

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: **89105243.3**

51 Int. Cl.4: **H01J 61/82 , H01J 61/16**

22 Anmeldetag: **23.03.89**

30 Priorität: **25.03.88 DD 314031**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**27.09.89 Patentblatt 89/39**

84 Benannte Vertragsstaaten:  
**BE DE FR GB NL**

71 Anmelder: **Kombinat VEB NARVA**  
**Ehrenbergstrasse 11-14**  
**DDR-1017 Berlin(DD)**

72 Erfinder: **Gottschling, Wolfgang**  
**Hans-Beimler-Strasse 66**  
**DDR-1017 Berlin(DD)**  
Erfinder: **Günther, Klaus**  
**Amalienpark 3**  
**DDR-1100 Berlin(DD)**  
Erfinder: **Keiderling, Uwe**  
**Drüsenerstrasse 4**  
**DDR-1071 Berlin(DD)**  
Erfinder: **Kloss, Hans-Georg**  
**Eichenallee 24**  
**DDR-1404 Hohen-Neuendorf(DD)**  
Erfinder: **Radtke, Rainer**  
**Pestalozzistrasse 12**  
**DDR-1100 Berlin(DD)**

74 Vertreter: **Ritter und Edler von Fischern,**  
**Bernhard, Dipl.-Ing. et al**  
**HOFFMANN - EITL & PARTNER**  
**Arabellastrasse 4**  
**D-8000 München 81(DE)**

54 **Wandstabilisierte Hochdruck-Entladungslampe.**

57 Eine wandstabilisierte Hochdruck-Entladungslampe weist einen hohen lichttechnischen Wirkungsgrad und sehr gute Farbeigenschaften auf, die sich bei kompaktem Aufbau durch eine gute Bündelungsfähigkeit der Strahlung und eine sofortige Lichtstromabgabe nach dem Einschalten auszeichnet und die insbesondere auch für sehr niedrige Leistungen ausgelegt werden kann. Sie ist für allgemeine Beleuchtungszwecke geeignet, aber auch in Kraftfahrzeug-Scheinwerfern und für Beleuchtungsaufgaben im wissenschaftlichen und medizinischen Gerätebau einsetzbar. Die Entladung erfolgt in Xenon oder Krypton, deren Plasma durch leistungsstarke Impulse mit hoher Folgefrequenz und niedrigem Tastverhältnis soweit aufgeheizt wird, daß das über

den sichtbaren Spektralbereich verteilte Rekombinationskontinuum mit hoher Intensität abgestrahlt wird, wobei die Entladung in der Lampe zwischen den Impulsen durch einen Haltestrom geringer Stärke aufrechterhalten wird.

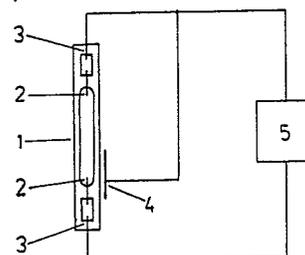


Fig. 1

**EP 0 334 355 A2**

### Wandstabilisierte Hochdruck-Entladungslampe

Die Erfindung betrifft eine Hochdruck-Entladungslampe mit hohem lichttechnischem Wirkungsgrad und sehr guten Farbeigenschaften, die sich bei kompaktem Aufbau für allgemeine Beleuchtungszwecke eignet, aufgrund der guten Bündelungsfähigkeit der Strahlung und der sofortigen Lichtstromabgabe nach dem Einschalten, aber auch in Kraftfahrzeug-Scheinwerfern und für Beleuchtungsaufgaben im wissenschaftlichen und medizinischen Gerätebau einsetzbar ist, und die insbesondere auch für sehr niedrige Leistungen ausgelegt werden kann.

