



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105386101 A

(43) 申请公布日 2016. 03. 09

(21) 申请号 201510975181. 4

B24C 1/08(2006. 01)

(22) 申请日 2015. 12. 23

(71) 申请人 长春理工大学

地址 130033 吉林省长春市卫星路 7089 号

(72) 发明人 李晶 杜锋 王晶东 王永华

李红 李强 赵世才

(74) 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务

所 22210

代理人 李青

(51) Int. Cl.

C25D 5/12(2006. 01)

C25D 5/36(2006. 01)

B24B 29/02(2006. 01)

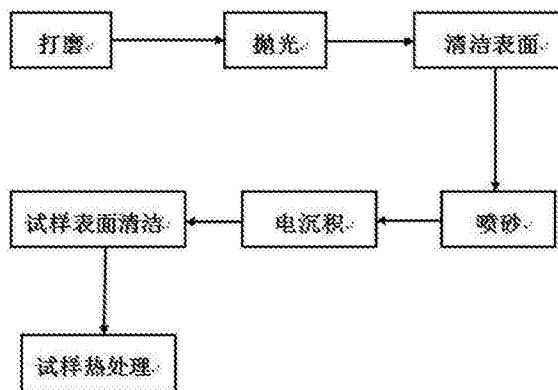
权利要求书1页 说明书3页 附图3页

## (54) 发明名称

一种钢基耦合仿生自清洁表面及其制备方法

## (57) 摘要

一种钢基耦合仿生自清洁表面及其制备方法属于自清洁表面制备领域,该结构由下至上依次为:钢基层、喷砂层和沉积层;喷砂层的表面粗糙度为 60-80  $\mu\text{m}$ ;沉积层的厚度为 30-35  $\mu\text{m}$ ,表面接触角为 120° -150°。该方法包括:将基体表面预磨处理;将预磨处理的基体置于金相金属抛光机上抛光至表面光洁;将抛光后的基体置于酒精中超声波清洗;对清洗后的基体表面喷砂处理;对喷砂后的基体表面利用电沉积技术进行 Ni 沉积处理;将电沉积后的基体置于酒精中超声波清洗;将清后的基体置于干燥箱内 150℃ 保温两小时后随干燥箱冷却处理。本发明制备出具有疏水性能的自清洁表面,采用机械微加工法和电沉积法耦合的方法使表面具有疏水性的自清洁功能,该方法操作简单、方便。



1. 一种钢基耦合仿生自清洁表面的制备方法,其特征在于,该方法包括如下步骤:

步骤一:将基体表面预磨处理;

步骤二:将所述预磨处理的基体置于金相金属抛光机上抛光至表面光洁;

步骤三:将所述抛光后的基体置于酒精中超声波清洗;

步骤四:对所述清洗后的基体表面喷砂处理;

步骤五:对所述喷砂后的基体表面利用电沉积技术进行 Ni 沉积处理;

步骤六:将所述电沉积后的基体置于酒精中超声波清洗;

步骤七:将所述清洗后的基体置于干燥箱内 150℃保温两小时后随干燥箱冷却处理。

2. 根据权利要求 1 所述的一种钢基耦合仿生自清洁表面的制备方法,其特征在于,所述步骤一的预处理,是将基体依次在 600 目、800 目、1000 目、1500 目和 2000 目的砂纸上进行打磨;使表面粗糙度至 0.1-0.3 μm。

3. 根据权利要求 1 所述的一种钢基耦合仿生自清洁表面的制备方法,其特征在于,所述步骤二中,将基体表面粗糙度抛光至 0.02-0.04 μm。

4. 根据权利要求 1 所述的一种钢基耦合仿生自清洁表面的制备方法,其特征在于,所述步骤三和步骤六中,超声波清洗时间为 1-2min。

5. 根据权利要求 1 所述的一种钢基耦合仿生自清洁表面的制备方法,其特征在于,所述步骤四中,喷砂处理的材料为钢砂粒子,粒度为 150-200 目,喷砂机喷嘴的出口压力为 0.5MPa,喷嘴距基体表面的距离约为 15-30cm,喷嘴与基体表面之间大约呈 10-15°,喷砂时间为 5-10min。

