳米线以外的产品，例如纳米立方体、纳米杆、纳米锥体、纳米管等。可将这种产品结合到例如以下的制品当中：透明电极、太阳能电池、发光二极管、其它电子装置、医疗成像装置、医疗成像媒体等。

[0039] IUPAC 第 3、4、5、6 或 7 族的金属或金属离子

[0040] 在一些实施方案中,至少一种可还原金属离子在至少一种第二金属或金属离子的存在下被还原,所述第二金属或金属离子包括至少一种 IUPAC 第 3、4、5、6 或 7 族的金属或金属离子。在一些情况下,至少一种第二金属或金属离子可包括至少一种 IUPAC 第 3 族的元素或元素的离子或者至少一种 IUPAC 第 4 族的元素或元素的离子或者至少一种 IUPAC 第 5 族的元素或元素的离子或者至少一种 IUPAC 第 6 族的元素或元素的离子或者至少一种 IUPAC 第 7 族的元素或元素的离子。在其它情况下,至少一种第二金属或金属离子可包括 IUPAC 第 4、5、6 或 7 族中的不止一族的元素或元素的离子。

[0041] 申请人已发现, IUPAC 第 3、4、5、6 或 7 族的金属或金属离子可用于制备具有理想的厚度控制或长度控制或兼而有之、往往具有改进的非线污染控制的金属纳米线,例如银纳米线。

[0042] IUPAC 第 3 族金属或金属离子包括钪、钪的离子、钇、钇的离子、镧和镧的离子。包含 IUPAC 第 3 族金属或金属离子的示例性化合物有六水合氯化钪 (III)、六水合氯化钇 (III) 和七水合氯化镧 (III)。诸如 (例如) +2、+3 或 +4 的各种金属离子氧化态被认为是适用的。

[0043] IUPAC 第 4 族金属或金属离子包括钛、钛的离子、锆、锆的离子、铪及铪的离子。包含 IUPAC 第 4 族金属或金属离子的示例性化合物有氯化钛 (IV)、四氯化锆双 (四氢呋喃) 加合物和四氯化铪双 (四氢呋喃) 加合物。诸如 (例如) +2、+3 或 +4 的各种金属离子氧化态被认为是适用的。

[0044] IUPAC 第 5 族金属或金属离子包括钒、钒的离子、铌、铌的离子、钽和钽的离子。包含 IUPAC 第 5 族金属或金属离子的示例性化合物有氯化钒 (III)、氯化铌 (V) 和氯化钽 (V)。诸如 (例如) +2、+3、+4、+5 或更高的各种金属离子氧化态被认为是适用的。

[0045] IUPAC 第 6 族金属或金属离子包括铬、铬的离子、钼、钼的离子、钨和钨的离子。包含 IUPAC 第 6 族金属或金属离子的示例性化合物有六水合氯化铬 (III)、二氧二氯化钼 (VI) 和氯化钨 (IV)。诸如 (例如) +2、+3 或 +4 的各种金属离子氧化态被认为是适用的。

[0046] IUPAC 第 7 族金属或金属离子包括锰、锰的离子、镉、镉的离子、铟和铟的离子。包含 IUPAC 第 7 族金属或金属离子的示例性化合物有氯化锰 (II) 和氯化铟 (III)。据信诸如 (例如) +3、+4、+5、+6 或 +7 的其它金属离子氧化态也可提供适用的结果。

[0047] IUPAC 第 3、4、5、6 或 7 族金属或金属离子也可构成金属氧化物化合物,例如过渡金属氧化物化合物,或金属卤氧化物化合物,如包含至少一种 IUPAC 第 3、4、5、6 或 7 族的金属原子 (例如钼、钨、钒、锆等) 的那些。在一些情况下,金属氧化物化合物可包括金属卤氧化物化合物,如金属氯氧化物化合物。金属卤氧化物化合物可包括过渡金属卤氧化物化合物,例如过渡金属氯化物化合物。示例性金属氧化物化合物有  $\text{MoO}_2\text{Cl}_2$ 、 $\text{MoOCl}_4$ 、 $\text{WO}_2\text{Cl}_2$ 、 $\text{WOCl}_4$  和  $\text{VOCl}_3$ 。

[0048] 纳米结构、纳米结构、纳米线和制品

[0049] 在一些实施方案中,由这样的方法形成的金属产品为纳米结构,例如一维纳米结构。纳米结构为具有至少一个小于 300nm 的“纳米级”尺寸的结构。这种纳米结构的例子有纳米杆、纳米线、纳米管、纳米锥体、纳米棱柱、纳米片等。“一维”纳米结构的一个尺寸远大于其它两个纳米级尺寸,例如大至少约 10 倍或至少约 100 倍或至少约 200 倍或至少约 1000

倍。

[0050] 在一些情况下,这种一维纳米结构可包括纳米线。纳米线为这样的一维纳米结构,其中两个短尺寸(厚度尺寸)小于 300nm,而第三个尺寸(长度尺寸)大于 1 微米,优选大于 10 微米,并且纵横比(长度尺寸与两个厚度尺寸中较大的尺寸之比)大于五。除其它可能的用途外,纳米线被用作电子装置中的导体或光学装置中的元件。在一些这样的应用中,银纳米线是优选的。

[0051] 本申请的组合物及方法允许定制纳米线直径。在一些情况下,纳米线可具有特定范围的厚度。较薄的纳米线可适用于透明度具有重要性的应用,而较厚的纳米线可适用于要求高电流密度的应用。中等范围的厚度可适用于达成这种性质的平衡。这种纳米线可例如具有介于约 10nm 与约 300nm 之间或介于约 25nm 与约 260nm 之间或介于约 25nm 与约 60nm 之间或介于约 60nm 与约 140nm 之间或介于约 140nm 与约 260nm 之间的平均直径。

[0052] 这种方法可用于制备纳米线以外的纳米结构,例如纳米立方体、纳米杆、纳米锥体、纳米管等。可将纳米线及其它纳米结构产品结合到诸如(例如)以下的制品当中:电子显示器、触摸屏、便携式电话、移动电话、计算机显示器、膝上型计算机、平板计算机、购买点信息亭、音乐播放器、电视、电子游戏机、电子书阅读器、透明电极、太阳能电池、发光二极管、其它电子装置、医疗成像装置、医疗成像媒体等。

[0053] 制备方法

[0054] 制备诸如(例如)纳米线的纳米结构的常用方法是“多元醇”法。这种方法描述在例如 Angew. Chem. Int. Ed. 2009, 48, 60, Y. Xia, Y. Xiong, B. Lim, S. E. Skrabalak 中,该文献在此以全文引用的方式并入。这种方法通常将金属阳离子(例如银阳离子)还原成所需的金属纳米结构产品,例如银纳米线。这种还原可在反应混合物中进行,所述反应混合物可例如包含:一种或多种多元醇,例如乙二醇(EG)、丙二醇、丁二醇、丙三醇、糖、碳水化合物等;一种或多种保护剂,例如聚乙烯吡咯酮(也称为聚乙烯吡咯烷酮或 PVP)、其它极性聚合物或共聚物、表面活性剂、酸等;以及一种或多种金属离子。如本领域中已知的那样,这些及其它组分可用在这种反应混合物中。还原可例如在从约 120°C 至约 190°C 或从约 80°C 和约 190°C 的一个或多个温度下进行。

[0055] 示例性实施方案

[0056] 2010 年 12 月 9 日提交的标题为 METAL ION CATALYSIS OF METAL ION REDUCTION, METHODS, COMPOSITIONS, AND ARTICLES 的第 61/421,294 号美国临时申请(在此以全文引用的方式并入)公开了以下 27 项非限制性示例实施方案:

[0057] A. 一种方法,其包括:

[0058] 提供组合物,所述组合物包含:

[0059] 至少一种第一化合物,其包含至少一种第一可还原金属离子,

[0060] 至少一种第二化合物,其包含至少一种第二金属或金属离子,所述至少一种第二金属或金属离子的原子序数不同于所述至少一种第一可还原的金属,所述至少一种第二金属或金属离子包括至少一种 IUPAC 第 7 族的元素,和

[0061] 至少一种溶剂;以及

[0062] 将至少一种第一可还原金属离子还原成至少一种第一金属。

[0063] B. 根据实施方案 A 所述的方法,其中该组合物还包含至少一种保护剂。

[0064] C. 根据实施方案 B 所述的方法,其中该至少一种保护剂包括以下中的至少一种:一种或多种表面活性剂、一种或多种酸或者一种或多种极性聚合物。

[0065] D. 根据实施方案 B 所述的方法,其中该至少一种保护剂包括聚乙烯吡咯烷酮。

[0066] E. 根据实施方案 B 所述的方法,其进一步包括惰化该至少一种保护剂。

[0067] F. 根据实施方案 A 所述的方法,其中至少一种第一可还原金属离子包括至少一种货币金属离子。

[0068] G. 根据实施方案 A 所述的方法,其中至少一种第一可还原金属离子包括至少一种 IUPAC 第 11 族元素的离子。

[0069] H. 根据实施方案 A 所述的方法,其中至少一种第一可还原金属离子包括至少一种银的离子。

[0070] J. 根据实施方案 A 所述的方法,其中至少一种第一化合物包括硝酸银。

[0071] K. 根据实施方案 A 所述的方法,其中至少一种第二金属或金属离子包括锰或锰的离子。

[0072] L. 根据实施方案 A 所述的方法,其中至少一种第二化合物包括所述至少一种第二金属或金属离子的至少一种盐。

[0073] M. 根据实施方案 L 所述的方法,其中该至少一种盐包括至少一种氯化物。

[0074] N. 根据实施方案 A 所述的方法,其中至少一种溶剂包括至少一种多元醇。

[0075] P. 根据实施方案 A 所述的方法,其中至少一种溶剂包括以下中的至少一种:乙二醇、丙二醇、丙三醇、一种或多种糖或者一种或多种碳水化合物。

[0076] Q. 根据实施方案 A 所述的方法,其中该组合物的至少一种第二金属或金属的总摩尔数与至少一种第一可还原金属离子的摩尔数之比为约 0.0001 至约 0.1。

[0077] R. 根据实施方案 A 所述的方法,其中还原是在从约 120°C 至约 190°C 的一个或多个温度下进行的。

[0078] S. 根据实施方案 A 所述的方法,其进一步包括惰化以下中的一种或多种:该组合物、包含至少一种第一可还原金属离子的至少一种化合物、至少一种第二金属或金属离子或者至少一种溶剂。

[0079] T. 根据实施方案 A 所述的方法制备的至少一种第一金属。

[0080] U. 至少一种制品,其包括根据实施方案 A 所述的方法制备的至少一种第一金属。

[0081] V. 根据实施方案 U 所述的至少一种制品,其中至少一种第一金属包括一种或多种纳米线、纳米立方体、纳米杆、纳米锥体或纳米管。

[0082] W. 根据实施方案 U 所述的至少一种制品,其中至少一种第一金属构成具有介于约 10nm 与约 500nm 之间的平均直径的至少一种物体。

[0083] X. 根据实施方案 U 所述的至少一种制品,其中至少一种第一金属构成具有约 50 至约 10,000 的纵横比的至少一种物体。

[0084] Y. 至少一种金属纳米线,其平均直径介于约 10nm 与约 150nm 之间,且纵横比为约 50 至约 10,000。

[0085] Z. 根据实施方案 Y 所述的纳米线,其中至少一种金属包括至少一种货币金属。

[0086] AA. 根据实施方案 Y 所述的纳米线,其中至少一种金属包括至少一种 IUPAC 第 11 族的元素。

- [0087] AB. 根据实施方案 Y 所述的纳米线,其中至少一种金属包括银。
- [0088] AC. 至少一种制品,其包括根据实施方案 Y 所述的至少一种金属纳米线。
- [0089] 2010 年 12 月 16 日提交的标题为 METAL ION CATALYSIS OF METAL ION REDUCTION, METHODS, COMPOSITIONS, AND ARTICLES 的第 61/423,744 号美国临时申请(在此以全文引用的方式并入)公开了以下 27 项非限制性示例实施方案:
- [0090] AD. 一种方法,其包括:
- [0091] 提供组合物,所述组合物包含:
- [0092] 至少一种第一化合物,其包含至少一种第一可还原金属离子,
- [0093] 至少一种第二化合物,其包含至少一种第二金属或金属离子,所述至少一种第二金属或金属离子的原子序数不同于所述至少一种第一可还原的金属,所述至少一种第二金属或金属离子包括至少一种具有 4+ 或更高的氧化态的元素,和
- [0094] 至少一种溶剂;以及
- [0095] 将至少一种第一可还原金属离子还原成至少一种第一金属。
- [0096] AE. 根据实施方案 AD 所述的方法,其中该组合物还包含至少一种保护剂。
- [0097] AF. 根据实施方案 AE 所述的方法,其中该至少一种保护剂包括以下中的至少一种:一种或多种表面活性剂、一种或多种酸或者一种或多种极性聚合物。
- [0098] AG. 根据实施方案 AE 所述的方法,其中该至少一种保护剂包括聚乙烯吡咯烷酮。
- [0099] AH. 根据实施方案 AE 所述的方法,其进一步包括惰化该至少一种保护剂。
- [0100] AJ. 根据实施方案 AD 所述的方法,其中至少一种第一可还原金属离子包括至少一种货币金属离子。
- [0101] AK. 根据实施方案 AD 所述的方法,其中至少一种第一可还原金属离子包括至少一种 IUPAC 第 11 族元素的离子。
- [0102] AL. 根据实施方案 AD 所述的方法,其中至少一种第一可还原金属离子包括至少一种银的离子。
- [0103] AM. 根据实施方案 AD 所述的方法,其中至少一种第一化合物包括硝酸银。
- [0104] AN. 根据实施方案 AD 所述的方法,其中至少一种第二金属或金属离子包括铈或铈的离子。
- [0105] AP. 根据实施方案 AD 所述的方法,其中至少一种第二化合物包括所述至少一种第二金属或金属离子的至少一种盐。
- [0106] AQ. 根据实施方案 AP 所述的方法,其中该至少一种盐包括至少一种氯化物。
- [0107] AR. 根据实施方案 AD 所述的方法,其中至少一种溶剂包括至少一种多元醇。
- [0108] AS. 根据实施方案 AD 所述的方法,其中至少一种溶剂包括以下中的至少一种:乙二醇、丙二醇、丙三醇、一种或多种糖或者一种或多种碳水化合物。
- [0109] AT. 根据实施方案 AD 所述的方法,其中该组合物的至少一种第二金属或金属的总摩尔数与至少一种第一可还原金属离子的摩尔数之比为约 0.0001 至约 0.1。
- [0110] AU. 根据实施方案 AD 所述的方法,其中还原是在从约 120°C 至约 190°C 的一个或多个温度下进行的。
- [0111] AV. 根据实施方案 AD 所述的方法,其进一步包括惰化以下中的一种或多种:该组合物、包含至少一种第一可还原金属离子的至少一种化合物、至少一种第二金属或金属离

子或者至少一种溶剂。

[0112] AW. 根据实施方案 AD 所述的方法制备的至少一种第一金属。

[0113] AX. 至少一种制品,其包括根据实施方案 AD 所述的方法制备的至少一种第一金属。

[0114] AY. 根据实施方案 AX 所述的至少一种制品,其中至少一种第一金属包括一种或多种纳米线、纳米立方体、纳米杆、纳米锥体或纳米管。

[0115] AZ. 根据实施方案 AX 所述的至少一种制品,其中至少一种第一金属构成具有介于约 10nm 与约 500nm 之间的平均直径的至少一种物体。

[0116] BA. 根据实施方案 AX 所述的至少一种制品,其中至少一种第一金属构成具有约 50 至约 10,000 的纵横比的至少一种物体。

[0117] BB. 至少一种金属纳米线,其平均直径介于约 10nm 与约 150nm 之间,且纵横比为约 50 至约 10,000。

[0118] BC. 根据实施方案 BB 所述的纳米线,其中至少一种金属包括至少一种货币金属。

[0119] BD. 根据实施方案 BB 所述的纳米线,其中至少一种金属包括至少一种 IUPAC 第 11 族的元素。

[0120] BE. 根据实施方案 BB 所述的纳米线,其中至少一种金属包括银。

[0121] BF. 至少一种制品,其包括根据实施方案 BB 所述的至少一种金属纳米线。

[0122] 2011 年 5 月 23 日提交的标题为 NANOWIRE PREPARATION METHODS, COMPOSITIONS, AND ARTICLES 的第 61/488,824 号美国临时申请(在此以全文引用的方式并入)公开了以下 27 项非限制性示例实施方案:

[0123] BG. 一种方法,其包括:

[0124] 提供组合物,所述组合物包含:

[0125] 至少一种第一化合物,其包含至少一种第一可还原金属离子,

[0126] 至少一种第二化合物,其包含至少一种第二金属或金属离子,所述至少一种第二金属或金属离子的原子序数不同于所述至少一种第一可还原的金属,所述至少一种第二金属或金属离子包括至少一种 IUPAC 第 7 族的元素,和

