



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113414548 A

(43) 申请公布日 2021.09.21

(21) 申请号 202110652597.8

(22) 申请日 2021.06.11

(71) 申请人 兰州理工大学

地址 730050 甘肃省兰州市七里河区兰工  
坪路287号

(72) 发明人 郑月红 喇培清 张娜

(74) 专利代理机构 兰州振华专利代理有限责任  
公司 62102

代理人 董斌

(51) Int. Cl.

B23P 15/00 (2006.01)

G22F 1/08 (2006.01)

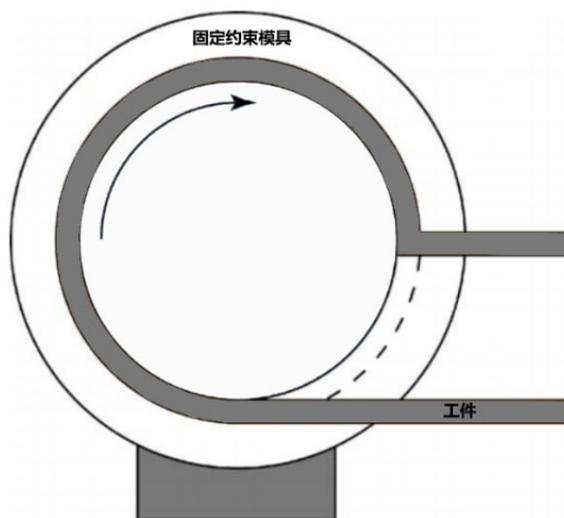
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54) 发明名称

超细晶结构的大尺寸高强高导CuCr合金的  
制备方法

(57) 摘要

超细晶结构的大尺寸高强高导CuCr合金的  
制备方法,其步骤为:步骤(1)先将Cu-0.4Cr合金  
进行热处理,随后水淬;步骤(2)将经步骤(1)处  
理后的CuCr合金采用ECAP-Conform技术的Bc路  
径进行加工;步骤(3)使用电火花线切割机将步  
骤(2)所得的样品切成若干组长度和宽度相同的  
板材;步骤(4)将步骤(3)所得的板材在冷热双辊  
轧机上进行预设变形量的超低温轧制。



1. 超细晶结构的大尺寸高强高导CuCr合金的制备方法,其特征在于,其步骤为:  
步骤(1)先将Cu-0.4Cr合金进行热处理,随后水淬;  
步骤(2)将经步骤(1)处理后的CuCr合金采用ECAP-Conform技术的Bc路径进行加工;  
步骤(3)使用电火花线切割机将步骤(2)所得的样品切成若干组长度和宽度相同的板材;  
步骤(4)将步骤(3)所得的板材在冷热双辊轧机上进行预设变形量的超低温轧制。
2. 根据权利要求1所述的超细晶高强高导CuCr合金的制备方法,其特征在于,步骤(1)所述的热处理工艺为1000℃下保温1 h。
3. 根据权利要求1所述的超细晶高强高导CuCr合金的制备方法,其特征在于,步骤(2)所述的ECAP-Conform的Bc路径为,将试样放入两个相同横截面通道相贯成L形模具的其中一个通道中,在压力P作用下向下挤压,试样在另一个通道口中被挤出,在每道次之间以相同的方向,顺时针或逆时针旋转90°,试样需在200℃下加工4道次。
4. 根据权利要求1所述的超细晶高强高导CuCr合金的制备方法,其特征在于,步骤(3)所述切割的长度方向为ECAP-Conform加工方向。
5. 根据权利要求1所述的超细晶高强高导CuCr合金的制备方法,其特征在于,步骤(4)所述超低温轧制温度为液氮温度,即-196℃,变形量为50%、70%、90%;  
第一道次轧制前需在液氮中浸泡约20 min,后续每道次轧制之前在液氮中浸泡5 min,每道次下压量为初始厚度的10%,直至变形量为50%、70%、90%;  
轧制过程中,每道次轧制结束后立刻将轧件浸泡于液氮中,保证每道次轧制过程在10 s内完成。

## 超细晶结构的大尺寸高强高导CuCr合金的制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及超细晶高强高导CuCr合金的制备技术。

### 背景技术

[0002] Cu-Cr合金具有优良的综合物理性能和力学性能,在集成电路的引线框架、各种电极、电触头等领域具有很大的应用价值。然而,随着国民经济行业的快速发展,高新技术领域对Cu-Cr合金的综合性能提出了更加苛刻的要求,最典型的则是在超大规模集成电路引线框架和高速电气化铁路接触网导线的应用中,要求Cu-Cr合金在保证其原有的良好物理性能外又要具有较高的强度和良好的塑性,例如,为了保证Cu-Cr合金在工作时具有足够的耐久性和可靠性,要求其强度达到600 MPa,硬度大于130 HV,导电率不低于80 %IACS,并要求其具有良好的导热性,但在工业生产中,Cu-Cr合金的强度和塑性很难同时达到较高的标准。因此,如何在保证Cu-Cr合金高电导率的前提下,尽可能地提高其强度,从而获得综合性能优异的Cu-Cr合金,是目前高性能Cu-Cr合金的研究热点。

