

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 963 140 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
08.09.2004 Patentblatt 2004/37

(51) Int Cl.7: **H05H 1/36**

(21) Anmeldenummer: **99890141.7**

(22) Anmeldetag: **30.04.1999**

(54) Verfahren und Einrichtung zum Erzeugen von Plasma

Method and device for generating plasma

Procédé et dispositif pour la génération de plasma

(84) Benannte Vertragsstaaten:
CH DE ES FR GB IT LI NL SE

(30) Priorität: **04.05.1998 AT 28598 U**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
08.12.1999 Patentblatt 1999/49

(73) Patentinhaber: **Inocon Technologie Gesellschaft
m.b.H
4800 Attnang-Puchheim (AT)**

(72) Erfinder: **Schwankhart, Gerhard, Dipl.-Ing.
4800 Attnang-Puchheim (AT)**

(74) Vertreter: **KLIMENT & HENHAPEL
Patentanwälte
Singerstrasse 8
1010 Wien (AT)**

(56) Entgegenhaltungen:

WO-A-92/19166	DE-C- 4 008 405
US-A- 3 447 322	US-A- 3 637 974
US-A- 4 974 487	US-A- 5 296 665
US-A- 5 421 312	

- **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** vol. 018, no. 553 (C-1263), 21. Oktober 1994 (1994-10-21) & JP 06 197930 A (NIPPON STEEL WELD PROD & ENG CO LTD), 19. Juli 1994 (1994-07-19)
- **NEUBERT G. ET AL: 'Grundlagen der Schweißtechnik, Energiequellen und Einrichtungen', 1988, VEB VERLAG TECHNIK, BERLIN**

EP 0 963 140 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Bei einem bekannten Verfahren der eingangs erwähnten Art wird im wesentlichen kontinuierlich ein Plasmagas durch eine Kammer geblasen, in der sich die Strecke Anode-Kathode befindet. Dabei wird durch eine entsprechende Steuerung der Spannungsversorgung der Anode-Kathode-Strecke ein schwankender Stromfluß über die Lichtbogenstrecke sichergestellt. Üblicherweise schwankt der Strom dabei mit einer Frequenz von 1 bis 10Hz, wobei der maximale Strom meist das 7 bis 15-fache des minimalen Stromes beträgt.

[0003] Die Spannungsversorgung ist dabei in der Regel durch einen Transformator mit nachgeschaltetem Gleichrichter gebildet. Außerdem wird bei den bekannten Verfahren die Strecke Anode-Kathode mit einer der Brennspannung des Lichtbogens entsprechenden Spannung beaufschlagt, wobei zum Zünden des Lichtbogens ein separater Zündimpuls vorgesehen ist.

[0004] Wesentlich bei dem bekannten Verfahren ist es, daß der Lichtbogen ständig brennt, wenngleich seine Leistung schwankt.

[0005] Für verschiedene Anwendungen ist dieses Verfahren aufgrund der ständigen Energieabgabe problematisch.

[0006] In DE 40 08 405 C1 wird ein Verfahren zur Beschichtung von Gegenständen unter Zuhilfenahme der PI-CVD-Technik ("Plasmaimpuls-Chemical-Vapor-Deposition") beschrieben. Hierbei werden Gegenstände in evakuierbare Kammern eingebracht und unter Druckverhältnissen im Bereich von Mikro- bis Millibar plasmaunterstützt beschichtet. Die Leistung solcher Vorrichtungen bewegt sich im Bereich von einigen Watt, insbesondere wird kein Lichtbogen gezündet.

[0007] Die US 5 296 665 beschreibt eine Schaltung für ein Plasmaschneidgerät im Rahmen eines herkömmlichen Schweißverfahrens, bei der die Anode zur Erzeugung des Lichtbogens vom Werkstück gebildet wird.

[0008] Ein Plasma gibt in erheblichem Ausmaß UV-Strahlung ab, die z.B. für die Sterilisation von Gegenständen verwendet werden könnte. Allerdings stellt dabei die gleichzeitig erfolgende Abstrahlung einer erheblichen Wärmemenge ein Problem dar.

[0009] Ziel der Erfindung ist es diese Nachteile zu vermeiden und ein Verfahren der eingangs erwähnten Art vorzuschlagen, das es ermöglicht Plasma so zu erzeugen, daß es für verschiedenste Anwendungen verwendet werden kann.

[0010] Erfindungsgemäß wird dies bei einem Verfahren der eingangs erwähnten Art durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 erreicht.

