

(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
2014 年 4 月 10 日(10.04.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/054486 A1

- (51) 国際特許分類:
C22C 21/00 (2006.01) *C22F 1/00* (2006.01)
B21B 3/00 (2006.01) *C23C 22/33* (2006.01)
C22F 1/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/075895
- (22) 国際出願日: 2013 年 9 月 25 日(25.09.2013)
- (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 2012-221658 2012 年 10 月 3 日(03.10.2012) JP
- (71) 出願人: 株式会社神戸製鋼所(KABUSHIKI KAISHA KOBE SEIKO SHO (KOBE STEEL, LTD.))
[JP/JP]; 〒6518585 兵庫県神戸市中央区脇浜海岸通二丁目 2 番 4 号 Hyogo (JP).
- (72) 発明者: 金田 大輔(KANEDA, Daisuke). 梅田 秀俊(UMEDA, Hidetoshi). 豊田 祐介(TOYODA, Yusuke).
- (74) 代理人: 鮫島 睦, 外(SAMEJIMA, Mutsumi et al.);
〒5300017 大阪府大阪市北区角田町 8 番 1 号梅田阪急ビルオフィスタワー青山特許事務所
Osaka (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, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, 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, 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:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: ALUMINUM-ALLOY FIN MATERIAL FOR HEAT EXCHANGER AND METHOD FOR PRODUCING SAME

(54) 発明の名称: 熱交換器用アルミニウム合金フィン材およびその製造方法

(57) Abstract: Provided is an aluminum-alloy fin material for heat exchangers that is made of an aluminum alloy comprising 0.010-0.4 mass% Fe, less than 0.005 mass% Cu, and Al and inevitable impurities as the remainder, and having an Al purity of 99.30 mass% or greater, the aluminum-alloy fin material for heat exchangers being characterized in that: the plate thickness of the aluminum-alloy fin material for heat exchangers is less than 0.115 mm; the average grain size of subgrains is 2.5 μm or less; and the number of intermetallic compounds with a maximum length greater than 3 μm is 2000 compounds/ mm^2 or less. Also provided is a method for producing said aluminum-alloy fin material. It is possible to obtain an aluminum-alloy fin material for heat exchangers that has excellent corrosion resistance and collar-cracking resistance with which collar cracking can be inhibited at the time of shaping/processing.

(57) 要約: Fe: 0.010~0.4 質量%を含有し、Cu: 0.005 質量%未満に抑制し、残部が Al および不可避免的な不純物からなり、Al 純度が 99.30 質量%以上のアルミニウム合金からなる熱交換器用アルミニウム合金フィン材であって、前記熱交換器用アルミニウム合金フィン材の板厚が 0.115 mm 未満であり、亜結晶粒の平均粒径が 2.5 μm 以下、および、最大長さが 3 μm を超える金属間化合物が 2000 個/ mm^2 以下であることを特徴とする熱交換器用アルミニウム合金フィン材とその製造方法を提供する。成形加工時におけるカラー割れの発生を抑制することができる耐カラー割れ性および耐食性に優れた熱交換器用アルミニウム合金フィン材が得られる。

WO 2014/054486 A1

明 細 書

発明の名称：

熱交換器用アルミニウム合金フィン材およびその製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、熱交換器に用いられる熱交換器用アルミニウム合金フィン材およびその製造方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、空調器等の熱交換器に用いる熱交換器用アルミニウム合金フィン材（以下、適宜、フィン材という）においても、フロン規制に沿った新冷媒への切り替えや、空調器自身のコンパクト化や軽量化あるいは高性能化等により、益々薄肉化が図られ、板厚が0.15mm以下、最近では0.09mm程度にまで薄肉化されている。

[0003] ここで、フィン材の成形法には、ドロー方式、ドローレス方式およびドロー・ドローレス複合方式（コンビネーション方式）がある。ドロー方式は、張出し工程、絞り工程、打ち抜き（ピース）および穴広げ工程（バーリング）、リフレア工程からなり、ドローレス方式は、打ち抜きおよび穴広げ工程、しごき（アイアニング）工程、リフレア工程からなり、コンビネーション方式は、主に、張出し工程、絞り工程、打ち抜きおよび穴広げ工程、しごき工程、リフレア工程からなる。

[0004] 1970年代のフィン材の開発の当初は、上記の3つの成形法のうち、ドロー方式が採用されており、張出し成形性に優れた軟質なアルミニウム合金が使用されていた。その後、薄肉化・高強度化の流れに対応するため、ドローレス方式の採用が増加し、しごき加工時の焼付き低減などのために、Mnを含有する硬質なアルミニウム合金が使用され始めた。さらにその後、環境問題から、プレス油の有機溶剤洗浄の廃止が検討され、洗浄不要な揮発性プレスの使用が増加したこと、プレコートフィン材の使用が拡大したことなどを受けて、ドロー・ドローレス複合方式（コンビネーション方式）が採用さ

れるようになり、薄肉であっても強度と成形性に優れた各種アルミニウム合金の開発が進んでいる。

[0005] これら何れの成形法においても、銅管における管用穴カラーを成形するためのピアス&バーリング成形とリフレア成形は、フィン材にとって必要不可欠な成形工程である。ただし、これらの成形は、板厚が0.15mm以下にまで薄肉化されたフィン材にとって、過酷な成形となる。そのため、このような薄肉化に対応して、加工性を向上させたフィン材が開発されている。

[0006] 例えば、特許文献1には、板厚が0.15mm以下であり、金属間化合物の粒径、大傾角粒の最大の長さ、大傾角粒内の亜結晶粒の平均粒径等を所定に規定した、成形加工性に優れたアルミニウム合金フィン材が開示されている。また、特許文献2には、板厚が0.11mm未満であり、Fe、Tiを所定量含有し、Si、Cuを所定量以下に規制するとともに、伸び率を所定に規定した、耐アベック性、スタック性に優れた熱交換器用アルミニウム合金フィン材が開示されている。特許文献3には、板厚が0.11mm未満であり、所定元素の含有量を所定に規定した、耐アベック性に優れた熱交換器用アルミニウム合金フィン材が開示されている。また、特許文献4には、冷間圧延後の板厚が0.115mmであり、所定元素を所定に規定した、ドロースフィン用高強度アルミニウム合金薄板とその製造方法が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開2006-104488号公報

特許文献2：特許第4275560号公報

特許文献3：特開2005-126799号公報

特許文献4：特開昭64-8240号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] しかしながら、従来のフィン材においては、以下のような問題がある。

前記した従来の技術では、加工性の向上が図られてはいるものの、近年においては、熱交換器のさらなるコンパクト化や軽量化、高性能化に加え、より加工のし易いフィン材の供給が期待されていることから、さらなる加工性の向上が求められている。

