

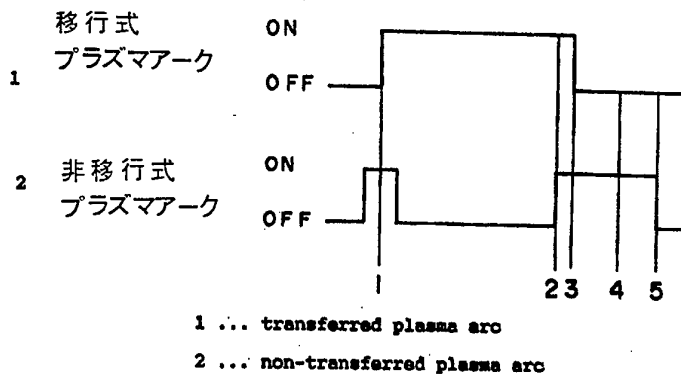


特許協力条約に基づいて公開された国際出願

|   |                       |  |
|---|-----------------------|--|
| <p>(51) 国際特許分類 5<br/>B23K 10/00</p>   | <p>A1</p>             | <p>(11) 国際公開番号<br/>WO 94/19138</p> <p>(43) 国際公開日<br/>1994年9月1日(01.09.94)</p> |
| <p>(21) 国際出願番号 PCT/JP94/00271<br/>(22) 国際出願日 1994年2月23日(23. 02. 94)</p> <p>(30) 優先権データ<br/>特願平5/60862 1993年2月25日(25. 02. 93) JP</p> <p>(71) 出願人(米国を除くすべての指定国について)<br/>株式会社 小松製作所<br/>(KABUSHIKI KAISHA KOMATSU SEISAKUSHO)(JP/JP)<br/>〒107 東京都港区赤坂二丁目3番6号 Tokyo, (JP)</p> <p>(72) 発明者; および<br/>(75) 発明者/出願人(米国についてのみ)<br/>新谷俊哉 (SHINTANI, Toshiya)(JP/JP)<br/>〒254 神奈川県平塚市万田1200 株式会社小松製作所 研究所内<br/>Kanagawa, (JP)<br/>中右 豊 (NAKAU, Yutaka)(JP/JP)<br/>〒107 東京都港区赤坂二丁目3番6号 株式会社小松製作所 本社内<br/>Tokyo, (JP)</p> <p>(74) 代理人<br/>弁理士 橋爪良彦 (HASHIZUME, Yoshihiko)<br/>〒107 東京都港区赤坂二丁目3番6号 小松ビル8階内<br/>Tokyo, (JP)</p> <p>(81) 指定国<br/>CN, KR, US, 欧州特許 (DE, FR, GB).</p> | <p>添付公開書類 国際調査報告書</p> |  |

(54) Title: PLASMA CUTTING METHOD AND NC PLASMA CUTTING APPARATUS

(54) 発明の名称 プラズマ切断方法およびNCプラズマ切断装置



(57) Abstract

This invention relates to a plasma cutting method and a NC plasma cutting apparatus, which enable the quality of a bore-cut product obtained by using transferred plasma arc to be improved, and the productive efficiency of such a product to be improved. The transferred plasma arc is switched to non-transferred plasma arc in a position immediately before a cutting finishing point and a position in the vicinity of a position in which cutting lines cross each other. Simultaneously with this switching operation, a moving speed of the plasma torch is varied in accordance with the variation of a plasma arc current. A transferred plasma arc current is reduced in a position immediately before a cutting finishing point and a position in the vicinity of a position in which cutting lines cross each other. The moving speed of the plasma torch may be varied in accordance with the reduction of this arc current. At the cutting starting time and during a cutting operation, the voltage detecting function is stopped, and an operation of this function is started in a position immediately before a cutting finishing point and a position in the vicinity of a position in which cutting lines cross each other.

(57) 要約

本発明は、プラズマ切断方法およびNCプラズマ切断装置であって、移行式プラズマアークによる穴開け切断製品の品質向上を可能とするとともに、生産能率が向上ができる。このために、切断終了点直前で、かつ切断線が交差する位置の近傍で前記移行式プラズマアークから非移行式プラズマアークに切り換える。また、この切り換えと共に、プラズマアーク電流の変化に連動してプラズマトーチの移動速度を変化させる。また、切断終了点直前で、かつ切断線が交差する位置の近傍で移行式プラズマアーク電流を減少させる。この減少に連動してプラズマトーチの移動速度を変化させてもよい。さらに、切断開始時から切断時は前記電圧検出機能を停止状態とし、切断終了点直前で、かつ切断線が交差する位置の近傍で前記電圧検出機能を作動開始させる。

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のパンフレット第1頁にPCT加盟国を同定するために使用されるコード

|    |           |    |         |    |             |    |            |
|----|-----------|----|---------|----|-------------|----|------------|
| AM | アルメニア     | CZ | チェッコ共和国 | KP | 朝鮮民主主義人民共和国 | NZ | ニュージーランド   |
| AT | オーストリア    | DE | ドイツ     | KR | 大韓民国        | PL | ポーランド      |
| AU | オーストラリア   | DK | デンマーク   | KZ | カザフスタン      | PT | ポルトガル      |
| BB | バルバドス     | EE | エストニア   | LI | リヒテンシュタイン   | RO | ルーマニア      |
| BE | ベルギー      | ES | スペイン    | LK | スリランカ       | RU | ロシア連邦      |
| BF | ブルキナファソ   | FI | フィンランド  | LT | リトアニア       | SD | スーダン       |
| BG | ブルガリア     | FR | フランス    | LU | ルクセンブルグ     | SE | スウェーデン     |
| BJ | ベナン       | GA | ガボン     | LV | ラトヴィア       | SI | スロヴェニア     |
| BR | ブラジル      | GB | イギリス    | MC | モナコ         | SK | スロヴァキア共和国  |
| BY | ベラルーシ     | GE | グルジア    | MD | モルドバ        | SN | セネガル       |
| CA | カナダ       | GN | ギニア     | MG | マダガスカル      | TD | チャード       |
| CF | 中央アフリカ共和国 | GR | ギリシャ    | ML | マリ          | TG | トーゴ        |
| CG | コンゴ       | HU | ハンガリー   | MN | モンゴル        | TJ | タジキスタン     |
| CH | スイス       | IE | アイルランド  | MR | モーリタニア      | TT | トリニダードトバゴ  |
| CI | コート・ジボアール | IT | イタリア    | MW | マラウイ        | UA | ウクライナ      |
| CM | カメルーン     | JP | 日本      | NE | ニジェール       | US | 米国         |
| CN | 中国        | KE | ケニア     | NL | オランダ        | UZ | ウズベキスタン共和国 |
| CS | チェコスロヴァキア | KG | キルギスタン  | NO | ノルウェー       | VN | ベトナム       |

