

(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
2010年12月29日(29.12.2010)

PCT

(10) 国際公開番号

WO 2010/150651 A1

- (51) 国際特許分類:
C22C 23/02 (2006.01) C22F 1/06 (2006.01)
B21B 1/46 (2006.01) C22F 1/00 (2006.01)
B21B 3/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/059710
- (22) 国際出願日: 2010年6月8日(08.06.2010)
- (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 2009-152849 2009年6月26日(26.06.2009) 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33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). 北村 貴彦(KITAMURA, Takahiko) [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). 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).

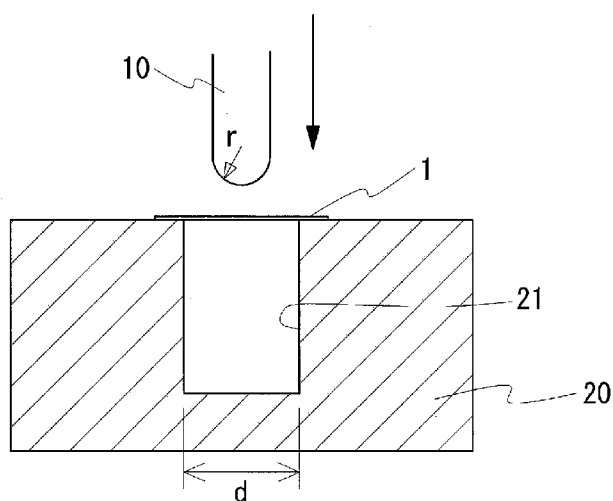
- (74) 代理人: 山野 宏(YAMANO, Hiroshi); 〒5320011 大阪府大阪市淀川区西中島六丁目1番3号 アストロ新大阪第2ビル10階啓明特許事務所 Osaka (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, 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, RO, RS, RU, 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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (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, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: MAGNESIUM ALLOY PLATE

(54) 発明の名称: マグネシウム合金板

[図1]



(57) Abstract: Disclosed is a magnesium alloy plate which has excellent impact resistance at low temperatures. Also disclosed are a magnesium alloy member using the magnesium alloy plate, and a method for producing a magnesium alloy plate. The magnesium alloy plate is configured from a magnesium alloy that contains Al and Mn. When a region from the surface to the 30% of the magnesium alloy plate in the thickness direction is defined as a surface region and an arbitrary small portion of 50 μm^2 is taken out of the surface region, the number of crystallized particles containing both Al and Mn is 15 or less. Each of the crystallized particles has a maximum particle diameter of 0.1-1 μm (inclusive), and a mass ratio of Al to Mn, namely Al:Mn of 2-5 (inclusive). The magnesium alloy plate has excellent impact resistance, since the crystallized particles contained in the magnesium alloy plate are small in number and size and thus the magnesium alloy plate exhibits excellent mechanical characteristics even in a low-temperature environment, said crystallized particles being a cause of cracks.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2010/150651 A1



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

低温での耐衝撃性に優れるマグネシウム合金板、この板を用いたマグネシウム合金部材、及びマグネシウム合金板の製造方法を提供する。このマグネシウム合金板は、AlとMnとを含有するマグネシウム合金から構成されている。この板の厚さ方向において、その表面から当該板の厚さの30%までの領域を表面領域とし、この表面領域から任意の $50\mu\text{m}^2$ の小領域をとったとき、AlとMnとの双方を含む晶出物の粒子が15個以下である。各晶出物の粒子は、最大径が $0.1\mu\text{m}$ 以上 $1\mu\text{m}$ 以下であり、かつMnに対するAlの質量比:Al/Mnが2以上5以下である。このマグネシウム合金板は、割れなどの原因となる晶出物が小さくかつ少なく、低温環境下であっても機械的特性に優れることから、耐衝撃性にも優れる。

明 細 書

発明の名称： マグネシウム合金板

技術分野

[0001] 本発明は、筐体や各種の部品などの材料に適したマグネシウム合金板、この合金板を用いたマグネシウム合金部材、及びマグネシウム合金板の製造方法に関するものである。特に、低温での耐衝撃性に優れるマグネシウム合金板及びマグネシウム合金部材に関するものである。

背景技術

[0002] マグネシウムに種々の添加元素を含有したマグネシウム合金が、携帯電話やノート型PCといった携帯電子機器類の筐体や自動車部品などの部材の材料に利用されてきている。

[0003] マグネシウム合金は、六方晶の結晶構造(hcp構造)を有するため常温での塑性加工性に乏しいことから、上記筐体などのマグネシウム合金部材は、ダイカスト法やチクソモールド法による鑄造材が主流である。最近、ASTM規格におけるAZ31合金からなる板材にプレス加工を施して、上記筐体を形成することが検討されている。特許文献1は、ASTM規格におけるAZ91合金相当の合金からなる圧延板であって、プレス加工性に優れる板材を提案している。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2007-098470号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] マグネシウム合金は、軽量で、比強度、比剛性に優れることから、0~30℃程度の常温環境だけでなく、氷点下となる寒冷地や冷凍倉庫などでの使用が望まれる。しかし、従来、このような低温環境におけるマグネシウム合金の機械的特性について十分に検討されていなかった。

