



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101895807 B

(45) 授权公告日 2012. 11. 21

(21) 申请号 200910107488. 7

(22) 申请日 2009. 05. 19

(73) 专利权人 清华大学

地址 100084 北京市海淀区清华园 1 号清华大学清华 - 富士康纳米科技研究中心 401 室

专利权人 鸿富锦精密工业(深圳)有限公司

(72) 发明人 姜开利 刘亮 冯辰 潜力 范守善

(51) Int. Cl.

H04R 17/00(2006. 01)

H04R 1/00(2006. 01)

审查员 贾杨

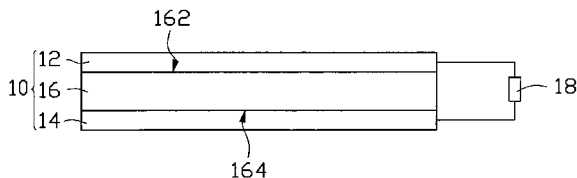
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 3 页

(54) 发明名称

平板扬声器

(57) 摘要

本发明提供一种平板扬声器,该平板扬声器包括:一压电元件,该压电元件包括一第一表面和与该第一表面相对的一第二表面;一第一电极,该第一电极与所述压电元件电连接且设置于其第一表面;一第二电极,该第二电极与所述压电元件电连接且设置于所述压电元件的第二表面;其中,所述第一电极和第二电极均为一碳纳米管结构,该碳纳米管结构包括多个基本沿同一个方向排列的碳纳米管。该平板扬声器由于采用上述碳纳米管结构作为第一电极和第二电极,因此该平板扬声器具有较高灵敏度和稳定性。



1. 一种平板扬声器,该平板扬声器包括:
 - 一压电元件,该压电元件包括一第一表面和与该第一表面相对的一第二表面;
 - 一第一电极,该第一电极与所述压电元件电连接且设置于其第一表面;
 - 一第二电极,该第二电极与所述压电元件电连接且设置于所述压电元件的第二表面;其特征在于,所述第一电极和第二电极均为一碳纳米管结构,该碳纳米管结构包括多个基本沿同一个方向排列的碳纳米管,该多个碳纳米管通过范德华力相互吸引。
2. 如权利要求 1 所述的平板扬声器,其特征在于,所述第一电极的多个碳纳米管基本平行于所述压电元件的第一表面。
3. 如权利要求 1 所述的平板扬声器,其特征在于,所述第二电极的多个碳纳米管基本平行于所述压电元件的第二表面。
4. 如权利要求 1 所述的平板扬声器,其特征在于,所述碳纳米管结构包括至少一碳纳米管膜。
5. 如权利要求 4 所述的平板扬声器,其特征在于,所述碳纳米管膜包括多个通过范德华力首尾相连且沿同一方向排列的碳纳米管。
6. 如权利要求 4 所述的平板扬声器,其特征在于,所述碳纳米管膜包括多个大致平行排列的碳纳米管。
7. 如权利要求 4 所述的平板扬声器,其特征在于,所述碳纳米管结构包括多个碳纳米管膜,该多个碳纳米管膜共面且无间隙铺设或层叠铺设。
8. 如权利要求 1 所述的平板扬声器,其特征在于,所述碳纳米管结构为一自支撑结构。
9. 如权利要求 1 所述的平板扬声器,其特征在于,所述碳纳米管结构的厚度为 0.5 纳米~1 毫米。
10. 如权利要求 1 所述的平板扬声器,其特征在于,所述碳纳米管包括单壁碳纳米管、双壁碳纳米管及多壁碳纳米管中的一种或多种。
11. 如权利要求 1 所述的平板扬声器,其特征在于,所述碳纳米管结构中碳纳米管的表面进一步包覆有至少一导电金属层。
12. 如权利要求 11 所述的平板扬声器,其特征在于,所述导电金属层的材料包括镍、钯、钛、铜、银、金、铂或其任意组合的合金。
13. 如权利要求 11 所述的平板扬声器,其特征在于,所述导电金属层的厚度为 1 纳米~100 纳米。
14. 如权利要求 1 所述的平板扬声器,其特征在于,所述第一电极和第二电极分别采用导电粘结剂粘结于所述压电元件的第一表面和第二表面。
15. 如权利要求 1 所述的平板扬声器,其特征在于,所述压电元件的材料为聚二氟乙烯、聚氟乙烯或聚氯乙烯。
16. 一种平板扬声器,该平板扬声器包括:
 - 一压电元件,该压电元件包括一第一表面和与该第一表面相对的一第二表面;
 - 一第一电极,该第一电极与所述压电元件电连接且设置于其第一表面;
 - 一第二电极,该第二电极与所述压电元件电连接且设置于所述压电元件的第二表面;
 - 一振膜,所述振膜设置于所述第一电极或第二电极的表面;其特征在于,所述第一电极和第二电极为一碳纳米管结构,该碳纳米管结构包括多个

