

(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
2015 年 12 月 10 日(10.12.2015)



(10) 国際公開番号

WO 2015/186544 A1

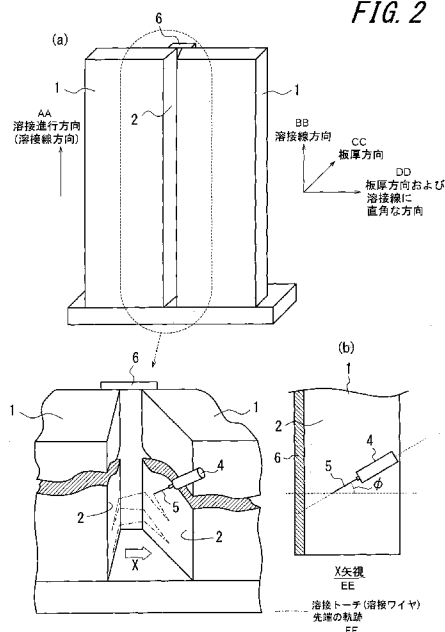
- (51) 国際特許分類:
B23K 9/173 (2006.01) B23K 9/022 (2006.01)
B23K 9/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/064839
- (22) 国際出願日: 2015 年 5 月 19 日(19.05.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2014-114170 2014 年 6 月 2 日(02.06.2014) JP
- (71) 出願人: J F E スチール株式会社(JFE STEEL CORPORATION) [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: 片岡 時彦(KATAOKA, Tokihiko); 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目 2 番 3 号 J F E スチール株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP). 早川 直哉(HAYAKAWA, Naoya); 〒1000011 東京都千代田区内幸町二丁目 2 番 3 号 J F E スチール株式会社 知的財産部内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 杉村 憲司(SUGIMURA, Kenji); 〒1000013 東京都千代田区霞が関三丁目 2 番 1 号 霞が関コモンゲート西館 3 6 階 Tokyo (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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),

[続葉有]

(54) Title: VERTICAL NARROW GAP GAS SHIELDED ARC WELDING METHOD

(54) 発明の名称: 立向き狭開先ガスシールドアーク溶接方法

[図2]



AA... WELDING PROGRESSION DIRECTION (WELDING LINE DIRECTION)
BB... WELDING LINE DIRECTION
CC... PLATE THICKNESS DIRECTION
DD... DIRECTION PERPENDICULAR TO PLATE THICKNESS DIRECTION AND WELDING LINE
EE... VIEW ALONG ARROW X
FF... TRAJECTORY OF TIP OF WELDING TORCH (WELDING WIRE)

(57) Abstract: The purpose of the present invention is to provide a high-quality and high-efficiency vertical narrow gap gas shielded arc welding method that can be applied to welding of a thick steel material, and especially a thick steel material having a thickness of 40 mm or greater, by precisely weaving a welding torch according to the gap shape, welding orientation, etc., by using a high efficiency and high precision welding automation technique. A gas shielded arc welding method having as a prescribed gap criterion that two thick steel materials having a thickness of 40 mm or greater are joined together by weaving-assisted vertical multilayer welding, wherein initial layer criteria, and in particular, the welding torch angle, the amount of heat applied in welding, and weaving criteria are optimally controlled, and the welding depth in the initial layer welding is 20 to 50 mm.

(57) 要約: 本発明は、高機能でかつ高精度の溶接自動化技術を活用して開先形状や溶接姿勢等に応じた精密な溶接トーチのウイーピングを行うことにより、厚鋼材、特に板厚が40 mm以上の厚鋼材の溶接に適用できる、高品質でかつ高能率な立向き狭開先ガスシールドアーク溶接方法を提供することを目的とする。所定の開先条件として、板厚: 40 mm以上の2枚の厚鋼材を、ウイーピングを用いる立向き多層溶接により接合するガスシールドアーク溶接方法において、初層溶接条件、特に溶接トーチ角度や溶接入熱量、ウイーピング条件を適正に制御し、初層溶接における接合深さを20 mm以上50 mm以下とする。

WO 2015/186544 A1



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))

明 細 書

発明の名称：立向き狭開先ガスシールドアーク溶接方法

技術分野

[0001] 本発明は、狭開先ガスシールドアーク溶接方法に関するものであって、特には2枚の厚鋼材の突き合わせ溶接に適用することができる、立向き狭開先ガスシールドアーク溶接方法に関するものである。

本発明において、「狭開先」とは、開先角度が 25° 以下でかつ被溶接材となる鋼材間の最小開先幅が、当該鋼材の板厚の50%以下であることを意味する。

背景技術

[0002] 鋼の溶接施工に用いられるガスシールドアーク溶接は、 CO_2 単独のガス、あるいはArと CO_2 との混合ガスを溶融部のシールドに用いる消耗電極式が一般的であり、自動車、建築、橋梁および電気機器等の製造分野において幅広く用いられている。

[0003] ところで近年、鋼構造物の大型化・厚肉化に伴い、製作過程での溶接、特に鋼材の突き合わせ溶接における溶着量が増大し、さらには溶接施工に多くの時間が必要となり、施工コストの増大を招いている。

[0004] これを改善する方法として、板厚に対して小さい間隙の開先をアーク溶接法により多層溶接する、狭開先ガスシールドアーク溶接の適用が考えられる。この狭開先ガスシールドアーク溶接は、通常のガスシールドアーク溶接と比べ溶着量が少なくなるので、溶接の高能率化・省エネルギー化が達成でき、ひいては施工コストの低減をもたらすものと期待される。

[0005] 一方、立向きの高能率溶接には、通常、エレクトロスラグ溶接が適用されているが、1パス大入熱溶接が基本であり、板厚が60mmを超える溶接では入熱過多となり靱性低下が懸念されている。また、1パス溶接には板厚の限界があり、特に板厚が65mmを超える溶接は、未だ技術確立できていないのが現状である。

[0006] このため、狭開先ガスシールドアーク溶接を立向き溶接に適用した、高品質でかつ高能率な溶接方法を開発することが望まれている。

このような狭開先ガスシールドアーク溶接を立向き溶接に適用した溶接方法として、例えば、特許文献1には、両面U型開先継手を対象とする両側多層溶接方法が開示されている。この溶接方法では、イナータガスを用いたTIG溶接による積層溶接を行っており、イナータガスを用いることでスラグやスパッタの発生を抑制し、積層欠陥を防ぐこととしている。

しかしながら、非消耗電極式であるTIG溶接は、消耗電極である鋼ワイヤを用いるMAG溶接やCO₂溶接と比較して、溶接法そのものの能率が大きく劣る。

[0007] また、特許文献2には、スパッタや融合不良を抑制するために溶接トーチのウィービングを行う、狭開先の立向き溶接方法が開示されている。

しかし、この溶接方法では、溶接トーチのウィービング方向が、開先深さ方向ではなく、鋼板表面方向であるため、溶融金属が垂れる前に溶接トーチをウィービングさせる必要があり、溶接電流を150A程度の低電流とし、1パス当たりの溶着量（≒入熱量）を抑える必要が生じる。

そのため、この溶接方法を板厚の大きい厚鋼材の溶接に適用する場合には、少量多パスの積層溶接となり、溶け込み不良等の積層欠陥が多くなる他、溶接能率が大きく低下する。

[0008] さらに、特許文献3には、特許文献2と同様、融合不良を抑制するために溶接トーチのウィービングを行う、立向き溶接方法が開示されている。

ここで開示される面角度（開先角度）は26.3～52°と広めではあるが、ここの溶接トーチのウィービングは開先深さ方向に対しても行われるため、1パス当たりの溶着量を比較的多くとることが可能である。

しかし、開先深さ方向のウィービング量が小さく、また溶接金属および溶接ワイヤ組成が考慮されていないため、1パス当たりの溶着量（≒入熱量）を抑える必要が生じ、1パス当たりの溶接深さは10mm程度と浅くなる。

そのため、この溶接方法を板厚の大きい厚鋼材の溶接に適用する場合には、やはり少量多パスの積層溶接となって、溶け込み不良等の積層欠陥が多く

なる他、溶接能率が低下する。

[0009] また、特許文献4には、極厚材の1パス溶接を可能にした2電極のエレクトロガスアーク溶接装置が開示されている。

この2電極のエレクトロガスアーク溶接装置の使用により、板厚：70mm程度までの厚鋼材の接合が可能になるものの、2電極化により入熱量が360kJ/cm程度と大幅に増加するため、鋼板への熱影響が大きく、継手に高い特性（強度、靱性）が要求される場合、このような特性を満足させることは非常に困難である。