[0006] マグネシウム合金の鑄造材は、マグネシウム合金の圧延材やプレス成形さ

れた部材に比較して強度に劣る。また、本発明者らが調べたところ、AZ31合金のプレス部材も、低温環境における強度が不十分であり、耐衝撃性に劣る。

[0007] 一方、特許文献1に記載されるようなAZ91合金からなる圧延板や、この圧延板にプレス加工を施したプレス部材は、AZ31合金からなる板やAZ31合金のプレス部材よりも強度が高い。しかし、本発明者らが調べたところ、AZ91合金からなる圧延板やこの圧延板にプレス加工などの塑性加工を施した部材であっても、低温環境下において、耐衝撃特性を十分に有していない場合があるとの知見を得た。

[0008] そこで、本発明の目的の一つは、低温環境下であっても耐衝撃性に優れるマグネシウム合金部材、及びこの部材の素材に適したマグネシウム合金板を提供することにある。また、本発明の他の目的は、上記本発明マグネシウム合金板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

[0009] 本発明者らは、種々の条件でマグネシウム合金板を作製し、得られた板にプレス加工などの塑性加工を施してマグネシウム合金部材を作製し、これらマグネシウム合金板や部材について、低温環境下での耐衝撃特性(耐凹み性)や機械的特性を調べた。その結果、凹み難かったマグネシウム合金板は、特定の組成の晶出物が小さく、かつ少ない、との知見を得た。また、特定の組成の晶出物が小さく、かつ少ないマグネシウム合金板により得られたマグネシウム合金部材も凹み難く、この部材も素材の板と同様に、特定の組成の晶出物が小さく、かつ少ない、との知見を得た。そして、上述のようなマグネシウム合金板を製造するにあたり、上記晶出物の最大径及びその個数を制御する、即ち、晶出物の数及び粗大な晶出物を低減するには、特定の条件で連続鋳造を行い、得られた鋳造板に圧延を施すことが好ましい、との知見を得た。本発明は、上記知見に基づくものである。

[0010] 本発明のマグネシウム合金板は、AlとMnとを含有するマグネシウム合金からなり、上記マグネシウム合金板の厚さ方向において、当該合金板の表面か

ら当該合金板の厚さの30%までの領域を表面領域とし、この表面領域から任意の $50\mu\text{m}^2$ の小領域をとったとき、この小領域に対して、AlとMnとの双方を含む晶出物であって最大径が $0.1\mu\text{m}$ 以上 $1\mu\text{m}$ 以下の粒子が15個以下である。また、上記晶出物の粒子は、Mnに対するAlの質量比:Al/Mnが2以上5以下である。

[0011] 上記特定の組織を有する本発明のマグネシウム合金板は、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板の製造方法は、以下の鑄造工程と圧延工程とを具える。

鑄造工程:AlとMnとを含有するマグネシウム合金を板状に鑄造する工程。

圧延工程:上記鑄造工程により得られた鑄造板を圧延する工程。

特に、上記鑄造は、双ロール連続鑄造法により行う。また、この鑄造は、ロール温度を 100°C 以下とし、この鑄造により得られる鑄造板の厚さが 5mm 以下となるように行う。

[0012] 本発明のマグネシウム合金部材は、上記本発明マグネシウム合金板にプレス加工といった塑性加工を施して形成されたものである。この合金部材も、上記本発明マグネシウム合金板と同様の組織、即ち、上記表面領域から任意の $50\mu\text{m}^2$ の小領域をとったとき、上記特定の大きさ及び組成の晶出物の粒子が15個以下である組織を有する。

[0013] 急凝固が可能である双ロール連続鑄造法といった連続鑄造法では、酸化物や偏析などを低減できる上に、粗大な晶出物の生成を低減することができる。特に、本発明製造方法では、ロール温度と鑄造板の厚さとを上記特定の範囲とすることで、冷却速度を十分に速められるため、晶出物自体の生成を低減することができる。従って、板状材において特に衝撃を受け易い表面側の領域の組織を、微細な晶出物が僅かに存在する組織とすることができる。また、晶出物が微小で少ないことから、粗大な晶出物や大量の晶出物が晶出されたことによる母相中の固溶Al量の低下が少なく、Al量低下に伴う固溶強化の低下が少ない、と考えられる。更に、急凝固により平均結晶粒径が小さい微細な組織を有する鑄造板が得られる

。このような鑄造板は、割れや変形などの起点となる粗大な晶出物が少ないことから圧延などの塑性加工性に優れており、かつ圧延を施すことで、強度や伸びを向上することができる。

[0014] 従って、上記製造方法により得られた本発明合金板は、粗大な晶出物が低減され、かつ晶出物自体も少ないことで、特に衝撃を受け易い表面側の領域において粗大な晶出物が低減され、微細な晶出物が僅かに存在する組織、好ましくは晶出物が実質的に存在しない組織であることで、落下などの衝撃を受けても割れや亀裂などが生じ難い。また、上述のように晶出物自体が少ないことで、固溶Al量の低下を抑制することができ、Alが十分に固溶していることで高い強度を維持することができる上に、圧延により更に強度を高められる。従って、本発明合金板は、衝撃を受けても凹み難く、室温(20°C程度)に限らず、0°C未満の低温環境下でも耐衝撃特性に優れる。また、上記特定の組織を有する本発明合金板は、塑性加工性にも優れ、プレス加工などを容易に施すことができ、得られた本発明合金部材も、本発明合金板と同様に、特に衝撃を受け易い表面側の領域において晶出物が小さくかつ少ない組織を有する。そのため、本発明合金部材も、低温環境下であっても強度や伸びといった機械的特性が高く、耐衝撃性に優れる。

