(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
2024年10月31日(31.10.2024)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2024/224712 A1

(51) 国際特許分類:
B23K 9/09 (2006.01) *B23K 9/073* (2006.01)
B23K 9/02 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2024/001190

(22) 国際出願日： 2024年1月18日(18.01.2024)

(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 2023-071307 2023年4月25日(25.04.2023) JP

(71) 出願人：ＪＦＥスチール株式会社(**JFE STEEL CORPORATION**) [JP/JP]；〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目２番３号 Tokyo (JP).

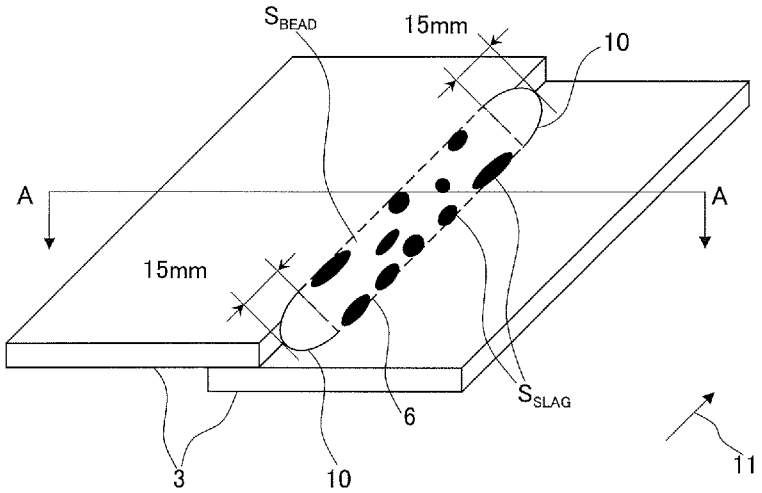
(72) 発明者：小西 恭平(**KONISHI Kyohei**)；〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目２番３号ＪＦＥスチール株式会社知的財産部内 Tokyo (JP). 澤西 央海(**SAWANISHI Chikaumi**)；〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目２番３号ＪＦＥスチール株式会社知的財産部内 Tokyo (JP). 谷口 公一(**TANIGUCHI Koichi**)；〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目２番３号ＪＦＥスチール株式会社知的財産部内 Tokyo (JP).

(74) 代理人：熊坂 晃，外(**KUMASAKA Akira** et al.)；〒1000004 東京都千代田区大手町一丁目６番１号ＪＦＥテクノリサーチ株式会社知的財産事業部内 Tokyo (JP).

(54) **Title:** ARC WELDED JOINT AND METHOD FOR MANUFACTURING SAME

(54) 発明の名称： アーク溶接継手およびその製造方法

［図6］



(57) **Abstract:** The objective of the present invention is to provide: an arc-welded joint with which a slag adhesion amount is small, which has a stable weld penetration depth, and which has excellent weld joint strength and welded portion corrosion resistance; and a method for manufacturing the arc-welded joint. This arc welded joint is manufactured by lap fillet arc welding in which a corner formed by two steel plates is joined, wherein: the arc welded joint has an upper plate, a lower plate, and a welded portion joining the upper plate and the lower plate; the upper plate and the lower plate each have a predetermined plate thickness; a plate thickness t_2 of the lower plate and a weld penetration depth d, which is the distance from a boundary between the upper plate and the lower plate and a lower surface of a welding bead in a cross-section through the welded portion, satisfies a predetermined formula; and a slag covering surface area ratio S_{RATIO} is at most equal to 15%, the slag

WO 2024/224712 A1

(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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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：

一　国際調査報告（条約第21条(3)）

covering surface area ratio being calculated by a predetermined formula using a bead surface area S_{BEAD} of the weld bead surface and a slag surface area S_{SLAG}, which is the surface area of a region covered by slag.

(57) 要約：本発明は、スラグの付着量が少なく、安定した溶込み深さを有し、溶接継手強度および溶接部の耐食性に優れるアーク溶接継手およびその製造方法を提供することを目的とする。２枚の鋼板から成る角を接合する重ね隅肉アーク溶接によって製造されるアーク溶接継手であって、前記アーク溶接継手は上板、下板、および前記上板と前記下板を接合する溶接部と、を有しており、上板と下板は所定の板厚であり、前記下板の板厚t_2と、溶接部断面における上板と下板の境界から溶接ビードの下面までの距離である溶込み深さｄが所定の式を満足し、かつ、溶接ビード表面のビード表面積S_{BEAD}とスラグで覆われた領域の面積であるスラグ表面積S_{SLAG}とを用いて所定の式で算出されるスラグ被覆面積率S_{RATIO}が１５％以下である、アーク溶接継手。

明　細　書

発明の名称 ： アーク溶接継手およびその製造方法

技術分野

[0001]　本発明は、スラグの付着量が少なく、安定した溶込み深さを有し、溶接継手強度および溶接部の耐食性に優れるアーク溶接継手およびその製造方法に関するものである。

背景技術

[0002]　近年、自動車に対して、車体の安全性および信頼性の向上を目的とした、車体に使用する部材の高強度化および高剛性化と、燃費改善を目的とした部材の軽量化とを両立するニーズが高まっている。その結果、高強度鋼板の適用による部材鋼板の薄肉化が進められている。一方、自動車に採用される様々な部材の中でも特に足回り部材（たとえばロアアーム等）は、部材強度や剛性の観点から、ボデーに比べ厚肉の鋼板が使用される。したがって、足回り部材で使用する鋼板の高強度化を図り、さらに鋼板の薄肉化を達成すれば、車体のさらなる軽量化が可能となる。これにより、部材強度や剛性を確保しつつ、燃費の改善が実現される。

[0003]　一般に、腐食環境下で使用される部材は、耐食性を確保する目的で、溶接後に化成処理および電着塗装等の防錆処理が施される。しかし、経時に伴い、溶接部およびその近傍で錆や腐食が確認される場合がある。上記のように、電着塗装を施した部材に発生する腐食は、溶接部から発生しやすく、時間の経過とともに溶接部とその周辺の広い範囲で塗膜膨れを伴いながら拡大し、板厚方向にも進行していく。このようにして腐食が進行すると、溶接部とその近傍の板厚が減少し、その結果、溶接部の強度低下、ひいては部材の強度低下を招く。つまり、溶接部に荷重が作用する部材（たとえば自動車の足回り部材等）において腐食が発生し、かつ進展すると、部材の破壊につながる場合がある。

[0004]　電着塗装を行なう際には、母材鋼板ならびに溶接金属と電着塗膜との密着

性を高めるために、前処理として母材鋼板ならびに溶接金属に対して化成処理（たとえばリン酸亜鉛処理等）を施した後、電着塗装を行なう。化成処理の一例として広く普及しているリン酸亜鉛処理とは、母材鋼板ならびに溶接金属の表面にリン酸亜鉛結晶を成長させて、電着塗装における塗膜の密着性を高める技術である。ところが、従来の技術では、電着塗装に先立って化成処理を施した部材においても、時間の経過とともに溶接部とその周辺の広い範囲で塗膜膨れが頻繁に発生する。つまり、前処理として上記の化成処理を施した後、電着塗装を行なう技術では、溶接部を起点とする腐食の発生を完全に抑制することは困難である。

[0005] また、めっき層を有する鋼板を使用した部材に対してアーク溶接を行うと熱源であるアークプラズマ（以下、アークという）によって高熱に曝される溶接部ではめっき層が蒸発し、非めっき部が局部的に露出する。したがって、コスト高のめっき層を有する鋼板の使用に見合うような耐食性の大幅な向上は期待できない。

[0006] 以上に説明した通り、部材の耐食性を改善する製造技術には様々なものが開発されているが、いずれも長所と短所を併せ持っている。そして、製造コストの上昇を抑えながら耐食性の向上を図る観点から、溶接部を起点とする腐食の発生と進展を一層効果的に防止する技術が検討されている。

[0007] 溶接部から腐食が発生する起点として、

（ａ）溶接部（主に溶接ビードの表面）に付着したスラグ、

（ｂ）溶接部に付着した溶接ヒューム、

（ｃ）溶接によって高温に曝される鋼板の表面で生成した酸化物、

が従来から知られている。上記した（ａ）（ｂ）の付着物や（ｃ）の酸化物が溶接部に存在する部材を化成処理に供しても、これらの付着物や生成物を起点として、リン酸亜鉛結晶からなる化成処理層で覆われない領域が局部的に残留する。そのような領域に電着塗装を施しても塗膜の形成が不十分であり、塗膜の密着性が不十分となるので、耐食性が著しく低下し、腐食の発生と進展に起因する板厚の減少を引き起こす。上記した（ａ）（ｂ）の付着物

