(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 659 503 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
21.12.2016 Patentblatt 2016/51

(21) Anmeldenummer: **11822886.5**

(22) Anmeldetag: **22.12.2011**

(51) Int Cl.:
H01J 65/04 *(2006.01)*

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE2011/002167

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2012/095081 (19.07.2012 Gazette 2012/29)

(54) **LEUCHTMITTEL UND BETRIEBSVERFAHREN DAFÜR**

LIGHTING MEANS AND METHOD FOR OPERATING SAME

LUMINAIRE ET SON PROCÉDÉ DE FONCTIONNEMENT

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL AT BE BG CH CY CZ DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorität: **27.12.2010 DE 102010056028**
19.01.2011 DE 102011008944

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
06.11.2013 Patentblatt 2013/45

(73) Patentinhaber: **Karlsruher Institut für Technologie**
76131 Karlsruhe (DE)

(72) Erfinder: **KAISER, Christoph**
76334 Eggenstein-Leopoldshafen (DE)

(74) Vertreter: **Vossius & Partner**
Patentanwälte Rechtsanwälte mbB
Siebertstrasse 3
81675 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A1-2004/059694
DE-A1-102009 022 755
JP-A- 10 255 726
JP-A- 2007 115 547
US-A- 4 049 940
US-A- 4 792 725
US-A- 5 063 333
US-A1- 2007 194 678

- **KANDO M ET AL: "Application of an antenna excited high pressure microwave discharge to compact discharge lamps", JOURNAL OF PHYSICS D. APPLIED PHYSICS, IOP PUBLISHING, BRISTOL, GB, Bd. 41, Nr. 14, 21. Juli 2008 (2008-07-21) , Seite 144026, XP020133516, ISSN: 0022-3727**
- **EDVARD MIKHAILOVICH BARKHUDAROV ET AL: "Killing bacteria present on surfaces in films or in droplets using microwave UV lamps", WORLD JOURNAL OF MICROBIOLOGY AND BIOTECHNOLOGY, KLUWER ACADEMIC PUBLISHERS, DO, Bd. 24, Nr. 6, 2. September 2007 (2007-09-02), Seiten 761-769, XP019616960, ISSN: 1573-0972**
- **KOUSAKA H ET AL: "Pressure dependence of surface wave-excited plasma column sustained along metal rod antenna", VACUUM, PERGAMON PRESS, GB, vol. 80, no. 11-12, 7 September 2006 (2006-09-07), pages 1154-1160, XP025009594, ISSN: 0042-207X, DOI: 10.1016/J.VACUUM.2006.01.048 [retrieved on 2006-09-07]**
- **BARDOS L ET AL: "MICROWAVE SURFATRON SYSTEM FOR PLASMA PROCESSING", JOURNAL OF VACUUM SCIENCE AND TECHNOLOGY: PART A, AVS /AIP, MELVILLE, NY., US, vol. 14, no. 2, 1 March 1996 (1996-03-01), pages 474-477, XP000620528, ISSN: 0734-2101, DOI: 10.1116/1.580109**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

(Forts. nächste Seite)

- **ZHANG X L ET AL: "A self-contained modelling and experimental study of surface wave produced argon discharges in a coaxial setup with a central metallic cylinder: II. Experiment", PLASMA SOURCES SCIENCE AND TECHNOLOGY, INSTITUTE OF PHYSICS PUBLISHING, BRISTOL, GB, vol. 6, no. 1, 1 February 1997 (1997-02-01), pages 101-110, XP020070212, ISSN: 0963-0252, DOI: 10.1088/0963-0252/6/1/015**

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft das oberbegrifflich Beanspruchte und bezieht sich somit auf Leuchtmittel.

[0002] Als Leuchtmittel werden vorliegend Quellen von im Sichtbaren, im Ultravioletten oder im Infraroten liegender optischer Strahlung verstanden, die mit elektrischer Energie betrieben werden.

[0003] Prinzipiell ist es wünschenswert, Leuchtmittel mit einem vertretbaren Energieaufwand sehr hell zum Leuchten zu bringen. Bereits vorgeschlagen wurde, ein Gasvolumen durch Zuführung elektrischer Hochfrequenzenergie soweit zu erregen, dass ein leuchtendes Plasma entsteht.

