

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2012年5月3日(03.05.2012)

(10) 国際公開番号
WO 2012/057055 A1

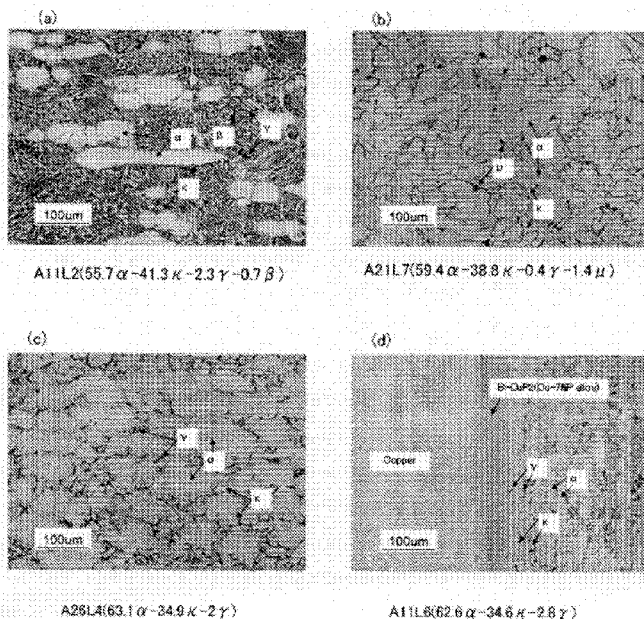
PCT

- (51) 国際特許分類:
C22C 9/04 (2006.01) B23K 101/12 (2006.01)
B23K 1/19 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/074389
- (22) 国際出願日: 2011年10月24日(24.10.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2010-238311 2010年10月25日(25.10.2010) JP
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 三菱伸銅株式会社(MITSUBISHI SHINDOH CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1408550 東京都品川区北品川4-7-35 Tokyo (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]; 〒5900906 大阪府堺市堺区三宝町8丁374番地 三菱伸銅株式会社三宝製作所内 Osaka (JP).
- (74) 代理人: 大中 実, 外(OHNAKA Minoru et al.); 〒5420081 大阪府大阪市中央区南船場2丁目3番6号 第一住建長堀橋駅前ビル4階 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, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロシヤ (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
一 国際調査報告(条約第21条(3))

(54) Title: PRESSURE-RESISTANT AND CORROSION-RESISTANT COPPER ALLOY, BRAZED STRUCTURE, AND METHOD FOR PRODUCING BRAZED STRUCTURE

(54) 発明の名称: 耐圧耐食性銅合金、ろう付け構造体、及びろう付け構造体の製造方法

[図1]



(57) Abstract: Disclosed is a pressure-resistant and corrosion-resistant copper alloy which contains 73.0-79.5 mass% of Cu and 2.5-4.0 mass% of Si with the balance made up of Zn and unavoidable impurities. The Cu content expressed as [Cu] mass% and the Si content expressed as [Si] mass% satisfy the following relationship: $62.0 \leq [\text{Cu}] - 3.6 \times [\text{Si}] \leq 67.5$. In addition, the area ratio of the α phase expressed as $\alpha\%$, the area ratio of the β phase expressed as $\beta\%$, the area ratio of the γ phase expressed as $\gamma\%$, the area ratio of the κ phase expressed as $\kappa\%$ and the area ratio of the μ phase expressed as $\mu\%$ satisfy the following relationships: $30 \leq \alpha \leq 84$; $15 \leq \kappa \leq 68$; $\alpha + \kappa \geq 92$; $0.2 \leq \kappa/\alpha \leq 2$; $\beta \leq 3$; $\mu \leq 5$; $\beta + \mu \leq 6$; $0 \leq \gamma \leq 7$; and $0 \leq \beta + \mu + \gamma \leq 8$.

(57) 要約: 73.0~79.5 mass%のCuと、2.5~4.0 mass%のSiと、を含有し、残部をZn及び不可避免不純物とし、Cuの含有量[Cu] mass%と、Siの含有量[Si] mass%との間に、 $62.0 \leq [\text{Cu}] - 3.6 \times [\text{Si}] \leq 67.5$ の関係を有する。また、 α 相の面積率「 α 」%と、 β 相の面積率「 β 」%と、 γ 相の面積率「 γ 」%と、 κ 相の面積率「 κ 」%と、 μ 相の面積率「 μ 」%との間に、 $30 \leq \alpha \leq 84$; $15 \leq \kappa \leq 68$; $\alpha + \kappa \geq 92$; $0.2 \leq \kappa/\alpha \leq 2$ であり、 $\beta \leq 3$ 、 $\mu \leq 5$ 、 $\beta + \mu \leq 6$ 、 $0 \leq \gamma \leq 7$ 、 $0 \leq \beta + \mu + \gamma \leq 8$ の関係を有する。

明 細 書

発明の名称：

耐圧耐食性銅合金、ろう付け構造体、及びろう付け構造体の製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、他材とろう付けされた耐圧耐食性銅合金と、耐圧耐食性銅合金を備えたろう付け構造体と、ろう付け構造体の製造方法に関する。特に、高い耐圧性と優れた耐食性を備えた耐圧耐食性銅合金等に関する。

背景技術

[0002] 高圧ガス設備、空調設備、給水・給湯設備等の容器、器具、部材としては、高圧バルブを始めとする種々のバルブ、各種の継手、各種の弁、ジョイント、シリンダー等の油圧容器、ノズル、スプリンクラー、水栓金具等があり、これらに用いられる銅合金は、銅配管や様々な部材等と接合される。その接合部には高い圧力がかかるので、接合方法には信頼性の観点から硬ろう付けが採用されている。硬ろう付けは、接合強度が高く信頼性が高いが、硬ろうの融点が約700℃～約830℃と高いので、硬ろう付けされる銅合金も、当然に硬ろうの融点或いはそれ以上の温度に加熱される。ところが、一般的にこれらの部材に用いられる銅合金は、融点が約850℃～950℃のため、ろう付けされた銅合金は著しく材料強度が低下し、耐食性が低下するという問題がある。

[0003] 上述したこれらの銅合金は、熱間鍛造材を切削加工したもの、押出加工された棒材を切削加工したもの、鋳物及び連続鋳造棒を切削加工したものである。熱間鍛造材や押出加工された棒材の材料としては、主にJIS H 3250の規格に基づく熱間鍛造性に優れた鍛造用黄銅棒C3771（代表組成：59Cu－2Pb－残Zn）、切削加工に優れた快削黄銅C3604（代表組成：59Cu－3Pb－残Zn）や、最近のPbフリー化の要請によってこれらの材料においてPbをBiで置き換えた銅合金材料、そして耐脱亜鉛腐食性に優れるために銅濃度を61～63mass%まで高めた耐脱亜鉛腐

食鍛造用黄銅や耐脱亜鉛腐食快削黄銅がある。

[0004] 一方、鋳物に関しては、JIS H 5120、又は、JIS H 5121の規格に基づく鋳物、又は連続鋳造鋳物であって、耐食性に優れるCu-Sn-Zn-Pb合金であるCAC406（85Cu-5Sn-5Zn-5Pb）、この合金のPbをBiに置き換えたCu-Sn-Zn-Bi合金、金型鋳造性に優れた黄銅鋳物CAC202（67Cu-1Pb-残Zn）、又はCAC203（60Cu-1Pb-残Zn）等がある。

しかしながら、これらの銅合金をろう付けするとき、銅合金は、約800℃、或いは約750℃、少なくとも700℃以上の高温にまで上がるので、材料強度が低下する問題がある。特にPb、Bi、Sn等を含有するCu-Zn合金において、Cu濃度が64mass%を超えると、結晶粒が粗大化するので強度低下は著しい。また、CAC406合金は、Cu濃度が高く従来から強度が低いという問題であったが更に強度が低下するという問題がある。一方、Cuが63mass%以下の合金、特にCu-Zn-Pb又はCu-Zn-Bi合金に関しては、700℃以上、特に800℃以上の温度に加熱すると、β相の占める割合が増大し、耐食性に問題が生じる。更にCu濃度が低い場合は、β相の占める割合が高くなるので、延性や衝撃特性が低くなる。

[0005] バルブ等の銅合金と銅配管等の接合に用いられるろう付け材は、例えば、JIS Z 3264のりん銅ろう、JIS Z 3261の銀ろうが一般的である。その中でも、BCuP-2（代表組成7%P-93Cu）のりん銅ろうが最もよく使われ、BCuP-3（代表組成6.5%P-5%Ag-88.5%Cu）のりん銅ろう、BAg-6（代表組成50%Ag-34%Cu-16%Zn）の銀ろうも良く使われている。これらのろう材の融点（固相線温度-液相線温度）は、それぞれ、710℃-795℃、645℃-815℃、690℃-775℃であり、またろう付け温度は、JIS規格においてそれぞれ、735℃~845℃、720℃~815℃、775℃~870℃と記載されている。従ってバルブ等の銅合金は、ろう材の種類、銅合金の形状、厚さ、大きさにもよるが、数秒から数分の間に、少なくとも70

0℃以上で約800℃に加熱され、また直接加熱されない部分においても高温状態になる。少なくとも700℃以上で約800℃に加熱されると、前述のような耐圧性や腐食問題が生じる。尚、ろう付け方法としては、接合部分にろう材を置き、約800℃に加熱した炉を通過させることによって連続的にろう付けする方法もある。この場合は、バルブ等の銅合金は、全体が800℃に加熱され、冷却される。

[0006] また、ろう付け後の特性に関わるものではないが、耐食性を低下させる β 相を少なくする技術として、60.0～62.5mass%Cu、0.4～2.0mass%B_i、0.01～0.05mass%P、残部がZnからなるB_i添加快削性銅合金において、熱間押出後に押出素材の表面温度が180℃以下になるまで徐冷し、徐冷後に、例えば350～550℃で1～8時間の熱処理を行うことにより β 相を減少させつつ、 β 相の周囲を α 相で取り囲むような金属組織とし、良好な耐食性を確保するものが知られている（特許文献1参照）。高温で加工されると、 β 相の量が多くなるため、このように熱間加工後の徐冷工程や、更には、冷却後に熱処理工程を追加することにより耐食性を確保しようとしている。

しかしながら、ろう付けにおいて、このような徐冷や冷却後の熱処理を行うことは当然コストアップになり、また、これらの熱処理が実用上困難であるというような問題がある。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開2008-214760号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 本発明は、斯かる従来技術の問題を解決するためになされたものであり、他材とろう付けされた耐圧耐食性銅合金であって、高い耐圧性と優れた耐食性を備えた耐圧耐食性銅合金を提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

- [0009] 前記課題を解決するため、本発明者は、銅合金の組成や金属組織について検討した。その結果、所定の組成の銅合金において、金属組織の各相の面積率を所定の範囲内にすることにより、高い耐圧性と優れた耐食性が得られるという知見を得た。
- [0010] 具体的には、73.0～79.5mass%のCuと、2.5～4.0mass%のSiと、を含有し、残部がZn及び不可避不純物からなる合金組成であり、Cuの含有量[Cu]mass%と、Siの含有量[Si]mass%との間に、 $62.0 \leq [\text{Cu}] - 3.6 \times [\text{Si}] \leq 67.5$ の関係性を有し、前記銅合金のろう付け部分の金属組織は、 α 相マトリックスに少なくとも κ 相を含み、 α 相の面積率「 α 」%と、 β 相の面積率「 β 」%と、 γ 相の面積率「 γ 」%と、 κ 相の面積率「 κ 」%と、 μ 相の面積率「 μ 」%との間に、 $30 \leq [\alpha] \leq 84$ 、 $15 \leq [\kappa] \leq 68$ 、 $[\alpha] + [\kappa] \geq 92$ 、 $0.2 \leq [\kappa] / [\alpha] \leq 2$ であり、 $\beta \leq 3$ 、 $\mu \leq 5$ 、 $\beta + \mu \leq 6$ 、 $0 \leq [\gamma] \leq 7$ 、 $0 \leq [\beta] + [\mu] + [\gamma] \leq 8$ の関係性を有する場合に、高い耐圧性と優れた耐食性が得られるという知見を得た。尚、ろう付け部分とは、ろう付けされたときに、700℃以上に加熱された部分をいう。
- [0011] 本発明は、上記の本発明者の知見に基づき完成されたものである。すなわち、前記課題を解決するため、本発明は、73.0～79.5mass%のCuと、2.5～4.0mass%のSiと、を含有し、残部がZn及び不可避不純物からなる合金組成であり、他材とろう付けされた耐圧耐食性銅合金であって、Cuの含有量[Cu]mass%と、Siの含有量[Si]mass%との間に、 $62.0 \leq [\text{Cu}] - 3.6 \times [\text{Si}] \leq 67.5$ の関係性を有し、前記銅合金のろう付け部分の金属組織は、 α 相マトリックスに少なくとも κ 相を含み、 α 相の面積率「 α 」%と、 β 相の面積率「 β 」%と、 γ 相の面積率「 γ 」%と、 κ 相の面積率「 κ 」%と、 μ 相の面積率「 μ 」%との間に、 $30 \leq [\alpha] \leq 84$ 、 $15 \leq [\kappa] \leq 68$ 、 $[\alpha] + [\kappa] \geq 92$ 、 $0.2 \leq [\kappa] / [\alpha] \leq 2$ であり、 $\beta \leq 3$ 、 $\mu \leq 5$ 、 $\beta + \mu \leq 6$ 、 $0 \leq [\gamma] \leq 7$ 、 0

$\leq [\beta] + [\mu] + [\gamma] \leq 8$ の関係を有することを特徴とする耐圧耐食性銅合金を提供する。

他材とろう付けされた耐圧耐食性銅合金において、高い耐圧性と優れた耐食性を備えることができる。

[0012] 好ましくは、0.015～0.2mass%のP、0.015～0.2mass%のSb、0.015～0.15mass%のAs、0.03～1.0mass%のSn、0.03～1.5mass%のAlのいずれか1種以上を更に含有し、Cuの含有量[Cu]mass%と、Siの含有量[Si]mass%と、Pの含有量[P]mass%と、Sbの含有量[Sb]mass%と、Asの含有量[As]mass%と、Snの含有量[Sn]mass%と、Alの含有量[Al]mass%との間に、 $62.0 \leq [\text{Cu}] - 3.6 \times [\text{Si}] - 3 \times [\text{P}] - 0.3 \times [\text{Sb}] + 0.5 \times [\text{As}] - 1 \times [\text{Sn}] - 1.9 \times [\text{Al}] \leq 67.5$ の関係を有する。

[0013] P、Sb、As、Sn、Alのいずれかを有するので、更に耐食性が良くなる。

[0014] 好ましくは、0.015～0.2mass%のP、0.015～0.2mass%のSb、0.015～0.15mass%のAsのいずれか1種以上、及び0.03～1.0mass%のSn、0.45～1.2mass%のAlのいずれか1種以上を更に含有し、Cuの含有量[Cu]mass%と、Siの含有量[Si]mass%と、Pの含有量[P]mass%と、Sbの含有量[Sb]mass%と、Asの含有量[As]mass%と、Snの含有量[Sn]mass%と、Alの含有量[Al]mass%との間に、 $63.5 \leq [\text{Cu}] - 3.6 \times [\text{Si}] - 3 \times [\text{P}] - 0.3 \times [\text{Sb}] + 0.5 \times [\text{As}] - 1 \times [\text{Sn}] - 1.9 \times [\text{Al}] \leq 67.5$ の関係を有する。

