

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B1)

(11) 特許番号

特許第4799701号
(P4799701)

(45) 発行日 平成23年10月26日 (2011.10.26)

(24) 登録日 平成23年8月12日 (2011.8.12)

(51) Int.Cl.		F I
C 2 2 C	9/06	(2006.01)
C 2 2 C	9/00	(2006.01)
C 2 2 C	9/01	(2006.01)
C 2 2 C	9/02	(2006.01)
C 2 2 C	9/04	(2006.01)

請求項の数 10 (全 21 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2011-73270 (P2011-73270)	(73) 特許権者	502362758
(22) 出願日	平成23年3月29日 (2011.3.29)		J X 日鉱日石金属株式会社
審査請求日	平成23年5月10日 (2011.5.10)		東京都千代田区大手町二丁目6番3号
早期審査対象出願		(74) 代理人	110000523
			アクシス国際特許業務法人
		(72) 発明者	桑垣 寛
			茨城県日立市白銀町1-1-2 J X 日鉱日石金属株式会社技術開発センター内
		(72) 発明者	岡藤 康弘
			茨城県日立市白銀町1-1-2 J X 日鉱日石金属株式会社技術開発センター内
		審査官	相澤 啓祐

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電子材料用Cu-Co-Si系銅合金条及びその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

Co: 0.5 ~ 2.5 質量%、Si: 0.1 ~ 0.7 質量%を含有し、残部がCu及び不可避不純物からなる電子材料用銅合金条であって、圧延面を基準としたX線回折極点図測定により得られる結果で、下記の(a)を満たす銅合金条:

(a) {200}極点図において $\theta = 25^\circ$ における 走査による回折ピーク強度のうち、角度 120° のピーク高さが標準銅粉末のそれに対して10倍以上であること。

【請求項2】

圧延方向に平行な方向における垂下カーブが3.5mm以下である請求項1に記載の銅合金条。

【請求項3】

Coの含有量(質量%)を[Co]、0.2%耐力をYS(MPa)、はね限界値をKb(MPa)としたときに、

$$\text{式ア: } -55 \times [\text{Co}]^2 + 250 \times [\text{Co}] + 500 \leq \text{YS} \leq -55 \times [\text{Co}]^2 + 250 [\text{Co}] + 350$$

$$\text{式ウ: } 60 \times [\text{Co}] + 265 \leq \text{Kb} \leq 60 \times [\text{Co}] + 375$$

を満たす請求項1又は2に記載の銅合金条。

【請求項4】

0.2%耐力をYS(MPa)、導電率をEC(%IACS)としたときに、

$$500 \leq \text{YS} \leq 800, 50 \leq \text{EC} \leq 75, \text{式イ: } -0.117 \times [\text{YS}] + 130 \leq \text{E}$$

$C = 0.117 \times [YS] + 154$

を満たす請求項 1 ~ 3 の何れか一項に記載の銅合金条。

【請求項 5】

更に Ni を 1.0 質量%未満含有する請求項 1 ~ 4 何れか一項記載の銅合金条。

【請求項 6】

更に Cr、Mg、P、As、Sb、Be、B、Mn、Sn、Ti、Zr、Al、Fe、Zn 及び Ag の群から選ばれる少なくとも 1 種を総計で最大 2.0 質量%含有する請求項 1 ~ 5 何れか一項記載の銅合金条。

【請求項 7】

- 請求項 1 ~ 6 の何れか一項に記載の組成をもつインゴットを溶解鑄造する工程 1 と、
- 900 以上 1050 以下で 1 時間以上加熱後に熱間圧延を行う工程 2 と、
- 冷間圧延工程 3 と、
- 850 以上 1050 以下で溶体化処理を行い、400 までの平均冷却速度を毎秒 10 以上として冷却する工程 4 と、
- 材料温度を 480 ~ 580 として 1 ~ 12 時間加熱する一段目と、次いで、材料温度を 430 ~ 530 として 1 ~ 12 時間加熱する二段目と、次いで、材料温度を 300 ~ 430 として 4 ~ 30 時間加熱する三段目を有し、一段目から二段目までの冷却速度及び二段目から三段目までの冷却速度はそれぞれ 0.1 / 分以上とし、一段目と二段目の温度差を 20 ~ 80 とし、二段目と三段目の温度差を 20 ~ 180 としてバッチ炉で材料をコイル状に巻いたまま多段時効する時効処理工程 5 と、
- 冷間圧延工程 6 と、

を順に行うことを含む請求項 1 ~ 6 の何れか一項に記載の銅合金条の製造方法。

【請求項 8】

工程 6 の後に、材料温度を 200 ~ 500 として 1 秒 ~ 1000 秒加熱する調質焼鈍を実施する請求項 7 に記載の製造方法。

【請求項 9】

請求項 1 ~ 6 の何れか一項に記載の銅合金条を加工して得られた伸銅品。

【請求項 10】

請求項 1 ~ 6 の何れか一項に記載の銅合金条を加工して得られた電子部品。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は析出硬化型銅合金に関し、とりわけ各種電子部品に用いるのに好適な Cu - Si - Co 系銅合金に関する。

【背景技術】

【0002】

コネクタ、スイッチ、リレー、ピン、端子、リードフレーム等の各種電子部品に使用される電子材料用銅合金には、基本特性として高強度及び高導電性（又は熱伝導性）を両立させることが要求される。近年、電子部品の高集積化及び小型化・薄肉化が急速に進み、これに対応して電子機器部品に使用される銅合金に対する要求レベルはますます高度化している。

【0003】

高強度及び高導電性の観点から、電子材料用銅合金として従来のりん青銅、黄銅等に代表される固溶強化型銅合金に替わり、析出硬化型の銅合金の使用量が増加している。析出硬化型銅合金では、溶体化処理された過飽和固溶体を時効処理することにより、微細な析出物が均一に分散して、合金の強度が高くなると同時に、銅中の固溶元素量が減少し電気伝導性が向上する。このため、強度、ばね性などの機械的性質に優れ、しかも電気伝導性、熱伝導性が良好な材料が得られる。

【0004】

析出硬化型銅合金のうち、コルソン系合金と一般に呼ばれる Cu - Ni - Si 系銅合金

10

20

30

40

50

は比較的高い導電性、強度、及び曲げ加工性を兼備する代表的な銅合金であり、業界において現在活発に開発が行われている合金の一つである。この銅合金では、銅マトリックス中に微細なNi-Si系金属間化合物粒子を析出させることによって強度と導電率の向上が図られる。

【0005】

最近ではCu-Ni-Si系銅合金に代わってCu-Si-Co系銅合金の特性向上を図ろうとする試みもなされている。例えば、特開2010-236071号公報（特許文献1）では、電子材料用の銅合金として好適な機械的及び電気的特性を備え、機械的特性の均一なCu-Co-Si系合金を得ることを目的として、Co:0.5~4.0質量%、Si:0.1~1.2質量%を含有し、残部がCu及び不可避不純物からなる電子材料用銅合金であって、平均結晶粒径が15~30 μ mであり、観察視野0.5mm²毎の最大結晶粒径と最小結晶粒径の差の平均が10 μ m以下である電子材料用銅合金発明が記載されている。

10

当該文献に記載の銅合金を製造する方法として、

- 所望の組成をもつインゴットを溶解鑄造する工程1と、
- 950 ~ 1050 で1時間以上加熱後に熱間圧延を行う工程2と、
- 加工度70%以上の冷間圧延工程3と、
- 350 ~ 500 で1~24時間加熱する時効処理工程4と、
- 950 ~ 1050 で溶体化処理を行い、材料温度が850 から400 まで低下するときの平均冷却速度を15 /s以上として冷却する工程5と、
- 随意的な冷間圧延工程6と、
- 時効処理工程7と、
- 随意的な冷間圧延工程8と、

20

を順に行なうことを含む製造方法が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開2010-236071号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0007】

特許文献1に記載の銅合金製造方法によれば、機械的及び電気的特性が向上したCu-Si-Co系合金が得られるものの、ばね限界値については未だ改善の余地が残されている。また、工業的規模で条材を製造する場合には形状精度が不十分であり、とりわけ垂下カールが十分に制御できていないという問題があることを本発明者は見出した。垂下カールとは、材料が圧延方向に反るという現象である。条製品を製造する場合には、生産効率や製造設備の観点から、時効処理はバッチ炉で行うのが通常であるが、バッチ式だと材料をコイル状に巻いたままで加熱処理するため、巻き癖がついてしまう。その結果、形状（垂下カール）が悪くなってしまうのである。垂下カールが発生すると、電子材料用の端子をプレス加工する際、プレス加工後の形状が安定しない、すなわち寸法精度が低下するという問題が生じるので、極力抑制することが望まれる。

