

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets

(11)

Veröffentlichungsnummer:

0 111 116

A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21)

Anmeldenummer: 83110451.8

(51)

Int. Cl.³: H 05 H 1/34

(22)

Anmeldetag: 20.10.83

(30)

Priorität: 10.11.82 DE 3241476

(43)

Veröffentlichungstag der Anmeldung:
20.06.84 Patentblatt 84/25

(84)

Benannte Vertragsstaaten:
AT BE FR GB IT LU NL SE

(71)

Anmelder: Fried. Krupp Gesellschaft mit beschränkter
Haftung
Altendorfer Strasse 103
D-4300 Essen 1(DE)

(72)

Erfinder: Bebbber, Hans Josef, Dr.
Konrad-Steiler-Strasse 9
D-4330 Mülheim 12(DE)

(72)

Erfinder: Rossner, Heinrich-Otto
Sedanstrasse 57
D-4300 Essen 1(DE)

(72)

Erfinder: Tomalla, Gebhard
Wortbergrode 13
D-4300 Essen 1(DE)

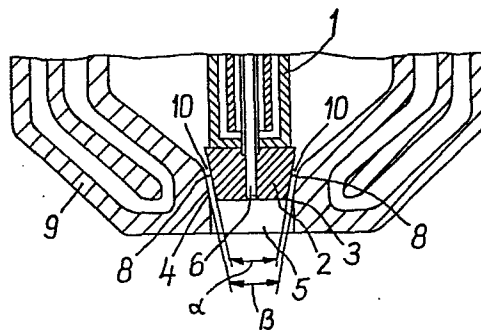
(54)

Verfahren zur Einleitung von ionisierbarem Gas in ein Plasma eines Lichtbogenbrenners und Plasmabrenner zur Durchführung des Verfahrens.

(57)

Insbesondere zur Gewährleistung von hohen Düsen- und Elektrodenstandzeiten wird vorgeschlagen, den Mantel (8) der sich zur Lichtbogenseite hin konisch verjüngenden Elektrode (2) und den diesen umschließenden Innenmantel (4) der Düse (9) als konzentrisch angeordnete, kegelförmige Begrenzungsflächen so anzuordnen, daß ein Ringkanal (10) gebildet wird, durch den das ionisierbare Gas unter spitzem Winkel in den Lichtbogen geleitet wird. Der Kegelwinkel α der konisch ausgebildeten Elektrode sowie der durch den Innenmantel der Düse gebildete Kegelwinkel β betragen vorzugsweise 24°.

FIG. 1



FRIED. KRUPP GESELLSCHAFT MIT BESCHRÄNKTER HAFTUNG

in Essen

Verfahren zur Einleitung von ionisierbarem Gas in ein Plasma eines Lichtbogenbrenners und Plasmabrenner zur Durchführung des Verfahrens

Die Anmeldung betrifft ein Verfahren zur Einleitung
5 von ionisierbarem Gas in ein Plasma eines Lichtbogenbrenners, der mit einer ggf. flüssigkeitsgekühlten Elektrode ausgestattet ist, die sich innerhalb einer ein ionisierbares Gas in den Lichtbogen leitenden, ggf. ebenfalls flüssigkeitsgekühlten Düse mit verengtem
10 Ausgang befindet, in welchen die Elektrodenspitze hineintragt und einen Plasmabrenner zur Durchführung des Verfahrens.

Plasmabrenner dieses Typs sind an sich bekannt. Bei ihrem Betrieb ist die Haltbarkeit der Elektroden und
15 Düsen besonders wichtig. Die damit verbundenen Probleme treten vor allem dort in den Vordergrund, wo mit größeren Lichtbogenlängen von teilweise weit mehr als 200 mm gearbeitet werden muß und wo die den Brenner umgebende Atmosphäre Gase enthält, die die Elektroden
20 chemisch, z. B. durch Oxidation, angreifen können. Derartig erschwerende Verhältnisse treten beispielsweise beim Betrieb von Metallschmelzöfen mit Plasmabrennern sehr häufig auf. Hier besteht oft die Forderung, daß die Lichtbögen auch bei sehr großen Längen,
25 z. B. bis 700 mm und mehr, sicher, d. h. ohne die Gefahr des Bogenabrisses, brennen.

