

(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 10 月 5 日(05.10.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/170204 A1

- (51) 国際特許分類:
C22C 21/00 (2006.01) B23K 35/28 (2006.01)
B21B 1/22 (2006.01) C22F 1/04 (2006.01)
B23K 35/22 (2006.01) C22F 1/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2017/011960
- (22) 国際出願日: 2017 年 3 月 24 日(24.03.2017)
- (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 2016-066406 2016 年 3 月 29 日(29.03.2016) JP
- (71) 出願人: 株式会社 U A C J (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: 中川 渉 (NAKAGAWA, Wataru); 〒1000004 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 Tokyo (JP). 田中 哲 (TANAKA, Satoshi); 〒1000004 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 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 中島 三千雄, 外 (NAKASHIMA, Michio et al.); 〒4500002 愛知県名古屋市中村区名駅三丁目 1 6 番 2 2 号 名古屋ダイビルディング 1 号館 中島国際特許事務所 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: ALUMINUM ALLOY BRAZING SHEET FOR HEAT EXCHANGERS, AND PRODUCTION METHOD FOR SAME

(54) 発明の名称: 熱交換器用アルミニウム合金製ブレージングシート及びその製造方法

(57) Abstract: Provided are: an aluminum alloy brazing sheet for heat exchangers, which exhibits excellent formability and brazability; and an advantageous production method for same. The aluminum alloy brazing sheet for heat exchangers according to the present invention is configured such that: the aluminum alloy composition of a core material and the aluminum alloy composition and temper of a brazing filler metal are respectively controlled; and the core material part of the brazing sheet is configured to have a specific electric resistivity at room temperature and a specific dispersion ratio of second-phase particles, and is configured to further exhibit certain properties in terms of the work hardening coefficient (n-value) being within a nominal strain range of 1-2% and in terms of the indentation depth when penetration cracking occurs in a bulging test using a sphere head punch of 50 mm in diameter.

(57) 要約: 優れた成形性及びろう付性を有する熱交換器用のアルミニウム合金製ブレージングシートと、その有利な製造方法を提供する。芯材のアルミニウム合金組成と、ろう材のアルミニウム合金組成及び質別とをそれぞれ制御すると共に、ブレージングシートを構成する芯材部位の室温での電気抵抗率や第 2 相粒子の分散率を規定し、更に、公称歪が 1% から 2% の範囲内での加工硬化指数 (n 値) や、直径: 50 mm の球頭パンチで張り出し試験を行って貫通割れが発生した際の押込み深さが所定の特性を有するようにして、熱交換器用アルミニウム合金製ブレージングシートを構成した。

WO 2017/170204 A1

明 細 書

発明の名称：

熱交換器用アルミニウム合金製ブレージングシート及びその製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、熱交換器用のアルミニウム合金製ブレージングシート及びその製造方法に係り、特に、優れた成形性及びろう付性を有する熱交換器用のアルミニウム合金製ブレージングシートと、それを有利に製造するに関するものである。そして、この本発明に係るアルミニウム合金製ブレージングシートは、特に、自動車用熱交換器の構造材として好適に使用されるものである。

背景技術

[0002] 近年、あらゆる産業の分野において、省資源化や省エネルギー化が必須の課題となっている。自動車産業においても、これらの課題の達成に向けて、自動車の軽量化が進められており、自動車用熱交換器も小型軽量化が望まれている。そして、かかる課題の達成に向けて様々な方法が検討されており、その一つに、構造部材の精密加工による放熱性の向上が挙げられているが、また、それを実現すべく、構造材料には、成形後の寸法精度の向上、即ち成形性の向上が求められているのである。

[0003] ところで、コンデンサやエバポレータ等の自動車用熱交換器には、軽量で強度に優れ、更には熱伝導率に優れるアルミニウム合金を熱交換器用材料として用いたアルミニウム合金製のものが、広く使用されている。また、近年になって、ルームクーラー用熱交換器にもアルミニウム合金製のものが普及し始めている。このような熱交換器は、作動流体の通路として機能するチューブ材及びヘッダ材や、作動流体の流動方向を変化させるプレート材、熱輸送の媒体として機能するフィン材、耐久性を確保するためのサイドプレート材等から構成されており、これらの部材を、ろう付けにより多点接合して、製造されている。なお、ろう付接合は、ろう材を内包した構成部材を、約6

00℃に加熱して、継ぎ手に溶融ろうを供給し、継ぎ手の隙間にろうを充填させた後、冷却するプロセスで実施されることとなる。特に、自動車用熱交換器では、フッ化物系フラックスを付着させた各部材を、所定の構造に組み付けた後、不活性ガス雰囲気中の加熱炉において、加熱して、ろう付接合する方法が、一般的に採用されている。

[0004] そして、そのような熱交換器の構成部材をろう付けするために、熱交換器用アルミニウム合金製ブレイジングシートが用いられているのであるが、そのような熱交換器用ブレイジングシートの成形性を向上せしめるべく、これまで、材料構成や製造工程について様々な検討が為されてきているのである。

[0005] 例えば、特許文献1（特開2013-036099号公報）には、質別を〇とし、芯材の平均結晶粒径を微細にすることによって、優れた成形性を有するアルミニウム合金製のブレイジングシートが、提案されているのであるが、〇材にて構成されるブレイジングシートでは、成形後の残留歪が少ない箇所がろう付加熱中に再結晶し難く、ろう侵食され易いために、あらゆる成形に対してろう付性を確保することが困難であるという問題を内在するものであった。

[0006] また、特許文献2（特許第5737798号公報）には、鑄造時における巨大な金属間化合物の発生を抑制し、素材の引張強さを高くして、素材の芯材に所定の集合組織を発達させることにより、優れた成形性を有するアルミニウム合金製のブレイジングシートが提案されている。しかしながら、かかる特許文献2における[0036]や表3～5に明らかにされているように、ブレイジングシートのろう侵食深さは、素材のろう材の厚みの2倍以上となるため、ろう付性の確保が困難であるという問題を内在している。

[0007] 従って、熱交換器用のアルミニウム合金製ブレイジングシートの課題の一つは、成形性とろう付性の両立を実現することとなっているのである。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：特開2013-036099号公報

特許文献2：特許第5737798号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] ここにおいて、本発明は、上述の如き事情を背景にして為されたものであって、その解決課題とするところは、優れた成形性及びろう付性を有する熱交換器用のアルミニウム合金製ブレージングシートと、その有利な製造方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0010] そして、本発明者等は、上記の課題を解決すべく、鋭意検討した結果、先ず、芯材の成分については、SiとFeの含有量を制御し、更にSiとFeの含有量の和に対してMnの含有量が多くなるように制御することにより、Al-Mn系金属間化合物、Al-Si-Mn系金属間化合物、Al-Fe-Mn系金属間化合物、及びAl-Si-Fe-Mn系金属間化合物（以下、これらの金属間化合物を、「Mn系化合物」という）の形成を抑制して、溶質原子の固溶量を確保することが出来ることを知見した。

[0011] また、芯材と皮材との合わせ材を熱間圧延してクラッド材とする際には、その熱間合わせ圧延の各パスでの板厚減少のひずみ速度を小さくし、熱間合わせ圧延中の合わせ材の温度を低く制御することが望ましく、これによって、Mn系化合物の形成を抑制して、溶質原子の固溶量を確保することが出来る、且つ所定の第2相粒子分布を確保することが出来ることを知見したのである。

[0012] 加えて、質別はOではなくHとし、これにより、成形後の残留歪が少ない箇所におけるろう侵食を抑制出来ることを知見した。

[0013] さらに、公称歪が1%から2%の範囲内での加工硬化指数：n値は0.010以上、直径：50mmの球頭パンチで張り出し試験を行い、貫通割れが発生した際の押込み深さは10mm以上として、単軸引張と2軸引張のどちらの状況下でも、格子欠陥が材料内部に均一に導入され易いという特性を確

保することにより、圧延板において加工歪が均一に分布されており、且つ平坦度が高いことを担保出来ることを知見したのである。

[0014] このように、本発明者等は、アルミニウム合金組成、質別及び金属組織を制御して、特性を確保したブレージングシートにおいては、圧延板の平坦度が高いために、成形後の寸法精度に優れ、また成形性に優れることを見出したのであり、更に、ろう付加熱中において芯材が再結晶して、大きな再結晶粒を形成することとなるために、ろう付性にも優れることを見出したのである。かくして、本発明者等は、成形性とろう付性の両立が可能なアルミニウム合金製ブレージングシートを提供可能であることを見出し、本発明を完成するに至ったのである。

[0015] 従って、本発明にあつては、上述せる如き課題を解決するために、芯材と、該芯材の一方の面にクラッドされた第一のろう材と、該芯材の他方の面にクラッドされた第二のろう材とを備える熱交換器用のブレージングシートであつて、前記芯材が、 $\text{Si} : 0.05 \sim 0.6$ 質量%、 $\text{Fe} : 0.05 \sim 0.7$ 質量%、 $\text{Mn} : 0.6 \sim 2.0$ 質量%を含有し、且つ Si 、 Fe 及び Mn の含有量が、式： $\text{Si} + \text{Fe} \leq \text{Mn}$ の条件を満たし、残部が Al 及び不可避免的不純物であるアルミニウム合金からなり、また前記第一のろう材及び前記第二のろう材が、それぞれ、 $\text{Si} : 4.5 \sim 13.0$ 質量%及び $\text{Fe} : 0.05 \sim 0.8$ 質量%を含有し、残部が Al 及び不可避免的不純物である $\text{Al}-\text{Si}$ 系合金からなると共に、 HXY （但し、 X は1または2であり、 Y は2から6までの自然数である）にて表される質別を有し、且つブレージングシートを構成する芯材部位の室温での電気抵抗率が $31 \sim 50 \text{ n}\Omega\text{m}$ であり、そして円相当直径が $0.5 \mu\text{m}$ 以下の第2相粒子の面積率を f （%）とし、平均円相当直径を r （ μm ）として、円相当直径が $0.5 \mu\text{m}$ 以下の第2相粒子の分散率を f/r と定義すると、前記芯材部位の第2相粒子の分散率が $5 \sim 50 \% \cdot \mu\text{m}^{-1}$ であり、また公称歪が1%から2%の範囲内での加工硬化指数： n 値が 0.010 以上であり、更に直径： 50 mm の球頭パンチで張り出し試験を行って貫通割れが発生した際の押込み深さが 10 mm 以上で

あることを特徴とする熱交換器用アルミニウム合金製ブレージングシートを、その要旨とするものである。

[0016] また、本発明にあっては、上述の如き課題を解決するために、芯材と、該芯材の一方の面にクラッドされた第一のろう材と、該芯材の他方の面にクラッドされた中間層材と、該中間層材の前記芯材とは反対側の面にクラッドされた第二のろう材とを備える熱交換器用のブレージングシートであって、前記芯材が、 $\text{Si} : 0.05 \sim 0.6$ 質量%、 $\text{Fe} : 0.05 \sim 0.7$ 質量%、 $\text{Mn} : 0.6 \sim 2.0$ 質量%を含有し、且つ Si 、 Fe 及び Mn の含有量が、式： $\text{Si} + \text{Fe} \leq \text{Mn}$ の条件を満たし、残部が Al 及び不可避免的不純物であるアルミニウム合金からなり、また前記第一のろう材及び前記第二のろう材が、それぞれ、 $\text{Si} : 4.5 \sim 13.0$ 質量%及び $\text{Fe} : 0.05 \sim 0.8$ 質量%を含有し、残部が Al 及び不可避免的不純物である $\text{Al}-\text{Si}$ 系合金からなり、更に前記中間層材が、 $\text{Si} : 0.05 \sim 0.6$ 質量%、 $\text{Fe} : 0.05 \sim 0.7$ 質量%、及び $\text{Zn} : 0.05 \sim 5.0$ 質量%を含有し、残部が Al 及び不可避免的不純物からなるアルミニウム合金からなると共に、 HXY （但し、 X は1または2であり、 Y は2から6までの自然数である）にて表される質別記号を与える調質が施されてなり、且つブレージングシートを構成する芯材部位の室温での電気抵抗率が $31 \sim 50 \text{ n}\Omega\text{m}$ であり、そして円相当直径が $0.5 \mu\text{m}$ 以下の第2相粒子の面積率を f （%）とし、平均円相当直径を r （ μm ）として、円相当直径が $0.5 \mu\text{m}$ 以下の第2相粒子の分散率を f/r と定義すると、前記芯材部位の第2相粒子の分散率が $5 \sim 50\% \cdot \mu\text{m}^{-1}$ であり、また公称歪が1%から2%の範囲内での加工硬化指数： n 値が0.010以上であり、更に直径：50mmの球頭パンチで張り出し試験を行って貫通割れが発生した際の押込み深さが10mm以上であることを特徴とする熱交換器用アルミニウム合金製ブレージングシートをも、その要旨とするものである。

[0017] なお、かかる本発明に従う熱交換器用アルミニウム合金製ブレージングシートの好ましい態様にあっては、前記芯材を構成する前記アルミニウム合金

が、Cu : 0.05 ~ 1.0 質量% 及び Zn : 0.05 ~ 3.0 質量% の少なくとも何れか一方を更に含有するものであり、そしてそのような Cu 及び / 又は Zn と共に、或いはそれに代えて、Ti : 0.05 ~ 0.3 質量%、Zr : 0.05 ~ 0.3 質量% 及び Cr : 0.05 ~ 0.3 質量% から選択される 1 種又は 2 種以上を更に含有するものである。