また、この2電極のエレクトロガスアーク溶接装置では、開先において、裏面側にはセラミックの裏当てを、表面（溶接機側）には水冷式の銅当金の押し付け機構を設けることが不可欠であり、溶融金属の垂れの心配が無い反面、溶接装置が複雑となる。

さらに、この2電極のエレクトロガスアーク溶接装置では、表面（溶接機側）に銅当金の押し付け機構を設けることが不可欠であるため、1パス溶接が基本であり、多パスの積層溶接として低入熱化を図ることは困難である。

先行技術文献

特許文献

[0010] 特許文献1：特開2009-61483号公報

特許文献2：特開2010-115700号公報

特許文献3：特開2001-205436号公報

特許文献4：特開平10-118771号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0011] 上記したように、厚鋼材の溶接に適用することができる、高品質でかつ高能率な立向き狭開先ガスシールドアーク溶接方法は、未だ開発されていないのが現状である。

一方、溶接自動化技術（溶接ロボット）の軽量・高機能・高精度化が進み

、これまで困難であった開先形状と溶接姿勢に適した溶接トーチのウィーピングが可能となり、これを活用することにより、鋼材、開先形状、溶接姿勢および溶接材料（ワイヤ）に適した溶接施工（条件設定）が可能となってきた。

- [0012] 本発明は、高機能でかつ高精度の溶接自動化技術を活用して開先形状や溶接姿勢等に応じた精密な溶接トーチのウィーピングを行うことにより、厚鋼材、特に板厚が40mm以上の厚鋼材の溶接に適用できる、高品質でかつ高能率な立向き狭開先ガスシールドアーク溶接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

- [0013] さて、発明者らは、上記の課題を解決すべく、厚鋼材に立向き狭開先ガスシールドアーク溶接を適用する場合の溶接条件について、鋭意研究を重ねた。

その結果、厚鋼材の立向きの狭開先ガスシールドアーク溶接を行うにあたり、溶接金属および熱影響部において所望の機械的特性を得るとともに、溶接の高能率化を実現するには、2パス以上の多層溶接として1パスあたりの溶接入熱量を抑制し、初層溶接における接合深さ（溶接深さ）を20mm以上50mm以下とすることが重要であることを知見した。

- [0014] そして、上記した2パス以上の多層溶接として1パスあたりの溶接入熱量を抑制し、初層溶接における所定の接合深さを得るための溶接条件について、さらに研究を進めた。その結果、開先条件を所定の条件とした上で、初層の溶接条件、特に溶接トーチ角度およびウィーピング条件を適正に制御することで、立向き溶接において問題となる溶融金属の垂れの抑制を含むビード形状の安定化と溶接欠陥の発生防止とを図りつつ、上記した初層溶接における接合深さが達成できた。これにより、板厚が40mm以上の厚鋼材であっても、高品質でかつ高能率な立向き狭開先ガスシールドアーク溶接を行うことが可能になるとの知見を得た。

本発明は、上記の知見に立脚するものである。

[0015] すなわち、本発明の要旨構成は次のとおりである。

1. 開先角度を 25° 以下、開先ギャップを20mm以下として、板厚が40mm以上である2枚の厚鋼材を、ウイーピングを用いる立向き多層溶接により接合する立向き狭開先ガスシールドアーク溶接方法において、

初層溶接時に、溶接トーチの角度を水平方向に対して 25° 以上 75° 以下、溶接入熱を30kJ/cm以上170kJ/cm以下にするとともに、板厚方向へのウイーピング深さを15mm以上50mm以下、かつ初層溶接における溶接ビード幅をWとした場合に、板厚方向および溶接線に直角な方向へのウイーピング最大幅を($W-6$) mm以上Wmm以下として、溶接トーチのウイーピングを行い、

前記初層溶接における接合深さを20mm以上50mm以下とする立向き狭開先ガスシールドアーク溶接方法。

[0016] 2. 前記初層溶接のウイーピングにおいて、溶接線方向から見た溶接トーチのウイーピングパターンがコ字形である前記1に記載の立向き狭開先ガスシールドアーク溶接方法。

[0017] 3. 前記初層溶接における溶接金属のS量およびO量の合計が450質量ppm以下でかつ、N量が120質量ppm以下である前記1または2に記載の立向き狭開先ガスシールドアーク溶接方法。

[0018] 4. 前記初層溶接で用いる溶接ワイヤのSi量およびMn量の合計が1.5質量%以上3.5質量%以下である前記1～3のいずれかに記載の立向き狭開先ガスシールドアーク溶接方法。

[0019] 5. 前記初層溶接で用いる溶接ワイヤのTi量、Al量およびZr量の合計が0.08質量%以上0.5質量%以下である前記1～4のいずれかに記載の立向き狭開先ガスシールドアーク溶接方法。

[0020] 6. シールドガスとして20体積%以上の CO_2 ガスを含有するガスを用いる前記1～5のいずれかに記載の立向き狭開先ガスシールドアーク溶接方法。

[0021] 7. 前記初層溶接において、平均溶接電流が270A以上360A以下の範囲である請求項1～6のいずれかに記載の立向き狭開先ガスシールドアーク溶接方法。

。

発明の効果

[0022] 本発明によれば、板厚が40mm以上の厚鋼材を溶接する場合であっても、立向き溶接において問題となる溶融金属の垂れ抑制を含むビード形状の安定化と溶接欠陥を防止しつつ、高品質でかつ高能率な狭開先ガスシールドアーク溶接を実施することができる。

そして、本発明の溶接方法は、通常ガスシールドアーク溶接と比べ溶着量が少なく、溶接の高能率化による省エネルギー化も達成できるので、溶接施工コストの大幅な低減が可能となる。

また、本発明の溶接方法では、特許文献4に示したエレクトロガスアーク溶接装置のような溶融金属の垂れ落ちを防止する水冷式の銅当金の押し付け機構は不要なので、装置の複雑化を回避することができ、さらには、多パスでの溶接施工により1パス当たりの溶接入熱を抑制することができるので、溶接金属および鋼材熱影響部で所望とする機械的特性の確保が容易となる。

図面の簡単な説明

[0023] [図1]本発明の溶接方法における各種開先形状を示すものである。

[図2]V形の開先形状において、本発明の溶接方法により初層溶接を施工する際の施工要領を示すものである。

[図3]V形の開先形状において、本発明の溶接方法により初層溶接を施した後の開先断面を示すものである。

[図4]初層溶接のウィーピングにおける、溶接線方向から見た溶接トーチのウィーピングパターンを示すものであり、(a)がコ字形、(b)が台形、(c)がV字形、(d)が三角形のものである。

[図5]本発明の発明例(No.7)において、本発明の溶接方法により初層溶接を施した後の写真であり、(a)は全体の外観を、(b)は開先断面を示すものである。

発明を実施するための形態

[0024] 以下、本発明を具体的に説明する。

図1(a)～(c)は、本発明の溶接方法で対象とする各種開先形状を示

すものである。図中、符号 1 が厚鋼材、2 が厚鋼材の開先面、3 が（Y 形開先における）鋼材下段部の開先であり、記号 θ で開先角度を、G で開先ギャップを、t で板厚を、h で（Y 形開先における）鋼材下段部の開先高さを示す。

同図で示したように、本発明の溶接方法における開先形状は V 形開先（I 形開先およびレ形開先を含む）および Y 形開先のいずれとすることも可能であり、また図 1（c）に示すように多数段の Y 形開先とすることも可能である。

なお、本発明においては、図 1（b）および（c）に示すように、Y 形開先の場合の開先角度および開先ギャップを、鋼材下段部の開先における開先角度、開先ギャップとする。ここで、鋼材下段部の開先とは、溶接時に裏面（溶接装置（溶接トーチ）側の面を表面、その反対側の面を裏面とする）となる鋼材面から板厚の 20～40% 程度までの領域を意味する。

[0025] また、図 2 は、V 形の開先形状において、本発明の溶接方法における初層溶接を施工する際の施工要領を示すものである。図中、符号 4 が溶接トーチ、5 が溶接ワイヤ、6 が裏当て材であり、 ϕ が水平方向に対する溶接トーチの角度である。なお、溶接線、溶融池および溶接ビードについては、図示を省略している。

