(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)公開番号 特開2023-87922 (P2023-87922A)
(43)公開日　令和5年6月26日(2023.6.26)

(51)国際特許分類
Ｂ２３Ｋ　35/30　(2006.01)
Ｃ２２Ｃ　21/02　(2006.01)
Ｃ２２Ｃ　38/00　(2006.01)
Ｃ２２Ｃ　38/58　(2006.01)

ＦＩ
Ｂ２３Ｋ　35/30　３２０Ｆ
Ｃ２２Ｃ　21/02
Ｃ２２Ｃ　38/00　３０１Ａ
Ｃ２２Ｃ　38/00　３０１Ｆ
Ｃ２２Ｃ　38/58

審査請求　未請求　請求項の数　５　ＯＬ　（全22頁）

(21)出願番号　特願2021-202480(P2021-202480)
(22)出願日　令和3年12月14日(2021.12.14)

(71)出願人　000006655
日本製鉄株式会社
東京都千代田区丸の内二丁目６番１号
(74)代理人　100106909
弁理士　棚井　澄雄
(74)代理人　100175802
弁理士　寺本　光生
(74)代理人　100134359
弁理士　勝俣　智夫
(74)代理人　100188592
弁理士　山口　洋
(72)発明者　石田　欽也
東京都千代田区丸の内二丁目６番１号
日本製鉄株式会社内
(72)発明者　巽　雄二郎

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　アルミニウムめっき鋼板の溶接用ソリッドワイヤ、及び溶接継手の製造方法

(57)【要約】
【課題】ホットスタンプ後に引張強度１８００ＭＰａ以上となる高強度アルミニウムめっき鋼板同士を溶接した際にアルミニウム（Ａｌ）が溶接金属に混入したとしても、ホットスタンプ後に高い硬さを有する溶接金属を形成可能なアルミニウムめっき鋼板の溶接用ソリッドワイヤ及び溶接継手の製造方法を提供する。
【解決手段】　本発明のアルミニウムめっき鋼板の溶接用ソリッドワイヤは、アルミニウムめっき鋼板の溶接用ソリッドワイヤであって、ワイヤ全質量に対する質量%で、化学組成の含有量が、Ｃ：０．２５%～０．３５%、Ｓｉ：０．３０%未満、Ｍｎ：１．８%～２．５%、Ｍｏ：０．３０%～１．００%、Ｐ：０．０５０%以下、Ｓ：０．０３０%以下、Ａｌ：０．１０%以下、Ｎ：０．０１０%以下、Ｃｕ：０．５０%以下、であり、残部がＦｅ及び不純物からなる。
【選択図】なし

【特許請求の範囲】
【請求項１】
アルミニウムめっき鋼板の溶接用ソリッドワイヤであって、ワイヤ全質量に対する質量％で、化学組成の含有量が、
Ｃ：０．２５％～０．３５％、
Ｓｉ：０．３０％未満、
Ｍｎ：１．８％～２．５％、
Ｍｏ：０．３０％～１．００％、
Ｐ：０．０５０％以下、
Ｓ：０．０３０％以下、
Ａｌ：０．１０％以下、
Ｎ：０．０１０％以下、
Ｃｕ：０．５０％以下、
であり、残部がＦｅ及び不純物からなる
アルミニウムめっき鋼板の溶接用ソリッドワイヤ。
【請求項２】
さらに、前記Ｆｅの一部に代えて、
Ｃｒ：１．５％以下、
Ｎｉ：３．０％以下、
Ｂ　：０．０１０％以下、
Ｔｉ：０．２０％以下、
Ｖ　：０．５０％以下、
Ｎｂ：０．２０％以下、
のうち１種又は２種以上を含有する請求項１に記載のアルミニウムめっき鋼板の溶接用ソリッドワイヤ。
【請求項３】
前記アルミニウムめっき鋼板の溶接用ソリッドワイヤの直径が０．６ｍｍ～１．２ｍｍである請求項１又は２に記載のアルミニウムめっき鋼板の溶接用ソリッドワイヤ。
【請求項４】
板厚０．７ｍｍ～３．２ｍｍのアルミニウムめっき鋼板を少なくとも１枚以上溶接し、かつ、前記アルミニウムめっき鋼板を請求項１から３のうちいずれか１項に記載のアルミニウムめっき鋼板の溶接用ソリッドワイヤを用いて前記溶接を行う溶接継手の製造方法。
【請求項５】
レーザー溶接を用いて前記溶接を行う請求項４に記載の溶接継手の製造方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、アルミニウムめっき鋼板の溶接用ソリッドワイヤ、及び溶接継手の製造方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
鋼板を成形する技術のひとつとして熱間プレス（以下、ホットスタンプと称する場合がある）が注目されている。ホットスタンプでは、鋼板を高温に加熱し、Ar_3変態温度以上の温度域でプレス成形している。さらに、ホットスタンプでは、プレス成形した鋼板を金型による抜熱で急速に冷却し、プレス圧が掛かった状態で成形と同時にマルテンサイト変態を起こさせる。ホットスタンプは、高強度でかつ形状凍結性の優れた熱間プレス成形品（以下、「ホットスタンプ成形品」と称する場合がある。）を製造することができる技術である。
【０００３】
少なくとも２枚の鋼板の端面を突合せて、レーザー溶接、プラズマ溶接等によって接合

したテーラードブランクが、ホットスタンプ用鋼材として用いられている。目的に応じて、複数の鋼板を接合するため、テーラードブランクは、一つの部品の中で板厚及び強度を自由に変化させることができる。そのため、テーラードブランクに対してホットスタンプすることで、板厚、強度等を自由に変化させた高強度の熱間プレス成形品を得ることができる。

【０００４】

テーラードブランクをホットスタンプにより成形する場合、例えば８００℃～１０００℃の温度域に加熱される。そのため、めっきの融点及び沸点が高いＡｌ－Ｓｉ等のアルミニウムめっきがなされたアルミニウムめっき鋼板がテーラードブランクに使用されることが多い。

【０００５】

アルミニウムめっき鋼板を突合せ溶接したテーラードブランクにおいて、アルミニウムめっき層又は金属間化合物層の成分であるアルミニウムが溶接金属に混入する場合がある。アルミニウムはフェライト生成元素であるため、アルミニウムの混入によって、ホットスタンプ後の組織に十分な量のマルテンサイトが生成せず溶接金属の硬さが低下する。そのため、アルミニウムが溶接金属に混入した場合、溶接金属で破断が生じ、溶接継手の強度が低下するという課題がある。

【０００６】

この課題に対し、特許文献１には、溶接金属に含有されるアルミニウムの平均濃度や溶接金属のＡｃ$_3$点を制御したテーラードブランクが提案されている。また、特許文献２には、溶接金属に含有されるアルミニウムの平均濃度やホットスタンプ後の溶接金属の硬さと溶接金属の最も薄い部分の厚みの積が一定の関係を満足するように制御したテーラードブランクが提案されている。特許文献３には、アルミニウムをほぼ含有せず、オーステナイトの生成を促進する合金元素を少なくとも１種含有するフィラーワイヤを用いたテーラーメイド半完成板金製品の製造方法が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００７】

【特許文献１】特許第５３１６６７０号公報
【特許文献２】特許第５３１６６６４号公報
【特許文献３】特許第６４３００７０号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００８】

しかしながら、アルミニウムめっき鋼板を溶接して形成された溶接金属には、これらの技術で得られる溶接金属の強度（硬さ）よりも更に高い強度（硬さ）が求められている。さらに、ホットスタンプ後に引張強度１８００ＭＰａ以上の強度が得られる高強度アルミニウムめっき鋼板同士の溶接において、従来の溶接ワイヤでは十分な強度が得られなかった。

【０００９】

本発明の課題は、ホットスタンプ後に引張強度１８００ＭＰａ以上となる高強度アルミニウムめっき鋼板同士を溶接した際にアルミニウム（Ａｌ）が溶接金属に混入したとしても、ホットスタンプ後に高い硬さを有する溶接金属を形成可能なアルミニウムめっき鋼板の溶接用ソリッドワイヤ及び溶接継手の製造方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【００１０】

本発明者らが鋭意検討したところ、フェライト生成能を有するが、焼入れ性が高いＭｏを含有し、フェライト生成能を有し、焼入れ性が低いＳｉの含有量を低減し、かつ、Ｃの含有量が所定の範囲であるソリッドワイヤを用いて、ホットスタンプ後に引張強度１８００ＭＰａ以上となる高強度アルミニウムめっき鋼板同士を溶接することで、アルミニウム

