



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
01.07.1998 Patentblatt 1998/27

(51) Int Cl.<sup>6</sup>: H05H 1/34

(21) Anmeldenummer: 97810823.1

(22) Anmeldetag: 03.11.1997

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC  
NL PT SE**  
Benannte Erreichungsstaaten:  
**AL LT LV MK RO SI**

(72) Erfinder:  
• Landes, Klaus, Dr.  
81479 München (DE)  
• Zierhut, Jochen, Dipl.-Ing.  
85521 Ottobrunn (DE)  
• Hartmann, Ralf, Dipl.-Phys.  
85598 Baldham (DE)

(30) Priorität: 23.12.1996 CH 3171/96

(71) Anmelder: Sulzer Metco AG  
5610 Wohlen (CH)

(74) Vertreter: Rottmann, Maximilian R.  
c/o Rottmann, Zimmermann + Partner AG  
Glattalstrasse 37  
8052 Zürich (CH)

(54) **Indirektes Plasmatron**

(57) Ein indirektes Plasmatron weist eine Neutrodenanordnung (1) auf, die sich aus einer Mehrzahl von elektrisch gegeneinander isolierten, plattenförmigen Neutroden (1a-li) zusammensetzt. Die Neutrodenanordnung (1) begrenzt in ihrem Innern einen langgestreckten Plasmakanal (8). Die Plasmastrahl-Austrittsöffnung (40) ist schlitzförmig ausgebildet und verläuft parallel zur Längsachse (L) des Plasmakanals (8). Die beiden

Elektroden (9, 10) sind von je einem Hohlraum (19, 20) umgeben, über welchen ein Inertgas zuführbar ist. Zur Stabilisierung des Lichtbogens ist zumindest ein Permanentmagneten-Paar (36, 37) vorgesehen, dessen Magnetfeld auf den Lichtbogen eine Kraft ausübt, die der durch die Strömung des Plasmagases auf den Lichtbogen ausgeübten Kraft entgegenwirkt. Einzelne Neutroden sind mit einem Kanal (18) zur Zufuhr eines Gases in den Plasmakanal (8) versehen.

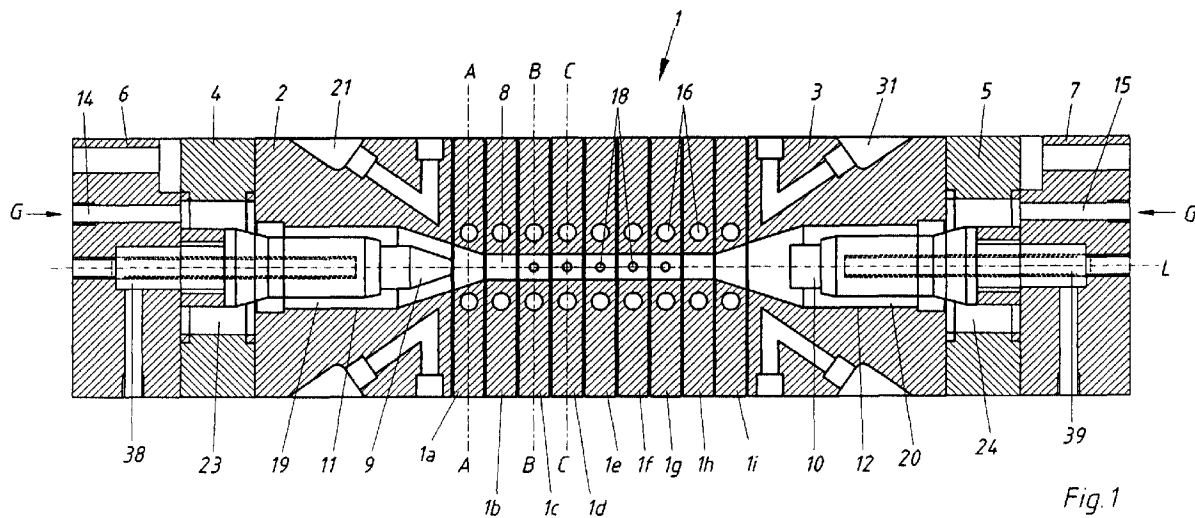


Fig. 1

EP 0 851 720 A1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein indirektes Plasmatron zur Behandlung von Oberflächen gemäss dem Anspruch 1.

Als indirekte Plasmatrons werden Plasmaerzeuger mit einem aus einer Düse ausströmenden, elektrisch nicht stromführenden Plasmastrahl bezeichnet, wobei der Lichtbogen, im Gegensatz zu direkten Plasmatrons, nicht auf das Werkstück übertragen wird.

