

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B1)

(11) 特許番号

特許第4547032号
(P4547032)

(45) 発行日 平成22年9月22日(2010.9.22)

(24) 登録日 平成22年7月9日(2010.7.9)

(51) Int.Cl.	F 1
B 2 3 K 1/19 (2006.01)	B 2 3 K 1/19 F
B 2 3 K 35/22 (2006.01)	B 2 3 K 35/22 3 1 O E
B 2 3 K 35/14 (2006.01)	B 2 3 K 35/14 F
B 2 3 K 35/28 (2006.01)	B 2 3 K 35/28 3 1 O B
C 2 2 C 21/00 (2006.01)	C 2 2 C 21/00 D
請求項の数 10 (全 16 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号 特願2009-101326 (P2009-101326)
 (22) 出願日 平成21年4月17日(2009.4.17)
 審査請求日 平成21年4月20日(2009.4.20)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 000176707
 三菱アルミニウム株式会社
 東京都港区芝2丁目3番3号
 (74) 代理人 100091926
 弁理士 横井 幸喜
 (72) 発明者 三宅 秀幸
 静岡県裾野市平松85番地 三菱アルミニウム株式会社 技術開発センター内
 (72) 発明者 江戸 正和
 静岡県裾野市平松85番地 三菱アルミニウム株式会社 技術開発センター内
 審査官 丹治 和幸

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アルミニウム材のフラックスレスろう付け方法およびフラックスレスろう付け用アルミニウムクラッド材

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

質量%で、Mgを0.1~5.0%、Siを3~13%含有し、残部がAlと不可避不純物からなるAl-Si系ろう材が芯材にクラッドされて最表面に位置するアルミニウムクラッド材を用いるろう付け方法であって、前記Al-Si系ろう材に含まれるSi粒子は、表層面方向の観察において、円相当径で0.8μm以上の径をもつものの数の内、0.75μm以上の径のもの数が25%以上であり、減圧を伴わない非酸化性雰囲気で、前記Al-Si系ろう材とろう付け対象部材とを接触密着させ、加熱温度559~620において、前記Al-Si系ろう材によりフラックスレスで接触密着部の密着面において前記芯材と前記ろう付け対象部材とを接合することを特徴とするアルミニウム材のフラックスレスろう付け方法。

【請求項2】

前記アルミニウムクラッド材、及び、前記ろう付け対象部材の少なくとも接触密着部表面の表面粗さが、Ra0.3μm以下であることを特徴とする請求項1記載のアルミニウム材のフラックスレスろう付け方法。

【請求項3】

前記Al-Si系ろう材に質量%で、0.01~1.0%のBi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材のフラックスレスろう付け方法。

【請求項4】

前記Al-Si系ろう材に質量%で、0.1~5.0%のZnを含有することを特徴と

する請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載のアルミニウム材のフラックスレスろう付け方法。

【請求項 5】

前記 Al - Si 系ろう材がクラッドされている芯材が、質量%で、Si : 0.1 ~ 1.2%、Mg : 0.01 ~ 2.0% を含有し、残部 Al と不可避不純物からなる組成を有することを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載のアルミニウム材のフラックスレスろう付け方法。

【請求項 6】

前記 Al - Si 系ろう材がクラッドされている芯材が、質量%で、Mn : 0.2 ~ 2.5%、Cu : 0.05 ~ 1.0%、Si : 0.1 ~ 1.2%、Fe : 0.1 ~ 1.0%、を含有し、残部 Al と不可避不純物とからなる組成を有することを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載のアルミニウム材のフラックスレスろう付け方法。

10

【請求項 7】

前記 Al - Si 系ろう材がクラッドされている芯材が、質量%で、Si : 0.1 ~ 1.2%、Mg : 0.01 ~ 2.0% を含有し、さらに Mn : 0.2 ~ 2.5%、Cu : 0.05 ~ 1.0%、Fe : 0.1 ~ 1.0% の内 1 種または 2 種以上を含有し、残部 Al と不可避不純物とからなる組成を有することを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載のアルミニウム材のフラックスレスろう付け方法。

【請求項 8】

前記 Al - Si 系ろう材がクラッドされている芯材が、質量%で、Si : 0.1 ~ 1.2%、Mg : 0.01 ~ 2.0% を含有し、さらに Mn : 0.2 ~ 2.5%、Cu : 0.05 ~ 1.0%、Fe : 0.1 ~ 1.0% の内 1 種または 2 種以上を含有し、さらに Zr : 0.01 ~ 0.3%、Ti : 0.01 ~ 0.3%、Cr : 0.01 ~ 0.5%、Bi : 0.01 ~ 1.0% の内 1 種または 2 種以上を含有し、残部 Al と不可避不純物とからなる組成を有することを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載のアルミニウム材のフラックスレスろう付け方法。

20

【請求項 9】

請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の Al - Si 系ろう材が芯材にクラッドされて前記 Al - Si 系ろう材が最表面に位置しており、減圧を伴わない非酸化性雰囲気中、前記 Al - Si 系ろう材をろう付け対象部材に接触密着させて前記 Al - Si 系ろう材により前記接触密着面において前記ろう付け対象部材と接合するようにフラックスレスのろう付けに供されることを特徴とする フラックスレスろう付け用アルミニウムクラッド材。

30

【請求項 10】

前記芯材が請求項 5 ~ 8 のいずれかに記載された組成を有することを特徴とする請求項 9 記載のフラックスレスろう付け用アルミニウムクラッド材。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、非酸化性雰囲気中フラックスを使用せずに、ろう付け可能なアルミニウムクラッド材、及びそのろう付け方法に関する。

【背景技術】

40

【0002】

ラジエータやコンデンサをはじめ、インタークーラー等を代表とする自動車用熱交換器や、その他アルミニウム合金にて製造される熱交換器や放熱器等は、現在、非腐食性のフッ化物系フラックスを用いてろう付けされるか、ろう材に 0.5 ~ 1.5 質量% 程度の Mg を添加して真空下でろう付けされる工法が主流となっている。

