

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4157899号
(P4157899)

(45) 発行日 平成20年10月1日 (2008. 10. 1)

(24) 登録日 平成20年7月18日 (2008. 7. 18)

(51) Int. Cl. F I
C 2 2 C 9/00 (2006. 01) C 2 2 C 9/00
C 2 2 C 9/02 (2006. 01) C 2 2 C 9/02
C 2 2 C 9/05 (2006. 01) C 2 2 C 9/05
C 2 2 C 9/06 (2006. 01) C 2 2 C 9/06
C 2 2 C 9/04 (2006. 01) C 2 2 C 9/04

請求項の数 8 (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2006-311899 (P2006-311899)	(73) 特許権者	000001199
(22) 出願日	平成18年11月17日 (2006. 11. 17)		株式会社神戸製鋼所
(65) 公開番号	特開2008-127605 (P2008-127605A)		兵庫県神戸市中央区脇浜町二丁目 1 〇 番 2 6 号
(43) 公開日	平成20年6月5日 (2008. 6. 5)	(74) 代理人	100089196
審査請求日	平成19年9月27日 (2007. 9. 27)		弁理士 梶 良之
		(74) 代理人	100104226
			弁理士 須原 誠
		(74) 代理人	100131750
			弁理士 竹中 芳通
		(72) 発明者	有賀 康博
			兵庫県神戸市西区高塚台 1 丁目 5 番 5 号
			株式会社神戸製鋼所 神戸総合技術研究所 内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 曲げ加工性に優れた高強度銅合金板

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

質量%で、Fe : 0 . 0 1 ~ 0 . 5 0 %、P : 0 . 0 1 ~ 0 . 1 5 %を各々含有し、残部 Cu および不可避免の不純物からなる銅合金板であって、引張強度が 5 0 0 M P a 以上、硬さが 1 5 0 H v 以上であり、銅合金板の圧延方向に対して平行方向の r 値が 0 . 3 以上であることを特徴とする曲げ加工性に優れた高強度銅合金板。

【請求項 2】

前記銅合金板が、更に、質量%で、Sn : 0 . 0 0 5 ~ 5 . 0 %を含有する請求項 1 に記載の高強度銅合金板。

【請求項 3】

前記銅合金板が、更に、質量%で、Zn : 0 . 0 0 5 ~ 3 . 0 %を含有する請求項 1 または 2 に記載の高強度銅合金板。

【請求項 4】

前記銅合金板が、更に、質量%で、Mn、Mg、Caのうち1種又は2種以上を合計で 0 . 0 0 0 1 ~ 1 . 0 %含有する請求項 1 乃至 3 のいずれか1項に記載の高強度銅合金板。

【請求項 5】

前記銅合金板が、更に、質量%で、Zr、Ag、Cr、Cd、Be、Ti、Co、Ni、Au、Ptのうち1種又は2種以上を合計で 0 . 0 0 1 ~ 1 . 0 %含有する請求項 1 乃至 4 のいずれか1項に記載の高強度銅合金板。

【請求項 6】

前記銅合金板が、更に、質量%で、Mn、Mg、Caのうち1種又は2種以上を合計で0.0001~1.0%と、Zr、Ag、Cr、Cd、Be、Ti、Co、Ni、Au、Ptのうち1種又は2種以上を合計で0.001~1.0%とを各々含有するとともに、これら含有する元素の合計含有量を1.0%以下とした請求項1乃至5のいずれか1項に記載の高強度銅合金板。

【請求項 7】

前記銅合金板が、Hf、Th、Li、Na、K、Sr、Pd、W、S、Si、C、Nb、Al、V、Y、Mo、Pb、In、Ga、Ge、As、Sb、Bi、Te、B、ミッシュメタルの含有量を、これらの元素全体の合計で0.1質量%以下とした請求項1乃至6のいずれか1項に記載の高強度銅合金板。

10

【請求項 8】

前記銅合金板が半導体リードフレーム用である請求項1乃至7のいずれか1項に記載の高強度銅合金板。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、高強度および優れた曲げ加工性を備えた銅合金に関し、例えば、半導体装置用リードフレーム等の半導体部品、プリント配線板等の電気・電子部品材料、開閉器部品、ブスバー、端子・コネクタ等の機構部品などに用いられる銅合金の素材板条として好適な銅合金板に関する。

20

【背景技術】

【0002】

半導体リードフレーム用などを始めとする上記各種用途の銅合金としては、従来よりFeとPとを含有する、Cu-Fe-P系の銅合金(Cu-Fe-P系合金とも言う)が汎用されている。これらCu-Fe-P系の銅合金としては、例えば、Fe:0.05~0.15%、P:0.025~0.040%を含有する銅合金(C19210合金)や、Fe:2.1~2.6%、P:0.015~0.15%、Zn:0.05~0.20%を含有する銅合金(CDA194合金)が例示される。これらのCu-Fe-P系の銅合金は、銅母相中にFe又はFe-P等の金属間化合物を析出させると、銅合金の中でも、強度、導電性および熱伝導性に優れていることから、国際標準合金として汎用されている。

