



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110339992 A

(43)申请公布日 2019.10.18

(21)申请号 201910570950.0

(22)申请日 2019.06.28

(71)申请人 华中科技大学

地址 430074 湖北省武汉市洪山区珞喻路
1037号

(72)发明人 朱本鹏 雷爽 杨晓非 李家普

(74)专利代理机构 华中科技大学专利中心

42201

代理人 曹葆青 李智

(51) Int. Cl.

B06B 1/00(2006.01)

A61B 8/12(2006.01)

A61B 8/00(2006.01)

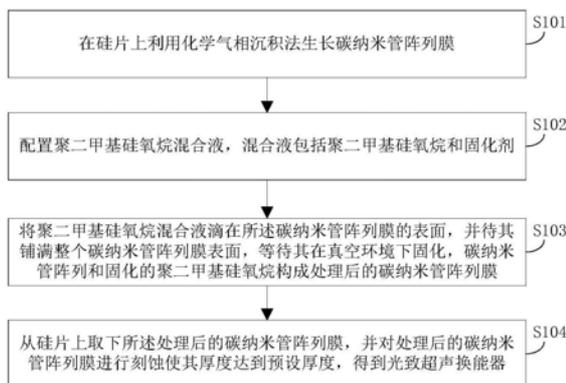
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

一种光致超声换能器及其制备方法

(57)摘要

本发明公开一种光致超声换能器及其制备方法,该方法包括以下步骤:1)选取长方体形状的硅片并进行超声清洗;2)采用化学气相沉淀法在硅片上生长碳纳米管阵列膜;3)配置PDMS混合溶液;4)将配好的PDMS滴在碳纳米管阵列膜上使其在碳纳米管阵列顶部分散开;5)然后将滴有PDMS的碳纳米管阵列膜放置于真空环境下;6)抽完真空后将碳纳米管阵列膜固化;7)待碳纳米管阵列膜固化后,将其从硅片上撕下后,采用感应耦合等离子体刻蚀法(ICP)对碳纳米管阵列膜进行刻蚀使其变薄厚度,使其达到预期的厚度。8)将脉冲激光做作用于减薄后的碳纳米管阵列膜后将会产生高频超声信号。本发明方法工艺简单,操作方便,制备的高频光声换能器性能良好。



1. 一种光致超声换能器的制备方法,其特征在于,包括以下步骤:
在硅片上利用化学气相沉积法生长碳纳米管阵列膜;
配置聚二甲基硅氧烷混合液,所述混合液包括聚二甲基硅氧烷和固化剂;
将聚二甲基硅氧烷混合液滴在所述碳纳米管阵列膜的表面,并待其铺满整个碳纳米管阵列膜表面,等待其在真空环境下固化,所述碳纳米管阵列和固化的聚二甲基硅氧烷构成处理后的碳纳米管阵列膜;
从硅片上取下所述处理后的碳纳米管阵列膜,并对所述处理后的碳纳米管阵列膜进行刻蚀使其厚度达到预设厚度,得到光致超声换能器。
2. 根据权利要求1所述的光致超声换能器的制备方法,其特征在于,当聚二甲基硅氧烷混合液铺满整个碳纳米管阵列膜表面后,进行真空处理,使聚二甲基硅氧烷均匀分布在碳纳米管阵列膜之间,将碳纳米管阵列膜内的空气抽干净,对聚二甲基硅氧烷混合液进行热固化或者光固化。
3. 根据权利要求2所述的光致超声换能器的制备方法,其特征在于,通过如下步骤配置聚二甲基硅氧烷混合液:
按预设比例分别加入聚二甲基硅氧烷和固化剂,得到聚二甲基硅氧烷混合液。
4. 根据权利要求3所述的光致超声换能器的制备方法,其特征在于,在硅片上利用化学气相沉积法生长碳纳米管阵列膜,具体包括如下步骤:
在 C_2H_4 、 H_2 和/或 He 的混合物中使用高温化学气相沉积法来制备碳纳米管阵列膜。
5. 根据权利要求3所述的光致超声换能器的制备方法,其特征在于,对所述处理后的碳纳米管阵列膜进行刻蚀,具体包括如下步骤:
采用 CF_4 、 Ar 和/或 O_2 作为刻蚀气体对处理后的碳纳米管阵列膜进行刻蚀。
6. 根据权利要求3所述的光致超声换能器的制备方法,其特征在于,在硅片上利用化学气相沉积法生长碳纳米管阵列膜之前,包括如下步骤:
对硅片依次通过丙酮、酒精、去离子水超声清洗,将其表面清洗干净。
7. 一种光致超声换能器,其特征在于,包括:碳纳米管阵列膜和聚二甲基硅氧烷;所述聚二甲基硅氧烷均匀固化在碳纳米管阵列膜的表面。
8. 一种基于权利要求1至6任一项所述的光致超声换能器的制备方法制备得到的光致超声换能器。