[0015] Snを0.3mass%以上、又はAlを0.45mass%以上含有するので、耐エロージョンコロージョン性が良くなる。

[0016] 好ましくは、0.003～0.25mass%のPb、0.003～0.30mass%のBiのいずれか1種以上を更に含有し、Cuの含有量[Cu]mass%

と、S i の含有量 [S i] mass%と、P の含有量 [P] mass%と、S b の含有量 [S b] mass%と、A s の含有量 [A s] mass%と、S n の含有量 [S n] mass%と、A l の含有量 [A l] mass%と、P b の含有量 [P b] mass%と、B i の含有量 [B i] mass%との間に、 $62.0 \leq [Cu] - 3.6 \times [Si] - 3 \times [P] - 0.3 \times [Sb] + 0.5 \times [As] - 1 \times [Sn] - 1.9 \times [Al] + 0.5 \times [Pb] + 0.5 \times [Bi] \leq 67.5$ の関係を有する。

[0017] P b、B i のいずれかを有するので、被削性が良くなる。

[0018] 好ましくは、0.05～2.0mass%のM n、0.05～2.0mass%のN i、0.003～0.3mass%のT i、0.001～0.1mass%のB、0.0005～0.03mass%のZ r のいずれか1種以上を更に含有し、C u の含有量 [C u] mass%と、S i の含有量 [S i] mass%と、P の含有量 [P] mass%と、S b の含有量 [S b] mass%と、A s の含有量 [A s] mass%と、S n の含有量 [S n] mass%と、A l の含有量 [A l] mass%と、P b の含有量 [P b] mass%と、B i の含有量 [B i] mass%と、M n の含有量 [M n] mass%と、N i の含有量 [N i] mass%と、T i の含有量 [T i] mass%と、B の含有量 [B] mass%と、Z r の含有量 [Z r] mass%との間に、 $62.0 \leq [Cu] - 3.6 \times [Si] - 3 \times [P] - 0.3 \times [Sb] + 0.5 \times [As] - 1 \times [Sn] - 1.9 \times [Al] + 0.5 \times [Pb] + 0.5 \times [Bi] + 2 \times [Mn] + 1.7 \times [Ni] + 1 \times [Ti] + 2 \times [B] + 2 \times [Zr] \leq 67.5$ の関係を有する。

[0019] M n、N i、T i、B、Z r のいずれかを有するので、更に強度が向上する。

[0020] 好ましくは、材料強度が、引張強さで400N/mm²以上、又は、耐力で150N/mm²以上である。

[0021] 材料強度が高いため、薄肉化等により低コストにすることができる。

[0022] 本発明は、上記のいずれかの耐圧耐食性銅合金と、前記銅合金にろう付けされた他材と、前記銅合金と前記他材とをろう付けするろう材とを備えたこ

とを特徴とするろう付け構造体を提供する。尚、ろう付けされた銅合金と他材とろう材との一体物をろう付け構造体という。

[0023] 銅合金の強度が高いため、ろう付け構造体の耐圧性が高くなる。

[0024] また、本発明者は、ろう付けの方法について検討した。従来のCu-Zn合金や上述した特許文献1では、ろう付け等によって高温状態になった後に徐冷をすること、及び、又は、ろう付け温度より低い温度で長時間の熱処理を行うことによって、 β 相が少なくなったが、今回の検討の結果、本発明に係る上記の組成の銅合金において、ろう付け後の冷却速度を所定の範囲内にすれば、上述したような特別な熱処理を行わなくとも、ろう付け部分の金属組織が、 α 相マトリックスに少なくとも κ 相を含み、 α 相の面積率「 α 」%と、 β 相の面積率「 β 」%と、 γ 相の面積率「 γ 」%と、 κ 相の面積率「 κ 」%と、 μ 相の面積率「 μ 」%との間に、 $30 \leq \alpha \leq 84$ 、 $15 \leq \kappa \leq 68$ 、 $\alpha + \kappa \geq 92$ 、 $0.2 \leq \kappa / \alpha \leq 2$ であり、 $\beta \leq 3$ 、 $\mu \leq 5$ 、 $\beta + \mu \leq 6$ 、 $0 \leq \gamma \leq 7$ 、 $0 \leq \beta + \mu + \gamma \leq 8$ の関係を有するという知見を得た。

すなわち、本発明は、上記のろう付け構造体の製造方法であって、前記銅合金と前記他材との間に前記ろう材を介在させた状態で、前記銅合金のろう付け部分と前記他材のろう付け部分と前記ろう材とを、少なくとも700℃以上に加熱してろう付けし、前記銅合金のろう付け部分が、硬ろう付け終了時の材料温度から300℃、又は700℃から300℃までの温度域を0.1℃/秒～60℃/秒の平均冷却速度で冷却されることを特徴とするろう付け構造体の製造方法を提供する。

[0025] 金属組織の α 相や β 相等の各相の面積率が上述した範囲になり、高い耐圧性と優れた耐食性が得られる。

[0026] また、本発明は、上記のろう付け構造体の製造方法であって、前記銅合金と前記他材との間に前記ろう材を介在させた状態で、前記銅合金のろう付け部分と前記他材のろう付け部分と前記ろう材とを、少なくとも750℃以上に加熱してろう付けし、前記銅合金のろう付け部分が、硬ろう付け終了時の

材料温度から300℃、又は700℃から300℃までの温度域を1.5℃/秒～40℃/秒の平均冷却速度で冷却されることを特徴とするろう付け構造体の製造方法を提供する。

[0027] 金属組織の α 相や β 相等の各相の面積率が上述した範囲になり、高い耐圧性と優れた耐食性が得られる。

発明の効果

[0028] 本発明によれば、他材とろう付けされた耐圧耐食性銅合金において、高い耐圧性と優れた耐食性を備えることができる。

図面の簡単な説明

[0029] [図1]図1(a)乃至(d)は、本発明の実施形態に係る銅合金の金属組織の写真である。

発明を実施するための形態

[0030] 本発明の実施形態に係る銅合金について説明する。

本発明に係る銅合金として、第1発明合金乃至第4発明合金を提案する。合金組成を表すのに本明細書において、[Cu]のように[]の括弧付の元素記号は当該元素の含有量値(mass%)を示すものとする。また、この含有量値の表示方法を用いて、本明細書において複数の計算式を提示するが、それぞれの計算式において、当該元素を含有していない場合は0として計算する。

また、「 α 」のように「 」の括弧付の金属組織を示す記号は当該金属組織の面積率(%)を示すものとする。

また、第1乃至第4発明合金を総称して発明合金とよぶ。

[0031] 第1発明合金は、73.0～79.5mass%のCuと、2.5～4.0mass%のSiと、を含有し、残部がZn及び不可避不純物からなる合金組成であり、Cuの含有量[Cu]mass%と、Siの含有量[Si]mass%との間に、 $62.0 \leq [\text{Cu}] - 3.6 \times [\text{Si}] \leq 67.5$ の関係性を有する。

[0032] 第2発明合金は、CuとSiの組成範囲が第1発明合金と同一であり、更に0.015～0.2mass%のP、0.015～0.2mass%のSb、0.

0.15～0.15mass%のAs、0.03～1.0mass%のSn、0.03～1.5mass%のAlのいずれか1種以上を含有し、Cuの含有量[Cu]mass%と、Siの含有量[Si]mass%と、Pの含有量[P]mass%と、Sbの含有量[Sb]mass%と、Asの含有量[As]mass%と、Snの含有量[Sn]mass%と、Alの含有量[Al]mass%との間に、 $62.0 \leq [Cu] - 3.6 \times [Si] - 3 \times [P] - 0.3 \times [Sb] + 0.5 \times [As] - 1 \times [Sn] - 1.9 \times [Al] \leq 67.5$ の関係性を有する。

[0033] 第3発明合金は、Cu、Si、P、Sb、As、Sn、Alの組成範囲が第1発明合金又は、第2発明合金と同一であり、更に0.003～0.25mass%のPb、0.003～0.30mass%のBiのいずれか1種以上を含有し、Cuの含有量[Cu]mass%と、Siの含有量[Si]mass%と、Pの含有量[P]mass%と、Sbの含有量[Sb]mass%と、Asの含有量[As]mass%と、Snの含有量[Sn]mass%と、Alの含有量[Al]mass%と、Pbの含有量[Pb]mass%と、Biの含有量[Bi]mass%との間に、 $62.0 \leq [Cu] - 3.6 \times [Si] - 3 \times [P] - 0.3 \times [Sb] + 0.5 \times [As] - 1 \times [Sn] - 1.9 \times [Al] + 0.5 \times [Pb] + 0.5 \times [Bi] \leq 67.5$ の関係性を有する。

[0034] 第4発明合金は、Cu、Si、P、Sb、As、Sn、Al、Pb、Biの組成範囲が第1発明合金、第2発明合金、又は第3発明合金と同一であり、更に0.05～2.0mass%のMn、0.05～2.0mass%のNi、0.003～0.3mass%のTi、0.001～0.1mass%のB、0.0005～0.03mass%のZrのいずれか1種以上を含有し、Cuの含有量[Cu]mass%と、Siの含有量[Si]mass%と、Pの含有量[P]mass%と、Sbの含有量[Sb]mass%と、Asの含有量[As]mass%と、Snの含有量[Sn]mass%と、Alの含有量[Al]mass%と、Pbの含有量[Pb]mass%と、Biの含有量[Bi]mass%と、Mnの含有量[Mn]mass%と、Niの含有量[Ni]mass%と、Tiの含有量[Ti]mass%と、Bの含有量[B]mass%と、Zrの含有量[Zr]mass%との間に、62.

$0 \leq [\text{Cu}] - 3.6 \times [\text{Si}] - 3 \times [\text{P}] - 0.3 \times [\text{Sb}] + 0.5 \times [\text{As}] - 1 \times [\text{Sn}] - 1.9 \times [\text{Al}] + 0.5 \times [\text{Pb}] + 0.5 \times [\text{Bi}] + 2 \times [\text{Mn}] + 1.7 \times [\text{Ni}] + 1 \times [\text{Ti}] + 2 \times [\text{B}] + 2 \times [\text{Zr}] \leq 67.5$ の関係を有する。

[0035] 次に、各元素の添加理由について説明する。

Cu は、本発明合金を構成する主要元素であり、Si との関係もあるが、ろう付け後の銅合金において、耐食性に影響を与える β 相を出現させない、又は β 相の出現を最小限にするために、また、 γ 相の析出も必要量に止めるために、そしてろう付け後の優れた耐圧性、延性、衝撃特性を有するために、Cu は 73.0 mass% 以上必要であり、より好ましくは 73.5 mass% 以上で、最適には 74.0 mass% 以上である。一方、Si との関係もあるが、Cu が 79.5 mass% を超えて含有しても、ろう付け後の銅合金の耐食性は飽和し、却って耐圧性に問題が生じ、更には、ろう付け前の銅合金を成形する際の鑄造性、鍛造性、被削性に問題が生じる。更に好ましい上限値は、79.0 mass% である。

[0036] Si は、Cu、Zn とともに本発明合金を構成する主要元素である。Si が、2.5 mass% 未満であると、ろう付け後の銅合金において、Si による固溶硬化や、 κ 相の形成が不十分になるために耐圧性が劣り、また、耐食性にも問題が生じる。また、ろう付け前の銅合金を成形する際の被削性が劣る。より好ましくは、2.7 mass% 以上である。一方、Si を 4.0 mass% を超えて含有しても、ろう付け後の銅合金の耐圧性が飽和し、 α 相の占める割合が小さくなるために延性、耐食性、衝撃特性が劣る。また、ろう付け前の銅合金を成形する際、 κ 相、 γ 相の占める割合が高くなり、 α 相の占める割合が少なくなるために被削性、鑄造性や鍛造性にも問題が生じる。また、ろう付け後の金属組織において、耐食性等に有害な β 相が形成し易くなり、 μ 相、 γ 相が多くなり、耐食性、延性、衝撃特性が劣るようになる。これらからも、Si は、より好ましくは、3.8 mass% 以下である。

[0037] P、Sb、As は、耐食性の向上のために必要である。P、Sb、As は

、いずれも α 相の耐食性を向上させ、特に、AsとPはその向上効果が大きい。一方、Sbは κ 相の耐食性を向上させ、 μ 、 γ 、 β 相の耐食性も改善する。P、Asは、 κ 相の耐食性を改善させるが、Sbよりその効果は低く、 μ 、 γ 、 β 相の耐食性の改善は少ない。また、Pは熱間鍛造品の結晶粒を微細化し、Zrとの共添加で鋳物の結晶粒を微細化し、且つ、その鋳物がろう付けされても結晶粒の成長を抑制する。鋳物、鍛造品のろう付け後の耐圧性、耐食性を鑑みると、P又はAsと、Sbの共添加が好ましい。P、Sb、Asは、いずれも0.015mass%未満では、耐食性や強度の向上の効果は少ない。Asは0.15mass%、Sb、Pについては0.2mass%以上含有しても、耐食性等の効果は飽和し、ろう付け後の延性を損なう。

[0038] Sn、Alは、P、Sb、Asと同様にろう付け後の耐食性を向上させる元素であり、特に高速の流水のもと、物理的作用が特に生じる流水での耐食性すなわちエロージョンコロージョン性、キャビテーション性、更には、水質の悪い環境下での耐食性を向上させる。そして、Sn、Alは、 α 相、 κ 相を硬化させるので耐圧性、耐摩耗性を向上させる。耐食性や強度を向上させるためには、Snは0.03mass%以上の含有が必要であり、好ましくは0.2mass%以上、最適には0.3mass%以上である。一方、1.0mass%を越えて含有してもそれらの改善効果は飽和し、ろう付け後、 γ 相の量が多くなり、却って伸びが損なわれるので、0.8mass%以下がより好ましい。Alは、耐食性、耐圧性を向上させるためには、0.03mass%以上の含有が必要である、好ましくは0.25mass%以上、最適には、0.45mass%以上である。一方、1.5mass%を超えて含有させても、これらの効果は概ね飽和し、鋳造性や延性が損なわれ、ろう付け後の延性を損なうので、1.2mass%以下の含有が好ましく、最適には0.9mass%以下である。Sn、Alは、ともに、各相の耐食性を向上させる効果を持つが、物理的作用が生じる流水での耐食性、エロージョン性、キャビテーション性等を主として向上させるものであるので、より好ましい実施形態として、Sn、Alを含有する場合、 α 、 κ 、 μ 、 γ 、 β 相の耐食性を改善するP、Sb、Asの中から

ら、1つ以上を含有させることが好ましい。また、Snを0.3mass%以上、または、Alを0.45mass%以上の最適な範囲の量まで含有させ、ろう付けが行われる700℃、或いは750℃以上の高温から冷却するとγ相の占める割合が急激に増える。Sn、Alを多く含有した合金のγ相には、合金中に含まれるSn、Alの含有量を超えた量のSn、Alを含む、すなわち、γ相に、Sn、Alがより濃縮される。Sn、Alが高濃度に含有したγ相の増加は、エロージョンコロージョン性等を向上させる一方で、延性や衝撃特性を低下させる。エロージョンコロージョン性の高度な向上と高い延性等を両立させるためには、後述するK値や、 κ/α など相比率等の金属組織を調整する必要がある。