[0004] Eine Vorrichtung zur Plasmaerregung mit Mikrowellen ist aus der DE 103 35 523 B4 bekannt, in welcher eine Mikrowellenleiterzuleitung sich verzweigt und daran Stegelektroden gebildet sind, deren Länge zu einer Mikrowellenphasenverschiebung führt.

[0005] Eine Mikrowellen verwendende Plasmaerzeugungsvorrichtung ist weiter beispielsweise bekannt aus der US 4,908,492. Dort wird eine zylindrische HF-Leiteranordnung mit einem zylindrischen äußeren Leiter und einem wendelförmigen inneren Leiter vorgeschlagen, zwischen denen Mikrowellenenergie zugeführt wird. Innerhalb der wendelförmigen Spule soll ein Entladungsrohr angeordnet werden. Beschränkungen hinsichtlich der Abmessungen und der Form sollen eliminiert sein und es soll hinreichend viel Energie in das Gas beziehungsweise Plasma einkoppelbar sein. Erwähnt wird die Verwendung als Lichtquelle hoher Helligkeit und kurzer Wellenlänge für Zwecke optischer Reaktionen.

[0006] Aus der US 5,072,157 ist eine Entladungsröhrenanordnung mit einer Erregungsvorrichtung und mit einer Entladungsröhre bekannt, welche aus lichtdurchlässigem, dielektrischem Material gebildet ist. Die Erregungsvorrichtung ist dazu ausgebildet, Oberflächenwellen in der Füllung der Entladungsröhre zu erregen. Dabei ist mindestens ein Impedanzanpassungsnetzwerk zwischen einer Einkopplungsstelle und einer Hochfrequenzleistungsquelle vorgesehen.

[0007] Aus der US 4,049,940, die als nächstliegender Stand der Technik angesehen wird, ist eine Vorrichtung bekannt, in welcher ein Plasma in einer Gassäule durch Erregung einer Oberflächenwelle mit Hochfrequenzenergie erzeugt wird. Das Oberflächenwellenerzeugungsmittel zur Hochfrequenzenergie-Einkopplung erstreckt sich nur über einen Teil der Gassäule und es wird soviel Leistung im erregenden elektrischen Feld zur Verfügung gestellt, dass sich das erzeugte Plasma über den entsprechenden Teil der Gassäule hinaus ausdehnt. In einem Ausführungsbeispiel ist die Gassäule in einem länglichen, isolierten Gehäuse umfasst, wobei eine erste metallische Röhre, die an beiden Seiten offen ist, und eine zweite Röhre, die die erste umgibt, sodass eine koaxiale Anordnung erhalten wird, vorgesehen sind.

[0008] Zwar ist die Mikrowellenerregung der Gasvolumina in Leuchtmitteln nach dem Stand der Technik per se vorteilhaft und erwünscht, weil so beispielsweise hohe Leuchtdichten erzielt werden können. Nachteilig ist aber, dass im Regelfall die Verwendung resonanter Strukturen erforderlich ist, was dem Betrieb mit preiswerteren Breitbandenergiequellen entgegensteht; zudem ist oftmals eine Abschattung des Leuchtvolumens durch die umgebenden Strukturen verursacht beziehungsweise eine Abschirmung der eingekoppelten Hochfrequenzenergie erforderlich.

[0009] Es ist wünschenswert, zumindest einen Teil der erwähnten Probleme einer wenigstens partiellen Linderung zuzuführen.

[0010] Die Lösung dieser Aufgabe wird in Anspruch 1 definiert. Bevorzugte Ausführungsformen finden sich in den Unteransprüchen.

[0011] Somit schlägt die vorliegende Erfindung in einem ersten Grundgedanken ein Leuchtmittel mit einem Gasvolumen und einer koaxialen HF-Energie-Einkopplungsvorrichtung zur Erregung desselben mit evaneszenten Feldern von Oberflächenwellen vor, wobei vorgesehen ist, dass die koaxiale HF-Energie-Einkopplungsvorrichtung einen in das Gasvolumen geführten Zentralleiter aufweist.

