

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11)

Veröffentlichungsnummer:

0 271 032
A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 87118000.6

(51) Int. Cl.4: **H05H 1/42**, **B05B 7/22**,
B05B 13/06, **C23C 4/06**,
C23C 4/16

(22) Anmeldetag: 05.12.87

(30) Priorität: 11.12.86 DE 3642375

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
15.06.88 Patentblatt 88/24

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

(71) Anmelder: **Castolin S.A.**
Postfach 1020
CH-1001 Lausanne-St. Sulpice(CH)

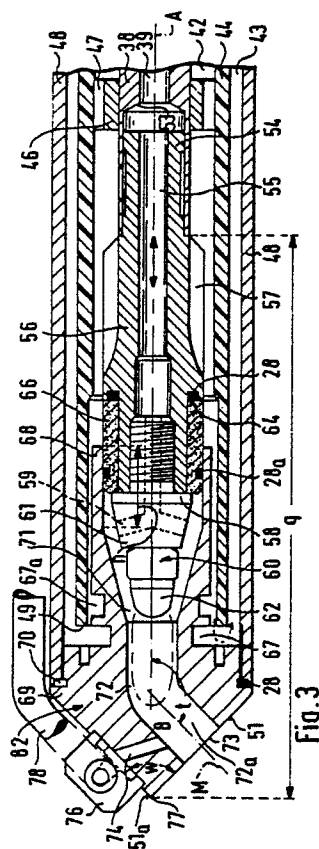
(72) Erfinder: **Müller, Niklaus, Ing.**
Ch. de l'Ochettaz B 12
CH-1025 St. Sulpice(CH)

(74) Vertreter: **Hiebsch, Gerhard F., Dipl.-Ing. et al**
Erzbergerstrasse 5A Postfach 464
D-7700 Singen 1(DE)

(54) Verfahren zur Aufbringung einer Innenbeschichtung in Rohre od. dgl. Hohlräume engen Querschnittes sowie Plasmaspritzbrenner dafür.

(57) Ein Plasmaspritzbrenner mit einer eine Elektrode bildenden, einen Düsenkanal enthaltenden, insbesondere anodisch geschalteten Spritzdüse und einer dieser zugeordneten zweiten Elektrode in einem gegen die Spritzdüse elektrisch isolierten Brennerarm, der Strömungskanäle für Arbeitsgas sowie für Kühlmedium aufweist, soll zur Verbesserung der Innenbeschichtung sehr enger Rohre od.dgl. Hohlräume verbessert werden, insbesondere soll die Einstellbarkeit seines Lichtbogens und dessen Relation zur Zone der Ausschmelzung gesteuert und die Kühlung optimiert werden.

Hierzu ist der Strömungskanal (39) für das Arbeitsgas an einen die zweite Elektrode (60) durchsetzenden Kanal (59) angeschlossen und der Düsenkanal (72, 72_a) zumindest im Bereich seiner Mündung (73) zur Längsachse A des Brennerarms bzw. des Strömungskanals (39) in einem Winkel (t) geneigt.



EP 0 271 032 A2

CE-127/EPA

B E S C H R E I B U N G

Die Erfindung betrifft einen Plasmaspritzbrenner mit einer eine Elektrode bildenden, einen Düsenkanal enthaltenden, insbesondere anodisch geschalteten Spritzdüse und einer dieser zugeordneten zweiten Elektrode in einem gegen die Spritzdüse elektrisch isolierten Brenner-
5 teil eines Brennerarms, der Strömungskanäle für Arbeitgas sowie für Kühlmedium aufweist, welches in einem der Strömungskanäle düsenwärts fließt und nach erfolgtem Kühlvorgang aus einem anderen Strömungskanal abgeleitet
10 wird, wobei in den Düsenkanal eine Zuleitung für Pulver mündet. Zudem erfaßt die Erfindung ein Verfahren zur Innenbeschichtung eines Rohres.

Eine Vorrichtung dieser Art ist durch die DE-OS 34 30
15 383 für die Herstellung von Innenschichten in Haltenuten von Turbinenscheiben vorgeschlagen worden. Diese bekannte Vorrichtung weist einen Brennerkopf mit voneinander abklappbaren Anoden- und Kathodenhalbschalen auf; in letzterer sitzt eine Elektrode, welche in den
20 Düsenkanal einer Spritzdüse im anodischen Teil des Brennerkopfes ragt. Die Spritzrichtung ist hier rechtwinklig zur Brennerkopfachse, die Pulverzuführung erfolgt sehr nahe an der Elektrode unmittelbar an der Mündung des Düsenkanals.

25 Zur Kühlung sind Düsenöffnungen an einem Düsenring vorgesehen, der den Brennerkopf in Abstand zum Düsenkanal supportartig umgibt; durch diese Öffnungen wird ein Gasschutzmantel zur Kühlung erzeugt, der auch
30 Spritzstaub ausblasen soll.

CE-127 /EPA

Die Vorerfindung beschränkt sich i.w. auf eine rotationssymmetrische Ausbildung des Elektrodenkopfes, der in eine querschnittlich besonders ausgebildete Brennerdüse einragt.

