

PCT

世界知的所有権機関
国際事務局



特許協力条約に基づいて公開された国際出願

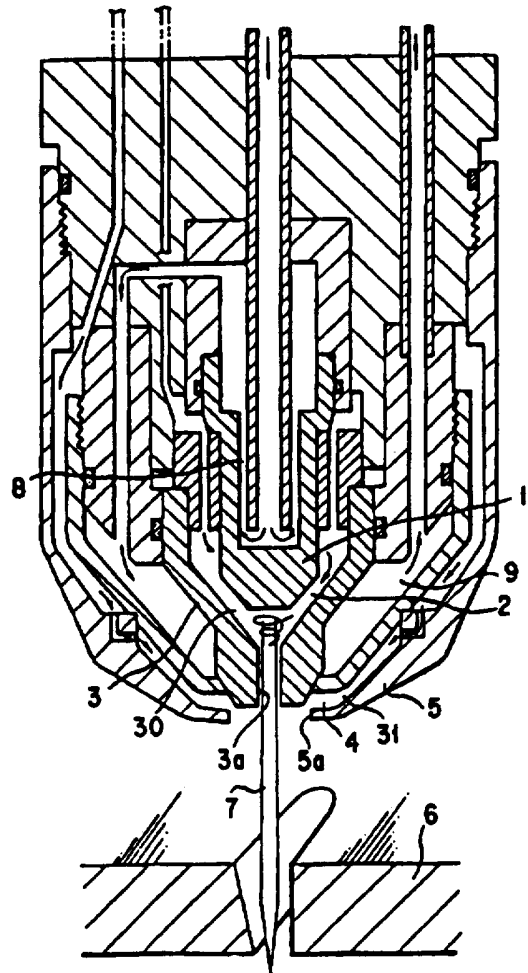
<p>(51) 国際特許分類6 B23K 10/00</p>	<p>A1</p>	<p>(11) 国際公開番号 WO96/25265 (43) 国際公開日 1996年8月22日(22.08.96)</p>
<p>(21) 国際出願番号 PCT/JP96/00304 (22) 国際出願日 1996年2月13日(13.02.96) (30) 優先権データ 特願平7/23894 1995年2月13日(13.02.95) JP (71) 出願人 (米国を除くすべての指定国について) 株式会社 小松製作所(KOMATSU LTD.)(JP/JP) コマツ産機株式会社 (KOMATSU INDUSTRIES CORPORATION)(JP/JP) 〒107 東京都港区赤坂二丁目3番6号 Tokyo, (JP) (72) 発明者; および (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ) 斉尾克男(SAIO, Katsuo)(JP/JP) 山口義博(YAMAGUCHI, Yoshihiro)(JP/JP) 〒254 神奈川県平塚市万田1200 株式会社 小松製作所 研究所内 Kanagawa, (JP) (74) 代理人 弁理士 米原正章, 外(YONEHARA, Masaaki et al.) 〒105 東京都港区虎ノ門一丁目5番16号 晩翠ビル Tokyo, (JP)</p>		<p>(81) 指定国 CA, CN, KR, SG, US, 欧州特許(AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). 添付公開書類 国際調査報告書</p>

(54) Title : PLASMA CUTTING METHOD

(54) 発明の名称 プラズマ切断方法

(57) Abstract

A plasma cutting method using a plasma cutting apparatus that comprises a nozzle having an orifice for thinning a plasma arc and secondary gas jet means for supplying a secondary gas in such a manner as to encompass the end of the nozzle. While a nonoxidizing gas is used as starting plasma gas, a nonoxidizing gas is supplied as a secondary starting gas so as to establish a nonoxidizing gas atmosphere in the proximity of the nozzle.



(57) 要約

プラズマアークを細く絞り込むオリフィスを持つノズルと、該ノズルの先端部を包囲するように二次ガスを供給する二次ガス噴出手段を有するプラズマ切断装置を用いたプラズマ切断方法において、アークスタート用のプラズマガスとして非酸化性ガスを流すと共に、アークスタート用の二次ガスとして非酸化性ガスを流してノズル出口付近を非酸化性ガス雰囲気にすることを特徴とするプラズマ切断方法である。

情報としての用途のみ

PCTに基づいて公開される国際出願をパンフレット第一頁にPCT加盟国を同定するために使用されるコード

AL	アルバニア	DE	ドイツ	LI	リヒテンシュタイン	PL	ポーランド
AM	アルメニア	DK	デンマーク	LC	セントルシア	PT	ポルトガル
AT	オーストリア	EE	エストニア	LR	レソト	RU	ロシア連邦
AU	オーストラリア	ES	スペイン	LS	レソト	SD	スーダン
AZ	アゼルバイジャン	FI	フィンランド	LT	リトアニア	SE	スウェーデン
BA	ボスニア・ヘルツェゴビナ	FR	フランス	LU	ルクセンブルグ	SG	シンガポール
BB	バルバドス	GB	イギリス	LV	ラトヴィア	SI	スロベニア
BE	ベルギー	GG	ギブラルター	MC	モナコ	SK	スロバキア
BG	ブルガリア	GN	ギニア	MD	モルドバ	SN	セネガル
BJ	ベナン	GR	ギリシャ	MG	マダガスカル	SR	スリナム
BR	ブラジル	HU	ハンガリー	MK	マケドニア	SZ	ス威士チランド
BY	ベラルーシ	IE	アイルランド	ML	マリ	TG	トーゴ
CA	カナダ	IL	イスラエル	MN	モンゴル	TJ	タジキスタン
CC	中央アフリカ共和国	IT	イタリア	MR	モーリタニア	TM	トルクメニスタン
CG	コンゴ	JP	日本	MW	モザンビーク	TR	トルコ
CH	スイス	KE	ケニア	MX	メキシコ	TT	トリニダード・トバゴ
CI	コート・ジボアール	KR	大韓民国	NE	ニジェール	TU	トルクメニスタン
CM	カメルーン	KP	朝鮮民主主義人民共和国	NL	オランダ	UG	ウガンダ
CN	中国	KZ	カザフスタン	NO	ノルウェー	US	アメリカ合衆国
CU	キューバ			NZ	ニュージーランド	UZ	ウズベキスタン
CZ	チェコ共和国					VN	ベトナム

- 1 -

明細書

プラズマ切断方法

5

技術分野

この発明は、プラズマ切断機を用いたプラズマ切断方法で、詳しくは、切断スタート時のノズルのオリフィス部の酸化損傷を防止できるようにしたプラズマ切断方法に関する。

10

背景技術

従来のプラズマ切断機で用いられるプラズマトーチは、図 1 に示すように、中心部に電極 1 を持ち、その内部に冷却室 8 が形成されている。また、電極 1 の外側にプラズマガス通路 2 が形成され、該プラズマガス通路 2 を介して電極 1 を囲繞するノズル 3 が配置されている。また、ノズル 3 の先端の外側には、冷却室 9 と二次ガス通路 4 が形成され、該冷却室 9 と該二次ガス通路 4 を介してシールドキャップ 5 が配置されている。

このような構成のプラズマトーチによる切断加工は、プラズマガス通路 2 よりプラズマガス 20 を流しながら電極 1 と被切断材 6 との間でメインアークであるプラズマアーク 7 を発生させ、このプラズマアーク 7 をノズル 3 のオリフィス 3 a により細く絞り込み且つ高温高速にして被切断材 6 へ噴射させて被切断材 6 をその一部を熔融除去することにより切断するようにしている。

