

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 601 968 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
21.05.1997 Patentblatt 1997/21

(51) Int. Cl.⁶: **B05B 13/06**, B05B 7/22

(21) Anmeldenummer: **93810793.5**

(22) Anmeldetag: **16.11.1993**

(54) **Plasmaspritzgerät**

Plasma spray gun

Appareil de pulvérisation par plasma

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH DE DK ES FR GB GR IE IT LI LU MC NL
PT SE**

(30) Priorität: **05.12.1992 DE 4240991**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
15.06.1994 Patentblatt 1994/24

(73) Patentinhaber: **Sulzer Metco AG
5610 Wohlen (CH)**

(72) Erfinder: **Keller, Silvano
CH-5315 Böttstein (CH)**

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

(56) Entgegenhaltungen:
**CH-A- 397 480 FR-A- 2 252 875
FR-A- 2 397 912 US-A- 3 865 525**

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

EP 0 601 968 B1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Plasmaspritzgerät zum Beschichten von Bohrungs- und Rohrwandungen.

Plasmaspritzgeräte werden im allgemeinen zum Beschichten von thermisch oder mechanisch hoch beanspruchten Teilen eingesetzt, indem ein entsprechendes Material, beispielsweise Keramik oder eine geeignete Metallegierung, durch den im Plasmabrenner erzeugten Lichtbogen geschmolzen und mittels Unterstützung einer Gasströmung auf die zu beschichtende Fläche aufgetragen wird. Solange die zu beschichtende Fläche leicht von aussen her zugänglich ist, kann diese mit einem herkömmlichen Plasmaspritzgerät beschichtet werden. Sollen jedoch Bohrungs- oder Rohrwandungen beschichtet werden, so stellen sich gewisse Probleme. Wird eine solche Wandung durch ein Plasmaspritzgerät mit in Bezug auf seine Längsachse achsial austretendem Plasmastrahl beschichtet, so ist dies höchst ineffizient, da nur ein verschwindend geringer Teil des geschmolzenen Beschichtungsmaterials auch effektiv auf die Wandung aufgetragen wird.

Um solche Wandungen beschichten zu können, wird deshalb oft mit einem abgelenkten Plasmastrahl gearbeitet, welcher unter einem bestimmten Winkel zur Längsachse des Plasmaspritzgerätes austritt. Dazu wird der Plasmabrenner in die zu beschichtende Bohrung eingefahren und das Werkstück gedreht, und zwar so, dass die Rotationsachse des Werkstücks mit der Längsachse der Bohrung zusammenfällt. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass die Wandung des Rohres oder der Bohrung gleichmässig und am ganzen Umfang beschichtet wird.

Sollen jedoch Bohrungswandungen von grossen Werkstücken oder beispielsweise Wandungen von montierten Rohren beschichtet werden, so können diese zum Beschichten nicht mehr um den Brennerkopf herum gedreht werden.

Aus der WO 90/08203 ist ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zum Auftragen einer Metallschicht, insbesondere an Zylinderwandungen, bekannt. Diese Vorrichtung weist eine zentrisch angeordnete Schmelzelektrode in Form eines Endlos-Drahtes auf. An einem um die Schmelzelektrode drehbaren Arm ist endig ein Kopf angebracht, welcher eine Gasaustrittsdüse sowie eine nichtschmelzende Elektrode trägt. Um eine zylindrische Wandung zu beschichten, rotiert die nichtschmelzende Elektrode um die Schmelzelektrode herum, wobei zwischen den beiden Elektroden ein Lichtbogen ansteht, der den Draht schmilzt und wobei gleichzeitig ein "Zerstäubergas" aus der Düse austritt, welches den Lichtbogen quer zur Längsachse der Vorrichtung umströmt. Dadurch wird das geschmolzene Metall in Richtung der Zylinderwand geblasen, in kleinste Partikel zerlegt und an der Wandung des Zylinders aufgetragen. Durch die Drehung der nicht schmelzenden Elektrode mit dem ausströmenden Gas um die Schmelzelektrode herum wird die Zylinderwand auf ihrem ganzen Umfang beschichtet.

Nachteilig an einer solchen Vorrichtung ist, dass nur relativ tief schmelzende Materialien aufgetragen werden können. Im weiteren können die Durchmesser von verschiedenen zu beschichtenden Zylinderbohrungen nur geringfügig voneinander abweichen, da die maximale Flugstrecke des Metalls im geschmolzenen Zustand eher klein ist. Durch den relativ grossen Umfang des rotierenden Kopfes ist zudem der minimale Durchmesser einer zu beschichtenden Wandung einer Bohrung relativ gross.

Ein drehbarer Plasmabrenner ist aus der DE 40 02 808 bekannt. Dieser Plasmabrenner weist eine achsial fluchtende, am Ende einer Hohlwelle angebrachte Düsenanordnung mit achsial austretendem Plasmastrahl auf. Die Hohlwelle ist dabei drehbar in einer starr mit einer Stütze gekoppelten Hülse aufgenommen. Zum Antrieb der Hohlwelle ist ein über eine Riemenscheibe mit der Hohlwelle gekoppelter Elektromotor vorgesehen. Dieser Ausführungsform eines Plasmabrenners liegt die Aufgabe zugrunde, durch eine drehende Düsenanordnung das Auftreten von Doppelbögen weitgehend zu verhindern oder zumindest ein Beschädigen der Düsenanordnung auszuschalten. Ein solchermassen ausgebildeter Plasmabrenner kann lediglich als Wärmequelle zum Aufschmelzen von verschiedenen Materialien eingesetzt werden. Ein Beschichten der Innenfläche von Rohren und Bohrungen ist mit einem solchen Plasmabrenner nicht möglich.

Aus der DE 33 01 548 ist ein weiteres, als Vorrichtung zum Spritzbeschichten benanntes Spritzgerät bekannt, welches sowohl zum Flammsspritzen als auch zum Lichtbogenspritzen eingesetzt werden kann. Dieses Spritzgerät weist einen an einem Gestell drehbar gelagerten, als Doppelhebel ausgebildeten Dreharm auf, welcher am einen Ende die Spritzpistole und am anderen Ende ein Gegengewicht trägt. Das Gestell ist dabei zusammen mit dem Dreharm, in Längsrichtung innerhalb der Bohrung verschiebbar. Der Antrieb des Dreharms erfolgt über einen am Gestell angebrachten Motor. Die für den Betrieb der Spritzpistole notwendigen Versorgungsleitungen werden über eine Drehdurchführung vom Gestell auf den Dreharm geführt. Nachteilig bei einer solchen Ausführungsform eines Spritzgerätes ist, dass das gesamte Gerät in die zu beschichtende Bohrung eingefahren werden muss, das Spritzgerät daher thermisch hoch beansprucht wird, und das gesamte Spritzgerät und insbesondere auch die Drehteile den Spritzpartikeln und auch dem Spritzstaub ausgesetzt sind. Im weiteren sind für ein solchermassen ausgestaltetes Spritzgerät zudem nur Bohrungen und Rohre mit einem entsprechend grossen Durchmesser zugänglich.

