

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 50261/2014
(22) Anmeldetag: 07.04.2014
(43) Veröffentlicht am: 15.10.2015

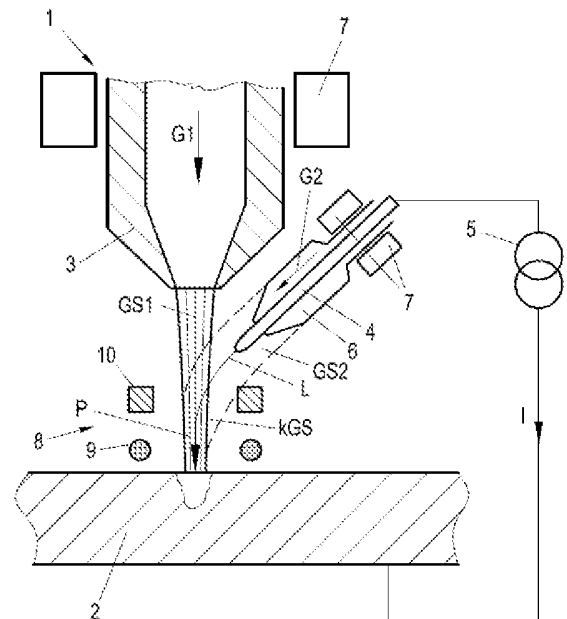
(51) Int. Cl.: **H05H 1/32** (2006.01)
B23K 10/00 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
AT 505813 B1
WO 8602024 A1
AT 505812 B1

(71) Patentanmelder:
HETTNER MANFRED
1230 WIEN (AT)
Frischauf Norbert
2320 Zwölfaxing (AT)

(54) **Verfahren zum Betreiben eines Plasmabrenners und Plasmabrenner**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Plasmabrenners (1) zum Bearbeiten elektrisch leitfähiger Werkstücke (2), wobei ein primäres Gas (G1) über eine Strahlquelle (3) gebündelt dem Werkstück (2) zugeführt wird, und in den Gasstrahl (GS1) von außen ein zwischen zumindest einer außerhalb der Strahlquelle (3) befindlichen Elektrode (4) und dem Werkstück (2) gezündeter Lichtbogen (L) eingebracht und der Gasstrahl (GS) ionisiert und dadurch ein Plasmastrahl (P) gebildet wird und einen Plasmabrenner (1). Zur Verbesserung der Bearbeitungsmöglichkeiten und Standzeiten des Plasmabrenners (1) ist vorgesehen, dass zur Bildung eines kombinierten Gasstrahls (kGS) zumindest ein vom primären Gas (G1) verschiedenes sekundäres Gas (G2) über zumindest eine Düse (6) dem durch das primäre Gas (G1) gebildeten Gasstrahl (GS1) von außen zugeführt wird, sodass das zumindest eine sekundäre Gas (G2) vom primären Gas (G1) mittransportiert wird, und dass der Lichtbogen (L) in eine äußere schlauchförmige Mantelschicht (SMS) des kombinierten Gasstrahls (kGS) eingebracht wird.



Zusammenfassung:

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Plasma-brenners (1) zum Bearbeiten elektrisch leitfähiger Werkstücke (2), wobei ein primäres Gas (G1) über eine Strahlquelle (3) gebündelt dem Werkstück (2) zugeführt wird, und in den Gasstrahl (GS1) von außen ein zwischen zumindest einer außerhalb der Strahlquelle (3) befindlichen Elektrode (4) und dem Werkstück (2) gezündeter Lichtbogen (L) eingebracht und der Gasstrahl (GS) ionisiert und dadurch ein Plasmastrahl (P) gebildet wird und einen Plasmabrenner (1). Zur Verbesserung der Bearbeitungsmöglichkeiten und Standzeiten des Plasmabrenners (1) ist vorgesehen, dass zur Bildung eines kombinierten Gasstrahls (kGS) zumindest ein vom primären Gas (G1) verschiedenes sekundäres Gas (G2) über zumindest eine Düse (6) dem durch das primäre Gas (G1) gebildeten Gasstrahl (GS1) von außen zugeführt wird, sodass das zumindest eine sekundäre Gas (G2) vom primären Gas (G1) mittransportiert wird, und dass der Lichtbogen (L) in eine äußere schlauchförmige Mantelschicht (sMS) des kombinierten Gasstrahls (kGS) eingebracht wird.