## 明 細 書

## プラズマ切断方法およびNCプラズマ切断装置

## 技 術 分 野

本発明は、プラズマ切断方法およびNCプラズマ切断装置に係り、特に、移行式プラズマアークを発生させて被切断材を切断するのに好適なプラズマ切断方法およびNCプラズマ切断装置に関する。

## 背 景 技 術

従来より、プラズマ切断方法は、鉄、ステンレス鋼、アルミニウム等の板材を高速で切断する加工法として広く利用されている。この方法に用いられるプラズマ切断装置は、高温のプラズマアークを発生する方式によって、非移行式と移行式とに分類される。まず、一般的な非移行式プラズマ切断装置は、その概要を図6に示すように、プラズマトーチ中心に配置した電極11と、プラズマガス通路を隔てて電極11先端を取り囲むように配置され、先端に開口部を持つ漏斗状のノズル12とを備え、電極11とノズル12とは共に電源装置16の出力端子に接続されている。かかる構成により、作動時には、プラズマガスを流したつ電極11とノズル12との間にアーク放電を起こし、プラズマガスを高温のプラズマ状態にするとともに、非移行式のプラズマジェット13をノズル12先端の開口部から被切断材14に向けて噴出させ、被切断材14を溶融、切断する。この被切断材は、導電材料でも非導電材料でも切断可能という長所がある。しかしながら、ノズルの損失が大きく、しかも熱効率は20%程度と低い欠点がある。

一方、一般的な移行式プラズマ切断装置は、概要を図7に示すように、基本的構成は非移行式と類似しており、電極11とノズル12とを備え、電極11、ノズル12および被切断材14はいずれも電源装置16の出力端子に接続されている。

かかる構成による作動時に関し説明する。まず、作動開始時においては図6に示すように、電極11とノズル12との間でアーク放電を行い、ノズル開口部から非移行式のプラズマジェット13を噴出させ、パイロットアークを生じさせる。このプラズマジェット13が被切断材14に達すると、トーチ内の電極11と被切断材14との間で電気伝導性が得られる。続いて、図7に示すように、電極11と被切断材14との間に電流を流すと共に、ノズル12と電源装置16とを遮断してパイロットアークを消弧し、移行式プラズマジェット15を形成し、移行式プラズマアークのスタート動作が完了する。

このスタート動作完了後、移行式プラズマジェット15で被切断材14の切断が開始される。切断時のプラズマアーク電流は、良質な切断を目的として、プラズマトーチの形状、プラズマガスの種類、被切断材の材質・板厚、切断速度等の諸条件から最適値に設定され、この最適電流値が保たれるように電源16が制御される。通常、このプラズマアーク電流は切断終了時まで変化させることなく一定としている。これに対して、切断形状に小円弧または鋭角部をもつ被切断材に関し、トーチ移動装置の振動防止、軌跡精度の確保のために、トーチ移動装置の速度を遅くする必要がある場合には、トーチ移動速度の低下に合わせてプラズマアーク電流も減少させ、被切断材への過剰な入熱を防止することで、切断品質、特にコーナ部の良好な切断品質を得ることが知られている（例えば日本特開平1-165171号公報参照）。

次に、切断終了において、通常、切断終了点で移行式プラズマアーク電流を遮断する。電流遮断後は切断に必要な熱発生がなくなり、被切断材の溶融が停止して切断が終了する。これに対して、切断終了時、移行式プラズマアークを消弧する前に非移行式のパイロットアークを点弧し、切断終了点で移行式プラズマアークを消弧後も前記パイロットアークを維持することで、次の切断開始が迅速に行えるようにすることが知られている（例えば日本特開昭63-5875号公報、日本特公平4-9637号公報参照）。

以上の一般的な移行式プラズマ切断について述べたが、熱効率は80%程度と

高く、金属加工分野では、被切断材が良導電体であるので本方式が多用されている。

また、移行式プラズマアークによる切断において、例えば金属材に円、長円、長方形等の穴開け加工を行う場合は、一般的には図 8 に示す軌跡に従って切断が行われる。同図において、24 は切断線、21 は切断開始点、22 は切断終了点である。切断は切断開始点 21 で移行式プラズマアークを発生させ、切断線 24 に沿って切断が行われた後、切断終了点 22 で移行式プラズマアークの電流を遮断して切断が終了する。なお、切断終了点 22 を切断線 24 の交点 23 に取らない理由は、交点 23 を切断終了点 22 とする場合、プラズマトーチの移動とアーク電流の停止とのタイミングを正確にする必要があり、アーク電流の停止が速すぎると切り残しを生じることから、切断線 24 を穴の内側に延長して確実に切断可能とするためである。

しかしながら、上記穴開け切断において、切断される穴の大きさが小さい場合には、スクラップ材 25 は切断装置の被切断材支持部に保持されずに落下することが多い。このスクラップ材 25 の落下により、移行式プラズマアークの放電点が、図 9 に示すように被切断材の製品 26 側の穴の内面に残ることになる。このアーク放電は、プラズマトーチが移動して穴の内面から遠ざかり、アーク電圧が上昇して放電を維持することが出来なくなり、自然に消弧するまで続く。従って、消弧までの間、穴の内面はアーク放電による加熱が続けられると共に、ダブルアークも発生し易くなり、製品 26 の穴内面の溶融・焼け等が大きくなり、切断品質が低下する問題がある。