上記フラックスを用いる場合、多くがろう付け対象部材をプレス成形等で加工後、所望の組み付け状態とし、フラックス粉末を溶媒に溶いた混濁液を組み付け体に塗着・乾燥させ、高純度窒素ガス雰囲気等の非酸化性雰囲気中で加熱ろう付けしている。この場合、フラックスを使用すること自体、或いは、その塗布工程の設置や管理にコストを要するという問題がある。また、フラックスは、その一部がろう付け加熱過程で蒸発し、炉内壁に付

50

着、堆積することが知られており、堆積物の除去を目的とした定期的な炉のメンテナンスも必要コストとして生じる。そして昨今、自動車の軽量化促進に伴い、自動車用熱交換器でも材料の薄肉高強度化が求められ、アルミニウム材料の高強度化には、アルミニウム合金へのMg添加が有効であることは一般的に知られているが、フラックスを用いたろう付けではMgとフラックスが反応して高融点の MgF_2 を生成することから、これがろう付け阻害要因となったり、材料中のMgを消費してしまうため、折角添加したMgが高強度化にあまり役立たないという問題がある。すなわち、フラックスろう付けでは製品中のMg添加部位や量に制限があり、積極的に材料高強度化手法として用いることができていないのが現状である。

【0003】

10

一方、真空ろう付けでは、ろう材に添加されたMgがろう付け昇温過程で材料中から蒸発し、その際に、ろう付け阻害要因であるアルミニウム材料表面の酸化膜を破壊、雰囲気中では水分や酸素と結合するゲッター作用により、炉内雰囲気をろう付け可能な状態としている。本手法では、フラックス工程管理は必要ないものの、真空炉が高価な設備であること、炉の気密性管理等に相応のコストが生じる問題がある。また、自動車用熱交換器等では、製品の耐食性確保を目的にZnが添加されるが、真空加熱下ではZnが蒸発してしまい、製品材料中に十分なZnを残すことができないというデメリットもある。更に、炉内壁には蒸発したMgやZnが堆積することから、定期的な炉内清掃も必要となる。

【0004】

20

これらに対し、最近では上記問題を解消しようとする大気圧下のフラックスレスろう付けが提案されている。例えば特許文献1では、被ろう付け部材、もしくはそれ以外の部位にMg含有物を配置し、且つ、被ろう付け物に覆いをすることによって非酸化性雰囲気大気圧下のフラックスレスろう付けを提案している。しかし、この技術では覆いをすることが必須となっており、覆いを製品サイズ別に用意したり、量産で想定される使用個数を準備する必要があったり、更に、覆いのメンテナンス等が必要となり、量産適用においては手間やコストがかかるという問題がある。また、覆いをすることにより被ろう付け物の昇温速度が低下してしまい、生産性を低下させてしまうという問題もある。

【0005】

上記問題に対し、特許文献2では、予めろう付け炉内で加熱された風除け治具（覆い）によって炉内で被ろう付け部材を覆うような仕組みを提案し、昇温速度の低下を改善している。しかし、本方法においては、炉内に風除け治具の動作を制御する機構を設ける必要があり、設備の導入や維持にコストと手間が掛かるという問題がある。

30

【0006】

一方、覆いを必要としないフラックスレスろう付けとしては、特許文献3では、クラッド材のろう材にMgを添加し、そのクラッド材で成形された熱交換器チューブの内側を不活性雰囲気中大気圧下でフラックスレスろう付けする方法が提案されている。

【0007】

また、同じく覆いを必要としないものとして、特許文献4では、ろう材表面に酸化防止層をクラッドし、そのクラッド材を積層構造としたもので大気雰囲気中のろう付けを可能にするという提案もある。

40

【0008】

そして特許文献5では、芯材の表面にAl-Si-Mg系合金からなるろう材をクラッドし、且つ、ろう付け前に材料表面を酸洗浄し酸化膜の厚みを20以下とすれば、非酸化性雰囲気中でのフラックスレスろう付けが可能になるという提案がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】特開平9-85433号公報

【特許文献2】特開2006-175500号公報

【特許文献3】特許第4037477号公報

50

【特許文献4】特許第3701847号公報

【特許文献5】特開平10-180489号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

しかし、覆いを必要とせずに、大気圧下でのろう付けを可能にする特許文献3～5においても以下の課題がある。

特許文献3で提案されている方法では、チューブ外面とフィンの接合はフラックスを使用しており、フラックスを使用することによるデメリットは完全に解消されていないという問題がある。

10

また、特許文献4で提案されている技術では、従来の真空ろう付けやノコロックろう付けに用いる材料に対し、ろう材表面に酸化防止層を設けたクラッド材を準備する必要があり、材料コストが高くなるという問題があり、更に、コアとしては積層構造に限定されるという汎用性の問題がある。

さらに、特許文献5に示される方法では、酸洗浄の工程管理が煩雑となる問題や、酸洗浄工程分のコストが増加するという問題がある。

【0011】

このような問題に鑑み、本発明ではフラックス塗布工程や真空設備等の導入運用コストや、ろう付け時に使用する覆い等の副資材コスト、材料酸洗浄等の新たな工程コストを発生させず、且つ、熱交換器等の形状によらない汎用的な大気圧下フラックスレスろう付け方法を見出すことを目的に開発を進めたものである。

20

【課題を解決するための手段】

【0012】

上記目的を達成するため、本発明者らは鋭意研究を進めた結果、クラッド材のろう材に添加するMg量を適正な範囲に収めることで、密着した接合継手を、減圧を伴うことなく非酸化性雰囲気中で、Mg蒸気を逃がさないようにする為の覆いをいなくとも、良好なろう付け状態が得られることを見出した。この際、ろう付け前材料表面の初期酸化膜をあえて除去する必要はなく、通常に生産されているアルミニウム材が使用可能である。

【0013】

すなわち、本発明のアルミニウム材のフラックスレスろう付け方法のうち、第1の本発明は、質量%で、Mgを0.1～5.0%、Siを3～13%含有し、残部がAlと不可避不純物からなるAl-Si系ろう材が芯材にクラッドされて最表面に位置するアルミニウムクラッド材を用いるろう付け方法であって、前記Al-Si系ろう材に含まれるSi粒子は、表層面方向の観察において、円相当径で0.8μm以上の径をもつものの数の内、1.75μm以上の径のもの数が25%以上であり、減圧を伴わない非酸化性雰囲気で、前記Al-Si系ろう材とろう付け対象部材とを接触密着させ、加熱温度559～620において、前記Al-Si系ろう材によりフラックスレスで接触密着部の密着面において前記芯材と前記ろう付け対象部材とを接合することを特徴とする。

