

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6000988号  
(P6000988)

(45) 発行日 平成28年10月5日(2016.10.5)

(24) 登録日 平成28年9月9日(2016.9.9)

(51) Int.Cl.	F 1	
<b>C 2 2 C</b> 21/02 (2006.01)	C 2 2 C	21/02
<b>C 2 2 C</b> 21/06 (2006.01)	C 2 2 C	21/06
<b>C 2 2 F</b> 1/05 (2006.01)	C 2 2 F	1/05
<b>C 2 2 F</b> 1/00 (2006.01)	C 2 2 F	1/00 6 0 2
	C 2 2 F	1/00 6 0 4
請求項の数 5 (全 8 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2013-556434 (P2013-556434)  
 (86) (22) 出願日 平成25年1月30日 (2013.1.30)  
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2013/052002  
 (87) 国際公開番号 W02013/115227  
 (87) 国際公開日 平成25年8月8日 (2013.8.8)  
 審査請求日 平成27年9月15日 (2015.9.15)  
 (31) 優先権主張番号 特願2012-18486 (P2012-18486)  
 (32) 優先日 平成24年1月31日 (2012.1.31)  
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(73) 特許権者 000100791  
 アイシン軽金属株式会社  
 富山県射水市奈呉の江12番地の3  
 (74) 代理人 100114074  
 弁理士 大谷 嘉一  
 (72) 発明者 柴田 果林  
 富山県射水市奈呉の江12番地の3 アイ  
 シン軽金属株式会社内  
 審査官 松本 要

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 耐食性、延性及び焼入れ性に優れた高強度アルミニウム合金押出材及びその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

質量%にて、Mg : 0.65 ~ 0.90% , Si : 0.60 ~ 0.90% , 化学量論組成 Mg<sub>2</sub>Si として 1.0 ~ 1.3% 且つ、当該化学量論組成 Mg<sub>2</sub>Si に対する過剰 Si 量が合金組成中 0.10 ~ 0.30% であり、  
 Cu : 0.20 ~ 0.40% , Fe : 0.20 ~ 0.40% , Mn : 0.10 ~ 0.20% 且つ、Fe + Mn 0.35% であり、  
 Ti : 0.005 ~ 0.1% 含有し、残部がアルミニウム及び不可避的不純物であることを特徴とする耐食性、延性及び焼入れ性に優れた高強度アルミニウム合金押出材。

【請求項2】

押出材におけるアスペクト比で 4.0 以上有する結晶粒の平均粒径が 80 μm 以下であることを特徴とする請求項1記載の耐食性、延性及び焼入れ性に優れた高強度アルミニウム合金押出材。

【請求項3】

耐力値が 280 MPa 以上であることを特徴とする請求項1又は2記載の耐食性、延性及び焼入れ性に優れた高強度アルミニウム合金押出材。

【請求項4】

シャルピー衝撃試験による耐衝撃値が 20 J/cm<sup>2</sup> 以上であることを特徴とする請求項1又は2記載の耐食性、延性及び焼入れ性に優れた高強度アルミニウム合金押出材。

【請求項5】

質量%にて、Mg：0.65～0.90%、Si：0.60～0.90%、化学量論組成 $Mg_2Si$ として1.0～1.3%且つ、当該化学量論組成 $Mg_2Si$ に対する過剰Si量が合金組成中0.10～0.30%であり、Cu：0.20～0.40%、Fe：0.20～0.40%、Mn：0.10～0.20%且つ、Fe+Mn 0.35%であり、Ti：0.005～0.1%含有し、残部がアルミニウム及び不可避免的不純物であるアルミニウム合金を用いて、押出加工及び当該押出加工の直後に冷却平均速度が100 /min以下の条件で冷却し、その後人工時効処理することを特徴とする耐食性、延性及び焼入れ性に優れた高強度アルミニウム合金押出材の製造方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、Al-Mg-Si系のアルミニウム合金を用いた押出材に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、地球環境保護の観点から自動車の分野においても軽量化による走行性能の向上、燃費改善が要求されている。

自動車の燃費向上の一手段として車体の軽量化が要求されている中で、自動車構造材にアルミニウム合金押出材の適用が検討されている。

20

自動車用構造材としては、高強度、曲げ加工性、耐食性が要求され、JIS7000系アルミニウム合金（Al-Zn-Mg系）及びJIS6000系アルミニウム合金（Al-Mg-Si系）が注目されているが、7000系アルミニウム合金は自然時効型合金であり、押出成形から曲げ加工までに工程が長いとその間に硬くなり加工がしにくくなる欠点があり、また、7000系アルミニウム合金は応力環境下での耐食性が低下する。

