

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-207246

(P2012-207246A)

(43) 公開日 平成24年10月25日(2012.10.25)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
C 2 2 C 9/00 (2006.01)	C 2 2 C 9/00	5 E 0 4 0
C 2 2 F 1/08 (2006.01)	C 2 2 F 1/08 B	
H 0 1 F 1/00 (2006.01)	H 0 1 F 1/00 C	
C 2 2 F 1/00 (2006.01)	C 2 2 F 1/00 6 2 3	
	C 2 2 F 1/00 6 1 3	
審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 19 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2011-71757 (P2011-71757)	(71) 出願人	000001199
(22) 出願日	平成23年3月29日 (2011. 3. 29)		株式会社神戸製鋼所
			兵庫県神戸市中央区脇浜町二丁目10番26号
		(74) 代理人	100100974
			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	三輪 洋介
			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
		Fターム(参考)	5E040 AA11 AA19 AA20 BC01 CA13
			HB05 HB11 HB14 HB15 NN01
			NN17 NN18

(54) 【発明の名称】 電磁波シールド材用銅合金及びその製造方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】周波数が5MHz以上の電磁波に対して電磁波遮蔽効果の高い電磁波シールド材用Cu-Fe系銅合金を提供する。

【解決手段】Feを10.0mass%以上50.0mass%以下、Ni, Coを1種又は2種の合計で0.001mass%以上5.0mass%以下、及びCを10ppm以上含むCu-Fe系銅合金。Cu母相内にFe系第二相が晶出及び析出した銅合金である。P, Si, Ti, Mg, Ca, Zr, Cr, Al, Bを1種又は2種以上の合計で0.005~2.0mass%、Znを0.005~5.0mass%、Ag, Sn, In, Mn, Au, Ptを1種又は2種以上の合計で0.001~5.0mass%含むことができる。

【選択図】 なし

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

Fe を 10.0 mass % 以上 50.0 mass % 以下、Ni、Co を 1 種又は 2 種の合計で 0.001 mass % 以上 5.0 mass % 以下、及び C を 10 ppm 以上含み、残部が Cu 及び不可避不純物からなり、Cu を主体とする母相と Fe を主体とする第二相からなる組織を有する電磁波シールド材用銅合金。

【請求項 2】

さらに P、Si、Ti、Mg、Ca、Zr、Cr、Al、B を 1 種又は 2 種以上の合計で 0.005 mass % 以上 2.0 mass % 以下含む請求項 1 に記載の電磁波シールド材用銅合金。

【請求項 3】

さらに Zn を 0.005 mass % 以上 5.0 mass % 以下含む請求項 1 又は 2 に記載の電磁波シールド材用銅合金

【請求項 4】

さらに Ag、Sn、In、Mn、Au、Pt を 1 種又は 2 種以上の合計で 0.001 mass % 以上 5.0 mass % 以下含む請求項 1～3 のいずれかに記載の電磁波シールド材用銅合金

【請求項 5】

請求項 1～4 のいずれかに記載の電磁波シールド材用銅合金において、表面に Cu、Au、Ag、Ni、Zn、Sn、又ははんだの 1 種を単層めっきするか 2 種以上を複層めっきした電磁波シールド材用銅合金。

【請求項 6】

請求項 1～4 のいずれかに記載の銅合金の鋳塊を 900℃ 以上で 30 分以上加熱した後、800℃ 以下 700℃ 以上の温度域で減面率 50% 以上の加工を 30 秒以上行い、続いて 650℃ 以下 550℃ 以上の温度域から 50℃/秒以上の速度で冷却した後、下記 (1) と (2) の工程を 1 回又は 2 回以上繰り返し、さらに減面率 25% 以上 90% 以下の冷間加工を行う電磁波シールド材用銅合金の製造方法。

(1) 減面率 25% 以上 95% 以下の冷間加工。

(2) 550℃ 以上 650℃ 以下の温度で 10 分以上加熱保持した後に、450℃ 以上 550℃ 以下の温度まで 0.1℃/分以上 1℃/分以下の速度で冷却し、450℃ 以上 550℃ 以下の温度で 1 時間以上の時間を保持する、一連の再固溶及び析出熱処理。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は電磁波遮蔽（シールド）用の素材に関係し、さらに詳しくは家庭用又は業務用の電気製品から発生する電磁波或いは製品の外部より侵入する電磁波を遮蔽することに使用される電磁波シールド材用銅合金に関する。さらには精密な電磁的測定を伴う医療、電磁波の回り込みを嫌う放送設備、高度な電子機器を搭載した航空機など外部からの電磁波の影響を最小化する必要がある電磁遮蔽空間を構築するために使用される電磁波シールド材用銅合金に関する。

【背景技術】

【0002】

特許文献 1 には、Fe：3～90 質量%、Cu：10～97 質量% からなる Cu-Fe 二元合金に微量添加物として Co、Ni、Mn、Cr を加えた Cu-Fe 系合金が電磁波シールド材として好ましいことが記載されている。

また、特許文献 2 には、Fe：5～95 質量%、Cr：0.1～20 質量%、及び少量の Al、Ti、V、Nb、Zr、Mg、Si、Mn、P 等を含み、残部 Cu からなる Cu-Fe 系合金が電磁波シールド材として好ましいことが記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2007-49104号公報

【特許文献2】特開平06-264196号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献1, 2に記載されたCu-Fe系合金は、いずれもCu母相中にFe系第二相が晶出又は析出した複合組織を有し、この複合組織により、高い導電率、電界遮蔽効果及び磁界遮蔽効果を得ようとしたものである。

しかし、特許文献1では、電磁波遮蔽特性に及ぼすFe含有量の影響や、Feを含まない銅板に対する優位性については、実施例等を見ても必ずしも明確ではない。一方、特許文献2では、実施例に理解し難い部分があるほか、同文献中に記載された25dBという電磁波遮蔽効果はそれほど高くはなかつ数値の根拠も不明、という問題がある。

【0005】

本発明は、電磁波遮蔽効果が高いとされるCu-Fe系合金を改良し、より優れた電磁波遮蔽効果を有するCu-Fe系合金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】

【0006】

本発明に係る電磁波シールド材用銅合金は、Feを10.0mass%以上50.0mass%以下、Ni, Coを1種又は2種の合計で0.001mass%以上5.0mass%以下、及びCを10ppm以上含み、残部がCu及び不可避不純物からなり、Cuを主体とする母相とFeを主体とする第二相（Fe系第二相）からなる組織を有する。

