

(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
2013 年 9 月 6 日(06.09.2013)



(10) 国際公開番号

WO 2013/129151 A1

- (51) 国際特許分類:
B23K 9/16 (2006.01) B23K 10/02 (2006.01)
B23K 9/173 (2006.01) B23K 28/02 (2006.01)
B23K 10/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/053815
- (22) 国際出願日: 2013 年 2 月 18 日(18.02.2013)
- (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 2012-044483 2012 年 2 月 29 日(29.02.2012) JP
- (71) 出願人: 本田技研工業株式会社(HONDA MOTOR CO., LTD.) [JP/JP]; 〒1078556 東京都港区南青山 2-1-1 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 村松 祐輔(MURAMATSU Yusuke); 〒3213395 栃木県芳賀郡芳賀町芳賀台 6-1 ホンダエンジニアリング株式会社内 Tochigi (JP). 松本 克也(MATSUMOTO Katsuya); 〒3213395 栃木県芳賀郡芳賀町芳賀台 6-1 ホンダエンジニアリング株式会社内 Tochigi (JP). 北川 純(KITAGAWA Jun); 〒3213395 栃木県芳賀郡芳賀町芳賀台 6-1 ホンダエンジニアリング株式会社内 Tochigi (JP). 瀬戸田 啓志(SETODA Keishi);

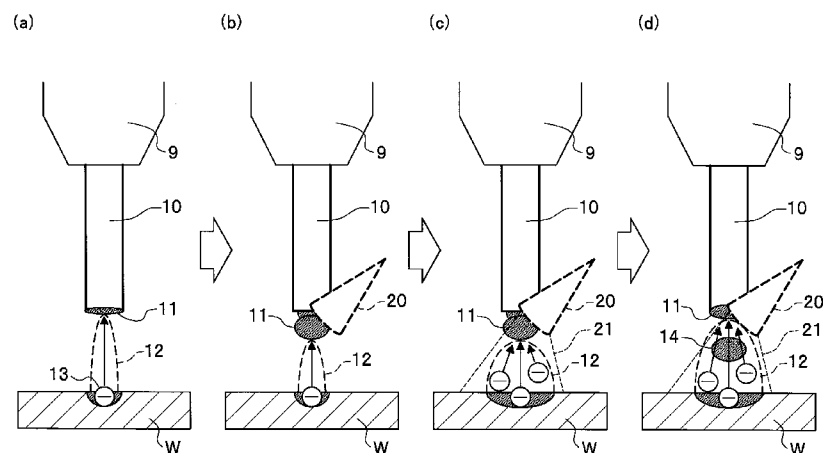
〒3213395 栃木県芳賀郡芳賀町芳賀台 6-1
ホンダエンジニアリング株式会社内 Tochigi (JP).

- (74) 代理人: 磯野 道造(ISONO Michizo); 〒1020093 東京都千代田区平河町 2 丁目 7 番 4 号 砂防会館別館内 磯野国際特許商標事務所気付 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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI

[続葉有]

(54) Title: PLASMA-MIG WELDING METHOD AND WELDING TORCH

(54) 発明の名称: プラズマ-MIG 溶接方法および溶接トーチ



(57) Abstract: Provided are a plasma-MIG welding method and a welding torch that are capable of reducing spatter amount without relying on control of the MIG welding power supply. The plasma-MIG welding method employs a plasma-MIG welding device configured from: a plasma torch section that includes a plasma nozzle and a plasma electrode; and an MIG torch (9) that includes an MIG tip and a welding wire (10). The plasma torch section and the MIG torch (9) are arranged so as to face in different directions at a predetermined distance from one another. The plasma-MIG welding method is characterized in that a plasma arc (21) is made to overlap locally with the tip portion of the welding wire (10) in order to carry out heating, and in a state in which melting of the welding wire (10) has been promoted, MIG welding is carried out without short-circuiting between a workpiece (W) and the tip (11) of the welding wire (10), said welding wire (10) being a consumable electrode.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2013/129151 A1



(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, 添付公開書類:
NE, SN, TD, TG).

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

M I G 溶接電源のコントロールに依存することなくスパッタ量を低減させることができるプラズマ—M I G 溶接方法および溶接トーチを提供する。プラズマ—M I G 溶接方法は、プラズマノズルおよびプラズマ電極を含むプラズマトーチ部と、M I G チップおよび溶接ワイヤ (10) を含む M I G トーチ (9) とが、互いに異なる向きで所定距離だけ離間して配置されてなるプラズマ—M I G 溶接装置を用いた溶接方法であって、溶接ワイヤ (10) の先端部分に対して局所的にプラズマアーク (21) をオーバーラップさせて加熱し、溶接ワイヤ (10) の溶融を促進させた状態で、消耗電極である溶接ワイヤ (10) の先端 (11) とワーク (W) との間で短絡させることなく M I G 溶接を行うことを特徴とする。

明 細 書

発明の名称： プラズマ－M I G溶接方法および溶接トーチ

技術分野

[0001] 本発明は、プラズマにより消耗電極式溶接をアシストする技術に係り、特に、プラズマ－M I G溶接方法および溶接トーチに関する。

背景技術

[0002] 従来、M I G溶接方法 (metal inert gas welding) が知られている。従来の典型的なM I Gトーチは、図6に示すように、M I Gチップ101と、このチップ内に挿通される溶接ワイヤ102と、シールドノズル103と、を備える。そして、例えば直流電源である図示しないM I G用溶接電源から給電用のM I Gチップ101を介して、消耗電極である溶接ワイヤ102に電力を供給してアーク (M I Gアーク) 104を発生させる。このとき、M I Gチップ101とシールドノズル103との間には、アルゴン等のシールドガス105が供給される。図6に示すように、M I Gチップ101と、シールドノズル103とは中心軸が一致し (同軸)、先端側がワークWの表面に対向している。つまり、M I Gチップ101は先端側が下を向き、溶接材料となる溶接ワイヤ102は溶融すると、先端から溶滴106がほぼ真下のワークWの表面に落下し、ワークWの表面には溶融池107が生成される。

[0003] また、従来、プラズマ－M I G溶接方法が知られている (例えば、特許文献1参照)。従来の典型的なプラズマ－M I Gトーチは、図7に示すように、消耗電極である溶接ワイヤ210に給電するためのM I Gチップ201と、プラズマ電極202と、プラズマノズル203と、シールドノズル204と、を備える。ここで、中空電極であるプラズマ電極202は、水冷された導電性部材で構成され、M I Gチップ201の外側に配設されている。プラズマノズル203はプラズマ電極202の外側に配設され、シールドノズル204はプラズマノズル203の外側に配設されている。M I Gチップ201と、プラズマ電極202との間には、ArやAr+CO₂の混合ガスといっ

たセンターガス205が供給され、プラズマ電極202とプラズマノズル203との間には、プラズマガス（動作ガス）206が供給され、プラズマノズル203とシールドノズル204との間には、ArやAr+CO₂の混合ガスといったシールドガス207が供給される。そして、例えば直流電源である図示しないMIG用溶接電源からMIGチップ201を介して溶接ワイヤ210に電力を供給してMIGアーク208を発生させる。また、図示しないプラズマ用溶接電源からプラズマ電極202に電力を供給して、プラズマアーク209を発生させる。

- [0004] 図7に示すように、MIGチップ201および溶接ワイヤ210と、プラズマ電極202と、プラズマノズル203と、シールドノズル204とは中心軸が一致し（同軸）、先端側がワークWの表面に対向している。つまり、MIGチップ201と、プラズマ電極202と、プラズマノズル203と、シールドノズル204とは先端側が下を向き、溶接材料となる溶接ワイヤ210は、溶融すると溶滴がほぼ真下のワークWの表面に落下する。また、MIGチップ201とプラズマ電極202とが同軸であるため、図7に示すように、MIGチップ201を介して供給される溶接ワイヤ210およびMIGアーク208を包みこむようにプラズマアーク209が生じている。また、同軸であるため、アーク反発が起こらないように、図示しないMIG用溶接電源の正極がMIGチップ201に接続されると共に、図示しないプラズマ用溶接電源の正極がプラズマ電極202に接続される必要がある。なお、このとき各電源の負極はワークWに接続される。

先行技術文献

特許文献

- [0005] 特許文献1：特開2011-121057号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0006] 一般的に、MIGでは、溶融したワイヤの周囲へのスパッタが発生する。

このときのスパッタ量は、溶滴の移行モデルの種類によって異なっている。溶滴の移行モデルは、例えば溶接電流の大きさに応じて区別され、約300 A以上の大電流域でのスプレー移行、約150 A以下の小電流域での短絡移行、その中間の中電流域でのグロービュール移行等が知られている。