[0012] Dadurch, dass ein Zentralleiter, also ein auf der Achse der koaxialen HF-Energie-Einkopplungsvorrichtung angeordneter Zentralleiter verwendet wird, ist das durch Plasmaleuchten erzeugte Licht zunächst nicht durch diesen abgeschattet.

[0013] Es sei darauf hingewiesen, dass, obwohl der Zentralleiter bevorzugt exakt zentral auf der Achse der koaxialen HF-Energie-Einkopplungsvorrichtung liegt, Abweichungen, bevorzugt nur geringe Abweichungen von einer Zentrallage möglich sind. Dies verbilligt das Leuchtmittel insoweit, als gegebenenfalls eine geringere Fertigungspräzision erforderlich ist. Relevant ist aber, dass das Gasvolumen den Zentralleiter umgibt; so wird das aus dem Plasmaraum austretende Licht nicht durch die Koppelstruktur abgeschattet.

[0014] Die erfindungsgemäße Anordnung erzeugt besonders effizient Oberflächenwellen, was vorteilhaft ist, da Oberflächenwellen eine allenfalls geringe elektromagnetische Abstrahlung aufweisen. Demgemäß ist eine Abschirmung nicht erforderlich beziehungsweise es müssen allenfalls nur sehr geringe Abschirmmaßnahmen ergriffen werden. Dies ist insoweit vorteilhaft, als die Abschirmung typisch zu einer signifikanten Verringerung der Effizienz, das heißt des Wirkungsgrades der von Mikrowellen betriebenen Lampen beziehungsweise Leuchtmittel geführt haben.

[0015] Es ist möglich und bevorzugt, das Gasvolumen als Hochdruckvolumen auszulegen, um Beleuchtungszwecken zu dienen. Dies gilt insbesondere dann, wenn ein Leuchtmittel mit hoher Brillanz, das heißt hoher Farbtemperatur und großer Leuchtdichte, gewünscht wird. Erwähnt sei hier etwa die Beleuchtung im Innenbereich, wobei durch geeignete Gasfüllungen usw. gegebenenfalls sogar eine gewünschte Farbtemperatur erzielt wer-

den kann. Der Druck im Inneren von Hochdrucklampen kann einige Bar betragen.

[0016] Dass die vorliegende Erfindung auch für Niederdrucklampen einsetzbar ist, die mit Drücken im Bereich bis einige Millibar arbeiten, sei ebenfalls erwähnt. Auch hier kann entstehende UV-Strahlung entweder unmittelbar als solche abgestrahlt und verwendet oder über Fluoreszenzstoffe in für jeweilige Beleuchtungs- und/oder Bestrahlungszwecke geeignetere Spektralbereiche gewandelt werden.

[0017] Alternativ ist es möglich, einen mittleren Druck für das Gasvolumen zu wählen, was dann vorteilhaft ist, wenn das Leuchtmittel kurzwellige optische Strahlung, das heißt im Ultravioletten liegende Strahlung, erzeugen soll, die direkt verwendet werden soll oder -etwa über herkömmliche Fluoreszenzmittel in sichtbare Strahlung umgesetzt werden soll. Auf diese Weise können beispielsweise Leuchtmittel zur Erzeugung von biologisch wirksamer Strahlung, etwa zur Wasserdesinfektion in Klärwerken oder für die Lebensmittelindustrie genauso bereitgestellt werden wie Leuchtmittel, mit denen in Lackieranlagen oder dergleichen photochemische Reaktionen ausgelöst werden, das heißt zum Beispiel ein Aushärten von Beschichtungen, Klebstoffen und dergleichen initiiert wird.

[0018] Es sei erwähnt, dass bei den Leuchtmitteln der vorliegenden Erfindung einleuchtenderweise insbesondere deren Hüllkörper, die typisch aus geeigneten Glassorten bestehen werden, mit Fluoreszenzfarbstoffen u. ä. versehen sein können, um in per se bekannter Weise für die Umwandlung der im Leuchtmittel erzeugten UV-Strahlung in die gewünschten Spektralbereiche zu sorgen.

