

(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2015-36438

(P2015-36438A)

(43) 公開日 平成27年2月23日(2015.2.23)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
C22C 9/06 (2006.01)	C22C 9/06	5G301
C22C 9/00 (2006.01)	C22C 9/00	5G307
C22C 9/01 (2006.01)	C22C 9/01	
C22C 9/02 (2006.01)	C22C 9/02	
C22C 9/04 (2006.01)	C22C 9/04	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2013-168371 (P2013-168371)
 (22) 出願日 平成25年8月13日 (2013.8.13)

(71) 出願人 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
 Fターム(参考) 5G301 AA01 AA03 AA07 AA08 AA09
 AA12 AA13 AA14 AA19 AA20
 AA21 AA23 AA24 AB05 AD03
 AD04 AD05
 5G307 CA04 CB03 CC04

(54) 【発明の名称】 導電性及び曲げたわみ係수에優れる銅合金板

(57) 【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。

【解決手段】Ni及びCoのうち一種以上を0.8~5.0質量%、Siを0.2~1.5質量%含有し、残部が銅及び不可避免的不純物からなり、500MPa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。)

【選択図】なし

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

Ni 及び Co のうち一種以上を 0.8 ~ 5.0 質量%、Si を 0.2 ~ 1.5 質量% 含有し、残部が銅及び不可避免的不純物からなり、500 MPa 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】

Ni 及び Co のうち一種以上を 0.8 ~ 5.0 質量%、Si を 0.2 ~ 1.5 質量% 含有し、さらに Sn、Zn、Mg、Fe、Ti、Zr、Cr、Al、P、Mn、B 及び Ag のうち 1 種以上を総量で 3.0 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、500 MPa 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 80 ppm 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 30% 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 30% 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 30% 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。

【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。

【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】

10

20

30

40

50

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。

【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。

【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。

【0009】

高い導電率、高い強度、及び比較的良好な応力緩和特性を有する銅合金として、コルソン合金が知られている。コルソン合金はCuマトリックス中にNi-Si、Co-Si、Ni-Co-Si等の金属間化合物を析出させた合金である。

【0010】

近年のコルソン合金に関する研究は、曲げ加工性改善を目的とするものが中心であり、そのための方策として{001}<100>方位（Cube方位）を発達させる技術が種々提唱されている。例えば、特許文献1（特開2006-283059号）では、Cube方位の面積率を50%以上に制御し、曲げ加工性を改善している。特許文献2（特開2010-275622号）では、（200）（{001}と同義）のX線回折強度を銅粉標準試料のX線回折強度以上に制御し曲げ加工性を改善している。特許文献3（特開2011-17072号）では、Cube方位の面積率を5～60%に制御すると同時に、Brass方位及びCopper方位の面積率をととも20%以下に制御し、曲げ加工性を改善している。特許文献4（特許第4857395号公報）では、板厚方向の中央部において、Cube方位の面積率を10～80%に制御すると同時に、Brass方位及びCopper方位の面積率をととも20%以下に制御し、ノッチ曲げ性を改善している。特許文献5（W02011/068121号）では、材料の表層および深さ位置で全体の1/4の位置でのCube方位面積率をそれぞれW0およびW4とし、W0/W4を0.8

10

20

30

40

50

～ 1.5、W0を5～48%に制御し、さらに平均結晶粒径を12～100 μmに調整することで、180度密着曲げ性を改善している。

【0011】

以上のように{001} <100>方位を発達させる方法は、曲げ加工性の改善に対し極めて有効であるが、曲げたわみ係数の低下をもたらす。例えば、特許文献6(WO2011/068134号)では、圧延方向に向く(100)面の面積率を30%以上に制御した結果、ヤング率が110GPa以下に、曲げたわみ係数は105GPa以下に低下している。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【0012】

【特許文献1】特開2006-283059号公報

【特許文献2】特開2010-275622号公報

【特許文献3】特開2011-17072号公報

【特許文献4】特許第4857395号公報

【特許文献5】国際公開WO2011/068121号

【特許文献6】国際公開WO2011/068134号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

20

上記に例示したように、従来のコルソン合金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、従来のコルソン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コルソン合金は、これまでに報告されていなかった。