40

【0008】

そこで、本発明は、強度及び導電率及びばね限界値のバランスに優れ、しかも、垂下カールが抑制されたCu-Si-Co系合金条を提供することを課題とする。また、本発明は当該Cu-Si-Co系合金条の製造方法を提供することを別の課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明者は、上記課題を解決するために、鋭意研究を重ねたところ、溶体化処理後に時効処理、冷間圧延を順に実施し、しかも、時効処理を特定の温度及び時間条件による3段階時効で実施して得られるCu-Si-Co系合金条は、強度及び導電性及びばね限界値

50

のバランスに優れ、しかも、垂下カールの抑制が可能となることを見出した。

そして、当該方法によって得られた銅合金条は、圧延面を基準としたX線回折極点図測定において、 θ に対する回折強度の銅粉末に対する比を求めた結果、 $\{200\}$ 極点図において $\theta = 25^\circ$ 、 $\theta = 120^\circ$ に見られるピーク高さの標準銅粉末のそれに対する比率が10倍以上であるという特異性を有することを見出した。このような回折ピークが得られた理由は不明であるが、第二相粒子の微細な分布状態が影響を与えていると考えられる。

【0010】

上記の知見を基礎として完成した本発明は一側面において、Co: 0.5~2.5質量%、Si: 0.1~0.7質量%を含有し、残部がCu及び不可避不純物からなる電子材料用銅合金条であって、圧延面を基準としたX線回折極点図測定により得られる結果で、

10

下記の(a)を満たす銅合金条である。
(a) $\{200\}$ 極点図において $\theta = 25^\circ$ における θ 走査による回折ピーク強度のうち、 θ 角度 120° のピーク高さが標準銅粉末のそれに対して10倍以上であること。

【0011】

本発明に係る銅合金条は一実施形態において、圧延方向に平行な方向における垂下カールが35mm以下である。

【0012】

本発明に係る銅合金条は別の一実施形態において、Coの含有量(質量%)を[Co]、0.2%耐力をYS(MPa)としたときに、

20

式ア: $-55 \times [Co]^2 + 250 \times [Co] + 500 \leq YS \leq -55 \times [Co]^2 + 250 \times [Co] + 350$

を満たす。

【0013】

本発明に係る銅合金条は更に別の一実施形態において、0.2%耐力をYS(MPa)、導電率をEC(%IACS)としたときに、

式イ: $500 \leq YS \leq 800$ 、 $50 \leq EC \leq 75$ 、式イ: $-0.117 \times [YS] + 130 \leq EC \leq -0.117 \times [YS] + 154$

を満たす。

【0014】

30

本発明に係る銅合金条は更に別の一実施形態において、Coの含有量(質量%)を[Co]、ばね限界値をKb(MPa)としたときに、

式ウ: $60 \times [Co] + 265 \leq Kb \leq 60 \times [Co] + 375$

を満たす。

【0015】

本発明に係る銅合金条は更に別の一実施形態において、更にNiを1.0質量%未満含有する。

【0016】

本発明に係る銅合金条は更に別の一実施形態において、更にCr、Mg、P、As、Sb、Be、B、Mn、Sn、Ti、Zr、Al、Fe、Zn及びAgの群から選ばれる少なくとも1種を総計で最大2.0質量%含有する。

40

【0017】

本発明は別の一側面において、

- 上記何れかに記載の組成をもつインゴットを溶解鑄造する工程1と、
- $900 \leq T \leq 1050$ 以下で1時間以上加熱後に熱間圧延を行う工程2と、
- 冷間圧延工程3と、
- $850 \leq T \leq 1050$ 以下で溶体化処理を行い、 $400 \leq T$ までの平均冷却速度を毎秒10以上として冷却する工程4と、
- 材料温度を $480 \sim 580$ として1~12時間加熱する一段目と、次いで、材料温度を $430 \sim 530$ として1~12時間加熱する二段目と、次いで、材料温度を $300 \sim$

50

430 として4～30時間加熱する三段目を有し、一段目から二段目までの冷却速度及び二段目から三段目までの冷却速度はそれぞれ0.1 /分以上とし、一段目と二段目の温度差を20～80 とし、二段目と三段目の温度差を20～180 としてバッチ炉で材料をコイル状に巻いたまま多段時効する時効処理工程5と、

- 冷間圧延工程6と、

を順に行うことを含む上記銅合金条の製造方法である。

【0018】

本発明に係る銅合金条の製造方法は一実施形態において、工程6の後に、材料温度を200～500 として1秒～1000秒加熱する調質焼鈍を実施する。

【0019】

本発明は更に別の一側面において、本発明に係る銅合金条を加工して得られた伸銅品である。

【0020】

本発明は更に別の一側面において、本発明に係る銅合金条を加工して得られた電子部品である。

【発明の効果】

【0021】

本発明によって、強度及び導電率及びばね限界値のバランスに優れ、しかも、垂下カーブが抑制されたCu-Si-Co系合金条が得られる。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】発明例及び比較例について、Coの質量%濃度をx軸に、YSをy軸にしてプロットした図である。

【図2】発明例及び比較例について、YSをx軸に、ECをy軸にしてプロットした図である。

【図3】発明例及び比較例について、Coの質量%濃度をx軸に、Kbをy軸にしてプロットした図である。

【発明を実施するための形態】

【0023】

Co及びSiの添加量

Co及びSiは、適当な熱処理を施すことにより金属間化合物を形成し、導電率を劣化させずに高強度化が図れる。

Co及びSiの添加量がそれぞれCo:0.5質量%未満、Si:0.1質量%未満では所望の強度が得られず、逆に、Co:2.5質量%超、Si:0.7質量%超では強度が上昇しないばかりか、曲げ加工性が低下する。更には熱間加工性が劣化する。よってCo及びSiの添加量はCo:0.5～2.5質量%、Si:0.1～0.7質量%とした。Co及びSiの添加量は好ましくは、Co:1.0～2.0質量%、Si:0.3～0.6質量%である。

【0024】

また、Siの質量濃度に対してCoの質量濃度の比Co/Siが低すぎる、すなわち、Coに対してSiの比率が高過ぎると、固溶Siにより導電率が低下したり、焼鈍工程において材料表層にSiO₂の酸化皮膜を形成して半田付け性が劣化したりする。一方、Siに対するCoの割合が高過ぎると、シリサイド形成に必要なSiが不足して高い強度が得られにくい。

そのため、合金組成中のCo/Si比は3 Co/Si 5の範囲に制御することが好ましく、3.7 Co/Si 4.7の範囲に制御することがより好ましい。

【0025】

Niの添加量

Niは溶体化処理などで再固溶するが、続く時効析出時にSiとの化合物を生成し、導電率をあまり損なわずに強度を上昇させる。しかしながら、Ni濃度が1.0質量%以上

10

20

30

40

50

となると時効析出しきれないNiが母相に固溶し、導電率が低下する。従って、本発明に係るCu-Si-Co系合金には、Niを1.0質量%未満添加することができる。但し、0.03質量%未満ではその効果が小さいので、好ましくは0.03質量%以上1.0質量%未満、より好ましくは0.09~0.5質量%添加するのがよい。

【0026】

Crの添加量

Crは溶解鑄造時の冷却過程において結晶粒界に優先析出するため粒界を強化でき、熱間加工時の割れが発生しにくくなり、歩留低下を抑制できる。すなわち、溶解鑄造時に粒界析出したCrは溶体化処理などで再固溶するが、続く時効析出時にCrを主成分としたbcc構造の析出粒子またはSiとの化合物を生成する。添加したSi量のうち、時効析出に寄与しなかったSiは母相に固溶したまま導電率の上昇を抑制するが、珪化物形成元素であるCrを添加して、珪化物をさらに析出させることにより、固溶Si量を低減でき、強度を損なわずに導電率を上昇できる。しかしながら、Cr濃度が0.5質量%、とりわけ2.0質量%を超えると粗大な第二相粒子を形成しやすくなるため、製品特性を損なう。従って、本発明に係るCu-Si-Co系合金には、Crを最大で2.0質量%添加することができる。但し、0.03質量%未満ではその効果が小さいので、好ましくは0.03~0.5質量%、より好ましくは0.09~0.3質量%添加するのがよい。