や（ｃ）の酸化物の発生を防止する技術として以下の内容が検討されている。

[0008] たとえば、特許文献１には、アーク溶接した後、電着塗装を施す前の溶接部とその近傍に、ｐＨが２以下で液温が３０～９０℃の非酸化性の酸性溶液を用いてスプレー処理もしくは浸漬処理を行なう技術が開示されている。この技術は、溶接ビードや母材鋼板を非酸化性の溶液で溶解することによって、上記した（ａ）のスラグ、（ｂ）の溶接ヒューム、（ｃ）の酸化物を除去するものである。

[0009] しかし、特許文献１に開示された技術では、電着塗装の前に酸性溶液を洗い流す必要があるので、部材の製造工程が複雑になる。また、所望の形状に成形された部材は多様な形状の鋼板を重ね合わせて接合されたものであるから、重ね合わせた隙間に残留した酸性溶液が激しい腐食を引き起こす。さらに、酸性溶液を大量に使用するので、製造設備が腐食環境に曝されて腐食や故障を生じやすくなることに加えて、ヒュームの飛散を防止して作業員の安全を確保する必要がある。

[0010] 特許文献２には、アーク溶接にて使用する溶接ワイヤと母材の合計Ｓｉ量を低減し、溶接ワイヤと母材の合計Ｍｎ量を増加することによって溶接部およびその近傍の塗装後耐食性を高める技術が開示されている。

[0011] しかし、スラグの生成を抑制する観点からＳｉの含有量を低減すれば、鋼板の強度が低下するのは避けられない。つまり、特許文献２に開示された技術では、部材の強度を確保するために厚肉の鋼板を使用せざるを得ず、車体の軽量化を達成するのは困難である。

[0012] 特許文献３には、スラグや溶接ヒューム、ならびに酸化物が存在する溶接ビードであっても、化成処理で使用する処理液の成分を調整することによって、化成処理層を十分に形成する技術が開示されている。具体的には、リン酸亜鉛コロイドを含有する表面調整液を用いて表面処理を行なうことによって、化成処理層の形成を容易にする。さらに、Ｆ含有量が１００質量ｐｐｍ以上であるリン酸亜鉛処理液を用いて化成処理を行なうことで、スラグ、溶

接ヒューム、ならびに酸化物を溶解除去して、電着塗装による塗膜の密着性を高めるものである。

[0013] しかし、特許文献３に開示された技術では、毒物指定されているフッ素を含有するリン酸亜鉛処理液を使用するので、その廃液を工場外へ排出する際には、環境基準を満たすレベルまでフッ素を低減しなければならない。したがって、部材の製造設備に加えて、大規模な廃液処理設備が必要となる。

先行技術文献

特許文献

[0014] 特許文献1：特開平９－２０９９４号公報

特許文献2：特開平８－３３９９７号公報

特許文献3：特許第５５４９６１５号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0015] 本発明は、これらの課題を鑑みてなされたものであり、スラグの付着量が少なく、安定した溶込み深さを有し、溶接継手強度および溶接部の耐食性に優れるアーク溶接継手およびその製造方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0016] 本発明者らは、溶接部の耐食性向上を図り、さらに安定した溶込み深さを有する溶接継手を安定的に得るためには、溶接部に付着するスラグを低減させ、さらにパルス溶接を用いて周期的な短絡移行を実現することが最も効果的であることを見出した。

[0017] 溶接部のスラグ生成量を抑制するには、鋼板ならびに溶接ワイヤに含まれるＳｉ、Ｍｎ、Ｔｉ等の酸化を抑制することが重要であり、酸化性ガスの含有量を低減させたシールドガスを使用することで、これらの元素の酸化が抑制され、スラグ生成量を低減できる。ただし、シールドガス中のＡｒガス比率を高くしたガスシールドアーク溶接では、アークの広がりが大きくなる。その結果、母材への熱流束が低下し、溶接部は浅い溶込み深さとなる。また

、鋼板表面の酸化皮膜がクリーニング作用により除去された後、陰極点が鋼板表面を這い回るためアークが不安定になる。その結果、溶込み深さは不安定となる。そこで、発明者らは、パルス溶接を用いて、陰極点の這い周りを低減し、かつアークのふらつきに影響されにくい周期的な短絡移行を実現し、かつパルス電流波形を用いることでスラグ付着が少なく安定的した溶込みを有し、溶接継手強度および溶接部の耐食性に優れる溶接継手が得られる技術を見出した。

[0018] 本発明は、上記の知見によるものであり、その要旨は次のとおりである。

［１］ ２枚の鋼板から成る角を接合する重ね隅肉アーク溶接によって製造されるアーク溶接継手であって、

前記アーク溶接継手は上板、下板、および前記上板と前記下板を接合し、前記上板と前記下板に対して溶け込んでいる溶接部とを有しており、

上板の板厚t_1および下板の板厚t_2がそれぞれ５．０ｍｍ以下で、

前記下板の板厚t_2と、前記溶接部の断面における上板と下板の境界から溶接ビードの下面までの距離である溶込み深さｄが下記（１）式を満足し、

かつ、溶接ビード表面のビード表面積S_{BEAD}と前記ビード表面積S_{BEAD}のうちのスラグで覆われた領域の面積であるスラグ表面積S_{SLAG}とを用いて下記（２）式で算出されるスラグ被覆面積率S_{RATIO}が１５％以下である、アーク溶接継手。

$0.20 \leqq d / t_2 \leqq 0.80$ ・・・（１）

（１）式中では、t_2（ｍｍ）：下板の板厚、ｄ（ｍｍ）：溶込み深さを示す。

$S_{RATIO} = S_{SLAG} / S_{BEAD} \times 100$ ・・・（２）

（２）式中では、S_{BEAD}（mm^2）：ビード表面積、S_{SLAG}（mm^2）：スラグで覆われた領域の面積であるスラグ表面積、S_{RATIO}（％）：スラグ被覆面積率を示す。

［２］ 前記［１］に記載のアーク溶接継手を製造するアーク溶接継手の製造方法であって、

アーク溶接方法はパルスピーク電流とパルスベース電流を周期的に繰り返すパルス溶接であり、

平均溶接電流I_{AVE}が１００Ａ以上３２０Ａ以下であり、

パルスピーク電流I_pが４００Ａ以上６００Ａ以下であり、

パルスピーク時間T_pが１．５ｍｓ以上３．５ｍｓ以下であり、

溶接時のシールドガスとして９８体積％以上であるＡｒガスを使用し、

溶接ワイヤと母材が短絡することで溶滴移行が達成される、アーク溶接継手の製造方法。

［３］　前記パルス溶接において、前記パルスピーク電流I_p、パルスベース電流I_b、前記パルスピーク時間T_p、パルスベース電流からパルスピーク電流までの立ち上がり時間T_{up}、パルスピーク電流からパルスベース電流までの立ち下がり時間T_{down}、アーク電圧Ｖ、溶接速度Ｗが下記（３）式を満足する、［２］に記載のアーク溶接継手の製造方法。

$$5.8 \leqq (I_p \times (T_p + T_{up} + T_{down}) - (I_p - I_b) \times (T_{up} + T_{down})/2)/(T_p + T_{up} + T_{down}) \times V/W/1000 \leqq 14.4 \quad \cdots (3)$$

I_p（Ａ）：パルスピーク電流、I_b（Ａ）：パルスベース電流、T_p（ｍｓ）：パルスピーク時間、T_{up}（ｍｓ）：立ち上がり時間、T_{down}（ｍｓ）：立ち下がり時間、Ｖ（Ｖ）：アーク電圧、Ｗ（ｃｍ／ｓ）：溶接速度

発明の効果

[0019]　本発明によれば、安定的した溶込みを有することで優れた溶接継手強度を確保し、さらにはスラグ生成を抑制することで溶接部の耐食性に優れた溶接継手を得ることができる。しかも、従来の炭酸ガス溶接または不活性ガスと活性ガスの混合ガスを使用するＭＡＧ溶接または不活性ガスを主成分としたガスを使用するＭＩＧ溶接で用いる溶接装置を特別な仕様に変更せずとも上記の効果を得ることができる。

図面の簡単な説明

[0020] [図1]アーク溶接によって作製される溶接継手の一例を示す概略図である。

[図2]図２（ａ）および図２（ｂ）は、従来のアーク溶接による溶滴移行の様子を示す概略図である。

[図3]図３（ａ）および図３（ｂ）は、本発明による短絡移行の様子を示す概略図である。

[図4]溶接部断面において溶込み深さおよびのど厚を説明する概略図である。

[図5]本発明のアーク溶接におけるパルス電流波形を示す概略図である。

[図6]溶接ビードにおけるビード面積およびスラグ被覆面積を示す概略図である。

[図7]溶接ビードにおける耐食性試験の様子を示す概略図である。

発明を実施するための形態

[0021] 以下、図面を参照し、本発明の詳細を説明する。図１は、本発明の実施形態の一例を示す、アーク溶接によって作製される溶接継手の一例を示す概略図である。この例では、代表として２枚の鋼板から成る角を接合する重ね継手の隅肉アーク溶接を示しているが、本発明では、溶接継手形状と溶接姿勢は限定しない。

