

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7512845号
(P7512845)

(45)発行日 令和6年7月9日(2024.7.9)

(24)登録日 令和6年7月1日(2024.7.1)

(51)国際特許分類	F I
C 2 2 C 9/00 (2006.01)	C 2 2 C 9/00
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 1 3
	C 2 2 F 1/00 6 2 3
	C 2 2 F 1/00 6 3 0 A
請求項の数 12 (全21頁) 最終頁に続く	

(21)出願番号	特願2020-181735(P2020-181735)	(73)特許権者	000006264 三菱マテリアル株式会社 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号
(22)出願日	令和2年10月29日(2020.10.29)	(74)代理人	100149548 弁理士 松沼 泰史
(65)公開番号	特開2022-72355(P2022-72355A)	(74)代理人	100175802 弁理士 寺本 光生
(43)公開日	令和4年5月17日(2022.5.17)	(74)代理人	100142424 弁理士 細川 文広
審査請求日	令和5年5月18日(2023.5.18)	(74)代理人	100140774 弁理士 大浪 一徳
		(72)発明者	松永 裕隆 埼玉県北本市下石戸7丁目147番地 三菱マテリアル株式会社 中央研究所内
		(72)発明者	福岡 航世
最終頁に続く			

(54)【発明の名称】 銅合金、銅合金塑性加工材、電子・電気機器用部品、端子、バスバー、リードフレーム、放熱基板

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

Mgの含有量が10massppmを超え100massppm未満の範囲内、残部がCu及び不可避不純物とした組成を有し、前記不可避不純物のうち、Sの含有量が10massppm以下、Pの含有量が10massppm以下、Seの含有量が5massppm以下、Teの含有量が5massppm以下、Sbの含有量が5massppm以下、Biの含有量が5massppm以下、Asの含有量が5massppm以下とされるとともに、SとPとSeとTeとSbとBiとAsの合計含有量が30massppm以下とされており、

Mgの含有量を〔Mg〕とし、SとPとSeとTeとSbとBiとAsの合計含有量を〔S+P+Se+Te+Sb+Bi+As〕とした場合に、これらの質量比〔Mg〕/〔S+P+Se+Te+Sb+Bi+As〕が0.6以上50以下の範囲内とされており、導電率が97%IACS以上とされ、

EBSDF法により、10000μm²以上の測定面積を、0.25μmの測定間隔のステップでCI値が0.1以下である測定点を除いて、各結晶粒の方位差の解析を行い、隣接する測定点間の方位差が15°以上となる測定点間を結晶粒界とし、Area Fractionにより平均粒径Aを求め、平均粒径Aの10分の1以下となる測定間隔のステップで測定して、総数1000個以上の結晶粒が含まれるように、複数視野で10000μm²以上となる測定面積で、データ解析ソフトOIMにより解析されたCI値が0.1以下である測定点を除いて解析し、隣接する測定点間の方位差が2°以上15°以下とな

る測定点間である小傾角粒界およびサブグレインバウンダリーの長さを L_{LB} 、隣接する測定点間の方位差が 15° を超える測定点間である大傾角粒界の長さを L_{HB} としたときに、

$$L_{LB} / (L_{LB} + L_{HB}) > 20\%$$

の関係を有することを特徴とする銅合金。

【請求項 2】

A g の含有量が 5 m a s s p p m 以上 2 0 m a s s p p m 以下の範囲内であることを特徴とする請求項 1 に記載の銅合金。

【請求項 3】

圧延方向に平行な方向における引張強度が 2 0 0 M P a 以上であることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の銅合金。 10

【請求項 4】

半軟化温度が 2 0 0 以上であることを特徴とする請求項 1 から請求項 3 のいずれか一項に記載の銅合金。

【請求項 5】

請求項 1 から請求項 4 のいずれか一項に記載の銅合金からなることを特徴とする銅合金塑性加工材。

【請求項 6】

厚さが 0 . 1 m m 以上 1 0 m m 以下の範囲内の圧延板であることを特徴とする請求項 5 に記載の銅合金塑性加工材。 20

【請求項 7】

表面に S n めっき層又は A g めっき層を有することを特徴とする請求項 5 又は請求項 6 に記載の銅合金塑性加工材。

【請求項 8】

請求項 5 から請求項 7 のいずれか一項に記載された銅合金塑性加工材からなることを特徴とする電子・電気機器用部品。

【請求項 9】

請求項 5 から請求項 7 のいずれか一項に記載された銅合金塑性加工材からなることを特徴とする端子。 30

【請求項 10】

請求項 5 から請求項 7 のいずれか一項に記載された銅合金塑性加工材からなることを特徴とするバスバー。

【請求項 11】

請求項 5 から請求項 7 のいずれか一項に記載された銅合金塑性加工材からなることを特徴とするリードフレーム。

【請求項 12】

請求項 1 から請求項 4 のいずれか一項に記載された銅合金を用いて作製されたことを特徴とする放熱基板。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】 40

【0001】

本発明は、端子、バスバー、リードフレーム、放熱基板等の電子・電気機器用部品に適した銅合金、この銅合金からなる銅合金塑性加工材、電子・電気機器用部品、端子、バスバー、リードフレーム、放熱基板に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、端子、バスバー、リードフレーム、放熱基板等の電子・電気機器用部品には、導電性の高い銅又は銅合金が用いられている。

ここで、電子機器や電気機器等の大電流化にともない、電流密度の低減およびジュール発熱による熱の拡散のために、これら電子機器や電気機器等に使用される電子・電気機器 50

用部品においては、導電率に優れた無酸素銅等の純銅材が適用されている。

しかしながら、純銅材においては、高温での硬度低下のしにくさを表す耐熱性が不十分であり、高温環境下での使用ができないといった問題があった。

そこで、特許文献 1 には、Mg を 0.005 mass % 以上 0.1 mass % 未満の範囲で含む銅圧延板が開示されている。

【0003】

特許文献 1 に記載された銅圧延板においては、Mg を 0.005 mass % 以上 0.1 mass % 未満の範囲で含み、残部が Cu 及び不可避不純物からなる組成を有しているため、Mg を銅の母相中に固溶させることで、導電率を大きく低下させることなく、耐熱性を向上させることが可能であった。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開 2016 - 056414 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、最近では、上述の電子・電気機器用部品を構成する銅材においては、大電流が流された際の発熱を十分に抑制するために、また、純銅材が用いられていた用途に使用可能なように、導電率をさらに向上させることが求められている。さらに、導電率を十分に向上させることにより、従来、純銅材が用いられていた用途においても良好に使用することが可能となる。

20

また、上述の電子・電気機器用部品は、エンジンルーム等の高温環境下で使用されることが多く、電子・電気機器用部品を構成する銅材においては、従来にも増して耐熱性を向上させる必要がある。

【0006】

この発明は、前述した事情に鑑みてなされたものであって、高い導電率、強度、優れた耐熱性を有するとともに強度と耐応力緩和特性を両立することができる銅合金、銅合金塑性加工材、電子・電気機器用部品、端子、バスバー、リードフレーム、放熱基板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】