[0003] Cu-Cr合金采用的制备方法主要是大塑性变形 (SPD),而常见的变形方法包括:高压扭转变形、多向锻造、往复挤压、累积叠轧、反复折弯校直以及等通道转角挤压 (ECAP)。目前,在所有纳米结构Cu-Cr合金制备技术中,从剪切变形的剧烈程度、工艺的复杂程度、材料的使用范围以及晶粒的细化效果来看,ECAP是最有效的超细晶Cu-Cr合金材料制备工艺之一,且最具有大规模工业化生产的发展潜力。而ECAP-Conform工艺的连续特性使得加工制造大尺寸的UFG金属材料成为可能。现有的资料表明,ECAP-Conform能够有效的细化晶粒,提高金属的抗拉强度。但该变形过程是以牺牲延性的方式增加了金属材料的强度。另一方面,这种严重的变形通常会导致电导率的显著降低。因此,需要采用后续的加工工艺,如轧制来获得一种具有超细晶大尺寸的高强高导Cu-Cr合金。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种超细晶结构的大尺寸高强高导CuCr合金的制备方法。

[0005] 本发明是超细晶结构的大尺寸高强高导CuCr合金的制备方法,其步骤为:

步骤(1)先将Cu-0.4Cr合金进行热处理,随后水淬;

步骤(2)将经步骤(1)处理后的CuCr合金采用ECAP-Conform技术的Bc路径进行加工;

步骤(3)使用电火花线切割机将步骤(2)所得的样品切成若干组长度和宽度相同的板材;

步骤(4)将步骤(3)所得的板材在冷热双辊轧机上进行预设变形量的超低温轧制。

[0006] 本发明的有益效果是:1、本发明的制备过程连续,成本低,工艺流程简单,产率高;

2、通过超低温轧制后,合金的晶粒变得细小均匀,强度得到了很大地提升。当轧制变形量为90%时,晶粒的平均尺寸降至1  $\mu\text{m}$ 以下,显微硬度约156 HV、导电率约为68 %IACS、抗拉强度约为572.4 MPa、延伸率约为11.19%。

## 附图说明

[0007] 图1为本发明制备CuCr合金加工原理图,图2为本发明实施例3所得CuCr合金的TEM图,图3为本发明制备的CuCr合金抗拉强度曲线图。

## 具体实施方式

[0008] 本发明是超细晶结构的大尺寸高强高导CuCr合金的制备方法,如图1所示,其步骤为:

步骤(1)先将Cu-0.4Cr合金进行热处理,随后水淬;

步骤(2)将经步骤(1)处理后的CuCr合金采用ECAP-Conform技术的Bc路径进行加工;

步骤(3)使用电火花线切割机将步骤(2)所得的样品切成若干组长度和宽度相同的板材;

步骤(4)将步骤(3)所得的板材在冷热双辊轧机上进行预设变形量的超低温轧制。

[0009] 以上所述的制备方法,步骤(1)所述的热处理工艺为1000℃下保温1 h。

[0010] 以上所述的制备方法,步骤(2)所述的ECAP-Conform的Bc路径为,将试样放入两个相同横截面通道相贯成L形模具的其中一个通道中,在压力P作用下向下挤压,试样在另一个通道口中被挤出,在每道次之间以相同的方向,顺时针或逆时针旋转90°,试样需在200℃下加工4道次。

[0011] 以上所述的制备方法,步骤(3)所述切割的长度方向为ECAP-Conform加工方向。

[0012] 以上所述的制备方法,步骤(4)所述超低温轧制温度为液氮温度,即-196℃,变形量为50%、70%、90%;

第一道次轧制前需在液氮中浸泡约20 min,后续每道次轧制之前在液氮中浸泡5 min,每道次下压量为初始厚度的10%,直至变形量为50%、70%、90%;

轧制过程中,每道次轧制结束后立刻将轧件浸泡于液氮中,保证每道次轧制过程在10 s内完成。

[0013] 以下是本发明的具体实施例,并结合实施例对本发明的技术方案作进一步的描述,但本发明并不限于这些实施例。

[0014] 实施例1:

本实施例采用的合金为Cu-0.4Cr合金。具体步骤为:

(1)首先将Cu-0.4Cr合金在1000℃下保温1 h,随后进行水淬;

