

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2007年4月19日 (19.04.2007)

PCT

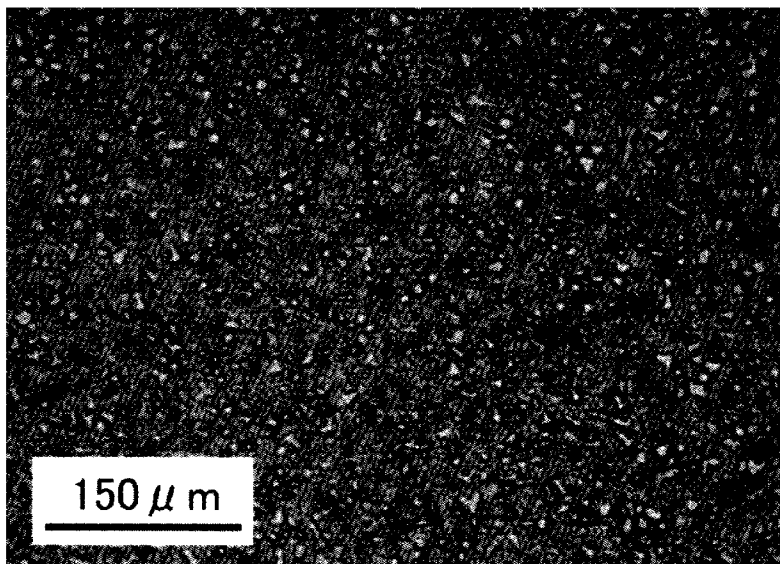
(10) 国際公開番号
WO 2007/043101 A1

- (51) 国際特許分類: C22C 9/04 (2006.01) C22C 9/10 (2006.01)
C22C 9/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2005/018107
- (22) 国際出願日: 2005年9月30日 (30.09.2005)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三宝伸銅工業株式会社 (SANBO SHINDO KOGYO KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒5900906 大阪府堺市三宝町8丁374番地 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 大石 恵一郎 (OISHI, Keiichiro) [JP/JP]; 〒5810032 大阪府八尾市弓削町1丁目108番地 Osaka (JP).
- (74) 代理人: 三木 久巳 (MIKI, Hisami); 〒5410056 大阪府大阪市中央区久太郎町2丁目3番8号 ハイム船場303号 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE,

[続葉有]

(54) Title: MELTED-SOLIDIFIED MATTER, COPPER ALLOY MATERIAL FOR MELTING-SOLIDIFICATION, AND PROCESS FOR PRODUCING THE SAME

(54) 発明の名称: 熔融固化処理物並びに熔融固化処理用銅合金材及びその製造方法



(57) Abstract: A melted-solidified matter having a melted-solidified portion formed by welding, deposit welding, thermal spray or fusion. The melted-solidified portion has an alloy composition comprising 0.0005 to 0.05 mass% Zr, 0.01 to 0.35 mass% P and the balance of Cu wherein the content of P [P] and the content of Zr [Zr] satisfy the relationship: [P]/[Zr]=0.3 to 200, and has an average crystal grain diameter of $\leq 300 \mu\text{m}$ in the macrostructure after melting-solidification. In the event where Fe and/or Ni is contained as unavoidable impurities in the melted-solidified portion, when either thereof is contained, the content of Fe or Ni is restricted to $\leq 0.3 \text{ mass}\%$. When Fe and Ni are contained, the total content thereof is restricted to $\leq 0.4 \text{ mass}\%$.

(57) 要約: 熔融固化処理物は、溶接、肉盛溶接、溶射又は溶断により形成された熔融固化処理部分を有する。この熔融固化処理部分は、Zr : 0.0005~0.05mass%と、

[続葉有]

WO 2007/043101 A1



IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),
OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

P : 0.01~0.35mass%と、Cu : 残部とからなり且つP含有量 [P] とZr含有量 [Zr] との間に
[P] / [Zr] = 0.3~200の関係を満足する合金組成をなし、溶融固化後のマクロ組織での平均結晶粒径
が300 μ m以下のものである。溶接固化処理部分にFe及び/又はNiが不可避不純物として含有される場合に
あっては、その何れかが含有される場合にはFe又はNiの含有量が0.3mass%以下に、またFe及びNi
が含有される場合にはそれらの合計含有量が0.4mass%以下に、夫々制限される。

明 細 書

溶融固化処理物並びに溶融固化処理用銅合金材及びその製造方法 技術分野

[0001] 本発明は、溶融固化処理(溶接、肉盛溶接、溶射、溶断)により形成された銅合金製の溶融固化処理部分(溶接部、肉盛部、溶射層、溶断端部)を有する溶融固化処理物と、かかる溶融固化処理部分の形成に使用される溶融固化処理用銅合金材(被溶接材、被溶断材、溶加材(溶接棒等)、溶射材)及びこれを製造する方法とに関するものである。

背景技術

[0002] 溶融固化処理物、例えば溶接物としては、燐脱酸銅製の溶接管が周知であるが、溶接部分の結晶粒の粗大化により、強度不足が指摘されている。そこで、従来からも、燐脱酸銅にFeやCoを添加した銅合金材を使用することによって、溶接部分における結晶粒の粗大化を可及的に防止するようにした溶接管が提案されている。例えば、特許文献1には、Fe:0.005~0.8mass%、P:0.01~0.026mass%、Zr:0.005~0.3mass%及びO₂:3~30ppmを含み、残部:Cuからなる組成の熱交換器用継目無銅合金管が教示されており、特許文献2には、Co:0.02~0.2%、P:0.01~0.05%を含有し、必要に応じてC:1~20ppmを含有し、残りがCuおよび不可避不純物からなり、不可避不純物として含まれる酸素含有量を50ppm以下に規制した組成の銅合金からなる熱交換器用電縫溶接銅合金管が教示されている。

[0003] 特許文献1:特公昭58-039900号公報

特許文献2:特開2000-199023公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0004] 銅合金材を使用した溶接管等の溶接物にあつては、一般に、溶ける現象によって金属組織が微細な再結晶組織から鑄造組織に変化するため、溶接部の機械的性質が低下するという欠点があるが、特許文献1や特許文献2に教示される組成の銅合金材料では溶接部分における結晶粒粗大化の回避効果が極めて小さく、かかる欠点を

要 約 書

【要約】溶融固化処理物は、溶接、肉盛溶接、溶射又は溶断により形成された溶融固化処理部分を有する。この溶融固化処理部分は、Zr:0.0005~0.05mass%と、P:0.01~0.35mass%と、Cu:残部とからなり且つP含有量[P]とZr含有量[Zr]との間に $[P]/[Zr]=0.3\sim 20$ の関係を満足する合金組成をなし、溶融固化後のマクロ組織での平均結晶粒径が $300\mu\text{m}$ 以下のものである。溶接固化処理部分にFe及び/又はNiが不可避不純物として含有される場合にあつては、その何れかが含有される場合にはFe又はNiの含有量が0.3mass%以下に、またFe及びNiが含有される場合にはそれらの合計含有量が0.4mass%以下に、夫々制限される。

明 細 書

溶融固化処理物並びに溶融固化処理用銅合金材及びその製造方法 技術分野

[0001] 本発明は、溶融固化処理(溶接、肉盛溶接、溶射、溶断)により形成された銅合金製の溶融固化処理部分(溶接部、肉盛部、溶射層、溶断端部)を有する溶融固化処理物と、かかる溶融固化処理部分の形成に使用される溶融固化処理用銅合金材(被溶接材、被溶断材、溶加材(溶接棒等)、溶射材)及びこれを製造する方法とに関するものである。

背景技術

[0002] 溶融固化処理物、例えば溶接物としては、燐脱酸銅製の溶接管が周知であるが、溶接部分の結晶粒の粗大化により、強度不足が指摘されている。そこで、従来からも、燐脱酸銅にFeやCoを添加した銅合金材を使用することによって、溶接部分における結晶粒の粗大化を可及的に防止するようにした溶接管が提案されている。例えば、特許文献1には、Fe:0.005~0.8mass%、P:0.01~0.026mass%、Zr:0.005~0.3mass%及びO₂:3~30ppmを含み、残部:Cuからなる組成の熱交換器用継目無銅合金管が教示されており、特許文献2には、Co:0.02~0.2%、P:0.01~0.05%を含有し、必要に応じてC:1~20ppmを含有し、残りがCuおよび不可避不純物からなり、不可避不純物として含まれる酸素含有量を50ppm以下に規制した組成の銅合金からなる熱交換器用電縫溶接銅合金管が教示されている。

[0003] 特許文献1:特公昭58-039900号公報

特許文献2:特開2000-199023公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0004] 銅合金材を使用した溶接管等の溶接物にあつては、一般に、溶ける現象によって金属組織が微細な再結晶組織から鑄造組織に変化するため、溶接部の機械的性質が低下するという欠点があるが、特許文献1や特許文献2に教示される組成の銅合金材料では溶接部分における結晶粒粗大化の回避効果が極めて小さく、かかる欠点を

排除することができない。ところで、引張り強さ、耐力、疲労強度等の強度は、結晶粒の大きさに依存するところが多く(ホールペッチの効果)、更に金属組織の粗大化により延性も低下する。同様に耐蝕性も低下する。さらに悪いことに、微細な再結晶組織と隣接することにより、例えば応力が加わると、弱い部分に応力が集中し、さらに脆弱さが加わり、低い応力で破壊や変形に至ることがある。一般的にも、溶接部は、高い安全係数を乗じている。同様に耐蝕性においても、微細な再結晶組織と隣接することにより、より一層溶接部が選択的に腐食される問題が生じている。このため、より強度の高い溶接材料を使用したり、溶接された材料に冷間加工・焼鈍の工程を加えることが多い。前者は、それを選択できないことが多々あり、強度や耐蝕性の面で問題解決にはならず、後者は製造コスト、設備面で問題がある。このような溶接物におけるもう1つの大きな問題点は、溶接部の健全性である。一般的な鑄造と同様にブローホール、ピンホール、引け巣、ざく巣、ポロシティー等の問題がある。この原因は、鑄造と同様デンドライトの成長に起因するところが多い。溶接部の溶融固化時に、固相の結晶が粒状化しておればこの問題は、かなり改善される。

[0005] 本発明は、このような問題を生じることなく、溶接部分等の溶融固化処理部分を強度、耐蝕性等に優れたものとなすことによって実用性の高い溶接物等の溶融固化処理物を提供すると共に、このような溶融固化処理物を容易に得ることができる溶融固化処理用銅合金材(被溶接材、被溶断材、溶加材(溶接棒等)、溶射材)及びこれを製造する方法を提供することを目的とするものである。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明は、上記の目的を達成すべく、次のような溶融固化処理物(溶接管、溶接構造物、溶射構造物、肉盛溶接構造物、溶断成形物等)とその製作に使用する溶融固化処理用銅合金材(被溶接材、被溶断材、溶接棒、溶接線、溶射材等)とその銅合金材を製造する方法(特に鑄造方法)とを提案する。

[0007] すなわち、本発明は、溶接、肉盛溶接、溶射又は溶断により形成された溶融固化処理部分を有する溶融固化処理物であって、次のような第1～第18溶融固化処理物を提案する。なお、肉盛溶接及び溶射には、ライニング処理が含まれる。

[0008] 第1溶融固化処理物にあつては、溶融固化処理部分が、Zr:0.0005～0.05mas

s% (好ましくは0.002~0.039mass%、より好ましくは0.003~0.029mass%、
更により好ましくは0.004~0.024mass%、最適には0.006~0.019mass%)と
、P:0.01~0.35mass% (好ましくは0.02~0.19mass%、より好ましくは0.03
~0.16mass%、最適には0.035~0.12mass%)と、Cu:残部とからなる合金組
成をなし、下記の(1)、(6)の条件を満足する。第1溶融固化処理物の溶融固化処理
部分は、上記の条件に加えて、更に、下記の(7)、(10)、(11)の条件を満足するも
のであることが好ましい。

[0009] 第2溶融固化処理物にあつては、溶融固化処理部分が、Zr:0.0005~0.05mas
s% (好ましくは0.002~0.039mass%、より好ましくは0.003~0.029mass%、
更により好ましくは0.004~0.024mass%、最適には0.006~0.019mass%)と
、P:0.01~0.35mass% (好ましくは0.02~0.19mass%、より好ましくは0.03
~0.16mass%、最適には0.035~0.12mass%)と、Zn:0.01~38mass% (好
ましくは5~37mass%、より好ましくは12~36mass%、最適には17~34mass%)
と、Cu:残部とからなる合金組成をなし、下記の(1)、(6)の条件を満足する。第2溶
融固化処理物の溶融固化処理部分は、上記の条件に加えて、更に、下記の(2)~(
5)、(7)~(12)の条件を満足するものであることが好ましい。

[0010] 第3溶融固化処理物にあつては、溶融固化処理部分が、Zr:0.0005~0.05mas
s% (好ましくは0.002~0.039mass%、より好ましくは0.003~0.029mass%、
更により好ましくは0.004~0.024mass%、最適には0.006~0.019mass%)と
、P:0.01~0.35mass% (好ましくは0.02~0.19mass%、より好ましくは0.03
~0.16mass%、最適には0.035~0.12mass%)と、Sn:0.01~15mass% (好
ましくは0.1~12mass%、より好ましくは0.5~8mass%、最適には0.6~2mass
%)、Si:0.01~5mass% (好ましくは0.05~4.8mass%、より好ましくは0.1~4
.5mass%、最適には2.6~3.7mass%)及びAl:0.01~9mass% (好ましくは0.
1~8.5mass%、より好ましくは0.2~3mass%)から選択された1種以上の元素と、
Cu:残部とからなる合金組成をなし、下記の(1)、(6)の条件を満足する。第3溶融固
化処理物の溶融固化処理部分は、上記の条件に加えて、更に、下記の(2)~(5)、(
7)~(12)の条件を満足するものであることが好ましい。

[0011] 第4溶融固化処理物にあつては、溶融固化処理部分が、Zr:0.0005~0.05mass% (好ましくは0.002~0.039mass%、より好ましくは0.003~0.029mass%、更により好ましくは0.004~0.024mass%、最適には0.006~0.019mass%)と、P:0.01~0.35mass% (好ましくは0.02~0.19mass%、より好ましくは0.03~0.16mass%、最適には0.035~0.12mass%)と、Zn:0.01~38mass% (好ましくは5~37mass%、より好ましくは12~36mass%、最適には17~34mass%)と、Sn:0.01~15mass% (好ましくは0.1~12mass%、より好ましくは0.5~8mass%、最適には0.6~2mass%)、Si:0.01~5mass% (好ましくは0.05~4.8mass%、より好ましくは0.1~4.5mass%、最適には2.6~3.7mass%)及びAl:0.01~9mass% (好ましくは0.1~8.5mass%、より好ましくは0.2~3mass%)から選択された1種以上の元素と、Cu:残部とからなる合金組成をなし、下記の(1)、(6)の条件を満足する。第4溶融固化処理物の溶融固化処理部分は、上記の条件に加えて、更に、下記の(2)~(5)、(7)~(12)の条件を満足するものであることが好ましい。

[0012] 第5溶融固化処理物にあつては、溶融固化処理部分が、Zr:0.0005~0.05mass% (好ましくは0.002~0.039mass%、より好ましくは0.003~0.029mass%、更により好ましくは0.004~0.024mass%、最適には0.006~0.019mass%)と、P:0.01~0.35mass% (好ましくは0.02~0.19mass%、より好ましくは0.03~0.16mass%、最適には0.035~0.12mass%)と、Zn:0.01~38mass% (好ましくは5~37mass%、より好ましくは12~36mass%、最適には17~34mass%)と、Sb:0.02~0.15mass% (好ましくは0.03~0.12mass%)、As:0.02~0.15mass% (好ましくは0.03~0.12mass%)、Mg:0.001~0.2mass% (好ましくは0.002~0.1mass%)及びMn:0.01~4mass% (好ましくは0.05~4mass%、より好ましくは0.5~3mass%)から選択された1種以上の元素と、Cu:残部とからなる合金組成をなし、下記の(1)、(6)の条件を満足する。第5溶融固化処理物の溶融固化処理部分は、上記の条件に加えて、更に、下記の(2)~(5)、(7)~(12)の条件を満足するものであることが好ましい。

[0013] 第6溶融固化処理物にあつては、溶融固化処理部分が、Zr:0.0005~0.05mas

s% (好ましくは0.002~0.039mass%、より好ましくは0.003~0.029mass%、更により好ましくは0.004~0.024mass%、最適には0.006~0.019mass%)と、P:0.01~0.35mass% (好ましくは0.02~0.19mass%、より好ましくは0.03~0.16mass%、最適には0.035~0.12mass%)と、Sn:0.01~15mass% (好ましくは0.1~12mass%、より好ましくは0.5~8mass%、最適には0.6~2mass%)、Si:0.01~5mass% (好ましくは0.05~4.8mass%、より好ましくは0.1~4.5mass%、最適には2.6~3.7mass%)及びAl:0.01~9mass% (好ましくは0.1~8.5mass%、より好ましくは0.2~3mass%)から選択された1種以上の元素と、Sb:0.02~0.15mass% (好ましくは0.03~0.12mass%)、As:0.02~0.15mass% (好ましくは0.03~0.12mass%)、Mg:0.001~0.2mass% (好ましくは0.002~0.1mass%)及びMn:0.01~4mass% (好ましくは0.05~4mass%、より好ましくは0.5~3mass%)から選択された1種以上の元素と、Cu:残部とからなる合金組成をなし、下記の(1)、(6)の条件を満足する。第6溶融固化処理物の溶融固化処理部分は、上記の条件に加えて、更に、下記の(2)~(5)、(7)~(12)の条件を満足するものであることが好ましい。

- [0014] 第7溶融固化処理物にあつては、溶融固化処理部分が、Zr:0.0005~0.05mass% (好ましくは0.002~0.039mass%、より好ましくは0.003~0.029mass%、更により好ましくは0.004~0.024mass%、最適には0.006~0.019mass%)と、P:0.01~0.35mass% (好ましくは0.02~0.19mass%、より好ましくは0.03~0.16mass%、最適には0.035~0.12mass%)と、Zn:0.01~38mass% (好ましくは5~37mass%、より好ましくは12~36mass%、最適には17~34mass%)と、Sn:0.01~15mass% (好ましくは0.1~12mass%、より好ましくは0.5~8mass%、最適には0.6~2mass%)、Si:0.01~5mass% (好ましくは0.05~4.8mass%、より好ましくは0.1~4.5mass%、最適には2.6~3.7mass%)及びAl:0.01~9mass% (好ましくは0.1~8.5mass%、より好ましくは0.2~3mass%)から選択された1種以上の元素と、Sb:0.02~0.15mass% (好ましくは0.03~0.12mass%)、As:0.02~0.15mass% (好ましくは0.03~0.12mass%)、Mg:0.001~0.2mass% (好ましくは0.002~0.1mass%)及びMn:0.01~4mass% (

好ましくは0.05～4mass%、より好ましくは0.5～3mass%)から選択された1種以上の元素と、Cu:残部とからなる合金組成をなし、下記の(1)、(6)の条件を満足する。第7溶融固化処理物の溶融固化処理部分は、上記の条件に加えて、更に、下記の(2)～(5)、(7)～(12)の条件を満足するものであることが好ましい。

[0015] 第8溶融固化処理物にあつては、溶融固化処理部分が、Zr:0.0005～0.05mass% (好ましくは0.002～0.039mass%、より好ましくは0.003～0.029mass%、更により好ましくは0.004～0.024mass%、最適には0.006～0.019mass%)と、P:0.01～0.35mass% (好ましくは0.02～0.19mass%、より好ましくは0.03～0.16mass%、最適には0.035～0.12mass%)と、Zn:0.01～38mass% (好ましくは5～37mass%、より好ましくは12～36mass%、最適には17～34mass%)と、Pb:0.005～15mass% (好ましくは0.005～4mass%、より好ましくは0.005～1mass%、最適には0.01～0.2mass%)、Bi:0.005～15mass% (好ましくは0.005～3mass%、より好ましくは0.005～1mass%、最適には0.01～0.2mass%)、Se:0.01～2mass% (好ましくは0.03～0.5mass%、より好ましくは0.05～0.3mass%)及びTe:0.03～1.5mass% (好ましくは0.05～0.5mass%、より好ましくは0.05～0.3mass%)から選択された1種以上の元素と、Cu:残部とからなる合金組成をなし、下記の(1)、(6)の条件を満足する。第8溶融固化処理物の溶融固化処理部分は、上記の条件に加えて、更に、下記の(2)～(5)、(7)～(12)の条件を満足するものであることが好ましい。

[0016] 第9溶融固化処理物にあつては、溶融固化処理部分が、Zr:0.0005～0.05mass% (好ましくは0.002～0.039mass%、より好ましくは0.003～0.029mass%、更により好ましくは0.004～0.024mass%、最適には0.006～0.019mass%)と、P:0.01～0.35mass% (好ましくは0.02～0.19mass%、より好ましくは0.03～0.16mass%、最適には0.035～0.12mass%)と、Sn:0.01～15mass% (好ましくは0.1～12mass%、より好ましくは0.5～8mass%、最適には0.6～2mass%)、Si:0.01～5mass% (好ましくは0.05～4.8mass%、より好ましくは0.1～4.5mass%、最適には2.6～3.7mass%)及びAl:0.01～9mass% (好ましくは0.1～8.5mass%、より好ましくは0.2～3mass%)から選択された1種以上の元素と、

Pb:0.005~15mass% (好ましくは0.005~4mass%、より好ましくは0.005~1mass%、最適には0.01~0.2mass%)、Bi:0.005~15mass% (好ましくは0.005~3mass%、より好ましくは0.005~1mass%、最適には0.01~0.2mass%)、Se:0.01~2mass% (好ましくは0.03~0.5mass%、より好ましくは0.05~0.3mass%) 及びTe:0.03~1.5mass% (好ましくは0.05~0.5mass%、より好ましくは0.05~0.3mass%) から選択された1種以上の元素と、Cu:残部とからなる合金組成をなし、下記の(1)、(6)の条件を満足する。第9溶融固化処理物の溶融固化処理部分は、上記の条件に加えて、更に、下記の(2)~(5)、(7)~(12)の条件を満足するものであることが好ましい。

- [0017] 第10溶融固化処理物にあつては、溶融固化処理部分が、Zr:0.0005~0.05mass% (好ましくは0.002~0.039mass%、より好ましくは0.003~0.029mass%、更により好ましくは0.004~0.024mass%、最適には0.006~0.019mass%) と、P:0.01~0.35mass% (好ましくは0.02~0.19mass%、より好ましくは0.03~0.16mass%、最適には0.035~0.12mass%) と、Zn:0.01~38mass% (好ましくは5~37mass%、より好ましくは12~36mass%、最適には17~34mass%) と、Sn:0.01~15mass% (好ましくは0.1~12mass%、より好ましくは0.5~8mass%、最適には0.6~2mass%)、Si:0.01~5mass% (好ましくは0.05~4.8mass%、より好ましくは0.1~4.5mass%、最適には2.6~3.7mass%) 及びAl:0.01~9mass% (好ましくは0.1~8.5mass%、より好ましくは0.2~3mass%) から選択された1種以上の元素と、Pb:0.005~15mass% (好ましくは0.005~4mass%、より好ましくは0.005~1mass%、最適には0.01~0.2mass%)、Bi:0.005~15mass% (好ましくは0.005~3mass%、より好ましくは0.005~1mass%、最適には0.01~0.2mass%)、Se:0.01~2mass% (好ましくは0.03~0.5mass%、より好ましくは0.05~0.3mass%) 及びTe:0.03~1.5mass% (好ましくは0.05~0.5mass%、より好ましくは0.05~0.3mass%) から選択された1種以上の元素と、Cu:残部とからなる合金組成をなし、下記の(1)、(6)の条件を満足する。第10溶融固化処理物の溶融固化処理部分は、上記の条件に加えて、更に、下記の(2)~(5)、(7)~(12)の条件を満足するものであることが好ましい。

[0018] 第11溶融固化処理物にあつては、溶融固化処理部分が、Zr:0.0005~0.05mass% (好ましくは0.002~0.039mass%、より好ましくは0.003~0.029mass%、更により好ましくは0.004~0.024mass%、最適には0.006~0.019mass%)と、P:0.01~0.35mass% (好ましくは0.02~0.19mass%、より好ましくは0.03~0.16mass%、最適には0.035~0.12mass%)と、Zn:0.01~38mass% (好ましくは5~37mass%、より好ましくは12~36mass%、最適には17~34mass%)と、Sb:0.02~0.15mass% (好ましくは0.03~0.12mass%)、As:0.02~0.15mass% (好ましくは0.03~0.12mass%)、Mg:0.001~0.2mass% (好ましくは0.002~0.1mass%)及びMn:0.01~4mass% (好ましくは0.05~4mass%、より好ましくは0.5~3mass%)から選択された1種以上の元素と、Pb:0.005~15mass% (好ましくは0.005~4mass%、より好ましくは0.005~1mass%、最適には0.01~0.2mass%)、Bi:0.005~15mass% (好ましくは0.005~3mass%、より好ましくは0.005~1mass%、最適には0.01~0.2mass%)、Se:0.01~2mass% (好ましくは0.03~0.5mass%、より好ましくは0.05~0.3mass%)及びTe:0.03~1.5mass% (好ましくは0.05~0.5mass%、より好ましくは0.05~0.3mass%)から選択された1種以上の元素と、Cu:残部とからなる合金組成をなし、下記の(1)、(6)の条件を満足する。第11溶融固化処理物の溶融固化処理部分は、上記の条件に加えて、更に、下記の(2)~(5)、(7)~(12)の条件を満足するものであることが好ましい。

[0019] 第12溶融固化処理物にあつては、溶融固化処理部分が、Zr:0.0005~0.05mass% (好ましくは0.002~0.039mass%、より好ましくは0.003~0.029mass%、更により好ましくは0.004~0.024mass%、最適には0.006~0.019mass%)と、P:0.01~0.35mass% (好ましくは0.02~0.19mass%、より好ましくは0.03~0.16mass%、最適には0.035~0.12mass%)と、Sn:0.01~15mass% (好ましくは0.1~12mass%、より好ましくは0.5~8mass%、最適には0.6~2mass%)、Si:0.01~5mass% (好ましくは0.05~4.8mass%、より好ましくは0.1~4.5mass%、最適には2.6~3.7mass%)及びAl:0.01~9mass% (好ましくは0.1~8.5mass%、より好ましくは0.2~3mass%)から選択された1種以上の元素と、

Sb:0.02~0.15mass% (好ましくは0.03~0.12mass%)、As:0.02~0.15mass% (好ましくは0.03~0.12mass%)、Mg:0.001~0.2mass% (好ましくは0.002~0.1mass%) 及びMn:0.01~4mass% (好ましくは0.05~4mass%、より好ましくは0.5~3mass%) から選択された1種以上の元素と、Pb:0.005~15mass% (好ましくは0.005~4mass%、より好ましくは0.005~1mass%、最適には0.01~0.2mass%)、Bi:0.005~15mass% (好ましくは0.005~3mass%、より好ましくは0.005~1mass%、最適には0.01~0.2mass%)、Se:0.01~2mass% (好ましくは0.03~0.5mass%、より好ましくは0.05~0.3mass%) 及びTe:0.03~1.5mass% (好ましくは0.05~0.5mass%、より好ましくは0.05~0.3mass%) から選択された1種以上の元素と、Cu:残部とからなる合金組成をなし、下記の(1)、(6)の条件を満足する。第12溶融固化処理物の溶融固化処理部分は、上記の条件に加えて、更に、下記の(2)~(5)、(7)~(12)の条件を満足するものであることが好ましい。