[0039] Pb、Biは、バルブ等を成形する際において切削加工が行われる場合、特に優れた被削性が必要とされる場合に添加される。Cu、Si、Znが発明合金において定められた所定量配合されれば、Pb、Biは、各々0.003mass%以上の含有量から効果を発揮する。一方、Pbは人体に有害であること、Biはレアメタルであること、更に、Pb、Biによって、ろう付け後の延性や衝撃特性が劣るようになるので、Pbは0.25mass%以下の含有に留める。好ましくは、Pbは0.15mass%以下であり、更に好ましくは0.08mass%以下である。同様に、Biもレアメタルであることから、好ましくは、Biは0.2mass%以下であり、更に好ましくは0.1mass%以下である。更に、PbとBiを合わせた合計含有量においても、好ましくは0.25mass%以下であり、より好ましくは、0.15mass%以下である。そして、Pb、Biはマトリックスに固溶せず、これらの元素は粒状で存在するが、Pb、Biを共添加すると両元素は共存するようになり、その共存物粒子の融点が低下し、ろう付けの冷却過程又は素材の切削加工中に銅合金が割れる虞がある。Pb、Biの共存粒子の特性から、両元素を各々0.02mass%以上含有する場合、 $7 \leq [Bi]/[Pb]$ が好ましく、又は、 $0.35 \geq [Bi]/[Pb]$ が好ましい。

[0040] Mn、Niは、主としてSiと金属間化合物を形成することによりろう付

け後の耐圧性と耐摩耗性を向上させる。そのために、Mn、Niはそれぞれ0.05mass%以上の添加が必要である。一方、Mn、Niをそれぞれ、2.0mass%を超えて添加しても、その効果は概ね飽和し、被削性が低下するとともに、ろう付け後の延性、衝撃特性が劣るようになる。

[0041] Ti、Bは微量の添加で銅合金の強度を向上させる。強度の向上は主として鍛造品と、鋳物の段階で結晶粒を微細化させ、ろう付け後も結晶粒成長を抑制することにある。その効果は、Tiが0.003mass%、Bが0.001mass%以上で発揮され、Tiが0.3mass%、Bが0.1mass%を越えて含有しても効果は飽和し、むしろ、Ti、Bは活性な金属であるので、Ti、Bが多いと大気中での溶解時に酸化物の巻き込みが生じ易くなるので、好ましくは、Tiが0.2mass%以下、Bが0.05mass%以下である。

[0042] Zrは、微量の添加で銅合金の強度を向上させる。強度の向上は主として鋳物の段階で結晶粒が著しく微細化し、ろう付け後も結晶粒が微細な状態を維持し、結晶粒微細化により高い強度を有することにある。その効果は、Zrが、0.0005mass%以上の極微量で発揮され、0.03mass%を越えて含有しても効果は飽和し、寧ろ結晶粒の微細化が損なわれる。尚、Zrによる結晶粒微細化の効果は、Pとの共添加で特に発揮され、かつ、Pとの配合割合が重要で、 $1 \leq [P]/[Zr] \leq 80$ を満たすことにより、より顕著に現れる。

[0043] 次に、その他の不純物について説明する。銅合金はリサイクル性に優れ、高いリサイクル率で回収されリサイクルされる一方で、リサイクルの際に他の銅合金の混入や、例えば切削加工時に、工具の摩耗によりFe等が不可避免的に混入する問題がある。したがって、JIS等の各種規格で不純物として規格化されている元素については、その不純物の規格が本合金についても適用される、例えば、JIS H 3250の銅及び銅合金棒で記載されている快削性銅合金棒C3601のように、Feは、0.3mass%以下が不可避不純物として扱われるものとする。

[0044] 次に各元素間の関係について説明する。

当該銅合金におけるCu及びSiや選択的に含有されるがP、Pb等との関係において、ろう付け後も高い強度を有し衝撃特性や延性に優れるためには、そして、特性に大きく影響する良好な金属組織を得るためには、

$$K = [\text{Cu}] - 3.6 \times [\text{Si}] - 3 \times [\text{P}] - 0.3 \times [\text{Sb}] + 0.5 \times [\text{As}] - 1 \times [\text{Sn}] - 1.9 \times [\text{Al}] + 0.5 \times [\text{Pb}] + 0.5 \times [\text{Bi}] + 2 \times [\text{Mn}] + 1.7 \times [\text{Ni}] + 1 \times [\text{Ti}] + 2 \times [\text{B}] + 2 \times [\text{Zr}]$$

とすると、次の関係式： $62.0 \leq K \leq 67.5$ を満足しなければならない。

尚、各元素の係数は実験結果から得られたものであり、更にこれら上記以外の例えばFe等が不可避免的に含有される場合、それらの不純物の含有量の総合計が0.7mass%以下であれば、それらの元素の影響は無いとみなして差し支えない。なお、好ましい範囲として、不純物の影響も最大限加味し、 $62.7 \leq K \leq 66.8$ である。さらには、不純物の含有量の総合計が0.7mass%を超えるとK値に影響を与えるが、不純物の含有量の総合計が0.7mass%を超えた場合、不純物の含有量の総合計をXmass%とすると、 $62.0 + (X - 0.7) \leq K \leq 67.5 - (X - 0.7)$ すなわち、 $61.3 + X \leq K \leq 68.2 - X$ とすればよい。より好ましくは、 $61.8 + X \leq K \leq 67.7 - X$ である。

Kの値が62.0より低いと、高温加熱時にマクロ結晶粒が粗大化し、高温で析出するβ相の割合が増し、冷却速度に関わらずβ相が多く残留する。またγ相の形成が促進されるので、衝撃特性と延性が低くなり、耐食性も悪くなる。そして、耐圧性、引張強さも少し低くなる。Kの値が67.5より高いと、α相の占める割合が大きくなりすぎ、α相は元々強度が低いことと、そして高温加熱時にα相結晶粒が成長することにより、耐圧性、引張強さ、耐力が低くなる。これらの理由から、好ましくは、Kの値の下限側は、62.5以上が好ましく、最適には63.0以上であり、上限側は、好ましくは67.0以下であり、最適には66.5以下である。また、Snを0.3m

ass%以上、Alを0.45mass%以上含有する場合、Kの値の下限側は、63.5以上が好ましく、最適には、不純物等を考慮して64.0以上である。上限側は、少量の γ 相の形成により強度が高くなるので、67.5以下でよく、最適には不純物等を考慮して67.0以下である。このように、ろう付け後も優れた特性を備えるためには狭い範囲での組成管理が必要である。

尚、Pb、Biは、合計含有量が0.003mass%を超えると、衝撃特性、延性、及び引張強さが低下し始める。特に、Pb等の含有は、衝撃特性、延性に与える影響が大きく、K値の範囲を狭く設定する必要がある、特に下限値側の値を引き上げなければならない。したがってPb、Biを含有する場合は、好ましくは $62.0 + 3([Pb] + [Bi] - 0.003) \leq K \leq 67.5 - 2([Pb] + [Bi] - 0.003)$ であり、より好ましくは、 $62.5 + 3([Pb] + [Bi] - 0.003) \leq K \leq 67.0 - 2([Pb] + [Bi] - 0.003)$ である。またバルブ等を成形する際において切削加工が行われる場合、 $62.0 + 3([Pb] + [Bi] - 0.003) \leq K \leq 67.5 - 2([Pb] + [Bi] - 0.003)$ の範囲からK値が外れると、本願で規定している少量のPb、及び／又はBiの量では、優れた被削性が得られない。

[0045] 次に、ろう付け後のろう付け部分の金属組織について説明する。

ろう付け後に高い耐圧性、延性、衝撃特性及び耐食性を得るには、組成だけでは不十分であり、金属組織が重要になる。

すなわち、ろう付け後の金属組織として、 α 相マトリックスに κ 相を少なくとも含み、 $30 \leq [\alpha] \leq 84$ 、 $15 \leq [\kappa] \leq 68$ かつ $[\alpha] + [\kappa] \geq 92$ 、 $0.2 \leq [\kappa] / [\alpha] \leq 2$ であり、 $[\beta] \leq 3$ 、 $[\mu] \leq 5$ かつ $[\beta] + [\mu] \leq 6$ 、 $0 \leq [\gamma] \leq 7$ 、 $0 \leq [\beta] + [\mu] + [\gamma] \leq 8$ であることをすべて満足しなければならない。金属組織中において、主要な2つの相、 α 相と κ 相の占める面積率の合計が92%未満であると、高い耐圧性、延性や衝撃特性が確保できず、耐食性も不十分なものになる。基本的には α 相はマトリックスであり、 α 相は、延性や耐食性に富み、ろう付け後の

金属組織において α 相の周りを κ 相が取り巻く、或いは α 相と κ 相が均一に混合しあうことにより、 α 相、 κ 相の両相の結晶粒成長が抑制され、高い耐圧性が得られると同時に、高い延性、衝撃特性、優れた耐食性が得られる。尚、これらの特性をより優れたものにするためには、好ましくは、「 α 」+「 κ 」 ≥ 94 であり最も好ましくは、「 α 」+「 κ 」 ≥ 95 である。そして、 α 相と κ 相は、 α 相の周りを κ 相が取り巻く、或いは α 相と κ 相が均一に混合しあう金属組織がよく、高い耐圧性、高い延性、衝撃特性、優れた耐食性を得るために重要である。すなわち、「 κ 」/「 α 」が、0.2未満であると、 α 相が過多となり、そして α 相の結晶粒成長により、延性、耐食性、衝撃性に優れるが、耐圧性が低い。好ましくは「 κ 」/「 α 」が0.3以上、最適には「 κ 」/「 α 」が0.5以上である。一方、「 κ 」/「 α 」が2を超えると、 κ 相が過多となり、特に延性に問題が生じ、衝撃特性も悪くなり、耐圧性の向上も飽和する。好ましくは、「 κ 」/「 α 」が、1.5以下、最適には「 κ 」/「 α 」が1.2以下である。

したがって、 $0.2 \leq \text{「}\kappa\text{」} / \text{「}\alpha\text{」} \leq 2$ であり、かつ「 α 」+「 κ 」 ≥ 92 、更には好ましい範囲として $0.3 \leq \text{「}\kappa\text{」} / \text{「}\alpha\text{」} \leq 1.5$ であり、かつ「 α 」+「 κ 」 ≥ 94 、を達成するためには、組成だけでは不十分であり、後述するように、ろう付け後の冷却速度を十分に管理しなければならない。尚、ろう付け後の高い耐圧性、延性、衝撃特性及び耐食性を得るには、 α 相の範囲は、30%~84%であり、より好ましくは、35~78%であり、最適には42~72%であり、 κ 相の範囲は、15%~65%であり、より好ましくは20%~62%、最適には25~55%である。

なお、Snを0.3mass%以上、Alを0.45mass%以上含有する場合、 γ 相の占める割合が多くなるので、好ましい金属組織として、 $38 \leq \text{「}\alpha\text{」} \leq 84$ 、 $15 \leq \text{「}\kappa\text{」} \leq 60$ かつ「 α 」+「 κ 」 ≥ 92 、 $0.2 \leq \text{「}\kappa\text{」} / \text{「}\alpha\text{」} \leq 1.5$ であり、「 β 」 ≤ 1.5 、「 μ 」 ≤ 2.5 かつ「 β 」+「 μ 」 ≤ 3 、 $0 \leq \text{「}\gamma\text{」} \leq 7$ 、 $0 \leq \text{「}\beta\text{」} + \text{「}\mu\text{」} + \text{「}\gamma\text{」} \leq 8$ である。

[0046] β 相、 μ 相は、共にろう付け後の銅合金の延性、耐食性、衝撃特性、耐圧

性を阻害する。単独では、 β 相は3%を超えると耐食性に悪影響を与え、延性、衝撃特性にも悪い影響を与える。好ましくは、 β 相は1.5%以下であり、最適には0.5%以下である。一方、 μ 相は5%を超えると耐食性、延性、耐圧性、衝撃特性に悪い影響を与える。好ましくは、 μ 相は2.5%以下であり、最適には0.5%以下である。更に金属組織中に β 相と μ 相の占める面積率を合わせても、耐食性、延性等への影響から6%以下としなければならない。好ましくは、「 β 」+「 μ 」 ≤ 3 であり最適には「 β 」+「 μ 」 ≤ 0.5 である。

[0047] γ 相は、ろう付け前の被削性を向上させる相であり、Sn、Alを適量以上に含有した場合、ろう付け後の耐エロージョンコロージョン性を向上させる相があるが、ろう付け後において、金属組織中に γ 相の占める面積率が7%を超えると、延性、耐食性、衝撃特性に悪影響を与える。好ましくは、5%以下であり、最適には3%以下である。ただし、耐圧性は、少量の γ 相が分散して存在すると向上する。その効果は γ 相が0.05%を超え効果を発揮し、少量で分散して γ 相が分布しておれば延性や耐食性に悪影響を与えない。したがって、 $0 \leq \gamma \leq 7$ であり、好ましくは $0 \leq \gamma \leq 5$ 、最適には $0.05 \leq \gamma \leq 3$ である。更に、 β 、 μ 、 γ 相の占める割合をその合計量でもって評価しなければならない。すなわち、 β 、 μ 、 γ 相の占める割合の合計量が8%を超えると、ろう付け後の延性、耐食性、衝撃特性、耐圧性が悪くなる。好ましくは、5.5%以下であり、最適には3%以下である。すなわち数式で表すと、 $0 \leq \beta + \mu + \gamma \leq 8$ であり、好ましくは $0 \leq \beta + \mu + \gamma \leq 5.5$ であり、最適には $0.05 \leq \beta + \mu + \gamma \leq 3$ である。

[0048] 尚、 α 、 κ 、 γ 、 β 、 μ の各相は、X線マイクロアナライザーを用いた定量分析結果から、本発明の基本であるCu-Zn-Si合金において次のように定義できる。

マトリックスの α 相は、Cu: 73~80mass%、Si: 1.7mass%~3.1mass%で、残部がZn及びその他添加元素である。典型的な組成は、

76 Cu - 2.4 Si - 残 Zn である。

必須の相である κ 相は、Cu : 73 ~ 79 mass%、Si : 3.2 mass% ~ 4.7 mass% で、残部が Zn 及びその他添加元素である。典型的な組成は、76 Cu - 3.9 Si - 残 Zn である。

γ 相は、Cu : 66 ~ 75 mass%、Si : 4.8 mass% ~ 7.2 mass% で、残部が Zn 及びその他添加元素である。典型的な組成は、72 Cu - 6.0 Si - 残 Zn である。

β 相は、Cu : 63 ~ 72 mass%、Si : 1.8 mass% ~ 4.0 mass% で、残部が Zn 及びその他添加元素である。典型的な組成は、69 Cu - 2.4 Si - 残 Zn である。

μ 相は、Cu : 76 ~ 89 mass%、Si : 7.3 mass% ~ 11 mass% で、残部が Zn 及びその他添加元素である。典型的な組成は、83 Cu - 9.0 Si - 残 Zn である。

