

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2017-517632

(P2017-517632A)

(43) 公表日 平成29年6月29日(2017.6.29)

(51) Int.Cl.
C22C 21/10 (2006.01)F1
C22C 21/10

テーマコード (参考)

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2016-564991 (P2016-564991)
 (86) (22) 出願日 平成27年4月23日 (2015.4.23)
 (85) 翻訳文提出日 平成28年10月27日 (2016.10.27)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2015/027224
 (87) 国際公開番号 W02015/167916
 (87) 国際公開日 平成27年11月5日 (2015.11.5)
 (31) 優先権主張番号 61/986,249
 (32) 優先日 平成26年4月30日 (2014.4.30)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 500277629
 アルコア インコーポレイテッド
 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, アルコア コーポ
 レイト センター
 (74) 代理人 110001438
 特許業務法人 丸山国際特許事務所
 (72) 発明者 ヤン, シンヤン
 アメリカ合衆国 15668 ペンシルバ
 ニア, マリーズビル, バッキンガム コー
 ト 3801

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 改良された7XXアルミニウム鋳造合金及びその製造方法

(57) 【要約】

新規な7xxアルミニウム鋳造合金を開示する。アルミニウム鋳造合金は、3.0～8.0重量%のZnと、1.0～3.0重量%のMgと、但し、重量%のZnは、重量%のMgを超え、0.35～1.0重量%のCuと、但し、重量%のMgは、重量%のCuを超え、0.05～0.30重量%のVと、0.01～1.0重量%の少なくとも1種の二次元素(Mn、Cr、Zr、Ti、B、及びこれらの組み合わせ)と、最大0.50重量%のFeと、最大0.25重量%のSiと、を含み、残部は、アルミニウム及び他の元素であって、アルミニウム鋳造合金は、0.05重量%以下の他の元素のそれぞれを含み、アルミニウム鋳造合金は、全量で0.15重量%以下の他の元素を含む。

【選択図】 なし

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

アルミニウム鑄造合金であって、

(a) 3.0～8.0重量%のZnと、

(b) 1.0～3.0重量%のMgと、

但し、該重量%のZnは、該重量%のMgを超え、

(c) 0.35～1.0重量%のCuと、

但し、該重量%のMgは、該重量%のCuを超え、

(d) 0.05～0.30重量%のVと、

(e) 0.01～1.0重量%の少なくとも1種の二次元素であって、該少なくとも1種の二次元素は、Mn、Cr、Zr、Ti、B、及びこれらの組み合わせからなる群から選択され、

存在する場合、該アルミニウム鑄造合金は、二次元素として0.50重量%以下のMnを含み、

存在する場合、該アルミニウム鑄造合金は、二次元素として0.40重量%以下のCrを含み、

存在する場合、該アルミニウム鑄造合金は、二次元素として0.25重量%以下のZrを含み、

存在する場合、該アルミニウム鑄造合金は、二次元素として0.25重量%以下のTiを含み、

存在する場合、該アルミニウム鑄造合金は、二次元素として0.05重量%以下のBを含む、二次元素と、

(f) 最大で0.50重量%のFeと、

(g) 最大で0.25重量%のSiと、

(h) アルミニウム及び他の元素である残部であって、該アルミニウム鑄造合金は、0.05重量%以下の該他の元素のそれぞれを含み、該アルミニウム鑄造合金は、全量で0.15重量%以下の該他の元素を含む、残部と、からなる、アルミニウム鑄造合金。

