

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **85108880.7**

51 Int. Cl.⁴: **B 23 K 28/00**

22 Anmeldetag: **16.07.85**

30 Priorität: **18.07.84 DE 3426410**

71 Anmelder: **Süddeutsche Kühlerfabrik Julius Fr. Behr GmbH & Co. KG., Mauserstrasse 3, D-7000 Stuttgart 30 (DE)**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung: **22.01.86**
Patentblatt 86/4

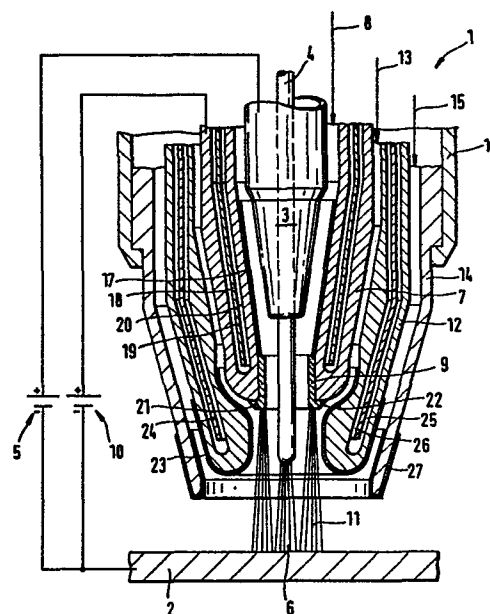
72 Erfinder: **Blechert, Peter, Teckweg 7, D-7066 Baltmannsweiler 2 (DE)**

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

74 Vertreter: **Wilhelm, Hans-Herbert, Dr.-Ing. et al, WILHELM & DAUSTER Patentanwälte Hospitalstrasse 8, D-7000 Stuttgart 1 (DE)**

54 Schweißbrenner zum Plasma-MIG-Schweißen.

57 Ein Schweißbrenner zum Plasma-MIG-Schweißen weist ein Führungs- oder Kontaktrohr auf, in dem eine abschmelzende Drahtelektrode geführt ist, an der ein zum Werkstück reichender MIG-Lichtbogen ansetzt. Dieses Führungs- oder Kontaktrohr ist von einer Plasmadüse umgeben, deren innere Oberfläche mit einer hochtemperaturbeständigen Isolierung versehen ist. Hierdurch kann der Durchmesser der Plasmaanode sehr klein gewählt werden, was zu einem konzentrierten Plasma-Lichtbogen und einer kleinen Bauform des Brenners führt. Der Plasma-Lichtbogen setzt an der Plasmaanode an und reicht ebenfalls bis zum Werkstück. Er hüllt hierbei den MIG-Lichtbogen ein. Kühlkanäle sind in der Plasmadüse bis in den Bereich der Plasmaanode geführt. Die Fokussierdüse weist ähnliche Kühlkanäle auf und ist überdies mit einer Harteloxalschicht versehen, so dass ihr innerer Durchmesser ebenfalls sehr klein gewählt werden kann, was zu einer guten Bündelung des Plasma-Lichtbogens und einer kleinen Bauform führt. Die äusserste Düse – die Schutzgasdüse – weist ebenfalls eine Harteloxalschicht auf. Fokussiergas und Schutzgas sind getrennt regelbar. Die Plasmaanode weist einen umlaufenden, mit einer Anfassung versehenen Bund auf.



Schweißbrenner zum Plasma-MIG-Schweißen

=====

Die Erfindung betrifft einen Schweißbrenner zum Plasma-MIG-Schweißen mit einer in einer zentral im Brenner liegenden elektrischen Kontaktanordnung geführten abschmelzenden Elektrode, einer diese wenigstens teilweise umgebenden elektrisch leitfähigen Plasmadüse mit einer eingesetzten, nicht abschmelzenden ringförmigen Plasmaanode, zwischen der und dem Werkstück ein die Elektrode einhüllender Plasmabogen unterhalten werden kann, mit einer die Plasmadüse umgebenden Inertgasdüse und mit einer alle diese Teile umschließenden Schutzgasdüse.

Zum Schweißen von Leichtmetall, insbesondere Aluminium und Aluminiumlegierungen, wird bevorzugt, das Metall-Inertgasverfahren (MIG-Verfahren) eingesetzt. Dieses Verfahren ist ein Schutzgas-Schweißverfahren, bei dem ein Lichtbogen (MIG-Bogen) von einer abschmelzenden Elektrode zum Werkstück geführt wird. Um den Zutritt von Sauerstoff zum Schmelzbad zu verhindern, wird ein Schutzgas, beispielsweise Argon oder ein Argongemisch, zugeführt.

Das MIG-Verfahren gewährleistet eine hohe Energiedichte, und die Oxidhaut des Leichtmetalls wird befriedigend aufgerissen. Nachteilig beim MIG-Verfahren ist indes, daß die Wärmezufuhr und damit auch die Einbrandtiefe von der Zufuhr des Zusatzwerkstoffs (abschmelzende Elektrode) abhängig sind. Dadurch kann der MIG-Bogen nicht zum Vorwärmen des Nahtbeginns verwendet werden. Am Nahtbeginn kann daher der ganze zu verschweißende Querschnitt nicht erfasst werden. Außerdem kann die Einbrandform nicht beliebig an vorgegebene Werkstückkonturen angepasst werden. Schließlich hat das reine MIG-Verfahren auch den Nachteil eines relativ hohen Spritzerauswurfs.