[0018] また、本発明に従う熱交換器用アルミニウム合金製ブレージングシートの別の好ましい態様にあつては、前記第一のろう材若しくは前記第二のろう材を構成する前記 Al-Si 系合金が、Cu : 0.05 ~ 1.5 質量% 及び Zn : 0.05 ~ 5.0 質量% の少なくとも何れか一方を更に含有するものであり、そしてそのような Cu 及び / 又は Zn と共に、或いはそれに代えて、Na : 0.003 ~ 0.05 質量% 及び Sr : 0.003 ~ 0.05 質量% の少なくとも何れか一方を更に含有するものである。

[0019] さらに、本発明にあつては、好ましくは、前記中間層材を構成する前記アルミニウム合金が、Mn : 0.05 ~ 2.0 質量% を更に含有している。

[0020] そして、本発明にあつては、上述の如き熱交換器用アルミニウム合金製ブレージングシートを有利に製造するために、芯材の両面に所定厚さに圧延したろう材又はろう材と中間層材を重ね合わせた合わせ材を熱間圧延する熱間合わせ圧延工程を備え、且つ該熱間合わせ圧延工程における熱間圧延中の各パスでの板厚減少の最高歪速度を、 $0.5 \sim 10 \text{ s}^{-1}$ とすると共に、かかる熱間圧延中の合わせ材の最高温度を $400 \sim 510^\circ\text{C}$ とすることを特徴とする熱交換器用アルミニウム合金製ブレージングシートの製造方法をも、その要旨とするものである。

[0021] 加えて、本発明にあつては、上記の如き本発明に従うアルミニウム合金製ブレージングシートからなることを特徴とする熱交換器用構造材や熱交換器用フィン材をも、その要旨とするものである。

発明の効果

[0022] このように、本発明に従うアルミニウム合金製ブレージングシートにあつては、芯材とその両側にクラッドされる 2 つのろう材の合金組成が制御され

ており、また質別や金属組織が制御されて、所定の特性が確保されているところから、優れた成形性を発揮し得ると共に、ろう付性においても優れた特徴を発揮するものとなったのである。そして、そのような優れた特徴を有するブレージングシートは、自動車用熱交換器の構造材やフィン材として好適に用いられ得ることとなるのである。

[0023] また、本発明に従う熱交換器用アルミニウム合金製ブレージングシートの製造方法によれば、熱間合わせ圧延工程において、各パスでの板厚減少の歪速度を小さくし、熱間合わせ圧延中の合わせ材の温度を低く制御するようにしたことにより、Mn系化合物の形成を抑制して、溶質原子の固溶量を確保することが出来、且つ所定の第二相粒子の分布を有利に確保することが出来、以て目的とする特性を有するブレージングシートが、有利に製造され得ることとなるのである。

図面の簡単な説明

[0024] [図1]本発明において、張り出し試験装置を用いてブレージングシートの押込み深さを評価する形態を示す断面模式図である。

[図2]実施例において、成形性、ろう付性、及び耐食性の評価に用いたテスト用ミニコア組付体の模式図である。

発明を実施するための形態

[0025] 以下、本発明に係る熱交換器用のアルミニウム合金製ブレージングシート及びその製造方法の詳細について、具体的に説明することとする。

[0026] 1. アルミニウム合金製ブレージングシート

本発明に係る熱交換器用のアルミニウム合金製ブレージングシートは、芯材と、この芯材の一方の面にクラッドされた第一のろう材と、かかる芯材の他方の面にクラッドされた第二のろう材とからなる3層構造の積層体、又はそれら芯材と第二のろう材との間に中間層材がクラッドされてなる形態の4層構造の積層体であって、それぞれ所定の合金組成のアルミニウム合金からなる芯材、第一及び第二のろう材、及び中間層材にて構成されると共に、更に、所定の質別、金属組織及び特性を有するものであって、その意義や限定

理由は、以下の通りである。

[0027] 1-1. 芯材

先ず、芯材を構成するアルミニウム合金は、S i、F e及びM nを必須の合金成分として含有している。

そこにおいて、かかる必須の合金成分の一つであるS iは、成形性及びろう付性の向上に寄与する元素であって、アルミニウム合金中のS i含有量は、0.05～0.6質量%（以下、単に「%」と記す）とする必要がある。なお、このS i含有量が0.05%未満では、溶質原子の固溶量が過多となり、ろう付加熱中において芯材が再結晶せず、芯材にろうが侵食するようになるため、良好なろう付性を確保することが出来なくなる。一方、S i含有量が0.6%を超えるようになると、溶質原子の固溶量が過少となり、n値が小さくなるために、成形性を確保することが出来なくなる。かかるS iの好ましい含有量は0.05～0.4%であり、より好ましいS i含有量は0.05～0.2%である。

[0028] また、必須の合金成分の他の一つであるF eも、成形性及びろう付性の向上に寄与する元素であり、そのアルミニウム合金中の含有量は、0.05～0.7%とする必要がある。なお、F e含有量が0.05%未満では、溶質原子の固溶量が過多となり、ろう付加熱中に芯材が再結晶せず、芯材にろうが侵食するようになるために、ろう付性を確保することが出来なくなる問題を惹起する。一方、F e含有量が0.7%を超えるようになると、溶質原子の固溶量が過少となり、n値が小さくなるために、有効な成形性を確保することが出来なくなる。このようなF eの好ましい含有量は0.05～0.5%であり、より好ましいF e含有量は0.05～0.3%である。

[0029] さらに、必須の合金成分の残りの一つたるM nは、成形性の向上に寄与する元素であって、アルミニウム合金中のM n含有量は、0.6～2.0%とする必要がある。このM n含有量が0.6%未満となると、溶質原子の固溶量が過少となり、n値が小さくなるために、成形性が低下する問題を生じる。一方、M n含有量が2.0%を超えるようになると、鑄造時に粗大な晶出

物が形成されるようになるために、製造上において問題を惹起することとなる。なお、このMnの好ましい含有量は0.6～1.8%であり、より好ましいMn含有量は0.6～1.6%である。

[0030] そして、それら合金成分たるSi、Fe及びMnのそれぞれの含有量は、次式： $Si + Fe \leq Mn$ の条件を満たすように調整されることとなる。なお、かかるSiとFeの総含有量がMn含有量を超えるようになると、Mn系化合物が過剰に形成されて、溶質原子の固容量が過少となり、n値が小さくなるために、成形性を確保することが出来なくなる問題を惹起する。中でも、好ましくは、式： $Si + Fe \leq 0.9 \times Mn$ の条件を満たすように、それら合金成分の含有量が調整されることとなる。

[0031] なお、芯材を構成するアルミニウム合金には、上記した必須の元素に加えて、Cu及びZnの少なくとも何れか一方を、第1選択的添加元素として、更に添加、含有せしめることが可能である。それらCu及びZnは、何れも固溶して、成形性の向上に寄与する元素である。それらのうち、Cuの含有量は、0.05～1.0%とされる。このCu含有量が0.05%未満では、上記した効果が十分に得られず、一方、Cu含有量が1.0%を超えると、腐食速度が増加するため、自己耐食性を十分に確保することが困難となる。このようなCuの好ましい含有量は0.05～0.8%であり、より好ましい含有量は0.05～0.6%である。また、第一選択的添加元素の他の一つであるZnの含有量は、0.05～3.0%となるように調整される。このZn含有量が0.05%未満では、上記した効果を得ることが困難となる。一方、Zn含有量が3.0%を超えると、腐食速度が増加するようになるため、自己耐食性を十分に確保することが出来なくなる。このZnの好ましい含有量は0.05～2.5%であり、より好ましい含有量は0.05～2.0%である。

[0032] また、芯材を構成するアルミニウム合金には、第2選択的添加元素として、Ti、Zr及びCrから選択される1種又は2種以上を更に添加して、含有せしめることが出来る。それらTi、Zr及びCrは、何れも、自己耐食

性の向上に寄与する元素である。そこにおいて、Tiは、腐食の進行を面方向にして、板厚方向の腐食を遅延させる効果があり、またZr及びCrは、ろう付加熱中において再結晶粒を大きくする効果がある。そして、それらTi、Zr及びCr含有量は、それぞれ、0.05～0.3%とされることが望ましい。これらTi、Zr及びCrの含有量が0.05%未満では、上記した効果を得ることが困難となる。一方、Ti、Zr及びCrの含有量が0.3%を超えると、鑄造時に粗大な晶出物が形成されるようになるために、製造性が悪化する問題を惹起する。かかるTi、Zr及びCrの好ましい含有量は0.05～0.2%であり、より好ましい含有量は0.05～0.15%である。

[0033] ところで、かかる芯材は、アルミニウム合金製ブレーシングシートにおいて、一般に、その厚さの60%以上を占めるように、換言すればクラッド率が60%以上となるように、存在せしめられることとなる。この芯材のクラッド率は、好ましくは70%以上とされる。なお、この芯材のクラッド率が60%よりも低くなると、芯材としての機能を十分に果たし難くなるからである。

[0034] 1-2. 第一及び第二のろう材

芯材を間にして、その両側にクラッドされる第一のろう材及び第二のろう材をそれぞれ構成するアルミニウム合金は、何れも、Si及びFeを必須の合金成分として、含有するものであるが、それら第一のろう材を構成するアルミニウム合金と第二のろう材を構成するアルミニウム合金とは、同一の合金であっても、異なる合金であっても、何等差し支えない。

そして、それらろう材を構成するアルミニウム合金中のSiは、ろう付性の向上に寄与する元素であって、その含有量は、4.5～13.0%とされることがとなる。なお、かかるSi含有量が4.5%未満では、溶融ろう量が少なくなるために、有効なろう付性を確保することが困難となる。一方、Si含有量が13.0%を超えるようになると、溶融ろう量が多くなって、ろう侵食が発生するために、ろう付性に問題を生じることとなる。このSiの

好ましい含有量は4.5～11%であり、より好ましい含有量は4.5～9.5%である。

[0035] また、他の必須の合金成分たるFeは、ろう付性の向上に寄与する元素であって、その含有量は、0.05～0.8%とされることとなる。このFe含有量が0.05%未満では、ろう流動性が低下するために、良好なろう付性を確保することが出来ないという問題がある。一方、Fe含有量が0.8%を超えるようになると、腐食速度が増加するところから、自己耐食性を確保することが出来なくなる問題を生じる。なお、かかるFeの好ましい含有量は0.05～0.7%であり、より好ましくは0.05～0.5%である。

[0036] なお、それぞれのろう材を構成するアルミニウム合金には、上記した必須の元素に加えて、更に、Cu及びZnのうちの少なくとも何れか一方を、第1選択的添加元素として添加、含有せしめることが可能である。それらCu及びZnは、何れも固溶して、成形性の向上に寄与することとなる。この第1選択的添加元素のうち、Cuの含有量は、0.05～1.5%とされることとなる。なお、このCu含有量が0.05%未満では、上記した効果が十分に得られず、一方、Cu含有量が1.5%を超えるようになると、腐食速度が増加するために、自己耐食性を確保することが出来ないという問題を生じる。このCuの好ましい含有量は0.05～1.3%であり、より好ましい含有量は0.05～1.0%である。また、かかる第1選択的添加元素の他の一つであるZnの含有量は、0.05～5.0%とされる。このZn含有量が0.05%未満では、上記した効果が十分に得られず、一方、Zn含有量が5.0%を超えるようになると、接合部のフィレットにZnが濃縮して、フィレットの腐食速度が増加するようになるために、フィレットの耐食性を十分に確保することが出来なくなる問題を生じる。このZnの好ましい含有量は0.05～4.0%であり、より好ましい含有量は0.05～3.0%である。

[0037] また、各ろう材を構成するアルミニウム合金中には、第2選択的添加元素

として、Na及びSrの少なくとも何れか一方を、更に添加、含有せしめることが可能である。この第2選択的添加元素としてのNa及びSrは、何れも、ろう流動性の向上に寄与する元素である。そして、それらNa及びSrの含有量は、それぞれ、0.003～0.05%とされる。なお、Na及びSrの各含有量が0.003%未満では、上記した効果が十分に得られず、一方、Na及びSrの各含有量が0.05%を超えるようになると、溶融ろうの粘度が増加して、ろう流動性が低下するために、ろう付性が悪化する問題を惹起する。それらNa及びSrの好ましい各含有量は0.003～0.04%であり、より好ましい含有量は0.003～0.03%である。

[0038] そして、かくの如き合金組成のアルミニウム合金からなる第一及び第二のろう材は、目的とするアルミニウム合金製ブレージングシートにおいて、それぞれのクラッド率が4～15%程度となるように、存在せしめられることとなる。

[0039] 1-3. 中間層材

芯材と第二のろう材との間には、中間層材が介在せしめられて、4層構造のブレージングシートとされることとなるが、この中間層材を構成するアルミニウム合金は、Si、Fe及びZnを必須の合金成分として、含有するものである。

この中間層材を構成するアルミニウム合金中のSiは、製造性及び自己耐食性の向上に寄与する元素であって、その含有量は、0.05～0.6%とされることとなる。なお、Si含有量が0.05%未満では、高温での変形抵抗が低くなり、熱間合わせ圧延における圧着性が悪くなるために、良好な製造性を確保することが出来なくなる。一方、Si含有量が0.6%を超えると、腐食速度が増加するようになるため、自己耐食性を確保することが出来なくなる問題を惹起する。このSiの好ましい含有量は0.05～0.4%であり、より好ましい含有量は0.05～0.2%である。

[0040] また、上記した必須の合金成分の他の一つであるFeは、製造性及び自己耐食性の向上に寄与する元素であって、その含有量は、0.05～0.7%

とされることとなる。このF e含有量が0.05%未満では、高温での変形抵抗が低くなり、熱間合わせ圧延における圧着性が悪くなるために、ブレージングシートの製造性に問題を生じる。一方、F e含有量が0.7%を超えると、腐食速度が増加するようになるために、自己耐食性が悪化する問題を生じる。このF eの好ましい含有量は0.05~0.5%であり、より好ましい含有量は0.05~0.3%である。

