

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2019-148008
(P2019-148008A)

(43) 公開日 令和1年9月5日(2019.9.5)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
C 2 2 F 1/047 (2006.01)	C 2 2 F 1/047	
C 2 2 C 21/06 (2006.01)	C 2 2 C 21/06	
C 2 2 F 1/00 (2006.01)	C 2 2 F 1/00 6 0 2	
	C 2 2 F 1/00 6 1 2	
	C 2 2 F 1/00 6 2 3	

審査請求 有 請求項の数 6 O L 外国語出願 (全 18 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2019-40297 (P2019-40297)
 (22) 出願日 平成31年3月6日 (2019.3.6)
 (62) 分割の表示 特願2015-561651 (P2015-561651) の分割
 原出願日 平成26年3月6日 (2014.3.6)
 (31) 優先権主張番号 13/791, 989
 (32) 優先日 平成25年3月9日 (2013.3.9)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関 米国 (US)

(71) 出願人 516343516
 アーコニック インコーポレイテッド
 ARCONIC INC.
 アメリカ合衆国 15212-5858
 ペンシルバニア, ピッツバーグ, イザベラ
 ストリート 201
 (74) 代理人 110001438
 特許業務法人 丸山国際特許事務所
 (72) 発明者 リン, ジェン
 アメリカ合衆国 15632 ペンシルバ
 ニア, エクスポート, アルトン コート
 1001

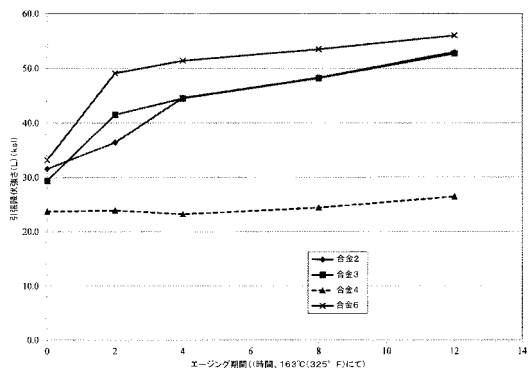
(54) 【発明の名称】 マグネシウム及び亜鉛を有する熱処理可能なアルミニウム合金及びその生成方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 マグネシウム及び亜鉛を有する、改良された熱処理可能なアルミニウム合金(「マグネシウム-亜鉛アルミニウム合金」)及びその生成方法を提供する。

【解決手段】 マグネシウム-亜鉛アルミニウム合金は、3.75~6.0重量%のマグネシウムと、2.5~5.0重量%の亜鉛であって、(Mgの重量%)/(Znの重量%)が0.75から2.40である、Znと、最大で0.5重量%のCuと、最大で0.35重量%のSiと、Zr、Sc、Cr、Mn、Hf、V、Ti、及び希土類元素からなる群から選択される少なくとも1つの二次元素と、最大で0.35重量%のFeと、残部がアルミニウム及び不純物からなる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

アルミニウム合金であって、
 3.0～6.0重量%のMgと、
 2.5～5.0重量%のZnと、
 ここで(Mgの重量%) / (Znの重量%)は0.6～2.40であり、
 最大で1.0重量%のCuと、
 最大で0.5重量%のSiと、
 Zr、Sc、Cr、Mn、Hf、V、Ti、及び希土類元素からなる前記群から選択された任意の少なくとも1つの二次元素であって、
 最大で0.20重量%のZrと、
 最大で0.30重量%のScと、
 最大で0.50重量%のCrと、
 最大で10.重量%のMnと、
 最大で0.25重量%のHf、V、及び希土類元素のいずれのそれぞれと、
 最大で0.15重量%のTiと、の量の、任意の少なくとも1つの二次元素と、
 最大で0.35重量Feと、
 アルミニウム及び他の元素の前記残部と、からなるアルミニウム合金であって、前記アルミニウム合金が0.15重量%以下のそれら他の元素のそれぞれを含み、それら他の元素の前記合計が0.35重量%を超えないアルミニウム合金。

