

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2012 年 8 月 30 日(30.08.2012)



(10) 国際公開番号

WO 2012/115190 A1

(51) 国際特許分類:

C22C 23/02 (2006.01) C22F 1/06 (2006.01)  
B21B 3/00 (2006.01) C22C 23/00 (2006.01)  
B22D 11/00 (2006.01) C22C 23/04 (2006.01)  
B22D 11/06 (2006.01) C22C 23/06 (2006.01)  
B22D 21/04 (2006.01) C22F 1/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2012/054418

(22) 国際出願日: 2012 年 2 月 23 日(23.02.2012)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:  
特願 2011-038888 2011 年 2 月 24 日(24.02.2011) JP

(71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 住友電気工業株式会社(SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒5410041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目 5 番 3 3 号 Osaka (JP).

(72) 発明者: および

(75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 大石 幸広(OISHI, Yukihiko) [JP/JP]; 〒5540024 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 Osaka (JP). 森 信之(MORI, Nobuyuki) [JP/JP]; 〒6640016 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目 1 番 1 号 住友電気工業株式会社伊丹製作所内 Hyogo (JP). 井上 龍一(INOUE, Ryuichi) [JP/JP]; 〒6640016 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目 1 番 1 号 住友電気工業株式会社伊丹製作所内 Hyogo (JP). 河部 望(KAWABE, Nozomu) [JP/JP]; 〒5540024 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 Osaka (JP).

(74) 代理人: 山野 宏(YAMANO, Hiroshi); 〒5320011 大阪府大阪市淀川区西中島六丁目 1 番 3 号 アストロ新大阪第 2 ビル 10 階啓明特許事務所 Osaka (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, 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, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロピア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (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), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告(条約第 21 条(3))

(54) Title: MAGNESIUM ALLOY AND MANUFACTURING METHOD FOR SAME

(54) 発明の名称: マグネシウム合金材及びその製造方法

(57) Abstract: Provided is a magnesium alloy which is thick and exhibits excellent press working characteristics, and a production method for the same. A magnesium (Mg) alloy (typically a magnesium alloy plate) having a plate-shaped section having a thickness of at least 1.5mm, wherein, if the region as far as 1/4 of the thickness, in the thickness direction, from the surface of the plate-shaped section is the surface region, and the remaining section is the inner-section region, the ratio ( $O_F/O_C$ ) of the base surface peak ratio ( $O_F$ ) of the surface region to the base surface peak ratio ( $O_C$ ) (orientation joint of the (002) surface) of the inner-section region satisfies  $0.95 \leq O_F/O_C \leq 1.05$ . The plate-shaped section is formed by means of a uniform aggregate structure across the entire region of the thickness direction thereof, and thus is both thick and has excellent press working characteristics, and press-working material exhibiting excellent dimensional accuracy can be obtained by using the alloy as a starting material. The press-working material obtained is also formed by means of a uniform structure. A plate-shaped Mg alloy can be obtained by rolling a twin-roll continuous cast material at least one pass at a rolling reduction of 25% or more, and at a rolling reduction of not more than 10% for each of the remaining passes.

(57) 要約: 肉厚で、プレス加工性に優れるマグネシウム合金材、及びその製造方法を提供する。厚さが 1.5mm 以上の板状部を有するマグネシウム(Mg)合金材(代表的には Mg 合金板)であり、板状部の表面から厚さ方向に厚さの 1/4 までの領域を表面領域、残部を内部領域とすると、内部領域の底面ピーク比  $O_C$  ((002) 面の配向度合い)に対する表面領域の底面ピーク比  $O_F$  の比率  $O_F/O_C$  が、 $0.95 \leq O_F/O_C \leq 1.05$  を満たす。板状部がその厚さ方向の全域に亘って、均一的な集合組織により構成されることで、肉厚でありながらプレス加工性に優れ、当該合金材を素材とすることで、寸法精度に優れるプレス加工材が得られる。得られたプレス加工材も均一的な組織により構成される。双ロール連続鋳造材に圧下率が 25%以上の圧延を 1 パス以上、残りの各パスの圧下率を 10%以上とする圧延を施すことで板状の Mg 合金材が得られる。

WO 2012/115190 A1

## 明 細 書

**発明の名称 : マグネシウム合金材及びその製造方法**

### 技術分野

[0001] 本発明は、自動車や鉄道車両、飛行機などの輸送機器の部品や自転車部品、電子・電気機器の筐体、その他の構造部材といった各種の部材、及び当該部材の構成材料に適したマグネシウム合金材、並びにその製造方法に関するものである。特に、肉厚で、プレス加工といった塑性加工性に優れるマグネシウム合金材に関するものである。

### 背景技術

[0002] 携帯電話やノート型パーソナルコンピュータといった携帯用電子・電気機器類の筐体、ホイールカバーやパドルシフトなどの自動車部品、鉄道車両部品、フレームなどの自転車部品といった各種の部材の構成材料として、軽量で、比強度、比剛性に優れるマグネシウム合金が検討されている。マグネシウム合金からなる部材は、ダイカスト法やチクソモールド法による casting 材 (ASTM規格のAZ91合金) が主流である。近年、ASTM規格のAZ31合金に代表される展伸用マグネシウム合金からなる板にプレス加工を施したプレス加工材が使用されつつある。特許文献1では、双ロール casting 法を用いて、AZ91合金などの各種のマグネシウム合金からなる連続 casting 材を作製し、この連続 casting 材に圧延を施して得られた圧延板にプレス加工を施すことを開示している。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0003] 特許文献1：国際公開第2006/003899号

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0004] 従来、マグネシウム合金の軽量性に着目して、プレス加工材といった塑性加工材の素材には、厚さ1mm以下といった比較的薄い板材が検討されている。しかし、マグネシウム合金の用途範囲の拡大に伴い、上述のような薄板だけ

でなく、比強度、比剛性に着目して肉厚なもの、具体的には、厚さ1.5mm以上の厚い板材の開発が望まれる。従来、このような肉厚で塑性加工性に優れるマグネシウム合金板といった素材、及びその製造方法、並びにこの板を用いて作製したプレス加工材といった塑性加工材について十分に検討されていない。

[0005] ダイカスト法やチクソモールド法を利用すれば、肉厚なマグネシウム合金板が得られる。しかし、ダイカスト材といった鑄造材では、巣といった内部欠陥が存在し易い上に、添加元素成分が局所的に高濃度になったり、結晶粒がランダムに配向したりするなど、組成や組織が不均一になり易い。また、ダイカスト材といった鑄造材では、析出物が結晶粒界に析出し易い。上記欠陥部分や結晶粒界の析出物などが破壊の起点となることで、ダイカスト材といった鑄造材は、プレス加工などの塑性加工性に劣る。また、ダイカスト材といった鑄造材は、上記内部欠陥などにより、プレス加工材といった塑性加工材よりも強度や硬度などの機械的特性に劣る。

