

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号

W02015/093317

発行日 平成29年3月16日 (2017.3.16)

(43) 国際公開日 平成27年6月25日 (2015.6.25)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
C22C 9/00 (2006.01)	C22C 9/00	4E096
C22C 9/01 (2006.01)	C22C 9/01	5G301
C22C 9/02 (2006.01)	C22C 9/02	5G307
C22C 9/04 (2006.01)	C22C 9/04	5G309
C22C 9/06 (2006.01)	C22C 9/06	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 29 頁) 最終頁に続く

出願番号 特願2015-553479 (P2015-553479)	(71) 出願人 000002130 住友電気工業株式会社 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号
(21) 国際出願番号 PCT/JP2014/082233	
(22) 国際出願日 平成26年12月5日 (2014.12.5)	
(31) 優先権主張番号 特願2013-262232 (P2013-262232)	(71) 出願人 395011665 株式会社オートネットワーク技術研究所 三重県四日市市西末広町1番14号
(32) 優先日 平成25年12月19日 (2013.12.19)	(71) 出願人 000183406 住友電装株式会社 三重県四日市市西末広町1番14号
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)	(74) 代理人 100100147 弁理士 山野 宏
	(72) 発明者 井上 明子 大阪府大阪市此花区島屋一丁目1番3号 住友電気工業株式会社大阪製作所内

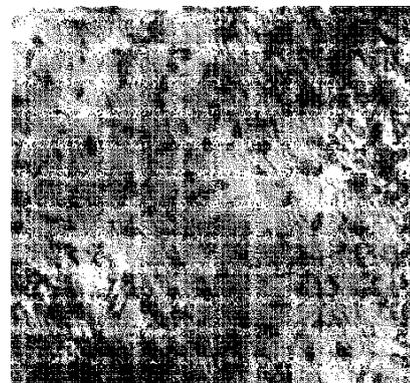
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 銅合金線、銅合金撚線、電線、端子付き電線、及び銅合金線の製造方法

(57) 【要約】

導電性に優れ、高強度で、伸びにも優れる銅合金線、この銅合金線を備える銅合金撚線、上記銅合金線又は上記銅合金撚線を導体とする電線、この電線を備える端子付き電線、及び銅合金線の製造方法を提供する。銅合金線は、Mgを0.2質量%以上1質量%以下、Pを0.02質量%以上0.1質量%以下含み、残部がCu及び不可避不純物である組成を備え、導電率が60% IACS以上であり、引張強さが400MPa以上であり、破断伸びが5%以上である。

FIG.1



200µm

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

Mg を 0.2 質量% 以上 1 質量% 以下、P を 0.02 質量% 以上 0.1 質量% 以下含み、残部が Cu 及び不可避不純物である組成を備え、  
導電率が 60% IACS 以上であり、  
引張強さが 400 MPa 以上であり、  
破断伸びが 5% 以上である銅合金線。

## 【請求項 2】

析出物が分散した組織を備え、  
前記析出物は、前記 Mg 及び前記 P を含む化合物を有し、  
前記析出物の平均粒径が 500 nm 以下である請求項 1 に記載の銅合金線。

10

## 【請求項 3】

前記組成に加えて、更に、Fe, Sn, Ag, In, Sr, Zn, Ni, 及び Al から選択される 1 種以上の元素を合計で 0.01 質量% 以上 0.5 質量% 以下含有する請求項 1 又は請求項 2 に記載の銅合金線。

## 【請求項 4】

前記 P に対する前記 Mg の質量比率である Mg / P が 4 以上 30 以下である請求項 1 ~ 請求項 3 のいずれか 1 項に記載の銅合金線。

## 【請求項 5】

線径が 0.35 mm 以下である請求項 1 ~ 請求項 4 のいずれか 1 項に記載の銅合金線。

20

## 【請求項 6】

前記 Cu を含む母相の平均粒径が 10 μm 以下である、請求項 1 ~ 請求項 5 のいずれか 1 項に記載の銅合金線。

## 【請求項 7】

請求項 1 ~ 請求項 6 のいずれか 1 項に記載の銅合金線を含む銅合金撚線。

## 【請求項 8】

請求項 1 ~ 請求項 6 のいずれか 1 項に記載の銅合金線を含む撚線を更に圧縮成形してなる銅合金撚線。

## 【請求項 9】

断面積サイズが 0.05 mm<sup>2</sup> 以上 0.5 mm<sup>2</sup> 以下である請求項 7 又は請求項 8 に記載の銅合金撚線。

30

## 【請求項 10】

撚りピッチが 10 mm 以上 20 mm 以下である、請求項 7 ~ 請求項 9 のいずれか 1 項に記載の銅合金撚線。

## 【請求項 11】

導体と、前記導体の表面を被覆する絶縁層とを備え、  
前記導体は、請求項 1 に記載の銅合金線、又は、請求項 7 又は請求項 8 に記載の銅合金撚線である電線。

## 【請求項 12】

請求項 11 に記載の電線と、前記電線の端部に装着された端子部とを備える端子付き電線。

40

## 【請求項 13】

Mg を 0.2 質量% 以上 1 質量% 以下、P を 0.02 質量% 以上 0.1 質量% 以下含み、残部が Cu 及び不可避不純物である組成を備え、前記 Mg 及び前記 P が前記 Cu に固溶された固溶素材を準備する固溶工程と、

前記固溶素材を加熱して、前記 Mg と前記 P とを含む化合物が母相中に分散した組織を備える時効素材を得る析出工程と、

前記時効素材に複数パスの伸線加工を施して、所定の最終線径を有する伸線材であって、導電率が 60% IACS 以上であり、引張強さが 400 MPa 以上である伸線材を得る加工工程とを備え、

50

前記加工工程では、前記最終線径の1倍超10倍以下の中間線径を有する中間材に中間軟化処理を行う銅合金線の製造方法。

【請求項14】

前記固溶素材は、前記組成を備える銅合金を鑄造して、得られた鑄造材に溶体化処理を施すことで製造する請求項13に記載の銅合金線の製造方法。

【請求項15】

前記時効素材は、前記固溶素材に時効処理を施すことで製造する請求項13又は請求項14に記載の銅合金線の製造方法。

【請求項16】

前記伸線材に、更に焼鈍を施して、この焼鈍後の線材の破断伸びを5%以上とする焼鈍工程を備える請求項13～請求項15のいずれか1項に記載の銅合金線の製造方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、電線の導体などに利用される銅合金線、銅合金撚線、上記銅合金線又は上記銅合金撚線を導体とする電線、この電線を備える端子付き電線、及び銅合金線の製造方法に関する。特に、導電性に優れ、高強度で、伸びにも優れる銅合金線に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来、電線の導体の素材には、高い導電率を有する純銅や銅合金が利用されている。特開2008-016284号公報(特許文献1)は、自動車用電線導体として、Cu-Mg合金やCu-Sn合金などの二元合金からなる硬質素線を撚り合わせた撚線を開示している。また、特開2008-016284号公報(特許文献1)は、上記硬質素線は引張強さが高いため、撚線が破断し難いこと、自動車用電線の端部において上記導体に端子を圧着して使用する場合に導体と端子との固着力(端子固着力)に優れること、電線に取り付けた端子をコネクタハウジングに挿入するときに電線が座屈し難いことを開示している。

20

【0003】

特開昭58-197242号公報(特許文献2)は、放電加工電極線として、Mg及びPとSnなどとを特定の範囲で含有する銅合金線を開示している。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2008-016284号公報

【特許文献2】特開昭58-197242号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

電線の導体を構成する線材として、導電性に優れ、高強度でありながら、曲げ特性や耐衝撃性にも優れる銅合金線の開発が望まれている。特に、自動車に利用される電線の導体には、軽量化のために線径を例えば0.3mm以下といった細径とすることが望まれる。このような細径の線材であっても、導電率が60%IACS以上といった高い導電性と、引張強さが400MPa以上といった高い強度とを有しつつ曲げや衝撃にも強い、代表的には伸びにも優れる銅合金線の開発が望まれる。

40

【0006】

特開2008-016284号公報(特許文献1)に記載される撚線は、導電率及び引張強さの双方が上述の要求範囲を満たす。しかし、硬過ぎて韌性に劣り、例えば、配索時に曲げなどが加えられたり、端子をコネクタハウジングに挿入するときなどに衝撃などが加えられたりすると、割れが生じたり、破断したりする恐れがある。一方、柔軟性を確保

50

するために軟化した軟質材では、軟らか過ぎて強度に劣る。

【 0 0 0 7 】

特開昭 5 8 - 1 9 7 2 4 2 号公報 ( 特許文献 2 ) は、M g を P と共存させることで強度を向上させることを開示しているものの、引張強さを具体的に開示していない。また、特開昭 5 8 - 1 9 7 2 4 2 号公報 ( 特許文献 2 ) では、強度だけでなく、曲げや衝撃に対しても優れる構成、及びその製造方法について検討されていない。

【 0 0 0 8 】

そこで、本発明の目的の一つは、導電性に優れ、高強度で、伸びにも優れる銅合金線、及びその製造方法を提供することにある。また、本発明の他の目的は、上記銅合金線を備える銅合金撚線、上記銅合金線又は上記銅合金撚線を備える電線、上記電線を備える端子付き電線を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 9 】

本発明の銅合金線は、M g を 0 . 2 質量 % 以上 1 質量 % 以下、P を 0 . 0 2 質量 % 以上 0 . 1 質量 % 以下含み、残部が C u 及び不可避不純物である組成を備え、導電率が 6 0 % I A C S 以上であり、引張強さが 4 0 0 M P a 以上であり、破断伸びが 5 % 以上である。

【 0 0 1 0 】

本発明の銅合金線の製造方法は、以下の固溶工程と、析出工程と、加工工程とを備える。

( 固溶工程 ) M g を 0 . 2 質量 % 以上 1 質量 % 以下、P を 0 . 0 2 質量 % 以上 0 . 1 質量 % 以下含み、残部が C u 及び不可避不純物である組成を備え、前記 M g 及び前記 P が前記 C u に固溶された固溶素材を準備する工程。

( 析出工程 ) 前記固溶素材を加熱して、前記 M g と前記 P とを含む化合物が母相中に分散した組織を備える時効素材を得る工程。

( 加工工程 ) 前記時効素材に複数パスの伸線加工を施して、所定の最終線径を有する伸線材であって、導電率が 6 0 % I A C S 以上であり、引張強さが 4 0 0 M P a 以上である伸線材を得る工程。

【 0 0 1 1 】

前記加工工程では、前記最終線径の 1 倍超 1 0 倍以下の中間線径を有する中間材に中間軟化処理を行う。

【発明の効果】

【 0 0 1 2 】

本発明の銅合金線は、導電率が高く、高強度で、伸びにも優れる。本発明の銅合金線の製造方法は、導電率が高く、高強度で、伸びにも優れる銅合金線を製造できる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 3 】