このとき、電極 1 内とノズル 3 の外側にそれぞれ設けられた冷却室 8、9 に冷却水が循環されて電極 1 とノズル 3 が冷却されて

- 2 -

いる。また、このときに、シールドキャップ 5 の内側に設けられた二次ガス通路 4 から二次ガス 2 1 が噴射されて、上記プラズマアーク 7 が二次ガス 2 1 にて囲繞される。

上記プラズマアーク 7 を発生させる手順を述べれば、まず、電
5 極 1 とノズル 3 の間に高周波電圧が印加され、それによる火花放
電によりパイロットアークが発生する。そして、プラズマガス
2 0 の流れに乗って、このパイロットアークの電極 1 側の放電ポ
イントは電極 1 の先端中心に移行すると共に、ノズル 3 側の放電
10 ポイントはノズル 3 のオリフィス 3 a を通過し、これの出口部周
辺に移行し、最終的には被切断材 6 上に達してプラズマアーク 7
が形成される。

これと同時に、電極 1 とノズル 3 間の電力供給は止められる。
このときプラズマアーク 7 はノズル 3 のオリフィス 3 a で細く絞
られ、高温高速のジェット噴流の状態となっている。これにより、
15 被切断材 6 に細い幅の切断溝が形成されて、被切断材 6 の切断が
進行する。

このとき、電極 1 もノズル 3 もプラズマアーク 7 による高温に
さらされるが、これらは上記のように冷却水により、あるいは空
気により冷却される。また、熱電子放出を行なうために数千度の
20 高温になる電極 1 には、これの消耗を低減するために、高融点材
料が使われる。その材料としては、プラズマガス 2 0 として酸素
を含むものを使用する場合にはハフニウムが使用され、プラズマ
ガス 2 0 が酸素を含まない非酸化性ガスの場合にはタングステ
ンを使用する。

25 また、従来のプラズマ切断では、被切断材 6 の材質によりプラ

- 3 -

ズマガス 20 の種類を使い分けることが行なわれており、軟鋼材を切断する場合、プラズマガス 20 として酸素を使用し、ステンレス鋼やアルミニウムの場合は、プラズマガス 20 として酸素を含まない非酸化性ガスが使われる。非酸化性ガスとしては、窒素
5 やアルゴンや水素等の単一成分ガス、あるいはそれらの混合ガスを使用する。

ところで、上述のように、プラズマ切断では、高温高速のプラズマアーク 7 をノズル 3 から吹き出し、それにより被切断材 6 を局部的に溶融し、その部分の溶融金属を吹き飛ばしていくことで
10 切断溝が形成されて、被切断材 6 の切断が進行する。

従って、プラズマ切断での切断品質は、プラズマアーク 7 を細く絞り込み噴出させるノズル 3 の形状に大きく依存しており、ノズル 3 が消耗して形状が変化して、このオリフィス 3 a の径が大きくなると、切断品質が悪化する。

特に、ノズル 3 のオリフィス 3 a の出口は、そこから噴出するプラズマアーク 7 の方向や広がり大きく影響するので、このオリフィス 3 a の出口が少しでも消耗すると、被切断材 6 の切断面が傾斜したり、溶融金属を完全に吹き飛ばすことができなくなり、
15 切断溝にドロスと呼ばれる溶融金属のカスが残ったりして切断品質に大きな悪影響を与える。

また、上述のように、従来のプラズマ切断機においては、アークスタート時に、電極 1 とノズル 3 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を種火とし、電極 1 と被切断材 6 の間の電気的な導通が確保されると、電極 1 と被切断材 6 の間
25 にメインアークであるプラズマアーク 7 を形成し、それと入れ替

- 4 -

わりにノズル3への電力の供給を停止して、パイロットアークを停止させる。その後、このメインアークにより切断が進行する。

従って、プラズマ切断機では、メインアークを発生して切断作業を行なう場合、毎回、アークスタート時に、パイロットアーク
5 を発生させることになる。

このパイロットアークは、図2に示すように、電極1とノズル3の間で発生するため、このパイロットアーク17を発生しているポイント（着弧点）Pは、高温のアークにさらされている。また、このときのノズル3の先端部近傍には空気の巻き込み流18
10 が発生して、ノズル3のオリフィス3a内に空気が流入される。このため、プラズマガス20に非酸化性ガスを用いたとしても、ノズル3のオリフィス3aでは酸化による損傷19が発生する。このため、ノズル3の消耗は、切断を行なう度に、アークスタート時に発生するパイロットアーク17により、進行していくこと
15 が避けられない。

パイロットアーク17は、アークスタート時の最初に高周波高電圧が電極1とノズル3の間に印加され、それによる火花放電により発生する。このとき、パイロットアーク17は電極1とノズル3との最短距離の部分で発生する。その後、プラズマガス20
20 の流れに乗って、電極1側の着弧点は電極1の先端中心に流され、ノズル側の着弧点Pはノズル3のオリフィス3aを通過してノズルオリフィス3aの出口部周辺に流されていき、メインアークが発生するまで該出口部周辺に停留する。

従って、図2に示すように、パイロットアーク発生時のノズル
25 3の消耗は、そのオリフィス3aの出口部で集中的に進行するこ

- 5 -

とになる。

このように、従来のプラズマ切断機では、切断を行なう度に、
アークスタート時のパイロットアークにより、特に切断品質に大
きな影響を与えるノズル3のオリフィス3aの出口部での消耗が
5 進行するので、切断品質が悪化していくことが避けられない。そ
のため、良好な切断品質を維持するためには、頻繁にノズル3
を交換しなければならなかった。

また、軟鋼材の切断では、プラズマガス20として酸素あるい
は酸素を含むガスが一般的に使われるが、この場合は、非酸化性
10 ガスをプラズマガス20として使用する場合に比較して、パイ
ロットアークによるノズル3の消耗がさらに激しくなり、数時間、
数十時間の切断作業だけでノズル3を交換しなければならず、ノ
ズル3の耐久性向上が大きな課題となっていた。

即ち、このような頻繁なノズル交換は、交換するノズル3にか
15 かる費用がランニングコストを引き上げるだけでなく、ノズル交
換に要するロスタイムが切断効率を悪くし、生産性の低下を引き
起こすことになる。また、それだけではなく、ノズル3の劣化に
よる切断品質の低下を常に監視し、ノズル3の交換時期を判断し
て交換を実施するための人員が必要となり、ノズル3の激しい消
20 耗はプラズマ切断機の無人化に対する大きな障害となっていた。

本発明は、上記のことに鑑みなされたもので、ノズルの耐久性
を大幅に向上できて、良質の切断品質を長時間にわたって維持で
きると共に、ランニングコストの引き下げ、生産性の向上を実現
したプラズマ切断方法を提供することを目的とするものである。

- 6 -

発明の開示

上記目的を達成するために、本発明によれば、

5 プラズマアークを細く絞り込むオリフィスを持つノズルと、該ノズルの先端部を包囲するように二次ガスを供給する二次ガス噴出手段を有するプラズマ切断装置を用いたプラズマ切断方法において、

10 アークスタート用のプラズマガスとして非酸化性ガスを流すと共に、アークスタート用の二次ガスとして非酸化性ガスを流してノズル出口付近を非酸化性ガス雰囲気にすることを特徴とするプラズマ切断方法が提供される。