6. 根据权利要求 1 所述的一种钢基耦合仿生自清洁表面的制备方法,其特征在于,所述步骤五中,电沉积液的组份为:硫酸镍:285g/L,柠檬酸:100g/L,氨水:100-150mL/L,PH 为 7.4-7.6;沉积处理过程中电压为 6V-16V,时间为 3min 左右。

7. 根据权利要求 6 所述的一种钢基耦合仿生自清洁表面的制备方法,其特征在于,所述沉积处理过程中电压为 14V。

8. 一种钢基耦合仿生自清洁表面,其特征在于,该结构由下至上依次为:钢基层、喷砂层和沉积层;所述喷砂层的表面粗糙度为 60-80 μm;沉积层的厚度为 30-35 μm,表面接触角为 120°-150°。

9. 根据权利要求 8 所述的一种钢基耦合仿生自清洁表面,其特征在于,所述喷砂层的材料为钢砂粒子,粒度为 150-200 目。

10. 根据权利要求 9 所述的一种钢基耦合仿生自清洁表面,其特征在于,所述沉积层的材料为 Ni。

## 一种钢基耦合仿生自清洁表面及其制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于自清洁表面制备领域,具体涉及一种钢基耦合仿生自清洁表面及其制备方法。

### 背景技术

[0002] 中国作为制造业大国,各类特殊用途的输送管道(石油、化工、海水)以及各类密封管道的制造占世界70%以上,这些管道大都采用不锈钢或者普通钢材制造。当这些管道在潮湿的环境中使用,由于钢材自身的特点,长时间使用就会生锈、断裂,失去使用价值。在我国的铁路建设中,铁路轨道使用的钢材在自然环境中经受着风吹雨打,如不定期进行保养,轨道就会生锈无法使用,在冬日下雪时铁路轨道上覆盖的积雪还会影响火车的正常通行。

[0003] 为了解决这一系列问题,科研人员把目光投向自然界。他们发现自然界中有很多动植物具有超疏水性能,并且具有超疏水性能的动植物表面具有一定的防腐、减磨减阻、防水、自清洁等性能,其中最具有代表性的植物则是“出淤泥而不染”的荷叶。科研人员根据荷叶表面的微观形貌仿生制造出具有一定功能的材料,但制备方法复杂、操作不便,化学修饰时还会产生一些环境污染。

### 发明内容

[0004] 为了解决现有技术中存在的问题,本发明提供了一种钢基耦合仿生自清洁表面及其制备方法,该方法所制备的钢基耦合仿生自清洁表面,其内部成分和结构呈现合理的梯度化。

[0005] 本发明解决技术问题所采用的技术方案如下:

[0006] 一种钢基耦合仿生自清洁表面,该结构由下至上依次为:钢基层、喷砂层和沉积层;所述喷砂层的表面粗糙度为 $60-80\mu\text{m}$ ;沉积层的厚度为 $30-35\mu\text{m}$ ,表面接触角为 $120^\circ-150^\circ$ 。

[0007] 一种钢基耦合仿生自清洁表面的制备方法,该方法包括如下步骤:

[0008] 步骤一:将基体表面预磨处理;

[0009] 步骤二:将所述预磨处理的基体置于金相金属抛光机上抛光至表面光洁;

[0010] 步骤三:将所述抛光后的基体置于酒精中超声波清洗;

[0011] 步骤四:对所述清洗后的基体表面喷砂处理;

[0012] 步骤五:对所述喷砂后的基体表面利用电沉积技术进行Ni沉积处理;

[0013] 步骤六:将所述电沉积后的基体置于酒精中超声波清洗;

