

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6492017号  
(P6492017)

(45) 発行日 平成31年3月27日(2019.3.27)

(24) 登録日 平成31年3月8日(2019.3.8)

(51) Int.Cl.		F I	
<b>C 2 2 C</b>	<b>21/00</b>	<b>(2006.01)</b>	C 2 2 C 21/00 E
<b>C 2 2 F</b>	<b>1/04</b>	<b>(2006.01)</b>	C 2 2 C 21/00 D
<b>B 2 3 K</b>	<b>35/22</b>	<b>(2006.01)</b>	C 2 2 C 21/00 J
<b>B 2 3 K</b>	<b>35/28</b>	<b>(2006.01)</b>	C 2 2 F 1/04 Z
<b>C 2 2 F</b>	<b>1/00</b>	<b>(2006.01)</b>	B 2 3 K 35/22 3 1 O E

請求項の数 7 (全 19 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2015-557814 (P2015-557814)  
 (86) (22) 出願日 平成27年1月9日(2015.1.9)  
 (86) 国際出願番号 PCT/JP2015/050445  
 (87) 国際公開番号 W02015/107982  
 (87) 国際公開日 平成27年7月23日(2015.7.23)  
 審査請求日 平成29年12月5日(2017.12.5)  
 (31) 優先権主張番号 特願2014-6238 (P2014-6238)  
 (32) 優先日 平成26年1月16日(2014.1.16)  
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(73) 特許権者 000107538  
 株式会社UACJ  
 東京都千代田区大手町一丁目7番2号  
 (74) 代理人 100114890  
 弁理士 アインゼル・フェリックス＝ライ  
 ンハルト  
 (74) 代理人 100116403  
 弁理士 前川 純一  
 (74) 代理人 100135633  
 弁理士 二宮 浩康  
 (74) 代理人 100162880  
 弁理士 上島 類  
 (74) 代理人 100129735  
 弁理士 太田 顕学

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アルミニウム合金材及びその製造方法、並びにアルミニウム合金クラッド材及びその製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

Si : 0.2 mass %未満、Fe : 0.1 ~ 0.3 mass %、Cu : 1.0 ~ 2.5 mass %、Mn : 1.0 ~ 1.6 mass %、Mg : 0.1 ~ 1.0 mass %を含有し、残部Alと不可避免的不純物からなるアルミニウム合金材であって、円相当径が0.1 μm以上のAl - Mn系化合物の数密度が1.0 × 10<sup>5</sup> 個/mm<sup>2</sup> 以上であり、かつ円相当径が0.1 μm以上のAl<sub>2</sub>Cuの数密度が1.0 × 10<sup>5</sup> 個/mm<sup>2</sup> 以下であり、Cu/Mg比が1以上15以下であるアルミニウム合金材を心材とし、

前記心材の一方の面にろう材又は犠牲陽極材を備えることを特徴とする、アルミニウム合金クラッド材。

【請求項2】

Si : 0.2 mass %未満、Fe : 0.1 ~ 0.3 mass %、Cu : 1.0 ~ 2.5 mass %、Mn : 1.0 ~ 1.6 mass %、Mg : 0.1 ~ 1.0 mass %を含有し、残部Alと不可避免的不純物からなるアルミニウム合金材であって、円相当径が0.1 μm以上のAl - Mn系化合物の数密度が1.0 × 10<sup>5</sup> 個/mm<sup>2</sup> 以上であり、かつ円相当径が0.1 μm以上のAl<sub>2</sub>Cuの数密度が1.0 × 10<sup>5</sup> 個/mm<sup>2</sup> 以下であり、Cu/Mg比が1以上15以下であるアルミニウム合金材を心材とし、

前記心材の一方の面にろう材を備え、前記心材の他方の面に犠牲陽極材を備えることを特徴とする、アルミニウム合金クラッド材。

【請求項3】

前記アルミニウム合金材は、さらにTi：0.05～0.2mass%、Zr：0.05～0.2mass%、V：0.05～0.2mass%、Cr：0.05～0.2mass%のうち1種又は2種以上を含有することを特徴とする請求項1または2に記載のアルミニウム合金クラッド材。

【請求項4】

前記ろう材は、Si：7.0～12.0mass%を含有し、残部Alと不可避的不純物からなるAl-Si系合金であることを特徴とする、請求項1から3の何れか1項に記載のアルミニウム合金クラッド材。

【請求項5】

前記ろう材は、Si：7.0～12.0mass%、Cu：1.0～2.5mass%を含有し、残部Alと不可避的不純物からなるAl-Si-Cu系合金であることを特徴とする、請求項1から3の何れか1項に記載のアルミニウム合金クラッド材。

10

【請求項6】

前記ろう材は、Si：7.0～12.0mass%、Cu：1.0～2.5mass%、Zn：0.1～3.0mass%を含有し、残部Alと不可避的不純物からなるAl-Si-Cu-Zn系合金であることを特徴とする請求項1から3の何れか1項に記載のアルミニウム合金クラッド材。

【請求項7】

請求項1から6の何れか1項に記載のアルミニウム合金クラッド材の製造方法であって、前記心材とするアルミニウム合金材、並びに、前記ろう材及び前記犠牲陽極材とするアルミニウム合金材のうち少なくとも一方をそれぞれ鋳造する鋳造工程と、鋳造されたるろう材用鋳塊及び犠牲陽極材用鋳塊のうち少なくとも一方を所定の厚さまで熱間圧延を行う熱間圧延工程と、熱間圧延されたるろう材及び熱間圧延された犠牲陽極材のうち少なくとも一方を心材用鋳塊と組み合わせて合わせ材とする合わせ工程と、前記合わせ材を加熱する加熱工程と、前記合わせ材を熱間クラッド圧延する熱間クラッド圧延工程と、熱間クラッド圧延された合わせ材に冷間圧延処理を行う冷間圧延工程とを含み、

20

前記合わせ工程では、前記心材用鋳塊の一方の面に前記熱間圧延されたるろう材又は前記熱間圧延された犠牲陽極材を組み合わせるか、又は、前記心材用鋳塊の一方の面に前記熱間圧延されたるろう材を、前記心材用鋳塊の他方の面に前記熱間圧延された犠牲陽極材を組み合わせ、

30

前記加熱工程では、420～550で、保持時間が5時間以下で加熱処理を行い、320～400での保持時間が6分以下となるように前記熱間圧延工程を行い、均質化処理工程を含まないか、または、前記心材とするアルミニウム合金材を鋳造する鋳造工程後に、鋳造されたる心材用鋳塊に400～550で均質化処理を行う均質化処理工程をさらに含み、

焼鈍工程を含まないか、または、前記冷間圧延工程の途中及び前記冷間圧延工程後の少なくとも一方において、200～320で焼鈍処理を行う焼鈍工程をさらに含むことを特徴とする、アルミニウム合金クラッド材の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

40

【0001】

本発明は、自動車等の熱交換器の構成部材として使用されるアルミニウム合金材及びその製造方法、並びにアルミニウム合金クラッド材及びその製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

ラジエータ等の熱交換器は、たとえば図1に示すように、扁平状に形成された複数本のチューブ1の間にコルゲート状に加工した薄肉のフィン2が配置された構造を有する。チューブ1とフィン2とは一体的に形成されている。チューブ1の両端はヘッダー3とタンク4とで構成される空間にそれぞれ開口している。熱交換器では、高温の冷媒をチューブ1を介して一方のタンク側の空間から他方のタンク側の空間に送り、チューブ1及びフィ

50

ン2で熱交換して低温になった冷媒を循環させる。

【0003】

このような熱交換器のチューブには通常、心材と、内張材と、ろう材とを備えたブレージングシートが用いられる。心材として、例えばJIS3003 (Al - 0.15wt% Cu - 1.1wt% Mn) 合金が用いられ、心材の内側、すなわち冷媒に常時触れている側には内張材としてJIS7072 (Al - 1wt% Zn) 合金が用いられ、心材の外側には、ろう材として通常JIS4045 (Al - 10wt% Si) 合金等が用いられる。チューブは、コルゲート状に加工したフィン等の他の部材とともにろう付により一体的に接合されている。ろう付法としては、フラックスろう付法、非腐食性フラックスを用いたノコロックスろう付法等が挙げられ、ろう付は各部材を600 付近の温度に加熱すること

