



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**26.08.2020 Patentblatt 2020/35**

(51) Int Cl.:  
**H01J 61/20<sup>(2006.01)</sup> H01J 61/72<sup>(2006.01)</sup>**

(21) Anmeldenummer: **19158690.8**

(22) Anmeldetag: **21.02.2019**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AL 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 RS SE SI SK SM TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**BA ME**  
Benannte Validierungsstaaten:  
**KH MA MD TN**

(72) Erfinder:  
• **Winderlich, Jan**  
**63450 Hanau (DE)**  
• **Arnold, Erich**  
**63450 Hanau (DE)**  
• **Jung, Burkard**  
**63450 Hanau (DE)**

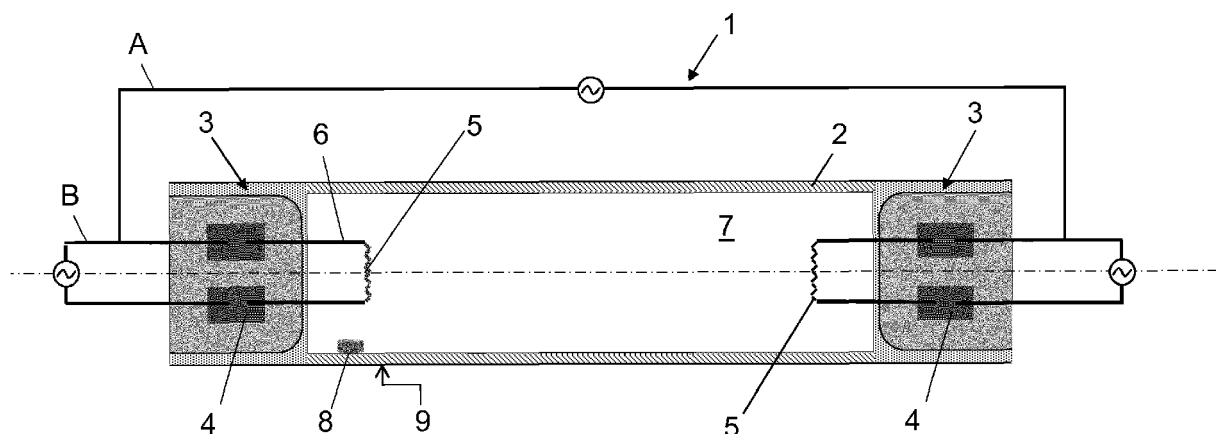
(71) Anmelder: **Heraeus Noblelight GmbH**  
**63450 Hanau (DE)**

(74) Vertreter: **Staudt, Armin Walter**  
**Sandeldamm 24a**  
**63450 Hanau (DE)**

(54) **QUECKSILBERNIEDERDRUCKSTRAHLER, VERFAHREN ZUM BETREIBEN SOWIE VERWENDUNG VON QUECKSILBER-HALOGENID IM ENTLADUNGSRAUM DESSELBEN**

(57) Bekannte Quecksilberniederdruckstrahler weisen ein Entladungsgefäß (2) mit einer Wandung aus Quarzglas auf, in dem ein Füllgas, mindestens zwei Elektroden (5) und eine Quecksilberquelle (8), wie beispielsweise ein Amalgamdepot, eingeschlossen sind. Um hiervon ausgehend einen Hochleistungs-Quecksilbernieder-

druckstrahler bereitzustellen, bei dem der Aufwand für das Einbringen und Positionieren des Amalgamdepots und andere mit dem Amalgamdepots einhergehende Nachteile zumindest verringert sind oder sogar ganz entfallen, wird vorgeschlagen, dass die Quecksilberquelle ein Quecksilber-Halogenid (8) umfasst.



**Fig. 1**

## Beschreibung

### Technisches Gebiet

5 **[0001]** Die Erfindung betrifft einen Quecksilberniederdruckstrahler, der ein Entladungsgefäß mit einer Wandung aus Quarzglas aufweist, in dem ein Füllgas, mindestens zwei Elektroden und eine Quecksilberquelle eingeschlossen sind.

**[0002]** Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Betreiben eines Quecksilberniederdruckstrahlers mit einem Entladungsgefäß mit einer Wandung aus Quarzglas, in dem ein Füllgas, mindestens zwei Elektroden und eine Quecksilberquelle eingeschlossen sind, und in dem durch Anlegen einer Lampenspannung eine Gasentladung erzeugt wird.

10 **[0003]** Außerdem geht es in der Erfindung um eine Verwendung von Quecksilber-Halogenid im Entladungsgefäß eines Quecksilberniederdruckstrahlers.

**[0004]** Quecksilberniederdruckstrahler werden beispielsweise zum Härten, Modifizieren, Beschichten und Reinigen von Oberflächen, zur Entkeimung von Gasen, Flüssigkeiten, Oberflächen und Verpackungen, für die UV-Messtechnik, die industrielle Photochemie, die Trocknung und Härtung von Druckfarben, Lacken, Klebstoffen und Vergussmassen, die Lacktrocknung und die Analysetechnik eingesetzt.

15

### Stand der Technik

**[0005]** Quecksilberdampflampen können nach dem typischen Innendruck des Füllgases im Betrieb in Niederdruck-, Mitteldruck-, Hochdruck und Hochstdrucklampen eingeteilt werden. Bei Niederdrucklampen (auch als Niederdruckstrahler bezeichnet) liegt der Innendruck im Betrieb bei weniger als 10 mbar (1000 Pa); bei den anderen Lampentypen liegen die typischen Innendrucke im Betrieb oberhalb von Atmosphärendruck bis zu 200 bar (etwa 1 bis 20 MPa).

20

**[0006]** Eine andere Einteilung richtet sich nach der elektrischen Leistungsaufnahme. Bei sogenannten "Hochleistungs-Niederdruckstrahlern" beginnt der Bereich der elektrischen Leistungsaufnahme pro Längeneinheit der Entladungslänge (=Elektrodenabstand) oberhalb von etwa 0,5 W/cm ("spezifische Leistung").

25

**[0007]** Die vorliegende Erfindung betrifft Hochleistungs-Quecksilberdampfniederdruckstrahler. Ein derartiger Strahler ist beispielsweise in der DE 100 37 032 A1 beschrieben. Er umfasst einen eine Quecksilberquelle enthaltenden Entladungsraum, der von einem zylindrischen Kolben aus Quarzglas umschlossen ist, und der an beiden Enden durch Quetschungen verschlossen ist. Im Entladungsraum liegen sich Elektroden gegenüber, deren elektrische Anschlüsse über die Quetschungen aus den Kolbenenden herausgeführt sind.

30

**[0008]** Infolge ihrer hohen Betriebsleistung erreichen die Hochleistungs-Amalgam-Niederdruckstrahler gegenüber herkömmlichen Quecksilber-Niederdruckstrahlern relativ hohe Betriebstemperaturen ( $>100^{\circ}\text{C}$ ), die wiederum zu einem hohen Quecksilberdampfdruck führen. Der für die maximale Umsetzung der elektrischen Leistung in Ultraviolettstrahlung optimale Dampfdruck liegt bei etwa 0,8 Pa (für UV-C-Strahlung der Wellenlänge von 254 nm). Eine Quecksilberquelle aus reinem Quecksilber bewirkt diesen Dampfdruck bereits bei einer Betriebstemperatur (Oberflächentemperatur des Entladungsgefäßes) von etwa  $40^{\circ}\text{C}$ . Diese Temperatur stellt sich ohne Kühlungsmaßnahmen typischerweise bereits bei einer elektrischen Leistungsaufnahme pro Strahlerlängeneinheit ("spezifische Leistung") von etwa 0,5 W/cm ein.

