(19)日本国特許庁(JP)　(12)公表特許公報(A)　(11)公表番号
特表2025-519108
(P2025-519108A)
(43)公表日　令和7年6月24日(2025.6.24)

(51)国際特許分類			FI		
C22C	*21/06*	*(2006.01)*	C22C	21/06	
C22C	*21/02*	*(2006.01)*	C22C	21/02	
C22C	*21/00*	*(2006.01)*	C22C	21/00	L
C22F	*1/05*	*(2006.01)*	C22F	1/05	
C22F	*1/043*	*(2006.01)*	C22F	1/043	

審査請求　未請求　予備審査請求　未請求　（全25頁）　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2024-569235(P2024-569235)
(86)(22)出願日　令和5年5月22日(2023.5.22)
(85)翻訳文提出日　令和6年12月24日(2024.12.24)
(86)国際出願番号　PCT/US2023/023056
(87)国際公開番号　WO2023/229968
(87)国際公開日　令和5年11月30日(2023.11.30)
(31)優先権主張番号　63/344,968
(32)優先日　令和4年5月23日(2022.5.23)
(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)
(81)指定国・地域　AP(BW,CV,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
最終頁に続く

(71)出願人　520119242
アーコニック テクノロジーズ エルエルシー
ＡＲＣＯＮＩＣ ＴＥＣＨＮＯＬＯＧＩＥＳ ＬＬＣ
アメリカ合衆国 １５２１２ 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
弁理士法人 丸山国際特許事務所
(72)発明者　クベナ，ケリー エイ．
アメリカ合衆国 １７５４３ ペンシルバニア，リティッツ，リッジ ロード １６
(72)発明者　ゾンカー，ハリー
アメリカ合衆国 １５２３８ ペンシルバ
最終頁に続く

(54)【発明の名称】　新規スクラップベースのアルミニウム合金製品

(57)【要約】
新規アルミニウム合金が開示されている。新規アルミニウム合金は、1.05～1.55重量%のSiと、0.85～2.10重量%のMgと、0.15～0.75重量%のCuと、0.20～0.90重量%のFeと、0.5～1.5重量%のMnと、0.01～0.15重量%のTiと、最大0.4重量%のZnと、最大0.25重量%のCr、Zr、およびVのいずれかと、最大0.05重量%のNiと、を含み得、残部は、アルミニウム、付随元素、および不純物である。新規アルミニウム合金は、UBCまたはろう付けスクラップなどのスクラップ材料に少なくとも部分的に由来してもよい。新規アルミニウム合金は、Hテンパーシート製品に加工されてもよい。新規アルミニウム合金は、強度、伸長、および耐食性のうちの少なくとも2つの改善された組み合わせを実現することができる。
【選択図】なし

【特許請求の範囲】
【請求項１】
アルミニウム合金シート製品であって、
1.05～1.55重量％のSiと、
0.85～2.10重量％のMgと、
0.15～0.75重量％のCuと、
0.20～0.90重量％のFeと、
0.5～1.5重量％のMnと、
0.01～0.15重量％のTiと、
最大0.4重量％のZnと、
最大0.25重量％のCr、Zr、およびVのいずれかと、
最大0.05重量％のNiと、を含み、
残部は、アルミニウム、付随元素、および不純物であり、
前記アルミニウム合金シート製品が、0.4～4mmの厚さを有し、
前記アルミニウム合金シート製品が、以下の
(i)50体積％以下の再結晶粒と、
(ii)少なくとも0.5％のMg_2Si面積パーセントと、
(iii)1平方マイクロメートル当たり少なくとも0.5粒子の平均Mg_2Si粒子面積と、
(iv)少なくとも0.5％の成分面積パーセントと、
(v)1平方マイクロメートル当たり少なくとも0.5粒子の平均成分粒子面積と、のうちの少なくとも１つを実現する、アルミニウム合金シート製品。
【請求項２】
前記アルミニウム合金シート製品が、少なくとも1.10重量％のSi、または少なくとも1.15重量％のSiを含む、請求項１に記載のアルミニウム合金シート製品。
【請求項３】
前記アルミニウム合金シート製品が、1.45重量％以下のSi、または1.40重量％以下のSiを含む、請求項１または２のいずれか一項に記載のアルミニウム合金シート製品。
【請求項４】
前記アルミニウム合金シート製品が、少なくとも0.90重量％のMg、または少なくとも0.95重量％のMgを含む、請求項１～３のいずれか一項に記載のアルミニウム合金シート製品。
【請求項５】
前記アルミニウム合金シート製品が、2.05重量％以下のMg、または2.00重量％以下のMg、または1.95重量％以下のMg、または1.90重量％以下のMgを含む、請求項１～４のいずれか一項に記載のアルミニウム合金シート製品。
【請求項６】
前記アルミニウム合金シート製品が、少なくとも0.20重量％のCu、または少なくとも0.25重量％のCu、または少なくとも0.30重量％のCuを含む、請求項１～５のいずれか一項に記載のアルミニウム合金シート製品。
【請求項７】
前記アルミニウム合金シート製品が、0.70重量％以下のCu、または0.65重量％以下のCu、または0.60重量％以下のCuを含む、請求項１～６のいずれか一項に記載のアルミニウム合金シート製品。
【請求項８】
前記アルミニウム合金シート製品が、少なくとも0.25重量％のFe、または少なくとも0.30重量％のFe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合金シート製品。
【請求項９】
前記アルミニウム合金シート製品が、0.85重量％以下のFe、または0.80重量％以下のFe、または0.75重量％以下のFeを含む、請求項１～８のいずれか一項に記載のアルミニ

ウム合金シート製品。
【請求項１０】
前記アルミニウム合金シート製品が、少なくとも0.55重量％のMn、または少なくとも0.60重量％のMn、または少なくとも0.65重量％のMn、または少なくとも0.70重量％のMn、または少なくとも0.75重量％のMn、または少なくとも0.80重量％のMn、または少なくとも0.85重量％のMn、または少なくとも0.90重量％のMn、または少なくとも0.95重量％のMn、または少なくとも1.0重量％のMnを含む、請求項１～９のいずれか一項に記載のアルミニウム合金シート製品。
【請求項１１】
前記アルミニウム合金シート製品が、1.45重量％以下のMn、または1.40重量％以下のMn、または1.35重量％以下のMn、または1.30重量％以下のMn、または1.25重量％以下のMn、または1.20重量％以下のMnを含む、請求項１～１０のいずれか一項に記載のアルミニウム合金シート製品。
【請求項１２】
前記アルミニウム合金シート製品が、0.12重量％以下のTi、または0.10重量％以下のTi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合金シート製品。
【請求項１３】
前記アルミニウム合金シート製品が、少なくとも0.02重量％のTi、または少なくとも0.05重量％のTi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合金シート製品。
【請求項１４】
前記アルミニウム合金シート製品が、0.35重量％以下のZn、または0.30重量％以下のZn、または0.25重量％以下のZn、または0.20重量％以下のZn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合金シート製品。
【請求項１５】
前記アルミニウム合金シート製品が、少なくとも0.01重量％のZn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合金シート製品。
【請求項１６】
前記アルミニウム合金シート製品が、0.15重量％以下のZr、または0.10重量％以下のZr、または0.08重量％以下のZr、または0.05重量％以下のZr、または0.03重量％以下のZr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合金シート製品。
【請求項１７】
前記アルミニウム合金シート製品が、少なくとも0.01重量％のZr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合金シート製品。
【請求項１８】
前記アルミニウム合金シート製品が、0.15重量％以下のV、または0.10重量％以下のV、または0.08重量％以下のV、または0.05重量％以下のV、または0.03重量％以下のV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合金シート製品。
【請求項１９】
前記アルミニウム合金シート製品が、少なくとも0.01重量％のVを含む、請求項１に記載のアルミニウム合金シート製品。
【請求項２０】
前記アルミニウム合金シート製品が、0.18重量％以下のCr、または0.15重量％以下のCr、または0.12重量％以下のCr、または0.10重量％以下のCr、または0.08重量％以下のCr、または0.05重量％以下のCr、または0.03重量％以下のCr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合金シート製品。
【請求項２１】
前記アルミニウム合金シート製品が、少なくとも0.01重量％のCr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合金シート製品。
【請求項２２】

前記アルミニウム合金シート製品が、0.03重量％以下のNi、または0.01重量％以下のNi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合金シート製品。

【請求項２３】

前記アルミニウム合金シート製品が、45体積％以下の再結晶粒、または40体積％以下の再結晶粒、または35体積％以下の再結晶粒、または30体積％以下の再結晶粒、または25体積％以下の再結晶粒、または20体積％以下の再結晶粒、または15体積％以下の再結晶粒を実現する、請求項１～２２のいずれか一項に記載のアルミニウム合金シート製品。

【請求項２４】

前記アルミニウム合金シート製品が、少なくとも0.6％、または少なくとも0.7％、または少なくとも0.8％、または少なくとも0.9％、または少なくとも1.0％、または少なくとも1.1％、または少なくとも1.2％のMg_2Si面積パーセントを実現する、請求項１～２３のいずれか一項に記載のアルミニウム合金シート製品。

