

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2013-193128

(P2013-193128A)

(43) 公開日 平成25年9月30日(2013.9.30)

| (51) Int.Cl.                        | F I                   | テーマコード (参考) |
|-------------------------------------|-----------------------|-------------|
| <b>B 2 3 K 1/19 (2006.01)</b>       | B 2 3 K 1/19 G        |             |
| <b>B 2 3 K 35/14 (2006.01)</b>      | B 2 3 K 35/14 F       |             |
| <b>B 2 3 K 35/22 (2006.01)</b>      | B 2 3 K 35/22 3 1 0 E |             |
| <b>B 2 3 K 35/28 (2006.01)</b>      | B 2 3 K 35/28 3 1 0 B |             |
| <b>C 2 2 C 21/00 (2006.01)</b>      | C 2 2 C 21/00 D       |             |
| 審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 9 頁) 最終頁に続く |                       |             |

(21) 出願番号 特願2012-66459 (P2012-66459)  
 (22) 出願日 平成24年3月23日 (2012.3.23)

(71) 出願人 000107538  
 古河スカイ株式会社  
 東京都千代田区外神田4丁目14番1号  
 (72) 発明者 柳川裕  
 東京都千代田区外神田4丁目14番1号  
 古河スカイ株式会社内  
 (72) 発明者 後藤章仁  
 東京都千代田区外神田4丁目14番1号  
 古河スカイ株式会社内

(54) 【発明の名称】 アルミニウム合金のろう付方法

(57) 【要約】

【課題】 Mg による酸化皮膜の破壊作用を利用したフラックスを用いないろう付方法において、より良好で安定したろう付性を有し、工業的にも適用可能なろう付方法の提供を目的とする。

【解決方法】 アルミニウム製の被ろう付物のろう付部位が周囲を囲まれた閉空間に配置され、閉空間の内部に Mg の供給源を設置し、フラックスを使用しないで、不活性ガス雰囲気中で加熱するアルミニウム合金のろう付方法において、閉空間内部の容積  $X$  ( $\text{cm}^3$ )、閉空間内部の Mg 供給源の表面積  $Y$  ( $\text{cm}^2$ )、ろう付温度における閉空間内部の Mg 供給源の表面 Mg 濃度  $C$  (mass%) が  $0.1 < Y \times C / X < 7$  の関係式を満たすことを特徴とするアルミニウム合金のろう付方法である。

【選択図】 なし

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

アルミニウム製の被ろう付物のろう付部位が周囲を囲まれた閉空間に配置され、閉空間の内部にMg供給源を設置し、フラックスを使用しないで、不活性ガス雰囲気中で加熱するアルミニウム合金のろう付方法において、閉空間内部の容積 $X$  ( $\text{cm}^3$ )、閉空間内部のMg供給源の表面積 $Y$  ( $\text{cm}^2$ )、ろう付温度における閉空間内部のMg供給源の表面Mg濃度 $C$  (mass%)が下記の関係式を満たすことを特徴とするアルミニウム合金のろう付方法。

$$0.1 < Y \times C / X < 7$$

## 【請求項 2】

請求項 1 に記載のMg供給源が、Mgを含有するアルミニウム合金を心材とし、該心材の片面または両面にAl-Si合金ろう材をクラッドしたブレイジングシートであることを特徴とするろう付方法。

## 【請求項 3】

請求項 1 あるいは請求項 2 に記載のMg供給源が、アルミニウム合金を心材とし、該心材の片面または両面にAl-Si-Mg合金ろう材をクラッドしたブレイジングシートであることを特徴とするろう付方法。

## 【請求項 4】

請求項 1 ～ 3 に記載のMg供給源が被ろう付物を構成するブレイジングシートであることを特徴とするろう付方法。

## 【請求項 5】

請求項 1 ～ 3 に記載のMg供給源が被ろう付物を囲う材料であり、かつMgを含有するアルミニウム合金であることを特徴とするろう付方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、フラックスを使用しないアルミニウムのろう付方法に関するものであり、特に熱交換器の製造に好適なろう付方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