30

【0003】

近年、Cu-Fe-P系の銅合金の用途拡大や、電気、電子機器の軽量化、薄肉化、小型化などに伴い、これら銅合金にも、一段と高い強度や、電導性、優れた曲げ加工性が求められている。このような曲げ加工性としては、密着曲げあるいはノッチング後の90°曲げなどの厳しい曲げ加工ができる特性が要求される。

【0004】

これに対して、従来から、結晶粒を微細化したり、晶・析出物の分散状態を制御することによって、曲げ加工性のある程度向上できることは知られている(特許文献1、2参照)。

40

【0005】

また、Cu-Fe-P系合金において、曲げ加工性などの諸特性を向上させるために、集合組織を制御することも提案されている。より具体的には、銅合金板の、(200)面のX線回折強度I(200)と、(220)面のX線回折強度I(220)との比、 $I(200)/I(220)$ が0.5以上10以下であることか、または、Cube方位の方位密度:D(Cube方位)が1以上50以下であること、あるいは、Cube方位の方位密度:D(Cube方位)とS方位の方位密度:D(S方位)との比: $D(Cube方位)/D(S方位)$ が0.1以上5以下であることが提案されている(特許文献3参照)。

【0006】

50

更に、銅合金板の、(200)面のX線回折強度 $I(200)$ と(311)面のX線回折強度 $I(311)$ との和と、(220)面のX線回折強度 $I(220)$ との比、 $[I(200) + I(311)] / I(220)$ が0.4以上であることが提案されている(特許文献4参照)。

【特許文献1】特開平6-235035号公報

【特許文献2】特開2001-279347号公報

【特許文献3】特開2002-339028号公報

【特許文献4】特開2000-328157号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0007】

これまでの銅合金高強度化の手段である、SnやMgの固溶強化元素の添加や、冷間圧延の加工率増加による強加工による加工硬化量増大では、必然的に曲げ加工性の劣化を伴い、必要な強度と曲げ加工性を両立させることは困難である。しかしながら、近年の電気、電子部品の前記軽薄短小化に対応できるような、引張強度500MPa以上の高強度Cu-Fe-P系合金を得るためには、このような冷間圧延の強加工による加工硬化量の増大が必須となる。

【0008】

このような高強度Cu-Fe-P系合金に対しては、上記特許文献1、2などの結晶粒微細化や、晶・析出物の分散状態制御などの組織制御手段、更には、上記特許文献3、4などの集合組織の制御手段だけでは、前記密着曲げあるいはノッチング後の90°曲げなどの厳しい曲げ加工に対し、曲げ加工性を十分に向上させることができない。

20

【0009】

本発明はこのような課題を解決するためになされたものであって、高強度および優れた曲げ加工性を兼備したCu-Fe-P系銅合金板を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

この目的を達成するために、本発明の曲げ加工性に優れた高強度銅合金板の要旨は、質量%で、Fe:0.01~0.50%、P:0.01~0.15%を各々含有し、残部Cuおよび不可避免的な不純物からなる銅合金板であって、引張強度が500MPa以上、硬さが150Hv以上であり、銅合金板の圧延方向に対して平行方向のr値が0.3以上であることとする。

30

【0011】

本発明銅合金板は、高強度を達成するために、更に、質量%で0.005~5.0%のSnを、あるいは、はんだ及びSnめっきの耐熱剥離性改善のために、更に、質量%で0.005~3.0%のZnを、各々含有しても良い。

【0012】

本発明銅合金板は、更に、質量%で、Mn、Mg、Caのうち1種又は2種以上を合計で0.0001~1.0%含有しても良い。

【0013】

40

本発明銅合金板は、更に、質量%で、Zr、Ag、Cr、Cd、Be、Ti、Co、Ni、Au、Ptのうち1種又は2種以上を合計で0.001~1.0%含有しても良い。

【0014】

本発明銅合金板は、更に、質量%で、Mn、Mg、Caのうち1種又は2種以上を合計で0.0001~1.0%と、Zr、Ag、Cr、Cd、Be、Ti、Co、Ni、Au、Ptのうち1種又は2種以上を合計で0.001~1.0%とを各々含有するとともに、これら含有する元素の合計含有量を1.0%以下として、含有しても良い。

