



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
09.03.2005 Patentblatt 2005/10

(51) Int Cl.7: **H01J 61/09, H01J 65/04**

(21) Anmeldenummer: **04020003.2**

(22) Anmeldetag: **24.08.2004**

(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

• **Scheller, Albert, Dr.**
73240 Wendlingen (DE)

(72) Erfinder: **Rennebeck, Klaus, Dr.**
73240 Wendlingen (DE)

(30) Priorität: **03.09.2003 DE 10341115**

(74) Vertreter:
Patentanwälte Hosenthien-Held und Dr. Held
Klopstockstrasse 63-65
70193 Stuttgart (DE)

(71) Anmelder:
• **Rennebeck, Klaus, Dr.**
73240 Wendlingen (DE)

(54) **Strahlungsquelle, insbesondere Lichtquelle**

(57) Die Erfindung betrifft eine Strahlungsquelle mit einer Anode (2) und einer Kathode (3), die mit einer Spannungsquelle (U) verbunden sind, und gegebenen-

falls einem Reflektor (5), wobei die Strahlungsquelle durch eine Hohlleiter (1), insbesondere eine Mikro- oder Nano-Hohlleiter, gebildet ist.

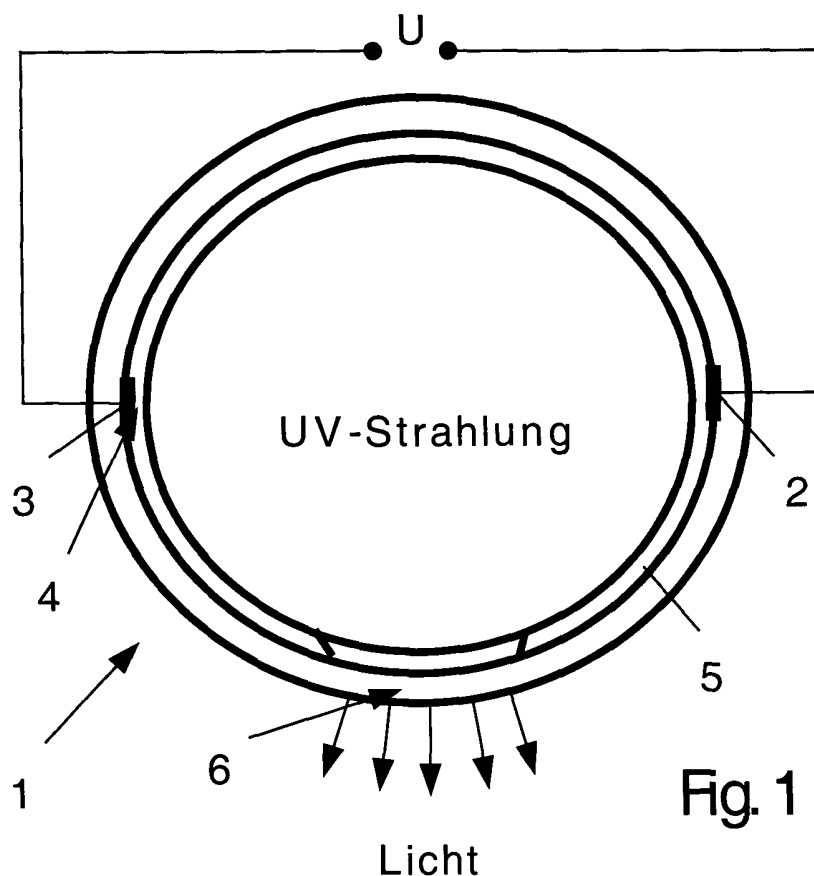


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Strahlungsquelle, insbesondere Lichtquelle, mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Anspruchs 1, sowie deren Verwendung.

[0002] Aus der EP 0 732 719 B1 ist eine Entladungsvorrichtung mit einer Kathode mit einem Array von Mikro-Höhlungen bekannt. Dabei weist die eine Lichtquelle bildende Entladungsvorrichtung eine verschlossene lichtdurchlässige Röhre mit einem Gas bei einem vorgeschriebenen Druck, eine erste Elektrode, die in der Röhre angebracht ist, eine zweite Elektrode, die in der Röhre angebracht und von der ersten Elektrode beabstandet ist, und eine elektrische Einrichtung zum Einkoppeln elektrischer Energie in die erste und zweite Elektrode auf. Die erste Elektrode umfasst einen Leiter mit mehreren Mikrohohlräumen darin, wobei jeder Mikrohohlraum Abmessungen aufweist, die ausgewählt sind, um eine Mikrohohlraum-Entladung bei dem vorgeschriebenen Druck zu unterstützen. Die erste Elektrode umfasst ferner eine dielektrische Schicht auf dem Leiter, wobei die dielektrische Schicht Öffnungen aufweist, die zu den Mikrohohlräumen ausgerichtet sind. Die elektrische Einrichtung wird verwendet, um elektrische Energie in die erste und zweite Elektrode bei einer Spannung und einem Strom zu Erzeugung von Mikrohohlraum-Entladungen in jedem der Mikrohohlräume einzukoppeln.