【図 1】試験例 1 で作製した試料 N o . 1 - 3 の時効素材の断面の顕微鏡写真である。

【図 2】実施形態の銅合金撚線の横断面を模式的に示す概略構成図である。

【図 3】実施形態の電線の横断面を模式的に示す概略構成図である。

【図 4】実施形態の端子付き電線を模式的に示す概略構成図である。

【図 5】実施形態の銅合金線の製造工程の一例を示すフローチャートである。

【図 6】実施形態の銅合金撚線の製造工程の一例を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 4 】

[ 本発明の実施の形態の説明 ]

本発明者らが検討した結果、M g ( マグネシウム ) 及び P ( リン ) の含有量を特定の範囲とすると共に、製造過程では、( i ) M g 及び P を含む化合物を積極的にかつ非常に微細に析出させること、( i i ) 伸線途中の特定の時期に軟化処理を行うことで、導電性に優れ、高強度である上に、伸びにも優れる銅合金線が得られる、との知見を得た。本発明は、上記知見に基づくものである。最初に本発明の実施形態の内容を列記して説明する。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 5 】

( 1 ) 実施形態に係る銅合金線は、Mgを0.2質量%以上1質量%以下、Pを0.02質量%以上0.1質量%以下含み、残部がCu及び不可避不純物である組成を備え、導電率が60% IACS以上であり、引張強さが400MPa以上であり、破断伸びが5%以上である。

## 【 0 0 1 6 】

実施形態の銅合金線は、Mg及びPを特定の範囲で含む特定の組成であることで、導電性に優れ、高強度である上に、伸びにも優れる。例えば、線径が0.3mm以下といった細径であっても、導電率、引張強さ、及び破断伸びが上述の範囲を満たすことができる。従って、実施形態の銅合金線は、軽量化のために細径が望まれる電線、具体的には自動車用電線の導体に好適に利用することができる。

10

## 【 0 0 1 7 】

実施形態の銅合金線を自動車用電線の導体に用いた場合には、高強度であるため、以下の(i)及び(ii)の効果を奏し、高靱性であるため、以下の(iii)の効果を奏する。

## 【 0 0 1 8 】

( i ) 上記導体とこの導体の端部に取り付けられた端子との接続状態を使用初期から長期に亘り良好に維持できる、即ち、長期に亘り高い端子固着力を有することができる。

## 【 0 0 1 9 】

( i i ) 自動車の振動などに起因する繰り返しの曲げなどに対して破断し難い、即ち、耐疲労特性に優れる。

20

## 【 0 0 2 0 】

( i i i ) 配索時や、コネクタハウジングへの端子の挿入時などに曲げや衝撃などが加えられても、割れや破断が生じ難い、即ち、曲げ特性や耐衝撃性に優れる。

## 【 0 0 2 1 】

( 2 ) 実施形態に係る銅合金線の一例として、析出物が分散した組織を備え、上記析出物は上記Mg及び上記Pを含む化合物を有し、上記析出物の平均粒径が500nm以下である形態が挙げられる。

## 【 0 0 2 2 】

上記形態は、Mg及びPが非常に微細な析出物の状態で存在し、かつこれらの微細な析出物が分散した組織を備える。そのため、上記形態は、Mgの固溶による固溶強化と、線材の製造過程で行われる伸線加工による加工硬化に基づく強化とに加えて、上記微細な析出物の分散強化(析出強化)による強度向上効果が得られる。即ち、上記形態は、固溶強化、加工硬化、分散強化の三つの現象を併せ持つことで、強度に優れる。また、析出物が非常に微細であることで析出物が割れの起点になり難い点から、上記形態は、強度に優れる上に、伸びにも優れる。更に、Mg及びPが析出していることで、CuにMgなどが過度に固溶することを低減できる点から、上記形態は、導電性にも優れる。

30

## 【 0 0 2 3 】

( 3 ) 実施形態に係る銅合金線の一例として、上記組成に加えて、更に、Fe(鉄)、Sn(錫)、Ag(銀)、In(インジウム)、Sr(ストロンチウム)、Zn(亜鉛)、Ni(ニッケル)、及びAl(アルミニウム)から選択される1種以上の元素を合計で0.01質量%以上0.5質量%以下含有する形態が挙げられる。

40

## 【 0 0 2 4 】

上記形態は、列挙した元素を含有することで、強度をより高め易い。

( 4 ) 実施形態に係る銅合金線の一例として、上記Pに対する上記Mgの質量比率であるMg/Pが4以上30以下である形態が挙げられる。

## 【 0 0 2 5 】

Pは、Mgの析出に寄与し、Pが多いほど、Mgを析出できる。上記形態は、Pの含有量に対してMgの含有量が適切に調整されていることで、Mg及びPを含む化合物を適切に析出できる上に、Mgの過度な析出を抑制できる。その結果、上記形態は、Mgの固溶

50

強化効果が得られる上に、過剰な析出に起因する加工性の低下を抑制でき、伸線加工などを良好に行えるため、銅合金線の生産性に優れる。

【0026】

(5) 実施形態に係る銅合金線の一例として、線径が0.35mm以下である形態が挙げられる。なお、線径とは、横断面形状が円形である丸線の場合には直径とし、横断面形状が円形以外である異形線の場合には、横断面における面積相当円の直径とする。

【0027】

上記形態は、細径であることから、軽量化が望まれる電線の導体、特に自動車用電線の導体に好適に利用することができる。

【0028】

(6) 実施形態に係る銅合金線の一例として、Cuを含む母相の平均粒径が10μm以下である形態が挙げられる。

【0029】

上記形態によれば、銅合金線は伸びに優れ、さらに銅合金線の端子固着力を高めることができる。

【0030】

(7) 実施形態に係る銅合金撚線は、上記(1)～(6)のいずれか1つに記載の実施形態の銅合金線を含む。

【0031】

実施形態の銅合金撚線は、導電性に優れ、高強度である上に、伸びにも優れる実施形態の銅合金線を少なくとも1本含むことで、導電性に優れ、高強度である上に、伸びにも優れる。実施形態の銅合金撚線を構成する素線の全てが実施形態の銅合金線である場合には、導電性、強度、及び靱性に優れる上に、撚り合わせ作業が行い易く、生産性にも優れる。

【0032】

(8) 実施形態に係る銅合金撚線は、上記(1)～(6)のいずれか1つに記載の実施形態の銅合金線を含む撚線を更に圧縮成形してなる(以下、この銅合金撚線を圧縮線と呼ぶことがある)。

【0033】

実施形態の圧縮線は、上述の実施形態(7)の銅合金撚線と同様に、導電性に優れ、高強度である上に、伸びにも優れる実施形態の銅合金線を少なくとも1本含むことで、導電性に優れ、高強度である上に、伸びにも優れ、更には生産性にも優れる。特に、実施形態の圧縮線は、撚り合わせた状態が安定しており取り扱い易い、線径(撚線の包絡円の直径)を小さくできて更なる細径化を図ることができる、といった効果も奏する。

【0034】

(9) 実施形態に係る銅合金撚線の一例として、断面積サイズが0.05mm<sup>2</sup>以上0.5mm<sup>2</sup>以下である形態が挙げられる。

【0035】

上記形態は、断面積サイズが小さいことから、軽量化が望まれる電線の導体、特に自動車用電線の導体に好適に利用することができる。

【0036】

(10) 実施形態に係る銅合金撚線の一例として、撚りピッチが10mm以上20mm以下である形態が挙げられる。

【0037】

撚りピッチを10mm以上とすることで、銅合金撚線の生産性を向上することができる。一方、撚りピッチを20mm以下とすることで、銅合金撚線の屈曲性を向上することができる。

【0038】

(11) 実施形態に係る電線は、導体と、上記導体の表面を被覆する絶縁層とを備え、上記導体が、上記(1)～(6)のいずれか1つに記載の実施形態の銅合金線、又は上

10

20

30

40

50

記(7)～(10)のいずれか1つに記載の実施形態の銅合金撚線である。

【0039】

実施形態の電線は、導体に、導電性に優れ、高強度である上に、伸びにも優れる実施形態の銅合金線を含むことで、好ましくは導体を構成する全ての線材が実施形態の銅合金線であることで、導電性に優れ、高強度である上に、伸びにも優れる。このような実施形態の電線は、例えば、その端部に端子を装着して自動車用電線に用いられた場合には、以下の効果(1)～(4)が期待できる。(1)配索時などに曲げが加えられても導体が破断し難い。(2)コネクタハウジングに端子を接続するときに衝撃が加えられても導体が破断し難い。(3)使用時に振動などが加えられても導体と端子との接続状態が緩み難い。(4)振動などに起因する疲労によっても導体が破断し難い。即ち、実施形態の電線は、耐衝撃性に優れる上に、高い端子固着力、優れた耐疲労特性及び曲げ特性をも有し、自動車の配線に好適に利用することができる。

10

【0040】

(12) 実施形態に係る端子付き電線は、上記実施形態の電線と、上記電線の端部に装着された端子部とを備える。

【0041】

実施形態の端子付き電線は、導電性に優れ、高強度である上に、伸びにも優れる実施形態の電線を備えることで、導電性に優れ、高強度である上に、伸びにも優れる。そのため、実施形態の端子付き電線を例えば自動車の配線に用いた場合には、以下の効果(1)～(4)が期待できる。(1)配索時などに曲げが加えられても導体が破断し難い。(2)コネクタハウジングに端子を接続するときに衝撃が加えられても導体が破断し難い。(3)使用時に振動などが加えられても導体と端子との接続状態が緩み難い。(4)振動などに起因する疲労によっても導体が破断し難い。即ち、実施形態の端子付き電線は、耐衝撃性に優れる上に、高い端子固着力、優れた耐疲労特性及び曲げ特性をも有し、自動車の配線に好適に利用することができる。

20

【0042】

(13) 実施形態に係る銅合金線の製造方法は、以下の固溶工程と、析出工程と、加工工程とを備える。

【0043】

固溶工程 Mgを0.2質量%以上1質量%以下、Pを0.02質量%以上0.1質量%以下含み、残部がCu及び不可避不純物である組成を備え、上記Mg及び上記Pが上記Cuに固溶された固溶素材を準備する工程。

30

【0044】

析出工程 上記固溶素材を加熱して、上記Mgと上記Pとを含む化合物が母相中に分散した組織を備える時効素材を得る工程。

【0045】

加工工程 上記時効素材に複数パスの伸線加工を施して、所定の最終線径を有する伸線材であって、導電率が60%IACS以上であり、引張強さが400MPa以上である伸線材を得る工程。

40

【0046】

上記加工工程では、上記最終線径の1倍超10倍以下の中間線径を有する中間材に中間軟化処理を行う。

【0047】

実施形態の銅合金線の製造方法は、以下の理由によって、導電性に優れ、高強度である上に、伸びにも優れる銅合金線、代表的には、導電率が60%IACS以上、引張強さが400MPa以上、破断伸びが5%以上である銅合金線を製造することができる。