10

【0027】

Mg、Mn、Ag及びPの添加量

Mg、Mn、Ag及びPは、微量の添加で、導電率を損なわずに強度、応力緩和特性等の製品特性を改善する。添加の効果は主に母相への固溶により発揮されるが、第二相粒子に含有されることで一層の効果を発揮させることもできる。しかしながら、Mg、Mn、Ag及びPの濃度の総計が2.0質量%を超えると特性改善効果が飽和するうえ、製造性を損なう。従って、本発明に係るCu-Si-Co系合金には、Mg、Mn、Ag及びPから選択される1種又は2種以上を総計で最大2.0質量%、好ましくは最大1.5質量%添加することができる。但し、0.01質量%未満ではその効果が小さいので、好ましくは総計で0.01~1.0質量%、より好ましくは総計で0.04~0.5質量%添加するのがよい。

20

【0028】

Sn及びZnの添加量

Sn及びZnにおいても、微量の添加で、導電率を損なわずに強度、応力緩和特性、めっき性等の製品特性を改善する。添加の効果は主に母相への固溶により発揮される。しかしながら、Sn及びZnの総計が2.0質量%を超えると特性改善効果が飽和するうえ、製造性を損なう。従って、本発明に係るCu-Si-Co系合金には、Sn及びZnから選択される1種又は2種を総計で最大2.0質量%添加することができる。但し、0.05質量%未満ではその効果が小さいので、好ましくは総計で0.05~2.0質量%、より好ましくは総計で0.5~1.0質量%添加するのがよい。

30

【0029】

As、Sb、Be、B、Ti、Zr、Al及びFeの添加量

As、Sb、Be、B、Ti、Zr、Al及びFeにおいても、要求される製品特性に応じて、添加量を調整することで、導電率、強度、応力緩和特性、めっき性等の製品特性を改善する。添加の効果は主に母相への固溶により発揮されるが、第二相粒子に含有され、若しくは新たな組成の第二相粒子を形成することで一層の効果を発揮させることもできる。しかしながら、これらの元素の総計が2.0質量%を超えると特性改善効果が飽和するうえ、製造性を損なう。従って、本発明に係るCu-Si-Co系合金には、As、Sb、Be、B、Ti、Zr、Al及びFeから選択される1種又は2種以上を総計で最大2.0質量%添加することができる。但し、0.001質量%未満ではその効果が小さいので、好ましくは総計で0.001~2.0質量%、より好ましくは総計で0.05~1.0質量%添加するのがよい。

40

【0030】

50

上記したNi、Cr、Mg、Mn、Ag、P、Sn、Zn、As、Sb、Be、B、Ti、Zr、Al及びFeの添加量が合計で2.0質量%を超えると製造性を損ないやすいので、好ましくはこれらの合計は2.0質量%以下とし、より好ましくは1.5質量%以下とする。

【0031】

結晶方位

本発明に係る銅合金は一実施形態において、圧延面を基準としたX線回折極点図測定の各において、に対する回折強度の銅粉末に対する比を求めた結果で、{200}極点図において $\theta = 25^\circ$ 、 $2\theta = 120^\circ$ に見られるピーク高さの標準銅粉末のそれに対する比率が(以下、「 $\theta = 25^\circ$ における $2\theta = 120^\circ$ のピーク高さ比率」という。)が10倍以上である。

10

$\theta = 25^\circ$ における $2\theta = 120^\circ$ のピーク高さ比率は好ましくは15倍以上であり、より好ましくは20倍以上であり、典型的には10~40倍であり、より典型的には15~30倍である。純銅標準粉末は325メッシュ(JIS Z 8801)の純度99.5%の銅粉末で定義される。

【0032】

{200}Cu面の回折ピークでの $\theta = 25^\circ$ における $2\theta = 120^\circ$ のピーク高さ、を制御することによって強度、導電率及びばね限界値のバランスに優れ、しかも、垂下カールが抑制される理由は必ずしも明らかではなく、あくまでも推定であるが、1回目の時効処理を3段時効にすることで、その後の冷間圧延で加工歪が蓄積されにくく、時効処理

20

【0033】

{200}Cu面の回折ピークでの $\theta = 25^\circ$ における $2\theta = 120^\circ$ のピーク高さは極点図測定で測定する。極点図測定は、ある1つの回折面{hkl}Cuに着目して、着目した{hkl}Cu面の 2θ 値に対し(検出器の走査角 2θ を固定し)、 ω 軸走査をステップで行い、 ω 値に対して試料を ω 軸走査(0~360°まで面内回転(自転))させる測定方法である。なお、本発明のXRD極点図測定では、試料面に垂直方向を 90° と定義し、測定の基準とする。また、極点図測定は、反射法(2θ : $-15^\circ \sim 90^\circ$)で測定する。

{200}Cu面の回折ピークでの $\theta = 25^\circ$ における $2\theta = 120^\circ$ のピーク高さは、 $\theta = 25^\circ$ において 2θ 角度に対する強度をプロットして、 $2\theta = 115^\circ \sim 125^\circ$ の範囲で最も高い強度とする。

30

【0034】

特性

本発明に係る銅合金条は一実施形態において、Coの含有量(質量%)を[Co]、0.2%耐力をYS(MPa)としたときに、式ア: $-55 \times [Co]^2 + 250 \times [Co] + 500$ YS $- 55 \times [Co]^2 + 250 \times [Co] + 350$ を満たすことができる。

本発明に係る銅合金条は好ましい実施形態において、式ア': $-55 \times [Co]^2 + 250 \times [Co] + 480$ YS $- 55 \times [Co]^2 + 250 \times [Co] + 370$ を満たすことができる。

40

本発明に係る銅合金条は更に好ましい実施形態において、式ア'': $-55 \times [Co]^2 + 250 \times [Co] + 460$ YS $- 55 \times [Co]^2 + 250 \times [Co] + 390$ を満たすことができる。

【0035】

本発明に係る銅合金条は一実施形態において、圧延方向に平行な方向における垂下カールが35mm以下であり、好ましくは20mm以下であり、より好ましくは15mm以下であり、例えば10~30mmである。

本発明において、圧延方向に平行な方向における垂下カールは以下の手順で求める。試験対象となる条材から、圧延方向に平行な長手方向に500mm×圧延方向に直角な幅方

50

向に10mmの長さをもつ細長形状の測定用サンプルを切り出し、このサンプルの長手方向の一端を把持し、他端を下方へと垂下し、この他端の鉛直線に対する反り量を測定し、これを垂下カールとする。なお、本発明においては垂下カールを上記のように測定することとしているが、圧延方向に平行な長手方向の長さが500～1000mmで、圧延方向に直角な幅方向に10～50mmの長さをもつ細長形状のサンプルであれば、垂下カールの測定結果はほとんど変わらない。

【0036】

本発明に係る銅合金条は一実施形態において、0.2%耐力をYS(MPa)、導電率をEC(%IACS)としたときに、 $500 \leq YS \leq 800$ 、 $50 \leq EC \leq 75$ 、式イ： $-0.117 \times [YS] + 130 \leq EC \leq -0.117 \times [YS] + 154$ を満たす。本発明に係る銅合金条は好ましい実施形態において、 $520 \leq YS \leq 780$ 、 $51 \leq EC \leq 74$ 、式イ'： $-0.117 \times [YS] + 134 \leq EC \leq -0.117 \times [YS] + 150$ を満たす。本発明に係る銅合金条は更に好ましい実施形態において、 $540 \leq YS \leq 760$ 、 $52 \leq EC \leq 73$ 、式イ"： $-0.117 \times [YS] + 138 \leq EC \leq -0.117 \times [YS] + 146$ を満たす。

10

【0037】

本発明に係る銅合金条は一実施形態において、Coの含有量(質量%)を[Co]、ばね限界値をKb(MPa)としたときに、式ウ： $60 \times [Co] + 265 \leq Kb \leq 60 \times [Co] + 375$ を満たすことができる。

本発明に係る銅合金条は好ましい実施形態において、式ウ'： $60 \times [Co] + 275 \leq Kb \leq 60 \times [Co] + 365$ を満たすことができる。

20

本発明に係る銅合金条は更に好ましい実施形態において、式ウ"： $60 \times [Co] + 285 \leq YS \leq 60 \times [Co] + 355$ を満たすことができる。

