(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)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2017/169633 A1

(51) 国際特許分類:
C22C 21/00 (2006.01) *B32B 15/20* (2006.01)
B23K 35/28 (2006.01) *F28F 21/08* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2017/009510

(22) 国際出願日: 2017 年 3 月 9 日(09.03.2017)

(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 2016-072159 2016 年 3 月 31 日(31.03.2016) JP

(71) 出願人: 株式会社神戸製鋼所(KABUSHIKI KAISHA KOBE SEIKO SHO (KOBE STEEL, LTD.)) [JP/JP]; 〒6518585 兵庫県神戸市中央区脇浜海岸通二丁目２番４号 Hyogo (JP). 株式会社デンソー(DENSO CORPORATION) [JP/JP]; 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地 Aichi (JP).

(72) 発明者: 木村 申平(KIMURA, Shimpei). 渋谷 雄二(SHIBUYA, Yuji). 鶴野 招弘(TSURUNO, Akihiro). 寺本 勇樹(TERAMOTO, Hayaki); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP). 山本 哲也(YAMAMOTO, Tetsuya); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP). 萩原 康太(HAGIHARA, Kota); 〒4488661 愛知県刈谷市昭和町１丁目１番地 株式会社デンソー内 Aichi (JP).

(74) 代理人: 鮫島 睦, 外(SAMEJIMA, Mutsumi et al.); 〒5300017 大阪府大阪市北区角田町８番１号梅田阪急ビルオフィスタワー青山特許事務所 Osaka (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, 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.

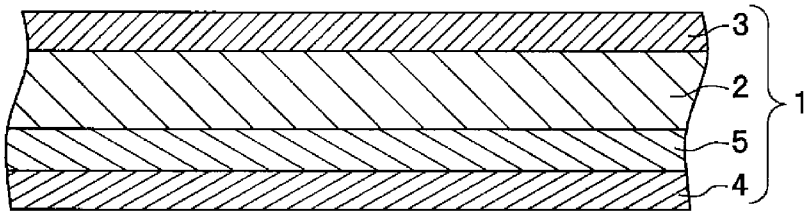
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,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

(54) 発明の名称 : アルミニウム合金製ブレージングシート



(57) **Abstract**: An aluminum alloy brazing sheet 1 characterized by: comprising a core material 2, a brazing material 3 comprising an Al-Si-based alloy provided on one surface of the core material 2, a sacrificial material 4 provided on the other surface of the core material 2, and an intermediate material 5 provided between the core material 2 and the sacrificial material 4; the plate thickness being less than 200 μm; the core material 2 containing a prescribed amount of Mn and Cu, with the remainder being Al and unavoidable impurities; the sacrificial material 4 containing a prescribed amount of Zn and having less than a prescribed amount of Mg, with the remainder being Al and unavoidable impurities; and the intermediate material 5 containing a prescribed amount of Mg with the remainder being Al and unavoidable impurities.

(57) 要約: アルミニウム合金製ブレージングシート１は、心材２と、心材２の一方の面に設けられたＡＩ－Ｓｉ系合金からなるろう材３と、心材２の他方の面に設けられた犠牲材４と、心材２と犠牲材４との間に設けられた中間材５と、を備え、板厚が２００μｍ未満であり、心材２は、Ｍｎ、Ｃｕを所定量含有し、残部がＡＩおよび不可避的不純物からなり、犠牲材４は、Ｚｎを所定量含有し、Ｍｇが所定量未満であり、残部がＡＩおよび不可避的不純物からなり、中間材５は、Ｍｇを所定量含有し、残部がＡＩおよび不可避的不純物からなることを特徴とする。

WO 2017/169633 A1

明　細　書

発明の名称 ： アルミニウム合金製ブレージングシート

技術分野

[0001] 本開示は、自動車用の熱交換器等に用いられるアルミニウム合金製ブレージングシートに関する。

背景技術

[0002] 近年、自動車用熱交換器はさらに、軽量化、小型化の傾向にあり、それに伴い熱交換器の質量の多くを占めるチューブ材を構成するブレージングシートの薄肉化が望まれている。そして、薄肉化のためには、薄肉化に相当するだけの高強度化、高耐食化を図ることが必要である。

[0003] そこで、例えば、特許文献１には、高強度、高耐食性であり、ろう付性に優れたブレージングシート（アルミニウム合金複合材）が開示されている。このブレージングシートは、クラッド材の犠牲材（皮材）に所定量のＭｇを添加させることで、ろう付加熱時の元素拡散を利用し、犠牲材に添加したＭｇとろう材のＳｉを心材に拡散させている。これにより、心材内部でＭｇ-Ｓｉ系金属間化合物を生成させることで、クラッド材のろう付後強度を向上させている。また、犠牲材に添加したＭｇがろう材層まで到達しないことにより、ろう付性の低下を回避させている。また、ラジエータチューブのような用途では、この犠牲材により耐食性を著しく向上させている。

特許文献２には、ブレージングシートの心材にＭｇを添加したＡｌ－Ｓｉ－Ｆｅ－Ｃｕ－Ｍｎ－Ｍｇ系合金を使用した、ろう付性およびろう付後強度に優れたブレージングシートが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特許第２５６４１９０号公報

特許文献2：特開２００９－２２９８１号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、従来の技術においては、以下の問題がある。

特許文献１に記載のブレージングシートでは、犠牲材にＭｇを添加しているため、犠牲材側のろう付性を必要としない電縫溶接チューブ等として適用されている。しかしながら、特許文献１に記載のブレージングシートでは、犠牲材側をろう付するチューブ形状には適用が難しい。

また、特許文献２に記載のブレージングシートでは、さらなる高強度化のため、これ以上、心材にＭｇを添加すると、ろう材側のろう付性が低下してしまう。

また、ブレージングシートにおいては、さらなる薄肉化のため、ろう付性を維持しつつ、強度、耐食性のさらなる向上が望まれている。

[0006] 本発明の実施形態は、前記問題を解決するものであり、板厚２００μｍ未満の薄肉材であっても、ろう付後強度に優れ、ろう材側と犠牲材側の両面におけるろう付性およびろう材側と犠牲材側の両面における耐食性にも優れたアルミニウム合金製ブレージングシートを提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の実施形態は、板厚２００μｍ未満の薄肉ラジエーター等のろう付チューブ材として用いる、ろう付性を維持しつつ、ろう付後の高強度、高耐食性を有するアルミニウム合金製ブレージングシートを開発したものである。

本発明者らは、上記課題を解決するために、アルミニウム合金製ブレージングシート（以下、適宜、ブレージングシートという）について、板厚２００μｍ未満に適用するためにさらなる高強度化、高ろう付性、高耐食性を達成する難点を克服するために鋭意検討を重ねた。その結果、心材と犠牲材との間に中間材を設け、犠牲材のＭｇ含有量を一定未満に規制し、中間材のＭｇ含有量を一定量とすることにより、犠牲材側のろう付性と心材の強度向上を両立できることに加え、中間層がＺｎを含有しない、もしくは中間層のＺｎ含有量を一定未満に規制することにより、ろう材側の耐食性を確保できる

ことを見出した。具体的には、まず、犠牲材が中間材のＭｇ拡散抑制層の役割を果たすため、犠牲材側のろう付性が確保される。また、中間材のＭｇの心材方向への拡散により、心材のろう付後の強度が向上する一方、心材がＭｇ拡散抑制層の役割を果たすため、ろう材側のろう付性が確保される。これに加え、Ｚｎを含まない、またはＺｎ含有量を規制した中間材によってろう材側へのＺｎの拡散が抑制されるため、ろう材側の耐食性が向上する。

なお、Ｍｇ、Ｚｎの拡散は、主にろう付の熱処理によるものである。

さらに、本発明者らは、心材のＣｕ添加量を比較的高くすることで、ろう付熱処理後の強度をさらに向上させることができることを見出した。

[0008] すなわち、本発明の実施形態に係るアルミニウム合金製ブレージングシートは、心材と、前記心材の一方の面に設けられたＡｌ－Ｓｉ系合金からなるろう材と、前記心材の他方の面に設けられた犠牲材と、前記心材と前記犠牲材との間に設けられた中間材と、を備え、板厚が２００μｍ未満であり、前記心材は、Ｍｎ：０．５０質量％以上２．０質量％以下、Ｃｕ：１．２０質量％を超え２．７０質量％以下を含有し、残部がＡｌおよび不可避的不純物からなり、前記犠牲材は、Ｚｎ：２．０質量％以上１２．０質量％以下を含有し、Ｍｇ：０．０５質量％未満（０質量％を含む）であり、残部がＡｌおよび不可避的不純物からなり、前記中間材は、Ｍｇ：０．０５質量％以上３．０質量％以下を含有し、残部がＡｌおよび不可避的不純物からなることを特徴とする。

[0009] かかる構成を有することによって、本発明の実施形態に係るアルミニウム合金製ブレージングシートは、ろう付後強度、耐食性およびろう付性をバランスよく、かつ高いレベルで満足させることが可能となる。

[0010] また、本発明の実施形態に係るアルミニウム合金製ブレージングシートの心材は、Ｓｉ：０．０５質量％以上０．５０質量％以下をさらに含有することが好ましい。

かかる構成を有することによって、さらに、ろう付後強度を向上させることができる。

[0011] また、本発明の実施形態に係るアルミニウム合金製ブレージングシートの心材は、Ｍｇ：０．０５質量％以上０．５０質量％以下をさらに含有することが好ましい。

かかる構成を有することによって、さらに、ろう付後強度を向上させることができる。

[0012] また、本発明の実施形態に係るアルミニウム合金製ブレージングシートの心材は、Ｃｒ：０．０１質量％以上０．３０質量％以下、Ｚｒ：０．０１質量％以上０．３０質量％以下、およびＴｉ：０．０５質量％以上０．３０質量％以下からなる群から選択された少なくとも１種以上をさらに含有することが好ましい。

かかる構成を有することによって、さらに、ろう付後強度および耐食性を向上させることができる。

[0013] また、本発明の実施形態に係るアルミニウム合金製ブレージングシートの犠牲材は、Ｓｉ：０．２０質量％以上１．０質量％以下をさらに含有することが好ましい。

