

(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
2019年1月31日(31.01.2019)



(10) 国際公開番号

WO 2019/021899 A1

- (51) 国際特許分類:
C22C 21/06 (2006.01) *C22F 1/047* (2006.01) SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/026827
- (22) 国際出願日: 2018年7月18日(18.07.2018)
- (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 2017-144874 2017年7月26日(26.07.2017) JP
- (71) 出願人: 株式会社 U A C J (UACJ CORPORATION) [JP/JP]; 〒1000004 東京都千代田区大手町一丁目7番2号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 新里 喜文 (SHINZATO Yoshifumi); 〒1000004 東京都千代田区大手町一丁目7番2号 株式会社 U A C J 内 Tokyo (JP). 永井健史 (NAGAI Takeshi); 〒1000004 東京都千代田区大手町一丁目7番2号 株式会社 U A C J 内 Tokyo (JP). 浅野 峰生 (ASANO Mineo); 〒1000004 東京都千代田区大手町一丁目7番2号 株式会社 U A C J 内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: アインゼル・フェリックス＝ラインハルト, 外 (EINSEL Felix-Reinhard et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内1丁目6番2号 新丸の内センタービルディング ゾンデルホフ & アインゼル法律特許事務所 Tokyo (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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
- (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, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: ALUMINUM ALLOY PLATE AND METHOD FOR PRODUCING SAME

(54) 発明の名称: アルミニウム合金板およびその製造方法

(57) Abstract: This aluminum alloy plate has a composition which contains, in mass%, 0.03-0.35% of Si, 0.03-0.35% of Fe, 3.0-5.0% of Mg, more than 0.9% but less than 0.50% of Cu and more than 0.05% but 0.35% or less of Mn, with the balance made up of Al and unavoidable impurities.

(57) 要約: アルミニウム合金板は、質量%で、Si: 0.03~0.35%、Fe: 0.03~0.35%、Mg: 3.0~5.0%、Cu: 0.09%超え0.50%未満およびMn: 0.05%超え0.35%以下を含有し、残部がAlおよび不可避免の不純物からなる組成を有する。



WO 2019/021899 A1

明 細 書

発明の名称： アルミニウム合金板およびその製造方法

技術分野

[0001] この発明は、例えば自動車ボディシート、ボディパネルに代表される各種自動車に使用される部材や部品、船舶、航空機等に使用される部材や部品、あるいは建築材料、構造材料、その他の各種機械器具、家電製品やその部品等の素材として、成形加工および塗装焼付を施して使用されるアルミニウム合金板、特に高い引張強さを有しながら、プレス成形性および応力腐食割れ性にも優れた A l - M g 系のアルミニウム合金板、およびその製造方法に関する。

背景技術

[0002] 自動車に使用されるボディシートには、従来は冷延鋼板を使用することが多かったが、最近では地球温暖化の抑制やエネルギーコストの低減等を図る観点から、自動車を軽量化して燃費を向上させる要望が高まっており、そこで従来の冷延鋼板に代えて冷延鋼板とほぼ同等の強度で比重が約 1 / 3 であるアルミニウム合金板を自動車のボディシートに使用する傾向が増加しつつある。

[0003] ところで、自動車ボディシート用アルミニウム合金としては、A l - M g 系合金、例えば 5 0 5 6、5 0 8 2、5 1 8 2、5 0 8 3、5 0 8 6 等の M g を 3. 5 質量%以上含有する 5 0 0 0 系 A l 合金が使用されている。これらの A l - M g 系合金は、高い強度を持ち、成形性が良好であり、溶接性も優れているため、溶接構造部材として使用されている。

[0004] しかし、上記の A l - M g 系合金を構造材として応力が負荷された状態で長時間使用した場合、M g 含有量が多いため、応力腐食割れが発生しやすいという問題がある。この応力腐食割れを防止するためには、A l - M g 系合金からなる基材上に、塗装などの表面処理を施すことが有効であるが、この基材を構造材として無塗装で使用せざるをえない場合もあることから、A l

—Mg系合金からなる基材自体が、優れた耐応力腐食割れ性を有することが求められている。

[0005] Al—Mg系合金における応力腐食割れは、時間の経過とともにβ相(Al_3Mg_2)が粒界に優先的に連続析出し、この粒界析出したβ相によって促進されることが知られている。このため従来から、Mg含有量が多いAl—Mg系合金の応力腐食割れを防ぐため、β相の粒界に対する連続的な析出を抑制することが種々提案されている。

[0006] 例えば、特許文献1には、熱間圧延および冷間圧延に引き続いて溶体化処理を行った後の冷却を、高温域と低温域とで異なる冷却速度の条件にて2段階で行い、低温域での冷却速度を速くすることで、冷却中の粒界へのβ相の連続析出を防ぐことができる成形加工用Al—Mg—Cu系アルミニウム合金板の製造方法が記載されている。

[0007] また、特許文献2には、Mg：3.5～5.5%を含み、最終焼鈍処理後の強度が250N/mm²以上であり、前記焼鈍処理後の導電率を26.5～29.6ACS%とした構造用アルミニウム合金板が記載され、かかる記載によれば、前記導電率を29.6ACS%以下という、β相を含めた析出物トータルの析出および固溶状態とすることにより、強度特性を低下させずに、耐応力腐食割れ性を向上させることが可能であるとしている。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：特開2003-231956号公報