【0007】

この課題を解決するために、本発明者らが鋭意検討した結果、高い導電率と優れた耐熱性をバランス良く両立させるためには、Mg を微量添加するとともに、Mg と化合物を生成する元素の含有量を規制することが必要であることが明らかになった。すなわち、Mg と化合物を生成する元素の含有量を規制して、微量添加した Mg を適正な形態で銅合金中に存在させることにより、従来よりも高い水準で導電率と耐熱性とをバランス良く向上させることが可能となるとの知見を得た。

さらに、粒界における小傾角粒界およびサブグレインバウンダリー長さ比率を規定することで強度が向上するとの知見を得た。

40

【0008】

本発明は、上述の知見に基づいてなされたものであって、本発明の銅合金は、Mg の含有量が 10 mass ppm 超え 100 mass ppm 未満の範囲内、残部が Cu 及び不可避不純物とした組成を有し、前記不可避不純物のうち、S の含有量が 10 mass ppm 以下、P の含有量が 10 mass ppm 以下、Se の含有量が 5 mass ppm 以下、Te の含有量が 5 mass ppm 以下、Sb の含有量が 5 mass ppm 以下、Bi の含有量が 5 mass ppm 以下、As の含有量が 5 mass ppm 以下とされるとともに、S と P と Se と Te と Sb と Bi と As の合計含有量が 30 mass ppm 以下とされており、Mg の含有量を [Mg] とし、S と P と Se と Te と Sb と Bi と As の合計含有量を [S + P + Se + Te + Sb + Bi + As] とした場合に、これらの質量比 [Mg] / [S

50

+ P + S e + T e + S b + B i + A s } が 0 . 6 以上 5 0 以下の範囲内とされており、導電率が 9 7 % I A C S 以上とされ、E B S D 法により、 $1 0 0 0 0 \mu m^2$ 以上の測定面積を、 $0 . 2 5 \mu m$ の測定間隔のステップで C I 値が 0 . 1 以下である測定点を除いて、各結晶粒の方位差の解析を行い、隣接する測定点間の方位差が $1 5 ^\circ$ 以上となる測定点間を結晶粒界とし、Area Fraction により平均粒径 A を求め、平均粒径 A の 1 0 分の 1 以下となる測定間隔のステップで測定して、総数 1 0 0 0 個以上の結晶粒が含まれるように、複数視野で $1 0 0 0 0 \mu m^2$ 以上となる測定面積で、データ解析ソフト O I M により解析された C I 値が 0 . 1 以下である測定点を除いて解析し、隣接する測定点間の方位差が $2 ^\circ$ 以上 $1 5 ^\circ$ 以下となる測定点間である小傾角粒界およびサブグレインバウンダリーの長さを L_{LB} 、隣接する測定点間の方位差が $1 5 ^\circ$ を超える測定点間である大傾角粒界の長さを L_{HB} としたときに、

$$L_{LB} / (L_{LB} + L_{HB}) > 2 0 \%$$

の関係を有することを特徴としている。

【 0 0 0 9 】

この構成の銅合金によれば、M g と、M g と化合物を生成する元素である S , P , S e , T e , S b , B i , A s の含有量が上述のように規定されているので、微量添加した M g が銅の母相中に固溶することで、導電率を大きく低下させることなく耐熱性を向上させることができ、具体的には導電率を 9 7 % I A C S 以上とすることができる。

そして、小傾角粒界およびサブグレインバウンダリーの長さを L_{LB} 、大傾角粒界の長さを L_{HB} としたときに、 $L_{LB} / (L_{LB} + L_{HB}) > 2 0 \%$ の関係を有しているので、転位密度の増加に伴う加工硬化により、強度（耐力）を向上させることが可能となる。

【 0 0 1 0 】

ここで、本発明の銅合金においては、A g の含有量が 5 m a s s p p m 以上 2 0 m a s s p p m 以下の範囲内とされていることが好ましい。

この場合、A g を上述の範囲で含有しているので、A g が粒界近傍に偏析し、粒界拡散が抑制され、耐応力緩和特性をさらに向上させることが可能となる。

【 0 0 1 1 】

また、本発明の銅合金においては、圧延方向に平行な方向における引張強度が 2 0 0 M P a 以上であることが好ましい。

この場合、圧延方向に平行な方向における引張強度が十分に高く、端子、バスバー、リードフレーム、放熱基板等の電子・電気機器用部品の素材として特に適している。

【 0 0 1 2 】

さらに、本発明の銅合金においては、半軟化温度が 2 0 0 以上であることが好ましい。

この場合、半軟化温度が 2 0 0 以上とされているので、耐熱性に十分に優れており、高温環境下でも安定して使用することができる。

【 0 0 1 3 】

本発明の銅合金塑性加工材は、上述の銅合金からなることを特徴としている。

この構成の銅合金塑性加工材によれば、上述の銅合金で構成されていることから、導電性、強度、耐熱性に優れており、大電流用途、高温環境下で使用される端子、バスバー、リードフレーム、放熱基板等の電子・電気機器用部品の素材として特に適している。なお、本発明の銅合金塑性加工材としては、例えば、板条材、断面異形条材、棒材、線材、管材等が挙げられる。断面異形条材は、長手方向に直交する断面において、その厚さが幅方向で異なるような断面形状としたものを含む。

【 0 0 1 4 】

ここで、本発明の銅合金塑性加工材においては、厚さが 0 . 1 m m 以上 1 0 m m 以下の範囲内の圧延板であってもよい。

この場合、厚さが 0 . 1 m m 以上 1 0 m m 以下の範囲内の圧延板であることから、この銅合金塑性加工材（圧延板）に対して打ち抜き加工や曲げ加工を施すことで、端子、バスバー、リードフレーム、放熱基板等の電子・電気機器用部品を成形することができる。

【 0 0 1 5 】

10

20

30

40

50

また、本発明の銅合金塑性加工材においては、表面にS nめっき層又はA gめっき層を有することが好ましい。

この場合、表面にS nめっき層又はA gめっき層を有しているため、端子、バスバー、リードフレーム、放熱基板等の電子・電気機器用部品の素材として特に適している。なお、本発明において、「S nめっき」は、純S nめっき又はS n合金めっきを含み、「A gめっき」は、純A gめっき又はA g合金めっきを含む。

【0016】

本発明の電子・電気機器用部品は、上述の銅合金塑性加工材からなることを特徴としている。なお、本発明における電子・電気機器用部品とは、端子、バスバー、リードフレーム、放熱基板等を含むものである。

10

この構成の電子・電気機器用部品は、上述の銅合金塑性加工材を用いて製造されているため、大電流用途、高温環境下においても、優れた特性を発揮することができる。

【0017】

本発明の端子は、上述の銅合金塑性加工材からなることを特徴としている。

この構成の端子は、上述の銅合金塑性加工材を用いて製造されているため、大電流用途、高温環境下においても、優れた特性を発揮することができる。

【0018】

本発明のバスバーは、上述の銅合金塑性加工材からなることを特徴としている。

この構成のバスバーは、上述の銅合金塑性加工材を用いて製造されているため、大電流用途、高温環境下においても、優れた特性を発揮することができる。

20

【0019】

本発明のリードフレームは、上述の銅合金塑性加工材からなることを特徴としている。

この構成のリードフレームは、上述の銅合金塑性加工材を用いて製造されているため、大電流用途、高温環境下においても、優れた特性を発揮することができる。

【0020】

本発明の放熱基板は、上述の銅合金を用いて作製されたことを特徴としている。

この構成の放熱基板は、上述の銅合金を用いて作製されているため、大電流用途、高温環境下においても、優れた特性を発揮することができる。

【発明の効果】

【0021】

本発明によれば、高い導電率、強度、優れた耐熱性を有するとともに強度と耐力緩和特性を両立することができる銅合金、銅合金塑性加工材、電子・電気機器用部品、端子、バスバー、リードフレーム、放熱基板を提供することが可能となる。

