

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2018年11月29日(29.11.2018)



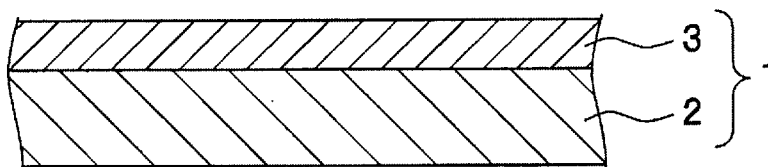
(10) 国際公開番号

WO 2018/216773 A1

- (51) 国際特許分類:  
*B23K 35/28* (2006.01) *C22F 1/00* (2006.01)  
*B23K 35/22* (2006.01) *C22F 1/04* (2006.01)  
*C22C 21/00* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/020024
- (22) 国際出願日: 2018年5月24日(24.05.2018)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
 特願 2017-103074 2017年5月24日(24.05.2017) JP
- (71) 出願人: 株式会社神戸製鋼所 (KABUSHIKI KAISHA KOBE SEIKO SHO (KOBE STEEL, LTD.)) [JP/JP]; 〒6518585 兵庫県神戸市中央区脇浜海岸通二丁目2番4号 Hyogo (JP). 株式会社デンソー (DENSO CORPORATION) [JP/JP]; 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者: 泉 孝裕 (IZUMI Takahiro). 鶴野 招弘 (TSURUNO Akihiro). 木村 申平 (KIMURA Shimpei). 渋谷 雄二 (SHIBUYA Yuji). 篠田 貴弘 (SHINODA Takahiro). 山田 詔悟 (YAMADA Shogo). 大野 慎吾 (OONO Shingo).
- (74) 代理人: 特許業務法人栄光特許事務所 (EIKOH PATENT FIRM, P.C.); 〒1050003 東京都港区西新橋一丁目7番13号 虎ノ門イーストビルディング10階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,

(54) Title: ALUMINUM ALLOY BRAZING SHEET

(54) 発明の名称: アルミニウム合金ブレージングシート



(57) Abstract: This aluminum alloy brazing sheet is provided with: a core material comprising 2.0 mass% or less (including 0 mass%) of Mg and a remainder of Al and unavoidable impurities; and a brazing material comprising Si, Bi, Mg, and a remainder of Al and unavoidable impurities. The aluminum alloy brazing sheet satisfies the expressions  $3 \leq C_{Si} \leq 13$ ,  $0.13C_{Mg}^{-0.3} \leq C_{Bi} \leq 0.58C_{Mg}^{0.45}$ ,  $C_{Mg-b} \geq 0.1$ , and  $0.2 \leq C_{Mg} \leq 1.1$  when the Si content of the brazing material is denoted by  $C_{Si}$ , the Bi content of the brazing material is denoted by  $C_{Bi}$ , the Mg content of the brazing material is denoted by  $C_{Mg-b}$ , the Mg content of the core material is denoted by  $C_{Mg-c}$ , and  $C_{Mg} = C_{Mg-b} + C_{Mg-c} / 2$ .

(57) 要約: アルミニウム合金ブレージングシートは、Mg: 2.0質量%以下(0質量%を含む)で残部がAl及び不可避免的不純物からなる心材と、Si、Bi、Mgを含有し、残部がAl及び不可避免的不純物からなるろう材とを備える。ろう材のSiの含有量を $C_{Si}$ 、ろう材のBiの含有量を $C_{Bi}$ 、ろう材のMgの含有量を $C_{Mg-b}$ 、心材のMgの含有量を $C_{Mg-c}$ 、 $C_{Mg} = C_{Mg-b} + C_{Mg-c} / 2$ とした場合に、 $3 \leq C_{Si} \leq 13$ 、 $0.13C_{Mg}^{-0.3} \leq C_{Bi} \leq 0.58C_{Mg}^{0.45}$ 、 $C_{Mg-b} \geq 0.1$ 、 $0.2 \leq C_{Mg} \leq 1.1$ 、を満たす。

WO 2018/216773 A1

HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH,  
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,  
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,  
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,  
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,  
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,  
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

- 国際調査報告 (条約第21条(3))
- 補正された請求の範囲 (条約第19条(1))

## 明 細 書

発明の名称：アルミニウム合金ブレージングシート

### 技術分野

[0001] 本発明は、アルミニウム合金ブレージングシートに関し、特に、フラックスを使用しないろう付方法、いわゆるフラックスレスろう付に適用する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] アルミニウム合金製の熱交換器等の部材をろう付するにあたり、真空中において、フラックスを使用せずにろう付を行う真空ろう付という方法が存在する。

この真空ろう付は、フラックスを使用するフラックスろう付と比較すると、フラックスを塗布する処理が不要、フラックスの塗布量が適切でないことに伴った問題発生の回避等、様々なメリットがある。

[0003] しかしながら、真空ろう付は、ろう付時の炉内を真空にした状態で加熱を施す高価な真空炉が必要となるため、作業コストが高くなってしまふとともに、真空にした炉内の制御が難しいことから、作業の困難性も高まってしまう。

[0004] このような問題を解決するため、真空中ではない雰囲気下において、フラックスを使用しないフラックスレスろう付に関して研究が進められ、以下のような技術が提案されている。

[0005] 具体的には、特許文献1において、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る細流路インナーフィンを有する熱交換器の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、円相当径で0.8 $\mu$ m以上の径をもつものの数の内、1.75 $\mu$ m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下で、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

において、前記アルミニウムクラッド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細流路インナーフィンを有する熱交換器のフラックスレスろう付け方法が開示されている。

## 先行技術文献

## 特許文献

[0006] 特許文献1：日本国特許第5619538号公報

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0007] 特許文献1に係る技術は、真空ではない不活性ガス雰囲気におけるフラックスレスろう付に関する技術であり、所定の効果について検討している。

しかしながら、特許文献1に係る技術では、十分なろう付性を発揮できない。詳細には、特許文献1の実施例1～23、29～58によると、ろう材に0.1～3質量%のMgを含有させており、このMgがろう付加熱時の昇温過程において、ろう材表面でのMgOの生成を促進させてしまう。その結果、特許文献1の実施例1～23、29～58によると、ろう材表面のMgOがろう熔融時に障害となって、ろう付性を低下させてしまうおそれがある。

なお、特許文献1の実施例24～28ではろう材にBiを含有させているが、実施例24～26はろう材のBiの含有量が少なく、実施例27、28はBiの含有量が多いため、いずれの場合もろう付性を十分には発揮できない。

[0008] そこで、本発明は、ろう付性に優れる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

[0009] すなわち、本発明に係るアルミニウム合金ブレイジングシートは、心材と、前記心材の一方の面に設けられるろう材と、を備え、前記心材は、Mg：2.0質量%以下（0質量%を含む）であり、残部がAl及び不可避免的不純

物からなり、前記ろう材は、S i、B i、M gを含有し、残部がA l及び不可避的不純物からなり、前記ろう材のS iの含有量を $C_{S i}$ 質量%とし、前記ろう材のB iの含有量を $C_{B i}$ 質量%とし、前記ろう材のM gの含有量を $C_{M g-b}$ 質量%とし、前記心材のM gの含有量を $C_{M g-c}$ 質量%とし、 $C_{M g} = C_{M g-b} + C_{M g-c} / 2$ とした場合に、 $3 \leq C_{S i} \leq 13$ 、 $0.13 C_{M g}^{-0.3} \leq C_{B i} \leq 0.58 C_{M g}^{0.45}$ 、 $C_{M g-b} \geq 0.1$ 、 $0.2 \leq C_{M g} \leq 1.1$ 、を満たす。

[0010] このように、本発明に係るアルミニウム合金ブレージングシートは、心材及びろう材の成分の含有量、例えば、心材及びろう材のM gの含有量とろう材のB iの含有量との関係等が特定されていることから、心材及びろう材のM gがろう材のB iと反応する（トラップされる）ことで、ろう材表面でのM g Oの生成が抑制される。さらに、ろう付加熱時のろう溶融時において、B iと反応したM gは母相（ろう材）に溶解するため、M gの蒸発が促進され、ろう材表面に形成された酸化膜がM gの蒸発時に好適に破壊されるとともに、このM gが雰囲気中の酸素と反応することで雰囲気の酸素濃度が低下し溶融ろうの再酸化が抑制される。また、母相に溶解したB iがろうの流動性を高める。その結果、本発明に係るアルミニウム合金ブレージングシートは、ろう付性に優れる。

[0011] また、本発明に係るアルミニウム合金ブレージングシートは、前記ろう材が、M n：2.0質量%以下、T i：0.3質量%以下、C r：0.3質量%以下、Z r：0.3質量%以下のうちの1種以上をさらに含有してもよい。また、本発明に係るアルミニウム合金ブレージングシートは、前記ろう材が、Z n：5.0質量%以下をさらに含有してもよい。また、本発明に係るアルミニウム合金ブレージングシートは、前記ろう材が、S r：0.10質量%以下、N a：0.050質量%以下、S b：0.5質量%以下、のうちの1種以上をさらに含有してもよい。また、本発明に係るアルミニウム合金ブレージングシートは、前記ろう材が、希土類元素：1.0質量%以下をさらに含有してもよい。

[0012] このように、本発明に係るアルミニウム合金ブレージングシートは、ろう

材がMn、Ti、Cr、Zr、Zn、Sr、Na、Sb、希土類元素を含有していても、ろう付性に優れる。

[0013] また、本発明に係るアルミニウム合金ブレイジングシートは、前記ろう材が、Li：0.3質量%以下をさらに含有していてもよい。

[0014] このように、本発明に係るアルミニウム合金ブレイジングシートは、前記ろう材がLiを含有することにより、ろう付性をさらに向上させることができる。

[0015] また、本発明に係るアルミニウム合金ブレイジングシートは、前記心材が、Mn：2.5質量%以下をさらに含有していてもよい。また、本発明に係るアルミニウム合金ブレイジングシートは、前記心材が、Si：1.2質量%以下をさらに含有していてもよい。また、本発明に係るアルミニウム合金ブレイジングシートは、前記心材が、Cu：3.0質量%以下をさらに含有していてもよい。また、本発明に係るアルミニウム合金ブレイジングシートは、前記心材が、Fe：1.5質量%以下をさらに含有していてもよい。また、本発明に係るアルミニウム合金ブレイジングシートは、前記心材が、Ti：0.5質量%以下、Cr：0.5質量%以下、Zr：0.5質量%以下の1種以上をさらに含有していてもよい。

[0016] このように、本発明に係るアルミニウム合金ブレイジングシートは、心材がMn、Si、Cu、Fe、Ti、Cr、Zrを含有していても、ろう付性に優れる。

[0017] また、本発明に係るアルミニウム合金ブレイジングシートは、前記心材が、Li：0.3質量%以下をさらに含有していてもよい。

[0018] このように、本発明に係るアルミニウム合金ブレイジングシートは、前記心材がLiを含有することにより、ろう付性をさらに向上させることができる。

[0019] また、本発明に係るアルミニウム合金ブレイジングシートは、前記ろう材の厚さが50 $\mu$ m以上であってもよい。

このように、本発明に係るアルミニウム合金ブレイジングシートは、ろう

材の厚さが所定値以上であることにより、優れたろう付性をより確実に発揮することができる。

### 発明の効果

[0020] 本発明に係るアルミニウム合金ブレイジングシートは、心材及びろう材の各成分の含有量が特定されていることによって、ろう付性に優れる。

### 図面の簡単な説明

[0021] [図1]本実施形態に係るアルミニウム合金ブレイジングシートの断面図である。

[図2A]ろう付性評価の試験方法を説明するための図であり、下材と上材とを組み合わせた状態の斜視図である。

[図2B]ろう付性評価の試験方法を説明するための図であり、下材と上材とを組み合わせた状態の側面図である。

[図3]一部の実施例について、ろう材のB i の含有量とろう材及び心材のM g の含有量との関係を示すグラフである。

[図4]一部の実施例について、ろう材のM g の含有量と心材のM g の含有量との関係を示すグラフである。

### 発明を実施するための形態

[0022] 以下、適宜図面を参照して、本発明に係るアルミニウム合金ブレイジングシートを実施するための形態（実施形態）について説明する。

[0023] [アルミニウム合金ブレイジングシート]

