

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B1)

(11) 特許番号

特許第5427971号  
(P5427971)

(45) 発行日 平成26年2月26日(2014.2.26)

(24) 登録日 平成25年12月6日(2013.12.6)

(51) Int. Cl.			F I		
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	9/05	(2006.01)	C 2 2 C	9/05	
C 2 2 C	9/06	(2006.01)	C 2 2 C	9/06	

請求項の数 7 (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2013-85037(P2013-85037)  
 (22) 出願日 平成25年4月15日(2013.4.15)  
 審査請求日 平成25年5月31日(2013.5.31)  
 (31) 優先権主張番号 特願2013-62806(P2013-62806)  
 (32) 優先日 平成25年3月25日(2013.3.25)  
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 502362758  
 J X 日鉱日石金属株式会社  
 東京都千代田区大手町二丁目6番3号  
 (74) 代理人 110000523  
 アクシス国際特許業務法人  
 (72) 発明者 波多野 隆紹  
 神奈川県高座郡寒川町倉見3番地 J X 日  
 鉱日石金属株式会社倉見工場内

審査官 藤代 佳

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 導電性及び曲げたわみ係数に優れる銅合金板

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ZrおよびTiのうち一種または二種を合計で0.01~0.50質量%含有し、残部が銅及び不可避免的不純物からなり、350MPa以上の引張強さを有し、次式で与えられるA値が0.5以上であることを特徴とする銅合金板。

$$A = 2 X_{(111)} + X_{(220)} - X_{(200)}$$

$$X_{(hkl)} = I_{(hkl)} / I_{0(hkl)}$$

(ただし、 $I_{(hkl)}$  および  $I_{0(hkl)}$  はそれぞれX線回折法を用い圧延面および銅粉に対し求めた(hkl)面の回折積分強度である。)

【請求項2】

ZrおよびTiのうち一種または二種を合計で0.01~0.50質量%含有し、さらにAg、Fe、Co、Ni、Mn、Zn、Si、SnおよびBのうち一種以上を1.0質量%以下含有し、残部が銅及び不可避免的不純物からなり、350MPa以上の引張強さを有し、次式で与えられるA値が0.5以上であることを特徴とする銅合金板。

$$A = 2 X_{(111)} + X_{(220)} - X_{(200)}$$

$$X_{(hkl)} = I_{(hkl)} / I_{0(hkl)}$$

(ただし、 $I_{(hkl)}$  および  $I_{0(hkl)}$  はそれぞれX線回折法を用い圧延面および銅粉に対し求めた(hkl)面の回折積分強度である。)

【請求項3】

250 で30分加熱した時の圧延方向の熱伸縮率が80ppm以下に調整されたこと

を特徴とする、請求項 1 または 2 に記載の銅合金板。

【請求項 4】

導電率が 70% IACS 以上であり、板幅方向の曲げたわみ係数が 115 GPa 以上であることを特徴とする、請求項 1 または 2 に記載の銅合金板。

【請求項 5】

導電率が 70% IACS 以上、板幅方向の曲げたわみ係数が 115 GPa 以上、150 で 1000 時間保持後の板幅方向の応力緩和率が 15% 以下であることを特徴とする、請求項 3 に記載の銅合金板。

【請求項 6】

請求項 1 ~ 5 の何れか 1 項に記載の銅合金板を用いた大電流用電子部品。

10

【請求項 7】

請求項 1 ~ 5 の何れか 1 項に記載の銅合金板を用いた放熱用電子部品。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は銅合金板及び通電用又は放熱用電子部品に関し、特に、電機・電子機器、自動車等に搭載される端子、コネクタ、リレー、スイッチ、ソケット、バスバー、リードフレーム、放熱板等の電子部品の素材として使用される銅合金板、及び該銅合金板を用いた電子部品に関する。中でも、電気自動車、ハイブリッド自動車等で用いられる大電流用コネクタや端子等の大電流用電子部品の用途、又はスマートフォンやタブレット PC で用いられる液晶フレーム等の放熱用電子部品の用途に好適な銅合金板及び該銅合金板を用いた電子部品に関するものである。

20

【背景技術】

【0002】

電機・電子機器、自動車等には、端子、コネクタ、スイッチ、ソケット、リレー、バスバー、リードフレーム、放熱板等の電気又は熱を伝えるための部品が組み込まれており、これら部品には銅合金が用いられている。ここで、電気伝導性と熱伝導性は比例関係にある。

【0003】

近年、電子部品の小型化に伴い、曲げたわみ係数を高めることが求められている。コネクタ等が小型化すると、板ばねの変位を大きくとることが難しくなる。このため、小さな変位で高い接触力を得ることが必要になり、より高い曲げたわみ係数が求められるのである。

30

【0004】

また、曲げたわみ係数が高いと曲げ加工の際のスプリングバックが小さくなり、プレス成型加工が容易になる。厚肉材が使用される大電流コネクタ等では、特にこのメリットは大きい。

