(19) **Bundesrepublik Deutschland**
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 20 2004 021 644 U1** 2009.10.15

(12) # Gebrauchsmusterschrift

(21) Aktenzeichen: **20 2004 021 644.2**
(22) Anmeldetag: **09.04.2004**
(67) aus Patentanmeldung: **EP 04 75 9383.5**
(47) Eintragungstag: **10.09.2009**
(43) Bekanntmachung im Patentblatt: **15.10.2009**

(51) Int Cl.[8]: ***B23K 10/00*** (2006.01)
H05H 1/34 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
10/411,801 11.04.2003 US

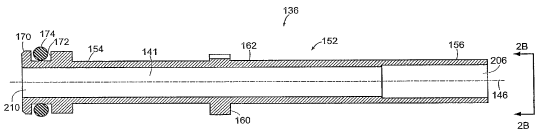
(73) Name und Wohnsitz des Inhabers:
Hypertherm, Inc., Hanover, N.H., US

(74) Name und Wohnsitz des Vertreters:
KRAMER - BARSKE - SCHMIDTCHEN, 80687 München

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zum Ausrichten von Komponenten eines Plasmaschneidbrenners**

(57) Hauptanspruch: Kühlmittelrohr (136) für einen Plasmaschneidbrenner (180), mit:
– einem länglichen Körper (152) mit einem ersten Ende (154), einem zweiten Ende (156) und einem sich durch denselben erstreckenden Kühlmittelkanal (141), und
– einer Fläche (160), die sich an einem Außenabschnitt (162) des länglichen Körpers (152) befindet und zum Zusammenfügen mit einer Elektrode (110) ausgebildet ist.



Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die Erfindung betrifft allgemein das Gebiet von Plasmaschneidbrennersystemen. Insbesondere betrifft die Erfindung flüssigkeitsgekühlte Elektroden und Kühlmittelrohre zur Verwendung in einem Plasmaschneidbrenner.

Hintergrund der Erfindung

[0002] Materialbearbeitungsvorrichtungen wie Plasmaschneidbrenner und Laser werden beim Schneiden von metallischen Materialien weit verbreitet verwendet. Ein Plasmaschneidbrenner enthält grundsätzlich einen Brennerkörper, eine in dem Körper angebrachte Elektrode, eine Düse mit einer zentralen Austrittsöffnung, elektrische Anschlüsse, Kanäle für Kühl- und Lichtbogensteuerfluide, einen Drallring zum Steuern der Fluidstrommuster und eine Stromversorgung. In dem Brenner verwendete Gase können nichtreaktiv (z. B. Argon oder Stickstoff) oder reaktiv (z. B. Sauerstoff oder Luft) sein. Der Brenner erzeugt einen Plasmalichtbogen, der ein eingegrenzter ionisierter Strahl eines Plasmagases mit hoher Temperatur und hohem Impuls ist.

[0003] Plasmaschneidbrenner erzeugen einen übertragenen Plasmalichtbogen mit einer Stromdichte, die typischerweise in dem Bereich von 13 bis 26 Ampere/m^2 (20.000 bis 40.000 Ampere/$Inch^2$) liegt. Hochauflösende Brenner sind durch schmälere Strahlen mit höheren Stromdichten gekennzeichnet, typischerweise etwa 39 Ampere/m^2 (60.000 Ampere/$Inch^2$). Hochauflösende Brenner erzeugen eine schmale Schnittkerbe und einen rechtwinkligen Schnittwinkel. Derartige Brenner weisen eine dünnere durch Wärme beeinflusste Zone auf und sind wirksamer beim Erzeugen eines schlackefreien Schnitts und beim Wegblasen von geschmolzenem Metall.

[0004] Eine laserbasierte Vorrichtung beinhaltet gleichermaßen grundsätzlich eine Düse, in die ein Gasstrom und ein Laserstrahl eingebracht werden. Eine Linse fokussiert den Laserstrahl, der dann das Werkstück erhitzt. Sowohl der Strahl als auch der Gasstrom treten durch eine Öffnung aus der Düse aus und treffen auf einen Zielbereich des Werkstücks. Das dadurch bedingte Erhitzen des Werkstücks dient zusammen mit einer chemischen Reaktion zwischen dem Gas und dem Werkstückmaterial dazu, den ausgewählten Bereich des Werkstücks abhängig von dem Fokuspunkt und dem Energiepegel des Strahls zu erhitzen, zu verflüssigen oder zu verdampfen. Diese Wirkung erlaubt es dem Bediener, das Werkstück zu schneiden oder anderweitig zu modifizieren.

[0005] Bestimmte Komponenten der Materialbearbeitungsvorrichtung verschlechtern sich im Laufe der Einsatzzeit. Diese „Verschleiß"-Komponenten sind im Falle eines Plasmaschneidbrenners die Elektrode, der Drallring, die Düse und die Schutzkappe. Idealerweise können diese Komponenten ohne Weiteres vor Ort ausgetauscht werden. Nichtsdestotrotz ist die Ausrichtung dieser Komponenten in dem Brenner entscheidend dafür, dass eine angemessene Lebensdauer sowie eine Genauigkeit und Reproduzierbarkeit der Plasmalichtbogenposition gewährleistet sind, die bei automatisierten Plasmaschneidbrennersystemen wichtig sind.

[0006] Einige Plasmaschneidbrenner enthalten eine flüssigkeitsgekühlte Elektrode. Eine derartige Elektrode ist in dem für Hypertherm, Inc. erteilten US-Patent 5,756,959 beschrieben. Die Elektrode weist einen länglichen Hohlkörper mit einem offenen Ende und einem geschlossenen Ende auf. Die Elektrode ist aus Kupfer ausgebildet und enthält einen zylindrischen Einsatz aus einem Material mit hoher thermionischer Emissionsfähigkeit (z. B. Hafnium oder Zirkonium), der in eine Bohrung in dem unteren Ende der Elektrode eingepresst ist. Die freiliegende Stirnfläche des Einsatzes legt eine Emissionsfläche fest. Häufig ist die Emissionsfläche anfangs planar. Die Emissionsfläche kann jedoch anfangs so geformt sein, dass sie in dem Einsatz eine Ausnehmung festlegt, wie es in dem für Hypertherm, Inc. erteilten US-Patent 5,464,962 beschrieben ist. In beiden Fällen erstreckt sich der Einsatz in die Bohrung in dem unteren Ende der Elektrode, hin zu einem zirkulierenden Kühlflüssigkeitsstrom, der sich in dem hohlen Innenraum der Elektrode befindet. Die Elektrode kann „hohlgefräst" sein, derart, dass in einem Innenabschnitt des unteren Endes, der den Einsatz umgibt, eine ringförmige Ausnehmung ausgebildet ist. Ein Kühlmitteleinlassrohr mit einem hohlen, dünnwandigen zylindrischen Körper, der einen sich durch den Körper erstreckenden zylindrischen Kanal festlegt, ist benachbart zu der Innenfläche des Elektrodenkörpers positioniert. Das Rohr erstreckt sich in einer beabstandeten Beziehung in die Ausnehmung, so dass eine hohe Strömungsgeschwindigkeit des Kühlmittels über die Innenfläche der Elektrode bereitgestellt wird.

[0007] Bei vielen Plasmaschneidbrennern und unter einer Vielzahl von Betriebsbedingungen (z. B. Schneiden bei hohen Amperezahlen) muss das Rohr durch Bereitstellen einer ausreichenden Kühlung die Wärme aus der Elektrode abführen, um eine akzeptable Elektrodenlebensdauer zu erzielen. Es wurde empirisch bestimmt, dass, wenn der Auslass des Kühlmittelrohrs nicht richtig zu der Innenfläche der Elektrode ausgerichtet ist (longitudinal und/oder radial), das Rohr den Einsatz nicht ausreichend kühlt. Eine wiederholte Verwendung eines Brenners mit einem Kühlmittelrohr, das nicht richtig zu der Elektrode ausgerichtet ist, bewirkt, dass sich das Einsatzmaterial schneller abnutzt. Zum Erreichen gewünschter

Kühlmittelströmungseigenschaften ist das Rohr typischerweise relativ zu der Elektrode in einer festen Position befestigt, um eine einwandfreie Ausrichtung zu erreichen. Eine Abnutzung der Elektrode führt typischerweise zu Schnitten mit verringerter Qualität. Beispielsweise kann, wenn die Abnutzung der Elektrode zunimmt, die Kerbenbreite zunehmen oder der Schnittwinkel von einem rechten Winkel abweichen. Um eine ausreichende Schnittqualität zu erzielen, ist ein häufiges Austauschen der Elektrode erforderlich.

[0008] Mit herkömmlichen Verfahren zum Anbringen der Elektrode und des Kühlmittelrohrs verbundene Toleranzen erschweren es, für Systeme, die solche Brenner einsetzen, höchst gleichmäßige Teile mit engen Toleranzen herzustellen, ohne dass ein häufiges Austauschen der Elektrode aufgrund der in der Positionierung der Elektrode relativ zu dem Kühlmittelrohr inhärenten Fehler erforderlich ist.

[0009] Daher ist es eine Hauptaufgabe dieser Erfindung, Elektroden und Kühlmittelrohre für einen flüssigkeitsgekühlten Plasmaschneidbrenner bereitzustellen, die zum Aufrechterhalten der Elektrodenlebensdauer und/oder Verringern der Elektrodenabnutzung durch Minimieren der Auswirkungen einer Fehlausrichtung beitragen.

Darstellung der Erfindung

[0010] Die Erfindung beseitigt die Mängel des Standes der Technik gemäß einem Aspekt durch Bereitstellen eines Kühlmittelrohrs für einen Plasmaschneidbrenner, das eine zuverlässige und reproduzierbare Positionierung des Kühlmittelrohrs relativ zu der Elektrode ermöglicht. In einem anderen Aspekt ermöglicht die Erfindung verringerte Ausrichtungsfehler beim Ausrichten der jeweiligen Längsachsen einer Elektrode und eines Kühlmittelrohrs. Das Kühlmittelrohr weist einen länglichen Körper auf, der ein erstes Ende, ein zweites Ende und einen sich durch denselben erstreckenden Kühlmittelkanal aufweist. Der längliche Körper hat eine Fläche, die sich an einem Außenabschnitt des länglichen Körpers befindet und zum Zusammenfügen mit einer Elektrode ausgebildet ist.

