



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) **DD** (11) **254 270 A1**

4(51) H 01 J 61/86

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP H 01 J / 260 851 3

(22) 13.03.84

(44) 17.02.88

(71) Akademie der Wissenschaften der DDR, Otto-Nuschke-Straße 22/23, Berlin, 1080, DD

(72) Kloss, Hans-Georg, Dr. rer. nat. Dipl.-Phys.; Kronfoth, Rainer, Dipl.-Phys.; Serick, Felix, Dipl.-Phys., DD

(54) **Kurzbogenlampe mit Leuchtzusätzen**

(57) Die Erfindung betrifft Kurzbogenlampen, die im Dauerbetrieb hohe Leuchtdichten bei Farbtemperaturen von 2500–4000 K, Farbwiedergabeindices ≥ 80 und Farbaspekte von $0 \pm 0,004$ ermöglichen. Die Erzielung dieser Parameter basiert auf der Verwendung einer komplexen Lampenfüllung, die sich im wesentlichen aus den chemischen Elementen Quecksilber, Zink, Indium, Natrium, Lithium sowie Halogenen außer Fluor zusammengesetzt, wobei die Besonderheiten der Molekülbindungsenergien der Zinkhalogenide im Vergleich zu denen der Quecksilberhalogenide ausgenutzt werden. Derartige Lampen eignen sich insbesondere für die Aufnahme und Wiedergabe von Farbmaterialien (Mikrofotografie, Dia- und Farbfilmprojektion), den Einsatz in wissenschaftlichen bzw. medizinischen Geräten sowie zur Ausrüstung von Studio- oder Bühnenscheinwerfern.

Erfindungsanspruch:

1. Kurzbogenlampe mit Leuchtzusätzen in einem abgeschlossenen Entladungsgefäß aus durchsichtigen, hochtemperaturfesten Werkstoffen und mindestens zwei Hauptelektroden, **gekennzeichnet dadurch**, daß im Entladungsgefäß pro cm^3 Rauminhalt folgende Mengen chemischer Elemente vorliegen, die untereinander Verbindungen eingehen können; 0,018 bis 1,8 mg Argon; 10 bis 200 mg Quecksilber; 0,1 bis 5 mg Indium; 0,01 bis 0,6 mg Natrium; 0,1 bis 4 mg Zink; 1 bis 17 mg Jod; 1 bis $50 \mu\text{g}$ Lithium und maximal 1,2 mg Thallium.
2. Kurzbogenlampe nach Punkt 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß Jod moläquivalent zu maximal 50% durch Brom und/oder Chlor ersetzt ist.
3. Kurzbogenlampe nach Punkt 1 und 2, **gekennzeichnet dadurch**, daß Indium moläquivalent vollständig oder teilweise durch Gallium ersetzt ist.
4. Kurzbogenlampe nach Punkt 1 bis 3, **gekennzeichnet dadurch**, daß Argon moläquivalent vollständig oder teilweise durch andere Edelgase ersetzt ist.

Hierzu 1 Seite Zeichnung

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine elektrische Entladungslampe für die Aufnahme oder Wiedergabe von Farbmaterialeien (Mikrofotografie, Dia- und Farbfilmprojektion) sowie den wissenschaftlichen bzw. medizinischen Gerätebau (z. B. Endoskopie). Kombiniert mit lichtbündelnden Vorrichtungen ist sie auch für andere Beleuchtungszwecke (z. B. Studio- oder Bühnenscheinwerfer) geeignet, soweit hohe Ansprüche an die Lichtqualität und die Leuchtdichte bei niedriger Farbtemperatur gestellt werden. Die Lampe kann zur Ablösung von Halogenleuchtampen bzw. Glühlampen mit Farbtemperaturen im Bereich von $3200 \pm 200 \text{ K}$ bzw. $2850 \pm 200 \text{ K}$ eingesetzt werden.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Aus der umfangreichen Palette technisch gebräuchlicher Gasentladungslichtquellen werden in Vorrichtungen für konzentrierte Abstrahlung vorzugsweise Lampen mit hoher Leuchtdichte ($\geq 10^8 \text{ cd/m}^2$) eingesetzt, die elektrodenstabilisierte Lichtbögen ausnutzen. Im einfachsten Fall besteht die Füllung solcher Lampen aus nur einem Element, welches zur Strahlungserzeugung genutzt wird. Die größte technische Bedeutung haben dafür Quecksilber bzw. Xenon erlangt.