[0015] 以下、本発明をより詳細に説明する。

《組成》

本発明マグネシウム合金板及び本発明マグネシウム合金部材を構成するマグネシウム合金は、添加元素に少なくともAlとMnとを含有する種々の組成のもの(残部:Mg及び不純物)が挙げられる。Al及びMn以外の添加元素としては、Zn, Si, Ca, Sr, Y, Cu, Ag, Ce, Zr及び希土類元素(Y, Ceを除く)から選択された1種以上の元素が挙げられる。特に、Alを5質量%以上12質量%以下、Mnを0.1質量%以上2.0質量%以下含有することが好ましい。Al及びMnを上記範囲で含有することで、強度や伸びといった機械的特性に優れる上に、耐食性にも優れる。但し、上記元素の含有量が多過ぎると、塑性加工性の低下などを招く。Al, Mn以外の添加元素の含有量は、Zn:0.2~7.0質量%、Si:0.2~1.0質量%、C

a:0.2~6.0質量%、Sr:0.2~7.0質量%、Y:1.0~6.0質量%、Cu:0.2~3.0質量%、Ag:0.5~3.0質量%、Ce:0.05~1.0質量%、Zr:0.1~1.0質量%、RE(希土類元素(Y,Ceを除く)):1.0~3.5質量%が挙げられる。Al及びMnに加えて、これらの元素を含有することで、機械的特性を更に高められる。Al及びMnと、これらの元素の1種以上とを上記範囲で含有する合金の組成として、例えば、ASTM規格におけるAZ系合金(Mg-Al-Zn系合金、Zn:0.2~1.5質量%)、AM系合金(Mg-Al-Mn系合金、Mn:0.15~0.5質量%)などが挙げられる。特に、Alの含有量(以下、Al量と呼ぶ)が多いほど、機械的特性や耐食性に優れて好ましく、Al量が5.8質量%以上10質量%以下がより好ましい。Al量が5.8~10質量%のマグネシウム合金として、例えば、Mg-Al-Zn系合金では、AZ61合金、AZ80合金、AZ81合金、AZ91合金、Mg-Al-Mn系合金では、AM60合金、AM100合金などが好適な組成である。とりわけAl量が8.3~9.5質量%であるAZ91合金は、他のMg-Al系合金と比較して、耐食性や強度、耐塑性変形性といった機械的特性に更に優れる。

[0016] 《マグネシウム合金板及びマグネシウム合金部材の形態》

本発明合金板は、対向する一对の一面及び他面を具え、これらの二面は、代表的には、平行関係にあり、通常、使用場面において表裏の関係にある。これら一面及び他面は、平面でも曲面でもよい。これら一面と他面との間の距離がマグネシウム合金板の厚さとなる。本発明合金板は、上述のように厚さ5mm以下の鋳造板に圧延を施して得られることから、本発明合金板の厚さは、5mm未満である。特に、本発明合金板は、プレス加工といった塑性加工が施されて、薄く軽量の筐体や各種の部材の素材に利用されることから、当該合金板の厚さは、0.3mm~3mm程度、特に0.5mm以上2.0mm以下が好ましく、当該範囲において厚いほど、強度に優れ、薄いほど、薄型、軽量の筐体などに適する。所望の用途に応じて鋳造条件や圧延条件を調整して、最終的に得られるマグネシウム合金板の厚さを選択するとよい。

[0017] 本発明合金部材は、上記マグネシウム合金板にプレス加工といった塑性加工を施してなる種々の形状、例えば、底面部と底面部から立設される側壁部

とを具える]状材や箱状材などが代表的である。このようなマグネシウム合金部材においてプレス加工などの塑性加工に伴う変形が実質的に施されていない平坦な箇所の厚さは、素材となったマグネシウム合金板とほぼ同様の厚さであり、ほぼ同様の組織を有する。即ち、上記表面領域において、最大径:0.1~1 μm のAl-Mn系晶出物が15個以下/50 μm^2 を満たす。

[0018] 本発明合金板は、鑄造材を圧延した圧延板の他、この圧延板に更に熱処理やレベラー加工、研磨加工などを施した処理板が挙げられる。本発明合金部材は、上記合金板に上記プレス加工などの塑性加工が施されたものの他、塑性加工後に熱処理や研磨加工が施されたものも含む。上記圧延板や処理板、合金部材は、更に、防食処理層や塗装層を具備していてもよい。

[0019] 《機械的特性》

本発明合金板や本発明合金部材は、上述のように低温環境下であっても強度や伸びといった機械的特性に優れ、落下などの衝撃を受けた際にも凹み難い。例えば、 -30°C における引張試験において、本発明合金板や本発明合金部材におけるプレス加工などの塑性加工に伴う変形(例えば、絞り加工による変形など)が実質的に施されていない平坦な箇所(素材の板とほぼ同様な箇所)は、引張強さ:350MPa以上、0.2%耐力:280MPa以上、伸び2%以上を有する。

[0020] 《組織》

<晶出物>

本発明合金板は、その表面側の領域から任意の小領域をとって組織観察を行った場合、粗大な晶出物が実質的に存在せず、微細な晶出物が僅かに存在する組織を有する。より具体的には、上記合金板の厚さ方向において、当該合金板の表面から当該合金板の厚さの30%までの領域を表面領域とし、この表面領域から任意に選択された50 μm^2 の小領域をとり、一つの領域に存在する全ての晶出物の粒径を測定する。そして、各晶出物の最大径を測定したとき、一つの領域に対して、最大径が0.1 μm 以上1 μm 以下である微細な晶出物が15個以下である。最大径が0.5 μm 以下の晶出物しか存在しないことがより好ましい。1 μm 超の粗大な晶出物が存在すると、落下などの衝撃を受けた