[0022] 本発明では、例えば図１に示されるように、溶接トーチ２の中心部を通って溶接トーチ２から母材３（詳しくは、例えば母材３を２枚重ねて形成した段差のすみ部からなる溶接線）へ連続的に送給される溶接ワイヤ１を陽極、母材３を陰極として、溶接電源（図示せず）から溶接電圧が印加される。溶接トーチ２の中にコンタクトチップが装着され、コンタクトチップは溶接ワイヤ１への給電と送給ガイドの役割を担っている。溶接トーチ２内から供給されるＡｒシールドガス（図示せず）の一部が電離・プラズマ化することで溶接ワイヤ１と母材３の間にアーク５Ｂが形成される。また、上記Ａｒシールドガスの内、電離を生じず溶接トーチ２から母材３へと流れる分は、アーク５Ｂおよび母材３が溶融し形成される溶融池（図１では図示せず）を外気から遮断する役割を持つ。アーク５Ｂからの入熱により、溶接ワイヤ１の先端部が溶融して溶滴となり、該溶滴が、電磁力や重力等によって溶融池へと輸送される。この現象が、溶接トーチ２または母材３の移動に伴って連続的

に生じることで、溶接線の後方では溶融池が凝固し、溶接ビード６が形成される。これにより、少なくとも２枚の鋼板（母材３）の接合が達成される。

[0023] 一方、本発明が対象としている炭素鋼に対して、従来のＭＩＧ溶接を行った場合、溶接が極めて不安定であるという課題が存在する。ＭＡＧ溶接またはＭＩＧ溶接では、電極（ワイヤ）を陽極とする逆極性溶接であるため、母材の鋼板表面において酸化物のように仕事関数が低く、電子放出が起こりやすい領域を起点として陰極点が形成される。例えば、母材表面に強固な酸化皮膜を持つアルミニウム合金では、溶接線上の酸化皮膜を起点として陰極点が安定して形成するため良好な溶接が可能である。これに対し、酸化皮膜を有しにくい鋼では、O_2またはCO_2由来の酸化物が生成しないＭＩＧ溶接では、陰極点が定まらず、仕事関数の低い箇所を求めて陰極点が母材表面を激しく動き回る。このため、母材への入熱が安定して得られず、溶込み深さが過小であったり、溶込み深さのばらつきが大きい溶接継手が得られる。また、溶接が不安定化することにより、溶融池への酸化性ガスの侵入を遮断するＡｒシールドガスのシールド性が低下し、スラグの生成が増加する場合がある。

[0024] この現象に対し、本発明者らは溶接実験によるアーク挙動を観察し、炭素鋼を対象としたＭＩＧ溶接で問題として上記で挙げられた溶込み不足ならびに溶込みの不安定化、スラグ生成の増加の主たる原因は、不安定な溶滴移行であると考えた。

図２（ａ）および図２（ｂ）には、従来のＭＩＧ溶接による溶滴移行の様子を説明する概略図を示す。従来のＭＩＧ溶接の溶滴移行では、図２（ａ）のように溶接ワイヤ１が溶融し、細長い液柱から連続的に溶融池８へと輸送される形態と、図２（ｂ）のように溶接ワイヤ１先端に大きな溶滴７が生成し、それが落下または短絡により溶融池８へと輸送される形態が混在する。この不安定な溶滴移行を抑制するためには、溶接ワイヤ１先端から溶滴７を規則的に離脱させることが有効であると考えられるが、Ａｒシールドガスの場合、溶接ワイヤ１に作用する電磁ピンチ力が小さく、溶滴７の離脱が困難と

なる。

そこで、本発明では、溶滴移行を安定化させる手段として、溶接ワイヤ１先端と母材３との間で、図３（ａ）の非短絡状態と、図３（ｂ）の短絡状態とが規則的に繰り返され、短絡状態時に溶滴７が母材３へ移行する、いわゆる周期的な短絡移行により接合を完了させることが有効であることを知見した。さらに、更なる溶接実験を重ねた結果、パルス電流波形のパルスピーク電流ならびにパルスピーク時間を限定することで、図４に示すような溶接部断面の溶込み深さを所定の値に制御することができ、所定の溶接継手強度が得られることを知見した。

[0025] 図４に溶接部断面において溶込み深さおよびのど厚を説明する概略図を示す。アーク溶接継手は、上板２０、下板２１、および上板２０と下板２１を接合し、前記上板２０と前記下板２１に対して溶け込んでいる溶接ビード６とを有しており、溶込み深さ２３とは溶接部断面における上板２０と下板２１の境界２４から溶接ビード６の下面までの距離のことを指す。下板の板厚t_2は符号２２である。

[0026] 下板の板厚t_2と溶込み深さｄが式（１）を満足

$$0.20 \leqq d/t_2 \leqq 0.80 \cdots (1)$$

（１）式中では、t_2（ｍｍ）：下板の板厚、ｄ（ｍｍ）：溶込み深さを示す。

d/t_2が０．２０未満では、溶接部の溶込み不良が発生し、溶接継手強度が低下する。そのため、d/t_2は０．２０以上とする。d/t_2は好ましくは０．２５以上である。d/t_2はより好ましくは０．３０以上である。d/t_2はさらに好ましくは０．３２以上である。もっとも好ましくは０．３５以上である。一方、d/t_2が０．８０を超える場合では、溶接時の入熱過多によって溶接熱影響部の領域が大きくなり、溶接継手強度の低下を引き起こす。また、溶接変形が大きくなることによっても所定の溶接継手強度が得られない場合がある。このため、d/t_2は０．８０以下とする。d/t_2は好ましくは０．７５以下である。d/t_2はより好ましくは０．７０以下である。

ｄ／ｔ$_2$はさらに好ましくは０．６８以下である。ｄ／ｔ$_2$はもっとも好ましくは０．６５以下である。

[0027] 上板の板厚ｔ$_1$および下板の板厚ｔ$_2$が５．０ｍｍ以下

上板の板厚ｔ$_1$および下板の板厚ｔ$_2$が５．０ｍｍより大きい場合、入熱の拡散によって溶込みが過小となり、また図４に示すのど厚２５が小さくなり、外荷重を受け持つ断面積（のど厚×溶接長）が過小となるため、溶接継手強度の低下に繋がる。そのため、上板の板厚ｔ$_1$および下板の板厚ｔ$_2$が５．０ｍｍ以下とする。上板の板厚ｔ$_1$および下板の板厚ｔ$_2$が４．８ｍｍ以下とすることが好ましい。４．５ｍｍ以下とすることがより好ましい。４．２ｍｍ以下とすることがさらに好ましい。４．０ｍｍ以下とすることがもっとも好ましい。下限については特に限定されるわけではないが、上板の板厚ｔ$_1$および下板の板厚ｔ$_2$は０．５ｍｍ以上とすることが好ましい。０．８ｍｍ以上とすることがより好ましい。１．０ｍｍ以上とすることがさらに好ましい。１．２ｍｍ以上とすることがもっとも好ましい。なお、溶接長とは図６で示す溶接ビード６の溶接線方向１１の長さを指している。