[0019] Es sei darauf hingewiesen, dass je nach gewünschtem Druckbereich und Einsatzzweck das Leuchtmittel entsprechend angepasst sein wird. So können gegebenenfalls druckabhängig unterschiedliche Dicken für den das Gasvolumen umgebenden Kolben gewählt werden und/oder unterschiedliche Materialien, beispielsweise im Falle von UV-Mitteldruckstrahlern Materialien, die besonders gut UV-durchlässig sind, beispielsweise Quarzglas. Dabei sei darauf hingewiesen, dass das Gasvolumen typisch länglich ausgedehnt sein wird, also etwa in einem länglich ausgedehnten Zylinder oder dergleichen angeordnet ist.

[0020] Die Koaxialleitung ist typisch zur Energieeinspeisung beziehungsweise zur Energieleitung in der Grundmode des Koaxialleiters ausgelegt. Insoweit handelt es sich bei dem Leuchtmittel der vorliegenden Erfindung um ein nichtresonantes System, was wiederum ermöglicht, das Leuchtmittel breitbandig zu betreiben, das heißt beispielsweise eine breitbandig Hochfrequenz-Energiequelle zu verwenden oder sogar gepulst, auch kurz gepulst Energie einzuspeisen. Es besteht ein wesentlicher Vorteil gegenüber Hohlraumresonatorstrukturen, da dort auf Grund der Resonatoreigenschaft ein breitbandiges Pulsen nicht möglich ist; damit sind dort kurze, das heißt besonders breitbandige Impulse, nicht erzeugbar. Überdies kann durch die Ermöglichung einer nichtresonanten Erregung auch eine insoweit verringerte Anforderung an die Präzision der Hochfrequenz-Energiequelle erreicht werden, was wiederum die Kosten senkt.

[0021] Ein weiterer Vorteil, der sich durch die Möglichkeit des nichtresonanten Betriebs ergibt, besteht darin, dass für die verwendeten Bauteile keine besonderen Dimensionen eingehalten werden müssen, um irgendwelchen Resonanzbedingungen zu genügen. Dies erlaubt insbesondere die Verwendung sehr kleiner Strukturen und schafft damit ein hohes Potenzial der Miniaturisierung. Zudem ergibt sich auch dann, wenn etwa die Frequenz der Hochfrequenz-Energiequelle durch thermische Effekte oder dergleichen leicht variiert, keine, jedenfalls keine signifikante Variation der Leuchtstärke, weil die Einkopplung der elektromagnetischen Welle in das Plasma praktisch frequenzunabhängig erfolgt.

[0022] Die Anordnung wird typisch so ausgelegt sein, dass Leistung, die nicht zur Plasmaerzeugung benötigt wird, zurückreflektiert wird. Dabei ist zu beachten, dass die mögliche Leistungsaufnahme des Leuchtmittels nach dem Start variiert, etwa weil die Lampe noch warm werden muss und dadurch energieaufnehmende Prozesse verbessert werden, etwa, weil der Druck durch die Erwärmung noch ansteigt oder dergleichen. Bei Hochdrucklampen kann der Druck auf einige hundert bar ansteigen. Die Selbstregulierung durch Leistungsreflexion ist insoweit vorteilhaft, als keine Leistungsregler vorgeschaltet werden müssen.

[0023] Der Energietransport in das Plasma erfolgt durch evaneszente Felder der Oberflächenwelle, so dass eine galvanische Kopplung nicht zwingend erforderlich ist. Besonders vorteilhaft ist bei der erfindungsgemäßen Anordnung damit, dass die Mikrowellen nur in einem kleinen Abstand zum Zentralleiter in signifikantem Maß Leistung aufweisen, was die erforderliche Abschirmung verringert. Erfindungsgemäss ist der Zentralleiter nicht galvanisch mit dem Gasvolumen verbunden, sondern davon galvanisch getrennt. Dies bietet Vorteile, weil der Zentralleiter bei galvanischer Trennung vom Gasvolumen auch nicht mit dem Plasma in Berührung kommen kann. Demgemäß kann der Zentralleiter auch nicht - wie Elektroden sonst - vom Plasma angegriffen werden, was die Haltbarkeit verbessert.

[0024] In dem erfindungsgemässen Leuchtmittel ragt der Zentralleiter über den koaxialen Mantel hinaus. Dabei befindet sich der Zentralleiter im über den koaxialen Mantel hinausragenden Bereich immer noch innerhalb des Gasvolumens. Der Zentralleiter ist somit in dem Gasvolumen umfasst.

