

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5054404号  
(P5054404)

(45) 発行日 平成24年10月24日(2012.10.24)

(24) 登録日 平成24年8月3日(2012.8.3)

(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>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>	B 2 3 K	35/22	3 1 O E
			B 2 3 K	35/28	3 1 O B

請求項の数 3 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2007-83502 (P2007-83502)	(73) 特許権者	000001199
(22) 出願日	平成19年3月28日 (2007. 3. 28)		株式会社神戸製鋼所
(65) 公開番号	特開2008-240084 (P2008-240084A)		兵庫県神戸市中央区脇浜町二丁目10番26号
(43) 公開日	平成20年10月9日 (2008. 10. 9)	(74) 代理人	100064414
審査請求日	平成21年9月29日 (2009. 9. 29)		弁理士 磯野 道造
		(74) 代理人	100111545
			弁理士 多田 悦夫
		(74) 代理人	100123249
			弁理士 富田 哲雄
		(72) 発明者	松門 克浩
			栃木県真岡市鬼怒ヶ丘15番地 株式会社神戸製鋼所 真岡製造所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 熱交換器用アルミニウム合金クラッド材およびブレージングシート

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

心材と、この心材の一面側に配置される内面層と、前記心材の他面側に配置される外面層とを備えた熱交換器用アルミニウム合金クラッド材であって、

前記心材は、Si : 0.3 ~ 1.5 質量%、Mn : 0.5 ~ 1.8 質量%、Mg : 1.5 質量%以下、Cu : 1.0 質量%以下、Ti : 0.1 ~ 0.35 質量%を含有し、残部がAlおよび不可避免的不純物からなり、

前記内面層は、Si : 1.5 質量%以下、Mn : 1.8 質量%以下、Cu : 1.0 質量%以下を含有し、残部がAlおよび不可避免的不純物からなり、

前記外面層は、Si : 1.5 質量%以下、Mn : 1.8 質量%以下、Zn : 2.5 ~ 7.0 質量%を含有し、残部がAlおよび不可避免的不純物からなり、

前記内面層のCu含有量は、前記心材のCu含有量以上であり、  
前記内面層および前記外面層の少なくとも一方は、さらにTi : 0.1 ~ 0.35 質量%を含有することを特徴とする熱交換器用アルミニウム合金クラッド材。

【請求項2】

前記内面層および前記外面層のそれぞれの前記不可避免的不純物としてのMgの含有量は0.1 質量%以下であ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クラッド材。

【請求項3】

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クラッド材の前記内面層

10

20

および前記外面層の少なくとも一方の外側に、ろう材層を備えることを特徴とする熱交換器用アルミニウム合金ブレイジングシート。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、自動車用の熱交換器等に使用されるクラッド材およびブレイジングシート、特にろう付け後強度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およびブレイジングシートに関する。

【背景技術】

【0002】

自動車に搭載されるコンデンサ、エバポレータ等の熱交換器は、アルミニウム合金からなるクラッド材またはブレイジングシートを成形、組み立て、ろう付けされることにより形成される。近年、このアルミニウム合金クラッド材およびブレイジングシートは、熱交換器の軽量化のために、例えばチューブ材用においては従来の板厚0.3~0.5mmから板厚0.2mm以下へ薄肉化が進められており、それに伴って、より高強度化および高耐食化が求められている。

【0003】

耐食性に優れた熱交換器用アルミニウム合金ブレイジングシートに関する従来技術として、例えば、特許文献1には、Al-Mn-Cu合金からなる心材の両面にAl-Zn合金からなる犠牲陽極層を積層させ、Al-Zn合金の犠牲防食作用によって耐食性を向上させたものが開示されている。

【特許文献1】特開平7-179969号公報(段落0007~0008)

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

上記従来技術では、Al-Mn-Cu合金を心材としてその両面にAl-Zn合金からなる層を設けることにより、大気側および流体(冷媒)通路側の両面からの腐食に対して犠牲防食作用を付与するものである。異なる組成の合金を重ねてクラッドするため、ブレイジングシートの製造工程中における熱処理(熱延、軟化焼鈍)およびろう付け処理により含有元素(Cu, Zn)が拡散し、図2(a)に示す濃度分布を形成する。CuはAl合金の電位を貴に、ZnはAl合金の電位を卑にするので、このブレイジングシートにおける電位勾配は、図2(b)に示す状態となる。この構造では一方からの腐食(孔食)が心材板厚中心に進展した場合、心材板厚中心部以深の電位が心材板厚中心より卑になるため、腐食が急速に進展すると考えられる。そのため、このブレイジングシートが薄肉化および激しい腐食環境に曝された場合には早期貫通孔形成に至る恐れがある。

【0005】

本発明は、前記問題点に鑑みてなされたものであり、薄肉化した場合にも、高耐食、高強度を維持する熱交換器用アルミニウム合金クラッド材およびブレイジングシート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】

【0006】

前記課題を解決するために、本発明者らは、腐食環境である熱交換器外部側となる層(外面層)を、従来技術と同様に電位を心材より卑にして心材に対する犠牲陽極層とし、一方、冷媒に接する熱交換器内部側となる層(内面層)は逆に、電位を心材より貴にして、心材板厚中心以深においても犠牲防食効果を備えることとした。その結果、各層を形成する合金中のCuおよびZnの濃度分布を制御することにより、外部側から内部側に向かって電位が貴になるように電位勾配を付与する方法を発明するに至った(図1参照)。

