

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4869869号
(P4869869)

(45) 発行日 平成24年2月8日(2012.2.8)

(24) 登録日 平成23年11月25日(2011.11.25)

(51) Int.Cl. F 1
B 2 3 K 10/00 (2006.01) B 2 3 K 10/00 5 0 1 A
 B 2 3 K 10/00 5 0 2 B

請求項の数 8 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2006-289052 (P2006-289052)	(73) 特許権者	394019082
(22) 出願日	平成18年10月24日 (2006.10.24)		コマツ産機株式会社
(65) 公開番号	特開2008-105043 (P2008-105043A)		石川県小松市八日市町地方5番地
(43) 公開日	平成20年5月8日 (2008.5.8)	(74) 代理人	110000279
審査請求日	平成21年4月21日 (2009.4.21)		特許業務法人ウィルフォート国際特許事務所
		(72) 発明者	山口 義博
			石川県小松市串町フー1 コマツ産機株式会社内
		(72) 発明者	入山 孝宏
			石川県小松市串町フー1 コマツ産機株式会社内
		審査官	中島 昭浩

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プラズマ切断機、及びプラズマ電源システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

プラズマトーチ(20)を有するプラズマ切断機において、

前記プラズマトーチへ並列に電流を供給できる複数のパワーユニット(14-1、... 14-N)を有するプラズマ電源装置(6、6A)と、

前記複数のパワーユニットの内の何台を運転するか、及び/又は、運転される各パワーユニットの出力電流の大きさを制御する電源制御装置(12、12A)と

を備え、

前記電源制御装置(12、12A)が、

前記複数のパワーユニットの内で何台が異常又は運転可能であるか把握する手段と、
 前記把握された異常又は運転可能なパワーユニットの台数に応じて、前記複数のパワーユニットの内の何台を運転するかを決定する手段と、

切断条件に応じて、前記プラズマトーチの必要電流の大きさを決定する手段と、

前記決定された運転されるパワーユニットの台数と、前記決定された必要電流の大きさに応じて、運転される各パワーユニットの出力電流の大きさを決定する手段とを有するプラズマ切断機。

【請求項2】

プラズマトーチ(20)を有するプラズマ切断機において、

前記プラズマトーチへ並列に電流を供給できる複数のパワーユニット(14-1、... 14-N)を有するプラズマ電源装置(6、6A)と、

10

20

前記複数のパワーユニットの内の何台を運転するか、及び/又は、運転される各パワーユニットの出力電流の大きさを制御する電源制御装置(12、12A)とを備え、

前記電源制御装置(12、12A)が、
 前記複数のパワーユニットの内で何台が異常又は運転可能であるか把握する手段と、
 前記把握された異常又は運転可能なパワーユニットの台数と、切断条件とに基づいて、
 切断を実行できるか否かを判断する手段と、
 切断を実行できないと判断された場合に切断の実行をキャンセルする手段と
 を有するプラズマ切断機。

【請求項3】

10

請求項1または2に記載のプラズマ切断機において、

前記複数のパワーユニットが、他のパワーユニットから独立して非同期で動作できるように構成されているプラズマ切断機。

【請求項4】

請求項1または2に記載のプラズマ切断機において、

複数のプラズマトーチ(20-1、...、20-m)と、
 前記複数のパワーユニットの出力電流を前記複数のプラズマトーチに分配する分配器(22)と
 を備え、

前記電源制御装置は、前記分配器による前記複数のプラズマトーチに分配される電流の大きさを、それぞれのプラズマトーチでの切断条件に応じて制御するプラズマ切断機。

20

【請求項5】

請求項1または2に記載のプラズマ切断機において、

複数のプラズマトーチ(20-1、...、20-m)と、
 複数の点火回路(19-1、...、19-m)と、
 前記複数のパワーユニットに前記複数の点火回路を割り当てる分配器(22)と
 を備えるプラズマ切断機。

【請求項6】

請求項1または2に記載のプラズマ切断機において、

前記プラズマ電源装置(6)が、分割されて、前記プラズマ切断機の本体に収容されているプラズマ切断機。

30

【請求項7】

プラズマトーチ(20)にプラズマ電流を供給するプラズマ電源システムにおいて、

前記プラズマトーチへ並列に電流を供給できる複数のパワーユニット(14-1、...、14-N)を有するプラズマ電源装置(6、6A)と、
 切断条件に応じて、前記複数のパワーユニットの内の何台を運転するか、及び/又は、
 運転される各パワーユニットの出力電流の大きさを制御する電源制御装置(12、12A)と
 を備え、

前記電源制御装置(12、12A)が、
前記複数のパワーユニットの内で何台が異常又は運転可能であるか把握する手段と、
前記把握された異常又は運転可能なパワーユニットの台数に応じて、前記複数のパワー
ユニットの内の何台を運転するかを決定する手段と、
前記切断条件に応じて、前記プラズマトーチの必要電流の大きさを決定する手段と、
前記決定された運転されるパワーユニットの台数と、前記決定された必要電流の大きさ
とに応じて、運転される各パワーユニットの出力電流の大きさを決定する手段と
 を有する
 プラズマ電源システム。