この問題を解決する方法として、アーク電流値、ガス圧、切断速度等の諸条件により変化する切断中のアーク電圧を事前に調べ、予め設定値を決めておき、上記スクラップ材が落ちた後のアーク電圧上昇を利用して、電圧値が設定値を超えた場合にプラズマアーク電流を停止し、被切断材に加えられる放電時間を短くして、切断品質の低下を効果的に抑えることが知られている（例えば日本特開平 1 - 241379 号公報参照）。

しかし、上記切断アーク電圧を利用する方法において、小円弧部、鋭角部等の切断形状によるアーク電圧の上昇等電圧の変化を事前に予測し、さらにその予測値に対して切断中の停止防止のため、ある程度高めの設定値を決める必要がある。このため、プラズマアーク電流停止までの時間が延びることになり、切断面の焼けも残り易い。

### 発 明 の 開 示

本発明は、かかる従来技術の欠点を解消するためになされたもので、移行式プラズマアークを用いる切断加工において、切断終了点近傍の加工面品質を向上させることが可能なプラズマ切断方法およびNCプラズマ切断装置を提供することを目的としている。

本発明に係る第1の発明は、切断終了点直前で、かつ切断線が交差する位置の近傍で移行式プラズマアークから非移行式プラズマアークに切り換えるプラズマ切断方法である。また、非移行式プラズマアークへの切り換えと共に、移行式プラズマアーク電流から非移行式プラズマアーク電流への変化に連動してプラズマトーチの移動速度を変化させる。

かかる構成により、被切断材の切断穴からスクラップ材が落下した場合でも、被切断材の製品には放電点がほとんど存在しない。従って、製品側には必要以上の入熱が無いので、良好な切断面品質が得られる。さらには、プラズマトーチの移動速度を変化させる、例えば非移行式プラズマアークの低熱効率を補うように移動速度を遅くすることで、適切な切断能力も得られる。

第2の発明は、切断終了点直前で、かつ切断線が交差する位置の近傍で移行式プラズマアーク電流を減少させるプラズマ切断方法である。また、移行式プラズマアーク電流を減少させると共に、前記減少に連動してプラズマトーチの移動速度を変化させる。

かかる構成により、切断した穴からスクラップ材が落ちた場合には、製品側に放電点は残るものの、その時のプラズマアーク電流は小さな値になっているので

、発熱量も減少している。従って、製品側の溶けは少なくなり、切断面の品質低下を抑えることができる。また、プラズマアーク電流の減少による発熱量低下を補うように、移動速度を遅くする等を連動させることで、適切な切断能力も得られる。

第3の発明は、切断開始時から切断時は電圧検出機能を停止状態とし、切断終了点直前で、かつ切断線が交差する位置の近傍で前記電圧検出機能を作動開始させるプラズマ切断方法である。また、前記停止状態とし、前記作動させるのは、プラズマアーク電流停止機能である。

かかる構成により、切断終了点直前までの切断中における、諸要因によるアーク電圧の変化に関係なく、アーク電流停止の適切な電圧値を設定することができる。これにより、従来のように設定電圧値を高くする必要がないので、スクラップ材落下後のアーク電流停止までの時間を短くすることが可能となり、製品側に残る放電点での発熱量が減少し、良好な切断品質が得られる。従って、アーク電圧上昇を検出してアーク電流を停止する方法（例えば前述の日本特開平1-241379号公報参照）と比べて、よりの確に目的が達成可能である。また、プラズマアーク電流停止機能を適用しても同様な作用、効果が得られる。

第4の発明は、切断終了点直前でかつ切断線が交差する位置に関するデータを制御プログラムに予め入力する手段と、切断時に前記制御プログラムに入力された前記位置の近傍に達したことを検出する手段と、この検出結果に基づいて実行すべき切断を指令する手段とを備えたNCプラズマ切断装置である。また、指令手段は、前記検出結果に基づいて、移行式プラズマアークから非移行式プラズマアークに切り換えを指令する手段である。この切り換え指令と共に、移行式プラズマアーク電流から非移行式プラズマアーク電流への変化に連動したプラズマトーチの移動速度の変化を指令する手段でもよい。さらに、指令手段は、前記検出結果に基づいて、移行式プラズマアーク電流を減少させる指令をする手段である。この減少指令と共に、減少に連動したプラズマトーチの移動速度の変化を指令する手段でもよい。さらには、指令手段は、前記検出結果に基づいて、切断開始

時から切断時は電圧検出機能を停止状態とし、切断終了点直前で、かつ切断線が交差する位置の近傍で前記電圧検出機能を作動開始させる指令を行う手段である。この電圧検出機能は、プラズマアーク電流停止機能でもよい。

かかる構成により、切断実施時に、プログラムで指示された切断終了点直前でかつ切断線が交差する位置の近傍において、切断中の作業を的確に変更するNCプラズマ切断装置が得られ、一連の切断加工が自動的に行われると共に、切断品質の向上が可能となる。しかも、指令手段を組み合わせることで、要求に応じた切断加工品質に対して、煩雑な操作を必要とせずに実施可能である。

#### 図面の簡単な説明

図1は第1の発明に係る移行式プラズマアークと非移行式プラズマアークとのタイムチャート、図2は第2の発明に係る移行式プラズマアークのタイムチャート、図3は第2の発明に係る別の実施例の移行式プラズマアーク電流とプラズマトーチの移動速度との部分的タイムチャート、図4は第3の発明に係る移行式プラズマアークとアーク電圧検出装置とのタイムチャート、図5は第4の発明に係るNCプラズマ切断装置の制御を実行するフローチャート、図6は従来技術に係る一般的な非移行式プラズマアーク切断装置の作動概要の説明図、図7は従来技術に係る一般的な移行式プラズマアーク切断装置の作動概要の説明図、図8は一般的な穴開け切断の軌跡例を示す説明図、図9は従来技術に係る移行式プラズマアーク切断機による穴開け切断終了時の説明図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

第1の発明に係るプラズマ切断方法について、好ましい実施例を添付図面に従って以下に詳述する。

図1は、本実施例のタイムチャートであり、符号1は切断開始点、符号2は非移行式プラズマアークの点弧点、符号3は移行式プラズマアークの消弧点、符号4は穴開け切断完了点、符号5は切断終了点である。本実施例は、通常の切断情

