



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
02.01.2002 Patentblatt 2002/01

(51) Int Cl.7: **H05H 1/34**

(21) Anmeldenummer: **01112776.8**

(22) Anmeldetag: **28.05.2001**

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

- **Indraczek, Reinhard, Ing.
A-2041 Wullersdorf (AT)**
- **Baumgartner, Franz, Ing.
A-1100 Wien (AT)**

(30) Priorität: **30.05.2000 AT 9412000**

(72) Erfinder:

- **Stempfer, Ferdinand Ing.
2020 Hollabrunn (AT)**
- **Indraczek, Reinhard, Ing.
A-2041 Wullersdorf (AT)**
- **Baumgartner, Franz, Ing.
A-1100 Wien (AT)**

(71) Anmelder:
• **Stempfer, Ferdinand Ing.
2020 Hollabrunn (AT)**

(54) **Einrichtung, insbesondere Brenner zur Erzeugung von Plasma**

(57) Die Erfindung betrifft eine Einrichtung (2), insbesondere einen Brenner (7) zur Erzeugung von Plasma zum Schweißen, Schneiden, Härten oder Sterilisieren von zu bearbeitenden Objekten (37) bzw. von zu behandelnden Materialien, mit wenigstens einer Elektrode (27) zum Anlegen eines Spannungspotentials einer Stromquelle, um wenigstens einen Lichtbogen (40) zwischen einer durch unterschiedlich gepolten Elektroden (27) aufgebauten Kathoden-Anodenstrecke (39) aufzu-

bauen. Wenigstens eine von zwei unterschiedlich zu polenden Elektroden (27) oder wenigstens ein Teilbereich der Kathoden-Anodenstrecke (39) ist dabei von einem eine Ausnehmung (43) aufweisenden Umgrenzungselement (42), welches im Zusammenwirken mit der Objektoberfläche eine Hohlkammer (41) ausbildet, zumindest teilweise umgeben bzw. umhüllt. Die Hohlkammer (41), welche objektseitig unmittelbar durch die Objektoberfläche begrenzt wird, ist zum Aufbau des Lichtbogens (40) ausgebildet.

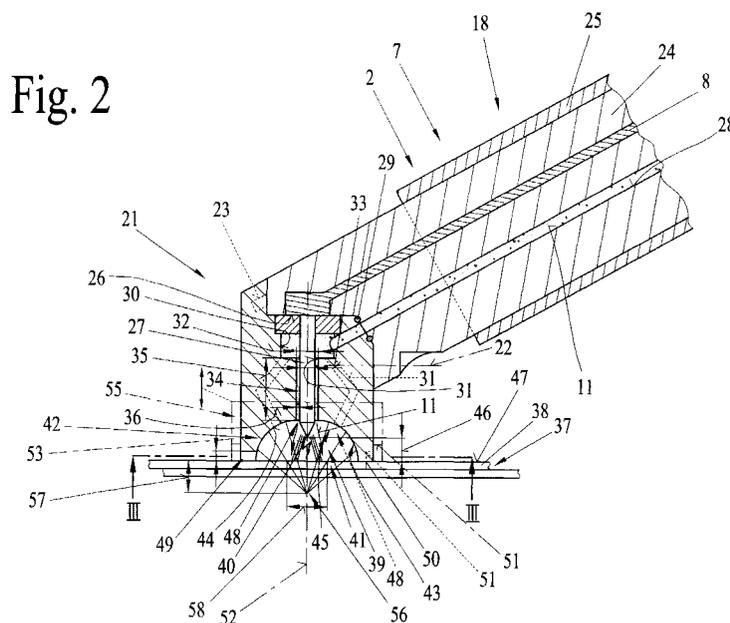


Fig. 2

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Einrichtung bzw. einen Brenner zum Erzeugen von Plasma für das Schweißen, Schneiden, Härten oder Sterilisieren von Objekten bzw. Materialien gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Aus dem Stand der Technik sind Schweiß- sowie Schneidbrenner zur Erzeugung und Abgabe von hochintensiver thermischer Energie bzw. von hochheißem Plasma zum Schweißen bzw. Brennschneiden von metallischen Werkstücken in vielfältigen Ausführungen bekannt. Dabei wird mittels wenigstens zwei Elektroden oder zwischen einer zentralen Elektrode und dem Werkstück eine Kathoden-Anodenstrecke aufgebaut. Durch eine entsprechende Spannungsversorgung der Kathoden-Anodenstrecke kann dann ein Lichtbogen gezündet werden und bei ausreichender Energieversorgung dieser Lichtbogenstrecke wird der Stromfluß aufrecht erhalten, wodurch der gezündete Lichtbogen weiterbrennen kann. Zumeist wird der Kathoden-Anodenstrecke auch Gas zugeführt, welches durch den Lichtbogen ionisiert wird und ein Plasma bildet. Dieses in einer die Kathoden-Anodenstrecke aufnehmenden Entladungskammer gebildete Plasma strömt dann aus der sich in Richtung zu einem zu behandelnden Werkstück düsenartig verjüngenden Entladungskammer aus bzw. tritt das erzeugte Plasma aus einer gegenüber der Entladungskammer beengten Ausströmöffnung aus dem Brenner aus. Das somit über eine Düsenausbildung beschleunigte Plasma wirkt dann in Form eines gebündelten Plasmastrahls punktförmig auf das zu bearbeitende Objekt ein. Die vorstehend beschriebene Brennerausführung ist beispielsweise aus der DE 35 24 034 A1 bekannt. Bei all diesen bekannten Brennern wird das erzeugte Plasma über eine Düsenanordnung bzw. eine Verengung der Zündkammer strahlförmig konzentriert, bevor es aus dem Brenner austritt.

[0003] Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Einrichtung zur Erzeugung von Plasma zu schaffen, die eine örtliche Konzentration der thermischen Energie auf den zu behandelnden bzw. zu bearbeitenden Objektbereich ermöglicht.

[0004] Diese Aufgabe der Erfindung wird durch die im Anspruch 1 angegebenen Merkmale gelöst. Die durch diese innovative Lösung erzielbaren Vorteile liegen darin, daß das erzeugte Plasma durch die geschaffene Hohlkammer gesammelt bleibt und nicht vorzeitig entweicht, wodurch eine hohe Konzentration bzw. eine Art Fokussierung der thermischen Energie auf die zu bearbeitende Stelle bereitgestellt wird. Aus diesem Grund kann auch die Betriebszeit der Einrichtung sehr kurz gehalten werden und sind durch die hochkonzentrierte thermische Energiestrahlung dennoch ausgezeichnete Bearbeitungs- bzw. Behandlungseffekte erzielbar. Dieser Effekt ist vor allem bei der Herstellung eines Schweißpunktes von hoher Bedeutung, da sehr kurze Zyklus- bzw. Schweißzeiten erzielt werden können. Die

durch die erfindungsgemäße Einrichtung örtlich klar definierte bzw. weitgehendst abgegrenzte und hochintensive Wärmeeinbringung auf ein Objekt ist aber auch beim Brennschneiden, beim Härten von Werkstoffen oder beim Sterilisieren von Produkten von Vorteil. Ein besonderer Vorteil dieser erfindungsgemäßen Lösung liegt auch darin, daß die Umgebungszonen beim Behandlungs-, insbesondere beim Schweißprozeß nur vergleichsweise geringfügig erwärmt werden, wodurch nur minimale thermische Verspannungen des Objektes bzw. Werkstückes auftreten. Dieser Effekt ist vor allem beim Verschweißen von Platten bzw. Blechtafeln im Behälterbau oder im Karosseriebau von großem Nutzen. Die mit der erfindungsgemäßen Einrichtung erzielbaren Schweißergebnisse sind sogar mit den Ergebnissen einer Laserschweißung vergleichbar, wobei jedoch die Investitionskosten für die erfindungsgemäße Einrichtung nur einem Bruchteil jener eines Lasersystems betragen. Die Wirtschaftlichkeit der erfindungsgemäßen Einrichtung ist dabei durch den weitaus höheren Wirkungsgrad gegenüber üblichen Verfahren und Systemen nochmals verbessert. Dieser vergleichsweise günstigere Wirtschaftlichkeitsparameter wird u.a. dadurch erreicht, daß der Energieverbrauch relativ gering bleibt, nachdem die Behandlungs- bzw. Schweißzeiten sehr kurz gehalten werden können. So hat es sich in Versuchen gezeigt, daß zwei Bleche mit einer Stärke von jeweils 1 mm bei einer Stromzufuhr zum Brenner von ca. 160 Ampere (A) über eine Zeitdauer von in etwa 450 ms punktuell hochfest miteinander verschweißbar sind. Das dabei entstehende, von der Form der Brennkammer mitbestimmte Schweißbild ist dabei optisch einwandfrei und ist lediglich ein geringer Einbrand auf der Werkstückoberfläche festzustellen. Die erfindungsgemäße Einrichtung eignet sich daher auch besonders zur Verschweißung von nachfolgend einsehbaren Bereichen, beispielsweise von Sichtflächen im Karosserie- bzw. Automobilbau. Eine aufwendige Nachbearbeitung der Punkt- bzw. Nahtschweißung kann daher in vielen Anwendungsfällen entfallen.

[0005] Vorteilhaft ist dabei eine Ausgestaltung nach Anspruch 2, da dadurch eine günstige Raumform geschaffen wird, welche die thermische Hochenergiestrahlung um die zu bearbeitende Stelle konzentriert bzw. puffert und zudem eine gewisse Reflexion der Wärmestrahlung sowie eine Fokussierung auf einen lokal begrenzten Bereich bzw. Punkt erreicht wird.

[0006] Durch die Merkmale nach Anspruch 3 wird erreicht, daß die erzeugte thermische Wärmestrahlung direkt mit dem zu behandelnden Objekt in Verbindung stehen kann und ein frühzeitiges Entweichen der Wärmestrahlung verhindert ist. Darüber hinaus wirkt die Wärmestrahlung in einem durch das Umgrenzungselement definierten Bereich in konzentrierter Form auf das Objekt ein und sind dabei die umliegenden Bereiche von der Wärmestrahlung mehr oder weniger entkoppelt.

[0007] Vorteilhafte Ausgestaltungen, welche eine hohe Konzentration bzw. Reflexion der Energiestrahlung

auf den zu bearbeitenden Bereich ermöglichen, sind in den Ansprüchen 4 bis 9 gekennzeichnet.

[0008] Durch die Ausgestaltung nach Anspruch 10 kann die auf das jeweilige Objekt einwirkende Intensität der Energiestrahlung bzw. auch die Größe der Einwirkzone an die jeweiligen Erfordernisse angepaßt werden.

[0009] Durch die vorteilhafte Ausgestaltung nach Anspruch 11 wird ein kontrollierter Druckabbau im Inneren der Hohlkammer ermöglicht, sodaß unter Umständen ein ruckartiges Abheben der Einrichtung von der Objekt-oberfläche verhindert wird. Vor allem aber wird eine Verdrängung bzw. Verformung des aufgeschmolzenen Objektbereiches infolge des aufgebauten Überdruckes in der Hohlkammer vermieden, wodurch ein optisch einwandfreies Schweißbild mit weitgehendst ebener Oberfläche erreicht werden kann.

[0010] Die Ausgestaltung nach Anspruch 12 und/oder 13 begünstigt die gleichmäßige Verteilung des in der Hohl- bzw. Entladungskammer entstehenden Plasmas bzw. der auftretenden Wärmestrahlung.

[0011] Durch die vorteilhafte Ausgestaltung gemäß Anspruch 14 wird bei manuell zu bedienenden Einrichtungen deren Handhabung wesentlich erleichtert. Zudem wird eine hohe Reproduzierbarkeit der Behandlungs- bzw. Schweißvorgänge erreicht.

[0012] Durch die Ausgestaltung nach Anspruch 15 wird eine optisch einwandfreie Oberfläche am zu behandelnden Objekt sichergestellt und ist es auch ermöglicht, die Einrichtung schleifend an der Oberseite des Werkstückes entlangzuführen, ohne dabei störende Spuren zu hinterlassen.

[0013] Die vorteilhafte Ausgestaltung nach einem oder mehreren der Ansprüche 16 bis 19 ermöglicht eine Veränderung bzw. Einstellung der Einwirkzone bzw. der Einwirkintensität der thermischen Energie- bzw. Wärmestrahlung auf die jeweiligen Erfordernisse. Insbesondere kann mit relativ einfachen, mechanischen Mitteln das Bearbeitungsergebnis, beispielsweise der Schweißpunktdurchmesser, entsprechend eingestellt oder angepaßt werden.

[0014] Eine Einstellung des Druckausgleichverhaltens des in der Hohl- bzw. Zündkammer entstehenden Überdruckes in bezug auf den Umgebungsdruck der Einrichtung kann durch die Ausgestaltung nach Anspruch 20 in einfacher Art und Weise erfolgen. Zudem ist eine individuelle Anpassung an die jeweiligen Objekteigenschaften kurzfristig ermöglicht.

[0015] Kurzschlüsse zwischen dem Umgrenzungselement und einem gegebenenfalls andersartig gepolten Werkstück können durch die Ausgestaltung nach Anspruch 21 ausgeschlossen werden.

[0016] Der Aufbau eines direkten bzw. übertragenen Lichtbogens zur Objekt-oberfläche ist durch die Ausbildung nach Anspruch 22 ermöglicht.

[0017] Die Bildung eines indirekten Lichtbogens bzw. eines Hilfslichtbogens ist durch die Ausführung gemäß Anspruch 23 erzielt, wobei nicht ausgeschlossen ist, daß zusätzlich auch ein direkter bzw. übertragener

Lichtbogen zur Werkstück-oberfläche aufgebaut werden kann.

[0018] Durch die Ausgestaltung nach Anspruch 24 wird ein Zündraum bzw. eine Entladungskammer geschaffen, welche eine Energieflußrichtung in Richtung zu einem zu behandelnden Objekt gewährleistet.

[0019] Bei der Ausbildung nach Anspruch 25 bzw. 26 ist von Vorteil, daß der Lichtbogen direkt zwischen der brennerseitigen Elektrode und der durch die Objekt-oberfläche gebildeten Gegenelektrode brennt und diese Kathoden-Anodenstrecke mit dem gezündeten Lichtbogen vom Umgrenzungselement umgeben bzw. umhüllt und somit weitgehendst eingeschlossen ist, wobei das induzierte Plasma in entsprechend konzentrierter Form und mit definierter Geometrie unmittelbar und direkt auf die Werkstück-oberseite einwirken kann.

[0020] Ein gutes Zündverhalten der Einrichtung wird durch die Ausgestaltung nach Anspruch 27 erzielt.

[0021] Eine lange Lebensdauer und ein in der Ausrichtung bzw. im Verlauf gegebenenfalls variierender Lichtbogen wird durch die Ausbildung nach Anspruch 28 erreicht.