特許文献2：特開2001-32031号公報

[0009] しかしながら、特許文献1に記載のアルミニウム合金板は、Cuの含有量が0.5～1.8mass%と多いため、熱間加工性が低下するとともに粗大な化合物が形成され、成形性が劣るという問題があり、加えて、かかるアルミニウム合金板を製造するには、溶体化処理を行った後の冷却を2段階で行うとともに、低温域での冷却速度を速くする必要があるが、冷却速度を速くすると処理後の平坦度などの形状精度が悪くなるという問題もある。

[0010] また、特許文献2に記載の構造用アルミニウム合金板は、Mgだけを必須の含有成分とするとともに、最終焼鈍処理後の強度と導電率を限定したものであるが、Mg以外の特定成分の含有によっては、引張強さ、プレス成形性および耐応力腐食割れ性の優劣に影響する点については開示も示唆もなく、また、このようなアルミニウム合金板を製造するには、鑄造の際の冷却速度を速くするとともに、冷間圧延の際の中間焼鈍、および冷間圧延後の最終焼鈍での加熱後の冷却における冷却速度を速くする必要がある、これは、製造工程数の増加や、製造条件の厳密な制御によって、生産性の低下を招くという問題がある。

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0011] この発明は、このような事情に着目してなされたものであって、その目的は、高い引張強さを有しながら、プレス成形性および耐応力腐食割れ性にも優れたアルミニウム合金板、特にAl-Mg系のアルミニウム合金板およびその製造方法を提供するものである。

課題を解決するための手段

[0012] 本発明者らは、上記問題点の解決のために、Al-Mg系合金の組成成分および製造プロセスについて種々の実験・検討を行ったところ、組成成分および製造プロセスを適切な条件に限定することによって、アルミニウム合金板に存在する金属間化合物のサイズおよび個数密度を制御することが可能であることを見出し、これにより、高い引張強さを維持しつつ、優れたプレス成形性および耐応力腐食割れ性も有するアルミニウム合金板の開発に成功し、本発明を完成するに至った。

[0013] すなわち、アルミニウム合金板およびその製造方法の各実施形態は以下のとおりである。

(1) 質量%で、Si: 0.03~0.35%、Fe: 0.03~0.35%、Mg: 3.0~5.0%、Cu: 0.09%超え0.50%未満およびMn: 0.05%超え0.35%以下を含有し、残部がAlおよび不可避免的

不純物からなる組成を有することを特徴とするアルミニウム合金板。

(2) 円相当直径が $0.1 \sim 0.5 \mu\text{m}$ であり、Cuを含有しない金属間化合物の個数密度は、 1×10^6 個/ mm^2 以下であることを特徴とする上記(1)に記載のアルミニウム合金板。

(3) 円相当直径が $0.3 \sim 4 \mu\text{m}$ であり、Cuを含有する金属間化合物の個数密度は、 1×10^4 個/ mm^2 以上であることを特徴とする上記(1)に記載のアルミニウム合金板。

(4) Cu : $0.13 \sim 0.35$ 質量%であることを特徴とする上記(1)に記載のアルミニウム合金板。

(5) 前記組成は、Ti : 0.05 質量%以下およびB : 0.05 質量%以下のうちの1種または2種をさらに含有することを特徴とする上記(1)に記載のアルミニウム合金板。

(6) 質量%で、Si : $0.03 \sim 0.35$ %、Fe : $0.03 \sim 0.35$ %、Mg : $3.0 \sim 5.0$ %、Cu : 0.09 %超え 0.50 %未満およびMn : 0.05 %超え 0.35 %以下を含有し、残部がAlおよび不可避免の不純物からなる組成を有するアルミニウム合金板を製造する方法であって、

前記組成を有するアルミニウム合金素材を鑄造して得た鑄塊に、 $490 \sim 580^\circ\text{C}$ の範囲内の第1温度で均質化処理を施し、その後、 $430 \sim 500^\circ\text{C}$ の範囲内でかつ前記第1温度よりも低い第2温度まで、平均冷却速度を $500 \sim 3000^\circ\text{C}/\text{h}$ の範囲内になるように冷却してから、前記第2温度のままで熱間圧延を開始し、次いで、 $320 \sim 380^\circ\text{C}$ の範囲内の第3温度で巻き取り、その後、冷間圧延および最終焼鈍処理を順次行うことを特徴とするアルミニウム合金板の製造方法。

(7) 前記第1温度が $500 \sim 570^\circ\text{C}$ の範囲内であり、

前記第2温度が $440 \sim 490^\circ\text{C}$ の範囲内であり、

前記第3温度が $340 \sim 360^\circ\text{C}$ の範囲内であることを特徴とする上記(6)に記載のアルミニウム合金板の製造方法。

発明の効果

[0014] 一実施形態によれば、質量%で、 $\text{Si} : 0.03 \sim 0.35\%$ 、 $\text{Fe} : 0.03 \sim 0.35\%$ 、 $\text{Mg} : 3.0 \sim 5.0\%$ 、 $\text{Cu} : 0.09\%$ 超え 0.50% 未満および $\text{Mn} : 0.05\%$ 超え 0.35% 以下を含有し、残部が Al および不可避免的不純物からなる組成を有することによって、高い引張強さを有しながら、プレス成形性および耐応力腐食割れ性にも優れたアルミニウム合金板、特に $\text{Al}-\text{Mg}$ 系のアルミニウム合金板およびその製造方法の提供が可能になった。

