

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5750077号  
(P5750077)

(45) 発行日 平成27年7月15日(2015.7.15)

(24) 登録日 平成27年5月22日(2015.5.22)

(51) Int.Cl.	F 1
<b>C 2 2 C</b> 21/00 (2006.01)	C 2 2 C 21/00 E
<b>C 2 3 C</b> 30/00 (2006.01)	C 2 2 C 21/00 J
<b>F 2 8 F</b> 21/08 (2006.01)	C 2 2 C 21/00 D
B 2 3 K 35/22 (2006.01)	C 2 3 C 30/00 B
B 2 3 K 35/28 (2006.01)	F 2 8 F 21/08 B

請求項の数 2 (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2012-61175 (P2012-61175)	(73) 特許権者	000001199
(22) 出願日	平成24年3月16日(2012.3.16)		株式会社神戸製鋼所
(65) 公開番号	特開2013-194266 (P2013-194266A)		兵庫県神戸市中央区脇浜海岸通二丁目2番4号
(43) 公開日	平成25年9月30日(2013.9.30)	(74) 代理人	100064414
審査請求日	平成26年9月1日(2014.9.1)		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	木村 申平
			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ブレージングシート

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

Si : 0.1 ~ 1.0 質量%、Cu : 0.5 ~ 1.2 質量%、Mn : 0.5 ~ 2.0 質量%を含有し、残部がAlおよび不可避免的不純物からなるアルミニウム合金を心材とし、前記心材の一面側に、Si : 0.2 質量%を超え0.8 質量%以下、Zn : 2.0 質量%を超え5.0 質量%以下、Mg : 1.0 ~ 4.5 質量%を含有し、残部がAlおよび不可避免的不純物からなるアルミニウム合金を犠牲材として備え、前記心材の他面側に、アルミニウム合金からなるろう材を備えた熱交換器用アルミニウム合金ブレージングシートであって、

前記熱交換器用アルミニウム合金ブレージングシートの加工硬化指数n値が0.05以上であることを特徴とする熱交換器用アルミニウム合金ブレージングシート。 10

【請求項2】

前記心材は、さらにTi : 0.05 ~ 0.25 質量%、Cr : 0.25 質量%以下、Mg : 0.05 ~ 0.5 質量%から選択される少なくとも1種を含有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ブレージングシート。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、自動車用熱交換器等に使用される熱交換器用アルミニウム合金ブレージングシートに関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

一般に、自動車用のエバポレータやコンデンサ等の熱交換器におけるチューブ材としては、心材を犠牲材とろう材でクラッドして構成されるアルミニウム合金ブレイジングシート（以下、適宜、ブレイジングシートという）を電縫加工によりチューブ状にしたものが用いられている。このようなチューブ材に用いられるブレイジングシートでは、心材として、例えば、Al-Mn系合金が用いられ、この心材の一側面である内側、すなわち冷媒に常時触れている側面には、犠牲材として、例えば、Al-Zn系合金が用いられている。そして、チューブ状にしたときに、この心材の他側面である外側には、ろう材として、通常、Al-Si系合金が用いられている。

10

## 【0003】

近年、自動車用熱交換器は軽量、小型化の傾向にあり、それに伴い熱交換器の質量の多くを占めるチューブ材の薄肉化が望まれている。このようなチューブ材の薄肉化のためには薄肉化分の高強度化、高耐食化が必要である。そこで、このような必要性に応じて、高強度化や高耐食性等を目的としたアルミニウム合金ブレイジングシートやクラッド材が提案されている。

## 【0004】

例えば、特許文献1には、心材および犠牲材の合金組成を所定に規定し、また、心材のマトリックスが繊維組織であり、クラッド材の引張り強さが170~260MPaであることを特徴とする造管性および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が開示されている。

20

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0005】

【特許文献1】特開2001-170793号公報

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0006】

しかしながら、従来の技術では、以下の問題がある。

前記のとおり、材料の薄肉化のために薄肉化分の高強度化、高耐食化等が図られている。しかしながら、薄肉化に伴いチューブ材の電縫加工時に溶接欠陥が増加し、さらには突発的な溶接欠陥の多量発生が起きる問題が生じる。そのため、電縫溶接時の造管性（すなわち電縫溶接性）の向上が必要となる。

30

## 【0007】

本発明はかかる問題に鑑みてなされたものであり、薄肉材においても強度、耐食性に優れると共に、電縫溶接時の造管性（電縫溶接性）にも優れる熱交換器用アルミニウム合金ブレイジングシート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】

## 【0008】

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は、Si:0.1~1.0質量%、Cu:0.5~1.2質量%、Mn:0.5~2.0質量%を含有し、残部がAlおよび不可避免的不純物からなるアルミニウム合金を心材とし、前記心材の一面側に、Si:0.2質量%を超え0.8質量%以下、Zn:2.0質量%を超え5.0質量%以下、Mg:1.0~4.5質量%を含有し、残部がAlおよび不可避免的不純物からなるアルミニウム合金を犠牲材として備え、前記心材の他面側に、アルミニウム合金からなるろう材を備えた熱交換器用アルミニウム合金ブレイジングシートであって、前記熱交換器用アルミニウム合金ブレイジングシートの加工硬化指数n値が0.05以上であることを特徴とする。

