

19



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

11

Veröffentlichungsnummer:

0 386 427
A2

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21

Anmeldenummer: 90101386.2

51

Int. Cl.⁵: **B05B 7/22, B05B 7/18**

22

Anmeldetag: 24.01.90

30

Priorität: 31.01.89 DE 3902736

43

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
12.09.90 Patentblatt 90/37

84

Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK ES FR GB GR IT LI LU NL SE

71

Anmelder: **SPRAYTEC GESELLSCHAFT FÜR
OBERFLÄCHENTECHNIK MBH**
Essener Strasse 16
D-5901 Wilnsdorf(DE)

72

Erfinder: **Busse, Karl-Hermann, Dipl.-Ing.**
Pfarrwaldstrasse 2
D-5901 Wilnsdorf(DE)

74

Vertreter: **Pürckhauer, Rolf, Dipl.-Ing.**
Friedrich-Ebert-Strasse 27 Postfach 10 09 28
D-5900 Siegen 1(DE)

54

Lichtbogenspritzanlage zum Hochleistungsspritzen von Massiv- und Fülldrähten.

(57) Zum Erzielen hoher Auftragsraten wird eine Lichtbogenspritzanlage verwendet, die es ermöglicht, kostengünstig große Werkstücke, wie Walzen, Wellen, Behälter, durch thermisches Spritzen mit hochqualitativen verschleiß- und korrosionsbeständigen Schutzschichten zu versehen.

Die Lichtbogenspritzanlage ist mit zwei getrennt regelbaren Düsen (4, 5) ausgestattet, die Überschallströmungen erzeugen. Als Zerstäubergas können hochkomprimierte Luft und/oder inerte und aktive Gase sowie Gasmischungen verwendet werden. Zur Steigerung der Strömungsgeschwindigkeit des Zerstäubergases wird dieses vorzugsweise durch elektrisch beheizte Wärmeaustauscher (18) vorgewärmt. Zur verschleißarmen Drahtförderung sind die Kontaktdüsen (4, 5) innen mit Stahl- oder Bronzefedern

(16) versehen und durch einen vom Zerstäubergas unabhängigen Gasstrom oder andere Fluide innen gekühlt. Damit die Spritzdrähte (9, 10) problemlos gefördert werden können, ist die Drahtfördereinrichtung (19, 20) hinsichtlich des Anpreßdruckes stufenlos einstellbar. Der Drahtvorschub wird zum Erzielen eines stabilen Lichtbogens über Servomotoren unabhängig für beide Drähte (9, 10) und die Lage der Kontaktdüsen (4, 5) separat für jede Kontaktdüse geregelt. Als Maß für diese Regelung wird die Länge und/oder die geometrische Form des Lichtbogens (12), ausgedrückt durch die hierdurch beeinflusste Spannung und/oder den Strom, verwendet. Zum Vorwärmen des zu beschichtenden Werkstückes und zum Lichtbogenspritzen kann auch ein übertragener Lichtbogen eingesetzt werden.

EP 0 386 427 A2

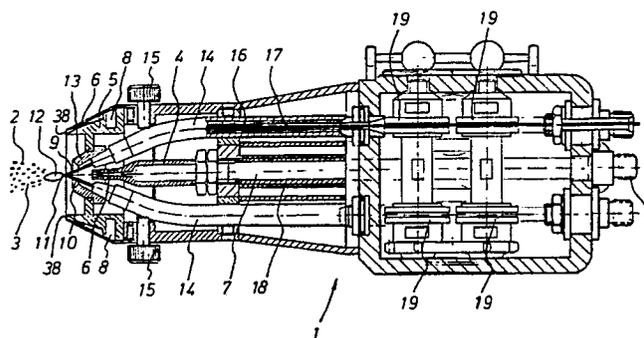


Fig. 1

Die Erfindung betrifft eine Lichtbogenspritzanlage zum Hochleistungsspritzen von Massiv- und Fülldrähten.

Es ist bekannt, daß unter Verwendung einer Lichtbogenspritzanlage, welche im wesentlichen aus einer Spritzpistole, einer Drahtfördereinrichtung und einer Stromquelle besteht (Zeitschrift "DVS-Berichte", Jahrgang 1977, Heft 47, Seiten 25 bis 31), durch Lichtbogenspritzen verschleiß- und korrosionsbeständige Schutzschichten erzeugt werden können. Hierbei werden in der Regel zwei Massiv- oder Fülldrähte (Hohldrähte) in einem elektrischen Lichtbogen geschmolzen, und die entstehende Metall- oder Metall-Keramik-Schmelze wird durch ein Gas, z.B. Druckluft, zerstäubt und auf ein zu beschichtendes Werkstück geschleudert (DE 3533966 und DE 2821880, EP 0051869 und EP 0118307).