[0007] 溶接電流の大きさの違いは、例えば溶接対象として想定しているワークの材質の違いや厚さの違いに対応付けられる。ここで、例えば、ワークの材質が同じで、厚さが違う場合を想定する。例えば、船舶、原子力、橋梁、建築物等に用いるワークとしては、例えば板厚がおよそ20～30 mmのものが想定されている。これらを厚板領域のワークと呼ぶ。また、例えば、自動車等の車体に用いるワークとしては、例えば板厚がおよそ2 mmのもの、あるいは数枚重ねて4 mm程度のものが想定されている。これらを薄板領域のワークと呼ぶ。

[0008] 薄板領域のワークのMIG溶接に際しては、およそ200 A以下の電流域が想定されている。この電流域での溶滴の移行モデルは、一般に短絡移行である。溶滴の移行モデルが短絡移行であるときに、MIG溶接電源の通電波形コントロールによって、例えば短絡する前後のタイミングを溶接電圧により検知して溶接電流を調整する制御を行うことでスパッタ量を低減する工夫等が提案され、行われてきた。しかしながら、MIG溶接電源のコントロールによるスパッタ量の低減効果には、限界がある。

[0009] そこで、本発明では、前記した問題を解決し、MIG溶接電源のコントロールに依存することなくスパッタ量を低減させることができるプラズマMIG溶接方法および溶接トーチを提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

[0010] 前記課題を解決するために、本願発明者らは、プラズマMIG溶接において溶滴の移行モデルとスパッタ量との関係について種々検討を行った。その結果、MIGトーチとプラズマトーチ部とを離間させて別軸とした溶接トーチを用いて、MIGトーチにおいて給電された溶接ワイヤの溶融をプラズマでアシストして、溶接ワイヤをプラズマで加熱することにより、短絡移行

させることなく溶接ワイヤの先端から溶滴を落下させることで、スパッタを低減できることを見出した。

[0011] 前記課題を解決するために、本発明に係るプラズマMIG溶接方法は、プラズマノズルおよびプラズマ電極を含むプラズマトーチ部と、MIGチップおよび溶接ワイヤを含むMIGトーチとが、互いに異なる向きで所定距離だけ離間して配置されてなるプラズマMIG溶接装置を用いた溶接方法であって、前記溶接ワイヤの先端部分に対して局所的にプラズマアークをオーバーラップさせて加熱し、前記溶接ワイヤの溶融を促進させた状態で、消耗電極である前記溶接ワイヤの先端と被溶接物との間で短絡させることなくMIG溶接を行うことを特徴とする。

[0012] このようにすることで、MIGトーチにおいてMIGチップを挿通する溶接ワイヤの溶融がプラズマにより促進されて、溶接ワイヤが溶融して発生する溶滴が空中散布され、短絡が生じることない。このため、溶滴の移行モデルが短絡移行となるような低いMIG溶接電流が実際には供給されたとしても、溶接ワイヤの先端部分に関しては、溶滴の移行モデルがドロップ移行となるような大きさのMIG溶接電流があたかも供給されたかのような効果を奏する。そのため、MIG溶接電源のコントロールに依存することなく、スパッタ量を低減させることができる。

[0013] また、本発明に係るプラズマMIG溶接方法は、前記MIGトーチに供給されるシールドガスのノズルの先端から前記溶接ワイヤが突き出た突き出し部分のうちの一部である先端部分を加熱することが好ましい。

[0014] このようにすることで、溶接ワイヤが突き出た突き出し部分を全体的に加熱することはないので、加熱する部分を適宜変更することで、溶接ワイヤが溶融して発生する溶滴のサイズを所望サイズにすることができる。したがって、溶接ワイヤの突き出し部分のうちの加熱する部分の長さを管理することで、溶滴の移行を安定させることができる。

[0015] また、本発明に係るプラズマMIG溶接方法は、前記溶接ワイヤの前記突き出し部分において、当該溶接ワイヤの径の3～10倍の長さの先端部分

を加熱することが好ましい。

このようにすることで、溶接ワイヤが溶融して発生する溶滴のサイズが小さくなるので、溶滴の移行が安定する。したがって、スパッタ量を効果的に低減できる。

[0016] また、本発明に係るプラズマMIG溶接方法は、前記溶接ワイヤの溶融を促進させることで、当該溶接ワイヤの径の1～2倍の径の溶滴を発生させるように加熱することが好ましい。このようにすることで、溶滴のサイズが、グロービュール移行の場合に比べておよそ1/3から1/2に小さくなるので、溶滴の移行が安定して、スパッタ量を効果的に低減できる。

[0017] また、本発明に係る溶接トーチは、前記いずれかのプラズマMIG溶接方法で使用されるプラズマMIG溶接装置の溶接トーチであって、プラズマノズルおよびプラズマ電極を含むプラズマトーチ部と、MIGチップおよび溶接ワイヤを含むMIGトーチとが互いに異なる向きで所定距離だけ離間して配置され、前記プラズマトーチ部と前記MIGトーチとが、前記溶接ワイヤの先端部分に対して局所的にプラズマアークをオーバーラップさせることのできる位置に配設され、前記プラズマトーチ部の中心軸線と、前記MIGトーチの中心軸線とが鋭角で交差していることを特徴とする。

[0018] かかる構成によれば、溶接トーチは、溶接ワイヤの先端部分に対して局所的にプラズマアークをオーバーラップさせて加熱できるので、溶接ワイヤの溶融を促進させた状態で、溶接ワイヤの先端と被溶接物との間で短絡させることなくMIG溶接を行うことができる。

発明の効果

[0019] 本発明によれば、MIG溶接電源のコントロールに依存することなくスパッタ量を低減させることができる。

図面の簡単な説明

[0020] [図1]本発明に係るプラズマMIG溶接方法を用いたときのワイヤ先端の模式図であって、(a)はMIG溶接の開始時のワイヤ先端の状態、(b)はプラズマによる加熱開始時のワイヤ先端の状態、(c)はプラズマアーク安

定化後のワイヤ先端の状態、(d)はワイヤ先端から溶融金属が分離した状態を示している。

[図2]溶接トーチの模式図であって、(a)は溶接トーチに収納されたプラズマトーチ部とMIGトーチ、(b)はMIGトーチに対するプラズマトーチ部の相対位置およびノズルの向きを特定するための配置のパラメータの設計例を示している。

[図3]本発明に係るプラズマMIG溶接方法を実施するための溶接システムの構成を示す模式図である。

[図4]比較例に係る貫通溶接方法の手順の説明図であって、(a)は穴掘り工程、(b)は穴掘り完了およびプラズマアークの消弧、(c)は穴埋め工程、(d)は貫通溶接時のMIG溶接電流およびプラズマ溶接電流の時間変化を示している。

[図5]本発明に係るプラズマMIG溶接方法を貫通溶接に適用したときの手順の説明図であって、(a)は穴掘り工程、(b)は穴埋め工程、(c)は貫通溶接時のMIG溶接電流およびプラズマ溶接電流の時間変化を示している。

[図6]従来技術のMIGトーチの構成の模式図である。

[図7]従来技術のプラズマMIGトーチの構成の模式図である。

発明を実施するための形態

[0021] 図面を参照して本発明を実施するための形態（実施形態という）について詳細に説明する。

[0022] [1. プラズマMIG溶接方法の概要]

ここでは、本発明の実施形態に係るプラズマMIG溶接方法の概要について図1(a), (b), (c), (d)を参照して説明する。

図1(a)に示すMIGトーチ9には、図示しないMIG用溶接電源の正極が接続されると共に、電源の負極が母材であるワークWに接続されている。MIG溶接を開始すると、MIGトーチ9から送出される溶接ワイヤ（以下、単にワイヤ10と表記する）は、給電により先端11が発熱し、ワーク

Wとの間にMIGアーク12が発生し、ワークWと電極（ワイヤ10）間では電子が電荷13を運ぶ。一般に、電荷を持ったワイヤが溶融池に接触（短絡）する時にスパッタが発生する。

[0023] 本実施形態に係るプラズマMIG溶接方法では、図1（b）に示すように、MIGトーチ9において給電されたワイヤ10の溶融を、図示しないプラズマトーチ部からのプラズマ20でアシストしてワイヤ10を加熱する。これにより、ワイヤ10の先端11の溶融が促進される。

[0024] 本実施形態に係るプラズマMIG溶接方法では、図1（c）に示すように、ワイヤ10とワークWとの間にプラズマ20が入ることにより、MIGアーク12はプラズマアーク21に包まれ、MIGアーク12が安定する。