[0020] 第13溶融固化処理物にあつては、溶融固化処理部分が、Zr:0.0005~0.05mass% (好ましくは0.002~0.039mass%、より好ましくは0.003~0.029mass%、更により好ましくは0.004~0.024mass%、最適には0.006~0.019mass%) と、P:0.01~0.35mass% (好ましくは0.02~0.19mass%、より好ましくは0.03~0.16mass%、最適には0.035~0.12mass%) と、Zn:0.01~38mass% (好ましくは5~37mass%、より好ましくは12~36mass%、最適には17~34mass%) と、Sn:0.01~15mass% (好ましくは0.1~12mass%、より好ましくは0.5~8mass%、最適には0.6~2mass%)、Si:0.01~5mass% (好ましくは0.05~4.8mass%、より好ましくは0.1~4.5mass%、最適には2.6~3.7mass%) 及びAl:0.01~9mass% (好ましくは0.1~8.5mass%、より好ましくは0.2~3mass%) から選択された1種以上の元素と、Sb:0.02~0.15mass% (好ましくは0.03~0.12mass%)、As:0.02~0.15mass% (好ましくは0.03~0.12mass%)、Mg:0.001~0.2mass% (好ましくは0.002~0.1mass%) 及びMn:0.01~4mass% (好ましくは0.05~4mass%、より好ましくは0.5~3mass%) から選択された1種以上の元素と、Pb:0.005~15mass% (好ましくは0.005~4mass%、より好ましくは

0.005~1mass%、最適には0.01~0.2mass%)、Bi:0.005~15mass%(好ましくは0.005~3mass%、より好ましくは0.005~1mass%、最適には0.01~0.2mass%)、Se:0.01~2mass%(好ましくは0.03~0.5mass%、より好ましくは0.05~0.3mass%)及びTe:0.03~1.5mass%(好ましくは0.05~0.5mass%、より好ましくは0.05~0.3mass%)から選択された1種以上の元素と、Cu:残部とからなる合金組成をなし、下記の(1)、(6)の条件を満足する。第13溶融固化処理物の溶融固化処理部分は、上記の条件に加えて、更に、下記の(2)~(5)、(7)~(12)の条件を満足するものであることが好ましい。

[0021] 第14溶融固化処理物にあつては、溶融固化処理部分が、Zr:0.0005~0.05mass%(好ましくは0.002~0.039mass%、より好ましくは0.003~0.029mass%、更により好ましくは0.004~0.024mass%、最適には0.006~0.019mass%)と、P:0.01~0.35mass%(好ましくは0.02~0.19mass%、より好ましくは0.03~0.16mass%、最適には0.035~0.12mass%)と、Sn:0.01~15mass%(好ましくは0.1~12mass%、より好ましくは0.5~8mass%、最適には0.6~2mass%)、Si:0.01~5mass%(好ましくは0.05~4.8mass%、より好ましくは0.1~4.5mass%、最適には2.6~3.7mass%)及びAl:0.01~9mass%(好ましくは0.1~8.5mass%、より好ましくは0.2~3mass%)から選択された1種以上の元素と、Co:0.005~0.3mass%(好ましくは0.01~0.05mass%)、Cr:0.005~0.3mass%(好ましくは0.01~0.05mass%)、C:0.00005~0.02mass%(好ましくは0.0001~0.01mass%)、Ti:0.005~0.3mass%(好ましくは0.01~0.05mass%)、B:0.0002~0.05mass%(好ましくは0.0005~0.01mass%)及び希土類元素:0.01~0.5mass%(好ましくは0.05~0.2mass%)から選択された1種以上の元素と、Cu:残部とからなる合金組成をなし、下記の(1)、(6)の条件を満足する。第14溶融固化処理物の溶融固化処理部分は、上記の条件に加えて、更に、下記の(2)~(5)、(7)~(12)の条件を満足するものであることが好ましい。

[0022] 第15溶融固化処理物にあつては、溶融固化処理部分が、Zr:0.0005~0.05mass%(好ましくは0.002~0.039mass%、より好ましくは0.003~0.029mass%、更により好ましくは0.004~0.024mass%、最適には0.006~0.019mass%)

と、P:0.01~0.35mass% (好ましくは0.02~0.19mass%、より好ましくは0.03~0.16mass%、最適には0.035~0.12mass%)と、Zn:0.01~38mass% (好ましくは5~37mass%、より好ましくは12~36mass%、最適には17~34mass%)と、Sn:0.01~15mass% (好ましくは0.1~12mass%、より好ましくは0.5~8mass%、最適には0.6~2mass%)、Si:0.01~5mass% (好ましくは0.05~4.8mass%、より好ましくは0.1~4.5mass%、最適には2.6~3.7mass%)及びAl:0.01~9mass% (好ましくは0.1~8.5mass%、より好ましくは0.2~3mass%)から選択された1種以上の元素と、Co:0.005~0.3mass% (好ましくは0.01~0.05mass%)、Cr:0.005~0.3mass% (好ましくは0.01~0.05mass%)、C:0.0005~0.02mass% (好ましくは0.0001~0.01mass%)、Ti:0.005~0.3mass% (好ましくは0.01~0.05mass%)、B:0.0002~0.05mass% (好ましくは0.0005~0.01mass%)及び希土類元素:0.01~0.5mass% (好ましくは0.05~0.2mass%)から選択された1種以上の元素と、Cu:残部とからなる合金組成をなし、下記の(1)、(6)の条件を満足する。第15溶融固化処理物の溶融固化処理部分は、上記の条件に加えて、更に、下記の(2)~(5)、(7)~(12)の条件を満足するものであることが好ましい。

[0023] 第16溶融固化処理物にあつては、溶融固化処理部分が、Zr:0.0005~0.05mass% (好ましくは0.002~0.039mass%、より好ましくは0.003~0.029mass%、更により好ましくは0.004~0.024mass%、最適には0.006~0.019mass%)と、P:0.01~0.35mass% (好ましくは0.02~0.19mass%、より好ましくは0.03~0.16mass%、最適には0.035~0.12mass%)と、Zn:0.01~38mass% (好ましくは5~37mass%、より好ましくは12~36mass%、最適には17~34mass%)と、Sb:0.02~0.15mass% (好ましくは0.03~0.12mass%)、As:0.02~0.15mass% (好ましくは0.03~0.12mass%)、Mg:0.001~0.2mass% (好ましくは0.002~0.1mass%)及びMn:0.01~4mass% (好ましくは0.05~4mass%、より好ましくは0.5~3mass%)から選択された1種以上の元素と、Co:0.005~0.3mass% (好ましくは0.01~0.05mass%)、Cr:0.005~0.3mass% (好ましくは0.01~0.05mass%)、C:0.00005~0.02mass% (好ましくは0.0001~0

. 01mass%)、Ti:0.005~0.3mass%(好ましくは0.01~0.05mass%)、B:0.0002~0.05mass%(好ましくは0.0005~0.01mass%)及び希土類元素:0.01~0.5mass%(好ましくは0.05~0.2mass%)から選択された1種以上の元素と、Cu:残部とからなる合金組成をなし、下記の(1)、(6)の条件を満足する。第16溶融固化処理物の溶融固化処理部分は、上記の条件に加えて、更に、下記の(2)~(5)、(7)~(12)の条件を満足するものであることが好ましい。

[0024] 第17溶融固化処理物にあつては、溶融固化処理部分が、Zr:0.0005~0.05mass%(好ましくは0.002~0.039mass%、より好ましくは0.003~0.029mass%、更により好ましくは0.004~0.024mass%、最適には0.006~0.019mass%)と、P:0.01~0.35mass%(好ましくは0.02~0.19mass%、より好ましくは0.03~0.16mass%、最適には0.035~0.12mass%)と、Sn:0.01~15mass%(好ましくは0.1~12mass%、より好ましくは0.5~8mass%、最適には0.6~2mass%)、Si:0.01~5mass%(好ましくは0.05~4.8mass%、より好ましくは0.1~4.5mass%、最適には2.6~3.7mass%)及びAl:0.01~9mass%(好ましくは0.1~8.5mass%、より好ましくは0.2~3mass%)から選択された1種以上の元素と、Sb:0.02~0.15mass%(好ましくは0.03~0.12mass%)、As:0.02~0.15mass%(好ましくは0.03~0.12mass%)、Mg:0.001~0.2mass%(好ましくは0.002~0.1mass%)及びMn:0.01~4mass%(好ましくは0.05~4mass%、より好ましくは0.5~3mass%)から選択された1種以上の元素と、Co:0.005~0.3mass%(好ましくは0.01~0.05mass%)、Cr:0.005~0.3mass%(好ましくは0.01~0.05mass%)、C:0.00005~0.02mass%(好ましくは0.0001~0.01mass%)、Ti:0.005~0.3mass%(好ましくは0.01~0.05mass%)、B:0.0002~0.05mass%(好ましくは0.0005~0.01mass%)及び希土類元素:0.01~0.5mass%(好ましくは0.05~0.2mass%)から選択された1種以上の元素と、Cu:残部とからなる合金組成をなし、下記の(1)、(6)の条件を満足する。第17溶融固化処理物の溶融固化処理部分は、上記の条件に加えて、更に、下記の(2)~(5)、(7)~(12)の条件を満足するものであることが好ましい。

[0025] 第18溶融固化処理物にあつては、溶融固化処理部分が、Zr:0.0005~0.05m

ass% (好ましくは0.002~0.039mass%、より好ましくは0.003~0.029mass%、更により好ましくは0.004~0.024mass%、最適には0.006~0.019mass%)と、P:0.01~0.35mass% (好ましくは0.02~0.19mass%、より好ましくは0.03~0.16mass%、最適には0.035~0.12mass%)と、Zn:0.01~38mass% (好ましくは5~37mass%、より好ましくは12~36mass%、最適には17~34mass%)と、Sn:0.01~15mass% (好ましくは0.1~12mass%、より好ましくは0.5~8mass%、最適には0.6~2mass%)、Si:0.01~5mass% (好ましくは0.05~4.8mass%、より好ましくは0.1~4.5mass%、最適には2.6~3.7mass%)及びAl:0.01~9mass% (好ましくは0.1~8.5mass%、より好ましくは0.2~3mass%)から選択された1種以上の元素と、Sb:0.02~0.15mass% (好ましくは0.03~0.12mass%)、As:0.02~0.15mass% (好ましくは0.03~0.12mass%)、Mg:0.001~0.2mass% (好ましくは0.002~0.1mass%)及びMn:0.01~4mass% (好ましくは0.05~4mass%、より好ましくは0.5~3mass%)から選択された1種以上の元素と、Co:0.005~0.3mass% (好ましくは0.01~0.05mass%)、Cr:0.005~0.3mass% (好ましくは0.01~0.05mass%)、C:0.00005~0.02mass% (好ましくは0.0001~0.01mass%)、Ti:0.005~0.3mass% (好ましくは0.01~0.05mass%)、B:0.0002~0.05mass% (好ましくは0.0005~0.01mass%)及び希土類元素:0.01~0.5mass% (好ましくは0.05~0.2mass%)から選択された1種以上の元素と、Cu:残部とからなる合金組成をなし、下記の(1)、(6)の条件を満足する。第18溶融固化処理物の溶融固化処理部分は、上記の条件に加えて、更に、下記の(2)~(5)、(7)~(12)の条件を満足するものであることが好ましい。

[0026] なお、以下の説明において、[a]は元素aの含有量値を示すものであり、元素aの含有量は[a]mass%で表現される。例えば、Cuの含有量は[Cu]mass%とされる。また、各相の含有量は面積率(%)である。各相の面積率は、画像解析により測定されるものであり、具体的には、200倍の光学顕微鏡組織を画像処理ソフト「WinROOF」(株式会社テックジャム)で2値化することにより求められるもので、3視野で測定された面積率の平均値である。

- [0027] (1) $F1 = [P] / [Zr] = 0.3 \sim 200$ (好ましくは $F1 = 0.6 \sim 80$ 、より好ましくは $F1 = 1 \sim 40$ 、更により好ましくは $F1 = 1.4 \sim 25$ 、最適には $F1 = 2 \sim 18$) の関係を満足する合金組成をなすこと。
- [0028] (2) 溶融固化処理部分が、 $F2 = [Cu] - 3[P] - 3.5[Si] - 0.5[Sn] - 1.8[Al] - 0.5([Sb] + [As] + [Mg]) + [Mn] + 0.5([Pb] + [Bi] + [Se] + [Te]) = 60 \sim 97$ (好ましくは $F2 = 61 \sim 90$ 、より好ましくは $F2 = 62 \sim 76$ 、更により好ましくは $F2 = 63 \sim 69$ 、最適には $F2 = 64 \sim 67.5$) の関係を満足する合金組成をなすこと。なお、 $F2$ において、含有しない元素 a については $[a] = 0$ とする。
- [0029] (3) 溶融固化処理部分が、 $F3 = [Zn] + 3[Sn] + 5[Si] + 3[Al] = 10 \sim 45$ (好ましくは $F3 = 16 \sim 42$ 、より好ましくは $F3 = 22 \sim 40$ 、最適には $F3 = 28 \sim 38$) の関係を満足する合金組成をなすこと。なお、 $F3$ において、含有しない元素 a については $[a] = 0$ とする。
- [0030] (4) 溶融固化処理部分が、 $F4 = ([Zn] + 3[Sn] + 5[Si] + 3[Al]) / [Zr] = 300 \sim 35000$ (好ましくは $F4 = 600 \sim 14000$ 、より好ましくは $F4 = 1000 \sim 9000$) の関係を満足する合金組成をなすこと。なお、 $F4$ において、含有しない元素 a については $[a] = 0$ とする。
- [0031] (5) $F5 = ([Zn] + 3[Sn] + 5[Si] + 3[Al]) / [P] = 60 \sim 3000$ (好ましくは $F5 = 120 \sim 1600$ 、より好ましくは $F5 = 200 \sim 1100$) の関係を満足する合金組成をなすこと。なお、 $F5$ において、含有しない元素 a については $[a] = 0$ とする。
- [0032] (6) 溶融固化処理部分は、溶融固化後におけるマクロ組織での平均結晶粒径が $300 \mu\text{m}$ 以下 (好ましくは $100 \mu\text{m}$ 以下、より好ましくは $50 \mu\text{m}$ 以下、更により好ましくは $30 \mu\text{m}$ 以下、最適には $20 \mu\text{m}$ 以下) である結晶構造をなすものであること。例えば、被溶接材が熱間圧延材、熱間押出材又は熱間鍛造材である場合やこれらに冷間加工を施したものの又は冷間加工と焼鈍とを交互に繰り返して施したものである場合、その結晶粒度は一般に $10 \sim 100 \mu\text{m}$ であるが、かかる被溶接材を溶接すると、溶接部に隣接する熱影響部 (溶接部と非溶接部との境界部分又はその近傍部分) の結晶粒が粗大化する。すなわち、熱影響部においては、溶接時の高い入熱により結晶粒が $300 \mu\text{m}$ 程度にまで粗大化することがあり、その結果、溶接物 (溶融固化処理物) の

強度や耐蝕性等が低下する虞れがある。このような問題は、溶接以外の溶融固化処理(溶断等)においても同様に生じる。したがって、溶融固化処理(溶接、肉盛溶接、溶射、溶断)により形成された銅合金製の溶融固化処理部分(溶接部、肉盛部、溶射層、溶断端部)を有する溶融固化処理物にあつて、このような問題を解決するためには、溶融固化処理部分の結晶粒度を少なくとも $300\mu\text{m}$ 以下に抑えておく必要があり、そして溶融固化処理は鑄造と同様の溶融固化現象を伴うものであつて溶融固化処理部分が鑄物組織と同一又は酷似する組織をなすものであることを考慮すれば、当然の帰結として、溶融固化処理部分の結晶粒度(平均結晶粒径)は $100\mu\text{m}$ 以下であることが好ましく、更に耐蝕性等の諸特性を考慮すれば、 $50\mu\text{m}$ 以下であることがより好ましく、 $30\mu\text{m}$ 以下であることが更により好ましく、 $20\mu\text{m}$ 以下であることが最適である。

- [0033] (7)溶融固化処理部分においては、溶融固化時の初晶が α 相であること。
- [0034] (8)溶融固化処理部分は、溶融固化後の常温状態において、マトリックスの α 相と β 相、 κ 相、 γ 相及び δ 相の少なくとも1つの相を含む金属組織をなすものであること。
- [0035] (9)上記(8)の金属組織においては、 β 相の含有量(面積率)が10%以下(好ましくは5%以下、より好ましくは2%以下、更により好ましくは1%以下、最適には0.5%以下)であること。
- [0036] (10)溶融固化処理部分は、デンドライト・ネットワークが分断された結晶構造であつて、結晶粒又は α 相結晶粒がその二次元形態において円形状、円に近い非円形状、楕円形状、十字形状、針状形状又は多角形状をなす結晶構造のものであること。
- [0037] (11)溶融固化処理部分においては、酸化物及び/又は硫化物の形態をなさないZrが、 $[P]/[Zr]=0.5\sim 150$ (好ましくは $1\sim 50$ 、より好ましくは $1.8\sim 30$ 、最適には $3\sim 18$)を満足することを条件として、 $0.0005\sim 0.039\text{mass}\%$ (好ましくは $0.002\sim 0.029\text{mass}\%$ 、より好ましくは $0.003\sim 0.019\text{mass}\%$ 、最適には $0.004\sim 0.015\text{mass}\%$)含有されていること。
- [0038] (12)溶融固化処理部分は、溶融固化時において包晶反応が生じるものであること。
- [0039] 第1～第18溶融固化処理物は、例えば、次のような溶接管、溶接構造物、溶射構

造物、肉盛溶接構造物又は溶断成形物として提供される。

- [0040] すなわち、溶接管は、溶融固化処理部分が溶接により溶融固化処理された溶接管継ぎ目部分であるものであって、板状の被溶接材である第1溶融固化処理用銅合金材をその両端縁部が衝合する円筒状に折曲加工すると共にその端縁部同士を溶接により溶着してなる。この溶接管にあって、衝合端縁部の溶接(継ぎ目部分の溶接)は、銅合金製の溶加材(溶接棒, ソリッドワイヤ等)を使用して行われるか、或いは溶加材を使用しないで行われる。
- [0041] また、溶接構造物は、複数の銅合金製の被溶接材を具備し、これらの被溶接材の被溶接部分同士を溶接により溶着してなる。この溶接構造物にあって、被溶接部分の溶接(突き合せ溶接等)は、銅合金製の溶加材(溶接棒, ソリッドワイヤ等)を使用して行われるか、或いは溶加材を使用しないで行われる。
- [0042] また、溶射構造は、金属母材の表面に銅合金製の溶射材を溶射してなり、溶融固化処理部分は溶射層たる銅合金層(ライニング層を含む)である。金属母材としては、鉄板、鋼管等の各種金属材(銅材, 銅合金材を含む)を適宜使用することができる。溶射材としては、使用する溶射機に応じて、粉状、棒状又は線状のものが使用される。
- [0043] 肉盛溶接構造物は、金属母材の表面に銅合金製の溶加材(溶接棒, ソリッドワイヤ等)により肉盛り溶接してなり、溶融固化処理部分は肉盛層たる銅合金層(ライニング層を含む)である。金属母材としては、鉄板、鋼管等の各種金属材(銅材, 銅合金材を含む)を適宜使用することができる。
- [0044] 溶断成形物は、銅合金製の被溶断材を溶断(ガス切断等)してなり、溶融固化処理部分は溶断溶断部分である。
- [0045] また、本発明は、上記した第1～第18溶融固化処理物を製作する場合に使用される溶融固化処理用銅合金材を提案する。すなわち、第1～第18溶融固化処理物は、次のような第1～第18溶融固化処理用銅合金材を被溶接材、被溶断材、溶接棒又は溶射材として使用することによって、容易に得ることができるのである。なお、第1～第18溶融固化処理物は、これが複数の銅合金材(例えば、被溶接材及び溶接棒)を使用して製作される場合、これらの銅合金材の少なくとも一つに第1～第18溶融

固化処理用銅合金材を使用することによって得ることが可能である。

- [0046] 第1溶融固化処理用銅合金材は、Zr:0.0005~0.05mass% (好ましくは0.003~0.039mass%、より好ましくは0.004~0.034mass%、更により好ましくは0.005~0.029mass%、最適には0.007~0.024mass%)と、P:0.01~0.35mass% (好ましくは0.02~0.19mass%、より好ましくは0.03~0.16mass%、最適には0.035~0.12mass%)と、Cu:残部とからなる合金組成をなし、下記の(21)、(26)の条件を満足する。第1溶融固化処理用銅合金材は、上記の条件に加えて、更に、下記の(27)、(30)、(31)の条件を満足するものであることが好ましい。
- [0047] 第2溶融固化処理用銅合金材は、Zr:0.0005~0.05mass% (好ましくは0.003~0.039mass%、より好ましくは0.004~0.034mass%、更により好ましくは0.005~0.029mass%、最適には0.007~0.024mass%)と、P:0.01~0.35mass% (好ましくは0.02~0.19mass%、より好ましくは0.03~0.16mass%、最適には0.035~0.12mass%)と、Zn:0.01~38mass% (好ましくは5~37mass%、より好ましくは12~36mass%、最適には17~34mass%)と、Cu:残部とからなる合金組成をなし、下記の(21)、(26)の条件を満足する。第2溶融固化処理用銅合金材は、上記の条件に加えて、更に、下記の(22)~(25)、(27)~(31)の条件を満足するものであることが好ましい。
- [0048] 第3溶融固化処理用銅合金材は、Zr:0.0005~0.05mass% (好ましくは0.003~0.039mass%、より好ましくは0.004~0.034mass%、更により好ましくは0.005~0.029mass%、最適には0.007~0.024mass%)と、P:0.01~0.35mass% (好ましくは0.02~0.19mass%、より好ましくは0.03~0.16mass%、最適には0.035~0.12mass%)と、Sn:0.01~15mass% (好ましくは0.1~12mass%、より好ましくは0.5~8mass%、最適には0.6~2mass%)、Si:0.01~5mass% (好ましくは0.05~4.8mass%、より好ましくは0.1~4.5mass%、最適には2.6~3.7mass%)及びAl:0.01~9mass% (好ましくは0.1~8.5mass%、より好ましくは0.2~3mass%)から選択された1種以上の元素と、Cu:残部とからなる合金組成をなし、下記の(21)、(26)の条件を満足する。第3溶融固化処理用銅合金材は、上記の条件に加えて、更に、下記の(22)~(25)、(27)~(31)の条件を満足

するものであることが好ましい。

[0049] 第4溶融固化処理用銅合金材は、Zr:0.0005~0.05mass% (好ましくは0.003~0.039mass%、より好ましくは0.004~0.034mass%、更により好ましくは0.005~0.029mass%、最適には0.007~0.024mass%)と、P:0.01~0.35mass% (好ましくは0.02~0.19mass%、より好ましくは0.03~0.16mass%、最適には0.035~0.12mass%)と、Zn:0.01~38mass% (好ましくは5~37mass%、より好ましくは12~36mass%、最適には17~34mass%)と、Sn:0.01~15mass% (好ましくは0.1~12mass%、より好ましくは0.5~8mass%、最適には0.6~2mass%)、Si:0.01~5mass% (好ましくは0.05~4.8mass%、より好ましくは0.1~4.5mass%、最適には2.6~3.7mass%)及びAl:0.01~9mass% (好ましくは0.1~8.5mass%、より好ましくは0.2~3mass%)から選択された1種以上の元素と、Cu:残部とからなる合金組成をなし、下記の(21)、(26)の条件を満足する。第4溶融固化処理用銅合金材は、上記の条件に加えて、更に、下記の(22)~(25)、(27)~(31)の条件を満足するものであることが好ましい。

[0050] 第5溶融固化処理用銅合金材は、Zr:0.0005~0.05mass% (好ましくは0.003~0.039mass%、より好ましくは0.004~0.034mass%、更により好ましくは0.005~0.029mass%、最適には0.007~0.024mass%)と、P:0.01~0.35mass% (好ましくは0.02~0.19mass%、より好ましくは0.03~0.16mass%、最適には0.035~0.12mass%)と、Zn:0.01~38mass% (好ましくは5~37mass%、より好ましくは12~36mass%、最適には17~34mass%)と、Sb:0.02~0.15mass% (好ましくは0.03~0.12mass%)、As:0.02~0.15mass% (好ましくは0.03~0.12mass%)、Mg:0.001~0.2mass% (好ましくは0.002~0.1mass%)及びMn:0.01~4mass% (好ましくは0.05~4mass%、より好ましくは0.5~3mass%)から選択された1種以上の元素と、Cu:残部とからなる合金組成をなし、下記の(21)、(26)の条件を満足する。第5溶融固化処理用銅合金材は、上記の条件に加えて、更に、下記の(22)~(25)、(27)~(31)の条件を満足するものであることが好ましい。

[0051] 第6溶融固化処理用銅合金材は、Zr:0.0005~0.05mass% (好ましくは0.00

3~0.039mass%、より好ましくは0.004~0.034mass%、更により好ましくは0.005~0.029mass%、最適には0.007~0.024mass%)と、P:0.01~0.35mass%(好ましくは0.02~0.19mass%、より好ましくは0.03~0.16mass%、最適には0.035~0.12mass%)と、Sn:0.01~15mass%(好ましくは0.1~12mass%、より好ましくは0.5~8mass%、最適には0.6~2mass%)、Si:0.01~5mass%(好ましくは0.05~4.8mass%、より好ましくは0.1~4.5mass%、最適には2.6~3.7mass%)及びAl:0.01~9mass%(好ましくは0.1~8.5mass%、より好ましくは0.2~3mass%)から選択された1種以上の元素と、Sb:0.02~0.15mass%(好ましくは0.03~0.12mass%)、As:0.02~0.15mass%(好ましくは0.03~0.12mass%)、Mg:0.001~0.2mass%(好ましくは0.002~0.1mass%)及びMn:0.01~4mass%(好ましくは0.05~4mass%、より好ましくは0.5~3mass%)から選択された1種以上の元素と、Cu:残部とからなる合金組成をなし、下記の(21)、(26)の条件を満足する。第6溶融固化処理用銅合金材は、上記の条件に加えて、更に、下記の(22)~(25)、(27)~(31)の条件を満足するものであることが好ましい。

[0052] 第7溶融固化処理用銅合金材は、Zr:0.0005~0.05mass%(好ましくは0.003~0.039mass%、より好ましくは0.004~0.034mass%、更により好ましくは0.005~0.029mass%、最適には0.007~0.024mass%)と、P:0.01~0.35mass%(好ましくは0.02~0.19mass%、より好ましくは0.03~0.16mass%、最適には0.035~0.12mass%)と、Zn:0.01~38mass%(好ましくは5~37mass%、より好ましくは12~36mass%、最適には17~34mass%)と、Sn:0.01~15mass%(好ましくは0.1~12mass%、より好ましくは0.5~8mass%、最適には0.6~2mass%)、Si:0.01~5mass%(好ましくは0.05~4.8mass%、より好ましくは0.1~4.5mass%、最適には2.6~3.7mass%)及びAl:0.01~9mass%(好ましくは0.1~8.5mass%、より好ましくは0.2~3mass%)から選択された1種以上の元素と、Sb:0.02~0.15mass%(好ましくは0.03~0.12mass%)、As:0.02~0.15mass%(好ましくは0.03~0.12mass%)、Mg:0.001~0.2mass%(好ましくは0.002~0.1mass%)及びMn:0.01~4mass%(好ましくは0.05~4mas

s%、より好ましくは0.5~3mass%)から選択された1種以上の元素と、Cu:残部とからなる合金組成をなし、下記の(21)、(26)の条件を満足する。第7溶融固化処理用銅合金材は、上記の条件に加えて、更に、下記の(22)~(25)、(27)~(31)の条件を満足するものであることが好ましい。

[0053] 第8溶融固化処理用銅合金材は、Zr:0.0005~0.05mass%(好ましくは0.003~0.039mass%、より好ましくは0.004~0.034mass%、更により好ましくは0.005~0.029mass%、最適には0.007~0.024mass%)と、P:0.01~0.35mass%(好ましくは0.02~0.19mass%、より好ましくは0.03~0.16mass%、最適には0.035~0.12mass%)と、Zn:0.01~38mass%(好ましくは5~37mass%、より好ましくは12~36mass%、最適には17~34mass%)と、Pb:0.005~15mass%(好ましくは0.005~4mass%、より好ましくは0.005~1mass%、最適には0.01~0.2mass%)、Bi:0.005~15mass%(好ましくは0.005~3mass%、より好ましくは0.005~1mass%、最適には0.01~0.2mass%)、Se:0.01~2mass%(好ましくは0.03~0.5mass%、より好ましくは0.05~0.3mass%)及びTe:0.03~1.5mass%(好ましくは0.05~0.5mass%、より好ましくは0.05~0.3mass%)から選択された1種以上の元素と、Cu:残部とからなる合金組成をなし、下記の(21)、(26)の条件を満足する。第8溶融固化処理用銅合金材は、上記の条件に加えて、更に、下記の(22)~(25)、(27)~(31)の条件を満足するものであることが好ましい。

