

(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2017-29989

(P2017-29989A)

(43) 公開日 平成29年2月9日(2017.2.9)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B 2 3 K 1/19 (2006.01)	B 2 3 K 1/19 E	
B 2 3 K 1/00 (2006.01)	B 2 3 K 1/00 S	
B 2 3 K 1/20 (2006.01)	B 2 3 K 1/19 D	
B 2 3 K 31/02 (2006.01)	B 2 3 K 1/20 A	
C 2 2 C 21/00 (2006.01)	B 2 3 K 1/20 H	
審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 22 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2015-149694 (P2015-149694)
 (22) 出願日 平成27年7月29日 (2015.7.29)

(71) 出願人 000107538
 株式会社U A C J
 東京都千代田区大手町一丁目7番2号
 (74) 代理人 110000648
 特許業務法人あいち国際特許事務所
 (72) 発明者 伊藤 泰永
 東京都千代田区大手町一丁目7番2号 株
 式会社U A C J 内
 (72) 発明者 柳川 裕
 東京都千代田区大手町一丁目7番2号 株
 式会社U A C J 内
 (72) 発明者 山吉 知樹
 東京都千代田区大手町一丁目7番2号 株
 式会社U A C J 内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アルミニウム構造体の製造方法

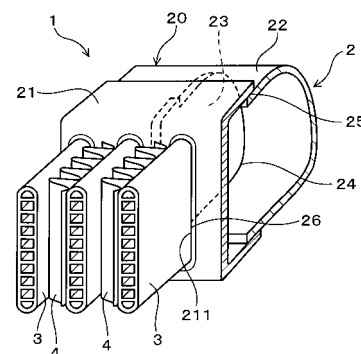
(57) 【要約】

【課題】中空構造体と筒状部材とを有するアルミニウム構造体において、中空構造体の外表面及び内表面の両面に健全なフィレットを容易に形成することができる製造方法を提供する。

【解決手段】アルミニウム材よりなる心材と、Al-Si系合金よりなる第1ろう材と、570 以下の固相線温度を有するAl-Si系合金よりなる第2ろう材とを含む複層構造を有すると共に、複層構造における少なくとも1層に酸化皮膜を破壊する元素が含まれたクラッド板を準備する。アルミニウム材からなる筒状部材3を準備する。貫通穴211を有すると共に外表面側が第1ろう材よりなる中空構造体2をクラッド板から作製する。筒状部材3を貫通穴211に挿入して筒状部材3の端部が中空構造体2の内部に配置されたアルミニウム構造体1を組み立てる。アルミニウム構造体1を不活性ガス雰囲気中で加熱して中空構造体2と筒状部材3とを接合するろう付処理を行う。

【選択図】 図1

(図1)



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

アルミニウム材よりなる心材と、Al-Si系合金よりなり上記心材の一方の面に配置された第1ろう材と、Cu及びZnのうち少なくとも一方を含み570 以下の固相線温度を有するAl-Si系合金よりなり、上記心材の他方の面に配置された第2ろう材とを含む複層構造を有すると共に、該複層構造における少なくとも1層に酸化皮膜を破壊する元素が含まれたクラッド板を準備し、

アルミニウム材からなる筒状部材を準備し、

該筒状部材を挿入する貫通穴を有すると共に外表面側が上記第1ろう材よりなる中空構造体を上記クラッド板から作製し、

上記筒状部材を上記貫通穴に挿入して上記筒状部材の端部が上記中空構造体の内部に配置されたアルミニウム構造体を組み立て、

該アルミニウム構造体を不活性ガス雰囲気中で加熱して上記中空構造体と上記筒状部材とを接合するろう付処理を行うことを特徴とするアルミニウム構造体の製造方法。

【請求項 2】

上記心材は、Mg：0.2～1.3%（質量%、以下同じ）を含有し、残部がAl及び不可避不純物からなる化学成分を有していることを特徴とする請求項1に記載のアルミニウム構造体の製造方法。

【請求項 3】

上記クラッド板は、上記心材と上記第1ろう材との間に配置された中間材を更に有しており、該中間材は、Li：0.05%以上、Be：0.05%以上、Ba：0.05%以上及びCa：0.05%以上からなる群より選ばれる1種または2種以上を含有し、残部がAl及び不可避不純物からなる化学成分を有していることを特徴とする請求項1または2に記載のアルミニウム構造体の製造方法。

【請求項 4】

上記中間材は、更にSi：4～13%を含有していることを特徴とする請求項3に記載のアルミニウム構造体の製造方法。

【請求項 5】

上記中間材は、更にZn：0.2～6%及びCu：0.1～3%のうち少なくとも一種を含有していることを特徴とする請求項3または4に記載のアルミニウム構造体の製造方法。

【請求項 6】

上記中間材は、更にMg：0.2～6%を含有していることを特徴とする請求項3～5のいずれか1項に記載のアルミニウム構造体の製造方法。

【請求項 7】

上記クラッド板は、上記心材と上記第1ろう材との間に中間材を更に有しており、該中間材は、Mg：0.2～6%を含有し、残部がAl及び不可避不純物からなる化学成分を有していることを特徴とする請求項1または2に記載のアルミニウム構造体の製造方法。

【請求項 8】

上記中間材は、更にSi：4～13%を含有していることを特徴とする請求項7に記載のアルミニウム構造体の製造方法。

【請求項 9】

上記中間材は、更にBi：0.02～1.2%を含有していることを特徴とする請求項3～8のいずれか1項に記載のアルミニウム構造体の製造方法。

【請求項 10】

上記第1ろう材は、Si：6～13%を必須に含有し、更にMg：0.2～1.2%、Li：0.004～0.1%、Be：0.004～0.1%及びCa：0.005～0.03%からなる群より選ばれる1種または2種以上を含有していることを特徴とする請求項1～9のいずれか1項に記載のアルミニウム構造体の製造方法。

【請求項 11】

上記第1ろう材は、更にBi: 0.004 ~ 0.2%を含有していることを特徴とする請求項10に記載のアルミニウム構造体の製造方法。

【請求項12】

上記ろう付処理の前に上記中空構造体を酸またはアルカリによりエッチングすることを特徴とする請求項1 ~ 11のいずれか1項に記載のアルミニウム構造体の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、中空構造体と、該中空構造体に差し込まれた筒状部材とを有するアルミニウム構造体の製造方法に関する。

10

【背景技術】

【0002】

アルミニウム材は、熱伝導率が高い、軽量である等の種々の利点を有する。そのため、近年、空調機や自動車等に組み込まれるパラレルフロー型熱交換器をアルミニウム製にするための検討が活発になされている（例えば、特許文献1）。

【0003】

パラレルフロー型熱交換器に例示される、貫通穴を有する中空構造体と上記貫通穴に差し込まれた筒状部材とを有するアルミニウム構造体は、通常、中空構造体と筒状部材とをろう付することにより製造される。アルミニウム構造体のろう付方法としては、Al-Si（アルミニウム-シリコン）系合金からなるろう材を用い、ろう材上にフッ化物系のフラックスを塗布した後に窒素雰囲気下で被処理物を加熱してろう付する、いわゆるフラックスろう付法が多用されている。ろう材は、中空構造体の内表面及び外表面に設けられており、場合によっては筒状部材の外表面にも設けられることがある。

20

【0004】

しかし、フラックスろう付法においては、フラックスの塗布量が不足すると、ろう付すべきアルミニウム材の表面に存在する酸化皮膜の破壊が不十分となるおそれがある。その結果、ろう付性の低下を招き、場合によってはろう付不良が発生するおそれがある。

【0005】

また、例えば熱交換器においては、アルミニウム構造体の外表面に表面処理を施す工程があり、この工程において酸等を用いてフラックス残渣を洗い落とす作業のコスト負担が問題視されている。更に、近年では、特に自動車用の熱交換器において、熱交換器の一層の小型化、軽量化が強く望まれており、これに伴って熱交換器内部の冷媒流路が微細化している。そのため、ろう付を行った後に、冷媒流路がフラックス残渣で目詰まりを起こすという問題が生じている。