【0038】

製造方法

コルソン系銅合金の一般的な製造プロセスでは、まず大気溶解炉を用い、電気銅、Si、Co等の原料を溶解し、所望の組成の溶湯を得る。そして、この溶湯をインゴットに鑄造する。その後、熱間圧延を行い、冷間圧延と熱処理を繰り返して、所望の厚み及び特性を有する条や箔に仕上げる。熱処理には溶体化処理と時効処理がある。溶体化処理では、約700～約1000の高温で加熱して、第二相粒子をCu母地中に固溶させ、同時にCu母地を再結晶させる。溶体化処理を、熱間圧延で兼ねることもある。時効処理では、約350～約550の温度範囲で1時間以上加熱し、溶体化処理で固溶させた第二相粒子をナノメートルオーダーの微細粒子として析出させる。この時効処理で強度と導電率が上昇する。より高い強度を得るために、時効前及び/又は時効後に冷間圧延を行なうことがある。また、時効後に冷間圧延を行なう場合には、冷間圧延後に歪取焼鈍(低温焼鈍)を行なうことがある。

30

上記各工程の間には適宜、表面の酸化スケール除去のための研削、研磨、ショットブラスト酸洗等が適宜行なわれる。

【0039】

本発明に係る銅合金においても上記の製造プロセスを経るが、最終的に得られる銅合金の特性が本発明で規定するような範囲となるためには、溶体化処理及びその後の工程を厳密に制御して行なうことが重要である。従来のCu-Ni-Si系コルソン合金とは異なり、本発明のCu-Co-Si系合金は、時効析出硬化のための必須成分として第二相粒子の制御が難しいCoを添加しているためである。CoはSiと共に第二相粒子を形成するが、その生成及び成長速度が、熱処理の際の保持温度と冷却速度に敏感なためである。

40

【0040】

まず、鑄造時の凝固過程では粗大な晶出物が、その冷却過程では粗大な析出物が不可避免的に生成するため、その後の工程においてこれらの第二相粒子を母相中に固溶する必要がある。900～1050で1時間以上保持後に熱間圧延を行えばCoを母相中に固溶することができる。900以上という温度条件は他のコルソン系合金の場合に比較して

50

高い温度設定である。熱間圧延前の保持温度が900 未満では固溶が不十分であり、1050 を超えると材料が溶解する可能性がある。また、熱間圧延終了後は速やかに冷却することが望ましい。

【0041】

溶体化処理では、溶解鑄造時の晶出粒子や、熱延後の析出粒子を固溶させ、溶体化処理以降の時効硬化能を高めることが目的である。このとき、溶体化処理時の保持温度と時間、および保持後の冷却速度が重要となる。保持時間が一定の場合には、保持温度を高くすると、溶解鑄造時の晶出粒子や、熱延後の析出粒子を固溶させることが可能となる。

溶体化処理は連続炉及びパッチ炉の何れで実施しても良いが、本発明のような条材を工業的に生産する上では、生産効率の観点から連続炉で実施することが好ましい。

10

【0042】

溶体化処理後の冷却速度は速いほど冷却中の析出を抑制できる。冷却速度が遅すぎる場合には、冷却中に第二相粒子が粗大化して、第二相粒子中のCo、Si含有量が増加するため、溶体化処理で十分な固溶を行えず、時効硬化能が低減する。よって、溶体化処理後の冷却は急冷却とするのが好ましい。具体的には、850 ~ 1050 で10 ~ 3600秒の溶体化処理後、平均冷却速度を毎秒10 以上、好ましくは15 以上、より好ましくは毎秒20 以上として400 まで冷却するのが効果的である。上限は特に規定しないが、設備の仕様上毎秒100 以下となる。ここで、"平均冷却速度"は溶体化温度から400 までの冷却時間を計測し、" $(\text{溶体化温度} - 400) / \text{冷却時間}(\text{秒})$ "によって算出した値(/秒)をいう。なお、第二相粒子の析出が著しいのは400 程度までなので、400 未満における冷却速度は問題とならない。

20

【0043】

冷却を速くする方法としては水冷が最も効果的である。ただし、水冷に使用する水の温度により冷却速度が変わるため、水温の管理をすることでより冷却を速くすることができる。水温が25 以上だと所望の冷却速度を得ることができない場合があるため、25 以下に保持するのが好ましい。水を溜めた槽内に材料を入れて水冷すると、水の温度は上昇し25 以上になり易いため、材料が一定の水の温度(25 以下)で冷却されるように霧状(シャワー状又はミスト状)にして噴霧したり、水槽に常時冷たい水を流すようにしたりして水温上昇を防ぐのが好ましい。また、水冷ノズルの増設や単位時間当たりにおける水量を増加することによっても冷却速度の上昇させることができる。

30

【0044】

本発明に係るCu-Co-Si系合金を製造する上では、溶体化処理後に時効処理、冷間圧延及び随意的な調質焼鈍を順に実施し、しかも、時効処理を特定の温度及び時間条件による3段階時効で実施することが有効である。すなわち、3段階時効を採用することによって強度及び導電率を向上させ、その後に冷間圧延を実施することで垂下カーブを低減する。溶体化処理後の時効処理を3段階時効にすることで強度及び導電率が有意に向上したのは、1段階及び2段階で析出した第2相粒子の成長及び3段階で析出した第2相粒子によるものと考えられる。

【0045】

3段階時効では、まず、材料温度を480 ~ 580 として1 ~ 12時間加熱する一段目を行う。一段目では第二相粒子の核生成及び成長による強度・導電率を高めるのが目的である。

40

【0046】

一段目における材料温度が480 未満であったり、加熱時間が1時間未満であったりすると、第二相粒子の体積分率が小さく、所望の強度、導電率が得られにくい。一方、材料温度が580 超になるまで加熱した場合や、加熱時間が12時間を超えた場合には、第二相粒子の体積分率は大きくなるが、粗大化してしまい強度が低下する傾向が強くなる。

【0047】

一段目の終了後、冷却速度を0.1 /分以上として、二段目の時効温度に移行する。

50

このような冷却速度に設定したのは一段目で析出した第二相粒子を過剰に成長させないための理由による。ただし、冷却速度を速くしすぎると、アンダーシュートが大きくなるため、100 /分以下とするのが好ましい。ここでの冷却速度は、(一段目時効温度 - 二段目時効温度) () / (一段目時効温度から二段目時効温度に到達するまでの冷却時間 (分)) で測定される。

【0048】

次いで、材料温度を430～530 として1～12時間加熱する二段目を行う。二段目では一段目で析出した第二相粒子を強度に寄与する範囲で成長させることにより導電率を高めることと、二段目で新たに第二相粒子を析出させる(一段目で析出した第二相粒子より小さい)ことで強度、導電率を高めることが目的である。

10

【0049】

二段目における材料温度が430 未満であったり、加熱時間が1時間未満であったりすると一段目で析出した第二相粒子が成長できないため、導電率を高めにくく、また二段目で新たに第二相粒子を析出させることができないため、強度、導電率を高めることができない。一方、材料温度が530 超になるまで加熱した場合や、加熱時間が12時間を超えた場合一段目で析出した第二相粒子が成長しすぎて粗大化してしまい、強度が低下してしまう。

【0050】

一段目と二段目の温度差は、小さすぎると一段目で析出した第二相粒子が粗大化して強度低下を招く一方で、大きすぎると一段目で析出した第二相粒子がほとんど成長せず導電率を高めることができない。また、二段目で第二相粒子が析出しにくくなるので、強度及び導電率を高めることができない。そのため、一段目と二段目の温度差は20～80 とすべきである。

20

【0051】

二段目の終了後は、先と同様の理由から、冷却速度を0.1 /分以上として、三段目の時効温度に移行する。同様に、100 /分以下とするのが好ましい。ここでの冷却速度は、(二段目時効温度 - 三段目時効温度) () / (二段目時効温度から三段目時効温度に到達するまでの冷却時間 (分)) で測定される。

【0052】

次いで、材料温度を300～430 として4～30時間加熱する三段目を行う。三段目では一段目と二段目で析出した第二相粒子を少し成長させるためと、新たに第二相粒子を生成させることが目的である。

30

【0053】

三段目における材料温度が300 未満であったり、加熱時間が4時間未満であったりすると、一段目と二段目で析出した第二相粒子を成長させることができず、また、新たに第二相粒子を生成させることができないため、所望の強度、導電率及びばね限界値が得られにくい。一方、材料温度が430 超になるまで加熱した場合や、加熱時間が30時間を超えた場合には一段目と二段目で析出した第二相粒子が成長しすぎて粗大化してしまうため、所望の強度が得られにくい。

