

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2024年7月4日(04.07.2024)



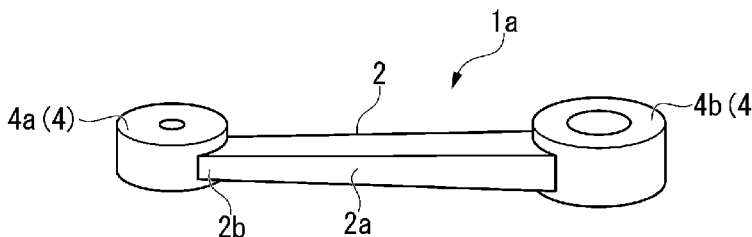
(10) 国際公開番号

WO 2024/142830 A1

- (51) 国際特許分類:
C22C 21/02 (2006.01) C22F 1/05 (2006.01)
C22C 21/06 (2006.01) C22F 1/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2023/043832
- (22) 国際出願日: 2023年12月7日(07.12.2023)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2022-210255 2022年12月27日(27.12.2022) JP
- (71) 出願人: 株式会社レゾナック (RESONAC CORPORATION) [JP/JP]; 〒1057325 東京都港区東新橋一丁目9番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 荒山 卓也 (ARAYAMA Takuya); 〒1057325 東京都港区東新橋一丁目9番1号 株式会社レゾナック内 Tokyo (JP). 木村 佳文 (KIMURA Yoshifumi); 〒1057325 東
- 京都港区東新橋一丁目9番1号 株式会社レゾナック内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 及川 周, 外 (OIKAWA Shu et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): 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, 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.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS,

(54) Title: ALUMINUM ALLOY FORGING MATERIAL, ALUMINUM ALLOY FORGED PRODUCT, AND METHOD FOR MANUFACTURING SAME

(54) 発明の名称: アルミニウム合金鍛造用素材、アルミニウム合金鍛造品及びその製造方法



(57) Abstract: Provided is an aluminum alloy forged product containing: 0.25-0.55 mass% of Cu; 0.60-1.25 mass% of Mg; 0.95-1.4 mass% of Si; 0.35-0.60 mass% of Mn; 0.15-0.30 mass% of Fe; at most 0.25 mass% of Zn; 0.050-0.30 mass% of Cr; 0.01-0.1 mass% of Ti; 0.0010-0.030 mass% of B; and 0.0010-0.050 mass% of Zr, wherein the Fe/Mn ratio is less than 1.4, the remainder consists of Al and unavoidable impurities, the number density of Mn-containing precipitates within 2.0 μm including grain boundaries is $4/\mu\text{m}^2$ or more, and when the fraction of high-angle grain boundaries having a crystal misorientation of 15° or more is 27% or less, the impact value at room temperature is 10 J/cm^2 or more.

(57) 要約: このアルミニウム合金鍛造品は、Cuを0.25質量%以上0.55質量%以下、Mgを0.60質量%以上1.25質量%以下、Siを0.95質量%以上1.4質量%以下、Mnを0.35質量%以上0.60質量%以下、Feを0.15質量%以上0.30質量%以下、Znを0.25質量%以下、Crを0.050質量%以上0.30質量%以下、Tiを0.01質量%以上0.1質量%以下、Bを0.0010質量%以上0.030質量%以下、Zrを0.0010質量%以上0.050質量%以下で含有し、Fe/Mn比で1.4未満であり、残部がAl及び不可避免不純物からなり、粒界を含む2.0 μm 以内にMn含有析出物の数密度が4個/ μm^2 以上含まれ、結晶方位差 15° 以上の大角粒界の比率が27%以下で常温における衝撃値が 10 J/cm^2 以上である。

MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称：

アルミニウム合金鍛造用素材、アルミニウム合金鍛造品及びその製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、アルミニウム合金鍛造用素材、アルミニウム合金鍛造品及びその製造方法に関する。

本願は、2022年12月27日に、日本に出願された特願2022-210255号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 近年、アルミニウム合金は、軽量性を生かして各種製品の構造部材としての用途が拡大しつつある。例えば、自動車の足廻りやバンパー部品では、今まで高張力鋼が用いられてきた。一方、近年は高強度アルミニウム合金材が用いられるようになってきている。

[0003] また、自動車部品、その中でも、例えばサスペンション部品には、専ら鉄系材料が使用されていた。一方、近年は軽量化を主目的として、アルミニウム材料又はアルミニウム合金材料に置き換えられることが多くなってきた。

[0004] これらの自動車部品では、優れた耐食性、高強度及び優れた加工性が要求されることから、アルミニウム合金材料としてAl-Mg-Si系合金、特にA6061が多用されている。そして、このような自動車部品は、強度の向上を図るため、アルミニウム合金材料を加工用素材として塑性加工の1つである鍛造加工を行って製造される。

[0005] また、最近では、コストダウンを図る必要があるため、押出をせずに鍛造部材をそのまま素材として鍛造した後、溶体化処理と人工時効処理を行う処理（T6処理）して得たサスペンション部品が実用化され始めており、さらなる軽量化を目的として、従来のA6061に代わる高強度合金の開発が進められている（例えば、特許文献1～3を参照。）。

先行技術文献

特許文献

- [0006] 特許文献1：特開平5－59477号公報
特許文献2：特開平5－247574号公報
特許文献3：特開平6－256880号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0007] しかしながら、上述したAl-Mg-Si系の高強度合金は、鍛造及び熱処理工程において加工組織が再結晶し、粗大結晶粒が発生することにより、十分な高強度を得ることができないという問題があった。そのため、粗大再結晶粒生成防止のため、Zr（ジルコニウム）を添加して再結晶を防止しているものがある（例えば、上記特許文献1，2を参照。）。
- [0008] しかしながら、Zrを添加することは、再結晶防止に効果があるものの、次のような問題点があった。
- (1) Zrの添加により、Al-Ti-B系合金の結晶粒微細化効果が弱められ、鋳塊自体の結晶粒が粗くなり、塑性加工後の加工品（鍛造品）の強度低下を招く。
 - (2) 鋳塊自体の結晶粒微細化効果が弱められるため、鋳塊割れが発生し易くなり、内部欠陥が増加し、歩留まりが悪化する。
 - (3) Zrは、Al-Ti-B系合金と化合物を形成し、合金溶湯を貯留する炉の底に化合物が堆積し、炉を汚染すると共に、製造した鋳塊においてもこれら化合物が鋳塊中に粗大に晶出し、強度を低下させる。
- [0009] このように、Zrの添加は、再結晶防止に効果があるものの、強度の安定性を維持するのが困難であった。
- [0010] 本発明は、かかる技術的背景に鑑みてなされたものであって、常温における機械的特性に優れたアルミニウム合金鍛造用素材、アルミニウム合金鍛造品及びその製造方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0011] 本発明は、上記課題を解決するため、以下の手段を提供する。
- [0012] 本発明の態様1は、Cuを0.25質量%以上0.55質量%以下の範囲内、Mgを0.60質量%以上1.25質量%以下の範囲内、Siを0.90質量%以上1.4質量%以下の範囲内、Mnを0.35質量%以上0.60質量%以下の範囲内、Feを0.15質量%以上0.30質量%以下の範囲内、Znを0.25質量%以下の範囲内、Crを0.050質量%以上0.30質量%以下の範囲内、Tiを0.01質量%以上0.1質量%以下の範囲内、Bを0.0010質量%以上0.030質量%以下の範囲内、Zrを0.0010質量%以上0.050質量%以下の範囲内で含有し、Mnの含有量に対するFeの含有量の比 Fe/Mn が質量比で1.4未満であり、残部がAl及び不可避不純物からなる合金組成を有するアルミニウム合金から構成されるアルミニウム合金鍛造用素材であって、鋳造後の導電率が25% IACS以上35% IACS以下、かつ、ロックウェル硬さHRFが62以上82以下である、アルミニウム合金鍛造用素材である。
- [0013] 本発明の態様2は、Cuを0.25質量%以上0.55質量%以下の範囲内、Mgを0.60質量%以上1.25質量%以下の範囲内、Siを0.90質量%以上1.4質量%以下の範囲内、Mnを0.35質量%以上0.60質量%以下の範囲内、Feを0.15質量%以上0.30質量%以下の範囲内、Znを0.25質量%以下の範囲内、Crを0.050質量%以上0.30質量%以下の範囲内、Tiを0.01質量%以上0.1質量%以下の範囲内、Bを0.0010質量%以上0.030質量%以下の範囲内、Zrを0.0010質量%以上0.050質量%以下の範囲内で含有し、Mnの含有量に対するFeの含有量の比 Fe/Mn が質量比で0.3以上1.2以下であり、残部がAl及び不可避不純物からなる合金組成を有するアルミニウム合金から構成されるアルミニウム合金鍛造用素材であって、鋳造後の導電率が25% IACS以上35% IACS以下、かつ、ロックウェル硬さHRFが62以上82以下である、アルミニウム合金鍛造用素材である。
- [0014] 本発明の態様3は、Cuを0.25質量%以上0.55質量%以下の範囲

内、Mgを0.60質量%以上1.25質量%以下の範囲内、Siを0.90質量%以上1.4質量%以下の範囲内、Mnを0.35質量%以上0.60質量%以下の範囲内、Feを0.15質量%以上0.30質量%以下の範囲内、Znを0.25質量%以下の範囲内、Crを0.050質量%以上0.30質量%以下の範囲内、Tiを0.01質量%以上0.1質量%以下の範囲内、Bを0.0010質量%以上0.030質量%以下の範囲内、Zrを0.0010質量%以上0.050質量%以下の範囲内で含有し、Mnの含有量に対するFeの含有量の比 Fe/Mn が質量比で1.4未満であり、残部がAl及び不可避不純物からなる合金組成を有するアルミニウム合金から構成されるアルミニウム合金鍛造品であって、粒界を含む $2.0\mu m$ 以内にMnを含有する析出物の数密度が $4個/\mu m^2$ 以上含まれており、結晶方位差 15° 以上の大角粒界の比率が27%以下であり、かつ、常温における衝撃値が $10J/cm^2$ 以上である、アルミニウム合金鍛造品である。

[0015] 本発明の態様4は、態様3のアルミニウム合金鍛造品において、前記析出物のサイズが $0.5\mu m$ 以下である。

[0016] 本発明の態様5は、Cuを0.25質量%以上0.55質量%以下の範囲内、Mgを0.60質量%以上1.25質量%以下の範囲内、Siを0.90質量%以上1.4質量%以下の範囲内、Mnを0.35質量%以上0.60質量%以下の範囲内、Feを0.15質量%以上0.30質量%以下の範囲内、Znを0.25質量%以下の範囲内、Crを0.050質量%以上0.30質量%以下の範囲内、Tiを0.01質量%以上0.1質量%以下の範囲内、Bを0.0010質量%以上0.030質量%以下の範囲内、Zrを0.0010質量%以上0.050質量%以下の範囲内で含有し、Mnの含有量に対するFeの含有量の比 Fe/Mn が質量比で0.3以上1.2以下であり、残部がAl及び不可避不純物からなる合金組成を有するアルミニウム合金から構成されるアルミニウム合金鍛造品であって、粒界を含む $2.0\mu m$ 以内にMnを含有する析出物の数密度が $4個/\mu m^2$ 以上含まれており、結晶方位差 15° 以上の大角粒界の比率が27%以下であり、かつ、常温

における衝撃値が 10 J/cm^2 以上である、アルミニウム合金鍛造品である。

[0017] 本発明の態様6は、態様5のアルミニウム合金鍛造品において、前記析出物のサイズが $0.5\text{ }\mu\text{m}$ 以下である。

[0018] 本発明の態様7は、態様3から態様6のいずれか一つのアルミニウム合金鍛造品の製造方法であって、前記アルミニウム合金の溶湯を得る溶湯形成工程と、前記得られた溶湯を鋳造加工することによって鋳造品を得る鋳造工程と、前記鋳造品を $500\text{ }^\circ\text{C}$ ～融点以下の温度で素材加熱し塑性加工を施して鍛造品を得る鍛造工程と、前記得られた鍛造品に $20\text{ }^\circ\text{C}$ ～ $500\text{ }^\circ\text{C}$ までの昇温速度が $5.0\text{ }^\circ\text{C/min}$ 以上で昇温し、 $530\text{ }^\circ\text{C}$ ～ $560\text{ }^\circ\text{C}$ で $0.3\text{ } \sim 3$ 時間以内で保持する溶体化処理を行う溶体化処理工程と、前記溶体化処理後 $5\text{ } \sim 60$ 秒以内に前記鍛造品の全ての表面が焼き入れ水に接触し、 1 分を超え、 40 分以内水槽内で焼き入れする焼き入れ工程と、前記焼き入れ処理工程を経た鍛造品に $180\text{ }^\circ\text{C}$ ～ $220\text{ }^\circ\text{C}$ の温度で 0.5 時間～ 8 時間加熱して時効処理を行う時効処理工程と、を有する、アルミニウム合金鍛造品の製造方法である。