40

## 【0009】

このような構成によれば、心材が所定量のSi, Cu, Mnを含有することでろう付後

50

強度や耐食性が向上し、犠牲材が所定量の Si, Zn, Mg を含有することでろう付後強度、耐食性が向上する。また、加工硬化指数 n 値を 0.05 以上とすることで、塑性加工域での傾きが大きくなり、座屈が発生する歪量の臨界値が増大される。これにより、フィンパスロールでの縮管成形時にエッジ部での座屈発生が抑制され、電縫溶接性が向上する。

#### 【0010】

前記心材は、さらに Ti : 0.05 ~ 0.25 質量%、Cr : 0.25 質量% 以下、Mg : 0.05 ~ 0.5 質量% から選択される少なくとも 1 種を含有してもよい。

このような構成によれば、心材が所定量の Ti, Cr, Mg を含有することで耐食性やろう付後強度が向上する。

10

#### 【発明の効果】

#### 【0011】

本発明の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、薄肉材においても強度、耐食性を向上させることができる。さらに、電縫溶接性も向上させることができるため、フィンパスロールでの縮管成形時にエッジ部での座屈発生を抑制し、電縫溶接時の突合せを安定化させ、良好な電縫溶接チューブを得ることができる。そして、これらにより、熱交換器を軽量化、小型化することができると共に、コストダウンを図ることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0012】

20

【図1】本発明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の構成を示す断面図である。

【図2】チューブ材のエッジ部の座屈について説明するための断面図である。

【図3】実施例におけるろう付性の評価試験を説明するための説明図である。

#### 【発明を実施するための形態】

#### 【0013】

以下、本発明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の形態について、図面を参照して具体的に説明する。なお、各図面が示す部材の大きさや位置関係等は、説明を明確にするため誇張していることがある。

#### 【0014】

30

#### 熱交換器用アルミニウム合金ブレージングシート

図1に示すように、本発明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（以下、適宜、ブレージングシートという）1は、心材2の一面側に犠牲材3を備え、心材2の他面側にろう材4を備えたものである。そして、ブレージングシート1の加工硬化指数 n 値を 0.05 以上としたものである。

以下、各構成について説明する。

#### 【0015】

<心材>

心材2は、Si : 0.1 ~ 1.0 質量%、Cu : 0.5 ~ 1.2 質量%、Mn : 0.5 ~ 2.0 質量% を含有し、残部が Al および不可避免の不純物からなるアルミニウム合金である。さらに、任意成分として、Ti : 0.05 ~ 0.25 質量%、Cr : 0.25 質量% 以下、Mg : 0.05 ~ 0.5 質量% から選択される少なくとも 1 種を含有してもよい。

40

#### 【0016】

[ Si : 0.1 ~ 1.0 質量% ]

Si は Al、Mn と共に金属間化合物を形成し、結晶粒の粒内に微細に分布して分散強化に寄与し、ろう付後強度を向上させる。Si の含有量が 0.1 質量% 未満では、ろう付後強度が低下する。一方、1.0 質量% を超えると、心材2の固相線温度が低下するため、ろう付加熱時に心材2が溶融する。したがって、Si の含有量は、0.1 ~ 1.0 質量% とする。好ましくは 0.2 ~ 0.4 質量% である。

50

## 【 0 0 1 7 】

[ C u : 0 . 5 ~ 1 . 2 質 量 % ]

C u はろう付後強度を向上させる効果があり、また、C u 添加により電位が貴化し、犠牲材 3 との電位差が大きくなるため、耐食性を向上させる。C u の含有量が 0 . 5 質量%未満では、ろう付後強度が低下し、また、犠牲材 3 との電位差を確保することができず、内面耐食性が低下する。一方、1 . 2 質量%を超えると、心材 2 の固相線温度が低下するため、ろう付加熱時に心材 2 が熔融する。したがって、C u の含有量は、0 . 5 ~ 1 . 2 質量%とする。好ましくは 0 . 7 質量%を超え 1 . 1 質量%以下である。

## 【 0 0 1 8 】

[ M n : 0 . 5 ~ 2 . 0 質 量 % ]

M n は、ろう付後強度を向上させる効果がある。M n の含有量が 0 . 5 質量%未満では、A l、S i と形成する金属間化合物数が低下するため、金属間化合物による分散強化が向上せず、ろう付後強度が低下する。一方、2 . 0 質量%を超えると、粗大な金属間化合物が多数生成し、圧延自体が困難となり、ブレージングシート 1 の製造が困難となる。したがって、M n の含有量は、0 . 5 ~ 2 . 0 質量%とする。好ましくは 0 . 8 ~ 1 . 7 質量%である。

## 【 0 0 1 9 】

[ T i : 0 . 0 5 ~ 0 . 2 5 質 量 % ]

T i は、心材 2 中に層状に分布し、内面および外面の耐食性を大幅に向上させる。T i を添加する場合、T i の含有量が 0 . 0 5 質量%未満では、T i が心材 2 中に層状に分布せず、腐食が顕著な孔食形態となり、耐食性が低下する。一方、0 . 2 5 質量%を超えると、鑄造中に粗大な金属間化合物を形成し、耐食性が低下する。したがって、T i を添加する場合には、T i の含有量は、0 . 0 5 ~ 0 . 2 5 質量%とする。好ましくは 0 . 1 ~ 0 . 2 0 質量%である。