[0009] また、成形中には、しばしばカラー割れと言われる割れが生じることがある。すなわち、ピアス&バーリング工程時に加工端面に微細な亀裂が生じ、これによって最終リフレア成形時にカラー割れとなる。このようなカラー割れが生じた場合、フィン成形された成形品のカラー穴に銅管を通してその銅管を拡張する際に、積層したフィンの間隔が極端に狭くなってしまうという、所謂アベック現象が生じ易くなる。そして、このアベック現象により、熱交換器の通風抵抗が増大するという問題がある。すなわち、カラー割れは、フィンの外観を損ねるだけでなく、熱交換器としての性能低下等の不具合が生じ、製品としての価値を低下させてしまうという問題がある。したがって、このようなカラー割れの発生をより抑制することができるフィン材の開発が求められている。

ここで、特許文献1に記載のフィン材は、耐カラー割れ性の改善を図っている。しかし、Mnの含有量および製造条件によっては、粗大な金属間化合物、あるいは、固溶Mnにより加工硬化しやすくなるという問題がある。そのため、耐カラー割れの改善には余地がある。

[0010] また、エアコン等に供される熱交換器には、室内において熱交換することを目的とする室内機と、その熱を室外の大気と交換することを目的とする室外機がある。室外機においては、フィン材は大気中に曝露されることとなるため、腐食発生防止を目的として、フィン材表面には、耐食性処理が施されている。また、エアコン等の熱交換器が設置される環境には、室外機の場合は、高湿度環境、沿岸地域等の塩害環境、酸性雨による酸性環境、室内機の場合は、高湿度環境、特殊施設等の様々な腐食促進環境が存在する。こうした環境に熱交換器を設置すると、フィン材の腐食が進行しやすく、熱交換器

の故障や劣化の促進、アルミニウム基板の腐食による不快臭発生の原因になるという問題を有していた。一方、耐食性を確保するため、耐食層（耐食性処理層）の膜厚を厚くすることは、成形加工時に皮膜割れや剥離を引き起こしやすくし、熱伝導率低下の要因ともなるため、耐食層の薄膜化が進んでおり、素材自体の耐食性の向上が求められている。

[0011] 本発明は、前記問題点に鑑みてなされたものであり、成形加工時におけるカラー割れの発生を抑制することができる耐カラー割れ性および耐食性に優れた熱交換器用アルミニウム合金フィン材を提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

[0012] すなわち、本発明に係る熱交換器用アルミニウム合金フィン材は、Fe：0.010～0.4質量%を含有し、Cu：0.005質量%未満に抑制し、残部がAlおよび不可避免的不純物からなり、Al純度が99.30質量%以上のアルミニウム合金からなる熱交換器用アルミニウム合金フィン材であって、前記熱交換器用アルミニウム合金フィン材の板厚が0.115mm未満であり、亜結晶粒の平均粒径が2.5 μ m以下、および、最大長さが3 μ mを超える金属間化合物が2000個/mm²以下であることを特徴とする。

[0013] このような構成によれば、Feを所定量添加することで、Al-Fe系金属間化合物が形成され、あるいは、アルミニウムマトリクス中に固溶して、プレス成形時における亜結晶粒が微細化されて加工硬化が抑制される。またCuを所定量未満に抑制することで、フィン材が薄肉化したときであっても耐食性の低下が抑制される。またAl純度を規定することで、金属間化合物の増加が抑制される。そして、亜結晶粒の平均粒径を2.5 μ m以下とすることで、0.115mm未満の板厚のフィン材での伸びが増加する。また、最大長さが3 μ mを超える金属間化合物を2000個/mm²以下とすることで、粗大な金属間化合物が起点となることによるカラー割れの発生が防止される。

[0014] 本発明に係る熱交換器用アルミニウム合金フィン材は、前記アルミニウム合金の化学成分について、さらに、Si：0.20質量%未満、Mn：0.

0.15質量%未満、Cr: 0.015質量%以下に抑制することを特徴とする。

[0015] このような構成によれば、Si、Mn、Crを所定量以下または所定量未満に抑制することで、晶出物（すなわち金属間化合物）の粗大化が抑制される。

[0016] 本発明に係る熱交換器用アルミニウム合金フィン材は、前記アルミニウム合金の化学成分について、さらに、Ti: 0.01~0.05質量%を含有することを特徴とする。

このような構成によれば、Tiを所定量添加することで、鑄塊組織が微細化される。

[0017] 本発明に係る熱交換器用アルミニウム合金フィン材は、フィン材表面に表面処理皮膜を備えたものであってもよい。表面処理皮膜としては、耐食性皮膜や親水性皮膜、潤滑性皮膜等が挙げられる。

このような構成によれば、耐食性や親水性、成形性等、使用環境や用途等に応じた特性を向上させることができる。

[0018] 本発明に係る熱交換器用アルミニウム合金フィン材の製造方法は、前記記載の熱交換器用アルミニウム合金フィン材（表面処理皮膜を備えないもの）の製造方法であって、前記アルミニウム合金の化学成分を有するアルミニウム合金鑄塊に、450~550℃の温度で1時間以上の熱処理を施す熱処理工程と、前記熱処理後に、熱間仕上げ圧延の終了温度が250℃以上300℃未満となる条件で熱間圧延を施す熱間圧延工程と、前記熱間圧延後に、冷間加工率96%以上の冷間加工を施す冷間加工工程と、前記冷間加工後に、160~260℃の温度で1~6時間保持する調質焼鈍を施す調質焼鈍工程と、を行うことを特徴とする。

[0019] このような製造方法によれば、熱処理工程により鑄塊の組織が均質化され、熱間圧延工程により、熱延板で再結晶組織となることなく圧延される。そして、冷間加工工程により、調質焼鈍後に亜結晶粒の粗大化を生じさせることなく、0.115mm未満の板厚とされ、調質焼鈍工程により十分に組織

が回復するとともに亜結晶粒の微細化が促進される。

発明の効果

[0020] 本発明に係る熱交換器用アルミニウム合金フィン材は、成形加工したときのカラー割れおよび耐食性を抑制することができる。そのため、フィンの外観を損ねることや、熱交換器としての性能低下等の不具合を防止することができる。

[0021] また、本発明に係る熱交換器用アルミニウム合金フィン材の製造方法は、耐カラー割れ性と耐食性に優れた熱交換器用アルミニウム合金フィン材を製造することができる。

発明を実施するための形態

[0022] 以下、本発明に係る熱交換器用アルミニウム合金フィン材（以下、適宜、フィン材という）およびフィン材の製造方法を実現するための形態について説明する。

[0023] <フィン材>

本発明に係るフィン材は、Feを所定量含有し、Cuを所定量以下に抑制し、残部がAlおよび不可避免的不純物からなり、Al純度が99.30質量%以上のアルミニウム合金からなるものである。そして、このフィン材の板厚が0.115mm未満であり、亜結晶粒の平均粒径を2.5 μ m以下、および、3 μ mを超える金属間化合物を2000個/mm²以下に規定したものである。また、アルミニウム合金に含まれる不可避免的不純物のうち、Si、Mn、Crを所定量以下または所定量未満に抑制することが好ましい。さらに、必要に応じてTiを所定量含有してもよい。