[0019] 本発明の態様8は、態様4のアルミニウム合金鍛造品の製造方法において、前記鋳造工程と前記鍛造工程との間に、前記アルミニウム合金鋳造品を、 $370\text{ }^\circ\text{C}$ 以上 $560\text{ }^\circ\text{C}$ 以下の温度範囲で 2 時間以上 10 時間以下保持して均質化熱処理を行う均質化熱処理工程を更に有する。

発明の効果

[0020] 本発明によれば、常温における機械的特性に優れたアルミニウム合金鍛造用素材を提供できる。

本発明によれば、常温における機械的特性に優れたアルミニウム合金鍛造品を提供できる。

また、本発明によれば、これまでアルミ合金溶湯を鋳造したのちに、偏析除去するために施していた均質化処理工程を削減している為、低コスト・省エネなアルミニウム合金鍛造品の製造方法を提供できる。

図面の簡単な説明

- [0021] [図1]本発明の一実施形態に係るアルミニウム合金鍛造品の一例を示す斜視図である。
- [図2]本発明の一実施形態に係るアルミニウム合金鍛造品の別の一例を示す平面図である。
- [図3]本発明の一実施形態に係るアルミニウム合金鍛造品のさらに別の一例を示す斜視図である。
- [図4]本発明の一実施形態に係るアルミニウム合金鍛造品を製造するための水平連続鑄造装置の鑄型付近の一例を示す断面図である。
- [図5]図4に示す水平連続鑄造装置の冷却水キャビティ付近の要部を拡大した断面図である。
- [図6]水平連続鑄造装置の冷却壁部の熱流束を説明する説明図である。
- [図7]本実施例で得られたアルミニウム合金鍛造品から機械的特性評価用試験片の作製用として採取した中央部の採取位置を示す平面図である。
- [図8]本実施例で作製した機械的特性評価用試験片を示す平面図である。

発明を実施するための形態

- [0022] 以下、本発明の実施形態について、図面を参照して詳細に説明する。

なお、以下の説明で用いる図面は、特徴をわかりやすくするために、便宜上特徴となる部分を拡大して示している場合があり、各構成要素の寸法比率などが実際と同じであるとは限らない。また、以下の説明において例示される材料、寸法等は一例であって、本発明はそれらに必ずしも限定されるものではなく、その効果を変更しない範囲で適宜変更して実施することが可能である。

- [0023] [アルミニウム合金鍛造用素材]

先ず、本発明の一実施形態に係るアルミニウム合金鍛造用素材である。

本実施形態のアルミニウム合金鍛造用素材は、Cuを0.25質量%以上0.55質量%以下の範囲内、Mgを0.60質量%以上1.25質量%以下の範囲内、Siを0.90質量%以上1.4質量%以下の範囲内、Mnを

0.35質量%以上0.60質量%以下の範囲内、Feを0.15質量%以上0.30質量%以下の範囲内、Znを0.25質量%以下の範囲内、Crを0.050質量%以上0.30質量%以下の範囲内、Tiを0.01質量%以上0.1質量%以下の範囲内、Bを0.0010質量%以上0.030質量%以下の範囲内、Zrを0.0010質量%以上0.050質量%以下の範囲内で含有し、Mnの含有量に対するFeの含有量の比 Fe/Mn が質量比で1.4未満であり、残部がAl及び不可避不純物からなる合金組成を有するアルミニウム合金鍛造用素材であって、鑄造後の導電率が25% IACS以上35% IACS以下、かつ、ロックウェル硬さHRFが62以上82以下である。

[0024] 本発明の別の実施形態に係るアルミニウム合金鍛造用素材は、Cuを0.25質量%以上0.55質量%以下の範囲内、Mgを0.60質量%以上1.25質量%以下の範囲内、Siを0.90質量%以上1.4質量%以下の範囲内、Mnを0.35質量%以上0.60質量%以下の範囲内、Feを0.15質量%以上0.30質量%以下の範囲内、Znを0.25質量%以下の範囲内、Crを0.050質量%以上0.30質量%以下の範囲内、Tiを0.01質量%以上0.1質量%以下の範囲内、Bを0.0010質量%以上0.030質量%以下の範囲内、Zrを0.0010質量%以上0.050質量%以下の範囲内で含有し、Mnの含有量に対するFeの含有量の比 Fe/Mn が質量比で0.3以上1.2以下であり、残部がAl及び不可避不純物からなる合金組成を有するアルミニウム合金から構成されるアルミニウム合金鍛造用素材であって、鑄造後の導電率が25% IACS以上35% IACS以下、かつ、ロックウェル硬さHRFが62以上82以下である。

Fe/Mn は、質量比で0.3以上1.0以下とすることができ、また、0.4以上0.8以下とすることができ、また、0.4以上0.7以下とすることができる。

[0025] 上記実施形態のアルミニウム合金鍛造用素材は、MgとSiを含む点で6000系アルミニウム合金に相当する。

[0026] (導電率：25% IACS以上35% IACS以下)

上記実施形態のアルミニウム合金鍛造用素材の導電率は、25% IACS以上35% IACS以下である。この導電率は室温における導電率であるとし、この室温とは20℃±15℃程度とする。

導電率が25% IACS未満の場合は硬すぎて加工性が低下する、35% IACSを超える場合は柔らかいことで切削性（切粉分断性）の悪化、及び最終製品の保証強度を満足できないことがある。

[0027] (ロックウェル硬さHRF：62以上82以下)

上記実施形態のアルミニウム合金鍛造用素材のロックウェル硬さHRFは、62以上82以下である。ここで、ロックウェル硬さHRFはJIS Z 2245：2016の「ロックウェル硬さ試験—試験方法」に準拠して測定された値である。

ロックウェル硬さHRFがこの範囲であれば、加工性が良好だからである。すなわち、ロックウェル硬さHRFが62未満の場合は柔らかいことで切削性（切粉分断性）の悪化、及び最終製品の保証強度を満足できないことがあり、82を超える場合は硬すぎて加工性が低下する。

[0028] [アルミニウム合金鍛造品]

本発明の一実施形態に係るアルミニウム合金鍛造品について説明する。

図1は、本発明の一実施形態に係るアルミニウム合金鍛造品の斜視図である。

図1に示すように、アルミニウム合金鍛造品1aは、長尺部2と、長尺部2の長手方向の両端にそれぞれ接続された連結部4a、4bとを有する。長尺部は断面が4角形とされている。これら2つの連結部4には、それぞれ貫通孔が設けられていればよい。この形状のアルミニウム合金鍛造品1aは、例えば、I型サスペンションアームとして用いることができる。

[0029] 本実施形態のアルミニウム合金鍛造品は、Cuを0.25質量%以上0.55質量%以下の範囲内、Mgを0.60質量%以上1.25質量%以下の範囲内、Siを0.90質量%以上1.4質量%以下の範囲内、Mnを0.

3.5質量%以上0.60質量%以下の範囲内、Feを0.15質量%以上0.30質量%以下の範囲内、Znを0.25質量%以下の範囲内、Crを0.050質量%以上0.30質量%以下の範囲内、Tiを0.01質量%以上0.1質量%以下の範囲内、Bを0.0010質量%以上0.030質量%以下の範囲内、Zrを0.0010質量%以上0.050質量%以下の範囲内で含有し、Mnの含有量に対するFeの含有量の比 Fe/Mn が質量比で1.4未満であり、残部がAl及び不可避不純物からなる合金組成を有するアルミニウム合金から構成されるアルミニウム合金鍛造品であって、粒界を含む $2.0\mu m$ 以内にMnを含有する析出物の数密度が $4個/\mu m^2$ 以上含まれており、結晶方位差 15° 以上の大角粒界の比率が27%以下である。

また、本実施形態のアルミニウム合金鍛造品は、常温における衝撃値において、 $10J/cm^2$ 以上とされている。

[0030] 粒界を含む $2.0\mu m$ 以内に含まれるMnを含む析出物のサイズを例示すると、 $0.5\mu m$ 以下である。

[0031] 本実施形態のアルミニウム合金鍛造品は、MgとSiを含む点で6000系アルミニウム合金の鍛造品に相当する。

[0032] (Cu : 0.25質量%以上、0.55質量%以下)

Cuは、アルミニウム合金中でMg-Si系化合物を微細に分散させる作用や、Q相を始めとするAl-Cu-Mg-Si系化合物として析出することでアルミニウム合金の引張強さを向上させる作用を有する。Cuの含有率が上記の範囲内にあることによって、アルミニウム合金鍛造品1aの常温における機械的特性を向上させることができる。

[0033] (Mg : 0.60質量%以上、1.25質量%以下)

Mgは、アルミニウム合金の引張強さを向上させる作用を有する。アルミニウム母相へMgが固溶する、あるいは、 β'' 相などのMg-Si系化合物(Mg_2Si)、またはQ相を始めとするAl-Cu-Mg-Si系化合物($AlCuMgSi$)として析出することで、アルミニウム合金の強化に寄与する。また、 Mg_2Si は、アルミニウム合金中でのCuAl₂相の生成を抑

制する作用がある。CuAl₂相の生成が抑制されることによって、アルミニウム合金鍛造品1aの耐食性が向上する。Mgの含有率が上記の範囲内にあることによって、アルミニウム合金鍛造品1aの常温における機械的特性とともに耐食性を向上させることができる。

[0034] (Si : 0.90質量%以上、1.4質量%以下)

Siは、Mgと同様にアルミニウム合金鍛造品1aの常温における機械的特性と共に耐食性を向上させる作用を有する。但し、アルミニウム合金にSiを過剰に添加すると、粗大な初晶Si粒が晶出することにより、アルミニウム合金の引張強さが低下するおそれがある。Siの含有率が上記の範囲内にあることによって、初晶Siの晶出を抑えつつ、アルミニウム合金鍛造品1aの常温における機械的特性と共に耐食性を向上させることができる。

[0035] (Mn : 0.35質量%以上、0.60質量%以下)

Mnは、アルミニウム合金中でAl-Mn-Fe-SiやAl-Mn-Cr-Fe-Siなどの金属間化合物を含む微細な粒状の晶出物を形成することで、アルミニウム合金の引張強さを向上させる作用を有する。Mnの含有率が上記の範囲内にあることによって、アルミニウム合金鍛造品1aの常温における機械的特性を向上させることができる。

[0036] (Fe : 0.15質量%以上、0.30質量%以下)

Feは、アルミニウム合金中でAl-Mn-Fe-Si、Al-Mn-Cr-Fe-Si、Al-Fe-Si、Al-Cu-Fe、Al-Mn-Feなどの金属間化合物を含む微細な晶出物として晶出することで、アルミニウム合金の引張強さを向上させる作用がある。Feの含有率が上記の範囲内にあることによって、アルミニウム合金鍛造品1aの常温における機械的特性を向上させることができる。

なお、Fe/Mnの関係は1.4未満である。Fe/Mnの関係が1.4未満であることによって、3.0μm以上のAlFeSi系化合物の晶出を抑制することができ、且つ結晶粒内にAlMn系化合物の数密度を向上させることができる。

[0037] (Cr : 0.050質量%以上、0.30質量%以下)

Crは、アルミニウム合金中でAl-Mn-Cr-Fe-SiやAl-Fe-Crなどの金属間化合物を含む微細な粒状の晶出物を形成することで、アルミニウム合金の引張強さを向上させる作用を有する。Crの含有率が上記の範囲内にあることによって、アルミニウム合金鍛造品1aの常温における機械的特性を向上させることができる。

[0038] (Ti : 0.01質量%以上、0.1質量%以下)

Tiは、アルミニウム合金の結晶粒を微細化し、展伸加工性を向上させる作用を有する。Ti含有率が0.01質量%未満の場合、結晶粒の微細化効果が十分に得られないおそれがある。一方、Ti含有率が0.1質量%を超えると、粗大な晶出物を形成し、展伸加工性が低下するおそれがある。また、アルミニウム合金鍛造品1aにTiを含む粗大な晶出物が多量に混入すると靱性が低下する場合がある。したがって、Tiの含有率は0.012質量%以上、0.035質量%以下とする。Tiの含有率は、好ましくは0.015質量%以上、0.050質量%以下である。

[0039] (B : 0.001質量%以上、0.03質量%以下)

