

(19)



(11)

EP 2 246 874 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
13.02.2013 Patentblatt 2013/07

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

(21) Anmeldenummer: **10004268.8**

(22) Anmeldetag: **22.04.2010**

(54) **Plasmalampe**

Plasma lamp

Lampe à plasma

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL
PT RO SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **28.04.2009 DE 102009018840**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
03.11.2010 Patentblatt 2010/44

(73) Patentinhaber: **Auer Lighting GmbH
37581 Bad Gandersheim (DE)**

(72) Erfinder:

- **Brandt, Lars
37547 Kreiensen (DE)**

- **Hamel, Margareta
37136 Ebergötzen (DE)**
- **Wagener, Harry
31061 Alfeld (DE)**

(74) Vertreter: **Lins, Edgar et al
Gramm, Lins & Partner GbR
Theodor-Heuss-Strasse 1
38122 Braunschweig (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**US-A- 5 334 913 US-A1- 2002 089 287
US-A1- 2003 057 842 US-A1- 2004 178 735**

EP 2 246 874 B1

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).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Plasmalampe mit einem Lampenkolben, der ein zur Plasmabildung mit einer Mikrowellen-Anregungsstrahlung geeignetes Material enthält, mit einer Zuführungsleitung zur Zuführung der Mikrowellen-Anregungsstrahlung zum Lampenkolben und mit einem den Lampenkolben zumindest teilweise umgebenden Reflektor zur Ausrichtung des von dem Plasma im Lampenkolben ausgesandten Lichts, wobei der Lampenkolben innerhalb eines Mikrowellen-Resonators so angeordnet ist, dass im Bereich des Lampenkolbens eine hohe Mikrowellenfeldstärke erreicht wird und wobei der Mikrowellen-Resonator metallische Wände aufweist.

[0002] Eine derartige Plasmalampe ist durch EP 1 432 012 A2 bekannt. Die Mikrowellen-Anregungsstrahlung wird durch ein Magnetron als Mikrowellenquelle generiert und über einen Wellenleiter in einen zylindrischen Mikrowellen-Resonator geleitet, in dessen Längsachse mittig der Lampenkolben angeordnet ist. Dieser ist vorzugsweise mit einem inerten Gas gefüllt, das durch die Mikrowellenenergie zu einem Plasma ionisiert wird und dadurch Licht abstrahlt. Das Licht kann aus dem Mikrowellen-Resonator durch einen oberen, lichtdurchlässigen Wandabschnitt austreten, der durch eine gitterartige metallische Struktur in Form eines Netzes gebildet ist. Der Mikrowellen-Resonator mit dem Lampenkolben befindet sich innerhalb eines in üblicher Weise trichterartig ausgebildeten Reflektors mit einem kreisförmigen Querschnitt, wobei der zylindrische Mikrowellen-Resonator konzentrisch zu dem kreisförmigen Querschnitt des Reflektors angeordnet ist.

[0003] Durch DE 43 07 965 A1 ist ferner eine derartige Mikrowellenlampe bekannt, bei der durch die Einkopplung zweier zueinander phasenverschobener Mikrowellenfelder in dem Mikrowellen-Resonator ein Drehfeld erzeugt wird, um eine vergleichmäßigte Plasmaanregung - und dadurch eine vergleichmäßigte Lichtabstrahlung - zu erzielen. Alternativ ist es bekannt, das Mikrowellenfeld statisch zu belassen und den Lampenkolben in eine Rotation um seine Längsachse zu versetzen.

[0004] Die bekannten Plasmalampen sind üblicherweise mit Schwefel gefüllt und daher als Schwefel-Plasmalampen bekannt geworden. Das System der Plasmalampe ermöglicht eine hohe Lichtausbeute. Nachteilig an den bekannten Plasmalampen ist jedoch, dass der Drahtzylinder, der den Lampenkolben seitlich und in Abstrahlrichtung umgibt, einen Teil des Lichtes abschirmt und dass der außerhalb des Mikrowellen-Resonators angeordnete Metallreflektor eine erhebliche Größe aufweisen muss.

[0005] US 2003/0057842 A1 offenbart eine Plasmalampe, bei der ein Mikrowellen-Resonator durch ein Gehäuse gebildet wird, in dessen Resonatorraum die von einem Mikrowellen-Generator generierte Mikrowellenenergie über einen coaxialen Wellenleiter eingeleitet wird. In dem Resonatorraum ist ein mit einem geeigneten

Gas gefüllter Lampenkolben angeordnet, der mit einem Motor drehbar ist. Eine Begrenzungswand des Resonatorgehäuses weist eine Öffnung auf, in die ein den Lampenkolben umgebender Reflektor eingesetzt ist, der mit einem wesentlichen Teil des Reflektorkörpers aus dem Resonatorgehäuse herausragt. Der aus dem Resonator herausragende Teil des Reflektors ist mit einer hutförmigen Gitterstruktur umgeben, um die Abgabe von Mikrowellenenergie in die Umgebung zu unterbinden.

[0006] Durch die Öffnung im Resonatorgehäuse und den jenseits des Resonatorraums befindlichen Teil des Reflektors, der mit der hutförmigen Siebstruktur abgeschirmt wird, sind Verluste für die Anregung der Plasmalampe nicht zu vermeiden.

