(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7660311号
(P7660311)

(45)発行日　令和7年4月11日(2025.4.11)

(24)登録日　令和7年4月3日(2025.4.3)

(51)国際特許分類		FI		
C22C 21/00 (2006.01)		C22C	21/00	E
B23K 35/22 (2006.01)		B23K	35/22	310E
B23K 35/28 (2006.01)		B23K	35/28	310B
F28D 1/053(2006.01)		C22C	21/00	D
F28D 9/02 (2006.01)		C22C	21/00	J

請求項の数　13　（全24頁）　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2019-188043(P2019-188043)
(22)出願日　令和1年10月11日(2019.10.11)
(65)公開番号　特開2021-63263(P2021-63263A)
(43)公開日　令和3年4月22日(2021.4.22)
審査請求日　令和4年2月18日(2022.2.18)
審判番号　不服2023-12869(P2023-12869/J1)
審判請求日　令和5年8月2日(2023.8.2)

(73)特許権者　314012076
パナソニックＩＰマネジメント株式会社
大阪府門真市元町２２番６号
(74)代理人　110000556
弁理士法人有古特許事務所
(72)発明者　中島 孝仁
大阪府門真市大字門真１００６番地 パナソニック株式会社内
(72)発明者　広田 正宣
大阪府門真市大字門真１００６番地 パナソニック株式会社内
(72)発明者　山本 憲昭
大阪府門真市大字門真１００６番地 パナソニック株式会社内
合議体

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　熱交換器の接合構造用ブレージングシートおよび熱交換器用ブレージングシートの接合構造、並びに、熱交換器

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

互いに接合されることにより接合部を構成する接合面と、この接合面に隣接する平坦面である非接合隣接面とを有するブレージングシートを、前記接合面同士で接合したときに、それぞれの平坦な前記非接合隣接面により形成される角度が鋭角であり、かつ、これら前記非接合隣接面の間であって前記接合面に隣接する部位には、前記接合面から流出して犠牲陽極材が固化したフィレットが形成される、鋭角接合構造を含む熱交換器における当該鋭角接合構造に用いられるブレージングシートであって、

アルミニウム合金製の心材と、

当該心材の一方の面に被覆され、シリコン（Ｓｉ）を含有するアルミニウム合金のろう材からなるろう材層と、

当該心材の他方の面に被覆され、前記犠牲陽極材が、亜鉛（Ｚｎ）を０．５～６．０質量％の範囲内、および、シリコン（Ｓｉ）を３．０～１１質量％の範囲内で含有するアルミニウム合金からなり、前記接合面を成す犠牲陽極材層と、

を備え、

前記ろう材および前記犠牲陽極材は、不可避的不純物を超える濃度で銅（Ｃｕ）を含有せず、

前記心材には、銅（Ｃｕ）が０．３～１．２質量％の範囲内で含有されていることを特徴とする、

熱交換器の接合構造用ブレージングシート。

【請求項２】
互いに接合されることにより接合部を構成する接合面と、この接合面に隣接する平坦面である非接合隣接面とを有するブレージングシートを、前記接合面同士で接合したときに、それぞれの平坦な前記非接合隣接面により形成される角度が鋭角であり、かつ、これら前記非接合隣接面の間であって前記接合面に隣接する部位には、前記接合面から流出して犠牲陽極材が固化したフィレットが形成される、鋭角接合構造を含む熱交換器における当該鋭角接合構造に用いられるブレージングシートであって、
アルミニウム合金製の心材と、
当該心材の両方の面に被覆され、前記犠牲陽極材が、亜鉛（Ｚｎ）を０．５～６．０質量％の範囲内、および、シリコン（Ｓｉ）を３．０～１１質量％の範囲内で含有するアルミニウム合金からなり、少なくとも一方が前記接合面を成す犠牲陽極材層と、
を備え、
前記犠牲陽極材は不可避的不純物を超える濃度で銅（Ｃｕ）を含有せず、
前記心材には、銅（Ｃｕ）が０．３～１．２質量％の範囲内で含有されていることを特徴とする、
熱交換器の接合構造用ブレージングシート。
【請求項３】
前記心材は、３０００系、５０００系、または６０００系のいずれかのアルミニウム合金に対して、前記の範囲内で銅を添加したものであり、
前記犠牲陽極材層は、４０００系のアルミニウム合金に対して、前記の範囲内で亜鉛を添加したものであることを特徴とする、
請求項１または２に記載の熱交換器の接合構造用ブレージングシート。
【請求項４】
前記ろう材層は、４０００系のアルミニウム合金であることを特徴とする、
請求項１に記載の熱交換器の接合構造用ブレージングシート。
【請求項５】
それぞれの前記非接合隣接面により形成される鋭角が、４０°～８０°の範囲内であることを特徴とする、
請求項１から４のいずれか１項に記載の熱交換器の接合構造用ブレージングシート。
【請求項６】
熱交換器を構成する部材に用いられ、アルミニウム合金製の心材の少なくとも一方の面に犠牲陽極材からなる犠牲陽極材層が被覆されたブレージングシート同士を接合した接合構造であって、
前記ブレージングシートは、接合面および当該接合面に隣接する平坦面である非接合隣接面を有し、
それぞれの前記接合面は、前記犠牲陽極材層であり、
それぞれの平坦な前記非接合隣接面により形成される角度は鋭角であるとともに、前記非接合隣接面の間であって前記接合面に隣接する部位には、前記接合面から流出して固化した前記犠牲陽極材で形成されたフィレットを有し、
前記フィレットは、前記心材および前記犠牲陽極材層を超える濃度であって、２．０質量％以下の銅（Ｃｕ）を含有することを特徴とする、
ブレージングシートの接合構造。
【請求項７】
前記犠牲陽極材は、亜鉛（Ｚｎ）を０．５～６．０質量％の範囲内、および、シリコン（Ｓｉ）を３．０～１１質量％の範囲内で含有するアルミニウム合金であり、
接合前の前記心材は、銅（Ｃｕ）を０．３～１．２質量％の範囲内で含有し、
接合前の前記犠牲陽極材は銅を含有しないことを特徴とする、
請求項６に記載のブレージングシートの接合構造。
【請求項８】
前記心材の一方の面のみに前記犠牲陽極材層が被覆されている場合には、他方の面には

、ろう材からなるろう材層が被覆されていることを特徴とする、
請求項７に記載のブレージングシートの接合構造。
【請求項９】
前記ろう材は、シリコン（Ｓｉ）を含有するアルミニウム合金であり、接合前の当該ろう材は銅を含有しないことを特徴とする、
請求項８に記載のブレージングシートの接合構造。
【請求項１０】
前記フィレットは亜鉛（Ｚｎ）を含有するとともに、前記フィレットにおける銅（Ｃｕ）の濃度は、亜鉛の濃度よりも高いことを特徴とする、
請求項７または９に記載のブレージングシートの接合構造。
【請求項１１】
それぞれの前記非接合隣接面により形成される鋭角が、４０°～８０°の範囲内であることを特徴とする、
請求項６から１０のいずれか１項に記載のブレージングシートの接合構造。
【請求項１２】
請求項６から１１のいずれか１項に記載のブレージングシートの接合構造を有する、
熱交換器。
【請求項１３】
プレートフィン積層型熱交換器またはパラレルフローコンデンサ（ＰＦＣ）であることを特徴とする、
請求項１２に記載の熱交換器。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、熱交換器を構成する部材に用いられるブレージングシートと、当該ブレージングシート同士を接合する接合構造と、当該接合構造を有する熱交換器と、に関する。
【背景技術】
【０００２】
一般的な熱交換器は、通常、管およびフィンを備えており、管の外周に複数のフィンが取り付けられた構成を有している。管の材料としては、銅（Ｃｕ）またはその合金（便宜上「銅材」と称する）が用いられてきたが、近年ではアルミニウム（Ａｌ）またはその合金（アルミニウム材）も用いられている。フィンの材料としては、一般的にはアルミニウム材が用いられている。
【０００３】
熱交換器の製造に際して、管にフィンを取り付けるためには、一般的にはろう材による接合が用いられる。管およびフィンのいずれもアルミニウム材製であれば、例えば、アルミニウム合金製の心材の少なくとも一方の面にろう材層がクラッド（被覆）されたブレージングシートが用いられる。管およびフィンの防食性を考慮すれば、心材の一方の面にろう材がクラッドされ他方の面に犠牲陽極材層がクラッドされたブレージングシートが用いられる。
【０００４】
ろう材としては、一般的には、アルミニウム合金のろう付けに用いられるアルミニウム－シリコン（Ｓｉ）系合金が用いられ、犠牲陽極材としては、その電位を卑とするために、一般的にはアルミニウム合金に亜鉛（Ｚｎ）を添加したものが用いられる。代表的な犠牲陽極材としては、一般的なアルミニウム－シリコン系合金のろう材に亜鉛を添加したものが挙げられる。これにより、犠牲陽極材がろう材としても機能することになる。
【０００５】
犠牲陽極材層がクラッドされたブレージングシートの一例としては、例えば、特許文献１に開示されるものが知られている。特許文献１は、自動車用熱交換器、特に流体（冷却水または冷媒等）の通路構成材に使用されるアルミニウム合金ブレージングシートを開示

しており、良好なろう付け性と、ろう付け後の優れた強度および耐食性を実現するために、心材および犠牲陽極材の成分を調整している。

【０００６】

このブレージングシートでは、犠牲陽極材において、シリコン、鉄（Ｆｅ）およびマンガン（Ｍｎ）の含有量を０．１５質量％以下に規制している。これは、Ａｌ－Ｍｎ－Ｓｉ系またはＡｌ－Ｆｅ－Ｍｎ－Ｓｉ系の化合物の生成を抑制し、ろう付け後の強度低下を抑制するためである。また、このブレージングシートでは、心材においてもシリコンの含有量を０．１５質量％以下に規制するとともに、心材には銅が０．４０～１．２重量％の範囲内で添加されている。銅を添加する理由は、心材の強度向上とともに、心材の電位を貴にして犠牲陽極層等との電位差を大きくし、犠牲陽極作用による防食効果を向上させるためである。

【０００７】

また、犠牲陽極材層がクラッドされたブレージングシートの他の例としては、例えば、特許文献２に開示されるものが知られている。特許文献２も、自動車用熱交換器、特に流体の通路構成材に使用されるアルミニウム合金ブレージングシートを開示しており、両面に犠牲防食効果を備え、かつ、その片面にろう付機能を有し、さらに接合部の優先腐食を防止するために、心材および犠牲陽極材だけでなくろう材の成分も調整している。

