



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109504865 A

(43)申请公布日 2019.03.22

(21)申请号 201811428396.4

H01B 1/02(2006.01)

(22)申请日 2018.11.27

(71)申请人 北京北冶功能材料有限公司

地址 100192 北京市海淀区清河小营东路1
号院

(72)发明人 魏然 王超 郭文东 李崇巍

刘海稳 章清泉 吴会云 文新理
李国超

(74)专利代理机构 北京华谊知识产权代理有限
公司 11207

代理人 刘月娥

(51)Int.Cl.

G22C 1/02(2006.01)

G22C 9/00(2006.01)

G22F 1/08(2006.01)

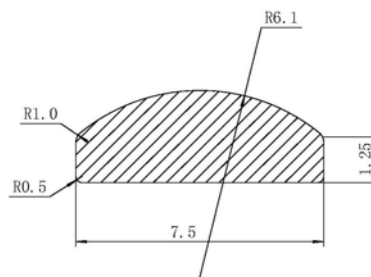
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54)发明名称

适用导电弹性元器件的高强钛铜合金异型
丝及制备方法

(57)摘要

一种适用导电弹性元器件的高强钛铜合金
异型丝及制备方法,属于钛铜合金技术领域。化
学成分质量百分比为:C 0~0.01%,Ti 2.6~
3.4%,Ce 0.001~0.2%,W+Ta+Fe+Hf≤0.3%,
余量为Cu及不可避免的杂质。制备工艺包括:真
空冶炼、锻造、热轧、固溶、冷拔圆丝、固溶、冷轧
异型丝、矫直、时效、抛光等步骤。最终产品性能
为:抗拉强度为1130~1230MPa,屈服强度为1028
~1110MPa,导热系数为92~125W/(m·℃),电导
率为19~27% IACS,晶粒尺寸为5.6~44.9 μm,
硬度为320~370HV,垂直于轧向弯曲90°无裂纹。
优点在于,该合金异型丝高强度、高热导率及高
电导率的匹配满足导电弹性元器件对强度、散热
性能的要求。



1. 一种适用导电弹性元器件的高强钛铜合金异型丝,其特征在于,化学成分质量百分比为:C 0~0.01%,Ti 2.6~3.4%,Ce 0.001~0.2%,W+Ta+Fe+Hf \leq 0.3%,余量为Cu及不可避免的杂质。

2. 根据权利要求所述的钛铜合金异型丝,其特征在于,抗拉强度为1130~1230MPa,屈服强度为1028~1100MPa,导热系数为92~125W/(m· $^{\circ}$ C),电导率为19~27% IACS,晶粒尺寸为5.6~44.9 μ m,硬度为320~370HV,垂直于轧向弯曲90 $^{\circ}$ 无裂纹。

3. 一种权利要求1或2所述钛铜合金异型丝的制备方法,其特征在于,工艺步骤及控制的技术参数如下:

(1) 真空冶炼:相关原材料混合后装入坩埚;合金精炼温度为1200~1250 $^{\circ}$ C,出钢温度为1160~1200 $^{\circ}$ C;

(2) 锻造、热轧:在700~920 $^{\circ}$ C下锻造为(30 \times 30)~(110 \times 110)mm的方坯;锻造后方坯在700~920 $^{\circ}$ C下进行热轧,得到盘条,热轧总变形量为90~99%,盘条直径 Φ 7~ Φ 10mm;将盘条在700~850 $^{\circ}$ C进行固溶,保温时间为0.5~2h;

(3) 冷拔、固溶:将盘条进行多次冷拔、固溶至合适规格;其中冷拔变形量控制在30~80%;冷拔道次间的合金丝材在保护气氛中进行固溶处理,固溶温度为700~850 $^{\circ}$ C;保温时间为0.5min~10min;

(4) 冷轧异型丝:将(3)得到的固溶态丝材经过相应的孔型辊,通过固溶、冷轧交替进行加工至成品规格(冷轧态)异型丝;异型丝冷轧变形量为10~40%;固溶温度为700~850 $^{\circ}$ C;保温时间为0.5min~10min;