Plasmatrons dienen der Erzeugung von Plasmen sehr hoher Temperatur, die im Bereich von bis zu mehreren 10'000 Kelvin liegen kann.

Herkömmliche, indirekte Plasmatrons verfügen üblicherweise über eine Düse, aus der ein im wesentlichen kegelförmiger Plasmastrahl austritt. Die mit einem solchen Plasmatron auf einem Substrat beaufschlagte Fläche weist demzufolge einen kreisrunden Umriss auf. Dies ist in vielen Fällen jedoch unerwünscht, insbesondere dann, wenn grosse, rechteckige Flächen mit dem Plasmatron erwärmt oder beschichtet werden sollen.

Ein weiterer Nachteil, der den bekannten Plasmatrons anhaftet, besteht darin, dass die beaufschlagte Fläche relativ klein ist, da die Öffnung der Austrittsdüse einen beschränkten Durchmesser aufweist und ein vorbestimmter Abstand zwischen Düse und Substrat eingehalten werden muss.

Aus der US-Patentschrift Nr. 5 239 161 ist ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zum Beschichten von Substratoberflächen durch Plasmaspritzen bekannt, mittels welchem bzw. welcher die vorgängig erwähnten Nachteile weitgehend behoben werden können. Die Vorrichtung weist dazu eine längliche Plasmakammer auf, welche von einem einteiligen Körper begrenzt wird. Auf der einen Stirnseite der Plasmakammer ist die Anode und auf der anderen die Kathode angeordnet. Die Auslassdüse der Vorrichtung bzw. der Plasmakammer ist schlitzförmig ausgebildet und verläuft parallel zur Längsachse der Plasmakammer. Durch diese Merkmale soll erreicht werden, dass der austretende Plasmastrahl eine im wesentlichen rechteckige Kontur besitzt und relativ breit ist.

Obwohl die Grundidee eines solchen Brenners an und für sich interessant ist, hat sich in der Praxis gezeigt, dass die Vorrichtung keinen zuverlässigen Betrieb ermöglicht und dass insbesondere gravierende Probleme bei der Stabilisierung des Lichtbogens und der Lebensdauer des Plasmabrenners auftreten.

Es ist daher die Aufgabe der Erfindung, ein indirektes Plasmatron derart zu verbessern, dass ein stabiler Lichtbogen aufrechterhalten werden kann und dass die Lebensdauer der Elektroden, insbesondere der Anode, erhöht wird, wobei das Plasmatron sehr flexibel einsetzbar sein soll.

Diese Aufgabe wird durch ein indirektes Plasmatron gelöst, welches die im Anspruch 1 in Kombination aufgeführten Merkmale aufweist.

Durch den kaskadierten Aufbau des indirekten Plasmatrons, dessen Neutrodenanordnung aus einer

Mehrzahl von plattenförmigen Neutroden besteht, die gegeneinander isoliert sind, wird sichergestellt, dass der Lichtbogen den Weg durch den Plasmakanal wählt und nicht sukzessive von Neutrode zu Neutrode fliesst. Ein kaskadierter Aufbau der Neutrodenanordnung ermöglicht darüber hinaus, die Breite des Neutrodenstapels und damit die Breite der Austrittsöffnung den Anforderungen entsprechend zu variieren.

Durch das weitere Merkmal, dass jede Elektrode von einer Kammer umgeben ist, über welche ein Inertgas zuführbar ist, kann die thermische Belastung der Elektroden reduziert werden, indem letztere von einem Inert-Gas, beispielsweise Argon, umspült werden. Dies bewirkt einerseits eine verbesserte Kühlung der Elektroden und ermöglicht zum anderen die Beeinflussung des Lichtbogenansatzes an den Elektroden, indem die Fläche des Bogenansatzes durch die Wahl des Gases verändert werden kann. Um einen möglichst diffusen, grossen Fusspunkt zu erhalten, hat sich Argon sehr bewährt.

Schliesslich kann durch den Einsatz eines oder mehrerer Permanentmagneten-Paare die Form und die Position des Lichtbogens beeinflusst werden. Dies ist bei einem Plasmatron, bei dem die Plasmastrahl-Austrittsöffnung parallel zur Längsachse des Plasmakanals verläuft, sehr wichtig, da der Lichtbogen durch die quer zur Brennerachse verlaufende Gasströmung in eine gekrümmte Form gezwungen wird. Ohne die Wirkung eines Magnetfeldes wird der Lichtbogen jeweils soweit ausgelenkt und gekrümmt, dass er starken Schwankungen unterliegt und sogar abreisst. Durch die Magnetanordnungen kann dies verhindert werden, indem die Magnetfelder auf den Lichtbogen eine Kraft ausüben, die der durch die Strömung des Plasmagases auf den Lichtbogen ausgeübten Kraft entgegenwirkt. Durch die Anzahl, Platzierung und Feldstärke der eingesetzten Magnete kann auf Betriebsparameter wie beispielsweise Gasmenge und Gasgeschwindigkeit Rücksicht genommen werden und der Lichtbogen in einer vorbestimmten Position gehalten werden.

