



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113772664 B

(45) 授权公告日 2023. 04. 28

(21) 申请号 202111047273.8

(22) 申请日 2021.09.08

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 113772664 A

(43) 申请公布日 2021.12.10

(73) 专利权人 长春工业大学

地址 130012 吉林省长春市朝阳区延安大街2055号

(72) 发明人 孙德 岳东敏 刘美玲 于静彤

(51) Int.Cl.

C01B 32/19 (2017.01)

C25C 1/08 (2006.01)

C25C 7/02 (2006.01)

C25C 7/06 (2006.01)

C02F 1/44 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 108862254 A, 2018.11.23

US 2019119115 A1, 2019.04.25

审查员 李凡

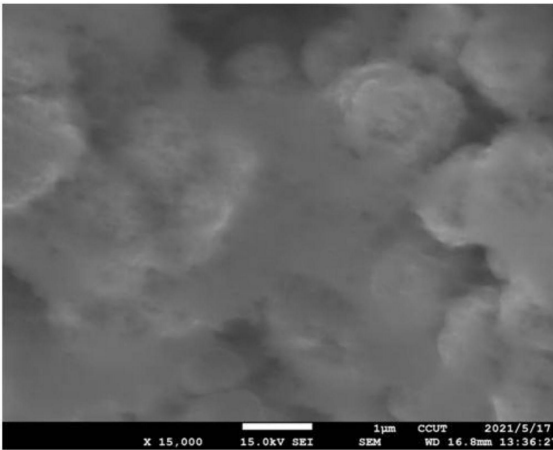
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称

一种镍黑-石墨烯复合光热转换膜及其制备方法

(57) 摘要

一种镍黑-石墨烯复合光热转换膜及其制备方法,涉及镍黑-石墨烯复合光热转换膜的结构、制备及海水淡化应用。采用一步电化学方法将石墨烯与镍黑同时沉积在泡沫镍孔壁面,得到镍黑-石墨烯复合光热转换膜。协同金属镍黑的等离子体共振效应与石墨烯碳材料对光吸收波长范围广的优点,提高光热转化效率。在光照条件下镍黑-石墨烯光热转换膜用于海水淡化。1sun光照强度下,光-蒸汽能量转化效率达162.4%,蒸汽渗透率可达 $2.37\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ 。



1. 一种镍黑-石墨烯复合光热转换膜的制备方法,其特征在于该方法包括以下步骤:

(1) 将一定量的硫酸铵与硫酸镍加入去离子水中,持续搅拌至充分溶解,形成硫酸铵浓度为0~0.2 M,硫酸镍浓度为0~0.08 M的电解液;

(2) 以泡沫镍为阴极,石墨箔为阳极,电解液中调整电极距离为0.5~2 cm;

(3) 在5~15 V直流电压下,电解液产生的气体及羟基自由基对阳极的石墨箔产生插层作用,进而石墨烯从阳极被剥离至电解液中;同时,电解液中的镍离子在电场力的作用下,将阳极剥离下的石墨烯转移至阴极上,并且镍离子在阴极被还原;在高电压所产生的高电流密度下,阴极上沉积的镍-石墨烯复合沉积层烧焦形成镍黑-石墨烯复合光热转换膜;

(4) 调整电解液浓度、沉积电压及沉积时间以控制阴极上镍黑-石墨烯复合材料中镍黑及石墨烯的组分含量;

(5) 电沉积5~40分钟后,镍黑-石墨烯光热转换膜在去离子水中充分清洗,取出后60℃烘箱烘干12小时。

2. 根据权利要求1所述镍黑-石墨烯光热转换膜的制备方法,其特征在通过一步电化学法将石墨烯与镍黑同时沉积在阴极上。

3. 根据权利要求1所述的制备方法得到的镍黑-石墨烯复合光热转换膜应用于太阳能驱动海水淡化及其他水处理过程中。

一种镍黑-石墨烯复合光热转换膜及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明属于光热转换领域,及其在海水淡化方面的应用。

