

(19)



(11)

EP 1 616 464 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
22.07.2009 Patentblatt 2009/30

(51) Int Cl.:
H05H 1/34 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **04728515.0**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE2004/000889

(22) Anmeldetag: **21.04.2004**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2004/095896 (04.11.2004 Gazette 2004/45)

(54) **DÜSE FÜR PLASMABRENNER**

NOZZLE FOR PLASMA TORCHES

BUSE POUR TORCHES A PLASMA

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR

(30) Priorität: **23.04.2003 DE 10323014**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
18.01.2006 Patentblatt 2006/03

(73) Patentinhaber:
• **Kjellberg Finsterwalde Plasma und Maschinen GmbH**
03238 Finsterwalde (DE)
• **Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V.**
80686 München (DE)

(72) Erfinder:
• **KRINK, Volker**
03238 Finsterwalde (DE)

- **LAURISCH, Frank**
03238 Finsterwalde (DE)
- **LOTZE, Gerd**
01219 Dresden (DE)
- **WEISSGÄRBER, Thomas**
01328 Dresden (DE)
- **KÜMMEL, Kerstin**
01326 Dresden (DE)
- **MÖHLER, Wolfram**
09599 Freiberg (DE)

(74) Vertreter: **Pfenning, Meinig & Partner GbR**
Patent- und Rechtsanwälte
Gostritzer Strasse 61-63
01217 Dresden (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 194 634 **FR-A- 2 813 158**
US-A- 3 790 742

EP 1 616 464 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Düse für Plasmabrenner sowie ein Verfahren zur Herstellung solcher Düsen. Dabei besteht eine solche Düse im Wesentlichen aus einem Metall oder einer Metall-Legierung mit einer erhöhten Wärmeleitfähigkeit. Außerdem wird eine solche Düse eines Plasmabrenners üblicherweise gekühlt. Sie kann zum Plasmaschweißen und bevorzugt zum Plasmaschneiden eingesetzt werden.

[0002] Plasmabrenner weisen bekanntermaßen zwei extrem belastete Elemente auf. Dies sind zum einen die als Kathode geschaltete Elektrode, die im Inneren eines Plasmabrenners angeordnet ist und zum anderen die entsprechende Düse, durch die der Plasmastrahl auf die jeweilige Werkstückoberfläche gerichtet wird.

[0003] Dabei wird auch die Düse solcher Plasmabrenner durch die sehr hohen Temperaturen und zusätzlich durch die Strömungskinetik des durch die Düsenöffnung austretenden heißen und eine hohe Strömungsgeschwindigkeit aufweisenden Plasmastrahls in erheblichem Maße belastet. Infolge dieser Einflüsse, die gegebenenfalls noch durch Plasmadruckschwankungen erhöht werden, kommt es zum Abtrag von metallischem Düsenwerkstoff, wobei auch eine Delamination, eine Kraterbildung oder ein Abplatzen häufig nicht zu vermeiden sind.

[0004] Dementsprechend weisen auch die herkömmlichen an Plasmabrennern eingesetzten Düsen eine relativ kurze Lebensdauer auf und müssen demzufolge regelmäßig ausgetauscht werden, so dass der verschleißbedingte Austausch von Düsen einen Kostenfaktor für solche Anlagen darstellt. Eine Lösung zum Erhöhen der Lebensdauer ist in EP-A2-194634 vorgeschlagen.

[0005] Es ist daher Aufgabe der Erfindung Möglichkeiten vorzuschlagen, um die Lebensdauer von Düsen für Plasmabrenner zu erhöhen.

[0006] Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe mit einer Düse für Plasmabrenner, die die Merkmale des Anspruchs 1 aufweist und einem Herstellungsverfahren für solche Düsen gemäß Patentanspruch 13 gelöst.

[0007] Vorteilhafte Ausgestaltungsformen und Weiterbildungen der Erfindung können mit den in den untergeordneten Ansprüchen bezeichneten Merkmalen erreicht werden.

[0008] Die erfindungsgemäßen Düsen für Plasmabrenner bestehen im Wesentlichen aus Metall oder einer Metall-Legierung, bevorzugt Kupfer oder einer Kupfer-Legierung. Zusätzlich sind jedoch zumindest bereichsweise verschleißfeste Mikropartikel eines Hartstoffes in das Metall bzw. die Metall-Legierung eingebettet.