30

【0006】

また、フラックスろう付法に用いるフッ化物系フラックスは、アルミニウム材に含まれるMg（マグネシウム）と反応して消費され、ろう付性の悪化を招くという問題がある。そのため、フラックスろう付法は、Mgを含む高強度材料のろう付を行うことが困難である。また、高強度材料を使用できないことから、アルミニウム材の薄肉化、ひいてはアルミニウム構造体の軽量化には限界がある。

40

【0007】

そこで、酸化皮膜を破壊する作用を有するMg等をろう材に添加し、フラックスを用いることなく不活性ガス雰囲気下でろう付を行う、いわゆるフラックスレスろう付法が提案されている。例えば特許文献2には、Al-Si-Mg系合金ろう材を用い、非酸化性ガス雰囲気下でフラックス無しでろう付を行う方法が提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開2012-67994号公報

【特許文献2】特開平11-285817号公報

50

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

しかし、フラックスレスろう付法は、フラックスろう付法に比べて、被処理物の形状や構造、及びろう付接合を形成する位置によってはろう付接合の品質が悪化しやすいという問題がある。例えば、フラックスレスろう付法により中空構造体と筒状部材とのろう付を行う場合、加熱によって生じたらうが中空構造体の内部へ引き込まれ、中空構造体の外表面にフィレットが形成されにくいという問題がある。中空構造体の外表面におけるフィレット切れ等の発生は、外観上問題となるおそれがあるため、好ましくない。

【0010】

フラックスレスろう付法によるろう付性を改善するために、不活性ガスの純度を高めて酸素濃度や露点を低下させる、あるいは不活性ガスとして高純度のアルゴンガスを用いるなどの方法も考えられる。しかし、これらの方法は、中空構造体の外表面にフィレットを形成させる効果が十分ではないことに加え、生産性やコスト面で問題があり、量産設備に適用することは困難である。

【0011】

また、中空構造体と筒状部材との接合においては、筒状部材を差し込む貫通穴の寸法を筒状部材よりもわずかに大きくする必要がある。そのため、筒状部材の外表面と中空構造体との間にある程度のクリアランスが形成される。このクリアランスを厳密に制御することによりろう付性を改善する方法も検討されているが、上記と同様に、ろう付性の改善効果、生産性及びコスト面での問題により、工業的な規模で上記の方法を適用することは困難である。

【0012】

ろうが中空構造体の内部へ引き込まれる現象は、例えば以下のメカニズムにより起こると考えられる。フラックスレスろう付法においては、ろう材や心材に添加したMg等の元素がろう材及び相手材の表面に存在する酸化皮膜を破壊することによりろう付が進行する。加熱を開始した後ろう材が溶融し始めるまでの間は、Mg等が固体のろう材中を拡散して表面まで移動する。そのため、ろう材が溶融し始めるまでの間は、ろう材の酸化皮膜の破壊はゆっくり進行し、相手材の酸化皮膜はほとんど破壊されない。

【0013】

ろう材の溶融が始まった直後は、ろう材及び相手材のいずれの酸化皮膜も十分に破壊されていない。そのため、フィレットの形成がゆっくり進行する。

【0014】

このとき、中空構造体の内部においては、中空構造体の内表面等が酸化されることにより、雰囲気中の酸素が減少している。また、中空構造体の内部には外部空間から雰囲気が流入しにくい。これらの結果、中空構造体内部の雰囲気の酸素濃度が外部空間に比べて低くなっている。そのため、中空構造体の内部に存在する酸化皮膜は中空構造体の外部に存在する酸化皮膜に比べて速やかに破壊される。その結果、中空構造体内部に存在するろう材は、外部に存在するろう材よりも早期に流動することができるようになり、中空構造体の内部、即ち、例えば筒状部材と中空構造体の内表面との被接合部に優先的にフィレットが形成される。

【0015】

ろう材の溶融が更に進行し、中空構造体の外表面のろうが流動可能になると、中空構造体の内部と外部とがろうを介して繋がった状態となる。それ故、外表面のろうが中空構造体の内部に引き込まれ、中空構造体の外表面にフィレットが形成されにくくなる。

【0016】

フラックスレスろう付法によるアルミニウム構造体のろう付は、上述したように良好なろう付接合を安定して形成することが困難であることに加え、使用し得る材料やろう付設備の制約が大きい。そのため、フラックスレスろう付法によるアルミニウム構造体のろう付を工業的な規模で長期間に亘って継続した例は、現在に至るまで存在していない。しか

10

20

30

40

50

し、フラックスレスろう付法は、フラックスによる目詰まりやフラックス残渣の悪影響を回避することができる、フラックスの塗布ムラによるろう付不良の発生を回避することができる、高強度材料を適用することができる、及び、アルミニウム材を薄肉化することができる等、フラックスレスろう付法では実現が困難な問題を解決することができる。そのため、フラックスレスろう付法を実用化することが強く望まれている。

【0017】

本発明は、かかる背景に鑑みてなされたものであり、中空構造体と筒状部材とを有するアルミニウム構造体において、中空構造体の外表面及び内表面の両面に健全なフィレットを容易に形成することができる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】

10

【0018】

本発明の一態様は、アルミニウム材よりなる心材と、Al-Si系合金よりなり上記心材の一方の面に配置された第1ろう材と、Cu及びZnのうち少なくとも一方を含み570以下の固相線温度を有するAl-Si系合金よりなり、上記心材の他方の面に配置された第2ろう材とを含む複層構造を有すると共に、該複層構造における少なくとも1層に酸化皮膜を破壊する元素が含まれたクラッド板を準備し、

アルミニウム材からなる筒状部材を準備し、

該筒状部材を挿入する貫通穴を有すると共に外表面側が上記第1ろう材よりなる中空構造体を上記クラッド板から作製し、

上記筒状部材を上記貫通穴に挿入して上記筒状部材の端部が上記中空構造体の内部に配置されたアルミニウム構造体を組み立て、

20

該アルミニウム構造体を不活性ガス雰囲気中で加熱して上記中空構造体と上記筒状部材とを接合するろう付処理を行うことを特徴とするアルミニウム構造体の製造方法にある。

【発明の効果】

【0019】

上記アルミニウム構造体の製造方法において、上記中空構造体は、外表面側に上記第1ろう材が配置され、内表面側に上記第2ろう材が配置されるように作製されている。上記第2ろう材は上述したように上記特定の範囲の固相線温度を有している。そのため、上記アルミニウム構造体の上記ろう付処理を開始すると、上記第1ろう材よりも先に上記第2ろう材に由来するろうが流動できるようになる。その結果、上記第2ろう材に由来するろうが上記中空構造体の内部に存在する被接合部に供給され、フィレットを形成する。

30

【0020】

一方、上記第1ろう材に由来するろうは、上記中空構造体内部の被接合部にフィレットが形成されるまでは上記中空構造体の外表面に留まっており、内表面側にフィレットが形成された後に流動できるようになる。その結果、上記第1ろう材に由来するろうは上記中空構造体の内部へ引き込まれにくくなる。また、上記第1ろう材に由来するろうを上記中空構造体の外表面に存在する被接合部に供給することができるため、中空構造体の外表面に容易にフィレットを形成することができる。

【0021】

以上の結果、上記製造方法は、上記中空構造体と上記筒状部材との被接合部における内表面及び外表面の両方に健全なフィレットを容易に形成することができる。

40

【0022】

また、上記製造方法は、上述したように、ろう付処理前の上記アルミニウム構造体を上記特定の構成にすることにより、上記中空構造体の両表面に健全なフィレットを形成することができる。そのため、ろう付時の雰囲気管理や筒状部材と中空構造体とのクリアランスの管理を行う方法に比べてコスト負荷が小さく、更には外表面に健全なフィレットを形成する効果が高い。

【0023】

上記製造方法は、中空構造体と筒状部材とを有するアルミニウム構造体であればどのような用途のものにも適用することができ、空調器や自動車等に搭載されるパラレルフロー

50

型熱交換器に特に好適に適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】実施例における、パラレルフロー型熱交換器を模擬した試験体の要部を示す斜視図である。