[0006] そこで、本発明の目的の一つは、肉厚で塑性加工性に優れるマグネシウム合金材や塑性加工が施された肉厚なマグネシウム合金材を提供することにある。また、本発明の他の目的は、肉厚で塑性加工性に優れるマグネシウム合金材が得られるマグネシウム合金材の製造方法を提供することにある。

### 課題を解決するための手段

[0007] ダイカスト材やチクソモールド材に比較して、圧延などの塑性加工(1次加工)が施されたマグネシウム合金材は、鑄造時の欠陥が低減されたり、結晶が微細化されたりすることで、同一の組成であっても、強度や硬度、靱性などの機械的特性、耐食性、塑性加工性に優れる。また、上記1次加工を施したマグネシウム合金材にプレス加工などの塑性加工(2次加工)を施したマグネシウム合金材も、上記機械的特性や耐食性に優れる。特に、1次加工材の素材として双ロール鑄造法といった連続鑄造法により製造した連続鑄造材を利用すると、当該連続鑄造材は、偏析や粗大な晶析出物がダイカスト材などに比較して少なく、塑性加工性に優れる。そこで、本発明者らは、連続鑄造材に種

々の条件で圧延を施して、厚さ1.5mm以上の肉厚なマグネシウム合金板を作製して、その塑性加工性を調べた。ここで、マグネシウム合金の圧延材(圧延板)は、一般に、マグネシウム合金の結晶の底面が圧延方向(圧延される素材が進行する方向)に平行に配向した集合組織を有する。上記集合組織における集積度が強いと、プレス加工などの塑性加工時、成形性を損なうという欠点を有する。本発明者らは、(1)圧延板の表面側部分における集合組織が圧延板の内部部分における集合組織と比較して集積度が強い場合、成形性(塑性加工性)の低下が大きい、(2)肉厚な素材に従来の圧延を施して肉厚な圧延材を得ようとする、その表面側部分における集合組織が内部部分に比較して発達して、厚さが1.5mm以下といった薄板と同程度の成形性が得られない、との知見を得た。更に、本発明者らは、特定の条件で作製したマグネシウム合金板は、肉厚でありながら、プレス加工といった塑性加工性に優れる、との知見を得た。本発明は、上記知見に基づくものである。

[0008] 本発明のマグネシウム合金材は、マグネシウム合金からなり、厚さが1.5mm以上の板状部を有し、かつ、この板状部が以下の配向性を満たす。

[配向性]

上記板状部の表面から厚さ方向に厚さの1/4までの領域を表面領域、残部の領域を内部領域とし、

上記表面領域における(002)面、(100)面、(101)面、(102)面、(110)面、及び(103)面のX線回折のピーク強度をそれぞれ $I_F(002)$ 、 $I_F(100)$ 、 $I_F(101)$ 、 $I_F(102)$ 、 $I_F(110)$ 、及び $I_F(103)$ とし、

上記内部領域における(002)面、(100)面、(101)面、(102)面、(110)面、及び(103)面のX線回折のピーク強度をそれぞれ $I_C(002)$ 、 $I_C(100)$ 、 $I_C(101)$ 、 $I_C(102)$ 、 $I_C(110)$ 、及び $I_C(103)$ とし、

上記表面領域における(002)面の配向度合い： $I_F(002)/\{I_F(100) + I_F(002) + I_F(101) + I_F(102) + I_F(110) + I_F(103)\}$ を底面ピーク比 $0_F$ 、

上記内部領域における(002)面の配向度合い： $I_C(002)/\{I_C(100) + I_C(002) + I_C(101) + I_C(102) + I_C(110) + I_C(103)\}$ を底面ピーク比 $0_C$ とするとき、

上記内部領域の底面ピーク比 $0_c$ に対する上記表面領域の底面ピーク比 $0_f$ の比率: $0_f/0_c$ が、 $0.95 \leq 0_f/0_c \leq 1.05$ を満たす。

[0009] 上記本発明マグネシウム合金材は、例えば、以下の本発明製造方法により製造することができる。本発明のマグネシウム合金材の製造方法は、マグネシウム合金からなる素材に圧延を施してマグネシウム合金材を製造する方法に係るものであり、以下の準備工程と、圧延工程とを具える。

準備工程:溶解したマグネシウム合金を双ロール鑄造法により連続鑄造した板状の素材を準備する工程。

圧延工程:上記素材に複数パスの圧延を施して、厚さ1.5mm以上の板状のマグネシウム合金材を製造する工程。

この圧延工程では、1パスあたりの圧下率が25%以上の圧延を少なくとも1パス行い、残りの各パスの圧下率を10%以上とする。

なお、圧下率(%)とは、 $\{( \text{圧延前の素材の厚さ } t_b - \text{圧延後の素材の厚さ } t_a ) / \text{圧延前の素材の厚さ } t_b \} \times 100$ をいう。

[0010] 上記本発明製造方法によれば、割れなどの起点となる欠陥や晶析出物、偏析が少ない、或いは実質的に存在しない連続鑄造材を素材とすることで、1パスあたりの圧下率が25%以上という比較的強加工な圧延を良好に施すことができる。また、この圧下率が高い圧延では、素材の厚さ方向の全域に亘って、均一的に塑性加工を施すことができる。即ち、圧下率が高い圧延を少なくとも1パス行うことで、素材の表面から内部に亘って、均一的に加工することができる。従って、本発明製造方法によれば、厚さ方向の全域に亘って均一的な組織により構成されたマグネシウム合金材(代表的には圧延板(本発明マグネシウム合金材の一形態))が得られる。この組織は、マグネシウム合金の結晶の底面が圧延方向に平行するように主に配列した集合組織(上記結晶のc軸が圧延方向に直交するように配列した集合組織)である。

[0011] 本発明マグネシウム合金材が上述の特定の圧延が施された圧延板である場合(即ち、本発明マグネシウム合金材の全体が板状部から構成される形態の場合)、上述のようにその厚さ方向の全域(表面～中央～表面)に亘って均一的な