30

【0015】

第2の本発明のアルミニウム材のフラックスレスろう付け方法は、前記第1の本発明において、前記アルミニウムクラッド材、及び、前記ろう付け対象部材の少なくとも接触密着部表面の表面粗さが、Ra0.3μm以下であることを特徴とする。

40

【0016】

第3の本発明のアルミニウム材のフラックスレスろう付け方法は、前記第1または第2の本発明のいずれかにおいて、前記Al-Si系ろう材に質量%で、0.01～1.0%のBiを含有することを特徴とする。

第4の本発明のアルミニウム材のフラックスレスろう付け方法は、前記第1～第3の本発明のいずれかにおいて、前記Al-Si系ろう材に質量%で、0.1～5.0%のZnを含有することを特徴とする。

【0017】

50

第5の本発明のアルミニウム材のフラックスレスろう付け方法は、前記第1～第4の本発明のいずれかにおいて、前記Al-Si系ろう材がクラッドされている芯材が、質量%で、Si:0.1～1.2%、Mg:0.01～2.0%を含有し、残部Alと不可避不純物からなる組成を有することを特徴とする。

【0018】

第6の本発明のアルミニウム材のフラックスレスろう付け方法は、前記第1～第4の本発明のいずれかにおいて、前記Al-Si系ろう材がクラッドされている芯材が、質量%で、Mn:0.2～2.5%、Cu:0.05～1.0%、Si:0.1～1.2%、Fe:0.1～1.0%、を含有し、残部Alと不可避不純物とからなる組成を有することを特徴とする。

10

【0019】

第7の本発明のアルミニウム材のフラックスレスろう付け方法は、前記第1～第4の本発明のいずれかにおいて、前記Al-Si系ろう材がクラッドされている芯材が、質量%で、Si:0.1～1.2%、Mg:0.01～2.0%を含有し、さらにMn:0.2～2.5%、Cu:0.05～1.0%、Fe:0.1～1.0%の内1種または2種以上を含有し、残部Alと不可避不純物とからなる組成を有することを特徴とする。

【0020】

第8の本発明のアルミニウム材のフラックスレスろう付け方法は、前記第1～第4の本発明のいずれかにおいて、前記Al-Si系ろう材がクラッドされている芯材が、質量%で、Si:0.1～1.2%、Mg:0.01～2.0%を含有し、さらにMn:0.2～2.5%、Cu:0.05～1.0%、Fe:0.1～1.0%の内1種または2種以上を含有し、さらにZr:0.01～0.3%、Ti:0.01～0.3%、Cr:0.01～0.5%、Bi:0.01～1.0%の内1種または2種以上を含有し、残部Alと不可避不純物とからなる組成を有することを特徴とする。

20

【0021】

第9の本発明のフラックスレスろう付け用アルミニウムクラッド材は、前記第1～第4の本発明のいずれかに記載のAl-Si系ろう材が芯材にクラッドされて前記Al-Si系ろう材が最表面に位置しており、減圧を伴わない非酸化性雰囲気中、前記Al-Si系ろう材をろう付け対象部材に接触密着させて前記Al-Si系ろう材により前記接触密着面において前記ろう付け対象部材と接合するようにフラックスレスのろう付けに供されることを特徴とする。

30

【0022】

第10の本発明のフラックスレスろう付け用アルミニウムクラッド材は、前記第9の本発明において、前記芯材が前記第5～8のいずれかの本発明に記載された組成を有することを特徴とする。

【0023】

以下に、本発明で規定する成分等の限定理由について以下に説明する。なお、各成分量はいずれも質量%で示される。

【0024】

1. ろう材

本発明で用いるアルミニウムクラッド材では、ろう材としてAl-Si系合金をベースに、Mgを添加したものをを用いる。

40

【0025】

Siの含有量は特に限定されるものではないが、一般的にろう材として用いられる3～13%程度が好適であり、さらに6～12%が好適である。6%未満ではろう付け時の液相量が不足する傾向にあり、12%を越えると、Al-Si系合金の過共晶Si領域となり、アルミニウム板製造時の加工性が悪くなる傾向にあるためである。

【0026】

Mgの含有量は0.1～5.0%がよく、0.1%未満では本発明の効果であるろう付け時接合面の再酸化防止効果が得られず、5%を越えると効果が飽和し、かつ、アルミニ

50

ウム材料の加工性に難を生じる。本発明では、上記Mg成分範囲における酸化膜破壊活動のみでもろう付性を確保できるが、さらに、Mg含有量を最適化してAl-Si-Mg系ろう材の固相線温度の低下効果を利用すれば、優れたろう付性を発揮できる。この場合のMgの最適含有量は、Si含有量により変動するが、例えばSi含有量が6~12%の場合、Mg含有量は0.75~1.5%が好ましい。この範囲であれば、ろうの融点低下が十分に得られ、Mgによるゲッター作用との相乗効果により、より良好なろう付け性を得ることが可能となる。具体的には、Al-Si-Mg合金で最も低い固相線温度の559以上でろう付けができるようになる。

【0027】

また、本ろう材には製品の耐食性を向上させる目的で、Znを適宜含有できるものとする。この成分は、例えば、0.1~5.0%の含有量で含有させることができる。さらに、本発明で接合を得るにあたり、Biの含有は必須ではないが、Biを含有させることにより、よりろう材の濡れ性を向上させることが可能となる。