[0054] 第9溶融固化処理用銅合金材は、Zr:0.0005~0.05mass%(好ましくは0.003~0.039mass%、より好ましくは0.004~0.034mass%、更により好ましくは0.005~0.029mass%、最適には0.007~0.024mass%)と、P:0.01~0.35mass%(好ましくは0.02~0.19mass%、より好ましくは0.03~0.16mass%、最適には0.035~0.12mass%)と、Sn:0.01~15mass%(好ましくは0.1~12mass%、より好ましくは0.5~8mass%、最適には0.6~2mass%)、Si:0.01~5mass%(好ましくは0.05~4.8mass%、より好ましくは0.1~4.5mass%、最適には2.6~3.7mass%)及びAl:0.01~9mass%(好ましくは0.1~8.5mass%、より好ましくは0.2~3mass%)から選択された1種以上の元素と、Pb:0.005~15mass

% (好ましくは0.005~4mass%、より好ましくは0.005~1mass%、最適には0.01~0.2mass%)、Bi:0.005~15mass% (好ましくは0.005~3mass%、より好ましくは0.005~1mass%、最適には0.01~0.2mass%)、Se:0.01~2mass% (好ましくは0.03~0.5mass%、より好ましくは0.05~0.3mass%) 及びTe:0.03~1.5mass% (好ましくは0.05~0.5mass%、より好ましくは0.05~0.3mass%) から選択された1種以上の元素と、Cu:残部とからなる合金組成をなし、下記の(21)、(26)の条件を満足する。第9溶融固化処理用銅合金材は、上記の条件に加えて、更に、下記の(22)~(25)、(27)~(31)の条件を満足するものであることが好ましい。

[0055] 第10溶融固化処理用銅合金材は、Zr:0.0005~0.05mass% (好ましくは0.003~0.039mass%、より好ましくは0.004~0.034mass%、更により好ましくは0.005~0.029mass%、最適には0.007~0.024mass%)と、P:0.01~0.35mass% (好ましくは0.02~0.19mass%、より好ましくは0.03~0.16mass%、最適には0.035~0.12mass%)と、Zn:0.01~38mass% (好ましくは5~37mass%、より好ましくは12~36mass%、最適には17~34mass%)と、Sn:0.01~15mass% (好ましくは0.1~12mass%、より好ましくは0.5~8mass%、最適には0.6~2mass%)、Si:0.01~5mass% (好ましくは0.05~4.8mass%、より好ましくは0.1~4.5mass%、最適には2.6~3.7mass%) 及びAl:0.01~9mass% (好ましくは0.1~8.5mass%、より好ましくは0.2~3mass%) から選択された1種以上の元素と、Pb:0.005~15mass% (好ましくは0.005~4mass%、より好ましくは0.005~1mass%、最適には0.01~0.2mass%)、Bi:0.005~15mass% (好ましくは0.005~3mass%、より好ましくは0.005~1mass%、最適には0.01~0.2mass%)、Se:0.01~2mass% (好ましくは0.03~0.5mass%、より好ましくは0.05~0.3mass%) 及びTe:0.03~1.5mass% (好ましくは0.05~0.5mass%、より好ましくは0.05~0.3mass%) から選択された1種以上の元素と、Cu:残部とからなる合金組成をなし、下記の(21)、(26)の条件を満足する。第10溶融固化処理用銅合金材は、上記の条件に加えて、更に、下記の(22)~(25)、(27)~(31)の条件を満足するものであることが好ましい。

[0056] 第11溶融固化処理用銅合金材は、Zr:0.0005~0.05mass% (好ましくは0.003~0.039mass%、より好ましくは0.004~0.034mass%、更により好ましくは0.005~0.029mass%、最適には0.007~0.024mass%)と、P:0.01~0.35mass% (好ましくは0.02~0.19mass%、より好ましくは0.03~0.16mass%、最適には0.035~0.12mass%)と、Zn:0.01~38mass% (好ましくは5~37mass%、より好ましくは12~36mass%、最適には17~34mass%)と、Sb:0.02~0.15mass% (好ましくは0.03~0.12mass%)、As:0.02~0.15mass% (好ましくは0.03~0.12mass%)、Mg:0.001~0.2mass% (好ましくは0.002~0.1mass%)及びMn:0.01~4mass% (好ましくは0.05~4mass%、より好ましくは0.5~3mass%)から選択された1種以上の元素と、Pb:0.005~15mass% (好ましくは0.005~4mass%、より好ましくは0.005~1mass%、最適には0.01~0.2mass%)、Bi:0.005~15mass% (好ましくは0.005~3mass%、より好ましくは0.005~1mass%、最適には0.01~0.2mass%)、Se:0.01~2mass% (好ましくは0.03~0.5mass%、より好ましくは0.05~0.3mass%)及びTe:0.03~1.5mass% (好ましくは0.05~0.5mass%、より好ましくは0.05~0.3mass%)から選択された1種以上の元素と、Cu:残部とからなる合金組成をなし、下記の(21)、(26)の条件を満足する。第11溶融固化処理用銅合金材は、上記の条件に加えて、更に、下記の(22)~(25)、(27)~(31)の条件を満足するものであることが好ましい。

[0057] 第12溶融固化処理用銅合金材は、Zr:0.0005~0.05mass% (好ましくは0.003~0.039mass%、より好ましくは0.004~0.034mass%、更により好ましくは0.005~0.029mass%、最適には0.007~0.024mass%)と、P:0.01~0.35mass% (好ましくは0.02~0.19mass%、より好ましくは0.03~0.16mass%、最適には0.035~0.12mass%)と、Sn:0.01~15mass% (好ましくは0.1~12mass%、より好ましくは0.5~8mass%、最適には0.6~2mass%)、Si:0.01~5mass% (好ましくは0.05~4.8mass%、より好ましくは0.1~4.5mass%、最適には2.6~3.7mass%)及びAl:0.01~9mass% (好ましくは0.1~8.5mass%、より好ましくは0.2~3mass%)から選択された1種以上の元素と、Sb:0.02~0.15mass% (好ましくは0.03~0.12mass%)、As:0.02~0.15mass% (好ましく

は0.03~0.12mass%)、Mg:0.001~0.2mass%(好ましくは0.002~0.1mass%)及びMn:0.01~4mass%(好ましくは0.05~4mass%、より好ましくは0.5~3mass%)から選択された1種以上の元素と、Pb:0.005~15mass%(好ましくは0.005~4mass%、より好ましくは0.005~1mass%、最適には0.01~0.2mass%)、Bi:0.005~15mass%(好ましくは0.005~3mass%、より好ましくは0.005~1mass%、最適には0.01~0.2mass%)、Se:0.01~2mass%(好ましくは0.03~0.5mass%、より好ましくは0.05~0.3mass%)及びTe:0.03~1.5mass%(好ましくは0.05~0.5mass%、より好ましくは0.05~0.3mass%)から選択された1種以上の元素と、Cu:残部とからなる合金組成をなし、下記の(21)、(26)の条件を満足する。第12溶融固化処理用銅合金材は、上記の条件に加えて、更に、下記の(22)~(25)、(27)~(31)の条件を満足するものであることが好ましい。

[0058] 第13溶融固化処理用銅合金材は、Zr:0.0005~0.05mass%(好ましくは0.003~0.039mass%、より好ましくは0.004~0.034mass%、更により好ましくは0.005~0.029mass%、最適には0.007~0.024mass%)と、P:0.01~0.35mass%(好ましくは0.02~0.19mass%、より好ましくは0.03~0.16mass%、最適には0.035~0.12mass%)と、Zn:0.01~38mass%(好ましくは5~37mass%、より好ましくは12~36mass%、最適には17~34mass%)と、Sn:0.01~15mass%(好ましくは0.1~12mass%、より好ましくは0.5~8mass%、最適には0.6~2mass%)、Si:0.01~5mass%(好ましくは0.05~4.8mass%、より好ましくは0.1~4.5mass%、最適には2.6~3.7mass%)及びAl:0.01~9mass%(好ましくは0.1~8.5mass%、より好ましくは0.2~3mass%)から選択された1種以上の元素と、Sb:0.02~0.15mass%(好ましくは0.03~0.12mass%)、As:0.02~0.15mass%(好ましくは0.03~0.12mass%)、Mg:0.001~0.2mass%(好ましくは0.002~0.1mass%)及びMn:0.01~4mass%(好ましくは0.05~4mass%、より好ましくは0.5~3mass%)から選択された1種以上の元素と、Pb:0.005~15mass%(好ましくは0.005~4mass%、より好ましくは0.005~1mass%、最適には0.01~0.2mass%)、Bi:0.005~15mass%(好ましくは0.005~3mass%、より好ましくは0.005~1mass%、最適には0.01~0.2mass%)、Se:0

. 01~2mass% (好ましくは0. 03~0. 5mass%、より好ましくは0. 05~0. 3mass%)及びTe:0. 03~1. 5mass% (好ましくは0. 05~0. 5mass%、より好ましくは0. 05~0. 3mass%)から選択された1種以上の元素と、Cu:残部とからなる合金組成をなし、下記の(21), (26)の条件を満足する。第13溶融固化処理用銅合金材は、上記の条件に加えて、更に、下記の(22)~(25), (27)~(31)の条件を満足するものであることが好ましい。

[0059] 第14溶融固化処理用銅合金材は、Zr:0. 0005~0. 05mass% (好ましくは0. 003~0. 039mass%、より好ましくは0. 004~0. 034mass%、更により好ましくは0. 005~0. 029mass%、最適には0. 007~0. 024mass%)と、P:0. 01~0. 35mass% (好ましくは0. 02~0. 19mass%、より好ましくは0. 03~0. 16mass%、最適には0. 035~0. 12mass%)と、Sn:0. 01~15mass% (好ましくは0. 1~12mass%、より好ましくは0. 5~8mass%、最適には0. 6~2mass%)、Si:0. 01~5mass% (好ましくは0. 05~4. 8mass%、より好ましくは0. 1~4. 5mass%、最適には2. 6~3. 7mass%)及びAl:0. 01~9mass% (好ましくは0. 1~8. 5mass%、より好ましくは0. 2~3mass%)から選択された1種以上の元素と、Co:0. 005~0. 3mass% (好ましくは0. 01~0. 05mass%)、Cr:0. 005~0. 3mass% (好ましくは0. 01~0. 05mass%)、C:0. 00005~0. 02mass% (好ましくは0. 0001~0. 01mass%)、Ti:0. 005~0. 3mass% (好ましくは0. 01~0. 05mass%)、B:0. 0002~0. 05mass% (好ましくは0. 0005~0. 01mass%)及び希土類元素:0. 01~0. 5mass% (好ましくは0. 05~0. 2mass%)から選択された1種以上の元素と、Cu:残部とからなる合金組成をなし、下記の(21), (26)の条件を満足する。第14溶融固化処理用銅合金材は、上記の条件に加えて、更に、下記の(22)~(25), (27)~(31)の条件を満足するものであることが好ましい。

[0060] 第15溶融固化処理用銅合金材は、Zr:0. 0005~0. 05mass% (好ましくは0. 003~0. 039mass%、より好ましくは0. 004~0. 034mass%、更により好ましくは0. 005~0. 029mass%、最適には0. 007~0. 024mass%)と、P:0. 01~0. 35mass% (好ましくは0. 02~0. 19mass%、より好ましくは0. 03~0. 16mass%、最適には0. 035~0. 12mass%)と、Zn:0. 01~38mass% (好ましくは5~37mass

%、より好ましくは12~36mass%、最適には17~34mass%)と、Sn:0.01~15mass% (好ましくは0.1~12mass%、より好ましくは0.5~8mass%、最適には0.6~2mass%)、Si:0.01~5mass% (好ましくは0.05~4.8mass%、より好ましくは0.1~4.5mass%、最適には2.6~3.7mass%)及びAl:0.01~9mass% (好ましくは0.1~8.5mass%、より好ましくは0.2~3mass%)から選択された1種以上の元素と、Co:0.005~0.3mass% (好ましくは0.01~0.05mass%)、Cr:0.005~0.3mass% (好ましくは0.01~0.05mass%)、C:0.00005~0.02mass% (好ましくは0.0001~0.01mass%)、Ti:0.005~0.3mass% (好ましくは0.01~0.05mass%)、B:0.0002~0.05mass% (好ましくは0.0005~0.01mass%)及び希土類元素:0.01~0.5mass% (好ましくは0.05~0.2mass%)から選択された1種以上の元素と、Cu:残部とからなる合金組成をなし、下記の(21)、(26)の条件を満足する。第15溶融固化処理用銅合金材は、上記の条件に加えて、更に、下記の(22)~(25)、(27)~(31)の条件を満足するものであることが好ましい。

[0061] 第16溶融固化処理用銅合金材は、Zr:0.0005~0.05mass% (好ましくは0.003~0.039mass%、より好ましくは0.004~0.034mass%、更により好ましくは0.005~0.029mass%、最適には0.007~0.024mass%)と、P:0.01~0.35mass% (好ましくは0.02~0.19mass%、より好ましくは0.03~0.16mass%、最適には0.035~0.12mass%)と、Zn:0.01~38mass% (好ましくは5~37mass%、より好ましくは12~36mass%、最適には17~34mass%)と、Sb:0.02~0.15mass% (好ましくは0.03~0.12mass%)、As:0.02~0.15mass% (好ましくは0.03~0.12mass%)、Mg:0.001~0.2mass% (好ましくは0.002~0.1mass%)及びMn:0.01~4mass% (好ましくは0.05~4mass%、より好ましくは0.5~3mass%)から選択された1種以上の元素と、Co:0.005~0.3mass% (好ましくは0.01~0.05mass%)、Cr:0.005~0.3mass% (好ましくは0.01~0.05mass%)、C:0.00005~0.02mass% (好ましくは0.0001~0.01mass%)、Ti:0.005~0.3mass% (好ましくは0.01~0.05mass%)、B:0.0002~0.05mass% (好ましくは0.0005~0.01mass%)及び希土類元素:0.01~0.5mass% (好ましくは0.05~0.2mass%)から選択された1種以上の元素と、Cu:残部とからなる

合金組成をなし、下記の(21)、(26)の条件を満足する。第16溶融固化処理用銅合金材は、上記の条件に加えて、更に、下記の(22)～(25)、(27)～(31)の条件を満足するものであることが好ましい。

[0062] 第17溶融固化処理用銅合金材は、Zr:0.0005～0.05mass% (好ましくは0.003～0.039mass%、より好ましくは0.004～0.034mass%、更により好ましくは0.005～0.029mass%、最適には0.007～0.024mass%)と、P:0.01～0.35mass% (好ましくは0.02～0.19mass%、より好ましくは0.03～0.16mass%、最適には0.035～0.12mass%)と、Sn:0.01～15mass% (好ましくは0.1～12mass%、より好ましくは0.5～8mass%、最適には0.6～2mass%)、Si:0.01～5mass% (好ましくは0.05～4.8mass%、より好ましくは0.1～4.5mass%、最適には2.6～3.7mass%)及びAl:0.01～9mass% (好ましくは0.1～8.5mass%、より好ましくは0.2～3mass%)から選択された1種以上の元素と、Sb:0.02～0.15mass% (好ましくは0.03～0.12mass%)、As:0.02～0.15mass% (好ましくは0.03～0.12mass%)、Mg:0.001～0.2mass% (好ましくは0.002～0.1mass%)及びMn:0.01～4mass% (好ましくは0.05～4mass%、より好ましくは0.5～3mass%)から選択された1種以上の元素と、Co:0.005～0.3mass% (好ましくは0.01～0.05mass%)、Cr:0.005～0.3mass% (好ましくは0.01～0.05mass%)、C:0.00005～0.02mass% (好ましくは0.0001～0.01mass%)、Ti:0.005～0.3mass% (好ましくは0.01～0.05mass%)、B:0.0002～0.05mass% (好ましくは0.0005～0.01mass%)及び希土類元素:0.01～0.5mass% (好ましくは0.05～0.2mass%)から選択された1種以上の元素と、Cu:残部とからなる合金組成をなし、下記の(21)、(26)の条件を満足する。第17溶融固化処理用銅合金材は、上記の条件に加えて、更に、下記の(22)～(25)、(27)～(31)の条件を満足するものであることが好ましい。

[0063] 第18溶融固化処理用銅合金材は、Zr:0.0005～0.05mass% (好ましくは0.003～0.039mass%、より好ましくは0.004～0.034mass%、更により好ましくは0.005～0.029mass%、最適には0.007～0.024mass%)と、P:0.01～0.35mass% (好ましくは0.02～0.19mass%、より好ましくは0.03～0.16mass%、最

適には0.035~0.12mass%)と、Zn:0.01~38mass%(好ましくは5~37mass%、より好ましくは12~36mass%、最適には17~34mass%)と、Sn:0.01~15mass%(好ましくは0.1~12mass%、より好ましくは0.5~8mass%、最適には0.6~2mass%)、Si:0.01~5mass%(好ましくは0.05~4.8mass%、より好ましくは0.1~4.5mass%、最適には2.6~3.7mass%)及びAl:0.01~9mass%(好ましくは0.1~8.5mass%、より好ましくは0.2~3mass%)から選択された1種以上の元素と、Sb:0.02~0.15mass%(好ましくは0.03~0.12mass%)、As:0.02~0.15mass%(好ましくは0.03~0.12mass%)、Mg:0.001~0.2mass%(好ましくは0.002~0.1mass%)及びMn:0.01~4mass%(好ましくは0.05~4mass%、より好ましくは0.5~3mass%)から選択された1種以上の元素と、Co:0.005~0.3mass%(好ましくは0.01~0.05mass%)、Cr:0.005~0.3mass%(好ましくは0.01~0.05mass%)、C:0.00005~0.02mass%(好ましくは0.0001~0.01mass%)、Ti:0.005~0.3mass%(好ましくは0.01~0.05mass%)、B:0.0002~0.05mass%(好ましくは0.0005~0.01mass%)及び希土類元素:0.01~0.5mass%(好ましくは0.05~0.2mass%)から選択された1種以上の元素と、Cu:残部とからなる合金組成をなし、下記の(21)、(26)の条件を満足する。第18溶融固化処理用銅合金材は、上記の条件に加えて、更に、下記の(22)~(25)、(27)~(31)の条件を満足するものであることが好ましい。

- [0064] (21) $f1 = [P] / [Zr] = 0.3 \sim 200$ (好ましくは $f1 = 0.5 \sim 65$ 、より好ましくは $f1 = 0.8 \sim 35$ 、より好ましくは $f1 = 1.2 \sim 20$ 、最適には $f1 = 1.6 \sim 14$) の関係を満足する合金組成をなすこと。
- [0065] (22) $f2 = [Cu] - 3[P] - 3.5[Si] - 0.5[Sn] - 1.8[Al] - 0.5([Sb] + [As] + [Mg]) + [Mn] + 0.5([Pb] + [Bi] + [Se] + [Te]) = 60 \sim 97$ (好ましくは $f2 = 61 \sim 90$ 、より好ましくは $f2 = 62 \sim 76$ 、更により好ましくは $f2 = 63 \sim 69$ 、最適には $f2 = 64 \sim 67.5$) の関係を満足する合金組成をなすこと。なお、 $f2$ において、含有しない元素aについては $[a] = 0$ とする。
- [0066] (23) $f3 = [Zn] + 3[Sn] + 5[Si] + 3[Al] = 10 \sim 45$ (好ましくは $f3 = 16 \sim 42$ 、より好ましくは $f3 = 22 \sim 40$ 、最適には $f3 = 28 \sim 38$) の関係を満足する合金組成をなす

こと。なお、f3において、含有しない元素aについては $[a]=0$ とする。

[0067] (24) $f4 = ([Zn] + 3[Sn] + 5[Si] + 3[Al]) / [Zr] = 300 \sim 35000$ (好ましくは $f4 = 600 \sim 14000$ 、より好ましくは $f4 = 1000 \sim 9000$) の関係を満足する合金組成をなすこと。なお、f4において、含有しない元素aについては $[a]=0$ とする。

[0068] (25) $f5 = ([Zn] + 3[Sn] + 5[Si] + 3[Al]) / [P] = 60 \sim 3000$ (好ましくは $f5 = 120 \sim 1600$ 、より好ましくは $f5 = 200 \sim 1100$) の関係を満足する合金組成をなすこと。なお、f5において、含有しない元素aについては $[a]=0$ とする。

[0069] (26) 溶融固化後におけるマクロ組織での平均結晶粒径が $300 \mu m$ 以下 (好ましくは $100 \mu m$ 以下、より好ましくは $50 \mu m$ 以下、更により好ましくは $30 \mu m$ 以下、最適には $20 \mu m$ 以下) である結晶構造をなすものであること。なお、この(26)の条件及び前記(6)の条件における「溶融固化後におけるマクロ組織での平均結晶粒径」とは、鑄造(金型鑄造、砂型鑄造、横型連続鑄造、アップワード(アップキャスト)、半溶融鑄造、半溶融鍛造、溶融鍛造等の従来公知の各種鑄造法による鑄造を含む)又は溶融固化処理(溶接、肉盛溶接、溶射、溶断)された後であって塑性加工(押出、圧延等)や熱処理(焼鈍等)が一切施されていない状態におけるマクロ組織の結晶粒径の平均値をいう。

[0070] (27) 溶融固化時の初晶が α 相であること。

[0071] (28) 溶融固化後の常温状態において、 α 相と β 相、 κ 相、 γ 相及び δ 相の少なくとも1つの相とを含む金属組織をなすものであること。

[0072] (29) 上記(28)の金属組織においては、 β 相の含有量(面積率)が10%以下(好ましくは5%以下、より好ましくは2%以下、更により好ましくは1%以下、最適には0%(β 相を含有しない))であること。

[0073] (30) デンドライト・ネットワークが分断された結晶構造であって、結晶粒又は α 相結晶粒がその二次元形態において円形状、円に近い非円形状、楕円形状、十字形状、針状形状又は多角形状をなす結晶構造のものであること。

[0074] (31) 酸化物及び/又は硫化物の形態をなさないZrが、 $[P] / [Zr] = 0.5 \sim 150$ (好ましくは $1 \sim 50$ 、より好ましくは $1.8 \sim 30$ 、最適には $3 \sim 18$) を満足することを条件として、 $0.0005 \sim 0.039 \text{mass\%}$ (好ましくは $0.003 \sim 0.029 \text{mass\%}$ 、より好まし

くは0.004~0.024mass%、最適には0.005~0.019mass%)含有されていること。

[0075] 而して、第1~第18溶融固化処理物の溶融固化処理部分又は第1~第18溶融固化処理用銅合金材にあつて、Cuは当該処理部分又は当該合金材の合金組成を構成する主元素であり、その含有量が多くなると、 α 相を容易に得ることができ、耐蝕性(耐脱亜鉛腐食性、耐応力腐食割れ性)及び機械的特性を向上させることができるが、過剰含有は結晶粒の微細化を妨げることになる。したがって、他の含有元素の含有量との関係を考慮して、Cuの含有量は残部とした。特に、結晶粒の微細化を図るためには、他の含有元素との関係を重視することが好ましく、(2)又は(22)の条件を満足することが好ましい。すなわち、Cu及びその他の構成元素の含有量相互に、 $F2 = f2 = [Cu] - 3[P] - 3.5[Si] - 0.5[Sn] - 1.8[Al] - 0.5([Sb] + [As] + [Mg]) + [Mn] + 0.5([Pb] + [Bi] + [Se] + [Te]) = 60 \sim 97$ の関係が成立することが好ましい。F2, f2の下限值は初晶が α 相であるか否かに関わる値でもあり、F2, f2の上限値は、包晶反応に関わる値でもある。これらの点を考慮すれば、F2, f2の値は、61~90であることが好ましく、62~76であることがより好ましく、63~69であることが更により好ましく、64~67.5であることが最適である。

[0076] 第1~第18溶融固化処理物の溶融固化処理部分又は第1~第18溶融固化処理用銅合金材にあつて、Zr及びPは、銅合金結晶粒の微細化、特に溶融固化時の結晶粒の微細化を図ることを目的として共添されるものである。すなわち、Zr及びPは、単独では、他の一般的な含有元素と同様、銅合金結晶粒の微細化を僅かに図ることができるにすぎないが、共存状態で極めて有効な結晶粒の微細化機能を発揮するものである。

[0077] このような結晶粒の微細化機能は、溶融固化処理部分におけるZr含有量が0.0005mass%以上で発揮され、0.002mass%以上で顕著に発揮され、0.003mass%以上でより顕著に発揮され、0.004mass%以上で更により顕著に発揮され、0.006mass%以上で極めて顕著に発揮されることになる。一方、溶融固化処理用銅合金材にあつては、溶融固化処理部分と同様に、Zr含有量を0.0005mass%以上としておく必要があるが、溶融固化処理時におけるZr量のロス分(大気との接触による

酸化ロス分)を考慮すると、0.003mass%以上としておくことが好ましく、0.004mass%以上としておくことがより好ましく、0.005mass%以上としておくことが更に好ましく、0.007mass%以上としておくのが最適である。一方、P含有量については、溶融固化処理部分及び溶融固化処理用銅合金材の何れにおいても、結晶粒の微細化機能を発揮させるためには、0.01mass%以上としておく必要があり、0.02mass%以上としておくことが好ましく、0.03mass%以上としておくことがより好ましく、0.035mass%以上としておくのが最適である。

- [0078] 一方、Zr含有量が0.05mass%に達し、またP含有量が0.35mass%に達すると、他の構成元素の種類、含有量に拘わらず、Zr及びPの共添による結晶粒の微細化機能は完全に飽和することになり、寧ろ微細化機能が損なわれる虞れがある。したがって、かかる機能を効果的に発揮させるに必要なZr及びPの含有量は、Zrについては0.05mass%以下であり、Pについては0.35mass%以下であることが必要である。なお、Zr及びPは、それらの含有量が上記した範囲で設定される微量であれば、他の構成元素によって発揮される合金特性を阻害することがなく、また例えば偏析し易い元素であるSnを多量に添加した場合にも、結晶粒の微細化により、偏析するSn濃度の高い部分を連続したものでなくマトリックス内に均一に分布させることができる。同時に、Pb、Bi等の未固溶の切削性改善元素についても、それらが最大限活用できる状態(微細で均一な粒径をなし且つマトリックスに均一に分布、分散する状態)とさせることができ、更にはマトリックスの α 相に析出する第2相(κ 相、 γ 相、 δ 相、 β 相)を微細且つ均一に分散、分布させることができる。その結果、鑄造割れを防止でき、ざく巣、引け巣、ブローホール、マイクロポロシティの少ない健全な溶融固化処理部分及び溶融固化処理用銅合金材の鑄造物を得ることができ、更に溶融固化処理用銅合金材にあつては鑄造後に行う冷間抽伸や冷間伸線の加工性能を向上させることができ、当該合金の特性(特に耐蝕性、被削性、耐衝撃性、靱性等)を更に向上させることができる。なお、Zrは酸素との親和力が極めて強いものであるため、溶接等のように大気中での溶融固化処理を行なう場合や溶融固化処理用銅合金材の製造(鑄造工程)においてスクラップ材を原料として使用する場合には、Zrの酸化物、硫化物となり易く、Zrを過剰に含有すると、溶湯の粘性が高められて、溶融固化処理