[0011] Ausführungsformen gemäß diesem Aspekt der Erfindung können die folgenden Merkmale enthalten. Die Passfläche des Rohrs kann eine Kontur, eine geradlinige Abschrägung, eine Stufe oder einen Flansch enthalten. Die Passfläche kann einen Körper mit vergrößertem Durchmesser aufweisen, der einstückig mit dem länglichen Körper ist. Der Körper mit vergrößertem Durchmesser kann einen variierenden Durchmesser haben. Die Passfläche des Rohrs kann so gefertigt sein, dass die Fläche dazu ausgebildet ist, die jeweiligen Längsachsen des länglichen Körpers und einer Elektrode auszurichten. Die Passfläche des Rohrs kann zum im Wesentlichen konzentrischen, radialen und/oder umfangsmäßigen Ausrichten der jeweiligen Längsachsen des Rohrs mit einer Elektrode ausgebildet sein. Zusätzlich oder alternativ kann die Passfläche zum Ausrichten des länglichen Körpers und einer Elektrode in der Richtung einer Längsachse des länglichen Körpers ausgebildet sein. Die Passfläche des Rohrs kann sich in einem Zwischenbereich zwischen dem ersten Ende und dem zweiten Ende befinden. Die Passfläche des Rohrs kann sich an einem Ende des länglichen Körpers befinden.

[0012] Gemäß einem anderen Aspekt beinhaltet die Erfindung eine Elektrode für einen Plasmaschneidbrenner. Die Elektrode enthält einen länglichen Hohlkörper mit einem offenen Ende und einem geschlossenen Ende und eine Fläche, die sich an einem Innenabschnitt des länglichen Körpers befindet und zum Zusammenfügen mit einem Kühlmittelrohr ausgebildet ist.

[0013] Ausführungsformen gemäß diesem Aspekt der Erfindung können die folgenden Merkmale beinhalten. Die Passfläche der Elektrode kann eine Kontur, eine geradlinige Abschrägung, eine Stufe oder einen Flansch beinhalten. Die Passfläche kann einen Körper mit verringertem Durchmesser aufweisen, der einstückig mit dem länglichen Körper ist. Der Körper mit verringertem Durchmesser kann einen variierenden Durchmesser haben. Die Passfläche der Elektrode kann zum im Wesentlichen konzentrischen, radialen und/oder umfangsmäßigen Ausrichten der jeweiligen Längsachsen der Elektrode mit einem Rohr ausgebildet sein. Zusätzlich oder alternativ kann die Passfläche zum Ausrichten des länglichen Körpers der Elektrode mit einem Rohr in der Richtung einer Längsachse der Elektrode ausgebildet sein.

[0014] Gemäß einem anderen Aspekt betrifft die Erfindung grundsätzlich einen Plasmaschneidbrenner, der einen Brennerkörper aufweist. Der Plasmaschneidbrenner weist ferner ein Kühlmittelrohr auf, das einen länglichen Körper hat. Der längliche Körper des Rohrs hat ein erstes Ende, ein zweites Ende und einen sich durch denselben erstreckenden Kühlmittelkanal sowie eine Fläche, die sich an einem Außenabschnitt des länglichen Körpers befindet. Der Brenner weist ferner eine Elektrode auf, die durch den Brennerkörper gehalten wird. Die Elektrode weist einen länglichen Hohlköper, der ein offenes Ende und ein geschlossenes Ende hat, und eine Fläche auf, die sich an einem Innenabschnitt des länglichen Elektrodenkörpers befindet und zum Zusammenfügen mit dem Rohr ausgebildet ist.

[0015] Gemäß diesem Aspekt der Erfindung kann mindestens eine der Flächen eine Kontur, eine geradlinige Abschrägung, eine Stufe oder einen Flansch aufweisen. Die Fläche des Rohrs kann einen Körper mit vergrößertem Durchmesser aufweisen,

der einstückig mit dem länglichen Körper des Rohrs ist, und die Fläche der Elektrode kann einen Körper mit verringertem Durchmesser haben, der einstückig mit dem länglichen Körper der Elektrode ist. Mindestens einer der einstückigen Körper kann einen variierenden Durchmesser haben. Die Passflächen können zum im Wesentlichen konzentrischen, radialen und/oder umfangsmäßigen Ausrichten der jeweiligen Längsachsen des Rohrs und der Elektrode ausgebildet sein. Zusätzlich oder alternativ können die Passflächen zum Ausrichten des Rohrs und einer Elektrode in der Richtung der jeweiligen Längsachsen ausgebildet sein.

[0016] Gemäß der Erfindung ist es möglich, ein Kühlmittelrohr relativ zu einer Elektrode in einem Plasmaschneidbrenner zu positionieren. Dazu sind Passkontaktflächen an der Elektrode und dem Kühlmittelrohr vorgesehen, und die Elektrode und das Kühlmittelrohr werden zum Herstellen eines Kontakts vorgespannt.

[0017] Beim Positionieren des Kühlmittelrohrs relativ zu der Elektrode können das Rohr und die Elektrode zum Herstellen eines Kontakts durch den hydrostatischen Druck des Kühlmittels vorgespannt werden. Alternativ können das Rohr und die Elektrode durch ein Federelement vorgespannt werden.

[0018] Gemäß einem anderen Aspekt beinhaltet die Erfindung grundsätzlich einen Plasmaschneidbrenner, der einen Brennerkörper aufweist. Der Brenner weist ferner ein Kühlmittelrohr auf, das einen länglichen Körper hat, der ein erstes Ende, ein zweites Ende und einen sich durch denselben erstreckenden Kühlmittelkanal aufweist. Der Brenner enthält ferner eine Elektrode, die durch den Brennerkörper gehalten wird. Die Elektrode weist einen länglichen Hohlkörper auf, der ein offenes Ende und ein geschlossenes Ende hat. Der Brenner enthält ferner ein Mittel zum Zusammenfügen von Flächen des Kühlmittelrohrs und der Elektrode.

[0019] Gemäß einem weiteren Aspekt ermöglicht die Erfindung verringerte Ausrichtungsfehler beim Ausrichten der jeweiligen Längsachsen einer Elektrode und eines Kühlmittelrohrs. Das Kühlmittelrohr weist einen länglichen Körper auf, der ein erstes Ende, ein zweites Ende und einen sich durch denselben erstreckenden Kühlmittelkanal aufweist. Der längliche Körper hat eine Fläche, die sich an einem Innenabschnitt des länglichen Körpers befindet und zum Zusammenfügen mit einer Elektrode ausgebildet ist.

[0020] Gemäß einem anderen Aspekt ermöglicht die Erfindung verringerte Ausrichtungsfehler beim Ausrichten der jeweiligen Längsachsen einer Elektrode und eines Kühlmittelrohrs. Das Kühlmittelrohr weist einen länglichen Körper auf, der ein erstes Ende, ein zweites Ende und einen sich durch denselben erstreckenden Kühlmittelkanal aufweist. Der längliche Körper hat eine Fläche, die sich an einem Außenabschnitt des länglichen Körpers befindet und zum Zusammenfügen mit einer Elektrode und zum Ausrichten der jeweiligen Längsachsen der Elektrode und des Kühlmittelrohrs ausgebildet ist.

[0021] Gemäß einem anderen Aspekt beinhaltet die Erfindung eine Elektrode für einen Plasmaschneidbrenner. Die Elektrode enthält einen länglichen Hohlkörper, der ein offenes Ende und ein geschlossenes Ende hat, und eine Fläche, die sich an einem Innenabschnitt des länglichen Körpers befindet und zum Zusammenfügen mit einem Kühlmittelrohr und zum Ausrichten der jeweiligen Längsachsen der Elektrode und des Kühlmittelrohrs ausgebildet ist.

[0022] Gemäß einer anderen Ausführungsform bietet die Erfindung einen Vorteil gegenüber Verschleißteilen eines Brenners des Standes der Technik (z. B. das Kühlmittelrohr und die Elektrode), wobei eine Passfläche die Hauptmaßnahme zum Sicherstellen einer einwandfreien Ausrichtung der Verschleißteile bildet.

[0023] Bei einer anderen Ausführungsform wirkt gemäß einem Aspekt die Passfläche als ein Abstandshalter zum Erhöhen der Fähigkeit, beispielsweise ein Kühlmittelrohr und eine Elektrode auszurichten, wenn das Kühlmittelrohr und/oder die Elektrode sicher an einem Brennerkörper befestigt werden.

[0024] Die vorhergehenden sowie weitere Aufgaben, Aspekte, Merkmale und Vorteile der Erfindung werden anhand der folgenden Beschreibung und der Ansprüche offensichtlicher werden.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0025] Die vorhergehenden sowie weitere Aufgaben, Merkmale und Vorteile der Erfindung, sowie die Erfindung selbst, werden anhand der folgenden veranschaulichenden Beschreibung verständlicher werden, wenn diese zusammen mit den beigefügten Zeichnungen gelesen wird, die nicht notwendigerweise maßstabsgetreu sind.

[0026] Fig. 1 ist eine Querschnittsansicht eines in einer hohlgefrästen Elektrode angeordneten Kühlmittelrohrs des Standes der Technik.

[0027] Fig. 2A ist eine Querschnittsansicht eines Kühlmittelrohrs gemäß einer veranschaulichenden Ausführungsform der Erfindung.

[0028] Fig. 2B ist eine Endansicht des Kühlmittelrohrs von Fig. 2A.

[0029] Fig. 3 ist eine Querschnittsansicht einer Elektrode gemäß einer veranschaulichenden Aus-

führungsform der Erfindung.

[0030] Fig. 4A ist eine schematische Seitenansicht eines Kühlmittelrohrs gemäß einer veranschaulichenden Ausführungsform der Erfindung.