とき、この粗大な晶出物が割れなどの起点となり得るため、割れや亀裂が生じ易く、耐衝撃性が低い。また、最大径が $1\mu\text{m}$ 以下の晶出物であっても、 $50\mu\text{m}^2$ に対して15個超存在すると、割れや亀裂の起点が多くなることで、強度の低下を招き、耐衝撃性が低くなる。最大径が $0.1\sim 1\mu\text{m}$ の晶出物の粒子が少ないほど耐衝撃性に優れる傾向にあり、10個以下がより好ましく、理想的には0個が望ましい。上記晶出物は、AlとMnの双方を含むものとする。最大径の測定方法の詳細は、後述する。なお、本発明では、割れの起因になり難いと考えられる極微細な晶出物、即ち、最大径が $0.1\mu\text{m}$ 未満の晶出物の存在を許容するが、上述のように晶出物は存在しない方が好ましい。

[0021] <平均結晶粒径>

本発明合金板として、平均結晶粒径が小さく、 $20\mu\text{m}$ 以下といった微細組織を有するものが挙げられる。上述のように特定の条件の連続鋳造を行うことで微細組織を有する鋳造板が得られ、このような鋳造板に圧延を施すことで、上記微細組織を有する圧延板とすることができる。このような微細組織を有する本発明合金板は、強度や伸びといった機械的特性にも優れ、低温環境下であっても耐衝撃性を高められる。また、上記微細組織を有するマグネシウム合金板や、この圧延板にレベラー処理などの矯正処理を行った処理板により得られた本発明合金部材も、平均結晶粒径が $20\mu\text{m}$ 以下の微細組織を有することができ、耐衝撃性に優れる。より好ましい平均結晶粒径は、 $0.1\mu\text{m}$ 以上 $10\mu\text{m}$ 以下である。

[0022] [製造方法]

《鋳造》

本発明製造方法では、双ロール連続鋳造法を利用する。この鋳造において鋳型に利用するロールの温度を 100°C 以下、得られる鋳造板の厚さを 5mm 以下とする。このように鋳造板の厚さを薄く、かつロール温度を低くすることで、急凝固により上述のように晶出物の生成を抑制し、晶出物が小さくかつ少ない鋳造板とすることができる。ロール温度を 100°C 以下とするには、水冷などの強制冷却が可能なロールを利用することが挙げられる。ロール温度が

低いほど、また、鑄造板の厚さが薄いほど、冷却速度を速めて晶出物の生成を抑制することができる。そのため、ロール温度は60°C以下、鑄造板の厚さは4.0mm以下がより好ましい。この鑄造工程(冷却工程も含む)は、マグネシウム合金の酸化などを防止するために、不活性ガス雰囲気で行うことが好ましい。

[0023] 《圧延》

圧延条件は、例えば、素材の加熱温度:200~400°C、圧延ロールの加熱温度:150~300°C、1パスあたりの圧下率:5~50%が挙げられ、所望の厚さとなるように複数パス行うとよい。特許文献1に記載される制御圧延を利用してもよい。上記鑄造材に圧延を行うことで、鑄造の金属組織ではなく圧延組織などとするすることができる。また、圧延を行うことで、平均結晶粒径が20 μ m以下の微細組織が得られ易く、かつ鑄造時の偏析や引け巣や空隙(ポア)といった内部欠陥、表面欠陥などを低減して、表面性状に優れた圧延板が得られる。最終の圧延後に最終熱処理を施して平均結晶粒径が20 μ m以下の微細な再結晶組織とすると、得られた圧延板の強度や耐食性を更に高め易い。

[0024] 《塑性加工》

本発明合金部材は、上記圧延板(熱処理などを施したのものも含む)に、所望の形状となるようにプレス加工(打ち抜きも含む)、深絞り加工、鍛造加工、ブロー加工、曲げ加工といった塑性加工を施すことで得られる。この塑性加工は、200~280°Cの温間で行うと、圧延板の組織が粗大な再結晶組織となることを低減して、機械的特性や耐食性が劣化することを低減できる。上記塑性加工後に熱処理や防食処理を施したり、塗装層を形成してもよい。

発明の効果

[0025] 本発明マグネシウム合金板及び本発明マグネシウム合金部材は、低温環境下での耐衝撃性に優れる。本発明マグネシウム合金板の製造方法は、上記本発明マグネシウム合金板を製造することができる。

図面の簡単な説明

[0026] [図1]図1は、衝撃試験を説明する概略説明図である。

発明を実施するための形態

[0027] 以下、本発明の実施の形態を説明する。

[試験例1]

表1に示すマグネシウム合金からなるインゴット(いずれも市販)を用いて種々の条件でマグネシウム合金板やマグネシウム合金部材(筐体)を作製し、得られたマグネシウム合金板やマグネシウム合金部材の組織観察、引張試験(低温)、衝撃試験(低温)を行った。作製条件は以下の通りである。

[0028] (条件A:双ロール鑄造→圧延)

マグネシウム合金のインゴットを不活性雰囲気中で700℃に加熱して溶湯を作製し、この溶湯を用いて上記不活性雰囲気中で双ロール連続鑄造法により、厚さ4.0mm(<5mm)の鑄造板を複数作製する。この鑄造は、ロール温度が60℃(<100℃)となるようにロールを冷却しながら行う。得られた各鑄造板を素材とし、素材の加熱温度:200~400℃、圧延ロールの加熱温度:150~300℃、1パスあたりの圧下率:5~50%の条件で、素材の厚さが0.6mmになるまで複数回圧延を施し、圧延板を作製する。得られた圧延板(マグネシウム合金板)を試料(板)とする。また、得られた圧延板に、加熱温度:250℃で角絞り加工を施して、断面[状]の箱状体を作製し、この箱状体(マグネシウム合金部材)を試料(筐体)とする。