Bは、アルミニウム合金の結晶粒を微細化し、展伸加工性を向上させる作用を有する。上述したTiと共にBをアルミニウム合金に添加することによって、結晶粒の微細化効果が向上する。Bの含有率が0.0010質量%未満では、結晶粒の微細化効果が十分に得られないおそれがある。一方、Bの含有率が0.030質量%を超えると、粗大な晶出物を形成し、介在物としてアルミニウム合金鍛造品1aに混入するおそれがある。また、アルミニウム合金の最終製品にBを含む粗大な晶出物が多量に混入すると靱性が低下する場合がある。したがって、Bの含有率は0.0010質量%以上、0.030質量%とする。Bの含有率は、好ましくは0.0050質量%以上、0.025質量%である。

[0040] (Zr : 0.0010質量%以上、0.05質量%以下)

Zrは、0.05質量%以下であれば、 Al_3Zr およびAl-(Ti, Z

r) という形で析出することで、再結晶抑制効果や析出強化によりアルミニウム合金鍛造品 1 a の強度の向上に寄与する。Zr の含有率が 0.050 質量%を超えると粗大な Zr 化合物として晶出することによって、アルミニウム合金鍛造品 1 a の耐食性の低下につながるおそれがある。このため、Zr の含有率は、0.050 質量%以下とする。また、上記の再結晶抑制効果や析出強化による鍛造品の強度の向上の効果を得るためには Zr の含有率は、0.0010 質量%以上であることが好ましい。

[0041] (Zn : 0.250 質量%以下)

Zn は 0.250 質量%以下であればよい。Zn の含有率が 0.250 質量%を超えると $MgZn_2$ が生成し、Al 母相から粒界に析出することで粒界腐食を起こし、アルミニウム合金鍛造品の耐食性の低下につながる。このため、Zn の含有率は、0.250 質量%以下、あるいは全く含まないことが好ましい。

[0042] (不可避不純物)

不可避不純物は、原料又は製造工程から不可避免的にアルミニウム合金に混入する不純物である。不可避不純物の例としては、Ni、Sn、Be などを挙げることができる。これらの不可避不純物の含有率は 0.1 質量%を超えないことが好ましい。

[0043] 本実施形態のアルミニウム合金鍛造品 1 a の長尺部 2 の長手方向の中央部 2 a は、例えば、アルミニウム合金鍛造品 1 a を車両のサスペンションアームとして使用した場合に、最大主応力がかかる部分である。中央部 2 a は、例えば、長尺部 2 の長手方向の中心を含む長尺部 2 の全体に対して 1%以上 80%以下の範囲内の領域である。長尺部 2 のアスペクト比（長手方向の長さ／長手方向に垂直な方向の短辺の長さ）は、例えば、2 以上 100 以下の範囲内にある。長尺部 2 の中央部 2 a の断面は、鍛造加工によってアルミニウム合金鍛造品 1 a を製造する際に、圧力を加えた方向に沿った方向の断面（以下、中央部断面と称することがある）である。

[0044] (平均粒子径が $3.0\ \mu m$ 以上の AlFeSi (Mn) 系化合物を含まない

)

アルミニウム合金鍛造品 1 a の中央部断面における合金組織には、平均粒子径が $3.0 \mu\text{m}$ 以上の AlFeSi (Mn) 系化合物を含まないようにする。平均粒子径が $3.0 \mu\text{m}$ 以上の AlFeSi (Mn) 系化合物が存在すると、機械的特性 (引張特性/疲労特性等) が低下するおそれがある。

[0045] (衝撃値が $10 \text{ J} / \text{cm}^2$ 以上)

アルミニウム合金製鍛造品 1 a の中央部断面は、常温 (20°C) での衝撃値が $10 \text{ J} / \text{cm}^2$ 以上の機械的特性を有する。この衝撃値が $10 \text{ J} / \text{cm}^2$ 未満では、部品の耐久性が低下する虞がある。

本明細書において、「衝撃値」は JIS Z 2242-2005 の「金属材料のシャルピー衝撃試験方法」の規定に準拠して測定して得られたシャルピー衝撃強度を意味するものである。試験片としては、円柱状の試験片を使用して測定するものとする。

[0046] (結晶方位差 15° 以上の大角粒界の比率 27% 以下)

アルミニウム合金鍛造品 1 a の中央部断面において、結晶方位差 15° 以上の結晶粒界 (大角粒界) は、アルミニウム合金鍛造品 1 a の長尺部 2 の再結晶化の進行程度の指標となる。この大角粒界の比率が 27% 以下であることは、再結晶化が十分に抑制されていることを表す。再結晶化が十分に抑制されていることによって、長尺部 2 の機械的特性が向上する。大角粒界の比率は、EBSD 像から得ることができる。

[0047] 以上のような構成とされた本実施形態のアルミニウム合金鍛造品 1 a は、その材料であるアルミニウム合金が上記の合金組成とされているので、鍛造品を製造する際に再結晶化が起こりにくい。このため、過度に粗大な結晶粒が生成しにくい。また、本実施形態のアルミニウム合金製鍛造品 1 a の長尺部 2 の中央部 2 a の断面は、粒界を含む $2.0 \mu\text{m}$ 以内にサイズが $0.5 \mu\text{m}$ 以下の Mn を含有する析出物の数密度が $4 \text{ 個} / \mu\text{m}^2$ 以上含まれており、且つ結晶方位差 15° 以上の大角粒界の比率 27% 以下の合金組織を有する。

このため、長尺部 2 の中央部 2 a は、引張特性や疲労特性が高く、韌性に

優れ耐衝撃性が向上する。

[0048] 本実施形態のアルミニウム合金鍛造品 1 a は、長尺部 2 の中央部 2 a の強度や耐久性が高く、かつ軽量であるため、自動車などの車両のサスペンションアーム用として有利に使用することができる。

[0049] 図 1 に示す本実施形態のアルミニウム合金鍛造品 1 a においては、一方の連結部 4 a は相対的に直径が小さい円柱状で、一方の連結部 4 b は相対的に直径が大きい円柱状とされ、長尺部 2 は、一方の連結部 4 a 側の端辺から他方の連結部 4 b 側の端辺に向けて幅が広くなった形状とされているが、アルミニウム合金鍛造品 1 a の形状は、これに限定されるものでない。例えば、アルミニウム合金鍛造品 1 a の一方の連結部 4 a と他方の連結部 4 b は同じ形状であってもよい。長尺部 2 の幅は一定であってもよい。また、長尺部 2 は湾曲した形状であってもよい。連結部 4 は 3 個以上形成されていてもよい。

[0050] 図 2 は、本発明の一実施形態に係るアルミニウム合金鍛造品の別の一例の平面図である。

図 2 に示すアルミニウム合金鍛造品 1 b は、3 つの連結部 4 c, 4 d, 4 e を有する。連結部 4 c と連結部 4 d は長尺部 2 で接続され、連結部 4 d と連結部 4 e とは、長尺部 2 よりも相対的に長さが短く短尺部 5 で接続されている。連結部 4 c には、貫通孔が設けられている。このアルミニウム合金鍛造品 1 b は、例えば、L 型サスペンションアームとして用いることができる。

[0051] 図 3 は、本発明の一実施形態に係るアルミニウム合金鍛造品のさらに別の一例の平面図である。

図 3 に示すアルミニウム合金鍛造品 1 c は、3 つの連結部 4 f, 4 g, 4 h を有する。連結部 4 f と連結部 4 g 及び連結部 4 f と連結部 4 h はそれぞれ長尺部 2 で接続されている。連結部 4 f には、貫通孔が設けられている。このアルミニウム合金鍛造品 1 b は、例えば、A 型サスペンションアームとして用いることができる。

[0052] 本発明の別の実施形態のアルミニウム合金鍛造品は、Cuを0.25質量%以上0.55質量%以下の範囲内、Mgを0.60質量%以上1.25質量%以下の範囲内、Siを0.90質量%以上1.4質量%以下の範囲内、Mnを0.35質量%以上0.60質量%以下の範囲内、Feを0.15質量%以上0.30質量%以下の範囲内、Znを0.25質量%以下の範囲内、Crを0.050質量%以上0.30質量%以下の範囲内、Tiを0.01質量%以上0.1質量%以下の範囲内、Bを0.0010質量%以上0.030質量%以下の範囲内、Zrを0.0010質量%以上0.050質量%以下の範囲内で含有し、Mnの含有量に対するFeの含有量の比 Fe/Mn が質量比で0.3以上1.2以下であり、残部がAl及び不可避不純物からなる合金組成を有するアルミニウム合金から構成されるアルミニウム合金鍛造品であって、粒界を含む $2.0\mu m$ 以内にMnを含有する析出物の数密度が $4個/\mu m^2$ 以上含まれており、結晶方位差 15° 以上の大角粒界の比率が27%以下である。

また、本実施形態のアルミニウム合金鍛造品は、常温における衝撃値において、 $10J/cm^2$ 以上とされている。

Fe/Mn は、質量比で0.3以上1.0以下とすることができ、また、0.4以上0.8以下とすることができ、また、0.4以上0.7以下とすることができる。

[0053] 粒界を含む $2.0\mu m$ 以内に含まれるMnを含む析出物のサイズを例示すると、 $0.5\mu m$ 以下である。

[0054] [アルミニウム合金鍛造品の製造方法]

次に、本実施形態のアルミニウム合金鍛造品の製造方法について説明する。

本実施形態のアルミニウム合金鍛造品の製造方法は、例えば、溶湯形成工程と、鑄造工程と、鍛造工程と、溶体化処理工程と、焼き入れ処理工程と、時効処理工程とを含む。

[0055] (溶湯形成工程)

溶湯形成工程は、原料を溶解して組成を調製したアルミニウム合金溶湯を得る工程である。アルミニウム合金溶湯の組成は、Cuを0.25質量%以上0.55質量%以下の範囲内、Mgを0.60質量%以上1.25質量%以下の範囲内、Siを0.90質量%以上1.4質量%以下の範囲内、Mnを0.35質量%以上0.60質量%以下の範囲内、Feを0.15質量%以上0.30質量%以下の範囲内、Znを0.25質量%以下の範囲内、Crを0.050質量%以上0.30質量%以下の範囲内、Tiを0.01質量%以上0.1質量%以下の範囲内、Bを0.0010質量%以上0.030質量%以下の範囲内、Zrを0.0010質量%以上0.050質量%以下の範囲内で含有し、Mnの含有量に対するFeの含有量の比 Fe/Mn が質量比で1.4未満であり、残部がAl及び不可避不純物からなる合金組成になるように調整して6000系アルミニウム合金の溶湯を得る。

Fe/Mn が質量比で0.3以上1.2以下となるように調整してもよい。

[0056] 上記組成のアルミニウム合金溶湯を用いてこれ以降の工程を行うことで、再結晶発生がしにくく、常温における機械的特性に優れたAl-Mg-Si系のアルミニウム合金鍛造品を得ることができる。なお、アルミニウム新塊とは、鉱物から製造されたアルミナに、電解精錬と呼ばれる電気分解を行うことで得られる濃度99%以上のアルミニウムである。

[0057] アルミニウム合金溶湯は、アルミニウム合金を加熱して溶融させることによって得ることができる。また、アルミニウム合金の原料となる元素の単体若しくは元素を2種以上含む化合物を、目的のアルミニウム合金を生成する割合で含む混合物を溶融させることによって成形してもよい。例えば、鑄造工程で生成させるアルミニウム合金の結晶粒径を制御する目的で、TiやBをAl-Ti-Bロッドなどの結晶粒微細化材として混合してもよい。

[0058] また、アルミニウム合金溶湯の原料として1000系、2000系、3000系、4000系、5000系、6000系、7000系のアルミニウム合金のスクラップ材を10%以上使用し、残部がアルミニウム新塊、上記の

添加元素であるものを用い、これらを溶解して組成を調製したアルミニウム合金溶湯を得てもよい。この場合、再結晶発生がしにくく常温における機械的特性に優れたAl-Mg-Si系アルミニウム合金鍛造品を得ることができる。なお、アルミニウム新塊とは、鉱物から製造されたアルミナに、電解精錬と称される電気分解を行うことで得られる、例えば純度が99%以上のアルミニウムである。

[0059] (鑄造工程)

鑄造工程では、アルミニウム合金の溶湯(液相)を冷却して固体(固相)に凝固させて、アルミニウム合金鑄造品を得る。鑄造工程は、例えば、水平連続鑄造法を用いることができる。

[0060] ここで、本実施形態のアルミニウム合金鑄造品の製造に用いることができる水平連続鑄造装置を図4及び図5に示す。

なお、図4は、水平連続鑄造装置10の鑄型12付近の一例を示す断面図である。図5は、水平連続鑄造装置10の冷却水キャビティ24付近の要部を拡大した断面図である。

[0061] 図4及び図5に示す水平連続鑄造装置10は、溶湯受部(タンディッシュ)11と、中空円筒状の鑄型12と、この鑄型12の一端側12aと溶湯受部11との間に配される耐火物製板状体(断熱部材)13とを有している。