【０００８】

このブレージングシートでは、犠牲陽極材だけでなくろう材にも亜鉛（Ｚｎ）が添加されているとともに、ろう材にはさらに銅が０．１～０．６mass%の範囲内で添加されており、心材にも銅が０．０５～１．２mass%の範囲内で添加されている。それぞれの材料に対する銅の添加目的は異なっており、ろう材については、当該ろう材の電位を貴にするためであり、心材については、当該心材の強度を向上させるためである。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００９】

【文献】特開２０１０－１６３６７４号公報

【文献】特開２０１３－１５５４０４号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【００１０】

特許文献１に開示のブレージングシートでは、心材への銅の添加により強度向上と犠牲陽極作用による防食効果の向上とを図っている。しかしながら、このブレージングシートでは、犠牲陽極材および心材のいずれもシリコンの含有量を０．１５質量％以下に制限している上に、心材については、銅以外の種々の金属元素の含有量についても細かく特定されている。そのため、心材および犠牲陽極材として用いることが可能な材料の選択肢の幅が小さくなってしまう。しかも、このブレージングシートでは、犠牲陽極材のシリコンの含有量をごく少量に規制している。そのため、この犠牲陽極材層は、一般的なろう材としての機能を有さないと考えられる。

【００１１】

特許文献２に開示のブレージングシートでは、ろう材に亜鉛とともに銅を添加することで、ろう付けの接合部に亜鉛が濃縮されるだけでなく銅も同様に濃縮される。そのため、この銅の濃縮（含有）により当該接合部の電位が亜鉛により卑化し過ぎることの防止を図っている。しかしながら、銅と亜鉛とを併用すると、本発明者らの鋭意検討の結果、犠牲陽極材層の優先腐食作用が低減して耐食性の低下が生じることが明らかとなった。

【００１２】

例えば、熱交換器の種類によっては、ブレージングシート同士を互いに接合したときに、それぞれの接合面により形成される角度が鋭角となるような構造が含まれる。便宜上、このような構造を「鋭角接合構造」とし、ブレージングシートの接合面に隣接して接合されない面を「非接合隣接面」とすると、このような鋭角接合構造では、互いに鋭角を成す

非接合隣接面の間にフィレットが形成される。このフィレットは、本明細書では、接合時に接合面から流出したろう材または犠牲陽極材が固化したものとして定義する。

【００１３】

特許文献２のようにろう材において銅と亜鉛とを併用した場合、ろう付けした後にフィレットの表面に銅が偏析する。偏析した銅は腐食反応におけるカソードとして機能するため、偏析した銅の周辺に存在する犠牲陽極層では、その腐食優先作用が低減して耐食性が低下してしまう。また、フィレット表面に偏析した銅の周辺に存在する犠牲陽極層は貴化することになる。これにより犠牲陽極層と心材との電位差が小さくなるため、この点でも犠牲陽極層の機能（優先腐食作用）が低下する。状況によっては、心材の粒界腐食により早期貫通するおそれもある。

【００１４】

本発明はこのような課題を解決するためになされたものであって、ブレージングシート同士の接合部に隣接して生じるフィレットが銅および亜鉛を含有する場合であっても、当該フィレットの優先腐食を有効に抑制または防止し、熱交換器の耐食性を良好なものとすることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【００１５】

本発明に係るブレージングシートは、前記の課題を解決するために、熱交換器に用いられるブレージングシートであって、アルミニウム合金製の心材と、当該心材の一方の面に被覆され、シリコン（Ｓｉ）を含有するアルミニウム合金のろう材からなるろう材層と、当該心材の他方の面に被覆され、亜鉛（Ｚｎ）を０．５～６．０質量％の範囲内、および、シリコン（Ｓｉ）を３．０～１１質量％の範囲内で含有するアルミニウム合金の犠牲陽極材からなる犠牲陽極材層と、を備え、前記ブレージングシートは、互いに接合されることにより接合部を構成する接合面と、この接合面に隣接する非接合隣接面とを有し、前記接合面は、前記犠牲陽極材層であり、前記接合面同士が接合されたときに、それぞれの前記非接合隣接面の間であって前記接合面に隣接する部位には、前記接合面から流出して前記犠牲陽極材が固化したフィレットが形成され、前記ろう材および前記犠牲陽極材は、いずれも銅（Ｃｕ）を含有せず、前記心材には、銅（Ｃｕ）が０．３～１．２質量％の範囲内で含有されている構成である。

【００１６】

あるいは、本発明に係るブレージングシートは、前記の課題を解決するために、熱交換器に用いられるブレージングシートであって、アルミニウム合金製の心材と、当該心材の両方の面に被覆され、亜鉛（Ｚｎ）を０．５～６．０質量％の範囲内、および、シリコン（Ｓｉ）を３．０～１１質量％の範囲内で含有するアルミニウム合金の犠牲陽極材からなる犠牲陽極材層と、を備え、前記ブレージングシートは、互いに接合されることにより接合部を構成する接合面と、この接合面に隣接する非接合隣接面とを有し、前記接合面は、前記犠牲陽極材層であり、前記接合面同士が接合されたときに、それぞれの前記非接合隣接面の間であって前記接合面に隣接する部位には、前記接合面から流出して前記犠牲陽極材が固化したフィレットが形成され、前記犠牲陽極材は銅（Ｃｕ）を含有せず、前記心材には、銅（Ｃｕ）が０．３～１．２質量％の範囲内で含有されている構成であってもよい。

【００１７】

また、本開示に係るブレージングシートの接合構造は、前記の課題を解決するために、熱交換器を構成する部材に用いられ、アルミニウム合金製の心材の少なくとも一方の面に犠牲陽極材からなる犠牲陽極材層が被覆されたブレージングシート同士を接合した接合構造であって、前記ブレージングシートは、接合面および当該接合面に隣接する非接合隣接面を有し、それぞれの前記接合面は、前記犠牲陽極材層であり、前記非接合隣接面の間であって前記接合面に隣接する部位には、前記接合面から流出して固化した前記犠牲陽極材で形成されたフィレットを有し、前記フィレットは、前記心材および前記犠牲陽極材層を超える濃度であって、２．０質量％以下の銅（Ｃｕ）を含有する構成である。

【００１８】

前記構成によれば、ろう材層および犠牲陽極材層で被覆されたブレージングシート、あるいは、犠牲陽極材層のみで被覆されたブレージングシートにおいて、心材のみが銅を所定範囲内で含有し、心材以外の各層は実質的に銅を含有していない。これにより、ブレージングシートの犠牲陽極材層同士で接合したときには、接合部に隣接して形成されるフィレットには、従来のように銅が偏析せず好適な濃度となるように銅が集中するように拡散するとともに、フィレット以外の犠牲陽極材層には銅が実質的に拡散しない。

【００１９】

そのため、フィレットでは、濃縮された亜鉛による電位の過剰な卑化が拡散した銅により軽減または相殺される。これにより、フィレットにおける良好な犠牲陽極作用を実現することができる。また、フィレット以外の犠牲陽極材層には銅がほとんど拡散しないため、亜鉛による電位の適度な卑化を銅が妨げることがなく、良好な犠牲陽極作用を実現することができる。

【００２０】

その結果、従来のように銅の偏析により周辺に存在する犠牲陽極層の腐食優先作用が低減するようなおそれが回避され、フィレットから接合部に腐食が進行して接合部の接合強度の低下を招くおそれを有効に抑制または防止することができる。これにより、熱交換器の接合部における耐食性をより一層良好なものとすることができる。

【００２１】

また、本発明には、前記構成のブレージングシートの接合構造を有する、熱交換器も含まれる。

【発明の効果】

【００２２】

本発明では、以上の構成により、ブレージングシート同士の接合部に隣接して生じるフィレットが銅および亜鉛を含有する場合であっても、当該フィレットの優先腐食を有効に抑制または防止し、熱交換器の耐食性を良好なものとすることができる、という効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【００２３】

【図１】（Ａ）は、本発明の代表的な実施の形態に係るブレージングシートの概略構成を示す模式的断面図であり、（Ｂ）は、本発明の代表的な実施の形態に係るブレージングシートの接合構造の概略構成を示す模式的断面図である。

【図２】（Ａ）は、図１に示すブレージングシートを用いて構成されるプレートフィン積層型熱交換器のヘッダの一例を示す模式的断面図であり、（Ｂ）は、（Ａ）に示すヘッダが有するブレージングシートの接合構造を拡大した模式的部分断面図である。

【図３】（Ａ）は、図１に示すブレージングシートを用いて構成されるパラレルフローコンデンサ（ＰＦＣ）の一例を示す模式的部分断面図であり、（Ｂ）は、（Ａ）に示すＰＦＣが有するブレージングシートの接合構造を拡大した模式的部分断面図である。

【図４】（Ａ）は、両面に犠牲陽極材層を備えるブレージングシートを用いて構成されるプレートフィン積層型熱交換器のヘッダの一例を示す模式的断面図であり、（Ｂ）は、（Ａ）に示すヘッダが有するブレージングシートの接合構造を拡大した模式的部分断面図である。

【図５】本発明の代表的な実施例としてのブレージングシートの接合構造の断面写真と、当該接合構造における電子線マイクロアナライザー（ＥＰＭＡ）のライン分析結果のグラフとを示す図である。

【図６】本発明における比較例としてのブレージングシートの接合構造の断面写真と、当該接合構造におけるＥＰＭＡのライン分析結果のグラフとを示す図である。

【図７】（Ａ）は、実施例１に係るブレージングシートの接合構造の耐食性試験結果を示す図であり、（Ｂ）は、比較例に係るブレージングシートの接合構造の耐食性試験結果を示す図である。