このように、 μ 相は、 α 、 κ 、 γ 、 β 相と Si 濃度で区別がつき、 γ 相は、 α 、 κ 、 β 、 μ 相と Si 濃度で区別がつく。 μ 相と γ 相は、Si 含有量は近接しているが、Cu 濃度において 76% を境にして区別される。 β 相は、 γ 相と Si 濃度で区別がつき、 α 、 κ 、 μ 相とは、Cu 濃度で区別がつく。 α 相と κ 相は近接しているが、Si 濃度 3.15 mass% 又は 3.1 ~ 3.2 mass% を境にして区別される。また、EBSD (electron backscatter diffraction) で結晶構造を調べたところ、 α 相は、fcc であり、 β 相は、bcc であり、 γ 相は bcc であり、 κ 相は hcp であり、それぞれを区別することができる。なお、 β 相は、CuZn 型すなわち W 型の bcc 構造をとり、 γ 相は、Cu₅Zn₈ 型の bcc 構造をとり、両者は区別がつく。本来なら、 κ 相の結晶構造 : hcp は、延性に乏しいが、 α 相の存在のもと $0.2 \leq \left[\frac{\kappa}{\alpha} \right] \leq 2$ を満足すれば、良好な、延性を有する。尚、金属組織中の相の割合を示すものであり、非金属介在物、Pb 粒子、Bi 粒子、Ni と Si、Mn と Si との化合物は含まれない。

[0049] 次に、ろう付け後の冷却速度について説明する。

ろう付け後の冷却速度は、高い耐圧性、優れた耐食性を得るための条件である。すなわち、高い耐圧性、優れた耐食性を得るためには、約800℃のろう付け温度により、バルブ等の銅合金は、700℃以上、更には750℃以上や約800℃に加熱され、硬ろう付け終了後の銅合金の温度から300℃、又は700℃から300℃までの温度域を平均で0.1℃/秒から60℃/秒の冷却速度で冷却される必要がある。

冷却速度が0.1℃/秒より遅いと μ 相が結晶粒界に析出し、 α 相の結晶成長、場合によっては κ 相の結晶成長が起こり、延性、衝撃特性、強度、耐圧性、耐食性を低下させる。更には、耐食性に悪影響を与える μ 相の析出を防ぎ、耐圧性の低下を増長する α 相、 κ 相の結晶粒成長を抑制するためには、硬ろう付け後に0.8℃/秒以上の冷却速度で冷却するのがよく、1.5℃/秒以上が最適である。特に μ 相は、300～450℃で生じやすいので、この温度範囲を0.1℃/秒以上の温度で冷却するのが好ましい。300℃より低い温度領域では、0.1℃/秒より遅い冷却速度、例えば0.02℃/秒であっても μ 相はほとんど析出しない。また、冷却過程において250℃付近で1時間保持してもほとんど μ 相は析出しない。

一方、冷却速度が60℃/秒より速いと、 β 相が多く残留するので、耐食性が悪く、延性、衝撃特性も低下する。耐食性等の悪影響をもたらす β 相の残留を皆無にするためには、40℃/秒以下の冷却速度で硬ろう付け後の冷却をするのが好ましい。

[0050] 上述のように硬ろう付けは、接合強度が高いが、融点が高いので銅合金も高温に加熱され、強度、耐圧性の低下を始め、耐食性その他の諸特性が低下する。銅系の硬ろうの中には、Agを多量に含有させているものがある。Agを数十%含む硬ろうは、Agを含まないものに比べ融点を約100℃下げる効果がある。しかしながら、Agは非常に高価であるので、その使用量が僅かであっても経済性が大きな問題となる。Agを含まない、また含んでも10%程度の硬ろうを使った場合のろう付け温度は、約800℃であり、バルブ等の銅合金も約800℃、少なくとも750℃以上に加熱される。ろう

付け時に、約800℃、少なくとも750℃以上に加熱されるので、ろう付けされた後の銅合金の冷却速度は、700℃から300℃の温度域を0.8℃/秒から40℃/秒、より好ましくは1.5℃/秒から40℃/秒の冷却速度で冷却するとよい。

- [0051] 尚、内面に圧力を受ける管の場合、 t ：管の最小肉厚、 P ：設計圧力、 D ：管の外径、 A ：材料の許容引張強さ、 b ：溶接継手の効率とすると、 $t = PD / (200Ab + 0.8P)$ で表される

すなわち圧力： P は、許容引張強さに依存し、許容引張強さは、材料の引張強さに依存するので、材料の引張強さが高いと高圧に耐えることになる。また、耐圧容器の初期の変形強さが問題になる時は、引張強さの代わりに耐力を用いることもできる。したがって、耐圧容器の耐圧性は、ろう付け後の材料の引張強さおよび耐力に依存し、これらの値が高いと耐圧容器の肉厚を薄くすることができ低コストで製造することができる。以上から、高い耐圧性を示す指標として、引張強さ、耐力を用いることができる。

実施例

- [0052] 上述した第1発明合金乃至第4発明合金及び比較用の組成の銅合金を用いて、試料L、M、Nを作成した。表1は、試料として作成した第1発明合金乃至第4発明合金及び比較用の銅合金の組成を示す。

[表1]

	合金 No.	合金組成 (mass%)															K *
		Cu	Si	P	Sb	As	Zn	Sn	Al	Pb	Bi	Zr	Mn	Ni	Ti	B	
第1発明合金	A11	75.1	3.0				Rem.										64.30
第2発明合金	A21	77.3	3.3	0.07			Rem.										65.21
	A22	76.4	3.2	0.04	0.08		Rem.										64.74
	A23	75.4	3.2	0.09			Rem.										63.61
	A24	77.1	2.8		0.07	0.03	Rem.										67.01
	A25	75.7	3.5	0.08		0.04	Rem.										62.88
	A26	77.0	3.0		0.11	0.04	Rem.	0.33									65.86
	A27	76.6	2.9				Rem.	0.42	0.05								65.65
	A28	76.4	3.1		0.06	0.07	Rem.	0.48	0.06								64.66
	A29	77.1	3.0		0.1	0.05	Rem.	0.35	Feを0.26mass%含有								65.95
第3発明合金	A31	75.5	3.1		0.08		Rem.			0.025							64.33
	A32	77.8	3.2			0.06	Rem.			0.06							66.34
	A33	76.6	2.8		0.08		Rem.		0.63	0.09							65.34
	A34	78.1	3.2			0.05	Rem.	0.08	0.48		0.03						65.63
第4発明合金	A41	76.5	3.1	0.09			Rem.			0.015		0.008					65.09
	A42	75.2	3.0		0.06	0.03	Rem.								0.03	0.01	64.44
	A43	77.7	3.3	0.08	0.05		Rem.	0.42				0.005					65.16
	A44	73.9	3.4			0.11	Rem.			0.12	0.01		1.6				64.98
	A45	75.8	3.8		0.08		Rem.		0.75	0.006			1.5	0.3			64.18
比較用合金	101	78.4	4.2			0.04	Rem.			0.01							63.31
	102	74.0	2.3	0.08	0.05		Rem.			0.02							65.48
	103	77.9	2.7	0.05		0.05	Rem.										68.06
	104	75.0	3.7	0.08			Rem.										61.44
	105	74.1	3.2	0.14			Rem.		0.39		0.12	0.007					61.49
	110	85.1		0.03			Rem.	4.8		5.3							82.86
	111	85.4		0.03			Rem.	5.3			2.2						81.11
	112	60.2			0.04		Rem.	0.2		3.0							61.49
	113	59.0					Rem.	0.2		2.0							59.80
	114	67.8		0.05			Rem.	0.6	0.22	1.6				0.2			67.77
	115	63.5		0.09			Rem.	0.8		1.7							63.28

* $K = [Cu] - 3 \times [Si] - 3 \times [P] - 0.3 \times [Sb] + 0.5 \times [As] - 1 \times [Sn] - 1.9 \times [Al] + 0.5 \times [Pb] + 0.5 \times [Bi] + 2 \times [Mn] + 1.7 \times [Ni] + 1 \times [Ti] + 2 \times [B] + 2 \times [Zr]$

試料Lは、表1の組成の鋳塊（外径100mm、長さ150mmの円柱形状のもの）を670℃に加熱し、外径17mmの丸棒状に押出加工した（押出材）。

試料Mは、表1の組成の鋳塊（外径100mm、長さ150mmの円柱形状のもの）を670℃に加熱し、外径35mmの丸棒状に押出加工し、その後、670℃に加熱し、横置きにして17.5mmの厚みに熱間鍛造した。この熱間鍛造材を、切削により外径17mmの丸棒材に仕上げた（熱間鍛造材）。

試料Nは、表1の組成の溶湯を直径35mm、深さ200mmの金型に鋳込み、鋳込んだ後、試料Lと同じサイズになるよう旋盤で切削し、外径17

mmの丸棒とした（鋳造材）。

[0053] 各試料に次の試験1又は2を行った。

試験1：各試料を、ろう付け時においてバーナーによって加熱された状態に相当させるために、800℃の塩浴（NaClとCaCl₂を約3：2に混合したもの）に、約100秒間浸漬した。塩浴に浸漬することにより、試料は、約10秒間、約800℃保持される。そして、試料を取り出し、氷水への水冷、10℃の水冷、60℃の湯水冷、強制空冷A、B、C（強制空冷のファンの速度はA、B、Cの順で速い）の条件で冷却した。また、より遅い冷却速度を実現させるため、試料に対して不活性雰囲気中で昇温と降温を連続的に行える連続炉（炉内ろう付け炉）を用いて800℃に加熱し、1分間保持後に2条件で炉冷却した（条件D、E）。

各種の条件で実施したときの700℃から300℃の平均冷却速度は、氷水への水冷が70℃/秒、10℃の水冷が50℃/秒、60℃の湯水冷が35℃/秒、強制空冷Aが6.0℃/秒、強制空冷Bが2.5℃/秒、強制空冷Cが1.2℃/秒、炉冷却の条件Dが0.15℃/秒、炉冷却の条件Eが0.02℃/秒であった。

[0054] 試験2：試料L、M、Nが他材とろう付けされた後のろう付け部の引張強度を測定するために次のろう付けを行った。

他材として外径25mmの銅棒を準備し、銅棒の端面の中央に切削により内径18mm、深さ50mmの穴をあけ、各試料L、M、Nを穴に挿入し、試料と銅棒にフラックスを付け、銅棒の予熱も含めバーナーにて加熱することでフラックスを溶融し、ろう材をぬれ易くする。その直後、Cu-7%P（BCuP2）のりん銅ろうを用い、約800℃の温度にろう材、試料および銅棒を加熱することによりりん銅ろうを溶融し、接合部にりん銅ろうが完全に溶着したのを確認してろう付けを終了した。その直後に、試験1と同様の方法で冷却した。

[0055] 試料L、M、Nの試験1又は試験2の後に、脱亜鉛腐蝕性、耐エロージョンコロージョン性、引張強度、耐力、伸び、衝撃強さの評価を次のようにし

て行った。

[0056] 脱亜鉛腐蝕性は、ISO 6509に準じて下記のように行った。

実験1の方法によって作られた試験材から切り出された試料を、試料Lについては暴露試料表面が当該押出材の押出し方向に対して直角となるようにしてフェノール樹脂材に埋込み、試料M及び資料Nについては暴露試料表面が当該熱間鍛造材、又は鋳物の長手方向に対して直角となるようにしてフェノール樹脂材に埋込み、試料表面をエメリー紙により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。その後、各試料を、1.0%の塩化第2銅2水和塩 ($\text{CuCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) の水溶液 (12.7 g/L) 中に浸漬し、75℃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 (最大脱亜鉛腐蝕深さ) を測定した。

試料は暴露表面が押出し方向に対して直角を保つように、フェノール樹脂材に再び埋め込まれ、次に最も長い切断部が得られるように試料を切断した。続いて試料を研磨し、100倍から500倍の金属顕微鏡を用い、顕微鏡の視野10ヶ所にて、腐食深さを観察した。最も深い腐食ポイントが最大脱亜鉛腐食深さとして記録された。なお、ISO 6509の試験を行ったとき、最大腐食深さが、200 μm以下であれば、実用上の耐食性に関し、問題ないレベルとされており、特に優れた耐食性が求められる場合は、100 μm以下、さらには、50 μm以下が望まれている。

[0057] 耐エロージョンコロージョン性の評価を次のように行った。

試験1の方法によって作られた試験材から切り出された試料を、耐エロージョンコロージョン性の評価に使用した。エロージョン・コロージョンテストは、口径2 mmのノズルを使用して、試料に40℃の3%食塩水を11 m/秒の流速で当て、168時間経過した後に断面を観察し、最大の腐食深さを測定した。

水道水供給用のバルブ等に使用される銅合金は、逆流やバルブの開閉によって生じる水流速度の突然の変化にさらされるため、通常の耐食性だけでなく、エロージョンコロージョンに対する耐性も必要である。

[0058] 引張試験によって引張強度、耐力、伸びを測定した。

引張試験の試験片の形状は、J I S Z 2201の標点距離が、（試験片平行部の断面積の平方根）×5.65の14A試験片で実施した。

試験2によって銅棒と試料とをろう付けにより接合した試料については、ろう付けされた銅棒と試料をつかみそのまま引張試験した。伸びは未測定であるが、破断荷重を破断部の断面積で除し、引張強さを求めた。このろう付けされた銅棒と試料の引張試験では、試験片は全てろう付け部から10mm以上離れた試料側で破断した。

[0059] 金属組織は、試料の横断面を研鏡し、過酸化水素とアンモニア水の混合液でエッチングし、 α 相、 κ 相、 β 相、 γ 相、 μ 相の面積率（%）を画像解析により測定した。すなわち、200倍または、500倍の光学顕微鏡組織を画像処理ソフト「WinROOF」で2値化することにより、各相の面積率を求めた。面積率の測定は3視野で行い、その平均値を各相の相比率とした。

相の同定が困難な場合は、FE-SEM-EBSP(Electron Back Scattering diffraction Pattern)法によって、相を特定し、各相の面積率を求めた。FE-SEMは日本電子株式会社製JSM-7000F、解析には株式会社TSLソリューションズ製OIM-Ver. 5.1を使用し、解析倍率500倍と2000倍の相マップ(Phaseマップ)から求めた。

[0060] 衝撃試験は、試験1のソルトバスで熱処理した試料から衝撃試験片(J I S Z 2242に準じたVノッチ試験片)を採取し、シャルピー衝撃試験を行い、衝撃強さを測定した。

被削性の評価は、旋盤を用いた切削試験で評価し、次の方法で行われた。

直径17mmの押出し試料、熱間鍛造試料又は鑄造試料を乾式下にて、ポイントノーズ・ストレート工具、特にチップブレーカーの付いていないタングステン・カーバイド工具の付いた旋盤を用い、すくい角-6度、ノーズ半径0.4mm、切削速度100(m/min)、切削深さ1.0mm、送り速度0.11mm/revにてその円周上を切削した。工具に取り付けられ

た3部分から成る動力計から発せられるシグナルが、電氣的電圧シグナルに変換され、レコーダーに記録された。次にこれらのシグナルは切削抵抗（N）に変換された。従って、当該合金の被削性は切削抵抗、特に切削の際に最も高い値を示す主分力を測定することにより評価した。

[0061] 上記の各試験の結果を表2乃至表11に示す。各表は、表2と表3、表4と表5、表6と表7、表8と表9、表10と表11、表12と表13とが組になって各試験の結果を表している。被削性については、試験1の加熱前の状態で評価したので、各合金の試料L、M、N毎に結果を記載している。表中の冷却速度の欄の1～8の数字は、1が氷水への水冷（70℃/秒）、2が10℃の水冷（50℃/秒）、3が60℃の湯水冷（35℃/秒）、4が強制空冷A（6.0℃/秒）、5が強制空冷B（2.5℃/秒）、6が強制空冷C（1.2℃/秒）、7が炉冷却の条件D（0.15℃/秒）、8が炉冷却の条件E（0.02℃/秒）を表す。図1（a）、（b）、（c）は、それぞれ試験No. A11L2、A21L7、A26L4の試験1後の金属組織を示し、図1（c）は、試験No. A11L6の試験2後のろう付け部分の金属組織を示す。