[0007] Durch US 2004/0178735 A1 ist eine ähnliche Anordnung bekannt, bei der die von einem Generator erzeugte Mikrowellenenergie in zwei zueinander senkrecht stehende koaxiale Resonatoren eingeleitet wird. Am Ende des zweiten Resonators wird die Mikrowellenenergie ausgekoppelt und mit Hilfe eines Leiters den Kolben der Plasmalampe geleitet, um das Plasma zu generieren. Der Kolben befindet sich daher außerhalb des zweiten Resonators und ist von einem Reflektor umgeben, der in eine Begrenzungswand des Resonatorgehäuses eingesetzt ist.

[0008] Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Plasmalampe der eingangs erwähnten Art so auszubilden, dass eine kleinere Bauform mit einer optimierten Lichtausbeute möglich ist.

[0009] Zur Lösung dieser Aufgabe ist erfindungsgemäß eine Plasmalampe der eingangs erwähnten Art dadurch gekennzeichnet, dass der Mikrowellen-Resonator durch eine einen Boden bildende Metallplatte, eine zylindrische Mantelwandung aus Metall und einer dem Boden gegenüberliegenden, abschirmenden und lichtdurchlässigen Struktur in Form einer Abdeckscheibe gebildet ist, dass der Reflektor innerhalb des Mikrowellen-Resonators angeordnet ist und dass der Mikrowellen-Resonator mit dem Reflektor auf einen optimalen Energieeintrag in den Lampenkolben abgestimmt ist.

[0010] Bei der erfindungsgemäßen Plasmalampe befindet sich der Reflektor somit innerhalb des Mikrowellen-Resonators. Dies wird dadurch ermöglicht, dass der Reflektor und der Resonator aufeinander abgestimmt sind und der Energieeintrag in die Plasmalampe optimiert wird.

[0011] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist der Reflektor nicht als metallischer Reflektor ausgebildet sondern besteht aus einem für Mikrowellen durchlässigen Grundkörper, vorzugsweise mit einer für Mikrowellen durchlässigen, für Licht jedoch reflektierenden Beschichtung. Diese Anordnung hat den Vorteil, dass eine Wechselwirkung mit der Mikrowelleneinstrahlung unterbleibt. Eine derartige Beschichtung ist vorzugsweise eine nichtmetallische Interferenzbeschichtung.

[0012] Die Interferenzbeschichtung ist vorzugsweise als Kaltlichtspiegel ausgeführt und besitzt somit ein ho-

hes Reflexionsvermögen für das sichtbare Licht, während die Mikrowellen-Anregungsstrahlung und etwaige Wärmestrahlungen durch die Beschichtung praktisch ungedämpft hindurchtreten.

[0013] Der Reflektor besteht vorzugsweise aus einem mikrowelleneigneten Material, nämlich Glas, Keramik, Glaskeramik oder aus geeigneten Kunststoffen. Die Beschichtung ist vorzugsweise eine Interferenzbeschichtung mit für Mikrowellen transparenten Beschichtungsmaterialien, insbesondere Oxide, Nitride o. ä. Somit wird das Mikrowellenfeld im Mikrowellen-Resonator nicht oder nur geringfügig durch den Reflektor beeinflusst. Da das in dem Lampenkolben generierte Licht durch den unmittelbar an dem Lampenkolben sitzenden Reflektor bereits in der gewünschten Weise gerichtet wird, tritt es vollständig aus der den Mikrowellen-Resonator abschließenden elektrisch leitenden Abdeckung aus.

[0014] Der Einsatz der nichtmetallischen Interferenzbeschichtung erlaubt darüber hinaus eine gegenüber den bisher verwendeten Metallreflektoren (insbesondere Aluminiumreflektoren) Erhöhung des Reflexionsgrads. Während die herkömmlichen Aluminiumschichten einen Reflexionsgrad von etwa 90 % aufweisen, liegt der Reflexionsgrad der Interferenzbeschichtungen beispielsweise auf der Basis von $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$ -Wechselschichtpaketen, üblicherweise im Bereich von 94 bis 97 %.

[0015] Eine weitere Steigerung der Effizienz der erfindungsgemäßen Plasmalampe lässt sich dadurch erreichen, dass sie für den Betrieb mit einer Mikrowellenfrequenz von > 5 GHz eingerichtet werden kann. Bevorzugt wird hierbei ein 5,8 GHz-Magnetron eingesetzt. Diese Mikrowellen-Anregungsfrequenz liegt deutlich höher als die bei üblichen Schwefel-Plasmalampen verwendeten Anregungsfrequenzen. Die höheren Frequenzen ermöglichen geringere Abmessungen der Mikrowellen-Bauteile, sodass die erfindungsgemäße Plasmalampe auch deswegen gegenüber herkömmlichen Plasmalampen mit kleineren Abmessungen erstellt werden kann.

[0016] Die erfindungsgemäße Plasmalampe ermöglicht den Einsatz aller geeigneten Materialien, die sich durch eine Mikrowellen-Anregungsstrahlung zur Lichtabgabe anregen lassen. Hierzu gehören die bekannten Füllungen mit Schwefelanteilen, aber auch andere mögliche Füllungen, beispielsweise mit Dysprosiumiodid, Quecksilberiodid usw. sowie Kombinationen dieser Materialien.

