

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公 開 特 許 公 報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-177152

(P2012-177152A)

(43) 公開日 平成24年9月13日(2012.9.13)

(51) Int.Cl.		F 1		テーマコード (参考)	
C 2 2 C	9/06	(2006.01)	C 2 2 C	9/06	5 G 3 0 1
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	9/05	(2006.01)	C 2 2 C	9/05	
C 2 2 C	9/01	(2006.01)	C 2 2 C	9/01	
審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 16 頁) 最終頁に続く					

(21) 出願番号	特願2011-40393 (P2011-40393)	(71) 出願人	000001199
(22) 出願日	平成23年2月25日 (2011. 2. 25)		株式会社神戸製鋼所
			兵庫県神戸市中央区脇浜町二丁目 1 〇 番 2 6 号
		(74) 代理人	100131750
			弁理士 竹中 芳通
		(74) 代理人	100146112
			弁理士 亀岡 誠司
		(74) 代理人	100167335
			弁理士 武仲 宏典
		(74) 代理人	100164998
			弁理士 坂谷 亨
		(74) 代理人	100089196
			弁理士 梶 良之
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 銅合金

(57) 【要約】

【課題】導電性が良好であることは勿論のこと、高強度、優れた曲げ加工性、および優れた耐応力緩和特性を兼ね備えた銅合金を提供することを課題とする。

【解決手段】Ni : 1 . 5 ~ 3 . 6 %、Si : 0 . 3 ~ 1 . 0 %を含有し、残部が銅および不可避免の不純物からなる銅合金であって、この銅合金の結晶粒の平均結晶粒径が5 μm ~ 30 μmであると共に、その平均結晶粒径の2倍以上の結晶粒径を有する結晶粒が占める面積率が3 %以上であり、且つ、その平均結晶粒径の2倍以上の結晶粒径を有する結晶粒が占める面積のうち、Cube方位粒が占める面積率が50 %以上である。

【選択図】 なし

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

質量%で、Ni：1.5～3.6%、Si：0.3～1.0%を含有し、残部が銅および不可避免的不純物からなる銅合金であって、

この銅合金の結晶粒の平均結晶粒径が $5\mu\text{m}$ ～ $30\mu\text{m}$ であると共に、

その平均結晶粒径の2倍以上の結晶粒径を有する結晶粒が占める面積率が3%以上であり、

且つ、その平均結晶粒径の2倍以上の結晶粒径を有する結晶粒が占める面積のうち、Cube方位粒が占める面積率が50%以上であることを特徴とする銅合金。

【請求項 2】

更に、質量%で、Sn：0.05～3.0%および／またはZn：0.05～3.0%を含有する請求項1記載の銅合金。

【請求項 3】

更に、質量%で、Fe、Mn、Mg、Co、Ti、Cr、Zrのうち一種または二種以上を、合計で0.01～3.0%含有する請求項1または2記載の銅合金。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、導電性が良好であることは勿論のこと、高強度、優れた曲げ加工性、および優れた耐力緩和特性を兼ね備えた銅合金に関し、特に、電気・電子部品を構成するコネクタ、リードフレーム、リレー、スイッチなどの通電部品に好適に用いることができる電気・電子部品用の銅合金に関するものである。

【背景技術】

【0002】

電気・電子部品を構成するコネクタ、リードフレーム、リレー、スイッチなどの通電部品に使用される銅合金材料には、通電によるジュール熱の発生を抑制するために良好な導電性が要求されると共に、電気・電子部品の組立時や作動時に付与される応力に耐え得るだけの高い強度が要求される。また、電気・電子部品は曲げ加工により成形されることが一般的であり、この曲げ加工される電気・電子部品用の材料には優れた曲げ加工性も要求される。更には、電気・電子部品の接触信頼性を確保するためには、接触圧力が時間を経るに伴い低下する現象、すなわち応力緩和に対する耐久性である耐力緩和特性に優れることも要求される。

【0003】

これら通電部品に使用される材料を高強度化する方法としては、Ni、Siなどの溶質元素を多量に添加する方法や、製造時に焼鈍と圧延を繰り返す方法、時効処理後の仕上げ圧延（調質処理）率を増大させる方法などが、一般的に知られている。しかしながら、Ni、Siなどの溶質元素の多量添加は、Ni-Si系介在物量の増大を招き、曲げ加工性を低下させるという問題を発生してしまう。また、仕上げ圧延（調質処理）率を増大させる方法では、Cube方位面積率が低下し、同じく曲げ加工性を低下させるという問題を発生してしまう。

【0004】

また、通電部品に使用される材料の曲げ加工性を向上させる方法としては、仕上げ圧延（調質処理）率を低下させる方法や、結晶粒径を微細化させる方法、Cube方位面積率を増加させる方法などが一般的に知られている。しかしながら、結晶粒径を微細化させると、耐力緩和特性が低下するという問題を発生してしまう。

【0005】

更には、通電部品に使用される材料の耐力緩和特性を向上させる方法としては、仕上げ圧延（調質処理）率を低下させる方法や、結晶粒径を粗大化させる方法が一般的に知られている。

【0006】

そのため、従来からの各種技術を用いても、電気・電子部品を構成する通電部品に使用される材料の高強度化、曲げ加工性の向上、耐応力緩和特性の向上を、同時に実現させることは非常に困難であるといえることができる。従って、従来は作製する個々の通電部品に要求される特性に鑑み、これら夫々の特性に適宜バランスをもたせることで対応するという方法をとらざるを得なかった。特に、銅合金の中でもコルソン合金（Cu-Ni-Si系銅合金）はこれら種々の特性に優れ、且つ安価なことから、電気・電子部品を構成する通電部品に好適な銅合金材料であるとして、近年広く採用されている。

【0007】

また、近年は電子機器の小型化および軽量化が進んでおり、端子・コネクタ用に使われる銅合金材料には、特に高強度薄肉化の要求が高くなる傾向がある。従って、強度の中においても接圧強度という観点から圧延直角方向（T. D. 方向）の0.2%耐力（Y P）が高いことが特に求められる傾向にある。