本実施形態に係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）の構成は、例えば、図1に示すように、心材2と、心材2の一方の面に設けられるろう材3と、を備える。

そして、本実施形態に係るブレイジングシート1は、心材2、ろう材3の各成分の含有量が適宜特定されている。

以下、本実施形態に係るブレイジングシート1の心材及びろう材の各成分について数値限定した理由を詳細に説明する。

[0024] [心材]

本実施形態に係るブレイジングシートの心材は、Mg : 2.0質量%以下（0質量%を含む）であり、残部がAl及び不可避免的不純物からなる。

また、本実施形態に係るブレイジングシートの心材は、Mn、Si、Cu、Fe、Ti、Cr、Zr、Liを適宜含有してもよい。

[0025]（心材のMg : 2.0質量%以下）

心材のMgは、強度を向上させる。また、心材のMgは、ろう付加熱時の昇温過程にろう材へ拡散し、ろう溶融温度で雰囲気中に蒸発し、雰囲気中の酸素と反応する。その結果、ろう材表面に形成された酸化膜がMgの蒸発時に好適に破壊されるとともに、雰囲気中の酸素濃度が低下し溶融ろうの再酸化が抑制される（ゲッター作用）ことによって、ろう付性を向上させる。なお、ろう材のMgもゲッター作用を奏することから、ろう材のMgの含有量が多い場合は、心材のMgの含有量は少なくともよく、0質量%であってもよい。

一方、Mgの含有量が2.0質量%を超えると、ろう材のBiによってMgをトラップしきれず、ろう材表面でのMgOの生成が促進されてしまい、ろう付性が低下する。

したがって、心材のMgの含有量は、2.0質量%以下（0質量%を含む）である。

[0026]（心材のMn : 2.5質量%以下）

心材のMnは、強度を向上させる。ただし、Mnの含有量が2.5質量%を超えると、Al-Mn系化合物が多くなり、材料製造工程中に割れが生じるおそれがある。

したがって、心材にMnを含有させる場合、Mnの含有量は、2.5質量%以下である。

[0027] なお、Mnを含有させることによって得られる強度の向上という効果をより確実なものとするため、心材のMnの含有量は、0.5質量%以上が好ましい。

[0028]（心材のSi : 1.2質量%以下）

心材のS iは、強度を向上させる。ただし、S iの含有量が1.2質量%を超えると、心材の固相線温度が低下するため、耐エロージョン性が低下するとともに、ろう流動性が低下するため、ろう付性が低下する。

したがって、心材にS iを含有させる場合、S iの含有量は1.2質量%以下である。

[0029] なお、S iを含有させることによって得られる強度の向上という効果をより確実なものとするため、心材のS iの含有量は、0.05質量%以上が好ましい。

[0030] (心材のC u : 3.0質量%以下)

心材のC uは、心材の電位を貴化させ耐食性を向上させる。ただし、C uの含有量が3.0質量%を超えると、心材の固相線温度が低下するため、耐エロージョン性が低下するとともに、ろう流動性が低下するため、ろう付性が低下する。

したがって、心材にC uを含有させる場合、C uの含有量は3.0質量%以下である。

[0031] なお、C uを含有させることによって得られる耐食性の向上という効果をより確実なものとするため、心材のC uの含有量は、0.05質量%以上が好ましい。

[0032] (心材のF e : 1.5質量%以下)

心材のF eは、固溶強化作用により強度を向上させる。ただし、F eの含有量が1.5質量%を超えると、粗大な金属間化合物が形成されることによって、成形性を低下させるおそれがある。

したがって、心材にF eを含有させる場合、F eの含有量は、1.5質量%以下である。

[0033] なお、F eを含有させることによって得られる強度の向上という効果をより確実なものとするため、心材のF eの含有量は、0.05質量%以上が好ましい。

[0034] (心材のT i : 0.5質量%以下)

心材のTiは、心材の電位を貴化させ耐食性を向上させる。ただし、Tiの含有量が0.5質量%を超えると、粗大な金属間化合物が形成されることによって、成形性を低下させるおそれがある。

したがって、心材にTiを含有させる場合、Tiの含有量は、0.5質量%以下である。

[0035] なお、Tiを含有させることによって得られる耐食性の向上という効果をより確実なものとするため、心材のTiの含有量は、0.01質量%以上が好ましい。

[0036] (心材のCr：0.5質量%以下)

心材のCrは、Al-Cr系の分散粒子を形成し、心材の強度を向上させる。ただし、Crの含有量が0.5質量%を超えると、粗大な金属間化合物が形成されることによって、成形性を低下させるおそれがある。

したがって、心材にCrを含有させる場合、Crの含有量は、0.5質量%以下である。

[0037] なお、Crを含有させることによって得られる強度の向上という効果をより確実なものとするため、心材のCrの含有量は、0.01質量%以上が好ましい。

[0038] (心材のZr：0.5質量%以下)

心材のZrは、Al-Zr系の分散粒子を形成し、心材の強度を向上させる。ただし、Zrの含有量が0.5質量%を超えると、粗大な金属間化合物が形成されることによって、成形性を低下させるおそれがある。

したがって、心材にZrを含有させる場合、Zrの含有量は、0.5質量%以下である。

[0039] なお、Zrを含有させることによって得られる強度の向上という効果をより確実なものとするため、心材のZrの含有量は、0.01質量%以上が好ましい。

[0040] 前記した心材のTi、Cr、Zrは、前記した上限値を超えなければ、心材に1種以上、つまり1種が含まれる場合だけでなく、2種以上が含まれて

いても、本発明の効果を妨げない。

[0041] (心材のLi : 0.3質量%以下)

心材のLiは、ろう付性をさらに向上させる。Liがろう付性を向上させる詳細なメカニズムは解明できていないものの、ろう付加熱時のろう熔融時において、Liがろう材表面に形成された酸化膜を破壊することにより、Mgのゲッター作用をさらに好適に発揮させるのではないかと推測する。ただし、Liの含有量が0.3質量%を超えると、ろう付け加熱時の昇温過程において、ろう材表層部へLiが拡散し酸化膜の成長を促進するためろう付性が低下する。

したがって、心材にLiを含有させる場合、Liの含有量は、0.3質量%以下である。

[0042] なお、酸化膜の成長を抑制するという観点から、心材のLiの含有量は0.05質量%以下が好ましい。

[0043] (心材の残部 : Al及び不可避免的不純物)

心材の残部はAl及び不可避免的不純物であるのが好ましい。そして、心材の不可避免的不純物としては、V、Ni、Ca、Na、Sr等が挙げられ、これらの元素は本発明の効果を妨げない範囲で含有されていてもよい。詳細には、V : 0.05質量%以下、Ni : 0.05質量%以下、Ca : 0.05質量%以下、Na : 0.05質量%以下、Sr : 0.05質量%以下、その他の元素 : 0.01質量%未満の範囲で含有されていてもよい。

そして、これらについては、前記した所定の含有量を超えなければ、不可避免的不純物として含有される場合だけではなく、積極的に添加される場合であっても、本発明の効果を妨げず許容される。

また、前記したMg、Mn、Si、Cu、Fe、Ti、Cr、Zr、Liについては、積極的に添加してもよいが、不可避免的不純物として含まれていてもよい。

[0044] [ろう材]

本実施形態に係るブレージングシートのろう材は、Si、Bi、Mgを含

有し、残部がAl及び不可避免的不純物からなる。

また、本実施形態に係るブレージングシートのろう材は、Mn、Ti、Cr、Zr、Zn、Sr、Na、Sb、希土類元素、Liをさらに適宜含有してもよい。

[0045] (ろう材のSi : 3質量%以上13質量%以下、 $3 \leq C_{Si} \leq 13$ )

ろう材のSiは、ろう材の固相線温度を低下させることによって、ろう付加熱温度での液相率を向上させてろうの流動性を高める。Siの含有量が3質量%以上であれば、ろうの流動性が高まり、ろう付性の向上という効果が得られる。一方、Siの含有量が13質量%を超えると、粗大Si粒が形成するとともに、流動ろうが過剰に生成することにより、心材の溶融などのろう付不良が発生するおそれがある。

したがって、ろう材のSiの含有量は、3質量%以上13質量%以下である。そして、ろう材のSiの含有量を $C_{Si}$ 質量%とした場合、 $3 \leq C_{Si} \leq 13$ である。

[0046] (ろう材のBi :  $0.13 C_{Mg}^{-0.3} \leq C_{Bi} \leq 0.58 C_{Mg}^{0.45}$ )

ろう材のBiは、心材及びろう材のMgと反応し、ろう溶融温度以下ではほとんど溶解しないMg-Bi系化合物(例えば、 $Bi_2Mg_3$ )を生成する。その結果、材料製造工程、及び、ろう付加熱時のろう溶融開始温度までの昇温過程において、Mgのろう材表層部への拡散を抑え、ろう材表面におけるMgOの生成・成長を抑制し(Mgのトラップ作用)、ろう付性を向上させる。また、ろう付加熱時のろう溶融温度では、Mg-Bi系化合物は母相(ろう材)に溶解するため、Mgの蒸発が促進される。そして、ろう材表面に形成された酸化膜がMgの蒸発時に好適に破壊されるとともに、このMgが雰囲気中の酸素と反応することで雰囲気中の酸素濃度が低下し溶融ろうの再酸化を抑制する作用(ゲッター作用)が向上し、その結果、ろう付性を向上させる。さらに、Biは、ろうの流動性を高め、ろう付性を向上させる。

[0047] 前記した効果を適切に発揮させるためには、ろう材のBiの含有量は、心材及びろう材のMgの含有量との関係において、非常に精緻に特定する必要

がある。

詳細には、ろう材のMgの含有量を $C_{Mg-b}$ 質量%、心材のMgの含有量を $C_{Mg-c}$ 質量%、 $C_{Mg} = C_{Mg-b} + C_{Mg-c} / 2$ とした場合、ろう材のBiの含有量が、 $0.13 C_{Mg}^{-0.3}$ 未満であると、Mgを十分にトラップできないとともに、ろう材中にフリーなMgが多くなる結果、ろう材表面でMgOが生成されてしまう。加えて、ろう材のBiの含有量が、 $0.13 C_{Mg}^{-0.3}$ 未満であると、ろう流動性が低下し、ろう付性が低下する。

一方、ろう材のBiの含有量が、 $0.58 C_{Mg}^{0.45}$ を超えても、ろう付性が低下する。この点について、詳細なメカニズムは解明できていないものの、Mgの含有量に対してBiの含有量が多くなると、低融点のBi単体化合物が増え、この化合物がろう付加熱時の低温域から溶融し始め濡れ拡がることで、酸化膜を形成・成長させ、この酸化膜がゲッター作用を抑制してしまうのではないかと推測する。

したがって、ろう材のBiの含有量は、 $0.13 C_{Mg}^{-0.3}$ 以上、 $0.58 C_{Mg}^{0.45}$ 以下である。そして、ろう材のBiの含有量を $C_{Bi}$ 質量%とした場合、 $0.13 C_{Mg}^{-0.3} \leq C_{Bi} \leq 0.58 C_{Mg}^{0.45}$ である。

[0048] 「 $0.13 C_{Mg}^{-0.3} \leq C_{Bi} \leq 0.58 C_{Mg}^{0.45}$ 」の係数については、前記のとおり、効果を奏する範囲を特定するためのものであり、多くの実験の結果から導いたものである。

[0049] (ろう材のMg : 0.1質量%以上、 $C_{Mg-b} \geq 0.1$ )

