

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200410011086.4

[51] Int. Cl.

H01J 9/02 (2006.01)

C01B 31/02 (2006.01)

B82B 3/00 (2006.01)

[43] 公开日 2006年2月8日

[11] 公开号 CN 1731553A

[22] 申请日 2004.9.8

[21] 申请号 200410011086.4

[71] 申请人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

地址 130031 吉林省长春市东南湖大路16号

[72] 发明人 赵海峰 宋航 李志明 蒋红

[74] 专利代理机构 长春科宇专利代理有限责任公司
代理人 梁爱荣

权利要求书1页 说明书4页

[54] 发明名称

对碳纳米材料进行精密选域组装方法

[57] 摘要

本发明涉及碳纳米材料的组装方法，根据碳纳米材料选域图形，在衬底上制备导电选域图形；制备分散的碳纳米材料溶液并加电解质形成电泳液；将第一电极和第二电极与电源相连并放入电泳液中；两电极间施加电压，将双电层包覆分散碳纳米材料输运到衬底导电选域图形表面上，完成精密选域组装碳纳米材料。本发明采用简单设备，就可在室温条件下选域组装沉积大面积的碳纳米材料，且不需要选择耐较高温度的衬底材料。采用选域自对准电泳沉积技术，使组装的碳纳米材料与衬底选域图形精确对准。本发明可以制造微电子部件，包括阵列场发射电源，扫描探针显微镜的针尖，场发射电子显微镜的电子发射源等，有利于制备带栅极的碳纳米材料场发射阴极。

1、对碳纳米材料进行精密选域组装方法，其特征在于：

a.根据碳纳米材料选域图形的需要，在衬底上制备导电选域图形；

b.在有机溶剂中放入待沉积碳纳米材料，将碳纳米材料分散处理，制备出含有分散碳纳米材料和有机溶剂的第一有机溶剂；

c.对第一有机溶剂中的分散碳纳米材料表面进行双电层处理：将电解质添加到第一有机溶剂中形成电解液，使电解液中的分散碳纳米材料进行离子吸附，使分散碳纳米材料形成双电层包覆分散碳纳米材料，则制备出含有双电层包覆分散碳纳米材料的电泳液；

d.将具有导电选域图形的衬底作电泳电极的第一电极，采用惰性导电材料作电泳电极的第二电极，通过导电线将第一电极和第二电极分别与电源的正极或负极相连接，将有间距的第一电极和第二电极平行放入电泳液中；

e.通过调节电源，在第一电极和第二电极之间施加偏置电压，在电泳液中的第一电极和第二电极之间形成电场，电场将双电层包覆分散碳纳米材料输运到衬底导电选域图形表面上，则完成在衬底导电选域图形上精密选域组装碳纳米材料。

2、根据权利要求1所述对碳纳米材料进行精密选域组装的方法，其特征在于：在第一有机溶剂中填加电解质的摩尔每升量为： 10^{-2} M/L— 10^{-5} M/L。

对碳纳米材料进行精密选域组装方法

技术领域：本发明属于真空微电子器件领域，本发明涉及碳纳米材料的组装方法，特别是大面积的、阵列化的碳纳米材料的选域自对准组装。

背景技术：以往的组装或制备技术主要有：

1、将碳纳米材料分散于溶液中，利用自然沉降法，或以筛网状物捞取碳纳米材料方法制备薄膜。但制备的碳纳米薄膜往往在整个衬底区域都存在，不利于选域组装，即在不需要沉积的区域也会沉积碳纳米材料。

2、在衬底上进行直接生长碳纳米材料薄膜的方法。该方法采用的设备成本高，能源及材料消耗大，耗时长，且不易制备大面积的碳纳米材料薄膜。而且在制备碳纳米材料薄膜时，要求衬底能够耐较高的温度。