5 In Kenntnis dieses Standes der Technik hat sich der Erfinder das Ziel gesetzt, einen Plasmaspritzbrenner der eingangs erwähnten Art für das Innenbeschichten sehr enger Rohre od.dgl. Hohlräume bezüglich seiner Wirkungs-
10 weise zu verbessern, insbesondere die Einstellbarkeit seines Lichtbogens und desssen Relation zur Zone der Aufschmelzung zu steuern und die Kühlung zu optimieren. Darüberhinaus soll der Aufbau des Plasmaspritzbrenners eine völlig andere Konzeption erhalten, die auch den Zu-
15 griff zu den Einzelteilen vereinfacht.

Zur Lösung dieser Aufgabe führt, daß der Strömungskanal für das Arbeitgas an eine die zweite Elektrode durchsetzenden Kanal anschließt und der Düsenkanal zumindest
20 im Bereich seiner Mündung zur Längsachse des Brennerarms bzw. des Strömungskanals in einem Winkel geneigt ist. Zudem soll dieser zur Längsachse geneigte Bereich des Düsenkanals etwa rechtwinklig zu einer ihrerseits geneigten Außenfläche der Spritzdüse verlaufen, wobei der
25 Neigungswinkel zwischen Düsenkanal und Längsachse bevorzugt etwa 45° beträgt. Allerdings kann im Rahmen der Erfindung von dieser Maßgabe auch begrenzt abgewichen werden. Das Hindurchführen des Arbeitsgases durch die Elektrode vereinfacht den Brenneraufbau und gestattet eine
30 günstige Ausgestaltung der Spritzdüse.

CE-127/EPA

Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung ist zwischen dem Strömungskanal für das Arbeitsgas und den Kanal der zweiten Elektrode eine Bohrung eines Kühlkörpers geschaltet, der von einem in den erfindungsgemäßen Brenner integrierten Kühlmantelraum -- als Strömungsraum für das Kühlmedium -- umgeben ist. Dieses Kühlmedium ist hier vorteilhafterweise Kühlflüssigkeit, welche bis an die Spritzdüse herangeführt werden kann, so daß die Kühlung hier in jedem Fall sehr effektiv ist. Ein äußerer Gasschutzmantel entfällt, dessen Strömung die sich bildende Plasmaschicht negativ beeinflussen kann.

Für die Ausbildung des erfindungsgemäßen Plasmaspritzbrenners, vor allem aber für den sehr engen Durchmesser des Brennerarms von etwa 20 mm, ist die Maßgabe von besonderer Bedeutung, den Strömungskanal für das Arbeitsgas in einem Zentralrohr des Brennerarms unterzubringen, an dem das Kühlmittel unmittelbar entlang zur Elektrode strömt; das Zentralrohr begrenzt mit einem koaxialen Rohr aus elektrisch nicht leitendem Werkstoff den inneren Kühlmantelraum.

Dieses Zentralrohr ist an die oben beschriebene zweite Elektrode unmittelbar angeschlossen und dient auch für diese als Stromzuführung. Grundsätzlich ist es möglich, die Anode am Zentralrohr anzubringen und die Spritzdüse kathodisch zu schalten, jedoch wird nachfolgend davon ausgegangen, daß die Spritzdüse vorteilhafterweise den Anodenteil des Elektrodensystems verkörpert und die Kathode am Zentralrohr sitzt. Die Umkehrung dieser Anordnung fällt in den Rahmen der Erfindung.

CE-127/EPA

Bevorzugt wird das koaxiale Rohr von einem Mantelrohr in Abstand umgeben und bildet mit diesem einen zweiten Kühlmantelraum, der mit dem zuerst genannten inneren Kühlmantelraum im Bereich der Spritzdüse verbunden ist; der innere Kühlmantelraum führt das flüssige Kühlmedium in kaltem Zustand zur Spritzdüse, wo es um die freie Kante des koaxialen Rohres umgelenkt und durch den äußeren Kühlmantelraum abgeführt wird. Als günstig hat es sich erwiesen, das koaxiale Rohr aus Acrylglas zu fertigen, das sich gegen Abstandshalter des Zentralrohres stützt, ohne daß dadurch die axiale Bewegbarkeit des Zentralrohres gegenüber dem Acrylglasrohr od.dgl. beeinträchtigt würde.

Das genannte Mantelrohr bildet die Außenfläche des Brennerarms, darüberhinaus in bevorzugter Ausführung auch die Zuleitung des Stromes zur anodischen -- bzw. zur kathodischen -- Spritzdüse, welche das Mantelrohr nach vorne hin abschließt.

Der erfindungsgemäße Plasmaspritzbrenner weist also drei konzentrische Hohlräume auf, nämlich den in die Längsachse des Brennerarmes fallenden Strömungskanal für das Arbeitsgas sowie die beiden ihn umgebenden Kühlmittelmäntel.

Erfindungsgemäß sitzt am Ende des Zentralrohres der bereits erwähnte Kühlkörper, der mit radial abstehenden Kühlrippen in den inneren Kühlmittelmantel hineinragt und dadurch diesem eine verhältnismäßig große Oberfläche zum Wärmeaustausch anbietet.