【0005】

さらに、スマートフォンやタブレット PC の液晶には、液晶フレームと呼ばれる放熱部品が用いられているが、このような放熱用途の銅合金板においても、より高い曲げたわみ係数が求められる。曲げたわみ係数を高めると外力が加わった際の放熱板の変形が軽減され、放熱板周りに配置される液晶部品、IC チップ等に対する保護性が改善されるためである。

40

【0006】

ここで、コネクタ等の板ばね部は、通常、その長手方向が圧延方向と直交する方向（曲げ変形の際の曲げ軸が圧延方向と平行）に採取される。以下、この方向を板幅方向（TD）と称する。したがって、曲げたわみ係数の上昇は、TD において特に重要である。

【0007】

一方、電子部品の小型化に伴い、通電部における銅合金の断面積が小さくなる傾向にある。断面積が小さくなると、通電した際の銅合金からの発熱が増大する。また、成長著し

50

い電気自動車やハイブリッド電気自動車で用いられる電子部品には、バッテリー部のコネクタ等の著しく高い電流が流される部品があり、通電時の銅合金の発熱が問題になっている。発熱が過大になると、銅合金は高温環境に晒されることになる。

【0008】

コネクタ等の電子部品の電気接点では、銅合金板にたわみを与えられ、このたわみで発生する応力により、接点での接触力を得ている。たわみを与えた銅合金板を高温下に長時間保持すると、応力緩和現象により、応力すなわち接触力が低下し、接触電気抵抗の増大を招く。この問題に対処するため銅合金には、発熱量が減ずるよう導電性により優れることが求められ、また発熱しても接触力が低下しないよう応力緩和特性により優れることも求められている。同様に放熱用途の銅合金板においても、外力による放熱板のクリープ変形を抑制する点から、応力緩和特性に優れることが望まれている。

10

【0009】

CuにZrやTiを添加すると応力緩和特性が向上することが知られている(例えば、特許文献1、2参照)。導電率が高く比較的高い強度と良好な応力緩和特性を有する材料としては、例えばC15100(0.1質量%Zr-残Cu)、C15150(0.02質量%Zr-残Cu)、C18140(0.1質量%Zr-0.3質量%Cr-0.02質量%Si-残Cu)、C18145(0.1質量%Zr-0.2質量%Cr-0.2質量%Zn-残Cu)、C18070(0.1質量%Ti-0.3質量%Cr-0.02質量%Si-残Cu)、C18080(0.06質量%Ti-0.5質量%Cr-0.1質量%Ag-0.08質量%Fe-0.06質量%Si-残Cu)等の合金が、CDA

20

。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0010】

【特許文献1】特開2012-180593号公報

【特許文献2】特開2011-117055号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

30

しかしながら、CuにZrまたはTiを添加した銅合金(以下、Cu-Zr-Ti系合金とする)は、高い導電率と強度を有するものの、そのTDの曲げたわみ係数は大電流を流す部品の用途又は大熱量を放散する部品の用途として満足できるレベルではなかった。また、従来Cu-Zr-Ti合金は比較的良好な応力緩和特性を有するものの、その応力緩和特性のレベルは大電流を流す部品の用途又は大熱量を放散する部品の用途として必ずしも十分とはいえなかった。特に、高い曲げたわみ係数と優れた応力緩和特性を兼ね備えたCu-Zr-Ti系合金は、これまでに報告されていなかった。

【0012】

例えば特許文献1では、Cu-Zr-Ti系合金において、(111)面の法線がTDと成す角度が20度以下である結晶の面積率を50%以上に調整することにより、TDの曲げたわみ係数を改善している。しかし、その実施例によれば、この手法で曲げたわみ係数を改善した合金の150で1000時間保持後の応力緩和率は16.9~47.2%と十分といえないレベルである。さらに、上記結晶方位制御のために、通常の熱間圧延の後、第二種高温圧延と称する特殊な工程を付加しており、これは製造コストの著しい増大を招く。

40

【0013】

また、特許文献2が開示する銅合金板は、0.05~0.3質量%のZrを添加するとともに、Mg、Ti、Zn、Ga、Y、Nb、Mo、Ag、In、Snの中の一つ以上を0.01~0.3質量%添加し、さらに中間焼鈍後の結晶粒径を20~100 $\mu$ mに調整することにより、応力緩和特性を改善したものであるが、実施例における150で10

50

00時間保持後の応力緩和率は17.2~18.6%であり、十分に改善されているとはいえない。なお、当該発明では曲げたわみ係数の改善は検討されていない。

【0014】

そこで、本発明は、高強度、高導電性、高い曲げたわみ係数および優れた応力緩和特性を兼ね備えた銅合金板及び大電流用途又は放熱用途に好適な電子部品を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0015】

本発明者は鋭意検討を重ねた結果、Cu-Zr-Ti系合金板について、圧延面に配向する結晶粒の方位がTDの曲げたわみ係数に影響を及ぼすことを見出した。具体的には、10

【0016】

そして、実験的検討を経て、該曲げたわみ係数の指標となる結晶方位指数を発明し、この指数を制御することにより該曲げたわみ係数の改善を成し得た。さらに、上記結晶方位制御に加え、熱伸縮率を適正範囲に調整することにより応力緩和特性が著しく向上することをも見出した。

