



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111411258 B

(45) 授权公告日 2021.07.23

(21) 申请号 202010455946.2

(22) 申请日 2020.05.26

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 111411258 A

(43) 申请公布日 2020.07.14

(73) 专利权人 江西理工大学

地址 341000 江西省赣州市章贡区红旗大道86号

(72) 发明人 杨斌 吴涛 黄浩 刘柏雄 汪航
陈辉明 袁大伟

(74) 专利代理机构 北京国谦专利代理事务所

(普通合伙) 11752

代理人 彭淋

(51) Int. Cl.

H01B 1/02 (2006.01)

(56) 对比文件

JP 2020002439 A, 2020.01.09

CN 107299246 A, 2017.10.27

JP 2010121166 A, 2010.06.03

CN 1800426 A, 2006.07.12

审查员 涂洵

权利要求书2页 说明书5页

(54) 发明名称

具有高强度和高电导率的Cu-Sn合金超细线材及其制备方法

(57) 摘要

本发明公开了一种具有高强度和高电导率的Cu-Sn合金超细线材及其制备方法,所述合金线材含有复合添加合金元素及不可避免的杂质,所述复合添加的合金元素为Mg和RE元素,RE元素选自Ce、La和Y中的一种或者多种。本发明可以同时提高Cu-Sn合金超细线材的强度和电导率,使合金超细线材具有高强度、高导电率和良好的可拉性等优良综合性能。

1. 一种具有高强度和高电导率的Cu-Sn合金线材,其特征不在于含有复合添加合金元素及不可避免的杂质,所述复合添加的合金元素为Mg和RE元素,RE元素选自La和Y中的一种或者多种,所述合金线材的合金基体中Cu占质量比例高于99.5%,其它元素所占质量百分比如下:

Sn:0.20~0.35%;

Mg:0.02~0.1%;

RE:0.02~0.10%;

且Mg与RE元素的总质量百分比在0.05~0.15%之间,不可避免的杂质的总质量低于0.05%;所述合金线材通过如下制备方法得到,所述制备方法包括如下步骤:

(1) 熔炼前准备:按要求进行配料,将合金材料混合后放入真空熔炼室中,随后关闭仓门,将结晶器插入流槽中,而后将牵引铜杆一头插入结晶器中,另一头露出结晶器外并压在牵引机滚轮上;

(2) 真空水平熔炼过程:打开真空系统对熔炼室和保温室分别抽取真空至-0.1MPa,随后充入氩气;加热一段时间后继续抽取真空,以进一步抽取炉料可能带来的水气,待达到真空度要求后,往熔炼室和保温室中充入氩气至0.5~1.0个大气压,在此过程中不停止加热,在1200℃~1250℃熔炼保温30~60min后,将合金熔液倒入保温室中;

(3) 连续铸造过程:保温室中合金熔液温度在1160℃~1200℃范围内时,启动牵引机,牵引速度为20~30mm/s,节距为3~4mm/次,停止时间为0.3~0.6s/次,水压为0.2~0.4MPa,结晶器冷却水进温度小于35℃,出水温度小于50℃,连续制备直径为8mm合金杆材;

(4) 冷拉拔变形:对直径为8mm的Cu-Sn-Mg-RE合金杆坯,无需退火热处理,直接进行冷拉拔变形,即大拉→中拉→小拉→微拉变形,分多道次逐步将杆坯冷拉制成线径为0.05~0.025mm的超细线材。

2. 根据权利要求1所述的合金线材,所述各成分所占质量比例如下:

Sn:0.25%;

Mg:0.03%;

RE:0.03%;

不可避免的杂质的总质量不超过0.03%,余量为铜。

3. 根据权利要求1所述的合金线材,所述合金线材在直径为0.05mm时的抗拉强度为700MPa以上。

4. 根据权利要求1所述的合金线材,所述合金线材的在直径为0.05mm时的导电率为83.0% IACS以上。

5. 根据权利要求1~4任意一项所述的合金线材,所述合金线材的线径小于0.5mm。

6. 一种具有高强度和高电导率的Cu-Sn合金线材的制备方法,其特征不在于所述合金线材含有复合添加合金元素及不可避免的杂质,所述复合添加的合金元素为Mg和RE元素,RE元素选自La和Y中的一种或者多种,所述合金线材的合金基体中Cu占质量比例高于99.5%,其它元素所占质量百分比如下:

Sn:0.20~0.35%;

Mg:0.02~0.1%;

RE:0.02~0.10%;

且Mg与RE元素的总质量百分比在0.05~0.15%之间,不可避免的杂质的总质量低于0.05%,所述制备方法包括如下步骤:

(1) 熔炼前准备:按要求进行配料,将合金材料混合后放入真空熔炼室中,随后关闭仓门,将结晶器插入流槽中,而后将牵引铜杆一头插入结晶器中,另一头露出结晶器外并压在牵引机滚轮上;

(2) 真空水平熔炼过程:打开真空系统对熔炼室和保温室分别抽取真空至-0.1MPa,随后充入氩气;加热一段时间后继续抽取真空,以进一步抽取炉料可能带来的水气,待达到真空度要求后,往熔炼室和保温室中充入氩气至0.5~1.0个大气压,在此过程中不停止加热,在1200℃~1250℃熔炼保温30~60min后,将合金熔液倒入保温室中;

(3) 连续铸造过程:保温室中合金熔液温度在1160℃~1200℃范围内时,启动牵引机,牵引速度为20~30mm/s,节距为3~4mm/次,停止时间为0.3~0.6s/次,水压为0.2~0.4MPa,结晶器冷却水进温度小于35℃,出水温度小于50℃,连续制备直径为8mm合金杆材;

(4) 冷拉拔变形:对直径为8mm的Cu-Sn-Mg-RE合金杆坯,无需退火热处理,直接进行冷拉拔变形,即大拉→中拉→小拉→微拉变形,分多道次逐步将杆坯冷拉制成线径为0.05~0.025mm的超细线材。

7. 根据权利要求6所述的制备方法,所述步骤(1)中Sn元素以纯金属的形式加入,Mg和RE元素以中间合金的形式加入。

8. 根据权利要求6所述的制备方法,所述步骤(4)中大拉阶段的拉丝速度为1300米/分~1500米/分,中拉阶段的拉丝速度为1000米/分~1200米/分;小拉阶段的拉丝速度为800米/分~1000米/分,微拉阶段的拉丝速度为500米/分~700米/分。

具有高强度和高电导率的Cu-Sn合金超细线材及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及高强高导电型铜合金材料领域,具体的涉及一种具有高强度和高电导率的Cu-Sn合金超细线材及其制备方法。

背景技术

[0002] 超细导电铜合金线材材料由于具有出色的力学、导电导热、抗腐蚀、抗疲劳等综合性能是制备高端电子产品、智能化机器人、新能源汽车及医疗器械等传输线的关键基础材料。在众多铜合金线材中,Cu-Sn合金线在成本价格、适用性等方面的综合性能受到业内人士的认可。然而,在Cu-Sn合金杆坯拉制过程中遇到的问题是:一方面,增加Sn含量能够提高合金线材强度,但是也会损害合金线材的电导率和可拉性;另一方面,降低Sn含量能够使合金线材保持较高的电导率和较好的可拉性,但是也会导致合金线材的强度降低。因此,如何在确保Cu-Sn合金超细线具有较高的导电率前提下提高Cu-Sn合金杆坯材料的强度及可拉性,是Cu-Sn合金超细线材料领域有待深入研究的一个热点。

发明内容

[0003] 本发明的目的在于提出一种复合添加合金元素同时提高Cu-Sn合金超细线材强度和电导率的方法,以解决Cu-Sn合金超细线材强度与电导率和可拉性之间不能兼容之问题。为实现上述目的,本发明采用如下之技术方案:

[0004] 本发明一方面涉及一种具有高强度和高电导率的Cu-Sn合金线材,其特征在于含有复合添加合金元素及不可避免的杂质,所述复合添加的合金元素为Mg和RE元素,RE元素选自Ce、La和Y中的一种或者多种,所述构成所述合金线材的合金基体中Cu占质量比例高于99.5%,其它元素所占质量百分比如下:

[0005] Sn:0.20~0.35%;