ろう材のMgは、心材のMgと同様、ろう付加熱時のろう溶融温度で雰囲気中に蒸発し、雰囲気中の酸素と反応する。その結果、ろう材表面に形成された酸化膜がMgの蒸発時に好適に破壊されるとともに、雰囲気中の酸素濃度が低下し溶融ろうの再酸化が抑制される(ゲッター作用)ことによって、ろう付性を向上させる。なお、心材のMgもゲッター作用を奏することから、心材のMgの含有量が多い場合は、ろう材のMgの含有量は少なくともよい。

しかしながら、Mgの含有量が0.1質量%未満であると、熱間圧延時に

耳割れが生じやすくなり、ブレージングシートの歩留まりが悪くなってしまふ。この点について、詳細なメカニズムは解明できていないものの、ろう材のMgの含有量が少ないと、低融点のBi単体化合物が増え、この化合物が熱間圧延時に溶融することで、熱間圧延割れを誘発させるのではないかと推測する。なお、Mgの含有量が0.1質量%以上であると、MgがBiと反応し、熱間圧延時にも溶融し難い高融点のBi<sub>2</sub>Mg<sub>3</sub>が生成されることにより、熱間圧延割れの発生を回避することができる。

したがって、ろう材のMgの含有量は、0.1質量%以上である。そして、ろう材のMgの含有量をC<sub>Mg-b</sub>質量%とした場合、C<sub>Mg-b</sub> ≥ 0.1である。

[0050] (ろう材のMgと心材のMg : 0.2 ≤ C<sub>Mg</sub> ≤ 1.1)

ろう材のMgと心材のMgは、前記したとおり、いずれもゲッター作用を発揮することによって、ろう付性を向上させる。

ただ、ろう材のMgと心材のMgとでは、ゲッター作用への寄与度等が異なるため、ゲッター作用に基づくろう付性の向上という効果を適切に発揮させるためには、ろう材のMgと心材のMgとの含有量を精緻に特定する必要がある。

ろう材のMgの含有量をC<sub>Mg-b</sub>質量%、心材のMgの含有量をC<sub>Mg-c</sub>質量%、C<sub>Mg</sub> = (C<sub>Mg-b</sub> + C<sub>Mg-c</sub>) / 2とした場合、C<sub>Mg</sub>が0.2未満であると、Mgによるゲッター作用が不十分となり、ろう付性が低下するおそれがある。一方、C<sub>Mg</sub>が1.1を超えると、ろう材のBiによってMgをトラップしきれず、ろう材表面でのMgOの生成が促進されてしまい、ろう付性が低下するおそれがある。

したがって、0.2 ≤ C<sub>Mg</sub> ≤ 1.1である。

[0051] なお、Mgを含有させることによって得られるゲッター作用をより確実なものとするため、C<sub>Mg</sub>は、0.3以上が好ましい。また、ろう付性の低下を抑制する観点から、C<sub>Mg</sub>は、0.9以下が好ましい。

[0052] 「C<sub>Mg</sub> = (C<sub>Mg-b</sub> + C<sub>Mg-c</sub>) / 2」の係数については、ろう材のMgと心材の

Mgとのゲッター作用への寄与度等を考慮したものであるとともに、前記のとおり、効果を奏する範囲を特定するためのものであり、多くの実験の結果から導いたものである。

[0053] (ろう材のMn：2.0質量%以下)

ろう材のMnは、耐食性を向上させる。Mnが耐食性を向上させる詳細なメカニズムは解明できていないものの、Al-Mn-Si系化合物が生成され、化合物周囲のMn、Si欠乏層が電位の卑な部分となり、優先的に腐食が進行するため、腐食が分散され、耐食性が向上すると推測する。ただし、Mnの含有量が2.0質量%を超えると、Al-Mn-Si系化合物の生成にSiが費やされるため、Si濃度が低下し、ろう付性が低下する。

したがって、ろう材にMnを含有させる場合、ろう材のMnの含有量は、2.0質量%以下である。

[0054] なお、Mnを含有させることによって得られる耐食性の向上という効果をより確実なものとするため、ろう材のMnの含有量は、0.05質量%以上が好ましい。また、Si濃度の低下に伴うろう付性の低下を抑制するという観点から、ろう材のMnの含有量は、1.2質量%以下が好ましい。

[0055] (ろう材のTi：0.3質量%以下)

ろう材のTiは、耐食性を向上させる。Tiが耐食性を向上させる詳細なメカニズムは解明できていないものの、Al-Ti系化合物が生成され、化合物周囲のTi欠乏層が電位の卑な部分となり、優先的に腐食が進行するため、腐食が分散され、耐食性が向上すると推測する。ただし、Tiの含有量が0.3質量%を超えると、溶解、鑄造時に粗大な化合物が生成され、材料製造時に割れが生じやすくなり、製造が困難となる。

したがって、ろう材にTiを含有させる場合、ろう材のTiの含有量は、0.3質量%以下である。

[0056] なお、Tiを含有させることによって得られる耐食性の向上という効果をより確実なものとするため、ろう材のTiの含有量は、0.05質量%以上が好ましい。また、材料製造時の割れの発生を抑制するという観点から、ろ

ろう材のTiの含有量は、0.2質量%以下が好ましい。

[0057] (ろう材のCr: 0.3質量%以下)

ろう材のCrは、耐食性を向上させる。Crが耐食性を向上させる詳細なメカニズムは解明できていないものの、Al-Cr系やAl-Cr-Si系化合物が生成され、化合物周囲のCr、Si欠乏層が電位の卑な部分となり、優先的に腐食が進行するため、腐食が分散され、耐食性が向上すると推測する。ただし、Crの含有量が0.3質量%を超えると、溶解、鑄造時に粗大な化合物が生成され、材料製造時に割れが生じやすくなり、製造が困難となる。

したがって、ろう材にCrを含有させる場合、ろう材のCrの含有量は、0.3質量%以下である。

[0058] なお、Crを含有させることによって得られる耐食性の向上という効果をより確実なものとするため、ろう材のCrの含有量は、0.05質量%以上が好ましい。また、材料製造時の割れの発生を抑制するという観点から、ろう材のCrの含有量は、0.2質量%以下が好ましい。

[0059] (ろう材のZr: 0.3質量%以下)

ろう材のZrは、耐食性を向上させる。Zrが耐食性を向上させる詳細なメカニズムは解明できていないものの、Al-Zr系化合物が生成され、化合物周囲のZr欠乏層が電位の卑な部分となり、優先的に腐食が進行するため、腐食が分散され、耐食性が向上すると推測する。ただし、Zrの含有量が0.3質量%を超えると、溶解、鑄造時に粗大な化合物が生成され、材料製造時に割れが生じやすくなり、製造が困難となる。

したがって、ろう材にZrを含有させる場合、ろう材のZrの含有量は、0.3質量%以下である。

[0060] なお、Zrを含有させることによって得られる耐食性の向上という効果をより確実なものとするため、ろう材のZrの含有量は、0.05質量%以上が好ましい。また、材料製造時の割れの発生を抑制するという観点から、ろう材のZrの含有量は、0.2質量%以下が好ましい。

[0061] 前記したろう材のMn、Ti、Cr、Zrは、前記した上限値を超えなければ、ろう材に1種以上、つまり1種が含まれる場合だけでなく、2種以上が含まれていても、本発明の効果を妨げない。

[0062] (ろう材のZn：5.0質量%以下)

ろう材のZnは、ろう材の電位を卑にすることができ、心材との電位差を形成することで犠牲防食効果により耐食性を向上させる。ただし、Znの含有量が5.0質量%を超えると、フィレットの早期腐食を引き起こすおそれがある。

したがって、ろう材にZnを含有させる場合、ろう材のZnの含有量は、5.0質量%以下である。

[0063] なお、Znを含有させることによって得られる耐食性の向上という効果をより確実なものとするために、ろう材のZnの含有量は、0.1質量%以上が好ましい。また、フィレットの早期腐食の発生を抑制するという観点から、ろう材のZnの含有量は、4.0質量%以下が好ましい。

[0064] (ろう材のSr：0.10質量%以下)

ろう材のSrは、共晶Siを微細化させることにより、ろう付加熱時における心材の溶融の原因となる粗大なSi粒の晶出を抑制する。ただし、Srの含有量が0.10質量%を超えると、ろうの流動性が低下し、ろう付加熱時にフィレットの形成が不十分となるおそれがある。

したがって、ろう材にSrを含有させる場合、Srの含有量は、0.10質量%以下である。

[0065] なお、Srを含有させることによって得られる共晶Siの微細化という効果をより確実なものとするため、ろう材のSrの含有量は、0.001質量%以上が好ましい。

[0066] (ろう材のNa：0.050質量%以下)

ろう材のNaは、共晶Siを微細化させることにより、ろう付加熱時における心材の溶融の原因となる粗大なSi粒の晶出を抑制する。ただし、Naの含有量が0.050質量%を超えると、ろうの流動性が低下し、ろう付加

熱時にフィレットの形成が不十分となるおそれがある。

したがって、ろう材にNaを含有させる場合、Naの含有量は、0.050質量%以下である。

[0067] なお、Naを含有させることによって得られる共晶Siの微細化という効果をより確実なものとするため、ろう材のNaの含有量は、0.0001質量%以上が好ましい。

[0068] (ろう材のSb：0.5質量%以下)

ろう材のSbは、共晶Siを微細化させることにより、ろう付加熱時における心材の溶融の原因となる粗大なSi粒の晶出を抑制する。ただし、Sbの含有量が0.5質量%を超えると、ろうの流動性が低下し、ろう付加熱時にフィレットの形成が不十分となるおそれがある。

したがって、ろう材にSbを含有させる場合、Sbの含有量は、0.5質量%以下である。

[0069] なお、Sbを含有させることによって得られる共晶Siの微細化という効果をより確実なものとするため、ろう材のSbの含有量は、0.001質量%以上が好ましい。

[0070] 前記したろう材のSr、Na、Sbは、前記した上限値を超えなければ、ろう材に1種以上、つまり1種が含まれる場合だけでなく、2種以上が含まれていても、本発明の効果を妨げない。

[0071] (ろう材の希土類元素：1.0質量%以下)

希土類元素とは、周期表3族のうちScとYにランタノイド(15元素)を加えた17元素の総称であり、例えば、Sc、Y、La、Ce、Nd、Dyなどが挙げられる。そして、ろう材に希土類元素を含有させる場合、1種が含まれていても、2種以上が含まれていてもよい。なお、ろう材への希土類元素の含有方法は、特に限定されないものの、例えば、Al-希土類系の間合金の添加、あるいはミッシュメタルの添加によって2種類以上の希土類元素を同時に含有させることができる。

[0072] ろう材の希土類元素は、ろう付加熱時に、ろう材の表面酸化膜( $Al_2O_3$ )

)と希土類元素あるいは希土類元素を含む酸化物が反応し、ろう材の表面酸化膜の体積収縮を生じさせて酸化膜を破壊するため、ろう付性を向上させる。ただし、希土類元素の含有量(2種以上が含まれる場合は総量)が1.0質量%を超えると、希土類元素を含む酸化膜が過剰に生成され、酸化膜破壊の効果が低減するため、ろう付性が低下する。

したがって、ろう材に希土類元素を含有させる場合、ろう材の希土類元素の含有量は、1.0質量%以下である。

[0073] なお、希土類元素を含有させることによって得られる酸化膜破壊という効果をより確実なものとするため、ろう材の希土類元素の含有量は、0.001質量%以上が好ましい。

[0074] (ろう材のLi: 0.3質量%以下)

ろう材のLiは、心材のLiと同様、ろう付性をさらに向上させる。Liがろう付性を向上させる詳細なメカニズムは解明できていないものの、ろう付加熱時のろう溶融時において、Liがろう材表面に形成された酸化膜を破壊することにより、Mgのゲッター作用をさらに好適に発揮させるのではないかと推測する。ただし、Liの含有量が0.3質量%を超えると、Liが酸化膜の成長を促進させてしまうためろう付性が低下する。

