



(12) Ausschließungspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) DD (11) 249 567 A5

4(51) H 01 J 61/20
H 01 J 61/063

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) AP H 01 J / 294 304 5
(31) 8502509(22) 10.09.86
(32) 13.09.85(44) 09.09.87
(33) NL

(71) siehe (73)

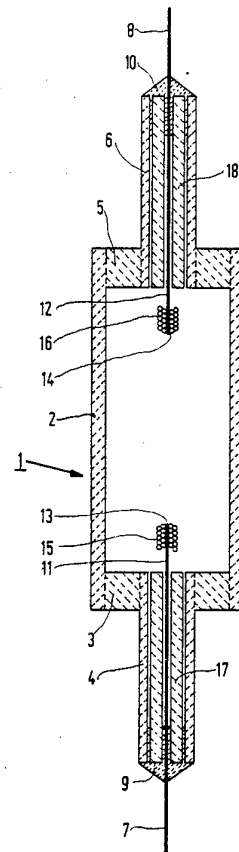
(72) Meulemans, Charles; Janssen, Marc; Amstel, Antonius., NL

(73) N. V. Philips' Gloeilampenfabrieken, 5621 BA Eindhoven, NL

(54) Hochdruckquecksilberdampfentladungslampe

(55) Hochdruckquecksilberdampfentladungslampe, Wandbelastung, Elektroden spitze, Entladungsgefäß, Oberfläche, Außenwand, Innendurchmesser.

(57) Die Erfindung betrifft eine Hochdruckquecksilberdampfentladungslampe für Beleuchtungszwecke. Die Wandbelastung, die sich aus der Leistungsaufnahme geteilt durch die Oberfläche der Außenwand des Entladungsgefäßes ergibt, weist einen Wert von mindestens 25 W/cm^2 auf. Das Verhältnis des wirksamen Innendurchmessers ID des Entladungsgefäßes zum Elektrodenabstand EA hat einen Wert im Bereich von $0,4 \leq ID/EA \leq 0,9$. Das Verhältnis des größten Innendurchmessers $\varnothing$; des Entladungsgefäßes zum Elektrodenabstand EA ist höchstens gleich 1,1. Figur



Patentansprüche:

1. Hochdruckquecksilberdampfentladungslampe, geeignet für eine bestimmte im Betrieb aufgenommene Leistung, deren Entladungsgefäß mit einer Wand aus gasdichtem strahlungsdurchlässigem, keramischem Material einen Entladungsraum umschließt und mit einer ionisierbaren Füllung versehen ist, die Edelgas, Quecksilber, Natriumhalogenid und Thalliumhalogenid enthält, wobei in diesem Entladungsgefäß in der Nähe eines jeden von zwei Stirnwandteilen eine Elektrode angeordnet ist und die einander zugewandten Spitzen dieser Elektrode in einem Abstand EA auseinander liegen, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Wandbelastung in der Definition als Quotient der aufgenommenen Leistung und der Oberfläche des zwischen den Elektrodenspitzen liegenden Teiles der Außenwand des Entladungsgefäßes einen Wert von mindestens 25 W/cm^2 hat, daß das Verhältnis des wirksamen Innendurchmessers ID des Entladungsgefäßes zu EA einen Wert im Bereich von $0,4 - ID/EA - 0,9$ hat, wobei ID die Wurzel aus dem Quotienten des Volumens des Entladungsraums zwischen den Elektrodenspitzen und EA darstellt, und wobei weiter gilt, daß das Verhältnis des größten Innendurchmessers $\varnothing_i$ des Entladungsgefäßes zu EA höchstens 1,1 ist.
2. Lampe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Abstand der Elektrodenspitzen zu den nahe liegenden Stirnwandteilen des Entladungsgefäßes höchstens $\frac{1}{2} \varnothing_i$ beträgt.
3. Lampe nach Anspruch 1 und 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Molarverhältnis des Thalliumhalogenids zum Natriumhalogenid mindestens 0,05 und höchstens 0,25 beträgt.
4. Lampe nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Entladungsgefäß weiter mindestens ein Halogenid eines im wesentlichen im blauen oder lilafarbenen Teils des Spektrums strahlenden Metalls enthält, wobei das Halogenid im Vergleich zum Natriumhalogenid eine große Flüchtigkeit hat und das Molarverhältnis dieses Halogenids zu den Halogeniden von Na und Tl zusammen einen Wert bis zu höchstens 0,1 hat.
5. Lampe nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Entladungsgefäß mindestens ein Halogenid, zumindest eines der Elemente In, Sn und Cd enthält.
6. Lampe nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Entladungsgefäß weiter mindestens ein Halogenid, zumindest eines der Elemente Sc, La und der Lanthaniden enthält, wobei das Molarverhältnis dieser Halogenide zu den Halogeniden von Na und Tl zusammen einen Wert von mindestens 0,02 hat.
7. Lampe nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Entladungsgefäß mindestens ein Halogenid zumindest eines der Elemente Dy, Tm, Ho, Er und La enthält.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Hochdruckquecksilberdampfentladungslampe, geeignet für eine bestimmte, im Betrieb aufgenommene Leistung, deren Entladungsgefäß mit einer Wand aus gasdichtem strahlungsdurchlässigem, keramischem Material einen Entladungsraum umschließt und mit einer ionisierbaren Füllung versehen ist, die Edelgas, Quecksilber, Natriumhalogenid und Thalliumhalogenid enthält, wobei in diesem Entladungsgefäß in der Nähe eines jeden von zwei Stirnwandteilen eine Elektrode angeordnet ist und die einander zugewandten Spitzen dieser Elektroden in einem Abstand EA auseinander liegen.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Eine derartige Lampe ist beispielsweise aus der US-PS 3 363 133 bekannt, in der ein Entladungsgefäß aus keramischem Material, nämlich dichtgesintertem, polykristallinem Aluminiumoxid, dargestellt ist. Die bekannte Lampe enthält neben Quecksilber und einem Halogen eines oder mehrere Metalle wie Thallium und kann weiter ein Alkalimetall, beispielsweise Natrium, enthalten. Die Zugabe von Metallhalogeniden, in den meisten Fällen von Metalljodiden, zur ionisierbaren Füllung einer Hochdruckquecksilberdampfentladungslampe ist eine Maßnahme, die bereits längere Zeit in Lampen mit einem Quarzglasentladungsgefäß getroffen wird. Die Aufgabe dabei ist, unter Ausnutzung der größeren Flüchtigkeit der Metallhalogenide im Vergleich zu der der Metalle selbst eine höhere Dichte von Metallatomen im Entladungsraum zu erreichen und dadurch einen größeren Beitrag der Metalle zu der von der Lampe ausgesandten Strahlung zu erhalten. Die Folge davon ist eine Verbesserung des relativen Lichtstroms und insbesondere der Farbwiedergabe der Lampe. Alkalimetalle wie Natrium und Lithium werden in Halogenidform verwendet, weil diese Metalle selbst in bezug auf die Quarzglaswand des Entladungsgefäßes zu aggressiv sind. In metallhalogenidhaltigen Lampen wird der Halogeniddruck durch die Temperatur der kältesten Stelle T^{kp} im Entladungsgefäß bestimmt. Der höchstzulässige Wert von T^{kp} höchstens etwa 800°C betragen. Schon früh hat man erkannt, daß die Verwendung thermisch höher belastbarer Werkstoffe für die Wand des Entladungsgefäßes zu höheren Halogeniddrücken führen kann. So wird in der US-PS 3 234 421 bereits die Möglichkeit der Verwendung von dichtgesintertem Aluminiumoxid als Material für das Entladungsgefäß genannt. Eine häufig in Quarzglaslampen benutzte Halogenidfüllung besteht aus den Halogeniden von Thallium und Natrium, denen meist

noch Indiumhalogenid zugesetzt wird. Versuche haben erwiesen, daß, wenn eine derartige Füllung in einem keramischen Lampenkolben verwendet wird, wie in der vorgenannten US-Patentschrift 3 363 133 beschrieben wird, eine Verbesserung im Vergleich zu den Quarzglaslampen hinsichtlich des relativen Lichtstroms und weiter in sehr geringem Maße hinsichtlich der Farbwiedergabe erhalten wird. Eine derartige Lampe hat jedoch einige große Nachteile, wodurch eine praktische Anwendung nicht gut möglich ist. Erstens ist die Farbwiedergabe für viele Anwendungen noch unzulänglich und weiter zeigen diese Lampen untereinander eine starke Farbpunktstreuung sowie einen Farbpunktverlauf während der Lebensdauer. Zweitens zeigt es sich, daß der Farbpunkt dieser Lampen stark abhängig ist von Schwankungen in der von der Lampe aufgenommenen Leistung. Diese Schwankungen sind eine Folge von in der Praxis unvermeidbaren Netzspannungsschwankungen.

