

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6031549号  
(P6031549)

(45) 発行日 平成28年11月24日 (2016.11.24)

(24) 登録日 平成28年10月28日 (2016.10.28)

(51) Int. Cl.	F 1	
<b>C 2 2 C</b> 9/06 (2006.01)	C 2 2 C	9/06
<b>C 2 2 C</b> 9/04 (2006.01)	C 2 2 C	9/04
<b>C 2 2 F</b> 1/08 (2006.01)	C 2 2 F	1/08 P
<b>H O 1 L</b> 23/373 (2006.01)	C 2 2 F	1/08 Q
<b>C 2 2 F</b> 1/00 (2006.01)	C 2 2 F	1/08 S

請求項の数 7 (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2015-66677 (P2015-66677)	(73) 特許権者	000001199
(22) 出願日	平成27年3月27日 (2015.3.27)		株式会社神戸製鋼所
(65) 公開番号	特開2016-186107 (P2016-186107A)		兵庫県神戸市中央区脇浜海岸通二丁目2番4号
(43) 公開日	平成28年10月27日 (2016.10.27)	(74) 代理人	100100974
審査請求日	平成27年12月1日 (2015.12.1)		弁理士 香本 薫
		(72) 発明者	橋本 大輔
			山口県下関市長府港町14番1号 株式会社神戸製鋼所 長府製造所内
		(72) 発明者	西村 昌泰
			山口県下関市長府港町14番1号 株式会社神戸製鋼所 長府製造所内
		審査官	相澤 啓祐

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 放熱部品用銅合金板

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

NiとCoの1種又は2種を1.0~4.0質量%、Siを0.2~1.2質量%含有し、NiとCoの合計含有量[Ni+Co]とSiの含有量[Si]の比[Ni+Co]/[Si]が3.5~5であり、残部がCu及び不可避不純物からなり、0.2%耐力が300MPa以上で、優れた曲げ加工性を有し、850で30分加熱後水冷し、次いで500で2時間加熱する時効処理をした後の0.2%耐力が300MPa以上、導電率が25%IACS以上であり、放熱部品を製造するプロセスの一部に650以上に加熱するプロセスと時効処理が含まれることを特徴とする放熱部品用銅合金板。

【請求項2】

さらに、SnとMgの1種又は2種を、Sn:0.005~1.0質量%、Mg:0.005~0.2質量%の範囲で含有することを特徴とする請求項1に記載された放熱部品用銅合金板。

【請求項3】

さらに、Znを2.0質量%以下含有することを特徴とする請求項1又は2に記載された放熱部品用銅合金板。

【請求項4】

さらに、Al、Mn、Cr、Ti、Zr、Fe、P、Agのうち1種又は2種以上を合計で0.5質量%以下含有することを特徴とする請求項1~3のいずれかに記載された放熱部品用銅合金板。

## 【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載された放熱部品用銅合金板を所定形状に加工した後、650 以上に加熱するプロセスを施し、続いて時効処理を行い、300MPa以上の0.2%耐力及び25%IACS以上の導電率を有する放熱部品を得ることを特徴とする放熱部品の製造方法。

## 【請求項 6】

時効処理後、放熱部品の外表面の少なくとも一部にSn被覆層を形成することを特徴とする請求項 5 に記載された放熱部品の製造方法。

## 【請求項 7】

時効処理後、放熱部品の外表面の少なくとも一部にNi被覆層を形成することを特徴とする請求項 5 に記載された放熱部品の製造方法。

10

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、コンピューターのCPU、LEDランプ等から発生する熱を処理する放熱板、ヒートシンク、ヒートパイプ等に用いる放熱部品用銅合金板に関する。特に、放熱部品の製造プロセスの一部として、ろう付け、拡散接合、脱気等、高温に加熱するプロセスが含まれる場合に用いられる放熱部品用銅合金板に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

デスク型PC、ノート型PC等に搭載されるCPUの動作速度の高速化や高密度化が急速に進展し、これらのCPUからの発熱量が一段と増大している。CPUの温度が一定以上の温度に上昇すると、誤作動、熱暴走などの原因となるため、CPU等の半導体装置からの効果的な放熱は切実な問題となっている。

20

半導体装置の熱を吸収し、大気中に放散させる放熱部品としてヒートシンクが使われている。ヒートシンクには高熱伝導性が求められることから、素材として熱伝導率の大きい銅、アルミニウムなどが用いられる。しかし、対流熱抵抗が、ヒートシンクの性能を制限しており、発熱量が増大する高機能電子部品の放熱要求を満たすことが難しくなっている。