【0008】

しかしながら、特にコルソン合金は、圧延平行方向（L. D. 方向）と圧延直角方向（T. D. 方向）の強度差が大きいという特徴、すなわち、圧延平行方向の強度より圧延直角方向の強度の方が相対的に低いという特徴がある。また、引張強度（T S）と0.2%耐力（Y P）の差が大きいという特徴もある。そのため、このコルソン合金を、端子・コネクタに用いた場合は、圧延直角方向の耐力が低くなり、接圧強度が不足するなどの問題が発生している。

【0009】

近年、このコルソン合金の曲げ加工性を改善する方法が種々提案されている。例えば、特許文献1により、コルソン合金の曲げ加工性を向上させる有効な方法として、結晶粒の集合組織を制御する技術が提案されている。その特許文献1には、Niを2.0~6.0質量%、SiをNi/Siの質量比で4~5の範囲で各々含むコルソン合金の、平均結晶粒径を10μm以下とすると共に、SEM-EBSP法による測定結果で、Cube方位{001}<100>の割合が50%以上である集合組織を有し、且つ、300倍の光学顕微鏡による組織観察によって観察しうる層状境界を有さない銅合金板が開示されている。

【0010】

また、特許文献2により、Niを0.5~4.0質量%、Coを0.5~2.0質量%、Siを0.3~1.5質量%を含有する銅合金の材料表面における{111}面からの回析強度を $I\{111\}$ 、{200}面からの回析強度を $I\{200\}$ 、{220}面からの回析強度を $I\{220\}$ 、{311}面からの回析強度を $I\{311\}$ 、これらの回析強度の中の{200}面からの回析強度の割合を $R\{200\} = I\{200\} / (I\{111\} + I\{200\} + I\{311\})$ とした場合に、 $R\{200\}$ が0.3以上である電気・電子機器用銅合金に関する提案がなされている。

【0011】

更には、特許文献3により、質量%で、Ni:0.7~2.5%、Si:0.2~0.7%を含有する銅合金板材において、 $3.0 \leq I\{220\} / I_0\{220\} \leq 6.0$ 、 $1.5 \leq I\{200\} / I_0\{200\} \leq 2.5$ を満足させることで、コルソン合金の高強度と優れた曲げ加工性を維持しながら、それらの特性についての異方性を改善した銅合金板材に関する提案がなされている。

【0012】

また、特許文献4により、質量%で、Ni:0.7~4.2%、Si:0.2~1.0%を含有する銅合金板材において、 $I\{420\} / I_0\{420\} > 1.0$ を満足させることで、高強度および高導電性を維持しながら、優れた曲げ加工性と耐応力緩和特性を呈する銅合金板材に関する提案がなされている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0013】

【特許文献1】特開2006-152392号公報

【特許文献2】特開2009-7666号公報

【特許文献3】特開2008-13836号公報

【特許文献4】特開2008-223136号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0014】

本発明は、上記従来の実情に鑑みてなされたもので、導電性が良好であることは勿論のこと、高強度、優れた曲げ加工性、および優れた耐応力緩和特性を兼ね備えた銅合金を提供することを課題とするものである。

10

【課題を解決するための手段】

【0015】

請求項1記載の発明は、質量%で、Ni:1.5~3.6%、Si:0.3~1.0%を含有し、残部が銅および不可避免的不純物からなる銅合金であって、この銅合金の結晶粒の平均結晶粒径が5 μ m~30 μ mであると共に、その平均結晶粒径の2倍以上の結晶粒径を有する結晶粒が占める面積率が3%以上であり、且つ、その平均結晶粒径の2倍以上の結晶粒径を有する結晶粒が占める面積のうち、Cube方位粒が占める面積率が50%以上であることを特徴とする銅合金である。

【0016】

20

請求項2記載の発明は、更に、質量%で、Sn:0.05~3.0%および／またはZn:0.05~3.0%を含有する請求項1記載の銅合金である。

【0017】

請求項3記載の発明は、更に、質量%で、Fe、Mn、Mg、Co、Ti、Cr、Zrのうち一種または二種以上を、合計で0.01~3.0%含有する請求項1または2記載の銅合金である。

【発明の効果】

【0018】

本発明によると、銅合金の特性である導電性が良好であることは勿論のこと、高強度、優れた曲げ加工性、および優れた耐応力緩和特性を兼ね備えた、すなわち、曲げ加工性および耐応力緩和特性に優れた高強度銅合金とすることができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】実施例で銅合金の耐応力緩和特性を求める試験方法を示し、短冊状試験片にたわみ量を与えた状態を示す正面図である。

【図2】実施例で銅合金の耐応力緩和特性を求める試験方法を示し、たわみ量を取り去ったときの永久たわみを示す正面図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

40

銅合金を高強度化する方法として最も有効な方法は、仕上げ圧延（調質処理）率を増大させる方法である。しかしながら、仕上げ圧延（調質処理）率を増大させると、銅合金の曲げ加工性および耐応力緩和特性を逆に低下させることになってしまう。また、耐応力緩和特性を向上させる最も有効な手段は、銅合金の結晶粒径を大きくすることである。しかしながら、結晶粒径を大きくすると、銅合金の曲げ加工性を逆に低下させることになってしまう。そのため、従来からの技術で、強度、曲げ加工性、耐応力緩和特性という諸特性を兼ねた銅合金を得ようとする、仕上げ圧延（調質処理）率や結晶粒径を制御して、強度、曲げ加工性、耐応力緩和特性を、適当にバランスする方法を採用するしかなく、高強度、優れた曲げ加工性、優れた耐応力緩和特性という相矛盾する特性を兼ね備えた銅合金を得ることは不可能であった。