基本沿同一个方向排列的碳纳米管,该多个碳纳米管通过范德华力相互吸引。

17. 如权利要求 16 所述的平板扬声器,其特征在于,所述振膜采用粘结剂与所述第一电极或第二电极粘结。

18. 如权利要求 16 所述的平板扬声器,其特征在于,所述振膜的材料为树脂、纸或金属。

平板扬声器

技术领域

[0001] 本发明涉及一种平板扬声器,尤其涉及一种压电式平板扬声器。

背景技术

[0002] 压电平板扬声器的工作原理是基于某些压电材料的逆压电效应。即,当对压电材料施加一交变电场,该压电材料便相应发生机械变形,从而推动周围空气振动发声。

[0003] 现有技术中的压电平板扬声器的基本结构一般包括压电元件及与该压电元件电连接并间隔设置的第一电极和第二电极。为保证该压电扬声器在工作过程中第一电极和第二电极与压电元件具有良好的电连接性能,一般采用印刷工艺在所述压电元件上制备金属膜作为第一及第二电极。然而在压电平板扬声器工作的过程中,压电元件会发生机械变形,而由金属材料制成的电极抗疲劳性能较差,因此在工作过程中容易受到压电元件的振动影响而发生疲劳断裂。

[0004] 另,现有技术中的压电平板扬声器也采用具有导电特性的铟锡氧化物(Indium Tin Oxide,ITO)层(下称 ITO 层)作为压电平板扬声器的电极,从而制备透明的压电平板扬声器。然而,用 ITO 作为电极也存在不耐弯折,抗疲劳性能较差,容易受压电元件的振动影响而发生疲劳断裂的缺点,同时,ITO 层需要在高温真空的环境下沉积在压电元件的表面上,由于压电元件本身不耐高温,因此该 ITO 电极的形成过程容易导致压电元件的压电性能下降。

[0005] 2007 年 4 月 12 日公开的 US20070081681A1 号美国专利申请揭示一种压电平板扬声器,该压电平板扬声器采用碳纳米管膜作为电极,该压电平板扬声器的形成方式为将含有碳纳米管的溶液通过涂敷的方式形成于压电元件的两个表面,之后再在 50℃~70℃ 的条件下将溶剂蒸发掉,该碳纳米管膜不需要在高温条件下与压电元件结合,因此其制备过程不会影响压电元件的压电性能。然而,通过上述方法形成的碳纳米管膜中,碳纳米管为无序排列,不利于发挥碳纳米管优异的纵向导电性,因此影响了整个压电平板扬声器的响应速度。

发明内容

[0006] 有鉴于此,确有必要提供一种具有较快响应速度的平板扬声器。

[0007] 一种平板扬声器,该平板扬声器包括:一压电元件,该压电元件包括一第一表面和与该第一表面相对的一第二表面;一第一电极,该第一电极与所述压电元件电连接且设置于其第一表面;一第二电极,该第二电极与所述压电元件电连接且设置于所述压电元件的第二表面;其中,所述第一电极和第二电极均为一碳纳米管结构,该碳纳米管结构包括多个基本沿同一个方向排列的碳纳米管,该多个碳纳米管通过范德华力相互吸引。

[0008] 一种平板扬声器,该平板扬声器包括:一压电元件,该压电元件包括一第一表面和与该第一表面相对的一第二表面;一第一电极,该第一电极与所述压电元件电连接且设置于其第一表面;一第二电极,该第二电极与所述压电元件电连接且设置于所述压电元件的