Aus der FR-A-2 397 912 ist ferner ein Flammsspritzgerät bekannt, bestehend aus einem beweglich an einem Gestell gelagerten Pulverflammsspritzbrenner mit Pulver- und Gaszufuhrschlauch und einem Verlängerungsansatz, der die Pulver- und Gasaustrittsdüse trägt. Der Pulverflammsspritzbrenner ist an einem motorisch angetriebenen Verschiebeschlitten gelagert, der

seinerseits quer zu seiner in Richtung der Achse des Verlängerungsansatzes weisenden Verschieberichtung motorisch drehbar in einer Drehlagerung angeordnet ist. Die Austrittsdüse ist am Verlängerungsansatz zu dessen Achse geneigt bis senkrecht angeordnet. Dabei ist der Verschiebeschlitten mit seiner Führung oder die Drehlagerung am Gestell in Richtung des Verlängerungsansatzes verschieblich gelagert und neigungseinstellbar angeordnet.

Es sind ausserdem auch noch Ausführungen von Plasmaspritzgeräten bzw. Flammsspritzgeräten bekannt, die einen drehbaren Spritz- bzw. Brennerkopf besitzen, bei welchem der Spritz- bzw. Plasmastrahl radial abgelenkt wird. Nachteilig bei einem drehbaren Spritz- bzw. Brennerkopf ist, dass dessen drehenden Teile und Lager in unmittelbarer Nähe des heissen Spritz- bzw. Plasmastrahls sind, und dass der Kopf durch den Spritzstaub bzw. die Spritzpartikel leicht verschmutzt. Solche Plasmaspritzgeräte können daher im allgemeinen nicht über längere Zeiträume ohne einen entsprechend hohen Aufwand (periodische Zerlegung und Reinigung) eingesetzt werden. Auch können mit einem Plasmaspritzgerät, welches lediglich einen drehbaren Kopf besitzt, keine Wandungen von Rohren und Bohrungen mit unterschiedlichen Durchmessern beschichtet werden. Ein abgelenkter Plasmastrahl hat zudem den Nachteil, dass innerhalb einer Bohrung liegende Nuten oder Absätze nicht homogen beschichtet werden können. Ausserdem besteht bei einem abgelenkten Plasmastrahl zusätzlich die Gefahr von Abrasionen bzw. des Ablagerns von aufgeschmolzenem Beschichtungsmaterial am Brennerkopf. Zu einem abgelenkten Plasmastrahl ist im weiteren noch anzufügen, dass dieser nicht um bis zu 90° gegenüber der Längsachse des Plasmaspritzgerätes umgelenkt werden kann. Machbar und üblich sind heute Ablenkungswinkel zwischen 10 und ca. 45°.

Generell kann gesagt werden, dass das Umlenken eines Gasstromes im Gegensatz zum Umlenken eines Plasmastrahls keine Schwierigkeiten bereitet.

Es ist daher die Aufgabe der Erfindung, ein Plasmaspritzgerät zu entwickeln, mit welchem Wandungen von Bohrungen und Rohren beschichtet werden können, welches einen hohen Wirkungsgrad aufweist, und mit welchem auch innerhalb einer Bohrung liegende Absätze und Nuten homogen beschichtet werden können.

Diese Aufgabe wird durch die im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 aufgeführten Merkmale gelöst. Bevorzugte Ausführungsformen davon sind in den abhängigen Ansprüchen 2 bis 19 beschrieben.

Bei einem Plasmaspritzgerät mit einem drehbaren Anschlusselement, einem daran angeordneten Brennerschaft mit endseitig angebrachtem Brennerkopf und einem quer zur Rotationsachse austretenden Plasmastrahl braucht nur der Brennerschaft mit dem Brennerkopf in die zu beschichtende Bohrung eingefahren zu werden. Dadurch können selbst Wandungen von Bohrungen und Rohren, die einen vergleichsweise kleinen

Durchmesser aufweisen, beschichtet werden. Durch den quer bzw. im wesentlichen radial zur Rotationsachse austretenden Plasmastrahl wird zudem ein hoher Wirkungsgrad erzielt und im weiteren können auch innerhalb einer Bohrung vorhandene Absätze, Nuten und dergleichen homogen beschichtet werden. Wenn von einem quer bzw. unter einem bestimmten Winkel austretenden Plasmastrahl gesprochen wird, bezieht sich diese Angabe jeweils auf die Mittelachse des Plasmastrahls.

Bei dem erfindungsgemäßen Plasmaspritzgerät ist der Brennerschaft mittels einer Drehbefestigungsvorrichtung am Anschlusselement angebracht. Dadurch kann der Brennerschaft radial ausgelenkt werden, so dass der endseitig am Brennerschaft angebrachte Brennerkopf bezüglich der Rotationsachse radial verstellt wird. Somit ist die Möglichkeit gegeben, das Plasmaspritzgerät unterschiedlichsten Bohrungsdurchmessern anzupassen.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform des Plasmaspritzgerätes ist vorgesehen, einen Drehübertrager für den elektrischen Strom mit zwei Schleifringen und jeweils vier Bürstenpaaren, welche korrespondierend zu den Schleifringen angeordnet sind, einzusetzen. Eine solche Anordnung hat den Vorteil, dass allfällige Unwuchteinflüsse vom radial verschobenen Brennerkopf bzw. Brennerschaft keine nachteilige Folgen auf eine sichere Stromzufuhr zum Brennerkopf hat, da durch diese Anordnung immer mehrere Bürsten gleichzeitig am Schleifring aufliegen.

Eine weitere bevorzugte Ausführungsform des Plasmaspritzgerätes sieht zudem vor, dass das Anschlusselement aus einzelnen Segmenten zusammengesetzt ist. Ein solchermassen ausgebildetes Anschlusselement ist wesentlich einfacher herzustellen, insbesondere dann, wenn, wie in einer weiteren Ausführungsform vorgesehen, Kanäle für die Zufuhr der Brennermedien durch das Innere des Anschlusselements hindurch verlaufen. Diese Kanäle könnten nur mit einem entsprechend hohen Aufwand in ein einstückiges Anschlusselement eingelassen werden. Ein aus einzelnen Segmenten hergestelltes Anschlusselement ist ausserdem sehr wartungsfreundlich.