上記構成によれば、

15 プラズマ切断のアークスタート用のプラズマガスとして酸素を含まない非酸化性のガスを流すと共に、ノズルの外側にノズルのオリフィスを包囲するようアークスタート用の二次ガスを噴出させてオリフィス内に大気が引き込まれないようにすると共に、二次ガスもプラズマガスと同じく酸素を含まない非酸化性のガスを流してノズルのオリフィスに酸素が存在しない状態にしているので、ノズルのオリフィスの消耗を大幅に低減することができる。

上記構成において、

20 パイロットアークからメインアークへ移行するのと実質同時に、プラズマガスを非酸化性ガスから酸素あるいは酸素を含むガスに切替えても良い。

上記の場合、プラズマガスの切り替えがパイロットアーク発生時またはメインアーク発生時に行われることが望ましい。

25 また、上記構成において、

- 7 -

パイロットアークからメインアークへ移行するのと実質同時に、二次ガスを非酸化性ガスから酸素あるいは酸素を含むガスに切替えて流すようにしても良い。

上記の場合、プラズマガス及び二次ガスの切り替えがパイロットアーク発生時またはメインアーク発生時に行われることが望ましい。

さらに、上記構成において、

アークスタート時に流す非酸化性のプラズマガス及び二次ガスが窒素であり、パイロットアークからメインアークへ移行するのと実質同時以後で切断時に流すプラズマガスが酸素であり且つ二次ガスが空気または酸素と窒素の混合ガスであっても良い。

また、上記構成において、

パイロットアークからメインアークへ移行するのと実質同時以後で切断時に流すプラズマガスが非酸化性ガスであっても良い。

また、上記構成において、

パイロットアークからメインアークへ移行するのと実質同時以後に流す二次ガスが非酸化性ガスであっても良い。

さらに、上記構成において、

プラズマガス及び二次ガスが窒素であるのが望ましい。

20

図面の簡単な説明

本発明は、以下の詳細な説明及び本発明の実施例を示す添付図面により、より良く理解されるものとなろう。なお、添付図面に示す実施例は、発明を特定することを意図するものではなく、単
25 に説明及び理解を容易とするものである。

図中、

図 1 は、従来のプラズマ切断方法に用いるプラズマトーチの一例を示す断面図である。

5 図 2 は、従来のプラズマ切断方法におけるアークスタート時のパイロットアークによるノズルの消耗状態を示す断面図である。

図 3 は、本発明によるプラズマ切断方法に用いるプラズマトーチの一例を示す断面図である。

図 4 は、本発明によるプラズマ切断方法に用いるプラズマトーチの他例を示す断面図である。

10 図 5 は、本発明によるプラズマ切断方法に用いるプラズマトーチの更に他例を示す断面図である。

図 6 は、本発明方法において、プラズマガスだけを切り替える場合のガス供給回路図である。

15 図 7 は、本発明方法において、プラズマガスと二次ガスを切り替える場合のガス供給回路図である。

図 8 は、本発明方法において、プラズマガスだけを切り替える場合の一例のタイミング図である。

図 9 は、本発明方法において、プラズマガスだけを切り替える場合の他の例のタイミング図である。

20 図 10 は、本発明方法において、プラズマガスと二次ガスを切り替える場合の一例のタイミング図である。

図 11 は、本発明方法において、プラズマガスと二次ガスを切り替える場合の他の例のタイミング図である。

- 9 -

以下に、本発明の好適実施例によるプラズマ切断方法を添付図面を参照しながら説明する。

以下に、本発明によるプラズマ切断方法の一実施例を説明する。

本発明方法は、図 3 に示した一般的な構成のプラズマトーチを用いて行なう。

本発明方法によれば、プラズマ切断のアークスタート時のパイロットアーク発生のために、プラズマガス 30 として酸素を含まない非酸化性のガスを流すと共に、ノズル 3 の外側にオリフィス 3 a を包囲するように二次ガス 31 を放出し、大気が引き込まれないようにすると共に、二次ガス 31 もプラズマガス 30 と同じく酸素を含まない非酸化性のガスを流す。従って、ノズル 3 のオリフィス 3 a の近傍に酸素が存在しない状態にすることで、ノズル 3 のオリフィス 3 a の消耗を大幅に低減できる。

上記効果を証明するものとして、発明者等が実施した実験およびその結果を以下に示す。

実験は、ノズルの先端部を包囲するように二次ガスが供給される二次ガス供給手段を有するプラズマトーチを使用し、パイロットアークを繰り返し点弧して、ノズルのオリフィスの消耗を進行させ、そのときのオリフィス径 2.8 mm の銅製ノズルの実験前と実験後の重量を測定し、その減少重量をノズルのオリフィスの消耗量とした。

また、プラズマガスと二次ガスのガス種は、以下の組合わせで実施した。

- (1) プラズマガス：酸素 二次ガス：空気
- (2) プラズマガス：窒素 二次ガス：空気

- 10 -

(3) プラズマガス：窒素 二次ガス：窒素

運転条件は、プラズマガス圧 2.0 kg/cm^2 、二次ガス圧 3.5 kg/cm^2 、電流値 50 A 、アーク点弧回数 50 回、アーク点弧時間 3 秒とした。

- 5 実験結果として得られたノズルのオリフィスの消耗の実測値を下記表 1 に示す。

表 1

	(1)	(2)	(3)
10 プラズマガス	酸素	窒素	窒素
二次ガス	空気	空気	窒素
15 ノズル消耗量 [$\times 10 \text{ mg}$]	7.1	1.3	0.1

上記表 1 の結果から、プラズマガスに酸素が含まれていると、パイロットアークによるノズルのオリフィスの消耗が非常に激しいことがわかる。また、プラズマガスを酸素を含まないガス（窒素）にすると、ノズルのオリフィスの消耗はかなり減少するが、

20 やはり、切断品質に影響する程度に進行する。さらに、プラズマガスだけでなく二次ガスも酸素を含まないガス（窒素）にするとほとんどノズルのオリフィスの消耗が進行しない。

上記実験結果から、ノズルのオリフィスの消耗には、酸素が大きく関わっていることが判明した。

- 25 つまり、ノズルのオリフィスの近傍に酸素があると、パイロッ

- 11 -

トアークのノズル着弧点は、高温状態にあることでの熔融だけでなく、高温のための酸化が進行し、この酸化によるノズルのオリフィスの消耗が、大きな割合を占めていることがわかった。

また、ノズルのオリフィスの酸化の原因となる酸素は、当然、
5 パイロットアーク時のプラズマガスに酸素が含まれていればそれが供給源になるが、それだけではなく、ノズルのオリフィスが大気（空気）にさらされていると、ノズルのオリフィスから高速で吹き出したプラズマアーク流によって大気がノズルのオリフィスに沿って引き込まれ、大気に含まれる酸素もノズルのオリフィス
10 の酸化の原因になり、これがノズルオリフィス部の消耗を進行させることもわかった。

従って、本発明方法のように、プラズマ切断のアークスタート用のプラズマガスとして酸素を含まない非酸化性のガスを流すと共に、ノズルの外側にノズルのオリフィスを包囲するようアーク
15 スタート用の二次ガスを噴出させてオリフィス内に大気が引き込まれないようにすると共に、二次ガスもプラズマガスと同じく酸素を含まない非酸化性のガスを流してノズルのオリフィスに酸素が存在しない状態にすることで、ノズルのオリフィスの消耗を大幅に低減することができる。