[0029] 上記鑄造後、組成を均質化するための熱処理(溶体化処理)や時効処理などを施したり、圧延途中に中間熱処理を施したり、最終の圧延後に最終熱処理を施してもよい。また、圧延板にレベラー加工や研磨加工を施して、矯正により平坦度を向上したり、研磨により表面を平滑にしたりしてもよい。これらの点は、後述する試験例2についても同様である。

[0030] (条件B:ダイキャスト)

市販のダイキャスト品(断面[状]の箱状体、底面部分の厚さ:0.6mm)である。

(条件C:市販板)

市販のAZ31合金からなる板(厚さ:0.6mm)である。

(条件D:市販筐体)

AZ31合金からなる板(厚さ:0.6mm)に角絞り加工が施された、断面[状の箱状体(底面部分の厚さ:0.6mm)である(市販品)。

[0031] 《組織観察》

得られた各試料について、以下のように金属組織を観察し、晶出物を調べた。試料(板)では、試料を板厚方向に切断し、その断面を透過型電子顕微鏡(20,000倍)で観察する。この観察像において、試料(板)の厚さ方向に、当該試料(板)の表面から当該試料(板)の厚さの30%($0.6\text{mm} \times 30\% = 0.18\text{mm}$)までの領域を表面領域とする。この表面領域から、任意の $50\mu\text{m}^2$ の小領域を5箇所選択し、各小領域中に存在する全ての晶出物の大きさを測定する。晶出物の判定は、組成により行う。上記断面を鏡面研磨した後、例えば、EDXなどに代表される定性分析と半定量分析とを用いて断面に存在する粒子の組成が求められ、Al及びMnを含む粒子を晶出物とする。なお、Al及びMnを含む各晶出物の粒子についてAlの質量とMnの質量との比Al/Mnを測定したところ、試料No. 1-1, 1-2のいずれもAl/Mn=2~5であった。そして、上記断面における各晶出物の粒子について当該断面に平行な直線を引き、各粒子におけるこの直線を横断する長さの最大値をその粒子の最大径とし、最大径が $0.1\mu\text{m}$ 以上 $1\mu\text{m}$ 以下の大きさの晶出物の数をその小領域の晶出物の数とし、5箇所の小領域の平均をこの試料の晶出物の数/ $50\mu\text{m}^2$ とする。試料(筐体)では、試料において絞り変形を伴わない平坦な部分である底面部を板厚方向に切断して、その断面を上記試料(板)と同様に観察して、晶出物の数/ $50\mu\text{m}^2$ を測定する。但し、上記観察像において最大径が $5\mu\text{m}$ 以上を超えるような粗大な晶出物が見られる場合、小領域の面積を $200\mu\text{m}^2$ とし、この $200\mu\text{m}^2$ 内に存在する晶出物の最大径、及び晶出物の数/ $200\mu\text{m}^2$ を測定する。なお、上記各小領域は、上述の各面積を満たせば、特に形状は問わないが、矩形状(代表的には正方形)などが利用し易い。測定結果を表1に示す。

[0032] 《引張試験(低温)》

各試料(厚さ:0.6mm)からJIS 13B号の板状試験片(JIS Z 2201(1998))を作製して、JIS Z 2241(1998)の金属材料引張試験方法に基づいて引張試験

を行った。ここでは、試料(板)では、標点距離GL=50mmとし、試料(筐体)では、標点距離GL=15mmとし、いずれの試料も試験温度:-30°C、引張速度:5mm/minとして引張試験を行い、引張強さ(MPa)、0.2%耐力(MPa)、伸び(%)を測定した(評価数:いずれもn=1)。その結果を表1に示す。なお、試料(筐体)では、試料において絞り変形を伴わない平坦な部分である底面部から切り出して上記引張試験の試験片、及び後述する衝撃試験の試験片を作製している。

[0033] 《衝撃試験(低温)》

各試料から30mm×30mmの板片を切り出し、この切り出した板片を試験片とする。この試験では、図1に示すように、水平な面に直径d=20mmの円穴21を有する支持台20を用意した。円穴21の深さは後述する円柱棒10が十分に挿入可能な大きさとした。この円穴21を塞ぐように試験片1を配置し、この状態で、試験片1から高さ200mmの地点に、重量100g、先端r=5mm、セラミックス製の円柱棒10を、その中心軸と、円穴21の中心軸とが同軸となるように配置した。そして、試験片1に向けて、上記配置地点(高さ200mm)から円柱棒10を自由落下させた後、試験片1の凹み量を測定する。凹み量(mm)は、試験片1の対向する両辺を結ぶ直線を取り、この直線から最も凹んだ部分までの距離をポイントマイクロメータを用いて測定した。この衝撃試験は、-30°Cの低温環境で行った。その結果を表1に示す。凹み量が0.5mm以下を○、0.5mm超を×と示し、割れが生じて凹み量を測定できなかった場合は、「割れ」と示し、クラック(亀裂)が生じた場合は、「クラック」と示す。なお、試料(筐体)において作製した上記30mm×30mmの試験片について、任意の4箇所の厚さを測定したところ、いずれの箇所も、素材の板の厚さ(厚さ0.6mm)に等しかった(試験片の厚さ:0.6mm)。

[0034]

[表1]