40

【請求項8】

プラズマトーチ(20)にプラズマ電流を供給するプラズマ電源システムにおいて、

50

前記プラズマトーチへ並列に電流を供給できる複数のパワーユニット（14 - 1、... 14 - N）を有するプラズマ電源装置（6、6A）と、

切断条件に応じて、前記複数のパワーユニットの内の何台を運転するか、及び/又は、運転される各パワーユニットの出力電流の大きさを制御する電源制御装置（12、12A）と

を備え、

前記電源制御装置（12、12A）が、

前記複数のパワーユニットの内で何台が異常又は運転可能であるか把握する手段と、

前記把握された異常又は運転可能なパワーユニットの台数と、前記切断条件とに基づいて、切断を実行できるか否かを判断する手段と、

切断を実行できないと判断された場合に切断の実行をキャンセルする手段とを有する

プラズマ電源システム。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、プラズマアークを噴射して金属板などの被切断材を熱切断するプラズマ切断機、及びプラズマ切断機のためのプラズマ電源システムに関する。

【背景技術】

20

【0002】

一般的な自動プラズマ切断機は、鋼板などの被切断材が載置されるテーブルと、サーボアンプ及びサーボモータなどによってプラズマトーチをX、Y、Z方向に駆動させるためのXYZ駆動系と、プラズマトーチよりプラズマアークを発生させるためのプラズマ電源装置と、プラズマトーチに電離用のガスを供給するためのガス供給装置と、プラズマトーチを構成するノズルや電極を冷却するための冷却水装置と、数値制御（NC）加工プログラムに従って被切断材に対してプラズマトーチを相対的に動かしながらプラズマトーチからプラズマアークを噴射させるよう上記装置を制御するためのNC制御器などによって構成されている。

【0003】

30

また、プラズマ電源装置は、インバータと整流器からなる直流定電流電源回路を有してプラズマアーク用の電流をプラズマトーチに供給する主回路と、プラズマトーチの電極とノズルとの間でパイロットアークを点火するための高電圧を主回路の出力電圧に重畳させるための高周波発生回路と、パイロットアーク点火時には主回路の出力電圧を電極とノズル間に印加しその後パイロットアークをメインアークへ移行させるために電極と被切断材間に印加するよう切換を行うパイロット回路と、パイロットアークを点火し引き続きメインアークを持続的に保持させるように主回路、高周波回路及びパイロット回路を制御するための電源制御装置などによって構成されている。なお、これらの要素によって構成されたプラズマ電源装置は、一般的には一つの筐体内に収容されている。このようなプラズマ電源装置から供給されるメインアークの電流は、被切断材の材質や厚さなどによって異なるものの、数百アンペアの大電流に達し得る。したがって、大容量の主回路が必要となる。

40

【0004】

このような大容量の電源回路を構成するために、複数の小容量のインバータ又はパワーモジュールを並列接続する技術が知られている。

【0005】

例えば、溶接機の電源装置において、複数台の小容量のインバータを並列に構成して、その内の任意の1台のインバータをマスタとし、他のインバータをスレーブとして、マスタからの制御信号によって全てのインバータを駆動させる電源装置が知られている（例えば、特許文献1参照）。この電源装置は、必要に応じて任意のインバータをマスタに設定

50

することもできる。また、プラズマ切断機の電源装置において、複数のパワーモジュールがコントロールモジュールとともに取り外し可能なように積み重ねられる（例えば、特許文献2参照）。

【0006】

特許文献1に記載の電源装置では、1台のパワーユニットが故障した場合、そのパワーユニットを修理又は交換すれば済む。また、パワーユニットの数を増すことで、電源装置の電流容量を増加することができる。

【特許文献1】特開平8-1350号公報

【特許文献2】米国特許第5189277号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

特許文献1にも特許文献2にも、複数のインバータ又はパワーモジュールの出力電流の制御に関しては、具体的な技術の開示はない。これらの従来技術によれば、複数のインバータ又はパワーモジュール中の一部が故障した場合、電源装置として正常に動作することが出来なくなり、溶接機又はプラズマ切断機が使用できなくなる虞がある。

【0008】

本発明の目的は、複数の小容量のパワーユニットを組み合わせる構成されるプラズマ電源装置において、パワーユニットの出力電流を制御するための新規な技術を提供することにある。

【0009】

本発明の別の目的は、複数のパワーユニット中の一部が故障しても、プラズマ切断機を稼動することを可能にする技術を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本発明の一つの側面に従うプラズマ切断機は、プラズマトーチへ並列に電流を供給できる複数のパワーユニットを有するプラズマ電源装置と、前記複数のパワーユニットの内の何台を運転するか、及び/又は、運転される各パワーユニットの出力電流の大きさを制御する電源制御装置とを備える。運転されるパワーユニットの台数や各パワーユニットの出力電流を決める条件としては、例えば被切断材の材質や板厚のような切断条件を挙げることができるが、それだけに限られない。このプラズマ切断機によれば、複数のパワーユニットを最適な態様（例えば、運転台数及び/又は出力電流）で運転することができ、また、切断条件又はその他の条件が変われば、別の最適な態様で運転するといくように、柔軟な制御が可能である。