【図８】本発明に係るブレージングシートの心材が含有する銅濃度と接合部が含有する銅

濃度との対比関係を示すグラフである。
【図９】実施例２に係るブレージングシートの接合構造の耐食性試験結果を示す図である。
【発明を実施するための形態】
【００２４】
本開示に係るブレージングシートは、熱交換器に用いられるブレージングシートであって、アルミニウム合金製の心材と、当該心材の一方の面に被覆され、シリコン（Ｓｉ）を含有するアルミニウム合金のろう材からなるろう材層と、当該心材の他方の面に被覆され、亜鉛（Ｚｎ）を０．５～６．０質量％の範囲内、および、シリコン（Ｓｉ）を３．０～１１質量％の範囲内で含有するアルミニウム合金の犠牲陽極材からなる犠牲陽極材層と、を備え、前記ブレージングシートは、互いに接合されることにより接合部を構成する接合面と、この接合面に隣接する非接合隣接面とを有し、前記接合面は、前記犠牲陽極材層であり、前記接合面同士が接合されたときに、それぞれの前記非接合隣接面の間であって前記接合面に隣接する部位には、前記接合面から流出して前記犠牲陽極材が固化したフィレットが形成され、前記ろう材および前記犠牲陽極材は、いずれも銅（Ｃｕ）を含有せず、前記心材には、銅（Ｃｕ）が０．３～１．２質量％の範囲内で含有されている構成である。
【００２５】
あるいは、本開示に係るブレージングシートは、熱交換器に用いられるブレージングシートであって、アルミニウム合金製の心材と、当該心材の両方の面に被覆され、亜鉛（Ｚｎ）を０．５～６．０質量％の範囲内、および、シリコン（Ｓｉ）を３．０～１１質量％の範囲内で含有するアルミニウム合金の犠牲陽極材からなる犠牲陽極材層と、を備え、前記ブレージングシートは、互いに接合されることにより接合部を構成する接合面と、この接合面に隣接する非接合隣接面とを有し、前記接合面は、前記犠牲陽極材層であり、前記接合面同士が接合されたときに、それぞれの前記非接合隣接面の間であって前記接合面に隣接する部位には、前記接合面から流出して前記犠牲陽極材が固化したフィレットが形成され、前記犠牲陽極材は銅（Ｃｕ）を含有せず、前記心材には、銅（Ｃｕ）が０．３～１．２質量％の範囲内で含有されている構成であってもよい。
【００２６】
前記構成によれば、ろう材層および犠牲陽極材層で被覆されたブレージングシート、あるいは、犠牲陽極材層のみで被覆されたブレージングシートにおいて、心材のみが銅を所定範囲内で含有し、心材以外の各層は実質的に銅を含有していない。これにより、ブレージングシートの犠牲陽極材層同士で接合したときには、接合部に隣接して形成されるフィレットには、従来のように銅が偏析せず好適な濃度となるように銅が集中するように拡散するとともに、フィレット以外の犠牲陽極材層には銅が実質的に拡散しない。
【００２７】
そのため、フィレットでは、濃縮された亜鉛による電位の過剰な卑化が拡散した銅により軽減または相殺される。これにより、フィレットにおける良好な犠牲陽極作用を実現することができる。また、フィレット以外の犠牲陽極材層には銅がほとんど拡散しないため、亜鉛による電位の適度な卑化を銅が妨げることがなく、良好な犠牲陽極作用を実現することができる。
【００２８】
その結果、従来のように銅の偏析により周辺に存在する犠牲陽極層の腐食優先作用が低減するようなおそれが回避され、フィレットから接合部に腐食が進行して接合部の接合強度の低下を招くおそれを有効に抑制または防止することができる。これにより、熱交換器の接合部における耐食性をより一層良好なものとすることができる。
【００２９】
前記構成のブレージングシートにおいては、前記心材は、３０００系、５０００系、または６０００系のいずれかのアルミニウム合金に対して、前記の範囲内で銅を添加したものであり、前記犠牲陽極材層は、４０００系のアルミニウム合金に対して、前記の範囲内で亜鉛を添加したものである構成であってもよい。
【００３０】

また、前記構成のブレージングシートにおいては、前記ろう材層は、４０００系のアルミニウム合金である構成であってもよい。

【００３１】

また、前記構成のブレージングシートにおいては、前記接合面同士が接合されたときには、それぞれの前記非接合隣接面により形成される角度が鋭角である構成であってもよい。

【００３２】

また、本開示に係るブレージングシートの接合構造は、熱交換器を構成する部材に用いられ、アルミニウム合金製の心材の少なくとも一方の面に犠牲陽極材からなる犠牲陽極材層が被覆されたブレージングシート同士を接合した接合構造であって、前記ブレージングシートは、接合面および当該接合面に隣接する非接合隣接面を有し、それぞれの前記接合面は、前記犠牲陽極材層であり、前記非接合隣接面の間であって前記接合面に隣接する部位には、前記接合面から流出して固化した前記犠牲陽極材で形成されたフィレットを有し、前記フィレットは、前記心材および前記犠牲陽極材層を超える濃度であって、２．０質量％以下の銅（Ｃｕ）を含有する構成である。

【００３３】

前記構成のブレージングシートの接合構造においては、前記犠牲陽極材は、亜鉛（Ｚｎ）を０．５～６．０質量％の範囲内、および、シリコン（Ｓｉ）を３．０～１１質量％の範囲内で含有するアルミニウム合金であり、接合前の前記心材は、銅（Ｃｕ）を０．３～１．２質量％の範囲内で含有し、接合前の前記犠牲陽極材は銅を含有しない構成であってもよい。

【００３４】

また、前記構成のブレージングシートの接合構造においては、前記心材の一方の面のみに前記犠牲陽極材層が被覆されている場合には、他方の面には、ろう材からなるろう材層が被覆されている構成であってもよい。

【００３５】

また、前記構成のブレージングシートの接合構造においては、前記ろう材は、シリコン（Ｓｉ）を含有するアルミニウム合金であり、接合前の当該ろう材は銅を含有しない構成であってもよい。

【００３６】

また、前記構成のブレージングシートの接合構造においては、前記フィレットは亜鉛（Ｚｎ）を含有するとともに、前記フィレットにおける銅（Ｃｕ）の濃度は、亜鉛の濃度よりも高い構成であってもよい。

【００３７】

また、前記構成のブレージングシートの接合構造においては、それぞれの前記非接合隣接面により形成される角度は鋭角である構成であってもよい。

【００３８】

本開示に係る熱交換器は、前記構成のブレージングシートの接合構造を有するものである。具体的には、例えば、プレートフィン積層型熱交換器またはパラレルフローコンデンサ（ＰＦＣ）を挙げることができる。

【００３９】

以下、本発明の代表的な実施の形態を、図面を参照しながら説明する。なお、以下では全ての図を通じて同一又は相当する要素には同一の参照符号を付して、その重複する説明を省略する。

【００４０】

［ブレージングシート］

本開示に係るブレージングシートは、熱交換器に用いられるアルミニウム合金製である。具体的には、例えば、図１（Ａ）に示すように、本開示に係るブレージングシート１０は、心材１１、ろう材層１２、および犠牲陽極材層１３を備えている。ろう材層１２は、心材１１の一方の面に被覆（クラッド）され、犠牲陽極材層１３は心材１１の他方の面すなわちろう材層１２が被覆されている面とは反対側の面に被覆されている。心材１１、ろ

う材層１２を構成するろう材、および、犠牲陽極材層１３を構成する犠牲陽極材はいずれもアルミニウム合金である。

【００４１】

あるいは図示しないが、本開示に係るブレージングシート１０は、心材１１および犠牲陽極材層１３を備え、ろう材層１２を備えていない構成でもよい。このようなブレージングシート１０では、心材１１の両方の面に犠牲陽極材層１３が形成されている。

【００４２】

本開示に係るブレージングシート１０は、少なくとも犠牲陽極材層１３の側に接合面を有しており、この接合面同士を互いに接合することで接合部を形成する。ブレージングシート１０同士を接合面で接合した構造が、本開示に係るブレージングシート１０の接合構造である。本開示に係るブレージングシート１０は、接合面に隣接する非接合隣接面を有する。ブレージングシート１０同士を接合して接合構造を形成したときには、それぞれの非接合隣接面により形成される角度は鋭角となっている。

【００４３】

具体的には、例えば、図１（Ｂ）に示すように、本開示に係るブレージングシート１０の接合構造２０は、ブレージングシート１０の接合面１０ａ同士を接合して構成され、接合面１０ａに隣接する非接合隣接面１０ｂ同士で形成される角度θ１は特に限定されないが、好ましい一例としては鋭角すなわち９０°未満（θ１＜９０°）を挙げることができる。なお、接合構造２０を構成する各非接合隣接面１０ｂにより形成される角度θ１を、説明の便宜上「隣接面形成角」と称し、図１（Ｂ）では点線で図示する。

【００４４】

隣接面形成角θ１の好ましい範囲は前記の通り鋭角すなわち直角未満（９０°未満）であれば特に限定されないが、熱交換器の種類、ブレージングシート１０が用いられる熱交換器の構造等の諸条件によっては、例えば４０°～８０°の範囲内であればよく（４０°≦θ１≦８０°）、５０°～７０°の範囲内であってもよい（５０°≦θ１≦７０°）。あるいは、例えば、下限のみ１５°以上であってもよいし（１５°≦θ１）、２０°以上であってもよい（２０°≦θ１）。

【００４５】

本開示に係る接合構造２０では、ブレージングシート１０同士を接合して接合部２１を構成したときに、図１（Ｂ）に示すように、非接合隣接面１０ｂ同士の間にフィレット２２が形成される。熱交換器には、このようなフィレット２２が形成される部材または構造等を含んでおり、このような部材または構造等においては、非接合隣接面１０ｂ同士が鋭角を成していることが多い。このフィレット２２は、本実施の形態では、接合時に接合面１０ａから流出したろう材（または犠牲陽極材）が固化したものとして定義される。

【００４６】

本開示では、ブレージングシート１０を用いた熱交換器において、このフィレット２２が優先的に腐食することを有効に抑制または回避するものである。隣接面形成角θ１が大きくなり過ぎると、例えば１８０°すなわち水平に近づくと構造上フィレット２２が形成されにくくなる。また、隣接面形成角θ１が小さ過ぎると、熱交換器の構造等にもよるが、非接合隣接面１０ｂ同士が平行に近づくためフィレット２２が形成されにくくなる。それゆえ、隣接面形成角θ１の好適な一例としては、前述した上限値および下限値の範囲内、あるいは、下限値以上の角度が挙げられる。

【００４７】

本開示に係るブレージングシート１０では、接合面１０ａが少なくとも犠牲陽極材層１３の上に設定されていればよい。したがって、後述するように、犠牲陽極材はろう材を兼ねている。すなわち、犠牲陽極材層１３は、接合時にはろう材としてブレージングシート１０同士の接合に寄与し、接合後には犠牲陽極材としてブレージングシート１０の防食効果に寄与する。