[0009] Infolge der eingebetteten Mikropartikel kann die Festigkeit erhöht werden und gleichzeitig wird aber die Wärmeleitfähigkeit, die Voraussetzung für eine effektive Kühlung erfindungsgemäßer Düsen ist, nur im vernachlässigbarem Maß reduziert.

[0010] Die in die Metallmatrix eingebetteten Mikropar-

tikel sollten eine maximale Korngröße von 30 μm , bevorzugt von 15 μm nicht überschreiten. Dabei können auch Mikropartikel eingebettet sein, deren Korngröße im Nanometerbereich liegt, so dass der gewählte Begriff Mikropartikel für die Erfindung auch einen Korngrößenbereich zwischen 0,01 bis 30 μm umfassen soll.

[0011] In das Metall oder die Metall-Legierung, aus der die eigentliche Düse für Plasmabrenner im Wesentlichen besteht, können Mikropartikel mit nahezu konstanter Korngröße eingebettet worden sein.

[0012] Es können aber auch Mikropartikel innerhalb eines vorgebbaren Korngrößenspektrums eingebettet werden, wobei die mittlere Korngröße d_{50} eines solchen Korngrößenspektrums dann um eine Korngröße im Bereich zwischen 1 und 5 μm liegen sollte. So können Partikel, die auch kleiner als 1 μm (bis zu 0,01 μm) sind, eingebettet sein.

[0013] Die erfindungsgemäß einzubettenden Mikropartikel sollten aus einem keramischen Hartstoff bestehen.

[0014] Hierfür geeignet sind unterschiedliche Oxide, Karbide, Nitride oder auch Boride.

[0015] Als besonders geeignet haben sich Karbide und hier wiederum Siliziumkarbid oder auch Borkarbid herausgestellt. Insbesondere die bezeichneten Karbide reduzieren die Wärmeleitfähigkeit des Düsenwerkstoffes nur geringfügig und sind außerdem noch kostengünstig einsetzbar.

[0016] Es besteht aber auch die Möglichkeit, Mikropartikel aus mindestens zwei der vorab bezeichneten chemischen Verbindungen in das die Düse bildende Metall bzw. die Metall-Legierung einzubetten, so dass gegebenenfalls eine Optimierung bezüglich der erreichbaren Festigkeit, Verschleißfestigkeit und des gewünschten Wärmeleitvermögens erreicht werden kann.

[0017] Die erfindungsgemäß einzubettenden Mikropartikel können innerhalb des Gesamtvolumens einer Düse verteilt angeordnet sein.

[0018] Dies ist aber unter Berücksichtigung der erwähnten Verschleißeinflüsse nicht unbedingt erforderlich, so dass die Einbettung von Mikropartikeln auch lokal differenziert erfolgen kann und dabei die entsprechend herrschenden Verfahrensbedingungen bei der Plasmabearbeitung in bzw. an der Düse berücksichtigt werden können.

[0019] So können Mikropartikel im in das Innere der Düse weisenden Bereich eingebettet sein, so dass die thermischen und strömungskinetischen Einflüsse dort besser beherrschbar sind.

[0020] Es besteht aber auch die Möglichkeit, Mikropartikel lediglich im Bereich der Düsenöffnung einzubetten.

[0021] Des Weiteren kann aber auch eine lokal differenzierte Einbettung von Mikropartikeln eingestellt werden, wobei bestimmte Volumenbereiche frei von Mikropartikeln sind. Dies kann beispielsweise mittels einer streifenförmigen, spiralförmigen oder kreisringförmigen Einbettung von Mikropartikeln realisiert werden, wobei

auch mehrere solcher voneinander getrennten Streifen, Spiralen oder Ringe ausgebildet werden können.

[0022] Die eingebetteten Mikropartikel sollten am Gesamtvolumen einer erfindungsgemäßen Düse einen Volumenanteil von 0,5 bis maximal 15% ausfüllen. Ein Volumenanteil von maximal 10% kann aber ausreichen, um die gewünschten Effekte zu erreichen.

[0023] Die erfindungsgemäßen Düsen für Plasmabrenner können vorteilhaft so hergestellt werden, dass eine Pulvermischung des eingesetzten Metalls oder der eingesetzten Metall-Legierung, bevorzugt Kupfer oder Kupfer-Legierung mit den jeweiligen Mikropartikel einem, bevorzugt hydrostatischen Strangpressverfahren unterzogen wird.