(Fig. 1)

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Plasma-brenners zum Bearbeiten elektrisch leitfähiger Werkstücke, wobei ein primäres Gas über eine Strahlquelle gebündelt dem Werkstück zugeführt wird, und in den Gasstrahl von außen ein zwischen zumindest einer außerhalb der Strahlquelle befindlichen Elektrode und dem Werkstück gezündeter Lichtbogen eingebracht und der Gasstrahl ionisiert und dadurch ein Plasmastrahl gebildet wird.

Weiters betrifft die Erfindung einen Plasmabrenner zum Bearbeiten elektrisch leitfähiger Werkstücke, mit einer Strahlquelle zum gebündelten Zuführen eines primären Gases und zumindest einer außerhalb der Strahlquelle angeordneten Elektrode zum Zünden und Betreiben eines von außen in den Gasstrahl einbringbaren Lichtbogens zwischen der zumindest einen Elektrode und dem Werkstück zur Ionisierung des Gasstrahls und Bildung eines Plasmastrahles.

Zum Bearbeiten von elektrisch leitfähigen Werkstücken, insbesondere Metallen, werden Plasmabrenner verwendet, welche einen hochenergetischen Plasmastrahl erzeugen, mit dem das Material des Werkstücks geschmolzen werden kann. Häufig werden Plasmabrenner zum Schneiden von Werkstücken, beispielsweise von glühenden Stahlbrammen, verwendet. Grundsätzlich fallen unter den Begriff der Bearbeitung der Werkstücke, Verfahren wie Schneiden oder Fräsen aber auch andere Oberflächenbearbeitungsverfahren, wie z.B. Sputtern oder dergleichen.

Zur Verbesserung der Bearbeitungsqualität und Erhöhung der Standzeit des Plasmabrenners wurde gemäß der WO 2009/046473 A1 vorgeschlagen, den Lichtbogen außerhalb der Strahlquelle in den Gasstrahl einzubringen. Dadurch kann die thermische Beanspruchung der Strahlquelle vermindert und die Qualität des Bearbeitungsvorgangs, beispielsweise des Schneidvorgangs, verbessert werden.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht in der Verbesserung eines oben genannten Verfahrens zum Betreiben eines Plasma-brenners und eines Plasmabrenners hinsichtlich der Bearbeitungsmöglichkeiten von Werkstücken.

Gelöst wird die erfindungsgemäße Aufgabe in verfahrensmäßiger Hinsicht dadurch, dass zur Bildung eines kombinierten Gasstrahls zumindest ein vom primären Gas verschiedenes sekundäres Gas über zumindest eine Düse dem durch das primäre Gas gebildeten Gasstrahl von außen zugeführt wird, sodass das zumindest eine sekundäre Gas vom primären Gas mittransportiert wird, und dass der Lichtbogen in eine äußere, schlauchförmige Mantelschicht des kombinierten Gasstrahls eingebracht wird. Wesentlich ist die Zuführung zumindest eines sekundären Gases in die den primären Gasstrahl umgebende Grenzschicht. Das zumindest eine sekundäre Gas ermöglicht oder erleichtert durch seine bessere Ionisierbarkeit und elektrische Leitfähigkeit die Bildung und den Betrieb des Lichtbogens. Beim Betrieb von Plasmabrennern wird sonst entsprechend dem von der Strömungsgeschwindigkeit abhängigen inneren Druckverlaufes der innere Bereich, also der Kernbereich der Strömung, als Entladungsstrecke für Lichtbögen genutzt. Die gegenständliche Erfindung unterscheidet sich davon wesentlich dadurch, dass hier der in der äußeren Mantelschicht zwischen dem kombinierten Gasstrahl und der umgebenden Luft entstehende Unterdruck genutzt wird. Dieser Unterdruck entsteht durch lokale Verwirbelungen zwischen dem kombinierten Gasstrahl und der Umgebungsluft und ist vergleichbar mit der Prandtl-Schicht, welche sich entlang der Oberfläche umströmter Festkörper bildet. Da der Druck im Strömungsmantel größer ist als in der anliegenden Grenzschicht, springt der Lichtbogen dabei nicht in das Zentrum des kombinierten Gasstrahls. Durch entsprechende Zuführung zumindest eines vom primären Gas verschiedenen sekundären Gases, welches sich leichter ionisieren lässt als der aus der Strahlquelle kommende primäre Gasstrahl, wird dieses durch den Unterdruck in der äußeren Grenzschicht des primären Gasstrahls angesogen, durchmischt sich aber nicht spontan mit dem primären Gas, sondern wird mit dem äußeren Strömungsmantel entlang der genannten Grenzschicht des primären Gasstrahls mittransportiert. Der sekundäre Gasstrahl wird also von der äußeren Grenzschicht des primären Gasstrahls absorbiert. Da dieses sekundäre Gas leichter ionisierbar ist, wird der mantel- bzw. schlauchförmige Entladungskanal um den primären Gasstrahl herum stabilisiert. Da der radiale Querschnitt des schlauchförmigen Entladungskanals größer ist, als der Querschnitt einer konventionellen Entladung im Kern der Strömung, ist der elektrische Widerstand innerhalb

der Entladung geringer.