CE-127/EPA

In Strömungsrichtung ragt aus diesem kupfernen Kühlkörper die aus gleichem Werkstoff hergestellte Kathode hinaus, welche mit einer strömungsgünstigen Spitze aus einem Werkstoff hohen Schmelzpunktes und einer gegenüber dem Kathodenkörper geringeren elektrischen Leitfähigkeit besteht. Hierfür bietet sich Wolfram mit einem Schmelzpunkt von 3390°C und einer gegenüber dem Kupfer um etwa zwei Drittel verminderten Leitfähigkeit an. Die Kathode kragt in einen dem Düsenkanal vorgeschalteten Hohlraum der Spritzdüse ein und zwar so, daß -- erfindungsgemäß in Strömungsrichtung geneigte -- Querbohrungen als Endstücke des Strömungskanals für das Arbeitsgas seitlich an der Kathode münden. Das Arbeitsgas gelangt so -- gerichtet -- in einen Ringraum zwischen Kathode und Anode und strömt an der beschriebenen Kathodenspitze innerhalb eines sich konisch verjüngenden Teiles der Spritzdüse nach vorne in den anschließenden Düsenkanal, wo sich in Betriebsstellung des Plasmaspritzbrenners der bei derartigen Geräten übliche Lichtbogen befindet. Dessen Spitze steht in einem so ausreichenden Abstand zu der nahe der Düsenkanalmündung vorgesehenen Pulverzuführung, daß auch für hochschmelzende Metallpartikel eine ausreichende Aufschmelzung gewährleistet ist; die Zone höchster Wirksamkeit des Lichtbogens liegt in kurzem Abstand vor dessen Ende.

Von besonderer Bedeutung ist für den Erfindungsgegenstand, daß das Zentralrohr axial beweglich lagert, so daß ohne Probleme die Lage des Lichtbogens durch ein einfaches Verschieben des Zentralrohres mit seiner Kathodenspitze durchgeführt werden kann.

CE-127 /EPA

Zur Lagerung der Kathode schließt erfindungsgemäß an einen sich konisch erweiternden Hohlraum der Spritzdüse der Innenraum eines zylindrischen Teiles an, der einem Isolerring -- bevorzugt aus Aluminiumoxid od.dgl. porenfreier Keramik -- dicht anliegt. Dieser Keramikzylinder umgibt einen Teil des Kühlkörpers und ruht mit diesem bevorzugt axial verschiebbar im zylindrischen Teil der Spritzdüse.

Die Kühlung ist von hoher Wirksamkeit, da der Kühlkörper nach außen hin mit Kühlrippen ausgestattet ist, die radial in den inneren Kühlmantelraum ragen.

Es liegt im Rahmen der Erfindung, daß die das Mantelrohr endwärts verschließende Spritzdüse zwei miteinander einen Winkel von bevorzugt 90° einschließende Außenflächen anbietet, von denen eine durch zumindest eine Bohrung mit dem Düsenkanal verbunden und diese Bohrung an ein äußeres Zuführrohr als Zuleitung für Pulver angeschlossen ist, welches etwa parallel zum Mantelrohr verläuft.

Bei der bevorzugten Ausführung des Plasmaspritzbrenners ist dessen Mantelrohr als Stromzuführung für die Spritzdüse ausgebildet, also beispielsweise aus Messing gefertigt. In besonderen Fällen aber kann auch am Zuführrohr ein elektrisch leitender Werkstoff vorgesehen und mit der Spritzdüse verbunden sein, die dann gegen den Brennerarm isoliert ist.

CE-127 /EPA

Auch die Ausbildung des gehäuseartigen Supports, von dem der Brennerarm abragt, ist von Bedeutung; ein an das Zentralrohr angeschlossenes Endstück od.dgl. aus elektrisch leitendem Werkstoff ist unter Zwischenschaltung eines elektrisch isolierenden Zwischenringes od.dgl. mit einem vorderen Supportteil aus elektrisch leitendem Werkstoff fest verbunden, wobei bevorzugt der vordere Supportteil das Zentralrohr in Abstand umfängt und fest mit dem Mantelrohr verbunden ist.

Erfindungsgemäß lagert im vorderen Supportteil ein büchsenartiger Aufnahmekörper aus elektrisch isolierendem Werkstoff mit einem an das koaxiale Rohr aus nicht leitendem Werkstoff angeschlossenen Kragen. Dieser Aufnahmekörper umgibt das Zentralrohr so, daß er mit dem Zentralrohr einen Teil des inneren Kühlmantelraumes bildet und im Bereich des Endstückes mit einem dem Zentralrohr anliegenden Bodenteil den inneren Kühlmantelraum radial begrenzt.

Der innere Kühlmantelraum im Endstück und der äußere Kühlmantelraum im vorderen Supportteil sind jeweils mit einem an sich bekannten Schlauchanschluß od.dgl. verbunden, von denen jeder auch dem Stromanschluß dient; so ist das Endstück über seinen Schlauchanschluß mit dem Minuspol einer Stromleitung verbunden, wenn die Elektrode des Zentralrohres kathodisch ist.

CE-127 /EPA

Die Bewegbarkeit des Zentralrohres mit der Kathode wird dadurch ermöglicht, daß das Zentralrohr durch eine sich endwärts konisch erweiternde Endausnehmung des Endstückes aus diesem herausragt und die Endausnehmung ein sich konisch verjüngendes Gegenstück aufnimmt, das ein zentraler Ansatz einer an das Endstück angeschlossenen Stirnscheibe ist, der Griffmuttern auf einem Außengewinde des Zentralrohrers zugeordnet sind.