Im folgenden werden Ausführungsbeispiele des Erfindungsgegenstandes anhand der beiliegenden Zeichnungen näher erläutert. In den Zeichnungen zeigen:

Fig. 1 eine erste, schematisch dargestellte Ausführungsform des Plasmaspritzgerätes mit radial verschwenkbar angelenktem Brennerschaft in einem Teillängsschnitt;

Fig. 2 die erste, schematisch dargestellte Ausführungsform des Plasmaspritzgerätes in einem Teillängsschnitt mit radial verschwenktem Brennerschaft;

Fig. 1 zeigt in einer schematischen Darstellung eine

erste Ausführungsform eines Plasmaspritzgeräts in teilweisem Längsschnitt. Anhand dieser stark vereinfachten Darstellung wird der prinzipielle Aufbau und die Funktionsweise dieses Plasmaspritzgeräts erläutert. Weitere, für die Erfindung wesentliche Details werden anhand zusätzlicher Figuren nachfolgend erläutert.

Die wesentlichen Bestandteile des Plasmaspritzgeräts sind ein Gehäuse 1, ein Anschlusselement 2, ein Brennerschaft 3, ein Brennerkopf 4, eine Drehbefestigungsvorrichtung 5 sowie ein Antriebsmotor 7 mit Getriebe 8. Der Brennerschaft 3 ist durch eine Bruchlinie x unterbrochen, wobei ein Fortsetzungsteil 3a des Brennerschafts 3 mit dem endig angebrachten Brennerkopf 4 versetzt dargestellt ist. Im Gehäuse 1 sind drei Stützplatten 10 angeordnet. An diesen Stützplatten 10 ist das Anschlusselement 2 über Lager 11 im Gehäuse 1 um eine Achse 47 drehbar gelagert, so dass das Gehäuse 1 als Stator und das Anschlusselement 2 als Rotor angesehen werden können.

Das Anschlusselement 2 ist aus einzelnen Segmenten 32 modular aufgebaut, welche durch nicht eingezeichnete Schrauben miteinander verbunden sind. An zwei der drei Stützplatten 10 ist ausserdem der Antriebsmotor 7 und das Getriebe 8 befestigt. Die Kraftübertragung vom Motor 7 auf das Anschlusselement 2 erfolgt über das Getriebe 8 und einen, das Getriebe 8 mit dem Anschlusselement 2 koppelnden Zahnriemen 9. Um das Gehäuse 1 gegen eindringende Staubpartikel und insbesondere auch gegen Plasmapulverpartikel abzudichten, ist am brennerschaftseitigen Ende des Gehäuses 1, zwischen dem Gehäuse 1 und dem Anschlusselement 2, ein Dichtring 20 vorgesehen.

Am vorderen Ende des Anschlusselements 2 ist die Drehbefestigungsvorrichtung 5 angebracht, mittels welcher der Brennerschaft 3 am Anschlusselement 2 befestigt ist. Diese Drehbefestigungsvorrichtung 5 weist in diesem Ausführungsbeispiel einen U-förmigen Bügel 14 auf, welcher an einem rohrförmigen Fortsatz 13 des Anschlusselements 2 mittels zwei Drehgelenken 16 und vier Feststellschrauben 17 befestigt ist, wobei aus dieser Darstellung nur zwei der vier Feststellschrauben 17 ersichtlich sind. Der Brennerschaft 3 ist durch eine, am vorderen Teil der Drehbefestigungsvorrichtung 5 angebrachte, den Brennerschaft 3 umfassende, rohrförmige Hülse 15 mit der Drehbefestigungsvorrichtung 5 verbunden.

Um die für den Betrieb des Brenners notwendigen Medien vom Gehäuse 1 auf das rotierende Anschlusselement 2 zu überführen, sind bezüglich des Anschlusselements 2 radial angeordnete Drehübertrager 23, 24, 25, 26 vorgesehen. Der eine Drehübertrager 24 ist dabei in einem schematischen Längsschnitt dargestellt, währenddem die anderen drei Drehübertrager 23, 25, 26 nur als Symbole angedeutet sind. Die für die Kühlung des Brennerschafts 3, 3a und des Brennerkopfs 4 notwendige Kühlwasserzuleitung und -ableitung erfolgt über die beiden hinteren Drehübertrager 23, 24, währenddem über die beiden vorderen Drehübertrager 25, 26 die Zufuhr von Luft und Plasmagas erfolgt. Natürlich

ist es auch möglich, für die Zufuhr von einzelnen Brennermedien mehr als einen Drehübertrager vorzusehen. Die zu allen Drehübertragern führenden Zufuhrleitungen 46 für die Brennermedien innerhalb des Gehäuses 1 sind nur ansatzweise eingezeichnet.

Für die Zufuhr von Plasmapulver ist ein achsial am Ende des Anschlusselements 2 angeordneter Drehübertrager 27 vorgesehen. Die Drehübertrager 23, 24, 25, 26 weisen jeweils einen das Anschlusselement 2 umgebenden Ringkanal 29 auf, in welchen jeweils ein durch das Anschlusselement 2 führender Kanal mündet. Von insgesamt vier Kanälen ist der besseren Übersichtlichkeit wegen nur ein Kanal 30 eingezeichnet. Um den Verlauf dieses Kanals 30 durch das Anschlusselement 2 hindurch aufzuzeigen, ist das Anschlusselement 2, im Bereich des Kanals 30, in einem Teillängsschnitt 31 dargestellt. Der Kanal 30 führt, vom Ringkanal 29 ausgehend, radial in das Anschlusselement 2 hinein, wird darin um 90° umgelenkt und führt in Längsrichtung durch das Innere des Anschlusselements 2 hindurch zum brennerschaftseitigen Ende desselben.

Für die Zufuhr des Plasmapulvers führt vom achsialen Drehübertrager 27 aus eine gerade, zentrale Bohrung 28 durch das Anschlusselement 2 hindurch. Das Plasmapulver wird vorzugsweise mittels eines Trägergases zugeführt. Da Plasmapulver abrasiv wirken kann, ist es wichtig, dass die Zuleitung 28 gerade durch das Anschlusselement geführt ist.

Am brennerschaftseitigen Ende des Anschlusselements 2 münden die Bohrungen bzw. Kanäle in flexiblen Anschlussleitungen 22. Diese Anschlussleitungen 22 ihrerseits führen zu einem Anschlussstück 21, welches am hinteren, anschlusselementseitigen Ende des Brennerschafts 3 angebracht ist.

Die Übertragung der für den Betrieb des Plasma-brenners notwendigen elektrischen Energie vom Gehäuse 1 auf das Anschlusselement 2 erfolgt über einen elektrischen Drehübertrager 44, welcher zwei am Anschlusselement 2 angeordnete Schleifringe 42 und jeweils zwei Gruppen 43 mit je vier Bürstenpaaren 45, welche korrespondierend zu den Schleifringen 42 angeordnet sind, aufweist. Von den beiden Schleifringen 42 führt jeweils eine Kupferschiene 41 durch das Innere des Anschlusselements 2 zum brennerschaftseitigen Ende desselben. Jede Kupferschiene 41 ist dabei elektrisch mit dem einen der beiden Schleifringe 42 verbunden. An beiden Enden dieser Kupferschienen 41 sind elektrische Kabel 18, 19 angeschlossen, welche zum Anschlussstück 21 führen.

