



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111212923 B

(45) 授权公告日 2021.12.14

(21) 申请号 201880066982.0

(22) 申请日 2018.09.28

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 111212923 A

(43) 申请公布日 2020.05.29

(30) 优先权数据  
2017-223760 2017.11.21 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日  
2020.04.14

(86) PCT国际申请的申请数据  
PCT/JP2018/036324 2018.09.28

(87) PCT国际申请的公布数据  
W02019/102716 JA 2019.05.31

(73) 专利权人 三菱综合材料株式会社  
地址 日本东京

(72) 发明人 矢野翔一郎 佐藤志信 大乐宽太

(74) 专利代理机构 北京德琦知识产权代理有限公司 11018

代理人 朴圣洁 康泉

(51) Int.Cl.  
G22C 9/00 (2006.01)  
B22D 11/059 (2006.01)  
G22F 1/00 (2006.01)  
G22F 1/02 (2006.01)  
G22F 1/08 (2006.01)

(56) 对比文件  
EP 0492987 A1, 1992.07.01  
EP 0492987 A1, 1992.07.01  
CN 101113498 A, 2008.01.30  
JP 昭61-41751 A, 1986.02.28  
CN 106536769 A, 2017.03.22  
CN 103080347 A, 2013.05.01  
JP 特开2016-156057 A, 2016.09.01

审查员 侯葳舒

权利要求书1页 说明书9页 附图1页

(54) 发明名称

铸造用模具材料及铜合金原材料

(57) 摘要

该铸造用模具材料在铸造金属材料时使用, 该铸造用模具材料具有如下组成: 在0.3质量%以上且0.7质量%以下的范围内含有Cr, 在0.025质量%以上且0.15质量%以下的范围内含有Zr, 在0.005质量%以上且0.04质量%以下的范围内含有Sn, 在0.005质量%以上且0.03质量%以下的范围内含有P, 剩余部分包含由Cu及不可避免的杂质构成, Zr的含量(Zr)(质量%)与P的含量(P)(质量%)具有 $(Zr)/(P) \geq 5$ 的关系, 并且Sn的含量(Sn)(质量%)与P的含量(P)(质量%)具有 $(Sn)/(P) \leq 5$ 的关系。

1. 一种铸造用模具材料,其在铸造金属材料时使用,该铸造用模具材料的特征在于,其具有如下组成:

在0.3质量%以上且0.7质量%以下的范围内含有Cr,在0.025质量%以上且0.15质量%以下的范围内含有Zr,在0.005质量%以上且0.04质量%以下的范围内含有Sn,在0.008质量%以上且0.03质量%以下的范围内含有P,剩余部分由Cu及不可避免的杂质构成,

Zr的含量(Zr)与P的含量(P)具有如下关系:

$$\{Zr\}/\{P\} \geq 5,$$

并且Sn的含量(Sn)与P的含量(P)具有如下关系:

$$\{Sn\}/\{P\} \leq 3,$$

所述Zr的含量(Zr)、所述P的含量(P)以及所述Sn的含量(Sn)的单位均为质量%,

Mg、Al、Fe、Ni、Zn、Mn、Co、Ti的合计含量小于0.02质量%。

2. 根据权利要求1所述的铸造用模具材料,其特征在於,其还在0.005质量%以上且0.03质量%以下的范围内包含Si。

3. 根据权利要求1所述的铸造用模具材料,其特征在於,

导电率超过70% IACS。

4. 根据权利要求1所述的铸造用模具材料,其特征在於,

维氏硬度为115Hv以上。

5. 根据权利要求1至4中任一项所述的铸造用模具材料,其特征在於,

以1000°C实施30分钟的热处理之后的平均晶粒直径为100μm以下。

6. 一种铜合金原材料,其特征在於,其具有如下组成:

在0.3质量%以上且0.7质量%以下的范围内含有Cr,在0.025质量%以上且0.15质量%以下的范围内含有Zr,在0.005质量%以上且0.04质量%以下的范围内含有Sn,在0.008质量%以上且0.03质量%以下的范围内含有P,剩余部分由Cu及不可避免的杂质构成,

Zr的含量(Zr)与P的含量(P)具有如下关系:

$$\{Zr\}/\{P\} \geq 5,$$

并且Sn的含量(Sn)与P的含量(P)具有如下关系:

$$\{Sn\}/\{P\} \leq 3,$$

所述Zr的含量(Zr)、所述P的含量(P)以及所述Sn的含量(Sn)的单位均为质量%,

在以1015°C实施1.5小时的固溶处理之后,以475°C实施3小时的时效处理之后的导电率超过70% IACS,

Mg、Al、Fe、Ni、Zn、Mn、Co、Ti的合计含量小于0.02质量%。

7. 根据权利要求6所述的铜合金原材料,其特征在於,其还在0.005质量%以上且0.03质量%以下的范围内包含Si。

## 铸造用模具材料及铜合金原材料

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种在铸造例如钢铁、铝、铜等金属材料时使用的铸造用模具材料及适合于上述铸造用模具材料等在高温环境下使用的部件的铜合金原材料。