Die genannten Nachteile werden weitgehend vermieden, wenn anstelle eines reinen MIG-Verfahrens ein kombiniertes Plasma-MIG-Schweißverfahren eingesetzt wird. Bei diesem Verfahren sind zwei Lichtbögen vorhanden, nämlich ein MIG-Lichtbogen und ein Plasma-Lichtbogen. Der Plasma-Lichtbogen hüllt den MIG-Lichtbogen mehr oder weniger ein und kann zum Vorwärmen der Naht beim Beginn einer Schweißung eingesetzt werden. Die Kombination der beiden Lichtbögen hat im Zusammenhang mit der Minimierung + intensiven Kühlung der Fokussierdüse noch weitere Vorteile; beispielsweise kann der Plasmabogen zum Teil das Abschmelzen der abschmelzenden Elektrode übernehmen, so daß verschiedene Verfahrenszustände erreichbar sind, je nachdem, ob der Plasma-Lichtbogen oder der MIG-Lichtbogen dominiert. Die Kombination der beiden Lichtbögen ergibt überdies eine noch bessere Beseitigung der Oxidhaut auf der Oberfläche des Werkstücks und eine bessere Reinigung derselben. Schließlich ist auch die Spritzerhäufigkeit sehr viel geringer als beim reinen MIG-Verfahren. Bei modernen Schweißbrennern zum Plasma-MIG-Schweißen ist eine die abschmelzende Elektrode umgebende, vorzugsweise ringförmige Plasmadüse vorgesehen, durch welche das Plasmagas austreten kann und in deren Öffnung eine nicht abschmelzende Plasmaanode eingesetzt ist. An dieser Plasmaanode setzt der zur Werkstück führende und den MIG-Bogen einhüllende Plasmabogen an. Die Stromzuführung zu Plasmaanode erfolgt über die Plasmadüse, d. h. die Plasmadüse muß aus elektrisch leitfähigem Material hergestellt sein.

Ein derartiger Schweißbrenner ist in dem Aufsatz "Plasma- MIG welding - a new torch and arc starting method" in der Zeitschrift "Metal Construction", Januar 1981, Seite 36 ff. beschrieben. Dieser Schweißbrenner weist eine abschmelzende Drahtelektrode auf, von der ein MIG-Lichtbogen zum Werkstück gezogen wird. Die Drahtelektrode ist von einer nicht abschmelzenden Plasmaanode umgeben, von der der Plasma-Lichtbogen ausgeht und den MIG-Lichtbogen einhüllt. Hinter der Plasmaanode wird dem Plasma-Lichtbogen ein Zwischen- oder

Fokussiergas zugeführt, welches für eine Einschnürung und Bündelung des Plasmabogens sorgt. Die Führung des Fokussiergases wird von einer Fokussierdüse übernommen. Hinter dieser Fokussierdüse wird über eine Schutzgasdüse Schutzgas zugeführt, welches den Zutritt von Luftsauerstoff zum Schmelzbad verhindert. Die Fokussiergasführung und die Schutzgasführung sind miteinander über Kanäle verbunden.

Ein Problem bei einem derartigen Plasma-MIG-Schweißbrenner besteht darin, daß der Brennerkopf aufgrund der einander konzentrisch umgebenden Düsen (Plasmadüse, Fokussierdüse, Schutzgasdüse) relativ groß baut. Insbesondere der große Durchmesser des Brennerkopfes schließt seine Verwendung in vielen Anwendungsfällen (z. B. beim Schweißen von Kehlnähten) aus. Außerdem hat die Bohrung der Plasmaanode einen relativ großen Durchmesser in der Größenordnung von 14 mm, was einen sehr breiten Plasmabogen mit geringer Energiedichte ergibt, so daß der Schweißbrenner nur für vergleichsweise breite Nähte eingesetzt werden kann und nur ein sehr kleiner Variationsbereich zwischen Plasma-Charakteristik und MIG-Charakteristik möglich ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Schweißbrenner der eingangs genannten Art so auszubilden, daß der Plasmabogen wesentlich schmaler als der Plasmabogen bekannter Plasma-MIG-Schweißbrenner wird, was einen wesentlich kleineren Austrittsdurchmesser der Düsenöffnung des Brenners erforderlich macht. Die Aufgabe ist es daher auch, eine Konstruktion vorzusehen, die einen solchen kleinen Düsendurchmesser unter den bestehenden Voraussetzungen erlaubt.

Zur Lösung werden bei einem Schweißbrenner der eingangs genannten Art folgende Merkmale vorgesehen:

- a) die Kontaktanordnung für die Elektrode ist als ein sich zur Plasmadüse hin konisch verjüngendes und mit einer eng

an den Elektrodendurchmesser angepassten Bohrung versehenes Kontaktrohr ausgebildet, das mindestens an seinem Austrittsende für die Elektrode von der Plasmadüse bzw. Plasmaanode umgeben ist,

- b) Kontaktrohr, Plasmadüse, Inertgasdüse und Schutzgasdüse sind mindestens im Bereich ihres Düsenmundes mit einer hochtemperaturbeständigen Isolierschicht, insbesondere mit einer Harteloxalschicht versehen,
- c) die Elektrode reicht durch die Plasmadüse bis in den Bereich der Inertgasdüse herein,
- d) die Inertgasdüse ist innen konisch ausgebildet, so daß der erzeugte Gasstrahl zur steuerbaren Fokussierung des Plasmastrahles dient,
- e) die Inertgasdüse weist einen Durchtrittsdurchmesser in der Größenordnung von 6 bis 11 mm, insbesondere 7 bis 9 mm auf.

Durch diese Ausgestaltung wird das Entstehen von Ionisierungs- oder Funkenstrecken aufgrund der Isolierung verhindert. Die Plasmaanode und die Plasmadüse können daher im Innendurchmesser sehr klein ausgebildet werden. Es wird auch möglich, die abschmelzende Elektrode und das diese führende Kontaktrohr wesentlich weiter in die Plasmadüse einzuführen, da Überschläge oder Entladungen zwischen diesem Führungs- und Kontaktrohr und der Plasmadüse nicht zu befürchten sind. Somit wird auch das Abweichen des Drahtes aus der Brennerachse und die daraus folgende Lichtbogenunruhe verringert. Damit erhält auch die Plasmaanode und somit der Plasma-Lichtbogen einen relativ geringen Durchmesser, der noch durch die Fokussierwirkung des ringförmigen Inertgasstrahles eingeschnürt und stabilisiert werden kann. Dadurch wird das Schweißen auch von schmalen Nähten oder von räumlich schlecht zugänglichen Nähten möglich.