Es existieren zahlreiche Hochdruck-Entladungslampen für allgemeine Beleuchtungszwecke, bei denen hohe Lichtausbeute und gute Farbwiedergebeeigenschaften, d. h. eine im Bereich der Augenempfindlichkeitskurve gut verteilte spektrale Emission, angestrebt werden. Es ist bekannt, daß eine Lichtquelle mit idealer Farbwiedergabe eine maximale Lichtausbeute von etwa 250 lm/W erreichen kann, wenn es gelingt, Wärme- und Elektrodenverluste zu unterdrücken und die spektrale Emissionsverteilung auf den Bereich der sichtbaren Strahlung zu beschränken. Diese optimale Emissionsverteilung verläuft im Spektralbereich zwischen 400 und 700 nm proportional zur spektralen Emission eines schwarzen Strahlers mit einer Temperatur, die der gewünschten Farbtemperatur der Lichtquelle gleich und außerhalb dieses Spektralbereiches gleich Null ist.

Abgesehen von den nicht vermeidbaren Wärme- und Elektrodenverlusten ist die Lichtausbeute einer Hochdruck-Entladungslampe über die spektrale Emissionsverteilung des strahlenden Plasmas durch die Zusammensetzung und den Druck des Entladungsmediums, die Abmessungen des Entladungsrohres und die räumliche Temperaturverteilung der Entladung gegeben und nur innerhalb gewisser Grenzen optimierbar. So kann in einer Quecksilberdampf-atmosphäre bei einem Druck von 0,1 bis 10 MPa eine Gasentladung betrieben werden, die im sichtbaren Spektralbereich die bekannten Quecksilberlinien 405, 436, 546 und 577,579 nm emittiert. Die sehr intensive Strahlung bei 313 und 365 nm kann durch einen geeigneten Leuchtstoff in den sichtbaren Spektralbereich transformiert werden. Solche Quecksilber-Hochdrucklampen haben insbesondere in der Außenbeleuchtung eine weite Verbreitung gefunden; ihre Lichtausbeute beträgt maximal 55 lm/W, und der allgemeine Farbwiedergabeindex liegt bei 50 (vgl. Elenbaas, W.: High-pressure mercury-vapor lamps and their application; Philips Technical Library, 1965).

Es ist gelungen, durch Einbringen geeigneter leicht verdampfbarer Leuchtzusätze das lückenhaf-

te Quecksilberspektrum aufzufüllen, mit dem Ergebnis, daß sich sowohl die Lichtausbeute als auch die Farbwiedergabe erheblich verbessert haben. Solche Halogen-Metall dampflampen erreichen bei höherem Leistungsumsatz Lichtausbeuten von 60 bis 80 lm/W bei einem allgemeinen Farbwiedergabeindex von 60 bis 90, wobei in der Regel die hohen Werte der Lichtausbeute mit niedrigen Werten des Farbwiedergabeindex kombinieren und umgekehrt. Bei kleinen Leistungsumsätzen bis herab zu 35 W sinkt die Lichtausbeute jedoch generell ganz erheblich auf 50 lm/W und darunter. Solche Lichtquellen haben in der Beleuchtung von Innenräumen, Fertigungsräumen und Verkaufseinrichtungen große Verbreitung gefunden, ihr Einsatz beschränkt sich jedoch durch die deutlich verminderte Lebensdauer, die Brennlageabhängigkeit und die sehr störende Instabilität der Farbtemperatur infolge Exemplarstreuungen und Alterung (vgl. Rochlin, G. N.: Halogen-Metall dampflampen; Verlag Energija Moskau 1971).

Die Erfindung alkaliresistenter Hüllwerkstoffe und Verschlusmaterialien hat die Verwendung von Natrium in metallischer Form als Träger der Lichtemission möglich gemacht. Natriumdampf-Hochdrucklampen nehmen gegenwärtig unter allen bekannten Hochdruck-Entladungslampen bezüglich ihrer Lichtausbeute eine Spitzenstellung ein und haben bei der Außenbeleuchtung eine weite Verbreitung gefunden. Die Palette der angebotenen Leistungstypen reicht von 35 W mit einer Lichtausbeute von 75 lm/W bis 1000 W mit 150 lm/W. Wegen der sehr niedrigen Farbtemperatur von etwa 2000 K und des unbefriedigenden Farbwiedergabeindex von etwa 20 werden solche Lampen jedoch für anspruchsvollere Beleuchtungsaufgaben, speziell in der Innenraumbeleuchtung, nicht akzeptiert.