【0015】

本発明銅合金板は、更に、Hf、Th、Li、Na、K、Sr、Pd、W、S、Si、C、Nb、Al、V、Y、Mo、Pb、In、Ga、Ge、As、Sb、Bi、Te、B

50

、ミッシュメタルの含有量を、これらの元素全体の合計で 0.1 質量%以下とすることが好ましい。

【0016】

本発明の銅合金板は、様々な電気電子部品用に適用可能であるが、特に、半導体部品である半導体リードフレーム用途に使用されることが好ましい。

【発明の効果】

【0017】

本発明は、Cu - Fe - P系銅合金板の圧延方向に対して平行方向の r 値を上記 0.3 以上の一定値以上として、引張強度が 500 MPa 以上の高強度銅合金板であっても、曲げ加工性を向上させる。

10

【0018】

ここで、銅以外の、鋼板やアルミニウム合金板の分野において、 r 値を向上させて、高強度な鋼板やアルミニウム合金板であっても、曲げ加工性を向上させることは公知である。しかし、銅合金、特に Cu - Fe - P系銅合金板では、 r 値に着目して、曲げ加工性を向上させることは必ずしも公知ではなかった。

【0019】

この理由は、前記した従来技術のように、Cu - Fe - P系銅合金板分野では、曲げ加工性向上のために、結晶粒微細化や、晶・析出物の分散状態制御、そして、集合組織の制御など銅合金板の結晶方位分布密度の制御などが主流であったためと推考される。また、Cu - Fe - P系銅合金板においては、曲げ加工性向上のためには、 r 値以外の要素の影響が大きく、 r 値は曲げ加工性向上にあまり効かない、との常識があったためとも推考される。

20

【0020】

前記した通り、他のコルソン合金などと違い、固溶強化元素の含有量に大きな限界がある Cu - Fe - P系銅合金板では、高強度化は、必然的に、冷間圧延の加工率増加による強加工による加工硬化量増大にて行わざるを得ない。

【0021】

この冷間圧延の強加工では、当然、結晶粒径が圧延方向に大きく（長く）伸長した結晶方位の大きな異方性を有するようになる。このため、特に、圧延方向に対して平行方向の曲げ加工性が著しく低下することが知られている。したがって、この曲げ加工性を向上させるために、当然、曲げ加工性低下の大きな原因となっている上記結晶方位の大きな異方性、即ち、銅合金板の結晶方位分布密度を制御することが、当業者の間で大きな関心事となる。

30

【0022】

しかしながら、このような銅合金板の結晶方位分布密度制御は、所望の曲げ加工性を得るために、各結晶方位を所望の分布密度に制御すること、即ち、実際に製造することが非常に難しい。

【0023】

これに対して、本発明では、Cu - Fe - P系銅合金板の r 値を向上させて、高強度銅合金板であっても曲げ加工性を向上させる。 r 値は、塑性ひずみ比とも呼ばれ、Cu - Fe - P系銅合金板などの材料の引張試験における、材料の板幅と板厚の減少の割合を示している。材料の板幅の減少に対する板厚の減少の割合が小さいと r 値は大きくなる。この点、曲げ加工性の方も、材料の板幅の減少に対する板厚の減少の割合が小さいほど良くなるので、Cu - Fe - P系銅合金板などの材料としては、 r 値が大きいほど、破断しにくく、曲げ加工性が向上することとなる。

40

【0024】

このような曲げ加工性と r 値との相関乃至帰結は、他方で、 r 値が公知のように塑性異方性を表す指標であって、上記結晶方位分布密度と密接な関係を有することからも裏付けられる。

【0025】

50

ただ、このように、Cu - Fe - P系銅合金板において、曲げ加工性とr値との相関が例えあったとしても、前記した通り、r値に曲げ加工性を実際に向上させるだけの効果があるか否かは、全く別の問題となる。また、このr値を、曲げ加工性を向上させるだけ、向上させることができるか否かも、全く別の問題となる。即ち、Cu - Fe - P系銅合金板において、r値を向上させて、曲げ加工性を向上させることは、実際にやってみないと分からない課題である。

【0026】

この点、本発明では、後述する通り、冷間圧延後の低温焼鈍を連続焼鈍にて行い、この際に適切な張力を通板中の板に加えるという特別な方法（手段）などによって、Cu - Fe - P系銅合金板の圧延方向に対して平行方向のr値を上記0.3以上の一定値以上とする。そして、引張強度が500MPa以上の高強度銅合金板であっても、曲げ加工性を向上させる。

10

【発明を実施するための最良の形態】

【0027】

(r値)

本発明では、上記した通り、引張強度が500MPa以上、硬さが150Hv以上のCu - Fe - P系銅合金板の曲げ加工性を向上させるために、銅合金板の圧延方向に対して平行方向のr値を0.3以上とする。