【0021】

50

本発明者らは、このような従来からの課題に鑑み、高強度、優れた曲げ加工性、優れた耐応力緩和特性を兼ね備えた銅合金を得るために、鋭意、実験、研究を進めた。

【0022】

本発明者らは、銅合金の結晶粒径が、高強度、優れた曲げ加工性、優れた耐応力緩和特性を兼ね備えた銅合金を得るための重大要素であると捉え、検討を開始した。その結果、銅合金の結晶粒組織中に、微細な結晶粒とある程度粗大な結晶粒を混在させることで、粗大な結晶粒のみが存在した時に発生する曲げ加工時の粒界割れを抑制できることを知見した。また、銅合金の結晶粒の一部を大きくすることで優れた耐応力緩和特性を得ることができることも知見した。

【0023】

更に、本発明者らはSEM-EBSPを用いて結晶粒径の大きさと結晶方位についての詳細な調査を実施した結果、銅合金の結晶粒組織中に比較的粗大なCube方位粒を適量分散させることで、特に曲げ加工性が良好となることを知見した。尚、このCube方位粒は、他の方位粒と比較してすべり系が多い方位粒であり、そのため、比較的粗大なCube方位粒がある程度存在しても曲げ加工性を劣化させることがないと推測される。

【0024】

本発明者らは、以上の実験、研究による知見の結果、銅合金中の結晶粒の平均結晶粒径を $5\mu\text{m}\sim 30\mu\text{m}$ とした上で、その平均結晶粒径の2倍以上の結晶粒径を有する結晶粒が結晶粒組織中に占める面積率を3%以上とし、更に、その平均結晶粒径の2倍以上の結晶粒径を有する結晶粒のうち50%以上をCube方位粒とすることで、本発明が課題としている高強度、優れた曲げ加工性、および優れた耐応力緩和特性を兼ね備えた銅合金を得ることができることを見出した。

【0025】

以下、本発明の実施の形態について、各要件ごとに具体的に説明するが、まず、本発明の銅合金の結晶粒組織に関する要件について順に説明する。

【0026】

(平均結晶粒径)

銅合金の平均結晶粒径は $5\mu\text{m}\sim 30\mu\text{m}$ とする。平均結晶粒径が $5\mu\text{m}$ 未満になると、耐応力緩和特性が低下してしまう。一方、平均結晶粒径が $30\mu\text{m}$ を超えると、銅合金の曲げ加工性が低下してしまい、例えば、日本伸銅協会技術標準JBMA-T307に記載の評価基準ではD以下と悪くなってしまう。よって、銅合金の平均結晶粒径の下限を $5\mu\text{m}$ 、上限を $30\mu\text{m}$ とする。尚、より好ましい平均結晶粒径の下限は $8\mu\text{m}$ 、上限は $25\mu\text{m}$ である。

【0027】

(平均結晶粒径の2倍以上の結晶粒径を有する結晶粒が占める面積率)

平均結晶粒径の2倍以上の結晶粒径を有する結晶粒が占める面積率(平均結晶粒径の2倍以上の結晶粒径を有する全結晶粒の面積/全結晶粒の面積)が3%未満の場合は、優れた耐応力緩和特性と優れた曲げ加工性を同時に実現することができなくなる。よって、平均結晶粒径の2倍以上の結晶粒径を有する結晶粒が占める面積率の下限を3%とする。より好ましい下限は5%である。一方、平均結晶粒径の2倍以上の結晶粒径を有する結晶粒が占める面積率は大きければ大きいほど、耐応力緩和特性と曲げ加工性を同時に向上させるのには有効であると推測できるが、実際には平均結晶粒径の2倍以上の結晶粒径を有する結晶粒が占める面積率を20%より大きくすることは現在の技術では困難である。

【0028】

(Cube方位粒が占める面積率)

Cube方位{001}<100>は、より多くのすべり系が活動できる方位である。平均結晶粒径の2倍以上の結晶粒径を有する結晶粒が占める面積のうち、Cube方位粒が占める面積率(平均結晶粒径の2倍以上の結晶粒径を有するCube方位粒の面積/平均結晶粒径の2倍以上の結晶粒径を有する全結晶粒の面積)を50%以上とすることで、銅合金の曲げ加工性を向上させることが可能となる。その面積率が50%未満の場合は、

10

20

30

40

50

銅合金の曲げ加工性が低下してしまい、例えば、日本伸銅協会技術標準 J B M A - T 3 0 7 に記載の評価基準では D 以下と悪くなってしまう。より好ましい C u b e 方位粒が占める面積率は 7 0 % 以上である。

【0029】

(平均結晶粒径、集合組織の測定方法)

電界放出型走査電子顕微鏡 (F i e l d E m i s s i o n S c a n n i n g E l e c t r o n M i c r o s c o p e : F E S E M) に、後方散乱電子回折像 [E B S P : E l e c t r o n B a c k S c a t t e r i n g (S c a t t e r e d) P a t t e r n] システムを搭載した結晶方位解析法を用いて、本発明では、製品銅合金の板厚方向の表面部の集合組織を測定し、結晶粒径の測定を行う。

10

【0030】

E B S P 法では、F E S E M の鏡筒内にセットした試料に、電子線を照射してスクリーン上に E B S P を投影する。これを高感度カメラで撮影して、コンピュータに画像として取り込む。コンピュータでは、この画像を解析して、既知の結晶系を用いたシミュレーションによるパターンとの比較によって、結晶の方位が決定される。算出された結晶の方位は 3 次元オイラー角として、位置座標 (x , y) などと共に記録される。このプロセスが全測定点に対して自動的に行われるので、測定終了時には数万～数十万点の結晶方位データを得ることができる。

