

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: **A 1482/2005**
(22) Anmeldetag: **09.09.2005**
(43) Veröffentlicht am: **15.03.2007**

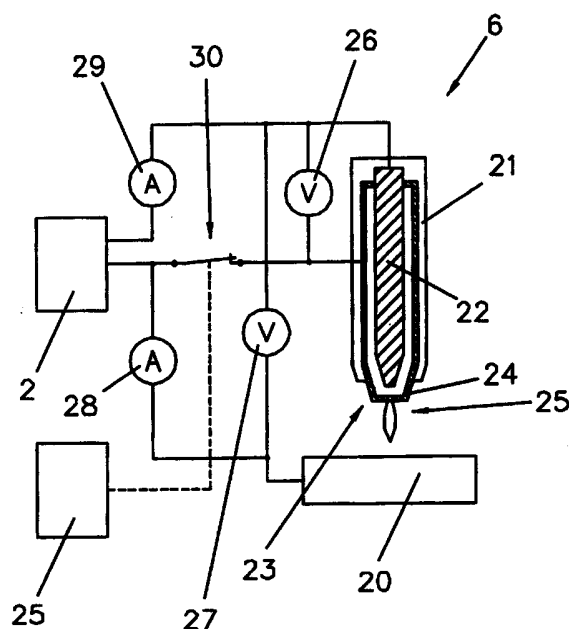
(51) Int. Cl.⁸: **B23K 10/00** (2006.01),
H05H 1/36 (2006.01)

(73) Patentanmelder:

FRONIUS INTERNATIONAL GMBH
A-4643 PETTENBACH (AT)

(54) **VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINES WASSERDAMPFPLASMA-BRENNERS UND WASSERDAMPF-SCHNEIDGERÄT**

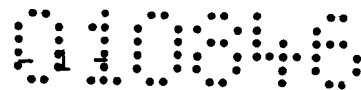
(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Wasserdampfplasma-brenners (6) mit einer Kathode (22) und einer als Düse (23) ausgebildeten Anode (24) zum Bearbeiten eines Werkstücks (20), wobei während des Betriebes zwischen der Kathode (22) und der Anode (24) und bzw. oder dem Werkstück (20) über eine Stromquelle (2) ein Strom eingepreßt wird, wobei nach dem Zünden eines Pilotlichtbogens zwischen der Kathode (22) und der Anode (24) bei Annäherung des Wasserdampfplasma-brenners (6) an das Werkstück (20) zwischen der Kathode (22) und dem Werkstück (20) ein Arbeitslichtbogen gebildet, und der Pilotlichtbogen durch Wegschalten der Stromquelle (2) von der Anode (24) gelöscht wird und der Strom auf einen vorgegebenen Arbeitsstrom erhöht wird, und wobei während des Arbeitsbetriebs die Spannung (U_{UE}) zwischen der Kathode (22) und dem Werkstück (20) überwacht wird, und zur Neubildung des Pilotlichtbogens die Stromquelle (2) wieder an die Anode (24) geschaltet wird, sobald die Spannung (U_{UE}) einen Schwellwert (I_{UES}) überschreitet. Zur Erzielung eines optimalen Betriebs eines Wasserdampfplasma-brenners wird die Stromquelle (2) von der Anode (24) weggeschaltet, wenn der Strom (I_{UE}) zwischen Werkstück (20) und Kathode (2) einen Schwellwert (I_{UES}) überschreitet.



Zusammenfassung:

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Wasserdampfplasmabrenners (6) mit einer Kathode (22) und einer als Düse (23) ausgebildeten Anode (24) zum Bearbeiten eines Werkstücks (20), wobei während des Betriebes zwischen der Kathode (22) und der Anode (24) und bzw. oder dem Werkstück (20) über eine Stromquelle (2) ein Strom eingepreßt wird, wobei nach dem Zünden eines Pilotlichtbogens zwischen der Kathode (22) und der Anode (24) bei Annäherung des Wasserdampfplasmabrenners (6) an das Werkstück (20) zwischen der Kathode (22) und dem Werkstück (20) ein Arbeitslichtbogen gebildet, und der Pilotlichtbogen durch Wegschalten der Stromquelle (2) von der Anode (24) gelöscht wird und der Strom auf einen vorgegebenen Arbeitsstrom erhöht wird. Zur Erzielung eines optimalen Betriebs eines Wasserdampfplasmabrenners wird während des Arbeitsbetriebs die Spannung (U_{UE}) zwischen der Kathode (22) und dem Werkstück (20) überwacht, und zur Neubildung des Pilotlichtbogens die Stromquelle (2) wieder an die Anode (24) geschaltet, sobald die Spannung (U_{UE}) einen Schwellwert (I_{UEs}).

(Fig. 3)

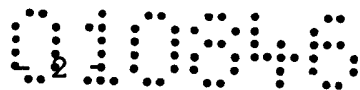


Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Wasserdampfplasmabrenners mit einer Kathode und einer als Düse ausgebildeten Anode zum Bearbeiten eines Werkstücks, wobei während des Betriebes zwischen der Kathode und der Anode und bzw. oder dem Werkstück über eine Stromquelle ein Strom eingeprägt wird, wobei nach dem Zünden eines Pilotlichtbogens zwischen der Kathode und der Anode bei Annäherung des Wasserdampfplasmabrenners an das Werkstück zwischen der Kathode und dem Werkstück ein Arbeitslichtbogen gebildet und der Pilotlichtbogen durch Wegschalten der Stromquelle von der Anode gelöscht wird und der Strom auf einen vorgegebenen Arbeitsstrom erhöht wird.

Weiters betrifft die Erfindung ein Wasserdampf-Schneidgerät mit einem Wasserdampfplasmabrenner mit einer Kathode und einer als Düse ausgebildeten Anode, einer Stromquelle welche mit der Kathode einerseits und dem zu bearbeitenden Werkstück und der Anode andererseits verbunden ist, und mit einer Steuereinrichtung zur Steuerung eines Schalters in der Verbindung zwischen der Stromquelle und der Anode.

Bei Wasserdampfplasmabrennern der gegenständlichen Art wird über eine Stromquelle ein Lichtbogen zwischen einer negativ gepolten Kathode und einer positiv gepolten Anode, welche als Düse an der Spitze des Brenners ausgebildet ist, gezündet. Das Wasser bzw. die Flüssigkeit wird von einem Tank über eine entsprechende Leitung zum Brenner geführt und dort mittels einer Heizeinrichtung zu Dampf erhitzt und über entsprechende Kanäle in die Brennkammer geleitet, wo es als plasmabildendes Medium ein Plasma erzeugt. Der Plasmastrahl tritt stromlos aus der Düse aus, wo er aufgrund der hohen Energiedichte zum Aufschmelzen von Werkstücken verwendet werden kann. Neben dem Schneiden von Werkstücken kann mittels eines Wasserdampfplasmabrenners auch eine Verbindung von Werkstücken durchgeführt werden.

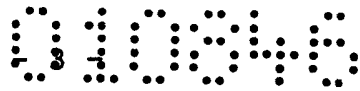
Die Verwendung von Wasser bzw. einer Flüssigkeit anstelle von Gas als plasmafähiges Medium hat den Vorteil, dass keine Gasflasche erforderlich ist. Wasser ist an den meisten Plätzen verfügbar bzw. kann einfach beschafft werden. Zur Bildung des plasmafähigen Gases muss allerdings das Wasser bzw. die Flüssigkeit verdampft werden.