(2)将经过步骤(1)处理的试样放入2个相同横截面通道相贯成L形模具的其中一个通道中,在压力P作用下向下挤压,试样在另一个通道口中被挤出,在每道次之间以相同的方向(顺时针或逆时针)旋转90°,此过程称为ECAP-Conform Bc路径,在200℃下加工4道次,加工前后试样均为正方形横截面(15 mm×15 mm)的棒材;

(3)使用电火花线切割机将经步骤(2)所得的样品切成若干组长度和宽度相同的板材,长度方向为ECAP-Conform加工方向;

(4)将步骤(3)所得的板材在冷热双辊轧机上进行变形量50%的超低温轧制,轧制前在液氮(-196℃)中浸泡约20 min,后续每道次轧制之前在液氮中浸泡5 min,每道次下压量为初始厚度的10%,直至变形量为50%。在低温轧制过程中,每道次轧制结束后立刻将轧

件浸泡于液氮中,保证每道次轧制过程在10 s内完成。

[0015] 图2所示为实施例3中得到的CuCr合金的TEM图像,可以看出,晶界周围存在大量位错,即经轧制变形后合金的位错密度明显升高,出现了超细晶;图3为本发明得到的合金的应力应变曲线,可以看出,经轧制变形后,合金的强度显著增加,且随轧制变形量的增加其强度也逐渐增加;表1为合金的力学性能及电学性能值,可以看出,其导电率经轧制后有所降低,但轧制变形量对其导电率的影响不大,而硬度所表现出的规律与强度的结果吻合,且合金的延伸率保持在9%左右。

[0016] 实施例2:

本实施方式与实施例1不同的是步骤(4)中的轧制变形量为70%,每道次下压量为初始厚度的10%,直至变形量为70%,其他与实施例1相同。

[0017] 实施例3:

本实施方式与实施例1或2不同的是步骤(4)中的轧制变形量为90%,每道次下压量为初始厚度的10%,直至变形量为90%,其他与实施例1或2相同。

[0018] 表1为本发明制备的CuCr合金的力学性能及电学性能值:

	导电率/%ACS	硬度HV0.1	抗拉强度/MPa	延伸率/%
ECAP-Conform	73.3	118.6	374.64	9.55
ECAP-Conform+超低温轧制 50%	69.2	136.8	480.46	9.82
ECAP-Conform+超低温轧制 70%	66.6	155.3	524.51	8.81
ECAP-Conform+超低温轧制 90%	68.0	156.0	572.4	11.19