[0022] Eine verbesserte Plasmabildung und/oder eine Kühlung des Brenners bzw. der Elektrode wird durch die Ausgestaltung nach Anspruch 29 und/oder 30 geschaffen.

[0023] Ein sehr einfach aufbauender und dennoch funktionstüchtiger sowie überaus funktionssicherer Gasverschluß, welcher ein definiertes Einströmen des Gases in die Hohlkammer ermöglicht, jedoch ein impulsartiges Entweichen des Überdruckes über den Zuführkanal für das Gas unterbindet, wird durch die Ausführung nach Anspruch 31 und/oder 32 geschaffen.

[0024] Eine optionale Weiterbildung nach Anspruch 33 und/oder 34 ermöglicht die Herstellung von Schweißverbindungen gemäß dem sogenannten Auftrags- bzw. Nahtschweißverfahren in Verbindung mit der energietechnisch und verarbeitungstechnisch überaus vorteilhaften, erfindungsgemäßen Einrichtung.

[0025] Schließlich ist eine Ausführung nach Anspruch 35 von Vorteil, da dadurch Behandlungen vorgenommen bzw. Schweißverbindungen, insbesondere Punktschweißverbindungen geschaffen werden können, für welche eine Zuführung von Zusatzwerkstoffen nicht zwingend erforderlich ist.

[0026] Die vorliegende Erfindung ergibt sich im einzelnen aus der nachfolgenden, detaillierten Beschreibung sowie aus den beiliegenden Zeichnungen über erfindungsgemäße Ausführungsbeispiele, die jedoch keinerlei Beschränkungen für die Erfindung darstellen, sondern lediglich ein besseres Verständnis derselben vermitteln sollen.

[0027] Dabei zeigen:

55 Fig. 1 eine stark vereinfachte Darstellung einer möglichen Ausführungsform eines Systems, bei welchem die erfindungsgemäße Einrichtung eingesetzt ist;

- Fig. 2 eine mögliche Ausführungsform des vorderen Teilbereiches der erfindungsgemäßen Einrichtung in Seitenansicht und stark vereinfachter Schnittdarstellung;
- Fig. 3 den vorderen Teilbereich der Einrichtung nach Fig. 2 in Ansicht von unten;
- Fig. 4 ein Schnittbild von dem einem zu behandelnden Objekt zugewandten, vorderen Endbereich einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemäßen Einrichtung in stark vereinfachter, schematischer Darstellung;
- Fig. 5 eine andere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Einrichtung mit der Möglichkeit zur Zuführung eines Zusatzwerkstoffes und indirekter Lichtbogenzündung in Seitenansicht, geschnitten;
- Fig. 6 eine andere Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Einrichtung zur Bearbeitung bzw. Verschweißung von winkelig zueinander ausgerichteten Objekten bzw. Werkstückteilen;
- Fig. 7 einen Teilbereich eines mit der erfindungsgemäßen Einrichtung hergestellten Durchbruches bzw. einer geschweißten Lochverbindung zwischen Werkstückteilen;
- Fig. 8 ein Diagramm, welches ein bevorzugtes Energieabgabeverfahren zur Erstellung von Durchbrüchen gemäß Fig. 7 veranschaulicht;
- Fig. 9 eine weitere Ausgestaltungsform eines Umgrenzungselementes einer erfindungsgemäßen Einrichtung in vereinfachter, schematischer Schnittdarstellung;
- Fig. 10 eine andere Ausgestaltung des Umgrenzungselementes bzw. der damit gebildeten Kammer für das Plasma bzw. den Lichtbogen in vereinfachter, schematischer Schnittdarstellung;
- Fig. 11 eine weitere Form eines Brennerkopfes mit weitgehendst zylindrischer Ausnehmung zur Bildung der Plasmakammer in vereinfachter, schematischer Schnittdarstellung;
- Fig. 12 eine Schnittdarstellung einer weiteren Ausführungsform der Einrichtung mit sich trichterförmig erweiternder Ausnehmung im Brennerkopf in vereinfachter, schematischer Schnittdarstellung.

[0028] Es folgt eine Beschreibung geeigneter Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Einrichtung mit Bezug auf die jeweiligen Zeichnungsfiguren:

5 Erzeugung von Plasma und zur Anwendung des erzeugten Plasmas im Sachgebiet "Schweißen". Selbstverständlich ist es auch möglich, das System 1 derart zu adaptieren, daß das erzeugte Plasma anstelle des Einsatzes im Technologiebereich "Schweißen" auch zum Brennschneiden, Härten oder Sterilisieren von zu behandelnden Materialien bzw. Objekten genutzt werden kann.

10 **[0030]** Hierfür ist es lediglich erforderlich, eine Einrichtung 2 zur Erzeugung bzw. einen demgemäßen Applikator zur Anwendung des erzeugten Plasmas an den jeweiligen Anwendungsbereich anzupassen. Dies erfolgt üblicherweise durch Adaption einer mit der Einrichtung 2 verbundenen Stromquelle 3 bzw. deren Betriebsverhalten und/oder durch Veränderung bzw. Umstellung oder Austausch der das Plasma erzeugenden und bereitstellenden Einrichtung 2 selbst.

15 **[0031]** Das gezeigte Ausführungsbeispiel stellt ein System 1 bzw. eine Einrichtung 2 zum Punktschweißen, Auftragsschweißen und/oder Verbindungsschweißen dar und kann die Einrichtung 2 daher auch als sogenannte Schweißbrenner bezeichnet werden. Demgemäß übernimmt die Stromquelle 3 die Funktion einer Schweißstromquelle. Die Stromquelle 3, welcher die primäre Aufgabe zugrunde liegt, der Einrichtung 2 die jeweils erforderliche elektrische Energie zuzuführen, dient zudem als Einstell- und/oder Steuervorrichtung 4 im System 1.

20 **[0032]** Die eine eigenständige, möglichst kompakte Baueinheit ausbildende Stromquelle 3 ist über wenigstens eine Leitung 5, insbesondere über ein sogenanntes Schlauchpaket 6 mit der Einrichtung 2 bzw. mit einem demgemäßen Brenner 7 verbunden. Über dieses Schlauchpaket 6 bzw. über gesonderte, einzeln verlaufende Leitungen 5 wird wenigstens ein Potential der elektrischen Energie, insbesondere der benötigten Schweißenergie, auf den Brenner 7 übertragen. Bei der gezeigten Ausführungsform wird dem Brenner 7 mittels einer elektrischen Leitung 8 bevorzugt das negative Potential der elektrischen Energie zugeführt. Vorzugsweise das positive Potential der elektrischen Energie wird über eine weitere Leitung 9 einem Kontaktierungselement 10, beispielsweise einer Klemme, zur lösbaren Verbindung mit dem zu behandelnden Objekt bzw. Werkstück zugeführt. Eine derartige "getrennte" Zuführung der elektrischen Potentiale der Schweißenergie mittels separaten Leitungen 8, 9 ist insbesondere bei der Generierung eines direkten Lichtbogens vom Brenner 7 auf das Objekt bzw. Werkstück vorgesehen. Bei Realisierung eines indirekten Lichtbogens, bei welchem ein Lichtbogen bzw. auch ein Hilfslichtbogen vorwiegend zwischen einzelnen Bauteilen des Brenners 7 gezündet wird, ist die Leitung 9 Teil des Schlauchpaketes 6 und ist dann ein zusätzliches bzw. gesondertes Kon-

taktierungselement 10 nicht zwingend erforderlich.

[0033] Zur Verbesserung bzw. Steigerung der im Brenner 7 plasmainduzierten Energiestrahlung kann das System 1 auch zur Zuführung von Gas 11 oder eines geeigneten Gasgemisches ausgebildet sein, wobei dieses kontrolliert zuführbare Gas 11 die Plasmabildung unterstützt. Das Gas 11 wird dabei üblicherweise in einem Vorratsbehälter, insbesondere in einer Druckgasflasche 12 vorrätig gehalten. In an sich bekannter Weise ist diese Druckgasflasche 12 über ein Druckminderungsventil 13 und wenigstens einen Schlauch 14 mit wenigstens einem steuerbaren Ventil im Gehäuse der Stromquelle 3 strömungsverbunden. Mittels einer weiteren Schlauchleitung 15 im oder gesondert zum Schlauchpaket 6 ist das aus der Druckgasflasche 12 kontrolliert entnommene Gas 11 dem Brenner 7 bzw. dem zu bearbeitenden Objekt bzw. Werkstück zuführbar.

[0034] Gegebenenfalls kann das System 1 auch eine Kühlvorrichtung 16 aufweisen. Die Kühlvorrichtung 16, welche als Kühlmedium bevorzugt Wasser benutzt, umfaßt wenigstens eine Kühlmittelleitung 17 zwischen dem Gehäuse für die Stromquelle 3 und dem Brenner 7.

[0035] Im Brenner 7 ist wenigstens ein Strömungskanal für einen effektiven Übergang der im Betrieb am Brenner 7 auftretenden Wärmeenergie auf das Kühlmedium ausgebildet. Zur Erzeugung einer Strömung und zum Austausch des Kühlmediums ist bevorzugt im Gehäuse für die Stromquelle 3 auch eine Pumpe zur bedarfsweisen Erzeugung einer Strömung des Kühlmediums angeordnet.

[0036] Mittels der Kühlvorrichtung 16 kann eine Überhitzung und somit eine Beschädigung des Brenners 7 verhindert werden bzw. ist durch Verwendung der Kühlvorrichtung 16 ein kontinuierlicher Betrieb des Systems 1 bei weitgehendst gleichbleibenden Eigenschaften erzielbar.

[0037] Die Kühlflüssigkeit oder eine gesonderte Flüssigkeit kann aber auch, wie dies aus dem Stand der Technik bekannt ist, zur Plasmaerzeugung am Brenner 7 genutzt werden.

[0038] Vor allem bei der in Fig. 1 dargestellten Ausführung einer manuellen Einrichtung 2 bzw. eines handgeführten Brenners 7 ist an einem Halteteil 18 des Brenners 7 ein bedarfsweise aktivierbarer Auslöser 19, bevorzugt in Form einer Drucktaste 20, angeordnet, über welchen die Energiezufuhr und/oder die Gaszufuhr und/oder eine Zufuhr eines Schweißzusatzwerkstoffes aktiviert bzw. deaktiviert werden kann.

[0039] Selbstverständlich ist es aber auch möglich, die nachfolgend im Detail beschriebene Einrichtung 2 bzw. den demgemäßen Brenner 7 in Verbindung mit Automatisierungsanlagen, beispielsweise Schweißrobotern oder sonstigen Manipulatoren einzusetzen.

[0040] In den Fig. 2 und 3 ist eine mögliche Ausführungsform der erfindungsgemäßen Einrichtung 2 veranschaulicht.

[0041] Diese händisch zu führende Einrichtung 2 bzw.

der demgemäße Brenner 7 umfaßt das von einem Benutzer zu ergreifende Halteteil 18 und einen Brennerkopf 21. Der Brennerkopf 21 ist dabei gegenüber der Längsmittelachse des Halteteils 18 winkelig ausgerichtet. Bevorzugt ist der zwischen dem Brennerkopf 21 und der Längsmittelachse des Halteteils 18 eingenommene Winkel stumpf ausgebildet. Demnach kann dieser Winkel einen Wert zwischen 90° bis 180° annehmen.

[0042] Bevorzugt ist der Brennerkopf 21 mittels einer form- und/oder reibschlüssigen Verbindung und/oder mittels einer Schraubverbindung mit dem Halteteil 18 bedarfsweise lösbar verbunden. Die formschlüssige Verbindung zwischen dem Brennerkopf 21 und dem Halteteil 18 kann dabei durch beliebige, aus dem Stand der Technik bekannte Schraubverbindungen 22 und/oder durch geeignete, aus dem Stand der Technik in vielfältiger Art und Weise bekannte Rast- und Schnappverbindungen 23 gebildet werden. Ein Vorteil dieser bedarfsweise lösbaren Verbindung zwischen dem Brennerkopf 21 und dem Halteteil 18 bzw. dem demgemäßen Griffteil liegt darin, daß entweder den verschiedenen Anforderungen entsprechende, unterschiedliche Brennerköpfe 21 wahlweise montiert werden können oder andererseits ein defekter bzw. einer gewissen Nutzungsdauer unterliegender, verschlissener Brennerkopf 21 durch einen neuwertigen Brennerkopf 21 mühelos ersetzt werden kann, ohne dabei den gesamten Brenner 7 erneuern zu müssen.

[0043] Der Halteteil 18 besteht aus einem elektrisch isolierenden und möglichst schlecht wärmeleitenden, stabförmigen Trägerelement 24 aus Kunststoff oder dgl. Zumindest Teilbereiche des Trägerelementes 24 können von einem rutschfesten, bevorzugt ebenfalls thermisch isolierenden Griffteil 25 umgeben sein. Im oder am Griffteil 25 sind auch die Zuleitungen zur Zuführung der elektrischen Energie und/oder des Gases 11 und/oder eines Schweißzusatzwerkstoffes ausgebildet. Die Leitung 8 dient zur Übertragung wenigstens eines Pols der elektrischen Energie auf den Brennerkopf 21 und weist im Übergangsbereich zwischen dem Brennerkopf 21 und dem Trägerelement 24 wenigstens eine Kontaktierungsstelle 26 zur elektrischen Verbindung mit wenigstens einer Elektrode 27 des Brenners 7 auf. Zur Zuführung des gegebenenfalls verwendeten Plasmagases in den Bereich des Brennerkopfes 21 ist im Trägerelement 24 wenigstens ein Zuströmkanal 28 vorgesehen. Im Übergangsbereich zwischen dem Brennerkopf 21 und dem bedarfsweise lösbaren Trägerelement 24 ist wenigstens eine Dichtvorrichtung 29 für einen strömungsdichten Übergang zwischen dem Zuströmkanal 28 im Griffteil 25 und dem Brennerkopf 21 ausgebildet. Der Zuströmkanal 28 mündet bevorzugt in eine gegenüber dem Zuströmkanal 28 in ihrem Querschnitt vergrößerte Zwischenkammer 30 im Brennerkopf 21. Die Zwischenkammer 30 ist bevorzugt in einem oberen Endbereich des Brennerkopfes 21 ausgebildet und wird die Zwischenkammer 30, in welcher das Gas 11 mit definiertem Druck einströmt, in Vertikalrichtung von der Elektrode

27 durchsetzt. Indem die Zwischenkammer 30 mit dem zugeführten Gas 11 von der Elektrode 27 durchsetzt wird, wird eine Kühlung der relativ hohen Temperaturen ausgesetzten Elektrode 27 erzielt, nachdem die Elektrode 27 bzw. deren Außenmantel vom vergleichsweise kühlen Gas 11 umströmt wird, bevor es im unteren Endbereich der Elektrode 27 bzw. im Bereich der Elektrodenspitze einen relativ engen Strömungskanal 31 zwischen der Zwischenkammer 30 und der Elektrodenspitze verläßt. Der Strömungskanal 31 verläuft ebenso wie die Elektrode 27 weitgehendst im Mittel des Brennerkopfes 21, wobei die Elektrode 27 zentrisch zum Strömungskanal 31 ausgerichtet ist. Bevorzugt ist wenigstens der Mittelbereich der Elektrode 27 zylindrisch ausgebildet und verläuft somit die Elektrode 27 konzentrisch zu einer kreisrunden Bohrung im Brennerkopf 21. Ein Durchmesser 32 dieser Bohrung im Brennerkopf 21 ist geringfügig größer als ein Durchmesser 33 der diesen Strömungskanal 31 durchsetzenden Elektrode 27. Dadurch entsteht wenigstens ein Spalt 34 zwischen der Elektrode 27 und dem Brennerkopf 21. Eine in Längsrichtung der Elektrode 27 gemessene Länge 35 des Strömungskanals 31 bzw. des Spaltes 34 ist dabei ein Vielfaches größer als eine Breite 36 des Spaltes 34 bzw. des Strömungskanals 31. Vorteilhafterweise beträgt die Länge 35 des Strömungskanals 31 das 10 bis 15fache der Breite 36 des Spaltes 34. Der Spalt 34 zwischen der Elektrode 27 und dem Körper für den Brennerkopf 21 weist üblicherweise eine Breite von 0,5 mm bis 1,5 mm auf. Durch die vorhergehend beschriebene Geometrie, nach welcher die Länge 35 des Strömungskanals 34 ein Mehrfaches des effektiv freien Strömungsquerschnittes beträgt, wird eine Art Gasverschluß erzielt, welcher ein Zurückströmen des Gases 11 bzw. einen Rückschlag von Gasdruckimpulsen ausgehend vom Bereich der Elektrodenspitze in Richtung zur Zwischenkammer 30, also entgegen der üblichen Strömungsrichtung im Zuströmkanal 28, verhindert bzw. wenigstens drosselt. Die Ausgestaltung des Strömungskanals 31 bildet also eine Art Rückströmdrossel bzw. Rückschlagventil im Bereich der Elektrodenspitze bzw. im Bereich um die Elektrode 27 aus.