【0017】

以上の知見を基礎として完成した本発明は一側面において、ZrおよびTiのうち20

$$A = 2 X_{(111)} + X_{(220)} - X_{(200)}$$

$$X_{(hkl)} = I_{(hkl)} / I_{0(hkl)}$$

ただし、 $I_{(hkl)}$ および $I_{0(hkl)}$ はそれぞれX線回折法を用い圧延面および銅粉に対し求めた(hkl)面の回折積分強度である。

【0018】

本発明は別の側面において、ZrおよびTiのうち30

$$A = 2 X_{(111)} + X_{(220)} - X_{(200)}$$

$$X_{(hkl)} = I_{(hkl)} / I_{0(hkl)}$$

ただし、 $I_{(hkl)}$ および $I_{0(hkl)}$ はそれぞれX線回折法を用い圧延面および銅粉に対し求めた(hkl)面の回折積分強度である。

【0019】

本発明に係る銅合金板は一実施態様において、250で30分加熱した時の圧延方向の熱伸縮率が80ppm以下に調整されている。

【0020】

本発明に係る銅合金板は別の側面において、導電率が70%IACS以上であり、板幅方向の曲げたわみ係数が115GPa以上である。40

【0021】

本発明に係る銅合金板は別の側面において、導電率が70%IACS以上、板幅方向の曲げたわみ係数が115GPa以上、150で1000時間保持後の板幅方向の応力緩和率が15%以下である。

【0022】

本発明は別の側面において、上記銅合金板を用いた大電流用電子部品である。

【0023】

本発明は別の側面において、上記銅合金板を用いた放熱用電子部品である。50

## 【発明の効果】

## 【0024】

本発明によれば、高強度、高導電性、高い曲げたわみ係数および優れた応力緩和特性を兼ね備えた銅合金板及び大電流用途又は放熱用途に好適な電子部品を提供することが可能である。この銅合金板は、端子、コネクタ、スイッチ、ソケット、リレー、バスバー、リードフレーム等の電子部品の素材として好適に使用することができ、特に大電流を通電する電子部品の素材又は大熱量を放散する電子部品の素材として有用である。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0025】

【図1】熱伸縮率測定用の試験片を説明する図である。

10

【図2】応力緩和率の測定原理を説明する図である。

【図3】応力緩和率の測定原理を説明する図である。

## 【発明を実施するための形態】

## 【0026】

以下、本発明について説明する。

## (目標特性)

本発明の実施の形態に係るCu-Zr-Ti系合金板は、70% IACS以上の導電率を有し、且つ350MPa以上の引張強さを有する。導電率が70% IACS以上であれば、通電時の発熱量が純銅と同等といえる。また、引張強さが350MPa以上であれば、大電流を通電する部品の素材又は大熱量を放散する部品の素材として必要な強度を有しているといえる。

20

## 【0027】

本発明の実施の形態に係るCu-Zr-Ti系合金板のTDの曲げたわみ係数は115GPa以上、より好ましくは120GPa以上である。ばねたわみ係数とは、片持ち梁に弾性限界を超えない範囲で荷重をかけ、その時のたわみ量から算出される値である。弾性係数の指標としては引張試験により求めるヤング率もあるが、ばねたわみ係数の方がコネクタ等の板ばね接点における接触力とより良好な相関を示す。従来のCu-Zr-Ti系合金板の曲げたわみ係数は110GPa程度であり、これを115GPa以上に調整することで、コネクタ等に加工した後に明らかに接触力が向上し、また、放熱板等に加工した後に外力に対して明らかに弾性変形しにくくなる。

30

## 【0028】

本発明の実施の形態に係るCu-Zr-Ti系合金板の応力緩和特性については、TDに0.2%耐力の80%の応力を付加し150で1000時間保持した時の応力緩和率(以下、単に応力緩和率と記す)が15%以下であり、より好ましくは10%以下である。従来のCu-Zr-Ti系合金板の応力緩和率は25~35%程度であり、これを15%以下にすることで、コネクタに加工した後に大電流を通電しても接触力低下に伴う接触電気抵抗の増加が生じ難くなり、また、放熱板に加工した後に熱と外力が同時に加わってもクリープ変形が生じ難くなる。

## 【0029】

## (合金成分濃度)

本発明の実施の形態に係るCu-Zr-Ti系合金板は、Zr及びTiのうちの一つ又は二種を合計で0.01~0.50質量%、より好ましくは0.02~0.20質量%含有する。Zr及びTiのうちの一つ又は二種の合計が0.01質量%未満になると、350MPa以上の引張強さおよび15%以下の応力緩和率を得ることが難しくなる。Zr及びTiのうちの一つ又は二種の合計が0.5質量%を超えると、熱間圧延割れ等により合金の製造が困難になる。Zrを添加する場合にはその添加量を0.01~0.45質量%に調整することが好ましく、Tiを添加する場合にはその添加量を0.01~0.20質量%に調整することが好ましい。添加量が下限値を下回ると応力緩和特性の改善効果が得られにくく、添加量が上限値を超えると導電率や製造性の悪化を招くことがある。