【請求項 2】

前記合金は、7.5重量%以下のZnを含む、請求項1に記載のアルミニウム鑄造合金。

【請求項 3】

前記合金は、7.0重量%以下のZnを含む、請求項1に記載のアルミニウム鑄造合金。

【請求項 4】

前記合金は、6.5重量%以下のZnを含む、請求項1に記載のアルミニウム鑄造合金。

【請求項 5】

前記合金は、6.0重量%以下のZnを含む、請求項1に記載のアルミニウム鑄造合金。

【請求項 6】

前記合金は、5.5重量%以下のZnを含む、請求項1に記載のアルミニウム鑄造合金。

【請求項 7】

前記合金は、5.0重量%以下のZnを含む、請求項1に記載のアルミニウム鑄造合金。

【請求項 8】

前記合金は、少なくとも3.25重量%のZnを含む、請求項1～7のいずれか一項に記載のアルミニウム鑄造合金。

【請求項 9】

前記合金は、少なくとも3.5重量%のZnを含む、請求項1～7のいずれか一項に記

載のアルミニウム鑄造合金。

【請求項 10】

前記合金は、少なくとも 3.75 重量%の Zn を含む、請求項 1～7 のいずれか一項に記載のアルミニウム鑄造合金。

【請求項 11】

前記合金は、少なくとも 4.0 重量%の Zn を含む、請求項 1～7 のいずれか一項に記載のアルミニウム鑄造合金。

【請求項 12】

前記合金は、2.75 重量%以下の Mg を含む、請求項 1～11 のいずれか一項に記載のアルミニウム鑄造合金。

10

【請求項 13】

前記合金は、2.5 重量%以下の Mg を含む、請求項 1～12 のいずれか一項に記載のアルミニウム鑄造合金。

【請求項 14】

前記合金は、2.25 重量%以下の Mg を含む、請求項 1～13 のいずれか一項に記載のアルミニウム鑄造合金。

【請求項 15】

前記合金は、2.0 重量%以下の Mg を含む、請求項 1～14 のいずれか一項に記載のアルミニウム鑄造合金。

【請求項 16】

前記合金は、1.8 重量%以下の Mg を含む、請求項 1～15 のいずれか一項に記載のアルミニウム鑄造合金。

20

【請求項 17】

前記合金は、少なくとも 1.1 重量%の Mg を含む、請求項 1～16 のいずれか一項に記載のアルミニウム鑄造合金。

【請求項 18】

前記合金は、少なくとも 1.2 重量%の Mg を含む、請求項 1～17 のいずれか一項に記載のアルミニウム鑄造合金。

【請求項 19】

前記合金は、少なくとも 1.3 重量%の Mg を含む、請求項 1～18 のいずれか一項に記載のアルミニウム鑄造合金。

30

【請求項 20】

前記合金は、少なくとも 1.4 重量%の Mg を含む、請求項 1～19 のいずれか一項に記載のアルミニウム鑄造合金。

【請求項 21】

前記合金は、少なくとも 0.40 重量%の Cu を含む、請求項 1～20 のいずれか一項に記載のアルミニウム鑄造合金。

【請求項 22】

前記合金は、少なくとも 0.45 重量%の Cu を含む、請求項 1～21 のいずれか一項に記載のアルミニウム鑄造合金。

40

【請求項 23】

前記合金は、少なくとも 0.50 重量%の Cu を含む、請求項 1～22 のいずれか一項に記載のアルミニウム鑄造合金。

【請求項 24】

前記合金は、少なくとも 0.55 重量%の Cu を含む、請求項 1～23 のいずれか一項に記載のアルミニウム鑄造合金。

【請求項 25】

前記合金は、少なくとも 0.60 重量%の Cu を含む、請求項 1～24 のいずれか一項に記載のアルミニウム鑄造合金。

【請求項 26】

50

前記合金は、0.95重量%以下のCuを含む、請求項1～25のいずれか一項に記載のアルミニウム鑄造合金。

【請求項27】

前記合金は、0.90重量%以下のCuを含む、請求項1～26のいずれか一項に記載のアルミニウム鑄造合金。

【請求項28】

前記合金は、0.85重量%以下のCuを含む、請求項1～27のいずれか一項に記載のアルミニウム鑄造合金。

【請求項29】

前記合金は、0.80重量%以下のCuを含む、請求項1～28のいずれか一項に記載のアルミニウム鑄造合金。

10

【請求項30】

前記合金は、0.35重量%以下のFeを含む、請求項1～29のいずれか一項に記載のアルミニウム鑄造合金。

【請求項31】

前記合金は、0.25重量%以下のFeを含む、請求項1～30のいずれか一項に記載のアルミニウム鑄造合金。

【請求項32】

前記合金は、0.15重量%以下のFeを含む、請求項1～31のいずれか一項に記載のアルミニウム鑄造合金。

20

【請求項33】

前記合金は、0.10重量%以下のFeを含む、請求項1～32のいずれか一項に記載のアルミニウム鑄造合金。

【請求項34】

前記合金は、0.20重量%以下のSiを含む、請求項1～33のいずれか一項に記載のアルミニウム鑄造合金。

【請求項35】

前記合金は、0.15重量%以下のSiを含む、請求項1～34のいずれか一項に記載のアルミニウム鑄造合金。

【請求項36】

30

前記合金は、0.10重量%以下のSiを含む、請求項1～35のいずれか一項に記載のアルミニウム鑄造合金。

【請求項37】

前記合金は、0.05重量%以下のSiを含む、請求項1～36のいずれか一項に記載のアルミニウム鑄造合金。

【請求項38】

前記合金は、少なくとも0.01重量%のSi及び少なくとも0.01重量%のFeを含む、請求項1～37のいずれか一項に記載のアルミニウム鑄造合金。

【請求項39】

前記少なくとも1種の二次元素は、Zrを少なくとも含み、前記アルミニウム鑄造合金は、0.05～0.25重量%のZrを含む、請求項1～38のいずれか一項に記載のアルミニウム鑄造合金。

40

【請求項40】

前記アルミニウム鑄造合金は、0.05～0.20重量%のZrを含む、請求項39に記載のアルミニウム鑄造合金。

【請求項41】

前記アルミニウム鑄造合金は、0.07～0.18重量%のZrを含む、請求項39に記載のアルミニウム鑄造合金。

【請求項42】

前記少なくとも1種の二次元素は、Mnを少なくとも含み、前記アルミニウム鑄造合金

50

は、0.01～0.50重量%のMnを含む、請求項1～41のいずれか一項に記載のアルミニウム鑄造合金。

【請求項43】

前記アルミニウム鑄造合金は、0.01～0.25重量%のMnを含む、請求項42に記載のアルミニウム鑄造合金。

【請求項44】

前記アルミニウム鑄造合金は、0.01～0.15重量%のMnを含む、請求項42に記載のアルミニウム鑄造合金。

【請求項45】

前記アルミニウム鑄造合金は、0.01～0.10重量%のMnを含む、請求項42に記載のアルミニウム鑄造合金。

10

【請求項46】

前記アルミニウム鑄造合金は、0.01～0.09重量%のMnを含む、請求項42に記載のアルミニウム鑄造合金。

【請求項47】

前記アルミニウム鑄造合金は、0.01～0.08重量%のMnを含む、請求項42に記載のアルミニウム鑄造合金。

【請求項48】

前記アルミニウム鑄造合金は、0.01～0.07重量%のMnを含む、請求項42に記載のアルミニウム鑄造合金。

20

【請求項49】

前記少なくとも1種の二次元素は、Crを少なくとも含み、前記アルミニウム鑄造合金は、0.05～0.40重量%のCrを含む、請求項1～48のいずれか一項に記載のアルミニウム鑄造合金。

【請求項50】

前記アルミニウム鑄造合金は、0.10～0.35重量%のCrを含む、請求項49に記載のアルミニウム鑄造合金。

【請求項51】

前記アルミニウム鑄造合金は、0.15～0.25重量%のCrを含む、請求項49に記載のアルミニウム鑄造合金。

30

【請求項52】

前記合金は、0.04重量%以下のCrを含む、請求項1～48のいずれか一項に記載のアルミニウム鑄造合金。

【請求項53】

前記少なくとも1種の二次元素は、Tiを少なくとも含み、前記アルミニウム鑄造合金は、0.01～0.25重量%のTiを含む、請求項1～52のいずれか一項に記載のアルミニウム鑄造合金。