Aus der US-Patentschrift 3 334 261 sind Lampenfüllungen bekannt, die Halogenide von Seltenerdmetallen enthalten. Es wurde gefunden, daß insbesondere mit Dy, Ho, Er, Tm und/oder La Lampen mit einer guten Farbwiedergabe möglich sind. Ein Nachteil dieser Lampen ist, daß sie eine hohe Farbtemperatur besitzen (4000 K oder darüber). Für praktische Anwendungen ist oft eine niedrige Farbtemperatur stark erwünscht. Wenn man in diesen Lampen die Farbtemperatur herabsetzen will, ist man im allgemeinen auf die Verwendung von Natriumhalogenid angewiesen, das in ziemlich großen Mengen benutzt werden muß. Die Folge davon ist, daß der Beitrag der Seltenerdmetalle an die von der Lampe ausgesandte Strahlung stark abnimmt, wodurch die Farbwiedergabe der Lampe sehr nachteilig beeinflusst wird.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, die Nachteile, die im Stand der Technik genannt sind, zu vermeiden.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, Lampen zu schaffen, mit denen im niedrigen Bereich der Farbtemperaturen (etwa 2600 bis 4000 K) sowohl ein hoher relativer Lichtstrom als auch eine gute Farbwiedergabe erhalten werden.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist eine Lampe eingangs erwähnter Art erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, daß die Wandbelastung in der Definition als Quotient der Leistungsaufnahme und der Oberfläche des zwischen den Elektroden spitzen liegenden Teils der Außenwand des Entladungsgefäßes einen Wert von mindestens 25 W/cm^2 hat, daß das Verhältnis des wirksamen Innendurchmessers ID des Entladungsgefäßes zu EA einen Wert im Bereich $0,4 \leq ID/EA \leq 0,9$ hat, wobei ID die Wurzel aus dem Quotienten des Volumens des Entladungsraums zwischen den Elektroden spitzen und EA darstellt und weiter gilt, daß das Verhältnis des größten Innendurchmessers $\varnothing$, des Entladungsgefäßes zu EA höchstens gleich 1,1 ist.

Die Erkenntnis der Erfindung liegt darin, daß bei der Verwendung von Natriumhalogenid in der Füllung der Lampe eine gute Farbwiedergabe möglich ist, wenn im Betrieb der Lampe eine starke Verbreiterung und Umkehr der Emission des Natriums in den Na-D-Linien erfolgt, die bei sehr niedrigen Na-Partialdrücken bei 589,0 und 589,6 nm liegen. Durch Verbreiterung und Umkehr nehmen die Na-D-Linien die Form von Emissionsbändern an, wobei das kurzwellige Band weiter nach kürzeren und das langwellige Band weiter nach längeren Wellenlängen verschoben sind, je nachdem die Emission stärker umgekehrt ist. Ein Maß für die Umkehr ist daher der Abstand $\Delta\lambda$ in nm zwischen den Höchstwerten der Na-Emissionsbänder. Das langwellige Emissionsband des Na ist nach dem roten Teil des Spektrums hin verschoben, was für die Farbwiedergabeeigenschaften sehr vorteilhaft ist. Es wurde gefunden, daß eine bessere Farbwiedergabe, d. h. ein höherer Wert des mittleren Farbwiedergabeindex R_{98} erreicht wird, je nachdem, ob $\Delta\lambda$ einen höheren Wert hat. Der Farbwiedergabeindex für tiefrote Farben R_9 , der bei Entladungslampen häufig negativ bis tief negativ ist, kann in erfindungsgemäßen Lampen positive Werte annehmen, wenn $\Delta\lambda$ relativ hoch ist. Der Wert von $\Delta\lambda$, bei dem bestimmte Farbwiedergabeeigenschaften erreicht werden, ist weiter noch vom Lampentyp und von der Lampenfüllung abhängig. So werden bei Lampen mit geringen Leistungsaufnahmen (beispielsweise unter 100 W) im allgemeinen geringere Werte für $\Delta\lambda$ zum Erhalten der gleichen Farbwiedergabeeigenschaften gewählt als in größeren Lampen genügen können, weil in diesen kleinen Lampen ein höherer Quecksilberdruck herrscht, wodurch eine sich verstärkende v. d. Waals-Verbreiterung einen zusätzlichen Beitrag im wesentlichen an der langwelligen Seite der Na-D-Linien liefert.

Es wurde gefunden, daß für eine starke Verbreiterung und Umkehr der Na-D-Linien zwei Anforderungen erfüllt werden müssen. Erstens ist ein großer Beitrag zur Na-D-Emission erforderlich. Das bedeutet einen hohen Natriumhalogeniddruck und daher eine hohe Temperatur der kältesten Stelle T_{kp} im Entladungsgefäß, beispielsweise 900°C oder darüber. Diese Anforderung für T_{kp} schließt die Verwendung von Quarzglas für das Entladungsgefäß aus. In einer erfindungsgemäßen Lampe wird daher ein gasdichter, strahlungsdurchlässiger, keramischer Werkstoff für die Wand des Entladungsgefäßes verwendet. Ein sehr geeignetes Material ist Aluminiumoxid, das in dichtgesinterter polykristalliner Form sowie in monokristalliner Form (Saphir) verwendbar ist. Andere mögliche Werkstoffe sind beispielsweise dichtgesinterter Yttriumoxid und Yttriumaluminiumgranat. Die genannten hohen Werte von T_{kp} werden in einer erfindungsgemäßen Lampe durch eine derartige Bemessung des Entladungsgefäßes bei einer bestimmten, im Betrieb aufzunehmenden Leistung erreicht, daß die Wandbelastung einen Wert von mindestens 25 W/cm^2 hat. Hierbei stellt die Wandbelastung den Quotienten der Leistungsaufnahme und der Oberfläche des Entladungsgefäßes dar, wobei nur jener Teil der Oberfläche des Entladungsgefäßes betrachtet wird, der zwischen den Elektroden spitzen liegt.