10

20

【請求項 2】

前記アルミニウム合金が少なくとも3.25重量%のMgを含む、請求項1に記載のアルミニウム合金。

【請求項 3】

前記アルミニウム合金が少なくとも3.50重量%のMgを含む、請求項1から2のいずれかに記載のアルミニウム合金。

【請求項 4】

前記アルミニウム合金が少なくとも3.75重量%のMgを含む、請求項1から3のいずれかに記載のアルミニウム合金。

【請求項 5】

前記アルミニウム合金が5.5重量%以下のMgを含む、請求項1から4のいずれかに記載のアルミニウム合金。

30

【請求項 6】

前記アルミニウム合金が5.0重量%以下のMgを含む、請求項1から5のいずれかに記載のアルミニウム合金。

【請求項 7】

前記アルミニウム合金が4.5重量%以下のMgを含む、請求項1から6のいずれかに記載のアルミニウム合金。

【請求項 8】

前記アルミニウム合金が少なくとも2.75重量%のZnを含む、請求項1から7のいずれかに記載のアルミニウム合金。

40

【請求項 9】

前記アルミニウム合金が少なくとも3.0重量%のZnを含む、請求項1から8のいずれかに記載のアルミニウム合金。

【請求項 10】

前記アルミニウム合金が少なくとも3.25重量%のZnを含む、請求項1から9のいずれかに記載のアルミニウム合金。

【請求項 11】

前記アルミニウム合金が4.5重量%以下のZnを含む、請求項1から10のいずれかに記載のアルミニウム合金。

50

- 【請求項 1 2】
前記アルミニウム合金が 4 . 0 重量 % 以下の Z n を含む、請求項 1 から 1 1 のいずれかに記載のアルミニウム合金。
- 【請求項 1 3】
(M g の重量 %) / (Z n の重量 %) が少なくとも 0 . 7 5 である、請求項 1 から 1 2 のいずれかに記載のアルミニウム合金。
- 【請求項 1 4】
(M g の重量 %) / (Z n の重量 %) が少なくとも 0 . 9 0 である、請求項 1 から 1 3 のいずれかに記載のアルミニウム合金。
- 【請求項 1 5】 10
(M g の重量 %) / (Z n の重量 %) が少なくとも 1 . 0 0 である、請求項 1 から 1 4 のいずれかに記載のアルミニウム合金。
- 【請求項 1 6】
(M g の重量 %) / (Z n の重量 %) が少なくとも 1 . 0 2 である、請求項 1 から 1 5 のいずれかに記載のアルミニウム合金。
- 【請求項 1 7】
(M g の重量 %) / (Z n の重量 %) が 2 . 0 0 以下である、請求項 1 から 1 6 のいずれかに記載のアルミニウム合金。
- 【請求項 1 8】 20
(重量 % の M g) I (Z n の重量 %) が 1 . 7 5 以下である、請求項 1 から 1 7 のいずれかに記載のアルミニウム合金。
- 【請求項 1 9】
(M g の重量 %) I (Z n の重量 %) が 1 . 5 0 以下である、請求項 1 から 1 8 のいずれかに記載のアルミニウム合金。
- 【請求項 2 0】
前記アルミニウム合金が 0 . 5 重量 % 以下の C u を含む、請求項 1 から 1 9 のいずれかに記載のアルミニウム合金。
- 【請求項 2 1】
前記アルミニウム合金が 0 . 0 5 重量 % 未満の C u を含む、請求項 1 から 2 0 のいずれかに記載のアルミニウム合金。 30
- 【請求項 2 2】
前記アルミニウム合金が少なくとも 0 . 0 5 重量 % の C u を含む、請求項 1 から 2 0 のいずれかに記載のアルミニウム合金。
- 【請求項 2 3】
前記アルミニウム合金が 0 . 3 5 重量 % 以下の S i を含む、請求項 1 から 2 2 のいずれかに記載のアルミニウム合金。
- 【請求項 2 4】
前記アルミニウム合金が 0 . 2 5 重量 % 以下の S i を含む、請求項 1 から 2 3 のいずれかに記載のアルミニウム合金。
- 【請求項 2 5】 40
前記アルミニウム合金が少なくとも 0 . 1 0 重量 % の S i を含む、請求項 1 から 2 4 のいずれかに記載のアルミニウム合金。
- 【請求項 2 6】
前記アルミニウム合金が少なくとも 0 . 1 2 5 重量 % の S i を含む、請求項 1 から 2 5 のいずれかに記載のアルミニウム合金。
- 【請求項 2 7】
前記アルミニウム合金が少なくとも 0 . 1 5 重量 % の S i を含む、請求項 1 から 2 6 のいずれかに記載のアルミニウム合金。
- 【請求項 2 8】 50
前記アルミニウム合金が 0 . 1 0 重量 % 未満の S i を含む、請求項 1 から 2 4 のいずれ

かに記載のアルミニウム合金。

【請求項 29】

前記アルミニウム合金が 0.05 ~ 0.20 重量%の Zr を含む、請求項 1 から 28 のいずれかに記載のアルミニウム合金。

【請求項 30】

前記アルミニウム合金が 0.07 ~ 0.16 重量%の Zr を含む、請求項 1 から 29 のいずれかに記載のアルミニウム合金。

【請求項 31】

前記アルミニウム合金が 0.05 ~ 0.30 重量%の Sc を含む、請求項 1 から 30 のいずれかに記載のアルミニウム合金。

10

【請求項 32】

前記アルミニウム合金が 0.07 ~ 0.25 重量%の Sc を含む、請求項 1 から 31 のいずれかに記載のアルミニウム合金。

【請求項 33】

前記アルミニウム合金が 0.05 ~ 0.35 重量%の Cr を含む、請求項 1 から 32 のいずれかに記載のアルミニウム合金。

【請求項 34】

前記アルミニウム合金が 0.05 ~ 0.25 重量%の Cr を含む、請求項 1 から 33 のいずれかに記載のアルミニウム合金。

【請求項 35】

前記アルミニウム合金が 0.05 重量%未満の Cr を含む、請求項 1 から 32 のいずれかに記載のアルミニウム合金。

20

【請求項 36】

前記アルミニウム合金が 0.05 重量%以下の Hf、V、及び希土類元素のいずれのそれぞれを含む、請求項 1 から 35 のいずれかに記載のアルミニウム合金。

【請求項 37】

前記アルミニウム合金が 0.005 ~ 0.10 重量%の Ti を含む、請求項 1 から 36 のいずれかに記載のアルミニウム合金。

【請求項 38】

前記アルミニウム合金が 0.01 ~ 0.05 重量%の Ti を含む、請求項 1 から 37 のいずれかに記載のアルミニウム合金。

30

【請求項 39】

前記アルミニウム合金が 0.01 ~ 0.03 重量%の Ti を含む、請求項 1 から 38 のいずれかに記載のアルミニウム合金。

【請求項 40】

前記アルミニウム合金が 0.75 重量%以下の Mn を含む、請求項 1 から 39 のいずれかに記載のアルミニウム合金。

【請求項 41】

前記アルミニウム合金が 0.60 重量%以下の Mn を含む、請求項 1 から 40 のいずれかに記載のアルミニウム合金。

40

【請求項 42】

前記アルミニウム合金が 0.50 重量%以下の Mn を含む、請求項 1 から 41 のいずれかに記載のアルミニウム合金。

【請求項 43】

前記アルミニウム合金が 0.40 重量%以下の Mn を含む、請求項 1 から 42 のいずれかに記載のアルミニウム合金。

【請求項 44】

前記アルミニウム合金が少なくとも 0.05 重量%の Mn を含む、請求項 1 から 43 のいずれかに記載のアルミニウム合金。

【請求項 45】

50

前記アルミニウム合金が少なくとも0.10重量%のMnを含む、請求項1から44のいずれかに記載のアルミニウム合金。

【請求項46】

前記アルミニウム合金が少なくとも0.15重量%のMnを含む、請求項1から45のいずれかに記載のアルミニウム合金。

【請求項47】

前記アルミニウム合金が少なくとも0.20重量%のMnを含む、請求項1から46のいずれかに記載のアルミニウム合金。

【請求項48】

前記アルミニウム合金が0.05重量%未満のMnを含む、請求項1から43のいずれかに記載のアルミニウム合金。

10

【請求項49】

前記アルミニウム合金が0.25重量%以下のFeを含む、請求項1から48のいずれかに記載のアルミニウム合金。

【請求項50】

前記アルミニウム合金が0.15重量%以下のFeを含む、請求項1から49のいずれかに記載のアルミニウム合金。

【請求項51】

前記アルミニウム合金が0.10重量%以下のFeを含む、請求項1から50のいずれかに記載のアルミニウム合金。

20

【請求項52】

前記アルミニウム合金が0.08重量%以下のFeを含む、請求項1から51のいずれかに記載のアルミニウム合金。

【請求項53】

前記アルミニウム合金が0.10重量%以下のそれら他の元素のそれぞれを含み、それら他の元素の前記合計が0.25重量%を超えない、請求項1から52のいずれかに記載のアルミニウム合金。