[0002] 本申请主张基于2017年11月21日于日本申请的专利申请2017-223760号的优先权,并将其内容援用于此。

### 背景技术

[0003] 以往,对在铸造钢铁、铝、铜等金属材料时使用的铸造用模具材料要求可承受大的热应力的高温强度、可承受严酷的热疲劳环境的高温延伸率、高温下的耐磨性(硬度)、传热性等特性优异。

[0004] C18150等Cu-Cr-Zr系合金具备优异的耐热性及导电性(传热性),由此例如,如专利文献1、专利文献2所示,可用作使用环境为高温的铸造用模具材料的原材料。

[0005] 上述Cu-Cr-Zr系合金通常通过如下制造工序来制造:对Cu-Cr-Zr系合金铸锭实施塑性加工,并进行例如保持温度为950~1050℃、保持时间为0.5~1.5小时的固溶处理及例如保持温度为400~500℃、保持时间为2~4小时的时效处理,最后通过机械加工来加工成规定的形状。

[0006] 并且,关于Cu-Cr-Zr系合金,通过固溶处理将Cr及Zr固溶于Cu的母相中,并通过时效处理而使Cr系析出物(Cu-Cr)、Zr系析出物(Cu-Zr)微细分散,由此实现强度及导电性(传热性)的提高。

[0007] 专利文献1:日本专利第5590990号公报

[0008] 专利文献2:日本特开昭58-107460号公报

[0009] 近年来,由于作为铸造对象的合金种类的增加、基于延长模具寿命的成本下降等的需求,要求即使在更严酷的环境下也能够使用的铸造用模具材料。

[0010] 具体而言,根据合金种类,有时将注入模具中的熔融金属的温度设定为较高,要求比以往优异的高温强度。并且,在模具中,具有熔液面附近的温度局部升高的倾向,因此在为高温的区域中析出物的分散状态发生变化,在模具内发生局部的强度的下降及导电性的提高(传热性的提高),冷却状态变得不稳定,有可能无法稳定地实施铸造。

### 发明内容

[0011] 该发明是鉴于前述情况而完成的,其目的在于提供一种高温强度优异,并且即使在高温条件下使用的情况下,局部的强度的下降及导电性(传热性)的提高也得到抑制,能够稳定地进行铸造的铸造用模具材料及适合于该铸造用模具材料的铜合金原材料。

[0012] 为了解决上述课题,本发明的铸造用模具材料在铸造金属材料时使用,该铸造用模具材料具有如下组成:在0.3质量%以上且0.7质量%以下的范围内含有Cr,在0.025质量%以上且0.15质量%以下的范围内含有Zr,在0.005质量%以上且0.04质量%以下的范围内含有Sn,在0.005质量%以上且0.03质量%以下的范围内含有P,剩余部分由Cu及不可

避免的杂质构成,Zr的含量(Zr)(质量%)与P的含量(P)(质量%)具有 $(Zr)/(P) \geq 5$ 的关系,并且Sn的含量(Sn)(质量%)与P的含量(P)(质量%)具有 $(Sn)/(P) \leq 5$ 的关系。

[0013] 在该构成的铸造用模具材料中,在0.3质量%以上且0.7质量%以下的范围内含有Cr,并且在0.025质量%以上且0.15质量%以下的范围内含有Zr,因此能够通过时效处理来析出微细的析出物,从而能够提高强度及导电率。

[0014] 并且,在0.005质量%以上且0.04质量%以下的范围内含有Sn,因此能够通过固溶强化来提高强度。

[0015] 并且,在0.005质量%以上且0.03质量%以下的范围内含有P,因此通过与Zr及Cr进行反应来生成Zr-P化合物或Cr-Zr-P化合物。这些Zr-P化合物及Cr-Zr-P化合物在高温下也稳定,由此即使在高温条件下使用的情况下,局部的强度的下降、导电性(传热性)的提高也能够得到抑制。并且,能够抑制晶粒直径的粗大化,并能够提高高温强度。

[0016] 而且,Zr的含量(Zr)(质量%)与P的含量(P)(质量%)具有 $(Zr)/(P) \geq 5$ 的关系,因此即使生成Zr-P化合物或Cr-Zr-P化合物,也可确保有助于强度提高的Cu-Zr析出物的个数,能够实现强度提高。

[0017] 并且,Sn的含量(Sn)(质量%)与P的含量(P)(质量%)具有 $(Sn)/(P) \leq 5$ 的关系,因此能够通过由Zr-P化合物或Cr-Zr-P化合物的生成引起的导电率的上升来补偿由Sn的固溶引起的导电率的下降,从而能够确保优异的导电性(传热性)。

[0018] 本发明的铸造用模具材料还可以包含0.005质量%以上且0.03质量%以下的Si。在该情况下,Si固溶于铜的母相中,由此能够通过固溶强化来实现强度的进一步提高。