【請求項54】

前記アルミニウム鑄造合金は、0.01～0.15重量%のTiを含む、請求項53に記載のアルミニウム鑄造合金。

40

【請求項55】

前記アルミニウム鑄造合金は、0.01～0.10重量%のTiを含む、請求項53に記載のアルミニウム鑄造合金。

【請求項56】

前記アルミニウム鑄造合金は、0.01～0.08重量%のTiを含む、請求項53に記載のアルミニウム鑄造合金。

【請求項57】

前記アルミニウム鑄造合金は、0.02～0.07重量%のTiを含む、請求項53に記載のアルミニウム鑄造合金。

【請求項58】

50

前記少なくとも１種の二次元素は、Ti及びBを少なくとも含み、前記アルミニウム鑄造合金は、0.001～0.050重量%のBを含む、請求項53～57のいずれか一項に記載のアルミニウム鑄造合金。

【請求項59】

前記アルミニウム鑄造合金は、0.005～0.040重量%のBを含む、請求項58に記載のアルミニウム鑄造合金。

【請求項60】

前記アルミニウム鑄造合金は、0.010～0.030重量%のBを含む、請求項58に記載のアルミニウム鑄造合金。

【請求項61】

前記少なくとも１種の二次元素は、Zr及びTiを少なくとも含み、請求項1～60のいずれか一項に記載のアルミニウム鑄造合金。

【請求項62】

前記少なくとも１種の二次元素は、Zr、Ti、及びBを少なくとも含み、請求項1～61のいずれか一項に記載のアルミニウム鑄造合金。

【請求項63】

前記少なくとも１種の二次元素は、Zr、Mn、Ti、及びBを少なくとも含み、請求項1～62のいずれか一項に記載のアルミニウム鑄造合金。

【請求項64】

前記少なくとも１種の二次元素は、Zr、Mn、Ti、Cr、及びBを含む、請求項1～63のいずれか一項に記載のアルミニウム鑄造合金。

【請求項65】

前記合金は、0.04重量%以下のCrを含む、請求項63に記載のアルミニウム鑄造合金。

【請求項66】

前記アルミニウム鑄造合金は、0.25重量%以下のVを含む、請求項1～65のいずれか一項に記載のアルミニウム鑄造合金。

【請求項67】

前記アルミニウム鑄造合金は、0.20重量%以下のVを含む、請求項1～66のいずれか一項に記載のアルミニウム鑄造合金。

【請求項68】

前記アルミニウム鑄造合金は、0.18重量%以下のVを含む、請求項1～67のいずれか一項に記載のアルミニウム鑄造合金。

【請求項69】

前記アルミニウム鑄造合金は、0.16重量%以下のVを含む、請求項1～68のいずれか一項に記載のアルミニウム鑄造合金。

【請求項70】

前記アルミニウム鑄造合金は、0.15重量%以下のVを含む、請求項1～69のいずれか一項に記載のアルミニウム鑄造合金。

【請求項71】

前記アルミニウム鑄造合金は、0.14重量%以下のVを含む、請求項1～70のいずれか一項に記載のアルミニウム鑄造合金。

【請求項72】

前記アルミニウム鑄造合金は、0.13重量%以下のVを含む、請求項1～71のいずれか一項に記載のアルミニウム鑄造合金。

【請求項73】

前記アルミニウム鑄造合金は、0.12重量%以下のVを含む、請求項1～72のいずれか一項に記載のアルミニウム鑄造合金。

【請求項74】

前記アルミニウム鑄造合金は、0.11重量%以下のVを含む、請求項1～73のいずれ

10

20

30

40

50

れか一項に記載のアルミニウム鑄造合金。

【請求項 7 5】

前記アルミニウム鑄造合金は、少なくとも 0.06 重量%の V を含む、請求項 1 ～ 7 4 のいずれか一項に記載のアルミニウム鑄造合金。

【請求項 7 6】

前記アルミニウム鑄造合金は、少なくとも 0.07 重量%の V を含む、請求項 1 ～ 7 5 のいずれか一項に記載のアルミニウム鑄造合金。

【請求項 7 7】

前記アルミニウム鑄造合金は、少なくとも 0.08 重量%の V を含む、請求項 1 ～ 7 6 のいずれか一項に記載のアルミニウム鑄造合金。

10

【請求項 7 8】

前記アルミニウム鑄造合金は、少なくとも 0.09 重量%の V を含む、請求項 1 ～ 7 7 のいずれか一項に記載のアルミニウム鑄造合金。

【請求項 7 9】

請求項 1 ～ 7 8 のいずれか一項に記載のアルミニウム鑄造合金から製造された成形鑄造部品。

【請求項 8 0】

前記成形鑄造部品は、自動車部品である、請求項 7 9 に記載の成形鑄造部品。

【請求項 8 1】

前記成形鑄造部品は、自動車の中に備えられる、請求項 8 0 に記載の成形鑄造部品。

20

【請求項 8 2】

請求項 1 ～ 7 8 のいずれか一項に記載のアルミニウム鑄造合金から製造された展伸用アルミニウム合金製品。

【請求項 8 3】

前記展伸用アルミニウム合金製品は、鍛造車輪製品である、請求項 8 2 に記載の展伸用アルミニウム合金製品。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

(関連出願の相互参照)

30

本特許出願は、その全体が参照により本明細書に援用される、米国特許仮出願第 61 / 986,249 号 (2014 年 4 月 30 日出願、発明の名称「IMPROVED 7XX ALUMINUM CASTING ALLOYS, AND METHODS FOR MAKING THE SAME」) の優先権の利益を主張するものである。