発明を実施するための形態

[0015] 次に、好適な実施形態について説明する。

一実施形態に従うアルミニウム合金板は質量%で、 $\text{Si} : 0.03 \sim 0.35\%$ 、 $\text{Fe} : 0.03 \sim 0.35\%$ 、 $\text{Mg} : 3.0 \sim 5.0\%$ 、 $\text{Cu} : 0.09\%$ 超え 0.50% 未満および $\text{Mn} : 0.05\%$ 超え 0.35% 以下を含有し、残部が Al および不可避免的不純物からなる組成を有している。

[0016] 以下、一実施形態に従うアルミニウム合金板の化学組成の限定理由を示す。なお、化学組成における元素の含有量の単位はいずれも「質量%」であるが、以下、特に断らない限り、単に「%」で示す。

[0017] (I) 化学組成

< $\text{Si} : 0.03 \sim 0.35\%$ >

Si (ケイ素) は、耐応力腐食割れ性を向上させる作用を有し、一実施形態では重要な成分の一つである。 Si 含有量が 0.03% 未満だと、 β 相 (Al_3Mg_2) の粒界への優先析出を防ぐことができず、耐応力腐食割れ性が悪くなり、最終焼鈍後の結晶粒が粗大化して肌荒れが発生しやすくなるからである。また、 Si 含有量が 0.35% 超えだと、金属間化合物を形成してプレス成形性、特に張出し性や深絞り性が悪化するからである。このため、 Si 含有量は $0.03 \sim 0.35\%$ の範囲とし、好ましくは $0.09 \sim 0.25\%$ の範囲とする。

[0018] < $\text{Fe} : 0.03 \sim 0.35\%$ >

Fe (鉄) もまた、 Si と同様、耐応力腐食割れ性を向上させる作用を有

し、一実施形態では重要な成分の一つである。Fe含有量が0.03%未満だと、 β 相(Al_3Mg_2)の粒界への優先析出を防ぐことができず、耐応力腐食割れ性が悪くなり、最終焼鈍後の結晶粒が粗大化して肌荒れが発生しやすくなる。また、Fe含有量が0.35%を超えたと、金属間化合物を形成してプレス成形性、特に張出し性や深絞り性が悪化する。このため、Fe含有量は0.03~0.35%の範囲とし、好ましくは0.09~0.25%の範囲とする。

[0019] <Mg : 3.0~5.0%>

Mg (マグネシウム) は、加工硬化性を高くし、張出し性及び深絞り性を向上させる作用を有する成分である。かかる作用を発揮するため、Mg含有量を3.0%以上含有させることが必要である。また、Mg含有量を5.0%を超えとしても、上記特性の更なる向上効果は期待できないばかりか、耐応力腐食割れ性や熱間圧延性が著しく低下する。このため、Mg含有量は3.0~5.0%の範囲とし、好ましくは3.2~4.7%の範囲とする。

[0020] <Cu : 0.09%超え0.50%未満>

Cu (銅) は、Mgと同様に加工硬化性を高くし、張出し性及び深絞り性を向上させる作用を有する成分である。また、Cuは、Al-Mg-Cu系の化合物を形成することにより、 β 相の粒界析出を抑制して耐応力腐食割れ性を向上させる作用も有する。かかる作用を発揮するため、Cu含有量を0.09%超えで含有させることが必要である。また、Cu含有量が0.50%以上であると、熱間加工性が低下するとともに粗大な化合物が形成され、プレス成形性が低下する。このため、Cu含有量は0.09%超え0.50%未満の範囲とし、好ましくは0.09%超え0.35%の範囲とする。

[0021] <Mn : 0.05%超え0.35%以下>

Mn (マンガン) は、最終熱処理後の再結晶粒の微細化と強度を向上させる作用を有する成分である。上記作用を発揮するため、Mn含有量は0.05%超えとすることが必要である。一方、Mn含有量が0.35%を超えたと、再結晶粒の大きさが小さくなりすぎてプレス成形した合金板の表面に、ス

トレッチャー・ストレインマーク（合金板の表面に現れる歪み模様（しわ））が発生しやすくなり、さらに成形性も低下する。

[0022] 一実施形態のアルミニウム合金板は、上述の通り、S i、F e、M g、C uおよびM nを必須の含有成分とするが、必要に応じてT i：0.05%以下およびB：0.05%以下のうちの1種または2種をさらに含有させることができる。

[0023] <T i：0.05%以下およびB：0.05%以下のうちの1種または2種>

T iおよびBは、鋳塊の結晶粒を微細化する作用を有する成分である。T iおよびBの含有量は、いずれも0.05%よりも多くなければプレス成形性や耐応力腐食割れ性に悪影響を及ぼさないことから0.05%以下の範囲とする。

[0024] <残部：A lおよび不可避免的不純物>

上記各元素の他は、A l（アルミニウム）および不可避免的不純物である。

[0025] V、S c、N a、B e、B iが0.1%以下の範囲で含まれていても、一実施形態の実施には影響が無い。

[0026] (I I) 金属間化合物の個数密度

(i) 円相当直径が0.1~0.5 μ mであり、C uを含有しない金属間化合物の個数密度は、 1×10^6 個/ mm^2 以下であること

一実施形態のアルミニウム合金板は、円相当直径が0.1~0.5 μ mであり、C uを含有しない金属間化合物の個数密度は、 1×10^6 個/ mm^2 以下であることが好ましい。C uを含有しない金属間化合物は、円相当直径が0.5 μ mを超えであるか、あるいは、個数密度が 1×10^6 個/ mm^2 を超えであると、プレス成形性および耐応力腐食割れ性が低下する傾向があるからである。また、C uを含有しない金属間化合物の円相当直径が0.1 μ m未満であると、成形性は良好であるものの、耐応力腐食割れ性は低下する傾向があるからである。このため、円相当直径が0.1~0.5 μ mであり、C uを含有しない金属間化合物の個数密度は、 1×10^6 個/ mm^2 以下であるこ