【００４８】

本開示に係るブレージングシート１０では、接合面１０ａに隣接して非接合隣接面１０

ｂが設定されている。それゆえ、非接合隣接面１０ｂも接合面１０ａと同様に犠牲陽極材層１３である。非接合隣接面１０ｂは、前記の通り、ブレージングシート１０同士を接合したときに、互いに成す角度（隣接面形成角θ１）が例えば鋭角となる。それゆえ、例えば、図１（Ｂ）に示すように、接合面１０ａに対して非接合隣接面１０ｂは傾斜してもよい。

【００４９】

図１（Ｂ）に示す例では、非接合隣接面１０ｂは接合面１０ａに対して角度θ２を形成するように傾斜している。そのため、接合面１０ａ同士を接合して接合部２１を形成すれば、それぞれの接合面１０ａに隣接する非接合隣接面１０ｂ同士が鋭角の隣接面形成角θ１を形成する。なお、接合面１０ａに対する非接合隣接面１０ｂの傾斜角度θ２を、説明の便宜上「隣接面傾斜角」と称し、図１（Ｂ）では、接合面１０ａの延長線とともに点線で図示する。

【００５０】

隣接面傾斜角θ２の具体的な角度は特に限定されないが、例えば、図１（Ｂ）に示すように、互いに接合されるブレージングシート１０同士の形状が、接合面１０ａを基準に線対称となっていれば、隣接面形成角θ１は、隣接面傾斜角θ２の２倍となる（θ１＝θ２×２）。それゆえ、隣接面形成角θ１が鋭角であれば、隣接面傾斜角θ２は４５°未満であればよい。ただし、ブレージングシート１０の形状が線対称である必要はなく、熱交換器の種類またはる熱交換器の構造等の諸条件によっては、さまざまな形状のブレージングシート１０同士を接合面１０ａで接合することになる。また、隣接面形成角θ１は必ずしも鋭角である必要はない。それゆえ、隣接面傾斜角θ２は４５°未満に限定されない。

【００５１】

例えば、略平坦なブレージングシート１０の接合面１０ａに対して、異なる形状のブレージングシート１０を傾斜させた状態で接合する接合構造２０もあり得る。この場合には、略平坦なブレージングシート１０の非接合隣接面１０ｂは、接合面１０ａに対して傾斜しておらず、それぞれ犠牲陽極材層１３上の異なる領域として設定される。それゆえ、隣接面傾斜角θ２は０°であってもよい（θ２＝０°）。すなわち、非接合隣接面１０ｂは接合面１０ａに対して傾斜しておらず連続する平坦面の異なる領域であってもよい（後述するパラレルフローコンデンサの接合構造参照）。

【００５２】

本開示に係るブレージングシート１０の接合構造２０においては、図１（Ｂ）においてブロック矢印Ｃ１およびＣ２に示す方向に腐食が進行する可能性がある。ブロック矢印Ｃ１の方向は、非接合隣接面１０ｂ（および接合面１０ａに隣接しない非接合面）から心材１１の方向に対して進行する腐食方向であり、ブロック矢印Ｃ２の方向は、フィレット２２を含む接合部２１において、接合面１０ａの方向に沿って進行する腐食方向である。

【００５３】

このうち、腐食方向Ｃ１に進行する腐食は、犠牲陽極材層１３による犠牲陽極作用によって抑制（回避または防止）されるが、腐食方向Ｃ２に進行する腐食は、フィレット２２に亜鉛が濃縮されることで、当該フィレット２２を含む接合部２１の電位が卑化され過ぎて進行するおそれがある。本開示に係るブレージングシート１０では、心材１１に銅を所定範囲内で含有させるとともに、ろう材層１２および犠牲陽極材層１３に対して、実質的に銅を含有させないことにより、腐食方向Ｃ２の腐食を有効に抑制（回避または防止）することができる。

【００５４】

［ブレージングシートの材料］

本開示に係るブレージングシート１０は、前記の通りアルミニウム合金製であり、心材１１、ろう材、および犠牲陽極材のいずれもアルミニウム合金である。具体的には、心材１１は、熱交換器の種類または構造等の諸条件に応じて求められる物性を実現し得る公知のアルミニウム合金であればよいが、本開示においては、銅（Ｃｕ）が０．３～１．２質量％の範囲内で添加（含有）されている。

【００５５】
心材１１として用いられるアルミニウム合金としては、例えば、熱交換器の分野では、代表的には、３０００系（アルミニウム－マンガン（Ａｌ－Ｍｎ）系合金）、５０００系（アルミニウム－マグネシウム（Ａｌ－Ｍｇ）系合金）、または６０００系（アルミニウム－マグネシウム－シリコン（Ａｌ－Ｍｇ－Ｓｉ）系合金）等を挙げることができるが、これらに限定されない。本開示においては、これらアルミニウム合金または他のアルミニウム合金に対して、Ｃｕを前記の範囲内となるように公知の手法で添加したものを心材１１として用いればよい。
【００５６】
Ｃｕを添加する前のアルミニウム合金を便宜上「母材」とすれば、母材においては、不可避的不純物として予めＣｕが含有されてもよい。不可避的不純物としてＣｕが含有されるとしても、その濃度は例えば０．２質量％以下であればよい。ただし、２０００系合金等にように、予め１．２質量％を超える濃度でＣｕを含有するアルミニウム合金は心材１１の母材として使用することはできない。
【００５７】
本開示に係るブレージングシート１０では、心材１１におけるＣｕの含有量（濃度）が０．３質量％未満であれば、後述するように、心材１１からフィレット２２に対してＣｕが十分な濃度で拡散しないおそれがある。また、心材１１におけるＣｕの含有量が１．２質量％を超えると、犠牲陽極材の犠牲陽極作用の強さにもよるが、心材１１の粒界腐食感受性が高くなり、腐食の進行を有効に抑制できなくなる可能性がある。
【００５８】
心材１１におけるＣｕの含有量は０．３～１．２質量％の範囲内であればよいが、好ましい一例としては、０．３～０．７質量％の範囲内を挙げることができる。すなわち、Ｃｕの含有量の上限は１．２質量％以下であればよいが、諸条件によっては０．７質量％以下であってもよい。Ｃｕの含有量が０．７質量％以下であれば、犠牲陽極材の犠牲陽極作用が相対的に弱い場合であっても、心材１１の粒界腐食感受性が高くなるおそれを有効に抑制することができる。
【００５９】
ろう材として用いられるアルミニウム合金は、本開示においては、シリコン（ケイ素、Ｓｉ）を含有するもの、すなわち、アルミニウム－シリコン（Ａｌ－Ｓｉ）系合金であればよい。ろう材におけるＳｉの含有量（濃度）は特に限定されず、ろう材として好適な使用が可能な程度の範囲内であればよい。具体的には、例えば、ろう材におけるＳｉの含有量としては、２．５～１３質量％の範囲内を挙げることができ、３．５～１２質量％の範囲内であってもよい。Ｓｉの含有量が少なすぎると、Ａｌ－Ｓｉ系合金がろう材として十分に機能しなくなるおそれがある。一方、Ｓｉの含有量が多すぎると、心材１１または相手材にＳｉが拡散してブレージングシート１０そのものに溶融が生じるおそれがある。
【００６０】
ろう材としてのＡｌ－Ｓｉ系合金には、ろう材としての機能に影響を及ぼさない範囲で、Ｓｉ以外の元素を含有してもよい。また、ろう材としてのＡｌ－Ｓｉ系合金には、不可避的不純物として種々の元素が含有されてもよい。ただし、ろう材としてのＡｌ－Ｓｉ系合金には、実質的にＣｕは含有されない。実質的にＣｕが含有されないとは、不可避的不純物を超える濃度でＣｕが含有されないことを意味する。不可避的不純物として許容される濃度の上限は、諸条件によっても異なるが、一般的には、Ａｌ－Ｓｉ系合金全体における０．１質量％未満を挙げることができる。
【００６１】
犠牲陽極材として用いられるアルミニウム合金は、犠牲陽極作用を発揮するために、亜鉛（Ｚｎ）を０．５～６．０質量％の範囲内で含有している。また、本開示においては、前記の通り犠牲陽極材がろう材を兼ねているため、ろう材と同様にＳｉを含有している。犠牲陽極材では、Ｓｉの含有量は３．０～１１質量％の範囲内であればよい。したがって、犠牲陽極材として用いられるアルミニウム合金は、アルミニウム－シリコン－亜鉛（Ａ