が溶接金属に混入したとしても高い硬さを有する溶接金属が形成できることを本発明者らは見出した。本発明の要旨は以下の通りである。
＜１＞　本発明の一態様に係るアルミニウムめっき鋼板の溶接用ソリッドワイヤは、ワイヤ全質量に対する質量％で、化学組成の含有量が、

Ｃ：０．２５％～０．３５％、
Ｓｉ：０．３０％未満、
Ｍｎ：１．８％～２．５％、
Ｍｏ：０．３０％～１．００％、
Ｐ：０．０５０％以下、
Ｓ：０．０３０％以下、
Ａｌ：０．１０％以下、
Ｎ：０．０１０％以下、
Ｃｕ：０．５０％以下、

であり、残部がＦｅ及び不純物からなる。
＜２＞　上記＜１＞に記載のアルミニウムめっき鋼板の溶接用ソリッドワイヤは、さらに、前記Ｆｅの一部に代えて、

Ｃｒ：１．５％以下、
Ｎｉ：３．０％以下、
Ｂ　：０．０１０％以下、
Ｔｉ：０．２０％以下、
Ｖ：　０．５０％以下、
Ｎｂ：０．２０％以下、

のうち１種又は２種以上を含有してもよい。
＜３＞　上記＜１＞又は＜２＞に記載の前記アルミニウムめっき鋼板の溶接用ソリッドワイヤは、直径が０．６ｍｍ～１．２ｍｍであってもよい。
＜４＞　本発明の一態様に係る溶接継手の製造方法は、板厚０．７ｍｍ～３．２ｍｍのアルミニウムめっき鋼板を少なくとも１枚以上溶接し、かつ、前記アルミニウムめっき鋼板を上記＜１＞～＜３＞のいずれか１つに記載のアルミニウムめっき鋼板の溶接用ソリッドワイヤを用いて前記溶接を行う。
＜５＞　上記＜４＞に記載の溶接継手の製造方法は、レーザー溶接を用いて前記溶接を行ってもよい。

【発明の効果】

【００１１】
本発明のアルミニウムめっき鋼板の溶接用ソリッドワイヤ及び溶接継手の製造方法によれば、ホットスタンプ後に引張強度１８００ＭＰａ以上となる高強度アルミニウムめっき鋼板同士を溶接した際にアルミニウム（Ａｌ）が溶接金属に混入したとしても、ホットスタンプ後に高い硬さを有する溶接金属を形成できる。

【図面の簡単な説明】

【００１２】
【図１】ビッカース硬さ試験を説明するための溶接金属の断面の模式図である。

【発明を実施するための形態】

【００１３】
以下、本実施形態に係るアルミニウムめっき鋼板の溶接用ソリッドワイヤ及び溶接継手の製造方法について説明する。

【００１４】
＜ソリッドワイヤ＞
溶接金属の硬さを高くするためには、溶接金属中に硬さの低いフェライトやベイナイト等のマルテンサイト以外の組織の割合を減らし、マルテンサイトの割合を増やすことが有効である。ホットスタンプ後に引張強度１８００ＭＰａ以上となる高強度アルミニウムめっき鋼板同士の溶接において、フェライト生成元素であるアルミニウムが溶接金属に混入

した場合でも、高いマルテンサイト比率を有する溶接金属を得るために本発明者らは、鋭意検討した結果、下記の知見を得た。

【００１５】

（Ａ）ソリッドワイヤのＭｏ含有量を適正範囲に制御することで、溶接金属の焼入れ性が改善されるため、溶接金属中のマルテンサイトの割合が増加する。

（Ｂ）ソリッドワイヤのＳｉ含有量を低減させることで、溶接金属中のフェライトの生成が抑制され、溶接金属中のフェライトの割合が低下する。

（Ｃ）ソリッドワイヤのＭｏ含有量、Ｓｉ含有量及びＣ含有量を適正な範囲にすることで、高強度アルミニウムめっき鋼板に対し、適切な溶接金属の硬さを得ることができる。

【００１６】

本開示では、上述の知見に基づいて、アルミニウムめっき鋼板溶接用のソリッドワイヤの成分組成を決定した。本開示のアルミニウムめっき鋼板の溶接用ソリッドワイヤは、各成分の相乗効果により、本開示の目的とする効果が得られる。以下、成分組成について説明する。

【００１７】

ソリッドワイヤは、所定の成分を有する鋼線、又は表面にＣｕめっきが施された鋼線である。ワイヤ全質量とはＣｕめっきを含めたソリッドワイヤの全質量を意味する。また、本明細書において、ソリッドワイヤの化学成分をワイヤの全質量に対する割合である質量％で表すものとし、その質量％に関する記載を単に％と記載して説明する。本明細書中において、「～」を用いて表される数値範囲は、「～」の前後に記載される数値を下限値及び上限値として含む範囲を意味する。そして、本明細書中において、成分（元素）の含有量について、例えば、Ｃ（炭素）の含有量の場合、「Ｃ量」と表記することがある。また、他の元素の含有量についても同様に表記することがある。

【００１８】

本明細書において、「溶接金属（ｗｅｌｄ　ｍｅｔａｌ）」とは、溶接部の一部であって、溶接中に溶融凝固した金属を意味する。ここで「溶融凝固した金属」とは、溶融した母材鋼板と溶融したソリッドワイヤの両方を意味する。従って、溶接金属とは、鋼板母材とソリッドワイヤとが溶けて、混ざり合った金属を指す。

【００１９】

本開示のアルミニウムめっき鋼板の溶接用ソリッドワイヤは、ワイヤ全質量に対する質量％で、化学組成の含有量が、Ｃ：０．２５％～０．３５％、Ｓｉ：０．３０％未満、Ｍｎ：１．８％～２．５％、Ｍｏ：０．３０％～１．００％、Ｐ：０．０５０％以下、Ｓ：０．０３０％以下、Ａｌ：０．１０％以下、Ｎ：０．０１０％以下、Ｃｕ：０．５０％以下、であり、残部がＦｅ及び不純物からなる化学組成を有する。以下、各元素について説明する。

【００２０】

（Ｃ：０．２５％～０．３５％）

Ｃは、溶接金属の焼入れ性を高めるとともに、マルテンサイトの硬さを増加させる上で重要な元素である。Ｃ量が０．２５％未満であると、焼入れ性が不足しマルテンサイトが生成し難くなる上、ホットスタンプ後に引張強度１８００ＭＰａ以上となる高強度アルミニウムめっき鋼板に対しマルテンサイトの硬さが十分ではなくなる。そのため、Ｃ量は０．２５％以上とする。一方、Ｃ量が０．３５％を超えた場合、高強度アルミニウムめっき鋼板の溶接に用いた際に、溶接割れが発生する場合がある。したがって、Ｃ量は０．３５％以下とする。Ｃ量は０．２６％以上、０．２７％以上、又は０．２８％以上であってもよい。また、Ｃ量は０．３２％以下、又は０．３０％以下であってもよい。

【００２１】

（Ｓｉ：０．３０％未満）

通常のソリッドワイヤでは脱酸元素として、Ｓｉを積極的に添加している。しかし、Ｓｉは、フェライト生成元素であり、焼入れ性の向上効果が高くない。そのため、Ｓｉの含有量は低いことがよい。従って、Ｓｉ量は０．３０％未満とする。また、Ｓｉ量は、好ま

しくは０．２５％未満、より好ましくは０．２０％以下、さらに好ましくは０．１５％以下、よりさらに好ましくは０．１０％以下である。

なお、Ｓｉがソリッドワイヤに含まれる必要はなく、Ｓｉ量は０％でも良く、０％超、又は０．０１％以上としてもよい。

【００２２】

（Ｍｎ：１．８％～２．５％）

Ｍｎは、脱酸元素であるとともに、溶接金属の焼入れ性を高めるため、焼入れ後強度を安定して確保するために有効な元素である。Ｍｎ量が１．８％未満では、その効果が十分でない場合がある。従って、Ｍｎ量は１．８％以上、好ましくは２．０％以上とする。一方、Ｍｎ量が２．５％を超えると、その効果が飽和するばかりか、溶接金属の靭性や延性の低下を招く場合がある。したがって、Ｍｎ量は２．５％以下、好ましくは２．３％以下とする。