【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。

30

【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、コルソン合金板について、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、該曲げたわみ係数を高めるためには、圧延面において(111)面および(220)面を増やすことが有効であり、逆に(200)面の増加は有害であった。

【0016】

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、Ni及びCoのうち一種以上を0.8～5.0質量%、Siを0.2～1.5質量%含有し、残部が銅及び不可避免的不純物からなり、500MPa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。

40

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

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

(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。)

【0017】

本発明は、別の一側面において、Ni及びCoのうち一種以上を0.8～5.0質量%、Siを0.2～1.5質量%含有し、さらにSn、Zn、Mg、Fe、Ti、Zr、Cr、Al、P、Mn、B及びAgのうち1種以上を総量で3.0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、500MPa以上の引張強さを有し、次式で与えられ

50

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。

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

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

(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 (h k l) 面の回折積分強度である。)

【0018】

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。

【0019】

本発明に係る銅合金板は別の一実施態様において、導電率が30%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。

10

【0020】

本発明に係る銅合金板は更に別の一実施態様において、導電率が30%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30%以下である。

【0021】

本発明は別の一側面において、上記銅合金板を用いた大電流用電子部品である。

【0022】

本発明は別の一側面において、上記銅合金板を用いた放熱用電子部品である。

【発明の効果】

20

【0023】

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、放熱板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】

【0024】

【図1】熱伸縮率測定用の試験片を説明する図である。

【図2】応力緩和率の測定原理を説明する図である。

30

【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】

【0025】

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コルソン合金板は、30%IACS以上の導電率を有し、且つ500MPa以上の引張強さを有する。導電率が30%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500MPa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。

40

【0026】

本発明の実施の形態に係るコルソン合金板の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。従来のコルソン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。

【0027】

50

本発明の実施の形態に係るコルソン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30%以下であり、より好ましくは20%以下である。従来のコルソン合金板の応力緩和率は40~50%程度であり、これを30%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。

【0028】

(Ni、Co及びSiの添加量)

Ni、Co及びSiは、適当な時効処理を行うことにより、Ni-Si、Co-Si、Ni-Co-Si等の金属間化合物として析出する。この析出物の作用により強度が向上し、析出によりCuマトリックス中に固溶したNi、Co及びSiが減少するため導電率が向上する。しかしながら、NiとCoの合計量が0.8質量%未満又はSiが0.2質量%未満になると500MPa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。NiとCoの合計量が5.0質量%を超えると又はSiが1.5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。このため、本発明に係るコルソン合金では、NiとCoのうち一種以上の添加量は0.8~5.0質量%とし、Siの添加量は0.2~1.5質量%としている。NiとCoのうち一種以上の添加量は1.0~4.0質量%がより好ましく、Siの添加量は0.25~0.90質量%がより好ましい。

10

20

【0029】

(その他の添加元素)

コルソン合金には、強度や耐熱性を改善するために、Sn、Zn、Mg、Fe、Ti、Zr、Cr、Al、P、Mn、B及びAgのうち一種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30%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3.0質量%以下、より好ましくは2.5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。

【0030】

(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。

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

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

【0031】

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。

30

40

【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値を制御したコルソン銅合金板につき、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。

【0033】

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

50

整することにより、応力緩和率が30%以下となる。

【0034】

(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ができる。

【0035】

(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、放熱板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。

【0036】

(製造方法)

純銅原料として電気銅等を溶解し、Ni、Co、Si及び必要に応じ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、溶体化処理、時効処理、最終冷間圧延、歪取焼鈍の順で、所望の厚みおよび特性を有する条や箔に仕上げる。熱処理後には、熱処理時に生成した表面酸化膜を除去するために、表面の酸洗や研磨等を行ってもよい。

【0037】

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の制御により可能となる。

【0038】

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。

【0039】

このRについて、全パスのうちの最大値(R_{max})を25%以下にし、全パスの平均値(R_{ave})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 R_{ave} を19%以下とする。

【0040】

溶体化処理では、圧延組織の一部または全てを再結晶化させ、銅合金板の平均結晶粒径を50 μ m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500MPa以上に調整することが難しくなる。連続焼鈍炉を用い、750~1000の炉内温度において、目標とする結晶粒径が得られるよう、5秒から10分の範囲で加熱時間を適宜調整すればよい。