一种光致超声换能器及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及超声技术领域,更具体地,涉及一种光致超声换能器及其制备方法。

背景技术

[0002] 凭借安全便捷、价格低廉、实时性好等优点,医学超声在临床疾病诊断与治疗中一直发挥着重要作用。作为超声产生与接收的关键部件,超声换能器一直是国内外研究的热点。传统超声换能器是电驱动器件,依靠材料的压电与逆压电特性,实现“电”与“声”之间的能量和信息的交互。随着人们对光致超声效应的认识与研究逐渐深入,光致超声薄膜的概念被提出。光致超声薄膜属于光驱动器件,依靠脉冲激光照射光致超声材料产生超声信号,结合光纤技术可接收与解读超声回波信号。就成像而言,与传统压电型器件相比,光致超声薄膜单元尺寸易小于 $100\mu\text{m}$ 而且每个单元间没有串扰的影响,也不用考虑电连接问题,因此其在内窥式超声成像、特别是在高密度阵列研制方面具有很大的优势,但就成像的角度考虑光致超声换能器的频率还需进一步提高,而换能器的厚度对其频率特性的影响是比较明显的,但现有的旋涂法制备的光致超声换能器很难将光致超声换能器做薄,而传统的提拉法制备的光致超声换能器又存在技术限制,制备的膜均匀性较差。

发明内容

[0003] 针对现有技术的缺陷,本发明的目的在于解决光致超声换能器制备过程中换能器厚度不可控、频率不高、结构微型化及微型化后涂膜不均匀的技术问题。

[0004] 为实现上述目的,第一方面,本发明提供一种光致超声换能器的制备方法,包括以下步骤:

[0005] 在硅片上利用化学气相沉积法生长碳纳米管阵列膜;

[0006] 配置聚二甲基硅氧烷混合液,所述混合液包括聚二甲基硅氧烷和固化剂;

[0007] 将聚二甲基硅氧烷混合液滴在所述碳纳米管阵列膜的表面,并待其铺满整个碳纳米管阵列膜表面,等待其在真空环境下固化,所述碳纳米管阵列和固化的聚二甲基硅氧烷构成处理后的碳纳米管阵列膜;

[0008] 从硅片上取下所述处理后的碳纳米管阵列膜,并对所述处理后的碳纳米管阵列膜进行刻蚀使其厚度达到预设厚度,得到光致超声换能器。

[0009] 可选地,当聚二甲基硅氧烷混合液铺满整个碳纳米管阵列膜表面后,进行真空处理,使聚二甲基硅氧烷均匀分布在碳纳米管阵列膜之间,将碳纳米管阵列膜内的空气抽干净,对聚二甲基硅氧烷混合液进行热固化或者光固化。

[0010] 可选地,通过如下步骤配置聚二甲基硅氧烷混合液:

[0011] 按预设比例分别加入聚二甲基硅氧烷和固化剂,得到聚二甲基硅氧烷混合液。

[0012] 可选地,在硅片上利用化学气相沉积法生长碳纳米管阵列膜,具体包括如下步骤:

[0013] 在 C_2H_4 、 H_2 和/或 He 的混合物中使用高温化学气相沉积法来制备碳纳米管阵列膜。

[0014] 可选地,对所述处理后的碳纳米管阵列膜进行刻蚀,具体包括如下步骤:

- [0015] 采用CF₄、Ar和/或O₂作为刻蚀气体对处理后的碳纳米管阵列膜进行刻蚀。
- [0016] 可选地,在硅片上利用化学气相沉积法生长碳纳米管阵列膜之前,包括如下步骤:
- [0017] 对硅片依次通过丙酮、酒精、去离子水超声清洗,将其表面清洗干净。
- [0018] 第二方面,本发明提供一种光致超声换能器,包括:碳纳米管阵列膜和聚二甲基硅氧烷;所述聚二甲基硅氧烷均匀固化在碳纳米管阵列膜的表面。
- [0019] 第三方面,本发明提供一种基于上述第一方面提供的光致超声换能器的制备方法制备得到的光致超声换能器。
- [0020] 总体而言,通过本发明所构思的以上技术方案与现有技术相比,具有以下有益效果:
- [0021] 1) 本发明提供的光致超声换能器及其制备方法,根据碳纳米管热导的各项异性特点,轴向热导更高;采用碳纳米管阵列作为制备光致超声换能器的材料能有效提高轴向热导,改善光致超声换能器的光声转化效率。
- [0022] 2) 本发明提供的光致超声换能器及其制备方法,通过ICP刻蚀可以有效控制光致超声换能器的厚度,进而控制光致超声换能器的频率特性。
- [0023] 3) 本发明提供的光致超声换能器及其制备方法,将碳纳米管阵列膜做在光纤端面上可实现光致超声换能器的微型化特点。

附图说明

- [0024] 图1是本发明提供的光致超声换能器的制备方法流程图;
- [0025] 图2是本发明制备的碳纳米管阵列膜的结构示意图;
- [0026] 图3是本发明在碳纳米管阵列膜上涂PDMS的示意图;
- [0027] 图4是本发明制备的固化后的碳纳米管阵列膜和PDMS的结构示意图;
- [0028] 图5(a)是本发明制备的无衬底的碳纳米管阵列膜的三维结构示意图;
- [0029] 图5(b)是本发明制备的无衬底的碳纳米管阵列膜的截面示意图;
- [0030] 图6是本发明制备的经过ICP刻蚀后的碳纳米管阵列膜的结构示意图。

具体实施方式

[0031] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。此外,下面所描述的本发明各个实施方式中所涉及到的技术特征只要彼此之间未构成冲突就可以相互组合。

- [0032] 图1是本发明提供的光致超声换能器的制备方法流程图;如图1所示,包括如下步骤:
- [0033] S101,在硅片上利用化学气相沉积法生长碳纳米管阵列膜;
- [0034] S102,配置聚二甲基硅氧烷混合液,所述混合液包括聚二甲基硅氧烷和固化剂;
- [0035] S103,将聚二甲基硅氧烷混合液滴在所述碳纳米管阵列膜的表面,并待其铺满整个碳纳米管阵列膜表面,等待其在真空环境下固化,所述碳纳米管阵列和固化的聚二甲基硅氧烷构成处理后的碳纳米管阵列膜;
- [0036] S104,从硅片上取下所述处理后的碳纳米管阵列膜,并对所述处理后的碳纳米管

阵列膜进行刻蚀使其厚度达到预设厚度,得到光致超声换能器。

[0037] 阵列膜进行刻蚀使其厚度达到预设厚度,得到光致超声换能器。

[0038] 可选地,当聚二甲基硅氧烷混合液铺满整个碳纳米管阵列膜表面后,进行真空处理,使聚二甲基硅氧烷均匀分布在碳纳米管阵列膜之间,将碳纳米管阵列膜内的空气抽干净,对聚二甲基硅氧烷混合液进行热固化或者光固化。

[0039] 可选地,通过如下步骤配置聚二甲基硅氧烷混合液:

[0040] 按预设比例分别加入聚二甲基硅氧烷和固化剂,得到聚二甲基硅氧烷混合液。

[0041] 可选地,在硅片上利用化学气相沉积法生长碳纳米管阵列膜,具体包括如下步骤:

[0042] 在 C_2H_4 、 H_2 和/或He的混合物中使用高温化学气相沉积法来制备碳纳米管阵列膜。

[0043] 可选地,对所述处理后的碳纳米管阵列膜进行刻蚀,具体包括如下步骤:

[0044] 采用 CF_4 、Ar和/或 O_2 作为刻蚀气体对处理后的碳纳米管阵列膜进行刻蚀。

[0045] 可选地,在硅片上利用化学气相沉积法生长碳纳米管阵列膜之前,包括如下步骤:

[0046] 对硅片依次通过丙酮、酒精、去离子水超声清洗,将其表面清洗干净。

[0047] 本发明提供了一种高频光致超声换能器制备方法,采用ICP刻蚀技术,对碳纳米管阵列膜进行减薄,使其厚度在微米量级,从而产生一个几十MHz的高频超声信号。

[0048] 为实现上述目的,按照本发明,提供了一种高频光致超声换能器制备方法,该方法包括以下步骤:

[0049] 1) 选取长方体形状的硅片,其中,所述硅片长为1cm,宽为1cm;

[0050] 2) 将硅片依次通过丙酮、酒精、去离子水超声清洗,将其表面清洗干净,以便更好的在其表面生长碳纳米管阵列膜,然后用化学气相沉淀法在其表面生长厚度约为 $100\mu m$ 的碳纳米管阵列膜,如图2所示。

[0051] 3) 配置PDMS,加2g的PDMS于烧杯中,然后再加入0.2g的固化剂。

[0052] 4) 如图3所示,将配置好的PDMS滴在碳纳米管阵列膜表面并待其铺满整个膜表面,然后进行真空处理30min,使PDMS均匀分布在碳纳米管阵列之间,并使膜内的空气抽干净,最后将其放于 $90^\circ C$ 环境中加热0.5h,使其固化,其结构如图4所示。

[0053] 5) 碳纳米管阵列膜完全固化后,将其从硅衬底上撕下来。无衬底的碳纳米管阵列膜结构如图5(a)和图5(b)所示。然后采用ICP刻蚀技术将碳纳米管阵列膜减薄,减薄后的结构如图6所示。

[0054] 优选地,步骤2)中所述碳纳米管阵列的制备,是通过在 $C_2H_4/H_2/He$ ($775^\circ C$)的混合物中使用高温化学气相沉积来制备的。

[0055] 优选地,步骤5)中所述ICP刻蚀,是采用 CF_4 、Ar和 O_2 作为刻蚀气体对碳纳米管阵列膜进行刻蚀的,但不限于这个气体成分。

[0056] 优选地,步骤5)中所述对碳纳米管阵列膜进行减薄,使碳纳米管阵列膜的厚度控制在 $10\mu m$,但不限于这个厚度。

[0057] 本发明提供了高频光致超声换能器制备工艺流程。其工艺流程简单,不仅制备了碳纳米管阵列和PDMS膜,而且采用ICP刻蚀技术对碳纳米管膜进行减薄,使其厚度控制在微米量级。

[0058] 在一个具体的实施例中,实例步骤如下:

[0059] 1) 切片,切取长为1cm,宽1cm的硅片;

[0060] 2) 洗片,将切好的硅片进行清洗,首先用丙酮超声清洗10min,然后用乙醇超声清洗10min,最后用去离子水超声清洗10min。然后通过 $C_2H_4/H_2/He$ (775°C)的混合物中使用高温化学气相沉积来制备碳纳米管阵列膜

[0061] 3) 配置PDMS,加2g的PDMS于烧杯中,然后再加入0.2g的固化剂。

[0062] 4) 将配置好的PDMS滴在碳纳米管阵列膜表面并待其铺满整个膜表面,然后进行真空处理30min,使PDMS均匀分布在碳纳米管阵列之间,并使膜内的空气抽干净,最后将其放于90°C环境中加热0.5h。

[0063] 5) 碳纳米管阵列膜完全固化后,将其从硅衬底上撕下来,采用ICP刻蚀技术将碳纳米管阵列膜减薄,以 CF_4 、Ar和 O_2 作为刻蚀气体,使碳纳米管阵列膜的厚度控制在10 μm 左右。