Durch die in einem bevorzugten Ausführungsbeispiel vorgeschlagene Ausbildungsform des indirekten Plasmatrons, bei der die in einzelnen Neutroden angeordneten Öffnungen an eine erste Gasquelle anschliessbar sind, und die die Elektroden umgebenden Hohlräume an eine zweite Gasquelle anschliessbar sind, kann eine Trennung zwischen dem die Elektroden umströmenden Gas und dem eigentlichen Plasmagas erreicht werden. Dies hat beispielsweise den Vorteil, dass ein reaktives Gas über die in den Neutroden angeordneten Öffnungen zugeführt werden kann, ohne dass dies negative Auswirkungen auf die Lebensdauer der Elektroden hätte, da die Elektroden mit einem inerten Gas umspült werden können, und dadurch abgeschirmt werden.

Nachfolgend soll ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand von Zeichnungen näher erläutert werden. In diesen Zeichnungen zeigt:

- Fig. 1 einen Längsschnitt durch das indirekte Plasmatron;
- Fig. 1a eine Frontansicht des indirekten Plasmatrons;
- Fig. 2 einen ersten Querschnitt durch das indirekte Plasmatron entlang der Linie A-A in Fig. 1;
- Fig. 3 einen zweiten Querschnitt durch das indirekte Plasmatron entlang der Linie B-B in Fig. 1;
- Fig. 3a eine Frontansicht einer Neutrode, und
- Fig. 4 einen dritten Querschnitt durch das indirekte Plasmatron entlang der Linie C-C in Fig. 1.

Fig. 1 zeigt ein schematisch dargestelltes, indirektes Plasmatron, anhand dessen die im Zusammenhang mit der Erfindung wesentlichen Merkmale näher erläutert werden sollen. Das Plasmatron besteht im wesentlichen aus einer zentralen Neutrodenanordnung 1, an die sich auf beiden Seiten je ein Elektrodenkörper 2, 3, ein Isolationskörper 4, 5 und ein Anschlusselement 6, 7 anschließen. Die Anschlusselemente 6, 7 dienen der Aufnahme der Elektroden 9, 10, wobei im vorliegenden Beispiel die linke Elektrode 9 die Kathode und die rechte Elektrode 10 die Anode darstellt.

Die Neutrodenanordnung 1 weist eine Vielzahl von plattenförmig ausgebildeten Neutroden 1a bis 1i auf, welche einen Plasmakanal 8 begrenzen. Die beiden Elektroden 9, 10 sind coaxial zur Längsachse L des Plasmakanals 8 angeordnet. Um den elektrischen Längswiderstand der Neutrodenanordnung 1 zu erhöhen, sind die einzelnen Neutroden 1a bis 1i elektrisch gegeneinander isoliert. Als Isolation dienen zwischen die Neutroden 1a bis 1i eingefügte Isolierscheiben, welche zugunsten einer übersichtlichen Darstellung nicht eingezeichnet sind.

Die Neutrodenanordnung 1 wird auf beiden Seiten vom Elektrodenkörper 2, 3 begrenzt, an den sich nach aussen jeweils der Isolationskörper 4, 5 sowie das Anschlusselement 6, 7 anschliesst.

Beide Elektrodenkörper 2, 3, sind aus einem Isoliermaterial gefertigt.

Zur Kühlung des Plasmatrons sind sowohl die Neutroden 1a bis 1i wie auch die beiden Elektrodenkörper 2, 3 mit Kühlwasserkanälen 16, 21, 31 versehen. Auch die beiden Elektroden 9, 10 sind über in ihrem Innern angebrachte Kühlwasserkanäle 38, 39 an einen extern vorgesehenen Kühlwasserkreislauf angeschlossen.

Von den neun Neutroden 1a bis 1i sind deren fünf 1c bis 1g mit einem zentral in den Plasmakanal 8 mündenden Plasmagaskanal 18 versehen.

