

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
24. April 2008 (24.04.2008)

PCT

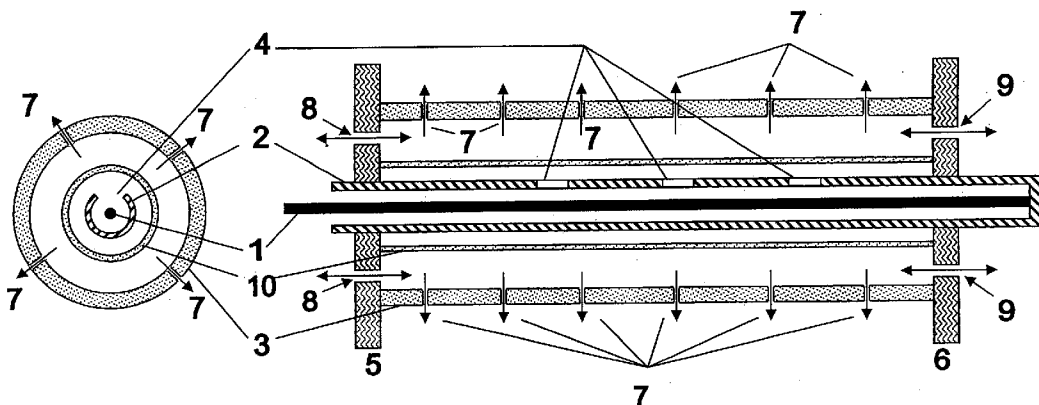
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2008/046552 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
H05H 1/46 (2006.01) *H01J 37/32* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2007/008839
- (22) Internationales Anmeldedatum:
11. Oktober 2007 (11.10.2007)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2006 048 814.8
16. Oktober 2006 (16.10.2006) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **IPLAS INNOVATIVE PLASMA SYSTEMS GMBH** [DE/DE]; Langbaorghstrasse 10, 53842 Troisdorf (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **SPITZL, Ralf** [DE/DE]; Langbaorghstrasse 10, 53842 Troisdorf (DE).
- (74) Anwalt: **FLACCUS, Rolf-Dieter**; Bussardweg 10, 50389 Wesseling (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR PRODUCING MICROWAVE PLASMA WITH A HIGH PLASMA DENSITY

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR ERZEUGUNG VON MIKROWELLENPLASMEN HOHER PLASMADICHTE



(57) Abstract: The invention relates to a device for producing microwave plasma with a high plasma density, comprising at least one microwave supply that is surrounded by an outer dielectric tube (3). Said microwave supply is surrounded by, in addition to the outer dielectric tube (3), at least one inner dielectric tube (2) that extends inside the outer dielectric tube (3). Said tubes (2, 3) form at least one area that is suitable for receiving and conducting a fluid. The above mentioned device can be cooled by means of a fluid. A process gas can be fed (7) into the plasma region by the outer dielectric tube (3).

(57) Zusammenfassung: Eine Vorrichtung zur Erzeugung von Mikrowellenplasmen hoher Plasmadichte weist mindestens eine Mikrowelleneinspeisung auf, die von einem äußeren dielektrischen Rohr (3) umgeben ist. Die Mikrowelleneinspeisung ist dabei außer dem äußeren dielektrischen Rohr (3) zusätzlich von mindestens einem inneren dielektrischen Rohr (2) umgeben, das innerhalb des äußeren dielektrischen Rohrs (3) verläuft. Die Rohre (2, 3) bilden dabei mindestens einen Raum, der zur Aufnahme und Durchleitung eines Fluids geeignet ist. Mittels eines Fluids kann die oben beschriebene Vorrichtung gekühlt werden. Durch das äußere dielektrische Rohr (3) ist eine Zuleitung (7) eines Prozessgases in den Plasmabereich möglich.



WO 2008/046552 A1



CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD,
TG).

Veröffentlicht:

— *mit internationalem Recherchenbericht*

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- *hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii)*
- *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)*

Vorrichtung und Verfahren zur Erzeugung von Mikrowellenplasmen hoher Plasmadichte

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Erzeugung von Mikrowellenplasmen hoher Plasmadichte, welche mindestens eine Mikrowelleneinspeisung aufweist, die von mindestens einem dielektrischen Rohr umgeben ist. Desweiteren wird ein Verfahren zur Erzeugung von Mikrowellenplasmen hoher Plasmadichte durch Verwendung dieser Vorrichtung beschrieben.

Vorrichtungen zur Erzeugung von Mikrowellenplasmen werden bei der Plasmabehandlung von Werkstücken und Gasen eingesetzt. Die Plasmabehandlung dient z. B. der Beschichtung, Reinigung, Modifizierung und Ätzung von Werkstücken, zur Behandlung von medizinischen Implantaten, zur Textilbehandlung, zur Sterilisation, zur Lichterzeugung, bevorzugt im Spektralbereich Infrarot bis Ultraviolett, zur Umsetzung von Gasen oder zur Gassynthese sowie in der Technik zur Abgasreinigung. Dabei wird das zu behandelnde Werkstück oder Gas in Kontakt mit dem Plasma oder der Mikrowellenstrahlung gebracht.

Die Geometrie der zu behandelnden Werkstücke reicht von flachen Substraten, Fasern und Bahnen bis zu Formteilen von beliebiger Gestalt.

Die wichtigsten Prozessgase sind Edelgase, fluor- und chlorhaltige Gase, Kohlenwasserstoffe, Furane, Dioxine, Schwefelwasserstoffe, Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Tetrafluormethan, Schwefelhexafluorid, Luft, Wasser und deren Mischungen. Bei der Abgasreinigung durch mikrowellenin-

duziertes Plasma besteht das Prozessgas aus Abgasen aller Art insbesondere Kohlenmonoxid, Kohlenwasserstoffe, Stickoxide, Aldehyde und Schwefeloxide. Diese Gase können jedoch ohne weiteres auch als Prozessgase für andere Anwendungen verwendet werden.

Vorrichtungen, die Mikrowellenplasmen erzeugen, sind in den Dokumenten WO 98/59359 A1, DE 198 480 22 A1 und DE 195 032 05 C1 beschrieben worden.

Den oben angeführten Dokumenten ist gemein, dass sie eine Mikrowellenantenne im Inneren eines dielektrischen Rohres beschreiben. Werden im Inneren eines solchen Rohres Mikrowellen erzeugt, bilden sich entlang dessen Außenseite Oberflächenwellen aus. Durch diese Oberflächenwellen wird in einem Prozessgas, welches unter niedrigem Druck steht, ein linear gestrecktes Plasma erzeugt. Typische niedere Drücke sind dabei 0,1 mbar - 10 mbar. Das im Inneren des dielektrischen Rohres liegende Volumen ist typischerweise auf Umgebungsdruck (im Allgemeinen Normaldruck; ca. 1013 mbar). Bei einigen Ausführungsformen wird zur Kühlung des dielektrischen Rohres ein Kühlgasstrom benutzt, der das Rohr durchströmt.

Für die Zuleitung der Mikrowellen werden unter anderem Hohlleiter und Koaxialleiter, als Koppelstellen in der Wand der Plasmakammer werden unter anderem Antennen und Schlitze verwendet. Solche Zuleitungen für Mikrowellen und Koppelstellen werden zum Beispiel in DE 423 59 14 und WO 98/59359 A1 beschrieben.

