



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113727807 B

(45) 授权公告日 2023.01.06

(21) 申请号 202080029156.6

(22) 申请日 2020.06.12

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113727807 A

(43) 申请公布日 2021.11.30

(30) 优先权数据
2019-121359 2019.06.28 JP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2021.10.15

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/JP2020/023190 2020.06.12

(87) PCT国际申请的公布数据
W02020/262040 JA 2020.12.30

(73) 专利权人 千住金属工业株式会社
地址 日本东京都

(72) 发明人 吉川俊策 斋藤岳 松藤贵大
泉田尚子 饭岛裕贵 出井宽大

(74) 专利代理机构 北京林达刘知识产权代理事
务所(普通合伙) 11277
专利代理师 刘新宇 李茂家

(51) Int.Cl.
B23K 35/26 (2006.01)

(56) 对比文件
US 2010297470 A1, 2010.11.25

审查员 于德华

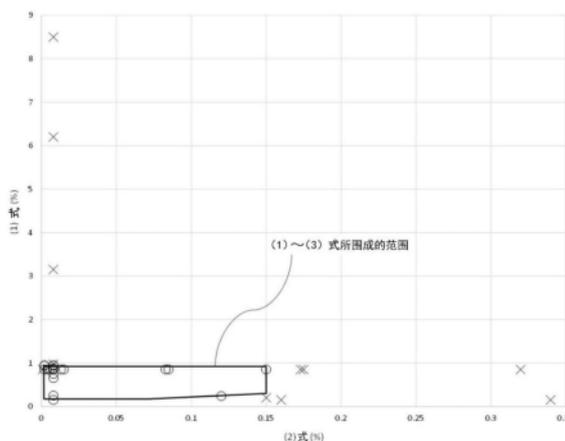
权利要求书1页 说明书8页 附图1页

(54) 发明名称

软钎料合金、铸造物、形成物和钎焊接头

(57) 摘要

提供:能铸造成期望厚度的铸造物的软钎料合金、铸造物、形成物和钎焊接头。软钎料合金以质量%计具有如下合金组成:Cu:0.1~2.0%、Ni:0.01~0.4%、P:0.001~0.08%、Ge:0.001~0.08%和余量由Sn组成,合金组成满足下述(1)式~(3)式。 $(Cu+5Ni) \leq 0.945\%$ (1)式 $(P+Ge) \leq 0.15\%$ (2)式 $2.0 \leq (Cu+5Ni) / (P+Ge) \leq 1000$ (3)式(1)式~(3)式中,Cu、Ni、P和Ge表示各自在软钎料合金中的含量(质量%)。



1. 一种软钎料合金,其特征在於,以质量%计具有如下合金组成:Cu:0.1~0.6%、Ni:0.01~0.4%、P:0.001~0.08%、Ge:0.001~0.08%和余量由Sn组成,所述合金组成满足下述(1)式~(3)式,

$$(Cu+5Ni) \leq 0.945\% \quad (1) \text{ 式}$$

$$(P+Ge) \leq 0.15\% \quad (2) \text{ 式}$$

$$2.0 \leq (Cu+5Ni) / (P+Ge) \leq 1000 \quad (3) \text{ 式}$$

所述(1)式~(3)式中,Cu、Ni、P和Ge表示各自在软钎料合金中的含量(质量%)。

2. 一种软钎料合金,其特征在於,以质量%计具有如下合金组成:Cu:0.1~0.6%、Ni:0.01~0.4%、P:0.001~0.08%、Ge:0.001~0.08%、选自如下组的至少1组中的至少1种:包含总计为5%以下的Bi、In和Zn中的至少1种的组、以及包含总计为1%以下的Mn、Cr、Co、Fe、Si、Ti和稀土元素中的至少1种的组、和余量由Sn组成,所述合金组成满足下述(1)式~(3)式,

$$(Cu+5Ni) \leq 0.945\% \quad (1) \text{ 式}$$

$$(P+Ge) \leq 0.15\% \quad (2) \text{ 式}$$

$$2.0 \leq (Cu+5Ni) / (P+Ge) \leq 1000 \quad (3) \text{ 式}$$

所述(1)式~(3)式中,Cu、Ni、P和Ge表示各自在软钎料合金中的含量(质量%)。

3. 一种铸造物,其具有权利要求1或2所述的软钎料合金。

4. 一种形成物,其是由权利要求3所述的铸造物形成而成的。

5. 一种钎焊接头,其是使用权利要求3所述的铸造物而成的。

软钎料合金、铸造物、形成物和钎焊接头

技术领域

[0001] 本发明涉及适于铸造的软钎料合金、铸造物、形成物和钎焊接头。

背景技术

[0002] 在印刷基板上安装有电子部件。作为电子部件的安装工序,有流焊、浸焊等。流焊是使软钎料槽的喷射面抵接于印刷基板的连接面侧而进行软钎焊的方法。浸焊是将线圈部件等插入到基板并浸渍于软钎料槽而进行软钎焊的方法,作为其前处理,也可以选择作为去除绝缘膜的同时实施软钎料预镀的方法。