[0014] 步骤七:将所述清后的基体置于干燥箱内 $150^\circ\text{C}$ 保温两小时后随干燥箱冷却处理。

[0015] 本发明还提供上述方法制备出的产品。

[0016] 本发明的有益效果是:本发明仿荷叶表面微观复合结构制备出具有疏水性能的自

清洁表面,采用机械微加工法和电沉积法耦合的方法使表面具有疏水性的自清洁功能,该方法操作简单、方便。所用的喷砂设备能够批量的制备试样,同时提高试样的抗疲劳性,增加基底与镀层之间的附着力,延长了镀膜的耐久性;所用的电沉积设备体积小、质量轻、易于移动、便于操作,可随时加工各种尺寸的试样。采用本发明的钢基耦合仿生自清洁表面的制备方法,得到的钢基耦合仿生自清洁表面的镀层沿着基体表面向镀层外侧,依次是 Fe、Fe-Ni、Ni 元素,这一梯度层组织结构上的优势是单纯的电沉积 Ni 基合金镀层所不具备的,不仅可以提高镀层与基体间的结合力,降低镀层内应力,提高试样的疲劳强度,而且在材料的自清洁方面有优异的性能。可广泛应用于汽车、轮船、石油、化工、基建等领域各类零部件自清洁的功能镀层和装饰镀层。

### 附图说明

[0017] 图 1 本发明一种钢基耦合仿生自清洁表面结构示意图。

[0018] 图 2 本发明一种钢基耦合仿生自清洁表面的制备方法流程图。

[0019] 图 3 本发明钢基喷砂试样表面扫描电镜与静态接触角图。

[0020] 图 4 为本发明钢基耦合仿生自清洁表面 14V 电压时制备试样表面扫描电镜与静态接触角图。

[0021] 图 5 为本发明钢基耦合仿生自清洁表面采用不同电压制备出各表面静态接触角图。

[0022] 图 6 为本发明钢基耦合仿生自清洁表面方法在电压 14V 时制备出的试样其表面自清洁性能测试图。

[0023] 图中:1、钢基底,2、喷砂层和 3、沉积层。

### 具体实施方式

[0024] 下面结合附图和实施例对本发明做进一步详细说明。

[0025] 一种钢基耦合仿生自清洁表面,如图 1 所示,该结构由下至上依次为:钢基层、喷砂层和沉积层;所述喷砂层的表面粗糙度为  $60-80\ \mu\text{m}$ ;沉积层的厚度为  $30-35\ \mu\text{m}$ ,表面接触角为  $120^\circ-150^\circ$ 。喷砂层的材料为钢砂粒子,粒度约为 150-200 目。沉积层的材料为 Ni,电沉积液的组份为:硫酸镍:285g/L,柠檬酸:100g/L,氨水:100-150mL/L,PH 为 7.4-7.6;沉积处理过程中电压为 6V,时间为 3min。

[0026] 实施例 1:

[0027] 如图 2 所示,一种钢基耦合仿生自清洁表面的制备方法,该方法包括如下步骤:

[0028] 步骤一:将基体表面进行预磨处理,使表面粗糙度  $R_a = 0.1\ \mu\text{m}$ ,基底表面没有光亮度,有轻微的砂纸纹。

[0029] 步骤二:将所述预磨处理的基体置于相金属抛光机上进行抛光至  $R_a = 0.02\ \mu\text{m}$ ,表面光洁,没有砂纸纹。

[0030] 步骤三:将所述抛光后的基体置于酒精中进行超声波清洗 1-2min。

[0031] 步骤四:利用喷砂技术对所述清洗后的基体表面进行喷砂处理;喷砂处理的材料为钢砂粒子,粒度约为 150-200 目,喷砂机喷嘴的出口压力为 0.5MPa,喷嘴距基体表面的距离约为 10-30cm,喷嘴与基体表面之间大约呈  $10-15^\circ$ ,喷砂时间为 5-10min;如图 3

所示,基底喷砂后表面形貌发生变化,其表面的静态接触角也发生变化,其接触角增加到 $113.1^{\circ}$ 。

[0032] 步骤五:利用电沉积技术在喷砂后的基体表面进行沉积Ni处理;电沉积液的组份为:硫酸镍:285g/L,柠檬酸:100g/L,氨水:100-150mL/L,PH为7.4-7.6;沉积处理过程中电压为6V,时间为3min。