[0044] Beim gezeigten Ausführungsbeispiel wird die Elektrode 27 bevorzugt als Kathode eingesetzt, d.h. das negative Potential der zugeführten elektrischen Energie wird an die Elektrode 27 angelegt. Das positive Potential der benötigten Energie zur Behandlung eines Objektes 37 bzw. Werkstückes 38 wird - wie vorhergehend beschrieben - direkt am elektrisch leitenden Objekt 37 bzw. Werkstück 38 angelegt. Demnach kann mit dem Brenner 7 eine Kathoden-Anodenstrecke 39 aufgebaut werden, wobei beim Anlegen eines entsprechenden elektrischen Spannungspotentiales aus der Stromquelle ein Lichtbogen 40 innerhalb der Kathoden-Anodenstrecke 39 erzeugt werden kann. Im gezeigten Ausführungsbeispiel ist die Elektrode 27 durch eine nichtabschmelzende, hochtemperaturbeständige Elektrode 27 aus Wolfram, aus einer Wolframlegierung oder aus einem son-

stigen hierfür geeigneten Werkstoff, wie diese in vielfältigster Zusammensetzung aus den Stand der Technik bekannt sind, gebildet.

[0045] Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist also die Elektrode 27 am Brenner 7 vorgesehen, wohingegen die Gegenelektrode durch das Werkstück 38 selbst gebildet ist. Durch Anlegen eines entsprechend hohen Spannungspotentiales wird zwischen der Elektrode 27 und dem Werkstück 38, also innerhalb der Kathoden-Anodenstrecke 39, der Lichtbogen 40 gezündet und dabei die Kathoden-Anodenstrecke 39 ionisiert. Gleichzeitig wird hohe Wärmeenergie im unmittelbaren Umgebungsbereich um die Kathoden-Anodenstrecke 39 bereitgestellt.

[0046] Wesentlich ist dabei, daß der Bereich, in welchem der Lichtbogen 40 gezündet wird und anschließend bis zur Deaktivierung des Systems 1 weiterbrennt, wenigstens teilweise von einem einen Hohlraum bzw. eine Hohlkammer 41 ausbildenden Umgrenzungselement 42 umgeben bzw. umhüllt ist. Anders ausgedrückt ist wenigstens eine der wenigstens zwei unterschiedlich zu polenden Elektroden, im dargestellten Fall die Elektrode 27, wenigstens teilweise von dem die Hohlkammer 41 ausbildenden Umgrenzungselement 42 umgeben. Insbesondere ist jener Endbereich der Elektrode 27 von der Hohlkammer 41 umgeben, an welcher der Lichtbogen 40 entsteht bzw. an welcher Elektrodenspitze der Lichtbogen 40 seinen Ausgang nimmt. Im dargestellten Ausführungsbeispiel ragt die Elektrodenspitze wenigstens teilweise in die vom Umgrenzungselement 42 gebildete Hohlkammer 41 zwischen dem Brennerkopf 21 und dem zu behandelnden Objekt 37 bzw. Werkstück 38. Die Elektrodenspitze bzw. das dem Objekt 37 bzw. Werkstück 38 zugewandte Ende der Elektrode 27 ragt dabei frei in die Hohlkammer 41 hinein, d.h. die Elektrode 27 steht mit den Grenzflächen der Hohlkammer 41 nicht in direktem Kontakt. Somit kann einerseits zwischen der Elektrodenspitze und dem Umgrenzungselement 42 ein Einlaß zum Einströmen des Gases 11 in die Hohlkammer 41 geschaffen werden und andererseits ist ein direkter Wärmeübergang zwischen der Elektrodenspitze und dem Umgrenzungselement 42 vermieden. Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist das Umgrenzungselement 42 aus einem hochtemperaturbeständigen, elektrisch isolierenden Material gebildet. Vorzugsweise ist der Brennerkopf bzw. das die Hohlkammer 41 ausbildende Element aus Oxidkeramiken, beispielsweise aus Aluminiumoxidkeramik, gebildet. Selbstverständlich ist es auch möglich, jegliche anderen, eine hohe Temperaturbeständigkeit aufweisenden Werkstoffe zur Bildung des Umgrenzungselementes 42 bzw. des Brennerkopfes 21 zu verwenden.

[0047] Wesentlich ist dabei die Form der Hohlkammer 41 bzw. die Gestalt einer Ausnehmung 43, in welcher der Lichtbogen 40 brennt bzw. in welcher die Energiestrahlung bzw. das Plasma besteht. Insbesondere soll die Raumform der Hohlkammer 41 bzw. der Ausnehmung 43 im Umgrenzungselement 42 eine Fokussie-

rung des in der Hohlkammer 41 bestehenden Plasmas und der vorherrschenden Wärmeenergiestrahlung auf das zu behandelnde, beispielsweise zu schweißende, Objekt 37 bzw. Werkstück 38 bewirken. Hierzu kann das Umgrenzungselement 42 im Bereich über der Kathoden-Anodenstrecke 39 eine dom- oder kuppelartige Hohlkammer 41 ausbilden. Im Brennerkopf 21 ist also die räumlich geformte Ausnehmung 43 vorgesehen, welche in Kombination mit dem Werkstück 38 die Hohlkammer 41 bildet. Das Umgrenzungselement 42 mit der Ausnehmung 43 ist dabei in dem dem zu behandelnden Material bzw. Objekt 37 zuzuordnenden Bereich offen und wird in Kombination bzw. in Zusammenwirken mit der Oberseite des zu behandelnden bzw. zu bearbeitenden Materials bzw. Objektes 37 eine weitgehendst geschlossene Hohlkammer 41 geschaffen, in welcher das erzeugte Plasma vorliegt. Der offene Bereich der Ausnehmung 43 ist dabei stets dem zu behandelnden Material bzw. Objekt 37 zugewandt. In dem von der Objekt- bzw. Werkstückoberfläche abgewandten Bereich der Ausnehmung 43 liegt dabei das Ende der Elektrode 27 bzw. die Elektrodenspitze. Bezugnehmend auf die Vertikalrichtung in der Darstellung kann sich die Elektrodenspitze in Abhängigkeit der Dimensionen der Ausnehmung 43 aber auch im Mittelbereich oder im unteren Endbereich der Ausnehmung 42 befinden.

[0048] In Schnittdarstellung kann das Umgrenzungselement 42 also bogenförmige, insbesondere konkave Begrenzungskanten der Ausnehmung 43 ergeben. Dadurch wird erreicht, daß das Umgrenzungselement 42 eine räumlich gewölbte Grenzfläche 44 um die Kathoden-Anodenstrecke 39 ausbildet. Die innere Grenzfläche 44 der Ausnehmung 43 im Umgrenzungselement 42 bildet demnach eine Art Reflektor 45 aus und bewirkt eine Reflexion bzw. Fokussierung der Wärmestrahlung bzw. des Plasmas auf das zu behandelnde Material bzw. Objekt 37. Die innere Grenzfläche 44 des Umgrenzungselementes 42 entspricht in der gezeigten Darstellung weitgehendst der Form der Innenfläche einer geteilten, insbesondere einer halbierten Hohlkugel.

[0049] Vorteilhaft ist es demnach, die Ausnehmung 43 bzw. die Grenzflächen 44 zur Bildung der Hohlkammer 41 sphärisch auszubilden.

[0050] Die vorzugsweise als Kathode fungierende Elektrode 27 durchsetzt den Brennerkopf 21 bevorzugt zentrisch und endet dessen Spitze bzw. Ende in einem Abstand 46 vor jenem geöffneten Randbereich des Brennerkopfes 21, welcher dem zu behandelnden Objekt 37 bzw. dem zu bearbeitenden Werkstück 38 zuzuordnen ist. Dieser Abstand 46 zwischen der Elektrodenspitze und dem Randbereich des Brennerkopfes 21 bzw. des Umgrenzungselementes 42 oder aber einer Oberseite 47 eines zu behandelnden Objektes 37 beträgt üblicherweise 0,05 mm bis 1,0 mm, bevorzugt in etwa 0,2 mm. Selbstverständlich ist es in Abhängigkeit des verwendeten Zündimpulses bzw. der verwendeten Zündspannung und/oder in Abhängigkeit des eingesetzten Gases 11 auch möglich, größere oder kleinere

Abstände 46 zu wählen.

[0051] In der dargestellten Ausführungsform ist die Spitze der Elektrode 27 kugelförmig ausgebildet. Zur Erhöhung der Standfestigkeit ist es aber auch möglich, die Elektrodenspitze kegelstumpfförmig bzw. mit abgerundeter Spitze auszubilden. Gemäß einer besonders vorteilhaften Ausführungsform ist es auch möglich, die Flanken der Elektrodenspitze leicht bombiert, insbesondere konvex auszubilden. Dadurch wird eine höhere Verschleißfestigkeit der Elektrodenspitze und somit eine längere Verwendbarkeitsdauer der Elektrode 27 erzielt.

[0052] Anstelle eines zentrischen Strömungskanals 31 zur Zuführung des Gases 11, z.B. von Luft, Kohlendioxid (CO₂), Argon (Ar), Helium (He), Sauerstoff (O₂) und dgl. oder eines sonstigen aus dem Stand der Technik bekannten geeigneten Gasgemisches ist es auch möglich, mehrere über der Grenzfläche 44 der Ausnehmung 43 verteilte Einströmöffnungen 48 für das Gas 11 in die Hohlkammer 41 vorzusehen, wie dies mit strichlierten Linien angedeutet wurde. Anstelle einzelner verteilt angeordneter Einströmöffnungen 48 für das Gas 11 vorzusehen, ist es auch möglich, schlitzförmige Einströmöffnungen 48 bzw. Durchbrüche in der Grenzfläche 44 der Ausnehmung 43 vorzusehen und somit eine Art Ausströmdüse für das Gas 11 im Bereich um die Elektrode 27 zu schaffen. Das somit gleichmäßig verteilt ausströmende Gas 11 kann zu einer Verbesserung der Plasmaerzeugung beitragen.

[0053] Die beim Aufsetzen des Brenners 7 bzw. des Brennerkopfes 21 im Umgrenzungselement 42 ausgeformte Ausnehmung 43 wird bei Zuordnung zur Oberseite 47 des Objektes 37 bzw. Werkstückes 38 weitgehendst geschlossen und bildet somit die Hohlkammer 41 aus. Dadurch kann der Lichtbogen 40 zwischen den unterschiedlich gepolten Elektroden 27 bzw. zwischen der Elektrode 27 und dem Werkstück 38 in einer Entladungskammer mit Überdruck brennen. Insbesondere sind die Druckverhältnisse in der Hohlkammer 41 bei gezündetem Lichtbogen 40 und erzeugtem Plasma gegenüber einem Umgebungsdruck um den Brenner 7 höher. Das Volumen der Hohlkammer 41 ist dabei relativ gering, sodaß sich ein Überdruck einerseits durch das einströmende Gas 11, vor allem aber durch die hohen Temperaturen infolge des vorherrschenden Plasmas in der eine Art Mikrokammer ausbildenden Hohlkammer 41 gegenüber dem Umgebungsdruck um den Brenner 7 problemlos einstellt. Im Betriebszustand des Brenners 7 ist also in der weitgehendst abgeschlossenen Hohlkammer 41 relativ rasch ein Überdruck aufbaubar.

[0054] Ein wesentlicher Vorteil der an sich weitgehendst abgeschlossenen Hohlkammer 41 besteht darin, daß die impulsartig entstehende Wärmestrahlung in der Hohlkammer 41 konzentriert wird bzw. das hocherhitzte Plasma nur allmählich aus der Hohlkammer 41 entweichen kann. Durch diese vorteilhafte Eingrenzung des Plasmas bzw. der Wärmestrahlung und auch durch die "Abschottung" von der Umgebung können sehr kur-

ze, jedoch hochenergetische Hitzeentwicklungen auf das zu behandelnde Objekt 37 bzw. Werkstück 38 einwirken. Diese im Vergleich zu den aus dem Stand der Technik bekannten Systemen relativ kurzzeitigen Wärmeeinstrahlungen gestatten überaus kurze Zykluszeiten und ist aufgrund der impulsartigen Wärmeeinwirkung die Tendenz eines Verzugs des zu behandelnden Materials, beispielsweise von Blechen, stark minimiert. Darüber hinaus erfolgt die Wärmeeinwirkung mittels dem Umgrenzungselement 42 bzw. aufgrund der Hohlkammer 41 in einem örtlich eindeutig begrenzten Bereich. Es werden also die peripheren Randbereiche um die zu bearbeitende Stelle kaum bzw. nur relativ geringfügig erwärmt, wodurch auch der Wirkungsgrad der erfindungsgemäßen Einrichtung 2 gegenüber den aus dem Stand der Technik bekannten Vorrichtungen vergleichsweise hoch gehalten werden kann. Ein weiterer Vorteil der erfindungsgemäßen Fokussierung des Plasmas bzw. der Wärmestrahlung auf das Werkstück 38 liegt darin, daß minimalste Verspannungen aufgrund der geringen thermischen Belastung durch die nunmehr möglich gewordenen, sehr kurzen Behandlungs- bzw. Schweißzeiten erreicht werden. Dieser Umstand ist vor allem im blechverarbeitenden Gewerbe, insbesondere beim Bau oder bei der Reparatur von Karosserieteilen bzw. allgemein im Automobilbau und auch im Behälterbau von großer Bedeutung.