Zum Beschleunigen und Zerstäuben der Schmelze wird entweder eine zentrisch hinter den abschmelzenden Drahtelektroden angeordnete Zerstäuberdüse oder zusätzlich eine Düse verwendet, die einen in radialer Richtung auf den Spritzstrahl einwirkenden Zerstäubergasstrom ergibt (DE 3533966, DE 2821889 und EP 0051869).

Da ausnahmslos Düsen verwendet werden, die eine Unterschallströmung ergeben, beträgt die erreichbare Geschwindigkeit des Zerstäubergases am Abschmelzpunkt in Höhe der Drahtspitzen maximal rd. 300 m/s und die Spritzteilchengeschwindigkeit zwischen rd. 30 - 80 m/s (Tagungsband "2nd Int. Conf. on Surface Engineering", England, 1987, paper 39), obwohl zum Erzielen von gut haftenden, dichten und homogenen Schutzschichten eine höhere Gas- und Partikelgeschwindigkeit, wie bei anderen thermischen Spritzverfahren mit geringerer Auftragsrate, z.B. dem Plasmaspritzen und Hochgeschwindigkeits-Flammspritzen (Zeitschrift "Oberfläche und JOT", Jahrgang 1988, Heft 9, Seiten 30 bis 39), erforderlich ist. Hierdurch wird insbesondere eine feinere Zerstäubung und eine höhere kinetische Energie der Spritzteilchen beim Aufprall auf dem zu beschichtenden Werkstück erreicht.

Da bei den gegenwärtig eingesetzten Düsensystemen keine kontrollierte Expansion des Zerstäubergases möglich ist und daher bereits ein beträchtlicher Anteil der kinetischen Energie des Zerstäubergases durch den frühzeitigen Zerfall des Gasstrahls (Energiedissipation) vor dem Erreichen des Abschmelzpunktes verloren geht, entstehen vor allem bei hoher elektrischer Leistungsaufnahme, auch bei hohen Zerstäubergasdrücken, grobe Partikel, die poröse, schlecht haftende Schichten ergeben.

Zudem führt eine hohe elektrische Leistungsaufnahme der Pistole zu einer beträchtlichen Erwärmung der zur Stromübertragung verwendeten

Kontaktdüsen. Hierdurch bedingt nimmt der Verschleiß dieser in der Regel aus Kupfer bestehenden Kontaktdüsen infolge der inneren Reibung der Drähte überproportional zu.

Vor allem bei der Verwendung von Fülldrähten oder weichen Massivdrähten können sich ferner bei hohen Abschmelzleistungen aufgrund deren geringer mechanischer Stabilität erhebliche Förderprobleme ergeben, die einem längeren kontinuierlichen Auftragen dieser Werkstoffe entgegenstehen. So können diese in den Drahtführungen zerdrückt werden oder brechen. Zudem ist bei hohen Auftragsleistungen, d.h. schnellem Drahtvorschub, mit einem an der Kathode und Anode unterschiedlichen Abschmelzverhalten der beiden Drähte zu rechnen, welches zu einem Abreißen des Lichtbogens führen kann. Darüber hinaus werden hierdurch der Wirkungsgrad der Lichtbogenanlage (Abschmelzleistung) und die Zerstäubung der entstehenden Schmelze verringert.

Bedingt durch Strahlung und Konvektion kühlen die Spritzteilchen auf ihrem Flugweg sehr schnell ab (Tagungsband "2nd Int. Conf. on Surface Engineering", England, 1987, paper 39), so daß die Spritzteilchen beim Auftreffen auf dem Substrat nur ein geringes Spreitungsverhalten aufweisen; insbesondere bei größeren Spritzabständen ist daher mit porösen Schichten geringer Kohäsion zu rechnen.

Die vorliegende Erfindung bezweckt, die genannten Nachteile zu beseitigen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Lichtbogenspritzanlage zum Hochleistungsspritzen von Massiv- und Fülldrähten zu entwickeln, welche insbesondere in kostengünstiger Weise, d.h. mit hohen Auftragsraten, die Bewehrung von großen Bauteilen, wie Walzen, Wellen, Behältern, mit hochqualitativen verschleiß- und korrosionsbeständigen Schutzschichten ermöglicht.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß zum Hochleistungsspritzen eine Lichtbogenspritzanlage eingesetzt wird, die zum Beschleunigen und Zerstäuben der Spritzteilchen (Schmelze) mit zwei getrennt regelbaren Düsen ausgestattet ist, die zwei voneinander unabhängige Überschallströmungen erzeugen. Durch die Verwendung von zwei unabhängig regelbaren Düsen in der Form von sogenannten Laval-Düsen wird eine kontrollierte Expansion des Zerstäubergases erreicht. Hierdurch ist es möglich, die Energiedissipation klein zu halten und Überschallgeschwindigkeit des Zerstäubergases zu erreichen, d.h. der Impulsübertrag des Zerstäubergases auf die Spritzpartikeln wesentlich gesteigert.