背景技术

[0002] 淡水资源是人类生存不可或缺的资源。因此,越来越多的国家采用海水淡化技术来缓解淡水短缺。然而,在海水淡化过程中需要较高的能量消耗。太阳能作为生物生存所必需的能源,在生活中无处不在,取之不尽,人们常认为将其引入海水淡化技术中,具有光热转换作用,有效降低能源消耗。通过结合地球上两种最丰富的资源,实现海水淡化解决水资源短缺问题,实现可持续发展,是未来海水淡化技术的发展大趋势。目前,常用的太阳能热转换材料主要分为以下几类:各种碳材料、等离子金属、无机半导体和有机聚合物。等离子金属材料由于其强大的电磁波吸收能力而被用作太阳能吸收材料。目前,金银等贵金属已得到广泛研究,但其高成本严重限制了其广泛应用。经济实惠的镍黑可以有效替代昂贵的太阳能热转换材料,实现太阳能热转换。与此同时,石墨烯是一种新兴二维材料,具有太阳能吸收波长范围广,光热转换性能好等特点,被广泛应用于光热转换。因此,本发明考虑将镍黑材料与石墨烯结合到一起形成光热复合材料并应用在海水淡化技术方面。

发明内容

[0003] 本发明的目的在于提供一种镍黑-石墨烯复合光热转换膜及其制备方法,旨在通过协同发挥金属材料与碳材料在光热转换方面的优点,从而提高光热转换效率及海水淡化作用。

[0004] 本发明步骤是:

[0005] 一种镍黑-石墨烯复合光热转换膜及其制备方法,其特征在于具体步骤为:

[0006] (1)将一定量的硫酸铵与硫酸镍加入溶剂中,持续搅拌至充分溶解,形成电解液;

[0007] (2)泡沫镍为阴极,石墨箔为阳极,电解液中调整电极距离;

[0008] (3)一定直流电压下,电解液产生的气体及羟基自由基对石墨箔产生插层作用,从而剥离出石墨烯;镍离子起到载体作用,将石墨烯转移到阴极上的同时,本身还原为镍黑;从而在阴极上生成均匀的镍黑-石墨烯复合膜;

[0009] (4)调整电解液浓度、沉积电压及沉积时间以控制阴极上镍黑-石墨烯复合材料的含量;

[0010] 所述步骤(1)中硫酸铵浓度为0~0.2 M,硫酸镍浓度为0~0.08 M;

[0011] 所述步骤(2)中电极距离为0.5~2 cm;

[0012] 所述步骤(3)中电压范围为5~15 V;

[0013] 所述步骤(4)中沉积时间为5~40 min;

[0014] (5)电沉积一定时间后,镍黑-石墨烯光热转换膜在去离子水中充分清洗,取出后60℃烘箱烘干12小时。

[0015] 一种镍黑-石墨烯复合光热转换膜的形成原理:体系通电后,电解液产生的气体及

羟基自由基对石墨箔产生插层作用,从而剥离出石墨烯。镍离子起到充电盐的作用,将石墨烯转移到阴极上的同时,本身还原为镍黑;从而在阴极上生成均匀的镍黑-石墨烯复合膜。

[0016] 本发明采用一步电化学法,制备过程简单,一次成膜;载体表面的镍黑在等离子体共振效应作用下可实现光热转换作用,石墨烯对光吸收波长范围广,协同作用以增加其在海水淡化过程中水蒸气的产生而获得更多淡水。

附图说明

[0017] 附图1 镍黑-石墨烯复合光热转换膜的SEM图。

[0018] 附图2 镍黑-石墨烯复合光热转换膜的XRD图。

[0019] 附图3 镍黑-石墨烯复合光热转换膜的Raman图。

实施方式

[0020] 为了更好地说明本发明,下面以镍黑-石墨烯复合光热转换膜为例结合附图对本发明进行进一步说明。

[0021] 实验前期准备:

[0022] 1. 镍黑-石墨烯复合光热转换膜的制备:

[0023] (1)将1.32g的硫酸铵和0.42g的硫酸镍加200ml去离子水中,在室温下持续搅拌至充分溶解,形成电解质溶液;

[0024] (2)将泡沫镍接在阴极上,石墨箔接在阳极上,将接好的电极调整好距离并放入电解液中;

[0025] (3)打开外加直流电源的开关,调整实验电压及实验时间以调整泡沫镍上镍黑-石墨烯复合材料的含量;

[0026] (4)将镀好的镍黑-石墨烯光热转换膜在去离子水中清洗,取出后60℃烘箱烘干12小时。

[0027] 图1图2和图3分别为镍黑-石墨烯复合光热转换膜的SEM、XRD和Raman图。通过SEM图可以清晰地看到石墨烯与镍黑在膜表面的存在,通过XRD和Raman图可以看到镍与石墨烯的特征峰,可以有效证明镍黑-石墨烯复合膜被有效地制备了。

[0028] 2. 实验过程:

[0029] 将上述制备的有效膜面积为9cm²的镍黑-石墨烯复合光热转换膜置于装有浓度为30g/L NaCl溶液的蒸发杯上,采用光强度为1sun的模拟太阳光进行照射。称取蒸发杯的初始重量和结束重量,进行蒸汽渗透率的计算。

[0030] 实施例1

[0031] 将1.32g的硫酸铵和0.42g的硫酸镍加200ml去离子水中,在室温下持续搅拌至充分溶解,形成电解质溶液;将泡沫镍接在阴极上,石墨箔接在阳极上,将接好的电极调整好距离并放入电解液中;打开外加直流电源的开关,13V电压下反应10分钟;将镀好的镍黑-石墨烯光热转换膜在去离子水中清洗,取出后60℃烘箱烘干12小时。在1sun的光照下置于蒸发杯上,光-蒸汽能量转化效率为136.94%,蒸汽渗透率为2.00 kg/m²·h。

[0032] 实施例2

[0033] 将1.32g的硫酸铵和0.42g的硫酸镍加200ml去离子水中,在室温下持续搅拌至充

分溶解,形成电解质溶液;将泡沫镍接在阴极上,石墨箔接在阳极上,将接好的电极调整好距离并放入电解液中;打开外加直流电源的开关,13V电压下反应20分钟;将镀好的镍黑-石墨烯光热转换膜在去离子水中清洗,取出后60℃烘箱烘干12小时。在1sun的光照下置于蒸发杯上,光-蒸汽能量转化效率为138.49%,蒸汽渗透率为 $2.02 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{h}$ 。

[0034] 实施例3

[0035] 将1.32g的硫酸铵和0.42g的硫酸镍加200ml去离子水中,在室温下持续搅拌至充分溶解,形成电解质溶液;将泡沫镍接在阴极上,石墨箔接在阳极上,将接好的电极调整好距离并放入电解液中;打开外加直流电源的开关,13V电压下反应30分钟;将镀好的镍黑-石墨烯光热转换膜在去离子水中清洗,取出后60℃烘箱烘干12小时。在1sun的光照下置于蒸发杯上,光-蒸汽能量转化效率为162.48%,蒸汽渗透率为 $2.37 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{h}$ 。

[0036] 实施例4

[0037] 将1.32g的硫酸铵和0.42g的硫酸镍加200ml去离子水中,在室温下持续搅拌至充分溶解,形成电解质溶液;将泡沫镍接在阴极上,石墨箔接在阳极上,将接好的电极调整好距离并放入电解液中;打开外加直流电源的开关,13V电压下反应40分钟;将镀好的镍黑-石墨烯光热转换膜在去离子水中清洗,取出后60℃烘箱烘干12小时。在1sun的光照下置于蒸发杯上,光-蒸汽能量转化效率为140.37%,蒸汽渗透率为 $2.05 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{h}$ 。