40

## 【0030】

50

Cu-Zr-Ti系合金には、強度や耐熱性を改善するために、Ag、Fe、Co、Ni、Mn、Zn、Si、SnおよびBのうち的一种以上を含有させることができる。ただし、添加量が多すぎると、導電率が低下して70% IACSを下回ったり、合金の製造性が悪化したりする場合があるので、添加量は総量で1.0質量%以下、より好ましくは0.5質量%以下とする。また、添加による効果を得るためには、添加量を総量で0.001質量%以上にすることが好ましい。

#### 【0031】

(圧延面の結晶方位)

次式で与えられる結晶方位指数A(以下、単にA値と記す)を0.5以上、より好ましくは1.0以上に調整する。ここで、 $I_{(hkl)}$ および $I_{0(hkl)}$ はそれぞれX線回折法を用い圧延面および銅粉に対し求めた(hkl)面の回折積分強度である。

$$A = 2 X_{(111)} + X_{(220)} - X_{(200)}$$

$$X_{(hkl)} = I_{(hkl)} / I_{0(hkl)}$$

A値を0.5以上に調整すると、曲げたわみ係数が115GPa以上になり、同時に応力緩和特性も向上する。A値の上限値については、曲げたわみ係数および応力緩和特性改善の点からは制限されないものの、A値は典型的には10.0以下の値をとる。

#### 【0032】

(熱伸縮率)

銅合金板に熱を加えると、極微小な寸法変化が生じる。本発明ではこの寸法変化の割合を「熱伸縮率」と称する。本発明者は、A値を制御したCu-Zr-Ti系銅合金板につき、熱伸縮率を調整することにより、応力緩和率を著しく改善できることを見出した。

本発明では、熱伸縮率として、250で30分加熱した時の圧延方向の寸法変化率を用いる。この熱伸縮率の絶対値(以下、単に熱伸縮率と記す)を80ppm以下に調整することが好ましく、50ppm以下に調整することがさらに好ましい。熱伸縮率の下限値については、銅合金板の特性の点からは制限されないが、熱伸縮率が1ppm以下になることは少ない。A値を0.5以上に調整することに加え、熱伸縮率を80ppm以下に調整することにより、応力緩和率が15%以下となる。

#### 【0033】

(厚み)

製品の厚みは0.1~2.0mmであることが好ましい。厚みが薄すぎると、通電部断面積が小さくなり通電時の発熱が増加するため大電流を流すコネクタ等の素材として不適であり、また、わずかな外力で変形するようになるため放熱板等の素材としても不適である。一方で、厚みが厚すぎると、曲げ加工が困難になる。このような観点から、より好ましい厚みは0.2~1.5mmである。厚みが上記範囲となることにより、通電時の発熱を抑えつつ、曲げ加工性を良好なものとすることができる。

#### 【0034】

(用途)

本発明の実施の形態に係る銅合金板は、電機・電子機器、自動車等で用いられる端子、コネクタ、リレー、スイッチ、ソケット、バスバー、リードフレーム等の電子部品の用途に好適に使用することができ、特に、電気自動車、ハイブリッド自動車等で用いられる大電流用コネクタや端子等の大電流用電子部品の用途、又はスマートフォンやタブレットPCで用いられる液晶フレーム等の放熱用電子部品の用途に有用である。

#### 【0035】

(製造方法)

純銅原料として電気銅等を溶解し、カーボン脱酸等により酸素濃度を低減した後、Zr及びTiのうち的一种又は二種と、必要に応じて他の合金元素を添加し、厚み30~300mm程度のインゴットに鑄造する。このインゴットを熱間圧延により厚み3~30mm程度の板とした後、冷間圧延と再結晶焼鈍とを繰り返し、最終の冷間圧延で所定の製品厚みに仕上げ、最後に歪取り焼鈍を施す。

A値を0.5以上に調整する方法は特定の方法に限定されないが、例えば熱間圧延条件

10

20

30

40

50

の制御により可能となる。

本発明の熱間圧延では、850～1000 に加熱したインゴットを一对の圧延ロール間に繰り返し通過させ、目標の板厚に仕上げてゆく。A値には1パスあたりの加工度が影響を及ぼす。ここで、1パスあたりの加工度R(%)とは、圧延ロールを1回通過したときの板厚減少率であり、 $R = (T_0 - T) / T_0 \times 100$  ( $T_0$ : 圧延ロール通過前の厚み、 $T$ : 圧延ロール通過後の厚み) で与えられる。

このRについて、全パスのうちの最大値(Rmax)を25%以下にし、全パスの平均値(Rave)を20%以下にすることが好ましい。これら両条件を満足することで、A値が0.5以上になる。より好ましくはRaveを19%以下とする。

【0036】

再結晶焼鈍では、圧延組織の一部または全てを再結晶化させる。また、適当な条件で焼鈍することにより、Zr、Ti等が析出し、合金の導電率が上昇する。最終冷間圧延前の再結晶焼鈍では、銅合金板の平均結晶粒径を50μm以下に調整する。平均結晶粒径が大きすぎると、製品の引張強さを350MPa以上に調整することが難しくなる。