とが好ましい。なお、Cuを含有しない金属間化合物の個数密度の下限値は、特に限定はしないが、プレス成形性の観点から、 0.5×10^4 個/mm²とすることが好ましい。なお、ここでいう「円相当径」とは、観察された粒子の面積を円等価に換算した際の直径（円相当径）を意味する。

[0027] (i i) 円相当直径が $0.3 \sim 4 \mu\text{m}$ であり、Cuを含有する金属間化合物の個数密度は、 1×10^4 個/mm²以上であること

一実施形態のアルミニウム合金板は、円相当直径が $0.3 \sim 4 \mu\text{m}$ であり、Cuを含有する金属間化合物の個数密度は、 1×10^4 個/mm²以上であることが好ましい。Cuを含有する金属間化合物は、円相当直径が $0.3 \mu\text{m}$ 未満であるか、あるいは、個数密度が 1×10^4 個/mm²未満であると、成形性は良好であるものの、 β 相(Al_3Mg_2)の粒界への析出抑制が十分に得られなくなり、応力腐食割れ性が低下する傾向があるからである。また、Cuを含有する金属間化合物の円相当直径が $4 \mu\text{m}$ を超えであると、プレス成形性が悪化する傾向があるからである。このため、円相当直径が $0.3 \sim 4 \mu\text{m}$ であり、Cuを含有する金属間化合物の個数密度は、 1×10^4 個/mm²以上であることが好ましい。なお、Cuを含有する金属間化合物の個数密度の上限値は、特に限定はしないが、プレス成形性の観点から、 7×10^5 個/mm²とすることが好ましい。さらに、アルミニウム合金板中に存在する金属間化合物の円相当直径や個数密度は、アルミニウム合金板から作製した薄膜サンプルを、透過型電子顕微鏡により観察して得られる観察写真を解析することにより測定することができる。また、観察される析出物が、Cuを含有する金属間化合物であるか、あるいは銅を含有しない金属間化合物であるかは、透過型電子顕微鏡に具備されている元素分析装置を用いて個々の析出物の元素分析を行うことにより同定することができる。さらに、Cuを含有する金属間化合物および銅を含有しない金属間化合物の円相当直径や個数密度は、製造中の熱処理等、金属間化合物の固溶状態や析出状態が変化する製造条件（処理又は工程）により大きく変わるので、後述する製造方法でアルミニウム合金板を製造することによって制御することができる。

[0028] (111) アルミニウム合金板の製造方法

次に、一実施形態のアルミニウム合金板の製造方法の好適な実施形態を以下で説明する。

一実施形態に係るアルミニウム合金板の製造方法は、鋳塊に均質化処理を施した時点からの冷却速度、およびその後に行う熱間圧延の開始温度を適正範囲に制御することが特に重要である。

[0029] まず、上記成分組成（質量％で、 $\text{Si} : 0.03 \sim 0.35\%$ 、 $\text{Fe} : 0.03 \sim 0.35\%$ 、 $\text{Mg} : 3.0 \sim 5.0\%$ 、 $\text{Cu} : 0.09\%$ 超え 0.50% 未満および $\text{Mn} : 0.05\%$ 超え 0.35% 以下を含有し、残部が Al および不可避免的不純物からなる組成）のアルミニウム合金を常法に従って溶製し、連続鋳造法、半連続鋳造法などの通常の鋳造法を適時選択して鋳造する。そして得られた鋳塊に対して、 $490 \sim 580^\circ\text{C}$ 、好ましくは $500 \sim 570^\circ\text{C}$ の範囲内の第1温度で均質化処理を施す。前記第1温度が 490°C 未満だと、鋳造時に形成した添加元素の偏析が解消されず、十分な成形性を得られないおそれがあり、また、 580°C 超えだと、処理時に共晶融解が発生し、熱延時に割れが発生するおそれがあるからである。均質化処理の処理時間は、特に限定されず、例えば 0.5 時間以上 24 時間以下の範囲にすることができる。

[0030] 次に、鋳塊に上記の均質化処理を施した後に、 $430 \sim 500^\circ\text{C}$ の範囲内、好ましくは $440 \sim 490^\circ\text{C}$ の範囲内で、かつ第1温度よりも低い第2温度まで、平均冷却速度、より好適には鋳塊の $1/4$ 厚さ位置にて測定した平均冷却速度が $500 \sim 3000^\circ\text{C}/\text{h}$ の範囲内になるように冷却してから、前記第2温度のままで熱間圧延を開始する。ここで、 Cu を含有する金属間化合物の形成は耐応力腐食割れ性を向上させる作用を有し、一方、 Cu を含有しない金属間化合物の形成は、耐応力腐食割れ性を低下させる作用を有するが、前記平均冷却速度が $3000^\circ\text{C}/\text{h}$ 超えだと、 Cu を含有する金属間化合物の形成が妨げられて耐応力腐食割れ性が低下する傾向があり、また、前記平均冷却速度が $500^\circ\text{C}/\text{h}$ 未満だと、 Cu を含有しない金属間化合物