[0003] Die Querschnittsdimension jedes Mikrohohlraums liegt in der Größenordnung der mittleren freien Weglänge der Elektronen in dem Gas. Der Durchmesser liegt dabei in einem Bereich von ungefähr 10 µm bis 1 cm, insbesondere in einem Bereich, so dass sich ein Produkt des Druckes mit dem Durchmesser von 0,1 bis 10 Torr x cm ergibt. Der Druck liegt dabei in einem Bereich von ungefähr 0,1 bis 200 Torr. Der Mikrohohlraum umfasst ein Volumen, das vom Leiter der ersten Elektrode umschlossen ist, mit Ausnahme einer Öffnung, die zur zweiten Elektrode hinweist.

[0004] Als erste Elektrode ist Wolfram, thoriumlegierter Wolfram und Molybdän vorgesehen. Die Lichtquelle weist eine Phosphorbeschichtung auf der Innenoberfläche der lichtdurchlässigen Röhre auf, wobei die Phosphorbeschichtung Strahlung emittiert mit einem vorgeschriebenen Spektrum in Reaktion auf die innerhalb der Röhre erzeugte Strahlung.

[0005] Eine derartige Lichtquelle lässt noch Wünsche offen.

[0006] Ferner ist aus der DE 199 20 579 A1 eine UV-Entladungslampe bekannt, bei der innerhalb eines ein Füllgas enthaltenden Entladungsraumes eine erste und eine zweite Elektrode mit elektrischen Anschlüssen versehen und beabstandet voneinander angeordnet sind, wobei unter Entladungsbedingungen die eine Elektrode als Anode und die andere Elektrode als Mikrohohl-Kathode wirkt. Um die bekannte Entladungslampe so weiterzubilden, dass sie bei kompakter Bau-

weise und gleichzeitig langer Lebensdauer für einen universellen Einsatz in der UV-Spektroskopie, beispielsweise für einen Einsatz in mobilen Spektrometern, geeignet ist, enthält sie das Füllgas Deuterium, wobei der Partialdruck des Deuteriums im Füllgas mindestens 20 mbar beträgt.

[0007] Aus der US 6,433,480 B1 ist eine Gleichstrom-Gasentladungslampe mit einer Mikrohohl-Kathode bekannt. Sie umfasst eine erste, eine von dieser beabstandete zweite Elektrode, wenigstens einen Mikrohohlraum, der durch die beiden Elektroden gebildet ist, eine dritte Elektrode, die beabstandet von den beiden Elektroden angeordnet ist, und elektrische Mittel zum Verbinden von wenigstens einigen der Elektroden bei einer Spannung und einem Strom zur Erzeugung einer Mikroentladung in wenigstens einem Mikrohohlraum, der durch die erste und die zweite Elektrode gebildet ist.

[0008] Auch diese Lampen lassen noch Wünsche offen.

[0009] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zu Grunde, eine Strahlungsquelle der eingangs genannten Art zu verbessern. Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Strahlungsquelle mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0010] Erfindungsgemäß ist eine Strahlungsquelle mit Elektroden vorgesehen, wobei die Elektroden und gegebenenfalls auch ein Reflektor in einer Hohlkathode angeordnet sind, das heißt, die Strahlungsquelle hat die Form der Hohlkathode. Die Form der Hohlkathode ist nicht näher beschränkt. So können neben runden Hohlkathoden auch beispielsweise ovale oder mehreckig ausgebildete Hohlkathoden verwendet werden.

[0011] Bevorzugt hat die Hohlkathode einen Außendurchmesser oder hydraulisch gleichwertigen Außendurchmesser von 0,1 µm bis 100 mm, insbesondere bevorzugt von 5 µm bis 200 µm. Bei derartigen Abmessungen sind Hohlkathoden mit textilen Eigenschaften möglich, so dass die Strahlungsquelle, gegebenenfalls auch gebündelt, beispielsweise verstrickt oder verwoben werden kann. Dabei ist ein derart exaktes Verstricken möglich, dass die Strahlung beispielsweise nur auf einer Seite eines Stoffes austritt.