Die zweite zu erfüllende Anforderung zum Erhalten eines ausreichend großen $\Delta\lambda$ -Wertes besteht darin, daß im Entladungsgefäß der eigentliche Entladungsbogen mit einer ausreichend dicken Na-Atomschicht im Grundzustand umgeben sein soll. Das bedeutet, daß das Entladungsgefäß bestimmten geometrischen Bedingungen entsprechen muß, namentlich ist ein verhältnismäßig weites Entladungsgefäß erforderlich. In einer erfindungsgemäßen Lampe hat das Verhältnis des wirksamen Innendurchmessers ID des Entladungsgefäßes zum Elektrodenabstand EA einen Wert im Bereich von $0,4 \leq ID/EA \leq 0,9$. Unter ID sei hier die Wurzel aus dem Quotienten des Volumens des Entladungsraums zwischen den Elektroden spitzen und EA verstanden. Es zeigte sich, daß auch bei Lampen mit einem von der Zylinderform abweichenden Entladungsgefäß ein so dicker Na-Atommantel im Grundzustand um den Entladungsbogen herum gebildet wird, daß eine starke Umkehr der Na-D-Linien möglich ist, wenn die oben genannte Bedingung von ID/EA erfüllt wird. Eine in der vorgenannten US-Patentschrift 3 363 133 dargestellte Lampe besitzt einen Wert von etwa 0,25 für ID/EA . Es wurde gefunden, daß bei Werten von ID/EA unter 0,4 ein zu kleiner $\Delta\lambda$ -Wert und daher ein zu niedriger Wert für R_{98} erhalten wird. Werte für ID/EA über 0,9 werden nicht verwendet, weil bei derartigen Werten T_{kp} leicht einen zu niedrigen Wert annimmt. Versuche haben weiter erwiesen, daß für Lampen mit einer stark gekrümmten Wandoberfläche des Entladungsgefäßes, beispielsweise mit Ellipsoidform, Kugelform oder die Kugelform ähnlichen Lampeengefäßen hinsichtlich des größten

Innendurchmessers $\varnothing_i$ eine weitere Bedingung zu stellen ist. Das Verhältnis $\varnothing_i$ zu EA darf nämlich höchstens 1,1 betragen, weil bei höheren Werten ein zu geringer T_{kp} -Wert erhalten wird, auch wenn die Bedingung für ID/EA erfüllt wird. Für zylinderförmige Entladungsgefäße ist ID nahezu gleich $0,89 \varnothing_i$, so daß der Bedingung für $\varnothing_i$ /EA stets entsprochen ist, wenn die Bedingung für ID/EA erfüllt ist.

In einem Ausführungsbeispiel einer bevorzugten erfindungsgemäßen Lampe beträgt der Abstand von den Elektroden spitzen zu den naheliegenden Stirnwandteilen des Entladungsgefäßes höchstens die Hälfte des größten Innendurchmessers ($\frac{1}{2}\varnothing_i$). In diesem Fall kann der erforderliche hohe Wert der Temperatur der kältesten Stelle in der Lampe leichter erreicht werden, im allgemeinen auch ohne Zusatzmaßnahmen für Wärmeisolierung der Lampenenden.

Die erfindungsgemäßen Lampen bieten den Vorteil, daß sie bei einer bestimmten Füllung untereinander nur eine geringe Streuung im Farbpunkt der ausgesandten Strahlung und auch einen sehr geringen Verlauf des Farbpunktes während der Lebensdauer haben. Ein großer Vorteil dieser Lampen ist, daß sie nahezu keine Farbschwankung bei Schwankungen in der zugeführten Leistung innerhalb ziemlich weiten Grenzen aufweisen. Es hat sich gezeigt, daß die Auswirkungen von Schwankungen in der Leistung einander in gewissem Sinne durch den verhältnismäßig hohen Natriumdruck und die benutzte Lampengeometrie entgegenwirken, so daß eine Farbpunktstabilisierung erhalten wird.

Für die in den erfindungsgemäßen Lampen benutzte Quecksilbermenge gelten ähnliche Erwägungen wie bei bekannten metallhalogenidhaltigen Hochdruckquecksilberdampfampfen. Im allgemeinen wird die Quecksilbermenge im wesentlichen durch die in der Lampe gewünschte Bogen Spannung bestimmt. Dabei ist die Quecksilbermenge häufig relativ gering für Lampen mit hohen Leistungsaufnahmen, beispielsweise mindestens 1 mg je cm^3 des Entladungsraums bei Leistungen in der Größenordnung von 2000 W, und sie wird bei abnehmender Leistungsaufnahme größer (beispielsweise bis zu 100 mg je cm^3 bei Leistungen in der Größenordnung von 10 W).