[0055] Darüber hinaus haben schwankende Umgebungsbedingungen im Bereich um den Brenner 7 kaum Auswirkungen auf das Behandlungs- bzw. auf das Schweißergebnis. Beispielsweise kann ein Luftzug bzw. ein Windstoß das Schweißergebnis nicht negativ beeinflussen. Diese Problematik besteht aber z.B. bei üblichen Schutzgasschweißvorrichtungen, bei welchen der Schutzgasmantel durch einen Luftstoß verdrängt werden kann. Die erfindungsgemäße Einrichtung ermöglicht also auch exakt reproduzierbare Schweißvorgänge in vielen Anwendungsbereichen.

[0056] Um den Druckanstieg im Inneren der Hohlkammer 41 zu begrenzen und um einen definierten Druckabbau zu ermöglichen, ist wenigstens eine Ausströmöffnung 49 zum Entweichen der Gase 11 aus dem Inneren der Hohlkammer 41 bzw. zum Abbau des entstandenen Überdrucks vorgesehen. Diese Ausströmöffnung 49 kann einerseits dadurch erzielt werden, daß ein Randbereich oder eine Stirnfläche 50 des Brennerkopfes 21 nicht direkt auf der zu behandelnden Oberseite 47 aufgesetzt wird, sondern die Stirnfläche 50 des Brennerkopfes 21 in einer geeigneten Distanz zur Oberseite 47 des Werkstückes 38 positioniert wird. Eine derartige Positionierung des Brenners 7 bzw. des Brennerkopfes 21 ist vor allem beim Einsatz der Einrichtung 2 auf Manipulatoren bzw. Roboterarmen denkbar.

[0057] Die Ausströmöffnung 49 für das kontrollierte und gedrosselte Entweichen der Wärmestrahlung bzw. der Gase 11 aus der Brenn- bzw. Hohlkammer 41 kann aber auch durch wenigstens einen Einschnitt 51 in der Stirnfläche 50 oder durch wenigstens einen Durchbruch

im Stirnrandbereich des Brennerkopfes 21 geschaffen werden. Mittels diesen Einschnitten 51 in der dem Objekt 37 zuzuwendenden Stirnfläche 50 des Brennerkopfes 21 ist eine Strömungsverbindung zwischen dem Innenraum der Hohlkammer 41 und dem Umgebungsbe-
 5 reich bzw. der Umgebungsluft der Einrichtung 2 aufbau-
 bar. Über den Querschnitt dieser Strömungsverbindung bzw. über die Querschnittsfläche der Einschnitte 51
 10 bzw. der Durchbrüche ist die Drosselwirkung für das
 Ausgleichen des Überdruckes in der Hohlkammer 41
 bestimmbar. Bevorzugt sind die Einschnitte 51 bzw. die
 demgemäßen Durchbrüche unmittelbar in dem dem zu
 behandelnden Objekt 37 zugewandten Endbereich des
 Brennerkopfes 21 bzw. der Ausnehmung 43 angeord-
 15 net. Selbstverständlich ist es aber auch möglich, dem-
 gemäße Einschnitte 51 bzw. Durchbrüche für einen
 Druckabbau in der Hohlkammer 41 in den der Elektrode
 27 benachbarten Grenzflächen 44 der Ausnehmung 43
 vorzusehen.

[0058] Bevorzugt sind mehrere Einschnitte 51 bzw. Durchbrüche in einem gleichen Teilungswinkel angeordnet, wobei sich diese Einschnitte 51 radial zu einer Längsmittelachse 52 des Umgrenzungselementes 42 bzw. des Brennerkopfes 21 erstrecken. Der Brennerkopf 21 bzw. das Umgrenzungselement 42 selbst ist bevorzugt zylindrisch ausgebildet, wie dies am besten aus
 20 Fig. 3 ersichtlich ist.

[0059] Vor allem bei Ausbildung der Einrichtung 2 als handgeführten Brenner 7 erweist es sich als vorteilhaft, wenn der Brennerkopf 21 direkt auf das zu behandelnde
 30 Objekt 37 aufgesetzt werden kann. In diesem Fall sind die radialen Einschnitte 51 bevorzugt im Randbereich des Brennerkopfes 21 ausgebildet. Die Grundform des Brennerkopfes 21 ist dabei vorteilhafterweise zylindrisch, wie dies am besten aus der Zusammenschau der Fig. 2 und 3 entnehmbar ist.

[0060] Gegebenenfalls kann - wie dies mit strichpunkt-
 35 tierten Linien angedeutet wurde - im Randbereich des Umgrenzungselementes 42 ein Aufsatzelement 53 vorgesehen sein. Über dieses Aufsatzelement 53 kann der Brenner 7 bzw. der Brennerkopf 21 direkt auf der Oberseite 47 eines zu behandelnden Objektes 37 abgestützt werden. Dieses Aufsatzelement 53 umgibt dabei hülsenartig den äußeren Randbereich des Umgrenzungselementes 42. Dieses Aufsatzelement 53 ist relativ zum Umgrenzungselement 42 bevorzugt verstellbar gelagert. Insbesondere ist eine Drehlagerung und/oder eine Schiebeführung zwischen dem Aufsatzelement 53 und dem Brennerkopf 21 ausgebildet. Beispielsweise können das Aufsatzelement 53 und das Umgrenzungselement 42 über eine Gewindeanordnung miteinander verbunden werden.

[0061] Die Einschnitte 51 bzw. Durchbrüche sind ebenso im unteren Randbereich des Aufsatzelementes 53 angeordnet und können somit die Ausströmöffnungen 49 aus der Hohlkammer 41 fortsetzen. Die Einschnitte 51 bzw. Durchbrüche im optionalen Aufsatzelement 53 sind bevorzugt im gleichen Teilungswinkel

wie die Einschnitte 51 im Randbereich des Umgrenzungselementes 42 angeordnet. Durch Verdrehung des Aufsatzelementes 53 relativ zum Umgrenzungselement 42 bzw. relativ zu dessen Einschnitten 51 ist es dann möglich, den Strömungsquerschnitt der Ausströmöffnungen 49 zu variieren. Insbesondere kann durch eine Verstellung des Aufsatzelementes 53 relativ zum Brennerkopf 21 eine Vergrößerung oder Verkleinerung des Ausströmquerschnittes der Ausströmöffnungen 49 bewirkt werden, wie dies insbesondere aus Fig. 3 ersichtlich ist. Durch dieses Aufsatzelement 53 ist es auch möglich, die Ausströmöffnungen 49 im Brennerkopf 21 gänzlich zu verschließen, sodaß sich der Überdruck in der Hohlkammer 41 erst nach dem Abheben des Brennerkopfes 21 von der Oberseite 47 des Objektes 37 abbauen kann. Durch Verdrehen des Aufsatzelementes 53 entsprechend einem Pfeil 54 kann der Ausströmquerschnitt von Null bis zu einem Maximalquerschnitt stufenlos verändert werden. Somit können die Eigenschaften der Einrichtung 2 oder die Intensität der Wärmeentwicklung in einfacher Art und Weise reguliert werden.

[0062] Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung kann am Brenner 7 auch ein Mittel bzw. eine Einstellvorrichtung 55 zur Veränderung bzw. zum Variieren der Lage eines Fokussierungs- bzw. Brennpunktes 56 vorgesehen sein. Dieser Fokussierungs- bzw. Brennpunkt 56 ist grundsätzlich durch die Raumform der Ausnehmung 43 bzw. durch die Geometrie des demgemäßen Reflektors 45 definiert. Vor allem aber die Lage des Fokussierungs- bzw. Brennpunktes 56 relativ zu einem zu behandelnden Objekt 37 kann mittels dieser Einstellvorrichtung 55 verändert werden. Insbesondere ist es durch die Einstellvorrichtung 55 möglich, eine Distanz 57 des Umgrenzungselementes 42 zum zu behandelnden Objekt 37 den jeweiligen Erfordernissen anzupassen.

[0063] Vor allem ist es mittels der Einstellvorrichtung 55 möglich, den Fokussierungs- bzw. Brennpunkt 56 bzw. den begrenzten Bereich mit konzentrierter Energieeinstrahlung in seiner vertikalen Distanz 57 zur Oberseite 47 des zu behandelnden Objektes 37 zu verändern. Insbesondere ist es über diese Einstellvorrichtung 55 ermöglicht, den gedachten Fokussierungs- bzw. Brennpunkt 56, welcher primär von der Innenform des Umgrenzungselementes 42 bestimmt wird, entweder oberhalb oder auf oder im Inneren oder unterhalb des zu behandelnden Objektes 37 festzulegen. Dadurch kann in gewissen Grenzen auch die Größe bzw. das Flächenmaß einer hochkonzentrierten Einwirkzone 58 auf der Oberseite 47 des Objektes 37 eingestellt werden. Im Anwendungsfall "Schweißen" kann somit die Größe der projizierten Schweißlinse und/oder die Einbrandtiefe in einfacher Art und Weise reguliert werden. Da sich durch Betätigung der Einstellvorrichtung 55 auch der Abstand 46 zwischen der Elektrode 27 und der Werkstückoberfläche ändert, ist es bei Umstellung der Einstellvorrichtung 55 gegebenenfalls vorteilhaft, auch die Eigenschaften der Stromquelle 3 entsprechend mit-

zuführen bzw. deren Zündeigenschaften anzupassen.

[0064] Alternativ zur Ausgestaltung einer Einstellvorrichtung 55, über welche der Elektrodenabstand veränderbar ist, ist es auch möglich, Mittel zur Veränderung der Form der inneren Grenzfläche 44 bzw. der Innenfläche des Umgrenzungselementes 42 vorzusehen. Durch Veränderung der Geometrie der Grenzfläche 44 bzw. des Reflektors 45 ist es ebenso möglich, die Größe einer Schweißlinse bzw. das Flächenmaß einer Einwirkzone 58 einzustellen. Eine derartige Einstellvorrichtung 55 kann beispielsweise durch mehrere relativ zueinander verstellbare Teile des Umgrenzungselementes 42 zur Veränderung der Raumform der Ausnehmung 43 gebildet sein.

[0065] In Fig. 4 ist eine andere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Einrichtung 2 veranschaulicht, wobei für vorhergehend bereits beschriebene Teile gleiche Bezugszeichen verwendet wurden. Die vorhergehenden Beschreibungsteile sind daher auch für gleiche Teile dieser Ausführungsform sinngemäß gültig.

[0066] Hierbei ist der Brennerkopf 21 über ein Außengewinde direkt in den Halteteil 18 eingeschraubt. Diese Schraubverbindung zwischen dem Halteteil 18 und dem Brennerkopf 21 erlaubt eine mühelose Montage und Demontage dieser beiden Teile. Das von der Elektrodenspitze abgewandte Ende der Elektrode 27 weist eine Abkröpfung bzw. eine tellerförmige Basisplatte 59 auf. Diese Basisplatte 59, welche mit der Elektrode 27 verbunden ist oder einen Teil der Elektrode 27 darstellt, steht somit mit der elektrischen Leitung 8 im Halteteil 18 in elektrisch leitendem Kontakt. Somit ist ein Stromübergang zwischen der Leitung 8 und der Elektrode 27 gewährleistet. Im miteinander verschraubten Zustand ist die Basisplatte 59 der Elektrode 27 zwischen den einander zugewandten Stirnflächen des Brennerkopfes 21 und des Halteteils 18 positioniert bzw. festgeklemmt. Diese Klemmung erfolgt dabei über die Schraubverbindung zwischen den beiden Teilen des Brenners 7. Diese Fixierung der somit in einfacher Art und Weise auch austauschbaren Elektrode 27 gewährleistet auch eine exakte Positionierung derselben im Mittel des Strömungskanals 31 des Brennerkopfes 21, sodaß eine Kontaktierung zwischen der Mantelfläche der Elektrode 27 und dem Strömungskanal 31 bzw. dem Material des Brennerkopfes 21 bzw. des Umgrenzungselementes 22 vermieden ist. Zwischen dem Halteteil 18 und dem davon abschraubbaren Brennerkopf 21 ist wiederum eine Dichtvorrichtung 29 vorgesehen, welche eine strömungsdichte Verbindung zwischen dem Strömungskanal 31 und dem Zuströmkanal 28 im Halteteil 18 herstellt.

[0067] Wenigstens ein Durchbruch 60 in der Basisplatte 59 stellt dabei den Übergang zwischen dem Zuströmkanal 28 und dem Strömungskanal 31 dar. Im gezeigten Ausführungsbeispiel ist die Leitung 8 für die Zuführung elektrischer Energie innerhalb des Zuströmkanals 28 angeordnet.

[0068] Bei dieser Ausführungsform weist die Spitze

der Elektrode 27 eine kugel- bzw. tropfenartige Form auf. Dadurch kann deren maximale Einsatzdauer wesentlich gesteigert werden.

[0069] Beim vorliegenden Ausführungsbeispiel ist die Grenzfläche 44 der Ausnehmung 43 im Umgrenzungselement 42 bzw. Brennerkopf 21 pfannenartig ausgeformt. Insbesondere kann dadurch im Umgrenzungselement 42 eine parabolspiegelförmige Grenzfläche 44 geschaffen werden, welche einen exakt definierten Fokussierungs- bzw. Brennpunkt 56 ergibt. Die Lage dieses Fokussierungs- bzw. Brennpunktes 56 kann wiederum über die Einstellvorrichtung 55 relativ zur Oberseite 47 des Objektes 37 verändert werden. Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist das Objekt 37 durch zwei übereinanderliegende Bleche 61 gebildet, welche mittels dem Brenner 7 punktverschweißt werden. Die Größe der Einwirkzone 58 des Brenners 7 bzw. die Größe des Schweißpunktes kann dabei u.a. durch die Einstellvorrichtung 55 den jeweiligen Erfordernissen angepaßt werden. Selbstverständlich ist es - wie allgemein bekannt ist - auch möglich, durch die Höhe des Schweißstromes die Einbrandtiefe bzw. die Intensität der thermischen Energie zu bestimmen. Diese Parameter sind dabei sicherlich die primären Faktoren zur Regelung der Schweißleistung bzw. Größe des Schweißpunktes.