Biの含有量は0.01~1.0%がよい。0.01%未満では効果が十分でなく、1.0%を越えると効果の飽和、材料コストの増大を招くため好ましくない。

【0028】

そして、本発明を実施するにあたっては、ろう材表面に比較的粗大なSi粒子が存在していることが好ましい。通常、アルミニウム材料表面には緻密なAl₂O₃等の酸化皮膜が存在し、ろう付け熱処理過程ではこれがさらに成長し厚膜となる。酸化膜の厚みが増すほど、酸化膜の破壊作用を阻害する傾向が強くなるのが一般的な見解である。本発明では、ろう材表面に粗大なSi粒子が存在することで、粗大Si粒子表面にはアルミニウムの緻密な酸化膜が成長せず、この部位がアルミニウム材料表面の酸化膜欠陥として働く。すなわち、アルミニウム材料表面の酸化膜がろう付け熱処理中に厚膜となっても、Si粒子部分からろう材の染み出し等が発生し、この部位を起点に酸化膜破壊作用が進んでいくものと考えられる。ここで言うSi粒子とは、組成上Si単体成分によるSi粒子、及び、例えば、Fe-Si系化合物や、Fe-Siを主成分とするAl-Fe-Si系の金属間化合物等をも含むものとする。本発明の説明においては、これらを便宜的にSi粒子と表記する。具体的には、ろう材表面のSi粒子を円相当径でみなし、0.8μm以上のSi粒子数をカウントした場合に1.75μm以上のものが25%以上存在すると、この効果が十分に得られる。本発明においてSi粒子の密度には言及していないが、本発明で用いる合金組成と製造条件範囲、及び材料の仕上げ板厚寸法によって、10000μm²視野における0.8μm以上のSi粒子数は数十~数千個の範囲に及ぶと考えられ、その規定は難しいことから、本発明においては、このSi粒子数範囲で、1.75μm径以上のものが25%以上の個数存在すれば、効果を得られることを確認し上記規定を望ましいものとした。

【0029】

2. 芯材

本発明に用いるアルミニウムクラッド材の芯材組成は、接合を得るにあたって特に限定されるものではないが、フラックスレスろう付けを実現したことにより、高強度化を狙ったMg添加が積極的に行える。

芯材成分としては、質量比でSi:0.1~1.2%、Mg:0.01~2.0%を含有し、残部がAlと不可避不純物からなるものが示される。

また、質量比で、Mn:0.2~2.5%、Cu:0.05~1.0%、Si:0.1~1.2%、Fe:0.1~1.0%、を含有し、残部Alと不可避不純物とからなるものが示される。

また、芯材成分としては、Mn:0.2~2.5%、Cu:0.05~1.0%、Fe:0.1~1.0%の内1種または2種以上を含有し、さらに所望によりZr:0.01~0.3%、Ti:0.01~0.3%、Cr:0.01~0.5%、Bi:0.01~1.0%の内1種または2種以上を含有し、残部がAlと不可避不純物からなるものが示される。各元素の作用及び限定理由は以下の通りである。

10

20

30

40

50

【0030】

Si : 0.1 ~ 1.2 %

Si単体でマトリックスに固溶して材料強度を向上させる他、本発明においては、Mgの積極添加との相乗効果によって得られる Mg_2Si の析出により、材料強度を向上させる。この Mg_2Si 析出による硬化は、ろう付け熱処理後の時効析出により、飛躍的な材料強度向上に寄与する。従来のA3003合金等をベースとした合金設計においては、Al-Mn-Si化合物として分散して、材料強度を向上させる。下限未満では効果が不十分であり、上限を越えると、融点が低下し、芯材が溶融するので、上記範囲が望ましい。なお、Si含有量の一層好ましい範囲は0.3 ~ 1.0%である。Mn等の含有によりSiの積極的な含有を要しない場合、0.1%未満のSiを不純物として含有することは許容される。

10

【0031】

Mg : 0.01 ~ 2.0 %

Mgは、Siと同時に添加されることでろう付後に微細な金属間化合物 Mg_2Si として析出し、時効硬化により著しく強度が向上する効果を有する。また、ろう付加熱中にろう材から拡散してきたSiとも反応し、同様の強度効果を有する。さらに一部はろう材中に拡散し、ろう材表面の酸化膜破壊、酸化膜成長抑制作用に寄与する。下限未満では効果不十分であり、上限を超えると融点が低下し、芯材が溶融する。このため、Mg含有量は上記範囲が望ましい。

【0032】

Mn : 0.2 ~ 2.5 %

Mnは、金属間化合物として晶出または析出し、ろう付後の強度を向上させる。また、芯材の電位を貴にして耐食性も向上させる。下限未満では効果が不十分であり、上限を超えると、圧延などの加工性が低下する。また、一層の効果は得られない。これら理由によりMn含有量は上記範囲が望ましい。なお、Mn含有量の一層好ましい範囲は0.5 ~ 1.5%である。

20

【0033】

Cu : 0.05 ~ 1.0 %

Cuは、固溶してろう付後の強度を向上させると共に、芯材の電位を貴にして耐食性を向上させる。下限未満では効果が不十分であり、上限を超えると、融点が低下し、芯材が溶融する。このため、Cu含有量は上記範囲が望ましい。なお、Cu含有量の一層好ましい範囲は0.1 ~ 0.7%である。

30

【0034】

Fe : 0.1 ~ 1.0 %

Feは金属間化合物として晶出または析出し、ろう付後の強度を向上させる。また、最終焼鈍時とろう付時の再結晶を促進する。下限未満では効果が不十分であり、上限を超えると、腐食速度が速くなりすぎる。また、最終焼鈍後の結晶粒径が細かくなりすぎて成形時に加工の導入されない部分でろうの侵食が著しく大きくなる。これら理由によりFe含有量が上記範囲が望ましい。なお、Fe含有量の一層好ましい範囲は0.2 ~ 0.5%である。

40

【0035】

Zr、Ti : 0.01 ~ 0.3 %、Cr : 0.01 ~ 0.5 %

Zr、TiまたはCrは、ろう付後に微細な金属間化合物として分散し、強度を向上させる。下限未満では効果不十分であり、上限を超えると加工性が低下する。このため、これら成分の含有量は上記範囲が望ましい。

【0036】

Bi : 0.01 ~ 1.0 %

Biは、材料表面の再酸化を抑制し、ろう材の濡れ拡がり性を向上させる。下限未満では効果が不十分であり、上限を超えても一層の効果は得られない。このため、Biの含有量は、上記範囲が望ましい。