Die erfindungsgemäßen Lampen enthalten Halogenide, vorzugsweise Jodide von Natrium und Thallium. Das Natriumhalogenid ist im Überschuß vorhanden, d. h. im Betrieb der Lampe ist noch unverdampftes Natriumhalogenid vorhanden. In praktischen Lampen beträgt die Natriumhalogenidmenge im allgemeinen mindestens $10 \mu\text{Mol}$ je cm^3 des Entladungsraums (bei Lampen mit höheren Leistungsaufnahmen) und nimmt größere Werte bei abnehmender Leistungsaufnahme an (beispielsweise bis zu $500 \mu\text{Mol}$ je cm^3 bei den kleinsten Lampen). Das Thalliumhalogenid liefert in den Lampen einen Beitrag in Form der vorwiegend grünen Thalliumstrahlung, so daß in der Verbindung mit der Natriumstrahlung weißes oder nahezu weißes Licht erhalten werden kann. Dabei werden Lampen bevorzugt, die dadurch gekennzeichnet sind, daß das Molarverhältnis des Thalliumhalogenids zum Natriumhalogenid mindestens 0,05 und höchstens 0,25 beträgt. Die Lampen nach dieser bevorzugten Ausführungsform senden Licht mit einer ziemlich niedrigen Farbtemperatur aus, was für bestimmte Anwendungen (beispielsweise Wohnzimmerbeleuchtung und Stimmungsbeleuchtung) sehr gewünscht ist. Die Farbtemperatur ist vom gewählten Ti:Na -Verhältnis abhängig und hat Werte von etwa 2500 K (Farbpunkt etwas unter der Linie der Schwarzstrahler mit einem geringen Gelbstrich) bis zu etwa 3000 K (Farbpunkt etwas über der Linie der Schwarzstrahler mit einem geringen Grünstich). Lampen mit Farbpunkt nahezu auf der Linie der Schwarzstrahler haben eine Farbtemperatur von etwa 2700 K.

Eine weitere vorteilhafte Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Lampe ist dadurch gekennzeichnet, daß das Entladungsgefäß weiter mindestens ein Halogenid eines im wesentlichen im blauen oder lilafarbenen Teil des Spektrums strahlenden Metalls enthält und dieses Halogenid im Vergleich zu Natriumhalogenid eine große Flüchtigkeit besitzt, und wobei das Molarverhältnis dieses Halogenids zu den Halogeniden von Na und Ti zusammen einen Wert bis zu höchstens 0,1 hat. Die Verwendung blauer oder lilafarbener Strahler ermöglicht es, Lampen mit einer höheren Farbtemperatur der ausgesandten Strahlung zu erhalten (über etwa 2700 K). Zum Aufrechterhalten guter Farbwiedergabeeigenschaften ist es dabei erforderlich, daß das Halogenid des blauen oder lilafarbenen Strahlers in verhältnismäßig geringen Mengen verwendet wird, weil sonst eine zu starke Verdünnung des Natriumhalogenids auftritt, wodurch der $\Delta\lambda$ -Wert nachteilig beeinflusst werden würde. Man wählt daher flüchtige Halogenide (gesättigter Dampfdruck bei 900°C mindestens um den Faktor 10 größer als der von Natriumjodid), wobei das Molarverhältnis dieser Halogenide zum Halogenid von Na und Ti zusammen höchstens 0,1 beträgt und vorzugsweise in der Größenordnung von 0,01 ist. Auf diese Weise sind Lampen mit hoher Ausbeute, guter Farbwiedergabe und einer Farbtemperatur bis zu etwa 3200 K möglich. Bevorzugt werden dabei derartige Lampen, die zumindest ein Halogenid von mindestens einem der Elemente In, Sn und Cd enthalten, weil hiermit die besten Ergebnisse erreicht werden.