[0017] In einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die abschirmende elektrisch leitfähige Struktur der Abdeckung eine lichtdurchlässige elektrisch leitfähige Beschichtung eines lichtdurchlässigen Substrats. Hierfür kann die elektrisch leitfähige Beschichtung so dünn ausgebildet sein, dass sie ausreichend leitfähig ist, um das Mikrowellenfeld in dem Mikrowellen-Resonator einzuschließen, jedoch für das sichtbare Licht durchlässig oder zumindest durchscheinend ist. Alternativ ist es möglich, auf einem Substrat eine lichtdurchlässige gitterförmige Beschichtung aufzubringen, die das Mikrowellenfeld nach Art eines Faradayschen Käfigs ab-

schirmt, den Lichtdurchtritt durch die Zwischenräume zwischen den metallischen Gitterlinien ermöglicht. Selbstverständlich ist es auch bei der vorliegenden Erfindung möglich, den lichtdurchlässigen Wandabschnitt des Resonators lediglich durch ein gitterartiges Drahtgeflecht zu realisieren. Es ist ersichtlich, dass es auf die konkrete Ausbildung einer Gitterform nicht ankommt. Als "gitterförmig" im Sinne dieser Anmeldung wird daher jedes - regelmäßige oder unregelmäßige - Muster verstanden, das eine ausreichende zusammenhängende Leitfähigkeit für die Abschirmung des Mikrowellenfelds gewährleistet und andererseits ausreichende Zwischenräume belässt, durch die das in dem Lampenkolben generierte und durch den Reflektor gerichtete Licht austreten kann.

[0018] Das lichtdurchlässige Substrat kann alternativ auch anstelle einer Beschichtung aus Metall mit einer elektrisch leitfähigen Beschichtung aus einem transparenten Oxid versehen sein. Solche elektrisch leitfähigen, jedoch gleichzeitig im sichtbaren Bereich transparenten Beschichtungen sind dem Fachmann grundsätzlich bekannt. Sie werden z. B. bei der Wärmedämmung von Fenstern oder bei Touch Screens eingesetzt. Die Beschichtungen bestehen dabei aus Oxiden, die mit einem anderen Oxid dotiert sind und damit halbleiterähnliche Eigenschaften erhalten. Am bekanntesten ist dabei Indiumzinnoxid (ITO), bei dem Indiumoxid mit einem Anteil von etwa 5 - 10 % Zinnoxid dotiert wird. Durch die Dotierung erhält das ansonsten nicht besonders leitfähige Indiumoxid eine Leitfähigkeit, die bei ausreichender Dicke der ITO-Beschichtung in der Lage ist, eine für die Reflexion von Mikrowellen ausreichende elektrische Leitfähigkeit zu erreichen. Diese Art von Beschichtung hat aufgrund ihrer elektrischen Leitfähigkeit eine Wirkung wie eine dünne Metallschicht.

[0019] In einer weiter bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist der Lampenkolben in einer Mittenachse des Reflektors verschiebbar angeordnet, sodass die Geometrie des Lampenkolbens relativ zum Reflektor veränderbar ist, sodass die Ausrichtung und Bündelung des Lichts einstellbar ist. In einer anderen Ausführungsform der Erfindung wird der Lampenkolben anstelle von unten seitlich in den Reflektor eingeführt, wobei ein stabförmiger Ansatz, mit dem der Lampenkolben in einer Lampenhalterung befestigt wird, durch eine seitliche Öffnung durch den Reflektor hinausgeführt wird. Bei dieser Ausführungsform muss sich der Kolben mit dem Licht aussendenden Füllgas ebenso wie in der früheren Ausführungsform an geeigneter Stelle im Reflektor befinden.

[0020] Die erfindungsgemäße Plasmalampe ermöglicht eine Lichtumsetzung von 120 lumen/W oder mehr. Wenn also ein konventionell erhältliches Magnetron mit einer Leistung von 800 W als Mikrowellenquelle verwendet wird, lässt sich ein Lichtstrom von mehr als 100.000 Lumen erreichen. Es ist ohne weiteres möglich, eine erfindungsgemäße Plasmalampe auch mit leistungsstärkeren Magnetrons zu verwenden, sodass auch noch leistungsstärkere Plasmalampen realisiert werden können.

Für eine höhere Mikrowellenleistung kann es dabei erforderlich sein, die Größe des Durchmessers des Lampenkolbens an die höhere Leistung anzupassen. Derzeit wird die erfindungsgemäße Plasmalampe mit Lampenkolbendurchmessern von ca. 30 - 35 mm betrieben.

[0021] Der Fülldruck des Füllmaterials in dem Lampenkolben ist in Abhängigkeit von dem verwendeten Füllmaterial, von der Größe des Lampenkolbens und/oder von der elektrischen Leistung des Magnetrons einzustellen.

[0022] Die für die erfindungsgemäße Plasmalampe verwendbaren Füllungen sind nicht beschränkt. Es können die herkömmlichen Gasmischungen aus Argon und Schwefel verwendet werden, möglich sind aber auch Gasmischungen mit anderen Materialien, wie z. B. Selen und/oder Tellur neben einem inerten Gas, vorzugsweise Edelgas, das die die Mikrowellenenergie aufnimmt und die aufgenommene Energie an die anderen Gasbestandteile, beispielsweise Schwefel bzw. dessen Moleküle abgibt, wodurch diese angeregt werden und beim Rückfall in den niederenergetischen Zustand die Photonen abgeben. Diese Aufgabe kann auch von inerten Gasen, vorzugsweise Edelgasen, erfüllt werden.