【0041】

時効処理では、Ni-Si、Co-Si、Ni-Co-Si等の金属間化合物を析出させ、合金の導電率および引張強さを上昇させる。バッチ炉を用い、350~600の炉内温度において、最大の引張強さが得られるよう、30分~30時間の範囲で加熱時間を適宜調整すればよい。

【0042】

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3~99%とするのが好ましい。ここで加工度r(%)

10

20

30

40

50

)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500MPa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。該加工度は5~90%とすることがより好ましく、8~60%とすることがさらに好ましい。

【0043】

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30%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、例えば最終冷間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。

【0044】

すなわち、歪取焼鈍後の引張強さを歪取焼鈍前(最終冷間圧延上がり)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500MPa未満になることがある。

【0045】

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。

【0046】

なお、高強度化のため、溶体化処理と時効処理との間に冷間圧延を行うことも可能である。この場合、冷間圧延の加工度は3~99%とすることが好ましい。加工度が低すぎると高強度化の効果が得られず、加工度が高すぎると、圧延材のエッジが割れることがある。

【0047】

また、より十分に溶体化させるため、複数回の溶体化処理を行うことも可能である。個々の溶体化処理の間には、加工度99%以下の冷間圧延をはさむことができる。さらに、より十分に析出させるため、複数回の時効処理を行うことも可能である。個々の時効処理の間には、加工度99%以下の冷間圧延をはさむことができる。

【実施例】

【0048】

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。

【0049】

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、冷間圧延、溶体化処理、時効処理、最終冷間圧延の順で製品厚みに仕上げた。最後に歪取焼鈍を行った。

【0050】

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

【0051】

溶体化処理は、連続焼鈍炉を用い、炉内温度を800とし、加熱時間を1秒から10分の間で調整し、溶体化処理後の結晶粒径を変化させた。

【0052】

時効処理は、バッチ炉を用い、加熱時間を5時間とし、350~600の範囲で、引張強さが最大になるよう炉内温度を調整した。

【0053】

10

20

30

40

50

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。

【0054】

製造途中の材料および歪取焼鈍後（歪取焼鈍を行っていない実施例では最終冷間圧延後）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。

【0055】

（溶体化処理後の平均結晶粒径）

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。

【0056】

（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）、（220）および（100）の三面とし、次式によりA値を算出した。

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

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

【0057】

（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。

【0058】

（熱伸縮率）

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。

【0059】

（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。

【0060】

（曲げたわみ係数）

歪取焼鈍後の材料につき、TDの曲げたわみ係数を日本伸銅協会（JACBA）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 （=10mm）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 （=100t）の位置に P （=0.15N）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。

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

【0061】

（応力緩和率）

10

20

30

40

50

歪取焼鈍後の材料から、幅10mm、長さ100mm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、 $l = 50$ mmの位置を作用点として、試験片に y_0 のたわみを与え、TDの0.2%耐力(JIS 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TD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。

【0062】

各試料の合金組成を表1に、製造条件及び評価結果を表2に示す。表2の溶体化処理後の結晶粒径における「<10」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 μm 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。