Im Bereich der Bürstenpaare 45 sind zudem Rohre vorgesehen, deren Öffnungen zwischen die einzelnen Bürsten gerichtet sind. Über diese Rohre kann Druckluft eingeblasen werden, wodurch verhindert wird, dass sich der durch Abrieb an den Bürsten entstehende Staub ablagert und Kriechströme bzw. Kurzschlüsse zwischen den einzelnen Bürsten entstehen können. Die Rohre sind zugunsten einer übersichtlichen Darstellung nicht eingezeichnet.

Über die oberste der Anschlussleitungen 22 wird

Kühlwasser vom Anschlusselement 2 zum Brennerschaft 3 zugeleitet. Dieses Kühlwasser fließt durch den Brennerschaft 3, 3a hindurch zum Brennerkopf 4 und umströmt diesen. Danach fließt das Kühlwasser wieder im Brennerschaft zurück, wo es über die unterste der Leitungen 22 wieder in das Anschlusselement 2 zurückfließt. Im Anschlussstück 21 ist das eine Stromkabel 18 mit der Kühlwasserzuleitung und das andere Stromkabel 19 mit der Kühlwasserableitung elektrisch verbunden. Auf diese Weise wird die zum Betrieb des Plasmaspritzgerätes notwendige elektrische Energie über die vorzugsweise aus Kupfer bestehenden Kühlwasserleitungen dem Brennerkopf 4 zugeführt. Dabei kommt als Kühlwasser natürlich nicht leitendes, vorzugsweise hochreines Wasser zum Einsatz. Die durch den Brennerschaft 3 führenden Kühlwasserleitungen sind dabei so ausgebildet, dass sie gleichzeitig auch den Brennerschaft 3 kühlen. Über die drei mittleren Zuführleitungen 22 werden die restlichen Brennermedien, z.B. Kühlluft, Plasmagas sowie Plasmapulver, vom Anschlusselement 2 zum Brennerschaft 3 geführt. Die Art der Zufuhr der Brennermedien vom Brennerschaft 3a zum Brennerkopf 4 ist bekannt, weshalb an dieser Stelle nicht näher darauf eingegangen wird.

Der Brennerkopf 4 weist ein radial zur Längsachse des Plasmaspritzgerätes ausgerichtetes Plasmatron auf, so dass der eigentliche Plasmastrahl quer zur Längsachse des Plasmaspritzgerätes erzeugt wird und demzufolge auch quer austritt. Im weiteren weist der Brennerkopf 4 auf mehreren Seiten quer zur Längsachse des Brennerschafts 3 angeordnete Öffnungen 48 auf, durch welche die Kühlluft austreten kann. Diese austretende Kühlluft hilft, die Wandung der zu beschichtenden Bohrung bzw. das aufgebrachte Substrat zu kühlen. Eine solche Kühlung ist insbesondere beim Beschichten von Rohr- oder Bohrungswandungen wichtig, welche einen gegenüber dem Brennerkopf 4 vergleichsweise kleinen Durchmesser aufweisen. Die Funktionsweise eines Plasmaspritzgerätes ist hinlänglich bekannt, weshalb an dieser Stelle auf nähere Erläuterungen verzichtet werden kann.

In der Fig. 2 ist das in Fig. 1 gezeigte Plasmaspritzgerät in teilweisem Längsschnitt und mit gegenüber der Fig. 1 radial um 90° gedrehtem Anschlusselement 2 dargestellt. Im weiteren ist der Brennerschaft 3, 3a um ca. 15° gegenüber der Rotationsachse 47 des Plasmaspritzgerätes ausgelenkt. Dazu wurde der Bügel 14 der Drehbefestigungsvorrichtung 5 radial um das Gelenk 16 verschwenkt und mittels der Feststellschrauben 17 fixiert. Aus dieser Darstellung sind zudem die vorgängig erwähnten Öffnungen 48, über welche Kühlluft austreten kann, ersichtlich.

Um den Bügel 14 mit dem daran befestigten Brennerschaft 3, 3a radial auszulenken, ist ein manuell betätigbarer Mechanismus vorgesehen. Dieser besteht im wesentlichen aus einer Gewindestange 51, welche am Anschlusselement 2 drehbar gelagert ist und einer auf die Gewindestange 51 aufgeschraubten Rändelmutter 52. Die Rändelmutter 52 weist einen Bund 55 sowie

einen am vorderen Ende aufgeschraubten und fixierten Ring 53 auf. Am Bügel 14 ist ein Fortsatz 56 angeformt, der eine drehbar gelagerte Scheibe 54 aufweist. Der Bund 55 und der Ring 53 der Rändelmutter 52 schließen die ringförmige Scheibe 54 ein, wodurch eine kraftschlüssige Verbindung zwischen der Rändelmutter 52 und dem Fortsatz 56 und damit zwischen dem Anschlusselement 2 und dem Bügel 14 besteht. Auf diese Weise kann durch Drehen der Rändelmutter 52 die Auslenkung des Brennerschafts 3, 3a verändert werden. Zudem dient dieser Mechanismus dem Fixieren des Bügels 14 und des Brennerschafts 3, 3a in der ausgelenkten Position. Der Brennerschaft 3, 3a kann, bezogen auf die hier eingezeichnete Position, sowohl nach unten wie auch nach oben ausgelenkt werden, was durch den Doppelpfeil 32 angedeutet ist.

Durch eine Auslenkung nach unten wird der Brennerkopf 4 der zu beschichtenden Fläche angenähert, währenddem durch eine Auslenkung nach oben der Brennerkopf von der zu beschichtenden Fläche entfernt wird. Letzteres macht vor allem dann Sinn, wenn Rohre mit geringem Durchmesser beschichtet werden müssen, da auf diese Weise der Spritzabstand vergrößert werden kann.

Um die Auslenkung des Brennerschafts 3, 3a zu erfassen, ist zudem eine am Bügel 14 angebrachte Skala und ein am Anschlusselement 2 angebrachter Zeiger vorgesehen. Beide Elemente sind jedoch zugunsten einer übersichtlichen Darstellung nicht eingezeichnet. Um die Zentrierung bzw. die Ausrichtung des Brennerkopfs 4 zu erleichtern, ist im weiteren eine einen Laserstrahl emittierende Laserquelle vorgesehen. Diese Laserquelle ist vorzugsweise am vorderen Ende des Anschlusselements 2 in einem definierten, radialen Abstand zur Rotationsachse 47 angebracht. Da solche Laserquellen bekannt sind, wurde auf deren Darstellung verzichtet.