[0028] スラグ被覆面積率Ｓ$_{RATIO}$が１５％以下

溶接ビード表面のビード表面積Ｓ$_{BEAD}$と前記ビード表面積Ｓ$_{BEAD}$のうちのスラグで覆われた領域の面積であるスラグ表面積Ｓ$_{SLAG}$とを用いて下記（２）式で算出される、スラグ被覆面積率Ｓ$_{RATIO}$が１５％を超える場合、溶接部の広い範囲でスラグを起点とした錆発生ならびに腐食が進行し、板厚減少による溶接継手強度の低下が生じ得る。そのため、スラグ被覆面積率Ｓ$_{RATIO}$は１５％以下とする。スラグ被覆面積率Ｓ$_{RATIO}$は好ましくは、１４％以下である。スラグ被覆面積率Ｓ$_{RATIO}$は、より好ましくは１２％以下である。スラグ被覆面積率Ｓ$_{RATIO}$はさらに好ましくは、１０％以下である。スラグ被覆面積率Ｓ$_{RATIO}$は、もっとも好ましくは８％以下である。下限は特に限定されるわけではなく、０％であってもよい。

$$S_{RATIO}=S_{SLAG}/S_{BEAD}\times 100 \quad \cdots (2)$$

（２）式中では、Ｓ$_{BEAD}$（ｍｍ^2）：ビード表面積、Ｓ$_{SLAG}$（ｍｍ^2）：スラ

グで覆われた領域の面積であるスラグ表面積、S_{RATIO}（％）：スラグ被覆面積率を示す。

[0029] 次にアーク溶接継手の製造方法について説明する。

[0030] 平均溶接電流I_{AVE}が１００Ａ以上３２０Ａ以下でパルス溶接

図５に本発明のアーク溶接におけるパルス電流波形を示す概略図を示す。パルス溶接とは、パルスピーク電流（I_p）とパルスベース電流（I_b）が周期的に繰り返されて溶接する方法である。平均溶接電流I_{AVE}とは図５のパルス波形で示すように周期的に変化する溶接電流の時間平均をとった値である。平均溶接電流I_{AVE}が１００Ａ未満となるパルス溶接では、ＭＩＧアークの不安定化を抑制できず、所定の溶込み深さが得られない。そのため、平均溶接電流I_{AVE}は１００Ａ以上とする。平均溶接電流I_{AVE}は好ましくは、１２０Ａ以上である。平均溶接電流I_{AVE}はより好ましくは、１４０Ａ以上である。平均溶接電流I_{AVE}はさらに好ましくは、１６０Ａ以上である。平均溶接電流I_{AVE}はもっとも好ましくは、１８０Ａ以上である。平均溶接電流I_{AVE}が３２０Ａを超えるパルス溶接では、入熱量が過大となることで溶接欠陥である溶落ちが発生する場合がある。そのため、平均溶接電流I_{AVE}は３２０Ａ以下とする。平均溶接電流I_{AVE}は好ましくは、３００Ａ以下である。平均溶接電流I_{AVE}はより好ましくは、２７０Ａ以下である。平均溶接電流I_{AVE}はさらに好ましくは、２６０Ａ以下である。平均溶接電流I_{AVE}はもっとも好ましくは、２５０Ａ以下である。

[0031] パルスピーク電流I_pが４００Ａ以上６００Ａ以下

パルスピーク電流I_pが４００Ａ未満では、入熱量が過小となることで、溶込み深さが低下する。そのため、パルスピーク電流I_pは４００Ａ以上とする。パルスピーク電流I_pは好ましくは４５０Ａ以上である。パルスピーク電流I_pはより好ましくは４７０Ａ以上である。パルスピーク電流I_pはさらに好ましくは４９０Ａ以上である。パルスピーク電流I_pはもっとも好ましくは５００Ａ以上である。また、パルスピーク電流I_pが６００Ａより大きい場合では、瞬間的な入熱量が過大となることで溶接欠陥である溶落ちが発生する場

合がある。溶接欠陥である溶落ちが発生するということは、母材が正常に接合されておらず、所定のアーク溶接継手を得ることができないことを指す。このため、パルスピーク電流Ｉ$_p$は６００Ａ以下とする。パルスピーク電流Ｉ$_p$は好ましくは５９０Ａ以下である。パルスピーク電流Ｉ$_p$はより好ましくは５８０Ａ以下である。パルスピーク電流Ｉ$_p$はさらに好ましくは５７０Ａ以下である。パルスピーク電流Ｉ$_p$はもっとも好ましくは５６０Ａ以下である。

[0032] なお、パルスベース電流（Ｉ$_b$）は過小であるとベース期間でのアーク放電が不安定になりビード形状の劣化を生じ、また溶込み不足となる場合がある。このため、パルスベース電流（Ｉ$_b$）は３０Ａ以上とすることが好ましい。パルスベース電流（Ｉ$_b$）はより好ましくは４０Ａ以上である。パルスベース電流（Ｉ$_b$）はさらに好ましくは４５Ａ以上である。パルスベース電流（Ｉ$_b$）はもっとも好ましくは５０Ａ以上である。一方、過大であると溶落ちを引き起こし、またパルスピーク電流（Ｉ$_p$）とパルスベース電流（Ｉ$_b$）の差を十分に確保できず、溶接ワイヤ１先端に形成した溶滴７を溶融池８へと押し下げ短絡させる作用が十分に得られず溶接が安定しない場合がある。このため、パルスベース電流（Ｉ$_b$）は１２０Ａ以下とすることが好ましい。パルスベース電流（Ｉ$_b$）は１１０Ａ以下とすることがより好ましい。パルスベース電流（Ｉ$_b$）はさらに好ましくは１００Ａ以下である。パルスベース電流（Ｉ$_b$）は９０Ａ以下とすることがもっとも好ましい。

[0033] パルスピーク時間Ｔ$_p$が１．５ｍｓ以上３．５ｍｓ以下

パルスピーク時間Ｔ$_p$が１．５ｍｓ未満では、パルスピーク電流と同様に入熱量が過小となることで、溶込み深さが低下する。そのため、パルスピーク時間Ｔ$_p$は１．５ｍｓ以上とする。パルスピーク時間Ｔ$_p$は、好ましくは１．８ｍｓ以上とする。パルスピーク時間Ｔ$_p$はより好ましくは２．０ｍｓ以上である。パルスピーク時間Ｔ$_p$は、さらに好ましくは２．１ｍｓ以上とする。また、パルスピーク時間Ｔ$_p$が３．５ｍｓを超える場合では、入熱量が過大となることで溶接欠陥である溶落ちが発生する場合がある。このため、パルスピーク時間Ｔ$_p$は３．５ｍｓ以下とする。パルスピーク時間Ｔ$_p$は、好ましくは

３．２ｍｓ以下とする。パルスピーク時間T_pはより好ましくは３．０ｍｓ以下である。パルスピーク時間T_pは、さらに好ましくは２．９ｍｓ以下とする。パルスピーク時間T_pは、より好ましくは２．８ｍｓ以下とする。

[0034] パルスピーク電流I_pとパルスベース電流I_b、パルスピーク時間T_p、パルスベース電流からパルスピーク電流までの立ち上がり時間T_{up}、パルスピーク電流からパルスベース電流までの立ち下がり時間T_{down}、アーク電圧Ｖ、溶接速度Ｗが下記（３）式を満足（好適条件）

$$5.8 \leqq (I_p \times (T_p + T_{up} + T_{down}) - (I_p - I_b) \times (T_{up} + T_{down}) / 2) / (T_p + T_{up} + T_{down}) \times V / W / 1000 \leqq 14.4 \quad \cdots (3)$$

I_p（Ａ）：パルスピーク電流、I_b（Ａ）：パルスベース電流、T_p（ｍｓ）：パルスピーク時間、T_{up}（ｍｓ）：立ち上がり時間、T_{down}（ｍｓ）：立ち下がり時間、Ｖ（Ｖ）：アーク電圧、Ｗ（ｃｍ／ｓ）：溶接速度

$(I_p \times (T_p + T_{up} + T_{down}) - (I_p - I_b) \times (T_{up} + T_{down}) / 2) / (T_p + T_{up} + T_{down}) \times V / W / 1000$が５．８ｋＪ／ｃｍ未満の場合、溶込みに影響を及ぼすピーク時の入熱量が過小となり、溶込み深さ２３が低下する。そのため、$(I_p \times (T_p + T_{up} + T_{down}) - (I_p - I_b) \times (T_{up} + T_{down}) / 2) / (T_p + T_{up} + T_{down}) \times V / W / 1000$は５．８ｋＪ／ｃｍ以上とすることが好ましい。より好ましくは６．５ｋＪ／ｃｍ以上である。さらに好ましくは７．０ｋＪ／ｃｍ以上である。もっとも好ましくは７．５ｋＪ／ｃｍ以上である。また、１４．４ｋＪ／ｃｍを超える場合では、入熱量が過大となることで溶接欠陥である溶落ちが発生する場合がある。このため、$(I_p \times (T_p + T_{up} + T_{down}) - (I_p - I_b) \times (T_{up} + T_{down}) / 2) / (T_p + T_{up} + T_{down}) \times V / W / 1000$は１４．４ｋＪ／ｃｍ以下とすることが好ましい。より好ましくは１２．８ｋＪ／ｃｍ以下である。さらに好ましくは１１．５ｋＪ／ｃｍ以下である。もっとも好ましくは１０．２ｋＪ／ｃｍ以下である。

[0035] シールドガスとして９８体積％以上であるＡｒガスを使用

シールドガスのＡｒガス比率が９８体積％未満である場合、シールドガス中の酸化性ガスと溶融金属に含まれる合金元素との化学反応が促進され、耐食性低下の原因となるスラグの生成量が増加する。そのため、シールドガスのＡｒガス比率は９８体積％以上とする。シールドガスのＡｒガス比率は好ましくは９９体積％以上である。上限は特に限定されるわけではなく、Ａｒガス比率は１００％であってもよい。