10

【0004】

ところで、近年、熱交換器は軽量・小型化の方向にあり、そのために材料の薄肉化が望まれている。しかし、従来の方法で薄肉化を行った場合、多くの問題点が生じる。例えば、冷媒通路を構成する部材(チューブ、ヘッダー等)については外部耐食性が劣る。また、フィンについてはろう付時に座屈が生じるほか、ろうの拡散による溶融が生じる。フィンの座屈が生じると通風抵抗の増加により熱交換器の熱効率が低下することが知られている。

【0005】

上記問題を解消することに加え、特にチューブの強度を向上させる必要がある。従来用いられてきた設計思想は、主にMg<sub>2</sub>Siの時効析出によって材料を強化するというものである。そこで、高強度化のために、心材におけるSiやMgの含有量を増やす方法がとられていた。しかし、Siの含有量を増やすと、心材の融点が大幅に低下する。よって、600 付近の温度でろう付を行う都合上、Siの含有量を大幅に増やすことは望ましくないため、チューブの高強度化も頭打ちの現状にあった。

20

【0006】

これに対し、特許文献1では、Cuを含有するアルミニウム合金からなるろう材をクラッドしたアルミニウム合金ブレージングシートが開示されている。Cuを含有するアルミニウム合金をろう材として用いることにより、ろう材の融点が低下し、ろう付温度を570~585 の低い温度とすることで、心材におけるSi、Cuの含有量を増加させることができ、チューブの高強度化を実現することが可能となっている。ろう材にCuを添加するとろう材の電位が貴化し、心材が優先的に腐食する可能性がある。これに対してろう材にZn等の電位を卑化させる元素を添加することにより対処している。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開平7-207393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、特許文献1のアルミニウム合金ブレージングシートでは、心材の化合物の存在状態を規定していない。このため、ろう付加熱後にSi及びCuの固溶量が低下する恐れがある。これにより、ろう付加熱後の時効強化が有効に発揮されず、強度も低下してしまう。

40

【0009】

本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、600 付近の温度でろう付可能な高強度かつ耐食性に優れたアルミニウム合金材及びその製造方法、並びにアルミニウム合金クラッド材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】

【0010】

50

本発明者らは上記課題について研究した結果、材料の設計思想として、 $Al_2CuMg$ の時効析出を、組織を制御することにより最大限に利用すれば、心材の融点の低下を抑えたまま、より高強度なアルミニウム合金材が得られることを見出した。

**【0011】**

本発明に係るアルミニウム合金材は、 $Si$ ：0.2mass%未満、 $Fe$ ：0.1～0.3mass%、 $Cu$ ：1.0～2.5mass%、 $Mn$ ：1.0～1.6mass%、 $Mg$ ：0.1～1.0mass%を含有し、残部 $Al$ と不可避的不純物からなるアルミニウム合金材であって、円相当径が $0.1\mu m$ 以上の $Al-Mn$ 系化合物の数密度が $1.0 \times 10^5$ 個/ $mm^2$ 以上であり、かつ円相当径が $0.1\mu m$ 以上の $Al_2Cu$ の数密度が $1.0 \times 10^5$ 個/ $mm^2$ 以下であることを特徴とする。

10

**【0012】**

本発明に係るアルミニウム合金材は、さらに $Ti$ ：0.05～0.2mass%、 $Zr$ ：0.05～0.2mass%、 $V$ ：0.05～0.2mass%、 $Cr$ ：0.05～0.2mass%のうち1種又は2種以上を含有することが好ましい。

**【0013】**

本発明に係るアルミニウム合金クラッド材は、前記心材の一方の面にろう材又は犠牲陽極材を備えることを特徴とする。

**【0014】**

本発明に係るアルミニウム合金クラッド材は、前記心材の一方の面にろう材を備え、前記心材の他方の面に犠牲陽極材を備えることを特徴とする。

20

**【0015】**

前記ろう材は、 $Si$ ：7.0～12.0mass%を含有し、残部 $Al$ と不可避的不純物からなる $Al-Si$ 系合金であることがより好ましい。

**【0016】**

前記ろう材は、 $Si$ ：7.0～12.0mass%、 $Cu$ ：1.0～2.5mass%を含有し、残部 $Al$ と不可避的不純物からなる $Al-Si-Cu$ 系合金であることが好ましい。

**【0017】**

前記ろう材は、 $Si$ ：7.0～12.0mass%、 $Cu$ ：1.0～2.5mass%、 $Zn$ ：0.1～3.0mass%を含有し、残部 $Al$ と不可避的不純物からなる $Al-Si-Cu-Zn$ 系合金であることがより好ましい。

30

**【0018】**

本発明に係るアルミニウム合金材の製造方法は、アルミニウム合金を鋳造する鋳造工程と、鋳塊を加熱する加熱工程と、加熱された鋳塊に熱間圧延処理及び冷間圧延処理を行う圧延工程とを含み、前記加熱工程では、 $420 \sim 550$  で加熱処理を行い、前記加熱工程の後、 $320 \sim 400$  での保持時間は6分以下であることを特徴とする。

**【0019】**

前記鋳造工程後に、鋳塊に $400 \sim 550$  で均質化処理を行う均質化処理工程をさらに含むことが好ましい。

**【0020】**

前記圧延工程の途中及び前記圧延工程後の少なくとも一方において、 $200 \sim 320$  で焼鈍処理を行う焼鈍工程をさらに含むことが好ましい。

40

**【0021】**

本発明に係るアルミニウム合金クラッド材の製造方法は、前記心材とするアルミニウム合金材、並びに、前記ろう材及び前記犠牲陽極材とするアルミニウム合金材のうち少なくとも一方をそれぞれ鋳造する鋳造工程と、鋳造されたろう材用鋳塊及び犠牲陽極材用鋳塊のうち少なくとも一方を所定の厚さまで熱間圧延を行う熱間圧延工程と、熱間圧延されたろう材及び熱間圧延された犠牲陽極材のうち少なくとも一方を心材用鋳塊と組み合わせて合わせ材とする合わせ工程と、前記合わせ材を加熱する加熱工程と、前記合わせ材を熱間クラッド圧延する熱間クラッド圧延工程と、熱間クラッド圧延された合わせ材に冷間圧延

50

処理を行う冷間圧延工程とを含み、前記合わせ工程では、前記心材用鋳塊の一方の面に前記熱間圧延されたろう材又は前記熱間圧延された犠牲陽極材を組み合わせるか、又は、前記心材用鋳塊の一方の面に前記熱間圧延されたろう材を、前記心材用鋳塊の他方の面に前記熱間圧延された犠牲陽極材を組み合わせ、前記加熱工程では、420 ~ 550 で加熱処理を行い、前記加熱工程の後、320 ~ 400 での保持時間は6分以下であることを特徴とする。

【0022】

前記心材とするアルミニウム合金材を鋳造する鋳造工程後に、鋳造された心材用鋳塊に400 ~ 550 で均質化処理を行う均質化処理工程をさらに含むことが好ましい。

【0023】

前記冷間圧延工程の途中及び前記冷間圧延工程後の少なくとも一方において、200 ~ 320 で焼鈍処理を行う焼鈍工程をさらに含むことが好ましい。

【発明の効果】

【0024】

本発明のアルミニウム合金材は、高い強度を有し、成形性に優れている。また、本発明のアルミニウム合金材は融点が高いため、当該アルミニウム合金材を心材とするアルミニウムクラッド材は、600 付近の温度でろう付が可能である。

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1】従来の熱交換器の一部を示す分解斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0026】

