



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115287416 A

(43) 申请公布日 2022.11.04

(21) 申请号 202211221307.5

A01P 1/00 (2006.01)

(22) 申请日 2022.10.08

(71) 申请人 太原科技大学

地址 030024 山西省太原市万柏林区瓦流
路66号

(72) 发明人 李玉贵 赵广辉 张哲 李华英
李娟 宋耀辉

(74) 专利代理机构 深圳峰诚志合知识产权代理
有限公司 44525

专利代理师 宋宝焱

(51) Int. Cl.

G21D 1/09 (2006.01)

G21D 1/773 (2006.01)

G21D 6/00 (2006.01)

A01N 59/20 (2006.01)

权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种含铜不锈钢及其表面改性的方法

(57) 摘要

本发明属于金属材料表面改性技术领域,具体为一种含铜不锈钢及其表面改性的方法,采用真空电子束扫描方式对含铜不锈钢表面进行连续扫描,含铜不锈钢的组织改善明显有效,含铜不锈钢保持了处理前的抗菌性,同时材料的表面性能(如硬度、表面粗糙度等)和耐腐蚀性得到了提高,所述含铜不锈钢的硬度 $\geq 155\text{HV}$;表面粗糙度 $R_a \leq 2.5\mu\text{m}$;大肠杆菌和金黄色葡萄球菌的抗菌率分别 $\geq 98\%$ 和 $\geq 97\%$;在0.9%的NaCl溶液中的自腐蚀电位为 $\leq -210\text{mV}$,获得了综合性能优异的含铜不锈钢,有利于含铜不锈钢在医疗卫生和家庭卫生设备方面的大规模应用。



1. 一种含铜不锈钢表面改性的方法,其特征在于,采用真空电子束扫描方式对含铜不锈钢表面进行连续扫描,所述扫描的参数为:加速电压为40-100kV,束流为6-10mA,扫描速度为200-300mm/min,扫描半径为0.8-1.5mm。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述扫描的参数为:加速电压为50-100kV,束流为6-9mA,扫描速度为200-280mm/min,扫描半径为0.8-1.3mm。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述扫描的参数为:加速电压为50-90kV,束流为7-9mA,扫描速度为220-280mm/min,扫描半径为0.8-1.2mm。

4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,进行连续扫描时的真空度 $<10^{-2}$ Pa。

5. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,进行连续扫描时的真空度 $<10^{-3}$ Pa。

6. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,对含铜不锈钢表面进行连续扫描之前先进行含铜不锈钢表面清洗。

7. 一种含铜不锈钢,采用权利要求1-6任一项所述的方法制备得到。

8. 根据权利要求7所述的含铜不锈钢,其特征在于,所述含铜不锈钢的硬度 ≥ 155 HV;表面粗糙度 $Ra \leq 2.5 \mu\text{m}$;大肠杆菌和金黄色葡萄球菌的抗菌率分别 $\geq 98\%$ 和 $\geq 97\%$;在0.9%的NaCl溶液中的自腐蚀电位为 ≤ -210 mV。

9. 根据权利要求7所述的含铜不锈钢,其特征在于,所述含铜不锈钢的硬度 ≥ 160 HV;表面粗糙度 $Ra \leq 2.0 \mu\text{m}$;大肠杆菌和金黄色葡萄球菌的抗菌率分别 $\geq 99\%$ 和 $\geq 99\%$;在0.9%的NaCl溶液中的自腐蚀电位为 ≤ -200 mV。

10. 一种权利要求7-9任一项所述的含铜不锈钢在医疗卫生和家庭卫生设备的应用。

一种含铜不锈钢及其表面改性的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及金属材料表面改性技术领域,具体为一种含铜不锈钢及其表面改性的方法。

背景技术

[0002] 铜元素是不锈钢中常见的合金元素,因其具有优异的耐腐蚀性能和抗菌性能,被广泛添加在各种合金材料中,用于增强材料的综合性能。含铜不锈钢通过向钢材中添加适量的铜元素,并经过时效处理析出富铜相,可以提高不锈钢的强度、耐腐蚀性、冷加工性。同时,钢中铜含量添加0.5%~4%时,经过特殊的热处理后(固溶和时效),富铜相会弥散分布于其中,并通过点蚀释放于生理环境中,与细菌接触,起到持久的杀菌作用。因此,含铜不锈钢被广泛应用在生物医学和餐厨卫生等领域。随着社会经济水平的发展和人民生活水平的不断提高,人们对疾病传播原因的认识越来越深刻,在医疗卫生和家庭卫生设备市场上对具有抗菌性能的含铜不锈钢产品的需求越来越多。但如何在保证含铜不锈钢优异抗菌性能的情况下,有效提升含铜不锈钢材料的表面性能,是当下需要解决的实际问题。