【0054】

二段目と三段目の温度差は、小さすぎると一段目、二段目で析出した第二相粒子が粗大化して強度の低下を招く一方で、大きすぎると一段目、二段目で析出した第二相粒子がほとんど成長せず導電率を高めることができない。また、3段目で第二相粒子が析出しにくくなるので、強度及び導電率を高めることができない。そのため、二段目と三段目の温度差は、20～180 とすべきである。

40

【0055】

一つの段における時効処理では、第2相粒子の分布が変化してしまうことから、温度は一定とするのが原則であるが、設定温度に対して±5 程度の変動があっても差し支えない。そこで、各ステップは温度の振れ幅が10 以内で行う。

【0056】

50

時効処理後には冷間圧延を行う。この冷間圧延では時効処理での不十分な時効硬化を加工硬化により補うことができると共に、時効処理によって生じる垂下カールの原因となる巻き癖を低減する効果がある。このときの加工度（圧下率）は所望の強度レベルに到達させ、そして、巻き癖を低減するために10～80%とするのが好ましく、より好ましくは20～60%である。加工度が高すぎると曲げ加工性が悪くなるという弊害が生じ、逆に低すぎると垂下カールの抑制が不十分となりやすい。

【0057】

冷間圧延後は、それ以上熱処理を行う必要はない。再度時効処理を行うと、冷間圧延によって低減した巻き癖が復活してしまうおそれがあるからである。ただし、調質焼鈍を実施することは許容される。

調質焼鈍を行う場合は200～500の温度範囲で1秒～1000秒の条件とする。調質焼鈍を実施することにより、ばね性の向上の効果が得られる。

【0058】

本発明のCu-Si-Co系合金条は種々の伸銅品、例えば板、箔、管、棒及び線に加工することができ、更に、本発明によるCu-Si-Co系銅合金は、リードフレーム、コネクタ、ピン、端子、リレー、スイッチ、二次電池用箔材等の電子部品等に加工して使用することができる。

【0059】

本発明に係る銅合金条の板厚は特に限定はされないが、例えば0.005mm～1.500mmである。また、好ましくは0.030mm～0.900mm、更に好ましくは0.040mm～0.800mm、特に好ましくは0.050mm～0.400mmである。

【実施例】

【0060】

以下に本発明の実施例を比較例と共に示すが、これらの実施例は本発明及びその利点をよりよく理解するために提供するものであり、発明が限定されることを意図するものではない。

【0061】

表1に記載の各添加元素を含有し、残部が銅及び不純物からなる銅合金(10kg)を、高周波溶解炉で1300で溶製し、厚さ30mmのインゴットに鑄造した。次いで、このインゴットをバッチ炉で1000で3時間加熱後、板厚10mmまで熱間圧延し、熱間圧延終了後は速やかに冷却した。次いで、表面のスケール除去のため厚さ9mmまで面削を施した後、冷間圧延により長さ80m×幅50mm×厚さ0.286mmの板とした。次に連続炉で950で溶体化処理を120秒行い、その後冷却した。溶体化温度から400までの平均冷却速度を20/sとして水冷した。次いで、バッチ炉でコイル状に巻いた材料を不活性雰囲気中、表1に記載の各条件で第一の時効処理を施した。その後、0.20mmまで冷間圧延した(圧下率:30%)。最後に、300で1分間の調質焼鈍を実施して、各試験条を製造した。実施例48は調質焼鈍を省略した。比較例33は、0.2mmまで冷間圧延後に、バッチ炉でコイル状に巻いた材料を不活性雰囲気中で1段目の温度が300で時間が3時間、2段目の温度が260で時間が6時間の二段時効を第二の時効処理として実施して、試験条を製造した。なお、多段時効を行う場合の各段における材料温度は表1に記載された設定温度±3以内に維持した。

【0062】

10

20

30

40

【表 1 - 1】

No				第1時効処理								
	発明例	Co	Si	その他	1段目 温度 (°C)	1段目 →2段目 冷却速度 (°C/分)	2段目 温度 (°C)	2段目 →3段目 冷却速度 (°C/分)	3段目 温度 (°C)	1段目 時間 (hr)	2段目 時間 (hr)	3段目 時間 (hr)
1	1.3	0.3	—	—	480	0.4	430	0.4	310	8	2	4
2	1.3	0.3	—	—	480	0.4	430	0.4	350	12	6	6
3	1.3	0.3	—	—	480	0.4	430	0.4	350	12	6	30
4	1.3	0.3	—	—	480	0.4	430	0.4	350	12	12	6
5	1.3	0.3	—	—	480	0.4	430	0.4	350	12	12	30
6	1.3	0.3	—	—	510	0.4	470	0.4	400	6	6	6
7	1.3	0.3	—	—	510	0.4	470	0.4	400	6	6	15
8	1.3	0.3	—	—	510	0.4	470	0.4	400	6	12	6
9	1.3	0.3	—	—	510	0.4	470	0.4	400	6	12	15
10	1.3	0.3	—	—	540	0.4	460	0.4	300	6	6	6
11	1.3	0.3	—	—	540	0.4	460	0.4	380	3	6	6
12	1.3	0.3	—	—	540	0.4	460	0.4	380	3	6	30
13	1.3	0.3	—	—	540	0.4	460	0.4	380	6	1	6
14	1.3	0.3	—	—	540	0.4	460	0.4	380	6	6	4
15	1.3	0.3	—	—	540	0.4	460	0.4	380	6	6	6
16	1.3	0.3	—	—	540	0.4	460	0.4	380	6	6	30
17	1.3	0.3	—	—	540	0.4	460	0.4	380	6	12	6
18	1.3	0.3	—	—	540	0.4	460	0.4	380	6	12	10
19	1.3	0.3	—	—	540	0.4	460	0.4	380	6	12	30
20	1.3	0.3	—	—	540	0.4	460	0.4	430	6	12	6
21	1.3	0.3	—	—	540	0.4	500	0.4	400	3	6	6
22	1.3	0.3	—	—	540	0.4	500	0.4	400	3	6	15
23	1.3	0.3	—	—	540	0.4	500	0.4	400	6	6	6
24	1.3	0.3	—	—	540	0.4	500	0.4	400	6	6	15
25	1.3	0.3	—	—	580	0.4	530	0.4	430	1	3	4
26	1.3	0.3	—	—	580	0.4	530	0.4	430	1	3	15
27	1.3	0.3	—	—	580	0.4	530	0.4	430	1	6	4
28	1.3	0.3	—	—	580	0.4	530	0.4	430	1	6	15
29	1.3	0.3	—	—	540	0.4	460	0.1	380	3	6	6
30	1.3	0.3	—	—	540	0.1	460	0.4	380	3	6	6
31	0.5	0.1	—	—	540	0.4	460	0.4	380	6	12	30
32	0.5	0.10	—	—	540	0.4	460	0.4	380	3	6	6
33	1.0	0.20	—	—	540	0.4	460	0.4	380	3	6	6
34	1.0	0.24	—	—	540	0.4	460	0.4	380	3	6	6
35	1.0	0.30	—	—	540	0.4	460	0.4	380	3	6	6
36	2.0	0.50	—	—	510	0.4	470	0.4	400	6	6	15
37	2.5	0.60	—	—	580	0.4	530	0.4	430	1	3	4
38	2.5	0.60	—	—	540	0.4	460	0.4	380	3	6	6
39	2.5	0.60	—	—	510	0.4	470	4	400	6	6	6
40	1.3	0.3	0.5Cr	—	540	0.4	460	0.4	380	3	6	6
41	1.3	0.3	0.5Sn	—	540	0.4	460	0.4	380	3	6	6
42	1.3	0.3	0.5Zn	—	540	0.4	460	0.4	380	3	6	6
43	1.3	0.3	0.5Ag	—	540	0.4	460	0.4	380	3	6	6
44	1.3	0.3	0.1Mg	—	540	0.4	460	0.4	380	3	6	6
45	1.3	0.3	0.1Zr	—	540	0.4	460	0.4	380	3	6	6
46	1.3	0.3	0.5Mn,0.1Mg,0.5Zn, 0.5Ag	—	540	0.4	460	0.4	380	3	6	6
47	1.3	0.3	0.01 P, 0.01 As, 0.01 Sb, 0.01 Be, 0.01 B, 0.01 Ti, 0.01 Al, 0.01 Fe, 0.01 Zn	—	540	0.4	460	0.4	380	3	6	6
48	1.3	0.3	—	—	540	0.4	460	0.4	380	3	6	6