[0070] Bei dieser Ausgestaltung ist die Einstellvorrichtung 55 bzw. das demgemäße Aufsatzelement 53 durch eine ringförmige Hülse im Außenbereich um das Umgrenzungselement 42 gebildet und mit diesem über eine Gewindevorrichtung verstellbar verbunden. Im unteren Bereich des Aufsatzelementes 53 sind wiederum Durchbrüche bzw. Einschnitte 51 vorgesehen, über welche ein Überdruck im Inneren der Ausnehmung 43 bzw. Hohlkammer 41 während dem Einsatzzustand des Brenners 7 gegenüber dem Umgebungsdruck des Brenners 7 allmählich bzw. kontrolliert ausgeglichen werden kann. Anstelle dieser Einschnitte 51 ist es selbstverständlich auch möglich, im unteren Randbereich des Aufsatzelementes 53 warzenförmige Erhebungen 62 vorzusehen und dadurch Ausströmöffnungen 49 für den Überdruck in der Hohlkammer 41 zu schaffen. Mittels diesen warzenförmigen Erhebungen 62 kann auch eine Oberseite 47 des Objektes 37 vor Kratz- bzw. Schleifspuren geschützt werden, wenn der Brennerkopf 21 schleifend über die Oberseite 47 des Objektes 37 hinwegbewegt wird. Diese Verfahrensbewegung des Brenners 37 kann beispielsweise bei der Bildung von durchgängigen Nahtschweißverbindungen zwischen den Blechen 61 ausgeführt werden.

[0071] Im dargestellten Ausführungsbeispiel weist der Strömungskanal 31 im Umgrenzungselement 42 bzw. Brennerkopf 21 eine sich konisch verjüngende bzw. trompetenförmige Querschnittsform auf. Insbesondere verjüngt sich dieser Strömungskanal 31 ausgehend vom Bereich des Halteteils 18 in Richtung zur Spitze der Elektrode 27 bzw. in Richtung zur Hohlkammer 41 zunehmend. Dadurch wird ein möglichst effekt-

voller Gasverschluß erzielt, welcher einen Ausgleich des entstehenden Überdruckes in der Hohlkammer 41 über den Strömungskanal 31 erschwert, sodaß ein Druckausgleich vorwiegend über die Einschnitte 51 stattfindet. Dieser Gasverschluß wird also dadurch erreicht, daß der Strömungskanal 31 zwischen der zentralen Elektrode 27 und dem diese umgebenden Umgrenzungselement 42 in Richtung zum zu bearbeitenden Objekt 37 bzw. Werkstück 38 konisch bzw. trompetenförmig verjüngend ausgebildet ist.

[0072] Fig. 5 zeigt eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Einrichtung in Schnittdarstellung. Viele Bauteile sind ident zu den bereits beschriebenen Teilen und wurden daher für gleiche Teile wiederum gleiche Bezugszeichen verwendet. Die jeweiligen Beschreibungsteile sind daher ebenso entsprechend übertragbar.

[0073] Hierbei weist der dem zu behandelnden Objekt 37 zuzuwendende Endbereich des Brennerkopfes 21 eine im Querschnitt mehreckige Ausnehmung 43 auf. Insbesondere ist die Grenzfläche 44 der Ausnehmung 43 im Querschnitt betrachtet segmentiert und weist mehrere winkelig zueinander verlaufende Teilflächen auf. Die Raumform der Ausnehmung 43 bzw. die Form des demgemäßen Reflektors 45 ist dabei wiederum derart gewählt, daß eine Fokussierung bzw. Konzentration der thermischen Energie bzw. des in der Hohlkammer 41 generierten Plasmas auf die zu bearbeitende Stelle am Objekt 37 erreicht wird. Eine Öffnungsweite der Ausnehmung 43 im Brennerkopf 21 nimmt dabei ausgehend von einem der Elektrodenspitze nächstliegenden Bereich in Richtung zu einem dem Objekt 37 zuzuordnenden Endbereich des Brennerkopfes 21 fortlaufend zu. D.h. eine Öffnungsweite bzw. ein Öffnungsquerschnitt der Ausnehmung 43 steigt mit zunehmender Entfernung zur Elektrodenspitze an, wie dies auch bei den Ausführungen gemäß den Fig. 2 bis 4 deutlich erkennbar ist. Die dargestellte Hohlkammer 41 bzw. Ausnehmung 43 ist also das funktionelle Gegenteil einer Düsenanordnung.

[0074] Bei dieser Ausführungsform ist zudem eine Zufuhrvorrichtung 63 zur bedarfsweisen Zuführung eines Zusatzwerkstoffes 64, beispielsweise eines Schweißzusatzwerkstoffes, vorgesehen. Dieser Zusatzwerkstoff 64 wird im Betriebszustand der Einrichtung 2 durch die hohe thermische Energie bzw. durch das Plasma in der Hohlkammer 41 aufgeschmolzen und kann somit zur Bildung einer Schweißnaht zwischen zwei Werkstücken 38 eingesetzt werden. Dieser Schweißzusatzwerkstoff dringt dabei in einen Fügebereich zwischen den beiden miteinander zu verschweißenden Werkstücken 38 ein und härtet nachfolgend aus. Im einfachsten Fall ist die Zufuhrvorrichtung 63 durch eine Bohrung im Umgrenzungselement 42 bzw. im Brennerkopf 21 gebildet, über welche der Zusatzwerkstoff 64, beispielsweise ein Schweißdraht, in die Hohlkammer 41 zugeführt werden kann. Mittels diesem Zusatzwerkstoff 64 können somit Schweißnähte 65 ge-

schaffen werden, welche auch Spalte zwischen den Werkstücken 38 ausfüllen können.

[0075] Diese Ausführungsform ist weiters zur Zündung wenigstens eines Hilfslichtbogens 66 vorgesehen. Hierzu ist am Brennerkopf 21 zudem eine Gegenelektrode 67 zur primären Elektrode 27 ausgebildet. Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Gegenelektrode 67 durch eine ringförmige Scheibe im unteren Endbereich des Brennerkopfes 21 gebildet. Diese Gegenelektrode 67 ist aus elektrisch leitfähigem, hochtemperaturfestem Werkstoff gebildet und wird über die elektrische Leitung 9 mit dem jeweiligen elektrischen Potential versorgt. Bevorzugt stellt die ringförmige Gegenelektrode 67 am Ende des Brennerkopfes 21 die Anode 68 dar. Die zentrale Elektrode 27, deren Spitze zumindest teilweise in die Ausnehmung 43 bzw. in die demgemäße Hohlkammer 41 hineinragt, bildet bevorzugt die Kathode 69 aus.

[0076] Die Elektrode 27 ist dabei über eine Kuppelungs- bzw. Steckvorrichtung 70 bedarfsweise lösbar mit der elektrischen Leitung 8 verbunden. Der Strömungskanal 31 zwischen der stabförmigen Elektrode 27 und dem Umgrenzungselement 42 stellt wiederum eine Einschnürung im Zuströmkanal 28 bzw. einen verengten Einlaß für das Gas 11 in das innere der Hohlkammer 41 dar.

[0077] Gegebenenfalls ist es auch möglich, den unteren Teilbereich des Brennerkopfes 21 bzw. das Umgrenzungselement 42 von einem sekundären Gasmantel 71 umströmen zu lassen, wie dies mit strichlierten Linien angedeutet wurde. Hierzu kann im Umfangsbereich des Brennerkopfes 21 eine Düse 72 ausgebildet sein, wobei sich der Gasmantel 71 zwischen der Außenfläche des Brennerkopfes 21 und der Innenfläche der Düse 72 ausbildet. Dieser Gasmantel 71 kann dabei zur Kühlung des Brennerkopfes 21 sowie zur Schaffung eines Schutzgasmantels um die Schweißstelle vorgesehen sein. Insbesondere wird dadurch die Ausnehmung 43 bzw. das Umgrenzungselement 42 auch im Außenbereich von einem geeigneten Gas 11 umströmt.

[0078] Bei dieser Ausführungsform ist auch gezeigt, daß die Ausströmöffnung 49 durch Einhaltung einer Distanz zwischen der Unterseite des Brennerkopfes 21 und der Oberseite 47 des Objektes 37 geschaffen werden kann. Eine derartige Anwendung des Brenners 7 ist vor allem beim Einsatz in Kombination mit Robotern problemlos möglich.

[0079] Bei der gezeigten Ausführungsform weist das dem Objekt 37 zuzuwendende Ende eine eigene Schicht bzw. einen Ring als thermischen und/oder elektrischen Isolator 73 auf. Über diesen Isolator 73 wird auch die Bildung unerwünschter elektrischer Verbindungen zwischen der Gegenelektrode 67 und dem Objekt 37 verhindert. Gegebenenfalls kann jedoch auch das Werkstück 38 als Gegenelektrode 67, insbesondere als Anode 68 dienen, sodaß der primäre Lichtbogen 40 zwischen der Spitze der Elektrode 27 und dem Objekt 37 brennt.

[0080] Der Durchmesser des Umgrenzungselementes 42 bzw. des Brennerkopfes 21 kann dabei in Abhängigkeit der erforderlichen Leistung ca. 4 mm bis ca. 40 mm betragen. Der größte Durchmesser der Ausnehmung 43 kann bei üblichen Ausführungen in Relation zur bereitzustellenden Wärmeenergie zwischen 3 mm bis 30 mm betragen. Die Höhe der Ausnehmung 43 bzw. der Hohlkammer 41 kann in Abhängigkeit des gewählten Elektrodenabstandes zur Objekt Oberfläche in etwa 1 mm bis 20 mm betragen.

[0081] In Fig. 6 ist eine andere Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Einrichtung 2 im Schnitt gezeigt. Für vorhergehend bereits beschriebene Teile werden gleiche Bezugszeichen verwendet und sind die jeweiligen Beschreibungsteile darauf übertragbar.

[0082] Dieser Brenner 7 bzw. Brennerkopf 21 ist vor allem zur Bearbeitung winkelig zueinander ausgerichteten Werkstücke 38 ausgebildet. Insbesondere ist es mit diesem Brenner 7 ermöglicht, eine Kehlnaht zwischen zwei winkelig zueinander ausgerichteten Blechen 61 zu bilden.

[0083] Wesentlich ist bei diesem Brennerkopf 21 wiederum, daß das Umgrenzungselement 42 die zu verschweißende Stelle überdeckt und somit in Verbindung mit den Oberseiten 47 der Werkstücke 38 wiederum eine Hohlkammer 41 geschaffen ist, in welcher ein Lichtbogen 40 brennt und ein Überdruck besteht. Auch bei dieser Ausführungsform kann eine Zufuhrvorrichtung 63 zur kontrollierten Zufuhr eines Zusatzwerkstoffes 64, beispielsweise eines Schweißdrahtes, vorgesehen sein.

[0084] Ein wesentliches Merkmal dieser Ausführung liegt darin, daß die Stirnflächen 50 des Brennerkopfes 21 nicht rechtwinkelig zur Längsmittelachse 52, sondern schiefwinkelig, insbesondere spitzwinkelig zur Längsmittelachse 52 verlaufen. Dadurch wird es ermöglicht, eine weitgehendst abgeschlossene Hohlkammer 41 um die winkelig zueinander ausgerichteten Werkstücke 38 auszubilden. Die Grenzfläche 44 der Ausnehmung 43 im Umgrenzungselement 42 ist wiederum gewölbeartig ausgebildet. Im Querschnitt stellt sich dies durch eine konkave Ausnehmung 43 im Umgrenzungselement 42 dar.

[0085] Ein Vorteil dieses Umgrenzungselementes 42 liegt darin, daß nach dem Zünden des Lichtbogens 40 das Plasma bzw. die hohe thermische Energie im Inneren der Hohlkammer 41 nicht sofort entweichen kann, sondern über eine vergleichsweise lange Zeitdauer gespeichert bzw. konzentriert bleibt und von einem vorzeitigen Entweichen in den Umgebungsbereichen um den Brennerkopf 21 abgehalten wird. Der Brennerkopf 21 kann daher auch als Abschirmvorrichtung für umliegenden Bereiche angesehen werden.

[0086] Zur Verbesserung des Reflexionsverhaltens der Grenzfläche 44 kann diese auch eine hochtemperaturbeständige Beschichtung oder eine folienartige Einlage aufweisen. Um die Wärmestrahlung im Inneren der Hohlkammer 41 längerfristig speichern zu können,

kann es sich als vorteilhaft erweisen, wenn das Umgrenzungselement 42 aus einem thermisch einigermaßen isolierenden Werkstoff gebildet wird.

[0087] Als Basis- bzw. Kernmaterial für den Brennerkopf 21 kann dabei ein Kupferwerkstoff eingesetzt werden, welcher an den erforderlichen Stellen, insbesondere in der Ausnehmung 43 mit einer Keramikbeschichtung versehen wird. Durch partielle Einschnitte in diese Keramikbeschichtung kann dann auch die Gegenelektrode 67 zum Aufbau eines Hilfslichtbogens 66 oder des Lichtbogens 40 ausgebildet werden.

[0088] Weiters ist es vorteilhaft, wenn die Grenzfläche 44 der Ausnehmung 43 schlechte Hafteigenschaften für Schwebestandteile bzw. Schweißspritzer aufweist. Dies kann durch eine möglichst glatte Grenzfläche 44 erreicht werden. Gegebenenfalls kann auch eine geeignete Antihafbeschichtung vorgesehen sein.

[0089] Fig. 7 veranschaulicht ein Werkstück 38, welches mit Hilfe der erfindungsgemäßen Einrichtung 2 hergestellt wurde. Insbesondere wurde dabei in wenigstens ein oder in mehrere übereinander liegende Bleche 61 ein kreisförmiger Durchbruch 74 eingearbeitet. Der kreisförmige Durchbruch 74 kann vor allem bei Verwendung einer im Querschnitt kreisförmigen Ausnehmung im Brennerkopf 21 geschaffen werden. Sofern der Öffnungsquerschnitt bzw. der Querschnitt der Ausnehmung des Brennerkopfes 21 andersartige Formen aufweist, so nimmt auch der mit diesen Brennerköpfen 21 hergestellte Durchbruch 74 demgemäße Formen an. So ist es z.B. möglich, annähernd dreieckige, rechteckige oder mehreckige Durchbrüche 74 in Objekten 37 auszubilden. Diese Durchbrüche 74 mit nahezu beliebiger Form werden dabei durch konzentrierte Einstrahlung hoher thermischer Energie geschaffen. Diese thermische Energie wird durch das entsprechend ausgeformte Umgrenzungselement örtlich begrenzt und wird somit eine hohe Energiedichte auf engstem Raum - ähnlich einer Laserschweißvorrichtung - bereitgestellt. Das hoch erhitzte Material des Werkstückes 38 in dem vom Umgrenzungselement 42 umgrenzten Bereich tropft bzw. schmilzt dabei von den vergleichsweise kühlen Randbereichen weg und wird dadurch der Durchbruch 74 geschaffen. Eine mögliche Form des Brennerkopfes 21 ist mit strichlierten Linien angedeutet worden.

