

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4023760号
(P4023760)

(45) 発行日 平成19年12月19日(2007.12.19)

(24) 登録日 平成19年10月12日(2007.10.12)

(51) Int. Cl.

F I

B 2 3 K 35/22 (2006.01)
B 2 3 K 35/28 (2006.01)
C 2 2 C 21/00 (2006.01)
F 2 8 F 19/06 (2006.01)
F 2 8 F 21/08 (2006.01)

B 2 3 K 35/22 3 1 O E
 B 2 3 K 35/28 3 1 O B
 C 2 2 C 21/00 D
 C 2 2 C 21/00 J
 C 2 2 C 21/00 E

請求項の数 3 (全 17 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平11-3770
 (22) 出願日 平成11年1月11日(1999.1.11)
 (65) 公開番号 特開2000-202680(P2000-202680A)
 (43) 公開日 平成12年7月25日(2000.7.25)
 審査請求日 平成17年12月29日(2005.12.29)

(73) 特許権者 000002277
 住友軽金属工業株式会社
 東京都港区新橋5丁目11番3号
 (74) 代理人 100071663
 弁理士 福田 保夫
 (74) 代理人 100098682
 弁理士 赤塚 賢次
 (72) 発明者 正路 美房
 東京都港区新橋5丁目11番3号 住友軽
 金属工業株式会社内
 (72) 発明者 池田 洋
 東京都港区新橋5丁目11番3号 住友軽
 金属工業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ろう付け性および耐食性に優れた熱交換器用アルミニウム合金クラッド材

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

芯材の一方の面に犠牲陽極材をクラッドし、他方の面にAl-Si系のろう材をクラッドしたアルミニウム合金クラッド材であって、芯材は、Mn:0.6~2.0% (重量%、以下同じ)、Cu:0.3~1.0%、Si:0.06~1.0%を含有し、Feの含有量を0.4%以下、Mgの含有量を0.04%以下に規制し、残部アルミニウムおよび不可避的不純物からなるアルミニウム合金で構成され、犠牲陽極材は、Zn:0.5~4.0%、In:0.005~0.1%、Sn:0.01~0.1%のうちの1種または2種以上を含有し、さらにSi:0.3%を越え1.0%以下を含有し、Feの含有量を0.5%以下、Mgの含有量を0.04%以下に規制し、残部アルミニウムおよび不可避的不純物からなるアルミニウム合金で構成され、ろう材は、Si:6~14%、Fe:0.06~0.7%を含有し、Mgの含有量を0.04%以下、Caの含有量を0.006%以下に規制し、残部Alおよび不可避的不純物からなるアルミニウム合金で構成されることを特徴とするろう付け性と耐食性に優れた熱交換器用アルミニウム合金クラッド材。

【請求項2】

ろう材が、さらにBi:0.01~0.4%を含有することを特徴とする請求項1記載のろう付け性と耐食性に優れた熱交換器用アルミニウム合金クラッド材。

【請求項3】

芯材が、さらにTi:0.06~0.35%を含有することを特徴とする請求項1または2記載のろう付け性と耐食性に優れた熱交換器用アルミニウム合金クラッド材。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ろう付け性および耐食性に優れた熱交換器用アルミニウム合金クラッド材、とくに自動車用熱交換器、例えばラジエータ、ヒータコアなど、ろう付けにより接合される熱交換器の流体通路構成材（チューブ材）、ヘッダープレート材として適し、フッ化物系フラックスを用いるろう付けにおけるろう付け性および耐食性に優れた熱交換器用アルミニウム合金クラッド材に関する。

【0002】

【従来の技術】

10

ラジエータやヒーターコアなど、自動車用熱交換器のチューブ材やヘッダープレート材には、JIS 3003 合金などのAl-Mn系合金を芯材とし、芯材の一方の面にAl-Si系のろう材をクラッドし、他方の面のAl-Zn系合金やAl-Zn-Mg系合金からなる犠牲陽極材をクラッドしたアルミニウム合金の3層クラッド材が使用されている。

【0003】

Al-Si系のろう材は、チューブとフィンとの接合、チューブとヘッダープレートとのろう付けのためにクラッドされるものであり、ろう付けは、一般的には不活性ガス雰囲気中でフッ化物系フラックスを用いて行うろう付けが適用されるが、真空ろう付けが行われる場合もある。犠牲陽極材はチューブの内面を構成し、熱交換器の使用中に作動流体と接して犠牲陽極効果を発揮し、芯材の孔食発生や隙間腐食を防ぐ。チューブ外面に接合されるフィンは、犠牲陽極効果を発揮して芯材を防食するもので、Al-Mn系合金にCu, Mg, Zn, Sn, Inなどを添加したアルミニウム合金が適用される。