Allen bisher genannten Hochdrucklampen ist gemein, daß sie jeden Versuch, den Leistungsumsatz zu reduzieren und im Wohnbereich übliche Leistungseinheiten zu entwickeln, mit drastischen Einbußen an Lichtausbeute beantworten. Die Ursache hierfür liegt einmal darin, daß entsprechend den Wirkungsmechanismen einer Hochdrucklampe kleine Lichtströme nur in kleinen Volumina erzeugt werden können, wobei sich das Verhältnis von Oberfläche zu Volumen unvorteilhaft vergrößert. Bei durch plasmaphysikalische Optimierung vorgegebener Achsentemperatur der Entladung wächst zwangsläufig bei Verkleinerung des Entladungsvolumens der Temperaturgradient der Entladung und damit die durch Wärmeleitung und Teilchendiffusion aus den heißen Zonen der Entladung zur Wand verursachten Wärmeverluste. Zum anderen

erfordert die Nutzung von Metalldämpfen oder Halogeniden als strahlendes Medium eine minimale Innenwandtemperatur des Entladungsgefäßes, die die erforderlichen Dampfdrücke gewährleistet. Diese Temperaturen liegen relativ hoch und haben ebenfalls unvermeidbare Wärmeverluste zur Folge, die insbesondere bei niedrigen Leistungsumsätzen der Lampen erheblich ins Gewicht fallen.

Weiterhin erfordern alle diese technischen Lösungen zur Verdampfung der leuchtenden Metallzusätze eine beträchtliche Anlaufzeit im Minutenbereich. Die Verwendung von Gasen als strahlendes Medium eliminiert vom Prinzip her die Anlaufprobleme und die Notwendigkeit, die Brenntemperatur hoch zu halten. Dabei auftretende Zündprobleme lassen sich durch verschiedenen Zündhilfen in Grenzen halten (siehe z. B. DE 1 638 977 und 3 323 603). Bedauerlicherweise sind die Strahlungsausbeuten von Gasplasmen im sichtbaren Spektralbereich bei technisch realisierbaren Leistungsumsätzen ausnahmslos sehr niedrig. Daher ist bisher lediglich eine einzige Hochdrucklichtquelle auf der Basis von atomaren oder molekularen Füllgasen entwickelt worden, die Xenonhoch- bzw. höchstdrucklampen. Sie zeigen eine sonnenlichtähnliche Strahlungsemission mit kontinuierlicher Spektralverteilung, welche sich aus dem Rekombinationskontinuum des Xenons ergibt. Derartige Lampen werden für stationären Betrieb mit Leistungen von 50 bis 50 000 W gebaut und zeichnen sich durch eine hervorragende Farbwiedergabe, verbunden mit einer Farbtemperatur im Bereich von 6000 K, aus. Bedauerlicherweise beträgt bei kleinen Leistungen zwischen 30 und 50 W die Lichtausbeute nur 15 lm/W und läßt sich selbst durch hohe Leistungsdichten bis 800 W/cm nicht über 20 lm/W steigern (AT-PS 222 223). Erst bei Leistungen im kW-Bereich kann sie bis auf 35 lm/W steigen. Das hat seinen Grund u. a. darin, daß im Bereich stationärer Leistungen dieses Kontinuum von einer intensiven Linienstrahlung überlagert ist, die vorwiegend im Infrarotbereich emittiert wird und die erreichbare Lichtausbeute erheblich begrenzt. Aus diesem Grunde werden stationäre Xenonentladungen als effektive Lichtquelle für allgemeine Beleuchtungszwecke nicht verwendet.

Höchstdrucklampen nutzen Xenon oder Quecksilberdampf bei Drücken von mehr als 1 MPa als strahlendes Medium. Die in ihnen realisierte hohe Energiekonzentration läßt die Strahlung in einem sehr kleinen Volumen entstehen, was eine gute Bündelungsfähigkeit der Strahlung zur Folge hat. Ihre Lichtausbeute ist jedoch eher kleiner als die der entsprechenden Hochdrucklampen.