組織により構成される。このような均一的な組織から構成されることでこの本発明マグネシウム合金材は、肉厚でありながら、プレス加工といった塑性加工性に優れる。従って、この板状のマグネシウム合金材は、プレス加工といった塑性加工用素材に好適に利用できる。また、このマグネシウム合金材は、均一的な組織から構成されることで、均一的な特性(硬度や強度、耐衝撃性、靱性などの機械的特性、耐食性、制振性など)も有する。更に、上記板状のマグネシウム合金材を塑性加工用素材に利用した場合、寸法精度に優れるプレス加工材といった塑性加工材(本発明マグネシウム合金材の一形態)が得られる。得られた塑性加工材もその厚さ方向の全域に亘って均一的な組織から構成される、即ち、上記素材の組織を実質的に維持する。従って、得られたプレス加工材といった塑性加工材も上記均一的な特性を有する。

[0012] 本発明マグネシウム合金材の一形態として、上記表面領域の平均結晶粒径を $D_F$ 、上記内部領域の平均結晶粒径を $D_C$ とすると、上記表面領域の平均結晶粒径 $D_F$ に対する上記内部領域の平均結晶粒径 $D_C$ の比率: $D_C/D_F$ が、 $2/3 \leq D_C/D_F \leq 3/2$ を満たし、かつ、 $D_F$ 及び $D_C \geq 3.5 \mu m$ である形態が挙げられる。

[0013] 上記形態によれば、厚さ方向の全域に亘って均一的な粒径であるため、塑性加工性により優れる。

[0014] 本発明マグネシウム合金材の一形態として、上記表面領域のビッカース硬度( $H_V$ )を $H_F$ 、上記内部領域のビッカース硬度( $H_V$ )を $H_C$ とすると、上記表面領域のビッカース硬度 $H_F$ に対する上記内部領域のビッカース硬度 $H_C$ の比率: $H_C/H_F$ が、 $0.85 \leq H_C/H_F \leq 1.2$ を満たす形態が挙げられる。

[0015] 上記形態によれば、厚さ方向の全域に亘って均一的な硬度を有するため、例えば、当該マグネシウム合金材の一部に、研削加工や化学的処理などを施して、部分的に表面側部分を除去した場合でも、当該加工や処理後のマグネシウム合金材は、その表面硬度が当該加工や処理の前と実質的に変化せず、安定した表面性状を有する。従って、上記形態によれば、後工程で化成処理などの表面処理を行う場合に、当該処理を安定して行える。

[0016] 本発明マグネシウム合金材は、種々の元素を添加元素とするマグネシウム

合金(残部Mg及び不純物)から構成され得る。特に、添加元素の濃度が高い合金、具体的には合計含有量が5.0質量%以上であるマグネシウム合金は、添加元素の種類にもよるが、強度や硬度といった機械的特性、耐食性、難燃性、耐熱性といった種々の特性に優れる。

[0017] 具体的な添加元素は、Al, Zn, Mn, Si, Be, Ca, Sr, Y, Cu, Ag, Sn, Li, Zr, Ce, Ni, Au 及び希土類元素(Y, Ceを除く)から選択される少なくとも1種の元素が挙げられる。不純物は、例えば、Feなどが挙げられる。

[0018] 特に、Alを含有するMg-Al系合金は、耐食性に優れる上に、強度や硬度といった機械的特性にも優れる。従って、本発明マグネシウム合金材の一形態として、上記マグネシウム合金が添加元素にAlを5.0質量%以上12質量%以下含有する形態が挙げられる。Alの含有量が多いほど上記効果が高い傾向にあり、7質量%以上、更に7.3質量%以上が好ましい。但し、Alの含有量が12質量%を超えると塑性加工性の低下を招くことから、上限は12質量%、更に11質量%が好ましい。特に、Alを8.3質量%~9.5質量%含有する形態は、強度及び耐食性により優れる。Al以外の各元素の含有量は、合計で0.01質量%以上10質量%以下、好ましくは0.1質量%以上5質量%以下が挙げられる。

[0019] Mg-Al系合金のより具体的な組成は、例えば、ASTM規格におけるAZ系合金(Mg-Al-Zn系合金、Zn:0.2質量%~1.5質量%、例えば、AZ31合金、AZ61合金、AZ91合金など)、AM系合金(Mg-Al-Mn系合金、Mn:0.15質量%~0.5質量%)、AS系合金(Mg-Al-Si系合金、Si:0.01質量%~20質量%)、Mg-Al-RE(希土類元素)系合金、AX系合金(Mg-Al-Ca系合金、Ca:0.2質量%~6.0質量%)、AJ系合金(Mg-Al-Sr系合金、Sr:0.2質量%~7.0質量%)などが挙げられる。Alを8.3質量%~9.5質量%含有する合金として、更にZnを0.5質量%~1.5質量%含有するMg-Al-Zn系合金、代表的にはAZ91合金が挙げられる。

[0020] その他、Y, Ce, Ca, Si, Sn及び希土類元素(Y, Ceを除く)から選択される少なくとも1種の元素を合計0.001質量%以上、好ましくは合計0.1質量%以上5質量%以下含有し、残部がMg及び不純物からなるマグネシウム合金は、耐熱性、難燃性に優れる。希土類元素を含有する場合、その合計含有量は0.1質量%以

上が好ましく、特に、Yを含有する場合、その含有量は0.5質量%以上が好ましい。

## 発明の効果

[0021] 本発明マグネシウム合金材は、肉厚で、塑性加工性に優れる。本発明マグネシウム合金材の製造方法は、肉厚で、塑性加工性に優れるマグネシウム合金材を製造することができる。

## 発明を実施するための形態

[0022] 以下、本発明をより詳細に説明する。

[マグネシウム合金材]

(組成)

本発明マグネシウム合金材は、50質量%以上のMgと、代表的には上述した添加元素とを含有するマグネシウム合金により構成される。

[0023] (形態)

本発明マグネシウム合金材に具える板状部とは、平行する一対の面を具え、両面の間隔(両面の間の距離)が実質的に均一である、即ち、厚さが均一である部分を言う。本発明マグネシウム合金材は、その一部に板状部を有していれば、その他部に、ボスなどが接合された形態、溝を有する形態、表裏に貫通する孔を有する形態など、切削加工などの加工により、局所的に厚さが異なる部分を有する形態を許容する。

[0024] 上記板状部を有する本発明マグネシウム合金材の代表的な形態は、その全体が板状である形態(マグネシウム合金板)が挙げられる。このマグネシウム合金板の形状(平面形状)は、矩形、円形状など種々の形状をとり得る。また、このマグネシウム合金板は、連続する長尺材を巻き取ったコイル材、所定の長さ・形状の短尺材のいずれの形態もとり得る。このマグネシウム合金板は、製造工程によっても種々の形態をとり得る。代表的には、圧延板、圧延板に後述する熱処理や矯正を施した熱処理板や矯正板、上記圧延板や熱処理板、矯正板に研磨や塗装を施した研磨板、塗装板などが挙げられる。