50

【 0 0 3 7 】

3 . クラッド材

本発明に使用する上記クラッド材においては、少なくとも片面に上記 Al - Si 系ろう材がクラッドされていればよく、適宜、片面と両面クラッド材を使い分けることができる。両面クラッド材では、芯材の両面にろう材がクラッドされているものであってもよく、また片面に上記ろう材がクラッドされ、他の片面に犠牲材等のその他の材料がクラッドされているものであってもよい。

【 0 0 3 8 】

4 . ろう付け対象部材の材質

ろう材以外の被ろう付け構成部材としては、一般的に用いられているアルミニウム合金であれば何れも問題なく使用可能である。

【 0 0 3 9 】

5 . ろう付け部材の表面粗さ

本発明を実施するに当たっては、接合部の接触密着状態を高めることで、接合部である接触密着部への外部からの酸素供給がされにくくなり、ろう付け昇温過程での材料表面の酸化抑制力が高まる。ここで言う酸素供給とは、大気雰囲気中での酸素を意味するのではなく、非酸化性雰囲気中に僅かに含まれる酸素によるものを示す。本発明者らが調べた結果、接合部における接合部材両者の表面粗さが Ra 0 . 3 μm 以下であれば、より良好な接合が得られることが判り、さらに好ましくは、Ra 0 . 2 5 μm 以下で安定して良好な接合状態が得られることも判った。表面粗さが Ra 0 . 3 μm を超える場合は加圧密着力を高めても十分な機密性が得られないためろう付け性が低下する。

【 0 0 4 0 】

6 . 被ろう付け構成部材の初期酸化膜厚

本発明の実施に当たっては、特に材料表面の初期酸化皮膜を抑制するような材料製作は必要としない為、通常、アルミニウムの量産コイル材として作製され得る、初期酸化膜厚 2 0 ~ 5 0 0 程度アルミニウム材料を使用できる。2 0 未満では、従来技術に示したような酸洗浄等が必要となり、5 0 0 を越えるものは Mg による酸化膜破壊作用が十分に得られず、良好な接合状態が得られにくくなる。

【 0 0 4 1 】

7 . 炉内雰囲気

本発明の実施にあたっては、炉内雰囲気を不活性ガス、或いは還元性ガス等の非酸化性ガスとすることで、雰囲気中の酸素濃度や露点を低下させ、被ろう付け物の再酸化を抑制する必要がある。使用する置換ガスの種類としては、接合を得るにあたり特に限定されるものではないが、コストの観点で、不活性ガスとしては窒素、アルゴン、還元性ガスとしては水素、アンモニア、一酸化炭素を用いることが好適である。雰囲気中の酸素濃度管理範囲としては、5 ~ 5 0 0 p p m がよい。5 p p m 未満の場合は、接合に不具合は生じないが、雰囲気の管理に多量のガスを使用する等、製造コストの増大懸念が生じるためである。5 0 0 p p m 超では被ろう付け部材の再酸化が進みやすくなり、特にろう材が表面にないペア構成部材とろう材間の接合が十分に得られない為である。

【 0 0 4 2 】

8 . ろう付け温度

本発明においては、ろう材 Al - Si - Mg 合金の最も低い固相線温度の 5 5 9 以上でろう付けができ、当然、従来からの Al - Si ろう材によるろう付け温度範囲も使用可能である。具体的には 5 5 9 ~ 6 2 0 が良い。5 5 9 未満ではろうの溶融が得られずろう付けが得られない。6 2 0 超ではろう浸食が顕著となり、製品形状の維持等に問題が生じるため好ましくない。但し、この温度範囲においても、ろうの合金組成によって固相線温度が低い場合には、ろう侵食が顕著になる場合もあり、その際は、この温度範囲の中で合金組成にあったろう付け温度を選択するのが好ましい。

【 発明の効果 】

【 0 0 4 3 】

本発明では、ろう材に添加された適量のMgが接合部接触密着表面の酸化膜を破壊し、再酸化を抑制することで、良好な接合を得られる。この機構自体は、真空ろう付けや、大気圧下でのフラックスレスろう付け等を提案している従来技術と同様であるが、真空ろう付けでは、部材の再酸化防止のため真空の維持が必須であり、また、大気圧下の従来技術では、ろう材の表面に酸化防止層を設けたり、被ろう付け部材を覆いで囲ったりする等して、材料の再酸化やMg蒸気の拡散防止を行う必要がある。一方、本発明においては、接合せしめる構成部材同士を確実に接触密着させた上で、ある一定以上のMgをろう材に添加し、さらに、ろう付けを非酸化性雰囲気中で行うことで、材料表面の再酸化力よりもMgによる酸化膜破壊活動が上回る条件を見出し、ろう材がろう付け構成物の最表面に位置する場合においても、接合を成立させている。このとき、ろう材に添加されたMgはろうの融点を低下させ、Mgのゲッター作用とろうの溶融（局部溶融を含む）がほぼ同じ温度域で生じる効果も得られ、ろう付性を向上させている。

10

【0044】

以上のように、本発明によるろう付け法を用いれば、フラックスや真空設備を必要としない、大気圧下のフラックスレスろう付けが可能となり、また、ろう材以外の被ろう付け構成部材へMgを添加した場合にもろう付け阻害要因とはならないことから、Mgを構成部材に添加した、熱交換器用アルミニウム高強度部材への用途展開も図れることになる。その他、減圧を伴わない雰囲気での加熱となるため、アルミニウム材料からのMgやZnの蒸発は製品周辺に止まり、炉内壁等の汚染は殆ど生じないというメリットも得られる。

20

【発明を実施するための形態】

【0045】

以下に、本発明の一実施形態を説明する。

質量%で、Mgを0.1~5.0%、Siを3~13%含有するAl-Si系ろう材と、芯材とは常法により製造することができ、両者またはこれに犠牲材などの他の材料とを重ねてクラッド圧延する。該クラッド圧延での製造条件は本発明としては特に限定されるものではない。また、各層のクラッド率も本発明としては特定されるものではない。