Hochdruck-Kapillarlampen mit Halogenid-Füllung sind bereits für den Einsatz in Kraftfahrzeug-Scheinwerfern vorgeschlagen worden (DE 3 341 846). Sie haben aber gerade für diesen Einsatz-

zweck den großen Nachteil, bis zum Erreichen ihres vollen Lichtstromes eine Anlaufzeit von etwa einer Minute zu benötigen.

Es sind auch bereits Versuche unternommen worden, durch eine zeitlich gesteuerte Energieeinspeisung bei Quecksilber-Hochdrucklampen mit einem Tastverhältnis von 1 : 4 bis 1 : 20 die Strahlungsausbeute in den grünen und gelben Quecksilberlinien (US-PS 3 624 447) zu verbessern. Bei Natrium-Hochdrucklampen sollte nach der gleichen Technik (US-PS 4 137 484, DE 2 657 824 und 2 825 532) die Breite der Resonanzlinien vergrößert sowie der blaue und grüne Spektralanteil angehoben werden, um dadurch die Farbwiedergabe zu verbessern und die Farbtemperatur anzuheben. Instabilitäten der Entladung und akustische Störungen der Umgebung lassen sich durch konstruktive Maßnahmen an solchen Lampen (DE 2 733 168 und 2 773 170) und spezielle Betriebsweisen (DE 2 335 589, 2 704 311, 2 847 840 und 3 122 183) verhindern. Allerdings sind die so erreichbaren Farbtemperaturen für einen Einsatz bei der Innenraumbeleuchtung, insbesondere im Wohnbereich, immer noch zu niedrig, weil hierfür Werte von 3000 K und mehr wünschenswert sind. Die Versuche wurden auch deshalb wieder aufgegeben, weil die unerwünschten Nebenwirkungen, wie verstärkte Selbstabsorption der Resonanzlinien des Natriums und unterproportionale Anhebung der Quecksilberlinien, den angestrebten Effekt in Frage stellen und weitere Steigerungen der Farbtemperatur nur unter Inkaufnahme großer Einbußen an Lichtausbeute möglich sind (DE 2 657 824).

Für Xenonentladungen ist bekannt, daß sie bei impulsförmiger Energiezufuhr mit hoher Momentanleistung einen höheren lichttechnischen Wirkungsgrad als im stationären Betrieb entwickeln. Diese Tatsache wird in Gestalt von Fotoblitzlampen zu vielen Anwendungen genutzt. Auch ein Betrieb mit Impulsfolgen ist bekannt und wird in stroboskopischen Vorrichtungen (z. B. DE 1 924 162 und 2 134 544) und bei Trocknungs- und Härtungsprozessen von Lacken und Druckfarben (DE 2 120 777) eingesetzt.

Sogar als Beleuchtungsvorrichtung zur Innen- und Außenbeleuchtung wurden edelgasgefüllte Blitzröhren hoher Intensität bereits vorgeschlagen, die mittels einer elektronischen Steuereinheit mit einer zur Überwindung der physiologischen Trägheit des menschlichen Auges hinreichenden Blitzfrequenz betrieben werden (DE 2 724 101). Diese Anwendung hat jedoch den großen Nachteil, daß für jeden Impuls ein Zündvorgang erforderlich ist und die resultierende außerordentlich hohe Zahl von Zündungen im Dauerbetrieb der Lebensdauer der Lampe in hohem Maße abträglich ist, so daß zusätzliche Maßnahmen zur Erhöhung von Lebensdauer und Zuverlässigkeit einer solchen Beleuch-

tungsvorrichtung in Form von Kühleinrichtungen für die Lampe oder durch Einsatz mehrerer redundanter Lampen getroffen werden mußten. Aus dem gleichen Grunde war man gezwungen, die Blitzfrequenz so niedrig wie möglich zu halten, um z. B. mit 40 ... 50 Hz ein eben gerade noch flimmerfreies Licht zu erzeugen. Sehphysiologische Belastungen können bei dieser Betriebsart nicht ausgeschlossen werden, weshalb der Einsatz einer solchen Beleuchtungsvorrichtung auch auf spezielle Anwendungen, wie Verkehrs-Hinweisschilder/Werbeschilder u. dgl., beschränkt bleiben muß, die vom menschlichen Beobachter im allgemeinen nur kurzzeitig betrachtet werden.

