



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110257867 A

(43)申请公布日 2019. 09. 20

(21)申请号 201910482119.X

(22)申请日 2019.06.04

(71)申请人 中国船舶重工集团公司第七二五研究所

地址 266000 山东省青岛市市南区金湖路
12号甲

(72)发明人 林志峰 张伟 许立坤

(51)Int.Cl.

C25D 3/56(2006.01)

C25D 3/38(2006.01)

C25D 5/12(2006.01)

C25D 5/48(2006.01)

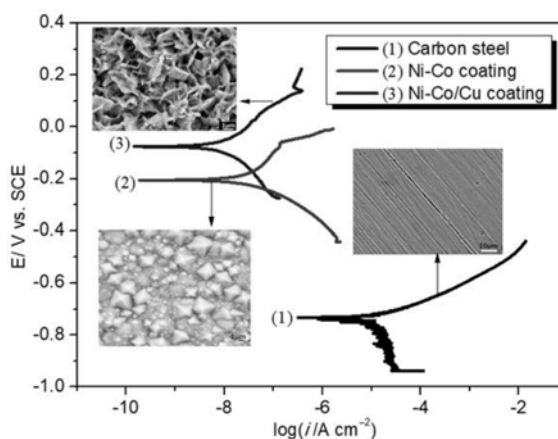
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种Ni-Co/Cu超疏水镀层及其制备方法

(57)摘要

本发明提供一种Ni-Co/Cu超疏水镀层及其制备方法,属于电沉积复合镀层领域。该镀层包括金属基体、镀在金属基体表面的Ni-Co镀层,镀在Ni-Co镀层表面的铜镀层,将铜镀层氧化成枝状结构后,在其表面修饰低表面能物质。其制备方法为:先在金属基体表面制备镍钴镀层;然后对镍钴镀层进行表面处理,再在其表面镀一层铜镀层,将复合镀层放入配制好的氧化液中,浸泡一定时间,取出后,用冷风吹干;最后再进行低表面能修饰,即得Ni-Co/Cu复合镀层。本发明可有效提高Ni-Co镀层的防护效果,当水等腐蚀介质到达镀层表面时,由于表面疏水层的存在,使得腐蚀介质难以进入镀层内部,从而提高了镀层的防腐效果,延长镀层的防护寿命,为制备新型金属复合镀层提供了新的思路。



1. 一种Ni-Co/Cu超疏水镀层,其特征在于,包括金属基体、镀在所述金属基体表面的Ni-Co镀层,镀在所述Ni-Co镀层表面的铜镀层,将所述铜镀层氧化成枝状结构后,在其表面修饰低表面能物质,从而得到Ni-Co/Cu超疏水镀层。

2. 如权利要求1所述的一种Ni-Co/Cu超疏水镀层的制备方法,其特征在于,该方法首先在金属基体表面制备Ni-Co镀层,然后对Ni-Co镀层进行表面处理,在其表面镀一层铜镀层,将复合镀层放入配置好的氧化液中,浸泡一定的时间,取出后,用冷风吹干,最后再进行低表面能修饰,即得Ni-Co/Cu超疏水复合镀层。

3. 根据权利要求2所述的一种Ni-Co/Cu超疏水镀层的制备方法,其特征在于,所述具体包括步骤如下:

1) 将金属基体经过砂纸打磨、丙酮和乙醇润洗后吹干,放入Ni-Co镀液中,采用恒电流法,在金属基体表面制备Ni-Co镀层;

2) 将带有Ni-Co镀层的金属基体放入稀盐酸溶液中,浸泡一段时间,盐酸处理能够除去表面松散的镀层颗粒,同时能够增大表面的粗糙度,从而提高最终所得Ni-Co/Cu铜镀层的粗糙度,然后用超纯水和乙醇润洗,吹干备用;

3) 将制备好的上述镀层样品放入Cu镀液中,在恒电位条件下制备铜镀层,形成Ni-Co/Cu复合镀层;

4) 将Ni-Co/Cu复合镀层放入氧化溶液中,浸泡一定的时间,使铜镀层被氧化成枝状结构,取出后用超纯水润洗,吹干;

5) 将氧化后的Ni-Co/Cu镀层放入十二烷基硫醇溶液中,浸泡一定的时间,进行低表面能修饰,即得Ni-Co/Cu超疏水镀层。

4. 根据权利要求3所述的一种Ni-Co/Cu超疏水镀层的制备方法,其特征在于,所述步骤1)中Ni-Co镀液配置时,包括步骤如下:

1.1) 称取10~30 g $\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 、2~10 g $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 和1~6 g $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 放入200 mL烧杯中,然后加入100 mL去离子水,充分搅拌溶解,制成主盐溶液;

1.2) 称取1~5 g H_3BO_3 ,放入50 mL烧杯中,加入25 mL去离子水,加热直至煮沸,维持3~5 min;

1.3) 最后将 H_3BO_3 溶液缓慢滴加到主盐溶液中。

5. 根据权利要求3或4所述的一种Ni-Co/Cu超疏水镀层的制备方法,其特征在于,所述步骤1)中Ni-Co镀层的制备参数如下:电流密度为10~80 mA/cm^2 ,电沉积时间为20~50 min,电镀pH为3~5,电沉积温度为40~60 $^{\circ}\text{C}$,搅拌速率为300 rpm/min,阴阳极之间的间距为3 cm。

6. 根据权利要求3或4所述的一种Ni-Co/Cu超疏水镀层的制备方法,其特征在于,所述步骤3)中Cu镀液配置时,包括步骤如下:称取 $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 3~10 g,加入100 mL去离子水中,充分搅拌溶解,然后再称取2~10 g Na_2SO_4 ,加入上述溶液中,搅拌溶解。

7. 根据权利要求3或4所述的一种Ni-Co/Cu超疏水镀层的制备方法,其特征在于,所述步骤3)中Ni-Co/Cu复合镀层的制备参数如下:沉积时间为10~40 min,电压为-0.1~-0.5 V/ cm^2 ,搅拌速率为300 rpm/min,阴阳极的距离为3 cm。

8. 根据权利要求3或4所述的一种Ni-Co/Cu超疏水镀层的制备方法,其特征在于,所述步骤4)中对Ni-Co/Cu复合镀层氧化处理时:将Ni-Co/Cu镀层放入过硫酸铵氧化溶液中,浸泡30 min,其中过硫酸铵溶液配置步骤如下:称取NaOH 11 g和过 $\text{H}_8\text{N}_2\text{O}_8\text{S}_2$ 2.5 g,加入去离

子水200 mL,充分搅拌溶解后即可。

9.根据权利要求3或4所述的一种Ni-Co/Cu超疏水镀层的制备方法,其特征在于,所述步骤5)中低表面能修饰是指:将十二烷基硫醇取10 ml放入玻璃瓶中,将试样悬挂在玻璃瓶内,放入恒温箱,设置温度60℃,维持60 min,制备出超疏水Ni-Co/Cu镀层,其中修饰溶液的配置步骤如下:将5~10 g十二烷基硫醇加入到100mL的乙醇中,充分搅拌使其溶解。

10.根据权利要求2、3或4所述的一种Ni-Co/Cu超疏水镀层的制备方法,其特征在于,所述金属基体材料为碳钢。

一种Ni-Co/Cu超疏水镀层及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及电沉积复合镀层领域,具体是一种Ni-Co/Cu超疏水镀层的制备和应用方法。

背景技术

[0002] 金属及其合金涂/镀层具备较好的物理、化学和机械性能,如较高硬度、耐磨性和耐蚀性等,所以被广泛应用于钢铁的表面处理。镍钴(Ni-Co)合金涂层具有有较高的耐蚀性能、硬度及良好的耐磨性,被广泛应用在电子和光电子器件、化工等领域。

[0003] 然而当镍钴镀层被应用到海洋环境等环境恶劣的工况时,其很容易失去防护性能。因此提高镍钴镀层的防护寿命是当前研究的热点之一。如有研究者通过在镀液中添加其他元素制备成三元或多元复合镀层(如Ni-Co-Cr三元合金镀层、Ni-Co-Fe-P四元合金镀层等),或添加微纳米粒子制备微纳米复合镀层(Ni-Co/ Al_2O_3 复合镀层、Ni-Co/ SiO_2 复合镀层、Ni-Co/WC纳米复合镀层等)。这些镀层能够较好的提高Ni-Co镀层硬度、耐磨性能等,但对于防腐寿命的提高程度有限。

发明内容

[0004] 本发明的技术任务是针对现有Ni-Co镀层耐蚀性在苛刻工况下易腐蚀失效的不足,提供一种Ni-Co/Cu超疏水镀层及其制备方法。

[0005] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:

1、本发明提供一种Ni-Co/Cu超疏水镀层,包括金属基体、镀在所述金属基体表面的Ni-Co镀层,镀在所述Ni-Co镀层表面的铜镀层,将所述铜镀层氧化成枝状结构后,在其表面修饰低表面能物质,从而得到Ni-Co/Cu超疏水镀超疏水镀层。

[0006] 2、本发明另提供一种Ni-Co/Cu超疏水镀层的制备方法,该方法首先在金属基体表面制备Ni-Co镀层,然后对Ni-Co镀层进行表面处理,在其表面镀一层铜镀层,将复合镀层放入配置好的氧化液中,浸泡一定的时间,取出后,用冷风吹干,最后再进行低表面能修饰,即得Ni-Co/Cu复合镀层。

[0007] 具体包括步骤如下:

1)将金属基体经过砂纸打磨、丙酮和乙醇润洗后吹干,放入Ni-Co镀液中,采用恒电流法,在金属基体表面制备Ni-Co镀层;

2)将带有Ni-Co镀层的金属基体放入稀盐酸溶液中,浸泡一段时间,盐酸处理能够除去表面松散的镀层颗粒,同时能够增大表面的粗糙度,从而提高最终所得Ni-Co/Cu铜镀层的粗糙度,然后用超纯水和乙醇润洗,吹干备用;

3)将制备好的上述镀层样品放入Cu镀液中,在恒电位条件下制备铜镀层,形成Ni-Co/Cu复合镀层;

4)将Ni-Co/Cu复合镀层放入氧化溶液中,浸泡一定的时间,使铜镀层被氧化成粗糙的 $\text{Cu}(\text{OH})_2$ 枝状结构,这是制备超疏水镀层的关键步骤之一,取出后用超纯水润洗,吹干;

5) 将氧化后的Ni-Co/Cu镀层放入十二烷基硫醇溶液中,浸泡一定的时间,进行低表面能修饰,即得Ni-Co/Cu超疏水镀层。

[0008] 作为本发明进一步优选地,所述金属基体材料为碳钢。

[0009] 作为本发明进一步优选地,所述步骤1)中Ni-Co镀液配置时,包括步骤如下:

1.1) 称取10~30 g $\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 、2~10 g $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 和1~6 g $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 放入200 mL烧杯中,然后加入100 mL去离子水,充分搅拌溶解,制成主盐溶液;

1.2) 称取1~5 g H_3BO_3 ,放入50 mL烧杯中,加入25 mL去离子水,加热直至煮沸,维持3~5 min;

1.3) 最后将 H_3BO_3 溶液缓慢滴加到主盐溶液中。

[0010] 作为本发明进一步优选地,所述步骤1)中Ni-Co镀层的制备参数如下:电流密度为10~80 mA/cm^2 ,电沉积时间为20~50 min,电镀pH为3~5,电沉积温度为40~60℃,搅拌速率为300 rpm/min,阴阳极之间的间距为3 cm。

[0011] 作为本发明进一步优选地,所述步骤3)中Cu镀液配置时,包括步骤如下:称取 $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 3~10 g,加入100 mL去离子水中,充分搅拌溶解,然后再称取2~10 g Na_2SO_4 ,加入上述溶液中,搅拌溶解。

[0012] 作为本发明进一步优选地,所述步骤3)中Ni-Co/Cu复合镀层的制备参数如下:沉积时间为10~40 min,电压为-0.1~-0.5 V/cm^2 ,搅拌速率为300 rpm/min,阴阳极的距离为3 cm。

[0013] 作为本发明进一步优选地,所述步骤4)中对Ni-Co/Cu复合镀层氧化处理时:将Ni-Co/Cu镀层放入过硫酸铵氧化溶液中,浸泡30 min,其中过硫酸铵溶液配置步骤如下:称取NaOH 11 g和过 $\text{H}_8\text{N}_2\text{O}_8\text{S}_2$ 2.5 g,加入去离子水200 mL,充分搅拌溶解后即可。

[0014] 作为本发明进一步优选地,所述步骤5)中低表面能修饰是指:将十二烷基硫醇取10 mL放入玻璃瓶中,将试样悬挂在玻璃瓶内,放入恒温箱,设置温度60℃,维持60 min,制备出超疏水Ni-Co/Cu镀层,其中修饰溶液的配制步骤如下:将5~10 g十二烷基硫醇加入到100mL的乙醇中,充分搅拌使其溶解。