アルミニウム材料は熱伝導率が高く軽量であるため、自動車搭載用をはじめとする熱交換器に多く使用されている。内部に水やオイル等を循環させ熱交換させる熱交換器は、タンク、チューブ、フィン等の部材から構成され、各部材はろう付により金属的に接合されている。

## 【0003】

ろう付により製造される熱交換器を構成するアルミニウム材料としては、心材となるアルミニウム合金板の片面または両面にろう材等をクラッドしたブレイジングシートが用いられることが多い。一般的にはブレイジングシートの心材合金としては溶融温度が600℃以上のアルミニウム合金が使用され、クラッドされるろう材合金としては溶融温度が600℃以下のAl-Si合金が使用される。このブレイジングシートにより熱交換器の部材を作製してこれらを組み合わせ、600℃前後の温度に加熱することにより、ブレイジングシートのろう材合金のみを溶融して他部材とろう付された熱交換器を作製することができる。つまり、ブレイジングシートを使用することにより、熱交換器を構成する多数の部材を一度にろう付することができるため、ブレイジングシートは熱交換器用材料として広く利用されている。

## 【0004】

主に実用化されているろう付方法としては、真空ろう付法とノコロックろう付法が挙げられる。真空ろう付法はAl-Si-Mg系合金からなるろう材が用いられ、真空中で加熱することによりろう材中のMgが材料から蒸発し、その際に材料表面の酸化皮膜を破壊してろう付を可能にするものである。しかしながら、真空ろう付法は高価な真空加熱装置

10

20

30

40

50

を必要とする欠点があった。一方、ノコロックろう付法はAl-Si系合金からなるろう材が用いられ、フラックスを塗布した後に不活性ガス中で加熱し、フラックスにより材料表面の酸化皮膜を破壊してろう付を可能にするものである。しかしながら、フラックス塗布において塗りムラがあるとう付不良の原因となるため、フラックスを必要箇所に均一に塗布する必要があった。

#### 【0005】

これに対して、高価な真空加熱装置やフラックスを用いないで不活性ガス中で加熱することによりろう付を可能にする方法が提案されている。特許文献1には、フラットパイプの内部に乱流挿入片をろう付するにあたり、Al-Si-Mg系合金からなるろう材を用いて、フラックスを使用しないでろう付する方法が記載されている。しかしながら、フラットパイプの外部についてはフラックスを塗布したノコロックろう付法によりろう付する必要があり、すべてのろう付部位をフラックス無しでろう付することはできない。特許文献2には、Mgを含有するろう付品を炭素質カバーで覆って加熱し、フラックスを用いずに不活性ガス中でろう付する方法が記載されている。この方法では、炭素質カバー内に存在する酸素が炭素質カバーのカーボンと反応し、炭素質カバー内の酸素濃度を低くしてろう付を可能にしている。しかしながら、酸素とカーボンの反応により生成する一酸化炭素や二酸化炭素はアルミニウムに対しては酸化性のガスとなるため、炭素質カバーで覆っても十分な非酸化性雰囲気とはならないため、安定したろう付性を得ることが困難であった。

10

【特許文献1】特開平9-206980号公報

20

【特許文献2】特開2007-44713号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

#### 【0006】

本発明は、Mgによる酸化皮膜の破壊作用を利用したフラックスを用いないろう付方法において、より良好で安定したろう付性を有し、工業的にも適用可能なろう付方法の提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

#### 【0007】

本発明者らは、上記課題に鑑み鋭意検討を重ねた結果、被ろう付部の周囲を囲み、その内部に規定量のMg供給源を設置することで、ろう付過程において被ろう付部の周囲を囲んだ閉空間に適度のMgを供給することにより良好なろう付性が達成されることを見出した。

30

#### 【0008】

本発明の請求項1は、アルミニウム製の被ろう付物のろう付部位が周囲を囲まれた閉空間に配置され、閉空間の内部にMgの供給源を設置し、フラックスを使用しないで、不活性ガス雰囲気中で加熱するアルミニウム合金のろう付方法において、閉空間内部の容積X ( $\text{cm}^3$ )、閉空間内部のMg供給源の表面積Y ( $\text{cm}^2$ )、ろう付温度における閉空間内部のMg供給源の表面Mg濃度C (mass%)が下記の関係式を満たすことを特徴とするアルミニウム合金のろう付方法である。

