

19



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



11 Veröffentlichungsnummer: **0 342 428 B1**

12

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

45 Veröffentlichungstag der Patentschrift: **16.02.94**

51 Int. Cl.<sup>5</sup>: **H05H 1/42, H05H 1/34,  
B05B 7/22**

21 Anmeldenummer: **89107896.6**

22 Anmeldetag: **02.05.89**

54 **Vorrichtung zum Plasmaspritzen.**

30 Priorität: **16.05.88 DE 3816585**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**23.11.89 Patentblatt 89/47**

45 Bekanntmachung des Hinweises auf die  
Patenterteilung:  
**16.02.94 Patentblatt 94/07**

84 Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH DE ES FR GB IT LI NL SE**

56 Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 0 195 409  
FR-A- 2 389 296  
FR-A- 2 581 284  
GB-A- 2 183 192  
US-A- 3 179 783**

73 Patentinhaber: **THYSSEN GUSS AG  
Aktien-Strasse, 1-7  
D-45473 Mülheim(DE)**

72 Erfinder: **Kaiser, Hartmur, Dr.-Ing.  
Im Look 2  
D-4330 Mülheim a.d. Ruhr(DE)  
Erfinder: Häuser, Bodo, Dipl.-Ing.  
Wohlfahr-Strasse 166  
D-4630 Bochum(DE)**

74 Vertreter: **Jung, Hermann L., Dipl.-Chem.  
Patentanwalt  
Dipl.-Chem. Hermann L. Jung  
Postfach 17 28  
D-61287 Bad Homburg v.d.H. (DE)**

**EP 0 342 428 B1**

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).

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Durchführung des Plasmaspritzverfahrens unter erschwerten Bedingungen, bei dem um die Austrittsöffnung der Anode, aus der der Plasmastrahl austritt, eine Ringdüse mit definiertem Ringspalt angeordnet ist, durch die Wasser gedrückt wird.

Aus der FR-A-2 389 296 ist eine Vorrichtung bekannt zur Durchführung des Plasmaspritzverfahrens, bei dem um die Austrittsöffnung der Anode, aus der der Plasmastrahl austritt, eine Ringdüse mit definiertem Ringspalt angeordnet ist, durch die Wasser gedrückt wird. Diese Vorrichtung besitzt aber den Nachteil, dass es nicht unter erschwerten Bedingungen funktioniert.

Beim atmosphärischen Plasmaspritzen wird ein gasförmiger Schutzmantel aufgebaut, der aus einer ringförmigen Düse vor der Frontseite der Plasmapistole austritt und auf das zu bearbeitende Werkstück gerichtet ist. Der Nachteil besteht jedoch darin, dass das austretende Gas für den Schutzmantel mit der umgebenden Atmosphäre verwirbelt, wodurch es zu Reaktionen mit den schmelzflüssigen Pulverpartikeln im Plasmastrahl kommt. Dies ist insbesondere bei sauerstoffempfindlichen Materialien der Fall. Die Grenze der zu verwendenden Beschichtungswerkstoffe für das Gasmantelspritzverfahren ist durch die Reaktionszeit der Elemente der umgebenden Atmosphäre mit dem schmelzflüssigen Werkstoff gegeben, das heisst durch einen metallographischen Schliff und dessen Untersuchung kann die unerwünschte Phasenbildung festgestellt werden. Darüberhinaus hat das konventionelle atmosphärische Plasmaspritzen insbesondere in Bezug auf die Arbeitsplatz- und Umweltverträglichkeit erhebliche Nachteile. Die hohen Temperaturen bis ca. 20.000 °C bewirken eine starke Strahlung, sodass nur mit entsprechendem Körperschutz gearbeitet werden darf. Der Lärmpegel liegt aufgrund der hohen Plasmageschwindigkeit bei ca. 120 dBa, das heisst es muss in einer Schallkabine gearbeitet werden und das Personal steht ausserhalb der Kabine oder das Personal muss Ohrschützer tragen. Darüberhinaus entstehen verfahrensbedingt Spritzpulververluste, die durch eine aufwendige Absaugung nach den Richtlinien der TA-Luft entsorgt werden müssen.

Der vorliegende Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur Durchführung des Plasmaspritzverfahrens unter erschwerten Bedingungen zu schaffen, insbesondere die Verarbeitung von Werkstoffen zu ermöglichen, die bisher nur im Versuch verarbeitet werden konnten.