中や鑄造中に酸化物、硫化物の巻き込み等による鑄造欠陥を生じ、ブローホールやマイクロポロシティーが発生し易くなる。

[0079] かかる点を考慮して、第1～第18溶融固化処理物の溶融固化処理部分におけるZr含有量は、0.0005～0.05mass%であることが必要であり、好ましくは0.002～0.039mass%であり、より好ましくは0.003～0.029mass%であり、更により好ましくは0.004～0.024mass%、最適には0.006～0.019mass%)である。一方、第1～第18溶融固化処理用銅合金材にあつては、Zr含有量を0.0005～0.05mass%としておく必要があり、0.003～0.039mass%としておくことが好ましく、0.004～0.034mass%としておくことがより好ましく、0.005～0.029mass%としておくことが更により好ましく、0.007～0.024mass%としておくのが最適である。特に、Zrが酸化物及び／又は硫化物の形態をなさない状態で考えた場合、(11)、(31)の条件を満足することが好ましい。すなわち、第1～第18溶融固化処理物の溶融固化処理部分においては、酸化物及び／又は硫化物の形態をなさないZrが、 $[P]/[Zr]=0.5\sim 150$ (好ましくは1～50、より好ましくは1.8～30、最適には3～18)を満足することを条件として、0.0005～0.039mass%(好ましくは0.002～0.029mass%、より好ましくは0.003～0.019mass%、最適には0.004～0.015mass%)含有されていることが好ましい。また、第1～第18溶融固化処理用銅合金材にあつては、酸化物及び／又は硫化物の形態をなさないZrが、 $[P]/[Zr]=0.5\sim 150$ (好ましくは1～50、より好ましくは1.8～30、最適には3～18)を満足することを条件として、0.0005～0.039mass%(好ましくは0.003～0.029mass%、より好ましくは0.004～0.024mass%、最適には0.005～0.019mass%)含有されていることが好ましい。

[0080] また、Pは、上述した如くZrとの共添により結晶粒の微細化機能を発揮させるために含有されるものであるが、耐蝕性、鑄造性等にも影響を与えるものである。したがって、Zrとの共添による結晶粒の微細化機能に加えて、P含有量範囲の下限側は耐蝕性、鑄造性等に与える影響を、またその上限側は延性等に与える影響を、夫々考慮すると、P含有量については、溶融固化処理部分及び溶融固化処理用銅合金材の何れにおいても、0.01～0.35mass%としておくことが必要であり、0.02～0.19ma

ss%としておくことが好ましく、0.03~0.16mass%としておくことがより好ましく、0.035~0.12mass%としておくのが最適である。

[0081] 而して、Zr, Pの共添による結晶粒の微細化効果は、Zr, Pの含有量を上記した範囲で個々に決定するのみでは発揮されず、これらの含有量相互において(1), (21)の条件を満足することが必要である。結晶粒の微細化は、融液から晶出する初晶の α 相の核生成速度が、デンドライト結晶の成長速度を遥かに上回ることによって達成されるが、かかる現象を発生させるには、Zr, Pの含有量を個々に決定するのみでは不十分であり、その共添割合($F1=f1=[P]/[Zr]$)を考慮する必要がある。Zr, Pの含有量を適正な範囲において適正な含有割合となるように決定しておくことにより、Zr, Pの共添機能ないし相互作用によって初晶 α 相の結晶生成を著しく促進させることができ、その結果、当該 α 相の核生成がデンドライト結晶の成長を遥かに上回ることになるのである。Zr, Pの含有量が適正範囲にあり且つそれらの配合比率($[P]/[Zr]$)が量論的である場合、数十ppm程度の微量なZr含有により、 α 相の結晶中に、Zr, Pの金属間化合物(例えば ZrP , ZrP_{1-x})を生成することがあり、当該 α 相の核生成速度は、 $[P]/[Zr]$ の値 $F1, f1$ が0.3~200となることにより高められ、その程度は、溶融固化処理部分にあつては、 $F1=0.6\sim 80$ となることにより更に高められ、 $F1=1\sim 40$ となることにより著しく高められ、 $F1=1.4\sim 25$ となることにより更に著しく高められ、 $F1=2\sim 18$ となることにより飛躍的に高められることになり、また溶融固化処理用銅合金材にあつては、 $f1=0.5\sim 65$ となることにより更に高められ、 $f1=0.8\sim 35$ となることにより著しく高められ、 $f1=1.2\sim 20$ となることにより更に著しく高められ、 $f1=1.6\sim 14$ となることにより飛躍的に高められることになり、このように、ZrとPとの共添割合 $F1, f1$ は結晶粒の微細化を図る上で重要な要素であり、 $F1, f1$ が上記した範囲にあれば、溶融固化時の結晶核生成が結晶成長を大きく上回るようになる。さらに、結晶粒が微細化されるためには、Zr, PとZn, Sn, Si, Alとの共添量割合 $F3\sim F5, f3\sim f5$ も重要であり、第2~第18溶融固化処理物の溶融固化部分及び第2~第18溶融固化処理用銅合金材にあつては、それらの共添割合について(3)~(5), (23)~(25)の条件を満足することが好ましい。

[0082] 而して、溶融固化が進行し、固相の割合が増してくると、結晶成長が頻繁に行われ

始め、一部で結晶粒の合体も生じ始め、通例、 α 相結晶粒は大きくなっていく。ここで、溶融物が固化する過程において包晶反応が生じると、固化されずに残っている融液と固相 α 相とが固液反応し、固相の α 相を食いながら β 相が生成する。その結果として、 α 相が β 相に包み込まれて、 α 相の結晶粒自体の大きさもより小さくなっていき且つその形状も角の取れた楕円形状になっていく。固相がこのような微細で楕円形状になれば、ガスも抜け易くなり、固化するときの凝固収縮に伴う割れに対する耐性を持ち、引けも滑らかに生じて、常温での強度、耐蝕性等の諸特性にも好影響をもたらす。当然、固相が微細な楕円形状であれば、溶融固化処理時における溶接材料の溶融流動性がよく、溶接等の溶融固化処理が良好に行なわれ、良質の溶融固化処理部分を得ることができる。また、溶融固化処理用銅合金材、特に、被溶接材にあつては、固相が微細な楕円形状であれば、流動性がよく半溶融凝固法による製造も良好に行なうことができ、凝固の最終段階で微細な楕円形状の固相と融液とが残っておれば、複雑な形状や狭い間隔での接合であっても、隅々まで固相と融液とが十分に供給され、形状の優れた鋳物製品を得ることができる。

[0083] ところで、包晶反応に与るかどうかは、実用上平衡状態とは異なり一般的には平衡状態より広い組成で生じる。ここで、F2, F3, f2, f3が重要な役割を果たし、F2, f2の上限値(F3, f3の下限値)が、主として、溶融固化後の結晶粒の大きさと包晶反応とに与える尺度に関わる。F2, f2の下限値(F3, f3の上限値)は、主として、溶融固化後の結晶の大きさと初晶が α 相であるかどうかの境界値とに関わるものである。F2, F3, f2, f3が(2), (3), (22), (23)の好ましい範囲、より好ましい範囲、最適な範囲となるに従って、初晶 α 相の量が増え、非平衡反応で生じる包晶反応がより活発に生じ、結果として常温で得られる結晶粒はより小さくなっていく。なお、かかるメカニズムにおいて、F4, F5, f4, f5も、これらがF3, f3とZr, Pとの関係を表したものであるからして、重要な要素となることは言うまでもない。また、第1～第18溶融固化処理物の溶融固化処理部分及び第1～第18溶融固化処理用銅合金材の何れにあつても、微細化を促進させるためには、積層欠陥エネルギーが低いこと及び包晶反応が生じることが望ましく、(6)～(10), (26)～(30)の条件(第1溶融固化処理物の溶融固化処理部分及び第1溶融固化処理用銅合金材にあつては(6), (7), (10)(26), (

27), (30)の条件)を満足することが好ましい。

[0084] また、第1～第18溶融固化処理用銅合金材を製造する場合にあって、その鑄造工程においては、上記した一連の溶融固化現象は、当然、冷却速度に依存する。すなわち、冷却速度が 10^5 °C/秒以上のオーダーの急冷では、結晶の核生成を行うには、その時間がないので結晶粒が微細化されない虞れがあり、逆に、 10^{-3} °C/秒以下のオーダーのゆっくりした冷却速度では、結晶成長或いは結晶粒の合体が促進されるため、結晶粒は微細化されない虞れがある。また、平衡状態に近づくので、包晶反応に与る組成範囲も小さくなる。より好ましくは、溶融固化段階での冷却速度が 10^{-2} ～ 10^4 °C/秒の範囲となることであり、最も望ましくは 10^{-1} ～ 10^3 °C/秒の範囲となることである。このような冷却速度の範囲のなかでも、より上限に近い冷却速度となる程、結晶粒が微細化される組成領域が広がり、結晶粒はより微細化されることになる。また、溶接等の溶融固化処理にあっては、溶融固化処理部分の冷却速度は速く、上記鑄造工程と同様に、結晶粒の微細化がより効果的に行なわれることになる。

[0085] 第3、第4、第6、第7、第9、第10、第12～第15、第17及び第18溶融固化処理物の溶融固化処理部分又は第3、第4、第6、第7、第9、第10、第12～第15、第17及び第18溶融固化処理用銅合金材にあって、Sn, Si, Alは結晶粒の微細化を促進させるものであり、これらが含有されることによって、溶融固化後の常温状態において結晶粒が極めて微細化させておくこと(例えば、 $10\ \mu\text{m}$ 以下)が可能となる(溶融固化時においては固相の結晶粒が更に微細化される)。

[0086] Snは、単独では微細化効果に与える影響は少ないが、Zr及びPの存在下では顕著な微細化機能を発揮する。Snは機械的性質(強度等)、耐蝕性、耐エロージョン・コロージョン性、耐摩耗性を向上させるものであり、更に、デンドライトアームを分断させ、包晶反応を生じさせるCu又はZnの組成領域を広げてより効果的な包晶反応を遂行させる機能を有し、合金の積層欠陥エネルギーを減少させ、その結果、結晶粒の粒状化及び微細化をより効果的に実現させるものであるが、これらの機能はZr及びPの存在下で特に顕著に発揮される。また、Sn含有によって生成する δ 相、 γ 相は溶融固化後における結晶粒の成長を抑制し、結晶粒の微細化に寄与する。 δ 相、 γ 相

はSn濃度が高い部分に変化したものであるが、溶融固化段階でSn濃度の高い部分は均一且つ微細に分散しているので、生成する δ 相、 γ 相も微細に分散し、固化後の高温域での α 結晶粒の粒成長を抑制する。さらに δ 相、 γ 相が微細に分散しているので、耐蝕性、耐摩耗性もよい。このような効果は、15mass%で飽和し、15mass%を超えて含有すると、却って、延性、鑄造性等を低下させ、溶融固化処理部分や銅合金鑄造材における割れ、ひけ巣、ざく巣の欠陥を生じる原因となる。例えば、Snを15mass%を超えて含有させておくと、Cu、Znとの配合割合にもよるが、母相(α 相)よりSn濃度の高い硬質相である δ 相、 γ 相が過剰に生成(面積率で20%を超えて生成)して相の選択腐蝕が生じ、耐蝕性を却って低下させる虞れがある。また、Cu(Cu及びZn)との配合割合にもよるが、Sn濃度が高すぎると、Snの偏析が著しくなると共にSn含有量増大に伴って凝固温度範囲が広がることになる。また、Snは、包晶反応(溶融固化時における結晶粒の微細化を達成するための有効な手段)を生じる組成域を広げる役目を果たすものであり、Sn含有量が増すに従って、実用上広範囲のCu濃度で包晶反応を生じさせることができる。このような点を考慮すれば、Sn含有量は0.01~15mass%としておく必要があり、0.1~12mass%としておくことが好ましく、0.5~8mass%としておくことがより好ましく、0.6~2mass%としておくのが最適である。

[0087] Siは、Zr、P、Cu(及びZn)と共に含有させると、合金の積層欠陥エネルギーを下げ、包晶反応に与る組成範囲を広げ、顕著な結晶粒微細化効果を発揮する。しかし、Siを5%を超えて含有しても、Cu、Znとの共添による結晶粒微細化作用は飽和するか、逆に低下する傾向にあり、更には延性の低下をきたす。また、Si含有量が5%を超えると、熱伝導性が低下し、凝固温度範囲が広くなって、溶融固化処理性、鑄造性が悪くなる虞れがある。また、Siには溶湯の流動性を向上させ、溶湯の酸化を防ぎ、融点を下げる作用がある。また、耐蝕性、特に耐脱亜鉛腐食性及び耐応力腐食割れ性を向上させる作用がある。更には、CuとZnとの関係にもよるが、 κ 相や γ 相が析出することによる被削性の向上と、引張り強さ、耐力、衝撃強さ、疲労強度などの機械的強度の向上に寄与する。これらの作用が、溶融固化処理部分や鑄物の結晶粒の微細化について相乗効果を生み出す。このような点を考慮すれば、Si含有量は0.0

1～5mass%としておく必要があり、0.05～4.8mass%としておくことが好ましく、0.1～4.5mass%としておくことがより好ましく、2.6～3.7mass%としておくのが最適である。

[0088] Alは、Sn, Si程ではないが、これら同様の微細化促進機能があるが、これに加えて、溶融固化処理部分や鋳物の表面に強固な耐蝕性皮膜(Alを主成分とする皮膜)を形成して、エロージョン・コロージョン性を向上させ、固溶することによって強度, 耐蝕性, 耐高温酸化性, 耐摩耗性を高める。このような点を考慮すれば、Al含有量は0.01～9mass%としておく必要があり、0.1～8.5mass%としておくことが好ましく、0.2～3mass%としておくことがより好ましい。

[0089] 第2、第4、第5、第7、第8、第10、第11、第13、第15、第16及び第18溶融固化処理物の溶融固化処理部分又は第2、第4、第5、第7、第8、第10、第11、第13、第15、第16及び第18溶融固化処理用銅合金材にあつて、Znは、Snと同様に、合金の溶融固化時に結晶粒を微細化させる有力な手段である包晶反応を生ぜしめ、合金の積層欠陥エネルギーを低下させて、溶湯の流動性及び融点の低下を促進させると共に、耐蝕性及び機械的強度(引張強さ、耐力、衝撃強さ、耐摩耗性及び疲労強度等)を向上させる働きがある。また、Znは、溶融固化時における結晶粒の微細化を促進し、Zrの酸化損失の防止機能も発揮する。しかし、Znが大量に含有されると、溶融固化時の初晶が β 相となり、(7)、(27)の条件を満足せず、(6)、(26)の条件を達成し難くなり、更に耐蝕性が悪くなり、溶接時におけるZnの蒸発が顕著となる。さらにZnの含有量は、かかる点を考慮して0.01～38mass%とする必要があり、好ましくは5～37mass%であり、より好ましくは12～36mass%であり、最適には17～34mass%である

[0090] Sn, Si, Al, Znは、Zr, Pの存在下において、上記したような結晶粒の微細化促進機能を発揮するものであるから、Zr, Pの含有量は、これらSn, Si, Al, Znの含有量との関係を考慮して、決定しておく必要がある。すなわち、Zr, Pによる結晶粒の微細化機能が効果的に発揮されるためには、(1)、(21)の条件を満足することに加えて、(3)～(5)、(23)～(25)の条件をも満足することが好ましい。

[0091] 第5、第6、第7、第11～第13、第16、第17及び第18溶融固化処理物の溶融固

化処理部分又は第5、第6、第7、第11～第13、第16、第17及び第18溶融固化処理用銅合金材にあって、Sb, As, Mg, Mnは、主として、耐蝕性を向上させるために含有される。Sb, Asは0.02mass%以上含有することによって、Mgは0.001mass%以上含有することにより、またMnは0.01mass%以上含有することにより、耐蝕性を向上させるが、かかる耐蝕性向上効果が顕著に発揮されるためには、Sb, Asについて0.03mass%以上含有させておくことが好ましく、Mgについては0.002mass%以上含有させておくことが好ましく、またMnについては0.05mass%以上含有させておくことがより好ましい。一方、Sb又はAsの含有量が0.15mass%を超えても、その含有量に見合う効果が得られず、却って延性が低下することになり、更には人体に悪影響を及ぼす有毒性が問題となる。かかる点から、Sb又はAsの含有量は0.15mass%以下としておくことが必要であり、0.12mass%以下としておくことが好ましい。ところで、銅合金原料の一部としてスクラップ材(廃棄伝熱管等)が使用されることが多く、かかるスクラップ材にはS成分(硫黄成分)が含まれていることが多い。したがって、このようなスクラップ材を原料として溶融固化処理用銅合金材を製造する場合や溶融固化処理用銅合金材としてスクラップ材を原料として製造されたものを使用して溶融固化処理を行なう場合にあつては、溶湯にS成分が含まれていることにより、結晶粒微細化元素であるZrが硫化物を形成して、Zrによる有効な結晶粒微細化機能が喪失される虞れがあり、更には湯流れ性を低下させて、溶融固化処理部分や溶融固化処理用銅合金材の鋳造物にブローホールや割れ等の欠陥が生じ易くなる。Mgは、上記した耐蝕性の向上機能に加えて、このようなS成分を含有するスクラップ材を合金原料として使用する場合にも鋳造時における湯流れ性を向上させる機能を有する。また、Mgは、S成分をより無害なMgSの形態で除去することができ、このMgSはそれが仮に合金に残留したとしても耐蝕性に有害な形態でなく、原料にS成分が含まれていることに起因する耐蝕性低下を効果的に防止できる。また、原料にS成分が含まれていると、Sが結晶粒界に存在し易く粒界腐蝕を生じる虞れがあるが、Mg含有により粒界腐蝕を効果的に防止することができる。また、溶湯のS濃度が高くなって、ZrがSによって消費される虞れがあるが、Zr装入前に、溶湯に0.001mass%以上のMgを含有させておくと、溶湯中のS成分がMgSの形で除去され或いは固定される

ことから、かかる問題を生じない。ただし、Mgを0.2mass%を超えて過剰に含有すると、Zrと同様に酸化して、溶湯の粘性が高められ、酸化物の巻き込み等による欠陥を生じる虞れがある。Mnも、Mg同様に、上記した効果を発揮し、Siが合金元素として選択されていると、MnとSiとが化合してMn-Siの金属間化合物を形成して、耐磨耗性を高める機能をもつようになる。これらの点を考慮すれば、Sb含有量及びAs含有量については、0.02~0.15mass%としておく必要があり、0.03~0.12mass%としておくことが好ましい。また、Mg含有量については、0.001~0.2mass%としておく必要があり、0.002~0.1mass%としておくことが好ましい。また、Mn含有量については、0.01~4mass%としておく必要があり、0.05~4mass%としておくことが好ましく、0.5~3mass%としておくことがより好ましい。

[0092] 第8~第13溶融固化処理物の溶融固化処理部分又は第8~第13溶融固化処理用銅合金材にあつて、Pb, Bi, Se, Teは、主として、被削性を向上させるために含有される。かかる機能は、結晶粒の微細化によりPb等の粒子がより微細且つ均一な大ききでマトリックスに分散配置されることにより、より効果的に発揮されることになる。Pb, Bi, Se, Teは、一般には、単独で含有されるか、Pb及びTe、Bi及びSe又はBi及びTeの何れかの組み合わせで含有される。Pb, Biの含有量が15mass%を超えると、切削表面に悪影響が出たり、延性が大きく損なわれることとなり、更には衝撃特性や機械的強度も損なわれることになる。ところで、Pb, Biは常温で固溶せず、Pb粒子又はBi粒子として存在するばかりでなく、溶融固化段階においても溶融状態で粒状に分布し且つ固相間に存在することになり、これらのPb, Biの粒子が多い程、溶融固化段階での割れが生じ易くなる(凝固による収縮に伴って引張応力が発生することによる)。さらに、Pb, Biは、マトリックスが、固化後においても、主として粒界に溶融状態で存在するため、これらの粒子が多いと、高温割れが生じ易い。かかる問題を解決するためには、結晶粒を微細化して応力を緩和し(及び粒界面積を大きくし)、更にこれらPb, Biの粒子を小さくし且つ均一に分布させることが極めて有効である。また、Pb, Biは被削性を除いて、上記した如く銅合金特性に悪影響を及ぼすものであり、常温の延性についても、Pb, Bi粒子に応力が集中することによって延性も損なわれる(結晶粒が大きい場合、相乗的に延性が損なわれることはいうまでもない)。このような

問題についても、結晶粒の微細化によって解決することができることに注目すべきである。これらの点及び溶融固化処理物が接水金具等である場合における衛生面(Pbの溶出等)を考慮すれば、Pb含有量は0.005~15mass%としておく必要があり、0.005~4mass%としておくことが好ましく、0.005~1mass%としておくことがより好ましく、0.01~0.2mass%としておくのが最適である。また、Bi含有量は0.005~15mass%としておく必要があり、0.005~3mass%としておくことが好ましく、0.005~1mass%としておくことがより好ましく、0.01~0.2mass%としておくのが最適である。また、Se含有量は0.01~2mass%としておく必要があり、0.03~0.5mass%としておくことが好ましく、0.05~0.3mass%としておくことがより好ましい。また、Te含有量は0.03~1.5mass%としておく必要があり、0.05~0.5mass%としておくことが好ましく、0.05~0.3mass%としておくことがより好ましい。

[0093] 第15~第18溶融固化処理物の溶融固化処理部分又は第15~第18溶融固化処理用銅合金材にあつて、Co, Cr, C, Ti, B, 希土類元素(REM)は、主として、溶融固化処理時において溶融固化処理部分とこれが形成される母材部分との境界部(熱影響部)における結晶粒の粗大化を防止するために含有される。例えば、溶接においては、溶接部(溶融固化処理部分)と被溶接母材との間の熱影響部も、短時間であるが、高温に晒されるため、結晶粒が粗大化しがちである。溶接部や被溶接母材の結晶粒が微細であっても、この熱影響部の結晶粒が粗大化しては良質な溶接物を得ることができない。Co等は、このような熱影響部における結晶粒の粗大化を可及的に阻止して、良質な溶融固化処理物を得るために含有される。例えば、Co等は溶融固化時において Co_2Si , CrSi , C単独, Co_2P , MnSi , BN 等の析出物を生成して、結晶粒の成長を抑制する(結晶の粒成長をピン止めする)。このような結晶粒の阻止機能が発揮されるためには、Co含有量については0.005~0.3mass%であることが必要であり、0.01~0.05mass%であることが好ましい。また、Cr含有量については0.005~0.3mass%であることが必要であり、0.01~0.05mass%であることが好ましい。また、C含有量については0.00005~0.02mass%であることが必要であり、0.0001~0.01mass%であることが好ましい。また、Ti含有量については0.005~0.3mass%であることが好ましく、0.01~0.05mass%であることが好ましい。ま

た、B含有量については0.0002～0.05mass%であることが必要であり、0.0005～0.01mass%であることが好ましい。また、REM含有量については0.01～0.5mass%であることが必要であり、0.05～0.2mass%であることが好ましい。なお、REMとは、ランタノイド元素を含むLa, Ce, Sc, Y等の周期表IIIa族の元素であり、数元素を混合したミッシュメタルも含む。

[0094] また、本発明は、第1～第18溶融固化処理用銅合金材を製造する場合にあって、その鑄造工程においては、Zr(より一層の結晶粒の微細化及び安定した結晶粒の微細化を図る目的で含有されるもの)を、これを含有する銅合金物の形態で、含有させることにより、鑄造に際して酸化物及び／又は硫化物の形態でZrが含有されるのを可及的に防止する方法を提案する。Zrを含有する前記銅合金物としては、Cu-Zr合金若しくはCu-Zn-Zr合金又はこれらの合金をベースとしてP、Mg、Al、Sn、Mn及びBから選択する1種以上の元素を更に含有させたものが好適する。

[0095] すなわち、第1～第18溶融固化処理用銅合金材又はその素材を鑄造する工程においては、Zrを粒状物、薄板状物、棒状物又は線状物の形状とした中間合金物(銅合金物)の形態で鑄込み直前又は原料溶解の最終段階で添加させることにより、Zrの添加時におけるロス可及的に少なくして、鑄造に際して酸化物及び／又は硫化物の形態をなしてZrが添加されることにより結晶粒の微細化効果を発揮するに必要且つ十分なZr量が確保できないといった事態が発生しないようにするのである。そして、このようにZrを鑄込み直前又は原料溶解の最終段階で添加する場合、Zrの融点は当該銅合金の融点より800～1000℃高いため、粒状物(粒径:2～50mm程度)、薄板状物(厚み:1～10mm程度)、棒状物(直径:2～50mm程度)又は線状物とした中間合金物であって当該銅合金の融点に近く且つ必要成分を多く含んだ低融点合金物(例えば、0.5～65mass%のZrを含有するCu-Zr合金若しくはCu-Zn-Zr合金又はこれらの合金をベースとして更にP、Mg、Al、Sn、Mn及びBから選択した1種以上の元素(各元素の含有量:0.1～5mass%)を含有させた合金)の形態で使用することが好ましい。特に、融点を下げて溶解を容易ならしめると共にZrの酸化によるロスを防止するためには、0.5～35mass%のZrと15～50mass%のZnを含有するCu-Zn-Zr合金(より好ましくは1～15mass%のZrと25～45mass%のZn

を含有するCu-Zn-Zr合金)をベースとした合金物の形態で使用することが好ましい。Zrは、これと共添させるPとの配合割合にもよるが、銅合金の本質的特性である電気・熱伝導性を阻害する元素であるが、酸化物、硫化物としての形態をなさないZr量が0.039mass%以下であると(特に0.024mass%以下であると)、Zrの含有による電気・熱伝導性の低下を殆ど招くことがなく、仮に電気・熱伝導性が低下したとしても、その低下率はZrを含有しない場合に比して極く僅かで済む。

[0096] また、(26)の条件を満足する第1～第18溶融固化処理用銅合金材を得るためには、鑄造条件、特に鑄込み温度及び冷却速度を適正としておくことが望ましい。すなわち、鑄込み温度については、当該銅合金の液相線温度に対して20～250℃高温(より好ましくは25～150℃高温)となるように決定しておくことが好ましい。すなわち、鑄込み温度は、(液相線温度+20℃) ≤ 鑄込み温度 ≤ (液相線温度+250℃)の範囲で決定しておくことが好ましく、(液相線温度+25℃) ≤ 鑄込み温度 ≤ (液相線温度+150℃)の範囲で決定しておくことがより好ましい。一般的には、合金の組成によっても異なるが、鑄込み温度は1250℃以下であり、好ましくは1200℃以下であり、より好ましくは1150℃以下である。鑄込み温度の下限側は、溶湯がモールドの隅々に充填される限り、特に制限はないが、より低い温度で鑄込む程、結晶粒が微細化される傾向となる。なお、これらの温度条件は、合金の配合量によって異なることは理解されるべきである。

[0097] ところで、第1～第18溶融固化処理用銅合金材にあつて、原料にスクラップ材を使用することがあることは前述した通りであるが、かかるスクラップ材を使用する場合、不可避免的に不純物が含有されることがあり、実用上、許容される。また、第1～第18溶融固化処理物にあつても、その構成材の全て又は一部にこのようなスクラップ材を原料とする第1～第18溶融固化処理用銅合金材又はこれ以外の一般的な銅合金材を使用した場合、溶融固化処理部分に不可避免的に不純物が含有されることがあり、これも許容される。しかし、スクラップ材がニッケル鍍金材等である場合において、不可避不純物としてFe及び/又はNiが含有されるときには、それらの含有量を制限する必要がある。すなわち、これらの不純物の含有量が多いと、結晶粒の微細化に有用なZr及びPが、Fe及び/又はNiによって消費され、結晶粒の微細化作用を阻害す

る不都合があるからである。したがって、第1～第18溶融固化処理用銅合金材又は第1～第18溶融固化処理物の溶融固化処理部分に不純物としてFe及び／又はNiが含有される場合、これらの含有量を結晶粒の微細化を阻害しない範囲に制限しておくことが好ましい。具体的には、Fe及びNiの何れか一方が含有される場合には、その含有量を0.3mass%以下(より好ましくは0.1mass%以下、最適には0.07mass%以下)に制限しておくことが好ましく、またFe及びNiが共に含有される場合には、それらの合計含有量が0.4mass%以下(より好ましくは0.1mass%以下)に制限しておくことが好ましい。