Hierzu, wie auch im Hinblick auf die Düsenhaltbarkeit, muß eine hohe Stabilität des Plasmalichtbogens sicher-

gestellt werden. Je instabiler nämlich der Lichtbogen ausgebildet ist, je weniger straff und scharf begrenzt er ist, um so größer ist die Gefahr der Ausbildung von Nebenlichtbögen, die auf den Außenmantel
5 der Düse springen und zum Schmelzgut oder zum Hauptlichtbogen brennen. Durch solche Nebenlichtbögen aber wird die Düse meist augenblicklich zerstört.

Der hauptsächliche Verschleißmechanismus für gut gekühlte Elektroden, die aus hochschmelzenden Metallen
10 wie Molybdän, Tantal oder Wolfram mit kleinen Beträgen von Emissionsmaterial, wie Thoriumoxid oder Zirkonoxid, hergestellt sind, besteht, soweit die Brenner nicht in einer den Elektroden gegenüber inerten Umgebung arbeiten, in der chemischen Zerstörung der Elektroden.

15 Da beim Erschmelzen von Metallen meist oxidische Gase freigesetzt werden und sich im Ofenraum noch Restluft befindet, handelt es sich hierbei in der Regel um Oxidation. Diese wird allerdings durch das aus der Düse ausströmende, die Elektrode umgebende inerte Plasmagas
20 mehr oder weniger gemindert.

In besonderem Maße nehmen die anderen Verschleißfaktoren, wie Schmelzen, Verdampfen, Sputtern, mit steigender Temperatur zu. Daher ist vor allem bei sehr hohen Stromstärken für eine intensive Elektrodenkühlung zu sorgen.

25 Zum Zwecke der Elektrodenkühlung ist bereits in der DE-PS 14 40 628 vorgeschlagen worden, durch eine zentrale Bohrung in der Elektrodenspitze dem Lichtbogen ein Anteil des ionisierbaren Gases zuzuleiten. Die Elektrode ist im wesentlichen zylindrisch und an ihrem
30 vorderen Ende mit einer Spitze versehen. Durch die zusätzliche Kühlung infolge des zentralen Gastromes wird zwar die Elektrodenerosion durch hohe Stromstärken er-

- niedrigt. Jedoch ist bei einer solchen Anordnung die Elektrode gegen chemische Erosion unzureichend geschützt. Darüber hinaus kann diese Maßnahme auch die Erzeugung langer stabiler Lichtbögen nicht gewährleisten.
- 5 Mit Wechselstrom können solche Brenner nur begrenzt eingesetzt werden.

- Es ist daher Aufgabe der Erfindung, einen Plasmabrenner zu schaffen, der die vorerwähnten Nachteile nicht besitzt und auch unter den erschwerten Bedingungen beim
- 10 Betrieb in Schrottschmelzöfen mit Lichtbogenlängen über 200 mm und vornehmlich auch beim Betrieb mit Wechsel- bzw. Drehstrom hohe Düsen- und Elektrodenstandzeiten aufweist.

- Die Aufgabe wird durch ein Verfahren gelöst, bei dem das
- 15 ionisierbare Gas unter einem spitzen Winkel in das Plasma des Lichtbogenbrenners eingeleitet wird. Der spitze Winkel wird von dem Gasstrahl und der Plasmabrennerlängsachse gebildet und beträgt 6 bis 40° , vorzugsweise 12° .

- Nach einer Weiterbildung der Erfindung wird zur Durchführung dieses Verfahrens ein Plasmabrenner verwendet,
- 20 der eine sich zur Lichtbogenseite hin konisch verjüngende Elektrode aufweist, die von dem Innenmantel der Düse umschlossen wird. Der Mantel der Elektrode und der Innenmantel der Düse bilden mit ihren kegelförmigen Begrenzungs-
- 25 flächen und ihrer konzentrischen Anordnung einen Ringkanal, der das ionisierbare Gas unter spitzem Winkel in den Lichtbogen leitet. Hierzu ist es erforderlich, daß die sich gegenüberliegenden kegelförmigen Mantelflächen von Elektrode und Düse zumindest teilweise, bevorzugt
- 30 im Bereich der Elektroden spitze, parallel zueinander angeordnet sind bzw. der durch sie gebildete Ringkanal einen sich zur Lichtbogenseite hin verjüngenden Verlauf hat. In dem die Elektroden vorderseite zur Lichtbogenseite

hin überragenden Teil der Düse kann der Innenmantel der Düse in eine Zylinderform übergehen. Durch die geschilderte Gestalt der Düse und der Elektrode erhält das durch den Ringkanal ausströmende Gas eine
5 Richtung, die letztlich eine entscheidende Verbesserung sowohl der Bogenstabilität als auch des Elektroden- schutzes vor Oxidation bewirkt.