なお、上記のように芯材の組成は、Si:0.1~1.2%、Mg:0.01~2.0%を含有するもの、Mn:0.2~2.5%、Cu:0.05~1.0%、Si:0.1~1.2%、Fe:0.1~1.0%を含有するもの、あるいはSi:0.1~1.2%、Mg:0.01~2.0%を含有し、さらにMn:0.2~2.5%、Cu:0.05~1.0%、Fe:0.1~1.0%の内1種または2種以上を含有し、さらに所望によりZr:0.01~0.3%、Ti:0.01~0.3%、Cr:0.01~0.5%、Bi:0.01~1.0%の内1種または2種以上を含有などが望ましい。

30

本発明では、前記Al-Si系ろう材に含まれるSi粒子で、円相当径で0.8μm以上の径をもつものの数の内、1.75μm以上の径のもの数が25%以上とするのが望ましい。本材料を得るには、ろう材の鑄造スラブを製造するにあたり、その冷却速度を10/s ecよりも遅い範囲とし、凝固冷却で生じるSi粒子サイズを粗大にすることで、その後の圧延工程でのSi粒子破碎を経ても、上記条件を満たすことが可能となる。但し、この冷却速度が10/s ecより速くなった場合においても、鑄造後に均質化処理として、例えば500以上の条件で数時間の熱処理を加えれば、Si粒子の粗大化が図れ、上記同様に、圧延後には本発明条件のSi粒子サイズを得ることが可能である。

40

また、本発明では前記アルミニウムクラッド材、及び、前記ろう付け対象部材の少なくとも接触密着部表面の表面粗さを、Ra0.3μm以下とするのが望ましい。この表面粗さは、材料の最終圧延時のロール表面粗度に依存し、そのロール表面粗度を、Raで0.45μm以下とすることで得られる。尚、ろう付け接合部がプレス等の熱交換器部材加工表面となる場合には、そのプレス等金型表面粗度を同様に管理することで目的の表面粗度が得られる。

【0046】

常法により得られるアルミニウムクラッド材は、上記Al-Si系ろう材が最表面に位置しており、初期酸化膜厚として20~500の酸化皮膜が形成されている。

50

上記アルミニウムクラッド材は、ベアフィン、無垢材コネクタなどのろう付け対象部材と組み付けられて、好適には熱交換器組立体などを構成する。なお、ろう付け対象部材としては種々の組成のアルミニウム材料を用いることができ、本発明としては特定のものに限定されるものではない。

【0047】

上記組立体は、減圧を伴うことなく非酸化性雰囲気とされた加熱炉内に配置される。該非酸化性雰囲気は、窒素、アルゴンなどの不活性ガスまたは水素、アンモニア、一酸化炭素などの還元性ガス、あるいはこれらの混合ガスを用いて構成することができる。非酸化性雰囲気は、ろう付け加熱時には減圧を伴わず、通常は大気圧とされる。なお、非酸化性雰囲気を得る前に、置換などの目的で減圧工程を含むものであってもよい。加熱炉は密閉した空間を有することを必要とせず、ろう付け材の搬入口、搬出口を有するものであってもよい。このような加熱炉でも、不活性ガスを炉内に吹き出し続けることで非酸化性が維持される。該非酸化性雰囲気としては、酸素濃度として体積比で5～500ppmが望ましい。

10

上記雰囲気下で559～620℃で加熱をしてろう付けを行う。ろう付けにおいては、ろう付け対象部材との接触密着部がフラックスレスで良好に接合される。

【実施例1】

【0048】

表1～表3に示す組成(残部Alと不可避不純物)のAl-Si系ろう材と、同じく表1～表3に示す組成(残部Alと不可避不純物)の芯材とをクラッドしたアルミニウムクラッド材として用意した。ろう材中のSi粒子径は、鑄造時の冷却速度を0.5～10/sの範囲で変化させ、また、材料表面粗さは最終圧延時のロール表面粗度をRa0.05～0.90の範囲で変えることによって変化させた。

20

【0049】

上記アルミニウムクラッド材は、各種組成ろう材と各種組成芯材とを、ろう材クラッド率10%とし、H14相当調質の0.5mm厚に仕上げた。

また、ろう付け対象部材としてJISA3003合金、H14のアルミニウムベア材(0.1mm厚)のフィン材を用意した。

【0050】

ろう付性

30

本発明の上記アルミニウムクラッド材を用いて幅20mmの扁平電線管を製作し、JISA3003ベア材のコルゲートフィンと組合せてコア形状とした。コアサイズは、チューブ15段、長さ300mmのコアである。

コアを窒素雰囲気中(酸素含有量15ppm)のろう付け炉にて、560～600℃まで加熱し、そのろう付け状態でろう付性を評価した。ろう付性は、以下式にて接合率を求め、その接合率の優劣で評価した。

【0051】

フィン接合率 = (フィンとチューブの総ろう付け長さ / フィンとチューブの総接触長さ) × 100

ろう付け性判定は、ろう付け後のフィン接合率(○:95%以上、△:85%以上、×:80%以上、×:80%未満)によって行い、その結果を表1～表3に示した。

40

【0052】

材料強度

製作したクラッド材(0.5mm厚)をJIS5号試験片とし、ろう付け熱処理後、90℃×7日間時効処理後に引張試験に供した。得られた材料強度測定値を評価し、その結果を表1～表3に示した。

【0053】

作製したクラッド材について、ろう材最表面を#1000のエメリー紙で研削後、0.1μmの砥粒で鏡面処理し、表面方向10000μm²(100μm角相当)の観察視野において、EPMA(電子線マイクロアナライザ)を用いた全自動粒子解析を行った。測

50

定した $0.8 \mu\text{m}$ 以上の総粒子数中で、 $1.75 \mu\text{m}$ 以上のものの割合を表に示した

【 0 0 5 4 】

実施例の何れも良好なろう付性を示したのに対し、比較例では十分な接合が得られなかった。また、実施例では材料高強度化とろう付性との両立が得られたが、比較材でその条件は得られなかった。