【0048】

実施形態の銅合金線の製造方法は、Mg及びPがCuに固溶した状態を一旦設けた後、時効相当の加熱(時効処理でなくてもよい)を行って、PによるMgの析出促進効果を利用して固溶しているMgの一部をCuから積極的に析出してから、伸線加工を行う、とい

50

う工程を備える。即ち、固溶体から析出物（代表的にはMg及びPを含む化合物）を析出させることで、析出状態（析出物の大きさ、分散度合いなど）を制御し易く、非常に微細な析出物とすることができる上に、この微細な析出物を母相内に均一的に分散させられる。その結果、Mgの残部の固溶強化と、微細な析出物の分散による分散強化（析出強化）に基づく強度向上効果が得られると考えられる。

【0049】

上述の特定の組織を有する時効素材に複数パスの伸線加工を施すと共に、伸線加工途中の特定の時期（特定の線径を有する中間材）に中間軟化処理を行うことで、加工工程での加工度を調整して、最終的に得られる伸線材の強度及び伸びが所望の値となるように制御することができる。また、上述のように特定の時期に中間軟化処理を行うことで、中間軟化処理前の伸線加工による加工硬化に基づく強度向上効果を十分に得られると共に、この加工硬化に基づく強度向上効果を過度に損なうことなく伸びを高められる。かつ、中間軟化処理後の伸線加工によって、中間軟化処理によって高めた伸びを過度に損なうことなく（好ましくは最終線径の伸線材の破断伸びが5%以上を満たすことができながら）、加工硬化に基づく強度向上効果が得られると考えられる。

10

【0050】

更に、実施形態の銅合金線の製造方法は、(i) Mg及びPの含有量を特定の範囲としていること、(ii) 上述の析出によってMg及びPの固溶量を制御すること、(iii) 中間軟化処理によって加工歪みを除去できること、などによって高い導電率を有することができると考えられる。

20

【0051】

その他、実施形態の銅合金線の製造方法は、MgやPを含む析出物が微細に析出することなどによって以降に施す塑性加工（代表的には伸線加工）の加工性の向上効果なども期待できる。その結果、銅合金線を生産性よく製造できる。

【0052】

実施形態の銅合金線の製造方法は、上述のように高強度でありながら、伸びにも優れた銅合金線、即ち、安定した組織を有する半硬材を製造できる点で、硬材（伸線加工のまま、いわばH材）や、硬材を完全になまして安定した再結晶組織とする軟質材（いわばO材）を開示する特開2008-016284号公報（特許文献1）、特開昭58-197242号公報（特許文献2）の銅合金線の製造方法と全く異なる。ここで、特開昭58-197242号公報（特許文献2）に記載されるようにPの含有量を0.02質量%以上と多くすると、Mg及びPを含む化合物が析出され易くなり、2μm以上といった非常に粗大な析出物が形成される。このような粗大な析出物が存在することで、耐疲労特性の低下や耐衝撃性の低下を招く。そこで、本発明者らは、Pを0.02質量%以上含有しながら、このような粗大な析出物が生成されないように製造条件を検討した結果、上述のように固溶体を一旦作製してから析出物を十分に形成し、その後伸線加工を行うと共に、適切な時期に中間軟化処理を行うことが好ましい、との知見を得た。これらの知見に基づき、実施形態の銅合金線の製造方法を上述のように規定する。

30

【0053】

(14) 実施形態に係る銅合金線の製造方法の一例として、上記固溶素材は、上記組成を備える銅合金を鑄造して、得られた鑄造材に溶体化処理を施すことで製造する形態が挙げられる。

40

【0054】

上記形態は、別途、固溶素材を得るための熱処理（溶体化処理）を行う工程を備えることで、溶体化条件を調整し易く、Mg及びPが十分に固溶した固溶体を得易い上に、種々の形状、大きさの鑄造材を利用できるため、鑄造条件の自由度が大きい。特に、連続鑄造とすると、長い鑄造材を量産できる、冷却過程で急冷できるためMg及びPをある程度固溶できる、冷却過程の急冷によって結晶を微細にでき、加工性に優れた素材が得られる、などの効果を奏する。

【0055】

50

(15) 実施形態に係る銅合金線の製造方法の一例として、上記時効素材は、上記固溶素材に時効処理を施すことで製造する形態が挙げられる。

【0056】

上記形態は、別途、時効素材を得るための熱処理（時効処理）を行う工程を備えることで、時効条件を調整し易く、非常に微細な析出物を均一的に分散させた時効素材を製造し易い。

【0057】

(16) 実施形態に係る銅合金線の製造方法の一例として、上記伸線材に更に焼鈍を施して、この焼鈍後の線材の破断伸びを5%以上とする焼鈍工程を備える形態が挙げられる。

10

【0058】

上記形態は、最終線径を有する伸線材に対して別途、熱処理（焼鈍）を行う工程を備えることで、最終線径の線材の破断伸びを所望の大きさ（5%以上）に確実に調整できる。その結果、上記形態は、導電率が60% IACS以上、引張強さが400MPa以上、かつ破断伸びが5%以上である高強度で高靱性な銅合金線を製造できる。

【0059】

[本発明の実施形態の詳細]

以下、実施形態に係る銅合金線、銅合金撚線、電線、端子付き電線、及び銅合金線の製造方法を順に説明する。銅合金撚線、電線の説明には図2、図3を、端子付き電線の説明には図4を適宜参照する。以下の説明において、銅合金の組成は、全て質量%で示される。なお、本発明は、これらの例示に限定されるものではなく、請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味及び範囲内での全ての変更が含まれることが意図される。例えば、以下の試験例に示す銅合金線の組成、線径、製造条件（中間軟化処理を施す時期、各熱処理の温度、保持時間など）を適宜変更することができる。

20

[銅合金線]

<組成>

実施形態の銅合金線を構成する銅合金は、Mg及びPを必須元素とし、残部Cu及び不可避免不純物である組成を有する。Mg及びPに加えて、更にFe, Sn, Ag, In, Sr, Zn, Ni, 及びAlから選択される1種以上の元素を特定の範囲で含有する組成とすることができる。

30

【0060】

(Mg含有量：0.2質量%以上1質量%以下)

Mgは、その一部がCuに固溶して銅合金を固溶強化し、時効処理又は時効処理相当の加熱を行うことでその残部が析出物を形成して、析出強化によって強度を向上する。Mgを0.2質量%以上含有することで、固溶強化及び析出強化による強度向上効果を良好に発現させられて、高強度な銅合金線とすることができる。また、析出物が非常に微細であり、均一的に分散することで分散強化（析出強化）による強度向上効果が得られる上に、析出物が非常に微細であることで割れや破断が生じ難いことから、強度により優れる上に、伸びにも優れる銅合金線とすることができる。Mgが多いほど、固溶強化及び析出強化による強度向上効果を得易く、Mgの含有量を0.3質量%以上、更に0.4質量%以上とすることができる。Mgを1質量%以下の範囲で含有することで、(i)固溶量及び析出物を適量にでき、過度の析出や粗大な析出物に起因する強度の低下、伸びの低下、加工性の低下などを抑制して銅合金線を生産性よく製造できる、(ii)過度の固溶による導電性の低下を抑制でき、高い導電率を有する銅合金線とすることができる、といった効果を奏する。Mgが少ないほど、粗大な析出物に起因する不具合や過度の固溶に起因する不具合を抑制し易いことから、Mgの含有量を0.95質量%以下、更に0.9質量%以下とすることができる。Mgの含有量をこのように調整することで、導電性、強度、靱性により優れる銅合金線を得易い。

40

【0061】

(P含有量：0.02質量%以上0.1質量%以下)

50

Pは、Mgの析出に寄与し、時効処理又は時効処理相当の加熱を行うことでMgと共に析出物を形成して、析出強化によって強度を向上する。Pを0.02質量%以上含有することで、Mgの析出を促進でき、析出強化による強度向上効果を良好に発現させられて、高強度な銅合金線とすることができる。Pが多いほど、Mgを析出させ易く、Pの含有量を0.02質量%超、更に0.03質量%以上とすることができる。実施形態の銅合金線は、Pを0.02質量%以上と多く含む上に、Mgを積極的に析出させていながらも、析出物が非常に小さくなるように製造条件を制御することで、引張強さが400MPa以上という高強度と、破断伸びが5%以上という高靱性とを併せ持つことができる。Pを0.1質量%以下の範囲で含有することで、Mgの過剰析出を抑制して、Mgの固溶強化と、Mg及びPを含む化合物などの析出物による析出強化とによる強度向上効果を適切に得られる。Pが少ないほど、Mgの過剰析出を抑制し易く、粗大な析出物の形成を抑制できると考えられることから、Pの含有量を0.095質量%以下、更に0.09質量%以下にすることができる。Pの含有量をこのように調整することで、導電性、強度、靱性により優れる銅合金線を得易い。

10

#### 【0062】

・Mg/P = 4以上30以下

Pの含有量に対してMgの含有量を調整することで、PによるMgの析出を促進しつつもMgの過剰析出を抑制できて、Mgの固溶強化と、Mg及びPを含む化合物などの析出物による析出強化とによる強度向上効果を良好に得られて好ましい。具体的には、質量比率：Mg/Pが4以上を満たすと、Mgを良好に析出できる。Mg/Pが30以下を満たすと、Mgの過剰析出を抑制できる。Mg/Pは、6以上、更に8以上であると、導電性、強度、伸びをバランスよく備えられて好ましい。Mg/Pは、小さいほど、Mgの含有量が相対的に少なくなることで固溶量が少なく、高い導電性が得られることから、導電性を考慮すると、25以下、更に20以下が好ましい。

20

#### 【0063】

(その他の添加元素)

上述の特定量のMg及びPの含有に加えて、Fe, Sn, Ag, In, Sr, Zn, Ni, 及びAlから選択される1種以上の元素を合計で0.01質量%以上含有する組成とすると、強度を高め易く、合計含有量が多いほど、強度をより高め易い。これらの元素を合計で0.5質量%以下の範囲で含有すると、導電性の低下を招き難く、高い導電率を有することができる。これらの元素は、母相に固溶して、又は析出物(Mg及びPを含む析出物に含まれる場合がある)として存在する。上記合計含有量は、0.02質量%以上0.4質量%以下、更に0.03質量%以上0.3質量%以下とすることができる。

