

(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
2017年7月20日(20.07.2017)



(10) 国際公開番号
WO 2017/122384 A1

- (51) 国際特許分類:
B23K 1/00 (2006.01) B23K 35/363 (2006.01)
B23K 1/19 (2006.01) C22C 21/00 (2006.01)
B23K 31/02 (2006.01) F28F 21/08 (2006.01)
B23K 35/22 (2006.01) B23K 101/14 (2006.01)
B23K 35/28 (2006.01) B23K 103/10 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/075020
- (22) 国際出願日: 2016年8月26日(26.08.2016)
- (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 2016-005554 2016年1月14日(14.01.2016) JP
- (71) 出願人: 株式会社UACJ (UACJ CORPORATION) [JP/JP]; 〒1000004 東京都千代田区大手町一丁目7番2号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 柳川 裕(YANAGAWA Yutaka); 〒1000004 東京都千代田区大手町一丁目7番2号 株式会社UACJ内 Tokyo (JP). 磯村 紀寿(ISOMURA Norihisa); 〒1000004 東京都千代田区大手町一丁目7番2号 株式会社UACJ内 Tokyo (JP). 戸

谷 友貴(TOTANI Yuki); 〒1000004 東京都千代田区大手町一丁目7番2号 株式会社UACJ内 Tokyo (JP). 八木田 泰裕(YAGITA Yasuhiro); 〒1000004 東京都千代田区大手町一丁目7番2号 株式会社UACJ内 Tokyo (JP). 秦 哲郎(HATA Tetsuro); 〒1000004 東京都千代田区大手町一丁目7番2号 株式会社UACJ内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 特許業務法人あいち国際特許事務所(AI-CHI, TAKAHASHI, IWAKURA & ASSOCIATES); 〒4500002 愛知県名古屋市中村区名駅3丁目2番19号 名駅永田ビル Aichi (JP).

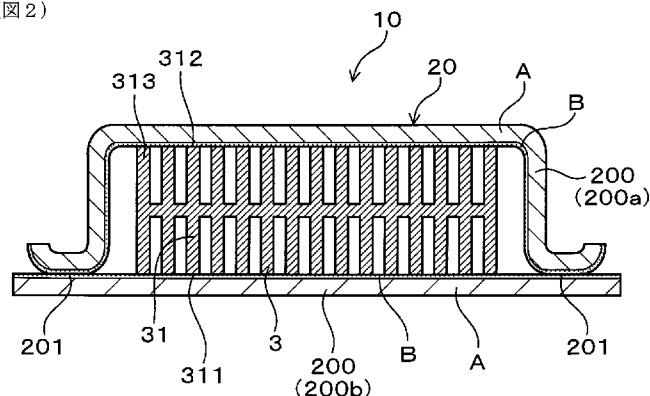
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, 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.

[続葉有]

(54) Title: HEAT EXCHANGER AND METHOD FOR PRODUCING SAME

(54) 発明の名称: 熱交換器及びその製造方法

(図2)



(57) Abstract: Provided are: a heat exchanger (1) which easily achieves reduction in size and weight, and which has reduced deformation caused by thermal expansion; and a method for producing the same. Clad plates (200) are prepared which each include: a core material layer (A) that is formed from an aluminum alloy containing Mg; and a brazing material layer (B) that is formed from an aluminum alloy which essentially contains Si, which contains at least one of Li, Be, and Bi, and which has a restricted Mg content. An inner fin (3) is prepared which is formed from aluminum or an aluminum alloy. An object to be processed (10) is assembled which includes: a hollow structure (20) that is composed of the clad plates (200), that has the brazing material layers (B) disposed on the inner side thereof, and that includes contact portions (201) at which the brazing material layers (B) are in contact with each other; the inner fin (3) that is stored in the hollow structure (20); and a flux that contains Cs and that is applied on the contact portions (201) and the vicinity thereof. In an inert gas atmosphere, the object to be processed (10) is heated so as to undergo brazing, and thereby, the heat exchanger (1) is made.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2017/122384 A1



(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))

小型化、軽量化が容易であり、熱膨張による変形の小さい熱交換器 (1) 及びその製造方法を提供する。Mg を含むアルミニウム合金からなる心材層 (A) と、Si を必須に含み、Li、Be 及び Bi のうち 1 種以上を含み、Mg の含有量が規制されたアルミニウム合金からなるろう材層 (B) とを有するクラッド板 (200) を準備する。アルミニウムまたはアルミニウム合金よりなるインナーフィン (3) を準備する。クラッド板 (200) からなり、ろう材層 (B) が内側に配置されているとともに、ろう材層 (B) 同士が当接する当接部 (201) を有する中空構造体 (20) と、中空構造体 (20) の内部に收容されたインナーフィン (3) と、Cs を含有し、当接部 (201) 及びその近傍に塗布されたフラックスとを有する被処理物 (10) を組み立てる。不活性ガス雰囲気下で被処理物 (10) を加熱してろう付を行い、熱交換器 (1) を作製する。

明 細 書

発明の名称：熱交換器及びその製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、熱交換器及びその製造方法に関する。

背景技術

[0002] 例えばハイブリッド自動車や電気自動車に搭載された駆動用モータの制御などの種々の用途に、ＩＧＢＴ（Insulated Gate Bipolar Transistor）等の半導体素子によりスイッチングを行うインバータユニットが用いられている。インバータユニットは、半導体素子や、半導体素子とともに電力変換回路を構成する電子部品等の発熱体を冷却するための熱交換器を有している。

[0003] 熱交換器は、発熱体が搭載される発熱体搭載面を外表面に備えた中空構造体と、中空構造体の内部に收容されるインナーフィンとを有している。中空構造体及びインナーフィンは、熱伝導率が高く比重の小さい、アルミニウム板やアルミニウム合金板から構成されていることが多い。また、インナーフィンは、中空構造体の内表面にろう付されることにより、中空構造体と金属的に接合されている。

[0004] 熱交換器のろう付は、アルミニウムまたはアルミニウム合金からなる心材と、心材の片面または両面にクラッドされたろう材とを有するクラッド板を用いて行われる。また、熱交換器のろう付は、一般的に、被接合部にＫ－Ａ－Ｆ（カリウム－アルミニウム－フッ素）系のフラックスを塗布して行う、いわゆるノコロックろう付法により行われている。

[0005] 近年、熱交換器の小型軽量化が求められており、特に自動車用熱交換器において小型軽量化が強く求められている。また、電力変換装置の高出力化に伴って半導体素子の発熱量が増大しているため、熱膨張による中空構造体やインナーフィンの変形を抑制することが難しくなっている。そこで、熱交換器を小型化、軽量化するとともに熱膨張による変形を抑制するために、中空

構造体やインナーフィンに、より強度が高く板厚が薄い板材を使用することが検討されている。板材の強度を向上させ、板厚を薄くするためには、板材を構成するアルミニウム合金にMg（マグネシウム）を添加することが効果的である。

[0006] ところが、ノコロックろう付法によりMgを含有するアルミニウム合金のろう付を行おうとすると、ろう付加熱中に、フラックスがMgと反応して消費される。そのため、フラックスにより被接合部の表面に存在する酸化皮膜を十分に破壊することができない。また、K-A-I-F系のフラックスとMgとの反応により生成する化合物は、ろうの流動性の低下を招く。このように、ノコロックろう付法は、フラックスの消費やろうの流動性の低下のため、Mgを含有するアルミニウム合金のろう付を行うことが難しいという問題があった。

[0007] このような問題に対し、Mgを含有するアルミニウム合金のろう付を行うために、フラックスを用いずにろう付を行う技術が種々提案されている。例えば、特許文献1には、ろう材層以外のブレイジングシート構成層にMgが添加されたアルミニウム合金製ブレイジングシートから中空構造体を形成し、中空構造体の内側にフラックスを塗布することなく不活性ガス雰囲気中でろう付を行う技術が記載されている。特許文献2には、Li（リチウム）が添加されたAl-Si（アルミニウム-シリコン）合金からなるろう材と、Mgが添加されたアルミニウム合金からなる心材とを有するブレイジングシートを用い、不活性ガス雰囲気中でフラックスを用いずにろう付を行う技術が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：特開2004-25297号公報

特許文献2：特開2013-233552号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0009] しかし、特許文献1の技術は、中空構造体の外側にK-A-F系のフラックスを塗布するため、ろう付時の加熱により溶融したフラックスが中空構造体の内部に浸入するおそれがある。この場合、中空構造体の内部に浸入したフラックスにより、Mgによるフラックス無しでのろう付が阻害されるおそれがある。一方、中空構造体の内部に浸入したフラックスは比較的少量であるため、フラックスにより酸化皮膜を破壊することが難しい。それ故、特許文献1の技術は、例えば中空構造体とインナーフィンとの被接合部などの、中空構造体の内部に存在する被接合部のろう付性が悪化するおそれがある。
- [0010] また、特許文献2の技術は、雰囲気中の酸素濃度が高くなるとろう付性が悪化するという問題がある。そのため、量産設備に適用しようとすると、被処理物の形状や構造、およびろう付接合を形成する位置によってはろう付性が悪化する恐れがある。
- [0011] 即ち、中空構造体の内部は、中空構造体の外部の雰囲気が流入しにくいいため、酸素濃度が低い状態を比較的容易に維持することができる。それ故、例えば中空構造体とインナーフィンとの被接合部などの中空構造体の内部に存在する被接合部においては、フラックスを用いることなく良好なろう付接合を形成することができる。しかし、ろう付炉内の酸素濃度は種々の要因によって変動するため、中空構造体の外部は、酸素濃度が低い状態を維持することが難しい。そのため、例えば中空構造体の外壁同士の被接合部などの中空構造体の外部に露出した被接合部におけるろう付性が悪化し易い。さらに、中空構造体の外壁同士の被接合部は、中空構造体の内部と外部との間でろうが流通し得る構造を有しているため、ろう付性に優れた中空部内にろうが集まり易い。それ故、ろう付性に劣る中空構造体の外部側においてろうが不足し、フィレット切れ等のろう付不良が発生するおそれがある。
- [0012] 以上のように、Mgを含有するアルミニウム合金を用いて熱交換器を作製するためには、中空構造体とインナーフィンとの被接合部のろう付性及び中