の形成が促進されて耐応力腐食割れ性が低下する傾向がある。ここで、平均冷却速度の測定位置を「1/4厚さ位置」としたのは、1/4厚さ位置の温度履歴が材料の性能に及ぼす影響が大きいためである。また、第2温度を430～500℃の範囲内に限定した理由は、第2温度が430℃未満だと、熱延時に噛みこみ不良が発生するおそれがあり、また、第2温度が500℃を超えたと、熱延時に割れが発生するおそれがあるからである。このため、一実施形態では、鋳塊に上記の均質化処理を施した後に、430～500℃の範囲内でかつ第1温度よりも低い第2温度まで、平均冷却速度が500～3000℃/hの範囲内になるように冷却してから、第2温度のままで熱間圧延を開始する。

[0031] 上記熱間圧延後に、320～380℃の範囲内、好ましくは340～360℃の範囲内の第3温度で巻き取り、その後、冷間圧延および最終焼鈍処理を順次行う。巻取温度を320～380℃の範囲内の第3温度に限定する理由は、第3温度が320℃未満だと、熱間圧延後に再結晶組織が得られず、プレス成形後に表面不良(圧延方向のスジ)が発生するおそれがあり、また、第3温度が380℃を超えたと、熱間圧延後に結晶粒が粗大化し、肌荒れが発生するおそれがあるからである。

[0032] 上述したところは、この発明のいくつかの実施形態を示したにすぎず、請求の範囲において種々の変更を加えることができる。

実施例

[0033] 以下に、一実施形態の実施例を説明する。

表1に示す組成を有するアルミニウム合金を溶解し、DC鋳造により造塊した。得られた鋳塊(厚さ30mm、幅175mm)を560℃(第1温度)まで加熱し、この第1温度で4時間保持した後、鋳塊を前記第1温度から表2に示す第2温度までの温度範囲を、表2に示す平均冷却速度で冷却し、第2温度で15分保持した後に、第2温度(熱延開始温度)で熱間圧延を開始し、4mm厚さの板材とした。熱間圧延後の巻取温度(第3温度)は360℃とした。次に、この板材を1mm厚さまで冷間圧延し、その後、塩浴炉で

540℃、30秒の条件で加熱し、室温付近までファンにて強制空冷する軟化処理（最終焼鈍処理）を施した。以上の工程により、実施例および比較例のアルミニウム合金板を製造した。

[0034] [表1]

組成No.	化 学 組 成							(質量%)
	Si	Fe	Mg	Cu	Mn	Ti	B	残部
1	0.15	0.15	4.00	0.30	0.22	—	—	Alおよび 不可避免的 不純物
2	0.10	0.13	4.10	0.32	0.22	—	—	
3	0.23	0.17	4.30	0.30	0.21	—	—	
4	0.14	0.13	4.20	0.33	0.20	0.03	0.01	
5	0.16	0.22	4.50	0.33	0.20	—	—	
6	0.15	0.12	4.30	0.15	0.20	—	0.01	
7	0.15	0.13	4.20	0.34	0.20	—	—	
8	0.15	0.12	4.00	0.32	0.12	—	—	
9	0.15	0.13	4.00	0.33	0.24	0.03	—	
10	0.15	0.15	3.30	0.30	0.20	—	—	
11	0.15	0.15	4.60	0.30	0.20	—	—	
12	0.05	0.15	4.00	0.30	0.22	—	—	
13	0.32	0.15	4.00	0.30	0.22	—	—	
14	0.15	0.04	4.00	0.30	0.22	—	—	
15	0.15	0.33	4.00	0.30	0.22	—	—	
16	0.15	0.15	4.00	0.10	0.22	—	—	
17	0.15	0.15	4.00	0.44	0.22	—	—	
18	0.15	0.15	4.00	0.30	0.06	—	—	
19	0.15	0.15	4.00	0.30	0.27	—	—	
20	0.15	0.15	3.15	0.30	0.22	—	—	
21	0.15	0.15	4.80	0.30	0.22	—	—	
22	<u>0.02</u>	0.15	4.00	0.30	0.22	—	—	
23	<u>0.50</u>	0.15	4.00	0.30	0.22	—	—	
24	0.15	<u>0.02</u>	4.00	0.30	0.22	—	—	
25	0.15	<u>0.50</u>	4.00	0.30	0.22	—	—	
26	0.15	0.15	4.00	<u>0.03</u>	0.22	—	—	
27	0.15	0.15	4.00	<u>0.60</u>	0.22	—	—	
28	0.15	0.15	4.00	0.30	<u>0.03</u>	—	—	
29	0.15	0.15	4.00	0.30	<u>0.50</u>	—	—	
30	0.15	0.15	<u>2.50</u>	0.30	0.22	—	—	
31	0.15	0.15	<u>5.50</u>	0.30	0.22	—	—	
32	0.15	0.15	<u>0.29</u>	0.22	<u>4.00</u>	<u>0.10</u>	—	
33	0.14	0.14	<u>0.28</u>	0.21	<u>4.10</u>	—	<u>0.08</u>	
34	0.15	0.16	<u>0.30</u>	0.20	<u>4.00</u>	<u>0.10</u>	<u>0.08</u>	

(注)表中の下線部の太字の数値は、本発明の適正範囲外の数値であることを示す。

[0035]

[表2]