[0025] 本実施形態に係るプラズマMIG溶接方法では、図1（d）に示すように、ワイヤ10とワークWとの間において、空中で溶滴14が分離され（空中散布）、ワークWに溶け込む。このとき、ワイヤ先端11から溶滴14が空中で分離されるので、溶滴14に電荷を持たせることはない。従来の短絡移行では、電荷を持ったワイヤが溶融池に接触（短絡）するためにスパッタが発生するが、本実施形態に係るプラズマMIG溶接方法によれば、プラズマによるワイヤ先端溶融アシスト効果があるので、一般的な短絡移行となるようなMIG溶接電流が供給されたとしても、溶滴14の移行モードは、実際には短絡移行とはならず、ドロップ移行となる。よって、スパッタを低減することができる。さらに、電荷を持たない溶滴14は、ぬれ性が良く、溶融池に良く馴染むことができる。

[0026] 本実施形態に係るプラズマMIG溶接方法は、MIGトーチ9と共にプラズマアークを発生させるトーチを備えるプラズマMIG溶接装置により実現することができる。このプラズマMIG溶接装置の備える溶接トーチ2の模式図を図2（a）、（b）に示す。

[0027] 図2（a）に示す溶接トーチ2は、プラズマトーチ部8と、MIGトーチ9とを収納する機能と、MIGトーチ9に供給されるシールドガスのためのシールドノズルとしての機能とを兼ねている。この溶接トーチ2には、プラ

ズマトーチ部8と、MIGトーチ9とが、互いに異なる向きで所定距離だけ離間して、プラズマトーチ部8の中心軸線と、MIGトーチ9の中心軸線とが鋭角（例えば 15° ）で交差するように配置されている。プラズマトーチ部8は図2（a）において左下向きであり、MIGトーチ9の向きおよび挿通されたワイヤ10の送出方向は図2（a）において右下向きである。

[0028] プラズマトーチ部8は、プラズマアーク溶接に用いられる一般的なプラズマトーチで構成されており、例えば、プラズマノズルおよびプラズマ電極を含む。MIGトーチ9は、MIG溶接に用いられる一般的なMIGトーチで構成されており、例えば、MIGチップおよびワイヤ10を含む。図2（a）では、MIGトーチ9を、チップとチップ内部のワイヤ10にて簡略化して示した。

[0029] 例えば、MIGトーチ9に対するプラズマトーチ部8の相対位置およびノズルの向きを特定するための配置のパラメータの設計例を図2（b）に示す。ここでは、例えば、プラズマトーチ部8のプラズマ電極の先端の中心を座標原点として、紙面上に鉛直面としてのXY平面（ $Z=0$ ）をとり、紙面に垂直な奥行き方向にZ軸をとった座標空間を想定している。ただし、説明を簡単にするために、図2（b）の溶接トーチ2では、例えば、XY平面（ $Z=0$ ）内の相対位置について説明する。なお、図2（b）では、図2（a）に示す溶接トーチ2を右回り（時計回り）に所定角度回転させて破線で示す。

[0030] 図2（b）では、一例として、プラズマトーチ部8のノズルの軸線 L_1 によって、プラズマトーチ部8の方向を特定する。MIGトーチ9のMIGチップにおけるワイヤ10の送出ガイドの軸線 L_2 によって、MIGトーチ9の方向を特定する。軸線 L_1 と軸線 L_2 とは図2（b）において角度 θ で交差している。プラズマトーチ部8のプラズマ電極の先端の位置 P_1 によって、プラズマトーチ部8の位置を特定する。MIGトーチ9のMIGチップ先端の位置 P_2 によって、MIGトーチ9の位置を特定する。軸線 L_1 において、プラズマトーチ部8の本体から位置 P_1 への向きが、プラズマトーチ部8のノズルの向き

を示す。軸線 L_2 において、MIGトーチ9の本体から位置 P_2 への向きが、MIGトーチ9のノズルの向きを示す。プラズマトーチ部8のノズルの向きは、MIGトーチ9のノズルの向きから角度 θ だけ傾いている。

[0031] この場合、軸線 L_1 の方向において、MIGトーチ9に対するプラズマトーチ部8の相対距離は R_2 であり、軸線 L_1 に直交する方向において、MIGトーチ9に対するプラズマトーチ部8の相対距離は R_1 である。したがって、例えば、軸線 L_1 の方向をX方向、軸線 L_1 に直交する方向をY方向とすれば、X方向およびY方向のシフト量(R_1 , R_2)により、MIGトーチ9に対するプラズマトーチ部8の相対位置を決定することができる。プラズマトーチ部8からのプラズマ20がワイヤ10の先端部分を加熱して溶滴を短絡させないように移行できるように、MIGトーチ9に対してプラズマトーチ部8が配置されれば、これらのパラメータの値は特に限定されるものではない。

[0032] MIGトーチ9に供給されるシールドガスのノズルの先端からワイヤ10が突き出た突き出し部分の長さを図2(b)に示すようにTで表す。また、このうち突き出し部分の一部である先端部分の長さを図2(b)に示すようにDで表す。長さDの先端部分を狙ってプラズマ20がワイヤ10を加熱する。溶滴を短絡させないように移行させるときに、ワイヤ10の突き出し部分の一部である先端部分の長さDは、ワイヤの径の3~10倍の長さであることが好ましい。このようにすることで、ワイヤ10が溶融して発生する溶滴のサイズが小さくなるので、溶滴の移行が安定する。例えばワイヤ直径が1mmの場合、 $D=3\sim 10\text{ mm}$ の範囲とすればよい。

[0033] また、溶滴を短絡させないように移行させるときに、給電されたワイヤ10の溶融をプラズマにより促進させることで発生する溶滴の直径が、ワイヤの直径の1~2倍となるように加熱すると、スパッタ量が少なくなるので好適である。例えばワイヤ直径が1mmの場合、溶滴のサイズが1~2mmの範囲とすればよい。なお、グロービュール移行の場合、ワイヤ直径が1mmのとき、溶滴のサイズが3~4mm又はこれ以上の大きさとなって、スパッタ量が多くなる。

[0034] [2. 溶接システムの構成]

ここでは、本発明に係るプラズマ－M I G溶接方法を実施するための溶接システムの構成について図3を参照して説明する。溶接システム1は、重ね合わせた複数のワークWを貫通溶接するためのロボットアーク溶接システムである。貫通溶接方法は、貫通孔を形成するための段階（以下、穴掘り工程P1と称する）と、穴掘り工程P1の後であって貫通孔にワイヤを充填する段階（以下、穴埋め工程P2と称する）とを有する。本発明に係るプラズマ－M I G溶接方法を、穴埋め工程P2にて、実施することとする。

[0035] 貫通溶接方法は、ワークに穴を掘り、貫通させて孔を形成し、即座に埋めることが前提なので、埋め始めると、孔がすぐに穴に変わる。よって、以下では次のように孔と穴とを区別した。貫通後、埋める前の状態を貫通孔と呼ぶ。貫通前にワークを掘っているときの状態や、貫通後に貫通孔を埋めているときの状態を穴と呼ぶ。貫通溶接によってワークに形成される貫通孔は、通常、孔の上端の口の径、下端の口の径、および両端の途中の径が異なっている。そこで、孔の上口の径を上孔径、孔の下口の径を下孔径と呼ぶ。

[0036] 溶接システム1は、図3に示すように、主として、溶接トーチ2と、ロボット3と、ロボット制御装置4と、溶接電源5と、ワイヤ供給装置6と、溶接制御装置7と、を備えている。また、図示を省略するが、溶接システム1は、動作ガスボンベ、シールドガスボンベ、ガス流量調整器、遠隔制御器などを備えている。図3では、一例として3枚の板状のワークWを重ね合わせた場合のワーク断面を図示した。また、ここでは、ワーク間に隙間はないものとして説明する。

[0037] なお、ロボット制御装置4および溶接制御装置7は、例えば、C P U（Central Processing Unit）、R O M（Read Only Memory）、R A M（Random Access Memory）、H D D（Hard Disk Drive）、入出力インタフェース等を備えている。

[0038] 溶接トーチ2は、プラズマトーチ部8と、M I Gトーチ9とを備える。

プラズマトーチ部8は、穴埋め工程P2にてM I G溶接をアシストするた

めに用いられるトーチである。また、プラズマトーチ部 8 は、穴掘り工程 P 1 にて複数のワーク W を貫通する貫通孔を形成するために用いられる。プラズマトーチ部 8 には、プラズマアーク溶接を行うためのプラズマ電極やプラズマノズルが形成されており、アルゴン等の動作ガス及びシールドガスが供給される。プラズマトーチ部 8 は、プラズマ電極としてのタングステン電極と、水冷された拘束ノズル（プラズマノズル）との間にパイロットアークを発生させ、このパイロットアークの熱により動作ガスをプラズマ化して噴出させ、ワーク W との間にプラズマアークを発生させる。シールドガスとしては、一般的に用いられる M A G ガス（ $A r + C O_2$ 混合ガス）などが供給される。

