



(21) 申请号 202211651160.3

B23K 35/40 (2006.01)

(22) 申请日 2022.12.21

(71) 申请人 宁波鑫悦合金材料有限公司

地址 315336 浙江省宁波市杭州湾新区金
溪路68号

申请人 宁波兴业盛泰集团有限公司

宁波兴业鑫泰新型电子材料有限公
司

(72) 发明人 陈建华 程万林 庞永杰 陈佳程
夏彬 杨文强 杨浩跻 张佳俐

(74) 专利代理机构 北京超凡宏宇专利代理事务
所(特殊普通合伙) 11463

专利代理师 宋南

(51) Int.Cl.

B23K 35/30 (2006.01)

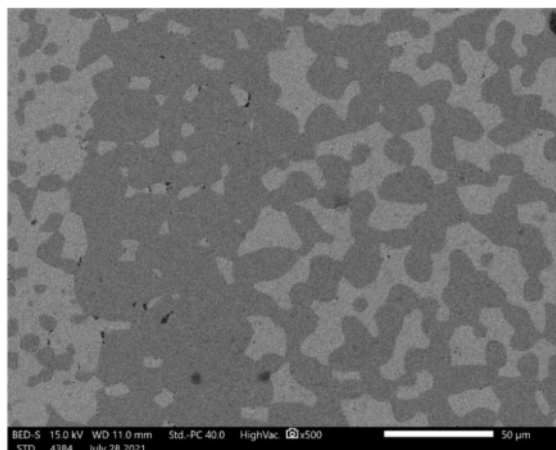
权利要求书1页 说明书7页 附图2页

(54) 发明名称

铜铁焊丝及其制备方法和应用

(57) 摘要

本发明提供了一种铜铁焊丝及其制备方法和应用,涉及异种金属焊接技术领域。本发明提供的铜铁焊丝,按质量百分比计包括:Fe 5%~20%、微量元素0.1%~1%,余量为Cu以及不可避免的杂质;所述微量元素为Ca、Ce、Cr、La、Mg、Si或Yb中的至少一种。该铜铁焊丝成本较低,焊接强度高,焊缝美观缺陷少,适合大规模应用。本发明提供的铜铁焊丝的制备方法包括:按照质量百分比配料,然后依次进行熔炼、浇铸、热挤压、时效处理和冷拉拔后,制备得到铜铁焊丝。该制备方法简单,工艺流程较短,制备得到的铜铁焊丝焊接性能良好且稳定。



1. 一种铜铁焊丝,其特征在于,按质量百分比计包括:Fe 5%~20%、微量元素0.1%~1%,余量为Cu以及不可避免的杂质;

所述微量元素为Ca、Ce、Cr、La、Mg、Si或Yb中的至少一种。

2. 权利要求1所述铜铁焊丝的制备方法,其特征在于,包括以下步骤:

按照质量百分比配料,然后依次进行熔炼、浇铸、热挤压、时效处理和冷拉拔后,制备得到铜铁焊丝。

3. 根据权利要求2所述的制备方法,其特征在于,Fe元素和微量元素以中间合金的形式配料。

4. 根据权利要求2所述的制备方法,其特征在于,所述熔炼的温度为1300~1500℃;

所述熔炼的保温时间为15~50min;

所述熔炼过程中添加精炼剂和覆盖剂。

5. 根据权利要求2所述的制备方法,其特征在于,所述浇铸的温度为1200~1400℃;

浇铸期间,炉口和溜槽上部使用天然气进行火焰保护。

6. 根据权利要求2所述的制备方法,其特征在于,所述热挤压的温度为800~1000℃;

所述热挤压的挤压比为15~20。

7. 根据权利要求2所述的制备方法,其特征在于,所述时效处理的时效温度为400~500℃,时效时长为6~32h。

8. 根据权利要求2所述的制备方法,其特征在于,在保护气氛下进行时效处理。

9. 根据权利要求2所述的制备方法,其特征在于,所述冷拉拔为采用盘拉机进行多道次拉拔;