Nach dem Einschalten eines Wasserdampf-Schneidgeräts wird das Heizelement des Wasserdampfplasmabrenners, welches das flüssige Medium verdampft, eingeschaltet, so dass Betriebstemperatur erreicht wird. Ist die Betriebstemperatur erreicht, befindet sich der Wasserdampfplasmabrenner im „Standby-Modus“ bzw. Ruhemodus. Um den Wasserdampfplasmabrenner in seinen Betriebszustand zu bringen, wird zwischen der Kathode und der Anode ein so genannter Pilotlichtbogen gezündet. Das durch das Heizelement verdampfte flüssige Medium bildet das Plasmagas, welches den Lichtbogen durch die Austrittsöffnung der als Düse ausgebildeten Anode nach außen treibt. In diesem Zustand befindet sich der Brenner im so genannten „nicht übertragenen Modus“. Bei Annäherung des Brenners an das mit der Stromquelle verbundene Werkstück, beginnt ein Teilstrom über das Werkstück zur Kathode zu fließen, was bei Überschreitung eines bestimmten Stromes zur Bildung eines Arbeitslichtbogens zwischen Werkstück und Kathode führt. Sobald der Arbeitslichtbogen zwischen Kathode und Werkstück gebildet ist, wird der Pilotlichtbogen durch Wegschalten der Stromquelle ausgeschaltet und der Strom auf den gewünschten Schneidstrom erhöht, so dass mit der Bearbeitung des Werkstücks begonnen werden kann. Diesen Modus nennt man den so genannten „übertragenen Modus“.

Wird der Wasserdampfplasmabrenner vom Werkstück wegbewegt, kann es zum Abreißen des Arbeitslichtbogens und zur Unterbrechung der Bearbeitung des Werkstücks kommen. Um mit der Bearbeitung fortzufahren, muss wiederum der Pilotlichtbogen gezündet und der Brenner in den nicht übertragenen Modus und schließlich in den übertragenen Modus gebracht werden. Gerade bei Wasserdampfplasmabrennern stellt das Erlöschen des Lichtbogens ein Problem dar, da das weiterhin geförderte plasmafähige Medium zu einer Auskühlung des Brenners und somit zu Unterbrechungen des Arbeitsvorganges führen kann. Die Steuerung der Umschaltung zwischen nicht übertragenem und übertragenem Modus ist daher insbesondere für Wasserdampfplasmabrenner von großer Bedeutung.

Im Stand der Technik existieren verschiedene Verfahren, welche die Umschaltung vom nicht übertragenen Modus in den übertragenen Modus in Abhängigkeit gemessener Ströme oder Spannungen steuern.



Beispielsweise beschreibt die US 6 133 543 A eine Einrichtung und ein Verfahren zur Steuerung eines Plasmalichtbogens, wobei der Strom des Lichtbogens im übertragenen Modus erfasst wird und zur Steuerung der Zuschaltung der Stromquelle herangezogen wird. Dabei handelt es sich um einen herkömmlichen mit Gas betriebenen Brenner.

Auch die WO 2004/022276 A1 zeigt einen Plasmabrenner, bei dem verschiedene Betriebsströme und Spannungen überwacht werden, um die Umschaltung vom Pilotlichtbogen in einen Betriebslichtbogen zu optimieren.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein oben genanntes Verfahren zum Betreiben eines Wasserdampfplasmabrenners zu schaffen, durch welches eine optimale Umschaltung der Betriebszustände erzielt werden kann. Durch das erfindungsgemäße Verfahren soll eine im Wesentlichen unterbrechungsfreie Bearbeitung von Werkstücken und somit ein optimales Bearbeitungsergebnis erzielt werden.

Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht in der Schaffung eines oben genannten Wasserdampf-Schneidgeräts, durch welches ein optimaler Betrieb des Wasserdampfplasmabrenners erzielt werden kann.

Gelöst wird die erste erfindungsgemäße Aufgabe durch ein oben genanntes Verfahren, bei dem während des Arbeitsbetriebs die Spannung zwischen der Kathode und dem Werkstück überwacht wird und zur Neubildung des Pilotlichtbogens die Stromquelle wieder an die Anode geschaltet wird sobald die Spannung einen Schwellwert überschreitet. Der Kern des erfindungsgemäßen Verfahrens liegt in der raschen Umschaltung vom übertragenen Modus in den nicht übertragenen Modus, sobald der Wasserdampfplasmabrenner zu weit vom Werkstück wegbewegt wird und das Erlöschen des Arbeitslichtbogens bevorsteht. Die Entfernung des Wasserdampfplasmabrenners vom Werkstück wird durch Messung der Spannung zwischen Kathode und Werkstück ermittelt. Dadurch, dass bei Überschreitung eines voreingestellten Schwellwerts die Anode des Wasserdampfplasmabrenners wieder an die Stromquelle geschaltet wird und dadurch der Pilotlichtbogen zwischen Kathode und Anode



erneut gezündet wird, bleibt der Brenner auch bei Erlöschen des Arbeitslichtbogens im nicht übertragenen Modus. Dadurch wird ein Auskühlen des Brenners durch das zugeführte plasmafähige Medium verhindert und ein unmittelbares Fortfahren des Arbeitsvorgangs bei Wiedererreichen des gewünschten Abstandes des Brenners vom Werkstück erzielt. Dabei muss die Zuschaltung der Stromquelle zur Anode möglichst rasch nach Überschreitung des Schwellwerts für die Spannung zwischen Kathode und Werkstück erfolgen, so dass sichergestellt werden kann, dass der Pilotlichtbogen vor Erlöschen des Arbeitslichtbogens gezündet wird.

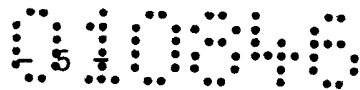
Vorteilhafterweise ist der Schwellwert einstellbar, so dass unterschiedliche Arbeitsparameter und Brennertypen berücksichtigt werden können.

Vorteilhafterweise sind verschiedene Schwellwerte in Abhängigkeit der verwendeten Wasserdampfplasmabrenner in einem Speicher hinterlegt, und abrufbar bzw. einstellbar.

Um die Wirkung des Brenners während des Arbeitsbetriebs justieren zu können, ist der Arbeitsstrom während des Arbeitsbetriebs vorteilhafterweise einstellbar ausgebildet. Die Stärke des Arbeitsstroms wird an das zu bearbeitende Werkstück angepasst.

Gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung ist vorgesehen, dass die Stromquelle von der Anode weggeschaltet wird, wenn der Strom zwischen Werkstück und Kathode einen Schwellwert überschreitet. Durch Überwachung des Stromes zwischen Werkstück und Kathode wird der Teilstrom zwischen Kathode und Werkstück, welcher bei Annäherung des Brenners an das Werkstück zu fließen beginnt, überwacht. Sobald der gemessene Strom einen definierten Schwellwert übersteigt, wird der Pilotlichtbogen durch Wegschalten der Stromquelle von der Anode gelöscht, so dass nur mehr der Arbeitslichtbogen brennt. Dies stellt die Umschaltung vom nicht übertragenen Modus in den übertragenen Modus dar.

Dabei ist es von Vorteil, wenn die Stromquelle nach einer vorgegebenen Zeitdauer von der Anode weggeschaltet wird, sobald der Strom den Schwellwert überschreitet. Durch die Einstellung



dieser Zeitdauer wird sichergestellt, dass der Pilotlichtbogen eine gewisse Zeit brennt, bevor dieser wieder gelöscht wird. Dadurch werden zu hohe Schaltfrequenzen, welche den Schalter belasten würden, und das Entstehen einer Schwingung verhindert. Die Zeitdauer kann durch Starten eines Zeitgliedes zum Zeitpunkt der Erkennung der Überschreitung des Schwellwerts erfolgen.

Vorteilhafterweise beträgt die Zeitdauer, über welche der Pilotlichtbogen mindestens brennen muss, bevor er wieder gelöscht wird, im Bereich zwischen 1 und 1,4 ms.