[0019] 本发明的铸造用模具材料中,优选将Mg、Al、Fe、Ni、Zn、Mn、Co、Ti的元素的合计含量设为0.03质量%以下。在该情况下,由于将作为杂质元素的Mg、Al、Fe、Ni、Zn、Mn、Co、Ti的元素的合计含量限制为0.03质量%以下,因此能够抑制导电性(传热性)的下降。

[0020] 本发明的铸造用模具材料中,优选导电率超过70% IACS。在该情况下,由于导电率超过70% IACS,因此Cr系析出物及Zr系析出物充分地分散的同时,生成Zr-P化合物或Cr-Zr-P化合物。因此,即使在高温条件下使用铸造用模具材料的情况下,也能够抑制局部的强度的下降及导电性(传热性)的提高。并且,能够抑制晶粒直径的粗大化,并能够提高高温强度。

[0021] 本发明的铸造用模具材料中,优选维氏硬度为115Hv以上。在该情况下,由于维氏硬度为115Hv以上,因此具有足够的硬度,能够抑制使用时的变形,能够良好地用作铸造用模具材料。

[0022] 本发明的铸造用模具材料中,优选以1000℃实施30分钟的热处理之后的平均晶粒直径为100μm以下。在该情况下,即使在高温条件下使用的情况下,晶粒直径的粗大化也得到抑制,并能够抑制强度的下降。并且,能够抑制龟裂的传播速度,能够抑制由热应力等引起的大的破裂的产生。

[0023] 本发明的铜合金原材料具有如下组成:在0.3质量%以上且0.7质量%以下的范围内含有Cr,在0.025质量%以上且0.15质量%以下的范围内含有Zr,在0.005质量%以上且0.04质量%以下的范围内含有Sn,在0.005质量%以上且0.03质量%以下的范围内含有P,剩余部分由Cu及不可避免的杂质构成,Zr的含量(Zr)(质量%)与P的含量(P)(质量%)具有 $(Zr)/(P) \geq 5$ 的关系,并且Sn的含量(Sn)(质量%)与P的含量(P)(质量%)具有 $(Sn)/(P) \leq 5$

的关系,在以1015℃实施1.5小时的固溶处理之后,以475℃实施3小时的时效处理之后的导电率超过70% IACS。

[0024] 该构成的铜合金原材料中,在Cr系析出物及Zr系析出物充分地分散的同时,生成Zr-P化合物或Cr-Zr-P化合物,因此即使在高温条件下使用的情况下,也能够抑制局部的强度的下降及导电性(传热性)的提高。并且,能够抑制晶粒直径的粗大化,并能够提高高温强度。

[0025] 本发明的铜合金原材料还可以包含0.005质量%以上且0.03质量%以下的Si。在该情况下,Si固溶于铜的母相中,由此能够通过固溶强化来实现强度的进一步提高。

[0026] 本发明的铜合金原材料中,优选将Mg、Al、Fe、Ni、Zn、Mn、Co、Ti的元素的合计含量设为0.03质量%以下。在该情况下,由于将作为杂质元素的Mg、Al、Fe、Ni、Zn、Mn、Co、Ti的元素的合计含量限制为0.03质量%以下,因此能够抑制导电性(传热性)的下降。

[0027] 根据本发明,能够提供一种高温强度优异,并且即使在高温条件下使用的情况下,局部的强度的下降及导电性(传热性)的提高也得到抑制,能够稳定地进行铸造的铸造用模具材料及适合于该铸造用模具材料的铜合金原材料。

#### 附图说明

[0028] 图1是作为本发明的一实施方式的铸造用模具材料的制造方法的流程图。

[0029] 图2是表示实施例中的维氏硬度测定位置的说明图。

#### 具体实施方式

[0030] 以下,对作为本发明的一实施方式的铸造用模具材料及铜合金原材料进行说明。

[0031] 铸造用模具材料可用于连续铸造钢铁、铝、铜等金属材料时的连续铸造用铸模。并且,铜合金原材料可用作上述铸造用模具材料的原材料。

[0032] 铸造用模具材料及铜合金原材料具有如下组成:在0.3质量%以上且0.7质量%以下的范围内含有Cr,在0.025质量%以上且0.15质量%以下的范围内含有Zr,在0.005质量%以上且0.04质量%以下的范围内含有Sn,在0.005质量%以上且0.03质量%以下的范围内含有P,剩余部分由Cu及不可避免的杂质构成。