空構造体の外壁同士の被接合部のろう付性の両方を改善する必要がある。

[0013] 本発明は、かかる背景に鑑みてなされたものであり、小型化、軽量化が容易であり、熱膨張による変形の小さい熱交換器及び該熱交換器の製造方法を提供しようとするものである。

課題を解決するための手段

[0014] 本発明の一態様は、Mg（マグネシウム）：0.40～1.0質量%を含有し、残部がAl（アルミニウム）及び不可避免の不純物からなる化学成分を有する心材層と、Si（シリコン）：4.0～13.0質量%を必須に含み、更にLi（リチウム）：0.0040～0.10質量%、Be（ベリリウム）：0.0040～0.10質量%及びBi（ビスマス）：0.010～0.30質量%のうち1種又は2種以上を含み、Mgの含有量が0.10質量%未満に規制され、残部がAl及び不可避免の不純物からなる化学成分を有し、上記心材層の少なくとも一方の面にクラッドされたろう材層とを有するクラッド板を準備し、

Si：0.30～0.70質量%及びMg：0.35～0.80質量%を含有し、残部がAl（アルミニウム）及び不可避免の不純物からなる化学成分を有するインナーフィンを準備し、

上記クラッド板から構成され、上記ろう材層が内側に配置されているとともに、上記ろう材層同士が当接する当接部を有する中空構造体と、該中空構造体の内部に収容された上記インナーフィンと、Cs（セシウム）を含有し、上記当接部及びその近傍に塗布されたフラックスとを有する被処理物を組み立て、

不活性ガス雰囲気下で上記被処理物を加熱して上記フラックス及び上記ろう材層を溶融させることにより、上記中空構造体及び上記インナーフィンを一括してろう付する、熱交換器の製造方法にある。

[0015] 本発明の他の態様は、Mg：0.40～1.0質量%を含有し、残部がAl及び不可避免の不純物からなる化学成分を有する板材から構成され、発熱体を搭載する発熱体搭載面を外表面に有するとともに、冷媒が流通する冷媒流

路を内部に備えたジャケットと、

アルミニウム合金より構成され、上記冷媒流路に配置されたインナーフィンと、

Al-Si合金からなり、上記ジャケットにおける上記板材同士を接合するジャケット接合部と、

Al-Si合金からなり、上記ジャケットと上記インナーフィンとを接合するフィン接合部とを有し、

上記ジャケットの内表面における、上記ジャケット接合部から上記インナーフィンまでの間のみにCsが存在している、熱交換器にある。

発明の効果

[0016] 上記熱交換器は、上記ジャケットと、該ジャケットにおける上記冷媒流路に配置された上記インナーフィンとを有している。上記ジャケットは、Mgを含有しているアルミニウム合金から構成されているため、従来の熱交換器のジャケットに比べて強度を高くすることができる。それ故、上記ジャケットの小型化、薄肉化を容易に行うことができる。また、上記ジャケットの強度を高くすることにより、熱膨張による上記ジャケットの変形を抑制することもできる。

[0017] 上記熱交換器は、上記特定の構成を有する上記被処理物を不活性ガス雰囲気下で加熱することにより、作製することができる。上記被処理物における上記中空構造体の上記当接部及びその近傍には、Csを含有する上記フラックスが塗布されている。上記フラックスは、ろう付時の加熱により熔融し、上記当接部に存在する酸化皮膜を破壊することができる。それ故、上記フラックスを用いることにより、上記当接部のろう付を行うことができる。

[0018] また、上記中空構造体を構成する上記クラッド板は、Mgを含有するアルミニウム合金からなる上記心材層と、Li、Be及びBiのうち1種以上を含有するアルミニウム合金からなる上記ろう材層とを有している。上記心材層中のMgの一部は、ろう付時の加熱により拡散して上記クラッド板の表面に移動する。そして、上記クラッド板の表面に移動したMgと上記ろう材層

中のLi等とがろう中に共存することにより、クラッド板や上記インナーフィンの表面に存在する酸化皮膜を効果的に破壊することができる。そのため、不活性ガス雰囲気下で上記被処理物を加熱することにより、上記中空構造体の内部に存在する酸化皮膜を破壊することができる。その結果、上記フラックスを用いることなく上記中空構造体と上記インナーフィンとのろう付を行うことができる。

[0019] 上記中空構造体の内部には、ろう付時の加熱により溶融した上記フラックスが浸入することがある。しかし、上記中空構造体の内部には上記インナーフィンが配置されているため、上記中空構造体の内部に浸入した上記フラックスの大部分を上記インナーフィンによりせき止めることができる。また、上記フラックスは、従来用いられているK-A-F系のフラックスと比べて、Mgとの反応によるろう付性の悪化が起こりにくい。そのため、上記中空構造体と上記インナーフィンとのろう付が上記フラックスにより阻害されることはない。

[0020] 以上のように、上記被処理物を不活性ガス雰囲気下で加熱することにより、比較的酸素濃度の低い上記中空構造体の内部においてはフラックスを用いることなくろう付を行い、比較的酸素濃度の高い上記中空構造体の外部においてはフラックスを用いてろう付を行うことができる。その結果、上記熱交換器を容易に作製することができる。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]実施例における、熱交換器の要部を示す断面図である。

[図2]実施例における、被処理物の要部を示す断面図である。

[図3]図2における当接部及びその近傍の拡大図である。

発明を実施するための形態

[0022] 上記熱交換器の製造方法において、上記被処理物は、クラッド板、インナーフィン及びフラックスを有している。以下、これらの詳細について説明する。

[0023] [クラッド板]

クラッド板は、心材層と、心材層の少なくとも一方の面にクラッドされたるろう材層とを有している。なお、心材層は、ろう付を行った後に、上記ジャケットを構成する板材となる。

[0024] <心材層>

心材層は、Mg : 0.40 ~ 1.0 質量%を含有し、残部がAl及び不可避免的不純物からなる化学成分を有している。

[0025] ・Mg : 0.40 ~ 1.0 質量%

心材層中のMgは、クラッド板の強度を高くする作用を有している。心材層中のMg量を上記特定の範囲にすることにより、クラッド板の薄肉化、ひいては上記熱交換器におけるジャケットの薄肉化を容易に行うことができる。また、心材層中のMgの一部は、ろう付時の加熱によりろう中に拡散してクラッド板の表面に移動する。そして、クラッド板の表面に到達したMgにより、上記クラッド板や上記インナーフィンの表面に存在する酸化皮膜などの、中空構造体の内側に存在する酸化皮膜が破壊される。

[0026] 心材層中のMg量を上記特定の範囲にすることにより、中空構造体とインナーフィンとのろう付性を向上させることができる。心材層中のMgの含有量が0.40 質量%未満の場合には、ジャケットの薄肉化が難しくなる。また、この場合には、中空構造体とインナーフィンとのろう付性の悪化を招くおそれがある。従って、これらの問題を回避する観点から、Mgの含有量は0.40 質量%以上とする。

[0027] 心材層中のMgは、ろう付時の加熱によってろう材層が溶融した後に、液体のろう中を速やかに拡散してクラッド板の表面に到達する。このとき、表面に到達したMgの量が過度に多くなると、中空構造体の当接部（以下、中空構造体の当接部を「当接部」と略す。）に塗布されたフラックスとMgとの反応生成物が多量に生じる。この反応生成物は、ろうの流動性を低下させることにより、当接部のろう付性の悪化を招くおそれがある。かかる問題を回避する観点から、Mgの含有量は1.0 質量%以下とする。同様の観点から、Mgの含有量を0.80 質量%以下とすることが好ましい。

[0028] ・Mn : 0.050～1.3質量%、Si : 1.0質量%以下、Fe : 1.0質量%以下、Cu : 0.90質量%以下、Zn : 6.5質量%以下、Ti : 0.20質量%以下及びZr : 0.50質量%以下

心材層は、さらに、Mn : 0.050～1.3質量%、Si : 1.0質量%以下、Fe : 1.0質量%以下、Cu : 0.90質量%以下、Zn : 6.5質量%以下、Ti : 0.20質量%以下、Zr : 0.50質量%以下の1種または2種以上を含有していてもよい。これらの元素を心材層に添加することにより、クラッド板の強度や耐食性を向上させることができる。なお、これらの元素の含有量が過度に多い場合には、クラッド板を作製する際の圧延工程において割れが発生しやすくなるおそれがある。

[0029] <ろう材層>

ろう材層は、Si（シリコン） : 4.0～13.0質量%を必須に含み、更にLi（リチウム） : 0.0040～0.10質量%、Be（ベリリウム） : 0.0040～0.10質量%及びBi（ビスマス） : 0.010～0.30質量%のうち1種または2種以上を含み、Mg（マグネシウム）の含有量が0.10質量%未満に規制され、残部がAlおよび不可避免的不純物からなる化学成分を有している。