Die zur Erzeugung des Plasmas verwendeten Mikrowellenfrequenzen liegen vorzugsweise im Bereich von 800 MHz bis 2,5 GHz, besonders bevorzugt in den Bereichen 800 MHz bis 950 MHz und 2,0 - 2,5 GHz, jedoch kann die Mikrowellenfrequenz im gesamten Bereich von 10 MHz bis einigen 100 GHz liegen.

DE 198 480 22 A1 und DE 195 032 05 C1 beschreiben Vorrichtungen zur Erzeugung von Plasma in einer Vakuumkammer mit Hilfe von elektromagnetischen Wechselfeldern, mit einem Leiter, der innerhalb eines Rohres aus isolierendem Werkstoff in die Vakuumkammer hineinragt, wobei das Isolierrohr an beiden Enden durch Wände der Vakuumkammer gehalten und gegenüber den Wänden an seiner Außenfläche abgedichtet ist. Die Enden des Leiters sind an einen Generator zur Erzeugung der elektromagnetischen Wechselfelder angeschlossen.

Mit einer Vorrichtung zur Erzeugung von homogenen Mikrowellenplasmen gemäß WO 98/59359 A1 lassen sich aufgrund der gleichmäßigen Einkopplung der Mikrowellen besonders homogene Plasmen auch bei höheren Prozessdrücken über große Längen erzeugen.

Die Einsatzmöglichkeiten der oben genannten Plasmaquellen werden durch eine hohe Energieabgabe des Plasmas auf das dielektrische Rohr eingeschränkt. Durch diese Energieabgabe kann es zu einer übermäßigen Erwärmung des Rohres und letztendlich zu einer Zerstörung desselben kommen. Daher werden diese Quellen typischerweise mit Mikrowellenleistungen von ca. 1 - 2 kW bei entsprechend niedrigem Druck (ca. 0,1 - 0,5 mbar) betrieben. Die Prozessdrücke können

zwar auch 1 mbar - 100 mbar betragen, jedoch nur unter bestimmten Bedingungen und entsprechend niedrigerer Leistung, um das Rohr nicht zu zerstören.

Mit den oben genannten Vorrichtungen lassen sich typische Plasmalängen von 0,5 - 1,5 m erreichen. Mit Plasmen aus nahezu 100% Argon lassen sich zwar auch größere Längen erzielen, jedoch sind solche Plasmen technisch wenig relevant.

Ein weiteres Problem bei solchen Plasmaquellen liegt in der Prozessgasführung insbesondere bei höheren Prozessgasdrücken (größer als 1 mbar). Die Ursache hierfür liegt darin begründet, dass die Plasmadichte in zunehmender radialer Entfernung vom dielektrischen Rohr stark abnimmt. Dies erschwert die Zuführung von neuem Prozessgas zu den Bereichen hoher Ladungsträgerdichten. Desweiteren steigt bei höheren Prozessdrücken die auf das dielektrische Rohr abgegebene Wärmeleistung.

Höhere Prozessgasdrücke sind jedoch bevorzugt, da sie häufig zu deutlichen Steigerungen der Prozessgeschwindigkeiten, um das 10 bis 100-fache, führen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die oben genannten Nachteile zu überwinden und so eine Steigerung der Plasmakonzentration und des Prozessgasdrucks zu erhalten.

Dies wird erfindungsgemäß durch eine Vorrichtung zur Erzeugung von Mikrowellenplasmen nach Anspruch 1 erreicht. Diese Vorrichtung weist mindestens eine Mikrowelleneinspeisung auf, die von einem inneren dielektrischen Rohr umgeben ist. Dieses innere dielektrische Rohr ist wiederum von mindestens einem äußeren dielektrischen Rohr umgeben. Dadurch

wird ein Raum gebildet, der zur Aufnahme und Durchleitung eines Fluids geeignet ist.

Die Vorrichtung ermöglicht in vorteilhafter Weise die Durchleitung eines Fluids durch die oben beschriebene Doppelrohranordnung, welches zur Kühlung oder der Zuführung zum Prozessgas verwendet werden kann.

Geeignete Mikrowelleneinspeisungen sind dem Fachmann bekannt. Im Allgemeinen besteht eine Mikrowelleneinspeisung aus einer Struktur, die Mikrowellen in den Raum abstrahlen kann. Strukturen, die Mikrowellen abstrahlen, sind dem Fachmann bekannt und können durch alle bekannten Mikrowellenantennen und Resonatoren mit Koppelstellen zum Einkoppeln der Mikrowellenstrahlung in einen Raum realisiert werden. Bevorzugt für die beschriebene Vorrichtung sind Hohlraumresonatoren, Stabantennen, Schlitzantennen, Helixantennen und omnidirektionale Antennen. Besonders bevorzugt sind Koaxialresonatoren.

Die Mikrowelleneinspeisung ist im Betrieb über Mikrowellenzuleitungen (Hohlleiter oder Koaxialleiter) mit einem Mikrowellengenerator (z.B. Klystron oder Magnetron) verbunden. Zur Steuerung der Eigenschaften der Mikrowellen und zum Schutz der Elemente können noch Zirkulatoren, Isolatoren, Tuningelemente (z.B. Dreistifttuner oder E/H Tuner) sowie Modenkonverter (z.B. Rechteck- auf Koaxialleiter) in die Mikrowellenzuführung eingebracht werden.

Die dielektrischen Rohre sind vorzugsweise langgestreckt. Dies bedeutet hier, dass das Verhältnis Rohrdurchmesser : Rohrlänge zwischen 1:1 und 1:1000 liegt und vorzugsweise

1:10 bis 1:100 beträgt. Dabei können die beiden Rohre gleichlang sein oder eine unterschiedliche Länge aufweisen. Ferner sind die Rohre vorzugsweise gerade, können jedoch auch eine gebogene Form oder Ecken entlang ihrer Längsachse haben.

Die Querschnittsfläche der Rohre ist vorzugsweise kreisrund, jedoch sind generell beliebige Flächenformen möglich. Beispiele für andere Flächenformen sind Ellipsen und Polygone.

Die langgestreckte Form der Rohre bedingt ein langgestrecktes Plasma. Langgestreckte Plasmen haben den Vorteil, dass durch Bewegung der Plasmavorrichtung relativ zu einem flächigen Werkstück große Flächen in kurzer Zeit behandelt werden können.

Die dielektrischen Rohre sollten bei der gegebenen Mikrowellenfrequenz einen geringen dielektrischen Verlustfaktor $\tan \delta$ für die benutzte Mikrowellenlänge aufweisen. Geringe dielektrische Verlustfaktoren $\tan \delta$ liegen in dem Bereich 10^{-2} bis 10^{-7} .

Geeignete dielektrische Materialien für die dielektrischen Rohre sind Metalloxide, Halbmetalloxide, Keramiken, Kunststoffe und Verbundmaterialien aus diesen Stoffen. Besonders bevorzugt sind dielektrische Rohre aus Quarzglas oder Aluminiumoxyd mit dielektrischen Verlustfaktoren $\tan \delta$ im Bereich 10^{-3} bis 10^{-4} . Dabei können die dielektrischen Rohre aus demselben Material oder unterschiedlichen Materialien bestehen.

Gemäß einer besonderen Ausführungsform sind die dielektrischen Rohre an den Stirnseiten mit Wänden verschlossen.