20

【0004】

近年、自動車の軽量化の観点から、自動車用熱交換器の軽量化およびコスト低減が強く要求され、チューブ材など熱交換器構成材料をさらに薄肉化することが必要となっている。このため、チューブ材やヘッダープレート材に各種元素を添加して強度を高めることが試みられているが、添加成分の含有は耐食性を低下させる原因となり、また、材料の薄肉化に伴ってろう付けが難しくなって、熱交換器の製造性、耐久性に問題が生じることから、ろう付け性および耐食性に優れた熱交換器用材料の開発が強く要望されている。

【0005】

30

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、上記の要求を満足させる熱交換器用アルミニウム合金材料を得るために、3層クラッド材における芯材、犠牲陽極材およびろう材の組成、およびそれらの組合わせと、とくにフッ化物系のフラックスを用いるろう付けにおけるろう付け性と耐食性との関係について、多角的に実験、検討を重ねた結果としてなされたものであり、その目的は、熱交換器、とくに自動車用熱交換器のチューブ材、ヘッダープレート材として好適に使用することができるろう付け性と耐食性に優れた熱交換器用アルミニウム合金クラッド材を提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】

40

上記の目的を達成するための本発明の請求項1によるろう付け性と耐食性に優れた熱交換器用アルミニウム合金クラッド材は、芯材の一方の面に犠牲陽極材をクラッドし、他方の面にAl-Si系のろう材をクラッドしたアルミニウム合金クラッド材であって、芯材は、Mn:0.6~2.0 %、Cu:0.3~1.0 %、Si:0.06 ~1.0 %を含有し、Feの含有量を0.4 %以下、Mgの含有量を0.04%以下に規制し、残部アルミニウムおよび不可避免的不純物からなるアルミニウム合金で構成され、犠牲陽極材は、Zn:0.5~4.0 %、In:0.005 ~0.1 %、Sn:0.01 ~0.1 %のうちの1種または2種以上を含有し、さらにSi:0.3%を越え1.0 %以下を含有し、Feの含有量を0.5 %以下、Mgの含有量を0.04%以下に規制し、残部アルミニウムおよび不可避免的不純物からなるアルミニウム合金で構成され、ろう材は、Si:6~14%、Fe:0.06 ~0.7 %を含有し、Mgの含有量を0.04%以下、Ca

50

の含有量を0.006 %以下に規制し、残部A lおよび不純物からなるアルミニウム合金で構成されることを特徴とする。

【0007】

本発明の請求項2によるアルミニウム合金クラッド材は、請求項1において、ろう材が、さらにB i :0.01 ~0.4 %を含有することを特徴とし、本発明の請求項3によるアルミニウム合金クラッド材は、請求項1または2において、芯材が、さらにT i :0.06 ~0.35%を含有することを特徴とする。

【0008】

【発明の実施の形態】

本発明のアルミニウム合金クラッド材における芯材、犠牲陽極材およびろう材の合金成分の意義およびその限定理由について説明する。 10

(1) 芯材

芯材中のM nは、強度を向上させるとともに、芯材の電位を貴にして、犠牲陽極材との電位差を大きくして耐食性を高めるよう機能する。好ましい含有範囲は0.6 ~2.0 %であり、0.6 %未満ではその効果が小さく、2.0 %を越えて含有すると、鑄造時に粗大な化合物が生成し、圧延加工性が害される結果、健全な板材が得難い。

【0009】

C uは、強度を向上させるとともに、芯材の電位を貴にし、犠牲陽極材、ろう材との電位差を大きくして、耐食性を高めるよう機能する。さらに、芯材中のC uは、ろう付け加熱時に犠牲陽極材中およびろう材中に拡散して、なだらかな濃度勾配を形成する。その結果、芯材側の電位は貴となり、犠牲陽極材の表面側およびろう材の表面側の電位は卑となって、犠牲陽極材中およびろう材中になだらかな電位勾配が形成され、腐食形態を横拡がりの全面腐食型にする。C uの好ましい含有量は0.3 ~1.0 %の範囲であり、0.3 %未満ではその効果が小さく、1.0 %を越えると、芯材の耐食性が低下し、また、融点が低下して、ろう付け時に局部的な溶融が生じ易くなる。C uのさらに好ましい含有量は0.3 ~1.0 %の範囲である。 20

【0010】

S iは、強度を向上させる効果を有する。S iの好ましい含有範囲は0.06~1.0 %であり、0.06%未満ではその効果が十分でなく、1.0 %を越えると、耐食性を低下させ、また融点が低下して局部溶融が生じ易くなる。 30

【0011】

不純物としてのF eは、アルミニウム母材に対してカソードとなり、耐食性を低下させるため、0.4 %以下に規制するのが好ましい。また、F eの含有量の極めて少ない高純度のアルミニウム地金はコストが高く実用的でないから、さらに好ましいF eの含有量は0.01 ~0.4 %とする。