ここに、本発明の溶接方法は、図 2 に示すように、所定の板厚となる 2 枚の厚鋼材を突き合わせ、これらの厚鋼材同士を、ウイーピングを用いる立向き溶接により接合するガスシールドアーク溶接であり、進行方向を上向きとする上進溶接を基本とする。

なお、ここでは、V 形の開先形状を例にして示したが、他の開先形状でも同様である。

[0026] さらに、図 3 は、V 形の開先形状において、本発明の溶接方法により初層溶接を施した後の開先断面を示すものである。図中、符号 7 が溶接ビードであり、記号 D で初層溶接における接合深さを、W で初層溶接における溶接ビード幅（初層溶接後の開先間のギャップ）を示す。

なお、初層溶接における接合深さDは、溶接時に裏面となる鋼材面を起点とした場合の初層溶接ビード高さの最小値（起点の鋼材面から最も近い（低い）初層溶接ビード高さ）として定義される。

ここでは、V形の開先形状を例にして示したが、他の開先形状でもDおよびWは同様である。

[0027] 次に、本発明の溶接方法において、底部開先角度、底部開先ギャップおよび鋼材の板厚を前記の範囲に限定した理由について説明する。

[0028] 開先角度 θ : 25° 以下

鋼材の開先部は小さいほどより早く高能率な溶接を可能とする反面、融合不良等の欠陥が生じやすい。また、開先角度が 25° を超える場合の溶接は、従来の施工方法でも実施可能である。このため、本発明では、従来の施工方法では施工が困難であり、かつ一層の高能率化が見込まれる開先角度： 25° 以下の場合を対象とする。

なお、V形開先において、開先角度が 0° の場合はいわゆるI形開先と呼ばれ、溶着量の面からはこの 0° の場合が最も効率的であるが、溶接熱ひずみにより溶接中に開先が閉じてくるため、これを見込んで、板厚 t （ただし、Y形開先の場合には鋼材下段部の開先高さ h ）に応じた開先角度を設定することが好ましい。

具体的には、開先角度は $(0.5 \times t / 20) \sim (2.0 \times t / 20)^{\circ}$ の範囲とすることが好ましく、さらに好ましくは $(0.8 \times t / 20) \sim (1.2 \times t / 20)^{\circ}$ の範囲である。例えば、板厚 t が100mmの場合、開先角度は $2.5 \sim 10^{\circ}$ の範囲が好ましく、さらに好ましくは $4 \sim 6^{\circ}$ の範囲である。

ただし、板厚 t が100mmを超えると、好適範囲の上限は 10° を超えるようになるが、この場合の好適範囲の上限は 10° とする。

[0029] 開先ギャップG : 20mm以下

鋼材の開先部は小さいほど、より早く高能率な溶接を可能とする。また、開先ギャップが20mmを超える場合の溶接は、溶融金属が垂れ易く施工が困難である。その対策には、溶接電流を低く抑えることが必要となるが、スラグ

巻込み等の溶接欠陥が発生し易くなる。そのため、開先ギャップは20mm以下の場合を対象とする。好ましくは4mm以上12mm以下の範囲である。

[0030] 板厚 t : 40mm以上

鋼材の板厚は40mm以上とする。というのは、鋼材の板厚が40mm未満であれば、従来の溶接方法、例えば、特許文献4のエレクトロガスアーク溶接といった1パス溶接を用いても、溶接入熱量を抑制することができるからである。

例えば、板厚 t : 35mmで、開先角度 : 20° 、開先ギャップ : 8mmのV形開先の場合、特許文献4のエレクトロガスアーク溶接を用いた1パス溶接による入熱量は150kJ/cm程度となる。

なお、一般の圧延鋼材を対象とする場合、板厚は一般に100mmが上限である。よって、本発明で対象とする鋼材の板厚の上限は100mm以下とすることが好ましい。

[0031] なお、本発明で対象とする鋼種としては、高張力鋼（例えば、造船用極厚Y P460MPa級鋼（引張強さ570MPa級鋼）や建築用TMCP鋼SA440（引張強さ590MPa級鋼））が特に好適である。というのは、高張力鋼は、溶接入熱制限が厳しく、溶接金属に割れが生じ易い他、溶接熱影響により要求される継手強度や靱性が得られない。これに対し本発明では、入熱量 : 170 kJ/cm以下で効率良く溶接が可能であり、590MPa級高張力鋼板、高合金系となる590MPa級耐食鋼の溶接も可能である。当然、軟鋼にも問題なく対応できる。

[0032] 以上、本発明の溶接方法において、開先角度、開先ギャップおよび鋼材の板厚を限定した理由について説明したが、本発明では、厚鋼材を狭開先に適した入熱量で効率良く溶接するため2パス以上の多層溶接とし、初層溶接条件を適正に制御しつつ初層溶接における接合深さを所定の範囲とすることが重要である。

以下、これら初層溶接における接合深さの限定理由および初層溶接条件について、説明する。

[0033] 初層溶接における接合深さ D : 20mm以上50mm以下

本発明で対象とする板厚：40mm以上の厚鋼材を2パス以上の多層溶接で溶接するには、初層溶接における接合深さを20mm以上とする必要がある。初層溶接における接合深さが20mm未満では、溶接熱が集中するため、溶融金属の垂れが発生する。一方、初層溶接における接合深さが50mmを超えると、溶接入熱が過多となりやすい他、高温割れや、溶接中の熱が分散することによる開先面の融合不良、スラグ巻き込みなどの溶接欠陥が発生する。従って、初層溶接における接合深さは20mm以上50mm以下とする。好ましくは、25mm以上40mm以下である。

[0034] 溶接トーチ（給電チップ先端）の角度 ϕ ：水平方向に対して25°以上75°以下

溶接トーチの角度は垂直より水平に近づけることで、アークが溶接ビード表面より裏面向きとなり、溶融金属の垂れを抑制することができる。ここで、溶接トーチの角度が水平方向に対して25°未満では溶接ビードの形成が困難であり、溶接トーチの角度が水平方向に対して75°超では溶融金属の垂れを抑制することが困難となる。従って、溶接トーチの角度は水平方向に対して25°以上75°以下とする必要がある。好ましくは30°以上45°以下である。

[0035] 溶接入熱量：30kJ/cm以上170kJ/cm以下

多層溶接では、1パス当たりの入熱量（＝溶着量）を大きくすることでパス数を減らし、溶接積層欠陥を低減することができる。しかし、溶接入熱量が大きくなり過ぎると、溶接金属の強度、靱性の確保が難しくなる他、鋼材熱影響部の軟化抑制、結晶粒粗大化による靱性の確保が難しくなる。特に、溶接入熱量が170kJ/cmを超えると、溶接金属の特性確保のため、鋼材希釈を考慮した専用ワイヤが不可欠となり、さらに、鋼材でも、溶接入熱に耐えられる設計の鋼材が不可欠となる。一方、溶融金属を確保し、溶接欠陥のない溶接部を得るためには、溶接入熱量は高い方が有利であり、狭開先において溶接入熱30kJ/cm未満では開先面の溶融が不足し、積層欠陥の発生が避けられない。

従って、溶接入熱量は、30kJ/cm以上170kJ/cm以下とする。好ましくは、90 kJ/cm以上160kJ/cm以下である。

[0036] 溶接トーチのウイーピングにおける板厚方向へのウイーピング深さL：15mm以上50mm以下

本発明の溶接方法は溶接トーチのウイーピングを行うものであるが、この溶接トーチのウイーピングにおける板厚方向へのウイーピング深さLならびに後述する板厚方向および溶接線に直角な方向へのウイーピング最大幅Mを適正に制御することが重要である。

なお、各種ウイーピングパターンにおける板厚方向へのウイーピング深さLならびに板厚方向および溶接線に直角な方向へのウイーピング最大幅Mは、図4（a）～（d）に示すとおりになる。

[0037] ここで、本発明の溶接方法で基本とする立向き上進溶接においては、接合深さと板厚方向のウイーピング幅は同程度になるため、板厚方向へのウイーピング深さが15mm未満では、初層溶接における接合深さを20mm以上とすることが困難である。一方、板厚方向へのウイーピング深さが50mmを超えると、初層溶接における接合深さを50mm以下とすることが困難となるだけでなく、溶接入熱量が過多となって、溶接金属や鋼材の熱影響部において所望の機械的特性を得ることが困難となる他、高温割れや、溶接中の熱が分散することによる開先面の融合不良、スラグ巻き込みなどの溶接欠陥が発生し易くなる。