そこで、自然時効がなく耐食性に優れる熱処理型合金として6000系アルミニウム合金が有望視されている。

しかし、従来の高強度の6000系アルミニウム合金からなる押出材は、引張り強さは高いが伸び特性が充分でなく、曲げ加工時に割れが発生しやすい欠点がある。

また、高い強度を得るために押出加工直後に水冷するプレス端焼入れを行う。

30

水冷によるプレス端焼入れは押出後再加熱する溶体化・焼入れ処理とほぼ同等の物性が得られる利点があるが、押出材の断面形状や肉厚の差等に基づいて断面の各部位で冷却速度に差が生じ、冷却中に押出材の温度分布が不均一となって歪みが発生し寸法精度が悪く且つ断面形状の薄肉化が難しくなり、またそのような歪みの発生を防止しようとするれば断面形状の自由度が小さくなるという問題がある。

さらに空冷に比べ高コストであるという問題がある。

一方、空冷による焼入れは水冷によるプレス端焼入れに比べ低コストであるという利点があるが、冷却速度に限りがあるため合金組成によっては高い強度が得られず、高い強度が得られた場合でも延性が劣る問題があった。

【0003】

40

特許文献1に、Mg：0.4～0.8%、Si：0.3～0.9%、Cu 0.05%、Mn+Cr+Zr 0.095%、押出方向長さ $3\mu m$ 以上の $Mg_2Si$ 量 50個/ $mm^2$ である、軸圧壊特性、耐食性に優れるアルミニウム合金押出材を開示するが、このような合金組成では耐食性に優れていても耐力値が220MPa程度と低く、製品の軽量化には十分に貢献できないと考えられ、実施しているプレス端焼入れも水冷を用いているものが多いので押出生産性も低いと予想される。

Cu, Mn, Cr, Zr添加も不純物扱いで制限されているので延性向上効果もないと予想できる。

また、特許文献2は、Mg：0.45～0.75%、Si：0.45～0.80%、過剰Si量0.1～0.4%、Mn：0.15～0.40%、Cr：0～0.1%、Mn,

50

Cr系化合物を微細分散した焼入れ性、軸圧壊持性に優れるアルミニウム合金押出材を開示するが、プレス端焼入れ手段として空冷を用いている点では生産性が良いもの、耐力値が220MPa程度と低い。

焼入れ感受性を鋭くさせるCrの添加も必要であり、空冷による冷却手段では耐力値の向上が難しい。

【0004】

【特許文献1】日本国特開2002-285272号公報

【特許文献2】日本国特開2004-225124号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0005】

本発明は、耐食性、延性に優れるとともに、押出加工時に良好な焼入れ性を有することから生産性が高いAl-Mg-Si系の高強度アルミニウム合金押出材及びその製造方法の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明に係る耐食性、延性及び焼入れ性に優れた高強度アルミニウム合金押出材は、質量%にて、Mg:0.65~0.90%、Si:0.60~0.90%、化学量論組成 $Mg_2Si$ として1.0~1.3%且つ、当該化学量論組成 $Mg_2Si$ に対する過剰Si量が合金組成中0.10~0.30%であり、Cu:0.20~0.40%、Fe:0.20~0.40%、Mn:0.10~0.20%且つ、Fe+Mn 0.35%であり、Ti:0.005~0.1%含有し、残部がアルミニウム及び不可避的不純物であることを特徴とする。

20

また、このような押出材は上記成分組成のアルミニウム合金を用いて、押出加工及び当該押出加工の直後に冷却平均速度が100/min以下の条件で冷却し、その後人工時効処理することで得られる。

冷却速度100/min以下であれば水冷する必要はなく、押出加工直後にファン空冷でき、空冷によるプレス端焼入れが可能である。

例えば、押出プレスにて押出された押出材をファンで冷却すれば50~100/minの冷却速度が得られる。

30

【0007】

このようにして生産された押出材は、アスペクト比で4.0以上有する結晶粒の平均粒径が80µm以下になっていて、 $\sigma = 0.2\%$ の耐力が280MPa以上有する。