[0025] その他、本発明マグネシウム合金材は、上記マグネシウム合金板に、曲げ

加工や絞り加工といったプレス加工などの塑性加工(2次加工)を施した成形体、上記塑性加工が一部に施されて、塑性加工部を有する部分加工材が挙げられる(但し、少なくとも一部に上記板状部を有する)。上記成形体は、例えば、天板部(底面部)と、天板部の周縁から立設される側壁部とを有する断面]状の箱体や]状の枠体、天板部が円板状で、側壁部が円筒状の有蓋筒状体などが挙げられる。少なくとも上記天板部が板状部に相当する。所望の用途に応じて、マグネシウム合金材の形態を選択することができる。

[0026] (厚さ)

本発明マグネシウム合金材は、上記板状部の厚さが1.5mm以上であることを特徴の一つとする。この厚さは、所望の用途などに応じて、1.5mm以上の任意の値を選択することができる。但し、上記板状部を厚くするには、素材となる鋳造材も厚くする必要がある。鋳造材を厚くすると、上述のように欠陥などで圧延性の低下を招く。従って、上記厚さは10mm以下、特に5mm以下であると、肉厚の圧延板(本発明マグネシウム合金材の一形態)を生産性よく製造できて好ましい。

[0027] 本発明マグネシウム合金材が上記成形体や上記部分加工材である場合、塑性加工に伴う変形が少ない箇所(代表的には板状部)は、塑性加工の素材となった上記マグネシウム合金板の組織や機械的特性を概ね維持する。

[0028] (組織)

<配向性>

本発明マグネシウム合金材は、少なくとも上記板状部がその厚さ方向の全域に亘って均一的な集合組織を有する組織から構成されることを特徴の一つとする。上述した底面ピーク比の比率 $0_F/0_C$ が特に $1.00 \leq 0_F/0_C \leq 1.05$ を満たす形態は、塑性加工性により優れる。また、得られた塑性加工材(成形体)や部分加工材はその全体に亘って機械的特性のばらつきが小さい。

[0029] <平均結晶粒径>

本発明マグネシウム合金材の代表的な形態として、上述のように厚さ方向の全域に亘って、結晶粒径が均一的な大きさである形態が挙げられる。この

形態は、プレス加工などの塑性加工を施した際、均一的に変形でき、寸法精度に優れる塑性加工材(成形体)や部分加工材が得られる。表面領域と内部領域とにおいて平均結晶粒径の差が小さいほど塑性加工を均一的に行えると期待されるため、上述した平均結晶粒径の比率: $D_c/D_f$ が特に $1 \leq D_c/D_f \leq 1.4$ を満たす形態は、塑性加工性により優れる。また、得られた塑性加工材(成形体)や部分加工材はその全体に亘って機械的特性のばらつきが小さい。

[0030] なお、上述のように圧延を施して、厚さが1.5mm以上である肉厚で板状のマグネシウム合金材を製造する場合、厚さ方向の全域に亘って均一的な粒径で、かつ微細な粒径とすることに限界があり、平均結晶粒径の最小値は $3.5 \mu\text{m}$ 程度である。しかし、結晶粒径が小さいほど、塑性加工性に優れる傾向にあることから、上記板状部の平均結晶粒径も $20 \mu\text{m}$ 以下、特に $10 \mu\text{m}$ 以下が好ましい。平均結晶粒径は、圧延工程における圧下率や素材の加熱温度により変化し、圧下率が大きいほど、また、加熱温度が低いほど、小さくなる傾向にある。また、圧延時に塑性加工が十分に加えられ易い表面領域の平均結晶粒径は、内部領域よりも小さくなる傾向にある。

[0031] (機械的特性)

本発明マグネシウム合金材は、圧延が施されていることでダイカスト材などの鑄造材に比較して、強度や硬度、靱性などの機械的特性にも優れる上に、その厚さ方向の全域に亘って、その機械的特性を均一的に有する。例えば、上述のようにビッカース硬度が均一的な値である。表面領域と内部領域とにおいてビッカース硬度の差が小さいほど機械的弱点(低硬度部分)が実質的に存在しなくなるため、ビッカース硬度(Hv)の比率: $H_c/H_f$ は $0.95 \leq H_c/H_f \leq 1.1$ がより好ましい。ビッカース硬度の絶対値は、圧下率や素材の加熱温度などの圧延条件にもよるが、添加元素の含有量が多いほど、大きくなる傾向にある。なお、圧延時に塑性加工が十分に施され易い表面領域のビッカース硬度は、内部領域よりも大きくなる傾向にある。本発明マグネシウム合金材が塑性加工材(成形体)や部分加工材である場合、加工硬化により、硬度が更に高まる傾向にある。

## [0032] (その他の構成)

本発明マグネシウム合金材の表面の少なくとも一部に化成処理や陽極酸化処理といった防食処理を施して防食層を具える形態とすると、耐食性により優れる。また、本発明マグネシウム合金材の表面の少なくとも一部に塗装を施して塗装層とを具える形態とすると、意匠性や商品価値を高められる。

## [0033] [製造方法]

以下、上述した本発明製造方法の各工程をより詳細に説明する。

(準備工程)

## &lt;鑄造&gt;

本発明製造方法では、出発材に連続鑄造材を利用する。連続鑄造法は、急冷凝固が可能であるため、添加元素の含有量が多い場合でも偏析や酸化物などを低減でき、割れの起点になり得る $10\mu\text{m}$ 超といった粗大な晶析出物の生成を抑制できる。従って、圧延などの塑性加工性に優れる鑄造材が得られる。また、連続鑄造法では、長尺な鑄造材を連続して製造可能であり、当該連続鑄造法によって得られた長尺材を圧延の素材に利用できる。素材が長尺である場合、長尺な圧延材を製造可能である。連続鑄造法には、双ロール法、ツインベルト法、ベルトアンドホイール法といった種々の方法があるが、板状の鑄造材の製造には、双ロール法やツインベルト法、特に双ロール法が好適であり、とりわけ特許文献1に記載の鑄造方法で製造した連続鑄造材を利用することが好ましい。鑄造材の厚さ、幅、長さは所望の圧延材(圧延板)が得られるように適宜選択することができる。鑄造材の厚さは、厚過ぎると偏析が生じ易いため、 $10\text{mm}$ 以下、特に $5\text{mm}$ 以下が好ましい。得られた連続鑄造材を長尺材とする場合、円筒状に巻き取ってコイル材とすると、次工程に搬送し易い。鑄造材における巻き取り直前の箇所を $100^{\circ}\text{C}\sim 200^{\circ}\text{C}$ 程度に加熱した状態で巻き取ると、AZ91合金といった添加元素の含有量が高く、割れが生じ易い合金種であっても曲げ易くなり、巻き取り径が小さい場合でも、割れなどを生じることなく巻き取れる。得られた連続鑄造材を適宜な長さに切断したシート材を圧延の素材とすることもできる。この場合、所定の長さの圧延材(圧