(5) 矫直:对步骤(4)得到的异型丝进行矫直;

(6) 时效:对步骤(5)得到的异型丝进行时效,时效温度为350~500 $^{\circ}$ C,时效时间为1h~24h;

(7) 抛光:对异型丝表面进行抛光处理。

适用导电弹性元器件的高强钛铜合金异型丝及制备方法

技术领域

[0001] 本发明属于钛铜合金技术领域,特别是涉及一种适用导电弹性元器件的高强度钛铜合金异型丝及制备方法。

背景技术

[0002] 超高强铜合金材料是我国战略型新兴产业,超高强弹性铜合金主要指抗拉强度超过1000MPa的导电弹性铜合金,它们主要应用于制备导电弹性元器件,如机器仪表、模具、温度控制器、继电器、汽车零配件等。铍青铜是典型的沉淀强化型合金,因其具有高的强度、硬度、弹性极限,并且具有耐蚀、耐磨、耐疲劳、耐低温等一系列优点,得到广泛应用,被誉为“有色弹性材料之王”。然而,铍青铜中的铍具有毒性,铍青铜生产和使用中的安全性问题不容忽视。

[0003] 钛青铜是20世纪50年代末期出现的一种新型铜基沉淀强化型弹性合金,多个国家的学者均对钛青铜的合金成分、机械性能等开展了研究,并且部分代替铍青铜,用于制造精密仪器、仪表的弹性元件、互联器和耐磨零件等。目前,钛铜合金牌号主要有HPTC、NKT322、YCuT-M、YCuT-F。随着科学技术的发展与进步,为适应越来越苛刻的工作条件,越来越复杂的设计结构,对导电弹性元器件的形状、强度、散热性能等要求越来越高,因而对钛铜合金高强度、高热导率及高电导率的匹配提出了更高要求:抗拉强度 $\geq 1100\text{MPa}$,屈服强度 $\geq 1000\text{MPa}$,导热系数 $\geq 90\text{W}/(\text{m}\cdot^{\circ}\text{C})$,电导率 $\geq 19\%$ IACS,垂直于轧向弯曲 90° 无裂纹。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种适用导电弹性元器件的高强度钛铜合金异型丝及制备方法,其抗拉强度 $\geq 1100\text{MPa}$,屈服强度 $\geq 1000\text{MPa}$,导热系数 $\geq 90\text{W}/(\text{m}\cdot^{\circ}\text{C})$,电导率 $\geq 19\%$ IACS,垂直于轧向弯曲 90° 无裂纹。为达到上述目的,本发明所采用的技术方案如下:

[0005] 一种高强度钛铜合金异型丝的化学成分质量百分比为:C 0~0.01%,Ti 2.6~3.4%,Ce 0.001~0.2%,W+Ta+Fe+Hf $\leq 0.3\%$,余量为Cu及不可避免的杂质。

[0006] C:Ce元素的添加,一方面与Ti结合生成TiC,弥散分布在晶界,可以显著提高合金的强度;另一方面,消耗过饱和的Ti有利于降低合金的电阻率。

[0007] Ce:Ce元素的添加,有利于净化合金晶界,改善合金的加工性能。W、Ta、Hf和Fe:微量W、Ta、Hf的添加,可以作为结晶核心细化晶粒,起到固溶强化作用,进一步提高合金的强度,Fe元素的添加改善合金加工性能。

[0008] 本发明合金采用如下生产工艺:采用真空感应炉冶炼,以充分降低和去除合金中的气体和夹杂物含量。冶炼后的合金经锻造、热轧、固溶、冷拔圆丝、固溶、冷轧异型丝、矫直、时效、抛光等工序得到成品,具体生产工艺如下:

[0009] (1) 真空冶炼:相关原材料混合后装入坩埚。合金精炼温度为 $1200\sim 1250^{\circ}\text{C}$,出钢温度为 $1160\sim 1200^{\circ}\text{C}$;

[0010] (2) 锻造、热轧:在 $700\sim 920^{\circ}\text{C}$ 下锻造为 $(30\times 30)\sim (110\times 110)\text{mm}$ 的方坯;锻造后