以下、本発明を実施するための形態（以下、本実施形態という。）について、具体的に説明する。なお、「mass %（質量%）」を単に「%」と記す。

【0027】

（アルミニウム合金材の組成）

従来のアルミニウム合金材では、 $Mg_2Si$ の時効析出により材料の強化を図っていた。しかし、 $Si$ の含有量が多いとアルミニウム合金材の融点が大幅に低下するため、600 付近の温度でのろう付を考慮すると、材料の更なる強化のために $Si$ の含有量を増加させることは望ましくない。そこで、本発明者らは、 $Al_2CuMg$ の時効析出を利用することにより高強度の材料が得られることを見出した。 $Cu$ も $Si$ と同様にアルミニウム合金材の融点を低下させる作用を有するが、その影響は $Si$ ほど大きくない。 $Cu$ の含有量が比較的多くても、融点の面では600 付近の温度でのろう付が可能である。このため、 $Si$ の含有量を抑え、 $Cu$ の含有量を増加した材料を設計した。

【0028】

さらに、 $Al_2CuMg$ の時効析出を利用するためには、ろう付加熱後の $Cu$ の固溶量を多くすることが望ましい。そこで、ろう付加熱後の $Cu$ の固溶量を増やすために、円相当径0.1  $\mu m$ 以上の粗大な $Al_2Cu$ の析出を抑えた。また、さらに $Al_2CuMg$ の時効析出をより効果的に利用するためにはアルミニウム合金中の転位ループの数を少なくする必要がある。 $Al-Mn$ 系化合物は母相との界面で焼入れ過剰空孔を消滅させる作用を有するため、転位ループの数を少なくする効果がある。このため、円相当径0.1  $\mu m$ 以上の粗大な $Al-Mn$ 系化合物の析出を促した。

【0029】

本発明のアルミニウム合金材は、 $Si$ : 0.2%未満、 $Fe$ : 0.1 ~ 0.3%、 $Cu$ : 1.0 ~ 2.5%、 $Mn$ : 1.0 ~ 1.6%、 $Mg$ : 0.1 ~ 1.0%を含有し、残部 $Al$ と不可避的不純物からなる。さらに $Ti$ : 0.05 ~ 0.2%、 $Zr$ : 0.05 ~ 0.2%、 $V$ : 0.05 ~ 0.2%、 $Cr$ : 0.05 ~ 0.2%のうち1種又は2種以上を含有してもよい。

【0030】

$Si$ は、通常不可避的不純物として母合金中に混入するものである。アルミニウム母相

10

20

30

40

50

中に固溶して、固溶強化により材料の強度を向上させる。また、金属間化合物を形成し、析出強化により材料の強度を向上させる。しかし、多量のCuが共存する場合、単体のSiやAl-Cu-Si系化合物が析出する。Siの含有量が0.2%以上になると、これらの金属間化合物が粒界に析出して粒界腐食を発生させ、耐食性を低下させる。また、アルミニウム合金材の融点が低下する虞がある。したがって、Siの含有量は0.2%未満であり、好ましくは、0.1%未満である。

【0031】

Feは、アルミニウム合金中でMnと金属間化合物を形成する。この金属間化合物は晶出、析出して、分散強化により材料の強度を向上させる。Feの含有量が0.1%未満では、この効果が十分に得られない。一方、Feの含有量が0.3%を超えると、Mnとの金属間化合物を形成しないFeが生じ、これが腐食の起点となる。したがってFeの含有量は0.1~0.3%であり、好ましくは、0.1~0.2%である。

10

【0032】

MnはSi、Fe、Cuと反応してAl-Fe-Mn、Al-Si-Fe-Mn、Al-Cu-Mn系化合物を形成する。これらの金属間化合物は晶出、析出して、分散強化により材料の強度を向上させる。また、これらの金属間化合物は、母相と非整合な界面を形成し、この界面が、ろう付中にアルミニウム合金材に導入される空孔の消滅サイトとなる。ろう付中、アルミニウム合金材に空孔が導入されると、空孔はろう付の冷却中に転位ループを形成する。そして、ろう付後にS'相がこの転位ループ上に不均一に析出する。S'相は強度への寄与が小さいため、材料の強度が低下してしまう。しかし、Al-Fe-Mn、Al-Si-Fe-Mn、Al-Cu-Mn系化合物が存在すると、転位ループの元となる空孔を消滅させることができるため、ろう付加熱後に材料中に転位ループが残りにくい。これにより、S'相の不均一析出が抑制され、Al<sub>2</sub>CuMgの時効析出が促進される。Al<sub>2</sub>CuMg相は強度への寄与が大きい。以上より、Mnを添加すると強度が向上する。Mnの含有量が1.0%未満では、この効果が十分に得られない。一方、Mnの含有量が1.6%を超えると、粗大な晶出物を形成し、歩留まりを悪くする。したがって、Mnの含有量は1.0~1.6%であり、好ましくは、1.2~1.5%である。

20

【0033】

CuはMgと反応してAl<sub>2</sub>CuMgを形成する。Al<sub>2</sub>CuMgはろう付後、時効析出により材料の強度を大幅に向上させる。Cuの含有量が1.0%未満では、この効果が十分に得られない。一方、Cuの含有量が2.5%を超えると、アルミニウム合金材の融点が低下する虞がある。また、Al<sub>2</sub>Cuが粒界に析出し、粒界腐食を引き起こす。したがって、Cuの含有量は1.0~2.5%であり、好ましくは、1.5~2.5%である。

30

【0034】

MgはCuと反応してAl<sub>2</sub>CuMgを形成する。Al<sub>2</sub>CuMgはろう付後、時効析出により材料の強度を大幅に向上させる。Mgの含有量が0.1%未満では、この効果が十分に得られない。一方、Mgの含有量が1.0%を超えると、非腐食性フラックスを用いた雰囲気下でのろう付の際、ろう材までMgが拡散し、ろう付性が著しく低下する。また、ろう付前の伸びが低下して成形加工性が低下する場合がある。したがって、Mgの含有量は0.1~1.0%であり、好ましくは、0.125~0.5%である。

40

【0035】

Cr、Zrはそれぞれアルミニウム合金中で微細な金属間化合物を形成して、材料の強度を向上させる。Cr、Zrそれぞれの含有量が0.05%未満ではこの効果が十分に得られない。一方、Cr、Zrそれぞれの含有量が0.2%を超えると、粗大な金属間化合物を形成して、アルミニウム合金材の成形加工性を低下させる虞がある。したがって、Cr、Zrの含有量はそれぞれ0.05~0.2%であることが好ましく、より好ましくは、0.05~0.1%である。

【0036】

Ti、Vはそれぞれアルミニウム合金中で微細な金属間化合物を形成して、材料の強度

50

を向上させる。また、この金属間化合物は層状に分散する。この金属間化合物は電位が貴であるため、水平方向への腐食は進行するものの、深さ方向への腐食に進展し難くなる効果がある。Ti、Vそれぞれの含有量が0.05%未満ではこれらの効果が小さい。一方、Ti、Vそれぞれの含有量が0.2%を超えると、粗大な金属間化合物を形成して、アルミニウム合金材の成形加工性を低下させる虞がある。したがって、Ti、Vの含有量は、0.05~0.2%であることが好ましく、より好ましくは、0.05~0.1%である。

#### 【0037】

Cu/Mg比は、その値によってろう付加熱後に析出する相が異なる。Cu/Mg比が1よりも小さい場合、ろう付加熱後に $Al_6CuMg_4$ が析出する。 $Al_6CuMg_4$ は時効硬化への寄与が小さいため、強度が低下する虞がある。一方、Cu/Mg比が8よりも大きい場合、ろう付加熱後に $Al_2Cu$ が析出する。 $Al_2Cu$ も $Al_2CuMg$ より時効硬化への寄与が小さいため強度が低下する虞がある。したがって、Cu/Mg比は1~8であることが好ましく、より好ましくは3~6である。

10

#### 【0038】

本発明のアルミニウム合金材は、さらに、鑄塊組織を微細化する作用を有するBや、その他不可避的不純物元素を含有してもよい。これらの元素の含有量は、0.05%以下であることが好ましい。

#### 【0039】

(アルミニウム合金材の金属組織)