報と、図 1 に示す切断条件とを入力した制御プログラムに基づいて切断加工を行う NC プラズマ切断装置を使用し、一般的な金属材の穴開け切断の軌跡で行ったものであり、図 1 と図 8 で説明する。一般的な切断と同様に、非移行式プラズマアークを点弧・消弧させて、切断開始点 2 1 に対応する符号 1 の位置で、移行式プラズマアークを発生させ、穴開け切断を開始し、切断線 2 4 に沿って移行式プラズマアークで切断を行う。符号 2 と符号 3 とは、進行する切断位置が切断線 2 4 の交点 2 3 の近傍となる位置に設定されるが、この近傍位置は、切断に高精度を要求する場合には、交点 2 3 直前の位置に、また、精度よりも切断速度を優先する場合には、交点 2 3 を通過した直後の位置にそれぞれ設定するのが好ましい。符号 2 と符号 3 とが交点 2 3 直前となる位置に設定された場合、切断線 2 4 に沿って概ね一周してきたプラズマトーチは、切断線 2 4 の交点 2 3 の直前で、非移行式プラズマアークを点弧すると共に、移行式プラズマアークを消弧し、移行式プラズマアークから非移行式プラズマアークに切り換える。この切り換え後、プラズマトーチは短時間に切断線 2 4 の交点 2 3 に到達するが、符号 4 がこの交点 2 3 に対応し、穴開けは完了する。従って、符号 3 から符号 4 までの間、すなわち交点 2 3 の直前から交点 2 3 までの間は、非移行式プラズマアークにより切断が行われる。次に、符号 5 は切断終了点 2 2 に対応しており、プラズマ電源に停止信号を送り、非移行式プラズマアークを消弧し、切断作業が完了する。この、穴開け完了である交点 2 3 から切断終了点 2 2 までは、必ずしも必要ではないが、穴開けを確実なものとするのに有効である。なお、非移行式プラズマアークはプラズマトーチの電極とノズルとの間で放電しているので、プラズマトーチの下に被切断材がない場合、即ちスクラップ材 2 5 が製品 2 6 から切り離されて落下する場合でも作動可能である。以上により、本実施例の製品 2 6 は、切断穴からスクラップ材 2 5 が落下した場合でも、製品 2 6 の切断穴に放電点の痕跡を残さないので、良質な切断面を得ることができる。

第 2 の発明に係るプラズマ切断方法について、好ましい実施例を添付図面に従い以下に詳述する。

図 2 は、本実施例のタイムチャートであり、図 2 に示す切断条件を制御プログラムに入力した NC プラズマ切断装置を使用し、移行式プラズマアークにより、図 8 に示す軌跡の金属材の穴開け切断加工を行った。図 2 と図 8 で説明する。まず、図示しない非移行式プラズマアークにより、符号 1 の位置で移行式プラズマアークを発生させ、切断開始点 2 1 から穴開け切断を開始し、切断線 2 4 に沿い切断を行う。符号 6 と符号 7 とは、進行する切断位置が切断線 2 4 の交点 2 3 の近傍となる位置に設定されるが、好ましくは、交点 2 3 直前となる位置に設定される。符号 6 から符号 7 の間で、符号 6 における移行式プラズマアーク電流を減少させ、符号 8 のレベルの電流値とする。この減少した電流値の状態、プラズマトーチは短時間後に、穴開け切断完了点である符号 4 に対応する交点 2 3 に到達し、穴開けは完了する。なお、符号 4 の穴開け切断完了時以降で、移行式プラズマアークを消弧状態としているのは、プラズマトーチ内の電極と被切断材との間でアーク放電する移行式プラズマアークは、スクラップ材落下の場合には電圧が上昇し、移行式プラズマアークを維持できないからである。しかし、当然ではあるが、入力するタイムチャートとしては、符号 4 の位置では消弧せずに、符号 8 のレベルの電流値で切断を継続し、切断終了点 2 2 に対応する符号 5 で移行式プラズマアークを消弧し、切断終了としてもよい。この場合は、アーク電圧の上昇により、切断終了点 2 2 に到達する前に、移行式プラズマアークが自然消弧することが多い。

以上のように、切断線 2 4 の交差する位置 2 3 の直前で移行式プラズマアークの電流を減少させることにより、切断で生じた穴からスクラップ材が落下した場合でも、製品側に残る放電点には少量の電流しか流れない。従って放電による痕跡も小さく、製品の切断面を良質に保つことができる。

次に、上記実施例の移行式プラズマアーク電流を減少させる切断に対して、更にこの減少に連動してプラズマトーチの移動速度を変化させる実施例を説明する。図 3 は、上記実施例を示す図 2 において、符号 6 から符号 7 の間についてのタイムチャートの一例である。本実施例は、移行式プラズマアーク電流を減少させ

ると共に、この電流変化に連動して、プラズマトーチの移動速度も遅くしてある。これにより、プラズマアーク電流を変化させることにより切断能力が変化する場合でも、トーチの移動速度を変化させる、好ましくは遅くすることで、適切な切断条件が得られ、より良好な切断面品質が得られる。

なお、第1の発明に係る実施例においても、移行式プラズマアークから非移行式プラズマアークに切り換えると共に、移行式プラズマアーク電流から非移行式プラズマアーク電流への変化に連動して、プラズマトーチの移動速度を変化させることで、具体的には移動速度を遅くすることで、上記実施例と同様な効果が得られ、より好ましいことがある。