【背景技術】

【0002】

アルミニウム合金は、様々な用途において有用である。しかしながら、アルミニウム合金の 1 つの特性を、他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、アルミニウム鑄造合金の強度を、例えば、可鍛性、伸長性、又は応力腐食割れなどの他の特性に影響を与えずに増加させることは、困難である。例えば、米国特許出願公開第 2008 / 0066833 号を参照されたい。

40

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0003】

広義において、本特許出願は、改良された 7xx アルミニウム鑄造合金及びその製造方法に関する。新規な 7xx アルミニウム鑄造合金は、例えば、数ある特性の中でも特に、強度、腐食耐性、可鍛性、及び疲労破壊耐性のうち少なくとも 2 つの改良された組み合わせを実現することができる。

【0004】

新規な 7xx アルミニウム鑄造合金は、以下に定義されたとおり、一次合金元素 (prim

50

ary alloying element)としての、亜鉛 (Zn)、マグネシウム (Mg)、銅 (Cu)、及びバナジウム (V)；マンガン (Mn)、クロム (Cr)、ジルコニウム (Zr)、チタン (Ti)、及びホウ素 (B) からなる群から選択される少なくとも1種の二次元素 (secondary element)；並びにアルミニウム (Al)、鉄 (Fe)、ケイ素 (Si)、及び他の元素である残部を概ね含む (場合によっては、これらから本質的になる、又はこれらからなる)。

【0005】

亜鉛に関して、新規な7 x xアルミニウム鑄造合金は、3.0～8.0重量%のZnを概ね含む。1つの実施形態において、新規な7 x xアルミニウム鑄造合金は、7.5重量%以下のZnを含む。別の実施形態において、新規な7 x xアルミニウム鑄造合金は、7.0重量%以下のZnを含む。更に別の実施形態において、新規な7 x xアルミニウム鑄造合金は、6.5重量%以下のZnを含む。別の実施形態において、新規な7 x xアルミニウム鑄造合金は、6.0重量%以下のZnを含む。更に別の実施形態において、新規な7 x xアルミニウム鑄造合金は、5.5重量%以下のZnを含む。別の実施形態において、新規な7 x xアルミニウム鑄造合金は、5.0重量%以下のZnを含む。1つの実施形態において、新規な7 x xアルミニウム鑄造合金は、少なくとも3.25重量%のZnを含む。別の実施形態において、新規な7 x xアルミニウム鑄造合金は、少なくとも3.5重量%のZnを含む。更に別の実施形態において、新規な7 x xアルミニウム鑄造合金は、少なくとも3.75重量%のZnを含む。別の実施形態において、新規な7 x xアルミニウム鑄造合金は、少なくとも4.0重量%のZnを含む。

【0006】

新規な7 x xアルミニウム鑄造合金は、1.0～3.0重量%のMgの範囲のマグネシウムを概ね含む。亜鉛の量は、マグネシウムの量を超える。1つの実施形態において、新規な7 x xアルミニウム鑄造合金は、2.75重量%以下のMgを含む。別の実施形態において、新規な7 x xアルミニウム鑄造合金は、2.5重量%以下のMgを含む。更に別の実施形態において、新規な7 x xアルミニウム鑄造合金は、2.25重量%以下のMgを含む。別の実施形態において、新規な7 x xアルミニウム鑄造合金は、2.0重量%以下のMgを含む。更に別の実施形態において、新規な7 x xアルミニウム鑄造合金は、1.8重量%以下のMgを含む。1つの実施形態において、新規な7 x xアルミニウム鑄造合金は、少なくとも1.1重量%のMgを含む。別の実施形態において、新規な7 x xアルミニウム鑄造合金は、少なくとも1.2重量%のMgを含む。更に別の実施形態において、新規な7 x xアルミニウム鑄造合金は、少なくとも1.3重量%のMgを含む。別の実施形態において、新規な7 x xアルミニウム鑄造合金は、少なくとも1.4重量%のMgを含む。

【0007】

新規な7 x xアルミニウム鑄造合金は、0.35～1.0重量%のCuの範囲の銅を概ね含む。マグネシウムの量は、銅の量を超える。以下に示すとおり、銅は、例えば、腐食耐性及び／又は強度の改良を容易にすることができる。1つの実施形態において、新規な7 x xアルミニウム鑄造合金は、0.95重量%以下のCuを含む。別の実施形態において、新規な7 x xアルミニウム鑄造合金は、0.90重量%以下のCuを含む。更に別の実施形態において、新規な7 x xアルミニウム鑄造合金は、0.85重量%以下のCuを含む。別の実施形態において、新規な7 x xアルミニウム鑄造合金は、0.80重量%以下のCuを含む。1つの実施形態において、新規な7 x xアルミニウム鑄造合金は、少なくとも0.40重量%のCuを含む。別の実施形態において、新規な7 x xアルミニウム鑄造合金は、少なくとも0.45重量%のCuを含む。更に別の実施形態において、新規な7 x xアルミニウム鑄造合金は、少なくとも0.50重量%のCuを含む。別の実施形態において、新規な7 x xアルミニウム鑄造合金は、少なくとも0.55重量%のCuを含む。更に別の実施形態において、新規な7 x xアルミニウム鑄造合金は、少なくとも0.60重量%のCuを含む。