従って、板厚方向へのウイーピング深さは、15mm以上50mm以下とする。好ましくは、25mm以上35mm以下の範囲である。

[0038] 溶接トーチのウイーピングにおける板厚方向および溶接線に直角な方向へのウイーピング最大幅M：（W－6）mm以上Wmm以下（W：初層溶接における溶接ビード幅）

開先面の未溶融を防ぐためには、板厚方向および溶接線に直角な方向へのウイーピング最大幅を（W－6）mm以上とする必要がある。一方、板厚方向および溶接線に直角な方向へのウイーピング最大幅がWmmを超えると、溶融金

属が垂れてしまい溶接が成り立たない。

従って、板厚方向および溶接線に直角な方向へのウイーピング最大幅は、 $(W-6)$ mm以上 W mm以下の範囲とする。好ましくは、 $(W-4)$ mm以上 $(W-1)$ mm以下の範囲である。

[0039] また、溶接トーチのウイーピングパターンについては特に限定されず、図4 (a) ~ (d) に示すように、溶接線方向（溶接進行方向と一致し、通常は鉛直方向）から見てコの字形、V字形、台形および三角形等とすることができる。なお、図4 (a) ~ (d) 中、溶接トーチの向きが変わる各点（図4 (a) でいうとB点およびC点）での溶接トーチの軌跡は、角張るようにしても、丸みを帯びるようにしてもよい。

ただし、立向き上進溶接においては、溶接表面側に近い箇所でのウイーピングは溶融金属の垂れ落ちを生じさせ易く、さらに、溶接トーチ動作が開先面とずれると、開先面の均一な溶融が得られず、融合不良等の溶接欠陥が生じ易い。特に、反転動作を必要としない一般的な台形および三角形のウイーピングパターンは、装置負荷が小さい反面、溶接表面側に近い箇所での溶接トーチ動作（図4 (b) における台形ウイーピングパターンのD点→A点、図4 (d) における三角形ウイーピングパターンのC点→A点）により、溶融金属の垂れ落ちが生じ易い。このため、溶融金属の垂れ落ちを抑制するという観点からは、溶接表面側でのトーチ動作のないコの字形またはV字形のウイーピングパターンとすることが好ましい。

さらに、V字形や三角形のウイーピングパターンでは、開先ギャップが大きい（例えば、6mm以上）場合、溶接トーチ動作が開先面とずれてしまい（例えば、図4 (c) におけるA点→B点の動作において、溶接トーチ先端の軌跡が開先面（溶接トーチに近い側）と平行でなくなるなど）、開先面の均一な溶融が得られず、融合不良等の溶接欠陥が生じ易くなる。従って、このような場合には、開先面と平行に溶接トーチを動作させることが可能なコの字形のウイーピングパターンとすることが最適である。

[0040] なお、板厚方向における、ウイーピング時の溶接トーチ先端の最深点（例

えば、図4（a）、（b）におけるB点およびC点、図4（c）、（d）におけるB点）の鋼材裏面からの距離aは、通常2～5mm程度である。

また、本発明で対象とする開先形状に対し、コ字形ウイーピングや台形ウイーピングを適用する場合、図4（a）、（b）中のM₁、M₂、M₃は、それぞれ2～18mm、0～10mm、0～10mm程度となる。

さらに、ウイーピング時の周波数や停止時間（図4に示すA点などの各点における停止時間）は特に限定されるものではなく、例えば周波数は0.25～0.5Hz（好ましくは0.4～0.5Hz）、停止時間は0～0.5秒（好ましくは0.2～0.3秒）程度とすればよい。

[0041] 以上、基本条件について説明したが、本発明の溶接方法では、以下の条件をさらに満足させることにより、特に立向き溶接において問題となる溶融金属の垂れを抑制し、ビード形状の一層の安定化を図ることができる。

[0042] 初層溶接における溶接金属のS量およびO量の合計量：450質量ppm以下

安定した立向き上進溶接を実現するには、溶融金属の垂れを防ぎ、かつ安定した溶接ビード形状（凹凸のない平滑なビード）を得る必要がある、特に、溶融金属の垂れを防ぐには、溶融金属の表面張力と粘性の低下させるS量およびO量を低く管理することが重要である。

ここに、溶接金属のS量およびO量の合計量が450質量ppm（以下、単にppmともいう）を超えると、表面張力と粘性の低下に加えて溶接金属の対流が表面で外向きとなり、高温の溶接金属が中央から周辺に向かって対流して、溶融金属が広がりを持ち、溶融金属の垂れが生じ易くなる。このため、溶融金属の表面張力と粘性、湯流れを支配する、溶接金属のS量およびO量は、これらの合計量で450ppm以下とすることが好ましい。より好ましくは400ppm以下である。

[0043] また、溶接ワイヤには、表面張力を下げ、溶接ビードを平坦化する目的で、通常、Sが0.010～0.025質量%含まれている。溶接金属のS量の低減には、このような溶接ワイヤ自体のS量の低減に加えて、鋼材中のS量を下げることが有効である。

さらに、溶接金属のO量は、シールドガス中のCO₂の酸化により増加する。例えば、シールドガスとして100%CO₂ガスを用いる場合、溶接金属中のO量は、0.040~0.050質量%程度増加する。このような溶接金属のO量の低減には、溶接ワイヤ自体に通常0.003~0.006質量%程度含まれるOの低減に加えて、溶接ワイヤへのSiおよびAl添加が有効である。また、溶接電流およびアーク電圧を高くし、溶融金属中のスラグメタル反応（脱酸反応）とスラグの凝集、溶接ビード表面への浮上を十分に行わせることも有効である。

[0044] 初層溶接における溶接金属のN量：120ppm以下

溶接金属中の窒素（N）は、凝固の際に溶接金属より排出され気泡となる。この気泡の発生が湯面の振動を招き、溶融金属の垂れの原因となる。特に、溶接金属中のN量が120ppmを超えると、溶融金属の垂れが生じ易くなることから、初層溶接における溶接金属のN量は120ppm以下とすることが好ましい。より好ましくは60ppm以下である。

[0045] また、通常、溶接ワイヤには不純物として窒素（N）が50~80ppm含まれており、ここから、シールドガスの不純物と大気の混入により、溶接金属中のN量が20~120ppm程度増加する。一方、通常、アーク溶接のノズル内径は16~20mm程度であるため、このようなノズルを用いて、このノズル内径を超える接合深さとなる溶接金属部分を完全にシールドすることは困難であり、結果的に、溶接金属中のN量が200ppmを超えてしまう場合もある。

このようなN量の増加を防ぎ、初層溶接における溶接金属のN量を120ppm以下、さらには60ppm以下とするには、通常のアーク溶接のノズルとは別のガスシールドシステムを設け、これにより、溶接金属への大気の混入を抑制することが有効である。

[0046] なお、溶接時の鋼材希釈により、鋼材から溶接金属にS、OおよびNが溶出するため、S：0.005質量%以下、O：0.003質量%以下およびN：0.004質量%以下の鋼材を用いることが、上記した初層溶接における溶接金属のS量、O量およびN量を抑制する上では好適である。

[0047] 初層溶接で用いる溶接ワイヤのSi量およびMn量の合計：1.5質量%以上3.5質

量%以下

上記した熔融金属の垂れを防ぎかつ安定した溶接ビード形状の外観を得るには、適正量のスラグを形成することが重要である。スラグは主に SiO_2 と MnO で構成されており、このスラグ量は、溶接ワイヤのSi量およびMn量の合計に大きく左右される。

ここに、溶接ワイヤのSi量およびMn量の合計が1.5質量%未満では、熔融金属の垂れを防ぐのに十分なスラグ量が得られない。一方、溶接ワイヤのSi量およびMn量の合計が3.5質量%を超えると、スラグが塊となり次層以降の溶接に支障を与える場合がある。従って、初層溶接で用いる溶接ワイヤのSi量およびMn量の合計は、1.5質量%以上3.5質量%以下とすることが好ましい。より好ましくは1.8質量%以上2.8質量%以下である。

[0048] 初層溶接で用いる溶接ワイヤのTi量、Al量およびZr量の合計：0.08質量%以上0.5質量%以下

上記した熔融金属の垂れを防ぎかつ安定した溶接ビード形状の外観を得るのに重要な役割を果たすスラグの物性（粘性）に大きく影響するのが、 TiO_2 、 Al_2O_3 、 Zr_2O_3 である。