Eine gas- oder vakuumdichte Verbindung zwischen den Rohren und den Wänden ist dabei vorteilhaft. Verbindungen zwischen zwei Werkstücken sind dem Fachmann bekannt und können zum Beispiel Klebe-, Schweiß-, Klemm- oder Schraubverbindungen sein. Die Dichtigkeit der Verbindung kann von gasdicht bis vakuumdicht reichen, wobei vakuumdicht, je nach Arbeitsumgebung, Dichtigkeit im Grobvakuum ($300 - 1$ hPa), Feinvakuum ($1 - 10^{-3}$ hPa), Hochvakuum ($10^{-3} - 10^{-7}$ hPa) oder Ultrahochvakuum ($10^{-7} - 10^{-12}$ hPa) bedeutet. Im Allgemeinen bedeutet vakuumdicht hier eine Dichtigkeit im Grob- oder Feinvakuum.

Die Wände können Durchlässe aufweisen, durch die ein Fluid geleitet werden kann. Dabei ist die Größe und Form der Durchlässe beliebig. Je nach Anwendung kann jede Wand mindestens einen Durchlass enthalten. Bei einer bevorzugten Ausführungsform befinden sich in dem Bereich, den die Stirnseite des inneren dielektrischen Rohres abdeckt, keine Durchlässe.

Das Fluid wird durch den Raum zwischen dem äußeren dielektrischen Rohr und dem inneren dielektrischen Rohr geleitet und über die Öffnungen in den Wänden an den Stirnseiten des dielektrischen Rohres zu- beziehungsweise abgeführt.

Die Durchstömungsgeschwindigkeit und das Durchströmverhalten (laminar oder turbulent) des dielektrischen Fluids durch das dielektrische Rohr ist so zu wählen, dass das Fluid, besonders wenn es sich um eine Flüssigkeit handelt, einen guten Kontakt mit dem Rand des dielektrischen Rohres hat und es zusätzlich bei flüssigen Fluiden zu keiner Verdampfung der dielektrischen Flüssigkeit kommt. Die Regelung der Durchströmgeschwindigkeit und des Durchströmverhaltens

mittels des Drucks und der Form und Größe der Durchlässe ist dem Fachmann bekannt.

Als dielektrisches Fluid kann sowohl ein Gas als auch eine dielektrische Flüssigkeit verwendet werden.

Jedoch ist eine Kühlung des dielektrischen Rohres durch ein Fluid nicht in einfacher Weise zu realisieren, da der Energieeintrag der Mikrowellen auf das Fluid dieses erwärmt.

Durch jede zusätzliche Aufheizung des Fluids wird der Kühleffekt auf das dielektrische Rohr vermindert. Diese Verminderung der Kühlleistung kann bei hoher Mikrowellenabsorption des Fluids auch zu einer negativen Kühlleistung führen. Dies entspricht einer zusätzlichen Erwärmung des dielektrischen Rohres.

Um eine Aufheizung des Fluids durch die Mikrowellen möglichst gering zu halten, muss das Fluid bei der Wellenlänge der Mikrowellen einen niedrigen dielektrischen Verlustfaktor $\tan \delta$ im Bereich 10^{-2} bis 10^{-7} aufweisen. Hierdurch wird ein Mikrowellenleistungseintrag in das Fluid vermieden bzw. auf ein tolerierbares Maß reduziert.

Flüssige Fluide bieten aufgrund des größeren Wärmekoeffizienten eine größere Aufnahme der Wärmeleistung als gasförmige Fluide.

Eine solche dielektrische Flüssigkeit ist zum Beispiel ein isolierendes Öl mit einem niedrigen dielektrischen Verlustfaktor. Isolierende Öle sind zum Beispiel Mineralöle, Olefine (z.B. Polyalphaolefin) oder Silikonöle (z.B. Coolanol® oder Dimethylpolysiloxane). Bevorzugt als dielektrische Flüssigkeit ist Hexadimethylsiloxan.

Durch diese Fluid-Kühlung des äußeren dielektrischen Rohres ist es möglich, die Aufheizung des äußeren dielektrischen Rohres zu vermindern. Dadurch werden höhere Mikrowellenleistungen ermöglicht, die wiederum zu einer Steigerung der Konzentration des Plasmas an der Außenseite des äußeren dielektrischen Rohres führen. Desweiteren wird durch die Kühlung ein höherer Prozessdruck möglich als in ungekühlten Plasmaerzeugern.

Im Gegensatz zu einer Gaskühlung gemäß DE 195 032 05, bei der das Kühlgas Kontakt zu der Mikrowelleneinspeisung hat, wird in der hier beschriebenen Vorrichtung durch die Doppelrohranordnung der Kontakt zwischen Fluid und der Mikrowelleneinspeisung vermieden, und somit die Möglichkeit ausgeschlossen, dass das Fluid mit der Mikrowelleneinspeisung reagieren kann. Desweiteren wird durch diese Trennung von Fluid und Mikrowelleneinspeisung eine Wartung der Mikrowelleneinspeisung erheblich vereinfacht.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform wird erfindungsgemäß das Material des äußeren dielektrischen Rohres durch ein poröses dielektrisches Material ersetzt. Geeignete poröse dielektrische Materialien sind Keramiken oder gesinterte Dielektrika, bevorzugt Aluminiumoxid. Es ist jedoch auch möglich, Rohrwandungen aus Quarzglas oder Metalloxiden mit kleinen Löchern zu versehen.

Bei dem Durchfluss eines Gases zwischen den dielektrischen Rohren entweicht nun ein Teil des Gases durch diese Poren. Da an der Oberfläche des äußeren dielektrischen Rohres die höchsten Mikrowellenfeldstärken herrschen, durchwandern die

Gasmoleküle beim Durchgang durch das äußere dielektrische Rohr die Zone der höchsten Ionendichte.

Desweiteren besitzt das Gas nach dem Durchgang durch die Poren eine resultierende Bewegungsrichtung radial vom Rohr weg.

Wird zur Kühlung das gleiche Gas benutzt, das auch als Prozessgas verwendet wird, wird der Anteil der angeregten Teilchen durch die Passage des Prozessgases durch den Bereich größter Mikrowellenintensität gesteigert. Dadurch ist auf diese Weise ein effizienter Transport von angeregten Teilchen zum Werkstück gewährleistet. Dies steigert sowohl die Konzentration als auch den Fluss der angeregten Teilchen.

Eine solche Anordnung ist des Weiteren ebenfalls besonders gut geeignet, um reine Gaskonversionsprozesse wie Abgasreinigung oder Gassyntheseprozesse durchzuführen. Weitere Prozessgase lassen sich gegebenenfalls durch weitere poröse Rohre der Prozesskammer zuführen.

Durch die Porosität des äußeren dielektrischen Rohres und den Gasdruck wird der Fluss (Moleküle pro Fläche pro Zeit) des Prozessgases oder Prozessgasgemischs durch das äußere dielektrische Rohr geregelt.

Desweiteren müssen bei diesem Abgasreinigungsverfahren alle Gasmoleküle die Rohrwand und damit den Bereich höchster Ionendichte passieren. Dies stellt einen Vorteil gegenüber gängigen Verfahren dar, bei denen sich die Brennkammer im Inneren eines Volumens befindet, und die Mikrowellen von außen eingestrahlt werden. Der Anteil des gereinigten Abgases ist bei einem gängigen Verfahren geringer als bei dem hier vorgestellten, da bei einem solchen gängigen Verfahren

Teile des Gases, die sich in der Nähe der Wände des Volumens befinden, aufgrund der dort herrschenden niedrigen Feldstärken nicht ionisiert werden.