【0007】

すなわち、請求項1に係る熱交換器用アルミニウム合金クラッド材は、心材と、この心材の一面側に配置される内面層と、前記心材の他面側に配置される外面層とを備えた熱交

10

20

30

40

50

換器用アルミニウム合金クラッド材であって、前記心材は、Si：0.3～1.5質量%、Mn：0.5～1.8質量%、Mg：1.5質量%以下、Cu：1.0質量%以下、Ti：0.1～0.35質量%を含有し、残部がAlおよび不可避的不純物からなり、前記内面層は、Si：1.5質量%以下、Mn：1.8質量%以下、Cu：1.0質量%以下を含有し、残部がAlおよび不可避的不純物からなり、前記外面層は、Si：1.5質量%以下、Mn：1.8質量%以下、Zn：2.5～7.0質量%を含有し、残部がAlおよび不可避的不純物からなり、前記内面層のCu含有量は前記心材のCu含有量以上であり、前記内面層および前記外面層の少なくとも一方は、さらにTi：0.1～0.35質量%を含有することを特徴とする。

【0008】

10

このように、心材を、冷媒に接する内面層と、大気に曝される外面層とで挟んだ3層の積層構造にし、各層を形成する合金中のCuおよびZnの濃度分布を制御したことにより、外部側から内部側に向かって電位が貴になるように電位勾配を付与することができる。また、Tiを添加したことにより、内面層、外面層においても、板厚方向への腐食が進展し難くなり、耐食性をさらに向上させることが可能である。その結果、従来技術に比較して、心材中心以深に孔食が達した場合でも犠牲防食効果を維持でき、長寿命化を図ることが可能である。特に、コンデンサ、エバポレータ等大気側からの腐食防止が重要である場合に有効である。なお、これらの熱交換器は非腐食性の冷媒を使用するため、内部側からの腐食はほとんど発生しない。

【0009】

20

さらに、請求項2に係る熱交換器用アルミニウム合金クラッド材は、請求項1に記載の熱交換器用アルミニウム合金クラッド材において、前記内面層および前記外面層のそれぞれの前記不可避的不純物としてのMgの含有量が0.1質量%以下であることを特徴とする。

【0010】

このように、Mg濃度を制限することにより、熱交換器用アルミニウム合金クラッド材のろう付け性を確保することが可能である。

【0013】

また、請求項3に係る熱交換器用アルミニウム合金ブレージングシートは、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クラッド材の少なくとも一方の面に、さらに、ろう材層を備えることを特徴とする。

30

【0014】

このように、外側にろう材層を備えたことにより、ベアフィン材のようにろう材層を備えていない板材とのろう付け接合が可能である。

【発明の効果】

【0015】

請求項1に係る熱交換器用アルミニウム合金クラッド材によれば、薄肉化しても、高耐食、高強度を長期に亘って維持することができる。

【0016】

請求項2に係る熱交換器用アルミニウム合金クラッド材によれば、ろう付け性に優れ、薄肉化しても、高耐食、高強度を長期に亘って維持することができる。

40

【0018】

請求項3に係る熱交換器用アルミニウム合金ブレージングシートによれば、薄肉化しても、高耐食、高強度を長期に亘って維持することができ、さらに、ろう材層のない分薄肉化された板材とろう付け接合することにより、より軽量化された熱交換器を形成することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

以下、本発明に係る熱交換器用アルミニウム合金クラッド材およびブレージングシートを実現するための最良の形態について説明する。

50

図1は、本発明の第1の実施の形態である熱交換器用アルミニウム合金クラッド材におけるCu, Znの濃度分布および電位勾配を示す図であり、(a)はCu, Znの濃度分布図、(b)は電位勾配図である。

【0020】

第1の実施の形態である熱交換器用アルミニウム合金クラッド材においては、アルミニウム合金からなる心材の一方の面に内面層がクラッドされ、他方の面に外面層がクラッドされている。なお、本実施形態の熱交換器用アルミニウム合金クラッド材で熱交換器を作製する際は、内面層が熱交換器内部側(冷媒通路側)、外面層が熱交換器外部側(大気側)となる。

すなわち、図1(a)、(b)に示すように、本実施形態の熱交換器用アルミニウム合金クラッド材は、その板厚方向(横軸)に、外部側から、外面層、心材、内面層の順に積層された3層構造となる。そして、各層におけるCuおよびZnの濃度分布を図1(a)に示すように制御したことで、図1(b)に示すように外部側から内部側に向かって電位が常に貴となる。

【0021】

以下に、本発明に係る熱交換器用アルミニウム合金クラッド材およびブレージングシートを構成する各要素について説明する。

【0022】

〔心材〕

心材は、Si: 0.3~1.5質量%、Mn: 0.5~1.8質量%、Mg: 1.5質量%以下、Cu: 1.0質量%以下かつ内面層のCu濃度以下、Ti: 0.1~0.35質量%を含有し、残部がAlおよび不可避的不純物からなる。なお、本発明に係る熱交換器用アルミニウム合金クラッド材およびブレージングシートにおける心材の厚さは特に限定されないが、好ましくは0.05~0.4mmである。