## 【0003】

このため、より高い放熱性を有する放熱部品として、高い熱伝導性及び熱輸送能力を備える管状ヒートパイプや平面状ヒートパイプ(ベーパーチャンバ)が提案されている。ヒートパイプは、内部に封入した冷媒の蒸発(CPUからの吸熱)と凝縮(吸収した熱の放出)が循環的に行われることにより、ヒートシンクに比べて高い放熱特性を発揮する。また、ヒートパイプをヒートシンクやファンといった放熱部品と組み合わせることにより、半導体装置の発熱問題を解決することが提案されている。

30

## 【0004】

放熱板、ヒートシンク、ヒートパイプ等に用いられる放熱部品の素材として、導電率及び耐食性に優れる純銅製(無酸素銅:C1020)の板又は管が多用されている。成形加工性を確保するため、素材として軟質の焼鈍材(O材)や1/4H調質材が用いられるが、後述する放熱部品の製造工程において、変形や疵が発生しやすい、打抜き加工時にバリが出やすい、打抜き金型が磨耗しやすい等の問題がある。一方、特許文献1,2には、放熱部品の素材としてFe-P系の銅合金板が記載されている。

40

## 【0005】

放熱板やヒートシンクは、純銅板をプレス成形、打抜き加工、切削、穴開け加工、エッチングなどにより所定形状に加工後、必要に応じてNiめっき、Snめっきを行ってから、ろう、接着剤等でCPU等の半導体装置と接合する。

管状ヒートパイプ(特許文献3参照)は、銅粉末を管内に焼結してウィックを形成し、加熱脱ガス処理後、一端をろう付け封止し、真空又は減圧下で管内に冷媒を入れてからもう一方の端部をろう付け封止して製造する。

50

## 【0006】

平面状ヒートパイプ（特許文献4，5参照）は、管状ヒートパイプの放熱性能を更に向上させたものである。平面状ヒートパイプとして、冷媒の凝縮と蒸発を効率的に行うために、管状ヒートパイプと同様に、内面に粗面化加工、溝加工等を行ったものが提案されている。プレス成形、打抜き加工、切削、エッチングなどの加工を行った上下2枚の純銅板を、ろう付け、拡散接合、溶接等の方法により接合し、内部に冷媒を入れた後、ろう付け等の方法により封止する。接合工程で脱ガス処理が行われることがある。

## 【0007】

また、平面状ヒートパイプとして、外面部材と、外面部材の内部に收容される内部部材とより構成されたものが提案されている。内部部材は、冷媒の凝縮、蒸発、輸送を促進するために、外面部材の内部に一又は複数配置されるもので、種々の形状のフィン、突起、穴、スリット等が加工されている。この形式の平面状ヒートパイプにおいても、内部部材を外面部材の内部に配置した後、ろう付け、拡散接合等の方法により外面部材と内部部材を接合一体化し、冷媒を入れた後、ろう付け等の方法により封止する。

10

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0008】

【特許文献1】特開2003-277853号公報

【特許文献2】特開2014-189816号公報

【特許文献3】特開2008-232563号公報

【特許文献4】特開2007-315745号公報

【特許文献5】特開2014-134347号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0009】

これらの放熱部品の製造工程において、放熱板、ヒートシンクは、はんだ付け、ろう付けの工程で200～700程度に加熱される。管状ヒートパイプ、平面状ヒートパイプは、焼結、脱ガス、りん銅口ウ（BCuP-2等）を用いたろう付け、拡散接合、溶接などの工程で800～1000程度に加熱される。

30

例えば、ヒートパイプの素材として純銅板を用いた場合、650以上の温度で加熱をしたときの軟化が激しい。このため、ヒートシンク、半導体装置への取付け、又はPC筐体への組込み等の際に、製造したヒートパイプが変形しやすく、ヒートパイプ内部の構造が変化してしまい、所期の放熱性能を発揮できなくなってしまう問題がある。また、このような変形を避けるには純銅板の厚さを厚くすればよいが、そうするとヒートパイプの質量、及び厚さが増大する。厚さが増大した場合、PC筐体内部の隙間が小さくなり、対流伝熱性能が低下する問題がある。

## 【0010】

また、特許文献1，2に記載された銅合金板（Fe-P系）も、650以上の温度で加熱をすると軟化し、さらに純銅に比べて導電率が大きく低下する。このため、焼結、脱ガス、ろう付け、拡散接合、溶接等の工程を経て例えば平面状ヒートパイプを製造した場合、同ヒートパイプの搬送及びハンドリング、基盤への組込み工程等で容易に変形する。また、導電率が低下することで、ヒートパイプとしての所期の性能が出なくなる。

40

## 【0011】

本発明は、純銅又は銅合金板から放熱部品を製造するプロセスの一部に650以上の温度に加熱するプロセスが含まれる場合の上記問題点を鑑みてなされたもので、650以上の温度に加熱するプロセスを経て製造された放熱部品に、十分な強度と放熱性能を持たせることができる銅合金板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】