第3の発明に係るプラズマ切断方法について、好ましい実施例を添付図面に従って以下に詳述する。

図4は、本実施例のタイムチャートである。本実施例は、移行式プラズマアークの電圧を検出し、その検出値が設定値を超えた場合にプラズマアーク電流を停止するアーク電圧検出装置（例えば前述の日本特開平1-241379に示されている装置）を備えたNCプラズマ切断装置を使用し、図8に示す軌跡の金属材料の穴開け切断加工を行った。図4と図8で説明する。まず、非移行式プラズマアークにより、符号1の位置で移行式プラズマアークを発生させ、切断開始点21から穴開け切断を開始し、切断線24に沿って切断を行う。この切断開始から、アーク電圧検出装置の電圧検出機能は、停止状態、即ち作動しない状態としてある。次に、切断線の交点23の直前となる符号9の時点で、アーク電圧検出装置の電圧検出機能を作動開始させる。これにより、切断中の諸要因によるアーク電圧の変化に関係なく、アーク電流を停止させて切断を終了させるのに適切な電圧値を設定することが可能になり、従来のように電圧設定値を適切な電圧より高くする必要がない。従って、スクラップ材25落下後、アーク電流を停止するまでの時間を短くすることができ、その結果製品側に残る放電点の痕跡を最小限にすることができる。なお、タイムチャートは、切断線24の交点23と対応する穴開け切断完了点である符号4の位置では消弧せずに、移行式プラズマアークを点弧

状態として切断を継続し、切断終了点 2 2 に対応する符号 5 で移行式プラズマアークを消弧し、切断終了としてもよい。また、アーク電圧検出装置の電圧検出機能の代わりに、アーク電圧検出装置のプラズマアーク電流停止機能としても、前述の実施例と同様な作用、効果が得られる。

第 4 の発明に係る N C プラズマ切断装置について、好ましい実施例を添付図面に従って以下に詳述する。

図 5 は、N C プラズマ切断装置の制御を実行する一実施例の概略フローチャートを示し、切断終了点直前で、かつ切断線が交差する位置の近傍で、移行式プラズマアークから非移行式プラズマアークに切り換えるプログラムを入力する場合のフローチャートである。入力されたプログラムにより切断開始から切断形状に基づく切断を行うことに関しては、一般的な N C プラズマ切断機と同様である。

まず、ステップ 5 1 で切断形状・切断条件・切断終了点直前の交点に関するデータを読み込み、ステップ 5 2 で切断条件が設定され、ステップ 5 3 で切断が開始される。次にステップ 5 4 で、現在切断している位置が切断終了点直前の、切断線の交点近傍に関するデータに該当するか否かについて判定する。前記交点に関するデータの一例として座標点を挙げることができる。また、前記座標点の近傍であるか否かの判定は、例えば、現在切断している位置が、前記座標点から予め設定された距離の範囲内にあるか否かで判定してよい。判定結果、現在の切断位置が前記交点近傍で有る場合は、ステップ 5 5 に進み、移行式プラズマアークを非移行式プラズマアークに切り換え、引き続き切断形状に基づいて切断を行い（ステップ 5 6）、切断終了点に達したときは、ステップ 5 7 で電源を遮断して切断が終了する。一方、ステップ 5 4 で、現在の切断位置が切断線の交点近傍ではない場合は、ステップ 5 8 に進み、切断形状に基づいて切断を続けると共に、ステップ 5 4 に戻る。以上により、切断穴からスクラップ材が落下した場合でも、製品の切断穴に放電点の痕跡を残さず、良質な切断面を得ることができる。

本実施例のステップ 5 5 は、移行式プラズマアークから非移行式プラズマアークに切り換えの場合であるが、上述の本発明に係るプラズマ切断方法をこのステ

ップ55に入力してもよい。例えば、下記指令が入力される。移行式プラズマアークから非移行式プラズマアークへの切り換えと共に、移行式プラズマアーク電流から非移行式プラズマアーク電流への変化に連動してプラズマトーチの移動速度を変化させる。移行式プラズマアーク電流を減少させる。この減少指令と共に、減少に連動したプラズマトーチの移動速度を変化させる。切断開始時から切断時は電圧検出機能を停止状態とし（ステップ51）、切断終了点直前で、かつ切断線が交差する位置の近傍で前記電圧検出機能を作動開始させる。切断開始時から切断時はプラズマアーク電流停止機能を停止状態とし（ステップ51）、切断終了点直前で、かつ切断線が交差する位置の近傍でプラズマアーク電流停止機能を作動開始させる。以上の指令入力により、良質な切断面を得ることが可能となるが、必要に応じて、組み合わせて入力してもよい。これらを適用したNCプラズマ切断装置は、要求される種々の切断品質、切断速度に対応した自動切断加工が可能となるので、煩雑な操作が不要となり、生産能率が向上する。

#### 産業上の利用可能性

本発明は、移行式プラズマアークによる穴開け切断製品の品質向上を可能とするとともに、生産能率が向上ができるプラズマ切断方法およびNCプラズマ切断装置として有用である。

## 請 求 の 範 囲

1. 電極と被切断材との間で移行式プラズマアークを発生させて被切断材を切断するプラズマ切断方法において、切断終了点直前で、かつ切断線が交差する位置の近傍で前記移行式プラズマアークから非移行式プラズマアークに切り換えることを特徴とするプラズマ切断方法。
2. 前記非移行式プラズマアークへの切り換えと共に、移行式プラズマアーク電流から非移行式プラズマアーク電流への変化に連動してプラズマトーチの移動速度を変化させることを特徴とする請求の範囲1記載のプラズマ切断方法。
3. 電極と被切断材との間で移行式プラズマアークを発生させて被切断材を切断するプラズマ切断方法において、切断終了点直前で、かつ切断線が交差する位置の近傍で移行式プラズマアーク電流を減少させることを特徴とするプラズマ切断方法。
4. 前記移行式プラズマアーク電流を減少させると共に、前記減少に連動してプラズマトーチの移動速度を変化させることを特徴とする請求の範囲3記載のプラズマ切断方法。
5. 電極と被切断材との間で移行式プラズマアークを発生させ、前記被切断材を切断する際に、前記電極と前記被切断材間の電圧、またはノズルと前記被切断材間の電圧を検出し、その検出値が設定値を超えるとプラズマアーク電流を停止させるプラズマ切断方法において、切断開始時から切断時は前記電圧検出機能を停止状態とし、切断終了点直前で、かつ切断線が交差する位置の近傍で前記電圧検出機能を作動開始させることを特徴とするプラズマ切断方法。
6. 前記停止状態とし、前記作動させるのは、前記プラズマアーク電流停止機能