[0003] 流焊、浸焊中需要软钎料槽。软钎料槽被长时间暴露于大气中,因此,每隔一定时间必须去除软钎料槽中产生的浮渣。另外,通过软钎焊而软钎料槽内的熔融软钎料逐渐被消耗。因此,向软钎料槽定期地供给软钎料合金。软钎料合金的供给通常使用有棒软钎料。

[0004] 棒软钎料的制造方法中,有:向砂模、金属模等固定铸模中注入熔融软钎料的铸造法、向旋转铸模中注入熔融软钎料的连续铸造法。连续铸造法是将原材料投入至熔融炉使其熔融、将熔融炉中的熔融软钎料浇铸至旋转铸模的槽的方法。作为连续铸造法中使用的铸模,例如可以举出在环状板的宽度方向中央部设有槽的形状。将熔融软钎料浇铸至旋转铸模的槽中后凝固,从铸模被引导至切断工序。引导后的连续铸造物被切成规定的长度,成为棒软钎料。

[0005] 涉及软钎料合金的连续铸造法的技术例如记载于专利文献1中。同一文献中记载了如下方案: Au-Sn系软钎料合金中,使冷却水在内部通水的冷却器密合在铸模的外侧,使直至280℃的冷却速度为3℃/s以上、优选为20℃/s以上、更优选为50℃/s以上,使共晶部的组织微细化。然而, Au有时作为高温无铅软钎料合金使用,但是其昂贵且难以加工。

[0006] 因此,棒软钎料主要使用有Sn-Cu系软钎料合金。已知的是, Sn-Cu软钎料合金在软钎料合金中形成金属间化合物。然而,连续铸造法通常在大气中进行,因此,如果直接将Sn-Cu软钎料合金以连续铸造法铸造,则由于大气中的氧而熔融软钎料的氧化进行,熔融软钎料的流动性劣化,得不到期望的铸造物。从抑制Sn-Cu软钎料合金的氧化的观点出发,专利文献2中记载了一种含有P和Ge的Sn-Cu-P-Ge-Ni软钎料合金。专利文献2记载的发明中,从抑制液相线温度的上升的观点出发, Cu和Ni含量的上限值受到限制。另外,同一文献中记载了如下内容: 如果添加规定量以上的Ni,则有妨碍熔融软钎料的流动性的担心。记载了如下内容: P和Ge的大量添加还会增加熔融软钎料的粘性,妨碍熔融软钎料的流动性。

[0007] 现有技术文献

[0008] 专利文献

[0009] 专利文献1: 日本特开2017-196647号公报

[0010] 专利文献2: 日本特开2003-94195号公报

发明内容

[0011] 发明要解决的问题

[0012] 如前述,专利文献2记载的发明是考虑了熔融软钎料的流动性的优异的发明。专利文献2记载的发明的课题在于提供,缺乏润湿性的Sn-Cu系无铅软钎料合金中,软钎焊性得到改善的软钎料合金。而且,熔融软钎料的流动性如果降低,则软钎焊作业变困难。为了解决该课题,同一文献中,Cu、Ni、P和Ge的全部元素的上限值受到限定。

[0013] 此处,专利文献2记载的发明中,主要解决的是,以流焊在印刷基板上安装电子部件时的课题。流焊中,以软钎料槽的熔融软钎料润湿电子部件、基板的电极为前提。流焊中使用的电子部件、基板的电极作为润湿性的助力使用有助焊剂,因此,对于流焊中使用的软钎料合金也要求高的润湿性。因此,专利文献2记载的发明中,为了改善润湿性而控制熔融软钎料的流动性。

[0014] 另一方面,连续铸造法中,熔融软钎料如果润湿主成分为Fe、Al的旋转铸模,则凝固后的软钎料合金不易从旋转铸模脱模,因此,以不润湿旋转铸模为前提。当然,铸造中不使用助焊剂。控制连续铸造法所要求的熔融软钎料的流动性使得在凝固时得到期望厚度的铸造物。因此,流焊和连续铸造法中,用于控制熔融软钎料的流动性的前提条件大幅不同,因此,为了得到期望的连续铸造物,需要适于连续铸造法的合金设计。