【図2】実施例における、試験体の要部の断面図である。

【図3】図2のIII-III線矢視断面における、中空構造体と筒状部材との被接合部及び中空構造体とセパレータ部との被接合部を示す拡大図である。

【図4】図2における、ヘッダ部とタンク部との被接合部を示す拡大図である。

【発明を実施するための形態】

【0025】

上記アルミニウム構造体の製造方法において、上記心材及び上記筒状部材を構成する「アルミニウム材」は、純アルミニウムであってもよく、アルミニウム合金であってもよい。

【0026】

また、上記筒状部材は、例えば押出管や押出多孔管などの押出型材であっても良く、アルミニウム板を筒状に成形してなる成形板材であってもよい。上記押出型材は、その外表面にろう材が積層されていてもよい。また、上記成形板材は心材とろう材とを積層してなるブレージングシートから作製することもできる。

【0027】

上記中空構造体を構成するクラッド板は、上記心材と、上記第1ろう材と、上記第2ろう材とを含む複層構造を有している。即ち、上記クラッド板は、心材の両面にろう材が配置された3層クラッド板であってもよく、心材とろう材との間にこれらとは異なる化学成分を有する中間材が配置された4層以上の複層クラッド板であってもよい。

【0028】

また、上記クラッド板は、上記複層構造における少なくとも1層に酸化皮膜を破壊する元素を含んでいる。これにより、フラックスレスろう付を実現することができる。酸化皮膜を破壊する元素としては、例えば、Mg（マグネシウム）、Li（リチウム）、Be（ベリリウム）、Ba（バリウム）及びCa（カルシウム）等がある。

【0029】

これらの元素は、後述するようにろう中に溶出することができる構成であれば、複層構造に含まれる全ての層に含まれている必要はない。例えば、Mg等が心材に含まれている場合には、第1ろう材、第2ろう材及び中間材等にMg等が含まれていなくても良い。一方、第1ろう材や、第1ろう材と心材との間の中間材にMg等が含まれている場合には、Mg等を第2ろう材まで拡散させ、ろう中に溶出させることが難しい。それ故、この場合には、第2ろう材または心材がMg等を含んでいる必要がある。

【0030】

上記心材は、Mg：0.2～1.3%（質量%、以下同じ）を含有し、残部がAl及び不可避不純物からなる化学成分を有するアルミニウム合金より構成されていてもよい。心材に含まれるMgは、ろう付処理において、第1ろう材に由来するろう及び第2ろう材に由来するろうに溶出する。それ故、心材から溶出したMgにより中空構造体や筒状部材等の表面に存在する酸化皮膜を破壊することができる。その結果、健全なフィレットをより容易に形成することができる。

【0031】

Mgの含有量が0.2%未満の場合には、酸化皮膜を破壊する効果が不十分となるおそれがある。一方、Mgの含有量が1.3%を超える場合には、ろう付処理の際に、心材へろうが浸透する「エロージョン」と呼ばれる現象が発生し、ろう付性が低下するおそれがある。また、この場合には、ろうに溶出するMgの量が多くなることにより、ろうの表面張力が低下し、フィレットを形成する能力の低下を招くおそれがある。

【0032】

10

20

30

40

50

上記第1ろう材は、Si：6～13%を必須に含有し、更にMg：0.2～1.2%、Li：0.004～0.1%、Be：0.004～0.1%及びCa：0.005～0.03%からなる群より選ばれる1種または2種以上を含有し、残部がAl及び不可避不純物からなる化学成分を有するアルミニウム合金より構成されていてもよい。Siの含有量を上記特定の範囲とすることにより、中空構造体の外表面に存在する被接合部に十分な量のろうを供給し、ろう付性を向上させることができる。

【0033】

また、Mg、Li、Be、Ba及びCaの含有量を上記特定の範囲とすることにより、ろう付処理においてこれらの元素をろう中に溶出させ、被接合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、健全なフィレットを容易に形成することができる。

10

【0034】

第1ろう材中のSiの含有量が6%未満の場合には、ろう付処理において生じるろうの量が不足する、あるいはろうの流動性が低下する等の問題が生じるおそれがある。その結果、ろう付性の低下を招くおそれがある。一方、Siの含有量が13%を超える場合には、ろうが過剰に流動するおそれがある。また、この場合には、第1ろう材の圧延の際に割れが生じ易くなる。

【0035】

Mg、Li、Be、Ba及びCaの含有量が上記特定の範囲未満の場合には、酸化皮膜を破壊する効果が不十分となるおそれがある。一方、これらの元素の含有量が上記特定の範囲を超える場合には、上記第1ろう材にMg等に由来する強固な酸化皮膜が形成され、ろう付性の低下を招くおそれがある。

20

【0036】

上記第1ろう材を構成するアルミニウム合金は、更にBi（ビスマス）：0.004～0.2%を含有していてもよい。Biは、ろう中に存在することにより表面張力を低下させ、結果としてろう付性を向上させることができる。Biの含有量が0.004%未満の場合には、表面張力を低下させる効果が不十分となる。また、Biの含有量が0.2%を超える場合には、第1ろう材の圧延の際に割れが生じ易くなる。更に、この場合には、ろうの表面張力が過度に低下し、かえってフィレットを形成する能力が低下するおそれがある。

【0037】

30

上記第2ろう材は、Cu及びZnのうち少なくとも一方を含み570以下の固相線温度を有するAl-Si系合金より構成されている。第2ろう材の固相線温度を上記特定の範囲とすることにより、第1ろう材に由来するろうよりも先に第2ろう材に由来するろうを流動させ、中空構造体の内部側に存在する被接合部に先にフィレットを形成することができる。その結果、中空構造体の外表面及び内表面の両方に、健全なフィレットを容易に形成することができる。

【0038】

第2ろう材の固相線温度が570を超える場合には、第1ろう材に由来するろうよりも先に第2ろう材に由来するろうを流動させることが難しい。そのため、この場合には、第1ろう材に由来するろうが中空構造体の内部へ引き込まれ易くなり、中空構造体の外表面にフィレット切れ等が発生するおそれがある。

40

【0039】

具体的には、第2ろう材を構成するAl-Si系合金は、Si：6～13%を必須に含有し、更にCu：0.2～2%及びZn：2～6%のうち少なくとも一方を含んでいることが好ましい。この場合には、上記特定の範囲の固相線温度を容易に実現することができる。Cu及びZnの含有量がいずれも上記特定の範囲未満の場合には、第2ろう材の固相線温度が570を超えるおそれがある。一方、Cu及びZnのうちいずれか一方の含有量が上記特定の範囲を超える場合には、第2ろう材の圧延時に割れが発生するおそれがある。なお、第2ろう材中のSiの作用効果及びその限定理由は、第1ろう材と同様である。

50

【0040】

上記心材と上記第1ろう材との間に中間材が配置されている場合には、中間材は、Li：0.05%以上、Be：0.05%以上、Ba：0.05%以上及びCa：0.05%以上からなる群より選ばれる1種または2種以上を含有し、残部がAl及び不可避不純物からなる化学成分を有するアルミニウム合金より構成されていてもよい。中間材に含まれる上記の元素は、ろう付処理において第1ろう材に由来するろう中に溶出し、酸化皮膜を破壊することができる。その結果、健全なフィレットを容易に形成することができる。

【0041】

中間材に上記4種の元素のうちいずれか1種のみが含まれる場合には、当該元素の含有量を0.05%以上とすることにより、酸化皮膜を破壊する効果を十分に得ることができる。また、中間材に上記4種の元素のうち2種以上が含まれる場合には、少なくとも1種の元素の含有量を0.05%以上とすることにより酸化皮膜を破壊する効果を十分に得ることができる。

10

【0042】

上記4種の元素の含有量の上限は、第1ろう材と中間材との厚みの比率によって変化する。具体的には、上記4種の元素が全て第1ろう材に由来するろう中に溶出したと仮定した場合に、ろう中の上記元素の合計量が0.15%以下となることが好ましく、0.1%以下となることがより好ましい。例えば、中間材が第1ろう材の1/5の厚みを有し、中間材にLi及びBeが含まれている場合には、中間材中のLiとBeとの合計量を0.75%以下にすることが好ましく、0.5%以下にすることがより好ましい。

20

【0043】

ろう中の上記元素の合計量が0.15%を超える場合には、ろう付処理中に当該元素の酸化物が形成され、ろう付性の低下を招くおそれがある。また、中間材中の上記元素の合計量が1.5%を超える場合には、中間材の鑄造や圧延の際に割れが生じ易くなる。