Die beiden Elektrodenkörper 2, 3 weisen je eine zentrale, sich zum Plasmakanal 8 hin verengende Bohrung 11, 12 auf, in welche die jeweilige Elektrode 9, 10 derart hineinragt, dass zwischen der Elektrode 9, 10 und

der Bohrungswandung ein Hohlraum in Form eines Ringkanals 19, 20 gebildet wird. Diese beiden Ringkanäle 19, 20 sind über in den Isolationskörpern 4, 5 angeordnete Bohrungen 23, 24 mit je einem Anschlusskanal 14, 15 verbunden, über welchen ein Gas G zugeführt werden kann.

Fig. 1a zeigt eine Frontansicht des indirekten Plasmatrons. Aus dieser Darstellung ist ersichtlich, dass sich die Plasmastrahl-Austrittsöffnung 40 über die Breite von fünf Neutroden 1c bis 1g erstreckt.

Figur 2 zeigt einen Querschnitt durch das Plasmatron bzw. eine Neutrode 1a entlang der Linie A-A in Fig. 1. Anhand dieser Darstellung ist ersichtlich, dass die Neutrode 1a mit einer zentralen Querbohrung 26 versehen ist, welche einen Teil des Plasmakanals bildet und der Führung des Lichtbogens dient. Neben den jeweils letzten Neutroden 1a, 1i des Neutrodenstapels sind auch die beiden sich nach innen anschliessenden Neutroden 1b, 1h mit je einer Bohrung versehen, welche einen Teil des Plasmakanals 8 (Fig. 1) bilden und der Stabilisierung des Lichtbogens dienen. Sämtliche Neutroden sind zur Kühlung mit Kühlkanälen 16 versehen, welche an einem Kühlwasserkreislauf angeschlossen werden. Über die Bohrungen 27 können die einzelnen Neutroden, unter Dazwischenfügen von Isolierplatten, miteinander verbunden und zu der Neutrodenanordnung zusammengefügt werden. Auf die Darstellung der notwendigen Verbindungselemente sowie allenfalls vorhandener Dichtelemente wurde bewusst verzichtet.

Die in der Fig. 3 dargestellte Neutrode 1c ist anstelle einer zentralen Querbohrung mit einer schlitzförmigen Ausnehmung 33 versehen, welche ebenfalls einen Teil des Plasmakanals 8 (Fig. 1) bildet. Die nach aussen führende Ausnehmung 33 bildet gleichzeitig auch einen Teil der Plasmastrahl-Austrittsöffnung, welche sich im vorliegenden Beispiel über die Breite von fünf mit solchen Ausnehmungen 33 versehenen Neutroden 1c bis 1g (Fig. 1a) erstreckt. Die Innenseite der Ausnehmung 33 wird durch eine, im Querschnitt gesehen, halbkreisförmig ausgebildete Wandung 34 begrenzt. Im Zentrum dieser halbkreisförmig ausgebildeten Wandung 34 mündet der Plasmagaskanal 18 in die Ausnehmung 33.

Fig. 3a zeigt eine Frontansicht der in Fig. 3 geschnitten dargestellten Neutrode 1c. Aus dieser Darstellung sind sowohl die Ausnehmung 33 wie auch die Mündung des Plasmagaskanals 18 ersichtlich.

Die in der Figur 4 dargestellte Neutrode 1d entspricht weitgehend derjenigen der Figur 3, wobei zusätzlich zwei Permanentmagnete 36, 37 vorgesehen sind, wovon der eine Magnet unterhalb und der andere oberhalb der Ausnehmung 33 angeordnet sind. Die Nord-Süd-Achsen A der jeweiligen Magnete 36 bzw. 37 fallen zusammen und verlaufen zumindest annähernd unter einem rechten Winkel zur Längsachse L des Plasmakanals 8, wobei die Magnete 36, 37, in Strömungsrichtung des Plasmastrahls gesehen, nach der Längsachse L des Plasmakanals 8 angeordnet sind. Durch diese Platzierung wird bewirkt, dass die Magnetfelder

auf den Lichtbogen eine der Strömung des Plasmagases entgegengerichtete Kraft ausüben, wodurch der Lichtbogen in einer vorbestimmten Lage stabilisiert wird. Es versteht sich, dass jeweils ungleiche Pole der einzelnen Magnete 36, 37 einander gegenüberliegen; also N-S bzw. S-N.