[表2]

試験No.	合金No.	試料	冷却速度	面積割合(%)					演算結果			
				α	κ	γ	β	μ	$\alpha + \kappa$	κ / α	$\beta + \mu$	$\beta + \mu + \gamma$
A11L1	A11	L	1	50.7	42.8	1.6	4.9	0	93.5	0.84	4.9	6.5
A11L2	A11	L	2	55	42.4	1.7	0.9	0	97.4	0.77	0.9	2.6
A11L3	A11	L	3	57.6	40.7	1.7	0	0	98.3	0.71	0	1.7
A11L4	A11	L	4	60.3	37.7	2	0	0	98	0.63	0	2
A11L5	A11	L	5	60.7	37.3	2	0	0	98	0.61	0	2
A11L6	A11	L	6	61.6	36.4	1.8	0	0.2	98	0.59	0.2	2
A11L7	A11	L	7	61.8	35.4	1.5	0	1.3	97.2	0.57	1.3	2.8
A11L8	A11	L	8	63.5	28.5	2.2	0	5.8	92	0.45	5.8	8
A11N2	A11	N	2	54.9	42.4	2	0.7	0	97.3	0.77	0.7	2.7
A11N3	A11	N	3	56.8	41.2	2	0	0	98	0.73	0	2
A11N5	A11	N	5	59.4	38.8	1.8	0	0	98.2	0.65	0	1.8
A11N6	A11	N	7	61.7	35.1	1.8	0	1.4	96.8	0.57	1.4	3.2
A11M2	A11	M	2	54.4	42.5	2.3	0.8	0	96.9	0.78	0.8	3.1
A11M3	A11	M	3	56.5	41.5	2	0	0	98	0.73	0	2
A11M5	A11	M	5	60	38	2	0	0	98	0.63	0	2
A11M7	A11	M	7	61	35.9	2	0	1.1	96.9	0.59	1.1	3.1
A21L1	A21	L	1	46.3	49.5	0.2	4	0	95.8	1.07	4	4.2
A21L2	A21	L	2	51.4	47.9	0.4	0.3	0	99.3	0.93	0.3	0.7
A21L3	A21	L	3	54.4	45.1	0.4	0.1	0	99.5	0.83	0.1	0.5
A21L4	A21	L	4	56.3	43.5	0.2	0	0	99.8	0.77	0	0.2
A21L5	A21	L	5	57.3	42.5	0.2	0	0	99.8	0.74	0	0.2
A21L6	A21	L	6	58.7	40.7	0.3	0	0.3	99.4	0.69	0.3	0.6
A21L7	A21	L	7	59.4	38.8	0.4	0	1.4	98.2	0.65	1.4	1.8
A21L8	A21	L	8	60.5	30.5	0.5	0	8.5	91	0.50	8.5	9
A21N2	A21	N	2	50.5	48.6	0.6	0.3	0	99.1	0.96	0.3	0.9
A21N3	A21	N	3	54.2	45.3	0.5	0	0	99.5	0.84	0	0.5
A21N5	A21	N	5	56.8	42.8	0.4	0	0	99.6	0.75	0	0.4
A21N7	A21	N	7	59	39	0.5	0	1.5	98	0.66	1.5	2
A21M2	A21	M	2	51.1	47.9	0.5	0.5	0	99	0.94	0.5	1
A21M3	A21	M	3	54	45.3	0.5	0.2	0	99.3	0.84	0.2	0.7
A21M5	A21	M	5	57	42.7	0.3	0	0	99.7	0.75	0	0.3
A21M7	A21	M	7	58.8	39.5	0.5	0	1.2	98.3	0.67	1.2	1.7
A22L1	A22	L	1	47.6	48	0.8	3.6	0	95.6	1.01	3.6	4.4
A22L2	A22	L	2	53.2	45.7	0.9	0.2	0	98.9	0.86	0.2	1.1
A22L3	A22	L	3	55.7	43.5	0.8	0	0	99.2	0.78	0	0.8
A22L4	A22	L	4	57.3	41.6	1.1	0	0	98.9	0.73	0	1.1
A22L5	A22	L	5	58.5	40.7	0.8	0	0	99.2	0.70	0	0.8
A22L6	A22	L	6	59.7	39.1	1	0	0.2	98.8	0.65	0.2	1.2
A22L7	A22	L	7	59.9	38.3	0.9	0	0.9	98.2	0.64	0.9	1.8
A22L8	A22	L	8	61.5	31.1	1.1	0	6.3	92.6	0.51	6.3	7.4
A22N1	A22	N	1	47.2	47.9	1	3.9	0	95.1	1.01	3.9	4.9
A22N2	A22	N	2	52.5	46.3	0.9	0.3	0	98.8	0.88	0.3	1.2
A22N3	A22	N	3	55	44	1	0	0	99	0.80	0	1
A22N4	A22	N	4	57	42.1	0.9	0	0	99.1	0.74	0	0.9
A22N5	A22	N	5	58.2	40.8	1	0	0	99	0.70	0	1
A22N6	A22	N	6	59	39.6	1.2	0	0.2	98.6	0.67	0.2	1.4
A22N7	A22	N	7	59.5	38.5	1	0	1	98	0.65	1	2
A22N8	A22	N	8	61	31.2	1.3	0	6.5	92.2	0.51	6.5	7.8

[表3]

試験No.	引張強さ	耐力	伸び	衝撃	脱亜鉛腐食性	耐エロージョン コロージョン性	試験2後 引張強さ	切削抵抗(N)
	N/mm ²	N/mm ²	%	J/cm ²	深さ(μm)	(μm/1week)	N/mm ²	主分力
A11L1	424	215	11	16	380	70	407	119
A11L2	440	215	21	19	200	40	440	
A11L3	436	207	23	22	140	30	442	
A11L4	440	203	25	22	140	30	440	
A11L5	444	201	26	23	130	25	446	
A11L6	430	200	25	23	120	30	435	
A11L7	435	205	19	20	180	40	437	
A11L8	417	215	13	14	270	60	415	
A11N2	415	182	20	20	190	45	418	
A11N3	412	177	24	22	130	30	420	
A11N5	410	175	25	24	140	30	415	
A11N6	413	178	19	20	170	35	405	
A11M2	450	216	18	20	200	40	445	
A11M3	444	220	22	22	120	25	446	
A11M5	440	216	24	21	130	25	442	
A11M7	440	215	17	18	160	35	438	
A21L1	467	250	13	17	130	25		121
A21L2	480	242	21	22	35	10		
A21L3	477	237	25	24	20	8		
A21L4	475	235	27	25	15	7		
A21L5	473	234	28	26	15	7		
A21L6	470	233	27	26	20	10		
A21L7	480	240	18	20	40	15		
A21L8	455	262	11	15	85	35		
A21N2	455	215	22	23	30	10		124
A21N3	450	208	26	25	20	7		
A21N5	447	202	28	26	15	7		
A21N7	452	207	19	20	35	15		
A21M2	485	248	21	22	40	15		120
A21M3	483	243	24	23	20	10		
A21M5	478	240	26	25	15	8		
A21M7	484	244	17	20	40	15		
A22L1	468	245	15	18	140	30	462	
A22L2	476	236	21	21	35	10	480	
A22L3	470	230	24	23	20	10	468	
A22L4	465	228	26	24	20	8	464	
A22L5	467	230	26	25	20	8	468	
A22L6	463	224	25	25	20	10	470	
A22L7	470	236	18	21	35	15	465	
A22L8	449	250	13	16	75	30	445	
A22N1	438	215	13	18	155	30	434	
A22N2	445	205	22	22	40	10	450	
A22N3	440	202	25	24	20	10	444	
A22N4	437	200	25	24	25	10	435	
A22N5	440	195	28	25	25	10	440	
A22N6	437	200	26	25	20	10	442	
A22N7	442	198	19	20	40	15	438	
A22N8	417	214	10	15	75	35	422	

[表4]

試験No.	合金 No.	試料	冷却 速度	面積割合(%)					演算結果			
				α	κ	γ	β	μ	$\alpha+\kappa$	κ/α	$\beta+\mu$	$\beta+\mu+\gamma$
A22M1	A22	M	1	47.5	48.2	0.8	3.5	0	95.7	1.01	3.5	4.3
A22M2	A22	M	2	52.8	46.1	1	0.1	0	98.9	0.87	0.1	1.1
A22M3	A22	M	3	56	43	1	0	0	99	0.77	0	1
A22M4	A22	M	4	56.5	42.5	1	0	0	99	0.75	0	1
A22M5	A22	M	5	58	40.8	1.2	0	0	98.8	0.70	0	1.2
A22M6	A22	M	6	58.8	40.1	0.9	0	0.2	98.9	0.68	0.2	1.1
A22M7	A22	M	7	59.3	38.5	1	0	1.2	97.8	0.65	1.2	2.2
A22M8	A22	M	8	60.7	32.1	1.2	0	6	92.8	0.53	6	7.2
A23L1	A23	L	1	44.5	47.4	2.3	5.8	0	91.9	1.07	5.8	8.1
A23L2	A23	L	2	50.4	46.6	2.4	0.6	0	97	0.92	0.6	3
A23L3	A23	L	3	52.6	45.2	2.2	0	0	97.8	0.86	0	2.2
A23L4	A23	L	4	54.8	42.6	2.6	0	0	97.4	0.78	0	2.6
A23L5	A23	L	5	55.1	42.5	2.4	0	0	97.6	0.77	0	2.4
A23L6	A23	L	6	56.2	41.3	2.4	0	0.1	97.5	0.73	0.1	2.5
A23L7	A23	L	7	57	40	2.3	0	0.7	97	0.70	0.7	3
A23L8	A23	L	8	58.4	32.8	2.6	0	6.2	91.2	0.56	6.2	8.8
A24L1	A24	L	1	72.5	24	0	3.5	0	96.5	0.33	3.5	3.5
A24L2	A24	L	2	75	25	0	0	0	100	0.33	0	0
A24L3	A24	L	3	76.5	23.2	0.3	0	0	99.7	0.30	0	0.3
A24L4	A24	L	4	77	22.8	0.2	0	0	99.8	0.30	0	0.2
A24L5	A24	L	5	78.1	21.8	0.1	0	0	99.9	0.28	0	0.1
A24L6	A24	L	6	78.5	21.1	0.4	0	0	99.6	0.27	0	0.4
A24L7	A24	L	7	79.4	19.2	0.3	0	1.1	98.6	0.24	1.1	1.4
A24L8	A24	L	8	77.2	13.6	0.2	0	9	90.8	0.18	9	9.2
A25L1	A25	L	1	37.5	52.1	3	7.4	0	89.6	1.39	7.4	10.4
A25L2	A25	L	2	42.8	53.3	3	1.9	0	96.1	1.25	1.9	4.9
A25L3	A25	L	3	43.6	52.8	3.5	0.1	0	96.4	1.21	0.1	3.6
A25L4	A25	L	4	46	50	4	0	0	96	1.09	0	4
A25L5	A25	L	5	46.5	48.7	4.8	0	0	95.2	1.05	0	4.8
A25L6	A25	L	6	47.5	47.5	5	0	0	95	1.00	0	5
A25L7	A25	L	7	48.5	45.1	4.2	0	2.2	93.6	0.93	2.2	6.4
A25L8	A25	L	8	49.5	38.5	3.5	0	8.5	88	0.78	8.5	12
A26L1	A26	L	1	53	41.5	1.8	3.7	0	94.5	0.78	3.7	5.5
A26L2	A26	L	2	58.3	39.5	1.8	0.4	0	97.8	0.68	0.4	2.2
A26L3	A26	L	3	60.9	37.1	2	0	0	98	0.61	0	2
A26L4	A26	L	4	63.1	34.9	2	0	0	98	0.55	0	2
A26L5	A26	L	5	64	33.9	2.1	0	0	97.9	0.53	0	2.1
A26L6	A26	L	6	65.5	32.7	1.8	0	0	98.2	0.50	0	1.8
A26L7	A26	L	7	66.5	30.7	2.1	0	0.7	97.2	0.46	0.7	2.8
A26L8	A26	L	8	68	24.3	1.9	0	5.8	92.3	0.36	5.8	7.7

[表5]

試験No.	引張強さ	耐力	伸び	衝撃	脱亜鉛腐食性	耐エロージョン コロージョン性	試験2後 引張強さ	切削抵抗(N)
	N/mm ²	N/mm ²	%	J/cm ²	深さ(μm)	(μm/1week)	N/mm ²	主分力
A22M1	475	250	14	18	135	25	469	
A22M2	480	240	20	20	35	10	482	
A22M3	477	235	24	23	20	8	472	
A22M4	470	235	24	23	15	10	475	
A22M5	472	230	25	24	15	8	468	
A22M6	470	232	26	24	20	10	470	
A22M7	477	230	20	30	30	12	476	
A22M8	453	255	13	16	70	35	448	
A23L1								
A23L2	460	235	16	17	55	25		
A23L3								
A23L4								
A23L5	458	233	21	20	35	15		
A23L6								
A23L7	462	230	17	18	50	20		
A23L8								
A24L1								
A24L2	425	183	30	28	25	10		
A24L3	420	175	32	30	20	10		
A24L4								
A24L5	418	167	32	30	20	10		
A24L6								
A24L7	411	160	26	25	25	15		
A24L8								
A25L1								
A25L2	445	245	12	15	80	30		
A25L3	452	235	17	18	40	15		
A25L4								
A25L5	445	232	18	17	40	20		
A25L6								
A25L7	434	250	10	14	65	25		
A25L8								
A26L1	442	233	10	14	125	25		
A26L2	454	230	17	18	25	10		
A26L3	445	230	20	19	20	5		
A26L4	450	225	21	20	20	5		
A26L5	450	227	21	20	15	4		
A26L6	453	225	21	20	20	4		
A26L7	450	230	16	18	30	10		
A26L8	435	242	9	13	60	25		

[表6]

試験No.	合金No.	試料	冷却速度	面積割合(%)					演算結果			
				α	κ	γ	β	μ	$\alpha+\kappa$	κ/α	$\beta+\mu$	$\beta+\mu+\gamma$
A27L1	A27	L	1	53.2	39.5	2.3	5	0	92.7	0.74	5	7.3
A27L2	A27	L	2	58.8	38	2.4	0.8	0	96.8	0.65	0.8	3.2
A27L3	A27	L	3	61.5	36.1	2.4	0	0	97.6	0.59	0	2.4
A27L4	A27	L	4	63.4	33.9	2.7	0	0	97.3	0.53	0	2.7
A27L5	A27	L	5	65	32.5	2.5	0	0	97.5	0.50	0	2.5
A27L6	A27	L	6	65.9	31.8	2.3	0	0	97.7	0.48	0	2.3
A27L7	A27	L	7	67	29.9	2.5	0	0.6	96.9	0.45	0.6	3.1
A27L8	A27	L	8	69.5	23.2	2.3	0	5	92.7	0.33	5	7.3
A28M1	A28	M	1	49.8	40.7	4	5.5	0	90.5	0.82	5.5	9.5
A28M2	A28	M	2	55.4	39.1	4.3	1.2	0	94.5	0.71	1.2	5.5
A28M3	A28	M	3	58.1	37.1	4.5	0.3	0	95.2	0.64	0.3	4.8
A28M4	A28	M	4	60.3	34.9	4.8	0	0	95.2	0.58	0	4.8
A28M5	A28	M	5	61.5	33.5	5	0	0	95	0.54	0	5
A28M6	A28	M	6	62.4	32.8	4.8	0	0	95.2	0.53	0	4.8
A28M7	A28	M	7	63.8	31.2	4.5	0	0.5	95	0.49	0.5	5
A28M8	A28	M	8	66	25.5	4	0	4.5	91.5	0.39	4.5	8.5
A29L2	A29	L	2	58.5	39	2	0.5	0	97.5	0.67	0.5	2.5
A29L3	A29	L	3	61	36.8	2.2	0	0	97.8	0.60	0	2.2
A29L5	A29	L	5	64.9	32.7	2.4	0	0	97.6	0.50	0	2.4
A29L7	A29	L	7	67	30.2	2.1	0	0.7	97.2	0.45	0.7	2.8