ここに、溶接ワイヤのTi量、Al量およびZr量の合計が0.08質量%未満では、熔融金属の垂れを防ぐのに有効なスラグの粘性が得られない。一方、溶接ワイヤのTi量、Al量およびZr量の合計が0.5質量%を超えると、スラグの除去、再溶融ともに困難となり、次層以降の溶接に支障が生じる。

従って、初層溶接で用いる溶接ワイヤのTi量、Al量およびZr量の合計は、0.08質量%以上0.5質量%以下とすることが好ましい。より好ましくは0.15質量%以上0.25質量%以下である。

[0049] なお、上記した以外の溶接ワイヤの成分については、溶接する厚鋼材の成分に応じ適宜選択すればよいが、上記した溶接金属中のS量、O量およびN量を抑制する観点からは、S：0.03質量%以下、O：0.01質量%以下、N：0.01質量%以下とし、さらにSi：0.05～0.80質量%、Al：0.005～0.050質量%の範囲とした溶接ワイヤ（例えば、JIS Z 3312 YGW18やJIS Z 3319 YFEG-22C

等)を用いることが、好適である。

[0050] シールドガス組成：CO₂ガスを20体積%以上

溶接部の溶け込みは、アークそのものによるガウジング効果と高温状態にある溶接金属の対流によって支配されている。溶接金属の対流が内向きとなる場合、高温の溶接金属が上から下方向に対流するのでアーク直下の溶け込みが増す。一方、溶接金属の対流が外向きとなる場合、高温の溶接金属が中央から左右方向に対流し、溶接ビードが広がりを持つとともに開先面の溶け込みが増す。従って、本発明の目標とする厚鋼材の立向き多層ガスシールドアーク溶接において、溶融（溶接）金属の垂れを抑制し均一な溶接ビード形状を得るには、溶接金属の対流を内向きとすることが好ましい。

ここで、溶接金属の湯流れを支配する酸素（O）を低減する観点で言えば、CO₂ガスを低く抑える方が有利であるが、CO₂ガスは解離吸熱反応によりアークそのものを緊縮させ、溶接金属の対流をより内向きとする効果がある。

このため、シールドガス組成としては、CO₂ガスを20体積%以上とすることが好ましい。より好ましくは60体積%以上である。なお、CO₂ガス以外の残部は、Ar等の不活性ガスを用いればよい。また、CO₂ガス：100体積%であってもよい。

[0051] また、溶接部の溶け込みは、アークの指向性およびガウジング効果にも影響される。従って、溶接の極性は、アークの指向性およびガウジング効果のより大きいワイヤマイナス（正極性）とすることが好ましい。

[0052] 上記以外の条件については、特に規定する必要はないが、平均溶接電流270A未満では、溶融池が小さく、表面側ではトーチウイーピング毎に溶融と凝固を繰り返す多層溶接のような状態となり融合不良、スラグ巻き込みが生じ易い。一方、平均溶接電流が360Aを超えると、溶融（溶接）金属の垂れが生じ易くなる他、溶接ヒュームとスパッタによりアーク点の確認が困難となるため施工中の調整が難しくなる。このため、平均溶接電流は、270～360Aとすることが好ましい。また、平均溶接電流を270～360Aとすることで、溶接ヒューム、スパッタの発生を抑えつつ安定した溶込みが得られることから、本発明

の溶接を行う上で一層有利となる。

これ以外の条件については定法に従えばよく、例えば、溶接電圧：32～37V（電流とともに上昇）、溶接速度（上進）：3～15cm/分（好適には4～9cm/分）、ワイヤ突き出し長さ：20～45mm、ワイヤ径：1.2～1.6mm程度とすればよい。

[0053] なお、初層以外の各層における溶接条件については、特に限定されず、基本的には上記した初層の溶接条件と同様とすればよい。

また、溶接完了までの積層数は、積層欠陥を防止する観点から2乃至4層程度とすることが好ましい。なお、本発明の溶接方法では、1層あたり1パスの積層溶接を基本とする。

実施例

[0054] 表1に示す開先形状とした2枚の鋼材に、表2に示す溶接条件で狭開先の立向き上進多層ガスシールドアーク溶接を施した。

ここで、鋼材はいずれも、S：0.005質量%以下、O：0.003質量%以下、N：0.004質量%以下のものを用いた。なお、鋼材の開先加工には、ガス切断を用い、開先面には研削等の手入れは行わなかった。

また、溶接ワイヤは、鋼材強度用またはそれより1ランク上用のグレードの1.2mmφのソリッドワイヤを用いた。なお、使用した溶接ワイヤ中の成分組成はいずれも、S：0.005質量%以下、O：0.003質量%以下、N：0.005質量%以下、Si：0.6～0.8質量%、Al：0.005～0.03質量%であった。

さらに、溶接電流は270～360A、溶接電圧は32～37V（電流とともに上昇）、平均溶接速度は3～15cm/分（溶接中に調整）、平均のワイヤ突き出し長さは30mmとし、溶接長さは400mmとした。また、No.11を除き、通常のアーク溶接のノズルとは別のガスシールドシステムを設けて、溶接を行った。

なお、初層以外の各層における溶接については、基本的に初層溶接と同じ入熱条件とした。

[0055] 初層溶接後、任意に選んだ5点の断面マクロ組織観察により、ビード幅および接合深さを測定した。なお、ビード幅については、測定した値の最大値

を初層溶接ビード幅 W とし、接合深さについては、測定した値の最小値を初層溶接接合深さ D とした。

[0056] また、初層溶接時における溶融金属の垂れを、目視により次のように評価した。

◎：溶接金属の垂れなし

○：溶接金属の垂れ2箇所以下

×：溶接金属の垂れ5箇所以上、または、溶接中断

[0057] さらに、最終的に得られた溶接継手について、超音波探傷検査を実施し、次のように評価した。

◎：検出欠陥なし

○：欠陥長さが3mm以下の合格欠陥のみを検出

×：欠陥長さが3mmを超える欠陥を検出

これらの結果も併せて表2に示す。

[0058]

[表1]

表1

No.	鋼材		開先形状		
	鋼種 (グレード)	板厚 t (mm)	形状	開先 角度 θ (°)	開先 キップ G (mm)
1	570MPa級	40	レ形	10	6
2	570MPa級	100	V形	5	12
3	400MPa級	45	V形	25	0
4	490MPa級	40	I形	0	20
5	耐食鋼	50	V形	8	8
6	590MPa級	80	V形	10	0
7	570MPa級	40	V形	5	6
8	490MPa級	60	V形	5	10
9	590MPa級	80	V形	10	12
10	780MPa級	60	V形	6	12
11	490MPa級	80	V形	7	12
12	490MPa級	60	Y形	5	10
13	490MPa級	60	Y形	5	10
14	490MPa級	40	V形	10	8
15	490MPa級	40	V形	10	8
16	490MPa級	40	V形	10	8
17	490MPa級	40	V形	5	10
18	490MPa級	80	V形	5	5

[0059]

[表2]