【0011】

好適な実施形態では、前記電源制御装置が、切断条件（例えば、被切断材の材質や板厚）に応じて、前記プラズマトーチの必要電流の大きさを決定する手段と、前記決定された必要電流の大きさに応じて、前記複数のパワーユニットの内の何台を運転するか、及び/又は、運転される各パワーユニットの出力電流の大きさを決定する手段とを有する。これにより、切断条件に合った必要電流をプラズマトーチに提供するように、複数のパワーユニットを制御できる。

【0012】

好適な実施形態では、前記電源制御装置が、前記複数のパワーユニットの内で何台が異常又は運転可能であるか把握する手段と、前記把握された異常又は運転可能なパワーユニットの台数に応じて、前記複数のパワーユニットの内の何台を運転するかを決定する手段と、前記切断条件に応じて、前記プラズマトーチの必要電流の大きさを決定する手段と、前記決定された運転されるパワーユニットの台数と、前記決定された必要電流の大きさに応じて、運転される各パワーユニットの出力電流の大きさを決定する手段とを有する。これにより、複数のパワーユニットの内の一部に故障等の異常が発生しても、プラズマ切断機を運転することができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 3 】

好適な実施形態では、前記電源制御装置が、前記複数のパワーユニットの内では何台が異常又は運転可能であるか把握する手段と、前記把握された異常又は運転可能なパワーユニットの台数と、前記切断条件とに基づいて、切断を実行できるか否かを判断する手段と、切断を実行できないと判断された場合に切断の実行をキャンセルする手段とを有する。これにより、複数のパワーユニットの内の一部に故障等の異常が発生した場合、残りの正常なパワーユニットだけでは賄えないような大電流を要する切断条件での切断が要求されても、その要求を自動的に拒否できる。

【 0 0 1 4 】

好適な実施形態では、前記複数のパワーユニットが、他のパワーユニットから独立して非同期で動作できるように構成されている。これにより、複数のパワーユニットを非同期で運転しているので、その制御が容易になる。各パワーユニットが他のパワーユニットから独立して非同期で動作できるように構成の一例として、好適な実施形態では、各パワーユニットが、例えばインバータと出力側の整流器とを有し、その直流出力端において他のパワーユニットと並列にプラズマトーチに接続されるような構成が採用される。この構成では、各パワーユニットのインバータを他のパワーユニットのそれと同期して駆動する必要がない。

10

【 0 0 1 5 】

好適な実施形態では、プラズマ切断機は、複数のプラズマトーチと、前記複数のパワーユニットの出力電流を前記複数のプラズマトーチに分配する分配器とを有し、前記電源制御装置は、前記分配器による前記複数のプラズマトーチに分配される電流の大きさを、それぞれのプラズマトーチでの切断条件に応じて制御する。これにより、複数のパワーユニットから複数のプラズマトーチへ、それぞれのプラズマトーチでの切断条件に応じた必要電流を供給することができる。

20

【 0 0 1 6 】

好適な実施形態では、プラズマ切断機は、複数のプラズマトーチと、複数の点火回路と、前記複数のパワーユニットに前記複数の点火回路を割り当てる分配器とを備える。これにより、複数のプラズマトーチを非同期で点火することが容易であり、かつ、複数の点火回路の一部が故障しても、正常な点火回路を用いていずれのプラズマトーチも点火することが可能である。

30

【 0 0 1 7 】

好適な実施形態では、前記プラズマ電源装置が分割されて、前記プラズマ切断機の本体に収容されている。これにより、プラズマ切断機の本体とは別に設置されるプラズマ電源装置が無くなり、工場の作業スペースの無駄が減る。

【 0 0 1 8 】

本発明の別の側面に従う、プラズマ電源システムは、前記プラズマトーチへ並列に電流を供給できる複数のパワーユニットを有するプラズマ電源装置と、切断条件に応じて、前記複数のパワーユニットの内では何台を運転するか、及び/又は、運転される各パワーユニットの出力電流の大きさを制御する電源制御装置とを備える。

【 発明の効果 】

40

【 0 0 1 9 】

本発明によれば、複数の小容量のパワーユニットを、悦段状態に応じて最適な態様で制御することができる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 2 0 】

以下、本発明におけるプラズマ切断機の実施形態の幾つかについて詳細に説明する。図1は、本発明の第1の実施形態にかかるプラズマ切断機の要部の構成を示すブロック図である。

【 0 0 2 1 】

図1に示すように、プラズマ切断機は、プラズマトーチ20と、被切断材が載置される

50

テーブル(図示省略)と、数値制御(NC)加工プログラムに従って被切断材に対してプラズマトーチ20を相対的に動かしながらプラズマトーチ20からプラズマアークを噴射させるよう、下記の各種装置を制御するためのNC制御器2と、サーボアンプ及びサーボモータなどによってプラズマトーチ20をX, Y, Z方向に駆動させるためのXYZ駆動系4と、プラズマトーチ20に対してプラズマアークを発生させるためのプラズマ電流を供給するプラズマ電源装置6と、プラズマトーチ20にプラズマガスやアシストガスを供給するためのガス供給装置8と、プラズマトーチ20にノズルや電極を冷却するための冷却水を供給する冷却水装置10と、プラズマ電源装置6の制御を行う電源制御装置12とを備える。なお、電源制御装置12は、NC制御器2に内蔵されていてもよいしプラズマ電源装置6に内蔵されていてもよい。