【請求項54】

前記アルミニウム合金が0.05重量%以下のそれら他の元素のそれぞれを含み、それら他の元素の前記合計が0.15重量%を超えない、請求項1から53のいずれかに記載のアルミニウム合金。

30

【請求項55】

前記アルミニウム合金が0.3重量%以下のそれら他の元素のそれぞれを含み、それら他の元素の前記合計が0.10重量%を超えない、請求項1から54のいずれかに記載のアルミニウム合金。

【請求項56】

方法であって、

(a) 請求項1から55のいずれかに記載の前記アルミニウム合金を鑄造してアルミニウム合金体とすることと、

(b) 前記アルミニウム合金体にW質別及びT質別の1つの処理をすることと、を含む方法であって、

40

前記工程(b)が、前記アルミニウム合金体を溶体化熱処理することに続いてクエンチングすることを含む方法。

【請求項57】

前記処理をすることが、前記アルミニウム合金体にT6質別、T7質別、又はT8質別の1つの人工時効することを含み、前記T6質別又はT7質別の処理をした前記アルミニウム合金体が、T4質別の処理をした前記アルミニウム合金体より高い強度を実現するか、又は前記T8質別の処理をした前記アルミニウム合金体が、T3質別の処理をした前記アルミニウム合金体より高い強度を実現する、請求項56に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

50

【背景技術】

【0001】

アルミニウム合金は、様々な用途において有用である。しかし、アルミニウム合金の1つの特性を、別の特性を損なうことなく改良することは困難である。例えば、合金の強度を、合金の強靱性を減少させることなく上げることは難しい。アルミニウム合金に対する所望の他の特性としては、耐腐食性及び疲労き裂進展耐性の2つが含まれる。

【発明の概要】

【0002】

概括的に、本特許出願は、マグネシウム及び亜鉛を有する、改良された熱処理可能なアルミニウム合金（「マグネシウム - 亜鉛アルミニウム合金」）及びその生成方法に関する。本出願の目的として、マグネシウム - 亜鉛アルミニウム合金は、3.0 ~ 6.0重量%のマグネシウム及び2.5 ~ 5.0重量%の亜鉛を有するアルミニウム合金であり、マグネシウム及び亜鉛の少なくとも1つは、アルミニウム以外に優位を占めるアルミニウム合金の合金元素であり、 $(Mgの重量\%) / (Znの重量\%)$ は0.6から2.40である。新たなマグネシウム - 亜鉛アルミニウム合金は、以下に画定するように、銅、シリコン、鉄、二次元素、及び/又は他の元素を含んでもよい。

10

【0003】

新たなマグネシウム - 亜鉛アルミニウム合金は一般的に、3.0 ~ 6.0重量%のマグネシウム(Mg)を含み、1つの実施形態では、マグネシウム - 亜鉛アルミニウム合金は、少なくとも3.25重量%のMgを含む。別の実施形態では、マグネシウム - 亜鉛アルミニウム合金は、少なくとも3.50重量%のMgを含む。更に別の実施形態では、マグネシウム - 亜鉛アルミニウム合金は、少なくとも3.75重量%のMgを含む。1つの実施形態では、マグネシウム - 亜鉛アルミニウム合金は、5.5重量%以下のMgを含む。別の実施形態では、マグネシウム - 亜鉛アルミニウム合金は、5.0重量%以下のMgを含む。更に別の実施形態では、マグネシウム - 亜鉛アルミニウム合金は、4.5重量%以下のMgを含む。

20

【0004】

1つの実施形態では、マグネシウム - 亜鉛アルミニウム合金は、少なくとも2.75重量%のZnを含む。別の実施形態では、マグネシウム - 亜鉛アルミニウム合金は、少なくとも3.0重量%のZnを含む。別の実施形態では、マグネシウム - 亜鉛アルミニウム合金は、少なくとも3.25重量%のZnを含む。1つの実施形態では、マグネシウム - 亜鉛アルミニウム合金は、4.5重量%以下のZnを含む。1つの実施形態では、マグネシウム - 亜鉛アルミニウム合金は、4.0重量%以下のZnを含む。

30

【0005】

1つの実施形態では、 $(Mgの重量\%) / (Znの重量\%)$ （つまり、Mg/Zn比）は少なくとも0.75である。別の実施形態では、 $(Mgの重量\%) / (Znの重量\%)$ は少なくとも0.90である。更に別の実施形態では、 $(Mgの重量\%) / (Znの重量\%)$ は少なくとも1.0である。別の実施形態では、 $(Mgの重量\%) / (Znの重量\%)$ は少なくとも1.02である。1つの実施形態では、 $(Mgの重量\%) / (Znの重量\%)$ （つまり、Mg/Zn比）は2.00以下である。別の実施形態では、 $(Mgの重量\%) / (Znの重量\%)$ は1.75以下である。別の実施形態では、 $(Mgの重量\%) / (Znの重量\%)$ は1.50以下である。

40

【0006】

新たなマグネシウム - 亜鉛アルミニウム合金は、銅及び/又はシリコンを含んでもよい。1つの実施形態では、マグネシウム - 亜鉛アルミニウム合金は銅を含む。別の実施形態では、マグネシウム - 亜鉛アルミニウム合金はシリコンを含む。更に別の実施形態では、マグネシウム - 亜鉛アルミニウム合金は、銅及びシリコンの双方を含む。

【0007】

銅が使用されている場合、マグネシウム - 亜鉛アルミニウム合金は一般的に、少なくとも0.05重量%のCuを含む。1つの実施形態では、マグネシウム - 亜鉛アルミニウム

50

合金は少なくとも0.10重量%のCuを含む。マグネシウム - 亜鉛アルミニウム合金は一般的に、0.5重量%以下のCuなどの、1.0重量%以下のCuを含む。他の実施形態では、銅は合金内に不純物として含まれており、それらの実施形態では、銅は、0.05重量%未満のCuのレベルにて存在している。