[0062] 溶湯受部11は、上記の溶湯形成工程で得られたアルミニウム合金溶湯Mを受ける溶湯流入部11a、溶湯保持部11b、鑄型12の中空部21への流出部11cから構成されている。

[0063] 溶湯受部11は、アルミニウム合金溶湯Mの上液面のレベルを鑄型12の中空部21の上面よりも高い位置に維持し、且つ、多連鑄造の場合には、それぞれの鑄型12にアルミニウム合金溶湯Mを安定的に分配するものである。

[0064] 溶湯受部11内の溶湯保持部11bに保持されたアルミニウム合金溶湯Mは、耐火物製板状体13に設けられた注湯用通路13aから鑄型12の中空部21内に注湯される。そして、中空部21内に供給されたアルミニウム合

金溶湯Mは、後述する冷却装置23によって冷却されて固化し、凝固鑄塊であるアルミニウム合金棒Bとして、鑄型12の他端側12bから引き出される。

[0065] 鑄型12の他端側12bには、鑄造されたアルミニウム合金棒Bを一定速度で引き出す引出駆動装置（図示略）が設置されていればよい。また、連続して引き出されたアルミニウム合金棒Bを任意の長さに切断する同調切断機（図示略）が設置されていることも好ましい。

[0066] 耐火物製板状体13は、溶湯受部11と鑄型12との間の熱移動を遮断する部材であり、例えば、ケイ酸カルシウム、アルミナ、シリカ、アルミナとシリカの混合物、窒化珪素、炭化珪素、グラファイト等の材料で構成されていてもよい。こうした耐火物製板状体13は、互いに構成材料の異なる複数の層から構成することもできる。

[0067] 鑄型12は、本実施形態では中空円筒状の部材であり、例えば、アルミニウム、銅、若しくはそれらの合金から選ばれる1種又は2種以上の組み合わせた材料から形成されている。こうした鑄型12の材料は、熱伝導性、耐熱性、機械強度の点から最適な組み合わせを選択すればよい。

[0068] 鑄型12の中空部21は、鑄造するアルミニウム合金棒Bを円筒棒状にするために断面円形に形成されており、この中空部21の中心を通る鑄型中心軸（中心軸）Cがほぼ水平方向に沿うように鑄型12が保持されている。

[0069] 鑄型12の中空部21の内周面21aは、アルミニウム合金棒Bの鑄造方向（図1を参照）に向けて鑄型中心軸Cに対して 0° ～ 3° （より好ましくは 0° ～ 1° ）の仰角で形成されている。すなわち、内周面21aは、鑄造方向に向かってコーン状に開いたテーパ状に構成されている。そしてそのテーパのなす角度が仰角である。

[0070] 仰角が 0° 未満では、アルミニウム合金棒Bが鑄型12から引き出される際に、鑄型出口である他端側12bで抵抗を受けるために鑄造が困難になるおそれがある。一方、仰角が 3° を越えると、内周面21aのアルミニウム合金溶湯Mへの接触が不十分になり、アルミニウム合金溶湯Mやこれが冷却

固化した凝固殻から鋳型 1 2 への抜熱効果が低下することによって凝固が不十分になるおそれがある。その結果、アルミニウム合金棒 B の表面に再溶解肌が生じ、又は、アルミニウム合金棒 B の端部から未凝固のアルミニウム合金溶湯 M が噴出するなどの鋳造トラブルにつながるおそれがあるので好ましくない。

[0071] なお、鋳型 1 2 の中空部 2 1 の断面形状（鋳型 1 2 の中空部 2 1 を他端側 2 1 b から見たときの平面形状）は、本実施形態の円形以外にも、例えば、三角形や矩形断面形状、多角形、半円、楕円若しくは対称軸や対称面を持たない異形断面形状を有した形状など、鋳造するアルミニウム合金棒の形状に合わせて選択されればよい。

[0072] 鋳型 1 2 の一端側 1 2 a には、鋳型 1 2 の中空部 2 1 内に潤滑流体を供給する流体供給管 2 2 が配置されている。流体供給管 2 2 から供給される潤滑流体としては、気体潤滑材、液体潤滑材から選ばれる何れか 1 種又は 2 種以上の潤滑流体とすることができる。気体潤滑材と液体潤滑材を両方供給する場合には、それぞれ流体供給管を別々に設けることが好ましい。流体供給管 2 2 から加圧供給された潤滑流体は、環状の潤滑材供給口 2 2 a を通って鋳型 1 2 の中空部 2 1 内に供給される。

[0073] 本実施形態では、圧送された潤滑流体が潤滑材供給口 2 2 a から鋳型 1 2 の内周面 2 1 a に供給される。なお、液体潤滑材は加熱されて分解気体となって、鋳型 1 2 の内周面 2 1 a に供給される構成であってもよい。また、潤滑材供給口 2 2 a に多孔質材料を配して、この多孔質材料を介して潤滑流体を鋳型 1 2 の内周面 2 1 a に滲出させる構成であってもよい。

[0074] 鋳型 1 2 の内部には、アルミニウム合金溶湯 M を冷却、固化させる冷却手段である冷却装置 2 3 が形成されている。本実施形態の冷却装置 2 3 は、鋳型 1 2 の中空部 2 1 の内周面 2 1 a を冷却するための冷却水 W を収容する冷却水キャビティ 2 4 と、この冷却水キャビティ 2 4 と鋳型 1 2 の中空部 2 1 とを連通させる冷却水噴射通路 2 5 とを有している。

[0075] 冷却水キャビティ 2 4 は、鋳型 1 2 の内部で中空部 2 1 の内周面 2 1 a よ

りも外側に、中空部 21 を取り巻くように環状に形成され、冷却水供給管 26 を介して冷却水 W が供給される。

[0076] 鋳型 12 は、冷却水キャビティ 24 に收容される冷却水 W によって内周面 21 a が冷却されることにより、鋳型 12 の中空部 21 内に充満したアルミニウム合金溶湯 M の熱を鋳型 12 の内周面 21 a に接触する面から奪って、アルミニウム合金溶湯 M の表面に凝固殻を形成させる。

[0077] また、冷却水噴射通路 25 は、中空部 21 に臨むシャワー開口 25 a から、鋳型 12 の他端側 12 b においてアルミニウム合金棒 B に向けて直接、冷却水 W を当ててアルミニウム合金棒 B を冷却する。こうした冷却水噴射通路 25 の縦断面形状は、本実施形態の円状以外にも、例えば、半円、洋ナシ形状、馬蹄形状であってもよい。

[0078] なお、本実施形態では、冷却水供給管 26 を介して供給される冷却水 W を、先ず冷却水キャビティ 24 に收容して鋳型 12 の中空部 21 の内周面 21 a の冷却を行い、更に冷却水キャビティ 24 の冷却水 W を冷却水噴射通路 25 からアルミニウム合金棒 B に向けて噴射しているが、これらをそれぞれ別系統の冷却水供給管によって供給する構成にすることもできる。

[0079] 冷却水噴射通路 25 のシャワー開口 25 a の中心軸の延長線が、鋳造されたアルミニウム合金棒 B の表面に当る位置から、鋳型 12 と耐火物製板状体 13 との接触面までの長さを有効モールド長 L と称し、この有効モールド長 L は、例えば、10 mm 以上 40 mm 以下であるのが好ましい。この有効モールド長 L が、10 mm 未満では、良好な皮膜が形成されない等から鋳造不可となり、40 mm を超えると、強制冷却の効果が低くなり、鋳型壁による凝固が支配的になって、鋳型 12 とアルミニウム合金溶湯 M 又はアルミニウム合金棒 B との接触抵抗が大きくなって、鋳肌に割れが生じたり、鋳型内部で千切れたりする等、鋳造が不安定になるおそれがあるので好ましくない。

[0080] これら冷却水キャビティ 24 への冷却水 W の供給や、冷却水噴射通路 25 のシャワー開口 25 a からの冷却水 W の噴射は、制御装置（図示略）からの制御信号によってそれぞれ動作を制御できることが好ましい。

- [0081] 冷却水キャビティ24は、鋳型12の中空部21寄りの内底面24aが、鋳型12の中空部21の内周面21aに対して、互いに平行面になるように形成されている。
- [0082] なお、ここでいう平行とは、冷却水キャビティ24の内底面24aに対して、鋳型12の中空部21の内周面21aが $0^{\circ} \sim 3^{\circ}$ の仰角で形成されている場合、すなわち、内底面24aが内周面21aに対して 0° を超えて 3° まで傾斜している場合も含む。
- [0083] 図4に示すように、こうした冷却水キャビティ24の内底面24aと鋳型12の中空部21の内周面21aとが対向する部分である鋳型12の冷却壁部27は、中空部21のアルミニウム合金溶湯Mから冷却水キャビティ24の冷却水Wに向かう単位面積当たりの熱流束値が $10 \times 10^5 \text{ W/m}^2$ 以上、 $50 \times 10^5 \text{ W/m}^2$ 以下の範囲内になるように形成されている。
- [0084] こうした鋳型12の冷却壁部27の厚みt、即ち冷却水キャビティ24の内底面24aと鋳型12の中空部21の内周面21aとの間隔が、例えば、 0.5 mm 以上 3.0 mm 以下、好ましくは 0.5 mm 以上 2.5 mm 以下の範囲内になるように鋳型12が形成されていればよい。また、鋳型12の少なくとも冷却壁部27の熱伝導率が $100 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ 以上 $400 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ 以下の範囲内になるように、鋳型12の形成材料が選択されればよい。
- [0085] 図4において、溶湯受部11中のアルミニウム合金溶湯Mは、耐火物製板状体13を経て鋳型中心軸Cがほぼ水平になるように保持された鋳型12の一端側12aから供給され、鋳型12の他端側12bで強制冷却されてアルミニウム合金棒Bとなる。
- [0086] アルミニウム合金棒Bは、鋳型12の他端側12b近くに設置された引出駆動装置（図示略）によって一定速度で引き出されるため、連続的に鋳造されて長尺のアルミニウム合金棒Bが形成される。引き出されたアルミニウム合金棒Bは、例えば、同調切断機（図示略）によって所望の長さに切断される。
- [0087] なお、鋳造されたアルミニウム合金棒Bの組成比は、例えば、「JIS H

1305」に記載されているような光電測光式発光分光分析装置（装置例：日本島津製作所製PDA-5500）による方法で確認できる。

[0088] 溶湯受部11内に貯留されたアルミニウム合金溶湯Mの液面レベルの高さと、鋳型12の上側の内周面21aとの高さの差は、0mm～250mm（より好ましくは50mm～170mm。）とするのが好ましい。こうした範囲にすることで、鋳型12内に供給されるアルミニウム合金溶湯Mの圧力と潤滑油及び潤滑油が気化したガスとが好適にバランスするために鋳造性が安定する。

[0089] 液体潤滑材は、潤滑油である植物油を用いることができる。例えば、菜種油、ひまし油、サラダ油を挙げることができる。これらは環境への悪影響が小さいので好ましい。

[0090] 潤滑油供給量は0.05mL/分～5mL/分（より好ましくは0.1mL/分以上、1mL/分以下。）であるのが好ましい。供給量が過少だと、潤滑不足によってアルミニウム合金棒Bのアルミニウム合金溶湯Mが固まらずに鋳型12から漏れるおそれがある。
供給量が過多であると、余剰分がアルミニウム合金棒B中に混入して内部欠陥となるおそれがある。

[0091] 鋳型12からアルミニウム合金棒Bを引き抜く速度である鋳造速度は、200mm/分以上、1500mm/分以下（より好ましくは400mm/分以上、1000mm/分以下。）であるのが好ましい。それは、この範囲内の鋳造速度であれば、鋳造で形成される晶出物のネットワーク組織が均一微細となり、高温下でのアルミニウム生地の変形に対する抵抗が増し、高温機械的強度が向上するためである。

[0092] 冷却水噴射通路25のシャワー開口25aから噴射される冷却水量は、鋳型当り10L/分以上、50L/分以下（より好ましくは25L/分以上、40L/分以下。）であるのが好ましい。冷却水量がこれよりも少ないと、アルミニウム合金溶湯Mが固まらずに鋳型12から漏れるおそれがある。また、鋳造したアルミニウム合金棒Bの表面が再熔融して不均一な組織が形成