[0006] Mg:0.02~0.1%;

[0007] RE:0.02~0.10%;

[0008] 且Mg与RE元素的总质量百分比在0.05~0.15%之间,不可避免的杂质的总质量低于0.05%。

[0009] 在本发明的一个优选实施方式中,所述各成分所占质量比例如下:

[0010] Sn:0.25%;

[0011] Mg:0.03%;

[0012] RE:0.03%;

[0013] 不可避免的杂质的总质量不超过0.03%,余量为铜。

[0014] 本在本发明的一个优选实施方式中,所述合金线材在直径为0.05mm时的抗拉强度为700MPa以上,优选为705MPa以上,进一步优选为800MPa以上,更优选为850MPa以上;所述抗拉强度优选为1000MPa以下,更优选为950MPa以下。

[0015] 本在本发明的一个优选实施方式中,所述合金线材的在直径为0.05mm时的导电率

为80.0% IACS以上,优选为81.0% IACS以上,更优选为82.0% IACS以上,进一步优选为83.0% IACS以上;所述导电率优选为90% IACS以下,优选为88% IACS以下。

[0016] 在本发明的一个优选实施方式中,所述合金线材的线径小于0.5mm,优选小于0.3mm,更优选小于0.1mm,特别优选介于0.05mm~0.025mm之间。

[0017] 本发明另一方面还提供了上述高强高导合金线材的制备方法,包括如下步骤:

[0018] (1) 熔炼前准备:按要求进行配料,将合金材料混合后放入真空熔炼室中,随后关闭仓门,将结晶器插入流槽中,而后将牵引铜杆一头插入结晶器中,另一头露出结晶器外并压在牵引机滚轮上;

[0019] (2) 真空水平熔炼过程:打开真空系统对熔炼室和保温室分别抽取真空至-0.1MPa,随后充入氩气。加热一段时间后继续抽取真空,以进一步抽取炉料可能带来的水气,待达到真空度要求后,往熔炼室和保温室中充入氩气至0.5~1.0个大气压,在此过程中不停止加热。在1200℃~1250℃熔炼保温30~60min后,将合金熔液倒入保温室中;

[0020] (3) 连续铸造过程:保温室中合金熔液温度在1160℃~1200℃范围内时,启动牵引机,牵引速度为20~30mm/s,节距为3~4mm/次,停止时间为0.3~0.6s/次,水压为0.2~0.4MPa,结晶器冷却水进温度小于35℃,出水温度小于50℃,连续制备直径为8mm合金杆材;

[0021] (4) 冷拉拔变形:对直径为8mm的Cu-Sn-Mg-RE合金杆坯,无需退火热处理,直接进行冷拉拔变形,即大拉→中拉→小拉→微拉变形,分多道次逐步将杆坯冷拉制成线径为0.05~0.025mm的超细线材。

[0022] 作为本发明对上述方案的优选,所述步骤(1)中Sn元素以纯金属的形式加入,Mg和RE元素以中间合金的形式加入。

[0023] 作为本发明对上述方案的优选,所述步骤(4)中大拉阶段的拉丝速度为1300米/分~1500米/分,中拉阶段的拉丝速度为1000米/分~1200米/分;小拉阶段的拉丝速度为800米/分~1000米/分,微拉阶段的拉丝速度为500米/分~700米/分。

[0024] 3.有益效果

[0025] (1) 本发明在成分设计上,考虑到Cu-Sn二元合金是固溶强化型及加工硬化型合金,因此在保证Cu-Sn合金导电性能的前提下,综合考虑了铜合金固溶强化和加工硬化等因素,选择加入微量的Mg元素。实验结果表明,微量Mg元素的添加对Cu-Sn合金导电能力影响相对较小的同时又可以显著提高Cu-Sn合金的强度。

[0026] (2) 本发明在合金元素组成成分设计上,同时也考虑到添加微量的Mg会略微降低Cu-Sn合金的导电性能。因此,本发明材料中选择添加微量的RE元素,其目的是为了净化铜合金基体,降低由杂质所引起的晶格畸变,对铜合金的导电性产生有益的影响,同时细化铜合金组织,减少或消除合金组织中粗大的树枝晶区,使铜合金的力学性能有所提高。添加RE元素有效的解决了高强高导Cu-Sn合金基体强度与导电率的矛盾。