## 【 0 0 2 0 】

[ C r : 0 . 2 5 質 量 % 以下 ]

C r は、心材 2 内で金属間化合物を形成し、ろう付後強度を向上させる効果がある。C r の含有量が 0 . 2 5 質量%を超えると、鑄造中に粗大な金属間化合物を形成し、耐食性が低下する。したがって、C r を添加する場合は、C r の含有量は、0 . 2 5 質量%以下とする。好ましくは 0 . 1 5 質量%以下である。

## 【 0 0 2 1 】

[ M g : 0 . 0 5 ~ 0 . 5 質 量 % ]

M g は、S i と共に  $M g_2 S i$  の微細な析出相を形成し、ろう付後強度を向上させる効果がある。M g の含有量が 0 . 0 5 質量%未満では、ろう付後強度が十分に向上しない。一方、0 . 5 質量%を超えると、非腐食性フラックスを用いたろう付をする場合にフラックスと M g が反応し、ろう付が出来なくなる。したがって、M g を添加する場合には、M g の含有量は、0 . 0 5 ~ 0 . 5 質量%とする。好ましくは 0 . 0 5 ~ 0 . 3 0 質量%である。

## 【 0 0 2 2 】

[ 残部 : A l および不可避的不純物 ]

心材 2 の成分は前記の他、残部が A l および不可避的不純物からなるものである。なお、不可避的不純物としては、例えば、F e、Z r 等が挙げられ、これらは、それぞれ 0 . 2 質量%以下の含有であれば、本発明の効果を妨げず、心材 2 に含有することは許容される。

## 【 0 0 2 3 】

&lt; 犠牲材 &gt;

犠牲材 3 は、S i : 0 . 2 質量%を超え 0 . 8 質量%以下、Z n : 2 . 0 質量%を超え 5 . 0 質量%以下、M g : 1 . 0 ~ 4 . 5 質量%を含有し、残部が A l および不可避的不純物からなるアルミニウム合金である。

## 【 0 0 2 4 】

10

20

30

40

50

[ Si : 0.2 質量% を超え 0.8 質量% 以下 ]

Si は、ろう付時に心材 2 へ拡散し、犠牲材 3 から心材 2 へ拡散する Mg と共に、ろう付後に  $Mg_2Si$  を心材 2 中に析出させ、ろう付後強度を向上させる効果がある。Si の含有量が 0.2 質量% 以下では、 $Mg_2Si$  を析出させる効果が少なく、ろう付後強度が低下する。一方、0.8 質量% を超えると、固相線温度が低下するため、犠牲材 3 が溶融する。したがって、Si の含有量は、0.2 質量% を超え 0.8 質量% 以下とする。好ましくは 0.2 質量% を超え 0.6 質量% 以下である。

【 0025 】

[ Zn : 2.0 質量% を超え 5.0 質量% 以下 ]

Zn は、電位を卑化させる元素であり、犠牲材 3 へ Zn を添加することにより、心材 2 との電位差を確保して内面耐食性を向上させる効果がある。Zn の含有量が 2.0 質量% 以下では、心材 2 との電位差が小さくなり、内面耐食性を確保するには不十分となる。そのため、内面耐食性が低下する。一方、5.0 質量% を超えると、固相線温度を低下させ、ろう付中に犠牲材 3 が溶融し、チューブ材として使用出来なくなる。したがって、Zn の含有量は、2.0 質量% を超え 5.0 質量% 以下とする。好ましくは 3.0 質量% を超え 4.5 質量% 以下である。

【 0026 】

[ Mg : 1.0 ~ 4.5 質量% ]

Mg は、Si と共に  $Mg_2Si$  の微細な析出相を形成し、ろう付後強度を向上させる効果がある。Mg の含有量が 1.0 質量% 未満では、 $Mg_2Si$  を析出させる効果が少なく、ろう付後強度が十分に向上しない。一方、4.5 質量% を超えると、圧延加工性が著しく低下するため、ブレージングシート 1 の製造が困難となる。したがって、Mg の含有量は、1.0 ~ 4.5 質量% とする。好ましくは 1.5 ~ 4.0 質量% である。

【 0027 】

[ 残部 : Al および不可避的不純物 ]

犠牲材 3 の成分は前記の他、残部が Al および不可避的不純物からなるものである。なお、不可避的不純物としては、例えば、Mn、Cr、Zr、Fe、In、Sn 等が挙げられ、Mn は 0.05 質量% 未満、Cr、Zr はそれぞれ 0.2 質量% 以下、Fe は 0.25 質量% 以下、In、Sn はそれぞれ 0.1 質量% 以下の含有量であれば、本発明の効果を妨げず、犠牲材 3 に含有することは許容される。

【 0028 】

< ろう材 >

ろう材 4 は、Al 系合金からなり、Al 系合金としては、一般的な JIS 合金、例えば 4343、4045 等が挙げられる。ここで、Al 系合金とは、Si を含有した合金の他に、Zn を含有した合金も含むものである。すなわち、Al 系合金としては、Al-Si 系合金、または Al-Si-Zn 系合金が挙げられる。そして、例えば、Si : 7 ~ 12 質量% を含有した Al-Si 系合金を使用することができる。