【0008】

シリコンが使用されている場合、マグネシウム - 亜鉛アルミニウム合金は一般的に、少なくとも0.10重量%のSiを含む。1つの実施形態では、マグネシウム - 亜鉛アルミニウム合金は少なくとも0.15重量%のSiを含む。マグネシウム - 亜鉛アルミニウム合金は一般的に、0.50重量%以下のSiを含む。1つの実施形態では、マグネシウム - 亜鉛アルミニウム合金は0.35重量%以下のSiを含む。別の実施形態では、マグネシウム - 亜鉛アルミニウム合金は0.25重量%以下のSiを含む。他の実施形態では、シリコンは合金内に不純物として含まれており、それらの実施形態では、シリコンは、0.10重量%未満のSiのレベルにて存在している。

10

【0009】

新たなマグネシウム - 亜鉛アルミニウム合金は、Zr、Sc、Cr、Mn、Hf、V、Ti、及び希土類元素からなる群から選択される少なくとも1つの二次元素を含んでもよい。そのような元素は、例えば、マグネシウム - 亜鉛アルミニウム合金生成物の結果における適切な結晶粒構造を促進するために使用されてもよい。二次元素は、次のように任意で存在してもよい。すなわち、最大で0.20重量%のZr、最大で0.30重量%のSc、最大で1.0重量%のMn、最大で0.50重量%のCr、最大で0.25重量%のHf、V、及び希土類元素のいずれのそれぞれ、及び最大で0.15重量%のTi。ジルコニウム (Zr) 及び / 又はスカンジウム (Sc) は、結晶粒構造の制御に好適である。ジルコニウムが使用されている場合、一般的に、新たなマグネシウム - 亜鉛アルミニウム合金内に0.05 ~ 0.20重量%のZrにて含まれる。1つの実施形態では、新たなマグネシウム - 亜鉛アルミニウム合金は0.07 ~ 0.16重量%のZrを含む。ジルコニウムに加えて、又は、その代わりとして、スカンジウムが使用されてもよく、これが存在する場合、一般的に、新たなマグネシウム - 亜鉛アルミニウム合金内に0.05 ~ 0.30重量%のScにて含まれる。1つの実施形態では、新たなマグネシウム - 亜鉛アルミニウム合金は0.07 ~ 0.25重量%のScを含み、ジルコニウム、及び / 又はスカンジウムに加えて、又はその代わりとして、クロム (Cr) が使用されてもよく、これが存在する場合、一般的に、新たなマグネシウム - 亜鉛アルミニウム合金内に0.05 ~ 0.50重量%のCrにて含まれる。1つの実施形態では、新たなマグネシウム - 亜鉛アルミニウム合金は0.05 ~ 0.35重量%のCrを含む。別の実施形態では、新たなマグネシウム - 亜鉛アルミニウム合金は0.05 ~ 0.25重量%のCrを含む。他の実施形態では、ジルコニウム、スカンジウム、及び / 又はクロムのいずれは、合金内に不純物として含まれてもよく、それらの実施形態では、そのような元素は合金内に0.05重量%未満にて含まれるであろう。

20

30

【0010】

Hf、V及び希土類元素は、それぞれが最大で0.25重量%の量にて含まれてもよい (つまり、最大で0.25重量%のHf及びVのいずれのそれぞれ、及び最大で0.25重量%の希土類元素のいずれのそれぞれが含まれてもよい)。1つの実施形態では、新たなマグネシウム - 亜鉛アルミニウム合金は、0.05重量%以下のHf、V、及び希土類元素のそれぞれを含む (0.05重量%以下のHf及びVのいずれのそれぞれ、及び0.05重量%以下の希土類元素のいずれのそれぞれが含まれてもよい)。

40

【0011】

チタニウムが結晶粒微細化に好適であり、これが存在する場合、一般的に、新たなマグネシウム - 亜鉛アルミニウム合金内に0.005 ~ 0.10重量%のTiにて含まれる。1つの実施形態では、新たなマグネシウム - 亜鉛アルミニウム合金は0.01 ~ 0.05重量%のTiを含む。別の実施形態では、新たなマグネシウム - 亜鉛アルミニウム合金は0.01 ~ 0.03重量%のTiを含む。

50

【 0 0 1 2 】

マンガン (M n) は、新たなマグネシウム - 亜鉛アルミニウム合金内に、最大で 1 . 0 重量 % の量にて使用されてもよい。1 つの実施形態では、新たなマグネシウム - 亜鉛アルミニウム合金は 0 . 7 5 重量 % 以下の M n を含む。別の実施形態では、新たなマグネシウム - 亜鉛アルミニウム合金は 0 . 6 0 重量 % 以下の M n を含み、更に別の実施形態では、新たなマグネシウム - 亜鉛アルミニウム合金は 0 . 5 0 重量 % 以下の M n を含む。別の実施形態では、新たなマグネシウム - 亜鉛アルミニウム合金は 0 . 4 0 重量 % 以下の M n を含む。1 つの実施形態では、新たなマグネシウム - 亜鉛アルミニウム合金は少なくとも 0 . 0 5 重量 % の M n を含む。別の実施形態では、新たなマグネシウム - 亜鉛アルミニウム合金は少なくとも 0 . 1 0 重量 % の M n を含む。更に別の実施形態では、新たなマグネシウム - 亜鉛アルミニウム合金は少なくとも 0 . 1 5 重量 % の M n を含む。別の実施形態では、新たなマグネシウム - 亜鉛アルミニウム合金は少なくとも 0 . 2 0 重量 % の M n を含み、1 つの実施形態では、新たなマグネシウム - 亜鉛アルミニウム合金はマンガンを実質的に含まず、0 . 0 5 重量 % 未満の M n を含む。

10

【 0 0 1 3 】

鉄 (F e) は、新たなマグネシウム - 亜鉛アルミニウム合金内に、一般的に不純物として存在してもよい。新たなマグネシウム - 亜鉛アルミニウム合金の鉄含量は一般的に、約 0 . 3 5 重量 % の F e を超えるべきではない。1 つの実施形態では、新たなマグネシウム - 亜鉛アルミニウム合金は約 0 . 2 5 重量 % 以下の F e を含む。他の実施形態では、新たなマグネシウム - 亜鉛アルミニウム合金は、約 0 . 1 5 重量 % 以下の F e 、約 0 . 1 0 重量 % 以下の F e 、約 0 . 0 8 重量 % 以下の F e 、又はこれら以下を含んでもよい。

