

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6265582号
(P6265582)

(45) 発行日 平成30年1月24日(2018.1.24)

(24) 登録日 平成30年1月5日(2018.1.5)

(51) Int. Cl.	F 1	
C 2 2 C 9/00	(2006.01)	C 2 2 C 9/00
C 2 2 C 9/02	(2006.01)	C 2 2 C 9/02
C 2 2 C 9/04	(2006.01)	C 2 2 C 9/04
C 2 2 C 9/10	(2006.01)	C 2 2 C 9/10
C 2 2 F 1/00	(2006.01)	C 2 2 F 1/00
		6 0 4
		請求項の数 3 (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2011-281324 (P2011-281324)	(73) 特許権者	000005290
(22) 出願日	平成23年12月22日(2011.12.22)		古河電気工業株式会社
(65) 公開番号	特開2013-129889 (P2013-129889A)		東京都千代田区丸の内二丁目2番3号
(43) 公開日	平成25年7月4日(2013.7.4)	(74) 代理人	100076439
審査請求日	平成26年9月3日(2014.9.3)		弁理士 飯田 敏三
審判番号	不服2016-5648 (P2016-5648/J1)	(74) 代理人	100161469
審判請求日	平成28年4月15日(2016.4.15)		弁理士 赤羽 修一
		(72) 発明者	松尾 亮佑
			東京都千代田区丸の内2丁目2番3号 古河電気工業株式会社内
		合議体	
		審判長	板谷 一弘
		審判官	小川 進
		審判官	土屋 知久
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 銅合金材およびその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

Crを0.25~0.75mass%、並びにMg0.01~0.25mass%、Ti0.05~0.06mass%、Zr0.05~0.10mass%、Zn0.05~0.20mass%、Fe0.005~0.08mass%、Sn0.10~0.25mass%、Ag0.08~0.10mass%、及びSi0.02~0.03mass%で、Mg、Ti、Zr、Zn、Fe、Sn、Ag、及びSiの一種もしくは二種以上を合計で0.01~0.47mass%含有し、残部が銅と不可避不純物からなり、但し、CrとMgの両方が含有される場合は、Ti、Zr、Zn、Sn、Ag、及びSiの一種もしくは二種以上を含有し、又は、Mgを含有しない場合は、ZnとSnの両方は含有せず

10

平均結晶粒径が15~80μmで、結晶粒径の変動係数(結晶粒径の標準偏差/平均結晶粒径)が0.40以下であり、

引張強度が400MPaより大、導電率が75%IACSより大、応力緩和率が25%未満、曲げ加工性(R/t)が1以下であることを特徴とする銅合金材。

【請求項2】

請求項1に記載の銅合金材の製造方法であって、前記銅合金材を与える合金組成の銅合金に、

[工程1] 鋳造、

[工程2] 1000~1030、1~8時間の均質化熱処理、

20

[工程3] 600～900、圧延率20～90%の熱間加工、
 [工程4] 圧延率75%以上の冷間加工、
 [工程5] 昇温速度が500～850の範囲で10～100 /秒であって、その到達温度が850～1025であり、かつ(最高到達温度-25)～(最高到達温度)の温度範囲で20～90秒間保持する再結晶熱処理、
 [工程6] 圧延率10～50%の冷間圧延、及び
 [工程7] 350～700、1～8時間の時効熱処理
 をこの順で施すことを特徴とする銅合金材の製造方法。

【請求項3】

請求項1に記載の銅合金材の製造方法であって、前記銅合金材を与える合金組成の銅合金に、請求項2に記載の銅合金材の製造方法の各工程を経た後、

[工程8] 圧延率10～80%の仕上げ冷間圧延、及び

[工程9] 500～800、5～60秒間の熱処理

を更にこの順で施すことを特徴とする銅合金材の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は銅合金材料およびその製造方法に関し、EV、HEVを中心とした車載部品および周辺インフラや太陽光発電システムなどのコネクタのほか、リードフレーム、リレー、スイッチ、ソケット等に適用される銅合金材料およびその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

EV、HEVを中心とした車載部品および周辺インフラや太陽光発電システムなどのコネクタ、その他リードフレーム、リレー、スイッチ、ソケットなどの用途に使用される銅合金材料に要求される特性項目としては、例えば導電率、耐応力緩和特性が挙げられる。近年、各システムの高電圧化や使用環境の高温化が進行しており、通電ロスの減少や高温環境下での端子の信頼性向上が求められている。従って、導電率や耐応力緩和特性の要求レベルが同時に高まっている。

【0003】

その中で、Cu-Cr系合金は中程度の強度と高導電を有していることで知られており、実用化やその研究開発が行われている。特に特許文献1ではCu-Cr系合金においてその析出物分布を制御し、高い強度と導電性を満たすことが見出されている。また銅合金材料の強度改良には特許文献2や特許文献3の技術が知られている。特許文献2、3には、銅合金において、平均結晶粒径の微細制御のみならず、その粒径偏差を規定することにより、更なる曲げ加工性改善がなされることが示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2006-097113号公報

【特許文献2】特許第4006460号公報

【特許文献3】特許第4177104号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献2、3に記載された発明は、平均結晶粒径が非常に微細に制御され、曲げ加工性、強度等の改善がなされている。しかし一方で、微細結晶粒を有する銅合金は耐応力緩和特性が劣る傾向にあり、同発明をCu-Cr系合金に適應させた場合、耐熱性が十分ではないことが課題であった。

