

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5410845号
(P5410845)

(45) 発行日 平成26年2月5日(2014.2.5)

(24) 登録日 平成25年11月15日(2013.11.15)

(51) Int. Cl.	F 1
C 2 2 C 21/02 (2006.01)	C 2 2 C 21/02
C 2 2 C 21/06 (2006.01)	C 2 2 C 21/06
C 2 2 F 1/05 (2006.01)	C 2 2 F 1/05
C 2 2 F 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 7 (全 11 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2009-135607 (P2009-135607)
 (22) 出願日 平成21年6月5日(2009.6.5)
 (65) 公開番号 特開2010-70847 (P2010-70847A)
 (43) 公開日 平成22年4月2日(2010.4.2)
 審査請求日 平成24年4月14日(2012.4.14)
 (31) 優先権主張番号 特願2008-213384 (P2008-213384)
 (32) 優先日 平成20年8月21日(2008.8.21)
 (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
 (73) 特許権者 000002093
 住友化学株式会社
 東京都中央区新川二丁目27番1号
 (73) 特許権者 000175560
 三協立山株式会社
 富山県高岡市早川70番地
 (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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 疲労強度及び耐衝撃破壊性に優れる Al-Mg-Si 系アルミニウム合金押出材

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

質量%で、Mg: 0.3~0.8%、Si: 0.5~1.2%、且つ、化学量論 Mg₂Si バランス組成よりも過剰 Si 量を 0.3% 以上含有し、Cu: 0.05~0.4%、Mn: 0.2~0.4%、Cr: 0.1~0.3%、Fe: 0.20% 以下、Zr: 0.20% 以下、Ti: 0.005~0.1%、の範囲に制御し、残部がアルミニウムと不可避的不純物であり、疲労強度 140MPa 以上、疲労比 0.45 以上、破断後の疲労破面のストライエーションの間隔が 5.0μm 以下であることを特徴とする疲労強度及び耐衝撃破壊性に優れるアルミニウム合金押出材。

【請求項2】

押出加工用アルミニウム合金鋳塊の Al-Fe-Si 系晶出物の最大長さが 10.0μm 以下であることを特徴とする請求項1記載の疲労強度及び耐衝撃破壊性に優れるアルミニウム合金押出材。

【請求項3】

結晶粒の平均粒径が 50μm 以下であることを特徴とする請求項1又は2記載の疲労強度及び耐衝撃破壊性に優れるアルミニウム合金押出材。

【請求項4】

押出加工時における成形荷重の値が JIS 6061 合金比で 0.9 以下であることを特徴とする請求項1~3のいずれかに記載の疲労強度及び耐衝撃破壊性に優れるアルミニウム合金押出材。

【請求項 5】

溶体化処理後の押出材の r 値が 0.7 以上であり、成形性にも優れることを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の疲労強度及び耐衝撃破壊性に優れるアルミニウム合金押出材。

【請求項 6】

溶体化処理後の押出材の n 値が 0.23 以上であり、成形性にも優れることを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載の疲労強度及び耐衝撃破壊性に優れるアルミニウム合金押出材。

【請求項 7】

溶体化処理後の押出材が外側表面の伸び 60% 以上の曲げ試験にて表面に割れが発生しない成形性にも優れることを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載の疲労強度及び耐衝撃破壊性に優れるアルミニウム合金押出材。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、高い疲労強度と耐衝撃破壊性及び成形性に優れる Al - Mg - Si 系のアルミニウム合金押出材に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、地球環境保護の観点から、自動車の軽量化による走行性能の向上、燃費改善により自動車部品のアルミ化が検討され、実用化されてきている。

20

自動車等に用いられるアルミニウム合金構造材は、走行時の衝撃を繰り返し受けるので、材料の疲労強度を考慮した設計が必要である。

そこで、疲労強度確保のため、高強度材が適用され、また、その走行時等の衝撃を直接的に受け、吸収する部品であっては、高い耐衝撃破壊性も要求される。

しかし、これまでに提案されている高強度アルミニウム合金は、押出生産性が悪く製造コストが高くなる問題があった。

さらに、自動車の足廻り部品等のアルミニウム構造材の分野においては、製品形状が多様化し、プレス成形や曲げ成形が必要な製品があり、高強度材を使用するとプレス成形や曲げ成形時に、表面に割れが発生したり、表面にオレンジピールが発生すると、この表面欠陥を起点にして疲労強度が低下するので、パフ研磨等の機械研磨工程を追加して表面欠陥を除かなければならず製造コストが高くなる問題があった。