Bei einer weiteren Klasse elektrodenstabilsierter Entladungslampen wird diesen Grundgasen ein Leuchtzusatz, wie z. B. Indiumjodid, hinzugefügt (siehe z. B. Wiss.-Tech.-Abhandlungen der Osramgesellschaft Bd. 9 [1972], S. 1 ff. bzw. US-PS 3989970).

Die simultane Verwendung mehrerer Leuchtzusätze ist dagegen typisch für Hochdrucklampen ohne Elektrodenstabilisierung. In der Patentliteratur sind bisher über 50 Elemente des Periodensystems benannt worden, die meist zusammen mit Halogenen in unterschiedlicher Kombination als Zusatzfüllungen in die Entladungsgefäße eingebracht wurden (z. B. DE-OS 2422411; DD-PS 201539). Neben den vorzugsweise durch die Emission von Spektrallinien der Atome bzw. Ionen in Erscheinung tretenden Zusätzen wie Na, Tl, In, Sc, Dy, Ce usw. (siehe u. a. DT-AS 1814095; EP 0049545) werden auch Molekülstrahlungsprozesse der Halogenide von Sn, Al, Hg, In usw. ausgenutzt (z. B. DE-OS 2840771).

Systeme, die zur Strahlungserzeugung höchstens einen Leuchtzusatz nutzen, können erfahrungsgemäß keine hohen Farbwiedergabeansprüche bei gleichzeitig niedriger Farbtemperatur ($\leq 3400 \text{ K}$) befriedigen. Andere bekannte Systeme mit komplexerer Füllung sind dagegen wegen zu geringer spezifischer Bogenleistung zur Erzielung hoher Leuchtdichten ungeeignet (DE-OS 2840771), oder verwenden Leuchtzusatzkombinationen, die andere wesentliche Nachteile besitzen. Solche Nachteile sind z. B. zu große Intensitätsunterschiede im sichtbaren Spektralbereich bzw. starke räumliche Farbinhomogenitäten des Lichtbogens (siehe u. a. GB-PS 1,110,018 bzw. DE-OS 2924463). In DD-WP 203430 ist eine elektrodenstabilisierte Hochdruckentladungslampe mit Leuchtzusätzen beschrieben; deren Lampenfüllung enthält Hg, In, Na, Li, Sn, J und Tl, wobei J, In und Sn moläquivalent durch Br/Cl, Ga bzw. Al ersetzt sein können. Der relativ hohe Anteil an undissoziiertem Quecksilberhalogenid auch in den heißen Teilen des Lichtbogens ist wesentlich für die Erzielung hoher Leuchtdichten, andererseits reduziert das Quecksilberjodid im Bereich unterhalb 460 nm die Plasmaabstrahlung durch Absorption. Eine erfindungsgemäße 250-W-Hochdrucklampe hatte eine Farbtemperatur von 3400 K bei einer Leuchtdichte von mehr als $2,1 \cdot 10^8 \text{ cd/m}^2$. Diese Kurzbogenlampe ist nicht für Farbtemperaturen unter 3000 K geeignet.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist eine Gasentladungslampe, die im Dauerbetrieb hohe Leuchtdichten bei Farbtemperaturen zwischen 2500 und 4000 K, Farbwiedergabeindizes von ≥ 80 und Farbaspekten von $0 \pm 0,004$ ermöglicht.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, durch eine verbesserte Lampenfüllung in geeigneten Entladungsgefäßen günstigere Abstrahlungsbedingungen als in bekannten Gasentladungslampen zu schaffen.

Die erfindungsgemäße Lampenfüllung enthält ein Gemisch der Elemente Quecksilber, Zink, Indium (bzw. Gallium), Natrium, Lithium und teilweise Thallium, sowie als Molekülbildungspartner Halogene außer Fluor. Eine zusätzliche geringe Edelgasmenge dient — wie allgemein üblich — als Zündhilfe.

Erfindungsgemäß liegen im Entladungsgefäß pro Kubikzentimeter Rauminhalt folgende Mengen der genannten Stoffen (in Form der Elemente oder der daraus gebildeten Halogenide) vor: 10 bis 200 mg Hg; 0,1 bis 4 mg Zn; 0,1 bis 5 mg In; 0,01 bis 0,6 mg Na; 1 bis 50 μg Li; 1 bis 17 mg J; 0,018 bis 1,8 mg Ar und 0 bis 1,2 mg Tl. J kann bis zu 50 % moläquivalent durch Br und/oder Cl ersetzt sein, in vollständig oder teilweise durch Ga und Ar durch andere Edelgase.