20 上記方法において、二次ガス 31 は、切断に寄与するプラズマ化したガス流、すなわち、プラズマアーク 7 を細く絞り込む作用を有してその精度が切断品質に決定的な影響を及ぼしているノズル 3 の出口を、大気から遮断する作用をなすものである。

この場合、二次ガス通路 4 を構成するシールドキャップ 5 の先端部
25 の形状は、図 3 に示すようにトーチ先端部側程細くなっている。

る形状の方が、少量の二次ガス 3 1 で効率よくノズル先端部をシールドすることができるが、このとき、二次ガスによってノズル 3 から噴出するプラズマアーク 7 が乱れることがないようにする必要があるので、二次ガス通路 4 を構成するシールドキャップ 5 の開口部 5 a の径はノズル 3 のオリフィス 3 a の径より大きくする必要がある。

なお、この二次ガス 3 1 を噴出させる手段の他の例としては、図 4 に示すように、シールドキャップ 5 を円筒状にしたもの、あるいは、図 5 に示すようにノズル 3 の出口の側方に二次ガス吹き出しノズル 1 6 を配し、横方向から二次ガス 3 1 をノズル 3 の出口部に吹き付け、該出口部分を大気から遮断することも可能である。

次に、本発明方法を実施するためのプラズマガス 3 0 と二次ガス 3 1 の供給回路は図 6 または図 7 に示すようになる。

なお、図 6 および図 7 において、1 0 は非酸化性ガス供給回路、1 1 は酸化性ガス供給回路である。

図 6 では、プラズマガス 3 0 だけを切り替える場合を示している。プラズマアーク 7 の発生前に、供給回路内のガスを完全に置換するために、パイロットアーク発生の所定時間前にアークスタート用プラズマガス開閉弁 1 2 を開き、プラズマガス通路 2 にプラズマガス 3 0 として非酸化性のガスを流すと共に、二次ガス開閉弁 1 3 を開き二次ガス通路 4 にも同じく二次ガス 3 1 として非酸化性のガスを流す。これにより、ノズル 3 の出口部周辺には酸素がない状態となり、この状態でパイロットアークを発生させアークをスタートする。パイロットアークの発生完了後に、アーク

- 13 -

クスタート用プラズマガス開閉弁 1 2 を閉じると同時に切断用プラズマガス開閉弁 1 4 を開いて、プラズマガス 3 0 を非酸化性ガスから酸素、あるいは酸素を含むガスに切り替えて流し、切断作業を行なう。

- 5 このときの切り替えタイミングは、図 8 あるいは図 9 に示すようになる。図 8 では、両弁 1 2, 1 4 の切替をパイロットアーク発生時におこなっているが、図 9 では、両弁 1 2, 1 4 の切替をメインアーク発生時におこなっている。

10 また、プラズマガス 3 0 と二次ガス 3 1 の両方を切り替える場合には、図 7 に示すように、プラズマアークの発生前に回路内のガスを完全に置換するために、アークスタートの所定時間前にアークスタート用プラズマガス開閉弁 1 2 を開き、プラズマガス通路 2 にプラズマガス 3 0 として非酸化性のガスを流すと共に、

15 アークスタート用二次ガス開閉弁 1 3 を開き二次ガス通路 4 にも二次ガス 3 1 として同じく非酸化性のガスを流し、ノズル 3 の出口部周辺には酸素がない状態にし、その状態でパイロットアークを発生させ、アークをスタートする。パイロットアークの発生完了後に、アークスタート用プラズマガス開閉弁 1 2 を閉じると同時に切断用プラズマガス開閉弁 1 4 を開き、プラズマガス 3 0 を

20 非酸化性ガスから酸素あるいは酸素を含むガスに切り替えて流すと共に、アークスタート用二次ガス開閉弁 1 3 を閉じると同時に切断用二次ガス開閉弁 1 5 を開いて、二次ガス 3 1 を非酸化性ガスから酸素あるいは酸素を含むガスに切り替えて流し、切断作業を行なう。

- 25 このときの両ガス 3 0, 3 1 の切り替えタイミングは、図 1 0

- 14 -

あるいは図 1 1 に示すようになる。図 1 0 では、各弁 1 2, 1 3, 1 4, 1 5 の切替をパイロットアーク発生時におこなっているが、図 1 1 では、各弁 1 2, 1 3, 1 4, 1 5 の切替をメインアーク発生時におこなっている。

- 5 上記ガスの切り替えのタイミングは、パイロットアークの発生、あるいはメインアークの発生を検出して、その信号を受けた時である。

- また、ガスの切り替えタイミングは、スタート用の非酸化性ガスと切断用の酸化性ガスとのノズル 3 のオリフィス部における置換の時期を考慮して設定するのがよい。望ましくは、メインアーク発生と同時にノズル 3 のオリフィス部において置換が完了すれば切断への影響がない。しかしながら、実際にはガス配管の長短によって置換に要する時間の長短も生じる。したがって、ガス切り換えのタイミングは、ガス配管距離が短いため、開閉弁を通過したガスが速やかにノズル 3 のオリフィス部に到達する場合は、メインアーク発生の検出信号を受けた時でよく、またガス配管距離が長いため、オリフィス部でのガス置換に時間がかかる場合は、メインアーク発生以前の時がよい。ガス切り替えのタイミングとして、ガス置換に要する時間の短い順では、パイロットアーク発生検出信号、高周波発生検出信号、起動信号のいずれかの信号を検出して開閉弁を切り替えるようにすれば、ガス置換による切断への影響を最小に抑えることができる。

- 20 なお、本発明方法では、パイロットアーク発生時と切断中にガスを切り替えることを行なっているが、さらに望ましくは、切断終了後に再度、パイロットアーク発生時と同様に、非酸化性ガス

を所定時間の間流しておけば、ガス配管内は非酸化性ガスで満たされることになり、次のアークスタート時にガス配管内のガスを置換するため非酸化性ガスを流す時その時間を短縮できるので、切断開始が早まり、切断作業の効率化がはかられる。

- 5 本発明方法において、酸化性ガスとは、酸素、あるいは空気または酸素と窒素の混合ガスなど、酸素を含むガスであり、非酸化性ガスとは、窒素、アルゴン、ヘリウム、水素等のいわゆる不活性ガスの単独、あるいはこれらの組合わせである。

10 プラズマ切断で軟鋼材を切断する際には、プラズマガス30として酸素を使うことが一般的である。この場合には、アークスタート時は窒素をプラズマガス30および二次ガス31として使い、パイロットアーク発生完了後で切断中は酸素をプラズマガス30として、空気あるいは酸素を含むガスを二次ガス31として使用する。

- 15 ここで、切断のためのプラズマガス30として酸素を使用するのは、軟鋼と酸素プラズマの酸化反応による反応熱により切断が促進されるからである。また、この場合の二次ガス31としては、酸素を含むガスにした方がよい。これは、非酸化性ガスを使用するとプラズマガス30の酸素純度が低下し、切断に悪影響が出るからである。また、パイロットアーク発生時の非酸化性ガスとして窒素を使う理由は、プラズマ化したときの特性が酸素とほぼ同じであり、切り替えに伴うアークの不安定性が起きにくいからである。