10

【0063】

また表3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4のものを例示した。

【0064】

【表 1】

No.	製品厚み (mm)	成分(質量%)			
		Ni	Co	Si	Sn, Zn, Mg, Fe, Ti, Zr, Cr, Al, P, Mn, Ag, B
発明例 1	0.15	2.6	—	0.58	0.5Sn, 0.4Zn
発明例 2	0.15	2.6	—	0.58	0.5Sn, 0.4Zn
発明例 3	0.15	2.6	—	0.58	0.5Sn, 0.4Zn
発明例 4	0.15	2.6	—	0.58	0.5Sn, 0.4Zn
発明例 5	0.25	—	1.9	0.44	—
発明例 6	0.25	—	1.9	0.44	0.1Cr, 0.1Ag
発明例 7	0.25	—	1.3	0.30	—
発明例 8	0.30	1.6	—	0.36	0.5Sn, 0.4Zn
発明例 9	0.30	1.6	—	0.36	0.5Sn, 1.0Zn
発明例 10	0.30	1.6	—	0.36	0.5Sn, 0.4Zn
発明例 11	0.30	1.6	—	0.36	0.5Sn, 0.4Zn
発明例 12	0.60	1.8	1.10	0.62	0.1Cr
発明例 13	0.60	1.8	1.10	0.62	—
発明例 14	0.60	1.8	1.10	0.62	0.1Cr
発明例 15	0.60	2.5	0.50	0.69	0.1Mg
発明例 16	0.10	3.8	—	0.81	0.1Mg, 0.2Mn
発明例 17	0.10	4.0	—	0.85	0.5Zn, 0.2Sn, 0.1Mg, 0.2Cr
発明例 18	0.10	3.8	—	0.81	0.1Mg, 0.2Mn
発明例 19	0.25	2.3	—	0.46	0.2Mg
発明例 20	0.15	3.0	—	0.67	0.3Sn, 1.7Zn, 0.02P
発明例 21	0.30	2.5	—	0.47	0.05Fe, 0.05Al
発明例 22	0.15	2.5	—	0.47	0.03Zr, 0.03Ti
発明例 23	0.80	1.5	—	0.30	—
発明例 24	1.20	1.2	—	0.25	0.01B
発明例 25	0.25	—	1.9	0.44	—
発明例 26	0.15	2.6	—	0.58	0.5Sn, 0.4Zn
発明例 27	0.15	2.6	—	0.58	0.5Sn, 0.4Zn
比較例 1	0.15	2.6	—	0.58	0.5Sn, 0.4Zn
比較例 2	0.10	3.8	—	0.81	0.1Mg, 0.2Mn
比較例 3	0.30	1.6	—	0.36	0.5Sn, 0.4Zn
比較例 4	0.15	2.6	—	0.58	0.5Sn, 0.4Zn
比較例 5	0.60	1.8	1.10	0.62	0.1Cr
比較例 6	0.25	—	1.9	0.44	—
比較例 7	0.15	2.6	—	0.58	0.5Sn, 0.4Zn
比較例 8	0.30	1.6	—	0.36	0.5Sn, 0.4Zn
比較例 9	0.30	1.6	—	0.36	0.5Sn, 0.4Zn

— は添加していないことを示す。

【表 2】

No.	熱間圧延条件		溶体化処 理条件	最終圧延 条件	歪取焼鈍 条件	歪取焼鈍後(製品)					
	最大加工 度, Rmax (%)	平均加工 度, Rave (%)	結晶粒径 (μm)	加工度, r (%)	引張強さ の低下 (MPa)	熱伸縮率 (ppm)	結晶方 位指数, A	引張強さ (MPa)	導電率 (%IACS)	曲げたわ み係数 (GPa)	応力緩和 率 (%)
発明例 1	19.6	16.9	10	20	40	7	8.3	816	40	132	15
発明例 2	21.2	18.3	10	20	33	10	3.8	822	41	128	16
発明例 3	23.5	18.5	10	20	15	65	1.5	843	40	121	24
発明例 4	24.4	19.4	10	20	29	25	0.9	825	41	119	14
発明例 5	19.2	17.3	20	30	23	36	2.3	679	64	128	18
発明例 6	22.5	19.0	20	30	22	25	1.4	681	65	121	17
発明例 7	20.6	18.3	20	30	22	46	1.7	628	67	125	15
発明例 8	22.6	18.8	<10	10	65	8	1.6	597	43	126	17
発明例 9	21.8	18.4	<10	30	66	4	1.8	702	41	124	18
発明例 10	21.8	19.9	<10	10	64	7	0.7	600	42	116	15
発明例 11	22.6	18.5	20	50	37	12	1.9	753	41	124	16
発明例 12	21.5	18.5	10	40	29	30	1.5	861	47	128	18
発明例 13	21.8	18.1	10	40	30	26	1.2	855	47	125	16
発明例 14	21.5	18.4	10	40	28	13	1.3	863	46	126	18
発明例 15	21.7	18.3	10	20	30	17	2.0	834	45	125	17
発明例 16	19.6	16.8	30	30	24	25	5.1	943	38	134	9
発明例 17	20.3	17.2	30	30	23	22	3.3	974	37	130	12
発明例 18	20.3	17.2	30	30	10	76	3.3	969	38	130	21
発明例 19	20.9	18.3	10	20	28	32	1.0	782	48	124	15
発明例 20	21.4	18.4	<10	40	35	18	1.6	752	44	122	18
発明例 21	22.3	18.2	20	30	29	21	2.5	847	41	128	13
発明例 22	20.6	17.8	<10	30	33	19	1.9	847	39	126	14
発明例 23	19.9	17.0	40	40	34	24	3.4	589	59	125	10
発明例 24	20.5	17.5	10	20	35	12	2.8	545	54	127	16
発明例 25	21.6	18.7	20	30	6	94	2.0	694	65	123	37
発明例 26	19.5	16.6	10	20	3	83	7.1	850	40	133	31
発明例 27	19.7	16.7	10	20	0	113	6.4	856	40	131	43
比較例 1	27.9	18.0	10	20	27	20	0.3	832	40	112	33
比較例 2	28.1	17.9	30	30	24	25	0.4	946	38	112	34
比較例 3	30.8	19.7	<10	10	57	10	0.1	608	43	111	34
比較例 4	23.5	20.9	10	20	31	12	0.2	821	40	113	35
比較例 5	23.3	20.3	10	40	29	17	0.4	863	46	114	35
比較例 6	25.8	21.5	20	30	24	30	-0.9	677	65	109	35
比較例 7	26.5	22.0	10	20	39	8	-0.2	816	41	110	36
比較例 8	22.6	18.3	<10	1	24	20	1.7	491	43	123	15
比較例 9	19.8	17.0	60	10	25	26	4.4	493	42	133	14