され、内部欠陥として残存するおそれがある。一方、冷却水量がこの範囲よりも多い場合、鋳型12の抜熱が大き過ぎて途中で凝固してしまうおそれがある。

[0093] 溶湯受部11内から鋳型12へ流入するアルミニウム合金溶湯Mの平均温度は、例えば、650℃以上、750℃以下（より好ましくは680℃以上、720℃以下。）であるのが好ましい。アルミニウム合金溶湯Mの温度が低すぎると、鋳型12及びその手前で粗大な晶出物を形成してアルミニウム合金棒Bの内部に内部欠陥として取り込まれるおそれがある。一方、アルミニウム合金溶湯Mの温度が高すぎると、アルミニウム合金溶湯M中に大量の水素ガスが取り込まれやすく、アルミニウム合金棒B中にポロシティーとして取り込まれ、内部の空洞となるおそれがある。

[0094] そして、鋳型12の冷却壁部27において、中空部21のアルミニウム合金溶湯Mから冷却水キャビティ24の冷却水Wに向かう単位面積当たりの熱流束値は、 $10 \times 10^5 \text{ W/m}^2$ 以上 $50 \times 10^5 \text{ W/m}^2$ 以下の範囲内にすることによって、アルミニウム合金棒Bの焼き付きが発生することを防止できる。

[0095] 鋳型12の冷却壁部27は、アルミニウム合金溶湯Mからの抜熱によって熱を受け、この熱を冷却水キャビティ24に収容される冷却水Wで冷却することで熱交換を行っているが、この熱交換の状態について、図6に示す説明図のように、単位面積あたりの熱流束に着目した。単位面積あたりの熱流束は、フーリエの法則にて以下の式(1)で表される。

$$Q = -k \times (T1 - T2) / L \dots (1)$$

Q：熱流束

k：熱を通過する箇所（本実施形態では鋳型12の冷却壁部27）の熱伝導率（ $\text{W/m} \cdot \text{K}$ ）

T1：熱が通過する箇所の低温側温度（本実施形態では冷却水キャビティ24の内底面24a）

T2：熱が通過する箇所の高温側温度（本実施形態では鋳型12の中空部

21の内周面21a)

L:熱が通過する箇所の区間長さ(mm)(本実施形態では鋳型12の冷却壁部27の厚みt)

- [0096] 鋳造時に潤滑油量を減らしても良好な結果が得られた鋳型材質、厚み、測温データに基づいて、単位面積当たりの熱流束値が $10 \times 10^5 \text{ W/m}^2$ 以上になるように鋳型12の冷却壁部27を構成することで、鋳造したアルミニウム合金棒Bの焼き付きを防止することができる。また、単位面積当たりの熱流束値が $50 \times 10^5 \text{ W/m}^2$ 以下にすることが好ましい。
- [0097] 鋳型12の冷却壁部27をこうした熱流束値の範囲にするために、鋳型12の冷却壁部27の厚みtを例えば、0.5mm以上、3.0mm以下の範囲になるように鋳型12を形成すればよい。また、鋳型12の少なくとも冷却壁部27の熱伝導率を $100 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ 以上、 $400 \text{ W/m} \cdot \text{K}$ 以下の範囲にすればよい。
- [0098] 本実施形態のアルミニウム合金棒Bを製造する際には、上述した水平連続鋳造装置10を用いて、溶湯受部11内に貯留されたアルミニウム合金溶湯Mを、鋳型12の一端側12aから中空部21内に連続して供給する。また、冷却水キャビティ24に冷却水Wを供給すると共に、流体供給管22から潤滑流体、例えば潤滑油を供給する。
- [0099] そして、中空部21内に供給されたアルミニウム合金溶湯Mを、冷却壁部27における単位面積当たりの熱流束値が $10 \times 10^5 \text{ W/m}^2$ 以上の条件で冷却、凝固させてアルミニウム合金棒Bを鋳造する。また、アルミニウム合金棒Bを鋳造時において、冷却水Wによって冷却される鋳型12の冷却壁部27の壁面温度を 100°C 以下にすることが好ましい。
- [0100] こうして得られるアルミニウム合金棒Bは、冷却壁部27における単位面積当たりの熱流束値が $10 \times 10^5 \text{ W/m}^2$ 以上の条件で冷却、凝固させることによって、潤滑油のガスとアルミニウム合金溶湯Mとの接触による反応生成物、例えば炭化物の固着が抑制される。これにより、アルミニウム合金棒Bの表面の炭化物等を切削除去する必要がなく、高収率でアルミニウム合金

棒Bを製造することができる。

- [0101] アルミニウム合金溶湯Mから鑄造品を得る鑄造工程は、上述の水平連続鑄造法に限定されるものではなく、垂直連続鑄造法など公知の連続鑄造法を用いることができる。垂直連続鑄造法は、アルミニウム合金溶湯Mのモールド（鑄型12）への供給方式によってフロート法やホットトップ法に分類されるが、以下では、ホットトップ法を用いる場合について簡単に説明する。
- [0102] ホットトップ法に用いられる鑄造装置は、モールド、溶湯受容器（ヘッダー）等を備えている。溶湯受部へ供給された溶湯は、出湯口を通り、ヘッダーを通ることで流速を調整され、ほぼ水平に設置された筒状鑄型内に入り、ここで強制冷却されて溶湯の外表面に凝固殻が形成される。
- [0103] さらに、鑄型から引き出された鑄造品に冷却水が直接放射され、鑄造品内部まで金属の凝固が進行しつつ鑄造品が連続的に引き出される。一般的にモールドは熱伝導性の良い金属部材が用いられ、内部に冷媒を導入するための中空構造を有している。
- [0104] 使用する冷媒は、工業的に利用可能なものから適宜選べばよいが、利用しやすさの観点から水が推奨される。
- [0105] 本実施形態で使用するモールドは、溶湯との接触部における伝熱性能及び耐久性の観点から銅やアルミニウムなどの金属、若しくはグラファイトから適宜選択する。ヘッダーは、一般に耐火物製であり、モールドの上側に設置されている。ヘッダーの材料やサイズは鑄造する合金の成分範囲や鑄造品の寸法によって適宜選択すればよく、特に制約されるものではない。
- [0106] 鑄造時の平均冷却速度は、例えば10～300℃/秒などの一般的に推奨される範囲から適宜選定すればよい。鑄造速度は水平連続鑄造において一般的な範囲から適宜選択すればよく、例えば200～600mm/分の範囲から適宜選定すればよい。
- [0107] 以上に記載した鑄造方法によって、中型～大型の鑄造品であっても、均一な金属組織が得られるようになる。対象とする鑄造品の直径は特に制限されるものでなく、直径30～100mmの棒材に対して好適に用いられる。

[0108] (鍛造工程)

鍛造工程は、鑄造後のアルミニウム合金鑄造品を所定のサイズに切断して、得られた鍛造用素材を所定の温度に加熱し、その後プレス機で圧力をかけて金型成型する工程である。本実施形態では、従来、鑄造後に偏析除去のために実施していた均質化処理を施さずに鍛造加工を実施する。そのため均質化処理でおこなっていた偏析除去を鍛造時素材加熱で実施する必要があるため、加熱は500℃以上、融点以下の温度で素材加熱を実施する必要がある。その後鍛造加工を行って鍛造品（例えば自動車のサスペンションアーム部品等）を得る。鍛造時素材加熱温度が500℃未満になると合金組織中のAlFeSi系、Mg₂Si系等の化合物が偏析した状態で残存し、変形抵抗が高くなって十分な加工ができなくなる、及び割れが発生する。また融点温度を超えると共晶融解等の欠陥が発生し易くなる。

[0109] (溶体化処理工程)

溶体化処理工程は、鍛造工程で得られた鍛造品を加熱して溶体化させることにより、鍛造工程で導入された歪みを緩和し、溶質元素の固溶を行う工程である。

[0110] 本実施形態では、鍛造品を530℃以上、560℃以下の処理温度で0.3以上、3時間以下で保持することにより溶体化処理を行う。室温から上述した処理温度までの昇温速度は、5.0℃/分以上であることが好ましい。処理温度が530℃未満であると、溶質元素の固溶が不十分となるおそれがある。一方、560℃を超えると、溶質元素の固溶がより促進されるものの、共晶融解や再結晶が生じ易くなるおそれがある。また、昇温速度が5.0℃/分未満である場合は、Mg₂Siが粗大析出するおそれがある。一方、処理温度が530℃未満である場合は、溶体化が進まず時効析出による高強度化を実現しにくくなるおそれがある。

[0111] (焼き入れ処理工程)

焼き入れ処理工程は、溶体化処理工程によって得られた固溶状態の鍛造品を急速に冷却せしめて、過飽和固溶体を形成する工程である。

[0112] 本実施形態では、水（焼き入れ水）が貯留された水槽に鍛造品を投入して、鍛造品を水没させることによって焼き入れ処理を行う。水槽内の水温は、20℃以上、60℃以下であることが好ましい。鍛造品の水槽への投入は、溶体化処理後に5秒以上、60秒以下で鍛造品の全ての表面が水に接触するように行うことが好ましい。鍛造品の水没時間は、鍛造品のサイズによっても異なるが、例えば、1分を超え30分以内の間である。

[0113] （時効処理工程）

時効処理工程は、鍛造品を比較的低温で加熱保持し過飽和に固溶した元素を析出させて、適度な硬さを付与する工程である。

[0114] 本実施形態では、焼き入れ処理工程後の鍛造品に170℃以上、210℃以下の温度に加熱し、その温度で0.5時間以上、7時間以下で保持することにより時効処理を行う。処理温度が170℃未満、若しくは保持時間が0.5時間未満では、引張強度を向上させるMg₂Si系析出物が十分に成長できなくなるおそれがある。一方、処理温度が190℃を超える場合、若しくは保持時間が7時間を超える場合、Mg₂Si系析出物が粗大になり過ぎて引張強度を十分に向上させることができなくなるおそれがある。

[0115] 本発明の別の実施形態のアルミニウム合金鍛造品の製造方法は、上記鍛造工程と上記鍛造工程との間に、アルミニウム合金鍛造品を、370℃以上560℃以下の温度範囲で2時間以上10時間以下保持して均質化熱処理を行う均質化熱処理工程を更に有する。

この実施形態のアルミニウム合金鍛造品の製造方法は、上記実施形態のアルミニウム合金鍛造品の製造方法とは、均質化熱処理工程を有する点が異なる。

実施例

[0116] 次に、本発明の具体的実施例について説明するが、本発明はこれら実施例のものに特に限定されるものではない。

[0117] [実施例1～8及び比較例1～3]

（連続鍛造品の作製）

先ず、下記の表 1 に示す合金組成（残部はアルミニウム）のアルミニウム合金を用意した。用意したアルミニウム合金を用いて、直径 8 2 mm の断面円形の連続鋳造品を作製した。

[0118] [表1]

	元素含有率 (質量%)										
	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Ti	B	Zn	Zr	
実施例 1	1.118	0.266	0.323	0.400	0.829	0.093	0.014	0.003	0.004	0.001	
実施例 2	1.104	0.250	0.320	0.420	0.898	0.110	0.015	0.003	0.009	0.001	
実施例 3	1.050	0.250	0.308	0.458	0.893	0.098	0.026	0.003	0.009	0.001	
実施例 4	1.150	0.250	0.302	0.440	0.910	0.102	0.015	0.003	0.009	0.001	
実施例 5	1.138	0.250	0.323	0.430	0.829	0.093	0.014	0.003	0.004	0.001	
実施例 6	1.164	0.250	0.320	0.490	0.898	0.110	0.015	0.003	0.009	0.001	
実施例 7	1.150	0.250	0.308	0.458	0.893	0.098	0.026	0.003	0.009	0.001	
実施例 8	1.150	0.250	0.302	0.440	0.910	0.102	0.015	0.003	0.009	0.001	
実施例 9	1.350	0.280	0.490	0.540	1.180	0.180	0.018	0.003	0.005	0.001	
実施例 1 0	1.070	0.230	0.440	0.480	1.030	0.150	0.020	0.003	0.004	0.001	
実施例 1 1	0.960	0.220	0.310	0.440	0.680	0.100	0.018	0.003	0.004	0.001	
実施例 1 2	1.250	0.290	0.400	0.490	1.100	0.150	0.020	0.003	0.004	0.001	
比較例 1	1.700	0.630	0.305	0.440	0.911	0.092	0.014	0.003	0.004	0.001	
比較例 2	1.148	0.750	0.320	0.440	0.820	0.090	0.015	0.003	2.200	0.001	
比較例 3	1.15	1.000	0.312	0.44	0.910	0.094	0.015	0.003	0.004	0.001	

[0119] (アルミニウム合金鍛造品の製造)

次に、得られた連続鋳造品に対して、均質化熱処理工程（比較例 1～3 の

み)、鍛造加工工程、溶体化処理工程、焼き入れ処理工程、人工時効処理工程をこの順で行って、図1に示す形状のアルミニウム合金鍛造品1aを得た。均質化熱処理工程(比較例1~3のみ)、鍛造加工工程、溶体化処理工程、焼き入れ処理工程、人工時効処理工程の条件を下記の表2に示す。