Ein anderes bevorzugtes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Lampe ist dadurch gekennzeichnet, daß das Entladungsgefäß weiter mindestens ein Halogenid zumindest eines der Elemente Sc, La und der Lanthanide enthält, wobei das Molarverhältnis dieser Halogenide zu den Halogeniden von Na und Ti zusammen einen Wert von mindestens 0,02 besitzt. Die genannten Elemente Sc, La und die Lanthanide haben eine Emission, die aus vielen Linien besteht, die auf das ganze Spektrum verteilt sind, wobei im allgemeinen der Schwerpunkt im blauen Teil des Spektrums liegt, so daß diese Elemente, wenn sie als einziger Füllungsbestandteil in einer Lampe angewandt werden, einen Farbpunkt der ausgesandten Strahlung > 5000 K ergeben. Daher können mit den Lampen nach dem vorliegenden Ausführungsbeispiel im Vergleich zu den nur Na und Ti enthaltenden Lampen höhere Farbtemperaturen erreicht werden, wobei hohe Lichtströme und sehr gute Farbwiedergabeeigenschaften erhalten bleiben. Man wählt dabei Werte des Molarverhältnisses der Halogenide von Sc, La und/oder Lanthanide zu den Halogeniden von Na und Ti insgesamt von mindestens 0,02, weil dabei im allgemeinen Farbtemperaturen von mindestens 3000 K erreicht werden. Für Farbtemperaturen unter 3000 K zeigt es sich nämlich, daß die vorbeschriebenen Ausführungsbeispiele mit flüchtigen, blauen Strahlern meist vorteilhafter sind. Bei diesen Lampen mit einer Farbtemperatur von 3000 K oder darüber wird die Benutzung mindestens eines Halogenids zumindest eines der Elemente Dy, Tm, Ho, Er und La bevorzugt. Mit Dy können Lampen mit sehr hohen Werten von R_{98} und R_9 und mit Farbtemperaturen bis zu etwa 3600 K erhalten werden. Das Molarverhältnis von Dysprosiumhalogenid zu Natrium- und Thalliumhalogenid ist dabei vorzugsweise 0,03 oder darüber. Mit einem oder mehreren der Elemente Tm, Ho, Er und La können Lampen mit Farbtemperaturen bis zu etwa 4500 K angefertigt werden, wobei das Molarverhältnis der Halogenide dieser Lanthanide zum Natrium- und Thalliumhalogenid vorzugsweise 0,04 oder höher gewählt wird.

Ausführungsbeispiele

Ausführungsbeispiele erfindungsgemäßer Lampen werden nachstehend an Hand der Zeichnung und einer Anzahl von Messungen näher erläutert.

Die Figur zeigt einen Querschnitt durch eine erfindungsgemäße Hochdruckquecksilberdampfentladungslampe für eine Leistungsaufnahme von 160 W.

In der Figur bezeichnet 1 das Entladungsgefäß einer erfindungsgemäßen Lampe mit einer Nennleistung von 160 W. Das Entladungsgefäß 1 hat einen zylindrischen Wandteil 2 aus dichtgesintertem polykristallinem Aluminiumoxid mit einer Gesamtlänge von 19 mm, einem Außendurchmesser von 8,45 mm und einem Innendurchmesser von 6,85 mm. An den jeweiligen Enden des Wandteiles 2 sind Stirnwandteile 3, 4 bzw. 5, 6 ebenfalls aus dichtgesintertem Aluminiumoxid gasdicht durch Sinterung befestigt. Diese Stirnwandteile sind aus einer Scheibe 3 bzw. 5 mit einer Dicke von 2 mm und einem herausragenden Rohr 4 bzw. 6 aufgebaut. Der herausragende Teil der Rohre 4 und 6 hat eine Länge von 8 mm, einen Außendurchmesser von 3 mm und einen Innendurchmesser von 2,05 mm. In die Rohre 4 und 6 sind Wolframstifte 7 bzw. 8 mit einem Durchmesser von 0,2 mm zusammen mit Aluminiumoxid-Füllstücken 17 bzw. 19 mit Hilfe eines halogenidfesten Schmelzglas, das mit 9 bzw. 10 bezeichnet ist, eingeschmolzen. Die im Entladungsgefäß 1 liegenden Enden der Stifte 7 und 8 bilden Elektroden 11 bzw. 12 mit den einander zugewandten Spitzen 13 bzw. 14 und sind mit Wolframelektrodenwendeln 15 bzw. 16 versehen (2 Schichten je 5 Windungen aus Draht mit Durchmesser 0,3 mm). Der Abstand EA zwischen den Spitzen 13 und 14 beträgt 10 mm. Der wirksame Innendurchmesser ID des Entladungsgefäßes 1 beträgt 6,07 mm. Das Verhältnis ID/EA beträgt daher 0,6. (Der größte Innendurchmesser $\varnothing_i$ beträgt 6,85 mm und also ist $\varnothing_i/EA = 0,685$). Der Abstand zwischen den Elektrodenspitzen 13 bzw. 14 und den Stirnwandteilen 3, 4 bzw. 5, 6 beträgt 2,5 mm. Der Inhalt des Gefäßes 1 beträgt 0,55 cm³. Bei einer Leistungsaufnahme von 160 W beträgt die Wandbelastung dieser Lampe 60 W je cm². Der Entladungsraum im Gefäß 1 ist mit einer ionisierbaren Füllung versehen, die Quecksilber, Argon als Zündgas und Halogenide enthält. Das Entladungsgefäß 1 der Lampe wird im allgemeinen in einen Außenkolben (in der Zeichnung nicht dargestellt) eingebaut.