【0012】

M gは、ろう付け性低下の観点から0.04%以下に制限するのが好ましい。0.04%を越えて含有すると、フッ化物系のフラックスを使用する不活性ガス雰囲気ろう付けの場合、M gがフラックスと反応してM g F₂などの化合物を生成するため、フラックスの絶対量は不足し、ろう付け性が低下する。M gのさらに好ましい含有量は0.02%以下の範囲である。 40

【0013】

T iは、芯材の耐食性をより一層向上させる効果を有する。すなわち、T iは、濃度の高い領域と低い領域との分かれ、それらが板厚方向に交互に分布して層状となり、T i濃度の低い領域が高い領域に比べて優先的に腐食することにより腐食形態が層状となる結果、板厚方向への腐食の進行が妨げられ、耐孔食性が向上する。T iの好ましい含有量は0.06 ~0.35%の範囲であり、0.06%未満では効果が十分でなく、0.35%を越えると、鑄造時に粗大な化合物が生成して材料の圧延を阻害し、健全なクラッド材が得難くなる。

【0014】

なお、芯材中には、不純物として、Z n、C r、Z rなどの成分が含まれていても良い。但し、Z nは芯材の電位を卑にし、犠牲陽極材およびろう材との電位差を小さくして耐食 50

性を低下させるので、0.2 %以下に規制するのが好ましく、C rおよびZ rは、組織の微細化などの目的で添加することもできるが、加工性を害するので、それぞれ0.3 %以下に制限するのが好ましい。

【0015】

(2) 犠牲陽極材

犠牲陽極材中のZ nは、犠牲陽極材の電位を卑にし、芯材に対する犠牲陽極効果を保持し、クラッド材の腐食を全面腐食型にして、芯材の孔食や隙間腐食を防止するよう機能する。Z nの好ましい含有範囲は0.5 ~4.0 %であり、Z nの含有量が0.5 %未満ではその効果が十分でなく、4.0 %を越えると、自己耐食性が低下して犠牲陽極材の腐食消耗が激しくなり、犠牲陽極効果が長期に持続されない。また、0.4 %を越えて含有してもその効果が飽和する。

10

【0016】

I nは犠牲陽極材の電位を卑にし、芯材に対し犠牲陽極効果を確実に付与するために役立つ。I nの好ましい含有量は0.005 ~0.1 %の範囲であり、0.005 %未満ではその効果が小さく、0.1 %を越えて含有すると、効果が飽和するとともに、犠牲陽極材の自己耐食性が低下し、また圧延加工性が劣化する。

【0017】

S nは犠牲陽極材の電位を卑にし、芯材に対し犠牲陽極効果を確実に付与するために役立つ。S nの好ましい含有量は0.01~0.1 %の範囲であり、0.01%未満ではその効果が小さく、0.1 %を越えて含有すると、効果が飽和するとともに、犠牲陽極材の自己耐食性が低下し、また圧延加工性が劣化する。

20

【0018】

S iは、強度を高めるよう作用する。S iの好ましい含有量は0.3 %を越え1.0 %以下の範囲であり、0.3 %以下ではその効果が十分でなく、1.0 %を越えると犠牲陽極材の自己耐食性が低下する。

【0019】

不純物としてのF eは、アルミニウム母材に対してカソードとなり、自己耐食性を低下させるから、F eの含有量は0.5 %以下の規制するのが好ましい。また、F eの極めて少ない高純度のアルミニウム地金はコストが高く実用的でないから、F e:0.01 ~0.5 %の範囲とするのがさらに好ましい。

30

【0020】

犠牲陽極材中のM gは、フッ化物系のフラックスを使用してろう付けを行う場合、フラックス成分のフッ素(F)と反応してM g F₂などの化合物を生成するため、フラックスの絶対量が不足して、ろう付け性が低下するので、0.04%以下に規制するのが好ましい。より好ましくは0.02%以下に規制する。

【0021】

なお、犠牲陽極材中には、M n、C u、C r、Z r、T iなどの元素が、発明の効果を損なわない範囲で少量含まれていても良いが、M nおよびC uは、犠牲陽極材の電位を貴にし、芯材との電位差を小さくして犠牲陽極効果を低下させるので、それぞれ0.3 %以下に制限するのが好ましい。また、C r、Z rおよびT iは、結晶粒の微細化などの目的で添加する場合もあるが、加工性を害するので、それぞれ0.3 %以下に制限するのが好ましい。

40

【0022】

(3) ろう材

ろう材中のS iは、ろう材の融点を下げ、ろうの流動性を高めるよう機能する。S iの好ましい含有量は6 ~14%の範囲であり、6 %未満ではその効果が十分でなく、14%を越えると、ろう材の融点が高くなり、ろう材製造時の加工性が低下する。