[0025] Der Gasleuchtraum ist zumindest weitgehend, bevorzugt vollständig abschirmungsfrei. Es kann somit im Betrieb in der eigentlichen Kopplungsstruktur eine Plasmaerregung und Oberflächenwellenbildung stattfinden, wobei sich die gebildete Oberflächenwelle entlang des Zentralleiters über die Abschirmung der Kopplungsstruktur hinaus am Zentralleiter entlang erstrecken kann und wobei durch das Hinausragen des Zentralleiters über

den ihn anfangs umgebenden koaxialen Mantel zumindest in jenem Bereich, in welchem der Zentralleiter über den Mantel hinausragt, eine vollständige Abschirmungsfreiheit gegeben ist. Da keine Hochfrequenzwellen abgeschirmt werden müssen, wird dort Licht auch nicht abgeschattet.

[0026] Schutz wird auch beansprucht für ein Verfahren zum Betrieb eines Leuchtmittels, bei welchem Hochfrequenzenergie über einen koaxialen Zentralleiter in ein Gasvolumen eingekoppelt wird, insbesondere bei einer Anordnung, wie sie im US-Patent 4,049,940, dort allerdings ohne den erfindungsgemäßen koaxialen Zentralleiter, beschrieben ist.

[0027] Erfindungsgemäss wird dabei Hochfrequenzenergie breitbandig oder gepulst eingekoppelt.

[0028] Die Erfindung wird im Folgenden nur beispielsweise anhand der Zeichnung beschrieben. In dieser ist dargestellt in

Fig. 1 eine Koppelstruktur für ein Leuchtmittel der vorliegenden Erfindung.

[0029] Nach Fig. 1 umfasst ein allgemein mit 1 bezeichnetes Leuchtmittel 1 ein Gasvolumen 2 und eine koaxiale HF-Energie-Einkopplungsvorrichtung 3 zur Erregung des Gasvolumens 2 mit Oberflächenwellen, wobei die koaxiale HF-Energie-Einkopplungsvorrichtung 3 einen in das Gasvolumen 2 geführten Zentralleiter 4 aufweist.

[0030] Das Leuchtmittel 1 ist vorliegend als Niederdruck-Leuchtmittel mit einem Gas von hier 30 mbar, hier beispielsweise mit Argon, gefüllt. Das Gasvolumen 2 ist in einem langgestreckten Glaskolben 2a umschlossen, der in Fig. 1 nur gestrichelt angedeutet ist. Der Glaskolben erstreckt sich dabei nicht bis ins Innere der Koppelstruktur 3, sondern nur bis dicht davor. So wird ein Kurzschluss der auf den Innenleiter zu koppelnden Mikrowellenenergie durch das Plasma vermieden. In diesem Glaszylinder 2a liegt, galvanisch von der weiteren Koppelstruktur 3 getrennt, der Zentralleiter 4.

[0031] Die Koppelstruktur 3 ist vorliegend, abgesehen vom Zentralleiter 4, gebildet wie in US 4,049,940 per se beschrieben. Vorgesehen ist eine hier gleichfalls koaxiale Energiezuleitung 3a, die im Inneren eines Kopplungsraums 3b mit einer kapazitiven Kopplungsplatte 3c verbunden ist, welche sich bereichsweise eng an einen Koaxialmantel 3d annähert. Der Koaxialmantel 3d hat eine Achse, auf welcher der Zentralleiter 4 verläuft und bildet demnach mit dem Zentralleiter eine koaxiale HF-Energie-Einkopplungsvorrichtung. Die Kopplungsstruktur 3 hat weiter einen Koppelschlitz 5 zum Aufprägen der Oberflächenwelle und eine Frontplatte 6. Wie der Vergleich mit der US 4,049,940 zeigt, unterscheidet sich die vorliegende Anordnung somit insbesondere durch den zusätzlichen Zentralleiter 4 vom Stand der Technik.