Ein Vorteil ist es auch, daß aufgrund dieser neuen Ausbildung der Plasma-Lichtbogen das Abschmelzen der Elektrode sowie das Aufschmelzen des Grundwerkstoffs + die Beeinflussung der Nahtform sehr viel besser übernehmen kann. Der gesamte Brenner kann sehr klein, beispielsweise mit einem Gesamtdurchmesser von 30 bis 35 mm ausgebildet werden.

Der neue Schweißbrenner eignet sich insbesondere zum Schweißen von Aluminium und wird bevorzugt bei Schweißrobotern eingesetzt.

Es hat sich zur Stabilisierung des Plasmabogens auch als sehr vorteilhaft erwiesen, wenn die Stromzuspeisung zur Plasmadüse pulsierend und mit einer Frequenz von 1 bis 20 KHz erfolgt. Dadurch ist eine Steuerung der Einschnürung des Plasmabogens während des Schweißens ohne Düsenwechsel zwecks Anpassung an die Nahtgeometrie möglich.

Da zumindestens die Plasmadüse, aber auch die Inertgasdüse, wassergekühlt sein soll, wie das an sich bekannt ist, ist es vorteilhaft, zu ihrer Herstellung das gut leitfähige Kupfer zu verwenden, das entsprechend dünn ausgebildet werden kann. Die Harteloxalschicht kann aber nicht auf Kupfer aufgebracht werden. Es hat sich aber gezeigt, daß sich das Kupfer zunächst auf galvanischem Weg mit einer Aluminiumschicht versehen läßt, die dann harteloxiert werden kann. Die Ausbildung von Plasmadüse und Inertgasdüse in dieser Weise hat sich als besonders vorteilhaft erwiesen. Aufgrund dieser Isolierschichten und ihrer Anordnung ist es erst möglich, (anstelle der bisherigen unzulänglichen Zündmechanismen) mit Hilfe von z.B. Hochfrequenz einen Pilotlichtbogen (Hilfslichtbogen) zu zünden, der zur Vorionisierung der Gase und somit zur berührungslosen Zündung des Plasmabogens dient. Die in der Plasmadüse angeordnete Plasmaanode kann außerdem mit einem den Mund der Plasmadüse übergreifenden Bund versehen sein, der mit einem sich in Richtung des Gasstromes verjüngenden konischen Rand versehen sein

kann. Diese Ausgestaltung weist den Vorteil auf, daß das zum zu schweißenden Werkstück weisende Ende der Plasmadüse vollkommen von der Plasmaanode gebildet wird, an der der Plasma-Lichtbogen relativ breit ansetzen kann, so daß die Ausbildung eines unregelmäßigen Lichtbogens, wie sie bei bekannten Ausführungsformen des öfteren auftrat, verhindert wird. Der Plasma-Lichtbogen erhält auch eine exakt ringförmige Gestalt und hüllt den MIG-Lichtbogen ein. Er kann durch den Inertgasstrom zusätzlich zum Zweck des Bündelns beeinflußt werden. Der konische Rand der Plasmaanode weist den Vorteil auf, daß eine Anpassung an die gesamt konische Ausgestaltung erreicht und eine Verwirbelung des Gasstromes verhindert wird.

Da die Plasmadüse und die Inertgasdüse, wie auch die Schutzgasdüse aus dünnwandigem Material hergestellt werden sollen, die Gesamtabmessungen so klein wie möglich zu halten, ist es besonders vorteilhaft, wenn Abstandsrippen vorgesehen sind, die von dem jeweilig innenliegenden Teil aus, am Umfang verteilt, den Ringspalt zwischen den konzentrisch ineinanderliegenden Teilen überbrücken. Solche Abstandsrippen erhöhen die Stabilität der Anordnung einerseits und geben andererseits auch die Gewähr, daß die konzentrische Anordnung eingehalten wird. Dies wiederum sorgt für gleichmäßig ringförmig austretende Gasstrahlen, die damit auch dazu beitragen, daß der Plasma-Lichtbogen zentrisch und weitgehend störungsfrei verläuft.

Bei einer solchen Bauart aus dünnwandigen Teilen kommt es auch bei der Ausgestaltung der Kühlkanäle auf eine möglichst dünnwandige Ausgestaltung an. Um die Kühlwirkung so gut wie möglich zu erreichen, werden dabei die Kühlkanäle durch Trennwände in Hin- und Rückfluß unterteilt und die Trennwände werden in Form von aneinandergereihten und auf beiden Seiten der Trennwand angeordneten Nuten in Halbkreisform ausgebildet, so daß sich die jeweils nach beiden Seiten der Trennwand weisenden Bögen jeweils mit ihren Füßen an den zugeordneten Wänden abstützen. Diese Ausgestaltung ermöglicht zum einen eine Unterteilung

schmaler ringförmiger Kühlräume in den Düsen in Hin- und Rückfluß. Sie erlaubt gleichzeitig aber, eine ausgezeichnete Stabilisierung dieser Hohlräume, die zusammen mit der Anordnung von Abstandsrinnen zwischen konzentrischen Teilen die Gesamtstabilität des neuen Brenners trotz geringer Abmessungen und trotz der Anordnung von Hohlräumen entscheidend verbessert.

Die ringförmige Plasmaanode kann in vorteilhafter Weise außen konusförmig ausgebildet sein, wobei ihr Öffnungswinkel so gewählt wird, daß sie mit Selbsthemmung in eine entsprechende Öffnung der Plasmadüse einsetzbar ist. Dadurch läßt sich die Plasmaanode leicht montieren und bei Bedarf auswechseln.