[0015] 另外,流焊中使用的熔融软钎料的软钎料用量非常多、为几百kg。这是由于,流焊中,有熔融软钎料与用带式输送机等被运输来的基板接触而使熔融软钎料的温度降低的担心,要求抑制这种情况。即,流焊中的熔融软钎料的温度降低是通过使熔融软钎料的热容量压倒性地大于电子部件、基板的热容量而受到抑制的。因此,流焊中,没有必要将液相线温度降低至超出所需。

[0016] 另一方面,连续铸造法中,供给至铸模的软钎料量为几十~几百g,与流焊相比,为1/1000以下。旋转铸模中注入的熔融软钎料自与旋转铸模接触的瞬间开始温度降低而达到凝固,可以减小供给量来抑制热容量。液相线温度如果过高,则软钎料与铸模接触的瞬间会凝固,无法使铸造物形成规定的厚度。

[0017] 专利文献2中记载的软钎料合金如前述适于流焊,但是并非是考虑了连续铸造法所需的熔融软钎料的流动性、液相线温度而进行合金设计者。因此,无法将专利文献2中记载的软钎料合金直接用于连续铸造法。另外,从改善通用性的观点出发,不仅在连续铸造法中而且在使用了固定铸模的铸造法中,也要求得到期望的铸造物。

[0018] 因此,本发明的课题在于,提供:能铸造成期望厚度的铸造物的软钎料合金、铸造物、形成物和钎焊接头。

[0019] 用于解决问题的方案

[0020] 发明人等在专利文献2记载的软钎料合金中,为了进一步抑制液相线温度的上升,首先,研究了Cu和Ni的含量。Cu和Ni的含量如果过多,则液相线温度上升。本发明人等除连续铸造法中实现Cu含量、Ni含量各自的最佳化之外还着眼于Cu与Ni的总计量。

[0021] 接着,本发明人等除Cu和Ni之外还控制P和Ge的含量。专利文献2中记载了如下内容:如前述,P和Ge的含量如果过多,则熔融软钎料的粘性增加,妨碍熔融软钎料的流动性。然而,其妨碍因素适用于流焊,不限于适于铸造。因此,本发明人等认为,仅凭借控制各自的含量,得不到适于铸造的熔融软钎料的流动性,还着眼于P和Ge的总计量。

[0022] 如上述,本发明人等各自独立地研究了Cu和Ni的组以及P和Ge的组。然而,实际上,为了得到适于铸造的软钎料合金的液相线温度,认为两组相互作用,需要进行合金设计。

[0023] 因此,本发明人等着眼于两组彼此的均衡性,进一步进行了详细的研究。其结果根据如下见解完成了本发明:这些组满足规定的关系式的情况下,可以实现适于铸造法的熔融软钎料的粘性,可以得到具有期望板厚的铸造物。

[0024] 根据这些见解得到的本发明如下所述。

[0025] (1) 一种软钎料合金,其特征在于,以质量%计具有如下合金组成:Cu:0.1~2.0%、Ni:0.01~0.4%、P:0.001~0.08%、Ge:0.001~0.08%和余量由Sn组成,前述合金组成满足下述(1)式~(3)式。

[0026] $(\text{Cu}+5\text{Ni}) \leq 0.945\%$ (1)式

[0027] $(\text{P}+\text{Ge}) \leq 0.15\%$ (2)式

[0028] $2.0 \leq (\text{Cu}+5\text{Ni}) / (\text{P}+\text{Ge}) \leq 1000$ (3)式

[0029] (1)式~(3)式中,Cu、Ni、P和Ge表示各自在软钎料合金中的含量(质量%)。

[0030] (2)根据上述(1)所述的软钎料合金,其中,合金组成还含有选自如下组的至少1组中的至少1种:包含总计为5%以下的Bi、In、Zn和Ag中的至少1种的组、以及包含总计为1%以下的Mn、Cr、Co、Fe、Si、Ti和稀土元素中的至少1种的组。