[0032] Die Anordnung wird betrieben wie folgt:

Über die koaxiale Zuleitung 1 wird aus einer HF-Energiequelle (nicht gezeigt), die im übrigen Teil des Leuchtmittels oder separat gebildet sein kann, Energie über die koaxiale Zuleitung und die kapazitive Kopplung zu dem Gasvolumen 2 hin geleitet. Die kapazitive Kopplung koppelt Energie in die Koaxialstruktur aus Koaxialmantel 3d und Zentralleiter 4 zur Energieweiterleitung in einer Koaxialgrundmode.

[0033] Durch die zugeführte Energie bildet sich eine Oberflächenwelle entlang des Zentralleiters aus, die entlang des Zentralleiters über die Koppelstruktur hinaus erstreckt ist und sich somit auch in den Bereich des länglichen Glaskolbens außerhalb der eigentlichen Koppelstruktur, das heißt jenseits der Frontplatte 6 erstreckt und es wird das Gasvolumen in den Plasmazustand versetzt.

[0034] Die Einkopplung erfolgt, ohne dass Resonanzbedingungen eingehalten werden müssen, so dass ein Pulsbetrieb ohne weiteres möglich ist. Messungen haben ergeben, das keine signifikanten Mikrowellenleistungen abgestrahlt werden.

[0035] Zusammenfassend wurden somit ein Leuchtmittel und ein Verfahren zum Betreiben eines Leuchtmittels beschrieben, bei welchen hochfrequente Wellen in ein Gasvolumen zur Plasmaerzeugung und -erhaltung bei nur geringer Abschattung eingekoppelt werden, eine kleine Bauweise erreicht wird, eine breitbandige Transmissivität für Hochfrequenzwellen im Bauteil gewährleistet wird, der Eigenverbrauch beziehungsweise Leerlaufverbrauch sehr gering ist und die hochfrequente Welle ohne weiteres in das Innere des Leuchtmittels transportiert werden kann.

Patentansprüche

1. Leuchtmittel
   mit einem Gasvolumen (2) in einem Glaskolben (2a), wobei ein Gasleuchtraum gebildet ist, der zumindest weitgehend, bevorzugt vollständig abschirmiungsfrei ist, und
   einer HF-Energie-Einkopplungsvorrichtung (3) zur Erregung des Gasvolumens mit Oberflächenwellen mit einer Koppelstruktur, die einen koaxialen Mantel (3d), eine Frontplatte (6) und einen Koppelschlitz (5) zum Aufprägen der Oberflächenwellen aufweist,
   dadurch gekennzeichnet, dass
   die HF-Energie-Einkopplungsvorrichtung (3) weiter einen in das Gasvolumen geführten Zentralleiter (4) aufweist, der galvanisch von der Kopplungsstruktur und von dem Gasvolumen getrennt und auf der Längsachse des koaxialen Mantels angeordnet ist, und
   der Zentralleiter beabstandet von der Kopplungsstruktur über den koaxialen Mantel hinausragt, wobei sich der Zentralleiter im über den koaxialen Mantel hinausragenden Bereich immer noch innerhalb des Gasvolumens befindet und somit in dem Gasvolumen umfasst ist,

um damit im Betrieb eine sich entlang des Zentralleiters über die Koppelstruktur der koaxialen HF-Energie-Einkopplungsvorrichtung hinaus erstreckende Oberflächenwelle auszubilden und das Gasvolumen in den Plasmazustand zu versetzen.

2. Leuchtmittel nach dem vorhergehenden Anspruch,

dadurch gekennzeichnet, dass
entweder

das Gasvolumen ein Hochdruckgasvolumen ist
und dabei bevorzugt zum Leuchten mit hoher Brillanz ausgelegt ist;

oder

das Gasvolumen ein Niederdruckgasvolumen ist
und das Leuchtmittel für UV-Erzeugungszwecke und/oder Beleuchtungszwecke ausgelegt ist;

oder

das Gasvolumen ein Mitteldruckgasvolumen ist
und dabei bevorzugt das Leuchtmittel

zur Erzeugung

biologischer und/oder chemisch

wirksamer Strahlung,

insbesondere zur Wasserdesinfektion mit Um-Strahlung ausgelegt ist.