[表7]

試験No.	引張強さ	耐力	伸び	衝撃	脱亜鉛腐食性	耐エロージョン コロージョン性	試験2後 引張強さ	切削抵抗(N)
	N/mm ²	N/mm ²	%	J/cm ²	深さ(μm)	(μm/1week)	N/mm ²	主分力
A27L1	428	226	10	13	240	35		
A27L2	445	225	18	16	110	20		
A27L3	440	218	20	18	80	8		
A27L4	446	215	21	19	80	5		
A27L5	448	213	22	18	70	5		
A27L6	438	210	20	19	70	5		
A27L7	440	216	16	17	90	10		
A27L8	422	229	10	12	120	25		
A28M1	408	230	9	11	150	30		
A28M2	432	226	14	15	100	15		
A28M3	442	220	17	17	50	8		
A28M4	450	222	20	19	35	3		
A28M5	452	218	19	18	35	3		
A28M6	443	214	20	18	45	5		
A28M7	435	216	16	16	60	7		
A28M8	424	228	8	10	90	15		
A29L2	446	230	16	18	25	10		
A29L3	444	228	20	20	20	6		
A29L5	448	235	20	19	20	5		
A29L7	443	233	16	17	25	12		

[表8]

試験No.	合金 No.	試料	冷却 速度	面積割合(%)					演算結果			
				α	κ	γ	β	μ	$\alpha+\kappa$	κ/α	$\beta+\mu$	$\beta+\mu+\gamma$
A31L1	A31	L	1	49.7	43.5	1.8	5	0	93.2	0.88	5	6.8
A31L2	A31	L	2	54.4	43	2	0.6	0	97.4	0.79	0.6	2.6
A31L3	A31	L	3	56.5	41.5	2	0	0	98	0.73	0	2
A31L4	A31	L	4	58.9	39	2.1	0	0	97.9	0.66	0	2.1
A31L5	A31	L	5	59.6	38.2	2.2	0	0	97.8	0.64	0	2.2
A31L6	A31	L	6	60.3	37.5	2.1	0	0.1	97.8	0.62	0.1	2.2
A31L7	A31	L	7	60.9	36.2	2	0	0.9	97.1	0.59	0.9	2.9
A31L8	A31	L	8	62.6	29.5	2.4	0	5.5	92.1	0.47	5.5	7.9
A32L1	A32	L	1	52.3	43.8	0.4	3.5	0	96.1	0.84	3.5	3.9
A32L2	A32	L	2	57.4	42.3	0.2	0.1	0	99.7	0.74	0.1	0.3
A32L3	A32	L	3	60.2	39.6	0.2	0	0	99.8	0.66	0	0.2
A32L4	A32	L	4	62.4	37.4	0.2	0	0	99.8	0.60	0	0.2
A32L5	A32	L	5	63.3	36.4	0.3	0	0	99.7	0.58	0	0.3
A32L6	A32	L	6	64.7	35.1	0.1	0	0.1	99.8	0.54	0.1	0.2
A32L7	A32	L	7	66	33.3	0.2	0	0.5	99.3	0.50	0.5	0.7
A32L8	A32	L	8	67.2	26.7	0.1	0	6	93.9	0.40	6	6.1
A33L1	A33	L	1	53.8	42	1	3.2	0	95.8	0.78	3.2	4.2
A33L2	A33	L	2	59	39.8	1.2	0	0	98.8	0.67	0	1.2
A33L3	A33	L	3	61.5	37	1.5	0	0	98.5	0.60	0	1.5
A33L4	A33	L	4	64.2	34.3	1.5	0	0	98.5	0.53	0	1.5
A33L5	A33	L	5	65	33.4	1.6	0	0	98.4	0.51	0	1.6
A33L6	A33	L	6	66.3	32.3	1.3	0	0.1	98.6	0.49	0.1	1.4
A33L7	A33	L	7	67.2	30.3	1.5	0	1	97.5	0.45	1	2.5
A33L8	A33	L	8	69	22.6	1.4	0	7	91.6	0.33	7	8.4
A34L1	A34	L	1	51	44.7	0.6	3.7	0	95.7	0.88	3.7	4.3
A34L2	A34	L	2	55.2	44	0.7	0.1	0	99.2	0.80	0.1	0.8
A34L3	A34	L	3	58.3	41.2	0.5	0	0	99.5	0.71	0	0.5
A34L4	A34	L	4	60.5	39	0.5	0	0	99.5	0.64	0	0.5
A34L5	A34	L	5	61.5	37.9	0.6	0	0	99.4	0.62	0	0.6
A34L6	A34	L	6	63	36.5	0.5	0	0	99.5	0.58	0	0.5
A34L7	A34	L	7	64.2	34.8	0.7	0	0.3	99	0.54	0.3	1
A34L8	A34	L	8	65.5	28.4	0.6	0	5.5	93.9	0.43	5.5	6.1
A34N2	A34	N	2	54.8	44.5	0.6	0.1	0	99.3	0.81	0.1	0.7
A34N3	A34	N	3	58.2	41.1	0.7	0	0	99.3	0.71	0	0.7
A34N5	A34	N	5	61	38.2	0.8	0	0	99.2	0.63	0	0.8
A34N7	A34	N	7	63.5	35.3	0.8	0	0.4	98.8	0.56	0.4	1.2
A34M2	A34	M	2	55	44.1	0.8	0.1	0	99.1	0.80	0.1	0.9
A34M3	A34	M	3	58.1	41.1	0.8	0	0	99.2	0.71	0	0.8
A34M5	A34	M	5	60.8	38.2	1	0	0	99	0.63	0	1
A34M7	A34	M	7	63.5	35.2	0.8	0	0.5	98.7	0.55	0.5	1.3
A41N1	A41	N	1	48.5	47.4	0.6	3.5	0	95.9	0.98	3.5	4.1
A41N2	A41	N	2	54.5	44.6	0.7	0.2	0	99.1	0.82	0.2	0.9
A41N3	A41	N	3	57	42.3	0.7	0	0	99.3	0.74	0	0.7
A41N4	A41	N	4	58.2	40.8	1	0	0	99	0.70	0	1
A41N5	A41	N	5	59.5	39.8	0.7	0	0	99.3	0.67	0	0.7
A41N6	A41	N	6	61	38.1	0.8	0	0.1	99.1	0.62	0.1	0.9
A41N7	A41	N	7	61.2	37.4	0.7	0	0.7	98.6	0.61	0.7	1.4
A41N8	A41	N	8	62.6	30.7	0.9	0	5.8	93.3	0.49	5.8	6.7
A42N1	A42	N	1	47.9	46	2.5	3.6	0	93.9	0.96	3.6	6.1
A42N2	A42	N	2	53.1	43.7	3	0.2	0	96.8	0.82	0.2	3.2
A42N3	A42	N	3	55.6	41.5	2.9	0	0	97.1	0.75	0	2.9
A42N4	A42	N	4	57.6	39.4	3	0	0	97	0.68	0	3
A42N5	A42	N	5	58.3	39	2.7	0	0	97.3	0.67	0	2.7
A42N6	A42	N	6	59.7	37.5	2.7	0	0.1	97.2	0.63	0.1	2.8
A42N7	A42	N	7	60.3	36	3	0	0.7	96.3	0.60	0.7	3.7
A42N8	A42	N	8	61.3	29.5	3.2	0	6	90.8	0.48	6	9.2

[表9]

試験No.	引張強さ	耐力	伸び	衝撃	脱亜鉛腐食性	耐エロージョン コロージョン性	試験2後 引張強さ	切削抵抗(N)
	N/mm ²	N/mm ²	%	J/cm ²	深さ(μm)	(μm/1week)	N/mm ²	主分力
A31L1	451	235	14	18	135	30		100
A31L2	466	225	19	20	50	15		
A31L3	460	226	23	23	30	10		
A31L4	455	220	24	22	30	10		
A31L5	458	222	24	23	30	10		
A31L6	455	225	24	22	30	12		
A31L7	460	222	18	20	45	15		
A31L8	444	235	14	17	85	25		
A32L1	433	222	18	19	120	35		103
A32L2	440	212	27	25	20	10		
A32L3	435	204	30	27	15	10		
A32L4	437	207	33	29	15	10		
A32L5	435	205	32	28	15	10		
A32L6	438	205	32	28	15	10		
A32L7	439	210	30	26	20	10		
A32L8	426	220	16	18	70	25		
A33L1	453	230	16	19	135	20		
A33L2	457	225	24	24	30	3		
A33L3	450	215	26	25	20	2		
A33L4	453	222	24	24	20	2		
A33L5	450	220	26	24	20	2		
A33L6	447	215	26	25	20	2		
A33L7	456	225	19	20	40	5		
A33L8	436	233	12	15	80	20		
A34L1	466	252	14	17	130	20		107
A34L2	472	244	20	21	35	5	475	
A34L3	465	238	24	23	25	3		
A34L4	470	235	25	24	25	3		
A34L5	467	236	25	24	25	2	466	
A34L6	463	233	24	25	25	3		
A34L7	472	235	20	22	30	5	473	
A34L8	452	254	13	17	60	15		
A34N2	443	215	22	23	35	3	440	105
A34N3	435	210	25	24	25	2		
A34N5	436	207	25	24	30	3	432	
A34N7	442	205	20	21	35	5	440	
A34M2	475	252	19	20	35	5	482	106
A34M3	470	244	24	24	30	3		
A34M5	472	242	24	23	25	3	468	
A34M7	478	244	20	21	30	5	475	
A41N1	438	210	16	18	130	30		103
A41N2	444	205	20	20	30	10		
A41N3	435	200	22	21	20	10		
A41N4	440	200	24	23	20	8		
A41N5	435	203	23	22	20	10		
A41N6	438	198	24	23	20	10		
A41N7	440	208	19	21	35	15		
A41N8	415	215	11	18	70	25		
A42N1								
A42N2	433	200	20	18	35	20		
A42N3								
A42N4								
A42N5	420	190	22	20	30	15		
A42N6								
A42N7	425	192	18	18	45	25		
A42N8								

[表10]

試験No.	合金No.	試料	冷却速度	面積割合(%)					演算結果			
				α	κ	γ	β	μ	$\alpha+\kappa$	κ/α	$\beta+\mu$	$\beta+\mu+\gamma$
A43N1	A43	N	1	49.2	45.4	1.6	3.8	0	94.6	0.92	3.8	5.4
A43N2	A43	N	2	54.5	43.2	1.8	0.5	0	97.7	0.79	0.5	2.3
A43N3	A43	N	3	56.8	41.4	1.8	0	0	98.2	0.73	0	1.8
A43N4	A43	N	4	59.2	39.1	1.7	0	0	98.3	0.66	0	1.7
A43N5	A43	N	5	59.7	38.4	1.9	0	0	98.1	0.64	0	1.9
A43N6	A43	N	6	61.2	37	1.8	0	0	98.2	0.60	0	1.8
A43N7	A43	N	7	63	34.7	1.7	0	0.6	97.7	0.55	0.6	2.3
A43N8	A43	N	8	64.3	29	1.5	0	5.2	93.3	0.45	5.2	6.7
A44L1	A44	L	1	50.8	42.5	0.8	4.1	0	93.3	0.84	4.1	4.9
A44L2	A44	L	2	55.9	40.8	0.9	0.6	0	96.7	0.73	0.6	1.5
A44L3	A44	L	3	57.8	39.5	0.8	0	0	97.3	0.68	0	0.8
A44L4	A44	L	4	60	37.3	1.1	0	0	97.3	0.62	0	1.1
A44L5	A44	L	5	61	36.5	0.8	0	0	97.5	0.60	0	0.8
A44L6	A44	L	6	63	34.5	1	0	0.1	97.5	0.55	0.1	1.1
A44L7	A44	L	7	63	33.8	0.9	0	0.4	96.8	0.54	0.4	1.3
A44L8	A44	L	8	64	27.8	1.1	0	5.8	91.8	0.43	5.8	6.9
A45L1	A45	L	1	42.2	47.8	0.8	7.6	0	90	1.13	7.6	8.4
A45L2	A45	L	2	48.3	48	0.9	1.1	0	96.3	0.99	1.1	2
A45L3	A45	L	3	50.2	47.3	0.8	0.1	0	97.5	0.94	0.1	0.9
A45L4	A45	L	4	52	45.4	1.1	0	0	97.4	0.87	0	1.1
A45L5	A45	L	5	54.1	43.5	0.8	0	0	97.6	0.80	0	0.8
A45L6	A45	L	6	54.8	42.7	1	0	0	97.5	0.78	0	1
A45L7	A45	L	7	54.9	42.1	0.9	0	0.5	97	0.77	0.5	1.4
A45L8	A45	L	8	56.1	36.2	1.1	0	5	92.3	0.65	5	6.1
A45N2	A45	N	2	48	48.1	1	1.2	0	96.1	1.00	1.2	2.2
A45N5	A45	N	5	53.5	44	0.8	0	0	97.5	0.82	0	0.8
A45N7	A45	N	7	54.2	42.8	1	0	0.4	97	0.79	0.4	1.4
A45M2	A45	M	2	47.8	48.3	1.1	1.1	0	96.1	1.01	1.1	2.2
A45M5	A45	M	5	53.5	43.9	1	0	0	97.4	0.82	0	1
A45M7	A45	M	7	54.3	42.5	0.9	0	0.6	96.8	0.78	0.6	1.5
101N1	101		1	18	72	2	8	0	90	4.00	8	10
101N2	101	N	2	23.2	72.8	1.2	2.8	0	96	3.14	2.8	4
101N3	101	N	3	25.2	74.3	0.5	0	0	99.5	2.95	0	0.5
101N4	101	N	4	28.7	70.8	0.5	0	0	99.5	2.47	0	0.5
101N5	101	N	5	30.5	69	0.5	0	0	99.5	2.26	0	0.5
101N6	101		6	31.2	67.8	1	0	0	99	2.17	0	1
101N7	101	N	7	30.6	66.8	0.8	0	1.8	97.4	2.18	1.8	2.6
101N8	101		8	31.7	61.2	0.7	0	6.4	92.9	1.93	6.4	7.1
102L1	102		1	75.5	2	4.5	18	0	77.5	0.03	18	22.5
102L2	102	L	2	78.5	2	6.5	13	0	80.5	0.03	13	19.5
102L3	102	L	3	78.7	5.1	10.2	6	0	83.8	0.06	6	16.2
102L4	102	L	4	79	6.5	12	2.5	0	85.5	0.08	2.5	14.5
102L5	102	L	5	81.5	5	13.5	0	0	86.5	0.06	0	13.5
102L6	102		6	79	8	13	0	0	87	0.10	0	13
102L7	102	L	7	81.5	6	12	0	0.5	87.5	0.07	0.5	12.5
102L8	102		8	80	7.5	10.5	0	2	87.5	0.09	2	12.5
103L1	103	L	1	80	16.5	0	3.5	0	96.5	0.21	3.5	3.5
103L2	103	L	2	85.5	14	0	0.5	0	99.5	0.16	0.5	0.5
103L3	103	L	3	86.8	13.2	0	0	0	100	0.15	0	0
103L4	103	L	4	86.8	13	0.2	0	0	99.8	0.15	0	0.2
103L5	103	L	5	87.2	12.4	0.4	0	0	99.6	0.14	0	0.4
103L6	103	L	6	88	11.5	0.3	0	0.2	99.5	0.13	0.2	0.5
103L7	103	L	7	87.4	11	0.1	0	1.5	98.4	0.13	1.5	1.6
103L8	103	L	8	86.2	9.2	0.1	0	4.5	95.4	0.11	4.5	4.6