Vorteilhafterweise wird das zumindest eine sekundäre Gas mit einer geringeren Strömungsgeschwindigkeit als das von der Strahlquelle emittierte primäre Gas dem Werkstück zugeführt. Die Bildung des kombinierten Gasstrahls, in welchem das aus der Strahlquelle strömende primäre Gas entlang seiner äußeren Grenzschicht von dem zumindest einen aus der zumindest einen Düse strömenden sekundären Gas schlauchförmig umgeben ist, wird dadurch verbessert, dass die Strömungsgeschwindigkeit beider Gasstrahlen entsprechend zueinander abgestimmt sind, wobei es vorteilhaft ist, wenn die Strömungsgeschwindigkeit des sekundären Gasstrahls niedriger ist, als jene des primären Gasstrahls.

Weiters wird das zumindest eine sekundäre Gas vorzugsweise mit einer geringeren Menge als das von der Strahlquelle emittierte primäre Gas dem Werkstück zugeführt. Auch dadurch wird die gewünschte Bildung des kombinierten Gasstrahls unterstützt. Jedenfalls sollte das zumindest eine sekundäre Gas eine bessere elektrische Leitfähigkeit und leichtere Ionisierbarkeit gegenüber dem primären Gas aufweisen. Dadurch wird der Lichtbogen in der vom sekundären Gas gebildeten schlauchförmigen äußeren Mantelschicht des derart kombinierten Gasstrahls kanalisiert.

Das zumindest eine sekundäre Gas kann über eine um die Elektrode zur Bildung des Lichtbogens angeordnete Düse zugeführt werden. Dadurch, dass die Elektrode nur mit der äußeren Grenzschicht des Gasstrahls in Berührung kommt und vom sekundären Gas umströmt werden kann, findet keine sonst damit verbundene Korrosion statt, was auch zu einer Verbesserung der Standzeiten führt. Durch das Plasma selbst und den im schlauchförmigen Entladungskanal geheizten und ionisierten kombinierten Gasstrahl ist eine Verbesserung der Bearbeitungsgeschwindigkeiten gegenüber bekannten Verfahren möglich.

Die zumindest eine Düse kann gekühlt werden, beispielsweise mit einem Kühlfluid.

Als primäres Gas kann vorzugsweise Sauerstoff verwendet werden. Dadurch können Temperaturen erzielt werden, bei welchen eine

chemische Reaktion mit dem Material des Werkstückes stattfindet, sodass entsprechend der Bewegung der so zu einem Plasmabrenner kombinierten Strahlquellen über dem Werkstück eine Schnittfuge entsteht und das Verfahren zum Brennschneiden genutzt werden kann.

Als zumindest ein sekundäres Gas kann ein Inertgas, insbesondere Argon, verwendet werden.

Gelöst wird die erfindungsgemäße Aufgabe auch durch einen oben genannten Plasmabrenner zum Bearbeiten elektrisch leitfähiger Werkstücke, bei dem zumindest eine Düse außerhalb der Strahlquelle angeordnet ist, über welche zumindest eine Düse zur Bildung eines kombinierten Gasstrahls zumindest ein vom primären Gas verschiedenes sekundäres Gas dem durch das primäre Gas gebildeten Gasstrahl von außen zuführbar ist, sodass der Lichtbogen in eine äußere schlauchförmige Mantelschicht des kombinierten Gasstrahls einbringbar ist. Zu den dadurch erzielbaren Vorteilen wird auf die obige Beschreibung des Verfahrens zum Betreiben eines Plasmabrenners verwiesen. Der erfindungsgemäße Plasmabrenner zeichnet sich durch eine noch weiter erhöhte Standzeit aus.