[0127] 至少一种溶剂;以及

[0128] 将至少一种第一可还原金属离子还原成至少一种第一金属。

[0129] BH. 根据实施方案 BG 所述的方法,其中该组合物还包含至少一种保护剂。

[0130] BJ. 根据实施方案 BH 所述的方法,其中该至少一种保护剂包括以下中的至少一种:一种或多种表面活性剂、一种或多种酸或者一种或多种极性聚合物。

[0131] BK. 根据实施方案 BH 所述的方法,其中该至少一种保护剂包括聚乙烯吡咯烷酮。

[0132] BL. 根据实施方案 BH 所述的方法,其进一步包括惰化该至少一种保护剂。

[0133] BM. 根据实施方案 BG 所述的方法,其中至少一种第一可还原金属离子包括至少一种货币金属离子。

[0134] BN. 根据实施方案 BG 所述的方法,其中至少一种第一可还原金属离子包括至少一种 IUPAC 第 11 族元素的离子。

[0135] BP. 根据实施方案 BG 所述的方法,其中至少一种第一可还原金属离子包括至少一种银的离子。

- [0136] BQ. 根据实施方案 BG 所述的方法,其中至少一种第一化合物包括硝酸银。
- [0137] BR. 根据实施方案 BG 所述的方法,其中至少一种第二金属或金属离子包括铯或铯的离子。
- [0138] BS. 根据实施方案 BG 所述的方法,其中至少一种第二化合物包括至少一种氯化物。
- [0139] BT. 根据实施方案 BG 所述的方法,其中至少一种第二化合物包括氯化铯(III)。
- [0140] BU. 根据实施方案 BG 所述的方法,其中至少一种溶剂包括至少一种多元醇。
- [0141] BV. 根据实施方案 BG 所述的方法,其中至少一种溶剂包括以下中的至少一种:乙二醇、丙二醇、丙三醇、一种或多种糖或者一种或多种碳水化合物。
- [0142] BW. 根据实施方案 BG 所述的方法,其中该组合物的至少一种第二金属或金属离子的总摩尔数与至少一种第一可还原金属离子的总摩尔数之比为约 0.0001 至约 0.1。
- [0143] BX. 根据实施方案 BG 所述的方法,其中还原是在从约 120°C 至约 190°C 的一个或多个温度下进行的。
- [0144] BY. 根据实施方案 BG 所述的方法,其进一步包括惰化以下中的一种或多种:该组合物、包含至少一种第一可还原金属离子的至少一种化合物、至少一种第二金属或金属离子或者至少一种溶剂。
- [0145] BZ. 根据实施方案 BG 所述的方法制备的至少一种第一金属。
- [0146] CA. 至少一种制品,其包括根据实施方案 BG 所述的方法制备的至少一种第一金属。
- [0147] CB. 根据实施方案 CA 所述的至少一种制品,其中至少一种第一金属包括一种或多种纳米线、纳米立方体、纳米杆、纳米锥体或纳米管。
- [0148] CC. 根据实施方案 CA 所述的至少一种制品,其中至少一种第一金属构成具有介于约 10nm 与约 500nm 之间的平均直径的至少一种物体。
- [0149] CD. 根据实施方案 CA 所述的至少一种制品,其中至少一种第一金属构成具有约 50 至约 10,000 的纵横比的至少一种物体。
- [0150] CE. 至少一种金属纳米线,其平均直径介于约 10nm 与约 150nm 之间,且纵横比为约 50 至约 10,000。
- [0151] CF. 根据实施方案 CE 所述的纳米线,其中至少一种金属纳米线包括至少一种货币金属。
- [0152] CG. 根据实施方案 CE 所述的纳米线,其中至少一种金属纳米线包括至少一种 IUPAC 第 11 族的元素。
- [0153] CH. 根据实施方案 CE 所述的纳米线,其中至少一种金属纳米线包括银。
- [0154] CJ. 至少一种制品,其包括根据实施方案 CE 所述的至少一种金属纳米线。
- [0155] 2011 年 5 月 23 日提交的标题为 METAL ION CATALYSIS OF METAL ION REDUCTION, METHODS, COMPOSITIONS, AND ARTICLES 的第 61/488,834 号美国临时申请(在此以全文引用的方式并入)公开了以下 27 项非限制性示例实施方案:
- [0156] CK. 一种方法,其包括:
- [0157] 提供组合物,所述组合物包含:
- [0158] 至少一种第一化合物,其包含至少一种第一可还原金属离子,

[0159] 至少一种第二化合物,其包含至少一种第二金属或金属离子,所述至少一种第二金属或金属离子的原子序数不同于所述至少一种第一可还原的金属,所述至少一种第二金属或金属离子包括至少一种 IUPAC 第 5 族的元素,和

[0160] 至少一种溶剂;以及

[0161] 将至少一种第一可还原金属离子还原成至少一种第一金属。

[0162] CL. 根据实施方案 CK 所述的方法,其中该组合物还包含至少一种保护剂。

[0163] CM. 根据实施方案 CL 所述的方法,其中该至少一种保护剂包括以下中的至少一种:一种或多种表面活性剂、一种或多种酸或者一种或多种极性聚合物。

[0164] CN. 根据实施方案 CL 所述的方法,其中该至少一种保护剂包括聚乙烯吡咯烷酮。

[0165] CP. 根据实施方案 CL 所述的方法,其进一步包括惰化该至少一种保护剂。

[0166] CQ. 根据实施方案 CK 所述的方法,其中至少一种第一可还原金属离子包括至少一种货币金属离子。

[0167] CR. 根据实施方案 CK 所述的方法,其中至少一种第一可还原金属离子包括至少一种 IUPAC 第 11 族元素的离子。

[0168] CS. 根据实施方案 CK 所述的方法,其中至少一种第一可还原金属离子包括至少一种银的离子。

[0169] CT. 根据实施方案 CK 所述的方法,其中至少一种第一化合物包括硝酸银。

[0170] CU. 根据实施方案 CK 所述的方法,其中至少一种第二金属或金属离子包括钒或钒的离子。

[0171] CV. 根据实施方案 CK 所述的方法,其中至少一种第二化合物包括所述至少一种第二金属或金属离子的至少一种盐。

[0172] CW. 根据实施方案 CV 所述的方法,其中该至少一种盐包括至少一种氯化物。

[0173] CX. 根据实施方案 CK 所述的方法,其中至少一种溶剂包括至少一种多元醇。

[0174] CY. 根据实施方案 CK 所述的方法,其中至少一种溶剂包括以下中的至少一种:乙二醇、丙二醇、丙三醇、一种或多种糖或者一种或多种碳水化合物。

[0175] CZ. 根据实施方案 CK 所述的方法,其中该组合物的至少一种第二金属或金属离子的总摩尔数与至少一种第一可还原金属离子的总摩尔之比为约 0.0001 至约 0.1。

[0176] DA. 根据实施方案 CK 所述的方法,其中还原是在从约 120°C 至约 190°C 的一个或多个温度下进行的。

[0177] DB. 根据实施方案 CK 所述的方法,其进一步包括惰化以下中的一种或多种:该组合物、包含至少一种第一可还原金属离子的至少一种化合物、至少一种第二金属或金属离子或者至少一种溶剂。

[0178] DC. 根据实施方案 CK 所述的方法制备的至少一种第一金属。

[0179] DD. 至少一种制品,其包括根据实施方案 CK 所述的方法制备的至少一种第一金属。

[0180] DE. 根据实施方案 DD 所述的至少一种制品,其中至少一种第一金属包括一种或多种纳米线、纳米立方体、纳米杆、纳米锥体或纳米管。

[0181] DF. 根据实施方案 DD 所述的至少一种制品,其中至少一种第一金属构成具有介于约 10nm 与约 500nm 之间的平均直径的至少一种物体。

[0182] DG. 根据实施方案 DD 所述的至少一种制品,其中至少一种第一金属构成具有约 50 至约 10,000 的纵横比的至少一种物体。

[0183] DH. 至少一种金属纳米线,其平均直径介于约 10nm 与约 150nm 之间,且纵横比为约 50 至约 10,000。

[0184] DJ. 根据实施方案 DH 所述的纳米线,其中至少一种金属纳米线包括至少一种货币金属。

[0185] DK. 根据实施方案 DH 所述的纳米线,其中至少一种金属纳米线包括至少一种 IUPAC 第 11 族的元素。

[0186] DL. 根据实施方案 DH 所述的纳米线,其中至少一种金属纳米线包括银。

[0187] DM. 至少一种制品,其包括根据实施方案 DH 所述的至少一种金属纳米线。

[0188] 2011 年 5 月 23 日提交的标题为 METAL ION CATALYSIS OF METAL ION REDUCTION, METHODS, COMPOSITIONS, AND ARTICLES 的第 61/488,840 号美国临时申请以下 27 项非限制性示例实施方案。

[0189] DN. 一种方法,其包括:

[0190] 提供组合物,所述组合物包含:

[0191] 至少一种第一化合物,其包含至少一种第一可还原金属离子,

[0192] 至少一种第二化合物,其包含至少一种第二金属或金属离子,所述至少一种第二金属或金属离子的原子序数不同于所述至少一种第一可还原的金属,所述至少一种第二金属或金属离子包括至少一种 IUPAC 第 3 族的元素,和

[0193] 至少一种溶剂;以及

[0194] 将至少一种第一可还原金属离子还原成至少一种第一金属。

[0195] DP. 根据实施方案 DN 所述的方法,其中该组合物还包含至少一种保护剂。

[0196] DQ. 根据实施方案 DP 所述的方法,其中该至少一种保护剂包括以下中的至少一种:一种或多种表面活性剂、一种或多种酸或者一种或多种极性聚合物。

[0197] DR. 根据实施方案 DP 所述的方法,其中该至少一种保护剂包括聚乙烯吡咯烷酮。

[0198] DS. 根据实施方案 DP 所述的方法,其进一步包括惰化该至少一种保护剂。

[0199] DT. 根据实施方案 DN 所述的方法,其中至少一种第一可还原金属离子包括至少一种货币金属离子。

[0200] DU. 根据实施方案 DN 所述的方法,其中至少一种第一可还原金属离子包括至少一种 IUPAC 第 11 族元素的离子。

[0201] DV. 根据实施方案 DN 所述的方法,其中至少一种第一可还原金属离子包括至少一种银的离子。

[0202] DW. 根据实施方案 DN 所述的方法,其中至少一种第一化合物包括硝酸银。

[0203] DX. 根据实施方案 DN 所述的方法,其中至少一种第二金属或金属离子包括钪或钪的离子。

[0204] DY. 根据实施方案 DN 所述的方法,其中至少一种第二化合物包括所述至少一种第二金属或金属离子的至少一种盐。

[0205] DZ. 根据实施方案 11 所述的方法,其中该至少一种盐包括至少一种氯化物。

[0206] EA. 根据实施方案 DN 所述的方法,其中至少一种溶剂包括至少一种多元醇。

[0207] EB. 根据实施方案 DN 所述的方法,其中至少一种溶剂包括以下中的至少一种:乙二醇、丙二醇、丙三醇、一种或多种糖或者一种或多种碳水化合物。

[0208] EC. 根据实施方案 DN 所述的方法,其中该组合物的至少一种第二金属或金属离子的总摩尔数与至少一种第一可还原金属离子的总摩尔之比为约 0.0001 至约 0.1。

[0209] ED. 根据实施方案 DN 所述的方法,其中还原是在从约 120°C 至约 190°C 的一个或多个温度下进行的。

[0210] EE. 根据实施方案 DN 所述的方法,其进一步包括惰化以下中的一种或多种:该组合物、包含至少一种第一可还原金属离子的至少一种化合物、至少一种第二金属或金属离子或者至少一种溶剂。

[0211] EF. 根据实施方案 DN 所述的方法制备的至少一种第一金属。

[0212] EG. 至少一种制品,其包括根据实施方案 DN 所述的方法制备的至少一种第一金属。

[0213] EH. 根据实施方案 EG 所述的至少一种制品,其中至少一种第一金属包括一种或多种纳米线、纳米立方体、纳米杆、纳米锥体或纳米管。

[0214] EJ. 根据实施方案 EG 所述的至少一种制品,其中至少一种第一金属构成具有介于约 10nm 与约 500nm 之间的平均直径的至少一种物体。

[0215] EK. 根据实施方案 EG 所述的至少一种制品,其中至少一种第一金属构成具有约 50 至约 10,000 的纵横比的至少一种物体。

[0216] EL. 至少一种金属纳米线,其平均直径介于约 10nm 与约 150nm 之间,且纵横比为约 50 至约 10,000。

[0217] EM. 根据实施方案 EL 所述的纳米线,其中至少一种金属纳米线包括至少一种货币金属。

[0218] EN. 根据实施方案 EL 所述的纳米线,其中至少一种金属纳米线包括至少一种 IUPAC 第 11 族的元素。

[0219] EP. 根据实施方案 EL 所述的纳米线,其中至少一种金属纳米线包括银。

[0220] EQ. 至少一种制品,其包括根据实施方案 EL 所述的至少一种金属纳米线。

[0221] 2011 年 5 月 23 日提交的标题为 METAL ION CATALYSIS OF METAL ION REDUCTION, METHODS, COMPOSITIONS, AND ARTICLES 的第 61/488,880 号美国临时申请(在此以全文引用的方式并入)公开了以下 27 项非限制性示例实施方案:

[0222] ER. 一种方法,其包括:

[0223] 提供组合物,所述组合物包含:

[0224] 至少一种第一化合物,其包含至少一种第一可还原金属离子,

[0225] 至少一种第二化合物,其包含至少一种第二金属离子,所述至少一种第二金属离子的原子序数不同于所述至少一种第一可还原的金属,所述至少一种第二金属离子包括至少一种 IUPAC 第 4 族的元素,和

[0226] 至少一种溶剂;以及

[0227] 将至少一种第一可还原金属离子还原成至少一种第一金属。

[0228] ES. 根据实施方案 ER 所述的方法,其中该组合物还包含至少一种保护剂。

[0229] ET. 根据实施方案 ES 所述的方法,其中该至少一种保护剂包括以下中的至少一

种：一种或多种表面活性剂、一种或多种酸或者一种或多种极性聚合物。

[0230] EU. 根据实施方案 ES 所述的方法，其中该至少一种保护剂包括聚乙烯吡咯烷酮。

[0231] EV. 根据实施方案 ES 所述的方法，其进一步包括惰化该至少一种保护剂。

[0232] EW. 根据实施方案 ER 所述的方法，其中至少一种第一可还原金属离子包括至少一种货币金属离子。

[0233] EX. 根据实施方案 ER 所述的方法，其中至少一种第一可还原金属离子包括至少一种 IUPAC 第 11 族元素的离子。

[0234] EY. 根据实施方案 ER 所述的方法，其中至少一种第一可还原金属离子包括至少一种银的离子。

[0235] EZ. 根据实施方案 ER 所述的方法，其中至少一种第一化合物包括硝酸银。

[0236] FA. 根据实施方案 ER 所述的方法，其中至少一种第二金属离子包括钛的离子。

[0237] FB. 根据实施方案 ER 所述的方法，其中至少一种第二化合物包括至少一种氯化物。

[0238] FC. 根据实施方案 ER 所述的方法，其中至少一种第二化合物包括氯化钛 (IV)。

[0239] FD. 根据实施方案 ER 所述的方法，其中至少一种溶剂包括至少一种多元醇。

[0240] FE. 根据实施方案 ER 所述的方法，其中至少一种溶剂包括以下中的至少一种：乙二醇、丙二醇、丙三醇、一种或多种糖或者一种或多种碳水化合物。

[0241] FF. 根据实施方案 ER 所述的方法，其中该组合物的至少一种第二金属或金属离子的总摩尔数与至少一种第一可还原金属离子的总摩尔之比为约 0.0001 至约 0.1。

[0242] FG. 根据实施方案 ER 所述的方法，其中还原是在从约 120°C 至约 190°C 的一个或多个温度下进行的。

[0243] FH. 根据实施方案 ER 所述的方法，其进一步包括惰化以下中的一种或多种：该组合物、包含至少一种第一可还原金属离子的至少一种化合物、至少一种第二金属或金属离子或者至少一种溶剂。