[0041] さらに、前記した必須の合金成分の最後の一つであるZ nは、成形性及び自己耐食性の向上に寄与する元素であって、その含有量は、0.05~5.0%とされることとなる。このZ n含有量が0.05%未満では、上記した効果を十分に享受することが出来ない。一方、Z n含有量が5.0%を超えると、腐食速度が増加するため、自己耐食性に問題を生じる。このようなZ nの好ましい含有量は0.05~4.0%であり、より好ましい含有量は0.05~3.0%である。

[0042] そして、かかる中間層材を構成するアルミニウム合金には、更に、上記した必須の合金成分に加えて、M nを選択的添加元素として添加、含有せしめることが可能である。この選択的添加元素としてのM nは、固溶して、成形性の向上に寄与するものであって、その含有量は、0.05~2.0%とされる。このM n含有量が0.05%未満では、上記した効果が十分に得られず、一方、M n含有量が2.0%を超えると、鑄造時に粗大な晶出物が形成されるために、ブレージングシートの製造性に問題を生じる。このようなM nの好ましい含有量は0.05~1.8%であり、より好ましい含有量は0.05~1.6%である。

[0043] ここで、かくの如き合金組成のアルミニウム合金からなる中間層材は、目的とするアルミニウム合金製ブレージングシートにおいて、そのクラッド率が4~15%程度となるように、介在せしめられることとなる。

[0044] なお、上記した芯材やろう材、中間層材をそれぞれ構成するアルミニウム合金には、M g、C a及びその他の不可避的不純物元素が、特性に影響しない範囲内において含有されていても何等差し支えなく、その場合において、

それぞれの元素の含有量は0.05%以下であり、且つ、それら元素の総含有量が0.15%以下とされておれば、本発明の効果に大きな影響を及ぼすことはないのである。

[0045] 1-4. 質別

質別は、ろう付性の向上に寄与するものであって、本発明に従うアルミニウム合金製ブレージングシートは、HXY（但し、Xは1又は2であり、Yは2から6までの自然数である）にて表される質別を有するものとされている。そして、この質別を有するブレージングシートは、よく知られているように、公知の調質操作によって実現され得るところであって、加工硬化されただけのもの（最終的な焼鈍処理が施されていない）や、加工硬化の後、適度に焼鈍処理（最終焼鈍）が施されたものにて、与えられるものである。なお、質別がO、H11、またはH21のものでは、成形後の残留歪が少ない箇所でろう侵食が発生するようになるために、良好なろう付性を確保することが困難となる。また、質別がH17、H18、H19、H27、H28、H29のものでは、ろう付加熱中の再結晶の駆動力が過大であって、芯材の再結晶粒が微細になり、ろう侵食が発生するために、ろう付性に問題を生じる。なお、この質別記号の意味は、JIS-H-0001に規定されている通りである。

[0046] 1-5. 金属組織

本発明に従うアルミニウム合金製ブレージングシートにおける芯材部位を構成するアルミニウム合金中の溶質原子の固溶量は、電気抵抗率と相関関係を有しているところから、本発明にあっては、かかる芯材部位の電気抵抗率が、常温下において、 $31 \sim 50 \text{ n}\Omega\text{m}$ となるように、溶質原子の固溶量を調節して、成形性及びろう付性の向上が図られることとなる。このような電気抵抗率は、芯材の合金組成や後述する熱間合わせ圧延の歪速度等を制御することにより、実現される。なお、かかる室温での電気抵抗率が $31 \text{ n}\Omega\text{m}$ 未満では、溶質原子の固溶量が過少となり、 n 値が小さくなるために、成形性を確保することが困難となる。一方、室温での電気抵抗率が $50 \text{ n}\Omega\text{m}$ を

超えるようになると、溶質原子の固溶量が過多となり、ろう付加熱中に芯材部位が再結晶せず、芯材部位をろうが侵食するようになるために、良好なろう付性を確保することが出来なくなる問題を生じる。このような芯材部位の室温下での好ましい電気抵抗率は $31 \sim 45 \text{ n}\Omega\text{m}$ であり、より好ましい電気抵抗率は $31 \sim 40 \text{ n}\Omega\text{m}$ である。

[0047] また、ブレイジングシートを構成する芯材部位における微細な第2相粒子の分散状態に関して、円相当直径が $0.5 \mu\text{m}$ 以下の第2相粒子の面積率を f (%)、平均円相当直径を r (μm) とし、円相当直径が $0.5 \mu\text{m}$ 以下の第2相粒子の分散率を f/r と定義したとき、かかる芯材部位の第2相粒子の分散率は、 $5 \sim 50 \% \cdot \mu\text{m}^{-1}$ となるように調整され、これによって、成形性及びろう付性の向上に寄与せしめられる。そして、このような分散率は、芯材の合金組成や後述する熱間合わせ圧延中の最高温度の制御等によって実現することが可能である。なお、かかる第2相粒子の分散率が $5 \% \cdot \mu\text{m}^{-1}$ 未満では、ろう付加熱中の再結晶粒界の移動を抑止する力が小さく、芯材部位の再結晶粒が微細になり、ろう侵食が発生することとなるために、ろう付性に問題を生じることとなる。一方、第2相粒子の分散率が $50 \% \cdot \mu\text{m}^{-1}$ を超えるようになると、熱間合わせ圧延における塑性変形で導入される格子欠陥がマイクロバンドを形成し、 n 値が小さくなるために、成形性に問題を生じることとなる。このような芯材部位の第2相粒子の好ましい分散率は $5 \sim 40 \% \cdot \mu\text{m}^{-1}$ であり、より好ましい分散率は $5 \sim 30 \% \cdot \mu\text{m}^{-1}$ である。

[0048] 1-6. 特性

加工硬化指数 (n 値) は、成形性の向上に寄与し、芯材の溶質元素の固溶量および芯材の微細な第2相粒子の分散状態により変化する。単軸引張試験における公称歪が1%から2%の範囲内での加工硬化指数: n 値が、 0.010 以上となるように調整することによって、成形性の向上に寄与せしめることが出来る。なお、かかる n 値が 0.010 未満では、塑性変形によって導入される格子欠陥が均一に分布せず、圧延板の平坦度が低くなるために、十分な成形性を確保することが困難となる。公称歪が1%から2%の範囲内

での好ましい加工硬化指数： n 値は0.020以上であり、より好ましい加工硬化指数： n 値は0.030以上である。

[0049] また、本発明にあっては、成形性の向上に寄与せしめるべく、張り出し試験において貫通割れが発生した際の押込み深さが規定されている。このような押込み深さは、加工硬化指数（ n 値）により変化する。また、この押込み深さの測定に際しては、具体的には、図1に示される如く、直径50mmの球頭パンチ2を用い、ダイス4としわ押さえ6にて挟持された試料8について、張り出し試験を行い、かかる球頭パンチ2が試料8を貫通する貫通割れが発生した際の押込み深さが10mm以上となるように、調整される。なお、この押込み深さが10mm未満となると、塑性変形により導入される格子欠陥が均一に分布せず、圧延板の平坦度が低くなるために、有効な成形性を確保することが困難となる。このような球頭パンチ2を用いた張り出し試験において、貫通割れが発生した際の好ましい押込み深さは、12mm以上、より好ましくは14mm以上である。

[0050] 本発明にあっては、以上の如く、芯材やろう材、更には中間層材を構成する各アルミニウム合金の合金組成を規定すると共に、所定の質別、金属組織及び特性の付与されてなるアルミニウム合金製ブレージングシートと為すことによって、優れた成形性とろう付性が有利に実現され得たのである。

[0051] 2. アルミニウム合金製ブレージングシートの製造

そして、上述の如き合金組成、質別、金属組織及び特性を有する本発明に従う熱交換器用のアルミニウム合金製ブレージングシートは、以下の如くして、有利に製造されることとなる。

[0052] 2-1. 製造工程の詳細

先ず、A1地金やA1母合金を溶解炉で溶解し、前記した本発明に従う所定のアルミニウム合金組成をそれぞれ有する芯材合金や第一及び第二のろう材合金、中間層材合金が得られるように、溶湯の成分がそれぞれ調整される（溶湯製造工程）。そして、この成分調整された溶湯を、公知の半連続 casting 法により casting して、芯材、第一及び第二のろう材又は中間層材の casting 塊がそれ

ぞれ製造される（鑄造工程）。なお、この得られた芯材鑄塊には、通常の均質化処理を施してもよく、また第一、第二のろう材鑄塊や中間層材鑄塊と共に、均質化処理を施さなくても、何等差し支えない。次いで、芯材鑄塊、第一、第二のろう材鑄塊又は中間層材鑄塊に対して、面削が施される。その後、芯材鑄塊の厚さを考慮して、第一、第二のろう材鑄塊又は中間層材鑄塊を熱間圧延して、第一、第二のろう材又は中間層材を与える圧延板が作製される（ろう材／中間層材熱間圧延工程）。そして、この得られた第一、第二のろう材圧延板又は中間層材圧延板を、芯材鑄塊に重ね合わせて、3層又は4層の合わせ材（積層体）とした（積層工程）後、その合わせ材を加熱して、熱間合わせ圧延が施される（熱間合わせ圧延工程）。なお、3層の積層体は、芯材鑄塊を挟むように、その両側に第一のろう材圧延板と第二のろう材圧延板を重ね合わせてなる積層構造を呈するものであり、4層構造体は、かかる3層の積層体における芯材鑄塊と第二のろう材圧延板との間に中間層材圧延板が介在されてなる形態の積層構造を呈するものである。また、この熱間合わせ圧延においては、圧延スタンドの各パスでの板厚減少の歪速度及び圧延中の合わせ材の温度を制御して、クラッド材が製造される。更にその後、このクラッド材を冷間圧延した（冷間圧延工程）後、必要に応じて所定の最終焼鈍を実施することにより、調質を施して、最終的に、目的とする質別：HXYのブレイジングシートが形成されるのである。即ち、質別：HXYにおいて、Xが1である場合には、冷間圧延の途中での中間焼鈍を必要に応じて実施する一方、最終焼鈍を施すことなく、目的とする質別：H12～H16のブレイジングシートが製造されることとなるのであり、またXが2である場合においては、冷間圧延の後、所定の最終焼鈍を実施することにより、目的とする質別：H22～H26のブレイジングシートが製造されることとなる。

[0053] なお、このようなブレイジングシートの製造工程において、積層体の熱間合わせ圧延工程は、粗圧延工程と仕上圧延工程に分けて、実施してもよい。そして、粗圧延工程では、リバース式の圧延機が用いられることとなる。こ

のリバース式圧延機では、積層体を圧延ロール間に複数回パスさせることによって行われ、その1パス毎に圧延ロール間の間隔を狭めていくことで、積層体の板厚を低減させる手法が採用される。そして、その奇数回目のパスと偶数回目のパスとにおける圧延ロールの回転方向が互いに逆方向とされて、圧延方向が交互に逆方向となるリバース圧延方式にて、実施されるのである。即ち、クラッド圧延のパス毎に、圧延ロールの回転方向を反転させ、圧延の奇数回目のパスと偶数回目のパスにおける圧延ロールの回転方向を逆方向とすることにより、双方向に圧延を進行させるのである。また、かかる粗圧延工程に引き続き、仕上圧延工程が行われる。この仕上圧延工程では、複数のスタンドを有するタンデム式の圧延機が用いられることとなる。タンデム式圧延機では、1組の圧延ロールを有する圧延機を1スタンドとし、複数のスタンドを直列に配置し、一方向に圧延しながら板厚を低減して行き、最終スタンドを通過した後、コイル状に巻き上げられるのであるが、そのスタンド数としては、2～5スタンドが好ましい。ここで、上記のリバース式圧延機では、片道1回の圧延を1パスと定義し、またタンデム式圧延機では、圧延ロール1組による圧延を1パスと定義することとする。

[0054] そして、本発明において規定する芯材の金属組織を得るためには、上記した熱間合わせ圧延工程における芯材の固溶析出挙動を適切に制御する必要があり、本発明においては、圧延機における各パス（圧延スタンド）での板厚減少の歪速度や合わせ材の最高温度が、以下のように制御されることとなる。

[0055] 2-2. 熱間合わせ圧延の各パスでの板厚減少の歪速度

圧延機における熱間合わせ圧延工程中の各パス（圧延スタンド）での板厚減少の最高歪速度を制御して、成形性の向上に寄与させるべく、かかる各パスでの板厚減少の最高歪速度は、 $0.5 \sim 10 \text{ s}^{-1}$ とされることとなる。この最高歪速度が 0.5 s^{-1} 未満では、圧延工程に要する時間が過長となり、生産性が低下することとなるために、工業的な実施において不利となる。一方、最高歪速度が 10 s^{-1} を超えるようになると、圧延にて導入される格子欠陥が

過多となり、圧延中又はパス間において第2相粒子が過度に析出して、溶質原子の固溶量が過少となり、 n 値が小さくなるために、成形性に問題を生じる。各パスにおける板厚減少の好ましい最高歪速度は $0.5 \sim 9 \text{ s}^{-1}$ であり、より好ましい最高歪速度は $0.5 \sim 8 \text{ s}^{-1}$ である。

[0056] ここで、圧延工程における各パスでの板厚減少の歪速度 $d\varepsilon / dt$ (s^{-1}) の計算方法は、以下の通りである。あるパスにおける圧延前の板厚を h_1 (mm)、圧延後の板厚を h_2 (mm) とし、通板速度を V ($\text{mm} \cdot \text{s}^{-1}$)、圧延ロールの半径を R (mm) とすると、圧延ロールと板の接触長さ： L (mm) は、 $L \div [R \cdot (h_1 - h_2)]^{1/2}$ と近似することが出来、 h_1 が h_2 に減少するのに要する時間： T (s) は $T \div L / V$ と近似することが出来ることから、歪速度は下式で表すことが出来るのである。

$$\begin{aligned} d\varepsilon / dt &\div [(h_1 - h_2) / h_1] / T \\ &= [V / h] \cdot [(h_1 - h_2) / R]^{1/2} \end{aligned}$$