【0007】

上記銅合金は、必要に応じてさらに、(1)P, Si, Ti, Mg, Ca, Zr, Cr, Al, Bを1種又は2種以上の合計で0.005mass%以上2.0mass%以下、(2)Znを0.005mass%以上5.0mass%以下、(3)Ag, Sn, In, Mn, Au, Ptを1種又は2種以上の合計で0.001mass%以上5.0mass%以下のうち、(1)～(3)を単独で、又は(1)～(3)の2又は3を適宜組み合わせることで含むことができる。

【0008】

上記電磁波シールド材用銅合金の好ましい製造方法は次のとおりである。

上記組成の銅合金の鋳塊を900℃以上で30分以上加熱した後、800℃以下700℃以上の温度域で減面率50%以上の加工を30秒以上行い、続いて650℃以下550℃以上の温度域から50℃/秒以上の速度で冷却した後、下記(1)と(2)の工程を1回又は2回以上繰り返し、さらに減面率25%以上90%以下の冷間加工を行う。

(1) 減面率25%以上95%以下の冷間加工。

(2) 550℃以上650℃以下の温度で10分以上加熱保持した後に、450℃以上550℃以下の温度まで0.1℃/分以上1℃/分以下の速度で冷却し、450℃以上550℃以下の温度で1時間以上の時間を保持する、一連の再固溶及び析出熱処理。

【発明の効果】

【0009】

銅合金は、導電率が比較的高いという特性上、一般に高い電界遮蔽効果を有する。そのため、銅合金による電磁波の遮蔽には、磁界遮蔽効果の付与がカギになる。本発明によれば、銅合金（Cu-Fe系合金）により高い導電率及び磁界遮蔽効果を付与することができ、電磁波遮蔽効果が高く、放熱性（遮蔽により吸収した熱エネルギーの放出）に優れた電磁波シールド材用銅合金を提供できる。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、本発明に係る電磁波シールド材用銅合金（Cu-Fe系合金）の成分組成、及び製造方法について、詳細に説明する。

(F e)

F eは、C u母相(C uを主体とする母相)中にF e系第二相(F e単体又はF e系の金属間化合物からなるF eを主体とする第二相)として晶出又は析出し、これにより磁界遮蔽効果が向上する。F e含有量が10mass%に満たないと、F e系第二相を十分に形成させることができず、磁界遮蔽効果が低い。一方、F e含有量が50mass%を越え、C uとF eの2液相分離現象により晶出する第二相が粗大となるなど鑄塊の健全性が低下し、熱間加工や冷間加工に悪影響を与え、箔製作が行い難くなる。よって、F eは10.0mass%以上50.0mass%以下とする。好ましい範囲は12.0mass%以上40.0mass%以下、さらに好ましい範囲は15.0mass%以上30.0mass%以下である。

10

【0011】

(N i、C o)

N i、C oは、溶解鑄造中に形成するF e系第二相(晶出相)の凝固収縮率を緩慢にする作用があり、鑄塊製作時の健全性確保に効果がある。この効果は、N i、C oの1種又は2種の合計が0.001mass%以上で発揮される。また、N i、C oは、晶出又は析出するF e系第二相中のF e原子と置換することにより、磁界遮蔽効果を向上させる作用もある。この作用は、N i、C oの1種又は2種の合計が0.01mass%以上で発揮され、0.5mass%以上でより効果的になる。一方、N i、C oの1種又は2種の合計が5.0mass%を超えると上記効果が飽和し、逆に磁界遮蔽効果を低下させ、さらにC u母相の導電率を低下させる。

20

従って、N i、C oの1種又は2種の添加は、合計で0.001mass%以上5.0mass%以下とする。好ましい範囲は、0.005mass%以上4.0mass%以下、さらに好ましくは、0.01mass%以上3.0mass%以下である。

【0012】

(C)

Cは、C uとF eの2液相分離現象の効果を高め、F e系第二相を晶出させ、C u-F e系合金の導電率及び磁界遮蔽効果を向上させる作用がある。なお、導電率はC u-F e系合金の磁界遮蔽効果に影響し、導電率が余り低いと磁界遮蔽効果が損なわれる。

F e系第二相を晶出させるにはこの2液相分離現象を活用するが、C含有量が10ppm(質量)未満ではこの作用は十分でない。従って、Cの添加は10ppm以上、より好ましくは20ppm以上とする。

30

本来、CはC u中に1ppm程度しか溶解できない元素であるが、原料溶解時にC源として木炭だけでなくφ0.1mm以下のカーボン粉を使用することで接触表面積を増大させること、同時に溶銅へのF e添加を後述するP、S i、T i、M g、C a、Z r、C r、A l、Bの1種又は2種以上の添加よりも先にすることにより、10ppm以上の添加が可能である。添加したCは晶出するF e系第二相に入りやすく、添加量が多くなっても電磁波遮蔽効果に対する悪影響は確認されていないが、F e系第二相の加工性に影響するため、質量%でF e含有量の0.8%以下に規制することが望ましい。

Cは、後述するP、S i、T i、M g、C a、Z r、C r、A lの1種又は2種以上と合わせて適切な範囲で添加することで、2液相分離現象の効果をより高めることができる。

40

【0013】

(P、S i、T i、M g、C a、Z r、C r、A l、B)

一般にC u-F eの2元系平衡状態図には、F e:1.6mass%程度からこの2液相分離現象が発現することが示されているが、F e系第二相が効果的な磁界遮蔽効果を呈するレベルとするには不足であり、先に述べたとおり、F eは10.0mass%以上、好ましくは12mass%以上が必要になる。しかし、多くのF eを添加することは、C u母相の導電率を下げることにもなる。

これに対し、P、S i、T i、M g、C a、Z r、C r、A l、Bの1種又は2種以上と前記Cを適切な範囲とすることで、溶解時の2液相分離現象時の分離効率を高め、更に