[0023] Für die Anwendung der erfindungsgemäßen Plasmalampe ist von Bedeutung, dass ihre Funktion von der Einbaulage unabhängig ist. Hierdurch unterscheidet sich die erfindungsgemäße Plasmalampe von konventionellen Entladungslampen, insbesondere den CDM-Lampen (Ceramic Discharge Metal). Bei diesen bekannten Lampen tritt eine Farberlegung zwischen Rot und Grün durch die Wechselwirkung der enthaltenen Metallsalze (aus Seltenerdmetallen, wie beispielsweise Scandium) mit dem heißen Kolben auf. Eine derartige Farberlegung tritt bei den erfindungsgemäßen Plasmalampen nicht auf, da sie üblicherweise keine Metallsalze enthalten. Es kann zwar noch ein kleiner Anteil von Feststoffen, insbesondere festem Schwefel, in dem Kolben vorhanden sein, aber der überwiegende Anteil des Schwefels (bei einer Schwefel-Plasmalampe) befindet sich aufgrund der hohen Temperaturen im Kolben im gasförmigen Zustand. Die hohe Temperatur des Schwefels wird dabei durch Energieübertragung von den durch die Mikrowellen stark angeregten Argonatomen oder anderen stark angeregten Atomen oder Molekülen erreicht.

[0024] Der Kolben der Plasmalampe kann fest montiert sein. Alternativ ist es möglich, den Kolben während des Betriebs der Lampe um seine Längsachse zu drehen, um eine Vergleichmäßigung der Lichtanregung durch die Mikrowellen zu erzielen. Dadurch wird es in der Plasmalampe keine bevorzugten Stellen geben, an denen sich der Schwefel in erster Linie niederschlagen kann. Demgemäß entsteht auch keine farbliche Asymmetrie der Lichtabstrahlung wie bei den konventionellen CDM-Lampen.

[0025] Das von der erfindungsgemäßen Plasmalampe abgestrahlte Licht hat einen vergleichsweise geringen UV-Anteil gegenüber herkömmlichen Entladungslampen, bei denen insbesondere durch die Anregung von

Quecksilberatomen in der Gaszusammensetzung beachtliche Mengen an UV-Strahlung entstehen. Bei einer Schwefel-Argon-Mischung, wie sie bei der erfindungsgemäßen Plasmalampe beispielsweise verwendet wird, enthält das Emissionsspektrum einen relativ geringen Anteil im UV-Bereich gegenüber dem sichtbaren Bereich. Unterhalb von 350 nm wird praktisch überhaupt keine UV-Strahlung mehr abgegeben.

[0026] Die erfindungsgemäße Plasmalampe ermöglicht die Verwendung sehr kleiner Lampenkolben, deren Durchmesser somit < 35 mm, bevorzugt < 20 mm und besonders bevorzugt bis zu < 10 mm ausgebildet sein kann. Zur Optimierung kann dabei eine Änderung des Fülldrucks oder eine Änderung der Gaszusammensetzung sinnvoll sein.

[0027] Die dabei verwendete Form des Kolbens kann in herkömmlicher Weise kugelförmig sein. Bevorzugt ist jedoch eine gestreckte Ausbildung des Kolbens in Richtung der optischen Achse, sodass der Lampenkolben in dieser Richtung leicht oval geformt ist. Diese Ausbildung ist insbesondere vorteilhaft bei einem elliptischen Reflektor, bei dem sich die Lichtstrahlen, die ihren Ursprung in der Nähe der optischen Achse haben, aus geometrischen Gründen regelmäßig besser in eine kleine Blende lenken lassen als Lichtstrahlen, die ihren Ursprung weiter von der optischen Achse entfernt haben.

[0028] Die erfindungsgemäße Plasmalampe weist den Vorteil auf, dass sie im Vergleich zu konventionellen Entladungslampen gut dimmbar sind. Die erfindungsgemäße Plasmalampe ist stufenlos ohne eine deutliche Verschlechterung des Emissionsspektrums dimmbar. Insbesondere verschlechtert sich der Farbwiedergabewert Ra (bzw. CRI) bei einer geringen angelegten elektrischen Leistung nicht merklich, sodass die Lampe weiterhin bei guter Farbwiedergabe mit geringer Leistung betrieben werden kann, ohne dass aufwändige und thermisch stark belastbare Dimmerscheiben in den Strahlengang eingefahren werden müssen, wie dies bei herkömmlichen Bühnenscheinwerfern der Fall ist. Die herkömmliche Dimmung führt auch nicht zu einer Energieeinsparung wie sie mit der erfindungsgemäßen, gut dimmbaren Plasmalampe erzielt wird. Mit diesen Eigenschaften kann die erfindungsgemäße Plasmalampe besonders gut als Straßenbeleuchtung eingesetzt werden, da die heute üblicherweise verwendete Nachtabstimmung im Verkehr und im Sicherheitsgefühl der Bürger durchaus nachteilig ist, sodass ein Dimmen einer derartigen erfindungsgemäßen Plasmalampe sowohl eine Energieeinsparung ermöglicht als auch die Nachteile der vollständigen Nachtabstimmung vermeidet. Da sich die Farbeigenschaften des abgestrahlten Lichts bei der Dimmung praktisch nicht verändern, bleibt eine hohe Erkennbarkeit von unbeleuchteten Verkehrsteilnehmer, insbesondere Fußgängern, auch bei reduzierter Lichtintensität erhalten.

[0029] Die erfindungsgemäße Plasmalampe lässt sich im Gegensatz zu konventionellen Entladungslampen sehr schnell ein- und ausschalten. Außerdem wird die

Gesamtlebensdauer der Lampe durch häufiges Ein- und Ausschalten nicht merklich verringert, da die Lampe keine Elektroden enthält, die durch den Ein- bzw. Ausschaltvorgang in Mitleidenschaft gezogen werden könnten. Die erfindungsgemäße Plasmalampe eignet sich daher sehr gut für den Einsatz im Bereich der Hindernisbeleuchtung, z. B. als Leuchtfeuer auf Windrädern, Türmen, Fabrik-schornsteinen usw.. Die erfindungsgemäße Lampe kann sofort wieder mit voller Lichtstärke betrieben werden, wenn sie nur kurzzeitig ausgeschaltet ist. Bei einer längeren Ausschaltzeit kühlt der Kolben aus. Bei einer Schwefelfüllung geht der Schwefel in den festen Zustand über. Vom kalten Zustand aus dauert es weniger als 20 s bis wieder die volle Lichtstärke erreicht ist.