Das Quecksilber wirkt einerseits als Puffergas und übernimmt weitere wesentliche Funktionen, indem es durch Atome oder Halogenidmoleküle direkt und durch die Verbreiterung von Spektrallinien anderer Leuchtzusätze indirekt an den Strahlungsprozessen beteiligt ist. Durch die hohe Halogendosierung und durch seine (im Unterschied zu anderen Molekülen) besonders günstige Bildungsenthalpie ist Quecksilbermonoiodid auch in den zentralen Teilen des Lichtbogens trotz der dort vorliegenden Temperaturen noch in hoher Konzentration undissoziiert vertreten. Dies führt zu einer kräftigen kontinuierlichen Emission, die für die Erzielung hoher Leuchtdichten eine entscheidende Rolle spielt. Absorptionsprozesse der HgJ-Moleküle im Spektralbereich unter 460 nm bewirken dagegen eine starke Reduzierung der kurzwelligen Plasmastrahlung, was im Zusammenspiel mit Absorptionsvorgängen durch weitere Plasmabestandteile (Halogenidmoleküle von Zink und Indium bzw. Gallium sowie Indium- bzw. Galliumatome) eine wesentliche Voraussetzung für die Erzielung der angestrebten niedrigen Farbtemperaturen darstellt.

Obwohl die im sichtbaren Teil des Spektrums dominierenden Spektrallinien des Zinks bei Wellenlängen von 468, 472 bzw. 481 nm liegen, wird die Farbtemperatur überraschenderweise bei Zugabe einer bedeutenden Zinkmenge nicht angehoben, sondern durch das komplexe Zusammenspiel der einzelnen Füllsubstanzen insgesamt abgesenkt. Neben den beschriebenen Absorptionsprozessen dürfte dafür die besonders wirksame Anhebung des Dampfdruckes der Natriumhalogenide durch die Bildung von Zink-Natriumhalogenid-Komplexmolekülen verantwortlich sein. Dieser Prozeß macht es auch möglich, die gewünschte niedrige Farbtemperatur bei geringer thermischer Wandbelastung des Entladungsgefäßes zu erreichen, was zu einer Steigerung der Lampenlebensdauer führt. Ein weiterer wesentlicher Einfluß von Zink besteht darin, daß die Molekülbindung der Dijodide bei Zn stabiler ist als bei Hg, während es sich bei den Monojodiden umgekehrt verhält. Diesem Umstand ist es zu verdanken, daß für die angegebene hohe Joddosierung zwei positive Effekte wirksam werden: Einerseits ist bei Temperaturen unterhalb von 3000 K (wie sie in den mittleren bis äußeren Entladungsbereichen und an den Elektroden vorliegen) Jod überwiegend durch Zink gebunden; dadurch wird eine zu starke Absorption durch Quecksilberjodid-Moleküle vermieden und die Materialabtragung von den Elektroden vermindert. Andererseits wird die HgJ-Konzentration und damit dessen für die Leuchtdichte wesentliche Emission im heißen Bogenkern angehoben. Ähnliche Aussagen gelten auch für die Bromide und Chloride von Zink bzw. Quecksilber.

Ein weiterer Hauptbestandteil der Lampenfüllung ist Indium (teilweise oder vollständig ersetzbar durch Gallium). Infolge seines hohen Partialdruckes erscheinen die beiden Resonanzlinien bei 410 und 450 nm (bei Gallium 403 und 417 nm) in starker Selbstumkehr, wie dies von hoch dotierten Indium-(Gallium-)Entladungslampen bekannt ist. Im gesamten übrigen sichtbaren Spektralbereich erfolgt dagegen durch die langwelligen Flügel der Resonanzlinien und durch Indiumhalogenid (bzw. Galliumhalogenid)-Molekülkontinua eine intensive Abstrahlung, so daß die kurzwelligen Anteile nicht mehr dominieren. Zur weiteren Auffüllung dieses lichttechnisch günstigen Grundspektrums im gelben bzw. roten Spektralbereich dienen die z. T. erheblich verbreiterten Resonanzlinien der Elemente Natrium und Lithium. Die zusätzlich mögliche Ausnutzung der grünen Thalliumlinie ermöglicht eine Minimierung des Farbaspektes.