したがって、ろう材にLiを含有させる場合、Liの含有量は、0.3質量%以下である。

[0075] なお、酸化膜の成長を抑制するという観点から、ろう材のLiの含有量は0.05質量%以下が好ましい。

[0076] (ろう材の残部: Al及び不可避免的不純物)

ろう材の残部はAl及び不可避免的不純物であるのが好ましい。そして、ろう材の不可避免的不純物としては、Fe、Ca、Be等が本発明の効果を妨げない範囲で含有されていてもよい。詳細には、Fe: 0.35質量%以下、Ca: 0.05質量%以下、Be: 0.01質量%以下、その他の元素: 0.01質量%未満の範囲で含有されていてもよい。そして、これらについては、前記した所定の含有量を超えなければ、不可避免的不純物として含有され

る場合だけではなく、積極的に添加される場合であっても、本発明の効果を妨げず許容される。

また、前記したMn、Ti、Cr、Zr、Zn、Sr、Na、Sb、希土類元素、Liについては、積極的に添加してもよいが、不可避免の不純物として含まれていてもよい。

[0077] [アルミニウム合金ブレイジングシートの厚さ]

本実施形態に係るブレイジングシートの厚さは、特に限定されないが、チューブ材に用いる場合、0.5mm以下であるのが好ましく、0.4mm以下であるのがより好ましく、また、0.05mm以上であるのが好ましい。

そして、本実施形態に係るブレイジングシートの厚さは、サイドサポート材、ヘッダー材、タンク材に用いる場合、2.0mm以下が好ましく、1.5mm以下がより好ましく、また、0.5mm以上であるのが好ましい。

また、本実施形態に係るブレイジングシートの厚さは、フィン材に用いる場合、0.2mm以下であるのが好ましく、0.15mm以下であるのがより好ましく、また、0.01mm以上であるのが好ましい。

なお、本実施形態に係るブレイジングシートの厚さは、ろう付後強度等の基本特性を損なうことなく適正なろう材の厚さを確保するという観点に基づく、0.5mm以上が特に好ましい。

[0078] 本実施形態に係るブレイジングシートのろう材の厚さは、いずれの板材に適用する場合においても特に限定されないが、2 $\mu$ m以上が好ましく、50 $\mu$ m以上がより好ましい。ろう材の厚さを所定値以上とすることによって、ろう材に含有するMgの絶対量が多くなりゲッター作用をより確実に発揮させることができる。なお、ろう材の厚さは、250 $\mu$ m以下が好ましい。

本実施形態に係るブレイジングシートのろう材のクラッド率は、いずれの板材に適用する場合においても特に限定されないが、40%以下が好ましく、30%以下がより好ましい。ろう材のクラッド率を所定値以下とすることによって、ろう付後強度等の基本特性や生産性等の低下を回避・抑制することができる。

[0079] [アルミニウム合金ブレイジングシートのその他の構成]

本実施形態に係るブレイジングシートについて、図1に示す2層構造の構成を例示して説明したが、その他の構成を除外するものではない。

例えば、本実施形態に係るブレイジングシートの構成は、使用者の要求に応じて、図1に示す心材2の他方側（ろう材3が設けられている側とは逆側）に犠牲材（犠牲防食材、犠材）や中間材を設けてもよい。また、心材2の他方側にろう材をさらに設けてもよい。

また、心材2の他方側に犠牲材や中間材を設けるとともに、その外側に、ろう材をさらに設けてもよい。

なお、本実施形態に係るブレイジングシートの構成がろう材を心材の両側に備える構成の場合、いずれか一方のろう材が、本発明の発明特定事項を満たせば、他方のろう材は本発明の発明特定事項を満たさないろう材（例えば、JIS 4045、4047、4343等のAl-Si系合金、Al-Si-Zn系合金、Al-Si-Mg系合金等）であってもよい。また、本発明の発明特定事項を満たさないろう材に対しては、当該ろう材表面にフラックスを塗布してろう付してもよい。

[0080] 犠牲材としては、犠牲防食能を発揮できる公知の成分組成のものであればよく、例えば、JIS 1000系の純アルミニウム、JIS 7000系のAl-Zn系合金を用いることができる。また、中間材としては、要求特性によって、種々なアルミニウム合金を用いることができる。

なお、本明細書に示す合金番号は、JIS H 4000:2014、JIS Z 3263:2002に基づくものである。

[0081] なお、本実施形態に係るブレイジングシートは、心材及びろう材の成分と含有量とが特定されていることから、耐食性にも優れる。よって、本実施形態に係るブレイジングシートによると、ろう付後の構造体が様々な使用環境・使用雰囲気にも対応することができる。

[0082] 次に、本実施形態に係るアルミニウム合金ブレイジングシートのろう付方法について説明する。

[アルミニウム合金ブレイジングシートのろう付方法]

本実施形態に係るアルミニウム合金ブレイジングシートのろう付方法は、フラックスを使用しない、いわゆるフラックスレスろう付であって、不活性ガス雰囲気において所定の熱条件で加熱するという方法である。

[0083] (加熱条件：昇温速度)

本実施形態に係るブレイジングシートを加熱（ろう付）する際、 $350^{\circ}\text{C}$ から $560^{\circ}\text{C}$ までの昇温速度が $1^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 未満であると、この昇温過程において心材及びろう材のMgがろう材表層部に過剰に拡散し、ろう材表面においてMgOが生成される可能性が高くなり、ろう付性が低下するおそれがある。一方、 $350^{\circ}\text{C}$ から $560^{\circ}\text{C}$ までの昇温速度が $500^{\circ}\text{C}/\text{min}$ を超えると、この昇温過程において心材及びろう材のMgがろう材表層部に適切に拡散せず、ゲッター作用が不十分となる可能性が高くなり、ろう付性が低下するおそれがある。

したがって、 $350^{\circ}\text{C}$ から $560^{\circ}\text{C}$ までの昇温速度は、 $1^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 以上 $500^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 以下が好ましい。

[0084] なお、ろう材表面におけるMgOが生成される可能性をより低くするため、 $350^{\circ}\text{C}$ から $560^{\circ}\text{C}$ までの昇温速度は、 $10^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 以上が好ましい。また、ゲッター作用をより確実に発揮させるため、 $350^{\circ}\text{C}$ から $560^{\circ}\text{C}$ までの昇温速度は、 $300^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 以下が好ましい。

一方、 $560^{\circ}\text{C}$ からの降温速度については特に限定されず、例えば、 $5^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 以上 $1000^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 以下であればよい。

[0085]  $560^{\circ}\text{C}$ から実際の加熱温度（後記する加熱温度の範囲内の所定の最高到達温度）までの昇温速度は特に限定されないものの、 $350^{\circ}\text{C}$ から $560^{\circ}\text{C}$ までの昇温速度と同じ範囲内の速度とすればよい。また、実際の加熱温度から $560^{\circ}\text{C}$ までの降温速度についても特に限定されないものの、 $560^{\circ}\text{C}$ からの降温速度と同じ範囲内の速度とすればよい。

[0086] (加熱条件：加熱温度、保持時間)

本実施形態に係るブレイジングシートを加熱する際の加熱温度（ろう溶融

温度)は、ろう材が適切に溶融する560℃以上620℃以下であり、580℃以上620℃以下が好ましい。そして、この温度域における保持時間が10秒未満であると、ろう付現象(酸化膜の破壊、雰囲気酸素濃度の低下、接合部への溶融ろうの流動)が生じるのに必要な時間が不足する可能性がある。

したがって、560℃以上620℃以下の温度域(好ましくは580℃以上620℃以下の温度域)における保持時間は、10秒以上が好ましい。

[0087] なお、ろう付現象をより確実に発生させるため、560℃以上620℃以下の温度域(好ましくは580℃以上620℃以下の温度域)における保持時間は、30秒以上が好ましく、60秒以上がより好ましい。一方、保持時間の上限については特に限定されないものの、1500秒以下であればよい。

[0088] (不活性ガス雰囲気)

本実施形態に係るブレージングシートを加熱(ろう付)する際の雰囲気は、不活性ガス雰囲気であり、例えば、窒素ガス雰囲気、アルゴンガス雰囲気、ヘリウムガス雰囲気、これら複数のガスを混合した混合ガス雰囲気である。また、不活性ガス雰囲気は、酸素濃度が出来る限り低い雰囲気が好ましく、具体的には、酸素濃度は50ppm以下であるのが好ましく、10ppm以下であるのがより好ましい。

そして、本実施形態に係るアルミニウム合金ブレージングシートのろう付方法は、雰囲気を真空にする必要はなく、常圧(大気圧)で行うことができる。

[0089] なお、通常、本実施形態に係るブレージングシートに対して前記の加熱を施す前(ろう付工程の前)に、被接合部材をブレージングシートのろう材に接するように組み付けることとなる(組み付け工程)。また、組み付け工程の前に、ブレージングシートを所望の形状・構造に成形してもよい(成形工程)。

[0090] 本実施形態に係るブレージングシートのろう付方法(言い換えると、ブレ

ーディングシートに被接合部材がろう付された構造体の製造方法)は、以上説明したとおりであるが、明示していない条件については、従来公知の条件を用いればよく、前記処理によって得られる効果を奏する限りにおいて、その条件を適宜変更できることは言うまでもない。

[0091] なお、本実施形態に係るブレージングシートのろう付方法は、使用するブレージングシートの心材及びろう材の成分と含有量とが特定されていることから、優れた耐食性も発揮する。よって、本実施形態に係るブレージングシートのろう付方法によると、ろう付後の構造体が様々な使用環境・使用雰囲気にも対応することができる。

[0092] 次に、本実施形態に係るアルミニウム合金ブレージングシートの製造方法について説明する。

#### [アルミニウム合金ブレージングシートの製造方法]

本実施形態に係るブレージングシートの製造方法は特に限定されず、例えば公知のクラッド材の製造方法により製造される。以下にその一例を説明する。

まず、心材、ろう材のそれぞれの成分組成のアルミニウム合金を、溶解、鑄造し、さらに必要に応じて面削(鑄塊の表面平滑化处理)、均質化处理を施して、それぞれの鑄塊を得る。そして、ろう材の鑄塊については、所定厚さまで熱間圧延を施し、心材の鑄塊と組み合わせて、常法にしたがって、熱間圧延によりクラッド材とする。その後、このクラッド材に対して、冷間圧延、必要に応じて中間焼鈍、さらに、最終冷間圧延を施し、必要に応じて最終焼鈍を施す。

なお、均質化处理は400~600℃で1~20時間、中間焼鈍は300~450℃で1~20時間実施するのが好ましい。また、最終焼鈍は150~450℃で1~20時間実施するのが好ましい。そして、最終焼鈍を実施する場合、中間焼鈍を省略することが可能である。また、調質は、H1n、H2n、H3n、O(JIS H 0001:1998)のいずれでもよい。

[0093] 本実施形態に係るアルミニウム合金ブレージングシートの製造方法は、以上説明したとおりであるが、前記各工程において、明示していない条件については、従来公知の条件を用いればよく、前記各工程での処理によって得られる効果を奏する限りにおいて、その条件を適宜変更できることは言うまでもない。

### 実施例

[0094] 次に、本発明に係る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。

[0095] [供試材作製]

表1に示す組成の心材を鋳造し、500℃×10時間の均質化処理を施し、所定の厚さまで両面を面削した。また、表2に示す組成のろう材を鋳造し、500℃×10時間の均質化処理を施し、所定の厚さまで熱間圧延を施し、熱間圧延板を作製した。そして、心材とろう材とを組み合わせ、熱間圧延を施し、クラッド材を得た。その後、冷間圧延を施し、0.4mmの厚さ（ろう材のクラッド率は10%）とし、400℃×5時間の最終焼鈍を施し、2層構造のブレージングシート（O調質材）を作製し、供試材とした。