【0006】

10

20

30

40

50

上記の課題に鑑み、本発明の目的は、EV、HEVを中心とした車載部品および周辺インフラや太陽光発電システムなどのリードフレーム、コネクタ、端子材等、その他、リレー、スイッチ、ソケット等に適した、強度、導電性等の特性に優れ、その中でも特に耐力緩和特性と曲げ加工性の双方が優れている銅合金材およびその製造方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明者らは、検討を重ね、電気・電子部品用途に適した銅合金について研究を行い、製品が有する組織において、平均結晶粒径が $15 \sim 80 \mu\text{m}$ で、その変動係数(結晶粒径の標準偏差/平均結晶粒径)が 0.40 以下であり、強度、導電性に優れるCu-Cr系合金において、極力曲げ性を劣化させず、耐力緩和特性を改善し得ることを見出した。

10

【0008】

これは特許文献3にあるような、従来の微細結晶粒とその変動係数(文献中における標準偏差(GS))の規定による曲げ加工性の改善とは異なるものである。中庸サイズの平均結晶粒径を有する銅合金材は、微細な平均結晶粒径を有する銅合金材料と同等の曲げ性は有さないが、一方で耐力緩和特性に優れる。

【0009】

ここで変動係数を規定しているのは、変動係数が大きければ、微細粒が混在している場合は応力緩和特性が劣化し、粗大粒が混在している場合は、必要以上に曲げ性を劣化させることになるからである。すなわち、平均結晶粒径と同時に変動係数が範囲内にあることで耐力緩和特性と曲げ特性を同時に満たすことが出来る。

20

本発明は、これらの知見に基づきなされるに至ったものである。

【0010】

すなわち、本発明の課題は以下の構成によって達成された。

(1) Crを $0.25 \sim 0.75 \text{ mass } \%$ 、並びにMg $0.01 \sim 0.25 \text{ mass } \%$ 、Ti $0.05 \sim 0.06 \text{ mass } \%$ 、Zr $0.05 \sim 0.10 \text{ mass } \%$ 、Zn $0.05 \sim 0.20 \text{ mass } \%$ 、Fe $0.005 \sim 0.08 \text{ mass } \%$ 、Sn $0.10 \sim 0.25 \text{ mass } \%$ 、Ag $0.08 \sim 0.10 \text{ mass } \%$ 、及びSi $0.02 \sim 0.03 \text{ mass } \%$ で、Mg、Ti、Zr、Zn、Fe、Sn、Ag、及びSiの一種もしくは二種以上を合計で $0.01 \sim 0.47 \text{ mass } \%$ 含有し、残部が銅と不可避不純物からなり、但し、CrとMgの両方が含有される場合は、Ti、Zr、Zn、Sn、Ag、及びSiの一種もしくは二種以上を含有し、又は、Mgを含有しない場合は、ZnとSnの両方は含有せず、

30

平均結晶粒径が $15 \sim 80 \mu\text{m}$ で、結晶粒径の変動係数(結晶粒径の標準偏差/平均結晶粒径)が 0.40 以下であり、

引張強度が 400 MPa より大、導電率が $75 \% \text{ IACS}$ より大、応力緩和率が 25% 未満、曲げ加工性(R/t)が1以下であることを特徴とする銅合金材。

(2) (1)に記載の銅合金材の製造方法であって、前記銅合金材を与える合金組成の銅合金に、

[工程1] 鋳造、

40

[工程2] $1000 \sim 1030$ 、 $1 \sim 8$ 時間の均質化熱処理、

[工程3] $600 \sim 900$ 、圧延率 $20 \sim 90 \%$ の熱間加工、

[工程4] 圧延率 75% 以上の冷間加工、

[工程5] 昇温速度が $500 \sim 850$ の範囲で $10 \sim 100$ /秒であって、その到達温度が $850 \sim 1025$ であり、かつ(最高到達温度 -25) \sim (最高到達温度)の温度範囲で $20 \sim 90$ 秒間保持する再結晶熱処理、

[工程6] 圧延率 $10 \sim 50 \%$ の冷間圧延、及び

[工程7] $350 \sim 700$ 、 $1 \sim 8$ 時間の時効熱処理

をこの順で施すことを特徴とする銅合金材の製造方法。

(3) (1)に記載の銅合金材の製造方法であって、前記銅合金材を与える合金組成の銅

50

合金に、(2)に記載の銅合金材の製造方法の各工程を経た後、
[工程8] 圧延率10～80%の仕上げ冷間圧延、及び
[工程9] 500～800、5～60秒間の熱処理
を更にこの順で施すことを特徴とする銅合金材の製造方法。

【発明の効果】

【0011】

本発明のCu-Cr系を中心とした銅合金材料は、特に耐応力緩和特性に優れ、中程度の強度と高導電性を有する。したがって、EV、HEVを中心とした車載部品および周辺インフラや太陽光発電システムなどのコネクタ、その他リードフレーム、リレー、スイッチ、ソケット材等に好適である。

10

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】図1は耐応力緩和特性の試験方法の説明図であり、図1の(a)は熱処理前、図1の(b)は熱処理後の状態をそれぞれ示す。

【発明を実施するための形態】

【0013】

本発明の銅合金材の好ましい実施の態様について、詳細に説明する。ここで、「銅合金材」とは、(加工前であって所定の合金組成を有する)銅合金素材が所定の形状(例えば、板、条、箔、棒、線など)に加工されたものを意味する。なお、実施形態として板材、条材について以下に説明する。その中で、板材とは、特定の厚みを有し形状的に安定しており面方向に広がりをもつものを指し、広義には条材を含む意味である。本発明において、板材の厚さは、特に限定されるものではないが、本発明の効果が一層よく顕れ実質的な用途に適合することを考慮すると、0.03～10mmが好ましく、0.05～3mmがより好ましい。

20

【0014】

なお、本発明の銅合金材は、その特性を再結晶組織分布で規定するものであるが、これは銅合金材料としてそのような特性を有していれば良いのであって、銅合金材の形状は板材や条材に限定されるものではない。

【0015】

以下、合金の成分と製造方法の好ましい態様について、説明する。

30

【0016】

<主添加元素>(Cr)