製造条件 No.	均質化処理工程	均質化処理後に第1 温度から第2温度ま で冷却する際の平均 冷却速度	熱間圧延工程	巻取工程
	第1温度		熱圧開始温度 (第2温度)	巻取温度 (第3温度)
	(°C)		(°C)	(°C)
1	560	750	475	360
2		<u>450</u>	475	
3		2500	475	
4		750	<u>510</u>	
5		750	450	
6		<u>20</u>	475	
7		<u>3500</u>	475	
8		750	<u>530</u>	
9		750	<u>415</u>	

(注)表中の下線部の太字の数値は、本発明の適正範囲外の数値であることを示す。

[0036] (試験方法)

[結晶粒径の測定方法]

作製した上記各アルミニウム合金板について、結晶粒径を測定した。確認の方法として、アルミニウム合金板の幅中央部からサンプルを採取し、圧延表面において、その結晶粒組織を撮影し、3 mm×3 mmの視野において、縦方向および横方向に5本ずつ等間隔に直線を引き、切片法により結晶粒径を測定し、測定した結晶粒径の平均値を平均結晶粒径(μm)として算出した。本実施例では、結晶粒径が50 μm 未満のものを合格、50 μm 以上のものを不合格(肌荒れ発生)とした。

[0037] [金属間化合物の個数密度の算出方法]

作製した上記各アルミニウム合金板について、板幅中央部より圧延面と平行な断面の中央部を、日本電子株式会社製JEM-2010を用いて、10,000倍の倍率で透過型電子顕微鏡(TEM)によって観察した。得られた画像中の金属間化合物の面積を、画像解析ソフト「Winroof」を用いて測定し、円等価に換算した際の直径(円相当径)で評価した値である。なお、化合物にCuを含有するか否かはEDS(Energy Dispersive X-ray Spectroscopy)を用いて分析した。円相当径が0.1~0.5 μm のCuを含有しない金属

間化合物の個数密度（個／ mm^2 ）と、円相当径が0.3～4 μm のCuを含有する金属間化合物の個数密度を（個／ mm^2 ）を求めた。観察は3視野で行い、平均値を採用した。

[0038] [引張特性]

作製した上記各アルミニウム合金板について、圧延方向に対して直角な方向にJIS 5号試験片を切り出し、引張試験により引張強さ（MPa）、耐力（MPa）および破断伸び（%）を測定した。なお、本実施例では、引張強さが240 MPa以上のものを合格、240 MPa未満のものを不合格とし、また、耐力に関しては、100 MPa以上のものを合格、100 MPa未満のものを不合格とした。

[0039] [プレス成形性]

プレス成形を調べるため張出成形試験と絞り成形試験を行った。

張出成形試験は、作製した上記各アルミニウム合金板の幅中央部から、1辺が120 mmの正方形のブランクを切り出して、エリクセン試験機によりビード付金型を用いて、直径50 mmのパンチにより、しわ抑え力40 kN、成形速度2.0 mm/sでの条件で行い、割れの発生しない限界の張出高さ（mm）を測定し、張出高さの測定値からプレス成形性を評価した。

絞り成形試験は、作製した上記各アルミニウム合金板から直径110 mmの円板を成形し、低粘度潤滑油を塗布して試験材とし、エリクセン試験機を用いて、ダイスにはロックビードを設けず、直径50 mmの平頭パンチにより、しわ抑え力10 kN、成形速度2.0 mm/sの条件で行い、割れの発生しない限界の絞り高さ（mm）を測定し、絞り高さの測定値からプレス成形性を評価した。

なお、プレス成形性の評価は、本実施例では、張り出し成形性では、張出高さが17 mm以上のものを合格、17 mm未満のものを不合格とし、また、深絞り性では、絞り高さが15 mm以上のものを合格、15 mm未満のものを不合格とした。

[0040] [耐応力腐食割れ性]

耐応力腐食割れ性は、作製した上記各アルミニウム合金板の幅中央部から採取した試験片を30%の加工率で冷間圧延した後、120℃、7日間の熱処理を行う鋭敏化処理を施し、この鋭敏化処理を施した試験片を、曲げ半径が2mmおよび3mmのU字状に曲げ、U字状の両端を拘束した応力負荷状態で、95℃に加熱したクロム酸溶液（純水1リットルに CrO_3 ：36g、 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ：30gおよび NaCl ：3gを含む水溶液）に浸漬し、応力腐食割れが発生するまでの時間を測定し、曲げ半径2mmで24時間以内に割れが発生した場合を「×」、24時間で割れが発生しない場合を「○」、そして、96時間で割れが発生しない場合を「◎」とした。

本実施例で製造したアルミニウム合金板材の引張特性、プレス成形性および耐応力腐食割れ性の評価結果を表3に示す。

[0041]

[表3]

