



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
30.03.2005 Patentblatt 2005/13

(51) Int Cl.7: H01J 65/04, H01J 61/067,
H01J 61/16

(21) Anmeldenummer: 04016505.2

(22) Anmeldetag: 13.07.2004

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IT LI LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL HR LT LV MK

(72) Erfinder:
• Kling, Rainer, Dr.
51688 Wipperfürth (DE)
• Roth, Markus, Dr.
76829 Landau (DE)
• Wittkötter, Reinhold
51688 Wipperfürth (DE)

(30) Priorität: 06.08.2003 DE 10336088

(71) Anmelder: Patent-Treuhand-Gesellschaft für
elektrische Glühlampen mbH
81543 München (DE)

(54) **UV-Strahler mit rohrförmigem Entladungsgefäß**

(57) Der erfindungsgemäße UV-Strahler (1) weist ein zur Erzeugung von einseitigen dielektrischen Barriere-Entladungen ausgelegtes im wesentlichen rohrförmiges, beidseitig gasdicht verschlossenes Entladungsgefäß (2) auf und jeweils mindestens eine längliche, parallel zur Längsachse des Entladungsgefäßes orientierte Innen- (6) und Außenelektrode (8a, 8b). Wenn man sich den rohrförmigen Teil (5) des Entladungsgefäßes (2) gedanklich durch einen imaginären Längs-

schnitt in zwei gleiche Hälften aufgeteilt vorstellt, ist die mindestens eine Innenelektrode (6) mittels Halterungen (7) auf der Innenseite der ersten gedachten Rohrhälfte angeordnet und die mindestens eine Außenelektrode (8a, 8b) auf der Außenseite der zweiten gedachten Rohrhälfte und zwar zumindest im Fall jeweils genau einer Innen- und einer Außenelektrode im wesentlichen zueinander diametral. Dadurch und durch die Form bzw. Anzahl und Anordnung der Außenelektrode(n) wird eine gerichtete Abstrahlcharakteristik erzielt

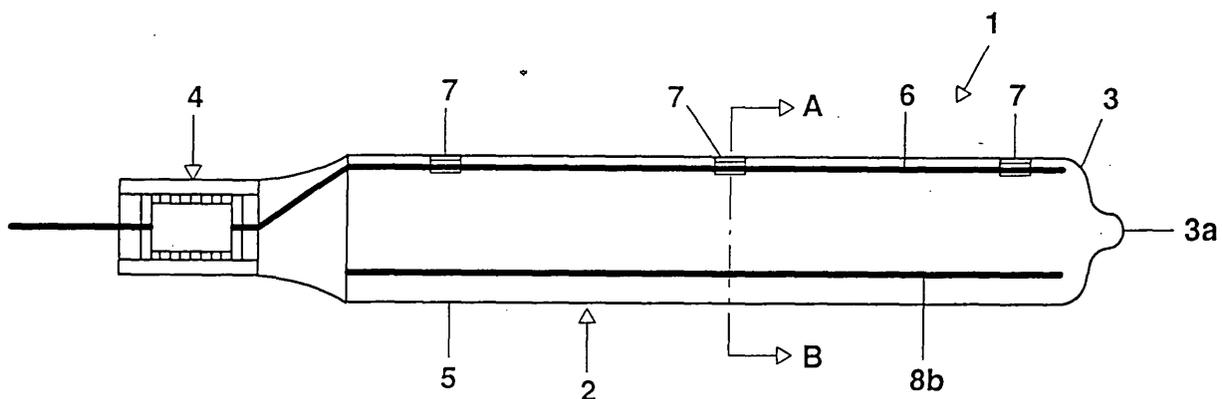


FIG. 1a

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung geht aus von einem UV-Strahler mit einem zur Erzeugung von einseitigen dielektrischen Barriere-Entladungen ausgelegten, im wesentlichen rohrförmigen, beidseitig gasdicht verschlossenen Entladungsgefäß.

[0002] Unter dem Begriff UV(=Ultraviolett)-Strahler sind hier Strahler zu verstehen, die im Betrieb elektromagnetische Strahlung mit kürzeren Wellenlängen als im sichtbare Bereich des Spektrums (ca. 380 bis 770 nm) emittieren, d.h. also Strahlung mit Wellenlängen unterhalb von ca. 380 nm. Insbesondere ist auch Strahlung mit kürzeren Wellenlängen als ca. 200 nm umfasst, die auch als VUV(=Vakuumultraviolett)-Strahlung bezeichnet wird. Damit sind UV-Strahler für Beleuchtungszwecke, wie z.B. die Allgemeinbeleuchtung, ungeeignet. Zum Einsatz kommen sie vielmehr in der Prozesstechnik, insbesondere für die Oberflächenreinigung und -aktivierung, Photolytik, Ozonerzeugung, Trinkwasserreinigung, Metallisierung, und UV-Curing.

[0003] Insbesondere betrifft die Erfindung auch UV-Strahler hoher Leistung, d.h. lange Strahler, z.B. mit Längen von typischerweise einigen 10 cm bis ca. 2 m oder auch mehr.