試料 No.	合金成分	製造条件	試料形状	Al-Mn 晶出物		引張試験			衝撃試験
				最大径 (μm)	個/ $50\mu\text{m}^2$ (*:個/ $200\mu\text{m}^2$)	引張強さ (MPa)	0.2%耐力 (MPa)	伸び (%)	凹み量 (mm)
1-1	AZ91	A	板	$0.4\mu\text{m}$	11 個	408	369	2.3	○(0.5)
1-2	AZ91	A	筐体	$0.3\mu\text{m}$	10 個	381	300	5.7	○(0.5)
101	AZ91	B	筐体	$15\mu\text{m}$	1 個*	203	192	0.2	×(割れ)
102	AZ31	C	板	$13\mu\text{m}$	1 個*	319	261	15.0	×(0.9)
103	AZ31	D	筐体	$11\mu\text{m}$	1 個*	296	225	16.5	×(0.9)

[0035] 表1に示すように、表面領域から選択した任意の $50\mu\text{m}^2$ に対して最大径が $0.1\mu\text{m}$ 以上 $1\mu\text{m}$ 以下のAl-Mn晶出物が15個以下であるマグネシウム合金板やマグネシウム合金部材は、同じ組成の鋳造材や展伸材(AZ31合金)に比較して、 -30°C といった低温環境においても凹み量が少なく、耐衝撃性に優れることが分かる。この理由は、低温環境においても引張強さや伸びといった機械的特性に優れていたためであると考えられる。特に、この試験では、上記耐衝撃性に優れる試料No. 1-1, 1-2は、最大径が $0.5\mu\text{m}$ 以下の晶出物しか存在していない。また、上記耐衝撃性に優れる試料No. 1-1, 1-2は、最大径が $1\mu\text{m}$ 超のAl-Mn晶出物が観察されず、少なくとも表面領域には、実質的に存在していないと考えられる。これに対して、特定の鋳造条件で製造していない市販品の試料は、表面領域に粗大な晶出物が存在しており、このような粗大な晶出物が存在することで、割れなどが生じ易くなったと考えられる。更に、表面領域から選択した任意の $50\mu\text{m}^2$ に対して最大径が $0.1\mu\text{m}$ 以上 $1\mu\text{m}$ 以下のAl-Mn晶出物が15個以下であるマグネシウム合金板にプレス加工などの塑性加工を行うことで、耐衝撃性に優れるマグネシウム合金部材が得られることが分かる。

[0036] [試験例2]

表2に示すマグネシウム合金からなるインゴット(いずれも市販)を用いて種々の条件でマグネシウム合金板やマグネシウム合金部材(筐体)を作製し、得られたマグネシウム合金板やマグネシウム合金部材の組織観察、衝撃試験(低温)を試験例1と同様に行った。その結果を表2に示す。

[0037] 製造条件「鋳造→圧延」は、鋳造を双ロール連続鋳造法により行い、ロー

ル温度及び鑄造板の厚さを表2に示す条件とする。圧延条件は、試験例1と同様である。但し、この試験では、圧延時において素材が150°C~250°Cの温度域に保持される総合計時間が45分又は90分となるように、素材の加熱時間や圧延速度、圧延時の冷却速度などを調整している。なお、試験例1では、上記総合計時間を60分程度としている。表2において形状が「板」とは、試料が圧延板(マグネシウム合金板)であることを示し、「筐体」とは、試料が、この圧延板から試験例1と同様の条件で作製した箱状体(マグネシウム合金部材)であることを示す。

[0038] 製造条件において「条件B」、「条件C」、「条件D」は、試験例1の条件B(ダイキャスト)、条件C(市販板)、条件D(市販筐体)と同様である。製造条件「押出→圧延」は、市販の押出材を用意し、この押出材に上述した「鑄造→圧延」の場合と同様の条件で圧延を行い、得られた圧延板を試料(板)とし、この圧延板から上述した「鑄造→圧延」の場合と同様の条件で作製した箱状体を試料(筐体)とする。

[0039] [表2]

試料 No.	合金成分	製造条件	試料形状	鑄造条件		Al-Mn 晶出物		衝撃試験 凹み量 (mm)
				ポール温度 (°C)	厚さ (mm)	最大径 (μm)	個/ $50\mu\text{m}^2$ (*:個/ $200\mu\text{m}^2$)	
2-1	AZ91	鑄造→圧延	板	25°C	4mm	0.3 μm	8 個	○(0.4)
2-2	AZ91	鑄造→圧延	筐体	25°C	4mm	0.3 μm	7 個	○(0.4)
2-3	AZ91	鑄造→圧延	板	60°C	2mm	0.3 μm	7 個	○(0.4)
2-4	AZ91	鑄造→圧延	筐体	60°C	2mm	0.3 μm	7 個	○(0.4)
2-5	AZ91	鑄造→圧延	板	60°C	4mm	0.4 μm	11 個	○(0.5)
2-6	AZ91	鑄造→圧延	筐体	60°C	4mm	0.3 μm	10 個	○(0.5)
201	AZ91	鑄造→圧延	板	60°C	6mm	3.5 μm	4 個	×(クラック)
202	AZ91	鑄造→圧延	筐体	60°C	6mm	3.5 μm	4 個	×(クラック)
203	AZ91	鑄造→圧延	板	120°C	4mm	1.1 μm	16 個	×(クラック)
204	AZ91	鑄造→圧延	筐体	120°C	4mm	1.1 μm	16 個	×(クラック)
205	AZ91	条件 B	筐体	-	-	15 μm	1 個 ^{**}	×(割れ)
206	AZ31	条件 C	板	-	-	13 μm	1 個 ^{**}	×(0.9)
207	AZ31	条件 D	筐体	-	-	11 μm	1 個 ^{**}	×(0.9)
208	AZ91	押出→圧延	板	-	-	7 μm	2 個 ^{**}	×(割れ)
209	AZ91	押出→圧延	筐体	-	-	6 μm	2 個 ^{**}	×(割れ)
210	AZ91	押出→圧延	板	-	-	8 μm	2 個 ^{**}	×(割れ)
211	AZ91	押出→圧延	筐体	-	-	7 μm	2 個 ^{**}	×(割れ)