Wie bereits oben erwähnt, weist das zumindest eine sekundäre Gas vorzugsweise eine geringere Strömungsgeschwindigkeit und bzw. oder eine geringere Menge als das von der Strahlquelle emittierte primäre Gas auf. Dabei müssen die Strömungsgeschwindigkeiten des primären und zumindest einen sekundären Gases so abgestimmt sein, dass die den primären Gasstrahl umgebende Grenzschicht im Wesentlichen erhalten bleibt. Die Strömungsgeschwindigkeit des primären Gasstrahls ist dabei höher anzusetzen als jene des zumindest einen zugeführten sekundären Gases. Gleiches gilt für das Mengenverhältnis der Gase zueinander.

Die zumindest eine Düse kann um die zumindest eine Elektrode angeordnet sein.

Die zumindest eine Düse kann durch eine Unterschalldüse oder durch eine Überschalldüse gebildet sein.

Die zumindest eine Düse kann bevorzugt aus keramischem Material bestehen.

Die vorliegende Erfindung wird anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert.

Darin zeigen:

Fig. 1 ein schematisches Schnittbild durch einen erfindungsgemäß ausgebildeten Plasmabrenner beim Bearbeiten eines Werkstücks; und

Fig. 2 einen radialen Querschnitt durch einen beim gegenständlichen Verfahren auftretenden kombinierten Gasstrahl.

Fig. 1 zeigt ein schematisches Schnittbild durch einen erfindungsgemäß ausgebildeten Plasmabrenner 1 beim Bearbeiten elektrisch leitfähiger Werkstücke 2, insbesondere von Metallen. Dem Plasmabrenner 1 wird über eine Strahlquelle 3 ein primäres Gas G1 zugeführt, wodurch ein gebündelter primärer Gasstrahl GS1 in Richtung des Werkstücks 2 hervorgerufen wird. Außerhalb der Strahlquelle 3 ist eine Elektrode 4 angeordnet, welche mit einer Stromquelle 5 verbunden wird. Der andere Pol der Stromquelle 5 wird mit dem elektrisch leitfähigen Werkstück 2 verbunden. Durch Anlegen eines entsprechenden Stromes I zwischen Werkstück 2 und Elektrode 4 wird ein Lichtbogen L zwischen Elektrode 4 und Werkstück 2 gezündet und bereitgestellt, der den Gasstrahl GS1 ionisiert und somit einen Plasmastrahl P erzeugt. Die hohe Energiedichte des Plasmastrahls P kann das Material des Werkstücks 2 zum Schmelzen bringen, wodurch eine Bearbeitung des Werkstücks 2, beispielsweise ein Schneiden, möglich wird.

Erfindungsgemäß wird nun zumindest ein vom primären Gas G1 verschiedenes sekundäres Gas G2 über zumindest eine Düse 6 dem durch das primäre Gas G1 gebildeten primären Gasstrahl GS1 zugeführt, sodass ein kombinierter Gasstrahl kGS gebildet wird. Beispielsweise wird als primäres Gas G1 Sauerstoff verwendet und als sekundäres Gas G2 Argon. Der durch das sekundäre Gas G2 aus der externen Düse 6 gebildete sekundäre Gasstrahl GS2 hat dabei vorzugsweise eine geringere Strömungsgeschwindigkeit als der primäre Gasstrahl GS1, sodass das über den sekundären Gasstrahl

GS2 zugeführte Sekundärgas G2 von der schlauchförmigen Mantelschicht SMS des primären Gasstrahls GS1 mittransportiert wird ohne sich wesentlich mit dem primären Gas G1 zu vermischen. Im kombinierten Gasstrahl kGS erhält man so eine leitfähige äußere Grenzschrift, in welcher der Lichtbogen L zwischen der externen Elektrode 4 und dem elektrisch leitfähigen Werkstück 2 betrieben werden kann. Das den primären Gasstrahl GS1 schlauchförmig umgebende Plasma P ist für einen Teil der aus dem Plasma P emittierten elektromagnetischen Strahlung intransparent, wodurch dieser Teil der Strahlung wieder in den inneren Gasstrahl reflektiert wird. Dadurch wird das Aufheizen des gesamten kombinierten Gasstrahls kGS neben der mechanischen Wärmeleitung zusätzlich unterstützt, wobei auch eine Ionisierung des von der schlauchförmigen Entladung eingeschlossenen Gasstrahls erfolgt. Das primäre Gas G1 wird damit leichter auf eine für eine Reaktion auf dem Werkstück 2 notwendige Temperatur geheizt.