【0023】

F eは、ろう材の組織を微細化し、ろうの流動性を高める効果を有する。F eの好ましい含有量は0.06~0.7 %の範囲であり、0.06%未満ではその効果が小さく、0.7 %を越えて

50

含有すると、その効果が飽和するとともに、アルミニウム母材に対してカソードとなり、 $Al-Fe$ 系の化合物の生成量も多くなって、耐食性が低下する。

【0024】

ろう材中の Mg は、フッ化物系のフラックスを使用してろう付けを行う場合、ろう付け加熱過程において、ろう材表面に濃縮し易く、フラックス成分のフッ素(F)と反応して MgF_2 などの化合物を生成するため、フラックスの絶対量が不足して、ろう付け性が低下するので、0.04%以下に規制するのが好ましい。より好ましくは0.02%以下に規制する。

【0025】

Ca は、ろう材表面に緻密な酸化物を形成するため、ろうの濡れ性および拡がり性が低下して、ろう付け性を阻害する。ろう付け性の低下は、 Ca の含有量が0.006%を越えると顕著となるから、 Ca の含有量は0.006%以下に規制するのが好ましい。さらに好ましくは0.004%以下とする。

10

【0026】

Bi は、ろう材の融点を下げ、ろうの濡れ性および拡がり性を改善する。 Bi の好ましい含有量は0.01~0.4%の範囲であり、0.01%未満ではその効果が小さく、0.4%を越えると、その効果が飽和するとともに、ろう材の自己耐食性が低下する。 Bi のさらに好ましい含有範囲は0.1~0.4%である。

【0027】

ろう材には、ろう付け性を改善するために、少量、例えば0.1%以下の Be 、 Sr 、 Li 、 Na のうちの1種以上を含有させることもできる。ろう材の電位を卑にして、芯材に対してろう材に犠牲陽極効果を与え、クラッド材の耐食性を向上させるために、 Zn 、 In および Sn などの1種以上を含有させても良い。但し、 Zn 、 In および Sn は、含有量が多くなると、自己耐食性が低下して、ろう材の腐食消耗が激しくなり、犠牲陽極効果が長期に持続されなくなるから、 Zn の含有量は4%以下、 In および Sn の含有量はそれぞれ0.1%以下に規制するのが好ましい。また、 Mn 、 Cu 、 Ti 、 Cr 、 Zr 、 Ni なども、ろう材の強度を向上させるために、発明の効果を損なわない範囲で添加しても良いが、添加量が多くなると自己耐食性が低下するので、総量を1%以下に制限するのが好ましい。

20

【0028】

本発明の熱交換器用アルミニウム合金クラッド材は、芯材、犠牲陽極材およびろう材を構成するアルミニウム合金を、例えば半連続鋳造により造塊し、必要に応じて均質化処理したのち、それぞれ所定厚さまで熱間圧延し、ついで、各材料を組合わせ、常法に従って、熱間圧延によりクラッド材とし、最終的に所定厚さまで冷間圧延し、必要により焼鈍を行う工程を経て製造される。

30

【0029】

本発明のアルミニウム合金クラッド材を、ラジエータ、ヒータコアなど、自動車用熱交換器のチューブ材とするには、クラッド板を曲成し、突き合わせ部を溶接またはろう付けすることによりチューブ形状とする。犠牲陽極材層が内皮層を構成して作動流体と接し、ろう材層が外皮層となる。外皮層にはアルミニウム合金フィン材をろう付けして熱交換器を組立てる。

40

【0030】

【実施例】

実施例1

連続鋳造により、表1に示す組成を有する芯材用アルミニウム合金を造塊し、均質化処理後、厚さ25mmに面削して芯材用素材とした。また、表2に示す組成を有するろう材用合金および表3に示す組成を有する犠牲陽極材用合金を、芯材用合金と同様にして造塊し、面削後、熱間圧延を行って、それぞれ厚さ3mmの板材とした。このろう材および犠牲陽極材を芯材の両面に重ね合わせ、熱間圧延して厚さ3mmのクラッド材を得た。その後、冷間圧延、中間焼鈍、最終冷間圧延を施して、厚さ0.25mmの3層クラッド材(調質H14)とした。

50

【0031】

得られたアルミニウム合金クラッド材（試験材）について、以下の方法に従って、ろう付け後の強度を測定し、ろう付け性および耐食性を評価した。結果を表4～5に示す。

（1）ろう付け後の強度

クラッド材に、ろう付け条件と同様、フッ化物系フラックス（濃度1%）を塗布して窒素ガス中で、ろう付け温度の600℃（材料温度）に5分間加熱した後、冷却して引張試験を行い、引張強さを測定した。