[0039] M I G トーチ 9 は、M I G 溶接を行うためのトーチである。M I G トーチ 9 は、消耗電極としてのワイヤ 1 0 への給電のために M I G トーチ 9 内に収納されているチップ（M I G チップ）と、このチップの中心に挿通されたワイヤ 1 0 とを備える。この M I G トーチ 9 は、穴埋め工程 P 2 にて使用され、貫通孔を埋めて重ね合わされた複数のワーク W を融合する。M I G トーチ 9 には、チップの中心に消耗電極としてのワイヤ 1 0 がワイヤ供給装置 6 から送り込まれ、ワイヤ 1 0 の周囲にはシールドガス（ $A r + C O_2$ ）が供給される。

[0040] ロボット 3 は、例えば、多軸多関節型の溶接ロボットであり、先端側のアーム 3 a には溶接トーチ 2 が取り付けられている。ロボット 3 は、モータで各関節を動かすことにより溶接トーチ 2 を移動させることができる。

ロボット制御装置 4 は、ロボット 3 に接続されており、溶接経路等の入力コマンドまたは予め記憶されたコマンドに基づいてロボット 3 の動作や姿勢を制御するものである。

[0041] 溶接電源 5 は、アーク溶接のための電力を溶接トーチ 2 に供給するものである。ここでは、溶接電源 5 は、図 3 に示すように、主として、プラズマ電源 5 1 と、M I G 電源 5 2 と、ガス供給装置 5 3 とを備える。なお、図示を省略するが、溶接電源 5 は、電圧・電流検出器や M I G 溶接に必要な制御回

路などを備えている。

[0042] プラズマ電源 5 1 は、穴掘り工程 P 1 および穴埋め工程 P 2 にてプラズマトーチ部 8 に電力を供給する。このプラズマ電源 5 1 の負極は、プラズマトーチ部 8 のタングステン電極に電氣的に接続され、プラズマ電源 5 1 の陽極は、ワーク W に電氣的に接続される。プラズマ電源 5 1 の出力特性は、一般的に定電流特性であり、これによりアーク安定後のアーク電流を一定値に保持する。この定電流制御により、測定されたアーク電圧からアーク長を推定することができる。

[0043] MIG 電源 5 2 は、穴埋め工程 P 2 (MIG 溶接中) にて MIG トーチ 9 に電力を供給する。この MIG 電源 5 2 の陽極は、MIG トーチ 9 の MIG チップを介してワイヤ 10 (消耗電極) に電氣的に接続され、MIG 電源 5 2 の負極は、ワーク W に電氣的に接続される。MIG 電源 5 2 の出力特性は、定電圧特性であり、これにより、アーク安定後のアーク長を一定値に保持する。

[0044] ガス供給装置 5 3 は、図示しないガスボンベから溶接トーチ 2 に溶接用のシールドガスを供給する。また、ガス供給装置 5 3 は、図示しないガスボンベから、プラズマを形成するための動作ガスを溶接トーチ 2 に供給する。ガス供給装置 5 3 は、溶接制御装置 7 からの指令信号により、所定圧力で流入する動作ガスやシールドガスの流量を図示しない開閉弁により調節する。プラズマアークが不安定にならないように、穴埋め工程 P 2 (MIG 溶接中) では、プラズマガスのガス量を例えば 3 L/min 以下とすることが好ましい。

[0045] ワイヤ供給装置 6 は、MIG 電源 5 2 と接続されている。ワイヤ供給装置 6 は、穴埋め工程 P 2 (MIG 溶接中) において、図示しないワイヤ収納器から送出路を介して送出されるワイヤを、MIG トーチ 9 に送り出す。

[0046] 溶接制御装置 7 は、穴掘り工程 P 1 における処理と穴埋め工程 P 2 の処理とを実行することで溶接電源 5 を制御する。

溶接制御装置 7 は、穴掘り工程 P 1 にて溶接電源 5 を駆動することで、プ

ラズマアーク溶接により、重ね合わされた複数のワークWを貫通する貫通孔を形成する。すなわち、溶接制御装置7は、プラズマ電源51、ガス供給装置53およびプラズマトーチ部8を駆動する。

[0047] 溶接制御装置7は、穴埋め工程P2にて溶接電源5を駆動することで、MIG溶接により、貫通孔にワイヤを充填する。すなわち、溶接制御装置7は、MIG電源52、ガス供給装置53およびMIGトーチ9を駆動する。このとき、溶接制御装置7は、穴掘り工程P1にて穴掘りのために用いていたプラズマ電源51およびプラズマトーチ部8をそのまま駆動し続ける。これにより、溶接制御装置7は、MIGトーチ9から送出されるワイヤ10の先端に、プラズマトーチ部8からのプラズマアークを照射して、ワイヤ10の先端の溶融を促進する。

[0048] [3. プラズマMIG方法を貫通溶接に適用したときの効果の具体例]

ここでは、本発明のプラズマMIG方法と比較するために、溶接システム1の前記した穴掘り工程P1における処理と穴埋め工程P2の処理とは異なる手順で貫通溶接を行う溶接システムを比較例として想定する。この比較例の溶接システムにおける貫通溶接方法の手順について図4(a), (b), (c), (d)を参照して説明する。なお、図3に示した溶接システム1と同様の構成には同じ符号を付して説明を適宜省略する。

[0049] <3-1. 貫通溶接方法の比較例>

比較例の溶接システムは、穴掘り工程P1において、図4(a)に示すように、溶接トーチ2内のプラズマトーチ部8によって、プラズマアーク溶接により、ワークWに穴を掘る。そして、図4(b)に示すように所望サイズの貫通孔が形成されて穴掘りが完了すると、プラズマアークを消弧する。そして、図4(c)に示すように、MIG溶接により穴埋めを行う。このときのMIG溶接電流およびプラズマ溶接電流の時間変化の一例を図4(d)に示す。

[0050] 図4(d)のグラフの横軸は時間を示し、縦軸は溶接電流を示す。また、グラフにおいて実線はプラズマ溶接電流、破線はMIG溶接電流を示す。比

較例の溶接システムは、時刻 t_1 に、プラズマ溶接電流の所定電流値 I_1 （例えば 100 A）にて、穴掘り工程 P 1 を開始する。比較例の溶接システムは、時刻 t_2 に穴掘り工程 P 1 を完了すると、プラズマ溶接電流を 0 A にしてプラズマアークを消弧する。一方、この時刻 t_2 に、MIG 溶接電流の所定電流値 I_2 （例えば 150 A）にて、穴埋め工程 P 2 を開始する。そして、比較例の溶接システムは、時刻 t_3 に穴埋め工程 P 2 を完了すると、MIG 溶接電流を 0 A にして MIG アークを消弧する。

[0051] <3-2. 貫通溶接方法の実施例>

次に、本発明のプラズマ MIG 方法を実現する溶接システム 1 における貫通溶接方法の手順について図 5 (a), (b), (c) を参照して説明する。

[0052] 溶接システム 1 は、穴掘り工程 P 1 において、図 5 (a) に示すように、溶接トーチ 2 内のプラズマトーチ部 8 によって、プラズマアーク溶接により、ワーク W に穴を掘る。そして、所望サイズの貫通孔が形成されて穴掘りが完了すると、プラズマアークを消弧することなく、図 5 (b) に示すように、穴埋めを行う。その際に、図 1 (b), (c), (d) に示すように、プラズマ 20 によってワイヤ 10 の先端 11 を選択的に温めて溶融する。このときの MIG 溶接電流およびプラズマ溶接電流の時間変化の一例を図 5 (c) に示す。

[0053] 図 5 (c) のグラフの横軸、縦軸、グラフの実線および破線はそれぞれ図 4 (d) のグラフと同じものを示している。なお、図 5 (c) の所定電流値 I_1 は図 4 (d) の所定電流値 I_1 とは異なり、図 5 (c) の時刻 t_4 , t_5 , t_6 は図 4 (d) の時刻 t_1 , t_2 , t_3 とは異なる。