【 0029 】

Si の含有量が 7 質量% 未満では、ろう付温度での Al-Si 液相量が少なく、ろう付性が劣りやすくなる。一方、12 質量% を超えると、ろう材 4 鑄造時に粗大初晶 Si が増大するため、ブレージングシート 1 にした場合の心材 2 / ろう材 4 界面での過剰溶融を生じやすく、ろう付後強度、耐食性を低下させやすい。

しかし、ろう材 4 は、特に限定されるものではなく、通常使用する Al 系 (Al-Si 系、Al-Si-Zn 系) 合金であれば、どのようなものでもよい。また、真空ろう付用に用いられる Al-Si-Mg 系、Al-Si-Mg-Bi 系合金を使用することも十分可能である。さらに、例えば、Si、Zn、Mg、Bi の他、Fe、Cu、Mn 等を含有してもよい。

【 0030 】

< 加工硬化指数 n 値 : 0.05 以上 >

加工硬化指数 n 値とは、成形性の目安となる特性値である。加工硬化指数 n 値が大きい

10

20

30

40

50

と、歪が伝播しやすく、均一変形しやすいため、局所変形までの伸び（一様伸び）が良くなることが知られている。ただし、アルミニウム合金の加工硬化指数は、歪量によって変化し、特に高歪領域（公称歪0.10以上）では、低下しやすいことが知られている。

本発明では、電縫溶接前のブレージングシート1の加工硬化指数n値が0.05以上であることが重要である。薄肉化に伴うチューブ材の電縫加工時の溶接欠陥増加について鋭意検討を行い、電縫管成形過程を詳細に調べたところ、図2に示すように、溶接欠陥発生時にはフィンパスロールで受ける歪量2%程度の縮管成形時にチューブ材Aのエッジ部Eが座屈することを見出した。そして、その座屈に対して、加工硬化指数n値が大きく影響することを見出した。フィンパスロールで受ける歪量2%程度の塑性加工に対し、ブレージングシート1の加工硬化指数n値を0.05以上とすることにより、塑性加工域での傾きが大きくなり、座屈が発生する歪量の臨界値が増大される。それによって、フィンパスロールでの座屈発生を抑制することが可能となり、電縫溶接時の突合せを安定化させ、薄肉においても良好な電縫溶接チューブが得られる。したがって、ブレージングシート1の加工硬化指数n値は、0.05以上とする。

#### 【0031】

加工硬化指数n値は、JIS5号試験片に加工したブレージングシート1を引張り試験し、JIS Z 2253に規定される2点法により、歪量2%、6%にて算出することができる。

そして加工硬化指数n値は、後記するブレージングシート1の製造方法で説明するように、仕上冷延率と仕上焼鈍条件により制御する。

#### 【0032】

このようなブレージングシートは、一例として、以下の製造方法により製造することができる。

まず、心材用アルミニウム合金、犠牲材用アルミニウム合金、および、ろう材用アルミニウム合金を連続鑄造により溶解、鑄造して鑄塊を製造し、この鑄塊に面削（表面平滑化处理）、および、均質化熱処理を行うことで、心材用鑄塊（心材用部材）、犠牲材用鑄塊、ろう材用鑄塊を製造する。そして、犠牲材用鑄塊、および、ろう材用鑄塊は、それぞれ所定厚さに熱間圧延して、犠牲材用部材、ろう材用部材とする。次に、心材用部材の一面側に犠牲材用部材、他面側にろう材用部材を重ね合わせ、この重ね合わせ材に熱処理（再加熱）を行った後、熱間圧延により圧着して板材とする。その後、冷間圧延、中間焼鈍（連続焼鈍）を行い、さらに仕上冷間圧延を行う。その後、仕上焼鈍を行う。あるいは、板材とした後、中間焼鈍を行わずに冷間圧延のみを行ない、その後、仕上焼鈍を行う。

#### 【0033】

ここで、前記したように、ブレージングシートの加工硬化指数n値を0.05以上とするためには、製造過程における仕上冷延率と仕上焼鈍条件を制御する必要がある。そして、中間焼鈍を行なう場合と行なわない場合とで、これらの条件が異なる。以下、この条件について説明する。

#### 【0034】

<中間焼鈍あり>

冷間圧延の途中に中間焼鈍を入れる場合は連続焼鈍炉（CAL）を使用し、温度（最高到達温度）を350～550とする。中間焼鈍の最高到達温度が350未満では溶体化処理が不十分であり、その後の仕上冷間加工、仕上焼鈍温度をコントロールしても導入された歪量が過多となり、ろう付時のろう拡散を招きやすくなって、耐エロージョン性が低下する。一方、上限の温度は焼鈍時のろう材溶融を抑制するために、550以下とする。なお、連続焼鈍炉を用いた中間焼鈍において、350～550の範囲内の温度での保持時間は特に規定しないが、通常は5分以下（保持なしを含む）とすれば良い。

#### 【0035】

中間焼鈍後の仕上冷間圧延率は55%以上とし、好ましくは90%以下とする。仕上冷間圧延により導入される歪はその後の仕上焼鈍による軟化挙動に影響を与え、仕上冷間圧延率および仕上焼鈍の条件によっては、加工硬化指数n値0.05以上が得られなくなる