Durch ein Verschwenken des Brennerschafts 3, 3a um 15° wird der am Ende des Brennerschafts 3, 3a angebrachte Brennerkopf 4, bei einer gesamten, angenommenen Länge des Brennerschafts 3, 3a von 1000 mm, um ca. 270 mm radial verstellt, so dass damit Wandungen von Bohrungen mit einem Durchmesser von bis zu 550mm beschichtet werden können.

Bei der vorgängig beschriebenen Ausführungsform des Plasmaspritzgerätes kann der Brennerschaft an seinem anschlusselementseitigen Ende verschwenkt werden. Dabei ist die zum Verschwenken notwendige Mechanik entfernt vom Plasmastrahl, wodurch diese Mechanik nur einer vergleichsweise geringen Temperatur und Staubbelastung ausgesetzt ist. Ein solchermassen ausgebildetes Plasmaspritzgerät garantiert eine zuverlässige Funktionsweise auch während langer Einsätze.

Die quer zur Längsachse des Plasmaspritzgerätes erzeugte Plasmaflamme garantiert zudem einen hohen Wirkungsgrad des Plasmaspritzgerätes in Bezug auf das geschmolzene und schliesslich aufgetragene Beschichtungsmaterial.

Patentansprüche

1. Plasmaspritzgerät zum Beschichten von Bohrungs- und Rohrwandungen, gekennzeichnet durch die Kombination der folgenden Merkmale:
 - a) das Plasmaspritzgerät weist ein Anschlusselement (2), einen daran angeordneten Brennerschaft (3) und einen endseitig am Brennerschaft befestigten Brennerkopf (4) auf; 5
 - b) der Brennerkopf (4) weist ein radial zur Längsachse des Plasmaspritzgerätes ausgerichtetes Plasmatron mit geradliniger Plasmaführung auf, so dass ein in ihm erzeugter Plasmastrahl in Bezug auf die Rotationsachse (47) quer austritt. 10
 - c) das Anschlusselement (2) ist in einem Gehäuse (1) gelagert und zusammen mit dem Brennerschaft (3, 3a) und dem Brennerkopf (4) gegenüber dem Gehäuse (1) um eine Rotationsachse (47) drehbar; 20
 - d) innerhalb des Gehäuses (1) ist ein Drehübertrager (23, 24, 25, 26, 27) vorgesehen, mittels welchem die für den Betrieb des Brenners notwendigen festen, flüssigen und gasförmigen Medien vom Gehäuse (1) zum rotierenden Anschlusselement (2) überführt werden; 25
 - e) der Drehübertrager (27) für die Überführung von Plasmapulver ist bezüglich des Anschlusselements (2) achsial angeordnet, und das Anschlusselement (2) weist einen zentralen, geraden Längskanal (28) für die Zufuhr des Plasmapulvers auf, welcher vom achsialen Drehübertrager (27) ausgehend durch das Anschlusselement (2) führt und 30
 - f) der Brennerkopf (4) ist bezüglich der Rotationsachse (47) radial verstellbar, indem der Brennerschaft (3) mittels einer Drehbefestigungsvorrichtung (5) am Anschlusselement (2) radial auslenkbar befestigt ist. 35
2. Plasmaspritzgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittelachse des austretenden Plasmastrahls bzw. deren Verlängerung mit der Rotationsachse (47) einen Winkel von mindestens 30° einschliesst. 40
3. Plasmaspritzgerät nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittelachse des austretenden Plasmastrahls bzw. deren Verlängerung mit der Rotationsachse (47) einen Winkel von 45° bis 90° einschliesst. 45
4. Plasmaspritzgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Drehbefestigungsvorrichtung (5) einen Bügel (14) und eine am Bügel (14) befestigte, den Brennerschaft (3) umfassende Hülse (15) aufweist. 50
5. Plasmaspritzgerät nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Drehbefestigungsvorrichtung (5) zwei Drehgelenke (16) zum Verschwenken des Brennerschafts (3) und vier Feststellschrauben (17) zum Fixieren des verschwenkten Brennerschafts (3) aufweist. 55
6. Plasmaspritzgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Drehübertrager (23, 24, 25, 26) für die Überführung von Wasser, Luft und Plasmagas vom Gehäuse (1) zum rotierbaren Anschlusselement (2) bezüglich des Anschlusselements (2) radial angeordnet sind.
7. Plasmaspritzgerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Anschlusselement (2) Kanäle (30) für die Zufuhr der Betriebsmedien für den Brenner aufweist, welche durch das Innere des Anschlusselements (2) hindurch verlaufen und die Drehübertrager (23, 24, 25, 26) mit dem Brennerschaft (3) verbinden.
8. Plasmaspritzgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest ein elektrischer Drehübertrager (44) vorgesehen ist, mittels welchem die zum Betrieb des Brenners notwendige elektrische Energie vom Gehäuse (1) auf das Anschlusselement (2) übertragen wird.
9. Plasmaspritzgerät nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass der elektrische Drehübertrager (44) zwei Schleifringe (42) und zwei Gruppen (43) mit je vier Bürstenpaaren (45) aufweist, welche korrespondierend zu den Schleifringen (42) angeordnet sind.
10. Plasmaspritzgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass flexible Leitungen (22, 37) bzw. Leiter (18, 19, 49, 50) vorgesehen sind, mittels welchen sämtliche Betriebsmedien für den Brenner vom Anschlusselement (2) zum Brennerschaft (3) geführt sind.
11. Plasmaspritzgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass am bzw. im Gehäuse (1) zum Antrieb des Anschlusselements (2) ein Elektromotor (7) vorgesehen ist, welcher über ein Getriebe (8) und einen Zahnriemen (9) mit dem Anschlusselement (2) gekoppelt ist.
12. Plasmaspritzgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zwei

schen dem brennerschaftseitigen Ende des Gehäuses (1) und dem rotierbaren Anschlusselement (2) eine Dichtung (20) vorgesehen ist.

13. Plasmaspritzgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Anschlusselement (2) aus einzelnen Segmenten (12) zusammengesetzt ist. 5
14. Plasmaspritzgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sowohl der Brennerschaft (3, 3a) als auch der Brennerkopf (4) eine Wasserkühlung aufweisen. 10
15. Plasmaspritzgerät nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass im Brennerschaft (3, 3a) und im Brennerkopf (4) Kupferrohre für die Kühlwasserzu- und Ableitung vorgesehen sind, welche gleichzeitig als Stromleiter für die Stromzufuhr zum Brennerkopf (4) ausgebildet sind. 15 20
16. Plasmaspritzgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Brennerkopf (4) mehrere Öffnungen (48) für den Austritt eines Kühlmediums zum Kühlen des Substrats, vorzugsweise Luft, aufweist, welche Öffnungen (48) radial zur Längsachse des Brennerschafts (3, 3a) verlaufen. 25
17. Plasmaspritzgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Gegengewichte zur Kompensation von im Betrieb des Plasmaspritzgerätes auftretenden Fliehkräften vorgesehen sind. 30 35
18. Plasmaspritzgerät nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass im Bereich der Bürsten Rohre zur Zufuhr von Luft vorgesehen sind, so dass durch Abrieb an den Bürsten entstehender, elektrisch leitender Staub weggeblasen wird. 40
19. Plasmaspritzgerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zur Ausrichtung und/oder Zentrierung des Brennerkopfes eine in definierten Abstand von der Rotationsachse angebrachte Laserstrahlquelle vorgesehen ist. 45

Claims

1. Plasma spraying apparatus for coating walls of bore-holes and tubes, characterized by the combination of the following features: 50
 - a) the plasma spraying apparatus has an attachment element (2), a burner shank (3) arranged thereon, and a burner head (4) fastened to the end of the burner shank; 55
 - b) the burner head (4) has a plasmatron

directed radially relative to the longitudinal axis of the plasma spraying apparatus and guiding the plasma in a straight line so that a jet of plasma generated in it emerges transversely in relation to the axis of rotation (47);

c) the attachment element (2) is mounted in a housing (1) and, together with the burner shank (3, 3a) and the burner head (4), can be rotated about an axis of rotation (47) relative to the housing (1);

d) provided inside the housing (1) is a rotary coupling (23, 24, 25, 26, 27), by means of which the solid, liquid and gaseous media required to operate the burner are transferred from the housing (1) to the rotating attachment element (2);

e) the rotary coupling (27) for the transfer of plasma powder is arranged axially in relation to the attachment element (2), and the attachment element (2) has a central straight longitudinal duct (28) for the supply of the plasma powder, which duct loads through the attachment element (2), starting from the axial rotary coupling (27) and

f) the burner head (4) is radially adjustable relative to the axis of rotation (47), in that the burner shank (3) is fastened to the attachment element (2) by means of a rotary fastening device (5) so that it can be deflected radially.

2. Plasma spraying apparatus according to Claim 1, characterized in that the mid-axis of the emerging jet of plasma or its extension encloses an angle of at least 30° with the axis of rotation (47).
3. Plasma spraying apparatus according to Claim 2, characterized in that the mid-axis of the emerging jet of plasma or its extension encloses an angle of 45° to 90° with the axis of rotation (47).
4. Plasma spraying apparatus according to Claim 1, characterized in that the rotary fastening device (5) has a bow (14) and a sleeve (15) which is fastened to the bow (14) and surrounds the burner shank (3).
5. Plasma spraying apparatus according to Claim 4, characterized in that the rotary fastening device (5) has two rotary joints (16) for pivoting the burner shank (3) and four fixing screws (17) for fixing the pivoted burner shank (3).
6. Plasma spraying apparatus according to Claim 1, characterized in that the rotary couplings (23, 24, 25, 26) for transferring water, air and plasma gas from the housing (1) to the rotatable attachment element (2) are arranged radially relative to the attachment element (2).
7. Plasma spraying apparatus according to Claim 1,

characterized in that the attachment element (2) has ducts (30) for supplying the operating media for the burner, which ducts run through the interior of the attachment element (2) and connect the rotary couplings (23, 24, 25, 26) to the burner shank (3).

5

8. Plasma spraying apparatus according to one of the preceding claims, characterized in that at least one electrical rotary coupling (44) is provided, by means of which the electrical energy required to operate the burner is transmitted from the housing (1) to the attachment element (2).
10
9. Plasma spraying apparatus according to Claim 8, characterized in that the electrical rotary coupling (44) has two slip rings (42) and two groups (43) each having four pairs of brushes (45) arranged to correspond to the slip rings (42).
15
10. Plasma spraying apparatus according to one of the preceding claims, characterized in that flexible lines (22, 37) or conductors (18, 19, 49, 50) are provided, by means of which all the operating media for the burner are fed from the attachment element (2) to the burner shank (3).
20
11. Plasma spraying apparatus according to one of the preceding claims, characterized in that an electric motor (7), which is coupled to the attachment element (2) via a gear transmission (8) and a toothed belt (9), is provided on or in the housing (1) to drive the attachment element (2).
25
12. Plasma spraying apparatus according to one of the preceding claims, characterized in that a seal (20) is provided between the burner-shank and of the housing (1) and the rotatable attachment element (2).
30
13. Plasma spraying apparatus according to one of the preceding claims, characterized in that the attachment element (2) is composed of individual segments (12).
35
14. Plasma spraying apparatus according to one of the preceding claims, characterized in that both the burner shank (3, 3a) and the burner head (4) have water cooling.
40
15. Plasma spraying apparatus according to Claim 14, characterized in that copper pipes are provided in the burner shank (3, 3a) and in the burner head (4) for feeding and draining the cooling water, which pipes are designed, at the same time, as current conductors for the supply of current to the burner head (4).
45
16. Plasma spraying apparatus according to one of the preceding claims, characterized in that the burner

head (4) has a plurality of openings (48) for the outlet of a cooling medium to cool the substrate, preferably air, which openings (48) run radially relative to the longitudinal axis of the burner shank (3, 3a).

17. Plasma spraying apparatus according to one of the preceding claims, characterized in that counterweights are provided to compensate centrifugal forces occurring during the operation of the plasma spraying apparatus.
18. Plasma spraying apparatus according to Claim 9, characterized in that pipes for the supply of air are provided in the region of the brushes, so that electrically conductive dust arising due to abrasion on the brushes is blown away.
19. Plasma spraying apparatus according to one of the preceding claims, characterized in that a laser beam source mounted at a defined distance from the axis of rotation is provided to align and/or centre the burner head.

Revendications

1. Appareil de projection au plasma utilisé pour le revêtement des parois des forures et des tubes, caractérisé par la combinaison des caractéristiques suivantes :
 - a) l'appareil de projection au plasma est muni d'un élément de raccordement (2), d'une tige de brûleur (3), montée sur ce dernier, et d'une tête de brûleur (4), fixée sur une extrémité de la tige de brûleur ;
 - b) la tête de brûleur (4) est munie d'un plasmatron, ajusté radialement par rapport à l'axe longitudinal de l'appareil de projection au plasma et muni d'une conduite pour plasma rectiligne, de telle sorte que le jet de plasma, produit dans le plasmatron, sort de l'appareil transversalement par rapport à l'axe de rotation (47) ;
 - c) l'élément de raccordement (2) est logé dans un boîtier (1) et peut pivoter par rapport au boîtier (1) autour d'un axe de rotation (47) en même temps que la tige de brûleur (3, 3a) et la tête de brûleur (4) ;
 - d) il est prévu de monter à l'intérieur du boîtier (1) un système de transfert rotatif (23, 24, 25, 26, 27), destiné à transporter les milieux solides, liquides et gazeux, nécessaires pour le fonctionnement du brûleur, du boîtier (1) vers l'élément de raccordement (2) rotatif ;
 - e) le système de transfert rotatif (27) destiné à transporter la poudre de plasma, est disposé dans le sens axial par rapport à l'élément de raccordement (2), et l'élément de raccordement (2) est muni d'un canal longitudinal (28), central et rectiligne, destiné à l'admission de la

poudre de plasma, lequel traverse l'élément de raccordement (2) à partir du système de transfert rotatif (27) ; et

f) la tête de brûleur (4) peut être déplacée dans le sens radial par rapport à l'axe de rotation (47), alors que la tige de brûleur (3) est fixée sur l'élément de raccordement (2), de manière à pouvoir suivre une déviation radiale, à l'aide d'un dispositif d'assemblage à charnière (5).