【0044】

上記中間材を構成するアルミニウム合金は、更にSi：4～13%を含有していてもよい。この場合には、ろう付処理中に第1ろう材と中間材とが同時に溶融し始めるため、中間材中のLi等が速やかにろう中に溶出する。その結果、酸化皮膜の破壊をより早期から行うことができ、特に昇温速度が速い場合にろう付性をより向上させることができる。

【0045】

中間材中のSiの含有量が4%未満の場合には、中間材の溶融開始が遅くなるため、上記の効果が不十分となるおそれがある。一方、Siの含有量が13%を超える場合には、心材の溶解量が過度に多くなり、ろう付性の低下を招くおそれがある。また、この場合には、中間材の圧延の際に割れが生じ易くなる。

30

【0046】

上記中間材を構成するアルミニウム合金は、更にZn：0.2～6%及びCu：0.1～3%のうち少なくとも一種を含有していてもよい。この場合には、中間材の固相線温度が低下するため、第1ろう材の溶融直前において、第1ろう材へのLi等の拡散速度を増大させることができる。その結果、酸化皮膜を破壊する効果をより向上させることができる。

40

【0047】

Zn及びCuの含有量がいずれも上記の範囲未満である場合には、中間材の固相線温度が十分に低下しないため、上記の効果が不十分となるおそれがある。一方、ZnまたはCuの少なくとも一方の含有量が上記の範囲を超える場合には、中間材の圧延の際に割れが生じ易くなる。

【0048】

上記中間材を構成するアルミニウム合金は、更にMg：0.2～6%を含有していてもよい。Mgは、上述したLi等と同様に酸化皮膜を破壊する作用を有する。そのため、上記中間材に上記特定の範囲のMgが含まれることにより、Li等に加えてMgによる酸化皮膜を破壊する効果を得ることができ、酸化皮膜の破壊をより促進することができる。

50

【 0 0 4 9 】

中間材中の M g の含有量が 0 . 2 % 未満の場合には、M g による上記の効果が不十分となるおそれがある。一方、M g の含有量が 6 % を超える場合には、中間材の圧延の際に割れが生じ易くなる。

【 0 0 5 0 】

また、上記クラッド板の中間材は、上述した L i 等を必須に含むアルミニウム合金に代えて、M g を必須に含むアルミニウム合金より構成されていてもよい。即ち、上記中間材は、M g : 0 . 2 ~ 6 % を含有し、残部が A l 及び不可避不純物からなる化学成分を有するアルミニウム合金より構成されていてもよい。この場合にも、第 1 ろう材に由来するろう中に溶出した M g により酸化皮膜を破壊し、健全なフィレットをより容易に形成することができる。中間材中の M g の含有量が 0 . 2 % 未満の場合には、M g による上記の効果が不十分となるおそれがある。一方、M g の含有量が 6 % を超える場合には、中間材の圧延の際に割れが生じ易くなる。

10

【 0 0 5 1 】

上記中間材を構成するアルミニウム合金は、更に S i : 4 ~ 1 3 % を含有していてもよい。S i の作用効果及び含有量の限定理由は、上述した L i 等を含む中間材の場合と同様である。

【 0 0 5 2 】

また、第 1 ろう材を構成するアルミニウム合金に L i 等が必須に含まれる場合及び M g が必須に含まれる場合のいずれの場合にも、上記中間材は、更に B i : 0 . 0 2 ~ 1 . 2 % を含有していてもよい。中間材中の B i は、第 1 ろう材に由来するろう中に溶出し、ろうの表面張力を低下させてろう付性を向上させることができる。B i の含有量が 0 . 0 2 % 未満の場合には、表面張力を低下させる効果が不十分となる。また、B i の含有量が 1 . 2 % を超える場合には、中間材の圧延の際に割れが生じ易くなる。更に、この場合には、ろうの表面張力が過度に低下し、かえってフィレットを形成する能力が低下するおそれがある。

20

【 0 0 5 3 】

上記製造方法においては、上述した構成を有するクラッド板及び筒状部材を準備した後、クラッド板から上記中空構造体を作製する。その後、中空構造体の貫通穴に筒状部材を差し込んでアルミニウム構造体を組み立て、フラックスレスろう付法により上記中空構造体と上記筒状部材とを接合するろう付処理を行う。

30

【 0 0 5 4 】

ここで、上記中空構造体は、上記ろう付処理の前に上記中空構造体を酸またはアルカリによりエッチングされていることが好ましい。これにより、中空構造体となるまでの間に表面に形成された酸化皮膜が除去される。エッチングを行った後ろう付処理までの間に酸化皮膜が自然に形成されるが、この酸化皮膜はエッチングにより除去した酸化皮膜に比べて脆弱である。それ故、ろう付処理において酸化皮膜を容易に破壊することができ、結果としてろう付性をより向上させることができる。

【 0 0 5 5 】

ろう付処理時の雰囲気としては、窒素、アルゴン及び窒素とアルゴンとの混合ガスなどの、工業的に利用可能な不活性ガスをを用いることができる。ろう付性を向上させる観点からは、不活性ガスの酸素濃度が低いほど好ましい。具体的には、例えば、酸素濃度が 5 0 p p m 以下の不活性ガスを好適に用いることができる。

40

【 0 0 5 6 】

ろう付処理時の加熱温度は、5 8 5 ~ 6 2 0 であることが好ましく、5 9 0 ~ 6 1 0 であることがより好ましい。加熱温度が 5 8 5 未満の場合には、ろうの流動性が不十分となり、ろう付性の低下を招くおそれがある。一方、加熱温度が 6 2 0 を超える場合には、上記心材にエロージョンが発生するおそれがある。また、ろう付処理時の昇温速度は、昇温中のアルミニウム構造体の不要な酸化を抑制する観点から、できるだけ速くすることが好ましい。

50

【 0 0 5 7 】

上記製造方法は、上記中空構造体に内蔵部材が収容されているアルミニウム構造体のろう付を行う場合にも好適である。従来のろう付法により内蔵部材を有するアルミニウム構造体のろう付を行う場合、ろう材の溶融が進行すると、中空構造体の内部に存在する被接合部、即ち、内蔵部材と中空構造体との当接部や中空構造体と筒状部材との当接部における内表面側等が、溶融したろうを介して繋がった状態となる。そのため、内蔵部材を有しない場合に比べて中空構造体の内部に存在する被接合部へ引き込まれるろうの量が多くなり易い。その結果、中空構造体の外表面にフィレットがより形成されにくいという問題があった。

【 0 0 5 8 】

これに対し、上記製造方法によれば、中空構造体の内部に存在する第２ろう材が第１ろう材よりも先に溶融し、中空構造体の内部に存在する被接合部にフィレットを形成する。そのため、第１ろう材が流動可能となった際に、内蔵部材と中空構造体との当接部が溶融した第１ろう材と繋がることを容易に回避することができる。それ故、上記製造方法によれば、中空構造体に内蔵部材が収容されている場合にも、中空構造体の内部へのろうの引き込みを抑制することができる。その結果、中空構造体の両表面に健全なフィレットを容易に形成することができる。

【 実施例 】

【 0 0 5 9 】

(実施例)

上記アルミニウム構造体の製造方法の実施例について、図を用いて説明する。本例のアルミニウム構造体１は、パラレルフロー型熱交換器を模擬した構造を有しており、図１に示すように、中空構造体２と、中空構造体２に挿入された複数の筒状部材３と、隣り合う筒状部材３の間に配置されたアウターフィン４とを有している。中空構造体２、筒状部材３及びアウターフィン４はフラックスレスろう付法により互いに接合されている。

【 0 0 6 0 】

図１及び図２に示すように、中空構造体２は筒状を呈しており、筒状部材３を挿入する貫通穴２１１を備えたヘッダ部２１と、ヘッダ部２１に対面して配置されたタンク部２２とを有している。ヘッダ部２１及びタンク部２２からなるタンク本体部２０の内部には、タンク本体部２０の流路を調整するためのセパレータ部２３が収容されている。また、タンク本体部２０の両端は、キャップ部（図示略）により閉塞されている。ヘッダ部２１、タンク部２２及びキャップ部は、アルミニウム材よりなる心材と、心材の一方の面に配置された第１ろう材と、心材の他方の面に配置された第２ろう材とを含む複層構造を有するクラッド板から作製されている。また、中空構造体２は、ヘッダ部２１、タンク部２２及びキャップ部の第１ろう材が外表面側に配置され、第２ろう材が内表面側に配置されるように作製されている。セパレータ部２３は、アルミニウム材の単板より構成されている。なお、セパレータ部２３をクラッド板から構成することも可能である。

