(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第4040253号
(P4040253)

(45)発行日　平成20年1月30日(2008.1.30)　(24)登録日　平成19年11月16日(2007.11.16)

(51)Int.Cl.		F I		
C22C 21/00	(2006.01)	C22C	21/00	J
C22F 1/057	(2006.01)	C22F	1/057	
B23K 1/19	(2006.01)	B23K	1/19	D
C22F 1/00	(2006.01)	C22F	1/00	612
		C22F	1/00	623

請求項の数 8　(全 15 頁)　最終頁に続く

(21)出願番号	特願2000-546066 (P2000-546066)
(86)(22)出願日	平成11年3月18日 (1999.3.18)
(65)公表番号	特表2002-513085 (P2002-513085A)
(43)公表日	平成14年5月8日 (2002.5.8)
(86)国際出願番号	PCT/EP1999/001825
(87)国際公開番号	WO1999/055925
(87)国際公開日	平成11年11月4日 (1999.11.4)
審査請求日	平成17年4月11日 (2005.4.11)
(31)優先権主張番号	98201393.0
(32)優先日	平成10年4月29日 (1998.4.29)
(33)優先権主張国	欧州特許庁 (EP)
(31)優先権主張番号	98202448.1
(32)優先日	平成10年7月21日 (1998.7.21)
(33)優先権主張国	欧州特許庁 (EP)

(73)特許権者　500269255
コラス・アルミニウム・バルツプロドウクテ・ゲーエムベーハー
ドイツ・デー－５６０７０コブレンツ・カール－シユペター－シユトラーセ１０
(74)代理人　100075812
弁理士　吉武　賢次
(74)代理人　100091487
弁理士　中村　行孝
(74)代理人　100094640
弁理士　紺野　昭男
(74)代理人　100107342
弁理士　横田　修孝
(74)代理人　100113365
弁理士　高村　雅晴

最終頁に続く

(54)【発明の名称】ろう付けされたアセンブリで用いるに適したアルミニウム合金

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

ろう付け用シートを用いてろう付けされたアセンブリを製造する方法であって、

（ｉ）少なくとも１つがろう付け用シートから作られた部品を生じさせるが、ここで、前記ろう付け用シートに、下記の組成（重量％で表す）

Ｓｉ	０．１０未満
Ｍｎ	０．７－１．５
Ｍｇ	０．８以下
Ｃｕ	０．５－１．５
Ｆｅ	０．４未満
Ｃｒ	０．３０未満
Ｔｉ	０．３０未満
Ｚｒ	０．３０未満
Ｖ	０．３０未満
他	各々０．０５未満
	全体０．１５未満
残り	アルミニウム

を有するアルミニウム合金で作られたコアを持たせ、

（ｉｉ）前記部品を組み立ててアセンブリを生じさせ、

（ｉｉｉ）前記アセンブリをろう付けし、

（ｉｖ）前記ろう付けしたアセンブリを少なくとも４０℃／分の冷却速度で１００℃未満になるまで冷却し、
（ｖ）前記ろう付けして冷却したアセンブリの時効を行うことで、少なくとも８５ＭＰａの０．２％降伏強度およびＡＳＴＭ Ｇ－８５に従ってせん孔を示すことなくＳＷＡＡＴ試験で１３日を越える腐食寿命を達成する、
連続的段階を含んで成る方法。
【請求項２】
前記時効が自然時効を含んで成る請求項１記載の方法。
【請求項３】
前記時効が１００から２５０℃の範囲の温度の人工的時効を含んで成る請求項１記載の方法。
【請求項４】
前記コアのアルミニウム合金が少なくとも０．７重量％のＣｕ含有量を有する請求項１から３のいずれか１項記載の方法。
【請求項５】
前記コアのアルミニウム合金が０．０５から０．２５重量％の範囲のＺｒ含有量を有する請求項１から４のいずれか１項記載の方法。
【請求項６】
前記コアのアルミニウム合金が０．０５から０．８重量％の範囲のＭｇ含有量を有する請求項１から５のいずれか１項記載の方法。
【請求項７】
段階（ｉｖ）中に前記ろう付けしたアセンブリを少なくとも６０℃／分の冷却速度で１００℃未満になるまで冷却する請求項１から６のいずれか１項記載の方法。
【請求項８】
段階（ｖ）中に前記ろう付けして冷却したアセンブリの時効を行うことで少なくとも９５ＭＰａの０．２％降伏強度を達成する請求項１から７のいずれか１項記載の方法。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
（発明の分野）
本発明は、ろう付けされたアセンブリ（ｂｒａｚｅｄ ａｓｓｅｍｂｌｙ）におけるろう付け用シート（ｂｒａｚｉｎｇ ｓｈｅｅｔ）中のコア材料（ｃｏｒｅ ｍａｔｅｒｉａｌ）として用いるに適したアルミニウム合金、前記アルミニウム合金をろう付けされたアセンブリにおけるろう付け用シートのコア材料として用いること、前記アルミニウム合金をフィンストック（ｆｉｎ ｓｔｏｃｋ）材料として用いること、ろう付けされたアセンブリを製造する方法ばかりでなく、そのようにして生じさせたアセンブリにも関する。このアルミニウム合金はＡｌｕｍｉｎｉｕｍ Ａｓｓｏｃｉａｔｉｏｎ ３ｘｘｘタイプのアルミニウム合金である。本明細書における用語「シート材料」は管材料、板材料およびヘッダー（ｈｅａｄｅｒ）材料を包含する。
【０００２】
（従来技術の説明）
そのような合金を含有するろう付け用シートの基本的使用は熱交換器における使用、例えばラジエーター、コンデンサおよび油冷却装置などにおける使用である。そのような熱交換器は、例えば道路着氷防止用塩などによる外部の苛酷な腐食攻撃を受ける。そのような理由で、耐食性が良好なことが必須特性である。本明細書における長寿命の合金はＡＳＴＭ Ｇ－８５に従ってせん孔（ｐｅｒｆｏｒａｔｉｏｎｓ）を示すことなくＳＷＡＡＴ試験で１０－１２日を越える合金であると見なす（Ｋ．Ｓｃｈｏｌｉｎ他、ＶＴＭＳ １９９３、ＳＡＥ Ｐ－２６３を参照）。ろう付け用シートのさらなる重要な特性はろう付け後の強度であり、これを本明細書では以降「ろう付け後の強度（ｐｏｓｔ－ｂｒａｚｅｄ ｓｔｒｅｎｇｔｈ）」と呼ぶ。
【０００３】