Im Rahmen der Erfindung liegt auch ein Verfahren zur Innenbeschichtung eines Rohres durch Plasmaspritzen, bei dem das Rohr eines Innendurchmessers von weniger als 30 mm auf den Brennerarm aufgeschoben wird, wonach der Plasmaspritzbrenner entzündet und während des Plasmaspritzens das -- seinerseits gekühlte -- Rohr gedreht sowie relativ zum Brennerarm axial bewegt wird. Die in dieser Weise aufgetragene korrosionsbeständige Innenschicht -- beispielsweise in einem Aluminiumrohr, das als Batterienmäntel eingesetzt wird -- entsteht sehr einfach und ist völlig einwandfrei. Sowohl dieses Verfahren als auch die in den Unteransprüchen 36 bis 44 angegebenen Merkmale sind selbständig schutzfähig.

CE-127/EPA

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines bevorzugten Ausführungsbeispiels sowie anhand der Zeichnung; diese zeigt in

5

Fig. 1: eine teilweise geschnittene Draufsicht auf eine Spritzvorrichtung für Plasma mit Anschlußgehäuse und Brennerarm;

10

Fig. 2: einen gegenüber Fig. 1 vergrößerten Teillängsschnitt durch den Bereich des Anschlußgehäuses;

15

Fig. 3: einen gegenüber Fig. 1 vergrößerten Teillängsschnitt durch einen Teil des Brennerarms mit Pulverzuführung;

Fig. 4: die Frontansicht zu Fig. 3;

20

Fig. 5: den Längsschnitt durch die Pulverzuführung;

Fig. 6: den Längsschnitt durch ein Detail des Brennerarms;

25

Fig. 7: eine Axialansicht zu Fig. 6;

Fig. 8 eine teilweise geschnittene Seitenansicht eines Teiles der Fig. 3;

30

Fig. 9: die Frontansicht zu Fig. 8.

CE-127/EPA

Ein Spritzbrenner 10 für Plasma zum Herstellen einer korrosionsfesten Innenschicht 12 eines bei 13 angedeuteten in etwa 220 mm langen Leichtmetallrohres, dessen Innendurchmesser d etwa 30 mm mißt, weist an einem -- aus Hartgewebe geformten -- Anschlußgehäuse oder Support 14 der beispielsweise Länge a von 75 mm einen stabförmigen Brennerarm 16 eines Außendurchmesser i von etwa 20 mm sowie einer -- von einer Gehäusestirnfläche 15 an gemessenen -- Kraglänge b von hier 480 mm auf. Ein in der Längsachse A des Plasmaspritzbrenners 10 verlaufendes Anschlußrohr 18 ragt von einer die andere Gehäusestirnfläche bildenden Stirnscheibe 20 mit einer freien Länge e von etwa 60 mm ab.

Wie insbesondere Fig. 2 verdeutlicht, besteht das Anschlußgehäuse 14 aus zwei von einem Zwischenring 22 aus elektrisch isolierendem Werkstoff wie Acetalharz getrennten und mit diesem durch Schrauben fest verbundenen Teilen aus Messing od.dgl. Metall, nämlich einem blockähnlichen Endstück 23 sowie einer -- das eine Ende des Brennerarmes 16 aufnehmenden -- Büchse 24, deren Bodenplatte 25 mit einem zentrischen Durchbruch 26 eines Durchmesser f von etwa 13,5 mm versehen ist und dank eines in den Zwischenring 22 eingesetzten O-Ringes 28 jenem dicht anliegt - ein solcher O-Ring 28 findet sich auch an der dem Endstück 23 benachbarten Fläche des Zwischenringes 22.

CE-127/EPA

In die Büchse 24 ist ein ihren Durchbruch 26 durch-
setzender hohler Aufnahmekörper 30 aus gegebenenfalls
Füllstoffe enthaltendem Polytetrafluoräthylen (PTFE)
od.dgl. eingebracht, welcher innerhalb der Büchse 24
5 einen querschnittlich L-förmigen Kragen 31 besitzt und
durch den Zwischenring 22 hindurch in eine Sackbohrung
33 des Endstückes 23 greift; in dieser Sackbohrung 33
verläuft in Abstand zu deren Boden ein Bodenring 32 des
Aufnahmekörpers 30, welcher infolge einer zentrischen
10 Axialbohrung 34 als schulterartige Ringfläche 35 er-
scheint. Die Axialbohrung 34 ist verhältnismäßig kurz
und geht in eine sich von ihr konisch erweiternde End-
ausnehmung über.

15 Die Ringöffnung des Bodenringes 32 sowie die an-
schließende Axialbohrung 34 des Endstückes 23 sind von
gleichter Weite (= h etwa 7 mm), welche dem Außendurch-
messer eines durch sie hindurchgeführten Zentralrohres
38 aus Messing od.dgl. Metall entspricht, das in der
20 Axialbohrung 34 von einem Dichtungsring 28_a umgeben
ist. Letzterer ist -- wie auch der O-Ring 28 am
Zwischenring 22 -- erforderlich, um die Sackbohrung 33
abzudichten, die über eine Querbohrung 40 des Endstückes
23 an ein aus Gründen der Uebersichtlichkeit nicht
25 dargestelltes Wassersystem angeschlossen werden kann und
mit dem Zentralrohr 38 einen ringförmigen Wasserraum
begrenzt. Dieser ist über eine Ausnehmung 41 mit dem
Innenraum jenes Aufnahmekörpers 30 verbunden, der
seinerseits mit dem Zentralrohr 38 einen Raum 42 für
30 einen Wassermantel bildet.