Es ergibt sich somit einerseits eine feinere Zerstäubung und andererseits eine höhere kinetische Energie der Spritzteilchen. Zum Zerstäuben und Beschleunigen der Spritzteilchen können

hochkomprimierte Luft und/oder andere inerte und aktive Gase sowie hieraus zusammengesetzte Gas-mischungen verwendet werden. So wird durch die Verwendung von Druckluft und/oder anderen Gasen und Gasmischungen bis etwa 2 MPa Vordruck eine Gasgeschwindigkeit bis etwa 500 m/s erreicht und gleichzeitig durch den Einsatz von inerten und aktiven Gasen oder deren Gasmischungen als Hüllgas der Abbrand von Legierungselementen infolge der hierdurch bedingten Verringerung der Oxidation durch die umgebende Atmosphäre erheblich reduziert.

Um eine weitere beträchtliche Geschwindigkeitssteigerung des Zerstäubergases zu erreichen, wird das verwendete Zerstäubergas vor Eintritt in die Düsen innerhalb und/oder außerhalb der zur Lichtbogenanlage gehörenden Spritzpistole vorzugsweise durch elektrisch beheizte Wärmetauscher vorgewärmt. Hierdurch werden die Expansionsfähigkeit und damit die Austrittsgeschwindigkeit des Zerstäubergases infolge der mit dieser Vorwärmung verbundenen Volumenzunahme des Zerstäubergases drastisch erhöht und eine feinere Zerstäubung sowie eine beträchtliche Steigerung der Geschwindigkeit der Spritzteilchen auch bei sehr hoher elektrischer Leistungsaufnahme der Spritzpistole erreicht.

Um den Verschleiß der für die Stromübertragung eingesetzten, aus Kupfer bestehenden Kontaktdüsen wegen der hohen elektrischen Leistungsaufnahme der Spritzpistole und der inneren Reibung der Drähte zu vermindern, sind innen die Kontaktdüsen mit Federn, z.B. aus Stahl oder Bronze, versehen.

Zusätzlich werden, um eine hohe Leistungsaufnahme und gleichzeitig eine geringe Baugröße der Spritzpistole zu ermöglichen, die Kontaktdüsen innen durch einen vom Zerstäubergas unabhängigen Gasstrom, wie z.B. Luft, Argon, Stickstoff oder andere Fluide, wie Wasser, gekühlt.

Zudem ist die Spritzpistole mit einer Drahtfördereinrichtung ausgestattet, bei welcher der Anpreßdruck der Vorschubrollen stufenlos eingestellt werden kann, oder es wird eine Drahtfördereinrichtung verwendet, die außerhalb der Pistole den Draht in gleicher Weise fördert.

Hierdurch können Massiv- und Fülldrähte unterschiedlicher Duktilität sowie geringer mechanischer Stabilität auch bei schnellem Drahtvorschub und verschiedenen Durchmesser problemlos gefördert werden.

Damit insbesondere beim Verspritzen von Fülldrähten bei schnellem Drahtvorschub ein Abreißen des Lichtbogens infolge der starken Anströmung der Drahtspitzen durch das Zerstäubergas verhindert werden kann, werden der pneumatisch oder elektrisch betriebene Drahtvorschub stufenlos über Servomotoren unabhängig für beide Drähte und die

Lage der Kontaktdüsen separat für jede Kontaktdüse geregelt. Darüber hinaus wird, um beide Drähte bis nahe an den Abschmelzpunkt zu führen, eine hochschmelzende, vorzugsweise aus Aluminiumoxid bestehende Keramikhaube verwendet. Ferner ist eine Zentrierung der Drahtspitzen mit Hilfe auf die Kontaktdüsen einwirkender manuell oder elektromotorisch betätigter Anstellschrauben möglich.

Zur automatischen Regelung des Drahtvorschubs und/oder der Lage der Kontaktdüsen wird als Maß die Länge und/oder die geometrische Form des Lichtbogens, ausgedrückt durch die hierdurch beeinflusste Spannung und/oder den Strom, verwendet. Zu dieser Regelung können auch Werte aus Rechenoperationen mit einer oder beiden dieser Größen herangezogen werden.

Damit kurze Regelzeiten zu erreichen sind, wird vorzugsweise elektronisch die jeweilige Lichtbogenspannung und/oder der Strom mit einem vorgegebenen Sollwert verglichen. Um diesen Sollwert einzuhalten, wird die Vorschubgeschwindigkeit eines Spritzdrahtes oder beider Spritzdrähte variiert.