50

は熱間加工時や熱処理時にCu母相からのFe系第二相の析出効率も高め、その結果、銅合金の導電率と磁界遮蔽効果を高めることができる。

上記元素の1種又は2種以上が0.005mass%未満では、上記作用が不十分である。一方、2.0mass%を超えて添加すると、逆に導電率と磁界遮蔽効果が低下する。これはFe系第二相が効率的に晶出又は析出して導電率が向上する割合より、添加に伴う導電率の低下の割合が上回るからである。従って、上記元素の1種又は2種以上の添加量は、合計で0.005mass%以上2.0mass%以下の範囲とし、必要に応じて添加する。望ましい範囲は0.01mass%以上1.5mass%以下、更に望ましくは、0.03mass%以上1.0mass%以下である。

【0014】

(Zn)

Znは、電磁波シールド材にめっきを施す場合などに、必要に応じて添加される。めっきを施すことで、使用環境による腐食に対する耐性を持たせることができる。また、めっき自体も電磁波の遮蔽効果を有している。

めっき方法として乾式、湿式、溶融のいずれも用いることができ、Znを0.005mass%以上添加することで、めっきに対する濡れ性、拡がり性及び耐熱剥離性が向上する。なお、銅合金にZnを添加することにより、Sn又はSn合金めっきやはんだめっき等の耐熱剥離性が向上することは、各種文献等により公知である。一方、5.0mass%以上のZnの添加は、銅合金の導電率及び磁気遮蔽効果を低下させ、さらに溶融Snや溶融はんだめっき時の濡れや拡がり性を低下させる。従って、Znの添加は、0.005mass%以上5.0mass%以下とする。好ましくは0.01mass%以上4.0mass%以下、更に好ましくは0.05mass%以上3.0mass%である。

【0015】

(Ag、Sn、In、Mn、Au、Pt)

電磁波シールド材をコネクタに使用した際の外套部、電線に巻きつける部材、回路基板の基材などに使用する場合には、単にシールド特性だけでなく強度、ばね性、屈曲性が必要となる。Ag、Sn、In、Mn、Au、Ptは、母相の強度やばね性、屈曲性などを上げる作用を有し、必要に応じて添加される。

上記元素を添加することで、前述の遮蔽効果を変えることなく、母相の強度、ばね性、屈曲性を向上させることが可能であり、必要に応じて添加される。上記元素の1種又は2種以上を合計で0.001mass%以上添加することで屈曲性が向上し、強度、ばね性は0.01mass%以上の添加で向上する。一方、合計で5.0mass%以上の添加は母相の導電率を低下させ、磁界遮蔽効果を低下させることから好ましくない。従って、上記元素の1種又は2種以上の添加は、合計で0.001mass%以上5.0mass%以下とする。好ましくは0.01mass%以上2.0mass%以下、更に好ましくは、0.05mass%以上1.0mass%以下である。

【0016】

(不可避不純物)

本Cu-Fe系銅合金の不可避不純物には、Cd、Be、Hf、Th、Li、Na、K、Sr、Pd、W、S、Nb、V、Y、Mo、Pb、Ga、Ge、As、Sb、Bi、Te、O、H等が考えられる。Cd、Be、Hf、Th、Li、Na、K、Sr、Pd、W、S、Nb、V、Y、Mo、Pb、Ga、Ge、As、Sb、Bi、Teは、合計で0.005mass%を超えて含まれると、本Cu-Fe系銅合金がP、Siを含む場合にFe-P系析出、Fe-Si系析出に影響し、磁界遮蔽効果を低減させる。ただし、これらの成分の通常の不可避不純物レベルは極めて低く問題になることはない。O、Hは、通常の不可避不純物レベル(O:200ppm以下、H:10ppm以下)において、Cと同様に、P、Si、Ti、Mg、Ca、Zr、Cr、AlとともにFe系相の2液相分離現象の効果を高める作用を有する。

【0017】

(銅合金の導電率)

10

20

30

40

50

本発明の銅合金に対し後述する製造方法をとることにより、Fe系第二相が晶出又は析出してCu母相から効果的に分離することで、銅合金の導電率が上昇し磁界遮蔽効果が向上する。高い導電率は銅合金の放熱性（遮蔽により吸収した熱エネルギーの放出）を改善し、また磁界遮蔽効果にも影響する。その観点から、導電率は20% IACS以上であることが好ましい。より好ましくは30% IACS以上、さらに好ましくは40% IACS以上である。

【0018】

（めっき）

銅合金に広範囲の周波数帯域の電磁波シールド効果を付与させるには、表面に異なった金属をめっきすることも簡素で有効な方法である。また、シールド材に使用環境による腐食などの耐性を高いレベルで持たせるためには、銅合金の表面に各種めっきを施すことが有効である。乾式、湿式、溶融などのめっき手法を問わず表面にCu、Au、Ag、Ni、Zn、Sn、はんだの1種を単層めっきするか、2種以上を複層めっき（2種以上を順次積層）することができる。

【0019】

（製造条件）

本発明の製造方法は、上記組成の銅合金において、高い導電率と磁界遮蔽効果を得るためのものである。製造工程の複数の段階でFe系第二相を晶出又は析出させることで、種々のサイズのFe系第二相がCu母相中に形成される。以下、本発明の製造方法を工程順に説明する。

【0020】

まず、鑄塊を900℃以上溶融温度未満で30分以上加熱することにより、溶解鑄造時に形成した2液相分離現象に起因するFe系第二相の一部を固溶させる。なお、固溶したFe系第二相は、次段以降の工程で再びFe系第二相として析出する。この加熱温度が900℃より低い場合は固溶量が十分に確保できない。加熱時間が30分より短くても同様である。従って、900℃以上で30分以上の加熱を施す必要がある。望ましくは930℃以上で60分以上、更に望ましくは950℃以上で120分以上である。

【0021】

次に、減面率50%以上の熱間加工を800℃以下700℃以上の温度域で30秒間以上施し、2液相分離現象では得られない、より微細なFe系第二相を多数析出させる。この温度域で加工歪を加えることで、Fe系第二相の動的析出が効率的に誘発される。このときの温度が800℃を越えると、動的析出が起こりにくく非効率であり、700℃未満では、動的析出で得られるFe系第二相が細かくなりすぎる。また、加工時間が30秒より短い場合は、Fe系第二相の析出核の生成と成長に必要な時間が不足する。従って、800℃以下700℃以上の温度域で30秒以上加工を施すことが望ましい。