方坯在700~920℃下进行热轧,得到盘条,热轧总变形量为90~99%,盘条直径 $\Phi 7\sim\Phi 10\text{mm}$;将盘条在700~850℃进行固溶,保温时间为0.5~2h;

[0011] (3)冷拔、固溶:将盘条进行多次冷拔、固溶至合适规格;其中冷拔变形量控制在30~80%;冷拔道次间的合金丝材在保护气氛中进行固溶处理,固溶温度为700~850℃;保温时间为0.5min~10min;

[0012] (4)冷轧异型丝:将(3)得到的固溶态丝材经过相应的孔型辊,通过固溶、冷轧交替进行加工至成品规格(冷轧态)异型丝;异型丝冷轧变形量为10~40%;固溶温度为700~850℃;保温时间为0.5min~10min;

[0013] (5)矫直:对步骤(4)得到的异型丝进行矫直;

[0014] (6)时效:对步骤(5)得到的异型丝进行时效,时效温度为350~500℃,时效时间为1h~24h;

[0015] (7)抛光:根据需要对异型丝表面进行抛光处理。

[0016] 采用上述方法生产的合金带材,抗拉强度为1130~1230MPa,屈服强度为1028~1100MPa,导热系数为92~125W/(m·℃),电导率为19~27% IACS,晶粒尺寸为5.6~44.9 μm ,硬度为320~370HV,垂直于轧向弯曲90°无裂纹。本发明合金高强度、高热导率及高电导率的匹配满足导电弹性元器件的强度、散热性能的要求。

附图说明

[0017] 图1为实施例1所制备的异型丝截面示意图。

[0018] 图2为实施例2所制备的异型丝截面示意图。

[0019] 图3为实施例3所制备的异型丝截面示意图。

[0020] 具体实施方法

[0021] 下面通过实施例具体说明本发明的技术方案。

[0022] 实施例1:

[0023] 合金具体化学成分质量百分比为:C:0.005%,Ti:2.7%,Ce:0.05%,W:0.03%,Fe:0.16%,余Cu及不可避免的杂质。

[0024] 纯度为99.9%的电解铜、纯度为99.9%的海绵钛、C、Fe、W和Ce按比例混合后装入坩埚。在真空感应炉中进行冶炼,合金精炼温度为1250℃,出钢温度为1200℃,浇铸成钢锭。钢锭在850℃保温锻成40×40mm方坯,在900℃保温热轧为 $\Phi 8\text{mm}$ 盘条,热轧变形量为97%。热轧后对盘条进行固溶处理,固溶温度为850℃,保温时间为2h。随后对固溶态丝材进行冷拔,冷拔至 $\Phi 6\text{mm}$,冷拔变形量为43.75%;经850℃,保温2min固溶后,对固溶态丝材通过孔型辊进行轧制,初轧变形量为30.4%,然后进行850℃,保温1min固溶处理,继续进行成品轧制,成品冷轧变形量为15%,最终得到如图1所示的异型丝。随后对异型丝进行矫直,然后进行400℃,8h时效处理。采用上述方法生产的合金异型丝材,抗拉强度为1140MPa,屈服强度为1050MPa,导热系数为95W/(m·℃),电导率为21% IACS,晶粒尺寸为15 μm ,硬度为330HV,垂直于轧向弯曲90°无裂纹。

[0025] 实施例2:

[0026] 合金具体化学成分质量百分比为:C:0.003%,Ti:3.0%,Ce:0.05%,Ta:0.04%,Hf:0.06%,Fe:0.1%,余Cu及不可避免的杂质。

[0027] 纯度为99.9%的电解铜、纯度为99.9%的海绵钛、C、Ta、Fe、Hf和Ce按比例混合后装入坩埚。在真空感应炉中进行冶炼，合金精炼温度为1240℃，出钢温度为1180℃，浇铸成钢锭。钢锭在840℃保温锻成35×35mm方坯，在900℃保温热轧，盘条直径Φ7mm，热轧变形量为97%。热轧后盘条进行固溶，固溶温度850℃，保温时间2h，固溶后进行冷拔，冷拔至Φ4.0mm，冷拔变形量为67%，然后在850℃进行固溶，保温时间为2min。将固溶态丝材通过孔型辊进行轧制，得到如图2所示的异型丝，冷轧变形量为31%。对异型丝进行矫直，然后进行450℃，6h时效处理。采用上述方法生产的合金异型丝材，抗拉强度为1220MPa，屈服强度为1105MPa，导热系数为120W/(m·℃)，电导率为25% IACS，晶粒尺寸为5.6μm，硬度为360HV，垂直于轧向弯曲90°无裂纹。