[0031] Fig. 4B ist eine Endansicht des Kühlmittelrohrs von Fig. 4A.

[0032] Fig. 5A ist eine schematische Seitenansicht eines Kühlmittelrohrs gemäß einer veranschaulichenden Ausführungsform der Erfindung.

[0033] Fig. 5B ist eine Endansicht des Kühlmittelrohrs von Fig. 5A.

[0034] Fig. 6A ist eine schematische Seitenansicht eines Kühlmittelrohrs gemäß einer veranschaulichenden Ausführungsform der Erfindung.

[0035] Fig. 6B ist eine Endansicht des Kühlmittelrohrs von Fig. 6A.

[0036] Fig. 7A ist eine schematische Seitenansicht eines Kühlmittelrohrs gemäß einer veranschaulichenden Ausführungsform der Erfindung.

[0037] Fig. 7B ist eine Endansicht des Kühlmittelrohrs von Fig. 7A.

[0038] Fig. 8A ist eine schematische Seitenansicht eines Kühlmittelrohrs gemäß einer veranschaulichenden Ausführungsform der Erfindung.

[0039] Fig. 8B ist eine Endansicht des Kühlmittelrohrs von Fig. 8A.

[0040] Fig. 9A ist eine schematische Seitenansicht eines Kühlmittelrohrs gemäß einer veranschaulichenden Ausführungsform der Erfindung.

[0041] Fig. 9B ist eine Endansicht des Kühlmittelrohrs von Fig. 9A.

[0042] Fig. 10 ist eine schematische Seitenansicht einer Elektrode gemäß einer veranschaulichenden Ausführungsform der Erfindung.

[0043] Fig. 11 ist ein Teilquerschnitt eines Plasmaschneidbrenners, der ein Kühlmittelrohr und eine Elektrode der Erfindung enthält.

Detaillierte Beschreibung veranschaulichender Ausführungsformen

[0044] Fig. 1 stellt ein in einer hohlgefrästen Elektrode angeordnetes Kühlmittelrohr des Standes der Technik dar, das für eine Verwendung in einem hochauflösenden Brenner (z. B. dem von Hypertherm, Inc. hergestellten Brenner HD-3070) geeignet ist. Die Elektrode **10** weist einen zylindrische Kupferkörper **12** auf. Der Körper **12** erstreckt sich entlang einer Mittellinie **14** der Elektrode **10**, die auch eine Mittellinie des Brenners ist, wenn die Elektrode in denselben eingebaut ist. Die Elektrode kann durch Presspassung in einem (nicht gezeigten) Kathodenblock an dem (nicht gezeigten) Brenner austauschbar befestigt sein. Alternativ kann ein (nicht gezeigtes) Gewinde an einem oberen Ende **16** der Elektrode **10** zum austauschbaren Befestigen der Elektrode **10** in dem Kathodenblock angeordnet sein. Ein Flansch **18** hat eine nach außen zeigende ringförmige Ausnehmung **20** zum Aufnehmen eines O-Rings **22**, der eine Fluiddichtung bereitstellt. Das untere Ende **24** der Elektrode ist hin zu einer allgemein Planaren Endfläche **26** abgeschrägt.

[0045] Eine Bohrung **28** ist entlang der Mittellinie **14** in das untere Ende **24** des Körpers **12** gebohrt. Ein allgemein zylindrischer Einsatz **30**, der aus einem Material mit einer hohen thermionischen Emissionsfähigkeit (z. B. Hafnium) ausgebildet ist, ist in die Bohrung **28** eingepresst. Der Einsatz **30** erstreckt sich axial durch das untere Ende **24**, hin zu einem hohlen Innern **34** der Elektrode **10**. Eine Emissionsfläche **32** ist entlang der Endfläche des Einsatzes **30** angeordnet und kann einem Plasmagas in dem Brenner ausgesetzt sein. Die Emissionsfläche **32** kann anfangs Planar sein, oder sie kann anfangs so geformt sein, dass sie in dem Einsatz **30** eine Ausnehmung festlegt.

[0046] Ein Kühlmittelrohr **36** ist in dem hohlen Innenraum **34** benachbart zu der Innenfläche **38** des Körpers **12** und der Innenfläche **40** des unteren Endes **24** angeordnet. Das Rohr **36** ist hohl, allgemein zylindrisch, dünnwandig und legt einen Kühlmittelkanal **41** mit einem großen Durchmesser fest. Das Kühlmittelrohr kann durch ein Gewinde oder eine Presspassung austauschbar in einem (nicht gezeigten) Brenner befestigt sein. Zum Beispiel weisen von Hypertherm, Inc. verkaufte Kühlmittelrohre einen Durchmesser des Kühlmittelkanals von etwa drei bis etwa vier Millimeter auf und sind weniger als etwa einen Millimeter von der Innenfläche einer ringförmigen Ausnehmung **44**, die der Endfläche **26** der Elektrode gegenüberliegt, positioniert, um eine ausreichende Kühlung bereitzustellen.

[0047] Das Rohr **36** bringt durch den Kanal **41** einen Strom **42** eines Kühlmittels, zum Beispiel Wasser, ein, der über die Innenfläche **40** des unteren Endes **24** und entlang der Innenfläche **38** des Körpers **12** zirkuliert. Die Elektrode ist hohlgefräst, derart, dass sie die in der Innenfläche **40** des unteren Endes **24** ausgebildete ringförmige Ausnehmung **44** enthält. Die Ausnehmung **44** erhöht die Oberfläche des Elektrodenkörpers, die dem Kühlmittel ausgesetzt ist, und verbessert die Strömungsgeschwindigkeit des Kühlmittels über die Innenfläche **40** des Körpers **12**. Die

Elektrode kann alternativ „Stirngefräst" sein, derart, dass sie nicht die ringförmige Ausnehmung **44** festlegt. Der Strom **42** tritt über einen ringförmigen Kanal **46**, der durch das Rohr **36** und die Innenfläche **38** des Körpers **12** festgelegt ist, aus der Elektrode **10** aus. Zum Beispiel beträgt der Kühlmittelstrom, wenn das Rohr **36** in einem Brenner verwendet wird, der bei 100 Ampere schneidet, 1,0 Gallonen/Minute.

[0048] Während der Lebensdauer der Elektrode **10** wird das Einsatzmaterial abgetragen, wodurch in der Bohrung **28** eine Vertiefung mit zunehmender Tiefe ausgebildet wird. Die Schnittqualität des Brenners verschlechtert sich typischerweise zusammen mit der Abnutzung des Einsatzes. Wenn der Einsatz **30** eine Vertiefung mit einer ausreichenden Tiefe ausgebildet hat, tritt eine Durchschlagsbedingung auf. Aufgrund der Nähe des Rohrs **36** zu der Innenfläche **40** des unteren Endes **24** der Elektrode **10** kann der Lichtbogen während einer Durchschlagsbedingung auf das Rohr übergreifen. Das Rohr **36** wird durch den Lichtbogen beschädigt und muss ausgetauscht werden. Um eine Verschlechterung der Schnittqualität und/oder ein Durchschlagen zu verhindern, tauscht ein Bediener typischerweise die Elektrode häufig aus. Ferner empfehlen Hersteller von Plasmaschneidbrennersystemen allgemein einen Austausch bei bestimmten Abnutzungsmengen des Einsatzes, um die Möglichkeit eines Durchschlagens zu minimieren.

[0049] Der Kühlmittelstrom **42** über die Fläche des Einsatzes **30** wird durch die Ausrichtung des Kühlmittelrohrs relativ zu dem Einsatz bzw. der Elektrode beeinflusst. Wenn der Auslass des Kühlmittelrohrs hinsichtlich der Innenfläche **40** der Elektrode **10** fehlausgerichtet ist (z. B. longitudinal und/oder radial), kühlt das durch das Rohr **36** zugeführte Kühlmittel **42** den Einsatz **30** nicht ausreichend. Es wurde empirisch bestimmt, dass eine wiederholte Verwendung eines Brenners mit einem nicht richtig zu der Elektrode **10** ausgerichteten Kühlmittelrohr bewirkt, dass sich der Einsatz schneller abnutzt.

[0050] Fig. 2A und Fig. 2B stellen eine Ausführungsform eines Kühlmittelrohrs **136** dar, das die Prinzipien der Erfindung beinhaltet. Das Rohr **136** hat einen länglichen Körper **152** mit einem ersten Ende **154** und einem zweiten Ende **156** und legt eine Mittellinie oder Längsachse **146** fest. Ein Kühlmittelkanal **141** erstreckt sich durch den länglichen Körper **152**. Das erste Ende **154** des Rohrs **136** weist eine erste Öffnung **210** in Fluidverbindung mit dem Kanal **141** auf. Das zweite Ende **156** weist eine zweite Öffnung **206** in Fluidverbindung mit dem Kanal **141** auf. Gemäß einem Aspekt der Erfindung weist das Rohr **136** eine Passfläche **160** auf, die sich an einer Außenfläche **162** des länglichen Körpers **152** befindet. Die Passfläche **160** ist zum Zusammenfügen mit einer entsprechenden Passfläche einer Elektrode eines Plasmaschneidbrenners ausgebildet.

[0051] Die Passfläche **160** ist so ausgebildet, dass sie eine zuverlässige und reproduzierbare Ausrichtung der Längsachse **146** des Kühlmittelrohrs **136** und einer Längsachse wie der Längsachse **114** der Elektrode **110** von Fig. 3 erlaubt. Die Passfläche ist dazu in der Lage, die jeweiligen Längsachsen des Kühlmittelrohrs **136** und der Elektrode auszurichten, derart, dass die Längsachsen zumindest im Wesentlichen konzentrisch ausgerichtet sind. Zusätzlich oder alternativ kann die Passfläche die jeweiligen Längsachsen des Kühlmittelrohrs **136** und der Elektrode derart ausrichten, dass das Kühlmittelrohr **136** und die Elektrode zumindest im Wesentlichen umfangsmäßig ausgerichtet sind, was als eine bevorzugte Ausrichtung des Kühlmittelrohrs **136** relativ zu der Elektrode in Betracht gezogen wird.