Um der Abkühlung der Spritzteilchen auch bei größeren Spritzabständen während des Aufpralls auf dem Werkstück entgegenzuwirken, kann zum Vorwärmen des zu beschichtenden Werkstücks und zum Lichtbogenspritzen ein übertragener Lichtbogen verwendet werden.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen insbesondere darin, daß mit der beschriebenen Lichtbogenspritzeanlage bei hohen Auftragsleistungen durch das Verspritzen von Massiv- und Fülldrähten qualitativ hochwertige verschleiß- und korrosionsbeständige Schutzschichten erzeugt werden können. So können durch die Verwendung dieser Lichtbogenspritzeanlage zum Hochleistungsspritzen gegenüber anderen herkömmlichen Verfahren des thermischen Spritzens, mit denen vergleichbar hochwertige Schichten erzeugt werden, wie etwa das Plasmaspritzen oder das Hochgeschwindigkeits-Flammspritzen, bis zu 10fach höhere Auftragsraten, d.h. bis zu rd. 30 kg/h, bei gleichzeitig um den Faktor 3-6 reduzierten Anlagenkosten erreicht werden.

Hierdurch wird daher erstmals die Möglichkeit geschaffen, in kostengünstiger Weise durch thermisches Spritzen auch große Bauteile, wie z.B. Walzen, Wellen, Behälter mit hochqualitativen Schichten zu versehen.

Die Ausgestaltung und Wirkungsweise der Erfindung wird im folgenden unter Bezugnahme auf die Zeichnung näher beschrieben.

Es zeigen Fig. 1 und 2 schaubildliche Darstellungen einer zur Lichtbogenspritzeanlage gehörenden Spritzpistole im Schnitt.

Die allgemein mit 1 bezeichnete Spritzpistole weist sowohl eine zentrische als auch eine ringför-

mige um einen aus Spritzteilchen 2 bestehenden Spritzstrahl 3 angeordnete Hochgeschwindigkeitsdüse 4,5 mit sogenannter Laval-Geometrie 6 auf, um eine kontrollierte Expansion der Zerstäubergase zu gewährleisten. Diese Düsen werden unabhängig voneinander durch zwei separat mit Hilfe von Nadel-, Kugel- oder Magnetventilen (in der Zeichnung nicht dargestellt) stufenlos regelbaren Zuleitungen 7,8 mit dem Zerstäubergas versorgt. Durch die Verwendung von Druckluft und/oder anderen Gasen und Gasmischungen bis etwa 2 MPa Vordruck wird eine Gasgeschwindigkeit bis etwa 500 m/s erreicht und gleichzeitig durch den Einsatz von inerten und aktiven Gasen, wie Argon, Stickstoff, Methan, Erdgas oder deren Gasmischungen, als Hüllgas der Abbrand von Legierungselementen infolge der hierdurch bedingten Verringerung der Oxidation durch die umgebende Atmosphäre beträchtlich reduziert. Um die Führung der beiden Spritzdrähte 9, 10 bis nahe dem Abschmelzpunkt 11, wo der Lichtbogen 12 entsteht, zu gewährleisten, wird vorzugsweise eine hochschmelzende Keramikplatte 13 verwendet. Ferner ist eine Zentrierung der Spritzdrähte 9, 10 mit Hilfe von auf Kontaktdüsen 14 einwirkenden Anstellschrauben 15 möglich.

Die zur Stromübertragung auf die Spritzdrähte 9, 10 benutzten, vorzugsweise aus Kupfer gefertigten Kontaktdüsen 14 weisen innen zur verlust- und verschleißarmen Übertragung des elektrischen Stroms Stahl- oder Bronzefedern 16 auf. Zudem werden diese zum Erhöhen der elektrischen Leistungsaufnahme und zum Erzielen einer geringen Baugröße der Spritzpistole 1 durch einen weiteren vom Zerstäubungsgas unabhängigen Gasstrom 17, z.B. bestehend aus Luft, Argon, Stickstoff, innen gekühlt. Zur Steigerung der Gas- und Spritzteilchengeschwindigkeit ist die Lichtbogenspritzpistole zur Vorwärmung des Zerstäubergases vorzugsweise mit zwei separat regelbaren elektrischen Wärmetauschern 18 ausgerüstet.

Durch diese Vorwärmung bis rd. 750 °C lassen sich Geschwindigkeitssteigerungen des Zerstäubergases von mehr als 100 % gegenüber herkömmlichen Spritzpistolen, d.h. bis rd. 800 m/s erzielen. Die beiden Spritzdrähte 9, 10 werden während des Spritzvorgangs mit einer vorzugsweise aus vier angetriebenen Vorschubrollen 19 und vier Leerlaufrollen 20 bestehenden Drahtfördereinrichtung transportiert.

Über eine Federanstellung 21 der Leerlaufrollen 20 kann der Anpreßdruck der pneumatisch oder elektrisch angetriebenen Vorschubrollen 19 stufenlos in Abhängigkeit von der jeweiligen Duktilität, der mechanischen Stabilität und dem Durchmesser der verwendeten Drähte eingestellt werden.