【請求項２５】

前記アルミニウム合金シート製品が、1平方マイクロメートル当たり少なくとも0.75粒子、または1平方マイクロメートル当たり少なくとも1.0粒子、または1平方マイクロメートル当たり少なくとも1.25粒子、または1平方マイクロメートル当たり少なくとも1.5粒子、または1平方マイクロメートル当たり少なくとも1.75粒子、または1平方マイクロメートル当たり少なくとも2.0粒子、または1平方マイクロメートル当たり少なくとも2.25粒子、または1平方マイクロメートル当たり少なくとも2.5粒子、または1平方マイクロメートル当たり少なくとも2.75粒子、または1平方マイクロメートル当たり少なくとも3.0粒子、または1平方マイクロメートル当たり少なくとも3.25粒子、または1平方マイクロメートル当たり少なくとも3.5粒子の平均Mg_2Si粒子面積を実現する、請求項１～２４のいずれかに記載のアルミニウム合金シート製品。

【請求項２６】

前記アルミニウム合金シート製品が、少なくとも0.75％、または少なくとも1.0％、または少なくとも1.25％、または少なくとも1.5％、または少なくとも1.75％、または少なくとも2.0％、または少なくとも2.25％、または少なくとも2.50％、または少なくとも2.75％の成分面積パーセントを実現する、請求項１～２５のいずれか一項に記載のアルミニウム合金シート製品。

【請求項２７】

前記アルミニウム合金シート製品が、1平方マイクロメートル当たり少なくとも0.75粒子、または1平方マイクロメートル当たり少なくとも1.0粒子、または1平方マイクロメートル当たり少なくとも1.25粒子、または1平方マイクロメートル当たり少なくとも1.5粒子、または1平方マイクロメートル当たり少なくとも1.75粒子、または1平方マイクロメートル当たり少なくとも2.0粒子、または1平方マイクロメートル当たり少なくとも2.25粒子、または1平方マイクロメートル当たり少なくとも2.5粒子、または1平方マイクロメートル当たり少なくとも2.75粒子、または1平方マイクロメートル当たり少なくとも3.0粒子、または1平方マイクロメートル当たり少なくとも3.25粒子、または1平方マイクロメートル当たり少なくとも3.5粒子、または1平方マイクロメートル当たり少なくとも3.75粒子の平均成分粒子面積を実現する、請求項１～２６のいずれか一項に記載のアルミニウム合金シート製品。

【請求項２８】

前記アルミニウム合金シート製品が、(i)50体積％以下の再結晶粒、(ii)少なくとも0.5％のMg_2Si面積パーセント、(iii)1平方マイクロメートル当たり少なくとも0.5粒子の平均Mg_2Si粒子面積、(iv)少なくとも0.5％の成分面積パーセント、および(v)1平方マイクロメートル当たり少なくとも0.5粒子の平均成分粒子面積のうちの少なくとも2つを実現する、請求項１～２７のいずれか一項に記載のアルミニウム合金シート製品。

【請求項２９】

前記アルミニウム合金シート製品が、(i)50体積％以下の再結晶粒、(ii)少なくとも0.5％のMg_2Si面積パーセント、(iii)1平方マイクロメートル当たり少なくとも0.5粒子の

平均Mg_2Si粒子面積、(iv)少なくとも0.5%の成分面積パーセント、および(v)1平方マイクロメートル当たり少なくとも0.5粒子の平均成分粒子面積のうちの少なくとも3つを実現する、請求項１～２８のいずれか一項に記載のアルミニウム合金シート製品。

【請求項３０】

前記アルミニウム合金シート製品が、（i）50体積%以下の再結晶粒、（ii）少なくとも0.5%のMg_2Si面積パーセント、（iii）1平方マイクロメートル当たり少なくとも0.5粒子の平均Mg_2Si粒子面積、（iv）少なくとも0.5%の成分面積パーセント、および（v）1平方マイクロメートル当たり少なくとも0.5粒子の平均成分粒子面積のうちの少なくとも4つを実現する、請求項１～２９のいずれか一項に記載のアルミニウム合金シート製品。

【請求項３１】

前記アルミニウム合金シート製品が、(i)50体積%以下の再結晶粒、(ii)少なくとも0.5%のMg_2Si面積パーセント、(iii)1平方マイクロメートル当たり少なくとも0.5粒子の平均Mg_2Si粒子面積、(iv)少なくとも0.5%の成分面積パーセント、および(v)1平方マイクロメートル当たり少なくとも0.5粒子の平均成分粒子面積の全てを実現する、請求項１～３０のいずれか一項に記載のアルミニウム合金シート製品。

【請求項３２】

前記アルミニウム合金シート製品が、少なくとも35ksi、または少なくとも36ksi、または少なくとも37ksi、または少なくとも38ksi、または少なくとも39ksi、または少なくとも40ksiの長軸方向（L）引張降伏強度を実現する、請求項１～３１のいずれか一項に記載のアルミニウム合金シート製品。

【請求項３３】

前記アルミニウム合金シート製品が、少なくとも3.0%、または少なくとも3.5%、または少なくとも4.0%、または少なくとも4.5%、または少なくとも5.0%の長軸方向（L）伸長を実現する、請求項１～３２のいずれか一項に記載のアルミニウム合金シート製品。

【請求項３４】

前記アルミニウム合金シート製品が、同等のゲージの従来のAA3004シート製品と比較して、少なくとも同等のASTM G85耐食性を実現する、請求項１～３３のいずれか一項に記載のアルミニウム合金シート製品。

【請求項３５】

アルミニウム合金シート製品を作成する方法であって、

(a)アルミニウム系のスクラップからのアルミニウム合金インゴットを生成することであって、前記生成することが、

(i)第一のアルミニウムスクラップ材料を別のアルミニウム材料と混合して、標的インゴット組成を達成することであって、前記別のアルミニウム材料が、(A)第二のアルミニウムスクラップ材料および(B)一次アルミニウムのうちの少なくとも1つである、達成することと、

(ii)前記混合工程の前または後に、前記第一のアルミニウムスクラップ材料および前記別のアルミニウム材料を加熱して溶融アルミニウム合金を生成することと、

(iii)前記溶融アルミニウム合金を前記アルミニウム合金インゴットに鋳造することであって、前記アルミニウム合金インゴットが前記標的インゴット組成を達成し、前記標的インゴット組成が、

1.05～1.55重量%のSiと、

0.85～2.10重量%のMgと、

0.15～0.75重量%のCuと、

0.20～0.90重量%のFeと、

0.5～1.5重量%のMnと、

0.01～0.15重量%のTiと、

最大0.4重量%のZnと、

最大0.25重量％のCr、Zr、およびVのいずれかと、
最大0.05重量％のNiと、であり、
残部が、アルミニウム、付随元素、および不純物である、鋳造することと、を含む、生成することと、
（b）前記アルミニウム合金インゴットを、0.4～4.0mmの厚さを有するHテンパーシート製品に処理することと、を含む、方法。
【請求項３６】
前記アルミニウム合金インゴットをHテンパーシート製品に前記処理することが、最終ゲージに冷間圧延することと、次いで部分的にアニーリングしてH2テンパーを達成することを含む、請求項３５に記載の方法。
【請求項３７】
前記第一のアルミニウムスクラップ材料が、ろう付けスクラップ、使用済み飲料缶(UBC)スクラップ、およびそれらの混合物からなる群から選択される、請求項３５～３６のいずれかに記載の方法。
【請求項３８】
前記別のアルミニウム材料が、一次アルミニウムである、請求項３７に記載の方法。
【請求項３９】
前記別のアルミニウム材料が第二のアルミニウムスクラップ材料である、請求項３７に記載の方法。
【請求項４０】
前記第二のアルミニウムスクラップ材料が、3xxx、4xxx、5xxx、または6xxxアルミニウム合金スクラップのうちの少なくとも1つを含む、請求項３９に記載の方法。
【請求項４１】
前記第二のアルミニウムスクラップ材料が、産業スクラップまたは自動車スクラップのうちの少なくとも1つを含む、請求項３９に記載の方法。
【請求項４２】
前記インゴットの少なくとも30％が前記第一のアルミニウムスクラップ材料を含む、または前記インゴットの少なくとも35％が前記第一のアルミニウムスクラップ材料を含む、または前記インゴットの少なくとも40％が前記第一のアルミニウムスクラップ材料を含む、または前記インゴットの少なくとも45％が前記第一のアルミニウムスクラップ材料を含む、または前記インゴットの少なくとも50％が前記第一のアルミニウムスクラップ材料を含む、または前記インゴットの少なくとも55％が前記第一のアルミニウムスクラップ材料を含む、または前記インゴットの少なくとも60％が前記第一のアルミニウムスクラップ材料を含む、または前記インゴットの少なくとも65％が前記第一のアルミニウムスクラップ材料を含む、請求項３５～４１のいずれかに記載の方法。
【請求項４３】
前記インゴットの少なくとも50％が、前記第一および第二のアルミニウムスクラップ材料を含む、または前記インゴットの少なくとも55％が、前記第一および第二のアルミニウムスクラップ材料を含む、または前記インゴットの少なくとも60％が、前記第一および第二のアルミニウムスクラップ材料を含む、または前記インゴットの少なくとも65％が、前記第一および第二のアルミニウムスクラップ材料を含む、または前記インゴットの少なくとも70％が、前記第一および第二のアルミニウムスクラップ材料を含む、または前記インゴットの少なくとも75％が、前記第一および第二のアルミニウムスクラップ材料を含む、または前記インゴットの少なくとも80％が、前記第一および第二のアルミニウムスクラップ材料を含む、または前記インゴットの少なくとも85％が、前記第一および第二のアルミニウムスクラップ材料を含む、または前記インゴットの少なくとも90％が、前記第一および第二のアルミニウムスクラップ材料を含む、または前記インゴットの少なくとも94％が、前記第一および第二のアルミニウムスクラップ材料を含む、請求項３５～４１のいずれかに記載の方法。
【請求項４４】