表2

No.	溶接施工条件				初層溶接条件							初層 接合長さ D (mm)	初層 ビード幅 W (mm)	溶接金属中 のOとSの 合計量 (質量ppm)	溶接金属中 のN量 (質量ppm)	溶接金属 の 垂直評価	超音波 探傷検査 結果	備考		
	極性	シールド ガス組成	溶接 ワイヤ Si+Mn量 (質量%)	溶接 ワイヤ Ti+Al+Zr量 (質量%)	ワイピング 長さ L (mm)	ワイピング 最大幅 M (mm)	溶接 ワイピング 角度 φ (°)	平均 溶接 電流 (A)	平均 溶接 電圧 (V)	溶接速度 (cm/分)	入熱量 (kJ/cm)									
1	ワイヤ アーク	100%CO ₂	2	1.5	0.21	台形	15	4	25	280	31	5.5	95	25	10	380	52	◎	○	発明例
2	ワイヤ アーク	40%Ar- 60%CO ₂	3	3.5	0.08	V字形	50	12	50	320	33	4.0	158	50	16	400	70	◎	○	発明例
3	ワイヤ アーク	100%CO ₂	2	1.8	0.23	三角形	38	14	35	300	32	6.0	96	40	18	380	48	◎	◎	発明例
4	ワイヤ アーク	100%CO ₂	2	2.2	0.15	コ字形	18	18	30	310	32	3.5	170	20	20	380	52	◎	◎	発明例
5	ワイヤ アーク	20%Ar- 80%CO ₂	2	2.8	0.22	台形	25	10	40	330	35	5.0	139	28	12	380	60	◎	◎	発明例
6	ワイヤ アーク	100%CO ₂	3	2.0	0.25	台形	35	2	45	270	28	15.0	30	38	7	380	64	◎	◎	発明例
7	ワイヤ アーク	100%CO ₂	2	2.6	0.23	台形	25	5	35	270	29	6.0	78	28	9	380	63	◎	◎	発明例
8	ワイヤ アーク	100%CO ₂	4	2.6	0.50	コ字形	18	10	30	350	35	6.0	123	20	12	380	63	◎	◎	発明例
9	ワイヤ アーク	100%CO ₂	4	2.3	0.20	台形	18	12	35	340	34	4.5	154	21	16	380	65	◎	◎	発明例
10	ワイヤ アーク	100%CO ₂	3	2.5	0.22	台形	18	12	40	320	34	4.5	145	21	14	380	47	◎	◎	発明例
11	ワイヤ アーク	20%Ar- 80%CO ₂	4	2.6	0.26	台形	20	14	60	360	37	5.0	180	22	15	420	150	○	○	発明例
12	ワイヤ アーク	100%CO ₂	3	3.6	0.00	台形	20	10	65	300	30	4.5	120	22	12	380	48	○	○	発明例
13	ワイヤ アーク	100%CO ₂	3	1.2	0.52	台形	21	10	60	360	37	5.0	180	24	12	450	120	○	○	発明例
14	ワイヤ アーク	100%CO ₂	3	2.2	0.25	台形	25	13	75	270	28	3.0	151	30	13	390	54	◎	○	発明例
15	ワイヤ アーク	100%CO ₂	3	2.2	0.25	台形	25	13	85	320	33	6.0	106	22	12	390	54	x	x	比較例
16	ワイヤ アーク	100%CO ₂	2	2.3	0.24	台形	25	5	60	350	35	5.0	147	27	13	380	60	○	x	比較例
17	ワイヤ アーク	60%Ar- 40%CO ₂	8	4.0	0.20	台形	5	10	50	200	28	15.0	22	5	10	380	60	x	x	比較例
18	ワイヤ アーク	80%Ar- 20%CO ₂	2	1.3	0.18	台形	65	10	70	380	36	3.0	274	68	11	380	60	○	x	比較例

表2

[0060] 表2に示したとおり、発明例であるNo.1～14では、初層溶接金属の垂れはないか、あっても2箇所以下であった。また、超音波探傷検査でも、検出欠陥がないか、あっても欠陥長さが3mm以下であった。

一方、比較例であるNo.15～19は、5箇所以上の溶接金属の垂れがあるか、および／または超音波探傷検査において欠陥長さが3mm超の欠陥が検出された。

[0061] また、図5(a)に発明例であるNo.7の初層溶接後の表(溶接施工側)の外観写真を、(b)に断面マクロ組織写真の一例を示す。同図より、ウイーピング条件等を適正に制御したNo.7の発明例では、初層溶接における接合深さDが28mm程度と所望の接合深さが得られていることがわかる。また、同時に安定した溶接ビード形状も得られていた。

符号の説明

- [0062] 1 : 厚鋼材
2 : 厚鋼材の開先面
3 : 鋼材下段部の開先
4 : 溶接トーチ
5 : 溶接ワイヤ
6 : 裏当て材
7 : 溶接ビード
 θ : 開先角度
G : 開先ギャップ
h : 鋼材下段部の開先高さ
t : 板厚
 ϕ : 水平方向に対する溶接トーチの角度
D : 初層溶接における接合深さ
W : 初層溶接における溶接ビード幅
L : 板厚方向へのウイーピング深さ
M : 板厚方向および溶接線に直角な方向へのウイーピング最大幅