【0032】

（2）ろう付け性

クラッド材を、幅20mm、長さ40mmに切断し、図1に示すように、ろう材4、犠牲陽極材5および芯材6からなるクラッド材2を3003合金材（厚さ1mm、幅25mm、長さ40mm）3の上に載せて、逆T字型継手1に組合わせ、ろう付け条件と同様、フッ化物系フラックスを塗布した後、窒素ガス雰囲気中で600℃の温度に5分間加熱し、図2に示すように、加熱により逆T字型継手1の隅角部に熔融形成されたフィレット部7、8の断面積 A_1 および A_2 を測定し、ろう付け加熱前のろう材の断面積 A_0 との比から流動係数 K （ $K = (A_1 + A_2) / A_0$ ）を求める。流動係数 K が大きいほど、ろう材の熔融した割合が多く、ろうの流動性が良好で、ろう付け性に優れていることを示す。通常の自動車用熱交換器用3層クラッド材のろう付けでは、流動係数 K が0.20未満の場合、フィレット切れ（フィレット未成形部発生）などのろう付け不良が生じ易くなるから、流動係数 K が0.20未満または実際にフィレット切れが生じたものをろう付け性不十分（×）、流動係数 K が0.20以上をろう付け性良好と評価した。

【0033】

（3）耐食性

クラッド材の外側（ろう材側）の耐食性は、前記ろう付け加熱後の逆T字型継手について、内側（犠牲陽極材側）をシールした後、JIS H8681に従ってCASS試験を2週間実施し、試験後のクラッド材の一般部（フィレット部以外の部分）の最大腐食深さを測定し、また、フィレット部については、フィレット面積の50%以上が腐食により消滅したものを耐食性不十分（×）と評価し、消滅面積がフィレット面積の50%未満のものを耐食性良好と評価した。

【0034】

内側（犠牲陽極材側）の耐食性は、クラッド材単板にフッ化物系フラックス（濃度1%）を塗布して窒素ガス中で、ろう付け温度の600℃（材料温度）に5分間加熱した後、外側（ろう材側）をシールし、 Cl^- ：100ppm、 SO_4^{2-} ：100ppm、 HCO_3^- ：100ppm、 Cu^{2+} ：10ppmを含む水溶液中に浸漬して、80℃の温度に8時間保持し、その後室温まで放冷しながら16時間放置するというサイクルを2か月間繰り返した後、最大腐食深さを測定した。

【0035】

【表1】

10

20

30

芯材	組 成(wt %)					
	Mn	Cu	Si	Fe	Ti	Mg
A1	0.8	1.0	0.9	0.3	—	0.04
A2	1.0	0.8	0.7	0.1	—	0.02
A3	1.2	0.5	0.5	0.2	—	0.01
A4	1.2	0.5	0.2	0.2	—	0.01
A5	1.5	0.6	0.7	0.2	—	0.01
A6	1.8	0.4	0.1	0.2	—	0.02
A7	0.8	1.0	0.8	0.3	0.10	0.04
A8	1.0	0.8	0.6	0.1	0.20	0.02
A9	1.2	0.5	0.5	0.2	0.20	0.01
A10	1.2	0.5	0.2	0.2	0.15	0.01
A11	1.6	0.5	0.7	0.2	0.15	0.01
A12	1.8	0.4	0.1	0.2	0.30	0.02

【0036】

【表2】

ろう材	組 成(wt %)				
	Si	Fe	Mg	Ca	Bi
A	7.5	0.6	0.01	0.001	—
B	10	0.3	0.02	0.002	—
C	12	0.1	0.04	0.004	—
D	7.5	0.6	0.01	0.001	0.30
E	10	0.3	0.02	0.002	0.10
F	12	0.1	0.04	0.006	0.05

【0037】

【表3】

犠牲 陽極 材	組 成 (wt%)					
	Si	Fe	Mg	Zn	In	Sn
B1	0.35	0.1	0.02	1.5	0.02	--
B2	0.40	0.2	0.01	2.5	--	--
B3	0.51	0.2	0.02	3.5	--	--
B4	0.60	0.2	0.02	--	0.03	--
B5	0.60	0.3	0.01	--	--	0.03
B6	0.80	0.4	0.04	2.0	0.01	0.01