[0054] 溶接システム 1 は、時刻 t_4 に、プラズマ溶接電流の所定電流値 I_1 （例えば 100 A）にて、穴掘り工程 P 1 を開始する。溶接システム 1 は、時刻 t_5 に穴掘り工程 P 1 を完了しても、プラズマ溶接電流を所定電流値 I_1 に維持しておく。さらに、この時刻 t_5 に、MIG 溶接電流の所定電流値 I_1 （例えば 100 A）にて、穴埋め工程 P 2 を開始する。そして、溶接システム 1 は、時刻

t_6 に穴埋め工程P2を完了すると、プラズマ溶接電流およびMIG溶接電流を0AにしてプラズマアークおよびMIGアークをそれぞれ消弧する。

[0055] なお、図5(c)の所定電流値 I_1 は図4(d)の所定電流値 I_1 と同じものである場合(例えば100A)、図5(c)の時刻 $t_4 \sim t_5$ の期間(例えば2秒)および時刻 $t_5 \sim t_6$ の期間(例えば0.6秒)と、図4(d)の時刻 $t_1 \sim t_2$ の期間(例えば2秒)および時刻 $t_2 \sim t_3$ の期間(例えば0.6秒)とは、それぞれ一致する。

貫通溶接方法を行う実施例の溶接システム1によれば、穴埋め工程P2においてMIG溶接にプラズマのアシストが付加されるので、MIG溶接電流を比較例よりも低減でき、スパッタ低減効果を奏する。

[0056] 以上説明したように、本発明の実施形態に係るプラズマMIG溶接方法は、MIGトーチ9のワイヤ10の溶融がプラズマにより促進されて、ワイヤ10が溶融して発生する溶滴を短絡させることなく空中散布する。このため、溶滴の移行モデルが通常ならば短絡移行となるような低いMIG溶接電流が実際には供給されたとしても、溶滴の移行モデルをドロップ移行とすることができる。そのため、MIG溶接電源のコントロールに依存することなく、スパッタ量を低減させることができる。

[0057] 以上、本発明のプラズマMIG溶接方法の好ましい実施形態について説明したが、本発明は、前記した実施形態に限定されるものではない。例えば、プラズマMIG方法を貫通溶接方法に適用するものとしたが、ワークに孔が開いていることは必須ではない。つまり、本発明のプラズマMIG溶接方法は、貫通溶接への適用に限らずに、単純に盛っていく場合であっても、MIG溶接をするときにプラズマでアシストすることでスパッタを低減させることができる。

[0058] 本発明のプラズマMIG溶接方法は、MIG溶接電源のコントロールに依存せずにスパッタを低減させることができるので、MIG溶接電源は、直流電源でもパルス電源でもよい。また、本発明のプラズマMIG溶接方法をMAG溶接に適用してもよい。

実施例

[0059] 本発明に係るプラズマ－M I G溶接方法の効果として、M I G溶接ワイヤをプラズマで加熱することで溶滴を短絡移行させることなく空中散布してドロップ移行できることを確かめるために、プラズマトーチ部8と、M I Gトーチ9とを互いに異なる向きで所定距離だけ離間して配置して以下の実験1および実験2を行った。

各実験に共通の条件は以下の通りである。M I G溶接電流（単にM I G電流ともいう）は、一定値（150 A）とした。ワイヤの径は1 mmとした。

[0060] <実験1>

M I G溶接電流を一定値として、プラズマ溶接電流を増減させて、他の条件を変化させることなくスパッタ量を測定した。このときの測定条件および測定結果の一覧を表1に示す。なお、詳細については後記する。

[0061] <実験2>

M I G溶接電流を一定値として、ワイヤ10の突き出し長さT（図2（b）参照）を増減させて、他の条件を変化させることなくスパッタ量を測定した。このときの測定条件および測定結果の一覧を表1に示す。なお、詳細については後記する。

[0062]

[表1]

No.		プラズマ 電流 (A)	MIG 電流 (A)	突き出し 長さ T(mm)	短絡 回数	ドロップ 回数	MIG アーク状態	溶滴 サイズ (mm)	MIG スパッタ (g/点)
1	比較例1	0	150	20	20	0	安定	1.2	0.104
2	比較例2	100	150	20	16	0	安定	1.4	0.070
3	実施例1	125	150	20	0	10	安定	1.4	0.011
4	実施例2	150	150	20	0	12	安定	1.4	0.005
5	実施例3	175	150	20	0	11	安定	1.5	0.009
6	比較例3	200	150	20	0	9	不安定	2.1	0.053
7	比較例4	150	150	15	17	0	安定	1.4	0.080
8	実施例4	150	150	18	0	10	安定	1.4	0.009
9	実施例2	150	150	20	0	12	安定	1.4	0.005
10	実施例5	150	150	22	0	10	安定	1.6	0.010
11	比較例5	150	150	25	0	7	不安定	2.6	0.060

[0063] 表1において、プラズマ電流は、プラズマ溶接電流を示す。また、突き出

し長さTは、図2（b）に示す長さTを表す。

[0064] 表1において、短絡回数とは、溶滴移行モードにおける短絡移行を行った回数を示し、ドロップ回数とはドロップ移行を行った回数を示す。この溶滴移行を行った回数は、高速度カメラで観測してカウントした。ここで、ドロップ移行とは、溶融したワイヤがワークに接触したり短絡したりすることなく、ワークから離間している上部位置から、溶滴がワークに向かって飛来してワークに着地する、溶融ワイヤの移行形態のことをいう。

[0065] 溶滴がワークに向かって飛来してワークに着地するときの落ち方は、例えば、ポンポン落ちる、ポタポタ落ちる、ポッタポッタ落ちる、ポッチャンポッチャンと落ちる、といった落ち方を含む。なお、このときの落ち方は、グロービュール移行のような、だまを作ってネッキング力で引きちぎるときのボタツツ、ボタツツという落ち方とは異なる。

[0066] 表1において、MIGアーク状態が不安定であるとは、アーク長が過大であることに相当する。溶滴サイズは、高速度カメラで観測して複数の溶滴のサイズの平均値を算出したものを示す。MIGスパッタは、スパッタが発生したときに1打点で発生したスパッタ量の平均値を算出したものを示す。これは、飛び散ったスパッタを回収して総重量を求め、溶接打点総数で除算することで算出した。

[0067] 実験1の結果を、表1においてサンプルNo.1～サンプルNo.6に示し、実験2の結果を、表1においてサンプルNo.7～サンプルNo.11に示す。なお、サンプルNo.4とサンプルNo.9とは同じもの（実施例2）を表している。

[0068] <実験1>

実験1において、MIG溶接電流を150Aとして、プラズマ溶接電流を0, 100, 125, 150, 175, 200Aのように変化させて、他の条件を変化させることなくスパッタ量を測定した。このときのサンプルNo.1～サンプルNo.6を、この順番に、比較例1, 比較例2, 実施例1, 実施例2, 実施例3, 比較例3とする。

[0069] 比較例1では、プラズマによるワイヤの加熱がないため、ワイヤからの溶

滴の移行モードは、短絡移行モードとなる。したがって、短絡前後でスパッタが発生した。

比較例 2 では、プラズマによるワイヤの加熱が少なく、ワイヤの溶融が不十分なため、ワイヤからの溶滴の移行モードは、短絡移行モードとなる。したがって、短絡前後でスパッタが発生した。

[0070] 実施例 1 ～ 3 では、プラズマによるワイヤの加熱によってワイヤが溶融し、溶滴の移行モードは、ドロップ移行モードとなる。したがって、スパッタが低減された。

比較例 3 では、プラズマによるワイヤの過入熱により、ワイヤは上側にせりあがって溶融した。これにより溶滴が過剰に成長し、実施例 1 ～ 3 と比較して溶滴のサイズが拡大した。そして、アーク長過大によりアークが不安定化した。

[0071] (実験 1 のまとめ)

実験 1 において、MIG 溶接電流を 150 A、突出し長さを 20 mm とした測定条件の場合、プラズマ溶接電流を 125 ～ 175 A としたときに、溶滴を短絡移行させることなく空中散布してドロップ移行でき、スパッタ量を低減できることを確かめることができた。特に、プラズマ溶接電流を 150 A としたときに、1 打点当たりのスパッタ量を最も低減することができた。

[0072] <実験 2>

実験 2 において、MIG 溶接電流を 150 A とし、突出し長さを 15, 18, 20, 22, 25 mm のように変化させて、他の条件を変化させることなくスパッタ量を測定した。このときのサンプル No. 7 ～ サンプル No. 11 を、この順番に、比較例 4, 実施例 4, 実施例 2, 実施例 5, 比較例 5 とする。

[0073] 比較例 4 では、プラズマによるワイヤの加熱が少なく、ワイヤの溶融が不十分なため、ワイヤからの溶滴の移行モードは、短絡移行モードとなる。したがって、短絡前後でスパッタが発生した。

実施例 4, 2, 5 では、プラズマによるワイヤの加熱によってワイヤが溶融し、溶滴の移行モードは、ドロップ移行モードとなる。したがって、スパ

ッタが低減された。

比較例 5 では、プラズマによるワイヤの過入熱により、ワイヤは上側にせりあがって溶融した。これにより溶滴が過剰に成長し、実施例 4, 2, 5 と比較して溶滴のサイズが拡大した。そして、アーク長過大によりアークが不安定化した。