[0011] Durch die vorgeschlagenen Maßnahmen ergibt sich der Vorteil, daß Plasmaimpulse von nur sehr kurzer Dauer erzeugt werden. Solche Plasmaimpulse, die zwar eine sehr hohe Temperatur aufweisen, werden

auch von relativ empfindlichen Materialien aufgrund ihrer kurzen Dauer ohne Schäden anzurichten vertragen, da eben die über eine längere Zeit in das zu behandelnde Material eingebrachte Energie unter einer schädlichen Grenze gehalten werden kann.

[0012] Grundsätzlich ist es nicht unbedingt erforderlich ein Gas in die Strecke Anode-Kathode einzubringen. So bildet sich aufgrund der Temperatur des Lichtbogens von der Oberfläche der Anode bzw. Kathode austretende Metaldämpfe, die durch den Lichtbogen ionisiert werden und ein Plasma bilden, das aus einer Ausströmöffnung einer die Anode und die Kathode aufnehmenden Kammer ausströmt.

[0013] Durch die Merkmale des Anspruchs 2 kann das erfindungsgemäße Verfahren mit sehr einfach gestalteten Einrichtungen durchgeführt werden.

[0014] Durch die Merkmale des Anspruchs 3 läßt sich die vom erfindungsgemäß erzeugten Plasma in ein damit beaufschlagtes Werkstück eingebrachte Energie auf niedrigem Niveau halten, so daß auch empfindliche Werkstücke mit einem solchen Plasma, dessen einzelnen Impulse eine hohe Energiedichte aufweisen, bearbeitet werden kann.

[0015] Ein weiteres Ziel der Erfindung ist es eine Einrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 4 vorzuschlagen, das sich für die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens eignet und sich durch einen einfachen Aufbau auszeichnet. Durch die vorgeschlagenen Maßnahmen ergibt sich ein sehr einfacher Aufbau, wobei die Impulszeiten durch entsprechende Dimensionierung der Kondensatoren und des Widerstandes des die Anoden-Kathoden-Strecke enthaltenden Kreises, aber auch des Ladekreises zur Festlegung der entsprechenden Zeitkonstanten sehr einfach festgelegt werden können.

[0016] Da es bei der Zündung des Lichtbogens zu einer sehr raschen Erwärmung des im Inneren der Kammer befindlichen Mediums kommt, dehnt sich dieses sehr rasch aus und strömt über die Ausströmöffnung mit hoher kinetischer Energie nach außen ab. In der nachfolgenden Impulspause kann aus der Umgebung Luft in die sich abkühlende Kammer einströmen, sodaß diese praktisch selbstansaugend betrieben werden kann und kein die Kammer ständig durchströmender Gasdurchfluß erzwungen werden muß.

[0017] Da die einzelnen Plasmaimpulse mit hoher Geschwindigkeit austreten, kommt es bei deren Austritt zu keiner Vermischung mit der umgebenden Atmosphäre und damit zu keiner Aufweitung des Plasmastrahles. In diesem Zusammenhang hat sich bei Versuchen, ein einem Kugelblitz ähnliches Verhalten der erzeugten Plasmaimpulse gezeigt. Dadurch ist auch eine sehr hohe Energiedichte auf dem zu behandelnden Werkstück sichergestellt.

[0018] Die Merkmale des Anspruchs 4 ermöglichen weiters eine sehr genaue Festlegung der Zündung des Lichtbogens, wobei jedoch sichergestellt ist, dass das Ende des Spannungsimpulses bzw. der Brenndauer

des Lichtbogens durch die Entladung der Kondensatorbatterie auf eine unter der Brennspannung des Lichtbogens liegende Spannung bestimmt ist. Damit ist auch im Falle der Zündung des Lichtbogens mittels einer separaten Zündspannungsquelle sichergestellt, daß zwischen den einzelnen Impulsen der Lichtbogen erlischt und kein Ruhestrom über die Anoden-Kathoden-Strecke fließt.

[0019] Die Maßnahmen gemäß dem Anspruch 4 ermöglichen es auch, die Zündung des Lichtbogens noch vor Erreichen der Überschlagnspannung der Anoden-Kathoden-Strecke auszulösen, wodurch sich die Brennzeit des Lichtbogens und damit die Brennzeit der Plasmaimpulse extrem kurz halten läßt, ohne daß ein besonders hoher Aufwand zu einer besonders niederohmigen Ausbildung des Entladekreises der Kondensatorbatterie getrieben werden muß.