In der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine erste Ausführungsform eines Brennerkopfes eines erfindungsgemäßen Schweißbrenners in einem schematischen Längsschnitt,

Fig. 2 einen Längsschnitt ähnlich Fig. 1, jedoch bei einer abgewandelten Ausführungsform und in vergrößerter Darstellung,

Fig. 2a ein Detail der Fig. 2 und

Fig. 3 einen Querschnitt durch den Kopf des Schweißbrenners der Fig. 2 längs der Linie III.

In der Fig. 1 ist der Brennerkopf eines Plasma-MIG-Schweißbrenners mit dem Bezugszeichen 1 bezeichnet. Ein Werkstück ist schematisch dargestellt und trägt das Bezugszeichen 2. In einem Führungs- und Kontaktrohr 3 ist eine abschmelzende Drahtelektrode 4 geführt. Diese Drahtelektrode schmilzt ab und liefert

hierbei den Zusatzwerkstoff für die Schweißnaht. Sie wird von einem hier nicht gezeigten Vorschubmechanismus nachgeführt.

Das Führungs- und Kontaktrohr 3 ist an den positiven Pol einer Gleichspannungsquelle 5 angeschlossen, deren negativer Pol mit dem Werkstück 2 verbunden ist. Zwischen der Drahtelektrode 4 und dem Werkstück 2 wird nach dem Zünden ein schematisch ange deuteter Lichtbogen 6 aufrechterhalten. Dieser Lichtbogen ist der MIG-Lichtbogen.

Das in seinem vorderen Teil konisch verlaufende Führungs- und Kontaktrohr 3 ist von der Plasmadüse 7 umgeben. Diese Plasmadüse besteht aus Kupfer und läuft in ihrem Frontbereich ebenfalls konisch zu. Das Plasmagas wird im Inneren der Plasmadüse in Richtung des Pfeils 8 zugeführt. Als Plasmagas wird bevorzugt Argon eingesetzt, da dieses aufgrund seiner geringen Ionisationsenergie und seiner relativ großen Dichte die besten Zündeigenschaften sowie die beste Lichtbogenstabilität bietet.

In die werkstückseitige Öffnung der Plasmadüse 7 ist die Plasmaanode 9 eingesetzt. Diese Plasmaanode hat die Form eines Rings aus Kohle-Kupfer-Sinterwerkstoff, der hoch strombelastbar ist und mit eventuellen Spritzern keine Legierungsbildung eingeht. Die Stromzufuhr zur Plasmaanode 9 erfolgt über die Plasmadüse 7, die an den positiven Pol einer Gleichspannungsquelle 10 angeschlossen ist. Der negative Pol dieser Gleichspannungsquelle liegt ebenfalls an dem Werkstück 2. Die Stromzufuhr zur Plasmaanode 9 erfolgt damit indirekt über die Plasmadüse 7, ebenso wie die Stromzufuhr zur Drahtelektrode 4 indirekt über das Führungs- und Kontaktrohr 3 erfolgt.

Zwischen der Plasmaanode 9 und dem Werkstück 2 bildet sich ein Lichtbogen 11 aus, der sogenannte Plasma-Lichtbogen. Dieser Lichtbogen umgibt ringförmig den MIG-Lichtbogen.

Die Plasmadüse 7 ist von einer Inertgasdüse 12 umgeben, die als Fokussierdüse dient. Diese Inertgasdüse besteht aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung. Zwischen der Inertgasdüse 12 und der Plasmadüse 7 wird in Richtung des Pfeils 13 Fokussiergas zugeführt. Dieses Fokussiergas hüllt den Plasma-Lichtbogen ein und sorgt für eine Zentrierung und Fokussierung desselben.

Die Inertgasdüse 12 ihrerseits ist von der Schutzgasdüse 14 umgeben. Zwischen dieser Schutzgasdüse und der Inertgasdüse wird in Richtung des Pfeils 15 Schutzgas zugeführt. Dieses Schutzgas hat dieselbe oder eine ähnliche Zusammensetzung wie das Fokussiergas, besteht also aus einem Argon-Helium-Gemisch. Das Schutzgas hat die Aufgabe, den Zutritt von Luftsauerstoff zur Schweißstelle zu verhindern.

Außen auf der Schutzgasdüse 14 sitzt eine Überwurfmutter 16, mit der der Brennerkopf an dem hier nicht gezeigten Brennerkörper befestigt werden kann.

Die dem Führungs- und Kontaktrohr 3 zugewandte innere Oberfläche der Plasmadüse 7 ist mit einer hochtemperaturbeständigen Isolierung versehen. Im gezeigten Ausführungsbeispiel besteht diese Isolierung aus einer Schicht 17 von hochtemperaturbeständigem Lack, dem Keramikstaubanteile beigemischt sind. Aufgrund dieser Isolierschicht kann der Durchmesser der Plasmadüse 7 und auch der Plasmaanode 9 wesentlich kleiner gewählt werden, ohne daß Entladungen zwischen der Plasmadüse und dem Führungs- und Kontaktrohr 3 über Funken- oder Ionisierungsstrecken zu befürchten sind. Der innere Durchmesser der Plasmaanode 9 beträgt etwa 6 mm. Dies führt zu einem sehr engen und konzentrierten Plasmastrahl und ermöglicht auch eine im Durchmesser sehr kleine Bauform des gesamten Brennerkopfes. Zugleich kann die sich konisch verjüngende Frontpartie des Führungs- und Kontaktrohrs 3 bis in den Bereich der Plasmaanode verlängert werden. Das freie Ende der Drahtelektrode 4 kann somit ohne Kontakt zur Plasmaanode um etwa denselben Winkel abgelenkt werden wie bei