30

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】本実施形態である銅合金の製造方法のフロー図である。

【発明を実施するための形態】

【0023】

以下に、本発明の一実施形態である銅合金について説明する。

本実施形態である銅合金は、M gの含有量が10massppmを超え100massppm未満の範囲内、残部がC u及び不可避不純物とした組成を有し、不可避不純物のうち、Sの含有量が10massppm以下、Pの含有量が10massppm以下、S eの含有量が5massppm以下、T eの含有量が5massppm以下、S bの含有量が5massppm以下、B iの含有量が5massppm以下、A sの含有量が5massppm以下とされるときともに、SとPとS eとT eとS bとB iとA sの合計含有量が30massppm以下とされている。

40

【0024】

そして、M gの含有量を〔M g〕とし、SとPとS eとT eとS bとB iとA sの合計含有量を〔S + P + S e + T e + S b + B i + A s〕とした場合に、これらの質量比〔M g〕 / 〔S + P + S e + T e + S b + B i + A s〕が0.6以上50以下の範囲内とされ

50

ている。

なお、本実施形態である銅合金においては、A gの含有量が5 m a s s p p m以上2 0 m a s s p p m以下の範囲内であってもよい。

【0025】

また、本実施形態である銅合金においては、導電率が97% I A C S以上とされている。

そして、本実施形態である銅合金においては、E B S D法により $10000\mu\text{m}^2$ 以上の測定面積を、 $0.25\mu\text{m}$ の測定間隔のステップでC I値が0.1以下である測定点を除いて、各結晶粒の方位差の解析を行い、隣接する測定点間の方位差が 15° 以上となる測定点間を結晶粒界とし、A r e a F r a c t i o nにより平均粒径Aを求め、平均粒径Aの10分の1以下となる測定間隔のステップで測定して、総数1000個以上の結晶粒が含まれるように、複数視野で $10000\mu\text{m}^2$ 以上となる測定面積で、データ解析ソフトO I Mにより解析されたC I値が0.1以下である測定点を除いて解析し、隣接する測定点間の方位差が 2° 以上 15° 以下となる測定点間である小傾角粒界およびサブグレインバウンダリーの長さを L_{LB} 、隣接する測定点間の方位差が 15° を超える測定点間である大傾角粒界の長さを L_{HB} としたときに、 $L_{LB} / (L_{LB} + L_{HB}) > 20\%$ の関係を有している。

10

【0026】

なお、本実施形態である銅合金においては、圧延方向に平行な方向における引張強度が200 M P a以上であることが好ましい。

また、本実施形態である銅合金においては、半軟化温度が200 以上であることが好ましい。

20

【0027】

ここで、本実施形態の銅合金において、上述のように成分組成、組織、各種特性を規定した理由について以下に説明する。

【0028】

(M g)

M gは、銅の母相中に固溶することで、導電率を大きく低下させることなく、強度および耐熱性を向上させる作用効果を有する元素である。また、M gを母相中に固溶させることにより、耐力緩和特性が向上することになる。

ここで、M gの含有量が10 m a s s p p m以下の場合には、その作用効果を十分に奏功せしめることができなくなるおそれがある。一方、M gの含有量が100 m a s s p p m以上の場合には、導電率が低下するおそれがある。

30

以上のことから、本実施形態では、M gの含有量を10 m a s s p p m超え100 m a s s p p m未満の範囲内に設定している。

【0029】

なお、耐熱性および強度をさらに向上させるためには、M gの含有量の下限を20 m a s s p p m以上とすることが好ましく、30 m a s s p p m以上とすることがさらに好ましく、40 m a s s p p m以上とすることがより好ましい。

また、導電率の低下をさらに抑制するためには、M gの含有量の上限を90 m a s s p p m未満とすることが好ましく、80 m a s s p p m未満とすることがさらに好ましく、70 m a s s p p m未満とすることがより好ましい。

40

【0030】

(S , P , S e , T e , S b , B i , A s)

上述のS , P , S e , T e , S b , B i , A sといった元素は、一般的に銅合金に混入しやすい元素である。そして、これらの元素は、M gと反応し化合物を形成しやすく、微量添加したM gの固溶効果を低減するおそれがある。このため、これらの元素の含有量は厳しく制御する必要がある。

そこで、本実施形態においては、Sの含有量を10 m a s s p p m以下、Pの含有量を10 m a s s p p m以下、S eの含有量を5 m a s s p p m以下、T eの含有量を5 m a s s p p m以下、S bの含有量を5 m a s s p p m以下、B iの含有量を5 m a s p p m

50

以下、Asの含有量を5massppm以下に制限している。

さらに、SとPとSeとTeとSbとBiとAsの合計含有量を30massppm以下に制限している。

【0031】

なお、Sの含有量は、9massppm以下であることが好ましく、8massppm以下であることがさらに好ましい。

Pの含有量は、6massppm以下であることが好ましく、3massppm以下であることがさらに好ましい。

Seの含有量は、4massppm以下であることが好ましく、2massppm以下であることがさらに好ましい。

Teの含有量は、4massppm以下であることが好ましく、2massppm以下であることがさらに好ましい。

Sbの含有量は、4massppm以下であることが好ましく、2massppm以下であることがさらに好ましい。

Biの含有量は、4massppm以下であることが好ましく、2massppm以下であることがさらに好ましい。

Asの含有量は、4massppm以下であることが好ましく、2massppm以下であることがさらに好ましい。

さらに、SとPとSeとTeとSbとBiとAsの合計含有量は、24massppm以下であることが好ましく、18massppm以下であることがさらに好ましい。

【0032】

([Mg] / [S + P + Se + Te + Sb + Bi + As])

上述のように、S、P、Se、Te、Sb、Bi、Asといった元素は、Mgと反応して化合物を形成しやすいことから、本実施形態においては、Mgの含有量と、SとPとSeとTeとSbとBiとAsの合計含有量との比を規定することで、Mgの存在形態を制御している。

Mgの含有量を[Mg]とし、SとPとSeとTeとSbとBiとAsの合計含有量を[S + P + Se + Te + Sb + Bi + As]とした場合に、これらの質量比[Mg] / [S + P + Se + Te + Sb + Bi + As]が50を超えると、銅中にMgが過剰に固溶状態で存在しており、導電率が低下するおそれがある。一方、質量比[Mg] / [S + P + Se + Te + Sb + Bi + As]が0.6未満では、Mgが十分に固溶しておらず、耐熱性および耐力緩和特性が十分に向上しないおそれがある。