## 【0012】

50

本発明に係る放熱部品用銅合金板は、放熱部品を製造するプロセスの一部として、650 以上に加熱するプロセスと時効処理が含まれる場合に用いられ、NiとCoの1種又は2種を1.0~4.0質量%と、Siを0.2~1.2質量%含有し、NiとCoの合計含有量(質量%)を[Ni+Co]とし、Siの含有量(質量%)を[Si]としたとき、含有量比[Ni+Co]/[Si]が3.5~5であり、残部がCu及び不可避不純物からなり、0.2%耐力が300MPa以上で、優れた曲げ加工性を有し、850で30分加熱後水冷し、次いで500で2時間加熱する時効処理をした後の0.2%耐力が300MPa以上、導電率が25%IACS以上である。

#### 【0013】

本発明に係る放熱部品用銅合金板は、必要に応じて、合金元素としてさらに、Sn:1.0質量%以下、Mg:0.2質量%以下、Znを1.5質量%以下の1種又は2種以上を含有することができる。また、本発明に係る放熱部品用銅合金板は、必要に応じて、合金元素としてさらにAl、Cr、Ti、Zr、Fe、P、Agのうち1種又は2種以上を合計で0.5質量%以下含有することができる。

#### 【発明の効果】

#### 【0014】

本発明に係る銅合金板は、放熱部品を製造するプロセスの一部として、650 以上に加熱するプロセスと時効処理が含まれる場合に使用される。つまり、本発明に係る銅合金板を用いて製造した放熱部品は、650 以上に高温加熱後時効処理され、強度が向上している。

本発明に係る銅合金板は、850 に30分加熱し、次いで時効処理を行ったとき、0.2%耐力が300MPa以上、導電率が25%IACS以上である。本発明に係る銅合金板は、時効処理後の強度が高いため、この銅合金板を用いて製造したヒートパイプ等の放熱部品を、ヒートシンク、半導体装置へ取り付け、又はPC筐体等に組み込む際に、該放熱部品が変形しにくい。また、本発明に係る銅合金板は、導電率が純銅板より低い、時効処理後の強度が高いため薄肉化でき、放熱性能の点で導電率の低下分を補うことができる。

#### 【発明を実施するための形態】

#### 【0015】

以下、本発明に係る放熱部品用銅合金板について、より詳細に説明する。

本発明に係る銅合金板は、プレス成形、打抜き加工、切削、エッチングなどにより所定形状に加工され、高温加熱(脱ガス、接合(ろう付け、拡散接合、溶接)、焼結等のための加熱)を経て、放熱部品に仕上げられる。放熱部品の種類や製造方法により前記高温加熱の加熱条件が異なるが、本発明では、前記高温加熱を650 ~ 1050 程度で行う場合を想定している。本発明に係る銅合金板は後述する組成の(Ni, Co)-Si系銅合金からなり、前記温度範囲内に加熱すると、母材に析出していた(Ni, Co)-Si化合物の少なくとも一部が固溶し、結晶粒が成長し、軟化及び導電率の低下が生じる。

#### 【0016】

本発明に係る銅合金板は、850 で30分加熱後水冷し、次いで時効処理した後の強度(0.2%耐力)が300MPa以上、導電率が25%IACS以上である。850 で30分の加熱は、放熱部品の製造における前記高温加熱のプロセスを想定した加熱条件である。本発明に係る銅合金板をこの条件で高温加熱すると、加熱前に析出していた(Ni, Co)-Si化合物が固溶し、結晶粒が成長し、軟化、及び導電率の低下が生じる。次いで前記銅合金板を時効処理すると、微細な(Ni, Co)-Si化合物が析出する。これにより、前記高温加熱により低下した強度及び導電率が顕著に改善する。

#### 【0017】

前記時効処理は、(a)高温加熱後の冷却工程中に析出温度範囲に一定時間保持する、(b)高温加熱後室温まで冷却し、その後析出温度範囲に再加熱して一定時間保持する、(c)前記(a)の工程後、析出温度範囲に再加熱して一定時間保持する、等の方法で実施することができる。

具体的な時効処理条件として、300～600の温度範囲で5分～10時間保持する条件が挙げられる。強度の向上を優先するときは微細な(Ni, Co)-Si化合物が生成する温度-時間条件を、導電率の向上を優先するときは固溶するNi、Co、Siが減少する過時効気味の温度-時間条件を、適宜選定すればよい。