【００２３】

（Ｍｏ：０．３０％～１．００％）

Ｍｏは、フェライト生成能がＡｌよりも低く、溶接金属の焼入れ性を高めるため、溶接金属中のマルテンサイトの割合を増加させるために有効な元素である。Ｍｏ量が０．３０％未満では、その効果が十分でない場合がある。従って、Ｍｏ量は０．３０％以上とする。Ｍｏ量は好ましくは０．４０％以上である。一方、Ｍｏ量が１．００％を超えると、溶接金属中にフェライトが生成し、硬さが低くなる恐れがある。したがって、Ｍｏ量は１．００％以下とする。Ｍｏ量は、好ましくは０．９０％以下、さらに好ましくは０．８０％以下である。

【００２４】

（Ｐ：０．０５０％以下）

Ｐは、一般に鋼中に不純物として混入する元素であって、またソリッドワイヤ中にも不純物として含まれるのが通常である。ここでＰは、溶接金属の高温割れを発生させる主要元素の一つであるから、できる限り抑制することが望ましい。Ｐ量が０．０５０％を越えれば、溶接金属の高温割れが顕著になるから、Ｐ量は０．０５０％以下である。

なお、Ｐ量は、現実的には０％超であり、脱Ｐのコスト及び生産性の観点から、０．００１％以上であってもよい。

【００２５】

（Ｓ：０．０３０％以下）

Ｓも、Ｐと同様に一般に鋼中に不純物として混入する元素であって、また、ソリッドワイヤ中にも不純物として含まれるのが通常である。ここでＳは、溶接金属の高温割れを発生させる主要元素の一つであるから、できる限り抑制することが望ましい。Ｓ量が０．０３０％を超えると、溶接金属に凝固割れが発生する。従って、Ｓ量は０．０３０％以下である。Ｓ量は、０．０２０％以下であってもよい。なお、Ｓ量は、現実的には０％超であり、脱Ｓのコスト及び生産性の観点から、０．００１％以上であってもよい。

【００２６】

（Ａｌ：０．１０％以下）

Ａｌは、フェライト生成元素である。Ａｌの含有量が０．１０％超である場合、焼入れ後にも溶接金属中にフェライト及びベイナイトが生成し、溶接金属の硬さが低下するおそれがある。従って、Ａｌ量は０．１０％以下とする。Ａｌ量は０．０７０％以下、０．０３０％以下であってもよい。なお、Ａｌ量は０％でも良いが、脱酸のためにＡｌが添加されてもよいため、Ａｌ量は０．００１％以上であってもよい。

【００２７】

（Ｎ：０．０１０％以下）

Ｎは、アルミニウムめっき鋼板の溶接用ソリッドワイヤにて不純物として含有される元素である。さらにＮは、溶接金属中にて介在物を生成し、熱間プレス成形後の靭性を劣化させる元素である。したがって、Ｎ量は０．０１０％以下とする。Ｎ量は、好ましくは０．００８％以下、さらに好ましくは０．００６％以下である。Ｎ量は少ない方が良いが、

脱Ｎのコストの観点からはＮ量を０．０００２％とすることが好ましい。

【００２８】

（Ｃｕ：０．５０％以下）

ソリッドワイヤには、ワイヤ送給性及び通電性を安定化するため、防錆能を付与するためにＣｕめっきが施されることがある。従って、Ｃｕめっきを施した場合、ソリッドワイヤにはある程度の量のＣｕが含有される。一方、Ｃｕの含有量が過剰となると、溶接割れが発生しやすくなるため、Ｃｕ量は０．５０％以下である。なお、Ｃｕは必須の元素ではないため、Ｃｕを含有させない場合の下限は０％である。

【００２９】

（Ｃｒ、Ｎｉ、Ｂ、Ｔｉ、Ｖ、Ｎｂ）

Ｃｒ、Ｎｉ、Ｂ、Ｔｉ、Ｖ、Ｎｂは必須の元素ではないが、必要に応じて１種又は２種以上を同時に含有してもよい。各元素を含有することにより得られる効果と上限値について説明する。なお、これらの元素を含有させない場合はこれらの元素の量は０％である。

【００３０】

（Ｃｒ：１．５％以下）

Ｃｒは、溶接金属の焼入れ性を高めて溶接金属の硬さを向上させることに有用な元素である。そのため、アルミニウムめっき鋼板の溶接用ソリッドワイヤにＣｒが含有されていてもよい。上記の効果を得るために、Ｃｒを０．１％以上含有させることが好ましい。ただし、Ｃｒはフェライト生成元素であるため、ソリッドワイヤ中にＣｒを１．５％超含有させると溶接金属中のマルテンサイトの割合が低下する。従って、Ｃｒ量は１．５％以下とするのがよい。Ｃｒ量を１．０％以下としてもよい。

【００３１】

（Ｎｉ：３．０％以下）

Ｎｉは、溶接金属の引張強度と靭性を向上させるために有効な元素である。そのため、アルミニウムめっき鋼板の溶接用ソリッドワイヤにＮｉが含有されていてもよい。上記の効果を得るためにＮｉ量は０．１％以上とすることが好ましい。ただし、ソリッドワイヤ中にＮｉを３．０％超含有させると、溶接割れが発生しやすくなる。従って、Ｎｉ量は３．０％以下とするのがよい。Ｎｉ量の上限は２．０％としてもよい。

【００３２】

（Ｂ：０．０１０％以下）

Ｂは溶接金属の焼入れ性を向上するのに有効な元素である。そのため、アルミニウムめっき鋼板の溶接用ソリッドワイヤにＢが含有されていてもよい。Ｂをソリッドワイヤ中に０．０１０％超含有させると、その効果が飽和するばかりか溶接金属の靭性や延性の低下を招くほか、溶接割れが発生しやすくなる。従って、Ｂ量は０．０１０％以下とするのが良い。上述のＢの効果を得るためには、Ｂ量は０．０００５％以上、好ましくは０．００１％以上とするのがよい。

【００３３】

（Ｔｉ：０．２０％以下）

Ｔｉは溶接金属のミクロ組織の微細化に有効な元素である。そのため、アルミニウムめっき鋼板の溶接用ソリッドワイヤにＴｉが含有されていてもよい。Ｔｉをソリッドワイヤ中に０．２０％超含有させると、溶接金属の靭性が低下し、溶接割れが発生しやすくなる。従って、Ｔｉ量は０．２０％以下とするのが良い。上述のＴｉの効果を得るためには、Ｔｉ量は０．０１％以上、好ましくは０．０５％以上とするのがよい。

【００３４】

（Ｖ：０．５０％以下）

Ｖは溶接金属のミクロ組織の微細化に有効な元素である。そのため、アルミニウムめっき鋼板の溶接用ソリッドワイヤにＶが含有されていてもよい。Ｖをソリッドワイヤ中に０．５０％超含有させると、その効果が飽和するばかりか溶接金属の靭性や延性の低下を招くほか、溶接割れが発生しやすくなる。従って、Ｖ量は０．５０％以下とするのが良い。上述のＶの効果を得るためには、Ｖ量は０．０５％以上、好ましくは０．１０％以上とす