30

<組織>

実施形態の銅合金線を構成する銅合金は、析出物、代表的にはMgとPとを含む化合物が母相中に分散した組織を有する。好ましくは、上記析出物が非常に微細であり、かつ均一的に分散した組織を有する。例えば、上記化合物の平均粒径が500nm以下である形態が挙げられる。上記析出物がこのような微細な粒子であることで、分散強化による強度向上効果が得られる。また、割れの起点となるような粗大な析出物(2μm以上といったマイクロオーダーの粒子)が実質的に存在しないことによる強度向上効果、靱性(特に曲げ特性や耐衝撃性)の向上効果、加工性の向上効果なども得られる。上記析出物の平均粒径が小さいほど、分散強化などによる強度の向上、靱性の向上が図れることから、400nm以下、更に350nm以下が好ましい。また、平均粒径に加えて最大径も小さいことが好ましい。具体的には、上記析出物の最大径は、800nm以下、更に500nm以下、400nm以下が好ましい。析出物の大きさは、後述するように製造条件を適切に制御することで、上述の特定の大きさにすることができる。析出物の平均粒径、最大径の測定方法は後述する。なお、後述する製造方法で製造した銅合金線では、伸線加工途中で中間軟化処理を行ったり、最終線径の伸線材に焼鈍を行ったりした場合でも、時効素材の析出物の大きさを実質的に維持することができる。即ち、実施形態の銅合金線では、代表的には最終線径の伸線材中の析出物の大きさと、時効素材中の析出物の大きさとが実質的に等

40

50

しい。

#### 【0064】

Cuを含む母相の平均粒径は、銅合金線の伸びが優れ、さらに銅合金線の端子固着力を高めることができるという理由から、10 $\mu$ m以下が好ましい。ここで母相の平均粒径は以下の方法で測定した値である。まず、横断面にクロスセクションポリッシャ(CP)加工を施して、この断面を走査型電子顕微鏡(Scanning Electron Microscope: SEM)で観察する。任意の観察範囲の面積をその中に存在する粒子数で割った面積の相当円の直径を平均結晶粒径とする。ただし、観察範囲は、存在する粒子数が50個以上又は横断面全体とする。

##### <形状>

実施形態の銅合金線は、代表的には、横断面形状が円形状である丸線が挙げられる(図2に示す銅合金線1を参照)。その他、伸線加工に用いるダイス形状を適宜変更することで、横断面形状が矩形状、多角形状、楕円状などの異形線とすることができる。

##### <大きさ>

実施形態の銅合金線は、種々の線径や断面積サイズを取り得る。特に、自動車用電線の導体といった軽量化のために細径であることが望まれる用途では、線径が好ましくは0.35mm以下、より好ましくは0.3mm以下であると、撚り合わせた場合でも撚線の断面積サイズを小さくできて好ましい。線径が0.25mm以下である更に細径の銅合金線とすることができる。また、この用途では、線径が0.1mm超であると、撚り合わせなどを行い易く、利用し易い。

##### <特性>

実施形態の銅合金線は、上述のように導電性に優れ、高強度で、高靱性である。具体的には、導電率が60%IACS以上、引張強さが400MPa以上、破断伸びが5%以上を満たす(いずれも室温)。組成や製造条件を調整することで、導電率が62%IACS以上、引張強さが410MPa以上、破断伸びが6%以上を満たす形態、更に導電率が65%IACS以上、引張強さが420MPa以上、破断伸びが7%以上を満たす形態とすることができる。更に、引張強さが450MPa以上を満たす形態とすることができる。

##### [銅合金撚線]

実施形態の銅合金撚線10は、複数の素線100を撚り合わせて構成されたものであり、これらの素線のうち、少なくとも1本は、上述の実施形態の銅合金線1を含む。複数の素線100の全てが実施形態の銅合金線1である形態、複数の素線100のうち、一部のみが実施形態の銅合金線1である形態(図示せず)のいずれもとる得る。素線数は特に問わないが、7本、11本、19本が代表的である(図2, 図3では7本の場合を例示する)。

#### 【0065】

複数の素線100の全てが実施形態の銅合金線1である形態(図2, 図3に示す形態)では、素線100の全てが同一材質であることから、撚り合わせ作業を行い易く、銅合金撚線10の製造性に優れる。この形態では、各素線100の組成及び組織が実質的に等しく、撚り合わせ前の実施形態の銅合金線1の組成及び組織を実質的に維持することから、各素線100の導電率、引張強さ、及び破断伸びは、撚り合わせ前の銅合金線1の導電率、引張強さ、及び破断伸びを実質的に維持する。従って、この形態は、導電性に優れ、高強度で高靱性な銅合金撚線10とすることができる。具体的には、導電率が60%IACS以上、引張強さが400MPa以上、破断伸びが5%以上を満たす銅合金撚線10とすることができる。

#### 【0066】

複数の素線100が、実施形態の銅合金線1に加えて、異種の材質の線材(図示せず)を含む形態では、この異種の材質に応じた効果が期待できる。例えば、素線100の一部に純銅線を含む形態では、導電性の向上、靱性の向上が期待できる。例えば、素線100の一部にステンレス鋼などの鉄系材料からなる線材を含む形態では、強度の向上が期待できる。例えば、素線100の一部に純アルミニウム又はアルミニウム合金からなる軽金属

10

20

30

40

50

線を含む形態では、軽量化が期待できる。

【 0 0 6 7 】

実施形態の銅合金撚線 1 0 は、複数の素線 1 0 0 が撚り合わせられたままの形態（図 2 に示す銅合金撚線 1 0 A）の他、撚り合わせ後に圧縮成形された形態（図 3 に示す銅合金撚線 1 0 B = 圧縮線）が挙げられる。圧縮線 1 0 B は、撚り合わせられたままの形態に比較して、撚り合わせた素線がつくる包絡円をより小さくできる、即ち、撚り線の線径や断面積サイズをより小さくでき、自動車用電線の導体などに好適に利用できる。圧縮線 1 0 B は、図 3 に示すような横断面形状が円形状である形態が代表的である。なお、圧縮線 1 0 B を構成する各素線 1 0 0 B は、撚り合わせ前の素線 1 0 0 の組成及び組織を実質的に維持することから、素線 1 0 0 B の導電率、引張強さ、及び破断伸びは、撚り合わせ前の素線 1 0 0（ここでは銅合金線 1）の導電率、引張強さ、及び破断伸びを実質的に維持する。例えば、素線 1 0 0 B の全てが実施形態の銅合金線 1 である場合、導電率が 6 0 % I A C S 以上、引張強さが 4 0 0 M P a 以上、破断伸びが 5 % 以上を満たす圧縮線 1 0 B とすることができる。なお、圧縮線では、圧縮成形による加工硬化によって、圧縮成形前よりも強度が若干向上する場合がある。

10

【 0 0 6 8 】

実施形態の銅合金撚線 1 0 は、種々の大きさを取り得る。特に、断面積サイズが  $0.5 \text{ mm}^2$  以上  $0.5 \text{ mm}^2$  以下であると、自動車用電線の導体などの用途に好適に利用できる。この用途では、断面積サイズが  $0.07 \text{ mm}^2$  以上  $0.3 \text{ mm}^2$  以下であると、より利用し易い。断面積サイズが上述の範囲となるように、素線 1 0 0 の線径や断面積サイズ、素線数、圧縮線の場合には圧縮度合いなどを調整するとよい。銅合金線の撚りピッチを 1 0 mm 以上とすることで、銅合金撚線の生産性を向上することができる。一方、銅合金線の撚りピッチを 2 0 mm 以下とすることで、銅合金撚線の屈曲性を向上することができる。

20

[ 電線 ]

実施形態の電線 2 0 は、導体 2 1 と、導体 2 1 の表面を被覆する絶縁層 2 3 とを備え、導体 2 1 を上述の実施形態の銅合金線 1、又は実施形態の銅合金撚線 1 0 A（図 2）、又は実施形態の圧縮線 1 0 B（図 3）とする。導体 2 1 を構成する銅合金線 1 や銅合金撚線 1 0 は、絶縁層 2 3 を形成する前の銅合金線 1 や銅合金撚線 1 0 の組成及び組織、導電率、引張強さ、並びに破断伸びを実質的に維持する。そのため、代表的には、導電率が 6 0 % I A C S 以上、引張強さが 4 0 0 M P a 以上、破断伸びが 5 % 以上を満たす導体 2 1 を備える電線 2 0 とすることができる。

30

【 0 0 6 9 】

絶縁層 2 3 の材質及びその形成には、公知の材質、公知の製造方法を利用できる。例えば、絶縁層 2 3 の材質は、ポリ塩化ビニル（PVC）やノンハロゲン樹脂、難燃性に優れた絶縁性材料などが挙げられる。絶縁層 2 3 の材質や厚さは、所望の電気絶縁強度を考慮して適宜選択することができ、特に限定されない。図 2、図 3 に示す絶縁層 2 3 の厚さは例示である。

[ 端子付き電線 ]

実施形態の端子付き電線 4 0 は、実施形態の電線 2 0 と、電線 2 0 の端部に装着された端子部 3 0 とを備える。詳しくは、電線 2 0 の端部において絶縁層 2 3 を剥ぎ取って導体 2 1 の端部を露出させて、この露出部分に端子部 3 0 が接続されている。端子部 3 0 は、公知の材質、形状のものが利用できる。例えば、端子部は、黄銅などの銅合金などからなる圧着型のもの（オス型でもメス型でもよい）が挙げられる。図 4 では、箱状の嵌合部 3 2 と、導体 2 1 を圧着するワイヤパレル部 3 4 と、絶縁層 2 3 を圧着するインシュレーションパレル部 3 6 とを備えるメス型の圧着端子を例示している。実施形態の端子付き電線 4 0 は、導体 2 1 に、高強度で靱性にも優れた実施形態の銅合金線 1 や銅合金撚線 1 0 を備えることで、圧着型の端子部を装着した後、圧着時の応力が緩和され難く、導体 2 1 と端子部との接続状態を長期に亘り良好に維持できる。その結果、実施形態の端子付き電線 4 0 を用いることで、電線 2 1 及び端子部 3 0 を介した機器同士の電氣的接続を長期に亘り

40

50

良好に維持できる。その他、端子部は、半田などを用いて、導体 2 1 と接合するものでもよい。また、複数の電線 2 0 に対して一つの端子部を共有する電線群とすることもできる。この場合、複数の電線 2 0 を結束具などにより一纏まりに束ねることで、電線群のハンドリング性に優れる。

#### [ 銅合金線の製造方法 ]

上述の特定の組成を有し、かつ Mg 及び P を含む化合物が分散した特定の組織を有する実施形態の銅合金線は、例えば、以下の固溶工程と、析出工程と、加工工程とを備える実施形態の銅合金線の製造方法によって製造することができる。以下、工程ごとに詳細に説明する。

#### < 固溶工程 >

この工程は、Mg 及び P を上述の特定の範囲で含有する組成を備え、これら Mg 及び P が Cu に固溶した組織を有する固溶素材（好ましくは過飽和固溶体）を準備する工程である。固溶素材を用意することで、その後の析出工程で、Mg と P とを含む化合物といった析出物を微細に、かつ均一的に析出させることができる。固溶素材を得るには、例えば、以下の二つの方法（ ）、（ ）が挙げられる。