**【0018】**

時効処理後の銅合金板は、高温加熱後の純銅板に比べて導電率は低いが、強度は純銅板に比べて顕著に高くなる。この効果を得るため、本発明に係る銅合金板を用いて製造したヒートパイプ等の放熱部品は、高温加熱後時効処理される。時効処理条件は、前記のとおりである。時効処理後の放熱部品(銅合金板)は強度が高く、ヒートシンク、半導体装置へ取り付け、又はPC筐体等に組み込む際に、該放熱部品の変形を防止できる。また、本発明に係る銅合金板(時効処理後)は、純銅板に比べて強度が高いため、薄肉化(0.1～1.0mm厚)することができ、そのことにより放熱部品の放熱性能を高め、純銅板と比べた場合の導電率の低下分を補うことができる。

10

なお、本発明に係る銅合金板は、高温加熱の温度が850未満(650以上)又は850超(1050以下)であっても、時効処理後に、300MPa以上の0.2%耐力、及び25%IACS以上の導電率を達成できる。

**【0019】**

本発明に係る銅合金板は、650以上の温度に高温加熱される前に、プレス成形、打抜き加工、切削、エッチングなどにより、放熱部品に加工される。銅合金板は、前記加工に際しての搬送及びハンドリングにおいて容易に変形しない強度を有し、前記加工が支障なく実行できる機械的特性を有することが好ましい。より具体的には、本発明に係る銅合金板は、0.2%耐力が300MPa以上、及び優れた曲げ加工性(後述する実施例参照)を有することが好ましい。以上の特性を満たしていれば、銅合金板の調質は問題にならない。例えば溶体化処理材、時効処理上がり、時効処理上り材を冷間圧延したものなど、いずれも使用可能である。

20

**【0020】**

先に述べたとおり、本発明に係る銅合金板を加工して製造した放熱部品は、650以上の温度に高温加熱すると軟化する。高温加熱後の放熱部品は、さらに時効処理を施す際の搬送及びハンドリングにおいて容易に変形しない強度を有することが好ましい。そのためには、850で30分加熱後水冷した段階で、50MPa以上の0.2%耐力を有することが好ましい。

30

**【0021】**

本発明に係る銅合金板を用いて製造された放熱部品は、時効処理を受けた後、必要に応じて、耐食性及びはんだ付け性の向上を主目的として、少なくとも外表面の一部にSn被覆層が形成される。Sn被覆層には、電気めっき、無電解めっき、あるいはこれらのめっき後、Snの融点以下又は融点以上に加熱して形成されたものが含まれる。Sn被覆層には、Sn金属とSn合金が含まれ、Sn合金としては、Sn以外に合金元素としてBi, Ag, Cu, Ni, In, Znのうち1種以上を合計で5質量%以下含むものが挙げられる。

**【0022】**

Sn被覆層の下に、Ni, Co, Fe等の下地めっきを形成することができる。これらの下地めっきは、母材からのCuや合金元素の拡散を防止するバリアとしての機能、及び放熱部品の表面硬さを大きくすることによる傷つき防止の機能を有する。前記下地めっきの上にCuをめっきし、さらにSnをめっき後、Snの融点以下又は融点以上に加熱する熱処理を行ってCu-Sn合金層を形成し、下地めっき、Cu-Sn合金層及びSn被覆層の3層構成とすることもできる。Cu-Sn合金層は、母材からのCuや合金元素の拡散を防止するバリアとしての機能、及び放熱部品の表面硬さを大きくすることによる傷つき防止の機能を有する。

40

**【0023】**

また、本発明に係る銅合金板を用いて製造された放熱部品は、時効処理を受けた後、必

50

要に応じて、少なくとも外表面の一部にNi被覆層が形成される。Ni被覆層は、母材からのCuや合金元素の拡散を防止するバリア、放熱部品の表面硬さを大きくすることによる傷つき防止、及び耐食性を向上させる機能を有する。

#### 【0024】

次に本発明に係る銅合金板の組成について説明する。

Ni及びSiは、Ni<sub>2</sub>Si析出物を生成し、銅合金の強度を向上させる。しかし、Ni含有量が1.0質量%未満又はSi含有量が0.2質量%未満では、その効果が少ない。一方、Ni含有量が4.0質量%を超え又はSi含有量が1.2質量%を超えると、鑄造時にNi又はSiが晶出又は析出し、熱間加工性が低下する。従って、Ni含有量は1.0~4.0質量%、Si含有量は0.2~1.2質量%とする。Ni含有量の下限値は、好ましくは1.1質量%、上限値は好ましくは3.9質量%である。

10

#### 【0025】

Ni含有量(質量%)を[Ni]とし、Si含有量(質量%)を[Si]としたとき、その含有量比[Ni]/[Si]が3.5未満又は5を超える場合、過剰となったNi又はSiが固溶して、導電率が低下する。従って、前記含有量比[Ni]/[Si]は3.5~5とする。

