

(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2017-179457

(P2017-179457A)

(43) 公開日 平成29年10月5日(2017.10.5)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
C 2 2 C 21/06 (2006.01)	C 2 2 C 21/06	
C 2 2 C 21/02 (2006.01)	C 2 2 C 21/02	
C 2 2 F 1/00 (2006.01)	C 2 2 F 1/00	6 5 0 F
C 2 2 F 1/05 (2006.01)	C 2 2 F 1/00	6 6 1 A
	C 2 2 F 1/00	6 3 0 A

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 22 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2016-67360 (P2016-67360)
 (22) 出願日 平成28年3月30日 (2016. 3. 30)

(71) 出願人 000002004
 昭和電工株式会社
 東京都港区芝大門1丁目13番9号
 (74) 代理人 100109911
 弁理士 清水 義仁
 (74) 代理人 100071168
 弁理士 清水 久義
 (74) 代理人 100099885
 弁理士 高田 健市
 (72) 発明者 西森 秀樹
 大阪府堺市堺区海山町6丁224番地 昭和電工堺アルミ株式会社内
 (72) 発明者 籠重 眞二
 大阪府堺市堺区海山町6丁224番地 昭和電工堺アルミ株式会社内
 最終頁に続く

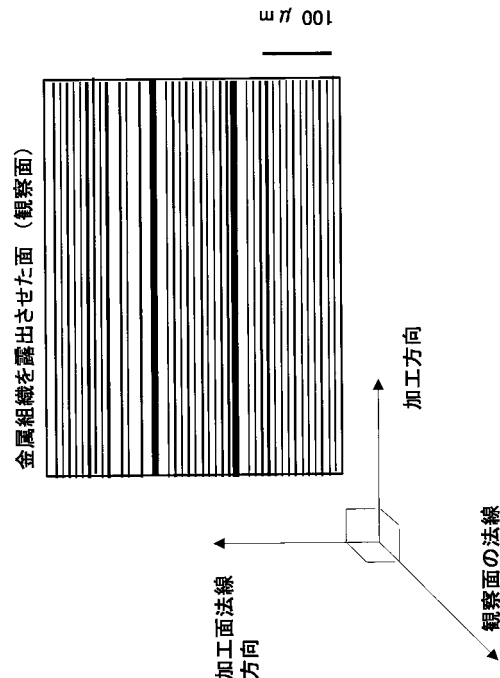
(54) 【発明の名称】 Al-Mg-Si系合金材

(57) 【要約】

【課題】高い導電率、良好な加工性および高い強度を有するAl-Mg-Si系合金材を提供する。

【解決手段】化学組成が、Si:0.2~0.8質量%、Mg:0.3~1質量%、Fe:0.5質量%以下およびCu:0.5質量%以下を含有し、さらにTi:0.1質量%以下またはB:0.1質量%以下の少なくとも1種を含有し、残部Al及び不可避不純物からなる繊維組織を有するAl-Mg-Si系合金材の引張強さを170MPa以上、0.2%耐力(MPa)を引張強さ(MPa)で除した値を0.91以上1.00以下、導電率を54%IACS以上とする。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

化学組成が、Si：0.2～0.8質量%、Mg：0.3～1質量%、Fe：0.5質量%以下およびCu：0.5質量%以下を含有し、さらにTi：0.1質量%以下またはB：0.1質量%以下の少なくとも1種を含有し、残部Al及び不可避不純物からなり、引張強さが170MPa以上であり、0.2%耐力(MPa)を引張強さ(MPa)で除した値が0.91以上1.00以下、導電率が54%IACS以上である繊維組織を有するAl-Mg-Si系合金材。

【請求項 2】

不純物としてのMn、Cr、およびZnが、それぞれ0.1質量%以下に規制されている請求項1に記載のAl-Mg-Si系合金材。

10

【請求項 3】

不純物としてのNi、V、Ga、Pb、Sn、BiおよびZrが、それぞれ0.05質量%以下に規制されている請求項1または請求項2に記載のAl-Mg-Si系合金材。

【請求項 4】

不純物としてのAgが0.05質量%以下に規制されている請求項1ないし請求項3の何れか1項に記載のAl-Mg-Si系合金材。

【請求項 5】

不純物としての希土類元素の合計含有量が0.1質量%以下に規制されている請求項1ないし請求項4の何れか1項に記載のAl-Mg-Si系合金材。

20

【請求項 6】

引張強さが200MPa以上である請求項1ないし請求項5の何れか1項に記載のAl-Mg-Si系合金材。

【請求項 7】

引張強さが220MPa以上である請求項1ないし請求項5の何れか1項に記載のAl-Mg-Si系合金材。

【請求項 8】

引張強さが250MPa以上である請求項1ないし請求項5の何れか1項に記載のAl-Mg-Si系合金材。

30

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

この発明は、Al-Mg-Si系合金材、特に熱伝導性、導電性、強度および加工性に優れたAl-Mg-Si系合金材に関する。

【背景技術】**【0002】**

薄型テレビ、パーソナルコンピュータ用薄型モニター、ノートパソコン、タブレットパソコン、カーナビゲーションシステム、ポータブルナビゲーションシステム、スマートフォンや携帯電話等の携帯端末等の製品のシャーシ、メタルベースプリント基板、内部カバーのように発熱体を内蔵または装着する部材材料においては、速やかに放熱するための優れた熱伝導性、強度および加工性が求められる。

40

【0003】

JIS1100、1050、1070等の純アルミニウム合金は熱伝導性に優れるが、強度が低い。高強材として用いられるJIS5052に等しいAl-Mg合金(5000系合金)は、純アルミニウム系合金よりも熱伝導性および導電性が著しく劣る。

【0004】

これに対しAl-Mg-Si系合金(6000系合金)は、熱伝導性および導電性が良く時効硬化により強度向上を図ることができるため、Al-Mg-Si系合金を用いて強度、熱伝導性、加工性に優れたアルミニウム合金板を得る方法が検討されている。

50

【0005】

例えば、特許文献1には、Mgを0.1～0.34質量%、Siを0.2～0.8質量%、Cuを0.22～1.0質量%含有し、残部がAl及び不可避不純物からなり、Si/Mg含有量比が1.3以上である合金を、半連続鑄造で厚さ250mm以上の鑄塊とし、400～540の温度で予備加熱を経て熱間圧延、50～85%の圧下率で冷間圧延を施した後、140～280の温度で焼鈍をすることを特徴とする圧延板の製造方法が開示されている。