20

円相当径0.1 $\mu$ m以上のAl-Mn系化合物(たとえば、Al-Mn、Al-Mn-Si、Al-Fe-Mn-Si、Al-Cu-Mn系化合物)は、そのサイズが比較的大きいため、ろう付時にアルミニウム合金材中に固溶し難く、ろう付後にも残存する。Al-Mn系化合物は、母相のAlと格子定数が違うため、母相と非整合な界面を形成し、この界面が、ろう付中にアルミニウム合金材に導入される空孔の消滅サイトとなる。ろう付中、アルミニウム合金材に空孔が導入されると、空孔はろう付の冷却中に転位ループを形成する。そして、ろう付後にS'相がこの転位ループ上に不均一に析出する。S'相はAl-Cu-Mg系合金の時効析出相ではあるが、強度への寄与が小さい。それにもかかわらず、Cuの固溶量を低下させるので、アルミニウム合金材の強度が低下してしまう。しかし、Al-Mn系化合物が一定以上存在すると、ろう付後にアルミニウム合金材に存在する転位ループが減少するため、S'相の析出を抑えることができ、 $Al_2CuMg$ の時効析出を有効に利用することができる。これにより、アルミニウム合金材の強度が向上する。円相当径0.1 $\mu$ m以上のAl-Mn系化合物の数密度が $1.0 \times 10^5$ 個/mm<sup>2</sup>未満ではこの効果が小さい。したがって、本発明における円相当径0.1 $\mu$ m以上のAl-Mn系化合物の数密度は $1.0 \times 10^5$ 個/mm<sup>2</sup>以上であり、好ましくは、 $2.0 \times 10^5$ 個/mm<sup>2</sup>以上である。

30

#### 【0040】

円相当径0.1 $\mu$ m以上のAl-Mn系化合物の数密度は、アルミニウム合金材をSEMにより観察し、SEM像を画像解析することにより求められる。

#### 【0041】

40

円相当径0.1 $\mu$ m以上の $Al_2Cu$ は、そのサイズが比較的大きいため、ろう付時にアルミニウム合金材中に固溶し難く、ろう付後にも残存する。これにより、ろう付後のCuの固溶量が低下する。ろう付後のCuの固溶量が低いと、 $Al_2CuMg$ の時効析出によって材料の強度が向上する効果が十分に得られなくなる上に、 $Al_2Cu$ が粒界腐食の起点となるため、耐食性も低下する。したがって、本発明における円相当径0.1 $\mu$ m以上の $Al_2Cu$ の数密度は $1.0 \times 10^5$ 個/mm<sup>2</sup>以下であり、好ましくは、 $0.8 \times 10^5$ 個/mm<sup>2</sup>以下である。

#### 【0042】

円相当径0.1 $\mu$ m以上の $Al_2Cu$ の数密度は、アルミニウム合金材をSEMにより観察し、SEM像を画像解析することにより求められる。

50

## 【0043】

(アルミニウム合金クラッド材)

本発明のアルミニウム合金クラッド材は、上記アルミニウム合金材を心材とし、心材の一方の面にろう材又は陽極犠牲材を備える。また、本発明のアルミニウム合金クラッド材は、上記アルミニウム合金材を心材とし、心材の一方の面にろう材を備え、心材の他方の面に陽極犠牲材を備える。

## 【0044】

ろう材としては、アルミニウム合金のろう付において通常用いられるアルミニウム合金を使用することができる。例えば、Al-Si系合金、Al-Si-Cu系合金、Al-Si-Cu-Zn系合金、Al-Si-Zn系合金、Al-Si-Mg系合金、Al-Si-Mg-Bi系合金が挙げられる。具体的に、Al-Si系合金としては、Si:7.0~12.0%を含有し、残部Alと不可避的不純物からなるアルミニウム合金が好ましい。また、Al-Si-Cu系合金としては、Si:7.0~12.0%、Cu:1.0~2.5%を含有し、残部Alと不可避的不純物からなるアルミニウム合金が好ましい。また、Al-Si-Cu-Zn系合金としては、Si:7.0~12.0%、Cu:1.0~2.5%、Zn:0.1~3.0%を含有し、残部Alと不可避的不純物からなるアルミニウム合金が好ましい。

10

## 【0045】

犠牲陽極材としては、アルミニウム又はアルミニウム合金等の公知の材料を使用することができる。例えば、Al-Zn系合金が挙げられる。

20

## 【0046】

(アルミニウム合金材の製造方法)

まず上述の組成を有するアルミニウム合金素材を融解し、DC(Direct Chill) 鑄造法によりアルミニウム合金鑄塊を作製する。DC鑄造法では、溶湯の冷却速度が0.5~20 /秒と非常に速い。そのため、鑄造の際に生じる金属間化合物は微細であり、アルミニウム合金中に含まれる元素は過飽和に固溶している。しかしながら、鑄造条件によっては、鑄塊に円相当径10 μm以上の粗大なAl<sub>2</sub>Cuが大量に出てしまうことがある。このような化合物が鑄塊に存在すると母相へのCuの固溶量が低下し、後のろう付加熱後の自然時効において、時効析出に寄与する固溶Cuが不足するためろう付加熱後の強度が低下してしまう恐れがある。この鑄塊に均質化処理を行うと、粗大なAl<sub>2</sub>Cuが母相へ固溶するため、ろう付加熱後の強度が安定して高強度となる。400 未満の温度での均質化処理ではこの効果は十分に得られない。一方、550 を超えた温度で均質化処理を行うと、Al-Mn系化合物の密度が低下するため望ましくない。このため、均質化処理は行わないか、もしくは400 ~ 550 の温度で行うのが望ましい。なお、均質化処理の後、冷却した鑄塊に面削処理を行うのが望ましい。

30

## 【0047】

次に、加熱処理を行った後、熱間圧延処理を行うことにより所定の板厚まで薄くする。550 を超えた温度で加熱処理を行うと、過飽和に固溶したMnが新たにAl-Mn系の析出相を形成することなく、円相当径0.1 μm以上のAl-Mn系化合物の数密度が増加しないため望ましくない。一方、420 未満の温度で加熱処理を行うと、Mnの拡散速度が低すぎるため、新たにAl-Mn系化合物が析出せず、円相当径0.1 μm以上のAl-Mn系化合物の数密度が増加しないため望ましくない。このため、熱間圧延処理前の加熱処理は420 ~ 550 の温度で行うのが望ましい。また、加熱処理の保持時間は5時間以下であることが好ましい。

40

## 【0048】

また、加熱処理の後、アルミニウム合金鑄塊の温度は徐々に低下する。320 以上400 以下の温度域では、アルミニウム合金中に固溶しているCuが粗大なAl<sub>2</sub>Cuとして析出する。そのため、この温度域で6分を超えて保持すると、円相当径0.1 μm以上のAl<sub>2</sub>Cuの数密度が1.0 × 10<sup>5</sup> 個/mm<sup>2</sup> を超える虞がある。このため、加熱処理後における320 以上400 以下の温度域での保持時間は6分以下であることが

50

望ましい。

【0049】

熱間圧延処理の後、目標の板厚になるまで冷間圧延処理を行い、アルミニウム合金材を作製する。冷間圧延処理の途中に中間焼鈍処理を行ってもよく、冷間圧延処理の後に最終焼鈍処理を行ってもよい。中間焼鈍処理および最終焼鈍処理は、どちらか一方のみ行ってもよく、両方行ってもよい。本発明のアルミニウム合金材はCuの含有量が多いため素板の強度が非常に高強度となる。このため、成形性を確保するために最終焼鈍処理の実施が望ましく、中間焼鈍処理を行うとなお望ましい。しかしながら、320を超えた温度で焼鈍処理を行うと、円相当径0.1 $\mu$ m以上のAl<sub>2</sub>Cuの数密度が増加する虞がある。一方、200未満の温度で焼鈍処理を行うと、冷間圧延時に導入された格子欠陥が消滅せず焼鈍を行う意味がない。したがって、本発明における焼鈍処理は、中間焼鈍処理・最終焼鈍処理ともに、200以上320以下の条件で実施することが望ましい。

10

【0050】

(アルミニウム合金クラッド材の製造方法)