Der Schwellwert des Stroms zwischen dem Werkstück und der Kathode ist ebenfalls vorzugsweise einstellbar ausgebildet.

Der Pilotlichtbogen kann durch Anlegen einer hochfrequenten Spannung zwischen Kathode und Anode gezündet werden.

Ebenso ist es möglich, dass der Pilotlichtbogen durch Abheben einer axial verschiebbaren Kathode von der Anode gezündet wird. Bei einer derartigen Ausgestaltung befindet sich im ausgeschalteten Zustand des Wasserdampfplasmabrenners die Kathode an der Anode. In diesem Zustand besteht daher ein Kurzschluss zwischen Kathode und Anode. Erst im Betriebszustand wird die Kathode vorzugsweise automatisch durch das zugeführte flüssige Medium des Wasserdampfplasmabrenners von der Anode abgehoben, so dass ein Pilotlichtbogen zwischen der Kathode und der Anode gezündet werden kann.

Um den Kurzschluss zwischen der Anode und der Kathode zu überwachen, kann gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung während des Arbeitsbetriebs die Spannung zwischen Kathode und Anode gemessen und mit der Spannung zwischen Kathode und Werkstück verglichen werden und bei Übereinstimmung der Arbeitsstrom reduziert werden. Somit wird gewährleistet, dass bei Aufeinandertreffen von Kathode und Anode der Arbeitsstrom reduziert wird, was zu einer Schonung von Kathode und Anode führt.

Weiters kann die Spannung zwischen Kathode und Anode gemessen werden und bei Detektion eines Kurzschlusses das Wegschalten der Stromquelle von der Anode verhindert werden. Durch diese Maß-



nahme kann unterbunden werden, dass bei kurzgeschlossener Anode und Kathode zwischen dem Brenner und dem Werkstück ein Lichtbogen gezündet wird. Erst nach Zündung eines Pilotlichtbogens zwischen Düse und Kathode, was erst bei Öffnung des Kurzschlusses zwischen Anode und Kathode möglich ist, wird auch das Wegschalten des Pilotlichtbogens und somit das Erreichen des übertragenden Modus möglich.

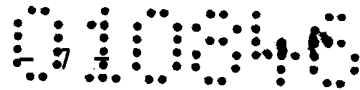
Wenn das Zu- und oder Wegschalten der Stromquelle von der Anode nach einer vorgegebenen Funktion beispielsweise stufen- oder rampenförmig durchgeführt wird, kann eine Schonung der Komponenten bewirkt werden, da die Umschaltung nicht abrupt erfolgt.

Vorteilhafterweise ist die Durchflussmenge des Wassers bzw. der Flüssigkeit des Wasserdampfplasmabrenners einstellbar. Dadurch kann beispielsweise auch die Kühlung des Brenners durch Erhöhung der Durchflussmenge verbessert werden.

Gelöst wird die erfindungsgemäße Aufgabe auch durch ein oben genanntes Wasserdampf-Schneidgerät mit einer Einrichtung zur Messung der Spannung zwischen der Kathode und dem Werkstück, welche Messeinrichtung mit der Steuereinrichtung verbunden ist. Durch die Erfassung der Spannung zwischen Kathode Werkstück kann diese in der Steuereinrichtung mit einem vorgegebenen Schwellwert verglichen und in der Folge der Schalter in der Verbindung zwischen Stromquelle und Anode entsprechend gesteuert werden.

Vorteilhafterweise ist auch eine Einrichtung zur Messung des Stromes zwischen Kathode und Werkstück vorgesehen, welche Messeinrichtung mit der Steuereinrichtung verbunden ist. Dadurch kann eine gezielte Umschaltung vom nicht übertragenden Modus in den übertragenden Modus bei Überschreitung eines bestimmten Schwellwertes für den Strom zwischen Kathode und Werkstück erfolgen.

Von Vorteil ist auch eine Einrichtung zur Messung des Stromes zwischen Werkstück und Kathode, welche Messeinrichtung mit der Steuereinrichtung verbunden ist. Durch diese Strommesseinrichtung kann der Arbeitsstrom im Arbeitbetrieb erfasst werden.



Zur Ermittlung eines Kurzschlusses zwischen dem Brenner und dem Werkstück kann auch eine Einrichtung zur Messung der Spannung zwischen Kathode und Werkstück vorgesehen sein, welche Messeinrichtung mit der Steuereinrichtung verbunden ist.

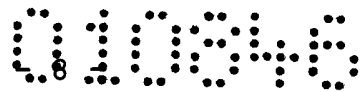
Wenn die Steuereinrichtung durch eine Analogschaltung gebildet ist, können die erforderlichen bzw. gewünschten niedrigen Umschaltzeiten, insbesondere bei der Umschaltung vom übertragenen Modus in den nicht übertragenen Modus erzielt werden. Diese können meist durch eine softwaremäßige Lösung in einer durch einen Mikrokontroller ausgebildeten Steuereinrichtung nicht erzielt werden.

Der Schalter ist vorzugsweise durch einen Transistor, insbesondere einem IGBT (insulated gate bipolar transistor) gebildet sein.

Vorteilhafterweise ist ein Speicher zur Hinterlegung vorgegebener Schwellwerte vorgesehen, welcher mit der Steuereinrichtung verbunden ist.

Die vorliegende Erfindung wird anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Darin zeigen: Fig. 1 eine schematische Darstellung eines Wasserdampf-Schneidgeräts; Fig. 2 eine schematische Darstellung eines Wasserdampfplasmabrenners im Ruhezustand; Fig. 3 eine schematische Darstellung eines Wasserdampfplasmabrenners im nicht übertragenen Modus; und Fig. 4 eine schematische Darstellung eines Wasserdampfplasmabrenners im übertragenen Modus.

In Fig. 1 ist ein Wasserdampf-Schneidgerät 1 mit einem Grundgerät 1a für ein Wasserdampf-Schneidverfahren gezeigt. Das Grundgerät 1a umfasst eine Stromquelle 2, eine Steuervorrichtung 3 und ein der Steuervorrichtung 3 zugeordnetes Sperrelement 4. Das Sperrelement 4 ist mit einem Behälter 5 und einem Wasserdampfplasmabrenner 6, der einen Brennergriff 6a und einen Brennerkörper 6b umfasst, über eine Versorgungsleitung 7 verbunden, so dass der Wasserdampfplasmabrenner 6 mit einer im Behälter 5 angeordneten Flüssigkeit 8 versorgt werden kann. Die Versorgung



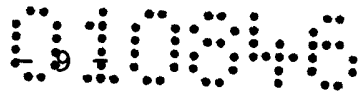
des Wasserdampfplasmabrenners 6 mit elektrischer Energie erfolgt über Leitungen 9, 10 von der Stromquelle 2.

Zum Kühlen des Wasserdampfplasmabrenners 6 ist dieser über einen Kühlkreislauf 11 allenfalls unter Zwischenschaltung eines Strömungswächters 12 mit einem Flüssigkeitsbehälter 13 verbunden. Bei der Inbetriebnahme des Brenners 6 bzw. des Grundgerätes 1a kann der Kühlkreislauf 11 von der Steuervorrichtung 3 gestartet und somit eine Kühlung des Brenners 6 über den Kühlkreislauf 11 erreicht werden. Zur Bildung des Kühlkreislaufs 11 wird der Brenner 6 über Kühlleitungen 14, 15 mit dem Flüssigkeitsbehälter 13 verbunden.

Weiters kann das Grundgerät 1a eine Eingabe- und/oder Anzeigevorrichtung 16 aufweisen, über welche die unterschiedlichsten Parameter bzw. Betriebsarten des Wasserdampf-Schneidgerätes 1 eingestellt und angezeigt werden können. Die über die Eingabe- und/oder Anzeigevorrichtung 16 eingestellten Parameter werden an die Steuervorrichtung 3 weitergeleitet, welche die einzelnen Komponenten des Wasserdampf-Schneidgerätes 1 entsprechend ansteuert.