[0033] 并且,Zr的含量(Zr)(质量%)与P的含量(P)(质量%)具有 $(Zr)/(P) \geq 5$ 的关系。

[0034] 并且,Sn的含量(Sn)(质量%)与P的含量(P)(质量%)具有 $(Sn)/(P) \leq 5$ 的关系。

[0035] 铸造用模具材料及铜合金原材料可以在0.005质量%以上且0.03质量%以下的范围内包含Si。

[0036] 铸造用模具材料及铜合金原材料中,可以将Mg、Al、Fe、Ni、Zn、Mn、Co、Ti的元素的合计含量设为0.03质量%以下。

[0037] 铸造模具材料中,优选导电率超过70% IACS。

[0038] 铸造模具材料中,优选将维氏硬度设为115Hv以上。

[0039] 铸造模具材料中,优选以1000℃实施30分钟的热处理之后的平均晶粒直径为100μm以下。

[0040] 铜合金原材料中,优选在以1015℃实施1.5小时的固溶处理之后,以475℃实施3小时的时效处理之后的导电率超过70% IACS。

[0041] 如上所述,以下对限定作为本实施方式的铸造用模具材料及铜合金原材料的成分组成、特性的理由进行说明。

[0042] (Cr:0.3质量%以上且0.7质量%以下)

[0043] Cr为具有如下作用效果的元素:通过利用时效处理在母相的晶粒内微细地析出Cr系析出物(例如,Cu-Cr)来提高强度(硬度)及导电率。在Cr的含量小于0.3质量%的情况下,在时效处理中析出量变得不足,有可能无法充分地获得强度(硬度)及导电率的提高的效果。并且,在Cr的含量超过0.7质量%的情况下,有可能生成相对粗大的Cr结晶物。

[0044] 根据以上内容,在本实施方式中,将Cr的含量设定在0.3质量%以上且0.7质量%以下的范围内。为了可靠地获得上述作用效果,优选将Cr的含量设为0.4质量%以上,优选将Cr的含量设为0.6质量%以下。

[0045] (Zr:0.025质量%以上且0.15质量%以下)

[0046] Zr为具有如下作用效果的元素:通过利用时效处理在母相的晶界内微细地析出Zr系析出物(例如,Cu-Zr)来提高强度(硬度)及导电率。在Zr的含量小于0.025质量%的情况下,在时效处理中析出量变得不足,有可能无法充分地获得强度(硬度)及导电率的提高的效果。并且,在Zr的含量超过0.15质量%的情况下,有可能导致导电率下降、或Zr系析出物粗大化而有可能无法获得强度提高的效果。

[0047] 根据以上内容,在本实施方式中,将Zr的含量设定在0.025质量%以上且0.15质量%以下的范围内。

[0048] 为了可靠地获得上述作用效果,优选将Zr的含量设为0.05质量%以上,优选将Zr的含量设为0.13质量%以下。

[0049] (Sn:0.005质量%以上且0.04质量%以下)

[0050] Sn为具有如下作用效果的元素:通过固溶于铜的母相中来提高强度。并且,还具有提高软化特性的峰值温度的作用效果。在Sn的含量小于0.005质量%的情况下,有可能无法充分地获得基于固溶的强度(硬度)提高的效果。并且,在Sn的含量超过0.04质量%的情况下,有可能导致导电性(传热性)下降。

[0051] 根据以上内容,在本实施方式中,将Sn的含量设定在0.005质量%以上且0.04质量%以下的范围内。

[0052] 为了可靠地获得上述作用效果,优选将Sn的含量设为0.01质量%以上,优选将Sn的含量设为0.03质量%以下。

[0053] (P:0.005质量%以上且0.03质量%以下)

[0054] P为具有如下作用效果的元素:与Zr及Cr一起生成在高温下稳定的Zr-P化合物或Cr-Zr-P化合物,抑制高温状态下的晶粒直径的粗大化。在P的含量小于0.005质量%的情况下,有可能无法充分地生成Zr-P化合物或Cr-Zr-P化合物,而无法充分地获得抑制高温状态下的晶粒直径的粗大化的效果。并且,在P的含量超过0.03质量%的情况下,会过多地生成Zr-P化合物或Cr-Zr-P化合物,有助于强度提高的Cu-Zr析出物的个数不足,有可能无法实现强度提高。

[0055] 根据以上内容,在本实施方式中,将P的含量设定在0.005质量%以上且0.03质量%以下的范围内。

[0056] 为了可靠地获得上述作用效果,优选将P的含量设为0.008质量%以上,优选将P的

含量设为0.020质量%以下。

[0057] ((Zr)/(P):5以上)

[0058] 如上所述,P与Zr进行反应,并生成在高温下稳定的Zr-P化合物或Cr-Zr-P化合物。在Zr的含量(Zr)(质量%)与P的含量(P)(质量%)之比(Zr)/(P)小于5的情况下,Zr相对于P的量减少,由于Zr-P化合物或Cr-Zr-P化合物的生成而有助于强度提高的Cu-Zr析出物的个数不足,有可能无法实现强度提高。

[0059] 根据以上内容,在本实施方式中,将Zr的含量与P的含量之比(Zr)/(P)设定为5以上。

[0060] 为了可靠地确保有助于强度提高的Cu-Zr析出物的个数,优选将Zr的含量与P的含量之比(Zr)/(P)设为7以上。

[0061] ((Sn)/(P):5以下)