10

20

30

40

50

。仕上冷延率55%未満では、導入される歪量が小さく、加工硬化指数n値が0.05を下回る。一方、90%を超えると、導入された歪量が過多となり、ろう付時のろう拡散を招きやすくなって、耐エロージョン性が低下する場合がある。

【0036】

仕上冷間圧延後の仕上焼鈍温度は250を超え400以下とする。仕上焼鈍温度が250以下では、圧延時の加工歪を緩和させる効果が得られず、加工硬化指数n値が0.05を下回る。仕上冷間圧延後の仕上焼鈍温度が400を超えると、調質がO材となり、ろう付加熱中に心材再結晶粒が粗大化しないために、熔融ろうの心材への侵食が非常に大きくなってしまふ。なお、仕上焼鈍における加熱時間は特に限定しないが、通常は1~10時間とすることが好ましい。加熱時間が1時間未満では、ブレージングシートの強度がコイル全体において均一とならない恐れがあり、一方、10時間を超えると、軟化焼鈍の効果が飽和して経済性を損なうだけである。

10

【0037】

<中間焼鈍なし>

中間焼鈍を省略する場合は熱間圧延後の冷間加工率を55%以上とし、好ましくは97%以下とする。冷間圧延率が55%未満では、導入される歪量が小さく、加工硬化指数n値が0.05を下回る。一方、97%を超えると、材料の強度が高くなり過ぎ、目標の板厚まで圧延することが困難となる恐れがある。また、仕上冷間圧延後の仕上焼鈍の条件も前記の場合と同様であればよく、250を超え400以下の範囲内の温度で、好ましくは1~10時間加熱する条件とすれば良い。なお、材料組織の均一化のため、熱間圧延後に例えば350以上で、1時間以上の焼鈍を実施しても良い。

20

【実施例】

【0038】

次に、本発明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ついて、本発明の要件を満たす実施例と本発明の要件を満たさない比較例とを比較して具体的に説明する。

【0039】

まず、心材用アルミニウム合金、犠牲材用アルミニウム合金、および、ろう材用アルミニウム合金を常法により、溶解、鑄造し、均質化処理を行い、心材用鑄塊(心材用部材)、犠牲材用鑄塊、ろう材用鑄塊を得た。また、犠牲材用鑄塊、および、ろう材用鑄塊については、それぞれ所定厚さに熱間圧延して、犠牲材用部材、ろう材用部材を得た。そして、心材用部材の一面側に犠牲材用部材、他面側にろう材用部材を、ろう材クラッド率15%、犠牲材クラッド率15%となるように重ね合わせ、熱間圧延により圧着して板材とした。その後、冷間圧延、中間焼鈍(所定温度で1分)、仕上冷間圧延、仕上焼鈍(所定温度で3hr)を行なうか、または、冷間圧延、仕上焼鈍(所定温度で3hr)を行い、板厚0.25mmの板とした。

30

【0040】

表1~3に、心材、犠牲材、ろう材の成分を示す。なお、表1、2において、成分を含有しないものは「-」で示し、本発明の構成を満たさないものについては、数値に下線を引いて示す。

40

【0041】

【表 1】

心材組成		質量%							備考
No.	Si	Cu	Mn	Cr	Ti	Mg	Fe		
実施例	S1	1.00	0.50	1.90	-	-	-	-	
	S2	0.90	0.55	1.90	0.15	-	-	-	
	S3	0.20	1.00	0.60	0.25	-	-	-	
	S4	0.55	1.00	0.60	-	0.05	-	-	
	S5	0.65	0.65	1.00	-	0.25	-	-	
	S6	0.70	0.70	1.00	0.05	-	0.05	-	
	S7	0.25	0.75	2.00	-	-	0.50	-	
	S8	0.80	0.65	1.50	-	-	-	0.20	
	S9	0.10	1.10	2.00	0.05	-	-	0.15	
	S10	0.10	0.90	2.00	0.20	0.10	-	-	
	S11	0.25	0.50	0.80	-	0.20	0.25	-	
	S12	0.35	0.85	0.80	0.05	0.10	0.15	0.10	
比較例	S13	<u>0.05</u>	0.70	1.00	-	-	-	-	Si過少
	S14	<u>1.05</u>	0.50	0.50	-	-	-	-	Si過剰
	S15	0.30	<u>0.45</u>	1.90	0.10	-	-	-	Cu過少
	S16	0.50	<u>1.25</u>	1.30	-	0.10	-	-	Cu過剰
	S17	0.40	0.60	<u>0.45</u>	-	-	0.20	-	Mn過少
	S18	0.20	1.10	<u>2.05</u>	-	-	-	0.05	Mn過剰
	S19	0.80	0.60	1.00	<u>0.30</u>	-	-	0.05	Cr過剰
	S20	0.40	0.90	1.40	0.10	<u>0.03</u>	-	-	Ti過少
	S21	0.20	0.90	0.60	0.20	<u>0.27</u>	-	-	Ti過剰
	S22	0.90	0.70	1.90	-	0.15	<u>0.03</u>	-	Mg過少
	S23	0.95	0.50	0.55	-	-	<u>0.55</u>	0.15	Mg過剰