よって、本実施形態では、質量比[Mg] / [S + P + Se + Te + Sb + Bi + As]を0.6以上50以下の範囲内に設定している。

【0033】

なお、導電率の低下をさらに抑制するためには、質量比[Mg] / [S + P + Se + Te + Sb + Bi + As]の上限を35以下とすることが好ましく、25以下とすることがさらに好ましい。

また、耐熱性および耐力緩和特性をさらに向上させるためには、質量比[Mg] / [S + P + Se + Te + Sb + Bi + As]の下限を0.8以上とすることが好ましく、1.0以上とすることがさらに好ましい。

【0034】

(Ag : 5massppm以上20massppm以下)

Agは、250以下の通常の電子・電気機器の使用温度範囲ではほとんどCuの母相中に固溶することができない。このため、銅中に微量に添加されたAgは、粒界近傍に偏析することとなる。これにより粒界での原子の移動は妨げられ、粒界拡散が抑制されるため、耐熱性と耐力緩和特性が向上することになる。

ここで、Agの含有量が5massppm以上の場合には、その作用効果を十分に奏功せしめることが可能となる。一方、Agの含有量が20massppm以下である場合には、導電率が確保されるとともに製造コストの増加を抑制することができる。

10

20

30

40

50

以上のことから、本実施形態では、A gの含有量を5 m a s s p p m以上2 0 m a s s p p m以下の範囲内に設定している。

【0035】

なお、耐熱性と耐力緩和特性をさらに向上させるためには、A gの含有量の下限を6 m a s s p p m以上とすることが好ましく、7 m a s s p p m以上とすることがさらに好ましく、8 m a s s p p m以上とすることがより好ましい。また、導電率の低下およびコストの増加を確実に抑制するためには、A gの含有量の上限を1 8 m a s s p p m以下とすることが好ましく、1 6 m a s s p p m以下とすることがさらに好ましく、1 4 m a s s p p m以下とすることがより好ましい。

また、A gを意図的に含まずに不純物として含む場合には、A gの含有量が5 m a s s p p m未満であってもよい。

10

【0036】

(その他の不可避不純物)

上述した元素以外のその他の不可避的不純物としては、A l , B , B a , B e , C a , C d , C r , S c , 希土類元素 , V , N b , T a , M o , N i , W , M n , R e , R u , S r , T i , O s , C o , R h , I r , P b , P d , P t , A u , Z n , Z r , H f , H g , G a , I n , G e , Y , T l , N , S i , S n , L i等が挙げられる。これらの不可避不純物は、特性に影響を与えない範囲で含有されていてもよい。

ここで、これらの不可避不純物は、導電率を低下させるおそれがあることから、総量で0 . 1 m a s s %以下とすることが好ましく、0 . 0 5 m a s s %以下とすることがさらに好ましく、0 . 0 3 m a s s %以下とすることがより好ましく、さらには0 . 0 1 m a s s %以下とすることが好ましい。

20

また、これらの不可避不純物のそれぞれの含有量の上限は、1 0 m a s s p p m以下とすることが好ましく、5 m a s s p p m以下とすることがさらに好ましく、2 m a s s p p m以下とすることがより好ましい。

【0037】

(小傾角粒界およびサブグレインバウンダリー長さ比率： $L_{LB} / (L_{LB} + L_{HB})$)

粒界において、小傾角粒界およびサブグレインバウンダリーは加工時に導入された転位の密度が高い領域であるため、全粒界中の小傾角粒界およびサブグレインバウンダリー長さ比率 $L_{LB} / (L_{LB} + L_{HB})$ が20%を超えるように組織制御することで、転位密度の増加に伴う加工硬化により、強度(耐力)を向上させることが可能となる。

30

【0038】

なお、小傾角粒界およびサブグレインバウンダリー長さ比率 $L_{LB} / (L_{LB} + L_{HB})$ は、上記の範囲内でも25%以上が好ましく、さらには30%以上が好ましい。一方、小傾角粒界およびサブグレインバウンダリー長さ比率 $L_{LB} / (L_{LB} + L_{HB})$ が高すぎると、転位を経路とした原子の高速拡散が起こりやすくなり、高温環境下での再結晶とそれに伴う軟化が起こりやすくなるため、耐熱性は損なわれるおそれがある。そのため、小傾角粒界およびサブグレインバウンダリー長さ比率 $L_{LB} / (L_{LB} + L_{HB})$ は80%以下とすることが好ましく、70%以下とすることがさらに好ましい。

【0039】

(導電率：97% I A C S以上)

本実施形態である銅合金においては、導電率が97% I A C S以上とされている。導電率を97% I A C S以上とすることにより、通電時の発熱を抑えて、純銅材の代替として端子、バスバー、リードフレーム、放熱基板等の電子・電気機器用部品として良好に使用することが可能となる。

40

なお、導電率は97.5% I A C S以上であることが好ましく、98.0% I A C S以上であることがさらに好ましく、98.5% I A C S以上であることがより好ましく、99.0% I A C S以上であることがより一層好ましい。

【0040】

(圧延方向に平行な方向における引張強度：200 M P a以上)

50

本実施形態である銅合金において、圧延方向に平行な方向における引張強度が200 MPa以上である場合には、端子、バスバー、リードフレーム等の電子・電気機器用部品の素材として特に適するものとなる。なお、特に圧延方向に平行な方向における引張強度の上限は定めないが、コイル巻きされた条材を用いる際のコイルの巻き癖による生産性低下を回避するため、圧延方向に平行な方向における引張強度は500 MPa以下とすることが好ましい。

なお、圧延方向に平行な方向における引張強度の下限は、275 MPa以上であることがさらに好ましく、300 MPa以上であることがより好ましい。

【0041】

(半軟化温度：200 以上)

本実施形態である銅合金において、半軟化温度が高い場合には、高温でも銅材の回復、再結晶による軟化現象が起きにくいことから、高温環境下で使用される通電部材への適用が可能となる。

このため、本実施形態においては、1時間の熱処理での半軟化温度が200 以上とされていることが好ましい。本実施形態では、半軟化温度は、ビッカース硬度を測定することにより評価した。

なお、1時間の熱処理での半軟化温度は、225 以上であることがさらに好ましく、250 以上であることがより好ましく、275 以上であることが一層好ましい。

【0042】

次に、このような構成とされた本実施形態である銅合金の製造方法について、図1に示すフロー図を参照して説明する。

【0043】

(溶解・鑄造工程S01)

まず、銅原料を溶解して得られた銅溶湯に、前述の元素を添加して成分調整を行い、銅合金溶湯を製出する。なお、各種元素の添加には、元素単体や母合金等を用いることができる。また、上述の元素を含む原料を銅原料とともに溶解してもよい。また、本合金のリサイクル材およびスクラップ材を用いてもよい。

ここで、銅原料は、純度が99.99 mass%以上とされたいわゆる4NCu、あるいは99.999 mass%以上とされたいわゆる5NCuとすることが好ましい。

【0044】

溶解時においては、Mgの酸化を抑制するため、また水素濃度低減のため、H₂Oの蒸気圧が低い不活性ガス雰囲気(例えばArガス)による雰囲気溶解を行い、溶解時の保持時間は最小限に留めることが好ましい。