ｌ－Ｓｉ－Ｚｎ）系合金であればよい。
【００６２】
犠牲陽極材としてのＡｌ－Ｓｉ－Ｚｎ系合金において、Ｚｎの含有量（濃度）が０．５質量％未満であれば、良好な犠牲陽極作用を発揮することができない。一方、Ｚｎの含有量が６．０質量％を超えると、犠牲陽極作用が早期に進行し過ぎてブレージングシート１０から犠牲陽極材層１３が早期に消失してしまい、ブレージングシート１０の耐食性が低下するおそれがある。
【００６３】
また、犠牲陽極材としてのＡｌ－Ｓｉ－Ｚｎ系合金において、Ｓｉの含有量が少なすぎたり多すぎたりすると、前記の通りろう材として適切に使用できなくなる。特に本開示においては、Ｓｉの含有量が３．０～１１質量％の範囲内であれば、犠牲陽極材層１３において、犠牲陽極作用に実質的な影響を与えることなく、ろう材としての機能を良好に付与することができる。
【００６４】
なお、犠牲陽極材としてのＡｌ－Ｓｉ－Ｚｎ系合金には、犠牲陽極作用およびろう材としての機能に影響を及ぼさない範囲で、ＳｉおよびＺｎ以外の元素を含有してもよい。また、犠牲陽極材としてのＡｌ－Ｓｉ－Ｚｎ系合金には、不可避的不純物として種々の元素が含有されてもよい。ただし、犠牲陽極材としてのＡｌ－Ｓｉ－Ｚｎ系合金においても、実質的にＣｕは含有されない。実質的にＣｕが含有されないとは、ろう材としてのＡｌ－Ｓｉ系合金と同様に、不可避的不純物を超える濃度でＣｕが含有されないことを意味し、一般的には、Ａｌ－Ｓｉ－Ｚｎ系合金全体における０．１質量％未満の濃度であればよい。あるいは、不可避的不純物の濃度の上限は、ＪＩＳ等の公知の規格に規定される合金組成に準じてもよい。
【００６５】
ろう材および犠牲陽極材として具体的に用いられるアルミニウム合金の種類は特に限定されないが、代表的には、いずれも４０００系（アルミニウム－シリコン（Ａｌ－Ｓｉ）系合金）を用いることができる。犠牲陽極材では、４０００系のアルミニウム合金に対して、含有量が０．５～６．０質量％の範囲内となるように、公知の手法でＺｎを添加したものを用いればよい。
【００６６】
本開示に係るブレージングシート１０においては、ろう材および犠牲陽極材のクラッド率は特に限定されず、一般的な範囲内を挙げることができる。一般的なクラッド率としては、例えば、２～３０質量％の範囲内を挙げることができ、３～２０質量％の範囲内であってもよい。また、ブレージングシート１０の厚さ、並びに、心材１１、ろう材層１２、および犠牲陽極材層１３のそれぞれの厚さについても特に限定されず、当該ブレージングシート１０の構成または製造しようとする熱交換器の種類または部品等に応じて適宜設定することができる。
【００６７】
本開示では、複数枚のブレージングシート１０を接合面１０ａ同士で重ね合わせて、高温（５８０℃以上）の温度でろう材および犠牲陽極材を溶融させてろう付けすることにより、ブレージングシート１０同士が接合される。このようにして製造されるブレージングシート１０の接合構造２０では、図１（Ｂ）に示すように、非接合隣接面１０ｂの間で接合面１０ａ（接合部２１）に隣接する部位には、接合面１０ａの犠牲陽極材層１３から流出した犠牲陽極材が固化してフィレット２２が形成される。
【００６８】
このフィレット２２は、接合面１０ａから流出した犠牲陽極材で形成されているためＺｎを含有しているが、心材１１から拡散したＣｕも含有している。フィレット２２（接合部２１）におけるＣｕ濃度は、心材１１、ろう材層１２、および犠牲陽極材層１３を超える濃度となっており、実質的にＣｕはフィレット２２に局在するような濃度分布を示す。後述する実施例および比較例の結果から、心材１１におけるＣｕ濃度が所定範囲内であり

、かつ、ろう材層１２および犠牲陽極材層１３が実質的にＣｕを含有しない場合には、高温での接合に際して、心材１１からフィレット２２（接合部２１）に対して局所的にＣｕが集中して拡散するような挙動を示す。

【００６９】

Ｚｎは、犠牲陽極材層１３から犠牲陽極材（ろう材）が溶融してフィレット２２を形成する過程で、接合部２１（フィレット２２）に拡散するように挙動する。そのため、フィレット２２のＺｎ濃度は接合部２１で最も高くなるものの、犠牲陽極材層１３にもＺｎは残存する。それゆえ、フィレット２２を含む接合部２１の厚さ方向の断面では、Ｃｕ濃度は、フィレット２２を極大値とするような放物線状の分布を示す（後述する実施例および比較例参照）。これに対して、Ｃｕは、Ｚｎのような挙動を示さずにフィレット２２の形成に伴って局所的に集中するように拡散する傾向にあり、犠牲陽極材層１３にも心材１１にもＣｕはＺｎよりも大幅に少ないかほとんど確認できない（後述する実施例参照）。

【００７０】

本開示に係るブレージングシート１０の接合構造２０において、フィレット２２におけるＣｕ濃度およびＺｎ濃度は特に限定されないものの、Ｃｕ濃度は２．０質量％以下であればよく、Ｚｎ濃度はＣｕ濃度未満であればよい。フィレット２２におけるＣｕ濃度が２．０質量％を超えると、熱交換器の寿命に比較して短期間でＣｕを含有する中間化合物相の時効析出が生じる。このような析出物は、腐食反応におけるカソードとして機能するため、フィレット２２における腐食電流密度が増大し、当該フィレット２２周辺の耐食性が大幅に劣化するおそれがある。

【００７１】

後述するように、心材１１のＣｕ濃度（初期Ｃｕ濃度）に対して、接合構造２０における接合部２１（フィレット２２）のＣｕ濃度との間には比例関係が見られる。そのため、心材１１のＣｕ濃度が１．２質量％以下であればフィレット２２のＣｕ濃度は２．０質量％以下となると考えられる。一方、心材１１のＣｕ濃度は０．３質量％以上であればよいが、このとき接合構造２０におけるフィレット２２のＣｕ濃度は０．５質量％以上になると考えられる。それゆえ、接合構造２０におけるフィレット２２のＣｕ濃度の下限は、Ｚｎ濃度以上であればよいものの、好ましくは０．５質量％以上であればよい。

【００７２】

なお、前述したように、特許文献２に開示される従来のブレージングシートにおいても、心材には０．０５～１．２mass％の範囲内でＣｕを含有しているが、このブレージングシートでは、ろう材もＣｕを０．１～０．６mass％の範囲内で含有している。このため、特許文献２に開示のブレージングシートでは、本開示のように、高温での接合時に心材からＣｕがフィレットに局所的に集中するように挙動しないと考えられる。

【００７３】

本開示では、接合時の高熱で心材１１のＣｕが犠牲陽極材に拡散し、溶融した犠牲陽極材（ろう材として機能）が接合部２１に流動してフィレット２２を形成する過程で、Ｃｕがフィレット２２に集中するのではないかと考えられる。このように、フィレット２２にＣｕが集中することで当該フィレット２２周辺の接合部２１の電位が周囲よりも貴化する。しかしながら、本開示によれば、従来のブレージングシートのように、Ｃｕにより接合部２１の電位が貴化し過ぎることがなく、Ｚｎによる犠牲陽極作用を低減させることを抑制または回避することができる。その結果、フィレット２２を含む接合部２１の耐食性の低下も抑制または回避され、このような接合構造２０を有する熱交換器の耐食寿命を向上することが可能となる。

【００７４】

また、接合部２１以外の部位では、心材１１にＣｕが残存する。心材１１がＣｕを所定範囲内で含有することで当該心材１１が貴化されるので、犠牲陽極材層１３との電位差を拡大することができる。これにより、犠牲陽極材層１３による犠牲陽極作用をより良好に発現させることができる。また、心材１１にＣｕを添加することで、当該心材１１の強度を向上させることもできる。そのため、ブレージングシート１０の薄肉化を図ったり熱交

換器の耐圧強度を向上したりすることに有利に働く。

【００７５】

なお、接合部にＣｕを含有させずに当該接合部の優先腐食を抑制または回避させる手法としては、塗装したり犠牲陽極材層を部分的に除去したりすることで周囲から遮断することが考えられる。ただし、このような手法では、塗装または犠牲陽極材層の部分的な除去という工程が追加で必要となるため、製造コストの上昇、製造工程全体の煩雑化または複雑化、塗装の場合には塗膜の剥離および飛散等の問題点が生じる。これに対して、本開示では、心材１１にＣｕを含有させて接合するだけでフィレット２２にＣｕを適度に集中させることができるため、追加工程が不要であり、容易な製造が可能となる。

【００７６】

また、フィレット２２を含む接合部２１、犠牲陽極材層１３等の電位の評価方法は特に限定されず、公知の方法を好適に用いることができる。代表的には、ポテンショスタット／ガルバノスタットに、電位測定用の試料（例えば、ブレージングシート１０、もしくは、心材１１、ろう材、犠牲陽極材、フィレット２２または接合部２１、あるいはこれらを模擬した組成の合金等）と、対極と、参照電極（例えば銀／塩化銀（Ａｇ／ＡｇＣｌ）電極）とを接続して電解液（例えば５重量％の塩化ナトリウム（ＮａＣｌ）溶液）に浸漬し、試料と参照電極との電位差を測定する方法を挙げることができる。

【００７７】

このような本開示に係るブレージングシート１０の製造方法は特に限定されず、公知の製造方法を好適に用いることができる。具体的には、例えば、０．３～１．２質量％の範囲内でＣｕを含有するアルミニウム合金を公知の方法で板状に成形して心材１１とし、この心材１１の一方に対して、Ｓｉを含有するアルミニウム合金のろう材を公知の方法でクラッドし、心材１１の他方の面に対して、Ｚｎを０．５～６．０質量％の範囲内、および、Ｓｉを３．０～１１質量％の範囲内で含有するアルミニウム合金の犠牲陽極材を公知の方法でクラッドすればよい。本開示においては、ブレージングシート１０の製造における諸条件は、当該ブレージングシート１０の構成または製造しようとする熱交換器の種類または部品等に応じて適宜設定することができる。

【００７８】

［ブレージングシートの接合構造および熱交換器］

本開示に係るブレージングシート１０は、前記の通り熱交換器の製造に特に好適に用いることができる。本開示に係るブレージングシート１０を熱交換器に適用した場合に形成される接合構造２０は、前述したように、図１（Ｂ）に例示するような構造であるが、より具体的には、図２（Ａ），（Ｂ）に示すような構造を有するプレートフィン積層型熱交換器、図３（Ａ），（Ｂ）に示すような構造を有するパラレルフローコンデンサ（ＰＦＣ）、あるいは、図４（Ａ），（Ｂ）に示すような構造を有するAir To Waterヒートポンプ用積層型熱交換器等を挙げることができる。

【００７９】

プレートフィン積層型熱交換器は、図示しないが、第１流体である冷媒が流れる流路を有するプレートフィン積層体において、各プレートフィン積層間に第２流体である空気を流して、これら第１流体および第２流体との間で熱交換を行うものである。この熱交換器が備えるプレートフィンは、第１流体が並行に流れる複数の第１流体流路を有する流路領域と、この流路領域における各第１流体流路に連通するヘッダ流路を有するヘッダ領域と、を備えている。

【００８０】

プレートフィン積層型熱交換器では、プレートフィン積層体の積層方向の両側に、当該プレートフィンと平面視が略同一形状のエンドプレートが設けられており、これら一対のエンドプレートとこれらの間に介在する複数のプレートフィンとは、積層された状態でろう付けにより接合されて一体化している。図２（Ａ）は、このプレートフィン積層体３０におけるヘッダ部分の概略構造を部分断面として示しており、図中最上部に位置するエンドプレート３１に対して複数のプレートフィン３２が積層されている。