【0023】

(心材Si: 0.3~1.5質量%)

Siはろう付け後強度を向上させる効果があり、特にMg, Mnと共存させた場合、Mg-Si系金属間化合物、Al-Mn-Si系金属間化合物の形成により、さらにろう付け後強度を高めることができる。0.3質量%未満では効果が小さく、1.5質量%を超えると心材の融点低下および低融点相増加により、心材の溶融が生じる。したがって、心材におけるSiの含有量は、0.3~1.5質量%とする。

【0024】

(心材Mn: 0.5~1.8質量%)

Mnはろう付け後強度を向上させる効果があり、含有量増加によりろう付け後強度を高めることができる。また、電位を貴にする働きがあるため、耐食性を向上させる。0.5質量%未満では効果が小さく、1.8質量%を超えると粗大な金属間化合物が形成され、成形性の低下、耐食性低下を起ししやすい。したがって、心材におけるMnの含有量は、0.5~1.8質量%とする。

【0025】

(心材Mg: 1.5質量%以下)

Mgはろう付け後強度を向上させる効果がある。しかし一方で、Mgはフラックスろう付け性を低下させる作用があるため、1.5質量%を超えると、ろう付けの際、外面層および内面層を通してろう材までMgが拡散し、ろう付け性が著しく低下する。したがって、心材におけるMgの含有量は、1.5質量%以下とする。また、0.05質量%未満では効果が小さい。したがって、心材における好ましいMgの含有量は、0.05~1.0質量%である。

【0026】

(心材Cu: 1.0質量%以下かつ内面層のCu濃度以下)

Cuはろう付け後強度を向上させる効果がある。また、電位を貴にする働きがあるため、耐食性を向上させる。一方、1.0質量%を超えると、融点の低下に伴ってバーニング

10

20

30

40

50

が発生する可能性がある。また、内面層のCu濃度を超えると、内面層に対して心材側の電位が貴になるため、心材以深で孔食進展が促進される。したがって、心材におけるCuの含有量は、1.0質量%以下であり、かつ内面層のCu濃度以下である。また、0.01質量%未満では上記の効果が小さく、好ましくは0.05質量%以上である。したがって、心材における好ましいCuの含有量は、0.05～0.9質量%かつ内面層のCu濃度以下で、より好ましくは、さらに内面層のCu濃度-0.1質量%以下である。

## 【0027】

(心材Ti: 0.1～0.35質量%)

TiはAl合金中でTi-Al系化合物を形成して層状に分散する。Ti-Al系化合物は電位が貴であるため、腐食形態が層状化し、深さ方向への腐食(孔食)に進展し難くなる効果がある。0.1質量%未満では腐食形態の層状化効果が小さく、0.35質量%を超えると粗大な金属間化合物形成により、加工性および耐食性が低下する。したがって、心材におけるTiの含有量は、0.1～0.35質量%とする。

10

## 【0028】

上記以外に、心材の電位貴化および強度向上のため、Cr, Ni, Zr等をそれぞれ0.3質量%以下添加してもよい。また、電位勾配調整用として、Zn: 1.0質量%以下を添加してもよい。ろう付け時のZn拡散で、心材において外面層側が内面側より電位が卑となることにより、犠牲陽極材となる領域が拡張され、防食効果を一層長く維持する効果がある。なお、不可避的不純物として、Fe, Sn, P, Be, B等をそれぞれ0.3質量%以下含有してもよい。

20

## 【0029】

[内面層]

内面層は、Si: 1.5質量%以下、Mn: 1.8質量%以下、Cu: 1.0質量%以下かつ心材のCu濃度以上を含有し、残部がAlおよび不可避的不純物からなる。なお、本発明に係る熱交換器用アルミニウム合金クラッド材およびブレージングシートにおける内面層の厚さは特に限定されないが、好ましくは0.01～0.1mmである。

## 【0030】

(内面層Si: 1.5質量%以下)

Siはろう付け後強度を向上させる効果があり、特にMg, Mnと共存させた場合、Mg-Si系金属間化合物、Al-Mn-Si系金属間化合物の形成により、さらにろう付け後強度を高めることができる。一方、1.5質量%を超えると内面層の融点低下と低融点相増加により、内面層の溶融が生じる。したがって、内面層におけるSiの含有量は、1.5質量%以下とする。また、0.03質量%未満では効果が小さい。したがって、内面層における好ましいSiの含有量は、0.03～1.2質量%である。

30

## 【0031】

(内面層Mn: 1.8質量%以下)

Mnはろう付け後強度を向上させる効果があり、含有量増加によりろう付け後強度を高めることができる。また、電位を貴にする働きがあるため、耐食性を向上させる。一方、1.8質量%を超えると粗大な金属間化合物が形成され、成形性の低下、耐食性低下を起こしやすい。したがって、内面層におけるMnの含有量は、1.8質量%以下とする。また、0.05質量%未満では効果が小さい。したがって、内面層における好ましいMnの含有量は、0.05～1.5質量%である。

40

## 【0032】

(内面層Cu: 1.0質量%以下かつ心材のCu濃度以上)