Alle Entladungslichtquellen enthalten als energiewandelnde Medien elektrisch aufgeheizte Plasmen, deren elektrische Eigenschaften sich in Abhängigkeit von der zugeführten Energie ändern. Insbesondere steigt bei Erhöhung der Betriebsspannung der Leistungsumsatz, wodurch die Ladungsträgerdichte wächst. Damit erhöht sich die elektrische Leitfähigkeit, und die Leistungsaufnahme steigt weiter. Um den daraus folgenden Instabilitäten entgegenzuwirken, müssen Entladungslampen über Vorschaltgeräte betrieben werden, die insbesondere strombegrenzende Bauelemente enthalten. Masse und Umfang dieser strombegrenzenden Bauelemente erschweren den Einsatz solcher Lichtquellen vor allem im Wohnbereich. Um eine Strom-Spannungskennlinie mit positivem Anstieg zu realisieren, wurde bei Xenon- und anderen Edelgas-Hochdrucklampen der Einsatz von Beimengungen bestimmter Metalle oder Metallsalze erprobt (DE 2 236 973 und 2 525 408). An der Wirksamkeit der behaupteten Effekte bestehen jedoch erhebliche Zweifel; über ihre praktische Nutzung ist bisher nichts bekannt geworden. Die in der AT-PS 222 223 ausgewiesene positive Strom- und Spannungskennlinie kann nur bei sehr hohen Leistungen im Entladungrohr realisiert werden, was zu einer schnellen Zerstörung des Hüllmaterials führt. Die US-PS 3 707 649 befaßt sich mit einer Lampe, bei der sich Anode und Katode in einem solchen Abstand befinden, daß eine Funkenstrecke zwischen ihnen entsteht. Diese elektrodenstabilisierten Entladungen haben den Nachteil hoher anteiliger Elektrodenverluste und großer gasdynamischer Verluste durch Stoßwellen. Außerdem ergeben sich aus den in der Patentschrift genannten Tastverhältnissen unvorteilhaft hohe Farbtemperaturen von 9000 K und entsprechend niedrige Lichtausbeuten infolge des Emissionsmaximums am Rande des UV-Bereichs. Zu den daraus resultierenden niedrigen Lichtausbeuten werden keine Aussagen gemacht.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Hochdruck-Entladungslampe zu entwickeln, die bei sehr guten Farbwiedergabeeigenschaften auch bei

niedrigen Leistungsumsätzen eine hohe Lichtausbeute besitzt und unmittelbar nach dem Einschalten den vollen Lichtstrom abgibt. Sie soll bei kompakter Bauform eine gute Bündelungsfähigkeit der Strahlung durch optische Bauelemente gewährleisten. Darüber hinaus soll die Stromversorgung der Lampe so einfach wie möglich gestaltet werden. Eine solche Lichtquelle sollte sowohl für allgemeine Beleuchtungszwecke geeignet als auch in Kraftfahrzeug-Scheinwerfern verwendbar sein und eignet sich damit als Glühlampenalternative bei erheblicher Einsparung an Elektroenergie bzw. bei erheblichem Lichtstromgewinn und als Alternative zu Halogenmetaldampflampen mit dem Vorteil der sofortigen Lichtstromabgabe nach dem Einschalten. Sie ist außerdem für Beleuchtungsaufgaben im wissenschaftlichen und medizinischen Gerätebau einsetzbar und führt dort als Alternative zu Glühlampen und elektrodenstabilisierten Xenon-Hochdrucklampen zu einer erheblichen Verminderung der Wärmebelastungen des Objektes bzw. des Patienten und im Gerät selbst. Die technische Aufgabe, eine solche Lichtquelle zu entwickeln, besteht weiterhin darin, ein Medium zu finden, das bei Anregung in einer elektrischen Entladung imstande ist, bereits unmittelbar nach dem Einschalten der Lichtquelle aus einem kleinen Volumen ein intensives Kontinuum im sichtbaren Spektralbereich auszusenden, für dieses Medium einen Plasmazustand aufzufinden, bei dem sowohl diese Kontinuumsstrahlung mit hoher Ausbeute und guter Bündelungsfähigkeit erzeugt wird als auch die Entladung eine positive Strom-Spannungskennlinie aufweist, und schließlich die technischen Mittel zur Realisierung eines solchen Plasmazustandes anzugeben.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß in einem lichtdurchlässigen Entladungsgefäß mit Elektroden eine Entladung in Xenon und/oder Krypton betrieben wird und das Entladungsplasma durch leistungsstarke elektrische Impulse mit hoher Folgefrequenz und kleinem Tastverhältnis so weit aufgeheizt wird, daß das über dem sichtbaren Spektralbereich verteilte Rekombinationskontinuum mit hoher Intensität abgestrahlt wird, und daß diese die Intensität der Linienstrahlung in den lichttechnisch unwirksamen Spektralbereichen deutlich übertrifft.