35

**[0009]** Um höhere spezifische Leistungen in einem Quecksilberniederdruckstrahler umsetzen zu können, muss der Quecksilber-Dampfdruck begrenzt werden. Dafür wird bei bekannten Typen von Hochleistungsstrahlern mindestens ein Teil des vom Füllgas zugänglichen Raums auf eine Temperatur gekühlt, die niedriger ist als die Temperatur im eigentlichen Entladungsraum, so dass dort ein Teil des Quecksilberdampfes kondensiert. Bei einem anderen Typ von Hochleistungsstrahlern wird alternativ oder ergänzend zur Kühlung anstelle von reinem Quecksilber eine bei Raumtemperatur feste Quecksilberlegierung (Amalgam) in den vom Füllgas zugänglichen Raum eingebracht, das typischerweise metallisches Indium als Legierungsbestandteil enthält. Das feste Quecksilber-Amalgam steht mit dem Füllgas im thermodynamischen Gleichgewicht und ermöglicht durch seinen im Vergleich zu reinem Quecksilber niedrigeren Dampfdruck eine Kontrolle des Quecksilber-Dampfdrucks innerhalb des Entladungsraums, so dass auch bei höheren Temperaturen eine maximale Strahlungsausbeute erreichbar ist. Damit lassen sich Oberflächentemperaturen von etwa  $120^{\circ}\text{C}$  des Entladungsgefäßes tolerieren, was einen spezifischen Leistungsumsatz von typischerweise 5 W/cm und mehr ermöglicht.

40

45

50

### Technische Aufgabenstellung

**[0010]** Der Einsatz von Quecksilber-Amalgamen bringt Nachteile mit sich. Amalgamdepots müssen in der Regel an einer vorgegebenen Stelle im Strahler-Innenraum fixiert werden, der für das Füllgas zugänglich ist und der auf einer vorgegebenen Temperatur gehalten werden kann. Diese Stelle wird auch als "cold spot" oder "Goldpunkt" bezeichnet und es ist auch bekannt, das Amalgamdepot in einer eigens dafür herzustellenden vom Füllgas zugänglichen Quarzglasflasche des Entladungsgefäßes zu fixieren.

55

**[0011]** Das Einbringen und Fixieren des Amalgams erfordert einen hohen Zeitaufwand, birgt die Gefahr von Beschä-

digungen des Entladungsgefäßes und erhöht die Herstellkosten. Durch Sauerstoff, der beispielsweise aus oxidischen Verbindungen der Emitterpaste in den Entladungsraum entweichen kann, werden Komponenten des Amalgams, insbesondere Indium, im Betrieb oxidiert, so dass sich das Temperaturverhalten des Strahlers allmählich verändert.

**[0012]** Um die UV-Emission auf konstantem Niveau zu halten, muss das Amalgamdepot auf einer vorgegebenen Temperatur gehalten; insbesondere gekühlt werden. Je nach Position des Amalgamdepots ("cold spot", "Goldpunkt" oder in einer separaten, vom Füllgas zugänglichen Quarzglasflasche) kann sich die Kühlung des Hochleistungsstrahlers aufwändig gestalten.

**[0013]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Hochleistungs-Quecksilberniederdruckstrahler bereitzustellen, bei dem der Aufwand für das Einbringen und Positionieren des Amalgamdepots und andere mit dem Amalgamdepots einhergehende Nachteile zumindest verringert sind oder sogar ganz entfallen.

**[0014]** Außerdem liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Betreiben eines Hochleistungs-Quecksilberniederdruckstrahlers anzugeben, bei dem auf das Einbringen eines Amalgamdepots in den Strahler-Innenraum verzichtet werden kann.

**[0015]** Außerdem liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine besondere Verwendung von Quecksilber-Halogenid anzugeben.

### Zusammenfassung der Erfindung

**[0016]** Hinsichtlich des Quecksilberniederdruckstrahlers wird diese Aufgabe ausgehend von einem Strahler der eingangs genannten Gattung erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Quecksilberquelle ein Quecksilber-Halogenid umfasst.

**[0017]** In dem Entladungsgefäß befindet sich mindestens ein als Quecksilberquelle dienendes Quecksilber-Halogenid, insbesondere ionische Verbindungen von zweiwertigem Quecksilber mit Brom und/oder Jod sowie Mischverbindungen aus Quecksilber mit diesen Halogenen oder anderen chemischen Elementen, die bei Standardbedingungen (Temperatur: 25 °C; Druck: 1013 mbar) als Feststoff vorliegen.

**[0018]** Es hat sich überraschend gezeigt, dass das Temperaturverhalten eines Quecksilber-Amalgam-Niederdruckstrahlers durch einen Ersatz des Quecksilber-Amalgams durch Quecksilber-Halogenid nur unwesentlich beeinflusst wird. Das Quecksilber-Halogenid kann daher das ansonsten übliche reine Quecksilber oder das Quecksilber-Amalgam mindestens zum Teil, vorzugsweise zu mindestens 80 %, bevorzugt zu mindestens 90 % und besonders bevorzugt vollständig substituieren. Im letztgenannten und besonders bevorzugten Fall enthält das Entladungsgefäß somit kein Quecksilber-Amalgam, so dass alle damit einhergehenden Nachteile vollständig entfallen.

**[0019]** Diese Wirkung kann darauf zurückgeführt werden, dass das Quecksilber-Halogenid in der Entladungszone in gasförmiges Quecksilber und das Halogen dissoziiert und damit der Dampfdruck des Halogenids die wirksame Quecksilber-Konzentration in der Entladungszone beeinflusst. Quecksilber-Halogenid hat aber einen im Vergleich zu reinem Quecksilber geringeren Dampfdruck, so dass sich selbst bei relativ hoher Temperatur am kältesten Punkt des Strahlerinnenraums eine geringe Quecksilber-Konzentration einstellt. Insoweit verhält sich das Quecksilber-Halogenid wie ein Amalgam und ist wie dieses zur temperaturgesteuerten Einstellung und Kontrolle des Quecksilberdampfdrucks im Entladungsraum geeignet. Das in der Entladung dissoziierte Quecksilberhalogenid bildet sich erneut an der Wand oder außerhalb der Entladungssäule an der kältesten Stelle.

**[0020]** Andererseits hat Quecksilber-Halogenid im Vergleich zu den Quecksilber-Legierungspartnern im Amalgam (insbesondere im Vergleich Indium) einen höheren Dampfdruck, so dass es bei geringer Temperaturerhöhung rasch wieder in die Gasphase gelangt. Dadurch entfällt die Notwendigkeit, das Quecksilber-Halogenid an einem vorgegebenen Depot örtlich zu fixieren und zu sammeln, wie dies beim Amalgam der Fall ist, wie etwa am sogenannten "cold spot" oder "Goldpunkt" beziehungsweise in einer Quarzglasflasche.

**[0021]** Insoweit zeigt das Quecksilber-Halogenid im Hochleistungs-Quecksilberniederdruckstrahler qualitativ die gleiche Wirkung wie ein Quecksilberamalgam (temperaturgesteuerte Einstellung und Kontrolle des Quecksilberdampfdrucks im Entladungsraum), jedoch ohne dessen Nachteile zu haben.

**[0022]** Durch den Ersatz von Quecksilber-Amalgam durch Quecksilber-Halogenid ergeben sich mehrere Wirkungen und Vorteile:

- Die Gefahr der Oxidation von Komponenten aus dem Amalgam entfällt.
- Die Herstellkosten verringern sich, da der Aufwand für das Einbringen und Fixieren des Amalgams entfällt.
- Im Unterschied zu einem Amalgamdepot erfordert das Quecksilber-Halogenid als Quecksilberquelle keine feste Position innerhalb des Strahlerinnenraums. Es destilliert an der kältesten Stelle und destilliert um, falls sich diese Stelle ändert. Der kälteste Punkt im Strahler kann insoweit frei und variabel gewählt werden, was den Aufwand für eine etwaige Kühlung verringert.