[0027] (3) 本发明所采用的真空连续熔炼铸造装置,在熔炼铸造过程中能够隔绝空气并且不使用熔剂,能够获得气孔和杂质含量等铸造缺陷较少、氧含量低(5ppm以下)的高品质Cu-Sn-Mg-RE合金杆坯,使得Cu-Sn-Mg-RE合金杆坯具有良好的可拉性能。

[0028] (4) 本发明所采用的真空连续熔炼铸造装置制备出的直径为8mm的高品质铜锡镁RE合金杆坯在冷拉拔过程中未进行退火处理,制得的合金超细线材的最小线径可达0.05mm~0.025mm,具有较高的生产效率及较好的经济效益。

具体实施方式

[0029] 下面通过实施例对本发明作进一步的说明。

[0030] 实施例1

[0031] 一种复合添加合金元素同时提高Cu-Sn合金超细线材强度和电导率的方法,所述合金超细线材的成分包括Cu、Sn、Mg、La元素及不可避免的杂质,各元素所占质量百分比如下:

[0032] Sn:0.28%;

[0033] Mg:0.09%;

[0034] La:0.10%;

[0035] 不可避免的杂质的总质量为0.03%,余量为铜。

[0036] 具体地,Sn元素以纯金属的形式加入,Mg和La元素以中间合金的形式加入。

[0037] 上述高强高导Cu-Sn-Mg-La合金超细线材的制备方法,包括如下步骤:

[0038] (1) 熔炼前准备:将配好料的合金材料混合后放入真空熔炼室中,随后关闭仓门,将结晶器插入流槽中,而后将牵引铜杆一头插入结晶器中,另一头露出结晶器外并压在牵引机滚轮上;

[0039] (2) 真空水平熔炼过程:打开真空系统对熔炼室和保温室分别抽取真空至-0.1MPa,随后充入氩气。加热一段时间后继续抽取真空,以进一步抽取炉料可能带来的水气,待达到真空度要求后,往熔炼室和保温室中充入氩气至0.6个大气压,在此过程中不停止加热。在1220℃熔炼保温35min后,将合金熔液倒入保温室中;

[0040] (3) 连续铸造过程:保温室中合金熔液温度在1170℃范围内时,启动牵引机,牵引速度为25mm/s,节距为3mm/次,停止时间为0.3s/次,水压为0.3MPa,结晶器冷却水进温度为32℃,出水温度为49℃,连续制备直径为8mm合金杆材;

[0041] (4) 冷拉拔变形:对直径为8mm的Cu-Sn-Mg-La合金杆坯直接进行多道次冷拉拔变形,即大拉→中拉→小拉→微拉变形,拉制前后无须进行退火热处理。大拉至直径为2.6mm,拉丝速度为1500米/分;中拉至直径为0.8mm,拉丝速度为1200米/分;小拉至直径为0.2mm,拉丝速度为1000米/分;微拉至0.05mm,拉丝速度为700米/分,

[0042] (5) 经检测直径为0.05mm的Cu-Sn-Mg-La合金超细线材的抗拉强度为705MPa,导电率为86.8%IACS,具有较高的强度和电导率。

[0043] 实施例2:

[0044] 一种复合添加合金元素同时提高Cu-Sn合金超细线材强度和电导率的方法,所述合金超细线材的成分包括Cu、Sn、Mg、Ce元素及不可避免的杂质,各元素所占质量百分比如下:

[0045] Sn:0.25%;

[0046] Mg:0.04%;

[0047] Ce:0.028%;

[0048] 不可避免的杂质的总质量为0.035%,余量为铜。

[0049] 具体地,Sn元素以纯金属的形式加入,Mg和Ce元素以中间合金的形式加入。

[0050] 上述高强高导Cu-Sn-Mg-Ce合金超细线材的制备方法,包括如下步骤:

[0051] (1) 熔炼前准备:将配好料的合金材料混合后放入真空熔炼室中,随后关闭仓门,

将结晶器插入流槽中,而后将牵引铜杆一头插入结晶器中,另一头露出结晶器外并压在牵引机滚轮上;