Der Kegelwinkel des Elektrodenmantels beträgt nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung 12 bis 60°,
10 der des Innenmantels der Düse 12 bis 80°. Vorzugsweise werden jedoch jeweils Kegelwinkel von 24° gewählt.

Vorteilhafterweise weist das ansonsten plangestaltete lichtbogenseitige Ende der Elektrode eine Fase auf oder die Elektrode ist im Bereich der Elektroden-
15 konkav oder konvex geformt und mit einer Fase versehen. Je nach Größe des Plasmabrenners bzw. der Lichtbogen- stärke kann die Elektrode zusätzlich ein oder mehrere Kanäle zum Durchströmen mit einem Teil des ionisier- baren Gases aufweisen.

20 Für den Innenmantel der Düse wird bevorzugt ein hoch- schmelzendes Metall wie beispielsweise Molybdän, Tantal oder Wolfram verwendet. Der Düsenvorderteil kann aus einem Einsatz bestehen, der durch Eingießen, Schweißen, Löten, Preßpassung oder als herausnehmbares Teil durch
25 Verschraubung mit dem Plasmabrenner bzw. der gesamten Düse verbunden ist.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in den Zeichnungen dargestellt.

Es zeigen

30 Fig. 1, 2 jeweils eine Querschnittsansicht einer Düse mit mittig angeordneter Elektrode.

Der in Fig. 1 dargestellte Plasmabrenner besteht im wesentlichen aus einer Elektrode 2, die an einem flüssigkeitsgekühlten Elektrodenhalter 1 befestigt ist. Die Elektrode 2 hat im vorderen Bereich die Form
5 eines Kegelstumpfes mit zum lichtbogenseitigen Ende abnehmendem Radius. Das lichtbogenseitige Ende der Elektrode, das im wesentlichen eben gestaltet ist, weist eine umlaufende Fase 3 auf. In diesem Bereich kann die Elektrode auch konkav oder konvex geformt
10 sein. Da bekannt ist, daß sich spitz zulaufende Enden nach längerem Gebrauch abrunden, sollte allerdings auf ecken- und kantenförmige Ausbildungen verzichtet werden. Die Länge der Elektrode 2 beträgt zwischen 10 und 20 mm. Kürzere Elektroden haben den Nachteil, daß
15 sie trotz eines etwas langsameren Rückbrandes früher ausgetauscht werden müssen, zu lange Elektroden dagegen werden an der Lichtbogenseite zu heiß und verschleifen daher schneller. Der Kegelwinkel α der Elektrode 2 beträgt, ebenso wie der Kegelwinkel β , den der Innenmantel
20 der Düse 9 bildet, 24° . Der Mantel 8 der Elektrode 2 wird von dem Innenmantel 4 der Düse 9 umhüllt, so daß sich dazwischen ein Ringkanal 10 bildet, dessen Begrenzungsflächen im Bereich der Elektrodenspitze parallel zueinander verlaufen oder in Richtung auf den Lichtbogen
25 aufeinander zulaufen. Der Ringkanal 10 ist so bemessen, daß die radiale Austrittsgeschwindigkeit des durchströmenden ionisierbaren Gases im kalten Zustand zwischen 3 und 17 m/s beträgt. Der vor der Elektrode 2 befindliche Auslauf 5 des Düsenkanals ist im Ausführungsbeispiel
30 zylindrisch, kann aber auch konisch ausgebildet sein.

Durch diese erfindungsgemäße Ausführung von Düse 9 und Elektrode 2 erhält das durch den Ringspalt ausströmende Gas eine Richtung, die, wie zahlreiche Versuche zeigten, eine entscheidende Verbesserung sowohl der Bogenstabi-
35 lität als auch des Elektrodenschutzes vor Oxidation

bewirkt. So wurden beim Betrieb mit Wechselstrom bis zu 700 mm lange, stabil brennende Lichtbögen erzeugt. Hierbei zeigten Elektroden mit einem stirnseitigen Durchmesser bis zu 19 mm auch nach einigen Stunden Betriebszeit keinerlei Oxidationsspuren.