Als Prozessgas kann jedes bekannte Gas genutzt werden. Die wichtigsten Prozessgase sind Edelgase, fluor- und chlorhaltige Gase, Kohlenwasserstoffe, Furane, Dioxine, Schwefelwasserstoffe, Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Tetrafluormethan, Schwefelhexafluorid, Luft, Wasser und deren Mischungen. Bei der Abgasreinigung durch mikrowelleninduziertes Plasma besteht das Prozessgas aus Abgasen aller Art insbesondere Kohlenmonoxid, Kohlenwasserstoffe, Stickoxide, Aldehyde und Schwefeloxide. Diese Gase können jedoch ohne weiteres auch als Prozessgase für andere Anwendungen verwendet werden.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann ein weiteres dielektrisches Rohr innerhalb des äußeren dielektrischen Rohres eingebracht werden, das das innere dielektrische Rohr umgibt und ebenfalls an seinen Stirnseiten gas- oder vakuumdicht mit den Wänden verbunden ist. In dieser Ausführungsform wird der Raum zwischen dem äußeren dielektrischen Rohr und dem inneren dielektrischen Rohr in einen äußeren und einen inneren Raum geteilt.

Wird nun das Prozessgas durch den äußeren Raum geleitet, und ein Fluid durch den inneren Raum geleitet, ist eine Kühlung des inneren dielektrischen Rohres und der Mikrowellenstruktur möglich. Dies wiederum ermöglicht eine höhere Prozessleistung. Das Fluid sollte dabei die Mikrowellen nicht absorbieren. Insbesondere bei der Verwendung einer Flüssigkeit als Fluid sollte die Flüssigkeit für die be-

nutzte Mikrowellenlänge einen geringen dielektrischen Verlustfaktor $\tan \delta$ im Bereich 10^{-2} bis 10^{-7} aufweisen.

Um den Mikrowellenleistungsbedarf bei den oben aufgeführten Plasmaquellen weiter zu reduzieren, kann gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform eine metallische Ummantelung um das äußere dielektrische Rohr angebracht werden, welches dieses Rohr partiell abdeckt. Diese metallische Ummantelung wirkt dabei als Mikrowellenabschirmung und kann z.B. aus einem Metallrohr, einem gebogenen Metallblech, einer Metallfolie oder auch aus einer metallischen Schicht bestehen und aufgesteckt, aufgalvanisiert oder auf eine andere Weise aufgebracht sein. Solche metallischen Mikrowellenabschirmungen können den Winkelbereich, in dem die Erzeugung des Plasmas stattfindet, beliebig begrenzen (z.B. auf 90° , 180° oder 270°) und so den Leistungsbedarf entsprechend reduzieren.

Insbesondere bei der Ausführungsform mit einer metallischen Ummantelung der Vorrichtungen zur Erzeugung von Mikrowellenplasmen ist es möglich, breite Werkstoffbahnen mit nur geringer Verlustleistung mit einem Plasma zu behandeln. Durch die Ummantelung wird der Raumbereich der Vorrichtung, der dem Werkstück nicht zugewandt ist, abgeschirmt, und nur ein schmaler Plasmastreifen zwischen Werkstück und Vorrichtung über die gesamte Breite des Werkstückes erzeugt.

Alle oben beschriebenen Vorrichtungen zur Erzeugung von Plasmen bilden während des Betriebs an der Außenseite des dielektrischen Rohres ein Plasma aus. Im Normalfall wird die Vorrichtung im Inneren eines Raumes (Plasmakammer) be-

trieben. Diese Plasmakammer kann je nach Betriebsart verschiedene Formen und Öffnungen aufweisen und verschiedene Funktionen erfüllen. Zum Beispiel kann die Plasmakammer das zu bearbeitende Werkstück und das Prozessgas enthalten (direkter Plasmaprozess) oder Prozessgase und Öffnungen für den Plasmaaustritt aufweisen (remote-Plasmaprozess, Abgasreinigung).

Bei einem Verfahren zur Erzeugung Mikrowellenplasmen in einer oben beschriebenen Vorrichtung wird ein Fluid durch den Raum zwischen dem inneren dielektrischen Rohr und dem äußeren dielektrischen Rohr, vorzugsweise durch Durchlässe in den Wänden, geleitet. Das Fluid kann dabei ein Gas oder eine Flüssigkeit sein.

Der Druck des Fluids kann dabei größer, kleiner oder gleich dem Atmosphärendruck sein.

In einer vorteilhaften Ausführung wird ein gasförmiges Fluid, vorzugsweise ein Prozessgas, besonders bevorzugt ein Abgas, durch das poröse Rohr der oben beschriebenen Vorrichtung mit einem porösen äußeren Rohr geleitet und so einem Plasmaprozess zugeführt. Das Fluid hat dabei bevorzugt einen geringen dielektrischen Verlustfaktor $\tan \delta$ im Bereich 10^{-2} bis 10^{-7} .

In einer weiteren vorteilhaften Ausführung fließt in der oben beschriebenen Vorrichtung, welche ein inneres mittleres und äußeres dielektrische Rohr enthält, fließt in dem Raum zwischen dem äußeren dielektrischen Rohr und dem mittleren dielektrischen Rohr ein Gas, welches vorzugsweise ein Prozessgas ist, und in dem Raum zwischen dem inneren di-

elektrischen Rohr und dem mittleren dielektrischen Rohr ein Fluid, welches vorzugsweise einen geringen dielektrischen Verlustfaktor $\tan \delta$ hat. Das äußere dielektrische Rohr weist dabei vorzugsweise eine poröse Wand auf.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand der in den Zeichnungen schematisch dargestellten Ausführungsformen beispielhaft erläutert.

Figur 1 zeigt Schnittzeichnungen der oben beschriebenen Vorrichtung.

Figur 2 zeigt Schnittzeichnungen der oben beschriebenen Vorrichtung mit porösem äußerem dielektrischem Rohr.

Figur 3 zeigt Schnittzeichnungen der oben beschriebenen Vorrichtung mit einer zusätzlichen Kühlung.

Figur 4 zeigt eine Ausführungsform mit einer metallischen Ummantelung.

Figur 5 zeigt eine Schnittzeichnung der oben beschriebenen Vorrichtung eingebaut in einer Plasmakammer.

Figuren 6 A und 6 B zeigen eine mögliche Ausführungsform zur Behandlung großflächiger Werkstücke.

Figur 1 zeigt den Quer- und Längsschnitt einer Vorrichtung zur Erzeugung von Mikrowellenplasmen mit einer als Koaxialresonator ausgeführten Mikrowelleneinspeisung. Die Mikrowelleneinspeisung enthält einen Innenleiter (1), einen Außenleiter (2) und Koppelstellen (4). Die Mikrowelleneinspeisung ist von einem äußeren dielektrischen Rohr (3) umgeben, das den mikrowellenzuführenden Bereich von der Plasmakammer (nicht eingezeichnet) trennt, und auf dessen Außenseite sich das Plasma ausbildet. Das äußere dielektri-

sche Rohr (3) ist mit den Wänden (5, 6) gas- oder vakuumdicht verbunden. Zwischen dem Koaxialgenerator und dem äußeren dielektrischen Rohr ist ein inneres dielektrisches Rohr (10) eingefügt, welches ebenfalls mit den Wänden (5, 6) gas- oder vakuumdicht verbunden ist, und mit dem äußeren dielektrischen Rohr (3) einen von der Mikrowelleneinspeisung abgetrennten Raum bildet, durch den ein Fluid fließen kann. Das Fluid kann über die Öffnungen (8) und (9) zu- bzw. abgeführt werden.