[0036] 本発明で使用する溶接ワイヤ１は特に限定しない。例えば、ＪＩＳ　Ｚ　３３１２　に記載されているＭＡＧ溶接用のソリッドワイヤなどを用いることが可能である。

[0037] また、本発明の母材３は、鋼板およびめっき鋼板を対象とする。鋼板の成分組成は限定されるものではないが、例えば、Ｃ：０．０２～０．３質量％、Ｓｉ：０．０１質量％以上、Ｍｎ：０．５％質量％以上、Ｐ：０．０５質量％以下、Ｓ：０．０５質量％以下が含有された鋼板が好ましく、その他にＣｕ、Ｎｉ、Ｃｒ、Ｔｉ等の合金元素を含有しても良い。上記鋼板では、Ｓｉは３．０質量％以下とすることが好ましく、Ｍｎは５．０質量％以下とすることが好ましい。また、Ｐの下限は特に限定されるものではないが０．０００５質量％以上とすることが好ましく、Ｓの下限は特に限定されるものではないが０．０００５質量％以上とすることが好ましい。また、めっき鋼板におけるめっき組成は特に限定されないが、例えばＺｎが挙げられる。

実施例

[0038] 以下、本発明の実施例について説明する。表１に示す成分を有する２枚の鋼板（２枚の鋼板は同板厚）を用いて重ね、例えば図１に示す方法にて隅肉溶接を行なった。なお、表１に示す以外の鋼板の成分として、Ｆｅならびに Ｃｕ、Ｎｉ、Ｃｒ、Ｔｉ等の合金元素を含む。溶接は表２に示す溶接条件で実施した。溶接ワイヤにはＪＩＳ　Ｚ　３３１２　に記載されているＭＡＧ溶接用のソリッドワイヤを用いた。

[0039] 以上のようにして得られた溶接された鋼板について、以下の試験方法に従い、スラグ被覆面積率、溶込み深さ、溶接部の耐食性、溶接継手強度を評価

した。

[0040] （スラグ被覆面積率）

図６は溶接ビードにおけるビード面積およびスラグ被覆面積を示す概略図である。図６に示すようなビード表面積S_{BEAD}とスラグ被覆表面積S_{SLAG}は、溶接ビード６のビード始終端部１０（各々長さ１５ｍｍ）を除いた領域の表面を真上から撮影し、溶接ビード６およびスラグの上面からの投影面積を測定して算出する。溶接ビード６の長さが１３０ｍｍ未満である場合は、ビード始終端部１０を除く全長の表面を撮影する。溶接ビード６の長さが１３０ｍｍ以上である場合は、ビード始終端部１０を除いて任意の部位（長さ１００ｍｍ）の表面を撮影する。算出したスラグ表面積S_{SLAG}の値をビード表面積S_{BEAD}の値で除すことでスラグ被覆面積率S_{RATIO}を求めた。S_{RATIO}が１５％以下を合格とした。

[0041] （溶込み深さ）

溶込み深さｄの測定は、溶接ビード６のビード始終端部１０（各々長さ１５ｍｍ）を除いた領域において、図４に示すように溶接ビード６の任意の５箇所における溶接線に垂直（図６に記載の直線ＡＡに平行な方向）な板厚方向断面を観察して行った。ただし、任意の５箇所は互いに５ｍｍ以上離れた位置とした。ここでは、溶接ビード６の任意の箇所を溶接線に垂直な板厚方向に切断し、各々の溶込み深さ２３を求め、それらの平均値を「溶込み深さｄ（ｍｍ）」とした。d/t_2（t_2は下板の板厚）が０．２０以上０．８０以下を合格とした。

[0042] （耐食性評価結果）

図７は溶接ビードにおける耐食性試験の様子を示す概略図である。まず、腐食試験後のアーク溶接継手を浸漬用剥離剤に浸漬して電着塗装を剥離した後、ＩＳＯ８４０７に準拠して腐食生成物を除去した。次いで、溶接ビード６のビード始終端部１０（各々長さ１５ｍｍ）を含む場合は、ビード始終端部１０を除いた領域の表面を撮影し、得られた写真を解析して腐食領域１２においてビード止端部から溶接線方向１１に垂直な方向への最大腐食幅H_{MAX}

を測定した。溶接ビード６の長さが１３０ｍｍ未満であった場合は、ビード始終端部１０を除く全長の表面を撮影した。溶接ビード６の長さが１３０ｍｍ以上であった場合は、ビード始終端部１０を除いて任意の部位（長さ１００ｍｍ）の表面を撮影した。耐食性の評価は、最大腐食幅H_{MAX}が６．０ｍｍ未満の場合を優れていると判断して「○」とし、６．０ｍｍ以上の場合を耐食性が不足していると判断して「×」とした。

[0043] （溶接継手強度の評価結果）

まず、機械加工により、溶接継手からＪＩＳ　Ｚ　２２４１に記載の引張試験片を得た。なお、引張試験片は溶接部が中央になるように作製した。作製した引張試験片の引張試験として、室温にて、引張速度１０ｍｍ／ｍｉｎの引張試験を実施し、継手引張強度を取得した。この値を母材の引張強度で除した値（ここでは、単に強度比という）を溶接継手強度の評価パラメータとした。溶接継手強度の評価は、強度比が０．６以上の場合をより優れると判断して「◎」とし、０．５以上０．６未満の場合を優れると判断して「○」とし、０．５未満の場合を溶接継手強度が不足していると判断して「×」とした。

[0044] 表２から明らかなように、発明例として示す溶接Ｎｏ．１～６、１２～１７は、S_{RATIO}が１５％以下かつd/t_2が０．２０以上０．８０以下であり、耐食性ならびに溶接継手強度に優れた溶接継手が得られた。

[0045] これら発明例のうちの溶接Ｎｏ．１～４、１２～１４は、S_{RATIO}が１５％以下かつd/t_2が０．３０以上０．７０以下であり、より耐食性ならびに溶接継手強度に優れた溶接継手が得られた。

[0046] これに対して、比較例である溶接Ｎｏ．７～１１はS_{RATIO}が１５％より大きい、またはd/t_2が０．２０未満もしくは０．８０より大きく、良好な溶接継手が得られなかった。

[0047] なお、表２では、「S_{RATIO}が１５％以下かつd/t_2が０．３０以上０．７０以下かつ溶接継手強度が『◎』」の場合に評価Ａとし、「S_{RATIO}が１５％以下かつd/t_2が０．２０以上０．３０未満もしくはS_{RATIO}が１５％以

下かつｄ／ｔ$_2$が０．７０より大きく０．８０以下かつ溶接継手強度が『○』」の場合に評価Ｂとし、「Ｓ$_{RATIO}$が１５％より大きい、またはｄ／ｔ$_2$が０．２０未満もしくは０．８０より大きい、または溶接継手強度が『×』」の場合に評価Ｆとした。評価Ｆは不合格とし、評価Ａ、Ｂを合格とした。

[0048] [表1]

鋼板の成分（質量%）				
C	Si	Mn	P	S
0.060	0.71	1.80	0.0060	0.0010

[0049]

[表2]