【0028】

上記した通り、冷間圧延の加工率増加による強加工による加工硬化量増大にて高強度化を行うCu - Fe - P系銅合金板では、結晶粒径が圧延方向に大きく（長く）伸長した結晶方位の大きな異方性を有する。

20

【0029】

この結果、冷間圧延後のCu - Fe - P系銅合金板では、圧延方向に対して平行方向のr値よりも、圧延方向に対して直角方向のr値の方が必然的に高くなる。

【0030】

本発明のCu - Fe - P系銅合金板の前記したリードフレーム等の用途では、その曲げ加工は、もっぱら、圧延方向に対して平行方向の曲げ加工、即ちGood Way（曲げ軸が圧延方向に直角）曲げが行われる。

【0031】

30

したがって、本発明では、主として、このGood Way曲げを向上させるために、r値が必然的に低くなる、銅合金板の圧延方向に対して平行方向側のr値を規定する。言い換えると、前記高強度化のための冷間圧延によって、必然的に低くなる側のr値（銅合金板の圧延方向に対して平行方向）を高くしてやれば、同じく必然的に高くなる側のr値（圧延方向に対して直角方向）は、より高くなる。

【0032】

例えば、銅合金板の圧延方向に対して平行方向のr値を0.3以上としてやれば、圧延方向に対して直角方向のr値は概ね0.4以上と必然的に高くなる。

【0033】

(r値測定)

40

銅合金板の圧延方向に対して平行方向のr値は、圧延方向に対して平行となる方向が、試験片の長手方向となるようにJIS5号試験片を作成して引張試験を行う。引張試験は、再現性のために、JIS5号試験片を引張試験機に固定してから、伸び計を取り付け、引張速度10mm/min一定で行う。

【0034】

r値は、塑性ひずみ比として、0点から0.5%ひずみ間における材料の板幅と板厚の減少の割合から求めるために、縦方向弾性ゲージ値L（初期値 L_0 ）と、横方向弾性ゲージ値W（初期値 W_0 ）などを用いて、次式にて算出する。

$$r \text{ 値} = \ln(W/W_0) / [\ln(L/L_0) - \ln(W/W_0)]$$

【0035】

50

(銅合金板の成分組成)

本発明では、半導体リードフレーム用などとして、引張強度が500MPa以上の高強度や、硬さが150HV以上などの基本特性を有する必要がある。そして、これらの基本特性を満足した上で、あるいは、これらの基本特性を低下させないことを前提に、メッキの異常析出を防止する優れためっき性を有する。このために、Cu-Fe-P系銅合金板として、質量%で、Feの含有量が0.01~0.50%の範囲、Pの含有量が0.01~0.15%の範囲とした、残部Cuおよび不可避免の不純物からなる基本組成とする。

【0036】

この基本組成に対し、後述するZn、Snなどの元素を、更に選択的に含有させても良い。また、記載する以外の元素(不純物元素)も、本発明の特性を阻害しない範囲での含有を許容する。なお、これら合金元素や不純物元素の含有量の表示%は全て質量%の意味である。

【0037】

(Fe)

Feは、Fe又はFe基金属間化合物として析出し、銅合金の強度や耐熱性を向上させる主要元素である。Feの含有量が少なすぎると、強度向上への寄与が不足し、導電率の向上は満たされるものの、最終冷間圧延を強加工側で行っても、強度が不足する。一方、Feの含有量が多すぎると導電率が低下する。さらに、晶出物量が増えて破断の起点となるため、強度や耐熱性も却って低下し、強度の割には曲げ加工性が低くなる。したがって、Feの含有量は0.01~0.50%、好ましくは0.15~0.35%の範囲とする。

【0038】

(P)

Pは、脱酸作用がある他、Feと化合物を形成して、銅合金の高強度化させる主要元素である。P含有量が少なすぎると、化合物の析出が不十分であるため、強度向上への寄与が不足し、導電率の向上は満たされるものの、最終冷間圧延を強加工側で行っても、強度が不足する。一方、P含有量が多すぎると、導電性が低下するだけでなく、熱間加工性が低下し、割れが生じやすくなる。したがって、Pの含有量は0.01~0.15%、好ましくは0.05~0.12%の範囲とする。

【0039】

(Zn)

Znは、リードフレームなどに必要な、銅合金のはんだ及びSnめっきの耐熱剥離性を改善し、これらの効果が必要な場合の選択的な添加元素である。Znの含有量が0.005%未満の場合は所望の効果が得られない。一方、3.0%を超えとはんだ濡れ性が低下するだけでなく、導電率の低下も大きくなる。したがって、選択的に含有させる場合のZnの含有量は、用途に要求される導電率とはんだ及びSnめっきの耐熱剥離性とのバランスに応じて(バランスを考慮して)、0.005~3.0%の範囲から選択的に含有させることとする。