Cuはろう付け後強度を向上させる効果がある。また、電位を貴にする働きがあるため、耐食性を向上させる。一方、1.0質量%を超えると、融点の低下に伴ってパーニングが発生する可能性がある。また、心材のCu濃度未満であると、内面層に対して心材側の電位が貴になるため、心材以深で孔食進展が促進される。したがって、内面層におけるCuの含有量は、1.0質量%以下であり、かつ心材のCu濃度以上である。また、0.05質量%未満では上記の効果が小さい。したがって、内面層における好ましいCuの含有

50

量は、0.05～0.9質量%かつ心材のCu濃度以上で、より好ましくは、さらに心材のCu濃度+0.1質量%以上である。

【0033】

上記以外に、内面層の電位貴化および強度向上のため、Cr, Ni, Zr等をそれぞれ0.3質量%以下添加してもよい。また、電位勾配調整用として電位勾配を崩さない(内面層の電位が心材より卑とならない)範囲で、Zn:1.0質量%以下を添加してもよい。ろう付け時のZn拡散で、心材において外面層側が内面側より電位が卑となることにより、犠牲陽極材となる領域が拡張され、防食効果を一層長く維持する効果がある。なお、不可避的不純物として、Fe, Sn, P, Be, B等をそれぞれ0.3質量%以下含有してもよい。

10

【0034】

〔外面層〕

外面層は、Si:1.5質量%以下、Mn:1.8質量%以下、Zn:2.5～7.0質量%を含有し、残部がAlおよび不可避的不純物からなる。なお、本発明に係る熱交換器用アルミニウム合金クラッド材およびブレージングシートにおける外面層の厚さは特に限定されないが、好ましくは0.01～0.1mmである。

【0035】

(外面層Si:1.5質量%以下)

Siはろう付け後強度を向上させる効果があり、特にMg, Mnと共存させた場合、Mg-Si系金属間化合物、Al-Mn-Si系金属間化合物の形成により、さらにろう付け後強度を高めることができる。一方、1.5質量%を超えると外面層の融点低下と低融点相増加により、外面層の溶融が生じる。したがって、外面層におけるSiの含有量は、1.5質量%以下とする。また、0.03質量%未満では効果が小さい。したがって、外面層における好ましいSiの含有量は、0.03～1.2質量%である。

20

【0036】

(外面層Mn:1.8質量%以下)

Mnはろう付け後強度を向上させる効果があり、含有量増加によりろう付け後強度を高めることができる。また、電位を貴にする働きがあるため、耐食性を向上させる。一方、1.8質量%を超えると粗大な金属間化合物が形成され、成形性の低下、耐食性低下を起こしやすい。したがって、外面層におけるMnの含有量は、1.8質量%以下とする。また、0.03質量%未満では効果が小さい。したがって、外面層における好ましいMnの含有量は、0.03～1.2質量%である。

30

【0037】

(外面層Zn:2.5～7.0質量%)

Znは電位を卑にする働きがあるため、外面層を犠牲陽極として作用させる。2.5質量%未満では電位卑化効果が不十分である。一方、7.0質量%を超えると、クラッド材およびブレージングシート単板の耐食性は良好であるが、ろう付け接合部に形成されるフィレット(ろう付け部)中のZn濃度が増加するためにフィレットの優先腐食が起こる怖れがある。また圧延割れが発生するため生産性が低下する。したがって、外面層におけるZnの含有量は、2.5～7.0質量%とする。

40

【0038】

上記以外に、ろう付けへの悪影響が低いものとして、例えば外面層の電位卑化のために、Feを0.5質量%以下、Inを0.05質量%以下、外面層の電位卑化および腐食形態の層状化のためにSnを0.05質量%以下添加してもよい。

【0039】

本実施形態の内面層および外面層における不可避的不純物として、Mg:0.1質量%以下を含有してもよい。

【0040】

(内面層、外面層Mg:0.1質量%以下)

内面層および外面層においてMgは必須元素ではなく、さらに、Mgはフラックスろう

50

付け性を低下させる作用があり、0.1質量%を超えると、ろう付け性が著しく低下する。したがって、不可避的不純物としてのMgは、0.1質量%以下に制限する。

【0041】

なお、本発明ではノコックろう付け法によるろう付け性重視のため、内面層および外面層には積極的にMgを添加しない。したがって、両層においてSiと化合するMgは心材から拡散するものを指す。

【0042】

本実施形態の内面層および外面層の一方または両方が、さらにTi:0.1~0.35質量%を含有してもよい。

【0043】

(内面層、外面層Ti:0.1~0.35質量%)

TiはAl合金中でTi-Al系化合物を形成して層状に分散する。Ti-Al系化合物は電位が貴であるため、腐食形態が層状化し、深さ方向への腐食(孔食)に進展し難くなる効果がある。0.1質量%未満では腐食形態の層状化効果が小さく、0.35質量%を超えると粗大な金属間化合物形成により、加工性および耐食性が低下する。したがって、内面層および外面層におけるTiの含有量は、0.1~0.35質量%とする。

【0044】

また、本発明の第2の実施の形態である熱交換器用アルミニウム合金ブレイジングシートにおいては、前記第1の実施の形態である熱交換器用アルミニウム合金クラッド材に、少なくとも一方の面に、さらに、ろう材層を備えている。