[0024] Hierbei kann zumindest eine voll- oder hohlzylindrische Gestalt ausgebildet und eine ausreichende Dichte des Düsenwerkstoffes erreicht werden.

[0025] Im Nachgang besteht die Möglichkeit die letztendliche Düsenkontur durch spanende Bearbeitung allein oder in Kombination mit einer Umformung auszubilden. Die Endkontur kann aber auch unter Verzicht auf eine spanende Bearbeitung ausschließlich durch ein Umformverfahren ausgebildet werden.

[0026] Nachfolgend soll die Erfindung anhand eines Beispiels näher erläutert werden.

[0027] Für die Herstellung eines Beispiels einer erfindungsgemäßen Düse wurden pulverförmiges Elektrolytkupfer mit 4 Masse-% Siliziumkarbidpulver intensiv vermischt. Das Siliziumkarbidpulver hatte eine mittlere Korngröße $d_{50} = 12 \mu\text{m}$. Aus der Pulvermischung wurde durch kalisostatisches Pressen ein Zylinder mit einem Außendurchmesser von ca. 20 mm und einer Länge von 250 mm hergestellt.

[0028] Durch spanende Bearbeitung wurden eine glatte Oberfläche und ein Außendurchmesser von 15 mm erhalten.

[0029] Dieser zylindrische Einsatz wurde in einen Kupferzylinder mit einer entsprechenden Innenbohrung eingesetzt, der einen Außendurchmesser von 80 mm aufwies.

[0030] Anschließend wurde der Außendurchmesser durch Strangpressen auf 23 mm reduziert. Der so erhaltene zylinderförmige Körper wies einen Kernbereich mit einem Durchmesser von 3,8 mm auf, in dem die Siliziumpartikel eingebettet sind.

[0031] Mit einer daraus hergestellten Düse für einen Plasmabrenner wurde bei einem Vergleich mit einer herkömmlichen Düse, beim Plasmaschneiden von Baustahl, mit Sauerstoff als Plasmagas und bei einer elektrischen Stromstärke von 150 A, eine um 30 % erhöhte Lebensdauer erreicht.

Patentansprüche

1. Düse für Plasmabrenner, bestehend aus einem Metall oder einer Metall-Legierung,
dadurch gekennzeichnet,

dadurch in das Metall oder die Metall-Legierung zumindest bereichsweise verschleißfeste Mikropartikel eines Hartstoffes eingebettet sind.

2. Düse nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass die maximale Korngröße der eingebetteten Mikropartikel $\leq 30 \mu\text{m}$ ist.
3. Düse nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, dass die maximale Korngröße der eingebetteten Mikropartikel $\leq 15 \mu\text{m}$ ist.
4. Düse nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass der Hartstoff ein Karbid ist.
5. Düse nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass der Hartstoff Siliziumkarbid ist.
6. Düse nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass der keramische Hartstoff für die Mikropartikel ein Oxid, ein Karbid, ein Nitrid, ein Borid ist oder Mikropartikel von mindestens zwei dieser chemischen Verbindungen eingebettet sind.
7. Düse nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass Mikropartikel in einem Korngrößenspektrum um eine mittlere Korngröße d_{50} , die im Bereich zwischen 1 und $5 \mu\text{m}$ liegt, eingebettet sind.
8. Düse nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die eingebetteten Mikropartikel einen Volumenanteil im Bereich zwischen 0,5 bis 15% im Düsenwerkstoff ausfüllen.
9. Düse nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Mikropartikel im in das Innere der Düse weisenden Bereich eingebettet sind.
10. Düse nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass Mikropartikel im Bereich der Düsenöffnung eingebettet sind.
11. Düse nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass Mikropartikel lokal differenziert eingebettet sind.
12. Düse nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass die Düse im Wesentlichen aus Kupfer oder einer Kupfer-Legierung gebildet ist.

13. Verfahren zur Herstellung einer Düse für Plasma-schneidbrenner nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Düse aus einer Mikropartikel enthaltenden Metall- oder Metall-Legierungspulvermischung durch Strangpressen hergestellt wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Endkontur der Düse durch eine spanende Bearbeitung und/oder eine Umformung ausgebildet wird.