るのがよい。
【００３５】
（Ｎｂ：０．２０％以下）
　Ｎｂは溶接金属のミクロ組織の微細化に有効な元素である。そのため、アルミニウムめっき鋼板の溶接用ソリッドワイヤにＮｂが含有されていてもよい。Ｎｂをソリッドワイヤ中に０．２０％超含有させると、その効果が飽和するばかりか溶接金属の靭性や延性の低下を招くほか、溶接割れが発生しやすくなる。従って、Ｎｂ量は０．２０％以下とするのが良い。上述のＮｂの効果を得るためには、Ｎｂ量は０．０１％以上、好ましくは０．０５％以上とするのがよい。
【００３６】
（残部）
　アルミニウムめっき鋼板の溶接用ソリッドワイヤの化学組成の残部は、Ｆｅ及び不純物からなる。ここで、不純物とは、鉱石やスクラップ等の原材料に含まれる成分、又は、製造の過程でアルミニウムめっき鋼板の溶接用ソリッドワイヤに混入する成分が例示される。不純物とは、意図的にアルミニウムめっき鋼板の溶接用ソリッドワイヤに含有させたものではない成分を意味する。
【００３７】
（直径）
　ソリッドワイヤの直径は、溶接性に影響を与える。ソリッドワイヤの直径が１．２ｍｍ超の場合、例えばレーザー溶接で溶接する際に、溶融池の大きさに対して直径が太すぎるためワイヤの溶融不足や溶融不安定が生じる可能性がある。その結果、溶融部にソリッドワイヤが完全に溶融しないまま供給されて不均質な溶接金属を生成したり、ソリッドワイヤが溶融部に刺さったまま取り残されたりしてしまうなど欠陥を生じてしまう場合がある。従って、アルミニウムめっき鋼板の溶接用ソリッドワイヤの直径は、１．２ｍｍ以下が好ましい。ソリッドワイヤの直径が０．６ｍｍ未満の場合、巻き癖などによりソリッドワイヤを所定の位置に供給することが困難になる傾向がある。また、ワイヤの製造コストも著しく増加する傾向がある。従って、アルミニウムめっき鋼板の溶接用ソリッドワイヤの直径は０．６ｍｍ以上が好ましい。好ましくは０．８ｍｍ以上とする。
【００３８】
　このようなアルミニウムめっき鋼板の溶接用ソリッドワイヤは、通常の方法で製造できる。すなわち、所望の化学組成に調整した溶鋼を凝固させ、圧延により原線をつくり、縮径、焼鈍をして素線をつくる。さらに、素線を伸線していくことで、所望の直径のワイヤとする。
【００３９】
＜溶接継手の製造方法＞
　次に本開示の溶接継手の製造方法について説明する。溶接継手は、本開示のアルミニウムめっき鋼板の溶接用ソリッドワイヤを用いてアルミニウムめっき鋼板を溶接することで得られる。以下、本開示のアルミニウムめっき鋼板の溶接用ソリッドワイヤと共に用いられるアルミニウムめっき鋼板について説明する。
【００４０】
（アルミニウムめっき鋼板）
　アルミニウムめっき鋼板は、アルミニウムめっきを有する鋼板であれば特に限定されない。アルミニウムめっき鋼板は、母材鋼板、金属間化合物層及びアルミニウムめっき層を有する。母材鋼板の表面上に母材鋼板側から、金属間化合物層、アルミニウムめっき層がこの順で形成されている。母材鋼板、アルミニウムめっき層、及び金属間化合物層の成分等の好適な範囲については後述する。
【００４１】
（アルミニウムめっき鋼板の板厚）
　アルミニウムめっき鋼板の板厚は、０．７ｍｍ～３．２ｍｍである。この範囲であれば、ホットスタンプ工程を経て溶接金属中にマルテンサイトが生成されやすいためである。

アルミニウムめっき鋼板の板厚は、好ましくは、０．８ｍｍ以上、より好ましくは１．０ｍｍ以上である。また、アルミニウムめっき鋼板の板厚は、好ましくは、２．９ｍｍ以下である。

【００４２】

アルミニウムめっき鋼板は、その端部にアルミニウムめっき層及び金属間化合物層の少なくとも一部が除去された露出部を有していてもよい。露出部において、アルミニウムめっき層及び金属間化合物層が完全に除去されていてもよく、アルミニウムめっき層の一部が除去されていてもよく、アルミニウムめっき層及び金属間化合物層の一部が除去されていてもよく、アルミニウムめっき層が除去されて金属間化合物層が残されていてもよい。この様な露出部が、本開示のアルミニウムめっき鋼板の溶接用ソリッドワイヤを用いて溶接されもよい。

【００４３】

アルミニウムめっき鋼板を打ち抜いて打ち抜き部材を得る際に、アルミニウムめっき鋼板の周囲に位置する端部にはシャー等の切断手段によってダレが発生する場合がある。ダレが発生したアルミニウムめっき鋼板の端部における金属間化合物層及びアルミニウムめっき層を、切削、研削等によって除去すると、ダレが発生している部分に金属間化合物層とアルミニウムめっき層とを残しながら、上記露出部を形成することができる。

【００４４】

（母材鋼板）

アルミニウムめっき鋼板の母材鋼板は、熱間圧延工程、冷間圧延工程、焼鈍工程等を含む通常の方法により得られたものであればよく、特に限定されるものではない。母材鋼板は熱延鋼板又は冷延鋼板のいずれでもよい。母材鋼板には、例えば、ホットスタンプ工程後に高い引張強度を有するように調製された鋼板を使用することがよい。具体的には、ホットスタンプ後の引張強度が１３００～２５００ＭＰａの鋼板が母材鋼板として使用され得る。なお、本開示のアルミニウムめっき鋼板の溶接用ソリッドワイヤは、ホットスタンプ後の引張強度が１８００ＭＰａ以上となる鋼板に特に好適である。また、母材鋼板の板厚は０．７ｍｍ～３．２ｍｍである。ただし、母材鋼板の上記引張強度及び板厚の範囲は一例である。母材鋼板が適用される部品又は部位に求められる強度、剛性、エネルギー吸収量、変形挙動、破壊挙動等の性能に応じて、適切な引張強度と板厚を有する鋼板が母材鋼板として用いられれば良い。

【００４５】

母材鋼板の好ましい化学組成の一例としては、例えば、以下の化学組成が挙げられる。

なお、以下、成分（元素）の含有量を示す「％」は、「質量％」を意味する。

母材鋼板は、質量％で、Ｃ：０．３０％～０．５０％、Ｓｉ：０％～２．００％、Ｍｎ：０．２０％～３．００％、Ａｌ：０．００５％～０．１０％、Ｐ：０．０３％以下、Ｓ：０．０１０％以下、Ｎ：０．０１０％以下、Ｔｉ：０％～０．２０％、Ｎｂ：０％～０．２０％、Ｖ：０％～０．５０％、Ｗ：０％～１．０％、Ｃｒ：０％～１．０％、Ｍｏ：０％～１．０％、Ｃｕ：０％～１．０％、Ｎｉ：０％～１．０％、Ｂ：０％～０．０１００％、Ｍｇ：０％～０．０５％、Ｃａ：０％～０．０５％、ＲＥＭ：０％～０．０５％、Ｓｎ：０％～０．５％、Ｂｉ：０％～０．０５％、並びに残部：Ｆｅ及び不純物からなる化学組成を有する。

【００４６】

（アルミニウムめっき層）

アルミニウムめっき層は、母材鋼板の表面に形成される。アルミニウムめっき層を形成する方法は、特に限定されるものではない。例えば、アルミニウムめっき層は、溶融めっき法（アルミニウムを主体として含む溶融金属浴中に母材鋼板を浸漬させ、アルミニウムめっき層を形成させる方法）により、母材鋼板の両面に形成してもよい。

【００４７】

ここで、アルミニウムめっき層とは、アルミニウムを主体として含むめっき層であり、アルミニウムを５０質量％以上含有していればよい。目的に応じて、アルミニウムめっき

層はアルミニウム以外の元素（例えば、Ｓｉなど）を含んでいてもよく、製造の過程などで混入してしまう不純物を含んでいてもよい。アルミニウムめっき層は、具体的には、例えば、質量％で、Ｓｉ（シリコン）を５％～１２％含み、残部はアルミニウム及び不純物からなる化学組成を有していてもよい。また、アルミニウムめっき層は質量％で、Ｓｉ（シリコン）を５％～１２％、Ｆｅ（鉄）を２％～４％を含み、残部はアルミニウム及び不純物からなる化学組成を有していてもよい。

上記範囲でアルミニウムめっき層にＳｉを含有させると、加工性及び耐食性の低下が抑制され得る。また、金属間化合物層の厚みを低減し得る。

【００４８】

アルミニウムめっき層の厚みは、特に限定されるものではないが、例えば、平均厚みで８μｍ（マイクロメートル）以上であることがよく、１０μｍ以上であることが好ましい。また、アルミニウムめっき層の厚みは、例えば、平均厚みで４０μｍ以下であることがよく、３０μｍ以下であることが好ましい。

【００４９】

（金属間化合物層）

金属間化合物層は、母材鋼板上にアルミニウムめっき層を設ける際に、母材鋼板とアルミニウムめっき層との間に形成される層である。具体的には、金属間化合物層は、アルミニウムを主体として含む溶融金属浴中での母材鋼板の鉄（Ｆｅ）とアルミニウム（Ａｌ）を含む金属との反応によって形成される。金属間化合物層は、主に$Fe_{x}Al_{y}$（ｘ、ｙはそれぞれ１以上を表す）で表される化合物の複数種で形成されている。アルミニウムめっき層がＳｉ（シリコン）を含む場合は、金属間化合物層は$Fe_{x}Al_{y}$及び$Fe_{x}Al_{y}Si_{z}$（ｘ、ｙ、ｚはそれぞれ１以上を表す）で表される化合物の複数種で形成されている。