#### 【 0 0 7 0 】

（ ） 上記組成を備える銅合金を鑄造して、得られた鑄造材に溶体化処理を施す。

（ ） 上記組成を備える銅合金を連続鑄造して、この鑄造時の冷却過程で急冷する。

#### 【 0 0 7 1 】

方法（ ）では、鑄造工程と、溶体化処理を行う工程とを別工程とするため、溶体化処理の条件を調整し易く、Mg 及び P をより確実に固溶できる上に、種々の形状の鑄造材を利用することができる。例えば、所定の形状の鑄型を用いて作製した鑄塊を利用することができる。一方、鑄造工程を連続鑄造とすると、長い鑄造材を容易に製造できるため、鑄造材の生産性に優れて好ましい。また、このような長い鑄造材を伸線材の素材に利用することで、伸線材の生産性にも優れて好ましい。更に、連続鑄造は、上記鑄塊を製造する場合に比較して合金溶湯を急冷でき、急冷による Mg 及び P の固溶に加えて結晶の微細化も期待できる。結晶の微細化により、伸線加工などの塑性加工性を向上できることから、連続鑄造の利用は、伸線材の生産性に優れて好ましい。連続鑄造には、ベルトアンドホイール方式、ツインベルト方式、アップキャスト方式など種々の方法が利用できる。公知の連続鑄造法を利用してももちろんよい。

#### 【 0 0 7 2 】

溶体化処理の条件は、バッチ処理の場合には、例えば、保持温度が 7 5 0 以上 1 0 0 0 以下、保持時間が 5 分間以上 4 時間以下、が挙げられる。更に保持温度を 8 0 0 以上 9 5 0 以下、保持時間を 3 0 分間以上 3 時間以下とすることができる。連続処理の場合には、固溶体得られるように条件を調整するとよい。予め、組成などに応じて、連続処理の条件と、連続処理後の組織との相関データを作成しておく、適切な条件を容易に選択できる。連続鑄造を行った上に、溶体化処理を行うことができる。この場合には、Mg 及び P をより確実に固溶できる。雰囲気は、例えば、不活性雰囲気とすると、酸化を防止できる。

#### 【 0 0 7 3 】

方法（ ）では、連続鑄造時の冷却条件を調整することで、長い固溶素材を容易に製造できるため、固溶素材の生産性に優れる。具体的な急冷条件は、凝固速度を 5 / 秒以上、更に 1 0 / 秒以上とすることが挙げられる。凝固速度は、{ ( 溶湯の温度、 ) - ( 鑄造直後の鑄物の表面温度、 ) } × ( 鑄造速度、 m / 秒 ) ÷ ( 鑄型長さ、 m ) とする。凝固速度が上述の範囲となるように、鑄造材の大きさ（横断面積）、溶湯の温度、鑄型温度、鑄造速度（鑄造材の長さ / 時間）、鑄型の大きさなどを調整するとよい。代表的には、鑄型温度を低くすることが挙げられる（例えば、8 0 以下）。

#### < 析出工程 >

この工程は、上述の固溶素材から、Mg 及び P を含む化合物などの析出物を積極的に析出させて、析出物が分散された組織を有する時効素材を作製する工程である。時効素材を

10

20

30

40

50

作製することで、上述の固溶素材から析出物を生成することで、析出物を非常に微細にし、この微細な粒子を均一的に分散させて、分散強化による強度向上効果を得る。更に、析出物を積極的に生成することで、固溶量を低減して、導電性の向上を図る。時効素材を得るには、例えば、以下の二つの方法( )、( )が挙げられる。

【0074】

( ) 上記固溶素材に時効処理(人工時効)を施すことで製造する

( ) 上記固溶素材に温間加工又は熱間加工を施すことで製造する

方法( )では、時効処理の条件を調整し易く、Mg及びPを含む化合物といった析出物を良好に析出できる。時効処理の条件は、バッチ処理の場合には、例えば、保持温度が300以上600以下、保持時間が30分以上40時間以下、が挙げられる。更に保持温度を350以上550以下、保持時間を1時間以上20時間以下とすることができる。連続処理の場合には、所望の組織(特に微細な析出物が存在する組織)が得られるように条件を調整するとよい。予め、組成などに応じて、連続処理の条件と、連続処理後の組織との相関データを作成しておくこと、適切な条件を容易に選択できる。雰囲気は、例えば、不活性雰囲気とすると、酸化を防止できる。

10

【0075】

方法( )では、温間加工又は熱間加工を行うときの加熱を塑性加工だけでなく、時効処理にも利用して、塑性加工と時効処理とを同時に行う。方法( )はたとえばコンフォームによって行うことができる。このような方法( )では、静的な加熱による析出だけでなく、加熱状態で塑性加工を行うことに伴う動的な析出が期待できる。動的な析出によって、析出物を更に微細にしたり、均一的に分散させたりできると期待される。具体的な塑性加工としては、圧延、押出、鍛造などが挙げられる。析出物の析出に必要な加熱状態が保持できるように加工条件(加工度、歪み速度、加熱状態(金型の加熱温度や素材の加熱温度、加工熱など))を調整するとよい。方法( )は、伸線加工前に温間又は熱間で塑性加工を行うことで、鑄造欠陥などの低減、除去も行えることから、伸線加工性を高められる。

20

<加工工程>

この工程は、上述の時効素材に最終線径になるまで伸線加工を施して、伸線材を作製する工程である。実施形態の銅合金線の製造方法では、加工工程の伸線加工を複数パスとし、途中のパスで中間軟化処理を行う。中間軟化処理によって、加工歪みを除去して以降のパスの伸線加工性を高めたり、導電性を高めたりすると共に、伸びを高める。特に、実施形態の銅合金線の製造方法では、特定の大きさの中間材に中間軟化処理を行う。こうすることで、中間軟化処理以降のパスの伸線加工を行っても、高い伸び及び高い導電率を維持しつつ、なまされて低下した強度を加工硬化によって再び高められる。その結果、最終線径の伸線材の導電率を60% IACS以上、引張強さを400MPa以上とすることができる。好ましくは破断伸びを5%以上とすることができる。実施形態の銅合金線の製造方法は、このような半硬材の銅合金線を製造することができる。

30

【0076】

伸線加工は、冷間加工とする。伸線加工には、伸線ダイスなどを利用するとよい。パス数は、適宜選択することができる。所定の最終線径が得られるように1パスあたりの伸線加工度を適宜調整して、パス数を設定するとよい。

40

【0077】

中間軟化処理は、例えば、中間軟化処理後の中間材の破断伸びが5%以上となるように条件を調整することが挙げられる。具体的には、バッチ処理の場合には、保持温度が250以上500以下、保持時間が10分間以上40時間以下、が挙げられる。更に保持温度を300以上450以下、保持時間を30分間以上10時間以下とすることができる。中間軟化処理の保持温度を低めにしたり、保持時間を短めにしたりする、例えば、析出工程での保持温度や保持時間(代表的にはバッチ処理による時効処理時の保持温度や保持時間)以下とすると、中間軟化処理工程で析出物が成長し難く、析出工程で形成した微細な析出物を中間軟化処理後にも維持し易い。連続処理の場合には、所望の特性(例え

50

ば、中間軟化処理後の破断伸びが5%以上)が得られるように条件を調整するとよい。予め、組成や線径などに応じて、連続処理の条件と、連続処理後の特性との相関データを作成しておく、適切な条件を容易に選択できる。雰囲気は、例えば、不活性雰囲気とすると、酸化を防止できる。

#### 【0078】

中間軟化処理は、最終線径の1倍超10倍以下である中間線径を有する中間材に施す。このような中間材に中間軟化処理を施すことで、中間軟化処理以降の総加工度(総断面減少率)を99%以下とすることができ、中間軟化処理によって低下した強度に対して、中間軟化処理後の伸線加工による加工硬化に基づく強度の向上を十分に行える。その結果、最終伸線後の伸線材の引張強さを400MPa以上にすることができる。最終線径の10倍超である線材、即ち、最終線径よりも非常に太い線材に中間軟化処理を施すと、その後の総加工度が大き過ぎて、加工硬化による強度向上効果が大き過ぎ、伸びに劣る伸線材(硬材)が得られる。最終線径の1倍の線径を有する線材、即ち最終線径の線材に軟化処理を施すと、この軟化処理後の加工硬化による強度向上効果が得られず、強度に劣る伸線材、具体的には引張強さが400MPa未満の伸線材が得られる。中間軟化処理は、最終線径の1.5倍以上8倍以下の中間材に施すことがより好ましい。

10

#### 【0079】

なお、特開昭58-197242号公報(特許文献2)の実施例1に中間熱処理として記載されるように、細径の線材を複数パスの伸線加工によって製造する場合、途中のパスで軟化処理を施すことが行われている。しかし、この軟化処理は、中間線径が非常に大き

20

#### <焼鈍工程>

上記最終線径を有する伸線材に、別途、焼鈍を施すことができる。この焼鈍によって、この焼鈍後の線材の破断伸びを5%以上、更にそれ以上にすることができる。ここで、実施形態の銅合金線の製造方法では、中間軟化処理を適切な時期に施していることで、最終伸線後においても伸びに優れる伸線材が得られる。しかし、焼鈍工程を別途設けることで、焼鈍条件を調整し易く、破断伸びをより向上し易い。また、この焼鈍によって、中間軟化処理以降の伸線加工に伴う加工歪みを除去できるため、導電性の向上(例えば、この焼鈍を行わない場合に比較して3%IACS~5%IACS程度の向上)を図ることもできる。

30

#### 【0080】

焼鈍の条件は、中間軟化処理の項で述べた条件を利用することができる。焼鈍を施す伸線材の伸びによっては、中間軟化処理時の保持温度よりも低くしたり又は高くしたり、中間軟化処理時の保持時間よりも短くしたり又は長くしたりすることができる。また、焼鈍は、引張強さが400MPa以上となるように保持温度及び保持時間を調整する。

#### <その他の工程>

実施形態の銅合金性の製造方法では、図5に示すように、固溶工程(S1)、析出工程(S2)、加工工程(S3)および焼鈍工程(S4)を前記の順で行う。ここで、固溶工程(S1)では、銅合金を鋳造して、得られた鋳造材に溶体化処理を施し固溶素材を準備する。析出工程(S2)では、固溶素材に時効処理を施し時効素材を得る。加工工程(S3)では、時効素材に伸線加工、中間軟化処理を行う。

40

#### 【0081】

本実施形態においては、固溶工程(S1)と析出工程(S2)との間で、固溶素材に対して圧延、伸線、押出、皮剥ぎなどの処理を施すことができる(S5)。圧延、伸線、押出、皮剥ぎなどの処理は、これらのうち1種類を行ってもよいし、複数種類を組み合わせを行ってもよい。さらに、各処理は1回行ってもよいし、複数回行ってもよい。

#### 【0082】

50

本実施形態においては、析出工程（S2）と加工工程（S3）との間で、時効素材に対して圧延、伸線、押出、皮剥ぎ、中間軟化などの処理を施すことができる（S6）。圧延、伸線、押出、皮剥ぎ、中間軟化などの処理は、これらのうち1種類を行ってもよいし、複数種類を組み合わせを行ってもよい。さらに、各処理は1回行ってもよいし、複数回行ってもよい。