[0030] ・Si : 4.0～13.0質量%

Siの含有量を上記特定の範囲とすることにより、ろう付時の加熱中に、当接部及びインナーフィンと中空構造体との被接合部に十分なろうを供給することができる。その結果、当接部のろう付性及びインナーフィンと中空構造体とのろう付性を向上させることができる。

[0031] Siの含有量が4.0質量%未満の場合には、ろうの供給量が不足する、ろうの流動性が低下するなどの問題が生じ、ろう付性の悪化を招くおそれがある。ろう付性の悪化を回避する観点から、Siの含有量は4.0質量%以上とする。同様の観点から、Siの含有量を7.5質量%以上とすることが好ましい。一方、Siの含有量が13.0質量%を超える場合には、ろうの供給量が過剰となり、心材層の溶解量が過多となるおそれがある。かかる問

題を回避する観点から、S i の含有量は13.0質量%以下とする。同様の観点から、S i の含有量を10.0質量%以下とすることが好ましい。

[0032] ・L i : 0.0040~0.10質量%、B e : 0.0040~0.10質量%

L i 及びB e は、中空構造体やインナーフィンの表面に存在する酸化皮膜を破壊する作用を有する。L i 及びB e が酸化皮膜を破壊するメカニズムは現時点において明らかになっていないが、以下のメカニズムにより酸化皮膜が破壊されると推測している。L i 及びB e はいずれもA l に比べて酸化されやすい元素であるため、被処理物の表面に存在する酸化皮膜から酸素を奪うことができると考えられる。そして、酸素を奪われた酸化皮膜が酸素を奪われる前に比べて脆弱化することにより、酸化皮膜に亀裂が生じやすくなる。その結果、酸化皮膜が破壊されることが考えられる。

[0033] また、L i 及びB e はフラックスと全く反応しないため、フラックスによる当接部のろう付をほとんど阻害しない。

[0034] L i は、含有量を上記特定の範囲とすることにより、中空構造体とインナーフィンとのろう付性を向上させることができる。L i の含有量が0.0040質量%未満の場合には、酸化皮膜を破壊する効果が低くなり、中空構造体とインナーフィンとのろう付性が悪化するおそれがある。中空構造体とインナーフィンとのろう付性を向上させる観点から、L i の含有量は0.0040質量%以上とする。同様の観点から、L i の含有量を0.010質量%以上とすることが好ましい。また、L i の含有量が0.10質量%を超える場合には、クラッド板におけるろう材層の表面にL i の酸化物が成長し、ろう付性の悪化を招くおそれがある。かかる問題を回避する観点から、L i の含有量は0.10質量%以下とする。同様の観点から、L i の含有量を0.050質量%以下とすることが好ましい。

[0035] B e も、L i と同様に、含有量を上記特定の範囲とすることにより、中空構造体とインナーフィンとのろう付性を向上させることができる。B e の含有量が0.0040質量%未満の場合には、酸化皮膜を破壊する効果が低く

なり、中空構造体とインナーフィンとのろう付性が悪化するおそれがある。中空構造体とインナーフィンとのろう付性を向上させる観点から、Beの含有量は0.0040質量%以上とする。同様の観点から、Beの含有量を0.010質量%以上とすることが好ましい。また、Beの含有量が0.10質量%を超える場合には、ろう材層の表面にBeの酸化物が成長し、ろう付性の悪化を招くおそれがある。かかる問題を回避する観点から、Beの含有量は0.10質量%以下とする。同様の観点から、Beの含有量を0.050質量%以下とすることが好ましい。

[0036] ・Bi : 0.010～0.30質量%

Biは、アルミニウム材の表面に存在する酸化皮膜を脆弱化する作用を有する。BiをLiやBe、Mgと共存させることにより、これらの元素による酸化皮膜の破壊を促進させ、ひいてはろう付性を向上させることができる。また、Biは、ろうの表面張力を低下させる作用を有するため、被処理物の細かい隙間にろうが流入しやすくなる。その結果、ろう付接合の信頼性を向上させることができる。

[0037] Biの含有量を上記特定の範囲とすることにより、当接部のろう付性、中空構造体とインナーフィンとのろう付性及びこれらの箇所に形成されるろう付接合の信頼性を向上させることができる。Biの含有量が0.010質量%未満の場合には、ろう付性の向上やろう付接合の信頼性向上の効果が十分に得られなくなるおそれがある。ろう付性やろう付接合の信頼性を向上させる観点から、Biの含有量は0.010質量%以上とする。一方、Biの含有量が0.30質量%を超える場合には、Biの量に見合ったろう付性向上の効果を得ることが難しい。また、Biの含有量が過度に多い場合には、ろう材層の表面が変色するおそれがあり、場合によってはろう付性の悪化を招くおそれがある。かかる問題を回避する観点から、Biの含有量は0.30質量%以下とする。同様の観点から、Biの含有量を0.10質量%以下とすることが好ましい。

[0038] ・Mg : 0.10質量%未満

ろう材層中のMgは、フラックスと反応することによりフラックスを消費し、酸化皮膜を破壊する効果を低下させる。また、Mgとフラックスとの反応生成物は、ろうの流動性を低下させる。そのため、ろう材層中のMgの含有量が過度に多い場合には、ろう付性の悪化を招くおそれがある。ろう付性の悪化を抑制する観点から、ろう材層中のMgの含有量は0.10質量%未満とする。同様の観点から、Mgの含有量は少ないほど好ましく、0.05質量%以下に規制することがより好ましい。

[0039] ろう材層には、更に、Sr（ストロンチウム）：0.0020～0.050質量%、Sb（アンチモン）：0.0030～0.070質量%、Fe（鉄）：0.050～0.80質量%、Mn（マンガン）：0.050～0.20質量%、Ti（チタン）：0.010～0.15質量%、Cu（銅）：0.50～5.0質量%及びZn（亜鉛）：0.90～6.0質量%からなる群のうち1種又は2種以上が含まれていてもよい。

[0040] ・Sr：0.0020～0.050質量%、Sb：0.0030～0.070質量%、Fe：0.050～0.80質量%、Mn：0.050～0.20質量%及びTi：0.010～0.15質量%

これらの元素は、ろう材層中の含有量を上記特定の範囲内とすることにより、ろうの流動性を調整し、ろう付性をより向上させることができる。

[0041] ・Cu：0.50～5.0質量%及びZn：0.90～6.0質量%

これらの元素は、ろう材層中の含有量を上記特定の範囲内とすることにより、ろう材層の電位を調整し、クラッド板の耐食性をより向上させることができる。

[0042] [インナーフィン]

インナーフィンとしては、例えばプレートフィン、ピンフィン、コルゲートフィン等の種々の態様のフィンを採用することができる。インナーフィンは、中空構造体の内部に収容した状態において、中空構造体の内表面と面接触するように構成されていることが好ましい。この場合には、中空構造体の内部に浸入したフラックスをせき止める効果をより高くすることができる。

その結果、インナーフィンと中空構造体とのろう付性をより向上させることができる。

[0043] インナーフィンと中空構造体とが線接触するように構成されている場合には、上述した面接触の場合に比べて、インナーフィンと中空構造体との接触面積が狭くなる。そのため、インナーフィンがフラックスをせき止めることが難しくなり、フラックスがインナーフィンよりも内側へ容易に浸入するおそれがある。そして、このようにして浸入したフラックスは、Mg等の作用を阻害し、インナーフィンと中空構造体とのろう付性の低下を招くおそれがある。

[0044] インナーフィンは、Si : 0.30～0.70質量%及びMg : 0.35～0.80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化学成分を有するアルミニウム合金から構成されている。

[0045] ・ Si : 0.30～0.70質量%

Siの含有量を上記特定の範囲とすることにより、ろう付時の加熱中における、ろう材層からインナーフィンへのSiの拡散を抑制することができる。その結果、ろう材層中のSi量の低下を抑制し、中空構造体とインナーフィンとのろう付性を向上させることができる。さらに、Siの含有量を上記特定の範囲とすることにより、インナーフィンの強度を向上させることができる。

[0046] Siの含有量が0.30質量%未満の場合には、ろう材層からインナーフィンへのSiの拡散によってろう材層中のSi量が低下し、ろう付性の悪化を招くおそれがある。

[0047] 一方、Siの含有量が0.70質量%を超える場合には、インナーフィンを構成するアルミニウム合金の融点の低下を招くおそれがある。そのため、場合によってはろう付時の加熱中にインナーフィンが溶融し、ろう付性の低下を招くおそれがある。

[0048] ・ Mg : 0.35～0.80質量%

インナーフィン中のMgは、フラックスが中空構造体の内側に浸入した場

合に、フラックスと反応して反応生成物を生じさせることができる。この反応生成物はフラックスの流動性を低下させる作用を有している。そのため、インナーフィン中のMgの含有量を上記特定の範囲とすることにより、中空構造体の内部に浸入したフラックスをせき止める効果を高め、インナーフィンと中空構造体とのろう付性を向上させることができる。また、インナーフィン中のMgの含有量を上記特定の範囲とすることにより、インナーフィンの強度を向上させることができる。

[0049] Mgの含有量が0.35質量%未満の場合には、上述したインナーフィンの強度向上効果及びフラックスをせき止める効果を十分に得られなくなるおそれがある。

[0050] Mgの含有量が0.80質量%を超える場合には、ろう付時の加熱中に、インナーフィンの表面にMgの酸化物が厚く堆積するおそれがある。この場合には、クラッド板のろう材層中に含まれるLi、Be、Bi及び心材層から拡散したMgによる酸化皮膜の破壊が十分に行われなくなるおそれがある。その結果、中空構造体とインナーフィンとのろう付性の悪化を招くおそれがある。