なお、加工時間が30秒以上というのは、加工を施している合計の時間が30秒以上あればよいということであり、途中で加工を施さない時間（上記温度域での保持）があってもよい。熱間圧延設備や材料サイズにもよるが、この加工時間は概ね20分以内とするのが望ましい。

なお、熱間加工温度が高いほど鑄塊の変形抵抗が小さくなるため、鑄塊加熱終了後直ちに熱間加工を開始してもよいが、その場合でも、800℃以下700℃以上の温度域で減面率50%以上の熱間加工を30秒間以上施す必要がある。

【0022】

次に、650℃以下550℃以上の温度域から50℃/秒以上の速度で急冷し、動的析出で得られた組織状態を保持する。このとき、上記冷却速度で200℃以下まで急冷する。上記温度域から室温まで急冷することもでき、200℃より低い温度からは放冷することもできる。実操業ではシャワーによる水冷が好適と考えられるが、この場合、冷却速度は概ね500℃/秒程度以下と考えられる。

なお、熱間加工後650℃以下550℃以上の温度域までは、上記のように急冷は行わず、例えば冷却速度：5～200℃/分の放冷又は徐冷を行い、該温度域に達するまでの

10

20

30

40

50

冷却過程で、やや大きめのサイズの F e 系第二相を析出させることが望ましい。このとき F e 系第二相の析出と並行して再結晶が生じ、急冷後の冷間加工時の加工性が確保できる。急冷開始温度が 6 5 0 ℃を超えていると上記効果がなく、一方、5 5 0 ℃未満になると F e 系第二相の析出に時間を要するようになるため、それ以上に急冷開始を遅らせると非効率となる。

【0023】

続いて減面率 2 5 % 以上 9 5 % 以下の冷間加工を施す。これにより、続く熱処理において F e 系第二相の析出が効率よく行われる。減面率 2 5 % 未満の加工では、析出の駆動力となる加工歪が十分でなく、続く熱処理において析出の効率が低下し析出が不十分となる。一方、減面率 9 5 % を越える加工では、導入される歪が大きすぎ、前工程で導入された F e 系第二相と母相とが界面で大きなせん断力を受け、剥離が生じ始める。いったん剥離を生じると 2 枚肌欠陥になるため、製品とならない。従って、減面率は 2 5 % 以上 9 5 % 以下とする。望ましい範囲は、3 0 % 以上 9 0 % 以下、更に望ましくは、4 0 % 以上、8 0 % 以下である。

【0024】

続く熱処理は以下に示す一連の再固溶及び析出熱処理であり、これによりさらに微細な F e 系第二相を析出させる。

- (1) 5 5 0 ℃以上 6 5 0 ℃以下の温度で 1 0 分以上の時間で加熱保持した後に、
- (2) 4 5 0 ℃以上 5 5 0 ℃以下の温度まで 0 . 1 ℃ / 分以上 1 ℃ / 分以下の速度で冷却し、
- (3) 4 5 0 ℃以上 5 5 0 ℃以下の温度で 1 時間以上の時間を保持する、一連の再固溶及び析出熱処理。

【0025】

上記 (1) のステップでは、冷間加工により導入された歪みを駆動力とする再結晶が生じ、(3) のステップ後の冷間加工時の延性を確保する。また、これまでに生成していた F e 系第二相の一部は再度固溶するが、このとき再固溶した F e 系第二相は、続く (2) 、(3) のステップで新たな F e 系第二相として析出する。加熱温度が 5 5 0 ℃未満では再結晶が十分に生じず、6 5 0 ℃以上では F e 系第二相の再固溶が過ぎて熱間加工時に生成した F e 系第二相のサイズが縮小し、熱間加工において F e 系第二相を析出させた意味がなくなる。また、保持時間が 1 0 分未満では再結晶粒が十分に成長しない。保持時間はコスト面から 1 0 時間以下が望ましい。

【0026】

上記 (2) のステップは、(1) のステップで再固溶した状態を維持し、続く (3) のステップに引き継ぐためのものである。冷却速度が 0 . 1 ℃ / 分未満では、(1) のステップで再固溶した F e 系第二相が再び析出し、鑄塊製作時点及び熱延加工時点で生成した F e 系第二相を成長させるのに消費され、(3) のステップで新たな F e 系第二相を析出させるための F e が不足する。一方、1 ℃ / 分を超える冷却速度は、加熱炉の冷却能力を必要以上に大きくする必要があり、経済的でない。

【0027】

上記 (3) のステップでは、(1) 及び (2) のステップで再固溶させ、その固溶状態を維持してきた F e を、新たな F e 系第二相として析出させる。加熱温度が 4 5 0 ℃未満又は 5 5 0 ℃を超えると、所望の F e 系第二相 (溶解時や熱間圧延時より微細で多くの F e 系第二相) が得られない。保持時間が 1 時間未満では F e 系第二相の析出量が不十分となる。保持時間の上限は特にないが、経済性を考慮して 1 0 時間以下程度が適当である。

なお、上述の冷間加工と続く一連の再固溶及び析出熱処理工程とを 1 回又は 2 回以上の複数回繰り返すことは、最終製品の板厚や要求される加工性を加味して実施できる。

【0028】

続く冷間加工 (最後の冷間加工) は調質圧延の意味合いを持ち、銅合金板の板厚、平坦度、強度、ばね性、曲げ加工性などを考慮して、減面率 2 5 % 以上 9 5 % 以下の範囲で行われる。望ましい範囲は、3 0 % 以上 9 0 % 以下、更に望ましくは、4 0 % 以上 8 0 % 以

10

20

30

40

50

下である。

【実施例】

【0029】

次に、本発明に係わる電磁波シールド用銅合金の実施例について説明する。

【実施例1】

【0030】

表1に示すNo. 1～10, 12～17の銅合金については、Cu、Fe、Ni、Coを炉中で溶解した後、C量を所定の範囲に調整するために、平均粒径が $\phi 0.06\text{ mm}$ のカーボン粉末を投入し溶湯表面を被覆して溶湯とカーボン粉末を接触させ、その後、残る元素を添加し溶解した。No. 11の銅合金についてはカーボン粉末の投入を行わなかった。続いて、溶湯をブックモールドに鑄造し、 $50\text{ mm} \times 80\text{ mm} \times 200\text{ mm}$ の鑄塊を作製した。