であることを特徴とする請求の範囲 5 記載のプラズマ切断方法。

7. 切断形状、切断順序、切断条件等の切断情報を入力した制御プログラムに基づいて被切断材の切断を行う NC プラズマ切断装置において、切断終了点直前であつ切断線が交差する位置に関するデータを前記制御プログラムに予め入力する手段と、前記切断時に前記制御プログラムに入力された前記位置の近傍に達したことを検出する手段と、前記検出結果に基づいて実行すべき切断を指令する手段とを備えたことを特徴とする NC プラズマ切断装置。

8. 前記指令手段は、前記検出結果に基づいて、移行式プラズマアークから非移行式プラズマアークに切り換えを指令する手段であることを特徴とする請求の範囲 7 記載の NC プラズマ切断装置。

9. 前記切り換え指令と共に、移行式プラズマアーク電流から非移行式プラズマアーク電流への変化に連動したプラズマトーチの移動速度の変化を指令する手段であることを特徴とする請求の範囲 8 記載の NC プラズマ切断装置。

10. 前記指令手段は、前記検出結果に基づいて、移行式プラズマアーク電流を減少させる指令をする手段であることを特徴とする請求の範囲 7 記載の NC プラズマ切断装置。

11. 前記減少指令と共に、前記減少に連動したプラズマトーチの移動速度の変化を指令する手段であることを特徴とする請求の範囲 10 記載の NC プラズマ切断装置。