[0031] (3)一种铸造物,其具有上述(1)或上述(2)所述的软钎料合金。

[0032] (4)一种形成物,其是由上述(3)所述的铸造物形成而成的。

[0033] (5)一种钎焊接头,其是使用上述(3)所述的铸造物而成的。

附图说明

[0034] 图1为将(2)式作为x轴、(1)式作为y轴示出本发明的范围的图。

[0035] 图2为图1中将x轴放大为0~0.01、y轴放大为0~1的范围而得到的图。

具体实施方式

[0036] 以下对本发明更详细地进行说明。本说明书中,涉及软钎料合金组成的“%”只要没有特别指定就是“质量%”。

[0037] 1. 软钎料合金

[0038] (1) Cu:0.1~2.0%、Ni:0.01~0.4%

[0039] Cu和Ni是能控制软钎料合金的液相线温度的必须元素。Cu和Ni如果均为上述范围内,则熔融软钎料的流动性得到最佳化,因此,可以得到具有期望板厚的铸造物。Cu含量的下限为0.1%以上、优选0.14%以上、更优选0.5%以上、进一步优选0.6%以上。Ni含量的下限为0.01%以上、优选0.02%以上、更优选0.03%以上。另一方面,Cu含量和Ni含量中的至少一者如果超过各自的上限值,则液相线温度变高,流动性降低。Cu含量的上限为2.0%以下、优选1.0%以下、更优选0.89%以下、进一步优选0.75%以下。Ni含量的上限为0.4%以下、优选0.1%以下、更优选0.07%以下、进一步优选0.055%以下。

[0040] (2) P:0.001~0.08%、Ge:0.001~0.08%

[0041] P和Ge是抑制软钎料合金的氧化、能控制熔融软钎料的流动性的必须元素。P含量和Ge含量中的至少一者如果低于0.001%,则得不到氧化抑制效果。P含量的下限为0.001%以上、优选0.002%以上。Ge含量的下限为0.001%以上、优选0.003%以上。另一方面,P含量和Ge含量中的至少一者如果超过0.08%,则Sn的氧化所导致的流动性的劣化被抑制,但是

液相线温度变高。P含量的上限为0.08%以下、优选0.06%以下、更优选0.01%以下、进一步优选0.005%以下、特别优选0.003%以下。Ge含量的上限为0.08%以下、优选0.07%以下、更优选0.06%以下、进一步更优选0.01%以下、特别优选0.007%以下、最优选0.005%以下。

[0042] (3) (1) ~ (3) 式

[0043] $(\text{Cu}+5\text{Ni}) \leq 0.945\%$ (1) 式

[0044] $(\text{P}+\text{Ge}) \leq 0.15\%$ (2) 式

[0045] $2.0 \leq (\text{Cu}+5\text{Ni}) / (\text{P}+\text{Ge}) \leq 1000$ (3) 式

[0046] (1) 式 ~ (3) 式中, Cu、Ni、P和Ge表示各自在软钎料合金中的含量(%)。

[0047] 如上述, 本发明的软钎料合金的各必须元素中, 存在有各自最佳的含量以控制软钎料合金的液相线温度和熔融软钎料的流动性。上述各必须元素的含量是为了抑制各自熔融软钎料的流动性的劣化而规定的。各元素能控制熔融软钎料的流动性的因素各不同, 但将除Sn以外的构成元素分为发挥类似的效果的元素组, 各组通过满足上述(1) ~ (3) 式, 从而可以得到铸造性优异的本发明的软钎料合金。对各式详述。

[0048] (3-1) (1) 式

[0049] (1) 式为表示软钎料合金中的Cu与Ni的均衡性的式子。如前述, Cu和Ni是能调整液相线温度的元素。另外, 两元素的含量确定凝固时生成的化合物的析出量, 因此, 在使熔融软钎料的流动性适合化上控制两元素的含量的总计量变得重要。

[0050] 本发明的软钎料合金中, (1) 式如果超过0.945%, 则液相线温度上升。(1) 式超过0.945%, 作为流焊用也是允许范围, 但为了制造期望的铸造物, (1) 式的上限必须为0.945%以下。优选0.940%以下、进一步优选0.875%以下。(1) 式左边的下限没有特别限定, 优选0.150%以上、更优选0.240%以上、进一步优选0.250%以上、进一步更优选0.650%以上、特别优选0.750%以上、最优选0.850%以上。

[0051] (3-2) (2) 式

[0052] (2) 式是表示软钎料合金中的P与Ge的总计量的式子。这些元素均可以通过抑制氧化而控制熔融软钎料的流动性, 但各自在大气中的反应速度不同, 因此, 使熔融软钎料的流动性适合化上控制两元素的含量的总计量变得重要。

[0053] 本发明的软钎料合金中, (2) 式的左边如果超过0.15%, 则软钎料合金的液相线温度上升。(2) 式的上限为0.15%以下、优选0.12%以下、更优选0.085%以下、进一步优选0.083%以下、进一步更优选0.050%以下、特别优选0.015%以下、最优选0.013%以下。(2) 式的下限没有特别限定, 优选0.002%以上、更优选0.004%以上、进一步优选0.006%以上、特别优选0.008%以上。