なお、供試材A65、A66については、前記した厚さと異なる厚さとしたが（供試材A65の厚さは0.6mm、ろう材のクラッド率は10%、供試材A66の厚さは0.8mmであり、ろう材のクラッド率は10%）、その他の作製条件は同じであった。

[0096] 次に、ろう付相当加熱の条件、並びに、ろう付性評価、耐食性評価の評価方法及び評価基準を示す。

[0097] [ろう付相当加熱]

ろう付相当加熱は、酸素濃度10ppmの窒素雰囲気において、350～560℃までの昇温速度30℃/min、580～620℃範囲での保持時間180s、という条件で実施した。

なお、560℃から最高到達温度までの昇温速度は、350～560℃ま

での昇温速度と同じであり、降温速度はいずれも $100^{\circ}\text{C}/\text{min}$ であった。

[0098] [ろう付性評価]

ろう付性は、竹本正ら著、「アルミニウムブレージングハンドブック（改訂版）」（軽金属溶接構造協会、2003年3月発行）の132～136頁に記載されている評価方法により評価した。

詳細には、ろう付相当加熱前の供試材から面寸法が $25\text{mm}\times 55\text{mm}$ の試験片を切り出した。そして、図2A、Bに示すように、水平に置いた下板10（3003A1合金板（厚さ $1.0\text{mm}\times$ 縦幅 $25\text{mm}\times$ 横幅 $60\text{mm}$ ））と、この下板10に対して垂直に立てて配置した上板11（試験片（縦幅 $25\text{mm}\times$ 横幅 $55\text{mm}$ ））との間に、 $\phi 2\text{mm}$ のステンレス製スペーサ12を挟んで、一定のクリアランスを設定した。また、上板11をワイヤ13で固定した。尚、図2Bの符号14は「フィレット」である。

そして、前記したろう付相当加熱の条件でろう付接合した。ろう付接合後、下板と上板の間隙が充填された長さL（間隙充填長さ）を測定してろう付性を数値化した。

なお、このろう付性は、厳密には間隙充填性のことであり、各部材を組み付けたときに生じる部材接合面間の隙間、ろう付時におけるブレージングシートや被接合部材の熱変形の発生により生じる部材接合面間の隙間、を考慮したろう付性である。

[0099] ろう付性評価として、間隙充填長さが $45\text{mm}$ 以上のものを「☆」、 $35\text{mm}$ 以上 $45\text{mm}$ 未満のものを「◎」、 $25\text{mm}$ 以上 $35\text{mm}$ 未満のものを「○」、 $15\text{mm}$ 以上 $25\text{mm}$ 未満のものを「△」、 $15\text{mm}$ 未満のものを「×」と評価し、「☆」、「◎」、「○」、「△」を合格、「×」を不合格と評価した。

[0100] [耐食性評価]

ろう付相当加熱後の供試材から面寸法が $50\text{mm}\times 50\text{mm}$ の試験片を切り出した。この試験片について、ろう材側が試験面（ $40\text{mm}\times 40\text{mm}$ ）

となるように、心材面全体と端面全体およびろう材表面の外縁5 mm幅の領域を、シールテープを用いてシールした。そして、シールした試験片をOY水( $\text{Cl}^-$ : 195質量ppm、 $\text{SO}_4^{2-}$ : 60質量ppm、 $\text{Cu}^{2+}$ : 1質量ppm、 $\text{Fe}^{3+}$ : 30質量ppm、pH: 3.0)に浸漬し、20日間、浸漬試験を実施した。詳細には、この浸漬試験は、OY水を、室温から1時間で88℃まで加熱し、この88℃で7時間保持した後、室温まで1時間で冷却し、この室温にて15時間保持するという一連の流れを1日1サイクルとし、20日間行うというものであった。

浸漬試験後、試験面の中でも腐食が最も顕著な領域を光学顕微鏡により断面観察し、腐食形態と腐食深さを求めた。

[0101] 耐食性評価として、腐食深さが25  $\mu\text{m}$ 以下のものを「☆」、25  $\mu\text{m}$ を超え50  $\mu\text{m}$ 以下のものを「◎」、50  $\mu\text{m}$ を超え75  $\mu\text{m}$ 以下のものを「○」、75  $\mu\text{m}$ を超え100  $\mu\text{m}$ 以下のものを「△」、100  $\mu\text{m}$ を超えたものを「×」と評価し、「☆」、「◎」、「○」、「△」を合格、「×」を不合格と評価した。

なお、ろう付性評価が「×」のものについては、耐食性評価を行わなかった。

[0102] 以下、表1には、心材の組成、表2には、ろう材の組成、表3には、供試材の構成、及び、評価結果を示す。そして、表1の心材、表2のろう材の残部は、A1及び不可避免的不純物であり、表中の「-」は、含有していない(検出限界以下である)ことを示す。また、表3に示す「 $0.13C_{Mg}^{-0.3}$ 」、「 $0.58C_{Mg}^{0.45}$ 」の値は、小数第3位を四捨五入した値である。

[0103] なお、表3の一部の供試材について、「 $C_{Bi}$ 」と「 $C_{Mg}$ 」との関係を図3のグラフに示した。また、表3の一部の供試材について、「 $C_{Mg-b}$ 」と「 $C_{Mg-c}$ 」との関係を図4のグラフに示した。この図3、4中の「○」、「△」については、本発明の規定する要件を満たすものであり、特に「○」は、本発明の規定する好ましい要件を満たすものであり、「×」は本発明の規定する要件を満たさないものである。

[0104] [表1]

心材 番号	心材の組成(質量%) <sup>*</sup>								
	Mg	Mn	Si	Cu	Fe	Ti	Cr	Zr	Li
C1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
C2	0.40	-	-	-	-	-	-	-	-
C3	1.20	-	-	-	-	-	-	-	-
C4	-	1.50	-	-	-	-	-	-	-
C5	-	2.00	0.50	-	-	-	-	-	-
C6	-	1.70	0.30	1.50	-	-	-	-	-
C7	-	0.90	0.90	0.30	0.70	-	-	-	-
C8	-	1.30	0.80	0.70	-	0.20	-	-	-
C9	-	1.40	0.50	2.00	-	0.10	0.20	-	-
C10	-	0.50	0.30	1.20	-	0.10	-	0.20	-
C11	0.40	1.00	-	-	-	-	-	-	-
C12	0.40	1.60	0.40	0.60	-	-	-	-	-
C13	0.40	1.40	0.20	1.60	-	0.20	-	-	-
C14	1.20	0.90	-	-	-	-	-	-	-
C15	1.20	1.40	0.30	0.50	-	-	-	-	-
C16	1.20	1.30	0.20	0.40	-	0.10	-	-	-
C17	0.80	1.30	0.50	0.30	-	0.15	-	-	-
C18	0.60	1.50	0.20	0.70	-	0.20	-	-	-
C19	1.40	1.40	0.80	0.80	-	0.10	-	-	-
C20	1.70	1.20	0.10	0.90	-	0.10	-	-	-
C21	0.50	1.00	0.30	1.30	-	0.20	-	-	-
C22	0.20	0.90	0.40	1.00	-	0.15	-	-	-
C23	1.10	1.10	0.60	0.50	-	0.10	-	-	-
C24	-	1.40	0.80	0.50	-	0.15	-	-	0.15
C25	0.40	1.50	0.20	1.00	-	0.10	-	-	0.10

\*残部: Al及び不可避免の不純物

[0105]

[表2]

ろう材 番号	ろう材の組成成分 (質量%) <sup>*</sup>																	
	Si	Bi	Mg	Mn	Ti	Cr	Zr	Zn	Sr	Na	Sb	Sc	Y	La	Ce	Nd	Dy	Li
F1	10	0.30	0.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F2	10	0.20	0.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F3	11	0.40	0.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F4	9	0.15	0.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F5	10	0.55	0.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F6	4	0.30	0.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F7	13	0.30	0.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F8	10	0.30	0.50	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F9	10	0.30	0.50	-	-	-	-	-	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F10	9	0.30	0.50	-	-	-	-	-	-	0.003	-	-	-	-	-	-	-	-
F11	10	0.30	0.50	-	-	-	-	-	0.01	-	0.2	-	-	-	-	-	-	-
F12	10	0.30	0.50	-	-	-	-	-	-	-	-	0.4	-	-	-	-	-	-
F13	9	0.30	0.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	-	-	-
F14	10	0.30	0.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	-	-	-	-
F15	11	0.30	0.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.6	-	-	-
F16	9	0.30	0.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.2	-	-
F17	10	0.30	0.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.4	-
F18	11	0.30	0.50	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	0.2	-	-	-	-	-
F19	10	0.30	0.50	-	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	0.1	-	-	-	-
F20	10	0.30	0.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.05	0.1	0.1	-	-	-
F21	10	0.30	0.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.02
F22	9	0.30	0.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	-	-	-	0.01
F23	10	0.15	0.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F24	9	0.30	0.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F25	11	0.55	0.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F26	9	0.20	0.30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F27	10	0.30	0.30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F28	10	0.25	0.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F29	11	0.20	0.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F30	10	0.40	0.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F31	10	0.15	0.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F32	10	0.30	0.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F33	9	0.55	0.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F34	10	0.15	0.90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F35	9	0.30	0.90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F36	10	0.55	0.90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F37	10	0.30	0.15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F38	10	0.01	0.30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F39	11	0.05	0.30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F40	10	0.10	0.30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F41	9	0.50	0.30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F42	10	1.00	0.30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F43	11	0.65	0.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F44	9	0.05	0.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F45	10	0.15	0.15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F46	10	0.10	0.20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F47	10	0.55	0.80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F48	9	-	0.80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F49	10	0.50	0.15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F50	9	0.45	0.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F51	10	0.45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F52	10	0.30	0.50	0.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F53	10	0.30	0.50	-	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F54	10	0.30	0.50	-	-	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F55	10	0.30	0.50	-	-	-	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F56	10	0.30	0.50	0.5	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F57	10	0.30	0.50	1.0	-	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

※残部:Al及び不可避免の不純物

[表3]