每道次变形量为10%~50%。

10. 权利要求1所述的铜铁焊丝或者采用权利要求2-9任一项所述的制备方法制备得到的铜铁焊丝在铜/钢异种合金焊接中的应用。

铜铁焊丝及其制备方法和应用

技术领域

[0001] 本发明涉及异种金属焊接技术领域,尤其是涉及一种铜铁焊丝及其制备方法和应用。

背景技术

[0002] 众所周知,具有较高强度的钢铁和具有较高导电导热性能的铜合金是工业生产中常用的两种金属材料。通过铜/钢异种金属的复合结构,能够结合铜与钢两种合金的优点,在航空航天、石油化工、电站锅炉、核动力和机械等许多领域均有着广泛的应用。因此,用来连接铜/钢异种金属的焊接材料与工艺得到了研究者的重视。

[0003] 然而,由于钢与铜存在较大的物理、化学与冶金学差异,一般的焊接材料在焊接铜/钢时会存在难以同时熔合铜端与铁端、容易形成脆性中间相等问题,造成焊缝强度较低、残余应力较高、焊缝存在裂纹、气孔和夹渣等缺陷。目前用于铜/钢异种合金焊接的焊料以含银焊丝为主,例如BAg20CuZnSn等,然而此类材料使用贵金属银作为原材料,造价高昂,不利于该材料及其下游产品的市场竞争。

[0004] 铜铁合金制成的焊丝是一种理想的铜/钢焊接材料,焊丝本身的主要元素即为焊接材料的主体元素,因此焊丝对焊缝的铜端与铁端都具有良好的浸润性,较好的解决了铜/钢难以焊接的问题,有利于提高焊缝的强度与抗裂纹性能。然而,铜铁合金的熔炼本身存在较大的难度,如图1的Cu-Fe二元相图所示,在熔炼过程中铜铁熔体存在较大的液相不互溶区,在熔体降温冷却过程中会发生大幅度的液相分离现象。经由一般熔炼方法得到的铜铁铸锭会存在严重的成分偏析现象,严重损害后续产品的加工与焊接性能。

[0005] 有鉴于此,特提出本发明。

发明内容

[0006] 本发明的第一目的在于提供一种铜铁焊丝,该焊丝成本较低,焊接强度高,焊缝美观缺陷少,能够解决上述问题中的至少一种。

[0007] 本发明的第二目的在于提供一种上述铜铁焊丝的制备方法。

[0008] 本发明的第三目的在于提供上述铜铁焊丝在铜/钢异种合金焊接中的应用。

[0009] 第一方面,本发明提供了一种铜铁焊丝,按质量百分比计包括:Fe5%~20%、微量元素0.1%~1%,余量为Cu以及不可避免的杂质;

[0010] 所述微量元素为Ca、Ce、Cr、La、Mg、Si或Yb中的至少一种。

[0011] 第二方面,本发明提供了上述铜铁焊丝的制备方法,包括以下步骤:

[0012] 按照质量百分比配料,然后依次进行熔炼、浇铸、热挤压、时效处理和冷拉拔后,制备得到铜铁焊丝。

[0013] 作为进一步技术方案,Fe元素和微量元素以中间合金的形式配料。

[0014] 作为进一步技术方案,所述熔炼的温度为1300~1500℃;

[0015] 所述熔炼的保温时间为15~50min;