ＷＯ ９４／２２６３３に、下記の組成（重量％で表す）：
Ｍｎ　　０．７－１．５
Ｃｕ　　０．５－１．０、好適には＞０．６－０．９
Ｆｅ　　０．４以下
Ｓｉ　　０．１５以下
Ｍｇ　　０．８以下
Ｖおよび／またはＣｒ　０．３以下、好適には０．２以下
Ｔｉ　　０．１以下
残り　　アルミニウムおよび不純物
を有するそのような合金が記述されている。前記合金は、Ｓｉを含有するろう付け用クラド層（ｃｌａｄ ｌａｙｅｒｓ）を伴うコア材料として用いられている。Ｃｕの含有量を高くするとろう付け後の強度が向上する。好適には、Ｔｉを故意には添加しないが、これは典型的に原料に由来して存在する。好適には、Ｚｒも故意には添加しない。ＣｒおよびＶはろう付け後の耐食性を改善しないと述べられているが、これはろう付け後の強度および耐たるみ性（ｓａｇ ｒｅｓｉｓｔａｎｃｅ）に貢献する。ＷＯ ９４／２２６３３のろう付け用シートがろう付け後に示す降伏強度は５４－８５ＭＰａの範囲であると報告されている。

【０００４】

ヨーロッパ特許出願公開第０７１８０７２号には、アルミニウム合金であるコア材料で作られたコアシート（ｃｏｒｅ ｓｈｅｅｔ）を有していてそれの少なくとも１つの面の上にケイ素を主合金用元素として含有するアルミニウム合金のろう付け用層が備わっているろう付け用シートが開示されており、前記コアシートのアルミニウム合金は下記の組成（重量％）：
Ｍｎ　　０.７－１.５
Ｃｕ　　０.２－２.０
Ｍｇ　　０.１－０.６
Ｓｉ　　＞０.１５、好適には＞０.２０、最も好適には＞０.４０
Ｆｅ　　０.８以下
Ｔｉ　　場合により、０.１５以下
Ｃｒ　　場合により、０.３５以下
ＺｒおよびＶ　場合により、全体で０.２５以下
残り　　アルミニウムおよび不可避的不純物
を有するが、但し（Ｃｕ＋Ｍｇ）＞０．７であることを条件とする。その開示されたコア用合金では、良好な耐食性を維持しながら所望の強度レベルを達成する目的で、Ｓｉのレベルを０．１５％以上、最も好適には０．４０％を越えるＳｉレベルにしている。

【０００５】

ヨーロッパ特許出願公開第０５３７７６４号にはアルミニウム合金製の熱交換器を製造する方法が開示されており、そこでは、ろう付け後のろう付けされたアセンブリを冷却した後、４００から５００℃の範囲の温度に１０分から３０時間再加熱している。そのようなろう付け後に行う追加的熱処理の目的は、ろう付けサイクル中に固溶体の中に入り込んだ元素（例えばＳｉ、ＭｇおよびＭｎ）を沈着させることにあり、それによって材料の熱伝導率が向上することで、得られる熱交換器の熱効率が約３％向上すると述べられている。用いられたコア用合金のＣｕ含有量は０．５％以下であり、それに更にＳｉも合金用元素として０．０５から１．０％の範囲の量で含有させている。