bekannten Ausführungsformen mit wesentlich größerem Durchmesser der Plasmaanode. Der geringe Durchmesser des Plasma-Lichtbogens hat überdies den Vorteil, daß dieser Lichtbogen ganz oder teilweise das Abschmelzen der Drahtelektrode übernehmen kann. Hierdurch lassen sich verschiedene Schweißcharakteristiken erzielen. Der geringe Abstand zwischen MIG-Lichtbogen und Plasma-Lichtbogen hat auch Vorteile beim Zünden der beiden Lichtbögen. Hierbei wird die Drahtelektrode 4 anfänglich sehr langsam vorgeschoben, bis sie das aus Aluminium bestehende Werkstück 2 berührt. Sodann wird sie zurückgezogen und zündet dabei einen MIG-Lichtbogen geringer Leistung der die Luftstrecke ionisiert, was zur spontanen Zündung des Plasma-Lichtbogens führt. Der Drahtvorschub schaltet ab, bis die Vorwärmzeit abgelaufen ist und dann der MIG-Lichtbogen spritzerfrei innerhalb des Plasma-Lichtbogens zündet. Hierbei wird die Schweißnaht auch beim Beginn des Schweißvorgangs sauber und vollständig verschweißt. Der geringe Durchmesser der Plasmaanode wird auch dadurch ermöglicht, daß in der Plasmadüse 7 ein Kühlkanal für Kühlflüssigkeit, insbesondere Wasser, vorgesehen ist. Der Kühlkanal ist ringförmig in die Plasmadüse eingearbeitet und wird durch eine metallische Trennwand 18 in einen Kühlwasservorlauf 19 und einen Kühlwasserrücklauf 20 aufgeteilt. Die Kühlflüssigkeit umströmt also die Trennwand 18, wobei sie bis in den Bereich der Plasmaanode gelangt und diese ausreichend kühlt. Der Kühlkanal und die Trennwand 18 haben jeweils ringförmige, konisch zulauende Gestalt. Die Plasmadüse 7 kann in der Praxis beispielsweise aus zwei konzentrischen Rohren bestehen, die im Bereich des Düsenmundstücks durch Elektronenstrahlschweißen verbunden sind.

Die Plasmaanode besitzt die Form eines sich in Austrittsrichtung des Plasmagases aufweitenden Konus mit einem Öffnungswinkel von etwa 1° . Hierdurch sitzt die Plasmaanode durch Selbsthemmung im Mundstück der Plasmadüse und kann leicht und ohne weitere Befestigungsmittel eingesetzt bzw. ausgetauscht werden. Auf der Austrittsseite ist die ringförmige Plasmaanode 9 mit

einem umlaufenden Bund 21 versehen, der ihre dem Werkstück 2 zugewandte Fläche vergrößert. Hierdurch wird erreicht, daß sich ein exakt ringförmiger Plasma-Lichtbogen ohne Unregelmäßigkeiten ausbildet. An seiner Außenseite ist der Bund 21 mit einer Anfasung 22 versehen. Durch diese Anfasung wird ein bestimmter Mindestabstand gegenüber der Fokussierdüse 12 eingehalten, so daß die Gefahr einer Entladung zwischen der Plasmaanode und der Fokussierdüse vermieden und die Fokussiergasströmung nicht verwirbelt wird.

Die aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung bestehende Fokussierdüse 12 ist im Bereich des Düsenmunds mit einer Harteloxalschicht 23 versehen. Diese Harteloxalschicht hat isolierende Wirkung und ermöglicht es, daß das Mundstück der Inertgasdüse bis nahe an den Plasma-Lichtbogen geführt werden kann, ohne daß bei einem Abbiegen der Drahtelektrode 4 eine Beschädigung der Inertgasdüse zu befürchten ist. Durch den geringen Innendurchmesser von 9 bis 10 mm der Inertgasdüse kann somit das Fokussiergas bis sehr nahe an den Plasma-Lichtbogen herangeführt werden, wodurch eine sehr gute Bündelung und Fokussierung dieses Plasma-Lichtbogens ermöglicht wird.

Die Inertgasdüse 12 ist mit einer ähnlichen Kühlung wie die Plasmadüse 7 versehen. Ein ringförmiger Kühlkanal wird durch eine Trennwand 24 in einen Kühlwasservorlauf 25 und einen Kühlwasserrücklauf 26 aufgeteilt. Der Kühlkanal ist dabei bis in den Frontbereich des Düsenmundstücks der Inertgasdüse geführt, so daß diese trotz ihrer Nähe zum Plasma-Lichtbogen ausreichend gekühlt werden kann. Auch die Inertgasdüse kann aus zwei konzentrischen und im Mundbereich durch Elektronenstrahlschweißung verbundenen Rohren bestehen.

Die Schutzgasdüse 14 ist in ihrem Mundbereich ebenfalls mit einer Harteloxalschicht 27 versehen. Diese Harteloxalschicht hat dieselben Funktionen wie die Eloxierung der Inertgasdüse 12.

Das Fokussiergas und das Schutzgas sind unabhängig voneinander regelbar, um die verschiedenen, mit dem kombinierten Plasma-MIG-Verfahren möglichen Verfahrenszustände exakt einstellen zu können. Durch die Trennung des Fokussiergases vom Schutzgas wird außerdem eine bessere Bündelung des Plasmabogens, ein stärkeres Abschmelzen der Drahtelektrode und ein kleinerer Spritzeranteil erreicht.

In der Fig. 2 und 3 ist eine abgewandelte Ausführungsform gezeigt, bei der aber gleiche Teile auch gleich beziffert sind. Soweit Abwandlungen vorliegen, sind die gleichen Bezugszeichen vorgesehen worden, jedoch mit einem Strich versehen.