まず、心材とするアルミニウム合金を鑄造する。具体的に、上述の組成を有するアルミニウム合金素材を融解し、DC(Direct Chill)鑄造法により心材用アルミニウム合金鑄塊を作製する。次に、心材用アルミニウム合金鑄塊に均質化処理を行ってもよい。均質化処理工程では、心材用アルミニウム合金鑄塊に400~550で均質化処理を行うのが好ましい。なお、心材用アルミニウム合金鑄塊については、均質化処理の後に面削処理を行うのが好ましい。

20

【0051】

また、ろう材及び犠牲陽極材とするアルミニウム合金を鑄造し、ろう材用アルミニウム合金鑄塊及び犠牲陽極材用アルミニウム合金鑄塊を作製する。次に、ろう材用アルミニウム合金鑄塊及び犠牲陽極材用アルミニウム合金鑄塊に対して所定の厚さまで熱間圧延処理を行う。なお、ろう材用アルミニウム合金鑄塊及び犠牲陽極材用アルミニウム合金鑄塊については、熱間圧延処理の前に面削処理を行うのが好ましい。そして、熱間圧延されたろう材及び熱間圧延された犠牲陽極材を、心材用アルミニウム合金鑄塊と組み合わせ合わせて合わせ材とする。具体的に、心材用鑄塊の一方の面に熱間圧延されたろう材を、心材用鑄塊の他方の面に熱間圧延された犠牲陽極材を組み合わせる。合わせ材を加熱し、熱間クラッド圧延した後、冷間圧延を行う。これにより、心材の一方の面にろう材を備え、心材の他方の面に犠牲陽極材を備えるアルミニウム合金クラッド材(アルミニウム合金製ブレージングシート)を作製することができる。合わせ材の加熱処理は、420~550で行うのが好ましい。また、加熱処理後における320以上400以下の温度域での保持時間は6分以下であることが望ましい。また、冷間圧延処理の途中に中間焼鈍処理を行ってもよく、冷間圧延処理の後に最終焼鈍処理を行ってもよい。中間焼鈍処理および最終焼鈍処理は、どちらか一方のみ行ってもよく、両方行ってもよい。中間焼鈍処理・最終焼鈍処理ともに、200以上320以下の条件で実施することが望ましい。

30

【0052】

なお、ろう材及び犠牲陽極材とするアルミニウム合金材のうち一方のみを鑄造してもよい。この場合、熱間圧延されたろう材又は熱間圧延された犠牲陽極材を心材用鑄塊と組み合わせ合わせて合わせ材とする。具体的に、心材用鑄塊の一方の面に熱間圧延されたろう材又は熱間圧延された犠牲陽極材を組み合わせる。これにより、心材の一方の面にろう材又は犠牲陽極材を備えるアルミニウム合金クラッド材を作製することができる。

40

【実施例】

【0053】

次に、本発明を実施例に基づいて更に詳細に説明するが、本発明はこれに制限されるものではない。

【0054】

表1に示す組成を有する合金を、表2に示す製造方法でそれぞれ製造した。なお、表1の合金組成において、「-」は検出限界以下であることを示すものであり、「残部」は不

50

可避的不純物を含む。

【 0 0 5 5 】

まず、DC 鋳造法により表 1 記載の組成の合金（合金 No. 1 ~ 41）をそれぞれ鋳造した。その後、鋳塊表面に面削処理を行い、これを表 2 記載の条件（工程 No. 1 ~ 18）で加熱処理を行い、熱間圧延処理により 2.6 mm まで圧延した。なお、工程 No. 1 ~ 3、13 では、鋳塊に均質化処理を行った後に、面削処理を行った。続いて、得られた板材を冷間圧延処理により板厚 0.2 mm にし、表 2 記載の条件で最終焼鈍処理を行い供試材を得た。各供試材（実施例 1 ~ 39、比較例 1 ~ 19）を表 3、4 に示す。なお、比較例 10 ~ 13 は本願の請求項 2 に対する比較例を意味する。

【 0 0 5 6 】

【表 1】

合金No.	合金組成(質量%)									
	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Ti	Zr	Cr	V	Al
1	0.05	0.2	1.5	1.3	0.3	-	-	-	-	残部
2	0.1	0.2	1.5	1.3	0.3	-	-	-	-	残部
3	0.19	0.2	1.5	1.3	0.3	-	-	-	-	残部
4	0.1	0.1	1.5	1.3	0.3	-	-	-	-	残部
5	0.1	0.3	1.5	1.3	0.3	-	-	-	-	残部
6	0.1	0.2	1	1.3	0.3	-	-	-	-	残部
7	0.1	0.2	2	1.3	0.3	-	-	-	-	残部
8	0.1	0.2	2.5	1.3	0.3	-	-	-	-	残部
9	0.1	0.2	1.5	1	0.3	-	-	-	-	残部
10	0.1	0.2	1.5	1.2	0.3	-	-	-	-	残部
11	0.1	0.2	1.5	1.5	0.3	-	-	-	-	残部
12	0.1	0.2	1.5	1.6	0.3	-	-	-	-	残部
13	0.1	0.2	1.5	1.3	0.1	-	-	-	-	残部
14	0.1	0.2	1.5	1.3	0.125	-	-	-	-	残部
15	0.1	0.2	1.5	1.3	0.5	-	-	-	-	残部
16	0.1	0.2	1.5	1.3	1	-	-	-	-	残部
17	0.1	0.2	1.5	1.3	0.3	0.05	-	-	-	残部
18	0.1	0.2	1.5	1.3	0.3	0.1	-	-	-	残部
19	0.1	0.2	1.5	1.3	0.3	0.2	-	-	-	残部
20	0.1	0.2	1.5	1.3	0.3	-	0.05	-	-	残部
21	0.1	0.2	1.5	1.3	0.3	-	0.1	-	-	残部
22	0.1	0.2	1.5	1.3	0.3	-	0.2	-	-	残部
23	0.1	0.2	1.5	1.3	0.3	-	-	0.05	-	残部
24	0.1	0.2	1.5	1.3	0.3	-	-	0.1	-	残部
25	0.1	0.2	1.5	1.3	0.3	-	-	0.2	-	残部
26	0.1	0.2	1.5	1.3	0.3	-	-	-	0.05	残部
27	0.1	0.2	1.5	1.3	0.3	-	-	-	0.1	残部
28	0.1	0.2	1.5	1.3	0.3	-	-	-	0.2	残部
29	0.2	0.2	1.5	1.3	0.3	-	-	-	-	残部
30	0.1	0.09	1.5	1.3	0.3	-	-	-	-	残部
31	0.1	0.4	1.5	1.3	0.3	-	-	-	-	残部
32	0.1	0.2	0.9	1.3	0.3	-	-	-	-	残部
33	0.1	0.2	2.6	1.3	0.3	-	-	-	-	残部
34	0.1	0.2	1.5	0.9	0.3	-	-	-	-	残部
35	0.1	0.2	1.5	1.7	0.3	-	-	-	-	残部
36	0.1	0.2	1.5	1.3	0.09	-	-	-	-	残部
37	0.1	0.2	1.5	1.3	1.1	-	-	-	-	残部
38	0.1	0.2	1.5	1.3	0.3	0.3	-	-	-	残部
39	0.1	0.2	1.5	1.3	0.3	-	0.3	-	-	残部
40	0.1	0.2	1.5	1.3	0.3	-	-	0.3	-	残部
41	0.1	0.2	1.5	1.3	0.3	-	-	-	0.3	残部

【 0 0 5 7 】

【表 2】

工程No.	均質化処理		加熱処理		熱間圧延処理	最終焼鈍処理
	温度 [°C]	時間 [hr]	温度 [°C]	時間 [hr]	320-400 °C 保持時間 [min]	温度 [°C]
1	550	8	480	3	5	300
2	480	8	480	3	5	300
3	400	8	480	3	5	300
4	なし		480	3	5	300
5	なし		420	3	5	300
6	なし		550	3	5	なし
7	なし		480	1	5	300
8	なし		480	5	5	300
9	なし		480	3	3	300
10	なし		480	3	6	300
11	なし		480	3	5	320
12	なし		480	3	5	200
13	560	8	480	3	5	300
14	なし		410	3	5	300
15	なし		560	3	5	なし
16	なし		480	6	5	300
17	なし		480	3	7	300
18	なし		480	3	5	330