Fig. 3 zeigt als Ausführungsbeispiel in schematischer Darstellung, wie die elektronische Regelung

des Drahtvorschubs unabhängig für beide Spritzdrähte 9, 10 stufenlos über Servomotoren 22, 23 erfolgt. In diesem Fall werden als Maß für die Vorschubregelung 24 prozeßabhängige Parameter, vorzugsweise die Lichtbogenspannung, welche ein Maß für die Länge und/oder geometrische Form des durch das Zerstäubergas angeblasenen Lichtbogens 12 darstellt, über Meßwandler 25 und Analog-Digital-Umsetzer 26 einem Mikrocomputer mit Speicher 27 zugeführt. Hier werden die Eingangsdaten mit den durch eine Operatoreinheit 28 vorgegebenen Sollwerten verglichen. Die sich ergebenden Differenzen zwischen Soll- und Ist-Werten werden numerisch berechnet und zur Korrektur des Drahtvorschubs über einen Digital-Analog-Umsetzer 29 der Vorschubregelung 24 zugeführt.

Hierbei wird z.B. bei positiver Abweichung der Spannung von dem vorgegebenen Sollwert, d.h. Zunahme der Lichtbogenlänge und der Spannung, der Spritzdraht 9 über die Vorschubregelung 24 mit Hilfe des Servomotors 22 schneller vorgeschoben, um den Sollwert der Spannung zu erreichen. Bei negativer Abweichung der Spannung von dem Sollwert wird dagegen der Vorschub des Spritzdrahtes 9 verlangsamt, bis der Sollwert eingestellt ist. Demgegenüber bleibt in diesem Beispiel während des Regelungsvorgangs die Vorschubgeschwindigkeit des Vorschubmotors 23 für den Spritzdraht 10 konstant. In gleicher Weise kann die Lage der Kontaktdüsen 14 geregelt werden.

Hierdurch ist es insbesondere möglich, ein Abreißen des Lichtbogens 12 von den Spritzdrähten 9, 10 in Höhe des Abschmelzpunktes 11 bei schnellem Drahtvorschub zu verhindern und hohe Abschmelzleistungen zu erreichen.

Zur weiteren Erläuterung sind Fig. 3 Regelkreise 30, 31, 32 zu entnehmen. Diese können, wie im folgenden dargestellt, während der Vornahme der Beschichtung über die Parametererfassung und die Prozeßführung in den Arbeitsablauf eingreifen. So ermöglicht der Regelkreis 30 die Positionierung der beiden Kontaktdüsen 14 über eine elektromechanische Anstellung (in der Zeichnung nicht dargestellt) in x-y-z-Richtung unabhängig voneinander. Hierdurch ist es in Ergänzung der Vorschubregelung 24 der Spritzdrähte 9, 10 möglich, die Drahtspitzen in Höhe des Abschmelzpunktes 11 in einfacher Weise zu zentrieren und schnell einen stabilen Lichtbogen 12 zu erreichen. Zudem werden durch diesen Regelkreis 30 Temperatur und Druck des Zerstäubergases unabhängig für beide Hochgeschwindigkeitsdüsen 4,5 sowie die Temperatur der innengekühlten Kontaktdüsen 14 erfaßt.

Durch den Regelkreis 31 werden neben der Vorschubgeschwindigkeit unabhängig für beide Spritzdrähte 9, 10 der Anpreßdruck der Vorschubrollen 19 sowie der Schlupf zwischen der Vorschubgeschwindigkeit der Spritzdrähte 9, 10 und

der Drehzahl der Vorschubrollen 19 kontrolliert.

Mit Hilfe des Regelkreises 32 kann die Positionierung des zu beschichtenden Werkstücks 33 in x-y-z-Richtung über Servoantriebe (nicht in der Zeichnung dargestellt) erfolgen sowie die Temperatur eines Werkstücks 33 erfaßt werden. Durch negative oder positive elektrische Polung des Werkstücks 33 gegenüber den Spritzdrähten 9, 10 ist auch beispielsweise durch Kontakt- oder Hochfrequenzzündung und Verwendung einer elektronisch regelbaren Stromquelle 34 die Vorwärmung des Werkstücks 33 oder das Lichtbogenspritzen mittels übertragenen Lichtbogens 35 möglich.