[0244] FJ. 根据实施方案 ER 所述的方法制备的至少一种第一金属。

[0245] FK. 至少一种制品，其包括根据实施方案 ER 所述的方法制备的至少一种第一金属。

[0246] FL. 根据实施方案 FK 所述的至少一种制品，其中至少一种第一金属包括一种或多种纳米线、纳米立方体、纳米杆、纳米锥体或纳米管。

[0247] FM. 根据实施方案 FK 所述的至少一种制品，其中至少一种第一金属构成具有介于约 10nm 与约 500nm 之间的平均直径的至少一种物体。

[0248] FN. 根据实施方案 FK 所述的至少一种制品，其中至少一种第一金属构成具有约 50 至约 10,000 的纵横比的至少一种物体。

[0249] FP. 至少一种金属纳米线，其平均直径介于约 10nm 与约 150nm 之间，且纵横比为约 50 至约 10,000。

[0250] FQ. 根据实施方案 FP 所述的纳米线，其中至少一种金属纳米线包括至少一种货币金属。

[0251] FR. 根据实施方案 FP 所述的纳米线，其中至少一种金属纳米线包括至少一种 IUPAC 第 11 族的元素。

- [0252] FS. 根据实施方案 FP 所述的纳米线,其中至少一种金属纳米线包括银。
- [0253] FT. 至少一种制品,其包括根据实施方案 FP 所述的至少一种金属纳米线。
- [0254] 2011 年 5 月 23 日提交的标题为 NANOWIRE PREPARATION METHODS, COMPOSITIONS, AND ARTICLES 的第 61/488,945 号美国临时申请(在此以全文引用的方式并入)公开了以下 16 项非限制性示例实施方案:
- [0255] FU. 一种方法,其包括:
- [0256] 提供包含至少一种金属氧化物化合物的组合物,以及
- [0257] 在该金属氧化物化合物的存在下将至少一种第一金属离子还原成至少一种第一金属。
- [0258] FV. 根据实施方案 FU 所述的方法,其中至少一种金属氧化物化合物包括至少一种金属卤氧化物化合物。
- [0259] FW. 根据实施方案 FU 所述的方法,其中至少一种金属氧化物化合物包括至少一种金属氯氧化物化合物。
- [0260] FX. 根据实施方案 FU 所述的方法,其中至少一种金属氧化物化合物包括至少一种过渡金属氧化物化合物。
- [0261] FY. 根据实施方案 FU 所述的方法,其中至少一种金属氧化物化合物包括至少一种过渡金属卤化物化合物。
- [0262] FZ. 根据实施方案 FU 所述的方法,其中至少一种金属氧化物化合物包括至少一种过渡金属氯化物化合物。
- [0263] GA. 根据实施方案 FU 所述的方法,其中至少一种金属氧化物化合物包含至少一种过渡金属。
- [0264] GB. 根据实施方案 FU 所述的方法,其中至少一种金属氧化物化合物包含至少一个钼、钨、钒或锆原子。
- [0265] GC. 根据实施方案 FU 所述的方法,其中至少一种金属氧化物化合物包括  $\text{MoO}_2\text{Cl}_2$ 、 $\text{MoOCl}_4$ 、 $\text{WO}_2\text{Cl}_2$ 、 $\text{WOCl}_4$ 、 $\text{VOCl}_3$  或  $\text{ZrOCl}_2$  中的至少一种。
- [0266] GD. 根据实施方案 FU 所述的方法,其中至少一种金属氧化物化合物包括二氧二氯化钼(IV)。
- [0267] GE. 根据实施方案 FU 所述的方法,其中至少一种第一金属离子包括至少一种 IUPAC 第 11 族的元素。
- [0268] GF. 根据实施方案 FU 所述的方法,其中至少一种第一金属离子包括至少一种货币金属离子。
- [0269] GG. 根据实施方案 FU 所述的方法,其中至少一种第一金属离子包括至少一种银离子。
- [0270] GH. 根据实施方案 FU 所述的方法制备的至少一种第一金属产品。
- [0271] GJ. 根据实施方案 GH 所述的至少一种第一金属产品,所述至少一种产品包括至少一种纳米线。
- [0272] GK. 一种制品,其包括根据实施方案 GH 所述的至少一种第一金属产品。
- [0273] 2011 年 5 月 23 日提交的标题为 NANOWIRE PREPARATION METHODS, COMPOSITIONS, AND ARTICLES 的第 61/488,977 号美国临时申请(在此以全文引用的方式并入)公开了以

下 20 项非限制性示例实施方案：

[0274] GL. 一种方法,其包括：

[0275] 提供至少一种第一组合物,其包含至少一种第一可还原金属离子,以及

[0276] 在至少一种第二金属离子的存在下将至少一种第一可还原金属离子还原成至少一种第一金属,所述至少一种第二金属离子包括至少一种 IUPAC 第 6 族的元素。

[0277] GM. 根据实施方案 GL 所述的方法,其中至少一种第一可还原金属离子包括至少一种货币金属离子。

[0278] GN. 根据实施方案 GL 所述的方法,其中至少一种第一可还原金属离子包括至少一种 IUPAC 第 11 族元素的离子。

[0279] GP. 根据实施方案 GL 所述的方法,其中至少一种第一可还原金属离子包括至少一种银离子。

[0280] GQ. 根据实施方案 GL 所述的方法,其中该至少一种组合物包含硝酸银。

[0281] GR. 根据实施方案 GL 所述的方法,其中至少一种第二金属离子包括钨离子。

[0282] GS. 根据实施方案 GL 所述的方法,其中至少一种第二金属离子包括呈其 +4 氧化态的钨。

[0283] GT. 根据实施方案 GL 所述的方法,其中在至少一种保护剂的存在下发生还原。

[0284] GU. 根据实施方案 GL 所述的方法,其中在至少一种多元醇的存在下发生还原。

[0285] GV. 一种产品,其包括根据实施方案 GL 所述的方法制备的至少一种第一金属。

[0286] GW. 根据实施方案 GV 所述的产品,其包括至少一种金属纳米线。

[0287] GX. 一种制品,其包括根据实施方案 GV 所述的产品。

[0288] GY. 一种组合物,其包含至少一种金属纳米线、至少一种氯离子和至少一种 IUPAC 第 6 族元素的离子。

[0289] GZ. 根据实施方案 GY 所述的组合物,其中至少一种金属纳米线包括至少一种银纳米线。

[0290] HA. 根据实施方案 GY 所述的组合物,其中至少一种金属纳米线具有介于约 10nm 与约 500nm 之间的平均直径。

[0291] HB. 根据实施方案 GY 所述的组合物,其中至少一种金属纳米线具有介于约 50 与约 10,000 之间的纵横比。

[0292] HC. 根据实施方案 GY 所述的组合物,其中至少一种金属纳米线具有介于约 10nm 与约 150nm 之间的平均直径和介于约 50 与约 10,000 之间的纵横比。

[0293] HD. 一种产品,其包括根据实施方案 GY 所述的组合物的至少一种金属纳米线。

[0294] HE. 一种制品,其包括根据实施方案 HD 所述的至少一种产品。

[0295] HF. 根据实施方案 HE 所述的制品,其包括以下中的至少一种:电子显示器、触摸屏、便携式电话、移动电话、计算机显示器、膝上型计算机、平板计算机、购买点信息亭、音乐播放器、电视、电子游戏机、电子书阅读器、透明电极、太阳能电池、发光二极管、电子装置、医疗成像装置或医疗成像媒体。

[0296] 2011 年 5 月 23 日提交的标题为 NANOWIRE PREPARATION METHODS, COMPOSITIONS, AND ARTICLES 的第 61/488,983 号美国临时申请(在此以全文引用的方式并入)公开了以下 20 项非限制性示例实施方案：

[0297] HG. 一种方法,其包括:

[0298] 提供至少一种第一组合物,其包含至少一种第一可还原金属离子,以及

[0299] 在至少一种第二金属离子的存在下将至少一种第一可还原金属离子还原成至少一种第一金属,所述至少一种第二金属离子包括至少一种 IUPAC 第 6 族的元素。

[0300] HH. 根据实施方案 HG 所述的方法,其中至少一种第一可还原金属离子包括至少一种货币金属离子。

[0301] HJ. 根据实施方案 HG 所述的方法,其中至少一种第一可还原金属离子包括至少一种 IUPAC 第 11 族元素的离子。

[0302] HK. 根据实施方案 HG 所述的方法,其中至少一种第一可还原金属离子包括至少一种银离子。

[0303] HL. 根据实施方案 HG 所述的方法,其中该至少一种组合物包含硝酸银。

[0304] HM. 根据实施方案 HG 所述的方法,其中至少一种第二金属离子包括铬离子。

[0305] HN. 根据实施方案 HG 所述的方法,其中至少一种第二金属离子包括呈其 +3 氧化态的铬。

[0306] HP. 根据实施方案 HG 所述的方法,其中在至少一种保护剂的存在下发生还原。

[0307] HQ. 根据实施方案 HG 所述的方法,其中在至少一种多元醇的存在下发生还原。

[0308] HR. 一种产品,其包括根据实施方案 HG 的方法制备的至少一种第一金属。

[0309] HS. 根据实施方案 HR 所述的产品,其包括至少一种金属纳米线。

[0310] HT. 一种制品,其包括根据实施方案 HR 所述的产品。

[0311] HU. 一种组合物,其包含至少一种金属纳米线、至少一种氯离子和至少一种 IUPAC 第 6 族元素的离子。

[0312] HV. 根据实施方案 HU 所述的组合物,其中至少一种金属纳米线包括至少一种银纳米线。

[0313] HW. 根据实施方案 HU 所述的组合物,其中至少一种金属纳米线具有介于约 10nm 与约 500nm 之间的平均直径。

[0314] HX. 根据实施方案 HU 所述的组合物,其中至少一种金属纳米线具有介于约 50 与约 10,000 之间的纵横比。

[0315] HY. 根据实施方案 HU 所述的组合物,其中至少一种金属纳米线具有介于约 10nm 与约 150nm 之间的平均直径和介于约 50 与约 10,000 之间的纵横比。

[0316] HZ. 一种产品,其包括根据实施方案 HU 所述的组合物的至少一种金属纳米线。

[0317] JA. 一种制品,其包括根据实施方案 HZ 所述的至少一种产品。

[0318] JB. 根据实施方案 JA 所述的制品,其包括以下中的至少一种:电子显示器、触摸屏、便携式电话、移动电话、计算机显示器、膝上型计算机、平板计算机、购买点信息亭、音乐播放器、电视、电子游戏机、电子书阅读器、透明电极、太阳能电池、发光二极管、电子装置、医疗成像装置或医疗成像媒体。

[0319] 2011 年 6 月 7 日提交的标题为 NANOWIRE PREPARATION METHODS, COMPOSITIONS, AND ARTICLES 的第 61/494,072 号美国临时申请(在此以全文引用的方式并入)公开了以下 20 项非限制性示例实施方案:

[0320] JC. 一种方法,其包括:

- [0321] 提供至少一种第一组合物,其包含至少一种第一可还原金属离子,以及
- [0322] 在至少一种第二金属离子的存在下将至少一种第一可还原金属离子还原成至少一种第一金属,所述至少一种第二金属离子包括至少一种镧系元素或铜系元素。
- [0323] JD. 根据实施方案 JC 所述的方法,其中至少一种第一可还原金属离子包括至少一种货币金属离子。
- [0324] JE. 根据实施方案 JC 所述的方法,其中至少一种第一可还原金属离子包括至少一种 IUPAC 第 11 族元素的离子。
- [0325] JF. 根据实施方案 JC 所述的方法,其中至少一种第一可还原金属离子包括至少一种银离子。
- [0326] JK. 根据实施方案 JC 所述的方法,其中该至少一种组合物包含硝酸银。
- [0327] JL. 根据实施方案 JC 所述的方法,其中至少一种第二金属离子包括至少一种镧离子或铜系离子。
- [0328] JM. 根据实施方案 JC 所述的方法,其中至少一种第二金属离子包括呈其 +3 氧化态的镧。
- [0329] JN. 根据实施方案 JC 所述的方法,其中在至少一种保护剂的存在下发生还原。
- [0330] JP 根据实施方案 JC 所述的方法,其中在至少一种多元醇的存在下发生还原。
- [0331] JQ. 一种产品,其包含通过根据实施方案 JC 所述的方法制备的至少一种第一金属。
- [0332] JR. 根据实施方案 JQ 所述的产品,其包括至少一种金属纳米线。
- [0333] JS. 一种制品,其包括根据实施方案 JQ 所述的产品。
- [0334] JT. 一种组合物,其包含至少一种金属纳米线、至少一种氯离子和至少一种镧系元素的离子或至少一种铜系元素的离子。
- [0335] JU. 根据实施方案 JT 所述的组合物,其中至少一种金属纳米线包括至少一种银纳米线。
- [0336] JV. 根据实施方案 JT 所述的组合物,其中至少一种金属纳米线具有介于约 10nm 与约 500nm 之间的平均直径。
- [0337] JW. 根据实施方案 JT 所述的组合物,其中至少一种金属纳米线具有介于约 50 与约 10,000 之间的纵横比。
- [0338] JX. 根据实施方案 JT 所述的组合物,其中至少一种金属纳米线具有介于约 10nm 与约 150nm 之间的平均直径和介于约 50 与约 10,000 之间的纵横比。
- [0339] JY. 一种产品,其包括根据实施方案 JT 所述的组合物的至少一种金属纳米线。
- [0340] JZ. 一种制品,其包括根据实施方案 18 所述的至少一种产品。
- [0341] KA. 根据实施方案 JZ 所述的制品,其包括以下中的至少一种:电子显示器、触摸屏、便携式电话、移动电话、计算机显示器、膝上型计算机、平板计算机、购买点信息亭、音乐播放器、电视、电子游戏机、电子书阅读器、透明电极、太阳能电池、发光二极管、电子装置、医疗成像装置或医疗成像媒体。
- [0342] 2011 年 8 月 12 日提交的标题为 NANOWIRE PREPARATION METHODS, COMPOSITIONS, AND ARTICLES 的第 61/522,741 号美国临时申请(在此以全文引用的方式并入)公开了以下 20 项非限制性示例实施方案:

[0343] KB. 一种方法,其包括:

[0344] 提供至少一种第一组合物,其包含至少一种第一可还原金属离子,以及

[0345] 在至少一种第二金属离子的存在下将至少一种第一可还原金属离子还原成至少一种第一金属,所述至少一种第二金属离子包括至少一种 IUPAC 第 3 族的元素。

[0346] KC. 根据实施方案 KB 所述的方法,其中至少一种第一可还原金属离子包括至少一种货币金属离子。

[0347] KD. 根据实施方案 KB 所述的方法,其中至少一种第一可还原金属离子包括至少一种 IUPAC 第 11 族元素的离子。

[0348] KE. 根据实施方案 KB 所述的方法,其中至少一种第一可还原金属离子包括至少一种银离子。

[0349] KF. 根据实施方案 KB 所述的方法,其中该至少一种组合物包含硝酸银。

[0350] KG. 根据实施方案 KB 所述的方法,其中至少一种第二金属离子包括至少一种钇离子。

[0351] KH. 根据实施方案 KB 所述的方法,其中至少一种第二金属离子包括呈其 +3 氧化态的钇。

[0352] KJ. 根据实施方案 KB 所述的方法,其中在至少一种保护剂的存在下发生还原。

[0353] KK. 根据实施方案 KB 所述的方法,其中在至少一种多元醇的存在下发生还原。

[0354] KL. 一种产品,其包含通过根据实施方案 KB 所述的方法制备的至少一种第一金属。

[0355] KM. 根据实施方案 KL 所述的产品,其包括至少一种金属纳米线。

[0356] KN. 一种制品,其包括根据实施方案 KL 所述的产品。

[0357] KP. 一种组合物,其包含至少一种金属纳米线、至少一种氯离子和至少一种 IUPAC 第 3 族元素的离子。

[0358] KQ. 根据实施方案 KP 所述的组合物,其中至少一种金属纳米线包括至少一种银纳米线。

[0359] KR. 根据实施方案 KP 所述的组合物,其中至少一种金属纳米线具有介于约 10nm 与约 500nm 之间的平均直径。

[0360] KT. 根据实施方案 KP 所述的组合物,其中至少一种金属纳米线具有介于约 50 与约 10,000 之间的纵横比。

[0361] KU. 根据实施方案 KP 所述的组合物,其中至少一种金属纳米线具有介于约 10nm 与约 150nm 之间的平均直径和介于约 50 与约 10,000 之间的纵横比。

[0362] KV. 一种产品,其包括根据实施方案 KP 所述的组合物的至少一种金属纳米线。

[0363] KW. 一种制品,其包括根据实施方案 KV 所述的至少一种产品。

[0364] KX. 根据实施方案 KW 所述的制品,其包括以下中的至少一种:电子显示器、触摸屏、便携式电话、移动电话、计算机显示器、膝上型计算机、平板计算机、购买点信息亭、音乐播放器、电视、电子游戏机、电子书阅读器、透明电极、太阳能电池、发光二极管、电子装置、医疗成像装置或医疗成像媒体。

[0365] 2011 年 8 月 16 日提交的标题为 NANOWIRE PREPARATION METHODS, COMPOSITIONS, AND ARTICLES 的第 61/523,977 号美国临时申请(在此以全文引用的方式并入)公开了以

下 27 项非限制性示例实施方案：

[0366] KY. 一种方法,其包括：

[0367] 提供组合物,所述组合物包含：

[0368] 至少一种第一化合物,其包含至少一种第一可还原金属离子,

[0369] 至少一种第二化合物,其包含至少一种第二金属离子,所述至少一种第二金属离子的原子序数不同于所述至少一种第一可还原的金属,所述至少一种第二金属离子包括至少一种 IUPAC 第 4 族的元素,和

[0370] 至少一种溶剂;以及

[0371] 将至少一种第一可还原金属离子还原成至少一种第一金属。

[0372] KZ. 根据实施方案 KY 所述的方法,其中该组合物还包含至少一种保护剂。

[0373] LA. 根据实施方案 KZ 所述的方法,其中该至少一种保护剂包括以下中的至少一种:一种或多种表面活性剂、一种或多种酸或者一种或多种极性聚合物。

[0374] LB. 根据实施方案 KZ 所述的方法,其中该至少一种保护剂包括聚乙烯吡咯烷酮。

[0375] LC. 根据实施方案 KZ 所述的方法,其进一步包括惰化该至少一种保护剂。

[0376] LD. 根据实施方案 KY 所述的方法,其中至少一种第一可还原金属离子包括至少一种货币金属离子。

[0377] LE. 根据实施方案 KY 所述的方法,其中至少一种第一可还原金属离子包括至少一种 IUPAC 第 11 族元素的离子。

[0378] LF. 根据实施方案 KY 所述的方法,其中至少一种第一可还原金属离子包括至少一种银的离子。

[0379] LG. 根据实施方案 KY 所述的方法,其中至少一种第一化合物包括硝酸银。

[0380] LH. 根据实施方案 KY 所述的方法,其中至少一种第二金属离子包括铅或铊的离子。

[0381] LJ. 根据实施方案 KY 所述的方法,其中至少一种第二化合物包括至少一种氯化物。

[0382] LK. 根据实施方案 KY 所述的方法,其中至少一种第二化合物包括以下中的至少一种:四氯化铅双(四氢呋喃)加合物或四氯化铊双(四氢呋喃)加合物。

[0383] LM. 根据实施方案 KY 所述的方法,其中至少一种溶剂包括至少一种多元醇。

[0384] LN. 根据实施方案 KY 所述的方法,其中至少一种溶剂包括以下中的至少一种:乙二醇、丙二醇、丙三醇、一种或多种糖或者一种或多种碳水化合物。

[0385] LP. 根据实施方案 KY 所述的方法,其中该组合物的至少一种第二金属或金属离子的总摩尔数与至少一种第一可还原金属离子的总摩尔之比为约 0.0001 至约 0.1。