Die Anzahl derjenigen Neutroden, die mit einem Permanentmagneten-Paar versehen sind, kann von verschiedenen Betriebsparametern, wie z.B. Bogenstrom, Plasmagasmenge, Plasmagasgeschwindigkeit, sowie auch von geometrischen Abmessungen der Neutrodenanordnung usw. abhängig gemacht werden. Als weitere Variationsmöglichkeit können Magnete mit unterschiedlicher Feldstärke verwendet werden. In der Praxis hat sich bewährt, etwa zwei oder drei Neutroden mit Magneten zu versehen, wobei diese Zahl keinesfalls einschränkenden Charakter aufweisen soll. Wichtig ist zudem, dass die Neutroden, bei der vorgeschlagenen Anordnung der Magnete, aus einem nichtmagnetisierbaren Material, vorzugsweise aus Kupfer oder einer Kupferlegierung, gefertigt sind. Der Vorteil von Permanent- gegenüber Elektromagneten besteht u. a. darin, dass keine externe Energiezufuhr notwendig ist, dass der Aufbau kompakter und einfacher gestaltet werden kann und dass eine gezieltere Beeinflussung des Lichtbogens möglich ist.

Nachfolgend sollen einige Erläuterungen zur Wirkungsweise eines mit den erfindungsgemässen Merkmalen versehenen Plasmatron angefügt werden. Da die prinzipielle Funktionsweise von gattungsgemässen Plasmatron jedoch bekannt ist, wird nur auf die im Zusammenhang mit der Erfindung wesentlichen Merkmale und Betriebsparameter eingegangen:

Über die in den beiden Anschlusselementen 6, 7 ausgebildeten Anschlusskanäle 14, 15 wird koaxial zur Längsachse des Plasmakanals 8 ein inertes Gas zugeführt, welches über den Ringkanal 19, 20 des jeweiligen Elektrodenkörpers 2, 3 von zwei Seiten in den Plasmakanal 8 strömt. Dieses Gas umspült die beiden Elektroden 9, 10, was sich positiv auf deren Kühlung auswirkt. Zudem schirmt dieses Gas die Elektroden 9, 10 gegenüber dem eigentlichen Plasmastrahl ab, was insbesondere dann wichtig sein kann, wenn über die zentralen Plasmagaskanäle 18 ein reaktives Gas zugeführt wird.

Durch die Wahl des die Elektroden 9, 10 umspülenden Gases kann der Fusspunkt des an den Elektroden 9, 10 ansetzenden Lichtbogens, insbesondere desjenigen an der Anode 10, variiert, namentlich vergrössert werden, was sich in einer punktuell verringerten thermischen Belastung der Elektroden 9, 10 niederschlägt.

Durch das Vorsehen von getrennten Gaszufuhrkanälen 14, 15, 18, eröffnen sich zudem neue Möglichkeiten. Beispielsweise kann, wie bereits vorgängig erwähnt, über die beiden seitlich in den Plasmakanal mündenden Kanäle 14, 15 ein inertes Gas zugeführt werden, währenddem über die zentralen Plasmagaskanäle 18 der Neutroden 1c bis 1g ein reaktives Gas zugeführt werden kann, ohne dass dies negative Auswirkungen

auf die Standzeiten der Elektroden 9, 10 hätte. Durch die Zufuhr eines reaktiven Gases kann ausserdem ein zusätzlicher Leistungsgewinn realisiert werden.

Ein weiterer Leistungsgewinn kann durch die Verwendung von brennbaren Gasen, beispielsweise Butan, erreicht werden, die durch die zentralen Plasmagaskanäle 18 zugeführt werden. Damit steht zusätzlich zu dem vorgängig erwähnten Leistungsgewinn die chemische Energie des exothermen Reaktionsprozesses zur Verfügung.

Das Vorsehen einer Mehrzahl von mit zentralen Plasmagaskanälen 18 versehenen Neutroden 1c bis 1g ermöglicht es, die Form des austretenden Plasmastrahls zu verändern, indem ggf. die Gasmenge und die Gasgeschwindigkeit von Plasmagaskanal zu Plasmagaskanal 18 variiert wird.

Durch die spezifische Anordnung der Permanentmagnete 36, 37 kann der Lichtbogen innerhalb des Plasmakanals 8 stabilisiert werden. Dies macht sich u. a. in einer konstanten Betriebsspannung und damit einer konstanten Brennerleistung, einem sehr leisen Betrieb sowie einer erhöhten Lebensdauer der Elektroden bemerkbar.

Durch den kaskadierten Aufbau der Neutrodenanordnung kann die geometrische Abmessung des Plasmatron auf einfachste Weise verändert werden, indem beispielsweise die Anzahl und/oder die Ausbildung der Neutroden verändert wird. Beispielsweise könnten anstelle von fünf mit einer schlitzförmigen Ausnehmung versehenen Neutroden deren sieben verwendet werden, wodurch die Breite des austretenden Plasmastrahls entsprechend verändert würde. Denkbar ist beispielsweise auch, dass Neutroden Verwendung finden, deren schlitzförmige Ausnehmung anders gestaltet ist, oder dass Neutroden verwendet werden, deren zur Lichtbogenstabilisierung vorgesehene Bohrungen unterschiedlich ausgestaltet sind.