3. Leuchtmittel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die koaxiale-HF-Energie-Einkoppelvorrichtung mit einem zur Energieeinspeisung und/oder -leitung in der Grundmode ausgelegten Koaxialleiter gebildet ist.

4. Leuchtmittel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** es zur Erregung des Gasvolumens mit nichtresonanten Energie ausgebildet ist.

5. Leuchtmittel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die HF-Energie-Einkopplungsvorrichtung zur Einkopplung gepulster Energie und/oder breitbandiger HF-Energie ausgebildet ist und/oder eine gepulste oder breitbandige HF-Energiequelle umfasst.

6. Leuchtmittel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** es für eine Selbstregulierung durch Leistungsreflexion ausgelegt ist.

7. Verfahren zum Betrieb eines Leuchtmittels nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die HF-Energie breitbandig und/oder gepulst eingekoppelt wird.

Claims

1. Lighting means
having a gas volume (2) in a glass bulb (2a), a gas lighting chamber being formed, which is at least largely, preferably completely, free of any shielding, and
an HF energy injection device (3) for exciting the gas volume with surface waves and having a coupling structure which comprises a coaxial jacket (3d), a front plate (6) and a coupling slot (5) for impressing the surface waves, **characterized in that**
the HF energy injection device (3) further has a central conductor (4) that is led into the gas volume, is isolated galvanically from the coupling structure and from the gas volume and is arranged on the longitudinal axis of the coaxial jacket, and
the central conductor projects beyond the coaxial jacket at a distance from the coupling structure, the central conductor in the region projecting beyond the coaxial jacket still being located within the gas volume and thus comprised in the gas volume,
in order to form therewith, during operation, a surface wave extending along the central conductor via the coupling structure of the coaxial HF energy injection device and to set the gas volume into the plasma state.

2. Lighting means according to the preceding claim, **characterized in that**
either

the gas volume is a high-pressure gas volume and is preferably designed to shine with high brilliance;
or
the gas volume is a low-pressure gas volume and the lighting means is designed for UV generation purposes and/or illumination purposes;
or
the gas volume is a medium-pressure gas volume, the lighting means being preferably designed

to generate biological and/or chemically active radiation,
in particular for water disinfection with UV

radiation.

3. Lighting means according to one of the preceding claims, **characterized in that** the coaxial HF energy injection device is formed with a coaxial conductor designed for feeding and/or conducting energy in the fundamental mode.

4. Lighting means according to one of the preceding claims, **characterized in that** it is designed to excite the gas volume with non-resonant energy.

5. Lighting means according to one of the preceding claims, **characterized in that** the HF energy injection device is designed to inject pulsed energy and/or broadband HF energy and/or comprises a pulsed or broadband HF energy source.

6. Lighting means according to one of the preceding claims, **characterized in that** it is designed for self-regulation by power reflection.

7. Method for operating a lighting means according to one of the preceding claims, wherein the HF energy is injected in a broadband and/or pulsed manner.

Revendications

1. Source lumineuse
avec un volume gazeux (2) dans une ampoule (2a), un espace d'éclairage au gaz étant formé qui est pour le moins amplement, de préférence totalement exempt d'écran et
un dispositif d'injection (3) d'énergie HF destiné à exciter le volume gazeux avec des ondes superficielles, avec une structure d'injection qui comporte une enveloppe (3d) coaxiale, une plaque frontale (6) et une encoche d'injection (5) pour l'application des ondes superficielles,
caractérisée en ce que
le dispositif d'injection (3) d'énergie HF comporte par ailleurs un conducteur central (4) guidé dans le volume gazeux qui est galvaniquement isolé de la structure d'injection et du volume gazeux et qui est placé sur l'axe longitudinal de l'enveloppe coaxiale et le conducteur central saillit par-dessus l'enveloppe coaxiale, avec un écart par rapport à la structure d'injection, dans la zone saillant par-dessus l'enveloppe coaxiale, le conducteur central se trouvant encore à l'intérieur du volume gazeux et étant ainsi englobé dans le volume gazeux,
pour former ainsi en service une onde superficielle s'étendant le long du conducteur central, par delà la structure d'injection du dispositif coaxial d'injection d'énergie HF et pour amener le volume gazeux à l'état de plasma.