かかる構成を有することによって、ＳｉがＡｌ、Ｍｎと共に金属間化合物を形成して、さらに、ろう付後強度を向上させることができる。

[0014] また、本発明の実施形態に係るアルミニウム合金製ブレージングシートの犠牲材は、Ｍｎ：０．１０質量％以上２．０質量％以下をさらに含有することが好ましい。

かかる構成を有することによって、ＭｎがＡｌ、Ｓｉと共に金属間化合物を形成して、さらに、ろう付後強度を向上させることができる。

[0015] また、本発明の実施形態に係るアルミニウム合金製ブレージングシートの犠牲材は、Ｔｉ：０．０１質量％以上０．３０質量％以下、Ｃｒ：０．０１質量％以上０．３０質量％以下、およびＺｒ：０．０１質量％以上０．３０質量％以下からなる群から選択された少なくとも１種以上をさらに含有することが好ましい。

かかる構成を有することによって、さらに、耐食性およびろう付後強度を

向上させることができる。

[0016] また、本発明の実施形態に係るアルミニウム合金製ブレージングシートの中間材は、Ｓｉ：０．２０質量％以上１．０質量％以下をさらに含有することが好ましい。

かかる構成を有することによって、ＳｉがＭｇと析出相を形成して、さらに、ろう付後強度を向上させることができる。

[0017] また、本発明の実施形態に係るアルミニウム合金製ブレージングシートの中間材は、Ｍｎ：０．１０質量％以上２．０質量％以下をさらに含有することが好ましい。

かかる構成を有することによって、固溶体を形成して、さらに、ろう付後強度を向上させることができる。

[0018] また、本発明の実施形態に係るアルミニウム合金製ブレージングシートの中間材は、Ｚｎ：１．０質量％未満をさらに含有することが好ましい。

かかる構成を有することによって、さらに、犠牲材側の耐食性を向上させることができると共に、ろう材側の耐食性を確保することができる。

[0019] また、本発明の実施形態に係るアルミニウム合金製ブレージングシートの中間材は、Ｔｉ：０．０１質量％以上０．３０質量％以下、Ｃｒ：０．０１質量％以上０．３０質量％以下、およびＺｒ：０．０１質量％以上０．３０質量％以下からなる群から選択された少なくとも１種以上をさらに含有することが好ましい。

かかる構成を有することによって、さらに、耐食性およびろう付後強度を向上させることができる。

発明の効果

[0020] 本発明の実施形態に係るアルミニウム合金製ブレージングシートは、板厚２００μｍ未満の薄肉材であっても、ろう付後強度に優れ、ろう材側と犠牲材側の両面におけるろう付性およびろう材側と犠牲材側の両面における耐食性にも優れている。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]本発明の実施形態に係るアルミニウム合金製ブレージングシートの構成を示す断面図である。

[図2]本発明の実施形態に係るアルミニウム合金製ブレージングシートのろう材側同士のろう付性を評価するための評価用試験片の断面図である。

[図3]本発明の実施形態に係るアルミニウム合金製ブレージングシートのろう材側と犠牲材側のろう付性を評価するための評価用試験片の断面図である。

発明を実施するための形態

[0022] 以下、本発明のアルミニウム合金製ブレージングシートを実施するための形態について詳細に説明する。

[0023] 図１に示すように、アルミニウム合金製ブレージングシート１は、心材２と、心材２の一方の面に設けられたＡｌ－Ｓｉ系合金からなるろう材３と、心材２の他方の面に設けられた犠牲材４と、心材２と犠牲材４との間に設けられた中間材５とを備えており、板厚が２００μｍ未満である。

[0024] 本発明の実施形態に係るアルミニウム合金製ブレージングシート１を構成する心材２、ろう材３、犠牲材４および中間材５について、以下順次、説明する。

[0025] ＜心材＞

本発明の実施形態に係る心材２は、Ｍｎ、Ｃｕを所定量含有し、残部がＡｌおよび不可避的不純物からなる。

[0026] また、本発明の実施形態に係る心材２は、Ｓｉをさらに所定量含有することが好ましい。また、本発明の実施形態に係る心材２は、Ｍｇをさらに所定量含有することが好ましい。また、本発明の実施形態に係る心材２は、Ｃｒ、Ｚｒ、およびＴｉからなる群から選択された少なくとも１種以上をさらに所定量含有することが好ましい。

本発明の実施形態に係る心材２を構成する各元素について、以下に説明する。なお、各成分の含有量は、心材２全体についての含有量である。

[0027] （心材のＭｎ：０．５０質量％以上２．０質量％以下）

Ｍｎは、Ａｌ、Ｓｉと共に金属間化合物を形成し、結晶粒の粒内に微細に

分布して分散強化に寄与し、ろう付後強度を向上させる。Ｍｎの含有量が０．５０質量％未満では、金属間化合物数が減少するため、金属間化合物による分散強化が向上せず、ろう付後強度が低下する。一方、Ｍｎの含有量が２．０質量％を超えると、粗大な金属間化合物が多数生成し、圧延自体が困難となり、ブレージングシート１の製造が困難となる。したがって、心材２のＭｎの含有量は、０．５０質量％以上２．０質量％以下とする。Ｍｎの含有量は、前記効果をより向上させる観点から、好ましくは０．７０質量％以上、より好ましくは０．９０質量％以上である。また、粗大な金属間化合物の生成をより抑制する観点から、好ましくは１．８質量％以下、より好ましくは１．７質量％以下である。

[0028] （心材のＣｕ：１．２０質量％を超え２．７０質量％以下）

Ｃｕは、固溶強化によりろう付後の強度向上に寄与する。Ｃｕの含有量が１．２０質量％以下では、板厚２００μｍ未満のブレージングシート１の場合、ろう付後に残存するＣｕ量が不足し、ろう付後強度が不十分となる。一方、Ｃｕの含有量が２．７０質量％を超えると、心材２の固相線温度が低下し、ろう付時に溶融を生じるおそれがある。したがって、心材２のＣｕの含有量は、１．２０質量％を超え２．７０質量％以下とする。Ｃｕの含有量は、前記効果をより向上させる観点から、好ましくは１．３質量％以上、より好ましくは１．４質量％以上である。また、心材２の固相線温度の低下をより抑制する観点から、好ましくは２．６質量％以下、より好ましくは２．５質量％以下である。

[0029] （心材のＳｉ：０．０５質量％以上０．５０質量％以下）

Ｓｉは、Ａｌ、Ｍｎと共に金属間化合物を形成し、結晶粒の粒内に微細に分布して分散強化に寄与し、ろう付後強度を向上させる。Ｓｉの含有量が０．０５質量％未満では、ろう付後強度の向上効果が不十分となる。一方、Ｓｉの含有量が０．５０質量％を超えると、心材２の固相線温度が低下するため、ろう付加熱時に心材２が溶融するおそれがある。したがって、心材２にＳｉを含有させる場合には、Ｓｉを含有させる効果を得るために、Ｓｉの含

有量は、０．０５質量％以上０．５０質量％以下とする。Ｓｉの含有量は、前記効果をより向上させる観点から、好ましくは０．１０質量％以上、より好ましくは０．１５質量％以上である。また、心材２の固相線温度の低下をより抑制する観点から、好ましくは０．４５質量％以下、より好ましくは０．４０質量％以下である。なお、Ｓｉの含有量は０質量％であってもよい。

[0030] （心材のＭｇ：０．０５質量％以上０．５０質量％以下）

Ｍｇは、Ｓｉと共にMg_2Siの微細な析出相を形成し、ろう付後強度を向上させる効果がある。Ｍｇの含有量が０．０５質量％未満では、ろう付後強度の向上効果が不十分となる。一方、Ｍｇの含有量が０．５０質量％を超えると、非腐食性フラックスを用いたろう付をする場合にフラックスとＭｇが反応し、ろう付が出来なくなるおそれがある。したがって、心材２にＭｇを含有させる場合には、Ｍｇを含有させる効果を得るために、Ｍｇの含有量は、０．０５質量％以上０．５０質量％以下とする。Ｍｇの含有量は、前記効果をより向上させる観点から、好ましくは０．０７質量％以上、より好ましくは０．１０質量％以上である。また、ろう付性をより向上させる観点から、好ましくは０．４５質量％以下、より好ましくは０．４０質量％以下である。なお、Ｍｇの含有量は０質量％であってもよい。

[0031] （心材のＣｒ：０．０１質量％以上０．３０質量％以下）

Ｃｒは、ＡｌとＡｌ$_3$Ｃｒ金属間化合物を形成して、ろう付後強度を向上させる効果がある。Ｃｒの含有量が０．０１質量％未満では、ろう付後強度の向上効果が不十分である。一方、Ｃｒの含有量が０．３０質量％を超えると、鋳造中に粗大な金属間化合物を形成し、圧延時に割れが発生するおそれがある。したがって、心材２にＣｒを含有させる場合には、Ｃｒを含有させる効果を得るために、Ｃｒの含有量は、０．０１質量％以上０．３０質量％以下とする。Ｃｒの含有量は、前記効果をより向上させる観点から、好ましくは０．０５質量％以上、より好ましくは０．０７質量％以上である。また、粗大な金属間化合物の生成をより抑制する観点から、好ましくは０．２５質量％以下、より好ましくは０．２０質量％以下である。なお、Ｃｒの含有量

は０質量％であってもよい。

[0032]（心材のＺｒ：０．０１質量％以上０．３０質量％以下）

ＺｒはＡｌとＡｌ$_3$Ｚｒ金属間化合物を形成して、分散強化することで、ろう付後強度を向上させる効果がある。Ｚｒの含有量が０．０１質量％未満では、ろう付後強度の向上効果が十分ではない。一方、Ｚｒの含有量が０．３０質量％を超えると、鋳造時に粗大なＡｌ$_3$Ｚｒ金属間化合物を形成し、圧延時に割れが発生し易くなる。したがって、心材２にＺｒを含有させる場合には、Ｚｒを含有させる効果を得るために、Ｚｒの含有量は、０．０１質量％以上０．３０質量％以下とする。Ｚｒの含有量は、前記効果をより向上させる観点から、好ましくは０．０３質量％以上、より好ましくは０．０５質量％以上である。また、粗大なＡｌ$_3$Ｚｒ金属間化合物の生成をより抑制する観点から、好ましくは０．２５質量％以下、より好ましくは０．２０質量％以下である。なお、Ｚｒの含有量は０質量％であってもよい。