10

20

## 【 0 0 5 8 】

そして、作製した各供試材に対して、600 で3minろう付加熱を行い、200/minで冷却した。その後、各供試材に対して、「ろう付1週間後の強度」「円相当径0.1μm以上のAl-Mn系化合物の数密度」「円相当径0.1μm以上のAl<sub>2</sub>Cuの数密度」「耐食性」「成形性」「ろう付性」に関する評価を下記に示す方法で行い、それらの結果を表3・4に示した。なお、本実施例における「ろう付加熱」とは、実際のろう付を仮定した温度及び時間で加熱することをいう。特段の説明がなければ、供試材単体に対して加熱を行ったものである。

30

## 【 0 0 5 9 】

[a]ろう付1週間後の強度(MPa)

各供試材より、JIS5号試験片を切り出した。これにろう付加熱を行った後、25にて1週間自然時効を行い、引張試験を行った。この試験結果が250MPa以上であれば合格と評価した。

## 【 0 0 6 0 】

[b]円相当径0.1μm以上のAl-Mn系化合物の数密度(個/mm<sup>2</sup>)

円相当径0.1μm以上のAl-Mn系化合物の数密度は、心材合金のSEM観察を行うことで評価した。観察は各サンプル3視野ずつ行い、それぞれの視野のSEM像をA像くんにより画像解析することで、ろう付加熱前のAl-Mn系化合物の数密度を求めた。表記した数密度は、各3視野より求めた値の平均値である。

40

## 【 0 0 6 1 】

[c]円相当径0.1μm以上のAl<sub>2</sub>Cuの数密度(個/mm<sup>2</sup>)

円相当径0.1μm以上のAl<sub>2</sub>Cuの数密度は、Al-Mn系化合物と同様、心材合金のSEM観察を行うことで評価した。観察は各サンプル3視野ずつ行い、それぞれの視野のSEM像をA像くんにより画像解析することで、ろう付加熱前のAl<sub>2</sub>Cuの数密度を求めた。表記した数密度は、各3視野より求めた値の平均値である。

50

## 【 0 0 6 2 】

## [d]耐食性

各供試材にろう付加熱を行い腐食試験サンプルとした。その後、下記方法により腐食試験を行い、粒界腐食が起こるか否かについて評価した。

腐食液：NaCl 234g、KNO<sub>3</sub> 50g、HNO<sub>3</sub> (60%) 7.35mLに蒸留水を加え、1Lに調整した液

方法：比液量20mL/cm<sup>2</sup>の条件で5hr浸漬試験を行った後、断面観察により粒界腐食の有無を評価した。

## 【 0 0 6 3 】

## [e]成形性

各供試材からJIS5号試験片を切り出し、引っ張り試験機にて常温で伸びを測定した。成形性の合格基準は、伸びが5%以上とした。

## 【 0 0 6 4 】

## [f]ろう付性

コルゲートしたクラッドフィン材を各供試材ではさみ、ろう付加熱を行った。ろう付後の、各供試材とフィン材との接合率を測定し、90%以上であれば合格と評価した。また、各供試材とフィン材との接合部にエロージョンが見られるか否かについて評価した。

【表 3】

	合金No.	工程No.	Al-Mn系化合物 密度 [個/mm <sup>2</sup> ]	Al <sub>2</sub> Cu密度 [個/mm <sup>2</sup> ]	ろう付1W後 強度 [MPa]	粒界腐食 の有無	成形性	ろう付性	
実施例	1	1	4	2.8 × 10 <sup>5</sup>	6.1 × 10 <sup>4</sup>	309	無	良好	良好
	2	2	4	3.3 × 10 <sup>5</sup>	6.2 × 10 <sup>4</sup>	315	無	良好	良好
	3	3	4	3.7 × 10 <sup>5</sup>	6.2 × 10 <sup>4</sup>	323	無	良好	良好
	4	4	4	1.2 × 10 <sup>5</sup>	4.8 × 10 <sup>4</sup>	289	無	良好	良好
	5	5	4	4.9 × 10 <sup>5</sup>	7.5 × 10 <sup>4</sup>	326	無	良好	良好
	6	6	4	3.5 × 10 <sup>5</sup>	5.5 × 10 <sup>4</sup>	268	無	良好	良好
	7	7	4	3.8 × 10 <sup>5</sup>	6.8 × 10 <sup>4</sup>	333	無	良好	良好
	8	8	4	3.4 × 10 <sup>5</sup>	8.9 × 10 <sup>4</sup>	361	無	良好	良好
	9	9	4	1.2 × 10 <sup>5</sup>	5.6 × 10 <sup>4</sup>	261	無	良好	良好
	10	10	4	2.9 × 10 <sup>5</sup>	6.2 × 10 <sup>4</sup>	281	無	良好	良好
	11	11	4	5.8 × 10 <sup>5</sup>	6.0 × 10 <sup>4</sup>	325	無	良好	良好
	12	12	4	6.8 × 10 <sup>5</sup>	6.4 × 10 <sup>4</sup>	331	無	良好	良好
	13	13	4	3.3 × 10 <sup>5</sup>	5.9 × 10 <sup>4</sup>	259	無	良好	良好
	14	14	4	2.4 × 10 <sup>5</sup>	6.3 × 10 <sup>4</sup>	274	無	良好	良好
	15	15	4	3.7 × 10 <sup>5</sup>	6.5 × 10 <sup>4</sup>	369	無	良好	良好
	16	16	4	3.8 × 10 <sup>5</sup>	6.2 × 10 <sup>4</sup>	397	無	良好	良好
	17	17	4	3.5 × 10 <sup>5</sup>	6.4 × 10 <sup>4</sup>	324	無	良好	良好
	18	18	4	3.7 × 10 <sup>5</sup>	6.2 × 10 <sup>4</sup>	328	無	良好	良好
	19	19	4	3.7 × 10 <sup>5</sup>	6.1 × 10 <sup>4</sup>	331	無	良好	良好
	20	20	4	3.4 × 10 <sup>5</sup>	5.9 × 10 <sup>4</sup>	325	無	良好	良好
	21	21	4	3.4 × 10 <sup>5</sup>	6.1 × 10 <sup>4</sup>	326	無	良好	良好
	22	22	4	3.6 × 10 <sup>5</sup>	6.5 × 10 <sup>4</sup>	330	無	良好	良好
	23	23	4	3.5 × 10 <sup>5</sup>	6.3 × 10 <sup>4</sup>	319	無	良好	良好
	24	24	4	3.6 × 10 <sup>5</sup>	6.3 × 10 <sup>4</sup>	324	無	良好	良好
	25	25	4	3.6 × 10 <sup>5</sup>	6.1 × 10 <sup>4</sup>	329	無	良好	良好
	26	26	4	3.3 × 10 <sup>5</sup>	6.2 × 10 <sup>4</sup>	321	無	良好	良好
	27	27	4	3.5 × 10 <sup>5</sup>	6.3 × 10 <sup>4</sup>	331	無	良好	良好
	28	28	4	3.6 × 10 <sup>5</sup>	6.5 × 10 <sup>4</sup>	336	無	良好	良好
比較例	1	29	4	4.4 × 10 <sup>5</sup>	6.4 × 10 <sup>4</sup>	332	有	良好	不良
	2	30	4	0.9 × 10 <sup>5</sup>	4.5 × 10 <sup>4</sup>	246	無	良好	良好
	3	31	4	5.8 × 10 <sup>5</sup>	7.4 × 10 <sup>4</sup>	336	有	不良	良好
	4	32	4	3.8 × 10 <sup>5</sup>	5.3 × 10 <sup>4</sup>	239	無	良好	良好
	5	33	4	3.6 × 10 <sup>5</sup>	1.1 × 10 <sup>5</sup>	393	有	不良	不良
	6	34	4	0.8 × 10 <sup>5</sup>	5.1 × 10 <sup>4</sup>	241	無	良好	良好
	7	35	4	7.4 × 10 <sup>5</sup>	6.7 × 10 <sup>4</sup>	334	無	不良	良好
	8	36	4	2.2 × 10 <sup>5</sup>	6.4 × 10 <sup>4</sup>	226	無	良好	良好
	9	37	4	3.8 × 10 <sup>5</sup>	6.4 × 10 <sup>4</sup>	408	有	良好	不良
	10	38	4	3.7 × 10 <sup>5</sup>	6.3 × 10 <sup>4</sup>	333	無	不良	良好
	11	39	4	3.6 × 10 <sup>5</sup>	6.6 × 10 <sup>4</sup>	295	無	不良	良好
	12	40	4	3.7 × 10 <sup>5</sup>	6.2 × 10 <sup>4</sup>	334	無	不良	良好
	13	41	4	3.9 × 10 <sup>5</sup>	6.1 × 10 <sup>4</sup>	339	無	不良	良好