\* 残部: Alおよび不可避免の不純物

【0042】

【表 2】

犠牲材組成		質量%			備考
No.	Si	Zn	Mg		
実施例	G1	0.30	3.05	2.00	
	G2	0.30	5.00	2.00	
	G3	0.21	5.00	1.00	
	G4	0.21	4.50	1.00	
	G5	0.55	2.05	4.50	
	G6	0.65	2.50	4.00	
	G7	0.80	3.50	3.50	
比較例	G8	<u>0.15</u>	4.00	2.00	Si過少
	G9	<u>0.85</u>	3.05	1.50	Si過剰
	G10	0.40	<u>2.00</u>	3.00	Zn過少
	G11	0.25	<u>5.10</u>	3.00	Zn過剰
	G12	0.80	3.05	<u>0.95</u>	Mg過少
	G13	0.70	3.05	<u>4.60</u>	Mg過剰

\* 残部: Alおよび不可避免の不純物

【0043】

【表 3】

ろう材組成

No.	質量%
	Si
R1	7.0
R2	10.0
R3	12.0

\* 残部: Alおよび不可避免的不純物

## 【 0 0 4 4 】

このようにして作製した供試材について、電縫溶接前の加工硬化指数  $n$  値を算出すると共に、特性評価について、以下に示す各試験を行った。

10

## 【 0 0 4 5 】

< 加工硬化指数  $n$  値の測定 >

J I S 5号試験片に加工した供試材を引張り試験し、J I S Z 2 2 5 3に規定される2点法により、歪量2%、6%にてブレージングシートの加工硬化指数  $n$  値を算出した。

## 【 0 0 4 6 】

< 電縫溶接性の評価 >

供試材を通常のスリッタ装置を用いて、条材の幅寸法が35mmとなるようにスリット加工を行い、巻き取りコイル状とした。このようにして得られた条材を電縫管製造装置にて、電縫管に加工し、長径16mm、短径2mmの偏平管チューブを得た。電縫溶接性評価は得られた電縫管チューブに対して100m分を外観検査し、長手方向で5mm以上の未溶接部の有無を観察した。5mm以上の未溶接部が無い場合を、電縫溶接性が良好( )と評価し、5mm以上の未溶接部が1個以上ある場合を不良(x)と評価した。

20

## 【 0 0 4 7 】

< ろう付後強度の評価 >

供試材をドロップ試験方式でろう付した後(露点が-40、酸素濃度が200ppm以下の窒素雰囲気中で、600の温度で5分間加熱)、J I S 5号試験片に加工(各供試材につき3片作製)した。この試験片を、室温(25)で1週間放置した後、引張り試験によりろう付後強度を測定した。3つの試験片のろう付後強度の平均値が170MPa以上のものを良好( )と評価し、170MPa未満のものを不良(x)と評価した。なお、ろう付後強度の評価は、電縫溶接性の評価が良好なものに関してのみ実施した。

30

## 【 0 0 4 8 】

< 耐エロージョン性の評価 >

供試材に10%と20%の加工率でそれぞれ冷間圧延を付加したものを作製し、これらをドロップ試験方式でろう付(露点が-40、酸素濃度が200ppm以下の窒素雰囲気中で、600の温度で5分間加熱)した。その後、それぞれ2cm角に切断して樹脂に埋め込み、切断面を研磨した後、その研磨面を顕微鏡で観察した。それぞれについて健全な心材部が60%以上の場合を耐エロージョン性を良好( )と評価し、一つ以上が60%未満の場合を不良(x)と評価した。なお、耐エロージョン性の評価は、電縫溶接性、ろう付後強度の評価が全て良好なものに関してのみ実施した。

40

## 【 0 0 4 9 】

< ろう付性の評価 >

供試材から幅25mm×長さ60mmのサイズの試験片を切り出し、その試験片のろう材面に非腐食性のフラックスFL-7(森田化学工業株式会社製)を5g/m<sup>2</sup>塗布して乾燥させた。図3に示すように、フラックスを塗布したろう材面が上向きとなるよう試験片(下板)を載置し、その上に2mmのステンレス製の丸棒をスペーサとして挟んで、厚さ1mm、幅25mm×長さ55mmの3003合金板(上板)を試験片に対し鉛直に立ててワイヤで固定した。このとき、スペーサの位置は試験片の一端から50mmの距離とした。これに対し、ろう付(露点が-40、酸素濃度が200ppm以下の窒素雰囲気

50

気中で、600 の温度で5分間加熱)を行った。試験片(下板)と3003合金板(上板)とのすき間に充填されたフィレットの長さを測定し、フィレット長さが30mm以上のものをろう付性が良好( )と評価し、30mm未満のものを不良(x)と評価した。なお、ろう付性の評価は、電縫溶接性、ろう付後強度、および耐エロージョン性の評価が全て良好なものに関してのみ実施した。

【0050】

<耐食性の評価>

供試材をドロップ試験方式でろう付した後(露点が-40、酸素濃度が200ppm以下の窒素雰囲気中で、600の温度で5分間加熱後)、幅50mm×長さ60mmの大きさに切断した。さらに、幅60mm×長さ70mmの大きさのマスキング用シールにより、ろう材面を全面シールで覆うとともに、当該シールを犠牲材面側に折り返すことで犠牲材の各淵から5mmの部分についてもシールで覆い試験片を作製した。