前記Hテンパーシート製品が、溶体化熱処理も人工的なエージングもされていない、請求項３５～４３のいずれかに記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

（関連出願の相互参照）

本出願は、2022年5月23日に出願され、「NEW SCRAP-BASED ALUMINUM ALLOY PRODUCTS」と題される米国仮特許出願第63/344,968号の優先権を主張するものであり、当該出願は、参照によりその全体が本明細書に組み込まれる。

【背景技術】

【０００２】

米国特許出願公開第2021/0087664号に記載されるように、アルミニウムは二酸化炭素排出量の一部に寄与し得る。二酸化炭素排出量およびアルミニウム採掘を削減する効果的な方法は、リサイクルアルミニウム、特に消費後リサイクル（PCR）アルミニウムの使用を増加させることによるものである。PCRアルミニウムの主な供給源の1つは、使用済み飲料缶（UBC）スクラップである。リサイクルの増加は、二酸化炭素排出量および一次アルミニウム消費量の低減に大きな影響を与える可能性がある。

【発明の概要】

【０００３】

広くは、本特許出願は、新規アルミニウム合金に関する。新規アルミニウム合金は、スクラップ由来であってもよく、それによってその製造コストが低減される。スクラップ由来であるにもかかわらず、新規アルミニウム合金は、優れた機械的特性および耐食性を実現する場合がある。一実施形態では、新規アルミニウム合金は、1.05～1.55重量％のSiと、0.85～2.10重量％のMgと、0.15～0.75重量％のCuと、0.20～0.90重量％のFeと、0.5～1.5重量％のMnと、0.01～0.15重量％のTiと、最大0.4重量％のZn、最大0.25重量％のCr、Zr、およびVのいずれか、ならびに最大0.05重量％のNiと、を含み、残部は、アルミニウム、付随元素、および不純物である。1つのアプローチでは、新規アルミニウム合金は、0.4～4mmの厚さを有するシート製品の形態である。一実施形態では、アルミニウム合金シート製品は、(i)50体積％以下の再結晶粒、(ii)少なくとも0.5％のMg_2Si面積パーセント、(iii)1平方マイクロメートル当たり少なくとも0.5粒子の平均Mg_2Si粒子面積、(iv)少なくとも0.5％の成分面積パーセント、および(v)1平方マイクロメートル当たり少なくとも0.5粒子の平均成分粒子面積のうちの少なくとも1つの微細構造特性を実現する。これらの微細構造特性を決定する方法は、以下に記載される「微細構造評価手順」に記載されている。

【０００４】

i.組成物

上述のように、新規アルミニウム合金は概して1.05～1.55重量％のSiを含む。こうしたシリコンレベルは、例えば、スクラップ利用率の改善および/または機械的特性の改善を促進し得る。一実施形態では、新規アルミニウム合金は、少なくとも1.10重量％のSiを含む。別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、少なくとも1.15重量％のSiを含む。一実施形態では、新規アルミニウム合金は、1.45重量％以下のSiを含む。別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、1.40重量％以下のSiを含む。

【０００５】

上述のように、新規アルミニウム合金は、概して0.85～2.10重量％のMgを含む。こうしたマグネシウムレベルは、例えば、改善された機械的特性（例えば、歪み硬化）を容易にし得る。一実施形態では、新規アルミニウム合金は、少なくとも0.90重量％のMgを含む。別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、少なくとも0.95重量％のMgを含む。一実施形態では、新規アルミニウム合金は、2.05重量％以下のMgを含む。別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、2.00重量％以下のMgを含む。さらに別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、1.95重量％以下のMgを含む。別の実施形態で

は、新規アルミニウム合金は、1.90重量％以下のMgを含む。

【０００６】

上述のように、新規アルミニウム合金は概して、0.15～0.75重量％のCuを含む。こうしたレベルの銅は、例えば、耐食性を不必要に劣化させることなく、改善された機械的特性を促進し得る。一実施形態では、新規アルミニウム合金は、少なくとも0.20重量％のCuを含む。別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、少なくとも0.25重量％のCuを含む。さらに別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、少なくとも0.30重量％のCuを含む。一実施形態では、新規アルミニウム合金は、0.70重量％以下のCuを含む。別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、0.65重量％以下のCuを含む。さらに別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、0.60重量％以下のCuを含む。

【０００７】

上述のように、新規アルミニウム合金は概して、0.20～0.90重量％のFeを含む。こうしたレベルの鉄は、例えば、高いスクラップ耐性および/または分散体形成を促進し得る。一実施形態では、新規アルミニウム合金は、少なくとも0.25重量％のFeを含む。別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、少なくとも0.30重量％のFeを含む。一実施形態では、新規アルミニウム合金は、0.85重量％以下のFeを含む。別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、0.80重量％以下のFeを含む。さらに別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、0.75重量％以下のFeを含む。

【０００８】

上述のように、新規アルミニウム合金は概して0.5～1.5重量％のMnを含む。こうしたレベルのマンガンは、例えば、高いスクラップ耐性および/または分散体形成を促進し得る。一実施形態では、新規アルミニウム合金は、少なくとも0.55重量％のMnを含む。別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、少なくとも0.60重量％のMnを含む。さらに別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、少なくとも0.65重量％のMnを含む。別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、少なくとも0.70重量％のMnを含む。さらに別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、少なくとも0.75重量％のMnを含む。別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、少なくとも0.80重量％のMnを含む。さらに別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、少なくとも0.85重量％のMnを含む。別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、少なくとも0.90重量％のMnを含む。さらに別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、少なくとも0.95重量％のMnを含む。別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、少なくとも1.0重量％のMnを含む。一実施形態では、新規アルミニウム合金は、1.45重量％以下のMnを含む。別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、1.40重量％以下のMnを含む。さらに別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、1.35重量％以下のMnを含む。別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、1.30重量％以下のMnを含む。さらに別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、1.25重量％以下のMnを含む。別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、1.20重量％以下のMnを含む。

【０００９】

上述のように、新規アルミニウム合金は概して、0.01～0.15重量％のTiを含む。チタンは、例えば結晶粒微細化を促進し得る。一実施形態では、新規アルミニウム合金は、少なくとも0.02重量％のTiを含む。別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、少なくとも0.03重量％のTiを含む。さらに別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、少なくとも0.04重量％のTiを含む。さらに別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、少なくとも0.05重量％のTiを含む。一実施形態では、新規アルミニウム合金は、0.12重量％以下のTiを含む。別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、0.10重量％以下のTiを含む。さらに別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、0.08重量％以下のTiを含む。さらに別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、0.05重量％以下のTiを含む。

【００１０】

上述のように、新規アルミニウム合金は、最大0.40重量％のZnを含んでもよく、これ

は高いスクラップ耐性を促進し得る。一実施形態では、新規アルミニウム合金は、0.35重量％以下のZnを含む。別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、0.30重量％以下のZnを含む。さらに別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、0.25重量％以下のZnを含む。別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、0.20重量％以下のZnを含む。一実施形態では、新規アルミニウム合金は、少なくとも0.01重量％のZnを含む。別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、少なくとも0.05重量％のZnを含む。

【００１１】

上述のように、新規アルミニウム合金は、再結晶化を制御するのに有用であり得る、最大0.25重量％のCr、Zr、およびVのいずれかを含み得る。1つのアプローチでは、新規アルミニウム合金は、0.20重量％以下のZrを含む。別のアプローチでは、新規アルミニウム合金は、0.15重量％以下のZrを含む。一実施形態では、新規アルミニウム合金は、0.10重量％以下のZrを含む。別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、0.08重量％以下のZrを含む。さらに別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、0.05重量％以下のZrを含む。別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、0.04重量％以下のZrを含む。さらに別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、0.03重量％以下のZrを含む。一実施形態では、新規アルミニウム合金は、少なくとも0.01重量％のZrを含む。

【００１２】

1つのアプローチでは、新規アルミニウム合金は、0.20重量％以下のCrを含む。一実施形態では、新規アルミニウム合金は、0.15重量％以下のCrを含む。別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、0.10重量％以下のCrを含む。別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、0.08重量％以下のCrを含む。さらに別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、0.05重量％以下のCrを含む。別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、0.04重量％以下のCrを含む。さらに別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、0.03重量％以下のCrを含む。一実施形態では、新規アルミニウム合金は、少なくとも0.01重量％のCrを含む。

【００１３】

1つのアプローチでは、新規アルミニウム合金は、0.20重量％以下のVを含む。一実施形態では、新規アルミニウム合金は、0.15重量％以下のVを含む。別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、0.10重量％以下のＶを含む。別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、0.08重量％以下のVを含む。さらに別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、0.05重量％以下のVを含む。別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、0.04重量％以下のVを含む。さらに別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、0.03重量％以下のVを含む。一実施形態では、新規アルミニウム合金は、少なくとも0.01重量％のVを含む。

【００１４】

新規アルミニウム合金には、概ね規定の合金成分が含まれ、残りはアルミニウム、場合によっては付随元素、および不純物である。本明細書で使用される場合、「付随元素」とは、上に列挙された元素以外の、随意に合金に添加して合金の製造を補助することができる元素または材料を意味する。付随元素の例としては、鋳造助剤、例えば脱酸剤が挙げられる。任意選択の付随元素は、最大1.0重量％の累積量で合金中に含まれ得る。1つの非限定的な例として、鋳造中に１つ以上の付随元素を合金に添加して、例えば、酸化物のしわ、ピット、および酸化物のパッチによるインゴットの割れを低減または制限する(場合によっては除く)ことができる。これらのタイプの付随元素は、概して、本明細書では脱酸化剤と称する。一部の脱酸化剤の例としては、Ca、Sr、およびBeが挙げられる。カルシウム(Ca)が合金中に含まれる場合、カルシウム(Ca)は、概して、最大約0.05重量％、または最大約0.03重量％の量で存在する。いくつかの実施形態では、Caは、0.001～0.008重量％(または10～80ppm)など、約0.001～0.03重量％または約0.05重量％の量で合金中に含まれる。ストロンチウム(Sr)を、Caの代用として(全体的または部分的に)合金中に含めることができ、ひいては、Caと同じまたは同様の量で合金中に含めることができる。従来、ベリリウム(Be)の添加は、インゴットのひび割れの傾向を低減するの