[0051] ・Mn：0.050～1.30質量%、Fe：1.0質量%以下、Cu：0.90質量%以下、Zn：6.5質量%以下、Ti：0.20質量%以下及びZr：0.50質量%以下

インナーフィンは、さらに、Mn：0.050～1.30質量%、Fe：1.0質量%以下、Cu：0.90質量%以下、Zn：6.5質量%以下、Ti：0.20質量%以下、Zr：0.50質量%以下からなる群のうち1種または2種以上を含有していてもよい。これらの元素を添加することにより、インナーフィンの強度や耐食性を向上させることができる。なお、これらの元素の含有量が過度に多い場合には、材料を作製する際の圧延工程において割れが発生しやすくなるおそれがある。

[0052] [フラックス]

中空構造体の当接部に塗布するフラックスは、Csを含有している。フラ

ックスは、通常、ろう材層が溶融する温度よりも低い温度で溶融し、当接部の表面に存在する酸化皮膜を破壊し始める。このとき、心材層中のMgの大部分はクラッド板の表面に到達していない。それ故、フラックスは、心材層中のMgとの反応にほとんど影響されることなく、当接部の表面に存在する酸化皮膜を破壊することができる。

[0053] また、溶融したフラックスが中空構造体の内部に浸入した場合、フラックスがクラッド板の表面を伝いながらインナーフィン側へ移動することがある。このとき、フラックスは、心材層から拡散したMgと徐々に反応するため、流動性が次第に低下する。そのため、フラックスがインナーフィンまで到達することを抑制することができる。

[0054] 更に、フラックスがインナーフィンまで到達した場合であっても、上述したように、インナーフィンによりフラックスの大部分はせき止められる。これらの結果、中空構造体の内部にフラックスが浸入した場合にも、中空構造体とインナーフィンとのろう付を行うことができる。

[0055] フラックスとしては、例えば、フルオロアルミン酸セシウム等のCs-AI-F系化合物を用いることができる。また、フラックスには、ろう付性を悪化させない範囲であれば、例えばK-AI-F系化合物等の、Csを含まない化合物が含まれていてもよい。通常、フラックスは、水やアルコール等の液体中に分散されている。また、当該液体中には、バインダー等の添加物が含まれていてもよい。

[0056] Csを含むフラックスは、従来用いられているK-AI-F系のフラックスに比べて、Mgと接触した際に反応生成物を形成しにくい。また、Csを含むフラックスとMgとの反応生成物は、K-AI-F系のフラックスとMgとの反応生成物に比べてろうの流動性を低下させにくい。それ故、Csを含むフラックスを用いてろう付を行うことにより、当接部のろう付性をより向上させることができる。

[0057] フラックスは、全固形分を100質量%としたときに、13～58質量%のCsを含有していることが好ましい。この場合には、中空構造体の当接部

におけるろう付性をより向上させることができる。フラックス中のC sの含有量が13質量%よりも少ない場合には、フラックスとMgの反応生成物によりろうの流動性が低下し、当接部のろう付性の悪化を招くおそれがある。従って、ろう付性をより向上させる観点からは、C sの含有量を13質量%以上とすることが好ましく、30質量%以上とすることがより好ましい。

[0058] 当接部のろう付性を向上させる観点からは、フラックス中のC sの含有量を多くすることが好ましい。しかし、C sの含有量が58質量%を超える場合には、それ以上C sの含有量を増やしても、含有量に見合ったろう付性改善の効果を得ることが難しい。

[0059] [ろう付方法]

上記製造方法においては、まず、上記の構成を有するクラッド板及びインナーフィンを準備し、被処理物を作製する。被処理物は、上記クラッド板から構成された中空構造体と、インナーフィンと、フラックスとを有している。被処理物を組み立てる作業は、(1)クラッド板から中空構造体を作製する作業、(2)中空構造体の内部にインナーフィンを収容する作業、(3)当接部にフラックスを塗布する作業、の3工程を有している。これらの工程の順序は、被処理物の構造に応じて適宜変更することができる。

[0060] 即ち、上記(1)～(3)の作業は、上述した順に実施してもよい。また、例えば、当接部に相当する位置に予めフラックスを塗布したクラッド板を中空構造体の形状に成形し、その後インナーフィンを中空構造体の内部に収容してもよい。さらに、クラッド板を中空構造体の形状に成形しつつインナーフィンをその内部に収容する等の方法により、中空構造体の作製とインナーフィンの収容とを並行して行うこともできる。

[0061] クラッド板及びインナーフィンの表面には、通常、自然酸化皮膜が存在している。この自然酸化皮膜の厚みを薄くするために、被処理物を作製する前に、予め、クラッド板及びインナーフィンにエッチング処理を施すことが好ましい。クラッド板及びインナーフィンに予めエッチング処理を施すことにより、これらの表面に存在する酸化皮膜の厚みを薄くすることができる。そ

の結果、フラックスやMg等により、酸化皮膜をより容易に破壊することができ、ろう付性をより向上させることができる。かかる効果を十分に得るためには、エッチング処理により、表面に存在する酸化皮膜の厚みを5nm以下まで薄くすることが好ましい。

[0062] エッチング処理としては、例えば、クラッド板やインナーフィンを酸またはアルカリに浸漬する方法等が挙げられる。具体的に、酸としては、フッ酸の希釈溶液、フッ酸と硝酸との混合希釈溶液、リン酸と硫酸との混合希釈溶液等を用いることができる。また、アルカリとしては、苛性ソーダの溶液等を用いることができる。

[0063] また、上述したエッチング処理の後に、クラッド板及びインナーフィンの表面に、不活性ガス中での熱分解温度が380℃以下である油剤を塗布することがより好ましい。この場合には、油剤によりクラッド板及びインナーフィンの表面の自然酸化を抑制することができるため、エッチング処理による良好なろう付性を長期間に亘って容易に維持することができる。

[0064] また、上記油剤は、ろう付時の加熱中に容易に分解されるため、ろう付温度において被処理物の表面に残留しにくい。それ故、被処理物の表面に上記油剤が付着した状態でろう付を開始してもろう付性を損なうおそれが小さい。従って、上記油剤を用いることにより、良好なろう付性を維持する効果を得つつ、脱脂処理を省略してろう付の作業工程をより簡素化することができる。

[0065] 油剤の熱分解温度が380℃を超える場合には、ろう付中の加熱により、油剤がクラッド板及びインナーフィンの表面に焼き付き、かえってろう付性が悪化するおそれがある。

[0066] 被処理物を組み立てる作業におけるフラックスの塗布量は、当接部1mあたり0.05～1.0gとすることが好ましい。フラックスの塗布量を上記特定の範囲とすることにより、中空構造体における当接部のろう付性を向上させるとともに、フラックス残渣による外観品質の低下や表面処理性の低下を回避することができる。なお、フラックスの塗布量は、一般的には単位面

積あたりに塗布されたフラックスの質量で表す。しかし、上記中空構造体においては、フラックスを塗布する幅が狭いため、塗布面積を正確に測定することが難しい。そのため、フラックスの塗布量を当接部 1 mあたりのフラックスの質量で規定している。

[0067] 当接部 1 mあたりのフラックスの塗布量が 0. 05 g 未満の場合には、当接部の表面に存在する酸化皮膜を十分に破壊することができず、ろう付性の悪化を招くおそれがある。従って、ろう付性向上の観点からは、当接部 1 mあたりのフラックスの塗布量を 0. 05 g 以上とすることが好ましく、0. 15 g 以上とすることがより好ましく、0. 25 g 以上とすることが更に好ましい。

[0068] ろう付性向上の観点からは、フラックスの塗布量が多いほど好ましい。しかし、フラックスの塗布量が過剰になると、塗布量に見合ったろう付性向上の効果を得ることが難しくなるおそれがある。また、塗布量が過度に多い場合には、ろう付後の熱交換器に付着するフラックス残渣の量が多くなり、かえって外観品質の低下や表面処理性の低下を招くおそれがある。これらの過剰なフラックスに起因する問題を回避する観点から、当接部 1 mあたりのフラックスの塗布量を 1. 0 g 以下とすることが好ましい。

[0069] また、被処理物を組み立てる作業におけるフラックスの塗布幅は 5 mm 以下とすることが好ましい。

[0070] 被処理物を組み立てた後、不活性ガス雰囲気下で被処理物を加熱してフラックス及びろう材層を溶融させる。これにより、中空構造体及びインナーフィンを一括してろう付することができる。

[0071] 不活性ガスとしては、従来公知のものをを用いることができる。量産設備への適用の観点からは、不活性ガスとして、窒素、アルゴンまたは窒素とアルゴンとの混合ガスを用いることが好ましい。ろう付性を向上させるためには、不活性ガス中の酸素濃度が低い方が好ましく、酸素濃度が 100 ppm 以下であることがより好ましく、50 ppm 以下であることが更に好ましい。かかる酸素濃度は、従来より用いられているフラックスろう付用の雰囲気炉

により、容易に実現することができる。

- [0072] ろう付時の加熱温度は、 $585 \sim 620^{\circ}\text{C}$ とすることが好ましく、 $590 \sim 610^{\circ}\text{C}$ とすることがより好ましい。加熱温度が 585°C 未満の場合には、ろうの流動性が低くなるため、ろう付性が悪化するおそれがある。加熱温度が 620°C を超える場合には、クラッド板の心材層やインナーフィンの一部が溶融するエロージョンが発生し、ろう付不良となるおそれがある。また、昇温中における不要な酸化を抑制するため、所定の加熱温度に到達するまでの昇温速度が速い方が好ましい。