【００５０】

金属間化合物層の厚みは、特に限定されるものではないが、例えば平均厚みで１μｍ以上であることがよく、３μｍ以上であることがより好ましい。また、金属間化合物層の厚みは、例えば平均厚みで１０μｍ以下であることがよく、８μｍ以下であることが好ましい。

なお、金属間化合物層の厚みは、アルミニウムを主体として含む溶融金属浴の温度と浸漬時間によって制御され得る。

【００５１】

（アルミニウムめっき層と金属間化合物層の合計厚み）

アルミニウムめっき層と金属間化合物層の合計の厚みは、平均厚みで４０μｍ以下がよく、より好ましくは、３０μｍ以下である。この範囲であれば、ホットスタンプ後に高い硬さを有する溶融金属を形成しやすいため、好ましい。

【００５２】

（母材鋼板、金属間化合物層、及びアルミニウムめっき層の平均厚み）

金属間化合物層及びアルミニウムめっき層の厚みは、アルミニウムめっき鋼板の断面を電界放出型電子線マイクロアナライザ（Ｆｉｅｌｄ　Ｅｍｉｓｓｉｏｎ-Ｅｌｅｃｔｒｏｎ　Ｐｒｏｂｅ　ＭｉｃｒｏＡｎａｌｙｓｅｒ：ＦＥ－ＥＰＭＡ）を用いて、アルミニウムめっき鋼板の表面から母材鋼板までを線分析し、アルミニウム濃度とＦｅ濃度を測定することで得られる。測定条件は、加速電圧１５ｋＶ、ビーム径１００ｎｍ程度、１点あたりの照射時間１０００ｍｓ、測定ピッチ６０ｎｍである。測定距離は、アルミニウムめっき層及び金属間化合物層の厚みが測定できるようにすればよく、例えば測定距離は、アルミニウムめっき鋼板の表面から厚み方向に３０μｍ～８０μｍ程度とする。

前述の化学組成を有するアルミニウムめっき鋼板を例にして説明すると、アルミニウムめっき鋼板の断面のアルミニウム濃度の測定値として、アルミニウム（Ａｌ）濃度が０．０６質量％以下である領域を母材鋼板、アルミニウム濃度が０．０６質量％超である領域を金属間化合物層又はアルミニウムめっき層と判断する。また、金属間化合物層及びアルミニウムめっき層のうち、鉄（Ｆｅ）濃度が４質量％超である領域を金属間化合物層、Ｆ

ｅ濃度が４質量％以下である領域をアルミニウムめっき層と判断する。

なお、母材鋼板と金属間化合物層との境界から金属間化合物層とアルミニウムめっき層との境界までの距離を金属間化合物層の厚みとする。また、金属間化合物層とアルミニウムめっき層との境界からアルミニウムめっき層が形成されたアルミニウムめっき鋼板の表面までの距離をアルミニウムめっき層の厚みとする。

【００５３】

アルミニウムめっき層の厚みは次のように求められる。まず、平面視において、測定対象部材のうちアルミニウムめっき層が形成された領域が最も長くなる方向を定める。当該方向におけるアルミニウムめっき層の一方の端から他方の端までを均等な長さとなるように６つの領域に分ける。そして、当該６つの領域の境界を測定箇所とする。すなわち、測定箇所は５箇所である。次に、これら５箇所において、前述の判断基準にしたがって、アルミニウムめっき鋼板の表面から金属間化合物層までの厚みを求める。そして、求めた５つの値の平均値をアルミニウムめっき層の厚みとする。

同様に、金属間化合物層の厚みは次のように求められる。アルミニウムめっき鋼板の平面視において上記のようにアルミニウムめっき層の厚みを求めた５箇所と同じ５箇所で、前述の判断基準にしたがって、金属間化合物層の厚みを求める。そして、求めた５つの値を平均した値を金属間化合物層の厚みとする。

母材鋼板の厚みは、金属間化合物層及びアルミニウムめっき層の厚みに対して十分に大きい。そのため、アルミニウムめっき鋼板の厚みを母材鋼板の厚みと見做してもよい。

【００５４】

以上、アルミニウムめっき鋼板について説明したが、本開示のアルミニウムめっき鋼板の溶接用ソリッドワイヤと共に用いられるアルミニウムめっき鋼板は、これらに限定されるものではない。

【００５５】

（溶接方法）

本開示の溶接継手の製造方法に用いられる溶接方法としては、アルミニウムめっき鋼板の溶け込み幅が小さく溶接金属中にアルミニウムの混入が少ない溶接方法が好ましい。そのような溶接方法としては、狭い領域を加熱できるレーザー溶接、プラズマ溶接、電子ビーム溶接などが挙げられる。特に本開示のアルミニウムめっき鋼板の溶接用ソリッドワイヤを用いて溶接する場合、レーザー溶接が好ましい。以下、レーザー溶接の条件について説明する。

【００５６】

レーザー溶接の速度は能率を稼ぐため、大きいほど好ましく、例えば５．０ｍ／ｍｉｎ以上とするのがよい。レーザー溶接の速度の上限は特に限定されない。レーザーの出力や発振器の種類、光学系の条件並びに溶接対象の鋼板成分や板厚、組み合わせ等によって、溶接速度が高すぎるとスパッタが多発したり、溶接ビード形状が不安定になったりしてしまうことがある。従って、レーザー溶接の速度は他の溶接条件を勘案してできるだけ大きい速度を選択する。

【００５７】

レーザー出力についても高い方が好ましく、例えば５．０ｋＷ以上とする。レーザー出力の上限は特に限定されない。出力が高ければ能率確保のために溶接速度を大きくしても良好な溶け込み深さを確保できる。一方で、出力が高すぎるとスパッタが多発したり、溶接ビード形状が不安定になったりしてしまうことがある。また、高出力な溶接装置は導入コストが高い。従って、レーザー出力の上限は、溶接装置の出力上限や溶接速度と溶接部品質との両立を図る中で自ずと定まる。

【００５８】

レーザー溶接の際に、シールドガスが溶融池及びその周囲に供給されてもよい。その際、空気、アルゴン、窒素、ヘリウム、二酸化炭素、酸素又はこれらの混合物をシールドガスとして用いてもよい。

【００５９】

アルミニウムめっき鋼板を溶接する際の本開示のアルミニウムめっき鋼板の溶接用ソリッドワイヤの供給量は、母材鋼板の組成、板厚、溶接条件に合わせて適宜調整することができる。すなわち、アンダーフィルの発生が無く、裏側への溶融金属の過大な膨出が無いように、本開示のソリッドワイヤの供給量を調整する。

【００６０】

（溶接金属の硬さ）

本開示の溶接継手の製造方法を用いて製造した溶接継手は、溶接金属中のマルテンサイトの割合が高くなる。マルテンサイト硬さH_Mは、下記式（１）から求められる。

H_M＝８８４Ｃ（１－０．３C^2）＋２９４・・・・・（１）

ここで、Ｃは、溶接金属の平均Ｃ濃度を質量％で表したときの数値を示す。また、溶接金属の平均Ｃ濃度は、母材鋼板のＣ量、ソリッドワイヤのＣ量及び溶接条件から推定される。