以下、各構成について、まず、化学成分について説明した後、その他の構成について説明する。

[0024] (Fe: 0.010~0.4質量%)

Feは、Al-Fe系金属間化合物を形成（あるいは、アルミニウムマトリクス中に固溶）して、プレス成形時における亜結晶粒を微細にすることができるために、加工硬化抑制に寄与する元素であり、カラー割れ不良を減少

させる効果がある。また、アルミニウム合金板の亜結晶粒の大きさに寄与する効果や、強度を向上させる効果も有する。Fe含有量が0.010質量%未満では、前記の効果が得られずに、プレス成形でカラー割れ性に劣る。一方、0.4質量%を超えると、粗大な金属間化合物が形成され、耐カラー割れ性が劣る。したがって、Fe含有量は、0.010～0.4質量%とする。

[0025] (Cu : 0.005質量%未満 (0質量%を含む))

Cu含有量が、0.005質量%以上であると、素材または／および耐食層が薄肉化した時に耐食性を低下させる。したがって、Cu含有量は、0.005質量%未満に抑制する。なお、0質量%まで抑制してもよい。

[0026] (Si : 0.20質量%未満 (0質量%を含む))

Siは、不可避的不純物として混入する元素であるが、Si含有量が0.20質量%以上になると、晶出物（金属間化合物）が粗大化し、これが成形加工時の応力集中点となり、割れの起点となる。したがって、Siを含有する場合には、Si含有量は、0.20質量%未満、好ましくは0.17質量%以下に抑制する。なお、0質量%まで抑制してもよい。

[0027] (Mn : 0.015質量%未満 (0質量%を含む))

Mnは、不可避的不純物として混入する元素であるが、Mn含有量が0.015質量%以上になると、晶出物（金属間化合物）が粗大化し、これが成形加工時の応力集中点となり、割れの起点となる。したがって、Mnを含有する場合には、Mn含有量は、0.015質量%未満に抑制する。さらには、0.005質量%未満に抑制することが好ましい。なお、0質量%まで抑制してもよい。

[0028] (Cr : 0.015質量%以下 (0質量%を含む))

Crは、不可避的不純物として混入する元素であるが、Cr含有量が0.015質量%を超えると、晶出物（金属間化合物）が粗大化し、これが成形加工時の応力集中点となり、割れの起点となる。したがって、Crを含有する場合には、Cr含有量は、0.015質量%以下に抑制する。なお、0質

量%まで抑制してもよい。

[0029] (Ti : 0.01~0.05 質量%)

Ti は、鋳塊組織の微細化のために、Al-Ti-B 中間合金として添加しても良い。すなわち、Ti : B = 5 : 1 あるいは 5 : 0.2 の割合とした Al-Ti-B 鋳塊微細化剤を、ワッフルあるいはロッドの形態で溶湯（スラブ凝固前における、溶解炉、介在物フィルター、脱ガス装置、溶湯流量制御装置へ投入された、いずれかの段階での溶湯）へ添加してもよく、Ti 量で、0.05 質量%までの含有は許容される。Ti 含有量が 0.01 質量%未満では、鋳塊組織微細化の効果が得られない。一方、0.05 質量%を超えると、晶出物（金属間化合物）が粗大化し、これが成形加工時の応力集中点となり、割れの起点となる。したがって、Ti を添加する場合には、Ti 含有量は、0.01~0.05 質量%とする。

[0030] (残部 : Al および不可避免的不純物)

フィン材の成分は前記の他、残部が Al および不可避免的不純物からなるものである。なお、不可避免的不純物として、前記した Si、Mn、Cr の他、例えば、地金や中間合金に含まれている、通常知られている範囲内の Mg、Zn、Zr、Ce、Ga、V、Ni 等は、Al 純度が、99.30 質量%未満とならない範囲で、それぞれ 0.05 質量%までの含有は許容される。

[0031] (Al 純度 : 99.30 質量%以上)

Al 純度が、99.30 質量%未満では、金属間化合物の増加に伴い、クラックが増加し、耐食性が低下する。したがって、Al 純度は、99.30 質量%以上とする。

[0032] (板厚 : 0.115 mm 未満)

本発明は、近年における熱交換器のコンパクト化や軽量化、高性能化等の要請により、フィン材の薄肉化を図る観点から、0.115 mm 未満の板厚のフィン材を対象とする。したがって、フィン材の板厚は、0.115 mm 未満とする。本発明では、亜結晶粒の平均粒径を $2.5\ \mu\text{m}$ 以下に制約しており、薄肉となっても破壊の起点となる懸念は少ないため、本発明の特徴が

一層発揮できるという観点から、0.100mm未満であることが好ましく、0.090mm以下であるとより好ましい。

[0033] (亜結晶粒の平均粒径：2.5 μm 以下)

0.115mm未満の板厚のフィン材での耐カラー割れ性向上のためには、合金中の亜結晶粒の平均粒径を2.5 μm 以下とすることが必要である。亜結晶粒の平均粒径が2.5 μm を超えると、亜結晶粒内に応力が集中し、割れの起点が増加し、耐カラー割れ性が劣る。したがって、亜結晶粒の平均粒径は、2.5 μm 以下とする。なお、下限値は特に規定しないが、0 μm であってもよい（すなわち、亜結晶粒を含まなくてもよい）。このような範囲にすることにより、固溶Mnや固溶Cu等により加工硬化するような場合であっても、カラー割れの発生を抑制することができる。

[0034] (最大長さが3 μm を超える金属間化合物：2000個/ mm^2 以下)

粗大な金属間化合物は、カラー割れの起点となり、また、亀裂が伝播する過程でマイクロクラック（微小な亀裂）の発生により亀裂伝播を助長する。したがって、サイズが3 μm を超える金属間化合物は2000個/ mm^2 以下とする。なお、化合物のサイズとは化合物の輪郭線上任意の2点間距離の最大値を言う。また、サイズの上限については、定めはなく、個数については、0であってもよい。

[0035] 次に、亜結晶粒の平均粒径および金属間化合物の個数の測定方法について説明する。

まず、走査型電子顕微鏡（SEM：Scanning Electron Microscopy）による画像の結晶組織をEBSD（Electron Back Scattered Diffraction Pattern）法により方位解析する。EBSD法は、試料に電子線を照射し、その際に生じる反射電子菊池線回折を利用して結晶方位を特定するものである。また、結晶方位解析には、例えば、TSL社製OIM（Orientation Imaging Microscopy、（登録商標））を用いることができる。

そして、亜結晶粒の平均粒径は、このSEM／EBSD測定データにより結晶粒の数を算出し、フィン材の全面積を結晶粒の数で除し、各結晶粒の面

積を円と近似した場合の直径を亜結晶粒の平均粒径と定義する。金属間化合物の個数は、観察倍率500倍で、面積1.0mm²の試料表面を撮影した走査型電子顕微鏡（SEM）による画像を画像解析することにより算出する。