本発明は、強度と導電性を確保するため、Cu-Cr系合金を対象とする。ここでCrは析出により2つの寄与をする。1つは従来通りの析出硬化である。もう1つは再結晶熱処理前に化合物として存在することで、再結晶熱処理時、成長中の粒にピンング効果をもたらす、粒の均一成長を促すことができる。このために成長が終了した粒径の変動係数を十分に小さくすることが出来、これにより耐応力緩和特性を改善する。この化合物は主に再結晶昇温中に最適なサイズに制御されていることが必要であり、昇温速度が速すぎるとその生成量が少なくなり、また遅すぎると、ピンングに対し有効ではない、粗大な化合物と成長してしまう。最適な範囲内での昇温にて、ピンングに有効なサイズの化合物を、十分な密度存在させることが出来る。

40

【0017】

<副添加元素>(Mg、Ti、Zr、Zn、Fe、Sn、Ag、Si)

これらの元素は、それぞれ次の役割を果たす。

Mg、Snは固溶、Ti、Siの一部は固溶し、またZr、Ti、Siは化合物を形成し耐応力緩和特性を改善し、強化にも寄与する。固溶元素に関しては、同時に添加すると単独添加時よりも耐応力緩和に対しより大きな効果を示すものもあり、特にSn、Mg同時添加した場合それぞれを単独で添加するより有効である。

また、これら上記の元素は固溶状態時に粒界の移動を妨げるドラッグ効果をもたらすことができ、これは本規定内の平均結晶粒の成長に対し有効である。そのため、急激な粒粗

50

大化を抑制することが出来、変動係数の制御に対し有効に寄与することができる。

いずれも添加量が少ないと効果を得られず、添加量が多いと化合物を形成する場合は溶解、鑄造、熱間圧延時の製造性に対し著しく悪影響を与え、固溶状態にある場合は導電率を減少させる。

【0018】

<合金組成>

本発明の銅合金材料は、EV、HEVを中心とした車載部品および周辺インフラや太陽光発電システムなどのコネクタに要求される導電性、機械的強度、曲げ加工性および耐力緩和特性を有するものである。すなわち、本発明の第一の態様の銅合金材は、銅合金におけるCrの含有量は0.1~0.8mass%、好ましくは0.2~0.6mass%、副添加元素に関しては含有量は合計で0.005~0.5mass%、好ましくは0.01~0.3mass%である。Crおよびその他化合物を形成する元素については、その最適および工程条件中の熱処理条件等を制御することで、強度に寄与する化合物、ピーニング効果で結晶粒制御に寄与する化合物を制御する。また、固溶状態にある元素によるドラッグ効果にて、結晶粒径とその変動係数を制御することで、耐力緩和特性向上に寄与することが出来る。

10

【0019】

また、本発明の第二の態様の銅合金材は、銅合金におけるCrの含有量が0.1~0.8mass%、好ましくは0.2~0.6mass%、Mgの含有量が0.01~0.5mass%、好ましくは0.05~0.3mass%、副添加元素に関しては合計で0.005~0.5mass%、好ましくは0.01~0.3mass%である。Mgが添加されている本態様は、耐力緩和特性に優れた銅合金材を提供することができる。

20

いずれの実施態様も残部は銅と不可避的不純物である。

【0020】

<結晶粒径>

本発明における結晶粒径とはJIS-H-0501の切断法に準じて測定した値をいい、測定個数200を測定した平均を平均結晶粒径とする。

本発明の銅合金材は平均結晶粒径が15~80 μ m、好ましくは25~60 μ mである。中庸サイズの平均結晶粒径を有する銅合金材は、微細な平均結晶粒径を有する銅合金材料と同等の曲げ性は有さないが、一方で耐力緩和特性に優れる。

30

一方、変動係数(結晶粒径の標準偏差/平均結晶粒径)は0.40以下である。下限については特に制限はない。好ましくは0.15~0.30である。ここで結晶粒径の標準偏差は上記平均結晶粒径を求めるために測定した200個の個々の結晶粒径から算出される。変動係数が大きければ、微細粒が混在している場合は応力緩和特性が劣化し、粗大粒が混在している場合は、必要以上に曲げ性を劣化させることになる。すなわち、平均結晶粒径と同時に変動係数が範囲内にあることで耐力緩和特性と曲げ特性を同時に満たすことが出来る。

【0021】

<製造方法>

次に、本発明の銅合金材料の製造方法(平均結晶粒径および、変動係数(結晶粒径の標準偏差/平均結晶粒径)の制御方法)について説明する。ここでは、析出型銅合金の板材(条材)を例に挙げて説明するが、析出を利用する固溶型合金に展開することが可能である。

40

【0022】

本発明合金は、1000~1030、1~8時間の均質化熱処理(下記[工程2])後の熱間圧延(下記[工程3])と冷間圧延(下記[工程4])にて薄板化する。各工程の条件は、熱間圧延は溶体化熱処理終了後、600~900で圧延率20~90%で圧延し、速やかに圧延を済ませ水冷する工程、冷間圧延は再結晶のため、最低でも75%、好ましくは85~99%の板厚減少をさせる圧延が必要である。この冷間圧延率が十分でない、と、体積転位量が不均一あるため、同じ温度熱処理を施しても結晶粒の核生成、およ

50

び成長の程度が各所で異なり、結果変動係数が所定の範囲内に収まらなくなり、特性にも影響を及ぼす。

【0023】

再結晶の際にはピニング効果をもたらす化合物が有効な密度で析出するよう、500～850 の範囲で10～100 /秒の速度で昇温する(下記[工程5])。10 /秒より昇温速度が遅ければ析出物が粗大化し、ピニング効果を失ってしまう。また100 /秒より昇温速度が速ければ再結晶時に有効な析出物の密度が不十分なために、ピニング効果をもたらされない。