- [0016] 所述熔炼过程中添加精炼剂和覆盖剂。
- [0017] 作为进一步技术方案,所述浇铸的温度为1200~1400℃;
- [0018] 浇铸期间,炉口和溜槽上部使用天然气进行火焰保护。
- [0019] 作为进一步技术方案,所述热挤压的温度为800~1000℃;
- [0020] 所述热挤压的挤压比为15~20。
- [0021] 作为进一步技术方案,所述时效处理的时效温度为400~500℃,时效时长为6~32h。
- [0022] 作为进一步技术方案,在保护气氛下进行时效处理。
- [0023] 作为进一步技术方案,所述冷拉拔为采用盘拉机进行多道次拉拔;
- [0024] 每道次变形量为10%~50%。
- [0025] 第三方面,本发明提供了上述铜铁焊丝在铜/钢异种合金焊接中的应用。
- [0026] 与现有技术相比,本发明具有如下有益效果:
- [0027] 1. 原料成本低:铜铁焊丝原料成本较低,可用于取代含银焊料,以BAg20CuZnSn银钎焊料为例,本发明提供的铜铁焊丝与之在用于铜/钢异种合金焊接时焊接性能相近,而且铜铁焊丝不含贵金属元素,拥有优秀的性价比;
- [0028] 2. 组织均匀性好,焊接性能稳定:在熔炼过程中通过添加微量元素(Ca、Ce、Cr、La、Mg、Si或Yb)调控了合金材料的微观组织,使合金中Fe相能够细小而均匀的分散在铜合金基体内,随后通过挤压与拉拔形成均匀细小的纤维状Fe相,克服了同类铜铁合金产品不可避免的Fe相粗大球化的问题,避免了在后续挤压与拉拔过程中的断裂问题,因此焊接性能稳定;
- [0029] 3. 焊接性能好:由于焊丝成分配比合理,在焊接过程中元素浓度呈梯度分布,焊缝的性能同样呈梯度均匀变化,因而能够良好匹配焊缝两端不同性能,焊接性能良好且稳定;
- [0030] 4. 制造成本低:熔炼过程中由于选用了适当的精炼剂与覆盖剂,因此无需使用真空炉进行熔炼铸造过程;材料经过适当的时效处理,微观组织更加均匀,性能进一步提高;由于材料成分配比适当,加工性能好,拉拔过程无需中间退火,因而加工成本较低,具有市场竞争力。

附图说明

- [0031] 为了更清楚地说明本发明具体实施方式或现有技术中的技术方案,下面将对具体实施方式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,下面描述中的附图是本发明的一些实施方式,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获得其他的附图。
- [0032] 图1为Cu-Fe二元相图;
- [0033] 图2为实施例1焊丝实物图;
- [0034] 图3为实施例1焊缝金相。

具体实施方式

- [0035] 下面将结合实施方式和实施例对本发明的实施方案进行详细描述,但是本领域技术人员将会理解,下列实施方式和实施例仅用于说明本发明,而不应视为限制本发明的范

围。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做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。未注明具体条件者，按照常规条件或制造商建议的条件进行。所用试剂或仪器未注明生产厂商者，均为可以通过市售购买获得的常规产品。

[0036] 第一方面，本发明提供了一种铜铁焊丝，按质量百分比计包括：Fe5%~20%、微量元素0.1%~1%，余量为Cu以及不可避免的杂质；

[0037] 所述微量元素为Ca、Ce、Cr、La、Mg、Si或Yb中的至少一种。

[0038] 本发明提供的铜铁焊丝，Fe元素的质量百分比例如可以为，但不限于5%、8%、11%、14%、17%或20%；微量元素的质量百分比例如可以为，但不限于0.1%、0.2%、0.4%、0.6%、0.8%或1%。

[0039] 本发明提供的铜铁焊丝，成本较低，焊接强度高，焊缝美观缺陷少，适合大规模应用。

[0040] 第二方面，本发明提供了上述铜铁焊丝的制备方法，包括以下步骤：

[0041] 按照质量百分比配料，然后依次进行熔炼、浇铸、热挤压、时效处理和冷拉拔后，制备得到铜铁焊丝。

[0042] 该制备方法简单，工艺流程较短，制备得到的铜铁焊丝焊接性能良好且稳定。

[0043] 在一些优选的实施方式中，Fe元素和微量元素以中间合金的形式配料。铜元素以电解铜板的形式加入。

[0044] 在一些优选的实施方式中，所述熔炼的温度例如可以为，但不限于1300℃、1350℃、1400℃、1450℃或1500℃；

[0045] 所述熔炼的保温时间例如可以为，但不限于15min、20min、30min、40min或50min；

[0046] 所述熔炼过程中添加精炼剂和覆盖剂。

[0047] 优选地，熔炼过程中，采用中频电磁搅拌对熔体进行搅拌。

[0048] 在一些优选的实施方式中，所述浇铸的温度例如可以为，但不限于1200℃、1250℃、1300℃、1350℃或1400℃。

[0049] 浇铸的步骤例如可以为：将熔体温度降低至1200~1400℃，倾转炉体倒出，经由溜槽后浇入结晶器内，冷却凝固后离开结晶器，并通过喷淋冷却水进一步降温。浇铸期间，炉口和溜槽上部使用天然气进行火焰保护，隔绝熔体与空气中水汽、氧气的接触。