[0062] 如上所述,Sn通过固溶于铜的母相中来降低导电性(传热性)。另一方面,P通过生成Zr-P化合物或Cr-Zr-P化合物来提高导电性(传热性)。在Sn的含量(Sn)(质量%)与P的含量(P)(质量%)之比(Sn)/(P)超过5的情况下,Sn相对于P的量增加,有可能无法通过由Zr-P化合物或Cr-Zr-P化合物的生成引起的导电性(传热性)的提高来补偿由Sn的固溶引起的导电性(传热性)的下降。

[0063] 根据以上内容,在本实施方式中,将Sn的含量与P的含量之比(Sn)/(P)设定为5以下。

[0064] 为了可靠地提高导电性(传热性),优选将Sn的含量与P的含量之比(Sn)/(P)设为3以下。

[0065] (Si:0.005质量%以上且0.03质量%以下)

[0066] Si为具有通过固溶于铜的母相中来提高强度的作用效果的元素,可以根据需要来添加。在Si的含量小于0.005质量%的情况下,有可能无法充分地获得基于固溶的强度(硬度)提高的效果。并且,在Si的含量超过0.03质量%的情况下,有可能导致导电性(传热性)下降。

[0067] 根据以上内容,在本实施方式中,在添加Si的情况下,优选将Si的含量设在0.005质量%以上且0.03质量%以下的范围内。

[0068] 为了可靠地获得上述作用效果,优选将Si的含量设为0.010质量%以上,优选将Si的含量设为0.025质量%以下。

[0069] (Mg、Al、Fe、Ni、Zn、Mn、Co、Ti的合计含量:0.03质量%以下)

[0070] Mg、Al、Fe、Ni、Zn、Mn、Co、Ti等元素有可能大幅降低导电性(传热性)。因此,为了可靠地保持高导电性(传热性),优选将Mg、Al、Fe、Ni、Zn、Mn、Co、Ti的合计含量限制为0.03质量%以下。而且,优选将Mg、Al、Fe、Ni、Zn、Mn、Co、Ti的合计含量限制为0.01质量%以下。

[0071] (其他不可避免的杂质)

[0072] 作为除了上述的Mg、Al、Fe、Ni、Zn、Mn、Co、Ti以外的其他不可避免的的杂质,可举出B、Ag、Ca、Te、Sr、Ba、Sc、Y、Ti、Hf、V、Nb、Ta、Mo、W、Re、Ru、Os、Se、Rh、Ir、Pd、Pt、Au、Cd、Ga、In、Li、Ge、As、Sb、Tl、Pb、Be、N、H、Hg、Tc、Na、K、Rb、Cs、Po、Bi、镧系元素、O、S、C等。这些不可避免的杂质有可能会降低导电性(传热性),因此优选以总量计设为0.05质量%以下。

[0073] (导电率:超过70% IACS)

[0074] 在铸造用模具材料的导电率超过70% IACS的情况下,在Cr系析出物及Zr系析出物充分地分散的同时,生成Zr-P化合物或Cr-Zr-P化合物。由此,强度及导电性(传热性)优异,并且即使在高温条件下使用的情况下,也能够抑制晶粒直径的粗大化。

[0075] 根据以上内容,将铸造用模具材料的导电率设定为超过70% IACS。进一步优选将铸造用模具材料的导电率设为75% IACS以上。

[0076] (维氏硬度:115Hv以上)

[0077] 在铸造用模具材料的维氏硬度为115Hv以上的情况下,能够确保足够的硬度,能够抑制使用时的变形。

[0078] 根据以上内容,将本实施方式的铸造用模具材料的维氏硬度设定为115Hv以上。进一步优选将铸造用模具材料的维氏硬度设为130Hv以上。

[0079] (以1000℃实施30分钟的热处理之后的平均晶粒直径:100μm以下)

[0080] 如上所述,通过生成在高温下稳定的Zr-P化合物或Cr-Zr-P化合物来抑制高温状态下的晶粒直径的粗大化。因此,通过将以1000℃实施30分钟的热处理之后的平均晶粒直径限制为100μm以下,能够充分地生成在高温下稳定的Zr-P化合物或Cr-Zr-P化合物,并能够抑制在高温条件下使用时的强度下降。并且,能够抑制龟裂的传播速度,能够抑制由热应力等引起的大的破裂的产生。

[0081] 根据以上内容,在铸造用模具材料中,将以1000℃实施30分钟的热处理之后的平均晶粒直径设定为100μm以下。在铸造用模具材料中,优选将以1000℃实施30分钟的热处理之后的平均晶粒直径设为5μm以上且70μm以下。

[0082] (时效处理后的导电率:超过70% IACS)