30

特開 2005 - 82816 号公報に、高温疲労強度に優れたアルミニウム合金鍛造材を開示するが、Al - Cu 系のアルミニウム合金であり鍛造材に適していてもやはり押出材に適用できるものではない。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】特開 2005 - 82816 号公報

【発明の概要】

40

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本発明は、押出生産性が良く、高い疲労強度と優れた耐衝撃破壊性を有し、さらには成形性にも優れた Al - Mg - Si 系のアルミニウム合金押出材の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明に係る疲労強度及び耐衝撃破壊性に優れるアルミニウム合金押出材は、質量%で、Mg : 0.3 ~ 0.8%、Si : 0.5 ~ 1.2%、且つ、化学量論 Mg_2Si バランス組成よりも過剰 Si 量を 0.3% 以上含有し、Cu : 0.05 ~ 0.4%、Mn : 0.2 ~ 0.4%、Cr : 0.1 ~ 0.3%、Fe : 0.20% 以下、Zr : 0.20% 以下

50

、 Ti ：0.005～0.1%、の範囲に制御し、残部がアルミニウムと不可避的不純物であり、疲労強度140MPa以上、疲労比0.45以上、破断後の疲労破面のストライエーションの間隔が $5.0\mu m$ 以下であることを特徴とする。

本発明は、化学量論組成において Mg_2Si を0.5～1.5%含有し、 Mg_2Si バランス組成よりも過剰 Si 量を0.3%以上含有するように、 Mg 及び Si 分量を設定した点に特徴がある。

ここで疲労比とは、回転疲労強度(10^7 回) σ_w /引張り強さ σ_B の値をいい、ストライエーションとは、金属疲労破面に現れる、すべり面分離による破面をいう。

【0006】

疲労比0.45以上、ストライエーションの平均間隔を $5.0\mu m$ 以下にする手段として有効な方法に $Al-Mg-Si$ 系晶出物の最大長さを $10.0\mu m$ 以下にする方法がある。

また、押出加工用アルミニウム合金鋳塊の $Al-Mg-Si$ 系晶出物の最大長さを $10.0\mu m$ 以下にする方法として鋳塊(円柱ピレット)の鋳造速度を $80mm/min$ 以上(冷却速度 $15/s$ 以上)にする方法がある。

このような押出加工用アルミニウム合金鋳塊を用いると押出加工性が良く、押出加工時における成形荷重(押出プレス機のステム圧)の値が $JIS 6061$ 合金比で0.9以下である。

【0007】

押出材を製造する際に、押出材における結晶粒の平均粒径を $50\mu m$ 以下に抑えるのが好ましい。

また、本発明に係る押出材はプレス加工や曲げ加工性にも優れ、溶体化処理後の押出材の r 値(ランクフォード値)が0.7以上または n 値(加工硬化指数)が0.23以上、あるいは外側表面伸びが60%以上となる曲げ試験に対して表面に割れが発生しないのが好ましい。

【0008】

次に各成分の調整範囲について説明する。

(Mg 、 Si)

Si は強度を維持するために必要だが、多く添加すると押出性を阻害する。

Mg は強度を維持するために必要だが、多く添加すると押出性を阻害する。

従って、 Mg ：0.3～0.8%、 Si ：0.5～1.2%の範囲がよい。

Mg_2Si の析出効果を考慮し化学量論組成 Mg_2Si として0.5～1.5%の範囲に制御し、且つ、 Mg_2Si バランス組成よりも過剰 Si 量を0.3%以上にするのがよい。

Si 、 Mg の成分範囲は引張強さ、疲労強度等の機械的特性に大きな影響を与え疲労強度160MPa以上要求される場合には、 Mg ：0.45～0.8%、 Si ：0.7～1.2%、 Mg_2Si ：0.7～1.5%、過剰 Si ：0.45%以上がよい。

さらに、疲労強度180MPa以上要求される場合には、 Mg ：0.55～0.8%、 Si ：0.9～1.2%、 Mg_2Si ：0.9～1.5%、過剰 Si ：0.6%以上にするのがよい。

(Cu)

Cu 成分は、強度及び伸びを向上するのに有効であるが、多く添加すると耐食性が低下し押出生産性を阻害するため Cu ：0.05～0.4%の範囲がよく、好ましくは0.2～0.4%の範囲である。

(Fe)

Fe 成分は、多く添加すると Si を取り込み晶出物を形成するため強度が低下し、耐食性も低下するので Fe ：0.20%以下がよく、好ましくは0.10%以下、さらに好ましくは0.05%以下である。

(Mn)