発明の効果

- [0098] 本発明の溶融固化処理物にあつては、溶接部、肉盛部、溶射部、溶断部の溶融固化処理部分は、溶融固化段階で結晶粒が微細化されるため、凝固の際の収縮に耐えることができ、割れ等の欠陥の発生を可及的に防止することができる。また、凝固の過程で発生するホールやポロシティについても、外部へ抜け易いため、ビード部分等の溶融固化処理部分に欠陥等のない(ざく巣等の欠陥がなく、デンドライト・ネットワークが形成されていないため表面が滑らかで且つ引け巣が可及的に浅いものとなる)健全な溶接物等の溶融固化処理物を得ることができる。
- [0099] また、溶接等の溶融固化処理は、鑄造同様の溶融固化現象を生じるものであるから、溶融固化処理部分の結晶も鑄造物と同様のデンドライト形態をなす虞れがあるが、本発明の溶融固化処理物にあつては、凝固の過程で晶出する結晶がデンドライトのアームが分断された形態であつて、その二次元形態が円形、楕円形、多角形、十字形となることから、溶融した溶接材料の流動性が向上して、溶融固化処理部分が複雑な形状をなす場合にも、良質な溶融固化処理部分を形成することができる。
- [0100] さらに、本発明の溶融固化処理物は、結晶粒の微細化により溶融固化処理部分の強度、耐蝕性等の銅合金特性が向上するものであるから、極めて実用性に富むものであり、その用途の大幅な拡大を図ることができるものである。
- [0101] また、本発明の溶融固化処理用銅合金材によれば、上記した溶融固化処理物を容易に得ることができ、高品質且つ製造容易な被溶接材、溶加材(溶接棒等)、溶射材、被溶断材を提供することができる。

[0102] また、本発明の溶融固化処理用銅合金材の製造方法によれば、Zrが酸化物及び／又は硫化物の形態で含有されることによる不都合を生じることなく、Zr及びPの共添効果による結晶粒の微細化を実現して、上記した溶融固化処理用銅合金材を効率よく良好に製造することができる。

図面の簡単な説明

[0103] [図1]実施例の溶融固化処理物No. 9を示す平面図である。

[図2]当該溶融固化処理物No. 9の溶融固化処理部分Aのエッチング面(切断面)写真であって、マクロ組織を示すものである。

[図3]当該溶融固化処理物No. 9の溶融固化処理部分Aのエッチング面(切断面)写真であって、ミクロ組織を示すものである。

[図4]比較例の溶融固化処理物No. 103を示す平面図である。

[図5]当該溶融固化処理物No. 103の溶融固化処理部分Aのエッチング面(切断面)写真であって、マクロ組織を示すものである。

[図6]当該溶融固化処理物No. 103の溶融固化処理部分Aのエッチング面(切断面)写真であって、ミクロ組織を示すものである。

実施例

[0104] 実施例として、表1～表4に示す本発明に係る溶融固化処理物No. 1～No. 67を製作した。

[0105] 溶融固化処理物No. 1～No. 43は、夫々、銅合金板A1の表面にTIG溶接機により溶融固化処理部分たるビードAを形成したものである。すなわち、電極と銅合金板A1との間隔を1～2mmに保持した状態で、電極を、溶接電流:150A(材料によっては140～180Aに変化)、電極移動速度:100mm/minの条件で、板幅方向に約40mm移動させつつ、溶融池(溶融部)の大きさが深さ:約3mm, ビード幅:約8mmとなるように当該銅合金板A1上にビードA(溶融固化処理部分)を形成した。なお、溶接電流は、このような溶融池の大きさになることを優先して決めた。各銅合金板A1は表1～表3に示す組成をなす本発明に係る溶融固化処理用銅合金材であって、工業用純銅等を使用した原料を電気炉で溶解し、その溶湯を鉄製鑄型に鑄込むことによって鑄造された矩形板状の鑄塊(厚さ:35mm, 幅:70mm, 長さ300mm)を7mm

厚さとなるように切削加工して得られた矩形状の鋳造板(厚さ:7mm, 幅:70mm, 長さ300mm)である。上記鋳塊の鋳造において、Zrは粒状(一辺が数mmの立方体)をなすCu-Zn-Zr合金(Znを含有しない鋳塊についてはCu-Zr合金)とした上で、鋳込み直前に溶湯に添加し、Zrが酸化物及び/又は硫化物の形態で添加されることがないようにし、鋳込み温度は当該鋳塊の液相線温度より100°C高くした。各溶融固化処理物No. 1~No. 43の溶融固化処理部分Aは、夫々、表1~表3に示す組成をなすものであった。而して、なお、一部の鋳造板A1は、上記以外の溶融固化処理物の製作に使用するものを含めて、複数枚製作した。

[0106] 溶融固化処理物No. 44~No. 49は、夫々、銅合金板B1の表面に溶接機により溶融固化処理部分たるビードBを形成したものである。すなわち、電極と銅合金板B1との間隔を1~2mmに保持した状態で、電極を、溶接電流:150A(材料によっては140~180Aに変化)、電極移動速度:100mm/minの条件で、板幅方向に約40mm移動させつつ、溶融池(溶融部)の大きさが深さ:約3mm, ビード幅:約8mmとなるように当該銅合金板B1上にビード(溶融固化処理部分)Bを形成した。なお、溶接電流は、このような溶融池の大きさになることを優先して決めた。各銅合金板B1は表3に示す組成をなす本発明に係る溶融固化処理用銅合金材であって、工業用純銅等を使用した原料を電気炉で溶解し、その溶湯を鉄製鋳型に鋳込むことによって鋳造された矩形板状の鋳塊(厚さ:35mm, 幅:70mm, 長さ300mm)を750°Cの条件で熱間圧延して得られた矩形状の圧延板(厚さ:7mm)であり、各圧延板B1の表面は、酸洗した上、研磨紙で表面を仕上げた。上記鋳塊の鋳造において、Zrは粒状(一辺が数mmの立方体)をなすCu-Zn-Zr合金(Znを含有しない鋳塊についてはCu-Zr合金)とした上で、鋳込み直前に溶湯に添加し、Zrが酸化物及び/又は硫化物の形態で添加されることがないようにし、鋳込み温度は当該鋳塊の液相線温度より100°C高くした。なお、一部の圧延板B1は、上記以外の溶融固化処理物の製作に使用するものを含めて、複数枚製作した。

[0107] 溶融固化処理物No. 50~No. 56は、夫々、銅合金棒C1(径:3.5mmの丸棒)の先端部に、これをTIG溶接機により溶融させることにより、溶融固化処理部分Cを形成したものである。各銅合金棒C1は、夫々、表3及び表4に示す組成をなす本発

明に係る溶融固化処理用銅合金材であって、上記した鑄造板A1又は圧延板B1から径:7mmの丸棒を切り出し、この丸棒を伸線加工と熱処理とを繰り返すことによって(第1回の加工により径:5.5mmまで伸線し、第2回の加工により径:4mmまで伸線し、第3回の加工により径:3.5mmまで伸線した)得られたものである。No. 50の銅合金棒C1はNo. 44の圧延板B1から、No. 51の銅合金棒C1はNo. 4の鑄造板A1から、No. 52の銅合金棒C1はNo. 45の圧延板B1から、No. 53の銅合金棒C1はNo. 46の圧延板B1から、No. 54の銅合金棒C1はNo. 12の鑄造板A1から、No. 55の銅合金棒C1はNo. 47の圧延板B1から、No. 56の銅合金棒C1はNo. 49の圧延板B1から、夫々、得られたものである。なお、一部の銅合金棒C1は、上記以外の溶融固化処理物の製作に使用するものを含めて、複数本製作した。

[0108] 溶融固化処理物No. 57~No. 61は、夫々、2枚の同質の銅合金板D1を突合せ溶接してなるものである。すなわち、2枚の銅合金板D1の端縁部を、これにV型開先(開先深さ:5mm, 開先角度:60°, ルート間隔:2mm)を形成した上で、突合せ、この突合せ部分に、これを溶加材(溶接棒)D2を使用してTIG溶接することにより、溶融固化処理部分(突合せ溶接部分)Dを形成したものである。各銅合金板D1は、No. 61の銅合金板D1を除いて、表4に示す組成をなす本発明に係る溶融固化処理用銅合金材であって、上記した鑄造板A1又は圧延板B1が使用されている。すなわち、No. 57の銅合金板D1はNo. 2の鑄造板A1であり、No. 58の銅合金板D1はNo. 44の圧延板B1であり、No. 59の銅合金板D1はNo. 47の圧延板B1であり、No. 60の銅合金板D1はNo. 49の圧延板B1である。また、No. 61の銅合金板D1としては、後述する比較例No. 114の圧延板B1を使用した。各溶加材D2は表4に示す組成をなす本発明に係る溶融固化処理用銅合金材であって、径:3.5の溶接棒であり、上記した銅合金棒Cを使用した。すなわち、No. 57の溶接棒D2はNo. 50の銅合金棒C1であり、No. 58の溶接棒D2はNo. 51の銅合金棒C1であり、No. 59の溶接棒D2はNo. 55の銅合金棒C1であり、No. 60の溶接棒D2はNo. 56の銅合金棒C1であり、No. 61の溶接棒D2はNo. 54の銅合金棒C1である。

[0109] 溶融固化処理物No. 62及びNo. 63は、夫々、2枚の同質の銅合金板E1を突合せ溶接してなるものである。すなわち、2枚の銅合金板E1の端縁部同士を突合せ、こ

の突合せ部分に、これを溶加材を使用することなくTIG溶接することにより、溶融固化処理部分(突合せ溶接部分)Eを形成したものである。各銅合金板E1は、表4に示す組成をなす本発明に係る溶融固化処理用銅合金材であって、上記した圧延板B1が使用されている。すなわち、No. 62の銅合金板E1はNo. 46の圧延板B1であり、No. 63の銅合金板E1はNo. 48の圧延板B1である。

[0110] 溶融固化処理物No. 64及びNo. 65は、夫々、銅合金板F1をガス切断機により切断(溶断)してなるもので、溶断端部を溶融固化処理部分Fとするものである。No. 64及びNo. 65の銅合金板F1は、何れも、表4に示す組成をなす本発明に係る溶融固化処理用銅合金材であって、前記鋳造板A1と同一工程により製作された鋳造板である。

[0111] 溶融固化処理物No. 66及びNo. 67は、夫々、鉄板の表面に銅合金層を肉盛溶接してなるものである。すなわち、鉄板の表面に、銅合金製の溶加材(溶接棒)G1を使用して肉盛溶接することにより、銅合金層たる溶融固化処理部分Gを形成したものである。各溶加材G1は、表4に示す組成をなす本発明に係る溶融固化処理用銅合金材であって、前記鋳造板A1と同一工程により製作された鋳造板から棒状に切り出してなる溶接棒である。

[0112] 比較例として、表5及び表6に示す溶融固化処理物No. 101～No. 128を製作した。

[0113] 溶融固化処理物No. 101～No. 110は、夫々、銅合金板A1の表面に溶接機によりビードAを形成したものである。すなわち、電極と銅合金板A1との間隔を1～2mmに保持した状態で、電極を、溶接電流:150A(材料によっては140～180Aに変化)、電極移動速度:100mm/minの条件で、板幅方向に約40mm移動させつつ、溶融池(溶融部)の大きさが深さ:約3mm, ビード幅:約8mmとなるように当該銅合金板A1上にビードA(溶融固化部分)を形成した。なお、溶接電流は、このような溶融池の大きさになることを優先して決めた。各銅合金板A1は表5に示す組成をなすもので、工業用純銅等を使用した原料を電気炉で溶解し、その溶湯を鉄製鋳型に鋳込むことによって鋳造された矩形板状の鋳塊(厚さ:35mm, 幅:70mm, 長さ300mm)を7mm厚さとなるように切削加工して得られた矩形状の鋳造板(厚さ:7mm, 幅:7

0mm, 長さ300mm)である。なお、一部の鋳造板A1は、上記以外の溶融固化処理物の製作に使用するものを含めて、複数枚製作した。

[0114] 溶融固化処理物No. 111～No. 117は、夫々、銅合金板B1の表面に溶接機によりビードBを形成したものである。すなわち、電極と銅合金板B1との間隔を1～2mmに保持した状態で、電極を、溶接電流:150A(材料によっては140～180Aに変化)、電極移動速度:100mm/minの条件で、板幅方向に約40mm移動させつつ、溶融池(溶融部)の大きさが深さ:約3mm, ビード幅:約8mmとなるように当該銅合金板B1上にビード(溶融固化部分)Bを形成した。なお、溶接電流は、このような溶融池の大きさになることを優先して決めた。各銅合金板B1は表5及び表6に示す組成をなすものであり、工業用純銅等を使用した原料を電気炉で溶解し、その溶湯を鉄製鋳型に鋳込むことによって鋳造された矩形板状の鋳塊(厚さ:35mm, 幅:70mm, 長さ300mm)を750°Cの条件で熱間圧延して得られた矩形状の圧延板(厚さ:7mm)であり、各圧延板B1の表面は、酸洗した上、研磨紙で表面を仕上げた。なお、一部の圧延板B1は、上記以外の溶融固化処理物の製作に使用するものを含めて、複数枚製作した。

[0115] 溶融固化処理物No. 118～No. 122は、夫々、銅合金棒(径:3.5mm)C1の先端部に、これをTIG溶接機により溶融させることにより、溶融固化処理部分Cを形成したものである。各銅合金棒C1は、夫々、表6に示す組成をなすものであって、上記した鋳造板A1又は圧延板B1から径:7mmの丸棒を切り出し、この丸棒を伸線加工と熱処理とを繰り返すことにより(第1回の加工により径:5.5mmまで伸線し、第2回の加工により径:4mmまで伸線し、第3回の加工により径:3.5mmまで伸線した)得られたものである。No. 118の銅合金棒C1はNo. 111の圧延板B1から、No. 119の銅合金棒C1はNo. 112の圧延板B1から、No. 120の銅合金棒C1はNo. 114の圧延板B1から、No. 121の銅合金棒C1はNo. 116の圧延板B1から、No. 122の銅合金棒C1はNo. 117の圧延板B1から、夫々、得られたものである。なお、一部の銅合金棒C1は、上記以外の溶融固化処理物の製作に使用するものを含めて、複数本製作した。

[0116] 溶融固化処理物No. 123～No. 126は、夫々、2枚の同質の銅合金板D1を突合

せ溶接してなるものである。すなわち、2枚の銅合金板D1の端縁部を、これにV型開先(開先深さ:5mm, 開先角度:60°, ルート間隔:2mm)を形成した上で、突合せ、この突合せ部分に、これを溶加材(溶接棒)D2を使用してTIG溶接することにより、溶融固化処理部分(突合せ溶接部分)Dを形成したものである。各銅合金板D1は、表6に示す組成をなすものであって、上記した鑄造板A1又は圧延板B1が使用されている。すなわち、No. 123の銅合金板D1はNo. 112の圧延板B1であり、No. 124の銅合金板D1はNo. 114の圧延板B1であり、No. 125の銅合金板D1はNo. 116の圧延板B1であり、No. 126の銅合金板D1はNo. 117の圧延板B1である。各溶加材D2は表6に示す組成をなす径:3.5の溶接棒であり、上記した銅合金棒Cを使用した。すなわち、No. 123の溶接棒D2はNo. 119の銅合金棒C1であり、No. 124の溶接棒D2はNo. 120の銅合金棒C1であり、No. 125の溶接棒D2はNo. 121の銅合金棒C1であり、No. 126の溶接棒D2はNo. 122の銅合金棒C1である。

[0117] 溶融固化処理物No. 127及びNo. 128は、夫々、2枚の同質の銅合金板E1を突合せ溶接してなるものである。すなわち、2枚の銅合金板E1の端縁部同士を突合せ、この突合せ部分に、これを溶加材を使用することなくTIG溶接することにより、溶融固化処理部分(突合せ溶接部分)Eを形成したものである。各銅合金板E1は、表6に示す組成をなすものであって、上記した圧延板B1が使用されている。すなわち、No. 127の銅合金板E1はNo. 113の圧延板B1であり、No. 128の銅合金板E1はNo. 116の圧延板B1である。

[0118] 而して、上記の如くして得られた溶融固化処理物No. 1~No. 67及びNo. 101~No. 128の溶融固化処理部分A~Gは、夫々、表1~表6に示す組成をなすものであった。そして、各溶融固化処理部分A~Gを観察したところ、実施例の溶融固化処理物No. 1~No. 67の溶融固化処理部分A, B, C, D, E, F, Gは、何れも美しいビード形態をなしており、良好な溶融固化処理(溶接, 肉盛溶接, 溶断)を行ないることが確認された。その一例を図1に示す。図1は溶融固化処理物No. 9の平面図であり、美しいビードAが形成されていることが理解される。これに対して、比較例の溶融固化処理物No. 101~No. 128の溶融固化処理部分A, B, C, D, Eは、何れも、乱れたビード形態をなしていた。その一例を図4に示す。図4は溶融固化処理物N

o. 103を示す平面図である。

[0119] また、各溶融固化処理物の溶融固化処理部分A～G及びその形成に使用された銅合金材A1, B1, C1, D1, D2, E1, F1, G1について、その溶融固化後における平均結晶粒径(μm)を測定した。すなわち、溶融固化処理部分A～G及び銅合金材A1, B1, C1, D1, D2, E1, F1, G1を切断して、その切断面を硝酸でエッチングした上、そのエッチング面に出現するマクロ組織における結晶粒の平均径(平均結晶粒径)を測定した。この測定は、JIS H0501の伸銅品結晶粒度試験の比較法に基づいて行なったもので、切断面を硝酸でエッチングした後、結晶粒径が0.5mmを超えるものは肉眼で観察し、0.5mm以下のものについては7.5倍に拡大して観察し、約0.1mmよりも小さなものについては、過酸化水素とアンモニア水の混合液でエッチングした上、光学顕微鏡で75倍に拡大して観察した。また、上記切断面における金属組織及びこれに含有される β 相の面積率(%)を測定した。なお、各相の含有量たる面積率は、画像解析により測定されたもので、200倍の光学顕微鏡組織を画像処理ソフト「WinROOF」(株式会社テックジャム)で2値化することにより求められたもので、3視野で測定された面積率の平均値である。これらの結果は、表1～表6に示す通りであった。

[0120] かかる結果から明らかなように、実施例の溶融固化処理部分及び銅合金材は結晶粒が大幅に微細化されたものであることが理解される。このことは、図2及び図3と図5及び図6とを比較することによっても、より明瞭に理解されるであろう。すなわち、図2は実施例の溶融固化処理物No. 9の溶融固化処理部分Aのマクロ組織を示し、図3はそのマイクロ組織を示すものである。また、図5は比較例の溶融固化処理物No. 103の溶融固化処理部分Aのマクロ組織を示し、図6はそのマイクロ組織を示すものである。なお、No. 1～No. 67の溶融固化処理部分A, B, C, D, E, F, G及び銅合金材A1, B1, C1, D1, D2, E1, F1, G1(No. 61の被溶接板D1を除く)について、溶融固化後における結晶構造を調べたところ、何れも、デンドライト・ネットワークが分断された結晶構造であって、結晶粒又は α 相結晶粒がその二次元形態において円形状、円に近い非円形状、楕円形状、十字形状、針状形状又は多角形状をなす結晶構造のものであることが確認された(図3参照)。

- [0121] また、溶融固化処理部分A～Gの溶融固化時における初晶及び銅合金材A1, B1, C1, D1, D2, E1, F1, G1の溶融固化時(鑄造時)における初晶については、表7～表12に示す通りであり、実施例のものは何れも α 相であった。
- [0122] また、上記の如く得られた溶融固化処理物及びその製作に使用された銅合金材A1, B1, D1, D2, E1からJIS Z 2201に規定する14号試験片(径:6mmの丸棒)を採取し、この試験片についてアムスラー型万能試験機による引張試験を行い、引張強さ(N/mm²)及び伸び(%)を測定した。その結果は、表7～表12に示す通りであった。なお、溶融固化処理部分A, B, D, Eを形成した溶融固化処理物については、上記試験片を、当該溶融固化処理部分A, B, D, Eが当該試験片の中央に位置するように採取した。
- [0123] 表7～表12に示す引張試験の結果から明らかなように、実施例の溶融固化処理物における溶融固化処理部分及びその製作に使用する溶融固化処理用銅合金材は、何れも、比較例のものに比して引張強さ及び伸びの機械的性質に優れることが確認された。
- [0124] また、溶融固化処理部分A～Gの耐蝕性を確認するために、次のような「ISO 6509」に規定される脱亜鉛腐蝕試験を行なった。
- [0125] すなわち、「ISO 6509」の脱亜鉛腐蝕試験においては、溶融固化処理部分A～Gを含む断面が暴露面となるようにしてフェノール樹脂に座込み、試料表面をエメリ一紙により1200番まで研磨した後、これを純水中で超音波洗浄して乾燥した。かくして得られた被腐蝕試験試料を、1.0%の塩化第2銅2水和物($\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)の水溶液中に浸漬し、75°Cの温度条件下で24時間保持した後、水溶液中から取出して、その脱亜鉛腐蝕深さの最大値つまり最大脱亜鉛腐蝕深さ(μm)を測定した。その結果は、表7～表12に示す通りであった。
- [0126] その結果、実施例のものは比較例のものに比して、耐蝕性に優れており、良好な溶融固化処理物が得られることが確認された。
- [0127] 本発明の溶融固化処理物は、上記実施例から明らかなように、溶融固化処理部分A～Gを、その構成材A1～G1と同等又はそれ以上に結晶粒が微細化することができ、引張り強度等の機械的強度や耐蝕性等に優れるものとして極めて実用性に富

むものであるが、このような溶融固化処理物は、複数の構成材（例えば、被溶接材及び溶接棒）を使用する場合、その少なくとも一つとして本発明の銅合金材を使用することによって得ることが可能である。このことは、No. 61の溶融固化処理物（突合せ溶接物）にあって、被溶接材（銅合金板）D1として本発明の銅合金材を使用していないに拘わらず、溶接棒D2として本発明の銅合金材を使用していることによって、結晶粒が微細化された（(6)の条件を満足する）溶融固化処理部分Dが得られていることから、容易に理解される。このように、(6)の条件を満足する溶融固化処理部分を得るためには、その構成材の少なくとも一つが(26)の条件を満足する銅合金材を使用することが必要であることは、溶融固化処理物No. 111～No. 117にあって、その構成材B1の平均結晶粒径が $300\ \mu\text{m}$ 以下であるにも拘わらず、溶融固化処理部分Bの平均結晶粒径は $300\ \mu\text{m}$ を超えており、(6)の条件を満足していないことから容易に理解される。すなわち、No. 111～No. 117の圧延材B1は圧延により結晶粒が微細化されているものの、圧延を施す前の溶融固化後（鋳造後）の段階では(26)の条件を満足しないものである。このため、圧延により結晶粒が微細化されていても、その微細化効果は溶融固化処理（溶接）されることによって消失することになり、(6)の条件を満足する溶融固化処理部分Bを得ることができないのである。

[0128] ところで、溶接等の溶融固化処理は一種の鋳造と考えることができるから、当該処理が良好に行なわれるためには、溶融固化処理部分における最終凝固段階での固相を含んだ融液の流動性が高いことが必要である。而して、固相を含んだ融液の流動性は、主として、半溶融状態での固相の形状と液相の粘性ないし液相の組成とに依存するが、溶融固化処理の良否は固相の形状による影響度が大きい。すなわち、半溶融状態において固相がデンドライトのネットワークを形成し始めておれば、その固相を含んだ融液は隅々に行き渡り難いことから、溶融固化処理性は劣ることとなり、良好な溶接、肉盛溶接や溶射を行なうことは困難である。一方、半溶融状態における固相が粒状化しており、それが球状化（二次元形態においては円形）に近いものである程、更に粒径が小さいものである程、溶融固化処理性は優れることになり、良好な溶接物等の溶融固化処理物を得ることができる。したがって、半溶融状態における固相の形状を知ることによって溶融固化処理性を評価することができ、溶融固化処

理物の良否を確認することができる。そこで、溶融固化処理性を評価するために、次のような半溶融鑄造試験を行なった。

[0129] すなわち、上記した溶融固化処理物から溶融固化処理部分A, Bのみを採取して、これを坩堝に入れ、半溶融状態(固相率:約60%)にまで昇温させ、その温度に5分間保持した後、急冷(水冷)した。そして、半溶融状態での固相の形状を調査し、半溶融鑄造性つまり溶融固化処理性を評価した。その結果は、表7、表9、表11及び表12に示す通りであり、半溶融状態においてデンドライト・ネットワークが形成されておらず固相が粒状化されているものを、溶融固化処理性に優れると評価して「○」で示し、デンドライト・ネットワークが顕著に形成されていたものを、溶融固化処理性に劣ると評価して「×」で示した。この結果から明らかなように、比較例では何れも「×」であったが、実施例のものでは何れも「○」であり、良好な溶融固化処理物が得られることが確認された。

[0130] [表1]

| 溶融固化 処理物 | | 組成 (mass%) | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|----|------------|--------|------|------|-----|-----|------|------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | Cu | Zr | P | Zn | Sn | Si | Al | Sb | Pb | F1, f1 | F2, f2 | F3, f3 | F4, f4 | F5, f5 |
| 1 | A1 | 99.8 | 0.048 | 0.09 | 0.0 | | | | | | 1.9 | — | — | — | — |
| | A | 99.9 | 0.038 | 0.06 | 0.0 | | | | | | 1.6 | — | — | — | — |
| 2 | A1 | 65.1 | 0.016 | 0.08 | 34.8 | | | | | | 5.0 | 64.9 | 34.8 | 2175 | 435 |
| | A | 65.5 | 0.009 | 0.07 | 34.4 | | | | | | 7.8 | 65.3 | 34.4 | 3825 | 492 |
| 3 | A1 | 73.6 | 0.025 | 0.05 | 26.3 | | | | | | 2.0 | 73.5 | 26.3 | 1053 | 527 |
| | A | 74.2 | 0.017 | 0.04 | 25.7 | | | | | | 2.4 | 74.1 | 25.7 | 1514 | 644 |
| 4 | A1 | 63.9 | 0.022 | 0.06 | 35.8 | | 0.2 | | | | 2.7 | 63.0 | 36.8 | 1674 | 614 |
| | A | 64.3 | 0.016 | 0.05 | 35.4 | | 0.2 | | | | 3.1 | 63.5 | 36.4 | 2277 | 729 |
| 5 | A1 | 75.9 | 0.0049 | 0.06 | 20.9 | | 3.1 | | | | 12.2 | 64.9 | 36.4 | 7436 | 607 |
| | A | 76.3 | 0.0033 | 0.06 | 20.5 | | 3.1 | | | | 18.2 | 65.3 | 36.0 | 10920 | 601 |
| 6 | A1 | 75.5 | 0.007 | 0.06 | 21.4 | | 3 | | | | 8.6 | 64.8 | 36.4 | 5205 | 607 |
| | A | 76 | 0.0048 | 0.06 | 20.9 | | 3 | | | | 12.5 | 65.3 | 35.9 | 7487 | 599 |
| 7 | A1 | 75.6 | 0.01 | 0.07 | 21.3 | | 3 | | | | 7.0 | 64.9 | 36.3 | 3632 | 519 |
| | A | 75.9 | 0.008 | 0.07 | 21.0 | | 3 | | | | 8.8 | 65.2 | 36.0 | 4503 | 515 |
| 8 | A1 | 75.7 | 0.0048 | 0.29 | 21.0 | | 3 | | | | 60.4 | 64.3 | 36.0 | 7501 | 124 |
| | A | 76.2 | 0.0034 | 0.28 | 20.5 | | 3 | | | | 82.4 | 64.9 | 35.5 | 10446 | 127 |
| 9 | A1 | 76 | 0.019 | 0.08 | 20.8 | | 3.1 | | | | 4.2 | 64.9 | 36.3 | 1911 | 454 |
| | A | 76.4 | 0.012 | 0.08 | 20.4 | | 3.1 | | | | 6.7 | 65.3 | 35.9 | 2992 | 449 |
| 10 | A1 | 76.9 | 0.009 | 0.07 | 19.6 | 0.3 | 3.1 | | | | 7.8 | 65.7 | 36.0 | 4002 | 515 |
| | A | 77.3 | 0.006 | 0.07 | 19.2 | 0.3 | 3.1 | | | | 11.7 | 66.1 | 35.6 | 5937 | 509 |
| 11 | A1 | 77.3 | 0.01 | 0.07 | 20.0 | | 2.6 | | | | 7.0 | 68.0 | 33.0 | 3302 | 472 |
| | A | 77.8 | 0.006 | 0.06 | 19.5 | | 2.6 | | | | 10.0 | 68.5 | 32.5 | 5422 | 542 |
| 12 | A1 | 75.7 | 0.024 | 0.07 | 21.1 | | 3.1 | | | | 2.9 | 64.6 | 36.6 | 1525 | 523 |
| | A | 76 | 0.018 | 0.07 | 20.8 | | 3.1 | | | | 3.9 | 64.9 | 36.3 | 2017 | 519 |
| 13 | A1 | 79.2 | 0.016 | 0.07 | 16.8 | | 3.9 | | | | 4.4 | 65.3 | 36.3 | 2270 | 519 |
| | A | 79.5 | 0.011 | 0.07 | 16.5 | | 3.9 | | | | 6.4 | 65.6 | 36.0 | 3274 | 515 |
| 14 | A1 | 84.1 | 0.029 | 0.06 | 13.3 | 2.5 | | | | | 2.1 | 82.7 | 20.8 | 718 | 347 |
| | A | 84.5 | 0.023 | 0.05 | 12.9 | 2.5 | | | | | 2.2 | 83.1 | 20.4 | 888 | 409 |
| 15 | A1 | 72.5 | 0.018 | 0.06 | 26.2 | 1.2 | | | | | 3.3 | 71.7 | 29.8 | 1657 | 497 |
| | A | 72.5 | 0.013 | 0.06 | 26.2 | 1.2 | | | | | 4.6 | 71.7 | 29.8 | 2294 | 497 |
| 16 | A1 | 67.2 | 0.025 | 0.08 | 31.7 | 0.9 | | 0.08 | | | 3.2 | 66.4 | 34.7 | 1386 | 433 |
| | A | 67.8 | 0.019 | 0.08 | 31.1 | 0.9 | | 0.08 | | | 4.2 | 67.0 | 34.1 | 1793 | 426 |
| 17 | A1 | 68.7 | 0.033 | 0.05 | 31.2 | | | | 0.04 | | 1.5 | 68.5 | 31.2 | 945 | 624 |
| | A | 69.3 | 0.023 | 0.05 | 30.6 | | | | 0.04 | | 2.2 | 69.1 | 30.6 | 1330 | 612 |
| 18 | A1 | 61.6 | 0.025 | 0.05 | 37.1 | | | | | 1.2 | 2.0 | 62.1 | 37.1 | 1485 | 743 |
| | A | 62.2 | 0.018 | 0.04 | 36.5 | | | | | 1.2 | 2.2 | 62.7 | 36.5 | 2030 | 914 |