[0052] Es ist nicht erforderlich, dass das Kühlmittelrohr starr an dem Brennerkörper oder der Elektrode befestigt ist. Daher können bei Ausführungsformen der Erfindung, bei denen das Kühlmittelrohr **136** nicht starr an dem Brennerkörper oder der Elektrode befestigt ist, minimale akzeptable Fehlausrichtungen zwischen den jeweiligen Längsachsen des Kühlmittelrohrs **136** und der Elektrode auftreten.

[0053] Das Rohr **136** kann austauschbar in einem Brennerkörper (siehe Fig. 11) angeordnet sein. Der Körper **152** des Rohrs **136** weist einen Flansch **170** auf, der eine nach außen zeigende ringförmige Ausnehmung **172** zum Aufnehmen eines O-Rings **174** hat. Der O-Ring **174** stellt eine Fluiddichtung hinsichtlich des Brennerkörpers (siehe Fig. 11) bereit, wobei er allgemein die Bewegung des Rohrs **136** in der Längsrichtung des Körpers **152** des Rohrs **136** zulässt.

[0054] Die Passfläche **160** des Rohrs **136** weist in diesem Aspekt der Erfindung drei Flansche **166a**, **166b** und **166c** (allgemein **166**) auf, die auf der Außenfläche **162** des länglichen Körpers **152** des Rohrs **136** verteilt sind. Die Flansche **166** sind allgemein in gleichen Abständen auf der Außenfläche **162** angeordnet. Bei anderen Ausführungsformen könnten die Flansche **166** eine beliebige Zahl, Form oder anderweitige Anordnung auf der Außenfläche haben, solange sich die Fläche **160** weiterhin an eine Passfläche einer Elektrode anpassen kann. Die Fläche **160**, die Flansche **166** und/oder Teile derselben könnten als ein integraler Abschnitt des Kühlmittelrohrs **136** ausgebildet sein, beispielsweise durch maschinelles Bearbeiten oder Gießen des Rohrs **136**. Die Fläche **160**, die Flansche **166** und/oder Teile derselben könnten alternativ separat von dem Rohr **136** hergestellt und beispielsweise durch ein geeignetes Haftmittel oder ein mechanisches Befestigungselement mit dem Rohr zusammengebaut oder an demselben befestigt sein.

[0055] Fig. 3 stellt eine Ausführungsform einer Elektrode **110** dar, die die Prinzipien der Erfindung beinhaltet. Die Elektrode **110** weist einen allgemein zylindrischen länglichen Kupferkörper **112** auf. Der Körper **112** erstreckt sich allgemein längs einer Mittellinie oder Längsachse **114** der Elektrode **110**, die auch eine Mittellinie des (nicht gezeigten) Brenners ist, wenn die Elektrode **110** in denselben eingebaut ist. Ein an einem oberen Ende **116** der Elektrode **110** angeordnetes Gewinde **176** kann die Elektrode **110** austauschbar in einem (nicht gezeigten) Kathodenblock des (nicht gezeigten) Brenners befestigen. Ein Flansch **118** weist eine nach außen zeigende ringförmige Ausnehmung **120** zum Aufnehmen eines O-Rings **122** auf, der eine Fluiddichtung hinsichtlich des (nicht gezeigten) Brennerkörpers bereitstellt.

[0056] Ein gebohrtes Loch oder eine Bohrung **128** befindet sich entlang der Mittellinie **114** in einem unteren Ende **124** des Elektrodenkörpers **112**. Ein allgemein zylindrischer Einsatz **130**, der aus einem Material mit einer hohen thermionischen Emissionsfähigkeit (z. B. Hafnium) ausgebildet ist, ist in das Loch **128** pressgepasst. Der Einsatz **130** erstreckt sich axial hin zu einem hohlen Innern **134** der Elektrode **110**. Eine Emissionsfläche **132** ist entlang einer Endfläche des Einsatzes **130** angeordnet und einem Plasmagas in dem Brenner ausgesetzt. Die Elektrode ist hohlgefräst, derart, dass sie eine in der Innenfläche **140** des unteren Endes **124** ausgebildete ringförmige Ausnehmung **144** enthält. Die Ausnehmung **144** erhöht die Oberfläche des Elektrodenkörpers, die dem Kühlmittel ausgesetzt ist, und verbessert die Strömungsgeschwindigkeit des Kühlmittels über die Innenfläche **140** des Körpers **112**. Alternativ kann die Elektrode stirngefräst sein, derart, dass sie keine ringförmige Ausnehmung **144** festlegt.

[0057] Eine Fläche **164** ist an einer Innenfläche **138** des Elektrodenkörpers **112** vorgesehen, und die Fläche **164** ist zum Zusammenfügen mit einer entsprechenden Fläche wie der Fläche **160** des Kühlmittelrohrs **136** von Fig. 2A ausgebildet. Die Fläche **164** der Elektrode **110** kann an der Innenfläche **138** durch maschinelles Bearbeiten oder ein alternatives geeignetes Herstellungsverfahren ausgebildet sein.

[0058] Bei einer alternativen Ausführungsform der Erfindung, wie in Fig. 4A und Fig. 4B dargestellt, weist die Fläche **160** des Kühlmittelrohrs **136** vier sphärische Elemente **208a**, **208b**, **208c** und **208d** (allgemein **208**) auf. Die vier Elemente **208** sind zum Zusammenfügen mit einer Fläche einer Plasmaschneidbrennerelektrode ausgebildet. Die Form der Elemente könnte alternativ eine beliebige geometrische Form sein (z. B. elliptisch, rautenförmig oder zylindrisch), die zum Zusammenfügen mit einer entsprechende Fläche einer Elektrode und Liefern einer adäquaten Kühlung der Elektrode ausgebildet ist.

[0059] Bei einer alternativen Ausführungsform der Erfindung, wie in Fig. 5A und Fig. 5B dargestellt, weist die Fläche **160** des Kühlmittelrohrs **136** mehrere Schlitze **210** auf, die sich an dem zweiten Ende **156** des Rohrs **136** befinden. Die Schlitze **232** sind dazu ausgebildet, dem Kühlmittel zu erlauben, aus dem Kanal **141** zu strömen. Bei dieser Ausführungsform kontaktiert das zweite Ende **156** des Rohrs **136** eine Innenfläche einer Elektrodenwand wie die Innenfläche **218** der Elektrode **110** von Fig. 3. Die Schlitze **232** erlauben einen adäquaten Kühlmittelstrom über die Innenfläche **140** der Elektrode **110**.

[0060] Bei einer alternativen Ausführungsform der Erfindung, wie in Fig. 6A und Fig. 6B dargestellt, weist die Fläche **160** des Kühlmittelrohrs **136** einen Körper **212** mit einem relativ zu dem Körper **152** des Rohrs **136** vergrößerten Durchmesser auf. Der Körper **212** weist vier Nuten **214** auf, die entlang des Körpers **152** des Rohrs **136** ausgerichtet sind. Der Körper **212** mit vergrößertem Durchmesser ist zum Zusammenfügen mit einer Fläche einer Plasmaschneidbrennerelektrode ausgebildet.

[0061] Bei einer alternativen Ausführungsform der Erfindung, wie in Fig. 7A und Fig. 7B dargestellt, weist die Fläche **160** des Kühlmittelrohrs **136** eine Kontur auf, die eine geradlinige Abschrägung aufweist. Die geradlinige Abschrägung hat einen von dem ersten Ende **154** hin zu dem zweiten Ende **156** abnehmenden Durchmesser. Die Kontur der Fläche **160** ist zum Zusammenfügen mit einer Fläche einer Elektrode wie der Fläche **164** der Innenfläche **138** der Elektrode **110** von Fig. 10 ausgebildet.

[0062] Bei einer alternativen Ausführungsform der Erfindung, wie in Fig. 10 dargestellt, hat die Fläche **164** der Innenfläche **138** der Elektrode **110** eine Kontur, die eine geradlinige Abschrägung aufweist, die zum Zusammenfügen mit der Fläche **160** eines Kühlmittelrohrs wie des Kühlmittelrohrs **136** von Fig. 7A ausgebildet ist.

[0063] Bei einer alternativen Ausführungsform der Erfindung, wie in Fig. 8A und Fig. 8B dargestellt, weist das Kühlmittelrohr **136** zwei Flächen **160a** und **160b** auf. Die Flächen **160a** und **160b** sind zum Zusammenfügen mit entsprechenden Flächen einer Elektrode eines Plasmaschneidbrenners ausgebildet. Die Fläche **160a** weist vier Flansche **166a**, **166b**, **166c** und **166d** auf, die in gleichen Abständen an dem Außendurchmesser des Körpers **152** des Rohrs **136** angeordnet sind. Die Fläche **160b** weist vier Flansche **166e**, **166f**, **166g** und **166h** (nicht gezeigt) auf, die in gleichen Abständen an dem Außendurchmesser des Körpers **152** des Rohrs **136** angeordnet sind.

[0064] Bei einer anderen Ausführungsform der Erfindung, wie in Fig. 9A und Fig. 9B dargestellt, weist

das Kühlmittelrohr **136** eine Fläche **160** auf, die sich an einer Innenfläche **250** des Körpers **152** des Rohrs **136** befindet. Die Fläche **160** ist zum Zusammenfügen mit einer Innenfläche wie der Innenfläche **140** der Elektrode **110** von Fig. 3 ausgebildet. Die Fläche **160** weist vier Flansche **240** auf, die in gleichen Abständen an dem Innendurchmesser des Körpers **152** des Rohrs **136** angeordnet sind. Die Flansche **240** kontaktieren die Innenfläche **140** der Elektrode **110**, wenn sie sich in einem Plasmaschneidbrenner befinden. Die Elektrode **110** kann beispielsweise derart in dem Körper eines Plasmaschneidbrenner befestigt sein, dass sich die Innenfläche **140** der Elektrode **110** an die Fläche **160** und die Flansche **240** des Rohrs **136** anpasst, wodurch jeweilige Längsachsen des Rohrs **136** und der Elektrode **136** ausgerichtet werden und die Bewegung des Rohrs **136** relativ zu der Elektrode **110** begrenzt wird.