#### 40 Patentansprüche

1. Indirektes Plasmatron zur Behandlung von Oberflächen, gekennzeichnet durch die Kombination der folgenden Merkmale:

- es ist ein langgestreckter Plasmakanal (8) vorgesehen, der durch eine Neutrodenanordnung (1) gebildet ist;
- die zur Erzeugung des Lichtbogens erforderlichen Elektroden (9, 10) sind koaxial zur Längsachse (L) des Plasmakanals (8) angeordnet;
- die Neutrodenanordnung (1) umfasst eine Mehrzahl von elektrisch gegeneinander isolierten, plattenförmigen Neutroden (1a bis 1i);
- die Neutrodenanordnung (1) ist mit einer

- schlitzförmigen Plasmastrahl-Austrittsöffnung (40) versehen, welche letztere parallel zur Längsachse (L) des Plasmakanals (8) verläuft;
- jede Elektrode (9, 10) ist von einem Hohlraum (19, 20) umgeben, über welchen ein Inertgas zuführbar ist, 5
  - es ist zumindest eine Permanentmagneten-Anordnung (36, 37) vorgesehen, deren Magnetfeld auf den Lichtbogen eine der Strömung des Plasmagases entgegengerichtete Kraft ausübt. 10
2. Indirektes Plasmatron nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest einzelne Neutroden (1c-1g) mit einem Kanal (18) zur Zufuhr eines Gases in den Plasmakanal (8) versehen sind. 15
  3. Indirektes Plasmatron nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Längsachse des Kanals (18) zur Zufuhr eines Gases unter einem zumindest annähernd rechten Winkel zur Längsachse (L) des Plasmakanals (8) verläuft. 20
  4. Indirektes Plasmatron nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Neutroden (1a-1i) aus einem nicht magnetisierbaren Material, vorzugsweise aus Kupfer oder einer Kupferlegierung bestehen, und dass zumindest eine Neutrode (1d) mit einem Permanentmagneten-Paar (36, 37) versehen ist. 25 30
  5. Indirektes Plasmatron nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Nord-Süd-Achsen der jeweiligen Magnete (36; 37) zusammenfallen und zumindest annähernd unter einem rechten Winkel zur Längsachse (L) des Plasmakanals (8) verlaufen, wobei die Magnete (36, 37), in Strömungsrichtung des Plasmastrahls gesehen, nach der Längsachse (L) des Plasmakanals (8) angeordnet sind. 35 40
  6. Indirektes Plasmatron nach einem der Ansprüche 2 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest drei Neutroden (1a-1i) vorgesehen sind und dass zumindest eine Neutrode (1c-1g) mit einem Kanal (18) zur Zufuhr eines Gases in den Plasmakanal (8) versehen sind. 45
  7. Indirektes Plasmatron nach einem der Ansprüche 2 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die in einzelnen Neutroden (1c-1g) angeordneten Kanäle (18) an eine erste Gasquelle anschliessbar sind, währenddem die die Elektroden umgebenden Hohlräume (19, 20) mit einer zweiten Gasquelle verbindbar sind. 50 55
  8. Indirektes Plasmatron nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass eine Mehrzahl der Neutroden (1c-1g), zur Bildung des Plasmakanals (8) und der Plasmastrahl-Austrittsöffnung (40), mit je einer schlitzförmigen Ausnehmung (33) versehen sind, wobei die Kanäle (18) zur Zufuhr eines Gases zentral in die jeweilige Ausnehmung (33) münden.
  9. Indirektes Plasmatron nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Neutrodenanordnung (1) die Plasmastrahl-Austrittsöffnung (40) seitlich begrenzende Neutroden (1a, 1b, 1h, 1i) aufweist, welche mit einer Bohrung (26) versehen sind, die einen Teil des Plasmakanals (8) bilden und den Lichtbogen in einer vorbestimmten Lage zu stabilisieren bestimmt sind.
  10. Indirektes Plasmatron nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Anode (10) eine im wesentlichen plane Endfläche aufweist, an welcher der Lichtbogen ansetzt.
  11. Indirektes Plasmatron nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Kathode (9) eine im wesentlichen kegelförmige Spitze aufweist, an welcher der Lichtbogen ansetzt.