10

【0031】

この鑄塊を約 $950^\circ\text{C} \times 1\text{ Hr}$ 加熱し、 15 mm まで熱間圧延した。この熱間圧延は赤外線放射式の温度計にて材料温度を測定しながら実施し、 40 mm t から 15 mm t までの圧下（減面率：62.5%）を行う際に、 $700 \sim 800^\circ\text{C}$ の温度域で加工時間が30秒以上となるように圧延速度を調整した。 15 mm t の時点で 600°C まで放冷した後、直ちに水中急冷して厚さ 15 mm の熱延材を作製した。

【0032】

この熱延材の表面の酸化スケールを除去するため、 14 mm t まで表面切削した後、 2 mm t まで冷間圧延（減面率：85.7%）を実施し、続いて、前記（1）～（3）の一連の再固溶及び析出熱処理と減面率92.5%の冷間圧延（ 0.15 mm t ）、さらに前記（1）～（3）の一連の再固溶及び析出熱処理と減面率66.7%の冷間圧延の工程を実施し、 $50\text{ }\mu\text{m t}$ の試験材を作製した。

20

なお、表1のNo. 1～17の銅合金において、Oは $50 \sim 90\text{ ppm}$ 、Hは 1 ppm であった。また、No. 1～17以外に導電率と透磁率が既知の参考例1, 2（いずれも厚さ $50\text{ }\mu\text{m t}$ ）を用意した。

【0033】

【表 1】

表 1 成分 (質量%, C:ppm)							Cu
No.	Fe	Ni, Co	P, Si, Ti, Mg, Ca, Zr, Cr, Al, B	C			残部
1	11	0.5Ni, 0.2Co	0.03P	22			残部
2	15	0.2Ni, 0.3Co	—	25			残部
3	18	0.05Ni	0.05P	26			残部
4	23	0.5Ni, 0.2Co	0.03P, 0.04Si, 0.1Zn	44			残部
5	25	1.0Ni, 0.5Co	0.05P, 0.05Si	62			残部
6	25	2.5Ni, 1.1Co	0.1P, 0.5Si, 0.1Mg, 0.2Al	64			残部
7	28	0.5Ni, 0.05Co	0.1Si, 0.005Ti, 0.1Mg, 0.001Ca	73			残部
8	35	0.2Ni	0.05Mg, 0.05Zr, 1.5Al, 0.03B	87			残部
9	42	0.5Ni, 0.1Co	0.03P, 0.1Si, 0.005Ti, 0.02Mg, 0.01Zr, 0.02Cr, 0.1Al, 0.005B	95			残部
10	48	3.2Ni, 1.5Co	0.03P, 0.7Si, 0.005Ti, 0.02Mg, 0.01Zr, 0.02Cr, 1.2Al, 0.005B	93			残部
11	11	0.95Ni, 0.3Co	0.01P	5*			残部
12	3.4*	0.003Ni	0.03P	12			残部
13	52*	0.05Ni	0.2P	123			残部
14	15	0.0007Ni *	—	27			残部
15	15	5.5Ni *	0.05P	23			残部
16	4.3*	0.5Ni, 0.2Co	0.002P	11			残部
17	20	0.02Co	0.02P, 0.1Si, 0.5Mg, 0.1Cr, 1.5Al *	42			残部
参考例 1	純銅						
参考例 2	軟銅						

*請求項の規定から外れる箇所

【0034】

No. 1～17の試験材について下記要領で導電率を測定し、No. 1～17の試験材と参考例 1, 2について下記要領で電磁遮蔽能を測定した。その結果を表 2 に示す。

導電率は、0.15mm t の段階の試験材を試料とし、JISH 0505 の方法により測定した。

【0035】

電磁遮蔽能の測定は、最終板厚 (50 μ m t) の試験材 1～17 と参考例 1, 2 を試料とし、社団法人 関西電子工業振興センターが開発した KEC 法を用いた。試験材—磁界発生源間の距離を 4.8mm とした。電磁波の周波数を連続的に変化させ、電界、磁界が 5、10、50、100、500MHz、5GHz の時点での電磁遮蔽能を読み取った。

ただし、磁界遮蔽能は、周波数が 50MHz 以上ではごく一部を除いて試験機の測定限界に達したため、表 2 において、シェルクノフの式により算出した計算値を実測値に併記

10

20

30

40

50

し、又は実測値に代えて記載した。表2のカッコ内の数値が計算値である。表2に示すように、実測値と計算値の一致性が高く、シェルクノフの式の信頼性は高いといえる。

一方、電界遮蔽能は、5～500MHz及び5GHzの全ての周波数において試験機の測定限界を超えたため適正な実測値が存在せず、シェルクノフの式により算出した。その計算値は、全ての試験材及び参考例においてかつ上記全ての周波数において、200dBを超える高い数値となった。従って、試験材1～17及び参考例1, 2の電界遮蔽能は、いずれも高水準にあると判断した。表2には電界遮蔽能の計算値を示していない。

【0036】

シェルクノフの式は下記〔数1〕のとおりである。シェルクノフの式により電界遮蔽能及び磁界遮蔽能を計算するにあたり、試験材1～17について透磁率を測定した。透磁率の測定は、0.15mmの段階の試験材を試料とし、振動試料型磁力計（理研電子製、BH V-5）を用いて行った。数値は磁力曲線より得られた最大透磁率を採用した。

測定した導電率 σ 、透磁率 μ 、試料板厚 t （ 0.05×10^{-3} m）、周波数 f （5、10、50、100、500MHz、5GHz）、距離 r （ 4.8×10^{-3} m）を下記式に代入し、試験材1～17及び参考例1, 2の電界遮蔽能及び磁界遮蔽能を計算した。

【0037】

【数1】

電界遮蔽能[dB]：

$$354.8 + 10 \log \{ \sigma / (\mu f^3 r^2) \} + 131.41 t \sqrt{(\mu \sigma f)}$$

磁界遮蔽能[dB]：

$$20 \log \{ 0.0168 / r \sqrt{(\mu / \sigma f)} + 5.3508 r \sqrt{(f \sigma / \mu)} + 0.3536 \} + 131.4 t \sqrt{(\mu \sigma f)}$$

μ ：比透磁率、 σ ：比導電率、 t ：試料板厚[m]、 f ：周波数[Hz]、 r ：距離[m]