- Die Menge an Quecksilber im Entladungsgefäß kann in geringer Dosierung mittels vorgefertigter, handelsüblicher Quecksilber-Halogenid-Pellets eingestellt werden.

**[0023]** Diese Vorteile stellen sich insbesondere bei einer bevorzugten Ausführungsform ein, bei der die Quecksilberquelle vollständig aus dem Quecksilber-Halogenid oder aus mehreren Quecksilber-Halogeniden besteht.

**[0024]** Besonders bewährt als Quecksilber-Halogenid haben sich Quecksilberjodid und/oder Quecksilberbromid.

**[0025]** Quecksilberhalogenide in Form von  $\text{HgI}_2$  oder  $\text{HgBr}_2$  werden in Quecksilber-Mitteldruck-, -Hochdruck- und -Höchstdruckstrahlern seit langem eingesetzt. In diesen Strahlertypen, ebenso wie in den sogenannten "Metallhalogenidstrahlern" und "Halogenstrahlern", ermöglichen diese Halogenide den sogenannten "Wolfram-Halogen-Kreisprozess". Wolfram ist üblicher Bestandteil der Elektroden der genannten Strahlertypen (beziehungsweise der Glühwendel von Halogenstrahlern). Die im Betrieb von den heißen Elektroden abdampfenden Wolframoleküle schlagen sich an kühleren Stellen des Entladungsgefäßes nieder und führen zu einer Schwärzung, welche die Lebensdauer des Strahlers begrenzt. Das im Füllgas enthaltene Halogen kann (zusammen mit Restsauerstoff) mit den verdampften Wolframatomten reagieren und diese in Gasform stabilisieren. Da die Reaktion reversibel ist, zerfällt die Verbindung bei einer Temperaturänderung wieder in ihre Elemente, so dass sich die Wolframatomten wieder auf der Elektrode niederschlagen. Der Zusatz von Halogeniden hat hierbei somit den Zweck, die Schwärzung des Entladungsgefäßes zu vermindern und dadurch die Lebensdauer der Strahler zu erhöhen.

**[0026]** Der "Wolfram-Halogen-Kreisprozess" erfordert jedoch hohe Oberflächentemperaturen des Entladungsgefäßes von mindestens 800°C, die nur bei den genannten Mittel-, Hoch- und Höchstdruck-Strahlern aber nicht beim bestimmungsgemäßen Einsatz von Niederdruckstrahlern erreicht werden.

**[0027]** Das Entladungsgefäß des Quecksilberniederdruckstrahlers der Erfindung besteht aus Quarzglas. Darunter wird hier ein Glas mit einem  $\text{SiO}_2$ -Gehalt von mindestens 97 Gew.-%, vorzugsweise von mindestens 99 Gew.-% und besonders bevorzugt von mindestens 99,9 Gew.-% verstanden. Der Alkali-Anteil des Quarzglases ist sehr gering und beträgt weniger als 500 Gew.-ppm. Quarzglas ist vergleichsweise teuer, so dass auch Entladungsgefäße aus anderen Glasarten eingesetzt werden, beispielsweise solche aus "Borosilikatglas". Diese Glasart enthält typischerweise einen Alkaligehalt im Prozentbereich. Allerdings können die Alkalien im Betrieb des Strahlers zu einer schnellen Alterung der Glasoberfläche und in Verbindung mit Quecksilber zu schwärzlichen Ablagerungen führen. Durch Zugabe von Quecksilber-Halogeniden in Form von  $\text{HgI}_2$  beziehungsweise  $\text{HgBr}_2$  können an der Oberfläche des Entladungsgefäßes anliegende Alkali-Ionen durch eine Reaktion mit Halogenen passiviert und dadurch der Degradationsprozess beim Entladungsgefäß aus Borosilikatglas verlangsamt werden. Die Zugabe der Halogenide hat hierbei somit den Zweck, zu einer Verlangsamung der Alterung und Schwärzung der Glasoberfläche beizutragen und dadurch die Lebensdauer von Quecksilberdampflampen mit einem Entladungsgefäß aus Borosilikatglas zu erhöhen.

**[0028]** Bei einem Quecksilber-Dampfdruck ( $p_{\text{Hg}}$ ) von etwa 0,8 Pa ergibt sich ein Maximum der Effizienz ( $\eta$ ) für Strahlung mit der Wellenlänge von 254nm ( $\eta = 100\%$ ). Im Druckbereich zwischen 3 Pa  $\geq p_{\text{Hg}} \geq 0,3$  Pa ergibt sich eine relative Effizienz  $\eta_{\text{rel}}$  von mindestens 90%.

**[0029]** Im Hinblick darauf ist die Quecksilbermenge im Entladungsraum des Quecksilberniederdruckstrahlers daher vorzugsweise so bemessen, dass sich im Betrieb ein Quecksilberdampfdruck im Bereich von 0,3 Pa bis 3 Pa einstellt.

**[0030]** Beispielsweise zeigt Quecksilber(II)-Jodid ( $\text{HgI}_2$ ) einen Dampfdruck von 0,8 Pa bei 77°C und  $\text{HgBr}_2$  hat diesen Dampfdruck bei 63°C. Der Temperaturbereich, in dem die relative Effizienz  $\eta_{\text{rel}}$  für Strahlung mit der Wellenlänge von 254nm mindestens 90 % beträgt, liegt im Fall von  $\text{HgI}_2$  zwischen 65°C und 95°C und im Fall von  $\text{HgBr}_2$  zwischen 29°C und 79°C.

**[0031]** Ein Dampfdruck im Druckbereich zwischen 3 Pa  $\geq p_{\text{Hg}} \geq 0,3$  Pa stellt sich beispielsweise im Fall von Quecksilberjodid ein, wenn die  $\text{HgI}_2$ -Konzentration in der Gasphase im Bereich von  $0,21 \times 10^{-4}$  bis  $1,97 \times 10^{-4}$  mg/cm<sup>3</sup> liegt.

**[0032]** In der Regel liegt im Betrieb des Quecksilberniederdruckstrahlers ein Teil des Quecksilber-Halogenids in Dampf- und ein anderer Teil liegt als Feststoff vor. Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform des Quecksilberniederdruckstrahlers weist das Entladungsgefäß ein Strahlerinnenraum-Volumen auf, wobei das Quecksilber-Halogenid, insbesondere Quecksilberjodid, im Strahlerinnenraum bezogen auf das Strahlerinnenraum-Volumen in einer Menge zwischen 0,0001 bis 0,003 mg/cm<sup>3</sup>, vorzugsweise zwischen 0,0005 bis 0,001 mg/cm<sup>3</sup> enthalten ist.

**[0033]** Bei einer Menge von weniger als 0,0001 mg/cm<sup>3</sup> kann die verdampfbare Quecksilbermenge so gering sein, dass sich ein Quecksilber-Dampfdruck im bevorzugten Druckbereich von 3 Pa  $\geq p_{\text{Hg}} \geq 0,3$  Pa und insbesondere von 0,8 Pa nicht einstellt, beziehungsweise es ist ergänzend eine weitere Quecksilberquelle erforderlich, um einen hinreichend hohen Quecksilber-Parteiladung in der Entladung zu erzeugen. Und bei einer Menge von mehr als 0,001 mg/cm<sup>3</sup> ist die Menge an umweltschädlichem Quecksilber im Entladungsgefäß unnötig hoch.