【 0 0 6 5 】

10

20

30

40

【表4】

	合金No.	工程No.	Al-Mn系化合物 密度 [個/mm <sup>2</sup> ]	Al <sub>2</sub> Cu密度 [個/mm <sup>2</sup> ]	ろう付1W後 強度 [MPa]	粒界腐食 の有無	成形性	ろう付性	
実施例	29	2	1	$4.9 \times 10^5$	$7.2 \times 10^3$	342	無	良好	良好
	30	2	2	$3.9 \times 10^5$	$1.2 \times 10^4$	333	無	良好	良好
	31	2	3	$3.5 \times 10^5$	$2.9 \times 10^4$	328	無	良好	良好
	32	2	5	$2.8 \times 10^5$	$6.1 \times 10^4$	274	無	良好	良好
	33	2	6	$4.3 \times 10^5$	$5.4 \times 10^4$	324	無	良好	良好
	34	2	7	$4.4 \times 10^5$	$6.5 \times 10^4$	323	無	良好	良好
	35	2	8	$1.6 \times 10^5$	$6.3 \times 10^4$	266	無	良好	良好
	36	2	9	$3.5 \times 10^5$	$3.2 \times 10^4$	340	無	良好	良好
	37	2	10	$3.4 \times 10^5$	$9.4 \times 10^4$	276	無	良好	良好
	38	2	11	$3.6 \times 10^5$	$9.0 \times 10^4$	280	無	良好	良好
39	2	12	$3.3 \times 10^5$	$6.2 \times 10^4$	324	無	良好	良好	
比較例	14	2	13	$0.7 \times 10^5$	$6.6 \times 10^4$	239	無	良好	良好
	15	2	14	$0.8 \times 10^5$	$6.0 \times 10^4$	241	無	良好	良好
	16	2	15	$4.5 \times 10^5$	$2.4 \times 10^5$	230	有	良好	良好
	17	2	16	$0.9 \times 10^5$	$6.3 \times 10^4$	244	無	良好	良好
	18	2	17	$3.0 \times 10^5$	$1.2 \times 10^5$	246	有	良好	良好
	19	2	18	$3.6 \times 10^5$	$2.8 \times 10^5$	226	有	良好	良好

10

## 【0066】

実施例1～39は、円相当径0.1μm以上のAl-Mn系化合物の数密度が $1.0 \times 10^5$ 個/mm<sup>2</sup>以上であり、また円相当径0.1μm以上のAl<sub>2</sub>Cuの数密度が $1.0 \times 10^5$ 個/mm<sup>2</sup>以下であった。ろう付1週間後の強度が250MPa以上と高く、腐食試験により粒界腐食を示さず、成形性・ろう付性ともに良好という結果となった。

20

## 【0067】

比較例1、9では、腐食試験により粒界腐食を示し、かつ、ろう付性に劣っていた。比較例2、4、6、8、14、15、17では、ろう付1週間後の強度が低かった。比較例3では、腐食試験により粒界腐食を示し、かつ、成形性に劣っていた。比較例5では、腐食試験により粒界腐食を示し、かつ、成形性・ろう付性に劣っていた。比較例7、10～13では、成形性に劣っていた。比較例16、18、19では、ろう付1週間後の強度が

30

## 【0068】

次に、心材にろう材及び/又は犠牲材をクラッドしたクラッド材を製造した。心材として用いた合金の組成は表1の合金No.2、6、8、13、16であり、製造方法は表2の工程No.3により製造を行った。

## 【0069】

まず、DC鋳造法により、表1記載の心材に用いる合金と、表5記載のろう材及び/又は犠牲材に用いる合金をそれぞれ鋳造した。心材に用いる合金については、鋳造後、表2に記載の条件で均質化処理を行い、続いて面削処理を行った。ろう材及び/又は犠牲材に用いる合金については、鋳造後、面削処理を行い、続いて熱間圧延処理を行った。熱間圧延されたろう材及び/又は犠牲材を、均質化処理後に面削した心材用鋳塊と組み合わせて合わせ材とした。合わせ材を表2に記載の条件で加熱処理を行い、熱間圧延処理により2.6mmまで圧延した。続いて、得られた板材を冷間圧延処理により板厚0.2mmにし、表2記載の条件で最終焼鈍処理を行い供試材を得た。各供試材(実施例40～60)を表5に示す。

40

## 【0070】

【表 5】

	合金No.	工程No.	ろう材		犠牲材		
			組成	クラッド率	組成	クラッド率	
実施例	40	2	3	Al-10%Si	10%	-	-
	41	2	3	-	-	Al-4%Zn	10%
	42	2	3	Al-10%Si	10%	Al-4%Zn	10%
	43	6	3	Al-10%Si	10%	-	-
	44	6	3	-	-	Al-4%Zn	10%
	45	6	3	Al-10%Si	10%	Al-4%Zn	10%
	46	8	3	Al-10%Si	10%	-	-
	47	8	3	-	-	Al-4%Zn	10%
	48	8	3	Al-10%Si	10%	Al-4%Zn	10%
	49	13	3	Al-10%Si	10%	-	-
	50	13	3	-	-	Al-4%Zn	10%
	51	13	3	Al-10%Si	10%	Al-4%Zn	10%
	52	16	3	Al-10%Si	10%	-	-
	53	16	3	-	-	Al-4%Zn	10%
	54	16	3	Al-10%Si	10%	Al-4%Zn	10%
	55	2	3	Al-10%Si-1%Cu	10%	Al-4%Zn	10%
	56	2	3	Al-10%Si-1.7%Cu	10%	Al-4%Zn	10%
	57	2	3	Al-10%Si-2.5%Cu	10%	Al-4%Zn	10%
	58	2	3	Al-10%Si-1.7%Cu-0.1%Zn	10%	Al-4%Zn	10%
	59	2	3	Al-10%Si-1.7%Cu-1.5%Zn	10%	Al-4%Zn	10%
60	2	3	Al-10%Si-1.7%Cu-3.0%Zn	10%	Al-4%Zn	10%	

10

20

## 【0071】

そして、作製した各供試材に対して、600 で3minろう付加熱を行い、200/minで冷却した。その後、各供試材に対して、「ろう付1週間後の強度」「心材における円相当径0.1μm以上のAl-Mn系化合物の数密度」「心材における円相当径0.1μm以上のAl<sub>2</sub>Cuの数密度」「耐食性」「成形性」「ろう付性」に関する評価を上記方法と同様に行い、さらに「心材-ろう材間電位差」を評価し、それらの結果を表6