[0015] 本发明的一种Ni-Co/Cu超疏水镀层及其制备方法,与现有技术相比所产生的有益效果是:

该方法首先在金属基体表面制备镍钴镀层;然后对镍钴镀层进行表面处理,再在其表面镀一层铜镀层,将复合镀层放入配制好的氧化液中,浸泡一定的时间,取出后,用冷风吹干;最后再进行低表面能修饰,即得Ni-Co/Cu复合镀层。本发明可有效提高Ni-Co镀层的防护效果,当水等腐蚀介质到达镀层表面时,由于表面疏水层的存在,使得腐蚀介质难以进入镀层内部,从而提高了镀层的防腐效果,延长镀层的防护寿命,为制备新型金属复合镀层提供了新的思路。

附图说明

[0016] 附图1是实施例1碳钢和Ni-Co镀层的SEM图(a 碳钢,b Ni-Co镀层);

附图2是实施例1氧化和低表面能修饰后的Ni-Co/Cu镀层(a 经氧化后的Ni-Co/Cu镀层,b 经低表面能物质处理后的Ni-Co/Cu镀层);

附图3是实施例1Ni-Co镀层、Ni-Co/Cu镀层和Ni-Co/Cu超疏水镀层的接触角(a Ni-Co

镀层接触角,b Ni-Co/Cu镀层接触角,c 经氧化和低表面能物质处理后的Ni-Co/Cu镀层接触角);

附图4是实施例1碳钢、Ni-Co镀层和Ni-Co/Cu超疏水镀层的极化曲线图。

具体实施方式

[0017] 下面结合附图1,对本发明的一种Ni-Co/Cu超疏水镀层及其制备方法作以下详细说明。

[0018] 本发明提供一种Ni-Co/Cu超疏水镀层,包括金属基体、镀在所述金属基体表面的Ni-Co镀层,镀在所述Ni-Co镀层表面的铜镀层,将所述铜镀层氧化成枝状结构后,在其表面修饰低表面能物质,从而得到Ni-Co/Cu超疏水镀层。

[0019] 该方法首先在金属基体表面制备Ni-Co镀层,然后对Ni-Co镀层在稀盐酸溶液中进行表面处理,盐酸处理能够除去表面松散金属颗粒,同时能够增大表面的粗糙度,从而提高最终所得Ni-Co/Cu铜镀层的粗糙度。处理完成后在Ni-Co镀层表面镀一层铜镀层,将复合镀层放入配置好的氧化液中,进行氧化,使表面的Cu镀层被氧化成粗糙的Cu(OH)₂枝状结构,这是制备超疏水镀层的关键步骤之一,最后再进行低表面能修饰,使疏水分子吸附到只装结构的表面,即得Ni-Co/Cu复合镀层。具体包括步骤如下:

1)将金属基体经过砂纸打磨、丙酮和乙醇润洗后吹干,放入Ni-Co镀液中,采用恒电流法,在金属基体表面制备Ni-Co镀层;

2)将带有Ni-Co镀层的金属基体放入稀盐酸溶液中,浸泡一段时间,盐酸处理能够除去表面松散的镀层颗粒,同时能够增大表面的粗糙度,从而提高最终所得Ni-Co/Cu铜镀层的粗糙度,然后用超纯水和乙醇润洗,吹干备用;

3)将制备好的上述镀层样品放入Cu镀液中,在恒电位条件下制备铜镀层,形成Ni-Co/Cu复合镀层;

4)将Ni-Co/Cu复合镀层放入氧化溶液中,浸泡一定的时间,使铜镀层被氧化成粗糙的Cu(OH)₂枝状结构,这是制备超疏水镀层的关键步骤之一,取出后用超纯水润洗,吹干;

5)将氧化后的Ni-Co/Cu镀层放入十二烷基硫醇溶液中,浸泡一定的时间,进行低表面能修饰,即得Ni-Co/Cu超疏水镀层。

[0020] 实施例1

本发明的一种Ni-Co/Cu超疏水镀层,其制备方法包括步骤如下:

1、基体材料为Q235碳钢,切割并用环氧树脂封装,使其工作面积为1 cm²,将基体用2000#砂纸打磨除去表面腐蚀产物,再用丙酮和乙醇清洗,吹干后备用。

[0021] 2、Ni-Co镀液的配置:称取20 g NiSO₄·6H₂O、5 g CoSO₄·7H₂O和3 g NiCl₂·6H₂O放入200 mL烧杯中,然后加入100 mL去离子水,充分搅拌溶解。称取3 g H₃BO₃,放入50 mL烧杯中,加入25 mL去离子水,加热直至煮沸,维持4 min。最后将H₃BO₃溶液缓慢滴加到主盐溶液中。

[0022] 3、Cu镀液的配置:称取CuCl₂·2H₂O 5 g,加入100 mL去离子水中,充分搅拌溶解,然后再称取5 g Na₂SO₄,加入上述溶液中,搅拌溶解。

[0023] 4、Ni-Co镀层的制备参数:电流密度为40 mA/cm²,电沉积时间为30 min,电镀pH为4,电沉积温度为50℃,搅拌速率为300 rpm/min,阴阳极之间的间距为3 cm。制得的Ni-Co镀

层表面SEM如图1所示。

[0024] 5、Ni-Co/Cu镀层的制备参数:沉积时间为30 min,电压为-0.2 V/cm²,搅拌速率为300 rpm/min,阴阳极的距离为3 cm。

[0025] 6、Ni-Co/Cu镀层的氧化处理:将Ni-Co/Cu镀层放入氧化溶液中,浸泡30 min(溶液的配制:称取NaOH 11 g和过H₈N₂O₈S₂ 2.5 g,加入去离子水200 mL,充分搅拌溶解后即可)。

[0026] 7、低表面能修饰:将十二烷基硫醇取10 mL放入玻璃瓶中,将试样悬挂在玻璃瓶内,放入恒温箱,设置温度60℃,维持60 min,制备出超疏水Ni-Co/Cu镀层(修饰溶液的配制:将7g十二烷基硫醇加入到100mL的乙醇中,充分搅拌使其溶解)。

[0027] 所制得的超疏水Ni-Co/Cu镀层如图2所示,由图2可知氧化后在基体表面形成树枝状结构。接触角测试(图3)表明镀层具有良好的超疏水性能,其接触角可达到158°。因此当该镀层浸泡到海水等腐蚀介质中时,表面的超疏水层能够屏蔽水等腐蚀介质的进入,从而大幅提高了Ni-Co镀层的防护效果。极化曲线测试(图4)表明镀层具有良好的耐蚀性能。

[0028] 实施例2

本发明的一种Ni-Co/Cu超疏水镀层,其制备方法包括步骤如下:

1、基体材料为Q255碳钢,切割并用环氧树脂封装,使其工作面积为1 cm²,将基体用2000#砂纸打磨除去表面腐蚀产物,再用丙酮和乙醇清洗,吹干后备用。

[0029] 2、Ni-Co镀液的配置:称取10 g NiSO₄·6H₂O、2 g CoSO₄·7H₂O和1 g NiCl₂·6H₂O放入200 mL烧杯中,然后加入100 mL去离子水,充分搅拌溶解。称取1 g H₃BO₃,放入50 mL烧杯中,加入25 mL去离子水,加热直至煮沸,维持3 min。最后将H₃BO₃溶液缓慢滴加到主盐溶液中。

[0030] 3、Cu镀液的配置:称取CuCl₂·2H₂O 3 g,加入100 mL去离子水中,充分搅拌溶解,然后再称取2 g Na₂SO₄,加入上述溶液中,搅拌溶解。

[0031] 4、Ni-Co镀层的制备参数:电流密度为10 mA/cm²,电沉积时间为20 min,电镀pH为3,电沉积温度为40℃,搅拌速率为300 rpm/min,阴阳极之间的间距为3 cm。

[0032] 5、Ni-Co/Cu镀层的制备参数:沉积时间为10 min,电压为-0.1 V/cm²,搅拌速率为300 rpm/min,阴阳极的距离为3 cm。

[0033] 6、Ni-Co/Cu镀层的氧化处理:将Ni-Co/Cu镀层放入氧化溶液中,浸泡30 min(溶液的配制:称取NaOH 11 g和过H₈N₂O₈S₂ 2.5 g,加入去离子水200 mL,充分搅拌溶解后即可)。