【0006】

特許文献2には、Si：0.2～1.5質量%、Mg：0.2～1.5質量%、Fe：0.3質量%以下を含有し、さらに、Mn：0.02～0.15質量%、Cr：0.02～0.15%の1種または2種を含有するとともに、残部がAlおよび不可避不純物中のTiが0.2%以下に規制するか、もしくはこれにCu：0.01～1質量%が希土類元素：0.01～0.2質量%の1種または2種を含有する組成を有するアルミニウム合金板を連続鑄造圧延により作製し、その後冷間圧延し、次いで500～570の溶体化処理を行い、続いてさらに冷間圧延率5～40%で冷間圧延を行い、冷間圧延後150～190未満に加熱する時効処理を行うことを特徴とする熱伝導性、強度および曲げ加工性に優れたアルミニウム合金板の製造方法が記載されている。

10

【0007】

特許文献3には、Al-Mg-Si系合金鑄塊を均質化処理し、熱間粗圧延および熱間仕上げ圧延した後に冷間圧延した合金板を所要形状に加工して製造された放熱部材であって、Si：0.2～0.8wt%、Mg：0.3～0.9wt%、Fe：0.35wt%以下、Cu：0.20wt%以下を含有し、残部Alおよび不可避不純物からなることを特徴とするアルミニウム放熱部材が開示されている。

20

【0008】

なお、Al-Mg-Si系合金においては、熱伝導率と導電率が良好な相関性を示し、優れた熱伝導性を有するアルミニウム合金板は優れた導電率を有し、放熱部材材料はもちろんだ導電部材材料として用いることができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

30

【特許文献1】特開2012-62517号公報

【特許文献2】特開2007-9262号公報

【特許文献3】特開2003-226628号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

加工性は引張強さと耐力の関数に影響される。耐力が引張強さに比べ低い場合は、加工硬化が起こり、多段成形加工の場合は加工性が低下する。また、Al-Mg-Si系合金板の金属組織によっても加工性は変化する。

【0011】

40

しかしながら、特許文献1では、工程条件の検討が不十分であり、耐力についても検討されていない。また、特許文献1において、張強さはSiまたはCuの寄与により改善がなされたものであり、Alの次に多い元素は、SiもしくはCuであり、Mgの含有量が比較的少なく、SiおよびMgをほぼ同じ割合で含有する合金は特許文献1の請求範囲に含まれない。

【0012】

特許文献2では、比較的高い強度が得られるものの実施例記載の導電率は低い。

【0013】

特許文献3において、発明1は引張強さと耐力の差が小さいが熱電導度が低く、発明2では発明1より熱電導度は高いが、引張強さと耐力の差が発明1より大きい。

50

【0014】

また、特許文献2および特許文献3には得られたAl-Mg-Si系合金板の金属組織に関する記載がない。

【0015】

上記のように、引張強さと耐力の値が近く高い導電率を有するAl-Mg-Si系合金板を得ることは非常に困難である。

【0016】

本発明は、上述した技術背景に鑑み、0.2%耐力(MPa)を引張強さ(MPa)で除した値が高く、高い導電率、良好な加工性および高い強度を有するAl-Mg-Si系合金材を提供することを目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【0017】

上記課題は、以下の手段によって解決される。

(1) 化学組成が、Si:0.2~0.8質量%、Mg:0.3~1質量%、Fe:0.5質量%以下およびCu:0.5質量%以下を含有し、さらにTi:0.1質量%以下またはB:0.1質量%以下の少なくとも1種を含有し、残部Al及び不可避不純物からなり、引張強さが170MPa以上であり、0.2%耐力(MPa)を引張強さ(MPa)で除した値が0.91以上1.00以下、導電率が54%IACS以上である繊維組織を有するAl-Mg-Si系合金材。

(2) 不純物としてのMn、Cr、およびZnが、それぞれ0.1質量%以下に規制されている前項1に記載のAl-Mg-Si系合金材。

20

(3) 不純物としてのNi、V、Ga、Pb、Sn、BiおよびZrが、それぞれ0.05質量%以下に規制されている前項1または前項2に記載のAl-Mg-Si系合金材。

(4) 不純物としてのAgが0.05質量%以下に規制されている前項1ないし前項3の何れか1項に記載のAl-Mg-Si系合金材。

(5) 不純物としての希土類元素の合計含有量が0.1質量%以下に規制されている前項1ないし前項4の何れか1項に記載のAl-Mg-Si系合金材。

(6) 引張強さが200MPa以上である前項1ないし前項5の何れか1項に記載のAl-Mg-Si系合金材。

(7) 引張強さが220MPa以上である前項1ないし前項5の何れか1項に記載のAl-Mg-Si系合金材。

30

(8) 引張強さが250MPa以上である前項1ないし前項5の何れか1項に記載のAl-Mg-Si系合金材。

【発明の効果】

【0018】

前項(1)に記載の発明によれば、化学組成が、Si:0.2~0.8質量%、Mg:0.3~1質量%、Fe:0.5質量%以下およびCu:0.5質量%以下を含有し、さらにTi:0.1質量%以下またはB:0.1質量%以下の少なくとも1種を含有し、残部Al及び不可避不純物からなり、引張強さが強く、0.2%耐力(MPa)を引張強さ(MPa)で除した値が大きく、導電率が高い繊維組織を有するAl-Mg-Si系合金材となしうる。

40

【0019】

前項(2)に記載の発明によれば、不純物としてのMn、Cr、およびZnが、それぞれ0.1質量%以下に規制されているから、引張強さが強く、0.2%耐力(MPa)を引張強さ(MPa)で除した値が大きく、導電率が高い繊維組織を有するAl-Mg-Si系合金材となしうる。

【0020】

前項(3)に記載の発明によれば、不純物としてのNi、V、Ga、Pb、Sn、BiおよびZrが、それぞれ0.05質量%以下に規制されているから、引張強さが強く、0.2%耐力(MPa)を引張強さ(MPa)で除した値が大きく、導電率が高い繊維組織