发明内容

[0003] 为解决现有技术存在的问题,本发明的主要目的是提出一种含铜不锈钢及其表面改性的方法。

[0004] 为解决上述技术问题,根据本发明的一个方面,本发明提供了如下技术方案:

一种含铜不锈钢表面改性的方法,采用真空电子束扫描方式对含铜不锈钢表面进行连续扫描,所述扫描的参数为:加速电压为40-100kV,束流为6-10mA,扫描速度为200-300mm/min,扫描半径为0.8-1.5mm。

[0005] 作为本发明所述的一种含铜不锈钢表面改性的方法的优选方案,其中:所述扫描的参数为:加速电压为50-100kV,束流为6-9mA,扫描速度为200-280mm/min,扫描半径为0.8-1.3mm。

[0006] 作为本发明所述的一种含铜不锈钢表面改性的方法的优选方案,其中:所述扫描的参数为:加速电压为50-90kV,束流为7-9mA,扫描速度为220-280mm/min,扫描半径为0.8-1.2mm。

[0007] 作为本发明所述的一种含铜不锈钢表面改性的方法的优选方案,其中:进行连续扫描时的真空度 $<10^{-2}$ Pa。

[0008] 作为本发明所述的一种含铜不锈钢表面改性的方法的优选方案,其中:进行连续扫描时的真空度 $<10^{-3}$ Pa。

[0009] 作为本发明所述的一种含铜不锈钢表面改性的方法的优选方案,其中:对含铜不锈钢表面进行连续扫描之前先进行含铜不锈钢表面清洗。

[0010] 为解决上述技术问题,根据本发明的另一个方面,本发明提供了如下技术方案:
一种含铜不锈钢,采用上述表面改性的方法制备得到。

[0011] 作为本发明所述的一种含铜不锈钢的优选方案,其中:所述含铜不锈钢的硬度 $\geq 155\text{HV}$;表面粗糙度 $Ra \leq 2.5\mu\text{m}$;大肠杆菌和金黄色葡萄球菌的抗菌率分别 $\geq 98\%$ 和 $\geq 97\%$;在0.9%的NaCl溶液中的自腐蚀电位为 $\leq -210\text{mV}$ 。

[0012] 作为本发明所述的一种含铜不锈钢的优选方案,其中:所述含铜不锈钢的硬度 $\geq 160\text{HV}$;表面粗糙度 $Ra \leq 2.0\mu\text{m}$;大肠杆菌和金黄色葡萄球菌的抗菌率分别 $\geq 99\%$ 和 $\geq 99\%$;在0.9%的NaCl溶液中的自腐蚀电位为 $\leq -200\text{mV}$ 。

[0013] 本发明的有益效果如下:

本发明提出一种含铜不锈钢及其表面改性的方法,采用真空电子束扫描方式对含铜不锈钢表面进行连续扫描,含铜不锈钢的组织改善明显有效,含铜不锈钢保持了处理前的抗菌性,同时材料的表面性能(如硬度、表面粗糙度等)和耐腐蚀性得到了提高,所述含铜不锈钢的硬度 $\geq 155\text{HV}$;表面粗糙度 $Ra \leq 2.5\mu\text{m}$;大肠杆菌和金黄色葡萄球菌的抗菌率分别 $\geq 98\%$ 和 $\geq 97\%$;在0.9%的NaCl溶液中的自腐蚀电位为 $\leq -210\text{mV}$,获得了综合性能优异的含铜不锈钢。

附图说明

[0014] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图示出的结构获得其他的附图。

[0015] 图1为本发明对比例1含铜不锈钢的微观形貌图;

图2为本发明实施例1含铜不锈钢的微观形貌图;