[0120]

[表2]

	均質化熱処理			鍛造加工		溶体化処理			焼き入れ処理			人工時効処理	
	昇温速度 [°C /min]	温度 [°C]	保持時間 [min]	温度 [°C]	温度 [°C]	昇温速度 [°C /min]	温度 [°C]	保持時間 [min]	水没する までの時間 [s]	水温 [°C]	水没時間 [min]	温度 [°C]	保持時間 [min]
実施例 1				520	545	10	60	15	60	1.5	180	300	
実施例 2				520	545	10	60	15	60	1.5	180	300	
実施例 3				520	545	10	60	15	60	1.5	180	300	
実施例 4				500	545	10	60	15	60	25	180	300	
実施例 5				500	545	10	60	15	60	25	180	300	
実施例 6				500	545	10	60	15	60	25	180	300	
実施例 7				500	545	10	60	15	60	1.5	195	90	
実施例 8				500	545	10	60	15	60	1.5	195	90	
実施例 9				510	540	5	40	10	40	5	180	300	
実施例 10				505	550	10	40	5	40	2	190	110	
実施例 11	500	545	7	30	10	30	5	195	110				
実施例 12	500	550	5	40	10	40	5	180	300				
比較例 1	1.5	470	420	520	545	10	60	15	60	1.5	180	300	
比較例 2	1.5	470	420	520	545	10	60	15	60	1.5	180	300	
比較例 3	1.5	470	420	520	545	10	60	15	60	1.5	180	300	

[0121] [評価]

以上のようにして得られた実施例 1 ~ 8 及び比較例 1 ~ 3 のアルミニウム

合金鍛造品 1 a における、長尺部 2 の長さ方向の中央部 2 a について、下記の評価を行った。長尺部 2 の中央部 2 a の評価結果を下記の表 3 に示す。

[0122] <Fe/Mn>

Fe/Mn は実施例が 0.3 以上 1.2 以下、比較例が 1.2 超えとなるように調整した。

「○」・・・0.3 以上 1.2 以下である。

「×」・・・1.2 超えである。

[0123] <導電率 (% IACS)>

導電率は、室温にて測定した。

(判定基準)

「○」・・・25% IACS 以上 35% IACS 以下である。

「×」・・・25% IACS 未満、または、35% IACS 超えである。

[0124] <ロックウェル硬さ (HRF)>

ロックウェル硬さ (HRF) は、JIS Z 2245 : 2016 の「ロックウェル硬さ試験－試験方法」に準拠して測定した。

(判定基準)

「○」・・・62 以上 82 以下である。

「×」・・・62 未満、または、82 超えである。

[0125] <機械的特性 (衝撃特性) 評価>

アルミニウム合金製鍛造品 1 a の長尺部 2 の中央部 2 a を、図 7 に示すように切断して、機械的特性 (衝撃特性) 評価用試験片の作製の角柱体を採取した。得られた角柱体を加工して、図 8 に示す円柱状の機械的特性評価用試験片を作製した。機械的特性評価用試験片の平行部直径 A は 8.0 mm、標点間距離 G は 30.0 mm とした。機械的特性評価用試験片について、常温 (25℃) で JIS Z 2242 に準拠してシャルピー衝撃試験を行うことにより、衝撃値を測定した。得られた衝撃値を、下記の判定基準に基づいて評価した。

(判定基準)

「○」・・・常温で衝撃値が 10 J/cm^2 以上である。

「×」・・・常温で衝撃値が 10 J/cm^2 未満である。

[0126] <微細化評価、再結晶・結晶粗大化評価>

アルミニウム合金鍛造品1aの長尺部2の中央部2aを、中央部2aの表面に対して垂直方向に切断して、微細化評価用試験片の作製の板状体（厚さ 2 mm ）を採取した。得られた板状体を 7 mm 角に切断して、 $7\text{ mm}\times 7\text{ mm}\times$ 厚さ 2 mm の微細化評価用の試験片とした。採取した微細化評価用の試験片の表面（中央部2aの断面）について、SEM-EBSD（走査型電子顕微鏡－電子線後方散乱回折装置）を用いて、 $3.0\text{ }\mu\text{ m}$ 以上のAlFeSi系化合物の数、及び、結晶方位差 15° 以上の大角粒界の比率を測定した。得られた $3.0\text{ }\mu\text{ m}$ 以上のAlFeSi系化合物の数、及び、大角粒界の比率をそれぞれ下記の基準に基づいて判定して、結晶粒子の微細化及び再結晶・結晶粗大化を評価した。なお、SEM-EBSDの測定条件は、加速電圧を 15 kV 、測定ピッチを $0.5\text{ }\mu\text{ m/px}$ 、解析領域を $500\times 500\text{ }\mu\text{ m}^2$ 、粒界定義角を 15° とした。

（判定基準）

（ $3.0\text{ }\mu\text{ m}$ 以上のAlFeSi系化合物の数の判定基準）

「○」・・・無い場合（0個）。

「×」・・・有る場合。

（大角粒界の比率の判定基準）

「○」・・・ 27% 以下である。

「×」・・・ 27% 超えである。

[0127] <アルミニウム合金鍛造品におけるMn系を含む析出物の数密度測定法>

また、各アルミニウム合金鍛造品についてFE-SEM装置（電界放出型走査電子顕微鏡装置）を用いて、粒界を含む $2.0\text{ }\mu\text{ m}$ 以内にMnを含む析出物の数密度測定を行った。なお、アルミニウム合金鍛造品1aの長尺部2の中央部2aより約 $10\text{ mm}\times$ 横 $10\text{ mm}\times$ 厚さ 10 mm の大きさの組織観察用サンプル片を切り出し、このサンプル片を断面試料作製装置（Cross

s section polisher) を用いて研磨した。そして、この研磨後のサンプル片のFE-SEM写真(電界放出型走査電子顕微鏡写真)を撮影し、このSEM写真における視野面積 1.5815 mm^2 の範囲において、粒界を含む $2.0\text{ }\mu\text{m}$ 以内にMnを含む析出物の数密度を求め、以下の判定基準で数密度を評価した。

(数密度の判定基準)

「O」・・・4個/ μm^2 以上である。

「X」・・・4個/ μm^2 以下である。

[0128] <総合評価>

Fe/Mn比、導電率、ロックウェル硬さ、衝撃特性、 $3.0\text{ }\mu\text{m}$ 以上のAlFeSi系化合物の数、AlMn系化合物の数密度、結晶方位差 15° 以上の大角粒界の比率の7つの評価結果を、下記の判定基準に基づいて評価した。

(判定基準)

「O」・・・7つの評価の全てが「O」である。

「X」・・・7つの評価のうち1つ以上が「X」である。

[0129]

[表3]

	物性値		機械的特性				成分		化合物		析出物評価		再結晶・結晶粗大化評価	総合評価	
	導電率	評価 _25~ 35	硬度	評価 _62~ 82	衝撃値	評価 _1 0以 上	Fe/Mn	評価 _0.3~ 1.2	3.0μm 以上の AlMnFe Si化合 物の数	評価 _0個	数密度	評価 _4個/ μm 2以 上			15°以 上の結 晶粒界 比率
実施例 1	29.24	○	68.9	○	13	○	0.67	○	0	○	9.01	○	26.9	○	○
実施例 2	29.31	○	68.2	○	13	○	0.60	○	0	○	9.32	○	26.8	○	○
実施例 3	30.2	○	66.9	○	11	○	0.55	○	0	○	7.21	○	26.2	○	○
実施例 4	31.7	○	65.2	○	13	○	0.57	○	0	○	6.89	○	25.5	○	○
実施例 5	28.8	○	68.3	○	14	○	0.58	○	0	○	7.48	○	24.7	○	○
実施例 6	29.5	○	68.2	○	15	○	0.51	○	0	○	6.91	○	26.3	○	○
実施例 7	29.4	○	68.9	○	12	○	0.55	○	0	○	9.22	○	26.8	○	○
実施例 8	30.1	○	66.2	○	11	○	0.57	○	0	○	7.74	○	25.7	○	○
実施例 9	29.12	○	69.4	○	14	○	0.52	○	0	○	12.2	○	25.3	○	○
実施例 10	29.33	○	68.3	○	13	○	0.48	○	0	○	10.5	○	25.8	○	○
実施例 11	29.25	○	68.9	○	14	○	0.50	○	0	○	11.8	○	24.2	○	○
実施例 12	29.17	○	69.1	○	14	○	0.59	○	0	○	12.1	○	25.1	○	○
比較例 1	47.17	×	37.0	×	9	×	1.43	×	12	×	1.2	○	33.8	×	×
比較例 2	46.2	×	38.1	×	6	×	1.70	×	48	×	2.1	○	42.2	×	×
比較例 3	46.7	×	38.4	×	5	×	2.27	×	65	×	1.8	○	55.1	×	×

符号の説明

- [0130] 1 0…水平連続鑄造装置
- 1 1…溶湯受部（タンディッシュ）
- 1 1 a…溶湯流入部
- 1 1 b…溶湯保持部
- 1 1 c…流出部
- 1 2…鑄型
- 1 2 a…一端側
- 1 2 b…他端側
- 1 3…耐火物製板状体（断熱部材）
- 1 3 a…注湯用通路
- 2 1…中空部
- 2 1 a…内周面
- 2 1 b…他端側
- 2 2…流体供給管
- 2 2 a…潤滑材供給口
- 2 3…冷却装置
- 2 4…冷却水キャビティ
- 2 4 a…内底面
- 2 5…冷却水噴射通路
- 2 5 a…シャワー開口
- 2 6…冷却水供給管
- 2 7…冷却壁部
- B…アルミニウム合金棒
- M…合金溶湯
- W…冷却水
- 1 0 0…アルミニウム合金鍛造品

請求の範囲

[請求項1] Cuを0.25質量%以上0.55質量%以下の範囲内、Mgを0.60質量%以上1.25質量%以下の範囲内、Siを0.90質量%以上1.4質量%以下の範囲内、Mnを0.35質量%以上0.60質量%以下の範囲内、Feを0.15質量%以上0.30質量%以下の範囲内、Znを0.25質量%以下の範囲内、Crを0.050質量%以上0.30質量%以下の範囲内、Tiを0.01質量%以上0.1質量%以下の範囲内、Bを0.0010質量%以上0.030質量%以下の範囲内、Zrを0.0010質量%以上0.050質量%以下の範囲内で含有し、Mnの含有量に対するFeの含有量の比 Fe/Mn が質量比で1.4未満であり、残部がAl及び不可避不純物からなる合金組成を有するアルミニウム合金鍛造用素材であって、
 鋳造後の導電率が25%IACS以上35%IACS以下、かつ、ロックウェル硬さHRFが62以上82以下である、アルミニウム合金鍛造用素材。

[請求項2] Cuを0.25質量%以上0.55質量%以下の範囲内、Mgを0.60質量%以上1.25質量%以下の範囲内、Siを0.90質量%以上1.4質量%以下の範囲内、Mnを0.35質量%以上0.60質量%以下の範囲内、Feを0.15質量%以上0.30質量%以下の範囲内、Znを0.25質量%以下の範囲内、Crを0.050質量%以上0.30質量%以下の範囲内、Tiを0.01質量%以上0.1質量%以下の範囲内、Bを0.0010質量%以上0.030質量%以下の範囲内、Zrを0.0010質量%以上0.050質量%以下の範囲内で含有し、Mnの含有量に対するFeの含有量の比 Fe/Mn が質量比で0.3以上1.2以下であり、残部がAl及び不可避不純物からなる合金組成を有するアルミニウム合金鍛造用素材であって、
 鋳造後の導電率が25%IACS以上35%IACS以下、かつ、

ロックウェル硬さH R Fが6 2以上8 2以下である、アルミニウム合金鍛造用素材。

[請求項3] Cuを0. 2 5質量%以上0. 5 5質量%以下の範囲内、M gを0. 6 0質量%以上1. 2 5質量%以下の範囲内、S iを0. 9 0質量%以上1. 4質量%以下の範囲内、M nを0. 3 5質量%以上0. 6 0質量%以下の範囲内、F eを0. 1 5質量%以上0. 3 0質量%以下の範囲内、Z nを0. 2 5質量%以下の範囲内、C rを0. 0 5 0質量%以上0. 3 0質量%以下の範囲内、T iを0. 0 1質量%以上0. 1質量%以下の範囲内、Bを0. 0 0 1 0質量%以上0. 0 3 0質量%以下の範囲内、Z rを0. 0 0 1 0質量%以上0. 0 5 0質量%以下の範囲内で含有し、M nの含有量に対するF eの含有量の比F e / M nが質量比で1. 4未満であり、残部がA l及び不可避不純物からなる合金組成を有するアルミニウム合金から構成されるアルミニウム合金鍛造品であって、