[0020] Grundsätzlich ist es auch möglich, anstatt der Kondensatorbatterie als Spannungsversorgung für den Plasmabrenner auch ein technisches Wechselstromnetz oder eine hochfrequenten Wechselstrom liefernde Spannungsquelle in Verbindung mit einer Phasenanschnittsteuerung zu verwenden. Dabei muß bei aus unterschiedlichen Materialien hergestellten Elektroden sichergestellt sein, daß lediglich gleich polarisierte Halbwellen teilweise durchgeschaltet werden, sodaß sich an den unterschiedlichen Elektroden stets Spannungsimpulse mit jeweils gleicher Polarität angelegt werden und sich im wesentlichen gleiche Verhältnisse wie bei einer Versorgung des Plasmabrenners mit Gleichspannungsimpulsen, z.B. aus einer Kondensatorbatterie, ergeben.

[0021] Bei aus gleichen Materialien hergestellten Elektroden können an jeder der beiden Elektroden Impulse mit unterschiedlicher Polarität angelegt werden.

[0022] Da bei Plasmabrennern aus Gründen einer längeren Lebensdauer in der Regel aus unterschiedlichen Materialien hergestellte Elektroden mit stets gleicher Polarität beaufschlagt werden, wird in der Beschreibung und den Ansprüchen allgemein von Anode und Kathode gesprochen.

[0023] Um die nach dem erfindungsgemäßen Verfahren vorgesehenen kurzen Impulse sicherzustellen, wird es in der Regel zweckmäßig sein, eine Durchschaltung mittels der Phasenanschnittsteuerung erst im abfallenden Zweig der entsprechenden Halbwelle vorzusehen, wobei dies auch von der Starrheit der versorgenden Spannungsquelle abhängt. Dabei kann auch vorgesehen sein, die Phasenanschnittsteuerung nach jedem Durchschalten für eine bestimmte Anzahl von Perioden zu sperren, um die Wiederholfrequenz der Plasmaimpulse auf ein gewünschtes Maß herabzusetzen.

[0024] Durch die Merkmale des Anspruches 5 ergibt sich der Vorteil, daß die einzelnen Plasmaimpulse mit sehr hoher Geschwindigkeit aus der Ausströmöffnung der Kammer austreten und mit sehr hoher kinetischer Energie auf das zu behandelnde Werkstück auftreffen. Bei Versuchsanordnungen konnten dabei Austrittsgeschwindigkeiten von 1000 bis 2000m/sec ermittelt wer-

den. Dadurch wird es auch möglich sehr kleine Bohrungen in dünnen Blechen oder auch Schweißpunkte herzustellen.

[0025] Erfindungsgemäß ist auch die Verwendung eines erfindungsgemäß hergestellten Plasmas zum Sterilisieren von Gegenständen, insbesondere von Innenräumen von hohlen Gegenständen oder Leitungen vorgesehen.

[0026] Dabei werden allfällige Bakterien oder Viren durch die hohe Temperatur der einzelnen Plasmaimpulse, welche ca. 20 000 bis 50 000°C beträgt, trotz der nur sehr kurzen Einwirkdauer sicher und rasch abgetötet und durch die kinetische Energie der Plasmaimpulse auch gleichzeitig von der Oberfläche des zu sterilisierenden Gegenstandes entfernt, sodaß keine "Bakterienleichen", zurückbleiben.

[0027] Durch die erfindungsgemäß vorgesehene, fortlaufende Erzeugung sehr kurzer Plasmaimpulse lassen sich diese auch für chirurgische und zahnärztliche Zwecke, z.B. statt Laserskalpelle, verwenden.

[0028] In beiden Fällen kommen Plasmabrenner mit relativ kleiner Leistung zum Einsatz, die z.B. Leistungen von 0,5kW bis 10kW aufweisen.

[0029] Weiters läßt sich das erfindungsgemäß erzeugte Plasma auch sehr gut für Punktschweißungen oder der Herstellung von aus Schweißpunkten hergestellten Nähten verwenden.

[0030] Dabei ergibt sich bei einer Erzeugung der Plasmaimpulse mit einer Frequenz von ca. 7Hz ein einem Fließplasma ähnliches Verhalten, jedoch ohne, daß es aufgrund der Vermischung der Randzonen des Plasmastrahles mit der umgebenden Atmosphäre zu einem nennenswerten Abzug von Energie aus dem Plasmastrahl kommt, was zu einer unerwünschten Aufheizung der Umgebung und einer unerwünschten Erwärmung des Werkstückes außerhalb des eigentlichen Bearbeitungsbereiches führen würde.

[0031] Dadurch wird für eine Schweißung mit einem erfindungsgemäß hergestellten Plasma auch erheblich weniger Energie benötigt als mit dem bisher üblichen Fließplasma. Außerdem ergibt sich insgesamt eine geringere Erwärmung des Werkstückes und damit auch geringere thermische Spannungen und Deformationen des Werkstückes. Außerdem erfolgt auch die Erstarrung der einzelnen Schweißpunkte aufgrund der sehr kleinen Schmelzbadvolumina rascher als bei einer Schweißung mit Fließplasma. Dies ermöglicht es auch in jeder Schweißlage, d.h. auch in Überkopflage, eine gute Schweißqualität zu erzielen.