【0008】

新規な 7 x x アルミニウム 鋳造合金は、0.05～0.30 重量%の V を概ね含む。以下に示すとおり、バナジウムは、例えば、腐食耐性の改良を容易にすることができる。1 つの実施形態において、新規な 7 x x アルミニウム 鋳造合金は、0.25 重量%以下の V を含む。別の実施形態において、新規な 7 x x アルミニウム 鋳造合金は、0.20 重量%以下の V を含む。更に別の実施形態において、新規な 7 x x アルミニウム 鋳造合金は、0.18 重量%以下の V を含む。別の実施形態において、新規な 7 x x アルミニウム 鋳造合金は、0.16 重量%以下の V を含む。更に別の実施形態において、新規な 7 x x アルミニウム 鋳造合金は、0.15 重量%以下の V を含む。別の実施形態において、新規な 7 x x アルミニウム 鋳造合金は、0.14 重量%以下の V を含む。更に別の実施形態において、新規な 7 x x アルミニウム 鋳造合金は、0.13 重量%以下の V を含む。別の実施形態において、新規な 7 x x アルミニウム 鋳造合金は、0.12 重量%以下の V を含む。更に別の実施形態において、新規な 7 x x アルミニウム 鋳造合金は、0.11 重量%以下の V を含む。1 つの実施形態において、新規な 7 x x アルミニウム 鋳造合金は、少なくとも 0.06 重量%の V を含む。別の実施形態において、新規な 7 x x アルミニウム 鋳造合金は、少なくとも 0.07 重量%の V を含む。更に別の実施形態において、新規な 7 x x アルミニウム 鋳造合金は、少なくとも 0.08 重量%の V を含む。別の実施形態において、新規な 7 x x アルミニウム 鋳造合金は、少なくとも 0.09 重量%の V を含む。0.15 重量%以下の V は、疲労特性が重要なときに使用すべきである。

【0009】

新規な 7x x アルミニウム 鋳造合金は、(全量で) 0.01～1.0 重量%の 1 種又は 2 種以上の二次元素を概ね含み、この二次元素は、マンガン、ジルコニウム、クロム、チタン、ホウ素、及びこれらの組み合わせからなる群から選択される。そのような二次元素は、例えば、適切な粒子構造及びサイズを得るのに少なくとも部分的に役立つことができる。1 つの実施形態において、新規な 7 x x アルミニウム 鋳造合金は、(全量で) 0.10～0.80 重量%の二次元素を含む。別の実施形態において、新規な 7 x x アルミニウム 鋳造合金は、(全量で) 0.15～0.60 重量%の二次元素を含む。別の実施形態において、新規な 7 x x アルミニウム 鋳造合金は、(全量で) 0.15～0.45 重量%の二次元素を含む。1 種又は 2 種以上の二次元素は、二次元素の全量が上記で与えられた幅の範囲内にある限り、7 x x アルミニウム 鋳造合金に、適切な粒子サイズ及び構造を容易にする任意の組み合わせで含まれてもよい。1 つの実施形態において、二次元素は、ジルコニウムを少なくとも含む。別の実施形態において、二次元素は、ジルコニウム及びチタンを少なくとも含む。更に別の実施形態において、二次元素は、ジルコニウム、チタン、及びホウ素を少なくとも含む。更に別の実施形態において、二次元素は、ジルコニウム、マンガン、チタン、及びホウ素を少なくとも含む。これらの実施形態のいくつかにおいて、7 x x アルミニウム 鋳造合金は、以下に定義されたとおり、クロムを実質的に含まない。別の実施形態において、二次元素は、ジルコニウム、マンガン、チタン、クロム、及びホウ素の全てを含む。他の実施形態において、7 x x アルミニウム 鋳造合金は、クロムを少なくとも含むが、以下に定義されたとおり、マンガン、ジルコニウム、チタン、及びホウ素のうち 1 種又は 2 種以上を実質的に含まない。

【0010】

マンガンが存在する実施形態において、新規な 7 x x アルミニウム 鋳造合金は、0.01～0.50 重量%の Mn を概ね含む。1 つの実施形態において、新規な 7 x x アルミニウム 鋳造合金は、0.01～0.25 重量%の Mn を含む。別の実施形態において、新規な 7 x x アルミニウム 鋳造合金は、0.01～0.15 重量%の Mn を含む。更に別の実施形態において、新規な 7 x x アルミニウム 鋳造合金は、0.01～0.10 重量%の Mn を含む。別の実施形態において、新規な 7 x x アルミニウム 鋳造合金は、0.01～0.09 重量%の Mn を含む。更に別の実施形態において、新規な 7 x x アルミニウム 鋳造合金は、0.01～0.08 重量%の Mn を含む。更に別の実施形態において、新規な 7 x x アルミニウム 鋳造合金は、0.01～0.07 重量%の Mn を含む。いくつかの実施形態において、新規な 7 x x アルミニウム 鋳造合金は、マンガンを実質的に含まず、これ

らの実施形態において、0.01重量%未満のMnを含有する。

【0011】

ジルコニウムが存在する実施形態において、新規な7xxアルミニウム鑄造合金は、0.05~0.25重量%のZrを概ね含む。1つの実施形態において、新規な7xxアルミニウム鑄造合金は、0.05~0.20重量%のZrを含む。別の実施形態において、新規な7xxアルミニウム鑄造合金は、0.07~0.18重量%のZrを含む。いくつかの実施形態において、新規な7xxアルミニウム鑄造合金は、ジルコニウムを実質的に含まず、これらの実施形態において、0.05重量%未満のZr、例えば、0.03重量%未満のZr、又は0.01重量%未満のZrを含む。

【0012】

クロムが存在する実施形態において、新規な7xxアルミニウム鑄造合金は、0.05~0.40重量%のCrを概ね含む。1つの実施形態において、新規な7xxアルミニウム鑄造合金は、0.10~0.35重量%のCrを含む。別の実施形態において、新規な7xxアルミニウム鑄造合金は、0.15~0.25重量%のCrを含む。いくつかの実施形態において、新規な7xxアルミニウム鑄造合金は、クロムを実質的に含まず、これらの実施形態において、0.05重量%未満のCr、例えば、0.03重量%未満のCr、又は0.01重量%未満のCrを含む。