[0012] Die Hohlkathode weist eine Ausstrahlöffnung auf, die bevorzugt mit Phosphor beschichtet ist. Eine Beschichtung mit anderen fluoreszierenden Materialien ist möglich. Die Beschichtung kann jedoch auch die gesamte Innenfläche der Hohlkathode bedecken. Insbesondere ist auch eine Beschichtung mit 1-3 Atomschichten Platin oder anderer Elemente der 8-ter-Nebengruppe möglich, welche in dieser Schichtdicke fluoreszierende Eigenschaften aufweisen.

[0013] Im Bereich der Elektroden ist bevorzugt ein Dielektrikum vorgesehen. Dabei weist das Dielektrikum bevorzugt kleinste Öffnungen, insbesondere Bohrungen im nano-Bereich, auf.

[0014] Bevorzugt sind die Elektroden aus Molybdän oder einem Element der 8-ter Nebengruppe gefertigt.

Die Elektroden können auch aus dotiertem Kohlenstoff, insbesondere dotiertem Diamant, oder aus elektrisch leitenden Polymeren bestehen.

[0015] Die Hohlaser besteht vorzugsweise aus $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$, insbesondere Glas, Keramik, Porzellan, dotiertem Kohlenstoff, Diamant, Saphir, Leukosaphir, Opal, Smaragd, Spinell, Zirkonoxid, Polyester, Polymer, fluoriertem Polymer, PTFE, PEEK, Makrolon oder Plexiglas.

[0016] Der Reflektor besteht vorzugsweise aus Eloxal, Silber, Aluminium oder Platin. Er bedeckt bevorzugt mindestens die Hälfte der Innenfläche der Hohlaser, wobei sich der Reflektor insbesondere in Längsrichtung der Hohlaser erstreckt. Ein Reflektor ist insbesondere bei einer Verwendung als Laser erforderlich. Soll keine gerichtete Strahlung erzeugt werden, so kann auf einen Reflektor verzichtet werden und im Wesentlichen der gesamte Umfang der Hohlaser als Ausstrahlöffnung verwendet werden.

[0017] Eine als Strahlungsquelle ausgebildete Hohlaser wird vorzugsweise in einer Textilie oder einem zumindest teilweise strahlungsdurchlässigen Körper verwendet. Bevorzugt sind hierbei eine Mehrzahl von Hohlaserfasern zu einem Gewebe, einem Gestrick oder zu einem Vlies verarbeitet.

[0018] Im Folgenden ist die Erfindung anhand von zwei Ausführungsbeispielen, teilweise mit Abwandlungen und unter Bezugnahme auf die beiliegende Zeichnung im Einzelnen näher erläutert. In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 einen schematisch dargestellten, stark vergrößerten Schnitt durch ein erstes Ausführungsbeispiel, und

Fig. 2 einen schematisch dargestellten, stark vergrößerten Schnitt durch ein zweites Ausführungsbeispiel.

[0019] Fig. 1 zeigt einen Schnitt durch eine als Strahlungsquelle für künstliches Licht dienende Hohlaser 1, vorliegend eine Mikrohohlaser mit einem Außendurchmesser von 100 μm . Die Hohlaser 1 besteht aus Mullit. Im Inneren der Hohlaser 1 ist eine in Längsrichtung der Hohlaser 1 verlaufend sich erstreckende Anode 2 und eine der Anode 2 gegenüberliegende Kathode 3 angeordnet, welche mit einer Spannungsquelle U verbunden sind, die eine gepulste Gleichspannung liefert. Im Bereich der Elektroden, also der Anode 2 und der Kathode 3, ist jeweils eine dielektrische Barriere in Form eines Dielektrikums 4 vorgesehen. Das Dielektrikum 4 ist offenzellig ausgebildet und weist Bohrungen mit Abmessungen im nano-Meter-Bereich auf, welche der Anregung der Strahlung dienen.

[0020] An der Innenmantelfläche der Hohlaser 1 ist ein Reflektor 5 vorgesehen, der sich nahezu über den gesamten Umfang erstreckt und nur eine kleine Ausstrahlöffnung 6 freilässt. Der Reflektor 5 wird vorliegend

durch eine Eloxalschicht gebildet.