[0054] (3-3) (3) 式

[0055] (3) 式是表示软钎料合金中的、Cu和Ni的组与P和Ge的组的均衡性的式子。认为, 属于各组的元素虽然各自控制熔融软钎料的粘性的因素不同, 但是确定熔融软钎料的粘性时, 两组相互作用。因此, 为了控制熔融软钎料的粘性, 必须考虑上述2组的均衡性。

[0056] 本发明的软钎料合金中, (3) 式低于2.0时, 即使Cu和Ni的含量为最佳, P、Ge的含量也过多, 软钎料的液相线温度上升。(3) 式的下限为2.0以上、优选5.67以上、更优选10.00以上、进一步优选10.24以上、进一步更优选18.75以上、特别优选31.25以上、最优选56.67以

上。进一步, (3) 式的下限为65.38以上, 为81.25以上, 为93.75以上, 可以为106.25以上。

[0057] 另一方面, (3) 式如果超过1000, 则即使Cu和Ni的含量为最佳, P、Ge的含量也过少, 因此, 熔融软钎料中的Sn氧化, 熔融软钎料的流动性降低。另外, 即使P和Ge的含量为最佳, Cu、Ni的含量也过多, 因此, 软钎料合金的液相线温度上升, 粘性过度增加, 熔融软钎料的流动性降低, 无法进行铸造。(3) 式的上限为1000以下、优选472.5以下、更优选470.00以下、进一步优选425.00以下、进一步更优选212.50以下、特别优选141.67以下、最优选118.13以下。进一步, 为117.50以下, 可以为109.38以下。

[0058] (4) 选自如下组的至少1组中的至少1种: 包含总计为5%以下的Bi、In、Sb、Zn和Ag中的至少1种的组、以及包含总计为1%以下的Mn、Cr、Co、Fe、Si、Ti和稀土元素中的至少1种的组

[0059] 这些元素只要Bi、In、Sb、Zn和Ag中的至少1种的总计为5%以下、Mn、Cr、Co、Fe、Si、Ti和稀土元素中的至少1种的总计为1%以下即可, 就对本发明的软钎料合金的铸造性不产生影响。本发明中, 稀土元素是指, 加合了元素周期表中属于第3族的Sc、Y和相当于原子序数57~71的镧族的15个元素的17种元素。

[0060] 本发明中, 可以含有Bi、In、Sb、Zn、Ag、Mn、Cr、Co、Fe、Si、Ti和稀土元素中的至少1种。各元素的含量优选Bi、In、Sb、Zn和Ag中的至少1种的总计为5%以下、Mn、Cr、Co、Fe、Si、Ti和稀土元素中的至少1种的总计为1%以下。更优选Bi、In、Sb、Zn和Ag中的至少1种的总计为1%以下、Mn、Cr、Co、Fe、Si、Ti和稀土元素中的至少1种的总计为0.5%以下。

[0061] (5) 余量: Sn

[0062] 本发明的软钎料合金的余量为Sn。除前述元素之外, 还可以含有不可避免的杂质。含有不可避免的杂质的情况下, 也对前述效果无影响。另外, 如后述, 本发明中不含有的元素作为不可避免的杂质含有, 也对前述效果无影响。

[0063] (6) Al

[0064] 本发明的软钎料合金最好不含有Al以避免氧化所导致的润湿性的劣化。

[0065] 2. 铸造物

[0066] 本发明的铸造物由于具有本发明的软钎料合金的合金组成, 因此, 具有期望的板厚。作为铸造物, 如后述, 可以举出被切成规定长度的棒软钎料等。

[0067] 3. 形成物

[0068] 本发明的形成物是由本发明的铸造物形成的物质。例如, 可以举出: 对铸造物进行加工而得到的线软钎料、包芯软钎料、环形状、筒形状的状态。除此之外, 还包括: 由通过熔融和喷雾而得到的软钎料粉末、焊料球形成者。

[0069] 4. 钎焊接头

[0070] 本发明的钎焊接头使用本发明的软钎料合金例如可以用于半导体封装体中的IC芯片与其基板(插入器)的连接、或半导体封装体与印刷电路板的连接。

[0071] 5. 软钎料合金的制造方法

[0072] 本发明的软钎料合金的制造方法例如以连续铸造法制造。连续铸造法如下: 首先, 将原材料投入至熔融炉使其成为规定的合金组成, 加热至350~500℃左右, 使原材料熔融。