また、芯材の成分が好適範囲を外れる参考例では、種々の不具合が認められた。

【 0 0 5 5 】

【 表 1 】

供試材 No.	ろう材添加元素 [wt%]			1.75 μm以上 ろう材 Si 粒径 [%]	表面粗さ Ra[μm]	芯材組成[wt%]								ろう付け 温度 [°C]	ろう付 結果	強度 TS[MPa]
	Mg	Si	Bi			Si	Mg	Mn	Cu	Fe	Zr	Ti	Cr			
1	0.1	7.5	-	30	0.15	0.1	0.5	-	0.2	-	-	-	-	600	○	110
2	0.3	7.5	-	30	0.15	0.3	0.5	-	0.2	-	-	-	-	600	○	130
3	0.5	7.5	-	30	0.15	0.5	0.5	-	0.2	-	-	-	-	600	◎	140
4	0.7	7.5	-	30	0.15	0.7	0.5	-	0.2	-	-	-	-	600	◎	160
5	1.0	7.5	-	30	0.15	1.0	0.5	-	0.2	-	-	-	-	600	◎	180
6	1.5	7.5	-	35	0.15	1.2	0.5	-	0.2	-	-	-	-	590	◎	190
7	2.0	7.5	-	35	0.15	0.5	0.01	-	0.2	-	-	-	-	600	◎	105
8	3.0	7.5	-	35	0.15	0.5	0.2	-	0.2	-	-	-	-	600	◎	115
9	4.0	5.0	-	25	0.15	0.5	0.3	-	0.2	-	-	-	-	610	○	125
10	5.0	3.0	-	20	0.15	0.5	0.5	-	0.2	-	-	-	-	620	△	140
11	1.0	5.0	-	30	0.15	0.5	0.5	-	0.2	-	-	-	-	610	◎	140
12	1.0	10.0	-	35	0.15	0.5	0.5	-	0.2	-	-	-	-	600	◎	140
13	1.0	12.0	-	45	0.15	0.5	1.0	-	0.2	-	-	-	-	580	◎	200
14	1.0	13.0	-	50	0.15	0.5	1.5	-	0.2	-	-	-	-	570	○	220
15	3.0	10.0	-	35	0.15	0.1	2.0	-	0.2	-	-	-	-	560	△	200
16	0.1	5.0	-	30	0.15	0.5	0.5	-	0.2	-	-	-	-	620	○	140
17	0.1	10.0	-	35	0.15	0.5	0.5	-	0.2	-	-	-	-	600	◎	140
18	1.0	7.5	-	35	0.15	0.1	-	0.2	0.05	0.1	-	-	-	600	◎	100
19	1.0	7.5	-	35	0.15	0.3	-	0.5	0.1	0.2	-	-	-	600	◎	110
20	1.0	7.5	-	35	0.15	0.5	-	1.0	0.5	0.2	-	-	-	600	◎	140
21	1.0	7.5	-	35	0.15	0.75	-	1.5	0.7	0.3	-	-	-	600	◎	160
22	1.0	7.5	-	35	0.15	1.0	-	1.5	0.7	0.5	-	-	-	600	◎	170
23	1.0	7.5	-	35	0.15	1.2	-	2.0	1.0	0.8	-	-	-	600	◎	190
24	0.3	7.5	0.01	30	0.15	0.5	0.5	0.2	-	0.2	-	-	-	600	○	145
25	0.3	7.5	0.05	30	0.15	0.5	0.5	0.5	-	0.2	-	-	-	600	◎	150
26	0.3	7.5	0.10	30	0.15	0.5	0.5	1.0	-	0.2	-	-	-	600	◎	170
27	0.3	7.5	0.50	30	0.15	0.5	0.5	1.5	-	0.2	-	-	-	600	◎	180
28	0.3	7.5	1.0	30	0.15	0.5	0.5	2.0	-	0.2	-	-	-	600	◎	190

実
施
例

【 0 0 5 6 】

10

20

30

40

【 表 2 】

供試材 No.	ろう材添加元素 [wt%]			1.75 μ m以上 ろう材 Si 粒径 [%]	表面粗さ Ra[μ m]	芯材組成[wt%]								ろう付け 温度 [$^{\circ}$ C]	ろう付 結果	強度 TS[MPa]
	Mg	Si	Bi			Si	Mg	Mn	Cu	Fe	Zr	Ti	Cr			
29	1.0	7.5	-	10	0.15	0.5	0.5	0.05	0.2	-	-	-	-	600	Δ	145
30	1.0	7.5	-	20	0.15	0.5	0.5	0.1	0.2	-	-	-	-	600	\circ	150
31	1.0	7.5	-	25	0.15	0.5	0.5	0.3	0.2	-	-	-	-	600	\odot	160
32	1.0	7.5	-	35	0.15	0.5	0.5	0.5	0.2	-	-	-	-	600	\odot	170
33	1.0	7.5	-	50	0.15	0.5	0.5	0.7	0.2	-	-	-	-	600	\odot	190
34	1.0	7.5	-	35	0.02	0.5	0.5	1.0	0.2	-	-	-	-	600	\odot	210
35	1.0	7.5	-	35	0.10	0.5	0.5	-	0.1	-	-	-	-	600	\odot	140
36	1.0	7.5	-	35	0.20	0.5	0.5	-	0.2	-	-	-	-	600	\odot	145
37	1.0	7.5	-	35	0.25	0.5	0.5	-	0.5	-	-	-	-	600	\odot	150
38	1.0	7.5	-	35	0.30	0.5	0.5	-	0.7	-	-	-	-	600	\odot	160
39	1.0	7.5	-	35	0.35	0.5	0.5	-	1.0	-	-	-	-	600	\circ	170
40	1.0	7.5	-	35	0.50	0.5	0.5	0.2	0.05	0.1	-	-	-	600	Δ	150
41	1.0	7.5	-	35	0.15	0.5	0.5	0.5	0.2	0.2	-	-	-	600	\odot	160
42	1.0	7.5	-	35	0.15	0.5	0.5	1.0	0.5	0.3	-	-	-	600	\odot	180
43	1.0	7.5	-	35	0.15	0.5	0.5	1.5	0.7	0.5	-	-	-	600	\odot	210
44	1.0	7.5	-	35	0.15	0.5	0.5	2.0	1.0	0.2	-	-	-	600	\odot	230
45	1.0	7.5	-	35	0.15	0.5	0.5	1.0	0.5	0.3	0.05	-	-	600	\odot	185
46	1.0	7.5	-	35	0.15	0.5	0.5	1.0	0.5	0.3	0.20	-	-	600	\odot	195
47	1.0	7.5	-	35	0.15	0.5	0.5	1.0	0.5	0.3	-	0.05	-	600	\odot	185
48	1.0	7.5	-	35	0.15	0.5	0.5	1.0	0.5	0.3	-	0.2	-	600	\odot	190
49	1.0	7.5	-	35	0.15	0.5	0.5	1.0	0.5	0.3	-	0.1	-	600	\odot	185
50	1.0	7.5	-	35	0.15	0.5	0.5	1.0	0.5	0.3	-	0.3	-	600	\odot	190
51	0.3	7.5	-	35	0.15	0.5	0.5	1.0	0.5	0.3	-	-	0.1	600	\circ	180
52	0.3	7.5	-	35	0.15	0.5	0.5	1.0	0.5	0.3	-	-	0.3	600	\circ	180
53	0.1	7.5	-	35	0.15	0.5	0.5	1.0	0.5	0.3	-	-	0.5	600	\odot	185
54	0.1	7.5	-	35	0.15	0.5	0.5	1.0	0.5	0.3	-	-	1.0	600	\odot	190
55	1.0	7.5	-	35	0.15	0.5	0.5	1.0	0.5	0.3	0.15	0.15	-	600	\odot	190
56	1.0	7.5	-	35	0.15	0.5	0.5	1.0	0.5	0.3	0.15	-	0.3	600	\odot	190
57	1.0	7.5	-	35	0.15	0.5	0.5	1.0	0.5	0.3	0.15	0.15	0.3	600	\odot	195
58	1.0	7.5	-	35	0.15	0.5	0.5	1.0	0.5	0.3	0.15	0.15	0.3	600	\odot	200