Mn 成分は、再結晶を抑制し、結晶粒微細化に効果があり、繊維状組織を安定させ、耐

10

20

30

40

50

衝撃性が向上するが、多く添加すると焼入れ感受性が鋭くなり、強度が低下するために、 $Mn: 0.2 \sim 0.4\%$ の範囲がよく、好ましくは $0.3 \sim 0.4\%$ の範囲である。

(Cr)

Cr成分は、再結晶を抑制し、結晶粒微細化に効果があり、繊維状組織を安定させ、耐衝撃性が向上するが、多く添加すると焼入れ感受性が鋭くなり、強度が低下するために、 $Cr: 0.1 \sim 0.3\%$ の範囲がよく、好ましくは $0.15 \sim 0.25\%$ の範囲である。

(Zr)

Zr成分は、再結晶を抑制し、結晶粒微細化に効果があり、繊維状組織を安定させ、耐衝撃性が向上するが、多く添加すると焼入れ感受性が鋭くなり、強度が低下するために、 $Zr: 0.2\%$ 以下がよく、好ましくは 0.1% 以下である。

(Ti)

Ti成分は、鑄造時の結晶粒微細化に効果があるが、多く添加すると粗大金属間化合物が多くなり強度が低下するために、 $Ti: 0.005 \sim 0.1\%$ の範囲がよい。

(不可避不純物)

不可避的不純物は、単体で 0.05% 以下、合計で 0.15% 以下であれば影響を及ぼさない。

(製造方法)

(1) 円柱形状のピレットを鑄造する際に鑄造速度を 70 mm/min 以上、好ましくは、鑄造速度 80 mm/min (冷却速度 $15 / \text{sec}$)以上にし、晶出物の形態を制御するのがよい。

(2) ピレットの均質化処理は $565 \sim 595 \times 4\text{ hr}$ 以上がよい。

(3) 押出時のピレット加熱温度は、アルミ押出材の焼入れを確保するために 470 以上に設定し、上限は、ピレットの局部溶解を考慮し約 580 以下がよい。

(4) アルミ押出材の焼入れを確保するために押出後の冷却速度を $500 / \text{min}$ 以上に設定するとよい。

焼入れ後の人工時効処理は、 $175 \sim 195 \times 1 \sim 24\text{ hr}$ の亜時効領域がよい。

【発明の効果】

【0009】

本発明においては、Al-Mg-Si系アルミニウム合金において請求項1記載の成分組成にしつつ、ストライエーションの平均間隔が $5.0\text{ }\mu\text{m}$ 以下になるようにしたので、高い疲労強度と優れた耐衝撃破壊性が得られ、自動車部品のように走行による繰り返し衝撃を受ける構造材に広く適用することが可能になる。

また、押出材のr値、n値を所定の値以上になるように制御したので押出材のプレス加工や曲げ加工時の成形性に優れる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】評価に用いたアルミニウム合金組成例を示す。

【図2】各合金組成のピレット又は押出材の評価結果を示す。

【図3】溶体化処理後(押出直後)の押出材の物性値等を示す。

【図4】晶出物長さを評価した際の写真例を示す。

【図5】ストライエーションを評価した際の写真例を示す。

【図6】結晶粒径を評価した際の写真例を示す。

【図7】押出材を曲げ試験評価する方法例を示す。

【図8】押出材の曲げ表面のオレンジピールを評価した写真例を示す。

【発明を実施するための形態】

【0011】

本発明に係る実施の形態を比較例と対比して説明する。

図1の表に示した成分組成と残部がアルミニウムからなるアルミニウム合金の溶湯を調整し、図1の表に示した鑄造速度にて円柱形状のピレットを鑄造した。

上記ピレットを用いて直径 26 mm の丸棒形状の押出材を直接押出機で押出成形し、押

10

20

30

40

50

出直後に500 /min以上の冷却速度になるように水冷し、ダイス端焼入れを実施し、その後人工時効処理をした。

各物性を評価した結果を図2の表に示す。

また、図3には、押出成形直後の押出材（人工時効処理前）の評価結果を示す。

また、評価方法は以下の条件にて実施した。

（晶出物長さ）

ピレット中央部より試料を切り出し、エッチング（0.5% HF）を実施し、1000倍光学顕微鏡により、金属組織を観察する（測定面積0.166mm²で10ヶ所画像処理により晶出物最大長さを測定）。

（ストライエーション）

人工時効処理した押出材の回転曲げ疲労試験後の破断面の中央部を200、2000倍走査型電子顕微鏡により、金属組織を観察する。

（10mm間隔の縞の数を測定し、ストライエーション平均間隔を算出する。）

（疲労特性）

JIS-Z2274に基づいて人工時効処理した押出材よりJIS-1号（1-8）回転曲げ疲労試験片を作製、JIS規格に準拠した小野式回転曲げ疲労試験機にて疲労試験を実施する。