粒界を含む2. 0 μ m以内にM nを含有する析出物の数密度が4個 / μ m²以上含まれており、結晶方位差1 5°以上の大角粒界の比率が2 7%以下であり、かつ、常温における衝撃値が1 0 J / c m²以上である、アルミニウム合金鍛造品。

[請求項4] 前記析出物のサイズが0. 5 μ m以下である、請求項3に記載のアルミニウム合金鍛造品。

[請求項5] Cuを0. 2 5質量%以上0. 5 5質量%以下の範囲内、M gを0. 6 0質量%以上1. 2 5質量%以下の範囲内、S iを0. 9 0質量%以上1. 4質量%以下の範囲内、M nを0. 3 5質量%以上0. 6 0質量%以下の範囲内、F eを0. 1 5質量%以上0. 3 0質量%以下の範囲内、Z nを0. 2 5質量%以下の範囲内、C rを0. 0 5 0質量%以上0. 3 0質量%以下の範囲内、T iを0. 0 1質量%以上0. 1質量%以下の範囲内、Bを0. 0 0 1 0質量%以上0. 0 3 0質量%以下の範囲内、Z rを0. 0 0 1 0質量%以上0. 0 5 0質量%

%以下の範囲内で含有し、Mnの含有量に対するFeの含有量の比 $F e / M n$ が質量比で0.3以上1.2以下であり、残部がAl及び不可避免不純物からなる合金組成を有するアルミニウム合金から構成されるアルミニウム合金鍛造品であって、

粒界を含む $2.0 \mu m$ 以内にMnを含有する析出物の数密度が $4 \text{個} / \mu m^2$ 以上含まれており、結晶方位差 15° 以上の大角粒界の比率が27%以下であり、かつ、常温における衝撃値が $10 J / c m^2$ 以上である、アルミニウム合金鍛造品。

[請求項6] 前記析出物のサイズが $0.5 \mu m$ 以下である、請求項5に記載のアルミニウム合金鍛造品。

[請求項7] 請求項3～6のいずれか一項に記載のアルミニウム合金鍛造品の製造方法であって、

アルミニウム合金の溶湯を得る溶湯形成工程と、

前記得られた溶湯を鋳造加工することによって鋳造品を得る鋳造工程と、

前記鋳造品を $500^\circ C$ ～融点以下の温度で素材加熱し塑性加工を施して鍛造品を得る鍛造工程と、

前記得られた鍛造品に $20^\circ C$ ～ $500^\circ C$ までの昇温速度が $5.0^\circ C / m i n$ 以上で昇温し、 $530 \sim 560^\circ C$ で0.3～3時間以内で保持する溶体化処理を行う溶体化処理工程と、

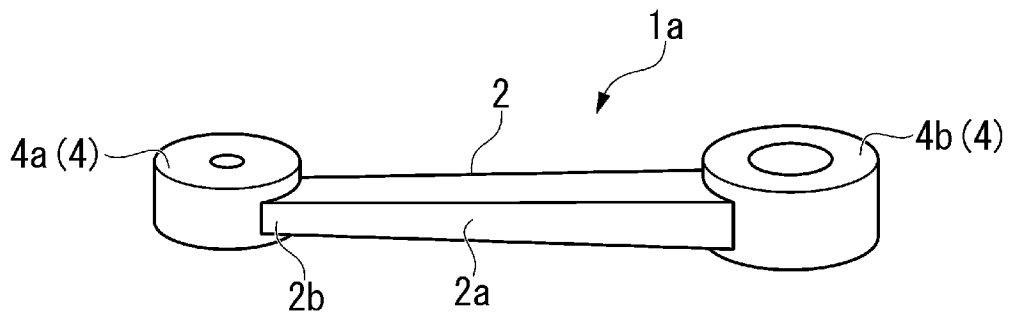
前記溶体化処理の後5～60秒以内に前記鍛造品の全ての表面が焼き入れ水に接触し、1分を超え、40分以内水槽内で焼き入れする焼き入れ工程と、

前記焼き入れ処理工程を経た鍛造品に $180^\circ C$ ～ $220^\circ C$ の温度で0.5時間～8時間加熱して時効処理を行う時効処理工程と、を有する、アルミニウム合金鍛造品の製造方法。

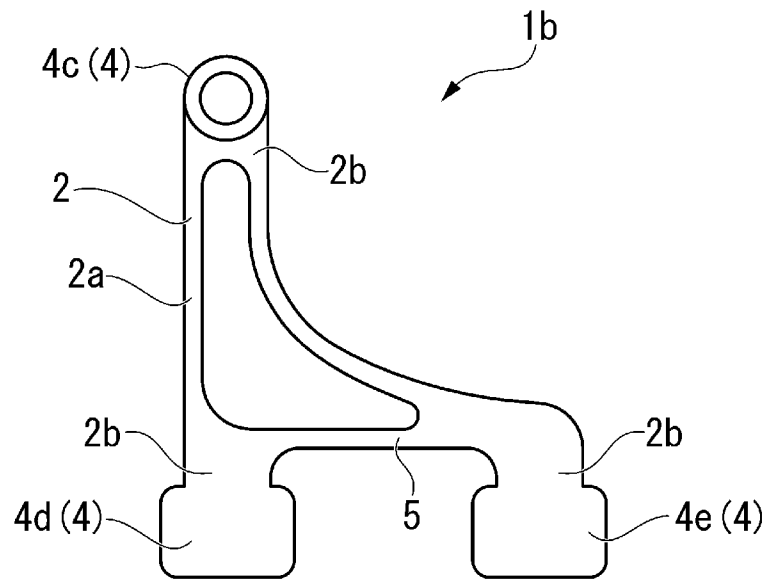
[請求項8] 前記鋳造工程と前記鍛造工程との間に、前記アルミニウム合金の鋳造品を、 $370^\circ C$ 以上 $560^\circ C$ 以下の温度範囲で2時間以上10時間

以下保持して均質化熱処理を行う均質化熱処理工程を更に有する、請求項 7 に記載のアルミニウム合金鍛造品の製造方法。

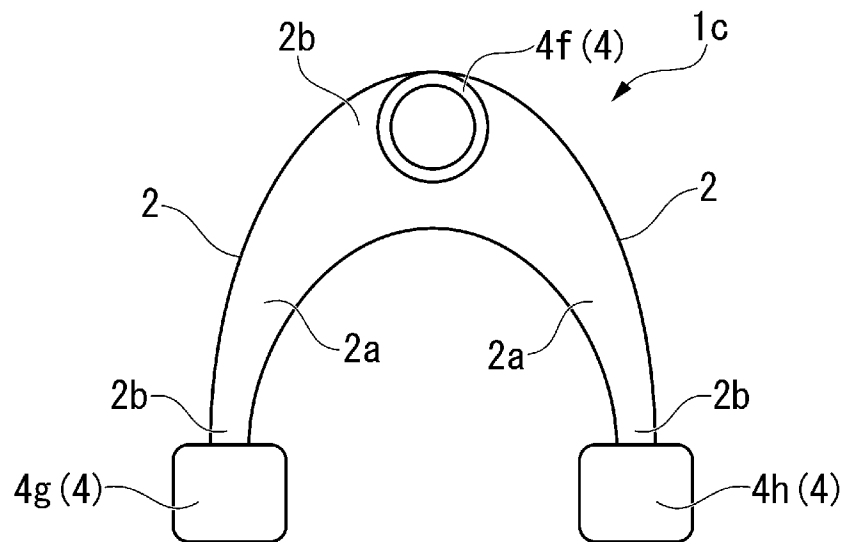
[図1]



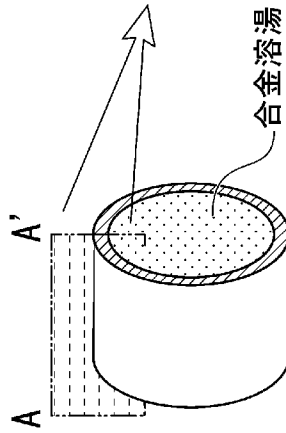
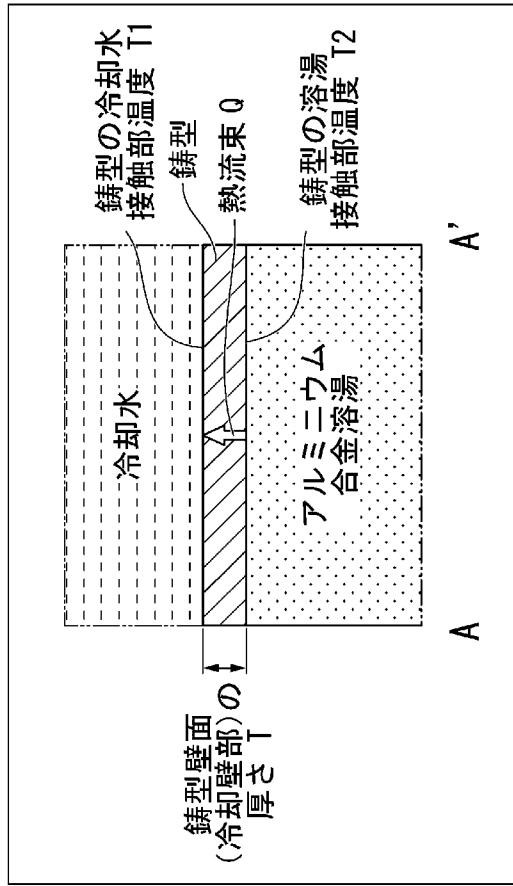
[図2]



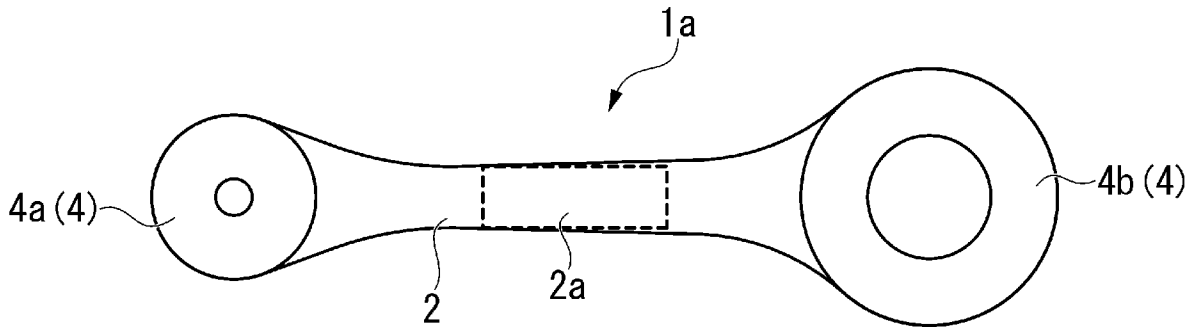
[図3]



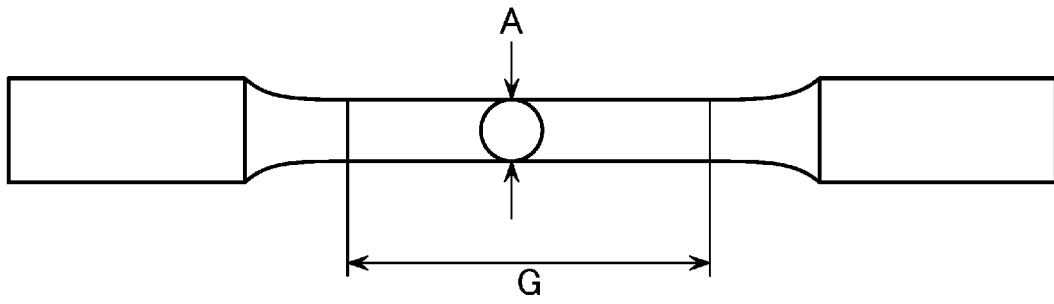
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/043832