延板)が得られる。

[0034] <溶体化>

上記鑄造材に圧延を施す前に溶体化処理を施すと、鑄造材の組成を均質化したり、Alといった元素を十分に固溶させて靱性を高めたりできる。溶体化処理の条件は、例えば、加熱温度:350℃以上、特に380℃以上420℃以下、保持時間:1時間以上40時間以下が挙げられる。Mg-Al系合金である場合、Alの含有量が多いほど保持時間を長めにすることが好ましい。また、上記保持時間経過後、上記加熱温度からの冷却工程において、水冷や衝風といった強制冷却などを利用して、冷却速度を速めると(好ましくは50℃/min以上)、粗大な析出物の析出を抑制できる。

[0035] <圧延>

上記鑄造材や溶体化処理材を素材とし、この素材に複数パスの圧延を施す。少なくとも1パスは、素材(鑄造材や溶体化処理材、圧延途中の加工材)を150℃以上400℃以下に加熱して行う温間圧延、或いは熱間圧延を含むことが好ましい。素材を上記温度に加熱することで、1パスあたりの圧下率を高めた場合にも圧延中に割れなどが生じ難く、上記温度を高めるほど、割れなどが少なくなり、400℃以下とすることで、素材表面の焼付きなどによる劣化や、圧延ロールの熱劣化を抑制することができる。従って、上記加熱温度は、350℃以下、更に300℃以下、特に150℃以上280℃以下が好ましい。素材だけでなく圧延ロールも加熱してもよい。圧延ロールの加熱温度は、100℃～250℃が挙げられる。

[0036] 特に、本発明製造方法では、1パスあたりの圧下率が25%以上である圧延(以下、この圧延を強加工圧延と呼ぶ)を1パス又は複数パス行う。圧下率がこのように高い強加工圧延は、上記温間圧延、或いは熱間圧延とすることが好ましい。圧下率が高いほど、素材の表面から内部に至って十分に塑性加工を施すことができ、均一的な組織の圧延材が得られるため、強加工圧延の圧下率は、1パスあたり30%以上が好ましく、素材に割れが生じない範囲で適宜選択することができる。強加工圧延以外の各パスの圧延(以下、この圧延を一般

圧延と呼ぶ)の圧下率を10%以上とすると、素材の厚さ方向の全域に亘って均一的に、かつ十分に圧延を施すことができる。上述のように一般圧延の各パスの圧下率も高いほど、十分に塑性加工を施せるため、1パスあたり15%以上、更に20%以上とすることができる。強加工圧延・一般圧延のパス数や圧下率は、総圧下率に応じて適宜選択することができる。

[0037] パスごとに、素材の加熱温度や圧延ロールの温度、圧下率などの条件を変更することができる。従って、各パスの圧下率は同じでもよいし、異ならせてもよい。また、パス間に中間熱処理を行ってもよい。中間熱処理を行うことで、当該熱処理までに素材に導入された歪みや残留応力などを除去・低減して、当該熱処理以降の圧延を施し易くすることができる。中間熱処理の条件は、加熱温度:150℃～350℃(好ましくは300℃以下、より好ましくは250℃～280℃)、保持時間:0.5時間～3時間)が挙げられる。また、圧延後にも上記条件で最終熱処理を行ってもよい。その他、上記圧延は、潤滑剤を適宜利用すると、圧延時の摩擦抵抗を低減でき、素材の焼き付きなどを防止して、圧延を施し易い。

[0038] その他、圧延前の鋳造材の縁部をトリミングして、圧延時、縁部に割れが存在した場合にその割れが進展しないようにしてもよいし、圧延工程の途中、圧延後などにおいて、幅を適宜調整するためにトリミングしてもよい。

[0039] <その他の加工>

《研磨》

上記圧延後、研磨を施してもよい。研磨を行うことで、圧延時に使用した潤滑剤や圧延材表面に存在するキズや酸化膜などを除去、低減できる。研磨には、研削ベルトを用いると、素材が長尺材であっても、連続して容易に研磨を施せて好ましい。また、研磨は、粉末の飛散を防止するために湿式が好ましい。

[0040] 《矯正》

上記圧延後や上記研磨後、矯正を施してもよい。矯正を行うことで平坦性を高められ、プレス加工などの塑性加工を精度良く行える。矯正には、複数

のローラが千鳥状に配置されたロールレベラ装置を好適に利用できる。また、矯正は、例えば、素材を100℃～300℃、特に150℃～280℃に加熱した状態(温間矯正)で行ってもよい。

[0041]      《塑性加工》

上記本発明マグネシウム合金材を成形体や塑性加工部を具える部分加工材とする場合、上述した圧延工程を経た素材(上述した圧延材、研磨材、矯正材)の少なくとも一部にプレス加工といった塑性加工を施す塑性加工工程を具える製造方法により、製造することができる。この塑性加工は、200℃～300℃の温度域で行うと、素材の塑性加工性を高められて好ましい。また、この塑性加工後に熱処理を施して、塑性加工により導入された歪みや残留応力の除去、機械的特性の向上を図ることができる。この熱処理条件は、加熱温度:100℃～300℃、加熱時間:5分～60分程度が挙げられる。

[0042]      《表面処理》

上記本発明マグネシウム合金材を上記防食層や塗装層を具える形態とする場合、上述した圧延工程を経た素材の少なくとも一部、或いは上記塑性加工工程を経た素材の少なくとも一部に防食処理や塗装を施す表面処理工程を具える製造方法により、製造することができる。その他、上記素材の少なくとも一部に、ヘアライン加工、ダイヤカット加工、ショットブラスト加工、エッチング加工及びスピNCット加工から選択される少なくとも1種の加工を施してもよい。これらの表面処理を行うことで、耐食性や機械的保護機能を高めたり、意匠性や金属質感、商品価値を高めたりすることができる。