【0024】

有効な速度で昇温後、850～1025 の温度範囲で最終の再結晶熱処理および溶体化熱処理を行って再結晶させる。(最高到達温度-25)～(最高到達温度)の温度範囲で20～90秒間保持されることが必要となる。温度が低い場合は、結晶粒径サイズが15 μmより微細、もしくは未再結晶となり、温度が1025 を超えると再結晶粒径が80 μmより粗大になる。その中でも1050 を超える熱処理を行うと材料強度が極端に落ち、製品として十分な形状を熱処理中に維持できない。

10

【0025】

再結晶熱処理を行った後に、圧延率10～50%の冷間圧延(下記[工程6])と350～700 、1～8時間の時効熱処理(下記[工程7])とによって必要な強度を満足させるように製造される。なお、再結晶に関しては、昇温速度が該当範囲において、時効として析出処理を兼ねるような長時間熱処理にて行っても良い。

20

【0026】

Cu-Cr系のような析出型合金の従来工程では、再結晶熱処理までに析出処理および析出を促進するような熱処理は行わず、固溶状態を維持する工程条件を用いるのが常である。

【0027】

本発明の銅合金材料の製造方法としては鋳造[工程1]、均質化熱処理[工程2]、熱間加工[工程3]、冷間加工[工程4]、再結晶熱処理[工程5]を行う。[工程1]、[工程2]、[工程3]および[工程5]の熱履歴制御において、従来の再結晶粒径よりも大きい粒径に成長する到達温度と、その粒径を制御できる時間で再結晶させる。結果、平均結晶粒径が15～80 μmで、その変動係数(結晶粒径の標準偏差/平均結晶粒径)が0

30

.40以下となる組織を有する合金材となる。また、この後に冷間圧延[工程6]および時効熱処理[工程7]を行う。

ここまでの工程によって、本発明の合金材を提供することができるが、さらに、この後に圧延率10～80%の仕上げ冷間圧延[工程8]および500～800 、5～60秒間の熱処理[工程9]を経るとさらに良い。これらは通常行われる調質処理である。

【0028】

本発明の銅合金材は、同組成の従来合金の耐力緩和特性を上回る特性を有しており、EV、HEVを中心とした車載部品および周辺インフラや太陽光発電システムなどのコネクタや、その他リードフレーム、リレー、スイッチ等に要求される特性を満足することができる。

40

【実施例】

【0029】

以下に、実施例に基づき本発明をさらに詳細に説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。

【0030】

原料を溶解後、120mmw×30mmt×180mmLのサイズのブックモールドに鋳造し、以下発明例と比較例で次のような条件でサンプル試作した。

【0031】

(発明例)

溶体化熱処理を1000 、2hで行った後、熱間圧延(700～950)を圧延率

50

80%施し、水冷後、冷間圧延（再結晶前圧延）を圧延率75～99%施し、再結晶熱処理として500～850の範囲で速度10～100/秒で昇温し、850～1025で処理時間において20～90秒間保持施した後速やかに冷却し、圧延率25%の冷間圧延を行い、450～650で2時間保持した。

熱処理の後に圧延を圧延率25%加え、結晶粒径、析出状態が変わらない程度の低温350での焼鈍を30分程度施し最終特性を評価した。

【0032】

（比較例）

溶体化熱処理を1000、2hで行った後、熱間圧延、冷間圧延（再結晶前圧延）を圧延率50～99%施し、再結晶熱処理として500～850の範囲で速度1～150/秒で昇温し、700～1080で、5～120秒間の処理を施した後速やかに冷却し、圧延率25%の冷間圧延を行い、450～650で2時間保持した。この再結晶前圧延～再結晶処理工程のいずれかの条件が本発明の製造方法で規定する範囲外とした。

熱処理の後に圧延を圧延率25%加え、結晶粒径、析出状態が変わらない程度の低温350での焼鈍を30分間程度施し最終特性を評価した。

【0033】

なお、各熱処理や圧延の後に、材料表面の酸化や粗度の状態に応じて酸洗浄や表面研磨を、形状に応じてテンションレベラーによる矯正を行った。

【0034】

これら発明例および比較例の供試材について、下記の特性調査を行った。ここで、供試材の厚さは0.40mmとした。

【0035】

a. 再結晶粒分布測定：

まず、試験片の圧延方向に垂直な断面を湿式研磨、パフ研磨により鏡面に仕上げた後、クロム酸：水＝1：1の液で研磨した断面を数秒間腐食した。この断面を走査型電子顕微鏡（SEM）の二次電子像を用いて400～1000倍の倍率で写真を撮影し、その断面の平均結晶粒径をJIS-H-0501の切断法に準じてn200（測定個数200）の条件にて測定した。その際、個々の結晶粒径についても測定することで、結晶粒径の標準偏差を算出し、結晶粒径の変動係数（結晶粒径の標準偏差/平均結晶粒径）を導き出した。

【0036】

以下、引張強度、導電性、耐力緩和特性の特性評価を行った。

【0037】

b. 引張強度 [TS]：

圧延平行方向から切り出したJIS Z2201-13B号の試験片をJIS Z2241に準じて3本測定し、その平均値を示した。

【0038】

c. 導電率 [EC]：

20（±0.5）に保たれた恒温槽中で四端子法により比抵抗を計測して導電率を算出した。なお、端子間距離は100mmとした。

【0039】

d. 応力緩和率 [SR]：

日本伸銅協会 JCSA T309：2004「銅及び銅合金薄板条の曲げによる応力緩和試験方法」に準じ、以下に示すように、150で1000h保持の条件で測定した。片持ちはり法（片持ちはりブロック式ジグ使用）により耐力の80%の初期応力を負荷した。