[0386] LQ. 根据实施方案 KY 所述的方法,其中还原是在从约 120°C 至约 190°C 的一个或多个温度下进行的。

[0387] LR. 根据实施方案 KY 所述的方法,其进一步包括惰化以下中的一种或多种:该组合物、包含至少一种第一可还原金属离子的至少一种化合物、至少一种第二金属或金属离子或者至少一种溶剂。

[0388] LS. 根据实施方案 KY 所述的方法制备的至少一种第一金属。

[0389] LT. 至少一种制品,其包括根据实施方案 KY 所述的方法制备的至少一种第一金

属。

[0390] LU. 根据实施方案 LT 所述的至少一种制品,其中至少一种第一金属包括一种或多种纳米线、纳米立方体、纳米杆、纳米锥体或纳米管。

[0391] LV. 根据实施方案 LT 所述的至少一种制品,其中至少一种第一金属构成具有介于约 10nm 与约 500nm 之间的平均直径的至少一种物体。

[0392] LX. 根据实施方案 LT 所述的至少一种制品,其中至少一种第一金属构成具有约 50 至约 10,000 的纵横比的至少一种物体。

[0393] LY. 至少一种金属纳米线,其平均直径介于约 10nm 与约 150nm 之间,且纵横比为约 50 至约 10,000。

[0394] LZ. 根据实施方案 LY 所述的纳米线,其中至少一种金属纳米线包括至少一种货币金属。

[0395] MA. 根据实施方案 LY 所述的纳米线,其中至少一种金属纳米线包括至少一种 IUPAC 第 11 族的元素。

[0396] MB. 根据实施方案 LY 所述的纳米线,其中至少一种金属纳米线包括银。

[0397] MC. 至少一种制品,其包括根据实施方案 LY 所述的至少一种金属纳米线。

[0398] 2011 年 8 月 16 日提交的标题为 NANOWIRE PREPARATION METHODS, COMPOSITIONS, AND ARTICLES 的第 61/523,987 号美国临时申请(在此以全文引用的方式并入)公开了以下 27 项非限制性示例实施方案:

[0399] MD. 一种方法,其包括:

[0400] 提供组合物,所述组合物包含:

[0401] 至少一种第一化合物,其包含至少一种第一可还原金属离子,

[0402] 至少一种第二化合物,其包含至少一种第二金属离子,所述至少一种第二金属离子的原子序数不同于所述至少一种第一可还原的金属,所述至少一种第二金属离子包括至少一种 IUPAC 第 5 族的元素,和

[0403] 至少一种溶剂;以及

[0404] 将至少一种第一可还原金属离子还原成至少一种第一金属。

[0405] ME. 根据实施方案 MD 所述的方法,其中该组合物还包含至少一种保护剂。

[0406] MF. 根据实施方案 ME 所述的方法,其中该至少一种保护剂包括以下中的至少一种:一种或多种表面活性剂、一种或多种酸或者一种或多种极性聚合物。

[0407] MG. 根据实施方案 ME 所述的方法,其中该至少一种保护剂包括聚乙烯吡咯烷酮。

[0408] MH. 根据实施方案 ME 所述的方法,其进一步包括惰化该至少一种保护剂。

[0409] MJ. 根据实施方案 MD 所述的方法,其中至少一种第一可还原金属离子包括至少一种货币金属离子。

[0410] MK. 根据实施方案 MD 所述的方法,其中至少一种第一可还原金属离子包括至少一种 IUPAC 第 11 族元素的离子。

[0411] ML. 根据实施方案 MD 所述的方法,其中至少一种第一可还原金属离子包括至少一种银的离子。

[0412] MM. 根据实施方案 MD 所述的方法,其中至少一种第一化合物包括硝酸银。

[0413] MN. 根据实施方案 MD 所述的方法,其中至少一种第二金属离子包括钽的离子。

[0414] MP. 根据实施方案 MD 所述的方法,其中至少一种第二化合物包括至少一种氯化物。

[0415] MQ. 根据实施方案 MD 所述的方法,其中至少一种第二化合物包括氯化钽(V)。

[0416] MR. 根据实施方案 MD 所述的方法,其中至少一种溶剂包括至少一种多元醇。

[0417] MS. 根据实施方案 MD 所述的方法,其中至少一种溶剂包括以下中的至少一种:乙二醇、丙二醇、丙三醇、一种或多种糖或者一种或多种碳水化合物。

[0418] MT. 根据实施方案 MD 所述的方法,其中该组合物的至少一种第二金属或金属离子的总摩尔数与至少一种第一可还原金属离子的总摩尔之比为约 0.0001 至约 0.1。

[0419] MU. 根据实施方案 MD 所述的方法,其中还原是在从约 120°C 至约 190°C 的一个或多个温度下进行的。

[0420] MV. 根据实施方案 MD 所述的方法,其进一步包括惰化以下中的一种或多种:该组合物、包含至少一种第一可还原金属离子的至少一种化合物、至少一种第二金属或金属离子或者至少一种溶剂。

[0421] MU. 根据实施方案 MD 所述的方法制备的至少一种第一金属。

[0422] MV. 至少一种制品,其包括根据实施方案 MD 所述的方法制备的至少一种第一金属。

[0423] MW. 根据实施方案 MV 所述的至少一种制品,其中至少一种第一金属包括一种或多种纳米线、纳米立方体、纳米杆、纳米锥体或纳米管。

[0424] MX. 根据实施方案 MV 所述的至少一种制品,其中至少一种第一金属构成具有介于约 10nm 与约 500nm 之间的平均直径的至少一种物体。

[0425] MY. 根据实施方案 MV 所述的至少一种制品,其中至少一种第一金属构成具有约 50 至约 10,000 的纵横比的至少一种物体。

[0426] MZ. 至少一种金属纳米线,其平均直径介于约 10nm 与约 150nm 之间,且纵横比为约 50 至约 10,000。

[0427] NA. 根据实施方案 MZ 所述的纳米线,其中至少一种金属纳米线包括至少一种货币金属。

[0428] NB. 根据实施方案 MZ 所述的纳米线,其中至少一种金属纳米线包括至少一种 IUPAC 第 11 族的元素。

[0429] NC. 根据实施方案 MZ 所述的纳米线,其中至少一种金属纳米线包括银。

[0430] ND. 至少一种制品,其包括根据实施方案 MZ 所述的至少一种金属纳米线。

[0431] 实施例

[0432] 实施例 1

[0433] 向 500mL 反应烧瓶中添加 280mL 乙二醇 (EG) 和 1.2g 于 EG 中的 7.3mM  $\text{MnCl}_2$ 。在室温和 100rpm 机械搅拌下,使用玻璃吸管向溶液中鼓  $\text{N}_2$  泡至少 2 小时,由此使此溶液脱除至少一些溶解的气体。(此操作以后被称为使溶液“脱气”。)也通过向溶液中鼓  $\text{N}_2$  泡 60 分钟使于 EG 中的 0.25M  $\text{AgNO}_3$  和于 EG 中的 0.77M (基于重复单元的摩尔数) 聚乙烯吡咯烷酮 (PVP, 分子量 55,000) 储备溶液脱气。将两个注射器各装载 20mL  $\text{AgNO}_3$  和 PVP 溶液。将反应混合物在  $\text{N}_2$  下加热到 145°C,并通过 12 号 Teflon 注射器针头以恒定的速率经 25 分钟添加  $\text{AgNO}_3$  和 PVP 溶液。在 145°C 下保持反应 90 分钟,然后使其冷却到室温。从冷却的混

合物中,将反应混合物以等体积的丙酮稀释,并以 500G 离心 45 分钟。将上清液轻轻倒出,将留下的固体重新分散在 200mL 异丙醇中 10 分钟,再次离心,轻轻倒出并用 15mL 异丙醇稀释。

[0434] 银纳米线的光学显微镜图片示于图 1。银纳米线的扫描电子显微照片示于图 2。表 I 示出银纳米线的平均直径和长度。

[0435] 实施例 2-4

[0436] 改变所使用的  $\text{MnCl}_2$  溶液的量,重复实施例 1 的程序。表 I 汇总示出所得银纳米线的平均直径和长度。

[0437] 实施例 5

[0438] 向 500mL 反应烧瓶中添加 280mL 乙二醇 (EG),在室温和 100rpm 机械搅拌下,使用玻璃吸管向溶液中鼓  $\text{N}_2$  泡,由此使其脱气 2 小时。也通过向溶液中鼓  $\text{N}_2$  泡过夜使于 EG 中的 0.25M  $\text{AgNO}_3$  和于 EG 中的 0.77M 聚乙烯吡咯烷酮 (PVP) 储备溶液脱气。将两个注射器各装载 20mL  $\text{AgNO}_3$  和 PVP 溶液。在临进行接下来的加热步骤之前,将在  $\text{N}_2$  下手套箱中新制备的 1.55g 于 EG 中的 11mM  $\text{NbCl}_5$  添加到脱气的 EG 中。将此反应混合物在  $\text{N}_2$  下加热到  $155^\circ\text{C}$ ,并通过 12 号 Teflon 注射器针头以恒定的速率经 25 分钟添加  $\text{AgNO}_3$  和 PVP 溶液。在  $155^\circ\text{C}$  下保持反应 90 分钟,然后使其冷却到室温。从冷却的混合物中,将反应混合物以等体积的丙酮稀释,并以 400G 离心 45 分钟。将上清液轻轻倒出,将留下的固体通过摇动 10 分钟重新分散在 200mL 异丙醇中,再次离心,轻轻倒出并用 15mL 异丙醇稀释。

[0439] 银纳米线的光学显微镜图片示于图 3。基于至少 100 根纳米线的测量,纳米线的平均直径为  $63.4 \pm 18.3\text{nm}$ 。

[0440] 实施例 6

[0441] 在室温下向装有 280mL 乙二醇 (EG) 的 500mL 反应烧瓶中添加已在氮气氛下制备的  $\text{ReCl}_3$  于 EG 中的新制 9.8mM 溶液 1.30g。通过玻璃吸管用氮将所得混合物脱气 2 小时,同时以 100rpm 搅拌。也用氮将于 EG 中的 0.77M 聚乙烯吡咯烷酮 (PVP) 和于 EG 中的 0.25M  $\text{AgNO}_3$  溶液脱气 60 分钟,然后各制备 20mL 注射器。在氮保护下将反应混合物加热到  $155^\circ\text{C}$ ,然后通过 12 号 TEFLON<sup>®</sup> 氟聚合物注射器针头以恒定的速率经 25 分钟添加  $\text{AgNO}_3$  和 PVP 溶液。在  $155^\circ\text{C}$  下保持反应 90 分钟,然后使其冷却到环境温度。

[0442] 银纳米线产物的光学显微镜图片示于图 4。

[0443] 实施例 7

[0444] 在室温下向装有 280mL 乙二醇 (EG) 的 500mL 反应烧瓶中添加  $\text{VCl}_3$  于 EG 中的 27mM 溶液 0.74g。使用玻璃吸管用氮将此混合物脱气,同时以 100rpm 搅拌 2 小时。也用氮将于 EG 中的 0.25M  $\text{AgNO}_3$  和于 EG 中的 0.77M 聚乙烯吡咯烷酮 (PVP) 储备溶液脱气 60 分钟。将两个注射器各装载 20mL  $\text{AgNO}_3$  和 PVP 溶液。将反应混合物在  $\text{N}_2$  下加热到  $145^\circ\text{C}$ ,然后通过 12 号 TEFLON<sup>®</sup> 氟聚合物注射器针头以恒定的速率经 25 分钟添加  $\text{AgNO}_3$  和 PVP 溶液。在  $145^\circ\text{C}$  下保持反应 90 分钟,然后使其冷却到室温。

[0445] 银纳米线产物的光学显微照片示于图 5,其长度大约 10 微米,纳米粒子非常少。基于至少 100 根线的测量,纳米线的平均直径为  $30.2 \pm 18.4\text{nm}$ 。

[0446] 实施例 8

[0447] 向装有 280mL 乙二醇 (EG) 的 500mL 反应烧瓶中添加  $\text{ScCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  于 EG 中的新制

20mM 溶液 1.0g。在室温和 100rpm 机械搅拌下,通过使用玻璃吸管向溶液中鼓  $N_2$  泡使反应混合物脱气 2 小时。也通过向溶液中鼓  $N_2$  泡 60 分钟使于 EG 中的 0.25M  $AgNO_3$  和于 EG 中的 0.77M 聚乙烯吡咯烷酮 (PVP) 储备溶液脱气。将两个注射器各装载 20mL  $AgNO_3$  和 PVP 溶液。将反应混合物在  $N_2$  下加热到 155°C,然后,在将反应混合物保持 10 分钟后,通过 12 号 Teflon 注射器针头以恒定的速率经 25 分钟添加  $AgNO_3$  和 PVP 溶液。在 155°C 下保持反应 90 分钟,然后使其冷却到室温。

[0448] 银纳米线产物的光学显微照片示于图 6。纳米粒子污染的程度最低。基于至少 100 根线的测量,纳米线的平均直径为  $44.1 \pm 8.4nm$ 。

#### [0449] 实施例 9

[0450] 首先通过在室温和氮气氛下搅拌使于甲苯中的 1.0M  $TiCl_4$  与 EG 混合来制备 94mM  $TiCl_4$  甲苯/乙二醇 (EG) 乳液。在室温下向装有 280mL EG 的 500mL 反应烧瓶中添加 0.22g 此乳液。用氮将此混合物脱气,同时以 100rpm 搅拌 2 小时。也通过在室温下向溶液中鼓  $N_2$  泡将于 EG 中的 0.25M  $AgNO_3$  和于 EG 中的 0.77M 聚乙烯吡咯烷酮 (PVP) 储备溶液脱气 60 分钟。将两个注射器各装载 20mL  $AgNO_3$  和 PVP 溶液。将反应混合物在  $N_2$  下加热到 155°C,然后通过 12 号 TEFLON<sup>®</sup> 氟聚合物注射器针头以恒定的速率经 25 分钟添加  $AgNO_3$  和 PVP 溶液。在 155°C 下保持反应 90 分钟,然后使其冷却到室温。

[0451] 银纳米线产物的光学显微照片示于图 7。基于至少 100 根线的测量,纳米线的平均直径为  $32 \pm 16nm$ 。

#### [0452] 实施例 10

[0453] 使用表面下 TEFLON<sup>®</sup> 氟聚合物管引入氮,使用引入的氮将装有 280mL 乙二醇 (EG) 的 500mL 反应烧瓶脱气过夜。向此时的烧瓶中添加二氧二氯化钼 (IV) 于 EG 中的新制 22mM 溶液 0.82g。然后收回氟聚合物管以提供大约 0.5L/分钟流速下的氮保护。将反应混合物加热到 145°C,同时以 100rpm 搅拌。用氮将于 EG 中的 0.84M 聚乙烯吡咯烷酮 (PVP) 和于 EG 中的 0.25M  $AgNO_3$  溶液脱气,然后各制备 20mL 注射器。然后通过 12 号 TEFLON<sup>®</sup> 氟聚合物注射器针头以恒定的速率经 25 分钟添加  $AgNO_3$  和 PVP 溶液。在 145°C 下保持反应 90 分钟,然后使其冷却到环境温度。

[0454] 在 45 分钟反应时间时的银纳米线产物的光学显微镜图片示于图 8。图 9 示出在 60 分钟反应时间时的产物。

#### [0455] 实施例 11

[0456] 在室温下向装有 280mL 乙二醇 (EG) 的 500mL 反应烧瓶中添加 3.3g 氯化钨 (IV) 于 EG 中的 5.9mM 溶液。以 100rpm 搅动混合物并使用玻璃吸管,用氮脱气 2 小时。也将于 EG 中的 0.25M  $AgNO_3$  和于 EG 中的 0.77M 聚乙烯吡咯烷酮 (PVP) 储备溶液用氮脱气 60 分钟,然后各制备 20mL 注射器。然后将烧瓶加热到 145°C,同时通过使氮穿过其内容物鼓泡来脱气。然后通过 12 号 TEFLON<sup>®</sup> 氟聚合物注射器针头以恒定的速率经 25 分钟添加  $AgNO_3$  和 PVP 溶液。然后将烧瓶保持温度 60 分钟,此后将其冷却到环境温度。