40

$$0.1 < Y \times C / X < 7$$

#### 【0009】

本発明の請求項2は、請求項1に記載のMg供給源が、Mgを含有するアルミニウム合金を心材とし、該心材の片面または両面にAl-Si合金ろう材をクラッドしたブレーシングシートであることを特徴とするろう付方法である。

#### 【0010】

本発明の請求項3は、請求項1あるいは請求項2に記載のMg供給源が、アルミニウム合金を心材とし、該心材の片面または両面にAl-Si-Mg合金ろう材をクラッドしたブレーシングシートであることを特徴とするろう付方法である。

#### 【0011】

50

本発明の請求項 4 は、請求項 1 ～ 3 に記載の Mg 供給源が被ろう付物を構成するブレージングシートであることを特徴とするろう付方法である。

【0012】

本発明の請求項 5 は、請求項 1 ～ 3 に記載の Mg 供給源が被ろう付物を囲う材料であり、かつ Mg を含有するアルミニウム合金であることを特徴とするろう付方法である。

【発明の効果】

【0013】

本発明のろう付方法により、Mg の酸化皮膜破壊作用を利用し、フラックスを用いない良好なろう付性を得ることができる。このろう付方法は、安定したろう付性を与えるので、工業的にも好適に適用される。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図 1】ろう付性評価のための隙間充填試験片であって、ろう付前の状態を示す正面図

【図 2】ろう付性評価のための隙間充填試験片であって、ろう付後の状態を示す正面図

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

以下に本発明について詳細に説明する。

【0016】

アルミニウム材料の表面は酸化物により覆われているが、ろう付を可能にするためには表面の酸化物を破壊して、アルミニウムの金属面を露出させる必要がある。本発明のろう付方法では、アルミニウムよりも酸化しやすい Mg を用いることで、アルミニウム表面の酸化物を破壊している。すなわち、アルミニウム表面で  $Al_2O_3 + Mg \rightarrow Al + MgO$  の反応によりアルミニウムの金属面を露出させている。さらに、露出したアルミニウム金属面は雰囲気ガスに触れることになるが、雰囲気中の酸素量が多いと再びアルミニウム金属面は酸化してしまう。ろう付を可能にするためには雰囲気中の酸素濃度は低い方が望ましい。少なくとも、被ろう付け物の周囲については、酸素濃度が十分に低いことが必要である。本発明では、不活性ガス雰囲気中に微量に残存する酸素と Mg を反応させることで低酸素の雰囲気を生成し、アルミニウム金属面の酸化を防止し、ろう付を可能にしている。

【0017】

上記のような Mg によるアルミニウム材料表面の酸化膜破壊、および雰囲気ガスの低酸素化を達成するためには、アルミニウム製の被ろう付け物のろう付部位が周囲を囲まれた閉空間に配置され、閉空間の内部に Mg 供給源を設置する必要がある。通常は不活性ガスで満たされた加熱炉内でろう付するが、加熱炉の内部にそのまま被ろう付け物を設置すると加熱炉の内部に発生している気流のため、被ろう付け物は常に不活性ガス中の微量酸素と接触することになる。炉内全体を Mg により低酸素雰囲気とするためには、多量の Mg 供給源が必要となり実用上難しい。そこで、ろう付部周囲に囲む閉空間を設置し、内部に Mg 供給源を設置することで、閉空間の小さい容積を Mg により効率的に低酸素雰囲気とするのである。