[0004] Als besonders effizient haben sich UV-Strahler auf der Basis der dielektrischen Barriere-Entladung erwiesen, insbesondere dann, wenn sie gemäß dem in der US 5 604 410 beschriebenen gepulsten Betriebsverfahren betrieben werden.

[0005] Der Begriff "dielektrische Barriere-Entladung" setzt definitionsgemäß mindestens eine sogenannte dielektrisch behinderte Elektrode voraus. Eine dielektrisch behinderte Elektrode ist gegenüber dem Innern des Entladungsgefäßes bzw. des Entladungsmediums mittels eines Dielektrikums getrennt, beispielsweise in dem die Elektrode auf der Außenseite der typischerweise aus Glas oder einem anderen Dielektrikum bestehenden Wand des Entladungsgefäßes angeordnet ist. Diese Art von Elektroden wird im Folgenden verkürzend auch als "Außenelektrode" bezeichnet.

[0006] Die vorliegende Erfindung betrifft einen UV-Strahler, der mindestens eine Außenelektrode der vorgenannten Art aufweist. Außerdem umfasst der UV-Strahler ein rohrförmiges, beidseitig verschlossenes Entladungsgefäß, welches ein Entladungsmedium umschließt. Als Entladungsmedium wird eine ionisierbare Füllung verwendet, die üblicherweise aus einem Edelgas besteht, beispielsweise Xenon oder einer Gas Mischung mit zusätzlichem Puffergas wie Neon oder Halogenzusätzen, beispielsweise Chlor, Fluor usw.. Innerhalb des Entladungsgefäß ist mindestens eine Elektrode, im Folgenden verkürzend auch als "Innenelektrode" bezeichnet, angeordnet. Diese Innenelektrode ist unbehindert, d.h. in direktem Kontakt mit dem Entladungsmedium. Es handelt sich also um einen UV-Strah-

ler auf der Basis einer einseitig dielektrisch behinderten Entladung.

[0007] Im Betrieb wird zwischen Innen- und Außenelektrode(n) eine Hochspannung angelegt und dadurch im Innern des Entladungsgefäßes eine Gasentladung erzeugt. Aufgrund der hohen Strahlungseffizienz wird vorzugsweise das in der bereits erwähnten US 5 604 410 beschriebene gepulste Betriebsverfahren verwendet, insbesondere unipolare Spannungspulse. Aus Gründen des Berührungsschutzes wird die Außenelektrode vorzugsweise mit Nullpotential gegenüber Erde verbunden ("geerdet"). Die Innenelektrode wird mit negativen Spannungspulsen versorgt, d.h. wirkt während jedes Spannungspulses als Kathode. Für weitere Details hierzu wird wieder auf die US 5 604 410 verwiesen. Während der Gasentladung werden im Entladungsmedium sogenannte Excimere gebildet. Excimere sind angeregte Moleküle, z.B. Xe_2^* , XeCl^* , die bei der Rückkehr in den in der Regel ungebundenen oder allenfalls schwach gebundenen Grundzustand elektromagnetische Strahlung emittieren. Im Falle von Xe_2^* bzw. XeCl^* liegt das Maximum der Molekülbandenstrahlung bei ca. 172 nm respektive 308 nm.

Stand der Technik

[0008] Die Schrift WO 01/35442 zeigt einen UV-Strahler mit rohrförmigem Entladungsgefäß. Innerhalb des Entladungsgefäßes ist zentrisch axial eine wendelförmige Elektrode angeordnet. Auf der Außenseite des Entladungsgefäßes befinden sich bezüglich des Umfangs gleichmäßig verteilt mehrere parallel zur Rohrachse verlaufende streifenförmige Elektroden. Dadurch strahlt der Strahler im wesentlichen gleichmäßig über den gesamten Umfang, d.h. rotationssymmetrisch, also ungerichtet ab. Damit plane Flächen effizient bestrahlt werden können, ist der Einsatz von zusätzlichen Reflektoren notwendig, die möglichst viel Strahlung gleichmäßig auf die zu bestrahlende Fläche lenken. Um auch Strahler mit Längen von mehr als 20 cm herstellen zu können, ist für die zentrische Innenelektrode eine Halterung, beispielsweise ein axiales Stützrohr vorgesehen. Bei sehr langen Strahlern, insbesondere länger als ca. 1 m, gestaltet sich die Herstellung aufgrund der zunehmenden Bruchgefahr des Stützrohres allerdings immer schwerer. Andererseits muss ein Durchhängen der Innenelektrode vermieden werden, da dies die Gleichmäßigkeit der Strahlungserzeugung längs des gesamten Strahlers negativ beeinflussen würde.

Darstellung der Erfindung

[0009] Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, einen UV-Strahler mit rohrförmigem Entladungsgefäß und nichtrotationssymmetrischer Abstrahlcharakteristik anzugeben. Weitere Aspekte sind die Möglichkeit, Strahler hoher Leistung, d.h. lange Strahler fertigen zu können sowie eine hohe Strahlungseffizienz zu erzie-

len.