[0032] Selbstverständlich müssen die zur Erzeugung des Plasmaimpulses erforderlichen Plasmabrenner eine entsprechende Leistung aufweisen, z.B. 20kW bis 150kW oder mehr, je nach den zu verschweißenden Teilen. Dabei kann eine Punktschweißung von Feinblechen mit lediglich einem Plasmaimpuls von nur kurzer Dauer von z.B. 10^{-3} bis 10^{-5} sec hergestellt werden.

[0033] Die Erfindung wird nun anhand der Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigen:

Fig. 1 schematisch einen Schnitt durch einen Halter mit einem eingesetzten Plasmaerzeuger,

Fig. 2 schematisch einen Schnitt im vergrößerten Maßstab durch den Plasmaerzeuger nach der Fig. 1,

Fig. 3 schematisch die elektrische Schaltung einer erfindungsgemäßen Einrichtung.

[0034] Bei der Ausführungsform nach den Fig. 1 und 2 ist ein aus einem elektrisch isolierenden Material, wie z.B. Keramik hergestellter im wesentlichen hohlzylindrischer Halter 1 vorgesehen, in dessen einem Endbereich ein ebenfalls aus einem Isoliermaterial hergestellter Einsatz 2 eingepreßt ist.

[0035] Dieser Einsatz 2 ist von einem zentralen, eine Gaszuführleitung 3 bildenden Rohr durchsetzt, das an der Stirnseite des über die Stirnseite des Halters 1 vorragenden Einsatzes 2 endet. Weiters weist der Einsatz 2 noch zwei in einer Diametralebene liegende Bohrungen 4, in denen als Widerlager dienende Einpreßteile 7 gehalten sind, die ihrerseits von den Seelen 5 von Anschlußleitungen 6 mit Spiel durchsetzt sind.

[0036] Diese Anschlußleitungen 6 sind mit einer in der Fig. 3 dargestellte Spannungsversorgung verbunden, die in einer vorgegebenen Frequenz Spannungsimpulse liefert.

[0037] An diesen Einpreßteilen 7 stützen sich Druckfedern 8 ab, die Kontaktstifte 9, die mit den Seelen 5 verlötet sind, nach außen drängen. Dabei sind die Kontaktstifte 9 an ihrem freien Ende mit einem stirnseitigen Ansatz 10 versehen, der mit einer Kontaktfläche eines Plasmaerzeugers 11 zusammenwirkt, der in einer an der Stirnseite des Halters 1 angeordneten Befestigungseinrichtung 12 gehalten ist, die als ein aus einem elektrisch isolierenden Material hergestellter Bügel ausgebildet ist, in den der Plasmaerzeuger 11 von oben her eingesetzt ist.

[0038] Dieser Plasmaerzeuger 11 weist einen Verbindungsteil 13 aus einem elektrisch isolierenden Material, z.B. Keramik auf, der in seinem unteren Bereich sich kegelförmig verjüngend ausgebildet ist und an seiner unteren Stirnseite eine Öffnung 14 aufweist.

[0039] Diese Öffnung 14 ist von einer ringförmigen Anode 15 durchsetzt, die in üblicher Weise aus einem elektrisch leitenden und thermisch hoch belastbaren Material hergestellt ist und in ihrem Mündungsbereich eine Düsenöffnung 16 aufweist.

[0040] Die Anode 15 weist einen sich nach oben zu konisch erweiternden Bereich auf, der innen an dem Verbindungsteil 13 anliegt und der in einen zylindrischen Bereich übergeht.

[0041] An der oberen Stirnseite der Anode 15 liegt ein Zwischenteil 17 an, der ringförmig ausgebildet und aus einem elektrisch isolierenden Material, z.B. Keramik, hergestellt ist.

[0042] An der oberen Stirnseite des Zwischenteiles 17 liegt ein aus einem elektrisch gut leitenden Material, z.B. Kupfer, hergestellter Halteteil 18 an, in dem eine

Kathode 19 eingepreßt ist, die aus einem elektrisch leitenden und thermisch hoch belastbaren Material, wie z. B. Wolfram-Ceroxid-Legierung hergestellt ist und in ihrem der Düsenöffnung 16 der Anode 15 nahen Endbereich konisch ausgebildet ist.

[0043] Die Anode 15, wie auch der Halteteil 18 sind zur Festlegung der gegenseitigen Lage der Kathode 10 und der Düsenöffnung 16 der Anode zweckmäßigerweise in den Verbindungsteil 13 eingepaßt.