【0040】

(Sn)

Snは、銅合金の強度向上に寄与し、これらの効果が必要な場合の選択的な添加元素である。Snの含有量が0.001%未満の場合は高強度化に寄与しない。一方、Snの含有量が多くなると、その効果が飽和し、逆に、導電率の低下を招く。したがって、選択的に含有させる場合のSn含有量は、用途に要求される強度(硬さ)と導電率のバランスに応じて(バランスを考慮して)、0.001~5.0%の範囲から選択的に含有させることとする。

【0041】

(Mn、Mg、Ca量)

Mn、Mg、Caは、銅合金の熱間加工性の向上に寄与するので、これらの効果が必要な場合に選択的に含有される。Mn、Mg、Caの1種又は2種以上の含有量が合計で0

10

20

30

40

50

． 0 0 0 1 % 未満の場合、所望の効果が得られない。一方、その含有量が合計で 1 . 0 % を越えると、粗大な晶出物や酸化物が生成して強度や耐熱性を低下させるだけでなく、導電率の低下も激しくなる。従って、これらの元素の含有量は総量で 0 . 0 0 0 1 ~ 1 . 0 % の範囲で選択的に含有させる。

【 0 0 4 2 】

(Z r 、 A g 、 C r 、 C d 、 B e 、 T i 、 C o 、 N i 、 A u 、 P t 量)

これらの成分は銅合金の強度を向上させる効果があるので、これらの効果が必要な場合に選択的に含有される。これらの成分の 1 種又は 2 種以上の含有量が合計で 0 . 0 0 1 % 未満の場合、所望の効果が得られない。一方、その含有量が合計で 1 . 0 % を越えると、粗大な晶出物や酸化物が生成して、強度や耐熱性を低下させるだけでなく、導電率の低下も激しく、好ましくない。従って、これらの元素の含有量は合計で 0 . 0 0 1 ~ 1 . 0 % の範囲で選択的に含有させる。なお、これらの成分を、上記 M n 、 M g 、 C a と共に含有する場合、これら含有する元素の合計含有量は 1 . 0 % 以下とする。

【 0 0 4 3 】

(H f 、 T h 、 L i 、 N a 、 K 、 S r 、 P d 、 W 、 S i 、 N b 、 A l 、 V 、 Y 、 M o 、 I n 、 G a 、 G e 、 A s 、 S b 、 B i 、 T e 、 B 、 ミッシュメタル)

これらの成分は不純物元素であり、これらの元素の含有量の合計が 0 . 1 % を越えた場合、粗大な晶出物や酸化物が生成して強度や耐熱性を低下させる。従って、これらの元素の含有量は合計で 0 . 1 % 以下とすることが好ましい。

【 0 0 4 4 】

(製造条件)

次に、銅合金板組織を上記本発明規定の組織とするための、好ましい製造条件について以下に説明する。本発明銅合金板は、上記 r 値を制御するための、後述する好ましい最終低温連続焼鈍条件を除き、通常の製造工程自体を大きく変えることは不要で、常法と同じ工程で製造できる。

【 0 0 4 5 】

即ち、先ず、上記好ましい成分組成に調整した銅合金溶湯を鑄造する。そして、鑄塊を面削後、加熱または均質化熱処理した後に熱間圧延し、熱延後の板を水冷する。この熱間圧延は通常の条件で良い。

【 0 0 4 6 】

その後、中延べと言われる一次冷間圧延して、焼鈍、洗浄後、更に仕上げ（最終）冷間圧延、低温焼鈍（最終焼鈍、仕上げ焼鈍）して、製品板厚の銅合金板などとする。これら焼鈍と冷間圧延を繰返し行ってもよい。例えば、リードフレーム等の半導体用材料に用いられる銅合金板の場合は、製品板厚が 0 . 1 ~ 0 . 4 mm 程度である。

【 0 0 4 7 】

なお、一次冷間圧延の前に銅合金板の溶体化処理および水冷による焼き入れ処理を行っても良い。この際、溶体化処理温度は、例えば 7 5 0 ~ 1 0 0 0 の範囲から選択される。

【 0 0 4 8 】

(最終冷間圧延)

最終冷間圧延も常法による。但し、前記した通り、固溶強化元素の含有量に大きな限界がある C u - F e - P 系銅合金板で、引張強度が 5 0 0 M P a 以上、硬さが 1 5 0 H v 以上である高強度を得るために、それまでの冷間圧延の加工率との関係で、最終冷間圧延の加工率を強加工側に決定する。

【 0 0 4 9 】

なお、最終冷間圧延の 1 パスあたりの最小圧下率（冷延率）を 2 0 % 以上とすることが好ましい。この最終冷間圧延の 1 パスあたりの最小圧下率が 2 0 % より低いと、板の幅方向に生じる圧縮力が小さいため、板厚ひずみが大きくなり、r 値が増加しない。