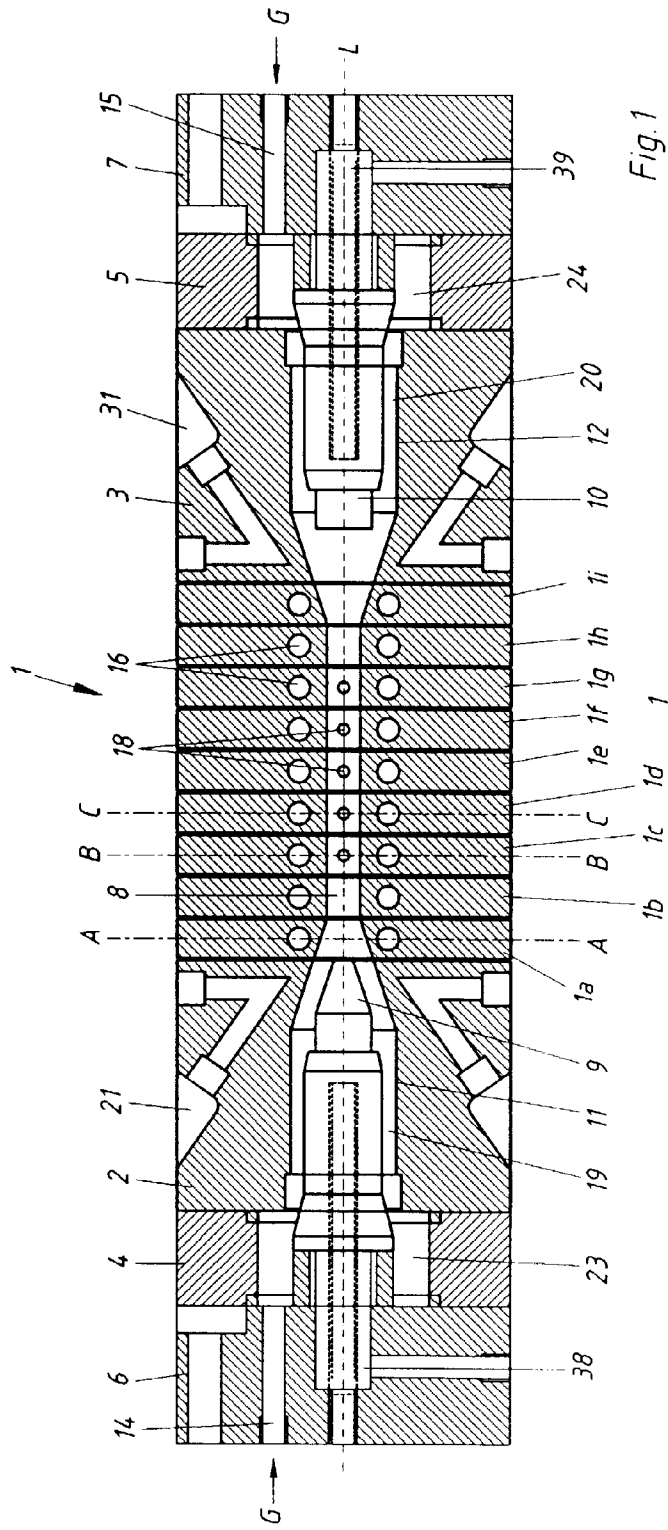


Fig. 1

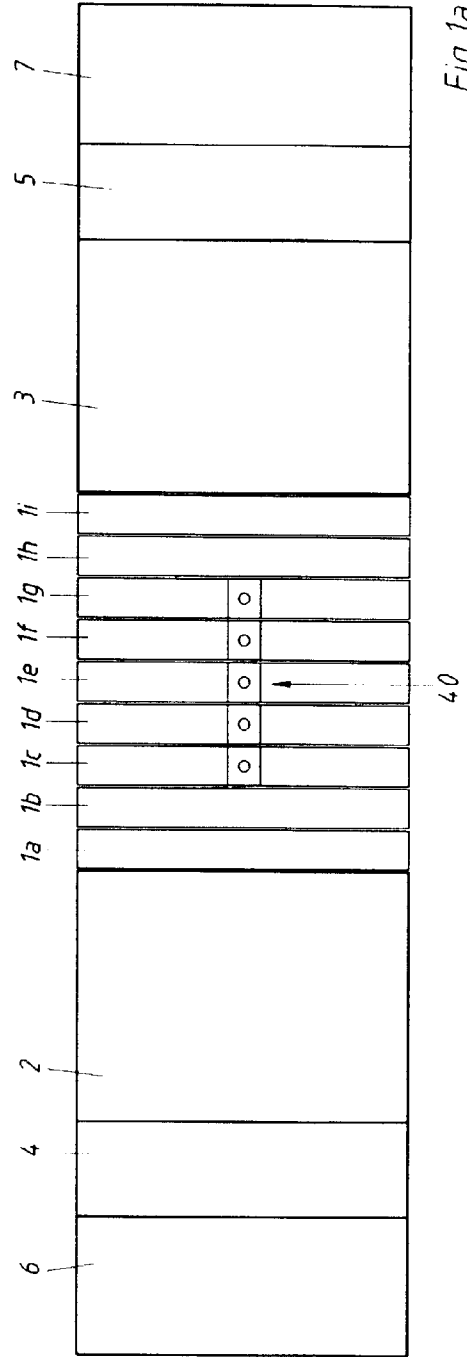


Fig. 1a

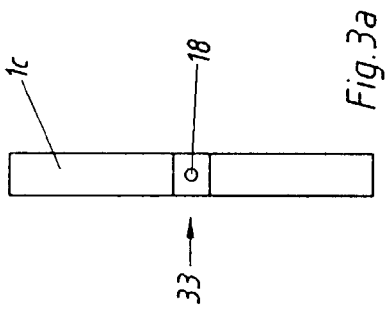


Fig. 3a

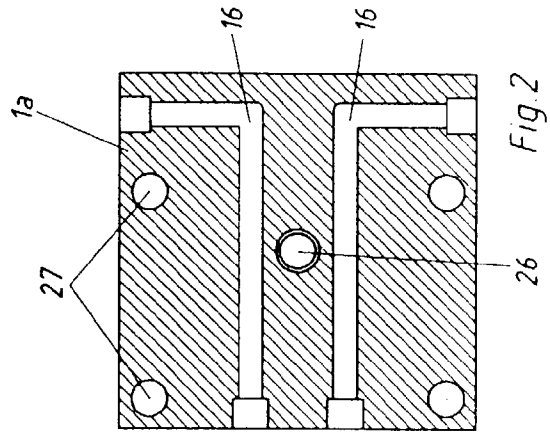


Fig. 2

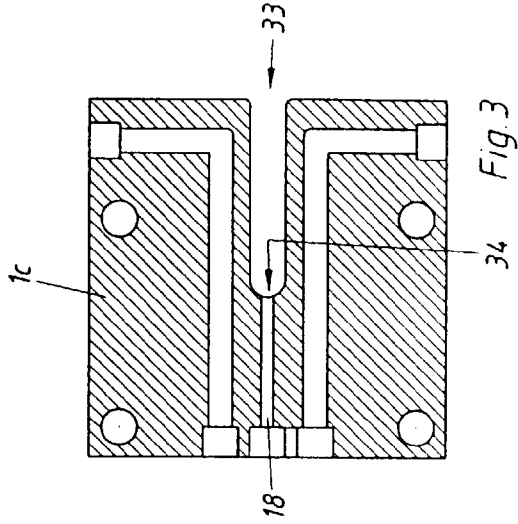


Fig. 3

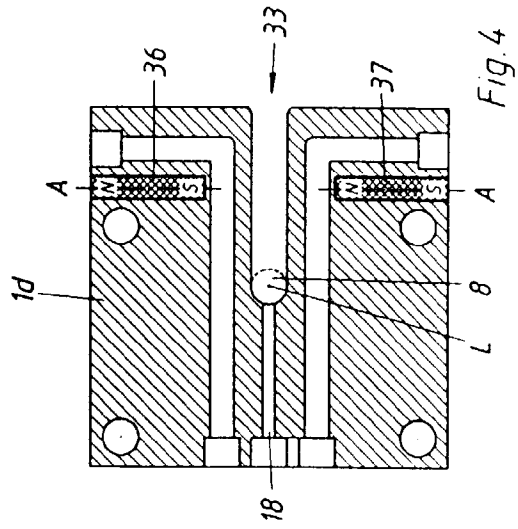


Fig. 4



Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 97 81 0823

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	EP 0 500 491 A (PLASMA TECHNIK AG) 26.August 1992 * Seite 5, Zeile 2 - Zeile 10 * * Abbildungen 1,3 * ---	1,4	H05H1/34
D,A	EP 0 506 552 A (EUROP AGENCE SPATIALE) 30.September 1992 * das ganze Dokument * ---	1,3,11	
A	US 3 786 306 A (SCHOU MAKER H) 15.Januar 1974 * Spalte 2, Zeile 47 - Spalte 3, Zeile 9 * * Abbildung 1 * -----	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			H05H
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	26.März 1998	Capostagno, E	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet		E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder	
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer		nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	
anderen Veröffentlichung derselben Kategorie		D : in der Anmeldung angeführtes Dokument	
A : technologischer Hintergrund		L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument	
O : nichtschriftliche Offenbarung		.....	
P : Zwischenliteratur		& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03.82 (P/4/00)