#### [銅合金撚線の製造方法]

実施形態の銅合金撚線の製造方法では、図6に示すように、固溶工程（S1）、析出工程（S2）、加工工程（S3）、焼鈍工程（S4）、撚線工程（S7）および軟化工程（S8）を前記の順で行う。

#### 【0083】

本実施形態の固溶工程（S1）、析出工程（S2）、加工工程（S3）および焼鈍工程（S4）は、銅合金線の製造方法と同様の方法で行うことができる。さらに、銅合金線の製造方法と同様に、固溶工程（S1）と析出工程（S2）との間で、固溶素材に対して圧延、伸線、押出、皮剥ぎなどの処理を施すことができる（S5）。また、析出工程（S2）と加工工程（S3）との間で、時効素材に対して圧延、伸線、押出、皮剥ぎ、中間軟化などの処理を施すことができる（S6）。

#### 【0084】

焼鈍工程に続いて、焼鈍工程により得られた銅合金線を複数本撚り合わせて撚線を得る（S7）。その後、撚線を軟化処理して、銅合金線を得る。軟化処理は、バッチ処理の場合には、保持温度を200以上500以下、保持時間を10分以上40時間以下とすることができる。更に保持時間を250以上450以下、保持時間を30分以上とすることができる。この他にも、連続処理とすることもできる。

#### 【0085】

以下、試験例を挙げて、銅合金線の特性、組織、製造条件などを具体的に説明する。

#### [試験例1]

連続鑄造 溶体化 時効 伸線（途中に中間軟化処理有り） 焼鈍という工程で銅合金線を作製し、得られた銅合金線の特性（引張強さ、破断伸び、導電率）及び組織を調べた。

#### 【0086】

原料として、純度99.99%以上の電気銅と、表1に示す各添加元素とを用意して、高純度のカーボン製坩堝に投入して真空溶解し、表1に示す組成の合金溶湯を作製した。高純度のカーボン製鑄型を備える連続鑄造装置を用いて、得られた合金溶湯を連続鑄造して、断面円形状の鑄造材（線径16mm）を製造した。得られた鑄造材にスウェージ加工を施して、線径12mmの棒素材を得た。ここでは、スウェージ加工を行ったが、連続鑄造によって線径12mmの鑄造材を作製することができる。得られた線径12mmの棒素材に900×1時間の条件で溶体化処理を行って固溶素材を作製した。続いて、固溶素材に450×8時間の条件で時効処理を行って時効素材を作製した。溶体化及び時効を行った時効素材に複数パスの伸線加工を施して、伸線材を作製した。ここでは、線径0.4mmまで伸線して得られた中間材に、450×1時間の条件で中間軟化処理を行った。この中間材は、最終線径の2倍の中間線径を有する。上記中間軟化処理後に伸線加工を施して、線径0.2mmまで伸線し、最終線径が0.2mmの伸線材を作製した。得られた伸線材に300以上450以下×1時間の条件で焼鈍処理を行って、銅合金線を得た。

#### 【0087】

得られた銅合金線について、室温における引張強さ（MPa）、破断伸び（%）、導電率（%IACS）を調べた。その結果を表1に示す。

#### 【0088】

引張強さ及び破断伸びは、JIS Z 2241（2011）に準じて、市販の引張試験機を用いて測定した（標点距離GL=250mm）。導電率は、4端子法で測定した。ここでは、試料ごとに3個の試験片を用意して、上述の各項目をそれぞれ測定し、各項目

10

20

30

40

50

における 3 個の試験片の平均値を表 1 に示す。

【 0 0 8 9 】

試料 No. 1 - 3 の時効素材について、透過型電子顕微鏡 (TEM) による内部観察を行った。図 1 は、試料 No. 1 - 3 の時効素材の横断面の顕微鏡写真である。

【 0 0 9 0 】

【表 1】

試料 No.	組成(質量%)					特性		
	Cu	Mg	P	その他	Mg/P	引張強さ (MPa)	破断伸び (%)	導電率 (%IACS)
1-1	Bal.	0.84	0.061	-	13.77	444	7	62
1-2	Bal.	0.53	0.050	-	10.60	520	11	70
1-3	Bal.	0.44	0.047	-	9.36	470	8	74
1-4	Bal.	0.50	0.040	Sn:0.1	12.50	510	10	68
1-5	Bal.	0.51	0.041	Ag:0.02 Sr:0.01 Ni:0.01	12.44	505	10	69
1-6	Bal.	0.48	0.050	In:0.02 Zn:0.01 Al:0.01	9.60	490	11	72
1-7	Bal.	0.30	0.072	Fe:0.08	4.17	525	10	68
1-8	Bal.	0.79	0.023	-	34.3	415	7	62
1-9	Bal.	0.30	0.095	-	3.16	470	8	80
1-101	Bal.	1.20	0.062	-	19.4	600	9	45
1-102	Bal.	0.12	0.23	-	0.52	370	10	90
1-103	Bal.	0.32	0.13	-	2.46	380	10	78
1-104	Bal.	0.95	0.20	-	4.75	-	-	-

10

20

30

40

50

【 0 0 9 1 】

表 1 に示すように、Mg を 0.2 質量%以上 1 質量%以下、P を 0.02 質量%以上 0.1 質量%以下含む試料 No. 1 - 1 ~ No. 1 - 9 のいずれも、導電性に優れ、高強度であり、伸びにも優れることが分かる。具体的には、試料 No. 1 - 1 ~ No. 1 - 9 のいずれも、導電率が 60 % IACS 以上 (ここでは 62 % IACS 以上、多くは 65 % IACS 以上) であり、引張強さが 400 MPa 以上 (ここでは 415 MPa 以上、多くは 440 MPa 以上) であり、破断伸びが 5 % 以上 (ここでは 7 % 以上、多くは 10 % 以上) である。Mg 及び P に加えて、Fe, Sn, Ag, In, Sr, Zn, Ni, 及び Al から選択される 1 種以上 (ここでは 1 種のみ、又は 2 種以上) を含有する試料は、強度により優れることが分かる。

【 0 0 9 2 】

作製した試料の時効素材は、図 1 に示すように非常に微細な粒子が母相内に均一的に分散した組織を有することが分かる。これらの粒子を成分分析したところ、Mg 及び P を含む粒子が存在しており、上述の時効処理によって析出した析出物と考えられる。上述の成分分析には、公知の手法が利用でき、例えば、エネルギー分散型 X 線分析装置などが利用できる。また、これらの粒子は、図 1 に示すように長さが 50 nm 以上 100 nm 以下程度の楕円状の粒子であることが分かる。この観察像における各粒子の最大長さを直径とするとき、平均粒径 (ここでは 30 個以上の粒子の平均) は 200 nm 以下であり、最大径も 200 nm 以下であった。最大長さの測定は、観察像を市販の画像処理装置によって画像解析することで容易に求められる。試料 No. 1 - 3 以外の試料の時効素材も同様に、非常に微細な粒子 (Mg 及び P を含む析出物) が均一的に分散した組織を有していた。また、このような時効素材を用いて得られた試料 No. 1 - 1 ~ No. 1 - 9 の伸線材 (線径 0.2 mm) はいずれも、微細な析出物 (ここでは、平均粒径 200 nm 以下) が均一的に分散した組織を有する、即ち時効素材の組織を実質的に維持していると考えられる

。

## 【0093】

試料No. 1-1~No. 1-9の銅合金線のいずれもが、高導電率、高強度、高靱性を有する理由の一つは、Mg及びPを含む化合物が析出したこと（導電性の向上）、分散強化（析出強化）による強度の向上効果が得られたこと（強度の向上）、析出物が非常に微細でかつ均一的に分散して割れの起点になり難かったこと（靱性の向上）、が考えられる。また、製造条件を考慮すると、上記理由の一つとして、複数パスの伸線加工による加工硬化に基づく強度向上効果が得られたこと（強度の向上）、伸線途中で中間軟化処理を行ったこと（靱性の向上、導電性の向上）、中間軟化処理を適切な時期（ここでは中間線径が比較的細い時期）に行ったこと（軟化処理による強度の低下を抑制）、が考えられる

10

。

## 【0094】

そして、このような高導電率、高強度、高靱性を有する銅合金線は、一旦固溶体を作製して、別途時効を行ってから複数パスの伸線加工を行うこと、かつ伸線加工途中の適切な時期に軟化処理を行うことで製造できることが分かる。ここでは、伸線後に焼鈍を行って伸びをより高めているが、焼鈍後の引張強さが400MPa以上であり、伸びを高めながらも、十分に高い強度を維持していることが分かる。このことから、焼鈍前には400MPa超の引張強さを有していた、といえる。そこで、最終線径まで伸線した伸線材の伸びが十分に高い場合（破断伸びが5%以上である場合）には、焼鈍を省略すると、より高い強度を有する銅合金線とすることができるといえる。

20

## 【0095】

一方、上述の特定の組成を有していない試料、具体的には、Mgの含有量が多過ぎる試料No. 1-101は、導電率が低過ぎることが分かる。この理由は、Mgの固溶量が多くなったため、と考えられる。Mgが少な過ぎ、かつPが多過ぎる試料No. 1-102や、Pが多過ぎる試料No. 1-103は、10%の伸びを有するものの、強度が低いことが分かる。この理由は、Pが多過ぎることで、Mgを含む析出物が過剰析出したり、粗大な粒子に成長されたりし易くなることで焼鈍時に伸びが出難くなり、10%の伸びを確保するために十分な軟化処理が必要となって強度の低下を招いた、と考えられる。上記過剰析出が生じたり粗大な析出物粒子を有したりする素材の伸びを高めるには、より高温での軟化、又は長時間の軟化が必要であると考えられる。しかし、このような条件で軟化を行うことで強度の低下を招き、高い伸びと高い強度とをバランスよく備えることが難しい、といえる。また、上記過剰析出が生じたり粗大な析出物粒子を有したりする素材は伸線性にも劣ると考えられる。Mgが多めで、かつPが多過ぎる試料No. 1-104は、伸線途中で断線が発生したため、引張強さ、破断伸び、導電率を測定していない。断線が生じた理由は、Mg及びPが多過ぎるため、粗大な析出物が更に生成され易くなり、粗大な粒子を起点とする割れが生じ易くなったため、と考えられる。

30

## 【0096】

試験例1で作製した試料No. 1-1~No. 1-9の銅合金線はいずれも、上述のように導電性に優れ、高強度で伸びにも優れており、例えば、自動車用電線や自動車用端子付き電線に望まれる特性（導電率、好ましい端子固着力や耐疲労特性の発現に必要な強度、好ましい曲げ特性や耐衝撃性に発現に必要な伸びなど）を備えているといえる。従って、上記銅合金線、又はこれらの銅合金線を用いた銅合金撚線や更に圧縮した圧縮線は、上記自動車用電線などの導体に好適に利用できると期待される。