[0010] Diese Aufgabe wird gelöst durch einen UV-Strahler mit einem zur Erzeugung von einseitigen dielektrischen Barriere-Entladungen ausgelegten im wesentlichen rohrförmigen, beidseitig gasdicht verschlossenen Entladungsgefäß und jeweils mindestens einer länglichen, parallel zur Längsachse des Entladungsgefäßes orientierten Innen- und Außenelektrode, dadurch gekennzeichnet, dass auf der Innenseite einer gedachten ersten Rohrhälfte des rohrförmigen Teils des Entladungsgefäßes die mindestens eine Innenelektrode und auf der Außenseite einer dazu entgegengesetzten gedachten zweiten Rohrhälfte die mindestens eine Außenelektrode angeordnet ist, wobei die beiden entgegengesetzten Rohrhälften durch einen die Längsachse des rohrförmigen Entladungsgefäßes enthaltenden imaginären Schnitt durch das Entladungsgefäß definiert sind.

[0011] Besonders vorteilhafte Ausgestaltungen finden sich in den abhängigen Ansprüchen.

[0012] Mit anderen Worten kann man sich den rohrförmigen Teil des Entladungsgefäßes gedanklich durch einen imaginären Längsschnitt in zwei gleiche Hälften aufgeteilt vorstellen. Die mindestens eine Innenelektrode ist auf der Innenseite der ersten gedachten Rohrhälfte angeordnet. Die mindestens eine Außenelektrode ist auf der Außenseite der zweiten gedachten Rohrhälfte angeordnet und zwar zumindest im Fall einer Innen- und einer Außenelektrode im wesentlichen diametral. Auch wenn es in den folgenden Betrachtungen nicht immer ausdrücklich erwähnt ist, so sei stets darin erinnert, dass die Aufteilung des Entladungsgefäßes in zwei Rohrhälften nicht real, sondern rein imaginärer Natur ist und nur dazu dient, die Anordnung der Innen- und Außenelektroden genauer beschreiben zu können.

[0013] Die im wesentlichen diametrale Anordnung von Innen- bzw. Außenelektrode hat zum einen den Vorteil der hohen Strahlungseffizienz aufgrund der relativ zum Entladungsgefäßdurchmesser großen Schlagweite für die Entladung, wie dies die bereits eingangs erwähnte US 5 604 410 lehrt. Zum anderen eröffnet es die Möglichkeit, weg von einer im wesentlichen rotations-symmetrischen und hin zu einer eher gerichteten Abstrahlcharakteristik zu kommen.

[0014] Zu diesem Zweck ist auf der Außenseite der zweiten Rohrhälfte des Entladungsgefäßes im einfachsten Fall eine entweder streifenförmige oder flächige Außenelektrode diametral zur Innenelektrode angeordnet. Im letzteren Fall erstreckt sich die in Richtung des Umfangs des rohrförmigen Entladungsgefäßes betrachtete räumliche Ausdehnung der Außenelektrode ungefähr über die gesamte entsprechende räumliche Ausdehnung der zweiten imaginären Rohrhälfte des Entladungsgefäßes. Dabei kann die flächige Außenelektrode z.B. durch eine Beschichtung realisiert sein oder auch durch ein geeignet geformtes Metallteil, in das die Außenseite der zweiten Rohrhälfte des Entladungsgefäßes gleichsam eingebettet ist. Die flächige

Ausführung der Außenelektrode hat den Vorteil, dass sie gleichzeitig noch als Reflektor für die UV-Strahlung wirken kann, wodurch die zielgerichtete Abstrahlung noch weiter verbessert wird. Zu diesem Zweck muss für die Außenelektrode ein Material mit ausreichenden Reflektionseigenschaften für UV-Strahlung, beispielsweise Aluminium, gewählt werden.

[0015] Alternativ zur flächigen Außenelektrode können auch mehr als eine, beispielsweise zwei, drei oder mehr streifenförmige Außenelektroden verwendet werden. Damit lässt sich die Abstrahlcharakteristik einer flächigen Außenelektrode annähern, ohne deren unerwünscht hohe kapazitive Last aufgrund der großen Elektrodenfläche in Kauf nehmen zu müssen. Dabei sind die Elektroden zwar nichtsymmetrisch bezüglich des gesamten Umfangs des Entladungsgefäßes angeordnet, aber vorzugsweise symmetrisch bezüglich einer die imaginäre Rohrhälfte schneidenden Ebene, die sich - im Querschnitt betrachtet - als Mittelsenkrechte des zur gedachten Rohrhälfte korrespondierenden Halbkreises darstellt. Außerdem hat es sich gezeigt, dass die Strahlungseffizienz mit z.B. zwei streifenförmigen Außenelektroden höher ist, als mit einer flächigen Außenelektrode, beispielsweise in Form einer halbseitig verspiegelten Anordnung. Darüber hinaus lässt sich eine entsprechend höhere Strahlungsleistung erzielen, als mit nur einer streifenförmigen Außenelektrode.