[0038] 对比例 1:

[0039] 将装有浓度为30g/L NaCl溶液的不放膜的蒸发杯,采用光强度为1sun的模拟太阳光进行照射。称取蒸发杯的初始重量和结束重量,计算光-蒸汽能量转化效率为50.89%,蒸汽渗透率为 $0.75 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{h}$ 。

[0040] 对比例 2:

[0041] 将1.32g的硫酸铵加入200ml去离子水中,在室温下持续搅拌至充分溶解,形成电解质溶液;将泡沫镍接在阴极上,两块镍板接分别接在泡沫镍左右两侧的阳极上,将接好的电极调整好距离并放入电解液中;打开外加直流电源,15V电压下电解20分钟;将镀好的镍黑光热转换膜在去离子水中清洗,取出后60℃烘箱烘干12小时。在1sun的光照下,光-蒸汽能量转化效率为91.87%,蒸汽渗透率为 $1.07 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{h}$ 。

[0042] 对比例 3:

[0043] 将1.32g的硫酸铵加入200ml去离子水中,在室温下持续搅拌至充分溶解,形成电解质溶液;将阴极阳极分别放上石墨箔,剥离1小时后,将所得的石墨烯抽滤成石墨烯膜。在1sun的光照下,光-蒸汽能量转化效率为81.20%,蒸汽渗透率为 $1.19 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{h}$ 。

[0044] 结论:

[0045] 通过表1可以看出,与镍黑膜和石墨烯膜对比,镍黑-石墨烯复合光热转换膜实现了协同促进的作用,在海水淡化中具有较好的作用,且电解时间为30min时膜的光-蒸汽能量转化效率和蒸汽渗透率最大。

[0046] 表1 有效膜面积为 9 cm^2 的镍黑-石墨烯复合光热转换膜及对比例在1sun光照下的蒸汽渗透率

[0047]

膜	对比例1(不放膜)	对比例2(镍黑膜)	对比例3(石墨烯膜)	10min	20min	30min	40min
蒸汽渗透率($\text{kg/m}^2 \cdot \text{h}$)	0.75	1.07	1.19	2.00	2.02	2.37	2.05