Beispiel 1

Eine Lampe mit einem Aufbau entsprechend der Zeichnung wurde mit 12 mg Quecksilber (etwa 21,8 mg Hg je cm³ Inhalt des Entladungsgefäßes) und mit Argon zu einem Druck von 200 mbar gefüllt. Die Lampe enthielt weiter 9,2 mg einer Mischung aus Natriumjodid und Thalliumjodid, wobei das Molarverhältnis von Na zu Tl einen Wert von Na:Tl = 92,5:7,5 hatte. Im Betrieb der Lampe wurde bei einer Leistungsaufnahme von 160 Watt ein relativer Lichtstrom von 93 Lm/W gemessen. Die Koordinaten des Farbpunktes der ausgesandten Strahlung betrugen $x = 0,465$ und $y = 0,403$ und die Farbtemperatur T_c hatte einen Wert von 2565 K. Für den mittleren Farbwiedergabeindex R_{98} wurde ein Wert von 89 und für den Farbwiedergabeindex R_9 ein Wert von +20 gefunden. Es zeigte sich, daß der Abstand zwischen den Höchstwerten der Na-Emissionsbänder $\Delta\lambda$ 145 nm betrug. Es zeigte sich, daß Schwankungen in der von der Lampe aufgenommenen Leistung wenig Einfluß auf den Farbpunkt ausübten. Bei einer Leistung von 150 W war $x = 0,466$ und $y = 0,404$ ($T_c = 2560$ K) und bei einer Leistung von 175 W war $x = 0,464$ und $y = 0,403$ ($T_c = 2570$ K).

Beispiele 2 bis 10

Neun Lampen mit dem gleichen Aufbau wie der der Lampe im Beispiel 1 wurden mit einer Jodidmischung gefüllt, die außer den Jodiden von Na und Tl weiter ein Jodid eines Blaustrahlers enthielt (Indium, Lanthan oder ein Lanthanid). Wie die Lampe nach Beispiel 1 waren diese Lampen mit 12 mg Quecksilber gefüllt, mit Ausnahme des Beispiels 2 (10,1 mg Hg) und des Beispiels 9 (10 mg Hg). In der nachfolgenden Tabelle wird für jedes Beispiel die Gesamtmasse M der Jodidmischung, der benutzte Blaustrahler und das Molarverhältnis der Jodide angegeben. Weiter sind für jede Lampe in der Tabelle die Ergebnisse von Messungen bei einer Leistungsaufnahme von 150 W angegeben. Gemessen wurden der relative Lichtstrom η (Lm/W), der Farbpunkt x, y , die Farbtemperatur T_c (K), die Farbwiedergabeindizes R_{98} und R_9 und der Abstand $\Delta\lambda$ (nm).

Bei- spiel	M (mg)	Molarverhältnis der Jodide	η (Lm/W)	x	y	T_c (K)	R_{98}	R_9	$\Delta\lambda$ (nm)
2	7,85	Na:Tl:In = 92,8:6,4:0,8	73	0,438	0,390	2 860	79	-54	54
3	8,1	Na:Tl:Dy = 75:6,2:18,8	93	0,393	0,364	3 550	93	+52	89
4	7,0	Na:Tl:Dy = 72:14:14	97	0,409	0,386	3 390	92	+31	78
5	6,17	Na:Tl:Dy = 84:12,8:3,2	100	0,430	0,394	3 020	89	+ 2	84
6	9,4	Na:Tl:Ho = 80:10:10	97	0,415	0,395	3 320	86	- 7	68
7	6,3	Na:Tl:Ho = 84:12,8:3,2	100	0,425	0,411	3 250	83	-28	63
8	6,65	Na:Tl:Tm = 77:7:16	103	0,401	0,395	3 600	87	+ 9	85
9	4,55	Na:Tl:Tm = 84:12,8:3,2	100	0,430	0,409	3 150	80	-46	64
10	5,7	Na:Tl:La = 92:5,2:2,8	110	0,436	0,411	3 070	82	-25	68

Beispiel 11

Es wurde eine Lampe mit einem Aufbau nach der Zeichnung hergestellt, jedoch bestimmt für eine Leistung von 110 W. Die Lampe hatte einen Außendurchmesser von 6,0 mm, einen (größten) Innendurchmesser ID = 4,25 mm und einen Elektrodenabstand EA von 8 mm. Das Verhältnis ID/EA betrug daher 0,53. Die Stirnwandteile bestanden aus einer Scheibe mit einer Dicke von 3 mm und einem herausragenden Rohr mit einem Außendurchmesser von 3 mm (Länge des herausragenden Teiles 7 mm). Der Abstand zwischen den Elektrodenspitzen und den jeweiligen Stirnwandteilen betrug 1,5 mm. Der Inhalt des Entladungsgefäßes war 0,20 cm³. Bei einer Leistungsaufnahme von 110 W betrug die Wandbelastung 73 W je cm². Die Lampe wurde mit 5 mg Quecksilber (25 mg Hg je cm³) und mit Argon zu einem Druck von 200 mbar gefüllt. Weiter wurde der Füllung 4,9 g einer Mischung von Natriumjodid und Thalliumjodid zugegeben (Molarverhältnis Na:Tl = 92,8:7,2). An der Lampe wurden ein relativer Lichtstrom $\eta = 99$ Lm/W, Farbkordinaten $x = 0,444$ und $y = 0,414$, eine Farbtemperatur $T_c = 2970$ K, $R_{98} = 84$, $R_9 = -19$ und $\Delta\lambda = 91$ nm gemessen.