溶接条件No.	パラメータ														評価結果				評価	備考
	シールドガス	ワイヤ	ワイヤ径 (mm)	平均溶接電流 (A)	アーク電圧 (V)	パルスピーク電流 (A)	パルスベース電流 (A)	パルスピーク時間 (ms)	立ち上がり時間 (ms)	立ち下がり時間 (ms)	溶接速度 (cm/s)	板厚 t_2 (mm)	溶込み深さd (mm)	(3)式 (kJ/cm)	S_{RATIO} (%)	d/t_2	耐食性	溶接継手強度		
1	100%Ar	JIS Z3312 G 78 A 4 M N5CM3T	1.2	216	24.7	500	50	1.5	1.0	1.0	1.167	2.0	0.846	7.86	1	0.42	○	◎	A	発明例
2	100%Ar	JIS Z3312 G 78 A 4 M N5CM3T	1.2	223	24.1	600	80	2.0	1.0	1.0	1.167	2.6	1.307	9.71	6	0.50	○	◎	A	発明例
3	100%Ar	JIS Z3312 G 78 A 4 M N5CM3T	1.2	234	23.5	450	50	2.0	1.0	1.0	1.167	2.6	0.792	7.05	1	0.30	○	◎	A	発明例
4	100%Ar	JIS Z3312 G 49 AP 3 M 16	1.0	215	25.4	550	50	2.5	1.0	1.0	1.167	2.6	1.080	9.55	2	0.42	○	◎	A	発明例
5	100%Ar	JIS Z3312 G 78 A 4 M N5CM3T	1.2	208	24.6	400	80	1.5	1.0	1.0	1.333	2.6	0.682	5.69	3	0.26	○	○	B	発明例
6	100%Ar	JIS Z 3312 G59 JA I U M 3M1T	1.4	250	26.4	550	50	3.0	0.5	0.5	0.833	2.6	1.854	15.45	6	0.71	○	○	B	発明例
7	100%Ar	JIS Z3312 G 78 A 4 M N5CM3T	0.9	205	20.0	**350**	30	**1.0**	1.0	1.0	1.167	2.6	0.495	4.17	2	**0.19**	○	×	F	比較例
8	100%Ar	JIS Z3312 G 78 A 4 M N5CM3T	1.2	210	20.2	-	-	-	-	-	1.167	2.3	0.384	-	11	**0.17**	○	×	F	比較例
9	**95%Ar +5%CO2**	JIS Z3312 G 78 A 4 M N5CM3T	1.2	194	20.5	450	50	1.5	1.0	1.0	1.167	2.6	1.253	5.90	**17**	0.48	×	◎	F	比較例
10	100%Ar	JIS Z 3312 G59 JA I U M 3M1T	1.2	271	26.1	**650**	80	2.5	1.0	1.0	0.833	2.0	1.694	16.40	5	**0.85**	○	×	F	比較例
11	100%Ar	JIS Z3312 G 78 A 4 M N5CM3T	1.2	257	26.3	550	50	2.5	1.0	1.0	1.167	**6.2**	0.947	9.89	3	**0.15**	○	×	F	比較例
12	98%Ar +2%CO2	JIS Z3312 G 78 A 4 M N5CM3T	1.2	208	22.5	450	50	2.0	0.5	1.0	1.167	2.3	0.841	7.02	10	0.37	○	◎	A	発明例
13	100%Ar	JIS Z3312 G 78 A 4 M N5CM3T	1.2	231	26.7	600	50	2.5	0.5	0.5	1.000	2.6	1.754	13.92	4	0.67	○	◎	A	発明例
14	100%Ar	JIS Z3312 G 78 A 4 M N5CM3T	1.2	197	23.2	450	80	1.5	1.0	1.0	1.333	2.6	0.749	5.99	2	0.29	○	◎	A	発明例
15	98%Ar +2%CO2	JIS Z3312 G 78 A 4 M N5CM3T	1.0	185	21.3	400	50	1.5	0.5	0.5	1.167	2.6	0.574	6.02	13	0.22	○	○	B	発明例
16	100%Ar	JIS Z3312 G 78 A 4 M N5CM3T	1.0	117	20.1	400	50	1.5	0.5	1.0	0.833	2.0	0.511	7.54	8	0.26	○	○	B	発明例
17	100%Ar	JIS Z3312 G 78 A 4 M N5CM3T	1.2	311	23.0	550	80	2.5	1.0	1.0	1.000	2.6	1.827	10.25	7	0.71	○	○	B	発明例

符号の説明

[0050] １　溶接ワイヤ

２　溶接トーチ

３　母材

５Ｂ　アーク

６　溶接ビード

７　溶滴

８　溶融池

１０　ビード始終端部

１１　溶接線方向

１２　腐食領域

２０　上板

２１　下板

２２　下板の板厚

２３　溶込み深さ

２４　溶接部断面における上板と下板の境界

２５　のど厚

T_{up}　立ち上がり時間

T_{p}　ピーク電流時間

T_{down}　立ち下がり時間

T_{b}　パルスベース電流時間

$T_{up}+T_{p}+T_{down}+T_{b}$　パルス１周期

S_{BEAD}　ビード表面積

S_{SLAG}　スラグ被覆表面積

H_{MAX}　最大腐食幅

請求の範囲

[請求項1] ２枚の鋼板から成る角を接合する重ね隅肉アーク溶接によって製造されるアーク溶接継手であって、

前記アーク溶接継手は上板、下板、および前記上板と前記下板を接合し、前記上板と前記下板に対して溶け込んでいる溶接部とを有しており、

上板の板厚t_1および下板の板厚t_2がそれぞれ５．０ｍｍ以下で、

前記下板の板厚t_2と、前記溶接部の断面における上板と下板の境界から溶接ビードの下面までの距離である溶込み深さｄが下記（１）式を満足し、

かつ、溶接ビード表面のビード表面積S_{BEAD}と前記ビード表面積S_{BEAD}のうちのスラグで覆われた領域の面積であるスラグ表面積S_{SLAG}とを用いて下記（２）式で算出されるスラグ被覆面積率S_{RATIO}が１５％以下である、アーク溶接継手。

$0.20 \leqq d / t_2 \leqq 0.80$ ・・・（１）

（１）式中では、t_2（ｍｍ）：下板の板厚、ｄ（ｍｍ）：溶込み深さを示す。

$S_{RATIO} = S_{SLAG} / S_{BEAD} \times 100$ ・・・（２）

（２）式中では、S_{BEAD}（mm^2）：ビード表面積、S_{SLAG}（mm^2）：スラグで覆われた領域の面積であるスラグ表面積、S_{RATIO}（％）：スラグ被覆面積率を示す。

[請求項2] 請求項１に記載のアーク溶接継手を製造するアーク溶接継手の製造方法であって、

アーク溶接方法はパルスピーク電流とパルスベース電流を周期的に繰り返すパルス溶接であり、

平均溶接電流I_{AVE}が１００Ａ以上３２０Ａ以下であり、

パルスピーク電流I_pが４００Ａ以上６００Ａ以下であり、

パルスピーク時間T_pが１．５ｍｓ以上３．５ｍｓ以下であり、

溶接時のシールドガスとして９８体積%以上であるＡｒガスを使用し、

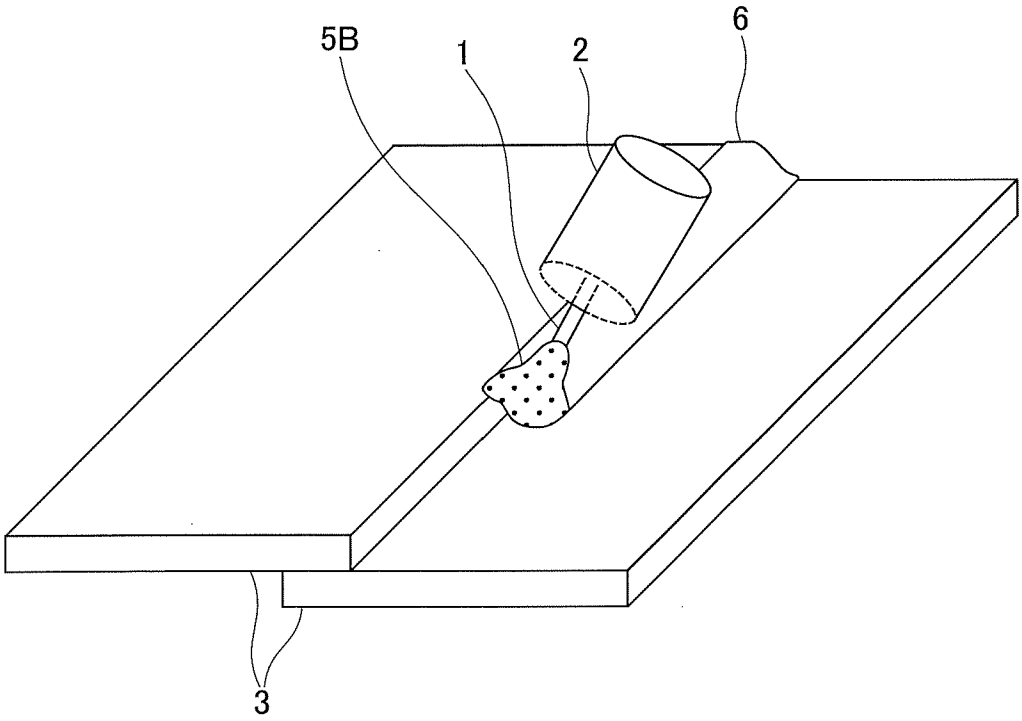
溶接ワイヤと母材が短絡することで溶滴移行が達成される、アーク溶接継手の製造方法。

[請求項3] 前記パルス溶接において、前記パルスピーク電流I_p、パルスベース電流I_b、前記パルスピーク時間T_p、パルスベース電流からパルスピーク電流までの立ち上がり時間T_{up}、パルスピーク電流からパルスベース電流までの立ち下がり時間T_{down}、アーク電圧Ｖ、溶接速度Ｗが下記（３）式を満足する、請求項２に記載のアーク溶接継手の製造方法。