[0050] 经过浇铸步骤获得铸锭。

[0051] 在一些优选的实施方式中，所述热挤压的温度例如可以为，但不限于800℃、850℃、900℃、950℃或1000℃；

[0052] 所述热挤压的挤压比例如可以为，但不限于15、16、17、18、19或20。

[0053] 通过热挤压将浇铸得到的铸锭挤压得到棒材。

[0054] 在一些优选的实施方式中，所述时效处理的时效温度例如可以为，但不限于400℃、420℃、440℃、460℃、480℃或500℃，时效时长例如可以为，但不限于6h、10h、14h、18h、22h、26h或32h。

[0055] 在一些优选的实施方式中，在保护气氛下进行时效处理，例如可使用带有气氛保护功能的马弗炉进行。

[0056] 本发明中对于保护气氛不作具体限制，采用本领域技术人员所熟知的即可，例如

可以为氩气。

[0057] 在一些优选的实施方式中,所述冷拉拔为采用盘拉机进行多道次拉拔;

[0058] 每道次变形量例如可以为,但不限于10%、20%、30%、40%或50%。

[0059] 将棒材经过冷拉拔获得焊丝。

[0060] 第三方面,本发明提供了上述铜铁焊丝在铜/钢异种合金焊接中的应用。

[0061] 经发明人研究发现,本发明提供的铜铁焊丝,较BAg20CuZnSn银钎焊料,在用于铜/钢异种合金焊接时焊接性能相近,因此,本发明提供的铜铁焊丝能够用于铜/钢异种合金的焊接。

[0062] 下面通过具体的实施例和对比例进一步说明本发明,但是,应当理解为,这些实施例仅仅是用于更详细地说明之用,而不应理解为用于以任何形式限制本发明。

[0063] 需要说明的是,以下实施例和对比例中,铜铁中间合金(Cu-50Fe)是指铁元素质量占比为50%的铜铁中间合金;铜镁中间合金(Cu-20Mg)是指镁元素质量占比为20%的铜镁中间合金,其他中间合金同理。

[0064] 实施例1

[0065] 步骤一:配料;

[0066] 称取2300kg电解铜板,600kg铜铁中间合金(Cu-50Fe),20kg铜镁中间合金(Cu-20Mg)、50kg铜铬中间合金(Cu-10Cr)、30kg铜硅中间合金(Cu-20Si),确保原料干燥无油污;

[0067] 步骤二:熔炼;

[0068] 将原料按电解铜板、铜铁中间合金、铜-微量元素中间合金的顺序放入大气炉中熔化,在放入铜铁中间合金后加入精炼剂和覆盖剂保护熔体,在温度升至1400℃后保温20min,保温期间开启中频电磁搅拌功能;

[0069] 步骤三:浇铸;

[0070] 保温结束后降低熔炼功率,待熔体温度降低至1320℃后进行浇铸,期间使用天然气火焰对溜槽和炉口进行火焰保护,结晶器下接二次冷却水喷淋,下引速率为120mm/min,铸锭直径170mm;

[0071] 步骤四:热挤压;

[0072] 将得到的圆柱铸锭切成长420mm的小段,加热至900℃后放入挤压机挤压筒中进行热挤压,得到直径35mm的棒材;

[0073] 步骤五:时效处理;

[0074] 将棒材放入马弗炉中进行加热,保温温度为480℃,时间为15h,使用氩气作为保护气体;

[0075] 步骤六:冷拉拔;

[0076] 将棒材通过盘拉机多道次拉拔,单道次变形量在10~50%之间,形成直径1.2mm的焊丝,如图2所示。

[0077] 实施例2

[0078] 步骤一:配料;

[0079] 称取2680kg电解铜板,300kg铜铁中间合金(Cu-50Fe),4kg铜镁中间合金(Cu-20Mg)、10kg铜铬中间合金(Cu-10Cr)、6kg铜硅中间合金(Cu-20Si),确保原料干燥无油污;

[0080] 步骤二:熔炼;