10

【 0 0 3 8 】

【表 4】

20

試験材	組合せ			ろう付後 引張強さ MPa	流動係数 K	ろう 付け 性	最大腐食深さ mm	
	芯材	ろう材	犠牲陽極材				外面側 一般部（フィ レット部）	内面側
1	A1	A	B2	187	0.29	○	0.17 (○)	0.14
2	A2	B	B2	174	0.36	○	0.14 (○)	0.12
3	A3	B	B3	156	0.36	○	0.16 (○)	0.13
4	A4	A	B3	149	0.31	○	0.15 (○)	0.13
5	A4	B	B1	145	0.36	○	0.14 (○)	0.14
6	A4	B	B2	146	0.37	○	0.14 (○)	0.14
7	A4	B	B3	148	0.36	○	0.14 (○)	0.13
8	A4	B	B4	150	0.36	○	0.14 (○)	0.15
9	A4	B	B5	150	0.37	○	0.14 (○)	0.15
10	A4	B	B6	154	0.34	○	0.14 (○)	0.14
11	A4	C	B2	146	0.41	○	0.15 (○)	0.14
12	A5	D	B3	175	0.41	○	0.17 (○)	0.12
13	A5	E	B4	177	0.42	○	0.17 (○)	0.14
14	A5	F	B5	177	0.42	○	0.17 (○)	0.14
15	A5	A	B2	173	0.32	○	0.17 (○)	0.13
16	A5	B	B3	170	0.36	○	0.17 (○)	0.12
17	A6	E	B2	155	0.42	○	0.17 (○)	0.15

【 0 0 3 9 】

【表 5】

10

20

30

40

試験材	組合せ			ろう付後 引張強さ MPa	流動係数 K	ろう 付け 性	最大腐食深さ mm	
	芯材	ろう材	犠牲 陽極材				外面側 一般部（フィ レット部）	内面側
18	A7	A	B2	184	0.29	○	0.15 (○)	0.12
19	A8	B	B2	171	0.36	○	0.10 (○)	0.08
20	A9	B	B3	156	0.36	○	0.12 (○)	0.09
21	A10	A	B3	148	0.31	○	0.12 (○)	0.10
22	A10	B	B1	145	0.36	○	0.11 (○)	0.11
23	A10	B	B2	146	0.37	○	0.11 (○)	0.11
24	A10	B	B3	148	0.36	○	0.11 (○)	0.10
25	A10	B	B4	150	0.36	○	0.11 (○)	0.12
26	A10	B	B5	150	0.37	○	0.11 (○)	0.12
27	A10	B	B6	154	0.34	○	0.11 (○)	0.11
28	A10	C	B2	146	0.41	○	0.12 (○)	0.11
29	A11	D	B3	170	0.41	○	0.15 (○)	0.11
30	A11	E	B4	172	0.42	○	0.15 (○)	0.13
31	A11	F	B5	172	0.42	○	0.15 (○)	0.13
32	A11	B	B3	170	0.36	○	0.15 (○)	0.11
33	A12	E	B2	155	0.42	○	0.13 (○)	0.11

【0040】

表4および表5にみられるように、本発明に従う試験材はいずれも、ろう付け後に145 MPa以上の優れた引張強さを示し、腐食試験における外面一般部の最大腐食深さは0.10～0.17 mm、内面側の最大腐食深さは0.08～0.15 mmであり優れた耐食性をそなえている。ろう付け性についても、良好な接合部が形成された。また、本発明のクラッド材は、加工性良好であり、製造上何ら問題を生じることがなかった。

【0041】

比較例1

連続鋳造により、表6に示す組成を有する芯材用アルミニウム合金、表7に示す組成を有するろう材用アルミニウム合金および表8に示す組成を有する犠牲陽極材用アルミニウム合金を造塊し、実施例1と同一の条件により、厚さ0.25 mmのアルミニウム合金クラッド材（H14）を作製した。得られたクラッド材（試験材）について、実施例1の方法に従って、ろう付け後の引張強さを測定し、ろう付け性および耐食性の評価を行った。結

10

20

30

40

50

果を表 9 ～ 10 に示す。

【 0 0 4 2 】

【表 6】

芯材	組 成(wt %)					
	Mn	Cu	Si	Fe	Ti	Mg
A13	0.4	0.3	0.2	0.4	—	0.01
A14	2.3	0.6	0.6	0.3	—	0.01
A15	1.0	0.1	0.2	0.3	—	0.02
A16	1.2	1.3	0.6	0.2	—	0.02
A17	1.2	0.3	0.04	0.1	—	0.04
A18	1.2	0.5	1.3	0.4	—	0.04
A19	1.6	0.3	0.7	0.6	—	0.10
A20	0.4	0.3	0.2	0.3	0.10	0.01
A21	2.3	0.6	0.4	0.4	0.20	0.01
A22	1.0	0.1	0.2	0.4	0.10	0.01
A23	1.2	1.2	0.5	0.4	0.20	0.02
A24	1.2	0.3	0.04	0.1	0.10	0.02
A25	1.2	0.5	1.3	0.4	0.30	0.02
A26	1.6	0.3	0.7	0.6	0.10	0.04
A27	1.6	0.4	0.5	0.3	0.03	0.04
A28	1.6	0.5	0.5	0.3	0.40	0.04
A29	1.1	0.15	0.3	0.6	0.01	0.06