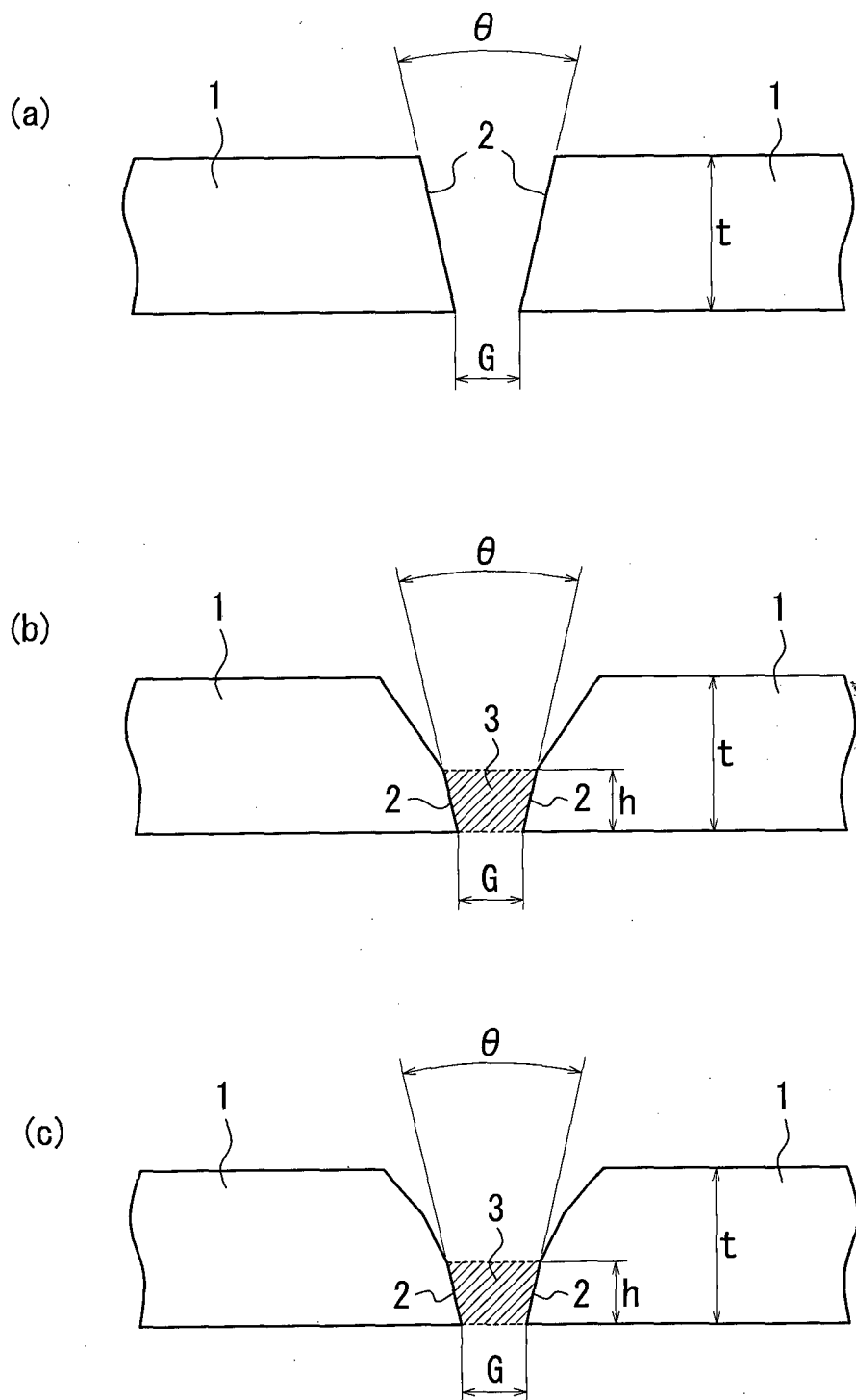
請求の範囲

- [請求項1] 開先角度を 25° 以下、開先ギャップを20mm以下として、板厚が40mm以上である2枚の厚鋼材を、ウィーピングを用いる立向き多層溶接により接合する立向き狭開先ガスシールドアーク溶接方法において、
- 初層溶接時に、溶接トーチの角度を水平方向に対して 25° 以上 75° 以下、溶接入熱を30kJ/cm以上170kJ/cm以下にするとともに、板厚方向へのウィーピング深さを15mm以上50mm以下、かつ初層溶接における溶接ビード幅をWとした場合に、板厚方向および溶接線に直角な方向へのウィーピング最大幅を $(W-6)$ mm以上Wmm以下として、溶接トーチのウィーピングを行い、
- 前記初層溶接における接合深さを20mm以上50mm以下とする立向き狭開先ガスシールドアーク溶接方法。
- [請求項2] 前記初層溶接のウィーピングにおいて、溶接線方向から見た溶接トーチのウィーピングパターンがコの字形である請求項1に記載の立向き狭開先ガスシールドアーク溶接方法。
- [請求項3] 前記初層溶接における溶接金属のS量およびO量の合計が450質量ppm以下でかつ、N量が120質量ppm以下である請求項1または2に記載の立向き狭開先ガスシールドアーク溶接方法。
- [請求項4] 前記初層溶接で用いる溶接ワイヤのSi量およびMn量の合計が1.5質量%以上3.5質量%以下である請求項1～3のいずれかに記載の立向き狭開先ガスシールドアーク溶接方法。
- [請求項5] 前記初層溶接で用いる溶接ワイヤのTi量、Al量およびZr量の合計が0.08質量%以上0.5質量%以下である請求項1～4のいずれかに記載の立向き狭開先ガスシールドアーク溶接方法。
- [請求項6] シールドガスとして20体積%以上の CO_2 ガスを含有するガスを用いる請求項1～5のいずれかに記載の立向き狭開先ガスシールドアーク溶接方法。
- [請求項7] 前記初層溶接において、平均溶接電流が270A以上360A以下の範囲で

ある請求項 1 ～ 6 のいずれかに記載の立向き狭開先ガスシールドアーク溶接方法。

1/5

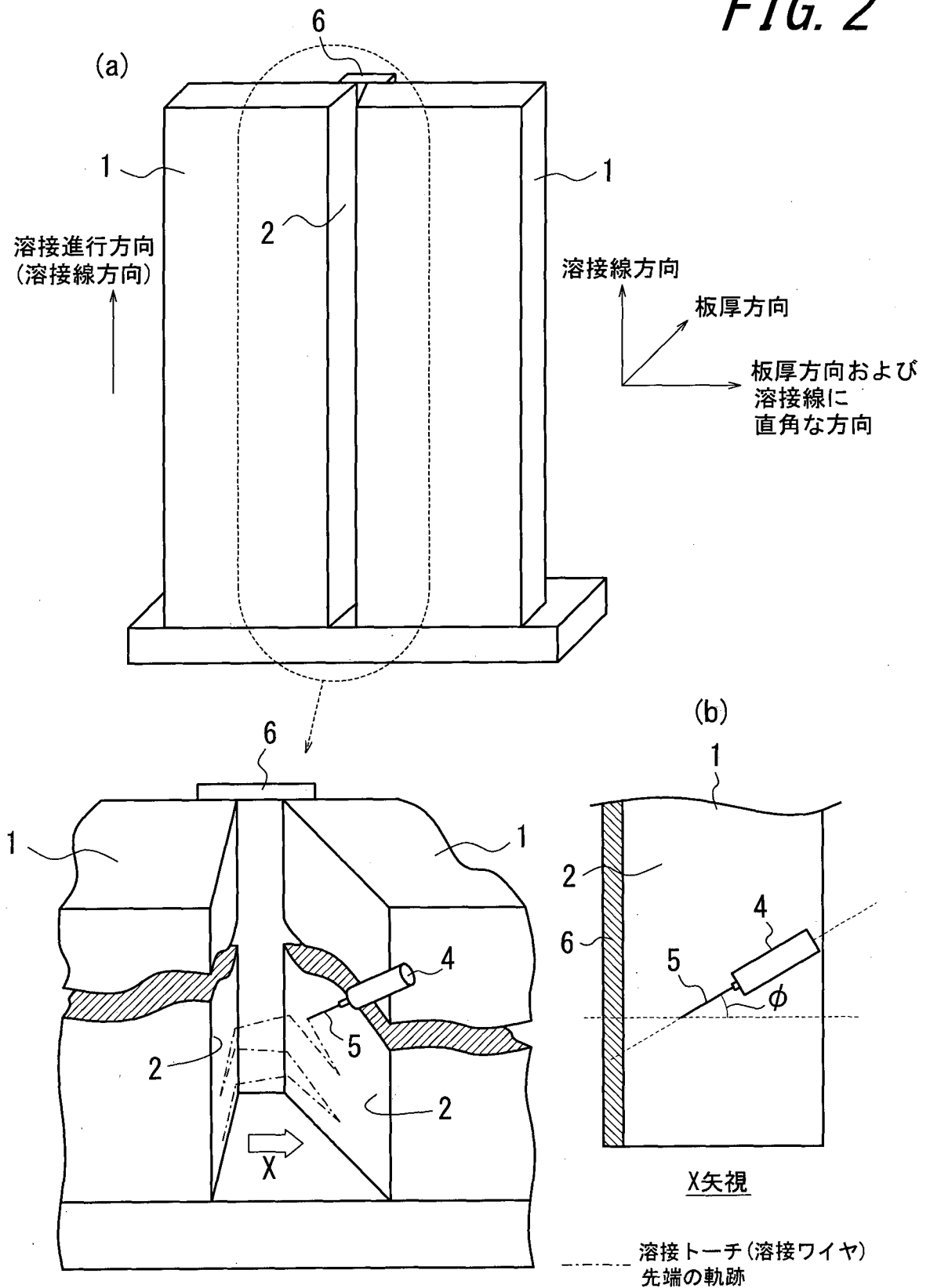
[図1]

FIG. 1

2 / 5

[図2]