疲労比 = w （10⁷疲労強度）/ B （引張強さ）

（引張特性）

JIS-Z2241に基づいて押出材よりJIS-4号引張試験片を作製、JIS規格に準拠した引張試験機で引張試験を実施する。

図2に示した測定結果は人工時効処理した押出材で、図3に示した測定結果は人工処理する前の押出材の値である。

（耐衝撃性）

JIS-Z2242に基づいて人工時効処理した押出材よりJIS-Vノッチ4号試験片を作製、JIS規格に準拠したシャルピー衝撃試験機でシャルピー衝撃試験を実施する。

（結晶粒径）

供試材に鏡面研磨仕上げを行い、その後エッチング（3% NaOH 40 × 3min）を実施し、50倍、400倍光学顕微鏡観察により金属組織を観察する。

（押出性）

押出加工時のプレス機のステム圧をJIS 6061合金の場合を1として比率評価した。

（曲げ性及び表面性状）

図3中に示した曲げ性及び表面性状の評価は、押出成形時に押出直後水冷し、溶体化処理した押出材（供試材）から20 × 150mmの試験片を切り出し、図7（a）に示すように下治具2の上に供試材1を載置し、上部から先端R1.5mmのパンチ3にて負荷を加えた。

その時の変位-荷重線図を図7（b）に示し、曲げ部の割れの発生の有無の評価例を図7（c）に示す。

図7（b）、（c）中、（A）は発明合金（発明押出材）の例を示し、（B）は比較合金（比較押出材）の例を示す。

発明合金（A）は割れが生じにくく、ねばりのある荷重変位を示すが比較合金（B）は割れが生じ荷重が急降下している。

曲げ試験終了後の表面性状の写真例を図8に示す。

疲労強度に影響がない極くわずかに確認できるレベル以下のオレンジピールの場合に評価を「○」とし、明らかにオレンジピールの発生が認められるものを評価「×」とした。

なお、このような曲げ試験条件では曲げ表面側の伸びは計算上67%の伸びが生じることになる。

（n値）

10

20

30

40

50

J I S - Z 2 2 4 1 に基づいて、押出成形時に押出直後水令し、溶体化処理した押出材より J I S - 4 号引張試験片を作製し、J I S 規格に準拠した引張試験機で引張試験を実施し、荷重 - 伸び曲線から求まる真応力 - 真歪み曲線を近似的に $\sigma = F \cdot \epsilon^n$ と表したときの指数 n 値として両対数グラフに真応力 - 真歪み値をプロットしたときの傾きから求めた。

n 値は加工硬化指数と称され、値が大きいと成形性に優れる。

(r 値)

J I S - Z 2 2 4 1 に基づいて、押出成形時に押出直後水令し、溶体化処理した押出材より J I S - 4 号引張試験片を作製し、J I S 規格に準拠した引張試験機で引張試験を実施し、引張試験における試験片の板厚方向の真歪みに対する幅方向の真歪みの比を r 値 (ランクフォード値) として求めた。

具体的には、試験前の試験片の幅 W_0 、板厚 T_0 、試験後の試験片の幅 W_1 、板厚 T_1 を測定し、下記式より求めた。

$$r = (\ln W_0 / W_1) / (\ln T_0 / T_1)$$

【 0 0 1 2 】

実施例 No . 1 ~ No . 5 は、鑄造速度を 8 0 m m / m i n 以上とすることで、1 5 / s e c 以上の冷却速度が得られた。

このように鑄造した円柱ピレットの中央部から試料片を切り出し、エッチング処理後に金属組織を顕微鏡観察した例を図 4 の写真に示す。

図 4 にて発明合金と表示した実施例 No . 2 は A l - F e - S i 系晶出物の最大長さ (1 0 ヶ所測定 / 0 . 1 6 6 m m ²) は 1 0 . 0 μ m 以下の 1 . 5 μ m であったのに対して、比較合金と表示した比較例 No . 1 3 は 1 2 μ m であった。

人工時効処理した押出材の回転曲げ疲労試験 (1 0 ⁷ 回) 後の破断面の中央部の写真例を図 5 に示す。

図 5 にて発明合金と表示した実施例 No . 2 は 1 0 m m 間隔でのストライエーション平均間隔が 5 . 0 μ m 以下の 0 . 5 μ m であったのに対して比較合金と表示した比較例 No . 1 2 は 1 0 . 5 μ m であった。