【0040】

図1は耐力緩和特性の試験方法の説明図であり、（a）は熱処理前、（b）は熱処理後の状態である。図1（a）に示すように、試験台4に片持ちで保持した試験片1に、耐力の80%の初期応力を付与した時の試験片1の位置は、基準から0の距離である。これを150の恒温槽に1000時間保持（前記試験片1の状態での熱処理）し、負荷を

10

20

30

40

50

除いた後の試験片2の位置は、図1(b)に示すように基準から H_t の距離である。3は応力を負荷しなかった場合の試験片であり、その位置は基準から H_1 の距離である。この関係から、応力緩和率(%)は $(H_t - H_1) / (L_0 - H_1) \times 100$ と算出した。式中、 L_0 は、基準から試験片1までの距離であり、 H_1 は、基準から試験片3までの距離であり、 H_t は、基準から試験片2までの距離である。

【0041】

e. 曲げ加工性 [R/t]:

日本伸銅協会 J C B A T 3 0 7 : 2 0 0 7 「銅および銅合金薄板条の曲げ加工性評価方法」に準じ、90°W曲げをGW、BWにおいて行い、曲げ表面上にクラック割れが入らなかった最小の曲げ半径Rを板厚tで割ったR/tにて評価した。

10

【0042】

高温環境下のバネ端子材の評価としては、 $TS > 400 \text{ MPa}$ 、 $EC > 75\% \text{ IACS}$ 、 $SR < 25\%$ 、 $R/t \geq 1$ であれば特性が良好である。この値を満たす銅合金材は、EV、HEVを中心とした車載部品および周辺インフラや太陽光発電システムなどのコネクタ、その他リードフレーム、リレー、スイッチ、ソケット等の用途に使用される銅合金材料として実用できると言える。

【0043】

【表1-1】

表1-1

合金No.	Cr	Mg	Ti	Zr	Zn	Fe	Sn	Ag	Si	Cu
1	0.25	0.01								残部
2	0.25	0.05								
3	0.25	0.10								
4	0.25	0.15								
5	0.25	0.25								
6	0.25	0.05					0.10			
7	0.25	0.10					0.10			
8	0.25	0.15					0.10			
9	0.25	0.10								
10	0.25	0.10					0.10	0.08		
11	0.25	0.10			0.05		0.10			
12	0.40	0.10								
13	0.50	0.10					0.10			
14	0.75	0.10								
15	0.25	0.10		0.07			0.10			
16	0.35	0.10		0.10			0.10			
17	0.25	0.10					0.10		0.03	
18	0.25		0.05				0.10		0.03	
19	0.25		0.05	0.05			0.10		0.03	
20	0.30				0.20		0.25			
21	0.30				0.20		0.25		0.02	
22	0.50		0.06			0.08		0.10	0.03	
23	0.30			0.10					0.03	
24	0.32			0.10						

20

30

40

【0044】

【表 1 - 2】

表1-2

合金No.	Cr	Mg	Ti	Zr	Zn	Fe	Sn	Ag	Si	Cu
25	0.05									残部
26	0.25									
27	0.40									
28	0.60									
29	0.75									
30	1.00									
31	1.50									
32	0.25	0.003								
33	0.25	0.60								
34	0.25		0.002							
35	0.25		0.55							
36	0.25			0.003						
37	0.25			0.65						
38	0.25				0.002					
39	0.25					0.003				
40	0.25					0.70				
41	0.25						0.002			
42	0.25						0.60			
43	0.25							0.003		
44	0.25								0.002	
45	0.25								0.80	
46	0.25	0.001					0.002			
47	0.25	0.30	0.40							
48	0.25			0.50	0.10					
49	0.25	0.35					0.25			
50	0.25				0.35				0.35	

10

20

【 0 0 4 5 】

表 1 - 1 では本発明で規定する合金成分を有する「発明例」(合金 No. 1 ~ 24)、表 1 - 2 では本発明で規定する合金成分を有しない「比較例」(合金 No. 25 ~ 50)のそれぞれの合金組成について示す。これ以降、本稿で「合金番号(合金 No.)」を表記

30

【 0 0 4 6 】

【表 2 - 1】

表2-1

試験No.	合金No.	各工程の条件				組織		特性				備考
		再結晶前圧延 圧延率(%)	再結晶溶体化処理			平均結晶 粒径 /μm	変動 係数	TS /MPa	EC (%IACS)	SR(%)	曲げ 加工性 (R/t)	
			500~850℃ 間の昇温速 度 °C/s.	最高到達温 度 /°C	保持時間 /s							
1-1	1	85	20	940	35	60	0.22	435	90	24	0	本発明例
1-2	2	96	20	880	40	25	0.15	450	87	23	0	
1-3	3	83	20	880	50	25	0.26	460	86	21	0	
1-4	4	88	20	880	40	20	0.31	475	83	19	0	
1-5	5	85	20	900	45	35	0.28	495	78	15	0	
1-6	6	78	20	1000	25	65	0.22	450	83	18	0	
1-7	7	92	20	975	30	35	0.09	470	81	16	0	
1-8	8	99	20	975	35	30	0.28	475	77	15	0	
1-9	9	87	20	975	30	30	0.32	480	85	21	0	
1-10	10	85	20	975	40	50	0.36	470	80	16	0	
1-11	11	88	20	975	55	55	0.27	455	79	17	0	
1-12	12	82	20	1010	35	65	0.18	515	82	20	0.33	
1-13	13	91	20	1015	30	75	0.28	520	77	16	0.33	
1-14	14	88	20	1000	35	70	0.31	525	81	19	0.33	
1-15	15	80	20	1000	40	65	0.32	515	80	17	0.33	
1-16	16	95	20	1000	40	60	0.16	525	78	9	0.5	
1-17	17	88	20	1015	45	70	0.22	510	78	17	0.33	
1-18	18	77	20	975	30	30	0.31	510	77	11	0.33	
1-19	19	81	20	975	25	35	0.28	515	76	9	0.33	
1-20	20	83	20	975	40	45	0.32	510	77	22	0.33	
1-21	21	85	20	975	50	25	0.33	505	75	20	0.33	
1-22	22	82	20	975	50	20	0.25	500	79	11	0.5	
1-23	23	97	20	1010	25	45	0.16	510	78	8	0.33	
1-24	24	92	20	1015	25	65	0.20	500	81	10	0.33	