CE-127/EPA

Der Raum 42 für den Wassermantel setzt sich über den Aufnahmekörper 30 hinaus fort; das Zentralrohr 38 wird in Abstand von einem koaxialen -- bevorzugt transluzenten -- Kunststoffrohr 44 umgeben, das bei 45 mit dem Aufnahmekörper 30 verschraubt ist und einem Distanzring 46 mit achsparallelen Ausnehmungen 47 enthaltenden -- Distanzring 46 des Zentralrohres anliegt.

Ein zweiter konzentrischer Wasserraum 43 befindet sich außerhalb des Kunststoffrohres 44 und wird nach außen von einem Mantelrohr 48 aus Messing als äußeren Teil des Brennerarmes 16 begrenzt das endwärts in der Büchse 24 abgedichtet sitzt. Dieser äußere Wasserraum 43 ist einerseits an der Stirnkante 49 des Kunststoffrohres 44 strömungstechnisch an den inneren Wasserraum 42 sowie andererseits innerhalb des Kragens 31 des Aufnahmekörpers 30 seinerseits an eine Querbohrung 40_a angeschlossen, welche der erstbeschriebenen Querbohrung 40 radial gegenüberliegt; beide Querbohrungen 40, 40_a sind mit äußeren Schlauchanschlüssen 50, 50_a verbunden, von denen erkennbar einer vom Endstück 23 und der andere von der Büchse 24 jeweils seitlich abragt.

Das Zentralrohr 38 endet in Abstand q von dem -- durch eine Kammlinie 77 satteldachartig angeordneter Außenflächen 51, 51_a einer Spritzdüse 52 gebildeten -- freien Ende der Vorrichtung 10 als ein bei 53 schulterartig abgesetztes dünnwandiges Endstück.

CE-127 /EPA

In dieses ist ein offenes Rohrende 54 eines -- radial abstehende Kühlrippen 57 aufweisenden -- Kühlkörpers 56 aus Kupfer eingelötet; eine axiale Bohrung 55 des Kühlkörpers 56 setzt den Innenraum 39 des Zentralrohres 38 fort und geht gemäß Fig. 3 in einen axialen Kanal 59 mit drei zur Längsachse A geneigten Querbohrungen 59a einer Kathode 60 über, die den Kühlkörper 56 axial fortsetzt und seine Stirnfläche 58 mit einem Kragen 61 überdeckt. In diesen ist -- ebenfalls axial -- eine kalottenartig geformte Kathodenspitze 62 aus Wolfram eingesetzt.

Zwischen dem Kragen 61 der Kathode 60 und einem Schulterabsatz 64, welcher sich am kathodenseitigen Ende der Kühlrippen 57 befindet und mit einem O-Ring 28 versehen ist, erstreckt sich ein Zylinder 66 aus Oxidkeramik, bevorzugt aus Al_2O_3 , an den sich außen unter Zwischenschaltung einer Dichtung 28_a ein zylindrisches Aufschubteil 68 einer Anode anschmiegt, die von der Spritzdüse 52 gebildet wird; letztere besteht aus dem Aufschubteil 68 und einem Kopfteil 69, das mit einem schulterartig eingezogenen Absatz 70 in das Mantelrohr 48 eingeschraubt ist sowie beidseits der Längsachse A die bereits erwähnten Außenflächen 51, 51_a anbietet, die miteinander einen Winkel w von 90° einschließen. Am Uebergang vom Kopfteil 69 zum Aufschubteil 68 sind radiale Nuten 67, 67_a zu erkennen.

CE-127 /EPA

Die anodische Spritzdüse 52 weist einen die Kathode 60 aufnehmenden konischen Hohlraum 71 auf, an den ein Düsenkanal 72 anschließt. Dieser ist gemäß Fig. 3 längsschnittlich gekrümmt, um an der einen Außenfläche 51 zu münden, d.h. die Achse M seines Mündungsteiles 72_a verläuft in einem Winkel t von 45° zur Längsachse A - und damit auch in der in Fig. 1 wiedergegebenen Betriebsstellung in einem Winkel von 45° zur Innenfläche des zu beschichtenden Leichtmetallrohres 12.

Neben der Mündung 73 des Düsenkanals 72 endet an diesem eine Schrägbohrung 74 der Sprühdüse 52. Diese Schrägbohrung 74 schließt andernends an einen in einer nutartigen Ausnehmung 75 der Außenfläche 51_a ruhenden klotzartigen Aufsatz 76 an, der parallel zum Düsenkamm 77 verläuft sowie Teil eines Zuführrohres 78 für Pulver ist. Dieses Zuführrohr 78 verläuft mit seinem Anschlußende 79 an der Außenfläche des Mantelrohres 48.