**[0034]** Hinsichtlich des Verfahrens zum Betreiben eines Quecksilberniederdruckstrahlers wird die oben angegebene Aufgabe ausgehend von einem Verfahren der eingangs genannten Gattung erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass als Quecksilberquelle ein Quecksilber-Halogenid, insbesondere Quecksilberjodid, eingesetzt wird.

**[0035]** Das erfindungsgemäße Verfahren ist unter Einsatz des erfindungsgemäßen Quecksilberniederdruckstrahlers durchführbar. Die diesbezüglichen obigen Erläuterungen gelten auch für das Verfahren unter Einsatz des Quecksilber-

niederdruckstrahlers.

**[0036]** Das als Quecksilberquelle dienende Quecksilber-Halogenid ersetzt das Amalgam im Entladungsgefäß des Quecksilberniederdruckstrahlers teilweise und vorzugsweise vollständig. Denn es hat sich überraschend gezeigt, dass das Temperaturverhalten eines Quecksilber-Amalgam-Niederdruckstrahlers durch einen Ersatz des Quecksilber-Amalgams durch Quecksilber-Halogenid nur unwesentlich beeinflusst wird. Das Quecksilber-Halogenid kann daher das ansonsten übliche reine Quecksilber oder das Quecksilber-Amalgam mindestens zum Teil, vorzugsweise zu mindestens 80 %, bevorzugt zu mindestens 90 % und besonders bevorzugt vollständig substituieren. Im letztgenannten und besonders bevorzugten Fall enthält das Entladungsgefäß somit kein Quecksilber-Amalgam, so dass alle damit einhergehenden Nachteile vollständig entfallen.

**[0037]** Diese Wirkung kann darauf zurückgeführt werden, dass das Quecksilber-Halogenid in der Entladungszone in gasförmiges Quecksilber und das Halogen dissoziiert und damit der Dampfdruck des Halogenids die wirksame Quecksilber-Konzentration in der Entladungszone beeinflusst. Quecksilber-Halogenid hat aber einen im Vergleich zu reinem Quecksilber geringeren Dampfdruck, so dass sich selbst bei relativ hoher Temperatur am kältesten Punkt des Strahlerinnenraums eine geringe Quecksilber-Konzentration einstellt. Insoweit verhält sich Quecksilber-Halogenid wie ein Amalgam und ist wie dieses zur temperaturgesteuerten Einstellung und Kontrolle des Quecksilberdampfdrucks im Entladungsraum geeignet. Das in der Entladung dissoziierte Quecksilberhalogenid bildet sich erneut an der Wand oder außerhalb der Entladungssäule an der kühlfsten Stelle.

**[0038]** Andererseits hat Quecksilber-Halogenid im Vergleich zu den Quecksilber-Legierungspartnern im Amalgam (insbesondere im Vergleich Indium) einen höheren Dampfdruck, so dass es bei geringer Temperaturerhöhung rasch wieder in die Gasphase gelangt. Dadurch entfällt die Notwendigkeit, das Quecksilber-Halogenid an einem vorgegebenen Depot örtlich zu fixieren und zu sammeln, wie dies beim Amalgam der Fall ist, wie etwa am sogenannten "cold spot" oder "Goldpunkt" beziehungsweise in einer Quarzglasflasche.

**[0039]** Insoweit zeigt das Quecksilber-Halogenid im Hochleistungs-Quecksilberniederdruckstrahler qualitativ die gleiche Wirkung wie ein Quecksilberamalgam (temperaturgesteuerte Einstellung und Kontrolle des Quecksilberdampfdrucks im Entladungsraum), jedoch ohne dessen Nachteile zu haben.

**[0040]** Durch den Ersatz von Quecksilber-Amalgam durch Quecksilber-Halogenid ergeben sich mehrere Wirkungen und Vorteile:

- Die Gefahr der Oxidation von Komponenten aus dem Amalgam entfällt.
- Die Herstellkosten verringern sich, da der Aufwand für das Einbringen und Fixieren des Amalgams entfällt.
- Im Unterschied zu einem Amalgamdepot erfordert das Quecksilber-Halogenid als Quecksilberquelle keine feste Position innerhalb des Strahlerinnenraums. Es destilliert an der kältesten Stelle und destilliert um, falls sich diese Stelle ändert. Der kälteste Punkt im Strahler kann insoweit frei und variabel gewählt werden, was den Aufwand für eine etwaige Kühlung verringert.
- Die Menge an Quecksilber im Entladungsgefäß kann in geringer Dosierung mittels vorgefertigter, handelsüblicher Quecksilber-Halogenid-Pellets eingestellt werden.

**[0041]** Diese Vorteile stellen sich insbesondere bei einer bevorzugten Verfahrensweise ein, bei der die Quecksilberquelle vollständig aus dem Quecksilber-Halogenid oder aus mehreren Quecksilber-Halogeniden besteht. Besonders bevorzugt werden Quecksilberjodid und/oder Quecksilberbromid als Quecksilber-Halogenid eingesetzt.

**[0042]** Bei einem Quecksilber-Dampfdruck ( $p_{\text{Hg}}$ ) von etwa 0,8 Pa ergibt sich ein Maximum der Effizienz ( $\eta$ ) für Strahlung mit der Wellenlänge von 254nm ( $\eta = 100\%$ ). Im Druckbereich zwischen 3 Pa  $\geq p_{\text{Hg}} \geq 0,3$  Pa ergibt sich eine relative Effizienz  $\eta_{\text{rel}}$  von mindestens 90%.

**[0043]** Im Hinblick darauf ist die Quecksilbermenge im Entladungsraum des Quecksilberniederdruckstrahlers daher vorzugsweise so bemessen, dass sich im Betrieb ein Quecksilberdampfdruck im Bereich von 0,3 Pa bis 3 Pa einstellt.

**[0044]** Der sich einstellende Quecksilber-Dampfdruck hängt vom Dampfdruck des Halogenids und der Temperatur an der kühlfsten Stelle des Entladungsgefäßes ab. Beispielsweise zeigt Quecksilber(II)-Jodid ( $\text{HgI}_2$ ) einen Dampfdruck von 0,8 Pa bei 77°C und  $\text{HgBr}_2$  hat diesen Dampfdruck bei 63°C. Der Temperaturbereich, in dem die relative Effizienz  $\eta_{\text{rel}}$  für Strahlung mit der Wellenlänge von 254nm mindestens 90 % beträgt, liegt im Fall von  $\text{HgI}_2$  zwischen 65°C und 95°C und im Fall von  $\text{HgBr}_2$  zwischen 29°C und 79°C.

**[0045]** Wird Quecksilberjodid ( $\text{HgI}_2$ ) als Quecksilberquelle eingesetzt, so hat es sich als vorteilhaft erwiesen, wenn ein Oberflächenbereich des Entladungsgefäßes im Betrieb auf einer Temperatur von maximal 95°C, vorzugsweise maximal 77°C gehalten wird.

**[0046]** Wird Quecksilberbromid ( $\text{HgBr}_2$ ) als Quecksilberquelle eingesetzt wird, so hat es sich als vorteilhaft erwiesen, wenn ein Oberflächenbereich des Entladungsgefäßes im Betrieb auf einer Temperatur von maximal 79°C, vorzugsweise

maximal 63°C gehalten wird.

**[0047]** Der Oberflächenbereich entspricht der kühlest Stelle im Entladungsgefäß. Zur Einhaltung der vorteilhaften Temperatur im Oberflächenbereich kann eine Kühlung vorgesehen sein. Durch die Einhaltung der vorgegebenen Temperatur ist die Quecksilber-Konzentration in der Entladungszone auf einen vorgegebenen Wert kontrolliert einstellbar, bei dem sich ein maximale UV-Emission ergibt.