第二表面；一振膜，所述振膜设置于所述第一电极或第二电极的表面；其中，所述第一电极和第二电极为一碳纳米管结构，该碳纳米管结构包括多个基本沿同一个方向排列的碳纳米管，该多个碳纳米管通过范德华力相互吸引。

[0009] 本发明所提供的平板扬声器具有以下优点：所述平板扬声器采用碳纳米管结构作为第一电极和第二电极，且该碳纳米管结构包括多个基本沿同一方向排列的碳纳米管，其导电性较好，因此整个平板扬声器具有较好的灵敏度和稳定性。

附图说明

[0010] 图 1 是本发明第一实施例提供的平板扬声器结构示意图。

[0011] 图 2 是本发明第一实施例提供的碳纳米管拉膜结构示意图。

[0012] 图 3 是本发明第一实施例碳纳米管拉膜的扫描电镜照片。

[0013] 图 4 是本发明第一实施例包覆有导电金属层的碳纳米管的结构示意图。

[0014] 图 5 是本发明第一实施例包覆有导电金属层的碳纳米管的透射电镜照片。

[0015] 图 6 是本发明第二实施例提供的平板扬声器结构示意图。

具体实施方式

[0016] 以下将结合附图详细说明本发明实施例的平板扬声器。

[0017] 请参阅图 1，本发明第一实施例提供一种平板扬声器 10，该平板扬声器 10 包括：一压电元件 16，该压电元件 16 包括一第一表面 162 和与该第一表面 162 相对的第二表面 164；一第一电极 12，该第一电极 12 与所述压电元件 16 电连接且设置于其第一表面 162；一第二电极 14，该第二电极 14 与所述压电元件 16 电连接且设置于其第二表面 164。

[0018] 所述压电元件 16 为压电晶体、压电陶瓷、压电半导体或高分子压电材料。所述压电晶体的材料可为铌酸锂 (LiNbO_3)、钽酸锂 (LiTaO_3)、锆酸锂 (LiGeO_3)、镓酸锂 (LiGaO_3) 或锆酸铋 ($\text{Bi}_{12}\text{GeO}_{20}$) 等，所述压电陶瓷的材料可为钛酸钡 (BaTiO_3)，铅钛酸铅，铌酸盐系压电陶瓷或铌镁酸铅压电陶瓷等，所述压电半导体的材料可为硫化锌 (ZnS)、碲化镉 (CdTe)、氧化锌 (ZnO)、硫化镉 (CdS)、碲化锌 (ZnTe) 或砷化镓 (GaAs) 等，所述高分子压电材料可为聚二氟乙烯 (PVDF)、聚氟乙烯 (PVF)、聚氯乙烯 (PVC) 等。该压电元件 16 的厚度不限，可根据实际需要而定。

[0019] 所述第一电极 12 和第二电极 14 均为碳纳米管结构，该碳纳米管结构包括多个基本沿同一个方向排列的碳纳米管，且该碳纳米管结构中的碳纳米管均匀分布。此外，所述第一电极 12 的多个碳纳米管基本平行于所述压电元件 16 的第一表面，所述第二电极 14 的多个碳纳米管基本平行于所述压电元件 16 的第二表面。且所述碳纳米管包括单壁碳纳米管、双壁碳纳米管及多壁碳纳米管中的一种或多种。所述单壁碳纳米管的直径为 0.5 纳米～10 纳米，双壁碳纳米管的直径为 1.0 纳米～15 纳米，多壁碳纳米管的直径为 1.5 纳米～50 纳米。

[0020] 所述碳纳米管结构为一自支撑结构。所谓自支撑结构是指该碳纳米管结构无需通过一支撑体支撑，也能保持自身特定的形状。该自支撑结构包括多个碳纳米管，该多个碳纳米管通过范德华力相互吸引，从而使碳纳米管结构具有特定的形状。具体地，所述碳纳米管结构包括碳纳米管膜。