Weiters kann der Wasserdampfplasmabrenner 6 zumindest ein Bedienungselement 17, insbesondere einen Taster 18, aufweisen, über welches der Benutzer durch Aktivieren und/oder Deaktivieren des Tasters 18 der Steuervorrichtung 3 vom Brenner 6 aus mitteilen kann, dass ein Wasserdampf-Schneidverfahren gestartet bzw. durchgeführt werden soll. Des Weiteren können an der Eingabe- und/oder Anzeigevorrichtung 16 beispielsweise Voreinstellungen getroffen werden, insbesondere, dass das zu schneidende Material, die verwendete Flüssigkeit und beispielsweise Kennlinien des Stromes und der Spannung vordefiniert werden. Selbstverständlich können weitere Bedienelemente am Brenner 6 angeordnet sein, über die ein oder mehrere Betriebsparameter des Wasserdampf-Schneidgerätes 1 vom Brenner 6 aus eingestellt werden. Hierzu können diese Bedienelemente direkt über Leitungen oder über ein Bussystem mit dem Grundgerät 1a, insbesondere der Steuervorrichtung 3, verbunden sein.

Die Steuervorrichtung 3 aktiviert nach dem Betätigen des Tasters



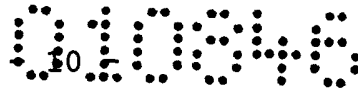
18 die einzelnen für das Wasserdampf-Schneidverfahren benötigten Komponenten. Beispielsweise werden zuerst eine Pumpe (nicht dargestellt), das Sperrelement 4 sowie die Stromquelle 2 angesteuert, wodurch eine Versorgung des Brenners 6 mit der Flüssigkeit 8 sowie mit elektrischer Energie eingeleitet wird.

Anschließend aktiviert die Steuervorrichtung 3 den Kühlkreislauf 11, so dass eine Kühlung des Brenners 6 ermöglicht wird. Durch die Versorgung des Brenners 6 mit der Flüssigkeit 8 und mit Energie, insbesondere mit Strom und Spannung, wird nunmehr im Brenner 6 die Flüssigkeit 8 in ein Gas 19, insbesondere in Plasma, mit hoher Temperatur umgewandelt, so dass durch das aus dem Brenner 6 ausströmende Gas 19 ein Schneidprozess an einem Werkstück 20 durchgeführt werden kann.

Die Fig. 2 bis 4 zeigen schematische Darstellungen eines erfindungsgemäßen Wasserdampfplasmabrenners 6 in verschiedenen Betriebszuständen. Der Wasserdampfplasmabrenner 6 weist ein Gehäuse 21 auf, in dem eine Kathode 22 angeordnet ist, die mit der Stromquelle 2 verbunden ist. Die als Düse 23 ausgebildete Anode 24 ist mit dem positiven Pol der Stromquelle 2 verbunden.

Im Ruhezustand oder Standby-Modus gemäß Fig. 2 wird die axial verschiebbare Kathode 22 an die Düse 23 gepresst. In diesem Modus kann zwischen der Kathode 22 und der Anode 24 kein Lichtbogen gezündet werden, da ein Kurzschluss besteht. Die im Wasserdampfplasmabrenner 6 enthaltene Heizeinrichtung zum Verdampfen des Wassers kann bereits eingeschaltet werden, so dass das Arbeitsmedium bereits vorgeheizt wird.

Zum Zünden eines Pilotlichtbogens zwischen der Kathode 22 und der Anode 24, wird gemäß Fig. 3 die Zufuhr des flüssigen Mediums, insbesondere Wasser, eingeschaltet, wodurch sich die axial verschiebbare Kathode 22 von der Düse 23 abhebt und bei Vorhandensein eines entsprechenden Stromes ein Pilotlichtbogen zwischen der Kathode 22 und der Anode 24 gezündet wird. Anstelle einer solchen Kontaktzündung kann die Zündung eines Pilotlichtbogens auch durch Zuschalten einer hochfrequenten Spannung erfolgen. Das in der Heizeinrichtung verdampfte Wasser wird in die Brennkammer geleitet, wo es als Medium für einen Plasmastrahl dient. Der Plasmastrahl wird durch die Öffnung 25 in der als

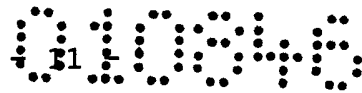


Düse 23 ausgebildeten Anode 24 herausgepresst und kann aufgrund seiner hohen Energiedichte zum Schneiden aber auch Verbinden von Werkstücken 20 eingesetzt werden. Der Wasserdampfplasmabrenner 6 befindet sich im so genannten nicht übertragenen Modus.

Um die Umschaltung vom Standby-Modus gemäß Fig. 2 in den nicht übertragenen Modus gemäß Fig. 3 zu optimieren, werden verschiedene Betriebsparameter gemessen und einer Steuerungseinrichtung 25, welche einen Schalter 30 zwischen der Stromquelle 2 und der Anode 24 des Wasserdampfplasmabrenners 6 steuert, zugeführt.

Konkret werden die Spannung U_{NUE} zwischen der Kathode 22 und der Anode 24 mit Hilfe eines Spannungsmessgeräts 26 und der Strom I_{UE} vom Pluspol der Stromquelle 2 zum Werkstück 20 mit Hilfe eines Strommessgeräts 28 erfasst. Darüber hinaus können die Spannung U_{UE} zwischen der Kathode 22 und dem Werkstück 20 mit Hilfe des Spannungsmessgeräts 27 und der Strom I_{CUT} vom negativen Pol der Stromquelle 2 zur Kathode 22 des Wasserdampfplasmabrenners mit Hilfe eines Strommessgeräts 29 ermittelt werden. Die erfassten Daten werden der Steuerungseinrichtung 25 zugeführt, welche den Schalter zur Verbindung des Pluspols der Stromquelle 2 mit der Anode 24 steuert. Dabei wird über die Spannung U_{NUE} zwischen der Kathode 22 und der Anode 24 des Wasserdampfplasmabrenners, welche mit Hilfe des Spannungsmessgeräts 26 erfasst wird, erkannt, wann der Kurzschluss zwischen der Kathode 22 und der Anode bzw. Düse 24 aufgehoben wurde. Erst dann kann der Pilotlichtbogen zwischen der Kathode 22 und der Anode 24 gezündet werden.

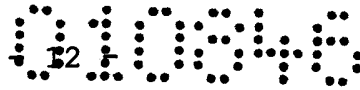
Nähert sich der Wasserdampfplasmabrenner 6 nun dem mit dem positiven Pol der Stromquelle 2 verbundenen Werkstück 20, beginnt ein kleiner Teilstrom I_{UE} über den übertragenen Strompfad zu fließen. Übersteigt der mit Hilfe des Strommessgeräts 28 gemessene Strom I_{UE} zum Werkstück 20 einen definierten Schwellwert I_{UES} , wird der Schalter 30 von der Steuerungseinrichtung 25 betätigt und somit die Stromquelle 2 von der Anode 24 weggeschaltet. Dadurch schlägt der Lichtbogen gezwungenermaßen von der Kathode 22 zum Werkstück 20 über und der Strom der Stromquelle 2 kann auf einen bestimmten Schneidstrom I_{CUT} erhöht werden. In diesem Fall befindet sich der Wasserdampfplasmabrenner 6 im so genannten übertragenen Modus. Wird der Wasserdampfplasmabrenner 6 vom Werkstück 20 weiter entfernt, steigt die Spannung zwischen der