に役立ったが、環境、健康、および安全上の理由から、合金のいくつかの実施形態は、実質的にBeを含まない。Beが合金中に含まれる場合、概して、最大約20ppmの量で存在する。付随元素は、わずかな量で存在し得るか、または有意な量で存在し得、また合金が本明細書に記載の望ましい特性を保持する限り、本明細書に記載の合金から逸脱することなく、付随元素自体で望ましいまたは他の特性を加え得る。しかしながら、本明細書における所望の獲得される性質の組み合わせに別段に影響を及ぼさないであろう量の元素が単に添加されることでは、本開示の範囲は回避されるべきではない／回避され得ないことが理解されるべきである。

【００１５】

新規アルミニウム合金は、少量の不純物を含有し得る。一実施形態では、新規アルミニウム合金は、合計で0.15重量％以下の不純物を含み、またアルミニウム合金は、各不純物を0.05重量％以下で含む。別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、合計で0.10重量％以下の不純物を含み、またアルミニウム合金は、各不純物を0.03重量％以下で含む。

【００１６】

新規アルミニウム合金は、概ねニッケルを実質的に含まない。すなわち、ニッケルは不純物としてのみ、かつ概ね0.04重量％未満のNi、または0.01重量％未満のNiで含まれる。新規アルミニウム合金は、概ねリチウムを実質的に含まない。すなわち、リチウムは不純物としてのみ、かつ概ね0.04重量％未満のLi、または0.01重量％未満のLiで含まれる。新規アルミニウム合金は、概ね銀を実質的に含まない。すなわち、銀は不純物としてのみ、かつ概ね0.04重量％未満のAg、または0.01重量％未満のAgで含まれる。新規アルミニウム合金は、概ね鉛を実質的に含まない。すなわち、鉛は不純物としてのみ、かつ概ね0.04重量％未満のPb、または0.01重量％未満のPbで含まれる。新規アルミニウム合金は、概ねカドミウムを実質的に含まない。すなわち、カドミウムは不純物としてのみ、かつ概ね0.04重量％未満のCd、または0.01重量％未満のCdで含まれる。新規アルミニウム合金は、概ねタリウムを実質的に含まない。すなわち、タリウムは不純物としてのみ、かつ概ね0.04重量％未満のTl、または0.01重量％未満のTlで含まれる。新規アルミニウム合金は、概ねスカンジウムを実質的に含まない。すなわち、スカンジウムは不純物としてのみ、かつ概ね0.04重量％未満のSc、または0.01重量％未満のScで含まれる。

【００１７】

ii.製造方法

新規アルミニウム合金は、鍛錬形態および適切なテンパーで調製されてもよい。一実施形態では、新規アルミニウム合金は、インゴットまたはストリップに鋳造(例えば、直接チル鋳造または連続鋳造)後、さまざまなテンパー、例えばANSI H35.1（2009）に従ってHテンパーを、例えばH1テンパー、H2テンパー、またはH3テンパーを、達成するために適切な処理を行うことによって製造されることができる。一実施形態では、新規アルミニウム合金は、「H1テンパー」に加工処理される。別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、「H2テンパー」に加工処理される。さらに別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、「H3テンパー」に加工処理される。

【００１８】

一実施形態では、新規アルミニウム合金は、インゴット形態に鋳造される直接チル(DC)である。インゴットの従来の皮削加工、旋盤加工、または剥離加工(必要な場合)および均質化（必要な場合）の後（この均質化は、皮削加工の前または後に完了してもよい）、インゴットは、製品を熱間加工することによってさらに加工処理され得る。次いで、生成物は、随意に冷間加工および/または随意にアニーリングされてもよい。一実施形態では、Hテンパーシート製品への加工は、最終ゲージへの冷間圧延、および次いで部分的にアニーリングしてH2テンパーを達成する工程を含む。

【００１９】

新規アルミニウム合金がHテンパーに加工される時、それらの製造方法は一般的に、溶体化熱処理または人工エージングを含まない（それらが存在しない）。これらの工程は、

不要なコストを追加し、Hテンパーは、こうした工程なしに必要な特性を達成し得る。

【００２０】

他の実施形態では、新規アルミニウム合金は、Tテンパーに処理されてもよく、これは溶体化熱処理とそれに続く天然および/または人工のエージングを含む。新しい合金の高ケイ化マグネシウム（Mg_2Si）含有量は、他のTテンパーの中でも特に、T4（天然エージングした）またはT6（人工エージングした）テンパーにおける強度の改善を促進し得る。

【００２１】

新規アルミニウム合金製品は、任意の適切な最終ゲージ厚さを有してもよい。一実施形態では、新規アルミニウム合金は、0.4ｍｍ～4ｍｍの厚さを有するシートの形態である。他の鍛錬製品形態（例えば、プレート、押出成形品、鍛造品）を利用してもよい。

【００２２】

上述のように、本明細書に記載の新規アルミニウム合金を製造するために使用されるインゴットは、アルミニウム合金スクラップに少なくとも部分的に由来し得る。例えば、方法は、(a)アルミニウム系スクラップからのアルミニウム合金インゴットを生成すること、および(b)アルミニウム合金インゴットを、0.4～4.0ｍｍの厚さを有するHテンパーシート製品などの適切な鍛錬製品の形態およびテンパーに処理することを含んでもよい。

【００２３】

上述の工程(a)(すなわち、アルミニウム合金インゴットを生成する）に関連するため、このステップ（a）は、（i）第一のアルミニウムスクラップ材料を別のアルミニウム材料と混合して、標的インゴット組成物を達成することと、(ii)前記混合工程の前または後に、前記第一のアルミニウムスクラップ材料および前記別のアルミニウム材料を加熱して、溶融アルミニウム合金を生成することと、(iii)前記溶融アルミニウム合金を前記アルミニウム合金インゴットに鋳造することと、を含んでもよく、前記アルミニウム合金インゴットは、前記標的インゴット組成物を達成する。別のアルミニウム材料は、（A）第二のアルミニウムスクラップ材料、（B）一次アルミニウム、および（C）それらの混合物のうちの少なくとも1つであってもよい。標的インゴット組成は、「組成」セクションおよび「実施例」セクションを含む、本明細書に開示される組成のいずれかであってもよい。

【００２４】

一実施形態では、第一のアルミニウムスクラップ材料および第二のアルミニウムスクラップ材料のうちの少なくとも1つは、3xxxアルミニウム合金スクラップ、4xxxアルミニウム合金スクラップ、5xxxアルミニウム合金スクラップ、または6xxxアルミニウム合金スクラップである。一実施形態では、第一のアルミニウムスクラップ材料および第二のアルミニウムスクラップ材料のうちの少なくとも1つは、3004および/または3104アルミニウム合金スクラップである。別の実施形態では、第一のアルミニウムスクラップ材料および第二のアルミニウムスクラップ材料のうちの少なくとも1つは、4343アルミニウム合金スクラップである。さらに別の実施形態では、第一のアルミニウムスクラップ材料および第二のアルミニウムスクラップ材料のうちの少なくとも1つは、5052および/または5182アルミニウム合金スクラップである。別の実施形態では、第一のアルミニウムスクラップ材料および第二のアルミニウムスクラップ材料のうちの少なくとも1つは、6061、6063、6022、6111、および/または6013アルミニウム合金スクラップである。

【００２５】

一実施形態では、第一のアルミニウムスクラップ材料および第二のアルミニウムスクラップ材料のうちの少なくとも1つは、ろう付けスクラップである。適切なろう付けスクラップ材料は、コアおよびライナーを有する複合合金を含んでもよい。複合合金は、例えば、とりわけ、3xxxアルミニウム合金コアおよび4xxxアルミニウム合金ライナー、または3xxxコアおよび7xxxアルミニウム合金ライナーを有してもよい。ろう付けスクラップは、例えば、管ストック、ヘッダー、または他の熱交換器材料由来であってもよい。

【００２６】
一実施形態では、第一のアルミニウムスクラップ材料および第二のアルミニウムスクラップ材料のうちの少なくとも1つは、ＵＢＣ（使用済み飲料缶）スクラップである。適切なＵＢＣスクラップ材料には、３１０４および/または５１８２アルミニウム合金から作製されたものが含まれる。一実施形態では、ＵＢＣスクラップ材料は、少なくとも３１０４スクラップを含む。別の実施形態では、ＵＢＣスクラップ材料は、少なくとも５１８２スクラップを含む。

【００２７】
一実施形態では、第一および第二のアルミニウムスクラップ材料のうちの少なくとも1つは、自動車または産業スクラップ（例えば、アルミニウム合金６０６１、６０６３、６０２２、６１１１、および/または６０１３のスクラップ）である。