[0131] [表2]

| 溶解固化物 如理物 | 組成 (mass%) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|------------|--------|------|------|-----|------|-----|------|-------|-------|-------|-----|------|-----|------|-------|---|-----|--------|--------|--------|--------|--------|
| | Cu | Zr | P | Zn | Sn | Si | Al | Mn | As | Sb | Mg | Pb | Bi | Se | Te | Co | B | REM | F1, f1 | F2, f2 | F3, f3 | F4, f4 | F5, f5 |
| 19 | A1 74.4 | 0.014 | 0.05 | 21.3 | | 3.4 | | 0.8 | | | | | | | | | | | 3.6 | 63.2 | 38.3 | 2738 | 767 |
| | A 74.7 | 0.008 | 0.05 | 21.0 | | 3.4 | | 0.8 | | | | | | | | | | | 6.3 | 63.5 | 38.0 | 4755 | 761 |
| 20 | A1 62.5 | 0.024 | 0.08 | 33.9 | | 0.9 | | 2.6 | | | | | | | | | | | 3.3 | 61.7 | 38.4 | 1600 | 480 |
| | A 62.9 | 0.015 | 0.08 | 33.5 | | 0.9 | | 2.6 | | | | | | | | | | | 5.3 | 62.1 | 38.0 | 2534 | 475 |
| 21 | A1 64.3 | 0.022 | 0.08 | 30.5 | | 1 | 1.1 | 3 | | | | | | | | | | | 3.6 | 61.6 | 38.8 | 1764 | 485 |
| | A 64.7 | 0.015 | 0.08 | 30.1 | | 1 | 1.1 | 3 | | | | | | | | | | | 5.3 | 62.0 | 38.4 | 2560 | 480 |
| 22 | A1 68 | 0.02 | 0.05 | 31.3 | 0.6 | | | | 0.05 | | | | | | | | | | 2.5 | 67.5 | 33.1 | 1654 | 662 |
| | A 68.5 | 0.012 | 0.04 | 30.8 | 0.6 | | | | 0.05 | | | | | | | | | | 3.3 | 68.1 | 32.6 | 2717 | 815 |
| 23 | A1 79.5 | 0.028 | 0.08 | 11.6 | 5.6 | | | | | | | | 2.8 | 0.4 | | | | | 2.9 | 78.1 | 28.4 | 1014 | 355 |
| | A 80.2 | 0.019 | 0.07 | 10.9 | 5.6 | | | | | | | | 2.8 | 0.4 | | | | | 3.7 | 78.8 | 27.7 | 1458 | 396 |
| 24 | A1 63 | 0.012 | 0.07 | 34.4 | 1.2 | 0.22 | | | | | | 0.9 | | | 0.2 | | | | 5.8 | 62.3 | 38.7 | 3222 | 552 |
| | A 63.6 | 0.009 | 0.06 | 33.8 | 1.2 | 0.22 | | | | | | 0.9 | | | 0.2 | | | | 6.7 | 63.0 | 38.1 | 4230 | 635 |
| 25 | A1 64 | 0.014 | 0.07 | 32.3 | 2.7 | | | | | | | | 0.9 | | | | | | 5.0 | 62.9 | 40.4 | 2887 | 577 |
| | A 64.5 | 0.009 | 0.06 | 31.8 | 2.7 | | | | | | | | 0.9 | | | | | | 6.7 | 63.4 | 39.9 | 4437 | 666 |
| 26 | A1 76 | 0.007 | 0.06 | 20.8 | | 3.1 | | | 0.016 | 0.009 | | | | | | | | | 8.6 | 65.0 | 36.3 | 5187 | 605 |
| | A 76.3 | 0.0045 | 0.05 | 20.5 | | 3.1 | | | 0.005 | 0.009 | | | | | | | | | 11.1 | 65.3 | 36.0 | 8007 | 721 |
| 27 | A1 81.9 | 0.037 | 0.07 | 15.2 | 2.6 | 0.2 | | | | | | | | | 0.02 | | | | 1.9 | 79.7 | 24.0 | 648 | 342 |
| | A 82.5 | 0.029 | 0.06 | 14.6 | 2.6 | 0.2 | | | | | | | | | 0.02 | | | | 2.1 | 80.3 | 23.4 | 807 | 390 |
| 28 | A1 75.8 | 0.007 | 0.06 | 20.9 | | 3.2 | | | | | | | | | | 0.008 | | | 8.6 | 64.4 | 36.9 | 5275 | 615 |
| | A 76.2 | 0.005 | 0.06 | 20.5 | | 3.2 | | | | | | | | | | 0.005 | | | 12.0 | 64.8 | 36.5 | 7306 | 609 |
| 29 | A1 63.4 | 0.023 | 0.06 | 35.6 | | | | | 0.05 | | | | 0.9 | | | | | | 2.6 | 63.6 | 35.6 | 1546 | 593 |
| | A 63.8 | 0.016 | 0.06 | 35.2 | | | | | 0.05 | | | | 0.9 | | | | | | 3.8 | 64.0 | 35.2 | 2198 | 586 |
| 30 | A1 77.2 | 0.01 | 0.07 | 19.3 | | 3.3 | | | 0.05 | 0.008 | 0.018 | | | | | | | | 7.0 | 65.4 | 35.8 | 3584 | 512 |
| | A 77.5 | 0.007 | 0.06 | 19.1 | | 3.3 | | | 0.05 | 0.003 | 0.018 | | | | | | | | 8.6 | 65.8 | 35.6 | 5080 | 593 |
| 31 | A1 73.6 | 0.02 | 0.12 | 19.3 | | 4.1 | | 2.8 | | | | | 0.09 | | | | | | 6.0 | 61.7 | 39.8 | 1989 | 331 |
| | A 73.9 | 0.018 | 0.11 | 19.0 | | 4.1 | | 2.8 | | | | | 0.09 | | | | | | 6.1 | 62.1 | 39.5 | 2193 | 359 |
| 32 | A1 62.9 | 0.015 | 0.06 | 34.7 | 1 | 0.12 | | | 0.07 | | | | 0.9 | 0.2 | | | | | 4.0 | 62.5 | 38.1 | 2540 | 635 |
| | A 63.3 | 0.011 | 0.06 | 34.3 | 1 | 0.12 | | | 0.07 | | | | 0.9 | 0.2 | | | | | 5.5 | 62.9 | 37.7 | 3427 | 628 |
| 33 | A1 80 | 0.029 | 0.1 | 8.4 | 5.9 | | | | | 0.04 | | 5.5 | | | | | | | 3.4 | 79.5 | 26.1 | 901 | 261 |
| | A 80.5 | 0.022 | 0.08 | 8.1 | 5.8 | | | | | 0.04 | | 5.5 | | | | | | | 2.6 | 80.1 | 25.5 | 1157 | 318 |
| 34 | A1 79.8 | 0.035 | 0.07 | 18.7 | 1.1 | | | 0.05 | | | | | | | | | | | 0.25 | 79.1 | 22.0 | 628 | 314 |
| | A 80.4 | 0.026 | 0.07 | 18.1 | 1.1 | | | 0.05 | | | | | | | | | | | 0.25 | 79.7 | 21.4 | 823 | 306 |
| 35 | A1 91.7 | 0.03 | 0.08 | 0.0 | | 8.2 | | | | | | | | | | | | | 2.7 | 76.7 | 24.6 | 820 | 307 |
| | A 91.8 | 0.02 | 0.08 | 0.0 | | 8.1 | | | | | | | | | | | | | 4.0 | 77.0 | 24.3 | 1215 | 304 |

実施例

[0132] [表3]

| 溶解/固化 処理物 | 組成 (mass%) | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|------------|------|--------|------|------|------|------|------|------|-----|------|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | Cu | Zr | P | Zn | Sn | Si | Al | Mn | Mg | Pb | Cr | Ti | C | F1, f1 | F2, f2 | F3, f3 | F4, f4 | F5, f5 |
| 36 | A1 | 96.6 | 0.038 | 0.07 | 0.0 | | 3.3 | | | | | | | 1.8 | 84.8 | 16.5 | 434 | 236 |
| | A | 96.8 | 0.03 | 0.07 | 0.0 | | 3.1 | | | | | | | 2.3 | 85.7 | 15.5 | 517 | 221 |
| 37 | A1 | 92.1 | 0.033 | 0.08 | 0.0 | | 1.7 | 6 | | | | | | 2.4 | 75.1 | 26.5 | 803 | 331 |
| | A | 92.3 | 0.025 | 0.08 | 0.0 | | 1.6 | 6 | | | | | | 3.2 | 75.7 | 26.0 | 1040 | 325 |
| 38 | A1 | 89.5 | 0.028 | 0.07 | 0.0 | 10.4 | | | | | | | | 2.5 | 84.1 | 31.2 | 1114 | 446 |
| | A | 89.8 | 0.019 | 0.06 | 0.0 | 10.1 | | | | | | | | 3.2 | 84.6 | 30.3 | 1596 | 505 |
| 39 | A1 | 91 | 0.033 | 0.07 | 0.0 | | 8.2 | 0.6 | 0.02 | | | | | 2.1 | 76.6 | 24.6 | 745 | 351 |
| | A | 91.2 | 0.028 | 0.07 | 0.0 | | 8.2 | 0.49 | 0.01 | | | | | 2.5 | 76.7 | 24.6 | 879 | 351 |
| 40 | A1 | 85.8 | 0.029 | 0.1 | 0.0 | 8.5 | | | | | | | | 3.4 | 84.0 | 25.5 | 879 | 255 |
| | A | 86.2 | 0.023 | 0.07 | 0.0 | 8.2 | | | | 5.5 | | | | 3.0 | 84.6 | 24.6 | 1070 | 352 |
| 41 | A1 | 96.1 | 0.036 | 0.13 | 0.0 | | 3.3 | 0.4 | | | | | | 3.6 | 84.6 | 16.5 | 459 | 127 |
| | A | 96.3 | 0.027 | 0.12 | 0.0 | | 3.2 | 0.32 | | 5.5 | | | | 4.4 | 85.1 | 16.0 | 594 | 134 |
| 42 | A1 | 96.1 | 0.032 | 0.14 | 0.0 | | 3.7 | | | | 0.02 | | 0.0002 | 4.4 | 82.7 | 18.5 | 578 | 132 |
| | A | 96.3 | 0.025 | 0.13 | 0.0 | | 3.5 | | | | 0.02 | | 0.0002 | 5.2 | 83.7 | 17.5 | 701 | 135 |
| 43 | A1 | 90.5 | 0.029 | 0.08 | 0.0 | 9.3 | | | | | | 0.03 | | 2.8 | 85.6 | 27.9 | 962 | 349 |
| | A | 90.8 | 0.02 | 0.06 | 0.0 | 9.1 | | | | | | 0.02 | | 3.0 | 86.1 | 27.3 | 1365 | 455 |
| 44 | B1 | 65.1 | 0.016 | 0.08 | 34.8 | | | | | | | | | 5.0 | 64.9 | 34.8 | 2175 | 435 |
| | B | 65.6 | 0.01 | 0.07 | 34.3 | | | | | | | | | 7.0 | 65.4 | 34.3 | 3432 | 490 |
| 45 | B1 | 75.5 | 0.007 | 0.06 | 21.4 | 3 | | | | | | | | 8.6 | 64.8 | 36.4 | 5205 | 607 |
| | B | 76 | 0.0049 | 0.06 | 20.9 | 3 | | | | | | | | 12.2 | 65.3 | 35.9 | 7334 | 599 |
| 46 | B1 | 75.6 | 0.01 | 0.07 | 21.3 | 3 | | | | | | | | 7.0 | 64.9 | 36.3 | 3632 | 519 |
| | B | 76 | 0.008 | 0.07 | 20.9 | 3 | | | | | | | | 8.8 | 65.3 | 35.9 | 4490 | 513 |
| 47 | B1 | 72.8 | 0.013 | 0.07 | 25.9 | 1.2 | | | | | | | | 5.4 | 72.0 | 29.5 | 2271 | 422 |
| | B | 73.3 | 0.009 | 0.06 | 25.4 | 1.2 | | | | | | | | 6.7 | 72.5 | 29.0 | 3226 | 484 |
| 48 | B1 | 67.2 | 0.025 | 0.08 | 31.7 | 0.9 | 0.08 | | | | | | | 3.2 | 66.4 | 34.7 | 1386 | 433 |
| | B | 68 | 0.015 | 0.07 | 30.9 | 0.9 | 0.07 | | | | | | | 4.7 | 67.2 | 33.9 | 2257 | 484 |
| 49 | B1 | 71.5 | 0.013 | 0.05 | 20.6 | | 1.8 | | | | | | | 3.8 | 74.1 | 26.0 | 2003 | 521 |
| | B | 71.8 | 0.009 | 0.05 | 20.3 | | 1.8 | | | | | | | 5.6 | 74.4 | 25.7 | 2860 | 515 |
| 50 | C1 | 65.1 | 0.016 | 0.08 | 34.8 | | | | | | | | | 5.0 | 64.9 | 34.8 | 2175 | 435 |
| | C | 66 | 0.008 | 0.07 | 33.9 | | | | | | | | | 8.8 | 65.8 | 33.9 | 4240 | 485 |
| 51 | C1 | 63.9 | 0.022 | 0.06 | 35.8 | 0.2 | | | | | | | | 2.7 | 63.0 | 36.8 | 1674 | 614 |
| | C | 64.5 | 0.013 | 0.05 | 35.2 | 0.2 | | | | | | | | 3.8 | 63.7 | 36.2 | 2787 | 725 |
| 52 | C1 | 75.5 | 0.007 | 0.06 | 21.4 | 3 | | | | | | | | 8.6 | 64.8 | 36.4 | 5205 | 607 |
| | C | 76.4 | 0.0043 | 0.06 | 20.5 | 3 | | | | | | | | 14.0 | 65.7 | 35.5 | 8264 | 592 |

実施例

[0133] [表4]

| 溶融固化 処理物 | | 組成 (mass%) | | | | | | | | | | | |
|-------------|----|------------|--------|------|------|-----|------|------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | Cu | Zr | P | Zn | Sn | Si | Al | F1, f1 | F2, f2 | F3, f3 | F4, f4 | F5, f5 |
| 53 | C1 | 75.6 | 0.01 | 0.07 | 21.3 | | 3 | | 7.0 | 64.9 | 36.3 | 3632 | 519 |
| | C | 76.3 | 0.007 | 0.07 | 20.6 | | 3 | | 10.0 | 65.6 | 35.6 | 5089 | 509 |
| 54 | C1 | 75.7 | 0.024 | 0.07 | 21.1 | | 3.1 | | 2.9 | 64.6 | 36.6 | 1525 | 523 |
| | C | 76.4 | 0.015 | 0.07 | 20.4 | | 3.1 | | 4.7 | 65.3 | 35.9 | 2394 | 513 |
| 55 | C1 | 72.8 | 0.013 | 0.07 | 25.9 | 1.2 | | | 5.4 | 72.0 | 29.5 | 2271 | 422 |
| | C | 73.5 | 0.008 | 0.06 | 25.2 | 1.2 | | | 7.5 | 72.7 | 28.8 | 3604 | 481 |
| 56 | C1 | 77.5 | 0.013 | 0.05 | 20.6 | | | 1.8 | 3.8 | 74.1 | 26.0 | 2003 | 521 |
| | C | 78 | 0.008 | 0.05 | 20.1 | | | 1.8 | 6.3 | 74.6 | 25.5 | 3193 | 511 |
| 57 | D1 | 65.1 | 0.016 | 0.08 | 34.8 | | | | 5.0 | 64.9 | 34.8 | 2175 | 435 |
| | D2 | 65.1 | 0.016 | 0.08 | 34.8 | | | | 5.0 | 64.9 | 34.8 | 2175 | 435 |
| | D | 65.8 | 0.01 | 0.07 | 34.1 | | | | 7.0 | 65.6 | 34.1 | 3412 | 487 |
| 58 | D1 | 65.1 | 0.016 | 0.08 | 34.8 | | | | 5.0 | 64.9 | 34.8 | 2175 | 435 |
| | D2 | 63.9 | 0.022 | 0.06 | 35.8 | | 0.2 | | 2.7 | 63.0 | 36.8 | 1674 | 614 |
| | D | 64.7 | 0.014 | 0.05 | 35.1 | | 0.15 | | 3.6 | 64.0 | 35.8 | 2560 | 717 |
| 59 | D1 | 72.8 | 0.013 | 0.07 | 25.9 | 1.2 | | | 5.4 | 72.0 | 29.5 | 2271 | 422 |
| | D2 | 72.8 | 0.013 | 0.07 | 25.9 | 1.2 | | | 5.4 | 72.0 | 29.5 | 2271 | 422 |
| | D | 73.8 | 0.007 | 0.06 | 24.9 | 1.2 | | | 8.6 | 73.0 | 28.5 | 4076 | 476 |
| 60 | D1 | 77.5 | 0.013 | 0.05 | 20.6 | | | 1.8 | 3.8 | 74.1 | 26.0 | 2003 | 521 |
| | D2 | 77.5 | 0.013 | 0.05 | 20.6 | | | 1.8 | 3.8 | 74.1 | 26.0 | 2003 | 521 |
| | D | 78 | 0.009 | 0.05 | 20.1 | | | 1.8 | 5.6 | 74.6 | 25.5 | 2838 | 511 |
| 61 | D1 | 76 | 0.0004 | 0.05 | 20.8 | | 3.1 | | 125.0 | 65.0 | 36.3 | 90874 | 727 |
| | D2 | 75.7 | 0.024 | 0.07 | 21.1 | | 3.1 | | 2.9 | 64.6 | 36.6 | 1525 | 523 |
| | D | 76.5 | 0.009 | 0.06 | 20.4 | | 3 | | 6.7 | 65.8 | 35.4 | 3937 | 591 |
| 62 | E1 | 75.6 | 0.01 | 0.07 | 21.3 | | 3 | | 7.0 | 64.9 | 36.3 | 3632 | 519 |
| | E | 76.2 | 0.006 | 0.07 | 20.7 | | 3 | | 11.7 | 65.5 | 35.7 | 5954 | 510 |
| 63 | E1 | 67.2 | 0.025 | 0.08 | 31.7 | 0.9 | | 0.08 | 3.2 | 66.4 | 34.7 | 1386 | 433 |
| | E | 67.8 | 0.017 | 0.08 | 31.1 | 0.9 | | 0.08 | 4.7 | 67.0 | 34.1 | 2004 | 426 |
| 64 | F1 | 70.2 | 0.028 | 0.08 | 29.7 | | | | 2.9 | 70.0 | 29.7 | 1060 | 371 |
| | F | 71.2 | 0.015 | 0.07 | 28.7 | | | | 4.7 | 71.0 | 28.7 | 1914 | 410 |
| 65 | F1 | 75.5 | 0.017 | 0.07 | 21.4 | | 3 | | 4.1 | 64.8 | 36.4 | 2142 | 520 |
| | F | 76.5 | 0.008 | 0.06 | 20.4 | | 3 | | 7.5 | 65.8 | 35.4 | 4429 | 591 |
| 66 | G1 | 76.8 | 0.009 | 0.06 | 19.8 | | 3.3 | | 6.7 | 65.1 | 36.3 | 4037 | 606 |
| | G | 77.3 | 0.007 | 0.05 | 19.3 | | 3.3 | | 7.1 | 65.6 | 35.8 | 5120 | 717 |
| 67 | G1 | 72.2 | 0.016 | 0.07 | 26.8 | 0.9 | | | 4.4 | 71.5 | 29.5 | 1845 | 422 |
| | G | 72.8 | 0.01 | 0.06 | 26.2 | 0.9 | | | 6.0 | 72.2 | 28.9 | 2893 | 482 |

[0134] [表5]

| 溶解/固化 处理物 | 組成 (mass%) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------|------------|--------|-------|------|-----|-----|-----|-----|----|----|----|----|----|--------------|--|--------|--------|--------|--------|--------|-----|
| | Cu | Zr | P | Zn | Sn | Si | Al | Mn | As | Pb | Bi | Se | Te | 不純物 Fe Ni | | F1, f1 | F2, f2 | F3, f3 | F4, f4 | F5, f5 | |
| 101 | A1 61 | 0.029 | 0.1 | 38.9 | | | | | | | | | | | | 3.4 | 60.7 | 38.9 | 1340 | 389 | |
| | A 61.4 | 0.02 | 0.09 | 38.5 | | | | | | | | | | | | 4.5 | 61.1 | 38.5 | 1925 | 428 | |
| 102 | A1 65.3 | 0.023 | 0 | 34.7 | | | | | | | | | | | | 0 | 65.3 | 34.7 | 1508 | — | |
| | A 65.8 | 0.015 | 0 | 34.2 | | | | | | | | | | | | 0 | 65.8 | 34.2 | 2279 | — | |
| 103 | A1 76 | 0.0004 | 0.05 | 20.8 | | 3.1 | | | | | | | | | | 125.0 | 65.0 | 36.3 | 90874 | 727 | |
| | A 76.5 | 0 | 0.05 | 20.4 | | 3.1 | | | | | | | | | | — | 65.5 | 35.9 | — | 717 | |
| 104 | A1 76.1 | 0.095 | 0.017 | 20.7 | | 3.1 | | | | | | | | | | 0.2 | 65.2 | 36.2 | 381 | 2129 | |
| | A 76.5 | 0.09 | 0.015 | 20.3 | | 3.1 | | | | | | | | | | 0.2 | 65.6 | 35.8 | 398 | 2386 | |
| 105 | A1 70.5 | 0.017 | 0.07 | 26.3 | | 3.1 | | | | | | | | | | 4.1 | 59.4 | 41.8 | 2460 | 597 | |
| | A 70.8 | 0.012 | 0.07 | 26.0 | | 3.1 | | | | | | | | | | 5.8 | 59.7 | 41.5 | 3460 | 593 | |
| 106 | A1 67 | 0.008 | 0.38 | 31.7 | 0.9 | | | | | | | | | | | 47.5 | 65.4 | 34.4 | 4302 | 91 | |
| | A 67.5 | 0.004 | 0.36 | 31.2 | 0.9 | | | | | | | | | | | 90.0 | 66.0 | 33.9 | 8484 | 94 | |
| 107 | A1 60.1 | 0.027 | 0.06 | 38.8 | 1 | | | | | | | | | | | 2.2 | 59.4 | 41.8 | 1549 | 697 | |
| | A 60.5 | 0.019 | 0.05 | 38.4 | 1 | | | | | | | | | | | 2.6 | 59.9 | 41.4 | 2181 | 829 | |
| 108 | A1 64.5 | 0.02 | 0.007 | 30.5 | | 1 | 1.1 | 2.9 | | | | | | | | 0.4 | 61.9 | 38.8 | 1939 | 5539 | |
| | A 65 | 0.015 | 0.005 | 30.0 | | 1 | 1.1 | 2.9 | | | | | | | | 0.3 | 62.4 | 38.3 | 2552 | 7656 | |
| 109 | A1 75.5 | 0.024 | 0.07 | 21.1 | | 3 | | | | | | | | | | 0.32 | 2.9 | 64.8 | 36.1 | 1504 | 516 |
| | A 76.1 | 0.016 | 0.07 | 20.5 | | 3 | | | | | | | | | | 0.32 | 4.4 | 65.4 | 35.5 | 2218 | 507 |
| 110 | A1 65 | 0.025 | 0.07 | 33.7 | 1 | | | | | | | | | | | 0.21 | 0.21 | 36.7 | 1468 | 524 | |
| | A 65.5 | 0.019 | 0.07 | 33.2 | 1 | | | | | | | | | | | 0.21 | 0.21 | 36.2 | 1905 | 517 | |
| 111 | B1 59.6 | 0.024 | 0.09 | 40.3 | | | | | | | | | | | | 3.8 | 59.3 | 40.3 | 1679 | 448 | |
| | B 60.2 | 0.016 | 0.09 | 39.7 | | | | | | | | | | | | 5.6 | 59.9 | 39.7 | 2481 | 441 | |
| 112 | B1 65.3 | 0.023 | 0 | 34.7 | | | | | | | | | | | | 0 | 65.3 | 34.7 | 1508 | — | |
| | B 65.7 | 0.016 | 0 | 34.3 | | | | | | | | | | | | 0 | 65.7 | 34.3 | 2143 | — | |
| 113 | B1 75.5 | 0.02 | 0 | 21.5 | | 3 | | | | | | | | | | 0 | 65.0 | 36.5 | 1824 | — | |
| | B 75.9 | 0.016 | 0 | 21.1 | | 3 | | | | | | | | | | 0 | 65.4 | 36.1 | 2255 | — | |
| 114 | B1 76 | 0.0004 | 0.05 | 20.8 | | 3.1 | | | | | | | | | | 125.0 | 65.0 | 36.3 | 90874 | 727 | |
| | B 76.6 | 0 | 0.05 | 20.3 | | 3.1 | | | | | | | | | | — | 65.6 | 35.8 | — | 715 | |