なお、Niの一部又は全部をCoに代えることができる。この場合、NiとCoの合計含有量[Ni+Co]を1.0~4.0質量%の範囲内とし、含有量比[Ni+Co]/[Si]を3.5~5とする。

#### 【0026】

Snは銅合金母相に固溶して銅合金の強度を向上させる作用を有するため、必要に応じて添加される。また、Snの添加は耐応力緩和特性の向上にも有効である。放熱部品の使用環境が80 又はそれ以上となると、クリ-プ変形が生じてCPU等の熱源との接触面が小さくなり、放熱性が低下するが、耐応力緩和特性を向上させることで、この現象を抑制できる。強度及び耐応力緩和特性の向上の効果を得るため、Sn含有量は0.005質量%以上とし、好ましくは0.01質量%以上、より好ましくは0.02質量%以上とする。一方、Sn含有量が1.0質量%を超えると、銅合金板の曲げ加工性を低下させ、かつ時効処理後の導電率を低下させる。従って、Sn含有量は1.0質量%以下とし、好ましくは0.6質量%以下、より好ましくは0.3質量%以下とする。

20

#### 【0027】

Mgは、Snと同様に、銅合金母相に固溶して銅合金の強度及び耐応力緩和特性を向上させる作用を有するため、必要に応じて添加される。強度及び耐応力緩和特性の向上の効果を得るため、Mg含有量は0.005質量%以上とする。一方、Mg含有量が0.2質量%を超えると、銅合金板の曲げ加工性を低下させ、かつ時効処理後の導電率を低下させる。従って、Mg含有量は0.2質量%以下とし、好ましくは0.15質量%以下、より好ましくは0.05質量%以下とする。

30

#### 【0028】

Znは、銅合金板のはんだの耐熱剥離性及びSnめっきの耐熱剥離性を改善する作用を有するため、必要に応じて添加される。放熱部品を半導体装置へ組み込むとき、はんだ付けが必要な場合があり、また、放熱部品を製造後、耐食性改善のためSnめっきを行う場合がある。このような放熱部品の製造に、Znを含有する銅合金板が好適に用いられる。しかし、Znの含有量が2.0質量%を越えると、はんだ濡れ性が低下するため、Znの含有量は2.0質量%以下とする。Znの含有量の上限値は0.7質量%以下が好ましく、0.5質量%以下がより好ましい。一方、Zn含有量が0.01質量%未満では、耐熱剥離性の改善には不十分であり、Znの含有量は0.01質量%以上であることが好ましい。Zn含有量の下限値は0.05質量%がより好ましく、0.1質量%がさらに好ましい。

40

なお、本発明の銅合金板がZnを含む場合、500 以上の温度で加熱すると、加熱雰囲気によってはZnが気化し、銅合金板の表面性状を低下させたり、加熱炉を汚染することがある。Znの気化を防止するとの観点からは、Znの含有量は好ましくは0.5質量

50

%以下とし、より好ましくは0.3質量%以下、さらに好ましくは0.2質量%以下とする。

【0029】

Al、Mn、Cr、Ti、Zr、Fe、P、Agは、銅合金の強度及び耐熱性を向上させる作用を有するため、これらの1種又は2種以上が必要に応じて添加される。しかし、これらの元素の1種又は2種以上の合計含有量が0.5質量%を超えると導電率が低下する。これらの元素の1種又は2種以上の合計含有量の下限値は、好ましくは0.01質量%、より好ましくは0.02%、さらに好ましくは0.03%である。

【0030】

不可避不純物であるH、O、S、Pb、Bi、Sb、Se、Asは、銅合金板が650 10  
以上の温度に長時間加熱されると粒界に集まり、加熱中及び加熱後の粒界割れ並びに粒界脆化等を引起す可能性があるため、これらの元素の含有量は低減することが好ましい。Hは、加熱中に粒界、介在物と母材との界面に集まり、膨れを発生させることから、好ましくは1.5ppm(質量ppm、以下同じ)未満とし、より好ましくは1ppm未満とする。Oは、好ましくは20ppm未満、より好ましくは15ppm未満とする。S、Pb、Bi、Sb、Se、Asは、好ましくは合計で30ppm未満、より好ましくは20ppm未満とする。特にBi、Sb、Se、Asについては、好ましくはこれらの元素の合計含有量を10ppm未満、より好ましくは5ppm未満とする。

【0031】

本発明に係る銅合金板は、標準的な製造方法として、鋳塊を均熱処理し、熱間圧延した 20  
後、冷間圧延、溶体化を伴う再結晶処理、冷間圧延、析出処理の工程で製造される。前記組成の銅合金を用い、以下の条件で製造した銅合金板は、0.2%耐力が300MPa以上で、優れた曲げ加工性を有する。また、850 で30分加熱し、次いで時効処理した後、300MPa以上の0.2%耐力、25%IACS以上の導電率を有する。