[0044] Die Anode 15, der Zwischenteil 17 und der Halteteil 18 mit der eingepreßten Kathode 19 bilden dabei gemeinsam mit dem Verbindungsteil 13 einen Modul des Gerätes, der leicht in den Halter eingebaut und aus diesem wieder entfernt werden kann.

[0045] Auf der oberen Stirnseite des Halteteiles 18 liegt ein aus einem Isoliermaterial hergestellter Druckteil 20 an, der eine die Kathode 19 mit Spiel aufnehmende Bohrung 21 aufweist und über die Stirnseite des Verbindungsteiles 13 vorragt.

[0046] Dieser Druckteil 20 wirkt mit einem Deckel 22 zusammen der auf ein im der oberen Stirnseite des Verbindungsteiles 13 nahen Bereich angeordneten Außengewindes 23 aufgeschraubt ist.

[0047] Der Verbindungsteil 13 ist mit drei entlang einer Mantellinie angeordneten radialen Bohrungen 24, 25 versehen, von denen die Bohrungen 24 den Durchtritt der Ansätze 10 der Kontaktstifte 9 ermöglichen und im Bereich des Halteteiles 18, bzw. der Anode 15 liegen. Die Bohrung 25 ist im Bereich des Zwischenteiles 17 angeordnet und fluchtet mit einem radial verlaufenden Einlaß 26 des Zwischenteiles der zu einer durch die Innenwand des Zwischenteiles 17 begrenzten Kammer 27 führt, die von der Kathode 19 durchsetzt ist.

[0048] Dabei fluchtet die Bohrung 25 bei in den Halter 1 eingesetztem Plasmaerzeuger, der als Modul aufgebaut ist, auch mit der im Halter 1 vorgesehenen Gaszuführleitung 3.

[0049] Zum Einbau des als Modul aufgebauten Plasmaerzeugers 11 genügt es die Anschlußleitungen 6, deren Isoliermäntel 28 mit Spiel in den Bohrungen 4 des Einsatzes 2 des Halters 1 geführt sind, zurückzuziehen und den Plasmaerzeuger 11 von oben in den Bügel 12 einzusetzen. Danach können die Anschlußleitungen 6 losgelassen werden und die Kontaktstifte 9 rasten in die Bohrungen 24 des Verbindungsteiles 13 ein und sichern die Lage des Plasmaerzeugers 11 im Halter 1. Gleichzeitig werden sich mit ihren Stirnflächen mittels der Federn 8 an den Halteteil 8, bzw. die Anode 15 angepreßt und so ein guter elektrischer Kontakt hergestellt.

[0050] Beim Betrieb des Plasmaerzeugers 11 kann über die Gaszuführleitung 3 ein Gas, z.B. Helium, CO₂ u.a., in die Kammer 27, die u.a. auch von der eine Düsenöffnung 16 bestimmenden Anode 15 begrenzt ist, eingeleitet, das die Kathode 19 umspült und diese im Betrieb gleichzeitig kühlt.

[0051] Wird nun ein Spannungsimpuls, dessen Spannung über der Überschlagsspannung der Strecke Anode 15 - Kathode 19 liegt, so bildet sich ein Lichtbogen

aus, der ein Plasma erzeugt, das aus der Düsenöffnung 16 austritt und z.B. zum Herstellen einer Schweißnaht oder zum Schneiden von Materialien verwendet werden kann. Sinkt die an der Kathode 19 und der Anode 15 anliegende Spannung unter die Brennspannung des Lichtbogens ab, so erlischt dieser und der Stromfluß über die Anoden-Kathoden-Strecke wird unterbrochen.

[0052] Grundsätzlich ist jedoch zu bemerken, daß eine Einleitung von Gas in die Kammer 27 nicht unbedingt erforderlich ist und diese auch keine Bohrung 25 aufweisen muß. In einem solchen Fall saugt die Kammer 27 nach dem Ausstoßen eines Plasmaimpulses nach dem Verlöschen des Lichtbogens aus der Umgebung Luft an. Beim nachfolgenden Zünden eines neuen Lichtbogens aufgrund des Anlegens eines weiteren Spannungsimpulses wird die Luft durch den Lichtbogen ionisiert und rasch erwärmt. Wodurch sie sich entsprechend rasch ausdehnt und mit hoher Geschwindigkeit aus der Düsenöffnung 16 ausströmt.

[0053] Eine Spannungsversorgung für einen Plasmaerzeuger nach den Fig. 1 und 2 ist in der Fig. 3 dargestellt.