[0021] Die gesamte Innenfläche der Hohlaser 1 beziehungsweise des Reflektors 5 ist mit Phosphor beschichtet. Eine Beschichtung der gesamten Innenfläche der Hohlaser beziehungsweise des Reflektors ist nicht unbedingt notwendig, es muss lediglich die Ausstrahlöffnung 6 mit Phosphor beschichtet sein. So kann gemäß einer nicht in der Zeichnung dargestellten Variante nur die Ausstrahlöffnung 6 mit Phosphor beschichtet sein. Neben Phosphor sind auch andere fluoreszierende Materialien zur Beschichtung möglich.

[0022] In der druckdicht verschlossenen Hohlaser 1 befindet sich ein Edelgas, vorliegend Xenon, ohne Quecksilber, welches durch die zwischen der Anode 2 und der Kathode 3 angelegte Spannung angeregt wird, so dass im Inneren der Hohlaser 1 eine UV-Strahlung erzeugt wird. Durch den Reflektor 5 wird die UV-Strahlung bei Auftreffen an der Innenwand der Hohlaser 1 reflektiert. Trifft die UV-Strahlung im Bereich der Ausstrahlöffnung 6 auf die in diesem Bereich vorgesehene Beschichtung mit Phosphor, so wird dieser angeregt und gibt nach außen vorliegend sichtbares Licht ab.

[0023] Als Schalter kann beispielsweise nano-poröses Platin verwendet werden, das bei Temperaturänderungen seine Länge ändert, so dass die Strahlungsquelle automatisch in Abhängigkeit der Temperatur aus- und eingeschaltet werden kann. Eine derartige automatisch in Abhängigkeit der Temperatur gesteuerte Strahlungsquelle kann beispielsweise für eine der Temperatur angepasste Beleuchtung sorgen.

[0024] Das in Fig. 2 dargestellt zweite Ausführungsbeispiel entspricht im Wesentlichen dem ersten Ausführungsbeispiel, so dass gleiche und gleichwirkende Teile mit den gleichen Bezugszeichen versehen sind.

[0025] Eine rechteckförmige Hohlaser 1 aus Glas mit einem hydraulisch gleichwertigen Außendurchmesser von 50 μm weist an der Innenwand einer seiner Seitenflächen eine Anode 2 und eine Kathode 3, jeweils bestehend aus Molybdän, auf. Diese sind von einer Isolationsschicht bestehend aus einem Dielektrikum 4 bedeckt, wobei die Isolationsschicht die gesamte Seite bedeckt und offenzellig ausgebildet ist. Die gegenüberliegende Seite dient als Ausstrahlöffnung 6 und ist mit einer durchgehenden Phosphorschicht versehen. Die Seiten der Hohlaser 1 sind, abgesehen von der die Ausstrahlöffnung 6 bildenden Seite, mit einem Reflektor (nicht dargestellt) beschichtet, der aus Silber besteht. Im Innenraum der Hohlaser 1 ist Argon enthalten.

[0026] Die Funktion ist die Gleiche, wie die des ersten Ausführungsbeispiels, so dass nicht näher darauf eingegangen wird.

[0027] Derartige Hohlaserfasern, wie in den beiden Ausführungsbeispielen beschrieben, können als Infrarot-Lichtquellen, UV-Lichtquellen oder Laser-Lichtquellen genutzt werden.

[0028] Als Verwendung derartiger Hohlaserfasern 1, insbesondere in Form von UV-Lichtquellen, kommt unter anderem die Herstellung von aseptischen Tischplatten

für den OP-Bereich in Frage. Dabei können die Hohlfasern 1 beispielsweise räumlich verstrickt oder verwoben und anschließend eingegossen werden. Es können mittels Stricken räumliche, zum Beispiel bienenwabenartige, Formen erzeugt, mittels einer strahlungsdurchlässigen Gussmasse fixiert und oben und/oder unten mit strahlungsdurchlässigen Prepregs abgedeckt werden (Sandwich-Honeycomb), wobei die Hohlfasern 1 auch in den Prepregs vorgesehen sein können. Derartige Hohlkörper weisen ein geringes Gewicht bei hoher Festigkeit auf.

[0029] Ebenfalls ist die Herstellung von aseptischen Vorhängen, Beuteln, Zelten, Tüchern oder Verbandsmaterial möglich, wobei die Hohlfasern beispielsweise als UV-Lichtquellen ausgebildet sind. Somit kann beispielsweise ein Verbandsmaterial zur Verfügung gestellt werden, das die Körpertemperatur eines Schwerstverletzten konstant hält.