【0031】

ここで、通常の銅合金板の場合、主に、以下に示すような C u b e 方位、G o s s 方位、B r a s s 方位、C o p p e r 方位、S 方位等と呼ばれる多くの方位因子からなる集合組織を形成し、それらに応じた結晶面が存在する。これらの事実、例えば、長島晋一編著、「集合組織」(丸善株式会社刊)や軽金属学会「軽金属」解説 V o l . 4 3、1 9 9 3、P 2 8 5 - 2 9 3 などに記載されている。これらの集合組織の形成は同じ結晶系の場合でも加工、熱処理方法によって異なる。圧延による板材の集合組織の場合は、圧延面と圧延方向で表されており、圧延面は { A B C } で表現され、圧延方向は < D E F > で表現される (A B C D E F は整数を示す)。その表現に基づき、各方位は下記のように表現される。

20

【0032】

C u b e 方位 { 0 0 1 } < 1 0 0 >

G o s s 方位 { 0 1 1 } < 1 0 0 >

R o t a t e d - G o s s 方位 { 0 1 1 } < 0 1 1 >

B r a s s 方位 { 0 1 1 } < 2 1 1 >

C o p p e r 方位 { 1 1 2 } < 1 1 1 >

(若しくは D 方位 { 4 4 1 1 } < 1 1 1 1 8 >)

S 方位 { 1 2 3 } < 6 3 4 >

B / G 方位 { 0 1 1 } < 5 1 1 >

B / S 方位 { 1 6 8 } < 2 1 1 >

P 方位 { 0 1 1 } < 1 1 1 >

30

【0033】

本発明においては、基本的にこれらの結晶面から $\pm 15^\circ$ 以内の方位のずれのものは、同一の結晶面 (方位因子) に属するものとする。また、隣り合う結晶粒の方位差が 5° 以上の結晶粒の境界を結晶粒界と定義する。

40

【0034】

そのうえで、本発明においては、測定エリア $300 \times 300 \mu\text{m}$ に対して $0.5 \mu\text{m}$ ピッチで電子線を照射し、上記結晶方位解析法により測定した結晶粒の数を n、それぞれの測定した結晶粒径を x とした時、平均結晶粒径を $(\sum x) / n$ で算出する。

【0035】

また、平均結晶粒径の 2 倍以上の結晶粒径を有する結晶粒が占める面積率は、測定エリア $300 \times 300 \mu\text{m}$ に対して $0.5 \mu\text{m}$ ピッチで電子線を照射し、該当する結晶粒の合

50

計面積を求めることで、（平均結晶粒径の2倍以上の結晶粒径を有する全結晶粒の面積／全結晶粒の面積）という計算により求める。

【0036】

また、平均結晶粒径の2倍以上の結晶粒径を有する結晶粒が占める面積のうち、Cube方位粒が占める面積率は、測定エリア $300 \times 300 \mu\text{m}$ に対して $0.5 \mu\text{m}$ ピッチで電子線を照射し、上記結晶方位解析法により測定した該当するCube方位粒の面積を測定し、（平均結晶粒径の2倍以上の結晶粒径を有するCube方位粒の面積／平均結晶粒径の2倍以上の結晶粒径を有する全結晶粒の面積）という計算により求める。

【0037】

尚、結晶方位分布は板厚方向に分布がある可能性がある。従って、板厚方向に何点か任意にとって平均を得ることによって求める方が好ましい。

10

【0038】

（銅合金の化学成分組成）

次に、本発明の銅合金の成分限定理由について説明する。以下、各元素の含有量（比率）については単に％と記載するが、全て質量％を示す。

【0039】

Ni：1.5％～3.6％

Niは、Siとの化合物を晶出または析出させることにより、銅合金の強度および導電率を確保する作用がある。Niの含有量が1.5％未満であると、析出物の生成量が不十分となり、所望の強度が得られなくなり、また、銅合金組織の結晶粒が粗大化してしまう。一方、Niの含有量が3.6％を超えると、導電率が低下することに加えて、粗大な析出物の数が多くなりすぎ、曲げ加工性が低下してしまう。従って、Niの含有量は1.5％～3.6％の範囲とする。

20

【0040】

尚、Niの含有量により、達成可能な強度レベルは異なることとなる。Niの含有量が1.5％～2.0％未満の場合は、圧延直角方向（T.D.方向）の0.2％耐力（YP）が650MPa以上、曲げ加工性が日本伸銅協会技術標準JBMA-T307に記載の評価基準B以上を、それぞれ達成することが可能となる。一方、Niの含有量が2.0％～3.6％の場合は、圧延直角方向（T.D.方向）の0.2％耐力（YP）が700MPa以上、曲げ加工性が日本伸銅協会技術標準JBMA-T307に記載の評価基準C以上を、それぞれ達成することが可能となる。

30

【0041】

Si：0.3％～1.0％

Siは、Niとの化合物を晶出または析出させることにより、銅合金の強度および導電率を向上させる。Siの含有量が0.3％未満であると、析出物の生成が不十分となり、所望の強度が得られなくなり、また、銅合金組織の結晶粒が粗大化してしまう。一方、Siの含有量が1.0％を超えると、粗大な析出物の数が多くなりすぎ、曲げ加工性が低下してしまう。従って、Siの含有量は0.3％～1.0％の範囲とする。

【0042】

尚、Siの含有量によっても、達成可能な強度レベルは異なることとなる。Siの含有量が0.3％～0.5％未満の場合は、圧延直角方向（T.D.方向）の0.2％耐力（YP）が650MPa以上、曲げ加工性が日本伸銅協会技術標準JBMA-T307に記載の評価基準B以上を、それぞれ達成することが可能となる。一方、Siの含有量が0.5％～1.0％の場合は、圧延直角方向（T.D.方向）の0.2％耐力（YP）が700MPa以上、曲げ加工性が日本伸銅協会技術標準JBMA-T307に記載の評価基準C以上を、それぞれ達成することが可能となる。

40

【0043】

本発明の銅合金は、以上の元素のほかは、銅と不可避免の不純物で構成されるが、以下の元素を単独で、或いは複合して含有しても良い。

【0044】

50

Zn: 0.05% ~ 3.0%

Znは、電子部品の接合に用いるSnめっきやハンダの耐熱剥離性を改善し、熱剥離を抑制するのに有効な元素である。このような効果を有効に発揮させるためには、0.05%以上含有させる必要がある。しかし、Znの含有量が3.0%を超えると、却って溶融Snやハンダの濡れ広がり性を劣化させ、また、導電率も大きく低下してしまう。従って、Znを含有させる場合は、耐熱剥離性向上効果と導電率低下作用とを考慮したうえで、0.05% ~ 3.0%の範囲とする。