[0033]（心材のＴｉ：０．０５質量％以上０．３０質量％以下）

Ｔｉは、Ａｌ合金中に層状に分布することによって、板厚方向への腐食の進行速度を低減させることができるため、耐食性の向上に寄与する。Ｔｉの含有量が０．０５質量％未満では、Ｔｉの層状分布が不十分であり、耐食性の向上の効果が十分には得られない。一方、Ｔｉの含有量が０．３０質量％を超えると、鋳造時に粗大なＡｌ$_3$Ｔｉ金属間化合物を形成し易くなり、加工性が低下するため、圧延時に割れが発生し易くなる。したがって、心材２にＴｉを含有させる場合には、Ｔｉを含有させる効果を得るために、Ｔｉの含有量は、０．０５質量％以上０．３０質量％以下とする。Ｔｉの含有量は、前記効果をより向上させる観点から、好ましくは０．０７質量％以上、より好ましくは０．１０質量％以上である。また、粗大なＡｌ$_3$Ｔｉ金属間化合物の生成をより抑制する観点から、好ましくは０．２５質量％以下、より好ましくは０．２０質量％以下である。なお、Ｔｉの含有量は０質量％であってもよい。

[0034]（心材の残部：Ａｌおよび不可避的不純物）

心材２の成分は前記の他に残部がＡｌおよび不可避的不純物からなる。なお、不可避的不純物としては、例えば、Ｆｅ、Ｚｎ、Ｉｎ、Ｓｎ、Ｎｉ等が挙げられる。Ｆｅは０．３０質量％以下（好ましくは０．２５質量％以下）、Ｚｎは０．１５質量％以下（好ましくは０．１０質量％以下）、Ｉｎ、Ｓｎ、Ｎｉは、それぞれ０．０５質量％以下（好ましくは０．０３質量％以下）の含有量であれば、本発明の実施形態の効果を妨げず、心材２に含有させることが許容される。また、前記したＳｉ、Ｍｇ、Ｚｒ、Ｔｉ、Ｃｒについては、それぞれ下限値を下回って含有する場合は、不可避的不純物とみなすことができる。

そして、Ｆｅ、Ｚｎ、Ｉｎ、Ｓｎ、Ｎｉ等については、前記した所定の含有量を超えなければ、不可避的不純物として含有される場合だけではなく、積極的に添加される場合であっても、本発明の実施形態の効果を妨げない。

[0035] 心材２の厚さについては特に規定されるものではないが、強度を向上させる観点から、好ましくはクラッド率５０％以上である。

[0036] ＜ろう材＞

本発明の実施形態に係るろう材３は、Ａｌ－Ｓｉ系合金からなる。Ａｌ－Ｓｉ系合金としては、一般的なＪＩＳ合金、例えば４３４３、４０４５等が挙げられる。ここで、Ａｌ－Ｓｉ系合金とは、Ｓｉを含有したＡｌ合金の他に、さらにＺｎを含有したＡｌ合金も含むものである。すなわち、Ａｌ－Ｓｉ系合金としては、Ａｌ－Ｓｉ系合金、またはＡｌ－Ｓｉ－Ｚｎ系合金が挙げられる。そして、例えば、Ｓｉ：５質量％以上１３質量％以下を含有したＡｌ－Ｓｉ系合金を使用することができる。

[0037] ろう材３の厚さについては特に規定されるものではないが、接合部におけるろう材量をより適度にする観点から、好ましくは１５μｍ以上、好ましくは５０μｍ以下である。

[0038] ＜犠牲材＞

本発明の実施形態に係る犠牲材４は、Ｚｎを所定量含有し、Ｍｇを所定量未満とし、残部がＡｌおよび不可避的不純物からなる。

[0039] また、本発明の実施形態に係る犠牲材４は、Ｓｉをさらに所定量含有することが好ましい。また、本発明の実施形態に係る犠牲材４は、Ｍｎをさらに所定量含有することが好ましい。また、本発明の実施形態に係る犠牲材４は、Ｔｉ、Ｃｒ、およびＺｒからなる群から選択された少なくとも１種以上をさらに所定量含有することが好ましい。

本発明の実施形態に係る犠牲材４を構成する各元素について、以下に説明する。なお、各成分の含有量は、犠牲材４全体についての含有量である。

[0040] （犠牲材のＺｎ：２．０質量％以上１２．０質量％以下）

Ｚｎは、犠牲材４の電位を卑化させることで、心材２との電位差を生じさせることにより、耐食性の向上に寄与する。Ｚｎの含有量が２．０質量％未満では、心材２との電位差が不足して、耐食性を確保するのが困難になる。一方、Ｚｎの含有量が１２．０質量％を超えると、犠牲材４が早期消耗し、耐食性が低下する。したがって、犠牲材４のＺｎの含有量は、２．０質量％以上１２．０質量％以下とする。Ｚｎの含有量は、前記効果をより向上させる観点から、好ましくは２．５質量％以上、より好ましくは３．０質量％以上である。また、耐食性の低下をより抑制する観点から、好ましくは１１．０質量％以下、より好ましくは１０．０質量％以下である。

[0041] （犠牲材のＭｇ：０．０５質量％未満（０質量％を含む））

犠牲材４のＭｇの含有量が０．０５質量％以上であると、犠牲材４側のろう付性を大きく低下させてしまう。したがって、犠牲材４側のろう付性を確保するために、犠牲材４のＭｇの含有量は、０．０５質量％未満に規制する。Ｍｇの含有量は、犠牲材４側のろう付性の低下をより抑制する観点から、好ましくは０．０４質量％以下、より好ましくは０．０３質量％以下である。なお、下限値については０質量％であることが好ましいが、０質量％とすることは困難なため、０．００５質量％を下限値とすればよい。ただし、０質量％とすることができれば、０質量％とすればよい。

[0042] （犠牲材のＳｉ：０．２０質量％以上１．０質量％以下）

Ｓｉは、Ａｌ、Ｍｎと共に金属間化合物を形成し、結晶粒の粒内に微細に

分布して分散強化に寄与し、ろう付後強度を向上させる。Ｓｉの含有量が０．２０質量％未満では、ろう付後強度の向上効果が不十分となる。一方、Ｓｉの含有量が１．０質量％を超えると、固相線温度が低下し、ろう付時に犠牲材４が溶融するおそれがある。したがって、犠牲材４にＳｉを含有させる場合には、Ｓｉを含有させる効果を得るために、Ｓｉの含有量は、０．２０質量％以上１．０質量％以下とする。Ｓｉの含有量は、前記効果をより向上させる観点から、好ましくは０．２５質量％以上、より好ましくは０．３０質量％以上である。また、固相線温度の低下をより抑制する観点から、好ましくは０．９０質量％以下、より好ましくは０．８０質量％以下である。なお、Ｓｉの含有量は０質量％であってもよい。

[0043] （犠牲材のＭｎ：０．１０質量％以上２．０質量％以下）

Ｍｎは、ＡｌＭｎ、ＡｌＭｎＳｉと共に金属間化合物を形成し、結晶粒の粒内に微細に分布して分散強化に寄与し、ろう付後強度を向上させる。Ｍｎの含有量が０．１０質量％未満では、ろう付後強度の向上効果が不十分である。一方、Ｍｎの含有量が２．０質量％を超えると、鋳造時に粗大な金属間化合物を形成し、加工性が低下するため、圧延時に割れが発生し易くなる。したがって、犠牲材４にＭｎを含有させる場合には、Ｍｎを含有させる効果を得るために、Ｍｎの含有量は、０．１０質量％以上２．０質量％以下とする。Ｍｎの含有量は、前記効果をより向上させる観点から、好ましくは０．２０質量％以上、より好ましくは０．３０質量％以上である。また、粗大な金属間化合物の生成をより抑制する観点から、好ましくは１．５質量％以下、より好ましくは１．３質量％以下である。なお、Ｍｎの含有量は０質量％であってもよい。

[0044] （犠牲材のＴｉ：０．０１質量％以上０．３０質量％以下）

Ｔｉは、Ａｌ合金中に層状に分布することによって、腐食形態が層状化し、板厚方向への腐食の進行速度を低減させることができる。そのため、耐食性の向上に寄与する。Ｔｉの含有量が０．０１質量％未満では、耐食性向上の効果が十分には得られない。一方、Ｔｉの含有量が０．３０質量％を超え

ると、鋳造時に粗大なＡｌ$_3$Ｔｉ金属間化合物を形成し易くなり、加工性が低下するため、圧延時に割れが発生し易くなる。したがって、犠牲材４にＴｉを含有させる場合には、Ｔｉを含有させる効果を得るために、Ｔｉの含有量は、０．０１質量％以上０．３０質量％以下とする。Ｔｉの含有量は、前記効果をより向上させる観点から、好ましくは０．０３質量％以上、より好ましくは０．０５質量％以上である。また、粗大なＡｌ$_3$Ｔｉ金属間化合物の生成をより抑制する観点から、好ましくは０．２５質量％以下、より好ましくは０．２０質量％以下である。なお、Ｔｉの含有量は０質量％であってもよい。

[0045] （犠牲材のＣｒ：０．０１質量％以上０．３０質量％以下）

Ｃｒは、ＡｌとＡｌ$_3$Ｃｒ金属間化合物を形成して、分散強化することで、ろう付後の強度向上に寄与する。Ｃｒの含有量が０．０１質量％未満では、ろう付後強度の向上効果が不十分である。一方、Ｃｒの含有量が０．３０質量％を超えると、粗大なＡｌ$_3$Ｃｒ金属間化合物を形成して、圧延時に割れが発生しやすくなる。したがって、犠牲材４にＣｒを含有させる場合には、Ｃｒを含有させる効果を得るために、Ｃｒの含有量は、０．０１質量％以上０．３０質量％以下とする。Ｃｒの含有量は、前記効果をより向上させる観点から、好ましくは０．０３質量％以上、より好ましくは０．０５質量％以上である。また、粗大なＡｌ$_3$Ｃｒ金属間化合物の生成をより抑制する観点から、好ましくは０．２５質量％以下、より好ましくは０．２０質量％以下である。なお、Ｃｒの含有量は０質量％であってもよい。