20

【 0 0 1 4 】

上記に一覧する元素とは別に、新たなマグネシウム - 亜鉛アルミニウム合金の残部 (剰余) は一般的にアルミニウム及び他の元素であり、ここで新たなマグネシウム - 亜鉛アルミニウム合金は、0 . 1 5 重量 % 以下のそれら他の元素のそれぞれを、それら他の元素の合計が 0 . 3 5 重量 % を超えずに含む。本明細書で使用される場合、「他の元素」は、上記に同定する元素以外に、周期表のいずれの元素、つまり、A l 、M g 、Z n 、C u 、S i 、F e 、Z r 、S c 、C r 、M n 、T i 、H f 、V 、及び希土類元素以外のいずれの元素を含む。1 つの実施形態では、新たなマグネシウム - 亜鉛アルミニウム合金は、0 . 1 0 重量 % 以下の他の元素のそれぞれを、それら他の元素の合計が 0 . 2 5 重量 % を超えずに含む。別の実施形態では、新たなマグネシウム - 亜鉛アルミニウム合金は、0 . 0 5 重量 % 以下の他の元素のそれぞれを、それら他の元素の合計が 0 . 1 5 重量 % を超えずに含み、更に別の実施形態では、新たなマグネシウム - 亜鉛アルミニウム合金は、0 . 0 3 重量 % 以下の他の元素のそれぞれを、それら他の元素の合計が 0 . 1 0 重量 % を超えずに含む。

30

【 0 0 1 5 】

アルミニウム内に含まれる元素の合計量 (つまり、上記の元素すべて、又は「合金元素」) は、(例えば、構成粒子量を制限しながら硬化を図るよう) アルミニウム合金が適切に溶体化熱処理及びクエンチされ得るよう選択されるべきである。1 つの実施形態では、マグネシウム - 亜鉛アルミニウム合金は、溶体化熱処理及びクエンチ後に、マグネシウム - 亜鉛アルミニウム合金が可溶性構成粒子を含まない、又はこれを実質的に含まない、合金元素量を含む。1 つの実施形態では、マグネシウム - 亜鉛アルミニウム合金は、溶体化熱処理及びクエンチ後に、アルミニウム合金が少量の (例えば、制限された / 最小化された) 不溶性構成粒子を伴う合金元素量を含む。他の実施形態では、マグネシウム - 亜鉛アルミニウム合金は、制御された量の不溶性構成粒子から恩恵を受けてもよい。

40

【 0 0 1 6 】

特に明記する場合を除き、元素量を参照する際の表現「最大」は、その元素組成が任意であることを意味し、その特定の組成上の構成要素のゼロの量を含む。特に明記しない限り、すべての組成上の割合は重量パーセント (重量 %) である。

【 0 0 1 7 】

50

新たなマグネシウム - 亜鉛アルミニウム合金は、様々な展伸形態(wrought forms)、例えば、圧延形態(シート、プレート)、押出、又は鍛造などの形態に処理されてもよい、及び様々な質別(tempers)の処理が施されてもよい。この点については、新たなマグネシウム - 亜鉛アルミニウム合金は鋳造(例えば、直接チル鋳造又は連続鋳造)され、続いて適切な製造物の形態(シート、プレート、押出、又は鍛造)に加工(熱間)加工及び/又は冷間加工)されてもよい。加工後、新たなマグネシウム - 亜鉛アルミニウム合金は、アルミニウム協会により定義されるように、T質別及びW質別の1つの処理をされてもよい。1つの実施形態では、新たなマグネシウム - 亜鉛アルミニウム合金は、「T質別」の処理(熱処理)をしている。この点については、新たなマグネシウム - 亜鉛アルミニウム合金は、アルミニウム協会により定義されるように、T1質別、T2質別、T3質別、T4質別、T5質別、T6質別、T7質別、T8質別、又はT9質別のいずれの処理が施されてもよい。1つの実施形態では、新たなマグネシウム - 亜鉛アルミニウム合金は、T4質別、T6質別、又はT7質別の1つの処理が施されており、新たなマグネシウム - 亜鉛アルミニウム合金は溶体化熱処理され、続いてクエンチされ、続いて自然時効(T4)又は高温時効(T6又はT7)のいずれかが行われる。1つの実施形態では、新たなマグネシウム - 亜鉛アルミニウム合金は、T3質別又はT8質別の1つの処理が施され、新たなマグネシウム - 亜鉛アルミニウム合金は溶体化熱処理され、続いてクエンチされ、続いて冷間加工され、続いて自然時効(T3)又は高温時効(T8)のいずれかが行われる。別の実施形態では、新たなマグネシウム - 亜鉛アルミニウム合金は、アルミニウム協会により定義されるように、「W質別」(溶体化熱処理)の処理がされている。更に別の実施形態では、アルミニウム合金を適切な製造物の形態へ加工した後は、溶体化熱処理は適用されず、したがって、新たなマグネシウム - 亜鉛アルミニウム合金は、アルミニウム協会により定義されるように、(製作されるように)「F質別」の処理がされてもよい。

10

20

30

40

50

【0018】

新たなマグネシウム - 亜鉛アルミニウム合金は、自動車産業への応用又は航空宇宙産業への応用などの、様々な用途に使用されてもよい。

【0019】

1つの実施形態では、新たなマグネシウム - 亜鉛アルミニウム合金は、数ある中で、翼表面(上部及び下部)又はストリング/補強材、胴体表面又はストリング、リブ、フレーム、翼桁、シートトラック、バルクヘッド、内周枠、(水平スタビライザ及び垂直スタビライザなどの)尾翼、床ばり、シートトラック、ドア、及び制御表面構成部品(例えば、方向舵、補助翼)などの、航空宇宙産業への応用に使用される。

【0020】

別の実施形態では、新たなマグネシウム - 亜鉛アルミニウム合金は、数ある中で、閉鎖パネル(例えば、数ある中で、フード、フェンダー、ドア、ルーフ、及びトランクリッド)、ホイール、及び、ホワイトボディ(例えば、ピラー、リーンフォースメント)用途などの重要な強度の用途、などの、自動車産業への応用に使用される。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】実施例1の結果を示すグラフである。

【図2】実施例1の結果を示すグラフである。

【図3】実施例1の結果を示すグラフである。

【0022】

【図4】実施例1の合金の、それらの耐腐食性を示す顕微鏡写真を含む。

【発明を実施するための形態】

【実施例1】

【0023】

以下の表Iに示す組成物を有する6つのブックモールドインゴットが鋳造された((5.72cm(2.25"))(H)×9.53cm(3.75"))(W)×36cm(14"))(L))。