Ähnlich wie in der Fig. 1 ist auch bei der Brennerdüse der Fig. 2 das Kontaktrohr 3 für die Elektrode 4 bis in den Bereich der Plasmadüse 7' hereingezogen. Hier sogar noch so weit, daß das untere Ende des Kontaktrohres 3 in die Plasmaanode 9 hereingreift. Die Plasmadüse 7' ist zur besseren Wärmeableitung aus Kupfer hergestellt. Auf dieses Material wird dann zunächst auf galvanischem Weg eine Aluminiumschicht aufgebracht, die anschließend zu der Harteloxalschicht 32 eloxiert werden kann. Auch die Inertgasdüse ist an ihrem unteren Ende mit einem Mundstück 31 aus Kupfer versehen, das in gleicher Weise mit der Harteloxalschicht 32 versehen ist, die allerdings auch in dem oberen Bereich der Inertgasdüse 12' noch auf diese aufgebracht ist. Die Schutzgasdüse 14' kann aus Aluminium bestehen und harteloxiert sein. Sie wird durch den zwischen ihr und den innenliegenden Teilen durchströmenden Strom 15 des Schutzgases gekühlt. Weitere Vorteile dieser Art von Isolierschichten sind neben den kleinen Abmessungen (ca. 50 μm) der gute Wärmedurchgang, die Verschleißfestigkeit und die spritzerabweisenden Eigenschaften.

Die Kühlkanäle in der Plasmadüse 7' sind durch eingeschobene Trennwände 18' in Vorlauf 19' und Rücklauf 20' unterteilt, wie das auch beim Ausführungsbeispiel der Fig. 1 der Fall war. Un-

terschiedlich ist aber, wegen der hier zum Einsatz kommenden dünnen Wandstärken, daß die Trennwand 18', wie aus Fig. 3 hervorgeht, mit jeweils innen- und außenliegenden Ausnehmungen in der Form von Nuten 37 versehen ist, die halbkreisförmigen Querschnitt haben und, da sie jeweils auf dem Umfang aufeinanderfolgend angeordnet sind, auf diese Weise eine Reihe von innen- und außenliegenden Bögen bildet, die sich jeweils mit ihren Füßen 38 bzw. 39 an dem innenliegenden Wandteil der Plasmadüse 7' bzw. an deren außenliegenden Wandteil abstützen. In gleicher Weise ist die Trennwand 24' in der Inertgasdüse 12' ausgebildet. Diese Ausgestaltung führt zu einer Verstärkung dieser Düsen. Um noch eine weitere Verstärkung des ganzen Brennermundes zu erreichen, sind jeweils am Außenumfang der Plasmadüse 7' bzw. am Außenumfang der Inertgasdüse 12' Abstandsnocken 33 bzw. 34 vorgesehen, die den Ringspalt 36 bzw. 35 zwischen den konzentrisch ineinander angeordneten Teilen überbrücken. Die Stabilität des so aufgebauten Brenners kann trotz kleiner Abmessungen sehr hoch gehalten werden.

Der Düsenmund 31 der Inertgasdüse ist, wie aus Fig. 2 zu entnehmen ist, in besonderer Weise strömungsgünstig ausgebildet. Der Durchmesser d der Öffnung der Inertgasdüse liegt im Bereich zwischen 7 und 9 mm. Damit kann der Gesamtdurchmesser des so gestalteten Brenners unter 35 mm liegen. Von besonderem Vorteil ist auch noch, daß der Düsenmund 31 der Inertgasdüse aus Kupfer besteht, weil dadurch zwischen der Plasmaanode 9 bzw. ihrem konischen Bund 21 und dem gegenüberliegenden Teil 31a des Düsenmundes 31 der Inertgasdüse 12' ein Pilotbogen erzeugt werden kann, der zur Zündung des Plasmabogens ausgenützt werden kann. Der Einsatz dieses Pilotlichtbogens ist, (da er mit Hochfrequenz gezündet werden muß), nur möglich durch Kombination von galvanoaluminieren und anschließendem Harteloxieren der Kupferdüsen, womit Überschläge verhindert werden. Zusätzlich sind zwischen Berührungspunkten der Plasma- und Inertgasdüse infolge des konstruktiven Aufbaus mindestens vier Isolierschichten vor-

gesehen. (Dies wiederum ermöglicht erst, daß sich Plasma- und Inertgasdüse aufeinander an den Nocken 33 abstützen).

Das Detail der Fig. 2a zeigt den auch beim Ausführungsbeispiel der Fig. 1 vorsehbaren Öffnungswinkel α , in der ein schnelles und problemloses Auswechseln der Plasmaanode 9 im Brenner gestattet.

Durch die in der Fig. 3 deutlich erkennbaren Trennwände 18' und 24' wird der Kühlmittelstrom in der Plasmadüse 7' bzw. in der Inertgasdüse 12' jeweils, wie beim Ausführungsbeispiel der Fig. 1, in einen Vorlauf 19' bzw. 25' und einen Rücklauf 26' bzw. 20' unterteilt. Im Strömungsringkanal für das zuzuführende Inertgas 13 ist ein ringförmiger Filter 30 eingesetzt, der z.B. aus Sintermaterial bestehen kann.

Ansprüche

1. Schweißbrenner zum Plasma-MIG-Schweißen mit einer in einer zentral im Brenner liegenden elektrischen Kontaktanordnung geführten abschmelzenden Elektrode, einer diese wenigstens teilweise umgebenden, elektrisch leitfähigen Plasmadüse mit einer eingesetzten, nicht abschmelzenden ringförmigen Plasmaanode, zwischen der und dem Werkstück ein die Elektrode einhüllender Plasmabogen unterhalten werden kann, mit einem zwischen Plasmadüse und Inertgasdüse brennenden Hilfflichtbogen mit einer die Plasmadüse umgebenden Inertgasdüse und mit einer alle diese Teile umschließenden Schutzgasdüse, gekennzeichnet durch folgende Merkmale
 - a) die Kontaktanordnung für die Elektrode ist als ein sich zur Plasmadüse (7,7') hin konisch verjüngendes und mit einer eng an den Elektroden Durchmesser angepaßten Bohrung versehenes Kontaktrohr (3) ausgebildet, das mindestens an seinem Austrittsende für die Elektrode von der Plasmadüse (7,7') bzw. Plasmaanode (21) umgeben ist,
 - b) Kontaktrohr (3), Plasmadüse (7,7'), Inertgasdüse (12,12') und Schutzgasdüse (14,14') sind mindestens im Bereich des Düsenmundes mit einer Hochtemperaturbeständigen Isolierschicht, insbesondere mit einer