10

20

30

【 0 0 4 3 】

【表 7】

ろう 材	組 成(wt %)				
	Si	Fe	Mg	Ca	Bi
G	5.0	0.3	0.01	0.002	--
H	16	0.3	0.01	0.006	--
I	10	0.01	0.02	0.002	--
J	10	0.9	0.02	0.002	--
K	10	0.3	0.06	0.004	--
L	10	0.3	0.04	0.009	--
M	7.5	0.6	0.01	0.002	0.006
N	7.5	0.6	0.02	0.002	0.60

10

20

【 0 0 4 4 】

【表 8】

犠牲 陽極 材	組 成 (wt%)					
	Si	Fe	Mg	Zn	In	Sn
B7	0.25	0.7	0.02	1.0	--	--
B8	1.2	0.5	0.02	3.0	--	--
B9	0.6	0.4	0.06	0.3	0.004	0.004
B10	0.6	0.4	0.04	5.0	--	--
B11	0.6	0.4	0.04	--	0.20	--
B12	0.6	0.4	0.04	--	--	0.20

30

40

【 0 0 4 5 】

【表 9】

試験材	組合せ			ろう付後 引張強さ MPa	流動係数 K	ろう 付け 性	最大腐食深さ mm	
	芯材	ろう 材	犠牲 陽極 材				外面側 一般部（フィ レット部）	内面側
34	A13	A	B4	115	0.31	○	0.18 (○)	0.19
35	A14	A	B4	—	—	—	—	—
36	A15	A	B4	117	0.30	○	貫 通 (○)	貫 通
37	A16	A	B4	—	—	×	—	—
38	A17	B	B3	125	0.33	○	0.15 (○)	0.14
39	A18	B	B3	—	—	×	—	—
40	A19	B	B3	158	※	×	—	貫 通
41	A20	A	B4	115	0.31	○	0.16 (○)	0.16
42	A21	A	B4	—	—	—	—	—
43	A22	A	B4	117	0.31	○	貫 通 (○)	貫 通
44	A23	A	B4	—	—	×	—	—
45	A24	A	B4	125	0.30	○	0.13 (○)	0.14
46	A25	B	B3	—	—	×	—	—
47	A26	B	B3	158	0.33	○	貫 通 (○)	貫 通
48	A27	B	B3	159	0.33	○	0.18 (○)	0.16
49	A28	B	B3	—	—	—	—	—
50	A29	B	B3	120	※	×	—	貫 通

《表注》 流動係数 ※：フィレット切れ

【 0 0 4 6 】

【表 1 0】

試験材	組合せ			ろう付後 引張強さ MPa	流動係数 K	ろう 付け 性	最大腐食深さ mm	
	芯材	ろう材	犠牲 陽極 材				外面側 一般部 (フィ レット部)	内面側
51	A3	G	B4	156	0.06	×	0.17 (○)	0.15
52	A3	H	B4	—	—	—	—	—
53	A3	I	B4	158	0.17	×	0.17 (○)	0.15
54	A3	J	B4	158	0.39	○	0.17 (×)	0.15
55	A9	K	B3	156	未接合	×	—	0.09
56	A9	L	B3	156	未接合	×	—	0.09
57	A9	M	B3	154	0.30	○	0.13 (○)	0.09
58	A9	N	B3	154	0.42	○	0.13 (×)	0.09
59	A4	A	B7	134	0.31	○	0.15 (○)	0.18
60	A4	A	B8	162	0.31	○	0.15 (○)	0.16
61	A4	A	B9	150	未接合	×	—	貫 通
62	A10	B	B10	152	0.34	○	0.12 (×)	0.20
63	A10	B	B11	150	0.34	○	0.12 (×)	0.20
64	A10	B	B12	150	0.34	○	0.12 (×)	0.20

【 0 0 4 7 】

表 9 ～ 1 0 にみられるように、本発明の条件を外れた試験材は、ろう付け後の強度、ろう付け性、耐食性のいずれかが劣っている。試験材 No.34 および No.41 は、芯材の Mn 量が少ないため、ろう付け後の強度が低い。試験材 No.35 および No.42 は、芯材の Mn 量が多いため、加工性が劣り健全な板材の製造ができなかった。試験材 No.36 および No.43 は、それぞれ芯材の Cu 量が少ないため、ろう付け後の強度が低く、腐食試験において、外面側に貫通孔が生じ、内面側の最大腐食深さも大きい。試験材 No.37 および No.44 は、それぞれ芯材の Cu 量が多いため、ろう付け時の加熱において、芯材に局部溶融が生じた。試験材 No.38 および No.45 は、芯材の Si 量が少ないため、ろう付け後の強度が低い。試験材 No.39 および No.46 は、芯材の Si 量が多いため、ろう付け時の加熱において、芯材に局部溶融が生じた。試験材 No.40 および No.50 は、芯材の Mg 量が多いため、ろう付け性が劣り、ろう付けにおいて十分なフィレットが形成されず、フィレット切れが生じた。