[0033] 步骤六:将进行完电沉积的试样置于酒精中进行超声波清洗1-2min;

[0034] 步骤七:将电沉积Ni后的基体置于干燥箱内进行 $150^{\circ}\text{C}$ 保温两小时,随干燥箱冷却处理。

[0035] 步骤一至步骤六中,每完成一步,均使用去离子水冲洗20s~30s。

[0036] 实施例2

[0037] 步骤一到步骤四、步骤六和步骤7,以上步骤完全与实施例中的对应步骤相同,不同之处在于,步骤五中,沉积处理过程中电压为8V。

[0038] 实施例3

[0039] 步骤一到步骤四、步骤六和步骤7,以上步骤完全与实施例中的对应步骤相同,不同之处在于,步骤五中,沉积处理过程中电压为10V。

[0040] 实施例4

[0041] 步骤一到步骤四、步骤六和步骤7,以上步骤完全与实施例中的对应步骤相同,不同之处在于,步骤五中,沉积处理过程中电压为12V。

[0042] 实施例5

[0043] 步骤一到步骤四、步骤六和步骤7,以上步骤完全与实施例中的对应步骤相同,不同之处在于,步骤五中,沉积处理过程中电压为14V;如图4所示,基底经过喷砂和电沉积处理后其表面形貌改变,形成簇状的“菜花镍”,而且试样表面的晶粒簇分布均匀,其表面静态接触角也达到 $150^{\circ}$ ,呈超疏水状态。

[0044] 实施例6

[0045] 步骤一到步骤四、步骤六和步骤7,以上步骤完全与实施例中的对应步骤相同,不同之处在于,步骤五中,沉积处理过程中电压为16V。

[0046] 如图5所示,基底在不同电沉积电压下制备出的疏水表面的静态接触角不同,经过抛光基底与电沉积电压6V、8V、10V、12V、14V、16V接触角的对比,不难发现经过电沉积的试样表面接触角显著提高,随着电沉积电压的增加,其表面的接触角也再增加,但当电压达到16V时,其表面的接触角在减小。从图可以看出电沉积电压的最佳参数为14V,其试样表面达到超疏水状态;

[0047] 图6为本发明钢基耦合仿生自清洁表面方法在电压14V时制备出的试样其表面自清洁性能测试图,在试样表面洒上一层均匀的白色粉末,然后在试样表面滴一滴水,水珠滚过试样表面带走了其表面的白色粉末,使水滴经过的地方清洁如初。