[0021] 所述碳纳米管膜可以为碳纳米管拉膜、带状碳纳米管膜或长碳纳米管膜。

[0022] 所述碳纳米管拉膜通过拉取一碳纳米管阵列直接获得,优选为通过拉取一超顺排碳纳米管阵列直接获得。该碳纳米管拉膜中包括大量碳纳米管首尾相连地沿同一个方向择优取向排列,请参阅图 2 及图 3,具体地,每一碳纳米管拉膜包括多个连续且定向排列的碳纳米管片段 143,该多个碳纳米管片段 143 通过范德华力首尾相连,每一碳纳米管片段 143 包括多个大致相互平行的碳纳米管 145,该多个相互平行的碳纳米管 145 通过范德华力紧密结合。该碳纳米管片段 143 具有任意的宽度、厚度、均匀性及形状。所述碳纳米管拉膜的厚度为 0.5 纳米~100 微米。所述碳纳米管拉膜及其制备方法请参见范守善等人于 2007 年 2 月 9 日申请的,于 2008 年 8 月 13 公开的第 CN101239712A 号中国大陆公开专利申请。为节省篇幅,仅引用于此,但上述申请所有技术揭露也应视为本发明申请技术揭露的一部分。

[0023] 所述带状碳纳米管膜为通过将一狭长的碳纳米管阵列沿垂直于碳纳米管阵列长度方向倾倒在—基底表面而获得。该带状碳纳米管膜包括多个择优取向排列的碳纳米管。所述多个碳纳米管之间互相平行并排排列,且通过范德华力紧密结合,该多个碳纳米管具有大致相等的长度,且其长度可达到毫米量级。所述带状碳纳米管膜的宽度与碳纳米管的长度相等,故该带状碳纳米管阵列中至少有一个碳纳米管从带状碳纳米管膜的一端延伸至另一端,从而跨越整个带状碳纳米管膜。该带状碳纳米管膜的宽度受碳纳米管的长度限制,优选地,该碳纳米管的长度为 1 毫米~10 毫米。该所述带状碳纳米管膜的结构及其制备方法请参见范守善等人于 2008 年 5 月 28 日申请的第 200810067529.X 号中国大陆专利申请。为节省篇幅,仅引用于此,但上述申请所有技术揭露也应视为本发明申请技术揭露的一部分。

[0024] 所述长碳纳米管膜为通过放风筝法获得,具体为使生长于—基底之上的多个超长碳纳米管在碳源气流的作用下漂浮于一接收基底之上,之后停止通入碳源气,从而在接收基底之上形成所述的长碳纳米管膜。该长碳纳米管膜包括多个平行于碳纳米管膜表面的超长碳纳米管,且该多个碳纳米管彼此基本平行排列。所述多个超长碳纳米管的长度可大于 10 厘米。所述碳纳米管膜中相邻两个超长碳纳米管之间的距离小于 5 微米,相邻两个超长碳纳米管之间通过范德华力紧密连接。所述长碳纳米管膜的结构及其制备方法请参见范守善等人于 2008 年 2 月 1 日申请的第 200810066048.7 号中国大陆专利申请。为节省篇幅,仅引用于此,但上述申请所有技术揭露也应视为本发明申请技术揭露的一部分。

[0025] 当所述碳纳米管结构包括上述多个碳纳米管膜时,该多个碳纳米管膜可共面且无间隙铺设或/和层叠铺设,从而制备不同面积与厚度的碳纳米管结构。在由多个相互层叠的碳纳米管膜组成的碳纳米管结构中,相邻两个碳纳米管膜中的碳纳米管的排列方向相同或不同,优选为碳纳米管的排列方向相同。

[0026] 上述碳纳米管结构的厚度可在保证强度的同时根据需要选择,优选地,该碳纳米管结构的厚度为 0.5 纳米~1 毫米。当上述碳纳米管结构具有较小的厚度,如 0.5 纳米~99 纳米时,该碳纳米管结构具有较好的透明度,其光透过率可以达到 86%~95%。另外,由于上述碳纳米管结构中碳纳米管通过范德华力相互吸引形成一自支撑结构,因此该自支撑的碳纳米管结构整体具有较大的强度。同时由于碳纳米管的纵向导电性好,且本实施例碳纳米管结构中的多个碳纳米管基本沿同一个方向排列,因此该碳纳米管结构具有较高的均匀性,且由该碳纳米管结构形成的第一电极 12 和第二电极 14 具有良好的导电性,从而使得