【0045】

(ろう材層)

ろう材層は、本発明においては特にその組成を限定するものではないが、例えばAl-Si系Al合金である4000系合金に、MgやFeを添加して強度を向上させた合金が挙げられる。Mg添加量の許容範囲は心材との中間層である内面層や外面層の厚さ、またフラックス量によって異なり、中間層厚さが大きいほど、またはフラックス量が多いほどMg添加許容量は増加する。但し、Mg拡散は工程に依存するため、中間層厚さ、フラックス量、心材Mg含有量の相関関係は特に規定するものではなく、心材からろう材層へのMgの拡散障壁として内面層、外面層の厚さは15μm以上設けるのが望ましい。なお、本発明に係る熱交換器用アルミニウム合金ブレイジングシートにおけるろう材層の厚さは特に限定されるものではなく、ろう付け処理に対応するものとするが、好ましくは0.01mm以上である。また、ろう材層を配置する側は、熱交換器用アルミニウム合金ブレイジングシートの用途に応じて、内面層側および外面層側のいずれかあるいは両方とする。

【0046】

なお、内面層と外面層は同じ厚さである必要はない。本発明の要件を満たす範囲で、心材からろう材層へのMg拡散障壁作用、成形性等、必要に応じた値に任意に設定してもよい。

【0047】

次に、本発明に係る熱交換器用アルミニウム合金クラッド材およびブレイジングシートの製造方法について、その一例を説明する。

【0048】

まず、心材用アルミニウム合金、内面層材用アルミニウム合金、外面層材用アルミニウム合金、そしてブレイジングシートを製造する場合はろう材層用合金(例えば4000系合金)を、連続铸造にて溶解、铸造し、必要に応じて面削、均質化熱処理(以下、均熱)して、心材用鋳塊、内面層材用鋳塊、外面層材用鋳塊、およびろう材層用鋳塊を得る。内面層材用鋳塊、外面層材用鋳塊、およびろう材層用鋳塊は、熱間圧延または切断によってそれぞれ所定厚さにして、内面層材、外面層材、およびろう材を得る。

【0049】

次に、心材を、内面層材と、外面層材とで挟み、さらに必要に応じてろう材をその外側に配置して、所定のクラッド率になるように重ね合わせ、400以上の温度で加熱した

10

20

30

40

50

後、熱間圧延により圧着し、板材とする。その後、冷間圧延、中間焼鈍、冷間圧延を行うことにより所定の板厚とする。なお、圧着後、冷間圧延前に、合金中の元素分布を調整する目的で、熱処理を実施しても良い。また、中間焼鈍は350～450で3時間以上実施するのが望ましく、最終の冷間加工率は30～60%となるようにすることが好ましい。また、最終の板厚とした後、成型加工性を考慮して仕上げ焼鈍を実施してもよい。仕上げ焼鈍により、材料が軟化し、伸びが向上するため加工性が確保できる。

【実施例】

【0050】

以上、本発明を実施するための最良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比較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。

10

【0051】

(供試材作製)

表1～表3に示す組成を有する心材、内面層材、外面層材を作製し、表5に示す組合せで重ね合わせ、熱間圧延にて内面層材および外面層材の厚さをそれぞれ板厚全体の15%でクラッドし、冷間圧延にて板厚0.3mmとした。その後、400で5時間の中間焼鈍を行い、さらに冷間圧延を行うことで、板厚0.2mmとし、最後に仕上げ焼鈍を300で3時間行って、表5に示す3層材を作製した。

【0052】

同様に、表4に示す組成を有するろう材を作製し、心材を挟んでそれぞれ全板厚の15%の厚さの内面層および外面層を、その外側にそれぞれ全板厚の10%の厚さのろう材層をクラッドし、冷間圧延にて板厚0.3mmとした。その後、400で5時間の中間焼鈍を行い、さらに冷間圧延を行うことで、板厚0.2mmとし、最後に仕上げ焼鈍を300で3時間行って、表6に示す5層材を作製した。

20

【0053】

次に、3層材、および表面に市販の非腐食性のフラックス5g/m<sup>2</sup>を塗布した5層材をそれぞれ治具に吊り下げて、酸素濃度が200ppm以下の雰囲気において595で2分間保持することにより、ろう付け加熱を行い、ろう付け熱処理材を作製した。その後、ろう付け熱処理材を切り出して、所定の形状、サイズの試験材を作製し、引張強度測定および腐食試験を行った。なお、表5および表6において、加工性、融点等の問題から、板形状に作製できなかったものについては、結果欄に「-」で示した。

30

【0054】

(ろう付け後強度測定)

ろう付け後強度の測定は、ろう付け熱処理材からJIS5号試験材を切り出して引張試験を行い、引張強度の測定を行った。測定結果を表5および表6に示す。引張強度の合格基準は、200MPa以上とした。

【0055】

(腐食試験)

腐食試験は、ろう付け熱処理材から60mm×50mmの試験材を切り出し、外面層側が試験面となるように内面層側の面および端面をシールテープによりシールして、CAS試験(JIS Z 2371)を1000時間実施した。試験後、最大腐食深さを測定し、最小残存板厚(=試験前の板厚-最大腐食深さ)を算出した。その結果を表5および表6に示す。耐食性の合格基準は、最小残存板厚が65μm(板厚0.2mmの約30%)以上とした。