【 0 0 6 1 】

第１ろう材は、Ａｌ－Ｓｉ系合金から構成されている。第２ろう材は、Ｃｕ及びＺｎのうち少なくとも一方を含み５７０以下の固相線温度を有するＡｌ－Ｓｉ系合金から構成されている。また、クラッド板の複層構造のうち、少なくとも１層に酸化皮膜を破壊する元素が含まれている。

【 0 0 6 2 】

筒状部材３はアルミニウム材から構成されている。なお、図１にはアルミニウム材を押出成形してなる押出多穴管の例を示したが、押出多穴管に代えて、板材を筒状に加工してなる成形板材を用いることも可能である。

【 0 0 6 3 】

また、図１に示すように、本例においては、隣り合う筒状部材３の間にアルミニウム材よりなるアウターフィン４が配置されている。アウターフィン４は、心材の両面にろう材が配置された両面ブレージングシートより構成されていてもよい。筒状部材３が外表面に

ろう材を有している場合、アウターフィン 4 は、ろう材を有しないベアフィンであってもよい。本例のアウターフィン 4 は、両面ブレージングシートを波型に成形したコルゲートフィンである。

【 0 0 6 4 】

上述のように準備したヘッダ部 2 1、タンク部 2 2、セパレータ部 2 3 及びキャップ部から中空構造体 2 を組み立てた後、中空構造体 2 の貫通穴 2 1 1 に筒状部材 3 を挿入する。そして、隣り合う筒状部材 3 の間にアウターフィン 4 を配置して図 1 に示すアルミニウム構造体 1 を組み立てる。

【 0 0 6 5 】

その後、アルミニウム構造体 1 を不活性ガス雰囲気中で加熱して、ヘッダ部 2 1、タンク部 2 2、セパレータ部 2 3、キャップ部及び筒状部材 3 を同時に接合するろう付処理を行う。

【 0 0 6 6 】

ろう付処理においてアルミニウム構造体 1 の温度が上昇すると、第 1 ろう材よりも先に第 2 ろう材の固相線温度に到達し、第 2 ろう材が溶融し始める。更に温度が上昇すると、第 2 ろう材が流動できるようになる。これにより、中空構造体 2 の内側に存在する被接合部、即ち、例えば、タンク本体部 2 0 とセパレータ部 2 3 との被接合部 2 4 (図 3 参照) や、ヘッダ部 2 1 とタンク部 2 2 との被接合部 2 5 (図 4 参照) における内表面にフィレット F 1、F 2 が形成される。また、ヘッダ部 2 1 の形状によっては、筒状部材 3 とヘッダ部 2 1 との被接合部 2 6 (図 3 参照) における内表面にもフィレット F 3 が形成される。

【 0 0 6 7 】

第 1 ろう材は、第 2 ろう材よりも後に固相線温度に到達し、中空構造体 2 の内部に存在する被接合部にフィレットが形成された後に流動できるようになる。そのため、第 1 ろう材に由来するろうは、中空構造体 2 の内部へ引き込まれにくくなる。その結果、第 1 ろう材に由来するろうにより、中空構造体 2 の外表面に存在する被接合部、即ち、例えば、筒状部材 3 とヘッダ部 2 1 との被接合部 2 6 (図 3 参照) における外表面側や、ヘッダ部 2 1 とタンク部 2 2 との被接合部 2 5 (図 4 参照) における外表面側に、フィレット F 4、F 5 が形成される。なお、図 1 及び図 2 におけるフィレット F 1 ~ F 5 の記載は便宜上省略した。

【 0 0 6 8 】

また、図 1 に示すように、本例においては、上記のろう付処理により、アウターフィン 4 が筒状部材 3 に接合される。以上により、各構成部品がろう付により接合されたアルミニウム構造体 1 を得ることができる。

【 0 0 6 9 】

本実施例においては、中空構造体 2 の中に内蔵部材としてのセパレータ部 2 3 が収容されている例を示したが、中空構造体 2 の内部にセパレータ部 2 3 以外の内蔵部材が収容されている場合にも、上記と同様の作用効果を奏することができる。即ち、例えばインナーフィンや中実の埋込部材等が中空構造体 2 の内部に収容されている場合にも、上記と同様に、第 2 ろう材が第 1 ろう材よりも先に溶融し、その後流動する。それ故、中空構造体 2 とインナーフィン等との被接合部に先にフィレットが形成され、中空構造体の内部への第 1 ろう材の引き込みを抑制することができる。

【 0 0 7 0 】

(実験例)

本例は、上記の実施例において、クラッド板や筒状部材 3 の材料を種々変更してろう付性を評価した例である。以下に、本例において用いた試験体の作製方法及び評価方法を詳説する。

【 0 0 7 1 】

< 構成部品の準備 >

・ヘッダ部 2 1、タンク部 2 2 及びキャップ部

10

20

30

40

50

表 1 ~ 表 4 に示すように、複層構造の層構成を種々変更したクラッド板を準備した後、クラッド板にプレス加工を施して図 1 及び図 2 に示すヘッダ部 2 1、タンク部 2 2 及びキャップ部を作製した。材料 A 1 ~ A 6 (表 1 参照) は、心材と、心材の一方の面に積層された第 1 ろう材と、心材の他方の面に積層された第 2 ろう材とからなる 3 層構造を有している。材料 B 1 ~ B 2 5 (表 2 ~ 表 4 参照) は、第 1 ろう材、中間材、心材及び第 2 ろう材が順次積層された 4 層構造を有している。材料 C 1 ~ C 2 は、第 1 ろう材、第 1 中間材、心材、第 2 中間材及び第 2 ろう材が順次積層された 5 層構造を有している (表 4 参照)。

【 0 0 7 2 】

クラッド板の板厚は、いずれも 1 . 2 mm である。第 1 ろう材及び第 2 ろう材のクラッド率、即ちクラッド板の全板厚に対する各ろう材の厚みの比は、いずれも 5 % とした。また、中間材のクラッド率は、表 1 ~ 表 4 に示すように、1 % または 2 . 5 % のいずれかとした。

【 0 0 7 3 】

・セパレータ部 2 3

セパレータ部 2 3 としては、J I S A 3 0 0 3 合金よりなる厚さ 1 . 2 mm の板材を用いた。

【 0 0 7 4 】

・筒状部材 3

筒状部材 3 としては、表 5 及び表 6 に示すように、押出多穴管または片面ブレージングシートからなる成形板材のいずれかを用いた。

【 0 0 7 5 】

押出多穴管は、C u (銅) : 0 . 4 % 及び M n (マンガン) : 0 . 1 % を含有し、残部が A l 及び不可避不純物からなる化学成分を有する 1 0 0 0 系合金より作製した。また、押出多穴管の壁部の厚みは 0 . 2 5 mm とした。

【 0 0 7 6 】

成形板材は、心材と、心材の片面に積層されたろう材とからなり、0 . 2 5 mm の板厚を有する片面ブレージングシートより作製した。成形板材は筒状を呈しており、外表面にろう材が配置されている。

【 0 0 7 7 】

片面ブレージングシートの心材は、S i : 0 . 1 5 %、C u : 0 . 1 %、M n : 1 . 2 % 及び M g : 0 . 3 % を含有し、残部が A l 及び不可避不純物からなる化学成分を有する 3 0 0 0 系合金である。また、片面ブレージングシートのろう材は、S i : 1 0 %、M g : 0 . 1 % 及び B i : 0 . 0 5 % を含有し、残部が A l 及び不可避不純物からなる化学成分を有する A l - S i 系合金である。ろう材のクラッド率は 1 0 % とした。

【 0 0 7 8 】

・アウターフィン 4

アウターフィン 4 は、心材と、心材の両面に積層されたろう材とからなり、0 . 1 mm の板厚を有する両面ブレージングシートより作製した。

【 0 0 7 9 】

両面ブレージングシートの心材は、M n : 1 . 2 %、M g : 0 . 4 % 及び Z n : 0 . 1 % を含有し、残部が A l 及び不可避不純物からなる化学成分を有するアルミニウム合金である。また、両面ブレージングシートのろう材は、いずれも、S i : 1 0 % 及び B i : 0 . 0 5 % を含有し、残部が A l 及び不可避不純物からなる化学成分を有する A l - S i 系合金である。ろう材のクラッド率は、いずれの面も 1 0 % とした。