【００８１】
エンドプレート３１およびプレートフィン３２には、それぞれ開口部が設けられており、これらプレートが積層されてプレートフィン積層体３０を形成することにより、ヘッダ開口３３が形成される。図２（Ａ）に示す構成では、ヘッダ開口３３の外側から図中ブロック矢印で示す方向に第１流体である冷媒が流入し、さらにプレートフィン３２の間に冷媒が流入する。各プレートフィン３２には、前記の通り、第１流体流路が設けられているので、プレートフィン３２の間に流入した冷媒は、第１流体流路を流れる。また、第２流体である空気は、プレートフィン３２の間に形成される空間を、冷媒の流れる方向（第１流体流路の方向）に交差するように流れる。これにより、空気が冷媒により冷却される。
【００８２】
図２（Ｂ）は、図２（Ａ）に示すプレートフィン積層体３０の部分拡大図であり、本開示に係るブレージングシート１０の接合構造２０の一例を模式的に示す。図２（Ａ），（Ｂ）に示す例では、プレートフィン３２が本開示に係るブレージングシート１０であり、本開示に係る接合構造２０は、ヘッダ開口３３側に位置する接合部２１である。図２（Ｂ）では、ブレージングシート１０であるプレートフィン３２について、犠牲陽極材層１３をハッチングで強調して図示するとともに、フィレット２２もハッチングで強調して図示している。
【００８３】
ヘッダ開口３３側の接合部２１では、プレートフィン３２の接合面１０ａ同士が接合されており、この接合面１０ａに隣接する非接合隣接面１０ｂの間にフィレット２２が形成されている。本開示では、プレートフィン３２の心材１１がＣｕを０．３～１．２質量％の範囲内で含有し、プレートフィン３２のろう材層１２および犠牲陽極材層１３がいずれもＣｕを実質的に含有していない。そのため、フィレット２２は、心材１１、ろう材層１２、および犠牲陽極材層１３を超える濃度であって、２．０質量％以下のＣｕを含有している。これにより接合部２１の優先腐食が良好に抑制（回避または防止）されるので、プレートフィン積層型熱交換器の耐食寿命を向上することができる。
【００８４】
このようなプレートフィン積層型熱交換器の具体的な構成例としては、例えば、特開２０１７－１８０８５６号公報、特開２０１８－０６６５３１号公報、特開２０１８－０６６５３２号公報、特開２０１８－０６６５３３号公報、特開２０１８－０６６５３４号公報、特開２０１８－０６６５３５号公報、特開２０１８－０６６５３６号公報等に記載されており、これら公開公報の記載内容は、本明細書で参照することにより本明細書の記載の一部とする。
【００８５】
なお、図２（Ｂ）に示す接合構造２０においては、ブレージングシート１０であるプレートフィン３２は２段階の曲げ部を有する構成である。すなわち、図中右側の接合面１０ａに対して、非接合隣接面１０ｂが鋭角の隣接面傾斜角θ２を成すように傾斜しており、さらに非接合隣接面１０ｂの左側には、接合面１０ａに対して平行な非接合面が存在する。しかしながら、ブレージングシート１０の具体的な形状は、このような２段階の曲げ部を有する形状に限定されず、曲げ部を有さないような平坦な形状であってもよいし、図１（Ｂ）に模式的に示すような１段階の曲げ部を有する形状であってもよいし、３段階以上の曲げ部を有する形状であってもよいし、湾曲部等の他の立体構造を有する形状であってもよい。ブレージングシート１０の具体的な形状は、熱交換器の種類または構造等の諸条件によって適宜設定される。
【００８６】
パラレルフローコンデンサ（ＰＦＣ）は、カーエアコン（自動車用空気調和装置）用に広く用いられる熱交換器であり、一対のヘッダ管の間に複数の扁平管が配置され、これら扁平管の間に放熱用のコルゲートフィンが配置されている。これらヘッダ管、扁平管、コルゲートフィン等がろう付けにより接合されている。図３（Ａ）は、このＰＦＣ４０におけるヘッダ管４１と扁平管４２との連結部分の概略構造を部分断面として示している。扁

平管４２の間にはコルゲートフィン４３が設けられ、これらもろう付けにより接合されているが、本開示に係る接合構造２０は、図３（Ｂ）に拡大図示するように、ヘッダ管４１と扁平管４２との連結部分である。

【００８７】

図３（Ｂ）に示す例では、ヘッダ管４１および扁平管４２がいずれもブレージングシート１０であり、ヘッダ管４１および扁平管４２については、犠牲陽極材層１３をハッチングで強調して図示している。また、フィレット２２もハッチングで強調して図示している。扁平管４２の犠牲陽極材層１３は平坦であるため、接合面１０ａと非接合隣接面１０ｂとは連続した単一面（犠牲陽極材層１３の面）において異なる領域として設定される。したがって、扁平管４２は、ブレージングシート１０としては、曲げ部を有さないような平坦な形状のものである。

【００８８】

ヘッダ管４１は、扁平管４２を貫通挿入するための開口部を有しており、この開口部に接合面１０ａおよび非接合隣接面１０ｂが設けられている。図３（Ｂ）では、ヘッダ管４１の接合面１０ａは、扁平管４２の接合面１０ａ（外面）と平行になるような面として図示しているが、これに限定されず、扁平管４２の外面に平行にならない面であってもよい。ヘッダ管４１の開口部は、ブレージングシート１０としては、１段階の曲げ部を有する形状のものである。

【００８９】

図３（Ｂ）に示す接合構造２０では、ヘッダ管４１の接合面１０ａに隣接する非接合隣接面１０ｂと、扁平管４２の接合面１０ａに隣接する非接合隣接面１０ｂとの間に、フィレット２２が形成されている。本開示では、ヘッダ管４１および扁平管４２の心材１１がＣｕを０．３～１．２質量％の範囲内で含有し、ヘッダ管４１および扁平管４２のろう材層１２および犠牲陽極材層１３がいずれもＣｕを実質的に含有していない。そのため、フィレット２２は、心材１１、ろう材層１２、および犠牲陽極材層１３を超える濃度であって、２．０質量％以下のＣｕを含有している。これにより接合部２１の優先腐食が良好に抑制（回避または防止）されるので、プレートフィン積層型熱交換器の耐食寿命を向上することができる。

【００９０】

このようなブレージングシート１０の接合構造２０の製造方法は特に限定されず、公知のろう付け方法等を好適に用いることができる。例えば、ブレージングシート１０の接合面１０ａに対して公知のフラックスを塗布し、その後、窒素雰囲気炉において例えば６００℃程度の温度で加熱する方法が挙げられる。特に、本開示に係る接合構造２０においてフィレット２２（および接合部２１）におけるＣｕの含有量は、詳細な接合条件には実質的な影響を受けることはない。

【００９１】

Air To Waterヒートポンプ用積層型熱交換器を構成するプレートフィン積層体３４は、図４（Ａ）に示すように、その基本構成は、一般的なプレートフィン積層型熱交換器のプレートフィン積層体３０と同様である。ただし、図４（Ｂ）に示すように、プレートフィン積層体３４を構成するプレートフィン３５（本開示に係るブレージングシート１０）は、その両面に犠牲陽極材層１３を有する構成となっている。そのため、図４（Ａ），（Ｂ）に示すように、フィレット２２は、ヘッダ開口３３側（内側）に位置する接合部２１だけでなく、ヘッダ開口３３側とは反対側（外側）に位置する接合部２１にも形成されている。

【００９２】

本開示では、プレートフィン３５の心材１１がＣｕを０．３～１．２質量％の範囲内で含有し、プレートフィン３５の犠牲陽極材層１３がいずれもＣｕを実質的に含有していない。そのため、フィレット２２は、心材１１および犠牲陽極材層１３を超える濃度であって、２．０質量％以下のＣｕを含有している。これにより接合部２１の優先腐食が良好に抑制（回避または防止）されるので、プレートフィン積層型熱交換器の耐食寿命を向上す

ることができる。なお、図４（Ａ），（Ｂ）に示す構成は、プレートフィン３５およびフィレット２２の形成位置以外は図２（Ａ），（Ｂ）に示す構成と同様であるので、その説明を省略する。

【００９３】

このように、本開示に係るブレージングシートは、熱交換器に用いられるものであって、アルミニウム合金製の心材と、当該心材の一方の面に被覆され、ケイ素（Ｓｉ）を含有するアルミニウム合金のろう材層と、当該心材の他方の面に被覆され、亜鉛（Ｚｎ）を０．５～６．０質量％の範囲内、および、ケイ素（Ｓｉ）を３．０～１１質量％の範囲内で含有するアルミニウム合金の犠牲陽極材層と、を備えているものであるか、あるいは、心材の両方の面に犠牲陽極材層が被覆されたものである。

【００９４】

このブレージングシートは、互いに接合されることにより接合部を構成する接合面と、この接合面に隣接する非接合隣接面とを有し、接合面は犠牲陽極材層であり、接合面同士が接合されたときに、それぞれの非接合隣接面の間であって接合面に隣接する部位には、接合面から流出して犠牲陽極材が固化したフィレットが形成される。そして、ろう材および犠牲陽極材は、いずれもＣｕを含有せず、心材には、Ｃｕが０．３～１．２質量％の範囲内で含有されている。

【００９５】

また、本開示に係るブレージングシートの接合構造は、熱交換器を構成する部材に用いられ、アルミニウム合金製の心材の少なくとも一方の面に犠牲陽極材層が被覆された（両方の面に犠牲陽極材層が被覆されてもよいし他方の面にはろう材層が被覆されてもよい）ブレージングシート同士を接合した接合構造であり、このブレージングシートは、接合面および当該接合面に隣接する非接合隣接面を有し、それぞれの接合面は犠牲陽極材層であり、それぞれの非接合隣接面により形成される角度は鋭角であり、非接合隣接面の間であって接合面に隣接する部位には、接合面から流出して固化した犠牲陽極材で形成されたフィレットを有する。このフィレットは、心材、ろう材層、および犠牲陽極材層を超える濃度であって、２．０質量％以下のＣｕを含有する。