[0034] 7、低表面能修饰:将十二烷基硫醇取10 mL放入玻璃瓶中,将试样悬挂在玻璃瓶内,放入恒温箱,设置温度60℃,维持60 min,制备出超疏水Ni-Co/Cu镀层(修饰溶液的配制:将5 g十二烷基硫醇加入到100mL的乙醇中,充分搅拌使其溶解)。

[0035] 实施例3

本发明的一种Ni-Co/Cu超疏水镀层,其制备方法包括步骤如下:

1、基体材料为Q275碳钢,切割并用环氧树脂封装,使其工作面积为1 cm²,将基体用2000#砂纸打磨除去表面腐蚀产物,再用丙酮和乙醇清洗,吹干后备用。

[0036] 2、Ni-Co镀液的配置:称取15 g NiSO₄·6H₂O、4 g CoSO₄·7H₂O和2 g NiCl₂·6H₂O放入200 mL烧杯中,然后加入100 mL去离子水,充分搅拌溶解。称取4 g H₃BO₃,放入50 mL烧杯中,加入25 mL去离子水,加热直至煮沸,维持4 min。最后将H₃BO₃溶液缓慢滴加到主盐溶液中。

[0037] 3、Cu镀液的配置:称取 $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 4 g,加入100 mL去离子水中,充分搅拌溶解,然后再称取7g Na_2SO_4 ,加入上述溶液中,搅拌溶解。

[0038] 4、Ni-Co镀层的制备参数:电流密度为 30 mA/cm^2 ,电沉积时间为40 min,电镀pH为5,电沉积温度为 45°C ,搅拌速率为300 rpm/min,阴阳极之间的间距为3 cm。

[0039] 5、Ni-Co/Cu镀层的制备参数:沉积时间为20 min,电压为 -0.3 V/cm^2 ,搅拌速率为300 rpm/min,阴阳极的距离为3 cm。

[0040] 6、Ni-Co/Cu镀层的氧化处理:将Ni-Co/Cu镀层放入氧化溶液中,浸泡30 min(溶液的配制:称取 NaOH 11 g和过 $\text{H}_8\text{N}_2\text{O}_8\text{S}_2$ 2.5 g,加入去离子水200 mL,充分搅拌溶解后即可)。

[0041] 7、低表面能修饰:将十二烷基硫醇取10 mL放入玻璃瓶中,将试样悬挂在玻璃瓶内,放入恒温箱,设置温度 60°C ,维持60 min,制备出超疏水Ni-Co/Cu镀层(修饰溶液的配制:将8 g十二烷基硫醇加入到100mL的乙醇中,充分搅拌使其溶解)。

[0042] 实施例4

本发明的一种Ni-Co/Cu超疏水镀层,其制备方法包括步骤如下:

1、基体材料为Q275碳钢,切割并用环氧树脂封装,使其工作面积为 1 cm^2 ,将基体用2000#砂纸打磨除去表面腐蚀产物,再用丙酮和乙醇清洗,吹干后备用。

[0043] 2、Ni-Co镀液的配置:称取30 g $\text{NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 、10 g $\text{CoSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 和6 g $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 放入200 mL烧杯中,然后加入100 mL去离子水,充分搅拌溶解。称取5 g H_3BO_3 ,放入50 mL烧杯中,加入25 mL去离子水,加热直至煮沸,维持5 min。最后将 H_3BO_3 溶液缓慢滴加到主盐溶液中。

[0044] 3、Cu镀液的配置:称取 $\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 10 g,加入100 mL去离子水中,充分搅拌溶解,然后再称取10 g Na_2SO_4 ,加入上述溶液中,搅拌溶解。

[0045] 4、Ni-Co镀层的制备参数:电流密度为 80 mA/cm^2 ,电沉积时间为50 min,电镀pH为5,电沉积温度为 60°C ,搅拌速率为300 rpm/min,阴阳极之间的间距为3 cm。

[0046] 5、Ni-Co/Cu镀层的制备参数:沉积时间为40 min,电压为 -0.5 V/cm^2 ,搅拌速率为300 rpm/min,阴阳极的距离为3 cm。

[0047] 6、Ni-Co/Cu镀层的氧化处理:将Ni-Co/Cu镀层放入氧化溶液中,浸泡30 min(溶液的配制:称取 NaOH 11 g和过 $\text{H}_8\text{N}_2\text{O}_8\text{S}_2$ 2.5 g,加入去离子水200 mL,充分搅拌溶解后即可)。