【 0 0 8 0 】

< 試験体の組み立て >

上記の各構成部品をアセトンに浸漬して脱脂処理を行った。次いで、表 1 ~ 表 4 に示すように、一部のクラッド板よりなる部品について、酸またはアルカリによりエッチングして酸化皮膜を除去した。酸によりエッチングを行う場合、濃度 2 % のフッ酸水溶液に部品

10

20

30

40

50

を60秒浸漬し、次いで、部品を水洗した後乾燥させた。また、アルカリによりエッチングを行う場合、濃度5%、温度50 の水酸化ナトリウム水溶液に部品を30秒浸漬し、次いで、部品を水洗した後乾燥させた。

【0081】

その後、各部品を表5及び表6に示すように組み合わせた後、治具により固定して図1に示すアルミニウム構造体1（試験体1～37）を組み立てた。

【0082】

<ろう付処理>

予熱室と、予熱室に連なるろう付室とを有し、炉内を窒素ガスにより置換することのできる窒素ガス炉を用いてろう付処理を行った。ろう付処理は以下の手順により行った。各試験体における筒状部材3とヘッダ部21との被接合部の近傍に熱電対を取り付けた後、試験体を予熱室に配置した。予熱室内において試験体の温度を450 まで昇温させた後、試験体をろう付室へ移動し、試験体の温度を600 まで昇温させた。試験体の温度が600 に到達した後、直ちに試験体を予熱室へ移動させた。そして、温度が540 になるまで予熱室内において冷却した後、試験体を炉外へ取り出した。以上によりろう付処理を行い、試験体のろう付を完了させた。

10

【0083】

上記のろう付処理における予熱室及びろう付室内の雰囲気は、酸素濃度が12～17 ppmである窒素雰囲気とした。また、予熱室に配置した試験体が450 に到達するまでの時間を20分程度にした。ろう付室に移動させた試験体が600 に到達するまでの昇温時間は、表5及び表6に示すように、12分または3分のいずれかとした。

20

【0084】

<評価>

ろう付後の試験体を目視観察してフィレットの形成状態を評価した。本例においては、ヘッダ部21と筒状部材3との被接合部26における外表面に形成されたフィレットF4（図3参照）、ヘッダ部21とタンク部22との被接合部25における外表面に形成されたフィレットF5（図4参照）の2箇所を目視観察した。その結果を表5及び表6に示した。

【0085】

なお、表5及び表6における「フィレットの形成状態」欄に示した記号は、それぞれ、以下の状態に対応する記号である。記号A～Eのうち、D及びEの状態は、漏れ不良に繋がるおそれがあるため不合格と判定した。

30

A：大きなサイズのフィレットが均一に形成された

B：Aよりも小さなサイズのフィレットが均一に形成された

C：Bよりも小さなサイズのフィレット、または、サイズが不均一なフィレットが形成されたが、フィレット切れは生じていない

D：局所的にフィレット切れが生じ、フィレットが不連続となった

E：Dよりも多くのフィレット切れが生じた、または、フィレットが形成されなかった

【0086】

【 0 0 8 7 】

表1)

材料 No	構成	クラッド率 (%)	化学成分(質量%)									ろう材の 固相線温度 (℃)	エッチング 処理	
			Si	Cu	Mn	Mg	Zn	Li	Be	Ca	Ba			Bi
A1	第1ろう材	5	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	577	無
	心材	-	-	1.2	-	-	-	-	-	-	-	-	577	
	第2ろう材	5	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	577	
A2	第1ろう材	5	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	577	無
	心材	-	-	1.2	0.6	-	-	-	-	-	-	-	577	
	第2ろう材	5	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	577	
A3	第1ろう材	5	10	-	-	1.2	0.6	-	-	-	-	-	577	無
	心材	-	-	1.2	0.6	-	-	-	-	-	-	-	569	
	第2ろう材	5	10	-	-	-	-	3.4	-	-	-	-	577	
A4	第1ろう材	5	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	577	無
	心材	-	-	1.2	0.6	-	-	-	-	-	-	-	577	
	第2ろう材	5	10	0.6	-	-	-	-	-	-	-	-	570	
A5	第1ろう材	5	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	577	無
	心材	-	-	1.2	0.6	-	-	-	-	-	-	-	577	
	第2ろう材	5	10	0.6	-	-	3.4	-	-	-	-	-	563	
A6	第1ろう材	5	10	-	-	-	-	-	0.01	0.01	-	-	577	有(酸)
	心材	-	-	1.2	0.6	-	-	-	-	-	-	-	563	
	第2ろう材	5	10	0.6	-	-	3.4	-	-	-	-	-	577	
B1	第1ろう材	5	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	577	有(酸)
	中間材	1	-	-	-	-	-	-	0.15	-	-	-	577	
	心材	-	-	1.2	-	-	-	-	-	-	-	-	577	
B2	第2ろう材	5	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	577	有(酸)
	第1ろう材	5	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	577	
	中間材	1	-	-	-	-	-	-	0.15	-	-	-	577	
B3	第2ろう材	5	10	0.6	-	-	-	3.4	-	-	-	-	563	無
	第1ろう材	5	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	577	
	中間材	1	-	-	-	-	-	-	-	0.09	0.08	-	577	
B4	第2ろう材	5	10	-	-	1.2	0.6	-	-	-	-	-	577	無
	第1ろう材	5	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	577	
	中間材	1	-	-	-	-	-	-	-	0.09	0.08	-	577	
	第2ろう材	5	10	0.6	-	-	3.4	-	-	-	-	-	563	
	第1ろう材	5	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	577	
	心材	-	-	1.2	0.6	-	-	-	-	-	-	-	577	

40

【表 2】

表2)

材料 No	構 成	クラッド率 (%)	化学成分(質量%)										ろう材の 固相線温度 (°C)	エッチング 処理
			Si	Cu	Mn	Mg	Zn	Li	Be	Ca	Ba	Bi		
B5	第1ろう材	5	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	577	無
	中間材	1	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	心材	-	-	1.2	0.6	-	-	0.1	-	-	-	-		
	第2ろう材	5	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	577	無
	第1ろう材	5	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	577	
	中間材	1	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
B6	第2ろう材	-	-	-	1.2	0.6	-	-	-	-	-	-	563	無
	第1ろう材	5	10	0.6	-	-	3.4	-	-	-	-	-	577	
	中間材	5	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
B7	第2ろう材	1	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	577	無
	第1ろう材	-	-	1.2	-	-	-	-	-	-	-	-		
	中間材	5	10	0.6	-	-	3.4	-	-	-	-	-	563	
	第2ろう材	5	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	577	無
	第1ろう材	5	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	577	
	中間材	1	10	1.2	-	-	3.5	-	0.1	-	-	-		
B8	第2ろう材	-	-	-	1.2	0.6	-	-	-	-	-	-	577	無
	第1ろう材	5	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	577	
	中間材	5	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	第2ろう材	-	-	-	1.2	-	-	-	-	-	-	-	563	無
	第1ろう材	5	10	0.6	-	-	3.4	-	-	-	-	-	577	
	中間材	5	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
B9	第2ろう材	1	-	1.2	-	-	-	-	-	-	-	-	563	無
	第1ろう材	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	577	
	中間材	5	10	0.6	-	-	3.4	-	-	-	-	-		
	第2ろう材	-	-	-	1.2	0.6	-	-	-	-	-	-	563	無
	第1ろう材	5	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	577	
	中間材	5	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
B10	第2ろう材	1	-	1.2	-	-	-	-	-	-	-	-	563	無
	第1ろう材	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	577	
	中間材	5	10	0.6	-	-	3.4	-	-	-	-	-		
	第2ろう材	-	-	-	1.2	-	-	-	-	-	-	-	563	無
	第1ろう材	5	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	577	
	中間材	5	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
B11	第2ろう材	1	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	563	無
	第1ろう材	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	577	
	中間材	5	10	0.6	-	-	-	-	-	-	-	-		
	第2ろう材	-	-	-	1.2	-	-	-	-	-	-	-	563	無
	第1ろう材	5	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	577	
	中間材	5	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
B12	第2ろう材	1	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	563	無
	第1ろう材	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	577	
	中間材	5	10	0.6	-	-	-	-	-	-	-	-		
	第2ろう材	-	-	-	1.2	0.6	-	-	-	-	-	-	563	無
	第1ろう材	5	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	577	
	中間材	5	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
B13	第2ろう材	1	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	563	無
	第1ろう材	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	577	
	中間材	5	10	0.6	-	-	-	-	-	-	-	-		
	第2ろう材	-	-	-	1.2	0.6	-	-	-	-	-	-	563	無
	第1ろう材	5	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	577	
	中間材	5	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