[0036] なお、亜結晶粒の平均粒径および金属間化合物の個数は、成分組成と、後記する製造条件により制御することができる。具体的には、亜結晶粒の平均粒径は、各成分の含有量、均質化熱処理条件（温度と時間）、熱間仕上げ圧延終了温度、冷間加工率、調質焼鈍条件（温度と時間）、金属間化合物の個数は、各成分の含有量、均質化熱処理条件（温度と時間）等により制御する。

[0037] 本発明に係るフィン材は、フィン材表面に表面処理皮膜を備えたものであってもよい。なお、フィン材表面とは、フィン材の片面もしくは両面を意味する。

（表面処理皮膜）

表面処理皮膜としては、使用環境や用途に応じ、化成皮膜や樹脂皮膜、無機皮膜が挙げられ、これらを組み合わせ（化成皮膜上に樹脂皮膜、無機皮膜を設け）てもよい。また、樹脂皮膜、無機皮膜としては、耐食性樹脂皮膜、親水性樹脂皮膜、親水性無機皮膜、潤滑性樹脂皮膜等が挙げられ、これらを適宜組み合わせてもよい。

[0038] 化成皮膜としては、例えばリン酸クロメートが挙げられる。耐食性樹脂皮膜としては、エポキシ系、ウレタン系、アクリル系、ポリエステル系等の樹脂が挙げられ、その膜厚は、0.5～5μmが好ましい。親水性皮膜としては、水ガラス系の無機物、ポリアクリル酸またはポリアクリル酸塩を含有するような樹脂、スルホン酸基またはスルホン酸基誘導体を含有するような樹脂等が挙げられ、その膜厚は、0.05～10μmが好ましい。潤滑性樹脂皮膜としてはポリエーテルポリオールを含有する樹脂などが挙げられ、その膜厚は、0.1～10μmが好ましい。

[0039] 耐食性樹脂皮膜、親水性樹脂皮膜、親水性無機皮膜、潤滑性樹脂皮膜のうち2種以上を組み合わせる場合には、耐食性樹脂皮膜の表面側に親水性樹脂

皮膜が設けられ、親水性樹脂皮膜、親水性無機皮膜の表面側に潤滑性樹脂皮膜が設けられることが好ましい。

[0040] <フィン材の製造方法>

本発明に係るフィン材の製造方法は、前記したフィン材の製造方法であって、熱処理工程と、熱間圧延工程と、冷間加工工程と、調質焼鈍工程と、を行うものである。さらに必要に応じて、鋳塊作製工程や表面処理工程を含んでもよい。

以下、各工程について説明する。

[0041] (鋳塊作製工程)

鋳塊作製工程は、アルミニウム合金を溶解、鋳造してアルミニウム合金鋳塊を作製する工程である。

鋳塊作製工程では、前記した化学成分を有するアルミニウム合金を溶解した溶湯から、所定形状の鋳塊を作製する。アルミニウム合金を溶解、鋳造する方法は、特に限定されるものではなく、従来公知の方法を用いればよい。例えば、真空誘導炉を用いて溶解し、連続鋳造法や、半連続鋳造法を用いて鋳造することができる。

[0042] (熱処理工程)

熱処理工程は、前記アルミニウム合金の化学成分を有するアルミニウム合金鋳塊に、450～550℃の温度で1時間以上の熱処理（均質化熱処理）を施す工程である。

熱処理温度が450℃未満では、鋳塊の組織の均質化が不十分となる。また、熱間加工性の低下を招く。さらに亜結晶粒径が大きくなる。一方、550℃を超えると、加熱中で微細化する微細金属間化合物が粗大化し、亜結晶粒が粗大化して伸びが低下する。また、固容量の増加を招く。したがって、熱処理温度は、450～550℃、好ましくは500℃超え530℃以下とする。また、熱処理は保持時間1時間以上であれば前記効果を得られるため、特に上限を規定する必要はない。一方で、10時間を超えると効果が飽和することから、経済的には、熱処理時間は24時間以内が好ましい。

[0043] (熱間圧延工程)

熱間圧延工程は、前記熱処理後に、熱間仕上げ圧延の終了温度が250℃以上300℃未満となる条件で熱間圧延を施す工程である。

熱間仕上げ圧延の終了温度が250℃未満では、材料の圧延性が低下し、圧延自体が困難となったり、板厚制御が難しくなったりして、生産性が低下する。一方、300℃以上では、熱延板で再結晶組織となるために、調質焼鈍後に繊維状の同一結晶方位群が生成し、ピアス&バーリング工程時にくびれを生じる。また、亜結晶粒径が大きくなる。したがって、熱間仕上げ圧延の終了温度は、250℃以上300℃未満とする。より好ましくは、260～290℃である。

[0044] (冷間加工工程)

冷間加工工程は、前記熱間圧延後に、冷間加工率96%以上の冷間加工（冷間圧延）を施す工程である。

熱間圧延終了後、冷間加工を1回、あるいは複数回行なって、フィン材を所望の最終板厚とする。ただし、冷間加工率が96%未満では、調質焼鈍後に亜結晶粒が粗大化する。したがって、冷間加工における冷間加工率は、96%以上とする。ここで、冷間加工の途中で中間焼鈍を行なった場合、冷間加工率は中間焼鈍後から最終板厚までの加工率である。よって、中間焼鈍を行なうと、96%以上の冷間加工率とすることが困難となることから、中間焼鈍は行なわない。なお、冷間加工率は高いほど好ましいため、上限は特に設けない。

[0045] (調質焼鈍工程)

調質焼鈍工程は、前記冷間加工後に、160～260℃の温度で1～6時間保持する調質焼鈍（仕上げ焼鈍）を施す工程である。

調質焼鈍の温度が160℃未満では、十分な組織の回復効果が得られない。一方、260℃を超えると、焼鈍後に再結晶粒を生じ、これを起点に割れが生じる。また、亜結晶粒の微細化が促進されない。したがって、調質焼鈍の温度は、160～260℃とする。

[0046] ここで、フィン材をドローレス成形に用いる場合には、調質焼鈍の温度の上限は、 230°C とすることが好ましい。ドローレス成形の場合には、調質焼鈍の温度が 230°C を超えると、コンビネーション成形の場合に比べ、成形性がやや低下する傾向にあるが、 230°C 以下であれば、 230°C を超えた場合よりも成形性がより向上するためである。したがって、ドローレス成形用の場合には、 $160\sim 230^{\circ}\text{C}$ とすることが好ましい。

なお、調質焼鈍は1時間以上行うことが通常であり、6時間を超えると効果が飽和することから、保持時間は1～6時間とする。

[0047] (表面処理工程)

表面処理工程は、調質焼鈍後のフィン材に表面処理を施す工程である。

表面処理工程において、化成皮膜を形成する場合には、通常の塗布型または反応型の薬剤を用いた化成処理によって行うことができる。耐食性樹脂皮膜、親水性樹脂皮膜、潤滑性樹脂皮膜等の樹脂皮膜を形成する場合には、ロールコーターを用いた塗布、乾燥によって行うことができる。