Die Lösung der Aufgabe besteht darin, dass die äussere vom Plasmastrahl (14) abgewandte Seite (20) des Ringdüsenaustritts (18) länger als die innere Ringdüsenwand (21) ist, das Wasser

mindestens einen Druck von 6 bar hat und der Durchmesser des Ringdüsenaustritts (18) mindestens das fünffache des Plasmastrahldurchmessers beträgt, wodurch um den Plasmastrahl ein Wassermantel entsteht.

Vorteilhaft beträgt die Temperatur des aus der Ringdüse austretenden Wassers, das zweckmässig einen pH von 7 und eine Gesamthärte von 3° Deutsche Gesamthärte besitzt, etwa 32 °C.

Der Vorteil der erfindungsgemässen Vorrichtung besteht darin, dass durch den absolut dichten Wassermantel auch bei sehr hohen Pulvergeschwindigkeiten im Plasmastrahl und unter Verwendung sehr reiner Gase ähnliche Verhältnisse wie in einer Vakuumkammer zum Flamspritzen geschaffen werden können. Durch den dichten Abschluss des Wassermantels entsteht quasi eine Kaverne und die hohen Geschwindigkeiten der Gase führen zu einem Einschnüren des Wassermantels auf der Wasseroberfläche, sodass auch sauerstoffaffine Werkstoffe verarbeitet werden können.

Das Wasser bindet darüberhinaus die Spritzpulververluste und es lässt keine schädliche Strahlung für das Bedienungspersonal nach aussen treten und die Schallquelle ist durch den dichten Wassermantel abgedeckt.

In der Zeichnung ist eine beispielsweise Ausführungsform der erfindungsgemässen Plasmaspritzpistole 11 mit teilweisen Schnitten dargestellt, wobei die Plasmaspritzpistole 11 an der Vorderseite eine Anode 12 trägt, aus deren Austrittsöffnung 13 der Plasmastrahl 14 austritt und auf das Werkstück 15 auftrifft. Um die Anode 12 ist eine Ringdüse 16 mit einem definierten Ringspalt 17 angeordnet. Die Grösse des Ringspalts 17 ist nicht kritisch, sondern muss nur so eingestellt sein, dass aus dem vorderen Ende 18 der Ringdüse 16 ein zusammenhängender Wasserstrahl oder Wassermantel 19 austritt. Zur Erleichterung der Bildung des Wassermantels 19 ist die äussere vom Plasmastrahl abgewandte Seite 20 der Ringdüse 16 länger als die innere Düsenwand 21. Das vordere Ende 18 der Ringdüse 16, welche den Ringdüsenaustritt darstellt, ist zwischen 50 und 100 mm vom Plasmastrahlaustritt 13 aus der Anode 12 entfernt. U

Um einen möglichst gleichmässigen Wassermantel 19 zu erhalten, ist der Ringspalt 17 am pistolenseitigen Ende der Ringdüse 16 mit vier gleichmässig über den Umfang der Ringdüse 16 verteilten Einlassöffnungen 22 verbunden. Es ist jedoch auch möglich mehr oder weniger Einlassöffnungen 22 vorzusehen, was teilweise auch von dem zur Verfügung stehenden Wasserdruck abhängt.

Die besten Ergebnisse werden erhalten, wenn der Durchmesser des Ringdüsenaustritts 18 mindestens das fünffache des Durchmessers des Plasmastrahls 14 beträgt und das Wasser eine Temperatur von 32 °C sowie eine pH von 7 und 3°

Deutsche Gesamthärte besitzt. Diese Werte können aber auch dem Material des Spritzpulvers entsprechend verändert werden.

Der Wassermantel unterstützt die optimale Temperatureinstellung der zu beschichtenden Werkstückoberfläche 15, um die spezifischen Bindemechanismen beim Plasmaspritzen weitgehend zu nutzen. Durch den auf das Werkstück 15 auftreffenden Wassermantel wird eine gleichmässige Wärmeabfuhr rund um den Auftreffpunkt der schmelzflüssigen Pulverpartikel gewährleistet und eine Oxydation der Oberfläche des Werkstücks 15 durch die hohe Temperaturbelastung des Plasmastrahls wird weitgehend vermieden.