実施例

- [0073] (実施例)

上記熱交換器及びその製造方法について、図を用いて説明する。本例の熱交換器1は、図1に示すように、発熱体を搭載する発熱体搭載面21を外表面に有するとともに、冷媒が流通する冷媒流路22を内部に備えたジャケット2と、冷媒流路22に配置されたインナーフィン3とを有している。ジャケット2は、 $\text{Mg} : 0.40 \sim 1.0$ 質量%を含有し、残部がAl及び不可避免的不純物からなる化学成分を有する板材から構成されている。インナーフィン3は、 $\text{Si} : 0.30 \sim 0.70$ 質量%及び $\text{Mg} : 0.35 \sim 0.80$ 質量%を含有し、残部がAl及び不可避免的不純物からなる化学成分を有するアルミニウム合金製の押出型材から構成されている。

- [0074] ジャケット2を構成する板材同士は、Al-Si合金からなるジャケット接合部23を介して接合されている。また、ジャケット2とインナーフィン3とは、Al-Si合金からなるフィン接合部24を介して接合されている。本例の熱交換器1においては、ジャケット2の内表面における、ジャケット接合部23からインナーフィン3の端部、即ち最も外側のフィンプレート313（後述）までの間のみにCsが存在している。

- [0075] 本例のジャケット2は、図1に示すように、ジャケット上部25と、ジャケット下部26との2個の部品から構成されており、ジャケット上部25とジャケット下部26との間に筒状の冷媒流路22が形成されている。ジャケ

ット上部 25 は、略長形状を呈する頂壁部 251 と、頂壁部 251 の幅方向における両端をジャケット下部 26 側に屈曲してなる側壁部 252 と、側壁部 252 の先端を折り返してなるフランジ部 253 を有している。ジャケット下部 26 とフランジ部 253 とは、ジャケット接合部 23 を介して接合されている。また、ジャケット下部 26 の外表面には、発熱体搭載面 21 が設けられている。

[0076] 本例のインナーフィン 3 は、 $\text{Si} : 0.30 \sim 0.70$ 質量% 及び $\text{Mg} : 0.35 \sim 0.80$ 質量% を含むアルミニウム合金からなる押出型材である。インナーフィン 3 は、長形状を呈し、互いに間隔をあけて板厚方向に並んだ複数のフィンプレート 31 と、隣り合うフィンプレート 31 を連結する連結部 32 とを有している。インナーフィン 3 は、冷媒流路 22 の中央に配置されており、フィン接合部 24 を介して頂壁部 251 の内表面及びジャケット下部 26 の内表面の両方に接合されている。

[0077] 熱交換器 1 は、例えば以下の製造方法により作製することができる。まず、 $\text{Mg} : 0.40 \sim 1.0$ 質量% を含有し、残部が Al 及び不可避免的不純物からなる化学成分を有する心材層 A と、 $\text{Si} : 4.0 \sim 13.0$ 質量% を必須に含み、更に $\text{Li} : 0.0040 \sim 0.10$ 質量%、 $\text{Be} : 0.0040 \sim 0.10$ 質量% 及び $\text{Bi} : 0.010 \sim 0.30$ 質量% のうち 1 種又は 2 種以上を含み、 Mg の含有量が 0.10 質量% 未満に規制され、残部が Al 及び不可避免的不純物からなる化学成分を有し、心材層 A の少なくとも一方の面にクラッドされたろう材層 B とを有するクラッド板 200 を準備する。また、クラッド板 200 とは別に、インナーフィン 3 を準備する。本例においては、ろう材層 B が心材層 A の一方の面にクラッドされた片面クラッド板を準備した。

[0078] 次に、図 2 に示すように、クラッド板 200 から構成され、ろう材層 B が内側に配置されているとともに、ろう材層 B 同士が当接する当接部 201 を有する中空構造体 20 と、中空構造体 20 の内部に収容されたインナーフィン 3 と、 Cs を含有し、当接部 201 及びその近傍に塗布されたフラックス

(図示略)とを有する被処理物10を組み立てる。

[0079] 本例の中空構造体20は、ジャケット上部25に相当する第1クラッド板200aと、ジャケット下部26に対応する第2クラッド板200bとの2枚のクラッド板200から構成されている。第1クラッド板200aは、中空構造体20の内表面側にろう材層Bが配置されるように形成されている。

[0080] 第1クラッド板200a及び第2クラッド板200bの作製とは別に、Csを含有するフラックスを準備した。本例のフラックスには、Cs-A-I-F系化合物が含まれている。フラックスは、粉末状を呈しており、水中に分散されている。

[0081] 第1クラッド板200a及び第2クラッド板200bを作製した後、これらのクラッド板200のろう材層Bにおける、当接部201及びその近傍に相当する部分にフラックスを塗布した。フラックスを乾燥させた後、第2クラッド板200bの中央部にインナーフィン3を載置し、ろう材層Bとフィンプレート31の板幅方向における一方の端面311とを面接触させた。その後、インナーフィン3を覆うようにして第1クラッド板200aを第2クラッド板200bに重ね合わせ、ろう材層B同士を当接させるとともに、第1クラッド板200aのろう材層Bとフィンプレート31の板幅方向における他方の端面312とを面接触させた。そして、この状態で第1クラッド板200aと第2クラッド板200bとを治具(図示略)により固定し、図2に示す被処理物10の組み立てを完了した。

[0082] 被処理物10を組み立てた後、不活性ガス雰囲気下で被処理物10を加熱してフラックス及びろう材層Bを溶融させることにより、中空構造体20及びインナーフィン3を一括してろう付した。以上により、図1に示す熱交換器1を作製した。

[0083] ろう付時に被処理物10を加熱すると、ろう材層Bよりも先にフラックスが溶融し、当接部201の表面に存在する酸化皮膜を破壊する。このとき、図3に示すように、溶融したフラックスFが中空構造体20の内部に浸入することがある。中空構造体20の内部に浸入したフラックスFは、ろう材層

Bに沿って流動しつつ、心材層Aから拡散したMgと反応する。これにより、フラックスFの流動性は徐々に低下する。その結果、インナーフィン3における最も外側のフィンプレート313に到達する前にフラックスFの流動を停止させることができる。

[0084] また、本例のインナーフィン3は、Mgを含有するアルミニウム合金より構成されている。そのため、フラックスFがフィンプレート313に到達した場合であっても、フラックスFとMgとの反応により、フラックスFをフィンプレート313によりせき止めることができる。

[0085] フラックスFが溶融した後、加熱を継続して被処理物10を昇温させると、ろう材層Bが溶融する。このとき、当接部201の表面に存在する酸化皮膜は、既にフラックスFにより破壊されている。そのため、当接部201においては、フラックスFによるろう付を行うことができる。一方、クラッド板200の内表面及びフィンプレート31の表面に存在する酸化皮膜は、心材層Aから拡散したMg及びろう材層Bに含まれるLiやBe、Biによって破壊される。このとき、中空構造体20の内部に浸入したフラックスFは、図3に示すように、当接部201からフィンプレート313までの間に存在している。そのため、フラックスFにより阻害されることなくフィンプレート313よりも内側のフィンプレート314と中空構造体20とのろう付を行うことができる。

[0086] 以上のように、被処理物10を不活性ガス雰囲気下で加熱することにより、比較的酸素濃度の低い中空構造体20の内部においてはフラックスを用いることなくろう付を行い、比較的酸素濃度の高い中空構造体20の外部においてはフラックスを用いてろう付を行うことができる。その結果、図1に示す熱交換器1を容易に作製することができる。

[0087] また、本例の熱交換器1は、ジャケット2と、ジャケット2における冷媒流路22に配置されたインナーフィン3とを有している。ジャケット2は、Mgを含有しているアルミニウム合金からなる板材から構成されているため、従来の熱交換器のジャケット2に比べて強度が高い。それ故、ジャケット

2の小型化、薄肉化を容易に行うことができる。また、ジャケット2の強度を高くすることにより、熱膨張によるジャケット2の変形を抑制することもできる。

[0088] (実験例)

本例は、心材層A、ろう材層B及びインナーフィン3を構成するアルミニウム合金の化学成分を種々変更した熱交換器1の例である。なお、本例において作製する熱交換器1は、実施例と同一の形状を有している。また、本例において用いる符号のうち、図1～図3において用いた符号と同一のものは、特に説明のない限り実施例と同一の構成要素等を示す。

[0089] 本例においては、まず、以下のようにしてクラッド板200及びインナーフィン3を作製した。

[0090] [クラッド板200]

表1に示す化学成分を有するアルミニウム合金(A1～A7)を鋳造し、得られた鋳塊を560℃で加熱して均質化処理を行った。次いで、鋳塊の両板面を面削して厚さ45mmの板材Aを作製した。これとは別に、表2に示す化学成分を有するアルミニウム合金(合金B1～B22)を鋳造し、得られた鋳塊を500℃で加熱して均質化処理を行った。次いで、鋳塊に熱間圧延を施して厚さ5mmの板材Bを作製した。なお、表1及び表2中の「Ba1」は、残部であることを示す記号である。

[0091] 以上により得られた板材A及び板材Bを表4に示す組み合わせで重ね合わせ、500℃に加熱した。その後、クラッド圧延を行って板材A及び板材Bを接合し、厚さ3mmの板材を作製した。この板材に冷間圧延を施して厚さを1.0mmまで圧延した後、焼鈍を施した。以上により、表4に示すクラッド板200を作製した。なお、ろう材層Bのクラッド率、即ちクラッド板200の板厚に対するろう材層Bの板厚の比率は10%である。