[0030] Die erfindungsgemäße Plasmalampe eignet sich insbesondere für die Bühnenbeleuchtung, für eine Architekturbeleuchtung (Fassaden, große Plätze, Parkplätze, Stadion, Baustellen usw.), für eine digitale Kino-projektion, für Gartenbaubetriebe zur Simulation von Tageslicht und zur Beleuchtung von großen Hallen, Kauf-häusern, Shopping Malls usw.

[0031] Die erfindungsgemäße Plasmalampe kann auch als eine zentrale Lichtquelle verwendet werden, indem ihr abgestrahltes Licht mit einem vorzugsweise elliptischen Reflektor auf eine kleine Blende abgebildet wird, in dem sich eine Seite eines Glasfaserbündels befindet, von dem aus eine Vielzahl von Glasfasern ausgeht, die in eine Vielzahl von einzelnen individuellen Lichtquellen verteilt werden kann.

[0032] Die Erfindung soll im Folgenden anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert werden. Es zeigen:

Figur 1 einen Schnitt durch eine schematische Anordnung einer erfindungsgemäßen Plasmalampe in einer ersten Ausführungsform;

Figur 2 einen Schnitt durch eine schematische Anordnung einer erfindungsgemäßen Plasmalampe in einer zweiten Ausführungsform.

[0033] Gemäß Figur 1 befindet sich ein kugelförmig ausgebildeter Lampenkolben 1 aus einem geeigneten Glas, Quarzglas o. dgl. am Ende eines stabförmigen Ansatzes 2, mit dem der Lampenkolben 1 in einer Lampenhalterung 3 befestigt ist. Der Ansatz 2 ragt durch eine Metallplatte 4 hindurch, die einen Boden eines zylindrischen Mikrowellen-Resonators 5 bildet. Die Metallplatte 4 und eine zylindrische Mantelwandung 6 des Mikrowellen-Resonators 5 bestehen aus Metall, während eine dem Boden 4 gegenüberliegende, den Mikrowellen-Resonator 5 abschließende Abdeckscheibe 7 aus einem geeigneten Glas besteht und mit einer elektrisch leitenden Beschichtung versehen ist, um die Umgebung gegen ein Austreten der Mikrowellen aus dem Mikrowellen-Resonator 5 abzuschirmen. In den Mikrowellen-Resonator werden von einem Mikrowellen-Generator 8 erzeugte Mikrowellen über einen Hohlleiter 9 seitlich durch einen

Schlitz in den Mikrowellen-Resonator 5 eingeleitet. Der Mikrowellen-Generator 8 wird elektrisch durch eine Versorgungseinheit 10 versorgt.

[0034] Innerhalb des Mikrowellen-Resonators 5 befindet sich erfindungsgemäß ein Reflektor 11, der den Lampenkolben 1 konzentrisch bezüglich der Hochachse umgibt. Der Reflektor 11 besteht vorzugsweise aus einem geeigneten nichtmetallischen Körper, der für Mikrowellen durchlässig ist und das Mikrowellenfeld in dem Mikrowellen-Resonator 5 nicht stört. Der Glaskörper 11 ist mit einer nichtmetallischen Beschichtung versehen, die die Mikrowellen durchlässt, das von dem Lampenkolben 1 abgegebene Licht jedoch reflektiert. Hierfür kommt insbesondere eine Interferenzbeschichtung in Frage, die in an sich bekannter Weise aus Wechschelschichtpaketen, beispielsweise aus TiO_2 und SiO_2 gebildet ist. Derartige Interferenzbeschichtungen lassen sich als Kaltlichtspiegelbeschichtung ausbilden, sodass eine hohe Reflektivität für das sichtbare Licht gegeben ist, während Mikrowellenstrahlungen und ggf. vorhandene UV- und Wärmestrahlungsanteile durchgelassen werden. Der Reflektor ist rotationssymmetrisch zu einer Mittenachse 12 ausgebildet, eine gleiche Rotationssymmetrie um die Mittenachse 12 ergibt sich auch für den Lampenkolben 1, der in dem in Figur 1 dargestellten Ausführungsbeispiel kugelförmig ist. Der Lampenkolben kann aber auch andere Formen aufweisen, beispielsweise oval, elliptisch o. ä. Die Kolbenform wird so gewählt, dass die Mikrowelle optimal an das Füllgas ankoppelt, um einen möglichst hohen Gasanteil der Füllung in den Plasmazustand zu überführen. In der Mittenachse 12 kann der Lampenkolben 1 translatorisch verschiebbar angeordnet sein, sodass sich die räumliche Anordnung des Lampenkolbens 1 zum Reflektor 11 ändern kann, wodurch die Ausrichtung und Bündelung des Lichtstrahls verändert werden kann.

[0035] Die den Boden des Mikrowellen-Resonators 5 bildende Metallplatte weist Unterbrechungen auf, durch die eine Lüftungseinrichtung 13 Kühlluft in den Mikrowellen-Resonator einleiten kann, um den Lampenkolben 1, der im Betrieb sehr heiß werden kann, zu kühlen. Die Luftströmung kann durch einen Ventilator oder durch Pressluft in den Mikrowellen-Resonator 5 eingeleitet werden.