50

を有する Al - Mg - Si 系合金材となしうる。

【0021】

前項(4)に記載の発明によれば、不純物としての Ag が 0.05 質量%以下に規制されているから、引張強さが強く、0.2%耐力(MPa)を引張強さ(MPa)で除した値が大きく、導電率が高い繊維組織を有する Al - Mg - Si 系合金材となしうる。

【0022】

前項(5)に記載の発明によれば、不純物としての希土類元素の合計含有量が 0.1 質量%以下に規制されているから、引張強さが強く、0.2%耐力(MPa)を引張強さ(MPa)で除した値が大きく、導電率が高い繊維組織を有する Al - Mg - Si 系合金材となしうる。

10

【0023】

前項(6)に記載の発明によれば、引張強さが高い繊維組織を有する Al - Mg - Si 系合金材となしうる。

【0024】

前項(7)に記載の発明によれば、引張強さが更に高い繊維組織を有する Al - Mg - Si 系合金材となしうる。

【0025】

前項(8)に記載の発明によれば、引張強さが特に高い繊維組織を有する Al - Mg - Si 系合金材となしうる。

【図面の簡単な説明】

20

【0026】

【図1】本願の Al - Mg - Si 系合金材の繊維組織のモデル図である。

【発明を実施するための形態】

【0027】

本願発明者は、熱間圧延、冷間圧延を順次施する Al - Mg - Si 系合金材の製造方法において、熱間圧延上がり合金材の表面温度を所定の温度以下とするとともに、熱間圧延終了後であって冷間圧延終了前に時効処理としての熱処理を施すことにより、0.2%耐力(MPa)を引張強さ(MPa)で除した値が大きく、高い導電率と良好な加工性を有しつつ更に高い強度を有する Al - Mg - Si 系合金材が得られることを見出し本願の発明に至った。

30

【0028】

以下に、本願の Al - Mg - Si 系合金板材について詳細に説明する。

【0029】

本願の Al - Mg - Si 系合金組成において、各元素の添加目的および含有量の限定理由は下記のとおりである。

【0030】

Mg および Si は強度の発現に必要な元素であり、それぞれの含有量は Si : 0.2 質量%以上 0.8 質量%以下、Mg : 0.3 質量%以上 1 質量%以下とする。Si 含有量が 0.2 質量%未満あるいは Mg 含有量が 0.3 質量%未満では十分な強度を得ることができない。一方、Si 含有量が 0.8 質量%、Mg 含有量が 1 質量%を超えると、熱間圧延での圧延負荷が高くなって生産性が低下し、得られるアルミニウム合金板の成形加工性も悪くなる。Si 含有量は 0.2 質量%以上 0.6 質量%以下が好ましく、更に 0.32 質量%以上 0.60 質量%以下が好ましい。Mg 含有量は 0.45 質量%以上 0.9 質量%以下が好ましく、更に 0.45 質量%以上 0.55 質量%以下が好ましい。

40

【0031】

Fe および Cu は成形加工上必要な成分であるが、多量に含有すると耐食性が低下する。本願において Fe 含有量および Cu 含有量はそれぞれ 0.5 質量%以下に規制する。Fe 含有量は 0.35 質量%以下に規制することが好ましく、更に 0.1 質量%以上 0.25 質量%以下であることが好ましい。Cu 含有量は 0.1 質量%以下であることが好ましい。

50

【0032】

TiおよびBは、合金をスラブに鑄造する際に結晶粒を微細化するとともに凝固割れを防止する効果がある。前記効果はTiまたはBの少なくとも1種の添加により得られ、両方を添加してもよい。しかしながら、多量に含有すると、晶出物がサイズの大きい晶出物が多く生成するため、製品の加工性や熱伝導性および導電率が低下する。Ti含有量は0.1質量%以下が好ましく、更に0.005質量%以上0.05質量%以下が好ましい。

【0033】

また、B含有量は0.1質量%以下が好ましく、特に0.06質量%が好ましい。

【0034】

また、合金元素には種々の不純物元素が不可避免的に含有されるが、MnおよびCrは伝導性および導電性を低下させ、Znは含有量が多くなると合金材の耐食性を低下させるため少ないことが好ましい。不純物としてのMn、Cr、およびZnのそれぞれの含有量は0.1質量%以下が好ましく、更に0.05質量%以下が好ましい。

10

【0035】

上記以外のその他の不純物元素としては、Ni、V、Ga、Pb、Sn、Bi、Zr、Ag、希土類等が挙げられるが、これらに限定されるものではなく、これらその他の不純物元素のうち希土類以外は個々の元素の含有量として0.05質量%以下であることが好ましい。上記その他の不純物元素のうち希土類は、1種または複数種の元素が含まれていてもよく、ミッシュメタルの状態に含まれている鑄造用原料に由来するものでも良いが、希土類元素の合計含有量は0.1質量%以下であることが好ましく、更に0.05質量%

20

【0036】

次に、本願規定のAl-Mg-Si系合金材を得るための処理工程について記述する。

【0037】

常法にて溶解成分調整し、Al-Mg-Si系合金鑄塊を得る。得られた合金鑄塊に熱間圧延前加熱より前の工程として均質化処理を施すことが好ましい。

【0038】

前記均質化処理は、500℃以上で行うことが好ましい。

【0039】

前記熱間圧延前加熱はAl-Mg-Si系合金鑄塊中に晶出物およびMg、Siを固溶させ均一な組織とするために実施するが、温度が高すぎると鑄塊中で部分的な融解が起こる可能性があるため、450℃以上580℃以下で行うことが好ましく、特に500℃以上580℃以下で行うことが好ましい。

30

【0040】

Al-Mg-Si系合金鑄塊に均質化処理を行った後冷却し、熱間圧延前加熱を行っても良いし、均質化処理と熱間圧延前加熱を連続して行っても良く、前記均質化処理および熱間圧延前加熱の好ましい温度範囲にて均質化処理と熱間圧延前加熱を兼ねて同じ温度で加熱しても良い。

【0041】

鑄造後熱間圧延前加熱前に鑄塊の表面近傍の不純物層を除去する為に鑄塊に面削を施すことが好ましい。面削は鑄造後均質化処理前であっても良いし、均質化処理後熱間圧延前加熱前であってもよい。