【0013】

チタンが存在する実施形態において、新規な7xxアルミニウム鑄造合金は、0.01~0.25重量%のTiを概ね含む。1つの実施形態において、新規な7xxアルミニウム鑄造合金は、0.01~0.15重量%のTiを含む。別の実施形態において、新規な7xxアルミニウム鑄造合金は、0.01~0.10重量%のTiを含む。更に別の実施形態において、新規な7xxアルミニウム鑄造合金は、0.01~0.08重量%のTiを含む。別の実施形態において、新規な7xxアルミニウム鑄造合金は、0.02~0.07重量%のTiを含む。いくつかの実施形態において、新規な7xxアルミニウム鑄造合金は、チタンを実質的に含まず、これらの実施形態において、0.01重量%未満のTi、例えば、0.005重量%未満のTi、又は0.001重量%未満のTiを含む。

【0014】

ホウ素が存在する実施形態において、新規な7xxアルミニウム鑄造合金は、0.001~0.050重量%のBを概ね含む。1つの実施形態において、新規な7xxアルミニウム鑄造合金は、0.005~0.040重量%のBを含む。別の実施形態において、新規な7xxアルミニウム鑄造合金は、0.010~0.030重量%のBを含む。いくつかの実施形態において、新規な7xxアルミニウム鑄造合金は、ホウ素を実質的に含まず、これらの実施形態において、0.001重量%未満のTi、例えば、0.0005重量%未満のB、又は0.0001重量%未満のBを含有する。

【0015】

新規な7xx鑄造合金は、鉄を含んでもよく、最大0.50重量%のFeを含んでもよく、場合により不純物として含んでもよい。1つの実施形態において、新規な7xxアルミニウム鑄造合金は、0.35重量%以下のFeを含む。別の実施形態において、新規な7xxアルミニウム鑄造合金は、0.25重量%以下のFeを含む。更に別の実施形態において、新規な7xxアルミニウム鑄造合金は、0.15重量%以下のFeを含む。別の実施形態において、新規な7xxアルミニウム鑄造合金は、0.10重量%以下のFeを含む。1つの実施形態において、新規な7xxアルミニウム鑄造合金は、少なくとも0.01重量%のFeを含む。

【0016】

新規な7xx鑄造合金は、ケイ素を含んでもよく、最大0.25重量%のSiを含んでもよく、場合により不純物として含んでもよい。1つの実施形態において、新規な7xx鑄造合金は、0.20重量%以下のSiを含む。別の実施形態において、新規な7xx鑄造合金は、0.15重量%以下のSiを含む。更に別の実施形態において、新規な7xx鑄造合金は、0.10重量%以下のSiを含む。別の実施形態において、新規な7xx鑄

10

20

30

40

50

造合金は、0.05重量%以下のSiを含む。1つの実施形態において、新規な7x xアルミニウム鑄造合金は、少なくとも0.01重量%のSiを含む。

【0017】

新規な7x xアルミニウム鑄造合金は、他の元素を実質的に含まなくてもよい。本明細書で使用される場合、「他の元素」は、上記で記載されたとおり、上述の亜鉛、マグネシウム、銅、バナジウム、マンガン、ジルコニウム、クロム、チタン、ホウ素、鉄、及びケイ素以外の周期表の任意の他の元素を意味する。本段落の文脈において、語句「実質的に含まない (substantially free)」は、新規な7x xアルミニウム鑄造合金が他の元素のうちの任意の元素それぞれを0.10重量%以下で含み、これらの他の元素の合計総量が新規な7x xアルミニウム鑄造合金中で0.35重量%以下であることを意味する。別の実施形態において、これらの他の元素はそれぞれ、個別に、新規な7x xアルミニウム鑄造合金中で0.05重量%以下であり、これらの他の元素の合計総量は、新規な7x xアルミニウム鑄造合金中で0.15重量%を超えない。別の実施形態において、これらの他の元素はそれぞれ、個別に、新規な7x xアルミニウム鑄造合金中で0.03重量%以下であり、これらの他の元素の合計総量は、新規な7x xアルミニウム鑄造合金中で0.10重量%を超えない。

10

【0018】

1つの実施形態において、新規な7x xアルミニウム鑄造合金は、7x x成形鑄造部品に鑄造される。その際、鑄造工程は、低圧ダイカスト、重力金型鑄造、半金型鑄造、絞り出し、鑄込み、砂型鑄造、及び回転／遠心鑄造であってもよい。鑄造後、新規な7x x鑄造合金は、例えば、溶液熱処理、次いで焼入れ、次いで自然時効又は人工時効などによって焼戻しされてもよい。好適な焼戻しは、例えば、T4、T5、T6、及びT7焼戻しを含む。

20

【0019】

7x x成形鑄造部品は、例えば、数ある中でも特に、自動車、航空宇宙、産業用又は商業用輸送用途など、任意の好適な用途で 사용할 ことができる。1つの実施形態において、7x x成形鑄造部品は、自動車部品（例えば、ホワイトボディ (BIW) 部品、サスペンション部品）である。1つの実施形態において、7x x成形鑄造部品は、自動車内に含まれる。1つの実施形態において、7x x成形鑄造部品は、航空宇宙部品である。1つの実施形態において、7x x成形鑄造部品は、航空宇宙機に含まれる。1つの実施形態において、7x x成形鑄造部品は、産業用部品である。1つの実施形態において、7x x成形鑄造部品は、商業用輸送部品である。1つの実施形態において、7x x成形鑄造部品は、商業用輸送車両に含まれる。

30

【0020】

新規な7x x合金は、成形鑄造部品として記載されてきたが、本明細書に記載した合金組成物は、鍛造製品の製造においてもまた有用であり得ることが予想される。例えば、本明細書に記載された合金は、（例えば、インゴット又はビレットとして）鑄造され、次いで均質化され、次いで熱間処理（例えば、熱間処理が中間成形体をもたらすときは熱間処理後に冷間処理）して中間成形体又は最終成形体としてもよい。1つの実施形態において、熱間加工は、鍛造である。1つの実施形態において、鍛造は、例えば、車輪製品などの成形製品をもたらす。別の実施形態において、熱間加工は、圧延又は押出加工である。熱間加工（及び任意選択的な冷間加工）後に、新規合金は、例えば、溶液熱処理、次いで焼入れ、次いで自然時効又は人工時効などによって焼戻しされてもよい。好適な焼戻しは、例えば、T4、T5、T6、及びT7焼戻しを含む。1つの実施形態において、本明細書に記載された新規合金組成物は、その全体が参照によって本明細書に援用される、同一所有者の米国特許出願公開第2006/0000094号に記載された加工法によって鍛造車輪製品に加工される。