[0457] 将反应产物以等体积的丙酮稀释,然后以 500G 离心 45 分钟。将上清液轻轻倒出,将留下的固体通过摇动 10 分钟重新分散在 200mL 异丙醇中,然后离心,轻轻倒出并重新分散在 15mL 异丙醇中。银纳米线产物的光学显微照片示于图 10。基于至少 100 根线的测量,纳米线的平均直径为  $54.4 \pm 12.6nm$ 。

**[0458] 实施例 12**

**[0459]** 在室温下向装有 280mL 乙二醇 (EG) 的 500mL 反应烧瓶中添加六水合氯化铬 (III) 于 EG 中的 7.8mM 溶液 1.0g。以 100rpm 搅动混合物并使用玻璃吸管,用氮脱气 2 小时。也用氮将于 EG 中的 0.25M  $\text{AgNO}_3$  和于 EG 中的 0.77M 聚乙烯吡咯烷酮 (PVP) 储备溶液脱气 60 分钟,然后各制备 20mL 注射器。然后将烧瓶加热到 145℃,同时通过使氮穿过其内容物鼓泡来脱气。然后通过 12 号 TEFLON<sup>®</sup> 氟聚合物注射器针头以恒定的速率经 25 分钟添加  $\text{AgNO}_3$  和 PVP 溶液。然后将烧瓶保持温度 90 分钟,此后将其冷却到环境温度。

**[0460]** 将反应产物以等体积的丙酮稀释,然后以 500G 离心 45 分钟。将上清液轻轻倒出,将留下的固体通过摇动 10 分钟重新分散在 200mL 异丙醇中,然后离心,轻轻倒出并重新分散在 15mL 异丙醇中。银纳米线产物的扫描电子显微照片示于图 11。银纳米线的平均直径为  $47 \pm 14\text{nm}$ 。

**[0461] 实施例 13**

**[0462]** 以 100rpm 搅动装有 280mL 乙二醇 (EG) 的 500mL 反应烧瓶,并在室温下使用通过 TEFLON<sup>®</sup> 氟聚合物管引入到液体表面以下的氮来脱气过夜。然后,向反应烧瓶中添加 15mg 七水合氯化钬 (III)。也用氮将于 EG 中的 0.25M  $\text{AgNO}_3$  和于 EG 中的 0.84M 聚乙烯吡咯烷酮 (PVP, 重均分子量 55,000) 储备溶液脱气 60 分钟,然后各制备 20mL 注射器。然后将烧瓶加热到 145℃,然后用氮保护反应烧瓶顶部空间。然后通过 12 号 TEFLON<sup>®</sup> 氟聚合物注射器针头以恒定的速率经 25 分钟添加  $\text{AgNO}_3$  和 PVP 溶液。然后将烧瓶保持温度 90 分钟,此后将其冷却到环境温度。

**[0463]** 图 12 示出银纳米线产物的 400- 倍光学显微照片,其平均纳米线直径为  $58.3 \pm 27.8\text{nm}$ ,其中所指出的平均直径和标准偏差是根据至少 100 根线的测量计算的。

**[0464] 实施例 14**

**[0465]** 除了使用 59mg 七水合氯化钬 (III) 并且在冷却前使反应进行 150 分钟外,重复根据实施例 13 的程序。图 13 示出银纳米线产物的 400- 倍光学显微照片,其平均纳米线直径为  $88.2 \pm 33.8\text{nm}$ 。

**[0466] 实施例 15**

**[0467]** 在室温下使用通过 TEFLON<sup>®</sup> 氟聚合物管引入到液体表面以下的氮将装有 280mL 乙二醇 (EG)、2.4g 聚乙烯吡咯烷酮 (PVP, 重均分子量 55,000) 和 7.1mg 六水合氯化钬 (III) 的 500mL 反应烧瓶脱气过夜。然后将管自液体收回以对反应烧瓶顶部空间提供大约 0.5L/分钟下的氮保护,此后将烧瓶加热到 145℃。也用氮将于 EG 中的 0.50M  $\text{AgNO}_3$  储备溶液脱气,然后制备溶液的 40mL 注射器。然后通过 12 号 TEFLON<sup>®</sup> 氟聚合物注射器针头以恒定的速率经 25 分钟添加  $\text{AgNO}_3$  溶液。然后将烧瓶保持温度 60 分钟,此后将其冷却到环境温度。

**[0468]** 图 14 和 15 示出银纳米线产物的光学显微照片。基于至少 100 根线的测量,纳米线的平均直径为  $88.9 \pm 17.1\text{nm}$ 。

**[0469] 实施例 16**

**[0470]** 使用 3.3mg 7.1mg 六水合氯化钬 (III),重复实施例 15 的程序。图 16 和 17 示出银纳米线产物的光学显微照片,基于至少 100 根线的测量,纳米线的平均直径为  $89.4 \pm 18.7\text{nm}$ 。

**[0471] 实施例 17**

[0472] 在室温下使用通过TEFLON<sup>®</sup>氟聚合物管引入到液体表面以下的氮将装有 300mL 乙二醇 (EG)、2.2g 聚乙烯吡咯烷酮 (PVP, 重均分子量 55,000) 和 9.2mg 四氯化铅双(四氢呋喃)加合物的 500mL 反应烧瓶脱气过夜。然后将管自液体收回以对反应烧瓶顶部空间提供大约 0.5L/分钟下的氮保护,此后将搅动烧瓶加热到 145℃。也用氮将于 EG 中的 0.50M AgNO<sub>3</sub> 储备溶液脱气,然后制备脱气溶液的 20mL 注射器。然后通过 12 号TEFLON<sup>®</sup>氟聚合物注射器针头以恒定的速率经 25 分钟添加 AgNO<sub>3</sub> 溶液。然后将烧瓶保持温度 60 分钟,此后将其冷却到环境温度。

[0473] 图 18 示出纳米线产物的光学显微照片,基于 100 根线的测量,其平均直径为  $253.5 \pm 133.0\text{nm}$ ,平均长度为  $8.7 \pm 5.5\ \mu\text{m}$ 。

[0474] 实施例 18

[0475] 使用 6.9mg 四氯化锆双(四氢呋喃)加合物代替含铅的加合物,重复实施例 17 的程序。图 19 示出银纳米线产物的光学显微照片,基于 100 根线的测量,其平均直径为  $147.3 \pm 50.0\text{nm}$ ,平均长度为  $15.6 \pm 12.0\ \mu\text{m}$ 。

[0476] 实施例 19

[0477] 在室温下使用通过TEFLON<sup>®</sup>氟聚合物管引入到液体表面以下的氮将装有 300mL 乙二醇 (EG)、2.2g 聚乙烯吡咯烷酮 (PVP, 重均分子量 55,000) 和 4.3mg 氯化钽 (V) 的 500mL 反应烧瓶脱气过夜。然后将管自液体收回以对反应烧瓶顶部空间提供大约 0.5L/分钟下的氮保护,此后将搅动烧瓶加热到 145℃。也用氮将于 EG 中的 0.50M AgNO<sub>3</sub> 储备溶液脱气,然后制备脱气溶液的 20mL 注射器。然后通过 12 号TEFLON<sup>®</sup>氟聚合物注射器针头以恒定的速率经 25 分钟添加 AgNO<sub>3</sub> 溶液。然后将烧瓶保持温度 60 分钟,此后将其冷却到环境温度。

[0478] 图 20 示出纳米线产物的光学显微照片,基于 100 根线的测量,其平均直径为  $83.1 \pm 11.9\text{nm}$ ,平均长度为  $13.2 \pm 3.6\ \mu\text{m}$ 。

[0479] 实施例 20

[0480] 使用 9.9mg 氯化钽 (V) 重复实施例 19 的程序。图 21 示出银纳米线产物的光学显微照片,基于 100 根线的测量,其平均直径为  $215 \pm 119\text{nm}$ ,平均长度为  $10.6 \pm 6.5\ \mu\text{m}$ 。

[0481] 实施例 21(比较)

[0482] 使用表面下玻璃吸管将装有 200mL 乙二醇 (EG)、1.28mL FeCl<sub>2</sub> 于乙二醇 (EG) 中的 0.006M 溶液的 500mL 反应烧瓶脱气。然后将搅动烧瓶加热到 135℃,继续进行氮鼓泡 1 小时,随后对顶部空间进行氮保护。也用氮将于 EG 中的 0.094M AgNO<sub>3</sub> 和于 EG 中的 0.282M 聚乙烯吡咯烷酮 (PVP) 储备溶液脱气。然后制备脱气 AgNO<sub>3</sub> 和 PVP 溶液的 60mL 注射器,并然后通过 12 号TEFLON<sup>®</sup>氟聚合物注射器针头以恒定的速率经 10 分钟进行添加。然后将烧瓶保持温度 2.5 小时,此后将其在冰浴中骤冷以冷却到室温。

[0483] 基于至少 100 根线的测量,所得纳米线的平均直径为  $121 \pm 27\text{nm}$ 。

[0484] 实施例 22(比较)

[0485] 在室温下使用通过玻璃吸管引入到液体表面以下的氮将装有 300mL 乙二醇 (EG)、2.2g 聚乙烯吡咯烷酮 (PVP, 重均分子量 55,000) 和氯化锡 (II) 于 EG 中的 6.9mM 溶液 1.4g 的 500mL 反应烧瓶脱气 2 小时。然后将管自液体收回以对反应烧瓶顶部空间提供氮保护,此后将搅动烧瓶加热到 145℃。也用氮将于 EG 中的 0.28M AgNO<sub>3</sub> 和于 EG 中的 0.84M PVP 储

备溶液脱气,然后制备脱气溶液的 20mL 注射器。然后通过 12 号TEFLON<sup>®</sup>氟聚合物注射器针头以 0.8mL/ 分钟的恒定速率添加 AgNO<sub>3</sub> 和 PVP 溶液。然后将烧瓶保持温度 120 分钟,此后将其冷却到环境温度。

[0486] 基于至少 100 根线的测量,所得纳米线的平均直径为  $75.9 \pm 17.1 \text{ nm}$ ,平均长度为  $7.4 \pm 3.3 \mu \text{ m}$ 。

[0487] 实施例 23

[0488] 使用 18.7mg 四氯化钪双(四氢呋喃)加合物代替氯化钪(V),重复实施例 19 的程序。基于 100 根线的测量,所得纳米线产物的平均直径为  $238.1 \pm 102.7 \text{ nm}$ ,平均长度为  $11.0 \pm 7.6 \mu \text{ m}$ 。

[0489] 实施例 24

[0490] 使用 16.2mg 四氯化锆双(四氢呋喃)加合物代替氯化钪(V),重复实施例 19 的程序。基于 100 根线的测量,所得纳米线产物的平均直径为  $241 \pm 95 \text{ nm}$ ,平均长度为  $10.4 \pm 6.6 \mu \text{ m}$ 。

[0491] 表 I

[0492]

| ID   | 摩尔比<br>$\text{Mn}^{2+}:\text{Ag}^{+}$ | 平均直径(nm)    | 平均长度(微米)       |
|------|---------------------------------------|-------------|----------------|
| 实施例1 | 1:632                                 | $63 \pm 15$ | $6.3 \pm 2.0$  |
| 实施例2 | 1:213                                 | $55 \pm 15$ | $9.0 \pm 4.0$  |
| 实施例3 | 1:93                                  | $60 \pm 14$ | $11 \pm 5.0$   |
| 实施例4 | 1:213                                 | $25 \pm 15$ | $10.6 \pm 3.7$ |