【表 1】

表 1－実施例 1 の合金の（重量％での）組成

合金	Mg	Zn	Mg/Zn	Cu	Mn	注
1	3.88	2.13	1.82	0.48	0.31	非発明
2	3.31	3.2	1.03	0.48	0.32	発明
3	4.34	3.25	1.34	0	0.53	発明
4	3.87	2.17	1.78	0.25	0.32	非発明
5	3.89	2.19	1.78	0.25	0.64	非発明
6	3.72	3.56	1.04	0	0.32	発明

10

合金はすべて、約 0.12 重量％以下の Fe、約 0.11 重量％以下の Si、約 0.01 ~ 約 0.02 重量％の Ti、及び約 0.10 ~ 0.11 重量％の Zr を含んだ。アルミニウム合金の剰余はアルミニウム及び他の元素であり、アルミニウム合金は、0.03 重量％以下の他の元素のそれぞれを、それら他の元素の合計が 0.10 重量％を超えずに含んだ。

【0024】

インゴットは、T6 スタイル質別の処理をした。具体的には、インゴットは均質化され、1.3 cm (0.5 ") ゲージに熱間圧延され、溶体化熱処理及び冷水クエンチされ、続いて約 1 ~ 2 % 伸展されて平坦にされた。製造物は続いて、少なくとも 96 時間室温にて自然時効され、続いて様々な温度にて様々な時間に高温時効された（以下に示す）。エージング後、機械的特性が測定された。結果を以下の表 2 ~ 表 4 に示す。ASTM E8 及び B557 にしたがって強度特性及び伸長特性が測定された。ASTM E23-07a にしたがってシャルピー衝撃エネルギー試験が行われた。

20

【表 2】

表 2－実施例 1 の合金の特性 (L) - 163°C (325°F) にてエージング後

合金	エージング期間(時間)	TYS kPa(ksi)	UTS kPa(ksi)	伸び(%)
2	0	480(31.6)	763(50.2)	32.0
	2	553(36.4)	784(51.6)	22.0
	4	678(44.6)	892(58.7)	21.0
	8	734(48.3)	938(61.7)	21.0
	12	806(53.0)	996(65.5)	18.0
3	0	447(29.4)	803(52.8)	32.0
	2	631(41.5)	866(57.0)	21.0
	4	676(44.5)	883(58.1)	19.0
	8	733(48.2)	933(61.4)	19.0
	12	801(52.7)	1000(65.8)	15.0
4	0	360(23.7)	720(47.4)	36.0
	2	363(23.9)	707(46.5)	34.0
	4	353(23.2)	681(44.8)	33.0
	8	371(24.4)	681(44.8)	30.0
	12	401(26.4)	710(46.7)	29.0
6	0	505(33.2)	789(51.9)	29.0
	2	746(49.1)	909(59.8)	19.0
	4	781(51.4)	935(61.5)	18.0
	8	813(53.5)	968(63.7)	17.0
	12	851(56.0)	1017(66.9)	16.0

30

40

【表 3】

表 3 - 実施例特性 (L) - 177°C (350°F) にてエージング後

合金	エージング期間 (時間)	TYS kPa(ksi)	UTS kPa(ksi)	伸び(%)	シャルピー衝撃 エネルギーJ(ft-lbf)
1	0	374(24.6)	610(40.1)	36.0	--
	2	389(25.6)	716(47.1)	30.0	--
	4	421(27.7)	742(48.8)	31.0	--
	8	435(28.6)	737(48.5)	28.0	--
	12	435(28.6)	708(46.6)	24.0	--
2	0	480(31.6)	763(50.2)	32.0	--
	2	696(45.8)	901(59.3)	19.0	--
	4	766(50.4)	967(63.6)	19.0	213(157)
	8	705(46.4)	918(60.4)	18.0	--
	12	708(46.6)	926(60.9)	18.0	--
3	0	447(29.4)	803(52.8)	32.0	--
	2	629(41.4)	857(56.4)	18.0	--
	4	682(44.9)	917(60.3)	17.0	212(156)
	8	663(43.6)	894(58.8)	17.0	--
	12	707(46.5)	939(61.8)	16.0	--
4	0	360(23.7)	720(47.4)	36.0	--
	2	368(24.2)	692(45.5)	28.0	--
	4	401(26.4)	707(46.5)	28.5	--
	8	456(30.0)	768(50.5)	21.0	--
	12	418(27.5)	692(45.5)	27.0	--
5	0	360(23.7)	714(47.0)	36.0	--
	2	375(24.7)	717(47.2)	26.0	--
	4	398(26.2)	707(46.5)	24.0	--
	8	435(28.6)	742(48.8)	24.0	--
	12	397(26.1)	666(43.8)	22.0	--
6	0	505(33.2)	789(51.9)	29.0	--
	2	786(51.7)	950(62.5)	18.0	--
	4	766(50.4)	947(62.3)	17.0	209(154)
	8	784(51.6)	976(64.2)	16.0	--
	12	739(48.6)	942(62.0)	16.0	--

10

20

30

【表 4】

表 4 - 実施例特性 (L) - 191°C (375°F) にてエージング後

合金	エージング期間(時間)	TYS kPa(ksi)	UTS kPa(ksi)	伸び(%)
1	0	374(24.6)	610(40.1)	36.0
	1	395(26.0)	720(47.4)	35.0
	2	400(26.3)	695(45.7)	32.0
	4	427(28.1)	714(47.0)	27.0
	8	444(29.2)	725(47.7)	26.0
2	0	480(31.6)	763(50.2)	32.0
	1	638(42.0)	866(57.0)	20.0
	2	760(50.0)	971(63.9)	19.0
	4	617(40.6)	854(56.2)	18.0
	8	654(43.0)	879(57.8)	18.0
3	0	447(29.4)	803(52.8)	32.0
	1	667(43.9)	892(58.7)	17.0
	2	687(45.2)	921(60.6)	17.0
	4	629(41.4)	874(57.5)	18.0
	8	634(41.7)	880(57.9)	19.0
4	0	360(23.7)	720(47.4)	36.0
	1	420(27.6)	713(46.9)	26.0
	2	461(30.3)	777(51.1)	22.0
	4	438(28.8)	730(48.0)	22.0
	8	418(27.5)	702(46.2)	27.0
5	0	375(24.7)	714(47.0)	36.0
	1	393(25.9)	733(48.2)	30.0
	2	430(28.3)	752(49.5)	26.0
	4	416(27.4)	705(46.4)	20.0
	8	435(28.6)	728(47.9)	21.0
6	0	405(33.2)	789(51.9)	29.0
	1	699(46.0)	881(58.0)	18.0
	2	678(44.6)	888(58.4)	18.0
	4	705(46.4)	921(60.6)	17.0
	8	692(45.5)	921(60.6)	17.0