[0065] Fig. 11 zeigt einen Teil eines hochauflösenden Plasmaschneidbrenners **180**, der zur Ausübung der Erfindung benutzt werden kann. Der Brenner **180** weist einen allgemein zylindrischen Körper **182** auf, der elektrische Anschlüsse, Kanäle für Kühlfluide und Lichtbogensteuerfluide enthält. Ein Anodenblock **184** ist in dem Körper **182** befestigt. Eine Düse **186** ist in dem Anodenblock **184** befestigt und weist einen zentralen Kanal **188** und einen Austrittskanal **190** auf, durch den ein Lichtbogen auf ein (nicht gezeigtes) Werkstück übertragen werden kann. Eine Elektrode wie die Elektrode **110** von Fig. 3 ist zum Festlegen einer Plasmakammer **194** in einem Kathodenblock **192** in einer beabstandeten Beziehung zu der Düse **186** befestigt. Ein von einem Drallring **196** eingespeistes Plasmagas wird zum Ausbilden eines Lichtbogens in der Plasmakammer **194** ionisiert. Eine wassergekühlte Kappe **198** ist auf das untere Ende des Anodenblocks **184** geschraubt, und eine sekundäre Kappe **200** ist auf den Brennerkörper **182** geschraubt. Die sekundäre Kappe **200** wirkt während Loch- oder Schneidarbeiten als ein mechanischer Schutz gegenüber verspritztem Metall.

[0066] Ein Kühlmittelrohr wie das Kühlmittelrohr **136** von Fig. 2A ist in dem hohlen Innenraum **134** der Elektrode **110** angeordnet. Das Rohr **136** erstreckt sich längs einer Mittellinie oder Längsachse **202** der Elektrode **110** und des Brenners **180**, wenn die Elektrode **110** in den Brenner **180** eingebaut ist. Das Rohr **136** befindet sich in dem Kathodenblock **192**, so dass sich das Rohr **136** allgemein in der Richtung der Längsachse **202** des Brenners **180** frei bewegen kann. Ein oberes Ende **204** des Rohrs **136** steht in Fluidverbindung mit einer (nicht gezeigten) Kühlmittelzufuhr. Der Strom des Kühlmittels bewegt sich durch den Kanal **141** und tritt aus einer Öffnung **206** aus, die sich an einem zweiten Ende **156** des Rohrs **136** befindet. Das Kühlmittel trifft auf die Innenfläche **140** des unteren Endes **124** der Elektrode **110** und zirkuliert entlang der Innenfläche **138** des Elektrodenkörpers **112**. Der Kühlmittelstrom tritt über den ringförmigen Kanal **134**, der durch das Rohr **136** und die Innenfläche **138** der Elektrode festgelegt ist, aus der Elektrode **110** aus.

[0067] Während des Betriebs wirkt, da bei dieser Ausführungsform der Erfindung das Kühlmittelrohr **136** nicht starr an dem Kathodenblock **180** befestigt ist, der Strom oder der hydrostatische Druck des Kühlmittelfluids so, dass er das Rohr **136** hin zu einem unteren Ende **124** der Elektrode **110** vorspannt. Alternativ kann ein Federelement (z. B. eine lineare Feder oder eine Blattfeder) zum Vorspannen des Rohrs **136** hin zu der Elektrode **110** verwendet werden. Alternativ kann die Elektrode **110** in den Brennerkörper geschraubt werden, bis sich die Flächen **160** und **164** des Rohrs **136** und der Elektrode **110** aneinanderfügen, wodurch die Flächen **160** und **164** zusammengespannt werden. Das Kühlmittelrohr **136** weist eine Fläche **160** auf, die sich an einer Außenfläche **162** des Rohrkörpers **152** befindet. Die Fläche **160** ist zum Zusammenfügen mit einer Fläche **164** ausgebildet, die sich an einer Innenfläche **138** des Elektrodenkörpers **112** befindet. Die Flächen **160** und **164** des Rohrs **136** und der Elektrode **110** fügen sich aneinander, so dass während des Betriebs des Brenners die Position des Rohrs **136** relativ zu der Elektrode **110** ausgerichtet ist. Das Rohr **136** und die Elektrode **110** sind in diesem Aspekt der Erfindung sowohl longitudinal als auch radial ausgerichtet.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- US 5756959 **[0006]**
- US 5464962 **[0006]**

Schutzansprüche

1. Kühlmittelrohr (**136**) für einen Plasmaschneidbrenner (**180**), mit:
– einem länglichen Körper (**152**) mit einem ersten Ende (**154**), einem zweiten Ende (**156**) und einem sich durch denselben erstreckenden Kühlmittelkanal (**141**), und
– einer Fläche (**160**), die sich an einem Außenabschnitt (**162**) des länglichen Körpers (**152**) befindet und zum Zusammenfügen mit einer Elektrode (**110**) ausgebildet ist.

2. Kühlmittelrohr (**136**) nach Anspruch 1, bei dem die Fläche (**160**) mindestens entweder eine Kontur, eine Stufe oder einen Flansch (**166**; **240**) enthält.

3. Kühlmittelrohr (**136**) nach Anspruch 2, bei dem die Kontur eine geradlinige Abschrägung enthält.

4. Kühlmittelrohr (**136**) nach einem der voranstehenden Ansprüche, bei dem sich die Fläche (**160**) am Außenumfang eines Körpers (**212**) mit vergrößertem Durchmesser befindet und der Körper (**212**) einstückig mit dem länglichen Körper (**152**) ausgebildet ist.

5. Kühlmittelrohr (**136**) nach Anspruch 4, bei dem der Körper (**212**) mit vergrößertem Durchmesser einen variierenden Durchmesser hat.

6. Kühlmittelrohr (**136**) nach einem der voranstehenden Ansprüche, bei dem die Fläche (**160**) zum Ausrichten der jeweiligen Längsachen (**146**, **114**) des länglichen Körpers (**152**) und einer Elektrode (**110**) ausgebildet ist.

7. Kühlmittelrohr (**136**) nach Anspruch 6, bei dem die Längsachsen (**146**, **114**) mindestens entweder im Wesentlichen konzentrisch ausgerichtet, radial ausgerichtet oder umfangsmäßig ausgerichtet sind.

8. Kühlmittelrohr (**136**) nach einem der voranstehenden Ansprüche, bei dem die Fläche (**160**) so ausgebildet ist, dass der längliche Körper (**152**) und eine Elektrode (**110**) in Richtung der Längsachse (**146**) des länglichen Körpers (**152**) definiert zueinander positionierbar sind.

9. Kühlmittelrohr (**136**) nach einem der Ansprüche 1–8, bei dem sich die Fläche (**160**) in einem Bereich zwischen dem ersten Ende (**154**) und dem zweiten Ende (**156**) des länglichen Körpers (**152**) befindet.

10. Kühlmittelrohr (**136**) nach einem der Ansprüche 1–8, bei dem sich die Fläche (**160**) an einem Ende (**154**, **156**) des länglichen Körpers (**152**) befindet.

11. Elektrode (**110**) für einen Plasmaschneidbrenner (**180**), mit:
– einem länglichen Hohlkörper (**112**) mit einem offenen Ende (**116**) und einem geschlossenen Ende (**124**), und
– einer Fläche (**164**), die sich an einem Innenabschnitt (**138**) des länglichen Körpers (**112**) befindet und zum Zusammenfügen mit einem Kühlmittelrohr (**136**) ausgebildet ist.

12. Elektrode (**110**) nach Anspruch 11, bei der die Fläche (**164**) mindestens entweder eine Kontur, eine Stufe oder einen Flansch enthält.

13. Elektrode (**110**) nach Anspruch 12, bei der die Kontur eine geradlinige Abschrägung enthält.

14. Elektrode (**110**) nach Anspruch 11, bei der sich die Fläche (**164**) am Innenumfang eines einstückig mit dem länglichen Hohlkörper (**112**) ausgebildeten Hohlkörperabschnitts mit verringertem Durchmesser befindet.

15. Elektrode (**110**) nach Anspruch 14, bei der der Hohlkörperabschnitt mit verringertem Durchmesser einen variierenden Durchmesser hat.

16. Elektrode (**110**) nach einem der Ansprüche 11–15, bei der die Fläche (**164**) zum Ausrichten der jeweiligen Längsachsen (**114**, **146**) des länglichen Körpers (**112**) und eines Kühlmittelrohrs (**136**) ausgebildet ist.

17. Elektrode (**110**) nach Anspruch 16, bei der die Längsachsen (**114**, **146**) mindestens entweder im Wesentlichen konzentrisch ausgerichtet, radial ausgerichtet oder umfangsmäßig ausgerichtet sind.

18. Elektrode (**110**) nach Anspruch 11, bei der die Fläche (**164**) so ausgebildet ist, dass die Elektrode (**110**) und ein Kühlmittelrohr (**136**) in Richtung der Längsachse (**146**) des Kühlmittelrohrs (**136**) definiert zueinander positionierbar sind.

19. Plasmaschneidbrenner (**180**) mit:
– einem Brennerkörper (**182**),
– einer durch den Brennerkörper (**182**) gehaltenen Elektrode (**110**), wobei die Elektrode (**110**) einen länglichen Hohlkörper (**112**) mit einem offenen Ende (**116**) und einem geschlossenen Ende (**124**) und eine Fläche (**164**) enthält, die sich an einem Innenabschnitt (**138**) des länglichen Elektrodenkörpers (**112**) befindet und zum Zusammenfügen mit einem Kühlmittelrohr (**136**) ausgebildet ist, und
– einem Kühlmittelrohr (**136**), wobei das Kühlmittelrohr (**136**) einen länglichen Körper (**152**) mit einem ersten Ende (**154**), einem zweiten Ende (**156**) und einem sich durch denselben erstreckenden Kühlmittelkanal (**141**) enthält, wobei sich eine Fläche (**160**) an einem Außenabschnitt (**162**) des länglichen Körpers (**152**) befindet und zum Zusammenfügen mit einer

Elektrode (**110**) ausgebildet ist.