Bei Verwendung von Elektroden größeren Durchmessers bzw. Querschnittes, z. B. zum Zwecke einer Erhöhung der Stromstärke, kann es zweckmäßig sein, einen Anteil des ionisierbaren Gases durch eine oder mehrere Bohrungen in der Elektrode zuzuführen. Es hat sich zwar herausgestellt, daß die alleinige Zuführung eines Anteils an ionisierbarem Gas durch Bohrungen in der Elektrode nicht ausreicht, um die erfindungsgemäße Aufgabe zu lösen, jedoch bewirkt die erfindungsgemäße Gaszuführung kombiniert mit der zusätzlichen Zuführung durch eine oder mehrere Bohrungen in der Elektrode einen vorteilhaften Schutz für die Elektrode.

Bei der erfindungsgemäßen Ausführung ohne zentrale Gaszufuhr soll die Elektrode um etwa $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{3}$ ihres kleinsten Durchmessers hinter dem vorderen Ende des Düsenkanals zurückstehen. Dies entspricht z. B. bei 20 mm Durchmesser einem Betrag von 5 bis 6,5 mm. Wesentlich größer als 6,5 mm sollte dieser Betrag allerdings nicht sein, da dann die Kühlverluste durch den im Kanal verlaufenden Teil des Lichtbogens zu hoch werden und vor allem auch die Gefahr besteht, daß der Bogen zur Düse springt und sich Nebenbögen bilden. Durch die genannte Kombination der Gaszufuhr durch den Ringkanal und durch Bohrungen in der Elektrode kann aber das Verhältnis der freien Kanallänge zum Elektrodendurchmesser auf Werte von $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{8}$ bei etwa gleich gutem Elektrodenschutz vermindert werden, so daß sich auch bei Elektrodendurchmessern von mehr als 40 mm die angestrebten Vorteile erzielen lassen.

- Um auch bei längerer Betriebszeit die Form des Ringkanals weitgehend bestehen zu lassen, werden die Düsen, nicht wie allgemein üblich, aus Kupfer, Kupferlegierungen oder Stahl hergestellt, sondern erhalten einen Einsatz
- 5 aus einem hochschmelzenden Metall, vorzugsweise Wolfram. Dieser den Innenmantel der Düse bildende Einsatz kann durch Eingießen, Schweißen, Löten, Einpressen oder als herausnehmbares Teil durch Verschraubung mit dem Plasma-
- brenner verbunden werden.
- 10 Ein Ausführungsbeispiel einer Düse mit geschraubtem Einsatz 7 aus Wolfram ist beispielsweise in Fig. 2 dargestellt. Diese Vorrichtung hat insbesondere den Vorteil, daß ein verschlissener Düseneinsatz innerhalb kurzer Zeit gewechselt werden kann und somit der
- 15 Ersatz der gesamten Düse nicht erforderlich wird.

A n s p r ü c h e

1. Verfahren zur Einleitung von ionisierbarem Gas in ein Plasma eines Lichtbogenbrenners, der mit einer ggf. flüssigkeitsgekühlten Elektrode ausgestattet ist, die sich innerhalb einer das ionisierbare Gas in den Lichtbogen leitenden, ggf. ebenfalls flüssigkeitsgekühlten Düse mit verengtem Ausgang befindet, in welchen die Elektrodenspitze hineinragt, d a - d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß das ionisierbare Gas unter einem spitzen Winkel in das Plasma des Lichtbogenbrenners eingeleitet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der zwischen dem Gasstrahl und der Plasmabrennerlängsachse gebildete spitze Winkel zwischen 6° und 40° , vorzugsweise bei 12° liegt.
3. Plasmabrenner zur Durchführung des Verfahrens nach Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Mantel (8) der sich zur Lichtbogenseite hin konisch verjüngenden Elektrode (2) und der diesen umschließende Innenmantel (4) der Düse (9) als konzentrisch angeordnete, zumindest teilweise kegelförmige Begrenzungsflächen einen Ringkanal (10) bilden, durch den das Inertgas unter spitzem Winkel in den Lichtbogen geleitet wird.
4. Plasmabrenner nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß sich der Ringkanal (10) zur Lichtbogenseite hin verjüngt.
5. Plasmabrenner nach Ansprüchen 3 und 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Kegelwinkel (α) der konisch ausgebildeten Elektrode (2) zwischen 12° und 60° , vorzugsweise bei 24° liegt.