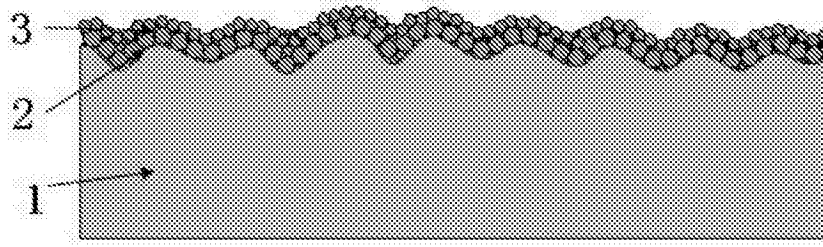


图 1

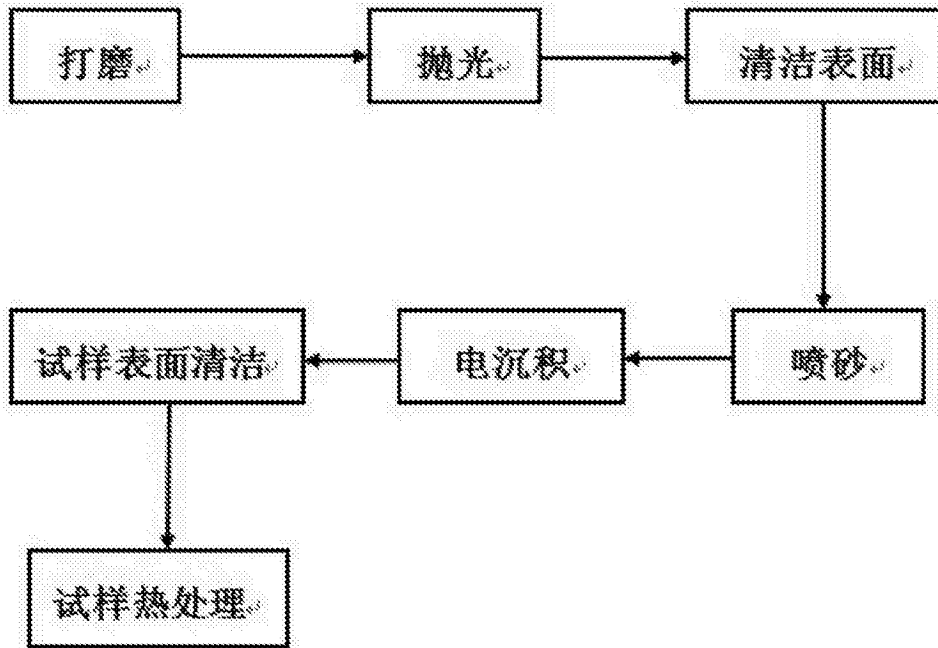


图 2

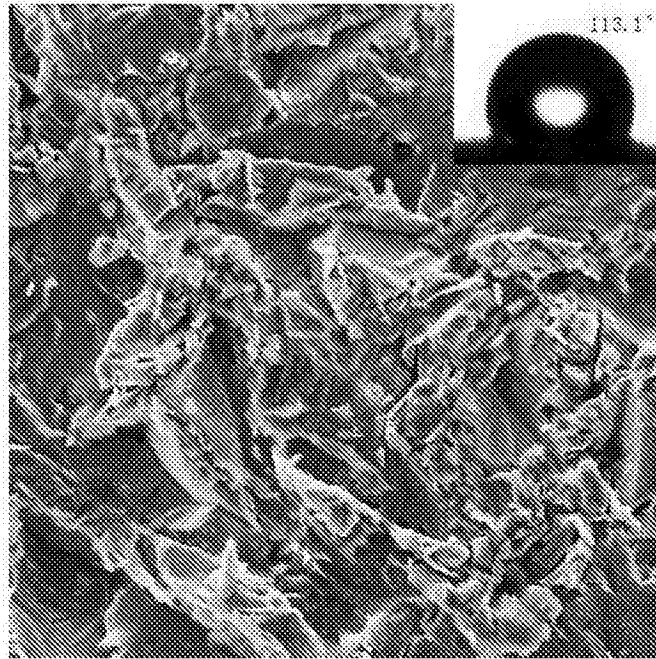


图 3