[0016] Aus letzterem Grund kann es auch vorteilhaft sein, mehr als eine Innenelektrode zu verwenden, die dann ebenfalls symmetrisch bezüglich der die imaginäre Rohrhälfte schneidenden Ebene, die sich - im Querschnitt betrachtet - als Mittelsenkrechte des zur gedachten Rohrhälfte korrespondierenden Halbkreises darstellt, angeordnet sind. Falls die zu den Innenelektroden gehörige Rohrhälfte als Abstrahlfläche genutzt werden soll, d.h. insbesondere dann, wenn die andere Rohrhälfte großenteils oder gar vollständig mit einer oder mehreren Außenelektroden bedeckt ist, sind die Innenelektroden vorzugsweise relativ nahe zur imaginären Schnittebene positioniert, allerdings nur soweit, wie noch ausreichend Abstand zur nächstgelegenen Außenelektrode verbleibt. Auf diese Weise wird eine möglichst große elektrodenfrei Abstrahlfläche erzielt. Allerdings kann als bevorzugte Abstrahlfläche durchaus auch die zu den Außenelektroden gehörige andere Rohrhälfte in Betracht kommen. Welcher Seite der Vorzug zu geben ist, hängt letztlich im Einzelfall von der konkreten Anordnung sämtlicher Elektroden ab.

[0017] Anders als bei den Außenelektroden kommen für die Innenelektroden keine streifenförmigen Elektroden in Betracht, da letztere typischerweise aus Leitsilberbahnen oder ähnlichem bestehen. Da die Innenelektrode aus Effizienzgründen nicht mit einer zusätzlichen dielektrischen Schicht bedeckt und damit vom Entladungsmedium getrennt ist (einseitig dielektrisch behinderte Entladung), würden nämlich während des Lampenbetriebs geringe Lösungsmittelreste und ähnliche flüchtige Bestandteile einer derartigen Elektrodenbahn

ausgasen, dadurch in das Entladungsmedium gelangen und die Strahlungserzeugung inakzeptabel verschlechtern. Statt dessen wird für die Innenelektrode ein möglichst reiner Metalldraht oder ähnliches verwendet.

[0018] Bei langen Strahlern ist es in der Regel erforderlich, die mindestens eine Innenelektrode auf der Innenseite der ersten Rohrhälfte des Entladungsgefäßes zu befestigen. Dazu wird bevorzugt eine an der Innenseite der ersten Rohrhälfte befestigte Halterung verwendet. Die Halterung besteht beispielsweise, je nach Länge des Strahlers aus einem oder mehreren schmalen Rohrstücken, Halbrohrstücken oder Ringe, durch die die längliche Innenelektrode hindurchgefädelt ist. Dadurch hat die Innenelektrode an der erwähnten Innenseite des Entladungsgefäßes auch bei sehr langen Strahlern, z.B. mit mehr als ca. 1 m Länge, ausreichend Halt ohne signifikant durchzuhängen. Die Innenelektrode ist z.B. als Stab ausgebildet, der sich besonders einfach durch die "ösenartige" Halterung fädeln lässt. Alternativ ist die Innenelektrode als Wendel ausgebildet. Diese ist unter Umständen etwas aufwändiger durch die Halterung durchzufädeln. Allerdings bietet sie den Vorteil, dass die im gepulsten Betriebsverfahren entstehenden zahlreichen Teilentladungen an exakt definierten Vorzugsstellen zwischen der Wendel und den üblicherweise streifenförmigen Außenelektroden und damit sehr gleichförmig verteilt bilden. Für weitere Details hierzu wird auf die US-A 6 060 828, insbesondere auf die zu den Figuren 5a - 5c gehörigen Beschreibung verwiesen. Jedenfalls besteht die mindestens eine Innenelektrode aus Metall, vorzugsweise aus Wolfram oder Molybdän. Dabei kommt auch ein Metalldraht in Betracht, der mit einem anderen Metall, z.B. mit Platin beschichtet ist. Diese Variante ist insbesondere für halogenhaltige oder anderweitig korrosive Entladungsmedien geeignet. Dabei muss die Wendel nicht unbedingt rotationssymmetrisch, d.h. dreidimensional sein. Vielmehr kann sie auch flach, beispielsweise wie eine Sinuskurve, sein. Die flache Variante unterstützt sogar noch das Ziel einer gerichteten Abstrahlcharakteristik. Wichtig ist jedenfalls, dass die Innenelektrode vor dem Einbau in das Entladungsgefäß sehr sauber ist, da Verunreinigungen die Effizienz der UV-Erzeugung beeinträchtigen.