[表11]

試験No.	引張強さ	耐力	伸び	衝撃	脱亜鉛腐食性	耐エロージョン コロージョン性	試験2後 引張強さ	切削抵抗(N)
	N/mm ²	N/mm ²	%	J/cm ²	深さ(μm)	(μm/1week)	N/mm ²	主分力
A43N1								
A43N2	452	225	17	18	45	7		
A43N3	448	213	21	20	25	3		
A43N4								
A43N5	445	215	23	21	30	3		
A43N6								
A43N7	453	224	16	18	45	10		
A43N8								
A44L1								
A44L2	463	239	15	21	45	25		
A44L3	455	235	20	26	40	20		
A44L4								
A44L5	450	232	22	27	35	15		
A44L6								
A44L7	457	237	17	23	50	20		
A44L8								
A45L1	444	249	8	16	180	35		
A45L2	482	254	17	24	45	20		
A45L3	478	250	21	28	30	15		
A45L4	470	242	22	30	25	10		
A45L5	475	247	22	30	20	10		
A45L6	477	245	20	29	25	10		
A45L7	483	252	16	25	45	15		
A45L8	448	265	9	17	90	35		
A45N2	450	225	18	24	40	15		
A45N5	441	219	23	28	20	10		
A45N7	447	222	16	24	40	15		
A45M2	486	260	17	23	40	20		
A45M5	480	252	21	30	20	10		
A45M7	482	250	16	24	50	15		
101N1								146
101N2	438	268	4	13	180	35		
101N3								
101N4								
101N5	430	260	8	17	110	25		
101N6								
101N7	447	270	4	10	140	30		
101N8								
102L1								137
102L2	363	142	11	19	650	120		
102L3								
102L4								
102L5	385	139	24	22	350	50		
102L6								
102L7	381	136	23	21	400	75		
102L8								
103L1	389	148	18	21	180	80		
103L2	380	142	24	23	50	35	382	
103L3	373	138	26	27	35	25		
103L4	375	135	28	30	30	25		
103L5	375	140	27	28	30	25	373	
103L6	368	132	28	30	35	25		
103L7	377	140	26	27	55	35	375	
103L8	364	144	15	22	100	70		

[表12]

試験No.	合金 No.	試料	冷却 速度	面積割合(%)					演算結果			
				α	κ	γ	β	μ	$\alpha+\kappa$	κ/α	$\beta+\mu$	$\beta+\mu+\gamma$
104L1	104	L	1	24.5	58	3.5	14	0	82.5	2.37	14	17.5
104L2	104	L	2	27.8	56	6.7	9.5	0	83.8	2.01	9.5	16.2
104L3	104	L	3	31.2	58.3	8	2.5	0	89.5	1.87	2.5	10.5
104L4	104	L	4	35.9	56.3	7.3	0.5	0	92.2	1.57	0.5	7.8
104L5	104	L	5	36	55	9	0	0	91	1.53	0	9
104L6	104	L	6	37.5	54.3	8.2	0	0	91.8	1.45	0	8.2
104L7	104	L	7	38	50.8	8.5	0	2.7	88.8	1.34	2.7	11.2
104L8	104	L	8	38.5	45.5	7	0	9	84	1.18	9	16
105N5	105	N	5	38	49.5	12.5	0	0	87.5	1.30	0	12.5
110N5	110	N	5	96	0	0	0	0	-	-	-	-
111N5	111	N	5	98.1	0	0	0	0	-	-	-	-
112L1	112	L	1	20.9	0	0	77	0	-	-	77	77
112L2	112	L	2	32.9	0	0	65	0	-	-	65	65
112L3	112	L	3	47.8	0	0	50	0	-	-	50	50
112L4	112	L	4	72.4	0	0	25.5	0	-	-	25.5	25.5
112L5	112	L	5	79.4	0	0	18.4	0	-	-	18.4	18.4
112L6	112	L	6	84.3	0	0	13.6	0	-	-	13.6	13.6
112L7	112	L	7	88.4	0	0	9.5	0	-	-	9.5	9.5
112L8	112	L	8	90.2	0	0	7.7	0	-	-	7.7	7.7
113M1	113	M	1	0	0	0	98.5	0	-	-	98.5	98.5
113M2	113	M	2	14.5	0	0	84.0	0	-	-	84	84
113M3	113	M	3	31.6	0	0	67.0	0	-	-	67	67
113M4	113	M	4	59	0	0	39.6	0	-	-	39.6	39.6
113M5	113	M	5	67.5	0	0	31.0	0	-	-	31	31
113M6	113	M	6	74.5	0	0	24.0	0	-	-	24	24
113M7	113	M	7	79.5	0	0	19.1	0	-	-	19.1	19.1
113M8	113	M	8	81	0	0	17.5	0	-	-	17.5	17.5
114N1	114	N	1	94.3	0	0	4.5	0	-	-	4.5	4.5
114N2	114	N	2	95.1	0	0.1	3.7	0	-	-	3.7	3.8
114N3	114	N	3	95.6	0	0	3.2	0	-	-	3.2	3.2
114N4	114	N	4	97.4	0	0.1	1.4	0	-	-	1.4	1.5
114N5	114	N	5	97.5	0	0.2	1.1	0	-	-	1.1	1.3
114N6	114	N	6	97.8	0	0.2	0.9	0	-	-	0.9	1.1
114N7	114	N	7	97.9	0	0.3	0.6	0	-	-	0.6	0.9
114N8	114	N	8	98.1	0	0.4	0.4	0	-	-	0.4	0.8
115L1	115	L	1	64.6	0	0.1	34.1	0	-	-	34.1	34.2
115L2	115	L	2	74.3	0	0.2	24.3	0	-	-	24.3	24.5
115L3	115	L	3	80.9	0	0.3	17.5	0	-	-	17.5	17.8
115L4	115	L	4	89.3	0	0.3	9.2	0	-	-	9.2	9.5
115L5	115	L	5	91.9	0	0.5	6.3	0	-	-	6.3	6.8
115L6	115	L	6	94.1	0	0.5	4.2	0	-	-	4.2	4.7
115L7	115	L	7	95.3	0	0.7	2.7	0	-	-	2.7	3.4
115L8	115	L	8	96	0	1	1.8	0	-	-	1.8	2.8

[表13]

試験No.	引張強さ	耐力	伸び	衝撃	脱亜鉛腐食性	耐エロージョン コロージョン性	試験2後 引張強さ	切削抵抗(N)
	N/mm ²	N/mm ²	%	J/cm ²	深さ(μm)	(μm/1week)	N/mm ²	主分力
104L1								
104L2	458	278	2	11	550	60		
104L3	480	270	5	14	280	40		
104L4								
104L5	472	263	8	17	190	35		
104L6								
104L7	465	272	5	15	260	55		
104L8								
105N5	395	190	4	13	150	45	390	
110N5	220	82	16	26	10	5		
111N5	195	81	14	23	10	7		100
112L1	381	137	18	21	950	130		370
112L2	373	130	22	22	900	120		
112L3	371	123	25	24	950	120		
112L4	364	120	26	24	900	130		
112L5	368	122	28	25	850	110	365	
112L6	366	120	28	25	800	115		
112L7	360	121	29	24	800	120	362	
112L8	354	116	27	25	850	120		
113M1								98
113M2	388	124	16	19	800	120		
113M3								
113M4								
113M5	381	117	24	24	950	130		
113M6								
113M7	278	115	23	25	900	120		
113M8								
114N1								104
114N2	335	101	28	23	450	60		
114N3								
114N4								
114N5	328	97	30	26	230	40		
114N6								
114N7	316	88	36	29	110	40	311	
114N8	308	80	31	27	40	45	298	
115L1								103
115L2	347	110	28	25	670	60		
115L3								
115L4								
115L5	336	103	27	24	380	45		
115L6								
115L7	327	94	34	28	190	20	325	
115L8	315	87	29	24	70	25	309	

試験の結果、下記のことことが分かった。

- [0062] 第1発明合金乃至第4発明合金において、試料L（押出材）、M（熱間鍛造材）、N（鑄造材）ともろう付け後の冷却速度が0.15～50℃/秒の各試料は、金属組織における各相の面積率が、 $30 \leq \alpha \leq 84$ 、 $15 \leq \kappa \leq 65$ 、 $\alpha + \kappa \geq 92$ 、 $0.2 \leq \kappa / \alpha \leq 2$ であり

、 $\beta \leq 3$ 、 $\mu \leq 5$ 、 $\beta + \mu \leq 6$ 、 $0 \leq \gamma \leq 7$ 、 $0 \leq \beta + \mu + \gamma \leq 8$ の関係を満足した。

また、各試料は、引張強さが 400 N/mm^2 以上で、耐力で 150 N/mm^2 以上であり高い耐圧性を示した。また、各試料は、脱亜鉛腐蝕性、耐エロージョンコロージョン性が良好であり、優れた耐食性を示した（合金No. A 1 1、A 2 1～A 2 6、A 3 1～A 3 4、A 4 1～4 5における冷却速度2～7等の各試験結果を参照）。

[0063] 第2発明合金は、第1発明合金に較べて、耐エロージョンコロージョン性が良好であり、耐食性が良かった（合金No. A 1 1、A 2 1～2 6における冷却速度2～7等の各試験結果を参照）。

[0064] 第3発明合金は、少量のPb、Biの含有でありながら、2.2mass%Bi（合金No. 1 1 1）を含有する鋳物や、1.7mass%Pb（合金No. 1 1 5）を含有する押出棒材とほぼ同等の被削性が得られた。但し、本願組成範囲の式から外れると、少量のPbの含有では、良好な被削性が得られない。

[0065] 第4発明合金は、第1発明合金に較べて、引張強さ及び耐力が高く、強度が高かった（合金No. A 1 1、A 4 1～4 5における冷却速度2～7等の各試験結果を参照）。

[0066] 冷却速度の影響について説明する。発明合金において、冷却速度が、最も速い $70^\circ\text{C}/\text{秒}$ では β 相が残留し、引張強さ及び耐力が高いため耐圧性は十分満足するレベルにあるが、伸び、衝撃強さが低くて、延性、韌性に乏しかった。また、脱亜鉛腐蝕性、耐エロージョンコロージョン性が低く耐食性が悪かった。しかしながら、冷却速度が、 $50^\circ\text{C}/\text{秒}$ になると、 β 相の残留は大幅に減少し、伸び、衝撃強さ、脱亜鉛腐蝕性、耐エロージョンコロージョン性が大幅に改善され、 $35^\circ\text{C}/\text{秒}$ になると全く問題ない（試験No. A 1 1 L 1、A 1 1 L 2、A 1 1 L 3等の各試験結果を参照）。

[0067] 発明合金において、冷却速度が遅い $0.02^\circ\text{C}/\text{秒}$ では、 μ 相の面積率が増した。 μ 相の面積率が増すと、 β 相の面積率が増す場合と同様に、引張強

さ及び耐力が高くなり、耐圧性は十分満足するレベルにあるが、伸び、衝撃値が低く、延性、靱性に乏しい。

また、脱亜鉛腐蝕性、耐エロージョンコロージョン性が低く耐食性が悪かった。しかしながら、冷却速度が、 $0.15^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ になると、 μ 相の生成は大幅に減少し、伸び、衝撃強さ、脱亜鉛腐蝕性、耐エロージョンコロージョン性が大幅に改善され、 $1.0^{\circ}\text{C}/\text{秒}$ になると全く問題ない（試験No. A11L8、A11L7、A11L6等の各試験結果を参照）。

[0068] 一方、金属組織において、「 α 」+「 κ 」 ≥ 94 、 $0.3 \leq \text{「}\kappa\text{」}/\text{「}\alpha\text{」} \leq 1.5$ であると、引張強さ及び耐力と伸び、衝撃値、延性、靱性のバランスが更によりくなり、脱亜鉛腐蝕性、耐エロージョンコロージョン性がよくなる結果となり、さらに、「 α 」+「 κ 」 ≥ 95 、 $0.5 \leq \text{「}\kappa\text{」}/\text{「}\alpha\text{」} \leq 1.2$ では、一層、良好な結果が得られた。また、「 β 」+「 μ 」 ≤ 3 、 $0 \leq \text{「}\gamma\text{」} \leq 5$ 、 $0 \leq \text{「}\beta\text{」} + \text{「}\mu\text{」} + \text{「}\gamma\text{」} \leq 5.5$ の関係を満たすと、引張強さ、伸び、衝撃値、延性、靱性、脱亜鉛腐蝕性、耐エロージョンコロージョン性がさらに良くなり、「 β 」+「 μ 」 ≤ 0.5 、 $0.05 \leq \text{「}\gamma\text{」} \leq 3$ 、 $0.05 \leq \text{「}\beta\text{」} + \text{「}\mu\text{」} + \text{「}\gamma\text{」} \leq 3$ であるとこれらの特性が一層よくなった。逆に、発明合金の組成範囲内であっても、「 α 」+「 κ 」 < 92 であると伸び、衝撃値、延性、靱性が悪く、耐力は高いが、延性が低いために引張強さは低い。「 κ 」/「 α 」 < 0.2 であると引張強さ及び耐力が低く、「 κ 」/「 α 」 > 2 であると、伸び、衝撃値、延性、靱性が悪い。また、耐力は高いが、延性が低いために引張強さは低い。 $\beta + \mu > 6$ 、「 γ 」 > 7 、或いは「 β 」+「 μ 」+「 γ 」 > 8 であると、伸び、衝撃値、延性、靱性、脱亜鉛腐蝕性、耐エロージョンコロージョン性が悪い。また、耐力は高いが、延性が低いために引張強さは低い。

[0069] Kの値が62.0～67.5の範囲中でも63.0～66.5の間にあると、引張強さ、耐力、伸び、衝撃強さ、脱亜鉛腐蝕性、耐エロージョンコロージョン性が更に良くなる（合金No. A21, A22, A23, A26とA24, A25等の各試験結果を参照）。

[0070] S b、P、A sを含まない合金の耐脱亜鉛腐食性は、金属組織の相に関わる関係式を満足すれば、実用上問題の無いレベルにあるが、より高度な耐脱亜鉛腐食性が必要な場合は、S b、P、A sの含有が必要である。