Figur 2 zeigt den Quer- und Längsschnitt einer Ausführungsform der in Figur 1 skizzierten Vorrichtung zur Erzeugung von Mikrowellenplasmen, bei der die Wand des äußeren dielektrischen Rohres (3) Poren (7) aufweist. Die Poren (7) sind in der Zeichnung zur besseren Darstellung stark vergrößert dargestellt. Durch diese Poren (7) kann Gas durch das äußere dielektrische Rohr in die Plasmakammer geführt werden. Dabei passiert es die Rohrwand des äußeren dielektrischen Rohres (3), an der die Feldstärke der Mikrowellen und damit die Ionisation des Plasmas am größten ist.

Figur 3 zeigt den Quer- und Längsschnitt einer Ausführungsform der in Figur 1 skizzierten Vorrichtung zur Erzeugung von Mikrowellenplasmen, bei der die Mikrowelleneinspeisung von drei ineinander liegenden Rohren umgeben ist. Diese Tripelrohranordnung umfasst ein inneres dielektrisches Rohr (10), welches von einem mittleren dielektrischen Rohr (11) umgeben ist, das wiederum von dem äußeren dielektrischen Rohr (3) umgeben ist. Alle drei dielektrischen Rohre sind mit den Wänden (5, 6) gas- oder vakuumdicht verbunden. Ein Prozessgas kann über die Öffnungen (8a) und (9a) zu- bzw.

abgeführt werden und durch Poren (7) im äußeren dielektrischen Rohr (3) austreten. Auch hier sind die Poren (7) in der Zeichnung zur besseren Darstellung stark vergrößert dargestellt. Ein Fluid zum Kühlen der Anordnung fließt durch den inneren Raum zwischen dem mittleren dielektrischen Rohr (11) und dem inneren dielektrischen Rohr (10) und kann über die Öffnungen (8b) und (9b) zu- bzw. abgeführt werden.

Figur 4 zeigt einen Querschnitt einer Ausführungsform der in Figur 1 dargestellten Vorrichtung, bei der das äußere dielektrische Rohr (3) von einer metallischen Ummantelung (12) umgeben ist. In dem in Figur 4 dargestellten Fall wird dabei von der metallischen Ummantelung der Winkelbereich, in dem die Erzeugung des Plasmas stattfindet, auf 180° begrenzt.

Figur 5 zeigt einen Längsschnitt einer Vorrichtung (20), wie sie durch Figur 1 beschrieben wird, im eingebauten Zustand in einer Plasmakammer (21). Die Kühlflüssigkeit (22) fließt in diesem Beispiel durch Durchlässe in den beiden Stirnseiten. In dem Raum (23) zwischen dem äußeren dielektrischen Rohr (3) und der Wand der Plasmakammer bildet sich im Betrieb das Plasma aus.

In einer bevorzugten Ausführungsform, in der das äußere dielektrische Rohr (3) eine poröse Rohrwand aufweist, wie in Figur 2 skizziert wurde, strömt das Kühlgas, welches gleichzeitig das Prozessgas ist, wie durch die Pfeile (24) angedeutet wird, durch die Rohrwand in den Raum (23) und bildet ein Plasma.

Figuren 6 A und 6 B zeigen in einer perspektivischen Darstellung und in einem Querschnitt eine Ausführungsform (20), bei der der größte Teil der Mantelfläche des äußeren dielektrischen Rohres von einer Metallummantelung (12) umschlossen ist, und ein Plasma (31), welches in der Zeichnung durch durchsichtige Pfeile angedeutet ist, nur in einem schmalen Bereich entstehen kann. Ein Werkstück (30), welches sich relativ zu der Vorrichtung bewegt, kann in diesem Bereich mit Plasma über eine große Fläche behandelt werden.

Alle Ausführungsformen werden von einer in den Zeichnungen nicht dargestellten Mikrowellenzufuhr, bestehend aus einem Mikrowellengenerator und ggf. zusätzlichen Elementen, gespeist. Diese Elemente können z.B. Zirkulatoren, Isolatoren, Tuningelemente (z.B. Dreistifttuner oder E/H Tuner) sowie Modenkonverter (z.B. Rechteck- auf Koaxialleiter) beinhalten.

Die Einsatzgebiete der oben beschriebenen Vorrichtung und des oben beschriebenen Verfahrens sind mannigfaltig. Die Plasmabehandlung dient z. B. der Beschichtung, Reinigung, Modifizierung und Ätzung von Werkstücken, zur Behandlung von medizinischen Implantaten, zur Textilbehandlung, zur Sterilisation, zur Lichterzeugung, bevorzugt im Spektralbereich Infrarot bis Ultraviolett, zur Umsetzung von Gasen oder zur Gassynthese, sowie in der Technik zur Abgasreinigung. Dabei wird das zu behandelnde Werkstück oder Gas in Kontakt mit dem Plasma oder der Mikrowellenstrahlung gebracht. Die Geometrie der zu behandelnden Werkstücke reicht

von flachen Substraten, Fasern und Bahnen bis zu Formteilen von beliebiger Gestalt.

Durch die Erhöhung der Plasmadichte und der Plasmaleistung sind dabei höhere Prozessgeschwindigkeiten als in Vorrichtungen und Verfahren des Standes der Technik möglich.

Ansprüche

1. Vorrichtung zur Erzeugung von Mikrowellenplasmen, welche mindestens eine Mikrowelleneinspeisung aufweist, die von einem äußeren dielektrischen Rohr (3) umgeben ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Mikrowelleneinspeisung zusätzlich von mindestens einem inneren dielektrischen Rohr (10) umgeben ist, das innerhalb des äußeren dielektrischen Rohrs (3) verläuft, wodurch ein Raum gebildet wird, der zur Aufnahme und Durchleitung eines Fluids geeignet ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass beide dielektrische Rohre (3, 10) an ihren Stirnseiten mit Wänden (5, 6) verbunden sind.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass jede der Wände (5, 6) mindestens einen Durchlass (8, 9) für das Fluid aufweist.
4. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die dielektrischen Rohre aus Materialien aus der Metalloxide, Halbmetalloxide, Keramiken, Kunststoffe sowie Verbundmaterialien aus diesen Stoffen umfassenden Gruppe hergestellt sind, bevorzugt aus Quarzglas oder Aluminiumoxid.
5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das äußere dielektrische Rohr zumindest in einem Teilbereich der Mantelfläche oder in dem Bereich der gesamten Mantelfläche porös oder gasdurchlässig ist.

6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das innere dielektrische Rohr (10) von einem mittleren dielektrischen Rohr (11) umgeben ist, das innerhalb des äußeren dielektrischen Rohrs (3) verläuft.
7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das äußere dielektrische Rohr (3) teilweise mit einer Metallummantelung (12) umgeben ist.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Metallummantelung (12) aus einem metallenen Rohrsegment, einer Metallfolie oder einer Metallschicht besteht.
9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Metallummantelung (12) einen Bereich der Mantelfläche des äußeren dielektrischen Rohres (3) frei lässt, der vorzugsweise über die gesamte Länge des dielektrischen Rohres (3) reicht.
10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Prozesskammer außerhalb des äußeren dielektrischen Rohres (3) aufweist.
11. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Mikrowelleneinspeisung eine Mikrowellenantenne oder ein Hohlraumresonator mit Kopplstellen, vorzugsweise ein Koaxialresonator, ist.

12. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Mikrowelleneinspeisung über Mikrowellenzuleitungen, vorzugsweise Hohlleiter oder Koaxialleiter, mit einem Mikrowellengenerator, vorzugsweise einem Klystron oder Magnetron, verbunden ist.

13. Verfahren zur Erzeugung von Mikrowellenplasmen in einer Vorrichtung, die mindestens eine Mikrowelleneinspeisung aufweist, welche von einem inneren dielektrischen Rohr (10) umgeben ist, das wiederum von einem äußeren dielektrischen Rohr (3) umgeben ist, wobei ein Fluid durch den Raum zwischen dem inneren dielektrischen Rohr (10) und dem äußeren dielektrischen Rohr (3) geleitet wird.

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass beide dielektrische Rohre (3, 10) an ihren Stirnseiten mit Wänden (5, 6), die Durchlässe (8, 9) aufweisen, verbunden sind, und dass das Fluid durch die Durchlässe (8, 9) geleitet wird.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 und 14, dadurch gekennzeichnet, dass das Fluid eine Flüssigkeit ist oder enthält.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 und 14, dadurch gekennzeichnet, dass das Fluid ein Gas ist oder enthält.

17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass das äußere dielektrische Rohr (3) aus einem porösen oder gasdurchlässigen Material besteht und dass das Gas, welches durch den Raum zwischen dem inneren dielektrischen

Rohr (10) und dem äußeren dielektrischen Rohr (3) geleitet wird, durch das äußere dielektrische Rohr (3) einem Plasmaprozess zugeführt wird.

18. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass dem Plasmaprozess mindestens ein Prozessgas zugeführt wird.

19. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass dem Plasmaprozess mindestens ein Abgas zugeführt wird.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass der Gasdruck in dem Raum zwischen dem inneren dielektrischen Rohr (10) und dem äußeren dielektrischen Rohr (3) größer als der Atmosphärendruck oder gleich dem Atmosphärendruck ist.

21. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass der Gasdruck in dem Raum zwischen dem inneren dielektrischen Rohr (10) und dem äußeren dielektrischen Rohr (3) kleiner als der Atmosphärendruck ist.

22. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass das innere dielektrische Rohr (10) von einem mittleren dielektrischen Rohr (11) umgeben ist, das innerhalb des äußeren dielektrischen Rohrs (3) verläuft, und der Raum zwischen dem äußeren dielektrischen Rohr (3) und dem mittleren dielektrischen Rohr (11) von einem Gas durchströmt wird, und der Raum zwischen dem inneren dielektrischen Rohr (10) und dem mittleren dielektrischen Rohr (11) von einem Fluid durchströmt wird.

23. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass das Fluid einen geringen dielektrischen Verlustfaktor $\tan \delta$ im Bereich 10^{-2} bis 10^{-7} aufweist.

24. Verwendung einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12 zur Erzeugung eines Plasmas zur Beschichtung, Reinigung, Modifizierung und Ätzung von Werkstücken, zur Behandlung von medizinischen Implantaten, zur Textilbehandlung, zur Sterilisation, zur Lichterzeugung, bevorzugt im Spektralbereich Infrarot bis Ultraviolett, zur Umsetzung von Gasen oder zur Gassynthese sowie in der Technik zur Abgasreinigung.

25. Verwendung eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 13 bis 23 zur Erzeugung eines Plasmas zur Beschichtung, Reinigung, Modifizierung und Ätzung von Werkstücken, zur Behandlung von medizinischen Implantaten, zur Textilbehandlung, zur Sterilisation, zur Lichterzeugung, bevorzugt im Spektralbereich Infrarot bis Ultraviolett, zur Umsetzung von Gasen oder zur Gassynthese sowie in der Technik zur Abgasreinigung.