【0032】

溶解、鋳造は、連続鋳造、半連続鋳造などの通常の方法によって行うことができる。なお、銅溶解原料として、S、Pb、Bi、Se、As含有量の少ないものを使用することが好ましい。また、銅合金溶湯に被覆する木炭の赤熱化(水分除去)、地金、スクラップ原料、樋、鋳型の乾燥、及び溶湯の脱酸等に注意し、O、Hを低減することが好ましい。

【0033】

均質化処理は、鋳塊内部の温度が800 到達後、30分以上保持することが好ましい。均質化処理の保持時間は1時間以上がより好ましく、2時間以上がさらに好ましい。均質化処理後、熱間圧延を800 以上の温度で開始する。熱間圧延材に粗大な(Ni, Co) - Si析出物が形成されないように、熱間圧延は600 以上の温度で終了し、その温度から水冷等の方法により急冷することが好ましい。熱間圧延後の急冷開始温度が600 より低いと、粗大な(Ni, Co) - Si析出物が形成され、組織が不均一になりやすく、銅合金板(製品板)の強度が低下する。

【0034】

熱間圧延後の冷間圧延により、銅合金板に一定の歪みを加えることで、続く再結晶処理後に、所望の再結晶組織(微細な再結晶組織)を有する銅合金板が得られる。この冷間圧延の加工率は、5~35%とすることが好ましい。 40

溶体化を伴う再結晶処理は、650~950、好ましくは670~900 で3分以下の保持の条件で行う。銅合金中のNi、Co、Siの含有量が少ない場合は、上記温度範囲内のより低温領域で、Ni、Co、Siの含有量が多い場合は、上記温度範囲内のより高温領域で行うことが好ましい。この再結晶処理により、Ni、Co、Siを銅合金母材に固溶させると共に、曲げ加工性が良好となる再結晶組織(結晶粒径が1~20 $\mu$ m)を形成することができる。この再結晶処理の温度が600 より低いと、Ni、Co、Siの固溶量が少なくなり、強度が低下する。一方、再結晶処理の温度が950 を超え又は処理時間が3分を超えると、再結晶粒が粗大化する。

【0035】

溶体化を伴う再結晶処理後は、(a)冷間圧延及び時効処理する、(b)冷間圧延及び時効処理後、さらに製品厚さまで冷間圧延する、又は(c)前記(b)の後に低温焼鈍(延性の回復)を行う。

析出処理は、加熱温度300~600程度で0.5~10時間保持する条件で行う。この加熱温度が300未満では析出量が少なく、600を超えると析出物が粗大化しやすい。加熱温度の下限は、好ましくは350とし、上限は好ましくは580、より好ましくは560とする。析出処理の保持時間は、加熱温度により適宜選択し、0.5~10時間の範囲内で行う。この保持時間が0.5時間以下では析出が不十分となり、10時間を越えても析出量が飽和し、生産性が低下する。保持時間の下限は、好ましくは1時間、より好ましくは2時間とする。

10

【実施例1】

【0036】

表1に示す組成の銅合金を鋳造し、それぞれ厚さ45mmの鋳塊を作成した。この銅合金において、不可避不純物であるHは1ppm未満、Oは20ppm未満、より好ましくは15ppm未満、S、Pb、Bi、Sb、Se、Asは合計で20ppm未満であった。

各鋳塊に対し965で3時間の均熱処理を行い、続いて熱間圧延を行って板厚15mmの熱間圧延材とし、600以上の温度から焼き入れ(水冷)した。焼き入れ後の熱間圧延材の両面を1mmずつ研磨した後、目標板厚0.43mmまで冷間粗圧延し、650~850で10~60秒保持する再結晶処理(溶体化を伴う)を行った。次いで450