[0054] Dabei ist eine Kondensatorbatterie 30 über einen Ladewiderstand 31 mit den Anschlüssen X1 einer regelbaren Gleichspannungsquelle 32 verbunden. Die Kondensatorbatterie 30 weist einen fest angeschlossenen Kondensator 1C1 und einen über einen Schalter 1S1 zu diesem parallel zuschaltbaren Kondensator 1C2 auf, wobei es sich in beiden Fällen auch um Gruppen von Kondensatoren handeln kann.

[0055] Diese Kondensatorbatterie 30 ist über Anschlußleitungen 33 34 mit dem Plasmaerzeuger 11, bzw. dessen in der Fig. 3 nicht dargestellten Kathode und Anode verbunden.

[0056] Parallel zur Kondensatorbatterie 30 ist ein R/C-Glied geschaltet, das durch einen Kondensator 1C3 und einen Widerstand 1R1 gebildet ist. Dieses R/C-Glied bildet in Verbindung mit der in der Anschlußleitung 34 geschalteten Drossel 1L1 einen HF-Sperrkreis, der zum Schutz der Kondensatorbatterie 30 vor HF-Signalen vorgesehen ist.

[0057] Weiters sind noch die Ausgänge eines Zündgerätes 35 an die Anschlußleitungen 33, 34 angeschlossen. Dieses Zündgerät 35 ist eingangsseitig mit einer Wechselspannungsquelle X2 verbunden und mit einem Triggerschalter 1S2 versehen, durch dessen Betätigung ein Zündimpuls auslösbar ist.

[0058] Beim Betrieb kommt es zur Aufladung der Kondensatorbatterie 30 entsprechend der eingestellten Spannung der Gleichspannungsquelle 32, die z.B. zwischen 50V und 300V einstellbar ist, und der durch die Leitungswiderstände und den Ladewiderstand mitbestimmten Zeitkonstante.

[0059] Erreicht die Kondensatorbatterie eine Spannung, die der Überschlagnspannung der Anoden-Kathoden-Strecke 15, 19 des Plasmaerzeugers 11 entspricht, so kommt es zum Zünden eines Lichtbogens zwischen Anode 15 und Kathode 19 (Fig. 2) und damit

zur Bildung von Plasma in der Kammer 27 des Plasmaerzeugers 11.

[0060] Gleichzeitig entlädt sich die Kondensatorbatterie 30 entsprechend der durch deren Kapazität und den Leitungswiderständen und dem Widerstand des Lichtbogens gegebenen Zeitkonstante. Sinkt durch diese Entladung die Spannung der Kondensatorbatterie 30 unter die Brennspannung des Lichtbogens ab, so erlischt dieser und die Kondensatorbatterie 30 lädt sich wieder auf, wodurch sich der beschriebene Vorgang wiederholt und sich eine Frequenz ergibt, die durch Lade- und Entlade-Zeitkonstanten bestimmt ist. Dabei ist der Betrieb des Zündgerätes nicht erforderlich.

[0061] Für bestimmte Anwendungen kann es erwünscht sein, den Zündzeitpunkt des Lichtbogens genau zu bestimmen oder einen solchen vor Erreichung der Überschlagnspannung der Anoden-Kathoden-Strecke auszulösen.

[0062] In diesem Fall wird durch Betätigung des Triggerschalters 1S2 ein Zündimpuls ausgelöst, der zur Zündung eines Lichtbogens zwischen der Anode 15 und der Kathode 19 des Plasmaerzeugers 11 führt, ohne daß die Kondensatorbatterie eine der Überschlagnspannung dieser Strecke entsprechende Spannung erreicht hat. Auf diese Weise kann auch das Tastverhältnis, das z.B. zwischen 1:10 und 1:100 und darüber hinaus gewählt werden kann, entsprechend verändert werden und das Verhältnis zwischen der Brenndauer des Lichtbogens und dessen Brennpause während eines Zyklusses im Sinne einer Verlängerung der Brennpause verändert werden, da die Energie der hochfrequenten Zündimpulse des Zündgerätes zwar zum Zünden des Lichtbogens, nicht aber zu dessen Aufrechterhaltung ausreicht, wenn die Spannung der Kondensatorbatterie unter der Brennspannung des Lichtbogens abgesunken ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Erzeugung von Plasma mit schwankender Leistung für die Behandlung von Objekten bei dem ein Lichtbogen zwischen einer Anode und einer Kathode, die innerhalb einer zur umgebenden Atmosphäre offenen Kammer angeordnet sind, gezündet und mit diesem Dämpfe oder Gase ionisiert werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Lichtbogen mit Spannungsimpulsen betrieben wird, wobei in den Pausen zwischen diesen Spannungsimpulsen die an der Strecke Anode-Kathode anliegende Spannung unter die Brennspannung des Lichtbogens abgesenkt wird, sodass der Lichtbogen in diesen Pausen erlischt, und die Dauer der Spannungsimpulse 10^{-5} s bis 10^{-3} s, vorzugsweise 10^{-5} s bis 10^{-4} s, beträgt.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spannungsimpulse die Über-

schlagsspannung der Strecke Anode-Kathode übersteigen.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dauer der Pausen zwischen den Spannungsimpulsen die 10- bis 100-fache Dauer der Spannungsimpulse beträgt.

4. Einrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei der ein Plasmaerzeuger (11) vorgesehen ist, der eine mittels einer Ausströmöffnung (16) zur umgebenden Atmosphäre offene Kammer (27) aufweist, in der eine Anode (15) und eine Kathode (19) angeordnet sind, die mit einer Spannungsversorgung verbunden sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spannungsversorgung durch eine Kondensatorbatterie (30) gebildet ist, die mit einer Ladeschaltung (31, 32) verbunden ist und ausgangsseitig mit der Anode (15) und Kathode (19) des Plasmaerzeugers (11) verbunden ist, wobei an die Anode (15) und Kathode (19) zusätzlich ein separates, vorzugsweise HF-Signale lieferndes Zündgerät (35) angeschlossen ist und die von der Kondensatorbatterie (30) gelieferte maximale Spannung kleiner als die Überschlagsspannung der Anoden-Kathoden-Strecke (15, 19) ist.

5. Einrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Durchmesser der Ausströmöffnung (16) des Plasmaerzeugers (11) 10 µm bis 100 µm beträgt.

6. Verwendung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 3 zum Sterilisieren von Gegenständen, insbesondere von Innenräumen von hohlen Gegenständen oder Leitungen.

7. Verwendung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 3 zum Punktschweißen.

Claims

1. A method for producing plasma with fluctuating output for the treatment of objects, in which an arc is ignited between an anode and cathode which are arranged within a chamber which is open towards the ambient atmosphere and with which vapors or gases are ionized, **characterized in that** the arc is operated with voltage pulses, with the voltage applied to the gap between anode and cathode being dropped below the arc voltage of the arc in the breaks between said voltage pulses, so that the arc extinguishes in said breaks, and the duration of the voltage pulses is 10^{-5} s to 10^{-3} s, preferably 10^{-5} s to 10^{-4} s.

2. A method as claimed in claim 1, **characterized in**

that the voltage pulses exceed the arc-over voltage of the gap between anode and cathode.

3. A method as claimed in claim 1 or 2, **characterized in that** the duration of the breaks between the voltage pulses is 10 to 100 times the duration of the voltage pulses.

4. A device for performing the method as claimed in one of the claims 1 to 3, in which a plasma generator (11) is provided which comprises a chamber (27) which is open towards the ambient atmosphere by means of an outflow opening (16) and in which an anode (15) and a cathode (19) are arranged which are connected with a voltage supply, **characterized in that** the voltage supply is formed by a capacitor battery (30) which is connected with a charging circuit (31, 32) and is connected on the output side with the anode (15) and cathode (19) of the plasma generator (11), with a separate ignition device (35), which preferably supplies highfrequency signals, being additionally connected to the anode (15) and cathode (19) and the maximum voltage as supplied by the capacitor battery (30) being smaller than the arc-over voltage of the gap between anode and cathode (15, 19).

5. A device as claimed in claim 4, **characterized in that** the diameter of the outflow opening (16) of the plasma generator (11) is 10 µm to 100 µm.

6. The application of the method as claimed in one of the claims 1 to 3 for sterilizing objects, especially the cavities of hollow objects or conduits.

7. The application of the method as claimed in one of the claims 1 to 3 for spot welding.

Revendications

1. Procédé pour générer un plasma à puissance fluctuante pour le traitement d'objets consistant à allumer un arc électrique entre une anode et une cathode disposées dans une enceinte ouverte sur l'atmosphère ambiante, cet arc étant utilisé pour ioniser des vapeurs ou des gaz, **caractérisé en ce que** l'arc électrique est alimenté par des impulsions électriques, la tension appliquée entre l'anode et la cathode étant abaissée jusqu'à être inférieure à la tension d'arc dans les intervalles entre les impulsions électriques de sorte que l'arc s'éteint pendant ces intervalles et que la durée des impulsions électriques est comprise entre 10^{-5} et 10^{-3} s, de préférence entre 10^{-5} et 10^{-4} s.