【0018】

閉空間の内部に設置する Mg の量について検討した結果、閉空間内部の容積  $X$  ( $cm^3$ )、Mg 供給源の表面積  $Y$  ( $cm^2$ )、ろう付温度における閉空間内部の Mg 供給源の表面 Mg 濃度  $C$  (mass%) にろう付性は影響されることが判明した。そして、 $0.1 < Y \times C / X < 7$  の関係式を満たすときに良好なろう付性が得られることがわかった。この関係式は閉空間の容積が小さいときは少量の Mg 供給でろう付できるが、閉空間の容積が大きいときは Mg 供給源の面積を大きくするか、あるいは高い表面 Mg 濃度の Mg 供給源を設置する必要があることを意味する。 $Y \times C / X$  が 0.1 以下であると供給される Mg 量が少ないため、閉空間内部を低酸素雰囲気に保つことができず、ろう付性は低下する。一方、 $Y \times C / X$  が 7 以上であると Mg による低酸素雰囲気とする効果は飽和し、閉空間内部の Mg 供給量が過剰となり被ろう付け物表面に Mg が堆積するため、ろう付性は低下

10

20

30

40

50

する。より好ましい範囲は  $2 < Y \times C / X < 6$  である。

#### 【0019】

Mg 供給源としては、5000系等のMg含有アルミニウム合金またはMg単体を閉空間内に設置することができる。この場合、ろう付加熱の前後で表面のMg濃度はほとんど変化しないので、ろう付温度における閉空間内部のMg供給源の表面Mg濃度C (mass%) は、ろう付加熱前のMg含有量で代用できる。形状は限定されないが、Mg供給源の表面積を明確にするためには板状のものが好ましい。

#### 【0020】

また、Mg供給源として、Mgを含有するアルミニウム合金を心材とし、該心材の片面または両面にAl-Si合金ろう材をクラッドしたブレージングシートを用いることができる。前記ブレージングシートにより被ろう付け物を構成し、そのMg供給量で十分であれば、閉空間内に別途Mg供給源を設置する必要はない。心材のMgはろう付加熱時にろう材表面に拡散するため、ろう付加熱の前後で表面のMg濃度は変化する。そのため、ろう付温度における閉空間内部のMg供給源の表面Mg濃度C (mass%) としては、ろう付加熱後の表面Mg濃度を適用する。ここで心材のMg含有量は0.15~2.5mass% (以下、単に%と記す。) とするのが好ましい。0.15%未満では、ろう付加熱中にブレージングシートのろう材に拡散していくMg量が少なくなり、十分なMg量が得られずろう付性が低下する。また、2.5%を超えると、ろう付加熱中に心材からろう材に過剰量のMgが拡散し、上述のようにMgOの酸化膜の厚膜化によりろう付性を低下させる。

#### 【0021】

さらに、Mg供給源として、アルミニウム合金を心材とし、該心材の片面または両面にAl-Si-Mg合金ろう材をクラッドしたブレージングシートを用いることができる。この場合もろう付加熱によりろう材Mgが心材側に拡散し、ろう付加熱の前後で表面のMg濃度が変化するため、ろう付温度における閉空間内部のMg供給源の表面Mg濃度C (mass%) としては、ろう付加熱後の表面Mg濃度を適用する。ろう材のMg含有量は0.5~2.0%とするのが好ましい。0.5%未満では、有効な酸化膜破壊作用を発揮し得るだけの十分なMg量が得られず、ろう付性が低下する。また、2.0%を超えると、ろう付加熱中にろう材表面に過剰量のMgが拡散して、ろう材表面から蒸発せずに残留するMgが多量に存在することになる。その結果、MgOの酸化膜が形成され、これが厚膜化してろう付性を低下させる。

#### 【0022】

また、心材とろう材の両方のMgを含有したアルミニウム合金をブレージングシートとして用いることも可能である。この場合、ろう材中のMg含有量を0.1~1.8%とし、心材中のMg含有量を0.15~1.2%とするのが好ましい。さらに、ろう材の心材と接する面の反対側に酸化防止のためのMgを含有しないアルミニウム合金をクラッドした材料も、Mg供給源として適用可能である。