10

【 0 0 4 7 】

20

【表 2 - 2】

表2-2

試験No.	合金No.	各工程の条件				組織		特性				備考
		再結晶前圧延 圧延率(%)	再結晶溶体化処理			平均結晶 粒径 /μm	変動 係数	TS /MPa	EC (%IACS)	SR(%)	曲げ 加工性 (R/t)	
			500~850℃ 間の昇温速 度 °C/s.	最高到達温 度 /°C	保持時間 /s							
1-25	25	85	20	920	30	25	0.18	280	96	75	0	比較例
1-26	26	86	20	920	25	15	0.32	380	94	55	0	
1-27	27	79	20	910	25	20	0.33	525	88	50	0.33	
1-28	28	95	20	950	45	20	0.26	535	86	45	0.33	
1-29	29	77	20	900	50	25	0.22	540	83	43	0.33	
1-30	30	83	20	900	50	35	0.31	550	78	38	0.5	
1-31	31	熱間圧延割れ										
1-32	32	85	20	920	25	合金No.26(試験No. 1-26)と組織、特性同等						
1-33	33	熱間圧延割れ										
1-34	34	88	20	920	25	合金No.26(試験No. 1-26)と組織、特性同等						
1-35	35	熱間圧延割れ										
1-36	36	82	20	920	25	合金No.26(試験No. 1-26)と組織、特性同等						
1-37	37	熱間圧延割れ										
1-38	38	80	20	920	25	合金No.26(試験No. 1-26)と組織、特性同等						
1-39	39	87	20	920	25	合金No.26(試験No. 1-26)と組織、特性同等						
1-40	40	85	20	980	55	65	0.25	490	33	31	0.33	
1-41	41	86	20	920	25	熱間圧延割れ						
1-42	42	91	20	970	25	75	0.26	485	35	30	0.33	
1-43	43	83	20	920	25	合金No.26(試験No. 1-26)と組織、特性同等						
1-44	44	90	20	920	25	合金No.26(試験No. 1-26)と組織、特性同等						
1-45	45	84	20	900	35	55	0.30	480	25	30	0.33	
1-46	46	86	20	920	25	合金No.26(試験No. 1-26)と組織、特性同等						
1-47	47	熱間圧延割れ										
1-48	48	熱間圧延割れ										
1-49	49	93	20	975	22	45	0.22	510	45	27	0.5	
1-50	50	90	20	975	80	35	0.26	495	55	29	0.33	

30

40

【 0 0 4 8 】

表 2 - 1 は本発明で規定する合金成分の範囲内の合金、表 2 - 2 は本発明で規定する合金成分の範囲外の合金で、且つ製造条件が本発明の範囲内にある一例にて試作した合金の結果を示す。成分、製造条件が本発明の範囲内にあると、コネクタ等に必要な特性 (TS > 400MPa、EC > 75%IACS、SR < 25%、R/t = 1) は全て満たされる。成分が本発明の範囲外であると、製造条件が本発明の範囲内であっても上記特性のいずれか1つ以上の特性が満たされていないか、もしくは製造難となることがわかる。

【 0 0 4 9 】

【表3-1】

表3-1

試験No.	合金No.	各工程の条件				組織		特性				備考
		再結晶前圧延 圧延率(%)	再結晶溶体化処理			平均結晶 粒径 /μm	変動 係数	TS /MPa	EC (%IACS)	SR(%)	曲げ 加工性 (R/t)	
			500~850°C間 の昇温速度 °C/s.	最高到達温 度 /°C	保持時間 /s							
2-1	1	87	20	800	35	10	0.22	450	88	39	0	比較例
2-2	2	83	20	825	40	12	0.15	465	85	38	0	
2-3	3	91	20	830	50	13	0.26	490	84	36	0	
2-4	4	93	20	800	40	8	0.31	485	81	34	0	
2-5	5	90	20	825	45	8	0.28	500	79	26	0	
2-6	6	79	20	820	25	10	0.22	485	81	33	0	
2-7	7	84	20	825	30	10	0.09	485	79	31	0	
2-8	8	85	20	825	35	13	0.28	490	75	30	0	
2-9	9	82	20	825	30	12	0.32	490	83	33	0	
2-10	10	89	20	825	40	8	0.36	485	78	29	0	
2-11	11	84	20	825	55	10	0.27	495	77	32	0	
2-12	12	78	20	825	35	12	0.18	535	81	30	0.25	
2-13	13	94	20	775	30	5	0.28	525	76	30	0.25	
2-14	14	90	20	800	35	5	0.31	525	80	32	0.25	
2-15	15	92	20	800	40	10	0.32	515	78	32	0.25	
2-16	16	86	20	750	40	4	0.16	545	76	24	0.25	
2-17	17	83	20	800	45	10	0.22	537	76	32	0.25	
2-18	18	81	20	825	30	12	0.31	515	75	26	0.25	
2-19	19	90	20	825	25	11	0.28	545	75	26	0.25	
2-20	20	79	20	800	40	10	0.32	515	75	37	0.25	
2-21	21	96	20	800	50	8	0.33	525	75	35	0.25	
2-22	22	94	20	800	50	10	0.25	515	77	26	0.25	
2-23	23	82	20	800	25	10	0.16	520	76	28	0.25	
2-24	24	88	20	800	25	10	0.20	515	79	27	0.25	