【 0 0 5 0 】

(最終焼鈍)

最終冷間圧延後の最終低温焼鈍条件は、Cu - Fe - P系銅合金板の圧延方向に対して平行方向のr値に大きく影響する。この点、本発明では、Cu - Fe - P系銅合金板の圧延方向に対して平行方向のr値を制御し、上記0.3以上とするために、この低温焼鈍を連続焼鈍にて行い、この際に、0.1 ~ 8 kgf/mm²の範囲の適切な張力を通板中の板に加える。これにより、板厚変化の小さい引張圧縮変形が与えられる。その塑性変形によって、板のr値が増加する。

【0051】

この張力が小さすぎ、0.1 kgf/mm²未満では、設備条件や板厚にもよるが、板に負荷する張力が不足し、Cu - Fe - P系銅合金板の圧延方向に対して平行方向のr値が0.3以上とならない。また、張力が大きすぎ、8 kgf/mm²を超えた場合には、設備条件や板厚にもよるが、前記0.1 ~ 0.4 mmの薄い製品板厚範囲では、通板中の板が破断しやすくなる。

10

【0052】

この最終低温連続焼鈍条件は、このr値の他、強度、伸びなどの基本特性にも大きく影響する。この点、本発明では、伸びなどの特性を得るために、この連続的な熱処理炉での最終連続焼鈍条件は、100 ~ 400 で0.2分以上300分以下の低温条件とすることが好ましい。通常のリードフレームに用いられる銅合金板の製造方法では、強度が低下するため、歪み取りのための焼鈍(350 x 20秒程度)を除き、最終冷間圧延後に最終焼鈍はしない。しかし、本発明では、最終焼鈍の低温化によって、この強度低下が抑制される。そして、最終焼鈍を低温で行なうことにより、曲げ加工性などが向上する。

20

【0053】

連続焼鈍温度が100よりも低い温度や、焼鈍時間が0.2分未満の時間条件、あるいは、この低温焼鈍をしない条件では、銅合金板の組織・特性は、最終冷延後の状態からほとんど変化しない可能性が高い。逆に、焼鈍温度が400を超える温度や、焼鈍時間が300分を超える時間で焼鈍を行うと、再結晶が生じ、転位の再配列や回復現象が過度に生じ、析出物も粗大化するため、プレス打ち抜き性や強度が低下する可能性が高い。

【0054】

また、連続焼鈍における通板速度を10 ~ 100 m/minの範囲に制御することが好ましい。この通板速度が遅すぎると、材料の回復・再結晶が進行しすぎる。このため、強度、伸びが低下する。但し、連続焼鈍炉における設備的な制約(能力限界)や、板切れの可能性から、この通板速度を100 m/minを超えて速くする必要はない。

30

【0055】

これに対して、バッチ式最終焼鈍では、焼鈍中に張力を板に加えられず、Cu - Fe - P系銅合金板の圧延方向に対して平行方向のr値が向上しない。また、連続焼鈍における通板速度が遅すぎるのと同じ理由で、強度、伸びなどの基本特性が得られない。

【実施例】

【0056】

以下に本発明の実施例を説明する。表1に示す各化学成分組成のCu - Fe - P系銅合金薄板を、表2に示す通り、最終低温焼鈍時の板の張力条件だけを種々変えて製造した。そして、これら各銅合金薄板の圧延方向に対して平行方向のr値と曲げ加工性を評価した。これらの結果を表2に示す。

40

【0057】

具体的には、表1に示す各化学成分組成の銅合金をそれぞれコアレス炉にて溶製した後、半連続鋳造法で造塊して、厚さ70 mm x 幅200 mm x 長さ500 mmの鋳塊を得た。各鋳塊の表面を面削して加熱後、熱間圧延を行って厚さ16 mmの板とし、650以上の温度から水中に急冷した。次に、酸化スケールを除去した後、一次冷間圧延(中延べ)を行った。この板を面削後、中間焼鈍を入れながら冷間圧延を行い、次いで400で最終低温焼鈍を行って、リードフレームの薄板化に対応した厚さ0.15 mmの銅合金板を得た。

【0058】

50

最終冷間圧延での1パスあたりの最小圧下率および最終低温焼鈍時の板へ負荷された張力を表2に示す。このように、最終冷間圧延での1パスあたりの最小圧下率および最終低温焼鈍時の板の張力条件だけを種々変えて、各銅合金薄板の圧延方向に対して平行方向の r 値を制御した。