#### 【0023】

ろう付温度で溶融しない範囲であれば、材料の強度や耐食性の観点からMg以外の元素を心材に添加してもよい。このような元素として、材料量の強度を向上させるためには、Si、Fe、Mn、Ni、Cu等が挙げられ、またブレージングシートに犠牲防食効果をもたせて耐食性を向上させるためには、Zn、Sn、Si等が挙げられる。また、Mg以外の添加元素として、ろう材に含有される公知の元素をろう材中に含有させてもよい。このような元素を含有するろう材としては、4.0~13.0%のSiを含有するAl-Si系アルミニウム合金が好適に用いられる。Si以外にも、ブレージングシートの融点や電位を調整するためにZn、Cu等の元素を添加したろう材を使用することもできる。

#### 【0024】

また、被ろう付け物を囲う材料をMg供給源とし、Mgを含有するアルミニウム合金を用いることができる。この場合は、閉空間内部には囲いとなる材料の内面からMgが供給されることになる。被ろう付け物のみでは供給されるMg量が不十分な場合は、Mg供給

源として有効な手段となる。

# 【0025】

本発明に係るろう付方法の条件としては、一般的な条件を用いることができる。ろう材の溶融温度に達するのに要する時間は10～30分である。ろう付温度は、ろう材の溶融温度以上の温度であり、ろう材の合金組成により異なるが、通常、590～610℃である。保持時間は通常3～10分である。

# 【実施例】

# 【0026】

次に、本発明を実施例および比較例に基づき説明する

# 【0027】

# 【表1】

| 【表1】 |    |     |     |     |     |
|------|----|-----|-----|-----|-----|
| 材料記号 |    | Si  | Fe  | Mn  | Mg  |
| 心材   | A1 | 0.2 | 0.3 | 1.1 | —   |
|      | A2 | 0.2 | 0.3 | 1.1 | 0.2 |
|      | A3 | 0.2 | 0.3 | 1.1 | 0.5 |
|      | A4 | 0.2 | 0.3 | 1.1 | 1.0 |
|      | A5 | 0.1 | 0.2 | —   | 2.5 |
| ろう材  | B1 | 10  | 0.2 | —   | —   |
|      | B2 | 10  | 0.2 | —   | 0.5 |
|      | B3 | 10  | 0.2 | —   | 1.5 |
|      | B4 | 10  | 0.2 | —   | 2.0 |
| 囲い材  | C1 | 0.1 | 0.2 | —   | —   |
|      | C2 | 0.1 | 0.2 | —   | 1.5 |
|      | C3 | 0.1 | 0.2 | —   | 2.5 |
|      | C4 | 0.1 | 0.2 | —   | 3.5 |
|      | C5 | 0.1 | 0.2 | —   | 5.0 |