[0073] 原材料全部熔融后, 将熔融炉中的熔融软钎料连续地浇铸至旋转铸模。

[0074] 旋转铸模例如为在环状板的宽度方向中央部设有槽的形状。浇铸熔融软钎料时,

边使旋转铸模旋转,边将熔融软钎料浇铸至铸模的槽。熔融软钎料对铸模的供给量根据铸模的转速而适宜调整。

[0075] 铸模中浇铸的熔融软钎料以 $10\sim 50^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 左右的冷却速度被冷却至 150°C 左右。为了得到该冷却速度,使旋转铸模的底浸渍于冷却水,或使用冷却器等使冷却水在铸模内循环。

[0076] 冷却后的软钎料合金借助导件被引导至铸模的外部,切成规定的长度。到达导件的软钎料合金被冷却至 $80\sim 200^{\circ}\text{C}$ 左右。本发明的软钎料合金控制熔融软钎料的粘性,因此,可以制造期望板厚的连续铸造物。

[0077] 使用了固定铸模的铸造法不是现有的方法。例如,与上述同样地使原材料熔融使其成为规定的合金组成后,注入至固定铸模,以上述冷却速度进行冷却。冷却后,从铸模取出软钎料合金,从而可以制造。

[0078] 实施例

[0079] (1) 评价试样的制作

[0080] 为了证明本发明的效果,根据下述来制作棒软钎料并评价。在熔融炉中称量原材料,使熔融炉的设定温度为 450°C 并熔融后,在使水循环的旋转铸模的槽中浇铸熔融软钎料。冷却速度大致为 $30^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 。

[0081] 之后,从旋转铸模,由导件将连续铸造物引导至旋转铸模的外部。然后,切成适当的长度,制作包括宽度:10mm、长度:300mm的棒软钎料在内的共计10m量的棒软钎料。以下对评价方法进行说明。

[0082] (2) 评价方法

[0083] 用游标卡尺测定制作好的棒软钎料的板厚。将全部棒软钎料落入 $7\text{mm}\pm 1\text{mm}$ 的范围的情况记作“○”、有未落入上述范围者的情况记作“×”。如果为“○”,则实用上没有问题。

[0084] [表1]

[0085]