Einige der im Entladungsgefäß vorhandenen Leuchtzusätze (z. B. Natriumhalogenid) verdampfen auch im Betriebszustand der Lampe nur unvollständig. Die in der Entladung wirksame Menge der einzelnen Leuchtzusätze kann daher durch unterschiedliche Wahl der Temperatur der kältesten Stelle des Entladungsgefäßes gegeneinander verschoben werden.

Für den Betrieb des Lichtbogens werden Entladungsgefäße aus durchsichtigen, hochtemperaturfesten Werkstoffen verwendet. Eine zusätzliche Verbesserung der Langzeitstabilität kann durch eine temperaturbeständige, chemisch resistente Beschichtung der Innenwand mit Stoffen wie z. B. Al_2O_3 erzielt werden. Gezielte Veränderungen des Temperaturprofils der Entladungsgefäßwand sind durch partielles äußeres Auftragen von Stoffen wie ZrO_2 , Al_2O_3 , Graphit oder korrosionsbeständige Metalle, durch die Anwendung von Hüllkolben sowie durch unterschiedliche konstruktive Gestaltung der Entladungsgefäße (insbesondere des Raumes zwischen Elektrodenspitze und der elektrischen Durchführung in der Gefäßwand) möglich.

Ausführungsbeispiele

Die Erfindung wird nachstehend an drei Ausführungsbeispielen erläutert. Die Kurzbogenlampen der beiden ersten Beispiele bestehen aus annähernd kugelförmigen Kieselglasentladungsgefäßen mit Innenvolumina von je 1,4 cm³. Der Abstand der Elektrodenspitzen beträgt 2,8 mm. Die Füllung der Entladungsgefäße der Beispiele 1 und 2 setzt sich aus folgenden Mengen chemischer Elemente zusammen, die z. T. in Form von Halogenverbindungen eingebracht wurden: 70 mg Hg; 8 mg J; 1,3 mg Zn; 1,2 mg In; 0,23 mg Na; 16 μg Li und 160 μg Ar.

Ausführungsbeispiel 1

Um das Entladungsgefäß befindet sich ein Hüllkolben aus Hartglas, der der Senkung der Wärmeverluste dient. Die in dieser Lampe mit einem Vorschaltgerät an 220 V Wechselspannung betriebene Entladung konvertiert nach einer Einbrennzeit von 10 min. eine elektrische Leistung von 250 W. Die Farbtemperatur beträgt 2950 K, die Leuchtdichte (in einem Meßfeld von $0,8 \times 2,8 \text{ mm}$) $2,1 \cdot 10^8 \text{ cd/m}^2$, der Farbwiedergabeindex 90 und der Farbaspekt +0,002.

Ausführungsbeispiel 2

Ohne zusätzlichen Hüllkolben ergeben sich für ebenfalls 250 W elektrische Leistung folgende lichttechnische Daten: Farbtemperatur 3400 K; Leuchtdichte $2,6 \cdot 10^8 \text{ cd/m}^2$; Farbwiedergabeindex 85; Farbaspekt –0,003.

Wie diese Angaben zeigen, kann die Farbtemperatur allein durch unterschiedliche Temperierung (insbesondere der kältesten Stelle) der Entladungsgefäße variiert werden, wobei die Farbtemperatur mit sinkender Gefäßtemperatur ansteigt. Bei kontinuierlicher Variation der Gefäßtemperatur ergibt sich für Entladungsgefäße, deren Konstruktions- und Fülldaten den beiden ersten Ausführungsbeispielen entsprechen, der in Fig. 1 dargestellte Zusammenhang zwischen Farbtemperatur und Leuchtdichte.

Ausführungsbeispiel 3

Ein annähernd kugelförmiges Kieselglasentladungsgefäß mit einem Innenvolumen von 11 cm^3 und einem Elektrodenabstand von 4,8 mm, dessen Oberfläche im Bereich der Elektrodenansätze mit ZrO_2 belegt ist, enthält folgende Füllmengen chemischer Elemente: 200 mg Hg; 21,5 mg J; 4,1 mg Zn; 2,9 mg In; 0,49 mg Tl; 0,31 mg Na; $26 \mu\text{g}$ Li und 1,2 mg Ar. Die mit einem Vorschaltgerät an 220 V Wechselspannung betriebene Lampe konvertiert nach einer Einbrennzeit von 15 min. eine elektrische Leistung von 600 W. Die Farbtemperatur beträgt 3400 K, die Leuchtdichte $2,2 \cdot 10^8 \text{ cd/m}^2$ (in einem Meßfeld von $1,5 \times 4,8 \text{ mm}$), der Farbwiedergabeindex 80 und der Farbaspekt +0,001.