25 また、ステンレス鋼やアルミニウムの切断では、プラズマガス30として酸素を含まない非酸化性ガスが使われる。非酸化性

- 16 -

ガスとしては窒素やアルゴンあるいは水素等を単一で用いたり、それらの混合ガスを使用する。この場合でも、上述したようにパイロットアークによるノズル消耗は、酸素プラズマよりも軽微であるが進行する。そのため、このような非酸化性ガスを使ったプラズマ切断機においても、パイロットアーク発生時に非酸化性ガスを二次ガス31として流すことにより、ノズル3の耐久性を向上させることができる。

本発明によれば以下のような作用効果を奏することができる。

(1) アークスタート時にノズル3のオリフィスを大気から遮蔽し、その酸化損傷を防止できる。

(2) アークスタート時には非酸化性気体を流すが、切断時には酸化性気体に切換えて流すため、軟鋼の切断に関しては切断品質を損なうことがない。

(3) 酸化損傷防止の結果、長時間にわたる良質の切断品質が維持できる。すなわち、ノズル3の耐久性の向上が図れる。

(4) ノズル3の耐久性向上によりノズル3の交換回数が減り、作業者の手間が軽減される。

(5) ノズル3の交換回数が減ること、すなわちノズル3の交換サイクルの延長は、プラズマ切断機の無人運転化実現に対する貢献度が高い。

(6) ノズル3の交換に要するロスタイムがなくなり、切断作業効率がよくなる。

(7) ノズル3の購入品費用が下がるので、ランニングコストの低減が期待できる。

なお、本発明は例示的な実施例について説明したが、開示した

- 17 -

実施例に関して、本発明の要旨及び範囲を逸脱することなく、種々の変更、省略、追加が可能であることは、当業者において自明である。従って、本発明は、上記の実施例に限定されるものではなく、請求の範囲に記載された要素によって規定される範囲及びその均等範囲を包含するものとして理解されなければならない。

5

請求の範囲

1. プラズマアークを細く絞り込むオリフィスを持つノズルと、
該ノズルの先端部を包囲するように二次ガスを供給する二次ガス
噴出手段を有するプラズマ切断装置を用いたプラズマ切断方法に
5 おいて、

アークスタート用のプラズマガスとして非酸化性ガスを流すと
共に、アークスタート用の二次ガスとして非酸化性ガスを流して
ノズル出口付近を非酸化性ガス雰囲気にすることを特徴とするプ
ラズマ切断方法。

10

2. パイロットアークからメインアークへ移行するのと実質同時
に、プラズマガスを非酸化性ガスから酸素あるいは酸素を含むガ
スに切替えることを特徴とする、請求項 1 に記載のプラズマ切断
方法。

15

3. プラズマガスの切り替えがパイロットアーク発生時に行われ
ることを特徴とする、請求項 2 に記載のプラズマ切断方法。

20

4. プラズマガスの切り替えがメインアーク発生時に行われるこ
とを特徴とする、請求項 2 に記載のプラズマ切断方法。

25

5. パイロットアークからメインアークへ移行するのと実質同時
に、二次ガスを非酸化性ガスから酸素あるいは酸素を含むガスに
切替えて流すことを特徴とする請求項 2 に記載のプラズマ切断方
法。

- 19 -

6. プラズマガス及び二次ガスの切り替えがパイロットアーク発生時に行われることを特徴とする、請求項 5 に記載のプラズマ切断方法。
- 5 7. プラズマガス及び二次ガスの切り替えがメインアーク発生時に行われることを特徴とする、請求項 5 に記載のプラズマ切断方法。
8. アークスタート時に流す非酸化性のプラズマガス及び二次ガスが窒素であり、パイロットアークからメインアークへ移行する
10 のと実質同時以後で切断時に流すプラズマガスが酸素であり且つ二次ガスが空気または酸素と窒素の混合ガスであることを特徴とする、請求項 5 に記載のプラズマ切断方法。
9. パイロットアークからメインアークへ移行するのと実質同時
15 以後で切断時に流すプラズマガスが非酸化性ガスであることを特徴とする、請求項 1 に記載のプラズマ切断方法。
10. パイロットアークからメインアークへ移行するのと実質同時以後に流す二次ガスが非酸化性ガスであることを特徴とする、
20 請求項 9 に記載のプラズマ切断方法。
11. プラズマガス及び二次ガスが窒素であることを特徴とする、請求項 10 に記載のプラズマ切断方法。