20. Plasmaschneidbrenner (**180**) nach Anspruch 19, bei dem mindestens eine der Flächen (**160**. **164**) mindestens entweder eine Kontur, eine Stufe oder einen Flansch (**166**; **240**) enthält.

21. Plasmaschneidbrenner (**180**) nach Anspruch 20, bei dem die Kontur eine geradlinige Abschrägung aufweist.

22. Plasmaschneidbrenner (**180**) nach einem der Ansprüche 19–21, bei dem die Fläche (**160**) des Kühlmittelrohrs (**136**) einen Körper (**212**) mit vergrößertem Durchmesser aufweist, der einstückig mit dem länglichen Körper (**152**) des Kühlmittelrohrs (**136**) ist, und die Fläche (**164**) der Elektrode (**110**) einen Körper mit verringertem Durchmesser aufweist, der einstückig mit dem länglichen Körper (**112**) der Elektrode (**110**) ist.

23. Plasmaschneidbrenner (**180**) nach Anspruch 22, bei dem mindestens einer der einstückigen Körper einen variierenden Durchmesser hat.

24. Plasmaschneidbrenner (**180**) nach einem der Ansprüche 19–23, bei dem die Flächen (**160**, **164**) zum Ausrichten der jeweiligen Längsachsen (**114**, **146**) der Elektrode (**110**) und des Kühlmittelrohrs (**136**) ausgebildet sind.

25. Plasmaschneidbrenner (**180**) nach einem der Ansprüche 19–24, bei dem die Längsachsen (**114**, **146**) mindestens entweder im Wesentlichen konzentrisch ausgerichtet, radial ausgerichtet oder umfangsmäßig ausgerichtet sind.

26. Plasmaschneidbrenner (**180**) nach Anspruch 19, bei dem mindestens eine der Flächen (**160**, **164**) so ausgebildet ist, dass der längliche Körper (**152**) und die Elektrode (**110**) in Richtung der jeweiligen Längsachsen (**114**, **146**) zueinander ausgerichtet sind.

27. Plasmaschneidbrenner (**180**) mit:
– einem Brennerkörper (**182**),
– einer durch den Brennerkörper (**182**) gehaltenen Elektrode (**110**), wobei die Elektrode (**110**) einen länglichen Hohlkörper (**112**) mit einem offenen Ende (**116**) und einen geschlossenen Ende (**124**) aufweist,
– einem Kühlmittelrohr (**136**), wobei das Kühlmittelrohr (**136**) einen länglichen Körper (**152**) mit einem ersten Ende (**154**), einem zweiten Ende (**156**) und einem sich durch denselben erstreckenden Kanal aufweist, und
– einem Mittel zum Ausrichten von Passflächen (**160**, **164**) des Kühlmittelrohrs (**136**) und der Elektrode (**110**).

28. Plasmaschneidbrenner (**180**) nach Anspruch 27, bei dem das Mittel zum Ausrichten eine Passfläche (**164**) an der Innenseite (**138**) der Elektrode (**110**) enthält.

29. Plasmaschneidbrenner (**180**) nach Anspruch 27 oder 28, bei dem das Mittel zum Ausrichten eine Passfläche (**160**) an der Außenseite (**162**) des Kühlmittelrohrs (**136**) enthält.

30. Plasmaschneidbrenner (**180**) nach Anspruch 27, bei dem das Mittel zum Ausrichten eine Passfläche (**160**) an der Innenseite (**250**) des Kühlmittelrohrs (**136**) enthält.

31. Kühlmittelrohr (**136**) für einen Plasmaschneidbrenner (**180**), mit:
– einem länglichen Körper (**152**) mit einem ersten Ende (**154**), einem zweiten Ende (**156**) und einem sich durch denselben erstreckenden Kühlmittelkanal (**141**), und
– einer Fläche (**160**), die sich an einem Außenabschnitt (**162**) des länglichen Körpers (**152**) befindet und die dazu ausgebildet ist, eine Elektrode (**110**) zu kontaktieren und die jeweiligen Längsachsen (**114**, **146**) der Elektrode (**110**) und des Kühlmittelrohrs (**136**) zueinander auszurichten.

32. Elektrode (**110**) für einen Plasmaschneidbrenner (**180**), mit:
– einem länglichen Hohlkörper (**112**) mit einem offenen Ende (**116**) und einem geschlossenen Ende (**124**), und
– einer Fläche (**164**), die sich an einem Innenabschnitt (**138**) des länglichen Körpers (**112**) befindet und die dazu ausgebildet ist, ein Kühlmittelrohr (**136**) zu kontaktieren und die jeweiligen Längsachsen (**114**, **146**) der Elektrode (**110**) und des Kühlmittelrohrs (**136**) zueinander auszurichten.

33. Kühlmittelrohr (**136**) für einen Plasmaschneidbrenner (**180**), mit:
– einem länglichen Körper (**152**) mit einem ersten Ende (**154**), einem zweiten Ende (**156**) und einem sich durch denselben erstreckenden Kühlmittelkanal (**141**), und
– einer Fläche (**160**), die sich an einem Innenabschnitt (**250**) des länglichen Körpers (**152**) befindet und zum Zusammenfügen mit einer Elektrode (**110**) ausgebildet ist.

34. Elektrode (**110**) für einen Plasmaschneidbrenner (**180**), mit:
– einem länglichen Elektrodenhohlkörper (**112**) mit einem offenen Ende (**116**) und einem geschlossenen Ende (**124**), und
– einer Kühlmittelrohr-Kontaktfläche (**164**), die sich an einem Innenabschnitt (**138**) des Elektrodenhohlkörpers (**112**) befindet und zum Kontaktieren eines in Längsachsenrichtung des Plasmaschneidbrenners (**180**) frei beweglichen Kühlmittelrohrs (**136**) ausge-

bildet ist, so dass ein Kühlmittelrohrende (**156**) einen Minimalabstand zur Stirninnenfläche (**140**) des geschlossenen Endes (**124**) des länglichen Elektrodenhohlkörpers (**112**) aufweist.

35. Elektrode (**110**) nach Anspruch 34, bei der die Kühlmittelrohr-Kontaktfläche (**164**) zudem zum Ausrichten der jeweiligen Längsachsen (**114**, **146**) des Elektrodenhohlkörper (**112**) und des Kühlmittelrohrs (**136**) ausgebildet ist.

36. Elektrode (**110**) nach Anspruch 35, bei der die Längsachsen (**114**, **146**) mindestens entweder im Wesentlichen konzentrisch ausgerichtet, radial ausgerichtet oder umfangsmäßig ausgerichtet sind.

37. Kühlmittelrohr (**136**) für einen Plasmaschneidbrenner (**180**), wobei das Kühlmittelrohr (**136**) in Längsachsenrichtung des Plasmaschneidbrenners (**180**) frei beweglich ist, mit:
– einem länglichen Rohrkörper (**152**) mit einem ersten Rohrkörperende (**154**), einem zweiten Rohrkörperende (**156**) und einem sich durch den Rohrkörper (**152**) erstreckenden Kühlmittelkanal (**141**), und
– einer Elektroden-Kontaktfläche (**160**), die sich an einem Außenabschnitt (**162**) des Rohrkörpers (**152**) befindet und zum Kontaktieren einer Elektrode (**110**) ausgebildet ist, so dass das zweite Rohrkörperende (**156**) einen Minimalabstand zur Stirninnenfläche (**140**) eines geschlossenen Endes (**124**) eines länglichen Elektrodenhohlkörpers (**112**) aufweist.

38. Kühlmittelrohr (**136**) nach Anspruch 37, bei dem die Elektroden-Kontaktfläche (**160**) auch zum Ausrichten der jeweiligen Längsachen (**146**, **114**) des länglichen Körpers (**152**) und der Elektrode (**110**) ausgebildet ist.

39. Kühlmittelrohr (**136**) nach Anspruch 38, bei dem die Längsachsen (**146**, **114**) mindestens entweder im Wesentlichen konzentrisch ausgerichtet, radial ausgerichtet oder umfangsmäßig ausgerichtet sind.

40. Kühlmittelrohr (**136**) nach einem der Ansprüche 37–39, bei dem sich die Elektroden-Kontaktfläche (**160**) in einem Bereich zwischen dem ersten Rohrkörperende (**154**) und dem zweiten Rohrkörperende (**156**) befindet.

41. Kühlmittelrohr (**136**) nach einem der Ansprüche 37–40, bei dem das Kühlmittelrohr (**136**) dazu ausgebildet ist, durch hydrostatischen Druck eines Kühlmittels, durch ein Federelement oder durch Einschrauben der Elektrode (**110**) in den Plasmaschneidbrenner (**180**) die Elektroden-Kontaktfläche (**160**) gegen eine Kühlmittelrohr-Kontaktfläche (**164**) der Elektrode (**110**) vorzuspannen.