10

【0022】

プラズマ電源装置6は、プラズマアークを発生し維持するための電流をプラズマトーチ20へ供給する主回路14と、プラズマトーチ20内の電極(図示せず)とノズル(図示せず)との間でプラズマアーク(パイロットアーク)を点火し、引き続いてパイロットアークを電極と被切断材(図示せず)との間のプラズマアーク(メインアーク)に移行させるための点火回路19とを有する。点火回路19は、パイロットアークを点火する高電圧を主回路14の出力電圧に重畳するための高周波回路16と、パイロットアーク点火時には上記高電圧が重畳された主回路14の出力電圧をプラズマトーチ20内の電極とノズル間に印加し、その後パイロットアークをメインアークへ移行させるために電極と被切断材間に主回路14の出力電圧を印加するよう切換を行うパイロット回路18とを含む。

20

【0023】

主回路14は、複数のパワーユニット14-1、14-2...14-nを有し、複数のパワーユニット14-1、14-2...14-nはそれらの出力側にて並列に接続されている。複数のパワーユニット14-1、14-2...14-nの各々は直流定電流電源回路であり、例えば、入力側整流器とインバータと変圧器と出力側整流器をこの順に縦列接続した構成を有し、その整流器の直流出力端にて他のパワーユニットと並列に接続されてプラズマトーチ20に共通に接続される。整流器の直流出力端で並列接続されることで、各パワーユニット14-1、14-2...14-nは、他のパワーユニットから独立して非同期で、電流をプラズマトーチ20へ供給することができる。従って、一部のパワーユニットが故障しても、他の正常なパワーユニットからプラズマトーチ20へ電流を供給することができる。また、各パワーユニット14-1、14-2...14-nのインバータは、他のパワーユニットのインバータと同期運転を行う必要はなく、特許文献1(特開平8-1350号公報)の開示のように同期信号線でインバータ同士が接続される必要はない。各パワーユニット14-1、14-2...14-nの出力電流は可変であり、その最大値(電流容量)は例えば100Aである。複数(n台)のパワーユニット14-1、14-2...14-nをもつ主回路14の出力電流の最大値(電流容量)は100A×nである。例えば、パワーユニットの台数nが3台である場合、主回路14の電流容量は300Aである。もしその3台中の1台が故障などで停止した場合は、主回路14の電流容量は200Aに減るが、依然として、200Aの範囲内でプラズマトーチ20を継続して作動させることができる。

30

40

【0024】

この利点を生かすために、電源制御装置12は、各パワーユニット14-1、14-2...14-nに制御信号を送信して、各パワーユニット14-1、14-2...14-nを他のパワーユニットから独立して非同期で駆動し制御することができるようになっている。電源制御装置12は、例えば、電源制御装置12は、複数のパワーユニット14-1、14-2...14-nのうち、任意の一部のパワーユニット(例えば、第1パワーユニット14-1と第2パワーユニット14-2)のみに制御信号を送信して、該当するパワーユニット14-1、14-2のみを駆動し、他のパワーユニット14-3...14-nを停止させておくことができる。また、電源制御装置12は、一部のパワーユニット(例えば、第1パワーユニット14-1)が故障した場合は、直ちに故障したパワーユニット14-

50

1の制御信号を停止して、他の正常なパワーユニット14-2...14-nだけを駆動したり、或いは、一部のパワーユニットを停止させた時に、今まで停止していた他の正常なパワーユニットを起動したりすることもできる。また、電源制御装置12は、各パワーユニット14-1、14-2...14-nの出力電流を増減して、複数のパワーユニット14-1、14-2...14-nの出力電流を互いに異ならせたり、同じにしたりすることもできる。さらに、電源制御装置12は、後により詳細に説明するように、NC加工プログラムにより指定される被切断材の材質と厚さに応じて、複数のパワーユニット14-1、14-2...14-nの出力電流または駆動するパワーユニットの台数を調整して、プラズマトーチ20へ供給される電流を最適に制御したり、或いは、複数のパワーユニット14-1、14-2...14-nから供給できる電流の最大値(電流容量)(又は正常なパワーユニットの台数、又は故障のパワーユニットの台数に応じて)、加工可能な被切断材の材質と厚さ(実行可能なNC加工プログラム)を選択することもできる。

10

【0025】

このような複数のパワーユニット14-1、14-2...14-nの制御を可能にするために、電源制御装置12は、被切断材の材質や板厚などの切断条件に応じて、プラズマトーチ20へ供給することが必要なプラズマ電流の大きさを決定する機能、その必要なプラズマ電流を供給するために何台のパワーユニットを運転するかを決定する機能、運転されるパワーユニットに上記必要なプラズマ電流の大きさを振り分ける機能、各パワーユニットに振り分けられた大きさの電流指令値を各パワーユニットに指令する機能、各パワーユニットの実際の出力電流を把握する機能、各パワーユニットの故障などの異常を把握する機能などを備える。