**[0048]** In der Regel liegt im Betrieb des Quecksilberniederdruckstrahlers ein Teil des Quecksilber-Halogenids in Dampf-Form, und ein anderer Teil liegt als Feststoff vor. Bei einer besonders bevorzugten Ausführungsform des Quecksilberniederdruckstrahlers weist das Entladungsgefäß ein Strahlerinnenraum-Volumen auf, wobei das Quecksilber-Halogenid, insbesondere Quecksilberjodid, im Strahlerinnenraum bezogen auf das Strahlerinnenraum-Volumen in einer Menge zwischen 0,0001 bis 0,003 mg/cm<sup>3</sup>, vorzugsweise zwischen 0,0005 bis 0,001 mg/cm<sup>3</sup> enthalten ist.

**[0049]** Bei einer Menge von weniger als 0,0001 mg/cm<sup>3</sup> kann die verdampfbare Quecksilbermenge so gering sein, dass sich ein Quecksilber-Dampfdruck im bevorzugten Druckbereich von 3 Pa  $\geq$   $p_{\text{Hg}}$   $\geq$  0,3 Pa und insbesondere von 0,8 Pa nicht einstellt, beziehungsweise es ist ergänzend eine weitere Quecksilberquelle erforderlich, um einen hinreichend hohen Quecksilber-Parteiladung in der Entladung zu erzeugen. Und bei einer Menge von mehr als 0,001 mg/cm<sup>3</sup> ist die Menge an umweltschädlichem Quecksilber im Entladungsgefäß unnötig hoch.

**[0050]** Hinsichtlich der Verwendung von Quecksilber-Halogenid ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass es als Quecksilberquelle in einem Entladungsgefäß eines Quecksilberniederdruckstrahlers zum Zweck der Kontrolle des Quecksilber-Dampfdrucks im Entladungsgefäß eingesetzt wird.

**[0051]** In der von den Elektroden bestimmten Entladungszone dissoziiert das Quecksilber-Halogenid in gasförmiges Quecksilber und Halogen und bestimmt maßgeblich die für den Dampfdruck des Halogenids wirksame Quecksilber-Konzentration in der Entladungszone. Da das Quecksilber-Halogenid einen im Vergleich zu reinem Quecksilber geringen Dampfdruck hat, ist es zur temperaturgesteuerten Einstellung und Kontrolle des Quecksilberdampfdrucks geeignet. Insoweit zeigt das Quecksilber-Halogenid im Hochleistungs-Quecksilberniederdruckstrahler qualitativ die gleiche Wirkung wie ein Quecksilberamalgame, jedoch ohne dessen Nachteile zu haben.

**[0052]** Das Quecksilber-Halogenid ist daher zur teilweisen, vorzugsweise vollständigen Substitution von Quecksilber-Amalgame geeignet. Es hat sich insbesondere gezeigt, dass das Temperaturverhalten eines Quecksilber-Amalgame-Niederdruckstrahlers durch einen teilweisen und insbesondere vollständigen Ersatz des Quecksilber-Amalgams durch Quecksilber-Halogenid nur unwesentlich beeinflusst wird.

**[0053]** Die Wirkung als Quecksilber-Quelle zur Einstellung des Quecksilberdampfdrucks im Entladungsgefäß von Hochleistungs-Quecksilberniederdruckstrahlern ist bisher nicht bekannt. Bisher werden Quecksilber-Halogenide in Form von HgI<sub>2</sub> oder HgBr<sub>2</sub> in Quecksilber-Mitteldruck-, -Hochdruck- und -Höchstleistungsstrahlern zugesetzt, um den sogenannten "Wolfram-Halogen-Kreisprozess" zu ermöglichen, indem die Halogene mit den im Betrieb von den heißen Elektroden abdampfenden Wolframmolekülen reagieren und diese in Gasform stabilisieren. Der Zusatz von Halogeniden hat hierbei somit den Zweck, die Schwärzung des Entladungsgefäßes zu vermindern und dadurch die Lebensdauer der Strahler zu erhöhen. Ein ähnlicher Zweck wird auch durch den Zusatz von Quecksilber-Halogenid zum Füllgas von Quecksilberdampfampfen mit einem Entladungsgefäß aus Borosilikatglas verfolgt. Das Halogen hat hier die Wirkung, dass es die in diesem Glas enthaltenen Alkalien passiviert, die ansonsten in Verbindung mit Quecksilber zu schwärzlichen Ablagerungen und zu einer Begrenzung der Lebensdauer der Strahler führen würden.

**[0054]** Quecksilber-Halogenide sind insbesondere ionische Verbindungen von zweiwertigem Quecksilber mit Brom und/oder Jod sowie Mischverbindungen aus Quecksilber mit diesen Halogenen oder anderen chemischen Elementen, die bei Standardbedingungen (Temperatur: 25 °C; Druck: 1013 mbar) als Feststoff vorliegen.

#### Definitionen

**[0055]** Einzelne Begriffe der obigen Beschreibung werden im Folgenden ergänzend definiert. Die Definitionen sind Bestandteil der Beschreibung der Erfindung. Bei einem Widerspruch zwischen einer der folgenden Definitionen und der übrigen Beschreibung ist das in der Beschreibung Gesagte maßgeblich.

#### Hochleistungs-Quecksilberdampfniederdruckstrahler

**[0056]** Bei Quecksilberniederdruckstrahlern beträgt der Innendruck im Entladungsgefäß im Betrieb weniger als 10 mbar. Bei Hochleistungsstrahlern beginnt der Bereich der "spezifischen Leistung" oberhalb von etwa 0,5 W/cm. Die spezifische Leistung ergibt sich als Quotient aus der elektrischen Leistungsaufnahme und der Entladungslänge. Die Entladungslänge entspricht dem Elektrodenabstand.

#### Entladungsraum

**[0057]** Als Entladungsraum wird ein Raum zwischen den Elektroden verstanden, in dem im Betrieb die elektrische

Gasentladung abläuft.

#### Strahlerinnenraum

- 5 **[0058]** Als Strahlerinnenraum wird das gesamte vom Entladungsgefäß umschlossene Volumen verstanden, das dem Füllgas des Quecksilberniederdruckstrahlers zugänglich ist.

#### Ausführungsbeispiel

- 10 **[0059]** Nachfolgend wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels und einer Zeichnung näher erläutert. Im Einzelnen zeigt

**Figur 1** eine Ausführungsform eines Quecksilberniederdruckstrahlers in schematischer Darstellung,

- 15 **Figur 2** ein Diagramm zur Temperaturabhängigkeit des Dampfdrucks von gasförmigem Quecksilber über flüssigem Quecksilber, von gasförmigem Quecksilberjodid ( $\text{HgI}_2$ ) über festem Quecksilberjodid, und von gasförmigem Quecksilberbromid ( $\text{HgBr}_2$ ) über festem Quecksilberbromid, und

- 20 **Figur 3** ein Diagramm zum Verlauf der UVC-Emission in Abhängigkeit von der Intensität einer Kühlung Entladungsgefäß-Oberfläche.

**[0060]** Der in **Figur 1** schematisch gezeigte Quecksilberniederdruckstrahler 1 besteht aus einem Leuchtrohr 2 aus Quarzglas, das an seinen Enden mit Quetschungen 3 verschlossen ist, in die Molybdänfolien 4 sowie die Enden von Anschlussdrähten zu wendelförmigen Elektroden 5 eingeschmolzen sind. Die Elektroden 5 weisen hierzu "Beinchen" 6 auf, die mit der Molybdänfolie 4 verbunden sind. Zwischen den Elektroden 5 wird im Betrieb ein Lichtbogen im Strahlerinnenraum 7 erzeugt.