押出材の金属組織写真例を図 6 に示す。

実施例はいずれも平均結晶粒径が目標値 5 0 μ m 以下の 4 0 μ m 以下であったのに対して、比較例 No . 1 1 , No . 1 2 は 4 0 0 ~ 8 0 0 μ m レベルの粒大結晶であった。

なお、比較例 No . 1 3 の平均結晶粒径が 4 0 μ m と比較的小さかったのは、M n , C r 等の微細化添加成分の影響と推定されるが、ピレット中の晶出物長さは 1 2 . 0 μ m と大きかった。

その結果、疲労比 (目標 0 . 4 5 以上)、衝撃値 (目標 6 0 J / c m ²) が目標を達成しなかった。

比較例 No . 1 0 は、M g ₂ S i が 1 . 5 3 % と化学量論組成 M g ₂ S i として 0 . 5 ~ 1 . 5 % の範囲を超え、過剰 S i 量 (表中 e x S i と表示) が 0 . 0 6 % と 0 . 3 % 以下であったために押出性が 1 . 0 と目標の 0 . 9 以下をクリアできなかった。

本発明においては、高い疲労強度と優れた耐衝撃破壊性が要求される、構造材に広く適用するために、疲労強度 1 4 0 M P a 以上、衝撃値 6 0 J / c m ² 以上と目標値を設定した。

そのような観点から図 2 の表に示した結果を見ると、ピレット中の晶出物長さ 1 0 . 0 μ m 以下、疲労破断面のストライエーション間隔 5 . 0 μ m 以下のものは、押出加工時の成形荷重が J I S 6 0 6 1 合金比で 0 . 9 以下であり、且つ押出材の結晶粒径 5 0 μ m 以下の実施例は疲労強度が高く、シャルピー衝撃値も高い値を示した。

また、実施例 2 - 1、2 - 2 は M g : 0 . 5 5 ~ 0 . 8 %、S i : 0 . 9 ~ 1 . 2 %、M g ₂ S i : 0 . 9 ~ 1 . 5 %、過剰 S i : 0 . 6 % 以上であるので疲労強度が 1 8 0 M P a 以上で、耐力値 3 7 0 M P a 以上の高い値を示した。

特にこの実施例 2 - 1、2 - 2 は M g、S i の成分量を上限よりも多く設定したのに、過剰 S i 量を 0 . 6 % 以上にすることにより、ストライエーション 1 . 0 μ m と小さく、

10

20

30

40

50

疲労比 0.46 の高い値を示した。

また、衝撃値 70 J / cm² 以上の高い値を示し、耐衝撃破壊性にも優れていた。

【0013】

本発明に係る押出材の成形性を評価した結果を図3に示す。

自転車の足廻り部品等の分野においては人工時効処理する前の溶体化処理後の状態でプレス加工や曲げ加工を施すことが多いので成形性の目標値を n 値 = 0.23 以上、r 値 = 0.7 以上と設定した。

その結果、本発明に係るアルミニウム合金押出材は目的値をすべて達成し、60%曲げ試験でも割れが発生しなかった。

【図1】

合金No.	化学成分(質量%)										結晶粒度 (nm/min)
	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zr	Ti	Mg ₂ Si	exSi	
1	0.65	0.18	0.05	0.32	0.40	0.20	0.00	0.01	0.63	0.37	180
2	0.66	0.18	0.30	0.31	0.39	0.20	0.00	0.01	0.62	0.39	180
3	0.65	0.03	0.05	0.32	0.40	0.20	0.00	0.01	0.63	0.41	180
4	0.66	0.18	0.32	0.32	0.40	0.20	0.00	0.01	0.63	0.38	80
5	0.67	0.01	0.32	0.33	0.42	0.20	0.00	0.01	0.66	0.42	80
2-1	1.04	0.18	0.30	0.30	0.59	0.20	0.00	0.01	0.93	0.65	80
2-2	1.06	0.06	0.30	0.30	0.62	0.19	0.00	0.01	0.98	0.69	80
6	0.43	0.01	0.00	0.30	0.49	0.00	0.10	0.02	0.77	0.14	180
7	0.44	0.18	0.00	0.30	0.48	0.00	0.10	0.02	0.76	0.11	180
8	0.44	0.18	0.00	0.30	0.48	0.00	0.00	0.02	0.76	0.11	180
9	0.43	0.18	0.00	0.00	0.49	0.00	0.00	0.02	0.77	0.10	180
10	0.71	0.33	0.21	0.24	0.37	0.18	0.00	0.03	1.53	0.06	180
11	0.43	0.18	0.00	0.00	0.49	0.00	0.00	0.01	0.77	0.10	90
12	0.43	0.18	0.00	0.00	0.49	0.00	0.00	0.01	0.77	0.10	65
13	0.71	0.34	0.22	0.25	0.34	0.18	0.00	0.03	1.48	0.08	65