Dazu wird der Entladung während der Impulse eine Momentanleistung zugeführt, welche die im Interesse der Lebensdauer des Entladungrohres im Dauerbetrieb zulässige mittlere Leistung  $N$  um den Faktor 5 oder mehr übersteigt. Dabei wird die Entladung zwischen den Impulsen mit Hilfe eines Haltestromes von maximal 50 % des durchschnittlichen Stromes betrieben, so daß sie nicht verlöscht und nicht zu Beginn jedes Impulses neu gezündet werden muß. Die Impulsfolgefrequenz wird gleich oder größer als 100 Hz gewählt, so daß sie hinrei-

chend weit oberhalb der Flimmerverschmelzungsfrequenz des menschlichen Auges liegt und diesbezügliche sehphysiologische Probleme vermieden werden.

Die Impulslänge läßt sich dann aus der Bedingung errechnen, daß die im zeitlichen Mittel durch Impuls und Haltestrom eingespeiste Leistung gleich der im Dauerbetrieb zulässigen mittleren Leistung  $N$  ist. Allerdings sollten sowohl die Momentanleistung während der Impulse als auch die Impulsfolgefrequenz in der Weise nach oben begrenzt werden, daß die so berechneten Impulsängen einen Wert von  $10 \mu\text{s}$  nicht unterschreiten, weil sonst infolge der thermischen Trägheit der Entladung der beabsichtigte Effekt nur unvollkommen erreicht wird.

Die durch diese Art des Betriebes der Lampen technisch realisierte Erhöhung der Plasmatemperatur  $T_p$  über die Temperatur  $T_s$  der stationär mit Gleichstrom oder quasistationär mit sinusförmigem Wechselstrom betriebenen Entladungen hinaus, ohne dabei die Wandtemperatur  $T_w$  des Entladungsgefäßes gegenüber dem stationären Betrieb zu erhöhen, bewirkt eine unerwartet starke Erhöhung der Kontinuumsstrahlung im sichtbaren Bereich, so daß sich ein hoher visueller Nutzeffekt ergibt. Dieser hohe visuelle Nutzeffekt wird noch dadurch verstärkt, daß die zeitlich kurzen, aber intensiven Leistungsimpulse die in jeder Gasentladung auftretenden thermischen Verluste deutlich verringern. Eine weitere Verbesserung des Nutzeffekts läßt sich erreichen, wenn das Verhältnis vom Innendurchmesser des Entladungsgefäßes zum Elektrodenabstand den Wert von 0,3 nicht übersteigt, da dann der Leitwert der Entladungsstrecke nicht durch eine radiale Expansion des Entladungskanals in der stromstarken Phase vergrößert wird.

Ein weiterer Vorzug dieser Betriebsart besteht darin, daß bei Impulsleistungen, die um den Faktor 5 und mehr oberhalb der stationär zulässigen Leistung liegen, die Elektronendichte mit einer weiteren Steigerung der Leistung nicht mehr nennenswert wächst. Deshalb steigt dabei auch die elektrische Leitfähigkeit nur noch unwesentlich an, und die Entladung gewinnt eine positive Charakteristik. Auf diese Weise werden die bei Hochdruck-Entladungslampen üblichen platzraubenden, schweren und verlustbehafteten Bauelemente zur Strombegrenzung entbehrlich, und die Stromversorgungsgeräte für solche Lampen werden besonders einfach im Aufbau.