【００２８】
一実施形態では、第一のアルミニウムスクラップ材料は、ろう付けスクラップ、使用済み飲料缶(ＵＢＣ)スクラップ、およびそれらの混合物のうちの少なくとも1つであり、別のアルミニウム材料は、３ｘｘｘ、４ｘｘｘ、５ｘｘｘ、または６ｘｘｘアルミニウム合金スクラップなどの第二のアルミニウムスクラップ材料である。別の実施形態では、第一のアルミニウムスクラップ材料は、ろう付けスクラップ、使用済み飲料缶（ＵＢＣ）スクラップ、およびそれらの混合物のうちの少なくとも1つであり、別のアルミニウム材料は一次アルミニウムである。一実施形態では、第一のアルミニウムスクラップ材料はろう付けスクラップであり、第二のアルミニウムスクラップ材料はＵＢＣスクラップである。

【００２９】
スクラップの使用により、アルミニウム合金インゴットは、かなりの量のスクラップ材料を含み得る。一実施形態では、少なくとも３０％のインゴットは第一のアルミニウムスクラップ材料（すなわち、インゴットの少なくとも３０％は第一のアルミニウムスクラップ材料を含む）に由来し、インゴットの残りは一次アルミニウムおよび/または他のスクラップ材料である。別の実施形態では、少なくとも３５％のインゴットは、第一のアルミニウムスクラップ材料に由来する。さらに別の実施形態では、少なくとも４０％のインゴットは、第一のアルミニウムスクラップ材料に由来する。別の実施形態では、少なくとも４５％のインゴットは、第一のアルミニウムスクラップ材料に由来する。さらに別の実施形態では、少なくとも５０％のインゴットは、第一のアルミニウムスクラップ材料に由来する。別の実施形態では、少なくとも５５％のインゴットは、第一のアルミニウムスクラップ材料に由来する。さらに別の実施形態では、少なくとも６０％のインゴットは、第一のアルミニウムスクラップ材料に由来する。別の実施形態では、少なくとも６５％のインゴットは、第一のアルミニウムスクラップ材料に由来する。

【００３０】
一実施形態では、アルミニウム合金インゴットは、少なくとも2つのアルミニウムスクラップ材料（第一および第二のスクラップ材料）を含む。一実施形態では、少なくとも５０％のインゴットは、第一および第二のアルミニウムスクラップ材料に由来する（すなわち、インゴットの少なくとも５０％は第一および第二のアルミニウムスクラップ材料を含む）。別の実施形態では、少なくとも５５％のインゴットは、第一および第二のアルミニウムスクラップ材料に由来する。さらに別の実施形態では、少なくとも６０％のインゴットは、第一および第二のアルミニウムスクラップ材料に由来する。別の実施形態では、少なくとも６５％のインゴットは、第一および第二のアルミニウムスクラップ材料に由来する。さらに別の実施形態では、少なくとも７０％のインゴットは、第一および第二のアルミニウムスクラップ材料に由来する。別の実施形態では、少なくとも７５％のインゴットは、第一および第二のアルミニウムスクラップ材料に由来する。さらに別の実施形態では、少なくとも８０％のインゴットは、第一および第二のアルミニウムスクラップ材料に由来する。別の実施形態では、少なくとも８５％のインゴットは、第一および第二のアルミニウムスクラップ材料に由来する。さらに別の実施形態では、少なくとも９０％のインゴットは、第一および第二のアルミニウムスクラップ材料に由来する。別の実施形態では、

少なくとも94%のインゴットは、第一および第二のアルミニウムスクラップ材料に由来する。追加のスクラップ材料（第三、第四、第五など）を使用して、本段落に記載されるアルミニウム合金インゴットのいずれかを生成してもよい。

【００３１】

一次アルミニウムを、任意の混合物のスクラップと共に使用して、アルミニウム合金インゴットが作製されてもよい。一実施形態では、アルミニウム合金インゴットは、少なくとも1%の一次アルミニウムを含む。別の実施形態では、アルミニウム合金インゴットは、少なくとも2%の一次アルミニウムを含む。さらに別の実施形態では、アルミニウム合金インゴットは、少なくとも3%の一次アルミニウムを含む。別の実施形態では、アルミニウム合金インゴットは、少なくとも4%の一次アルミニウムを含む。さらに別の実施形態では、アルミニウム合金インゴットは、少なくとも5%の一次アルミニウムを含む。別の実施形態では、アルミニウム合金インゴットは、少なくとも6%の一次アルミニウムを含む。一実施形態では、アルミニウム合金インゴットは、60%以下の一次アルミニウムを含む。別の実施形態では、アルミニウム合金インゴットは、55%以下の一次アルミニウムを含む。さらに別の実施形態では、アルミニウム合金インゴットは、50%以下の一次アルミニウムを含む。別の実施形態では、アルミニウム合金インゴットは、45%以下の一次アルミニウムを含む。さらに別の実施形態では、アルミニウム合金インゴットは、40%以下の一次アルミニウムを含む。別の実施形態では、アルミニウム合金インゴットは、30%以下の一次アルミニウムを含む。さらに別の実施形態では、アルミニウム合金インゴットは、35%以下の一次アルミニウムを含む。別の実施形態では、アルミニウム合金インゴットは、30%以下の一次アルミニウムを含む。さらに別の実施形態では、アルミニウム合金インゴットは、25%以下の一次アルミニウムを含む。

【００３２】

iii.微細構造

上述のように、新規アルミニウム合金は、固有の微細構造を実現し得る。例えば、新規アルミニウム合金は、以下に説明される「再結晶化決定手順」を使用して決定される、50体積%以下の再結晶粒を含有してもよい。一実施形態では、新規アルミニウム合金は、45体積%以下の再結晶粒を含む。別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、40体積%以下の再結晶粒を含む。さらに別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、35体積%以下の再結晶粒を含む。別の実施形態では、新規アルミニウム合金製品は、30体積%以下の再結晶粒を含む。さらに別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、25体積%以下の再結晶粒を含む。別の実施形態では、新規アルミニウム合金製品は、20体積%以下の再結晶粒を含む。さらに別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、15体積%以下の再結晶粒を含む。別の実施形態では、新規アルミニウム合金製品は、10体積%以下の再結晶粒を含む。一実施形態では、新規アルミニウム合金は、少なくとも1体積%の再結晶粒を含む。別の実施形態では、新規アルミニウム合金製品は、少なくとも3体積%の再結晶粒を含む。さらに別の実施形態では、新規アルミニウム合金製品は、少なくとも5体積%の再結晶粒を含む。

【００３３】

上述のように、新規アルミニウム合金は、少なくとも0.5%のMg_2Si面積パーセントを実現してもよい。一実施形態では、新規アルミニウム合金は、少なくとも0.6%のMg_2Si面積パーセントを実現する。別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、少なくとも0.7%のMg_2Si面積パーセントを実現する。さらに別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、少なくとも0.8%のMg_2Si面積パーセントを実現する。別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、少なくとも0.9%のMg_2Si面積パーセントを実現する。さらに別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、少なくとも1.0%のMg_2Si面積パーセントを実現する。別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、少なくとも1.1%のMg_2Si面積パーセントを実現する。さらに別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、少なくとも1.2%のMg_2Si面積パーセントを実現する。

【００３４】

上述のように、新規アルミニウム合金は、1平方マイクロメートル当たり少なくとも0.5粒子の平均Mg_2Si粒子面積を実現してもよい。一実施形態では、新規アルミニウム合金は、1平方マイクロメートル当たり少なくとも0.75粒子の平均Mg_2Si粒子面積を実現する。別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、1平方マイクロメートル当たり少なくとも1.0粒子の平均Mg_2Si粒子面積を実現する。さらに別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、1平方マイクロメートル当たり少なくとも1.25粒子の平均Mg_2Si粒子面積を実現する。別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、1平方マイクロメートル当たり少なくとも1.5粒子の平均Mg_2Si粒子面積を実現する。さらに別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、1平方マイクロメートル当たり少なくとも1.75粒子の平均Mg_2Si粒子面積を実現する。別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、1平方マイクロメートル当たり少なくとも2.0粒子の平均Mg_2Si粒子面積を実現する。さらに別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、1平方マイクロメートル当たり少なくとも2.25粒子の平均Mg_2Si粒子面積を実現する。別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、1平方マイクロメートル当たり少なくとも2.5粒子の平均Mg_2Si粒子面積を実現する。さらに別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、1平方マイクロメートル当たり少なくとも2.75粒子の平均Mg_2Si粒子面積を実現する。別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、1平方マイクロメートル当たり少なくとも3.0粒子の平均Mg_2Si粒子面積を実現する。さらに別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、1平方マイクロメートル当たり少なくとも3.25粒子の平均Mg_2Si粒子面積を実現する。別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、1平方マイクロメートル当たり少なくとも3.5粒子の平均Mg_2Si粒子面積を実現する。

【００３５】

上述のように、新規アルミニウム合金は、少なくとも0.5％の成分面積パーセントを実現してもよい。一実施形態では、新規アルミニウム合金は、少なくとも0.75％の成分面積パーセントを実現する。別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、少なくとも1.0％の成分面積パーセントを実現する。さらに別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、少なくとも1.25％の成分面積パーセントを実現する。別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、少なくとも1.5％の成分面積パーセントを実現する。さらに別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、少なくとも1.75％の成分面積パーセントを実現する。別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、少なくとも2.0％の成分面積パーセントを実現する。さらに別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、少なくとも2.25％の成分面積パーセントを実現する。別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、少なくとも2.5％の成分面積パーセントを実現する。さらに別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、少なくとも2.75％の成分面積パーセントを実現する。