本发明目的的实现、功能特点及优点将结合实施例,参照附图做进一步说明。

具体实施方式

[0016] 下面将结合实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明的一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0017] 本发明提出一种含铜不锈钢及其表面改性的方法,采用真空电子束扫描方式对含铜不锈钢表面进行连续扫描,强流脉冲电子束扫描含铜不锈钢表面时,在瞬时温度场和能量沉积过程的应力场作用下,含铜不锈钢材料表面的微观组织和相结构发生改变,发生再结晶,细化晶粒,从而引起材料性能发生改变,达到降低含铜不锈钢裂纹产生的效果。从亚表层可以看到,扫描区域由三部分组成,分别是熔融区,热影响区和基体,不同的区域由不同的显微组织构成,这是因为扫描电子束处理含铜不锈钢表面的瞬间,表面深度不同,各区域部分吸收能量也不同,所以温度分布也有一定的差异,最终材料表面组织就随着深度变化出现了分层。本发明通过控制合理的参数,含铜不锈钢的组织改善明显有效,含铜不锈钢

保持了处理前的抗菌性,同时材料的表面性能(如耐磨性能、硬度、表面粗糙度等)和耐腐蚀性得到了提高,获得了综合性能优异的含铜不锈钢。

[0018] 根据本发明的一个方面,本发明提供了如下技术方案:

一种含铜不锈钢表面改性的方法,包括,进行含铜不锈钢表面清洗;采用真空电子束扫描方式对含铜不锈钢表面进行连续扫描,所述扫描的参数为:加速电压为40-100kV,束流为6-10mA,扫描速度为200-300mm/min,扫描半径为0.8-1.5mm。

[0019] 具体的,所述加速电压为例如但不限于40kV、45kV、50kV、55kV、60kV、65kV、70kV、75kV、80kV、85kV、90kV、95kV、100kV中的任意一者或任意两者之间的范围;所述束流为例如但不限于6mA、6.5mA、7mA、7.5mA、8mA、8.5mA、9mA、9.5mA、10mA中的任意一者或任意两者之间的范围;所述扫描速度为200mm/min、210mm/min、220mm/min、230mm/min、240mm/min、250mm/min、260mm/min、270mm/min、280mm/min、290mm/min、300mm/min中的任意一者或任意两者之间的范围;所述扫描半径为0.8-1.5mm

优选的,进行连续扫描时的真空度 $<10^{-2}$ Pa,具体的,进行连续扫描时的真空度控制为例如但不限于 $<10^{-2}$ Pa、 $<10^{-3}$ Pa、 $<10^{-4}$ Pa中的任意一者。

[0020] 一种含铜不锈钢,采用上述表面改性的方法制备得到,所述含铜不锈钢的硬度 ≥ 155 HV;表面粗糙度 $R_a \leq 2.5 \mu\text{m}$;大肠杆菌和金黄色葡萄球菌的抗菌率分别 $\geq 98\%$ 和 $\geq 97\%$;在0.9%的NaCl溶液中的自腐蚀电位为 ≤ -210 mV。

[0021] 优选的,所述含铜不锈钢的硬度 ≥ 160 HV;表面粗糙度 $R_a \leq 2.0 \mu\text{m}$;大肠杆菌和金黄色葡萄球菌的抗菌率分别 $\geq 99\%$ 和 $\geq 99\%$;在0.9%的NaCl溶液中的自腐蚀电位为 ≤ -200 mV。

[0022] 以下结合具体实施例对本发明技术方案进行进一步说明。

[0023] 本发明各实施例和对比例的含铜不锈钢的组成如表1所示。

[0024] 表1 本发明各实施例及对比例的含铜不锈钢的组成 (wt%)

C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu	Fe和不可避免的杂质
0.007	0.42	1.53	0.010	0.001	18.29	8.70	2.42	余量

本发明各实施例和对比例的改性工艺参数如表2所示。

[0025] 表2 本发明各实施例和对比例的改性工艺参数

	加速电压(kV)	束流(mA)	扫描速度(mm/min)	扫描半径(mm)
实施例 1	60	8	240	1.0
实施例 2	70	7	230	0.9
实施例 3	80	9	260	1.2
对比例 1	不进行表面改性			
对比例 2	30	8	240	1.0
对比例 3	60	15	240	1.0
对比例 4	60	8	150	1.0
对比例 5	60	8	240	2.0