比較例

[0135] [表6]

| 溶融固化 処理物 | | 組成 (mass%) | | | | | | | | | | | | |
|-------------|-----|------------|-------|--------|------|------|-----|-----|--------|--------|--------|--------|--------|-----|
| | | Cu | Zr | P | Zn | Sn | Si | Al | F1, f1 | F2, f2 | F3, f3 | F4, f4 | F5, f5 | |
| 比較例 | 115 | B1 | 70.5 | 0.017 | 0.07 | 26.3 | | 3.1 | | 4.1 | 59.4 | 41.8 | 2460 | 597 |
| | | B | 71 | 0.013 | 0.07 | 25.8 | | 3.1 | | 5.4 | 59.9 | 41.3 | 3178 | 590 |
| | 116 | B1 | 66.6 | 0.018 | 0 | 32.5 | 0.9 | | | 0 | 66.2 | 35.2 | 1955 | — |
| | | B | 67 | 0.014 | 0 | 31.8 | 1.2 | | | 0 | 66.4 | 35.4 | 2528 | — |
| | 117 | B1 | 78 | 0.0004 | 0.06 | 20.0 | | | 1.9 | 150.0 | 74.4 | 25.7 | 64349 | 429 |
| | | B | 78.2 | 0 | 0.06 | 19.8 | | | 1.9 | — | 74.6 | 25.5 | — | 426 |
| | 118 | C1 | 59.6 | 0.024 | 0.09 | 40.3 | | | | 3.8 | 59.3 | 40.3 | 1679 | 448 |
| | | C | 60.1 | 0.015 | 0.08 | 39.8 | | | | 5.3 | 59.9 | 39.8 | 2654 | 498 |
| | 119 | C1 | 65.3 | 0.023 | 0 | 34.7 | | | | 0 | 65.3 | 34.7 | 1508 | — |
| | | C | 66 | 0.014 | 0 | 34.0 | | | | 0 | 66.0 | 34.0 | 2428 | — |
| | 120 | C1 | 76 | 0.0004 | 0.05 | 20.8 | | 3.1 | | 125.0 | 65.0 | 36.3 | 90874 | 727 |
| | | C | 76.8 | 0 | 0.05 | 20.1 | | 3.1 | | — | 65.8 | 35.6 | — | 711 |
| | 121 | C1 | 66.6 | 0.018 | 0 | 32.5 | 0.9 | | | 0 | 66.2 | 35.2 | 1955 | — |
| | | C | 67.2 | 0.011 | 0 | 31.6 | 1.2 | | | 0 | 66.6 | 35.2 | 3199 | — |
| | 122 | C1 | 78 | 0.0004 | 0.06 | 20.0 | | | 1.9 | 150.0 | 74.4 | 25.7 | 64349 | 429 |
| | | C | 78.5 | 0 | 0.06 | 19.5 | | | 1.9 | — | 74.9 | 25.2 | — | 421 |
| | 123 | D1 | 65.3 | 0.023 | 0 | 34.7 | | | | 0 | 65.3 | 34.7 | 1508 | — |
| | | D2 | 65.3 | 0.023 | 0 | 34.7 | | | | 0 | 65.3 | 34.7 | 1508 | — |
| | | D | 66 | 0.015 | 0 | 34.0 | | | | 0 | 66.0 | 34.0 | 2266 | — |
| | 124 | D1 | 76 | 0.0004 | 0.05 | 20.8 | | 3.1 | | 125.0 | 65.0 | 36.3 | 90874 | 727 |
| | | D2 | 76 | 0.0004 | 0.05 | 20.8 | | 3.1 | | 125.0 | 65.0 | 36.3 | 90874 | 727 |
| | | D | 76.5 | 0 | 0.05 | 20.4 | | 3.1 | | — | 65.5 | 35.9 | — | 717 |
| | 125 | D1 | 66.6 | 0.018 | 0 | 32.5 | 0.9 | | | 0 | 66.2 | 35.2 | 1955 | — |
| | | D2 | 66.6 | 0.018 | 0 | 32.5 | 0.9 | | | 0 | 66.2 | 35.2 | 1955 | — |
| | | D | 67.3 | 0.012 | 0 | 31.5 | 1.2 | | | 0 | 66.7 | 35.1 | 2924 | — |
| | 126 | D1 | 78 | 0.0004 | 0.06 | 20.0 | | | 1.9 | 150.0 | 74.4 | 25.7 | 64349 | 429 |
| | | D2 | 78 | 0.0004 | 0.06 | 20.0 | | | 1.9 | 150.0 | 74.4 | 25.7 | 64349 | 429 |
| | | D | 78.5 | 0 | 0.06 | 19.5 | | | 1.9 | — | 74.9 | 25.2 | — | 421 |
| 127 | E1 | 75.5 | 0.02 | 0 | 21.5 | | 3 | | 0 | 65.0 | 36.5 | 1824 | — | |
| | E | 76 | 0.013 | 0 | 21.0 | | 3 | | 0 | 65.5 | 36.0 | 2768 | — | |
| 128 | E1 | 66.6 | 0.018 | 0 | 32.5 | 0.9 | | | 0 | 66.2 | 35.2 | 1955 | — | |
| | E | 67.3 | 0.011 | 0 | 31.8 | 0.9 | | | 0 | 66.9 | 34.5 | 3135 | — | |

[0136] [表7]

| 溶融固化 処理物 | 初晶 | 金属組織 | β相の面 積率 (%) | | 平均結晶粒径 (μm) | | 最大腐食深さ (μm) | 引張強さ (N/mm ²) | 伸び (%) | 溶融固化処 理性(半溶 融鑄造性) |
|-------------|----|------|-------------------|-----|----------------|------|----------------|------------------------------|-----------|-------------------------|
| | | | | | | | | | | |
| 1 | Al | α | α | 0 | 250 | | | | | |
| | A | α | α | 0 | | 200 | | | | |
| 2 | Al | α | α+β | 0.5 | 65 | | | | | |
| | A | α | α+β | 0.5 | 30 | 30 | 325 | 38 | ○ | |
| 3 | Al | α | α | 0 | 80 | | | | | |
| | A | α | α | 0 | | 55 | 20 | | | |
| 4 | Al | α | α+β | 1 | 60 | | | | | |
| | A | α | α+β | 1 | 30 | 40 | 321 | 37 | | |
| 5 | Al | α | α+κ+γ | 0 | 30 | | | | | |
| | A | α | α+κ+γ | 0 | 15 | 20 | | | | |
| 6 | Al | α | α+κ+γ | 0 | 25 | | | | | |
| | A | α | α+κ+γ | 0 | 10 | 10以下 | 526 | 44 | ○ | |
| 7 | Al | α | α+κ+γ | 0 | 20 | | | | | |
| | A | α | α+κ+γ | 0 | 10 | 10以下 | 536 | 45 | ○ | |
| 8 | Al | α | α+κ+γ | 0 | 200 | | | | | |
| | A | α | α+κ+γ | 0 | | 120 | 40 | 455 | 21 | |
| 9 | Al | α | α+κ+γ | 0 | 25 | | | | | |
| | A | α | α+κ+γ | 0 | 10 | 10以下 | 534 | 42 | ○ | |
| 10 | Al | α | α+κ+γ | 0 | 20 | | | | | |
| | A | α | α+κ+γ | 0 | 10 | 10以下 | 522 | 36 | | |
| 11 | Al | α | α+κ | 0 | 80 | | | | | |
| | A | α | α+κ | 0 | 40 | 30 | | | | |
| 12 | Al | α | α+κ+γ | 0 | 35 | | | | | |
| | A | α | α+κ+γ | 0 | 15 | 10以下 | 522 | 40 | | |
| 13 | Al | α | α+κ | 0 | 65 | | | | | |
| | A | α | α+κ | 0 | 35 | 20 | 519 | 35 | | |
| 14 | Al | α | α | 0 | 90 | | | | | |
| | A | α | α | 0 | 55 | 10以下 | | | | |
| 15 | Al | α | α+γ | 0 | 35 | | | | | |
| | A | α | α+γ | 0 | 20 | 10以下 | 342 | 33 | | |
| 16 | Al | α | α+γ+β | 0.5 | 35 | | | | | |
| | A | α | α+γ+β | 0.5 | 20 | 10 | | | | |
| 17 | Al | α | α | 0 | 50 | | | | | |
| | A | α | α | 0 | 30 | 20 | | | | |
| 18 | Al | α | α+β | 1.5 | 70 | | | | | |
| | A | α | α+β | 2 | 45 | 80 | | | | |

実施例

[0137] [表8]

| 溶融固化 処理物 | 初晶 | 金属組織 | β相の面 積率 (%) | | 平均結晶粒径 (μm) | 最大腐食深さ (μm) | 引張強さ (N/mm ²) | 伸び (%) | 溶融固化処 理性(半溶 融鑄造性) |
|-------------|----|------|-------------------|---------|----------------|----------------|------------------------------|-----------|-------------------------|
| | | | | | | | | | |
| 実施例 | 19 | A1 | α | α+κ+γ | 0 | 40 | | | |
| | | A | α | α+κ+γ | 0 | 25 | 20 | | |
| | 20 | A1 | α | α+β | 2 | 80 | | | |
| | | A | α | α+β | 2 | 45 | 80 | | |
| | 21 | A1 | α | α+β | 2 | 70 | | | |
| | | A | α | α+β | 2 | 45 | 70 | 426 | 30 |
| | 22 | A1 | α | α | 0 | 60 | | | |
| | | A | α | α | 0 | 45 | 30 | | |
| | 23 | A1 | α | α+δ | 0 | 55 | | | |
| | | A | α | α+δ | 0 | 30 | 10以下 | | |
| | 24 | A1 | α | α+γ+β | 1 | 60 | | | |
| | | A | α | α+γ+β | 1.5 | 40 | 50 | | |
| | 25 | A1 | α | α+γ+β | 0.5 | 55 | | | |
| | | A | α | α+γ+β | 0.5 | 35 | 20 | | |
| | 26 | A1 | α | α+κ+γ | 0 | 30 | | | |
| | | A | α | α+κ+γ | 0 | 10 | 20 | | |
| | 27 | A1 | α | α | 0 | 75 | | | |
| | | A | α | α | 0 | 55 | 10以下 | | |
| | 28 | A1 | α | α+κ+γ | 0 | 30 | | | |
| | | A | α | α+κ+γ | 0 | 15 | 10以下 | | |
| | 29 | A1 | α | α+β | 0.5 | 55 | | | |
| | | A | α | α+β | 0.5 | 30 | 40 | | |
| | 30 | A1 | α | α+κ+γ | 0 | 30 | | | |
| | | A | α | α+κ+γ | 0 | 10 | 20 | | |
| | 31 | A1 | α | α+κ+γ+β | 1 | 65 | | | |
| | | A | α | α+κ+γ+β | 1 | 40 | 50 | | |
| | 32 | A1 | α | α+γ+β | 1 | 65 | | | |
| | | A | α | α+γ+β | 1.5 | 40 | 80 | | |
| | 33 | A1 | α | α+δ | 0 | 55 | | | |
| | | A | α | α+δ | 0 | 40 | - | | |
| | 34 | A1 | α | α | 0 | 80 | | | |
| | | A | α | α | 0 | 60 | - | | |
| | 35 | A1 | α | α | 0 | 85 | | | |
| | | A | α | α | 0 | 55 | - | | |

[0138] [表9]

| 溶融固 化処理物 | 初晶 | 金属組織 | β相の面 積率 (%) | | 平均結晶粒径 (μm) | | 最大腐食深さ (μm) | 引張強さ (N/mm ²) | 伸び (%) | 溶融固 化処 理性(半溶 融鑄造性) |
|-------------|----|------|-------------------|-----|----------------|-----|----------------|------------------------------|-----------|-----------------------------|
| | | | | | | | | | | |
| 36 | A1 | α | α | 0 | | 120 | | | | |
| | A | α | α | 0 | | 90 | | | | |
| 37 | A1 | α | α | 0 | | 75 | | | | |
| | A | α | α | 0 | | 50 | | | | |
| 38 | A1 | α | α+δ | 0 | | 25 | | | | |
| | A | α | α+δ | 0 | | 15 | | | | ○ |
| 39 | A1 | α | α+β | 0.3 | | 80 | | | | |
| | A | α | α+β | 0.5 | | 55 | | | | |
| 40 | A1 | α | α+δ | 0 | | 40 | | | | |
| | A | α | α+δ | 0 | | 25 | | | | |
| 41 | A1 | α | α | 0 | | 120 | | | | |
| | A | α | α | 0 | | 110 | | | | |
| 42 | A1 | α | α | 0 | | 120 | | | | |
| | A | α | α | 0 | | 110 | | | | |
| 43 | A1 | α | α+δ | 0 | | 35 | | | | |
| | A | α | α+δ | 0 | | 20 | | | | |
| 44 | B1 | α | α+β | 0.3 | | 45 | | | | |
| | B | α | α+β | 0.5 | | 25 | 30 | 336 | 42 | |
| 45 | B1 | α | α+κ+γ | 0 | | 20 | | | | |
| | B | α | α+κ+γ | 0 | | 10 | 10以下 | 532 | 45 | |
| 46 | B1 | α | α+κ+γ | 0 | | 15 | | | | |
| | B | α | α+κ+γ | 0 | | 10 | 10以下 | | | |
| 47 | B1 | α | α+γ | 0 | | 35 | | | | |
| | B | α | α+γ | 0 | | 25 | 20 | 340 | 32 | |
| 48 | B1 | α | α+γ | 0 | | 30 | | | | |
| | B | α | α+γ | 0 | | 20 | 10以下 | 342 | 32 | ○ |
| 49 | B1 | α | α | 0 | | 35 | | | | |
| | B | α | α | 0 | | 25 | 20 | 384 | 32 | ○ |
| 50 | C1 | α | α | 0 | | 35 | | | | |
| | C | α | α+β | 0.2 | | 25 | 40 | | | |
| 51 | C1 | α | α+β | 0.3 | | 30 | | | | |
| | C | α | α+β | 0.5 | | 30 | 30 | | | |
| 52 | C1 | α | α+κ+γ | 0 | | 15 | | | | |
| | C | α | α+κ+γ | 0 | | 10 | 10以下 | | | |

実施例

[0139] [表10]

| 溶融固化 処理物 | 初晶 | 金属組織 | | β相の面 積率 (%) | | 平均結晶粒径 (μm) | 最大腐食深さ (μm) | 引張強さ (N/mm ²) | 伸び (%) | 溶融固化処 理性(半溶 融鑄造性) |
|-------------|----|------|-------|-------------------|---|----------------|----------------|------------------------------|-----------|-------------------------|
| | | α | α+κ+γ | 0 | 0 | | | | | |
| 53 | G1 | α | α+κ+γ | 0 | 0 | 15 | | | | |
| | C | α | α+κ+γ | 0 | 0 | 10 | 10以下 | | | |
| 54 | G1 | α | α+κ+γ | 0 | 0 | 20 | | | | |
| | C | α | α+κ+γ | 0 | 0 | 15 | | | | |
| 55 | G1 | α | α+γ | 0 | 0 | 25 | | | | |
| | C | α | α+γ | 0 | 0 | 25 | 20 | | | |
| 56 | C1 | α | α | 0 | 0 | 15 | | | | |
| | C | α | α | 0 | 0 | 20 | 20 | | | |
| 57 | D1 | α | α+β | 0.5 | 0 | 65 | | | | |
| | D2 | α | α | 0 | 0 | 35 | | | | |
| | D | α | α+β | 0.1 | 0 | 30 | 40 | 320 | 32 | |
| 58 | D1 | α | α+β | 0.3 | 0 | 45 | | | | |
| | D2 | α | α+β | 0.3 | 0 | 30 | | | | |
| | D | α | α+β | 0.5 | 0 | 25 | 50 | 332 | 34 | |
| 59 | D1 | α | α+γ | 0 | 0 | 35 | | | | |
| | D2 | α | α+γ | 0 | 0 | 25 | | | | |
| | D | α | α+γ | 0 | 0 | 25 | 30 | 342 | 33 | |
| 60 | D1 | α | α | 0 | 0 | 35 | | | | |
| | D2 | α | α | 0 | 0 | 15 | | | | |
| | D | α | α | 0 | 0 | 30 | 30 | 375 | 32 | |
| 61 | D1 | α | α+κ+γ | 0 | 0 | 80 | | | | |
| | D2 | α | α+κ+γ | 0 | 0 | 10 | | | | |
| | D | α | α+κ+γ | 0 | 0 | 15 | 20 | 512 | 38 | |
| 62 | E1 | α | α+κ+γ | 0 | 0 | 15 | | | | |
| | E | α | α+κ+γ | 0 | 0 | 20 | 20 | 501 | 34 | |
| 63 | E1 | α | α+γ | 0 | 0 | 30 | | | | |
| | E | α | α+γ | 0 | 0 | 30 | 30 | 322 | 30 | |
| 64 | F1 | α | α | 0 | 0 | 70 | | | | |
| | F | α | α | 0 | 0 | 55 | 30 | | | |
| 65 | F1 | α | α+κ+γ | 0 | 0 | 25 | | | | |
| | F | α | α+κ+γ | 0 | 0 | 25 | 20 | | | |
| 66 | G1 | α | α+κ+γ | 0 | 0 | 30 | | | | |
| | G | α | α+κ+γ | 0 | 0 | 20 | 20 | | | |
| 67 | G1 | α | α+γ | 0 | 0 | 55 | | | | |
| | G | α | α+γ | 0 | 0 | 40 | 20 | | | |

実施例

[0140] [表11]

| 溶融固化 処理物 | 初晶 | 金属組織 | β相の面 積率 (%) | | 平均結晶粒径 (μm) | | 最大腐食深さ (μm) | 引張強さ (N/mm ²) | 伸び (%) | 溶融固化処 理性(半溶 融鑄造性) |
|-------------|----|------|-------------------|-----|----------------|------|----------------|------------------------------|-----------|-------------------------|
| | | | | | | | | | | |
| 101 | A1 | β | α+β | 6 | | 450 | | | | |
| | A | β | α+β | | 7 | | 350 | | | |
| 102 | A1 | α | α+β | 0.3 | | 600 | | | | |
| | A | α | α+β | | 0.3 | | 500 | 500 | 290 | 26 |
| 103 | A1 | α | α+κ+γ | 0 | | 1000 | | | | |
| | A | α | α+κ+γ | | 0 | | 600 | 70 | 445 | 28 |
| 104 | A1 | α | α+κ+γ | 0 | | 350 | | | | |
| | A | α | α+κ+γ | | 0 | | 350 | 70 | | |
| 105 | A1 | β | α+β+γ | 25 | | 600 | | | | |
| | A | β | α+β+γ | | 25 | | 400 | 350 | 434 | 18 |
| 106 | A1 | α | α+γ+β | 0.5 | | 600 | | | | |
| | A | α | α+γ+β | | 0.5 | | 350 | 70 | | |
| 107 | A1 | β | α+β | 18 | | 800 | | | | |
| | A | β | α+β | | 20 | | 500 | 450 | | |
| 108 | A1 | α | α+β | 1.5 | | 500 | | | | |
| | A | α | α+β | | 2 | | 350 | 550 | 350 | 16 |
| 109 | A1 | α | α+κ+γ | 0 | | 550 | | | | |
| | A | α | α+κ+γ | | 0 | | 350 | 100 | | |
| 110 | A1 | α | α+γ+β | 0.3 | | 600 | | | | |
| | A | α | α+γ+β | | 1 | | 350 | 310 | | |
| 111 | B1 | β | α+β | 18 | | 60 | | | | |
| | B | β | α+β | | 20 | | 400 | 800 | 302 | 22 |
| 112 | B1 | α | α+β | 0.1 | | 80 | | | | |
| | B | α | α+β | | 0.3 | | 350 | 550 | 294 | 28 |
| 113 | B1 | α | α+κ+γ | 0 | | 90 | | | | |
| | B | α | α+κ+γ | | 0 | | 350 | 180 | 453 | 29 |
| 114 | B1 | α | α+κ+γ | 0 | | 90 | | | | |
| | B | α | α+κ+γ | | 0 | | 500 | 60 | 452 | 30 |

[0141] [表12]

| 溶融固化 処理物 | 初晶 | 金属組織 | β相の面 積率 (%) | | 平均結晶粒径 (μm) | 最大腐食深さ (μm) | 引張強さ (N/mm ²) | 伸び (%) | 溶融固化処 理性(半溶 融鑄造性) |
|-------------|----|------|-------------------|-----|----------------|----------------|------------------------------|-----------|-------------------------|
| | | | | | | | | | |
| 115 | B1 | β | α+β+γ | 20 | 80 | | | | |
| | B | β | α+β+γ | 25 | | 350 | 300 | 442 | 20 |
| 116 | B1 | α | α+γ | 0 | 80 | | | | |
| | B | α | α+γ | 0 | | 400 | 210 | 302 | 20 |
| 117 | B1 | α | α | 0 | 80 | | | | |
| | B | α | α | 0 | | 600 | 80 | 326 | 18 |
| 118 | C1 | β | α+β | 12 | 40 | | | | |
| | C | β | α+β | 20 | | 350 | 800 | | |
| 119 | C1 | α | α | 0 | 35 | | | | |
| | C | α | α+β | 0.2 | | 600 | 650 | | |
| 120 | C1 | α | α+κ+γ | 0 | 35 | | | | |
| | C | α | α+κ+γ | 0 | | 500 | 60 | | |
| 121 | C1 | α | α+γ | 0 | 30 | | | | |
| | C | α | α+γ | 0 | | 350 | 180 | | |
| 122 | C1 | α | α | 0 | 25 | | | | |
| | C | α | α | 0 | | 600 | 90 | | |
| 123 | D1 | α | α+β | 0.1 | 80 | | | | |
| | D2 | α | α | 0 | 35 | | | | |
| | D | α | α+β | 0.5 | | 600 | 600 | 275 | 15 |
| 124 | D1 | α | α+κ+γ | 0 | 90 | | | | |
| | D2 | α | α+κ+γ | 0 | 35 | | | | |
| | D | α | α+κ+γ | 0 | | 600 | 120 | 438 | 22 |
| 125 | D1 | α | α+γ | 0 | 80 | | | | |
| | D2 | α | α+γ | 0 | 30 | | | | |
| | D | α | α+γ | 0 | | 450 | 300 | 289 | 19 |
| 126 | D1 | α | α | 0 | 80 | | | | |
| | D2 | α | α | 0 | 25 | | | | |
| | D | α | α | 0 | | 500 | 140 | 312 | 16 |
| 127 | E1 | α | α+κ+γ | 0 | 90 | | | | |
| | E | α | α+κ+γ | 0 | | 350 | 240 | 406 | 18 |
| 128 | E1 | α | α+γ | 0 | 80 | | | | |
| | E | α | α+γ | 0 | | 400 | 320 | 265 | 16 |

比較例

産業上の利用可能性

[0142] 本発明の溶融固化処理物及び溶融固化処理用銅合金材は、溶接部等の溶融固化処理部分の強度，耐摩耗性，耐蝕性，安全性を、当該溶融固化処理部分の組織の微細化，健全化により大幅に向上させることができるものであるから、例えば、次のような溶接製品、ライニング製品、肉盛溶接製品、溶射製品又はこれらの部品若しくは構成材として、好適に実用することができる。

(a) 溶接製品又はその部品若しくは構成材

船舶・化学工業機器部品、熱交換器復水管、海底ケーブル用被覆管、電極板、ガス配管、苛性ソーダ用容器、クラッド、造水装置、油冷却器、蒸留器、給水加熱器、給湯器、給水用配管、エルボ、ボイラ、ボイラ用水管、分岐用溶接配管、海水配管、熱交換器用電縫溶接銅合金管、内面溝付溶接銅合金管、銅合金クラッド鋼管、抵抗溶接電極、溶接棒、溶接線、溶加材。

(b) ライニング製品、肉盛溶接製品、溶射製品又はその部品若しくは構成材

油圧ポンプ・モータ摺動部品、シリンダブロック、ピストンシュー、ブッシュ、ブッシュスリーブ、スラストメタル、船舶推進機器の補修材、ギアの歯、ポンプの羽根、軸受、シャフト、プレス金型のカジリ防止用肉盛溶接部、肉盛溶射部、化学プラント部品・船舶部品用肉盛鉄鋼材、圧延ロール用ピストン、フーチン・基礎杭接合用部品。

請求の範囲

- [1] 溶接、溶射又は溶断により形成された溶融固化処理部分を有する溶融固化処理物であつて、当該溶融固化処理部分が、Zr:0.0005~0.05mass%と、P:0.01~0.35mass%と、Cu:残部とからなり、且つ $F1 = [P] / [Zr] = 0.3 \sim 200$ (元素aの含有量を[a]mass%とする)の関係を満足する合金組成をなすと共に、溶融固化後におけるマクロ組織での平均結晶粒径が $300 \mu\text{m}$ 以下である結晶構造をなすものであることを特徴とする溶融固化処理物。
- [2] 溶融固化処理部分が、Zn:0.01~38mass%を更に含有する合金組成をなすものであることを特徴とする、請求項1に記載する溶融固化処理物。
- [3] 溶融固化処理部分が、Sn:0.01~15mass%、Si:0.01~5mass%及びAl:0.01~9mass%から選択された1種以上の元素を更に含有する合金組成をなすものであることを特徴とする、請求項1又は請求項2に記載する溶融固化処理物。
- [4] 溶融固化処理部分が、Sb:0.02~0.15mass%、As:0.02~0.15mass%、Mg:0.001~0.2mass%及びMn:0.01~4mass%から選択された1種以上の元素を更に含有する合金組成をなすものであることを特徴とする、請求項2又は請求項3に記載する溶融固化処理物。
- [5] 溶融固化処理部分が、Pb:0.005~15mass%、Bi:0.005~15mass%、Se:0.01~2mass%及びTe:0.03~1.5mass%から選択された1種以上の元素を更に含有する合金組成をなすことを特徴とする、請求項2~請求項4の何れかに記載する溶融固化処理物。
- [6] 溶融固化処理部分が、Co:0.005~0.3mass%、Cr:0.005~0.3mass%、C:0.00005~0.02mass%、Ti:0.005~0.3mass%、B:0.0002~0.05mass%及び希土類元素:0.01~0.5mass%から選択された1種以上の元素を更に含有する合金組成をなすことを特徴とする、請求項3又は請求項4に記載する溶融固化処理物。
- [7] 溶融固化処理部分が、 $F2 = [Cu] - 3[P] - 3.5[Si] - 0.5[Sn] - 1.8[Al] - 0.5([Sb] + [As] + [Mg]) + [Mn] + 0.5([Pb] + [Bi] + [Se] + [Te]) = 60 \sim 97$ (元素aの含有量を[a]mass%とし、含有しない元素aについては[a]=0とする)

の関係を更に満足する合金組成をなすことを特徴とする、請求項1～請求項6の何れかに記載する溶融固化処理物。

- [8] 溶融固化処理部分が、 $F3 = [Zn] + 3[Sn] + 5[Si] + 3[Al] = 10 \sim 45$ (元素aの含有量を[a]mass%とし、含有しない元素aについては[a]=0とする)の関係を満足する合金組成をなすことを特徴とする、請求項2～請求項6の何れかに記載する溶融固化処理物。
- [9] 溶融固化処理部分が、 $F4 = ([Zn] + 3[Sn] + 5[Si] + 3[Al]) / [Zr] = 300 \sim 35000$ 及び $F5 = ([Zn] + 3[Sn] + 5[Si] + 3[Al]) / [P] = 60 \sim 3000$ (元素aの含有量を[a]mass%とし、含有しない元素aについては[a]=0とする)の関係を更に満足する合金組成をなすことを特徴とする、請求項2～請求項6の何れかに記載する溶融固化処理物。
- [10] 溶融固化処理部分においては、溶融固化時の初晶が α 相であることを特徴とする、請求項1～請求項6の何れかに記載する溶融固化処理物。
- [11] 溶融固化処理部分は、溶融固化時において包晶反応が生じるものであることを特徴とする、請求項2～請求項6の何れかに記載する銅合金。
- [12] 溶融固化処理部分は、溶融固化後の常温状態において、 α 相と β 相、 κ 相、 γ 相及び δ 相の少なくとも1つの相を含む金属組織をなすものであることを特徴とする、請求項2～請求項6の何れかに記載する溶融固化処理物。
- [13] β 相の含有量が、面積率で10%以下であることを特徴とする、請求項12に記載する溶融固化処理物。
- [14] 溶融固化処理部分は、デンドライト・ネットワークが分断された結晶構造であって、結晶粒又は α 相結晶粒がその二次元形態において円形状、円に近い非円形状、楕円形状、十字形状、針状形状又は多角形状をなす結晶構造のものであることを特徴とする、請求項1～請求項6の何れかに記載する溶融固化処理物。
- [15] 溶融固化処理部分においては、酸化物及び／又は硫化物の形態をなさないZrが、 $[P] / [Zr] = 0.5 \sim 150$ (元素aの含有量を[a]mass%とする)を満足することを条件として、0.0005～0.039mass%含有されていることを特徴とする、請求項1～請求項6の何れかに記載する溶融固化処理物。