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<p><i>C22C 21/02</i>(2006.01)i; <i>C22C 21/06</i>(2006.01)i; <i>C22F 1/05</i>(2006.01)i; <i>C22F 1/00</i>(2006.01)n FI: C22C21/02; C22F1/05; C22C21/06; C22F1/00 602; C22F1/00 624; C22F1/00 630B; C22F1/00 631A; C22F1/00 681; C22F1/00 682; C22F1/00 683; C22F1/00 691A; C22F1/00 691B; C22F1/00 691C; C22F1/00 692Z; C22F1/00 694B</p> <p>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) C22C21/00-21/18; C22F1/04-1/057; C22F1/00		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2024 Registered utility model specifications of Japan 1996-2024 Published registered utility model applications of Japan 1994-2024		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2022-93990 A (SHOWA DENKO K.K.) 24 June 2022 (2022-06-24) claims, paragraph [0051], examples, particularly table 1	1-8
Y		1-8
X	JP 2021-143374 A (SHOWA DENKO K.K.) 24 September 2021 (2021-09-24) claims, paragraph [0027], examples, particularly table 1	1-8
Y		1-8
X	WO 2007/114078 A1 (KABUSHIKI KAISHA KOBE SEIKO SHO) 11 October 2007 (2007-10-11) claims, paragraphs [0042], [0113], tables 1-4, in particular A1 alloy numbers B-D, N in tables 1-4	1-6
Y		1-8
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 26 January 2024		Date of mailing of the international search report 06 February 2024
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/043832

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2013/114928 A1 (KABUSHIKI KAISHA KOBE SEIKO SHO) 08 August 2013 (2013-08-08) claims, paragraphs [0043]-[0046], table 1 and table 2, in particular, alloy number 1, 9, 1B in table 1 and table 2	1-6
Y		1-8
X	WO 2015/146654 A1 (KOBE STEEL, LTD.) 01 October 2015 (2015-10-01) claims, paragraph [0103], table 1 and table 2, in particular, alloy number 6 in table 1 and table 2	1-6
Y		1-8
P, X	WO 2023/139960 A1 (RESONAC CORP.) 27 July 2023 (2023-07-27) claims, paragraphs [0025], [0027], examples, in particular example 2 in table 1, comparative example 1, table 2	1-8
P, Y		1-8
P, X	JP 2023-161784 A (RESONAC CORP.) 08 November 2023 (2023-11-08) paragraphs [0101]-[0103], in particular comparative example 1 in table 2 and table 1	3-8
A	JP 2006-274415 A (KOBE STEEL, LTD.) 12 October 2006 (2006-10-12) entire text, in particular claims, examples, table 1 and table 2	1-2

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:

In regard to the aluminum alloy forging material in Japanese Patent Application No. 2022-210255, which is the application serving as the basis for claiming priority, the characteristics of "the conductivity after forging is 25% IACS to 35% IACS, and the Rockwell scale HRF is 62 to 82" are not mentioned, and are also not obvious.

Therefore, the claim of priority is not recognized for claims 1-2.

In regard to the aluminum alloy forged product in Japanese Patent Application No. 2022-210255, which is the application serving as the basis for claiming priority, the feature of "the number density of precipitate containing Mn having a size of 0.2 μm or less within 1.5 μm including grain boundaries is at least $4/\mu\text{m}^2$ " is identified, but the characteristics of "the number density of precipitate containing Mn within 2.0 μm including grain boundaries is at least $4/\mu\text{m}^2$ " specified in claims 3-8 is not mentioned. The latter is broader than the former, and the latter includes the feature of "the number density of precipitate containing Mn of any size within a range of 1.5-2.0 μm from grain boundaries is at least $4/\mu\text{m}^2$ ", "the number density of precipitate containing Mn is not included at all within a range of 1.5 μm from the grain boundaries", etc. Thus, the feature of the latter is also not obviously derived from the former.

Therefore, the claim of priority is not recognized for claims 3-8.

Due to priority not being recognized, WO 2023/139960 A1 is a document which was well known prior to the filing date (the reference date for determination).

The claims are classified into the following two inventions.

(Invention 1) Claims 1-2

A group of inventions in claims 1-2 shares component compositions and relate to being an aluminum alloy forging material in which the electroconductivity after forging is 25% IACS to 35% IACS, and the Rockwell scale HRF is 62 to 82. Thus, this group of inventions is classified as invention 1.

(Invention 2) Claims 3-8

A group inventions in claims 3-8 shares, with claim 1 classified as invention 1, the feature relating to the component composition range and forging, but this feature is disclosed in the claims and example 2 of WO 2023/139960 A1. Therefore, the feature does not make a contribution over the prior art and is not a special technical feature (STF). No other identical or corresponding STFs are found between claims 3-8 and the invention as in claim 1. Furthermore, the inventions in claims 3-8 do not depend from claim 1. Additionally, the inventions in claims 3-8 are not substantially identical to or similarly closely related to any of the claims classified as invention 1.

Therefore, the inventions in claims 3-8 are classified as invention 2 as a result of sharing component compositions and being inventions relating to an aluminum alloy forged product in which the number density of precipitate containing Mn within 2.0 μm including grain boundaries is at least $4/\mu\text{m}^2$, the ratio of large-angle grain boundaries having a crystal orientation difference of at least 15° is 27% or lower, and the impact value at a normal temperature is 10 J/cm² or greater.

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

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 additional fees, this Authority did not invite payment of 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/JP2023/043832

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2022-93990 A	24 June 2022	(Family: none)	
JP 2021-143374 A	24 September 2021	(Family: none)	
WO 2007/114078 A1	11 October 2007	US 2009/0000705 A1 claims, paragraphs [0061], [0132], tables 1-4, in particular AI alloy numbers B-D, N in tables 1-4 EP 2003219 A2 CN 101365818 A KR 10-2008-0102414 A JP 2008-163445 A	
WO 2013/114928 A1	08 August 2013	US 2014/0367001 A1 claims, paragraphs [0052]- [0057], tables 1 and 2, in particular alloy numbers 1, 9, 1B in table 1 and table 2 EP 2811042 A1 CN 103975085 A JP 2013-177672 A	
WO 2015/146654 A1	01 October 2015	US 2017/0073802 A1 claims, paragraphs [0167], table 1 and table 2, in particular alloy number 6 in table 1 and table 2 EP 3124633 A1 CN 106103765 A JP 2015-193903 A	
WO 2023/139960 A1	27 July 2023	JP 2023-104587 A claims, paragraphs [0025], [0027], examples, in particular example 2 in table 1, comparative example 1, table 2 CN 116783315 A	
JP 2023-161784 A	08 November 2023	(Family: none)	
JP 2006-274415 A	12 October 2006	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） C22C 21/02(2006.01)i; C22C 21/06(2006.01)i; C22F 1/05(2006.01)i; C22F 1/00(2006.01)n FI: C22C21/02; C22F1/05; C22C21/06; C22F1/00 602; C22F1/00 624; C22F1/00 630B; C22F1/00 631A; C22F1/00 681; C22F1/00 682; C22F1/00 683; C22F1/00 691A; C22F1/00 691B; C22F1/00 691C; C22F1/00 692Z; C22F1/00 694B		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） C22C21/00-21/18; C22F1/04-1/057; C22F1/00 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2024年 日本国実用新案登録公報 1996-2024年 日本国登録実用新案公報 1994-2024年 国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2022-93990 A (昭和電工株式会社) 24.06.2022 (2022-06-24) 特許請求の範囲、段落0051、実施例、特に表1	1-8
Y		1-8
X	JP 2021-143374 A (昭和電工株式会社) 24.09.2021 (2021-09-24) 特許請求の範囲、段落0027、実施例、特に表1	1-8
Y		1-8
X	WO 2007/114078 A1 (株式会社神戸製鋼所) 11.10.2007 (2007-10-11) 請求の範囲、0042、0113、表1-4、特に表1-4のA1合金番号B-D、N	1-6
Y		1-8
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献 “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日	26.01.2024	国際調査報告の発送日 06.02.2024
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 河口 展明 4K 3770 電話番号 03-3581-1101 内線 3435	

C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	WO 2013/114928 A1 (株式会社神戸製鋼所) 08.08.2013 (2013 - 08 - 08) 請求の範囲、段落 0 0 4 3 - 0 0 4 6、表 1 および表 2、特に表 1 および表 2 の 合金番号 1、9、1 B	1-6
Y		1-8
X	WO 2015/146654 A1 (株式会社神戸製鋼所) 01.10.2015 (2015 - 10 - 01) 請求の範囲、0 1 0 3、表 1 および表 2、特に表 1 および表 2 の合金番号 6	1-6
Y		1-8
P, X	WO 2023/139960 A1 (株式会社レゾナック) 27.07.2023 (2023 - 07 - 27) 請求の範囲、段落 0 0 2 5、0 0 2 7、実施例、特に表 1 の実施例 2、比較例 1、表 2	1-8
P, Y		1-8
P, X	JP 2023-161784 A (株式会社レゾナック) 08.11.2023 (2023 - 11 - 08) 段落 0 1 0 1 - 0 1 0 3、特に表 1 および表 2 の比較例 1	3-8
A	JP 2006-274415 A (株式会社神戸製鋼所) 12.10.2006 (2006 - 10 - 12) 全文、特に特許請求の範囲、実施例、表 1 および表 2	1-2

第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

優先権主張の基礎となった出願である特願2022-210255号の出願内容中に、アルミニウム合金鍛造用素材について、「铸造後の導電率が25% IACS以上35% IACS以下、かつ、ロックウェル硬さHRFが62以上82以下」との特性は言及されておらず、自明でもない。

したがって、請求項1-2について、優先権の主張は認められない。

優先権主張の基礎となった出願である特願2022-210255号の出願内容中に、アルミニウム合金鍛造品について、「粒界を含む1.5 μm 以内にサイズが0.2 μm 以下のMnを含有する析出物の数密度が4個/ μm^2 以上含まれており」との事項は認められるものの、請求項3-8に特定される「粒界を含む2.0 μm 以内にMnを含有する析出物の数密度が4個/ μm^2 以上含まれており」との特性は言及されていない。そして、前者よりも、後者の範囲が広く、後者は、「粒界から1.5~2.0 μm の範囲内に、どのような大きさでもよいMnを含有する析出物の数密度が4個/ μm^2 以上含まれ」「粒界から1.5 μm の範囲内に、Mnを含有する析出物の数密度がまったく含まれない」こと等が含まれるから、前者から後者の事項が自明に導かれる事項でもない。

したがって、請求項3-8について、優先権の主張は認められない。

優先権は認められないから、W0 2023/139960 A1は、出願日（判断の基準日）より前に公知となった文献である。

請求の範囲は、以下の2つの発明に区分される。

（発明1） 請求項1-2

請求項1-2に係る一群の発明は、成分組成が共通し、铸造後の導電率が25% IACS以上35% IACS以下、かつ、ロックウェル硬さHRFが62以上82以下である、アルミニウム合金鍛造用素材に関する発明であることが共通するから発明1に区分する。

（発明2） 請求項3-8

請求項3-8に係る一群の発明は、発明1に区分された請求項1と、成分組成範囲と、鍛造に関する点が共通するが、この点は、W0 2023/139960 A1の請求の範囲、実施例2に開示されている。そのため、上記の点は、先行技術に貢献をもたらすものでないから、特別な技術的特徴（STF）ではない。そして、他に請求項3-8と、請求項1に係る発明との間に共通の同一又は対応するSTFは見当たらない。さらに、請求項3-8に係る発明は、請求項1の従属項ではない。また、請求項3-8に係る発明は、発明1に区分されたいずれの請求項に対しても、実質同一又はそれに準ずる関係にはない。

したがって、請求項3-8に係る発明は、成分組成が共通し、粒界を含む2.0 μm 以内にMnを含有する析出物の数密度が4個/ μm^2 以上含まれており、結晶方位差15°以上の大角粒界の比率が27%以下であり、かつ、常温における衝撃値が10 J/cm²以上である、アルミニウム合金鍛造品に関する発明であることが共通するから発明2に区分する。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

1. 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の
申立てに関する注意

- 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2023/043832

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2022-93990 A	24.06.2022	(ファミリーなし)	
JP 2021-143374 A	24.09.2021	(ファミリーなし)	
WO 2007/114078 A1	11.10.2007	US 2009/0000705 A1 請求の範囲、0061、0132、表1-4、特に表1-4のA1合金番号B-D、N EP 2003219 A2 CN 101365818 A KR 10-2008-0102414 A JP 2008-163445 A	
WO 2013/114928 A1	08.08.2013	US 2014/0367001 A1 請求の範囲、段落0052-0057、表1および表2、特に表1および表2の合金番号1、9、1B EP 2811042 A1 CN 103975085 A JP 2013-177672 A	
WO 2015/146654 A1	01.10.2015	US 2017/0073802 A1 請求の範囲、0167、表1および表2、特に表1および表2の合金番号6 EP 3124633 A1 CN 106103765 A JP 2015-193903 A	
WO 2023/139960 A1	27.07.2023	JP 2023-104587 A 特許請求の範囲、段落0025、0027、実施例、特に表1の実施例2、比較例1、表2 CN 116783315 A	
JP 2023-161784 A	08.11.2023	(ファミリーなし)	
JP 2006-274415 A	12.10.2006	(ファミリーなし)	