20

【0026】

また、電源制御装置12は、従来技術と同様、高周波発生回路16及びパイロット回路18をもつ点火回路19を制御して、プラズマトーチ20内でパイロットアークを発生させ、続いてパイロットアークをメインアークへと移行させる機能も備えている。

【0027】

なお、図1に示された、第1の実施形態にかかるプラズマ切断機では、プラズマトーチ20の個数は1個であるため、高周波回路16とパイロット回路18からなる点火回路19の個数も同じ1個である。これに対して、主回路14内のパワーユニット14-1、14-2...14-nの台数は、プラズマトーチ20の個数ではなく、所望する電流容量に応じた数になる。

30

【0028】

次に、図1に示すプラズマ切断機の動作、とりわけ電源制御装置12が複数のパワーユニット14-1、14-2...14-nを制御する動作について、図2に示すフローチャートと図3の特性図を参照しながら説明する。

【0029】

ここで、図3には、本実施形態にかかるプラズマ切断機で酸素プラズマによって軟鋼板を切断する場合における、軟鋼板の板厚と切断速度との関係が、プラズマ電流をパラメータとして示されている。横軸に板厚(mm)、縦軸に切断速度(mm/分)が示されている。例えば、板厚が10mmのときは、プラズマ電流が200Aでは切断速度が約4000mm/分が適し、プラズマ電流が100Aでは切断速度が約3000mm/分が適し、他方、300Aのプラズマ電流は必要ないことが分かる。また、軟鋼の板厚が20mmのときは、プラズマ電流が300Aでは切断速度が約2500mm/分が適し、プラズマ電流が200Aでは切断速度が約2000mm/分が適し、プラズマ電流が100Aでは切断速度が約1500mm/分が適する。さらに、軟鋼の板厚が30mmのときは、プラズマ電流が300Aのときは約2000mm/分の切断速度が適するが、200A以下の電流では切断が困難である。100Aのプラズマ電流は、約3mmから約20mmの板厚範囲への適用に適し、200Aのプラズマ電流は、約8mmから約27mmの板厚範囲への適用に適し、また、300Aのプラズマ電流は、約13mmから約35mmの板厚範囲への適用に適する。被切断材の材質によりこの特性は異なる。異なる材質についてのこの

40

50

ような特性を定義したデータ又はプログラムが、電源制御装置 1 2 または N C 制御器 2 に予め登録されている。

【 0 0 3 0 】

以下、必要に応じて図 3 を参照しながら図 2 のフローチャートを参照して、電源制御装置 1 2 による制御の流れを説明する。

【 0 0 3 1 】

まず、ステップ S 1 において、N C 制御器 2 で設定された N C 加工プログラムが指定する切断条件（これには被切断材の材質と板厚が含まれる）に基づいて、切断に必要なプラズマ電流（以下、単に電流という）の大きさ（適用可能な電流の最小値又は範囲）を決定する。例えば、指定された材質が軟鋼である場合は、図 3 に示すように、指定された板厚が 1 0 m m のときは適用可能な電流範囲が 5 0 ~ 2 0 0 A、板厚が 2 0 m m のときは 2 0 0 ~ 3 0 0 A、板厚が 3 0 m m のときは 3 0 0 A というに、必要な電流の大きさが決定される。

10

【 0 0 3 2 】

次に、ステップ S 2 において、搭載されたと現在の把握されている異常なパワーユニットの台数から、運転可能なパワーユニットの最大台数を把握し、その運転可能な最大台数に基づいて供給可能な電流の大きさ（最大値又は範囲）を決定する。例えば、パワーユニットの総台数が 3 台で、各々の電流容量が 1 0 0 A である場合、その 3 台のうち 1 台が故障している場合、最大 2 台のパワーユニットが運転可能であり、供給可能な電流の大きさは 2 0 0 A 以下と決定される。一方、3 台全部が運転可能である場合、供給可能な電流の大きさは 3 0 0 A 以下と決定される。

20

【 0 0 3 3 】

そして、ステップ S 3 において、ステップ S 1 で決定した必要な必要電流と、ステップ S 2 で決定した供給可能な電流の大きさとを比較して、両者間で共通する電流の大きさを、供給予定の電流値として決定する。例えば、供給可能な電流値が 2 0 0 A 以下である場合、軟鋼の板厚が 5 m m であれば供給予定の電流値は 5 0 ~ 1 0 0 A の範囲、1 0 m m であれば供給予定の電流値は 1 0 0 ~ 2 0 0 A の範囲、板厚が 2 0 m m であれば供給予定の電流値は 2 0 0 A、板厚が 3 0 m m であれば供給予定の電流値は「なし」（切断不能）と決定する。

【 0 0 3 4 】

次に、ステップ S 4 において、供給可能電流が存在するか否か（換言すれば、供給可能な電流が必要電流を下回るか、つまり、切断が行えるか否か）を判定する。ここで、上記例の板厚が 3 0 0 m m の場合のように供給予定電流が存在しない場合は（ステップ S 4 で N o の場合）、ステップ S 5 において、切断が不能である旨のエラーを作業者に報知して、切断を実行しない。