Die Farbtemperatur der erfindungsgemäßen Lampe läßt sich erniedrigen und den Wünschen für die Innenraumbeleuchtung anpassen, indem man das Entladungsrohr mit einem Außenkolben umgibt, dessen Innenwand mit einem Leuchtstoff beschichtet ist, welcher im Wellenlängenbereich zwischen 550 und 650 nm emittiert und durch lang-

wellige Ultraviolettstrahlung ange regt werden kann. Dieser Leuchtstoff transformiert die kurzwelligen Anteile des Rekombinationskontinuums unterhalb einer Wellenlänge von 450 nm in den gelbroten Spektralbereich mit dem Ergebnis einer wirksamen Absenkung der Farbtemperatur auf einen Wert von 4000 K oder darunter, welche darüber hinaus sogar noch mit einer Erhöhung der Lichtausbeute verbunden ist. Gleichzeitig wird durch die lichtstreuende Wirkung der Leuchtstoffschicht die Leuchtdichte der Lampe stark herabgesetzt und damit die Gefahr einer durch sie verursachten Blendung vermieden.

Die Erfindung soll nachstehend in zwei Ausführungsbeispielen beschrieben werden, die für eine elektrische Leistung von 35 W ausgelegt sind und in den Fig. 1, 2, 3 und 4 näher erläutert werden.

Fig. 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel, in dem die Entladungslampe durch ein zylindrisches Entladungsrohr 1 aus Kieselglas mit einem Innendurchmesser von 1,5 mm und mit zwei einander im Abstand von 10 mm gegenüberstehenden Elektroden 2 und vakuumdicht eingeschmolzenen Stromzuführungen 3 gebildet wird. Es wird mit Xenon bei einem Kaltdruck von 300 kPa gefüllt. Eine außen am Entladungsrohr angebrachte Zündsonde 4 dient der Erleichterung der Zündung der Lampe.

Die Lampe wird durch ein Stromversorgungsgerät 5 in der Weise betrieben, daß ihr nach Zündung durch einen Hochspannungsimpuls 200 Stromimpulse pro Sekunde mit einer Impulsdauer von  $t = 100 \mu\text{s}$  und einer Maximalstromstärke im Impuls von 50 A zugeführt werden. Diese Impulse werden einem Haltestrom in Form eines Gleichstromes von 0,1 A bei gleicher Polarität überlagert. Fig. 2 zeigt den Verlauf des Lampenstromes als Funktion der Zeit.

Die so mit leistungsstarken Impulsen betriebene Xenonhochdruck-Entladungslampe emittiert bei einer mittleren Leistungsaufnahme von 35 W einen Lichtstrom von 1400 lm. Ihre Farbtemperatur beträgt 6500 K, und ihr allgemeiner Farbwiedergabeindex hat den Wert 95. Ihre mittlere Leuchtdichte ist  $12\,000 \text{ cd/cm}^2$  und bildet eine gute Voraussetzung für die Bündelung der Strahlung durch optische Bauelemente. Die von der Entladung ausgebildete Strom-Spannungscharakteristik ist in Fig. 3 dargestellt; sie hat im Bereich der Impulsstromstärke den gewünschten positiven Anstieg.

Ein weiteres Ausführungsbeispiel ist in Fig. 4 abgebildet. Es enthält ein Entladungsrohr nach Fig. 1, welches von einem evakuierten Außenkolben 6 umgeben ist, wobei ein Gestellaufbau 7 die mechanische Halterung des Entladungsrohres und die elektrische Verbindung der Stromzuführungen mit dem Sockel 8 übernimmt. Der Außenkolben ist auf seiner Innenwand mit einer Leuchtstoffschicht 9 aus Ca-Halophosphat:Mn überzogen. Entladungs-

rohr mit Zündsonde, Gestellaufbau, Außenkolben und Sockel bilden zusammen die Entladungslampe. Sie wird in derselben Weise betrieben wie die Lampe nach Ausführungsbeispiel 1 und emittiert bei einer mittleren Leistungsaufnahme von 35 W einen Lichtstrom von 1450 lm bei einer Farbtemperatur von 4000 K und einem Farbwiedergabeindex von 90.

tet ist, der im Wellenlängenbereich von 550 bis 650 nm emittiert.