（参考文献；EMC 2010.10.5〈No.270〉「電磁波から守るシールドの基礎」青山学院大学橋本修著）

【0038】

【表 2】

表 2 特性		導電率 %IACS	磁界遮蔽 d B						
			5MHz	10MHz	50MHz	100MHz	500MHz	5GHz	
No.									
1		48	57 (51)	73 (63)	(115)	(152)	(301)	(868)	
2		46	54 (51)	69 (64)	(118)	(156)	(311)	(899)	
3		60	58 (51)	74 (63)	(110)	(143)	(277)	(785)	
4		45	60 (54)	77 (71)	(135)	(181)	(368)	(1085)	
5		40	60 (54)	79 (71)	(93)	(183)	(375)	(1109)	
6		35	60 (52)	73 (68)	(132)	(178)	(364)	(1078)	
7		46	65 (64)	86 (85)	(170)	(231)	(484)	(1458)	
8		46	61 (59)	79 (78)	(152)	(206)	(426)	(1270)	
9		40	65 (63)	84 (84)	(169)	(230)	(483)	(1457)	
10		28	64 (55)	79 (74)	(149)	(149)	(203)	(1275)	
11		40	51 (46)	68 (58)	(104)	(137)	(267)	(761)	
12		66	46 (45)	54 (54)	88 (82)	(101)	(175)	(450)	
13		鋳塊の健全性が悪く、箔が製作できず。							
14		鋳塊の健全性が悪く、箔が製作できず。							
15		14	40 (39)	54 (52)	(102)	(137)	(280)	(821)	
16		49	48 (45)	57 (55)	(93)	(119)	(223)	(298)	
17		13	38 (36)	52 (47)	90 (90)	(98)	(110)	(611)	
参考例 1		100	51 (50)	59 (59)	92 (89)	(114)	(202)	(530)	
参考例 2		13	59 (58)	74 (81)	(174)	(242)	(524)	(1608)	

注) カッコ内はシェルクノフの式による計算値

注) カッコ内はシェルクノフの式による計算値

【0039】

表 2 に示すように、本発明例である No. 1～10 は、実測値同士及び計算値同士で比較すると、どの周波数でも従来材である参考例 1 に比べて高い磁界遮蔽能を有し、かつ参考例 2 に比べて高い導電率を有する。

また、本発明例である No. 1～10 は、実測値同士及び計算値同士で比較すると、C 含有量が不足する No. 11 に比べてどの周波数でも磁界遮蔽能が高く、同じ Fe 含有量であれば導電率も高い。これは、No. 1～10 では Fe 系第二相の晶析出がより効果的に行われたためと考えられる。

【0040】

一方、No. 12 は Fe 含有量が不足するため、磁界遮蔽能が低い。

No. 13 は Fe 含有量が過剰なため、No. 14 は Ni と Co の 1 種又は 2 種の含有量が不足するため、いずれも箔製作が可能なほど鋳塊の健全性が良くなかった。

No. 15 は Ni 含有量が過剰なため、導電率が低く、磁界遮蔽能も低い。

No. 16 は Fe 含有量が不足するため、磁界遮蔽能が低い。

No. 17 は P, Si, Ti, Mg, Ca, Zr, Cr, Al, B の 1 種又は 2 種以上の合計が過剰なため、導電率が低く、磁界遮蔽能も低い。

【実施例 2】

10

20

30

40

50

【 0 0 4 1 】

表 3 に示す N o . 1 8 ～ 3 1 の銅合金を、実施例 1 と同様の手順で溶解（カーボン粉末で溶湯表面を被覆）、鑄造及び加工熱処理し、50 μ m t の試験材を作製した。

なお、表 3 の N o . 1 8 ～ 3 1 の銅合金において、O は 5 0 ～ 9 0 p p m、H は 1 p p m であった。なお、N o . 2 8 は Z n 含有量が不可避不純物レベルであり、N o . 3 0 は S n（A g、I n、M n、A u、P t も）含有量が不可避不純物レベルである。

【 0 0 4 2 】

【表 3】

表 3 成分 (質量%, C:ppm)									
N o .	F e	N i	C o	P	Z n	A g, S n, I n, M n, A u, P t	C	C u	
1 8	11	0.04	—	0.05	0.2	0.1Sn	20	残部	
1 9	11	—	0.01	0.04	0.4	0.02Ag, 0.02Sn	24	残部	
2 0	15	0.06	—	0.06	0.6	0.2Sn, 0.05Mn	28	残部	
2 1	15	0.1	0.1	0.03	1.5	0.1Sn	26	残部	
2 2	20	1.0	0.4	0.06	2.2	1.0Ag, 1.4Sn, 1.1Au, 1.0Pt	45	残部	
2 3	20	2.2	1.0	0.05	0.5	0.05Sn, 0.1Mn	43	残部	
2 4	30	0.2	—	0.04	3.7	0.1Ag, 0.1Sn, 0.1In, 0.1Mn, 0.1Au, 0.1Pt	65	残部	
2 5	30	0.2	—	0.03	4.4	1.3Ag, 0.1In	68	残部	
2 6	45	0.5	0.1	0.05	0.3	0.3Sn, 0.2Mn	75	残部	
2 7	45	3.1	1.6	0.06	0.7	0.15Sn, 0.01Mn	88	残部	
2 8	15	0.06	—	0.06	0.002*	0.1Sn, 0.01Mn	27	残部	
2 9	15	0.1	0.1	0.03	6.1 *	0.1Sn, 0.02Mn	32	残部	
3 0	25	0.2	—	0.06	1.4	0.0005Sn *	42	残部	
3 1	25	0.2	—	0.05	2.1	1Ag, 1Sn, 1In, 1Mn, 1Au, 1Pt *	38	残部	

*請求項の規定から外れる箇所

【 0 0 4 3 】

N o . 1 8 ～ 3 1 の試験材について、引張強度、導電率及び電磁波遮蔽能を測定した。

引張強度は、最終板厚（50 μ m t）の各試験材から圧延方向に採取した J I S 5 号引

10

20

30

40

50

張試験片を用い、J I S Z 2 2 4 1 の規定に準じて引張試験を行って求めた。引張強度は 5 5 0 M P a 以上を優れる (A g 、 S n 、 I n 、 M n 、 A u 、 P t の添加効果がある) と評価した。