40

【0042】

熱間圧延前加熱後のAl-Mg-Si系合金鑄塊に熱間圧延を施す。

【0043】

熱間圧延は粗熱間圧延と仕上げ熱間圧延からなり、粗熱間圧延機を用い複数のパスからなる粗熱間圧延を行った後、粗熱間圧延機とは異なる仕上げ熱間圧延機を用いて仕上げ熱間圧延を行う。なお、本願において、粗熱間圧延機での最終パスを熱間圧延の最終パスとする場合は、仕上げ熱間圧延を省略することができる。

【0044】

50

本願において、仕上げ熱間圧延は、上下一組のワークロールもしくは二組以上のワークロールが連続して設置された圧延機を用いて1方向からAl-Mg-Si系合金材を導入し1回のパスで実施される。

【0045】

冷間圧延をコイルで実施する場合には、仕上げ熱間圧延後のAl-Mg-Si系合金材を巻き取り装置で巻き取って熱延コイルとすればよい。仕上げ熱間圧延を省略し、粗熱間圧延の最終パスを熱間圧延の最終パスとする場合は、粗熱間圧延の後、Al-Mg-Si系合金材を巻き取り装置にて巻き取って熱延コイルとしてもよい。

【0046】

粗熱間圧延では、溶体化処理に準じてMgおよびSiが固溶された状態を保持した後、粗熱間圧延のパスによるAl-Mg-Si系合金材の冷却、もしくは粗熱間圧延のパス後とパス後の強制冷却による温度降下により焼き入れの効果を得ることができる。

【0047】

本願において粗熱間圧延の複数のパスのうち、パス直前のAl-Mg-Si系合金材の表面温度が350以上470以下でありパスによるAl-Mg-Si系合金材の冷却、もしくはパスとパス後の強制冷却による平均冷却速度が50/分以上であるパスを制御パスと呼ぶ。制御パス直前のAl-Mg-Si系合金材の表面温度を350以上470以下としたのは、350未満では粗熱間圧延における急冷による焼き入れの効果が小さく、470より高い温度ではパス上がりのAl-Mg-Si系合金材の急冷が困難であるからである。

【0048】

上記平均冷却速度は制御パスにおいて強制冷却を行わない場合は制御パスの開始から終了まで、制御パス後に強制冷却を行う場合は制御パスの開始から強制冷却の終了までのAl-Mg-Si系合金材の温度降下()を要した時間(分)で除した値とする。

【0049】

制御パス後の強制冷却は、Al-Mg-Si系合金材を圧延しながら圧延後の部位に対し順次実施してもよいし、Al-Mg-Si系合金材全体を圧延した後実施してもよい。強制冷却の方法は限定されないが、水冷であっても空冷であってもよいし、クーラントを利用してよい。

【0050】

前記制御パスは少なくとも1回実施することが好ましく、複数回実施しても良い。制御パスを複数回実施する場合、各々の制御パスについてパス後に強制冷却を行うか否かを選択できる。パス直前Al-Mg-Si系合金材の表面温度が470~350であって冷却速度が50/分以上であれば制御パスは複数回実施することができるが、1回の制御パスでAl-Mg-Si系合金材の温度を350未満に降下させることにより効率よく効果的に焼き入れを行うことができる。

【0051】

本願において、粗熱間圧延の最終パス後に強制冷却を行わない場合は、熱間圧延の最終パス直後のAl-Mg-Si系合金材の表面温度を粗熱間圧延上がり温度とし、粗熱間圧延の最終パス後に強制冷却を行う場合は、強制冷却終了直後のAl-Mg-Si系合金材の表面温度を粗熱間圧延上がり温度とする。

【0052】

本願において仕上げ熱間圧延を実施する場合は仕上げ熱間圧延の終了、仕上げ熱間圧延を実施しない場合は粗熱間圧延の最終パスの終了をもって熱間圧延の終了とし、熱間圧延終了直後のAl-Mg-Si系合金材の表面温度は170以下とすることが好ましい。熱間圧延終了直後の合金材の温度を170以下とすることにより有効な焼き入れ効果が得られ、その後の熱処理時により時効硬化するとともに導電率が向上する。

【0053】

熱間圧延終了直後のAl-Mg-Si系合金材の表面温度が高すぎると、焼き入れの効果が不足し、熱間圧延終了後冷間圧延終了前に熱処理を実施しても強度の向上が不十分と

10

20

30

40

50

なる。熱間圧延終了直後のアルミニウム板の表面温度は150 以下が更に好ましく、特に130 以下が好ましい。

【0054】

なお、粗熱間圧延の後仕上げ熱間圧延を行う場合は、仕上げ熱間圧延のパスによる焼き入れ効果を得るために、仕上げ熱間圧延直前のAl-Mg-Si系合金板の表面温度は280 以下であることが好ましい。

【0055】

また、仕上げ熱間圧延を行わず粗熱間圧延の最終パスが制御パスではない場合も同様に、粗熱間圧延最終パス直前のAl-Mg-Si系合金板の表面温度は280 以下が好ましい。

10

【0056】

一方、仕上げ熱間圧延を行わず粗熱間圧延の最終パスが制御パスである場合、制御パスが熱間圧延の最終パスとなるので、熱間圧延の最終パス直前のAl-Mg-Si系合金板の表面温度が470~350 であって圧延もしくは圧延と圧延後の強制冷却により冷却速度が50 /分以上の冷却速度で合金板の表面温度が170 以下となるように制御パスを実施することが好ましい。

【0057】

熱間圧延終了後冷間圧延終了前のAl-Mg-Si系合金材に熱処理を施し、時効硬化させるとともに導電率を向上させる。

【0058】

本願において熱間圧延終了後冷間圧延終了前のAl-Mg-Si系合金材への熱処理は時効硬化および導電率向上の効果を得るために120 以上200 未満の温度で実施することが好ましい。前記熱処理の温度は130 以上190 以下が更に好ましく、特に140 以上180 以下が好ましい。

20

【0059】

前記熱間圧延終了後冷間圧延終了前において120 以上200 未満の温度で実施するAl-Mg-Si系合金材の熱処理の時間は特に限定されないが、時効硬化および導電率向上の効果が得られるように所定の温度で時間を調節すればよく、例えば、1~12時間の範囲で時間を調節して熱処理を実施すればよい。