30

## 【0072】

【表 6】

		Al-Mn系化合物 密度 [個/mm <sup>2</sup> ]	Al <sub>2</sub> Cu密度 [個/mm <sup>2</sup> ]	ろう付1W後 強度 [MPa]	粒界腐食 の有無	成形性	ろう付性	心材-ろう材間 電位差
実施例	40	3.3 × 10 <sup>5</sup>	6.2 × 10 <sup>4</sup>	294	無	良好	良好	○
	41	3.1 × 10 <sup>5</sup>	6.2 × 10 <sup>4</sup>	298	無	良好	良好	○
	42	3.2 × 10 <sup>5</sup>	6.4 × 10 <sup>4</sup>	271	無	良好	良好	○
	43	3.1 × 10 <sup>5</sup>	5.3 × 10 <sup>4</sup>	249	無	良好	良好	○
	44	3.2 × 10 <sup>5</sup>	5.5 × 10 <sup>4</sup>	252	無	良好	良好	○
	45	3.6 × 10 <sup>5</sup>	5.8 × 10 <sup>4</sup>	236	無	良好	良好	○
	46	3.0 × 10 <sup>5</sup>	8.9 × 10 <sup>4</sup>	331	無	良好	良好	○
	47	3.0 × 10 <sup>5</sup>	8.2 × 10 <sup>4</sup>	339	無	良好	良好	○
	48	3.5 × 10 <sup>5</sup>	8.5 × 10 <sup>4</sup>	305	無	良好	良好	○
	49	3.2 × 10 <sup>5</sup>	5.9 × 10 <sup>4</sup>	243	無	良好	良好	○
	50	3.3 × 10 <sup>5</sup>	6.2 × 10 <sup>4</sup>	239	無	良好	良好	○
	51	3.6 × 10 <sup>5</sup>	5.7 × 10 <sup>4</sup>	225	無	良好	良好	○
	52	3.9 × 10 <sup>5</sup>	6.4 × 10 <sup>4</sup>	368	無	良好	良好	○
	53	4.0 × 10 <sup>5</sup>	6.1 × 10 <sup>4</sup>	370	無	良好	良好	○
	54	3.8 × 10 <sup>5</sup>	6.0 × 10 <sup>4</sup>	339	無	良好	良好	○
	55	3.4 × 10 <sup>5</sup>	6.2 × 10 <sup>4</sup>	283	無	良好	良好	○
	56	3.2 × 10 <sup>5</sup>	6.1 × 10 <sup>4</sup>	289	無	良好	良好	○
	57	3.3 × 10 <sup>5</sup>	6.1 × 10 <sup>4</sup>	297	無	良好	良好	○
	58	3.2 × 10 <sup>5</sup>	6.2 × 10 <sup>4</sup>	286	無	良好	良好	◎
	59	3.3 × 10 <sup>5</sup>	6.3 × 10 <sup>4</sup>	288	無	良好	良好	◎
60	3.1 × 10 <sup>5</sup>	6.3 × 10 <sup>4</sup>	286	無	良好	良好	◎	

10

20

## 【0073】

実施例40～60は、心材における円相当径0.1μm以上のAl-Mn系化合物の数密度が1.0×10<sup>5</sup>個/mm<sup>2</sup>以上であり、また心材における円相当径0.1μm以上のAl<sub>2</sub>Cu系化合物の数密度が1.0×10<sup>5</sup>個/mm<sup>2</sup>以下であった。また、ろう付1週間後の強度が220MPa以上であり、粒界腐食を示さず、成形性・ろう付性ともに良好という結果となった。以上より、本発明のアルミニウム合金材を心材として利用しても、問題なく高強度を示すことがわかった。

30

## 【0074】

最後に、本発明のアルミニウム合金材において、Cu/Mg比の強度に与える影響について説明する。表7に示す組成を有する合金を表2の工程No.3に示す製造方法でそれぞれ製造した。

## 【0075】

まず、DC鋳造法により表7記載の組成の合金(合金No.42～47)をそれぞれ鋳造した。その後、表2記載の条件で均質化処理を行った。鋳塊表面に面削処理を行い、これを表2記載の条件で加熱処理を行い、熱間圧延処理により2.6mmまで圧延した。続いて、得られた板材を冷間圧延処理により板厚0.2mmにし、表2記載の条件で最終焼鈍処理を行い供試材を得た。各供試材(実施例61～66)を表8に示す。

40

## 【0076】

【表 7】

合金No.	合金組成(質量%)						Cu/Mg比
	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Al	
42	0.1	0.2	1.6	1.3	0.4	残部	4.0
43	0.1	0.2	1.77	1.3	0.25	残部	7.1
44	0.1	0.2	1.83	1.3	0.2	残部	9.2
45	0.1	0.2	1.2	1.3	0.3	残部	4.0
46	0.1	0.2	1.25	1.3	0.2	残部	6.3
47	0.1	0.2	1.35	1.3	0.15	残部	9.0

10

## 【0077】

そして、作製した各供試材(実施例61~66)を、600で3minろう付加熱を行い、200/minで冷却した。その後、各供試材に対して、「ろう付1週間後の強度」の評価を行った。このとき、固相線温度の等しい合金において、Cu/Mg比が4である合金の90%以上の引張強度を示す合金を、90%未満の引張強度を示す合金と評価した。この結果を表8に示す。

## 【0078】

【表 8】

	合金No.	工程No.	ろう付1W後強度		固相線温度 [°C]	
			実測 [MPa]	判定		
実施例	61	42	3	348	◎	611
	62	43	3	318	◎	611
	63	44	3	308	○	611
	64	45	3	298	◎	623
	65	46	3	275	◎	623
	66	47	3	261	○	623

20

## 【0079】

実施例61~66より、Cu/Mg比が8を超えた材料はCu/Mg比が4である材料と比較して、ろう付1週間後の引張強度が90%以下に低下するという結果となった。以上より、Cu/Mg比は8以下であることが望ましいことがわかった。

30

## 【産業上の利用可能性】

## 【0080】

本発明は、自動車等の熱交換器の構成部材として使用されるアルミニウム合金材、アルミニウム合金クラッド材及びアルミニウム合金材の製造方法に関するものである。さらに詳しくは、電縫加工やろう付により流路を構成することによりチューブ材として使用され、特に板厚0.25mm以下の薄肉材料を対象とした、ろう付後の強度が非常に強い熱交換器用アルミニウム合金材、熱交換器用アルミニウム合金クラッド材及びアルミニウム合金材の製造方法に関するものである。

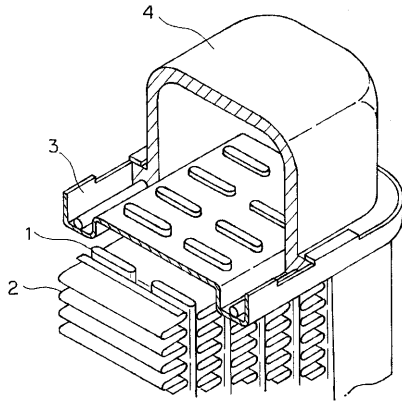
40

## 【符号の説明】

## 【0081】

- 1 チューブ
- 2 フィン
- 3 ヘッダー
- 4 タンク

【図1】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I		
	B 2 3 K	35/28	3 1 0 B
	C 2 2 F	1/00	6 0 2
	C 2 2 F	1/00	6 2 3
	C 2 2 F	1/00	6 2 6
	C 2 2 F	1/00	6 2 7
	C 2 2 F	1/00	6 3 0 A
	C 2 2 F	1/00	6 3 0 K
	C 2 2 F	1/00	6 3 0 M
	C 2 2 F	1/00	6 4 0 A
	C 2 2 F	1/00	6 5 1 A
	C 2 2 F	1/00	6 8 1
	C 2 2 F	1/00	6 8 2
	C 2 2 F	1/00	6 8 3
	C 2 2 F	1/00	6 8 5 Z
	C 2 2 F	1/00	6 9 1 B
	C 2 2 F	1/00	6 9 1 C
	C 2 2 F	1/00	6 9 2 A
	C 2 2 F	1/00	6 9 2 B
	C 2 2 F	1/00	6 9 3 A
	C 2 2 F	1/00	6 9 3 B

- (72)発明者 成田 渉  
 東京都千代田区大手町一丁目7番2号 株式会社UACJ内
- (72)発明者 福元 敦志  
 東京都千代田区大手町一丁目7番2号 株式会社UACJ内

審査官 川村 裕二

- (56)参考文献 特開平10-140278(JP,A)  
 特開2000-317674(JP,A)  
 特開2003-082427(JP,A)  
 特開平07-088677(JP,A)  
 特表2002-513085(JP,A)  
 特開2013-194243(JP,A)  
 特開2010-168622(JP,A)  
 特開2015-089956(JP,A)

## (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C 2 2 C 2 1 / 0 0 - 2 1 / 1 8  
 C 2 2 F 1 / 0 0 - 1 / 1 8  
 B 2 3 K 3 5 / 0 0 - 3 5 / 4 0