**[0061]** Im Strahlerinnenraum 7 befindet sich ein Pellet 8 aus Quecksilberjodid ( $\text{HgI}_2$ ) mit einem Gewicht von 0,5 mg (entsprechend 0,22 mg Hg) und Neon mit einem Druck von 3 mbar als Füllgas. Das Leuchtrohr 2 ermöglicht eine Entladungslänge von 57 cm und hat einen Innendurchmesser von 35 mm. Das dem Füllgas zugängliche Innenvolumen beträgt 600 cm<sup>3</sup>. Pro Kubikzentimeter an Strahlerinnenraum-Volumen beträgt die Masse an Quecksilberjodid im Strahlerinnenraum 7 somit etwa 0,0008 mg.

**[0062]** Die Stromversorgung des Quecksilberniederdruckstrahlers 1 umfasst einen ersten Stromkreis A, der zum Anlegen des Lampenstroms dient (Lampenstromkreis) und einen zweiten Stromkreis B, der zum Beheizen der Elektroden 5 dient ("Heizstromkreis"). Die Nominal-Leistung des Quecksilberniederdruckstrahlers 1 beträgt 400 W (bei einem Lampenstrom von 9,7 A), so dass der Quecksilberniederdruckstrahler 1 eine maximale Leistungsdichte von etwa 7 W/cm erreicht.

**[0063]** Im Diagramm von **Figur 2** ist der Verlauf des sich einstellenden Hg-Partialdrucks p (in Pa) über einer flüssigen Hg-Oberfläche, der  $\text{HgI}_2$ -Partialdruck über einer festen  $\text{HgI}_2$ -Oberfläche und der  $\text{HgBr}_2$ -Partialdruck über einer festen  $\text{HgBr}_2$ -Oberfläche in Abhängigkeit von der absoluten Temperatur T (in K) ( $T[\text{K}] = 273,15 + T[^\circ\text{C}]$ ) dargestellt.

40 **[0064]** Im Lichtbogen dissoziiert das gasförmige  $\text{HgI}_2(\text{g})$  in Quecksilber und Jod. Der  $\text{HgI}_2$ -Dampfdruck definiert somit die erreichbare Hg-Konzentration im Lichtbogen. Bei einer Temperatur von etwa 350°K (etwa 77°C) stellt sich über dem festen  $\text{HgI}_2$  in der Entladungszone ein Quecksilberdampfdruck von etwa 0,8 Pa ein, der zu einem Maximum der UV-Emission bei der Wellenlänge von 254 nm führt (Effizienz  $\eta = 100\%$ ). Bei einer Temperatur von etwa 368°K (etwa 95°C) stellt sich in der Entladungszone ein Quecksilberdampfdruck von etwa 3 Pa ein, bei dem sich immer noch eine relative Effizienz  $\eta_{\text{rel}}$  von 90% ergibt.

**[0065]** Daher wird ein Oberflächenbereich 9 des Entladungsgefäßes 2 im Betrieb auf einer Oberflächentemperatur um 77°C gehalten. Der Oberflächenbereich 9 repräsentiert beliebige Oberflächen des Entladungsgefäßes 2 mit Kontakt zum Füllgas. Aufgrund des geringen Dampfdrucks für Temperaturen bis 95°C, insbesondere bis 77° kann  $\text{HgI}_2$  anstelle von Hochtemperatur-Amalgam ohne signifikanten UV-C-Verlust eingesetzt werden.

50 **[0066]** Zur Messung der vom Quecksilberniederdruckstrahler 1 emittierten UV-C-Strahlungsintensität in Abhängigkeit von der Temperatur des Leuchtrohres 2 wird der Strahler in eine von einem Kühlluftstrom durchströmbare Kammer eingesetzt, die ein Strahlungsaustrittsfenster aufweist. Die Kühlluft dient zur Kühlung und Temperierung des Strahlers. Die Geschwindigkeit des Kühlluftstroms ist ein Maß für die Oberflächentemperatur des Leuchtrohres 2 im Bereich 9.

55 **[0067]** Im Diagramm von **Figur 3** ist die am Strahlungsaustrittsfenster gemessene Intensität I (in beliebiger Einheit "a.u.") der vom Quecksilberniederdruckstrahler 1 emittierten UV-C-Strahlung (bei 254 nm) gegen die Strömungsgeschwindigkeit v der Kühlluft (in m/s) im Vergleich zu einem handelsüblichen Amalgamstrahler gleicher Geometrie aufgetragen. Dieser enthält Neon mit einem Druck von 3 mbar als Füllgas und ein Amalgamdepot mit einem Gewicht von 200 mg, bestehend aus einer Quecksilber-Indium-Legierung mit einem Gewichtsverhältnis von Hg:In von 1:10. Die

Quecksilbermasse im Amalgamdepot beträgt somit 18,18 mg. Das ist das 82,6-fache der Quecksilbermasse im HgI<sub>2</sub>-Pellet des erfindungsgemäßen Strahlers.

**[0068]** Bei beiden Strahlertypen nimmt die Intensität der UV-C-Emission mit der Geschwindigkeit der Kühlluftströmung zu. Der erfindungsgemäße Quecksilberniederdruckstrahler zeigt eine etwas geringere Temperatur-Abhängigkeit der UV-C-Intensität als der handelsübliche amalgamhaltige Hochleistungs-Quecksilberniederdruckstrahler; die Kurvenverläufe sind aber im Großen und Ganzen vergleichbar. Daher kann HgI<sub>2</sub> anstelle von Hochtemperatur-Amalgam als Quecksilberquelle ohne signifikanten UV-C-Verlust eingesetzt werden.

**[0069]** Bei einem anderen Ausführungsbeispiel des Quecksilberniederdruckstrahlers ist anstelle von Hochtemperatur-Amalgam als Quecksilberquelle eine HgBr<sub>2</sub>-Dosierung vorgesehen. In Tabelle 1 sind die wesentlichen Angaben zu den beiden genannten Ausführungsbeispielen im Vergleich zu dem oben beschriebenen, handelsüblichen Amalgamstrahler zusammengefasst.