【0060】

前記熱処理の後、冷間圧延を実施することにより加工硬化し強度が更に向上する。

30

【0061】

前記熱処理は時効硬化させたAl-Mg-Si系合金材の冷間圧延による強度向上効果をも高めるため、熱間圧延終了後冷間圧延開始前に実施することが好ましい。

【0062】

前記熱処理後の冷間圧延により所定の厚さのAl-Mg-Si系合金材とする。熱処理後の冷間圧延は強度向上と加工性の改善の為60%以上の圧延率で実施されることが好ましい。熱処理後の冷間圧延によるAl-Mg-Si系合金材の圧延率は更に70%以上が好ましく、特に80%以上が好ましい。

【0063】

冷間圧延後のAl-Mg-Si系合金材に必要な応じて洗浄を実施しても良い。

40

【0064】

Al-Mg-Si系合金材の加工性を更に重視する場合は冷間圧延後に最終焼鈍を実施しても良い。最終焼鈍はAl-Mg-Si系合金材の強度が低くなりすぎないようにする為に250 以下で実施することが好ましく、更に220 以下、特に180 以下で実施することが好ましい。

【0065】

前記最終焼鈍の時間は必要な加工性および強度が得られるよう調節すればよく、例えば、1~10時間の範囲で最終焼鈍の温度により選択すれば良い。

【0066】

50

なお、本願の Al - Mg Si 系合金材の製造はコイルで行ってもよく、単板で行ってもよい。また、冷間圧延より後の任意の工程で Al - Mg Si 系合金材を切断し切断後の工程を単板で行ってもよいし、用途に応じスリットし条にしても良い。

【0067】

上記の製造方法によれば、高い導電率を得つつ、強度を向上させることができ、高強度であるにも関わらず加工性も優れた Al - Mg Si 系合金材が得られる。

【0068】

本願の Al - Mg Si 系合金材は繊維組織を有する。繊維組織は塑性加工により伸ばされた金属組織である。

【0069】

図1に本願の Al - Mg Si 系合金材の繊維組織のモデル図を示す。

【0070】

図1に示すように、本願において、観察面の法線が Al - Mg Si 系合金材の加工方向ベクトルおよび加工面の法線方向ベクトルの両方に垂直となるように金属組織を露出させ、光学顕微鏡で観察した観察面の金属組織の加工面法線方向の粒界が3本/100 μ m以上であり、加工方向の長さが300 μ m以上の粒界が存在する金属組織を繊維組織と規定する。なお、塑性加工が圧延の場合、加工方向は圧延方向であり、加工面は圧延面であり、観察面は圧延方向に対し平行に切断した厚さ方向の断面となる。

【0071】

金属組織を露出させる方法としては、法線が Al - Mg Si 系合金材の加工方向ベクトルおよび加工面の法線方向ベクトルの両方に垂直となる Al - Mg Si 系合金材の面を研磨した後、研磨面を陽極酸化処理する方法を例示できる。陽極酸化処理液はパーカー氏液(3%ホウフッ化水素酸水溶液)を好適に用いることができる。

【0072】

本願の Al - Mg Si 系合金材の導電率は54%IACS以上、引張強さは170MPa以上と規定する。引張強さは200MPa以上が好ましく、220MPa以上が更に好ましく、特に250MPa以上、280MPa以上がよりいっそう好ましい。本願の Al - Mg Si 系合金材の0.2%耐力(MPa)を引張強さ(MPa)で除した値は、0.91以上1.00以下と規定する。本願規定の0.2%耐力(MPa)を引張強さ(MPa)で除した値および引張強さを満足し、繊維組織を有することにより優れた曲げ加工性を有する Al - Mg Si 系合金材となる。0.2%耐力(MPa)を引張強さ(MPa)で除した値は、更に0.92以上1.00以下、特に0.93以上1.00以下が好ましい。

【実施例】

【0073】

以下に本発明の実施例および比較例を示す。

【0074】

表1に示す化学組成の異なるアルミニウム合金スラブをDC鋳造法により得た。なお、希土類が含まれる化学組成番号20の鋳塊はミッシュメタルが含まれる原料を鋳造に用いた。

【0075】

[実施例1]

表1の化学組成番号1のアルミニウム合金スラブに面削を施した。次に、面削後の合金スラブに対し加熱炉中で570 \pm 3hの均質化処理を実施した後、同じ炉中で温度を変化させ540 \pm 4hの熱間圧延前加熱を実施した。熱間圧延前加熱後540 \pm 4hのスラブを加熱炉中から取り出し、粗熱間圧延を開始した。粗熱間圧延中の合金板の厚さが25mmとなった後、パス直前の合金板温度451 \pm 10から平均冷却速度80 \pm 5/分にて、粗熱間圧延の最終パスを実施し、粗熱間圧延上がり温度222 \pm 5厚さ12mmの合金板とした。なお、粗熱間圧延の最終パスでは、圧延しながら合金板を移動させ、圧延後の合金板の部位に対し順次上下から水を合金板に噴霧する水冷による強制冷却を実施した。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 6 】

粗熱間圧延の後、合金板に仕上げ熱間圧延直前温度 2 2 0 から仕上げ熱間圧延を実施し、厚さ 7 . 0 m m の合金板を得た。仕上げ熱間圧延直後の合金板の温度は 1 1 1 であった。仕上げ熱間圧延後の合金板に 1 7 0 5 h の熱処理を施した後、圧延率 9 8 % の冷間圧延を実施し、製品板厚 0 . 1 5 m m のアルミニウム合金板を得た。

【 0 0 7 7 】

【表 1】

化学組成 番号	化学組成／質量％ 残部：A I																	
	Si	Mg	Fe	Cu	Ti	B	Mn	Cr	Zn	Ni	V	Ga	Pb	Sn	Bi	Zr	Ag	希土類
1	0.46	0.50	0.19	0.01	0.01	0.01	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	0.35	0.49	0.20	0.01	0.01	0.01	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	0.59	0.49	0.20	0.01	0.01	0.01	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	0.70	0.46	0.20	0.02	0.01	0.02	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	0.47	0.55	0.19	0.02	0.02	0.01	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
6	0.47	0.85	0.19	0.01	0.01	0.01	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	0.30	0.40	0.16	0.02	0.01	0.02	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
8	0.45	0.50	0.31	0.01	0.02	0.02	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
9	0.45	0.51	0.45	0.02	0.01	0.01	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	0.46	0.50	0.19	0.10	0.02	0.02	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
11	0.45	0.50	0.20	0.46	0.01	0.01	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	0.46	0.50	0.18	0.02	0.08	0.02	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
13	0.45	0.50	0.19	0.01	0.01	0.08	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
14	0.46	0.50	0.19	0.02	0.01	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	0.46	0.50	0.20	0.01	—	0.01	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16	0.45	0.50	0.20	0.02	0.01	0.02	0.07	0.08	0.07	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17	0.45	0.50	0.19	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.03	—	—	—	—	—	—
18	0.45	0.49	0.19	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	—	—
19	0.46	0.50	0.17	0.02	0.01	0.02	0.07	0.06	0.07	—	—	—	—	—	—	0.03	—	—
20	0.46	0.50	0.17	0.01	0.01	0.01	0.06	0.07	0.07	—	—	—	—	—	—	—	0.06	—
21	0.16	0.30	0.17	0.01	0.01	0.02	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
22	0.90	0.44	0.19	0.02	0.02	0.02	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
23	0.50	0.21	0.19	0.01	0.01	0.02	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
24	0.45	1.21	0.19	0.02	0.02	0.02	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