本发明各实施例和对比例的含铜不锈钢的性能如表3所示。

[0026] 表3 本发明各实施例和对比例的含铜不锈钢的性能

	硬度(HV)	表面粗糙度(μm)	抗菌性(%) ¹	自防腐电位(mV)
实施例 1	163	2.0	98	-198.31
实施例 2	161	2.2	98	-189.56
实施例 3	165	1.6	99	-176.11
对比例 1	130	3.2	80	-260.79
对比例 2	138	3.1	88	-230.64
对比例 3	132	3.5	91	-224.06
对比例 4	146	2.9	90	-213.60
对比例 5	148	2.8	92	-208.39

1. 抗菌率为含铜不锈钢抗大肠杆菌和金黄色葡萄球菌中抗菌率的较低者。

[0027] 由图1可见,改性前含铜不锈钢试样表面有非常明显的呈相互平行规律分布的划痕。当采用加速电压为60KV,束流为8mA,扫描速度为240mm/min,扫描半径为1mm进行改性后时,表面划痕(如图2所示)由深变浅,明显减少;表面粗糙度由3.2 μm 降低到2.0 μm ,有了较大的改善;这是由于束流为7mA和8mA时,单位面积内加载的能量密度较小,试样表面仅有少量的材料发生熔化,修复了一部分划痕;当束流增大到9mA时,材料表面更加光滑平整,划痕消失更加明显;这是因为束流的增大导致了单位面积内加载的能量密度增加,因此表面熔化的材料较之前增多,使试样表面达到了抛光的效果(如实施例3),当加速电压达到80KV,扫描速度为260mm/min,束流为9mA时,由于瞬间激发能量密度打到试样表面,材料表面的局部热处理,由于瞬间能量较大,移动速度较快,试样经历了快速冷却,组织变成细长针状组织,使得晶粒细化,硬度达到了提升,抗菌性和耐腐蚀性也有很大改善。由于电子束连续扫描过后,粗大的块状脆性相消失,细长的针状和花朵状相和颗粒硬质相得到细化且均匀的分布在韧性相中,降低了材料表面的裂纹敏感性。最终抑制表面裂纹的产生,达到改善表面性能的目的。但是,过小或过大的电压和/或束流将不能提供合适的能量,如对比例3所示,采用较大束流15mA,提供了过大的能量,在处理过程中,由于Fe优先于Cu氧化,所以含铜不锈钢

表层Fe的含量会降低,这时单质铜的含量相对于铁是增加的,当其超过了在铁中的溶解度时,在基体—氧化层面会形成液态富铜相聚集成富铜层,然后液态富铜相会沿着基体表面的奥氏体晶界渗透,这样会导致含铜不锈钢在表面形成裂纹缺陷,这样不仅不能改善含铜不锈钢的表面性能,反而有恶化含铜不锈钢性能的风险;同时,扫描速度和扫描半径也应该保持在本发明所述范围内,虽然扫描速度和扫描半径对处理后含铜不锈钢性能的影响相比于电压和束流对处理后含铜不锈钢性能的影响较小,但是不合理的参数设置夜景无法获得本发明所述效果。

[0028] 以上所述仅为本发明的优选实施例,并非因此限制本发明的专利范围,凡是在本发明的发明构思下,利用本发明说明书内容所作的等效结构变换,或直接/间接运用在其他相关的技术领域均包括在本发明的专利保护范围内。