20

【0037】

【表 1】

表 1 銅合金の組成

	Ni	Si	Sn	Mg	Zn	Co	その他元素	Cu	(Ni+Co)/Si	
実施例	1	1.6	0.4	—	—	—	—	残部	4.0	
	2	2.4	0.6	—	—	—	—	残部	4.0	
	3	3.2	0.8	—	—	—	—	残部	4.0	
	4	3.9	0.95	—	—	—	—	残部	4.1	
	5	3.2	0.7	—	—	—	—	残部	4.6	
	6	1.8	0.4	0.1	0.02	1.1	—	残部	4.5	
	7	2.5	0.55	0.2	0.02	1.1	—	残部	4.5	
	8	3.0	0.65	—	0.15	—	—	残部	4.6	
	9	1.5	0.6	—	—	—	1.1	残部	4.3	
	10	3.2	0.7	0.2	—	1.1	—	残部	4.6	
	11	1.2	0.3	—	—	—	—	P:0.02	残部	4.0
	12	1.8	0.4	0.1	—	1.1	—	Al:0.15,Mn:0.3	残部	4.5
	13	1.8	0.4	0.1	—	1.1	—	Mn:0.02,Cr:0.07	残部	4.5
	14	1.8	0.4	0.1	—	1.1	—	Zr:0.01	残部	4.5
	15	1.4	0.35	—	—	—	—	P:0.03,Fe:0.03	残部	4.0
	16	1.82	0.39	—	—	0.8	—	Ti:0.03	残部	4.7
	17	1.76	0.36	—	—	0.95	—	Ag:0.007	残部	4.9
	18	—	0.42	—	0.03	—	2.03	—	残部	4.8
比較例	1	0.8	0.2	—	—	—	—	残部	4.0	
	2	4.7	1.1	0.2	—	1.0	—	残部	4.3	
	3	3.6	0.4	0.2	—	1.0	—	残部	9.0	
	4	3.2	1.0	0.2	—	1.0	—	残部	3.2	
	5	3.2	0.7	1.5	—	1.0	—	残部	4.6	
	6	3.2	0.7	0.2	0.3	1.0	—	残部	4.6	
	7	3.2	0.7	0.3	—	6.0	—	残部	4.6	

10

20

30

## 【 0 0 3 8 】

得られた銅合金板を供試材として、下記要領で、導電率、機械的特性、曲げ加工性、はんだ濡れ性の各測定試験を行った。

また、得られた銅合金板を 850 で 30 分間加熱後水冷したもの、さらに 500 で 2 時間加熱（析出処理）したものを、それぞれ供試材として、導電率及び機械的特性の各測定試験を行った。

各試験結果を表 2 に示す。

## 【 0 0 3 9 】

【表 2】

表 2

No.	加熱前の特性			850 °C ×30 分 加熱後の特性		時効処理後の 特性		
	耐力 MPa	導電率 %IACS	曲げ 性	耐力 MPa	導電率 %IACS	耐力 MPa	導電率 %IACS	
実 施 例	1	530	47	○	60	27	375	42
	2	650	45	○	70	20	470	39
	3	770	42	○	80	16	530	37
	4	790	39	○	90	15	600	34
	5	760	41	○	75	17	545	36
	6	570	44	○	65	22	375	39
	7	660	40	○	74	18	485	33
	8	800	45	○	70	18	555	40
	9	730	50	○	75	22	530	45
	10	770	40	○	80	16	540	35
	11	540	50	○	50	30	340	45
	12	575	43	○	65	22	380	39
	13	580	43	○	70	22	385	38
	14	575	44	○	65	22	385	38
	15	520	49	○	55	29	360	44
	16	560	45	○	60	23	350	41
	17	555	45	○	60	23	355	41
	18	590	64	○	70	15	390	59
比 較 例	1	500	55	○	45	37	290	39
	2	熱間圧延時に割れが発生したため測定できず						
	3	670	28	○	75	18	380	24
	4	680	17	○	70	14	515	15
	5	700	30	×	85	11	565	24
	6	700	33	×	75	9	570	23
	7	670	39	○	75	13	560	35

## 【 0 0 4 0 】

(導電率の測定)

導電率の測定は、J I S - H 0 5 0 5 に規定されている非鉄金属材料導電率測定法に準拠し、ダブルブリッジを用いた四端子法で行った。

(機械的特性)

供試材から、長手方向が圧延平行方向となるように J I S 5 号引張り試験片を切り出し、J I S - Z 2 2 4 1 に準拠して引張り試験を実施して、耐力と伸びを測定した。耐力は永久伸び 0 . 2 % に相当する引張強さである。

## 【 0 0 4 1 】

(曲げ加工性)

曲げ加工性の測定は、伸銅協会標準 J B M A - T 3 0 7 に規定される W 曲げ試験方法に従い実施した。各供試材から幅 1 0 m m、長さ 3 0 m m の試験片を切り出し、R / t = 0 . 5 となる治具を用いて、G . W . ( G o o d W a y (曲げ軸が圧延方向に垂直)) 及び B . W . ( B a d W a y (曲げ軸が圧延方向に平行)) の曲げを行った。次いで、曲げ部における割れの有無を 1 0 0 倍の光学顕微鏡により目視観察し、G . W . 又は B . W