所述的平板扬声器 10 具有较高的稳定性和灵敏度。

[0027] 所述碳纳米管结构分别通过导电粘结剂粘结于所述压电元件 16 的第一表面 162 和第二表面 164。该碳纳米管结构中的多个碳纳米管基本平行于该压电元件 16 的第一表面 162 和第二表面 164。由于该碳纳米管结构在垂直于碳纳米管长度方向具有较强的光透过性,相较于具有相同厚度且由无序排列的碳纳米管组成的碳纳米管层,该碳纳米管结构具有较好的透明度;另外,由于碳纳米管自身具有较好的柔性和耐弯折性,同时所述碳纳米管结构中的多个碳纳米管基本沿同一方向平行排列,且相邻的碳纳米管通过范德华力首尾相连,从而使该碳纳米管结构整体也具有较好的柔性和耐弯折性能。因此根据实际需要可形成一透明的、耐弯折的且具有较好灵敏度和稳定性的平板扬声器 10。此外,该碳纳米管结构无需在高温条件下制备,也无需借助复杂的设备,因此其制备工艺简单,适合工业化生产。

[0028] 请参阅图 4 及图 5,进一步地,该碳纳米管结构中的碳纳米管 111 表面可包覆至少一导电金属层 112。该至少一导电金属层 112 的材料可以包括铁、钴、镍、钨、钛、铜、银、金及铂中的一种或多种。该至少一导电金属层 112 的厚度可以为 1 纳米~100 纳米,优选为小于 20 纳米。本实施例中,该至少一导电金属层 112 从内至外依次包括一与碳纳米管润湿性良好的浸润层 1121 及一电导率较高的导电层 1122,该浸润层 1121 及导电层 1122 依次包覆于碳纳米管 111 的表面,所述浸润层 1121 为镍层,所述导电层 1122 为金层,该镍层的厚度约为 2 纳米,该金层的厚度约为 15 纳米。可以理解,该至少一导电金属层 112 还可进一步包括一过渡层(图未示)及一抗氧化层(图未示),所述过渡层设置于所述浸润层 1121 及导电层 1122 之间且均与所述浸润层 1121 及导电层 1122 具有良好的结合,所述抗氧化层包覆于该导电层 1122 表面且抗氧化性能较高的。

[0029] 上述至少一导电金属层 112 可采用蒸镀法、溅射法、沉积法、电镀法或化学镀法形成于碳纳米管结构中的碳纳米管 111 表面。具体地,当该碳纳米管结构包括多层重叠设置的碳纳米管膜时,可先分别给每个碳纳米管膜的碳纳米管 111 表面蒸镀导电金属层 112,形成多个碳纳米管复合膜,再将该多个碳纳米管复合膜相互重叠设置,该碳纳米管复合膜的具体制备方法请参见范守善等人于 2008 年 2 月 1 日申请的第 200810066039.8 号中国专利申请。表 1 为碳纳米管结构为单层碳纳米管拉膜时,在碳纳米管 111 的表面形成不同导电金属层 112 前后的方块电阻对比,可以发现,通过在碳纳米管结构中的碳纳米管 111 表面形成一导电金属层 112 可使所述第一电极 12 和第二电极 14 的电阻变小,从而提高了该第一电极 12 和第二电极 14 的导电性。

[0030] 表 1

| 编号 | 润湿层金属 种类/厚度 | 导电层金属 种类/厚度 | 方块电阻 (Ω) |
|----------|----------------|----------------|-------------------|
| [0031] 1 | -- | -- | 1684 |
| 2 | Ni/2nm | -- | 1656 |
| 3 | Ni/2nm | Au/3nm | 504 |

[0032] 利用逆压电效应原理,当一音频信号输入装置 18 将一音频信号通过所述第一电极 12 和第二电极 14 输入所述压电元件 16 时,所述的压电元件 16 会发生弹性变形。本实

施例中,由于设置于该压电元件 16 表面的第一电极 12 和第二电极 14 由具有柔性的碳纳米管组成,因此该压电元件 16 的弹性变性能使所述第一电极 12 和第二电极 14 相应地发生振动,从而推动周围空气发生振动并引起发声。

[0033] 请参阅图 6,本发明第二实施例提供一种平板扬声器 20,该平板扬声器 20 包括一压电元件 26,该压电元件 26 包括一第一表面 262 和与该第一表面 262 相对的第二表面 264;一第一电极 22,该第一电极 22 与所述压电元件 26 电连接且设置于其第一表面 262;一第二电极 24,该第二电极 24 与所述压电元件 26 电连接且设置于其第二表面 264。