[0057] 2-3. 熱間合わせ圧延中の合わせ材の最高温度

また、本発明においては、目的とするブレイジングシートを得るための熱間合わせ圧延中の合わせ材の最高温度が、成形性の向上に寄与させるべく、制御される。この熱間合わせ圧延中の合わせ材の最高温度は、 $400 \sim 510^\circ\text{C}$ の範囲内において、選定されることとなる。なお、この合わせ材の最高温度が 400°C 未満となると、芯材部位の第2相粒子が微細且つ密に形成され、芯材部位の第2相粒子の分散率が過大となるために、良好な成形性を確保することが困難となる。一方、かかる合わせ材の最高温度が 510°C を超えるようになると、芯材部位の第2相粒子がオストワルド成長し、芯材部位の第2相粒子の分散率が過小となるために、有効なろう付性を確保することが出来なくなる。この熱間合わせ圧延中の合わせ材の好ましい最高温度は $400 \sim 490^\circ\text{C}$ であり、より好ましくは $400 \sim 470^\circ\text{C}$ である。

実施例

[0058] 以下に、本発明の各種の実施例を示し、本発明を更に具体的に明らかにすることとするが、本発明が、そのような実施例の記載によって、何等の制約

をも受けるものでないことは、言うまでもないところである。また、本発明には、以下の実施例の他にも、更には、上記した具体的記述以外にも、本発明の趣旨を逸脱しない限りにおいて、当業者の知識に基づいて、種々なる変更、修正、改良等を加え得るものであることが、理解されるべきである。

[0059] 1. 3層クラッドブレイジングシートの製造

下記表1、表2及び表5に示されるアルミニウム合金組成を有する、各種のろう材合金1、2及び芯材合金を、それぞれ溶製した後、公知の半連続鋳造法により鋳造を行って、各種のろう材1、2鋳塊及び芯材鋳塊を得た。次いで、それぞれの鋳塊を面削した後、ろう材1、2鋳塊については、所定のクラッド率が得られる板厚までリバース式の粗圧延工程により熱間圧延を施して、各種のろう材1、2圧延板を製造した。その後、それら熱間圧延して得られたろう材1、2圧延板を、芯材鋳塊の両面に貼り合わせて、合わせ材を作製し、その合わせ材を加熱した後、下記表3、表4及び表6に示される条件下においてリバース式の粗圧延工程とタンデム式の仕上圧延工程を実施して、熱間合わせ圧延を行い、クラッド材を作製した。更に、かかる熱間合わせ圧延の後に、冷間圧延及び焼鈍を行い、下記表3、表4及び表6に示される質別において、最終板厚が1.5mm又は0.07mmの各種アルミニウム合金製ブレイジングシートを作製して、それらを試料とした。なお、上記の焼鈍は、発明例1～35、37～42、46及び比較例1～23、25においては、冷間圧延中の中間焼鈍と冷間圧延を採用する一方、発明例43、44及び比較例24、26、28においては、最終焼鈍のみを採用した。また、発明例45及び47は、冷間圧延中の中間焼鈍と冷間圧延後における最終焼鈍を採用し、発明例36及び比較例27は、冷間圧延のみを採用し、焼鈍は行わなかった。また、芯材の両側にクラッドされた2つのろう材（第1及び第2）のクラッド率は、それぞれ10%とした。

[0060]

[表1]

発明例 No.	ろう材1の合金組成(質量%)				芯材の合金組成(質量%)				ろう材2の合金組成(質量%)					
	Si	Fe	その他の成分	Al	Si	Fe	Mn	その他の成分	Al	Si+Fe	Si	Fe	その他の成分	Al
1	4.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	9.5	0.5	-	残部
2	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	9.5	0.5	-	残部
3	13.0	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	9.5	0.5	-	残部
4	9.5	0.05	-	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	9.5	0.5	-	残部
5	9.5	0.8	-	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	9.5	0.5	-	残部
6	9.5	0.5	Cu: 0.05	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	9.5	0.5	-	残部
7	9.5	0.5	Cu: 1.0	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	9.5	0.5	Zn: 3.0	残部
8	9.5	0.5	Cu: 1.5	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	9.5	0.5	-	残部
9	9.5	0.5	Zn: 0.05	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	9.5	0.5	-	残部
10	9.5	0.5	Zn: 5.0	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	9.5	0.5	-	残部
11	9.5	0.5	Na: 0.003	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	9.5	0.5	-	残部
12	9.5	0.5	Na: 0.03	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	9.5	0.5	Sr: 0.03	残部
13	9.5	0.5	Na: 0.05	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	9.5	0.5	-	残部
14	9.5	0.5	Sr: 0.003	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	9.5	0.5	-	残部
15	9.5	0.5	Sr: 0.05	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	9.5	0.5	-	残部
16	9.5	0.5	-	残部	0.05	0.3	1.6	-	残部	0.35	9.5	0.5	-	残部
17	9.5	0.5	-	残部	0.6	0.3	1.6	-	残部	0.9	9.5	0.5	-	残部
18	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.05	1.6	-	残部	0.25	9.5	0.5	-	残部
19	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.7	1.6	-	残部	0.9	9.5	0.5	-	残部
20	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	0.6	-	残部	0.5	9.5	0.5	-	残部
21	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	2.0	-	残部	0.5	9.5	0.5	-	残部
22	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	Cu: 0.05	残部	0.5	9.5	0.5	-	残部
23	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	Cu: 0.6	残部	0.5	9.5	0.5	-	残部
24	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	Cu: 1.0	残部	0.5	9.5	0.5	-	残部

[表2]

発明例 No.	ろう材1の合金組成(質量%)				芯材の合金組成(質量%)					ろう材2の合金組成(質量%)			
	Si	Fe	その他の成分	Al	Si	Fe	Mn	その他の成分	Al	Si+Fe	Si	Fe	その他の成分
25	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	Zn: 0.05	残部	0.5	9.5	0.5	-
26	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	Zn: 2.0	残部	0.5	9.5	0.5	-
27	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	Zn: 3.0	残部	0.5	9.5	0.5	-
28	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	Ti: 0.05	残部	0.5	9.5	0.5	-
29	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	Ti: 0.15	残部	0.5	9.5	0.5	-
30	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	Ti: 0.3	残部	0.5	9.5	0.5	-
31	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	Zr: 0.05	残部	0.5	9.5	0.5	-
32	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	Zr: 0.15	残部	0.5	9.5	0.5	-
33	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	Zr: 0.3	残部	0.5	9.5	0.5	-
34	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	Cr: 0.05	残部	0.5	9.5	0.5	-
35	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	Cr: 0.15	残部	0.5	9.5	0.5	-
36	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	Cr: 0.3	残部	0.5	9.5	0.5	-
37	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	9.5	0.5	-
38	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	9.5	0.5	-
39	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	9.5	0.5	-
40	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	9.5	0.5	-
41	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	9.5	0.5	-
42	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	9.5	0.5	-
43	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	9.5	0.5	-
44	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	9.5	0.5	-
45	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	9.5	0.5	-
46	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	Zn: 1.5	残部	0.5	9.5	0.5	-
47	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	Zn: 1.5	残部	0.5	9.5	0.5	-

[表3]

発明例 No.	熱間合わせ圧延工程		質別	板厚 (mm)	製造性
	最高歪速度 (s^{-1})	最高温度 ($^{\circ}C$)			
1	8	450	H14	1.5	○
2	8	450	H14	1.5	○
3	8	450	H14	1.5	○
4	8	450	H14	1.5	○
5	8	450	H14	1.5	○
6	8	450	H14	1.5	○
7	8	450	H14	1.5	○
8	8	450	H14	1.5	○
9	8	450	H14	1.5	○
10	8	450	H14	1.5	○
11	8	450	H14	1.5	○
12	8	450	H14	1.5	○
13	8	450	H14	1.5	○
14	8	450	H14	1.5	○
15	8	450	H14	1.5	○
16	8	450	H14	1.5	○
17	8	450	H14	1.5	○
18	8	450	H14	1.5	○
19	8	450	H14	1.5	○
20	8	450	H14	1.5	○
21	8	450	H14	1.5	○
22	8	450	H14	1.5	○
23	8	450	H14	1.5	○
24	8	450	H14	1.5	○

[0063]

[表4]

発明例 No.	熱間合わせ圧延工程		質別	板厚 (mm)	製造性
	最高歪速度 (s ⁻¹)	最高温度 (°C)			
25	8	450	H14	1.5	○
26	8	450	H14	1.5	○
27	8	450	H14	1.5	○
28	8	450	H14	1.5	○
29	8	450	H14	1.5	○
30	8	450	H14	1.5	○
31	8	450	H14	1.5	○
32	8	450	H14	1.5	○
33	8	450	H14	1.5	○
34	8	450	H14	1.5	○
35	8	450	H14	1.5	○
36	8	450	H14	1.5	○
37	0.5	450	H14	1.5	○
38	10	450	H14	1.5	○
39	8	400	H14	1.5	○
40	8	510	H14	1.5	○
41	8	450	H12	1.5	○
42	8	450	H16	1.5	○
43	8	450	H22	1.5	○
44	8	450	H24	1.5	○
45	8	450	H26	1.5	○
46	8	450	H14	0.07	○
47	8	450	H24	0.07	○

[0064]

[表5]

比較例 No.	ろう材1の合金組成(質量%)				芯材の合金組成(質量%)						ろう材2の合金組成(質量%)			
	Si	Fe	その他の成分	Al	Si	Fe	Mn	その他の成分	Al	Si+Fe	Si	Fe	その他の成分	Al
1	3.0	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	9.5	0.5	-	残部
2	15.0	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	9.5	0.5	-	残部
3	9.5	0.01	-	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	9.5	0.5	-	残部
4	9.5	1.0	-	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	9.5	0.5	-	残部
5	9.5	0.5	Cu: 2.0	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	9.5	0.5	-	残部
6	9.5	0.5	Zn: 6.0	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	9.5	0.5	-	残部
7	9.5	0.5	Na: 0.10	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	9.5	0.5	-	残部
8	9.5	0.5	Sr: 0.10	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	9.5	0.5	-	残部
9	9.5	0.5	-	残部	0.01	0.3	1.6	-	残部	0.3	9.5	0.5	-	残部
10	9.5	0.5	-	残部	0.8	0.3	1.6	-	残部	1.1	9.5	0.5	-	残部
11	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.01	1.6	-	残部	0.2	9.5	0.5	-	残部
12	9.5	0.5	-	残部	0.2	1.0	1.6	-	残部	1.2	9.5	0.5	-	残部
13	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	0.5	-	残部	0.5	9.5	0.5	-	残部
14	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	2.2	-	残部	0.5	9.5	0.5	-	残部
15	9.5	0.5	-	残部	0.6	0.7	1.2	-	残部	1.3	9.5	0.5	-	残部
16	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	Cu: 1.2	残部	0.5	9.5	0.5	-	残部
17	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	Zn: 4.0	残部	0.5	9.5	0.5	-	残部
18	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	Ti: 0.4	残部	0.5	9.5	0.5	-	残部
19	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	Zr: 0.4	残部	0.5	9.5	0.5	-	残部
20	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	Cr: 0.4	残部	0.5	9.5	0.5	-	残部
21	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	9.5	0.5	-	残部
22	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	9.5	0.5	-	残部
23	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	9.5	0.5	-	残部
24	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	9.5	0.5	-	残部
25	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	9.5	0.5	-	残部
26	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	9.5	0.5	-	残部
27	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	9.5	0.5	-	残部
28	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	9.5	0.5	-	残部

[0065]

[表6]

比較例 No.	熱間合わせ圧延工程		質別	板厚 (mm)	製造性
	最高歪速度 (s ⁻¹)	最高温度 (°C)			
1	8	450	H14	1.5	○
2	8	450	H14	1.5	○
3	8	450	H14	1.5	○
4	8	450	H14	1.5	○
5	8	450	H14	1.5	○
6	8	450	H14	1.5	○
7	8	450	H14	1.5	○
8	8	450	H14	1.5	○
9	8	450	H14	1.5	○
10	8	450	H14	1.5	○
11	8	450	H14	1.5	○
12	8	450	H14	1.5	○
13	8	450	H14	1.5	○
14	8	450	—	—	×
15	8	450	H14	1.5	○
16	8	450	H14	1.5	○
17	8	450	H14	1.5	○
18	8	450	—	—	×
19	8	450	—	—	×
20	8	450	—	—	×
21	11	450	H14	1.5	○
22	8	390	H14	1.5	○
23	8	520	H14	1.5	○
24	8	450	O	1.5	○
25	8	450	H11	1.5	○
26	8	450	H21	1.5	○
27	8	450	H18	1.5	○
28	8	450	H28	1.5	○

[0066] なお、上記の表1、表2及び表5の合金組成において、「—」は、スパーク放電発光分光分析装置の検出限界以下の含有量であったことを意味し、また「残部」は、A1と不可避免的不純物からなることを意味する。

[0067] 上述の如くして製造された各種のアルミニウム合金製ブレージングシート試料について、それぞれ、その製造性の評価と共に、芯材部位の電気抵抗率、芯材部位の第2相粒子の分散率、加工硬化指数（n値）、張り出し試験での押込み深さ、成形性、ろう付性、及び耐食性の評価を行った。それらの測定方法乃至評価方法は、下記の通りである。なお、製造性の評価において、「×

[0068] (電気抵抗率)