3、丝网印刷碳纳米材料方法。该方法组装的碳纳米材料薄膜的密度及厚度均匀性不容易精确控制，依赖丝网的制备精度，难以制备高分辨率（如微米尺度量级）的碳纳米材料阵列。若在密度较高的电极上进行选域印刷碳纳米材料时，需要运用对版工艺，受到对版精度的限制，不易实现精密选域组装碳纳米材料。

本发明的内容：背景技术1难以在衬底表面的选择区域进行选域组装碳纳米材料，背景技术2对设备要求高，难以制备大面积的碳纳米材料薄膜，而且要求衬底能够耐较高的温度。背景技术3由于丝网精细度的限制，不易实现高精度的选域组装碳纳米材料。为了解决上述背景技术中的问题，本发明目的在于将要提供一种对设备要求不高、可在室温下操作、可制备大面积、容易实现自对准精密选域组装碳纳米材料的方法。

本发明对碳纳米材料进行精密选域组装方法步骤如下：

- a.根据碳纳米材料选域图形的需要，在衬底上制备导电选域图形；
- b.在有机溶剂中放入待沉积碳纳米材料，将碳纳米材料分散处理，制备出含有分散碳纳米材料和有机溶剂的第一有机溶剂；
- c.对第一有机溶剂中的分散碳纳米材料表面进行双电层处理：将电解质添加到第一有机溶剂中形成电解液，使电解液中的分散碳纳米材料进行离子吸附，使分散碳纳米材料形成双电层包覆分散碳纳米材料，则制备出含有双电层包覆分散碳纳米材料的电泳液；
- d.将具有导电选域图形的衬底作电泳电极的第一电极，采用惰性导电材料作电泳电极的第二电极，通过导电线将第一电极和第二电极分别与电源的正极或负极相连接，将有间距的第一电极和第二电极平行放入电泳液中；
- e.通过调节电源，在第一电极和第二电极之间施加偏置电压，在电泳液中的第一电极和第二电极之间形成电场，电场将双电层包覆分散碳纳米材料输运到衬底导电选域图形表面上，则完成在衬底导电选域图形上精密选域组装碳纳米材料。

在第一有机溶剂中填加电解质的摩尔每升量为： 10^{-2} M/L— 10^{-5} M/L。

本发明的优点：本发明采用电泳沉积技术，可实现碳纳米材料在导电图形区域精确自对准组装，解决了背景技术1难以在衬底表面的选择区域进行组装碳纳米材料的问题。利用本发明的方法，采用直流电压源、磁力搅拌器、普通烧杯容器、不锈钢电极及几根导线和电流表等组成的简单设备；就可在室温条件下选域组装沉积大面积碳纳米材料或碳纳米材料阵列，且衬底不需要选择耐较高温度的材料，解决了背景技术2对设备要求高，难以选域制备大面积的碳纳米材料，而且要求衬底能够耐较高温度的问题。利用本发明的方法采用衬底导电图形选域自对准电泳沉积技术，完成精密选域组装，本发明解决了选域组装碳纳米材料过程中对版工艺难的问题，使组装的碳纳米材料厚度均匀，与衬底选域图形精确对准，解决了背景技术3中由于丝网精细度及对版精度的限

制，不易实现高精度的选域组装碳纳米材料的问题。本发明涉及将碳纳米材料精密选域组装在衬底表面上的组装技术，可以制造微电子部件，包括阵列场发射电源，平板场发射阴极，扫描探针显微镜（SPM）的针尖，场发射电子显微镜（FEM）的电子发射源，测试碳纳米材料特性的装置，以及利用此技术制造的纳米电子放大器、振荡器和电子开关器件，特别有利于制备带栅极的碳纳米材料场发射阴极。

具体实施方式：

衬底可采用透明导电玻璃或钨和钼或硅；有机溶剂可采用醇溶剂或酮溶剂，醇溶剂为：乙醇或异丙醇或异丁醇等，酮溶剂为：丙酮或丁酮等；碳纳米材料可采用：碳纳米管、碳纳米棒、石墨、碳纳米球等；双电层处理采用加盐的方法，电解质可选用硝酸盐或氯酸盐或硫酸盐和硫酸等；