[0092] [インナーフィン3]

表3に示す化学成分を有するアルミニウム合金(C1～C10)を鋳造し、得られたビレットに押出加工を施してインナーフィン3を作製した。なお

、表3中の「B a l」は、残部であることを示す記号である。また、フィンプレート31及び連結部32の肉厚は0.8mmとした。

[0093] 以上のようにして得られたクラッド板200及びインナーフィン3から、実施例と同様の方法により被処理物10を組み立てた。クラッド板200とインナーフィン3との組み合わせ、及び、当接部1mあたりのフラックスの塗布量(g/m)は、表4に示す通りであった。なお、被処理物10の長さは100mm、幅は100mmとした。また、フラックスの塗布幅は4mmとした。

[0094] フラックスとしては、Cs-AI-F系化合物とK-AI-F系化合物との混合物を使用した。フラックスを含む塗布液は、以下のようにして調製した。まず、Cs-AI-F系化合物とK-AI-F系化合物とを混合し、Csの含有量が表4に示す値であるフラックスを準備した。このフラックスと水とを1:1の重量比で混合してフラックスを水中に懸濁させた。以上により、フラックスの塗布液を調製した。

[0095] 本例において、当接部1mあたりのフラックスの塗布量は、以下のようにして算出した。まず、フラックスを含む塗布液をクラッド板200に塗布する前に、予め第1クラッド板200a、第2クラッド板200b及びインナーフィン3の質量を測定した。次に、塗布液を各クラッド板200の所定の位置に刷毛を用いて塗布し、被処理物10を組み立てた。その後、塗布液を乾燥させた後の被処理物10の総質量を測定した。

[0096] そして、塗布液を乾燥させた状態の被処理物10の総質量から第1クラッド板200a、第2クラッド板200b及びインナーフィン3の質量を差し引き、フラックスの固形分の総質量を算出した。以上により得られた固形分の総質量を、図面に基づいて算出される当接部201の長さで除することにより、当接部1mあたりのフラックスの塗布量を算出した。

[0097] 被処理物10を組み立てた後、窒素ガスを流して雰囲気中の酸素濃度を50ppm以下に調整した加熱炉内で被処理物10を加熱し、ろう付を行った。加熱を行っている間、被処理物10の温度を計測し、温度が600℃とな

るまでの到達時間が１５分程度となるように被処理物１０を昇温させた。そして、被処理物１０の温度が６００℃に到達した後、その温度を３分間保持した。その後、加熱炉内で被処理物１０を２００℃まで冷却してから炉外に取り出した。以上により、表４に示す熱交換器１（試験体１～４１）を作製した。

[0098] 得られた試験体の長さ方向（冷媒流路２２の延伸方向）における中央部を切断し、当該断面におけるジャケット接合部２３及びフィン接合部２４のそれぞれについてフィレットの形状を観察した。その結果を表４に示す。なお、表４における「フィレット形状」欄に記載した記号は、フィレットの形状が下記の状態であったことを示す。

[0099] A＋：連続して均一なサイズのフィレットが形成されていた

A：フィレットのサイズに変動はあるが、連続したフィレットが形成されていた

B：フィレットが部分的に途切れており、連続したフィレットが形成されなかった

C：ほとんどフィレットが形成されていないか、あるいは全くフィレットが形成されていない

[0100] [表１]

(表１)

合金記号	化学成分(質量%)								
	Mn	Cu	Si	Fe	Mg	Zn	Ti	Zr	Al
A1	－	－	－	－	0.2	－	－	－	Bal
A2	－	－	－	－	0.4	－	－	－	Bal
A3	－	－	－	－	1.0	－	－	－	Bal
A4	－	－	－	－	1.2	－	－	－	Bal
A5	－	0.40	0.50	0.30	0.4	－	－	－	Bal
A6	1.1	0.15	0.20	0.50	0.6	－	－	0.05	Bal
A7	－	0.30	0.40	0.20	0.8	0.5	0.05	－	Bal

[0101]

[表2]

(表2)

合金記号	化学成分(質量%)					
	Si	Li	Be	Bi	Mg	Al
B1	10	0.002	—	—	<0.01	Bal
B2	10	0.004	—	—	<0.01	Bal
B3	10	0.10	—	—	<0.01	Bal
B4	10	0.20	—	—	<0.01	Bal
B5	10	—	0.002	—	<0.01	Bal
B6	10	—	0.004	—	<0.01	Bal
B7	10	—	0.10	—	<0.01	Bal
B8	10	—	0.20	—	<0.01	Bal
B9	10	—	0.02	0.01	<0.01	Bal
B10	10	—	0.01	0.10	<0.01	Bal
B11	10	—	—	0.005	<0.01	Bal
B12	10	—	—	0.01	<0.01	Bal
B13	10	—	—	0.03	<0.01	Bal
B14	10	—	—	0.30	<0.01	Bal
B15	10	—	—	1.0	<0.01	Bal
B16	3.0	0.05	—	—	<0.01	Bal
B17	4.0	0.05	—	—	<0.01	Bal
B18	7.5	—	0.05	—	<0.01	Bal
B19	13	0.02	0.02	—	<0.01	Bal
B20	15	—	0.02	—	<0.01	Bal
B21	10	0.01	—	0.02	0.05	Bal
B22	10	0.05	—	—	0.10	Bal

[0102] [表3]

(表3)

合金記号	化学成分(質量%)								
	Mn	Cu	Si	Fe	Mg	Zn	Ti	Zr	Al
C1	—	—	0.25	—	0.2	—	—	—	Bal
C2	—	—	0.30	—	0.35	—	—	—	Bal
C3	—	—	0.50	—	0.6	—	—	—	Bal
C4	—	—	0.70	—	0.8	—	—	—	Bal
C5	—	—	0.50	—	1.0	—	—	—	Bal
C6	—	—	0.80	—	0.5	—	—	—	Bal
C7	—	0.05	0.50	0.25	0.6	—	—	—	Bal
C8	—	0.05	0.70	0.25	0.8	—	—	—	Bal
C9	1.1	0.15	0.40	0.25	0.35	—	—	0.05	Bal
C10	1.1	0.15	0.30	0.25	0.5	1.5	0.05	—	Bal

[0103]

[表4]

(表4)

試験体 番号	クラッド板200		インナー フィン3	フラックス		フィレット形状	
	心材層A	ろう材層B		塗布量 (g/m)	Csの 含有量 (質量%)	ジャケット 接合部23	フィン 接合部24
1	A2	B13	C7	0.5	58	A+	A+
2	A3	B13	C7	0.5	58	A	A+
3	A7	B2	C7	0.5	58	A+	A
4	A5	B3	C7	0.5	58	A+	A
5	A7	B6	C7	0.5	58	A+	A
6	A5	B7	C7	0.5	58	A+	A
7	A5	B9	C7	0.5	58	A+	A+
8	A5	B10	C7	0.5	58	A+	A+
9	A5	B12	C7	0.5	58	A+	A+
10	A5	B13	C7	0.5	58	A+	A+
11	A5	B14	C7	0.5	58	A+	A
12	A6	B17	C7	0.5	58	A	A
13	A6	B18	C7	0.5	58	A+	A+
14	A6	B19	C7	0.5	58	A	A
15	A6	B21	C7	0.5	58	A+	A+
16	A6	B21	C2	0.5	58	A+	A+
17	A6	B21	C3	0.5	58	A+	A+
18	A6	B21	C4	0.5	58	A+	A+
19	A6	B21	C8	0.5	58	A+	A+
20	A6	B21	C9	0.5	58	A+	A+
21	A6	B21	C10	0.5	58	A+	A+
22	A5	B9	C7	0.05	58	A	A+
23	A5	B9	C7	0.25	58	A+	A+
24	A5	B9	C7	1.0	58	A+	A+
25	A5	B9	C7	0.5	13	A	A+
26	A5	B9	C7	0.5	30	A+	A+
27	A5	B9	C7	0.5	50	A+	A+
28	A5	B1	C7	0.5	58	A+	B
29	A5	B4	C7	0.5	58	A+	C
30	A5	B5	C7	0.5	58	A+	B
31	A5	B8	C7	0.5	58	A+	C
32	A5	B11	C7	0.5	58	A+	B
33	A5	B15	C7	0.5	58	A+	C
34	A6	B16	C7	0.5	58	B	C
35	A6	B20	C7	0.5	58	C	C
36	A5	B22	C7	0.5	58	B	A
37	A6	B21	C1	0.5	58	A+	B
38	A6	B21	C5	0.5	58	A+	B
39	A6	B21	C6	0.5	58	A+	B
40	A1	B2	C7	0.5	58	A+	B
41	A4	B6	C7	0.5	58	B	B

[0104] 表1～表4に示すように、試験体1～27は、上記特定の範囲の化学成分

を有するクラッド板200と、インナーフィン3とを用いて作製された。そのため、試験体1～27は、ジャケット接合部23及びフィン接合部24のいずれにも、実用上問題のないレベルのフィレットを形成することができた。

[0105] さらに、試験体1、7～10、13、15～21、23～24及び26～27は、心材層A中のMg量、ろう材層B中のSi量、Li量、Be量、Bi量及びMg量、フラックスの塗布量及びフラックス中のCsの含有量がより好ましい範囲であった。そのため、ジャケット接合部23及びフィン接合部24のいずれにも、連続して均一なサイズのフィレットを形成することができた。

[0106] 試験体28は、ろう材層B中のLiの含有量が少なかったため、中空構造体20の内部に存在する酸化皮膜が十分に破壊されなかった。そのため、フィン接合部24におけるフィレットの形成が不安定であった。