ブレージングシートと同じ製造条件にて加工・熱処理した芯材試料（ブレージングシートのろう材を貼り合わせていない芯材の圧延板）を別途準備して、この芯材試料について J I S - H - 0 5 0 5 に基づいて、20℃の恒温槽内において電気抵抗を測定し、電気抵抗率を算出した。

[0069] (芯材部位の第2相粒子の分散率)

各試料について、板厚中央の L - S T 面を電界放出型走査電子顕微鏡（F E - S E M）により2万倍の倍率で撮影し、円相当直径が0.5 μ m以下の第2相粒子について、面積率 f（%）及び平均円相当直径 r（ μ m）を画像解析ソフトで測定して、かかる面積率を平均円相当直径で除すること（f / r）によって、分散率を算出した。具体的には、同一試料について、5視野において分散率の算出を行い、それらの算術平均値をもって、目的とするブレージングシートの芯材部位における第2相粒子の分散率とした。

[0070] (加工硬化指数：n 値)

まず、J I S - Z - 2 2 4 1 に基づいて、各試料について室温で引張試験を行い、公称応力-公称歪曲線を得た。そして、J I S - Z - 2 2 5 3 に基づいて、公称歪が1%から2%の範囲内での加工硬化指数：n 値を、最小二乗法を使用して算出した。

[0071] (張り出し試験での押込み深さ)

図1に示される張り出し試験装置を用いて、押込み深さの評価を行う。具体的には、各試料をそれぞれ幅100mm×長さ100mmの正形状に切断して得られた試験片8を用い、それを、ダイス4としわ押さえ6との間で、40kNの荷重で締め付けた状態に保持して、直径50mmの球頭パンチ2を120mm/sの速度で押込んで、試験片8の全厚を貫通する割れが現れた瞬間に、かかるパンチ2の動きを止めて、その押込み深さを測定した。

[0072] (成形性)

最終板厚が1.5mmの各試料を、それぞれ、幅50mm×長さ50mmに切断して、90°曲げを行ってから、多穴管取付孔形成のための打抜き加

工を実施し、図2に示される如き形状のプレート材12を成形した。そして、この成形後のプレート材12の寸法を測定し、その成形性を評価した。また、最終板厚が0.07mmの各試料については、幅20mm×長さ300mmに切断して、コルゲート加工を行い、図2に示される如きコルゲート形状のフィン材14を成形した。そして、この成形後のフィン材14の寸法を測定して、その成形性を評価した。なお、成形後の寸法が、公差の範囲内であった場合を合格(○)とする一方、公差の範囲外であった場合を不合格(×)とした。

[0073] (ろう付性)

図2に示される如き、ミニコア組付体10を用いて、ろう付性の評価を行った。具体的には、最終板厚が1.5mmの各試料は、プレート材12として使用し、 8 g/m^2 Zn溶射のAl合金製押出多穴管16及び本発明例47の試料を用いて得られたフィン材14を使用して、それらを組み合わせ、ミニコア組付体10を作製した。また、最終板厚0.07mmの各試料は、フィン材14として用い、それを、本発明例2に係る試料から得られたプレート材12及び 8 g/m^2 Zn溶射押出多穴管16を用いて、それらを組み合わせ、ミニコア組付体10を作製した。そして、それら得られたミニコア組付体を、濃度5%のフッ化物系フラックス懸濁液に浸漬して、乾燥させた後、ろう付加熱を実施した。なお、ろう付加熱は、窒素ガス雰囲気炉内で加熱して、600℃で3分間保持することにより、行った。ろう付後のミニコア組付体の断面をミクロ観察して、最終板厚が1.5mmの各試料については、プレート材12と押出多穴管16との接合部のフィレットの有無を調査し、また最終板厚が0.07mmの各試料については、フィン材14と押出多穴管16との接合部のフィレットの有無を調査して、それぞれ、ろう付性を評価した。そして、ろう付後に前記した接合部にフィレットの存在が認められた場合を合格(○)とし、認められなかった場合を不合格(×)とした。

[0074] (耐食性)

上記したろう付け試験において得られた、ろう付ミニコア組付体について

、ASTM-G85に準拠したSWAAT (Sea Water Acetic Acid Test) 試験を40日間行って、プレート材12やフィン材14の腐食状態を調査した。その結果、孔食が発生して、腐食や消耗が激しかった場合を不合格(×)とする一方、それとは反対に腐食や消耗が軽微であった場合は合格(○)とした。

[0075] 前記表3及び表4に示される発明例1～47に係る試料及び表6に示される比較例1～28に係る試料について、それぞれの試験結果乃至は評価結果を、下記表7及び表8に示す。

[0076]

[表7]

発明例 No.	金属組織		特性		成形性	ろう付性	耐食性
	電気抵抗率 ($n\Omega m$)	分散率 ($\% \cdot \mu m^{-1}$)	n値	押込み深さ (mm)			
1	40	30	0.030	14	○	○	○
2	40	30	0.030	14	○	○	○
3	40	30	0.030	14	○	○	○
4	40	30	0.030	14	○	○	○
5	40	30	0.030	14	○	○	○
6	40	30	0.032	14	○	○	○
7	40	30	0.032	14	○	○	○
8	40	30	0.032	14	○	○	○
9	40	30	0.032	14	○	○	○
10	40	30	0.032	14	○	○	○
11	40	30	0.030	14	○	○	○
12	40	30	0.030	14	○	○	○
13	40	30	0.030	14	○	○	○
14	40	30	0.030	14	○	○	○
15	40	30	0.030	14	○	○	○
16	50	30	0.050	18	○	○	○
17	31	30	0.010	10	○	○	○
18	50	30	0.050	18	○	○	○
19	31	30	0.010	10	○	○	○
20	31	30	0.010	10	○	○	○
21	50	30	0.050	18	○	○	○
22	41	30	0.032	14	○	○	○
23	43	30	0.036	15	○	○	○
24	45	30	0.040	16	○	○	○
25	41	30	0.032	14	○	○	○
26	43	30	0.036	15	○	○	○
27	45	30	0.040	16	○	○	○
28	41	30	0.032	14	○	○	○
29	41	30	0.032	14	○	○	○
30	41	30	0.032	14	○	○	○
31	41	30	0.032	14	○	○	○
32	41	30	0.032	14	○	○	○
33	41	30	0.032	14	○	○	○
34	41	30	0.032	14	○	○	○
35	41	30	0.032	14	○	○	○
36	41	30	0.032	14	○	○	○
37	50	30	0.050	18	○	○	○
38	31	30	0.010	10	○	○	○
39	40	50	0.010	10	○	○	○
40	40	5	0.050	18	○	○	○
41	40	30	0.035	15	○	○	○
42	40	30	0.025	13	○	○	○
43	40	30	0.050	18	○	○	○
44	40	30	0.040	16	○	○	○
45	40	30	0.030	14	○	○	○
46	43	30	0.030	10	○	○	○
47	43	30	0.040	11	○	○	○

[0077]

[表8]

比較例 No.	金属組織		特性		成形性	ろう付性	耐食性
	電気抵抗率 ($n\Omega m$)	分散率 ($\% \cdot \mu m^{-1}$)	n値	押込み深さ (mm)			
1	40	30	0.030	14	○	×	×
2	40	30	0.030	14	○	×	×
3	40	30	0.030	14	○	×	×
4	40	30	0.030	14	○	○	×
5	40	30	0.030	14	○	○	×
6	40	30	0.030	14	○	○	×
7	40	30	0.030	14	○	×	×
8	40	30	0.030	14	○	×	×
9	52	30	0.054	19	○	×	×
10	29	30	0.008	9	×	×	×
11	52	30	0.054	19	○	×	×
12	29	30	0.008	9	×	×	×
13	29	30	0.008	9	×	×	×
14	—	—	—	—	—	—	—
15	29	30	0.008	9	×	×	×
16	46	30	0.042	16	○	○	×
17	46	30	0.042	16	○	○	×
18	—	—	—	—	—	—	—
19	—	—	—	—	—	—	—
20	—	—	—	—	—	—	—
21	29	30	0.008	9	×	×	×
22	40	51	0.008	9	×	×	×
23	40	4	0.052	18	○	×	×
24	40	30	0.060	20	○	×	×
25	40	30	0.038	16	○	×	×
26	40	30	0.053	19	○	×	×
27	40	30	0.020	12	○	×	×
28	40	30	0.025	13	○	×	×

[0078] 上記した表7の結果から明らかなように、本発明例1～47の試料においては、ろう材及び芯材の合金組成が、本発明で規定する範囲にあり、また金属組織や特性も、本発明で規定する範囲内にあり、更に製造条件も、表3や表4より明らかな如く、本発明で規定する条件を満たすものであるところから、試料の製造性が良好であり、また成形性、ろう付性、耐食性の何れにおいても、優れた結果を示すものであった。

[0079] これに対して、比較例1～28においては、上記表8に示される如く、各種の問題を内在するものであった。

[0080] すなわち、比較例1～4に係る試料においては、前記表5に示されるように、ろう材の合金組成が、本発明で規定する範囲外となるものであるところ

から、各種の問題を内在するものであった。具体的には、比較例 1 では、ろう材の S i 含有量が過少であり、熔融ろうが少なかったため、ろう付性が不合格となった。その結果、接合部が腐食して貫通したため、耐食性も不合格となった。また、比較例 2 では、ろう材の S i 含有量が過多であり、ろう侵食が発生したため、ろう付性が不合格となった。その結果、接合部が腐食して貫通したため、耐食性も不合格となった。更に、比較例 3 では、ろう材の F e 含有量が過少であり、ろう流動性が低下したため、ろう付性が不合格となった。その結果、接合部が腐食して貫通したため、耐食性も不合格となった。比較例 4 では、ろう材の F e 含有量が過多であり、自己腐食速度が増加したため、耐食性が不合格となった。

[0081] また、比較例 5 では、ろう材の C u 含有量が過多であって、自己腐食速度が増加したために、耐食性が不合格となった。そして、比較例 6 では、ろう材の Z n 含有量が過多であって、フィレット腐食速度が増加したため、耐食性が不合格となった。更に、比較例 7 では、ろう材の N a 含有量が過多であって、ろう流動性が低下したために、ろう付性が不合格となった。その結果、接合部が腐食して貫通したため、耐食性も不合格となった。加えて、比較例 8 では、ろう材の S r 含有量が過多であって、ろう流動性が低下したため、ろう付性が不合格となった。その結果、接合部が腐食して貫通したため、耐食性も不合格となった。

[0082] そして、比較例 9 ～ 20 においても、芯材の合金組成が、表 5 に示される如く、本発明で規定する範囲外となっているため、以下のような結果となった。即ち、比較例 9 では、芯材の S i 含有量が過少であり、芯材にろうが侵食したために、ろう付性が不合格となった。その結果、接合部が腐食して貫通したため、耐食性も不合格となった。比較例 10 では、芯材の S i 含有量が過多であり、n 値が小さかったため、成形性が不合格となった。その結果、フィレットが形成されなかったため、ろう付性も不合格となり、接合部が腐食して貫通したため、耐食性も不合格となった。比較例 11 では、芯材の F e 含有量が過少であり、芯材にろうが侵食したため、ろう付性が不合格と

なった。その結果、接合部が腐食して貫通したため、耐食性も不合格となった。比較例 12 では、芯材の Fe 含有量が過多であり、n 値が小さかったため、成形性が不合格となった。その結果、フィレットが形成されなかったため、ろう付性も不合格となり、接合部が腐食して貫通したため、耐食性も不合格となった。比較例 13 では、芯材の Mn 含有量が過少であり、n 値が小さかったため、成形性が不合格となった。その結果、フィレットが形成されなかったため、ろう付性も不合格となり、接合部が腐食して貫通したため、耐食性も不合格となった。比較例 14 では、芯材の Mn 含有量が過多であり、冷間圧延中に割れが生じ、ブレージングシートを製造できなかった。

[0083] また、比較例 15 では、芯材の Si および Fe 含有量の総量が Mn 含有量を超え、n 値が小さかったために、成形性が不合格となった。その結果、フィレットが形成されなかったため、ろう付性も不合格となり、接合部が腐食して貫通したため、耐食性も不合格となった。比較例 16 では、芯材の Cu 含有量が過多であり、自己腐食速度が増加したため、耐食性が不合格となった。比較例 17 では、芯材の Zn 含有量が過多であり、自己腐食速度が増加したため、耐食性が不合格となった。比較例 18～20 では、それぞれ、芯材の Ti、Zr、Cr 含有量が過多であり、冷間圧延中に割れが生じ、ブレージングシートを製造できなかった。

[0084] さらに、比較例 21～28 では、先の表 6 から明らかなように、試料の製造条件が、本発明で規定する条件から外れているところから、以下のような結果となった。即ち、比較例 21 では、熱間合わせ圧延工程中の最高歪速度が過大であり、n 値が小さかったため、成形性が不合格となった。その結果、フィレットが形成されなかったため、ろう付性も不合格となり、接合部が腐食して貫通したため、耐食性も不合格となった。比較例 22 では、熱間合わせ圧延工程中の最高温度が過小であり、n 値が小さかったため、成形性が不合格となった。その結果、フィレットが形成されなかったため、ろう付性も不合格となり、接合部が腐食して貫通したため、耐食性も不合格となった。比較例 23 では、熱間合わせ圧延工程中の最高温度が過大であり、ろう侵

食が発生したため、ろう付性が不合格となった。その結果、接合部が腐食して貫通したため、耐食性も不合格となった。

[0085] 加えて、比較例 24～28 のブレージングシートでは、それぞれ、質別が、O、H11、H21、H18、H28 とされており、それによってろう侵食が発生したために、何れも、ろう付性が不合格となった。そして、その結果、接合部が腐食して貫通したため、耐食性も不合格となった。