【0037】

最終冷間圧延前の再結晶焼鈍の条件は、目標とする焼鈍後の結晶粒径および目標とする製品の導電率に基づき決定する。具体的には、バッチ炉または連続焼鈍炉を用い、炉内温度を250～800 として焼鈍を行えばよい。バッチ炉では250～600 の炉内温度において30分から30時間の範囲で加熱時間を適宜調整すればよい。連続焼鈍炉では450～800 の炉内温度において5秒から10分の範囲で加熱時間を適宜調整すればよい。一般的にはより低温でより長時間の条件で焼鈍を行うと、同じ結晶粒径でより高い導電率が得られる。

【0038】

最終冷間圧延では、一对の圧延ロール間に材料を繰り返し通過させ、目標の板厚に仕上げていく。最終冷間圧延の加工度は25～99%とするのが好ましい。ここで加工度r(%)は、 $r = (t_0 - t) / t_0 \times 100$  ( $t_0$ : 圧延前の板厚、 $t$ : 圧延後の板厚) で与えられる。rが小さすぎると、引張強さを350MPa以上に調整することが難しくなる。rが大きすぎると、圧延材のエッジが割れることがある。

【0039】

前記熱間圧延条件制御によるA値の調整に加え、製品の熱伸縮率を80ppm以下に調整することにより、応力緩和率が15%以下となる。熱伸縮率を80ppm以下に調整する方法は、特定の方法に限定されないが、例えば最終圧延後に適切な条件で歪取焼鈍を行うことにより可能となる。

【0040】

すなわち、歪取焼鈍後の引張強さを歪取焼鈍前(最終圧延上がり)の引張強さに対し、10～100MPa低い値、好ましくは20～80MPa低い値に調整することにより、熱伸縮率が80ppm以下となる。引張強さの低下量が小さすぎると、熱伸縮率を80ppm以下に調整することが難しくなる。引張強さの低下量が大きすぎると製品の引張強さが350MPa未満になることがある。

【0041】

具体的には、バッチ炉を用いる場合には100～500 の炉内温度において30分から30時間の範囲で加熱時間を適宜調整することにより、また連続焼鈍炉を用いる場合には300～700 の炉内温度において5秒から10分の範囲で加熱時間を適宜調整することにより、引張強さの低下量を上記範囲に調整すればよい。

【実施例】

【0042】

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。

【0043】

10

20

30

40

50

溶銅に合金元素を添加した後、厚みが200mmのインゴットに鑄造した。インゴットを950で3時間加熱し、熱間圧延により厚み15mmの板にした。熱間圧延後の板表面の酸化スケールを研削、除去した後、焼鈍と冷間圧延を繰り返し、最終の冷間圧延で所定の製品厚みに仕上げた。最後に歪取焼鈍を行った。

【0044】

熱間圧延では、1パスあたりの加工度の最大値(Rmax)および平均値(Rave)を種々変化させた。

【0045】

最終冷間圧延前の焼鈍(最終再結晶焼鈍)は、バッチ炉を用い、加熱時間を5時間とし炉内温度を250~700の範囲で調整し、焼鈍後の結晶粒径と導電率を変化させた。

10

最終冷間圧延では、加工度(r)を種々変化させた。

歪取り焼鈍では、連続焼鈍炉を用い、炉内温度を500として加熱時間を1秒から10分の間で調整し、引張強さの低下量を種々変化させた。なお、一部の実施例では歪取り焼鈍を行わなかった。

【0046】

製造途中の材料および歪取焼鈍後の材料(製品)につき、次の測定を行った。

(成分)

歪取焼鈍後の材料の合金元素濃度をICP-質量分析法で分析した。

【0047】

(最終再結晶焼鈍後の平均結晶粒径)

20

圧延方向と直交する断面を機械研磨により鏡面に仕上げた後、エッチングにより結晶粒界を現出させた。この金属組織上において、JIS H 0501(1999年)の切断法に従い測定し、平均結晶粒径を求めた。

【0048】

(製品の結晶方位)

歪取焼鈍後の材料の圧延面に対し、厚み方向に(hkl)面のX線回折積分強度( $I_{(hkl)}$ )を測定した。また、銅粉末銅粉末(関東化学株式会社製、銅(粉末)、2N5、>99.5%、325mesh)に対しても、(hkl)面のX線回折積分強度( $I_{0(hkl)}$ )を測定した。X線回折装置には(株)リガク製RINT2500を使用し、Cu管球にて、管電圧25kV、管電流20mAで測定を行った。測定面((hkl))は(111)

30

(111)、(220)および(100)の三面とし、次式によりA値を算出した。

$$A = 2 X_{(111)} + X_{(220)} - X_{(200)}$$

$$X_{(hkl)} = I_{(hkl)} / I_{0(hkl)}$$

【0049】

(引張強さ)

最終冷間圧延後および歪取焼鈍後の材料につき、JIS Z 2241に規定する13B号試験片を引張方向が圧延方向と平行になるように採取し、JIS Z 2241に準拠して圧延方向と平行に引張試験を行い、引張強さを求めた。

【0050】

(熱伸縮率)