Kathode 22 und dem Werkstück an, da die Stromquelle 2 bestrebt ist, den eingestellten Schneidstrom I_{cut} aufrecht zu erhalten. Übersteigt die mit dem Spannungsmessgerät 27 erfasste Spannung U_{UE} einen definierten Schwellwert U_{UES} , wird der Schalter 30 wiederum geschlossen und somit die Anode 24 wieder mit dem positiven Pol der Stromquelle 2 verbunden, um ein Abreißen des Lichtbogens zu verhindern. In diesem Zustand befindet sich der Wasserdampfplasmabrenner 6 wieder im nicht übertragenen Modus gemäß Fig. 3. Somit wird zwischen den beiden Betriebszuständen übertragener und nichtübertragener Modus nach Bedarf gewechselt. Dabei ist es wichtig, dass die Steuerung des Schalters 30 sehr rasch erfolgt. Zu diesem Zweck eignen sich analog ausgeführte Steuerungseinrichtungen 25 mehr als Realisierungen durch Mikrokontrollern. Diese automatische Steuerung des Lichtbogens ist beim Schneiden bestimmter Werkstücke, wie z.B. von Lochblechen, von großer Bedeutung. In diesem Fall würde es durch ständigen Wechsel des Abstandes zwischen Werkstück und Brenner zu einem Erlöschen des Lichtbogens kommen, was eine Neuzündung des Pilotlichtbogens erforderlich machen würde. Darüber hinaus kann das Pulsen des Stroms bei manchen Materialien für die Schneidqualität von Vorteil sein. Durch das erfindungsgemäße Verfahren wird die Energieeinbringung reduziert.

Weiters ist es möglich, dass die Steuervorrichtung 3 in den Umschaltprozess einwirkt. Hierzu wird beispielsweise beim erstmaligen Zünden des Pilotlichtbogens, also bei der Aktivierung des Prozesses, von der Steuervorrichtung 3 ein Umschaltsignal erzeugt bzw. gelöscht werden muss, wobei die Steuervorrichtung 3 erst bei Überschreiten eines Schwellwertes für das Umschaltsignal den Schalter 30 freigibt, d.h., dass erst wenn das Umschaltsignal beispielsweise über 50V steigt eine Umschaltung vom nichtübertragenen Modus in den übertragenen Modus möglich ist. Damit ist sichergestellt, dass der Kurzschluss zwischen Kathode und Anode sicher aufgerissen ist, also die Kathode von der Anode abgehoben ist, und der Pilotlichtbogen zwischen der Kathode 22 und Anode 24 im inneren des Brenners 6 sicher brennt.

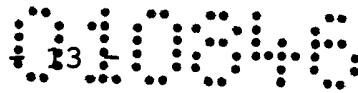
Durch die Freigabe von der Steuervorrichtung 3 ist es der analog aufgebauten Steuerungseinrichtung 25 dann möglich, den Schalter 30 zu öffnen, damit der Lichtbogen dann auf das Werkstück 20 um-



geschaltet werden kann. Damit wird nun sichergestellt, dass kein Lichtbogen zwischen der Düse 23 und dem Werkstück 20 brennen kann, ohne dass die Kathode 22 von der Anode 24 abgehoben ist. Hebt nämlich die Kathode 22 beispielsweise nicht von der Anode 24 ab, so wäre es während dem Betrieb nicht möglich, dass zwischen den übertragenen Modus und den nichtübertragenen Modus hin und her geschaltet werden kann. Auch wird damit sichergestellt, dass ein sicheres Aufheizen des Brenners 6 über den Pilotlichtbogen erreicht wird, sodass immer nur Wasserdampf aus dem Brenner 6 austritt. Durch diesen Eingriff der Steuervorrichtung 3 wird dies verhindert, da erst eine Zündung zwischen Düse 23 und Kathode 24 erfolgen muss, um dieses Signal zu löschen bzw. ein entsprechendes Signal zu erzeugen, damit ein Schalten des Schalters 30 möglich ist.

Ein weiterer Eingriff der Steuervorrichtung 3 kann auch derart erfolgen, dass beim übertragenen Modus, wo also der Lichtbogen zwischen dem Werkstück 20 und Kathode 22 brennt, beim Zurückschalten in den nichtübertragenen Modus, also dem Pilotlichtbogen, von der Steuervorrichtung 3 eine Überwachung des Pilotlichtbogens erfolgt, d.h., dass der Pilotlichtbogen über eine gewisse Zeit, bevorzugt 1,2msec, zwischen der Düse 23 und der Kathode 24 brennen muss, worauf anschließend abgefragt wird, wo der Strom nun fließt, bevor der Lichtbogen wieder auf das Werkstück 20 geschaltet werden kann bzw. der Pilotlichtbogen aufrecht erhalten bleibt. Damit wird sicher gestellt, dass ein Schwingen, also hin und herschalten, nicht auftreten kann, da der eingesetzte Schalter 30 hohe Schaltfrequenzen nicht aushält.

Selbstverständlich ist es möglich, dass der Schaltungsaufbau digital oder analog erfolgen kann, wodurch bei einem digitalen Aufbau die Steuerungseinrichtungen 25 in der Steuervorrichtung 3 integriert bzw. durch diese verwirklicht wird.



Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Wasserdampfplasmabrenners (6) mit einer Kathode (22) und einer als Düse (23) ausgebildeten Anode (24) zum Bearbeiten eines Werkstücks (20), wobei während des Betriebes zwischen der Kathode (22) und der Anode (24) und bzw. oder dem Werkstück (20) über eine Stromquelle (2) ein Strom eingepreßt wird, wobei nach dem Zünden eines Pilotlichtbogens zwischen der Kathode (22) und der Anode (24) bei Annäherung des Wasserdampfplasmabrenners (6) an das Werkstück (20) zwischen der Kathode (22) und dem Werkstück (20) ein Arbeitslichtbogen gebildet und der Pilotlichtbogen durch Wegschalten der Stromquelle (2) von der Anode (24) gelöscht wird und der Strom auf einen vorgegebenen Arbeitsstrom erhöht wird, dadurch gekennzeichnet, dass während des Arbeitsbetriebs die Spannung (U_{UE}) zwischen der Kathode (22) und dem Werkstück (20) überwacht wird und zur Neubildung des Pilotlichtbogens die Stromquelle (2) wieder an die Anode (24) geschaltet wird, sobald die Spannung (U_{UE}) einen Schwellwert (U_{UEs}) überschreitet.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Schwellwert (U_{UEs}) einstellbar ist.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass verschiedene Schwellwerte (U_{UEs}) in Abhängigkeit des verwendeten Wasserdampfplasmabrenners (6) hinterlegt und einstellbar sind.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Arbeitsstrom (I_{CUT}) während des Arbeitsbetriebes einstellbar ist.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Stromquelle (2) von der Anode (24) weggeschaltet wird, wenn der Strom (I_{UE}) zwischen Werkstück (20) und Kathode (2) einen Schwellwert (I_{UEs}) überschreitet.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Stromquelle 2 nach einer vorgegebenen Zeitdauer (Δt) von der Anode (24) weggeschaltet wird, sobald der Strom (I_{UE}) den Schwell-

wert (I_{UEs}) überschreitet.

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Zeitdauer 1 bis 1,4 ms beträgt.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Schwellwert (I_{UEs}) des Stromes einstellbar ist.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Pilotlichtbogen durch Anlegen einer hochfrequenten Spannung zwischen Kathode (22) und Anode (24) gezündet wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Pilotlichtbogen durch Abheben einer axial verschiebbaren Kathode (22) von der Anode (24) gezündet wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass während des Arbeitsbetriebs die Spannung (U_{NUE}) zwischen Kathode (22) und Anode (24) gemessen und mit der Spannung (U_{NUE}) zwischen Kathode (22) und Werkstück (20) verglichen wird und bei Übereinstimmung der Arbeitsstrom reduziert wird.