ここで、アスペクト比とは、押出方向に伸長した再結晶組織の結晶粒の押出方向の長さ $L_1$ とそれに直交する方向の長さ $L_2$ とすると、 $L_1/L_2$ の値をいう。

平均粒径とは、結晶粒の外接円の平均的な直径をいう。

また、本発明に係る押出材は、シャルピー衝撃試験による耐衝撃値が20J/cm<sup>2</sup>以上を有する。

【0008】

次に成分範囲を選定した理由を説明する。

40

<Mg, Si>

Mg及びSiは $Mg_2Si$ の析出により、押出材の強度に寄与する。

いずれも添加量が多くなり過ぎると押出性が低下するため、Mgの上限は0.90%、Siの上限は0.90%に設定した。

押出性を考慮しつつ、0.2%耐力値で280MPa以上を得るのに $Mg_2Si$ の量として1.0~1.3%に設定した。

ここで、化学量論 $Mg_2Si$ に対する過剰シリコンの量は、押出性を比較的阻害することなく0.2%耐力値を向上させることができる。

但し、過剰シリコンの量が多過ぎると延性が低下することから、過剰Siの量は0.10~0.30%とした。

50

延性を確保しやすい点からは、過剰Siの量を0.10~0.20%の範囲に制御するのが好ましい。

<Cu>

Cu成分は固溶硬化に寄与し、所定の量であれば伸びも確保できる。

しかし、添加量が多くなると耐食性が低下し押出性も悪化するので、Cu成分は0.2~0.4%の範囲とした。

<Fe>

本発明は、Fe成分を0.20~0.40%の範囲に制御した点に特徴がある。

Fe成分は、押出加工後の金属組織において結晶粒を微細化し、延性が向上する。

また、Mn, Cr, Zr等の従来から公知の微細化添加成分は、押出加工直後のファン空冷にても焼入れ感受性が強くなるが、このFe成分は焼入れ感受性を強くすることなく、冷却速度100/min以下で十分に焼入れが可能である。

<Mn>

Mnは、上記に説明したとおり押出加工直後のファン空冷における焼入れ感受性に影響を与えることが一般に知られているものの、本発明者が精意検討した結果、0.20%以下であればファン空冷によるプレス端焼入れにおいて焼入れ感受性に大きな影響を与えることなく、Mn成分0.10~0.20%の範囲であれば球状の再結晶組織に比較して割れ伝播性が抑制された押出方向に伸長した再結晶組織になり、その平均結晶粒径も小さい金属組織になることが明らかになった。

そこで、FeとMnとの合計、Fe+Mn 0.35%に設定した。

<Ti>

Tiは、押出に用いるピレットの鑄造時における結晶粒の微細化に効果があり、0.05~0.10%添加されているのが好ましい。

Tiが0.10%を越えると粗大な金属間化合物が発生しやすくなり、押出加工時に消滅しにくくなり、押出材の強度が低下する。

<その他の成分>

Cr, Zr, Zn等の上記以外の成分は、単独で0.05%以下、合計で0.15%以下であれば不可避の不純物として許容される。

【発明の効果】

【0009】

本発明は、化学量論的Mg<sub>2</sub>Si成分が1.00~1.30%であり、過剰Si量を0.10~0.30%の範囲に設定したことにより、押出性を確保しつつ、耐力値の向上を図ることができ、Fe:0.20~0.40%, Mn:0.10~0.20%, Fe+Mn 0.35%に設定したことにより空冷によるプレス端焼入れにて高強度と延性とを両立させることができる。

また、耐衝撃値も向上する。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】実験評価に用いたピレットの成分組成を示す。

【図2】実験評価した製造条件を示す。

【図3】評価結果を示す。

【図4】押出材の金属組織の比較例を示す。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

次に各種化学組成のピレットを鑄造し、押出評価した結果を説明する。

図1の表に示した合金成分の溶湯を調整し、直径8インチの円柱ピレットを鑄造速度60mm/min以上の速度で鑄造した。

図2の表にその後の製造条件を示す。

鑄造したピレットはHOMO条件565~595の温度にて2~6hr均質化処理した。

10

20

30

40

50

ピレットを480～520 に予熱した後に、大きさが、 $W = 50 \text{ mm}$  ,  $H = 40 \text{ mm}$  , 肉厚が、 $t = 3 \text{ mm}$  , 口形状の中空断面形状からなる押出材を押し出した。