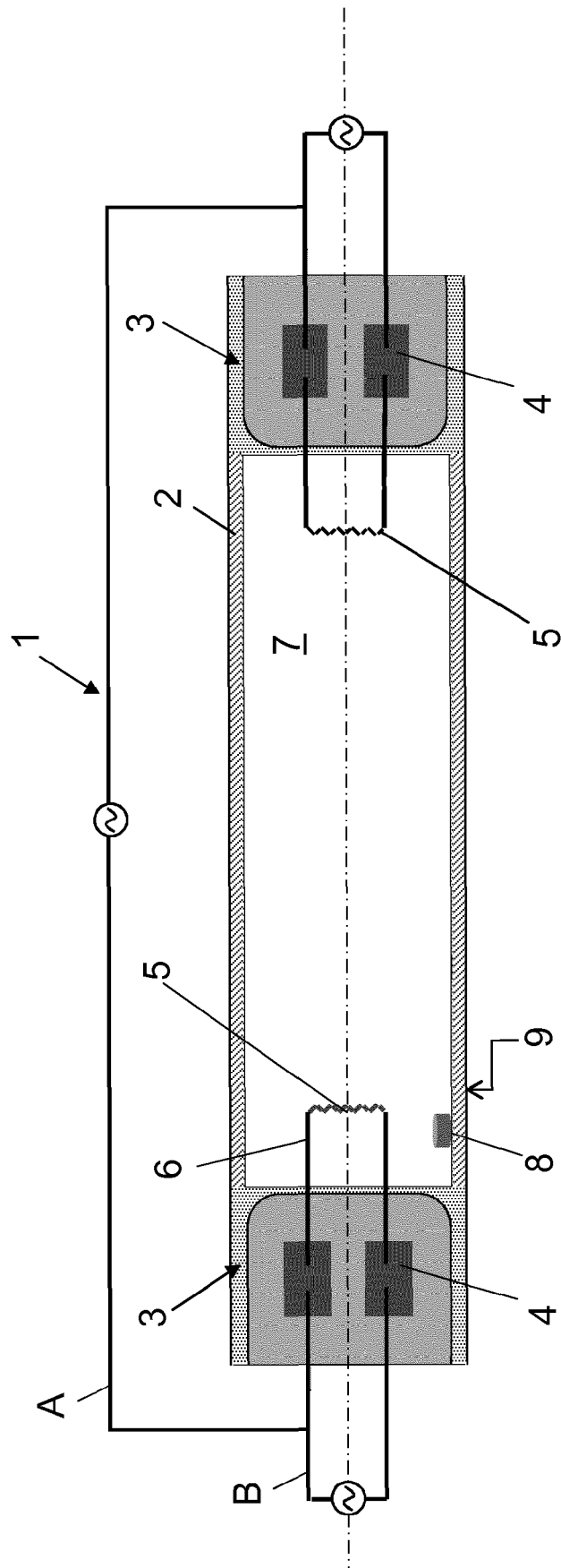
Tabelle 1

|                                                                       | HgI <sub>2</sub> | HgBr <sub>2</sub> | Amalgam |
|-----------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------|---------|
| Oberflächen-Temperatur des Entladungsgefäßes [°C]                     | 77               | 63                | 120     |
| Quecksilberpartialdruck [Pa]                                          | 0,8              | 0,8               | 0,8     |
| Gewicht von Pellet / Depot [mg]                                       | 0,5              | 0,5               | 200     |
| davon Quecksilber [mg]                                                | 0,22             | 0,28              | 18,2    |
| Pelletgewicht pro Strahlerinnenraumvolumen [mg/cm <sup>3</sup> ]      | 0,00083          | 0,00083           | 0,33    |
| Quecksilbergewicht pro Strahlerinnenraumvolumen [mg/cm <sup>3</sup> ] | 0,00037          | 0,00047           | 0,03    |
| Spezifische Leistung [W/cm]                                           | 7                | 7                 | 7       |
| Füllgasdruck (Neon) [mbar]                                            | 3                | 3                 | 3       |

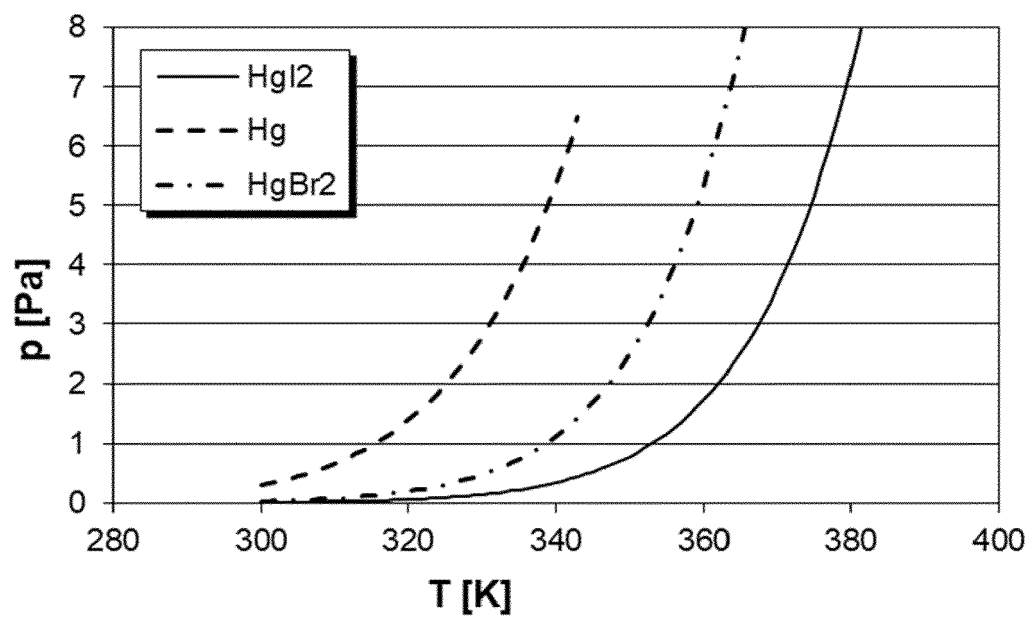
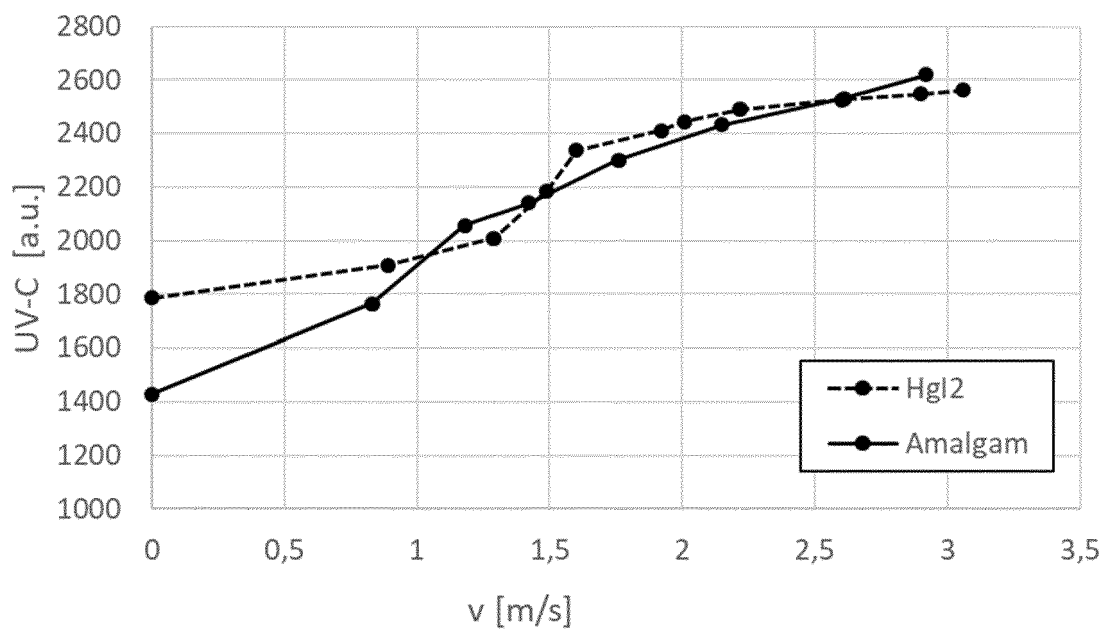
### Patentansprüche