【表 3】

(表3)

材料 No	構成	クラッド率 (%)	化学成分(質量%)										ろう材の 固相線温度 (°C)	エッチング 処理
			Si	Cu	Mn	Mg	Zn	Li	Be	Ca	Ba	Bi		
B14	第1ろう材	5	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	577	無
	中間材	1	16	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	
	心材	-	-	1.2	0.6	-	-	-	-	-	-	-	-	
	第2ろう材	5	10	-	-	3.4	-	-	-	-	-	-	569	
B15	第1ろう材	5	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	577	無
	中間材	1	-	-	3	-	0.15	-	-	-	-	-	-	
	心材	-	-	1.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	第2ろう材	5	10	0.6	-	-	3.4	-	-	-	-	-	563	
B16	第1ろう材	5	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	577	無
	中間材	1	-	-	3	-	-	-	0.09	0.08	-	-	-	
	心材	-	-	1.2	0.6	-	-	-	-	-	-	-	-	
	第2ろう材	5	10	0.6	-	-	3.4	-	-	-	-	-	563	
B17	第1ろう材	5	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	577	無
	中間材	1	10	-	-	3	-	0.15	-	-	-	-	-	
	心材	-	-	1.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	第2ろう材	5	10	0.6	-	-	3.4	-	-	-	-	-	563	
B18	第1ろう材	5	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	577	無
	中間材	1	10	1.2	-	3	3.5	-	0.1	-	-	-	-	
	心材	-	-	1.2	0.6	-	-	-	-	-	-	-	-	
	第2ろう材	5	10	0.6	-	-	3.4	-	-	-	-	-	563	
B19	第1ろう材	5	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	577	無
	中間材	1	-	1.2	-	3	3.5	0.15	-	-	-	-	-	
	心材	-	-	1.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	第2ろう材	5	10	0.6	-	-	3.4	-	-	-	-	-	563	
B20	第1ろう材	5	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	577	無
	中間材	1	-	-	-	-	-	0.15	-	-	-	0.08	-	
	心材	-	-	1.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	第2ろう材	5	10	0.6	-	-	3.4	-	-	-	-	-	563	
B21	第1ろう材	5	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	577	無
	中間材	1	10	1.2	-	3	3.5	-	0.1	-	-	0.08	-	
	心材	-	-	1.2	0.6	-	-	-	-	-	-	-	-	
	第2ろう材	5	10	0.6	-	-	3.4	-	-	-	-	-	563	
B22	第1ろう材	5	6	-	-	-	-	-	0.01	0.01	-	-	577	無
	中間材	1	10	1.2	-	3	3.5	-	0.1	-	-	0.08	-	
	心材	-	-	1.2	0.6	-	-	-	-	-	-	-	-	
	第2ろう材	5	10	0.6	-	-	3.4	-	-	-	-	-	563	

【表 4】

(表4)

材料 No	構成	クラッド率 (%)	化学成分(質量%)										ろう材の 固相線温度 (°C)	エッチング 処理	
			Si	Cu	Mn	Mg	Zn	Li	Be	Ca	Ba	Bi			
B23	第1ろう材	5	4	-	-	-	-	-	0.01	0.01	-	-	-	577	無
	中間材	1	10	1.2	-	3	3.5	-	-	0.1	-	-	0.08		
	心材	-	-	-	1.2	0.6	-	-	-	-	-	-	-		
	第2ろう材	5	10	0.6	-	-	3.4	-	-	-	-	-	-	563	
B24	第1ろう材	5	6	-	-	-	-	-	0.01	0.01	-	-	-	577	有 (酸)
	中間材	1	10	1.2	-	3	3.5	-	-	0.1	-	-	0.08		
	心材	-	-	-	1.2	0.6	-	-	-	-	-	-	-	563	
	第2ろう材	5	10	0.6	-	-	3.4	-	-	-	-	-	-	577	
B25	第1ろう材	5	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	577	無
	中間材	2.5	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	0.1		
	心材	-	-	-	1.2	0.6	-	-	-	-	-	-	-	577	
	第2ろう材	5	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	577	
C1	第1ろう材	5	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	577	無
	第1中間材	2.5	10	-	-	-	2	-	-	-	-	-	0.08		
	心材	-	-	-	1.2	-	-	-	-	-	-	-	-	577	
	第2中間材	2.5	10	-	-	2	-	-	-	-	-	-	0.08	577	
C2	第2ろう材	5	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	577	無
	第1ろう材	5	10	-	-	-	-	-	0.02	-	-	-	0.04	577	
	第1中間材	1	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	577	
	心材	-	-	-	1.2	-	-	-	-	-	-	-	-	563	

【表 5】

(表5)

試験体 No.	試験体の構成		昇温時間	フィレットの形成状態		備考
	構成部品	材料No.		ヘッダ部と 筒状部材との 被接合部	ヘッダ部と タンク部との 被接合部	
1	ヘッダ部・タンク部・キャップ部	A3	12分	C	C	
	セパレータ部	3003板				
	筒状部材	押出多穴管				
2	ヘッダ部・タンク部・キャップ部	A4	12分	C	C	
	セパレータ部	3003板				
	筒状部材	押出多穴管				
3	ヘッダ部・タンク部・キャップ部	A5	12分	C	C	
	セパレータ部	3003板				
	筒状部材	押出多穴管				
4	ヘッダ部・タンク部・キャップ部	A5	12分	C	C	
	セパレータ部	3003板				
	筒状部材	成形板材				
5	ヘッダ部・タンク部・キャップ部	A6	12分	C	B	
	セパレータ部	3003板				
	筒状部材	押出多穴管				
6	ヘッダ部・タンク部・キャップ部	B2	12分	C	C	
	セパレータ部	3003板				
	筒状部材	押出多穴管				
7	ヘッダ部・タンク部・キャップ部	B4	12分	C	B	
	セパレータ部	3003板				
	筒状部材	押出多穴管				
8	ヘッダ部・タンク部・キャップ部	B4	12分	C	B	
	セパレータ部	3003板				
	筒状部材	成形板材				
9	ヘッダ部・タンク部・キャップ部	B6	12分	B	B	
	セパレータ部	3003板				
	筒状部材	押出多穴管				
10	ヘッダ部・タンク部・キャップ部	B7	12分	C	B	
	セパレータ部	3003板				
	筒状部材	押出多穴管				
11	ヘッダ部・タンク部・キャップ部	B9	3分	C	C	
	セパレータ部	3003板				
	筒状部材	押出多穴管				
12	ヘッダ部・タンク部・キャップ部	B9	3分	C	C	
	セパレータ部	3003板				
	筒状部材	成形板材				
13	ヘッダ部・タンク部・キャップ部	B10	12分	C	B	
	セパレータ部	3003板				
	筒状部材	押出多穴管				
14	ヘッダ部・タンク部・キャップ部	B11	12分	C	B	
	セパレータ部	3003板				
	筒状部材	押出多穴管				
15	ヘッダ部・タンク部・キャップ部	B12	3分	C	B	
	セパレータ部	3003板				
	筒状部材	押出多穴管				
16	ヘッダ部・タンク部・キャップ部	B13	3分	C	B	
	セパレータ部	3003板				
	筒状部材	押出多穴管				
17	ヘッダ部・タンク部・キャップ部	B15	12分	C	B	
	セパレータ部	3003板				
	筒状部材	押出多穴管				
18	ヘッダ部・タンク部・キャップ部	B16	12分	B	B	
	セパレータ部	3003板				
	筒状部材	押出多穴管				
19	ヘッダ部・タンク部・キャップ部	B17	12分	B	B	
	セパレータ部	3003板				
	筒状部材	押出多穴管				