2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** les impulsions électriques sont supérieures

à la tension de décharge entre l'anode et la cathode.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la durée des intervalles entre les impulsions électriques est 10 à 100 fois supérieure à la durée des impulsions électriques. 5

4. Installation permettant la mise en oeuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3 dans laquelle est prévu un générateur de plasma (11) comportant une enceinte (27) ouverte sur l'atmosphère ambiante par le biais d'un orifice de sortie (16), une anode (15) et une cathode (19) reliées par une tension d'alimentation étant disposées dans ladite enceinte, **caractérisée en ce que** la tension d'alimentation est fournie par une batterie de condensateur (30) qui est reliée à un circuit de recharge (31, 32) et qui, en sortie, est reliée à l'anode (15) et à la cathode (19) du générateur de plasma (11), un dispositif d'allumage (35) distinct délivrant de préférence des signaux HF étant en outre connecté à l'anode (15) et à la cathode (19) et que la tension maximale fournie par la batterie de condensateur (30) est inférieure à la tension de décharge entre l'anode (15) et la cathode (19). 10
15
20
25

5. Installation selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** le diamètre de l'orifice de sortie (16) du générateur de plasma (11) est compris entre 10 μm et 100 μm . 30

6. Application du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3 à la stérilisation d'objets, notamment de l'intérieur d'objets creux ou de tuyaux. 35

7. Application du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3 au soudage par points. 40

40

45

50

55

Fig.1

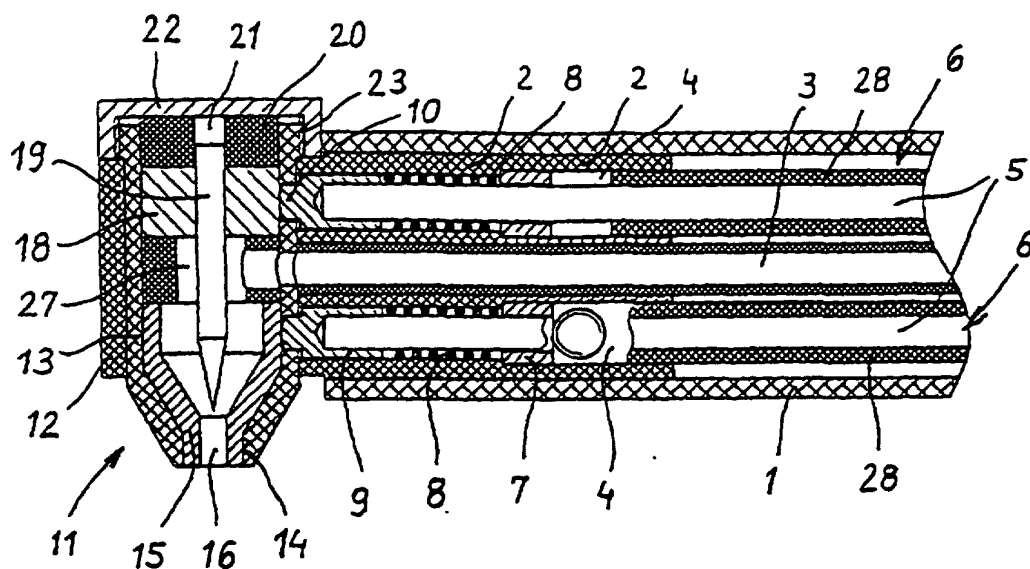


Fig.2

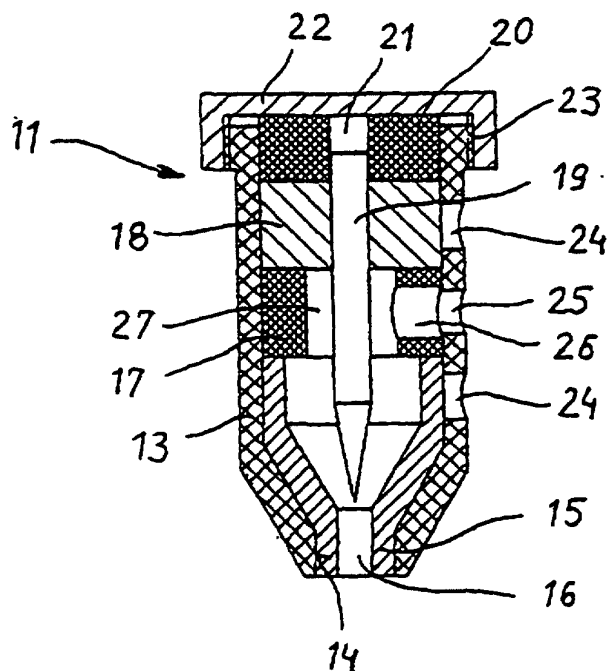


Fig. 3