10

20

30

40

【 0 0 6 3 】

【表 1 - 2】

No	第1時効処理											
	比較例	Co	Si	その他	1段目 温度 (°C)	1段目 →2段目 冷却速度 (°C/分)	2段目 温度 (°C)	2段目 →3段目 冷却速度 (°C/分)	3段目 温度 (°C)	1段目 時間 (hr)	2段目 時間 (hr)	3段目 時間 (hr)
1	1.3	0.3	—	—	450	0.4	430	0.4	350	6	6	6
2	1.3	0.3	—	—	480	0.4	430	0.4	350	12	6	1
3	1.3	0.3	—	—	540	0.4	375	0.4	350	1	1	6
4	1.3	0.3	—	—	540	0.4	460	0.4	250	1	1	6
5	1.3	0.3	—	—	540	0.4	460	0.4	380	0.5	6	6
6	1.3	0.3	—	—	540	0.4	460	0.4	380	1	0.5	6
7	1.3	0.3	—	—	540	—	—	—	—	6	なし	なし
8	1.3	0.3	—	—	540	0.4	460	—	—	6	6	なし
9	1.3	0.3	—	—	540	0.4	460	0.4	380	6	6	1
10	1.3	0.3	—	—	540	0.4	460	0.4	380	6	50	6
11	1.3	0.3	—	—	540	0.4	460	0.4	380	15	6	6
12	1.3	0.3	—	—	540	0.4	460	0.4	430	6	12	100
13	1.3	0.3	—	—	540	0.4	460	0.4	450	6	12	30
14	1.3	0.3	—	—	540	0.4	535	0.4	425	6	12	6
15	1.3	0.3	—	—	600	0.4	530	0.4	430	6	6	6
16	1.3	0.3	—	—	540	0.4	460	0.02	380	3	6	6
17	1.3	0.3	—	—	540	0.02	460	0.4	380	3	6	6
18	0.3	0.1	—	—	540	0.4	460	0.4	380	3	6	6
19	0.5	0.10	—	—	540	0.4	460	—	—	3	6	なし
20	1.0	0.20	—	—	540	0.4	460	—	—	3	6	なし
21	1.0	0.24	—	—	540	0.4	460	—	—	3	6	なし
22	1.0	0.30	—	—	540	0.4	460	—	—	3	6	なし
23	2.5	0.60	—	—	540	0.4	460	—	—	3	6	なし
24	3.0	0.71	—	—	540	0.4	460	0.4	380	3	6	6
25	1.3	0.3	0.5Cr	—	540	0.4	460	—	—	3	6	なし
26	1.3	0.3	0.5Sn	—	540	0.4	460	—	—	3	6	なし
27	1.3	0.3	0.5Zn	—	540	0.4	460	—	—	3	6	なし
28	1.3	0.3	0.5Ag	—	540	0.4	460	—	—	3	6	なし
29	1.3	0.3	0.1Mg	—	540	0.4	460	—	—	3	6	なし
30	1.3	0.3	0.1Zr	—	540	0.4	460	—	—	3	6	なし
31	1.3	0.3	0.5Mn,0.1Mg,0.5Zn, 0.5Ag	—	540	0.4	460	—	—	3	6	なし
32	1.3	0.3	0.01 P, 0.01 As, 0.01 Sb, 0.01 Be, 0.01 B, 0.01 Ti, 0.01 Al, 0.01 Fe, 0.01 Zn	—	540	0.4	460	—	—	3	6	なし
33	1.3	0.3	—	—	540	0.4	460	—	—	3	6	なし

【 0 0 6 4 】

このようにして得られた各試験条につき、合金特性を以下のようにして測定した。

【 0 0 6 5 】

強度については J I S Z 2 2 4 1 に準拠して圧延平行方向の引っ張り試験を行って 0 . 2 % 耐力 (Y S : M P a) を測定した。

【 0 0 6 6 】

導電率 (E C ; % I A C S) については J I S H 0 5 0 5 に準拠してダブルブリッジによる体積抵抗率測定により求めた。

【 0 0 6 7 】

「 = 2 5 ° における 角度 1 2 0 ° のピーク高さ比率」については、先述した測定方法により、リガク社製型式 R I N T - 2 5 0 0 V の X 線回折装置を使用して求めた。

【 0 0 6 8 】

垂下カールについては、先述した測定方法により求めた。

【 0 0 6 9 】

曲げ加工性については、 B a d w a y (曲げ軸が圧延方向と同一方向) の W 曲げ試験と

10

20

30

40

50

して、W字型の金型を用いて試料板厚と曲げ半径の比が1となる条件で90°曲げ加工を行った。続いて、曲げ加工部表面を光学顕微鏡で観察し、クラックが観察されない場合を実用上問題ないと判断して（良好）とし、クラックが認められた場合を×（不良）とした。

【0070】

ばね限界値 K_b は、JIS H3130に準拠して、繰り返し式たわみ試験を実施し、永久歪が残留する曲げモーメントから表面最大応力を測定した。

【0071】

各試験片の試験結果を表2に示す。

【0072】

【表 2 - 1】

No	YS (MPa)	EC (%IACS)	Kb (MPa)	垂下カール (mm)	$\alpha = 25^\circ$ における β 角度 120° の ピーク高さ 比率°	曲げ 加工性
発明例						
1	601	60	344	14	10.1	○
2	633	63	385	15	21.5	○
3	643	65	377	16	22.6	○
4	646	64	376	16	23.1	○
5	648	66	382	19	26.2	○
6	662	64	421	10	21	○
7	658	65	407	11	23.5	○
8	653	65	396	13	22.3	○
9	650	66	390	15	25.5	○
10	655	64	412	17	20.5	○
11	654	64	402	11	22.5	○
12	648	67	407	13	25.8	○
13	641	66	391	14	23.4	○
14	636	67	362	19	18.2	○
15	635	67	381	11	20.1	○
16	628	68	384	11	22.1	○
17	623	68	369	13	21.3	○
18	620	68	368	18	24.1	○
19	615	69	369	19	26.8	○
20	621	68	371	11	23.4	○
21	650	65	400	18	23.5	○
22	646	66	397	17	24.6	○
23	625	67	384	11	24.1	○
24	621	68	365	15	26.2	○
25	611	68	349	13	12.1	○
26	609	70	361	19	15.6	○
27	601	69	346	14	14.9	○
28	600	70	358	20	19.9	○
29	650	65	393	11	21.5	○
30	641	65	388	17	21	○
31	515	74	382	16	25.4	○
32	550	72	333	15	20.5	○
33	612	66	354	15	21.5	○
34	632	67	391	20	22.8	○
35	602	63	355	16	23.8	○
36	739	57	471	19	26.7	○
37	671	59	421	11	20.1	○
38	719	57	470	17	25.7	○
39	738	53	491	15	26.2	○
40	660	66	420	11	24.9	○
41	669	60	429	20	25.1	○
42	662	61	403	19	24.1	○
43	661	66	407	16	23.6	○
44	672	61	412	15	23.9	○
45	669	67	412	19	24.1	○
46	678	60	433	17	24.5	○
47	664	64	421	13	23.7	○
48	672	64	367	10	23.7	○

10

20

30

40

【表 2 - 2】

No	YS (MPa)	EC (%IACS)	Kb (MPa)	垂下カール (mm)	$\alpha = 25^\circ$ における β 角度 120° の ピーク高さ 比率°	曲げ 加工性
比較例						
1	577	58	358	12	9.5	○
2	629	60	325	18	9.8	○
3	578	59	338	18	9.1	○
4	579	58	331	17	9	○
5	574	57	322	17	8.8	○
6	569	56	328	12	8.2	○
7	629	60	300	17	8.8	○
8	635	62	321	11	9.5	○
9	638	65	326	17	9.7	○
10	538	71	279	17	7.8	○
11	572	69	320	11	8.9	○
12	581	73	350	17	9.7	○
13	578	69	326	14	9.1	○
14	569	69	322	16	8.8	○
15	411	72	251	12	7.2	○
16	579	73	328	15	9	○
17	568	72	312	17	8.8	○
18	490	73	303	17	11.1	○
19	555	69	248	13	7.1	○
20	600	64	290	15	7.8	○
21	621	64	305	13	8.5	○
22	585	61	272	20	8.1	○
23	702	55	397	13	9.1	○
24	720	56	477	13	20.1	×
25	650	63	339	10	8.5	○
26	655	57	335	20	8.8	○
27	649	58	336	13	8.1	○
28	658	64	334	19	7.8	○
29	649	59	338	14	8.0	○
30	643	64	333	16	8.0	○
31	659	58	340	17	8.1	○
32	649	61	338	12	7.8	○
33	661	66	412	35	9.8	○