表中下線を付したものは、この発明の範囲外であることを示す。

[実施例 2 ~ 4 4、比較例 1 ~ 6]

表 1 に記載のアルミニウム合金スラブに面削を施した後、表 2 ~ 表 6 に記載の条件で、処理を施し、アルミニウム合金板を得た。なお、実施例 1 と同様に全ての実施例および比較例において均質化処理と熱間圧延前加熱は同じ炉で連続して実施し、粗熱間圧延最終パス後の強制冷却は、圧延しながら合金板を移動させ圧延後の合金板の部位に対し順次上下から水を合金板に噴霧する水冷または粗熱間圧延最終パス完了後に送風冷却する空冷のどちらかを選択した。また、一部の実施例では冷間圧延後に最終焼鈍を実施した。

【 0 0 7 9 】

実施例 1 8 では、粗熱間圧延の最終パスを熱間圧延の最終パスとし、仕上げ熱間圧延を実施しなかった。

【 0 0 8 0 】

比較例 1 および比較例 2 では、冷間圧延の途中に 5 5 0 1 分の熱処理を施した後 5 / 秒以上の速度での冷却を行う溶体化処理を実施した。比較例 1 および比較例 2 において、冷間圧延率は溶体化処理前後の冷間圧延の合計圧延率であり、溶体化処理後の冷間圧延は、溶体化処理後の合金材の厚さからの冷間圧延率が 3 0 % となるように実施した。

【 0 0 8 1 】

【表 2】

化学組成番号	均質化処理	熱圧前加熱	粗熱間延最終ス板厚 / m	粗熱間延最終ス直温 / °C	粗熱間延最終ス強冷却	粗熱間延最終直温 / °C	粗熱間延最終平均冷却速度 / (°C / 分)	粗熱間延最終ス板厚 / mm	仕上げ熱間延直温 / °C	仕上げ熱間延了温 / °C	仕上げ熱間延り板厚 / mm	熱間延後処理	冷間延率 / %	冷間延途中体処理	最終焼純	製板厚 / m
実施例 1	570 °C3h	540 °C4h	25	451	水冷	222	80	12	220	111	7.0	170 °C 5h	98	—	—	0.15
実施例 2	570 °C3h	540 °C4h	25	451	水冷	222	80	12	220	111	7.0	160 °C 5h	98	—	—	0.15
実施例 3	570 °C3h	540 °C4h	25	451	水冷	222	80	12	220	111	7.0	140 °C 8h	98	—	—	0.15
実施例 4	570 °C3h	540 °C4h	25	451	水冷	222	80	12	220	111	7.0	130 °C 12h	98	—	—	0.15
実施例 5	570 °C3h	540 °C4h	25	451	水冷	222	80	12	220	111	7.0	125 °C 20h	98	—	—	0.15
実施例 6	570 °C3h	540 °C4h	25	451	水冷	222	80	12	220	111	7.0	175 °C 5h	98	—	—	0.15
実施例 7	570 °C3h	540 °C4h	25	451	水冷	222	80	12	220	111	7.0	185 °C 5h	98	—	—	0.15
実施例 8	570 °C3h	540 °C4h	25	450	水冷	231	80	12	229	120	7.0	170 °C 5h	98	—	—	0.15
実施例 9	570 °C3h	540 °C4h	25	451	水冷	240	80	12	238	130	7.0	170 °C 5h	98	—	—	0.15
実施例 10	570 °C3h	540 °C4h	25	450	水冷	250	80	12	248	150	7.0	170 °C 5h	98	—	—	0.15

10

20

30

40

【表 3】

化学組成番号	均質化処理	熱圧前加熱	粗熱間延最終ス板厚 / m	粗熱間延最終ス直温 / °C	粗熱圧最終後冷却	粗熱間延最終ス冷却度 / (°C / 分)	粗熱間延最終ス板厚 / mm	仕上げ熱間延直温 / °C	仕上げ熱間延直温 / °C	仕上げ熱間延最終直温 / °C	仕上げ熱間延最終直温 / mm	熱間延後処理	冷間延率 / %	冷間延途中体処理	最終焼鈍	製板厚 / m
実施例 11	570 °C 3h	540 °C 4h	25	450	水冷	80	12	258	160	7.0	170 °C 5h	—	98	—	—	0.15
実施例 12	570 °C 3h	540 °C 4h	25	450	水冷	80	12	269	165	7.0	170 °C 5h	—	98	—	—	0.15
実施例 13	570 °C 3h	540 °C 4h	25	451	水冷	80	12	220	111	7.0	170 °C 5h	—	98	—	130 °C 2h	0.15
実施例 14	570 °C 3h	540 °C 4h	25	451	水冷	80	12	220	111	7.0	170 °C 5h	—	98	—	150 °C 2h	0.15
実施例 15	570 °C 3h	540 °C 4h	25	451	水冷	80	12	220	111	7.0	170 °C 5h	—	98	—	180 °C 2h	0.15
実施例 16	570 °C 3h	540 °C 4h	25	451	水冷	80	12	220	111	7.0	170 °C 5h	—	98	—	220 °C 2h	0.15
実施例 17	570 °C 3h	540 °C 4h	25	451	水冷	80	12	220	111	7.0	170 °C 5h	—	98	—	250 °C 2h	0.15
実施例 18	570 °C 3h	540 °C 4h	15	461	水冷	120	8	—	—	—	—	170 °C 5h	98	—	—	0.15
実施例 19	570 °C 3h	540 °C 4h	25	450	水冷	80	12	218	110	7.0	170 °C 5h	—	96	—	—	0.3
実施例 20	570 °C 3h	540 °C 4h	25	450	水冷	80	12	218	110	7.0	170 °C 5h	—	91	—	—	0.6