[0046] （犠牲材のＺｒ：０．０１質量％以上０．３０質量％以下）

Ｚｒは、ＡｌとＡｌ$_3$Ｚｒ金属間化合物を形成して、分散強化することで、ろう付後の強度向上に寄与する。Ｚｒの含有量が０．０１質量％未満では、ろう付後強度の向上効果が十分には得られない。一方、Ｚｒの含有量が０．３０質量％を超えると、鋳造時に粗大なＡｌ$_3$Ｚｒ金属間化合物を形成して、加工性が低下し、圧延時に割れが発生し易くなる。したがって、犠牲材４にＺｒを含有させる場合には、Ｚｒを含有させる効果を得るために、Ｚｒの含

有量は、０．０１質量％以上０．３０質量％以下とする。Ｚｒの含有量は、前記効果をより向上させる観点から、好ましくは０．０３質量％以上、より好ましくは０．０５質量％以上である。また、粗大なAl_3Zr金属間化合物の生成をより抑制する観点から、好ましくは０．２５質量％以下、より好ましくは０．２０質量％以下である。なお、Ｚｒの含有量は０質量％であってもよい。

[0047]（犠牲材の残部：ＡｌおよＵ不可避的不純物）

犠牲材４の成分は前記の他、残部がＡｌおよび不可避的不純物からなる。なお、不可避的不純物としては、例えば、Ｆｅ、Ｉｎ、Ｓｎ、Ｎｉ等が挙げられる。Ｆｅは０．３０質量％以下（好ましくは０．２５質量％以下）、Ｉｎ、Ｓｎ、Ｎｉは、それぞれ０．０５質量％以下（好ましくは０．０３質量％以下）の含有量であれば、本発明の実施形態の効果を妨げず、犠牲材４に含有させることが許容される。また、前記したＳｉ、Ｍｎ、Ｔｉ、Ｃｒ、Ｚｒについては、それぞれ下限値を下回って含有する場合は、不可避的不純物とみなすことができる。また、前記したＭｇについては、不可避的不純物として前記した所定量含まれていてもよい。

そして、Ｆｅ、Ｉｎ、Ｓｎ、Ｎｉ等については、前記した所定の含有量を超えなければ、不可避的不純物として含有される場合だけではなく、積極的に添加される場合であっても、本発明の実施形態の効果を妨げない。

[0048] 犠牲材４の厚さについては特に規定されるものではないが、犠牲陽極材として内面の耐食性を向上させる観点から、好ましくは１５μｍ以上である。また、クラッドにおける圧着性を向上させる観点から、好ましくは５０μｍ以下である。

[0049]＜中間材＞

本発明の実施形態に係る中間材５は、Ｍｇを所定量含有し、残部がＡｌおよび不可避的不純物からなる。

[0050] また、本発明の実施形態に係る中間材５は、Ｓｉをさらに所定量含有することが好ましい。また、本発明の実施形態に係る中間材５は、Ｍｎをさらに

所定量含有することが好ましい。また、本発明の実施形態に係る中間材５は、Ｚｎをさらに所定量未満含有することが好ましい。また、本発明の実施形態に係る中間材５は、Ｔｉ、Ｃｒ、およびＺｒからなる群から選択された少なくとも１種以上をさらに所定量含有することが好ましい。

本発明の実施形態に係る中間材５を構成する各元素について、以下に説明する。なお、各成分の含有量は、中間材５全体についての含有量である。

[0051] （中間材のＭｇ：０．０５質量％以上３．０質量％以下）

Ｍｇは、ろう付時に心材２に拡散して、ろう付後の心材２の強度向上に寄与する。また、心材２がＳｉを含有する場合は、Ｓｉと析出相を形成して析出強化することで、ろう付後強度のさらなる向上に寄与する。Ｍｇの含有量が０．０５質量％未満では、ろう付後強度の向上効果が不十分である。一方、Ｍｇの含有量が３．０質量％を超えると、心材２と中間材５との圧着性が低下するおそれがある。したがって、中間材のＭｇの含有量は、０．０５質量％以上３．０質量％以下とする。Ｍｇの含有量は、前記効果をより向上させる観点から、好ましくは０．２０質量％以上、より好ましくは０．４０質量％以上である。また、心材２と中間材５との圧着性の低下をより抑制する観点から、好ましくは２．７質量％以下、より好ましくは２．５質量％以下である。

[0052] （中間材のＳｉ：０．２０質量％以上１．０質量％以下）

Ｓｉは、Ｍｇと析出相を形成し析出強化することで、ろう付後強度のさらなる向上に寄与する。Ｓｉの含有量が０．２０質量％未満では、Ｍｇとの析出相の形成によるろう付後強度の向上効果が不十分である。一方、Ｓｉの含有量が１．０質量％を超えると、固相線温度が低下し、ろう付時に中間材５が溶融するおそれがある。したがって、中間材５にＳｉを含有させる場合には、Ｓｉを含有させる効果を得るために、Ｓｉの含有量は、０．２０質量％以上１．０質量％以下とする。Ｓｉの含有量は、前記効果をより向上させる観点から、好ましくは０．２２質量％以上、より好ましくは０．２５質量％以上である。また、固相線温度の低下をより抑制する観点から、好ましくは

０．９０質量％以下、より好ましくは０．８０質量％以下である。なお、Ｓｉの含有量は０質量％であってもよい。

[0053] （中間材のＭｎ：０．１０質量％以上２．０質量％以下）

Ｍｎは、固溶体強化により、ろう付後の強度向上に寄与する。Ｍｎの含有量が０．１０質量％未満では、ろう付後強度の向上効果が不十分である。一方、Ｍｎの含有量が２．０質量％を超えると、鋳造時に粗大な金属間化合物を形成し、加工性が低下するため、圧延時に割れが発生し易くなる。したがって、中間材５にＭｎを含有させる場合には、Ｍｎを含有させる効果を得るために、Ｍｎの含有量は、０．１０質量％以上２．０質量％以下とする。Ｍｎの含有量は、前記効果をより向上させる観点から、好ましくは０．２０質量％以上、より好ましくは０．３０質量％以上である。また、粗大な金属間化合物の生成をより抑制する観点から、好ましくは１．５質量％以下、より好ましくは１．２質量％以下である。なお、Ｍｎの含有量は０質量％であってもよい。

[0054] （中間材のＺｎ：１．０質量％未満）

Ｚｎは、犠牲材側の耐食性を向上させる。しかし、Ｚｎの含有量が１．０質量％以上であると、ろう材側の耐食性を低下させてしまう。したがって、中間材５にＺｎを含有させる場合には、ろう材側の耐食性を確保するために、Ｚｎの含有量は、１．０質量％未満に規制する。Ｚｎの含有量は、ろう材側の耐食性の低下をより抑制する観点から、好ましくは０．５質量％以下、より好ましくは０．２質量％以下である。なお、下限値については特に規定されるものではなく、Ｚｎの含有量は０質量％であってもよい。

[0055] （中間材のＴｉ：０．０１質量％以上０．３０質量％以下）

Ｔｉは、Ａｌ合金中に層状に分布することによって、腐食形態が層状化し、板厚方向への腐食の進行速度を低減させることができる。そのため、耐食性の向上に寄与する。Ｔｉの含有量が０．０１質量％未満では、耐食性向上の効果が十分には得られない。一方、Ｔｉの含有量が０．３０質量％を超えると、鋳造時に粗大なAl_3Ti金属間化合物を形成し易くなり、加工性が低

下するため、圧延時に割れが発生し易くなる。したがって、中間材５にＴｉを含有させる場合には、Ｔｉを含有させる効果を得るために、Ｔｉの含有量は、０．０１質量％以上０．３０質量％以下とする。Ｔｉの含有量は、前記効果をより向上させる観点から、好ましくは０．０３質量％以上、より好ましくは０．０５質量％以上である。また、粗大なAl_3Ti金属間化合物の生成をより抑制する観点から、好ましくは０．２５質量％以下、より好ましくは０．２０質量％以下である。なお、Ｔｉの含有量は０質量％であってもよい。

[0056]（中間材のＣｒ：０．０１質量％以上０．３０質量％以下）

Ｃｒは、ＡｌとAl_3Cr金属間化合物を形成して、分散強化することで、ろう付後の強度向上に寄与する。Ｃｒの含有量が０．０１質量％未満では、ろう付後強度の向上効果が不十分である。一方、Ｃｒの含有量が０．３０質量％を超えると、粗大なAl_3Cr金属間化合物を形成して、圧延時に割れが発生しやすくなる。したがって、中間材５にＣｒを含有させる場合には、Ｃｒを含有させる効果を得るために、Ｃｒの含有量は、０．０１質量％以上０．３０質量％以下とする。Ｃｒの含有量は、前記効果をより向上させる観点から、好ましくは０．０３質量％以上、より好ましくは０．０５質量％以上である。また、粗大なAl_3Cr金属間化合物の生成をより抑制する観点から、好ましくは０．２５質量％以下、より好ましくは０．２０質量％以下である。なお、Ｃｒの含有量は０質量％であってもよい。

[0057]（中間材のＺｒ：０．０１質量％以上０．３０質量％以下）

Ｚｒは、ＡｌとAl_3Zr金属間化合物を形成して、分散強化することで、ろう付後の強度向上に寄与する。Ｚｒの含有量が０．０１質量％未満では、ろう付後強度の向上効果が十分には得られない。一方、Ｚｒの含有量が０．３０質量％を超えると、鋳造時に粗大なAl_3Zr金属間化合物を形成して、加工性が低下し、圧延時に割れが発生し易くなる。したがって、中間材５にＺｒを含有させる場合には、Ｚｒを含有させる効果を得るために、Ｚｒの含有量は、０．０１質量％以上０．３０質量％以下とする。Ｚｒの含有量は、

前記効果をより向上させる観点から、好ましくは０．０３質量％以上、より好ましくは０．０５質量％以上である。また、粗大なAl_3Zr金属間化合物の生成をより抑制する観点から、好ましくは０．２５質量％以下、より好ましくは０．２０質量％以下である。なお、Ｚｒの含有量は０質量％であってもよい。