【0045】

Sn: 0.05% ~ 3.0%

Snは、銅合金中に固溶して強度向上に寄与する。この効果を有効に発揮させるためには、0.05%以上含有させる必要がある。しかし、Snの含有量が3.0%を超えると、その効果が飽和すると共に、導電率を大きく低下させてしまう。従って、Snを含有させる場合は、強度向上効果と導電率低下作用とを考慮したうえで、0.05% ~ 3.0%の範囲とする。

【0046】

Fe、Mn、Mg、Co、Ti、Cr、Zrのうち一種または二種以上を合計で0.01% ~ 3.0%

これらの元素は、結晶粒の微細化に効果がある。また、Siとの間に化合物を形成させることで、強度、導電率が向上する。これらの効果を有効に発揮させる場合には、選択的に、Fe、Mn、Mg、Co、Ti、Cr、Zrのうち一種または二種以上を、合計で0.01%以上含有させる必要がある。しかし、これらの元素の合計含有量が3.0%を超えると、化合物が粗大になり、曲げ加工性を損なう。従って、選択的に含有させる場合のこれら元素の含有量は、合計で0.01% ~ 3.0%の範囲とする。

【0047】

(製造条件)

本発明の銅合金(銅合金板)は、一般的な銅合金を製造する場合と同様に、熱間圧延、冷間圧延、溶体化処理、時効処理、冷間圧延を経て製造することができるが、本発明の銅合金を製造するための製造条件を、本発明者らが鋭意検討したところ、特に熱間圧延工程を工夫することにより、本発明で意図する高強度、優れた曲げ加工性、および優れた耐力緩和特性を兼ね備えた銅合金を製造することができることを確認した。以下にその製造条件を詳細に説明する。

【0048】

尚、本発明の銅合金は、基本的には、圧延された銅合金板であり、これを幅方向にスリットした条や、これら板、条をコイル化したものも本発明の銅合金に含まれる。

【0049】

熱間圧延工程は、熱間圧延終了後の冷却途中の400 ~ 600℃の温度域で、10分以上保持する条件で行い、次いで急冷することが望ましい。保持温度が400℃未満または600℃を超える、あるいは保持時間が10分未満であると、平均結晶粒径の2倍以上の結晶粒径を有する結晶粒が占める面積率が3%未満となりやすい。またはその平均結晶粒径の2倍以上の結晶粒径を有する結晶粒が占める面積のうち、Cube方位粒が占める面積率が50%未満となりやすい。その場合は曲げ加工性と耐力緩和特性を同時に向上させることができなくなる。

【0050】

続く溶体化処理の昇温速度は0.1℃/s以下とすることが望ましく、降温速度は100℃/s以上とすることが望ましい。昇温速度が0.1℃/sよりも大きい場合は、平均結晶粒径の2倍以上の結晶粒径を有する結晶粒が占める面積率が3%未満となってしまうことがあり、その場合は曲げ加工性と耐力緩和特性を同時に向上させることができなくなる。一方、降温速度が100℃/sよりも遅いと、冷却中に析出が起きてしまうことがあり、その場合は続く時効処理において、十分な析出が得られず強度低下を引き起こす原因となってしまう。

10

20

30

40

50

【0051】

また、溶体化処理温度は750～900℃とすることが望ましい。溶体化処理温度が750℃より低くなると、結晶粒の平均結晶粒径が5μmより小さくなりやすく、耐応力緩和特性が劣化しやすくなる。一方、溶体化処理温度が900℃より高くなると、結晶粒の平均結晶粒径が30μmより大きくなりやすく、曲げ加工性が劣化しやすくなる。

【0052】

溶体化処理後は、通常の銅合金の製造工程と同様に、時効処理—最終冷間圧延（—低温焼鈍）という工程を経ることで本発明の銅合金は製造される。時効処理における時効温度は、通常の銅合金の製造を行う場合と同様に、400～550℃とすることが望ましい。

【0053】

また、最終冷間圧延の圧下率は25～60%とすることが望ましい。その圧下率が25%より小さい場合は、圧延直角方向（T．D．方向）の0．2%耐力（Y P）が小さくなり強度が低下しやすくなる。一方、圧下率が60%を超えた場合は、十分な曲げ加工性を得ることができなくなる場合がある。

【実施例】

【0054】

以下、実施例を挙げて本発明をより具体的に説明するが、本発明はもとより下記実施例によって制限を受けるものではなく、本発明の趣旨に適合し得る範囲で適宜変更を加えて実施することも可能であり、それらは何れも本発明の技術的範囲に含まれる。

【0055】

以下、本発明の実施例について説明する。表1および表2に示す種々の化学成分組成のCu—Ni—Si—Zn—Sn系銅合金の銅合金薄板を、表1および表2に示す種々の条件で製造し、平均結晶粒径や集合組織などの板組織、強度や導電率、曲げ加工性、耐応力緩和特性などの板特性を各々調査して評価した。それらの結果を表3～表6に示す。

【0056】

具体的な銅合金板の製造方法は、クリプトル炉において、大気中、木炭被覆下で溶解し、鑄鉄製ブックモールドに鑄造し、表1および表2に記載する化学組成を有する厚さ50mmの鑄塊を得た。そして、その鑄塊の表面を面削した後、950℃の温度で、厚さが30～6mmになるまで熱間圧延し、750℃以上の温度から、空冷により600～300℃に冷却し、600～300℃に加熱したバッチ焼鈍炉を用いて1分～120分保持した後、水中で急冷した。次に、酸化スケールを除去した後、冷間圧延を行い、厚さが0．20～0．33mmの板を得た。