試験体29は、ろう材層B中のLiの含有量が多かったため、中空構造体20の内部にLiの酸化物が多量に形成された。そのため、フィン接合部24においてフィレットが形成されなかった。

[0107] 試験体30は、ろう材層B中のBeの含有量が少なかったため、中空構造体20の内部に存在する酸化皮膜が十分に破壊されなかった。そのため、フィン接合部24におけるフィレットの形成が不安定であった。

試験体31は、ろう材層B中のBeの含有量が多かったため、中空構造体20の内部にLiの酸化物が多量に形成された。そのため、フィン接合部24においてフィレットが形成されなかった。

[0108] 試験体32は、ろう材層B中のBiの含有量が少なかったため、中空構造体20の内部に存在する酸化皮膜が十分に破壊されなかった。そのため、フィン接合部24におけるフィレットの形成が不安定であった。

試験体33は、ろう材層B中のBiの含有量が多かったため、中空構造体20の内部が変色した。また、試験体33は、フィン接合部24におけるフィレットが形成されなかった。

[0109] 試験体 34 は、ろう材層 B 中の S i の含有量が少なかったため、ろうの供給量が不足した。そのため、ジャケット接合部 23 におけるフィレットの形成が不安定であるとともに、フィン接合部 24 においてフィレットが形成されなかった。

試験体 35 は、ろう材層 B 中の S i の含有量が多かったため、ろうの供給量が過剰となり、心材の溶解量が増加した。その結果、ジャケット接合部 23 及びフィン接合部 24 のいずれにもフィレットが形成されなかった。

[0110] 試験体 36 は、ろう材層 B 中の M g の含有量が多かったため、M g とフラックスとの反応により当接部 201 におけるろうの流動性が低下した。その結果、ジャケット接合部 23 におけるフィレットの形成が不安定であった。

[0111] 試験体 37 は、インナーフィン 3 中の S i の含有量が少なかったため、ろう付時の加熱中にろう材層 B からインナーフィン 3 へ拡散する S i の量が多くなった。そのため、ろう材層 B 中の S i 量が低下した。また、試験体 37 は、インナーフィン 3 中の M g の含有量が少なかったため、最も外側のフィンプレート 313 によりフラックスをせき止めることができなかった。そのため、フィンプレート 313 よりも内側のフィンプレート 314 までフラックスが浸入した。これらの結果、試験体 37 は、フィン接合部 24 におけるフィレットの形成が不安定であった。

[0112] 試験体 38 は、インナーフィン 3 中の M g の含有量が多かったため、インナーフィン 3 の表面に M g の酸化物が多量に形成された。その結果、フィン接合部 24 におけるフィレット形成が不安定であった。

試験体 39 は、インナーフィン 3 中の S i の含有量が多かったため、インナーフィン 3 融点が低下し、ろう付時の加熱中にインナーフィン 3 の一部が溶解した。その結果、フィン接合部 24 におけるフィレット形成が不安定であった。

[0113] 試験体 40 は、心材層 A 中の M g の含有量が少なかったため、中空構造体 20 の内部に存在する酸化皮膜が十分に破壊されなかった。そのため、フィン接合部 24 におけるフィレットの形成が不安定であった。

試験体 4 1 は、心材層 A 中の Mg の含有量が多かったため、Mg とフラックスとの反応により当接部 2 0 1 におけるろうの流動性が低下した。その結果、ジャケット接合部 2 3 におけるフィレットの形成が不安定であった。

[0114] なお、本発明は、上述した実施例及び実験例に限定されることはなく、その趣旨を損なわない範囲で適宜構成を変更することができる。例えば、実施例及び実験例においては、2 枚のクラッド板 2 0 0 から中空構造体 2 0 を組み立てる例を説明したが、中空構造体 2 0 は、1 枚のクラッド板 2 0 0 を筒状に成形することにより作製してもよい。

請求の範囲

[請求項1] Mg : 0.40～1.0質量%を含有し、残部がAl及び不可避免的不純物からなる化学成分を有する心材層と、Si : 4.0～13.0質量%を必須に含み、更にLi : 0.0040～0.10質量%、Be : 0.0040～0.10質量%及びBi : 0.01～0.30質量%のうち1種又は2種以上を含み、Mgの含有量が0.10質量%未満に規制され、残部がAl及び不可避免的不純物からなる化学成分を有し、上記心材層の少なくとも一方の面にクラッドされたろう材層とを有するクラッド板を準備し、

Si : 0.30～0.70質量%及びMg : 0.35～0.80質量%を含有し、残部がAl及び不可避免的不純物からなる化学成分を有するインナーフィンを準備し、

上記クラッド板から構成され、上記ろう材層が内側に配置されているとともに、上記ろう材層同士が当接する当接部を有する中空構造体と、該中空構造体の内部に収容された上記インナーフィンと、Csを含有し、上記当接部及びその近傍に塗布されたフラックスとを有する被処理物を組み立て、

不活性ガス雰囲気下で上記被処理物を加熱して上記フラックス及び上記ろう材層を溶融させることにより、上記中空構造体及び上記インナーフィンを一括してろう付する、熱交換器の製造方法。

[請求項2] 上記心材層は、更にMn : 0.050～1.3質量%、Si : 1.0質量%以下、Fe : 1.0質量%以下、Cu : 0.90質量%以下、Zn : 6.5質量%以下、Ti : 0.20質量%以下及びZr : 0.50質量%以下からなる群のうち1種または2種以上を含有している、請求項1に記載の熱交換器の製造方法。

[請求項3] 上記インナーフィンは、更にMn : 0.050～1.3質量%、Fe : 1.0質量%以下、Cu : 0.90質量%以下、Zn : 6.5質量%以下、Ti : 0.20質量%以下及びZr : 0.50質量%以下

からなる群のうち1種または2種以上を含有している、請求項1または2に記載の熱交換器の製造方法。

[請求項4] 上記フラックスの塗布量は、上記当接部1 mあたり0.05～1.0 gである、請求項1～3のいずれか1項に記載の熱交換器の製造方法。

[請求項5] 上記フラックスは、13～58質量%のCsを含有している、請求項1～4のいずれか1項に記載の熱交換器の製造方法。

[請求項6] Mg : 0.40～1.0質量%を含有し、残部がAl及び不可避免的不純物からなる化学成分を有する板材から構成され、発熱体を搭載する発熱体搭載面を外表面に有するとともに、冷媒が流通する冷媒流路を内部に備えたジャケットと、

アルミニウム合金より構成され、上記冷媒流路に配置されたインナーフィンと、

Al-Si合金からなり、上記ジャケットにおける上記板材同士を接合するジャケット接合部と、

Al-Si合金からなり、上記ジャケットと上記インナーフィンとを接合するフィン接合部とを有し、

上記ジャケットの内表面における、上記ジャケット接合部から上記インナーフィンまでの間のみにCsが存在している、熱交換器。

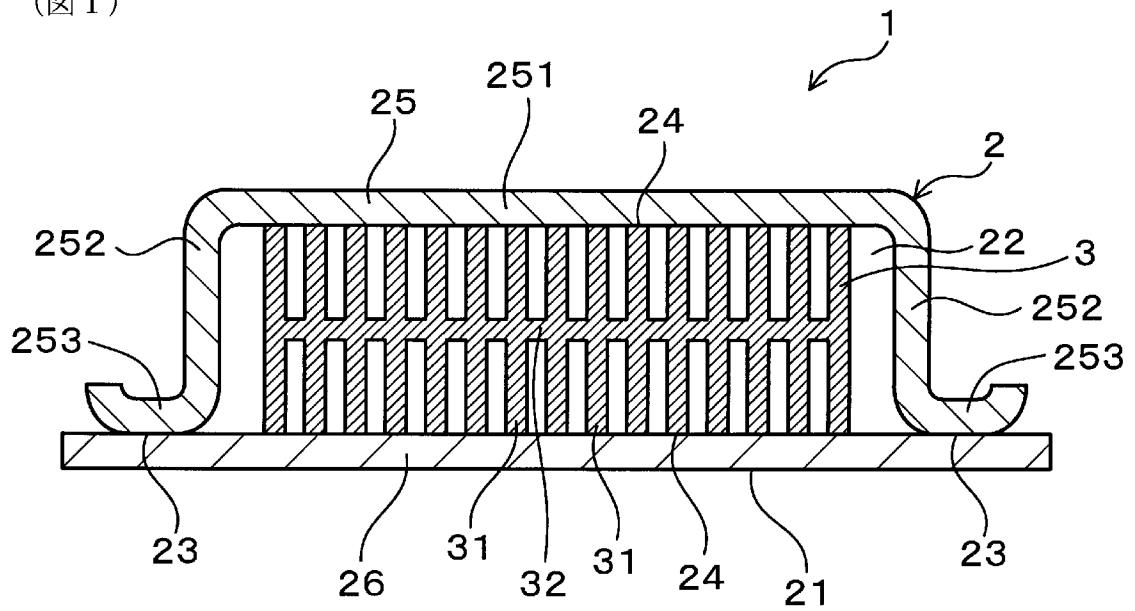
[請求項7] 上記板材は、更にMn : 0.050～1.3質量%、Si : 1.0質量%以下、Fe : 1.0質量%以下、Cu : 0.90質量%以下、Zn : 6.5質量%以下、Ti : 0.20質量%以下、Zr : 0.50質量%以下からなる群のうち1種または2種以上を含有している、請求項6に記載の熱交換器。

[請求項8] 上記インナーフィンは、Si : 0.30～0.70質量%及びMg : 0.35～0.80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化学成分を有するアルミニウム合金から構成されている、請求項6または7に記載の熱交換器。