【図2】

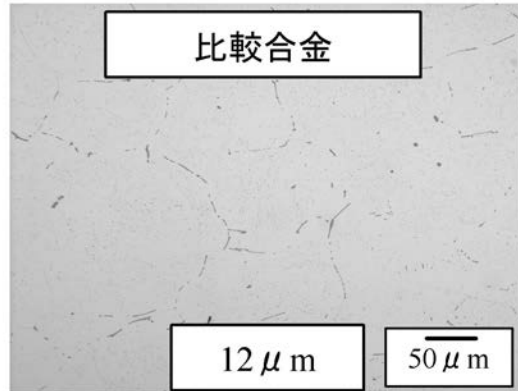
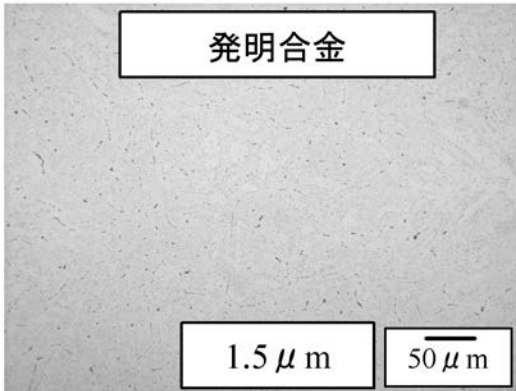
合金No.	疲労強度 140MPa以上	変形比 0.45以上	弾性率 60J/cm ² 以上	引張強さ <200MPa 以上>	耐力 <180MPa 138以上>	伸び 138以上	精錬後 50μm以下	2μm以下		判定			
								5.0μm以下	10.0μm以下				
1	145	0.52	82.5	279	246	20.0	20	0	1.0	0	1.6	○	
2	159	0.49	97.8	326	294	19.6	20	0	0.5	0	1.5	○	
3	149	0.53	94.8	282	252	21.1	20	0	0.9	0	1.2	○	
4	146	0.51	93.5	284	246	19.3	40	0	1.1	0	3.0	○	
5	156	0.51	117.5	305	270	21.2	40	0	0.8	0	2.0	○	
2-1	184	0.46	70.8	403	381	19.0	20	0	0.4	0	2.8	○	
2-2	183	0.46	85.3	402	379	19.8	20	0	0.4	0	2.4	○	
6	110	x	92.7	244	218	23.5	40	0	6.0	x	1.2	○	
7	129	x	106.5	259	229	21.6	20	0	4.7	0	1.9	○	
8	104	x	48	76.5	194	23.1	20	0	7.0	x	1.8	○	
9	104	x	46	46.7	228	203	22.4	200	x	8.5	x	1.9	○
10	105	0.45	64.4	370	347	16.1	40	0	0.7	0	2.0	○	
11	99	x	44	42.5	226	201	21.3	400	x	9.0	x	6.0	○
12	89	x	40	39.7	193	20.8	800	x	10.5	x	10.0	x	
13	150	0.40	53.0	374	349	16.1	40	0	2.1	0	12.0	x	

【 図 3 】

合金No.	引張強さ (MPa)	耐力 (MPa)	伸び (%)	表面性状	曲げ性	加工硬化 指数	r値 r _{20%} 以上	押出性	判定			
目標値	—	—	—	引伸率100%発生なし	60%以上で割れなし	0.23以上	0.7以上	0.9以下	判定			
	1	100	70	33.0	良好	○	0.23	○	0.72	○	0.94	○
	2	190	75	34.0	良好	○	0.24	○	0.75	○	0.94	○
	3	141	50	36.9	良好	○	0.27	○	0.70	○	0.92	○
	4	193	79	33.0	良好	○	0.24	○	0.72	○	0.96	○
	5	143	51	36.7	良好	○	0.29	○	0.70	○	0.92	○
	2-1	285	121	28.1	良好	○	0.25	○	0.72	○	0.90	○
	2-2	252	109	29.7	良好	○	0.29	○	0.74	○	0.89	○
	6	177	77	31.2	良好	○	0.26	○	0.61	×	0.91	○
	7	181	87	31.5	良好	○	0.26	○	0.60	×	0.91	○
	8	165	75	30.0	良好	○	0.26	○	0.61	×	0.81	○
	9	172	85	30.0	不良	×	0.25	○	0.62	×	0.81	○
	10	229	93	27.2	良好	○	0.22	×	0.65	×	1.00	×
11	171	83	31.3	不良	×	0.25	○	0.61	×	0.81	○	
12	168	82	31.2	不良	×	0.25	○	0.62	×	0.81	○	
13	231	94	27.0	良好	○	0.22	×	0.65	×	1.00	×	