[0048] 7、低表面能修饰:将十二烷基硫醇取10 mL放入玻璃瓶中,将试样悬挂在玻璃瓶内,放入恒温箱,设置温度 60°C ,维持60 min,制备出超疏水Ni-Co/Cu镀层(修饰溶液的配制:将10 g十二烷基硫醇加入到100mL的乙醇中,充分搅拌使其溶解)。

[0049] 尽管已描述了本申请的优选实施例,但本领域内的技术人员一旦得知了基本创造性概念,则可对这些实施例做出另外的变更和修改。所以,所附权利要求意欲解释为包括优选实施例以及落入本申请范围的所有变更和修改。

[0050] 显然,本领域的技术人员可以对本申请进行各种改动和变型而不脱离本申请的精神和范围。这样,倘若本申请的这些修改和变型属于本申请权利要求及其等同技术的范围之内,则本申请也意图包含这些改动和变型在内。

[0051] 除说明书所述的技术特征外,均为本专业技术人员的已知技术。

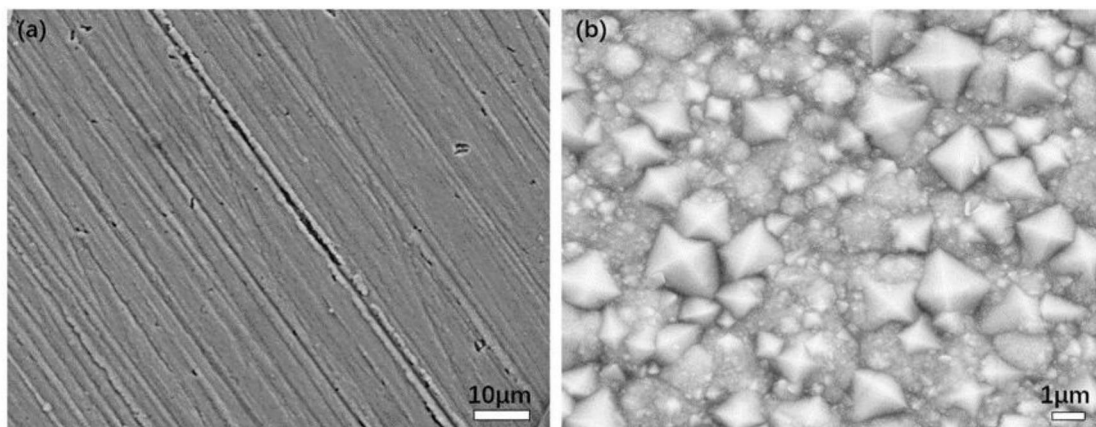


图1

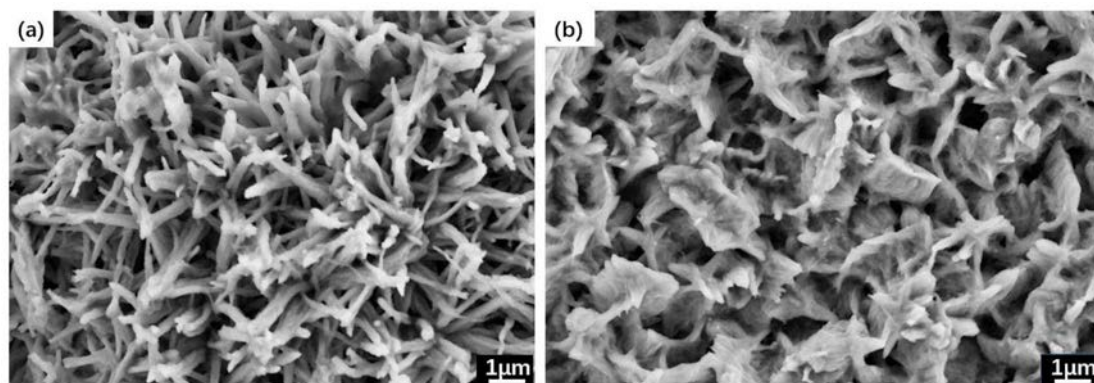


图2

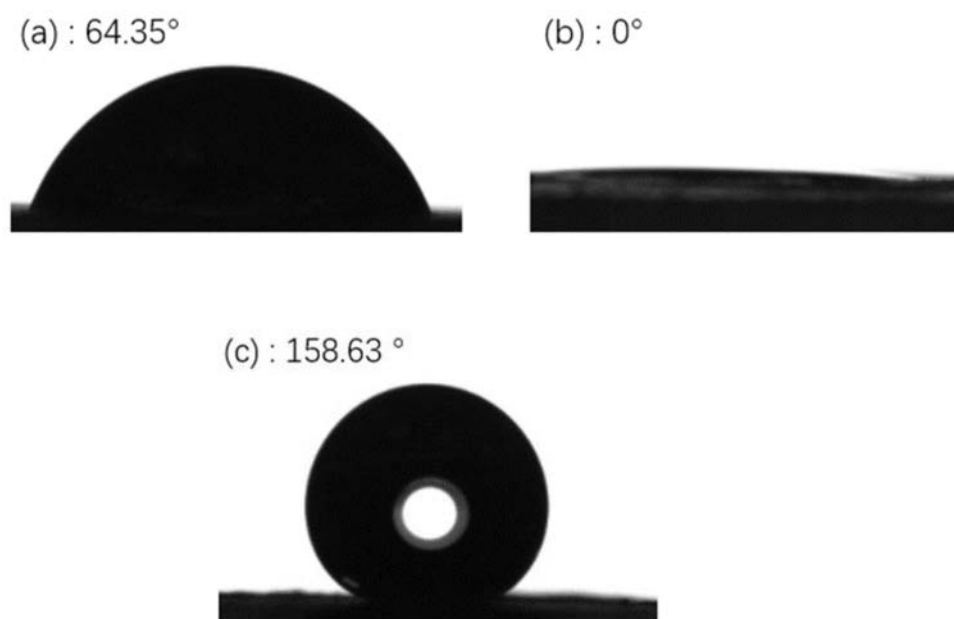


图3

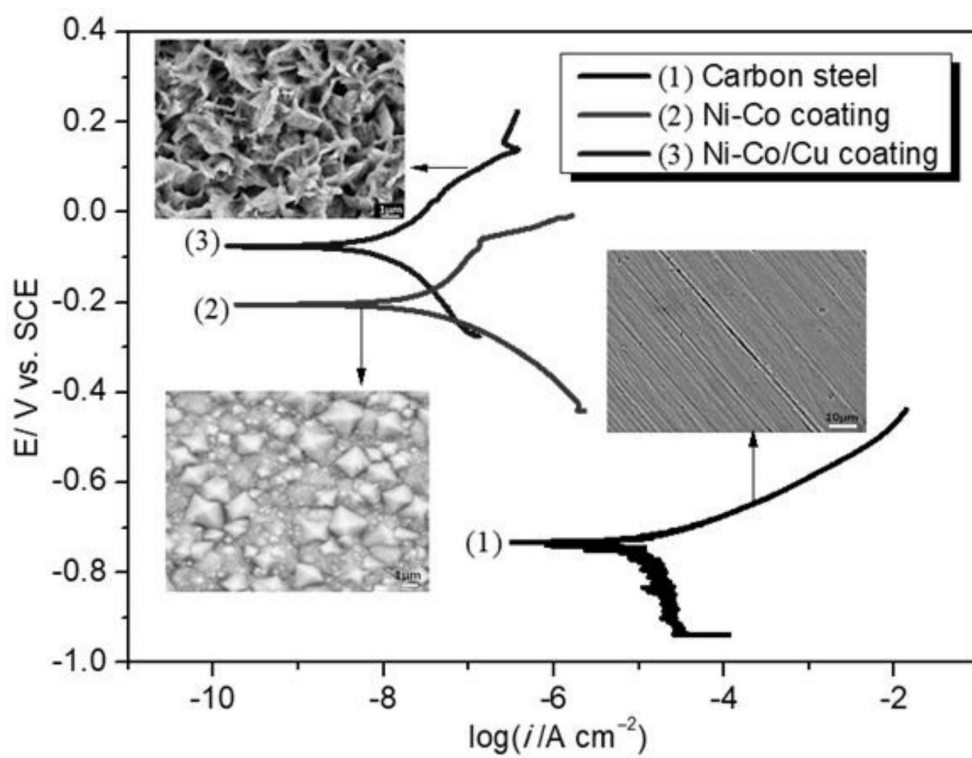


图4