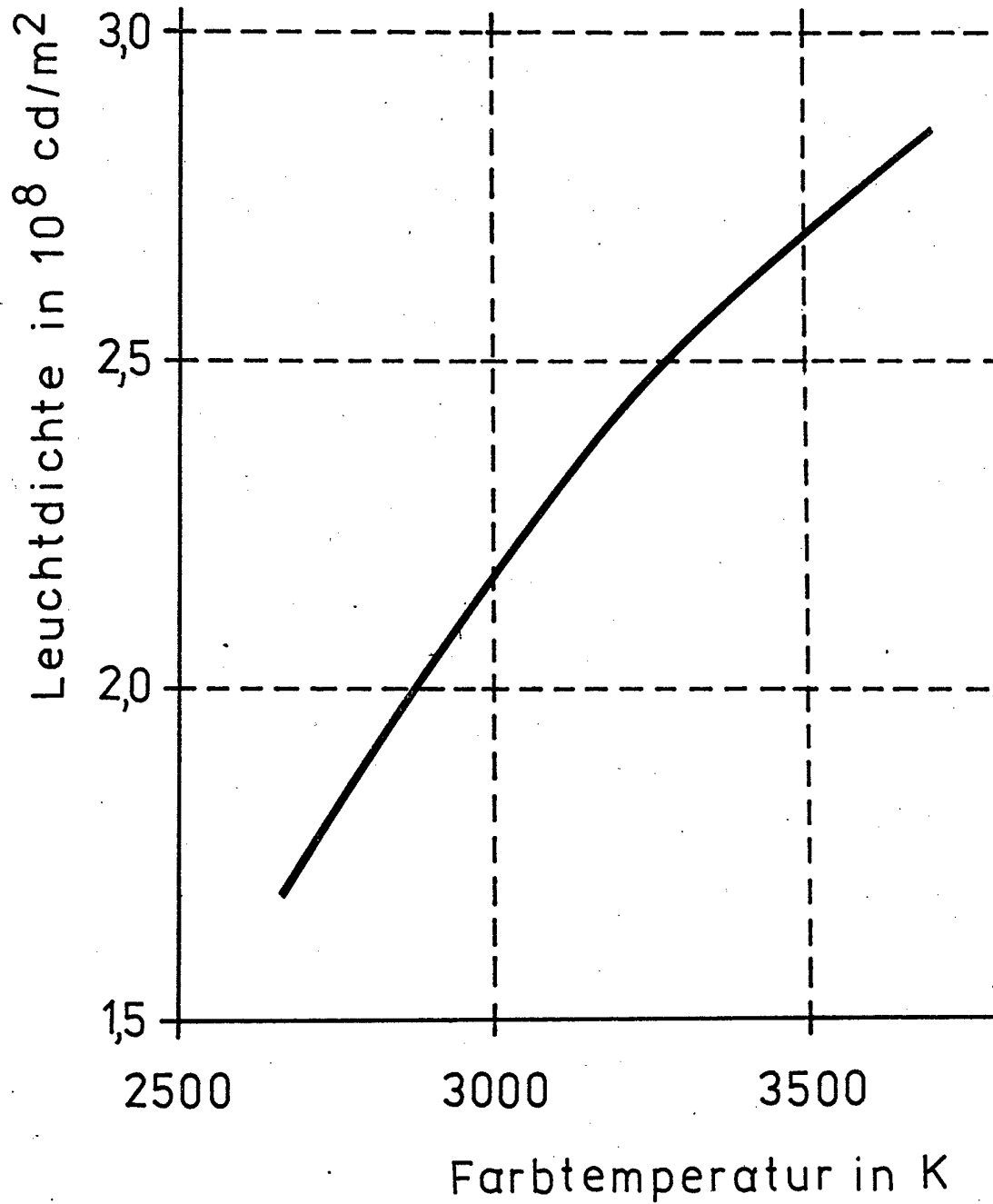


Fig. 1