[0052] (2) 真空水平熔炼过程:打开真空系统对熔炼室和保温室分别抽取真空至-0.1MPa,随后充入氩气。加热一段时间后继续抽取真空,以进一步抽取炉料可能带来的水气,待达到真空度要求后,往熔炼室和保温室中充入氩气至0.5个大气压,在此过程中不停止加热。在1230℃熔炼保温40min后,将合金熔液倒入保温室中;

[0053] (3) 连续铸造过程:保温室中合金熔液温度在1180℃范围内时,启动牵引机,牵引速度为23mm/s,节距为3mm/次,停止时间为0.4s/次,水压为0.5MPa,结晶器冷却水进温度为33℃,出水温度为48℃,连续制备直径为8mm合金杆材;

[0054] (4) 冷拉拔变形:对直径为8mm的Cu-Sn-Mg-Ce合金杆坯直接进行多道次冷拉拔变形,即大拉→中拉→小拉→微拉变形,拉制前后无须进行退火热处理。大拉至直径为2.6mm,拉丝速度为1400米/分;中拉至直径为0.8mm,拉丝速度为1100米/分;小拉至直径为0.2mm,拉丝速度为950米/分;微拉至0.032mm,拉丝速度为600米/分,

[0055] (5) 经检测直径为0.032mm的Cu-Sn-Mg-Ce合金超细线材的抗拉强度为811MPa,导电率为82.3% IACS,具有较高的强度和电导率。

[0056] 实施例3:

[0057] 一种复合添加合金元素同时提高Cu-Sn合金超细线材强度和电导率的方法,所述合金超细线材的成分包括Cu、Sn、Mg、Y元素及不可避免的杂质,各元素所占质量百分比如下:

[0058] Sn:0.26%;

[0059] Mg:0.03%;

[0060] Y:0.025%;

[0061] 不可避免的杂质的总质量为0.035%,余量为铜。

[0062] 具体地,Sn元素以纯金属的形式加入,Mg和Y元素以中间合金的形式加入。

[0063] 上述高强高导Cu-Sn-Mg-Y合金超细线材的制备方法,包括如下步骤:

[0064] (1) 熔炼前准备:将配好料的合金材料混合后放入真空熔炼室中,随后关闭仓门,将结晶器插入流槽中,而后将牵引铜杆一头插入结晶器中,另一头露出结晶器外并压在牵引机滚轮上;

[0065] (2) 真空水平熔炼过程:打开真空系统对熔炼室和保温室分别抽取真空至-0.1MPa,随后充入氩气。加热一段时间后继续抽取真空,以进一步抽取炉料可能带来的水气,待达到真空度要求后,往熔炼室和保温室中充入氩气至0.8个大气压,在此过程中不停止加热。在1240℃熔炼保温40min后,将合金熔液倒入保温室中;

[0066] (3) 连续铸造过程:保温室中合金熔液温度在1190℃范围内时,启动牵引机,牵引速度为26mm/s,节距为4mm/次,停止时间为0.3s/次,水压为0.4MPa,结晶器冷却水进温度为34℃,出水温度为46℃,连续制备直径为8mm合金杆材;

[0067] (4) 冷拉拔变形:对直径为8mm的Cu-Sn-Mg-Ce合金杆坯直接进行多道次冷拉拔变形,即大拉→中拉→小拉→微拉变形,拉制前后无须进行退火热处理。大拉至直径为2.6mm,拉丝速度为1300米/分;中拉至直径为0.8mm,拉丝速度为1000米/分;小拉至直径为0.2mm,拉丝速度为800米/分;微拉至0.025mm,拉丝速度为500米/分,

[0068] (5) 经检测直径为0.025mm的Cu-Sn-Mg-Y合金超细线材的抗拉强度为900MPa, 导电率为83.7% IACS, 具有较高的强度和电导率。

[0069] 本技术领域中的普通技术人员应当认识到, 以上的实施例仅是用来说明本发明, 而并非用作为对本发明的限定, 只要在本发明的实质精神范围内, 对以上所述实施例的变化、变型都将落在本发明的权利要求范围内。