40

【0056】



【表 1】

No.	心材の成分組成(質量%)							Al**
	Si	Mn	Mg	Cu	Ti	Fe		
C1	0.8	1.6	0.6	0.5	0.15	0.25	残部	
C2	0.3	1.6	0.6	0.5	0.15	0.25	残部	
C3	1.2	1.6	0.6	0.5	0.15	0.25	残部	
C4	1.7 *	1.6	0.6	0.5	0.15	0.25	残部	
C5	0.8	0.0 *	0.6	0.5	0.15	0.25	残部	
C6	0.8	0.8	0.6	0.5	0.15	0.25	残部	
C7	0.8	2.0 *	0.6	0.5	0.15	0.25	残部	
C8	0.8	1.6	0.0 *	0.5	0.15	0.25	残部	
C9	0.8	1.6	0.3	0.5	0.15	0.25	残部	
C10	0.8	1.6	1.4	0.5	0.15	0.25	残部	
C11	0.8	1.6	1.6 *	0.5	0.15	0.25	残部	
C12	0.3	1.6	0.0 *	0.5	0.15	0.25	残部	
C13	0.8	1.6	0.6	0.85	0.15	0.25	残部	
C14	0.8	1.6	0.6	0.95	0.15	0.25	残部	
C15	0.8	1.6	0.6	1.2 *	0.15	0.25	残部	
C16	0.8	1.6	0.6	0.5	0.03*	0.25	残部	
C17	0.8	1.6	0.6	0.5	0.4 *	0.25	残部	
C18	0.15*	1.6	0.0 *	0.5	0.15	0.25	残部	
C19	0.3	0.0 *	0.0 *	0.5	0.15	0.25	残部	

\* : 本発明の範囲外  
 \*\* : 不可避免の不純物を含む

10

20

【 0 0 5 7 】

【表 2】

No.	内面層の成分組成(質量%)							Al**
	Si	Mn	Cu	Mg	Ti	Fe		
N1	0.8	1.6	0.85	—	—	0.25	残部	
N2	0.3	1.6	0.85	—	—	0.25	残部	
N3	1.2	1.6	0.85	—	—	0.25	残部	
N4	1.7 *	1.6	0.85	—	—	0.25	残部	
N5	0.8	1.6	0.85	0.15*	—	0.25	残部	
N6	0.8	0.8	0.85	—	—	0.25	残部	
N7	0.8	2.0 *	0.85	—	—	0.25	残部	
N8	0.8	1.6	0.4	—	—	0.25	残部	
N9	0.8	1.6	0.5	—	—	0.25	残部	
N10	0.8	1.6	0.95	—	—	0.25	残部	
N11	0.8	1.6	1.2 *	—	—	0.25	残部	
N12	0.8	1.6	0.85	—	0.15	0.25	残部	
N13	0.8	1.6	0.85	—	0.4 *	0.25	残部	

\* : 本発明の範囲外  
 \*\* : 不可避免の不純物を含む

30

【 0 0 5 8 】

40

【表 3】

No.	外面層の成分組成(質量%)						
	Si	Mn	Zn	Mg	Ti	Fe	Al**
M1	0.8	1.6	4.0	—	—	0.25	残部
M2	0.3	1.6	4.0	—	—	0.25	残部
M3	1.2	1.6	4.0	—	—	0.25	残部
M4	1.7 *	1.6	4.0	—	—	0.25	残部
M5	0.8	1.6	4.0	0.15*	—	0.25	残部
M6	0.8	0.8	4.0	—	—	0.25	残部
M7	0.8	2.0 *	4.0	—	—	0.25	残部
M8	0.8	1.6	0.0 *	—	—	0.25	残部
M9	0.8	1.6	3.0	—	—	0.25	残部
M10	0.8	1.6	8.0 *	—	—	0.25	残部
M11	0.8	1.6	4.0	—	0.15	0.25	残部
M12	0.8	1.6	4.0	—	0.4 *	0.25	残部