Fig. 4 zeigt zur weiteren Erläuterung ein Beispiel der Ausgestaltung einer Hochgeschwindigkeits-Ringdüse 36 mit Blendkappe 37. Hierbei befindet sich im Gegensatz zu der in Fig. 1 und 2 dargestellten Hochgeschwindigkeitsdüse 5 ein Ringspalt 38 zum Austreten des Zerstäubergases aus der Hochgeschwindigkeits-Ringdüse 36 in unmittelbarer Nähe des Abschmelzpunktes 11, um eine höhere Beschleunigung und Geschwindigkeit der Spritzteilchen 2 und eine Einschnürung des Spritzstrahles 3 zu erreichen. Der Ausströmwinkel 39 der Hochgeschwindigkeits-Ringdüse 35 kann ferner, um stärkere Scherkräfte auf die Spritzteilchen 2 ausüben zu können und hierdurch eine feinere Zerstäubung zu erreichen, 3-38° betragen.

Ansprüche

1. Lichtbogenspritzeanlage zum Hochleistungsspritzen von Massiv- und Fülldrähten, dadurch gekennzeichnet, daß zum Beschleunigen und Zerstäuben der Spritzteilchen (2) zwei getrennt regelbare Düsen (4, 5) verwendet werden, die zwei voneinander unabhängige Überschallströmungen erzeugen.

2. Lichtbogenspritzeanlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zum Zerstäuben und Beschleunigen der Spritzteilchen (2) hochkomprimierte Luft und/oder andere inerte und aktive Gase sowie hieraus zusammengesetzte Gasmischungen verwendet werden.

3. Lichtbogenspritzeanlage nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das verwendete Zerstäubergas vor Eintritt in die Düsen (4, 5) innerhalb und/oder außerhalb der Spritzpistole (1) vorzugsweise durch elektrisch beheizte Wärmetauscher (18) vorgewärmt wird.

4. Lichtbogenspritzeanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die zur Stromübertragung eingesetzten Kontaktdüsen (4, 5) innen mit Federn (16), z.B. aus Stahl oder Bronze, versehen sind.

5. Lichtbogenspritzeanlage nach einem der An-

sprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Kontaktdüsen innen durch einen vom Zerstäubergas unabhängigen Gasstrom (17), z.B. Luft, Argon, Stickstoff oder ein anderes Fluid, wie Wasser, gekühlt sind.

6. Lichtbogenspritzeanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Spritzpistole (1) mit einer Drahtfördereinrichtung (19, 20) ausgestattet ist, bei welcher der Anpressdruck der Vorschubrollen (19) stufenlos einstellbar ist, oder eine Drahtfördereinrichtung verwendet wird, die außerhalb der Spritzpistole (1) den Draht in gleicher Weise fördert.

7. Lichtbogenspritzeanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der pneumatisch oder elektrisch betriebene Drahtvorschub stufenlos über Servomotoren unabhängig für beide Drähte (9, 10) und die Lage der Kontaktdüsen (4, 5) separat für jede Kontaktdüse regelbar ist.

8. Lichtbogenspritzeanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß als Maß für die Drahtregelung die Länge und/oder die geometrische Form des Lichtbogens, ausgedrückt durch die hierdurch beeinflusste Spannung und/oder den Strom, verwendet wird.

9. Lichtbogenspritzeanlage nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß zum Vorwärmen des zu beschichtenden Werkstücks (33) und zum Lichtbogenspritzen ein übertragener Lichtbogen verwendet wird.