10

20

30

40

【 0 0 7 4 】

< 考察 >

発明例 No. 1 ~ 48 は、「 $\alpha = 25^\circ$ における β 角度 120° のピーク高さ比率」が 10 倍以上であり強度及び導電率及びばね限界値のバランスに優れ、しかも、垂下カールが抑制されていることが分かる。更に、曲げ加工性も優れていることが分かる。

比較例 No. 7 は、第一の時効を一段時効で行った例であり、ばね限界値が低い。

比較例 No. 8、19 ~ 23、25 ~ 32 は第一の時効を二段時効で行った例であり、ばね限界値が低い。比較例 22 は、強度に対して導電率も低くなっている。

比較例 No. 5 は 1 段目の時効時間が短かった例であり、強度及び導電率及びばね限界値が低くなっている。

50

比較例 No. 11 は 1 段目の時効時間が長かった例であり、強度及びばね限界値が低くなっている。

比較例 No. 1 は 1 段目の時効温度が低かった例であり、強度及び導電率が低くなっている。

比較例 No. 15 は 1 段目の時効温度が高かった例であり、強度及びばね限界値が低く、導電率が高くなっている。

比較例 No. 6 は 2 段目の時効時間が短かった例であり、強度及び導電率及びばね限界値が低くなっている。

比較例 No. 10 は 2 段目の時効時間が長かった例であり、強度及びばね限界値が低くなっている。

10

比較例 No. 3 は 2 段目の時効温度が低かった例であり、強度及び導電率及びばね限界値が低くなっている。

比較例 No. 14 は 2 段目の時効温度が高かった例であり、強度及びばね限界値が低くなっている。

比較例 No. 2 及び比較例 No. 9 は 3 段目の時効時間が短かった例であり、ばね限界値が低くなっている。

比較例 No. 12 は 3 段目の時効時間が長かった例であり、強度が低くなっている。

比較例 No. 4 は 3 段目の時効温度が低かった例であり、強度及び導電率及びばね限界値が低くなっている。

比較例 No. 13 は 3 段目の時効温度が高かった例であり、強度及びばね限界値が低くなっている。

20

比較例 No. 16 は 2 段目から 3 段目への冷却速度が低かった例であり、強度及びばね限界値が低くなっている。

比較例 No. 17 は 1 段目から 2 段目への冷却速度が低かった例であり、強度及びばね限界値が低くなっている。

比較例 No. 33 においては第一の時効を 2 段時効とし、第二の時効処理も実施した例であり、垂直カールが大きくなっている。

上記の比較例は何れも「 $\theta = 25^\circ$ における角度 120° のピーク高さ比率」が 10 倍未満であり、発明例に比べて強度、導電性及び垂下カールのバランスに劣っていることが分かる。

30

比較例 No. 18 は、Co 濃度及び Si 濃度が低く、強度が低くなっている。

比較例 No. 24 は、「 $\theta = 25^\circ$ における角度 120° のピーク高さ比率」が 10 倍以上であり、強度、導電率及びばね限界値のバランスに優れているが、実施例 35 と比較して Co 濃度を 0.5% 増量しているにもかかわらずほぼ同じ特性となっており、製造コストの面で問題となる。また、Co 濃度が高すぎるにより曲げ加工性が悪くなっている。

【0075】

発明例及び比較例に関して、Co の質量%濃度を x 軸に、YS を y 軸にしてプロットした図を図 1 に、YS を x 軸に、EC を y 軸にしてプロットした図を図 2 に、Co を x 軸に Kb を y 軸にしてプロットした図を図 3 にそれぞれ示す。

40

図 1 より、式ア： $-55 \times [Co]^2 + 250 \times [Co] + 500$ YS $-55 \times [Co]^2 + 250 \times [Co] + 350$ の関係を満たすことが分かる。

図 2 より、式イ： $-0.117 \times [YS] + 130$ EC $-0.117 \times [YS] + 154$ の関係を満たすことが分かる。

図 3 より、式ウ： $60 \times [Co] + 265$ Kb $60 \times [Co] + 375$ の関係を満たすことが分かる。

【要約】

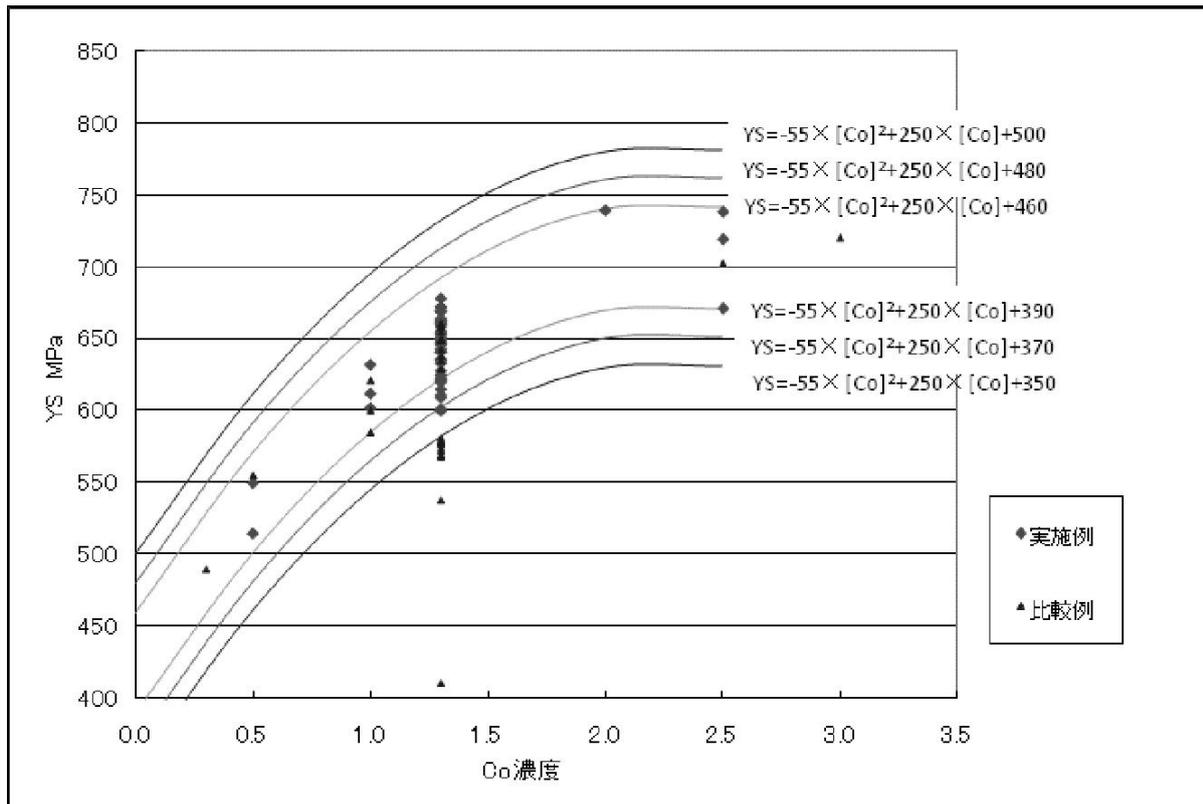
【課題】強度及び導電率のバランスに優れ、しかも、垂下カールが抑制された Cu - Si - Co 系合金条を提供する。