40

## 【0097】

## [試験例2]

以下のA工程またはB工程の製造工程で銅合金線を作製し、得られた銅合金線の特性（引張強さ、破断伸び、導電率）及び母相の平均粒径を調べた。

## 【0098】

A工程：鑄造（線径 9.5mm） 皮剥ぎ（線径 8mm） 伸線（線径 2.6mm） 時効析出処理（バッチ式） 伸線（線径 0.45mm） 中間軟化（バッチ式）

50

伸線（線径 0.32 mm または線径 0.16 mm） 最終軟化（バッチ式）

B工程：鑄造（線径 12.5 mm） コンフォーム（線径 8 mm） 伸線（線径 0.32 mm） 中間軟化（連続式） 伸線（線径 0.16 mm） 最終軟化（連続式）

A工程について、具体的に説明する。まず、原料として、純度99.99%以上の電気銅と、表2に示す各添加元素とを用意して、高純度のカーボン製坩堝に投入して真空溶解し、表2に示す組成の合金溶湯を作製した。このとき、湯面を木炭片で十分に多い、湯面が大気に接触しないようにした。得られた混合溶湯と高純度カーボン製鑄型とを用いて上方引上連続鑄造法（アップキャスト法）により、断面円形状の鑄造材を作製した。得られた鑄造材に皮剥ぎおよび伸線加工を施して、線径 2.6 mmまで伸線した。続いて、伸線材に450 × 8時間の条件で時効処理を行って時効素材を作製した。時効素材に複数パスの伸線加工を施して、伸線材を作製した。ここでは、線径 0.45 mmまで伸線して得られた中間材に、450 × 1時間の条件で中間軟化処理を行った。上記中間軟化処理後に伸線加工を施して、最終線径が線径 0.32 mm または 0.16 mmの伸線材を作製した。得られた伸線材に表2に示す条件で最終軟化処理（バッチ式）を行って、銅合金線を得た。

10

【0099】

B工程について、具体的に説明する。まず、原料として、純度99.99%以上の電気銅と、表2に示す各添加元素とを用意して、高純度のカーボン製坩堝に投入して真空溶解し、表2に示す組成の合金溶湯を作製した。このとき、湯面を木炭片で十分に多い、湯面が大気に接触しないようにした。得られた混合溶湯と高純度カーボン製鑄型とを用いて上方引上連続鑄造法（アップキャスト法）により、断面円形状の鑄造材を作製した。得られた鑄造材にコンフォームおよび伸線加工を施して、線径 0.32 mmまで伸線した。なお、コンフォームは時効析出と加工を兼ねる。続いて、伸線材に450 × 1時間の条件で中間軟化処理を行った。上記中間軟化処理後に伸線加工を施して、線径 0.16 mmまで伸線し、最終線径が 0.16 mmの伸線材を作製した。得られた伸線材に連続式の最終軟化処理を行って、銅合金線を得た。

20

【0100】

得られた銅合金線について、室温における引張強さ（MPa）、破断伸び（%）、導電率（% IACS）を試験例1と同様の方法で調べた。さらに母相の平均粒径を、以下の方法で調べた。まず、横断面にクロスセクションポリッシャ（CP）加工を施して、この断面を走査型電子顕微鏡（Scanning Electron Microscope: SEM）で観察した。任意の観察範囲の面積をその中に存在する粒子数で割った面積の相当円の直径を平均結晶粒径とした。ただし、観察範囲は、存在する粒子数が50個以上又は横断面全体とした。

30

【0101】

その結果を表2に示す。

【0102】

【表 2】

試料 No.	組成 (wt%)			Mg/P	製造工程	線径 (mm)	熱処理条件		特性			平均結晶粒径 ( $\mu\text{m}$ )
	Cu	Mg	P				温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )	時間 (h)	引張強さ (MPa)	伸び (%)	導電率 (%IACS)	
2-1	Bal.	0.21	0.025	8.4	A	0.16	350	1	450	6	81	0.9
2-2	Bal.	0.39	0.020	19.5	A	0.16	400	1	485	9	71	1.7
2-3-1	Bal.	0.42	0.039	10.8	A	0.16	300	8	495	9	72	1.0
2-3-2					B	0.16	連続軟化		520	9	69	0.6
2-4	Bal.	0.04	0.080	0.5	A	0.32	300	1	510	9	73	0.8
2-5	Bal.	0.06	0.020	3.1	A	0.16	300	1	540	8	65	0.7
2-6-1	Bal.	0.06	0.060	1.0	A	0.32	300	1	560	8	65	0.6
2-6-2					B	0.16	連続軟化		580	9	62	0.4
2-7	Bal.	0.06	0.075	0.8	A	0.16	300	1	580	7	65	0.5
2-8	Bal.	0.77	0.081	9.5	A	0.32	300	1	605	7	60	0.5
2-101	Bal.	1.15	0.080	14.4	A	0.16	400	1	600	10	46	0.8
2-102	Bal.	0.15	0.025	6.0	A	0.16	300	1	380	10	88	2.1
2-103	Bal.	0.21	0.009	23.3	A	0.16	300	1	390	8	8	1.0
2-104	Bal.	0.79	0.150	5.3	A	加工できず						
2-105	Bal.	0.19	0.062	3.1	A	0.16	300	8	460	5	75	0.4
2-106	Bal.	0.85	0.019	44.7	B	0.16	連続軟化		560	8	55	0.5

10

20

30

40

50

## 【0103】

表 2 に示すように、Mg を 0.2 質量% 以上 1 質量% 以下、P を 0.02 質量% 以上 0.1 質量% 以下含み、母相の平均粒径が 10  $\mu\text{m}$  以上である試料 No. 2-1 ~ No. 2-8 のいずれも、導電性に優れ、高強度であり、伸びにも優れることが分かる。具体的には、試料 No. 2-1 ~ No. 2-8 のいずれも、導電率が 60% IACS 以上であり、引張強さが 400 MPa 以上（ここでは 450 MPa 以上）であり、破断伸びが 5% 以上（ここでは 6% 以上）である。

## 【0104】

一方、上述の特定の組成を有していない試料、具体的には、Mg の含有量が多過ぎる試料 No. 2-101 は、導電率が低過ぎることが分かる。Mg が少な過ぎる試料 No. 2-102 や、P が少な過ぎる試料 No. 2-103 は、強度が低いことが分かる。また、

試料 No. 2 - 103 は、導電率が低過ぎることが分かる。Mg が多めで、かつ P が多過ぎる試料 No. 2 - 104 は、伸線途中で断線が発生したため、引張強さ、破断伸び、導電率を測定していない。Mg が少なく、Mg / P が 3.1 の試料 2 - 105 は、伸びが小さいことが分かる。P が少なく、Mg / P が 44.7 の試料 2 - 106 は、導電率が小さいことが分かる。

【0105】

[ 試験例 3 ]

以下の A' 工程または B' 工程の製造工程で銅合金撚線を作製し、得られた銅合金撚線の特性（端子固着力、耐衝撃性）を調べた。

【0106】

A' : 試験例 2 の A 工程の銅合金線の伸線（線径 0.16） 圧縮撚線（7本） バッチ軟化または連続軟化 絶縁押出（断面積 0.13 mm<sup>2</sup>）

B' : 試験例 2 の B 工程の銅合金線の伸線（線径 0.16） 圧縮撚線（7本） 連続軟化 絶縁押出（断面積 0.13 mm<sup>2</sup>）

A' 工程について、具体的に説明する。まず、銅合金線として、試験例 2 の A 工程で作製した銅合金線を準備する。得られた銅合金線に伸線加工を施して、線径 0.16 mm まで伸線した。得られた伸線材を 7 本撚り合わせて、撚線を得た。該撚線に表 3 に示す軟化条件で軟化処理を行って、銅合金撚線を得た。該銅合金線に、絶縁押出加工を施した。絶縁押出加工では、該銅合金線の表面にポリ塩化ビニル樹脂（PVC: polyvinyl chloride）を厚さ 0.2 mm で押出した。絶縁押出加工後の銅合金撚線の断面積は 0.13 mm<sup>2</sup> であった。

【0107】

B' 工程について、具体的に説明する。まず、銅合金線として、試験例 2 の B 工程で作製した銅合金線を準備する。得られた銅合金線に伸線加工を施して、線径 0.16 mm まで伸線した。得られた伸線材を 7 本撚り合わせて、撚線を得た。該撚線に連続軟化処理を行って、銅合金撚線を得た。該銅合金線に、絶縁押出加工を施した。絶縁押出し加工では、該銅合金線の表面にポリ塩化ビニル樹脂（PVC: polyvinyl chloride）を厚さ 0.2 mm で押出した。絶縁押出し加工後の銅合金撚線の断面積は 0.13 mm<sup>2</sup> であった。

【0108】

得られた銅合金線について、室温における端子固着力、耐衝撃性を調べた。

端子固着力（N）の測定は、以下の手順で行った。まず、被覆電線の端部の絶縁被覆層を剥いで、撚線を露出させる。この露出させた撚線に端子部を圧着する。汎用の引張試験機を用いて、端子部を 100 mm / min で引っ張ったときに端子部が抜けない最大荷重（N）を測定し、この最大荷重を端子固着力（N）とした。

【0109】

耐衝撃性は、以下の手順で算出した。被覆電線（評点間距離：1 m）の先端に錘を取り付け、この錘を 1 m 上方に持ち上げた後、自由落下させる。このとき、被覆電線が断線しない最大の錘の重量（kg）を測定し、この重量に重力加速度（9.8 m / s<sup>2</sup>）と落下距離とをかけた積値を落下距離で割った値を耐衝撃性（J / m または（N / m） / m）として評価した。

【0110】

その結果を表 3 に示す。

【0111】

10

20

30

40

【表 3】

試料 No.	組成(質量%)			Mg/P	製造 工程	熱処理条件		特性	
	Cu	Mg	P			温度 (°C)	時間 (h)	端子固着力 (N)	耐衝撃性 (J/m)
3-1	Bal.	0.21	0.025	8.4	A'	350	1	52	5
3-2	Bal.	0.39	0.020	19.5	A'	350	1	54	6
3-3-1	Bal.	0.42	0.039	10.8	A'	300	8	55	7
3-3-2					B'	連続軟化		58	6
3-4	Bal.	0.04	0.080	0.5	A'	300	1	57	6
3-5	Bal.	0.06	0.020	3.1	A'	300		62	6
3-6-1	Bal.	0.06	0.060	1.0	A'	300	1	62	6
3-6-2					B'	連続軟化		64	7
3-7	Bal.	0.06	0.075	0.8	A'	300	1	63	6
3-8	Bal.	0.77	0.081	9.5	A'	300	1	68	6
3-101	Bal.	1.15	0.080	14.4	A'	400	1	66	7
3-102	Bal.	0.15	0.025	6.0	A'	300	1	41	4
3-103	Bal.	0.21	0.009	23.3	A'	300	4	42	4
3-105	Bal.	0.19	0.062	3.1	A'	300	8	50	4
3-106	Bal.	0.85	0.019	44.7	B'	連続軟化		62	4