[0019] Die Halterung besteht aus einem temperaturbeständigen dielektrischen Material, vorzugsweise Glas, Quarzglas oder Keramik. Bevorzugt ist die Halterung aus dem gleichen Material wie die Entladungsgefäßwand. Dann lässt sich nämlich die Halterung durch einfaches Verschmelzen mit des Entladungsgefäßes an der Innenseite befestigen. Alternativ kann die Halterung auch mittels Glaslot befestigt werden, was aber wegen der vor dem Verschließen des Entladungsgefäßes auszutreibenden Lösungsmittel der Glaslotpaste problematisch hinsichtlich Verunreinigung des Entladungsmediums sein kann.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0020] Im Folgenden soll die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert werden. Die Figuren zeigen:

- 5
- Fig. 1a eine Seitenansicht eines erfindungsgemäßen UV-Strahlers mit einer stabförmigen Innen- und zwei streifenförmigen Außenelektroden,
- 10
- Fig. 1b ein Querschnitt des UV-Strahlers aus Fig. 1a entlang der Linie AB,
- 15
- Fig. 1b eine Detailvergrößerung des Bereichs C des in Fig. 1b dargestellten Querschnitts,
- Fig. 2 ein Querschnitt entsprechend Fig. 1 b durch eine Variante des erfindungsgemäßen UV-Strahlers mit drei streifenförmigen Außenelektroden,
- 20
- Fig. 3 ein Querschnitt entsprechend Fig. 1b durch eine Variante des erfindungsgemäßen UV-Strahlers mit vier streifenförmigen Außenelektroden,
- 25
- Fig. 4 ein Querschnitt entsprechend Fig. 1b durch eine Variante des erfindungsgemäßen UV-Strahlers mit fünf streifenförmigen Außenelektroden und zwei stabförmigen Innenelektroden,
- 30
- Fig. 5 ein Querschnitt entsprechend Fig. 1b durch eine Variante des erfindungsgemäßen UV-Strahlers mit einer flächigen Außenelektrode und einer stabförmigen Innenelektrode,
- 35
- Fig. 6 eine Detailvergrößerung des Bereichs C entsprechend des in Fig. 1b dargestellten Querschnitts einer Variante des erfindungsgemäßen UV-Strahlers mit einer veränderten rohrförmigen Halterung für die Innenelektrode,
- 40
- Fig. 7 eine Detailvergrößerung des Bereichs C entsprechend des in Fig. 1b dargestellten Querschnitts einer Variante des erfindungsgemäßen UV-Strahlers mit einer halbrohrförmigen Halterung für die Innenelektrode.
- 45
- 50

Bevorzugte Ausführung der Erfindung

[0021] Im Folgenden wird Bezug genommen auf die in den Figuren 1a - 1c schematisch dargestellte Seitenansicht eines UV-Strahlers 1, die Querschnittsdarstellung entlang der Linie AB bzw. die Detailvergrößerung des Bereichs C. Der UV-Strahler 1 weist ein im wesentlichen rohrförmiges Entladungsgefäß 2 aus Quarzglas

auf, dessen erstes Ende zu einer kuppelartigen Kappe 3 einschließlich abgeschmolzener Pumpspitze 3a geformt ist und das an seinem anderen Ende mittels einer Quetschdichtung 4 gasdicht verschlossen ist. Das Entladungsgefäß 2 ist mit Xenon bei einem Druck von 150 mbar gefüllt. Mit einer Länge von ca. 68 cm bildet der rohrförmige Teil 5 des Entladungsgefäßes den Hauptteil des für eine elektrische Leistungsaufnahme von ca. 50 W ausgelegten UV-Strahlers 1. Die Gesamtlänge des Entladungsgefäßes beträgt ca. 72 cm. Der Innen- und der Außendurchmesser des rohrförmigen Teils 5 beträgt 28 mm bzw. 30 mm. In Fig. 1b ist der rohrförmige Teil 5 durch eine gedachte Schnittebene S, die die Längsachse L enthält, in zwei imaginäre Rohrhälften 5a, 5b aufgeteilt. Auf der Innenseite der ersten Rohrhälfte 5a ist eine Innenelektrode 6 aus einem 1 mm dicken Molybdän Draht angeordnet, der sich über die gesamte Länge der Rohrhälfte 5a und parallel zur Längsachse des Entladungsgefäßes 2 erstreckt. Mit Hilfe von drei als Halterung dienenden 8 mm langen Quarzrohrstücken 7 (siehe Fig. 1c) ist die stabförmige Innenelektrode 6 so an der Innenseite der ersten Rohrhälfte 5a befestigt, dass der Abstand zur erwähnten gedachten Schnittebene S maximal ist. Die Quarzrohrstücke 7 sind direkt mit der Gefäßwand verschmolzen. Ihr Innendurchmesser ist nur wenig größer als der Durchmesser der Innenelektrode 6, so dass sich die Innenelektrode 6 zwar noch durch die bereits an der Innenseite der ersten Rohrhälfte 5a befestigten Quarzrohrstücke 7 hindurch fädeln lässt, aber dennoch zuverlässig fixiert ist. Durch die Quetschdichtung 5 hindurch ist die Innenelektrode 6 gasdicht nach außen geführt. Auf der Außenseite der zweiten Rohrhälfte 5b sind zwei jeweils 2 mm breite streifenförmige Außenelektroden 8a, 8b aus Silberlot parallel zur Längsachse des Entladungsgefäßes 2 aufgebracht. Ihr gegenseitiger kürzester Abstand beträgt 27 mm. Bezüglich der gedachten Schnittebene S sind die beiden Außenelektroden 8a, 8b symmetrisch positioniert derart, dass beide den gleichen Abstand zu dieser Ebene S haben. Im gepulsten Betrieb bilden sich zwei aus zahlreichen Teilentladungen bestehende Entladungsebenen aus (nicht dargestellt) und zwar je eine zwischen der Innenelektrode und jeder der beiden Außenelektroden. Für weitere Details zu den Teilentladungen wird auf die bereits zitierte US 5 604 410 verwiesen.