[0036] Bei dem in Figur 2 dargestellten Ausführungsbeispiel sind alle Teile wie in Figur 1 vorhanden. Jedoch ist der Lampenkolben 1 seitlich gelagert, sodass der stabförmige Ansatz den Reflektor 11 seitlich durchdringt und seitlich vom Mikrowellen-Resonator 5 in der Lampenhalterung 3 befestigt ist. Ferner ist der Hohlleiter 9, an den der Mikrowellengenerator 8 angekoppelt ist, unmittelbar an der den Boden des Mikrowellen-Resonators 5 bildenden Metallplatte 4 angeordnet, sodass eine Einkopplung der Mikrowellenenergie von der Metallplatte 4 in Richtung der Längsachse 12 des Mikrowellen-Resonators 5 erfolgt, also auch unmittelbar in das Innere des Reflektors 11. Daraus wird deutlich, dass die Mikrowellen über einen Hohlleiter auch an anderen Positionen in den Resonator 5 eingekoppelt werden kann. Insbesondere

für diese Ausführungsform ist es möglich, dass der Reflektor 11 aus einem metallischen Grundkörper besteht oder eine metallische Beschichtung aufweist.

[0037] Der Lampenkolben 1 ist in einer bevorzugten Ausführungsform drehbar in der Lampenhalterung 3 angebracht, um eine verbesserte Gleichmäßigkeit der Anregung des Gasgemisches in dem Lampenkolben 1 zu erreichen. Auf die Drehbarkeit kann verzichtet werden, wenn die Intensität des Mikrowellenfeldes so eingestellt werden kann, dass im Bereich des Lampenkolbens 1 eine ausreichend hohe und gleichmäßige Mikrowellenfeldstärke erreicht wird.

Patentansprüche

1. Plasmalampe mit einem Lampenkolben (1), der ein zur Plasmabildung mit einer Mikrowellen-Anregungsstrahlung geeignetes Material enthält, mit einer Zuführungsleitung (9) zur Zuführung der Mikrowellen-Anregungsstrahlung zum Lampenkolben (1) und mit einem den Lampenkolben (1) zumindest teilweise umgebenden Reflektor (11) zur Ausrichtung des von dem Plasma im Lampenkolben (1) ausgesandten Lichts, wobei der Lampenkolben (1) innerhalb eines Mikrowellen-Resonators (5) so angeordnet ist, dass im Bereich des Lampenkolbens (1) eine hohe Mikrowellenfeldstärke erreicht wird und wobei der Mikrowellen-Resonator (5) metallische Wände (6, 4, 7) aufweist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Mikrowellen-Resonator (5) durch eine einen Boden bildende Metallplatte (4), eine zylindrische Mantelwandung (6) aus Metall und einer dem Boden gegenüberliegenden, abschirmenden und lichtdurchlässigen Struktur in Form einer elektrisch leitfähigen Abdeckscheibe (7) gebildet ist, dass der Reflektor (11) innerhalb des Mikrowellen-Resonators (5) angeordnet ist und dass der Mikrowellen-Resonator (5) mit dem Reflektor (11) auf einen optimalen Energieeintrag in den Lampenkolben (1) abgestimmt ist.
2. Plasmalampe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Reflektor (11) aus einem für Mikrowellen durchlässigen Grundkörper besteht.
3. Plasmalampe nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Reflektor (11) mit einer für Mikrowellen durchlässigen und für Licht reflektierenden Beschichtung versehen ist.
4. Plasmalampe nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Reflektor (11) eine nichtmetallische Interferenzbeschichtung als reflektierende Beschichtung aufweist.
5. Plasmalampe nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Interferenzbeschichtung als Kaltlichtbeschichtung ausgeführt ist.

6. Plasmalampe nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** sie für den Betrieb mit einer Frequenz der Mikrowelle von > 5 GHz eingerichtet ist.
7. Plasmalampe nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die elektrisch leitfähige abschirmende Struktur eine lichtdurchlässige elektrisch leitfähige Beschichtung eines lichtdurchlässigen Substrats ist.
8. Plasmalampe nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die abschirmende elektrisch leitfähige Struktur eine gitterartige Beschichtung eines lichtdurchlässigen Substrats ist.
9. Plasmalampe nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die abschirmende elektrisch leitfähige Struktur ein gitterartiges Drahtgeflecht ist.
10. Plasmalampe nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **gekennzeichnet durch** einen maximalen Durchmesser des Lampenkolbens (1) senkrecht zu einer Mittenachse (12) von < 35 mm.
11. Plasmalampe nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Durchmesser < 20 mm ist.
12. Plasmalampe nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Durchmesser < 10 mm ist.

Claims

1. Plasma lamp having a lamp bulb (1) which contains a material which is suitable for plasma formation with microwave excitation radiation, having a supply line (9) for supplying the microwave excitation radiation to the lamp bulb (1) and having a reflector (11), which at least partially surrounds the lamp bulb (1), for directing the light which is emitted from the plasma in the lamp bulb (1), wherein the lamp bulb (1) is arranged within a microwave resonator (5) such that a high microwave field strength is achieved in the area of the lamp bulb (1), and wherein the microwave resonator (5) has metallic walls (6, 4, 7), **characterized in that** the microwave resonator (5) is formed by a metal plate (4), which forms a base, a cylindrical casing wall (6) made of metal and a shielding and light-transmissive structure, which is opposite the base, in the form of an electrically conductive cover disk (7), **in that** the reflector (11) is arranged within the microwave resonator (5), and **in that** the microwave resonator (5), together with the reflector (11), is matched to optimum energy introduction into the lamp bulb (1).