30

【 0 0 3 5 】

一方、ステップ S 4 において、上記例での板厚が 1 0 m m や 2 0 m m の場合のように供給予定電流が存在する場合は（ステップ S 4 で Y e s の場合）、ステップ S 6 において、運転可能なパワーユニットの最大台数以下の範囲で、供給予定電流が供給できるようにパワーユニットの運転台数を決定する。例えば、運転可能なパワーユニットの最大台数が 2 台であって、軟鋼の板厚が 5 m m の場合、上述したように供給予定の電流値は 5 0 ~ 1 0 0 A の範囲であるから、パワーユニットの運転台数は 1 台と決定することができ、また、板厚が 1 0 m m の場合は、供給予定の電流値は 1 0 0 ~ 2 0 0 A の範囲であるから、運転台数を 2 台と決定することができる。なお、ある台数のパワーユニットで供給予定の電流値が供給できる場合であっても、余裕をもたせて、それより多い台数を運転台数と決定してもよい。或いは、供給予定の電流値が 1 0 0 ~ 2 0 0 A の範囲である場合のように、その範囲内のどの電流値を採用するかで、その電流を供給するのに必要なパワーユニットの台数が変わる場合、どの程度の加工速度で加工するかに応じて、低速ならば少ない方の台数を選択してもよいし、高速ならば多い方の台数を選択してもよいし、或いは、切断速度が変化する（例えば、切断ラインの直線部では高速に、コーナ部では低速になる）ことを

40

50

考慮して、切断速度に応じて運転台数が変わるように運転台数を決めてもよい。例えば、2台のパワーユニットが運転可能で、軟鋼の板厚が10mmの場合、切断速度を3000mm/分以下として最大100Aを供給するようパワーユニットの運転台数を1台と決定したり、切断速度を3800mm/分以下として最大200Aを供給するようパワーユニットの運転台数を2台と決定したり、或いは、切断速度を3000mm/分から3800mmの間で可変とすることとして、運転台数を1～2台で可変として決定してもよい。

【0036】

一般的には、パワーユニットは定格最大電流を出力するとき最大効率となるように設計されているので、運転されるパワーユニットの全てが定格電流を出力することで、供給予定の電流が得られるように、運転台数を決めれば、高い効率が得られる。他方、別な観点から考えると、パワーユニットの運転台数が供給予定電流を供給するための運転台数より1台以上多ければ、切断を行っている最中に全運転台数のうちの1台が故障しても、残りの運転台数で必要な電流を供給し続けることができるので、切断を継続することができる。

【0037】

次に、ステップS7において、運転することになった各パワーユニットの出力電流とワークの切断速度を決定して、各パワーユニットを起動し、各パワーユニットの出力電流の指令値を与えて実際の出力電流をその指令値に一致するように制御し、切断が終わるまで、その制御を継続する。例えば、板厚10mmの軟鋼を3000mm/分で切断する場合は図3に示すように100Aの電流が必要であるので、1台のパワーユニットを使用する場合は100Aの指令値を与えて制御を行い、2台のパワーユニットを使用する場合は定格の半分の50Aの指令値を与えて制御を行う。また、板厚10mmの軟鋼を3800mm/分で切断する場合は図3に示すように200Aの電流が必要であるので、2台のパワーユニットを使用する場合はそれぞれのパワーユニットに100Aの指令値を与えて制御を行い、3台のパワーユニットを使用する場合はそれぞれのパワーユニットに定格の2/3の約70Aの指令値を与えて御を行う。同時に、運転されている各パワーユニットの実際の出力電流値を把握し、それと指令値とを比較することで、各パワーユニットで異常が発生し得てないかどうか把握され、異常が発生した場合には、パワーユニット運転台数を変更して上述したステップS2以下の制御を繰り返すことで、プラズマ切断機の運転が継続できる。

【0038】

次に、本発明の第2の実施形態にかかるプラズマ切断機について説明する。

【0039】

図4は、本発明の第2の実施形態にかかるプラズマ切断機の要部の構成を示すブロック図である。

【0040】

図4に示す第2の実施形態にかかるプラズマ切断機の図1に示す第1の実施形態にかかるプラズマ切断機から異なる点の一つは、複数個(m個)のプラズマトーチ20-1、20-2...20-mを有し、プラズマ電源装置6Aでは、並列に存在する複数台のパワーユニット14-1、14-2...14-nの出力電流が、分配器22を通じて、複数個のプラズマトーチ20-1、20-2...20-mに分配されるように構成されている点である。また、複数個(m個)の点火回路19-1、19-2...19-mが、分配器22を介して、複数個のプラズマトーチ20-1、20-2...20-mにそれぞれ割り当られる。点火回路19-1、19-2...19-mの各々の構成は、図1に示した点火回路19と同様である。さらに、電源制御装置12Aは、各パワーユニット14-1、14-2...14-nを、他のパワーユニットから独立して非同期で動作できるように制御し、また、各点火回路19-1、19-2...19-mを、他の点火回路から独立して動作できるように制御し、さらに、分配回路22を、各プラズマトーチ20-1、20-2...20-mへ任意の大きさの電流を供給し且つ点火回路19-1、19-2...19-mを割り当てられるように制御するように構成されている。