2. Appareil de projection au plasma selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'axe médian du jet de plasma sortant de l'appareil ou le prolongement de celui-ci forme avec l'axe de rotation (47) un angle mesurant au moins 30°.

3. Appareil de projection au plasma selon la revendication 2, caractérisé en ce que l'axe médian du jet de plasma sortant de l'appareil ou le prolongement de celui-ci forme avec l'axe de rotation (47) un angle compris entre 45° et 90°.

4. Appareil de projection au plasma selon la revendication 1, caractérisé en ce que le dispositif d'assemblage à charnière (5) est muni d'un étrier (14) et d'une gaine (15), fixée contre l'étrier (14) et enveloppant la tige de brûleur (3).

5. Appareil de projection au plasma selon la revendication 4, caractérisé en ce que le dispositif d'assemblage à charnière (5) est muni de deux articulations à charnières (16) pour faire pivoter la tige de brûleur (3) et quatre vis de serrage (17) pour bloquer la tige de brûleur (3) dans la position pivotée.

6. Appareil de projection au plasma selon la revendication 1, caractérisé en ce que le système de transfert rotatif (23, 24, 25, 26), destiné à transporter l'eau, l'air et le gaz plasma depuis le boîtier (1) jusqu'à l'élément de raccordement (2) pivotant, est monté dans le sens radial par rapport à l'élément de raccordement (2).

7. Appareil de projection au plasma selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'élément de raccordement (2) est muni de canaux (30) destinés à l'admission des milieux nécessaires au fonctionnement du brûleur, lesdits canaux s'étendent à l'intérieur de l'élément de raccordement (2) et font communiquer les systèmes de transfert rotatifs (23, 24, 25, 26) avec la tige de brûleur (3).

8. Appareil de projection au plasma selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il est prévu de monter au moins un système de transfert rotatif électrique (44), qui permet de transférer du boîtier (1) vers l'élément de raccordement (2) l'énergie électrique nécessaire au fonctionnement du brûleur.

9. Appareil de projection au plasma selon la revendication 8, caractérisé en ce que le système de transfert rotatif électrique (44) est muni de deux bagues collectrices (42) et de deux groupes (43) comprenant chacun quatre paires de brosses (45), lesquelles sont disposées de manière à correspondre à la position des bagues collectrices (42).

10. Appareil de projection au plasma selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il est prévu de monter des conduites flexibles (22, 37) ou des conducteurs (18, 19, 49, 50), par lesquels sont transportés tous les milieux nécessaires au fonctionnement du brûleur, depuis l'élément de raccordement (2) jusqu'à la tige de brûleur (3).

11. Appareil de projection au plasma selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il est prévu de monter un moteur électrique (7) sur ou dans le boîtier (1), destiné à actionner l'élément de raccordement (2), ledit moteur électrique étant couplé à l'élément de raccordement (2) par l'intermédiaire d'un mécanisme de transmission (8) et d'une courroie crantée (9).

12. Appareil de projection au plasma selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il est prévu de monter un système d'étanchéité (20) entre l'extrémité du boîtier (1) communiquant avec la tige de brûleur et l'élément de raccordement rotatif (2).

13. Appareil de projection au plasma selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'élément de raccordement (2) est formé de plusieurs segments (12).

14. Appareil de projection au plasma selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que non seulement la tige de brûleur (3, 3a), mais aussi la tête de brûleur (4) sont munies d'un système de refroidissement à l'eau.

15. Appareil de projection au plasma selon la revendication 14, caractérisé en ce qu'il est prévu de monter dans la tige de brûleur (3, 3a) et dans la tête de brûleur (4) des tubes en cuivre pour l'admission et l'évacuation de l'eau de refroidissement, lesquels sont en même temps conçus sous forme de conducteurs de courant pour l'admission du courant vers la tête de brûleur (4).

16. Appareil de projection au plasma selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la tête de brûleur (4) est munie de plusieurs orifices (48) permettant d'évacuer un agent de refroidissement destiné à refroidir le substrat, de préférence de l'air, lesquels orifices (48)

s'étendent dans le sens radial par rapport à l'axe longitudinal de la tige de brûleur (3, 3a).

17. Appareil de projection au plasma selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il est prévu de monter des contrepoids destinés à compenser les forces centrifuges qui apparaissent pendant le fonctionnement de l'appareil de projection au plasma. 5
- 10
18. Appareil de projection au plasma selon la revendication 9, caractérisé en ce qu'il est prévu de monter dans la zone des brosses des tubes pour l'admission de l'air, de manière à pouvoir souffler la poussière conductrice d'électricité qui se forme sur les brosses en raison du frottement. 15
19. Appareil de projection au plasma selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il est prévu de monter à une distance déterminée de l'axe de rotation une source pour jet de plasma, destinée à aligner et/ou centrer la tête de brûleur. 20