10

20

30

40

50

。の双方で割れの発生がないものを（合格）、G.W.又はB.W.のいずれか一方又は双方で割れが発生したものを×（不合格）、と評価した。

【0042】

（はんだ濡れ性）

各供試材から短冊状試験片を採取し、非活性フラックスを1秒間浸漬塗布した後、メニスコグラフ法にてはんだ濡れ時間を測定した。はんだは $260 \pm 5$  に保持したSn-3質量%Ag-0.5質量%Cuを用い、浸漬速度を $25 \text{ mm/sec}$ 、浸漬深さを5mm、浸漬時間を5secの試験条件で実施した。はんだ濡れ時間が2秒以下のものをはんだ濡れ性が優れると評価した。なお、比較例7以外は、はんだ濡れ時間が2秒以下であった。

10

【0043】

表2に示す実施例1～18の銅合金板は、合金組成が本発明の規定を満たし、850で30分間加熱し、次いで時効処理した後の強度（0.2%耐力）が300MPa以上で、かつ導電率が25%IACS以上である。また、850で加熱する前の銅合金板の特性は、強度（0.2%耐力）が300MPa以上であり、曲げ加工性やはんだ濡れ性も優れている。850で加熱後も、50MPa以上の強度（0.2%耐力）を有する。

【0044】

これに対し、比較例1～7の銅合金板は、以下に示すように、何らかの特性が劣る。

比較例1は、Fe含有量が少ないため、時効処理後の強度が低い。

比較例2は、Fe含有量が過剰なため、熱間圧延時に割れが生じて、熱間圧延後の工程に進むことができなかった。

20

比較例3は、NiとSiの含有量比 $[Ni]/[Si]$ が高すぎ、過剰となったNiが固溶して、時効処理後の導電率が低下した。

比較例4は、NiとSiの含有量比 $[Ni]/[Si]$ が低すぎ、過剰となったSiが固溶して、時効処理後の導電率が低下した。

比較例5、6は、それぞれSn又はMg含有量が過剰で、銅合金板の曲げ加工性が劣り、時効処理後の導電率が低下した。

比較例7は、Zn含有量が過剰で、先に述べたようにはんだ濡れ性が劣っていた。

【実施例2】

【0045】

表1に示す銅合金板のうち代表的なもの（実施例2、6と比較例1、7）について、1000で30分間加熱後水冷し、さらに500で2時間加熱（時効処理）し、当該銅合金板を供試材として、導電率及び機械的特性の各測定試験を、実施例1に記載した方法で行った。その結果を表3に示す。

30

【0046】

【表 3】

表 3	No.	合金組成 (質量%)							加熱前の特性			1000 °C × 30 分 加熱後の特性			時効処理後の特性	
		Ni	Si	Sn	Mg	Zn	Cu	耐力 MPa	導電率 %IACS	曲げ 性	耐力 MPa	導電率 %IACS	耐力 MPa	導電率 %IACS	耐力 MPa	導電率 %IACS
実施例 2	2	2.4	0.6	—	—	—	残部	650	45	○	50	43	450	37		
実施例 6	6	1.8	0.4	0.1	0.02	1.1	残部	570	44	○	48	20	360	37		
比較例 1	1	0.8	0.2	—	—	—	残部	500	55	○	40	36	285	38		
比較例 7	7	3.2	0.7	0.3	—	6.0	残部	670	39	○	55	12	540	33		

10

20

30

40

## 【 0 0 4 7 】

表 3 に示すように、実施例 2 , 6 は、1 0 0 0 で 3 0 分間加熱し、次いで時効処理した後の強度 ( 0 . 2 % 耐力 ) が 3 0 0 M P a 以上で、かつ導電率が 2 5 % I A C S 以上である。

一方、比較例 1 は、1 0 0 0 で 3 0 分間加熱し、次いで時効処理した後の強度が劣る。

なお、実施例 2 , 6 及び比較例 1 , 7 の全てにおいて、1 0 0 0 で 3 0 分間加熱し、次いで時効処理した後の強度と導電率の値は、8 5 0 で 3 0 分間加熱し、次いで時効処理した後の強度と導電率の値と大きい違いがなかった。

## フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

H 0 1 L	23/36	M
C 2 2 F	1/00	6 0 2
C 2 2 F	1/00	6 1 3
C 2 2 F	1/00	6 2 3
C 2 2 F	1/00	6 3 0 A
C 2 2 F	1/00	6 3 0 K
C 2 2 F	1/00	6 3 0 M
C 2 2 F	1/00	6 5 0 F
C 2 2 F	1/00	6 6 1 Z
C 2 2 F	1/00	6 8 1
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 4 A
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 4 A
C 2 2 F	1/00	6 9 4 B

(56)参考文献 特開2012-153938(JP,A)  
 特開2015-036438(JP,A)  
 特開2013-204083(JP,A)  
 特開平09-291325(JP,A)  
 特開2012-211377(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 8	
H 0 1 L	2 3 / 3 7 3	