\* :本発明の範囲外  
 \*\* :不可避的不純物を含む

10

【 0 0 5 9 】

【表 4】

No.	ろう材の成分組成(質量%)		
	Si	Fe	Al**
F	10.0	0.25	残部

\*\* :不可避的不純物を含む

20

【 0 0 6 0 】

【表5】

供試材 区分	No.	熱交換器用 アルミニウム合金クラッド材の構成			ろう付け後 強度 (MPa)	腐食試験後 残存板厚 ( $\mu\text{m}$ )	備考  (標準仕様)
		外面層	心材	内面層			
参 考 例	1	M1	C1	N1	253	142	(標準仕様)
	2	M1	C2	N1	248	143	
	3	M1	C3	N1	254	141	
	4	M1	C6	N1	247	142	
	5	M1	C9	N1	238	144	
	6	M1	C10	N1	254	140	
	7	M1	C1	N9	252	121	
	8	M1	C1	N10	254	144	
	9	M1	C13	N1	255	147	
	10	M1	C13	N10	257	148	
	11	M1	C14	N10	258	153	
	12	M2	C1	N1	252	141	
	13	M3	C1	N1	254	143	
	14	M6	C1	N1	255	143	
	15	M9	C1	N1	253	128	
	16	M1	C1	N2	257	144	
	17	M1	C1	N3	254	143	
	18	M1	C1	N6	254	142	
実 施 例	19	M11	C1	N1	256	147	
	20	M1	C1	N12	255	142	
	21	M11	C1	N12	258	148	
比 較 例	22	M1	C5	N1	197	143	
	23	M1	C8	N1	195	145	
	24	M1	C12	N1	193	143	
	25	M1	C19	N1	170	145	
	26	M1	C18	N1	181	141	
	27	M1	C4	N1	-	-	
	28	M1	C7	N1	-	-	
	29	M1	C11	N1	254	140	ろう付け性低下
	30	M1	C15	N1	-	-	
	31	M1	C16	N1	252	51	
	32	M1	C17	N1	-	-	
	33	M4	C1	N1	-	-	
	34	M7	C1	N1	-	-	
	35	M8	C1	N1	252	0	
	36	M10	C1	N1	251	150	フィレットで優先腐食発生
37	M1	C1	N4	-	-		
38	M1	C1	N7	-	-		
39	M1	C1	N8	253	42		
40	M1	C1	N11	-	-		
41	M1	C13	N9	255	31		
42	M1	C14	N1	256	61		
43	M5	C1	N5	254	139	ろう付け性低下	
44	M12	C1	N1	-	-		
45	M1	C1	N13	-	-		

板厚:0.2mm、内面層:30 $\mu\text{m}$ 、外面層:30 $\mu\text{m}$ 

【0061】

【表 6】

供試材		熱交換器用アルミニウム合金ブレージングシートの構成					ろう付け後強度 (MPa)
区分	No.	ろう材	外面層	心材	内面層	ろう材	
参考例	46	F	M1	C1	N1	F	241

板厚:0.2mm、内面層:30 $\mu$ m、外面層:30 $\mu$ m、ろう材:20 $\mu$ m

## 【0062】

(心材組成による評価)

参考例 1 ~ 3 は、心材における S i 含有量が本発明の範囲内であるので、ろう付け後強度が十分に高い。これに対して、比較例 2 6 は心材の S i 含有量が不足し、さらに M g 含有量が不足している(無添加である)ため、ろう付け後強度が十分に得られなかった。一方、比較例 2 7 は心材の S i 含有量が過剰なため、ろう付け時に心材が溶融して良好な試験材が得られなかった。

10

## 【0063】

参考例 1, 4 は、心材における M n 含有量が本発明の範囲内であるので、ろう付け後強度が十分に高い。これに対して、比較例 2 2 は心材の M n 含有量が不足している(無添加である)ため、ろう付け後強度が十分に得られず、僅かに基準に達しなかった。一方、比較例 2 8 は心材の M n 含有量が過剰なため、粗大な M n 化合物の形成により加工性が低下して良好な試験材が得られなかった。

## 【0064】

参考例 1, 5, 6 は、心材における M g 含有量が本発明の範囲内であるので、ろう付け後強度が十分に高い。これに対して、比較例 2 3 は心材の M g 含有量が不足している(無添加である)ため、ろう付け後強度が十分に得られず、僅かに基準に達しなかった。また、比較例 2 4 は心材の M g が無添加で、S i 含有量は下限値であり、比較例 2 5 はさらに M n 含有量が不足している(無添加である)ため、これらはろう付け後強度が十分に得られなかった。一方、比較例 2 9 は心材の M g 含有量が過剰なため、ろう付け後強度が飽和しており、さらに、ろう付け性が低下してろう付け接合が困難となって、熱交換器用アルミニウム合金クラッド材として不適合であった。

20

## 【0065】

参考例 1 は、心材における T i 含有量が本発明の範囲内であるので、耐食性が十分に高い。これに対して、比較例 3 1 は心材の T i 含有量が不足しているため、腐食形態の層状効果が不十分で、孔食が進展した。一方、比較例 3 2 は心材の T i 含有量が過剰なため、粗大な T i 化合物の形成により加工性が低下して良好な試験材が得られなかった。

30

## 【0066】

(内面層組成による評価)

参考例 1, 1 6, 1 7 は、内面層における S i 含有量が本発明の範囲内であるので、ろう付け後強度が十分に高い。一方、比較例 3 7 は内面層の S i 含有量が過剰なため、ろう付け時に内面層が溶融して良好な試験材が得られなかった。

## 【0067】

参考例 1, 1 8 は、内面層における M n 含有量が本発明の範囲内であるので、ろう付け後強度が十分に高い。一方、比較例 3 8 は内面層の M n 含有量が過剰なため、粗大な M n 化合物の形成により加工性が低下して良好な試験材が得られなかった。

40

## 【0068】

(外面層組成による評価)

参考例 1, 1 2, 1 3 は、外面層における S i 含有量が本発明の範囲内であるので、ろう付け後強度が十分に高い。一方、比較例 3 3 は外面層の S i 含有量が過剰なため、ろう付け時に外面層が溶融して良好な試験材が得られなかった。

## 【0069】

参考例 1, 1 4 は、外面層における M n 含有量が本発明の範囲内であるので、ろう付け後強度が十分に高い。一方、比較例 3 4 は外面層の M n 含有量が過剰なため、粗大な M n