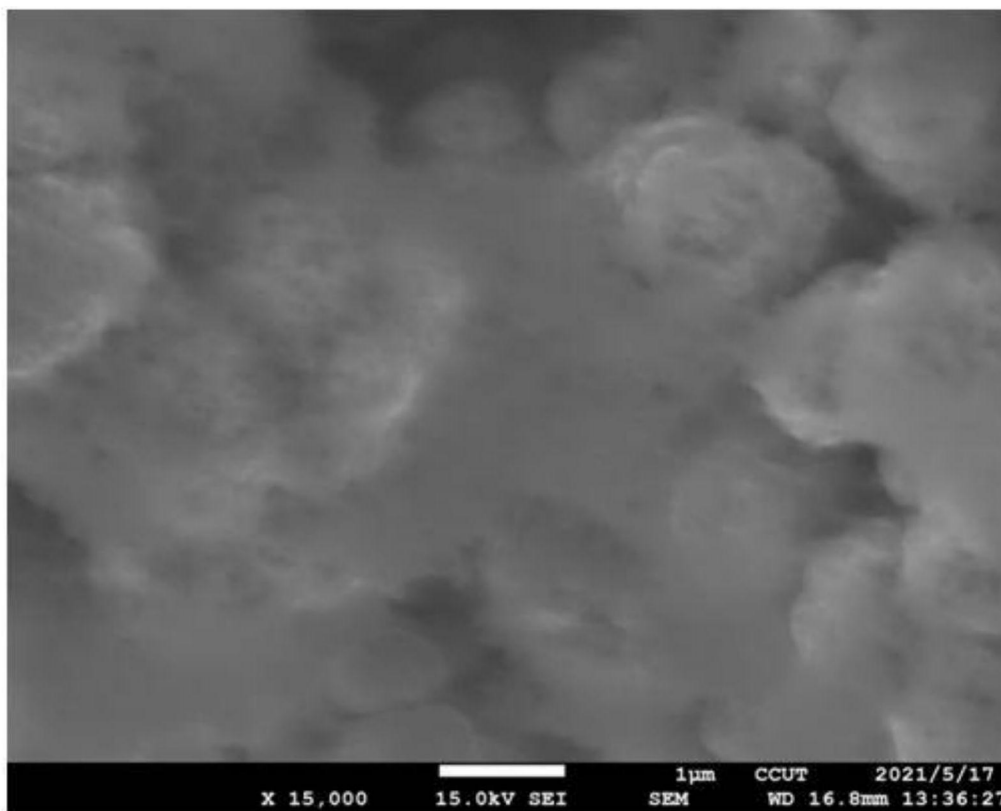


图1

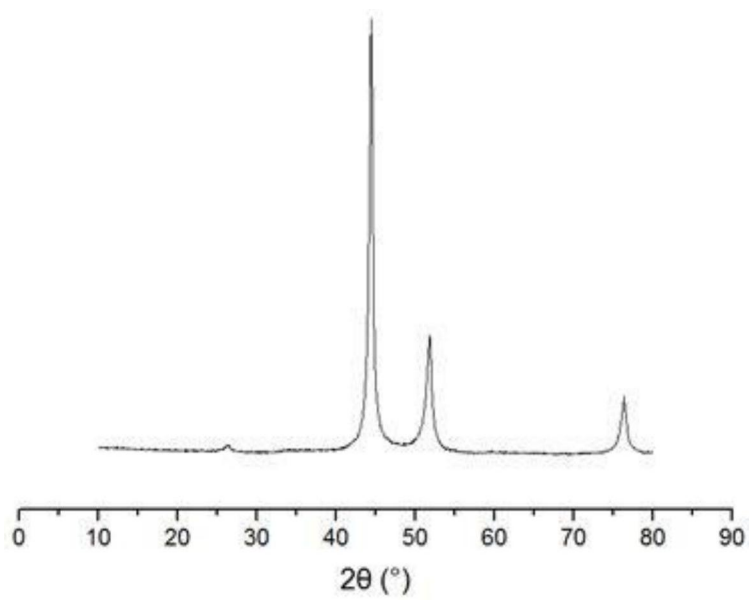


图2

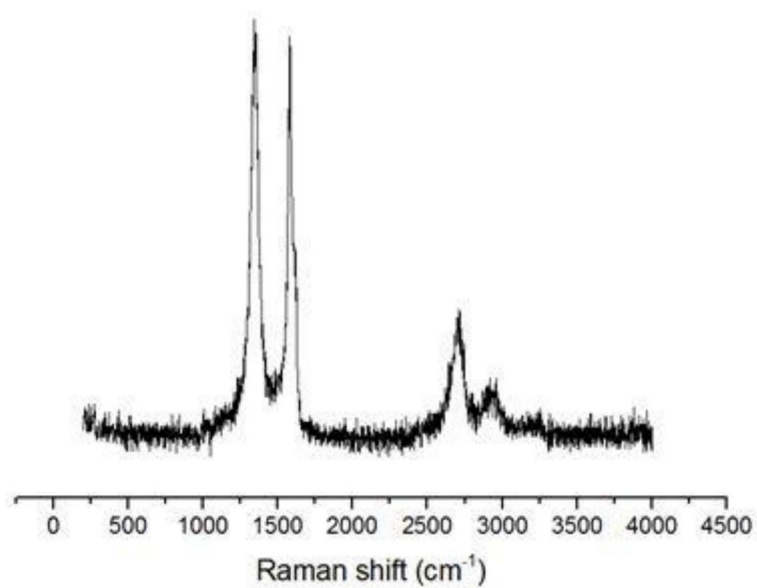


图3