12. Verfahren nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Spannung (U_{NUE}) zwischen Kathode (22) und Anode (24) gemessen wird und bei Detektion eines Kurzschlusses das Wegschalten der Stromquelle 2 von der Anode (24) verhindert wird.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Zu- und/oder Wegschalten der Stromquelle (2) von der Anode (24) nach einer vorgegebenen Funktion, beispielsweise stufen- oder rampenförmig, durchgeführt wird.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Durchflussmenge des Wassers des Wasserdampfplasmabrenners (6) eingestellt wird.

16. Wasserdampf-Schneidgerät (1) mit einem Wasserdampfplasmabrenner (6) mit einer Kathode (22) und einer als Düse (23) ausgebildeten Anode (24), einer Stromquelle (2), welche mit der

Kathode (22) einerseits und dem zu bearbeitenden Werkstück (20) und der Anode (24) andererseits verbunden ist, und mit einer Steuereinrichtung (25) zur Steuerung eines Schalters (30) in der Verbindung zwischen der Stromquelle (2) und der Anode (24), dadurch gekennzeichnet, dass eine Einrichtung (27) zur Messung der Spannung (U_{UE}) zwischen der Kathode (22) und dem Werkstück (20) vorgesehen ist, welche Messeinrichtung (27) mit der Steuereinrichtung (25) verbunden ist.

16. Wasserdampf-Schneidgerät (1) nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass eine Einrichtung (28) zur Messung des Stromes (I_{UE}) zwischen Kathode (22) und Werkstück (20) vorgesehen ist, welche Messeinrichtung (28) mit der Steuereinrichtung (25) verbunden ist.

17. Wasserdampf-Schneidgerät (1) nach Anspruch 15 oder 16, dadurch gekennzeichnet, dass eine Einrichtung (29) zur Messung des Stromes (I_{CUR}) zwischen Kathode (22) und Werkstück (20) vorgesehen ist, welche Messeinrichtung (29) mit der Steuereinrichtung (25) verbunden ist.

18. Wasserdampf-Schneidgerät (1) nach einem der Ansprüche 15 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass eine Einrichtung (26) zur Messung der Spannung zwischen Kathode (22) und Anode (24) vorgesehen ist, welche Messeinrichtung (26) mit der Steuereinrichtung (25) verbunden ist.

19. Wasserdampf-Schneidgerät (1) nach einem der Ansprüche 15 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinrichtung (25) durch eine Analogschaltung gebildet ist.

20. Wasserdampf-Schneidgerät (1) nach einem der Ansprüche 15 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass der Schalter (30) durch einen Transistor, insbesondere IGBT (insulated gate bipolar transistor) gebildet ist.

21. Wasserdampf-Schneidgerät (1) nach einem der Ansprüche 15 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass ein Speicher zur Hinterlegung vorgegebener Schwellwerte vorgesehen ist, welcher Speicher mit der Steuereinrichtung (25) verbunden ist.