この試験片を、 $\text{Na}^+$ :118ppm、 $\text{Cl}^-$ :58ppm、 $\text{SO}_4^{2-}$ :60ppm、 $\text{Cu}^{2+}$ :1ppm、 $\text{Fe}^{3+}$ :30ppmを含む試験液に浸漬(88×8時間)させ、浸漬後に室温まで自然冷却した後、室温状態で16時間保持するというサイクルを90サイクル行う耐食試験を実施した。腐食状況を目視観察し、試験片の最大腐食深さが50 $\mu\text{m}$ 以下のものを良好( )と評価し、50 $\mu\text{m}$ を超えたものを不良(x)と評価した。なお、耐食性の評価は、電縫溶接性、ろう付後強度、耐エロージョン性、およびろう付性の評価が全て良好なものに関してのみ実施した。

【0051】

これらの試験結果を表4、5に示す。なお、表4、5において、評価不能だったもの、または評価しなかったものは「-」で示し、本発明の構成を満たさないもの、および製造条件が規定を満たさないものについては、数値に下線を引いて示す。

【0052】

10

20

【表 4】

No.	犠牲材	心材	ろう材	中間焼鈍		仕上冷延 冷延率 [%]	仕上焼鈍		n値	電縫 溶接性	ろう付後 強度	耐エロ ジョン性	ろう 付性	耐食性 (内面側)
				温度 [°C]	温度 [°C]		温度 [°C]	温度 [°C]						
1	G1	S1	R1	450	450	55	400	400	0.21	○	○	○	○	○
2	G1	S2	R1	450	450	55	400	400	0.21	○	○	○	○	○
3	G1	S3	R1	450	450	55	255	255	0.07	○	○	○	○	○
4	G1	S4	R1	450	450	55	255	255	0.06	○	○	○	○	○
5	G1	S5	R1	450	450	90	300	300	0.11	○	○	○	○	○
6	G1	S6	R1	450	450	90	300	300	0.10	○	○	○	○	○
7	G1	S7	R1	450	450	90	300	300	0.13	○	○	○	○	○
8	G1	S8	R1	450	450	90	300	300	0.12	○	○	○	○	○
9	G1	S9	R1	450	450	70	255	255	0.08	○	○	○	○	○
10	G1	S10	R1	450	450	70	255	255	0.07	○	○	○	○	○
11	G1	S11	R1	450	450	70	270	270	0.08	○	○	○	○	○
12	G1	S12	R1	450	450	70	270	270	0.07	○	○	○	○	○
13	G1	S1	R1	350	350	70	270	270	0.07	○	○	○	○	○
14	G2	S1	R1	550	550	70	270	270	0.10	○	○	○	○	○
15	G3	S1	R1	なし	なし	97	270	270	0.12	○	○	○	○	○
16	G4	S1	R1	なし	なし	97	270	270	0.13	○	○	○	○	○
17	G5	S1	R1	なし	なし	70	300	300	0.16	○	○	○	○	○
18	G6	S1	R1	なし	なし	70	300	300	0.15	○	○	○	○	○
19	G7	S1	R1	なし	なし	55	300	300	0.14	○	○	○	○	○
20	G1	S1	R1	なし	なし	55	300	300	0.14	○	○	○	○	○

【 0 0 5 3 】

10

20

30

40

【表 5】

No.	犠牲材	心材	ろう材	中間焼鈍		仕上冷延 冷延率 [%]	仕上焼鈍 温度 [°C]	n値	電縫 溶接性	ろう付後 強度	耐エロ ジョン性	ろう 付性	耐食性 (内面側)
				温度 [°C]	温度 [°C]								
21	G1	S13	R1	450	300	70	300	0.12	○	x	-	-	-
22	G1	S14	R1	450	300	70	300	0.13	○	-	-	-	-
23	G1	S15	R1	450	300	70	300	0.12	○	x	-	-	-
24	G1	S16	R1	450	300	70	300	0.11	○	-	-	-	-
25	G1	S17	R1	450	300	70	300	0.11	○	x	-	-	-
26	G1	S18	R1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27	G1	S19	R1	450	300	70	300	0.13	○	○	○	○	x
28	G1	S20	R1	450	300	70	300	0.12	○	○	○	○	x
29	G1	S21	R1	450	300	70	300	0.13	○	○	○	○	x
30	G1	S22	R1	450	300	70	300	0.12	○	x	-	-	-
31	G1	S23	R1	450	270	70	270	0.08	○	○	○	x	-
32	G8	S1	R1	450	270	70	270	0.07	○	x	-	-	-
33	G9	S1	R1	450	270	70	270	0.07	○	-	-	-	-
34	G10	S1	R1	450	270	70	270	0.10	○	○	○	○	x
35	G11	S1	R1	450	270	70	270	0.08	○	-	-	-	-
36	G12	S1	R2	450	270	70	270	0.09	○	x	-	-	-
37	G13	S1	R3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
38	G1	S1	R1	560	-	-	-	-	-	-	-	-	-
39	G1	S1	R1	450	270	50	270	0.04	x	-	-	-	-
40	G1	S1	R1	なし	270	50	270	0.04	x	-	-	-	-
41	G1	S1	R1	450	245	70	245	0.03	x	-	-	-	-