[0090] Fig. 8 zeigt ein Diagramm 75, welches einen bevorzugten Energieverlauf zur Bildung eines Durchbruches 74 gemäß Fig. 7 in vorteilhafter Art und Weise ermöglicht.

[0091] Dabei ist auf der Ordinate der Stromwert I und auf der Abszisse die Zeit t aufgetragen. Aus einer entsprechenden Kennlinie 76 ist erkennbar, daß der Strom in einer Anfangs- bzw. Aufwärmphase 77 weitgehendst konstant auf einem bestimmten Stromwert gehalten wird. Nachdem innerhalb der Aufwärmphase 77 eine ausreichend hohe Wärmeenergie auf das Objekt 37 eingewirkt hat, wird in einem nachfolgenden Energieimpuls 78, welcher beispielsweise durch eine Stromerhöhung und/oder durch eine Änderung sonstiger Parameter,

beispielsweise des Gases 11, geschaffen wird, eine Entfernungsphase 79 für das zuvor erwärmte Material eingeleitet. Der Vorteil dieser sprunghaft ansteigenden Energiezufuhr liegt darin, daß möglichst saubere bzw. exakte Grenzkannten des Durchbruches 74 erreicht werden.

[0092] In den Fig. 9 bis 12 sind weitere mögliche Ausgestaltungsformen von Ausnehmungen 43 im Umgrenzungselement 42 veranschaulicht.

[0093] Aus Fig. 9 ist dabei ersichtlich, daß die Ausnehmung 43 im Längsschnitt durch den Brennerkopf 21 betrachtet auch eine weitgehendst kreissegmentförmige Querschnittsform aufweisen kann.

[0094] Eine Öffnungsweite 80 ist dabei kleiner gewählt als der maximale Durchmesser der kugelförmigen Ausnehmung 43 im Umgrenzungselement 42. Diese Ausgestaltung bildet eine Hohlkammer 41, welche eine gute Pufferung des Plasmas bzw. der thermischen Energie ermöglicht.

[0095] Fig. 10 zeigt eine andere Ausführungsform der Ausnehmung 43. Hierbei wurde die Grenzfläche 44 bzw. der Reflektor 45 aus mehreren Krümmungsradien 81, 82 zusammengesetzt. Diese Krümmungsradien 81, 82 können dabei unterschiedliche, oder aber auch gleiche Werte aufweisen. Im dargestellten Ausführungsbeispiel sind die Zentrumsunkte der Krümmungsradien 81, 82 seitlich versetzt zur Längsmittelachse 52 angeordnet, sodaß zwischen den Zentrumsunkten der beiden Krümmungsradien 81, 82 ein Abstand 83 vorliegt. Der Übergangsbereich zwischen den beiden Krümmungsradien 81, 82 ist bevorzugt durch einen größeren Radius oder durch eine Ebene gebildet, in deren Zentrum die Elektrode 27 in die Ausnehmung 43 hineinragt.

[0096] Fig. 11 zeigt eine weitere Ausführungsform einer Ausnehmung 43 im Umgrenzungselement 42. Hierbei sind die Wandbereiche der Ausnehmung 43 weitgehendst parallel zur Längsmittelachse 52 des Brennerkopfes 21 ausgerichtet. D.h. die Ausnehmung 43 weist eine weitgehendst zylindrische Form auf. Der Übergangsbereich zwischen den zylindrischen Wandflächen der Ausnehmung 43 und der oberen Grenzfläche derselben können dabei rechtwinkelig oder, wie in strichlierten Linien dargestellt, abgerundet ausgebildet sein. Zentrisch zur zylindrischen Ausnehmung 43 ist die Elektrode 27 angeordnet und ragt bevorzugt zumindest geringfügig in das Innere der Ausnehmung 43 hinein. Ein derartiger Brennerkopf 21 eignet sich besonders zur Herstellung von Durchbrüchen 74 bzw. von sogenannten "verschweißten Löchern", wie dies aus Fig. 7 ersichtlich ist.

[0097] Fig. 12 zeigt eine weitere Ausgestaltung eines vorteilhaften Brennerkopfes 21. Hierbei ist der dem zu behandelnden Objekt zuzuordnende Endbereich des Umgrenzungselementes 42 bzw. die Ausnehmung 43 im Querschnitt keil- bzw. trompetenförmig erweiternd ausgebildet. Im Spitzenbereich dieser sich stetig erweiternden Ausnehmung 43 ist das Ende der Elektrode 27 plaziert. Der Übergangsbereich zwischen dem Strö-

mungskanal 31 des Brennerkopfes 21 in den Hohlraum 41 bzw. in die Ausnehmung 43 ist dabei wiederum einengend ausgebildet. Diese Einengung im Übergangsbereich zwischen dem Strömungskanal 31 und dem Hohlraum 41 dient dabei wiederum als sogenannter Gasverschluß bzw. als Ventil zur Drosselung der Rückströmwirkung. Die Einengung im Übergangsbereich ist bevorzugt aus dem Material des Umgrenzungselementes 42 gebildet. In gleicher Höhe zu dieser Einengungsstelle ist bevorzugt auch die Spitze der Elektrode 27 platziert.

[0098] Wenngleich vorstehend beschriebene Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung im speziellen beschrieben sind, ist es für den auf diesem Gebiet tätigen Fachmann jedoch selbstverständlich, daß viele Abwandlungen, Auslassungen und Zusätze möglich sind, ohne daß der Umfang und das Wesen der Erfindung verlassen wird. Damit versteht sich, daß die vorliegende Erfindung nicht nur auf die vorstehend behandelten speziellen Ausführungsformen beschränkt ist, sondern auch alle sonstigen Ausführungen, die im Rahmen der in den Ansprüchen geoffenbarten, speziellen Merkmale möglich sind, sowie sämtliche hierzu äquivalenten Ausführungsformen mit einschließt.

Bezugszeichenliste

[0099]

1 System
 2 Einrichtung
 3 Stromquelle
 4 Einstell- und/oder Steuervorrichtung
 5 Leitung
 6 Schlauchpaket
 7 Brenner
 8 Leitung
 9 Leitung
 10 Kontaktierungselement
 11 Gas
 12 Druckgasflasche
 13 Druckminderungsventil
 14 Schlauch
 15 Schlauchleitung
 16 Kühlvorrichtung
 17 Kühlmittelleitung
 18 Halteteil
 19 Auslöser
 20 Drucktaste
 21 Brennerkopf
 22 Schraubverbindung
 23 Rast- und/oder Schnappverbindung
 24 Trägerelement
 25 Griffteil

26 Kontaktierungsstelle
 27 Elektrode
 28 Zuströmkanal
 29 Dichtvorrichtung
 5 30 Zwischenkammer
 31 Strömungskanal
 32 Durchmesser
 33 xDurchmesser
 10 34 Spalt
 35 Länge
 36 Breite
 37 Objekt
 15 38 Werkstück
 39 Kathoden-Anodenstrecke
 40 Lichtbogen
 41 Hohlkammer
 20 42 Umgrenzungselement
 43 Ausnehmung
 44 Grenzfläche
 45 Reflektor
 25 46 Abstand
 47 Oberseite
 48 Einströmöffnung
 49 Ausströmöffnung
 50 Stirnfläche
 30 51 Einschnitt
 52 Längsmittelachse
 53 Aufsatzelement
 54 Pfeil
 35 55 Einstellvorrichtung
 56 Fokussierungs- bzw. Brennpunkt
 57 Distanz
 58 Einwirkzone
 40 59 Basisplatte
 60 Durchbruch
 61 Blech
 62 Erhebung
 45 63 Zufuhrvorrichtung
 64 Zusatzwerkstoff
 65 Schweißnaht
 66 Hilfslichtbogen
 50 67 Gegenelektrode
 68 Anode
 69 Kathode
 70 Kupplungs- bzw. Streckvorrichtung
 55 71 Gasmantel
 72 Düse
 73 Isolator
 74 Durchbruch

| | |
|----|------------------|
| 75 | Diagramm |
| 76 | Kennlinie |
| 77 | Aufwärmphase |
| 78 | Energieimpuls |
| 79 | Entfernungsphase |
| 80 | Öffnungsweite |
| 81 | Krümmungsradius |
| 82 | Krümmungsradius |
| 83 | Abstand |

Patentansprüche

1. Einrichtung, insbesondere Brenner zur Erzeugung von Plasma zum Schweißen, Schneiden, Härten oder Sterilisieren von zu bearbeitenden Objekten bzw. von zu behandelnden Materialien mit wenigstens einer Elektrode zum Anlegen eines Spannungspotentials einer Stromquelle, um wenigstens einen Lichtbogen zwischen einer durch unterschiedlich gepolten Elektroden aufgebauten Kathoden-Anodenstrecke aufzubauen, **dadurch gekennzeichnet, daß** wenigstens eine von zwei unterschiedlich zu polenden Elektroden (27) oder wenigstens ein Teilbereich der Kathoden-Anodenstrecke (39) von einem eine Ausnehmung (43) aufweisenden Umgrenzungselement (42), welches in Zusammenwirken mit der Objektoberfläche eine Hohlkammer (41) ausbildet, zumindest teilweise umgeben bzw. umhüllt ist und die Hohlkammer (41), welche objektseitig unmittelbar durch die Objektoberfläche begrenzt wird, zum Aufbau des Lichtbogens (40) ausgebildet ist.
2. Einrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Ausnehmung (43) im Umgrenzungselement (42) eine dom- oder kuppelartige Hohlkammer (41) um die Kathoden-Anodenstrecke (39) ausbildet.
3. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Ausnehmung (43) im Umgrenzungselement (42) in einem dem zu behandelnden Material bzw. Objekt (37) zuzuordnenden Rand- oder Stirnendbereich die größte Öffnungsweite aufweist und in Kombination bzw. in Zusammenwirken mit einem zu behandelnden bzw. zu bearbeitenden Material bzw. Objekt (37) die Hohlkammer (41) bildet.
4. Einrichtung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Umgrenzungselement (42) im Schnitt bogenförmige, insbesondere konkave Begrenzungskanten zur Bildung der Hohlkammer (41) aufweist.
5. Einrichtung nach mindestens einem der vorherge-

henden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Umgrenzungselement (42) eine räumlich gewölbte Grenzfläche (44) um die Kathoden-Anodenstrecke (39) ausbildet.

- 5
6. Einrichtung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die innere Grenzfläche (44) des Umgrenzungselementes (42) einen Reflektor (45) darstellt und eine Reflexion der Wärmestrahlung und/oder eine Fokussierung der Plasmastrahlung auf das zu behandelnde Material bzw. Objekt (37) bewirkt.
- 10
7. Einrichtung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die innere Grenzfläche (44) des Umgrenzungselementes (42) weitgehendst der Form der Innenfläche einer geteilten, beispielsweise halbierten Hohlkugel entspricht.
- 15
8. Einrichtung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Umgrenzungselement (42) eine parabolspiegelförmige Grenzfläche (44) aufweist.
- 20
9. Einrichtung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die einseitig offene Ausnehmung (43) im Umgrenzungselement (42) eine Brenn- bzw. Entladungskammer für einen Lichtbogen (40) bzw. Plasmalichtbogen mit sphärischer Innen- bzw. Grenzfläche (44) ausbildet und die Ausnehmung (43) bzw. die demgemäße Hohlkammer (41) bei Zuordnung zu einer Objektoberfläche weitgehendst abgeschlossen wird.
- 25
10. Einrichtung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** ein durch die Reflexions- bzw. Grenzfläche (44) des Umgrenzungselementes (42) definierter Fokussierungs- bzw. Brennpunkt (56) entweder auf der Oberseite (47), im Inneren oder unterhalb des zu behandelnden Objektes (37) liegt.
- 30
11. Einrichtung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** im Umgrenzungselement (42) wenigstens ein Einschnitt (51) bzw. Durchbruch zum Aufbau einer Strömungsverbindung zwischen dem Innenraum der Hohlkammer (41) und dem Umgebungsbereich der Einrichtung (2) ausgebildet ist.
- 35
12. Einrichtung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Einschnitte (51) oder Durchbrüche im Umgrenzungselement (42) in dem einem Objekt (37) bzw. Werkstück (38) zuzuordnenden Randbereich ausgebildet sind.
- 40
- 45
- 50
- 55

13. Einrichtung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** mehrere Einschnitte (51) bzw. Ausnehmungen in einem gleichen Teilungswinkel angeordnet sind und sich radial zu einer Längsmittelachse (52) des Umgrenzungselementes (42) erstrecken. 5
14. Einrichtung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Umgrenzungselement (42) oder alternativ ein im Randbereich des Umgrenzungselementes (42) angeordnetes Aufsatzelement (53) zur direkten Abstützung auf der Oberseite (47) eines zu behandelnden Materials bzw. Objektes (37) ausgebildet ist. 10
15. Einrichtung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Aufsatzelement (53) oder der einem zu bearbeitenden Objekt (37) zuzuordnende Randbereich des Umgrenzungselementes (42) eine hohe thermische Beständigkeit aufweist und am zu behandelnden Objekt (37) möglichst keine Schleif- oder Kratzspuren verursacht. 20
16. Einrichtung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** eine Einstellvorrichtung (55) zum Verändern bzw. Variieren des Fokussierungs- bzw. Brennpunktes (56) ausgebildet ist. 25
17. Einrichtung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Einstellvorrichtung (55) durch Mittel zur Verstellung einer Distanz des Umgrenzungselementes (42) relativ zu einem zu behandelnden Material bzw. Objekt (37) gebildet ist. 30
18. Einrichtung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Einstellvorrichtung (55) durch Mittel zur Veränderung der inneren Grenzfläche (44) bzw. der Innenfläche des Umgrenzungselementes (42) gebildet ist. 35
19. Einrichtung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Einstellvorrichtung (55) durch Mittel zur bedarfsweisen Veränderung der Brennweite und/oder der Größe der projizierten Schweißlinse gebildet ist. 40
20. Einrichtung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** Mittel zur bedarfsweisen Veränderung des Öffnungs- bzw. Durchströmquerschnittes der Einschnitte (51) bzw. Durchbrüche ausgebildet sind. 45
21. Einrichtung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Umgrenzungselement (42) aus einem elektrisch isolierenden Werkstoff gebildet ist. 50
22. Einrichtung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Einrichtung lediglich eine als Kathode (69) wirkende Elektrode (27) umfaßt und zum Aufbau eines Lichtbogens (40) zu einem als Anode (68) fungierenden Material bzw. Objekt (37) vorgesehen ist. 55
23. Einrichtung nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 21, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Einrichtung (2) sowohl eine Elektrode (27) als auch Kathode (69) und wenigstens eine weitere Elektrode bzw. wenigstens eine Gegenelektrode (67) als Anode (68) umfaßt.
24. Einrichtung nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet, daß** die als Anode (68) wirkende Elektrode im Vergleich zur Kathode (69) näher einem zu behandelnden Material bzw. Werkstück (38) angeordnet ist.
25. Einrichtung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die als Kathode (69) fungierende Elektrode (27) das Umgrenzungselement (42) in dessen Längsrichtung zentrisch durchsetzt und ein Ende der Elektrode (27) oder eine Elektrodenspitze in einem Abstand (46) vor dem offenen Randbereich bzw. der Stirnfläche (50) des Umgrenzungselementes (42) endet.
26. Einrichtung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Abstand (46) zwischen der Elektrodenspitze und dem Randbereich bzw. der Stirnfläche (50) des Umgrenzungselementes (42) oder aber einer Oberseite (47) eines zu behandelnden Objektes (37) 0,05 mm bis 1,0 mm, bevorzugt in etwa 0,2 mm beträgt.
27. Einrichtung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Elektrodenspitze kegelförmig ausgebildet ist.
28. Einrichtung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Elektrodenspitze eine kugel- bzw. tropfenartige Form aufweist.
29. Einrichtung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** zwischen der Elektrode (27) und dem Umgrenzungselement (42) wenigstens ein Strömungskanal

(31) zur externen Zuführung eines Gases (11), z.B. Luft, CO₂, Argon (Ar), Helium (He), Sauerstoff (O₂) und dgl., oder eines Gasgemisches in die Hohlkammer (41) ausgebildet ist.