[0043]      以下、試験例を挙げて、本発明のより具体的な実施の形態を説明する。

[試験例]

以下の組成のマグネシウム合金からなる素材に、種々の条件で圧延を施して厚さ1.5mm以上のマグネシウム合金板を作製し、配向性、結晶粒径、及びビッカース硬度を調べた。

[0044]      この試験では、AZ91合金相当の組成を有するマグネシウム合金(Mg-8.9質量%Al-0.6質量%Zn)からなるマグネシウム合金板と、AZ31合金相当の組成

を有するマグネシウム合金(Mg-3.0質量%Al-0.7質量%Zn)からなるマグネシウム合金板とを作製した。

[0045] 上記各組成のマグネシウム合金を用いて、双ロール連続鋳造法により長尺な鋳造板(厚さ4.5mm(4.50mm~4.51mm)×幅320mm)を作製して、一旦巻き取り、鋳造コイル材を作製した。各鋳造コイル材に400℃×24時間の溶体化処理を施した。溶体化処理を施した固溶コイル材を巻き戻した素材に、表1に示す圧延条件で複数パスの圧延を施し、厚さ2.0mm(2.00mm~2.01mm)又は1.5mm(1.50mm~1.51mm)の圧延材(マグネシウム合金板)を作製した。各パスは温間圧延とした(素材の加熱温度:250℃~280℃、圧延ロールの温度:100℃~250℃)。鋳造材の厚さ、圧延途中の加工材の厚さ、得られたマグネシウム合金板の厚さはいずれも、測定対象となる板材の幅方向の中央部、及び幅方向の両縁から50mmの地点の合計3点の厚さの平均とした。

[0046] [表1]

| 組成   | 試料<br>No | 各パスの厚さ(mm) |      |      |      |      |      | 各パスの圧下率(%) |      |      |      |      |
|------|----------|------------|------|------|------|------|------|------------|------|------|------|------|
|      |          | 加工前        | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 1          | 2    | 3    | 4    | 5    |
| AZ91 | A        | 4.50       | 3.02 | 2.01 | -    | -    | -    | 32.9       | 33.4 | -    | -    | -    |
|      | B        | 4.51       | 2.99 | 2.45 | 2.01 | -    | -    | 33.7       | 18.1 | 18.0 | -    | -    |
|      | C        | 4.51       | 3.46 | 2.88 | 2.40 | 2.00 | -    | 23.3       | 16.8 | 16.7 | 16.7 | -    |
|      | D        | 4.50       | 3.00 | 2.11 | 1.51 | -    | -    | 33.3       | 29.7 | 28.4 | -    | -    |
|      | E        | 4.51       | 3.20 | 2.30 | 1.85 | 1.50 | -    | 29.0       | 28.1 | 19.6 | 18.9 | -    |
|      | F        | 4.51       | 3.51 | 2.77 | 2.20 | 1.82 | 1.51 | 22.2       | 21.1 | 20.6 | 17.3 | 17.0 |
| AZ31 | G        | 4.51       | 3.01 | 2.01 | -    | -    | -    | 33.3       | 33.2 | -    | -    | -    |
|      | H        | 4.50       | 2.98 | 2.44 | 2.01 | -    | -    | 33.8       | 18.1 | 17.6 | -    | -    |
|      | I        | 4.51       | 3.45 | 2.89 | 2.39 | 2.01 | -    | 23.5       | 16.2 | 17.3 | 15.9 | -    |
|      | J        | 4.51       | 2.99 | 2.10 | 1.51 | -    | -    | 33.7       | 29.8 | 28.1 | -    | -    |
|      | K        | 4.50       | 3.19 | 2.29 | 1.86 | 1.51 | -    | 29.1       | 28.2 | 18.8 | 18.8 | -    |
|      | L        | 4.51       | 3.50 | 2.78 | 2.19 | 1.83 | 1.51 | 22.4       | 20.6 | 21.2 | 16.4 | 17.5 |

[0047] [配向性]

得られた各マグネシウム合金板についてX線回折を行い、内部領域の底面ピーク比 $0_c$ に対する表面領域の底面ピーク比 $0_f$ の比率: $0_f/0_c$ を調べた。その結果を表2に示す。表面領域の底面ピーク比 $0_f$ は、各マグネシウム合金板の表面に対してX線回折を行い、内部領域の底面ピーク比 $0_c$ は、各マグネシウム合金板の表面から厚さ方向に厚さの1/4までの領域(表面領域)を化学的に除去して、

内部を露出させ、この露出面に対してX線回折を行った。そして、各領域の(002)面、(100)面、(101)面、(102)面、(110)面、及び(103)面のピーク強度をそれぞれ測定し、この測定結果を利用して $0_F/0_C$ を求めた。

底面ピーク比 $0_F:I_F(002)/\{I_F(100)+I_F(002)+I_F(101)+I_F(102)+I_F(110)+I_F(103)\}$

底面ピーク比 $0_C:I_C(002)/\{I_C(100)+I_C(002)+I_C(101)+I_C(102)+I_C(110)+I_C(103)\}$

#### [0048] [平均結晶粒径]

得られた各マグネシウム合金板について内部領域及び表面領域の平均結晶粒径( $\mu\text{m}$ )を「鋼—結晶粒度の顕微鏡試験方法 JIS G 0551(2005)」に基づいて測定した。ここでは、各マグネシウム合金板に対して厚さ方向の断面(横断面及び縦断面)をとり、各断面を光学顕微鏡で観察し(400倍)、上記各断面における表面領域(表面から厚さ方向に厚さの1/4までの領域)、及び内部領域(表面領域を除いた残部の領域)のそれぞれについて3視野ずつとり(各領域の合計視野数:6)、視野ごとに平均結晶粒径を求めた。表面領域における合計6視野の平均結晶粒径の平均値( $D_F$ )、内部領域における合計6視野の平均結晶粒径の平均値( $D_C$ )を表2に示す。また、表面領域の平均結晶粒径 $D_F$ に対する内部領域の平均結晶粒径 $D_C$ の比率: $D_C/D_F$ も求めた。その結果を表2に示す。