【００９６】

このような構成では、ブレージングシートの犠牲陽極材層で接合したときには、接合部に隣接して形成されるフィレットには、好適な濃度となるようにＣｕが集中するように拡散するが、フィレット以外の犠牲陽極材層にはＣｕが実質的に拡散しない。そのため、フィレットでは、濃縮された亜鉛による電位の過剰な卑化がＣｕにより軽減または相殺されるので、フィレットにおける良好な犠牲陽極作用を実現することができる。また、フィレット以外の犠牲陽極材層にはＣｕがほとんど拡散しないため、亜鉛による電位の適度な卑化をＣｕが妨げることがなく、良好な犠牲陽極作用を実現することができる。その結果、フィレットから接合部に腐食が進行して接合部の接合強度の低下を招くおそれを有効に抑制または防止することができるので、熱交換器の接合部における耐食性をより一層良好なものとすることができる。

【００９７】

また、本開示には、熱交換器を構成する部材に用いられ、アルミニウム合金製の心材の一方の面にろう材からなるろう材層が被覆され、他方の面に犠牲陽極材からなる犠牲陽極材層が被覆されたブレージングシート同士を接合する接合方法も含まれてもよい。この接合方法においては、ろう材は、シリコン（Ｓｉ）を含有するアルミニウム合金であり、犠牲陽極材は、亜鉛（Ｚｎ）を０．５～６．０質量％の範囲内、および、シリコン（Ｓｉ）を３．０～１１質量％の範囲内で含有するアルミニウム合金であり、接合前の心材は、銅（Ｃｕ）を０．３～１．２質量％の範囲内で含有し、接合前のろう材および犠牲陽極材はいずれも銅を含有しないものであり、ブレージングシートは、接合面および当該接合面に隣接する非接合隣接面を有し、それぞれの接合面は犠牲陽極材層であり、ブレージングシートの接合面同士を当接して加熱し、非接合隣接面の間であって接合面に隣接する部位には、接合面から犠牲陽極材が流出して固化することによりフィレットを形成すればよい。

【実施例】
【００９８】
本発明について、実施例および比較例に基づいてより具体的に説明するが、本発明はこれに限定されるものではない。当業者は本発明の範囲を逸脱することなく、種々の変更、修正、および改変を行うことができる。なお、以下の実施例および比較例における物性の評価方法等は次に示すようにして行った。
【００９９】
（評価方法等）
[ブレージングシートの接合面および非接合面]
ブレージングシートとしては、厚さ２００μｍであって、一方の面を犠牲陽極材層とし他方の面をろう材層とする３層構造のものを用いた。また、ブレージングシートの接合面および非接合隣接面は、いずれも犠牲陽極材層の側の面とした。接合面に対する非接合隣接面の角度は、それぞれのブレージングシートによって多少の違いはあるが、基本的には約３０°±５°（２５～３５°の範囲内）程度であり、接合面同士を接合した場合には、非接合隣接面により形成される角度は約６０°±１０°（５０～７０°の範囲内）程度である。
【０１００】
[接合部の元素濃度分析]
電子線マイクロアナライザー（ＥＰＭＡ）として、株式会社島津製作所製の製品名ＥＰＭＡ－１６００型を用いて、ブレージングシート同士の接合部（ブレージングシートの接合構造）における非接合隣接面側の側部について、横断面方向に沿って、加速電圧：１５ｋＶ，ビーム径：２μｍ，積算時間：１秒、ステップ間隔：２μｍ，試料電流０．１５μＡの分析条件で、ＣｕおよびＺｎの濃度を分析した。
【０１０１】
[耐食性試験]
ブレージングシートの接合構造の耐食性は、ＡＳＴＭ Ｇ８５－Ａ３で規定されるＳＷＡＡＴ試験（Sea Water Acidified Test）に基づいて評価した。
【０１０２】
（実施例１）
実施例１に係るブレージングシートでは、心材として、マンガン（Ｍｎ）１．３０質量%、銅（Ｃｕ）０．４６質量%、残部アルミニウム（Ａｌ）のアルミニウム合金（Ａｌ－１．３０%Ｍｎ－０．４６%Ｃｕ）を用い、犠牲陽極材として、シリコン（Ｓｉ）７．４９%、亜鉛（Ｚｎ）１．００%、残部アルミニウム（Ａｌ）のアルミニウム合金（Ａｌ－７．４９%Ｓｉ－１．００%Ｚｎ）を用い、ろう材として、シリコン（Ｓｉ）７．４０%、残部アルミニウム（Ａｌ）のアルミニウム合金（Ａｌ－７．４０%Ｓｉ）を用いた。なお、犠牲陽極材は７．４９質量%のシリコンを含有するため、ろう材としても機能する。
【０１０３】
２枚のブレージングシートを互いの接合面でろう付けして接合部を形成することにより、実施例１のブレージングシートの接合構造を製造した。なお、ろう付けの条件は６１０℃であった。図５上図の断面写真に示すように、この接合部における非接合隣接面の側の部位すなわちフィレットについて、図中矢印の横断面方向に沿って、前記の通りＥＰＭＡにより元素濃度を分析した。
【０１０４】
その結果、図５下図のライン元素分析結果に示すように、Ｚｎの濃度は、フィレット横断面において、心材側から接合面側に向かうに伴って徐々に濃度が増加し、接合面付近（２００μｍ±４０μｍの領域）において極大（約０．４重量%）となるような、放物線状の濃度分布を示していたが、Ｃｕ濃度は、ろう材層および心材側ではほとんど検出されず（０～１４０μｍおよび２６０～４００μｍの領域）、フィレットの接合面付近（２００μｍ±４０μｍの領域）で急激に亜鉛の濃度を大幅に超える強いピーク（最大１重量%以上、最少でも０．４重量%超（約０．４４重量%））として検出された。

【０１０５】
　また、図示しないが、ＥＰＭＡによる面分析結果であるカラーマッピングでは、Ｚｎについては、フィレットを中心に全体的に低濃度での分布が確認されたが、Ｃｕについては、フィレット付近で高濃度の存在が確認された。
【０１０６】
　さらに、ブレージングシート同士の接合部の耐腐食性を前述した腐食試験により評価した。その結果、図７（Ａ）の断面写真に示すように、実質的な腐食は確認できなかった。
【０１０７】
　（比較例）
　比較例に係るブレージングシートでは、犠牲陽極材およびろう材は実施例１に係るブレージングシートと同じアルミニウム合金であるが、心材は、マンガン（Ｍｎ）１．１０質量％、銅（Ｃｕ）０．１４質量％、残部アルミニウムのアルミニウム合金（Ａｌ－１．１０％Ｍｎ－０．１４％Ｃｕ）を用いた。なお、このＣｕ濃度は、０．２質量％以下であるので、心材における不純物相当の含有量である。
【０１０８】
　そして、実施例１と同様にして２枚のブレージングシートを接合して接合部を形成することにより、比較例のブレージングシートの接合構造を製造した。図６上図の断面写真に示すように、この接合部における非接合隣接面の側の部位について、図中矢印の横断面方向に沿って、前記の通りＥＰＭＡにより元素濃度を分析した。
【０１０９】
　その結果、図６下図のライン元素分析結果に示すように、Ｚｎ濃度は実施例１に係る接合部と同様に放物線状の濃度分布を示すが、Ｃｕについては、一方の心材における接合部側（２２０～２４０μｍの領域）に亜鉛濃度未満の２つのピーク（２２０μｍ付近の約０．２重量％のピークと、２３０μｍ付近の約０．３重量％のピーク）が観察されただけで、これらピーク以外は実質的なＣｕ濃度は検出されなかった。
【０１１０】
　また、図示しないが、ＥＰＭＡによる面分析結果であるカラーマッピングでは、Ｚｎについては、実施例１と同様に、フィレットを中心に全体的に低濃度での分布が確認されたが、Ｃｕについては、ほとんど確認できなかった。
【０１１１】
　さらに、ブレージングシート同士の接合部の耐腐食性を前述した腐食試験により評価した。その結果、図７（Ｂ）の断面写真に示すように、接合部における被接合隣接面側の部位に腐食が生じた。
【０１１２】
　（実施例２）
　実施例２に係るブレージングシートは、心材の両面に犠牲陽極材層を備え、ろう材層を備えていない以外は、実施例１に係るブレージングシートと同様である。そして、実施例１と同様にして２枚のブレージングシートを接合して接合部を形成することにより、実施例２のブレージングシートの接合構造を製造した。この接合構造において、ブレージングシート同士の接合部の耐腐食性を前述した腐食試験により評価した。その結果、図９の断面写真に示すように、実質的な腐食は確認できなかった。
【０１１３】
　（実施例および比較例の対比）
　図５および図６の対比、並びに、図７（Ａ），（Ｂ）の対比から明らかなように、Ｃｕを不純物程度でしか含有しない心材を用いれば（比較例）、フィレットにＣｕが集中するように拡散しないが、Ｃｕを所定の範囲内で含有する心材を用いれば（実施例１）、フィレットにＣｕが集中するように拡散するので、接合部の優先腐食を有効に抑制（回避または防止）することができる。
【０１１４】
　また、図８に示すように、横軸を心材の初期Ｃｕ濃度とし、縦軸を接合部のＣｕ濃度と

して、実施例１および比較例のＣｕ濃度をプロットすると、比例関係が成立することがわかる。

【０１１５】

さらに、図９に示すように、ブレージングシートの両面が犠牲陽極材層であっても（実施例２）、ブレージングシートの一方の面にろう材層が形成され、他方の面に犠牲陽極層が形成される構成（実施例１）と同様に、接合部の優先腐食を有効に抑制（回避または防止）することができることがわかる。

【０１１６】

なお、本発明は前記実施の形態の記載に限定されるものではなく、特許請求の範囲に示した範囲内で種々の変更が可能であり、異なる実施の形態や複数の変形例にそれぞれ開示された技術的手段を適宜組み合わせて得られる実施の形態についても本発明の技術的範囲に含まれる。