【００３６】

上述のように、新規アルミニウム合金は、1平方マイクロメートル当たり少なくとも0.5粒子の平均成分粒子面積を実現してもよい。一実施形態では、新規アルミニウム合金は、1平方マイクロメートル当たり少なくとも0.75粒子の平均成分粒子面積を実現する。別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、1平方マイクロメートル当たり少なくとも1.0粒子の平均成分粒子面積を実現する。さらに別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、1平方マイクロメートル当たり少なくとも1.25粒子の平均成分粒子面積を実現する。別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、1平方マイクロメートル当たり少なくとも1.5粒子の平均成分粒子面積を実現する。さらに別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、1平方マイクロメートル当たり少なくとも1.75粒子の平均成分粒子面積を実現する。別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、1平方マイクロメートル当たり少なくとも2.0粒子の平均成分粒子面積を実現する。さらに別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、1平方マイクロメートル当たり少なくとも2.25粒子の平均成分粒子面積を実現する。別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、1平方マイクロメートル当たり少なくとも2.5粒子の平均成分粒子面積を実現する。さらに別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、1平方マイクロメートル当たり少なくとも2.75粒子の平均成分粒子

面積を実現する。別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、1平方マイクロメートル当たり少なくとも3.0粒子の平均成分粒子面積を実現する。さらに別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、1平方マイクロメートル当たり少なくとも3.25粒子の平均成分粒子面積を実現する。別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、1平方マイクロメートル当たり少なくとも3.5粒子の平均成分粒子面積を実現する。さらに別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、1平方マイクロメートル当たり少なくとも3.75粒子の平均成分粒子面積を実現する。

【００３７】

上述のように、新規アルミニウム合金は、（i）50体積％以下の再結晶粒、（ii）少なくとも0.5％のMg_2Si面積パーセント、（iii）1平方マイクロメートル当たり少なくとも0.5粒子の平均Mg_2Si粒子面積、（iv）少なくとも0.5％の成分面積パーセント、および（v）1平方マイクロメートル当たり少なくとも0.5粒子の平均成分粒子面積のうちの少なくとも1つの微細構造特性を実現してもよい。一実施形態では、新規アルミニウム合金は、微細構造特性（i）～（v）のうちの少なくとも2つを実現する。別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、微細構造特性（i）～（v）のうちの少なくとも3つを実現する。別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、微細構造特性（i）～（v）のうちの少なくとも4つを実現する。別の実施形態では、新規アルミニウム合金は、微細構造特性（i）～（v）のすべてを実現する。

【００３８】

iv.微細構造評価手順

本特許出願に従って作製された製品の微細構造の特徴（例えば、再結晶化率、成分およびMg_2Si含有量）の測定には以下の手順と定義が適用される。

【００３９】

a.Mg_2Siおよび成分粒子の測定

「成分面積率」（cf）および「Mg_2Si面積率」は、それぞれ成分粒子またはMg_2Siによって覆われた面積率を、標準的な金属組織学的試料作製法で作製された二次元断面の総面積で割ったものである。

【００４０】

「成分面積パーセント」および「Mg_2Si面積パーセント」は、それぞれの面積率に100％を乗じることによって決定される。

【００４１】

「成分粒子面積」および「Mg_2Si粒子面積」は、それぞれ試料で測定される成分粒子およびMg_2Si粒子の面積である。

【００４２】

「平均成分粒子面積」および「平均Mg_2Si粒子面積」は、それぞれ、各成分粒子またはMg_2Si粒子の平均面積である。

【００４３】

成分およびMg_2Si面積率および粒子面積を測定するには、Apreo S Field Emission Gun（Thermo Fisher Scientific、Waltham、MA、U.S.A）走査電子顕微鏡または同等のもので500倍で後方散乱電子画像を撮影し、成分およびMg_2Si粒子を画像化する必要がある。画像は、加速電圧10kVを使用して撮影されるべきである。ビーム電流は3.2ナノアンペアでなければならない。作動距離は10mmであるべきで、滞留時間は5マイクロ秒であるべきで、線平均は3であるべきである。各合金の金属組織学的に研磨された試料から、t/2で30枚の画像が収集される。画像解析を使用して、画像を定量化する。成分およびMgSi粒子を定量化するためのピクセルサイズは、0.083ミクロンである。成分については、少なくとも50ピクセルを含有する粒子のみが計数され、閾値は99であり、最小強度平均は115である。各成分粒子について、ピクセル数を粒子面積および粒子有効直径に変換する。Mg_2Si粒子については、少なくとも15ピクセルを含有する粒子のみが計数され、閾値は73であり、粒子中のすべてのピクセルの平均強度は65未満ではない。各Mg_2Si粒子について、ピクセル数を粒子面積および粒子有効直径に変換する。平

均粒子に基づく計算については、画像領域内に完全に含まれる粒子のみが計算に含まれる。

【００４４】

b.再結晶化決定手順

「再結晶化率」等は、再結晶粒を有する鍛錬アルミニウム合金製品の体積率を意味する。再結晶粒の量は、この「再結晶化決定手順」に従って、鍛錬アルミニウム合金製品の好適な数のSEM顕微鏡写真のEBSD（電子線後方散乱回折）解析によって決定される。通常、少なくとも5つの顕微鏡写真を解析する必要がある。

【００４５】

「再結晶粒」とは、以下に定義する「第一型粒の基準」を満たす結晶微構造の粒子を意味し、以下に説明するOIM（配向イメージング顕微鏡法）試料作製手順を使用して測定する。

【００４６】

OIM解析は、以下のOIM試料手順を用いて、L-ST平面上のシート試料の厚さ全体を通して完了させる必要がある。解析される試料のサイズは、概ねゲージによって異なることになる。測定の前に、OIM試料は、標準的な金属組織学的試料調製方法によって調製される。例えば、OIM試料は、金属組織学的に調製された後、振動式に研磨（例えば、0.05ミクロンのコロイダルシリカを使用）される。

【００４７】

「OIM試料手順」は以下の通りである。

・使用されるソフトウェアは、APEX EBSD Collection Softwareバージョン2(EDAX Inc., New Jersey, U.S.A.）または同等品であり、Velocity EBSDカメラ(EDAX Inc., New Jersey, U.S.A.）または同等品に接続されている。SEMはAPREO S電界放出電子銃（Thermo Fisher Scientific. Waltham, MA, U.S.A.）、または同等品である。

・OIMの動作条件は、傾斜68°、作動距離18mm、加速電圧15kV、ダイナミックフォーカシング、装置固有のビーム電流51nA(ナノアンペア)である。収集モードは六角形グリッドである。配向が解析で収集されるように選択される(すなわち、Houghピーク情報は収集されない)。スキャン当たりの領域サイズ(すなわち、フレーム)は、80×で0.25ミクロンのステップで2mmゲージの試料の場合、2.0mm×1mmである。ゲージに応じて、様々なフレームサイズを使用できる。収集されたデータは*.oscファイルに出力される。以下に説明するように、このデータを用いて第一型粒の体積分率を計算することができる。

・第一型粒の体積分率の計算：第一型粒の体積分率は、*.oscファイルのデータおよびOIM解析ソフトウェア（EDAX Inc., New Jersey, U.S.A.）バージョン8.1.0、または同等品を使用して計算される。計算の前に、二段階のデータクリーンアップを実施することができる。最初に、信頼指数が0.08の閾値未満の任意の点に対して、隣接方向相関のクリーンアップが実行される。次に、3データ点より小さい任意の粒について、粒拡張クリーンアップを実施する。そして、第一型粒の量は、(以下の)第一型粒の基準を用いてソフトウェアによって計算される。

・第一型粒の基準：粒平均方位差(GAM)が計算される。「計算前にパーティションを適用する」、「エッジの粒を含める」、および「双晶粒界の定義を無視する」のすべてが必要である。GAMが≦1°である任意の粒は、第一型粒である。

【００４８】

「第一型粒の体積（First grain volume）」(FGV)は、結晶質材料の第一型粒の体積分率を意味する。

【００４９】

「再結晶化率（Percent Recrystallized）」は、以下の式によって決定される。FGV * 100%。

【００５０】

用語「粒」は、ASTM E112 §3.2.2に定義される意味を有する。すなわち、「研磨の二次元平面上で観察される元の(一次)境界の範囲内の領域、または三次元オブジェクトの元の(一次)境界によって囲まれるその体積」。

【００５１】

「粒径（Grain size）」は、次の式で計算される:

【数１】

$$d_i = square\ root\ (\frac{4Ai}{\pi})$$

・式中、A_iは、市販のソフトウェアOIM解析ソフトウェアバージョン8.1.0または同等品を使用して測定された個々の粒の面積であり、

・式中、d_iは、粒が円であると仮定して計算された個々の粒径である。

【００５２】

「面積加重平均粒径」は、次の式により計算される。

【数２】

$$d\text{-}bar = (\sum_{i=1}^{n} A_i d_i)/(\sum_{i=1}^{n} d_i)$$

・式中、A_iは、市販のソフトウェアOIM解析ソフトウェアバージョン8.1.0または同等品を使用して測定された個々の粒それぞれの面積であり、

・式中、d_iは、粒が円であると仮定して計算された個々の粒径であり、

・式中、d-barは、面積加重平均粒径である。

【００５３】

v.特性

上述のように、スクラップベースである可能性があるにもかかわらず、本明細書に記載の新規アルミニウム合金製品は、比較的高い機械的特性および/または良好な耐食性を実現し得る。