12. 前記指令手段は、前記検出結果に基づいて、切断開始時から切断時は電圧検出機能を停止状態とし、切断終了点直前であつ切断線が交差する位置の近傍

で前記電圧検出機能を作動開始させる指令を行う手段であることを特徴とする請求の範囲 7 記載の N C プラズマ切断装置。

1 3 . 前記電圧検出機能は、プラズマアーク電流停止機能であることを特徴とする請求の範囲 1 2 記載の N C プラズマ切断装置。

FIG. 1

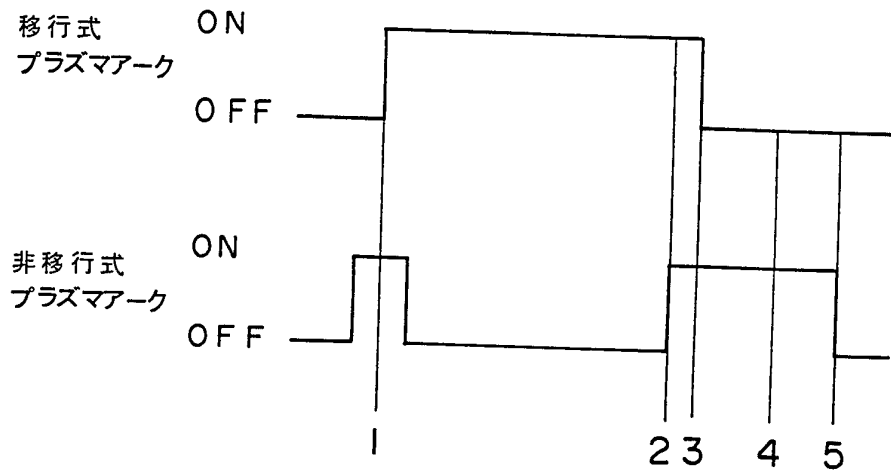


FIG. 2

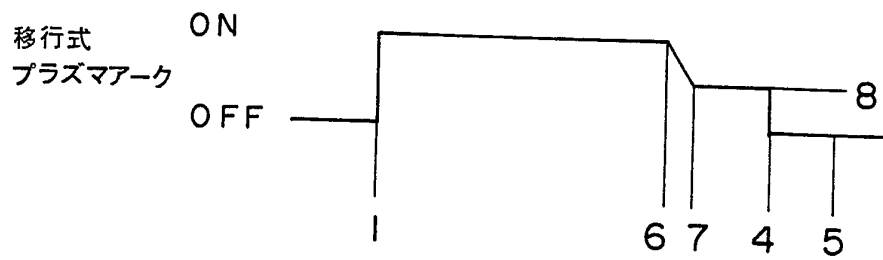


FIG. 3

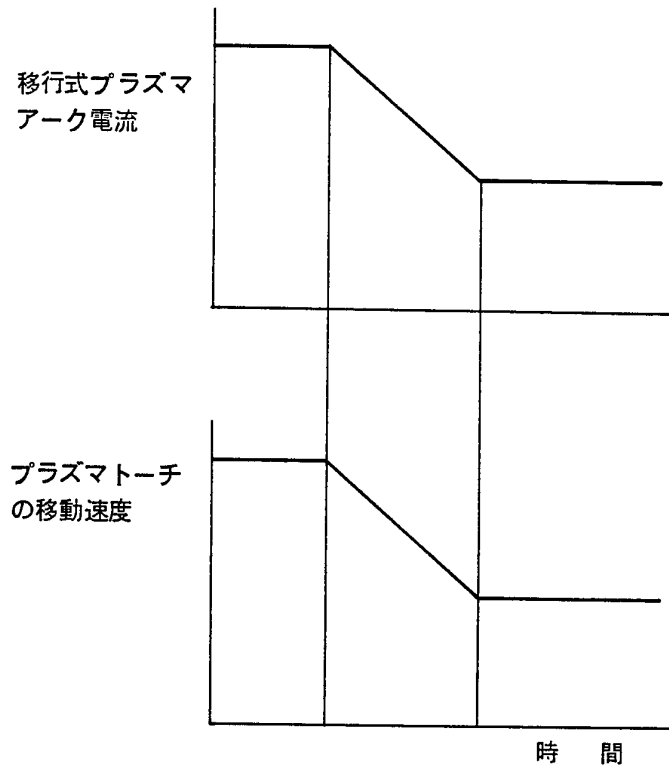


FIG. 4

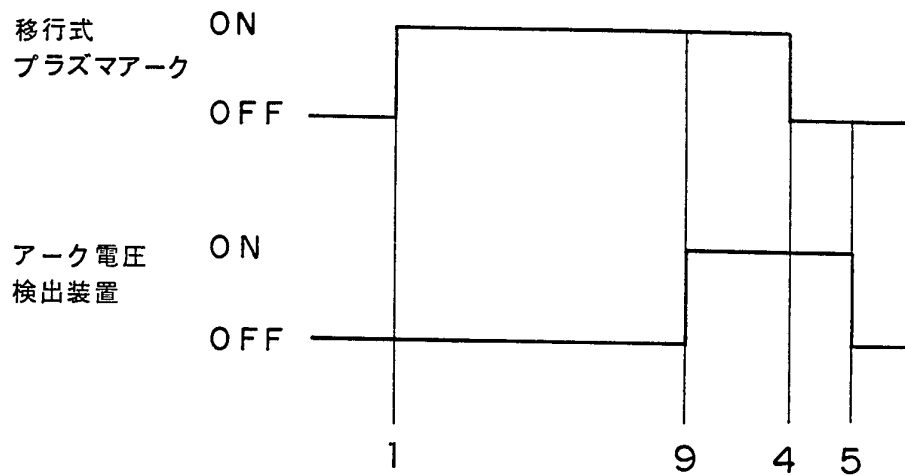


FIG. 5

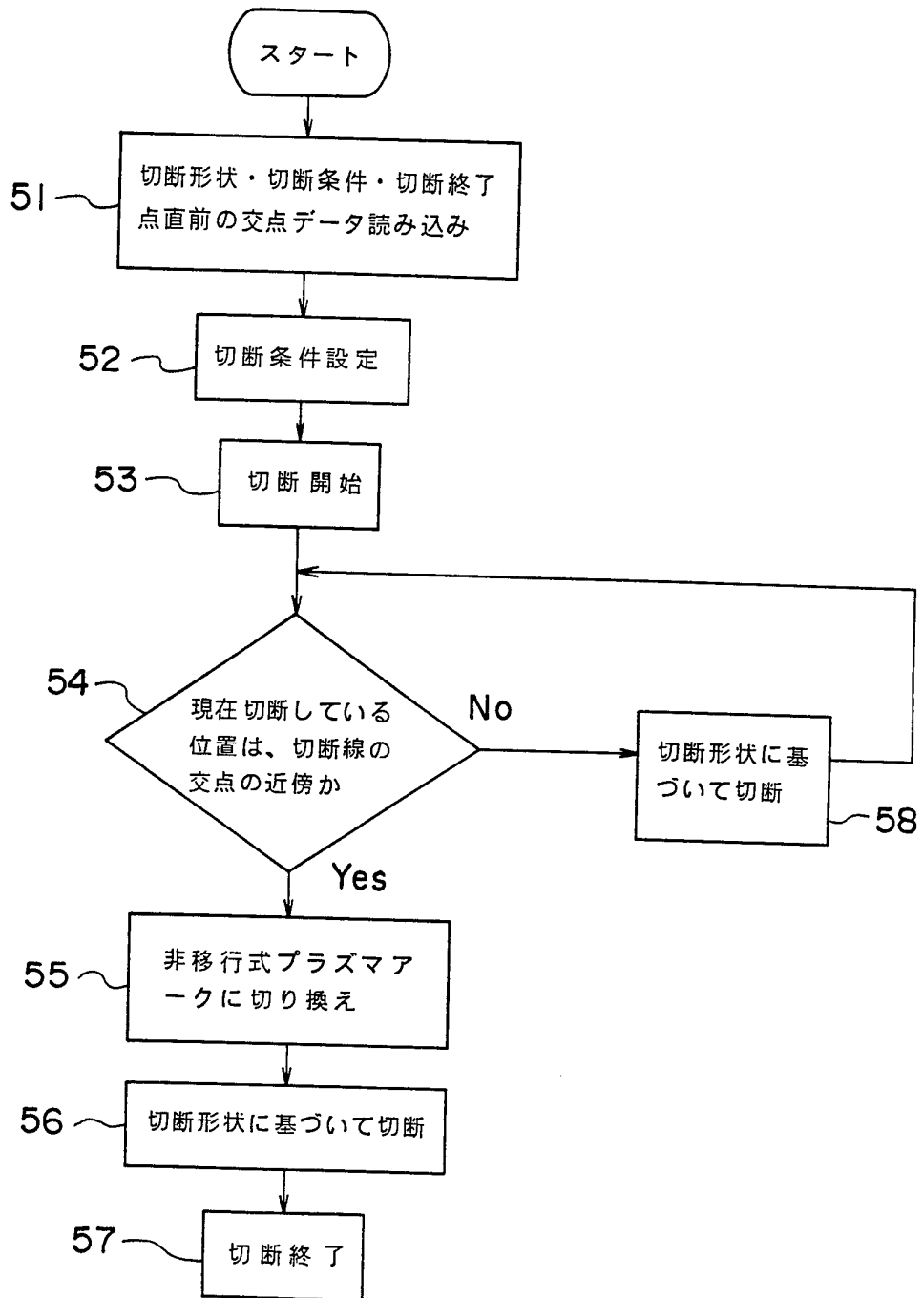


FIG. 6 従来技術

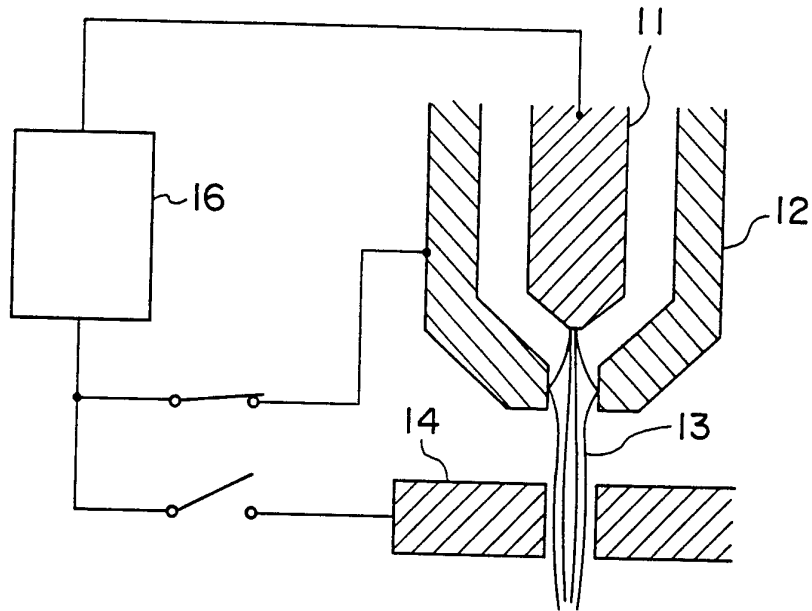


FIG. 7 従来技術

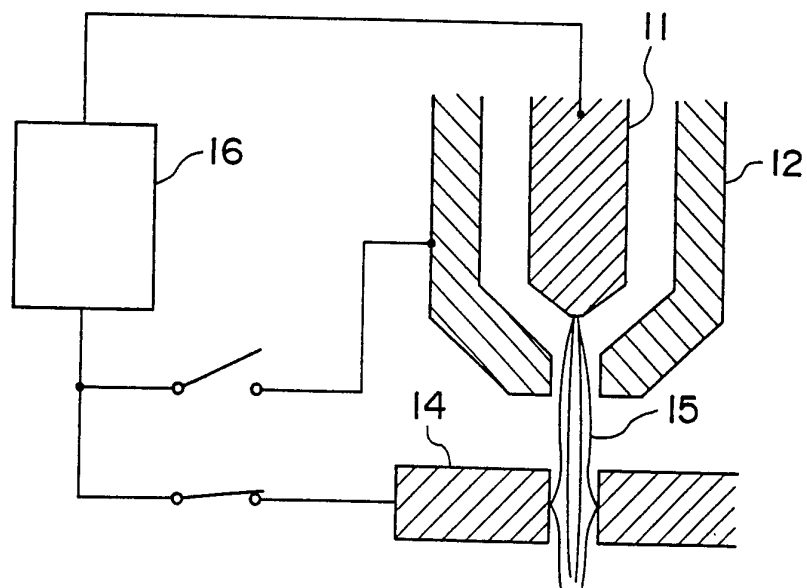


FIG. 8

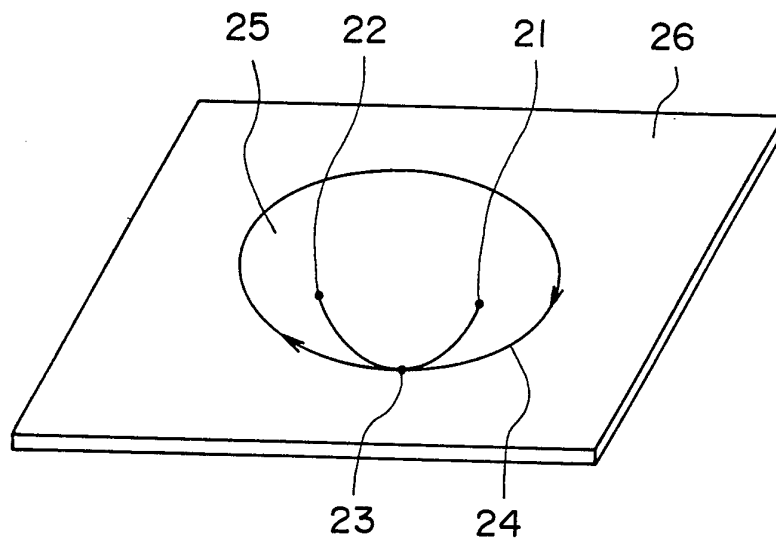
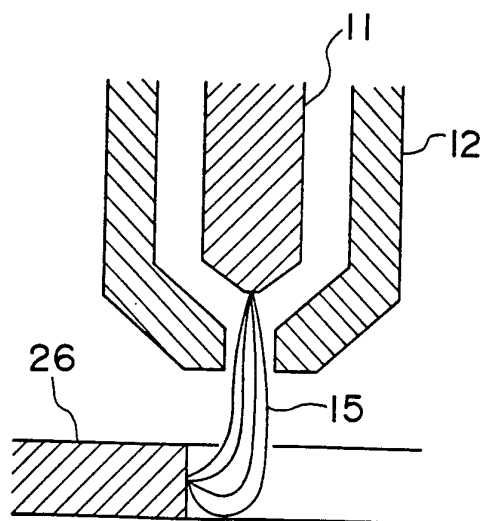


FIG. 9 従来技術



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP94/00271

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl<sup>5</sup> 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. Cl<sup>5</sup> B23K10/00

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

Jitsuyo Shinan Koho 1926 - 1993

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971 - 1993

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, A, 61-63366 (Hitachi Seiko, Ltd.),<br>April 1, 1986 (01. 04. 86),<br>(Family: none)  | 1                     |
| X         | Japan Welding Association "Basis and Practise<br>of Plasma Arc Cutting" 1st edit<br>December 1, 1983 (01. 12. 83),<br>Kosaido Co., Ltd. P. 129-130 | 8                     |

 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

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

May 17, 1994 (17. 05. 94)

Date of mailing of the international search report

May 31, 1994 (31. 05. 94)

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.<sup>8</sup> 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.<sup>8</sup> B23K10/00**

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 1926-1993年**  
**日本国公開実用新案公報 1971-1993年**

国際調査で使用了電子データベース (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<br>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<br>請求の範囲の番号 |
|-----------------|--|------------------|
| <b>A</b>        | <b>JP, A, 61-63366 (日立精工株式会社),<br/>1. 4月, 1986 (01. 04. 86) (ファミリーなし)</b>            | <b>1</b>         |
| <b>X</b>        | <b>日本溶接協会編「プラズマ切断の基礎と実際」初版<br/>1. 12月, 1983 (01. 12. 83),<br/>廣済堂産報出版 P. 129-130</b> | <b>8</b>         |

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、一般的な技術水準を示すもの
- 「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
- 「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

**17. 05. 94**

国際調査報告の発送日

**31.05.94**

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)

**松本 貢**

**4 E 7 9 2 0**

電話番号 03-3581-1101 内線

**3426**