[0086] 2. 4 層クラッドブレージングシートの製造

公知の半連続鋳造法に従って、下記表 9、表 10 及び表 13 に示されるアルミニウム合金組成を有する各種ろう材 1、2 合金、芯材合金、及び中間層材合金を、それぞれ鋳造し、各種のろう材 1、2 鋳塊、芯材鋳塊、及び中間層材鋳塊を得た。次いで、それぞれの鋳塊を面削する一方、ろう材 1、2 鋳塊及び中間層材鋳塊については、それぞれ、所定のクラッド率が得られる板厚までリバース式の粗圧延工程にて熱間圧延することにより、ろう材 1、2 圧延板及び中間層材圧延板を作製した。

[0087] そして、かかる熱間圧延したろう材 1、2 圧延板及び中間層材圧延板を、上記の芯材鋳塊の両面に 4 層となるように、即ち芯材鋳塊の一方の側にろう材 1 の圧延板を重ね合わせる一方、芯材鋳塊の他方の側に中間層材圧延板とろう材 2 の圧延板とを順次重ね合わせて、貼り合わせ、その得られた合わせ材を加熱してから、下記表 11、表 12 及び表 14 に示される条件下においてリバース式の粗圧延工程とタンデム式の仕上圧延工程を実施して、熱間合わせ圧延を行い、クラッド材を作製した。更に、かかる熱間合わせ圧延の後に、冷間圧延及び焼鈍を実施し、下記表 11、表 12 及び表 14 に示される質別で、最終板厚が 1.5 mm の各種アルミニウム合金製ブレージングシートを作製して、それぞれの試料とした。なお、上記の焼鈍は、発明例 48～82、84～98 及び比較例 29～57、59 においては、冷間圧延中の中間焼鈍と冷間圧延を採用する一方、発明例 99、100 及び比較例 58、60、62 においては、最終焼鈍のみを採用した。また、発明例 101 は、冷間圧延中の中間焼鈍と冷間圧延後における最終焼鈍を採用し、発明例 83 及

び比較例 6 1 は、冷間圧延のみを採用し、焼鈍は行わなかった。なお、ろう材 1、ろう材 2、及び中間層材のクラッド率は、それぞれ 10%とした。

[0088]

[表9]

発明例 No.	ろう材1の合金組成 (質量%)				芯材の合金組成 (質量%)				中間層材の合金組成 (質量%)				ろう材2の合金組成 (質量%)			
	Si	Fe	その他の成分	Al	Si	Fe	Mn	その他の成分	Al	Si+Fe	Si	Fe	Zn	Mn	Al	Si
48	4.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	0.2	0.3	3.0	-	残部	9.5
49	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	0.2	0.3	3.0	-	残部	9.5
50	13.0	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	0.2	0.3	3.0	-	残部	9.5
51	9.5	0.05	-	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	0.2	0.3	3.0	-	残部	9.5
52	9.5	0.8	-	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	0.2	0.3	3.0	-	残部	9.5
53	9.5	0.5	Cu: 0.05	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	0.2	0.3	3.0	-	残部	9.5
54	9.5	0.5	Cu: 1.0	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	0.2	0.3	3.0	-	残部	9.5
55	9.5	0.5	Cu: 1.5	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	0.2	0.3	3.0	-	残部	9.5
56	9.5	0.5	Zn: 0.05	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	0.2	0.3	3.0	-	残部	9.5
57	9.5	0.5	Zn: 5.0	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	0.2	0.3	3.0	-	残部	9.5
58	9.5	0.5	Na: 0.003	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	0.2	0.3	3.0	-	残部	9.5
59	9.5	0.5	Na: 0.03	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	0.2	0.3	3.0	-	残部	9.5
60	9.5	0.5	Na: 0.05	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	0.2	0.3	3.0	-	残部	9.5
61	9.5	0.5	Sr: 0.003	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	0.2	0.3	3.0	-	残部	9.5
62	9.5	0.5	Sr: 0.05	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	0.2	0.3	3.0	-	残部	9.5
63	9.5	0.5	-	残部	0.05	0.3	1.6	-	残部	0.35	0.2	0.3	3.0	-	残部	9.5
64	9.5	0.5	-	残部	0.6	0.3	1.6	-	残部	0.9	0.2	0.3	3.0	-	残部	9.5
65	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.05	1.6	-	残部	0.25	0.2	0.3	3.0	-	残部	9.5
66	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.7	1.6	-	残部	0.9	0.2	0.3	3.0	-	残部	9.5
67	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	0.6	-	残部	0.5	0.2	0.3	3.0	-	残部	9.5
68	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	2.0	-	残部	0.5	0.2	0.3	3.0	-	残部	9.5
69	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	Cu: 0.05	残部	0.5	0.2	0.3	3.0	-	残部	9.5
70	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	Cu: 0.6	残部	0.5	0.2	0.3	3.0	-	残部	9.5
71	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	Cu: 1.0	残部	0.5	0.2	0.3	3.0	-	残部	9.5
72	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	Zn: 0.05	残部	0.5	0.2	0.3	3.0	-	残部	9.5
73	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	Zn: 2.0	残部	0.5	0.2	0.3	3.0	-	残部	9.5
74	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	Zn: 3.0	残部	0.5	0.2	0.3	3.0	-	残部	9.5

[表10]

発明例 No.	ろう材1の合金組成 (質量%)				芯材の合金組成(質量%)								中間層材の合金組成 (質量%)					ろう材2の合金組成 (質量%)			
	Si	Fe	その他の成分	Al	Si	Fe	Mn	その他の成分	Al	Si+Fe	Si	Fe	Zn	Mn	Al	Si	Fe	その他の成分	Al		
75	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	Ti: 0.05	残部	0.5	0.2	0.3	3.0	-	残部	9.5	0.5	-	残部		
76	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	Ti: 0.15	残部	0.5	0.2	0.3	3.0	-	残部	9.5	0.5	-	残部		
77	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	Ti: 0.3	残部	0.5	0.2	0.3	3.0	-	残部	9.5	0.5	-	残部		
78	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	Zr: 0.05	残部	0.5	0.2	0.3	3.0	-	残部	9.5	0.5	-	残部		
79	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	Zr: 0.15	残部	0.5	0.2	0.3	3.0	-	残部	9.5	0.5	-	残部		
80	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	Zr: 0.3	残部	0.5	0.2	0.3	3.0	-	残部	9.5	0.5	-	残部		
81	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	Cr: 0.05	残部	0.5	0.2	0.3	3.0	-	残部	9.5	0.5	-	残部		
82	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	Cr: 0.15	残部	0.5	0.2	0.3	3.0	-	残部	9.5	0.5	-	残部		
83	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	Cr: 0.3	残部	0.5	0.2	0.3	3.0	-	残部	9.5	0.5	-	残部		
84	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	0.05	0.3	3.0	-	残部	9.5	0.5	-	残部		
85	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	0.6	0.3	3.0	-	残部	9.5	0.5	-	残部		
86	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	0.2	0.05	3.0	-	残部	9.5	0.5	-	残部		
87	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	0.2	0.7	3.0	-	残部	9.5	0.5	-	残部		
88	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	0.2	0.3	0.05	-	残部	9.5	0.5	-	残部		
89	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	0.2	0.3	5.0	-	残部	9.5	0.5	-	残部		
90	9.5	0.5	-	残部	0.05	0.3	1.6	-	残部	0.5	0.2	0.3	3.0	0.05	残部	9.5	0.5	-	残部		
91	9.5	0.5	-	残部	0.6	0.3	1.6	-	残部	0.5	0.2	0.3	3.0	1.6	残部	9.5	0.5	-	残部		
92	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.05	1.6	-	残部	0.5	0.2	0.3	3.0	2.0	残部	9.5	0.5	-	残部		
93	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.7	1.6	-	残部	0.5	0.2	0.3	3.0	-	残部	9.5	0.5	-	残部		
94	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	0.6	-	残部	0.5	0.2	0.3	3.0	-	残部	9.5	0.5	-	残部		
95	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	2.0	-	残部	0.5	0.2	0.3	3.0	-	残部	9.5	0.5	-	残部		
96	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	0.2	0.3	3.0	-	残部	9.5	0.5	-	残部		
97	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	0.2	0.3	3.0	-	残部	9.5	0.5	-	残部		
98	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	0.2	0.3	3.0	-	残部	9.5	0.5	-	残部		
99	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	0.2	0.3	3.0	-	残部	9.5	0.5	-	残部		
100	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	0.2	0.3	3.0	-	残部	9.5	0.5	-	残部		
101	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	0.2	0.3	3.0	-	残部	9.5	0.5	-	残部		

[表11]

発明例 No.	熱間合わせ圧延工程		質別	板厚 (mm)	製造性
	最高歪速度 (s ⁻¹)	最高温度 (°C)			
48	8	450	H14	1.5	○
49	8	450	H14	1.5	○
50	8	450	H14	1.5	○
51	8	450	H14	1.5	○
52	8	450	H14	1.5	○
53	8	450	H14	1.5	○
54	8	450	H14	1.5	○
55	8	450	H14	1.5	○
56	8	450	H14	1.5	○
57	8	450	H14	1.5	○
58	8	450	H14	1.5	○
59	8	450	H14	1.5	○
60	8	450	H14	1.5	○
61	8	450	H14	1.5	○
62	8	450	H14	1.5	○
63	8	450	H14	1.5	○
64	8	450	H14	1.5	○
65	8	450	H14	1.5	○
66	8	450	H14	1.5	○
67	8	450	H14	1.5	○
68	8	450	H14	1.5	○
69	8	450	H14	1.5	○
70	8	450	H14	1.5	○
71	8	450	H14	1.5	○
72	8	450	H14	1.5	○
73	8	450	H14	1.5	○
74	8	450	H14	1.5	○

[0091]

[表12]

発明例 No.	熱間合わせ圧延工程		質別	板厚 (mm)	製造性
	最高歪速度 (s ⁻¹)	最高温度 (°C)			
75	8	450	H14	1.5	○
76	8	450	H14	1.5	○
77	8	450	H14	1.5	○
78	8	450	H14	1.5	○
79	8	450	H14	1.5	○
80	8	450	H14	1.5	○
81	8	450	H14	1.5	○
82	8	450	H14	1.5	○
83	8	450	H14	1.5	○
84	8	450	H14	1.5	○
85	8	450	H14	1.5	○
86	8	450	H14	1.5	○
87	8	450	H14	1.5	○
88	8	450	H14	1.5	○
89	8	450	H14	1.5	○
90	8	450	H14	1.5	○
91	8	450	H14	1.5	○
92	8	450	H14	1.5	○
93	0.5	450	H14	1.5	○
94	10	450	H14	1.5	○
95	8	400	H14	1.5	○
96	8	510	H14	1.5	○
97	8	450	H12	1.5	○
98	8	450	H16	1.5	○
99	8	450	H22	1.5	○
100	8	450	H24	1.5	○
101	8	450	H26	1.5	○

[0092]

[表13]

比較例 No.	ろう材1の合金組成(質量%)				芯材の合金組成(質量%)				中間層材の合金組成(質量%)				ろう材2の合金組成(質量%)			
	Si	Fe	その他の成分	Al	Si	Fe	Mn	その他の成分	Al	Si+Fe	Si	Fe	Zn	Mn	Al	Si
29	3.0	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	0.2	0.3	3.0	-	残部	9.5
30	15.0	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	0.2	0.3	3.0	-	残部	9.5
31	9.5	0.01	-	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	0.2	0.3	3.0	-	残部	9.5
32	9.5	1.0	-	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	0.2	0.3	3.0	-	残部	9.5
33	9.5	0.5	Cu: 2.0	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	0.2	0.3	3.0	-	残部	9.5
34	9.5	0.5	Zn: 6.0	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	0.2	0.3	3.0	-	残部	9.5
35	9.5	0.5	Na: 0.10	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	0.2	0.3	3.0	-	残部	9.5
36	9.5	0.5	Sr: 0.10	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	0.2	0.3	3.0	-	残部	9.5
37	9.5	0.5	-	残部	0.01	0.3	1.6	-	残部	0.3	0.2	0.3	3.0	-	残部	9.5
38	9.5	0.5	-	残部	0.8	0.3	1.6	-	残部	1.1	0.2	0.3	3.0	-	残部	9.5
39	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.01	1.6	-	残部	0.2	0.2	0.3	3.0	-	残部	9.5
40	9.5	0.5	-	残部	0.2	1.0	1.6	-	残部	1.2	0.2	0.3	3.0	-	残部	9.5
41	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	0.5	-	残部	0.5	0.2	0.3	3.0	-	残部	9.5
42	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	2.2	-	残部	0.5	0.2	0.3	3.0	-	残部	9.5
43	9.5	0.5	-	残部	0.6	0.7	1.2	-	残部	1.3	0.2	0.3	3.0	-	残部	9.5
44	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	Cu: 1.2	残部	0.5	0.2	0.3	3.0	-	残部	9.5
45	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	Zn: 4.0	残部	0.5	0.2	0.3	3.0	-	残部	9.5
46	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	Ti: 0.4	残部	0.5	0.2	0.3	3.0	-	残部	9.5
47	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	Zr: 0.4	残部	0.5	0.2	0.3	3.0	-	残部	9.5
48	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	Cr: 0.4	残部	0.5	0.2	0.3	3.0	-	残部	9.5
49	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	0.01	0.3	3.0	-	残部	9.5
50	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	0.8	0.3	3.0	-	残部	9.5
51	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	0.2	0.01	3.0	-	残部	9.5
52	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	0.2	1.0	3.0	-	残部	9.5
53	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	0.2	0.3	6.0	-	残部	9.5
54	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	0.2	0.3	3.0	2.2	残部	9.5
55	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	0.2	0.3	3.0	-	残部	9.5
56	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	0.2	0.3	3.0	-	残部	9.5
57	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	0.2	0.3	3.0	-	残部	9.5
58	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	0.2	0.3	3.0	-	残部	9.5
59	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	0.2	0.3	3.0	-	残部	9.5
60	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	0.2	0.3	3.0	-	残部	9.5
61	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	0.2	0.3	3.0	-	残部	9.5
62	9.5	0.5	-	残部	0.2	0.3	1.6	-	残部	0.5	0.2	0.3	3.0	-	残部	9.5