40

【発明を実施するための形態】

【実施例1】

【0021】

50

以下の表 1 に示した組成を有するいくつかの 7 x x アルミニウム鋳造合金は、方向性凝固によって鋳造された。方向性凝固された合金の寸法は、厚さ約 2.54 mm (1 インチ)、幅 102 mm (4 インチ)、及び長さ 254 mm (10 インチ) であった。

【表 1】

表 1－実施例 1 の合金の組成 (重量%)

合金	実際の組成(重量%)									
	Zn	Mg	Cu	Fe	Si	Mn	Ti	V	Zr	B
A1	4.21	1.55	0.65	0.08	0.05	0.05	0.07	0.009	0.09	0.02
A2	4.20	1.56	0.65	0.08	0.05	0.05	0.07	0.057	0.09	0.02
A3	4.35	1.62	0.63	0.08	0.05	0.05	0.06	0.103	0.09	0.02
A4	4.33	1.63	0.63	0.08	0.05	0.05	0.07	0.151	0.09	0.02

合金 A2～A4 は、本発明の合金である。

【0022】

鋳造後、合金は、約 2 時間かけて室温から約 515.6℃ (960°F) まで加熱し、約 515.6℃ (960°F) で 6 時間保持し、次いで沸騰水中で焼戻しすることによって溶液加熱した。次いで、合金は、約 12～24 時間自然時効され、次いで約 50 分かけて約 204℃ (400°F) まで加熱し、約 204℃ (400°F) で約 10 分間保持し、約 15 分かけて 182℃ (360°F) まで冷却し、182℃ (360°F) で約 4 時間保持し、次いで室温まで空冷することによって人工時効した。

【0023】

次いで、合金の応力腐食割れ (SCC) 耐性は、ASTM G103-97 (2011)、「Standard Practice for Evaluating Stress-Corrosion Cracking Resistance of Low Copper 7XXX Series Al-Zn-Mg-Cu Alloys in Boiling 6% Sodium Chloride Solution (沸騰 6% 塩化ナトリウム水溶液中における低銅 7XXX 系列 Al-Zn-Mg-Cu 合金の応力腐食割れ耐性の評価用標準技法)」に従った。240 MPa の応力水準を、評価された全ての試験片に使用した。5 個の複製 SCC 試験片をそれぞれの合金について使用した。SCC の結果を以下の表 2 に示す。

【表 2】

表 2－実施例 1 の合金の SCC 沸騰塩試験結果

合金	破損までの日数				
A1	10	OK 14	2.91	OK 14	5.9
A2	7.23	OK 14	OK 14	12.02	OK 14
A3	OK 14	OK 14	OK 14	OK 14	OK 14
A4	OK 14	OK 14	OK 14	OK 14	OK 14

「OK 14」＝破損せずに試験 14 日間経過

【0024】

バナジウムの添加により、Al-Zn-Mg-Cu 合金の SCC 性能を向上させる。合金 A1 の 2 個の試験片は、沸騰塩試験において 1 週間以内に破損したのに対して、バナジウム含有合金の試験片は、破損せずに 1 週間の沸騰塩試験を経過した。バナジウム含有量が多くなるほど、SCC 性能の向上をもたらす。合金 A2 (0.057 重量%の V) の 2 個の SCC 試験片は、1～2 週間の間で破損した一方で、A3 (0.103 重量%の V) 及び A4 (0.151 重量%の V) の試験片は、全く損傷せずに 2 週間経過した。

【0025】

合金の機械的特性はまた、ASTM B557 及び B8 に従って試験され、その結果を

以下の表 3 に示す。バナジウムの添加は、引張強度又は降伏強度に実質的に影響しなかったが、伸長性をわずかに低下させた。

【表 3】

表 3－実施例 1 の合金の機械的特性

合金	降伏強度 (MPa)	引張強度 (MPa)	伸長性 (%)
A1	320. 8	376. 0	11. 0
A2	305. 9	365. 4	10. 3
A3	323. 4	376. 9	9. 0
A4	321. 3	375. 0	9. 0

10

【実施例 2】

【0026】

以下の表 4 に示した組成を有するいくつかの 7 x x アルミニウム鑄造合金を実施例 1 と同様に調製した。S C C 特性及び機械的特性は、同じ A S T M 試験及び実施例 1 で使用された条件を用いて再び測定され、その結果を以下の表 5 及び 6 に示す。

【表 4】

表 4－実施例 2 の合金の組成（重量％）

合金	実際の組成(重量%)									
	Zn	Mg	Cu	Fe	Si	Mn	Ti	V	Zr	B
B1	4.39	1.61	--	0.10	0.05	0.05	0.07	0.11	0.093	0.02
B2	4.38	1.61	0.25	0.10	0.05	0.05	0.07	0.11	0.093	0.02
B3	4.38	1.62	0.48	0.10	0.05	0.05	0.07	0.10	0.091	0.02
B4	4.39	1.61	0.78	0.10	0.05	0.05	0.07	0.11	0.091	0.02

20

合金 B 3 及び B 4 は、本発明の合金である。

【表 5】

表 5－実施例 2 の合金の S C C 沸騰塩試験結果

合金	破損までの日数				
B1	0. 08	0. 08	0. 08	0. 08	0. 08
B2	0. 08	0. 75	3. 74	0. 75	0. 92
B3	OK7	OK7	OK7	OK7	OK7
B4	OK7	OK7	OK7	5. 77	OK7