[0048] なお、本発明を行うにあたり、前記各工程に悪影響を与えない範囲において、前記各工程の間あるいは前後に、他の工程を含めてもよい。例えば、ごみ等の異物を除去する異物除去工程や、鋳塊に面削を施す面削工程や、調質焼鈍工程や表面処理工程の後に、フィン材として必要な、機械加工を適宜施す機械加工工程等を含めてもよい。

[0049] そして、このようにして製造されたフィン材は、各成形法に応じて成形加工されるが、本発明のフィン材は、特にドローレス成形またはコンビネーション成形に好適である。

ドローレス成形は、第1工程で打ち抜きおよび穴広げ加工（ピース&バーリング成形）、第2、第3工程でしごき加工、第4工程でリフレア加工を施すものである。また、コンビネーション成形は、第1工程で張出し、第2工程で絞り成形、第3工程で打ち抜きおよび穴広げ加工（ピース&バーリング成形）、第4工程でしごき加工、第5工程でリフレア加工を施すものである。そして、本発明のフィン材は、耐カラー割れ性に優れるため、これら成形

加工時のカラー割れの発生を抑制することができる。

実施例

[0050] 以上、本発明を実施するための形態について述べてきたが、以下に、本発明の効果を確認した実施例を、本発明の要件を満たさない比較例と対比して具体的に説明する。なお、本発明はこの実施例に限定されるものではない。

[0051] [供試材作製]

(実施例 No. 1～10、比較例 No. 11～21)

表1に示す組成のアルミニウム合金を、溶解、鑄造して鑄塊とし、この鑄塊に面削を施した後に、480℃にて4時間の均質化熱処理を施した。この均質化した鑄塊に、熱間仕上げ圧延の終了温度を270℃となるように制御して熱間圧延を施し、板厚3.0mmの熱間圧延板とした。さらに、それぞれ97.0%または97.3%程度の冷間加工率で冷間圧延を施して板厚を90μmおよび80μmとした後、表1に示す温度および保持時間の調質焼鈍を施してフィン材とした。

[0052] (実施例 No. 22～27、比較例 No. 28～34)

表2に示すアルミニウム合金(表1に対応する合金A、B、C)を、溶解、鑄造して鑄塊とし、この鑄塊に面削を施した後に、均質化熱処理、熱間圧延を施し、板厚3.0mmの熱間圧延板とした。さらに、No. 34以外は、それぞれ97.0%または97.3%程度の冷間加工率で冷間圧延を施して板厚を90μmおよび80μmとした後、調質焼鈍を施してフィン材とした。No. 34は、板厚3.0mmの熱間圧延板に50%の冷間加工率で冷間圧延を施した後、バッチ炉を用いて360℃×3hの中間焼鈍を実施した。その後さらに、それぞれ94.0%または94.7%程度の冷間加工率で冷間圧延を施して板厚を90μmおよび80μmとした後、調質焼鈍を施してフィン材とした。均質化熱処理、熱間仕上げ圧延の終了温度、調質焼鈍の条件は、表2に示すとおりである。なお、No. 30はフィン材を製造できなかったものである。

[0053] (実施例 No. 35～38、比較例 No. 39～42)

表2のNo. 22と同様のフィン材であるNo. 35、36、表2のNo. 27と同様のフィン材であるNo. 37、38、表2のNo. 29と同様のフィン材であるNo. 39、40、表2のNo. 32と同様のフィン材であるNo. 41、42に対して以下の表面処理（No. 1～4）を行った。

[0054] No. 1：特開2010-223520号公報の比較例1と同じ条件の表面処理（化成皮膜、親水性皮膜、潤滑性皮膜をこの順に備える）

No. 2：特許第3383914号公報の実施例1と同じ条件の表面処理（化成皮膜、親水性皮膜、潤滑性樹脂皮膜をこの順に備える）

No. 3：特開2008-224204号公報の実施例1と同じ条件の表面処理（化成皮膜、耐食性樹脂皮膜、親水性皮膜をこの順に備える）

No. 4：特開2010-223514号公報の比較例21と同じ条件の表面処理（化成皮膜、耐食性樹脂皮膜をこの順に備える）

[0055] 成分組成を表1に、製造条件を表2、3に示す。なお、表中、本発明の範囲を満たさないものは、数値に下線を引いて示し、成分を含有しないものは、「—」で示す。なお、No. 30はフィン材を製造できなかったものであるため、調質焼鈍の欄に「—」と記す。また、No. 16は、特許文献1の記載に基づくアルミニウム合金フィン材に基づくものであり（表2の発明例1（但し、熱延終了温度および熱間圧延後の板厚（3.5mm）が異なる）、No. 13は、特許文献2の記載に基づくアルミニウム合金フィン材に基づくものである（表1の発明例4（但し、加工方式（ドロ加工）が異なる））。また、No. 17は、特許文献3の記載に基づくアルミニウム合金フィン材に基づくものであり（表1の発明例3）、No. 33は、特許文献4の記載に基づくアルミニウム合金フィン材に基づくものである（表2の発明例11（但し、冷間圧延後の板厚（0.115mm厚）が異なる））。

[0056] 次に、フィン材の組織形態として、亜結晶粒の平均粒径および3 μ m以上の金属間化合物の個数を以下の方法により測定した。さらに、強度および伸びを以下の方法により測定した。

[0057] 〔亜結晶粒の平均粒径〕

亜結晶粒の平均粒径は、観察倍率 1,000 倍で試料表面を撮影した走査型電子顕微鏡 (SEM) による画像の結晶組織を、測定間隔 0.10 μm にて EBSD 法により方位解析したデータを基に、TSL 社製 OIM (Orientation Imaging Microscopy、(登録商標)) ソフト上で自動計算することにより算出した。すなわち、フィン材の全面積を SEM/EBSD 測定データによりカウントされた結晶粒の数で除し、各結晶粒の面積を円と近似した場合の直径を亜結晶粒の平均粒径と定義した。なお、結晶粒の数は、隣接結晶粒間の方位差が 2° 以内の結晶粒界に囲まれた結晶粒を一つの結晶粒としてカウントした。

[0058] [3 μm を超える金属間化合物の個数]

サイズが 3 μm を超える化合物数は、観察倍率 500 倍で、面積 1.0 mm^2 の試料表面を撮影した走査型電子顕微鏡 (SEM) による画像を画像解析することにより算出した。なお、化合物のサイズとは個々の化合物の最大の長さを言う。

[0059] [引張強さ、0.2% 耐力、伸び]

フィン材から、引張方向が圧延方向と平行になるように JIS 5 号による引張試験片を切り出した。この試験片で、JIS Z 2241 による引張試験を実施し、引張強さ、0.2% 耐力、および、伸びを測定した。なお、本実施例および比較例の評価における引張速度は 5 mm/min で行った。