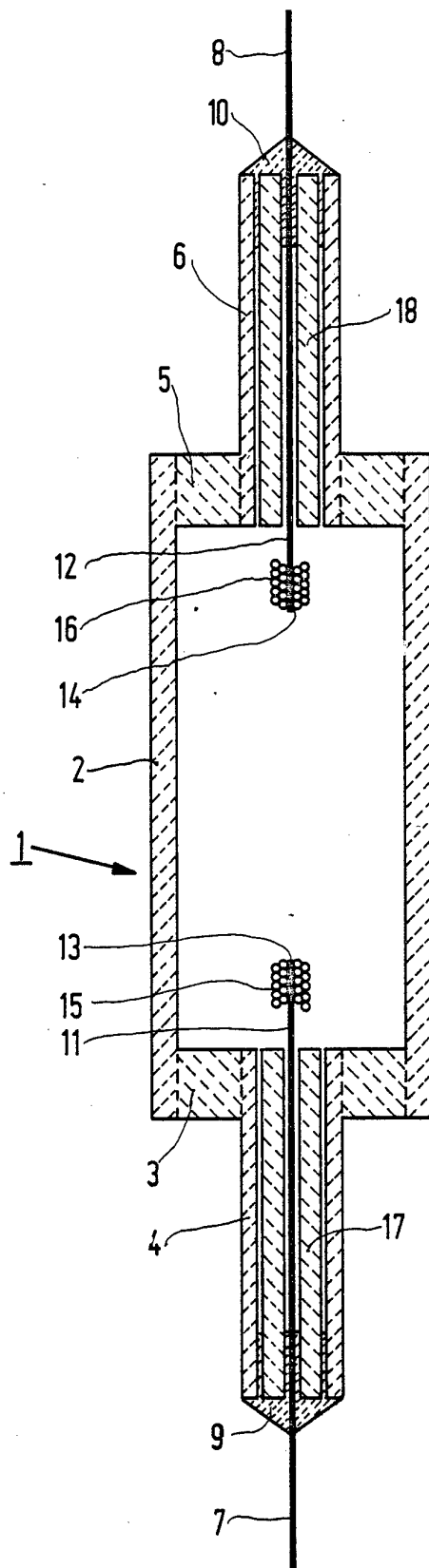
Beispiele 12 und 13

Es wurden zwei Lampen mit einem Aufbau ähnlich dem der Lampe nach der Zeichnung hergestellt, jedoch bestimmt für eine Leistungsaufnahme von 40 W. Der Außendurchmesser dieser Lampen betrug 4,4 mm, der (größte) Innendurchmesser 3,5 mm (ID = 3,1 mm) und der Elektrodenabstand EA betrug 3,5 mm. Der Wert von ID/EA war also 0,69. Die Stirnwandteile hatten eine Scheibe mit einer Dicke von 3 mm und einem herausragenden Rohr mit einem Außendurchmesser von 2 mm (Länge des herausragenden Teiles 3 mm). Der Abstand zwischen Elektrodenspitze und Stirnwandteil betrug 1,25 mm. Der Inhalt des Entladungsgefäßes war 0,058 cm³. Bei einer Leistung von 40 W betrug die Wandbelastung 82 W je cm². Die Lampen wurden mit

Argon bis zu einem Druck von 800 mbar, mit Quecksilber (Beispiel 12: 2,89 mg; Beispiel 13: 3,63 mg) und mit einer Mischung von Jodiden von Na, Tl und In gefüllt. Die Lampe nach Beispiel 12 enthielt 2,4 mg dieser Mischung im Molarverhältnis Na:Tl:In = 84,95:14,50:0,54. Die Lampe nach Beispiel 13 enthielt 2,74 mg dieser Mischung im Molarverhältnis Na:Tl:In = 80,80:18,67:0,52. Bei einer Leistungsaufnahme von 40 W wurden gemessen:

	Beispiel 12	Beispiel 13
$\eta(\text{Lm/W})$	78,5	70
x	0,441	0,436
y	0,378	0,399
$T_c(\text{K})$	2 715	2 965
R_{98}	89	92
R_9	24	47
$\Delta\lambda(\text{nm})$	129	141

-6-



10 986- 372772