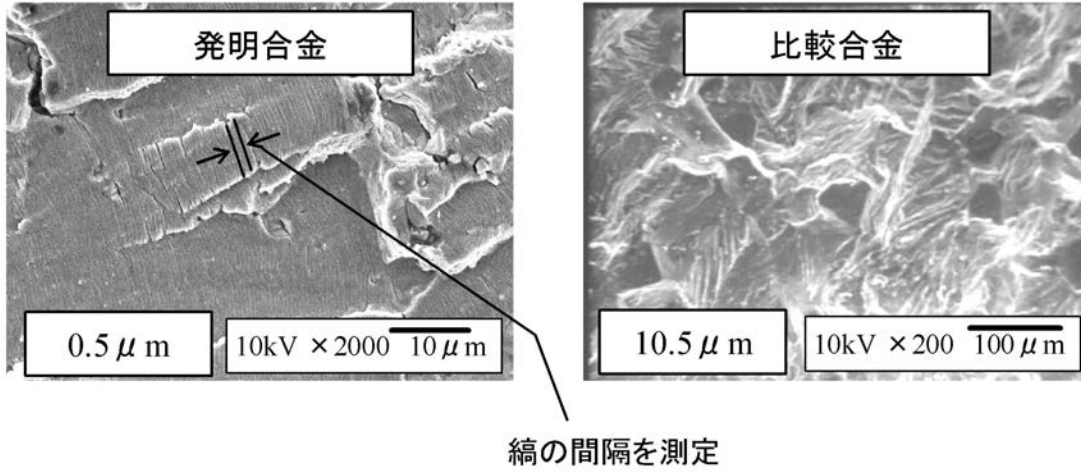
【 図 4 】

(鑄造ビレットの晶出物長さ)



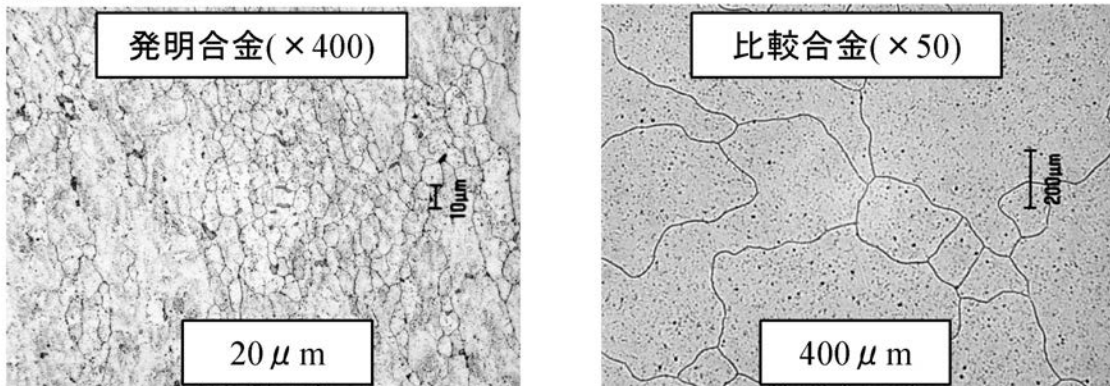
【図5】

(破断面のストライエーション間隔)