サンプルNo.	組成No.	製造条件 No.	個数密度		平均結晶 粒径	引張特性			プレス成形性		耐応力腐 食割れ性
			円相当直径が0.1～ 0.5μmで、Cu非含有 金属間化合物	円相当直径が0.3～4 μmで、Cu含有金属間 化合物		引張強さ TS	耐力YS	破断伸び	張出高さ	絞り高さ	
			(10 ³ 個/mm ²)	(10 ⁴ 個/mm ²)		(MPa)	(MPa)	(%)	(mm)	(mm)	
本発明例1	1	1	53	5	35	278	126	32	19.3	20.0	◎
本発明例2	2	1	42	4	39	276	125	31	19.6	20.2	◎
本発明例3	3	1	61	3	32	280	127	33	19.0	19.0	◎
本発明例4	4	1	40	5	40	273	122	33	19.0	20.0	◎
本発明例5	5	1	65	6	30	275	123	30	19.3	19.1	◎
本発明例6	6	1	24	3	38	270	120	31	19.4	18.1	◎
本発明例7	7	1	70	9	35	280	122	31	20.0	21.0	◎
本発明例8	8	1	32	5	40	269	119	31	19.9	19.3	◎
本発明例9	9	1	51	4	29	275	123	31	19.1	19.2	◎
本発明例10	10	1	30	3	33	271	120	31	19.0	19.0	◎
本発明例11	11	1	45	9	37	280	124	33	20.0	20.0	◎
本発明例12	12	1	14	4	45	260	115	32	19.2	21.0	○
本発明例13	13	1	91	3	37	267	118	32	18.0	16.0	○
本発明例14	14	1	13	6	47	261	114	33	19.5	21.2	○
本発明例15	15	1	93	3	39	266	117	33	18.2	15.8	○
本発明例16	16	1	12	2	34	262	113	32	18.2	16.3	○
本発明例17	17	1	74	32	32	265	117	34	19.5	18.5	○
本発明例18	18	1	11	5	44	259	110	32	19.4	18.1	○
本発明例19	19	1	79	6	25	263	115	31	18.0	16.0	○
本発明例20	20	1	18	6	32	265	120	30	17.3	15.6	○
本発明例21	21	1	93	7	35	280	133	33	19.0	20.0	○
比較例1	22	1	19	4	55	233	95	32	17.0	15.0	×
比較例2	23	1	112	7	40	259	113	32	16.0	14.0	×
比較例3	24	1	17	3	60	243	96	33	17.5	15.5	×
比較例4	25	1	109	3	30	255	110	33	18.0	18.0	×
比較例5	26	1	13	0.3	25	256	112	32	15.3	13.0	×
比較例6	27	1	熱間圧延時に割れ発生			—	—	—	—	—	—
比較例7	28	1	12	6	55	235	88	32	19.3	19.5	×
比較例8	29	1	103	5	23	268	120	31	16.0	14.0	×
比較例9	30	1	11	8	34	230	85	30	16.2	14.3	×
比較例10	31	1	103	7	35	285	143	33	18.0	18.0	×
比較例11	1	2	51	7	33	260	115	32	17.5	16.5	◎
本発明例22	1	3	18	8	32	272	121	32	17.3	16.4	○
比較例12	1	4	64	3	29	276	125	31	19.2	17.3	○
本発明例23	1	5	17	0.6	30	250	109	31	17.6	16.3	◎
比較例13	1	6	0.3	7	33	230	98	31	16.3	14.3	○
比較例14	1	7	67	0.2	29	257	115	33	18.2	15.8	×
比較例15	1	8	熱間圧延時に割れ発生			—	—	—	—	—	—
比較例16	1	9	噛み込み不良で熱間圧延不可			—	—	—	—	—	—
比較例17	32	1	44	6	30	280	133	30	15.0	13.0	◎
比較例18	33	1	50	3	39	276	125	31	15.2	13.6	◎
比較例19	34	1	52	7	30	282	132	30	15.1	13.3	◎

(注)表中の下線部の太字の数値または記号は、本発明の適正範囲外または特性が不合格であることを示す。

[0042] 表3に示す評価結果から、本発明例1～23はいずれも、引張強さが240MPa以上と高く、張出高さが17mm以上で絞り高さも15mm以上と高く、耐応力腐食割れ性も優れていた。これに対し、本発明の適正範囲外の組成を有する比較例1～10および17～19、および本発明の適正範囲外の製造条件で製造した比較例11～16はいずれも、引張特性、プレス成形性および耐応力腐食割れ性の少なくとも1つが劣っていた。

産業上の利用可能性

[0043] 一実施形態のアルミニウム合金板は、強度が高く、プレス成形性が良好でかつ耐応力腐食割れ性も優れていることから、特に自動車ボディシート、ボディパネルに代表される各種自動車に使用される部材や部品その他、船舶、航空機等に使用される部材や部品、あるいは建築材料、構造材料、その他の各種機械器具、家電製品やその部品等の素材に使用するのに適しており、その工業的価値は大きい。

請求の範囲

- [請求項1] 質量%で、 $\text{Si} : 0.03 \sim 0.35\%$ 、 $\text{Fe} : 0.03 \sim 0.35\%$ 、 $\text{Mg} : 3.0 \sim 5.0\%$ 、 $\text{Cu} : 0.09\%$ 超え 0.50% 未満および $\text{Mn} : 0.05\%$ 超え 0.35% 以下を含有し、残部が Al および不可避的不純物からなる組成を有することを特徴とするアルミニウム合金板。
- [請求項2] 円相当直径が $0.1 \sim 0.5 \mu\text{m}$ であり、 Cu を含有しない金属間化合物の個数密度は、 1×10^6 個/ mm^2 以下であることを特徴とする請求項1に記載のアルミニウム合金板。
- [請求項3] 円相当直径が $0.3 \sim 4 \mu\text{m}$ であり、 Cu を含有する金属間化合物の個数密度は、 1×10^4 個/ mm^2 以上であることを特徴とする請求項1に記載のアルミニウム合金板。
- [請求項4] $\text{Cu} : 0.13 \sim 0.35$ 質量%であることを特徴とする請求項1に記載のアルミニウム合金板。
- [請求項5] 前記組成は、 $\text{Ti} : 0.05$ 質量%以下および $\text{B} : 0.05$ 質量%以下のうちの1種または2種をさらに含有することを特徴とする請求項1に記載のアルミニウム合金板。
- [請求項6] 質量%で、 $\text{Si} : 0.03 \sim 0.35\%$ 、 $\text{Fe} : 0.03 \sim 0.35\%$ 、 $\text{Mg} : 3.0 \sim 5.0\%$ 、 $\text{Cu} : 0.09\%$ 超え 0.50% 未満および $\text{Mn} : 0.05\%$ 超え 0.35% 以下を含有し、残部が Al および不可避的不純物からなる組成を有するアルミニウム合金板を製造する方法であって、
前記組成を有するアルミニウム合金素材を鋳造して得た鋳塊に、 $490 \sim 580^\circ\text{C}$ の範囲内の第1温度で均質化処理を施し、その後、 $430 \sim 500^\circ\text{C}$ の範囲内でかつ前記第1温度よりも低い第2温度まで、平均冷却速度を $500 \sim 3000^\circ\text{C}/\text{h}$ の範囲内になるように冷却してから、前記第2温度のままで熱間圧延を開始し、次いで、 $320 \sim 380^\circ\text{C}$ の範囲内の第3温度で巻き取り、その後、冷間圧延および