供試材 番号	ろう材 番号	心材 番号	含有量等								評価	
			C <sub>Si</sub>	C <sub>Mn</sub>	C <sub>Mg-b</sub>	C <sub>Mg-c</sub>	C <sub>Mg</sub>	0.13 C <sub>Mg</sub> <sup>-0.3</sup>	0.58 C <sub>Mg</sub> <sup>0.45</sup>	ろう付性	耐食性	
A1	F1	C1	10	0.30	0.50	0.00	0.5	0.18	0.42	◎	△	
A2	F1	C2	10	0.30	0.50	0.40	0.7	0.14	0.49	◎	△	
A3	F1	C3	10	0.30	0.50	1.20	1.1	0.13	0.61	○	△	
A4	F1	C4	10	0.30	0.50	0.00	0.5	0.18	0.42	◎	△	
A5	F1	C5	10	0.30	0.50	0.00	0.5	0.18	0.42	◎	△	
A6	F1	C6	10	0.30	0.50	0.00	0.5	0.18	0.42	◎	○	
A7	F1	C7	10	0.30	0.50	0.00	0.5	0.18	0.42	◎	○	
A8	F1	C8	10	0.30	0.50	0.00	0.5	0.18	0.42	◎	◎	
A9	F1	C9	10	0.30	0.50	0.00	0.5	0.18	0.42	◎	◎	
A10	F1	C10	10	0.30	0.50	0.00	0.5	0.18	0.42	◎	◎	
A11	F1	C11	10	0.30	0.50	0.40	0.7	0.14	0.49	◎	△	
A12	F1	C12	10	0.30	0.50	0.40	0.7	0.14	0.49	◎	○	
A13	F1	C13	10	0.30	0.50	0.40	0.7	0.14	0.49	◎	○	
A14	F1	C14	10	0.30	0.50	1.20	1.1	0.13	0.61	○	△	
A15	F1	C15	10	0.30	0.50	1.20	1.1	0.13	0.61	○	○	
A16	F1	C16	10	0.30	0.50	1.20	1.1	0.13	0.61	○	◎	
A17	F2	C8	10	0.20	0.50	0.00	0.5	0.18	0.42	◎	◎	
A18	F3	C8	11	0.40	0.50	0.00	0.5	0.18	0.42	◎	◎	
A19	F4	C13	9	0.15	0.50	0.40	0.7	0.14	0.49	◎	◎	
A20	F50	C13	9	0.45	0.50	0.40	0.7	0.14	0.49	◎	◎	
A21	F4	C16	9	0.15	0.50	1.20	1.1	0.13	0.61	○	◎	
A22	F5	C16	10	0.55	0.50	1.20	1.1	0.13	0.61	○	◎	
A23	F6	C8	4	0.30	0.50	0.00	0.5	0.18	0.42	◎	◎	
A24	F7	C8	13	0.30	0.50	0.00	0.5	0.18	0.42	◎	◎	
A25	F8	C8	10	0.30	0.50	0.00	0.5	0.18	0.42	◎	★	
A26	F9	C8	10	0.30	0.50	0.00	0.5	0.18	0.42	◎	◎	
A27	F10	C8	9	0.30	0.50	0.00	0.5	0.18	0.42	◎	◎	
A28	F11	C8	10	0.30	0.50	0.00	0.5	0.18	0.42	◎	◎	
A29	F12	C8	10	0.30	0.50	0.00	0.5	0.18	0.42	★	◎	
A30	F13	C8	9	0.30	0.50	0.00	0.5	0.18	0.42	★	◎	
A31	F14	C8	10	0.30	0.50	0.00	0.5	0.18	0.42	★	◎	
A32	F15	C8	11	0.30	0.50	0.00	0.5	0.18	0.42	★	◎	
A33	F16	C8	9	0.30	0.50	0.00	0.5	0.18	0.42	★	◎	
A34	F17	C8	10	0.30	0.50	0.00	0.5	0.18	0.42	★	◎	
A35	F18	C8	11	0.30	0.50	0.00	0.5	0.18	0.42	★	◎	
A36	F19	C8	10	0.30	0.50	0.00	0.5	0.18	0.42	★	◎	
A37	F20	C8	10	0.30	0.50	0.00	0.5	0.18	0.42	★	◎	
A38	F21	C8	10	0.30	0.50	0.00	0.5	0.18	0.42	★	◎	
A39	F1	C24	10	0.30	0.50	0.00	0.5	0.18	0.42	★	◎	
A40	F21	C13	10	0.30	0.50	0.40	0.7	0.14	0.49	★	◎	
A41	F1	C25	10	0.30	0.50	0.40	0.7	0.14	0.49	★	◎	
A42	F22	C8	9	0.30	0.50	0.00	0.5	0.18	0.42	★	◎	
A43	F14	C24	10	0.30	0.50	0.00	0.5	0.18	0.42	★	◎	
A44	F23	C17	10	0.15	0.50	0.80	0.9	0.13	0.55	◎	◎	
A45	F24	C17	9	0.30	0.50	0.80	0.9	0.13	0.55	◎	◎	
A46	F25	C17	11	0.55	0.50	0.80	0.9	0.13	0.55	◎	◎	
A47	F26	C8	9	0.20	0.30	0.00	0.3	0.19	0.34	◎	◎	
A48	F27	C8	10	0.30	0.30	0.00	0.3	0.19	0.34	◎	◎	
A49	F28	C8	10	0.25	0.20	0.00	0.2	0.21	0.28	○	◎	
A50	F29	C18	11	0.20	0.20	0.60	0.5	0.16	0.42	◎	◎	
A51	F30	C18	10	0.40	0.20	0.60	0.5	0.16	0.42	◎	◎	
A52	F31	C19	10	0.15	0.20	1.40	0.9	0.13	0.55	◎	◎	
A53	F32	C19	10	0.30	0.20	1.40	0.9	0.13	0.55	◎	◎	
A54	F33	C19	9	0.55	0.20	1.40	0.9	0.13	0.55	◎	◎	
A55	F34	C8	10	0.15	0.90	0.00	0.9	0.13	0.55	◎	◎	
A56	F35	C8	9	0.30	0.90	0.00	0.9	0.13	0.55	◎	◎	
A57	F36	C8	10	0.55	0.90	0.00	0.9	0.13	0.55	◎	◎	
A58	F36	C13	10	0.55	0.90	0.40	1.1	0.13	0.61	○	◎	
A59	F52	C8	10	0.30	0.50	0.00	0.5	0.18	0.42	○	◎	
A60	F53	C8	10	0.30	0.50	0.00	0.5	0.18	0.42	○	◎	
A61	F54	C8	10	0.30	0.50	0.00	0.5	0.18	0.42	○	◎	
A62	F55	C6	10	0.30	0.50	0.00	0.5	0.18	0.42	○	◎	
A63	F56	C8	10	0.30	0.50	0.00	0.5	0.18	0.42	○	◎	
A64	F57	C6	10	0.30	0.50	0.00	0.5	0.18	0.42	○	◎	
A65	F1	C8	10	0.30	0.50	0.00	0.5	0.18	0.42	★	◎	
A66	F52	C6	10	0.30	0.50	0.00	0.5	0.18	0.42	◎	◎	
A100	F1	C20	10	0.30	0.50	1.70	1.35	0.12	0.66	×	評価せず	
A101	F37	C8	10	0.30	0.15	0.00	0.15	0.23	0.25	×	評価せず	
A102	F38	C21	10	0.01	0.30	0.50	0.55	0.16	0.44	×	評価せず	
A103	F39	C21	11	0.05	0.30	0.50	0.55	0.16	0.44	×	評価せず	
A104	F40	C21	10	0.10	0.30	0.50	0.55	0.16	0.44	×	評価せず	
A106	F41	C21	9	0.50	0.30	0.50	0.55	0.16	0.44	×	評価せず	
A108	F42	C21	10	1.00	0.30	0.50	0.55	0.16	0.44	×	評価せず	
A107	F43	C17	11	0.65	0.50	0.80	0.9	0.13	0.55	×	評価せず	
A108	F44	C16	9	0.05	0.50	1.20	1.1	0.13	0.61	×	評価せず	
A109	F45	C8	10	0.15	0.15	0.00	0.15	0.23	0.25	×	評価せず	
A110	F46	C22	10	0.10	0.20	0.20	0.3	0.19	0.34	×	評価せず	
A111	F47	C23	10	0.55	0.80	1.10	1.35	0.12	0.66	×	評価せず	
A112	F48	C23	9	0.00	0.80	1.10	1.35	0.12	0.66	×	評価せず	
A113	F49	C8	10	0.50	0.15	0.00	0.15	0.23	0.25	×	評価せず	
A114	F51	C16	10	0.45	0.00	1.20	0.6	0.15	0.46	熱延時、耳割れ発生		

## [0107] [結果の検討]

供試材 A 1 ~ A 6 6 については、本発明の規定する要件を満たしていた。よって、供試材 A 1 ~ A 6 6 は「ろう付性」が合格という結果となるとともに、「耐食性」も合格という結果となった。

[0108] そして、本発明の規定する要件を満たすことで「ろう付性」及び「耐食性」が合格であるものは、図 3 の  $C_{Bi} = 0.13 C_{Mg}^{-0.3}$ 、 $C_{Bi} = 0.58 C_{Mg}^{0.45}$ 、 $C_{Mg} = 0.2$ 、 $C_{Mg} = 1.1$  で囲まれる範囲に位置することがわかった。

また、本発明の規定する要件を満たすことで「ろう付性」及び「耐食性」が合格であるものは、図 4 の  $C_{Mg-c} = -2 C_{Mg-b} + 0.4$  と  $C_{Mg-c} = -2 C_{Mg-b} + 2.2$  との間に位置することもわかった。

[0109] 一方、供試材 A 1 0 0 ~ A 1 1 4 については、本発明の規定する要件を満足しないことから、ろう付性が不合格、又は、熱間圧延時に耳割れが発生してしまうという結果となった。詳細には、以下のとおりである。

[0110] 供試材 A 1 0 0 は、 $C_{Mg}$  の値が大きく、ろう材表面での Mg O の生成が促進されてしまったと想定され、その結果、ろう付性が「×」となった。

供試材 A 1 0 1 は、 $C_{Bi}$  の値が大きく、Bi 単体化合物に基づく酸化膜がゲッター作用を抑制してしまったと想定され、さらに、 $C_{Mg}$  の値が小さく、ゲッター作用が不十分であったと想定され、その結果、ろう付性が「×」となった。

供試材 A 1 0 2 は、 $C_{Bi}$  の値が小さく、Mg を十分にトラップすることができずに、ろう材表面での Mg O の生成が促進されてしまったと想定され、その結果、ろう付性が「×」となった。

供試材 A 1 0 3 は、 $C_{Bi}$  の値が小さく、Mg を十分にトラップすることができずに、ろう材表面での Mg O の生成が促進されてしまったと想定され、その結果、ろう付性が「×」となった。

供試材 A 1 0 4 は、 $C_{Bi}$  の値が小さく、Mg を十分にトラップすることができずに、ろう材表面での Mg O の生成が促進されてしまったと想定され、

その結果、ろう付性が「×」となった。

供試材 A 1 0 5 は、 $C_{Bi}$  の値が大きく、 $Bi$  単体化合物に基づく酸化膜がゲッター作用を抑制してしまったと想定され、その結果、ろう付性が「×」となった。

供試材 A 1 0 6 は、 $C_{Bi}$  の値が大きく、 $Bi$  単体化合物に基づく酸化膜がゲッター作用を抑制してしまったと想定され、その結果、ろう付性が「×」となった。

供試材 A 1 0 7 は、 $C_{Bi}$  の値が大きく、 $Bi$  単体化合物に基づく酸化膜がゲッター作用を抑制してしまったと想定され、その結果、ろう付性が「×」となった。

供試材 A 1 0 8 は、 $C_{Bi}$  の値が小さく、 $Mg$  を十分にトラップすることができずに、ろう材表面での  $MgO$  の生成が促進されてしまったと想定され、その結果、ろう付性が「×」となった。

供試材 A 1 0 9 は、 $C_{Bi}$  の値が小さく、 $Mg$  を十分にトラップすることができずに、ろう材表面での  $MgO$  の生成が促進されてしまったと想定され、さらに、 $C_{Mg}$  の値が小さく、ゲッター作用が不十分であったと想定され、その結果、ろう付性が「×」となった。

供試材 A 1 1 0 は、 $C_{Bi}$  の値が小さく、 $Mg$  を十分にトラップすることができずに、ろう材表面での  $MgO$  の生成が促進されてしまったと想定され、その結果、ろう付性が「×」となった。

供試材 A 1 1 1 は、 $C_{Mg}$  の値が大きく、ろう材表面での  $MgO$  の生成が促進されてしまったと想定され、その結果、ろう付性が「×」となった。

供試材 A 1 1 2 は、 $C_{Bi}$  の値が小さく、 $Mg$  を十分にトラップすることができずに、ろう材表面での  $MgO$  の生成が促進されてしまったと想定され、さらに、 $C_{Mg}$  の値が大きく、ろう材表面での  $MgO$  の生成が促進されてしまったと想定され、その結果、ろう付性が「×」となった。

供試材 A 1 1 3 は、 $C_{Bi}$  の値が大きく、 $Bi$  単体化合物に基づく酸化膜がゲッター作用を抑制してしまったと想定され、さらに、 $C_{Mg}$  の値が小さく、