[0081] 将原料按电解铜板、铜铁中间合金、铜-微量元素中间合金的顺序放入大气炉中熔化,在放入铜铁中间合金后加入精炼剂和覆盖剂保护熔体,在温度升至1500℃后保温15min,保温期间开启中频电磁搅拌功能;

[0082] 步骤三:浇铸;

[0083] 保温结束后降低熔炼功率,待熔体温度降低至1200℃后进行浇铸,期间使用天然气火焰对溜槽和炉口进行火焰保护,结晶器下接二次冷却水喷淋,下引速率为120mm/min,铸锭直径170mm;

[0084] 步骤四:热挤压;

[0085] 将得到的圆柱铸锭切成长420mm的小段,加热至800℃后放入挤压机挤压筒中进行热挤压,得到直径35mm的棒材;

[0086] 步骤五:时效处理;

[0087] 将棒材放入马弗炉中进行加热,保温温度为400℃,时间为32h,使用氩气作为保护气体;

[0088] 步骤六:冷拉拔;

[0089] 将棒材通过盘拉机多道次拉拔,单道次变形量在10~50%之间,形成直径1.2mm的焊丝。

[0090] 实施例3

[0091] 步骤一:配料;

[0092] 称取1600kg电解铜板,1200kg铜铁中间合金(Cu50Fe),40kg铜镁中间合金(Cu-20Mg)、100kg铜铬中间合金(Cu-10Cr)、60kg铜硅中间合金(Cu-20Si),确保原料干燥无油污;

[0093] 步骤二:熔炼;

[0094] 将原料按电解铜板、铜铁中间合金、铜-微量元素中间合金的顺序放入大气炉中熔化,在放入铜铁中间合金后加入精炼剂和覆盖剂保护熔体,在温度升至1300℃后保温50min,保温期间开启中频电磁搅拌功能;

[0095] 步骤三:浇铸;

[0096] 保温结束后降低熔炼功率,待熔体温度降低至1400℃后进行浇铸,期间使用天然气火焰对溜槽和炉口进行火焰保护,结晶器下接二次冷却水喷淋,下引速率为120mm/min,铸锭直径170mm;

[0097] 步骤四:热挤压;

[0098] 将得到的圆柱铸锭切成长420mm的小段,加热至1000℃后放入挤压机挤压筒中进行热挤压,得到直径35mm的棒材;

[0099] 步骤五:时效处理;

[0100] 将棒材放入马弗炉中进行加热,保温温度为500℃,时间为15h,使用氩气作为保护气体;

[0101] 步骤六:冷拉拔;

[0102] 将棒材通过盘拉机多道次拉拔,单道次变形量在10~50%之间,形成直径1.2mm的焊丝。

[0103] 实施例4

[0104] 本实施例与实施例1基本相同,不同之处在于:

[0105] 步骤三:浇铸;

[0106] 保温结束后降低熔炼功率,待熔体温度降低至1250℃后进行浇铸,期间使用天然气火焰对溜槽和炉口进行火焰保护,结晶器下接二次冷却水喷淋,下引速率为130mm/min,铸锭直径170mm;

[0107] 步骤五:时效处理;

[0108] 将棒材放入马弗炉中进行加热,保温温度为450℃,时间为24h,使用氩气作为保护气体;

[0109] 步骤六:冷拉拔;

[0110] 将棒材通过盘拉机多道次拉拔,形成直径2.0mm的焊丝。

[0111] 对比例1

[0112] 本对比例与实施例1基本相同,不同之处在于:

[0113] 步骤一:配料

[0114] 称取900kg电解铜板,100kg铜铁中间合金(Cu-50Fe),确保原料干燥无油污。

[0115] 对比例2

[0116] 本对比例与实施例1基本相同,不同之处在于:

[0117] 步骤一:配料;

[0118] 按照20%Fe元素,余料为Cu的比例,称取适当重量的工业纯铜、工业纯铁,去除氧化皮并进行干燥。

[0119] 对比例3

[0120] 本对比例与实施例1基本相同,不同之处在于:

[0121] 步骤四:均匀化处理;

[0122] 将得到的圆柱铸锭在950℃下保温4h;

[0123] 步骤五:热挤压;

[0124] 铸锭在700℃下进行热挤压,得到直径10mm的棒材。

[0125] 步骤六:冷拉拔+中间退火;