図 1

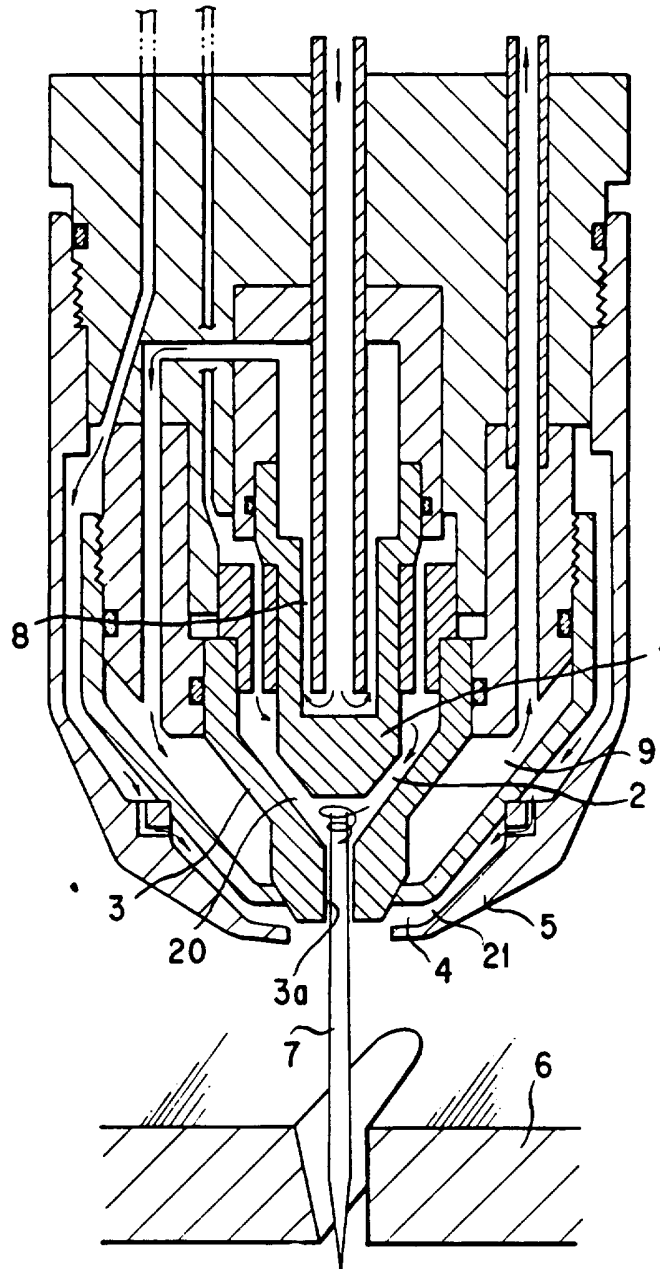


図 2

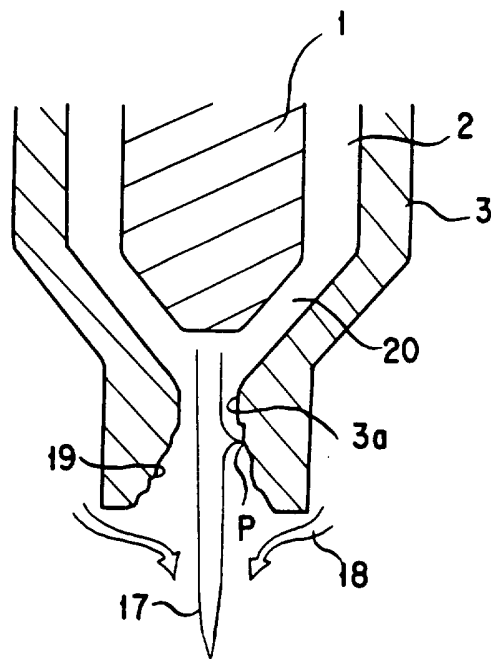


図 3



図 4

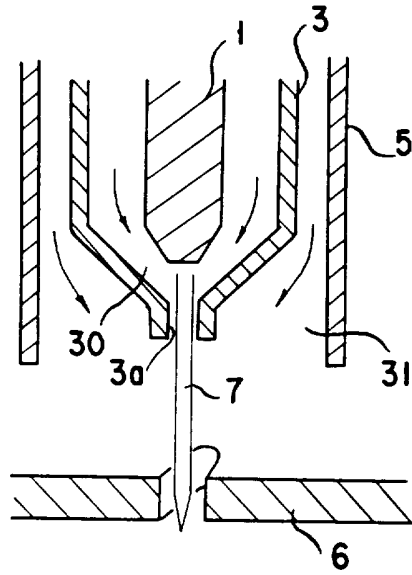


図 5

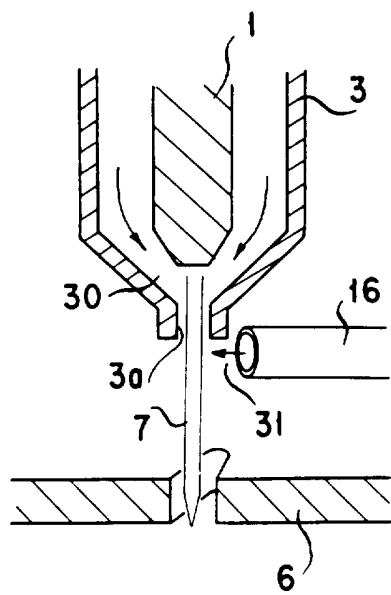


図 6

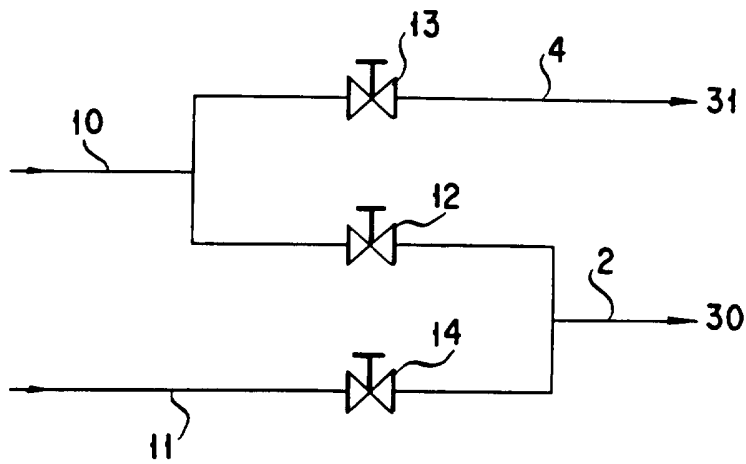


図 7

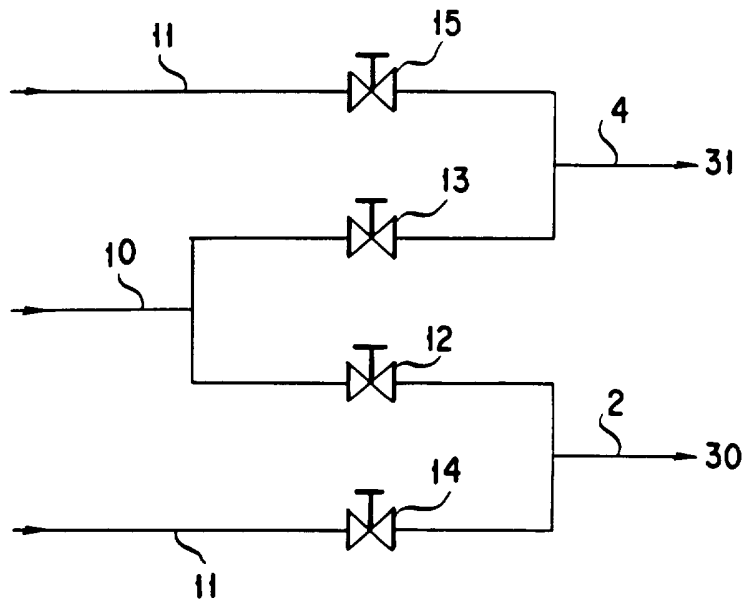


図 8

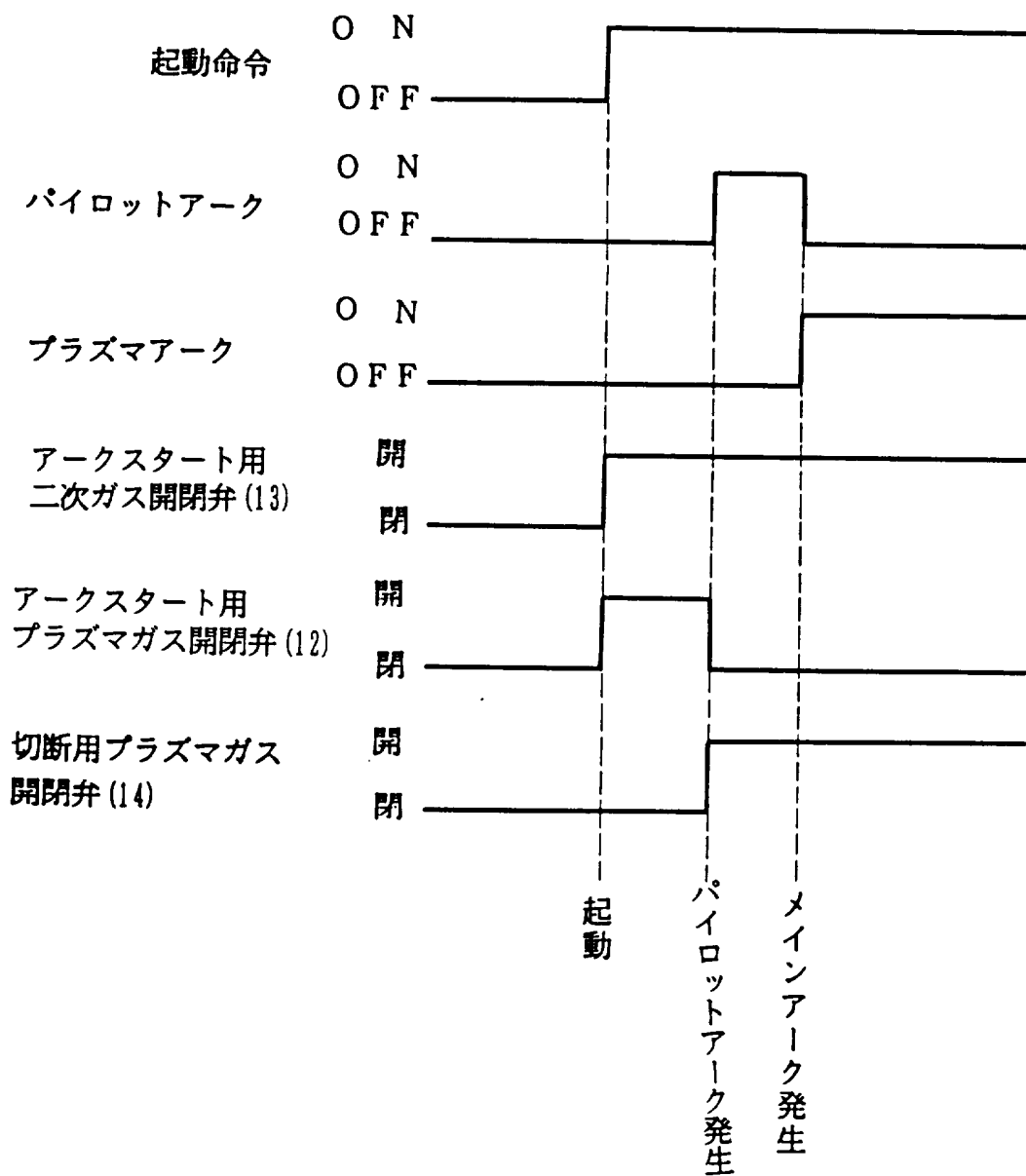


図 9

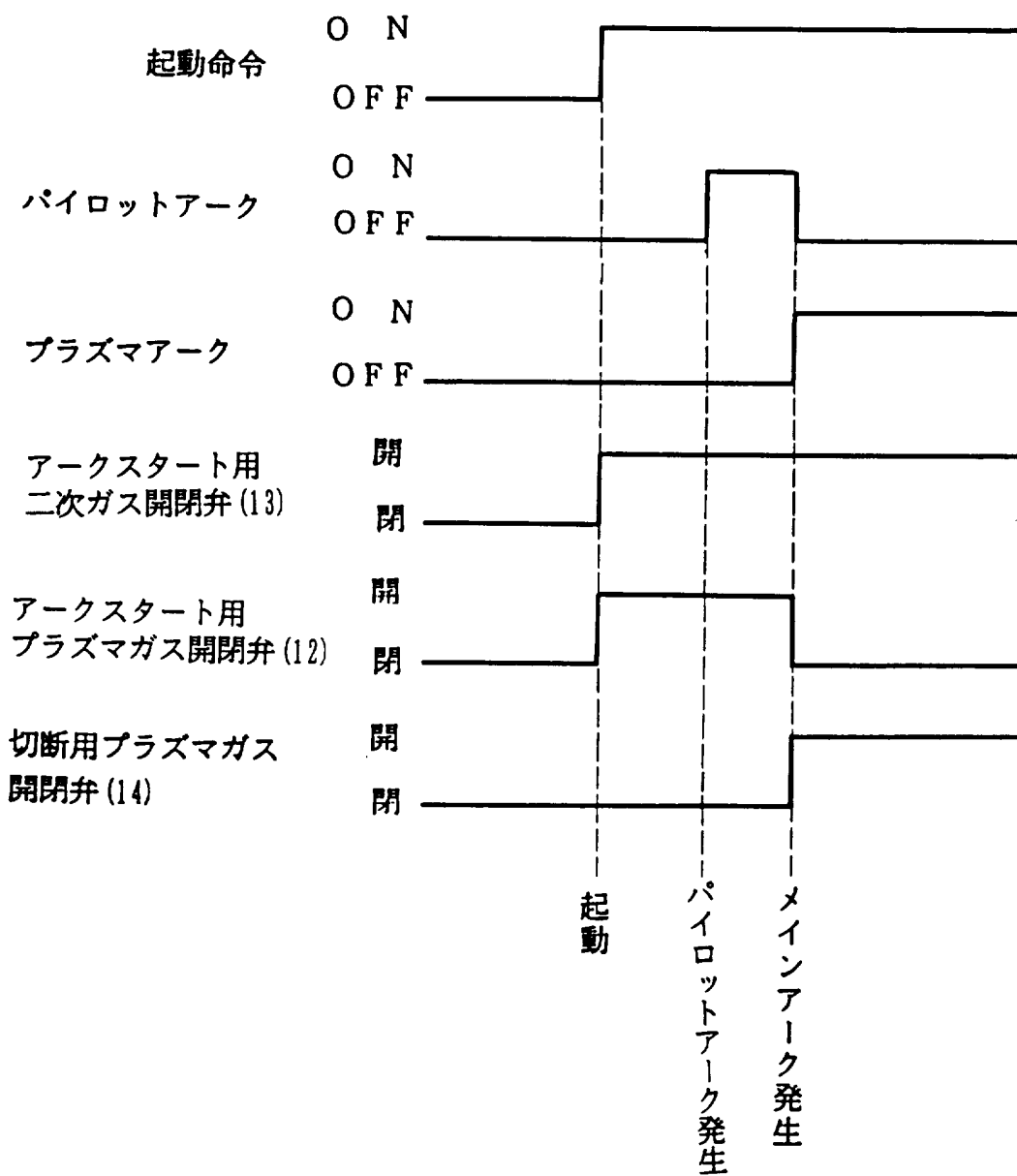


図 10

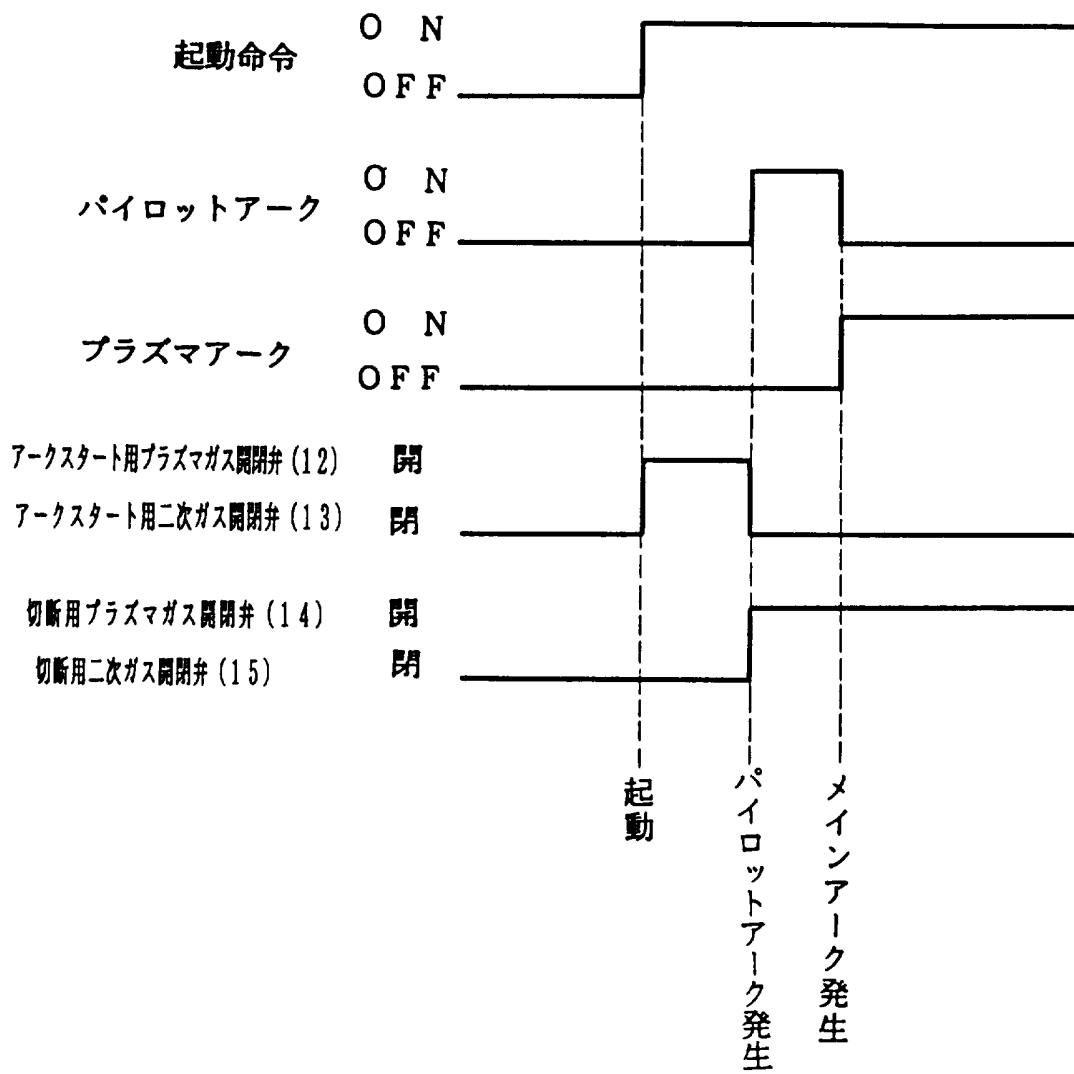
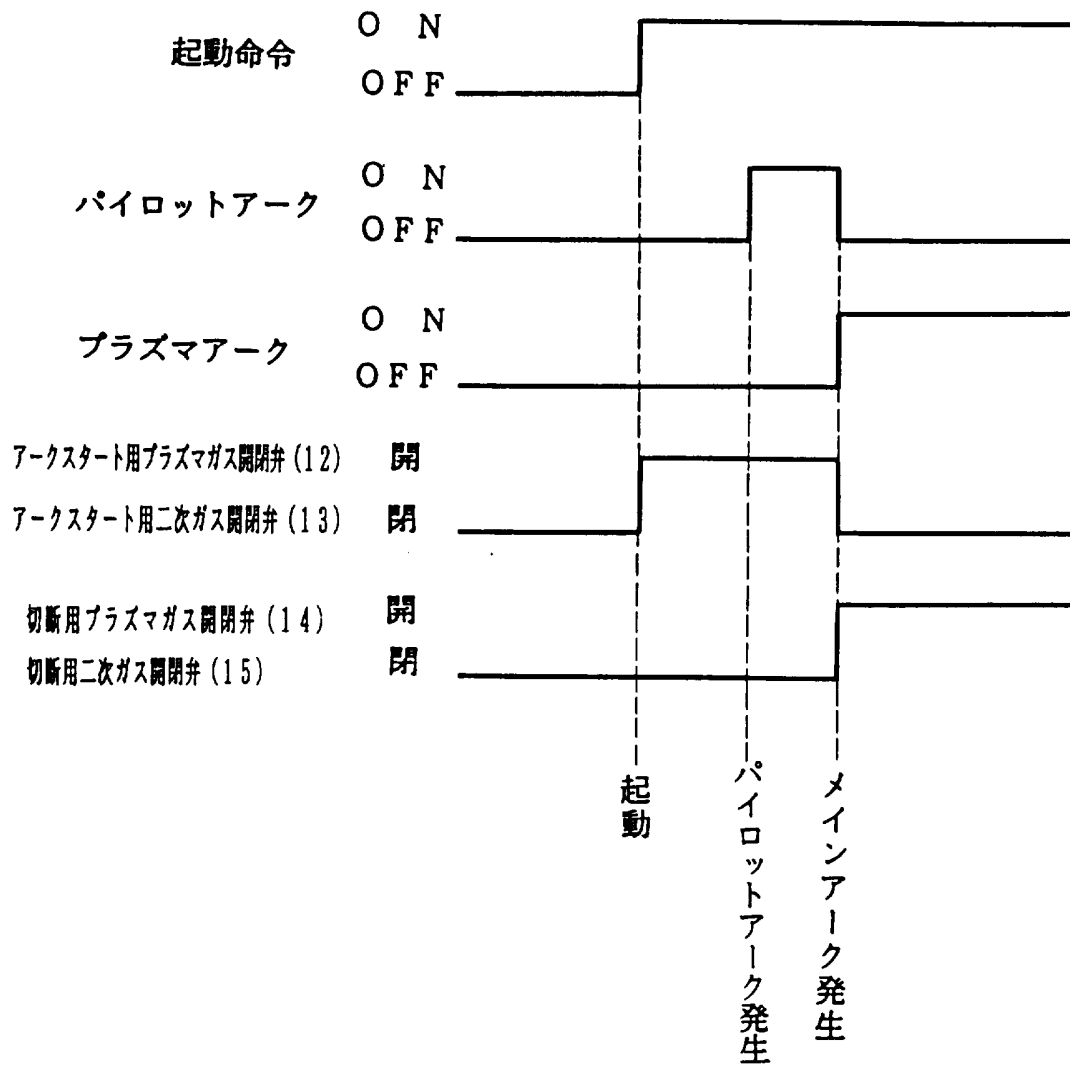


図 11



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP96/00304

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl⁶ B23K10/00

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)

Int. Cl⁶ B23K10/00, B23K9/013, H05H1/32

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

Jitsuyo Shinan Koho 1926 - 1996
 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971 - 1996
 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994 - 1996