[請求項9] 上記インナーフィンは、更にMn : 0.050～1.3質量%、Fe : 1.0質量%以下、Cu : 0.90質量%以下、Zn : 6.5質量%以下、Ti : 0.20質量%以下及びZr : 0.50質量%以下からなる群のうち1種または2種以上を含有している、請求項8に記載の熱交換器。

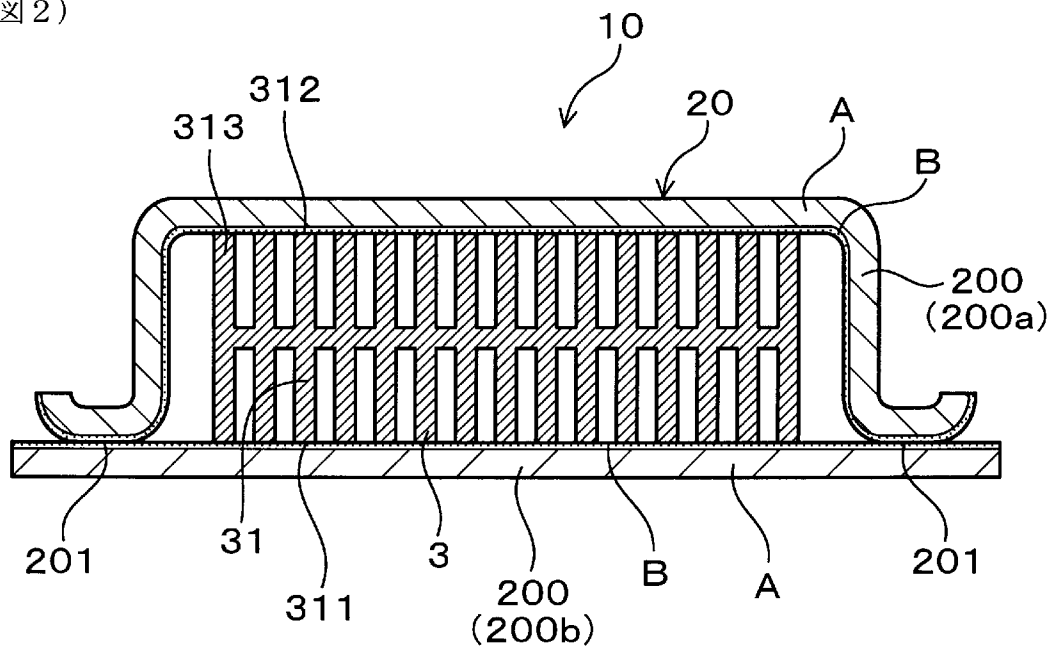
[図1]

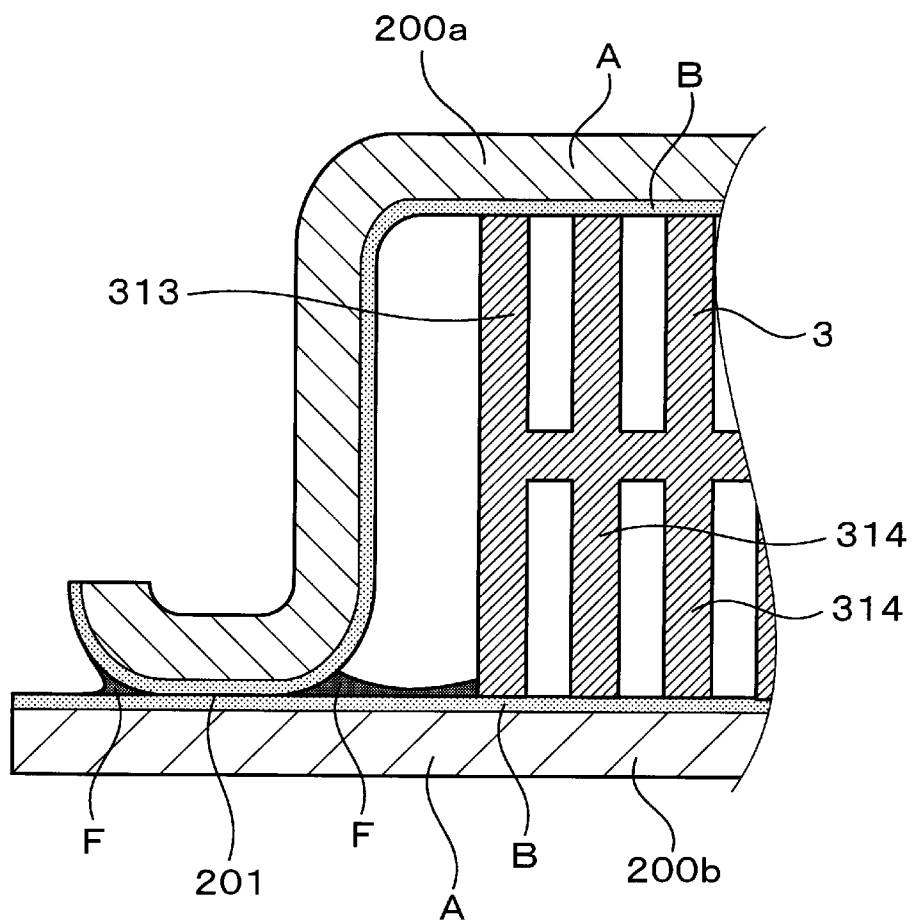
(図1)



[図2]

(図2)





INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/075020

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B23K1/00(2006.01)i, B23K1/19(2006.01)i, B23K31/02(2006.01)i,
B23K35/22(2006.01)i, B23K35/28(2006.01)i, B23K35/363(2006.01)i,
C22C21/00(2006.01)i, F28F21/08(2006.01)i, B23K101/14(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)

B23K1/00, B23K1/19, B23K31/02, B23K35/22, B23K35/28, B23K35/363,
C22C21/00, F28F21/08, B23K101/14, B23K103/10

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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.
Y	JP 2004-25297 A (The Furukawa Electric Co., Ltd.), 09 December 2004 (09.12.2004), paragraphs [0002], [0013], [0018] to [0021], [0041] to [0042]; tables 1 to 2; fig. 1 to 4 & US 2004/0238605 A1 paragraphs [0003], [0041], [0059] to [0063], [0111] to [0112]; tables 1 to 2; fig. 1 to 4 & CN 1561278 A & KR 10-0951504 B1	1-9
Y	JP 2013-233552 A (Sumitomo Light Metal Industries, Ltd.), 21 November 2013 (21.11.2013), paragraphs [0010] to [0012], [0019], [0022] & US 2015/0118517 A1 paragraphs [0011] to [0012] & EP 2848354 A1	1-9



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"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

"T"

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

"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

"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

"&"

document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
21 September 2016 (21.09.16)

Date of mailing of the international search report
04 October 2016 (04.10.16)

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/JP2016/075020

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 2000-202620 A (Denso Corp.), 25 July 2000 (25.07.2000), paragraph [0030] (Family: none)	1-9
Y	JP 3-226396 A (Toyota Central Research and Development Laboratories, Inc.), 07 October 1991 (07.10.1991), page 2, upper left column, line 18 to upper right column, line 3; page 3, lower left column, lines 4 to 17; page 11, upper right column, line 1 to lower left column, line 3; table 5 & US 5171377 A page 7, left column, lines 14 to 20; page 8, left column, lines 8 to 24; page 12, left column, line 65 to right column, line 39; table 5 & IT 1243401 A	1-9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/075020

Continuation of A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
(International Patent Classification (IPC))

B23K103/10(2006.01)n

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

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. B23K1/00(2006.01)i, B23K1/19(2006.01)i, B23K31/02(2006.01)i, B23K35/22(2006.01)i, B23K35/28(2006.01)i, B23K35/363(2006.01)i, C22C21/00(2006.01)i, F28F21/08(2006.01)i, B23K101/14(2006.01)n, B23K103/10(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. B23K1/00, B23K1/19, B23K31/02, B23K35/22, B23K35/28, B23K35/363, C22C21/00, F28F21/08, B23K101/14, B23K103/10

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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
Y	JP 2004-25297 A（古河電気工業株式会社）2004.12.09, 段落 [0002], [0013], [0018]-[0021], [0041]-[0042], 表 1-2, 図 1-4 & US 2004/0238605 A1, 段落[0003], [0041], [0059]-[0063], [0111]-[0112], 表 1-2, 図 1-4 & CN 1561278 A & KR 10-0951504 B1	1-9
Y	JP 2013-233552 A（住友軽金属工業株式会社）2013.11.21, 段落 [0010]-[0012], [0019], [0022] & US 2015/0118517 A1, 段落 [0011]-[0012] & EP 2848354 A1	1-9

☒ 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

21.09.2016

国際調査報告の発送日

04.10.2016

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）

本庄 亮太郎

3 P

6101

電話番号 03-3581-1101 内線 3363

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 2000-202620 A (株式会社デンソー) 2000. 07. 25, 段落[0030] (ファミリーなし)	1-9
Y	JP 3-226396 A (株式会社豊田中央研究所) 1991. 10. 07, 第 2 ページ 左上欄第 18 行-右上欄第 3 行, 第 3 ページ左下欄第 4 行-第 17 行, 第 11 ページ右上欄第 1 行-左下欄第 3 行, 第 5 表 & US 5171377 A , 第 7 ページ左欄第 14 行-第 20 行, 第 8 ページ左欄第 8 行-第 24 行, 第 12 ページ左欄第 65 行-右欄第 39 行, 第 5 表& IT 1243401 A	1-9