FIG. 1

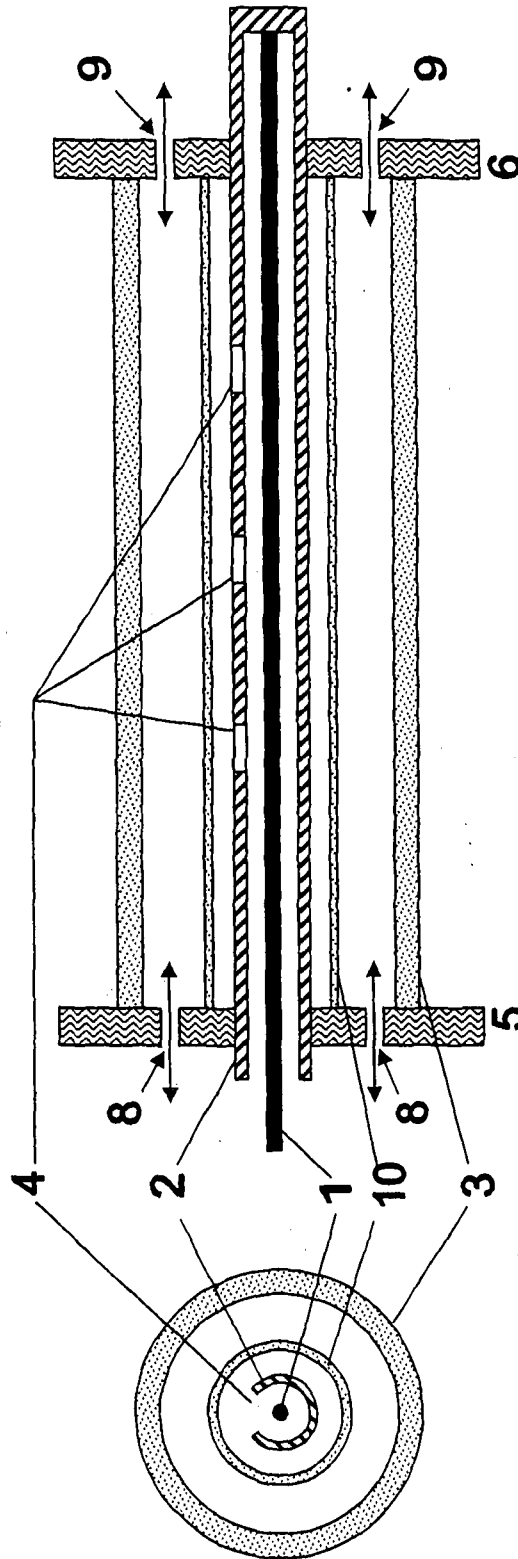


FIG. 2

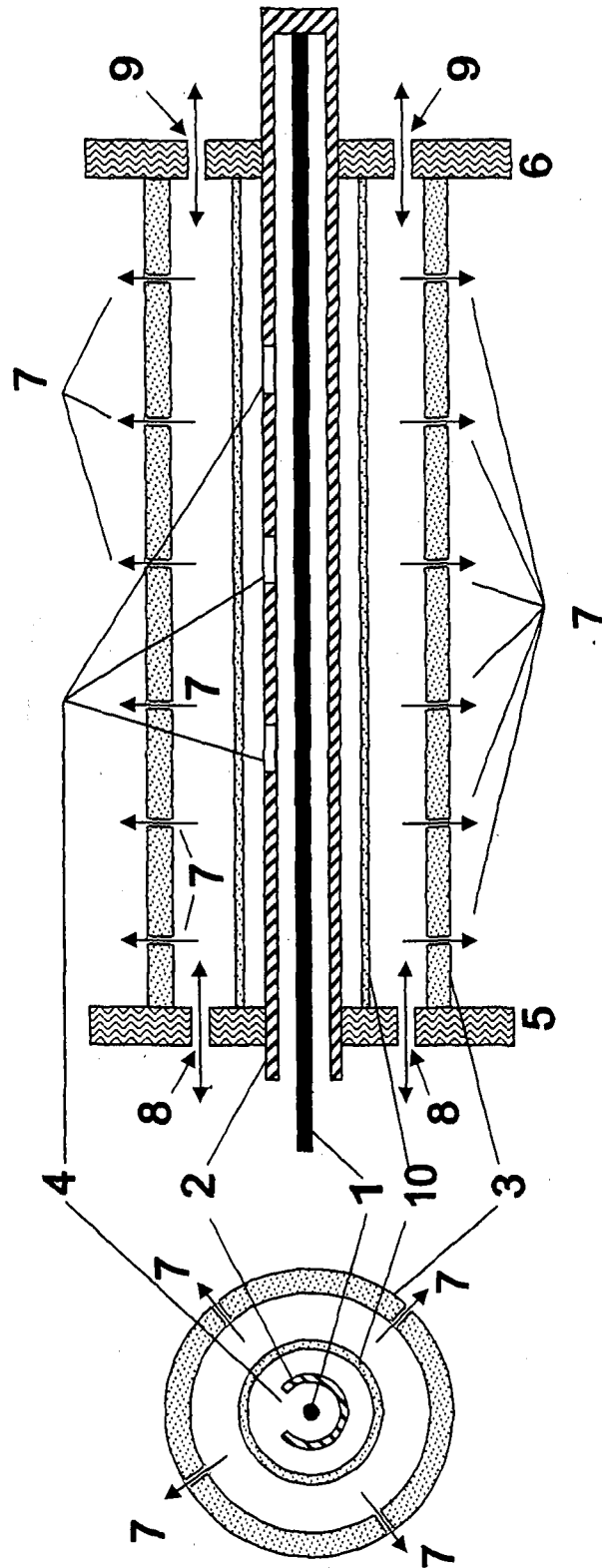


FIG. 3

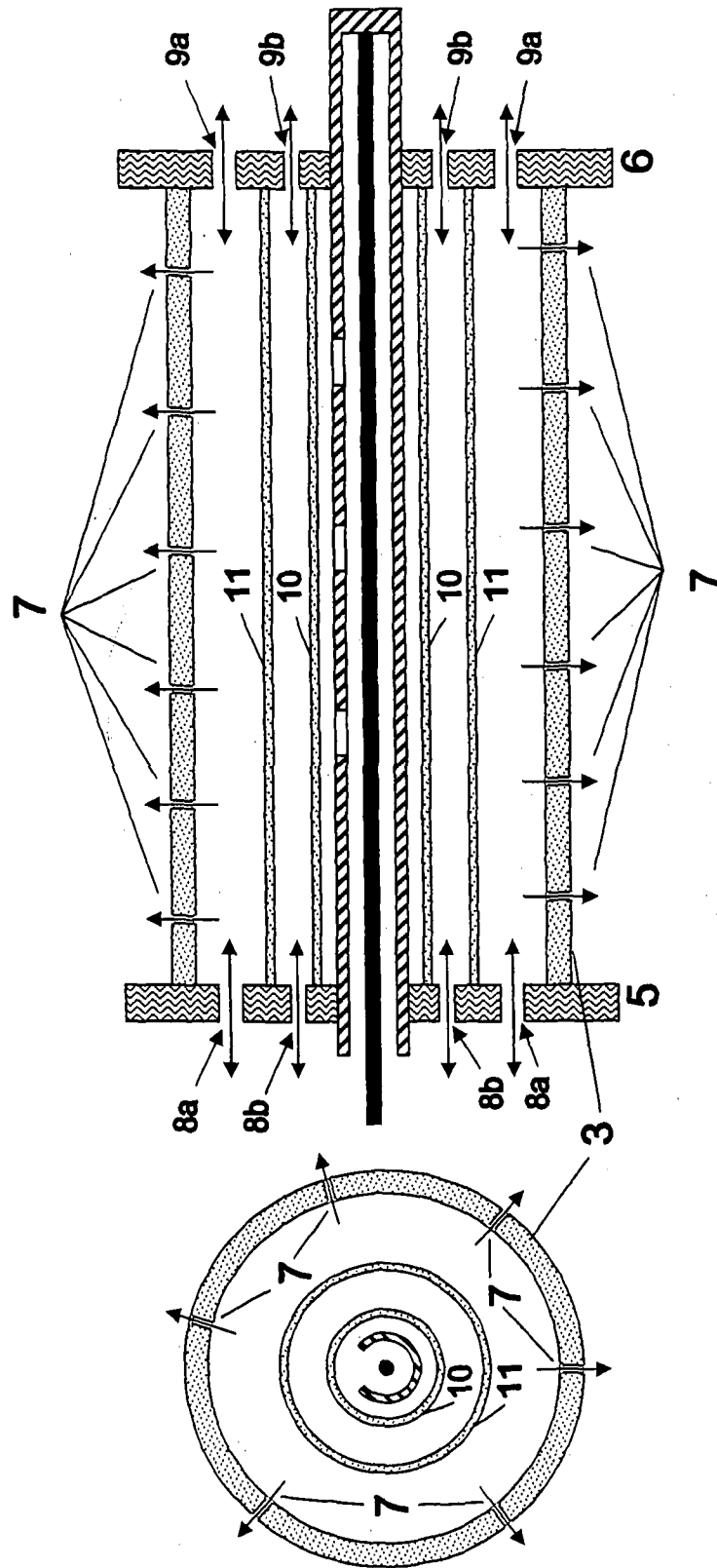


FIG. 4

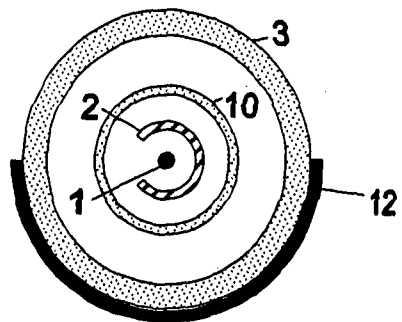


FIG. 5

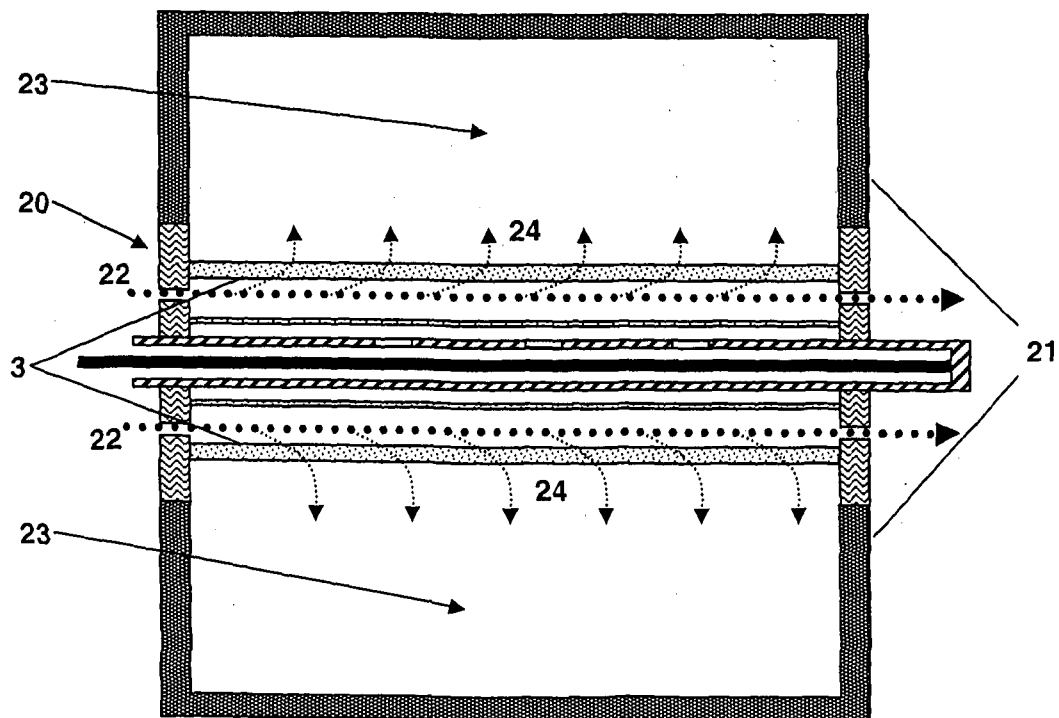


FIG. 6 A

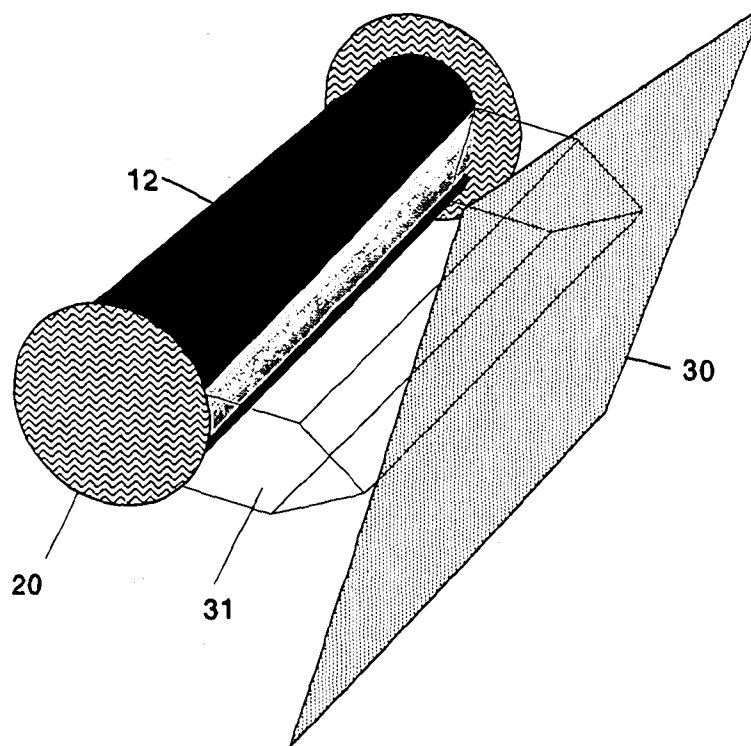
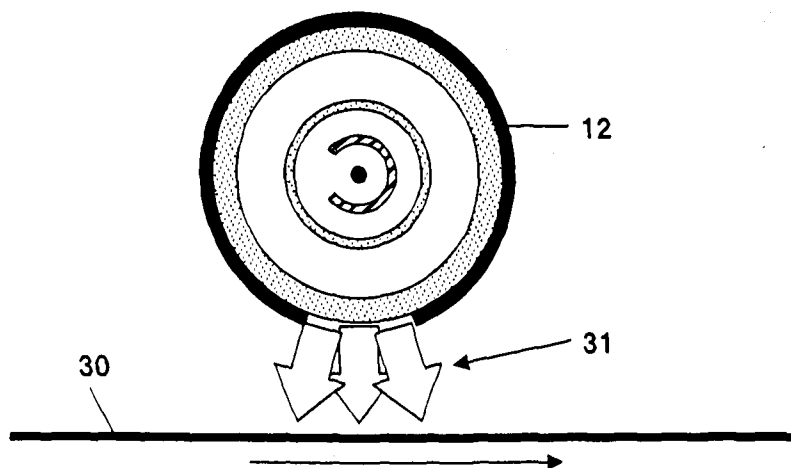


FIG. 6 B



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2007/008839

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H05H1/46 H01J37/32

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H05H H01J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 543 380 B1 (SUNG-SPITZL HILDEGARD [DE]) 8 April 2003 (2003-04-08) column 1, line 7 - line 17 column 2, line 50 - column 3, line 26 column 4, line 16 - line 36 column 5, line 6 - line 11	1,4, 11-13, 16,20, 21,24,25
Y	figure 1	2,5,17, 18
Y	----- US 2003/141182 A1 (KONG PETER C [US] ET AL) 31 July 2003 (2003-07-31) paragraph [0028] figure 1 ----- -/--	2

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- * & * document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

29 Januar 2008

Date of mailing of the international search report

07/02/2008

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Capostagno, Eros

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2007/008839

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2006/156983 A1 (PENELON JOEL [US] ET AL) 20 July 2006 (2006-07-20) paragraph [0050] figures 4a,4b -----	5,17,18

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No PCT/EP2007/008839

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6543380	B1	08-04-2003	AT 247330 T 15-08-2003
			AU 736861 B2 02-08-2001
			AU 8018398 A 04-01-1999
			CA 2294197 A1 30-12-1998
			DE 19726663 A1 28-01-1999
			WO 9859359 A1 30-12-1998
			EP 0992058 A1 12-04-2000
US 2003141182	A1	31-07-2003	US 2003136661 A1 24-07-2003