[0060] [耐カラー割れ性評価]

作製したフィン材にドロー成形、ドローレス成形およびコンビネーション成形によりプレス成形を実施し、耐カラー割れ性を評価した。耐カラー割れ性評価は、プレス成形品 400 穴に対して、カラー部に生じた割れを目視にてカウントすることで評価した。

「割れ数 / 400 $\times$ 100 (%)」を発生率とし、発生率が 3% 未満を (◎)、3% 以上 5% 未満を (○)、5% 以上 10% 未満を (Δ)、10% 以上を ($\times$) とした。そして、ドロー成形の 90 μm および 80 μm 、ドローレス成形の 90 μm および 80 μm 、コンビネーション成形の 90 μm およ

び80 μ mのすべてにおいて(◎)、(○)、(△)のいずれかであったものを合格とした。

[0061] [表面処理材の耐食性評価]

作製した板厚80 μ mのフィン材に対して、まず下記の条件で表面処理を行った。

表面処理：フィン材をアルカリ性脱脂液へ浸漬して脱脂を5秒間行い、次にリン酸クロメート液に浸漬してリン酸クロメートの皮膜15～40 mg/ m^2 をフィン材表面に形成した。このリン酸クロメート処理されたフィン材に、エポキシ樹脂の耐食性樹脂塗料を300 mg/ m^2 の皮膜量になるようにバーコーターで塗装し、260℃で10秒間焼付けを行い、最後に、水溶性セルロース系樹脂塗料を皮膜量200 mg/ m^2 になるように上塗りして、230℃で10秒間焼付けを行った。

表面処理されたフィン材に対して、塩水を500時間噴霧した。

その後、供試材の腐食状況を目視によって観察し、腐食面積率に応じて、JIS Z 2371に規定されたレイティングナンバ法によって点数を付した。RtNo 9.5以上(◎)、RtNo 9.3以上9.5未満(○)、RtNo 9以上9.3未満(○△)として、以上の3つを合格とし、RtNo 9未満を不合格(×)として表1～3に示した。

[0062] 測定結果および評価結果を表1～3に示す。なお、表中、本発明の範囲を満たさないものは、数値に下線を引いて示し、フィン材の製造ができないために、測定および評価ができなかったものは、「－」で示す。

[0063]

[表1]

区分	No. 記号	化学成分 (mass%)								調質焼純 (℃×時間)	最大長さ 3μm超の 化合物数 (個/mm ²)	亜結晶粒の 平均粒径 (μm)	機械的性質		耐カラー割れ性				耐食性			
		Si	Fe	Cu	Ti	Mn	Cr	その他	Al				引張強さ (MPa)	0.2%耐力 (MPa)	伸び (%)	ドロ― 90μm	ドロ―レス 90μm	80μm		コンピネーション 90μm	80μm	
実施例	1	A	0.08	0.3	0.004	—	—	—	—	99.60	160×4	930	1.5	155	151	2.8	△	△	○	△	◎	◎
	2		—	0.1	0.004	—	—	—	—	99.88	240×4	1090	2.4	108	106	23.0	◎	○	○	△	◎	◎
	3		—	0.3	—	—	—	—	—	99.68	160×4	1340	1.0	148	135	2.5	△	△	◎	○	△	◎
	4	B	0.07	0.2	0.002	0.02	—	—	—	99.69	160×4	1150	1.2	154	148	3.3	△	△	◎	◎	△	◎
	5		0.15	0.01	0.002	—	0.003	—	—	99.82	200×4	1080	1.5	133	128	7.8	○	△	○	○	◎	◎
	6		0.11	0.2	0.003	—	—	0.015	—	99.65	200×4	1120	2.4	130	127	7.2	○	△	○	○	◎	◎
	7		0.08	0.1	0.004	0.01	0.002	—	—	99.78	160×4	1190	1.2	149	142	2.9	△	△	◎	◎	△	◎
	8		0.02	0.3	—	—	0.014	0.002	—	99.64	160×4	1150	1.3	145	134	2.2	△	△	◎	○	△	◎
	9		0.05	0.2	0.004	0.01	—	0.002	—	99.71	160×4	1210	1.1	152	146	3.4	△	△	◎	○	△	◎
	10		0.03	0.4	0.003	0.05	0.01	0.01	—	99.48	250×4	1910	1.3	100	99	22.0	◎	○	○	△	○	△
比較例	11		0.20	0.3	0.004	—	—	—	—	99.48	200×4	2270	1.5	118	113	9.9	△	△	×	×	△	×
	12		0.04	0.002	0.004	—	—	—	—	99.93	180×4	650	2.9	140	132	2.8	△	△	×	×	×	◎
	13		0.06	0.74	0.002	0.015	—	—	※1	99.15	220×6	2770	2.1	130	128	11.0	×	×	×	×	×	×
	14		0.15	0.4	0.002	0.04	0.01	0.01	—	99.37	180×4	2680	1.2	134	130	10.1	×	×	×	×	×	×
	15		0.04	0.3	0.006	—	—	—	—	99.63	200×4	1780	1.4	144	139	1.9	×	×	×	×	△	×
	16		0.1	0.2	0.001	0.01	0.33	0.01	—	99.33	240×4	2230	2.3	124	118	23.4	△	×	×	×	△	×
	17		0.10	0.3	0.002	0.02	0.2	—	※2	99.32	275×6	2700	2.9	95	67	19.0	×	×	×	×	×	×
	18		0.07	0.3	0.002	—	—	0.017	—	99.59	180×4	2160	1.5	143	136	4.9	×	×	×	×	×	×
	19		0.06	0.3	0.003	0.07	—	—	—	99.55	240×4	2470	1.4	108	104	22.2	△	×	×	△	△	×
	20	C	0.09	0.3	0.004	0.10	0.01	—	※3	99.40	250×4	2790	2.4	107	102	22.3	△	×	×	×	△	×
	21		—	0.5	—	—	—	—	—	99.48	180×4	2130	1.6	136	131	7.5	△	×	×	×	×	×

※1: Mgを0.01質量%含む

※2: Znを0.03質量%, Mgを0.01質量%含む

※3: Znを0.01質量%, Mgを0.01質量%, Ceを0.05質量%を含む

[0064] [表2]