【 0 0 4 8 】

試験材 No.47 は、芯材の Fe 量が多いため、耐食性が劣り、外面側および内面側で貫通孔が生じた。試験材 No.48 は、芯材の Ti 量が少ないため、外面側および内面側の最大腐食深さが本発明の Ti 含有芯材からなるクラッド材に比べて大きくなっている。試験材 No.4

10

20

30

40

50

9 は、芯材の T i の含有量が多いため、圧延が困難となり、健全なクラッド材が製造できなかった。試験材 No.50 は、芯材が J I S 3 0 0 3 合金に相当し、C u の含有量が少ないため、ろう付け後の強度が低い。また F e 量が多いため耐食性が劣り、内面側に貫通孔が生じた。さらに M g 量が多いため、ろう付け性が劣り、ろう付けにおいてフィレット切れが生じた。

【0049】

試験材 No.51 は、ろう材の S i 量が少ないため、流動係数が小さく、ろう付け性が劣る。試験材 No.52 は、ろう材の S i 量が多いため、圧延加工性がわるく、健全なクラッド材が製造できなかった。試験材 No.53 は、ろう材の F e 量が少ないため、流動係数が小さく、ろう付け性が劣る、試験材 No.54 は、ろう材の F e 量が多いため、耐食性が劣り、外面側のフィレット部の腐食が顕著であった。試験材 No.55 は、ろう材の M g 量が多いため、また試験材 No.56 は、ろう材の C a 量が多いため、ろう付け性が劣り、全くフィレットが形成されず、未接合状態となった。

10

【0050】

試験材 No.57 は、ろう材の B i 量が少ないため、B i を含有する本発明のクラッド材に比べて流動係数が小さく、ろう付け性が劣る。試験材 No.58 は、ろう材の B i 量が多いため、外面側のフィレット部の自己腐食が激しい。試験材 No.59 および No.60 は、それぞれ犠牲陽極材の S i 量および F e 量が多いため、また試験材 No.62 は犠牲陽極材の Z n 量が多いため、試験材 No.63 は犠牲陽極材の I n 量が多いため、試験材 No.64 は犠牲陽極材の S n 量が多いため、いずれも耐食性が劣り、内面側の犠牲陽極材の腐食消耗が激しく、犠牲陽極効果が長期に持続しない。試験材 No.61 は、犠牲陽極材の M g 量が多いため、ろう付けにおいて全くフィレットが形成されず、未接合状態となった。また、犠牲陽極材の Z n 、I n 、S n の含有量が少ないため、犠牲陽極効果が十分に発揮されず、内面側に貫通孔が生じた。

20

【0051】

【発明の効果】

本発明によれば、ろう付け後の強度が高く、ろう付け性と耐食性に優れた熱交換器用アルミニウム合金クラッド材が提供される。このクラッド材は、自動車用アルミニウム合金製熱交換器の流体通路を構成するチューブ材として特に好適に使用できる。

【図面の簡単な説明】

30

【図1】本発明のろう付け性の評価試験において使用する逆 T 字型継手（試験前）を示す断面図である。

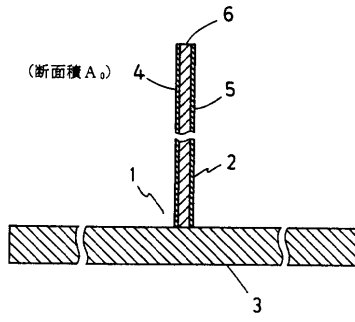
【図2】本発明のろう付け性の評価試験において使用する逆 T 字型継手（試験後）を示す断面図である。

【符号の説明】

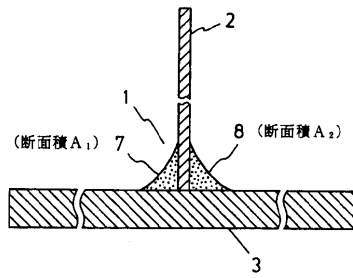
- 1 逆 T 字型継ぎ手
- 2 アルミ合金クラッド材（耐食性に優れた熱交換器用高強度アルミニウム合金クラッド材）
- 3 3 0 0 3 合金材
- 4 ろう材
- 5 犠牲陽極材
- 6 芯材
- 7、8 フィレット部

40

【図 1】



【図 2】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
F 2 8 F 19/06 B
F 2 8 F 21/08 D

(72)発明者 田中 宏和
東京都港区新橋5丁目11番3号 住友軽金属工業株式会社内

審査官 蛭田 敦

(56)参考文献 特開平04-066292 (JP, A)
特開平06-179095 (JP, A)
特開平08-291353 (JP, A)
特開2000-026931 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B23K 35/22
B23K 35/28
C22C 21/00