【解決手段】Co : 0.5 ~ 2.5 質量%、Si : 0.1 ~ 0.7 質量%を含有し、残部

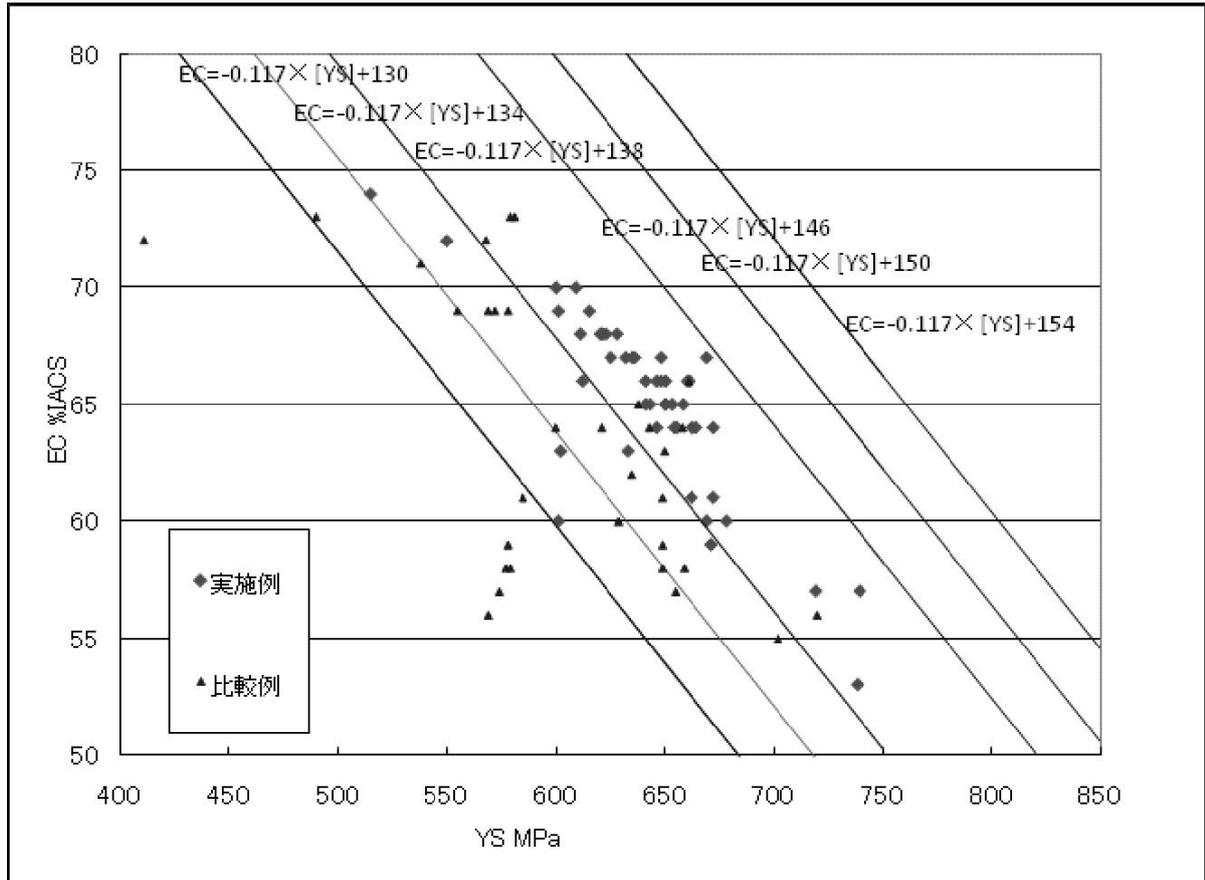
50

がCu及び不可避不純物からなる電子材料用銅合金条であって、圧延面を基準としたX線回折極点図測定により得られる結果で、下記の(a)を満たす銅合金条：(a){200}極点図において $\theta = 25^\circ$ における 走査による回折ピーク強度のうち、 角度 120° のピーク高さが標準銅粉末のそれに対して10倍以上であること。
【選択図】なし

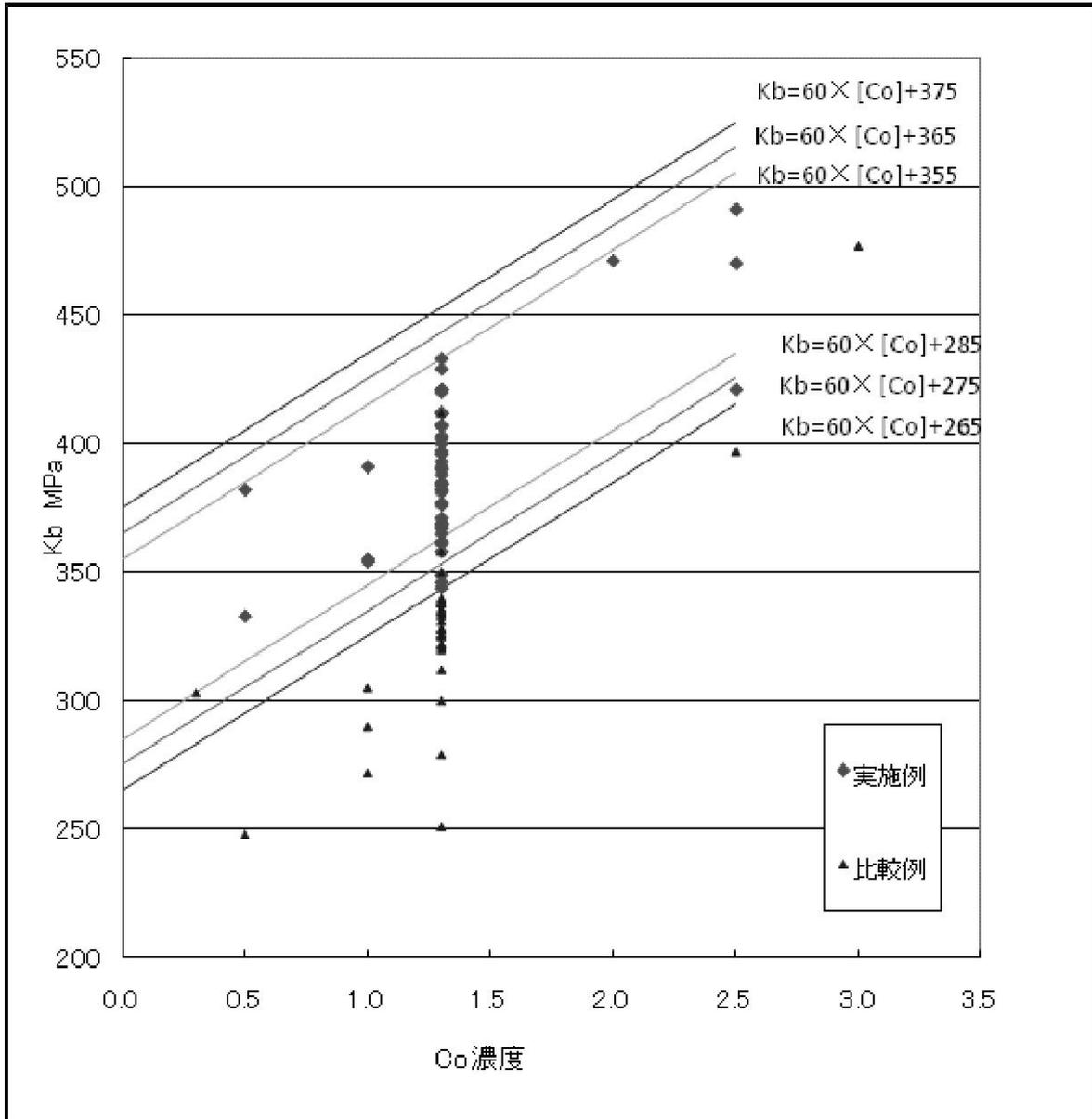
【図1】



【 図 2 】



【 図 3 】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.			F I		
C 2 2 C	9/05	(2006.01)	C 2 2 C	9/05	
C 2 2 C	9/10	(2006.01)	C 2 2 C	9/10	
C 2 2 F	1/08	(2006.01)	C 2 2 F	1/08	B
C 2 2 F	1/00	(2006.01)	C 2 2 F	1/08	Q
			C 2 2 F	1/00	6 0 2
			C 2 2 F	1/00	6 0 6
			C 2 2 F	1/00	6 2 2
			C 2 2 F	1/00	6 2 3
			C 2 2 F	1/00	6 2 4
			C 2 2 F	1/00	6 2 5
			C 2 2 F	1/00	6 2 6
			C 2 2 F	1/00	6 3 0 A
			C 2 2 F	1/00	6 3 0 F
			C 2 2 F	1/00	6 3 0 K
			C 2 2 F	1/00	6 6 1 A
			C 2 2 F	1/00	6 6 1 C
			C 2 2 F	1/00	6 8 2
			C 2 2 F	1/00	6 8 3
			C 2 2 F	1/00	6 8 5 Z
			C 2 2 F	1/00	6 8 6 Z
			C 2 2 F	1/00	6 9 1 B
			C 2 2 F	1/00	6 9 1 C
			C 2 2 F	1/00	6 9 2 A
			C 2 2 F	1/00	6 9 2 B
			C 2 2 F	1/00	6 9 4 A

(56) 参考文献 特許第 4 6 7 7 5 0 5 (J P , B 1)
 特許第 4 6 0 1 0 8 5 (J P , B 1)
 特開 2 0 0 7 - 0 9 2 1 3 5 (J P , A)

(58) 調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
 C 2 2 C 9 / 0 0 - 9 / 1 0
 C 2 2 F 1 / 0 8