[0083] 在铜合金原材料中,在以1015℃实施1.5小时的固溶处理之后,以475℃实施3小时的时效处理之后的导电率超过70% IACS的情况下,在Cr系析出物及Zr系析出物充分地分散的同时,生成Zr-P化合物或Cr-Zr-P化合物。因此,即使在高温条件下使用该铜合金原材料的情况下,也能够抑制局部的强度的下降、导电性(传热性)的提高。并且,能够抑制晶粒直径的粗大化,并能够提高高温强度。

[0084] 根据以上内容,在铜合金原材料中,将在以1015℃实施1.5小时的固溶处理之后,以475℃实施3小时的时效处理之后的导电率设定为超过70% IACS。铜合金原材料中,进一步优选将在以1015℃实施1.5小时的固溶处理之后,以475℃实施3小时的时效处理之后的导电率设为75% IACS以上。

[0085] 接着,参考图1的流程图,对本发明的一实施方式所涉及的铸造用模具材料的制造方法进行说明。

[0086] (熔化·铸造工序S01)

[0087] 首先,将由铜的纯度为99.99质量%以上的无氧铜构成的铜原料装入碳坩埚中,并使用真空熔化炉进行熔化,从而获得铜熔液。接着,在所获得的熔液中添加前述添加元素,以成为规定的浓度,并进行成分调整,从而获得铜合金熔液。

[0088] 作为添加元素即Cr、Zr、Sn、P的原料,例如优选Cr的原料使用纯度为99.9质量%以上的原料,Zr的原料使用纯度为99质量%以上的原料,Sn的原料使用纯度为99.9质量%以上的原料,P使用与Cu的母合金。可以根据需要添加Si。在添加Si的情况下,优选使用与Cu的母合金。

[0089] 之后,将经成分调整的铜合金熔液浇注于铸模而获得铸锭。

[0090] (均匀化处理工序S02)

[0091] 接着,为了所获得的铸锭的均匀化而进行热处理。具体而言,在大气气氛下以950℃以上且1050℃以下、1小时以上的条件对铸锭进行均匀化处理。

[0092] (热加工工序S03)

[0093] 接着,在900℃以上且1000℃以下的温度范围内,进行加工率为50%以上且99%以下的热轧,从而获得轧材。热加工的方法可以是热锻。在该热加工之后,立即通过水冷进行冷却。通过这种工序来制造铜合金原材料。

[0094] (固溶处理工序S04)

[0095] 接着,在920℃以上且1050℃以下、0.5小时以上且5小时以下的条件下对在热加工工序S03中获得的轧材实施加热处理,并进行固溶处理。加热处理例如在大气或惰性气体气氛下进行,加热后的冷却通过水冷来进行。

[0096] (时效处理工序S05)

[0097] 接着,在固溶处理工序S04之后,实施时效处理,而使Cr系析出物及Zr系析出物等析出物微细地析出。由此,将固溶处理后的导电率设为超过70% IACS。时效处理例如在400℃以上且530℃以下、0.5小时以上且5小时以下的条件下进行。

[0098] 时效处理时的热处理方法并无特别限定,但是优选在惰性气体气氛下进行。并且,加热处理后的冷却方法并无特别限定,但是优选通过水冷来进行。

[0099] 通过这种工序来制造铸造用模具材料。

[0100] 具有如上述的构成的铸造用模具材料及铜合金原材料中,在0.3质量%以上且0.7质量%以下的范围内含有Cr,并且在0.025质量%以上且0.15质量%以下的范围内含有Zr,因此能够通过时效处理来析出微细的析出物,从而能够提高强度及导电率。

[0101] 并且,在0.005质量%以上且0.04质量%以下的范围内含有Sn,因此能够通过固溶强化来提高强度。

[0102] 并且,在0.005质量%以上且0.03质量%以下的范围内含有P,因此通过与Zr及Cr进行反应来生成Zr-P化合物或Cr-Zr-P化合物。这些Zr-P化合物及Cr-Zr-P化合物在高温下也稳定,由此即使在高温条件下使用的情况下,局部的强度的下降、导电性(传热性)的提高也能够得到抑制。并且,能够抑制晶粒直径的粗大化,并能够提高高温强度。

[0103] 而且,Zr的含量(Zr)(质量%)与P的含量(P)(质量%)具有 $(Zr)/(P) \geq 5$ 的关系,因此即使生成Zr-P化合物或Cr-Zr-P化合物,也可确保有助于强度提高的Cu-Zr析出物的个数,能够实现强度提高。

[0104] 并且,Sn的含量(Sn)(质量%)与P的含量(P)(质量%)具有 $(Sn)/(P) \leq 5$ 的关系,因此能够通过由Zr-P化合物或Cr-Zr-P化合物的生成引起的导电率的上升来补偿由Sn的固溶引起的导电率的下降,从而能够确保优异的导电性(传热性)。

[0105] 铸造用模具材料及铜合金原材料还包含0.005质量%以上且0.03质量%以下的Si,因此Si固溶于铜的母相中,由此能够通过固溶强化来实现强度的进一步提高。并且,由于未过多地含有Si,因此能够抑制导电率下降。