[0058]（中間材の残部：Ａｌおよび不可避的不純物）

中間材５の成分は前記の他、残部がＡｌおよび不可避的不純物からなる。なお、不可避的不純物としては、例えば、Ｆｅ、Ｉｎ、Ｓｎ、Ｎｉ等が挙げられる。Ｆｅは０．３０質量％以下（好ましくは０．２５質量％以下）、Ｉｎ、Ｓｎ、Ｎｉは、それぞれ０．０５質量％以下（好ましくは０．０３質量％以下）の含有量であれば、本発明の実施形態の効果を妨げず、中間材５に含有させることが許容される。また、前記したＳｉ、Ｍｎ、Ｔｉ、Ｃｒ、Ｚｒについては、それぞれ下限値を下回って含有する場合は、不可避的不純物とみなすことができる。また、前記したＺｎについては、不可避的不純物として前記した所定量含まれていてもよい。

そして、Ｆｅ、Ｉｎ、Ｓｎ、Ｎｉ等については、前記した所定の含有量を超えなければ、不可避的不純物として含有される場合だけではなく、積極的に添加される場合であっても、本発明の実施形態の効果を妨げない。

[0059] 中間材５の厚さについては特に規定されるものではないが、強度を向上させる観点から、好ましくは１５μｍ以上である。また、クラッドにおける圧着性を向上させる観点から、好ましくは５０μｍ以下である。

[0060]＜ブレージングシートの板厚＞

ブレージングシート１の板厚は２００μｍ未満である。ブレージングシート１の板厚が２００μｍ未満であることによって、自動車等の熱交換器のさらなる軽量化を可能とすることができる。ブレージングシート１の板厚は、熱交換器の軽量化の観点から、好ましくは１８０μｍ以下、より好ましくは１７０μｍ以下である。また、強度および耐食性の確保の観点から、好ましくは８０μｍ以上、より好ましくは９０μｍ以上である。

[0061] ＜ブレージングシートの製造方法＞

本発明の実施形態に係るアルミニウム合金製ブレージングシートの材料である心材、犠牲材、中間材およびろう材は、常法によって製造することができる。この心材、犠牲材、中間材およびろう材の製造方法は特に限定されない。例えば、以下の方法によって製造することができる。

前記した組成の心材用アルミニウム合金および中間材用アルミニウム合金を所定の鋳造温度で鋳造した後、得られた鋳塊を必要に応じて面削し、均質化熱処理することで、心材用鋳塊、中間材用鋳塊を製造することができる。また、前記した組成の犠牲材用アルミニウム合金およびろう材用アルミニウム合金を所定の鋳造温度で鋳造した後、得られた鋳塊を必要に応じて面削し、均質化熱処理する。その後、熱間圧延することで、犠牲材用部材およびろう材用部材を製造することができる。

[0062] その後、心材用鋳塊の一側面にろう材用部材を重ね、他の側面に中間材用鋳塊および犠牲材用部材を重ね、熱間圧延を施すことによって、圧着・圧延させて板材とする。そして、当該板材に対して、冷間圧延を施すことで、所定板厚のアルミニウム合金クラッド材を製造し、ブレージングシートとする。当該板材は冷間圧延の途中、または冷間圧延後に必要に応じて焼鈍工程を経ても良い。

[0063] 本発明の実施形態に係るアルミニウム合金製ブレージングシートおよびその製造方法は、以上説明したとおりであるが、本発明の実施形態を行うにあたり、明示していない条件等については、従来公知のものを適用することができる。前記条件によって得られる効果を奏する限りにおいて、他の条件等は限定されない。

実施例

[0064] 次に、本発明の実施形態を実施例に基づいてさらに詳細に説明する。

[0065] 表１～表４に示す組成の心材用アルミニウム合金、犠牲材用アルミニウム合金、中間材用アルミニウム合金およびろう材用アルミニウム合金を、常法によって、溶解し、鋳造し、均質化熱処理を行い、心材用鋳塊（心材用部材

）、犠牲材用鋳塊、中間材用鋳塊（中間材用部材）、ろう材用鋳塊を得た。犠牲材用鋳塊、およびろう材用鋳塊については、それぞれ所定の厚さに熱間圧延して、犠牲材用部材およびろう材用部材を得た。そして、心材用部材の一面側にろう材用部材、他面側に中間材用部材および犠牲材用部材を、表５、表６に示す種々の組み合わせとなるように重ね合わせ、熱間圧延により圧着して板材とした。その後、冷間圧延を行い、所定の板厚のブレージングシート（試験材Ｎｏ．１～７０）とした。

[0066] なお、表１～表４において、成分を含有しないものは空欄で示し、本発明の実施形態の要件を満たさない数値については、数値に下線を引いて示した。

[0067]

[表1]

心材 No.	質量%、残部：Alおよび不可避的不純物							
	Cu	Mn	Si	Mg	Cr	Zr	Ti
S1	1.25	1.35					
S2	2.70	1.35					
S3	1.70	0.50					
S4	1.70	2.00					
S5	1.70	1.35	0.05				
S6	1.25	1.35	0.50				
S7	1.70	1.35		0.05			0.05
S8	1.70	1.35		0.50	0.05		
S9	1.70	1.35			0.30	0.05	
S10	1.70	1.35				0.30	
S11	1.70	1.35					0.30
S12	1.70	1.35	0.25	0.20			0.15
S13	1.70	1.35	0.25	0.20		0.15	
S14	1.70	1.35	0.25	0.20	0.15		
S15	1.20	1.35					
S16	2.80	1.35					
S17	1.70	0.45					
S18	1.70	2.05					
S19	1.70	1.35	0.55				
S20	1.70	1.35		0.55			
S21	1.70	1.35			0.35		
S22	1.70	1.35				0.35	
S23	1.70	1.35					0.35

[0068] [表2]

ろう材 No.	質量%、残部：Alおよび不可避的不純物
	Si
R1	10.0
R2	5.0
R3	12.5

[0069]

[表3]

犠牲材No.	質量%、残部：Alおよび不可避的不純物						
	Zn	Mg	Si	Mn	Ti	Cr	Zr
F1	2.00	0.03					
F2	12.00	0.03					
F3	7.00						
F4	4.00		0.20				
F5	4.00		1.00				
F6	4.00			0.10			
F7	4.00			2.00			
F8	4.00				0.30		
F9	4.00					0.30	
F10	4.00						0.30
F11	1.50						
F12	13.00						
F13	4.00	0.10					
F14	4.00		1.10				
F15	4.00			2.10			
F16	4.00				0.35		
F17	4.00					0.35	
F18	4.00						0.35

[0070]

[表4]

中間材No.	質量%、残部：Alおよび不可避的不純物						
	Mg	Zn	Si	Mn	Ti	Cr	Zr
C1	1.70	0.90					
C2	1.70	0.50					
C3	0.15	0.30					
C4	3.00						
C5	1.70		0.20				
C6	1.70		1.00				
C7	1.70			0.10			
C8	1.70			2.00			
C9	1.70				0.30		
C10	1.70					0.30	
C11	1.70						0.30
C12	1.70	1.10					
C13	0.03						
C14	3.10						
C15	1.70		1.10				
C16	1.70			2.10			
C17	1.70				0.35		
C18	1.70					0.35	
C19	1.70						0.35

[0071] 前記作製したブレージングシートについて、ろう付後強度、ろう付性、ろう材側の耐食性、犠牲材側の耐食性の評価を下記に示す方法で行った。

[0072] ＜ろう付後強度＞

供試材を、ドロップ試験方式で、ろう付を模擬した条件で熱処理（露点が－４０℃、酸素濃度が２００ｐｐｍ以下の窒素雰囲気中で、５９０℃以上（最大６００℃）の温度で３分間加熱）した後に、ＪＩＳ Ｚ２２４１：２０１１に規定のＪＩＳ５号試験片に加工した（各供試材につき３片ずつ作製）。

この試験片を、室温（２５℃）で１週間放置した後、ＪＩＳ Ｚ２２４１：２０１１の規定に準じて引張り試験を行い、引張強度を測定し、ろう付後強度とした。３つの試験片のろう付後強度の平均値が２２０ＭＰａ以上のものを最も良好（◎）、２００ＭＰａ以上のものを良好（○）と評価し、２００ＭＰａ未満のものを不良（×）と評価した。

[0073] ＜ろう付性＞

図２は、本発明の実施形態に係るアルミニウム合金製ブレージングシートのろう材側同士のろう付性を評価するための評価用試験片の断面図である。図３は、本発明の実施形態に係るアルミニウム合金製ブレージングシートのろう材側と犠牲材側のろう付性を評価するための評価用試験片の断面図である。

供試材から、面寸法が２５ｍｍ×２０ｍｍの試験片を２枚切り出した。これら２枚の試験片をそれぞれ図２に示すように、長手方向の中央が突起し、その際にろう材側表面１２が凸側となるように成形した。成形された２枚の試験片１０の天辺（長手方向の中央の突起した部分の凸側表面全面）にそれぞれ、非腐食性のフラックスを１０（±０．２）ｇ／ｍ^{2}で塗布した。天辺同士を図２に示すように重ね合わせ、ろう付を模擬した熱処理条件（露点が－４０℃、酸素濃度が２００ｐｐｍ以下の窒素雰囲気中で、５９０℃以上（最大６００℃）の温度で３分間加熱）でろう付した。ろう付後の試験片を切断して、フィレット１４が３ｍｍ以上形成している場合を最も良好である（◎）、フィレット１４が３ｍｍ未満形成している場合をろう付性が良好である（○）と判断した。フィレット１４が形成していない場合に、ろう付性が不良である（×）と判断した。なお、ろう付性の評価は、ろう付後強度の評価が良好なものに対してのみ実施した。

[0074] 同様に、供試材から、面寸法が２５ｍｍ×２０ｍｍの試験片を２枚切り出した。２枚の試験片のうちの１枚については、図３の上に示すように、長手方向の中央が突起し、その際にろう材側表面１２が凸側となるように成形し、成形された試験片１０とした。一方、２枚の試験片のうちの他の１枚につ