# 【0028】

# 【表2】

| 例       | ブレージングシート |     | 囲い材 | Mg供給源     |                             |                 | 空間容積<br>X (cm <sup>3</sup> ) | YxG・X | ろう付性           |    |
|---------|-----------|-----|-----|-----------|-----------------------------|-----------------|------------------------------|-------|----------------|----|
|         | 心材        | ろう材 |     | 供給源       | 表面積<br>Y (cm <sup>2</sup> ) | 表面Mg濃度<br>C (%) |                              |       | 隙間充填長さ<br>(mm) | 評価 |
| 本発明例 1  | A3        | B1  | C1  | ブレージングシート | 24                          | 0.25            | 50                           | 0.12  | 24             | ○  |
| 本発明例 2  | A4        | B1  | C1  | ブレージングシート | 24                          | 0.5             | 50                           | 0.24  | 28             | ○  |
| 本発明例 3  | A5        | B1  | C1  | ブレージングシート | 24                          | 1.25            | 50                           | 0.60  | 25             | ○  |
| 本発明例 4  | A1        | B2  | C1  | ブレージングシート | 24                          | 0.4             | 50                           | 0.19  | 24             | ○  |
| 本発明例 5  | A1        | B3  | C1  | ブレージングシート | 24                          | 1.2             | 50                           | 0.58  | 25             | ○  |
| 本発明例 6  | A1        | B4  | C1  | ブレージングシート | 24                          | 1.6             | 50                           | 0.77  | 23             | ○  |
| 本発明例 7  | A3        | B1  | C2  | ブレージングシート | 24                          | 0.25            | 50                           | 2.30  | 36             | ◎  |
| 本発明例 8  | A3        | B1  | C3  | ブレージングシート | 24                          | 0.25            | 50                           | 3.75  | 45             | ◎  |
|         |           |     |     | 囲い材       | 72.5                        | 2.5             |                              |       |                |    |
| 本発明例 9  | A3        | B1  | C4  | ブレージングシート | 24                          | 0.25            | 50                           | 5.20  | 40             | ◎  |
|         |           |     |     | 囲い材       | 72.5                        | 3.5             |                              |       |                |    |
| 本発明例 10 | A1        | B2  | C3  | ブレージングシート | 24                          | 0.4             | 50                           | 3.82  | 37             | ◎  |
|         |           |     |     | 囲い材       | 72.5                        | 2.5             |                              |       |                |    |
| 本発明例 11 | A1        | B3  | C3  | ブレージングシート | 24                          | 1.2             | 50                           | 4.20  | 38             | ◎  |
|         |           |     |     | 囲い材       | 72.5                        | 2.5             |                              |       |                |    |
| 本発明例 12 | A3        | B3  | C1  | ブレージングシート | 24                          | 1.45            | 50                           | 0.70  | 24             | ○  |
| 本発明例 13 | A3        | B3  | C3  | ブレージングシート | 24                          | 1.45            | 50                           | 4.32  | 42             | ◎  |
|         |           |     |     | 囲い材       | 72.5                        | 2.5             |                              |       |                |    |
| 本発明例 14 | A5        | B1  | C1  | ブレージングシート | 24                          | 1.25            | 128                          | 0.23  | 23             | ○  |
| 本発明例 15 | A1        | B3  | C1  | ブレージングシート | 24                          | 1.2             | 128                          | 0.23  | 24             | ○  |
| 本発明例 16 | A1        | B4  | C1  | ブレージングシート | 24                          | 1.6             | 128                          | 0.30  | 23             | ○  |
| 本発明例 17 | A3        | B1  | C2  | ブレージングシート | 24                          | 0.25            | 128                          | 1.55  | 28             | ○  |
|         |           |     |     | 囲い材       | 128                         | 1.5             |                              |       |                |    |
| 本発明例 18 | A3        | B1  | C3  | ブレージングシート | 24                          | 0.25            | 128                          | 2.55  | 38             | ◎  |
|         |           |     |     | 囲い材       | 128                         | 2.5             |                              |       |                |    |
| 本発明例 19 | A3        | B1  | C4  | ブレージングシート | 24                          | 0.25            | 128                          | 3.55  | 37             | ◎  |
|         |           |     |     | 囲い材       | 128                         | 3.5             |                              |       |                |    |
| 本発明例 20 | A3        | B1  | C5  | ブレージングシート | 24                          | 0.25            | 128                          | 5.05  | 34             | ◎  |
|         |           |     |     | 囲い材       | 128                         | 5               |                              |       |                |    |
| 本発明例 21 | A1        | B2  | C3  | ブレージングシート | 24                          | 0.4             | 128                          | 2.58  | 34             | ◎  |
|         |           |     |     | 囲い材       | 128                         | 2.5             |                              |       |                |    |
| 本発明例 22 | A1        | B3  | C3  | ブレージングシート | 24                          | 1.2             | 128                          | 2.73  | 36             | ◎  |
|         |           |     |     | 囲い材       | 128                         | 2.5             |                              |       |                |    |
| 本発明例 23 | A3        | B3  | C1  | ブレージングシート | 24                          | 1.45            | 128                          | 0.27  | 23             | ○  |
| 本発明例 24 | A3        | B3  | C3  | ブレージングシート | 24                          | 1.45            | 128                          | 2.77  | 40             | ◎  |
| 比較例 1   | A2        | B1  | C1  | ブレージングシート | 24                          | 0.1             | 50                           | 0.05  | 10             | ×  |
|         |           |     |     | 囲い材       | 72.5                        | 5               |                              |       |                |    |
| 比較例 2   | A3        | B1  | C5  | ブレージングシート | 24                          | 0.25            | 50                           | 7.37  | 15             | ×  |
| 比較例 3   | A2        | B1  | C1  | ブレージングシート | 24                          | 0.1             | 128                          | 0.02  | 9              | ×  |
|         |           |     |     | 囲い材       | 72.5                        | 5               |                              |       |                |    |
| 比較例 4   | A3        | B1  | C1  | ブレージングシート | 24                          | 0.25            | 128                          | 0.05  | 12             | ×  |
| 比較例 5   | A4        | B1  | C1  | ブレージングシート | 24                          | 0.5             | 128                          | 0.09  | 14             | ×  |
| 比較例 6   | A1        | B2  | C1  | ブレージングシート | 24                          | 0.4             | 128                          | 0.08  | 14             | ×  |