【表 6】

(表6)

試験体 No.	試験体の構成		昇温時間	フィレットの形成状態		備考
	構成部品	材料No.		ヘッダ部と 筒状部材との 被接合部	ヘッダ部と タンク部との 被接合部	
20	ヘッダ部・タンク部・キャップ部	B18	3分	C	B	
	セパレータ部	3003板				
	筒状部材	成形板材				
21	ヘッダ部・タンク部・キャップ部	B19	12分	B	B	
	セパレータ部	3003板				
	筒状部材	押出多穴管				
22	ヘッダ部・タンク部・キャップ部	B20	12分	C	B	
	セパレータ部	3003板				
	筒状部材	押出多穴管				
23	ヘッダ部・タンク部・キャップ部	B21	3分	B	B	
	セパレータ部	3003板				
	筒状部材	成形板材				
24	ヘッダ部・タンク部・キャップ部	B22	3分	B	B	
	セパレータ部	3003板				
	筒状部材	成形板材				
25	ヘッダ部・タンク部・キャップ部	B24	3分	B	A	
	セパレータ部	3003板				
	筒状部材	成形板材				
26	ヘッダ部・タンク部・キャップ部	B24	3分	A	A	
	セパレータ部	3003板				
	筒状部材	押出多穴管				
27	ヘッダ部・タンク部・キャップ部	C2	12分	C	B	
	セパレータ部	3003板				
	筒状部材	成形板材				
28	ヘッダ部・タンク部・キャップ部	A1	12分	E	E	
	セパレータ部	3003板				
	筒状部材	押出多穴管				
29	ヘッダ部・タンク部・キャップ部	A2	12分	D	D	
	セパレータ部	3003板				
	筒状部材	押出多穴管				
30	ヘッダ部・タンク部・キャップ部	B1	12分	D	D	
	セパレータ部	3003板				
	筒状部材	押出多穴管				
31	ヘッダ部・タンク部・キャップ部	B3	12分	D	D	
	セパレータ部	3003板				
	筒状部材	押出多穴管				
32	ヘッダ部・タンク部・キャップ部	B5	12分	D	D	
	セパレータ部	3003板				
	筒状部材	押出多穴管				
33	ヘッダ部・タンク部・キャップ部	B8	3分	D	D	
	セパレータ部	3003板				
	筒状部材	押出多穴管				
34	ヘッダ部・タンク部・キャップ部	B14	12分	-	-	板製造時に 割れ発生
	セパレータ部	3003板				
	筒状部材	押出多穴管				
35	ヘッダ部・タンク部・キャップ部	B23	12分	D	D	
	セパレータ部	3003板				
	筒状部材	押出多穴管				
36	ヘッダ部・タンク部・キャップ部	B25	12分	D	D	
	セパレータ部	3003板				
	筒状部材	成形板材				
37	ヘッダ部・タンク部・キャップ部	C1	12分	D	D	
	セパレータ部	3003板				
	筒状部材	成形板材				

【 0 0 9 2 】

表 5 及び表 6 より知られるように、試験体 1 ～ 試験体 27 は、ろう付処理を行う前の中空構造体 2 の内部に、上記特定の範囲の固相線温度を有する第 2 ろう材が配置されている。それ故、試験体 1 ～ 試験体 27 は、ヘッダ部 21 と筒状部材 3 との被接合部 26 及びヘッダ部 21 とタンク部 22 との被接合部 25 のいずれにおいても、良好なフィレット F 4

10

20

30

40

50

、F 5 を形成することができた。また、表 5 及び表 6 には記載しなかったが、試験体 1 ~ 27 は、中空構造体 2 の内側に存在する被接合部、即ち、タンク本体部 20 とセパレータ部 23 との被接合部 24 やヘッダ部 21 とタンク部 22 との被接合部 25 の内表面側等においても、良好なフィレット（フィレット F 1 ~ F 3 ）を形成することができた。

【0093】

また、クラッド板における心材、第 1 ろう材、第 2 ろう材または中間材の化学成分が上記特定の範囲内である試験体は、フィレットサイズを容易に大きくすると共に均一なフィレットを形成することができた。

【0094】

一方、表 6 に示す試験体 28 は、心材層、第 1 ろう材層及び第 2 ろう材層のいずれにも Mg 等の酸化皮膜を破壊する元素を有しないクラッド板を用いたため、ヘッダ部 21 と筒状部材 3 との被接合部 26 及びヘッダ部 21 とタンク部 22 との被接合部 25 にフィレットがほとんど形成されなかった。

10

【0095】

試験体 29 ~ 33 及び試験体 36 ~ 37 は、第 2 ろう材層の固相線温度が 570 を超えていたため、ヘッダ部 21 と筒状部材 3 との被接合部 26 及びヘッダ部 21 とタンク部 22 との被接合部 25 のフィレットが不連続となった。

【0096】

試験体 34 は、中間材の Si 量が多いため、中間材の圧延時に割れが生じた。その結果、試験体を作成することができなかった。

20

【0097】

試験体 35 は、第 1 ろう材の Si 量が少ないため、ろうの量が不足した。その結果、ヘッダ部 21 と筒状部材 3 との被接合部 26 及びヘッダ部 21 とタンク部 22 との被接合部 25 のフィレットが不連続となった。

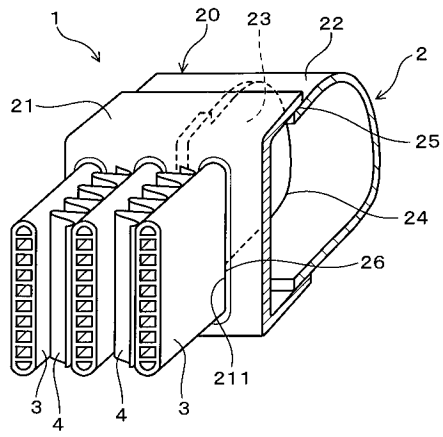
【符号の説明】

【0098】

- 1 アルミニウム構造体
- 2 中空構造体
- 3 筒状部材

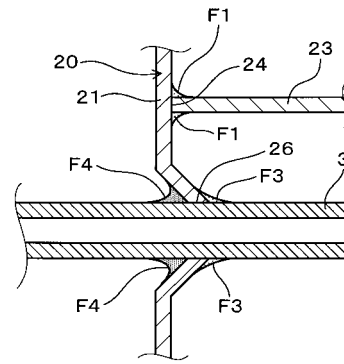
【図 1】

(図 1)



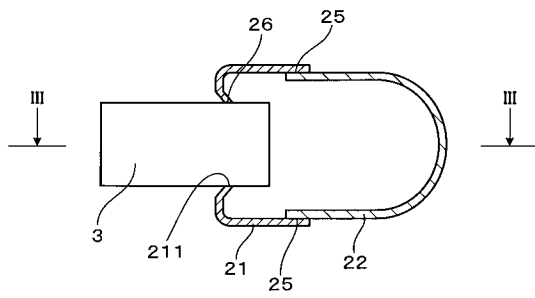
【図 3】

(図 3)



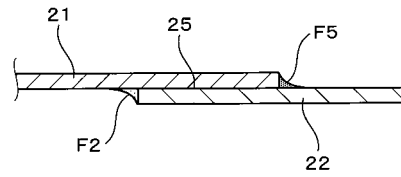
【図 2】

(図 2)



【図 4】

(図 4)



フロントページの続き

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B 2 3 K 35/28 (2006.01)	B 2 3 K 1/19 G	
B 2 3 K 35/22 (2006.01)	B 2 3 K 31/02 3 1 0 B	
B 2 3 K 101/14 (2006.01)	C 2 2 C 21/00 E	
B 2 3 K 103/10 (2006.01)	C 2 2 C 21/00 J	
	C 2 2 C 21/00 D	
	B 2 3 K 35/28 3 1 0 B	
	B 2 3 K 35/22 3 1 0 E	
	B 2 3 K 1/00 3 3 0 H	
	B 2 3 K 101:14	
	B 2 3 K 103:10	

(72)発明者 二宮 淳司
東京都千代田区大手町一丁目7番2号 株式会社U A C J 内

(72)発明者 柳本 翼
東京都千代田区大手町一丁目7番2号 株式会社U A C J 内