【産業上の利用可能性】

【０１１７】

本発明は、犠牲陽極材層を有する熱交換器用のブレージングシートの分野だけでなく、当該ブレージングシートを用いた熱交換器の分野に広く好適に用いることができる。

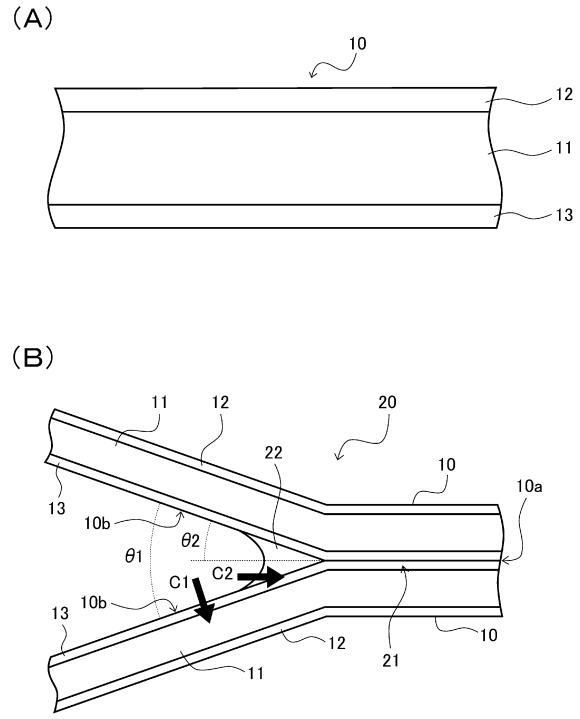
【符号の説明】

【０１１８】

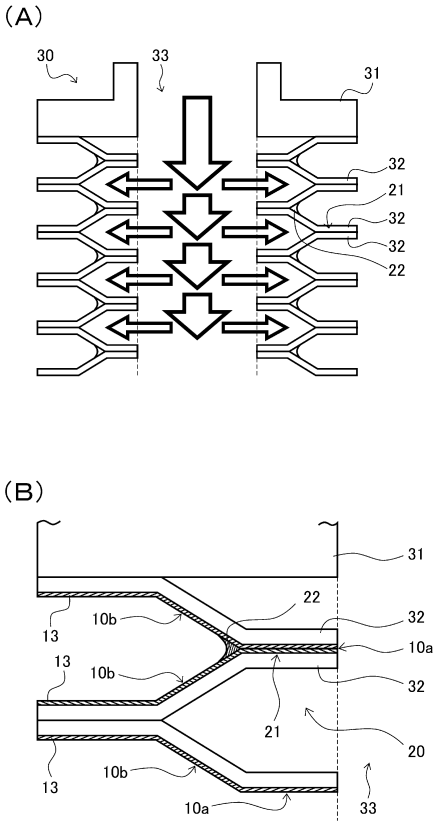
１０：ブレージングシート
１０ａ：接合面
１０ｂ：非接合隣接面
１１：心材
１２：ろう材層
１３：犠牲陽極材層
２０：ブレージングシートの接合構造
２１：接合部
２２：フィレット
３０：プレートフィン積層体
３１：エンドプレート
３２：プレートフィン
３３：ヘッダ開口
３４：プレートフィン積層体
３５：プレートフィン
４０：パラレルフローコンデンサ（ＰＦＣ）
４１：ヘッダ管
４２：扁平管
４３：コルゲートフィン

【図面】

【図１】

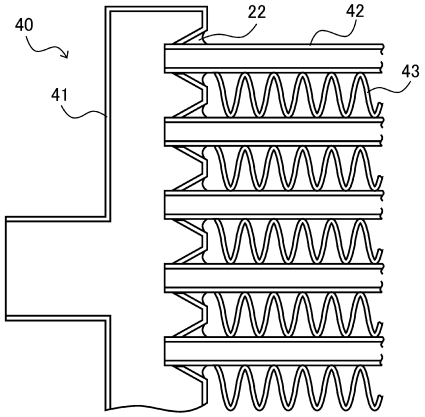

(A)
10
12
11
13
(B)
11
12
20
22
10
10a
13
10b
θ2
θ1
C1
C2
10b
13
12
21
10
11

【図２】

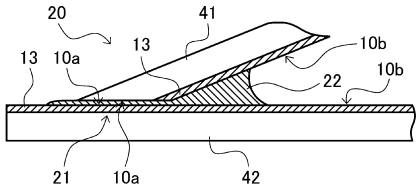

(A)
30
33
31
32
21
32
32
22
(B)
31
22
13
10b
32
10a
13
10b
32
21
20
13
10b
10a
33

【図３】

（A）

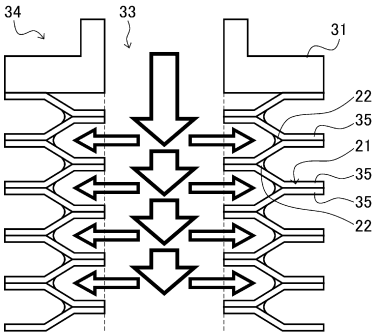


（B）

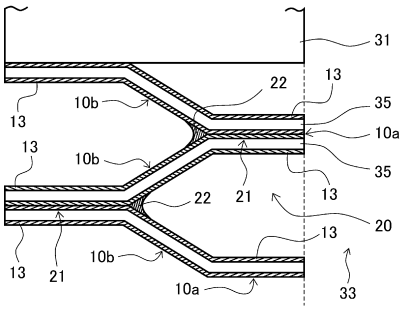


【図４】

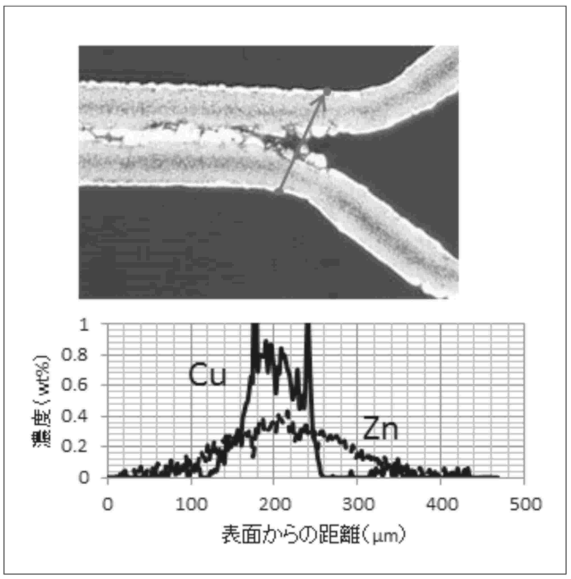
（A）



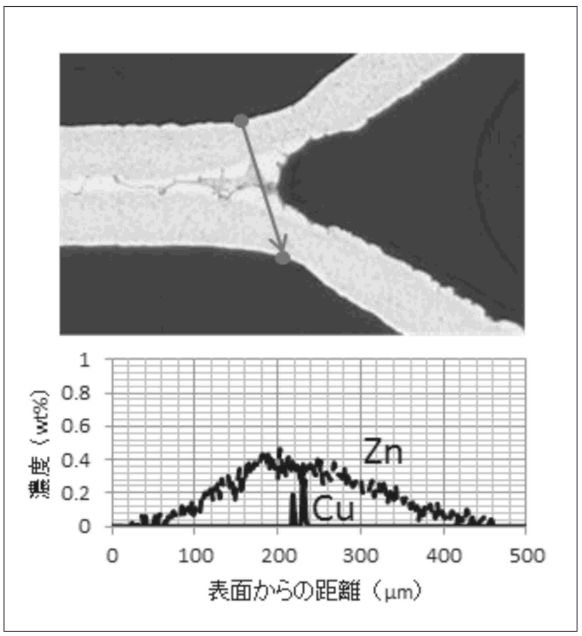
（B）



【図５】

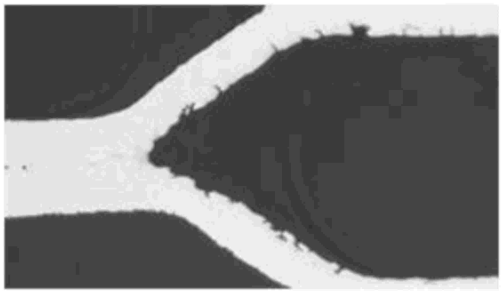


【図６】

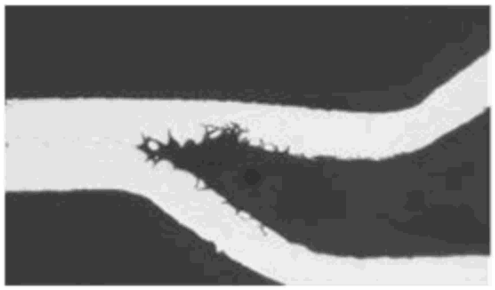


【図７】

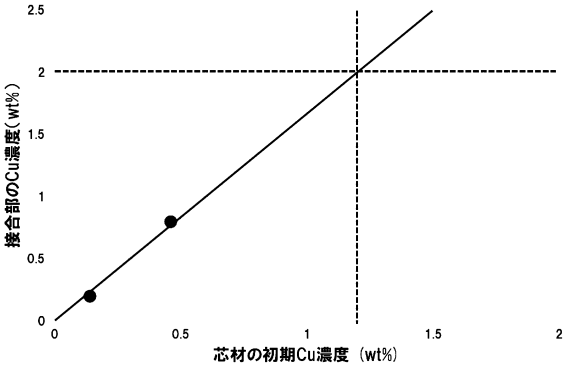
（A）



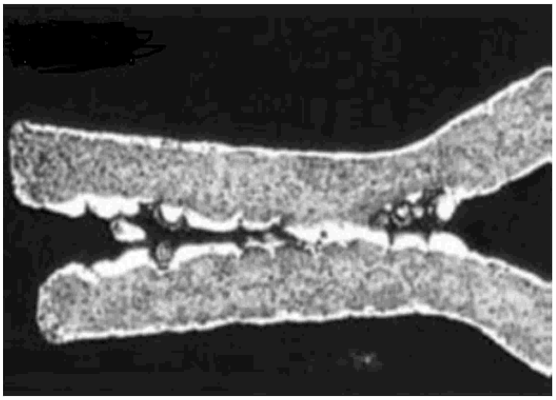
（B）



【図８】



【図９】



フロントページの続き

(51)国際特許分類
F２８F　19/02　(2006.01)
F２８F　19/06　(2006.01)
F２８F　21/08　(2006.01)

ＦＩ
Ｆ２８Ｄ　1/053　Ａ
Ｆ２８Ｄ　9/02
Ｆ２８Ｆ　19/02　５０１Ｚ
Ｆ２８Ｆ　19/06　Ａ
Ｆ２８Ｆ　21/08　Ｂ
Ｆ２８Ｆ　21/08　Ｄ

審判長　粟野 正明
審判官　土屋 知久
審判官　佐藤 陽一

(56)参考文献　特開平８－３０３９８８（ＪＰ，Ａ）
特開２００９－１５５６７９（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野　(Int.Cl.，ＤＢ名)
C22C21/00-21/18
B23K35/22-35/32
F28D9/00-9/04
F28F19/00-21/08