本開示の溶接継手の溶接金属のホットスタンプ後の硬さは、溶接金属の平均Ｃ濃度から推定されるマルテンサイト硬さH_Mに対し、９０％以上となる。

【００６１】

以上、溶接継手の製造方法を説明したが、本発明の目的を損なわない範囲で適宜変更することができる。

【実施例】

【００６２】

以下、本発明の効果を実施例により具体的に説明する。

【００６３】

アルミニウムめっき鋼板の母材鋼板の化学組成を表１に、ソリッドワイヤの化学組成を表２に示す。本発明の範囲外の数値には下線を付した。なお、表１の１．８ＧＰａ級、２．０ＧＰａ級、２．３ＧＰａ級は、ホットスタンプ後の引張強度を意味する。意図的に添加しない合金成分は表において空白とした。Ｐ、Ｓ、Ｎは意図的に添加した合金元素ではないが、成分分析値を記載した。Ａｌは主に脱酸剤としての役割を担う元素であるが、フェライト生成元素であるため、分析値を記載した。なお、表２中のＣｕ量は、Ｃｕめっきを含めた値である。ソリッドワイヤは表２の化学成分を有する原料を融解させた後、鍛造、圧延、伸線、焼鈍し、表３－１および表３－２に記載の最終直径まで伸線した後、表２に示す通りに、一部のソリッドワイヤの表面にＣｕめっきをして作製した。なお、表３－１及び表３－２中のＪ１～Ｊ１５の鋼板Ａの「端部のアルミニウムめっき層及び金属間化合物層の欄」の「上面：完全除去、下面：完全除去」との記載は、溶接予定箇所に以下の処理を施したことを意味する。すなわち、アルミニウムめっき鋼板の端部の上下面それぞれについて、端縁から１．０ｍｍの位置までの範囲のアルミニウムめっき層及び金属間化合物層を除去し、母材鋼板が露出している露出部を形成した。また、表３－１及び表３－２中のＪ１６～Ｊ４５の鋼板Ｂ並びにＪ４６～Ｊ６０の鋼板Ａの「端部のアルミニウムめっき層及び金属間化合物層」の欄の「上面：端縁未除去、下面：完全除去」との記載は、溶接予定箇所に以下の処理を施したことを意味する。すなわち、アルミニウムめっき鋼板の端部の上面において、端縁から最大で０．６ｍｍまでの領域のアルミニウムめっき層及び金属間化合物層を残し、アルミニウムめっき層及び金属間化合物層が残された範囲から１．０ｍｍの位置までの範囲のアルミニウムめっき層及び金属間化合物層を除去し、母材鋼板が露出している露出部を形成した。また、アルミニウムめっき鋼板の端部の下面において、端縁から１．０ｍｍの位置までの範囲のアルミニウムめっき層及び金属間化合物層を除去し、母材鋼板が露出している露出部を形成した。表３－１及び表３－２のＪ１６～Ｊ４５の鋼板Ａ及びＪ４６～Ｊ６０の鋼板Ｂの「端部のアルミニウムめっき層及び金属間化合物層」の欄の「未実施」との記載は、アルミニウムめっき層及び金属間化合物層の除去処理を行っていないことを意味する。なお、アルミニウムめっき層及び金属間化合物層の除去はエンドミルによる切削にて行った。

【００６４】

【表１】

鋼No.	鋼種	化学組成（質量%）　残部：Feおよび不純物								
		C	Si	Mn	P	S	Al	N	Cr	B
S1	1.8GPa級ホットスタンプ鋼板	0.30	0.20	2.0	0.009	0.004	0.03	0.004	0.2	0.002
S2	2.0GPa級ホットスタンプ鋼板	0.35	0.30	1.5	0.008	0.003	0.03	0.004	0.2	0.002
S3	2.3GPa級ホットスタンプ鋼板	0.45	0.40	1.0	0.007	0.003	0.03	0.004	0.3	0.002

【００６５】

【表２】

ワイヤNo.	化学組成（質量%） 残部：Feおよび不純物															表面Cuめっき	備考
	C	Si	Mn	Mo	P	S	Al	N	Cu	Cr	Ni	B	Ti	V	Nb		
W1	0.29	0.25	2.2	0.52	0.005	0.003	0.02	0.005	0.30							あり	発明例
W2	0.28	0.12	2.3	0.36	0.014	0.004	0.02	0.005								なし	発明例
W3	0.26	0.21	1.9	0.46	0.011	0.005	0.01	0.005								なし	発明例
W4	0.28	0.29	2.0	0.42	0.013	0.003	0.02	0.005	0.30							あり	発明例
W5	0.28	0.23	2.5	0.61	0.014	0.005	0.01	0.005	0.30							あり	発明例
W6	0.28	0.15	1.8	0.51	0.011	0.005	0.02	0.005	0.30							あり	発明例
W7	0.25	0.12	2.1	0.42	0.005	0.007	0.01	0.005						0.20	0.04	なし	発明例
W8	0.30	0.16	2.2	0.50	0.009	0.003	0.01	0.005	0.30		2.0					あり	発明例
W9	0.29	0.10	2.1	0.35	0.008	0.006	0.02	0.005	0.30			0.005	0.10		0.05	あり	発明例
W10	0.33	0.27	2.0	0.49	0.005	0.004	0.01	0.005		0.8						なし	発明例
W11	0.23	0.27	2.5	0.61	0.004	0.005	0.01	0.005								なし	比較例
W12	0.38	0.17	2.2	0.45	0.005	0.006	0.01	0.005	0.30							あり	比較例
W13	0.25	0.29	2.5	0.05	0.004	0.005	0.01	0.005								なし	比較例
W14	0.29	0.23	1.9	1.30	0.004	0.003	0.02	0.005	0.30							あり	比較例
W15	0.35	0.34	2.1	0.36	0.013	0.005	0.01	0.005	0.30							あり	比較例

【００６６】

次に、表３－１および表３－２に示す鋼板Ａ及び鋼板Ｂを用意し、鋼板Ａ及び鋼板Ｂの端面を突合せて、表３－１および表３－２に記載のソリッドワイヤを供給しながら、レーザー溶接により突合せ溶接を行い、溶接継手を作製した。なお、表３－１および表３－２のめっき厚みはアルミニウムめっき層の平均厚み及び金属間化合物層の平均厚みの合計を示す。表３－１および表３－２に記載の板厚は、アルミニウムめっき鋼板の板厚を示す。レーザー溶接は、レーザー出力３．０ｋＷ（キロワット）～１０．０ｋＷ、溶接速度４．０ｍ／ｍｉｎ（メートル毎分）～１０．０ｍ／ｍｉｎの条件で貫通溶接するように調整した。ソリッドワイヤはアンダーフィルの発生が無く、裏側への溶融金属の過大な膨出が無

いように、供給量を調整した。得られた溶接継手を９５０℃に加熱した炉で４分間加熱し、その後水冷した金型で成形、焼入れしてホットスタンプ成形品を作製した。

【００６７】

（ビッカース硬さ試験）

得られた溶接継手に対し、ＪＩＳ　Ｚ　２２４４（２００９）に準拠しビッカース硬さを測定した。測定方法について以下に説明する。

図１は、ビッカース硬さ試験を説明するための溶接金属の断面の模式図である。得られた溶接継手を溶接線の半分の位置で、図１に示すように、溶接線に対し垂直な方向に切断する。得られた断面において、溶接金属２００の幅中央を通りアルミニウムめっき鋼板１００，１１０の厚み方向に平行な線を、測定を行う測定線Ｆとする（図１の測定線Ｆ）。ここで、溶接金属２００の幅中央とは、上記断面においてアルミニウムめっき鋼板１００，１１０の厚み方向に垂直な方向で、アルミニウムめっき鋼板１００（鋼板Ａ）側で溶接金属２００が最も狭くなる位置（最もアルミニウムめっき鋼板１００（鋼板Ａ）が溶接金属２００側に入り込んだ位置）とアルミニウムめっき鋼板１１０（鋼板Ｂ）側で溶接金属２００が最も狭くなる位置（最もアルミニウムめっき鋼板１１０（鋼板Ｂ）が溶接金属２００側に入り込んだ位置）との間の中心をいう。ビッカース硬さは測定線Ｆ上にある溶接金属２００の中心Ｄ（図１の中心Ｄ）において、荷重０．５ｋｇｆで行う。さらに、測定線Ｆ上、且つ中心Ｄの上２点、下２点で測定し、それらの平均値を溶接金属の硬さとする。各測定後の圧痕の中心間の距離は、圧痕の対角線長さの３倍以上とする。なお、測定範囲は、測定線Ｆ上の溶接金属２００の長さをＬとしたときに、上下にそれぞれ１／４Ｌの範囲（中心Ｄを中心とした１／２Ｌの範囲）とする。

評価の基準とする溶接金属の硬さの推定値Ｈｖは、アルミニウムめっき鋼板１００（鋼板Ａ）のＣ量、アルミニウムめっき鋼板１１０（鋼板Ｂ）のＣ量及びソリッドワイヤのＣ量と溶接条件とから導いた溶接金属２００の平均Ｃ濃度を用い下記式（２）から求めた。

$Hv = 884C(1 - 0.3C^2) + 294$・・・・（２）

ここでＨｖは溶接金属２００の推定硬さ（単位：ＨＶ０．５）、Ｃは、溶接金属２００の平均Ｃ濃度を質量％で表したときの数値を示す。

測定して得られた溶接金属２００の硬さ（実測値）が、この計算された推定硬さに対して９０％以上の場合を合格とした。

【００６８】

（引張試験）

得られた溶接継手を用い、ＪＩＳ　Ｚ　２２４１（２０１１）に準拠して、溶接線が負荷方向に対して垂直に配置したＪＩＳ５号試験片を作製した。作製したＪＩＳ５号試験片を用い、ＪＩＳ　Ｚ　２２４１（２０１１）に基づき引張試験を行った。引張試験速度は１０ｍｍ／ｍｉｎ一定とした。試験後の破断経路が鋼板Ａ又は鋼板Ｂ側であればＧｏｏｄとし、破断経路が溶接金属の場合はＢａｄとした。Ｇｏｏｄを合格とした。