[0034] 本实施例与上述第一实施例基本相同,其区别在于,该平板扬声器 20 进一步包括一振膜 29,所述振膜 29 可通过普通粘结剂粘结于所述第一电极 22 或第二电极 24 的表面。

[0035] 所述振膜 29 的材料可选择现有技术中传统扬声器所采用的传统振膜材料,如树脂、纸或金属材料等。同时,该振膜 29 的厚度不限,只需确保所述压电元件 26 的振动可驱动该振膜 29 同时发生振动,并推动周围空气振动发声即可。

[0036] 该平板扬声器 20 的具体工作过程为,采用一音频信号输入装置 28 将一音频信号通过所述第一电极 22 和第二电极 24 输入所述压电元件 26,从而使该压电元件 26 由于逆压电效应而振动,该压电元件 26 的振动相应地驱动所述振膜 29 发生振动,从而推动周围空气振动发声。

[0037] 该平板扬声器 20 的振膜 29 的振动无需采用传统扬声器的磁性系统和音圈等复杂的结构便可振动发声。

[0038] 本发明的平板扬声器具有以下优点:所述平板扬声器采用碳纳米管结构作为第一电极和第二电极,且该碳纳米管结构包括多个基本沿同一个方向排列的碳纳米管,由于碳纳米管的纵向导电性好,因此本发明的第一电极和第二电极具有良好的导电性,从而使整个平板扬声器具有较高的灵敏度和稳定性;此外由于本发明的碳纳米管结构具有一自支撑结构,因此所述第一电极和第二电极强度较高,从而延长了整个平板扬声器的使用寿命;由于碳纳米管结构中在垂直于碳纳米管长度方向具有较强的光透过性,因此,该碳纳米管结构具有较好的透明度;本发明通过在碳纳米管结构的表面形成一导电金属层,可更进一步提高该平板扬声器第一电极和第二电极的导电性能。