[0022] Selbstverständlich ermöglicht die Erfindung auch problemlos längere Strahler als den in Fig. 1a dargestellten zu bauen, in dem entsprechend mehr als drei Haltepunkte vorzusehen sind (nicht dargestellt).

[0023] In einer nicht dargestellten Variante besteht die Innenelektrode nicht aus einem stabförmigen Draht sondern vielmehr aus einer Drahtwendel. Dazu werden erst die Halterungsteile, z.B. kurze Rohrstücke oder Ringe, mit der Gefäßwand verbunden und anschließend die Drahtwendel durch die Halterungsteile gefädelt.

[0024] Die Figuren 2 bis 5 zeigen Varianten des erfindungsgemäßen UV-Strahlers, die sich lediglich durch

die jeweilige Elektrodenkonfiguration unterscheiden. Dabei sind gleiche Merkmale mit gleichen Bezugszeichen versehen.

[0025] Fig. 2 zeigt einen Querschnitt entsprechend Fig. 1b durch eine Variante des erfindungsgemäßen UV-Strahlers mit drei streifenförmigen Außenelektroden 9a - 9c. Aufgrund der längeren Schlagweite zwischen der Innenelektrode 6 und der mittleren Außenelektrode 9b bildet sich die mittlere Entladungsebene (nicht dargestellt) erst bei höherer eingekoppelter elektrischer Leistung aus, als dies für die beiden anderen, d.h. zwischen der Innenelektrode 6 und den beiden "äußeren" Außenelektrode 9a bzw. 9c liegenden Entladungsebenen der Fall ist.

[0026] Fig. 3 zeigt einen Querschnitt durch eine Variante mit vier streifenförmigen Außenelektroden 10a - 10d.

[0027] Fig. 4 zeigt einen Querschnitt entsprechend Fig. 1b durch eine Variante des erfindungsgemäßen UV-Strahlers mit fünf streifenförmigen Außenelektroden 11a - 11e und zwei stabförmigen Innenelektroden 12a, 12b. Beide Innenelektroden 12a, 12b sind für eine erste Polarität und sämtliche Außenelektroden 11a - 11e sind für eine zweite Polarität der Versorgungsspannung vorgesehen. Jede der beiden Innenelektroden 12a, 12b ist mit je einem Halbrohrstück 13a, 13b an der Innenseite der zugehörigen Rohrhälfte 5a befestigt. Mit zunehmender eingekoppelter Leistung bildet sich zunächst jeweils zwischen einer Innenelektrode 12a, 12b und der nächstbenachbarten Außenelektrode 11a, 11e eine Entladungsebene aus und dann sukzessive jeweils eine weitere zwischen Innenelektrode 12a, 12b und nächster Außenelektrode 11b, 11d bis schließlich bei ausreichend hoher Leistungseinkopplung alle Entladungsebenen ausgebildet sind. Die beiden Innenelektroden 13a, 13b sind so positioniert, dass zwischen ihnen eine relativ große e-lektrodenfreie Abstrahlfläche ist.

[0028] Fig. 5 zeigt einen Querschnitt entsprechend Fig. 1b durch eine Variante des erfindungsgemäßen UV-Strahlers mit einer flächigen Außenelektrode 14 und einer stabförmigen Innenelektrode 6 mit Halterung 7. Die Außenelektrode 14 besteht aus einer die gesamte Außenseite der zugehörigen Rohrhälfte 5b bedeckenden Aluminiumschicht. Im Betrieb bildet sich zwischen der Innenelektrode 6 und der gesamten flächigen Außenelektrode 14 eine relativ diffuse Entladung aus.

[0029] Fig. 6 zeigt eine Detailvergrößerung entsprechend des in Fig. 1b dargestellten Bereichs C einer Variante des erfindungsgemäßen UV-Strahlers. Hier besteht die Halterung für die Innenelektrode 6 aus insgesamt drei Rohrstücken 15 (im Querschnitt nur eines sichtbar), dessen Innendurchmesser deutlich größer ist als Durchmesser der drahtförmigen Innenelektrode 6. Dadurch lässt sich die Innenelektrode 6 einfacher durch die auf der Innenseite der Rohrhälfte 5a vormontierten Rohrstücke 15 fädeln. Außerdem hat ein größerer Innendurchmesser den Vorteil, dass sich keine oder zu-

mindest weniger parasitäre Gleitentladungen im Bereich der Halterungen ausbilden.