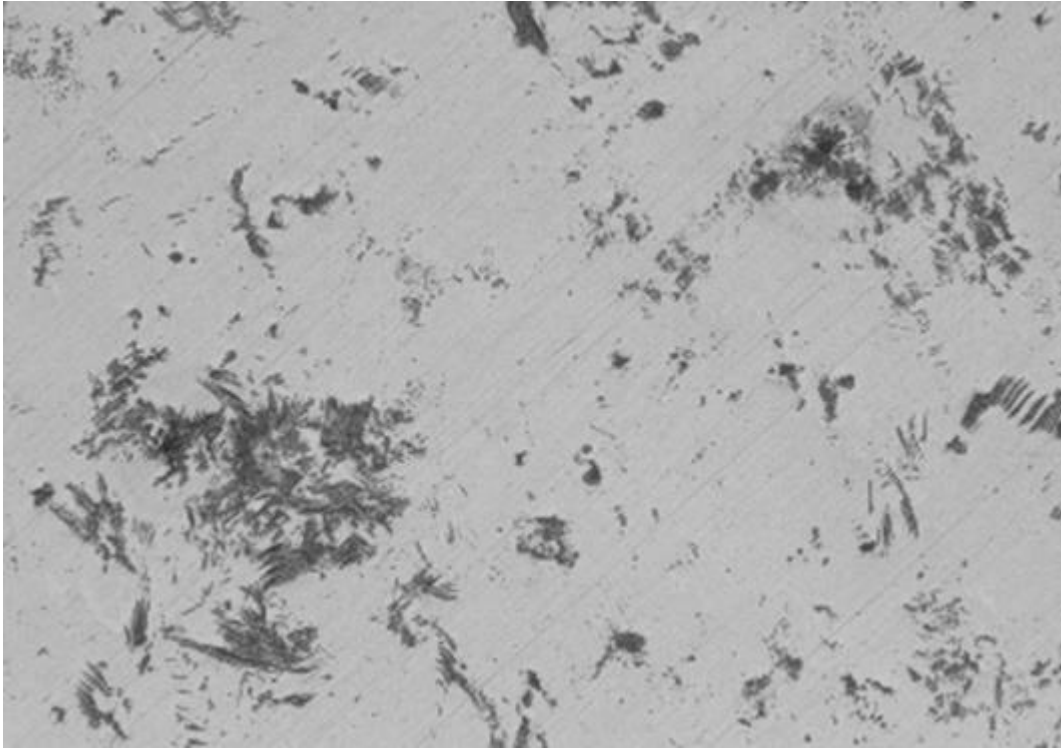


图1

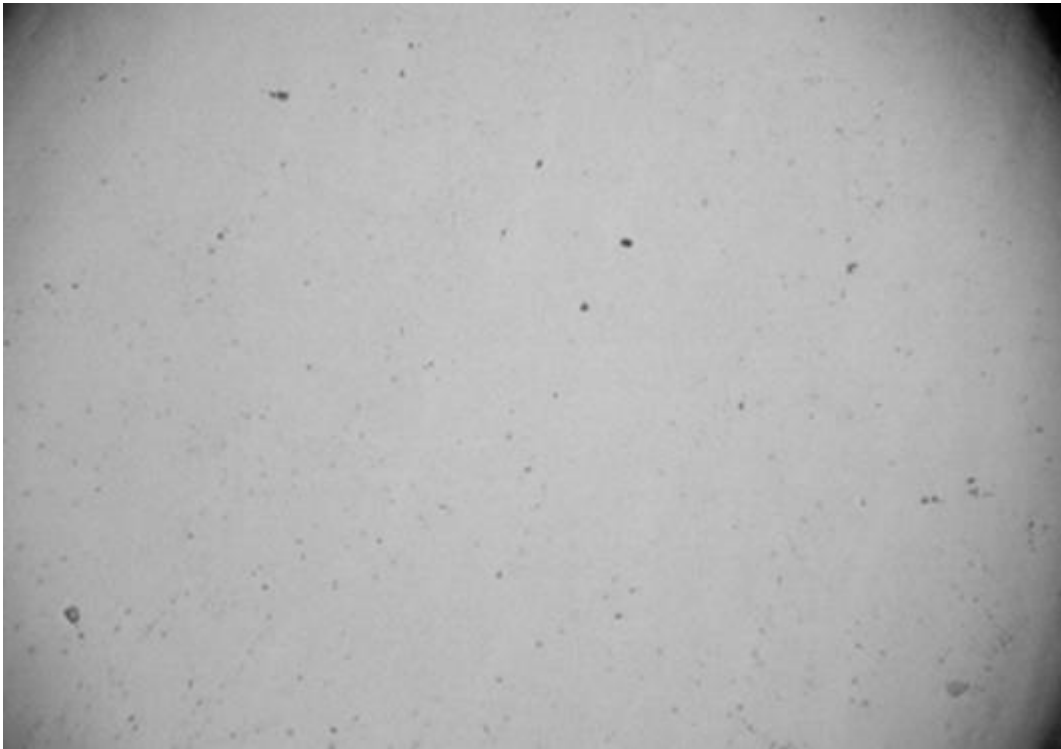


图2