【0057】

次いで、昇温速度が0．03～0．05℃/sのバッチ炉、および昇温速度が10～50℃/sの塩浴炉、または通電加熱機を使用し、表1および表2に記載する種々の条件で、溶体化処理を行い、その後、水冷を行った。

【0058】

これら溶体化処理（焼鈍）後の試料について、時効処理—最終冷間圧延、或いは、最終冷間圧延—時効処理という工程を経て、厚さが0．15mmの冷延板とした。この冷延板に対し、塩浴炉において、480℃×30sの低温焼鈍処理を施して最終の銅合金板を得た。

【0059】

（組織）

平均結晶粒径、本発明で規定する各面積率：

得られた各銅合金薄板から組織観察片を採取し、上述した要領で、平均結晶粒径および本発明で規定する各面積率を、電界放出型走査電子顕微鏡に後方散乱電子回折像システムを搭載した結晶方位解析法により測定した。具体的には、銅合金薄板の圧延面表面を機械研磨し、更に、バフ研磨に次いで電解研磨して、表面を調整した試料を準備した。その後、日本電子社製F E S E M（J E O L J S M 5410）を用いて、E B S Pによる結晶方位測定並びに結晶粒径測定を行った。測定領域は300μm×300μmの領域であ

10

20

30

40

50

り、測定ステップ間隔を $0.5 \mu\text{m}$ とした。

【0060】

測定領域は $300 \mu\text{m} \times 300 \mu\text{m}$ の領域であり、測定ステップ間隔を $0.5 \mu\text{m}$ とした。測定面は板厚の $1/4 t$ 部と $1/2 t$ 部の夫々3箇所ずつとし、計6点の平均から本発明で規定する各面積率を算出した。

【0061】

引張試験：

引張試験は、試験片の長手方向を圧延方向とした J I S 1 3 号 B 試験片を用いて、5 8 8 2 型インストロン社製万能試験機により、室温、試験速度 10.0 mm/min 、 $GL = 50 \text{ mm}$ の条件で実施し、 0.2% 耐力 (MPa) を測定した。尚、この引張試験では

10

【0062】

導電率：

導電率は、試験片の長手方向を圧延方向として、ミーリングにより、幅 $10 \text{ mm} \times$ 長さ 300 mm の短冊状の試験片を加工し、ダブルブリッジ式抵抗測定装置により電気抵抗を測定して、平均断面積法により算出した。尚、この測定でも、同一条件の試験片を3本測定し、それらの平均値を採用した。

【0063】

曲げ加工性：

銅合金板試料の曲げ試験は、以下の方法により実施した。銅合金板試料より幅 10 mm 、長さ 30 mm の板材を切出し、 1000 kgf (約 9800 N) の荷重をかけて曲げ半径 0.15 mm で、Good Way (曲げ軸が圧延方向に直角) に 90° 曲げを行った。その後、 1000 kgf (約 9800 N) の荷重をかけて 180° 密着曲げを実施し、曲げ部における割れの発生の有無を、50 倍の光学顕微鏡で目視観察した。その際に、割れの評価は日本伸銅協会技術標準 J B M A - T 3 0 7 に記載の A ~ E により評価した。

20

【0064】

耐力緩和特性：

耐力緩和特性 (応力緩和率) は、銅合金板試料より試験片を採取し、図 1 および図 2 に示す片持ち梁方式を用いて測定した。具体的には、まず、銅合金板試料より、長さ方向が板材の圧延方向に対して直角方向になるようにして幅 10 mm の短冊状試験片 1 を切り出した。続いて、その短冊状試験片 1 の一端を剛体試験台 2 に固定した後、その短冊状試験片 1 のスパン長 L の部位に、図 1 に示すように、 $d (= 10 \text{ mm})$ の大きさのたわみ量を与えた。尚、前記スパン長 L は、材料耐力の 80% に相当する表面応力が材料に負荷されるようにして決定する。この状態で、オープン中に短冊状試験片 1 を 180°C にて 24 時間保持した後に取り出し、たわみ量 d を取り去ったときの永久歪み δ (図 2 に示す) を測定し、 $RS = (\delta / d) \times 100$ という計算式から応力緩和率 (RS : %) を求めた。

30

【0065】

以上の各試験の結果、引張試験での圧延直角方向 (T. D. 方向) の 0.2% 耐力 (Y P) が 650 MPa 以上、導電率が $30\% \text{ IACS}$ 以上、曲げ試験での評価が A ~ B、耐力緩和率が 20% 以下のもの、或いは、引張試験での圧延直角方向 (T. D. 方向) の 0.2% 耐力 (Y P) が 700 MPa 以上、導電率が $30\% \text{ IACS}$ 以上、曲げ試験での評価が A ~ C、耐力緩和率が 20% 以下のものを、本発明の高強度、高導電性、優れた曲げ加工性、優れた耐力緩和特性を兼ね備えた銅合金であると評価する。