[0126] 将棒材通过盘拉机多道次拉拔,期间加以650℃,0.5h中间退火,得到直径2.0mm的焊丝。

[0127] 试验例1

[0128] 将实施例1-4和对比例1-3提供的焊丝对铜铁进行焊接试验,并检测焊接强度,结果如表1所示。实施例1焊丝的焊缝金相如图3所示。

[0129] 从图3中可以看出,实施例1提供的焊丝的焊接性能好,由于焊丝成分配比合理,在焊接过程中元素浓度呈梯度分布,焊缝的性能同样呈梯度均匀变化,因而能够良好匹配焊缝两端不同性能,焊接性能良好且稳定。

[0130] 表1为实施例1~4与对比例1~3的焊丝焊接性能对比:

[0131]

	实施例1	实施例2	实施例3	实施例4	对比例1	对比例2	对比例3
焊接强度(MPa)	260	240	245	250	220	180	230

[0132] 最后应说明的是:以上各实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述各实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依

然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的范围。

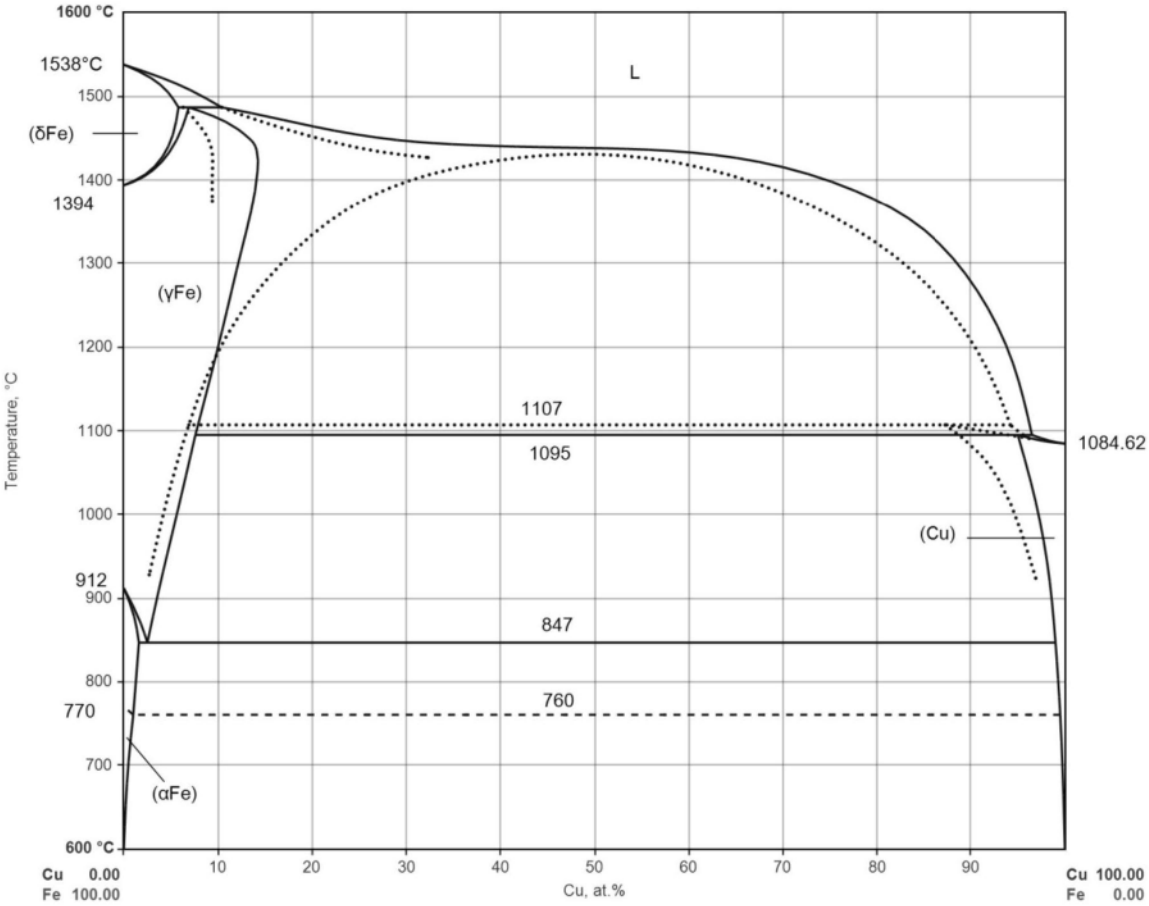


图1



图2

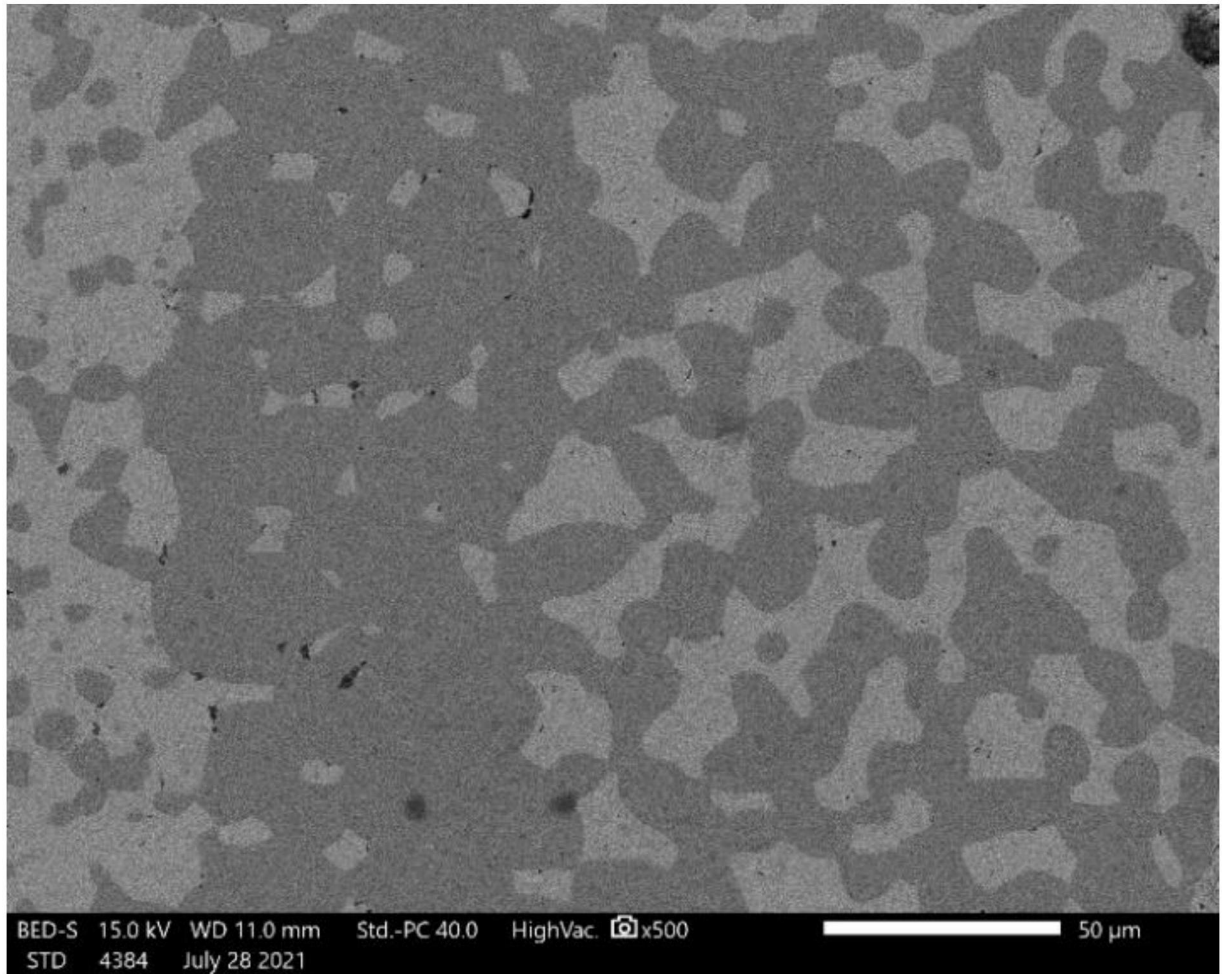


图3