この際の押出速度及び冷却速度を図2の表に示す。

本発明は、ファン空冷によるプレス端焼入れを目的に冷却速度50～100 /min の範囲に設定したが、比較例5だけは200 /minであった。

常温まで冷却された押出材はその後に熱処理条件185～200 ×3～3.5hrにて人工時効処理した。

#### 【0012】

このようにして製造した押出材の特性を評価した結果を図3の表に示す。

<評価項目及び評価方法>

(1) 引張強さ、0.2%耐力及び伸びについては、日本工業規格JIS Z2241に基づいて押出材からJIS-4号引張試験片を切り出し、JIS規格に準拠した引張試験機にて測定した。

(2) ミクロ組織については、試験片を切り出し、表面を鏡面研磨仕上げをした後に3%NaOH水溶液、40 ×3minのエッチング処理した表面を光学顕微鏡観察した。

図4に示した従来合金は、比較例1の金属組織写真であり、開発合金は実施例1の金属組織の例を示す。

アスペクト比は結晶粒の押出方向の長さ $L_1$  , それと直交する方向の長さ $L_2$  とすると、 $L_1 / L_2$  の平均値 ( $n = 5 \sim 10$ ) を求めた。

また、結晶粒径は外接円の直径として平均値 ( $n = 5 \sim 10$ ) を求めた。

(3) 耐食性については、耐応力腐食性割れ性(耐SCC性)を評価した。

JIS H8711に基づいて1号試験片を作製し、0.2%耐力の100%の応力を負荷した状態で次のサイクル試験を実施した。

1サイクル: 3.5%NaCl水溶液, 25 , 10min 25 , 湿度40% , 50minの自然乾燥、このサイクルを720サイクル実施し割れが発生しないものを合格とした。

(4) 耐衝撃値は、JIS Z2242に基づいて押出型材よりJIS Vノッチ4号引張試験片を作成し、JIS規格に準拠したシャルピー衝撃試験機を用いて耐衝撃値を測定した。

耐衝撃値として20J/cm<sup>2</sup>以上を目標とした。

#### 【0013】

<評価結果>

本発明に係る実施例1～10は、比較例1～15と比較すると、まず第1に実施例1～10の押出材の金属組織(ミクロ組織)が扁平状の再結晶で且つ、アスペクト比4.0以上の結晶の平均結晶粒径が80μm以下であった。