【００５４】

一実施形態では、新規アルミニウム合金シート製品は、少なくとも35ksiの引張降伏強度（長軸方向）を実現する。別の実施形態では、新規アルミニウム合金シート製品は、少なくとも36ksiの引張降伏強度（長軸方向）を実現する。さらに別の実施形態では、新規アルミニウム合金シート製品は、少なくとも37ksiの引張降伏強度（長軸方向）を実現する。別の実施形態では、新規アルミニウム合金シート製品は、少なくとも38ksiの引張降伏強度（長軸方向）を実現する。さらに別の実施形態では、新規アルミニウム合金シート製品は、少なくとも39ksiの引張降伏強度（長軸方向）を実現する。別の実施形態では、新規アルミニウム合金シート製品は、少なくとも40ksiの引張降伏強度（長軸方向）を実現する。

【００５５】

一実施形態では、新規アルミニウム合金シート製品は、少なくとも3.0％の長軸方向(L)伸長を実現する。別の実施形態では、新規アルミニウム合金シート製品は、少なくとも3.5％の長軸方向（L）伸長を実現する。さらに別の実施形態では、新規アルミニウム合金シート製品は、少なくとも4.0％の長軸方向（L）伸長を実現する。別の実施形態では、新規アルミニウム合金シート製品は、少なくとも4.5％の長軸方向（L）伸長を実現する。さらに別の実施形態では、新規アルミニウム合金シート製品は、少なくとも5.0％の長軸方向（L）伸長を実現する。

【００５６】

一実施形態では、新規アルミニウム合金シート製品は、同等のゲージの従来のAA300

4シート製品と比較して、少なくとも同等のASTM G85耐食性を実現する。

【００５７】

vi.製品用途

本明細書に記載の新規アルミニウム合金は、例えば、自動車または産業用のシート製品などの様々な製品用途に使用され得る。一実施形態では、新規アルミニウム合金は、バントレーラー（例えば、商業輸送に使用されるドライボックスまたは冷却バントレーラー）の構造に使用されるシート製品である。

【００５８】

vii.定義

「鍛錬アルミニウム合金製品」とは、鋳造後に熱間加工されるアルミニウム合金製品を意味し、圧延製品(シートまたはプレート)、鍛造製品、および押出製品を含む。

【００５９】

例えば熱間圧延による、「熱間加工」は、高温、概ね少なくとも121.1℃（２５０°Ｆ）でアルミニウム合金製品を加工することを意味する。歪硬化は、熱間加工中に制限/回避され、概して熱間加工と冷間加工とを区別する。

【００６０】

例えば冷間圧延による、「冷間加工」は、熱間加工温度とはみなされない温度、概ね約121.1℃（２５０°Ｆ）未満で(例えば、周囲温度で)、アルミニウム合金製品を加工することを意味する。

【００６１】

テンパーの定義は、アルミニウム協会が発表した「American National Standard Alloy and Temper Designation Systems for Aluminum」と題するANSI H35.1 (2009)による。

【００６２】

強度および伸長は、ASTM E8/E8M-21およびB557-15に従って測定される。

【００６３】

viii. 種々の事項

この新規技術のこれら態様および他の態様、利点、ならびに新規の特徴は、以下の説明において一部記載されており、および本明細書の説明の考察により当業者に明らかになることとなり、または、本開示によって提供される技術の１つ以上の実施形態を実施することによって学習され得る。

【００６４】

開示されているそれら利点および改善点の中でも、本発明の他の目的および利点は、本明細書の説明から明らかになることとなる。本発明の詳細な実施形態は、本明細書に開示されているが、しかしながら、開示された実施形態は、様々な形態で具現化され得る本発明を単に例示するものであることを理解されたい。さらに、本発明の様々な実施形態に関連して与えられる実施例の各々は、例示的であること、および限定的ではないことが意図される。

【００６５】

明細書および特許請求の範囲全体を通して、以下の語は、文脈において別段の明らかな指示がない限り、本明細書に明確に関連する意味を取る。本明細書で使用される「一実施形態では」および「いくつかの実施形態では」という句は、必ずしも同じ実施形態を指すとは限らないが、そうである場合もある。さらに、本明細書で使用する「別の実施形態では」および「いくつかの他の実施形態では」という句は、必ずしも異なる実施形態を指すとは限らないが、そうである場合もある。したがって、本発明の様々な実施形態は、本発明の範囲または趣旨から逸脱することなく、容易に組み合わせてもよい。

【００６６】

加えて、本明細書で使用される場合、「または」の語は包括的な「ｏｒ（または）」の機能語であり、文脈において別段の明らかな指示がない限り、「および／または」の語と同等である。「に基づく」という語は排他的ではなく、文脈において別段の明らかな指示

がない限り、記述されていない追加的な要素に基づくことができる。さらに、本明細書全体を通して、「a(1つの)」、「an(1つの)」、および「the(その)」は、文脈において別段の明らかな指示がない限り、複数形の意味を含む。「ｉｎ」は、文脈において別段の明らかな指示がない限り、「ｉｎ」および「ｏｎ」の意味を含む。

【００６７】

本発明のいくつかの実施形態を説明してきたが、これらの実施形態は例示的なものにすぎず、限定的なものではなく、また多くの変形が当業者に明らかになり得ることを理解されたい。さらに、文脈において明らかに別のやり方を必要とする場合を除き、様々な工程が任意の望ましい順序で実行され得、また任意の適用可能な工程が追加および／または除去されてもよい。

【発明を実施するための形態】

【００６８】

＜実施例1＞

いくつかの実験室スケールのアルミニウム合金インゴットが作製されたのであり、その組成を以下の表1に示す。合金XA39-XA46は、実験合金である。アルミニウム合金3004(AA3004)は、従来の合金である。Alloy 0437は、Arconic Corp.によってその同名で販売されている従来の合金である。

【表１】

表1-実施例１の合金の組成(重量%)*

合金番号	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti
XA39	1.69	0.52	0.32	1.11	1.10	0.09	0.20	0.05
XA40	1.24	0.53	0.32	1.14	1.09	0.10	0.20	0.05
XA41	0.77	0.55	0.33	1.09	1.11	0.09	0.21	0.05
XA42	1.23	0.51	0.57	1.12	1.11	0.09	0.21	0.05
XA43	1.27	0.54	0.33	1.18	1.74	0.09	0.20	0.06
XA44	0.77	0.54	0.56	1.07	1.08	0.09	0.21	0.05
XA45	1.23	0.51	0.56	1.11	1.71	0.09	0.21	0.05
XA46	1.23	0.51	0.33	0.79	1.69	0.09	0.20	0.06
AA3004	0.24	0.40	0.13	1.07	1.05	0.02	0.04	0.03
0437	1.70	0.42	0.29	0.75	0.44	0.09	0.10	0.05

*合金の残部は、アルミニウムおよび不可避な不純物であった。

【００６９】

鋳造後、合金は従来的に皮削/剥離加工され、かつ均質化された。次いで、合金を中間ゲージに熱間圧延し、次いで約1ｍｍの最終ゲージに冷間圧延し、次いで部分的にアニールして、H291テンパーを達成した。

【００７０】

ANSI H35.1（2009）に記載されているように、Hテンパーは、「歪み硬化型（鍛錬製品のみ）」と定義される。ANSI H35.1によると、Hテンパー指定は、「補足的な熱処理の有無にかかわらず、歪み硬化によって強度が増加した製品に適用され、強度のいくらかの低減をもたらす。Hの後には、常に2桁以上が続く」。言い換えれば、H-テンパーアルミニウム合金製品は、析出硬化（例えば、溶体化熱処理、次いでクエンチ、次いで天然または人工のエージングによる）を受けず、これは強度を増加させる熱処理である。

【００７１】

「H2テンパー」は、「歪み硬化および部分的アニーリング」として定義される。ANSI

H35.1によると、「H2テンパー」指定は、所望の最終量よりも多く歪み硬化され、その後、部分的アニーリングによって所望のレベルまで強度が低減される製品に適用される。この指定後の数は、製品が部分的にアニーリングされた後に残留する歪み硬化の程度を示す。H291テンパーは、一般的なH2テンパーであり、AA3004およびAA5052などの従来の合金に対して特定の最小強度および伸長値を達成するために使用される。米国特許出願公開第2009/0159160号を参照のこと。

【００７２】

H291テンパーにおける合金の機械的特性を試験した。その結果を以下の表2に示す。

【表２】

表 2—H291 テンパーの実施例 1 の合金の機械的特性

合金番号	UTS(ksi)	TYS(ksi)	伸長(%)
XA39	35.2	31.6	2.8
XA40	37.4	33.4	4.3
XA41	44.3	39.7	5.1
XA42	42.4	37.8	5.3
XA43	43.4	39.0	5.1
XA44	42.5	37.8	4.6
XA45	41.7	37.2	4.1
XA46	40.9	36.8	4.7
3004	42.4	38.6	5.4
0437	33.8	30.4	4.5

示されるように、スクラップを使用するのに有用な組成物を有するにもかかわらず、本発明の合金XA41-XA43は、AA3004の強度-伸長関係と同等の強度-伸長関係を示す。合金XA44-XA46は、わずかに低い強度-伸長関係を実現する。合金XA39-40は、AA3004と比較して低い強度を実現する。

【００７３】

合金の試料も、塗装耐食性について試験した。具体的には、合金を洗浄し、次いで従来のアルミニウム合金塗装手順に従って塗装した。次いで、塗装合金を、ASTM G85、付録A2「Cyclic Acidified Salt For (Spray) Testing」に従って28日間、MASTMAASIS試験に供した。全体的に、新しい合金は、従来のAA3004と比較して、同様のまたはより良好な腐食特性を達成した。これらの結果は、新しい合金の銅含有量を考慮すると予想外であって、これは、概ね0.30重量％のCuを超えた。