そして、成分調整された銅合金溶湯を鑄型に注入して鑄塊を製出する。なお、量産を考慮した場合には、連続鑄造法または半連続鑄造法を用いることが好ましい。

【0045】

(均質化/溶体化工程S02)

次に、得られた鑄塊の均質化および溶体化のために加熱処理を行う。鑄塊の内部には、凝固の過程においてMgが偏析で濃縮することにより発生したCuとMgを主成分とする金属間化合物等が存在することがある。そこで、これらの偏析および金属間化合物等を消失または低減させるために、鑄塊を300 以上1080 以下にまで加熱する加熱処理を行うことで、鑄塊内において、Mgを均質に拡散させたり、Mgを母相中に固溶させたりする。なお、この均質化/溶体化工程S02は、非酸化性または還元性雰囲気中で実施することが好ましい。

【0046】

ここで、加熱温度が300 未満では、溶体化が不完全となり、母相中にCuとMgを主成分とする金属間化合物が多く残存するおそれがある。一方、加熱温度が1080 を超えると、銅素材の一部が液相となり、組織や表面状態が不均一となるおそれがある。よって、加熱温度を300 以上1080 以下の範囲に設定している。

なお、後述する粗圧延の効率化と組織の均一化のために、前述の均質化/溶体化工程S

10

20

30

40

50

02の後に熱間加工を実施してもよい。この場合、加工方法に特に限定はなく、例えば圧延、引抜、押出、溝圧延、鍛造、プレス等を採用することができる。また、熱間加工温度は、300 以上1080 以下の範囲内とすることが好ましい。

【0047】

(粗加工工程S03)

所定の形状に加工するために、粗加工を行う。なお、この粗加工工程S03における温度条件は特に限定はないが、再結晶を抑制するために、あるいは寸法精度の向上のため、冷間または温間圧延となる-200 から200 の範囲内とすることが好ましく、特に常温が好ましい。加工率については、20%以上が好ましく、30%以上がさらに好ましい。また、加工方法については、特に限定はなく、例えば圧延、引抜、押出、溝圧延、鍛造、プレス等を採用することができる。

10

【0048】

(中間熱処理工程S04)

粗加工工程S03後に、再結晶組織にするために熱処理を実施する。なお、中間熱処理工程S04と後述する上前加工工程S05を繰り返し実施してもよい。

ここで、この中間熱処理工程S04が実質的に最後の再結晶熱処理となるため、この工程で得られた再結晶組織の結晶粒径は最終的な結晶粒径にほぼ等しくなる。そのため、この中間熱処理工程S04では、平均結晶粒径が5 μ m以上となるように、適宜、熱処理条件を選定することが好ましい。例えば700 では1秒から120秒程度保持することが好ましい。

20

【0049】

(上前加工工程S05)

中間熱処理工程S04後の銅素材を所定の形状に加工するため、上前加工を行う。なお、この上前加工工程S05における温度条件は特に限定はないが、加工時の再結晶を抑制するため、または軟化を抑制するために冷間、または温間加工となる-200 から200 の範囲内とすることが好ましく、特に常温が好ましい。

また、加工率は、最終形状に近似するように適宜選択されることになるが、上前加工工程S05において小傾角粒界およびサブグレインバウンダリー長さ比率を高め、加工硬化によって強度を向上させるためには、加工率を10%以上とすることが好ましい。また、さらなる強度の向上を図る場合には、加工率を15%以上とすることがより好ましく、加工率を20%以上とすることがさらに好ましい。一方、小傾角粒界およびサブグレインバウンダリーの過剰な増加による曲げ加工性の劣化を抑制させるため、加工率を95%以下とすることが好ましく、加工率を90%以下とすることがより好ましい。なお、一般に加工率は、圧延や伸線の減面率である。

30

【0050】

(機械的表面処理工程S06)

上前加工工程S05後に、機械的表面処理を行う。機械的表面処理は、所望の形状がほぼ得られた後に表面近傍に圧縮応力を与える処理であり、耐応力緩和特性を向上させる効果がある。

機械的表面処理は、ショットピーニング処理、ブラスト処理、ラッピング処理、ポリッシング処理、パフ研磨、グラインダー研磨、サンドペーパー研磨、テンションレベラー処理、1パス当りの圧下率が低い軽圧延(1パス当たりの圧下率1~10%とし3回以上繰り返す)など一般的に使用される種々の方法が使用できる。

40

Mgを添加した銅合金に、この機械的表面処理を加えることで、耐応力緩和特性が大きく向上することになる。

【0051】

(仕上熱処理工程S07)

次に、機械的表面処理工程S06によって得られた塑性加工材に対して、含有元素の粒界への偏析および残留ひずみの除去のため、仕上熱処理を実施してもよい。

この際、熱処理温度が高すぎると小傾角粒界およびサブグレインバウンダリー長さ比率

50

$L_{LB} / (L_{LB} + L_{HB})$ が大きく低下することから、熱処理温度は、100 以上 800 以下の範囲内とすることが好ましい。なお、この仕上熱処理工程 S07 においては、再結晶による強度の大幅な低下を避けるように、熱処理条件を設定する必要がある。例えば 450 では 0.1 秒から 10 秒程度保持、250 では 1 分から 100 時間とすることが好ましい。この熱処理は、非酸化雰囲気または還元性雰囲気で行うことが好ましい。熱処理の方法は特に限定はないが、製造コスト低減の効果から、連続焼鈍炉による短時間の熱処理が好ましい。

さらに、上述の上前加工工程 S05、機械的表面処理工程 S06、仕上熱処理工程 S07 を、繰り返し実施してもよい。

【0052】

このようにして、本実施形態である銅合金（銅合金塑性加工材）が製出されることになる。なお、圧延により製出された銅合金塑性加工材を銅合金圧延板という。

ここで、銅合金塑性加工材の板厚を 0.1 mm 以上とした場合には、大電流用途での導体としての使用に適している。また、銅合金塑性加工材の板厚を 10.0 mm 以下とすることにより、プレス機の荷重の増大を抑制し、単位時間あたりの生産性を確保することができ、製造コストを抑えることができる。

このため、銅合金塑性加工材（銅合金圧延材）の板厚は 0.1 mm 以上 10.0 mm 以下の範囲内とすることが好ましい。

なお、銅合金塑性加工材（銅合金圧延材）の板厚の下限は 0.5 mm 以上とすることが好ましく、1.0 mm 以上とすることがより好ましい。一方、銅合金塑性加工材（銅合金圧延材）の板厚の上限は 9.0 mm 未満とすることが好ましく、8.0 mm 未満とすることがより好ましい。

【0053】

以上のような構成とされた本実施形態である銅合金においては、Mg の含有量が 10 mass ppm 超え 100 mass ppm 未満の範囲内とされ、Mg と化合物を生成する元素である S の含有量を 10 mass ppm 以下、P の含有量を 10 mass ppm 以下、Se の含有量を 5 mass ppm 以下、Te の含有量を 5 mass ppm 以下、Sb の含有量を 5 mass ppm 以下、Bi の含有量を 5 mass ppm 以下、As の含有量を 5 mass ppm 以下、さらに、S と P と Se と Te と Sb と Bi と As の合計含有量を 30 mass ppm 以下に制限しているため、微量添加した Mg を銅の母相中に固溶させることができ、導電率を大きく低下させることなく、耐熱性を向上させることが可能となる。