いては、図３の下に示すように、長手方向の中央が突起し、その際に犠牲材側表面１３が凸側となるように成形し、成形された試験片１１とした。成形された２枚の試験片１０、１１の天辺（長手方向の中央の突起した部分の凸側表面）にそれぞれ、非腐食性のフラックスを１０（±０．２）ｇ／ｍ^{2}で塗布した。天辺同士を図３に示すように重ね合わせ、ろう付を模擬した熱処理条件で上記説明と同様にろう付した。以下、図２についての上記説明と同様に操作して、ろう付性を評価した。

[0075] ＜ろう材側の耐食性＞

供試材を、幅５０ｍｍ×長さ６０ｍｍの大きさに切断して、ろう材面に非腐食性のフラックスを１０（±０．２）ｇ／ｍ^{2}で塗布した。前記フラックス塗布面に、板厚６０μｍの３００３－１．５Ｚｎフィン材をコルゲート加工したものを重ね合わせ、ろう付を模擬した条件で熱処理（露点が－４０℃、酸素濃度が２００ｐｐｍ以下の窒素雰囲気中で、５９０℃以上（最大６００℃）の温度で３分間加熱）した。その後、犠牲材面をマスキング用シールによって覆い、さらに当該シールをろう材面側に折り返して、ろう材面において四辺から５ｍｍの縁部についてもシールで覆った。この試験片に対してＳＷＡＡＴ試験を５００時間行った。試料はフィン材を切除し、ろう材が露出している部分に生じた孔食深さを測定した。孔食深さは光学顕微鏡を用いた焦点深度法により測定した。残存厚さ５０％以上のものを最も良好（◎）と評価し、未貫通腐食のものを良好（○）と評価し、貫通腐食が発生したものを不良（×）と評価した。なお、ろう材側の耐食性の評価は、ろう付後強度、ろう付性の評価が全て良好なものに関してのみ実施した。

[0076] ＜犠牲材側の耐食性＞

供試材を、ドロップ試験方式で、ろう付を模擬した条件で熱処理（露点が－４０℃、酸素濃度が２００ｐｐｍ以下の窒素雰囲気中で、５９０℃以上（最大６００℃）の温度で３分間加熱）した後、幅５０ｍｍ×長さ６０ｍｍの大きさに切断して、評価用の供試材とした。幅６０ｍｍ×長さ７０ｍｍの大きさのマスキング用シールによって、ろう材面の全面をシールで覆い、さら

に当該シールを犠牲材面側に折り返して、犠牲材面において四辺から５ｍｍの縁部についてもシールで覆った。

この試験片を、Na^+：１１８ｐｐｍ、Cl^-：５８ｐｐｍ、SO_4^{2-}：６０ｐｐｍ、Cu^{2+}：１ｐｐｍ、Fe^{3+}：３０ｐｐｍを含む試験液に浸漬（８８℃×８時間）させ、浸漬した状態で室温まで自然冷却した後、室温状態で１６時間保持するというサイクルを７５サイクル行う耐食試験を実施した。犠牲材面の腐食状況を観察し、残存厚さ５０％以上のものを最も良好（◎）と評価し、未貫通腐食のものを良好（○）と評価し、貫通腐食が発生したものを不良（×）と評価した。なお、犠牲材側の耐食性の評価は、ろう付後強度、ろう付性の評価が全て良好なものに関してのみ実施した。

[0077] これらの試験結果を表５、表６に示した。なお、表５、表６において、犠牲材、中間材を備えないものや、評価不能だったもの、または評価しなかったものは「－」で示し、本発明の実施形態の要件を満たさないものについては、数値等に下線を引いて示した。なお、ろう付性の評価では、ろう材側同士の評価は「ろう材－ろう材」という欄に結果を記載した。また、ろう材側と犠牲材側の評価は「ろう材－犠材」という欄に結果を記載した。

[0078]

[表5]

試験材No.	ろう材		心材		中間材		犠牲材		板厚	ろう付後強度		ろう付性		耐食性	
	No.	厚さ(μm)	No.	厚さ(μm)	No.	厚さ(μm)	No.	厚さ(μm)	(μm)	評価	強度/MPa	犠牲材-犠牲材	ろう材-ろう材	ろう材側	犠牲材側
1	R1	20	S1	90	C5	40	F4	20	170	○	200	◎	◎	◎	◎
2	R1	20	S2	90	C5	40	F4	20	170	◎	279	◎	◎	◎	◎
3	R1	20	S3	90	C5	40	F4	20	170	○	201	◎	◎	◎	◎
4	R1	20	S4	90	C5	40	F4	20	170	◎	243	◎	◎	○	○
5	R1	20	S5	90	C5	40	F4	20	170	◎	226	◎	◎	◎	◎
6	R1	20	S6	90	C5	40	F4	20	170	○	218	◎	◎	◎	◎
7	R1	20	S7	90	C5	40	F4	20	170	◎	227	◎	◎	◎	◎
8	R1	20	S8	90	C5	40	F4	20	170	◎	256	○	○	◎	◎
9	R1	20	S9	90	C5	40	F4	20	170	◎	228	◎	◎	◎	◎
10	R1	20	S10	90	C5	40	F4	20	170	◎	226	◎	◎	◎	◎
11	R1	20	S11	90	C5	40	F4	20	170	◎	224	◎	◎	◎	◎
12	R1	20	S12	90	C5	40	F4	20	170	◎	246	◎	◎	◎	◎
13	R1	20	S13	90	C5	40	F4	20	170	◎	247	◎	◎	◎	◎
14	R1	20	S14	90	C5	40	F4	20	170	◎	248	◎	◎	◎	◎
15	R1	20	S12	90	C1	40	F4	20	170	◎	243	◎	◎	○	◎
16	R1	20	S12	90	C2	40	F4	20	170	◎	248	◎	◎	◎	◎
17	R1	20	S12	90	C3	40	F4	20	170	○	202	◎	◎	◎	◎
18	R1	20	S12	90	C4	40	F4	20	170	◎	289	◎	◎	◎	◎
19	R1	20	S12	90	C8	40	F4	20	170	◎	254	◎	◎	◎	◎
20	R1	20	S12	90	C7	40	F4	20	170	◎	244	◎	◎	◎	◎
21	R1	20	S12	90	C8	40	F4	20	170	◎	254	◎	◎	◎	◎
22	R1	20	S12	90	C9	40	F4	20	170	◎	244	◎	◎	◎	◎
23	R1	20	S12	90	C10	40	F4	20	170	◎	245	◎	◎	◎	◎
24	R1	20	S12	90	C11	40	F1	20	170	◎	245	◎	◎	◎	◎
25	R1	20	S12	90	C5	40	F1	20	170	◎	239	◎	◎	○	○
26	R1	20	S12	90	C5	40	F2	20	170	◎	249	◎	◎	○	○
27	R1	20	S12	90	C5	40	F3	20	170	◎	242	◎	◎	◎	◎
28	R1	20	S12	90	C5	40	F5	20	170	◎	254	◎	◎	◎	◎
29	R1	20	S12	90	C5	40	F6	20	170	◎	245	◎	◎	◎	◎
30	R1	20	S12	90	C5	40	F7	20	170	◎	254	◎	◎	◎	◎
31	R1	20	S12	90	C5	40	F8	20	170	◎	244	◎	◎	◎	◎
32	R1	20	S12	90	C5	40	F9	20	170	◎	247	◎	◎	◎	◎
33	R1	20	S12	90	C5	40	F10	20	170	◎	246	◎	◎	◎	◎
34	R2	20	S12	90	C5	40	F4	20	170	◎	223	◎	◎	◎	◎
35	R3	20	S12	90	C5	40	F4	20	170	◎	246	◎	◎	◎	◎
36	R1	10	S12	110	C5	40	F4	20	180	◎	247	○	○	◎	◎
37	R1	50	S12	70	C5	40	F4	20	180	◎	243	◎	◎	◎	◎
38	R1	20	S12	120	C5	20	F4	20	180	◎	244	◎	◎	○	○
39	R1	20	S12	70	C5	50	F4	20	160	◎	258	◎	◎	◎	◎
40	R1	20	S12	90	C5	40	F4	10	160	◎	256	◎	◎	○	○
41	R1	20	S12	70	C5	40	F4	50	180	○	213	◎	◎	◎	◎
42	R1	20	S12	40	C5	20	F4	20	100	◎	263	◎	◎	◎	◎
43	R1	20	S12	115	C5	40	F4	20	195	◎	247	◎	◎	◎	◎

[0079]

[表6]

試験材No.	ろう材		心材		中間材		犠牲材		板厚	ろう付後強度		ろう付性			耐食性	
	No.	厚さ(μm)	No.	厚さ(μm)	No.	厚さ(μm)	No.	厚さ(μm)	(μm)	評価	強度/MPa	ろう材-犠材	ろう材-ろう材		ろう材側	犠性材側
44	R1	20	S15	90	C5	40	F4	20	170	×	176	-	-		-	-
45	R1	20	S16	90	C5	40	F4	20	170	-	-	-	-		-	-
46	R1	20	S17	90	C5	40	F4	20	170	×	170	-	-		-	-
47	R1	20	S18	90	C5	40	F4	20	170	-	-	-	-		-	-
48	R1	20	S19	90	C5	40	F4	20	170	-	-	-	-		-	-
49	R1	20	S20	90	C5	40	F4	20	170	◎	231	×	×		-	-
50	R1	20	S21	90	C5	40	F4	20	170	-	-	-	-		-	-
51	R1	20	S22	90	C5	40	F4	20	170	-	-	-	-		-	-
52	R1	20	S23	90	C5	40	F4	20	170	-	-	-	-		-	-
53	R1	20	S12	90	C12	40	F4	20	170	○	214	◎	◎		×	○
54	R1	20	S12	90	C13	40	F4	20	170	×	175	-	-		-	-
55	R1	20	S12	90	C14	40	F4	20	170	-	-	-	-		-	-
56	R1	20	S12	90	C15	40	F4	20	170	-	-	-	-		-	-
57	R1	20	S12	90	C16	40	F4	20	170	-	-	-	-		-	-
58	R1	20	S12	90	C17	40	F4	20	170	-	-	-	-		-	-
59	R1	20	S12	90	C18	40	F4	20	170	-	-	-	-		-	-
60	R1	20	S12	90	C19	40	F4	20	170	-	-	-	-		-	-
61	R1	20	S12	90	C5	40	F11	20	170	○	211	◎	◎		◎	×
62	R1	20	S12	90	C5	40	F12	20	170	◎	222	◎	◎		◎	×
63	R1	20	S12	90	C5	40	F13	20	170	○	214	×	◎		-	-
64	R1	20	S12	90	C5	40	F14	20	170	-	-	-	-		-	-
65	R1	20	S12	90	C5	40	F15	20	170	-	-	-	-		-	-
66	R1	20	S12	90	C5	40	F16	20	170	-	-	-	-		-	-
67	R1	20	S12	90	C5	40	F17	20	170	-	-	-	-		-	-
68	R1	20	S12	90	C5	40	F18	20	170	-	-	-	-		-	-
69	R1	20	S12	110	C5	40	-	0	170	◎	231	×	◎		-	-
70	R1	20	S12	110	-	0	F4	40	170	×	178	-	-		-	-