#### [0049] [ビッカース硬度]

得られた各マグネシウム合金板について内部領域及び表面領域のビッカース硬度(Hv)を調べた。ビッカース硬度は、平均結晶粒径の測定と同様に、各マグネシウム合金板に対して厚さ方向の断面(横断面及び縦断面)をとり、表面領域のビッカース硬度 $H_F$ は、上記各断面における表面領域に圧子を押し当てて測定し、内部領域のビッカース硬度 $H_C$ は、上記各断面における内部領域に圧子を押し当てて測定した。表面領域における上記両断面のビッカース硬度の平均値( $H_F$ )、内部領域における上記両断面のビッカース硬度の平均値( $H_C$ )を表2に示す。また、表面領域のビッカース硬度 $H_F$ に対する内部領域のビッカース硬度 $H_C$ の比率: $H_C/H_F$ も求めた。その結果を表2に示す。

[0050] [表2]

| 組成   | 試料<br>No | 底面比 <sup>°</sup> ーク比 |                      | 表面/内部<br>O <sub>F</sub> /O <sub>C</sub> | 結晶粒径<br>( $\mu$ m)   |                      | 内部/表面<br>D <sub>C</sub> /D <sub>F</sub> | ビッカース硬度<br>(Hv)      |                      | 内部/表面<br>H <sub>C</sub> /H <sub>F</sub> |
|------|----------|----------------------|----------------------|-----------------------------------------|----------------------|----------------------|-----------------------------------------|----------------------|----------------------|-----------------------------------------|
|      |          | 表面<br>O <sub>F</sub> | 内部<br>O <sub>C</sub> |                                         | 表面<br>D <sub>F</sub> | 内部<br>D <sub>C</sub> |                                         | 表面<br>H <sub>F</sub> | 内部<br>H <sub>C</sub> |                                         |
| AZ91 | A        | 0.860                | 0.840                | 1.02                                    | 5.2                  | 5.3                  | 1.02                                    | 89                   | 88                   | 0.99                                    |
|      | B        | 0.872                | 0.832                | 1.05                                    | 5.9                  | 7.2                  | 1.22                                    | 88                   | 75                   | 0.85                                    |
|      | C        | 0.869                | 0.813                | 1.07                                    | 5.2                  | 8.3                  | 1.60                                    | 89                   | 73                   | 0.82                                    |
|      | D        | 0.878                | 0.860                | 1.02                                    | 4.9                  | 5.1                  | 1.04                                    | 90                   | 89                   | 0.99                                    |
|      | E        | 0.879                | 0.843                | 1.04                                    | 5                    | 6.8                  | 1.36                                    | 89                   | 79                   | 0.89                                    |
|      | F        | 0.882                | 0.814                | 1.08                                    | 5.2                  | 8.2                  | 1.58                                    | 90                   | 75                   | 0.83                                    |
| AZ31 | G        | 0.710                | 0.690                | 1.03                                    | 6.1                  | 6.5                  | 1.07                                    | 67                   | 65                   | 0.97                                    |
|      | H        | 0.718                | 0.685                | 1.05                                    | 5.7                  | 7.8                  | 1.37                                    | 69                   | 60                   | 0.87                                    |
|      | I        | 0.717                | 0.666                | 1.08                                    | 4.9                  | 8.9                  | 1.82                                    | 70                   | 58                   | 0.83                                    |
|      | J        | 0.724                | 0.715                | 1.01                                    | 6.1                  | 6.5                  | 1.07                                    | 67                   | 65                   | 0.97                                    |
|      | K        | 0.725                | 0.699                | 1.04                                    | 5.7                  | 7.8                  | 1.37                                    | 69                   | 60                   | 0.87                                    |
|      | L        | 0.720                | 0.675                | 1.07                                    | 4.9                  | 8.9                  | 1.82                                    | 70                   | 58                   | 0.83                                    |

[0051] 表1,2に示すように、連続鋳造材に、1パスあたりの圧下率が25%以上の圧延を1パス以上、かつ1パスあたりの圧下率が10%以上の圧延の双方を施すことで、厚さ1.5mm以上の肉厚のマグネシウム合金板(マグネシウム合金材)であって、特定の配向性を有すると共に、その厚さ方向に均一的な組織から構成されるものが得られることが分かる。また、このマグネシウム合金板は、均一的な機械的特性を有することが分かる。

[0052] 得られた各マグネシウム合金板にプレス加工を施した。プレス加工条件は、マグネシウム合金板の加熱温度:250℃～270℃とした。その結果、特定の配向性を有すると共に、その厚さ方向に均一的な組織から構成された試料No. A, B, D, E, G, H, J, Kは、プレス加工性に優れており、寸法精度に優れていた。また、これらの試料No. A, B, D, E, G, H, J, Kにおいて平坦な部分の組織を調べたところ、プレス加工前の各マグネシウム合金板の組織と実質的に同様であり、上記特定の配向性や平均結晶粒径を有していた。

[0053] 上記試験結果から、厚さ1.5mm以上の肉厚の板状部を有するマグネシウム合金材であって、当該板状部が特定の配向性を有する組織から構成され、かつその厚さ方向に均一的な組織から構成されることで、プレス加工性に優れる

ことが確認された。また、プレス加工が施されたマグネシウム合金材も均一的な組織から構成されることが確認された。

[0054] なお、上述した実施形態は、本発明の要旨を逸脱することなく、適宜変更することが可能であり、上述した構成に限定されるものではない。例えば、マグネシウム合金の組成、マグネシウム合金材の厚さ・形状、圧延工程における各パスの圧下率、パス数などを適宜変更することができる。

### 産業上の利用可能性

[0055] 本発明マグネシウム合金材は、自動車部品、鉄道車両部品、航空機部品、自転車部品、各種の電子・電気機器類の部品などの種々の分野の部材、及び当該部材の構成材料、カバンなどやその素材に好適に利用することができる。本発明マグネシウム合金材の製造方法は、上記本発明マグネシウム合金材の製造に好適に利用することができる。

## 請求の範囲

[請求項1]           マグネシウム合金からなり、板状部を有するマグネシウム合金材であって、

前記板状部の厚さが1.5mm以上であり、

前記板状部は、以下の配向性を満たすことを特徴とするマグネシウム合金材。

[配向性]

前記板状部の表面から厚さ方向に厚さの1/4までの領域を表面領域、残部を内部領域とし、

前記表面領域における(002)面、(100)面、(101)面、(102)面、(110)面、及び(103)面のX線回折のピーク強度をそれぞれ $I_F(002)$ 、 $I_F(100)$ 、 $I_F(101)$ 、 $I_F(102)$ 、 $I_F(110)$ 、及び $I_F(103)$ とし、

前記内部領域における(002)面、(100)面、(101)面、(102)面、(110)面、及び(103)面のX線回折のピーク強度をそれぞれ $I_C(002)$ 、 $I_C(100)$ 、 $I_C(101)$ 、 $I_C(102)$ 、 $I_C(110)$ 、及び $I_C(103)$ とし、