[0030] Fig. 7 zeigt eine weitere Variante mit dem gegenüber Fig. 6 einzigen Unterschied, dass die Halterung für die Innenelektrode 6 als Halbrohrstück 16 ausgebildet ist.

Patentansprüche

1. UV-Strahler mit einem zur Erzeugung von einseitigen dielektrischen Barriere-Entladungen ausgelegten im wesentlichen rohrförmigen, beidseitig gasdicht verschlossenen Entladungsgefäß und jeweils mindestens einer länglichen, parallel zur Längsachse des Entladungsgefäßes orientierten Innen- und Außenelektrode,
dadurch gekennzeichnet, dass
auf der Innenseite einer gedachten ersten Rohrhälfte des rohrförmigen Teils des Entladungsgefäßes die mindestens eine Innenelektrode und auf der Außenseite einer dazu entgegengesetzten gedachten zweiten Rohrhälfte die mindestens eine Außenelektrode angeordnet ist, wobei die beiden entgegengesetzten Rohrhälften durch einen die Längsachse des rohrförmigen Entladungsgefäßes enthaltenden imaginären Schnitt durch das Entladungsgefäß definiert sind.
2. UV-Strahler nach Anspruch 1, der genau eine Innenelektrode und eine Außenelektrode umfasst, die zueinander diametral positioniert sind.
3. UV-Strahler nach Anspruch 1, wobei die Innen- und Außenelektroden jeweils symmetrisch bezüglich einer die jeweilige imaginäre Rohrhälfte schneidenden Ebene, die sich - im Querschnitt betrachtet - als Mittelsenkrechte des zur gedachten Rohrhälfte korrespondierenden Halbkreises darstellt, angeordnet sind.
4. UV-Strahler nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die mindestens eine Innenelektrode aus einem Stab aus Metall besteht.
5. UV-Strahler nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die mindestens eine Innenelektrode aus einer Wendel aus Metall besteht.
6. UV-Strahler nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die mindestens eine Innenelektrode mit einem Metall, insbesondere Platin, beschichtet ist.
7. UV-Strahler nach einem der Ansprüche 4 bis 6, wobei das Metall Wolfram oder Molybdän ist.
8. UV-Strahler nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die mindestens eine Innenelektrode mit zumindest einer Halterung an der Innenseite der ersten gedachten Rohrhälfte befestigt ist.
9. UV-Strahler nach Anspruch 8, wobei die zumindest eine Halterung ein Rohrstück, Halbrohrstück oder Ring ist.
10. UV-Strahler nach Anspruch 8 oder 9, wobei die Halterung und die Entladungsgefäßwand aus dem gleichen Material bestehen.
11. UV-Strahler nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei die mindestens eine Außenelektrode streifenförmig ist.
12. UV-Strahler nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei die mindestens eine Außenelektrode flächig ist.
13. UV-Strahler nach Anspruch 12, wobei sich die in Richtung des Umfangs des rohrförmigen Entladungsgefäßes betrachtete räumliche Ausdehnung der Außenelektrode ungefähr über die gesamte entsprechende räumliche Ausdehnung der gedachten zweiten Rohrhälfte erstreckt.
14. UV-Strahler nach Anspruch 12 oder 13, wobei die mindestens eine Außenelektrode als Beschichtung ausgebildet ist.
15. UV-Strahler nach Anspruch 12 oder 13, wobei die mindestens eine Außenelektrode als massives Metallteil ausgebildet ist, in den die Außenseite der gedachten zweiten Rohrhälfte des Entladungsgefäßes gleichsam eingebettet ist.
16. UV-Strahler nach einem der vorstehenden Ansprüche, der im Betrieb elektromagnetische Strahlung mit Wellenlängen kürzer als ca. 200 nm emittiert.
17. UV-Strahler nach einem der vorstehenden Ansprüche, wobei das Entladungsgefäß mit einem Entladungsmedium gefüllt ist, das Xenon umfasst.