[0093] [表14]

比較例 No.	熱間合わせ圧延工程		質別	板厚 (mm)	製造性
	最高歪速度 (s ⁻¹)	最高温度 (°C)			
29	8	450	H14	1.5	○
30	8	450	H14	1.5	○
31	8	450	H14	1.5	○
32	8	450	H14	1.5	○
33	8	450	H14	1.5	○
34	8	450	H14	1.5	○
35	8	450	H14	1.5	○
36	8	450	H14	1.5	○
37	8	450	H14	1.5	○
38	8	450	H14	1.5	○
39	8	450	H14	1.5	○
40	8	450	H14	1.5	○
41	8	450	H14	1.5	○
42	8	450	—	—	×
43	8	450	H14	1.5	○
44	8	450	H14	1.5	○
45	8	450	H14	1.5	○
46	8	450	—	—	×
47	8	450	—	—	×
48	8	450	—	—	×
49	8	450	—	—	×
50	8	450	H14	1.5	○
51	8	450	—	—	×
52	8	450	H14	1.5	○
53	8	450	H14	1.5	○
54	8	450	—	—	×
55	11	450	H14	1.5	○
56	8	390	H14	1.5	○
57	8	520	H14	1.5	○
58	8	450	O	1.5	○
59	8	450	H11	1.5	○
60	8	450	H21	1.5	○
61	8	450	H18	1.5	○
62	8	450	H28	1.5	○

[0094] なお、上記した表9、表10及び表13に示される合金組成において、「—」は、スパーク放電発光分光分析装置の検出限界以下の含有量であったことを意味し、「残部」は、A1と不可避免的不純物からなることを意味している。

[0095] このようにして製造された各種の4層クラッドブレージングシート試料について、電気抵抗率、芯材部位の第2相粒子の分散率、加工硬化指数（ n 値）、張り出し試験での押込み深さ、成形性、ろう付性及び耐食性について、

それぞれ評価を行い、その結果を、下記表 15 乃至表 17 に示した。なお、測定方法乃至評価方法は、前述した 3 層クラッドブレイジングシートに対する場合と同様である。また、上記した表 14 において、製造性が「×」のものにおいては、試料（ブレイジングシート）が製造出来なかったために、それらの評価を行うことが出来ず、「－」として示されている。

[0096] [表15]

発明例 No.	金属組織		特性		成形性	ろう付性	耐食性
	電気抵抗率 ($n\Omega m$)	分散率 ($\% \cdot \mu m^{-1}$)	n値	押込み深さ (mm)			
48	40	30	0.030	14	○	○	○
49	40	30	0.030	14	○	○	○
50	40	30	0.030	14	○	○	○
51	40	30	0.030	14	○	○	○
52	40	30	0.030	14	○	○	○
53	40	30	0.032	14	○	○	○
54	40	30	0.032	14	○	○	○
55	40	30	0.032	14	○	○	○
56	40	30	0.032	14	○	○	○
57	40	30	0.032	14	○	○	○
58	40	30	0.030	14	○	○	○
59	40	30	0.030	14	○	○	○
60	40	30	0.030	14	○	○	○
61	40	30	0.030	14	○	○	○
62	40	30	0.030	14	○	○	○
63	50	30	0.050	18	○	○	○
64	31	30	0.010	10	○	○	○
65	50	30	0.050	18	○	○	○
66	31	30	0.010	10	○	○	○
67	31	30	0.010	10	○	○	○
68	50	30	0.050	18	○	○	○
69	41	30	0.032	14	○	○	○
70	43	30	0.036	15	○	○	○
71	45	30	0.040	16	○	○	○
72	41	30	0.032	14	○	○	○
73	43	30	0.036	15	○	○	○
74	45	30	0.040	16	○	○	○
75	41	30	0.032	14	○	○	○
76	41	30	0.032	14	○	○	○
77	41	30	0.032	14	○	○	○
78	41	30	0.032	14	○	○	○
79	41	30	0.032	14	○	○	○
80	41	30	0.032	14	○	○	○

[0097]

[表16]

発明例 No.	金属組織		特性		成形性	ろう付性	耐食性
	電気抵抗率 ($n\Omega m$)	分散率 ($\% \cdot \mu m^{-1}$)	n値	押込み深さ (mm)			
81	41	30	0.032	14	○	○	○
82	41	30	0.032	14	○	○	○
83	41	30	0.032	14	○	○	○
84	40	30	0.030	14	○	○	○
85	40	30	0.030	14	○	○	○
86	40	30	0.030	14	○	○	○
87	40	30	0.030	14	○	○	○
88	40	30	0.010	10	○	○	○
89	40	30	0.034	15	○	○	○
90	40	30	0.030	14	○	○	○
91	40	30	0.040	16	○	○	○
92	40	30	0.050	18	○	○	○
93	50	30	0.050	18	○	○	○
94	31	30	0.010	10	○	○	○
95	40	50	0.010	10	○	○	○
96	40	5	0.050	18	○	○	○
97	40	30	0.035	15	○	○	○
98	40	30	0.025	13	○	○	○
99	40	30	0.050	18	○	○	○
100	40	30	0.040	16	○	○	○
101	40	30	0.030	14	○	○	○

[0098]

[表17]

比較例 No.	金属組織		特性		成形性	ろう付性	耐食性
	電気抵抗率 ($n\Omega m$)	分散率 ($\% \cdot \mu m^{-1}$)	n値	押込み深さ (mm)			
29	40	30	0.030	14	○	×	×
30	40	30	0.030	14	○	×	×
31	40	30	0.030	14	○	×	×
32	40	30	0.030	14	○	○	×
33	40	30	0.030	14	○	○	×
34	40	30	0.030	14	○	○	×
35	40	30	0.030	14	○	×	×
36	40	30	0.030	14	○	×	×
37	52	30	0.054	19	○	×	×
38	29	30	0.008	9	×	×	×
39	52	30	0.054	19	○	×	×
40	29	30	0.008	9	×	×	×
41	29	30	0.008	9	×	×	×
42	—	—	—	—	—	—	—
43	29	30	0.008	9	×	×	×
44	46	30	0.042	16	○	○	×
45	46	30	0.042	16	○	○	×
46	—	—	—	—	—	—	—
47	—	—	—	—	—	—	—
48	—	—	—	—	—	—	—
49	—	—	—	—	—	—	—
50	40	30	0.030	14	○	○	×
51	—	—	—	—	—	—	—
52	40	30	0.030	14	○	○	×
53	43	30	0.036	15	○	○	×
54	—	—	—	—	—	—	—
55	29	30	0.008	8	×	×	×
56	40	51	0.008	9	×	×	×
57	40	4	0.052	18	○	×	×
58	40	30	0.060	20	○	×	×
59	40	30	0.038	16	○	×	×
60	40	30	0.053	19	○	×	×
61	40	30	0.020	12	○	×	×
62	40	30	0.025	13	○	×	×

[0099] かかる表15及び表16の結果から明らかな如く、本発明例48～101に係る試料においては、ろう材1、2、芯材及び中間層材の合金組成や金属組織、特性が、本発明で規定する範囲内にあり、またその製造条件も、本発明で規定する条件を満たすものであるところから、それら試料の製造性は良好であり、成形性、ろう付性及び耐食性の何れにおいても、優れた特性を発揮するものであることが認められた。

[0100] これに対して、表17から明らかな如く、比較例29～36では、ろう材の合金組成が、本発明で規定する範囲外となっているところから、次のよう

な問題を惹起するものであった。即ち、比較例 29 では、ろう材の S i 含有量が過少であり、熔融ろうが少なかったため、ろう付性が不合格となった。その結果、接合部が腐食して貫通したため、耐食性も不合格となった。比較例 30 では、ろう材の S i 含有量が過多であり、ろう侵食が発生したため、ろう付性が不合格となった。その結果、接合部が腐食して貫通したため、耐食性も不合格となった。比較例 31 では、ろう材の F e 含有量が過少であり、ろう流動性が低下したため、ろう付性が不合格となった。その結果、接合部が腐食して貫通したため、耐食性も不合格となった。比較例 32 では、ろう材の F e 含有量が過多であり、自己腐食速度が増加したため、耐食性が不合格となった。比較例 33 では、ろう材の C u 含有量が過多であり、自己腐食速度が増加したため、耐食性が不合格となった。比較例 34 では、ろう材の Z n 含有量が過多であり、フィレット腐食速度が増加したため、耐食性が不合格となった。比較例 35 では、ろう材の N a 含有量が過多であり、ろう流動性が低下したため、ろう付性が不合格となった。その結果、接合部が腐食して貫通したため、耐食性も不合格となった。比較例 36 では、ろう材の S r 含有量が過多であり、ろう流動性が低下したため、ろう付性が不合格となった。その結果、接合部が腐食して貫通したため、耐食性も不合格となった。

[0101] また、比較例 37 ~ 48 では、芯材の合金組成が本発明で規定する範囲外となっているため、以下のような結果となった。即ち、比較例 37 では、芯材の S i 含有量が過少であり、芯材にろうが侵食したため、ろう付性が不合格となった。その結果、接合部が腐食して貫通したため、耐食性も不合格となった。比較例 38 では、芯材の S i 含有量が過多であり、n 値が小さかったため、成形性が不合格となった。その結果、フィレットが形成されなかったため、ろう付性も不合格となり、接合部が腐食して貫通したため、耐食性も不合格となった。比較例 39 では、芯材の F e 含有量が過少であり、芯材にろうが侵食したため、ろう付性が不合格となった。その結果、接合部が腐食して貫通したため、耐食性も不合格となった。比較例 40 では、芯材の F

e含有量が過多であり、n値が小さかったため、成形性が不合格となった。その結果、フィレットが形成されなかったため、ろう付性が不合格となり、接合部が腐食して貫通したため、耐食性も不合格となった。比較例41では、芯材のMn含有量が過少であり、n値が小さかったため、成形性が不合格となった。その結果、フィレットが形成されなかったため、ろう付性が不合格となり、接合部が腐食して貫通したため、耐食性も不合格となった。

[0102] そして、比較例42では、芯材のMn含有量が過多であり、冷間圧延中に割れが生じ、ブレージングシートを製造できなかった。比較例43では、芯材のSiおよびFe含有量の総量がMn含有量を超え、n値が小さかったため、成形性が不合格となった。その結果、フィレットが形成されなかったため、ろう付性が不合格となり、接合部が腐食して貫通したため、耐食性も不合格となった。比較例44では、芯材のCu含有量が過多であり、自己腐食速度が増加したため、耐食性が不合格となった。比較例45では、芯材のZn含有量が過多であり、自己腐食速度が増加したため、耐食性が不合格となった。比較例46～48ではそれぞれ、芯材のTi、Zr、Cr含有量が過多であり、冷間圧延中に割れが生じたため、ブレージングシートを製造できなかった。

[0103] さらに、比較例49～54では、中間層材の合金組成が、本発明で規定する範囲外であるところから、以下のような結果となった。即ち、比較例49では、中間層材のSi含有量が過少であり、熱間合わせ圧延工程中に圧着不良が生じ、ブレージングシートを製造できなかった。比較例50では、中間層材のSi含有量が過多であり、自己腐食速度が増加したために、耐食性が不合格となった。比較例51では、中間層材のFe含有量が過少であり、熱間合わせ圧延工程中に圧着不良が生じ、ブレージングシートを製造できなかった。比較例52では、中間層材のFe含有量が過多であり、自己腐食速度が増加したために、耐食性が不合格となった。比較例53では、中間層材のZn含有量が過多であり、自己腐食速度が増加したため、耐食性が不合格となった。比較例54では、中間層材のMn含有量が過多であり、冷間圧延中

に割れが生じ、ブレージングシートを製造できなかった。

[0104] 更にまた、比較例 55～62 では、試料（ブレージングシート）の製造条件が、本発明で規定する条件から外れたものとなったため、以下のような結果となった。即ち、比較例 55 では、熱間合わせ圧延工程中の最高歪速度が過大であり、 n 値が小さかったため、成形性が不合格となった。その結果、フィレットが形成されなかったため、ろう付性が不合格となり、接合部が腐食して貫通したため、耐食性も不合格となった。比較例 56 では、熱間合わせ圧延工程中の最高温度が過小であり、 n 値が小さかったため、成形性が不合格となった。その結果、フィレットが形成されなかったため、ろう付性が不合格となり、接合部が腐食して貫通したため、耐食性も不合格となった。比較例 57 では、熱間合わせ圧延工程中の最高温度が過大であり、ろう侵食が発生したため、ろう付性が不合格となった。その結果、接合部が腐食して貫通したため、耐食性も不合格となった。

[0105] 加えて、比較例 58～62 では、それぞれ、質別が、O、H11、H21、H18、H28 であり、ろう侵食が発生したため、ろう付性が不合格となった。その結果、接合部が腐食して貫通したため、耐食性も不合格となった。

産業上の利用可能性

[0106] 本発明に係る熱交換器用のアルミニウム合金製ブレージングシートは、優れた成形性と優れたろう付性を両立させることが出来ることから、熱交換器の構造材として、また熱交換器のフィン材として、好適に用いられる得るものであって、特に自動車の熱交換器用として、産業上顕著な利用可能性を有している。