	合金组成 (质量%)						(1)式 (%)	(2)式 (%)	(3)式	棒软钎料的厚度
	Sn	Cu	Ni	P	Ge	任意元素				
实施例1	余量	0.1	0.03	0.003	0.005		0.250	0.008	31.25	○
实施例2	余量	0.6	0.03	0.003	0.005		0.750	0.008	93.75	○
实施例3	余量	0.7	0.03	0.003	0.005		0.850	0.008	106.25	○
实施例4	余量	0.89	0.01	0.003	0.005		0.940	0.008	117.50	○
实施例5	余量	0.6	0.01	0.003	0.005		0.650	0.008	81.25	○
实施例6	余量	0.6	0.055	0.003	0.005		0.875	0.008	109.38	○
实施例7	余量	0.1	0.169	0.003	0.005		0.945	0.008	118.13	○
实施例8	余量	0.7	0.03	0.001	0.005		0.850	0.006	141.67	○
实施例9	余量	0.7	0.03	0.01	0.005		0.850	0.015	56.67	○
实施例10	余量	0.7	0.03	0.08	0.005		0.850	0.085	10.00	○
实施例11	余量	0.7	0.03	0.003	0.001		0.850	0.004	212.50	○
实施例12	余量	0.7	0.03	0.003	0.01		0.850	0.013	65.38	○
实施例13	余量	0.7	0.03	0.003	0.08		0.850	0.083	10.24	○
实施例14	余量	0.1	0.01	0.003	0.005		0.150	0.008	18.75	○
实施例15	余量	0.7	0.03	0.001	0.001		0.850	0.002	425.00	○
实施例16	余量	0.7	0.03	0.08	0.07		0.850	0.15	5.67	○
实施例17	余量	0.89	0.01	0.001	0.001		0.940	0.002	470.00	○
实施例18	余量	0.1	0.169	0.001	0.001		0.945	0.002	472.50	○
实施例19	余量	0.14	0.02	0.06	0.06		0.240	0.12	2.00	○
实施例20	余量	0.7	0.03	0.003	0.005	Bi:0.05	0.850	0.008	106.25	○
实施例21	余量	0.7	0.03	0.003	0.005	In:0.05	0.850	0.008	106.25	○
实施例22	余量	0.7	0.03	0.003	0.005	Sb:0.05	0.850	0.008	106.25	○
实施例23	余量	0.7	0.03	0.003	0.005	Zn:0.05	0.850	0.008	106.25	○
实施例24	余量	0.7	0.03	0.003	0.005	Ag:0.05	0.850	0.008	106.25	○
实施例25	余量	0.7	0.03	0.003	0.005	Mn:0.01	0.850	0.008	106.25	○
实施例26	余量	0.7	0.03	0.003	0.005	Cr:0.01	0.850	0.008	106.25	○
实施例27	余量	0.7	0.03	0.003	0.005	Co:0.01	0.850	0.008	106.25	○
实施例28	余量	0.7	0.03	0.003	0.005	Fe:0.03	0.850	0.008	106.25	○
实施例28	余量	0.7	0.03	0.003	0.005	Fe:0.05	0.850	0.008	106.25	○
实施例29	余量	0.7	0.03	0.003	0.005	Si:0.01	0.850	0.008	106.25	○
实施例30	余量	0.7	0.03	0.003	0.005	Ti:0.01	0.850	0.008	106.25	○
实施例31	余量	0.7	0.03	0.003	0.005	稀土:0.01	0.850	0.008	106.25	○
比较例1	余量	<u>3</u>	0.03	0.003	0.005		<u>3.150</u>	0.008	393.75	×
比较例2	余量	0.7	<u>1.1</u>	0.003	0.005		<u>6.200</u>	0.008	775.00	×
比较例3	余量	0.7	0.03	<u>0.0003</u>	0.005		0.850	0.0053	160.38	×
比较例4	余量	0.7	0.03	<u>0.17</u>	0.005		0.850	<u>0.175</u>	4.86	×
比较例5	余量	0.7	0.03	0.003	<u>0.0005</u>		0.850	0.0035	242.86	×
比较例6	余量	0.7	0.03	0.003	<u>0.17</u>		0.850	<u>0.173</u>	4.91	×
比较例7	余量	0.7	0.055	0.003	0.005		<u>0.975</u>	0.008	121.88	×
比较例8	余量	0.7	0.03	<u>0.16</u>	<u>0.16</u>		0.850	<u>0.320</u>	2.66	×
比较例9	余量	0.1	0.01	<u>0.17</u>	<u>0.17</u>		0.150	<u>0.340</u>	<u>0.44</u>	×
比较例10	余量	0.7	0.03	<u>0.0003</u>	<u>0.0005</u>		0.850	0.0008	<u>1062.50</u>	×
比较例11	余量	<u>3</u>	<u>1.1</u>	0.003	0.005		<u>8.500</u>	0.008	<u>1062.50</u>	×
比较例12	余量	0.1	0.02	0.08	0.07		0.200	0.150	<u>1.33</u>	×

[0086] 下划线表示为本发明的范围之外。

[0087] 由表1的结果明确可知,符合本发明的实施例均得到了具有期望板厚的棒软钎料。另一方面,比较例均不满足本发明的特征中的至少1者以上,因此,未得到具有期望板厚的棒软钎料。用图说明各构成元素的含量必须满足本发明的范围且满足(1)式~(3)式。

[0088] 图1和图2是在表1中,抽出满足(1)式~(3)式的实施例和不满足(1)式~(3)式中

的至少1式的比较例,将(2)式设为x轴、(1)式设为y轴而做成的图。图2为图1中将x轴放大为0~0.01、y轴放大为0~1的范围而得到的图。图1和图2中,“○”表示实施例,“×”表示比较例。另外,图1和图2中,粗线所围成的区域是(1)式~(3)式所围成的范围。

[0089] 由图1和图2明确可知,粗线所围成的范围内的软钎料合金均具有期望厚度。另一方面可知,如图1所示,不满足任意式的比较例均不具有期望厚度。特别是,如图2所示,表明,仅不满足(1)式的比较例7和不满足(3)式的比较例10仅稍偏离粗线所围成的范围就会产生得不到期望厚度的情况。