【0054】

そして、Mg の含有量を [Mg] とし、S と P と Se と Te と Sb と Bi と As の合計含有量を [S + P + Se + Te + Sb + Bi + As] とした場合に、これらの質量比 [Mg] / [S + P + Se + Te + Sb + Bi + As] が 0.6 以上 50 以下の範囲内に設定しているため、Mg が過剰に固溶して導電率を低下させることなく耐熱性を十分に向上させることが可能となる。

よって、本実施形態の銅合金によれば、導電率を 97% IACS 以上とすることができ、高い導電率と優れた耐熱性とを両立することが可能となる。

【0055】

そして、小傾角粒界およびサブグレインバウンダリーの長さを L_{LB} 、大傾角粒界の長さを L_{HB} としたときに、 $L_{LB} / (L_{LB} + L_{HB}) > 20\%$ の関係を有しているため、転位密度の増加に伴う加工硬化により、強度（耐力）を向上させることが可能となる。

よって、端子、バスバー、リードフレーム、放熱基板等の電子・電気機器用部品の素材として特に適している。

【0056】

本実施形態において、Ag の含有量が 5 mass ppm 以上 20 mass ppm 以下の範囲内とされている場合には、Ag が粒界近傍に偏析し、粒界拡散が抑制され、耐力力緩和特性を向上させることが可能となる。

【0057】

10

20

30

40

50

また、本実施形態において、圧延方向に平行な方向における引張強度が200MPa以上である場合には、圧延方向に平行な方向における引張強度が十分に高く、端子、バスバー、リードフレーム、放熱基板等の電子・電気機器用部品の素材として特に適している。

さらに、本実施形態において、半軟化温度が200℃以上とされている場合には、耐熱性に十分に優れており、高温環境下でも安定して使用することができる。

【0058】

本実施形態である銅合金塑性加工材は、上述の銅合金で構成されていることから、導電率、強度、耐熱性、耐応力緩和特性に優れており、端子、バスバー、リードフレーム、放熱基板等の電子・電気機器用部品の素材として特に適している。

また、本実施形態である銅合金塑性加工材を、厚さが0.1mm以上10mm以下の範囲内の圧延板とした場合には、銅合金塑性加工材（圧延板）に対して打ち抜き加工や曲げ加工を施すことで、端子、バスバー、リードフレーム、放熱基板等の電子・電気機器用部品の比較的容易に成形することができる。

なお、本実施形態である銅合金塑性加工材の表面にSnめっき層又はAgめっき層を形成した場合には、端子、バスバー、リードフレーム、放熱基板等の電子・電気機器用部品の素材として特に適している。

【0059】

さらに、本実施形態である電子・電気機器用部品（端子、バスバー、リードフレーム、放熱基板等）は、上述の銅合金塑性加工材で構成されているので、大電流用途、高温環境下においても、優れた特性を発揮することができる。

【0060】

以上、本発明の実施形態である銅合金、銅合金塑性加工材、電子・電気機器用部品（端子、バスバー、リードフレーム、放熱基板等）について説明したが、本発明はこれに限定されることはなく、その発明の技術的思想を逸脱しない範囲で適宜変更可能である。

例えば、上述の実施形態では、銅合金（銅合金塑性加工材）の製造方法の一例について説明したが、銅合金の製造方法は、実施形態に記載したものに限定されることはなく、既存の製造方法を適宜選択して製造してもよい。

【実施例】

【0061】

以下に、本発明の効果を確認すべく行った確認実験の結果について説明する。

帯溶融精製法により、純度99.999mass%以上の純銅からなる原料を高純度グラファイト坩堝内に装入して、Arガス雰囲気とされた雰囲気炉内において高周波溶解した。

【0062】

得られた銅溶湯内に、6N（純度99.9999mass%）以上の高純度銅と2N（純度99mass%）以上の純度を有する純金属を用いて作製した各種0.1mass%母合金を添加して成分調整し、断熱材（イソウル）鑄型に注湯することにより、表1、2に示す成分組成の鑄塊を製出した。なお、鑄塊の大きさは、厚さ約30mm×幅約60mm×長さ約150～200mmとした。

【0063】

得られた鑄塊に対して、Mgの溶体化のため、Arガス雰囲気中において、900℃、1時間の加熱を行い、酸化被膜を除去するために表面研削を実施し、所定の大きさに切断を行った。

その後、適宜最終厚みになる様に厚みを調整して切断を行った。切断されたそれぞれの試料は表3、4に記載の条件で粗圧延を行った後、再結晶により結晶粒径が30μm程度となる条件で中間熱処理を実施した。

【0064】

次に、表3、4に記載された条件にて上前圧延（上前加工工程）を実施した。

そして、これらの試料に表3、4に記載された手法で機械的表面処理工程を施した。

なお、サンドペーパー研磨は320の研磨紙を用いて行った。

10

20

30

40

50

ラッピング処理は、アルミナ系の砥粒を用い、鋳鉄のラップを使用して実施した。

ショットピーニング処理は直径0.1mmのステンレスのショットを用い、投射速度5m/秒、投射時間10秒で実施した。

その後、表3, 4に記載の条件で仕上熱処理を行い、それぞれ表3, 4に記載された厚さ×幅約60mmの条材を製出した。

【0065】

得られた条材について、以下の項目について評価を実施した。

【0066】

(組成分析)

得られた鋳塊から測定試料を採取し、Mgは誘導結合プラズマ発光分光分析法で、その他の元素はグロー放電質量分析装置(GD-MS)を用いて測定した。なお、測定は試料中央部と幅方向端部の2カ所で測定を行い、含有量の多い方をそのサンプルの含有量とした。その結果、表1, 2に示す成分組成であることを確認した。

【0067】

(導電率)

特性評価用条材から幅10mm×長さ60mmの試験片を採取し、4端子法によって電気抵抗を求めた。また、マイクロメータを用いて試験片の寸法測定を行い、試験片の体積を算出した。そして、測定した電気抵抗値と体積とから、導電率を算出した。なお、試験片は、その長手方向が特性評価用条材の圧延方向に対して平行になるように採取した。評価結果を表3, 4に示す。

【0068】

(小傾角粒界およびサブグレインバウンダリー長さ比率)

圧延面、すなわちND面(Normal direction)を観察面として、EBSD測定装置及びOIM解析ソフトによって、次のように小傾角粒界およびサブグレインバウンダリー長さ比率を求めた。

耐水研磨紙、ダイヤモンド砥粒を用いて機械研磨を行った後、コロイダルシリカ溶液を用いて仕上げ研磨を行った。そして、EBSD測定装置(FEI社製Quanta FEI 450, EDAX/TSL社製(現AMETEK社)OIM Data Collection)と、解析ソフト(EDAX/TSL社製(現AMETEK社)OIM Data Analysis ver. 7.3.1)によって、電子線の加速電圧15kV、10000μm²以上の測定面積を、0.25μmの測定間隔のステップでCI値が0.1以下である測定点を除いて、各結晶粒の方位差の解析を行い、隣接する測定点間の方位差が15°以上となる測定点間を結晶粒界とし、データ解析ソフトOIMを用いてArea Fractionによる平均粒径Aを求めた。その後、平均粒径Aの10分の1以下となる測定間隔のステップで測定して、総数1000個以上の結晶粒が含まれるように、複数視野で10000μm²以上となる測定面積で、データ解析ソフトOIMにより解析されたCI値が0.1以下である測定点を除いて解析し、隣接する測定点間の方位差が2°以上15°以下となる測定点間を小傾角粒界およびサブグレインバウンダリーとし、その長さをL_{LB}、15°を超える測定点間を大傾角粒界としその長さをL_{HB}とすることで、全粒界における小傾角粒界およびサブグレインバウンダリー長さ比率L_{LB}/(L_{LB}+L_{HB})を求めた。