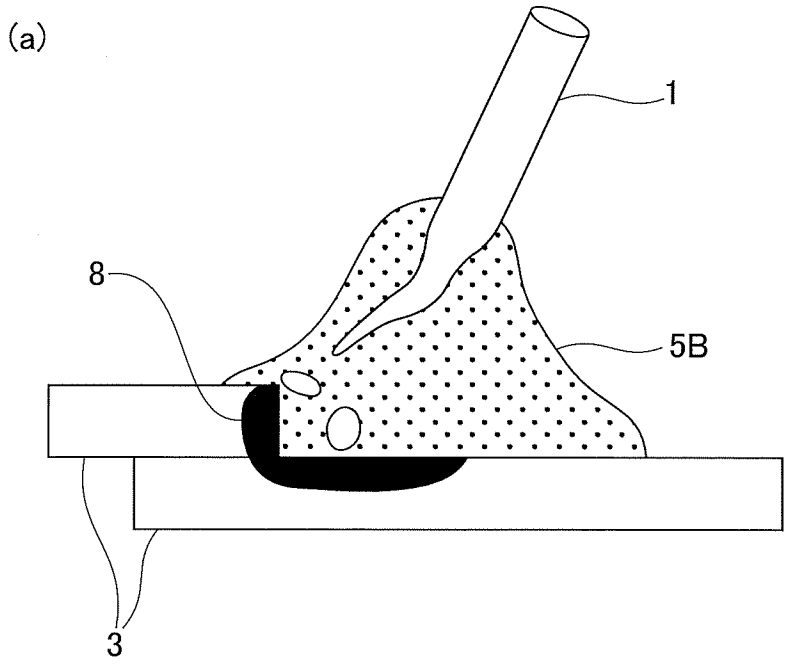
$$5.8 \leqq (I_p \times (T_p + T_{up} + T_{down}) - (I_p - I_b) \times (T_{up} + T_{down}) / 2) / (T_p + T_{up} + T_{down}) \times V / W / 1000 \leqq 14.4 \quad \cdots (3)$$

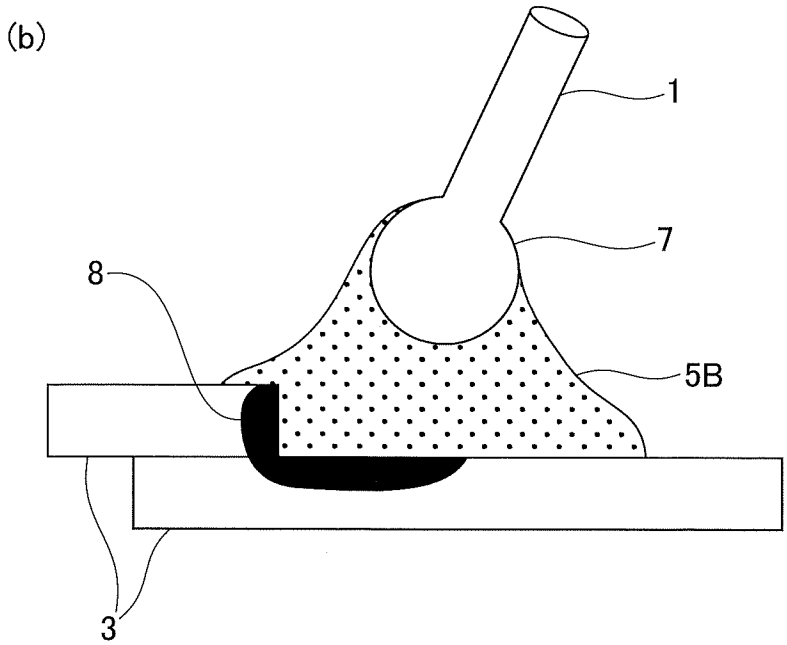
I_p（Ａ）：パルスピーク電流、I_b（Ａ）：パルスベース電流、T_p（ｍｓ）：パルスピーク時間、T_{up}（ｍｓ）：立ち上がり時間、T_{down}（ｍｓ）：立ち下がり時間、Ｖ（Ｖ）：アーク電圧、Ｗ（ｃｍ／ｓ）：溶接速度

[図1]



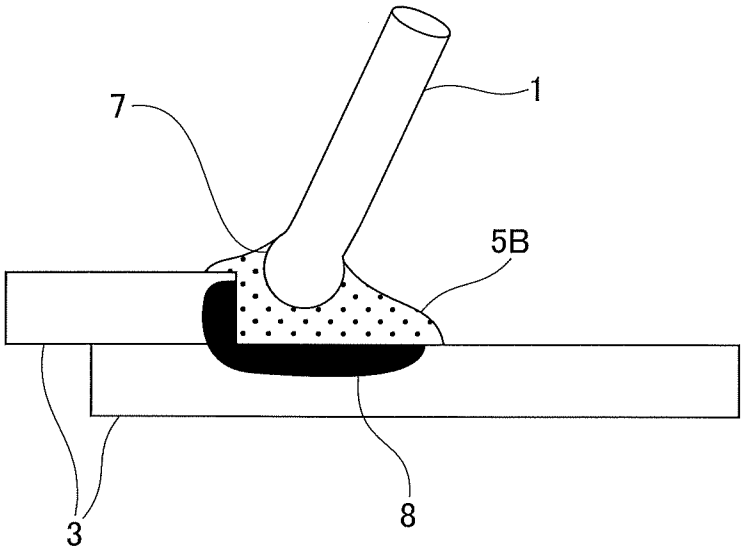
[図2]



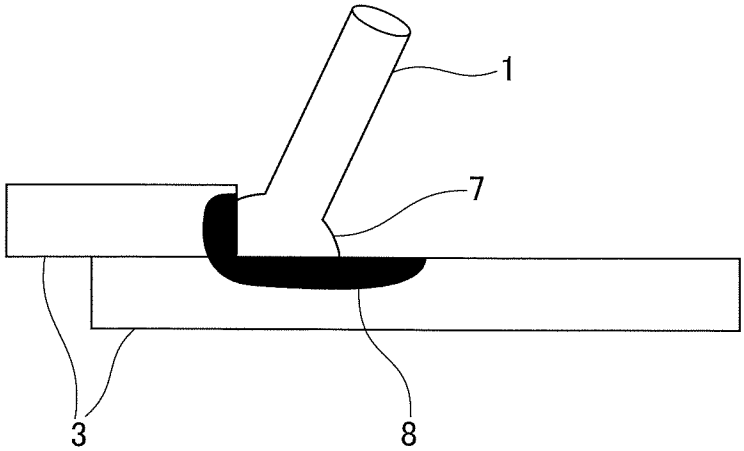


[図3]

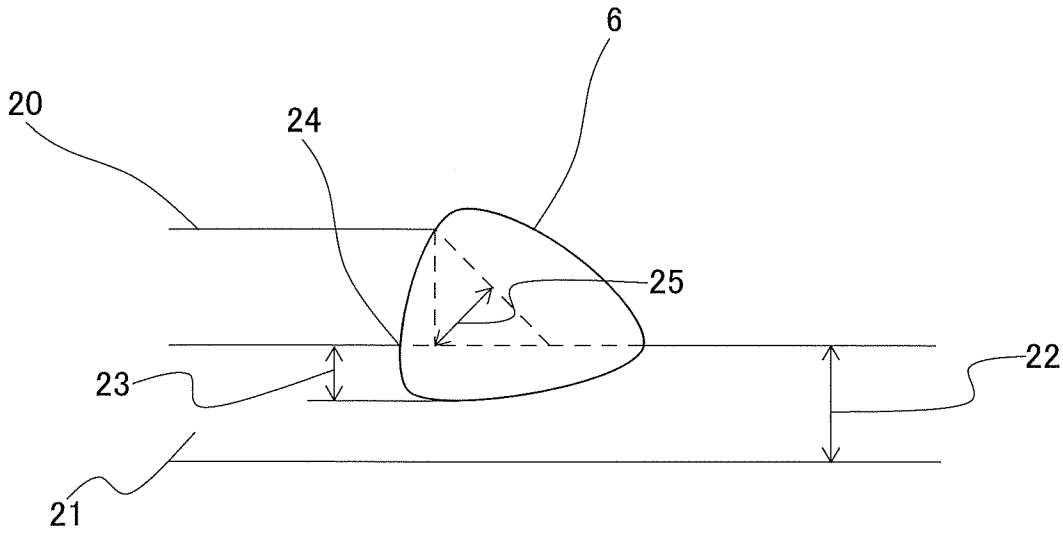
(a)