			US 2005241994 A1 03-11-2005
US 2006156983	A1	20-07-2006	NONE

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP2007/008839

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. H05H1/46 H01J37/32

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RESEARCHIERTE GEBIETE

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
H05H H01J

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 6 543 380 B1 (SUNG-SPITZL HILDEGARD [DE]) 8. April 2003 (2003-04-08) Spalte 1, Zeile 7 - Zeile 17 Spalte 2, Zeile 50 - Spalte 3, Zeile 26 Spalte 4, Zeile 16 - Zeile 36 Spalte 5, Zeile 6 - Zeile 11	1,4, 11-13, 16,20, 21,24,25
Y	Abbildung 1	2,5,17, 18
Y	US 2003/141182 A1 (KONG PETER C [US] ET AL) 31. Juli 2003 (2003-07-31) Absatz [0028] Abbildung 1	2
	----- -/--	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist | <ul style="list-style-type: none"> *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist *Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist |
|---|--|

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 29. Januar 2008	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts 07/02/2008
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Capostagno, Eros

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	US 2006/156983 A1 (PENELON JOEL [US] ET AL) 20. Juli 2006 (2006-07-20) Absatz [0050] Abbildungen 4a,4b -----	5,17,18

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2007/008839

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6543380	B1	08-04-2003	AT 247330 T 15-08-2003
			AU 736861 B2 02-08-2001
			AU 8018398 A 04-01-1999
			CA 2294197 A1 30-12-1998
			DE 19726663 A1 28-01-1999
			WO 9859359 A1 30-12-1998
			EP 0992058 A1 12-04-2000
US 2003141182	A1	31-07-2003	US 2003136661 A1 24-07-2003
			US 2005241994 A1 03-11-2005
US 2006156983	A1	20-07-2006	KEINE