# 【0029】

表1に示す組成の合金を鑄造した。A1～A5は520℃で均質化処理を行った後、両面を面削して厚さ40mmとし、ブレージングシートの心材とした。ろう材用の合金B1～B4は熱間圧延により厚さ5mmとした。作製した心材およびろう材を表2のブレージングシートの欄に示す組み合わせで「ろう材／心材／ろう材」の順に組み合わせ、500℃に加熱してクラッド圧延を行い、さらに冷間圧延により厚さ1.0mmとした後に焼鈍を施し、両面ろう材のブレージングシートを作製した。ろう材のクラッド厚さは片面につき0.1mm（クラッド率10%）である。

## 【0030】

上記のように作製したブレージングシート用いて、図1に示す隙間充填試験片を作製した。ブレージングシートを $60 \times 20 \text{ mm}$ に切断して、垂直板(1)とした。また、板厚 $1.0 \text{ mm}$ のJISA3003もベア材を $70 \times 20 \text{ mm}$ に切断したものを水平板(2)とした。垂直板(1)は、水平板(2)に対して垂直に立てられる。 $\phi 2.5 \text{ mm}$ のステンレス線を隙間形成用のスペーサー(3)を、水平板(2)と垂直板(1)の接触部(6)の位置から水平板(2)の長辺方向に沿って $60 \text{ mm}$ 離間した位置に、水平板(2)の短辺方向に沿って設置した。このようにして、隙間充填試験片を作製した。各ブレージングシートの心材またはろう材にはMgを含有しているため、ろう付加熱時にはブレージングシートの表面がMgの供給源となる。したがって、ブレージングシートをMgの供給源とする表面積は、ブレージングシートの両面積となり、 $24 \text{ cm}^2$ である。

## 【0031】

一方、囲い材としては表1のC1～C5を熱間圧延と冷間圧延により厚さ $1.0 \text{ mm}$ とした後に焼鈍を施した。囲い材に折り曲げ加工を施し、上記の隙間重点試験片の囲いを作製した。囲いのサイズは上面が $80 \times 25 \text{ mm}$ で高さが $25 \text{ mm}$ のものと、上面が $80 \times 40 \text{ mm}$ で高さが $40 \text{ mm}$ のものの2種類とし、いずれも底面が開いた形状とした。囲い材により形成される空間容積は前者が $50 \text{ cm}^3$ 、後者が $128 \text{ cm}^3$ である。Mgを含有した合金からなる囲い材の場合は、ろう付加熱時に囲い材の内表面がMgの供給源となる。したがって、囲い材をMgの供給源とする表面積は囲い材の内面積となり、前者が $72.5 \text{ cm}^2$ 、後者が $128 \text{ cm}^2$ である。

## 【0032】

ステンレス板の上に隙間充填試験片を設置し、さらに該隙間充填試験片を覆うように囲いを設置し、フラックスを塗布せずに隙間充填試験片をろう付した。炉内に不活性ガスとして窒素ガスを導入し、酸素濃度を $10 \text{ ppm}$ 以下に調整した雰囲気中で加熱した。囲い内の隙間充填試験片の温度を測定し、温度が $600^\circ\text{C}$ となるまでの到達時間が15分程度となるような昇温条件で加熱した後、 $600^\circ\text{C}$ で5分間保持し、その後冷却して炉外に取り出した。