【００６９】

（溶接欠陥）

得られた溶接継手に溶接割れが発生していない場合をＧｏｏｄとした。溶接割れが発生していた場合をＢａｄとした。Ｇｏｏｄを合格とした。

【００７０】

これらの試験の結果を表４－１及び表４－２に示す。本発明の範囲外のワイヤＮｏ．には下線を付した。

【００７１】

【表３－１】

継手No.	鋼板A				鋼板B				ワイヤNo.	ワイヤ直径
	鋼No.	板厚(mm)	めっき厚さ(μm)	端部のアルミニウムめっき層及び金属間化合物層の除去	鋼No.	板厚(mm)	めっき厚さ(μm)	端部のアルミニウムめっき層及び金属間化合物層の除去		(mm)
J1	S1	2.9	18	上面:完全除去 下面:完全除去	S2	2.3	16	未実施	W1	1.2
J2	S1	2.9	18		S2	2.3	16		W2	1.2
J3	S1	2.9	18		S2	2.3	16		W3	1.2
J4	S1	2.9	18		S2	2.3	16		W4	1.2
J5	S1	2.9	18		S2	2.3	16		W5	1.2
J6	S1	2.9	18		S2	2.3	16		W6	1.2
J7	S1	2.9	18		S2	2.3	16		W7	1.2
J8	S1	2.9	18		S2	2.3	16		W8	1.2
J9	S1	2.9	18		S2	2.3	16		W9	1.2
J10	S1	2.9	18		S2	2.3	16		W10	1.2
J11	S1	2.9	18		S2	2.3	16		W11	1.2
J12	S1	2.9	18		S2	2.3	16		W12	1.2
J13	S1	2.9	18		S2	2.3	16		W13	1.2
J14	S1	2.9	18		S2	2.3	16		W14	1.2
J15	S1	2.9	18		S2	2.3	16		W15	1.2
J16	S2	2.1	18	未実施	S2	2.6	20	上面:端縁未除去 下面:完全除去	W1	0.9
J17	S2	2.1	18		S2	2.6	20		W2	0.9
J18	S2	2.1	18		S2	2.6	20		W3	0.9
J19	S2	2.1	18		S2	2.6	20		W4	0.9
J20	S2	2.1	18		S2	2.6	20		W5	0.9
J21	S2	2.1	18		S2	2.6	20		W6	0.9
J22	S2	2.1	18		S2	2.6	20		W7	0.9
J23	S2	2.1	18		S2	2.6	20		W8	0.9
J24	S2	2.1	18		S2	2.6	20		W9	0.9
J25	S2	2.1	18		S2	2.6	20		W10	0.9
J26	S2	2.1	18		S2	2.6	20		W11	0.9
J27	S2	2.1	18		S2	2.6	20		W12	0.9
J28	S2	2.1	18		S2	2.6	20		W13	0.9
J29	S2	2.1	18		S2	2.6	20		W14	0.9
J30	S2	2.1	18		S2	2.6	20		W15	0.9

【００７２】

【表３－２】

継手No.	鋼板A 鋼No.	鋼板A 板厚(mm)	鋼板A めっき厚さ(μm)	鋼板A 端部のアルミニウムめっき層及び金属間化合物層の除去	鋼板B 鋼No.	鋼板B 板厚(mm)	鋼板B めっき厚さ(μm)	鋼板B 端部のアルミニウムめっき層及び金属間化合物層の除去	ワイヤNo.	ワイヤ直径(mm)
J31	S2	1.2	10	未実施	S3	1.6	13	上面:端縁未除去 下面:完全除去	W1	0.7
J32	S2	1.2	10	未実施	S3	1.6	13	上面:端縁未除去 下面:完全除去	W2	0.7
J33	S2	1.2	10	未実施	S3	1.6	13	上面:端縁未除去 下面:完全除去	W3	0.7
J34	S2	1.2	10	未実施	S3	1.6	13	上面:端縁未除去 下面:完全除去	W4	0.7
J35	S2	1.2	10	未実施	S3	1.6	13	上面:端縁未除去 下面:完全除去	W5	0.7
J36	S2	1.2	10	未実施	S3	1.6	13	上面:端縁未除去 下面:完全除去	W6	0.7
J37	S2	1.2	10	未実施	S3	1.6	13	上面:端縁未除去 下面:完全除去	W7	0.7
J38	S2	1.2	10	未実施	S3	1.6	13	上面:端縁未除去 下面:完全除去	W8	0.7
J39	S2	1.2	10	未実施	S3	1.6	13	上面:端縁未除去 下面:完全除去	W9	0.7
J40	S2	1.2	10	未実施	S3	1.6	13	上面:端縁未除去 下面:完全除去	W10	0.7
J41	S2	1.2	10	未実施	S3	1.6	13	上面:端縁未除去 下面:完全除去	<u>W11</u>	0.7
J42	S2	1.2	10	未実施	S3	1.6	13	上面:端縁未除去 下面:完全除去	<u>W12</u>	0.7
J43	S2	1.2	10	未実施	S3	1.6	13	上面:端縁未除去 下面:完全除去	<u>W13</u>	0.7
J44	S2	1.2	10	未実施	S3	1.6	13	上面:端縁未除去 下面:完全除去	<u>W14</u>	0.7
J45	S2	1.2	10	未実施	S3	1.6	13	上面:端縁未除去 下面:完全除去	<u>W15</u>	0.7
J46	S1	2.3	16	上面:端縁未除去 下面:完全除去	S3	1.8	15	未実施	W1	0.9
J47	S1	2.3	16	上面:端縁未除去 下面:完全除去	S3	1.8	15	未実施	W2	0.9
J48	S1	2.3	16	上面:端縁未除去 下面:完全除去	S3	1.8	15	未実施	W3	0.9
J49	S1	2.3	16	上面:端縁未除去 下面:完全除去	S3	1.8	15	未実施	W4	0.9
J50	S1	2.3	16	上面:端縁未除去 下面:完全除去	S3	1.8	15	未実施	W5	0.9
J51	S1	2.3	16	上面:端縁未除去 下面:完全除去	S3	1.8	15	未実施	W6	0.9
J52	S1	2.3	16	上面:端縁未除去 下面:完全除去	S3	1.8	15	未実施	W7	0.9
J53	S1	2.3	16	上面:端縁未除去 下面:完全除去	S3	1.8	15	未実施	W8	0.9
J54	S1	2.3	16	上面:端縁未除去 下面:完全除去	S3	1.8	15	未実施	W9	0.9
J55	S1	2.3	16	上面:端縁未除去 下面:完全除去	S3	1.8	15	未実施	W10	0.9
J56	S1	2.3	16	上面:端縁未除去 下面:完全除去	S3	1.8	15	未実施	<u>W11</u>	0.9
J57	S1	2.3	16	上面:端縁未除去 下面:完全除去	S3	1.8	15	未実施	<u>W12</u>	0.9
J58	S1	2.3	16	上面:端縁未除去 下面:完全除去	S3	1.8	15	未実施	<u>W13</u>	0.9
J59	S1	2.3	16	上面:端縁未除去 下面:完全除去	S3	1.8	15	未実施	<u>W14</u>	0.9
J60	S1	2.3	16	上面:端縁未除去 下面:完全除去	S3	1.8	15	未実施	<u>W15</u>	0.9

【００７３】

【表４－１】

継手No.	溶接金属の硬さ(HV0.5)		硬さの実際値と推定値の比率	引張試験時の破断経路	溶接部の欠陥	備考
	推定値	実側値	(%)			
J1	568	550	97	Good	Good	本発明例
J2	566	514	91	Good	Good	本発明例
J3	563	523	93	Good	Good	本発明例
J4	566	509	90	Good	Good	本発明例
J5	566	538	95	Good	Good	本発明例
J6	566	549	97	Good	Good	本発明例
J7	561	505	90	Good	Good	本発明例
J8	569	518	91	Good	Good	本発明例
J9	568	528	93	Good	Good	本発明例
J10	574	568	99	Good	Good	本発明例
J11	558	496	89	Bad	Good	比較例
J12	582	570	98	Bad	Bad	比較例
J13	561	449	80	Bad	Good	比較例
J14	568	496	87	Bad	Good	比較例
J15	577	496	86	Bad	Good	比較例
J16	583	541	93	Good	Good	本発明例
J17	581	557	96	Good	Good	本発明例
J18	578	531	92	Good	Good	本発明例
J19	581	545	94	Good	Good	本発明例
J20	581	557	96	Good	Good	本発明例
J21	581	557	96	Good	Good	本発明例
J22	576	547	95	Good	Good	本発明例
J23	584	537	92	Good	Good	本発明例
J24	583	565	97	Good	Good	本発明例
J25	589	553	94	Good	Good	本発明例
J26	573	475	83	Bad	Good	比較例
J27	597	580	97	Bad	Bad	比較例
J28	576	466	81	Bad	Good	比較例
J29	583	514	88	Bad	Good	比較例
J30	592	491	83	Bad	Good	比較例