5

30. Einrichtung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Gas (11) in einem Bereich zwischen Elektrodenspitze und innerer Grenzfläche (44) des Umgrenzungselementes (42) austreten kann. 10
31. Einrichtung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** ein Spalt (34) zwischen der Elektrode (27) und dem Umgrenzungselement (42) eine Breite (36) von 0,5 mm bis 1,5 mm aufweist und eine Spaltlänge bzw. eine Länge (35) des Strömungskanals (31) zwischen der Elektrode (27) und dem diese Elektrode (27) mit Freiraum umgebenden Umgrenzungselementes (42) das 10 bis 15fache der Spaltbreite beträgt. 15
20
32. Einrichtung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Strömungskanal (31) zwischen der zentralen Elektrode (27) und dem diese umgebenden Umgrenzungselement (42) in Richtung zu einem zu bearbeitenden Objekt (37) bzw. Werkstück (38) konisch verjüngend ausgebildet ist. 25
30
33. Einrichtung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** eine Zufuhrvorrichtung (63) zur bedarfsweisen Zuführung eines Zusatzwerkstoffes (64), beispielsweise eines Schweißdrahtes ausgebildet ist. 35
34. Einrichtung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Zufuhrvorrichtung (63) durch eine Bohrung im Brennerkopf (21) bzw. im Umgrenzungselement (42) gebildet ist. 40
35. Einrichtung nach mindestens einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Elektrode (27) nicht abschmelzend ausgebildet ist und aus einem hochtemperaturbeständigen Werkstoff, beispielsweise aus Wolfram oder aus einer geeigneten Wolframlegierung besteht. 45
50