6. Plasmabrenner nach Ansprüchen 3 und 4, dadurch gekennzeichnet, daß der durch den Innenmantel (4) der Düse (9) gebildete Kegelwinkel (β) zwischen 12 und 80°, vorzugsweise bei 24° liegt.
- 5 7. Plasmabrenner nach Ansprüchen 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das ansonsten plangestaltete lichtbogenseitige Ende der Elektrode (2) eine Fase (3) aufweist.
8. Plasmabrenner nach Ansprüchen 3 bis 5, dadurch
10 gekennzeichnet, daß das lichtbogenseitige Ende der Elektrode (2) konkave oder konvexe Konturen aufweist und mit einer Fase (3) versehen ist.
9. Plasmabrenner nach Ansprüchen 3, 4, 5 und 8, da-
15 durch gekennzeichnet, daß der Innenmantel der Düse (9) aus einem hochschmelzenden Metall besteht.
10. Plasmabrenner nach Anspruch 9, dadurch gekenn-
zeichnet, daß der Düsenvorderteil einen Einsatz
(7) enthält, der durch Eingießen, Schweißen,
20 Löten, Preßpassung oder als herausnehmbares Teil durch Verschraubung mit der Düse (9) verbunden ist.
11. Plasmabrenner nach einem der Ansprüche 3 bis 10,
dadurch gekennzeichnet, daß die Elektrode zusätz-
25 lich einen oder mehrere Kanäle (6) zum Durchströmen mit einem Teil des ionisierbaren Gases aufweist.

FIG. 1

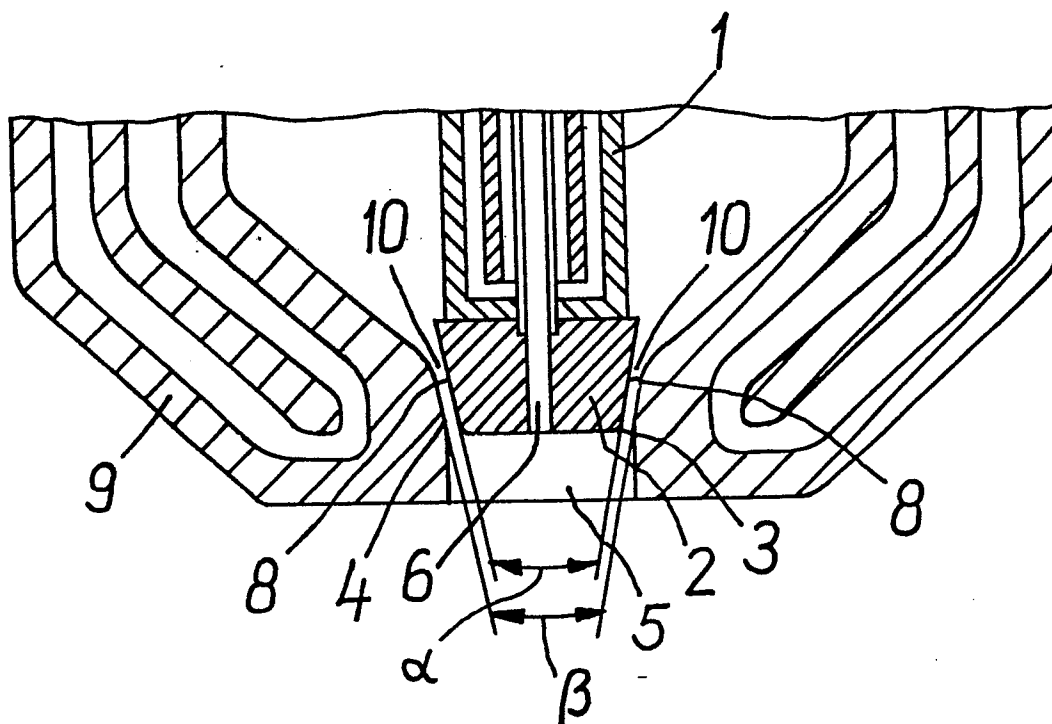


FIG. 2