【０００６】

米国特許第４，２１４，９２５号には、ろう付けされたアルミニウムフィン熱交換器の製造方法が開示されており、前記フィンは、Ｃｕを０．１５から０．４０重量％含んで成る組成を有していて、好適には熱処理可能なＡＡ６９５１合金で作られており、そしてろう付け用シートのコアシート材料は通常のＡＡ３００３合金で作られている。溶体の熱処理を５００から５７０℃で３０分から４時間行った後に行う冷却の速度は２．８から５０

℃／分、好適には２．８から２０℃／分、より好適には約１０℃／分の範囲である。

【０００７】

もっと後に公開された国際特許出願番号ＰＣＴ／ＥＰ９７／０６０７０には、熱処理不能（ｎｏｎ－ｈｅａｔ ｔｒｅａｔａｂｌｅ）アルミニウム合金をろう付け用シートに入れるコア用合金として用いることが述べられている、即ちそれはろう付け後に時効（ａｇｉｎｇ）処理を必要としない。前記コア用アルミニウム合金は、重量％で表して、

Ｍｎ	０．７－１．５
Ｃｕ	０．６－１．０
Ｆｅ	０．４以下
Ｓｉ	０．１未満
Ｍｇ	０．０５－０．８
Ｔｉ	０．０２－０．３
Ｃｒ	０．１－０．３５
Ｚｒ	０．１－０．２
残り	アルミニウムおよび不可避的不純物

で構成されており、ここで、

０．２０＜（Ｃｒ＋Ｚｒ）＜０．４

である。

【０００８】

（発明の要約）

本発明の目的は、向上した強度特性を示すことに加えて良好な耐食性を示すことで、ろう付けされたアセンブリで用いるに適したアルミニウム合金、特にろう付け用シートにおけるコア用合金としてか或はフィンストック材料として用いるに適したアルミニウム合金を提供することにある。

【０００９】

本発明に従い、シート、板または押出し加工品の形態のアルミニウム合金を提供し、このアルミニウム合金に、下記の範囲（重量％で表す）

Ｓｉ	＜０．１５
Ｍｎ	０．７－１．５
Ｍｇ	０．８以下
Ｃｕ	０．５－１．５
Ｆｅ	＜０．４
Ｃｒ	＜０．３０
Ｚｒ	＜０．３０
Ｔｉ	＜０．３０
Ｖ	＜０．３０
他	各々＜０．０５、全体＜０．１５
残り	アルミニウム

の組成を持たせ、そして前記アルミニウム合金を時効状態（ａｇｅｄ ｃｏｎｄｉｔｉｏｎ）で与える。

【００１０】

驚くべきことに、本発明に従うアルミニウム合金はろう付け後の状態において自然時効および人工的時効の両方で時効硬化し得る（ａｇｅ ｈａｒｄｅｎａｂｌｅ）と見られることを見い出した。このようなろう付け後に行う時効の効果はまだ未知であるが、これは標準的なＡＡ３ｘｘｘ型の合金に典型的な効果ではない。それによって、ろう付け後に得られる降伏強度が従来技術に報告されているろう付け後降伏強度に比べて５から３５ＭＰａの範囲の度合で有意に高くなり得る一方で、良好な耐食性は時効処理後でも変化しないままである。

【００１１】

本発明に従うアルミニウム合金はろう付けおよび時効後に少なくとも７５ＭＰａの０．

２％降伏強度（０．２％ ｙｉｅｌｄ ｓｔｒｅｎｇｔｈ）を示す能力を有し、かつＡＳＴＭ Ｇ－８５に従ってせん孔を示すことなくＳＷＡＡＴで１３日を越える耐食性を示す。

【００１２】

より好適な態様におけるアルミニウム合金はろう付けおよび時効後に少なくとも８０ＭＰａ、より好適にはろう付けおよび時効後に少なくとも８５ＭＰａの０．２％降伏強度を示し得る。

【００１３】

最良の実施例が示す耐食性は２０日を越える。このレベルの耐食性は本合金を長寿命製品として格付けするものである。その上、この最良の実施例がろう付けおよび時効後に示す０．２％降伏強度は少なくとも９５ＭＰａである。決して制限するものでないが、ろう付けを典型的には約５９０から６００℃で３から５分間実施する。