[0074] (実験 2 のまとめ)

実験 2 において、M I G 溶接電流を 1 5 0 A、プラズマ溶接電流を 1 5 0 A とした測定条件の場合、突出し長さを 1 8 ~ 2 2 m m としたときに、溶滴を短絡移行させることなく空中散布してドロップ移行でき、スパッタ量を低減できることを確かめることができた。特に、突出し長さを 2 0 m m としたときに、1 打点当たりのスパッタ量を最も低減することができた。

符号の説明

- [0075]
- | | |
|-----|-----------|
| 1 | 溶接システム |
| 2 | 溶接トーチ |
| 3 | ロボット |
| 3 a | アーム |
| 4 | ロボット制御装置 |
| 5 | 溶接電源 |
| 6 | ワイヤ供給装置 |
| 7 | 溶接制御装置 |
| 8 | プラズマトーチ部 |
| 9 | M I G トーチ |
| 1 0 | ワイヤ |
| 1 1 | ワイヤ先端部 |
| 1 2 | M I G アーク |
| 1 3 | 電荷 |
| 1 4 | 溶滴 |
| 2 0 | プラズマ |

2 1	プラズマアーク
5 1	プラズマ電源
5 2	M I G 電源
5 3	ガス供給装置
W	ワーク

請求の範囲

- [請求項1] プラズマノズルおよびプラズマ電極を含むプラズマトーチ部と、M I Gチップおよび溶接ワイヤを含むM I Gトーチとが、互いに異なる向きで所定距離だけ離間して配置されてなるプラズマ－M I G溶接装置を用いた溶接方法であって、
- 前記溶接ワイヤの先端部分に対して局所的にプラズマアークをオーバーラップさせて加熱し、前記溶接ワイヤの溶融を促進させた状態で、消耗電極である前記溶接ワイヤの先端と被溶接物との間で短絡させることなくM I G溶接を行うことを特徴とするプラズマ－M I G溶接方法。
- [請求項2] 前記M I Gトーチに供給されるシールドガスのノズルの先端から前記溶接ワイヤが突き出た突き出し部分のうちの一部である先端部分を加熱することを特徴とする請求項1に記載のプラズマ－M I G溶接方法。
- [請求項3] 前記溶接ワイヤの前記突き出し部分において、当該溶接ワイヤの径の3～10倍の長さの先端部分を加熱することを特徴とする請求項2に記載のプラズマ－M I G溶接方法。
- [請求項4] 前記溶接ワイヤの溶融を促進させることで、当該溶接ワイヤの径の1～2倍の径の溶滴を発生させるように加熱することを特徴とする請求項1に記載のプラズマ－M I G溶接方法。
- [請求項5] 前記溶接ワイヤの溶融を促進させることで、当該溶接ワイヤの径の1～2倍の径の溶滴を発生させるように加熱することを特徴とする請求項2に記載のプラズマ－M I G溶接方法。
- [請求項6] 前記溶接ワイヤの溶融を促進させることで、当該溶接ワイヤの径の1～2倍の径の溶滴を発生させるように加熱することを特徴とする請求項3に記載のプラズマ－M I G溶接方法。
- [請求項7] 請求項1から請求項6のいずれか一項に記載のプラズマ－M I G溶接方法で使用されるプラズマ－M I G溶接装置の溶接トーチであって

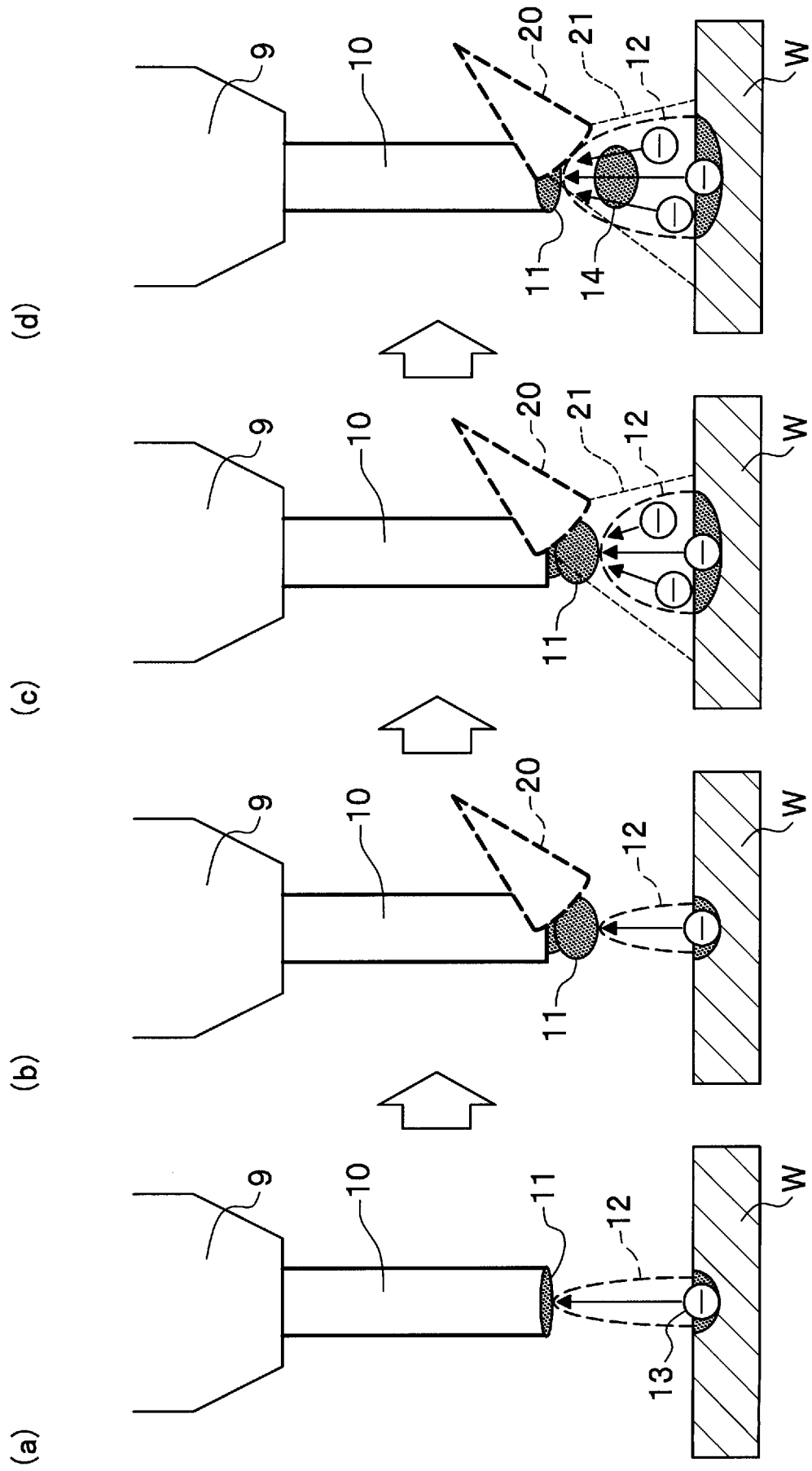
、

プラズマノズルおよびプラズマ電極を含むプラズマトーチ部と、M I Gチップおよび溶接ワイヤを含むM I Gトーチとが互いに異なる向きで所定距離だけ離間して配置され、