[0080] 表５、表６に示すように、本発明の実施形態の要件を満足するアルミニウ

ム合金からなる心材（心材Ｎｏ．Ｓ１～Ｓ１４）、ろう材（ろう材Ｎｏ．Ｒ１～Ｒ３）、犠牲材（犠牲材Ｎｏ．Ｆ１～Ｆ１０）、中間材（中間材Ｎｏ．Ｃ１～Ｃ１１）を用いて製造され、板厚が２００μｍ未満を満足する実施例のブレージングシート（試験材Ｎｏ．１～４３）は、ろう付後強度、ろう付性、耐食性において、いずれも優れていた。

[0081] 一方、比較例である試験材Ｎｏ．４４～７０は、本発明の実施形態の要件を満たさないため、以下の結果となった。

[0082] 試験材Ｎｏ．４４は心材Ｃｕ量が少なく、ろう付後強度の評価が不良となった。

試験材Ｎｏ．４５は心材Ｃｕ量が多く、ろう付時に心材が溶融してしまった。

試験材Ｎｏ．４６は心材Ｍｎ量が少なく、ろう付後強度の評価が不良となった。

試験材Ｎｏ．４７は心材Ｍｎ量が多く、圧延時に割れが発生し、供試材を作製できなかった。

[0083] 試験材Ｎｏ．４８は心材Ｓｉ量が多く、ろう付時に心材が溶融してしまった。

試験材Ｎｏ．４９は心材Ｍｇ量が多く、ろう材側と犠牲材側のろう付性、および、ろう材側同士のろう付性が不十分であった。

試験材Ｎｏ．５０は心材Ｃｒ量が多く、圧延時に割れが生じ、供試材を作製できなかった。

試験材Ｎｏ．５１は心材Ｚｒ量が多く、圧延時に割れが生じ、供試材を作製できなかった。

試験材Ｎｏ．５２は心材Ｔｉ量が多く、圧延時に割れが生じ、供試材を作製できなかった。

[0084] 試験材Ｎｏ．５３は中間材Ｚｎ量が多く、ろう材側の耐食性の評価が不良となった。

試験材Ｎｏ．５４は中間材Ｍｇ量が少なく、ろう付後強度の評価が不良と

なった。

試験材Ｎｏ．５５は中間材Ｍｇ量が多く、圧着性が低下し、供試材を作製できなかった。

[0085] 試験材Ｎｏ．５６は中間材Ｓｉ量が多く、ろう付時に中間材が溶融してしまった。

試験材Ｎｏ．５７は中間材Ｍｎ量が多く、圧延時に割れが生じ、供試材を作製できなかった。

試験材Ｎｏ．５８は中間材Ｔｉ量が多く、圧延時に割れが生じ、供試材を作製できなかった。

試験材Ｎｏ．５９は中間材Ｃｒ量が多く、圧延時に割れが生じ、供試材を作製できなかった。

試験材Ｎｏ．６０は中間材Ｚｒ量が多く、圧延時に割れが生じ、供試材を作製できなかった。

[0086] 試験材Ｎｏ．６１は犠牲材Ｚｎ量が少なく、犠牲材側の耐食性の評価が不良となった。

試験材Ｎｏ．６２は犠牲材Ｚｎ量が多く、犠牲材が早期消耗し、犠牲材側の耐食性の評価が不良となった。

試験材Ｎｏ．６３は犠牲材Ｍｇ量が多く、ろう材側と犠牲材側のろう付性が不十分であった。

[0087] 試験材Ｎｏ．６４は犠牲材Ｓｉ量が多く、ろう付時に犠牲材が溶融してしまった。

試験材Ｎｏ．６５は犠牲材Ｍｎ量が多く、圧延時に割れが生じ、供試材を作製できなかった。

試験材Ｎｏ．６６は犠牲材Ｔｉ量が多く、圧延時に割れが生じ、供試材を作製できなかった。

試験材Ｎｏ．６７は犠牲材Ｃｒ量が多く、圧延時に割れが生じ、供試材を作製できなかった。

試験材Ｎｏ．６８は犠牲材Ｚｒ量が多く、圧延時に割れが生じ、供試材を

作製できなかった。

[0088] 試験材Ｎｏ．６９は犠牲材を設けていないため、ろう材側と犠牲材側のろう付性が不十分であった。

試験材Ｎｏ．７０は中間材を設けていないため、ろう付後強度の評価が不良となった。

[0089] 本明細書の開示内容は、以下の態様を含む。

（態様１）

心材と、前記心材の一方の面に設けられたＡｌ－Ｓｉ系合金からなるろう材と、前記心材の他方の面に設けられた犠牲材と、前記心材と前記犠牲材との間に設けられた中間材と、を備え、

板厚が２００μｍ未満であり、

前記心材は、Ｍｎ：０．５０質量％以上２．０質量％以下、Ｃｕ：１．２０質量％を超え２．７０質量％以下を含有し、残部がＡｌおよび不可避的不純物からなり、

前記犠牲材は、Ｚｎ：２．０質量％以上１２．０質量％以下を含有し、Ｍｇ：０．０５質量％未満（０質量％を含む）であり、残部がＡｌおよび不可避的不純物からなり、

前記中間材は、Ｍｇ：０．０５質量％以上３．０質量％以下を含有し、残部がＡｌおよび不可避的不純物からなることを特徴とするアルミニウム合金製ブレージングシート。

（態様２）

前記心材は、Ｓｉ：０．０５質量％以上０．５０質量％以下をさらに含有することを特徴とする態様１に記載のアルミニウム合金製ブレージングシート。

（態様３）

前記心材は、Ｍｇ：０．０５質量％以上０．５０質量％以下をさらに含有することを特徴とする態様１または態様２に記載のアルミニウム合金製ブレージングシート。

（態様４）

前記心材は、Ｃｒ：０．０１質量％以上０．３０質量％以下、Ｚｒ：０．０１質量％以上０．３０質量％以下、およびＴｉ：０．０５質量％以上０．３０質量％以下からなる群から選択された少なくとも１種以上をさらに含有することを特徴とする態様１～３のいずれか１つに記載のアルミニウム合金製ブレージングシート。

（態様５）

前記犠牲材は、Ｓｉ：０．２０質量％以上１．０質量％以下をさらに含有することを特徴とする態様１～４のいずれか１つに記載のアルミニウム合金製ブレージングシート。

（態様６）

前記犠牲材は、Ｍｎ：０．１０質量％以上２．０質量％以下をさらに含有することを特徴とする態様１～５のいずれか１つに記載のアルミニウム合金製ブレージングシート。

（態様７）

前記犠牲材は、Ｔｉ：０．０１質量％以上０．３０質量％以下、Ｃｒ：０．０１質量％以上０．３０質量％以下、およびＺｒ：０．０１質量％以上０．３０質量％以下からなる群から選択された少なくとも１種以上をさらに含有することを特徴とする態様１～６のいずれか１つに記載のアルミニウム合金製ブレージングシート。

（態様８）

前記中間材は、Ｓｉ：０．２０質量％以上１．０質量％以下をさらに含有することを特徴とする態様１～７のいずれか１つに記載のアルミニウム合金製ブレージングシート。

（態様９）

前記中間材は、Ｍｎ：０．１０質量％以上２．０質量％以下をさらに含有することを特徴とする態様１～８のいずれか１つに記載のアルミニウム合金製ブレージングシート。

（態様１０）

前記中間材は、Ｚｎ：１．０質量％未満をさらに含有することを特徴とする態様１～９のいずれか１つに記載のアルミニウム合金製ブレージングシート。

（態様１１）

前記中間材は、Ｔｉ：０．０１質量％以上０．３０質量％以下、Ｃｒ：０．０１質量％以上０．３０質量％以下、およびＺｒ：０．０１質量％以上０．３０質量％以下からなる群から選択された少なくとも１種以上をさらに含有することを特徴とする態様１～１０のいずれか１つに記載のアルミニウム合金製ブレージングシート。

[0090] 本出願は、出願日が２０１６年３月３１日である日本国特許出願、特願第２０１６－０７２１５９号を基礎出願とする優先権主張を伴う。特願第２０１６－０７２１５９号は参照することにより本明細書に取り込まれる。

符号の説明

[0091] １ アルミニウム合金製ブレージングシート（ブレージングシート）

２ 心材

３ ろう材

４ 犠牲材

５ 中間材

１０、１１ 成形された試験片

１２ ろう材側表面

１３ 犠牲材側表面

１４ フィレット

請求の範囲

[請求項1] 心材と、前記心材の一方の面に設けられたＡｌ－Ｓｉ系合金からなるろう材と、前記心材の他方の面に設けられた犠牲材と、前記心材と前記犠牲材との間に設けられた中間材と、を備え、

板厚が２００μｍ未満であり、

前記心材は、Ｍｎ：０．５０質量％以上２．０質量％以下、Ｃｕ：１．２０質量％を超え２．７０質量％以下を含有し、残部がＡｌおよび不可避的不純物からなり、

前記犠牲材は、Ｚｎ：２．０質量％以上１２．０質量％以下を含有し、Ｍｇ：０．０５質量％未満（０質量％を含む）であり、残部がＡｌおよび不可避的不純物からなり、

前記中間材は、Ｍｇ：０．０５質量％以上３．０質量％以下を含有し、残部がＡｌおよび不可避的不純物からなることを特徴とするアルミニウム合金製ブレージングシート。

[請求項2] 前記心材は、以下の（ａ）～（ｃ）のいずれか１つ以上をさらに含有することを特徴とする請求項１に記載のアルミニウム合金製ブレージングシート。

（ａ）Ｓｉ：０．０５質量％以上０．５０質量％以下

（ｂ）Ｍｇ：０．０５質量％以上０．５０質量％以下

（ｃ）Ｃｒ：０．０１質量％以上０．３０質量％以下、Ｚｒ：０．０１質量％以上０．３０質量％以下、およびＴｉ：０．０５質量％以上０．３０質量％以下からなる群から選択された少なくとも１種以上