10

20

## 【0112】

表3に示すように、Mgを0.2質量%以上1質量%以下、Pを0.02質量%以上0.1質量%以下含み、母相の平均粒径が10 $\mu$ m以上である試料No.3-1~No.3-8のいずれも、端子固着力および耐衝撃性に優れることが分かる。

## 【産業上の利用可能性】

## 【0113】

本発明の端子付き電線及び本発明の電線は、種々の配線、特に自動車の配線に好適に利用できる。本発明の銅合金線及び本発明の銅合金撚線は、種々の電線の導体、特に、自動車用電線の導体に好適に利用できる。本発明の銅合金線の製造方法は、銅合金線の製造に好適に利用できる。

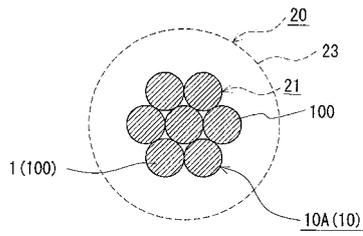
30

## 【符号の説明】

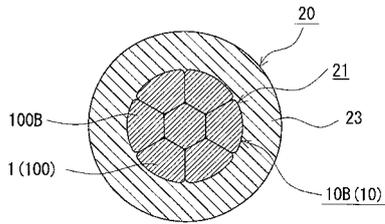
## 【0114】

1 銅合金線、10, 10A 銅合金撚線、10B 銅合金撚線(圧縮線)、20 電線、21 導体、23 絶縁層、30 端子部、32 嵌合部、34 ワイヤバレル部、36 インシュレーションバレル部、40 端子付き電線、100, 100B 素線

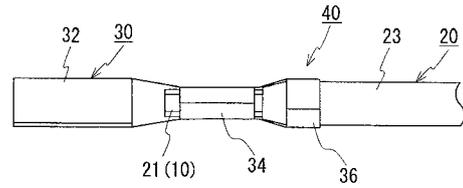
【 図 2 】  
FIG.2



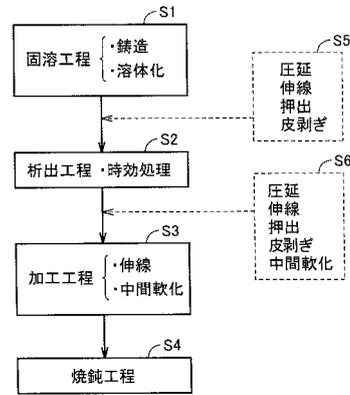
【 図 3 】  
FIG.3



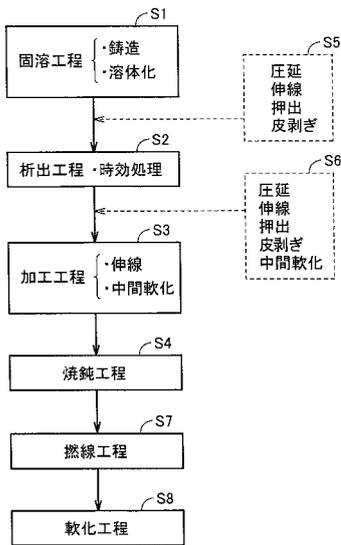
【 図 4 】  
FIG.4



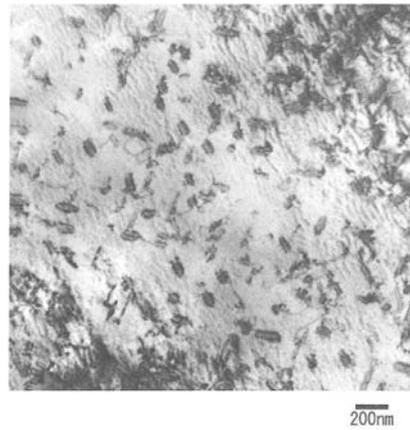
【 図 5 】  
FIG.5



【 図 6 】  
FIG.6



【 図 1 】  
FIG.1



## 【 国際調査報告 】

<b>INTERNATIONAL SEARCH REPORT</b>		International application No. PCT/JP2014/082233
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> C22C9/00(2006.01)i, C22F1/08(2006.01)i, H01B1/02(2006.01)i, H01B5/02(2006.01)i, H01B5/08(2006.01)i, H01B7/00(2006.01)i, H01B13/00(2006.01)i, C22F1/00(2006.01)n According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) C22C9/00, C22F1/08, H01B1/02, H01B5/02, H01B5/08, C22F1/00  Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2015 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2015 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2015  Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 5-311283 A (Mitsubishi Shindoh Co., Ltd.), 22 November 1993 (22.11.1993), claim 1; paragraphs [0001] to [0014]; particularly, comparative Cu alloy fine wire 4 on table 2 (Family: none)	1, 4, 5
X	JP 63-262435 A (Nippon Mining Co., Ltd.), 28 October 1988 (28.10.1988), entire text; particularly, fifth copper alloy from the top of the present invention on table 1 (Family: none)	1, 3, 5
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 27 February 2015 (27.02.15)		Date of mailing of the international search report 10 March 2015 (10.03.15)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan		Authorized officer  Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/082233

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2004-353081 A (Fisk Alloy Wire Inc.), 16 December 2004 (16.12.2004), claims 1, 4, 7, 11, 16 to 18, 21, 23; paragraphs [0014] to [0015], [0019] to [0025], [0042] to [0044], [0048]; table 5 & US 2004/0238086 A1 & EP 1482063 A1 & CN 1574107 A	1-15
Y	JP 63-243239 A (Nippon Mining Co., Ltd.), 11 October 1988 (11.10.1988), particularly, page 3, lower left column (Family: none)	1-15
Y	JP 8-209269 A (Yazaki Corp.), 13 August 1996 (13.08.1996), paragraphs [0001] to [0003] (Family: none)	1-15
Y	JP 9-227970 A (Yazaki Corp.), 02 September 1997 (02.09.1997), paragraphs [0013] to [0014] (Family: none)	1-15
A	JP 5-306421 A (Mitsubishi Shindoh Co., Ltd.), 19 November 1993 (19.11.1993), alloy type 6 of the present invention on table 1 & JP 61-284946 A	1-16

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 4 / 0 8 2 2 3 3	
A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. C22C9/00(2006.01)i, C22F1/08(2006.01)i, H01B1/02(2006.01)i, H01B5/02(2006.01)i, H01B5/08(2006.01)i, H01B7/00(2006.01)i, H01B13/00(2006.01)i, C22F1/00(2006.01)n			
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. C22C9/00, C22F1/08, H01B1/02, H01B5/02, H01B5/08, C22F1/00			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2015年 日本国実用新案登録公報 1996-2015年 日本国登録実用新案公報 1994-2015年			
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号	
X	JP 5-311283 A (三菱伸銅株式会社) 1993. 11. 22, 請求項 1, 段落 0001-0014, 特に表 2 の比較 Cu 合金極細線 4 (ファミリーなし)	1, 4, 5	
X	JP 63-262435 A (日本鋳業株式会社) 1988. 10. 28, 全文, 特に表 1 の本発明の上から 5 番目の銅合金 (ファミリーなし)	1, 3, 5	
<input checked="" type="checkbox"/> C 欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー		の日の後に公表された文献	
「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの		「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの		「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの	
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)		「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの	
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		「&」同一パテントファミリー文献	
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願			
国際調査を完了した日 27. 02. 2015		国際調査報告の発送日 10. 03. 2015	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号 100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号		特許庁審査官 (権限のある職員) 高木 康晴	4 K 9 2 7 5
		電話番号 03-3581-1101 内線 3435	

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 1 4 / 0 8 2 2 3 3
C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2004-353081 A (フィスク アロイ ワイヤー, インコーポレイ テッド) 2004. 12. 16, 請求項 1, 4, 7, 11, 16-18, 21, 23, 段落 0014-0015, 0019-0025, 0042-0044, 0048、表 5 & US 2004/0238086 A1 & EP 1482063 A1 & CN 1574107 A	1-15
Y	JP 63-243239 A (日本鋳業株式会社) 1988. 10. 11, 特に 3 頁左下欄 (ファミリーなし)	1-15
Y	JP 8-209269 A (矢崎総業株式会社) 1996. 08. 13, 段落 0001-0003 (ファミリーなし)	1-15
Y	JP 9-227970 A (矢崎総業株式会社) 1997. 09. 02, 段落 0013-0014 (ファミリーなし)	1-15
A	JP 5-306421 A (三菱伸銅株式会社) 1993. 11. 19, 表 1 の本発明の合金種別 6 & JP 61-284946 A	1-16

## フロントページの続き

(51) Int.Cl.	F I		テーマコード(参考)
C 2 2 F 1/08 (2006.01)	C 2 2 F	1/08	C
H 0 1 B 1/02 (2006.01)	C 2 2 F	1/08	Q
H 0 1 B 5/08 (2006.01)	H 0 1 B	1/02	A
H 0 1 B 7/00 (2006.01)	H 0 1 B	5/08	
H 0 1 B 13/00 (2006.01)	H 0 1 B	7/00	3 0 6
B 2 1 C 1/00 (2006.01)	H 0 1 B	13/00	5 0 1 D
H 0 1 B 5/02 (2006.01)	B 2 1 C	1/00	Z
C 2 2 F 1/00 (2006.01)	H 0 1 B	5/02	Z
	C 2 2 F	1/00	6 0 2
	C 2 2 F	1/00	6 0 4
	C 2 2 F	1/00	6 1 3
	C 2 2 F	1/00	6 2 5
	C 2 2 F	1/00	6 3 0 A
	C 2 2 F	1/00	6 3 0 B
	C 2 2 F	1/00	6 3 0 G
	C 2 2 F	1/00	6 3 0 K
	C 2 2 F	1/00	6 6 0 Z
	C 2 2 F	1/00	6 6 1 A
	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 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 2 A
	C 2 2 F	1/00	6 9 2 B
	C 2 2 F	1/00	6 9 4 A

(81) 指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

(72) 発明者 桑原 鉄也  
大阪府大阪市此花区島屋一丁目 1 番 3 号 住友電気工業株式会社大阪製作所内

(72) 発明者 中井 由弘  
大阪府大阪市此花区島屋一丁目 1 番 3 号 住友電気工業株式会社大阪製作所内

(72) 発明者 西川 太一郎  
大阪府大阪市此花区島屋一丁目 1 番 3 号 住友電気工業株式会社大阪製作所内

(72) 発明者 小林 啓之  
三重県四日市市西末広町 1 番 1 4 号 株式会社オートネットワーク技術研究所内

Fターム(参考) 4E096 EA04 EA12 EA27 HA15 KA09

5G301 AA01 AA03 AA08 AA09 AA11 AA12 AA14 AA20 AA23 AB01  
AB02 AB05 AB20 AD01  
5G307 EA01 EA02 EF10  
5G309 FA06

(注) この公表は、国際事務局(WIPO)により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願(日本語実用新案登録出願)の国際公開の効果は、特許法第184条の10第1項(実用新案法第48条の13第2項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。