## 【0054】

表4に示すように、供試材No. 1~20は、本発明の要件を満たしているため、すべての評価項目で良好であった。

## 【0055】

一方、表5に示すように、No. 21~41は、本発明の構成を満たさないため、以下の結果となった。

10

20

30

40

50

No. 21は、心材のSi含有量が過少なため、ろう付後強度に劣った。No. 22は、心材のSi含有量が過剰なため、ろう付加熱時に心材が溶融した。No. 23は、心材のCu含有量が過少なため、ろう付後強度に劣った。No. 24は、心材のCu含有量が過剰なため、ろう付加熱時に心材が溶融した。

【0056】

No. 25は、心材のMn含有量が過少なため、ろう付後強度に劣った。No. 26は、心材のMn含有量が過剰なため、圧延ができず、ブレイジングシートの作製が不可能であった。No. 27は、心材のCr含有量が過剰なため、耐食性に劣った。No. 28は、心材のTi含有量が過少なため、耐食性に劣った。No. 29は、心材のTi含有量が過剰なため、耐食性に劣った。No. 30は、心材のMg含有量が過少なため、ろう付後強度に劣った。No. 31は、心材のMg含有量が過剰なため、ろう付性に劣った。

10

【0057】

No. 32は、犠牲材のSi含有量が過少なため、ろう付後強度に劣った。No. 33は、犠牲材のSi含有量が過剰なため、ろう付加熱時に犠牲材が溶融した。No. 34は、犠牲材のZn含有量が過少なため、耐食性に劣った。No. 35は、犠牲材のZn含有量が過剰なため、ろう付加熱時に犠牲材が溶融した。

【0058】

No. 36は、犠牲材のMg含有量が過少なため、ろう付後強度に劣った。No. 37は、犠牲材のMg含有量が過剰なため、圧延ができず、ブレイジングシートの作製が不可能であった。No. 38は、中間焼鈍の温度が高いため、ろう材が溶融してブレイジングシートの作製が不可能であった。No. 39、40は、仕上冷間圧延の冷延率が低く、n値が過少となったため、電縫溶接性に劣った。No. 41は、仕上焼鈍の温度が低く、n値が過少となったため、電縫溶接性に劣った。

20

【0059】

なお、No. 40の供試材は、前記特許文献1に記載された従来のブレイジングシートを想定したものである。本実施例で示すように、従来のブレイジングシートは、前記の評価につ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、本発明に係るブレイジングシートが従来のブレイジングシートと比較して、優れていることが客観的に明らかとなった。

【0060】

以上、本発明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ことなく、その権利範囲は特許請求の範囲の記載に基づいて解釈しなければならない。なお、本発明の内容は、前記した記載に基づいて改変・変更等することができることはいうまでもない。

30

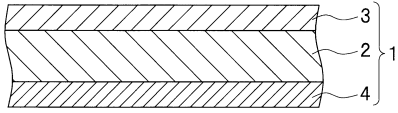
【符号の説明】

【0061】

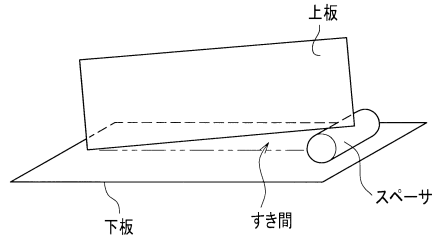
- 1 熱交換器用アルミニウム合金ブレイジングシート
- 2 心材
- 3 犠牲材
- 4 ろう材
- A チューブ材
- E エッジ部

40

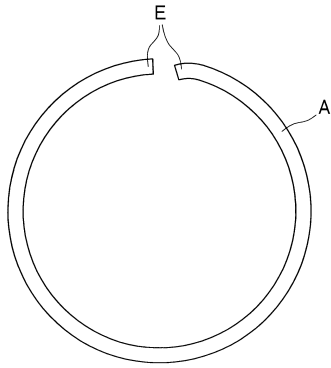
【図1】



【図3】



【図2】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I
C 2 2 F	1/04 (2006.01)	F 2 8 F 21/08 D
C 2 2 F	1/00 (2006.01)	B 2 3 K 35/22 3 1 0 E
		B 2 3 K 35/28 3 1 0 B
		C 2 2 F 1/04 Z
		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 3 0 Z
		C 2 2 F 1/00 6 3 1 Z
		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 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 8 6 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 4 A

- (72)発明者 植田 利樹  
 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 泉 孝裕  
 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 小西 晴之  
 兵庫県神戸市西区高塚台1丁目5番5号 株式会社神戸製鋼所 神戸総合技術研究所内

審査官 静野 朋季

- (56)参考文献 特開2011-241440(JP,A)  
 特開2011-241439(JP,A)  
 特開平10-053827(JP,A)  
 特開2009-191293(JP,A)  
 特開2009-215643(JP,A)  
 特開2008-246525(JP,A)  
 特開2009-155709(JP,A)  
 特開2011-208173(JP,A)  
 特開平02-088740(JP,A)

## (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C 2 2 C 21/00 - 21/18  
 C 2 2 F 1/04