40

歪取焼鈍後の材料から、幅20mm、長さ210mmの短冊形状の試験片を、試験片の長手方向が圧延方向と平行になるように採取し、図1のように $L_0$ (=200mm)の間隔を空け二点の打痕を刻印した。その後、250で30分加熱し、加熱後の打痕間隔(L)を測定した。そして、熱伸縮率(ppm)として、 $(L - L_0) / L_0 \times 10^6$ の式で算出される値の絶対値を求めた。

【0051】

(導電率)

歪取焼鈍後の材料から、試験片の長手方向が圧延方向と平行になるように試験片を採取し、JIS H 0505に準拠し四端子法により20での導電率を測定した。

【0052】

50



(曲げたわみ係数)

T Dの曲げたわみ係数を日本伸銅協会(J A C B A)技術標準「銅及び銅合金板条の片持ち梁による曲げたわみ係数測定方法」に準じて測定した。

板厚 $t$ 、幅 $w (= 10 \text{ mm})$ の短冊形状の試験片を、試験片の長手方向が圧延方向と直交するように採取した。この試料の片端を固定し、固定端から $L (= 100 \text{ t})$ の位置に $P (= 0.15 \text{ N})$ の荷重を加え、このときのたわみ $d$ から、次式を用い曲げたわみ係数 $B$ を求めた。

$$B = 4 \cdot P \cdot (L / t)^3 / (w \cdot d)$$

【0053】

(応力緩和率)

10

歪取焼鈍後の材料から、幅 $10 \text{ mm}$ 、長さ $100 \text{ mm}$ の短冊形状の試験片を、試験片の長手方向が圧延方向と直交するように採取した。図2のように、 $l = 50 \text{ mm}$ の位置を作用点として、試験片に $y_0$ のたわみを与え、T Dの $0.2\%$ 耐力(J I S Z 2241に準拠して測定)の $80\%$ に相当する応力( $s$ )を負荷した。 $y_0$ は次式により求めた。

$$y_0 = (2/3) \cdot l^2 \cdot s / (E \cdot t)$$

ここで、 $E$ はT Dの曲げたわみ係数であり、 $t$ は試料の厚みである。 $150$ にて $1000$ 時間加熱後に除荷し、図3のように永久変形量(高さ) $y$ を測定し、応力緩和率 $\{ [y (\text{mm}) / y_0 (\text{mm})] \times 100 (\%) \}$ を算出した。

【0054】

表1に評価結果を示す。表1の最終再結晶焼鈍後の結晶粒径における「 $< 10 \mu\text{m}$ 」の表記は、圧延組織の全てが再結晶化しその平均結晶粒径が $10 \mu\text{m}$ 未満であった場合、および圧延組織の一部のみが再結晶化した場合の双方を含んでいる。