【００１４】

本アルミニウム合金はＡＡ３ｘｘｘ型の合金であるが、所望の強度レベルを得る目的でＭｎが主な合金用元素である。所望の強度を得るにはＭｎ含有量を少なくとも０．７％にする必要があるが、このＭｎ含有量が１．５％を越えると粗いＡｌ－Ｍｎ含有粒子が生じることから、強度の観点で全く有意な向上はもたらされない。粗いＡｌ－Ｍｎ含有粒子が生じることのさらなる欠点は、それによってアルミニウム合金の圧延性（ｒｏｌｌａｂｉｌｉｔｙ）が低下する点にある。より好適には、Ｍｎ含有量を０．８から１．２％の範囲にする。

【００１５】

真空ろう付け製品（ｖａｃｕｕｍ ｂｒａｚｅｄ ｐｒｏｄｕｃｔｓ）が示す強度を向上させる目的で、ろう付け用シートのコア用合金にマグネシウムを用いる。フラックスろう付け（ｆｌｕｘ ｂｒａｚｉｎｇ）方法を適用する場合、好適には、Ｍｇ含有量を低いレベル、好適には０．４％未満のレベルに保持する。さらなる態様において、フラックスろう付け方法におけるろう付け性（ｂｒａｚａｂｉｌｉｔｙ）を向上させようとする場合にはＭｇ含有量をゼロにするのが好適である。Ｍｇ含有量を最大で０．８％以下、好適には最大で０．５％に特定する。

【００１６】

本発明のアルミニウム合金では長寿命の腐食性能（ｌｏｎｇ－ｌｉｆｅ ｃｏｒｒｏｓｉｏｎ ｐｅｒｆｏｒｍａｎｃｅ）が得られるようにＳｉの含有量を０．１５％未満にすべきであり、好適には０．１０％未満にする。更により好適な範囲では、存在するＳｉの量を不純物のレベルにする。Ｓｉの含有量が低い時にも有意な時効効果が観察される。

【００１７】

本アルミニウム合金にＣｕを含有させると合金の強度が高くなることから、Ｃｕ含有量を０．５から１．５％の範囲にすべきであり、好適には０．７％を越える範囲にする。特に、このような範囲にして、Ｓｉ含有量を低くしかつＭｇと組み合わせて用いると、予想外な時効効果が観察される一方で、望ましい長寿命の耐食性が有意に低下することはない。Ｃｕ含有量が１．５％を越えると望まれない粗いＣｕ含有粒子が生じる可能性があるばかりでなく低融点相（ｌｏｗ ｍｅｌｔｉｎｇ ｐｈａｓｅｓ）が生じる可能性がある。好適には、Ｃｕ含有量を１．２％以下にする。ＣｕおよびＭｇを比較的希釈されたレベルにした時に強力な時効効果が見られることは予想外であると見なす。

【００１８】

Ｆｅは公知の商業的アルミニウム合金の全部に存在しているが、本発明に従うアルミニウム合金では必要な合金用元素ではなく、これを故意には添加しない。Ｆｅの含有量を高くすると、とりわけ耐食性が低下する。許されるＦｅ含有量は最大で０．４％、好適には最大で０．２５％である。

【００１９】

亜鉛を、好適には、固溶体のままでありかつ腐食速度を遅くするに役立つように０．０から２．０％の範囲で含めてもよい。

【００２０】

本発明に従うアルミニウム合金に、１つの態様では、０．０５から０．３０％の量のＣｒ、０．０５から０．３０％の量のＴｉ、０．０５から０．３０％の量のＺｒおよび０．０５から０．３０％の量のＶから成る群から選択される少なくとも１つの元素を含有させる。上述した元素の少なくとも１つを添加すると結果として少なくとも時効処理後のろう付け後強度レベルが更に向上する。前記個々の元素の含有量が０．２５％を越えると望まれない粗い粒子が生じる可能性がある。

【００２１】

場合により添加するＣｒ、Ｔｉ、ＺｒおよびＶの全量が

０．０５＜（Ｃｒ＋Ｔｉ＋Ｚｒ＋Ｖ）＜０．４

になるように選択する。

【００２２】

本発明の別の態様では少なくともＺｒを０．０５＜Ｚｒ＜０．２５％の範囲、より好適には０．０５＜Ｚｒ＜０．１５％の範囲の量で存在させる。Ｚｒは特に本アルミニウム合金が示す時効応答（ａｇｅｉｎｇ ｒｅｓｐｏｎｓｅ）を向上させる結果としてろう付けおよび時効後の強度レベルが有意に高くなることを見い出した。最良の実施例がろう付けおよび時効後に示す降伏強度は少なくとも９５ＭＰａであり、これは従来技術に報告されている時効後降伏強度を越える達成である。

【００２３】

本発明の別の好適な態様では、本アルミニウム合金に国際特許出願番号ＰＣＴ／ＥＰ９７／０６０７０（これは引用することによって本明細書に組み入れられる）に記述されている如き組成を持たせる。このようなアルミニウム合金の組成は下記（重量％）である：