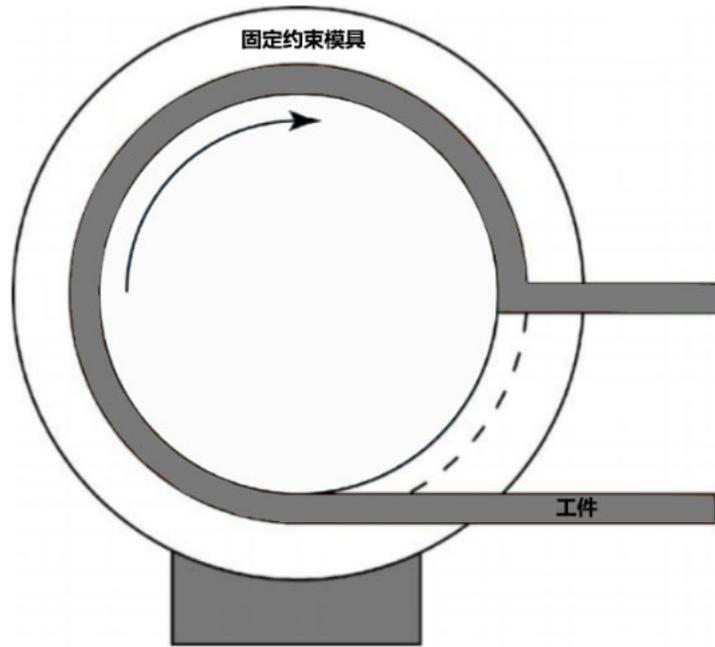


图1

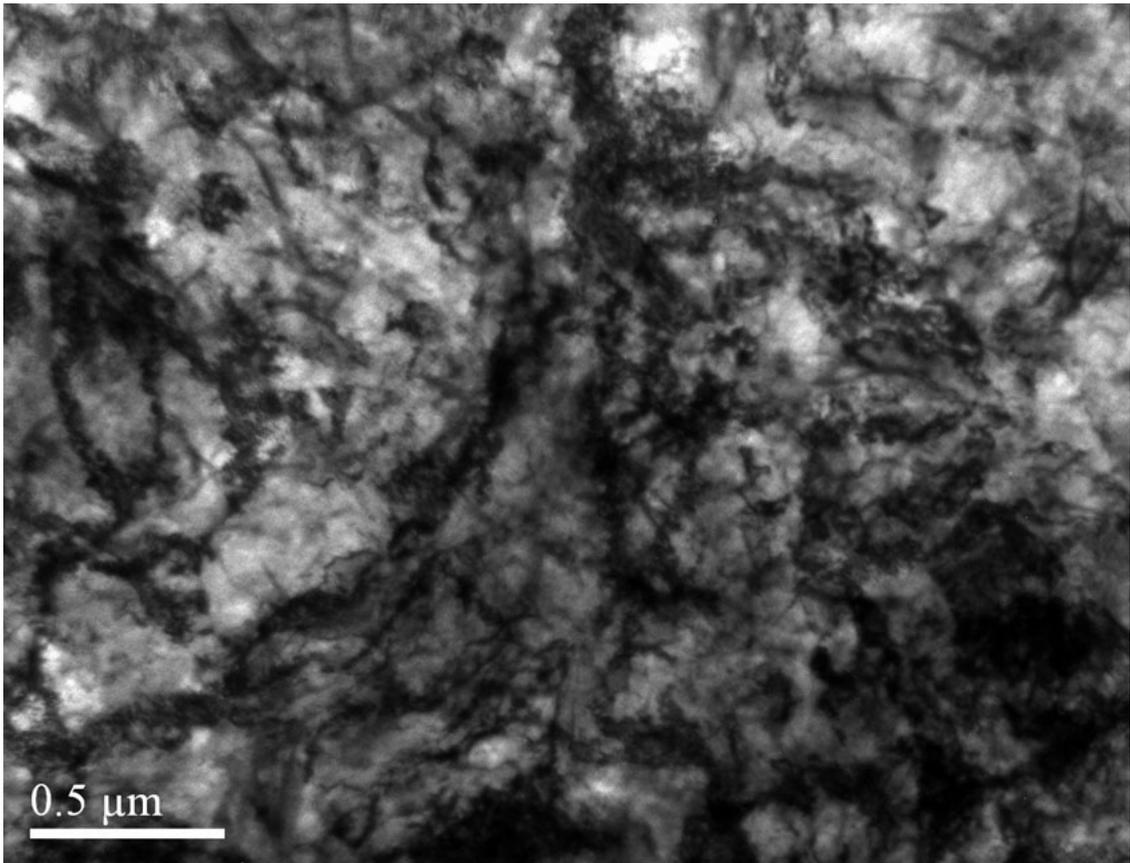


图2

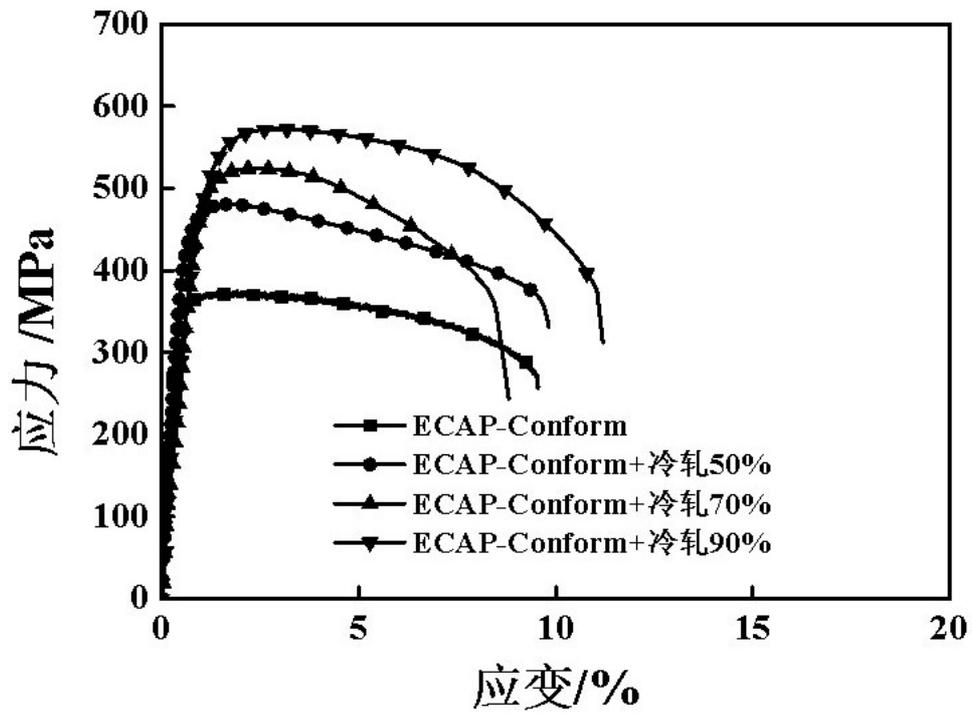


图3