20

【0055】

また表2には、熱間圧延の各パスにおける材料の仕上げ厚みおよび1パスあたりの加工度として、表1の発明例1、発明例4、比較例1および比較例3のものを例示した。

【0056】

【表 1】

No.	製品厚み (mm)	成分(質量%)			熱間圧延条件		最終再結晶焼鈍条件 結晶粒径 ( $\mu\text{m}$ )	最終圧延条件 加工度, r (%)	歪取焼鈍条件 引張強さの低下 (MPa)	歪取焼鈍後(製品)				
		Zr	Ti	Zr+Ti	Ag, Fe, Co, Ni, Cr, Mn, Zn, Mg, Si, P, Sn, B	最大加工度, Rmax (%)				平均加工度, Rave (%)	熱伸縮率 (ppm)	結晶方位指数, A	引張強さ (MPa)	導電率 (%ACS)
発明例 1	1.2	0.10	-	0.10	-	19.6	16.9	20	85	40	411	92	132	5
発明例 2	1.2	0.10	-	0.10	-	21.2	18.3	20	85	33	419	93	138	6
発明例 3	1.2	0.11	-	0.11	-	23.5	18.5	20	85	15	437	93	121	13
発明例 4	1.2	0.10	-	0.10	-	24.4	19.4	20	85	29	422	93	119	9
発明例 5	0.25	-	0.05	0.05	-	19.2	17.3	10	70	23	401	81	128	8
発明例 6	0.25	-	0.06	0.06	-	22.5	19.0	10	70	22	400	82	121	6
発明例 7	0.25	-	0.07	0.07	-	20.6	18.3	10	70	22	399	81	125	10
発明例 8	0.4	0.10	-	0.10	0.19Cr	22.6	18.8	<10	95	65	547	81	126	4
参考例 9	0.4	0.10	-	0.10	0.30Cr, 0.02Si	21.8	18.4	<10	95	66	548	82	124	6
参考例 10	0.4	0.09	-	0.09	0.21Cr, 0.18Zn, 0.20Cr	21.8	19.9	<10	95	64	548	80	116	4
参考例 11	0.4	0.10	-	0.10	-	22.6	18.5	<10	80	37	388	82	124	5
発明例 12	0.6	0.01	-	0.01	-	21.5	18.5	10	60	29	359	97	128	8
発明例 13	0.6	0.02	-	0.02	-	21.8	18.1	10	60	30	369	96	125	9
発明例 14	0.6	0.03	-	0.03	-	21.5	18.4	10	60	28	379	95	126	8
発明例 15	0.8	0.19	0.01	0.20	-	19.6	16.9	10	50	24	370	84	134	5
発明例 16	0.8	0.20	0.01	0.21	-	20.3	17.2	30	50	23	352	85	130	4
参考例 17	0.25	-	0.06	0.06	0.50Cr, 0.06Si, 0.08Fe, 0.09Ag	20.9	18.3	10	70	28	492	79	124	9
参考例 18	0.15	-	0.10	0.10	0.31Cr, 0.02Si	21.4	18.4	<10	90	35	531	78	122	7
発明例 19	0.30	0.15	-	0.15	0.01Co, 0.02Ni	22.3	18.2	20	90	29	474	88	128	6
参考例 20	0.15	0.12	-	0.12	0.02Mg, 0.01P	20.6	17.8	<10	90	33	491	86	126	8
発明例 21	0.20	0.10	-	0.10	0.02Sn, 0.01Mn	19.9	17.0	50	80	34	366	89	127	6
発明例 22	0.30	0.41	-	0.41	0.01B	20.5	17.5	<10	90	35	486	85	127	3
発明例 23	0.25	-	0.06	0.06	-	21.6	18.7	10	70	6	416	81	123	22
発明例 24	1.2	0.10	-	0.10	-	19.6	16.9	20	85	3	449	93	133	17
発明例 25	1.2	0.11	-	0.11	-	19.6	16.9	20	85	0	451	93	131	31
比較例 1	1.2	0.11	-	0.11	-	21.9	18.0	20	85	27	427	93	112	19
比較例 2	0.4	0.10	-	0.10	0.20Cr	30.8	19.7	<10	95	57	568	81	111	17
比較例 3	1.2	0.11	-	0.11	-	23.5	20.9	20	85	31	421	93	112	18
比較例 4	0.6	0.02	-	0.02	-	23.3	20.3	10	60	29	370	96	114	21
比較例 5	0.25	-	0.05	0.05	-	25.8	21.5	10	70	24	396	82	109	20
比較例 6	0.6	0.005	-	0.005	-	21.7	18.3	10	60	30	342	98	125	17
比較例 7	0.4	0.10	-	0.11	0.21Cr	22.6	18.3	<10	20	24	349	82	123	4
比較例 8	0.8	0.20	0.01	0.21	-	19.8	17.0	60	50	25	333	85	133	3
比較例 9	1.2	0.10	-	0.10	-	26.5	22.0	20	85	39	414	93	134	22

-は添加してないことを示す。

【表 2】

パス	発明例1		発明例4		比較例1		比較例3	
	厚み (mm)	加工度 (%)	厚み (mm)	加工度 (%)	厚み (mm)	加工度 (%)	厚み (mm)	加工度 (%)
0	200	-	200	-	200	-	200	
1	175	12.5	175	12.5	174	13.0	164	18.0
2	148	15.4	145	17.1	148	14.9	133	18.9
3	123	16.9	120	17.2	123	16.9	107	19.5
4	102	17.1	100	16.7	102	17.1	86	19.6
5	82	19.6	81	19.0	83	18.6	66	23.3
6	67	18.3	66	18.5	68	18.1	51	22.7
7	55	17.9	52	21.2	49	27.9	39	23.5
8	45	18.2	41	21.2	40	18.4	30	23.1
9	37	17.8	31	24.4	33	17.5	23	23.3
10	30	18.9	24	22.6	27	18.2	18	21.7
11	25	16.7	19	20.8	22	18.5	15	16.7
12	21	16.0	15	21.1	18	18.2	-	-
13	18	14.3	-	-	15	16.7	-	-
14	15	16.7	-	-	-	-	-	-
最大加工度	-	19.6	-	24.4	-	27.9	-	23.5
平均加工度	-	16.9	-	19.4	-	18.0	-	20.9

10

20

## 【0058】

発明例1～7、12～16、19、21～25の銅合金板では、ZrとTiの合計濃度を0.01～0.50質量%に調整し、熱間圧延においてRmaxを25%以下、Raveを20%以下とし、最終再結晶焼鈍において結晶粒径を50μm以下に調整し、最終冷間圧延において加工度を25～99%とした。その結果、A値が0.5以上となり、70%IACS以上の導電率、350MPa以上の引張強さ、115GPa以上の曲げたわみ係数が得られた。

## 【0059】

さらに発明例1～7、12～16、19、21、22では、最終圧延後の歪取焼鈍において引張強さを10～100MPa低下させたため、熱伸縮率が80ppm以下となり、その結果15%以下の応力緩和率も得られた。一方、発明例23、24は歪取焼鈍での引張強さ低下量が10MPaに満たなかったため、また発明例25は歪取焼鈍を実施しなかったため、熱伸縮率が80ppmを超え、その結果応力緩和率が15%を超えた。

30

## 【0060】

比較例1～5では、RmaxまたはRaveが本発明の規定から外れたため、A値が0.5未満になった。その結果、曲げたわみ係数が115GPaに満たなかった。さらに、引張強さを10～100MPa低下させる条件で歪取焼鈍を行うことにより熱伸縮率を80ppm以下に調整したにもかかわらず、応力緩和率が15%を超えた。