42. Plasmaschneidbrenner (**180**) mit:
– einem Brennerkörper (**182**),
– einer durch den Brennerkörper (**182**) gehaltenen Elektrode (**110**) nach einem oder mehreren der Ansprüche 34–36, und
– einem Kühlmittelrohr (**136**) nach einem oder mehreren der Ansprüche 37–41.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

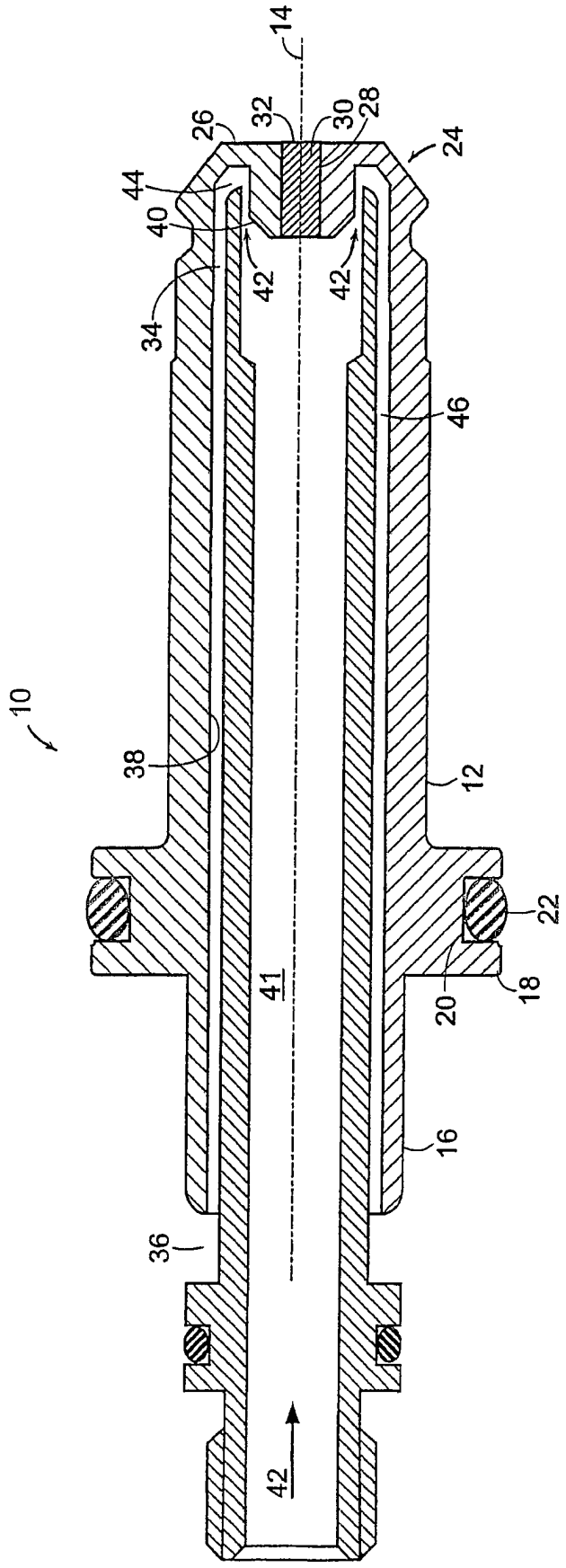


FIG. 1
STAND DER TECHNIK

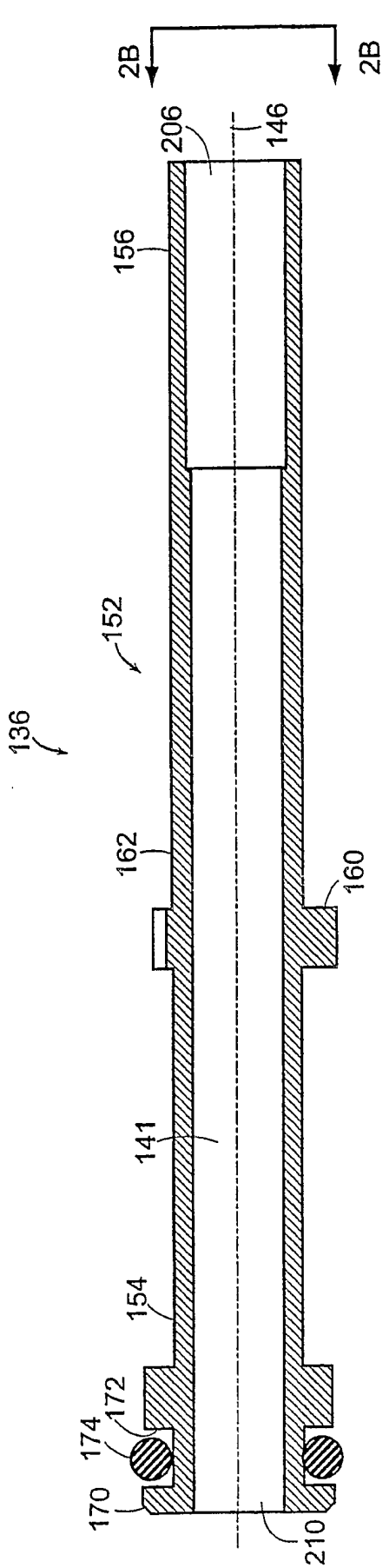


FIG. 2A

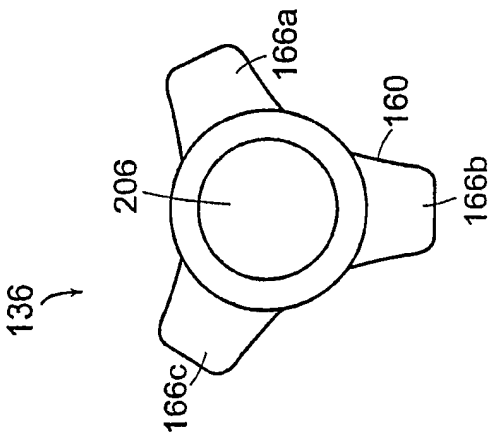


FIG. 2B

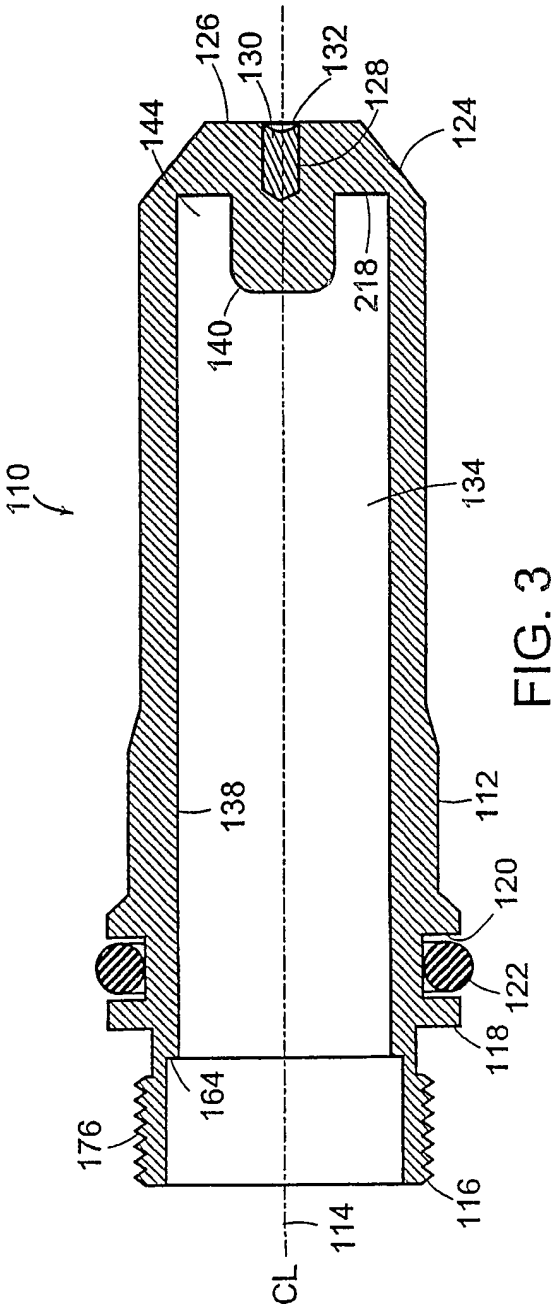


FIG. 3

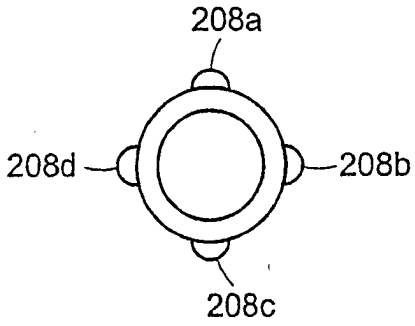


FIG. 4B

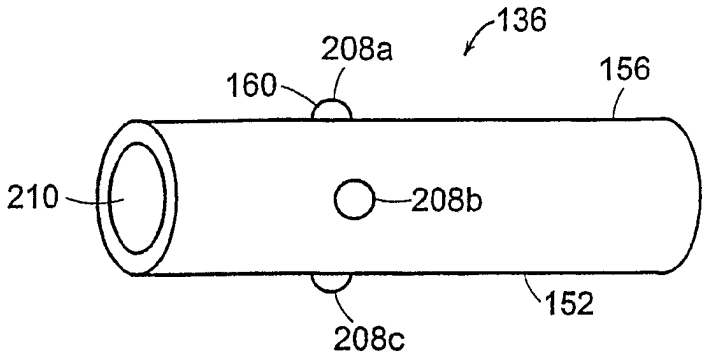


FIG. 4A

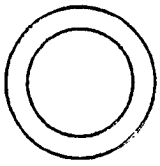