導電率の測定は、実施例 1 と同じく 0 . 1 5 m m t の段階の試験材を試料として用いた。

電磁遮蔽能の測定は最終板厚 (5 0 μ m t) の試験材を用い、実施例 1 と同様に行った。

【 0 0 4 4 】

また、めっき性の評価のため、最終板厚 (5 0 μ m t) の試験材に弱活性ロジン系フラックスを塗布した後、厚さ 1 0 μ m の溶融 S n めっきを実施し、めっき直後の健全性を目視評価し、更にこの溶融 S n めっきを施した試験材を 1 5 0 ° C × 1 0 0 0 H r s の条件で加熱経時を行い、内側 R が 1 m m R の曲げ戻しによって曲げ部分のめっき剥離状態を目視で観察した。めっき健全性 (外観) は、めっきの濡れている面積 (付いている面積) が溶融めっき中に浸漬したエリアの 9 5 % 以上の場合を合格 (良好) と評価し、めっき耐熱剥離性は曲げ戻し部分に剥離がない場合を合格 (剥離せず) と評価した。

10

【 0 0 4 5 】

N o . 1 8 ~ 3 1 の試験片の引張強度、導電率、S n めっき特性及び磁界遮蔽能の測定値を表 4 に示す。磁界遮蔽能は、周波数が 5 0 M H z 以上ではごく一部を除いて試験機の測定限界を超えたため、表 4 において、シェルクノフの式により算出した計算値を実測値に併記し、又は実測値に代えて記載した。表 4 のカッコ内の数値が計算値である。電界遮蔽能については、実施例 1 と同じ理由で実測値が存在せず、シェルクノフの式により算出した。その結果、N o . 1 8 ~ 3 1 の電界遮蔽能は、いずれも高水準にあると判断した。表 4 には電界遮蔽能の計算値を示していない。

20

なお、シェルクノフの式により磁界遮蔽能及び電界遮蔽能を計算するにあたり、実施例 1 と同じく 0 . 1 5 m m t の段階の試験材を試料とし、実施例 1 と同じ要領で透磁率を測定した。

【 0 0 4 6 】

【表 4】

No.	特性	引張強度 MPa	導電率 %IACS	S nめっき		磁界遮蔽 d B					
				外観	耐熱剥離	5MHz	10MHz	50MHz	100MHz	500MHz	5GHz
1 8		570	61	良好	剥離せず	54 (54)	73 (69)	(127)	(168)	(335)	(973)
1 9		560	60	良好	剥離せず	53 (53)	72 (68)	(124)	(164)	(326)	(944)
2 0		600	53	良好	剥離せず	52 (52)	73 (73)	(138)	(185)	(377)	(1111)
2 1		610	43	良好	剥離せず	53 (52)	70 (67)	(126)	(168)	(339)	(991)
2 2		1080	27	良好	剥離せず	51 (51)	69 (66)	(129)	(175)	(361)	(1071)
2 3		630	39	良好	剥離せず	52 (51)	67 (67)	(127)	(170)	(345)	(1013)
2 4		650	29	良好	剥離せず	54 (53)	71 (71)	(141)	(192)	(399)	(1193)
2 5		660	31	良好	剥離せず	56 (56)	76 (75)	(151)	(205)	(429)	(1287)
2 6		700	37	良好	剥離せず	63 (63)	94 (84)	(171)	(234)	(492)	(1488)
2 7		750	25	良好	剥離せず	53 (52)	71 (70)	(140)	(191)	(401)	(1202)
2 8		600	65	良好	剥離	61 (61)	81 (80)	(152)	(205)	(420)	(1244)
2 9		610	14	不良	剥離せず	34 (34)	44 (44)	85 (81)	(106)	(208)	(588)
3 0		540	33	良好	剥離せず	49 (49)	65 (64)	(122)	(163)	(332)	(974)
3 1		1130	12	良好	剥離せず	37 (36)	49 (48)	(94)	(126)	(255)	(745)

注) カッコ内はシエルクノフの式による計算値

【0047】

表 4 に示すように、本発明例である N o . 1 8 ～ 2 7 は、引張強度が高く、めっき外観及びめっき耐熱剥離性も優れている。なお、Z n、(A g、S n、I n、M n、A u、P t) の添加に伴い、実施例 1 の N o . 1 ～ 1 0 に比べて磁界遮蔽効果がやや低下している。

一方、N o . 2 8 は Z n の含有量が不可避不純物レベルで、めっきの剥離が生じ、N o

10

20

30

40

50

． 3 0 は S n (A g 、 I n 、 M n 、 A u 、 P t も) の含有量が不可避不純物レベルで、強度が向上しておらず、いずれも添加効果が確認できない。

N o . 2 9 は Z n 含有量が過剰なため、導電率が低く、磁界遮蔽効果も低い。めっき外観も劣る。

N o . 3 1 は A g 、 S n 、 I n 、 M n 、 A u 、 P t の含有量が過剰なため、導電率が低く、磁界遮蔽効果も低い。

【実施例 3】

【 0 0 4 8 】

C u - 1 5 F e - 0 . 5 N i - 0 . 2 C o - 0 . 0 3 P - 0 . 0 4 S i - 0 . 1 Z n - 0 . 1 S n の組成の銅合金を、実施例 1 と同様の手順で溶解（カーボン粉末で溶湯表面を被覆）し、200mm×500mm×2000mm の鋳塊を作製した。C 量は 40ppm であった。

この鋳塊を 80mm×200mm のサイズに切断し（厚さは表 5 の開始厚の欄に記載）、表 5 に記載した条件にて熱間圧延とその後の冷間圧延を実施した。

この熱間圧延は、材料温度を赤外線放射式の温度計にて測定しながら、700～800℃ の温度域で時間と減面率を制御して実施し、冷却開始段階まで放冷した後にミスト散布により所定の冷却速度で室温まで冷却して熱延材とした。この熱延材の表面の酸化スケールを除去するため、片面 0.5mm を表面切削した後、2.0mm t まで冷間圧延を実施した。