[0040] 表2に示すように、双ロール連続鑄造法においてロール温度を100°C以下、かつ鑄造板の厚さを5mm以下として鑄造した鑄造板に圧延を行うことで、表面領域から選択した任意の50 μm^2 に対して最大径が0.1 μm 以上1 μm 以下のAl-Mn晶出物が15個以下であるマグネシウム合金板やマグネシウム合金部材が得られることが分かる。これに対して、上記特定の鑄造条件で製造しないと、粗大な晶出物が存在することが分かる。また、試験例1と同様に、表面領域から選択した任意の50 μm^2 に対して最大径が0.1 μm 以上1 μm 以下のAl-Mn晶出物が15個以下であるマグネシウム合金板やマグネシウム合金部材は、-30°Cといった低温環境でも、耐衝撃性に優れることが分かる。なお、試料No. 2-1~2-6について各晶出物の粒子のAl/Mnを測定したところ、いずれの試料もAl/Mn=2~5であった。

[0041] 更に、この試験から、(1) 作製する鑄造材の厚さが同じ場合、ロール温度が低いほど、晶出物を低減できる、(2) ロール温度が同じ場合、作製する鑄造材の厚さが薄いほど、晶出物を低減できる、と言える。

[0042] 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、鑄造後及び圧延後の板厚、鑄造時のロール温度などを適宜変更してもよい。また、得られた圧延板やプレス加工を施した部材に防食処理や塗装層を設けてもよい。

産業上の利用可能性

[0043] 本発明マグネシウム合金部材は、低温環境下での耐衝撃性に優れることから、低温環境で使用される各種の筐体や部品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板は、上記本発明マグネシウム合金部材の構成材料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板の製造方法は、本発明マグネシウム合金板の製造に好適に利用することができる。

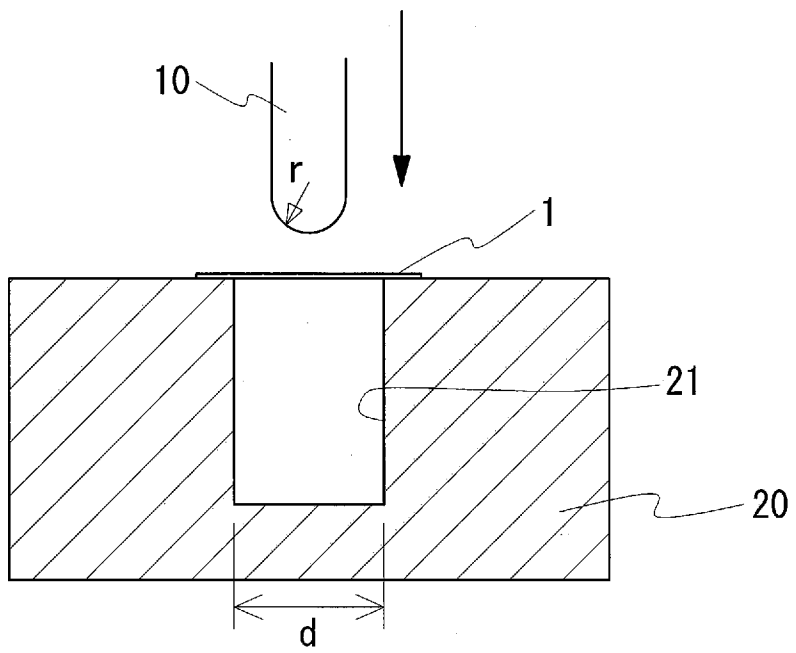
符号の説明

[0044] 1 試験片 10 円柱棒 20 支持台 21 円穴

請求の範囲

- [請求項1] AlとMnとを含有するマグネシウム合金からなるマグネシウム合金板であって、
- 前記マグネシウム合金板の厚さ方向において、当該合金板の表面から当該合金板の厚さの30%までの領域を表面領域とし、この表面領域から任意の $50\mu\text{m}^2$ の小領域をとったとき、AlとMnとの双方を含む晶出物であって最大径が $0.1\mu\text{m}$ 以上 $1\mu\text{m}$ 以下の粒子が15個以下であり、
- 前記晶出物の粒子は、Mnに対するAlの質量比:Al/Mnが2以上5以下であることを特徴とするマグネシウム合金板。
- [請求項2] 前記マグネシウム合金は、Alを5質量%以上12質量%以下、Mnを0.1質量%以上2.0質量%以下含有す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板。
- [請求項3] 前記マグネシウム合金は、更に、Zn, Si, Ca, Sr, Y, Cu, Ag, Ce, Zr及び希土類元素(Y, Ceを除く)から選択された1種以上の元素を含む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板。
- [請求項4] 請求項1~3のいずれか1項に記載のマグネシウム合金板に塑性加工を施してなることを特徴とするマグネシウム合金部材。
- [請求項5] AlとMnとを含有するマグネシウム合金を板状に鑄造する鑄造工程と、
- 前記鑄造工程により得られた鑄造板を圧延する圧延工程とを具え、
- 前記鑄造は、双ロール連続鑄造法により行い、ロール温度を 100°C 以下、前記鑄造板の厚さを5mm以下として行うことを特徴とするマグネシウム合金板の製造方法。