【0069】

(耐力緩和特性)

耐力緩和特性試験は、日本伸銅協会技術標準JCSA-T309:2004に準拠し、片持はりねじ式に準じた方法によって応力を負荷し、150の温度で1000時間保持後の残留応力率を測定した。評価結果を表3, 4に示す。

試験方法としては、各特性評価用条材から圧延方向に対して平行な方向に試験片(幅10mm)を採取し、試験片の表面最大応力が耐力の80%となるよう、初期たわみ変位を2mmと設定し、スパン長さを調整した。上記表面最大応力は次式で定められる。

$$\text{表面最大応力 (MPa)} = 1.5 E t_0 / L_s^2$$

10

20

30

40

50

ただし、

E : ヤング率 (MPa)

t : 試料の厚さ (mm)

δ_0 : 初期たわみ変位 (mm)

L_s : スパン長さ (mm)

である。

150 の温度で、1000時間保持後の曲げ癖から、残留応力率を測定し、耐力緩和特性を評価した。なお残留応力率は次式を用いて算出した。

$$\text{残留応力率 (\%)} = (1 - \delta_t / \delta_0) \times 100$$

ただし、

δ_t : 150 で1000時間保持後の永久たわみ変位 (mm) - 常温で24時間保持後の永久たわみ変位 (mm)

δ_0 : 初期たわみ変位 (mm)

である。

【0070】

(機械的特性)

特性評価用条材からJIS Z 2241に規定される13B号試験片を採取し、JIS Z 2241のオフセット法により、引張強度を測定した。なお、試験片は、圧延方向に平行な方向で採取した。評価結果を表3, 4に示す。

【0071】

(ビッカース硬度)

JIS - Z 2244に規定されているマイクロビッカース硬度試験方法に準拠し、特性評価用条材の表面すなわちND面 (Normal Direction) で試験加重0.98Nでビッカース硬度を測定した。評価結果を表3, 4に示す。

【0072】

(半軟化温度)

半軟化温度は日本伸銅協会のJCSA T325:2013に準拠して、1時間の熱処理でのビッカース硬度による等時軟化曲線を取得することで評価した。なお、ビッカース硬度の測定面は圧延面とした。評価結果を表3, 4に示す。

【0073】

10

20

30

40

50

【表 1】

	成分組成(質量比)											[Mg] / [S+P+Se+Te +Sb+Bi+As]		
	Mg ppm	Ag ppm	不純物								Cu		[S+P+Se+Te +Sb+Bi+As] ppm	
			S ppm	P ppm	Se ppm	Te ppm	Sb ppm	Bi ppm	As ppm					
1	12	5.0	2.1	2.5	0.1	0.2	0.4	0.4	0.2	0.4	0.2	殘	5.9	2.0
2	23	16.0	2.6	2.9	0.6	0.3	0.6	0.5	0.4	0.6	0.4	殘	7.9	2.9
3	39	14.0	4.8	4.3	1.1	1.2	1.3	1.3	1.2	1.3	1.2	殘	15.2	2.6
4	47	12.0	9.9	8.7	2.1	2.4	2.3	2.3	2.1	2.3	2.1	殘	29.8	1.6
5	61	26.0	5.4	4.9	1.5	1.6	1.4	1.4	1.3	1.4	1.3	殘	17.5	3.5
6	78	6.0	0.3	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	殘	1.6	48.8
7	83	7.0	0.9	1.2	0.1	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	殘	3.1	26.8
8	99	13.0	2.6	2.6	1.1	1.6	1.2	1.6	1.4	1.2	1.4	殘	12.1	8.2
9	11	19.0	4.8	4.6	1.9	1.5	1.6	1.5	1.1	1.6	1.1	殘	17.0	0.6
10	25	6.0	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	殘	0.9	27.8
11	41	11.0	1.3	1.6	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	殘	3.4	12.1
12	55	11.0	4.5	4.6	2.1	2.3	2.1	2.1	2.3	2.1	2.3	殘	20.0	2.8
13	68	3.0	6.4	5.4	3.1	3.5	3.5	3.2	3.2	3.5	3.2	殘	28.3	2.4
14	78	17.0	5.9	4.5	1.2	1.5	1.2	1.4	1.5	1.2	1.4	殘	17.2	4.5
15	84	19.0	2.1	1.9	0.9	0.8	0.9	0.8	0.8	0.9	0.8	殘	8.2	10.2
16	98	8.0	1.1	1.6	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	殘	3.3	29.7

本發明例

【0074】

【表 2】

	成分組成(質量比)											[Mg] / [S+P+Se+Te +Sb+Bi+As]			
	Mg ppm	Ag ppm	不純物								Cu		[S+P+Se+Te +Sb+Bi+As] ppm		
			S ppm	P ppm	Se ppm	Te ppm	Sb ppm	Bi ppm	As ppm						
17	11	6.0	1.9	1.7	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	4.1	2.7
18	21	9.0	2.1	2.6	0.2	0.3	0.3	0.5	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	6.0	3.5
19	32	11.0	7.2	7.6	2.4	2.6	2.6	2.5	2.5	2.6	2.5	2.6	2.6	27.4	1.2
20	51	24.0	1.2	1.5	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	3.8	13.4
21	67	13.0	3.4	3.9	1.1	1.6	1.6	1.2	1.6	1.5	1.6	1.5	1.5	14.3	4.7
22	76	7.0	0.5	0.5	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	2.5	30.4
23	83	15.0	2.8	2.4	1.1	1.7	1.7	1.8	1.5	1.9	1.5	1.9	1.9	13.2	6.3
24	99	6.0	0.5	0.6	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	2.1	47.1
1	8	12.0	2.7	2.5	0.4	0.6	0.6	0.6	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	7.6	1.1
2	2344	18.0	2.9	3.1	1.2	1.6	1.6	1.2	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	12.6	186.0
3	57	19.0	6.9	6.7	3.4	3.9	3.9	3.9	3.7	3.4	3.7	3.4	3.4	31.9	1.8
4	15	19.0	7.5	7.5	2.9	2.9	2.9	3.1	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	29.5	0.5
5	70	5.0	3.9	3.8	2.5	2.4	2.4	2.6	2.6	2.4	2.6	2.4	2.4	20.2	3.5
本発明例															
比較例															