【表 5】

化学組成番号	均質化処理	熱圧前加熱	粗熱間延最終ス板厚 / m	粗熱間延最終ス前厚 / m	粗熱間延最終ス直前温度 / °C	粗熱間延最終ス強冷却	粗熱間延最終ス直度 / °C	粗熱間延最終平均冷却速度 / (°C / 分)	粗熱間延最終ス板厚 / mm	仕上げ熱間延直度 / °C	仕上げ熱間延最終温度 / °C	仕上げ熱間延最終ス板厚 / mm	熱間延後処理	冷間延率 / %	冷間延途中体処理	最終焼純	製板厚 / m
実施例 31	570 °C3h	540 °C4h	25	25	451	水冷	221	80	12	218	110	7.0	170 °C 5h	91	—	—	0.6
実施例 32	570 °C3h	540 °C4h	25	25	450	水冷	222	80	12	219	111	7.0	170 °C 5h	91	—	—	0.6
実施例 33	570 °C3h	540 °C4h	25	25	450	水冷	220	80	12	217	109	7.0	170 °C 5h	91	—	—	0.6
実施例 34	570 °C3h	540 °C4h	25	25	450	水冷	220	80	12	218	110	7.0	170 °C 5h	91	—	—	0.6
実施例 35	570 °C3h	540 °C4h	25	25	451	水冷	220	80	12	218	110	7.0	170 °C 5h	91	—	—	0.6
実施例 36	570 °C3h	540 °C4h	25	25	451	水冷	221	80	12	218	109	7.0	170 °C 5h	91	—	—	0.6
実施例 37	570 °C3h	540 °C4h	25	25	450	水冷	220	80	12	217	109	7.0	170 °C 5h	91	—	—	0.6
実施例 38	570 °C3h	540 °C4h	25	25	451	水冷	220	80	12	218	110	7.0	170 °C 5h	91	—	—	0.6
実施例 39	570 °C3h	540 °C4h	25	25	450	水冷	222	80	12	220	111	7.0	170 °C 5h	91	—	—	0.6
実施例 40	570 °C3h	540 °C4h	25	25	450	水冷	220	80	12	218	110	7.0	170 °C 5h	91	—	—	0.6

10

20

30

40

【表 6】

化学組成番号	均質化処理	熱圧前加熱	熱間延最終ス板厚 / m	熱間延最終ス直温 / °C	粗熱圧最終後冷却	粗熱延最終直温 / °C	粗熱延最終平均冷却速度 / (°C / 分)	粗熱間延最終直温 / °C	粗熱間延最終直温 / °C	仕上げ熱間延直温 / °C	仕上げ熱間延直温 / °C	仕上げ熱間延直温 / °C	仕上げ熱間延直温 / °C	熱間延後処理	冷間延率 / %	冷間延途中体処理	最終焼鈍	製品厚 / m
実施例 41	570 °C3h	540 °C4h	25	451	水冷	222	80	219	110	7.0	170 °C 5h	—	—	—	91	—	—	0.6
実施例 42	570 °C3h	540 °C4h	25	451	水冷	220	80	218	110	7.0	170 °C 5h	—	—	—	91	—	—	0.6
実施例 43	570 °C3h	540 °C4h	25	451	水冷	223	80	220	110	7.0	170 °C 5h	—	—	—	91	—	—	0.6
実施例 44	570 °C3h	540 °C4h	25	451	水冷	221	80	218	111	7.0	170 °C 5h	—	—	—	91	—	—	0.6
比較例 1	570 °C4h	540 °C3h	25	451	水冷	220	80	218	111	7.0	—	—	—	○	91	○	170 °C 5h	0.6
比較例 2	570 °C4h	540 °C3h	25	451	水冷	220	80	218	111	7.0	—	—	—	○	91	○	210 °C 5h	0.6
比較例 3	570 °C4h	540 °C3h	25	450	水冷	220	80	218	110	7.0	170 °C 5h	—	—	—	91	—	—	0.6
比較例 4	570 °C4h	540 °C3h	25	450	水冷	220	80	217	111	7.0	170 °C 5h	—	—	—	91	—	—	0.6
比較例 5	570 °C4h	540 °C3h	25	451	水冷	221	80	218	110	7.0	170 °C 5h	—	—	—	91	—	—	0.6
比較例 6	570 °C4h	540 °C3h	25	450	水冷	221	80	218	110	7.0	170 °C 5h	—	—	—	91	—	—	0.6

得られた合金板の引張強さ、0.2%耐力、導電率、加工性を以下の方法により評価した。

【0087】

引張強さおよび0.2%耐力は、JIS 5号試験片について、常温で常法により測定した。

【0088】

導電率は、国際的に採択された焼鈍標準軟銅（体積低効率 $1.7241 \times 10^{-2} \mu\text{m}$ ）の導電率を100% IACSとしたときの相対値（% IACS）として求めた。

【0089】

加工性は、曲げ角度を90°、合金板の厚さが0.4mm以上の場合はそれぞれの合金板の板厚を曲げ内側半径、合金板の厚さが0.4mm未満の場合は曲げ内側半径を0として、JIS Z 2248金属材料曲げ試験方法の6.3 Vブロック法による曲げ試験を実施し、割れが発生しなかったものを○、割れが発生したものを×として評価した。

10

【0090】

実施例および比較例において、圧延方向に対し平行に切断した厚さ方向のAl-MgSi系合金板の断面の金属組織を露出させたとき光学顕微鏡で観察される金属組織の圧延面法線方向の粒界が3本/100 μm 以上であり、圧延方向の長さが300 μm 以上の粒界が存在する金属組織を繊維組織とした。

【0091】

金属組織を露出させる方法としては、Al-MgSi系合金板を圧延方向に対し平行に切断した断面をエメリー紙にて研磨し、荒バフ研磨、仕上げ研磨を施した後、水洗、乾燥を実施し、更に、パーカー氏液（3%ホウフッ化水素酸水溶液）中で、浴温：28℃、印加電圧：30V、印加時間：90秒条件で陽極酸化処理を施す方法を適用した。