## 【0033】

図2に示すように、ろう付後の隙間充填試験片について、水平板(2)と垂直板(1)の接点からフィレット(4)が形成された長さを測定し、隙間充填長さ(5)とした。測定した隙間充填長さを表2に示す。隙間充填長さを下記の基準で評価した。

◎：隙間充填長さが $30 \text{ mm}$ 以上

○：隙間充填長さが $20$ 以上 $30 \text{ mm}$ 未満

×：隙間充填長さが $30 \text{ mm}$ 未満。

◎と○を合格とし、×を不合格とした。

## 【0034】

また、ろう付後のブレージングシートの一部を切り出し、ろう材表面のMg濃度を測定した。Mg濃度の測定はEPMAを使用し、ろう材表面を分析し、予め作成した検量線と比較してろう材表面のMg濃度とした。表面Mg濃度の測定結果を表2に記載した。

## 【0035】

囲い材についてはろう付の前後で表面Mg濃度の変動はほとんどないため、ろう付後の表面分析は行わなかった。囲い材をMgの供給源とする供給源の表面Mg濃度は、材料中に含有するMg量とし、表2に記載した。

## 【0036】

各隙間充填試験片についてMg供給源のとなる表面積 $Y (\text{cm}^2)$ と表面Mg濃度 $C (\%)$ および空間容積 $X (\text{cm}^3)$ より $Y \times C / X$ を計算し、表2に記載した。Mg供給源がブレージングシートと囲い材の両者となる場合は、それぞれの $Y \times C$ の合計値を空間容積 $X$ で割って $Y \times C / X$ の値とした。

## 【0037】

本発明例1～24では隙間充填長さが $20 \text{ mm}$ 以上となり、良好なろう付性を示した。

比較例 1 と比較例 3 ～ 6 では  $Y \times C / X$  の値が本発明の範囲よりも小さいため、ろう付性が不合格であった。比較例 2 では  $Y \times C / X$  の値が本発明の範囲よりも大きいため、ろう付性が不合格であった。

【産業上の利用可能性】

【0038】

本発明のろう付方法を適用し、Mg の酸化皮膜破壊作用を利用しフラックスを用いずに不活性ガス中で加熱することで優れたろう付性を達成できる。また、安定した高信頼性のろう付も可能であり、工業的な適用性にも優れている。

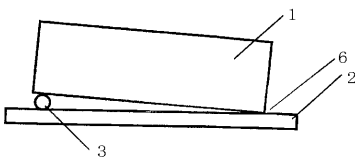
【符号の説明】

【0039】

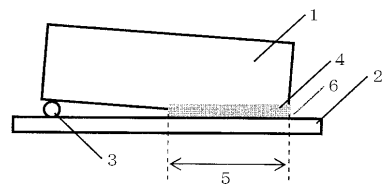
10

- 1 垂直材
- 2 水平材
- 3 スペーサー
- 4 フィレット
- 5 隙間充填長さ
- 6 接触部

【図 1】



【図 2】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

テーマコード (参考)

**C 2 2 F 1/047 (2006.01)**  
**C 2 2 F 1/043 (2006.01)**  
**C 2 2 F 1/04 (2006.01)**  
**B 2 3 K 1/00 (2006.01)**  
**B 2 3 K 31/02 (2006.01)**  
**F 2 8 F 21/08 (2006.01)**  
*C 2 2 F 1/00 (2006.01)*  
*B 2 3 K 35/40 (2006.01)*  
*B 2 3 K 101/14 (2006.01)*  
*B 2 3 K 103/10 (2006.01)*

C 2 2 C 21/00 E  
 C 2 2 C 21/00 J  
 C 2 2 F 1/047  
 C 2 2 F 1/043  
 C 2 2 F 1/04 B  
 B 2 3 K 1/19 D  
 B 2 3 K 1/19 F  
 B 2 3 K 1/00 S  
 B 2 3 K 31/02 3 1 0 B  
 F 2 8 F 21/08 D  
 C 2 2 F 1/00 6 2 7  
 C 2 2 F 1/00 6 2 2  
 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 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  
 B 2 3 K 35/40 3 4 0 J  
 B 2 3 K 101:14  
 B 2 3 K 103:10