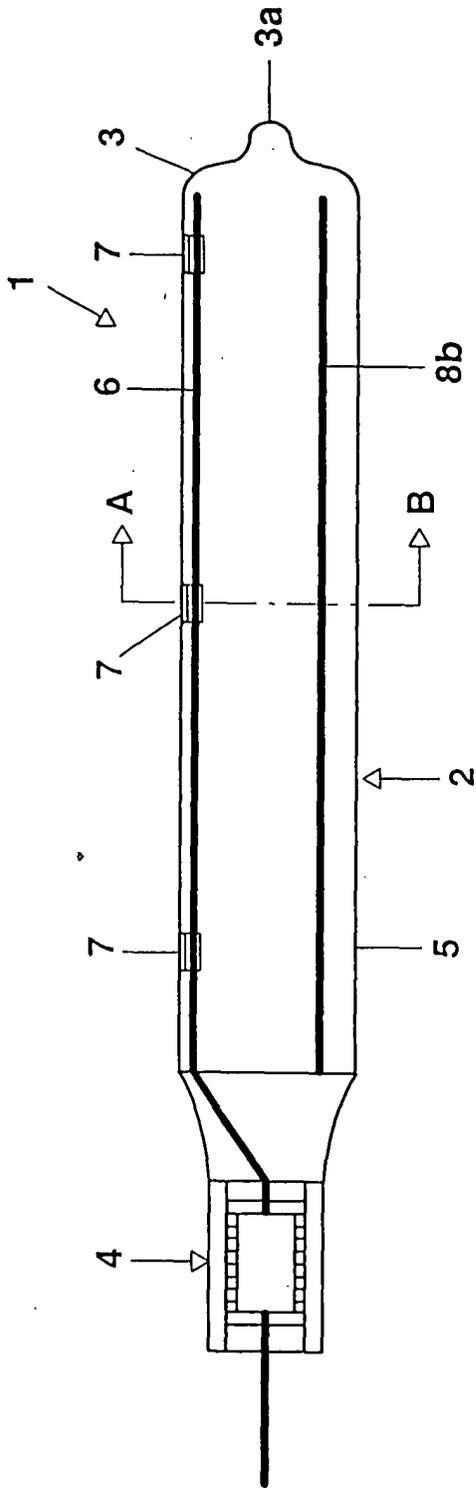


FIG. 1a

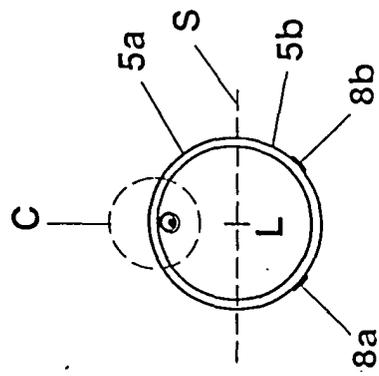


FIG. 1b

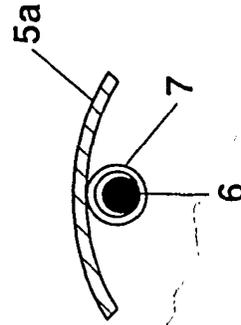


FIG. 1c

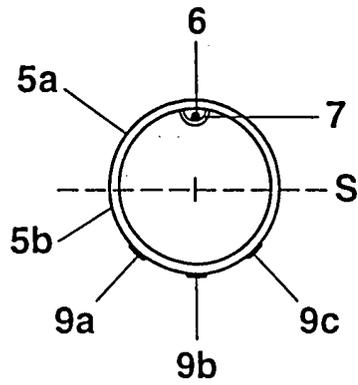


FIG. 2

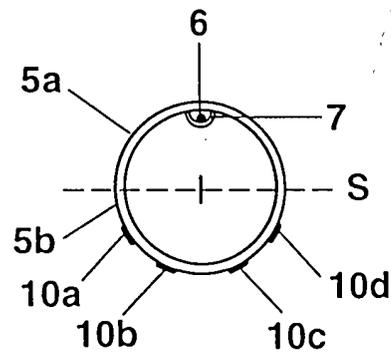


FIG. 3

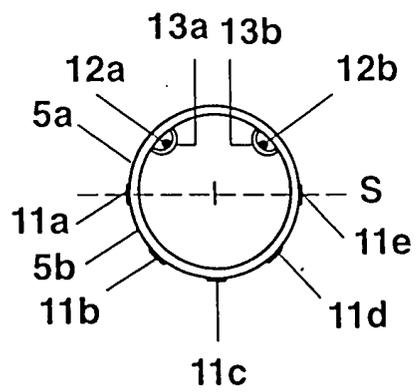


FIG. 4

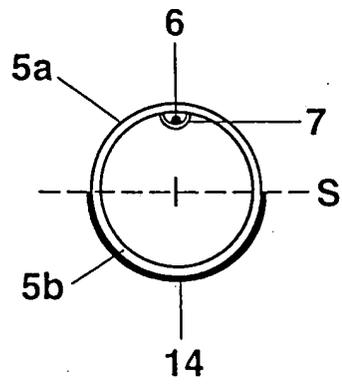


FIG. 5

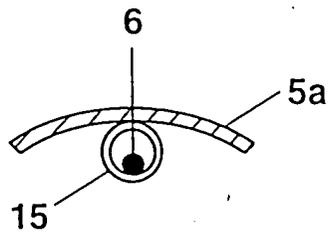


FIG. 6

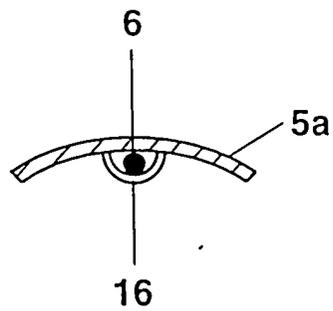


FIG. 7