55

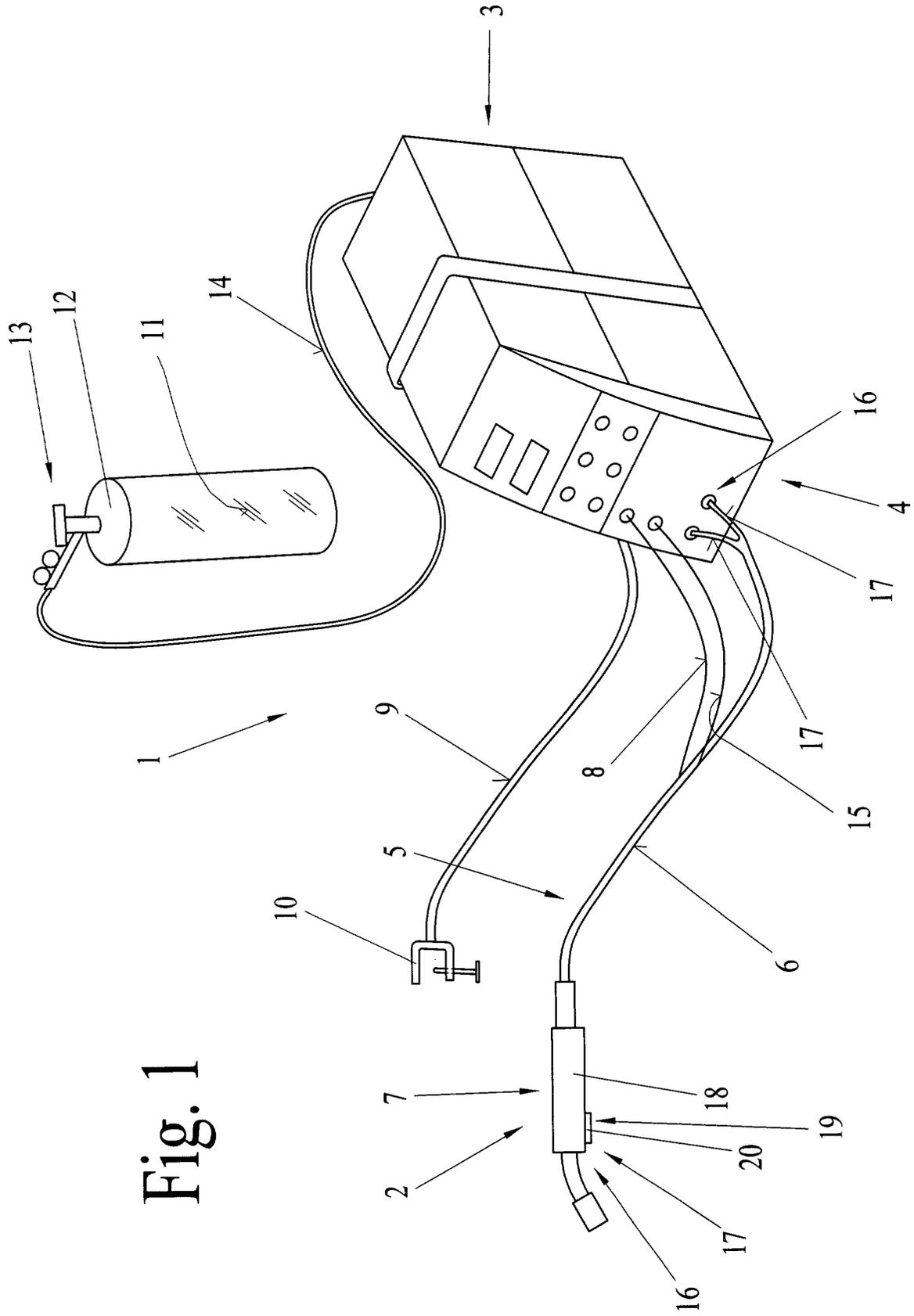


Fig. 1

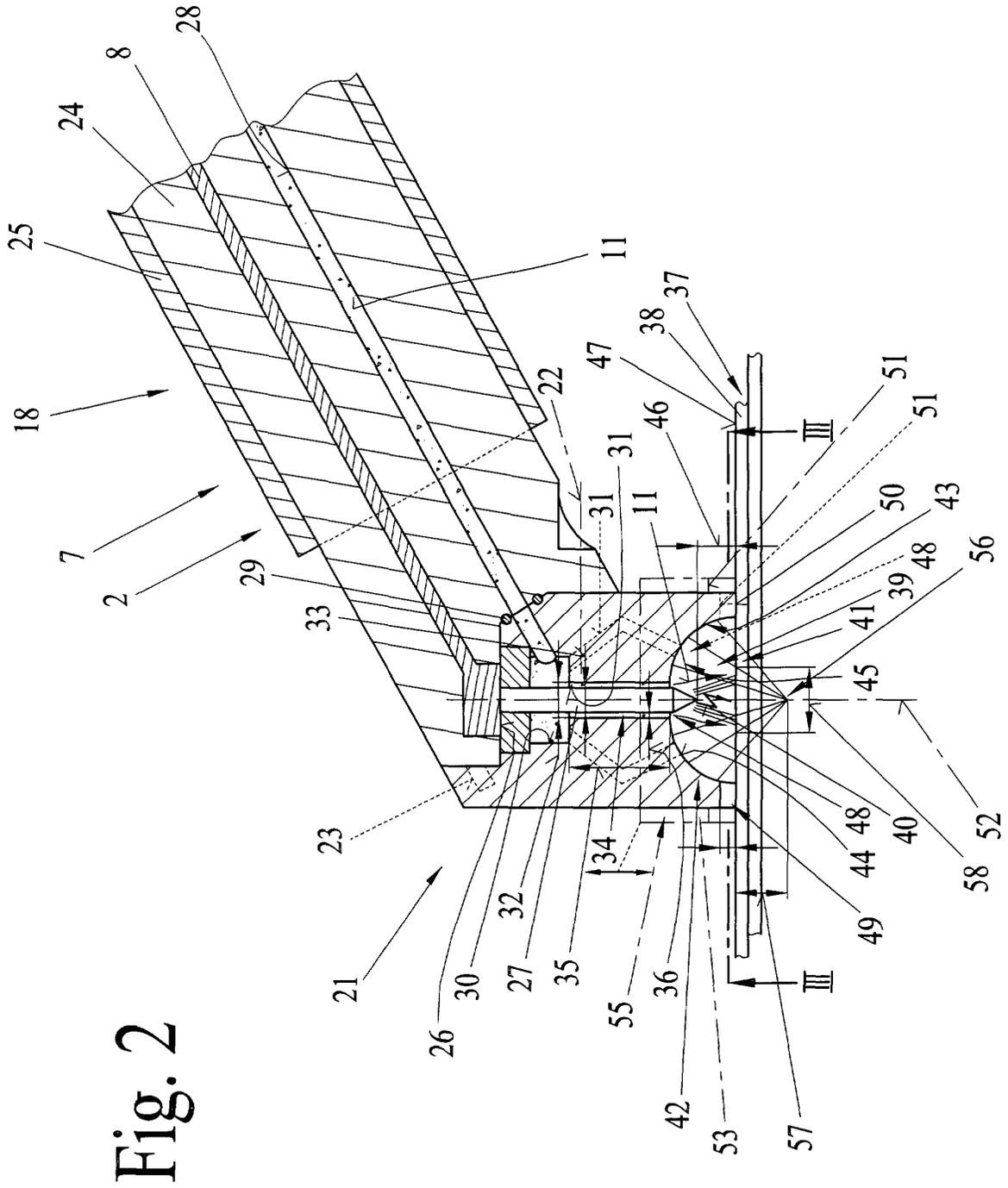


Fig. 2

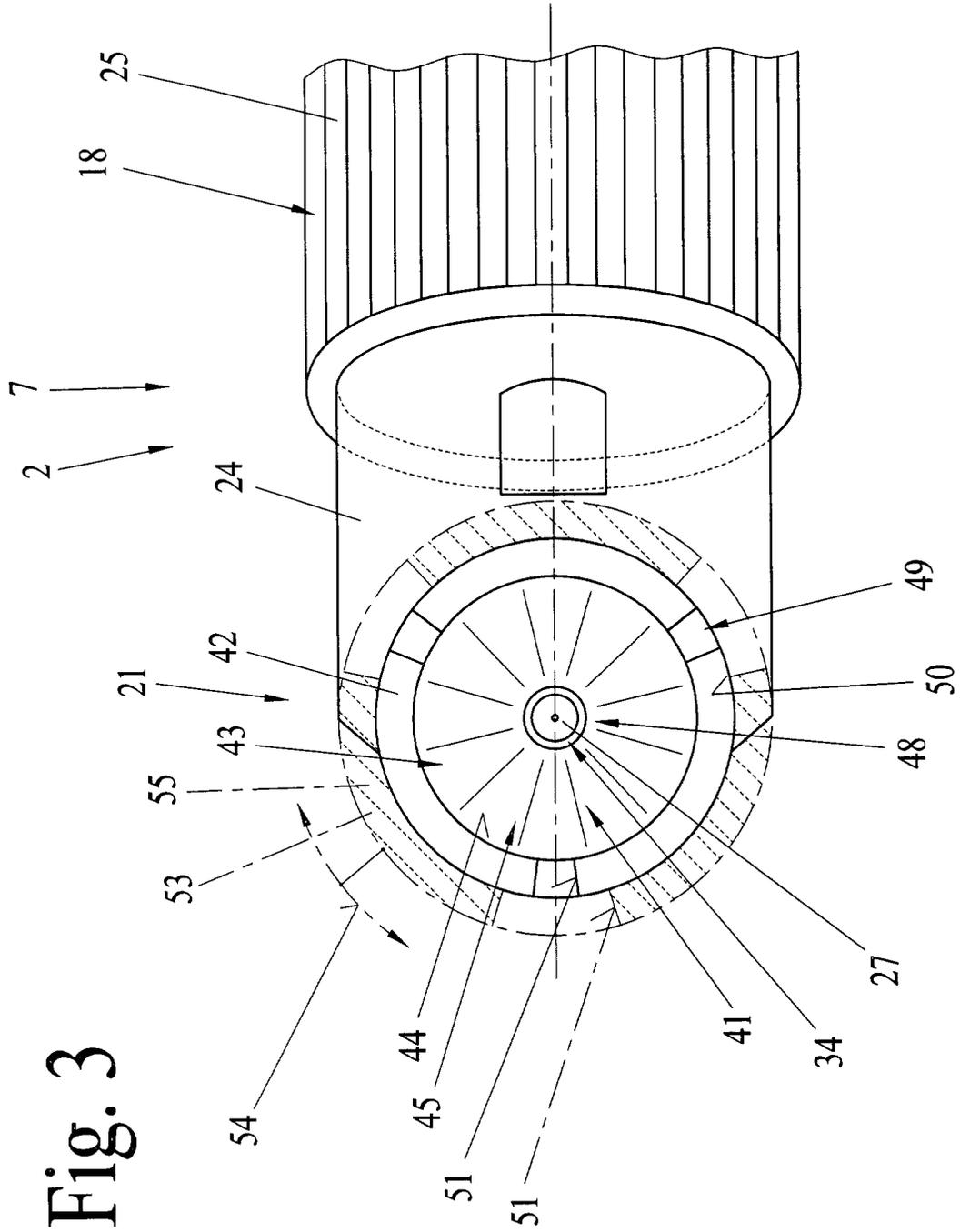


Fig. 4

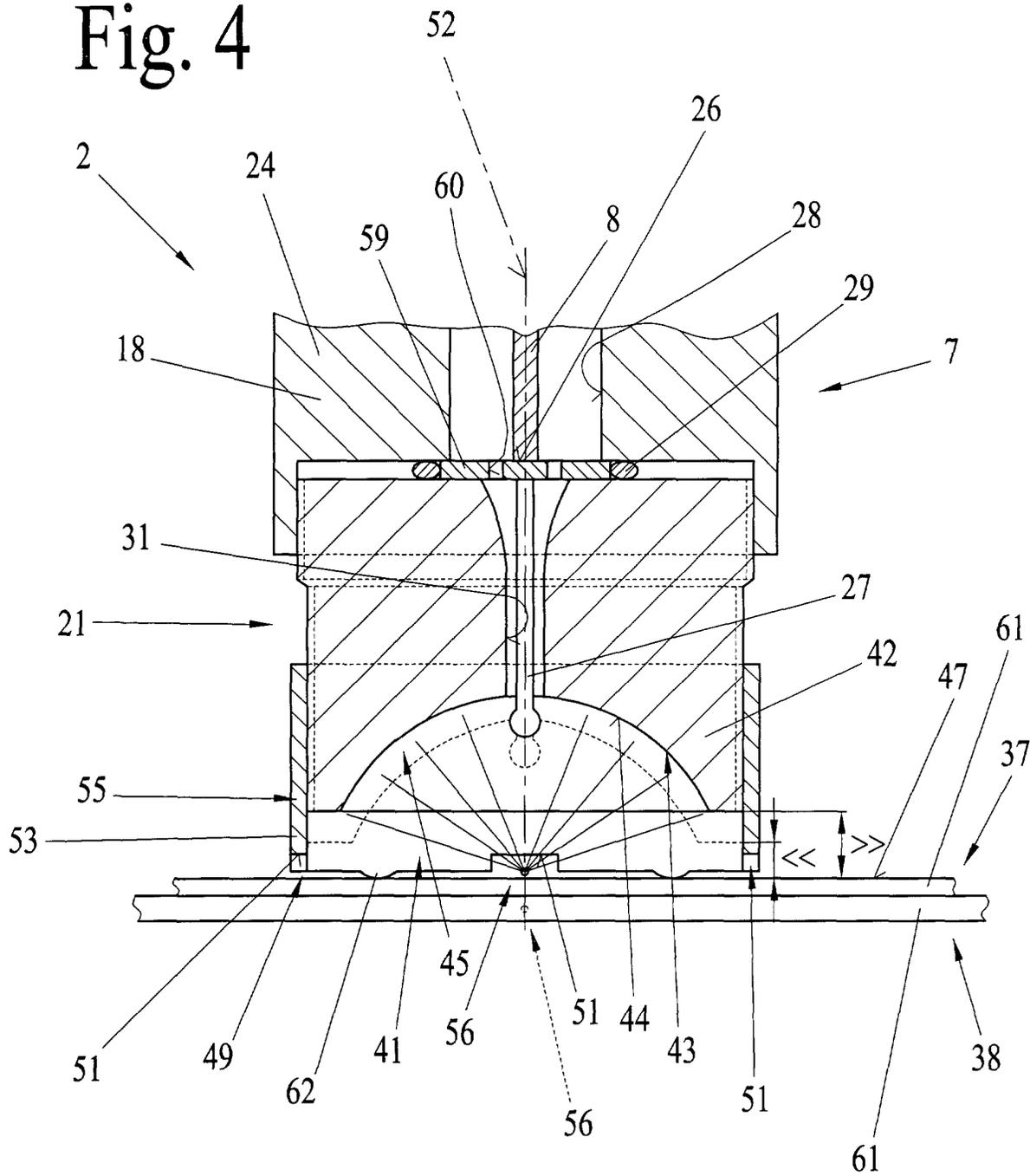


Fig. 5

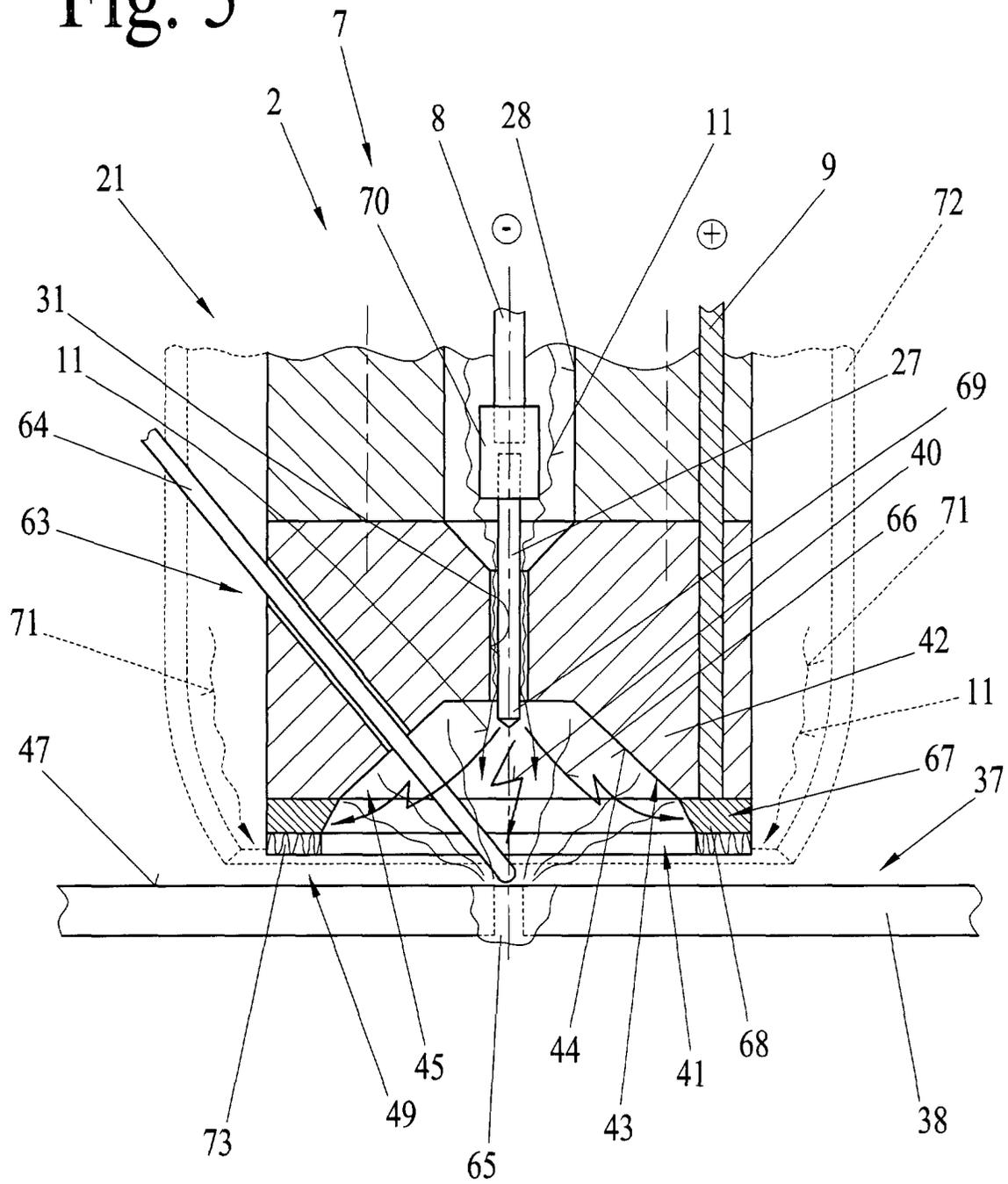


Fig. 6

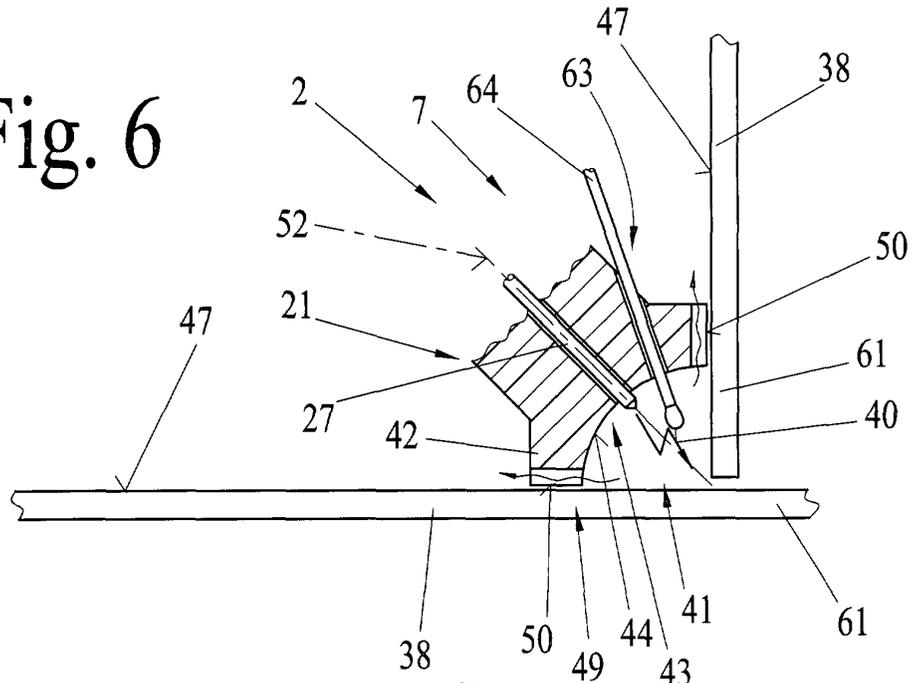


Fig. 7

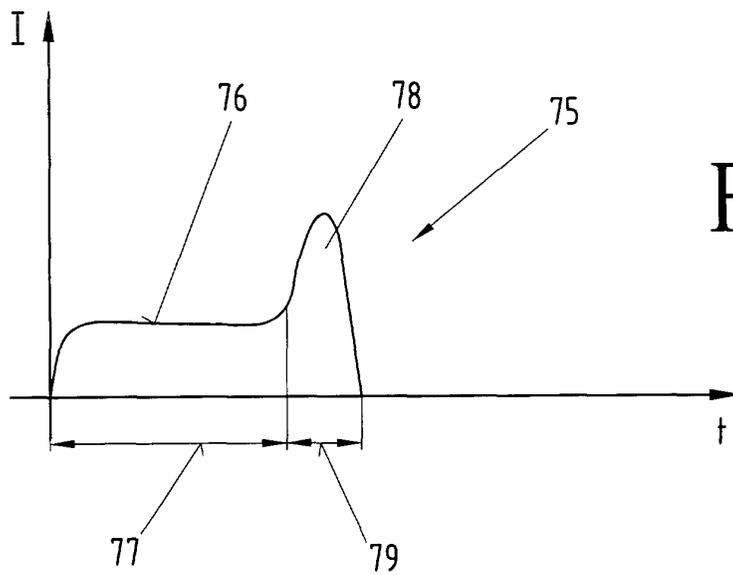
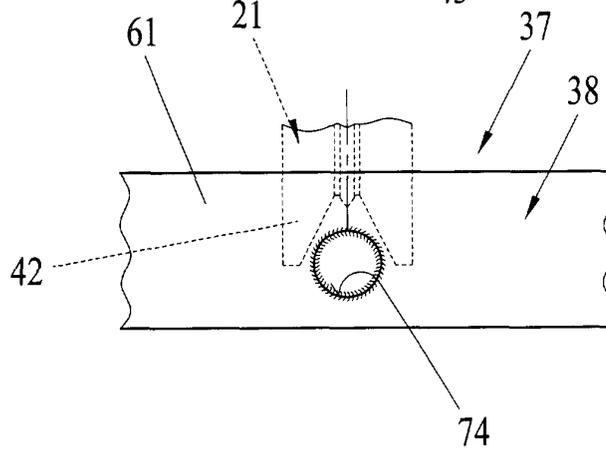


Fig. 8

Fig. 9

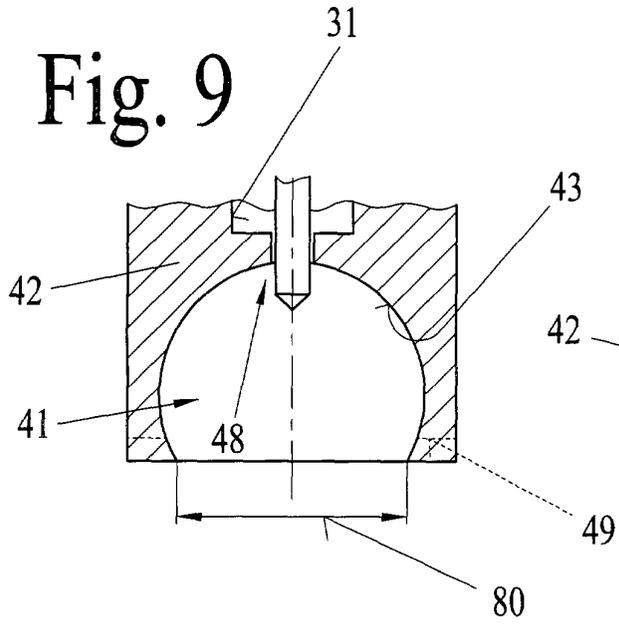


Fig. 10

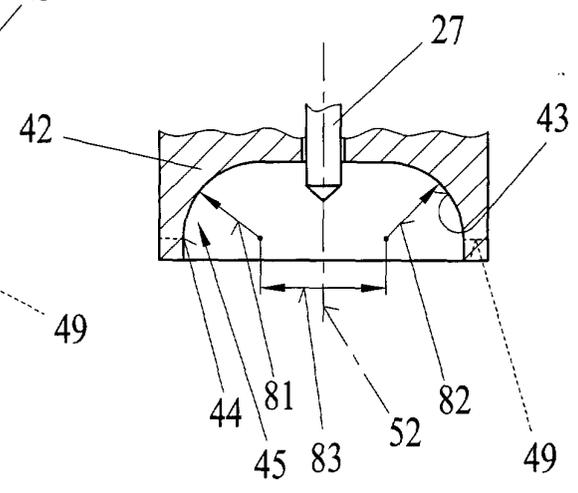


Fig. 11

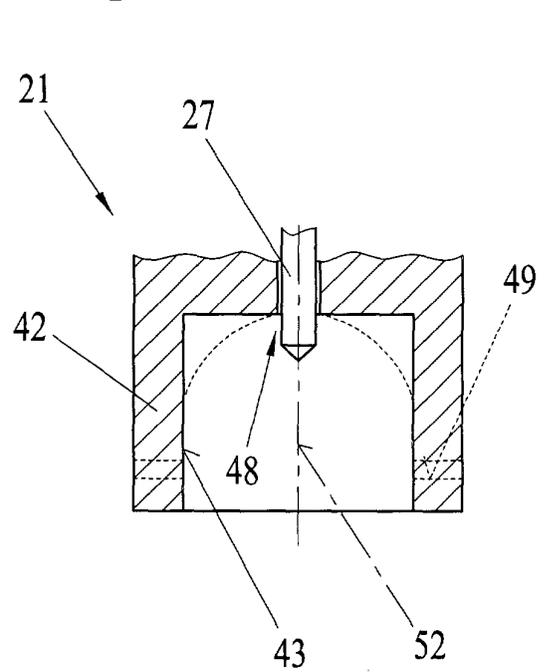


Fig. 12