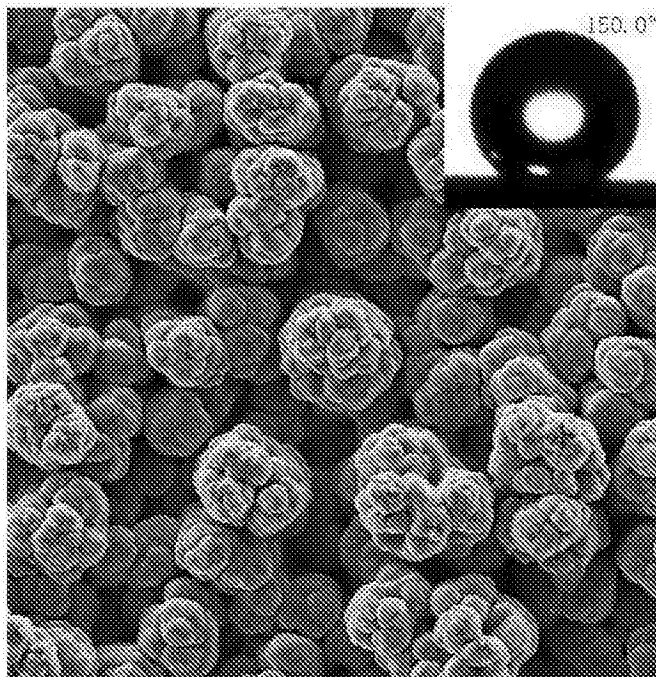


图 4

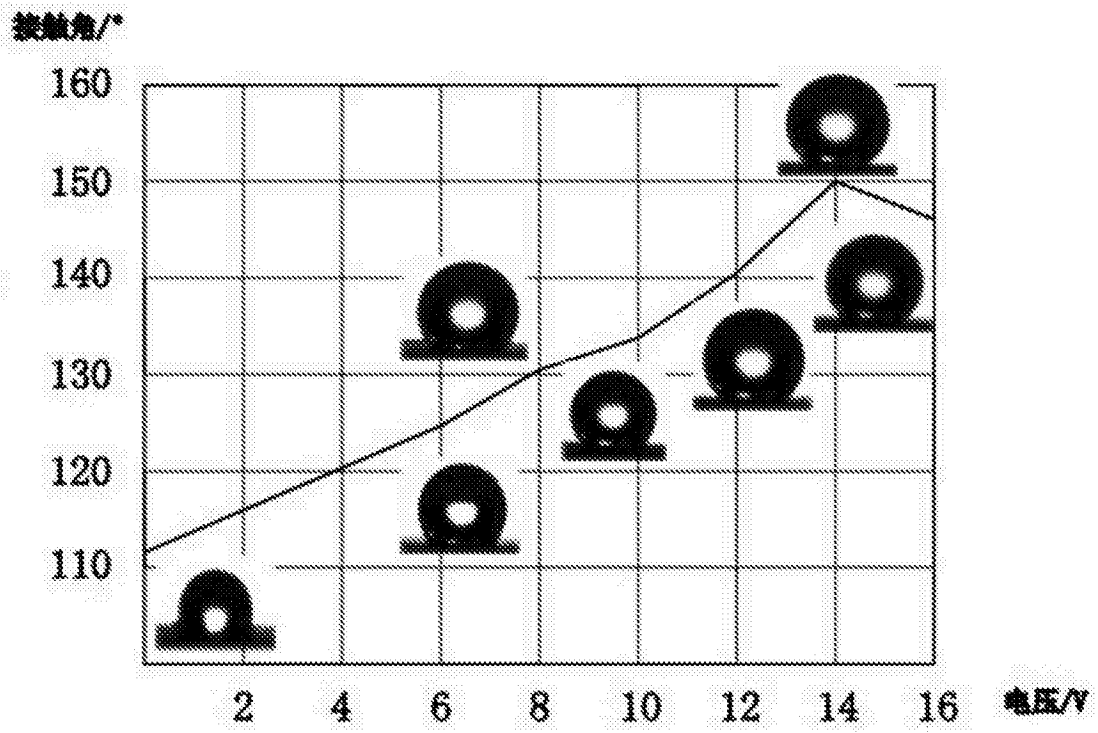


图 5

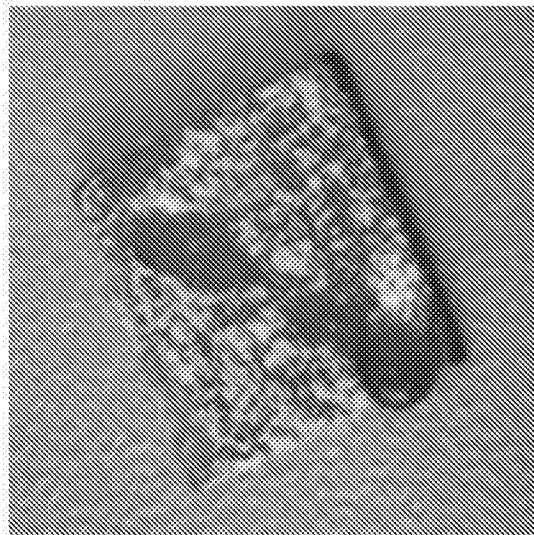


图 6