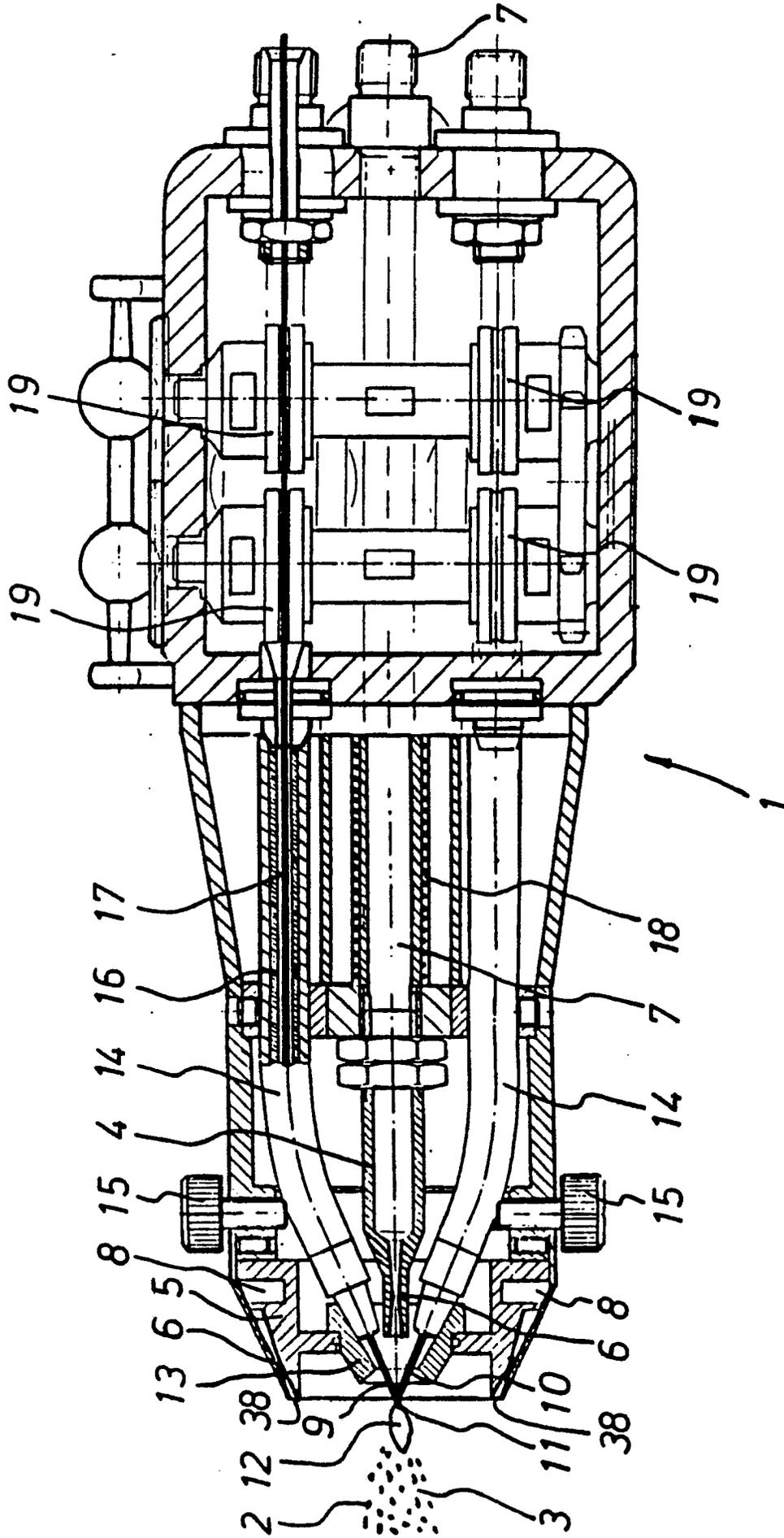


Fig.1

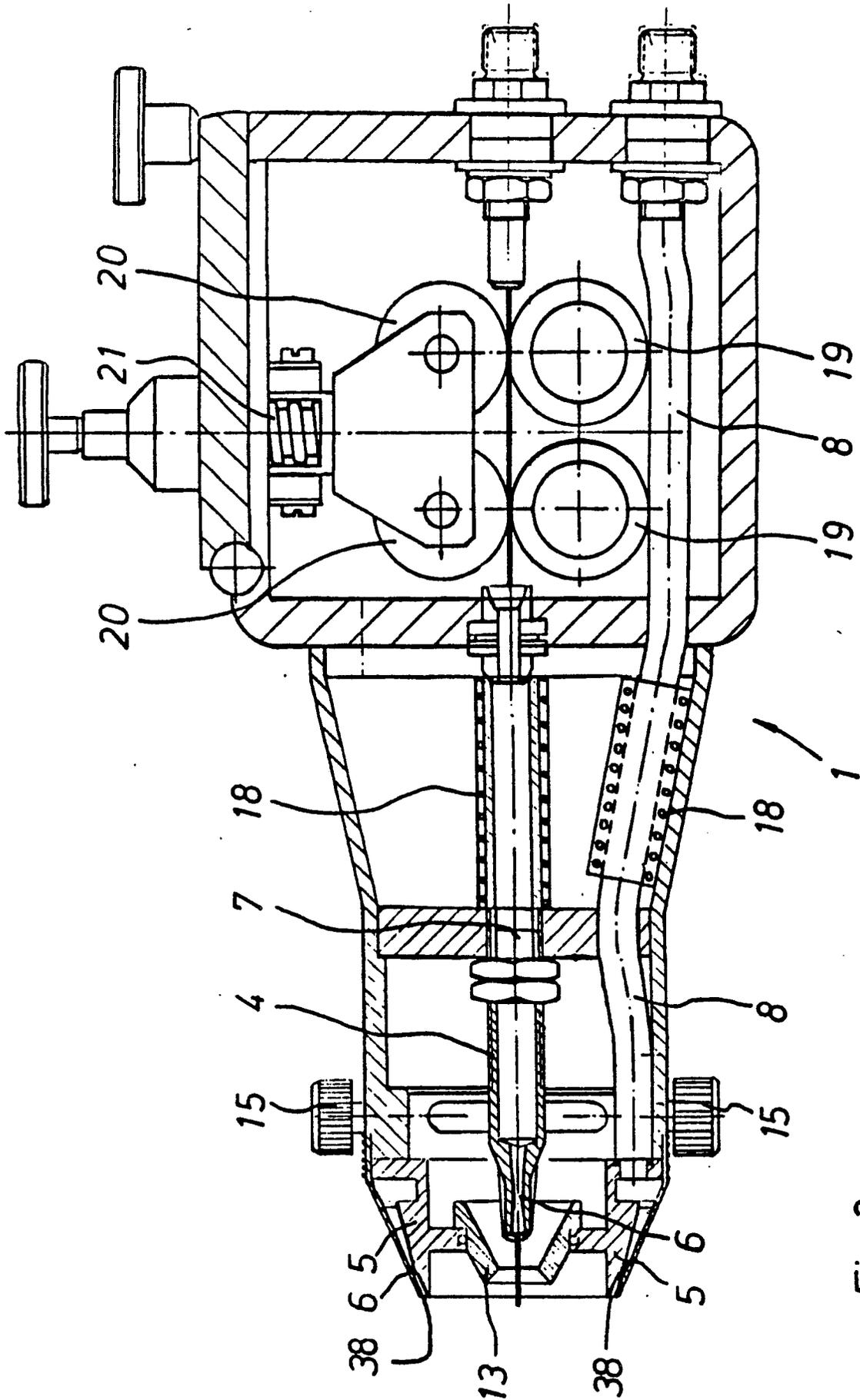