50

化合物の形成により加工性が低下して良好な試験材が得られなかった。

【0070】

参考例1, 15は、外面層におけるZn含有量が本発明の範囲内であるので、犠牲防食効果が十分に高い。また、比較例35は外面層のZn含有量が不足している（無添加である）ため、犠牲防食効果が十分でなく、耐食性が低下した。一方、比較例36は外面層のZn含有量が過剰なため、単板の耐食性は高いが、フィレットでZn濃度が増加して優先腐食が発生した。

【0071】

（心材および内面層のCu含有量による評価）

参考例1, 7~11は、心材および内面層のそれぞれにおけるCu含有量が本発明の範囲内であるので、ろう付け後強度および耐食性が十分に高い。一方、比較例30は心材のCu含有量が過剰なため、比較例40は内面層のCu含有量が過剰なため、それぞれパーニングを発生して良好な試験材が得られなかった。また、比較例39, 41, 42は、心材のCu含有量が内面層のCu含有量を超えるため、試験材の厚み中心部すなわち心材で電位勾配が貴となり（図2（b）参照）、心材以深での犠牲防食効果が不十分であった。

【0072】

（内面層および外面層のMg含有量による評価）

参考例1は、内面層および外面層にMgを添加していないので、ろう付け性が良好であった。これに対して、比較例43は内面層および外面層の両層にMgを過剰に含有しているため、ろう付け性が低下してろう付け接合が困難となって、熱交換器用アルミニウム合金クラッド材として不適合であった。

【0073】

（内面層および外面層のTi含有量による評価）

実施例20は内面層にTiを含有し、実施例19は外面層にTiを含有し、実施例21は、内面層および外面層の両層にTiを含有し、それぞれの含有量が本発明の範囲内であるので、耐食性が十分に高い。一方、比較例45は内面層のTi含有量が過剰なため、比較例44は外面層のTi含有量が過剰なため、それぞれ粗大なTi化合物の形成により加工性が低下して良好な試験材が得られなかった。

【0074】

（5層材の評価）

参考例46は、参考例1と同じ組成の内面層/心材/外面層の両面にろう材層を配置したもので、本発明の範囲内であるので、ろう付け後強度が十分に高い。

【図面の簡単な説明】

【0075】

【図1】本発明に係る熱交換器用アルミニウム合金クラッド材およびブレージングシートにおけるCu, Znの濃度分布および電位勾配を示す図であり、（a）はCu, Znの濃度分布図、（b）は電位勾配図である。

【図2】従来の熱交換器用アルミニウム合金ブレージングシートにおけるCu, Znの濃度分布および電位勾配を示す図であり、（a）はCu, Znの濃度分布図、（b）は電位勾配図である。

10

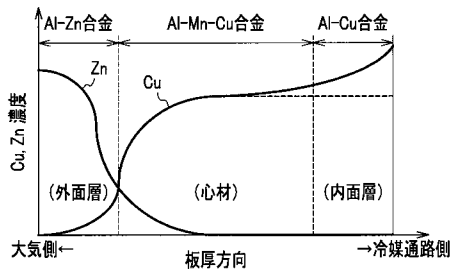
20

30

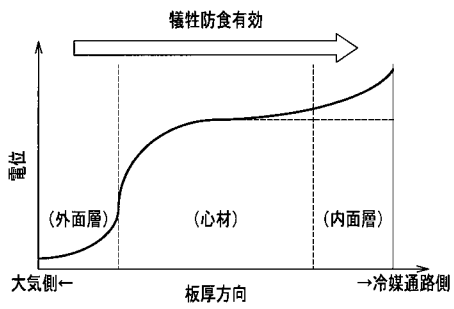
40

【 図 1 】

(a)

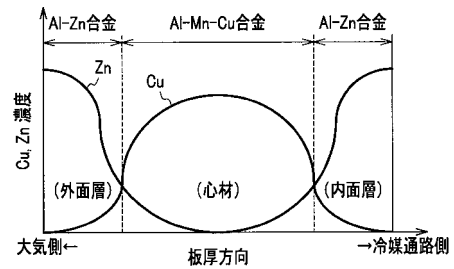


(b)

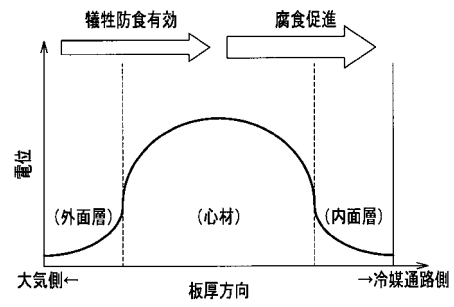


【 図 2 】

(a)



(b)



---

フロントページの続き

- (72)発明者 加藤 良則  
栃木県真岡市鬼怒ヶ丘15番地 株式会社神戸製鋼所 真岡製造所内
- (72)発明者 鶴野 招弘  
栃木県真岡市鬼怒ヶ丘15番地 株式会社神戸製鋼所 真岡製造所内

審査官 河口 展明

(56)参考文献 特開2004-225062(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C22C 21/00 - 21/18  
B23K 35/22  
B23K 35/28  
C22F 1/00, 1/04 - 1/057