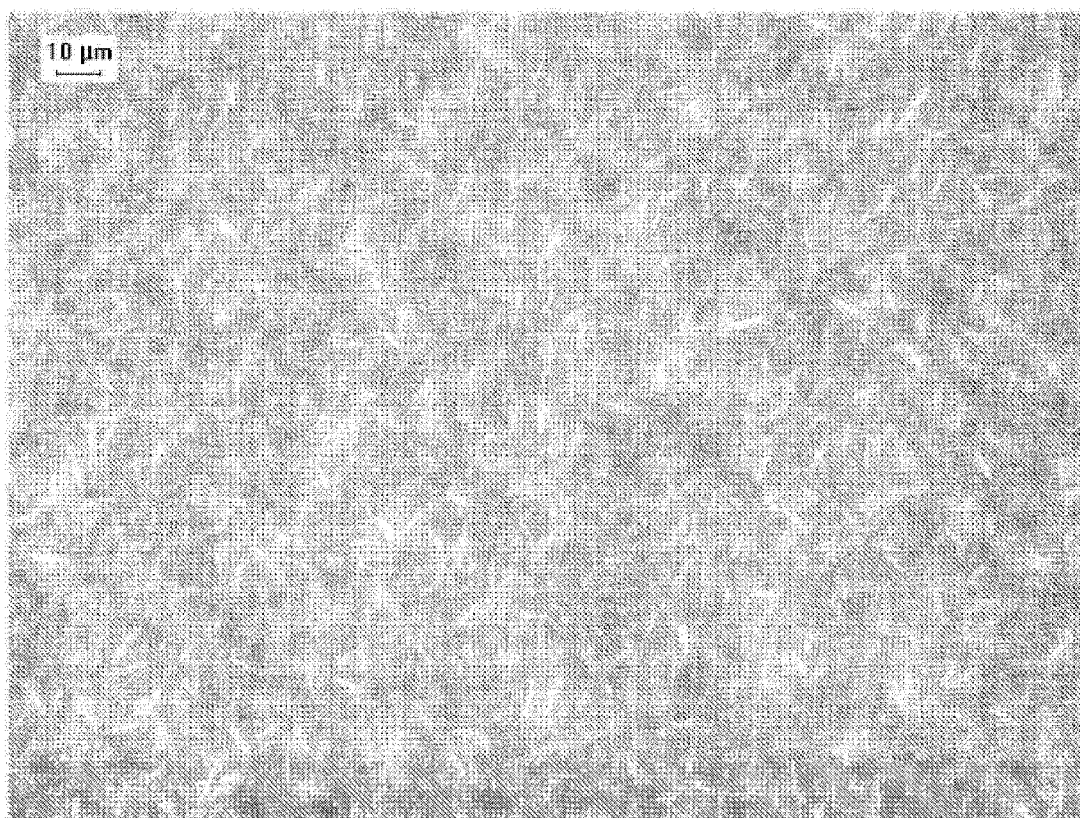


图 1

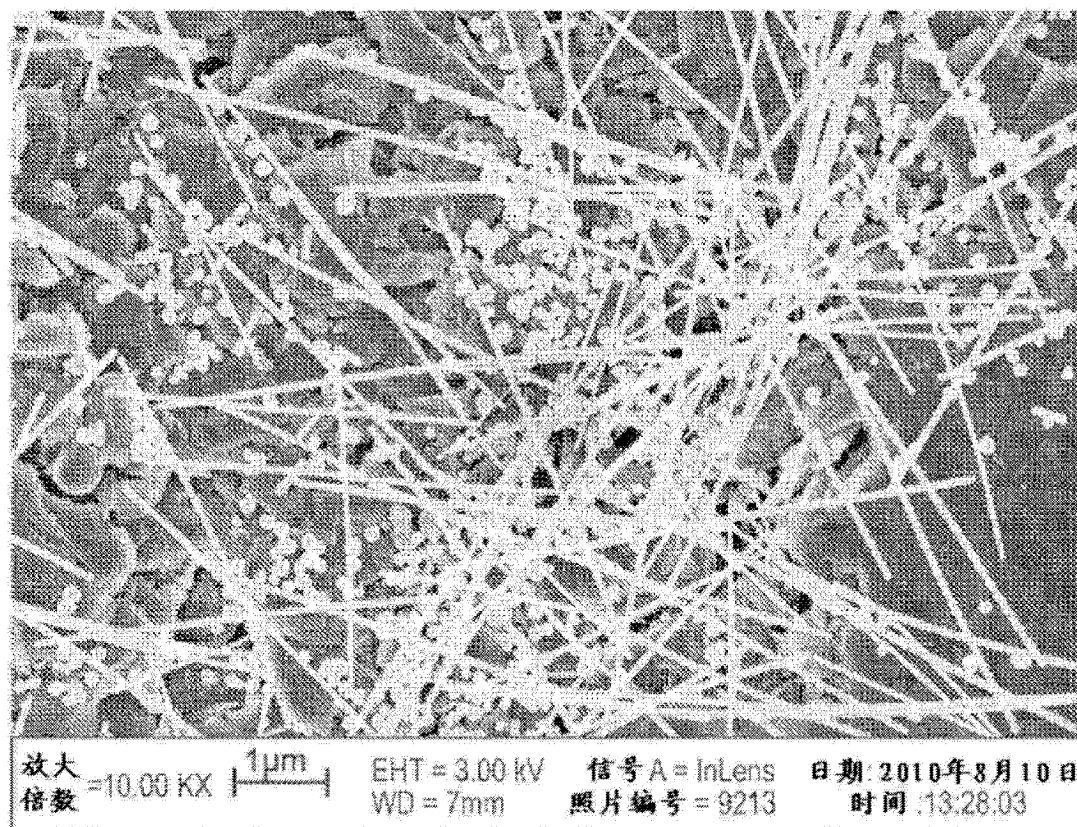


图 2

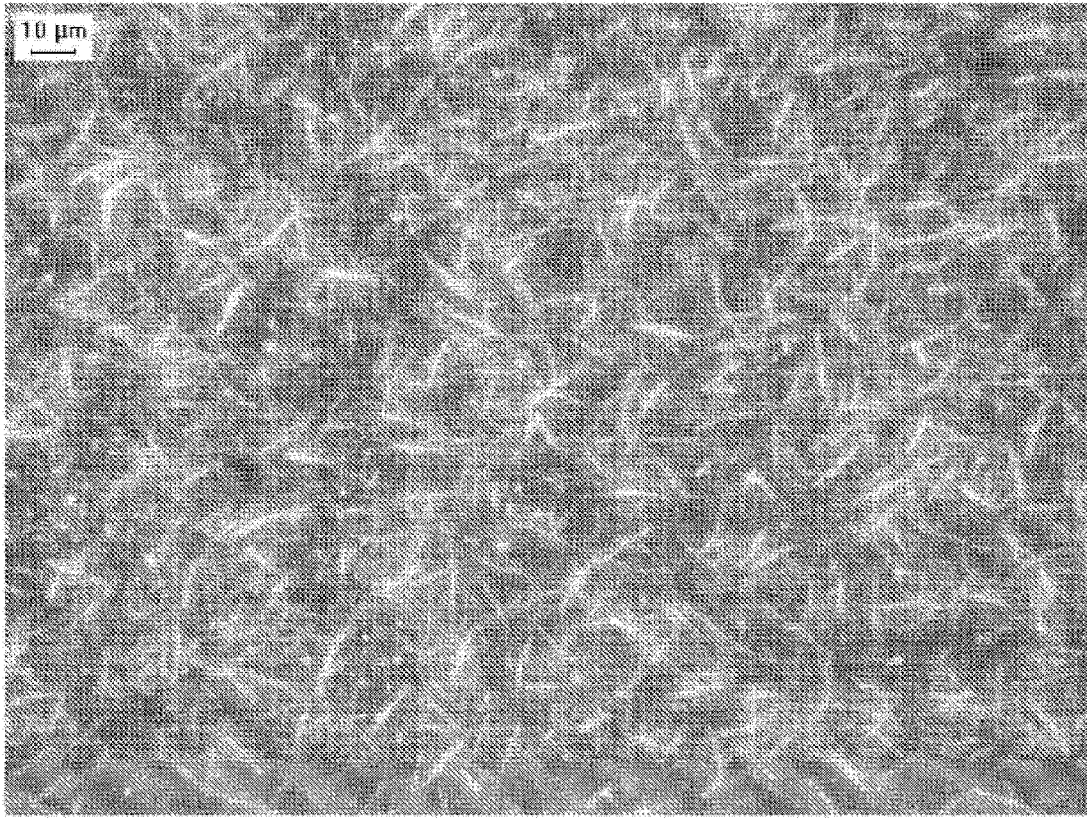


图 3

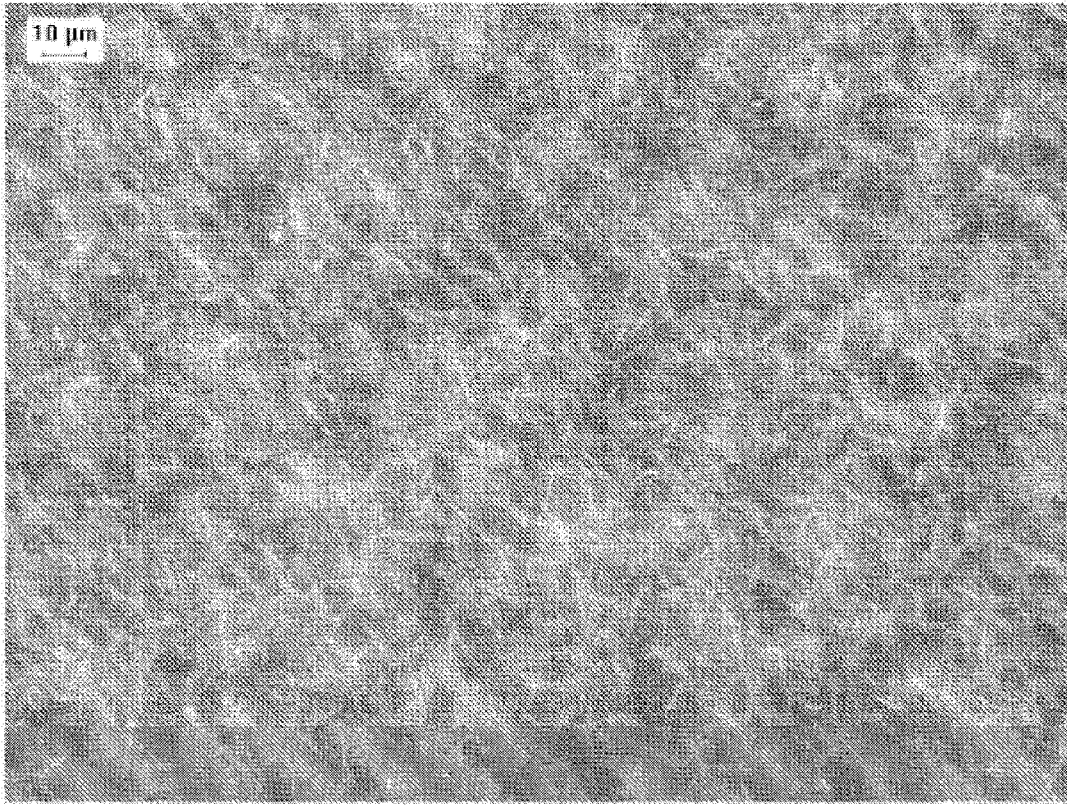


图 4

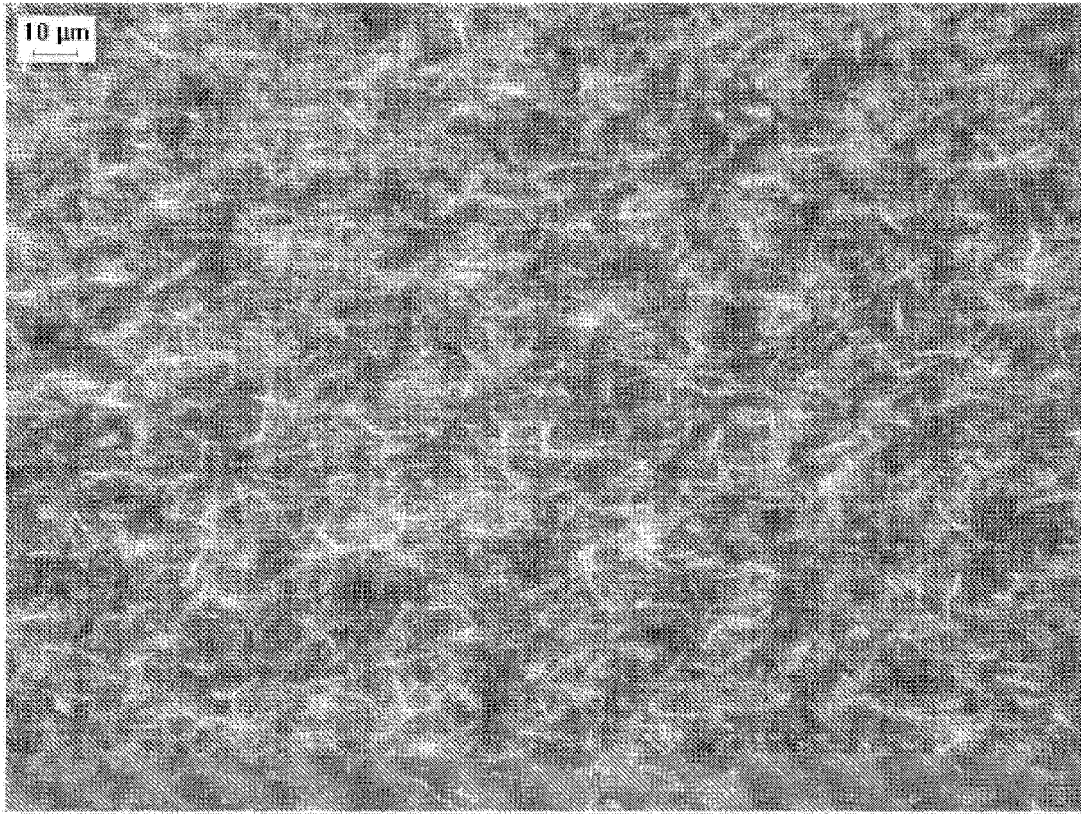


图 5

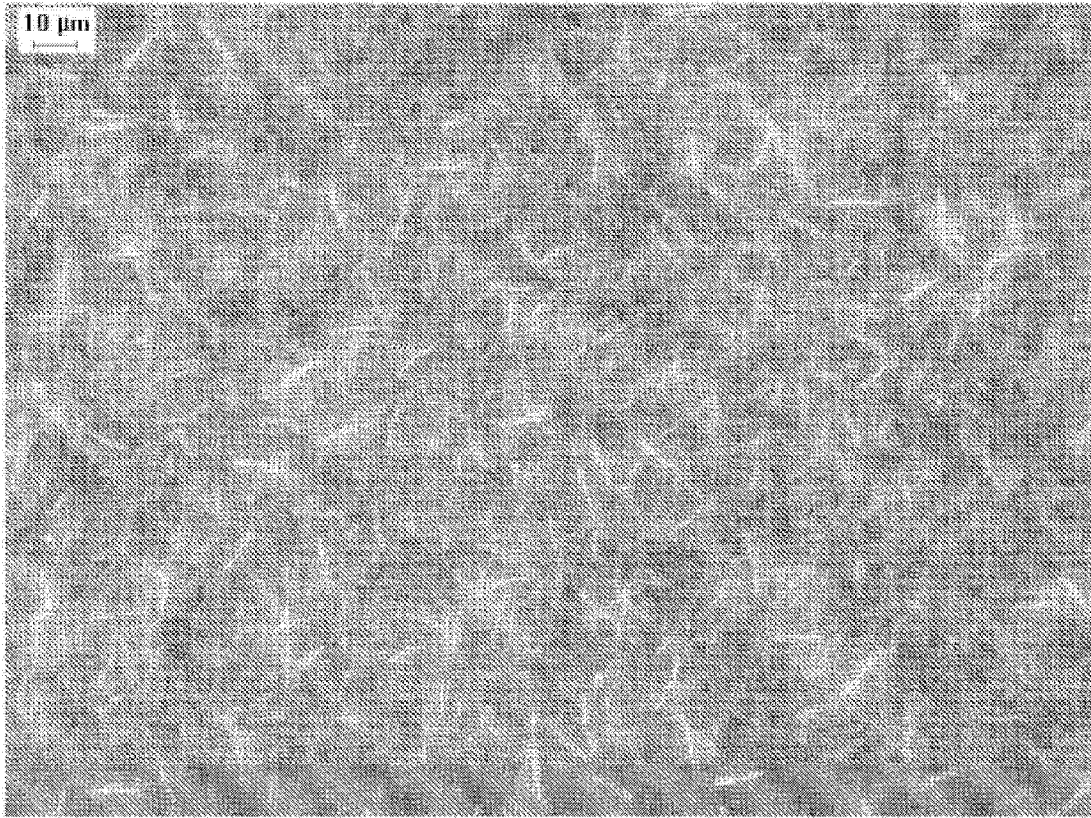


图 6

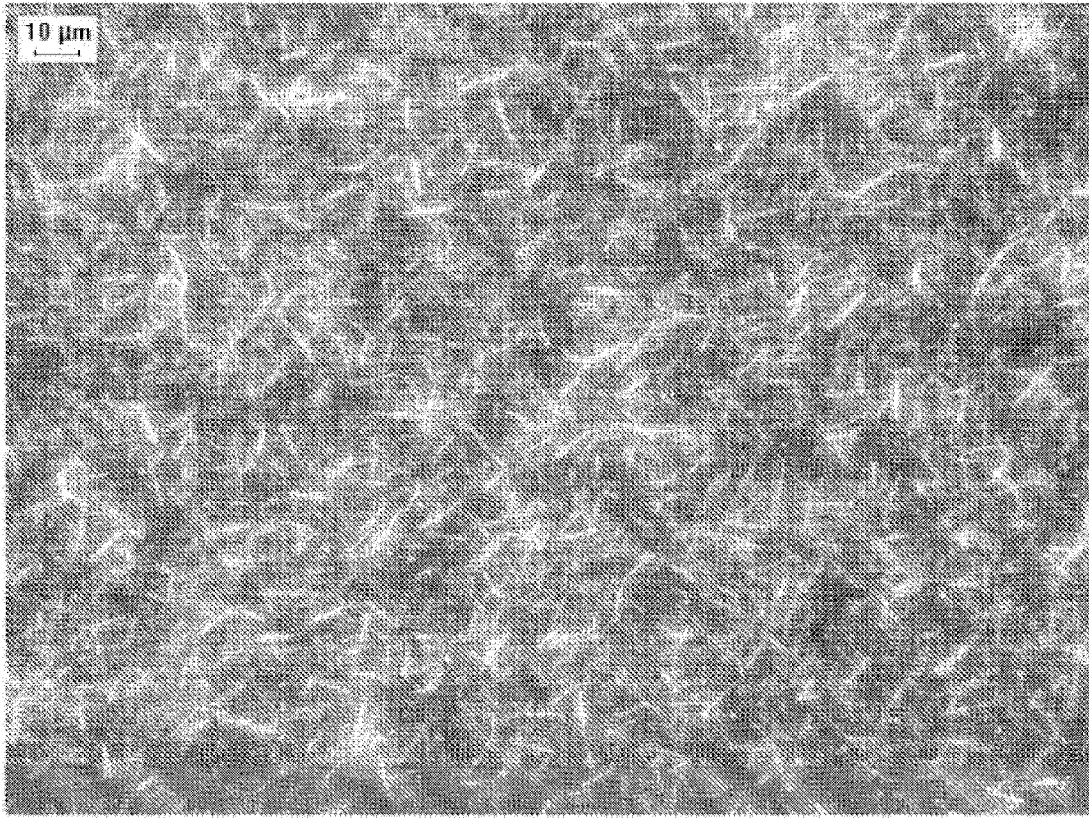


图 7