Harteloxalschicht (17,23,32) versehen,

- c) die Elektrode (4) reicht durch die Plasmadüse (7,7) bis in den Bereich der Inertgasdüse (12,12'),
 - d) die Inertgasdüse (12,12') ist so ausgebildet, daß der erzeugte Gasstrahl zur steuerbaren Fokussierung des Plasmastrahles dient,
 - d) die Inertgasdüse (12,12') weist einen Durchtrittsdurchmesser (d) in der Größenordnung von 6 bis 11 mm, insbesondere 7 bis 9 mm auf.
2. Schweißbrenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Inertgasdüse (12,12') sich konisch in Richtung des Gasstromes (13) verjüngt.
 3. Schweißbrenner nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Stromzuspeisung zur Plasmadüse (7,7') pulsierend und mit einer Frequenz von 1 bis 20 KHz erfolgt.
 4. Schweißbrenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens die Plasmadüse (7') und/oder die Inertgasdüse (12') aus Kupfer besteht, das zunächst auf galvanischem Weg mit einer Aluminiumschicht versehen und dann harteloxiert ist.
 5. Schweißbrenner nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Harteloxatschichten so angeordnet sind, daß an Berührungsstellen zwischen Plasma- und Inertgasdüse mindestens vier Isolierschichten vorliegen.
 6. Schweißbrenner nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die in der Plasmadüse (7) angeordnete Plasmaanode (9) mit einem den Mund der Plasmadüse übergreifenden Bund (21)

versehen ist.

7. Schweißbrenner nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Bund (21) mit einem sich in Richtung des Gasstromes verjüngenden konischen Rand (22) versehen ist.
8. Schweißbrenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Plasmadüse (7'), Inertgasdüse (12') und Schutzgasdüse (14') aus dünnwandigem Material hergestellt und durch strömungsgünstig ausgebildete Abstandsnocken (33,34) aneinander zentriert sind, die von dem jeweilig innenliegenden Teil aus, am Umfang verteilt, den Ringspalt (35,36) zwischen den Teilen überbrücken.
9. Schweißbrenner nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Inertgasdüse (12') und die Plasmadüse (7') wassergekühlt sind und die ringförmigen Kühlkanäle durch in diesen verlaufenden Trennwände (24',18') in Hin- und Rücklauf (25', 26'; 19', 20') unterteilt sind, die in Form von aneinandergereihten und auf beiden Seiten der Trennwand angeordnete Nuten (37) ausgebildet sind, die sich jeweils an der ihren Rändern zugeordneten Außenwand abstützen.
10. Schweißbrenner nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Nuten (37) halbkreisförmigen Querschnitt besitzen und daß sich die so gebildeten Bögen jeweils mit ihren Füßen (38,39) an den Wänden abstützen.
11. Schweißbrenner nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Plasmaanode (9) außen konusförmig ausgebildet ist und ihr Öffnungswinkel (α) so gewählt ist, daß sie mit Selbsthemmung in eine entsprechende Öffnung der Plasmadüse (7) einsetzbar ist.