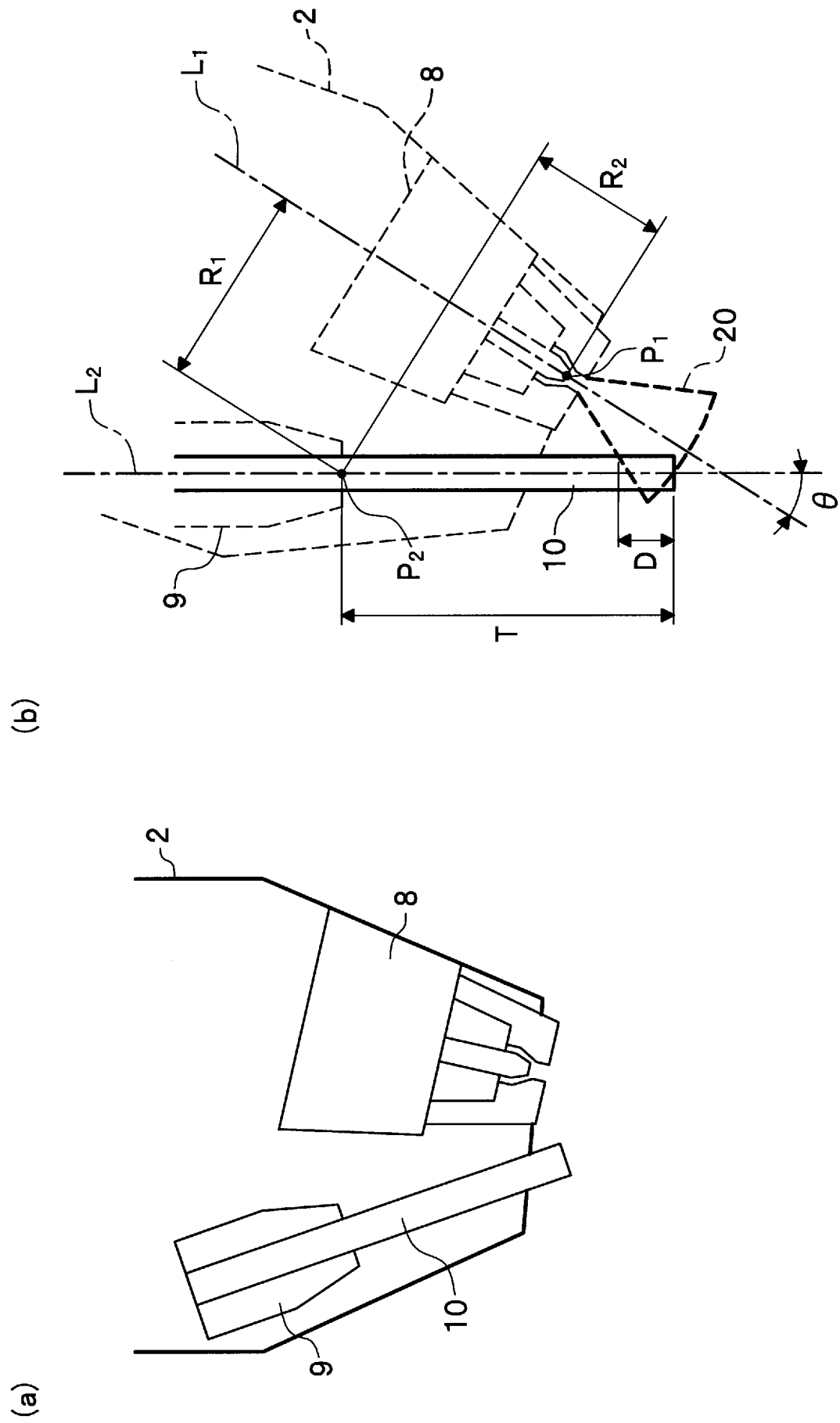
前記プラズマトーチ部と前記M I Gトーチとは、

前記溶接ワイヤの先端部分に対して局所的にプラズマアークをオーバーラップさせることのできる位置に配設され、前記プラズマトーチ部の中心軸線と、前記M I Gトーチの中心軸線とが鋭角で交差していることを特徴とする溶接トーチ。

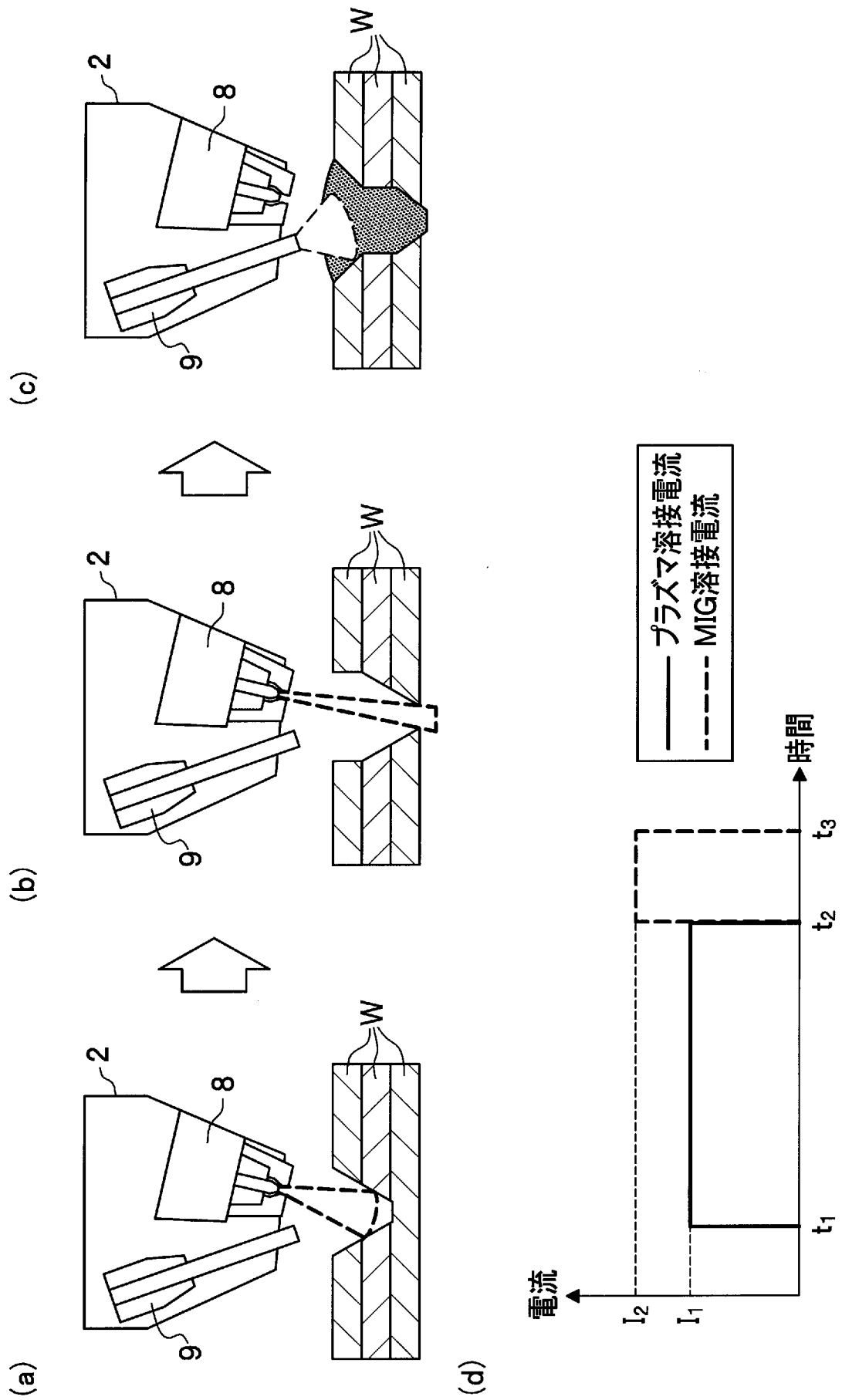
[図1]