- [16] 溶融固化処理部分においてFe及び／又はNiが不可避免的に不純物として含有される場合であつて、その何れかが含有される場合にはFe又はNiの含有量が0.3mass%を超えず、またFe及びNiが含有される場合にはそれらの合計含有量が0.4mass%を超えないことを特徴とする、請求項1～請求項6の何れかに記載する溶融固化処理物。
- [17] 溶融固化処理部分が溶接により溶融固化処理された溶接管継ぎ目部分である溶融固化処理物であつて、銅合金からなる板状の被溶接材をその両端縁部が衝合する円筒状に折曲加工すると共にその端縁部同士を溶接により溶着してなる溶接管であることを特徴とする、請求項1～請求項16の何れかに記載する溶融固化処理物。
- [18] 前記端縁部同士の溶着が、銅合金製の溶加材を使用した溶接により行われることを特徴とする、請求項17に記載する溶融固化処理物。
- [19] 複数の銅合金製の被溶接材を具備しており、これらの被溶接材の被溶接部分同士を溶接により溶着してなる溶接構造物であることを特徴とする、請求項1～請求項16の何れかに記載する溶融固化処理物。
- [20] 前記被溶接部分同士の溶着が、銅合金製の溶加材を使用した溶接により行われることを特徴とする、請求項19に記載する溶融固化処理物。
- [21] 溶融固化処理部分が金属母材の表面に銅合金製の溶射材を使用して溶射された銅合金層である、溶射構造物であることを特徴とする、請求項1～請求項16の何れかに記載する溶融固化処理物。
- [22] 溶融固化処理部分が金属母材の表面に銅合金製の溶加材を使用して肉盛り溶接された銅合金層である、肉盛溶接構造物であることを特徴とする、請求項1～請求項16の何れかに記載する溶融固化処理物。
- [23] 溶融固化処理部分が銅合金製の被溶断材を溶断して形成される溶断部分である、溶断成形物であることを特徴とする、請求項1～請求項16の何れかに記載する溶融固化処理物。
- [24] 船舶・化学工業機器部品、熱交換器復水管、海底ケーブル用被覆管、電極板、ガス配管、苛性ソーダ用容器、クラッド、造水装置、油冷却器、蒸留器、給水加熱器、給湯器、給水用配管、エルボ、ボイラ、ボイラ用水管、分岐用溶接配管、海水配管、

熱交換器用電縫溶接銅合金管、内面溝付溶接銅合金管、銅合金クラッド鋼管、抵抗溶接電極、溶接棒、溶接線、溶加材、油圧ポンプ・モータ摺動部品、シリンダブロック、ピストンシュー、ブッシュ、ブッシュスリーブ、スラストメタル、船舶推進機器の補修材、ギアの歯、ポンプの羽根、軸受、シャフト、プレス金型のカジリ防止用肉盛溶接部、肉盛溶射部、化学プラント部品・船舶部品用肉盛鉄鋼材、圧延ロール用ピストン、フーチン・基礎杭接合用部品又はこれらの部品であることを特徴とする、請求項1～請求項16の何れかに記載する溶融固化処理物。

- [25] 請求項17～請求項23の何れかに記載する被溶接材、被溶断材、溶加材又は溶射材である溶融固化処理用銅合金材であって、Zr:0.0005～0.05mass%と、P:0.01～0.35mass%と、Cu:残部とからなり、且つ $f1 = [P] / [Zr] = 0.3 \sim 200$ (元素aの含有量を[a]mass%とする)の関係を満足する合金組成をなすと共に、溶融固化後におけるマクロ組織での平均結晶粒径が $300 \mu m$ 以下である結晶構造をなすものであることを特徴とする溶融固化処理用銅合金材。
- [26] Zn:0.01～38mass%を更に含有する合金組成をなすものであることを特徴とする、請求項25に記載する溶融固化処理用銅合金材。
- [27] Sn:0.01～15mass%、Si:0.01～5mass%及びAl:0.01～9mass%から選択された1種以上の元素を更に含有する合金組成をなすものであることを特徴とする、請求項25又は請求項26に記載する溶融固化処理用銅合金材。
- [28] Sb:0.02～0.15mass%、As:0.02～0.15mass%、Mg:0.001～0.2mass%及びMn:0.01～4mass%から選択された1種以上の元素を更に含有する合金組成をなすものであることを特徴とする、請求項26又は請求項27に記載する溶融固化処理用銅合金材。
- [29] Pb:0.005～15mass%、Bi:0.005～15mass%、Se:0.01～2mass%及びTe:0.03～1.5mass%から選択された1種以上の元素を更に含有する合金組成をなすことを特徴とする、請求項26～請求項28の何れかに記載する溶融固化処理用銅合金材。
- [30] Co:0.005～0.3mass%、Cr:0.005～0.3mass%、C:0.00005～0.02mass%、Ti:0.005～0.3mass%、B:0.0002～0.05mass%及び希土類元素:0.

01～0.5mass%から選択された1種以上の元素を更に含有する合金組成をなすことを特徴とする、請求項27又は請求項28に記載する溶融固化処理用銅合金材。

[31] $f2 = [\text{Cu}] - 3[\text{P}] - 3.5[\text{Si}] - 0.5[\text{Sn}] - 1.8[\text{Al}] - 0.5([\text{Sb}] + [\text{As}] + [\text{Mg}]) + [\text{Mn}] + 0.5([\text{Pb}] + [\text{Bi}] + [\text{Se}] + [\text{Te}]) = 60 \sim 97$ (元素aの含有量を[a]mass%とし、含有しない元素aについては[a]=0とする)の関係を更に満足する合金組成をなすことを特徴とする、請求項25～請求項30の何れかに記載する溶融固化処理用銅合金材。

[32] $f3 = [\text{Zn}] + 3[\text{Sn}] + 5[\text{Si}] + 3[\text{Al}] = 10 \sim 45$ (元素aの含有量を[a]mass%とし、含有しない元素aについては[a]=0とする)の関係を更に満足する合金組成をなすことを特徴とする、請求項26～請求項30の何れかに記載する溶融固化処理用銅合金材。

[33] $f4 = ([\text{Zn}] + 3[\text{Sn}] + 5[\text{Si}] + 3[\text{Al}]) / [\text{Zr}] = 300 \sim 35000$ 及び $f5 = ([\text{Zn}] + 3[\text{Sn}] + 5[\text{Si}] + 3[\text{Al}]) / [\text{P}] = 60 \sim 3000$ (元素aの含有量を[a]mass%とし、含有しない元素aについては[a]=0とする)の関係を更に満足する合金組成をなすことを特徴とする、請求項26～請求項30の何れかに記載する溶融固化処理用銅合金材。

[34] 溶融固化時の初晶が α 相であることを特徴とする、請求項25～請求項30の何れかに記載する溶融固化処理用銅合金材。

[35] 溶融固化後の常温状態において、 α 相と β 相、 κ 相、 γ 相及び δ 相の少なくとも1つの相とを含む金属組織をなすものであることを特徴とする、請求項26～請求項30の何れかに記載する溶融固化処理用銅合金材。

[36] β 相の含有量が、面積率で10%以下であることを特徴とする、請求項35に記載する溶融固化処理用銅合金材。

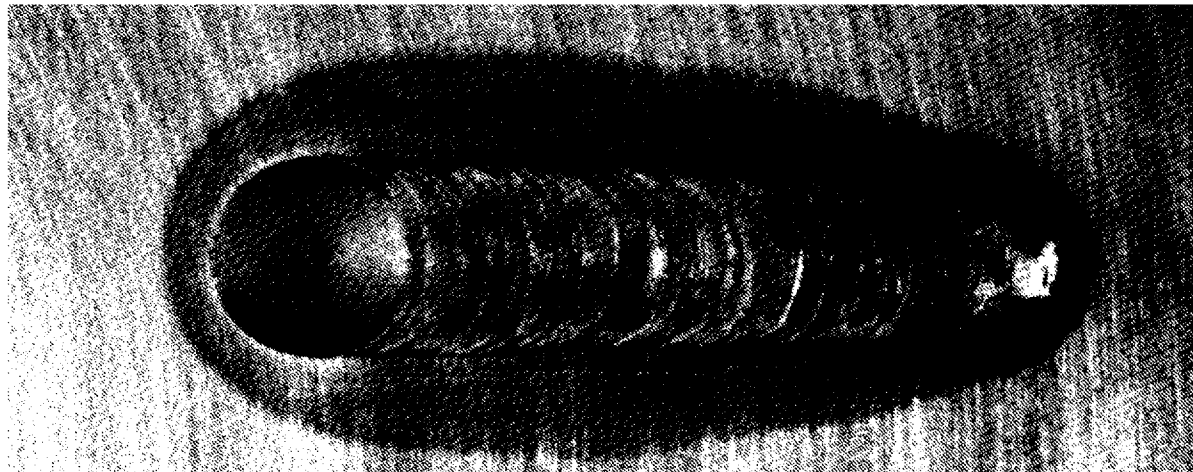
[37] デンドライト・ネットワークが分断された結晶構造であつて、結晶粒又は α 相結晶粒がその二次元形態において円形状、円に近い非円形状、楕円形状、十字形状、針状形状又は多角形状をなす結晶構造のものであることを特徴とする、請求項25～請求項30の何れかに記載する溶融固化処理用銅合金材。

[38] 酸化物及び/又は硫化物の形態をなさないZrが、 $[\text{P}] / [\text{Zr}] = 0.5 \sim 150$ (元素

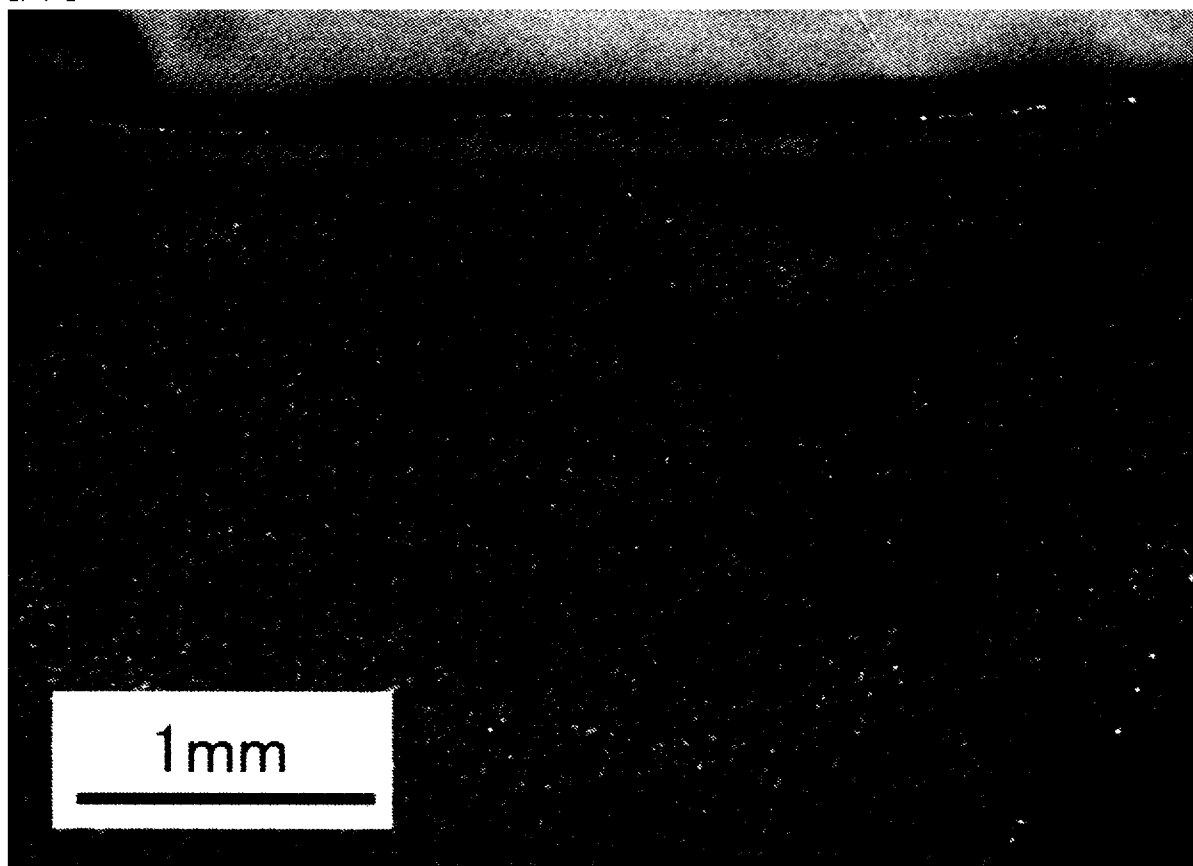
aの含有量を[a]mass%とする)を満足することを条件として、0.0005~0.039mass%含有されていることを特徴とする、請求項25~請求項30の何れかに記載する溶融固化処理用銅合金材。

- [39] Fe及び/又はNiが不可避不純物として含有される場合にあって、その何れかが含有される場合にはFe又はNiの含有量が0.3mass%以下に、またFe及びNiが含有される場合にはそれらの合計含有量が0.4mass%以下に、夫々制限されていることを特徴とする、請求項25~請求項30の何れかに記載する溶融固化処理用銅合金材。
- [40] 船舶・化学工業機器部品、熱交換器復水管、海底ケーブル用被覆管、電極板、ガス配管、苛性ソーダ用容器、クラッド、造水装置、油冷却器、蒸留器、給水加熱器、給湯器、給水用配管、エルボ、ボイラ、ボイラ用水管、分岐用溶接配管、海水配管、熱交換器用電縫溶接銅合金管、内面溝付溶接銅合金管、銅合金クラッド鋼管、抵抗溶接電極、溶接棒、溶接線、溶加材、油圧ポンプ・モータ摺動部品、シリンダブロック、ピストンシュウ、ブッシュ、ブッシュスリーブ、スラストメタル、船舶推進機器の補修材、ギアの歯、ポンプの羽根、軸受、シャフト、プレス金型のカジリ防止用肉盛溶接部、肉盛溶射部、化学プラント部品・船舶部品用肉盛鉄鋼材、圧延ロール用ピストン、フーチン・基礎杭接合用部品又はこれらの部品の構成材であることを特徴とする、請求項25~請求項30の何れかに記載する溶融固化処理用銅合金材。
- [41] 請求項25~請求項40の何れかに記載する溶融固化処理用銅合金材を製造するに当たって、鑄造工程においては、結晶粒を微細化させることを目的として当該銅合金材に含有されるZrを、これを含有する銅合金物の形態で添加させることにより、鑄造に際して酸化物及び/又は硫化物の形態でZrが添加されないようにすることを特徴とする溶融固化処理用銅合金材の製造方法。
- [42] Zrを含有する前記銅合金物が、Cu-Zr合金若しくはCu-Zn-Zr合金又はこれらの合金をベースとしてP、Mg、Al、Sn、Mn及びBから選択する1種以上の元素を更に含有させた銅合金であることを特徴とする、請求項41に記載する溶融固化処理用銅合金材の製造方法。

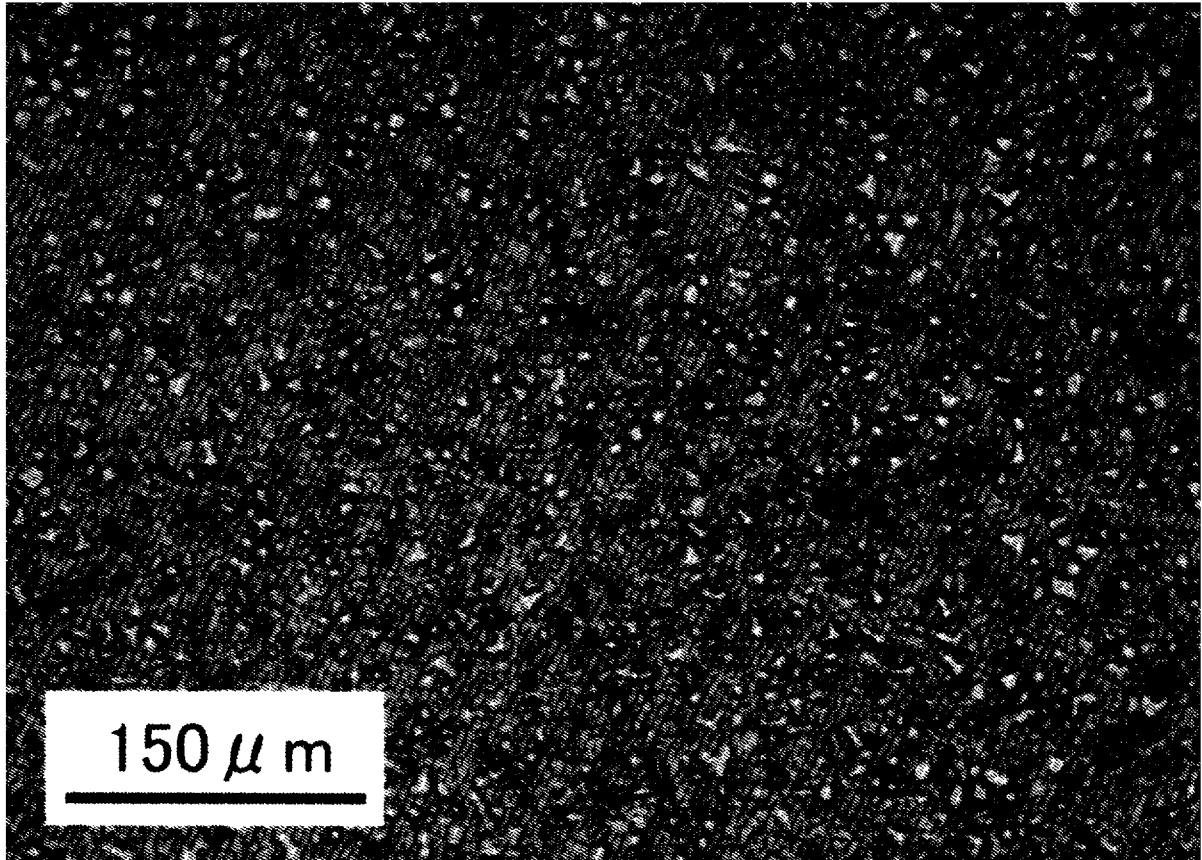
[図1]



[図2]



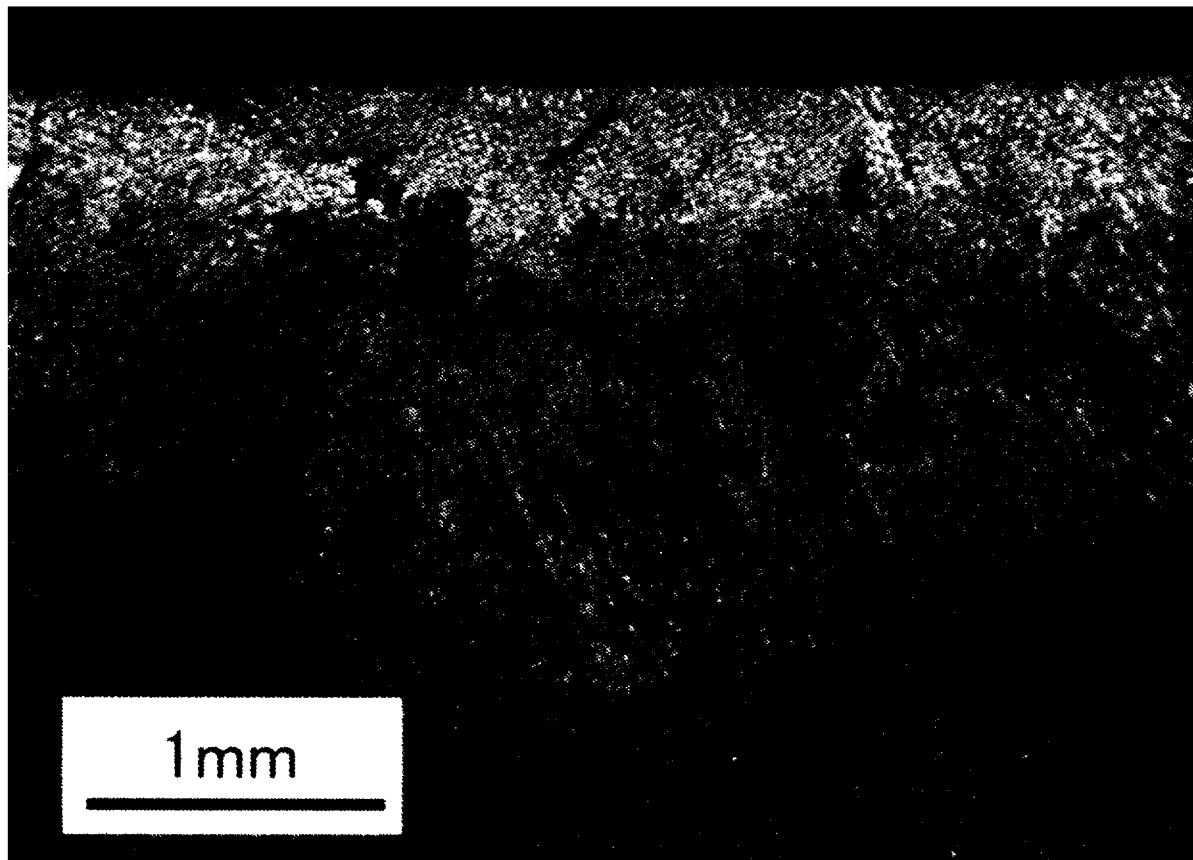
[図3]



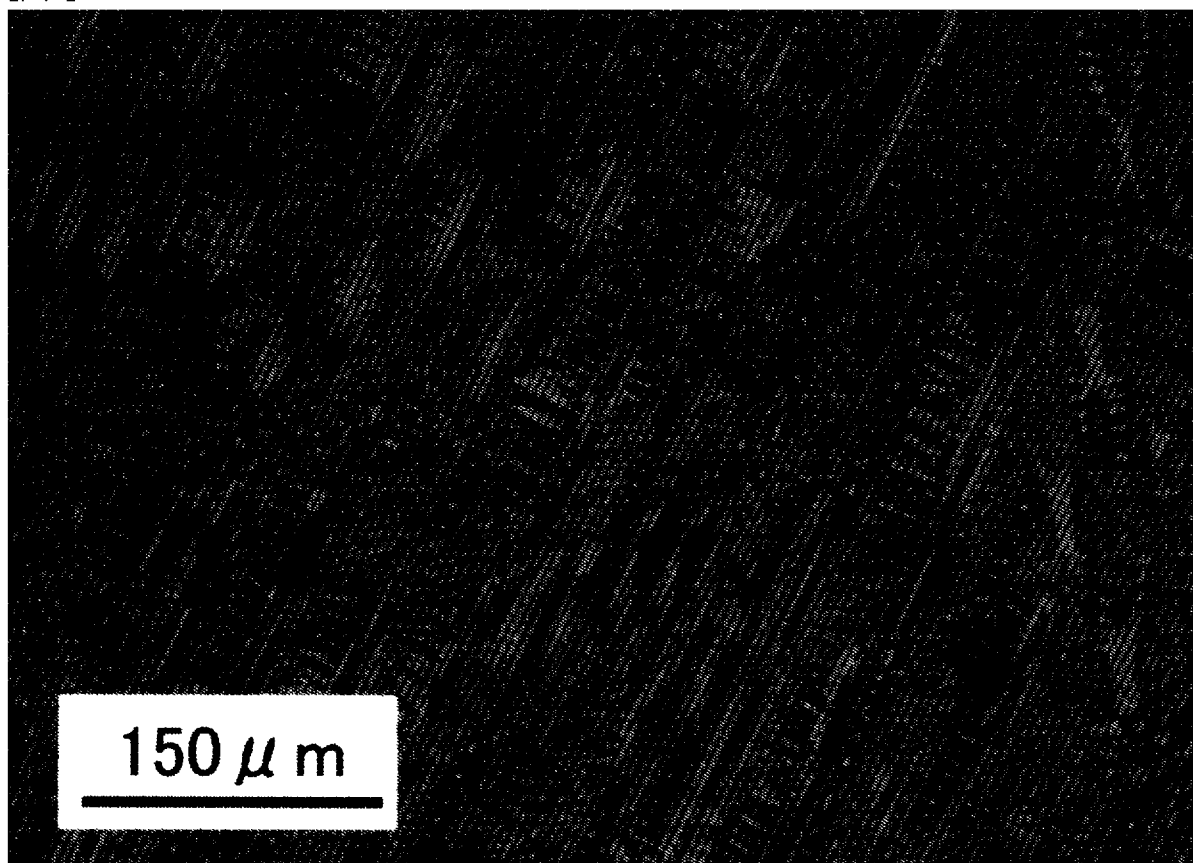
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/018107

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C22C9/04 (2006.01) , **C22C9/02** (2006.01) , **C22C9/10** (2006.01)

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C22C9/00 (2006.01) - **C22C9/10** (2006.01) ,
B23K35/00 (2006.01) - **B23K35/40** (2006.01)

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

| | | | |
|---------------------------|-----------|----------------------------|-----------|
| Jitsuyo Shinan Koho | 1922-1996 | Jitsuyo Shinan Toroku Koho | 1996-2005 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2005 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2005 |

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| A | JP 6-58688 A (Mitsubishi Shindoh Co., Ltd.), 04 March, 1994 (04.03.94), Claims; Par. No. [0022]; table 5 (Family: none) | 1-42 |
| A | JP 2001-247923 A (Sambo Copper Alloy Co., Ltd.), 14 September, 2001 (04.09.01), Claims; Par. Nos. [0017], [0019]; tables 1 to 6 (Family: none) | 1-42 |
| A | JP 6-184669 A (Mitsubishi Materials Corp.), 05 July, 1994 (05.07.94), Claims; Par. Nos. [0010], [0011]; tables 1 to 4 & WO 94/10352 A1 | 1-42 |

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

| | |
|---|--|
| * Special categories of cited documents: | "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention |
| "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance | "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone |
| "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date | "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art |
| "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) | "&" document member of the same patent family |
| "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means | |
| "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed | |

Date of the actual completion of the international search
13 December, 2005 (13.12.05)

Date of mailing of the international search report
20 December, 2005 (20.12.05)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/018107

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| A | JP 44-2335 B1 (Hitachi, Ltd.), 31 January, 1969 (31.01.69), Claims; table 1 (Family: none) | 1-42 |
| A | JP 40-16773 B1 (Hitachi, Ltd.), 31 July, 1965 (31.07.65), Claims; tables (Family: none) | 1-42 |
| A | JP 55-70494 A (Futoshi MATSUMURA), 27 May, 1980 (27.05.80), Claims; page 2, lower right column to page 3, upper left column (Family: none) | 1-42 |

A 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int Cl **C22C9/04** (2006 01), **C22C9/02** (2006 01), **C22C9/10** (2006 01)

B 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int Cl **C22C9/00** (2006 01)~**C22C9/10** (2006 01), **B23K35/00** (2006 01)~**B23K35/40** (2006 01)

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

| | |
|-------------|------------|
| 日本国実用新案公報 | 1922-1996年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1971-2005年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1996-2005年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994-2005年 |

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C 関連すると認められる文献

| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
|-----------------|--|------------------|
| A | JP 6-58688 A (三菱伸銅株式会社) 1994 03.04, 特許請求の範囲、 【0022】、【表5】 (ファミリーなし) | 1-42 |
| A | JP 2001-247923 A (三宝伸銅工業株式会社) 2001 09 14, 特許請求 の範囲、【0017】【0019】【表1】~【表6】 (ファミリーなし) | 1-42 |
| A | JP 6-184669 A (三菱マテリアル株式会社) 1994 07 05, 特許請求の 範囲、【0010】【0011】【表1】~【表4】 & WO 94/10352 A1 | 1-42 |

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるか、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

13 12 2005

国際調査報告の発送日

20 12 2005

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
 郵便番号 100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

近野 光知

電話番号 03-3581-1101 内線 3435

4K

9260