Das Zentralrohr 38 ragt mit seinem der Spritzdüse 52 fernen Ende aus dem Anschlußgehäuse 14 bzw. aus dessen Endstück 23 hinaus und durchsetzt dabei gemäß Fig. 1 die Scheibe 20, welche mit einem konischen Ansatz 21 in die Endausnehmung 36 eingesetzt ist. Die Scheibe 20 mit ihrem konischen Ansatz 21 ist auf ein Außengewinde 37 des Zentralrohres 38 aufgeschraubt.

CE-127 /EPA

5 Dieses Außengewinde 37 nimmt auch zwei Griffmuttern 80 auf. Dem beschriebenen Außengewinde 37 des Zentralrohres 38 folgt -- in Fig. 1 rechts -- das Anschlußende 18 des Zentralrohres 38, welches zur Herstellung der Betriebsbereitschaft mit einer nicht dargestellten Leitung für ein Arbeitsgas verbunden wird; durch den Innenraum 39 des Zentralrohres 38 und die axiale Bohrung 55 des Kühlkörpers 56 gelangt dieses Gasgemisch in Strömungsrichtung x in den Hohlraum 71 der Spritzdüse 52 und umgibt dort einen Lichtbogen, der in Fig. 3 bei B lediglich angedeutet ist und vor der Schrägbohrung 74 für die Pulverzuführung endet.

15 Der Lichtbogen B entsteht zwischen Anode 52 und Kathode 60; letztere ist über das metallische Zentralrohr 38 und das Endstück 23 des Griffgehäuses 14 an einen in Fig. 1 mit P_n bezeichneten Minuspol, die Anode über das Mantelrohr 48 und die Büchse 24 an einen Pluspol P_p angeschlossen.

20 Das Kühlwasser tritt beim Schlauchanschluß 50 des Endstückes 23 in den Spritzbrenner 10 ein, bildet am Zentralrohr 38 den inneren Wassermantel 42, fließt nach Berührung des Kühlkörpers 56 um die Stirnkante 49 des Kunststoffrohres 44 in den äußeren Raum 43 und in diesem zum Schlauchanschluß 50_a der Büchse 24.

CE-127/EPA

5 Eine Veränderung des Lichtbogens ist durch das axiale Verschieben der Kathode 60 möglich; die Länge n des Aufschubteils 68 der Anode 52 bestimmt das Maß jener axialen Verschiebung, denn sie erlaubt eine diesbezügliche Lageveränderung der Kathode 60 mittels des Zentralrohres 38.

10 Der Stromübergang zu diesem ist im übrigen durch den konischen Ansatz 21 und dessen dem Endstück 23 anliegende Außenfläche stets gewährleistet.

CE-127/EPA

P A T E N T A N S P R U E C H E

1. Plasmaspritzbrenner mit einer eine Elektrode bildenden, einen Düsenkanal enthaltenden, insbesondere anodisch geschalteten Spritzdüse und einer dieser zugeordneten zweiten Elektrode in einem gegen die Spritzdüse elektrisch isolierten Brennteil eines Brennerarms, der Strömungskanäle für Arbeitsgas sowie für Kühlmedium aufweist, welches in einem der Strömungskanäle düsenwärts fließt und nach erfolgtem Kühlvorgang aus einem anderen Strömungskanal abgeleitet wird, wobei in den Düsenkanal eine Zuleitung für Pulver mündet, *OL*
- dadurch gekennzeichnet, *OL*
- daß der Strömungskanal (39) für das Arbeitsgas an einen die zweite Elektrode (60) durchsetzenden Kanal (59) anschließt und der Düsenkanal (72, 72_a) zumindest im Bereich seiner Mündung (73) zur Längsachse (A) des Brennerarms (16) bzw. des Strömungskanals (39) in einem Winkel (α) geneigt ist.
2. Plasmaspritzbrenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der zur Längsachse (A) geneigte Bereich des Düsenkanals (72) etwa rechtwinklig zu einer ihrerseits geneigten Außenfläche (51) der Spritzdüse (52) verläuft, wobei der Neigungswinkel

CE-127/EPA

kel (t) bevorzugt zwischen Düsenkanal (72_a) und Längsachse (A) etwa 45° beträgt.

- 5 3. Plasmaspritzbrenner nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem Strömungskanal (39) für das Arbeitsgas und dem Kanal (59) der zweiten Elektrode (60) eine Bohrung (55) eines Kühlkörpers (56) geschaltet und dieser von einem Kühlmantelraum (42) als Strömungsraum für das Kühlmedium umgeben ist, und/oder daß der Strömungskanal (39) für das Arbeitsgas in einem Zentralrohr (38) des Brennerarms (16) verläuft, welches zusammen mit einem coaxialen Rohr (44) aus elektrisch nicht leitendem Werkstoff den Kühlmantelraum (42) begrenzt, 10 wobei gegebenenfalls das Zentralrohr (38) aus einem elektrisch leitenden Werkstoff besteht und Teil der Stromzuführung der anschließenden Elektrode (60) ist, die bevorzugt die Kathode bildet.
- 20 4. Plasmaspritzbrenner nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest ein Abstandhalter (46) zwischen dem Zentralrohr (38) und dem coaxialen Rohr (44) vorgesehen ist, der entweder am Zentralrohr oder am dazu coaxialen Rohr festliegt und gegenüber dem jeweils anderen Rohr 25 beweglich ist, und/oder daß das koaxiale Rohr (44) in Abstand von einem Mantelrohr (48) umfassen ist und mit diesem einen zweiten Kühlmantelraum (43)

CE-127/EPA

bildet, wobei beide konzentrischen Kühlmantelräume nahe der Spritzdüse (52) miteinander verbunden sind, und wobei gegebenenfalls die freie Kante (49) des Rohres (44) aus elektrisch nicht leitendem Werkstoff axial zumindest bis zum freien Ende (62) der zweiten Elektrode, bevorzugt der Kathode (60), reicht und einen Uebergang (67) zwischen beiden Kühlmantelräumen (42, 43) bestimmt.