Ｍｎ	０．７－１．５
Ｃｕ	０．６－１．０
Ｆｅ	０．４以下
Ｓｉ	０．１未満
Ｍｇ	０．０５－０．８
Ｔｉ	０．０２－０．３
Ｃｒ	０．１－０．２５
Ｚｒ	０．１－０．２
残り	アルミニウムおよび不可避的不純物、ここで、

０．２０＜（Ｃｒ＋Ｚｒ）＜０．４

である。

【００２４】

本発明は、また、この上に記述した本発明の合金をコア材料（即ち強度を与える材料）として含んで成るろう付け用シートにある。水に接触した時に犠牲的陽極として働くクラドまたはコーティング層（このような層はコア用合金の片面または両面に与えられ得る）は必要でない。通常は、コア用合金に接触して位置するクラド層を通常の低融点の合金充填材層（ｌｏｗ ｍｅｌｔｉｎｇ ａｌｌｏｙ ｆｉｌｌｅｒ ｌａｙｅｒ）の形態で片面に存在させる。

【００２５】

本発明は、更に、この上に記述した本発明のアルミニウム合金をろう付けされたアセンブリにおけるろう付け用シートのコア材料として用いることにある。そのようなアセンブリでは、本アルミニウム合金であるコア材料をこれがろう付け用合金（これはろう付け温度で溶融する）に直接接触するように位置させてもよい。

【００２６】

本発明は、更に、この上に記述した本発明のアルミニウム合金をろう付けされたアセンブリにおけるフィンストック材料として用いることにある。

【００２７】

本発明の合金は特にろう付けの目的で用いるに適するが、また、これを押出し加工して耐食性押出し加工片（ｅｘｔｒｕｄｅｄ ｓｅｃｔｉｏｎｓ）にすることも可能である。

【００２８】
本発明は、更に、下記の組成（重量％で表す）
Ｓｉ　＜０.１５
Ｍｎ　０.７－１.５
Ｍｇ　０.８以下
Ｃｕ　０.５－１.５
Ｆｅ　＜０.４
Ｃｒ　＜０.３０
Ｚｒ　＜０.３０
Ｔｉ　＜０.３０
Ｖ　＜０.３０
他　各々＜０.０５、全体＜０.１５
残り　アルミニウム
を有するアルミニウム合金に時効処理をろう付けに由来する冷却後に受けさせる目的で用いることにあり、ここでは、この冷却速度を少なくとも典型的なろう付け炉（ｂｒａｚｉｎｇ　ｆｕｒｎａｃｅ）の冷却速度の範囲にする。典型的な時効処理は自然時効および人工的時効である。合金用元素のより好適な範囲はこの上に挙げた範囲である。
【００２９】
本発明は、また、ろう付け用シートまたはフィンストック材料を用いてろう付けされたアセンブリを製造する方法も提供し、この方法は、
（ｉ）少なくとも１つがろう付け用シートから作られた部品（ｐａｒｔｓ）を生じさせ、
（ｉｉ）前記部品を組み立ててアセンブリを生じさせ、
（ｉｉｉ）前記アセンブリをろう付けし、
（ｉｖ）前記ろう付けしたアセンブリを少なくとも２０℃／分の冷却速度で１００℃未満になるまで冷却し、
（ｖ）前記ろう付けして冷却したアセンブリの時効を行う、
段階を含んで成るが、ここでは、前記ろう付け用シートに、下記の組成（重量％で表す）
Ｓｉ　＜０.１５
Ｍｎ　０.７－１.５
Ｍｇ　０.８以下
Ｃｕ　０.５－１.５
Ｆｅ　＜０.４
Ｃｒ　＜０.３０
Ｔｉ　＜０.３０
Ｚｒ　＜０.３０
Ｖ　＜０.３０
他　各々＜０．０５　全体＜０．１５
残り　アルミニウム
を有するアルミニウム合金で作られたコアを持たせる。
【００３０】
本発明に従ってろう付け後の時効効果（まだ未知である）を得ようとする時、ろう付けサイクル後の冷却速度が重要な役割を果すことを見い出した。より好適には、ろう付け後の冷却速度を少なくとも４０℃／分、より好適には少なくとも６０℃／分にする。ろう付けサイクル後の冷却速度を速くすると得られる強度のレベルが更に高くなり得る。ＣｕおよびＭｇを比較的希釈されたレベルにしてろう付けを行った後に強力な時効効果が見られることは、特にろう付けサイクルが比較的短くかつ水冷（ｗａｔｅｒ　ｑｕｅｎｃｈ）を用いていないことから、予想外であると見なす。
【００３１】
所望レベルの降伏強度が得られる典型的な時効過程は（ｉ）自然時効および（ｉｉ）温度を１００から２５０℃の範囲にして均熱時間を５から１０００時間の範囲にした人工的