【 0 0 4 1 】

このような構成において、電源制御装置 1 2 A の制御により、例えば、第 1 のプラズマトーチ 2 0 - 1 に第 1 の点火回路 1 9 - 1 を割り当てると共に第 1 のパワーユニット 1 4 - 1 から 5 0 A の電流を供給し、また、第 2 のプラズマトーチ 2 0 - 2 へ第 2 の点火回路 1 9 - 2 を割り当てると共に第 2 のパワーユニット 1 4 - 2 から 1 0 0 A の電流を供給し、さらには、いずれかのパワーユニット或いは点火回路の故障に応じて、及び、どのプラズマトーチにどの条件（材質、板厚）の被切断材を切断させるかに応じて、複数のプラズマトーチ 2 0 - 1、2 0 - 2 ... 2 0 - m への電流の分配の仕方や点火回路の割り当て方を変更することが可能である。

【 0 0 4 2 】

このようにして、複数のプラズマトーチ 2 0 - 1、2 0 - 2 ... 2 0 - m を用いて異なる条件または同じ条件の多数の切断作業を同時に行う場合に、プラズマ電源装置 6 A の動作を最適に柔軟に制御することが可能である。

【 0 0 4 3 】

以上説明したように、本発明のプラズマ切断機によれば、必要とするプラズマ電流の大きさに応じてパワーユニットの運転数や出力電流を変更して、最適容量のプラズマ電源装置で切断作業を行うことができる。また、いずれかのパワーユニットが故障しても、他の正常なパワーユニットがサポートできる切断条件（被切断材の材質と板厚、及び切断速度）範囲内で、プラズマ切断機の運転を継続することができる。さらに、プラズマ電源装置を構成する複数のパワーユニットは、同期を取ることなくそれぞれ独立して運転することができる。

【 0 0 4 4 】

また、本発明のプラズマ切断機によれば、プラズマ電源装置の主回路を複数のパワーユニットに分割することができるので、例えば、分割したパワーユニットを、プラズマ切断機のテーブルの内部や、プラズマトーチを移動する台車の上や、台車を移動させるレールユニットの内部や、レールとテーブルとの間の空間などに収納することができる。このようにして、プラズマ電源装置をプラズマ切断機の本体に組み込めば、従来のようなプラズマ切断機の本体とは別の場所に設置される大型のプラズマ電源装置が無くなり、プラズマ電源装置とプラズマ切断機本体との間の床を這う多数のケーブルも不要になり、工場内の作業空間が有効に使い、作業性が一段と向上する。

【 0 0 4 5 】

以上、本発明の実施形態を説明したが、この実施形態は本発明の説明のための例示にすぎず、本発明の範囲をこの実施形態にのみ限定する趣旨ではない。本発明は、その要旨を逸脱することなく、その他の様々な態様でも実施することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 4 6 】