【 0 0 4 9 】

10

20

【表 5】

表 5 製造方法

No.	熱間圧延											面削後 厚さ mmt	冷間圧延 加工率 %
	圧延前加熱		圧延中加工条件				圧延後冷却条件						
	温度 ℃	時間 分	開始厚 mmt	温度 ℃	時間 秒	減面率 %	開始温度 ℃	冷却速度 ℃/秒					
3 2	900	45	45	720~750	45	60	630	150	17	88			
3 3	900	120	25	720~770	60	70	600	200	6.5	69			
3 4	950	45	40	740~770	45	70	600	200	11	82			
3 5	950	120	40	740~800	60	70	600	200	11	82			
3 6	980	45	45	750~790	45	50	630	150	21.5	91			
3 7	980	120	40	750~790	45	50	630	150	19	89			
3 8	840 *	60	40	720~750	45	60	630	200	15	87			
3 9	950	20 *	40	740~790	60	60	630	200	15	87			
4 0	950	60	40	820~860 *	45	60	630	200	15	87			
4 1	950	60	40	610~660 *	60	60	630	200	15	87			
4 2	950	60	40	740~770	15 *	60	630	200	15	87			
4 3	950	60	30	740~770	45	35 *	630	200	18.5	89			
4 4	950	60	40	770~800	45	50	730 *	150	19	89			
4 5	950	60	40	740~770	45	60	630	25 *	15	87			
4 6	950	120	15	— *	— *	— *	— *	— *	14	86			
4 7	950	120	20	700~730	45	60	630	150	2.4	17 *			
4 8	950	60	40	740~770	45	50	630	200	19	97 *			

請求項の規定から外れる箇所

【0050】

なお、No. 46については、加熱後熱間圧延を行わずそのまま放冷し、No. 47については、熱間圧延に続く冷間圧延の加工率を調整するために、酸化スケール除去の面削に加え板厚が2.4mmtになるまで切削除去している。また、No. 48については、熱間圧延に続く冷間圧延によって0.5mmtまで圧延を実施している。

上記冷間圧延に続き、No. 32~47については、前記(1)~(3)の一連の再固

10

20

30

40

50

溶及び析出熱処理を行い、圧下率 92.5% の冷間圧延にて 0.15 mm t とし、続いて同じく再固溶及び析出熱処理を行い、圧下率 66.7% にて 50 μ m t の試験材を製作した。一方、No. 48 については、前記 (1) ~ (3) の一連の再固溶及び析出熱処理後を行い、圧下率 70% の冷間圧延にて 0.15 mm t とし、続いて同じく再固溶及び析出熱処理を行い、圧下率 66.7% の冷間圧延にて 50 μ m t の試験材を製作した。

【0051】

得られた試験材について、導電率及び電磁波遮蔽能の測定を、実施例 1 と同様に行った。

No. 32 ~ 47 (No. 48 は測定せず) の導電率、磁界遮蔽能の測定値を表 6 に示す。また、磁界遮蔽能は、周波数が 50 MHz 以上では試験機の測定限界を超えたため、表 6 において、シェルクノフの式により算出した計算値を実測値に併記し、又は実測値に代えて記載した。表 6 のカッコ内の数値が計算値である。電界遮蔽能については、実施例 1 と同じ理由で実測値が存在せず、シェルクノフの式により算出した。その結果、No. 32 ~ 47 の電界遮蔽能は、いずれも高水準にあると判断した。

なお、シェルクノフの式により磁界遮蔽能及び電界遮蔽能を計算するにあたり、実施例 1 と同じく 0.15 mm t の段階の試験材を試料とし、実施例 1 と同じ要領で透磁率を測定した。

【0052】

【表 6】

No.	導電率 %IACS	磁界遮蔽 d B					
		5MHz	10MHz	50MHz	100MHz	500MHz	5GHz
3 2	46	53 (53)	71 (71)	(129)	(172)	(349)	(1023)
3 3	45	52 (51)	73 (65)	(120)	(160)	(320)	(929)
3 4	47	53 (53)	72 (69)	(129)	(173)	(349)	(1023)
3 5	45	52 (52)	72 (67)	(126)	(167)	(338)	(987)
3 6	48	53 (52)	70 (66)	(125)	(166)	(333)	(969)
3 7	48	53 (51)	69 (67)	(121)	(161)	(322)	(935)
3 8	40	48 (48)	61 (61)	(111)	(146)	(289)	(830)
3 9	42	49 (48)	65 (61)	(110)	(145)	(286)	(821)
4 0	41	47 (47)	64 (60)	(108)	(141)	(278)	(794)
4 1	43	49 (49)	71 (63)	(116)	(153)	(305)	(882)
4 2	46	49 (49)	63 (62)	(112)	(148)	(292)	(838)
4 3	46	51 (51)	76 (65)	(119)	(158)	(316)	(916)
4 4	41	48 (47)	60 (59)	(106)	(139)	(272)	(776)
4 5	40	48 (48)	60 (59)	(105)	(138)	(271)	(773)
4 6	40	44 (43)	53 (53)	(91)	(117)	(228)	(605)
4 7	40	46 (45)	58 (57)	(101)	(131)	(254)	(718)
4 8	圧延中に剥離疵が多数発生し、測定できず。						

注) カッコ内はシエルクノフの式による計算値

【 0 0 5 3 】

表 6 に示すように、製造条件が本発明条件を満たす N o . 3 2 ～ 3 7 は、F e 含有量が同じ実施例 1 の N o . 2 とほぼ同等の電磁遮蔽効果及び導電率が得られている。

一方、熱間圧延の圧延前加熱条件、熱間圧延、加工条件、圧延後冷却条件、及び冷間圧延の加工率のいずれかが本発明の規定を満たさない N o . 3 8 ～ 4 7 は、N o . 3 2 ～ 3 7 に比べ特性が劣る。

具体的には、熱間圧延前加熱温度が低い N o . 3 8 、熱間圧延前加熱時間が短い N o . 3 9 、熱間圧延の加工温度が高い N o . 4 0 、熱間圧延の加工温度が低い N o . 4 1 、熱間圧延後冷却開始温度が高い N o . 4 4 、熱間圧延後冷却速度が低い N o . 4 5 、熱間圧延を行わなかった N o . 4 6 及び冷間圧延加工率が低い N o . 4 7 は、いずれも磁界遮蔽効果と導電率が相対的に低い。

熱間圧延加工時間が短い N o . 4 2 は、磁界遮蔽効果が相対的に低く、熱間圧延の減面率が低い N o . 4 3 も例えば 5 M H z において磁界遮蔽効果が相対的に低い。

冷間圧延加工率が高い N o . 4 8 は圧延中の剥離疵が生じた。

10

20

30

40

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