FIG. 1

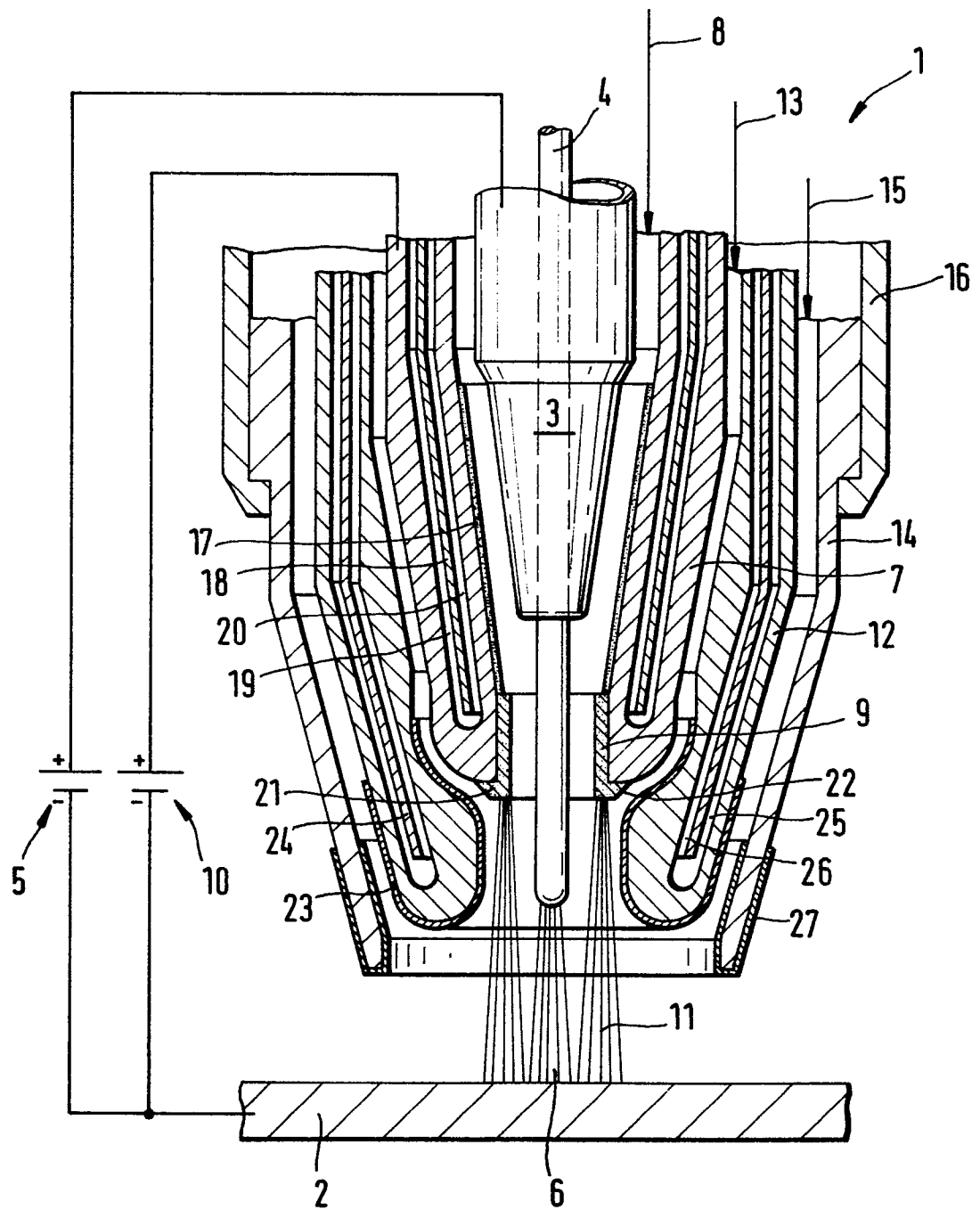


FIG. 3

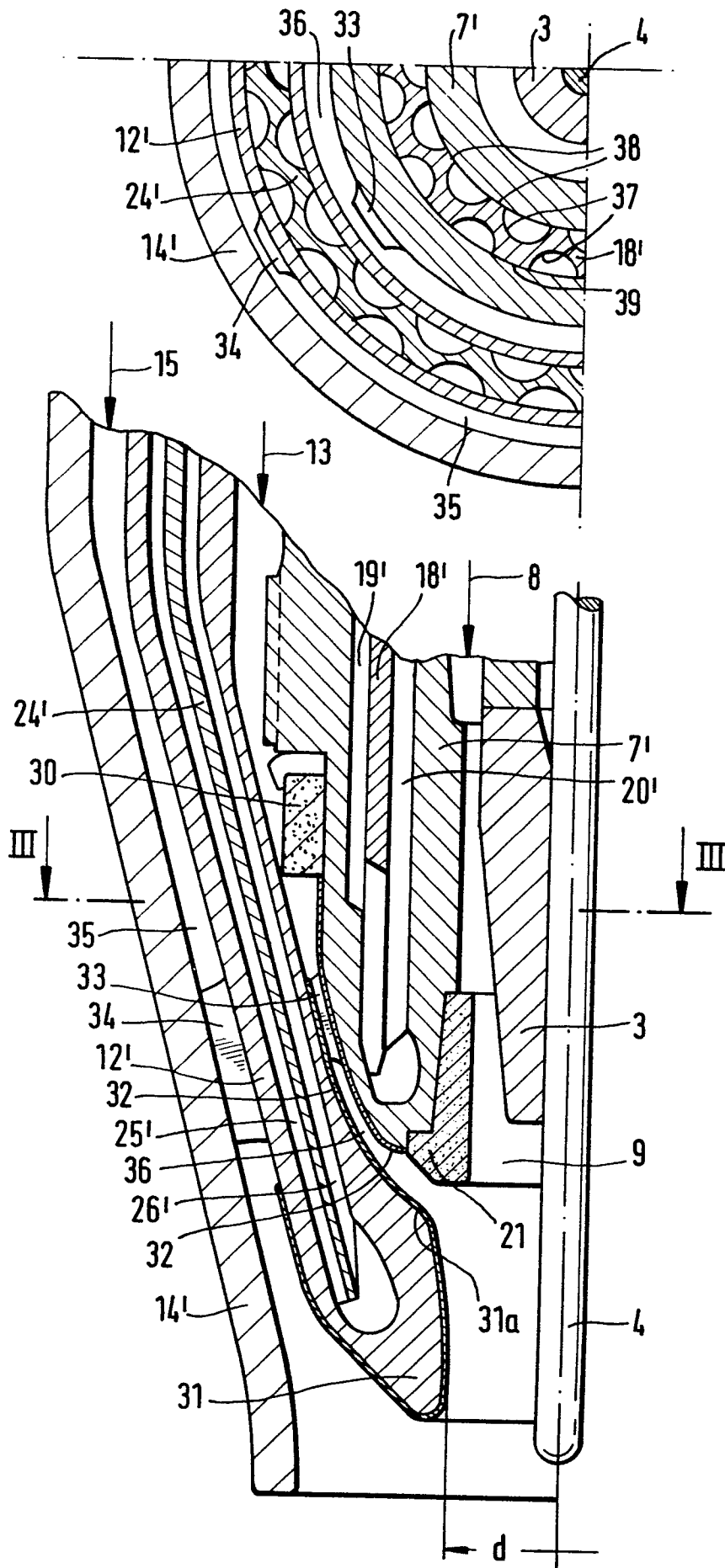
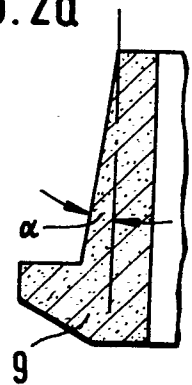


FIG. 2

FIG. 2a





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0 168 810

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			EP 85108880.7
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 4)
A	DE - A1 - 2 816 146 (N.V. PHILIPS) * Fig. 1 * ---	1,2,9	B 23 K 28/00
A	AT - B - 364 757 (ELIN-UNION) * Fig. * ---	4	
A	US - A - 4 275 287 (HIRATAKE) * Fig. 5-8 * -----	9,10	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 4)
			B 23 K 9/00 B 23 K 28/00
Recherchenort WIEN		Abschlußdatum der Recherche 09-10-1985	Prüfer BENCZE
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			