10

20

30

【0025】

上記のように、及び図1～図3にて、少なくとも3.0重量%のZnを有する本発明の合金は、2.19重量%のZn又はこれ以下を有する非発明の合金よりも、高い強度を達成する。本発明の合金はまた、高いシャルピー衝撃耐性を実現し、すべてが約209～213J(154～157ft-lbf)を実現する。比較すると、従来合金6061は、同様の処理条件にて、約115J(85ft-lbf)のシャルピー衝撃耐性を実現した。

【0026】

本発明の合金はまた、良好な粒界腐食耐性を実現した。合金3、合金4、及び合金6は、ASTM G110にしたがって粒界腐食性について試験された。従来合金6061はまた、比較の目的で試験された。図4及び以下の表5に示すように、本発明の合金は、従来合金6061と比較して、向上した粒界腐食耐性を実現した。

40

【表 5】

表 5 - 合金の腐食特性 - ピーク強度条件 ((1 9 6 ° C (3 8 5 ° F) 、 2 時間))

合金	G110 - 攻撃深度 - 24時間 mm(in.)			
	T/10(平均)	T10(最大)	表面(平均)	表面(最大)
1	0.225(0.00886)	0.241(0.00948)	0.127(0.00499)	0.215(0.00847)
2	0.206(0.00811)	0.2692(0.01060)	0.174(0.00685)	0.236(0.00929)
3	0.016(0.00062)	0.023(0.00091)	0.0508(0.00200)	0.0729(0.00287)
4	0.016(0.00063)	0.021(0.00084)	0.0739(0.00291)	0.125(0.00494)
5	0.016(0.00064)	0.018(0.00071)	0.133(0.00522)	0.237(0.00935)
6	0.020(0.00078)	0.0254(0.00100)	0.185(0.00729)	0.5964(0.02348)
6061	0.2652(0.01044)	0.3518(0.01385)	0.209(0.00822)	0.2898(0.01141)

10

【実施例 2】

【0027】

実施例 1 の合金 6 はまた、溶体化熱処理後に高冷間加工にて処理された。具体的には、合金 6 は、2.54 センチメートル (1.0 インチ) の中間ゲージに熱間圧延され、溶体化熱処理され、冷水クエンチされ、続いて 1.3 センチメートル (0.5 インチ) の最終ゲージに 50% 冷間圧延 (つまり、厚さを 50% 削減) され、これによって 50% 冷間加工を導いた。合金 6 は続いて、177 (350 ° F) にて 0.5 時間及び 2 時間高温時効された。エージングの前後にて、機械的特性が測定された。結果を以下の表 6 に示す。ASTM E5 及び B557 にしたがって強度特性及び伸長特性が測定された。

20

【表 6】

表 6 - 実施例 2 の特性 (L) 合金 6 - 350 ° F にてエージング後

エージング期間(時間)	TYS kPa(ksi)	UTS kPa(ksi)	伸び(%)
0	889(58.5)	1043(68.6)	13.0
0.5	889(58.9)	1021(67.2)	16.0
2	851(56.0)	983(64.7)	16.0

【0028】

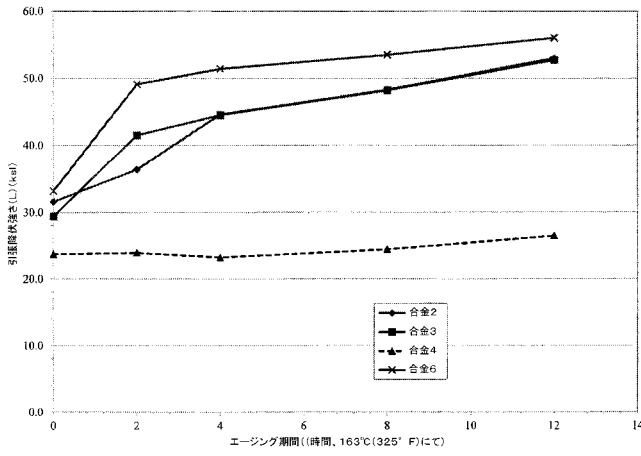
上記のように、この 1.3 センチメートル (0.5 インチ) のプレートは、高い強度及び良好な伸長を実現し、約 897 kPa (59 ksi) のおよそのピーク引張降伏強さを、約 16% の伸長とともに、30 分間のみのエージングにて達成する。比較すると、同様の厚さの従来の合金 5083 は一般的に、約 547 kPa (36 ksi) の引張降伏強さ (LT) を同様の伸長及び同様の耐腐食性にて実現する。

30

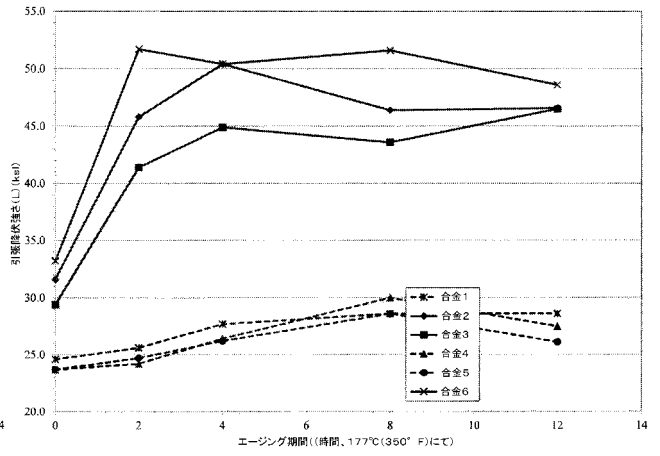
【0029】

本開示の様々な実施形態が詳細に説明される一方で、それら実施形態の変形例及び適用例が当業者により行われることが明白である。しかし、そのような変形例及び適用例は、本開示の趣旨及び範囲内にあることが明示的に理解されるであろう。