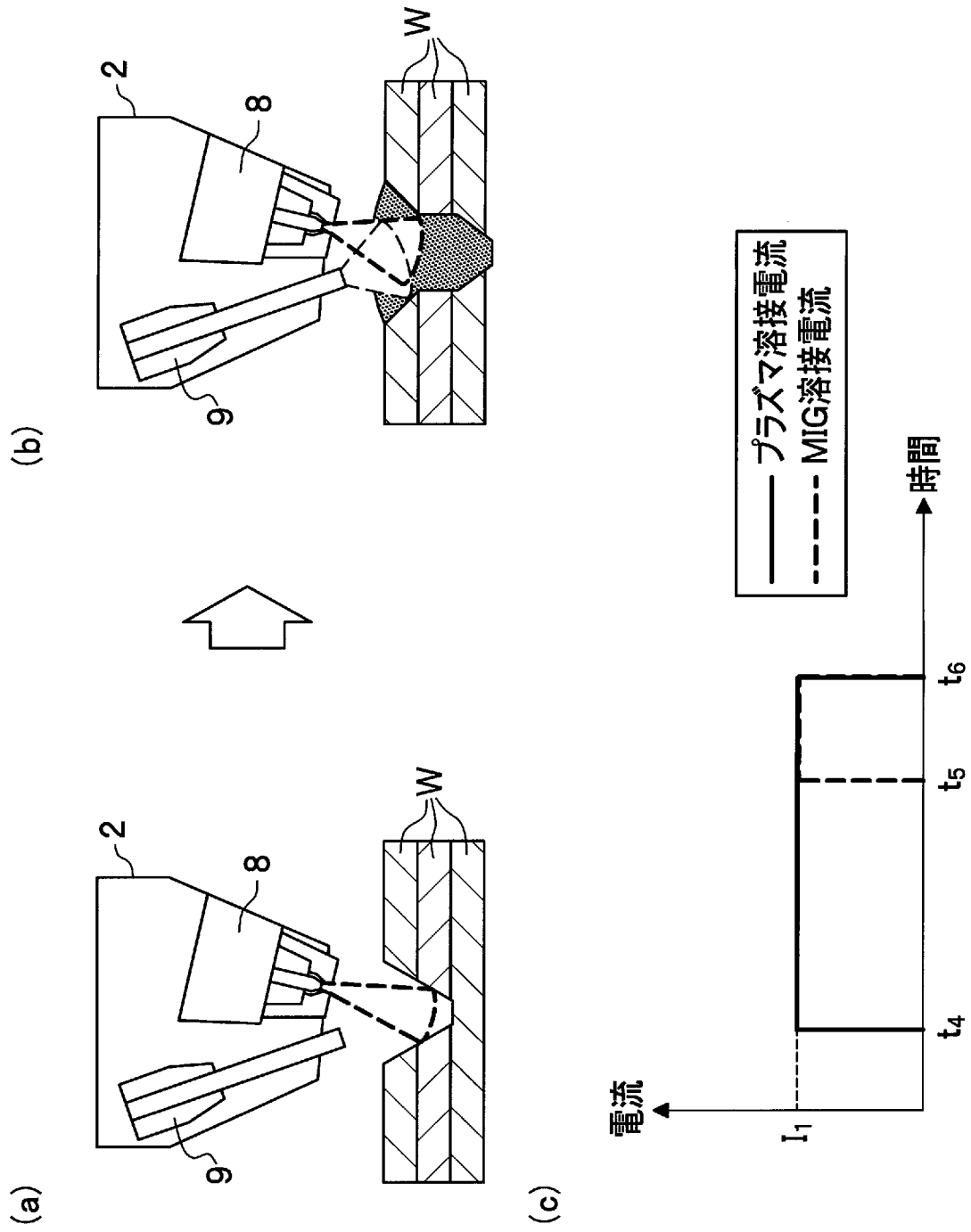
[図2]



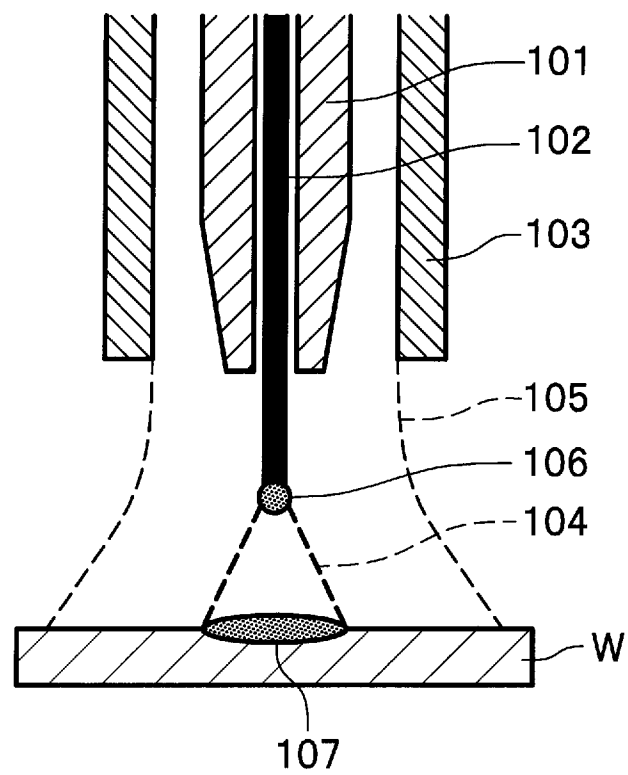
[図4]



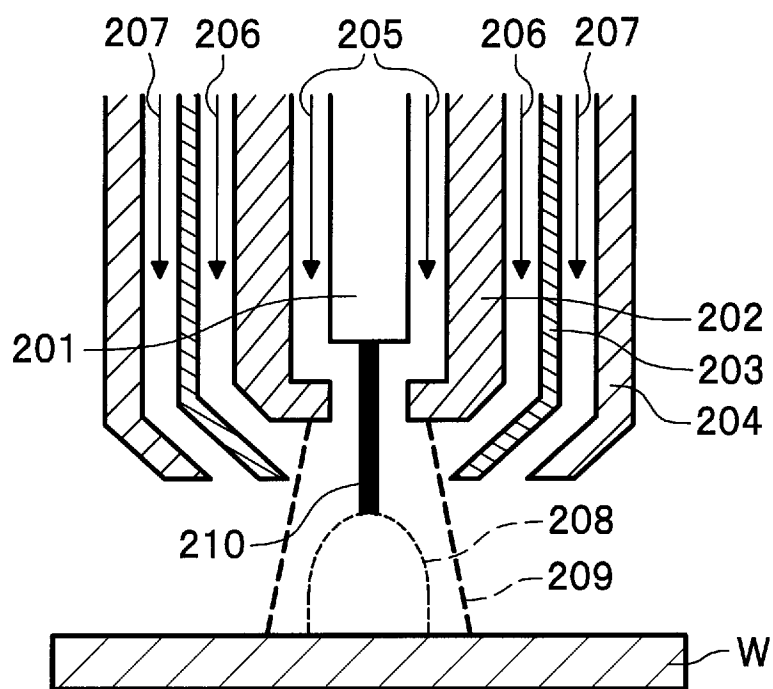
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/053815

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B23K9/16(2006.01)i, B23K9/173(2006.01)i, B23K10/00(2006.01)i, B23K10/02(2006.01)i, B23K28/02(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)

B23K9/16, B23K9/173, B23K10/00, B23K10/02, B23K28/02

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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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	JP 50-129446 A (N.V. Philips Gloeilampenfabrieken), 13 October 1975 (13.10.1975), claim 1; page 1, lower right column, lines 6 to 11; page 2, lower right column, line 3 to page 3, upper left column, line 16; fig. 1 to 2 & GB 1461223 A & DE 2510680 A & FR 2265491 A & BE 827083 A & NL 7403966 A & NO 750989 A & SE 7503387 A & ES 435913 A & FI 750844 A & BR 7501737 A & CA 1025057 A & IT 1032410 A	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
30 April, 2013 (30.04.13)

Date of mailing of the international search report
14 May, 2013 (14.05.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/053815

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 51-116143 A (N.V. Philips Gloeilampenfabrieken), 13 October 1976 (13.10.1976), page 2, lower left column, line 2 to page 3, lower left column, line 1; page 3, lower left column, lines 13 to 16; fig. 1 to 2 & US 4087671 A & GB 1490474 A & DE 2609685 A & FR 2304433 A & BE 839678 A & NL 7503241 A & NO 760913 A & SE 7602429 A & ES 446140 A & FI 760682 A & BR 7601576 A & CA 1061418 A & IT 1058008 A	1-7
X	JP 2011-177741 A (Nippon Steel & Sumikin Welding Co., Ltd.), 15 September 2011 (15.09.2011), paragraphs [0030] to [0032]; fig. 4 to 5 (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. B23K9/16(2006.01)i, B23K9/173(2006.01)i, B23K10/00(2006.01)i, B23K10/02(2006.01)i, B23K28/02(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. B23K9/16, B23K9/173, B23K10/00, B23K10/02, B23K28/02

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 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	JP 50-129446 A (エヌ・ベー・ファイリツプス・フルーイランペンフ アプリケン) 1975.10.13, 請求項 1, 1 頁右下欄 6-11 行, 2 頁右下欄 3 行-3 頁左上欄 16 行, FIG. 1-2 & GB 1461223 A & DE 2510680 A & FR 2265491 A & BE 827083 A & NL 7403966 A & NO 750989 A & SE 7503387 A & ES 435913 A & FI 750844 A & BR 7501737 A & CA 1025057 A & IT 1032410 A	1 - 7
X	JP 51-116143 A (エヌ・ベー・ファイリツプス・フルーイランペンフ アプリケン) 1976.10.13, 2 頁左下欄 2 行-3 頁左下欄 1 行, 3 頁左下	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

3 0 . 0 4 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

1 4 . 0 5 . 2 0 1 3

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 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

田合 弘幸

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 6 4

3 P

9 6 2 0

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
X	欄 13-16 行, FIG. 1-2 & US 4087671 A & GB 1490474 A & DE 2609685 A & FR 2304433 A & BE 839678 A & NL 7503241 A & NO 760913 A & SE 7602429 A & ES 446140 A & FI 760682 A & BR 7601576 A & CA 1061418 A & IT 1058008 A JP 2011-177741 A (日鐵住金溶接工業株式会社) 2011.09.15, 段落【0030】 - 【0032】, 図 4-5 (ファミリーなし)	1 - 7