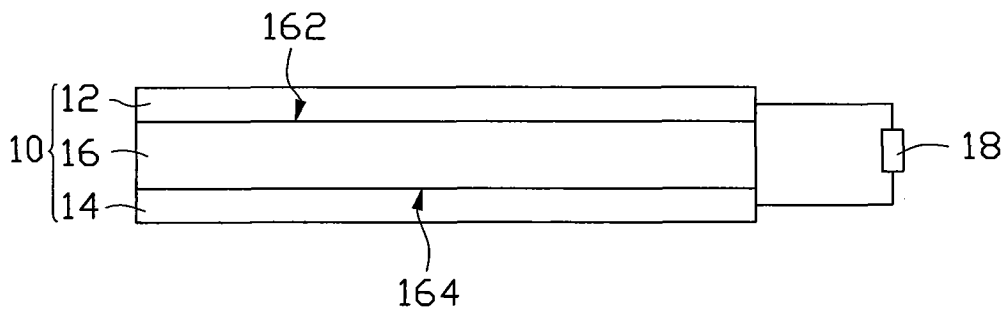


图 1

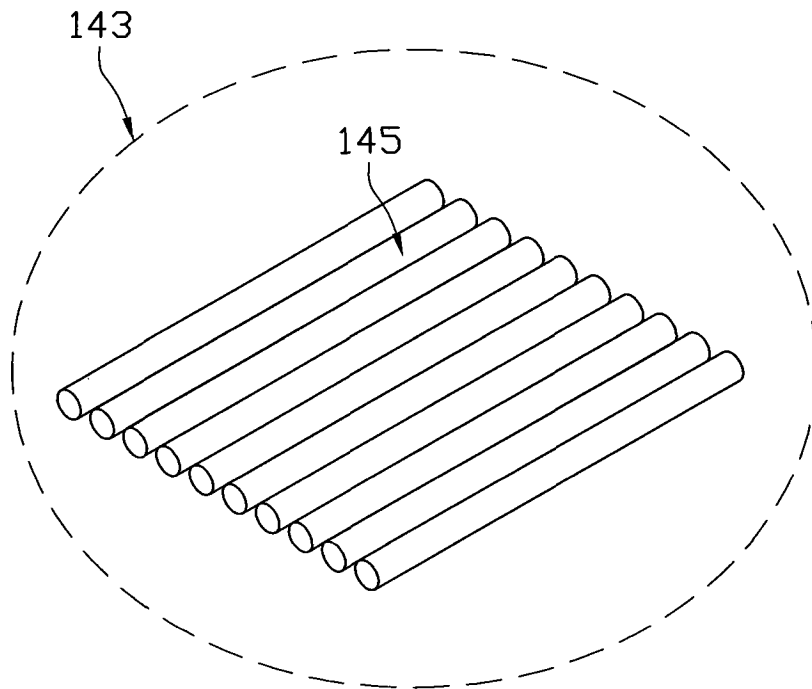


图 2

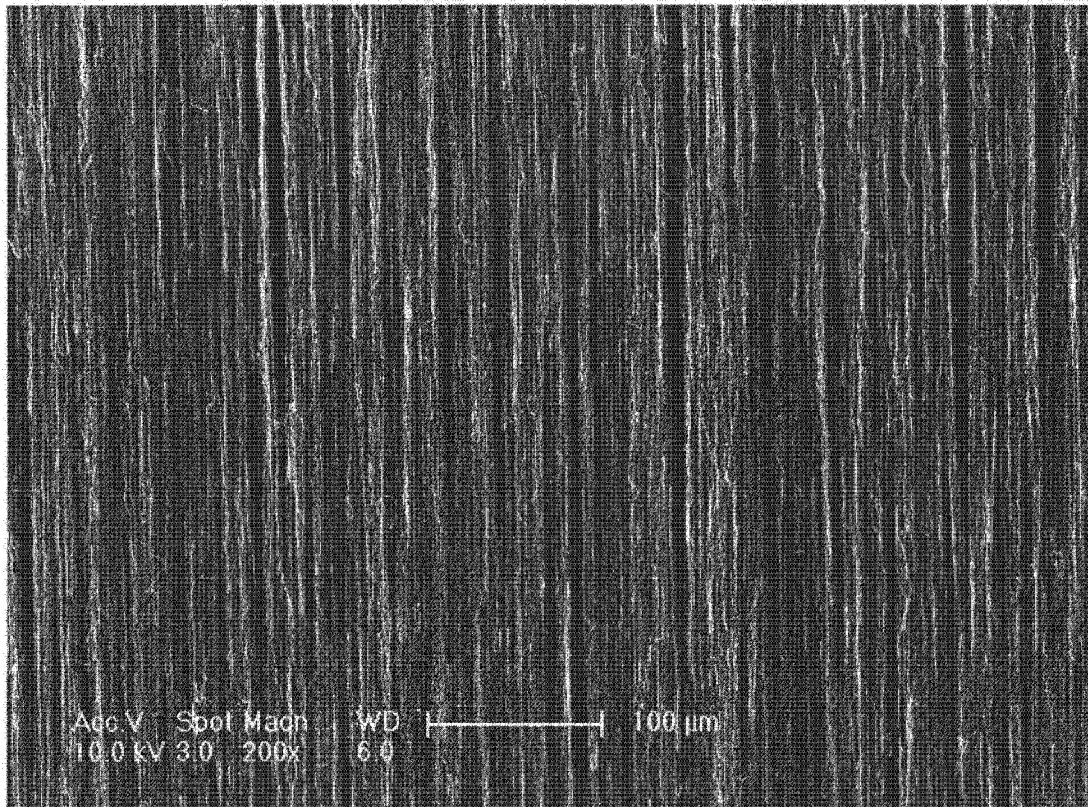


图 3