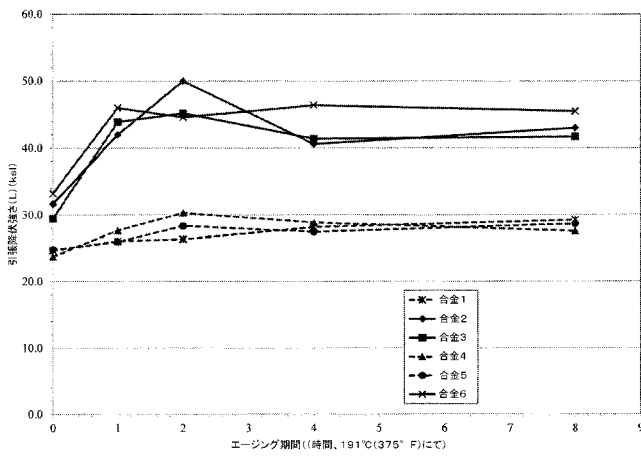
【図1】



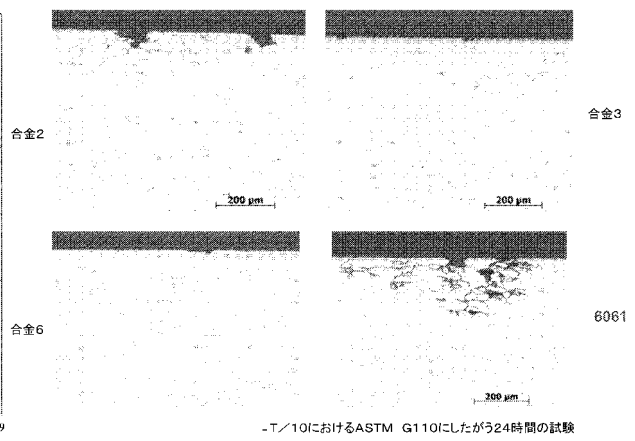
【図2】



【図3】



【図4】



-T/10IにおけるASTM G110にしたがう24時間の試験

【手続補正書】

【提出日】平成31年3月29日(2019.3.29)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

(a) アルミニウム合金を鋳造することを含み、前記アルミニウム合金が、
3.75～6.0重量%のMgと、
2.5～5.0重量%のZnであって、
 $(Mgの重量\%) / (Znの重量\%)$ が0.75～2.40である、Znと、
最大で0.5重量%のCuと、
最大で0.35重量%のSiと、
Zr、Sc、Cr、Mn、Hf、V、Ti、及び希土類元素からなる群から選択される
少なくとも一種の二次元素であって、含有量は、Zrが最大で0.20重量%、Scが最
大で0.30重量%、Crが最大で0.50重量%、Mnが最大で1.0重量%、Tiが
最大で0.15重量%、並びにHf、V、及び希土類元素のいずれかが最大で0.25重
量%である、二次元素と、
最大で0.35重量%のFeと、
残部がアルミニウム及び不純物とからなり、
(b) 前記アルミニウム合金を熱間加工して鍛造製品にすることを含み、前記鍛造製品
がホイール製品であり、
(c) 鍛造された前記ホイール製品に、T5質別、T6質別、T7質別、又はT8質別
のうちの1つの処理をすることを含む、方法。

【請求項2】

前記処理をすることが、鍛造された前記ホイール製品にT5質別の処理をすることを含
む、請求項の方法。

【請求項3】

(a) アルミニウム合金を鋳造することを含み、前記アルミニウム合金が、
3.75～6.0重量%のMgと、
2.5～5.0重量%のZnであって、
 $(Mgの重量\%) / (Znの重量\%)$ が0.75～2.40である、Znと、
最大で0.5重量%のCuと、
最大で0.35重量%のSiと、
Zr、Sc、Cr、Mn、Hf、V、Ti、及び希土類元素からなる群から選択される
少なくとも一種の二次元素であって、含有量は、Zrが最大で0.20重量%、Scが最
大で0.30重量%、Crが最大で0.50重量%、Mnが最大で1.0重量%、Tiが
最大で0.15重量%、並びにHf、V、及び希土類元素のいずれかが最大で0.25重
量%である、二次元素と、
最大で0.35重量%のFeと、
残部がアルミニウム及び不純物とからなり、
(b) 前記アルミニウム合金を熱間加工して展伸アルミニウム合金製品にすることを含
み、前記熱間加工は、圧延、鍛造及び押出のうちの1つを含み、
(c) 前記展伸アルミニウム合金製品にW質別及びT質別のうちの1つの処理をするこ
と、を含み、
前記工程(b)が、前記展伸アルミニウム合金製品を溶体化熱処理することに続いてク
エンチングすることを含み、
前記処理をすることが、前記展伸アルミニウム合金製品をT6質別、T7質別、又はT

8 質別のうちの 1 つの人工時効することを含み、前記 T 6 質別又は前記 T 7 質別の処理をされた前記展伸アルミニウム合金製品が、T 4 質別の処理をされた前記展伸アルミニウム合金製品より高い強度を実現するか、あるいは前記 T 8 質別の処理をされた前記展伸アルミニウム合金製品が、T 3 質別の処理をされた前記展伸アルミニウム合金製品より高い強度を実現する、方法。

【請求項 4】

前記展伸アルミニウム合金製品は、シート製品である、請求項 3 に記載の方法。

【請求項 5】

前記シート製品は、自動車又は航空宇宙ビークルの製造に用いられる、請求項 4 に記載の方法。

【請求項 6】

展伸アルミニウム合金であって、
3.75 ~ 6.0 重量%の Mg と、
3.25 ~ 5.0 重量%の Zn であって、
(Mg の重量%) / (Zn の重量%) が 0.75 ~ 1.85 である、Zn と、
少なくとも 0.10 重量%、最大で 0.5 重量%の Cu と、
最大で 0.10 重量%未満の Si と、
Zr、Sc、Cr、Mn、Hf、V、Ti、及び希土類元素からなる群から選択される
少なくとも一種の二次元素であって、
最大で 0.20 重量%の Zr、
最大で 0.30 重量%の Sc、
最大で 0.50 重量%の Cr、
最大で 1.0 重量%の Mn、
最大で 0.15 重量%の Ti、並びに
それぞれ最大で 0.25 重量%の Hf、V、及び希土類元素のいずれかの、二次元素と
、
最大で 0.35 重量%の Fe と、
残部がアルミニウム及び不純物とからなり、シート若しくはプレートに圧延された形態
、鍛造された形態又は押し出しされた形態である、展伸アルミニウム合金。

フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

テーマコード(参考)

C 2 2 F	1/00	6 3 0 A
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 4 0 A
C 2 2 F	1/00	6 3 0 B
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 8 5 Z
C 2 2 F	1/00	6 9 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

【外国語明細書】
2019148008000001.pdf