区 分	No.	合金 記号	均質化 熱処理 (℃×時間)	熱間仕上げ 圧延終了温度 (℃)	中間焼鈍	調質焼鈍 (℃×時間)	最大長さ 3μm超の 化合物数 (個/mm ²)	珪結晶粒の 平均粒径 (μm)	機械的性質		耐カラー割れ性				耐食性		
									引張強さ (MPa)	伸び (%)	ドーロー		ドーローレス			コンピネーション	
											90μm	80μm	90μm	80μm		90μm	80μm
実施例	22	A	450×4	277	なし	200×4	970	1.5	126	118	6.8	○	○	○	○	◎	
	23	A	540×4	297	なし	250×4	1200	1.6	114	105	19.0	◎	○	○	○	◎	
	24	A	470×4	277	なし	240×4	1160	1.5	105	101	23.1	○	○	◎	○	◎	
	25	B	500×4	252	なし	200×4	1260	1.2	137	127	5.9	○	△	○	○	◎	
	26	B	450×24	265	なし	220×4	1730	1.1	123	119	16.5	○	○	○	○	○	
	27	B	450×4	270	なし	200×4	1160	1.3	141	134	4.9	○	△	◎	○	◎	
	28	A	400×4	277	なし	240×4	1090	2.9	120	114	10.9	△	×	△	×	◎	
比較例	29	B	560×4	290	なし	200×4	2200	3.1	146	136	0.9	×	×	×	×	×	
	30	B	500×4	245	なし	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	31	B	480×4	320	なし	200×4	1260	2.8	134	124	7.7	×	×	×	×	◎	
	32	B	460×4	274	なし	270×4	1360	3.9	87	84	8.5	×	×	×	×	○	
	33	C	560×4	290	なし	200×4	2440	2.9	144	134	1.0	×	×	×	×	×	
	34	B	460×4	274	あり※	240×4	1200	7.1	91	89	17.2	×	×	×	×	◎	

※冷間加工率50%後に、パッチ炉を用いて360°C × 3時間の中間焼鈍を実施した。

[0065] [表3]

区 分	No.	合金 記号	均質化 熱処理 (℃×時間)	熱間仕上げ 圧延終了温度 (℃)	中間焼鈍	調質焼鈍 (℃×時間)	表面 処理 No.	亜結晶粒の 平均粒径 (μm)	機械的性質			耐カラー割れ性						耐食性 塩水噴霧 500hr
									引張強さ (MPa)	0.2%耐力 (MPa)	伸び (%)	ドロ―		ドロ―レス		コンビネーション		
												90 μm	80 μm	90 μm	80 μm	90 μm	80 μm	
実 施 例	35	A	450×4	277	なし	200×4	1	1.5	126	118	6.8	○	○	○	○	○	○	◎
	36						2	1.5	126	118	6.8	○	○	○	○	○	○	◎
	37	B	450×4	270	なし	200×4	3	1.3	141	134	4.9	○	△	◎	○	△	◎	
	38						4	1.3	141	134	4.9	○	△	◎	○	○	△	◎
比 較 例	39	B	560×4	290	なし	200×4	1	3.1	146	136	0.9	×	×	△	×	×	×	×
	40						2	3.1	146	136	0.9	×	×	△	×	×	×	×
	41	B	460×4	274	なし	270×4	3	3.9	87	84	8.5	×	×	×	×	×	○	
	42						4	3.9	87	84	8.5	×	×	×	×	×	×	×

[0066] (成分による評価)

表1に示すように、実施例であるN o. 1～10は、本発明の範囲を満たすものであり、ドロー法、ドロース法およびコンビネーション法のいずれの成形法を用いた場合であっても、耐カラー割れ性に優れており、耐食性にも優れたものであった。

[0067] 一方、比較例であるN o. 11～21は、本発明の範囲を満たさないため、以下の結果となった。

N o. 11は、S i含有量が上限値を超えるため、粗大な金属間化合物が増加し、耐カラー割れ性および耐食性に劣った。

[0068] N o. 12は、F e含有量が下限値未満のため、亜結晶粒径が大きくなり、耐カラー割れ性に劣った。N o. 13は、F e含有量が上限値を超えるため、また、A l純度が下限値未満のため、粗大な金属間化合物が増加し、耐カラー割れ性および耐食性に劣った。N o. 14は、A l純度が下限値未満のため、粗大な金属間化合物が増加し、耐カラー割れ性および耐食性に劣った。

[0069] N o. 15は、C u含有量が上限値を超えるため、耐食性に劣り、また加工硬化を招き、耐カラー割れ性に劣った。N o. 16は、M n含有量が上限値を超えるため、粗大な金属間化合物が増加し、耐カラー割れ性および耐食性に劣った。N o. 17は、M n含有量が上限値を超えるため、また、調質焼鈍の温度が上限値を超えるため、粗大な金属間化合物が増加し、また、亜結晶粒径が大きくなり、耐カラー割れ性および耐食性に劣った。

[0070] N o. 18は、C r含有量が上限値を超えるため、粗大な金属間化合物が増加し、耐カラー割れ性および耐食性に劣った。N o. 19は、T i含有量が上限値を超えるため、粗大な金属間化合物が増加し、耐カラー割れ性および耐食性に劣った。N o. 20は、T i含有量が上限値を超えるため、粗大な金属間化合物が増加し、耐カラー割れ性および耐食性に劣った。N o. 21は、F e含有量が上限値を超えるため、粗大な金属間化合物が増加し、耐カラー割れ性および耐食性に劣った。

[0071] (製造方法による評価)

表2に示すように、実施例であるN o. 22～27は、本発明の範囲を満たすものであり、いずれの成形法を用いた場合であっても、耐カラー割れ性に優れており、耐食性にも優れたものであった。

[0072] 一方、比較例であるN o. 28～34は、本発明の範囲を満たさないため、以下の結果となった。

N o. 28は、均質化熱処理の温度が下限値未満のため、亜結晶粒が大きくなり、耐カラー割れ性に劣った。N o. 29は、均質化熱処理の温度が上限値を超えるため、粗大な金属間化合物が増加し、また、亜結晶粒が大きくなり、耐カラー割れ性および耐食性に劣った。

[0073] N o. 30は、熱間仕上げ圧延の終了温度が下限値未満のため、圧延自体が困難であり、フィン材の製造ができなかった。N o. 31は、熱間仕上げ圧延の終了温度が上限値を超えるため、亜結晶粒が大きくなり、耐カラー割れ性に劣った。N o. 32は、調質焼鈍の温度が上限値を超えるため、亜結晶粒径が大きくなり、耐カラー割れ性に劣った。N o. 33は、均質化熱処理の温度が上限値を超えるため、粗大な金属間化合物が増加し、また、亜結晶粒が大きくなり、耐カラー割れ性および耐食性に劣った。N o. 34は、中間焼鈍を行なったため、冷間加工率が下限値未満となったものである。そのため、亜結晶粒の平均粒径が上限値を超え、耐カラー割れ性に劣った。

[0074] (表面処理を施した場合の評価)

N o. 35～42における表面処理を施したフィン材の耐カラー割れ性および耐食性は、表面処理を実施していないフィン材と同様の結果となった。

[0075] なお、N o. 16、13、17、33のフィン材は、それぞれ特許文献1、特許文献2、特許文献3、特許文献4に記載された従来のアルミニウム合金フィン材を想定したものである。本実施例で示すように、これら従来のアルミニウム合金フィン材は、前記の評価において一定の水準を満たさないものである。従って、本実施例によって、本発明に係る熱交換器用アルミニウム合金フィン材が従来のアルミニウム合金フィン材と比較して、優れている