S nを0.3mass%以上、A lを0.45mass%以上含有すると、耐エロージョンコロージョン性がさらによりよくなり、S b、P、A sの含有と相まって、さらに、優れた耐脱亜鉛腐食性、耐エロージョンコロージョン性を有する。ただし、S n、A lの含有により、 γ 相が多く析出するので、K値、または、C u濃度を本願範囲内でやや高めに設定するとよい（合金N o. A 26, A 27, A 28, A 33, A 34, A 45等の各試験結果を参照）。

[0071] S i濃度が発明合金の範囲の上限値である4.0mass%よりも多いと、延性、耐食性が悪い（合金N o. 101等の各試験結果を参照）。

[0072] S i濃度が発明合金の範囲の下限値である2.5mass%よりも少ないと、耐力、引張強さが低く、耐食性が悪い（合金N o. 102等の各試験結果を参照）。

F eを不純物として、0.26mass%含有しても、鋳付け後の金属組織、諸特性に大きな変化がないことを確認した（合金N o. A 29等の各試験結果を参照）。

[0073] C u、S i濃度が発明合金の範囲であっても、Kの値が62.0～67.5の範囲の上限値よりも高いと、冷却速度を変えても、耐力、引張強さが低い（合金N o. 103等の各試験結果を参照）。

[0074] C u、S i濃度が発明合金の範囲であっても、Kの値が62.0～67.5の範囲の下限値よりも低いと、冷却速度を変えても、延性、靱性、耐食性が悪い。（合金N o. 104、105等の各試験結果を参照）。

[0075] 試験1のソルトバスの実験による引張強さと、試験2のろう付け試験による引張強さとは概ね同じ値を示した。従って、試験1のソルトバスの実験によって、良好な結果を示した本発明合金は、800℃のろう付け温度に加熱しても、高い耐力、引張強さを有し、ろう付け後に特別な熱処理を施さなくとも、延性、靱性、耐食性にも優れると判断される。

[0076] 尚、本発明は、上記実施形態の構成に限られず、発明の趣旨を変更しない範囲で種々の変形が可能である。

[0077] 本出願は、日本国特許出願２０１０－２３８３１１に基づいて優先権主張を行なう。その出願の内容の全体が参照によって、この出願に組み込まれる。

産業上の利用可能性

[0078] 上述したように、本発明に係る耐圧耐食性銅合金は、高い耐圧性と優れた耐食性を備えるので、高圧ガス設備、空調設備、給水・給湯設備等の容器、器具、部材としては、高圧バルブ、プラグバルブ、フードバルブ、ダイヤフラムバルブ、ベローズバルブ、コントロールバルブを始めとする種々のバルブや、管継手、Ｔ字継手、チーズ管、エルボ管等の各種の継手や、冷温水弁、低温弁、減圧弁、高温弁、安全弁等の各種の弁や、ジョイント、シリンダー等の油圧容器や、ノズル、スプリンクラー、水栓金具等のろう付けを施される容器、器具、部材に最適である。

請求の範囲

[請求項1] 73.0～79.5 mass%のCuと、2.5～4.0 mass%のSiと、を含有し、残部がZn及び不可避不純物からなる合金組成であり、他材とろう付けされた耐圧耐食性銅合金であって、

Cuの含有量[Cu] mass%と、Siの含有量[Si] mass%との間に、 $62.0 \leq [\text{Cu}] - 3.6 \times [\text{Si}] \leq 67.5$ の関係を有し、

前記銅合金のろう付け部分の金属組織は、 α 相マトリックスに少なくとも κ 相を含み、 α 相の面積率「 α 」%と、 β 相の面積率「 β 」%と、 γ 相の面積率「 γ 」%と、 κ 相の面積率「 κ 」%と、 μ 相の面積率「 μ 」%との間に、 $30 \leq \alpha \leq 84$ 、 $15 \leq \kappa \leq 68$ 、「 α 」+「 κ 」 ≥ 92 、 $0.2 \leq \kappa / \alpha \leq 2$ であり、 $\beta \leq 3$ 、 $\mu \leq 5$ 、 $\beta + \mu \leq 6$ 、 $0 \leq \gamma \leq 7$ 、 $0 \leq \beta + \mu + \gamma \leq 8$ の関係を有することを特徴とする耐圧耐食性銅合金。

[請求項2] 0.015～0.2 mass%のP、0.015～0.2 mass%のSb、0.015～0.15 mass%のAs、0.03～1.0 mass%のSn、0.03～1.5 mass%のAlのいずれか1種以上を更に含有し、

Cuの含有量[Cu] mass%と、Siの含有量[Si] mass%と、Pの含有量[P] mass%と、Sbの含有量[Sb] mass%と、Asの含有量[As] mass%と、Snの含有量[Sn] mass%と、Alの含有量[Al] mass%との間に、

$62.0 \leq [\text{Cu}] - 3.6 \times [\text{Si}] - 3 \times [\text{P}] - 0.3 \times [\text{Sb}] + 0.5 \times [\text{As}] - 1 \times [\text{Sn}] - 1.9 \times [\text{Al}] \leq 67.5$ の関係を有することを特徴とする請求項1に記載の耐圧耐食性銅合金。

[請求項3] 0.015～0.2 mass%のP、0.015～0.2 mass%のSb、0.015～0.15 mass%のAsのいずれか1種以上、及び0.

3～1. 0mass%のS_n、0.45～1.2mass%のA_lのいずれか1種以上を更に含有し、

Cuの含有量[Cu] mass%と、Siの含有量[Si] mass%と、Pの含有量[P] mass%と、Sbの含有量[Sb] mass%と、Asの含有量[As] mass%と、S_nの含有量[S_n] mass%と、A_lの含有量[A_l] mass%との間に、

$63.5 \leq [\text{Cu}] - 3.6 \times [\text{Si}] - 3 \times [\text{P}] - 0.3 \times [\text{Sb}] + 0.5 \times [\text{As}] - 1 \times [\text{S}_n] - 1.9 \times [\text{Al}] \leq 67.5$ の関係を有することを特徴とする請求項1に記載の耐圧耐食性銅合金。

[請求項4] 0.003～0.25mass%のPb、0.003～0.30mass%のBiのいずれか1種以上を更に含有し、

Cuの含有量[Cu] mass%と、Siの含有量[Si] mass%と、Pの含有量[P] mass%と、Sbの含有量[Sb] mass%と、Asの含有量[As] mass%と、S_nの含有量[S_n] mass%と、A_lの含有量[A_l] mass%と、Pbの含有量[Pb] mass%と、Biの含有量[Bi] mass%との間に、

$62.0 \leq [\text{Cu}] - 3.6 \times [\text{Si}] - 3 \times [\text{P}] - 0.3 \times [\text{Sb}] + 0.5 \times [\text{As}] - 1 \times [\text{S}_n] - 1.9 \times [\text{Al}] + 0.5 \times [\text{Pb}] + 0.5 \times [\text{Bi}] \leq 67.5$ の関係を有することを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれか一項に記載の耐圧耐食性銅合金。

[請求項5] 0.05～2.0mass%のMn、0.05～2.0mass%のNi、0.003～0.3mass%のTi、0.001～0.1mass%のB、0.0005～0.03mass%のZrの内のいずれか1種以上を更に含有し、

Cuの含有量[Cu] mass%と、Siの含有量[Si] mass%と、Pの含有量[P] mass%と、Sbの含有量[Sb] mass%と、Asの

含有量 [A s] mass%と、S nの含有量 [S n] mass%と、A lの含有量 [A l] mass%と、P bの含有量 [P b] mass%と、B iの含有量 [B i] mass%と、M nの含有量 [M n] mass%と、N iの含有量 [N i] mass%と、T iの含有量 [T i] mass%と、Bの含有量 [B] mass%と、Z rの含有量 [Z r] mass%との間に、

$$62.0 \leq [C u] - 3.6 \times [S i] - 3 \times [P] - 0.3 \times [S b] + 0.5 \times [A s] - 1 \times [S n] - 1.9 \times [A l] + 0.5 \times [P b] + 0.5 \times [B i] + 2 \times [M n] + 1.7 \times [N i] + 1 \times [T i] + 2 \times [B] + 2 \times [Z r] \leq 67.5$$

の関係を有することを特徴とする請求項1乃至請求項4のいずれか一項に記載の耐圧耐食性銅合金。

[請求項6] 材料強度が、引張強さで400 N/mm²以上、又は、耐力で150 N/mm²以上であることを特徴とする請求項1乃至請求項5のいずれか一項に記載の耐圧耐食性銅合金。

[請求項7] 請求項1乃至請求項6のいずれか一項に記載の耐圧耐食性銅合金と、前記銅合金にろう付けされた他材と、前記銅合金と前記他材とをろう付けするろう材とを備えたことを特徴とするろう付け構造体。

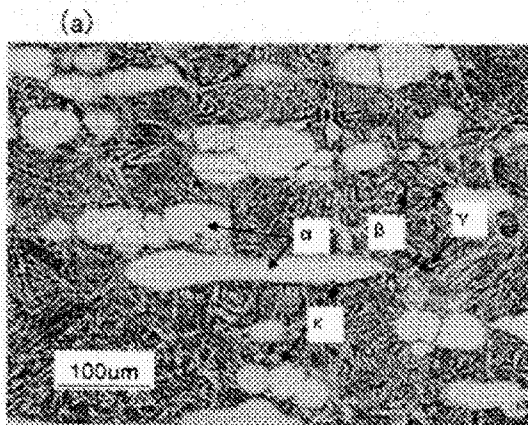
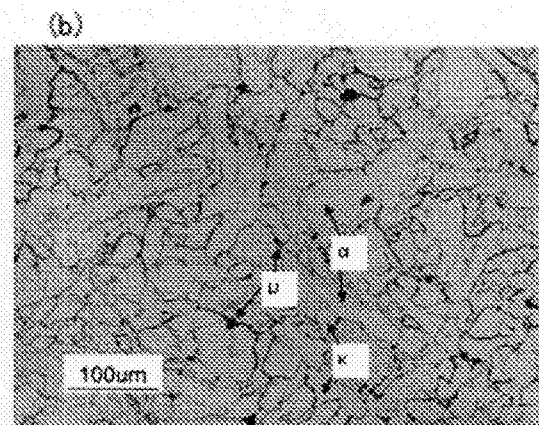
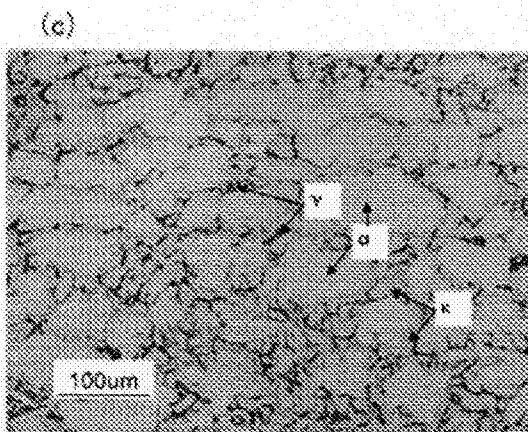
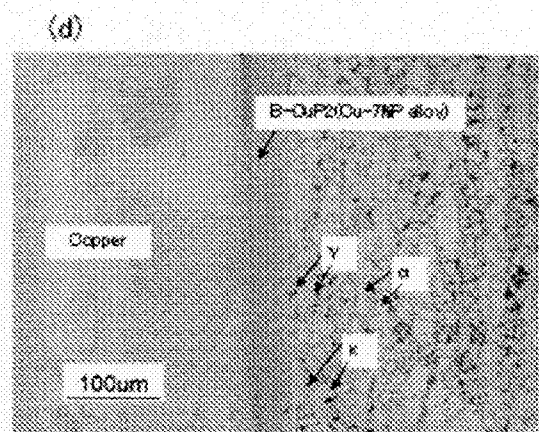
[請求項8] 請求項7に記載のろう付け構造体の製造方法であって、
前記銅合金と前記他材との間に前記ろう材を介在させた状態で、
前記銅合金のろう付け部分と前記他材のろう付け部分と前記ろう材とを、少なくとも700℃以上に加熱してろう付けし、
前記銅合金のろう付け部分が、硬ろう付け終了時の材料温度から300℃、又は700℃から300℃までの温度域を0.1℃/秒～60℃/秒の平均冷却速度で冷却されることを特徴とするろう付け構造体の製造方法。

[請求項9] 請求項7に記載のろう付け構造体の製造方法であって、
前記銅合金と前記他材との間に前記ろう材を介在させた状態で、
前記銅合金のろう付け部分と前記他材のろう付け部分と前記ろう材

とを、少なくとも750℃以上に加熱してろう付けし、

前記銅合金のろう付け部分が、硬ろう付け終了時の材料温度から300℃、又は700℃から300℃までの温度域を1.5℃/秒～40℃/秒の平均冷却速度で冷却されることを特徴とするろう付け構造体の製造方法。

[図1]

A11L2(55.7 α -41.3 κ -2.3 γ -0.7 β)A21L7(59.4 α -38.8 κ -0.4 γ -1.4 μ)A26L4(63.1 α -34.9 κ -2 γ)A11L6(62.6 α -34.6 κ -2.8 γ)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/074389

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C22C9/04(2006.01) i, B23K1/19(2006.01) i, B23K101/12(2006.01) n

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)

C22C9/04, B23K1/19, B23K101/12

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 1996-2012

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2012 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2012

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 10-202391 A (Hitachi Cable, Ltd.), 04 August 1998 (04.08.1998), entire text (Family: none)	1-9
A	JP 2009-509031 A (Mitsubishi Shindoh Co., Ltd.), 05 March 2009 (05.03.2009), entire text & US 2007/0062615 A1 & EP 1929057 A & WO 2007/034571 A1	1-9
A	JP 2005-118826 A (Denso Corp.), 12 May 2005 (12.05.2005), entire text & US 2005/0082350 A1 & GB 422986 D0 & KR 10-2005-0036796 A & CN 1608779 A	1-9

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

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"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

"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

"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

"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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
11 January, 2012 (11.01.12)Date of mailing of the international search report
24 January, 2012 (24.01.12)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/074389

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 2005-028412 A (Denso Corp.), 03 February 2005 (03.02.2005), entire text & US 2005/0006443 A1 & EP 1495825 A2	1-9

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. C22C9/04(2006.01)i, B23K1/19(2006.01)i, B23K101/12(2006.01)n

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 (I P C))

Int.Cl. C22C9/04, B23K1/19, B23K101/12

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 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 請求項の番号
A	JP 10-202391 A (日立電線株式会社) 1998.08.04, 全文 (ファミリーなし)	1-9
A	JP 2009-509031 A (三菱伸銅株式会社) 2009.03.05, 全文 & US 2007/0062615 A1 & EP 1929057 A & WO 2007/034571 A1	1-9
A	JP 2005-118826 A (株式会社デンソー) 2005.05.12, 全文 & US 2005/0082350 A1 & GB 422986 D0 & KR 10-2005-0036796 A & CN 1608779 A	1-9

☒ 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が、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

1 1 . 0 1 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

2 4 . 0 1 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

岸 智之

4 K

4 4 2 7

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 3 5

C (続き) . 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 請求項の番号
A	JP 2005-028412 A (株式会社デンソー) 2005.02.03, 全文 & US 2005/0006443 A1 & EP 1495825 A2	1-9