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, 5-174994, A (Origin Electric Co., Ltd.), July 13, 1993 (13. 07. 93) (Family: none)	1
Y		2 - 11
Y	JP, 6-71670, B2 (Daihen Co., Ltd.), September 14, 1994 (14. 09. 94) (Family: none)	1 - 11
Y	JP, 60-55221, B2 (Origin Electric Co., Ltd.), December 4, 1985 (04. 12. 85) (Family: none)	1 - 11

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 document 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
 March 21, 1996 (21. 03. 96)

Date of mailing of the international search report
 April 9, 1996 (09. 04. 96)

Name and mailing address of the ISA/
 Japanese Patent Office
 Facsimile No.

Authorized officer
 Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))		
Int. Cl ⁸ B23K10/00		
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))		
Int. Cl ⁸ B23K10/00, B23K9/013, H05H1/32		
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	1926-1996年
	日本国公開実用新案公報	1971-1996年
	日本国登録実用新案公報	1994-1996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 請求の範囲の番号
X	JP, 5-174994, A (オリジン電気株式会社), 13. 7月. 1993 (13. 07. 93) (ファミリーなし)	1
Y		2-11
Y	JP, 6-71670, B2 (株式会社 ダイヘン), 14. 9月. 1994 (14. 09. 94) (ファミリーなし)	1-11
Y	JP, 60-55221, B2 (オリジン電気株式会社), 4. 12月. 1985 (04. 12. 85) (ファミリーなし)	1-11
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列举されている。 <input type="checkbox"/> 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		「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
「E」 先行文献ではあるが、国際出願日以後に公表されたもの		「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
「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)		「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
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		「&」 同一パテントファミリー文献
「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		
国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日	
21. 03. 96	09.04.96	
名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100 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) 増山 剛	4 E 9 4 4 3 3 4 2 7
	電話番号 03-3581-1101 内線	