10

20

30

【 0 0 6 6 】

【表 3】

パス	発明例1		発明例4		比較例1		比較例4	
	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

【0067】

発明例1～27の銅合金板では、Ni及びCoのうち一種以上を0.8～5.0質量%に、Siを0.2～1.5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、溶体化処理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3～99%とした。その結果、A値が0.5以上となり、30%IACS以上の導電率、500MPa以上の引張強さ、115GPa以上の曲げたわみ係数が得られた。

30

【0068】

さらに発明例1～24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30%以下の応力緩和率も得られた。一方、発明例25～26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27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30%を超えた。

【0069】

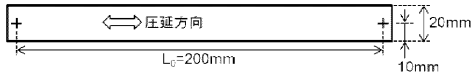
比較例1～7では、RmaxまたはRaveが本発明の規定から外れたため、A値が0.5未満になった。その結果、曲げたわみ係数が115GPaに満たなかった。さらに、引張強さを10～100MPa低下させる条件で歪取焼鈍を行うことにより熱伸縮率を80ppm以下に調整したにもかかわらず、応力緩和率が30%を超えた。

40

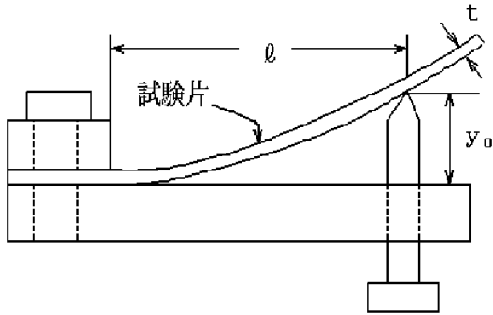
【0070】

比較例8では、最終冷間圧延における加工度が3%に満たなかったため、また比較例9では溶体化処理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500MPaに満たなかった。

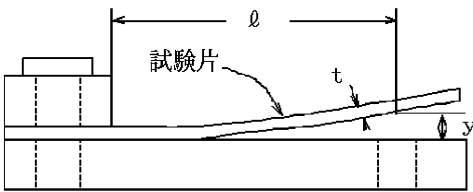
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード(参考)
<i>C 2 2 C</i>	<i>9/05</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>C 2 2 C</i>	<i>9/05</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>		Z
<i>H 0 1 B</i>	<i>1/02</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>H 0 1 B</i>	<i>1/02</i>		A