時効である。このような時効処理を以下に更により詳細に考察する。

【００３２】

本発明は、また、少なくとも２つの部材（この部材の少なくとも１つは、この上に記述した本発明のアルミニウム合金をコアとして含んで成るシート材料である）を含んで成っていてそれらがろう付け用合金で一緒に結合しているろう付けされたアセンブリも提供する。

【００３３】

ここで、重量％で表してＭｎを１．１％、Ｃｕを０．７５％、Ｍｇを０．５％、Ｓｉを０．１％含有していて残りが本質的にアルミニウムと不純物である比較実施例Ｃ７がヨーロッパ特許出願番号ＥＰ－Ａ－０７１８０７２に記述されていることを述べるべきであろう。この公開の図１に、模擬ろう付けサイクル後の自然時効によって合金の０．２％降伏強度が高くなることが示されている。しかしながら、それの記述の中には、模擬ろう付けサイクル後の冷却速度に関する記述は全くない。

【００３４】

（実施例）

本発明をここにいくつかの非制限実施例で説明する。

【００３５】

本技術分野で通常の如き模擬ろう付けサイクルを実施することを通して、ろう付け後の強度を測定することができる。コア単独でろう付け用シートの引張り強度を与えることから、コア用合金単独としてか或はコアとクラド層が備わっているシートとして前記サイクルを実施してもよい。ここで用いる模擬ろう付けサイクルは、加熱を炉内で行って５９０から５９５℃に４分間保持した後に冷却を行うサイクルである。

実施例１

以下に示す試験を実験室規模で実施した。ろう付け用シートにおけるコア用合金として用いる１５種類のアルミニウム合金のインゴットを鋳込み成形して、ＤＣ鋳込み成形で生じる冷却速度に匹敵する冷却速度で固化させた。表１に、これらの合金の化学組成を鋳込み成形したままの状態の材料が示す重量％で表す（残りはＡｌおよび不純物である）。これらのインゴットを前以て３０℃／時の加熱速度で４５０℃に５時間加熱し、これに熱間圧延を１００mmの初期厚から２．７mmの厚みになるまで受けさせた後、冷間圧延を最終厚が０．３８mmになるように受けさせたが、ここでは、中間的ゲージ（ｉｎｔｅｒｍｅｄｉａｔｅ ｇａｕｇｅ）の時にインターアニール（ｉｎｔｅｒａｎｎｅａｌ）を受けさせた。冷間圧延を受けさせた最終的なシートにＨ２４－テンパー（Ｈ２４－ｔｅｍｐｅｒ）になるようにアニーリングを受けさせた（ａｎｎｅａｌｅｄ）後、室温に冷却した。このアニーリングを受けさせた後のシートに模擬ろう付けサイクルを受けさせた後、いろいろな冷却速度を用いて１００℃未満になるまで冷却した。自然時効を室温で行った後の機械的特性をＮＥＮ－ＥＮ １０ ００２－１に従って評価し、その結果を表２に示す。

【００３６】

これらのサンプルにＡＳＴＭ Ｇ－８５に従うＳＷＡＡＴを最初のせん孔が現れるまで受けさせ、その結果の平均値を表３に日数で示す。冷却速度を６０℃／分にした場合の平均値は試験を受けさせた３サンプルの平均値でありそして冷却速度を２０および９０℃／分にした場合の平均値は試験を受けさせた２サンプルの平均値である。印（－）は「試験せず」を表す。

【００３７】

表２の結果から、示した種類の合金は顕著な自然時効応答を示すことから得られるろう付け後の降伏強度がろう付け直後のろう付け後降伏強度よりも５から３５ＭＰａの範囲の度合で高くなり得ることが分かるであろう。一方、表３の結果から、そのような合金は長寿命の腐食特性を示すとして格付け可能であることが分かるであろう。表２のインゴット番号１０、１１および１３の結果を比較することで、Ｚｒの添加は時効応答に明瞭な影響を与えて降伏強度をより高くすることが分かるであろう。Ｃｒを所定範囲で添加すると結果としてろう付け後の降伏強度が全体として高くなる。インゴット番号１２と１５の結果

を比較することで、時効応答はＣｕ含有量を高くすればするほど顕著になることが分かるであろう。インゴット番号４、５および６の結果を比較することで、ろう付け後の強度レベルはＣｕ含有量が高くなるにつれて向上することが分かりかつ時効応答はＣｕ含有量が高い時の方が顕著であることも更に分かる。インゴット番号４、８および９の結果を比較することで、Ｆｅ含有量を多くするとろう付け後の強度レベルは高くなるが腐食寿命が低下することが分かる。冷却速度を２０℃／分および６０℃／分にした自然時効の３５日後の結果を見ることで、ろう付け後の降伏強度はろう付け後の冷却速度を速くすればするほど全体として高くなることが分かるであろう。