Claims

1. A nozzle for plasma torches, comprising a metal or a metal alloy, **characterised in that** wear-resistant microparticles of a hard material are embedded in the metal or the metal alloy at least in regions.
2. A nozzle according to claim 1, **characterised in that** the maximum particle size of the embedded microparticles is $\leq 30 \mu\text{m}$.
3. A nozzle according to claim 1 or 2, **characterised in that** the maximum particle size of the embedded microparticles is $\leq 15 \mu\text{m}$.
4. A nozzle according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the hard material is a carbide.
5. A nozzle according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the hard material is silicon carbide.
6. A nozzle according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the ceramic hard material for the microparticles is an oxide, a carbide, a nitride, a boride, or microparticles of at least two of these chemical compounds are embedded.
7. A nozzle according to any one of the preceding claims, **characterised in that** microparticles within a particle-size spectrum around an average particle size d_{50} , which lies in the range between 1 and $5 \mu\text{m}$, are embedded.
8. A nozzle according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the embedded microparticles fill a volume in the range between 0.5 and 15% in the nozzle material.
9. A nozzle according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the microparticles are embedded in the region facing the interior of the nozzle.

10. A nozzle according to any one of the preceding claims, **characterised in that** microparticles are embedded in the region of the nozzle opening.

11. A nozzle according to any one of the preceding claims, **characterised in that** microparticles are embedded in a locally differentiated manner.

12. A nozzle according to any one of the preceding claims, **characterised in that** the nozzle is substantially formed from copper or a copper alloy.

13. A method of manufacturing a nozzle for plasma cutting torches according to any one of claims 1 to 12, **characterised in that** the nozzle is manufactured from a metal or metal-alloy powder mixture, containing microparticles, by extrusion.

14. A method according to claim 13, **characterised in that** the final contour of the nozzle is formed by cutting and/or shaping.

Revendications

1. Buse pour chalumeau à plasma, constituée d'un métal ou d'un alliage métallique, **caractérisée en ce que** des microparticules résistant à l'usure d'une substance dure sont noyées au moins par zones dans le métal ou dans l'alliage métallique.
2. Buse selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** la taille granulaire maximale des microparticules noyées est $\leq 30 \mu\text{m}$.
3. Buse selon la revendication 1 ou 2, **caractérisée en ce que** la taille granulaire maximale des microparticules noyées est $\leq 15 \mu\text{m}$.
4. Buse selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la substance dure est un carbure.
5. Buse selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la substance dure est du carbure de silicium.
6. Buse selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** la substance dure céramique pour les microparticules est un oxyde, un carbure, un nitrure, un borure ou **en ce que** l'on noie des microparticules constituées d'au moins deux de ces composés chimiques.

7. Buse selon l'une quelconque des revendications précédentes,
caractérisée en ce que l'on noie les microparticules dans un spectre de tailles granulaires autour d'une taille granulaire moyenne d_{50} , qui se situe dans la plage entre 1 et 5 μm . 5

8. Buse selon l'une quelconque des revendications précédentes,
caractérisée en ce que les microparticules noyées remplissent une fraction volumique dans la plage comprise entre 0,5 et 15 % dans le matériau pour buse. 10

9. Buse selon l'une quelconque des revendications précédentes,
caractérisée en ce que les microparticules sont noyées dans la zone tournée vers l'intérieur de la buse. 15
20

10. Buse selon l'une quelconque des revendications précédentes,
caractérisée en ce que l'on noie les microparticules dans la zone de l'ouverture de la buse. 25

11. Buse selon l'une quelconque des revendications précédentes,
caractérisé en ce que l'on noie les microparticules de manière localement différenciée. 30

12. Buse selon l'une quelconque des revendications précédentes,
caractérisée en ce que la buse est composée sensiblement de cuivre ou d'un alliage de cuivre. 35

13. Procédé de fabrication d'une buse pour chalumeau de découpage à plasma selon l'une quelconque des revendications 1 à 12,
caractérisé en ce que l'on fabrique la buse par extrusion à partir d'un mélange pulvérulent à base de métal ou d'alliage métallique contenant des microparticules. 40

14. Procédé selon la revendication 13,
caractérisé en ce que l'on réalise le contour final de la buse par usinage et/ou façonnage. 45

50

55

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 194634 A2 [0004]