2. Plasma lamp according to Claim 1, **characterized in that** the reflector (11) consists of a base body through which microwaves pass.
3. Plasma lamp according to Claim 1 or 2, **characterized in that** the reflector (11) is provided with a coating through which microwaves pass and which reflects light.
4. Plasma lamp according to Claim 3, **characterized in that** the reflector (11) has a non-metallic interference coating as a reflective coating.
5. Plasma lamp according to Claim 4, **characterized in that** the interference coating is in the form of a cold-light coating.
6. Plasma lamp according to one of Claims 1 to 5, **characterized in that** the plasma lamp is designed for operation at a microwave frequency of > 5 GHz.
7. Plasma lamp according to one of Claims 1 to 6, **characterized in that** the electrically conductive shielding structure is a light-transmissive, electrically conductive coating on a light-transmissive substrate.
8. Plasma lamp according to one of Claims 1 to 6, **characterized in that** the shielding electrically conductive structure is a grid-like coating on a light-transmissive substrate.
9. Plasma lamp according to one of Claims 1 to 6, **characterized in that** the shielding electrically conductive structure is a grid-like wire mesh.
10. Plasma lamp according to one of Claims 1 to 9, **characterized by** the lamp bulb (1) having a maximum diameter at right angles to a center axis (12) of < 35 mm.
11. Plasma lamp according to Claim 10, **characterized in that** the diameter is < 20 mm.
12. Plasma lamp according to Claim 11, **characterized in that** the diameter is < 10 mm.

Revendications

1. Lampe à plasma avec une ampoule de lampe (1), qui contient un matériau adapté à la formation de plasma par une radiation d'excitation micro-onde, avec un conducteur d'alimentation (9) pour l'amenée de la radiation d'excitation micro-onde à l'ampoule de lampe (1) et avec un réflecteur (11) entourant l'ampoule de lampe (1) au moins partiellement pour l'orientation de la lumière émise par le plasma dans l'ampoule de lampe (1),

où l'ampoule de lampe (1) est agencée à l'intérieur d'un résonateur micro-onde (5) de façon à atteindre une haute intensité de champ micro-onde dans la région de l'ampoule de lampe (1),
 et où le résonateur micro-onde (5) présente des parois métalliques (6, 4, 7),
caractérisée en ce que le résonateur micro-onde (5) est réalisé par une plaque métallique (4) formant un sol, un cache cylindrique (6) en métal et une structure de protection translucide sous la forme d'une plaque de couverture (7) électriquement conductrice, située en vis-à-vis du sol,
en ce que le réflecteur (11) est agencé à l'intérieur du résonateur micro-onde (5) et
en ce que le résonateur micro-onde (5) est accordé avec le réflecteur (11) pour une entrée optimale de la lumière dans l'ampoule de lampe (1).

2. Lampe à plasma selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** le réflecteur (11) est composé d'un corps de masse transparent aux micro-ondes.
3. Lampe à plasma selon l'une des revendications 1 ou 2, **caractérisée en ce que** le réflecteur (11) est muni d'un revêtement transparent aux micro-ondes et réfléchissant pour la lumière.
4. Lampe à plasma selon la revendication 3, **caractérisée en ce que** le réflecteur (11) présente un revêtement d'interférence non métallique en tant que revêtement réfléchissant.
5. Lampe à plasma selon la revendication 4, **caractérisée en ce que** le revêtement d'interférence est réalisé sous la forme d'un revêtement à lumière froide.
6. Lampe à plasma selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisée en ce qu'elle** est conçue pour un fonctionnement avec une fréquence de micro-ondes de plus de 5 GHz.
7. Lampe à plasma selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisée en ce que** la structure de protection électriquement conductrice est une enduction translucide électriquement conductrice d'un substrat translucide.
8. Lampe à plasma selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisée en ce que** la structure de protection électriquement conductrice est une enduction électriquement conductrice en réseau sur un substrat translucide.
9. Lampe à plasma selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisée en ce que** la structure de protection électriquement conductrice est un grillage métallique formant réseau.

10. Lampe à plasma selon l'une des revendications 1 à 9, **caractérisée par** un diamètre maximal de l'ampoule de lampe (1) perpendiculairement à un axe médian (12) de moins de 35 mm.

5

11. Lampe à plasma selon la revendication 10, **caractérisée en ce que** le diamètre est de moins de 20 mm.

12. Lampe à plasma selon la revendication 11, **caractérisée en ce que** le diamètre est de moins de 10 mm.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