40

【0066】

【表 1】

試料No.	化学組成(質量%)					熱間圧延 保持温度 ℃		溶体化処理			時効 ℃	最終冷延 %
	Ni	Si	Zn	Sn	Fe,Mg,Co,Cr,Zr	保持温度 ℃	保持時間 分	温度 (℃)	昇温速度 ℃/s	降温速度 ℃/s		
1	3.2	0.7	—	0.20	—	500	120	840	0.03	100	450	45
2	3.5	0.8	—	0.20	—	500	120	860	0.03	100	450	35
3	3.2	0.7	1.0	—	—	500	120	840	0.03	100	450	55
4	3.5	0.8	0.5	0.20	—	500	120	870	0.03	100	450	30
5	1.8	0.4	1.0	0.20	—	500	15	780	0.03	100	450	55
6	3.5	0.7	—	—	—	600	120	820	0.03	100	450	45
7	2.5	0.6	1.0	0.20	—	400	120	820	0.03	100	450	55
8	2.5	0.6	1.0	0.20	—	500	120	820	0.05	100	450	45
9	2.5	0.6	1.0	0.20	—	500	120	780	0.03	100	450	50
10	2.5	0.6	1.0	0.20	—	500	120	870	0.03	100	450	35
11	2.5	0.6	1.0	0.20	—	500	120	820	0.10	100	450	40
12	2.5	0.6	1.0	0.20	Co:0.3	500	120	830	0.03	100	450	40
13	2.5	0.6	1.0	0.20	Zr:0.1	500	120	830	0.03	100	450	40
14	2.7	0.6	1.0	0.20	Mg:0.1	500	120	820	0.03	100	450	55
15	2.5	0.7	—	1.00	Fe:0.3	500	120	820	0.03	100	450	45
16	2.5	0.7	—	0.20	Cr:0.3	500	120	820	0.03	100	450	45
17	2.5	0.6	—	0.20	Ti:0.1	500	120	860	0.03	100	450	45
18	2.5	0.6	—	0.20	Mn:0.2	500	120	840	0.03	100	450	45
19	4.2	1.0	1.0	0.20	—	500	120	880	0.03	100	450	45
20	0.8	0.2	1.0	0.20	—	500	120	750	0.03	100	450	45
21	3.2	1.4	1.0	0.20	—	500	120	860	0.03	100	450	45
22	2.7	0.2	1.0	1.10	—	500	120	800	0.03	100	450	45
23	2.0	0.4	1.0	3.50	—	500	120	780	0.03	100	450	45
24	2.5	0.6	—	0.20	—	700	120	820	0.03	100	450	45
25	2.5	0.6	—	0.20	—	なし	なし	820	0.03	100	450	45
26	2.5	0.6	—	0.20	—	300	120	820	0.03	100	450	45
27	2.5	0.6	—	0.20	—	500	1	820	0.03	100	450	45
28	2.5	0.6	—	0.20	—	500	120	920	0.03	100	450	45
29	2.5	0.6	—	0.20	—	500	120	740	0.03	100	450	45
30	2.5	0.6	—	0.20	—	500	120	820	10	100	450	45
31	2.5	0.6	—	0.20	—	なし	なし	820	10	100	450	45

【0067】

10

20

30

40

【表 2】

試料No.		平均結晶 粒径D μm	平均結晶粒径の2倍以上の 粒径を持つ結晶粒の面積率 (%)	平均結晶粒径の2倍以上の粒径を 持つ結晶粒におけるCube方位面積 率(%)
実施例	1	8	9	79
	2	12	9	80
	3	10	7	91
	4	16	10	86
	5	13	6	57
	6	24	11	67
	7	16	7	84
	8	18	8	76
	9	6	5	68
	10	28	10	88
	11	20	4	64
	12	16	8	72
	13	18	5	75
	14	19	6	64
	15	16	7	68
	16	13	8	79
	17	16	9	84
	18	17	7	86
比較例	19	12	8	87
	20	17	1	6
	21	16	9	86
	22	21	2	15
	23	15	4	24
	24	14	4	10
	25	17	2	15
	26	16	3	16
	27	36	4	33
	28	58	4	80
	29	4	5	58
	30	20	2	43
	31	36	1	5

【0068】

【表 3】

試料No.		最終特性						
		引張強度MPa(T.S.)		耐力MPa(Y.P)		導電率 %IACS	密着曲げ 評価	耐力緩和 特性(%)
		L.D.	T.D.	L.D.	T.D.			
実施例	1	774	762	750	731	41	C	14
	2	783	752	766	726	38	C	12
	3	765	748	755	732	41	C	18
	4	775	744	761	716	38	C	10
	5	705	688	661	652	40	B	15
	6	761	731	744	721	44	C	13
	7	755	738	749	731	39	C	15
	8	746	736	739	721	40	C	14
	9	721	715	719	702	40	C	18
	10	742	718	735	708	39	C	13
	11	736	709	722	704	39	C	18
	12	749	736	741	722	43	C	19
	13	733	719	725	708	41	C	18
	14	739	731	729	716	40	C	11
	15	743	725	731	718	41	C	14
	16	761	744	751	733	44	C	14
	17	768	751	756	737	35	C	14
	18	746	733	724	716	40	C	14
比較例	19	826	816	814	798	37	D	16
	20	520	498	489	477	49	A	16
	21	797	775	781	756	33	D	15
	22	651	629	618	608	42	A	14
	23	788	764	774	755	19	E	12
	24	738	721	736	717	41	E	15
	25	745	732	738	724	38	D	14
	26	741	728	736	722	38	D	15
	27	748	736	733	726	40	D	7
	28	725	714	715	700	40	E	6
	29	681	665	656	638	40	B	21
	30	756	742	747	736	38	E	14
	31	748	736	733	726	40	D	7

【0069】

表1および表2に示すように、実施例（発明例）である試料No. 1～18は、化学成分組成、平均結晶粒径、平均結晶粒径の2倍以上の結晶粒径を有する結晶粒が占める面積率、平均結晶粒径の2倍以上の結晶粒径を有する結晶粒が占める面積のうちCube方位粒が占める面積率が、各々規定の範囲内に制御されている。

【0070】

その結果、試料No. 1～4, 6～18は、引張試験での圧延直角方向（T. D. 方向）の0.2%耐力（YP）が700MPa以上、導電率が30%IACS以上、曲げ試験での評価がA～C、応力緩和率が20%以下という、本発明の銅合金に関する要件を満足する結果となった。

【0071】

また、試料No. 5は、引張試験での圧延直角方向（T. D. 方向）の0.2%耐力（YP）が650MPa以上、導電率が30%IACS以上、曲げ試験での評価がA～B、応力緩和率が20%以下という、本発明の銅合金に関する要件を満足する結果となった。

【0072】

一方、比較例である試料No. 19～23は、何れかの元素の含有量が本発明で規定する範囲を満たしていない。また、試料No. 24～31では、平均結晶粒径、平均結晶粒