Wesentlich bei der Nutzung des Verfahrens ist es, dass die Elektrode 4 nicht in das Zentrum des primären Gasstrahls GS1 ragt, sich aber in der Nähe von dessen äußerer Grenzschrift befindet. Weiters ist es wesentlich, dass das zugeführte sekundäre Gas G2, welches von der Grenzschrift des primären Gasstrahls GS1 aufgenommen wird, über eine Düse 6 in der Nähe der Elektrode 4 zugeführt wird, wobei die Elektrode 4 auch von der Düse 6 umgeben sein kann. Der Lichtbogen L wird dabei nicht in den primären Gasstrahl GS1 selbst injiziert, sondern in dessen äußere Grenzschrift, in welcher das sekundäre Gas G2 mittransportiert wird.

Die Strahlquelle 3, die Elektrode 4 und die zumindest eine Düse 6 können mit einer Kühleinrichtung 7 versehen sein. Die Kühleinrichtungen 7 können beispielsweise durch entsprechende Kühlkanäle, durch die ein Kühlmedium fließt, gebildet werden.

Schließlich kann eine Fokussiereinrichtung 8 zum Fokussieren des Plasmastrahles P vorgesehen sein. Die Fokussiereinrichtung 8 kann beispielsweise durch eine zwischen der Strahlquelle 3 und dem Werkstück 2 angeordnete Spule 9 und bzw. oder einen zwischen der Strahlquelle 3 und dem Werkstück 2 angeordneten Permanentmagneten 10 gebildet sein. Durch das von der Spule 9 bzw. dem Permanentmagneten 10 hervorgerufene elektromagnetische Feld wird der Plasmastrahl P eingeschnürt.

Fig. 2 zeigt einen radialen Querschnitt durch einen durch die Kombination eines primären Gases G1 und zumindest eines sekundären Gases G2 gebildeten kombinierten Gasstrahls kGS mit dem schlauchförmigen Entladungskanal des Lichtbogens L. Im Zentrum des kombinierten Gasstrahls kGS, in der Kernströmung KS, ist die Strömungsgeschwindigkeit höher als im Rest des strömenden Gaskörpers. Daher wird bei bekannten Verfahren die Kernströmung zum Kanalisieren von Lichtbögen genutzt, da die umgebenden langsameren Strömungsschichten LS einen höheren elektrischen Widerstand aufweisen. In der kombinierten Gasstrahl kGS insgesamt umgebenden schlauchförmigen Mantelschicht SMS ist der Druck gegenüber den langsameren Strömungsschichten LS und der Umgebung jedoch ebenfalls geringer, wie bei der von umströmten Körpern her bekannten Prandtl-Schicht. Daher wird bei der gegenständlichen Erfindung die Möglichkeit genutzt, durch zumindest eine entsprechend dimensionierte und positionierte Düse 6 zumindest ein vom primären Gas G1 verschiedenes sekundäres Gas G2 zuzuführen, welches von der schlauchförmigen Mantelschicht SMS mittransportiert wird und aufgrund seiner besseren Ionisierbarkeit und elektrischen Leitfähigkeit einen schlauchförmigen Lichtbogen L innerhalb der schlauchförmigen Mantelschicht SMS betreibt.

Patentansprüche:

1. Verfahren zum Betreiben eines Plasmabrenners (1) zum Bearbeiten elektrisch leitfähiger Werkstücke (2), wobei ein primäres Gas (G1) über eine Strahlquelle (3) gebündelt dem Werkstück (2) zugeführt wird, und in den Gasstrahl (GS1) von außen ein zwischen zumindest einer außerhalb der Strahlquelle (3) befindlichen Elektrode (4) und dem Werkstück (2) gezündeter Lichtbogen (L) eingebracht und der Gasstrahl (GS) ionisiert und dadurch ein Plasmastrahl (P) gebildet wird, dadurch gekennzeichnet, dass zur Bildung eines kombinierten Gasstrahls (kGS) zumindest ein vom primären Gas (G1) verschiedenes sekundäres Gas (G2) über zumindest eine Düse (6) dem durch das primäre Gas (G1) gebildeten Gasstrahl (GS1) von außen zugeführt wird, sodass das zumindest eine sekundäre Gas (G2) vom primären Gas (G1) mittransportiert wird, und dass der Lichtbogen (L) in eine äußere schlauchförmige Mantelschicht (SMS) des kombinierten Gasstrahls (kGS) eingebracht wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das zumindest eine sekundäre Gas (G2) mit einer geringeren Strömungsgeschwindigkeit als das von der Strahlquelle (3) emittierte primäre Gas (G1) dem Werkstück (2) zugeführt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das zumindest eine sekundäre Gas (G2) mit einer geringeren Menge als das von der Strahlquelle (3) emittierte primäre Gas (G1) dem Werkstück (2) zugeführt wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das zumindest eine sekundäre Gas (G2) über eine um die Elektrode (4) angeordnete Düse (6) zugeführt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die zumindest eine Düse (6) gekühlt wird.

6. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass als primäres Gas (G1) Sauerstoff verwendet wird.

7. Verfahren nach den Ansprüchen 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet,

net, dass als zumindest ein sekundäres Gas (G2) ein Inertgas, insbesondere Argon, verwendet wird.

8. Plasmabrenner (1) zum Bearbeiten elektrisch leitfähiger Werkstücke (2), mit einer Strahlquelle (3) zum gebündelten Zuführen eines primären Gases (G1) und zumindest einer außerhalb der Strahlquelle (3) angeordneten Elektrode (4) zum Zünden und Betreiben eines von außen in den Gasstrahl (GS1) einbringbaren Lichtbogens (L) zwischen der zumindest einen Elektrode (4) und dem Werkstück (2) zur Ionisierung des Gasstrahls (GS1) und Bildung eines Plasmastrahles (P), dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine Düse (6) außerhalb der Strahlquelle (3) angeordnet ist, über welche zumindest eine Düse (2) zur Bildung eines kombinierten Gasstrahls (kGS) zumindest ein vom primären Gas (G1) verschiedenes sekundäres Gas (G2) dem durch das primäre Gas (G1) gebildeten Gasstrahl (GS) von außen zuführbar ist, sodass der Lichtbogen (L) in eine äußere schlauchförmige Mantelschicht (sMS) des kombinierten Gasstrahls (kGS) einbringbar ist.

9. Plasmabrenner (1) nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass das zumindest eine sekundäre Gas (G2) eine geringere Strömungsgeschwindigkeit als das von der Strahlquelle (3) emittierte primäre Gas (G1) aufweist.

10. Plasmabrenner (1) nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass das zumindest eine sekundäre Gas (G2) eine geringere Menge als das von der Strahlquelle (3) emittierte primäre Gas (G1) aufweist.

11. Plasmabrenner (1) nach einem der Ansprüche 8 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine Düse (6) um der zumindest einen Elektrode (4) angeordnet ist.

12. Plasmabrenner (1) nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine Düse (6) durch eine Unterschalldüse gebildet ist.

13. Plasmabrenner (1) nach einem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine Düse (6) durch eine Überschalldüse gebildet ist.

14. Plasmabrenner (1) nach einem der Ansprüche 8 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die zumindest eine Düse (6) aus keramischem Material besteht.

12 / 13

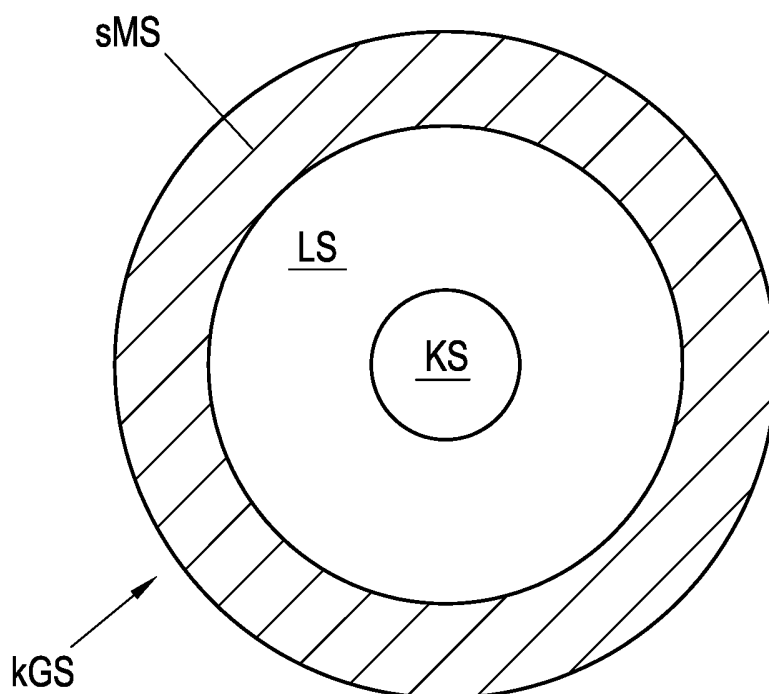


Fig. 2