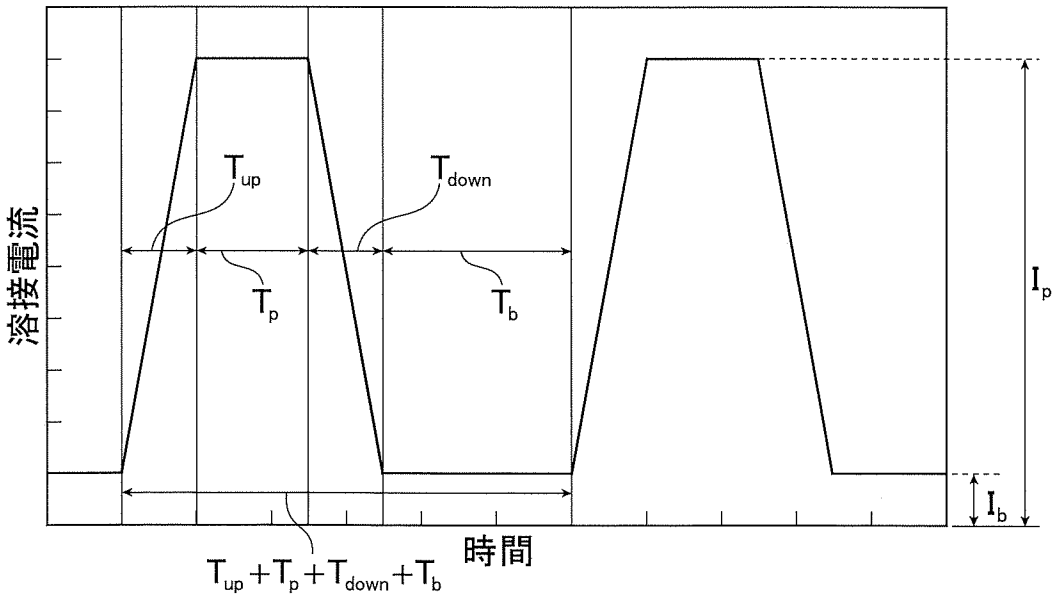
(b)



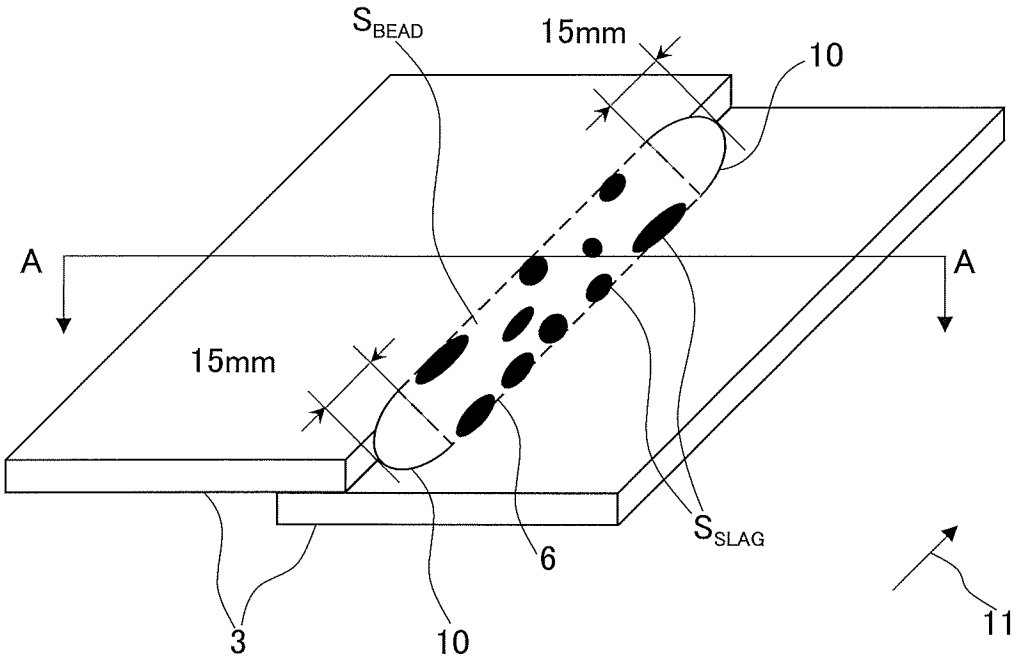
[図4]



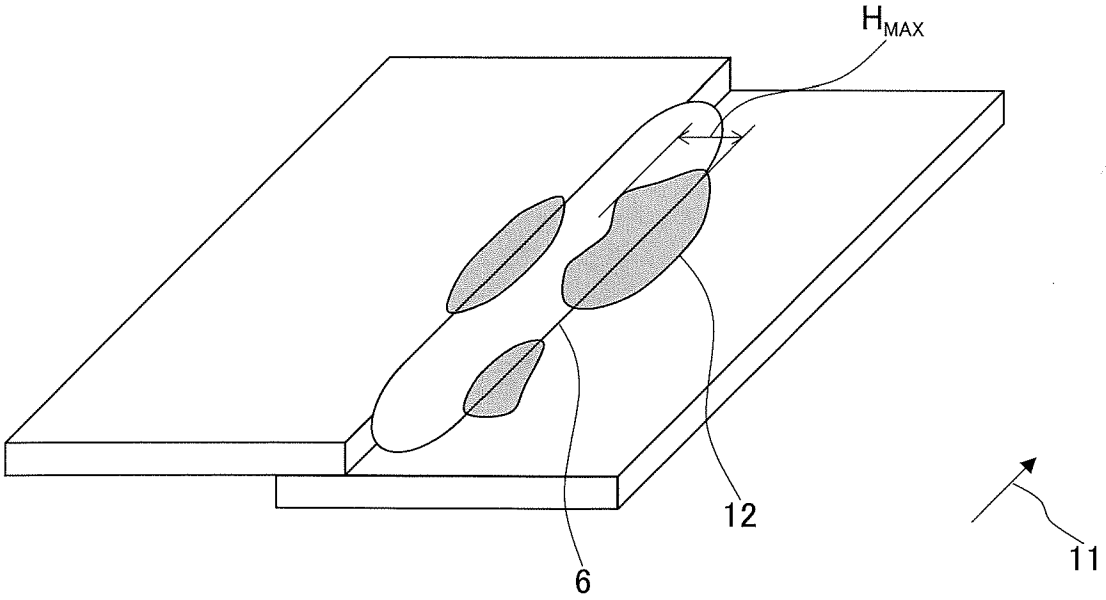
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2024/001190

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B23K 9/09(2006.01)i; ***B23K 9/02***(2006.01)i; ***B23K 9/073***(2006.01)i
FI: B23K9/09; B23K9/073 545; B23K9/02 D

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)

B23K9/09; B23K9/02; B23K9/073

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2024
Registered utility model specifications of Japan 1996-2024
Published registered utility model applications of Japan 1994-2024

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.
X	WO 2021/210335 A1 (JFE STEEL CORPORATION) 21 October 2021 (2021-10-21) paragraphs [0033]- [0077]	1-2
A		3
A	JP 2017-164798 A (JFE STEEL CORPORATION) 21 September 2017 (2017-09-21) entire text, all drawings	1-3

☐ 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
"D" document cited by the applicant in the international application
"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
13 February 2024	**27 February 2024**
Name and mailing address of the ISA/JP **Japan Patent Office (ISA/JP)** **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2024/001190

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO 2021/210335 A1	21 October 2021	US 2023/0132518 A1 paragraphs [0050]- [0101] EP 4137260 A1 KR 10-2022-0148285 A CN 115427179 A	
JP 2017-164798 A	21 September 2017	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2024/001190

A.　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

B23K 9/09(2006.01)i; B23K 9/02(2006.01)i; B23K 9/073(2006.01)i
FI: B23K9/09; B23K9/073 545; B23K9/02 D

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））

B23K9/09; B23K9/02; B23K9/073

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	１９７１－２０２４年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２４年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２４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
X	WO 2021/210335 A1（ＪＦＥスチール株式会社）21.10.2021（2021-10-21） 段落[0033]－[0077]	1-2
A		3
A	JP 2017-164798 A（ＪＦＥスチール株式会社）21.09.2017（2017-09-21） 全文，全図	1-3

☐ 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
“D”　国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献
“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抵触するものではなく、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
13.02.2024	27.02.2024

名称及びあて先

日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）

松田　長親 3P 4032

電話番号 03-3581-1101 内線 3363

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2024/001190

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2021/210335 A1	21.10.2021	US 2023/0132518 A1 段落[0050]－[0101] EP 4137260 A1 KR 10-2022-0148285 A CN 115427179 A	
JP 2017-164798 A	21.09.2017	（ファミリーなし）	