また、機械的特性においても実施例1～10はいずれも耐力が280MPa以上の高強度でありながら延性としての伸びを8%以上有している。

また、シャルピー衝撃値が20J/cm<sup>2</sup>以上であった。

これに対して、比較例1～5は伸びが高いものの耐力が低い。

これは、比較例1～3はCu成分が少なく、過剰Siが少ないからである。

また、比較例4はMg<sub>2</sub>Siの量が少なく、比較例5は過剰SiもMn+Feの値も小さいからである。

比較例6～8は耐力も伸びも悪い。

これは、Fe, Cu, Mgの成分が少ないからである。

比較例9～13は、耐力が目標を達成しているものの伸びが悪く、耐衝撃値の値も低い。

これは、Fe+Mnの量が少ないからである。

比較例14は、過剰Si, Fe+Mnの値が少ないために、耐力, 伸び, 耐衝撃値が低い。

比較例15は、SiとMgの添加量が多い方であるが、過剰Siが少ないので耐力が低

10

20

30

40

50

い。

【産業上の利用可能性】

【0014】

本発明に係るアルミニウム合金押出材は、耐食性、延性及び焼入れ性に優れるので、車両、機械等の構造材に広く適用できる。

【図1】

合金	合金成分質量%										
	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Mn <sub>2</sub> Si	esSi	Mn <sub>2</sub> Fe
1 実施例	0.70	0.30	0.30	0.15	0.75	0.00	0.00	0.02	1.18	0.14	0.45
2 実施例	0.66	0.37	0.25	0.20	0.70	0.00	0.00	0.02	1.10	0.10	0.57
3 実施例	0.76	0.34	0.36	0.19	0.80	0.00	0.00	0.02	1.26	0.15	0.53
4 実施例	0.76	0.25	0.36	0.10	0.81	0.00	0.00	0.02	1.28	0.20	0.35
5 実施例	0.70	0.30	0.30	0.20	0.75	0.00	0.00	0.02	1.18	0.13	0.50
6 実施例	0.70	0.20	0.32	0.15	0.72	0.00	0.02	0.02	1.14	0.19	0.37
7 実施例	0.65	0.35	0.25	0.20	0.69	0.00	0.02	0.02	1.09	0.10	0.57
8 実施例	0.67	0.26	0.25	0.10	0.69	0.00	0.00	0.02	1.09	0.17	0.36
9 実施例	0.84	0.35	0.35	0.20	0.81	0.00	0.00	0.02	1.28	0.22	0.55
10 実施例	0.90	0.36	0.36	0.20	0.79	0.00	0.00	0.02	1.25	0.29	0.56
1 比較例	0.55	0.18	0.00	0.00	0.75	0.00	0.00	0.01	1.18	0.07	0.18
2 比較例	0.52	0.25	0.00	0.00	0.70	0.00	0.00	0.02	1.10	0.05	0.25
3 比較例	0.60	0.25	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.02	1.26	0.07	0.25
4 比較例	0.70	0.15	0.20	0.20	0.60	0.02	0.00	0.01	0.95	0.26	0.37
5 比較例	0.70	0.17	0.26	0.00	1.02	0.10	0.00	0.01	1.61	0.06	0.27
6 比較例	0.78	0.18	0.10	0.00	0.48	0.00	0.00	0.02	0.76	0.45	0.18
7 比較例	0.80	0.17	0.10	0.10	0.50	0.00	0.00	0.02	0.79	0.44	0.27
8 比較例	0.90	0.17	0.10	0.10	0.50	0.00	0.00	0.02	0.79	0.54	0.27
9 比較例	0.61	0.25	0.31	0.00	0.78	0.00	0.00	0.02	1.23	0.09	0.25
10 比較例	0.66	0.06	0.30	0.00	0.75	0.00	0.00	0.02	1.18	0.21	0.06
11 比較例	0.70	0.05	0.30	0.00	0.75	0.00	0.00	0.02	1.18	0.25	0.05
12 比較例	0.70	0.24	0.30	0.00	0.73	0.00	0.00	0.03	1.15	0.21	0.24
13 比較例	0.70	0.19	0.32	0.05	0.74	0.00	0.02	0.02	1.17	0.21	0.26
14 比較例	1.01	0.16	0.49	0.00	0.51	0.00	0.00	0.01	0.80	0.67	0.16
15 比較例	0.83	0.72	0.41	0.16	1.21	0.28	0.00	0.01	1.91	0.00	1.16

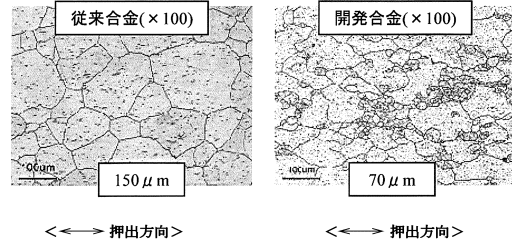
【図2】

合金	鋸削速度		HOMO条件		BLT温度		押出速度		冷海速度		熱処理条件	
	60mm/min以上	70	565℃×3h	2~6hr	480℃以上	500	10m <sup>3</sup> /min以上	100℃/min以下	80	185~200℃		
1 実施例	70	575℃×3h	500	12	480	10	70	195℃×3h	80	195℃×3h		
2 実施例	70	565℃×3h	480	10	520	14	90	200℃×3.5h	80	200℃×3.5h		
3 実施例	70	585℃×3h	520	14	500	12	80	195℃×3h	80	195℃×3h		
4 実施例	70	575℃×3h	500	12	500	12	80	195℃×3h	80	195℃×3h		
5 実施例	70	575℃×3h	500	12	480	12	70	195℃×3h	80	195℃×3h		
6 実施例	70	565℃×3h	480	12	520	15	90	200℃×3h	80	200℃×3h		
7 実施例	70	585℃×3h	520	15	500	12	80	195℃×3h	80	195℃×3h		
8 実施例	70	565℃×3h	480	12	500	12	80	195℃×3h	80	195℃×3h		
9 実施例	70	585℃×3h	520	15	500	12	80	195℃×3h	80	195℃×3h		
10 実施例	70	565℃×3h	480	12	500	12	80	195℃×3h	80	195℃×3h		
1 比較例	65	575℃×3h	500	12	480	10	70	190℃×3h	80	190℃×3h		
2 比較例	65	565℃×3h	480	10	520	14	90	200℃×3.5h	80	200℃×3.5h		
3 比較例	65	585℃×3h	520	14	500	12	80	195℃×3h	80	195℃×3h		
4 比較例	60	565℃×2h	500	12	500	12	80	195℃×3h	80	195℃×3h		
5 比較例	60	565℃×2h	500	10	500	12	200	185℃×6h	80	185℃×3h		
6 比較例	70	575℃×3h	500	12	500	12	80	195℃×3h	80	195℃×3h		
7 比較例	70	575℃×3h	500	12	500	12	80	195℃×3h	80	195℃×3h		
8 比較例	70	595℃×3h	500	12	500	12	80	195℃×3h	80	195℃×3h		
9 比較例	70	575℃×3h	500	12	500	12	80	195℃×3h	80	195℃×3h		
10 比較例	70	575℃×3h	500	12	500	12	80	195℃×3h	80	195℃×3h		
11 比較例	70	575℃×3h	500	12	500	12	80	195℃×3h	80	195℃×3h		
12 比較例	70	575℃×3h	500	12	500	12	80	195℃×3h	80	195℃×3h		
13 比較例	70	575℃×3h	500	12	500	12	80	195℃×3h	80	195℃×3h		
14 比較例	60	565℃×6h	500	10	500	12	80	195℃×3h	80	195℃×3h		
15 比較例	60	565℃×2h	500	10	500	10	150	185℃×6h	80	185℃×6h		