ゲッター作用が不十分であったと想定され、その結果、ろう付性が「×」となった。

供試材 A 1 1 4 は、 $C_{Mg-b}$  の値が小さく、B i 単体化合物が熱間圧延時に溶融し、熱間圧延割れ（耳割れ）を誘発したと想定される。

[0111] 以上の結果より、本発明に係るアルミニウム合金ブレージングシートは、ろう付性、及び、耐食性に優れることが確認できた。

[0112] 本発明を詳細にまた特定の実施態様を参照して説明したが、本発明の精神と範囲を逸脱することなく様々な変更や修正を加えることができることは当業者にとって明らかである。

本出願は、2017年5月24日出願の日本特許出願（特願2017-103074）に基づくものであり、その内容はここに参照として取り込まれる。

### 産業上の利用可能性

[0113] 本発明のアルミニウム合金ブレージングシートは、真空ではない不活性ガス雰囲気でのフラックスレスろう付け時のろう付性に優れており、特に熱交換器の製造用として有用である。

### 符号の説明

- [0114]
- 1 アルミニウム合金ブレージングシート（ブレージングシート）
  - 2 心材
  - 3 ろう材

## 請求の範囲

[請求項1] 心材と、前記心材の少なくとも一方の面に設けられるろう材と、を備え、

前記心材は、Mg：2.0質量%以下（0質量%を含む）であり、残部がAl及び不可避的不純物からなり、

前記ろう材は、Si、Bi、Mgを含有し、残部がAl及び不可避的不純物からなり、

前記ろう材のSiの含有量を $C_{Si}$ 質量%とし、前記ろう材のBiの含有量を $C_{Bi}$ 質量%とし、前記ろう材のMgの含有量を $C_{Mg-b}$ 質量%とし、前記心材のMgの含有量を $C_{Mg-c}$ 質量%とし、 $C_{Mg} = C_{Mg-b} + C_{Mg-c} / 2$ とした場合に、

$$3 \leq C_{Si} \leq 13、$$

$$0.13 C_{Mg}^{-0.3} \leq C_{Bi} \leq 0.58 C_{Mg}^{0.45}、$$

$$C_{Mg-b} \geq 0.1、$$

$0.2 \leq C_{Mg} \leq 1.1$ 、を満たすことを特徴とするアルミニウム合金ブレージングシート。

[請求項2] 前記ろう材は、更に下記（a）～（e）から選ばれる少なくとも一つを含有することを特徴とする請求項1に記載のアルミニウム合金ブレージングシート。

（a）Mn：2.0質量%以下、Ti：0.3質量%以下、Cr：0.3質量%以下、Zr：0.3質量%以下のうちの1種以上

（b）Zn：5.0質量%以下

（c）Sr：0.10質量%以下、Na：0.050質量%以下、Sb：0.5質量%以下、のうちの1種以上

（d）希土類元素：1.0質量%以下

（e）Li：0.3質量%以下

[請求項3] 前記心材は、更に下記（f）～（k）から選ばれる少なくとも一つを含有することを特徴とする請求項1に記載のアルミニウム合金ブレ

ージングシート。

(f) Mn : 2.5質量%以下

(g) Si : 1.2質量%以下

(h) Cu : 3.0質量%以下

(i) Fe : 1.5質量%以下

(j) Ti : 0.5質量%以下、Cr : 0.5質量%以下、Zr : 0.5質量%以下の1種以上

(k) Li : 0.3質量%以下

[請求項4] 前記心材は、更に下記(f)～(k)から選ばれる少なくとも一つを含有することを特徴とする請求項2に記載のアルミニウム合金ブレージングシート。

(f) Mn : 2.5質量%以下

(g) Si : 1.2質量%以下

(h) Cu : 3.0質量%以下

(i) Fe : 1.5質量%以下

(j) Ti : 0.5質量%以下、Cr : 0.5質量%以下、Zr : 0.5質量%以下の1種以上

(k) Li : 0.3質量%以下

[請求項5] 前記ろう材は、厚さが50 $\mu$ m以上であることを特徴とする請求項1に記載のアルミニウム合金ブレージングシート。

[請求項6] 前記ろう材は、厚さが50 $\mu$ m以上であることを特徴とする請求項2に記載のアルミニウム合金ブレージングシート。

[請求項7] 前記ろう材は、厚さが50 $\mu$ m以上であることを特徴とする請求項3に記載のアルミニウム合金ブレージングシート。

[請求項8] 前記ろう材は、厚さが50 $\mu$ m以上であることを特徴とする請求項4に記載のアルミニウム合金ブレージングシート。

補正された請求の範囲  
[2018年10月19日(19.10.2018)国際事務局受理]

[請求項 1] (補正後) 心材と、前記心材の少なくとも一方の面に設けられるろう材と、を備え、

前記心材は、Mg : 2.0質量%以下(0質量%を含む)であり、残部がAl及び不可避的不純物からなり、

前記ろう材は、Si、Bi、Mgを含有し、残部がAl及び不可避的不純物からなり、

前記ろう材のSiの含有量を $C_{Si}$ 質量%とし、前記ろう材のBiの含有量を $C_{Bi}$ 質量%とし、前記ろう材のMgの含有量を $C_{Mg-b}$ 質量%とし、前記心材のMgの含有量を $C_{Mg-c}$ 質量%とし、 $C_{Mg} = C_{Mg-b} + C_{Mg-c} / 2$ とした場合に、

$$3 \leq C_{Si} \leq 13、$$

$$0.13 C_{Mg}^{-0.3} \leq C_{Bi} \leq 0.58 C_{Mg}^{0.45}、$$

$$C_{Mg-b} \geq 0.1、$$

$0.2 \leq C_{Mg} \leq 0.9$ 、を満たすことを特徴とするアルミニウム合金ブレージングシート。

[請求項 2] 前記ろう材は、更に下記(a)～(e)から選ばれる少なくとも一つを含有することを特徴とする請求項1に記載のアルミニウム合金ブレージングシート。

(a) Mn : 2.0質量%以下、Ti : 0.3質量%以下、Cr : 0.3質量%以下、Zr : 0.3質量%以下のうちの1種以上

(b) Zn : 5.0質量%以下

(c) Sr : 0.10質量%以下、Na : 0.050質量%以下、Sb : 0.5質量%以下、のうちの1種以上

(d) 希土類元素 : 1.0質量%以下

(e) Li : 0.3質量%以下

[請求項 3] 前記心材は、更に下記(f)～(k)から選ばれる少なくとも一つを含有することを特徴とする請求項1に記載のアルミニウム合金ブレ

ージングシート。

(f) Mn : 2.5質量%以下

(g) Si : 1.2質量%以下

(h) Cu : 3.0質量%以下

(i) Fe : 1.5質量%以下

(j) Ti : 0.5質量%以下、Cr : 0.5質量%以下、Zr : 0.5質量%以下の1種以上

(k) Li : 0.3質量%以下

[請求項 4] 前記心材は、更に下記 (f) ~ (k) から選ばれる少なくとも一つを含有することを特徴とする請求項 2 に記載のアルミニウム合金ブレージングシート。

(f) Mn : 2.5質量%以下

(g) Si : 1.2質量%以下

(h) Cu : 3.0質量%以下

(i) Fe : 1.5質量%以下

(j) Ti : 0.5質量%以下、Cr : 0.5質量%以下、Zr : 0.5質量%以下の1種以上

(k) Li : 0.3質量%以下

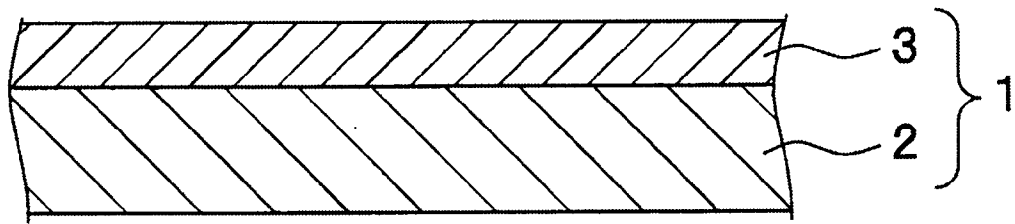
[請求項 5] 前記ろう材は、厚さが  $50\mu\text{m}$  以上であることを特徴とする請求項 1 に記載のアルミニウム合金ブレージングシート。

[請求項 6] 前記ろう材は、厚さが  $50\mu\text{m}$  以上であることを特徴とする請求項 2 に記載のアルミニウム合金ブレージングシート。

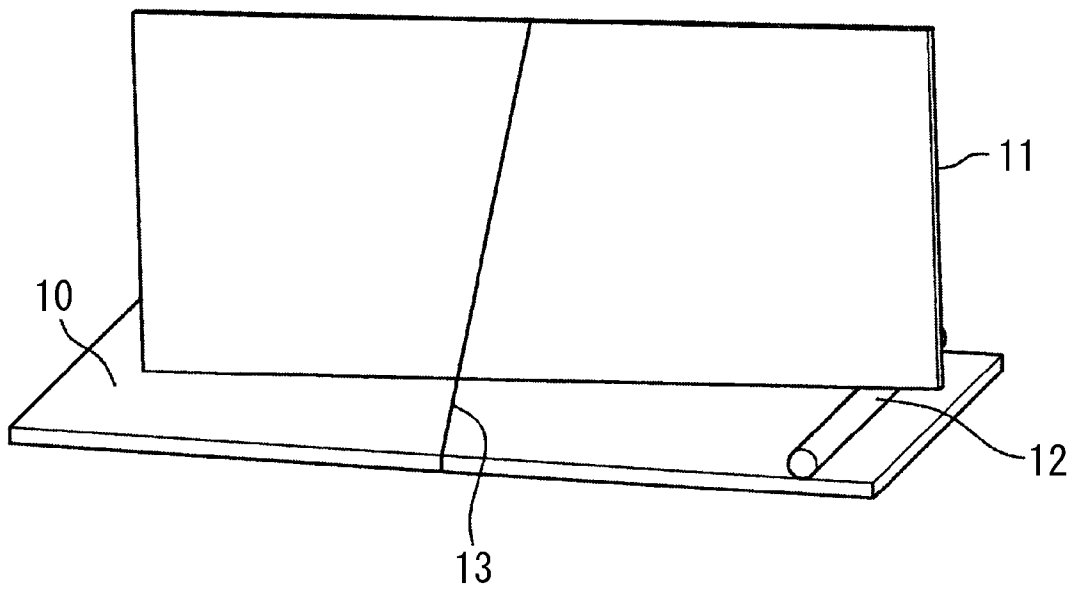
[請求項 7] 前記ろう材は、厚さが  $50\mu\text{m}$  以上であることを特徴とする請求項 3 に記載のアルミニウム合金ブレージングシート。

[請求項 8] 前記ろう材は、厚さが  $50\mu\text{m}$  以上であることを特徴とする請求項 4 に記載のアルミニウム合金ブレージングシート。

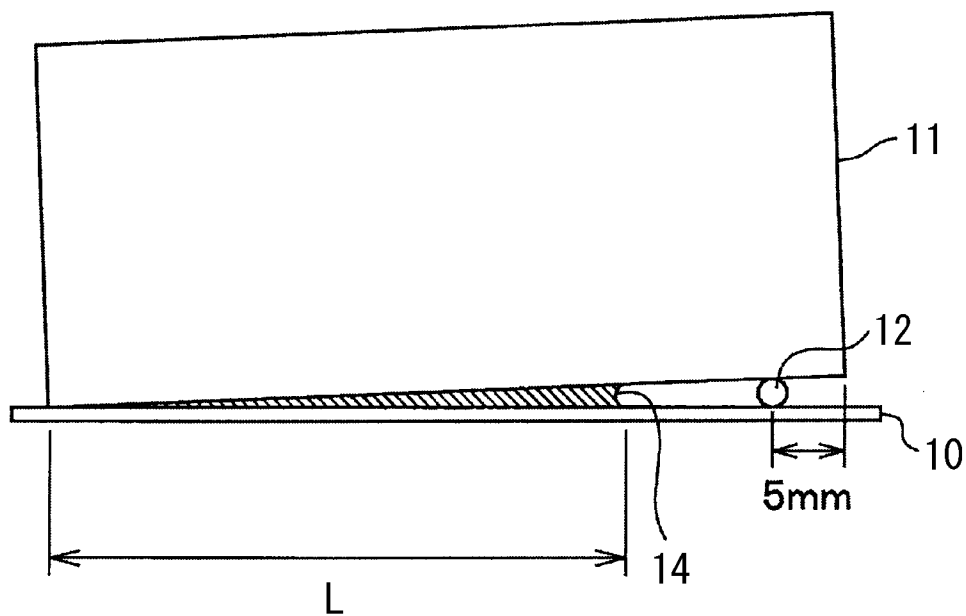
[図1]