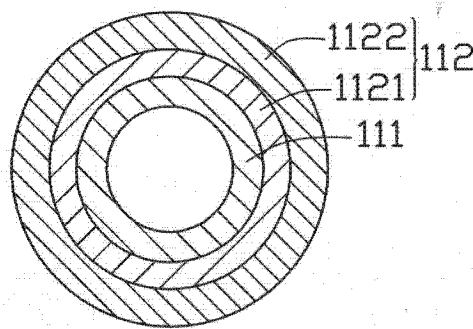


图 4

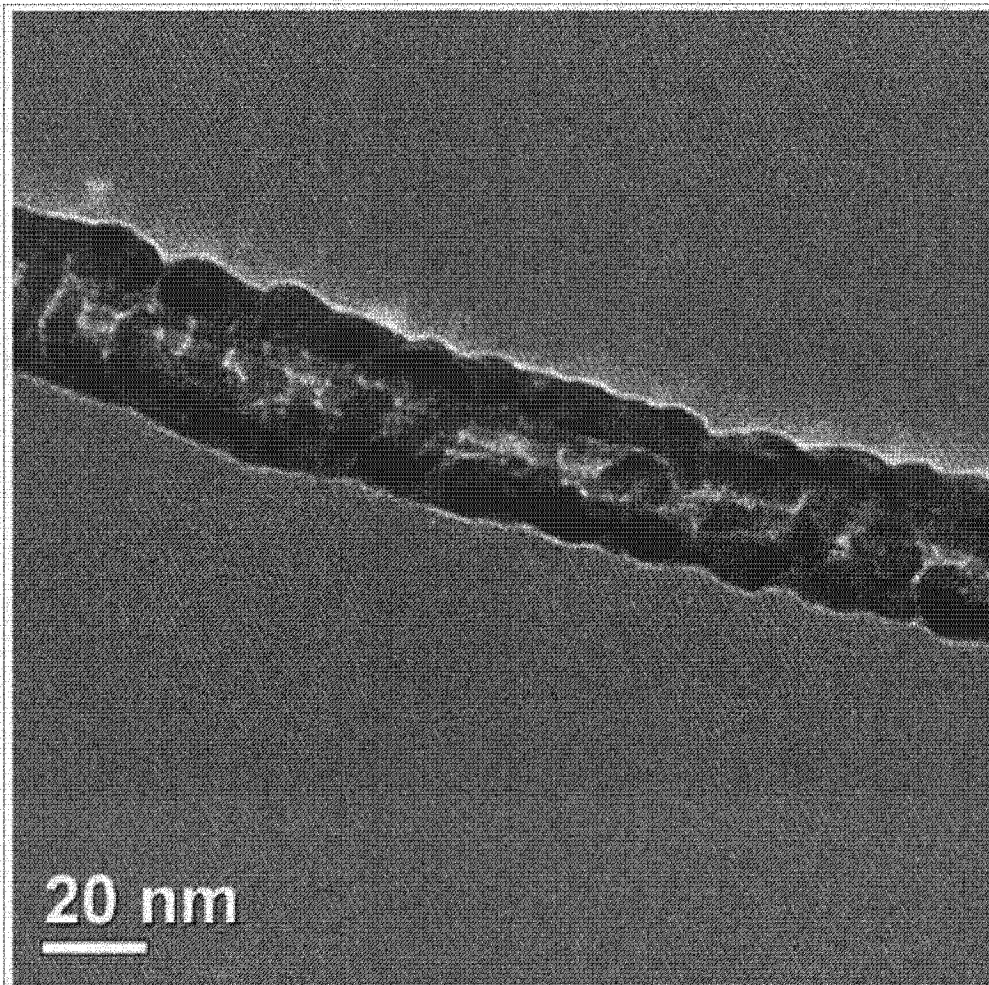


图 5

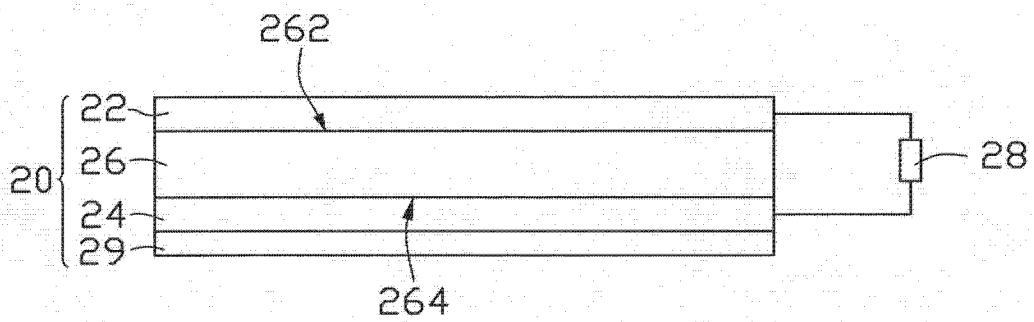


图 6