「OK 7」＝破損せずに試験 7 日間経過

30

【表 6】

表 6－実施例 2 の合金の機械的特性

合金	降伏強度 (MPa)	引張強度 (MPa)	伸長性 (%)
B1	268. 5	323. 0	12. 0
B2	284. 5	338. 8	10. 3
B3	301. 5	353. 8	8. 7
B4	323. 0	367. 2	6. 7

40

【0027】

50

表5に示したとおり、銅は、S C C性能に顕著な影響を与えた。銅を含有しない合金（B1）の全ての試験片は、2時間（0.08日）未満で破損した。0.48重量%のCuを有する合金（B3）の全ての試験片は、240MPaの応力水準で7日間の試験を経過した。表6に示したとおり、銅を増加すると、概ね、強度は増加するが、伸長性は低下する。

【0028】

本開示の様々な実施形態が詳細に記載されてきたが、これらの実施形態の変形例及び変更例を当業者が考案することとなることは明らかである。しかしながら、そのような変形例及び変更例は、本開示の趣旨及び範囲内にあることを明確に理解されたい。

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US2015/027224
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER C22C 21/10(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) C22C 21/10; C22F 1/053; C22C 1/02; C22C 1/03; F16C 33/12; C22C 21/00 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean utility models and applications for utility models Japanese utility models and applications for utility models Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) cKOMPASS(KIPO internal) & Keywords: aluminum alloy, zinc, magnesium, copper, vanadium, iron, and silicon		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2008-0173377 A1 (KHOSLA et al.) 24 July 2008 See abstract, paragraphs [0052]-[0063] and claims 1-3, 47.	1-11
A	US 2011-0008202 A1 (FISCHER et al.) 13 January 2011 See abstract, paragraph [0009] and claims 1, 2.	1-11
A	JP 05-043970 A (MITSUBISHI ALUMINUM CO., LTD.) 23 February 1993 See abstract, paragraphs [0011]-[0017] and claims 1-3.	1-11
A	US 4060411 A (GOTO et al.) 29 November 1977 See abstract, column 5, line 33 - column 6, line 35 and claim 7.	1-11
A	JP 05-332364 A (DAIDO METAL CO., LTD.) 14 December 1993 See abstract, paragraphs [0004], [0005] and claims 1-4.	1-11
☐ 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 20 July 2015 (20.07.2015)		Date of mailing of the international search report 20 July 2015 (20.07.2015)
Name and mailing address of the ISA/KR  International Application Division Korean Intellectual Property Office 189 Cheongsa-ro, Seo-gu, Daejeon Metropolitan City, 302-701, Republic of Korea Facsimile No. +82-42-472-7140		Authorized officer CHO, Han Sol Telephone No. +82-42-481-5580 

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US2015/027224

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☒ Claims Nos.: 40,41,43-48,50,51,54-57,59,60,65,80,81,83
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
Claims 40, 41, 43-48, 50, 51, 54-57, 59, 60, 65, 80, 81, and 83 refer to multiple claims which do not comply with PCT Rule 6.4(a).

3. ☒ Claims Nos.: 12-39,42,49,52,53,58,61-64,66-79,82
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.

2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fees, this Authority did not invite payment of any additional fees.

3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No.

PCT/US2015/027224

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2008-0173377 A1	24/07/2008	CN 101484603 A	15/07/2009
		CN 101484603 B	21/09/2011
		CN 101484604 A	15/07/2009
		CN 101484604 B	09/01/2013
		EP 2038446 A2	25/03/2009
		EP 2038447 A2	25/03/2009
		FR 2907466 A1	25/04/2008
		FR 2907466 B1	10/06/2011
		FR 2907467 A1	25/04/2008
		FR 2907467 B1	10/06/2011
		RU 2008152299 A	10/07/2010
		RU 2008152793 A	10/07/2010
		RU 2443797 C2	27/02/2012
		RU 2443798 C2	27/02/2012
		US 2008-210349 A1	04/09/2008
		US 8002913 B2	23/08/2011
		US 8088234 B2	03/01/2012
		WO 2008-003503 A2	10/01/2008
		WO 2008-003503 A3	21/02/2008
		WO 2008-003504 A2	10/01/2008
		WO 2008-003504 A3	21/02/2008
US 2011-0008202 A1	13/01/2011	DE 502005001724 D1	29/11/2007
		EP 1683882 A1	26/07/2006
		EP 1683882 B1	17/10/2007
		EP 1683882 B2	21/07/2010
		ES 2292075 T3	01/03/2008
		ES 2292075 T5	17/12/2010
		US 2006-0157172 A1	20/07/2006
		US 2012-0202086 A1	09/08/2012
		US 2014-0099230 A1	10/04/2014
JP 05-043970 A	23/02/1993	None	
US 4060411 A	29/11/1977	JP 1191560 C	29/02/1984
		JP 51-097515 A	27/08/1976
		JP 51-097521 A	27/08/1976
		JP 54-008525 B2	17/04/1979
		JP 58-025735 B2	30/05/1983
		JP 974817 C	19/10/1979
JP 05-332364 A	14/12/1993	DE 4317989 A1	02/12/1993
		GB 2268188 A	05/01/1994
		GB 2268188 B	19/07/1995
		GB 9311280 D0	21/07/1993
		US 5846347 A	08/12/1998

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(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), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

(72)発明者 シミエツリ, エイダー

アメリカ合衆国 15146 ペンシルバニア, モンロービル, グレンウッド ドライブ 170

(72)発明者 リン, ジェン シー.

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

(72)発明者 ツァン, ウェンピン

アメリカ合衆国 15668 ペンシルバニア, マリーズビル, アイリス コート 4048

(72)発明者 ブライアント, ジェイムス ダニエル

アメリカ合衆国 15668 ペンシルバニア, マリーズビル, サイプレス ドライブ 5089