実施例２

実験室規模の試験を用いた別の実験で、熱間圧延を受けさせる前のインゴットに均一化（ｈｏｍｏｇｅｎｉｓｅｄ）を６００℃の温度で１０時間受けさせそしてインゴットの加熱および冷却速度を３０℃／時にする以外は実施例１と同様な様式で５種類のインゴットを製造した。鋳込み成形したままの状態のインゴットが示した化学組成を表４に示し、これらはそれぞれインゴット番号１、２、３、１１および１３と同じである。０．２％降伏強度（ＭＰａ）を室温における自然時効時間およびろう付けサイクル後の冷却速度の関数として表５に示す。

【００３８】

これらの結果から、本発明に従う合金が示す時効応答は均一化処理によって悪化しないことが分かるであろう。この種類の合金の均一化は最終的なシート製品の成形性（ｆｏｒｍａｂｉｌｉｔｙ）を向上させはするがろう付け後の強度を低下させることが本技術分野で知られている。この未知の時効効果を用いると、時効処理を加えることによって、そのように成形性が向上すると言った利点を更に時効後の強度の向上と組み合わせることができる。均一化を管理した条件下で行うことを適用すると、耐食性が犠牲になることはない。

実施例３

さらなる実験室規模の試験で、実施例１で得た６種類のインゴットに人工的時効応答に関する試験を受けさせた。インゴット番号１、４、５、７、１１および１３の材料を実施例１の場合と同じ様式で加工し、ろう付けサイクル後、６０℃／分の冷却速度で１００℃未満になるまで冷却した。時効温度を１６５℃にした。表６に硬度（Ｒｏｃｋｗｅｌｌ１５Ｔ－１５ｋｇ）を時効時間の関数として示しかつまた０．２％降伏強度（ＭＰａ）も示す。比較の目的で、また、自然時効を室温で５日間行った後の硬度も示す。

【００３９】

これらの結果から、示した種類の合金は人工的時効応答を顕著に示すことが分かるであろう。この個々の実施例における人工的時効の結果の範囲は自然時効の範囲と同じである。インゴット番号１１と１３を比較することで分かるであろうように、ここでも、Ｚｒの添加は最終強度レベルに有益な影響を与える。合金がろう付け後の状態において示す強度のさらなる向上を達成する目的で人工的時効中の温度－時間の範囲を更に最適にすることは充分に技術者の技術の範囲内である。

【００４０】

【表１】

表1 鋳込み成形したままの状態のｲﾝｺﾞｯﾄの化学組成(重量%)

ｲﾝｺﾞｯﾄ番号	Si	Mn	Cu	Mg	Fe	Cr	Zr	Ti
1	0.06	0.77	0.86	0.30	0.21	0.15	0.096	0.03
2	0.11	1.00	1.01	0.40	0.23	0.15	0.104	0.03
3	0.10	0.90	0.80	0.27	0.19	0.14	0.110	0.03
4	0.08	0.91	0.96	0.37	0.24	0.15	0.092	0.03
5	0.08	0.90	0.87	0.36	0.23	0.15	0.105	0.03
6	0.08	0.90	1.01	0.36	0.23	0.15	0.107	0.03
7	0.08	0.90	0.94	0.52	0.22	0.15	0.107	0.03
8	0.08	0.90	0.94	0.36	0.42	0.14	0.104	0.03
9	0.08	0.88	0.97	0.37	0.11	0.14	0.106	0.03
10	0.07	1.01	0.94	0.36	0.22	-	0.062	0.03
11	0.08	0.89	0.94	0.36	0.22	-	0.109	0.03
12	0.07	0.94	0.60	0.35	0.08	-	-	0.03
13	0.08	1.00	0.95	0.37	0.22	-	-	0.03
14	0.10	0.96	0.84	0.30	0.20	0.15	0.098	0.03
15	0.07	0.98	0.93	0.35	0.10	-	-	0.03

【００４１】
【表２】

表2 自然熟成時間(日)の関数およびろう付けサイクル後の冷却速度(℃/分)の関数としての0.2%降伏強度 (MPa)

インゴット番号	20℃/分の冷却速度		40℃/分の冷却速度	60℃/分の冷却速度			90℃/分の冷却速度			>90℃/分の冷却速度
	5日	35日	35日	5日	20日	35日	50日	5日	35日	50日	35日
1	72	79	-	74	81	83	86	-	82	89	-
2	83	99	106	90	101	108	113	-	107	113	-
3	76	78	80	78	81	86	86	-	81	87	-
4	74	83	86	79	84	87	97	-	87	96	-
5	75	77	81	79	80	86	86	-	82	88	-
6	78	93	-	81	97	99	104	-	97	104	-
7	80	95	103	83	97	112	112	-	107	111	-
8	74	89	92	78	88	97	99	-	90	100	-
9	75	80	86	80	90	91	92	-	89	92	94
10	71	94	99	76	95	100	103	82	95	-	99
11	71	92	96	72	88	94	103	72	91	-	96
12		61	61	62	66	62	64	62	63	-	61
13		85	90	71	85	90	96	71	94	-	84
14		78	80	77	82	85	85	81	86	-	86
15		79	-	69	85	92	96	73	96	-	96