25

30

35

40

45

50

55

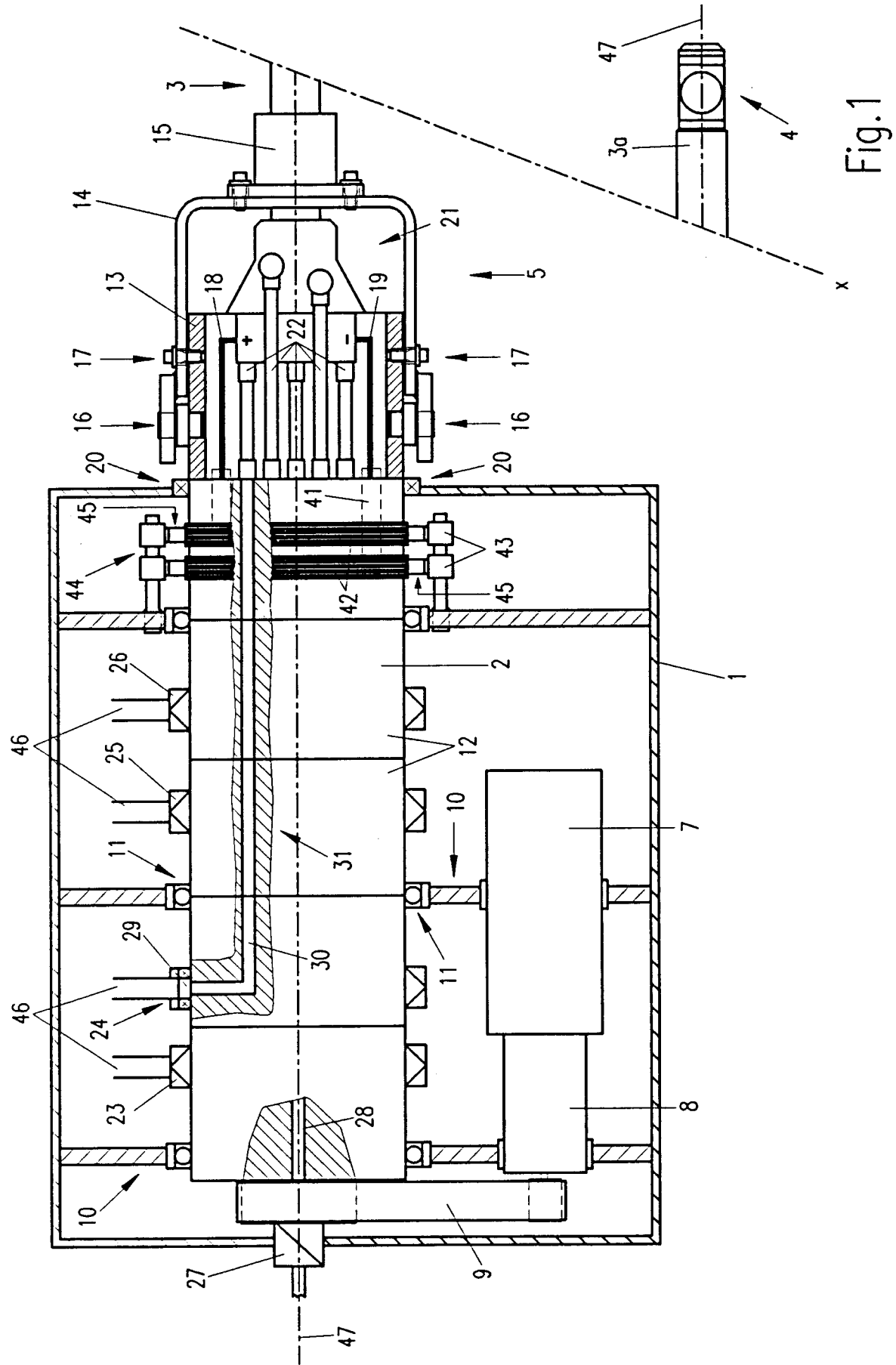


Fig.1

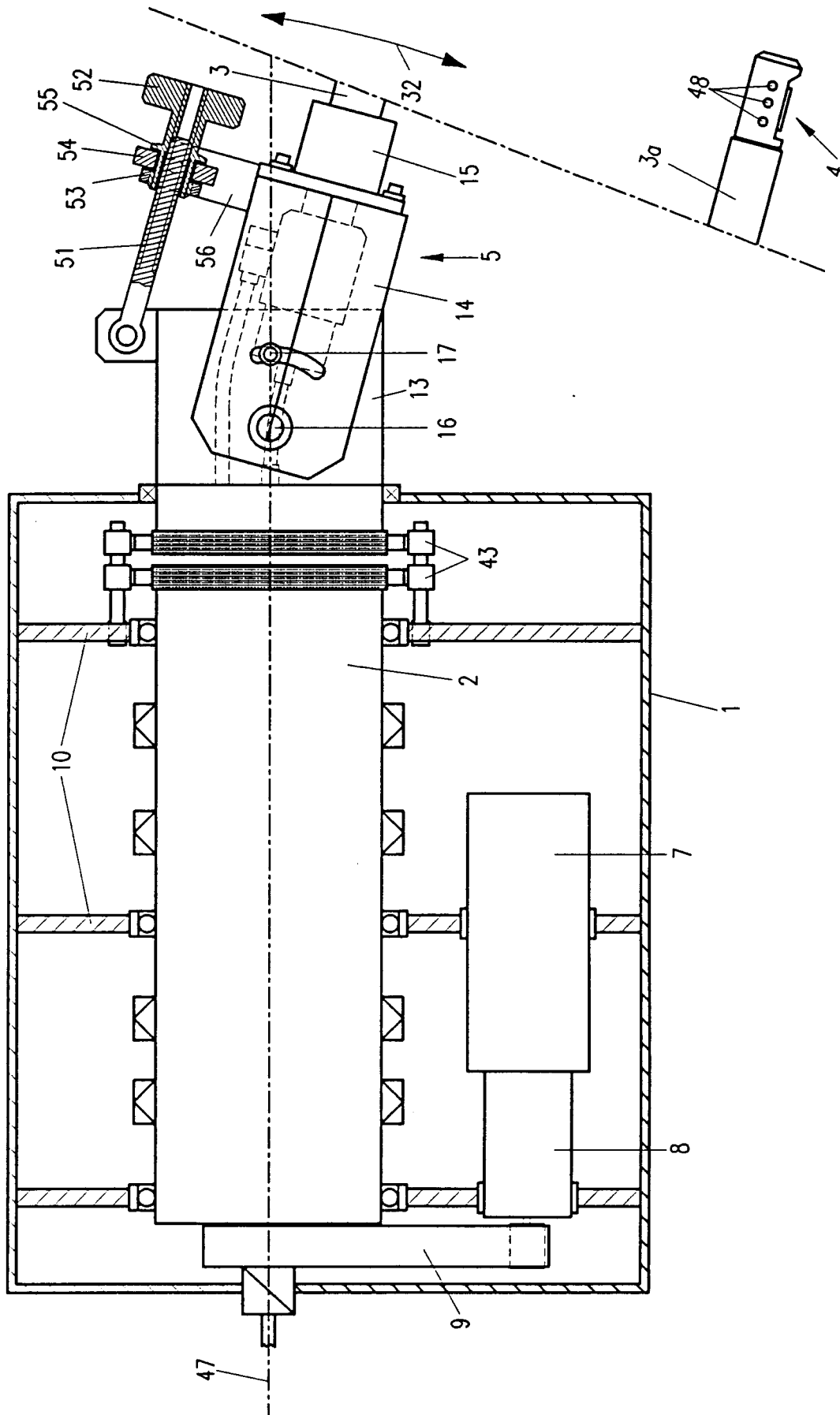


Fig. 2