径の2倍以上の結晶粒径を有する結晶粒が占める面積率、平均結晶粒径の2倍以上の結晶粒径を有する結晶粒が占める面積のうちCube方位粒が占める面積率の何れか1つ以上を、本発明で規定する範囲内に制御することができなかった。

【0073】

その結果、これら比較例では、表3に示すように、引張試験での圧延直角方向（T．D．方向）の0．2％耐力（Y P）が650MPa以上、導電率が30％IACS以上、曲げ試験での評価がA～B、応力緩和率が20％以下、或いは、引張試験での圧延直角方向（T．D．方向）の0．2％耐力（Y P）が700MPa以上、導電率が30％IACS以上、曲げ試験での評価がA～C、応力緩和率が20％以下という要件を、少なくとも1項目で満足できないという結果となった。

10

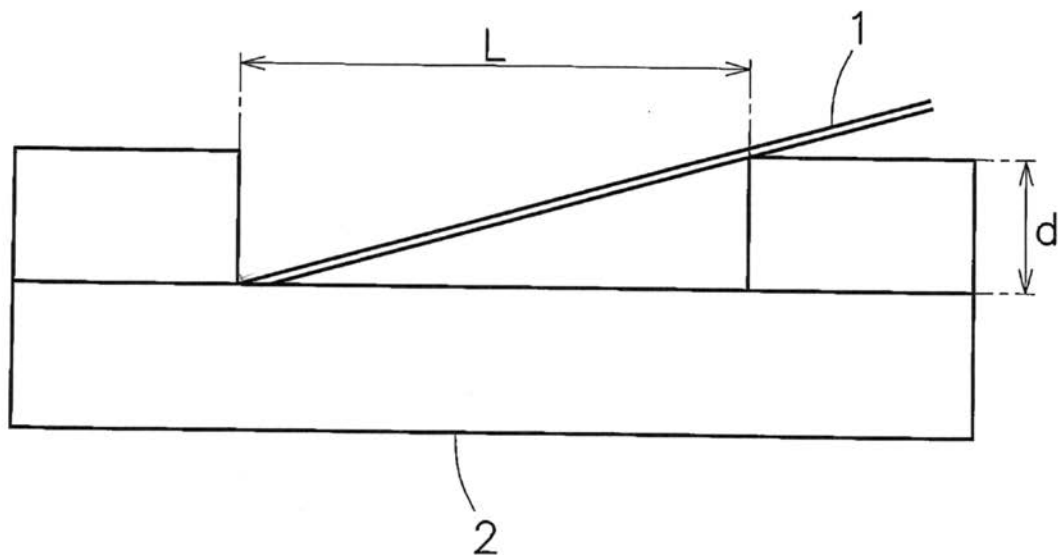
【符号の説明】

【0074】

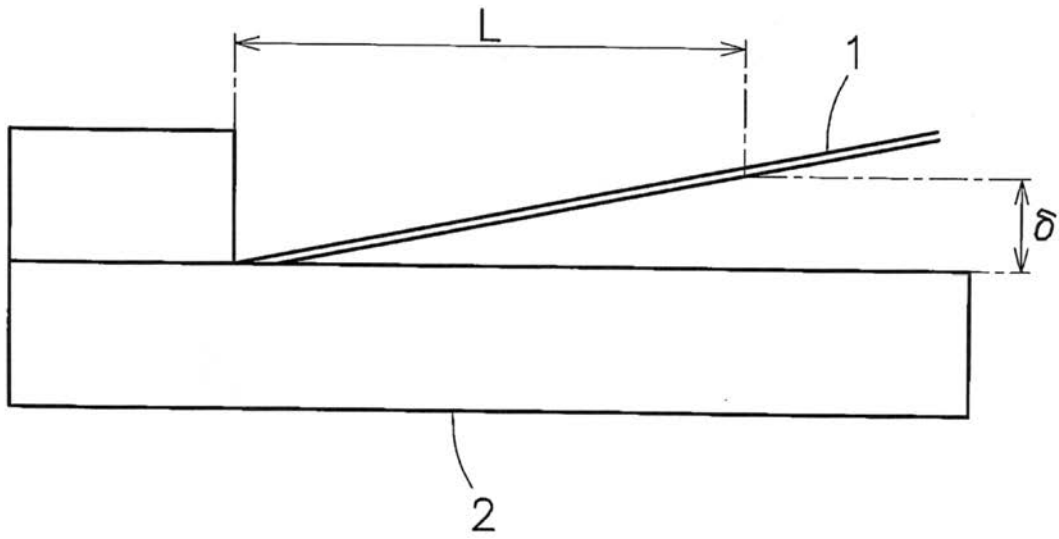
1…短冊状試験片

2…剛体試験台

【図1】



【図 2】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I		テーマコード (参考)
H 0 1 B	1/02	(2006.01)	H 0 1 B	1/02	A
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	1/00	6 2 3
			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 2
			C 2 2 F	1/00	6 0 2
			C 2 2 F	1/00	6 3 0 K
			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
			C 2 2 F	1/00	6 9 1 A
			C 2 2 F	1/00	6 9 2 A
			C 2 2 F	1/00	6 9 4 A

(74)代理人 100104226

弁理士 須原 誠

(72)発明者 穴戸 久郎

兵庫県神戸市西区高塚台 1 丁目 5 番 5 号 株式会社神戸製鋼所神戸総合技術研究所内

(72)発明者 桂 進也

山口県下関市長府港町 1 4 番 1 号 株式会社神戸製鋼所長府製造所内

(72)発明者 有賀 康博

兵庫県神戸市西区高塚台 1 丁目 5 番 5 号 株式会社神戸製鋼所神戸総合技術研究所内

(72)発明者 松本 克史

兵庫県神戸市西区高塚台 1 丁目 5 番 5 号 株式会社神戸製鋼所神戸総合技術研究所内

F ターム(参考) 5G301 AA08 AA14 AA19 AA20 AA23 AB02 AB05 AD03 AD05