[請求項3] 前記犠牲材は、以下の（ａ）～（ｃ）のいずれか１つ以上をさらに含有することを特徴とする請求項１に記載のアルミニウム合金製ブレージングシート。

（ａ）Ｓｉ：０．２０質量％以上１．０質量％以下

（ｂ）Ｍｎ：０．１０質量％以上２．０質量％以下

（ｃ）Ｔｉ：０．０１質量％以上０．３０質量％以下、Ｃｒ：０．０

１質量％以上０．３０質量％以下、およびＺｒ：０．０１質量％以上０．３０質量％以下からなる群から選択された少なくとも１種以上

[請求項4] 前記犠牲材は、以下の（ａ）～（ｃ）のいずれか１つ以上をさらに含有することを特徴とする請求項２に記載のアルミニウム合金製ブレージングシート。

（ａ）Ｓｉ：０．２０質量％以上１．０質量％以下

（ｂ）Ｍｎ：０．１０質量％以上２．０質量％以下

（ｃ）Ｔｉ：０．０１質量％以上０．３０質量％以下、Ｃｒ：０．０１質量％以上０．３０質量％以下、およびＺｒ：０．０１質量％以上０．３０質量％以下からなる群から選択された少なくとも１種以上

[請求項5] 前記中間材は、以下の（ａ）～（ｄ）のいずれか１つ以上をさらに含有することを特徴とする請求項１～４のいずれか１項に記載のアルミニウム合金製ブレージングシート。

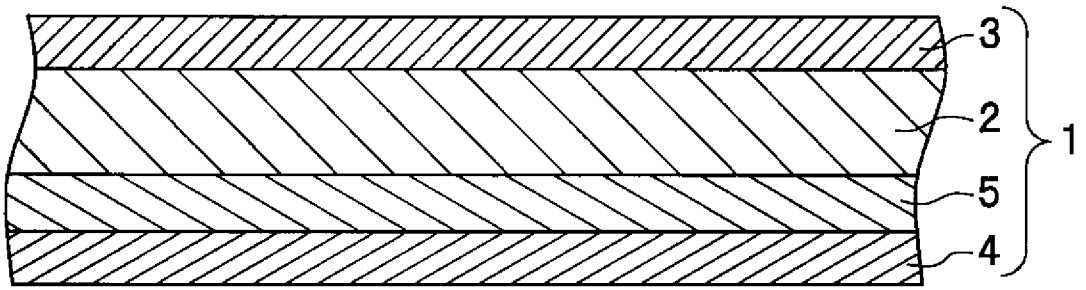
（ａ）Ｓｉ：０．２０質量％以上１．０質量％以下

（ｂ）Ｍｎ：０．１０質量％以上２．０質量％以下

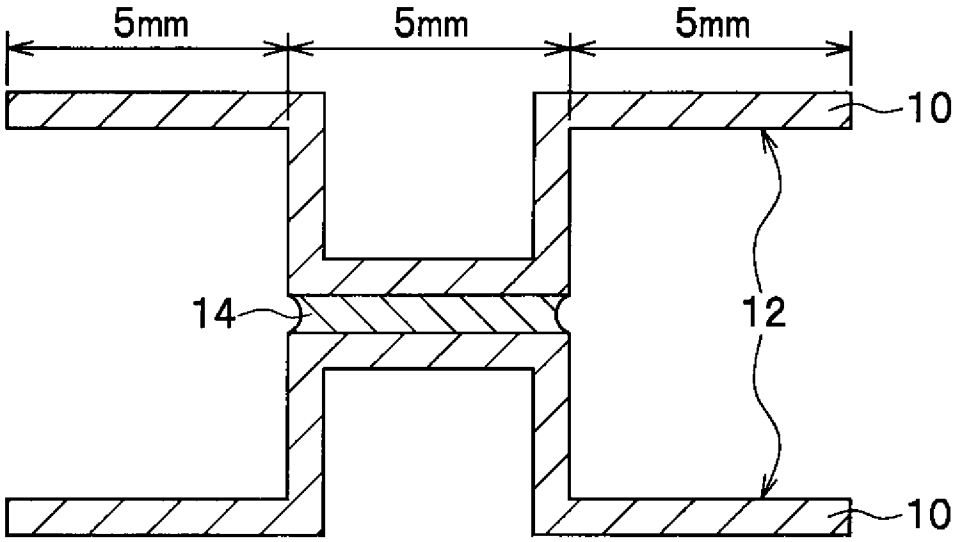
（ｃ）Ｚｎ：１．０質量％未満

（ｄ）Ｔｉ：０．０１質量％以上０．３０質量％以下、Ｃｒ：０．０１質量％以上０．３０質量％以下、およびＺｒ：０．０１質量％以上０．３０質量％以下からなる群から選択された少なくとも１種以上

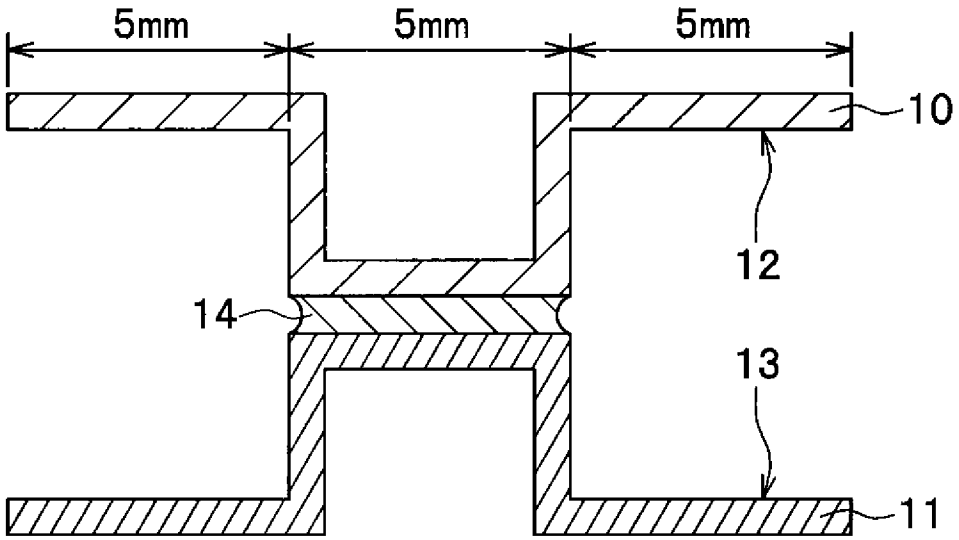
[図1]



[図2]



[図3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/009510

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
C22C21/00(2006.01)i, *B23K35/28*(2006.01)i, *B32B15/20*(2006.01)i, *F28F21/08*(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, B23K35/28, B32B15/20, F28F21/08

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 11-199958 A (The Furukawa Electric Co., Ltd.), 27 July 1999 (27.07.1999), claims; paragraphs [0027], [0030]; table 1 (Family: none)	1-5
A	JP 2009-127122 A (Kobe Steel, Ltd.), 11 June 2009 (11.06.2009), claims; paragraphs [0034], [0039]; tables 1 to 3 (Family: none)	1-5
A	JP 2010-202919 A (Kobe Steel, Ltd.), 16 September 2010 (16.09.2010), claims; paragraphs [0002], [0049]; tables 1 to 4 (Family: none)	1-5

☒ 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	Date of mailing of the international search report
01 June 2017 (01.06.17)	13 June 2017 (13.06.17)

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/009510

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2012-513539 A (Novelis Inc.), 14 June 2012 (14.06.2012), claims; fig. 1, 2 & US 2010/0159272 A1 claims; fig. 1, 2 & WO 2010/071982 A1 & CN 102264536 A	1-5
A	WO 2015/146322 A1 (Kobe Steel, Ltd.), 01 October 2015 (01.10.2015), claims; tables 1 to 5 & EP 3124631 A1 claims; tables 1 to 5 & CN 106164309 A & JP 2015-190045 A	1-5
P,A	WO 2016/052366 A1 (Kobe Steel, Ltd.), 07 April 2016 (07.04.2016), claims; tables 1 to 5 & JP 2016-69696 A	1-5

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１７／００９５１０

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, B23K35/28(2006.01)i, B32B15/20(2006.01)i, F28F21/08(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, B23K35/28, B32B15/20, F28F21/08

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 11-199958 A（古河電気工業株式会社）1999.07.27, 特許請求の範囲，［００２７］，［００３０］，表１ （ファミリーなし）	１－５
A	JP 2009-127122 A（株式会社神戸製鋼所）2009.06.11, 特許請求の範囲，［００３４］，［００３９］，表１－表３ （ファミリーなし）	１－５

☑　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	国際調査報告の発送日
０１．０６．２０１７	１３．０６．２０１７

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　４Ｋ　９１５４
鈴木　毅
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３４３５

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Ａ	JP 2010-202919 A（株式会社神戸製鋼所）2010.09.16, 特許請求の範囲，［０００２］，［００４９］，表１－表４ （ファミリーなし）	１－５
Ａ	JP 2012-513539 A（ノベリス・インコーポレイテッド）2012.06.14, 特許請求の範囲，図１，図２ & US 2010/0159272 A1, Claims, Fig.1, Fig.2 & WO 2010/071982 A1 & CN 102264536 A	１－５
Ａ	WO 2015/146322 A1（株式会社神戸製鋼所）2015.10.01, 請求の範囲，表１－表５ & EP 3124631 A1, Claims, Table1-Table5 & CN 106164309 A & JP 2015-190045 A	１－５
Ｐ，Ａ	WO 2016/052366 A1（株式会社神戸製鋼所）2016.04.07, 請求の範囲，表１-表５ & JP 2016-69696 A	１－５