[0106] 铸造用模具材料及铜合金原材料中,将Mg、Al、Fe、Ni、Zn、Mn、Co、Ti的元素的合计含量限制为0.03质量%以下,因此能够抑制导电性(传热性)的下降。

[0107] 铸造用模具材料中,导电率超过70% IACS,因此在Cr系析出物及Zr系析出物充分地分散的同时,生成Zr-P化合物或Cr-Zr-P化合物。因此,即使在高温条件下使用该铸造用模具材料的情况下,也能够抑制局部的强度的下降及导电性(传热性)的提高。并且,能够抑制晶粒直径的粗大化,并能够提高高温强度。

[0108] 铸造用模具材料中,将维氏硬度设为115Hv以上,因此具有足够的硬度,能够抑制使用时的变形,能够良好地用作铸造用模具材料。

[0109] 铸造用模具材料中,将以1000℃实施30分钟的热处理之后的平均晶粒直径设为100μm以下,因此即使在高温条件下使用的情况下,晶粒直径的粗大化也得到抑制,并能够抑制强度的下降。并且,能够抑制龟裂的传播速度,能够抑制由热应力等引起的大的破裂的产生。

[0110] 铜合金原材料在以1015℃实施1.5小时的固溶处理之后,以475℃实施3小时的时效处理之后的导电率超过70% IACS,因此在Cr系析出物及Zr系析出物充分地分散的同时,生成Zr-P化合物或Cr-Zr-P化合物。因此,即使在高温条件下使用该铜合金原材料的情况下,也能够抑制局部的强度的下降及导电性(传热性)的提高。并且,能够抑制晶粒直径的粗大化,并能够提高高温强度。

[0111] 以上,对本发明的实施方式进行了说明,但本发明并不限于此,可以在不脱离该发明的技术思想的范围内进行适当变更。

[0112] 例如,关于铸造用模具材料的制造方法,并不限于本实施方式,可以通过其他制造方法来制造。例如,可以在熔化·铸造工序中使用连续铸造装置。

[0113] 实施例

[0114] 以下,对为了确认本发明的效果而进行的确认实验的结果进行说明。

[0115] 准备由纯度为99.99质量%以上的无氧铜构成的铜原料,将其装入碳坩埚中,并在真空熔化炉(真空度为 $10^{-2}$ Pa以下)中进行熔化,从而获得了铜熔液。在所获得的铜熔液内添加各种添加元素而制备成表1中所示的成分组成,并保持5分钟之后,将铜合金熔液浇注于铸铁制铸模而获得了铸锭。将铸锭的大小设为宽度约80mm、厚度约50mm、长度约130mm。

[0116] 作为添加元素的Cr的原料使用了纯度为99.99质量%以上的原料,Zr的原料使用了纯度为99.95质量%以上的原料,Sn的原料使用了纯度为99.99质量%以上的原料。P使用了Cu的母合金。

[0117] 接着,在大气气氛下以1000℃且1小时的条件进行均匀化处理之后,实施了热轧。将热轧时的轧制率设为80%,获得了宽度约100mm×厚度约10mm×长度约520mm的热轧材。使用该热轧材,在1000℃且1.5小时的条件下进行固溶处理,然后进行了水冷。

[0118] 接着,在525℃(±15℃)且3小时的条件实施了时效处理。由此,获得了铸造用模具材料。

[0119] 对于所获得的铸造用模具材料,评价了成分组成、维氏硬度(轧制表面)、导电率。并且,测定了以1000℃保持30分钟之后的平均晶粒直径。将评价结果示于表1中。

[0120] (成分组成)

[0121] 对于所获得的铸造用模具材料的成分组成,通过ICP-MS分析进行了测定。将测定结果示于表1中。

[0122] (导电率)

[0123] 使用FOERSTER JAPAN LIMITED.制造的SIGMA TEST D2.068 (探针直径为 $\phi$  6mm), 对10×15mm的样品的截面中心部测定3次,并求出了其平均值。

[0124] (维氏硬度)

[0125] 遵照JIS Z 2244,通过Akashi Corporation.制造的维氏硬度试验机,如图2所示,在试验片的9处测定维氏硬度,并求出了排除了其最大值及最小值的7个测定值的平均值。

[0126] (平均晶粒直径)

[0127] 从板宽中心部采集10mm×15mm的观察用试验片,并对轧制方向的表面进行抛光之后,进行了微蚀刻。使用光学显微镜进行显微组织观察,基于JIS H 0501:1986(切割法),测定晶粒直径,并计算了平均晶粒直径。

[0128] [表1]