【0059】

なお、表1に示す各銅合金とも、記載元素量を除いた残部組成はCuであり、その他の不純物元素として、Hf、Th、Li、Na、K、Sr、Pd、W、S、Si、C、Nb、Al、V、Y、Mo、Pb、In、Ga、Ge、As、Sb、Bi、Te、B、ミッシュメタルの含有量は、これらの元素全体の合計で0.1質量%以下であった。

【0060】

また、Mn、Mg、Caのうち1種又は2種以上を含む場合は、合計量を0.0001~1.0質量%の範囲とし、Zr、Ag、Cr、Cd、Be、Ti、Co、Ni、Au、Ptのうち1種又は2種以上を含む場合は、合計量を0.001~1.0質量%の範囲とし、更に、これらの元素全体の合計量も1.0質量%以下とした。

【0061】

また、各例とも、得た銅合金板から試料を切り出し、引張試験、導電率測定、曲げ試験を行った。これらの結果も表2に示す。

【0062】

(引張試験)

引張試験は、前記した r 値測定の条件にて、5882型インストロン社製万能試験機により、室温、試験速度10.0mm/min、GL=50mmの条件で、引張強度、0.2%耐力、 r 値を測定した。

【0063】

(導電率測定)

銅合金板試料の導電率は、ミーリングにより、幅10mm×長さ300mmの短冊状の試験片を加工し、ダブルブリッジ式抵抗測定装置により電気抵抗を測定して、平均断面積法により算出した。

【0064】

(曲げ加工性の評価試験)

銅合金板試料の曲げ試験は、日本伸銅協会技術標準に従って行った。板材を幅10mm×長さ30mmに切出し、Good Way(曲げ軸が圧延方向に直角)の曲げを行いながら、曲げ部における割れの有無を50倍の光学顕微鏡で観察した。そして、割れが生じない最小曲げ半径 R と、銅合金板の板厚 t (0.15mm)との比 R/t を求めた。この R/t が小さい方が曲げ加工性に優れている。ただし、強度が高いほど必然的に曲げ加工性が低下するため、リードフレーム等の半導体用材料に用いられる銅合金板の場合は、硬さが150~200HVでは R/t が1.5未満、200HV以上では2.0未満であることが求められる。因みに150HV未満は、本発明の対象外の低硬度(低強度)であるが、150HV未満では R/t が0.5未満であることが求められる。

【0065】

表1、2から明らかな通り、本発明組成内の銅合金である発明例1~13は、引張強さが500MPa以上、硬さが150HV以上の高強度である。その上で、発明例1~13は、最終連続焼鈍時に好ましい張力を板に負荷しているために、銅合金薄板の圧延方向に対して平行方向の r 値が0.3以上である。したがって、発明例1~13は、半導体母材としての曲げ加工性に優れる。

【0066】

これに対して、比較例14、15は、最終連続焼鈍時に張力を板に負荷していない。この結果、比較例14、15は、本発明組成内の銅合金であり、引張強さが500MPa以上、硬さが150HV以上の高強度であるにもかかわらず、銅合金薄板の圧延方向に対して平行方向の r 値が0.3未満である。したがって、比較例14、15は、半導体母材としての曲げ加工性が劣る。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 7 】

比較例 16 は、Fe の含有量が下限 0 . 0 1 % を低めに外れ、強度レベルが低く、この点で、銅合金薄板の圧延方向に対して平行方向の r 値が 0 . 3 以上であるものの、半導体母材として使用できない。

【 0 0 6 8 】

比較例 17 は、Fe の含有量が上限 5 . 0 % を高めに外れ、強度の割りには、曲げ加工性が劣る。また、発明例の同じ強度レベル例と比較しても、強度の割りには導電率が著しく低いこともあり、半導体母材として使用できない。

【 0 0 6 9 】

比較例 18 は、P の含有量が下限 0 . 0 1 % を低めに外れ、強度レベルが低く、この点で、銅合金薄板の圧延方向に対して平行方向の r 値が 0 . 3 以上であるものの、半導体母材として使用できない。

10

【 0 0 7 0 】

比較例 19 は、P の含有量が上限 0 . 1 5 % を高めに外れ、熱間圧延中に割れを生じたため、その時点で試作を中断した。

【 0 0 7 1 】

比較例 20 は、最終冷間圧延の 1 パスあたりの最小圧下率が 2 0 % 未満である。このため、本発明組成内の銅合金であるにもかかわらず、銅合金薄板の圧延方向に対して平行方向の r 値が 0 . 3 未満であり、曲げ加工性が劣る。

【 0 0 7 2 】

20

以上の結果から、高強度させた上で、曲げ加工性にも優れさせるための、本発明銅合金板の成分組成、 r 値規定の臨界的な意義や、更には、この r 値や高強度を得るための好ましい製造条件の意義が裏付けられる。