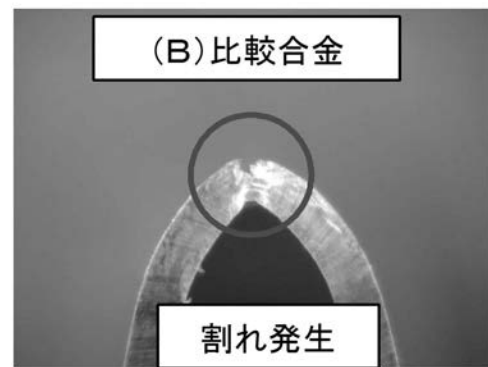
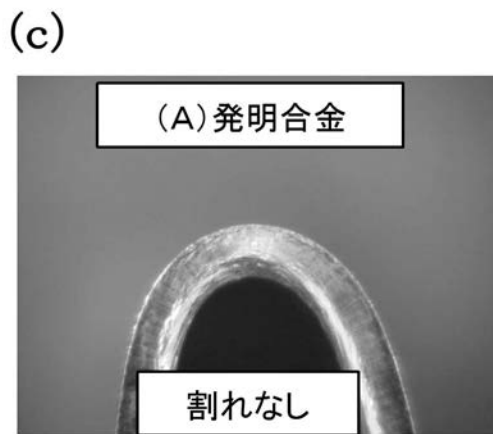
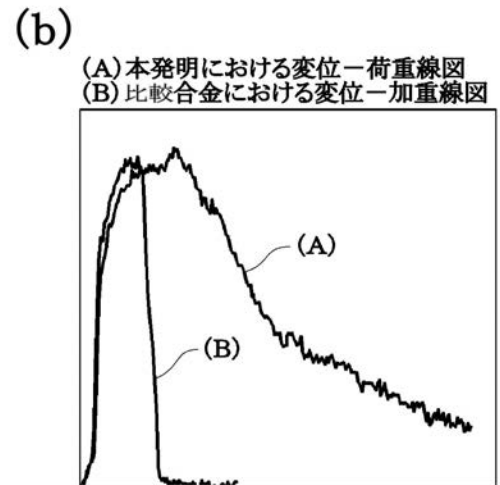
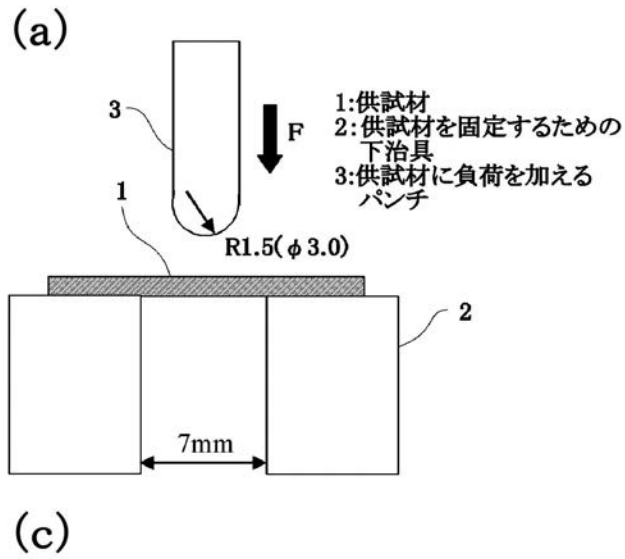


【図6】

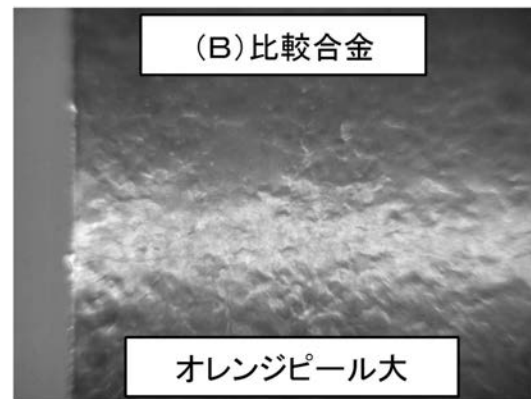
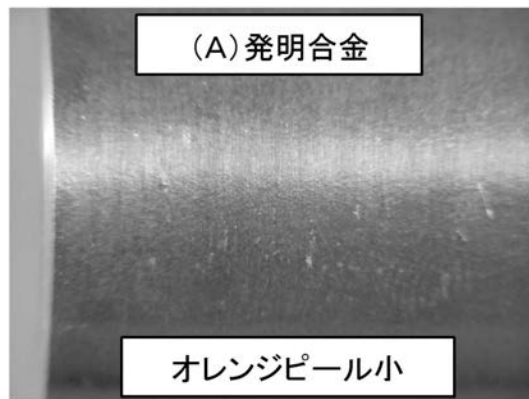
(押出材の結晶粒径)



【図7】



【図8】



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 2 4
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 G
C 2 2 F	1/00	6 8 1
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 9 1 B
C 2 2 F	1/00	6 9 1 C
C 2 2 F	1/00	6 9 2 A

(72)発明者 吉田 朋夫
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

(72)発明者 田淵 宏
愛媛県新居浜市惣開町5番1号 住友化学株式会社内

(72)発明者 高木 英俊
富山県射水市奈呉の江8-3 富山合金株式会社内

審査官 鈴木 毅

(56)参考文献 特開2001-316750(JP,A)
特開平10-008172(JP,A)
特開平11-310841(JP,A)
特開2003-221636(JP,A)
特開2001-003128(JP,A)
特開2000-248327(JP,A)
特開平06-212336(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C 2 2 C	2 1 / 0 0	-	2 1 / 1 8
C 2 2 F	1 / 0 4	-	1 / 0 5 7