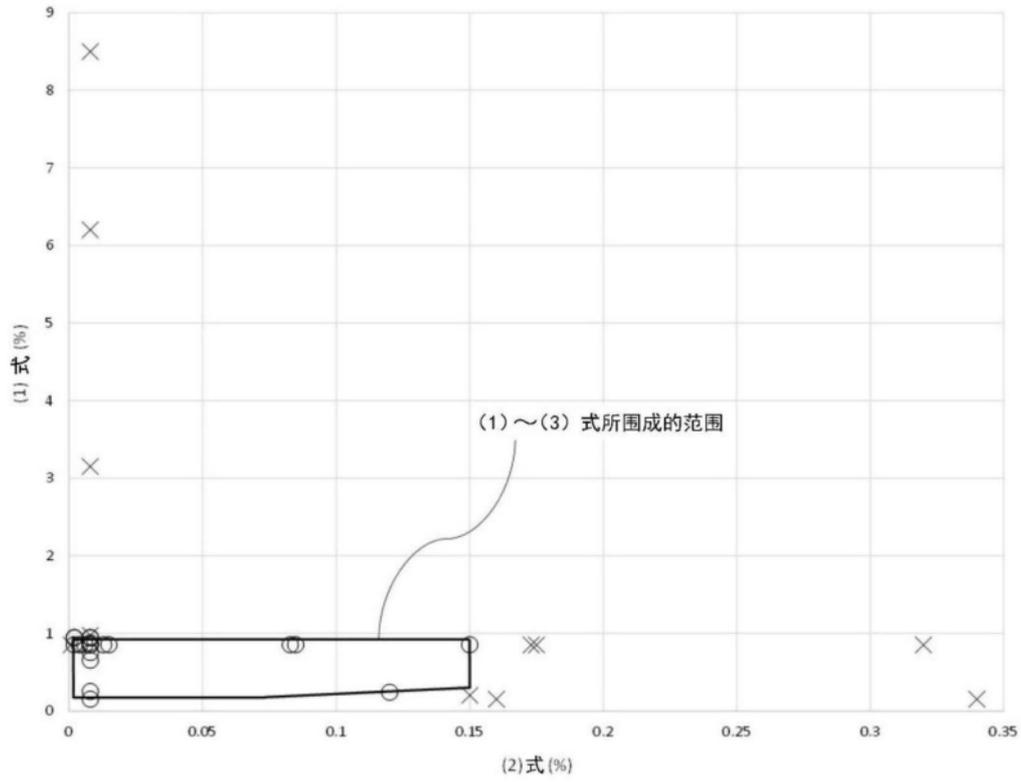


图1

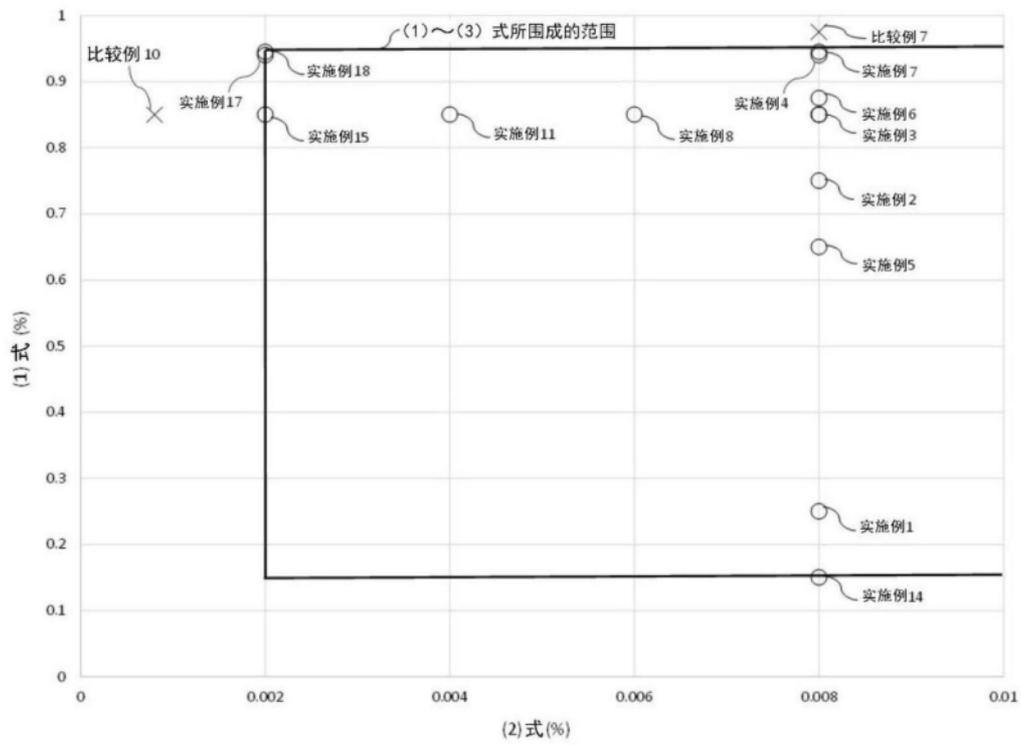


图2