【 0 0 7 3 】

【表 1】

区分	番号	銅合金板の化学成分組成（残部Cuおよび不純物）				
		F e	P	S n	Z n	その他
発 明 例	1	0.17	0.056	0.022	0.030	—
	2	0.16	0.056	0.63	0.058	—
	3	0.030	0.010	—	—	—
	4	0.49	0.14	—	—	—
	5	0.17	0.059	0.005	—	—
	6	0.10	0.034	5.0	—	—
	7	0.17	0.060	0	0.005	—
	8	0.15	0.051	0	3.0	—
	9	0.18	0.058	0.020	0.028	Mn : 0.003
	10	0.17	0.060	0.024	0.030	Cr : 0.005
	11	0.17	0.057	0.022	0.033	Ca : 0.001 、 Ti : 0.010
	12	0.18	0.060	0.025	0.025	Mg : 0.050 、 Al:0.003
	13	0.25	0.080	—	—	Ni : 0.10、 Si:0.002
比 較 例	14	0.17	0.056	0.022	0.030	—
	15	0.16	0.056	0.63	0.058	—
	16	0.004	0.010	—	—	—
	17	0.60	0.14	—	—	—
	18	0.020	0.004	—	—	—
	19	0.48	0.16	—	—	—
	20	0.17	0.056	0.022	0.030	—

*各元素の含有量の表示において、—は検出限界以下であることを示す。

【表 2】

(表 1 の続き)

区分	番号	最終 冷延の 最小 圧下率 %	最終低温 連続焼鈍 時の張力 kgf/mm ²	銅合金板特性				
				引張 強さ MPa	硬さ Hv	導電率 %IACS	r 値	曲げ 加工 性 R/t
発 明 例	1	25	3	560	165	83	0.38	1.00
	2	30	4	665	205	58	0.43	1.33
	3	30	3	505	150	90	0.40	0.67
	4	25	2	590	175	78	0.36	1.33
	5	30	3	545	160	85	0.38	1.00
	6	30	3	750	230	35	0.41	1.67
	7	20	6	535	160	86	0.43	0.83
	8	30	3	620	190	70	0.40	1.33
	9	30	1	575	170	80	0.36	1.00
	10	30	2	565	165	81	0.37	1.00
	11	30	0.5	555	165	82	0.34	1.00
	12	30	3	590	175	77	0.39	1.33
	13	30	3	580	170	79	0.40	1.00
比 較 例	14	25	0	550	160	84	0.28	2.00
	15	20	0	650	200	59	0.27	2.67
	16	25	1	460	130	90	0.32	0.67
	17	20	1	540	160	68	0.35	2.00
	18	20	2	485	140	91	0.34	0.67
	19	—	—	—	—	—	—	—
	20	15	1	555	165	83	0.28	2.00

【産業上の利用可能性】

【0075】

以上説明したように、本発明によれば、高強度化させた上で、曲げ加工性にも優れ、これら特性を両立（兼備）させたCu-Fe-P系銅合金板を提供することができる。この結果、信頼性が高い半導体母材を提供できる。したがって、小型化及び軽量化した電気電子部品用として、半導体装置用リードフレーム以外にも、リードフレーム、コネクタ、端子、スイッチ、リレーなどの、高強度化と、曲げ加工性が要求される用途に適用することができる。

フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I		
H 0 1 L	23/48	(2006.01)	H 0 1 L	23/48	V
C 2 2 F	1/00	(2006.01)	C 2 2 F	1/00	6 2 3
C 2 2 F	1/08	(2006.01)	C 2 2 F	1/00	6 3 0 A
			C 2 2 F	1/00	6 3 0 C
			C 2 2 F	1/00	6 3 0 K
			C 2 2 F	1/00	6 6 1 A
			C 2 2 F	1/00	6 8 5 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 2 B
			C 2 2 F	1/00	6 9 4 A
			C 2 2 F	1/00	6 9 4 B
			C 2 2 F	1/08	B

- (72)発明者 尾 崎 良一
 山口県下関市長府港町 1 4 番 1 号 株式会社神戸製鋼所 長府製造所内
- (72)発明者 三輪 洋介
 山口県下関市長府港町 1 4 番 1 号 株式会社神戸製鋼所 長府製造所内

審査官 河野 一夫

- (56)参考文献 特開 2 0 0 5 - 2 0 6 8 9 1 (J P , A)
 特開 2 0 0 6 - 0 8 3 4 6 5 (J P , A)

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
- | | | | |
|---------|-----------|---|-----------|
| C 2 2 C | 1 / 0 0 | - | 4 9 / 1 4 |
| C 2 2 F | 1 / 0 0 | - | 3 / 0 2 |
| H 0 1 L | 2 3 / 4 8 | | |