【００７４】

また、合金を生成するために使用され得る可能性の高いアルミニウム合金スクラップを、合金XA41-XA46の各々の標的合金組成と比較することによって、スクラップフレンドリネス評価を実施した。最もスクラップフレンドリな合金は、XA42-43であったのであり、その各々は、ろう付けスクラップおよび/または一般的な6xxxアルミニウム合金スクラップ（例えば、AA6061および/またはAA6063スクラップ）などの一般的なスク

ラップの48～85%(XA42)または48～96%(重量基準）を使用して生成され得る可能性が高い。

【００７５】

遊離シリコン（遊離Si）の分析およびその特性に対する効果も実施した。遊離シリコン（遊離Si）の量は、以下の式を使用して合金中の鉄（Fe）、マンガン（Mn）、およびクロム（Cr）によって占められるシリコンの量を推定することによって決定された。

・遊離Si(重量%)=総Si(重量%)-([Fe+Mn+Cr)]/4)

結果を以下の表3に示す。

【表３】

表 3 – Mg:遊離 Si 比の機械的特性との比較

合金番号	Si（重量%）	遊離 Si	Mg（重量%）	Mg:遊離 Si	Cu（重量%）	TYS（ksi）	伸長(%)
XA39	1.69	1.26	1.10	0.87	0.32	31.6	2.8
XA40	1.24	0.80	1.09	1.37	0.32	33.4	4.3
XA41	0.77	0.34	1.11	3.29	0.33	39.7	5.1
XA42	1.23	0.80	1.11	1.39	0.57	37.8	5.3
XA43	1.27	0.82	1.74	2.13	0.33	39.0	5.1
XA44	0.77	0.35	1.08	3.13	0.56	37.8	4.6
XA45	1.23	0.80	1.71	2.13	0.56	37.2	4.1
XA46	1.23	0.88	1.69	1.92	0.33	36.8	4.7

【００７６】

示されるように、Mg:遊離Si比が1:1を超え、Mg:遊離Siの重量比が1.73:1に近い合金は、性能の向上を実現し得る。より低いシリコン（例えば、約0.77重量 Si%）および/またはより低い遊離Siを有する合金は、より低い機械的特性を実現し得る。追加的な銅は、機械的特性の増加を促進し得る。

【００７７】

＜実施例２＞

実施例1の結果に基づいて、プラント規模での試験のために合金XA42-43を、縮小して選択した（down selected）。プラント規模XA42-43合金を、実施例1に記載されるのと概して同じ様式で、H291テンパーに処理したが、産業規模のインゴットおよび圧延装置を使用した。合金の組成および機械的特性を以下の表4～5に提供する。従来のAA3004試料の結果も以下に示す。

【表４】

表 4–実施例 2 の合金の組成(wt. %)*

合金番号	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti
XA42（プラント）	1.31	0.43	0.54	1.08	1.06	0.01	0.11	0.07
XA43（プラント）	1.32	0.52	0.30	1.08	1.68	0.03	0.05	0.04
AA3004（標準）	0.28	0.51	0.13	1.11	1.05	0.05	0.11	0.02

【表５】

表 5－H291 テンパーの実施例 2 の合金の機械的特性

合金	遊離 Si	Mg:遊離 Si	UTS(ksi)	TYS(ksi)	伸長(%)
XA42(プラント)	0.93	1.140	38.0	33.4	6.9
XA43(プラント)	0.9125	1.841	40.6	36.4	5.3
AA3004			42.9	38.7	5.6

【００７８】

繰り返しになるが、スクラップを使用するのに有用な組成物を有するにもかかわらず、XA42-43合金は、従来のAA3004の機械的特性と概して同様の機械的特性を実現する。プラントで製造された合金（XA42～XA43）はまた、新しい合金の銅含有量を考慮すると予想外の従来のAA3004と比較して、類似のまたはより良好な腐食特性を達成することを実現することが期待される。従って、スクラップから作製された時、新しい合金は、従来の合金よりも大きなコスト利点を実現する一方で、依然として商業的に価値のある特性を達成し得る。

【００７９】

本明細書に記載される「微細構造評価手順」に従って、実施例2の合金について顕微鏡分析も完了した。結果を以下の表6に示す。

【表６】

表 6 – 顕微鏡データ

合金	パーセント再結晶 (ReX %)	Mg_2Si 面積率	Mg_2Si 粒子面積 (μm^2)(平均)	成分面積率	成分粒子面積 (μm^2)(平均)
XA42(プラント)	13	1.22	3.66	2.92	3.86
XA43(プラント)	14	2.06	3.50	3.35	3.84
AA3004	5	0.15	0.45	2.88	3.75

示されるように、本発明の合金は、再結晶化はほとんどないが、大きいMg_2Siならびに成分面積率および粒子面積を有する。

【００８０】

本開示の様々な実施形態を詳細に記載してきたが、それら実施形態の変形および改変は当業者が想到することであることは明らかである。しかしながら、そうした変形および改変が本開示の趣旨および範囲内であることは明白に理解されるべきである。

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US2023/023056

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C22C 21/08(2006.01)i; **C22F 1/047**(2006.01)i; **C22C 1/02**(2006.01)i; **C21D 8/02**(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 21/08(2006.01); B21K 1/38(2006.01); C22C 21/02(2006.01); C22C 21/04(2006.01); C22F 1/043(2006.01); C22F 1/047(2006.01); C22F 1/05(2006.01)

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)

eKOMPASS(KIPO internal) & Keywords: aluminum alloy, sheet, scrap, silicon, magnesium, and H2-temper

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2022-026825 A1 (ARCONIC TECHNOLOGIES LLC) 03 February 2022 (2022-02-03) paragraphs [0002]-[0034] and claims 1, 22, 27, 30	1-22,26-28,32-44
A		23-25,29-31
Y	US 2019-0376165 A1 (NOVELIS INC.) 12 December 2019 (2019-12-12) paragraphs [0014], [0051]-[0062], [0086]-[0100]; claim 2; and figures 1A-10	1-22,26-28,32-34
Y	US 2019-0153576 A1 (UACJ CORPORATION) 23 May 2019 (2019-05-23) paragraphs [0018]-[0027], [0097] and claim 1	35-44
A	US 2020-0230692 A1 (ACCURIDE CORPORATION) 23 July 2020 (2020-07-23) paragraphs [0030]-[0047] and figure 2	1-44
A	US 2012-0000578 A1 (WANG, QIGUI et al.) 05 January 2012 (2012-01-05) paragraph [0024]	1-44

☐ 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
"D" document cited by the applicant in the international application
"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	Date of mailing of the international search report
14 September 2023	**14 September 2023**
Name and mailing address of the ISA/KR **Korean Intellectual Property Office** **189 Cheongsa-ro, Seo-gu, Daejeon** **35208, Republic of Korea** Facsimile No. **+82-42-481-8578**	Authorized officer **PARK, Tae Wook** Telephone No. **+82-42-481-3405**

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 2022)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/US2023/023056

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO 2022-026825 A1	03 February 2022	CA 3187478 A1	03 February 2022
		CN 116134169 A	16 May 2023
		JP 2023-536096 A	23 August 2023
		KR 10-2023-0043868 A	31 March 2023
		US 2023-0175103 A1	08 June 2023
US 2019-0376165 A1	12 December 2019	WO 2019-241070 A1	19 December 2019
US 2019-0153576 A1	23 May 2019	JP 2019-094517 A	20 June 2019
US 2020-0230692 A1	23 July 2020	CN 111770809 A	13 October 2020
		CN 111770809 B	14 June 2022
		CN 111770840 A	13 October 2020
		CN 111770840 B	07 April 2023
		CN 115198148 A	18 October 2022
		KR 10-2020-0106037 A	10 September 2020
		KR 10-2417740 B1	08 July 2022
		US 10646914 B2	12 May 2020
		US 11420249 B2	23 August 2022
		US 2019-0217376 A1	18 July 2019
		US 2019-0218647 A1	18 July 2019
		WO 2019-139723 A1	18 July 2019
		WO 2019-139724 A1	18 July 2019
US 2012-0000578 A1	05 January 2012	CN 102312135 A	11 January 2012
		CN 102312135 B	09 September 2015
		DE 102011105587 A1	02 February 2012
		DE 102011105587 A8	05 April 2012
		US 8758529 B2	24 June 2014

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 2022)

フロントページの続き

(51)国際特許分類

C22F 1/047(2006.01)	C22F 1/047
C22F 1/04 (2006.01)	C22F 1/04 C
C22F 1/00 (2006.01)	C22F 1/00 602
	C22F 1/00 623
	C22F 1/00 630A
	C22F 1/00 630K
	C22F 1/00 640A
	C22F 1/00 681
	C22F 1/00 683
	C22F 1/00 685Z
	C22F 1/00 682
	C22F 1/00 686A

,MC,ME,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,CV,CZ,DE,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IQ,IR,IS,IT,JM,JO,JP,KE,KG,KH,KN,KP,KR,KW,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LU,LY,MA,MD,MG,MK,MN,MU,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SA,SC,SC,SD,SE,SG,SK,SL,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,WS,ZA,ZM,ZW

ニア，ピッツバーグ，ヘザーゲイト ドライブ ７１７

(72)発明者 ワン，ウェイ

アメリカ合衆国 １６８０１ ペンシルバニア，ステート カレッジ，グウェネッド レーン ２２０６

(72)発明者 ヤナー，カガタイ

アメリカ合衆国 １５２３８ ペンシルバニア，ピッツバーグ，ハロー ロード ２０２