【００７４】

【表４－２】

継手No.	溶接金属の硬さ(HV0.5)		硬さの実際値と推定値の比率	引張試験時の破断経路	溶接部の欠陥	備考
	推定値	実側値	(%)			
J31	619	606	98	Good	Good	本発明例
J32	617	599	97	Good	Good	本発明例
J33	614	552	90	Good	Good	本発明例
J34	617	599	97	Good	Good	本発明例
J35	617	573	93	Good	Good	本発明例
J36	617	585	95	Good	Good	本発明例
J37	613	551	90	Good	Good	本発明例
J38	620	595	96	Good	Good	本発明例
J39	619	581	94	Good	Good	本発明例
J40	625	568	91	Good	Good	本発明例
J41	610	536	88	Bad	Good	比較例
J42	632	619	98	Bad	Bad	比較例
J43	613	539	88	Bad	Good	比較例
J44	619	549	89	Bad	Good	比較例
J45	628	533	85	Bad	Good	比較例
J46	604	561	93	Good	Good	本発明例
J47	602	560	93	Good	Good	本発明例
J48	599	574	96	Good	Good	本発明例
J49	602	578	96	Good	Good	本発明例
J50	602	541	90	Good	Good	本発明例
J51	602	553	92	Good	Good	本発明例
J52	598	567	95	Good	Good	本発明例
J53	605	580	96	Good	Good	本発明例
J54	604	567	94	Good	Good	本発明例
J55	610	585	96	Good	Good	本発明例
J56	595	510	86	Bad	Good	比較例
J57	618	598	97	Bad	Bad	比較例
J58	598	513	86	Bad	Good	比較例
J59	604	531	88	Bad	Good	比較例
J60	613	502	82	Bad	Good	比較例

【００７５】
表４－１および表４－２に示すように、本発明例に係る継手Ｎｏ．Ｊ１～Ｊ１０、Ｊ１６～Ｊ２５、Ｊ３１～Ｊ４０、Ｊ４６～Ｊ５５は、ソリッドワイヤの化学組成が適正であるため、硬さに優れた溶接金属を形成することができた。
【００７６】
比較例に係る継手Ｎｏ．Ｊ１１は、Ｃ含有量が適正範囲外であったため、溶接金属の硬さが基準を下回り、破断経路も溶接金属であった。
【００７７】
比較例に係る継手Ｎｏ．Ｊ１２は、Ｃ含有量が適正範囲外であったため、溶接割れが発

生し、破断経路も溶接金属であった。
【００７８】
比較例に係る継手Ｎｏ．Ｊ１３は、Ｍｏ含有量が適正範囲外であるため、溶接金属の硬さが基準を下回り、破断経路も溶接金属であった。
【００７９】
比較例に係る継手Ｎｏ．Ｊ１４は、Ｍｏ含有量が適正範囲外であるため、溶接金属の硬さが基準を下回り、破断経路も溶接金属であった。
【００８０】
比較例に係る継手Ｎｏ．Ｊ１５は、Ｓｉ含有量が適正範囲外であるため、溶接金属の硬さが基準を下回り、破断経路も溶接金属であった。
【００８１】
比較例に係る継手Ｎｏ．Ｊ２６は、Ｃ含有量が適正範囲外であったため、溶接金属の硬さが基準を下回り、破断経路も溶接金属であった。
【００８２】
比較例に係る継手Ｎｏ．Ｊ２７は、Ｃ含有量が適正範囲外であったため、溶接割れが発生し、破断経路も溶接金属であった。
【００８３】
比較例に係る継手Ｎｏ．Ｊ２８は、Ｍｏ含有量が適正範囲外であるため、溶接金属の硬さが基準を下回り、破断経路も溶接金属であった。
【００８４】
比較例に係る継手Ｎｏ．Ｊ２９は、Ｍｏ含有量が適正範囲外であるため、溶接金属の硬さが基準を下回り、破断経路も溶接金属であった。
【００８５】
比較例に係る継手Ｎｏ．Ｊ３０は、Ｓｉ含有量が適正範囲外であるため、溶接金属の硬さが基準を下回り、破断経路も溶接金属であった。
【００８６】
比較例に係る継手Ｎｏ．Ｊ４１は、Ｃ含有量が適正範囲外であったため、溶接金属の硬さが基準を下回り、破断経路も溶接金属であった。
【００８７】
比較例に係る継手Ｎｏ．Ｊ４２は、Ｃ含有量が適正範囲外であったため、溶接割れが発生し、破断経路も溶接金属であった。
【００８８】
比較例に係る継手Ｎｏ．Ｊ４３は、Ｍｏ含有量が適正範囲外であるため、溶接金属の硬さが基準を下回り、破断経路も溶接金属であった。
【００８９】
比較例に係る継手Ｎｏ．Ｊ４４は、Ｍｏ含有量が適正範囲外であるため、溶接金属の硬さが基準を下回り、破断経路も溶接金属であった。
【００９０】
比較例に係る継手Ｎｏ．Ｊ４５は、Ｓｉ含有量が適正範囲外であるため、溶接金属の硬さが基準を下回り、破断経路も溶接金属であった。
【００９１】
比較例に係る継手Ｎｏ．Ｊ５６は、Ｃ含有量が適正範囲外であったため、溶接金属の硬さが基準を下回り、破断経路も溶接金属であった。
【００９２】
比較例に係る継手Ｎｏ．Ｊ５７は、Ｃ含有量が適正範囲外であったため、溶接割れが発生し、破断経路も溶接金属であった。
【００９３】
比較例に係る継手Ｎｏ．Ｊ５８は、Ｍｏ含有量が適正範囲外であるため、溶接金属の硬さが基準を下回り、破断経路も溶接金属であった。
【００９４】

比較例に係る継手Ｎｏ．Ｊ５９は、Ｍｏ含有量が適正範囲外であるため、溶接金属の硬さが基準を下回り、破断経路も溶接金属であった。

【００９５】

比較例に係る継手Ｎｏ．Ｊ６０は、Ｓｉ含有量が適正範囲外であるため、溶接金属の硬さが基準を下回り、破断経路も溶接金属であった。

【産業上の利用可能性】

【００９６】

本発明のアルミニウムめっき鋼板の溶接用ソリッドワイヤ及び溶接継手の製造方法によれば、ホットスタンプ後の引張強度１８００ＭＰａ以上となる高強度アルミニウムめっき鋼板同士の溶接の際にアルミニウムが溶接金属に混入したとしても、高い硬さを有する溶接金属を形成することができるので、産業上の利用可能性が高い。

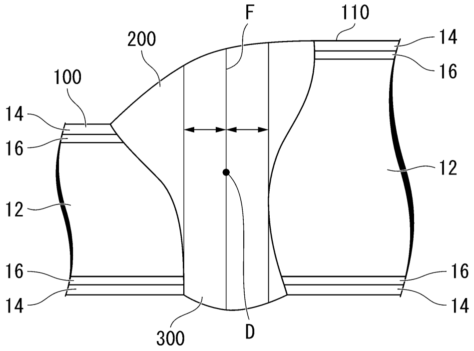
【符号の説明】

【００９７】

１２　母材鋼板
１４　アルミニウムめっき層
１６　金属間化合物層
１００　アルミニウムめっき鋼板
１１０　アルミニウムめっき鋼板
２００　溶接金属
３００　溶接継手

【図面】

【図１】



フロントページの続き

東京都千代田区丸の内二丁目６番１号　日本製鉄株式会社内
(72)発明者　岡田　徹
東京都千代田区丸の内二丁目６番１号　日本製鉄株式会社内
(72)発明者　泰山　正則
東京都千代田区丸の内二丁目６番１号　日本製鉄株式会社内