## 【0061】

比較例6では、ZrとTiの合計濃度が0.01質量%未満だったため、歪取焼鈍後の引張強さが350MPa未満となり、応力緩和率が15%を超えた。

40

## 【0062】

比較例7では、最終冷間圧延における加工度が25%に満たなかったため、また比較例8では最終冷間圧延前の再結晶焼鈍上がりの結晶粒径が50μmを超えたため、歪取焼鈍後の引張強さが350MPaに満たなかった。

## 【0063】

比較例9は、特許文献1に開示された工程に従い、インゴットを厚さ15mmまで加工したものである。950で3時間加熱(均質化熱処理)した厚さ200mmのインゴットを、700～1000の加工温度にて厚さ100mmまで圧延(第1種高温圧延、加

50

工度50%)した後、5~100 /秒で室温まで冷却した。その後、550 に再加熱し、400~550 の加工温度にて厚さ15mmまで圧延(第2種高温圧延、加工度70%)した。ここで、表1のRmaxとRaveは第1種高温圧延時のものである。なお、厚さ15mm以後の工程は、他の実施例と同様に行った。

【0064】

比較例9に対し、特許文献1に開示されたEBSD法により、(111)面の法線がTDと成す角度が20度以内である原子面を有する領域の面積率を測定したところ、50%を超えていた。比較例9の曲げたわみ係数は115GPa以上となったが、引張強さを10~100MPa低下させる条件で歪取焼鈍を行ない、熱伸縮率を80ppm以下に調整したにもかかわらず、応力緩和率が15%を超えた。

【要約】

【課題】高強度、高導電性、高い曲げたわみ係数および優れた応力緩和特性を兼ね備えた銅合金板並びにこの銅合金板による大電流用電子部品及び放熱用電子部品を提供する。

【解決手段】 ZrおよびTiのうち一種または二種を合計で0.01~0.50質量%含有し、残部が銅及び不可避免的不純物からなり、350MPa以上の引張強さを有し、次式で与えられるA値が0.5以上であることを特徴とする銅合金板である。

$$A = 2X_{(111)} + X_{(220)} - X_{(200)}$$

$$X_{(hkl)} = I_{(hkl)} / I_{0(hkl)}$$

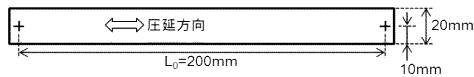
(ただし、 $I_{(hkl)}$ および $I_{0(hkl)}$ はそれぞれX線回折法を用い圧延面および銅粉に対し求めた(hkl)面の回折積分強度である。)

【選択図】なし

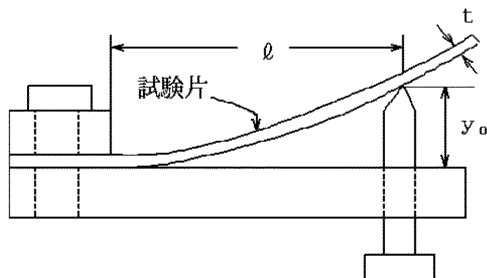
10

20

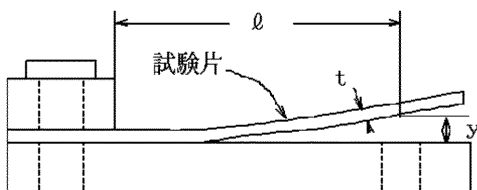
【図1】



【図2】



【図3】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I		
<i>C 2 2 C</i>	<i>9/10</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>C 2 2 C</i>	<i>9/10</i>	
<i>H 0 1 B</i>	<i>1/02</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>H 0 1 B</i>	<i>1/02</i>	<i>A</i>
<i>H 0 1 B</i>	<i>5/02</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>H 0 1 B</i>	<i>5/02</i>	<i>Z</i>
<i>H 0 1 L</i>	<i>23/50</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>H 0 1 L</i>	<i>23/50</i>	<i>V</i>
<i>C 2 2 F</i>	<i>1/08</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>C 2 2 F</i>	<i>1/08</i>	<i>B</i>
<i>C 2 2 F</i>	<i>1/00</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>C 2 2 F</i>	<i>1/00</i>	<i>6 0 4</i>
			<i>C 2 2 F</i>	<i>1/00</i>	<i>6 0 6</i>
			<i>C 2 2 F</i>	<i>1/00</i>	<i>6 2 3</i>
			<i>C 2 2 F</i>	<i>1/00</i>	<i>6 3 0 A</i>
			<i>C 2 2 F</i>	<i>1/00</i>	<i>6 3 0 F</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 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 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>

(56)参考文献 特開2012-177197(JP,A)  
 特許第5189715(JP,B2)  
 特開2001-244400(JP,A)  
 特開2010-222624(JP,A)  
 特許第5158915(JP,B2)  
 特開2010-126783(JP,A)  
 特開2010-248592(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

*C 2 2 C* 9 / 0 0 - 9 / 1 0  
*C 2 2 F* 1 / 0 0  
*C 2 2 F* 1 / 0 8