5
10 5. Plasmaspritzbrenner nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß einer der Kühlmantelräume (42, 43) in der Spritzdüse (52) radial (67, 67_a) nahe an den Düsenkanal (72) oder einen ihn zur Elektrode (60) hin verlängernden Hohlraum (71) herangeführt ist, und/oder daß der
15 den Düsenkanal (72) axial verlängernde Hohlraum (71) der Spritzdüse (52) sich zur Elektrode bzw. zur Kathode (60) hin konisch erweitert, diese über zumindest einen axialen Teil umgibt und mit ihr einen Ringraum bildet, in welchem gegebenenfalls
20 wenigstens eine Querbohrung (59_a) des Kanals (59) der Elektrode (60) mündet.

25 6. Plasmaspritzbrenner nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß gleichmäßig über den Umfang eines konischen Elektroden- bzw. Kathodenkragens (61) mehrere in Strömungsrichtung (x) des Arbeitsgases geneigte Querbohrungen (59_a) als düsenwärtige Endstücke des axialen Kanals (59) für
30 das Arbeitsgas verteilt sind, und/oder daß die von

CE-127/EPA

der Spritzdüse (52) elektrisch isolierte Elektrode (60) mit einer axial in den Hohlraum (71) ragenden gerundeten Elektrodenspitze (62) versehen ist, wobei gegebenenfalls die Elektrodenspitze (62), insbesondere die Kathodenspitze, aus einem Werkstoff hohen Schmelzpunktes und einer gegenüber dem Elektrodenkörper (61) geringeren elektrischen Leitfähigkeit besteht.

- 10 7. Plasmaspritzbrenner nach Anspruch 6, gekennzeichnet durch einen Elektrodenkörper (61) aus Kupfer und eine Elektrodenspitze (62) aus Wolfram.
- 15 8. Plasmaspritzbrenner nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß an den sich konisch erweiternden Hohlraum (71) der Spritzdüse (52) der Innenraum eines zylindrischen Teiles (68) anschließt und dieser einem Isolierring (66) dicht anliegt, wobei gegebenenfalls der Isolierring (66) ein porenfreier Keramikzylinder ist, der bevorzugt aus Aluminiumoxid besteht.
- 20 9. Plasmaspritzbrenner nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Keramikzylinder (66) einen Teil des Kühlkörpers (56) umgibt und mit diesem im zylindrischen Teil (68) der Spritzdüse (52) axial verschiebbar lagert, und/oder daß die Elektrode (60), gegebenenfalls mit angeschlossenem Keramikzylinder (66), axial verschiebbar im zylindrischen Teil (68) der Spritzdüse (52) lagert.
- 25 30

CE-127/EPA

10. Plasmaspritzbrenner nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß ein-ends in den Kühlkörper (56) die benachbarte Elektrode (60) eingesetzt ist und mit ihrem Kragen (61) den Keramikzylinder (66) an einem Schulterabsatz (64) des Kühlkörpers (55) hält, und/oder daß an dem ringförmigen Schulterabsatz (64) Kühlrippen (57) des Kühlkörpers (56) anschließen, die radial in den inneren Kühlmantelraum (42) ragen.
11. Plasmaspritzbrenner nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Mantelrohr (48) endwärts durch die daran festgelegte Spritzdüse (52) verschlossen ist, und oder daß die Spritzdüse (52) zwei miteinander einen Winkel (w) von bevorzugt 90° einschließende Außenflächen (51 , 51_a) aufweist, die eine die Längsachse (A) querende Kammlinie (77) bestimmen.
12. Plasmaspritzbrenner nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß eine der Außenfläche (51_a) der Spritzdüse (52) durch zumindest eine Bohrung (74) mit dem Düsenkanal (72_a) verbunden und diese Bohrung an ein äußeres Zuführrohr (78) als Zuleitung für Pulver angeschlossen ist, und/oder daß die Außenfläche (51_a) im Bereich der Bohrung (74) einen Aufsatz (76) als Zwischenstück zum außenliegenden Zuführrohr (78) aufweist, welches etwa parallel zum Mantelrohr (78) verläuft, wobei gegebenenfalls am Zuführrohr (78) ein elek-

CE-127/EPA

trisch leitender Werkstoff vorgesehen und mit der Spritzdüse (52) verbunden ist sowie diese gegen den Brennerarm (16) isoliert ist.