Fig.1

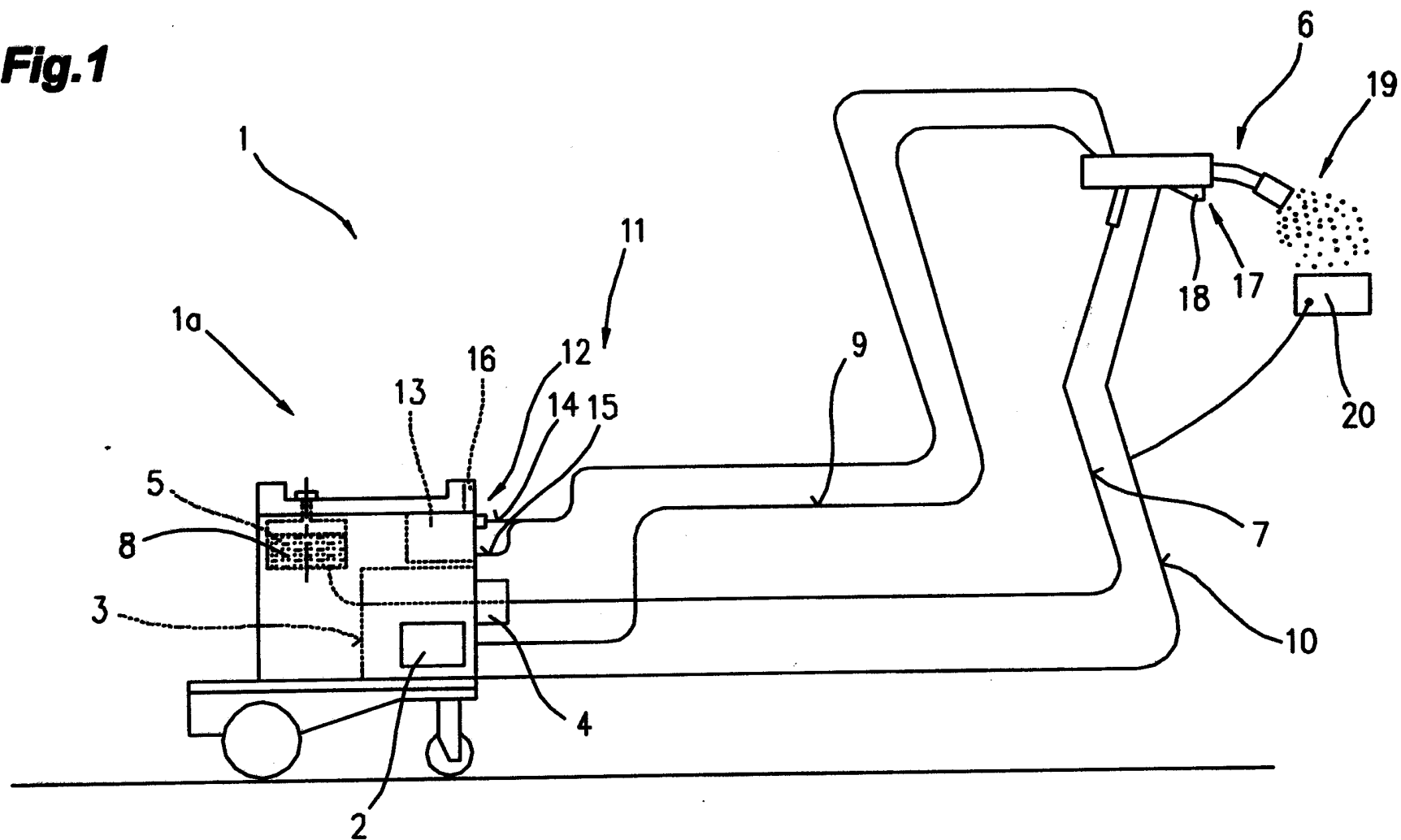


Fig.2

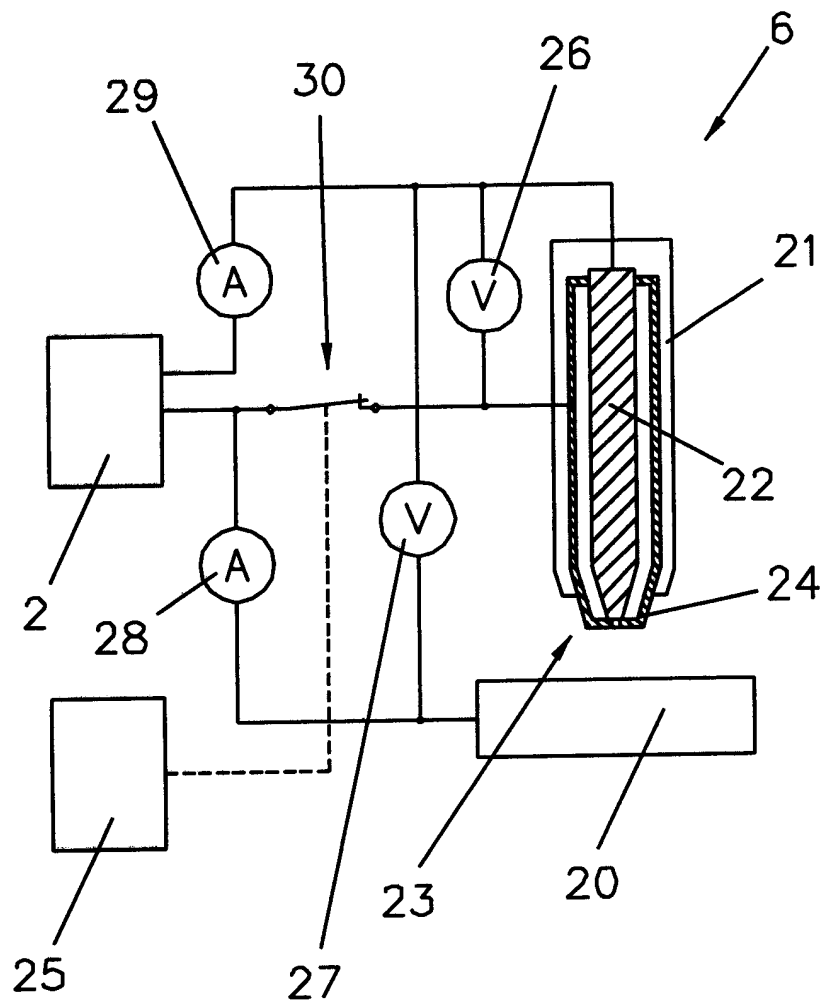


Fig.3

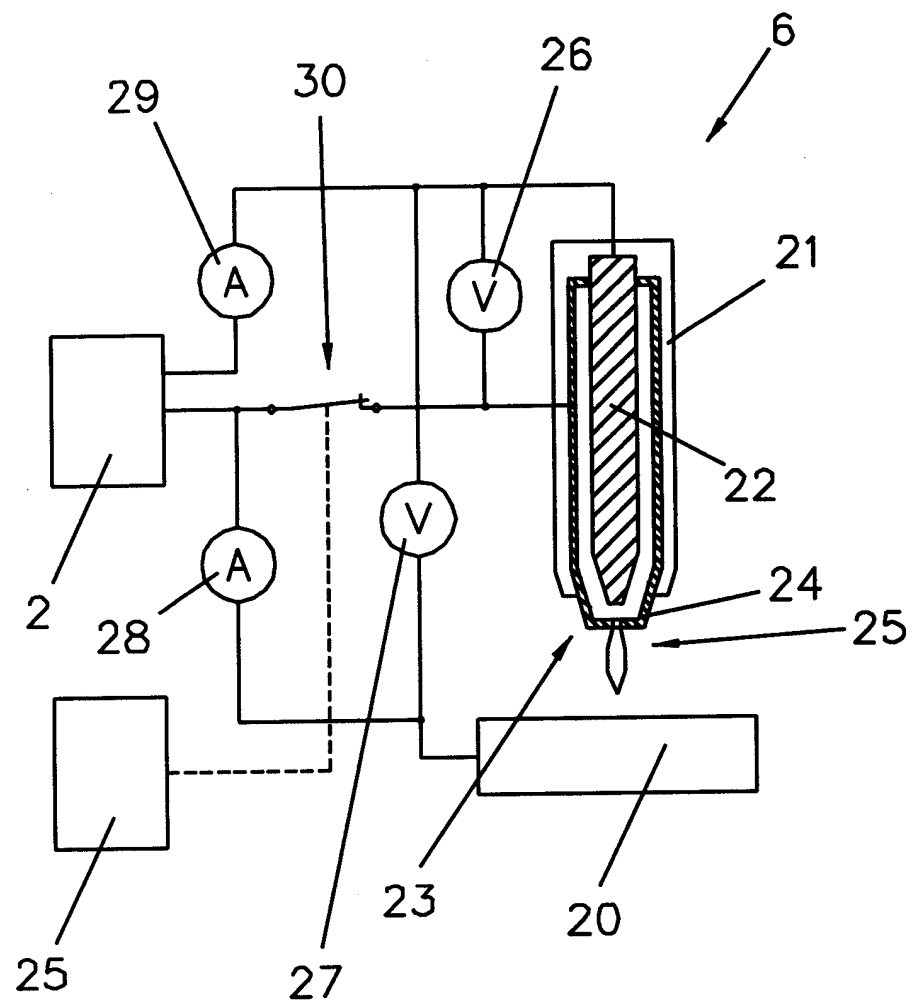
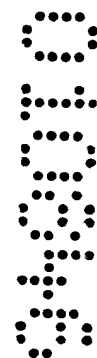
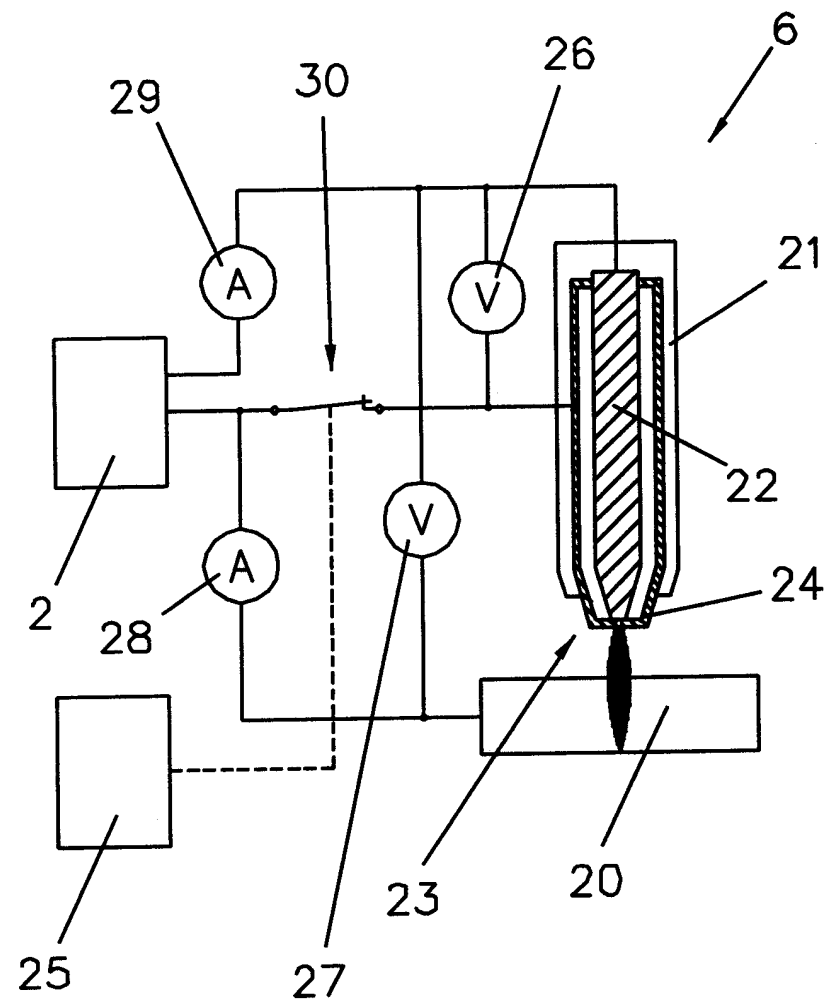