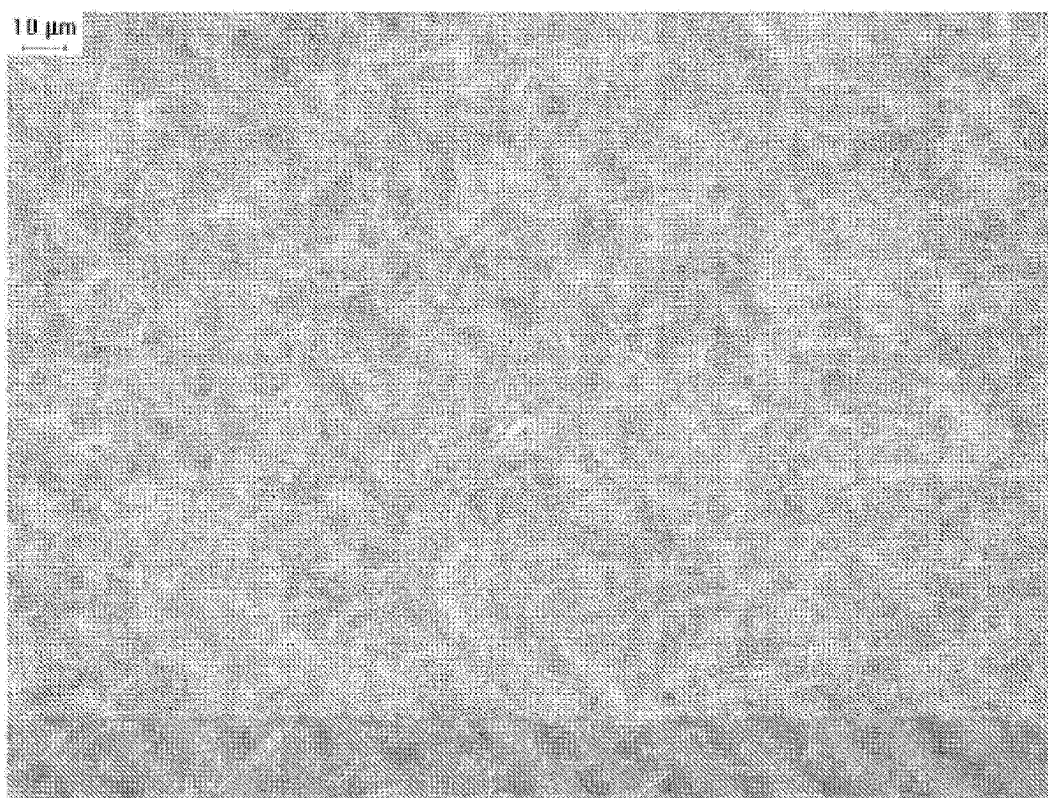


图 8

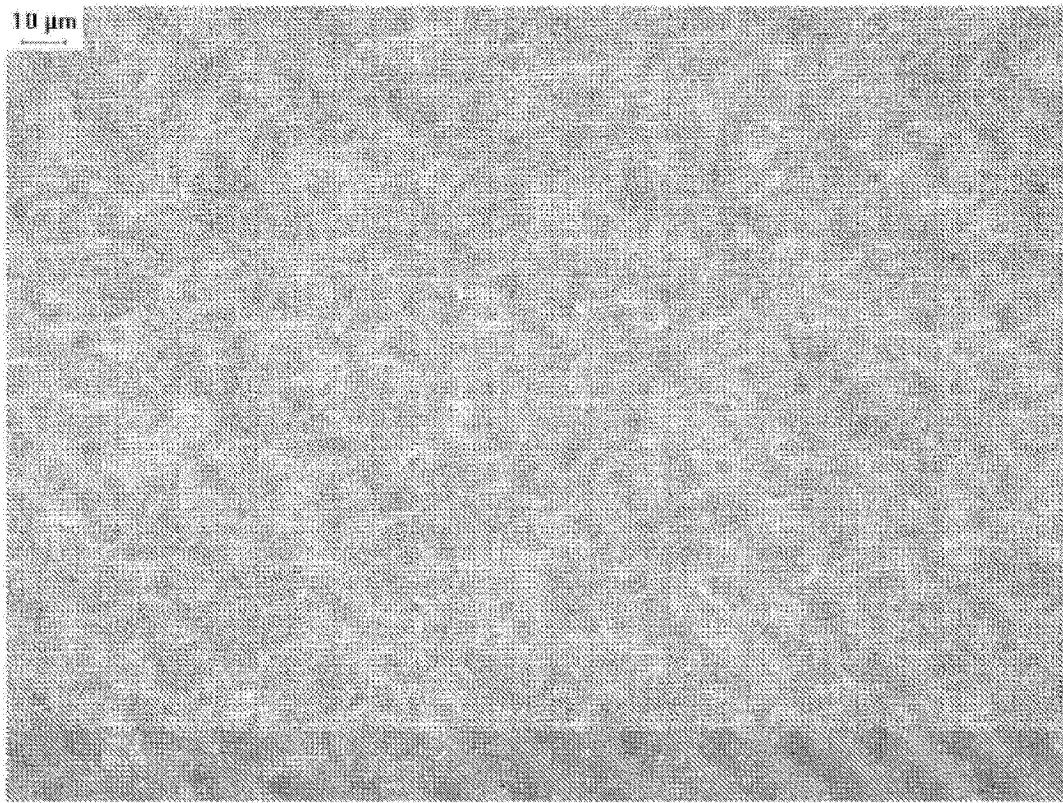


图 9

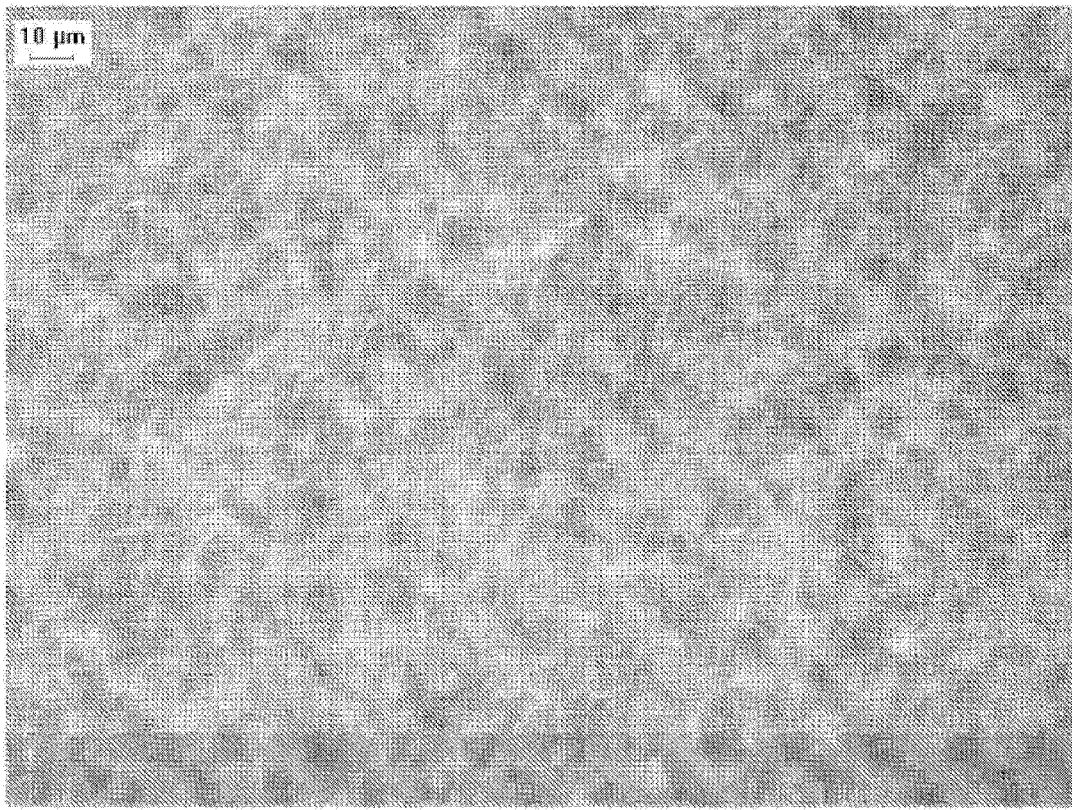


图 10

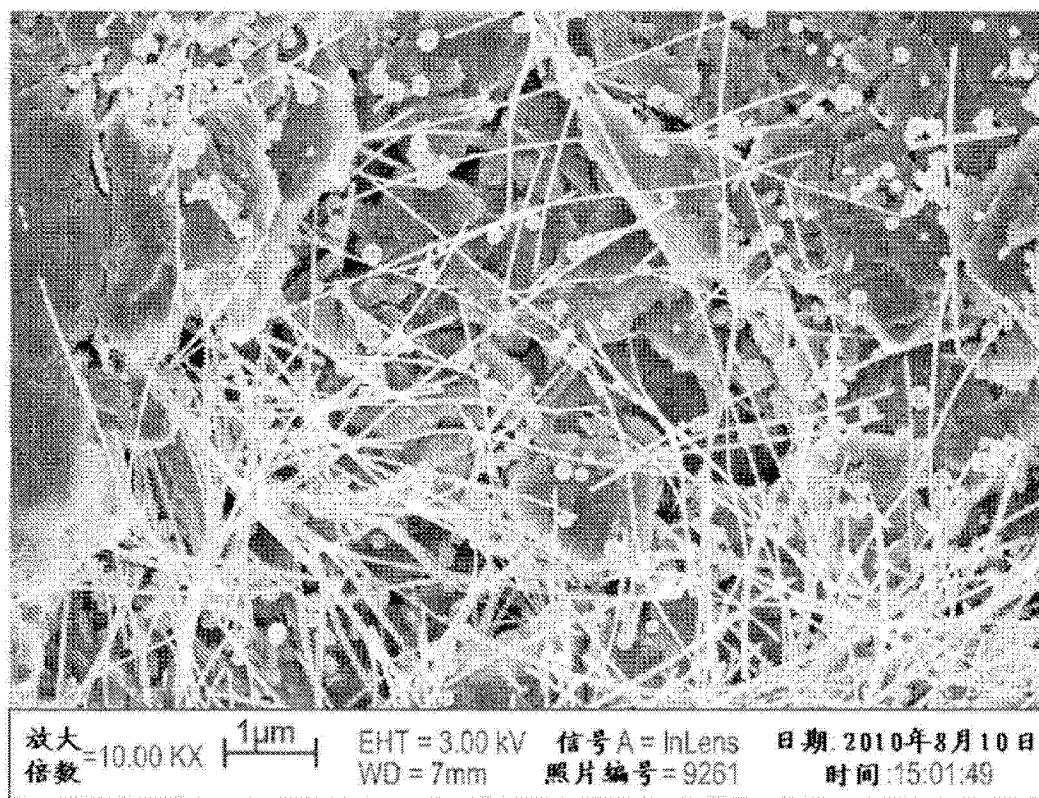


图 11

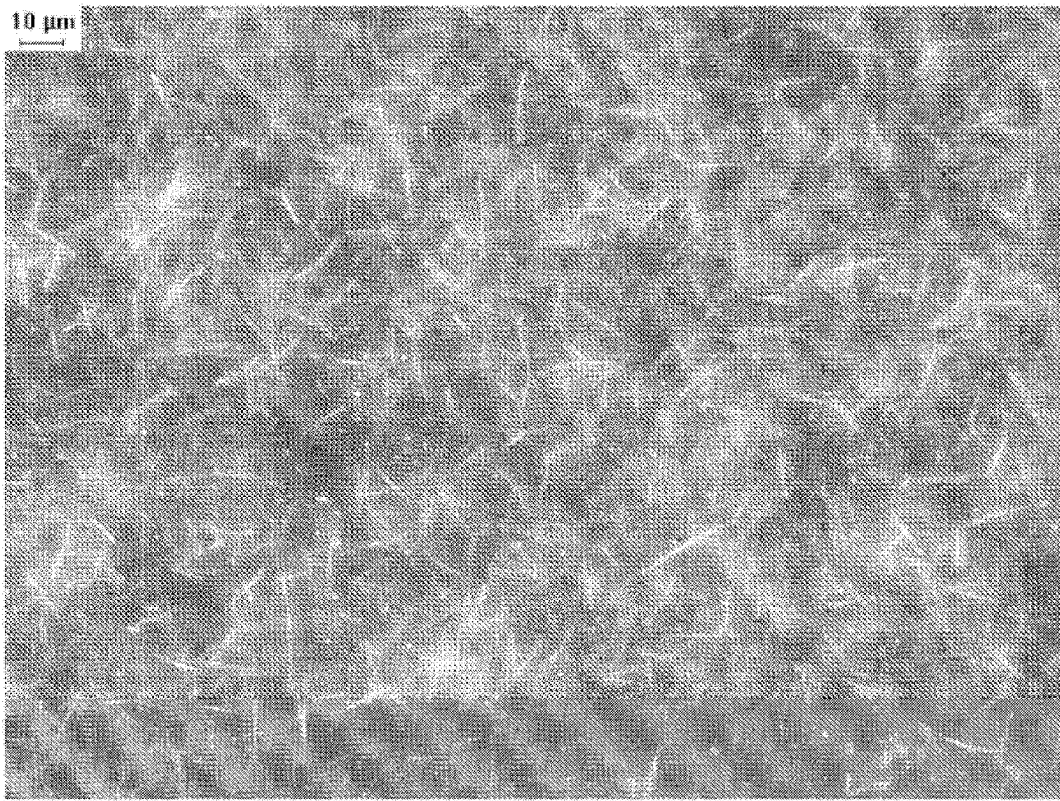


图 12

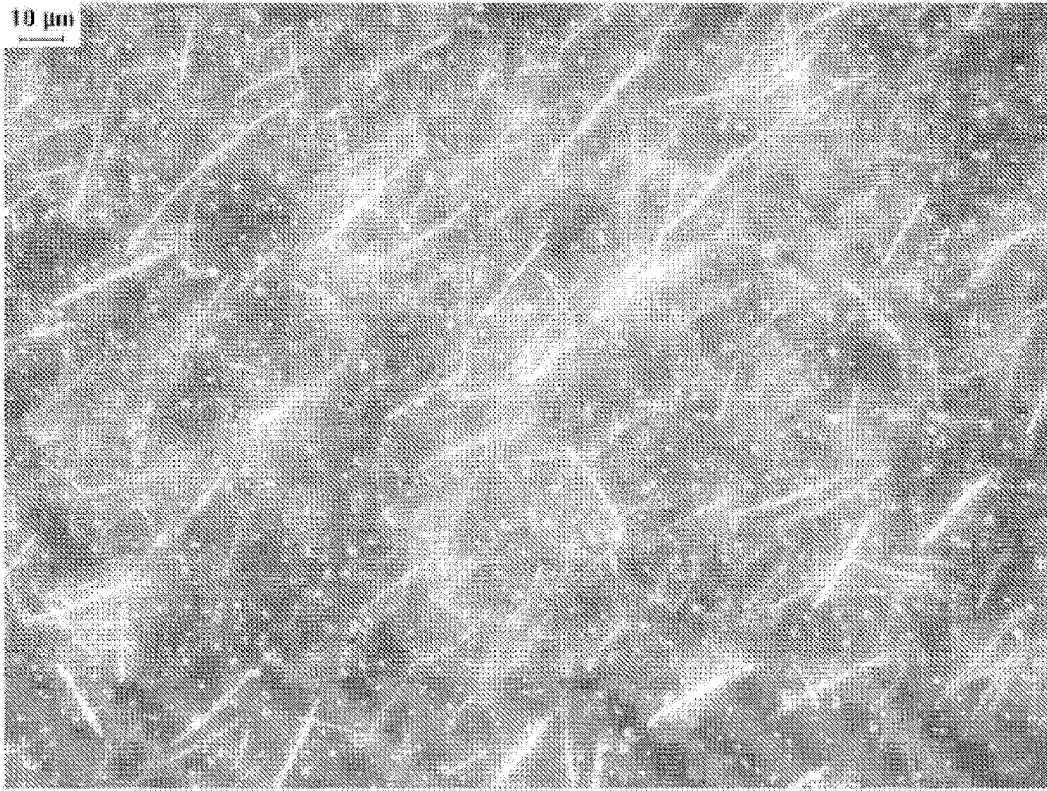


图 13

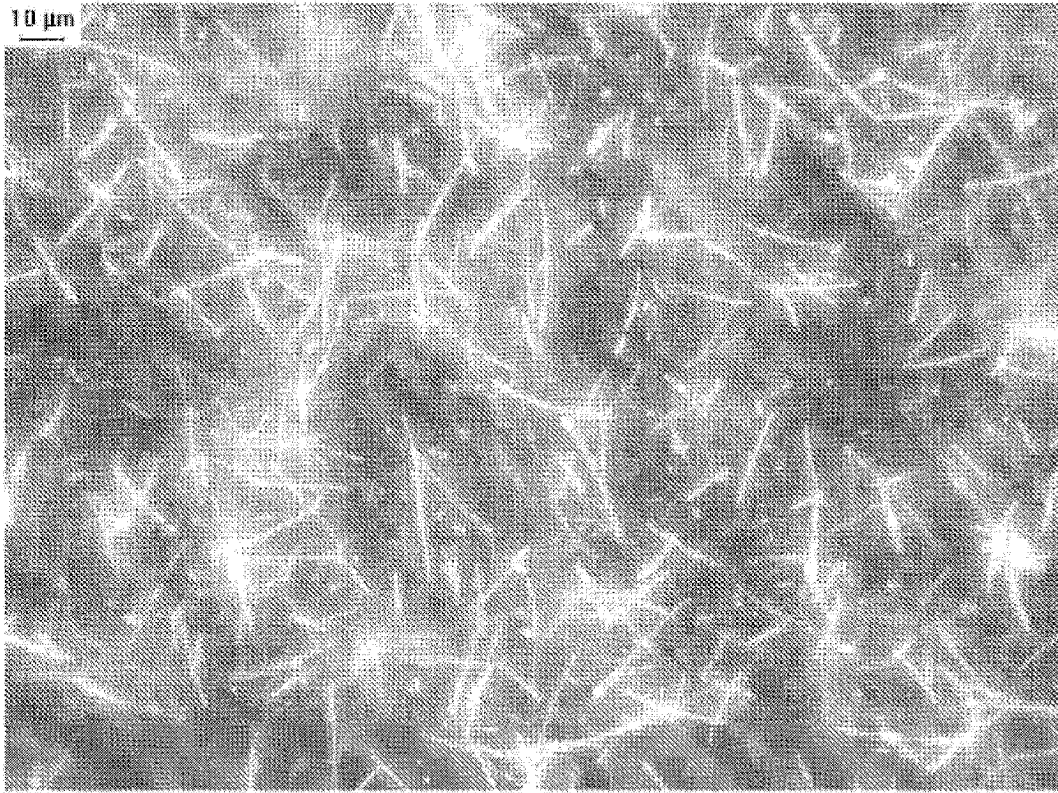


图 14