10

【0050】

【表3-2】

20

表3-2

試験No.	合金No.	各工程の条件				組織		特性				備考	
		再結晶前圧延 圧延率(%)	再結晶溶体化処理			平均結晶 粒径 /μm	変動 係数	TS /MPa	EC (%IACS)	SR(%)	曲げ 加工性 (R/t)		
			500~850°C間 の昇温速度 °C/s.	最高到達温 度 /°C	保持時間 /s								
2-25	25	84	20	845	30	10	0.18	265	92	85	0	比較例	
2-26	26	81	20	845	25	7	0.32	365	78	70	0		
2-27	27	89	20	835	25	6	0.33	535	75	65	0.25		
2-28	28	92	20	800	45	14	0.26	520	73	55	0.25		
2-29	29	85	20	825	50	13	0.22	530	70	52	0.25		
2-30	30	84	20	825	50	10	0.31	530	68	45	0.25		
2-31	31	熱間圧延割れ											
2-32	32	85	20	845	25	合金No.26(試験No. 1-26)と組織、特性同等							
2-33	33	熱間圧延割れ											
2-34	34	82	20	845	25	合金No.26(試験No. 1-26)と組織、特性同等							
2-35	35	熱間圧延割れ											
2-36	36	85	20	845	25	合金No.26(試験No. 1-26)と組織、特性同等							
2-37	37	熱間圧延割れ											
2-38	38	83	20	845	25	合金No.26(試験No. 1-26)と組織、特性同等							
2-39	39	81	20	845	25	合金No.26(試験No. 1-26)と組織、特性同等							
2-40	40	95	20	845	55	10	0.25	475	48	32	0		
2-41	41	90	20	845	25	合金No.26(試験No. 1-26)と組織、特性同等							
2-42	42	87	20	895	25	10	0.26	480	57	31	0		
2-43	43	88	20	845	25	合金No.26(試験No. 1-26)と組織、特性同等							
2-44	44	86	20	845	25	合金No.26(試験No. 1-26)と組織、特性同等							
2-45	45	79	20	825	35	13	0.30	465	40	28	0		
2-46	46	82	20	845	25	合金No.26(試験No. 1-26)と組織、特性同等							
2-47	47	熱間圧延割れ											
2-48	48	熱間圧延割れ											
2-49	49	80	20	800	22	8	0.22	490	55	27	0		
2-50	50	97	20	825	80	12	0.26	485	63	27	0		

30

【0051】

40

表3-1は本発明で規定する合金成分の範囲内の合金、表3-2は本発明で規定する合金成分の範囲外の合金の結果を示す。ただし、表3-1、3-2の各合金は、製造条件が本発明の範囲外にある一例にて試作した合金である。成分が本発明の範囲内であるか範囲外であるかに関わらず、製造条件が本発明の範囲外にあれば、コネクタ等に必要な特性(TS > 400MPa、EC > 75%IACS、SR < 25%、R/t > 1)は満たさないか、製造難となることがわかる。この条件では特に結晶粒径が小さくなる熱処理条件をとっているため、曲げについては表2-1、および表2-2と比べより良好である試作材も存在するが、耐力緩和と特性については劣っており、コネクタ等の材料の特性としてはバランスが不十分な合金となっている。

【0052】

50

【表 4】

表4

試験No.	合金 No.	各工程の条件				組織		特性				備考
		再結晶前圧延 圧延率(%)	再結晶溶体化処理			平均結晶 粒径 /μm	変動 係数	TS /MPa	EC (%IACS)	SR(%)	曲げ 加工性 (R/t)	
			500~850°C 間の昇温速 度 °C/s.	最高到達温 度 /°C	保持時間 /s							
3-1	3	87	65	950	15	50	0.19	515	86	25	0	発明例
3-2	7	79	35	875	45	20	0.23	530	79	23	0	
3-3	10	96	20	975	80	70	0.24	535	80	19	0	
3-4	12	92	25	930	55	55	0.22	565	79	18	0.5	
3-5	17	88	40	965	20	65	0.26	520	78	16	0	
3-6	20	83	35	920	25	35	0.16	520	77	30	0.33	
3-7	22	87	85	900	45	25	0.35	575	79	8	0.5	
3-8	24	82	35	1000	30	75	0.22	570	81	7	0.4	
3-9	3	90	25	920	25	35	0.23	526	84	25	0.33	
3-10	7	77	40	975	30	50	0.32	542	78	23	0.5	
3-11	10	82	35	875	55	20	0.33	546	79	19	0.5	
3-12	12	85	85	920	30	35	0.18	585	78	19	1	
3-13	17	88	65	985	35	55	0.25	530	76	18	0.5	
3-14	20	87	40	1000	40	70	0.16	580	75	16	0.75	
3-15	22	98	35	950	75	45	0.30	575	77	9	0.75	
3-16	24	82	20	900	30	30	0.22	560	80	8	0.75	
3-17	3	73	65	950	15	50	0.45	515	86	25	1.25	
3-18	7	66	35	875	45	20	0.43	530	79	23	1.25	
3-19	10	68	20	975	80	70	0.52	535	80	19	1.25	
3-20	12	70	25	930	55	55	0.46	585	79	18	2	
3-21	17	62	40	965	20	65	0.66	535	78	16	1.25	
3-22	20	58	35	920	25	35	0.52	565	77	30	1.5	
3-23	22	66	85	900	45	25	0.44	575	79	8	1.5	
3-24	24	60	35	1000	30	70	0.49	572	81	7	1.5	
3-25	3	85	22	880	4	6	0.25	513	86	28	0.25	
3-26	7	83	35	950	180	110	0.33	525	80	23	1.5	
3-27	10	89	20	900	7	8	0.25	520	79	33	0.25	
3-28	12	84	42	940	130	95	0.20	545	78	18	1.5	
3-29	17	87	150	790	40	11	0.55	565	77	40	0	
3-30	20	86	110	775	35	9	0.45	555	78	38	0.5	
3-31	22	84	5	900	30	35	0.51	545	78	8	1.25	
3-32	24	83	8	970	25	65	0.42	566	81	7	1.25	
3-33	3	88	22	880	4	6	0.25	513	86	28	0.25	
3-34	7	91	35	780	30	10	0.25	525	80	35	0	
3-35	10	89	20	1030	45	85	0.25	520	79	33	0.25	
3-36	12	82	80	1035	50	90	0.45	545	78	18	1.25	
3-37	17	76	150	950	200	65	0.50	545	77	38	1	
3-38	20	79	110	920	35	55	0.44	565	78	36	0.5	
3-39	22	82	5	900	30	35	0.51	545	78	8	1.25	
3-40	24	80	8	970	25	65	0.42	566	81	7	1.25	
3-41	3	88	10	1065	20			板形状変形				
3-42	7	91	10	1070	35			板形状変形				
3-43	10	89	10	1055	50			板形状変形				
3-44	12	82	10	1075	25			板形状変形				
3-45	17	76	10	1080	30			板形状変形				
3-46	20	79	10	1065	20			板形状変形				
3-47	22	82	10	1055	60			板形状変形				
3-48	24	80	10	1060	25			板形状変形				
3-49	3	88	10	675	25	未再結晶		541	83	38	1.5	
3-50	7	91	10	750	30	未再結晶		560	78	36	1.5	
3-51	10	89	10	720	20	未再結晶		562	77	32	2	
3-52	12	82	10	785	55	未再結晶		632	76	33	3	
3-53	17	76	10	830	35	未再結晶		547	74	35	1.5	
3-54	20	79	10	750	30	未再結晶		588	75	32	1.5	
3-55	22	82	10	775	20	未再結晶		615	75	31	2	
3-56	24	80	10	650	25	未再結晶		610	79	30	2	