20

【0092】

引張強さ、0.2%耐力、0.2%耐力（MPa）を引張強さ（MPa）で除した値、導電率、および加工性の評価結果、およびAl-MgSi系合金板が繊維組織を有するか否かを表7および表8に示す。

【0093】

【表 7】

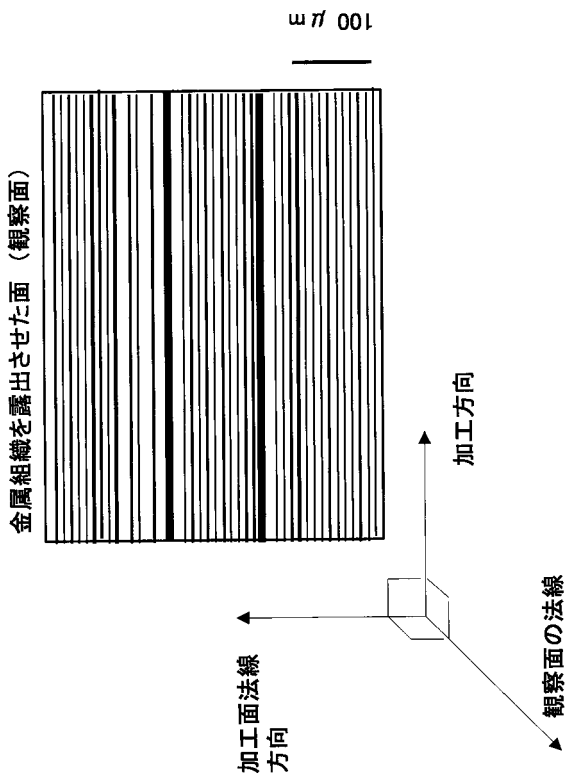
	引張強さ／MPa	0.2%耐力／MPa	0.2%耐力 (MPa) / 引張強さ (MPa)	導電率／% (IACS)	加工性	金属組織 (○：本願規定組織以外) 織、×：本願規定組織以外)
実施例 1	361	356	0.99	56	○	○
実施例 2	360	356	0.99	56	○	○
実施例 3	351	345	0.98	55	○	○
実施例 4	329	324	0.98	54	○	○
実施例 5	329	325	0.99	54	○	○
実施例 6	339	335	0.99	56	○	○
実施例 7	331	326	0.98	56	○	○
実施例 8	360	355	0.99	56	○	○
実施例 9	351	347	0.99	55	○	○
実施例 10	300	296	0.99	55	○	○
実施例 11	291	287	0.99	55	○	○
実施例 12	285	280	0.98	54	○	○
実施例 13	355	340	0.96	56	○	○
実施例 14	352	335	0.95	56	○	○
実施例 15	299	283	0.95	56	○	○
実施例 16	255	238	0.93	56	○	○
実施例 17	181	165	0.91	56	○	○
実施例 18	311	307	0.99	55	○	○
実施例 19	349	343	0.98	56	○	○
実施例 20	339	332	0.98	56	○	○
実施例 21	331	308	0.93	56	○	○
実施例 22	330	305	0.92	56	○	○
実施例 23	357	352	0.99	56	○	○
実施例 24	361	356	0.98	56	○	○
実施例 25	340	336	0.99	55	○	○

【表 8】

	引張強さ／MPa	0.2%耐力／MPa	0.2%耐力 (MPa) / 引張強さ (MPa)	導電率／% (IACS)	加工性	金属組織 (○：本願規定織維組織、×：本願規定織維組織以外)
実施例 26	349	344	0.99	55	○	○
実施例 27	330	325	0.98	55	○	○
実施例 28	338	332	0.98	56	○	○
実施例 29	334	328	0.98	56	○	○
実施例 30	344	338	0.98	55	○	○
実施例 31	349	343	0.98	54	○	○
実施例 32	340	333	0.98	56	○	○
実施例 33	366	360	0.98	54	○	○
実施例 34	330	324	0.98	56	○	○
実施例 35	341	335	0.98	56	○	○
実施例 36	344	338	0.98	55	○	○
実施例 37	340	333	0.98	56	○	○
実施例 38	361	355	0.98	56	○	○
実施例 39	338	332	0.98	56	○	○
実施例 40	339	332	0.98	56	○	○
実施例 41	339	332	0.98	56	○	○
実施例 42	339	333	0.98	56	○	○
実施例 43	338	332	0.98	56	○	○
実施例 44	340	334	0.98	56	○	○
比較例 1	313	296	0.95	50	○	×
比較例 2	275	247	0.90	52	○	×
比較例 3	231	226	0.98	54	○	○
比較例 4	361	354	0.98	44	×	○
比較例 5	252	246	0.98	51	○	○
比較例 6	371	364	0.98	41	×	○

本願規定の化学組成、引張強さ、0.2%耐力(MPa)を引張強さ(MPa)で除した値および導電率を満足し、繊維組織を有する実施例記載のAl-Mg-Si系合金材は加工性も良好である。一方、冷間圧延の途中に溶体化処理を実施した比較例1および比較例2は繊維組織を有さず導電率が本願実施例に劣り、化学組成が本願規定範囲を満足しない比較例3~比較例6は引張強さもしくは導電率の少なくともどちらかが実施例に劣り、加工性に劣るものもある。

【図1】



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 3 0 K
	C 2 2 F 1/00	6 7 3
	C 2 2 F 1/00	6 7 4
	C 2 2 F 1/00	6 0 6
	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 8 3
	C 2 2 F 1/00	6 9 4 B
	C 2 2 F 1/00	6 9 2 A
	C 2 2 F 1/00	6 8 4 A
	C 2 2 F 1/00	6 0 2
	C 2 2 F 1/00	6 9 1 C
	C 2 2 F 1/00	6 8 5 Z
	C 2 2 F 1/00	6 9 4 A
	C 2 2 F 1/00	6 8 6 A
	C 2 2 F 1/00	6 2 3
	C 2 2 F 1/05	

(72)発明者 谷口 和章

大阪府堺市堺区海山町6丁2番地 昭和電工堺アルミ株式会社内

(72)発明者 山ノ井 智明

大阪府堺市堺区海山町6丁2番地 昭和電工堺アルミ株式会社内