FIG. 5B

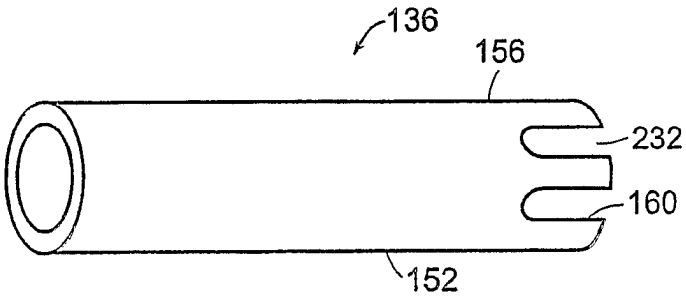


FIG. 5A

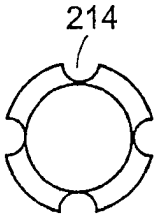


FIG. 6B

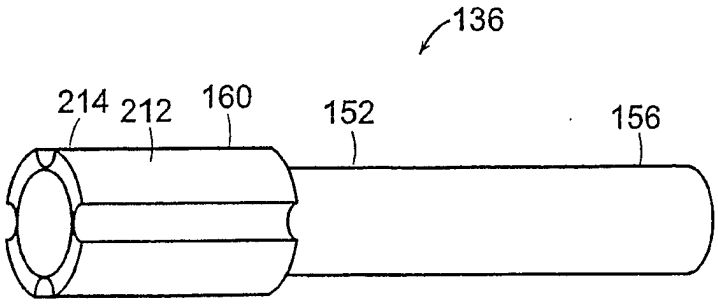


FIG. 6A

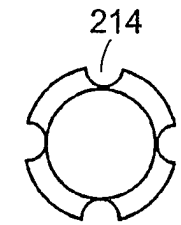


FIG. 7B

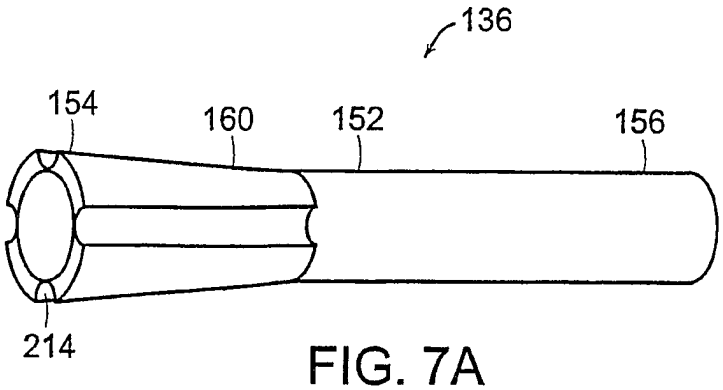


FIG. 7A

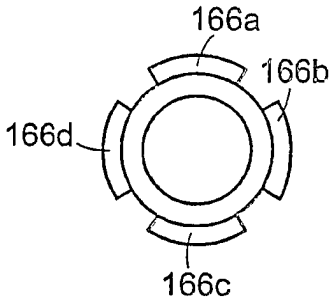


FIG. 8B

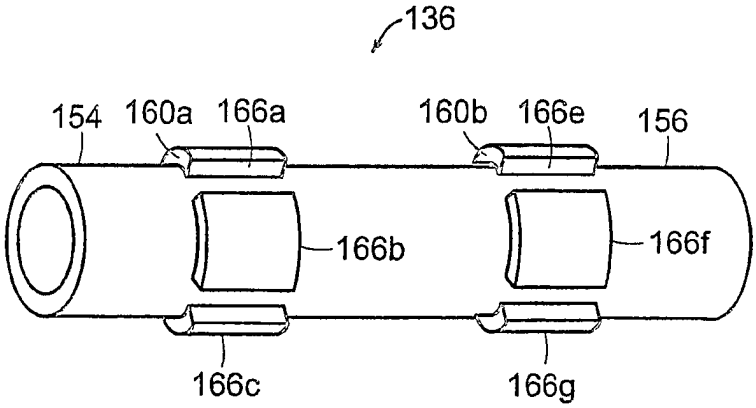


FIG. 8A

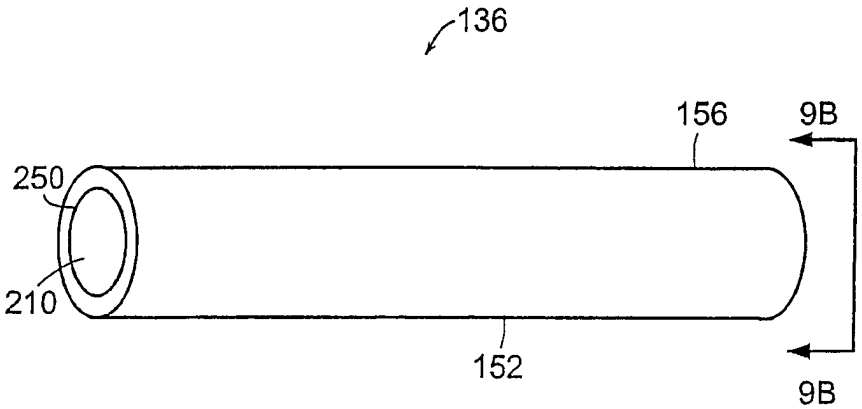


FIG. 9A

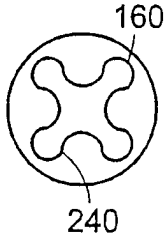


FIG. 9B

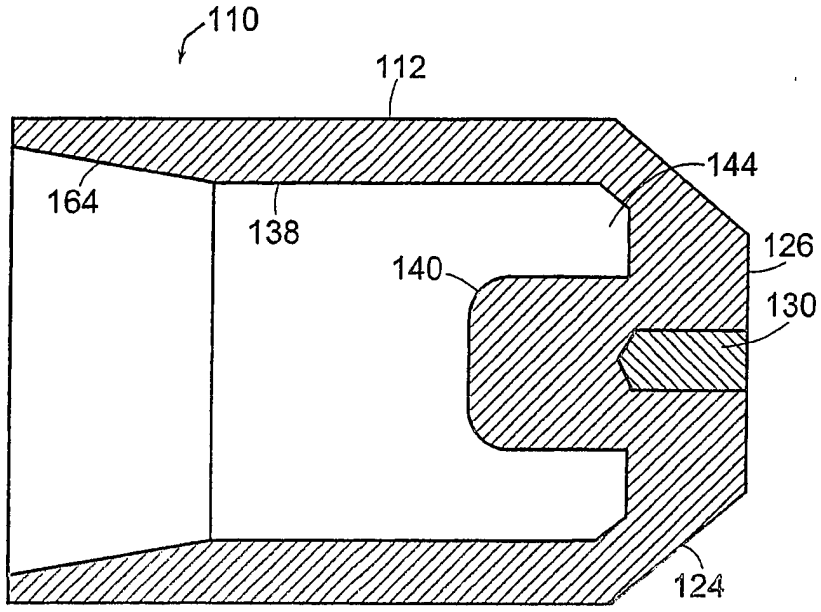


FIG. 10

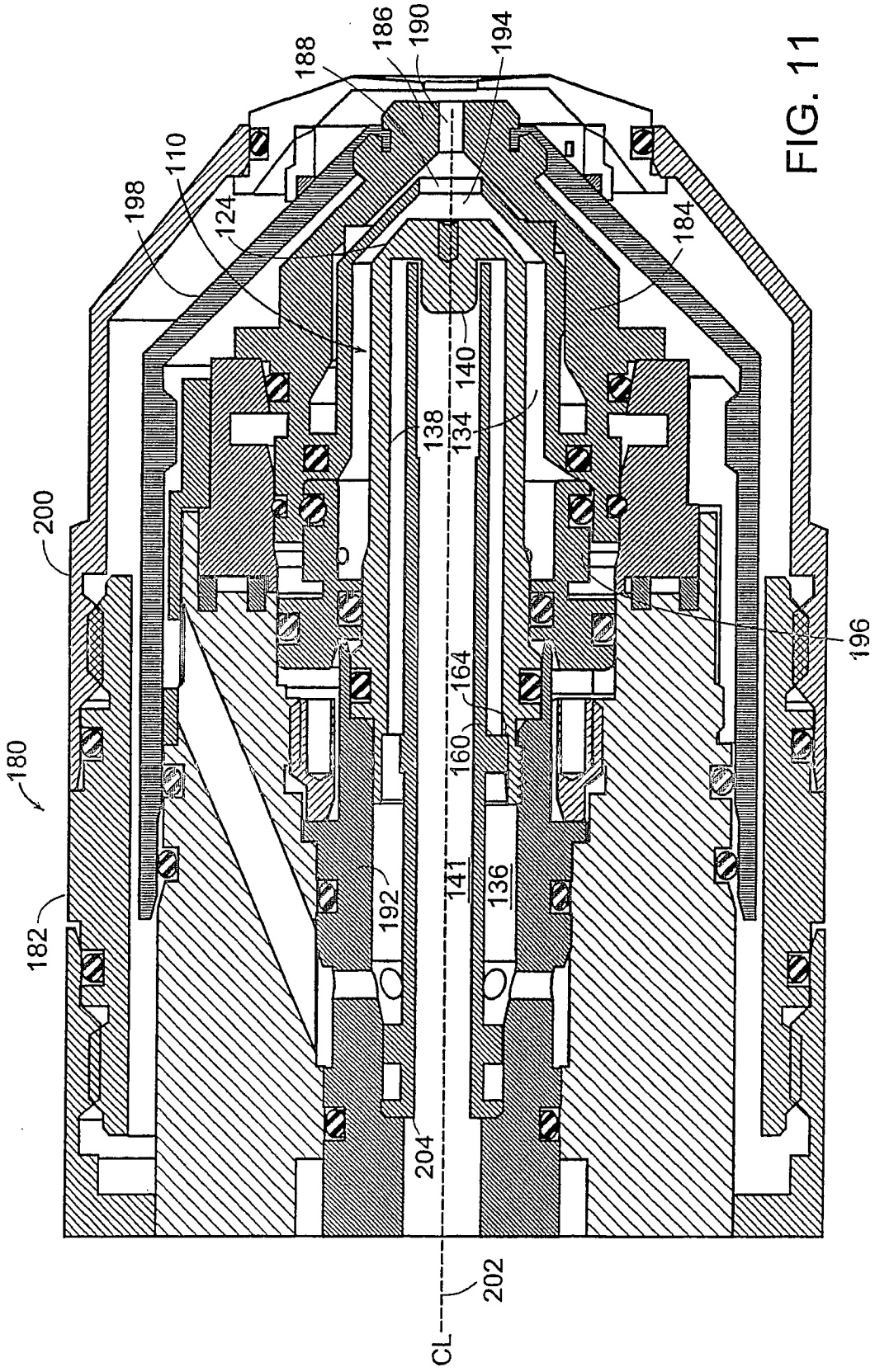

188
186
190
194
110
198
124
184
140
138
134
200
196
164
160
180
182
192
141
136
204
202
CL

FIG. 11