2. Source lumineuse selon la revendication précédente,
caractérisée en ce que
soit
le volume gazeux est un volume gazeux haute pression et à cet effet est conçu de préférence pour illuminer à haute brillance ;
ou
le volume gazeux est un volume gazeux basse pression et la source lumineuse est conçue à des fins génératrices d'UV et/ou à des fins d'éclairage ;
ou
le volume gazeux est un volume gazeux moyenne pression et à cet effet, la source lumineuse est conçue de préférence pour générer un rayonnement à effet biologique et/ou chimique, notamment pour la désinfection d'eau au rayonnement UV.

3. Source lumineuse selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le dispositif coaxial d'injection d'énergie HF est formé avec un conducteur coaxial conçu pour alimenter et/ou pour guider de l'énergie dans le mode fondamental.

4. Source lumineuse selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** pour exciter le volume gazeux, elle est formée avec l'énergie non résonante.

5. Source lumineuse selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le dispositif d'injection d'énergie HF est réalisé pour injecter de l'énergie pulsée et/ou de l'énergie HF à large bande et/ou comprend une source d'énergie HF pulsée ou à large bande.

6. Source lumineuse selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'**elle est conçue pour une autorégulation par réflexion de puissance.

7. Procédé destiné à faire fonctionner une source lumineuse selon l'une quelconque des revendications précédentes, l'énergie HF étant injectée à large bande ou de manière pulsée.

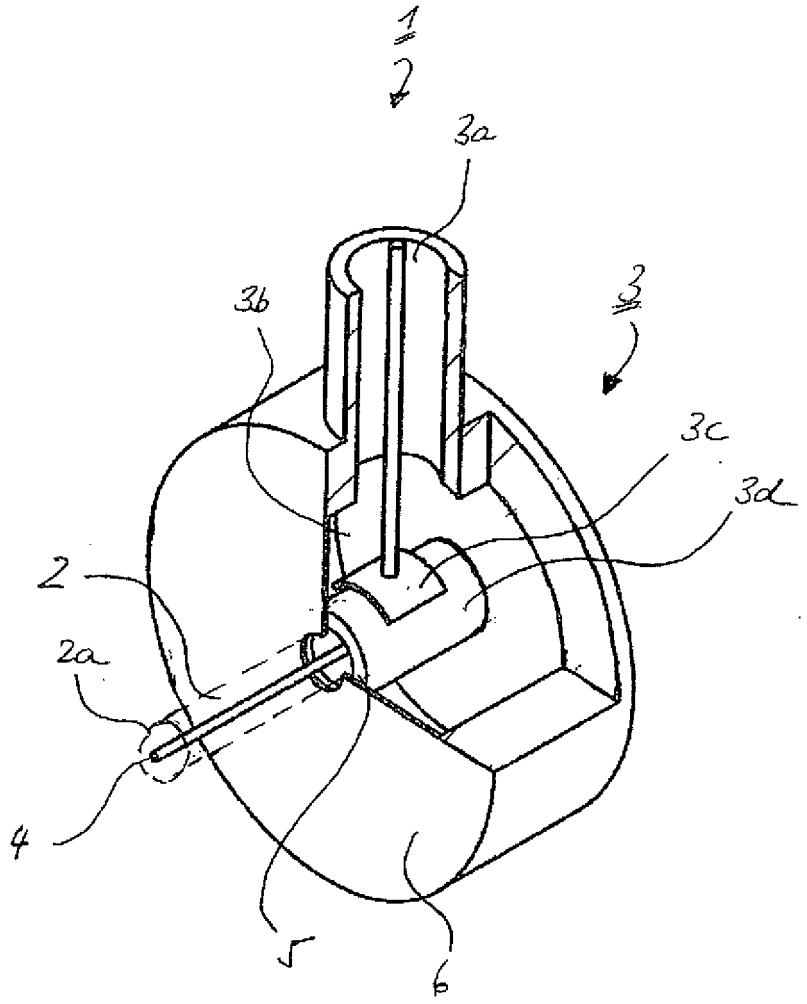


Fig. 1

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 10335523 B4 **[0004]**
- US 4908492 A **[0005]**
- US 5072157 A **[0006]**
- US 4049940 A **[0007] [0026] [0031]**