Fig.4



Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben eines Wasserdampfplasmabrenners (6) mit einer Kathode (22) und einer als Düse (23) ausgebildeten Anode (24) zum Bearbeiten eines Werkstücks (20), wobei während des Betriebes zwischen der Kathode (22) und der Anode (24) und bzw. oder dem Werkstück (20) über eine Stromquelle (2) ein Strom eingeprägt wird, wobei nach dem Zünden eines Pilotlichtbogens zwischen der Kathode (22) und der Anode (24) bei Annäherung des Wasserdampfplasmabrenners (6) an das Werkstück (20) zwischen der Kathode (22) und dem Werkstück (20) ein Arbeitslichtbogen gebildet und der Pilotlichtbogen durch Wegschalten der Stromquelle (2) von der Anode (24) gelöscht wird und der Strom auf einen vorgegebenen Arbeitsstrom erhöht wird, und wobei während des Arbeitsbetriebs die Spannung (U_{UE}) zwischen der Kathode (22) und dem Werkstück (20) überwacht wird und zur Neubildung des Pilotlichtbogens die Stromquelle (2) wieder an die Anode (24) geschaltet wird, sobald die Spannung (U_{UE}) einen Schwellwert (U_{UEs}) überschreitet, dadurch gekennzeichnet, dass die Stromquelle (2) von der Anode (24) weggeschaltet wird, wenn der Strom (I_{UE}) zwischen Werkstück (20) und Kathode (2) einen Schwellwert (I_{UEs}) überschreitet.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Schwellwert (U_{UEs}) einstellbar ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass verschiedene Schwellwerte (U_{UEs}) in Abhängigkeit des verwendeten Wasserdampfplasmabrenners (6) hinterlegt und einstellbar sind.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Arbeitsstrom (I_{cut}) während des Arbeitsbetriebes einstellbar ist.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Stromquelle 2 nach einer vorgegebenen Zeitdauer (Δt) von der Anode (24) weggeschaltet wird, sobald der Strom (I_{UE}) den Schwellwert (I_{UEs}) überschreitet.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Zeitdauer 1 bis 1,4 ms beträgt.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Schwellwert (I_{UEs}) des Stromes einstellbar ist.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Pilotlichtbogen durch Anlegen einer hochfrequenten Spannung zwischen Kathode (22) und Anode (24) gezündet wird.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Pilotlichtbogen durch Abheben einer axial verschiebbaren Kathode (22) von der Anode (24) gezündet wird.
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass während des Arbeitsbetriebs die Spannung (U_{NUE}) zwischen Kathode (22) und Anode (24) gemessen und mit der Spannung (U_{NUE}) zwischen Kathode (22) und Werkstück (20) verglichen wird und bei Übereinstimmung der Arbeitsstrom reduziert wird.
11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Spannung (U_{NUE}) zwischen Kathode (22) und Anode (24) gemessen wird und bei Detektion eines Kurzschlusses das Wegschalten der Stromquelle 2 von der Anode (24) verhindert wird.
12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Zu- und/oder Wegschalten der Stromquelle (2) von der Anode (24) nach einer vorgegebenen Funktion, beispielsweise stufen- oder rampenförmig, durchgeführt wird.
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Durchflussmenge des Wassers des Wasserdampfplasmabrenners (6) eingestellt wird.
14. Wasserdampf-Schneidgerät (1) mit einem Wasserdampfplasmabrenner (6) mit einer Kathode (22) und einer als Düse (23) ausgebildeten Anode (24), einer Stromquelle (2), welche mit der Kathode (22) einerseits und dem zu bearbeitenden Werkstück (20) und der Anode (24) andererseits verbunden ist, mit einer Steuer-

einrichtung (25) zur Steuerung eines Schalters (30) in der Verbindung zwischen der Stromquelle (2) und der Anode (24), und mit einer Einrichtung (27) zur Messung der Spannung (U_{UE}) zwischen der Kathode (22) und dem Werkstück (20), dadurch gekennzeichnet, dass eine Einrichtung (28) zur Messung des Stromes (I_{UE}) zwischen Kathode (22) und Werkstück (20) vorgesehen ist, und dass die Messeinrichtungen (27, 28) mit der Steuereinrichtung (25) verbunden sind.

15. Wasserdampf-Schneidgerät (1) nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass eine Einrichtung (29) zur Messung des Stromes (I_{CUT}) zwischen Kathode (22) und Werkstück (20) vorgesehen ist, welche Messeinrichtung (29) mit der Steuereinrichtung (25) verbunden ist.

16. Wasserdampf-Schneidgerät (1) nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass eine Einrichtung (26) zur Messung der Spannung zwischen Kathode (22) und Anode (24) vorgesehen ist, welche Messeinrichtung (26) mit der Steuereinrichtung (25) verbunden ist.

17. Wasserdampf-Schneidgerät (1) nach einem der Ansprüche 14 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuereinrichtung (25) durch eine Analogschaltung gebildet ist.

18. Wasserdampf-Schneidgerät (1) nach einem der Ansprüche 14 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass der Schalter (30) durch einen Transistor, insbesondere IGBT (insulated gate bipolar transistor) gebildet ist.

19. Wasserdampf-Schneidgerät (1) nach einem der Ansprüche 14 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass ein Speicher zur Hinterlegung vorgegebener Schwellwerte vorgesehen ist, welcher Speicher mit der Steuereinrichtung (25) verbunden ist.



Klassifikation des Anmeldungsgegenstands gemäß IPC⁸:
B23K 10/00 (2006.01); **H05H 1/36** (2006.01)

Recherchierter Prüfstoff (Klassifikation):
B23K, H05H

Konsultierte Online-Datenbank:
wpi, epodoc, paj, Volltext-Datenbanken

Dieser Recherchenbericht wurde zu den am 9. September 2005 eingereichten Ansprüchen erstellt.

Kategorie ⁷	Bezeichnung der Veröffentlichung: Ländercode, Veröffentlichungsnummer, Dokumentart (Anmelder), Veröffentlichungsdatum, Textstelle oder Figur soweit erforderlich	Betreffend Anspruch
X A	US 4,996,407 A (TRAXLER) 26. Februar 1991 (26.02.1991) <i>Zusammenfassung, Fig. 2, Spalte 2: Zeile 38 - Spalte 3: Zeile 20</i> --	1, 13, 15, 20 2 - 12, 14, 16 - 19, 21
A	US 2004/0045942 A1 (NORRIS ET AL.) 11. März 2004 (11.03.2004) <i>Zusammenfassung, Fig. 1 und 2, Absatz 43</i> --	1 - 21
A	EP 0 909 605 A2 (THE LINCOLN ELECTRIC COMPANY) 21. April 1999 (21.04.1999) <i>Zusammenfassung</i> --	1 - 21
A	US 2003/0226827 A1 (CHU ET AL.) 11. Dezember 2003 (11.12.2003) <i>Zusammenfassung</i> ----	1 - 21

Datum der Beendigung der Recherche:
2. August 2006

☐ Fortsetzung siehe Folgeblatt

Prüfer(in):
Dipl.-Ing. PAVDI

⁷ Kategorien der angeführten Dokumente:

- X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung: der Anmeldungsgegenstand kann allein aufgrund dieser Druckschrift nicht als neu bzw. auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden.
- Y Veröffentlichung von Bedeutung: der Anmeldungsgegenstand kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren weiteren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist.

- A Veröffentlichung, die den **allgemeinen Stand der Technik** definiert.
- P Dokument, das **von Bedeutung** ist (Kategorien X oder Y), jedoch **nach dem Prioritätstag** der Anmeldung veröffentlicht wurde.
- E Dokument, das **von besonderer Bedeutung** ist (Kategorie X), aus dem ein **älteres Recht** hervorgehen könnte (früheres Anmeldedatum, jedoch nachveröffentlicht, Schutz ist in Österreich möglich, würde Neuheit in Frage stellen).
- & Veröffentlichung, die Mitglied der selben **Patentfamilie** ist.