【 0 0 7 5 】

10

20

30

40

50

【表 3】

	製造工程						評価							
	粗加工		上前加工		機械的表面処理	仕上熱処理		厚さ mm	導電率 %IACS	L _{LB} / (L _{LB} +L _{HB}) %	残留 応力率 %	引張強度 MPa	硬度 Hv	半軟化 温度 °C
	圧延率 %	圧延率 %	温度 °C	時間 sec.										
1	50	40	ショット・ニング [*] 処理	250	180000	8.0	99.5	68	22	308	113	203		
2	70	15	ショット・ニング [*] 処理	360	30	5.0	99.3	44	39	246	86	250		
3	60	80	ショット・ニング [*] 処理	390	5	2.0	99.0	55	68	392	126	294		
4	60	20	ショット・ニング [*] 処理	370	15	8.0	98.9	56	26	261	97	312		
5	80	70	ショット・ニング [*] 処理	370	15	1.0	98.0	60	57	383	125	302		
6	60	10	ショット・ニング [*] 処理	350	60	10.0	98.1	32	64	219	69	348		
7	90	30	ショット・ニング [*] 処理	350	60	0.1	98.5	65	68	287	106	350		
8	90	95	ショット・ニング [*] 処理	370	15	0.5	98.0	45	65	449	129	376		
9	70	40	ラッピング [*] 処理	390	15	5.0	99.7	73	23	307	112	205		
10	70	40	ラッピング [*] 処理	250	180000	5.0	99.3	68	38	309	113	248		
11	90	50	ラッピング [*] 処理	370	15	0.1	99.1	71	65	330	122	305		
12	70	70	ラッピング [*] 処理	350	60	2.0	99.0	59	64	381	124	315		
13	80	40	ラッピング [*] 処理	390	5	2.0	98.9	23	23	310	114	323		
14	90	40	ラッピング [*] 処理	390	5	0.1	98.7	72	65	311	115	302		
15	60	40	ラッピング [*] 処理	-	-	5.0	97.7	62	27	332	119	342		
16	50	30	ラッピング [*] 処理	350	60	10.0	98.0	64	69	281	105	343		

本発明例

L_{LB}:小傾角粒界およびサブグレインバウンダリーの長さ
L_{HB}:大傾角粒界の長さ

【表 4】

	製造工程						厚さ mm	評価					
	粗加工 圧延率 %	上前加工 圧延率 %	機械的表裏処理	仕上熱処理		導電率 %IACS		L _{LB} / (L _{LB} +L _{HB}) %	残留 応力率 %	引張強度 MPa	硬度 Hv	半軟化 温度 °C	
				温度 °C	時間 sec.								
17	90	50	サントハクハク研磨	350	60	99.7	72	24	332	122	207		
18	50	60	サントハクハク研磨	370	15	99.4	63	41	358	124	249		
19	60	90	サントハクハク研磨	390	5	99.2	49	28	421	127	287		
20	60	80	サントハクハク研磨	250	180000	98.1	54	65	409	128	315		
21	70	70	サントハクハク研磨	350	60	98.7	59	67	384	125	326		
22	90	50	サントハクハク研磨	-	-	97.2	69	26	341	124	339		
23	90	60	サントハクハク研磨	390	5	98.5	61	68	361	124	335		
24	50	40	サントハクハク研磨	360	30	98.1	71	65	305	115	302		
1	60	10	サントハクハク研磨	350	60	99.6	28	17	231	78	179		
2	60	30	ラビソグ処理	360	30	83.0	69	82	415	126	405		
3	90	15	サントハクハク研磨	370	15	98.9	42	14	248	87	198		
4	50	20	サントハクハク研磨	250	180000	99.1	58	14	258	87	195		
5	90	4	ラビソグ処理	390	60	98.7	15	65	198	68	325		

L_{LB}:小傾角粒界およびサブグレインバウンダリーの長さ

L_{HB}:大傾角粒界の長さ

本発明例

比較例

【0077】

比較例 1 は、Mg の含有量が本発明の範囲よりも少ないため、半軟化温度が低く、耐熱性が不十分であった。また、残留応力率が低く、耐応力緩和特性が不十分であった。

比較例 2 は、Mg の含有量が本発明の範囲を超えており、導電率が低くなった。

比較例 3 は、S と P と Se と Te と Sb と Bi と As の合計含有量が 30 mass ppm を超えており、残留応力率が低く、耐応力緩和特性が不十分であった。また、半軟化温度が低く、耐熱性が不十分であった。

比較例 4 は、質量比 [Mg] / [S + P + Se + Te + Sb + Bi + As] が 0.6 未満であり、残留応力率が低く、耐応力緩和特性が不十分であった。また、半軟化温度が低

10

20

30

40

50

く、耐熱性が不十分であった。

比較例 5 は、小傾角粒界およびサブグレインバウンダリー長さ比率： $L_{LB} / (L_{LB} + L_{HB})$ が本発明の範囲よりも低いため、引張強度、硬度が低くなった。

【 0 0 7 8 】

これに対して、本発明例 1 ~ 2 4 においては、導電率、強度、耐熱性および耐応力緩和特性がバランス良く向上されていることが確認された。

以上のことから、本発明例によれば、高い導電率、強度、優れた耐熱性を有するとともに強度と耐応力緩和特性を両立することができる銅合金を提供可能であることが確認された。

10

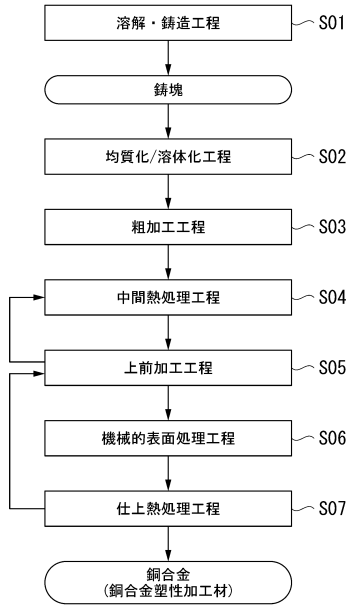
20

30

40

50

【 図面 】
【 図 1 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

F I

C 2 2 F	1/00	6 3 0 K
C 2 2 F	1/00	6 5 0 A
C 2 2 F	1/00	6 5 0 F
C 2 2 F	1/00	6 6 1 A
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 5 A
C 2 2 F	1/00	6 8 5 Z
C 2 2 F	1/00	6 8 6 A
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 1 Z
C 2 2 F	1/00	6 9 4 A
C 2 2 F	1/00	6 9 4 B

埼玉県北本市下石戸7丁目147番地 三菱マテリアル株式会社 中央研究所内

(72)発明者 牧 一誠

埼玉県北本市下石戸7丁目147番地 三菱マテリアル株式会社 中央研究所内

(72)発明者 森川 健二

福島県会津若松市扇町128の7 三菱マテリアル株式会社 若松製作所内

(72)発明者 船木 真一

福島県会津若松市扇町128の7 三菱マテリアル株式会社 若松製作所内

(72)発明者 森 広行

大阪府堺市堺区三宝町8丁374番地 三菱マテリアル株式会社 三宝製作所内

審査官 宮脇 直也

(56)参考文献 特公昭49-015324(JP, B1)

特開昭63-310929(JP, A)

特開昭57-94537(JP, A)

特開2017-179490(JP, A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

C 2 2 C 9 / 0 0

C 2 2 F 1 / 0 8

C 2 2 F 1 / 0 0