【図3】

合金	引張強さ [MPa]	耐力 [MPa]	伸び [%]	ミクロ組織		耐食性	シャルピー 衝撃値 [J/cm <sup>2</sup> ] 以上	総合 判定
				結晶粒径 80μm 以下	7σ/σ比 4.0 以上			
1 実施例	320	301	11.0	○	70	○	23.8	○
2 実施例	305	286	11.6	○	60	○	34.4	○
3 実施例	342	318	10.6	○	60	○	22.5	○
4 実施例	347	325	9.4	○	75	○	35.4	○
5 実施例	319	299	11.7	○	70	○	30.7	○
6 実施例	331	308	9.2	○	70	○	25.4	○
7 実施例	310	288	11.5	○	60	○	34.4	○
8 実施例	315	295	11.2	○	65	○	32.4	○
9 実施例	335	322	9.2	○	70	○	22.5	○
10 実施例	340	327	8.9	○	70	○	21.4	○
1 比較例	258	233	11.4	○	150	×	22.8	×
2 比較例	247	220	13.1	○	150	×	38.5	×
3 比較例	271	247	12.0	×	150	×	18.5	×
4 比較例	285	265	10.0	○	150	×	19.5	×
5 比較例	245	180	13.0	○	120	×	20.0	×
6 比較例	297	269	7.5	×	150	×	19.7	×
7 比較例	293	265	8.3	×	130	×	18.8	×
8 比較例	292	264	6.3	×	130	×	18.6	×
9 比較例	327	309	7.7	×	150	×	18.7	×
10 比較例	338	322	3.4	×	180	×	19.6	×
11 比較例	345	332	4.1	×	180	×	17.6	×
12 比較例	327	308	6.2	×	150	×	18.6	×
13 比較例	334	310	7.2	×	150	×	18.9	×
14 比較例	308	277	4.6	×	150	×	19.9	×
15 比較例	225	165	13.0	○	120	×	20.5	×

【図4】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

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

(56)参考文献 特開平9 - 2 0 2 9 3 3 ( J P , A )

特開平10 - 2 1 9 3 8 1 ( J P , A )

特開平8 - 6 0 2 8 5 ( J P , A )

特開2002 - 2 5 6 3 6 8 ( J P , A )

特開2009 - 1 3 5 0 3 ( J P , A )

特開2010 - 7 0 8 4 7 ( J P , A )

特開2011 - 2 0 8 2 5 1 ( J P , A )

特開昭62 - 9 6 6 3 9 ( J P , A )

特開平9 - 2 5 6 0 9 6 ( J P , A )

R.K.WYSS ET AL. , Influence of Excess Si on Strength and Toughness in Al-Mg-Si Alloys ,  
 MATERIALS SCIENCE FORUM , スイス , Transtec Publications , 1 9 9 6 年 1 月 , vols.217-222  
 , p.1783-1788

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

C 2 2 C 2 1 / 0 2 - 2 1 / 0 6

C 2 2 F 1 / 0 0 - 1 / 0 5