		组成							评价					
		Cr (质量%)	Zr (质量%)	Sn (质量%)	P (质量%)	Si (质量%)	Mg、Al、 Fe、Ni、Zn、 Mn、Co、 Ti的合计 含量 (质量%)	Cu	[Zr] /[P]	[Sn] /[P]	导电率 (%IACS)	硬度 (Hv)	热处理之 后的 平均晶粒 直径 ( $\mu$ m)	
[0129]	本发明例	1	0.45	0.13	0.005	0.005	-	<0.01	剩余部分	26.0	1.0	85	120	57
	2	0.45	0.13	0.03	0.006	-	<0.01	剩余部分	21.7	5.0	72	152	68	
	3	0.45	0.13	0.02	0.008	0.20	<0.01	剩余部分	16.3	2.5	75	143	67	
	4	0.55	0.15	0.04	0.030	-	<0.02	剩余部分	5.0	1.3	80	130	15	
	5	0.50	0.15	0.03	0.010	0.20	<0.01	剩余部分	15.0	3.0	72	148	47	
	6	0.45	0.13	0.02	0.008	-	0.04	剩余部分	16.3	2.5	70	142	54	
比较例	1	0.45	0.13	0.08	-	-	<0.01	剩余部分	-	-	69	154	91	
	2	0.45	0.13	-	0.060	-	<0.01	剩余部分	2.2	-	86	112	13	
	3	0.45	0.07	0.02	0.020	-	<0.01	剩余部分	3.5	1.0	87	113	24	
	4	0.45	0.13	0.04	0.005	-	<0.02	剩余部分	26.0	8.0	65	140	77	

[0130] 未添加P的比较例1中,导电率低至69% IACS。推测是因为未生成包含Zr和P的化合物,而Zr固溶于母相中。

[0131] 未添加Sn的比较例2中,维氏硬度低至112Hv。推测是因为未实现由Sn的固溶硬化引起的强度提高。

[0132] 将(Zr)/(P)设为3.5的比较例3中,维氏硬度低至113Hv。推测是因为无法确保有助于强度提高的Cu-Zr析出物的个数。

[0133] 将(Sn)/(P)设为8.0的比较例4中,导电率低至65% IACS。推测是因为无法通过由Zr-P化合物或Cr-Zr-P化合物的生成引起的导电率的上升来补偿由Sn的固溶引起的导电率的下降。

[0134] 相对于此,确认到:将Cr、Zr、Sn、P、Si的含量及(Zr)/(P)、(Sn)/(P)设在本发明的范围内的本发明例1-6中,导电率成为70% IACS以上,且维氏硬度成为115Hv以上,特别适合作铸造用模具材料。

[0135] 产业上的可利用性

[0136] 根据本发明,能够提供一种高温强度优异,并且即使在高温条件下使用的情况下,局部的强度的下降及导电性(传热性)的提高也得到抑制,能够稳定地进行铸造的铸造用模具材料及适合于该铸造用模具材料的铜合金原材料。

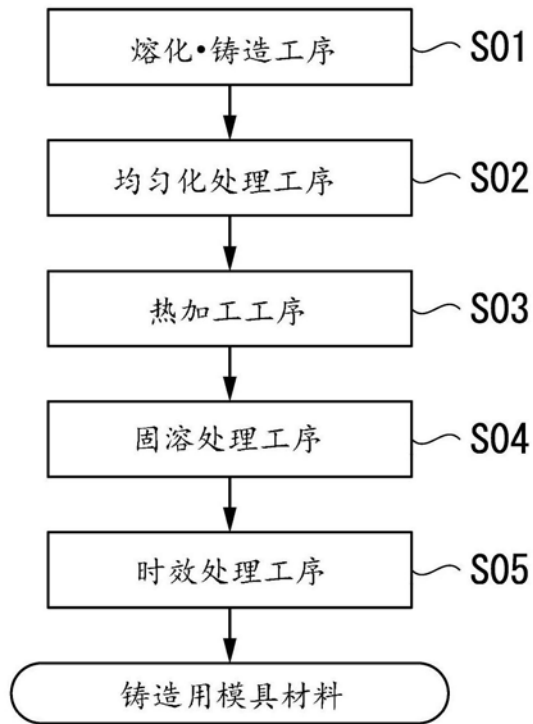


图1

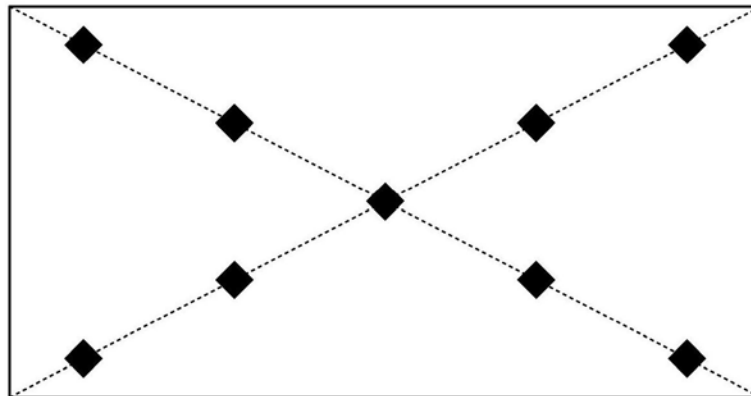


图2