Die erfindungsgemässe Vorrichtung erlaubt auch ohne weiteres eine hohe Werkstücktemperatur bei besonderen Werkstoffen, ohne dass eine Oxydation der Oberfläche eintritt. Die Verhältnisse sind somit dem dem Vakuum-Plasmaspritzen vergleichbar, denn das auf die heisse Werkstückoberfläche auftreffende Wasser verdampft sofort und hat keinen Einfluss auf die aufzubringende Schutzschicht. Die hohe Geschwindigkeit des Plasmastrahls und der damit verbundene Einschnüreffekt des Wassermantels an der Auftreffstelle der aufgeschmolzenen Pulverpartikel sorgen für einen gleichmässigen, dichten Schichtauftrag.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Durchführung des Plasmaspritzverfahrens unter erschwerten Bedingungen, bei dem um die Austrittsöffnung (13) der Anode (12), aus der der Plasmastrahl austritt, eine Ringdüse (16) mit definiertem Ringspalt (17) angeordnet ist, durch die Wasser gedrückt wird, dadurch gekennzeichnet, dass die äussere vom Plasmastrahl (14) abgewandte Seite (20) des Ringdüsenaustritts (18) länger als die innere Ringdüsenwand (21) ist, das Wasser mindestens einen Druck von 6 bar hat und der Durchmesser des Ringdüsenaustritts (18) mindestens das fünffache des Plasmastrahldurchmessers beträgt, wodurch um den Plasmastrahl ein Wassermantel entsteht.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Temperatur des Wassermantels (19) etwa 32 °C beträgt.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Wasser des Wassermantels (19) einen pH von 7 und mindestens 3 ° Deutsche Gesamthärte besitzt.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 - 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Ringdüsenaustritt (18) zwischen 50 und 100 mm vom

Plasmastrahlaustritt (13) aus der Anode (12) entfernt ist.

#### Claims

1. Appliance for carrying out the plasma spray method under difficult conditions, in which an annular nozzle (16) with a defined annular gap (17) is arranged around the outlet opening (13) of the anode (12) from which the plasma jet emerges, water being forced through the annular nozzle (16), characterized in that the outer side (20), facing away from the plasma jet (14), of the annular nozzle outlet (18) is longer than the inner annular nozzle wall (21), in that the water has a pressure of at least 6 bar and in that the diameter of the annular nozzle (18) is at least equal to five times the plasma jet diameter, so that there is a water shroud around the plasma jet.
2. Appliance according to Claim 1, characterized in that the temperature of the water shroud (19) is approximately 32 °C.
3. Appliance according to Claim 1 or 2, characterized in that the water of the water shroud (19) has a pH of 7 and at least 3 ° German total hardness.
4. Appliance according to one of Claims 1-3, characterized in that the annular nozzle outlet (18) is at a distance of between 50 and 100 mm from the plasma jet outlet (13) from the anode (12).

#### Revendications

1. Dispositif pour la réalisation du procédé de pulvérisation par plasma dans des conditions difficiles où, autour de l'orifice de sortie (13) de l'anode (12), par où sort le jet de plasma, est disposée une buse annulaire (16) possédant un interstice annulaire exactement défini (17), à travers lequel est pressée de l'eau, caractérisé par le fait que la face extérieure (20) de la sortie de buse annulaire (18), opposée au jet de plasma, (14) est plus longue que la paroi intérieure (21) de la buse annulaire, que l'eau a une pression d'au moins 6 bar et que le diamètre de l'orifice de sortie de la buse annulaire est d'au moins cinq fois celui du jet de plasma, par suite de quoi il se produit un manteau d'eau autour du jet de plasma.
2. Dispositif suivant la revendication (1), caractérisé par le fait que la température du manteau d'eau (19) est d'environ 32 ° C.

3. Dispositif suivant la revendication 1 ou 2, caractérisé par le fait que l'eau du manteau d'eau (19) a un pH de 7 et qu'elle a une dureté d'au moins 3° de titre hydrométrique allemand.

5

4. Dispositif suivant l'une des revendications 1 - 3, caractérisé par le fait que la sortie annulaire de la buse (18) est éloignée de 50 à 100 mm de la sortie du jet de plasma (13) de l'anode (12).

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

4