ことが客観的に明らかとなった。

[0076] 以上、本発明に係るフィン材およびその製造方法について実施の形態および実施例を示して詳細に説明したが、本発明の趣旨は前記した内容に限定されるものではない。なお、本発明の内容は、前記した記載に基づいて広く改変・変更等することができることはいうまでもない。

請求の範囲

- [請求項1] $\text{Fe} : 0.010 \sim 0.4$ 質量%を含有し、 $\text{Cu} : 0.005$ 質量%未満に抑制し、残部がAlおよび不可避免の不純物からなり、Al純度が99.30質量%以上のアルミニウム合金からなる熱交換器用アルミニウム合金フィン材であって、
- 前記熱交換器用アルミニウム合金フィン材の板厚が0.115 mm未満であり、亜結晶粒の平均粒径が $2.5 \mu\text{m}$ 以下、および、最大長さが $3 \mu\text{m}$ を超える金属間化合物が2000個/ mm^2 以下であることを特徴とする熱交換器用アルミニウム合金フィン材。
- [請求項2] 前記アルミニウム合金の化学成分について、さらに、 $\text{Si} : 0.20$ 質量%未満、 $\text{Mn} : 0.015$ 質量%未満、 $\text{Cr} : 0.015$ 質量%以下に抑制することを特徴とする請求項1に記載の熱交換器用アルミニウム合金フィン材。
- [請求項3] 前記アルミニウム合金の化学成分について、さらに、 $\text{Ti} : 0.01 \sim 0.05$ 質量%を含有することを特徴とする請求項1または請求項2に記載の熱交換器用アルミニウム合金フィン材。
- [請求項4] フィン材表面に表面処理皮膜を備えることを特徴とする請求項1または請求項2に記載の熱交換器用アルミニウム合金フィン材。
- [請求項5] 請求項1または請求項2に記載の熱交換器用アルミニウム合金フィン材の製造方法であって、
- 前記アルミニウム合金の化学成分を有するアルミニウム合金鋳塊に、 $450 \sim 550^\circ\text{C}$ の温度で1時間以上の熱処理を施す熱処理工程と、
- 前記熱処理後に、熱間仕上げ圧延の終了温度が 250°C 以上 300°C 未満となる条件で熱間圧延を施す熱間圧延工程と、
- 前記熱間圧延後に、冷間加工率96%以上の冷間加工を施す冷間加工工程と、
- 前記冷間加工後に、 $160 \sim 260^\circ\text{C}$ の温度で1～6時間保持する

調質焼鈍を施す調質焼鈍工程と、を行うことを特徴とする熱交換器用
アルミニウム合金フィン材の製造方法。

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/075895

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C22C21/00(2006.01)i, B21B3/00(2006.01)i, C22F1/04(2006.01)i, C22F1/00(2006.01)n, C23C22/33(2006.01)n

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)

C22C21/00, B21B3/00, C22F1/04, C22F1/00, C23C22/33

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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.
P, X	JP 2012-214844 A (Kobe Steel, Ltd.), 08 November 2012 (08.11.2012), entire text; all tables; particularly, claims 1 to 5; table 1, examples 3, 8 & WO 2012/132784 A1 & AU 2012235012 A & AU 2012235013 A	1-5
P, X	JP 2012-214843 A (Kobe Steel, Ltd.), 08 November 2012 (08.11.2012), entire text; all tables; particularly, claims 1 to 5; table 1, examples 3, 8 & WO 2012/132785 A1 & AU 2012235013 A	1-5

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
06 December, 2013 (06.12.13)

Date of mailing of the international search report
17 December, 2013 (17.12.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/075895

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, X	JP 2012-214842 A (Kobe Steel, Ltd.), 08 November 2012 (08.11.2012), entire text; all tables; particularly, claims 1 to 5; table 1, examples 3, 8 & WO 2012/132784 A1 & AU 2012235012 A	1-5
A	JP 2006-104488 A (Kobe Steel, Ltd.), 20 April 2006 (20.04.2006), entire text; all tables; particularly, claims 1 to 3; paragraphs [0003], [0004], [0036], [0043], [0050] to [0055]; tables 1, 2 (Family: none)	1-5
A	WO 2012/029594 A1 (Kobe Steel, Ltd.), 08 March 2012 (08.03.2012), entire text; all tables; particularly, claims 1 to 4; paragraphs [0003], [0004], [0041], [0055]; tables 1 to 3 & EP 2612938 A1 & AU 2011297250 A & CN 103080348 A	1-5
A	JP 8-313191 A (The Furukawa Electric Co., Ltd.), 29 November 1996 (29.11.1996), claims 1 to 5 (Family: none)	4
A	JP 2009-250510 A (Mitsubishi Electric Corp.), 29 October 2009 (29.10.2009), claims 5, 8 (Family: none)	4

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. C22C21/00(2006.01)i, B21B3/00(2006.01)i, C22F1/04(2006.01)i, C22F1/00(2006.01)n,
C23C22/33(2006.01)n

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（I P C））

Int.Cl. C22C21/00, B21B3/00, C22F1/04, C22F1/00, C23C22/33

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 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
P, X	JP 2012-214844 A（株式会社神戸製鋼所）2012.11.08, 全文, 全表, 特に請求項 1-5, 表 1 の実施例 3, 8 & WO 2012/132784 A1 & AU 2012235012 A & AU 2012235013 A	1-5
P, X	JP 2012-214843 A（株式会社神戸製鋼所）2012.11.08, 全文, 全表, 特に請求項 1-5, 表 1 の実施例 3, 8 & WO 2012/132785 A1 & AU 2012235013 A	1-5

☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ 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、一般的技術水準を示すもの
「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矛盾するものではなく、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

0 6 . 1 2 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

1 7 . 1 2 . 2 0 1 3

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官（権限のある職員）

河口 展明

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 3 5

4 K

3 7 7 0

C (続き) . 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
P, X	JP 2012-214842 A (株式会社神戸製鋼所) 2012. 11. 08, 全文, 全表, 特に請求項 1-5, 表 1 の実施例 3, 8 & WO 2012/132784 A1 & AU 2012235012 A	1-5
A	JP 2006-104488 A (株式会社神戸製鋼所) 2006. 04. 20, 全文, 全表, 特に請求項 1-3, 【0003】, 【0004】, 【0036】, 【0043】, 【0050】 - 【0055】, 表 1, 2 (ファミリーなし)	1-5
A	WO 2012/029594 A1 (株式会社神戸製鋼所) 2012. 03. 08, 全文, 全表, 特に[請求項 1]-[請求項 4], [0003], [0004], [0041], [0055], [表 1]-[表 3] & EP 2612938 A1 & AU 2011297250 A & CN 103080348 A	1-5
A	JP 8-313191 A (古河電気工業株式会社) 1996. 11. 29, 請求項 1-5 (ファミリーなし)	4
A	JP 2009-250510 A (三菱電機株式会社) 2009. 10. 29, 請求項 5, 8 (ファミリーなし)	4