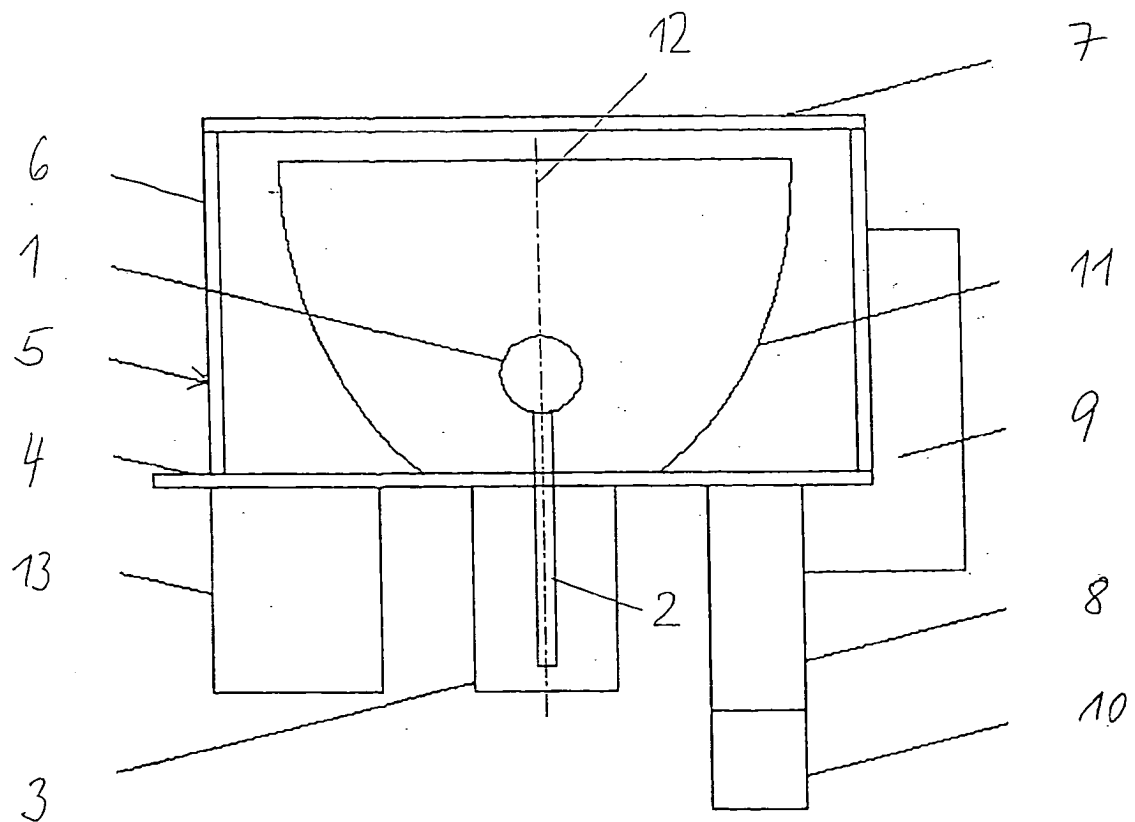


Fig. 1

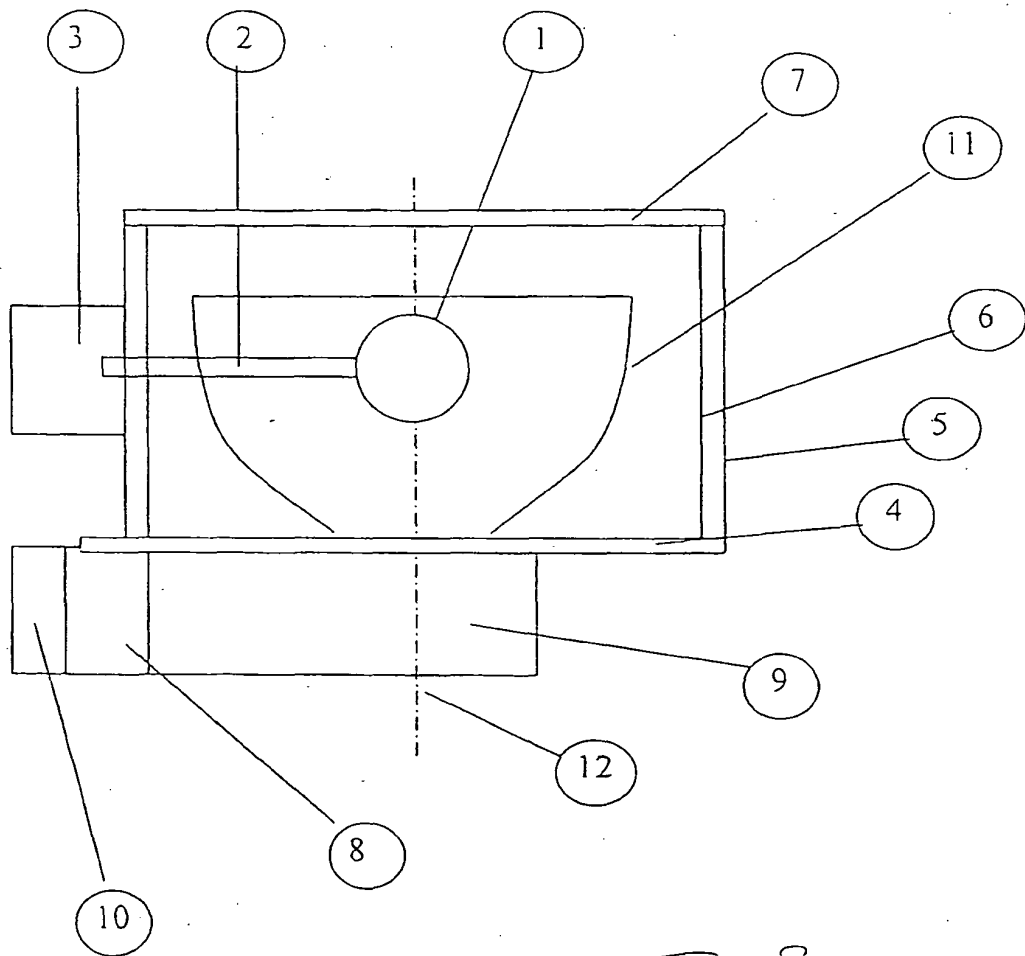


Fig. 2

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

- EP 1432012 A2 [0002]
- DE 4307965 A1 [0003]
- US 20030057842 A1 [0005]
- US 20040178735 A1 [0007]