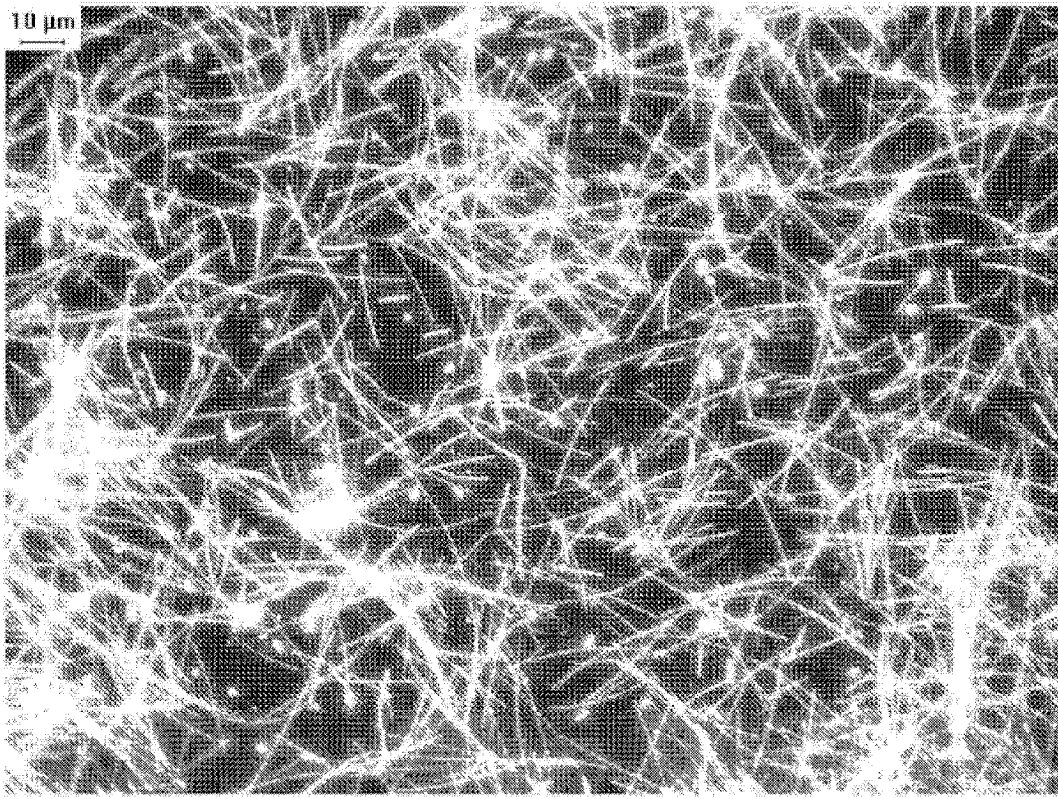


图 15

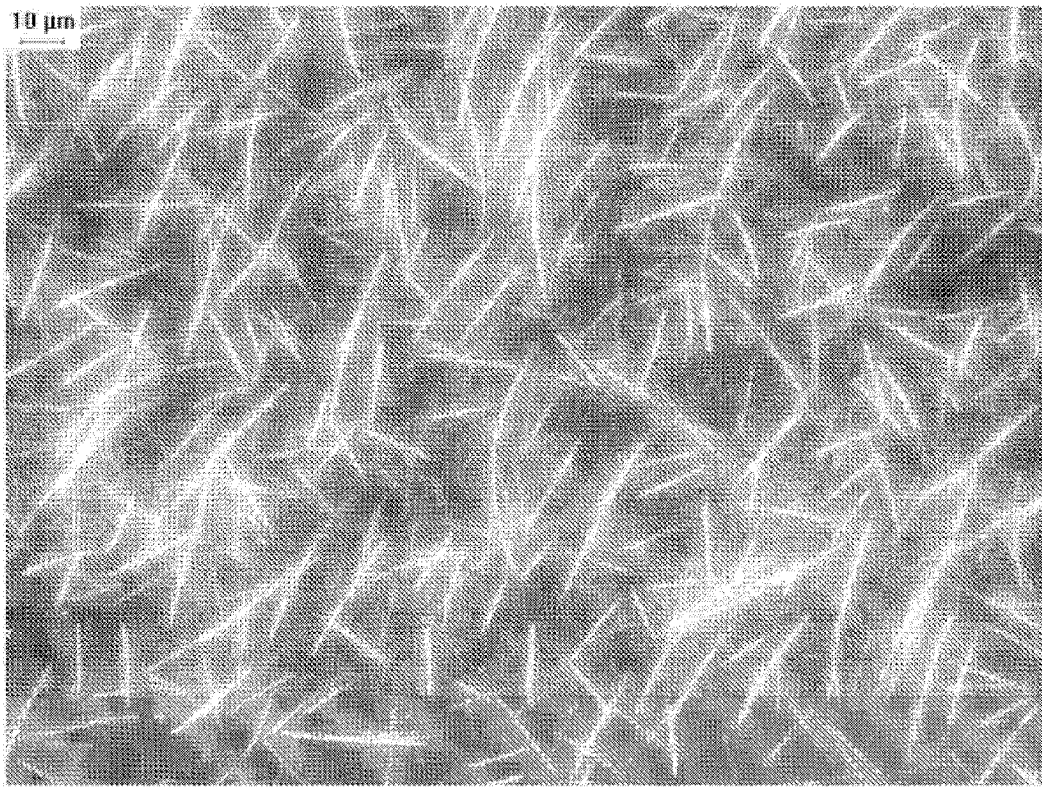


图 16

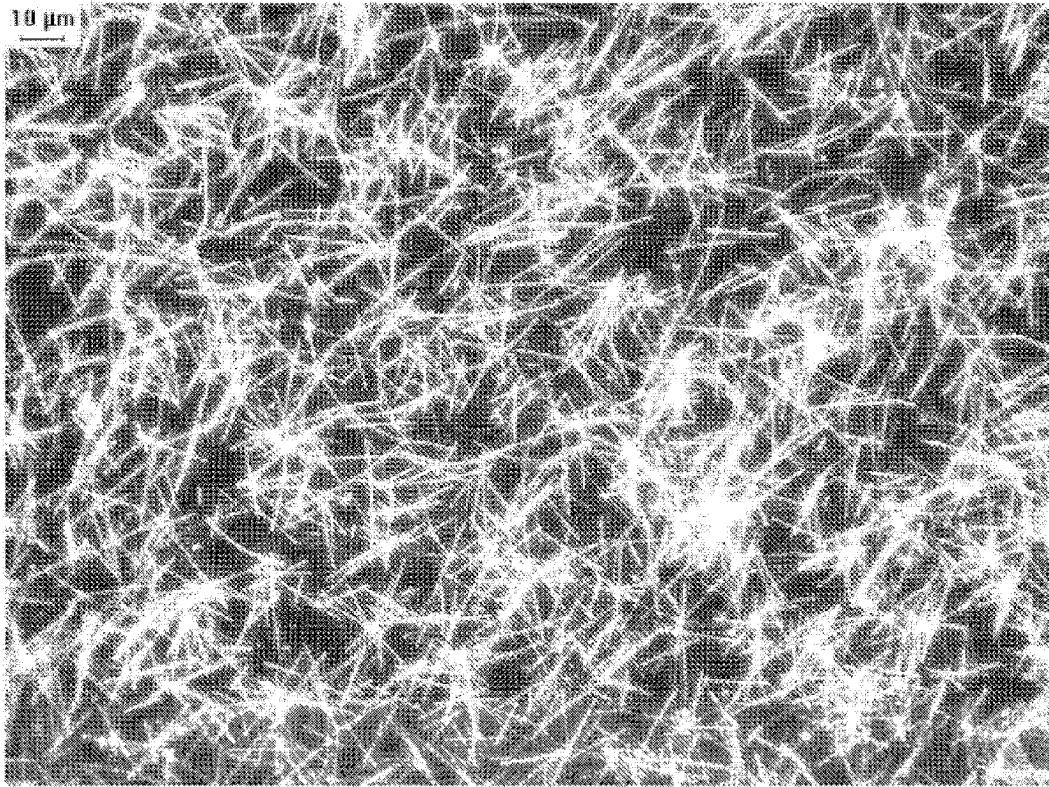


图 17

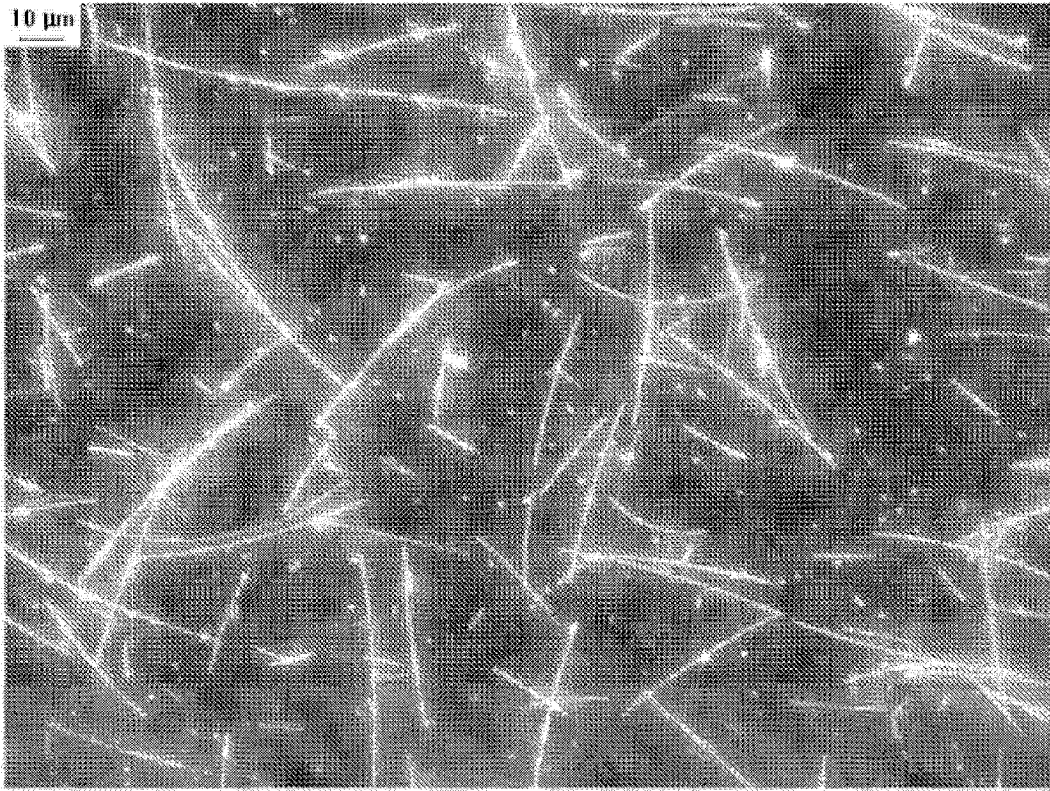


图 18

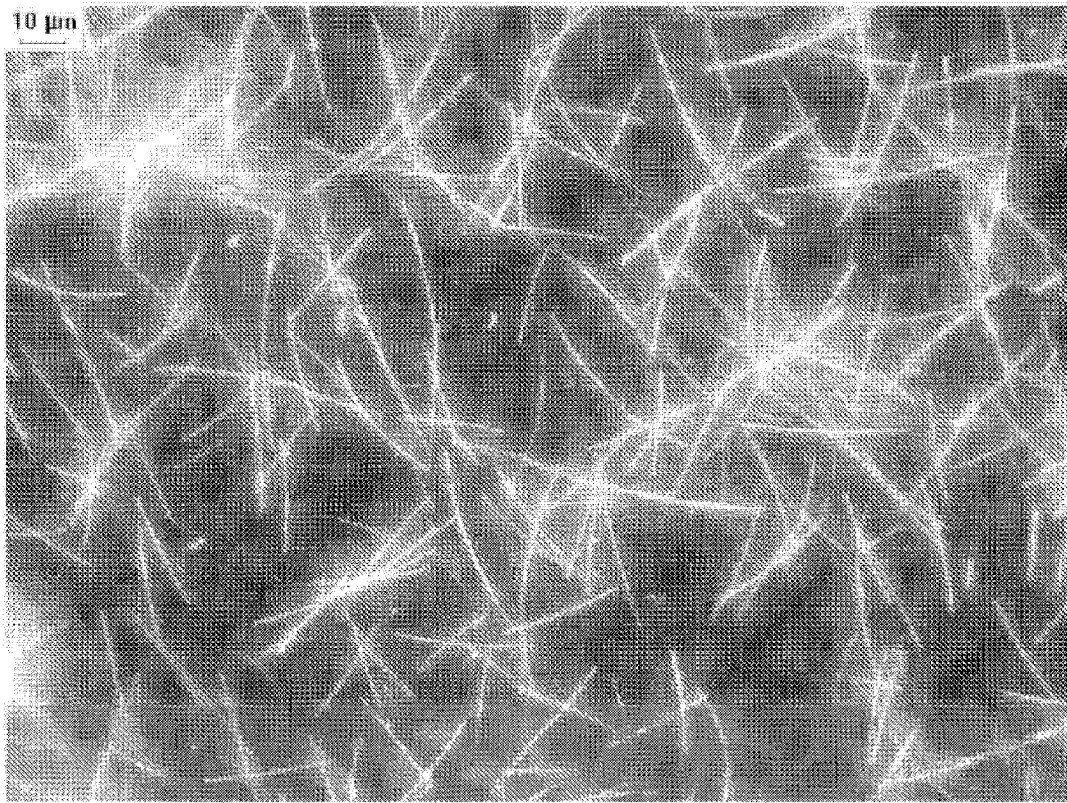


图 19

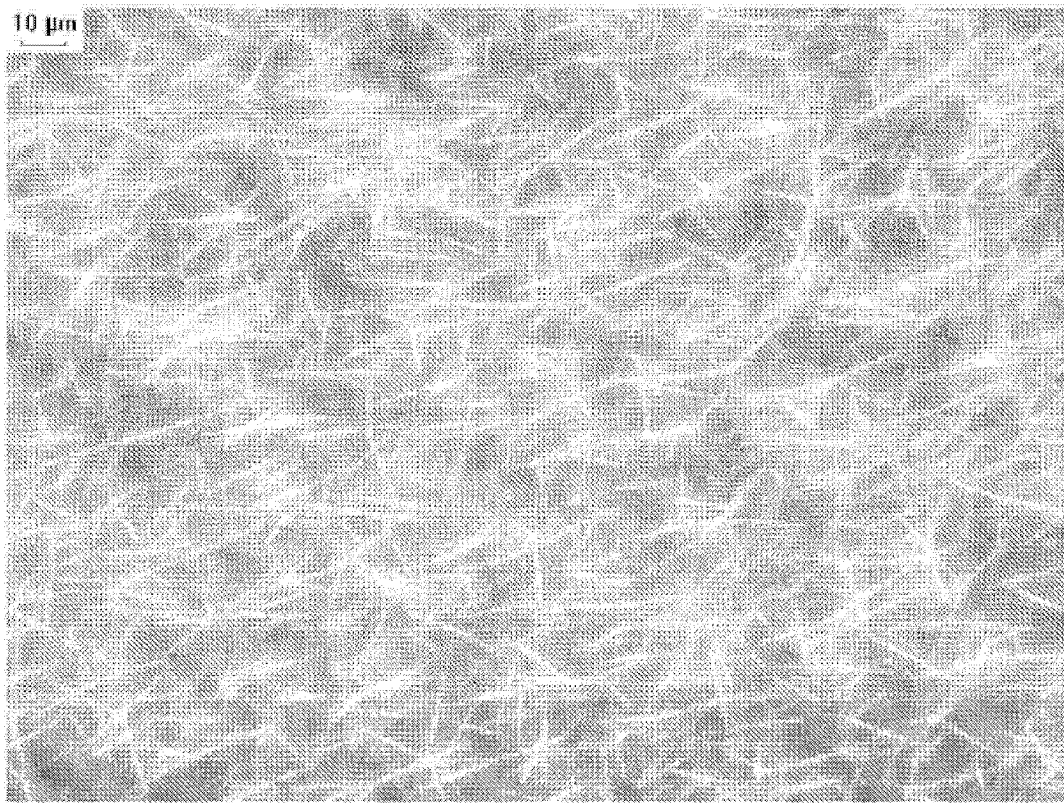


图 20

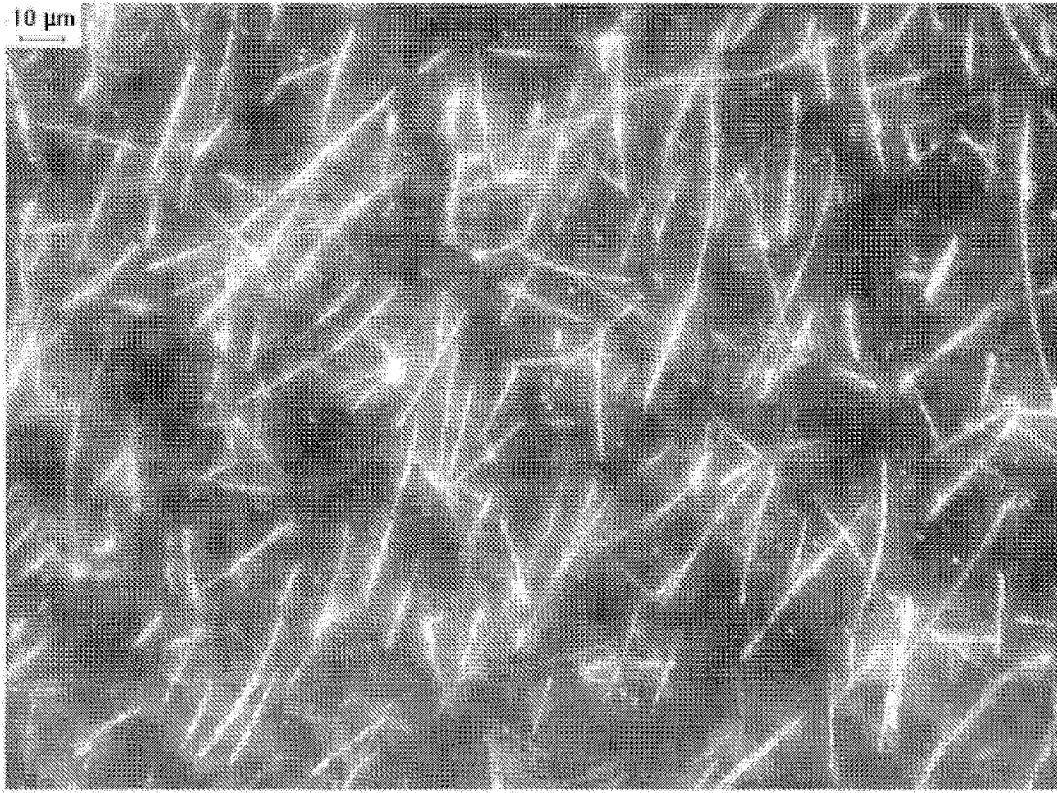


图 21