- 5 13. Plasmaspritzbrenner mit einem an den Brennerarm anschließenden gehäuseartigen Support od.dgl. nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 12, gekennzeichnet, durch ein an das Zentralrohr (38) angeschlossenes Endstück (23) od.dgl. aus elektrisch leitendem Werkstoff, welches unter Zwischenschaltung eines elektrisch isolierenden Zwischenringes
10 (22) od.dgl. mit einem vorderen Supportteil (24) aus elektrisch leitendem Werkstoff fest verbunden ist, wobei gegebenenfalls der vordere Supportteil
15 (24) das Zentralrohr (38) in Abstand umfängt und fest mit dem Mantelrohr (48) verbunden ist.
14. Plasmaspritzbrenner nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 13, gekennzeichnet durch einen büchsenartigen Aufnahmekörper (30) aus elektrisch isolierendem Werkstoff, der mit einem an das koaxiale Rohr (44) aus nicht leitendem Werkstoff angeschlossenen Kragen (31) innerhalb des vorderen Supportteiles (24) lagert sowie das Zentralrohr (38) so
20 umgibt, daß der Aufnahmekörper mit dem Zentralrohr einen Teil des inneren Kühlmantelraumes (42) bildet und im Bereich des Endstückes (23) mit einem dem Zentralrohr anliegenden Bodenteil (32) den inneren Kühlmantelraum radial begrenzt.
25

CE-127/EPA

15. Plasmaspritzbrenner nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß der innere Kühlmantelraum (42) im Endstück (23) und der äußere Kühlmantelraum (43) im vorderen Supportteil (24) jeweils mit einem Schlauchanschluß (50 bzw. 50_a) od.dgl. verbunden sind, und/oder daß das Endstück (23) über seinen Schlauchanschluß mit dem Minuspol einer Stromleitung verbunden ist.
- 10 16. Plasmaspritzbrenner nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß das Zentralrohr (38) durch eine sich endwärts konisch erweiternde Endausnehmung (36) des Endstückes (23) aus diesem herausragt und die Endausnehmung ein sich konisch verjüngendes Gegenstück (21) aufnimmt, das ein zentraler Ansatz einer an das Endstück angeschlossenen Stirnscheibe (22) ist, und/oder daß der Stirnscheibe (20) Griffmuttern (80) auf einem Außengewinde des Zentralrohres (38) zugeordnet sind.
- 20
17. Verfahren zum Innenbeschichten eines Rohres durch Plasmaspritzen mittels eines einen Brennerarm aufweisenden Plasmaspritzbrenners, der bevorzugt nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 16, ausgebildet ist, dadurch gekennzeichnet, daß das Rohr eines Innendurchmessers von weniger als 30 mm auf den Brennerarm aufgeschoben wird, wonach der Plasmaspritzbrenner entzündet wird und während des Plas-
- 25

CE-127/EPA

maspitzens das Rohr gedreht sowie relativ zum Brennerarm axial bewegt wird und eine Schichtstärke zwischen 0,01 und 0,5 mm, bevorzugt 0,05 bis 0,3 mm, aufgebaut wird.

5

18. Verfahren zum Innenbeschichten eines Rohres insbesondere nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß für die Beschichtung ein Metallpulver auf Ni, Co, Cr, Fe- und/oder Mo-Basis mit einer Korngröße von 53 + 5 µm, vorzugsweise 37 + 5 µm, insbesondere 22 + 5 µm eingesetzt wird.

10

19. Verfahren nach Anspruch 17 oder 18, gekennzeichnet durch einen Spritzwerkstoff eines Co-Basis-Legierungspulvers mit einer Zusammensetzung zwischen

15

C	0.6 - 3.0 %
Si	0.2 - 2.0 %
Cr	26.0 - 33.0 %
W	2.0 - 15.0 %
Ni	0 - 5.0 %
Fe	0 - 5.0 %
Co	Rest

20

25 gegebenenfalls mit Ni bzw. Fe über 0,01 %.

30

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 19, gekennzeichnet durch einen Spritzwerkstoff aus einem Gemisch aus einem Co-Basislegierungspulver mit 5 - 95 % eines Mo-Pulvers und oder durch ein Mo-Metallpulver mit > 98 % Mo als Spritzwerkstoff.

CE-127/EPA

21. Verfahren nach Anspruch 17 oder 18, gekennzeichnet durch einen Spritzwerkstoff auf der Basis einer Ni Mo Legierung mit Zusätzen von 0 - 30 % Fe und 0 - 5 % B, oder daß als Spritzwerkstoff ein Ni-Cr-Basislegierungspulver mit 15 % Cr und Zusätzen von 0 - 20 % von Mo, Fe, B und/oder Si dient.
22. Verfahren nach Anspruch 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, daß als Spritzwerkstoff ein Fe-Cr-Basislegierungspulver mit 10,0 % Cr und Zusätzen von 0 - 20 % Ni und/oder Mo und 0-5 % üblicher Elemente von Stahllegierungen wie Mn, Si, C, eingesetzt wird, oder daß als Spritzwerkstoff ein Fe Mo Basislegierungspulver mit 10 Mo und Zusätzen von 5 % Ni und 0 - 5 % der üblichen Elemente, die in Stahllegierungen vorhanden sind, wie Mn, Si, C, verwendet wird.
23. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 22, dadurch gekennzeichnet, daß als Spritzwerkstoff ein Cr-Basislegierungspulver mit Zusätzen von 0 - 10 C, 0 - 30 Fe und 0 - 30 Mo verwendet wird.