符号の説明

- [0107] 2 球頭パンチ
 4 ダイス
 6 しわ押さえ
 8 試験片

- 1 0 ミニコア組付体
- 1 2 プレート材
- 1 4 フィン材
- 1 6 押出多穴管

請求の範囲

[請求項1]

芯材と、該芯材の一方の面にクラッドされた第一のろう材と、該芯材の他方の面にクラッドされた第二のろう材とを備える熱交換器用のブレージングシートであって、

前記芯材が、 $\text{Si} : 0.05 \sim 0.6$ 質量%、 $\text{Fe} : 0.05 \sim 0.7$ 質量%、 $\text{Mn} : 0.6 \sim 2.0$ 質量%を含有し、且つ Si 、 Fe 及び Mn の含有量が、式： $\text{Si} + \text{Fe} \leq \text{Mn}$ の条件を満たし、残部が Al 及び不可避的不純物であるアルミニウム合金からなり、また前記第一のろう材及び前記第二のろう材が、それぞれ、 $\text{Si} : 4.5 \sim 13.0$ 質量%及び $\text{Fe} : 0.05 \sim 0.8$ 質量%を含有し、残部が Al 及び不可避的不純物である $\text{Al}-\text{Si}$ 系合金からなると共に、

HXY （但し、 X は1または2であり、 Y は2から6までの自然数である）にて表される質別を有し、

且つブレージングシートを構成する芯材部位の室温での電気抵抗率が $31 \sim 50 \text{ n}\Omega\text{m}$ であり、

そして円相当直径が $0.5 \mu\text{m}$ 以下の第2相粒子の面積率を f （%）とし、平均円相当直径を r （ μm ）として、円相当直径が $0.5 \mu\text{m}$ 以下の第2相粒子の分散率を f/r と定義すると、前記芯材部位の第2相粒子の分散率が $5 \sim 50 \% \cdot \mu\text{m}^{-1}$ であり、また公称歪が1%から2%の範囲内での加工硬化指数： n 値が 0.010 以上であり、更に直径： 50 mm の球頭パンチで張り出し試験を行って貫通割れが発生した際の押込み深さが 10 mm 以上であることを特徴とする熱交換器用アルミニウム合金製ブレージングシート。

[請求項2]

芯材と、該芯材の一方の面にクラッドされた第一のろう材と、該芯材の他方の面にクラッドされた中間層材と、該中間層材の前記芯材とは反対側の面にクラッドされた第二のろう材とを備える熱交換器用のブレージングシートであって、

前記芯材が、 $\text{Si} : 0.05 \sim 0.6$ 質量%、 $\text{Fe} : 0.05 \sim 0$

． 7 質量％、Mn : 0.6 ~ 2.0 質量％を含有し、且つ Si、Fe 及び Mn の含有量が、式 : $Si + Fe \leq Mn$ の条件を満たし、残部が Al 及び不可避的不純物であるアルミニウム合金からなり、また前記第一のろう材及び前記第二のろう材が、それぞれ、Si : 4.5 ~ 13.0 質量％及び Fe : 0.05 ~ 0.8 質量％を含有し、残部が Al 及び不可避的不純物である Al-Si 系合金からなり、更に前記中間層材が、Si : 0.05 ~ 0.6 質量％、Fe : 0.05 ~ 0.7 質量％、及び Zn : 0.05 ~ 5.0 質量％を含有し、残部が Al 及び不可避的不純物からなるアルミニウム合金からなると共に、

HXY (但し、X は 1 または 2 であり、Y は 2 から 6 までの自然数である) にて表される質別記号を与える調質が施されてなり、

且つブレージングシートを構成する芯材部位の室温での電気抵抗率が $3.1 \sim 5.0 \times 10^{-n} \Omega m$ であり、

そして円相当直径が $0.5 \mu m$ 以下の第 2 相粒子の面積率を f (%) とし、平均円相当直径を r (μm) として、円相当直径が $0.5 \mu m$ 以下の第 2 相粒子の分散率を f / r と定義すると、前記芯材部位の第 2 相粒子の分散率が $5 \sim 50 \% \cdot \mu m^{-1}$ であり、また公称歪が 1% から 2% の範囲内での加工硬化指数 : n 値が 0.010 以上であり、更に直径 : 50 mm の球頭パンチで張り出し試験を行って貫通割れが発生した際の押込み深さが 10 mm 以上であることを特徴とする熱交換器用アルミニウム合金製ブレージングシート。

[請求項3] 前記芯材を構成する前記アルミニウム合金が、Cu : 0.05 ~ 1.0 質量％及び Zn : 0.05 ~ 3.0 質量％の少なくとも何れか一方を更に含有する請求項 1 又は請求項 2 に記載の熱交換器用アルミニウム合金製ブレージングシート。

[請求項4] 前記芯材を構成する前記アルミニウム合金が、Ti : 0.05 ~ 0.3 質量％、Zr : 0.05 ~ 0.3 質量％及び Cr : 0.05 ~ 0.3 質量％から選択される 1 種又は 2 種以上を更に含有する請求項 1

乃至請求項3の何れか1項に記載の熱交換器用アルミニウム合金製ブレイジングシート。

[請求項5] 前記第一のろう材若しくは前記第二のろう材を構成する前記Al-Si系合金が、Cu: 0.05~1.5質量%及びZn: 0.05~5.0質量%の少なくとも何れか一方を更に含有する請求項1乃至請求項4の何れか1項に記載の熱交換器用アルミニウム合金製ブレイジングシート。

[請求項6] 前記第一のろう材若しくは前記第二のろう材を構成する前記Al-Si系合金が、Na: 0.003~0.05質量%及びSr: 0.003~0.05質量%の少なくとも何れか一方を更に含有する請求項1乃至請求項5の何れか1項に記載の熱交換器用アルミニウム合金製ブレイジングシート。

[請求項7] 前記中間層材を構成する前記アルミニウム合金が、Mn: 0.05~2.0質量%を更に含有する請求項2乃至請求項6の何れか1項に記載の熱交換器用アルミニウム合金製ブレイジングシート。

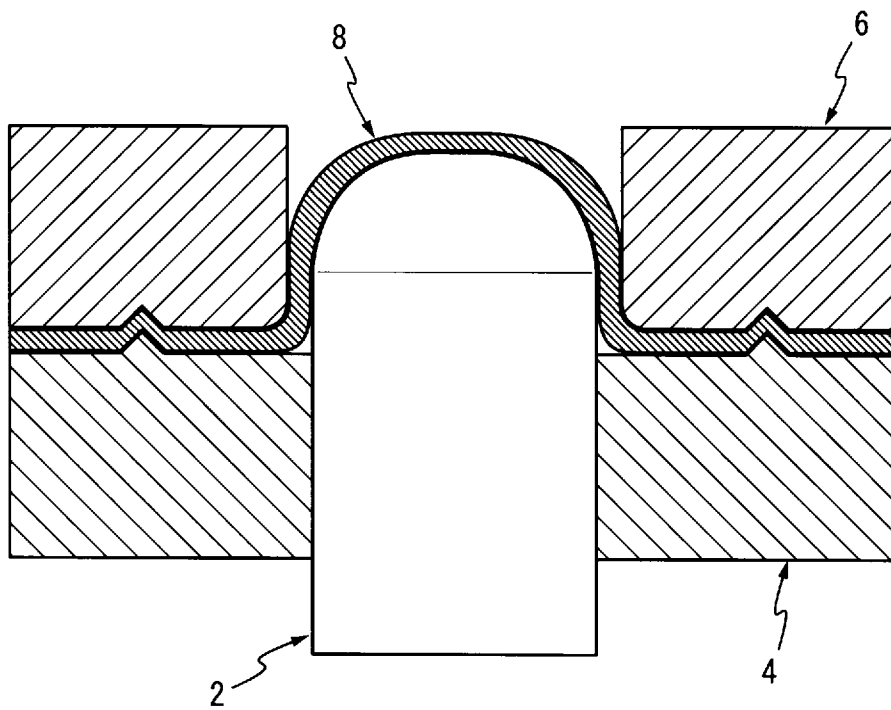
[請求項8] 請求項1乃至請求項7の何れか1項に記載の熱交換器用のアルミニウム合金製ブレイジングシートを製造する方法であって、

芯材の両面に所定厚さに圧延したろう材又はろう材と中間層材を重ね合わせた合わせ材を熱間圧延する熱間合わせ圧延工程を備え、且つ該熱間合わせ圧延工程における熱間圧延中の各パスでの板厚減少の最高歪速度を、 $0.5 \sim 10 \text{ s}^{-1}$ とすると共に、かかる熱間圧延中の合わせ材の最高温度を $400 \sim 510^\circ\text{C}$ とすることを特徴とする熱交換器用アルミニウム合金製ブレイジングシートの製造方法。

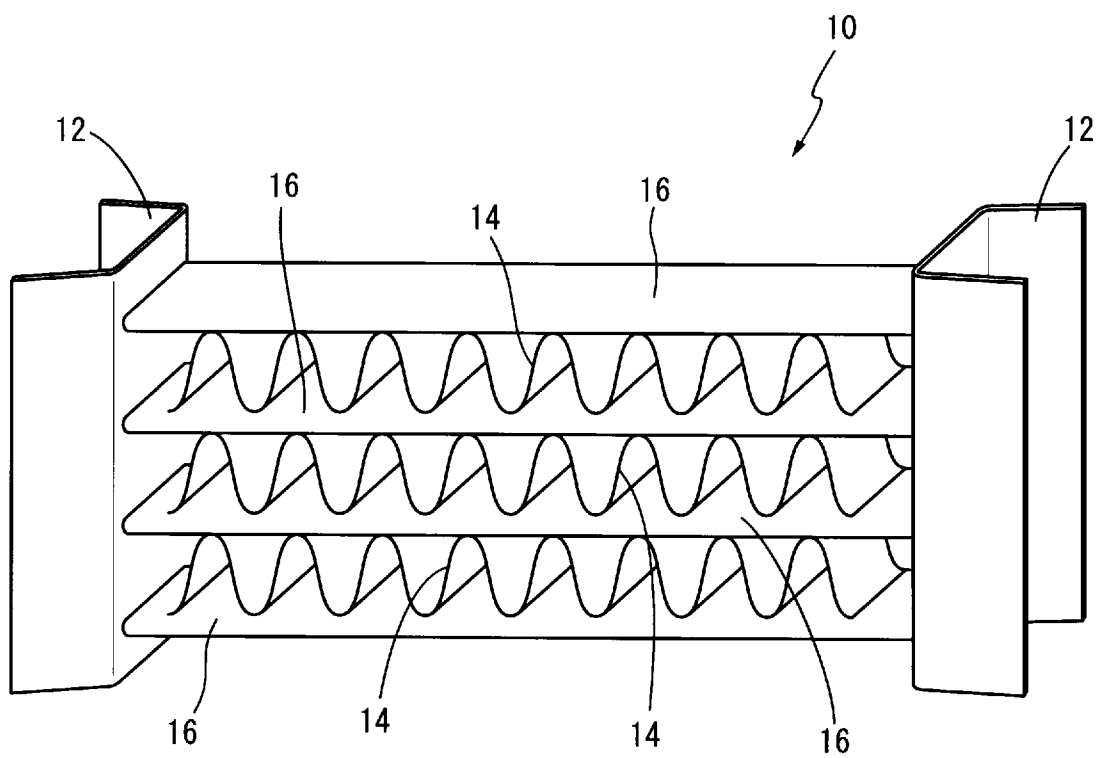
[請求項9] 請求項1乃至請求項7の何れか1項に記載のアルミニウム合金製ブレイジングシートからなることを特徴とする熱交換器用構造材。

[請求項10] 請求項1乃至請求項7の何れか1項に記載のアルミニウム合金製ブレイジングシートからなることを特徴とする熱交換器用フィン材。

[図1]



[図2]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/011960

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C22C21/00(2006.01)i, B21B1/22(2006.01)i, B23K35/22(2006.01)i, B23K35/28(2006.01)i, C22F1/04(2006.01)i, C22F1/00(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)

C22C21/00-21/18, B21B1/22-1/36, B23K35/22-35/38, C22F1/00-1/18

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	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

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.
A	JP 2012-224923 A (Mitsubishi Aluminum Co., Ltd.), 15 November 2012 (15.11.2012), claims 1 to 7; examples (Family: none)	1-10
A	JP 2011-195892 A (Denso Corp.), 06 October 2011 (06.10.2011), claims 1 to 6; examples (Family: none)	1-10
A	WO 2015/104760 A1 (UACJ Corp.), 16 July 2015 (16.07.2015), claims 1 to 12 & US 2016/0319401 A1 claims 1 to 12 & CN 105745343 A	1-10

☐ 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
13 June 2017 (13.06.17)

Date of mailing of the international search report
20 June 2017 (20.06.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. C22C21/00(2006.01)i, B21B1/22(2006.01)i, B23K35/22(2006.01)i, B23K35/28(2006.01)i,
C22F1/04(2006.01)i, C22F1/00(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. C22C21/00-21/18, B21B1/22-1/36, B23K35/22-35/38, C22F1/00-1/18

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	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017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
A	JP 2012-224923 A（三菱アルミニウム株式会社）2012.11.15, 請求項1-7, 実施例（ファミリーなし）	1-10
A	JP 2011-195892 A（株式会社デンソー）2011.10.06, 請求項1-6, 実施例（ファミリーなし）	1-10
A	WO 2015/104760 A1（株式会社UACJ）2015.07.16, 請求項1-12 & US 2016/0319401 A1, claim1-12 & CN 105745343 A	1-10

❏ 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

13.06.2017

国際調査報告の発送日

20.06.2017

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）

本多 仁

4 K

3447

電話番号 03-3581-1101 内線 3435