[0064] 6) 将脉冲激光作用于碳纳米管阵列膜将会产生一个高频超声信号。

[0065] 本领域的技术人员容易理解,以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

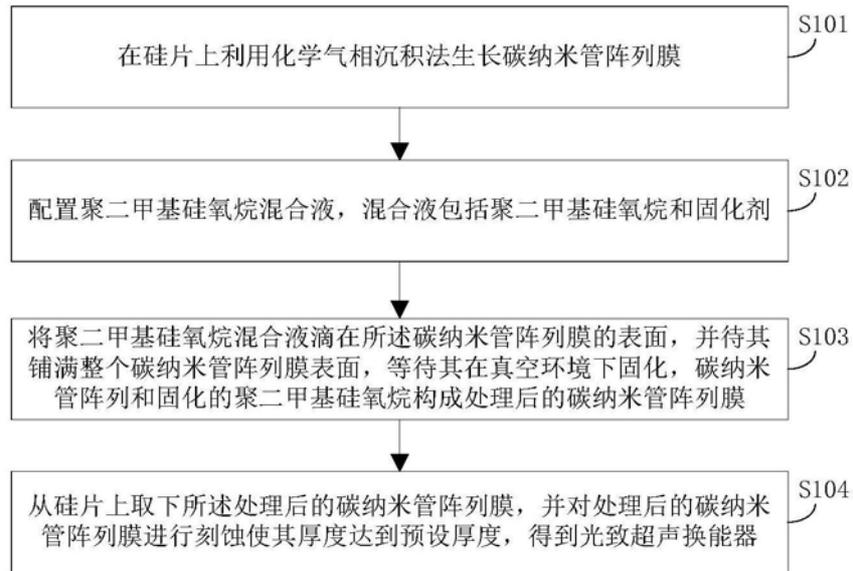


图1



图2

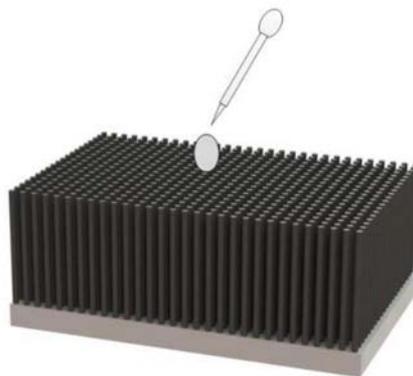


图3



图4

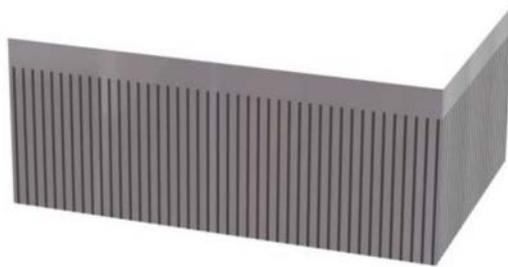


图5 (a)



图5 (b)

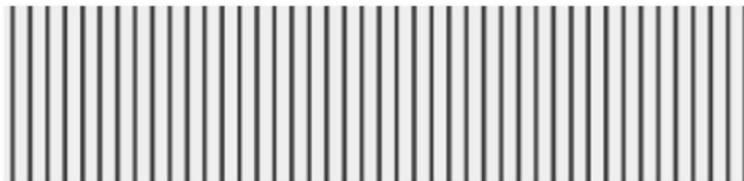


图6

专利名称(译)	一种光致超声换能器及其制备方法		
公开(公告)号	CN110339992A	公开(公告)日	2019-10-18
申请号	CN201910570950.0	申请日	2019-06-28
[标]申请(专利权)人(译)	华中科技大学		
申请(专利权)人(译)	华中科技大学		
当前申请(专利权)人(译)	华中科技大学		
[标]发明人	朱本鹏 雷爽 杨晓非 李家普		
发明人	朱本鹏 雷爽 杨晓非 李家普		
IPC分类号	B06B1/00 A61B8/12 A61B8/00		
CPC分类号	A61B8/12 A61B8/4483 B06B1/00		
代理人(译)	李智		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开一种光致超声换能器及其制备方法，该方法包括以下步骤：
 1)选取长方体形状的硅片并进行超声清洗；2)采用化学气相沉淀法在硅片上生长碳纳米管阵列膜；3)配置PDMS混合溶液；4)将配好的PDMS滴在碳纳米管阵列膜上使其在碳纳米管阵列顶部分散开；5)然后将滴有PDMS的碳纳米管阵列膜放置于真空环境下；6)抽完真空后将碳纳米管阵列膜固化；7)待碳纳米管阵列膜固化后，将其从硅片上撕下后，采用感应耦合等离子体刻蚀法(ICP)对碳纳米管阵列膜进行刻蚀使其变薄厚度，使其达到预期的厚度。8)将脉冲激光做作用于减薄后的碳纳米管阵列膜后将会产生高频超声信号。本发明方法工艺简单，操作方便，制备的高频光声换能器性能良好。