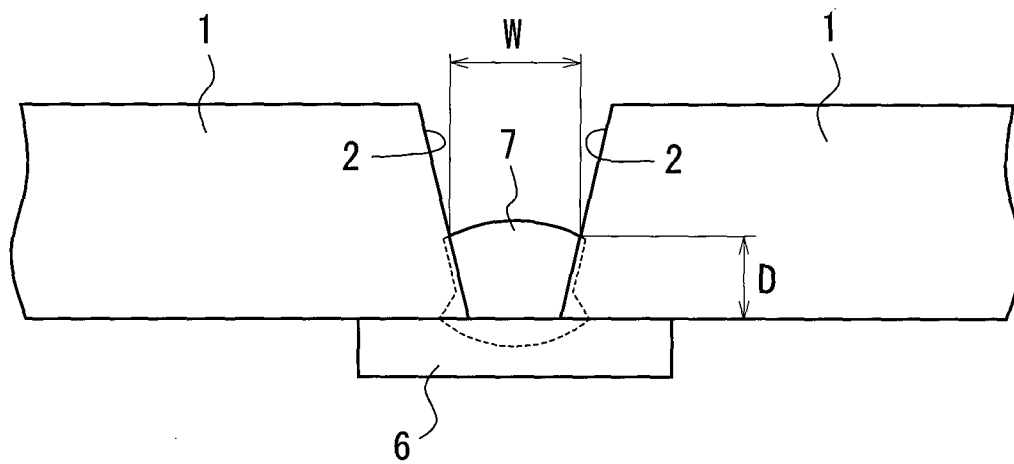
FIG. 2



3/5

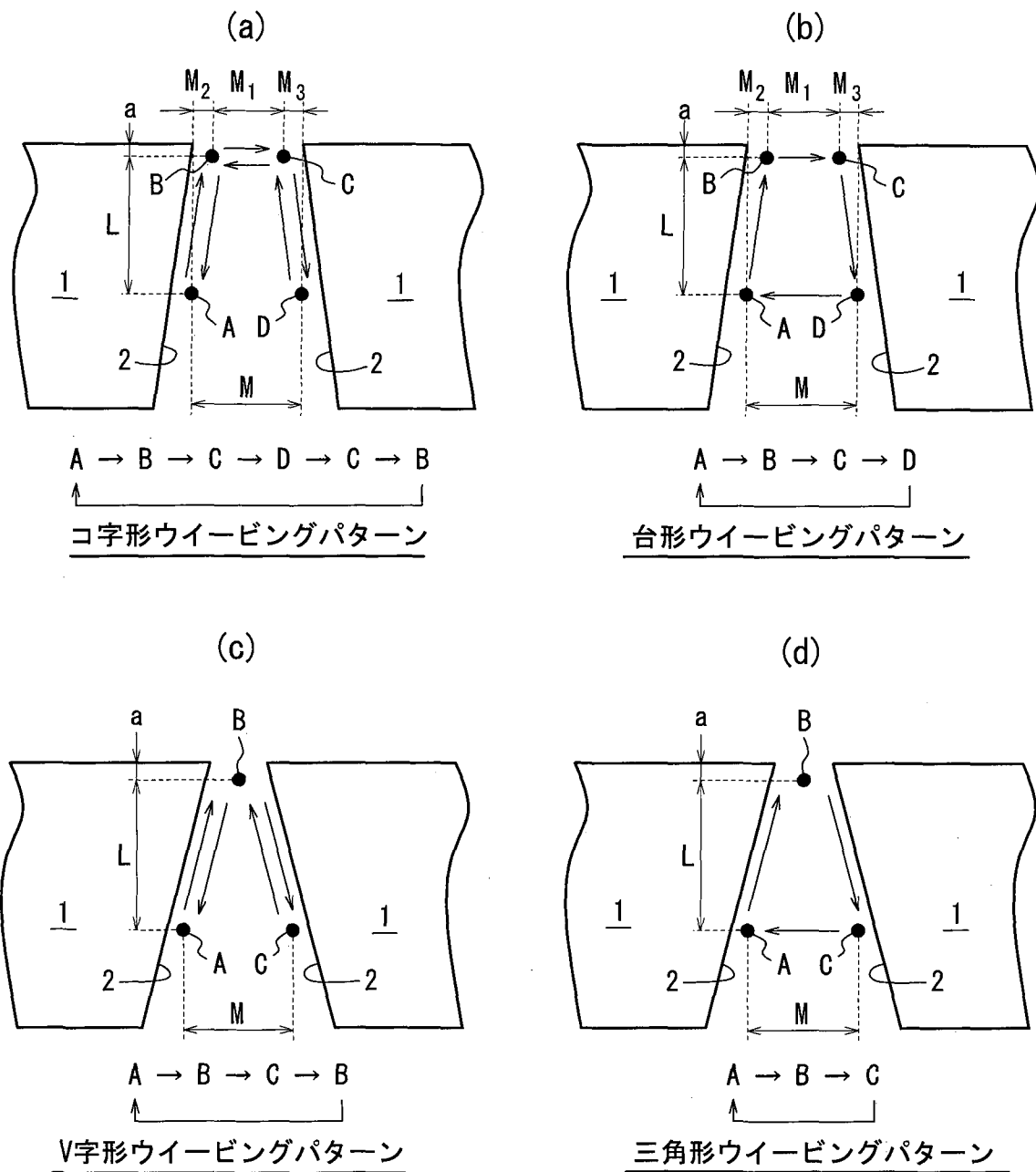
[図3]

FIG. 3



[図4]

FIG. 4



板厚方向

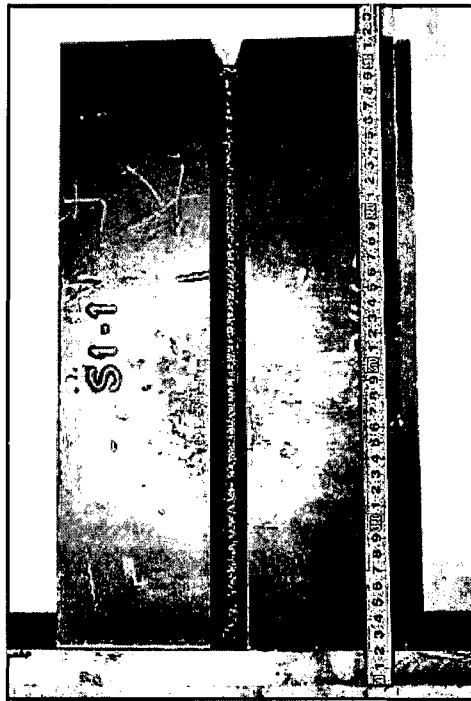
板厚方向および溶接線に
直角な方向

5/5

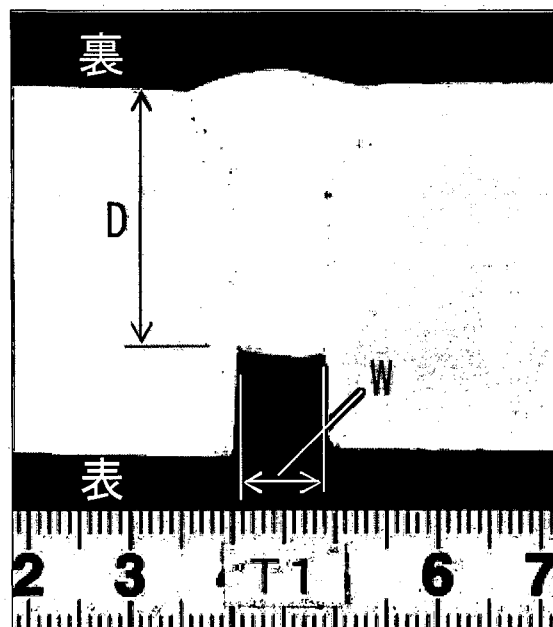
[図5]

FIG. 5

(a)



(b)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/064839

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B23K9/173(2006.01)i, B23K9/02(2006.01)i, B23K9/022(2006.01)i

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)

B23K9/173, B23K9/02, B23K9/022

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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 8-71751 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 19 March 1996 (19.03.1996), entire text; drawings (Family: none)	1-7
A	JP 2000-52040 A (Kobe Steel, Ltd.), 22 February 2000 (22.02.2000), entire text; drawings (Family: none)	1-7
A	JP 2001-239367 A (Kawasaki Steel Corp.), 04 September 2001 (04.09.2001), entire text; drawings (Family: none)	1-7

☒ 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
11 August 2015 (11.08.15)

Date of mailing of the international search report
25 August 2015 (25.08.15)

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/064839

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 3210520 A (CHICAGO BRIDGE & IRON CO.), 05 October 1965 (05.10.1965), entire text; drawings & GB 1039313 A & DE 1565454 A	1-7
A	US 4175227 A (VEREINIGTE OSTERREICHISCHE EISEN- UND STAHLWERKE-ALPINE MONTAN AG), 20 November 1979 (20.11.1979), entire text; drawings & GB 1577189 A & DE 2754426 A & FR 2374994 A	1-7
A	JP 51-56752 A (Kobe Steel, Ltd.), 18 May 1976 (18.05.1976), entire text; drawings & US 4029933 A & GB 1493415 A & DE 2505434 A & FR 2290983 A	1-7
A	JP 2013-46932 A (Toshiba Corp.), 07 March 2013 (07.03.2013), entire text; drawings (Family: none)	1-7
A	JP 11-267843 A (Kobe Steel, Ltd.), 05 October 1999 (05.10.1999), entire text; drawings (Family: none)	1-7

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B23K9/173(2006.01)i, B23K9/02(2006.01)i, B23K9/022(2006.01)i

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（I P C））

Int.Cl. B23K9/173, B23K9/02, B23K9/022

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	1971-2015年
日本国実用新案登録公報	1996-2015年
日本国登録実用新案公報	1994-2015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 8-71751 A（三菱重工業株式会社） 1996.03.19, 全文及び図面（ファミリーなし）	1-7
A	JP 2000-52040 A（株式会社神戸製鋼所） 2000.02.22, 全文及び図面（ファミリーなし）	1-7
A	JP 2001-239367 A（川崎製鉄株式会社） 2001.09.04, 全文及び図面（ファミリーなし）	1-7

☒ 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

11.08.2015

国際調査報告の発送日

25.08.2015

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

山崎 孔徳

3 P

4025

電話番号 03-3581-1101 内線 3364

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	US 3210520 A (CHICAGO BRIDGE & IRON COMPANY) 1965. 10. 05, 全文及び図面 & GB 1039313 A & DE 1565454 A	1-7
A	US 4175227 A (VEREINIGTE OSTERREICHISCHE EISEN- UND STAHLWERKE-ALPINE MONTAN AKTIENGESELLSCHAFT) 1979. 11. 20, 全文及び図面 & GB 1577189 A & DE 2754426 A & FR 2374994 A	1-7
A	JP 51-56752 A (株式会社神戸製鋼所) 1976. 05. 18, 全文及び図面 & US 4029933 A & GB 1493415 A & DE 2505434 A & FR 2290983 A	1-7
A	JP 2013-46932 A (株式会社東芝) 2013. 03. 07, 全文及び図面 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 11-267843 A (株式会社神戸製鋼所) 1999. 10. 05, 全文及び図面 (ファミリーなし)	1-7