【００４２】

【表３】

表3 ASTM G-85に従う平均SWAAT結果(日)

インゴット番号	冷却速度(℃/分)			平均(日)
	20	60	90	
1	25	31	23	27
2	-	13	13	13
4	19	23	25	23
7	-	17	-	17
8	-	18	-	18
9	-	22	-	22
11	-	24	-	24
12	-	28	-	28
13	-	29	-	29
15	-	33	-	33

【００４３】
【表４】

表4 鋳込み成形したままの状態のインゴットの化学組成(重量%)

インゴット番号	Si	Mn	Cu	Mg	Fe	Cr	Zr	Ti
16	0.06	0.77	0.86	0.30	0.21	0.15	0.096	0.03
17	0.11	1.00	1.01	0.40	0.23	0.15	0.104	0.03
18	0.10	0.90	0.80	0.27	0.19	0.14	0.110	0.03
19	0.08	0.89	0.94	0.36	0.22	-	0.109	0.03
20	0.08	1.00	0.95	0.37	0.22	-	-	0.03

【００４４】
【表５】

表5 自然熟成時間(日)の関数およびひろう付けサイクル後の冷却速度(℃/分)の関数としての0.2%降伏強度 (MPa)

インゴット番号	20℃/分の冷却速度	40℃/分の冷却速度	60℃/分の冷却速度				90℃/分の冷却速度		>90℃/分の冷却速度
	35日	35日	5日	20日	35日	50日	5日	35日	35日
16	72	79	64	71	76	86	67	81	81
17	95	103	75	101	101	104	78	104	107
18	87	-	71	91	91	96	72	88	94
19	89	93	64	79	92	93	67	92	90
20	92	90	65	82	94	94	67	93	92

【００４５】
【表６】

表6 165℃における熟成時間の関数としての硬度および0.2%降伏強度(MPa)

	硬度(Rockwell)								0.2%降伏強度	
インゴット番号	5日間の自然熟成時間	熟成時間(時)							熟成時間(時)	
		3	7	14	24	48	72	82	14	48
1	57,5	56,3	60,8	60,6	61,7	58,4	57,1	60,7	112	113
4	49,8	55	54,3	53,3	56,5	54,8	53,7	55,4	99	101
5	54,3	53,4	51,1	54,5	54,7	55,4	56,3	54,4	97	99
7	58,2	60,4	62,1	62,2	63,6	64,2	62,9	60,1	112	119
11	54,5	54,9	58,4	59,5	58,3	59,9	59	58,6	95	102
13	53,9	56	57,1	57,5	58	57,7	57,9	58,5	89	94

フロントページの続き

(51)Int.Cl. FI

C22F	1/00	630M
C22F	1/00	651A
C22F	1/00	692A
C22F	1/00	692B

(74)代理人 100120617
弁理士 浅野 真理
(74)代理人 100091982
弁理士 永井 浩之
(74)代理人 100096895
弁理士 岡田 淳平
(74)代理人 100117787
弁理士 勝沼 宏仁
(74)代理人 100106655
弁理士 森 秀行
(72)発明者 ハード, テイモシー・ジヨン
オランダ・エヌエル－１９２１シーエス アカースロート・モレンブールト１
(72)発明者 コーイイ, ニコラース・デイルク・アドリアヌス
オランダ・エヌエル－３４３７ジエイアール ニーウベゲイン・シモンベストデイークホーベ２１
(72)発明者 ビユルガー, アヒム
ドイツ・デー－５６２０３ヘール－グレンツハウゼン・ヤケス－レミ－シユトラーセ５
(72)発明者 ビーレツゲ, クラウス
ドイツ・デー－５６５６４ニーウビート・フユルスト－フリードリヒ－カール－シユトラーセ３５

審査官 鈴木 毅

(56)参考文献 特開平０８－０６０２８０（ＪＰ，Ａ）
特開平０４－２９７５４１（ＪＰ，Ａ）
特開平０８－２３２０３３（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－２７８７１０（ＪＰ，Ａ）
特表平０８－５０８５４２（ＪＰ，Ａ）
特開平１０－０８１９３０（ＪＰ，Ａ）
特開昭６０－２４８８５９（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl., ＤＢ名)
C22C 21/00 - 21/18
C22F 1/04 - 1/057