10

20

30

40

【 0 0 5 3 】

表 4 には、本発明の範囲内にある合金成分を有する合金（合金 No. 3、7、10、12、17、20、22、24）について、製造工程を本発明で規定する条件の範囲内、範囲外の数種にて試作した結果を示す。各製造工程における条件が異なっても、本発明で規定する条件の範囲内であれば特性（TS > 400MPa、EC > 75%IACS、SR < 25%、R/t = 1）は全て満たされ、本発明で規定する条件の範囲外であれば上記特性のいずれか1つ以上が満たされていない、もしくは製造難となっている。

【 0 0 5 4 】

すなわち、表 1 - 1 から表 4 を総括すると、本発明は適切な合金成分と製造条件によって成し得るものであることがわかり、本発明で規定する範囲外の成分や条件による製造で

50

はコネクタ等に必要特性 ($T S > 400 \text{ MPa}$ 、 $E C > 75 \% I A C S$ 、 $S R < 25 \%$ 、 $R / t = 1$) を満足しない。本発明の銅合金材料は、平均結晶粒径が $15 \sim 80 \mu\text{m}$ で、結晶粒径の変動係数 (結晶粒径の標準偏差 / 平均結晶粒径) が 0.40 以下となっていることから、かかる条件を満足するものとなっている。

【0055】

本発明の銅合金材料は、EV、HEVを中心とした車載部品および周辺インフラや太陽光発電システムなどのコネクタ、リードフレーム、リレー、スイッチ、ソケット等に好適である。

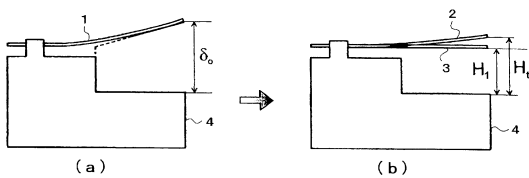
【符号の説明】

【0056】

- 1 初期応力を付与した時の試験片
- 2 負荷を除いた後の試験片
- 3 応力を負荷しなかった場合の試験片
- 4 試験台

10

【図1】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.			F I		
<i>C 2 2 F</i>	<i>1/08</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>C 2 2 F</i>	<i>1/00</i>	<i>6 3 0 A</i>
<i>H 0 1 B</i>	<i>1/02</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>C 2 2 F</i>	<i>1/00</i>	<i>6 5 0 Z</i>
<i>H 0 1 B</i>	<i>13/00</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>C 2 2 F</i>	<i>1/00</i>	<i>6 6 1 A</i>
			<i>C 2 2 F</i>	<i>1/00</i>	<i>6 8 2</i>
			<i>C 2 2 F</i>	<i>1/00</i>	<i>6 8 3</i>
			<i>C 2 2 F</i>	<i>1/00</i>	<i>6 8 5 Z</i>
			<i>C 2 2 F</i>	<i>1/00</i>	<i>6 8 6 Z</i>
			<i>C 2 2 F</i>	<i>1/00</i>	<i>6 9 1 A</i>
			<i>C 2 2 F</i>	<i>1/00</i>	<i>6 9 1 B</i>
			<i>C 2 2 F</i>	<i>1/00</i>	<i>6 9 1 C</i>
			<i>C 2 2 F</i>	<i>1/00</i>	<i>6 9 4 A</i>
			<i>C 2 2 F</i>	<i>1/00</i>	<i>6 9 4 B</i>
			<i>C 2 2 F</i>	<i>1/08</i>	<i>B</i>
			<i>C 2 2 F</i>	<i>1/08</i>	<i>Q</i>
			<i>H 0 1 B</i>	<i>1/02</i>	<i>A</i>
			<i>H 0 1 B</i>	<i>13/00</i>	<i>Z</i>

(56) 参考文献 特開 2 0 1 2 - 1 2 6 4 4 (J P , A)

(58) 調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)

C22C 9/00-9/10

C22F 1/00

C22F 1/08

H01B 1/02

H01B13/00