1. Quecksilberniederdruckstrahler, der ein Entladungsgefäß (2) mit einer Wandung aus Quarzglas aufweist, in dem ein Füllgas, mindestens zwei Elektroden (5) und eine Quecksilberquelle (8) eingeschlossen sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Quecksilberquelle ein Quecksilber-Halogenid (8) umfasst.
2. Quecksilberniederdruckstrahler nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Quecksilber-Halogenid (8) Quecksilberjodid und/oder Quecksilberbromid ist.
3. Quecksilberniederdruckstrahler nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Quecksilberquelle aus dem Quecksilber-Halogenid (8) oder aus mehreren Quecksilber-Halogeniden besteht.
4. Quecksilberniederdruckstrahler nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Quecksilberquelle aus metallischem Quecksilber und dem Quecksilber-Halogenid (8) oder aus mehreren Quecksilber-Halogeniden besteht.
5. Quecksilberniederdruckstrahler nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Quecksilbermenge im Entladungsgefäß so bemessen ist, dass sich im Betrieb ein Quecksilberdampfdruck im Bereich von 0,3 bis 3 Pa einstellt.
6. Quecksilberniederdruckstrahler nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Entladungsgefäß (2) ein Strahlerinnenraum-Volumen aufweist, und dass das Quecksilber-Halogenid (8) bezogen auf das Strahlerinnenraum-Volumen in einer Menge zwischen 0,0001 bis 0,003 mg/cm<sup>3</sup>, vorzugsweise zwischen 0,0005 bis 0,001 mg/cm<sup>3</sup> enthalten ist.
7. Verfahren zum Betreiben eines Quecksilberniederdruckstrahlers mit einem Entladungsgefäß (2) mit einer Wandung aus Quarzglas, in dem ein Füllgas, mindestens zwei Elektroden (5) und eine Quecksilberquelle (8) eingeschlossen sind, und in dem durch Anlegen einer Lampenspannung eine Gasentladung erzeugt wird, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Quecksilberquelle ein Quecksilber-Halogenid (8) eingesetzt wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Quecksilber-Halogenid (8) Quecksilberjodid und/oder Quecksilberbromid eingesetzt wird.
- 5 9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich im Betrieb ein Quecksilberdampfdruck im Bereich von 0,3 Pa bis 3 Pa einstellt.
- 10 10. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** Quecksilberjodid ( $\text{HgI}_2$ ) als Quecksilberquelle eingesetzt wird, und dass ein Oberflächenbereich (9) des Entladungsgefäßes (2) im Betrieb auf einer Temperatur von maximal 95°C, vorzugsweise maximal 77°C gehalten wird.
11. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** Quecksilberbromid ( $\text{HgBr}_2$ ) als Quecksilberquelle eingesetzt wird, und dass ein Oberflächenbereich (9) des Entladungsgefäßes (2) im Betrieb auf einer Temperatur von maximal 79°C, vorzugsweise maximal 63°C gehalten wird.
- 15 12. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Entladungsgefäß (2) ein Strahlerinnenraum-Volumen aufweist, und dass das Quecksilber-Halogenid (8) bezogen auf das Strahlerinnenraum-Volumen in einer Menge zwischen 0,0001 bis 0,003 mg/cm<sup>3</sup>, vorzugsweise zwischen 0,0005 bis 0,001 mg/cm<sup>3</sup> im Entladungsgefäß (2) enthalten ist.
- 20 13. Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Elektroden (5) eine Entladungslänge definieren und dass die Lampenspannung so eingestellt wird, dass sich eine auf die Entladungslänge bezogene spezifische Leistung von mindestens 5 W/cm einstellt.
- 25 14. Verwendung von Quecksilber-Halogenid (8) als Quecksilberquelle in einem Entladungsgefäß (2) eines Quecksilberniederdruckstrahlers (1) zum Zweck der Kontrolle des Quecksilber-Dampfdrucks im Entladungsgefäß (2).
15. Verwendung des Quecksilber-Halogenids (8) nach Anspruch 14 als Substitut für ein Quecksilberamalgamdepot in einem Hochleistungs-Quecksilberniederdruckstrahler (1).



**Fig. 1**

**Fig. 2****Fig. 3**



## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung  
 EP 19 15 8690

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| Kategorie                                                                                                                                                                                                                                                                            | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile                                                                | Betrifft Anspruch                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)         |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                    | DE 28 46 816 A1 (PHILIPS NV)<br>3. Mai 1979 (1979-05-03)                                                                                           | 14                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | INV.<br>H01J61/20                          |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                    | * Seite 6, Zeilen 3-24; Abbildung 1 *                                                                                                              | 1,2,4-9,<br>12,13                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | H01J61/72                                  |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                    | * Seite 4, Zeile 14 - Seite 5, Zeile 1 *                                                                                                           | 3,10,11,<br>15                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                            |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                    | -----<br>EP 2 779 210 A1 (HERAEUS NOBLELIGHT GMBH<br>[DE]) 17. September 2014 (2014-09-17)<br>* Absätze [0003], [0004] *                           | 1,2,4-9,<br>12,13                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                            |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                    | -----<br>GB 361 394 A (BRITISH THOMSON HOUSTON CO<br>LTD) 23. November 1931 (1931-11-23)<br>* Seite 1, Zeilen 53-87 *<br>* Seite 2, Zeilen 33-38 * | 1-15                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                            |
| A,D                                                                                                                                                                                                                                                                                  | -----<br>DE 100 37 032 A1 (HERAEUS NOBLELIGHT GMBH<br>[DE]) 28. Februar 2002 (2002-02-28)<br>* Absätze [0009], [0010] *                            | 1-15                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                            |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                    | -----<br>US 6 249 078 B1 (MIMASU MUTSUMI [JP])<br>19. Juni 2001 (2001-06-19)<br>* Spalte 1, Zeile 9 - Zeile 35; Abbildung<br>1 *                   | 1-15                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | RECHERCHIERTE<br>SACHGEBIETE (IPC)<br>H01J |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                            |
| Recherchenort<br><b>München</b>                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                    | Abschlußdatum der Recherche<br><b>2. August 2019</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Prüfer<br><b>Zuccatti, Stefano</b>         |
| KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE<br>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer<br>anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : mündliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur |                                                                                                                                                    | T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder<br>nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes<br>Dokument |                                            |

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 19 15 8690

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.  
 Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

02-08-2019

| Im Recherchenbericht<br>angeführtes Patentdokument | Datum der<br>Veröffentlichung | Mitglied(er) der<br>Patentfamilie | Datum der<br>Veröffentlichung |
|----------------------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|
| DE 2846816 A1                                      | 03-05-1979                    | BE 871712 A                       | 30-04-1979                    |
|                                                    |                               | CA 1126323 A                      | 22-06-1982                    |
|                                                    |                               | DE 2846816 A1                     | 03-05-1979                    |
|                                                    |                               | FR 2408213 A1                     | 01-06-1979                    |
|                                                    |                               | GB 2007422 A                      | 16-05-1979                    |
|                                                    |                               | NL 7712058 A                      | 04-05-1979                    |
|                                                    |                               | US 4237401 A                      | 02-12-1980                    |
| EP 2779210 A1                                      | 17-09-2014                    | CA 2840680 A1                     | 14-09-2014                    |
|                                                    |                               | CN 104051223 A                    | 17-09-2014                    |
|                                                    |                               | DE 102013102600 A1                | 02-10-2014                    |
|                                                    |                               | EP 2779210 A1                     | 17-09-2014                    |
|                                                    |                               | HK 1199142 A1                     | 19-06-2015                    |
|                                                    |                               | JP 2014179324 A                   | 25-09-2014                    |
|                                                    |                               | US 2014265825 A1                  | 18-09-2014                    |
| GB 361394 A                                        | 23-11-1931                    | DE 517769 C                       | 07-02-1931                    |
|                                                    |                               | FR 39213 E                        | 21-10-1931                    |
|                                                    |                               | GB 361394 A                       | 23-11-1931                    |
|                                                    |                               | US 1990174 A                      | 05-02-1935                    |
| DE 10037032 A1                                     | 28-02-2002                    | DE 10037032 A1                    | 28-02-2002                    |
|                                                    |                               | EP 1176626 A1                     | 30-01-2002                    |
|                                                    |                               | HU 0103040 A2                     | 29-05-2002                    |
|                                                    |                               | PL 348807 A1                      | 28-01-2002                    |
|                                                    |                               | US 6387115 B1                     | 14-05-2002                    |
| US 6249078 B1                                      | 19-06-2001                    | JP H1154091 A                     | 26-02-1999                    |
|                                                    |                               | US 6249078 B1                     | 19-06-2001                    |

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

**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 10037032 A1 [0007]