[0028] 实施例3:

[0029] 合金具体化学成分质量百分比为:合金具体化学成分(wt%)为:C:0.008%,Ti:3.2%,W:0.02%,Ta:0.03%,Fe:0.18%,余Cu及不可避免的杂质。

[0030] 纯度为99.9%的电解铜、纯度为99.9%的海绵钛、C、Ta、Fe、W和Ce按比例混合后装入坩埚。在真空感应炉中进行冶炼，合金精炼温度为1250℃，出钢温度为1200℃，浇铸成钢锭。钢锭在840℃保温锻成50×50mm厚方坯，在900℃保温热轧，冷轧成Φ10mm盘条，热轧变形量为97%。热轧后盘条进行固溶，固溶温度850℃，保温时间1.5h，固溶后进行冷拔，冷拔至Φ8mm，冷拔变形量为36%，然后在850℃进行固溶，保温时间为3min。退火后再次进行冷拔，冷拔至Φ5.66mm，变形量为50%，随后在850℃进行固溶，保温时间为2min，然后冷拔至Φ4mm，变形量为50%，随后在850℃进行固溶，保温时间为2min。将固溶态圆丝经孔型辊轧制为2.3mm×4.6mm的矩形丝，冷轧变形量为16%，经850℃保温2min后，经孔型辊轧制为如图3所示的异型丝，冷轧变形量为28%。对异型丝进行矫直，然后进行480℃，5h时效处理。采用上述方法生产的合金异型丝材，抗拉强度为1180MPa，屈服强度为1075MPa，导热系数为110W/(m·℃)，电导率为23% IACS，晶粒尺寸为20μm，硬度为340HV，垂直于轧向弯曲90°无裂纹。

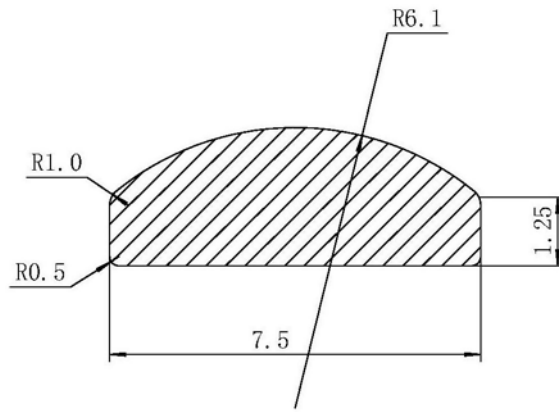


图1

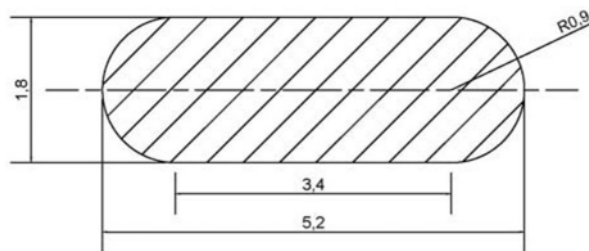


图2

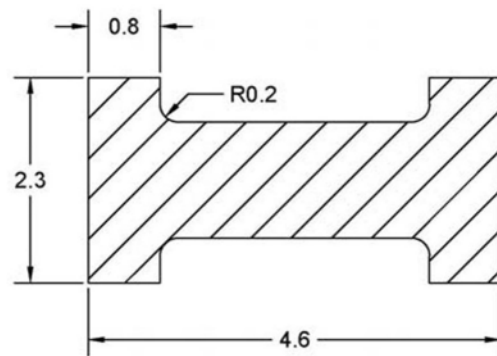


图3