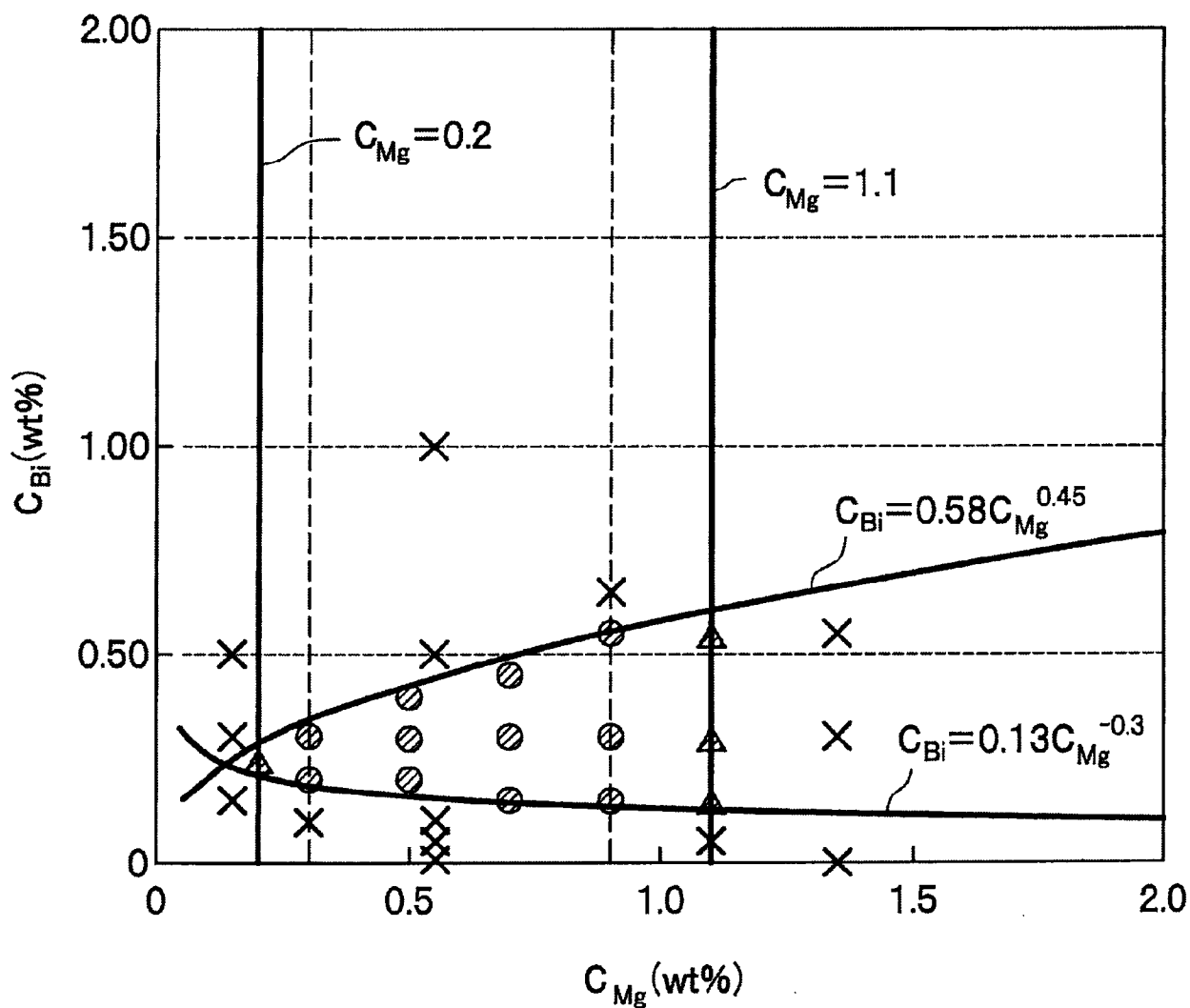
[図2A]



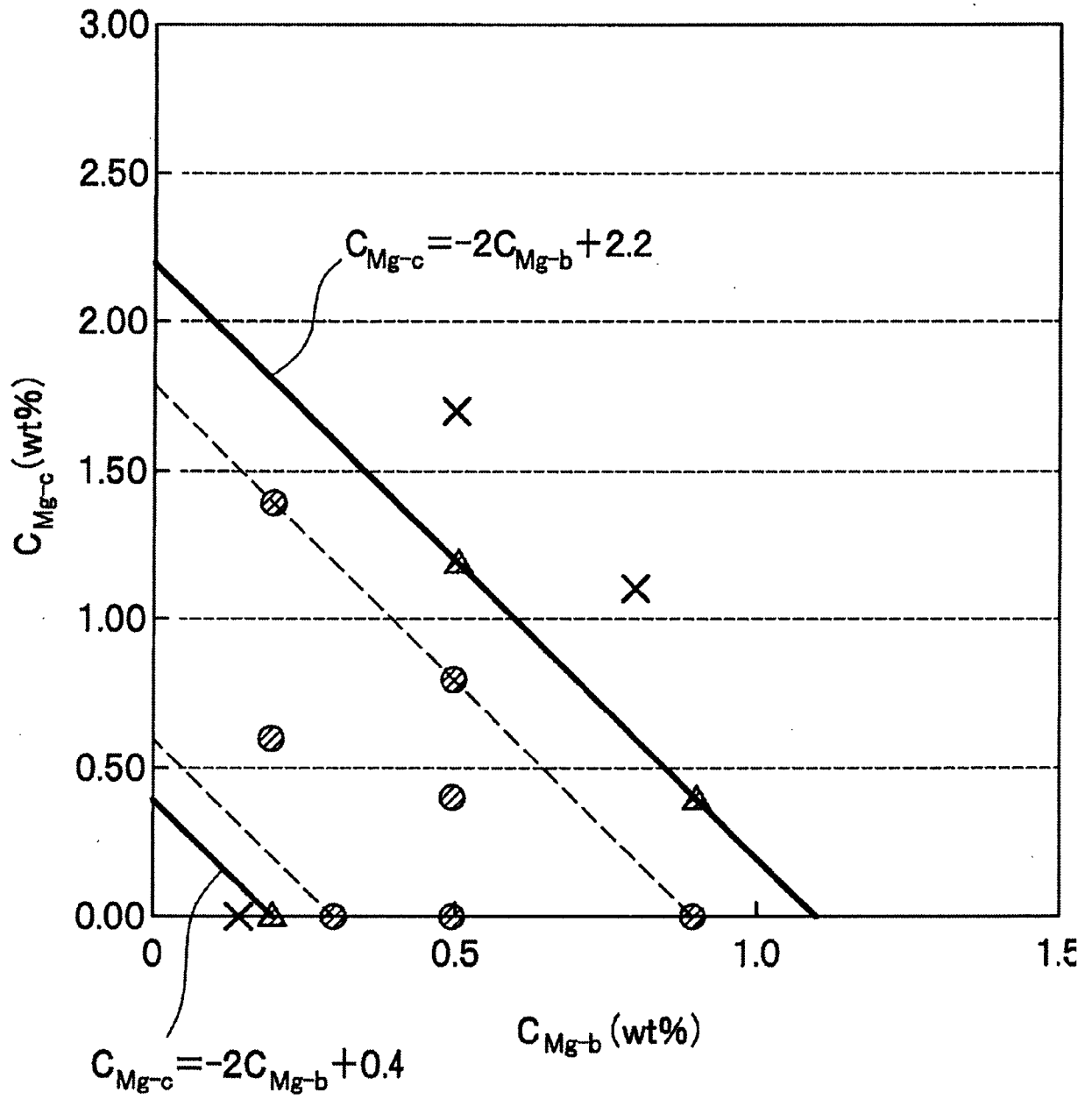
[図2B]



[図3]



[図4]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2018/020024

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
 Int.Cl. B23K35/28(2006.01)i, B23K35/22(2006.01)i, C22C21/00(2006.01)i,  
 C22F1/00(2006.01)n, C22F1/04(2006.01)n

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
 Int.Cl. B23K35/28, B23K35/22, C22C21/00, C22F1/00, C22F1/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2014-50861 A (UACJ CORPORATION) 20 March 2014, paragraphs [0013], [0019]-[0025], [0032]-[0033], tables 1-3 (Family: none)	1-8 2, 4, 6, 8
Y	JP 2014-155955 A (UACJ CORPORATION) 28 August 2014, paragraphs [0034]-[0037] & JP 5456920 B1	2, 4, 6, 8
Y	JP 2016-165744 A (UACJ CORPORATION) 15 September 2016, paragraphs [0030]-[0044] (Family: none)	2, 4, 6, 8

Further documents are listed in the continuation of Box C.       See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 14 August 2018 (14.08.2018)	Date of mailing of the international search report 21 August 2018 (21.08.2018)
--	---

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer  Telephone No.
--	---

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2018/020024

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2014-177708 A (UACJ CORPORATION) 25 September 2014, paragraphs [0032]-[0041] & JP 5844411 B2	2, 4, 6, 8
EX	JP 2018-99726 A (KOBE STEEL, LTD.) 28 June 2018, claims 2-13, tables 1-13 (Family: none)	1-8
A	JP 5619538 B2 (T. RAD CO., LTD.) 05 November 2014, paragraphs [0023]-[0039], [0057]-[0058], table 1 & JP 2012-55895 A	1-8
A	JP 2010-247209 A (MITSUBISHI ALUMINUM CO., LTD.) 04 November 2010 & JP 4547032 B1	1-8

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. B23K35/28(2006.01)i, B23K35/22(2006.01)i, C22C21/00(2006.01)i, C22F1/00(2006.01)n, C22F1/04(2006.01)n

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. B23K35/28, B23K35/22, C22C21/00, C22F1/00, C22F1/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y	JP 2014-50861 A（株式会社UACJ）2014.03.20, 段落 0013, 0019-0025, 0032-0033, 表 1-3（ファミリーなし）	1-8 2, 4, 6, 8
Y	JP 2014-155955 A（株式会社UACJ）2014.08.28, 段落 0034-0037 & JP 5456920 B1	2, 4, 6, 8
Y	JP 2016-165744 A（株式会社UACJ）2016.09.15, 段落 0030-0044（ファミリーなし）	2, 4, 6, 8

☑ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

\* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）  
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

14.08.2018

国際調査報告の発送日

21.08.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）  
 郵便番号100-8915  
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

川口 由紀子

4K

5798

電話番号 03-3581-1101 内線 3435

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2014-177708 A (株式会社UACJ) 2014. 09. 25, 段落 0032-0041 & JP 5844411 B2	2, 4, 6, 8
EX	JP 2018-99726 A (株式会社神戸製鋼所) 2018. 06. 28, 請求項 2-13, 表 1-3 (ファミリーなし)	1-8
A	JP 5619538 B2 (株式会社ティラド) 2014. 11. 05, 段落 0023-0039, 0057-0058, 表 1 & JP 2012-55895 A	1-8
A	JP 2010-247209 A (三菱アルミニウム株式会社) 2010. 11. 04 & JP 4547032 B1	1-8