【 図 1 】 本発明の第 1 の実施形態にかかるプラズマ切断機の要部の構成を示すブロック図。

【 図 2 】 図 1 に示すプラズマ切断機がワークを切断する処理の流れを示すフローチャート。

【 図 3 】 酸素プラズマによって軟鋼を切断する場合の切断板厚と切断速度との関係を示す特性図。

【 図 4 】 本発明の第 2 の実施形態にかかるプラズマ切断機の要部の構成を示すブロック図。

【 符号の説明 】

【 0 0 4 7 】

- 2 NC 制御器
- 4 XYZ 駆動系
- 6、6 A プラズマ電源装置
- 8 ガス供給装置

10

20

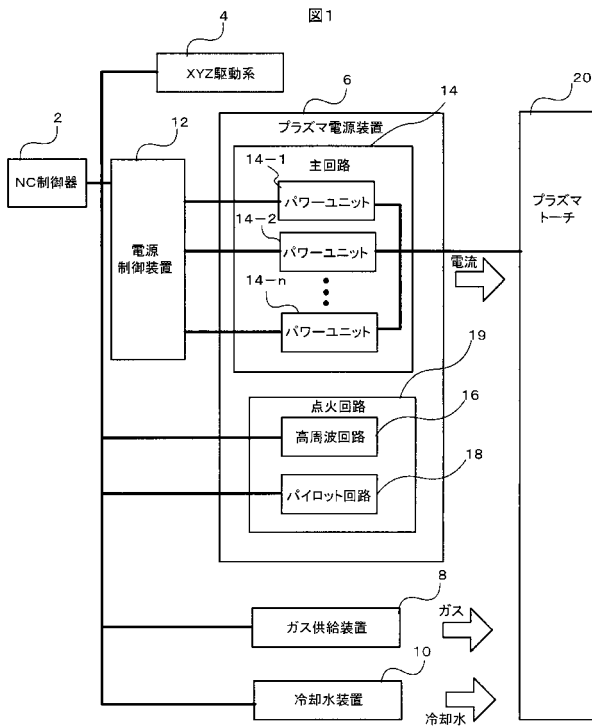
30

40

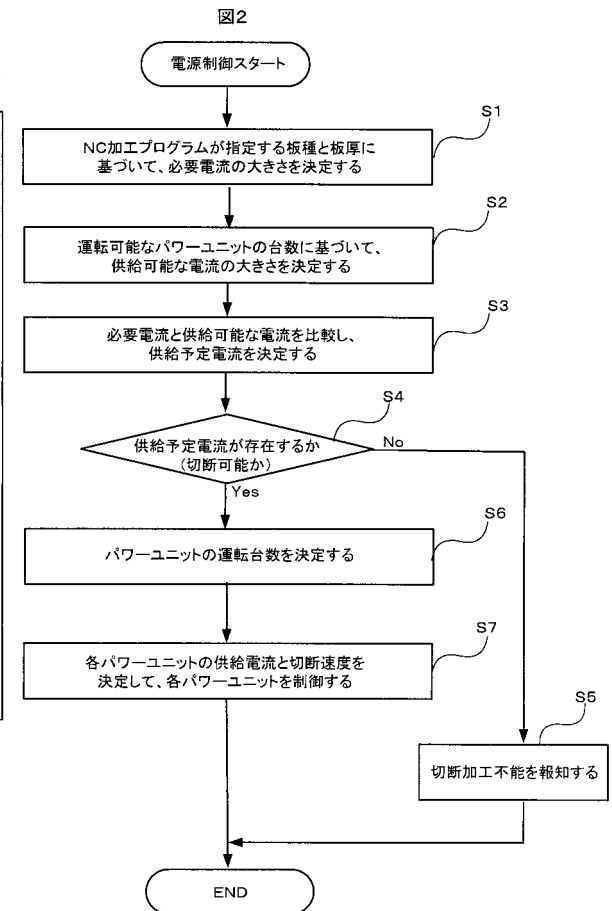
50

- 10 冷却水装置
- 12、12A 電源制御装置
- 14-1、14-2...14-n パワーユニット
- 16 高周波回路
- 18 パイロット回路
- 19、19-1、19-2...19-m 点火回路
- 20、20-1、20-2...29-n プラズマトーチ
- 22 分配器

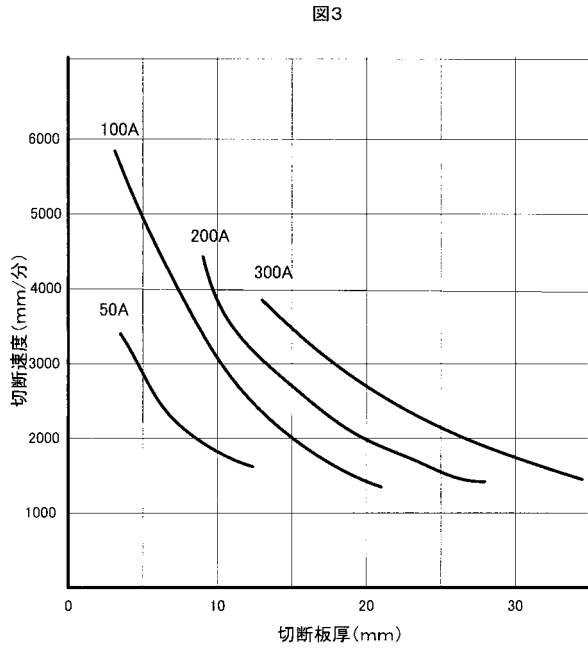
【図1】



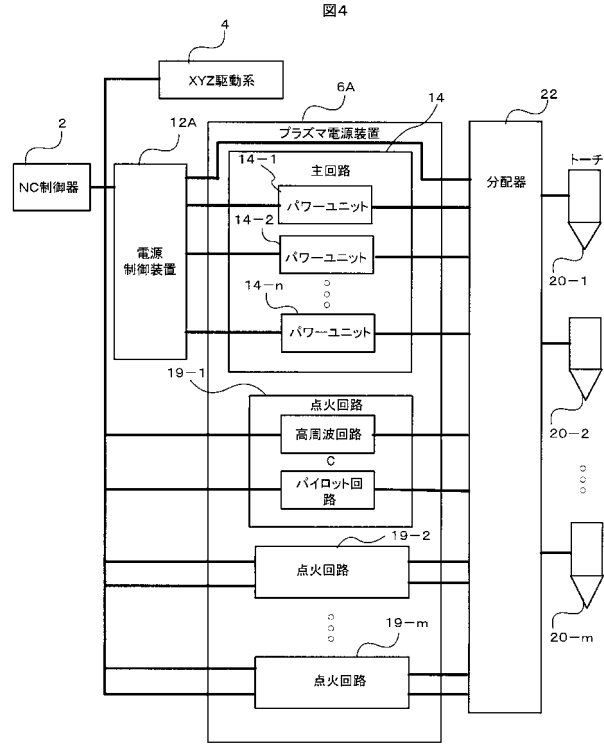
【図2】



【 図 3 】



【 図 4 】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平08-001350(JP,A)
特開平05-245647(JP,A)
実開平04-090174(JP,U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B23K 10/00
B23K 9/073