Fig. 2

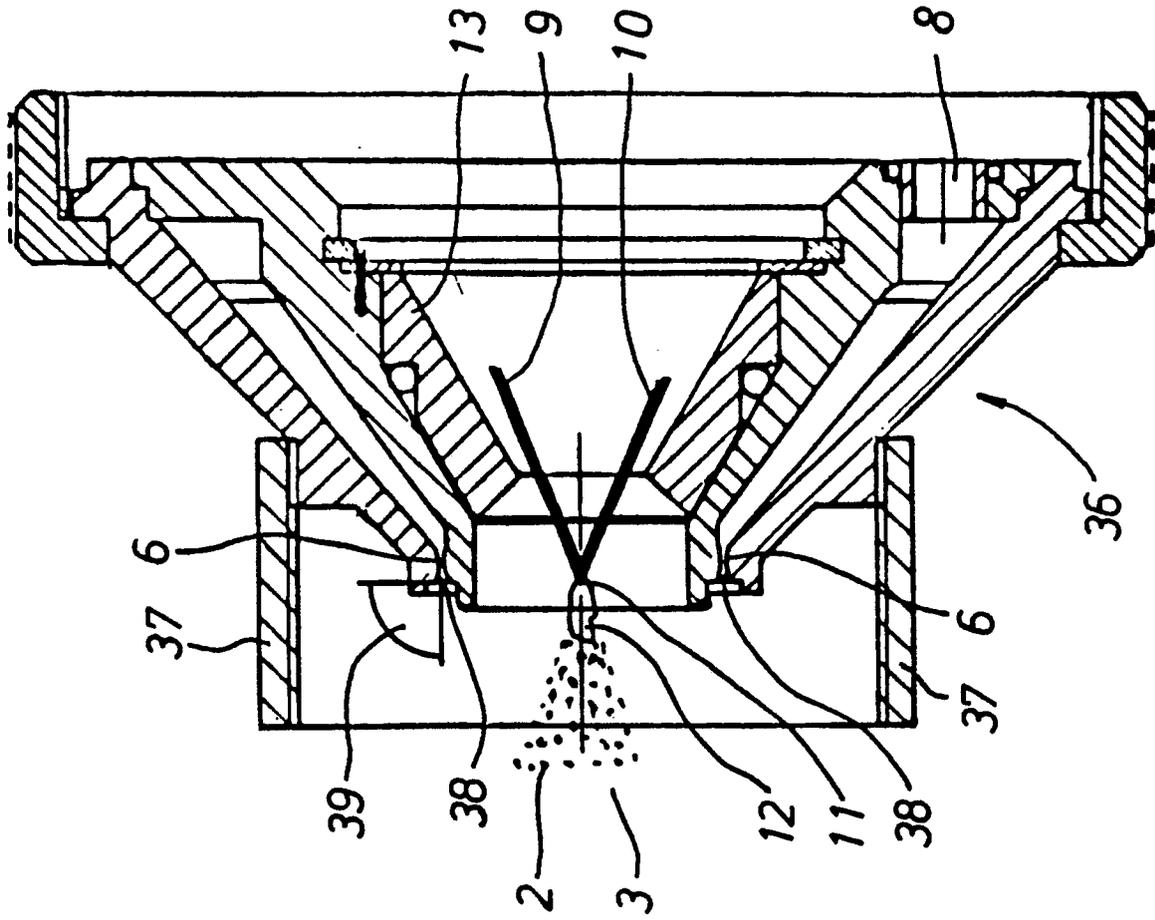


Fig. 4.