実
施
例

【 0 0 5 7 】

10

20

30

40

【 表 3 】

供試材 No.	ろう材添加元素 [wt%]			1.75 μ m以上 ろう材 Si 粒径 [%]	表面粗さ Ra[μ m]	芯材組成 [wt%]										ろう付け 温度 [$^{\circ}$ C]	ろう付 結果	強度 TS[MPa]	
	Mg	Si	Bi			Si	Mg	Mn	Cu	Fe	Zr	Ti	Cr	Bi					
比 較 例	1	-	5.0	-	30	0.15	0.5	0.5	-	-	0.2	-	-	-	-	-	600	×	140
	2	-	7.5	-	35	0.15	0.5	0.5	-	-	0.2	-	-	-	-	-	600	×	140
	3	-	10.0	-	40	0.15	0.5	0.5	-	-	0.2	-	-	-	-	-	600	×	140
	4	5.5	7.5	-	35	0.15	0.5	0.5	-	-	0.2	-	-	-	-	-	製作不可により評価できず ^{※1}		
	5	1.0	2.5	-	25	0.15	0.5	0.5	-	-	0.2	-	-	-	-	-	600	×	140
	6	-	15.0	-	55	0.15	0.5	0.5	-	-	0.2	-	-	-	-	-	製作不可により評価できず ^{※2}		
	7	-	7.5	-	35	0.15	-	-	-	-	0.1	-	-	-	-	-	600	×	90
参 考 例	1	1.0	7.5	-	35	0.15	0.5	2.5	1.0	0.2	-	-	-	-	-	-	製作不可により評価できず ^{※3}		
	2	1.0	7.5	-	35	0.15	1.5	0.5	1.0	0.2	-	-	-	-	-	600	ろう付芯材が溶融		
	3	1.0	7.5	-	35	0.15	0.5	0.5	2.7	0.2	-	-	-	-	-	製作不可により評価できず ^{※4}			
	4	1.0	7.5	-	35	0.15	0.5	0.5	1.0	0.2	1.2	0.2	-	-	-	製作不可により評価できず ^{※5}			
	5	1.0	7.5	-	35	0.15	0.5	0.5	1.0	0.5	0.5	1.5	-	-	-	製作不可により評価できず ^{※6}			
	6	1.0	7.5	-	35	0.15	0.5	0.5	1.0	-	0.2	0.4	0.4	0.4	-	製作不可により評価できず ^{※7}			
	7	1.0	7.5	-	35	0.15	0.5	0.5	1.0	-	0.2	-	-	0.7	1.2	製作不可により評価できず ^{※8}			

※1～3：圧延時にクラック発生、※4、5：鑄造時に割れ発生、※6～8：巨大金属間化合物の生成による圧延不良

【 欄 悉 】

10

20

30

40

50

【課題】フラックスや真空設備を必要とすることなく大気圧下でのフラックスレスろう付けを可能にする。

【解決手段】質量%で、Mgを0.1～5.0%、Siを3～13%含有するAl-Si系ろう材が最表面に位置するアルミニウムクラッド材を用いて、減圧を伴わない非酸化性雰囲気で加熱温度559～620において、前記Al-Si系ろう材によりろう付け対象部材との接触密着部を接合する。フラックスや真空設備を必要とせずに大気圧下でのフラックスレスろう付けが可能になり、ろう材以外の被ろう付け構成部材へMgを添加した場合にもろう付け阻害要因とはならない。減圧を伴わない雰囲気での加熱となるため、MgやZnの蒸発による炉内壁等の汚染も殆ど生じない。

【選択図】なし

フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I	
B 2 3 K 1/00	(2006.01)	C 2 2 C 21/00	E
B 2 3 K 31/02	(2006.01)	C 2 2 C 21/00	J
B 2 3 K 101/14	(2006.01)	B 2 3 K 1/00	S
B 2 3 K 103/10	(2006.01)	B 2 3 K 31/02	3 1 0 B
		B 2 3 K 1/19	D
		B 2 3 K 1/19	G
		B 2 3 K 101:14	
		B 2 3 K 103:10	

- (56)参考文献 特開2003-112286(JP,A)
 特開平09-323164(JP,A)
 特開2000-317683(JP,A)
 特開2006-278595(JP,A)
 特開平07-223091(JP,A)
 特開平11-293371(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B 2 3 K 1 / 0 0 , 1 / 1 9 , 3 5 / 1 4 , 3 5 / 2 2 , 3 5 / 2 8