[図1]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/059710

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C22C23/02(2006.01)i, B21B1/46(2006.01)i, B21B3/00(2006.01)i, C22F1/06
(2006.01)i, 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, B21B1/46, B21B3/00, 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	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

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.
X	JP 2009-007606 A (Mitsubishi Aluminum Co., Ltd.), 15 January 2009 (15.01.2009), claims 1 to 3; paragraphs [0005], [0011], [0012], [0029], [0034], [0036] (Family: none)	1-5
X	JP 2009-120883 A (Mitsubishi Aluminum Co., Ltd.), 04 June 2009 (04.06.2009), claims 1 to 6; paragraphs [0002], [0009], [0025] to [0027], [0031], [0032] (Family: none)	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
07 September, 2010 (07.09.10)

Date of mailing of the international search report
21 September, 2010 (21.09.10)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/059710

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2008-308703 A (Mitsubishi Aluminum Co., Ltd.), 25 December 2008 (25.12.2008), claims 1 to 4; paragraphs [0011] to [0016], [0027]; table 1, examples 2 to 5 (Family: none)	1-5
X	JP 2008-163402 A (Mitsubishi Aluminum Co., Ltd.), 17 July 2008 (17.07.2008), claim 1; paragraphs [0010], [0012], [0016] to [0018]; table 1, alloy 2 (Family: none)	1-5
X	JP 2006-144043 A (Mitsubishi Aluminum Co., Ltd.), 08 June 2006 (08.06.2006), claims 1, 3; paragraphs [0012], [0018] to [0022], [0027] (Family: none)	1-5
X	JP 2006-144059 A (Mitsubishi Aluminum Co., Ltd.), 08 June 2006 (08.06.2006), claims 1, 2; paragraphs [0018], [0025] (Family: none)	1-5
X	JP 2006-144062 A (Mitsubishi Aluminum Co., Ltd.), 08 June 2006 (08.06.2006), claim 1; paragraphs [0013], [0018] (Family: none)	1-5
X	WO 2009/001516 A1 (Sumitomo Electric Industries, Ltd.), 31 December 2008 (31.12.2008), paragraphs [0027], [0045], [0080]; table 5, sample no.17 & EP 002169089 A1 & CN 101688270 A & KR 10-2010-0027152 A	1-5
X	JP 2006-144044 A (Mitsubishi Aluminum Co., Ltd.), 08 June 2006 (08.06.2006), claim 1; paragraphs [0019], [0025] (Family: none)	1,3-5
X	JP 06-256883 A (Kobe Steel, Ltd.), 13 September 1994 (13.09.1994), claims 1, 2; paragraphs [0020], [0034] (Family: none)	1-4

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. C22C23/02(2006.01)i, B21B1/46(2006.01)i, B21B3/00(2006.01)i, C22F1/06(2006.01)i, C22F1/00(2006.01)n

B. 調査を行った分野
 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. C22C23/00-23/06, B21B1/46, B21B3/00, 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 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2010年
 日本国実用新案登録公報 1996-2010年
 日本国登録実用新案公報 1994-2010年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2009-007606 A(三菱アルミニウム株式会社) 2009.01.15, 請求項 1-3, 【0005】, 【0011】, 【0012】, 【0029】, 【0034】, 【0036】 (ファミリーなし)	1-5
X	JP 2009-120883 A(三菱アルミニウム株式会社) 2009.06.04, 請求項 1-6, 【0002】, 【0009】, 【0025】 - 【0027】, 【0031】, 【0032】 (ファミリーなし)	1-5
X	JP 2008-308703 A(三菱アルミニウム株式会社) 2008.12.25, 請求項 1-4, 【0011】 - 【0016】, 【0027】, 表1の実施例 2-5 (ファミリーなし)	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 07.09.2010	国際調査報告の発送日 21.09.2010
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 河口 展明 電話番号 03-3581-1101 内線 3435

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2008-163402 A(三菱アルミニウム株式会社) 2008.07.17, 請求項 1, 【0010】, 【0012】, 【0016】 - 【0018】, 表1の合金2 (ファミリーなし)	1-5
X	JP 2006-144043 A(三菱アルミニウム株式会社) 2006.06.08, 請求項 1, 3, 【0012】, 【0018】 - 【0022】, 【0027】 (ファミリーなし)	1-5
X	JP 2006-144059 A(三菱アルミニウム株式会社) 2006.06.08, 請求項 1, 2, 【0018】, 【0025】 (ファミリーなし)	1-5
X	JP 2006-144062 A(三菱アルミニウム株式会社) 2006.06.08, 請求項 1, 【0013】, 【0018】 (ファミリーなし)	1-5
X	WO 2009/001516 A1(住友電気工業株式会社) 2008.12.31, [0027], [0045], [0080], 表5の試料No.17 & EP 002169089 A1 & CN 101688270 A & KR 10-2010-0027152 A	1-5
X	JP 2006-144044 A(三菱アルミニウム株式会社) 2006.06.08, 請求項 1, 【0019】, 【0025】 (ファミリーなし)	1, 3-5
X	JP 06-256883 A(株式会社神戸製鋼所) 1994.09.13, 請求項1, 2, 【0020】, 【0034】 (ファミリーなし)	1-4