第二电极采用的惰性导电材料为：不锈钢、铂、铜、钼、石墨等；电源采用 0—1000 伏电压的交流或直流电源。分散处理可采用超声波振荡和填加分散剂或搅拌和填加分散剂的方法。分散剂可采用月桂醇和乙基纤维素等。

实施例 1：衬底可采用透明导电玻璃；有机溶剂可采用醇溶剂为乙醇溶剂；碳纳米材料可采用碳纳米管；电解质可选用硝酸盐例如硝酸镁或硝酸镧或硝酸铝或硝酸钇等；第二电极采用的惰性导电材料为不锈钢片；电源采用 0—800 伏电压的直流电源；分散处理可采用超声波振荡和填加分散剂的方法。

通过传统的半导体光刻、腐蚀工艺，可在透明导电玻璃衬底上制备出带有选域导电图形；有机溶剂可采用乙醇溶剂，在乙醇溶剂中放入待沉积碳纳米管，对碳纳米管进行超声波分散处理，在上述乙醇溶剂中加入适量的分散剂如月桂醇：0.1mg/L 或 1mg/L 或 5mg/L 进一步对碳纳米管分散处理，制备出含有分散碳纳米管和乙醇溶剂的第一有机溶剂；在第一有机溶剂中加入适量的硝酸镧如： 10^{-2} M/L 或 10^{-3} M/L 或 10^{-1} M/L 或 10^{-5} M/L，制备出双电层包覆分散碳纳米管的电泳液；将带有选域导电图

形的透明导电玻璃衬底作为电泳电极的第一电极为阴电极，采用惰性导电材料不锈钢片作为电泳电极的第二电极为阳电极，将上述两电极平行放入电泳液中，要求上述两电极间的距离可选择四个厘米，用电源并通过导线在两电极之间施加几十伏特或几百伏特如一百五十伏直流电压，电源正极接阳电极，电源负极接阴电极，使电泳液中双电层包覆分散碳纳米材料在电场作用下，向带有选域导电图形透明导电玻璃衬底的第一电极移动，并沉积在第一电极的选域导电图形区域，则实现了碳纳米材料在衬底导电选择区域进行自对准组装。

实施例 2：衬底可采用硅材料制成；有机溶剂可采用酮溶剂为：丙酮；碳纳米材料可采用石墨粉；电解质可选用硫酸；第二电极采用的惰性导电材料为铂片；电源采用 0—800 伏电压的直流电源；分散处理可采用超声波振荡和添加分散剂的方法。

通过传统的半导体氧化、光刻、腐蚀工艺，可在硅衬底上制备出带有选域导电图形的衬底；在丙酮溶剂中放入待沉积石墨粉，对石墨粉进行超声波分散处理，在上述丙酮溶剂中加入适量的分散剂可采用乙基纤维素进一步对石墨粉分散处理，制备出含有分散石墨粉和丙酮溶剂的第一有机溶剂；在第一有机溶剂中加入适量的硫酸为： 10^{-2} M/L 或 10^{-3} M/L 或 10^{-4} M/L 或 10^{-5} M/L，制备出双电层包覆分散石墨粉的电泳液；将带有选域导电图形的硅衬底作为电泳电极的第一电极为阳电极，采用惰性导电材料铂片作为电泳电极的第二电极为阴电极，将上述两电极平行放入电泳液中，要求上述两电极间的距离可选择六个厘米，用电源并通过导线在两电极之间施加几十伏特或几百伏特如六十伏直流电压，电源正极接阳电极，电源负极接阴电极，使电泳液中双电层包覆分散石墨粉在电场作用下，向带有选域导电图形硅衬底的第一电极移动，并沉积在第一电极的选域导电图形区域，则实现了石墨粉在硅衬底导电选择区域进行自对准组装。