最終焼鈍処理を順次行うことを特徴とするアルミニウム合金板の製造方法。

[請求項7]

前記第1 温度が5 0 0～5 7 0℃の範囲内であり、

前記第2 温度が4 4 0～4 9 0℃の範囲内であり、

前記第3 温度が3 4 0～3 6 0℃の範囲内であることを特徴とする
請求項6 に記載のアルミニウム合金板の製造方法。

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/026827

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. C22C21/06 (2006.01) i, C22F1/047 (2006.01) i

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)

Int.Cl. C22C21/00-21/18, C22F1/04-1/057

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2018

Registered utility model specifications of Japan 1996-2018

Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

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 A	JP 2016-141886 A (KOBE STEEL, LTD.) 08 August 2016, claims, paragraphs [0029], [0056]-[0059], [0071], no. 7 of table 1 (Family: none)	1, 4-5 2-3, 6-7
X A	WO 2015/125791 A1 (KOBE STEEL, LTD.) 27 August 2015, claims, paragraphs [0020], [0024], [0039], no. 8 of table 1 & CN 106029923 A & JP 2015-151596 A & JP 2015-151597 A	1, 4-5 2-3, 6-7



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

"I" 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
12 September 2018 (12.09.2018)

Date of mailing of the international search report
25 September 2018 (25.09.2018)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/026827

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 60-50141 A (KOBELITE, LTD.) 19 March 1985, claims, no. 1 of table 1, no 2 of table 1 (Family: none)	1, 4-5 2-3, 6-7
X A	JP 10-219412 A (SHINKO ALCOA YUSO KIZAI KABUSHIKI KAISHA) 18 August 1998, claims, paragraphs [0032]-[0033], [0041], abbreviation 4 of table 1 (Family: none)	1, 4-5 2-3, 6-7
X A	JP 4-301055 A (SUMITOMO LIGHT METAL INDUSTRIES, LTD.) 23 October 1992, claims, paragraph [0018], sample no. 1 of table 1 (Family: none)	1, 4-5 2-3, 6-7
X A	JP 2007-100182 A (FURUKAWA SKY ALUMINUM CORP.) 19 April 2007, claims, paragraph [0032], alloy C of table 1, no. 3 of table 2 (Family: none)	1, 4-5 2-3, 6-7
A	CN 104894442 A (SHANDONG NANSHAN ALUMINIUM CO., LTD.) 09 September 2015, claims (Family: none)	1-7

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. C22C21/06(2006.01)i, C22F1/047(2006.01)i

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. C22C21/00-21/18, C22F1/04-1/057

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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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 A	JP 2016-141886 A（株式会社神戸製鋼所）2016.08.08, 特許請求の範囲, [0029], [0056] - [0059], [0071], 表1の番号7（ファミリーなし）	1, 4-5 2-3, 6-7
X A	WO 2015/125791 A1（株式会社神戸製鋼所）2015.08.27, 請求の範囲, [0020], [0024], [0039], 表1のNo. 8 & CN 106029923 A & JP 2015-151596 A & JP 2015-151597 A	1, 4-5 2-3, 6-7

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

12.09.2018

国際調査報告の発送日

25.09.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

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）

鈴木 毅

4 K

9154

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 A	JP 60-50141 A (株式会社神戸製鋼所) 1985. 03. 19, 特許請求の範囲, 第1表のN o. 1, 第1表のN o. 2 (ファミリーなし)	1, 4-5 2-3, 6-7
X A	JP 10-219412 A (神鋼アルコア輸送機材株式会社) 1998. 08. 18, 特許請求の範囲, [0032] - [0033], [0041], 表1の略号4 (ファミリーなし)	1, 4-5 2-3, 6-7
X A	JP 4-301055 A (住友軽金属工業株式会社) 1992. 10. 23, 特許請求の範囲, [0018], 表1の試料N o. 1 (ファミリーなし)	1, 4-5 2-3, 6-7
X A	JP 2007-100182 A (古河スカイ株式会社) 2007. 04. 19, 特許請求の範囲, [0032], 表1の合金C, 表2のN o. 3 (ファミリーなし)	1, 4-5 2-3, 6-7
A	CN 104894442 A (SHANDONG NANSHAN ALUMINIUM CO., LTD) 2015. 09. 09, Claims (No Family)	1-7