[0030] Ebenfalls ist die Verwendung derartiger Hohlfasern zur integrierten Beleuchtung bei Überdachungen, Dachelementen, Decken, blendfreien Raumausleuchtungen, Hinweis- oder Werbeschilder, Displays, Tastaturen, Vorhänge, Rollos, Planen, Abdeckungen, Textilien usw. möglich.

[0031] Die Verwendung derartiger Hohlfaser für Vorrichtungen zum Entkeimen, insbesondere von Luft, Wasser, Lebensmitteln oder Blut, z.B. bei exkorporalen Blut-UV-Therapien, wie sie insbesondere zur Behandlung von Krebs verwendet werden, ist möglich. Vorrichtungen mit entsprechenden Hohlfasern können auch in Venen eingeführt oder perkutan eingebracht und durch eine beispielsweise zeitabhängige Steuerung mit elektrischer Energie versorgt werden. Ist eine gesamte Behandlungsvorrichtung mit entsprechenden Strahlungsquellen versehen, so ist ein kontaminationsfreies Behandeln möglich, insbesondere in Verbindung mit Blut.

[0032] Durch entsprechende Vorrichtungen kann neben einer Entkeimung auch eine Ozonisierung, Ionisierung und/oder elektrische Aufladung zu behandelnder Stoffe erfolgen.

[0033] Die Hohlfasern können zur besseren Handhabbarkeit auch gerahmt sein, was insbesondere bei kleinen Durchmessern sinnvoll ist.

[0034] Die Herstellung derartiger Hohlfasern kann beispielsweise mittels einer Mehr-Komponenten-Spinn-
düse erfolgen, wobei insbesondere die Elektroden und das Dielektrikum direkt in die Hohlfaser eingebracht werden können.

[0035] Gemäß einem anderen Herstellungsverfahren wird eine fertige Hohlfaser bereichsweise ionisiert, so dass in diesen Bereichen gezielt Material abgelagert werden kann.

[0036] Ebenfalls ist eine nass-chemische Beschichtung, gegebenenfalls unter Beeinflussung der Oberflächenspannung zur Erzeugung von Strukturen, wie der Elektroden, möglich. Hierbei wird auf einer Seite der Hohlfaser ein Vakuum angelegt, so dass eine Flüssigkeit in die Hohlfaser eingesaugt wird, welche sich an den

Wänden oder Bereichen der Wände niederschlägt.

[0037] Auf Grund der Anforderungen sind in der Regel keine besonderen Ansprüche in Hinblick auf die Haftung eines gegebenenfalls vorgesehenen Reflektors an der Innenfläche der Hohlfaser erforderlich.

Patentansprüche

1. Strahlungsquelle mit einer Anode (2) und einer Kathode (3), die mit einer Spannungsquelle (U) verbunden sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Strahlungsquelle durch eine Hohlfaser (1) gebildet ist.
2. Strahlungsquelle nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hohlfaser (1) einen Außendurchmesser oder hydraulisch gleichwertigen Außendurchmesser von 0,1 µm bis 100 mm, insbesondere von 5 µm bis 200 µm aufweist.
3. Strahlungsquelle nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** Hohlfaser (1) eine Ausstrahlöffnung (6) aufweist, die mit Phosphor oder einem Element der 8-ter Nebengruppe beschichtet ist.
4. Strahlungsquelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest im Bereich der Anode (2) und der Kathode (3) ein Dielektrikum (4) vorgesehen ist.
5. Strahlungsquelle nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Dielektrikum (4) kleinste Öffnungen aufweist.
6. Strahlungsquelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anode (2) und/oder die Kathode (3) aus Molybdän oder einem Element der 8-ter Nebengruppe, dotiertem Kohlenstoff oder einem elektrisch leitenden Polymer besteht.
7. Strahlungsquelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Hohlfaser (1) aus Glas, Keramik, Porzellan, dotiertem Kohlenstoff, Diamant, Saphir, Leukosaphir, Opal, Smaragd, Spinell, Zirkonoxid, Polyester, Polymer, fluoriertem Polymer, PTFE, PEEK, Makrolon oder Plexiglas besteht.
8. Strahlungsquelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Reflektor (5), insbesondere aus Eloxal, Silber, Platin oder Aluminium, vorgesehen ist.
9. Strahlungsquelle nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Reflektor (5) mindestens

die Hälfte der Innenfläche der Hohlfaser (1) sich in Längsrichtung der Hohlfaser (1) erstreckend bedeckt.

10. Verwendung einer als Strahlungsquelle ausgebildeten Hohlfaser (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 9 in einer Textilie oder einem zumindest teilweise strahlungsdurchlässigen Körper.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