前記表面領域における(002)面の配向度合い： $I_F(002)/\{I_F(100)+I_F(002)+I_F(101)+I_F(102)+I_F(110)+I_F(103)\}$ を底面ピーク比 $0_F$ 、

前記内部領域における(002)面の配向度合い： $I_C(002)/\{I_C(100)+I_C(002)+I_C(101)+I_C(102)+I_C(110)+I_C(103)\}$ を底面ピーク比 $0_C$ とするとき、

前記内部領域の底面ピーク比 $0_C$ に対する前記表面領域の底面ピーク比 $0_F$ の比率： $0_F/0_C$ が、 $0.95 \leq 0_F/0_C \leq 1.05$ を満たす。

[請求項2]           前記表面領域の平均結晶粒径を $D_F$ 、前記内部領域の平均結晶粒径を $D_C$ とすると、前記表面領域の平均結晶粒径 $D_F$ に対する前記内部領域の平均結晶粒径 $D_C$ の比率： $D_C/D_F$ が、 $2/3 \leq D_C/D_F \leq 3/2$ を満たし、かつ、 $D_F$ 及び $D_C \geq 3.5 \mu\text{m}$ であることを特徴とする請求項1に記載のマグネシウム合金材。

[請求項3]           前記表面領域のビッカース硬度(Hv)を $H_F$ 、前記内部領域のビッカ-

ス硬度(Hv)を $H_c$ とすると、前記表面領域のビッカース硬度 $H_f$ に対する前記内部領域のビッカース硬度 $H_c$ の比率: $H_c/H_f$ が、 $0.85 \leq H_c/H_f \leq 1.2$ を満たすことを特徴とする請求項1又は2に記載のマグネシウム合金材。

[請求項4] 前記マグネシウム合金は、添加元素にAlを5.0質量%以上12質量%以下含有することを特徴とする請求項1～3のいずれか1項に記載のマグネシウム合金材。

[請求項5] マグネシウム合金からなる素材に圧延を施してマグネシウム合金材を製造するマグネシウム合金材の製造方法であって、

溶解したマグネシウム合金を双ロール鑄造法により連続鑄造した板状の素材を準備する準備工程と、

前記素材に複数パスの圧延を施して、厚さ1.5mm以上の板状のマグネシウム合金材を製造する圧延工程とを具え、

前記圧延工程では、1パスあたりの圧下率が25%以上の圧延を少なくとも1パス行い、残りの各パスの圧下率を10%以上とすることを特徴とするマグネシウム合金材の製造方法。

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2012/054418

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C22C23/02(2006.01)i, B21B3/00(2006.01)i, B22D11/00(2006.01)i, B22D11/06(2006.01)i, B22D21/04(2006.01)i, C22F1/06(2006.01)i, C22C23/00(2006.01)n, C22C23/04(2006.01)n, C22C23/06(2006.01)n, C22F1/00(2006.01)n

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C22C23/00-23/06, B21B3/00, B22D11/00, B22D11/06, B22D21/04, C22F1/06, 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 | 1996-2012 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2012 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2012 |

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                                                        | Relevant to claim No. |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Y         | JP 2006-239750 A (Sumitomo Metal Industries, Ltd.),<br>14 September 2006 (14.09.2006),<br>entire text; all drawings<br>(Family: none)                                                                                     | 1-5                   |
| Y         | WO 2006/003899 A1 (Sumitomo Electric Industries, Ltd.),<br>12 January 2006 (12.01.2006),<br>entire text; all drawings<br>& US 2008/0311423 A1 & EP 1777022 A1<br>& CA 2572480 A1 & KR 10-2007-0030243 A<br>& CN 1980759 A | 1-5                   |



Further documents are listed in the continuation of Box C.



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  
09 May, 2012 (09.05.12)

Date of mailing of the international search report  
22 May, 2012 (22.05.12)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2012/054418

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                | Relevant to claim No. |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | JP 2011-25264 A (Mitsubishi Aluminum Co., Ltd.),<br>10 February 2011 (10.02.2011),<br>entire text; all drawings<br>(Family: none) | 1-5                   |
| A         | JP 2009-256706 A (Mitsubishi Aluminum Co., Ltd.),<br>05 November 2009 (05.11.2009),<br>entire text<br>(Family: none)              | 1-5                   |
| A         | JP 2008-163361 A (Mitsubishi Aluminum Co., Ltd.),<br>17 July 2008 (17.07.2008),<br>entire text; all drawings<br>(Family: none)    | 1-5                   |

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. C22C23/02 (2006.01)i, B21B3/00 (2006.01)i, B22D11/00 (2006.01)i, B22D11/06 (2006.01)i, B22D21/04 (2006.01)i, C22F1/06 (2006.01)i, C22C23/00 (2006.01)n, C22C23/04 (2006.01)n, C22C23/06 (2006.01)n, 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 (I P C))

Int.Cl. C22C23/00-23/06, B21B3/00, B22D11/00, B22D11/06, B22D21/04, C22F1/06, 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   | 1 9 2 2 - 1 9 9 6 年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1 9 7 1 - 2 0 1 2 年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1 9 9 6 - 2 0 1 2 年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1 9 9 4 - 2 0 1 2 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<br>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<br>請求項の番号 |
|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Y               | JP 2006-239750 A (住友金属工業株式会社) 2006.09.14, 全文、全図 (ファミリーなし)                                                                                         | 1-5            |
| Y               | WO 2006/003899 A1 (住友電気工業株式会社) 2006.01.12, 全文、全図<br>& US 2008/0311423 A1 & EP 1777022 A1 & CA 2572480 A1<br>& KR 10-2007-0030243 A & CN 1980759 A | 1-5            |

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ 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

「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  
「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  
「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)  
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「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  
「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  
「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  
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 9 . 0 5 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

2 2 . 0 5 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

相澤 啓祐

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 3 5

4 K

4 0 3 7

| C (続き) . 関連すると認められる文献 |                                                                 |                |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------|----------------|
| 引用文献の<br>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<br>請求項の番号 |
| A                     | JP 2011-25264 A (三菱アルミニウム株式会社) 2011.02.10, 全文、<br>全図 (ファミリーなし)  | 1-5            |
| A                     | JP 2009-256706 A (三菱アルミニウム株式会社) 2009.11.05, 全文<br>(ファミリーなし)     | 1-5            |
| A                     | JP 2008-163361 A (三菱アルミニウム株式会社) 2008.07.17, 全文、<br>全図 (ファミリーなし) | 1-5            |