5

10

## Ansprüche

1. Wandstabilisierte Hochdruck-Entladungslampe, bestehend aus einem lichtdurchlässigen Entladungsgefäß mit zwei eingeschmolzenen Elektroden und gefüllt mit einem Entladungsmedium, dadurch gekennzeichnet, daß eine Kombination aus der Benutzung eines schweren Edelgases als Entladungsmedium mit einer Stromversorgung der Lampe durch impulse mit einer Leistungsdichte von 1000 bis 10 000 W/cm<sup>3</sup>, einer maximalen Spitzenstromstärke im Impuls von 50 A und einer Impulsfrequenz von 100 bis 1000 Hz verwendet wird, wobei das Verhältnis von Impulsbreite zum zeitlichen Abstand der einzelnen Impulse zwischen 0,01 und 0,15 liegt.

15

20

25

2. Wandstabilisierte Hochdruck-Entladungslampe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das schwere Edelgas Xenon und/oder Krypton ist und einen Kaltdruck von 10 bis 500 kPa aufweist.

30

3. Wandstabilisierte Hochdruck-Entladungslampe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Impulsbreite nicht kleiner als 10 µs und nicht größer als 1 ms ist und das Verhältnis von Impulsbreite zum Impulsabstand vorzugsweise zwischen 0,02 und 0,1 liegt.

35

4. Wandstabilisierte Hochdruck-Entladungslampe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Spitzenstromstärke im Impuls so gewählt wird, daß das Verhältnis von Momentanleistung im Impuls zum zeitlichen Mittelwert der Leistung größer als 5 : 1 ist.

40

5. Wandstabilisierte Hochdruck-Entladungslampe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Entladung zwischen den Impulsen durch einen Haltestrom in Höhe von maximal 50 % des zeitlichen Mittelwertes des Stromes bei Nennleistung aufrechterhalten wird.

45

6. Wandstabilisierte Hochdruck-Entladungslampe nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis von Innendurchmesser des Entladungsrohres zum Elektrodenabstand den Wert von 0,3 nicht übersteigt.

50

7. Wandstabilisierte Hochdruck-Entladungslampe nach den Ansprüchen 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Lampe von einem evakuierten oder mit Gas gefüllten Außenkolben umgeben ist, dessen Innenwand mit einem Leuchtstoff beschich-

55

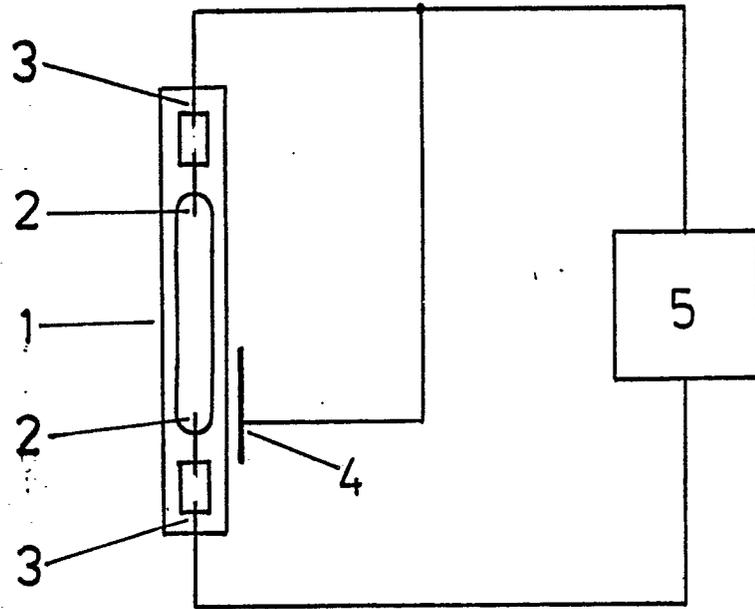


Fig. 1

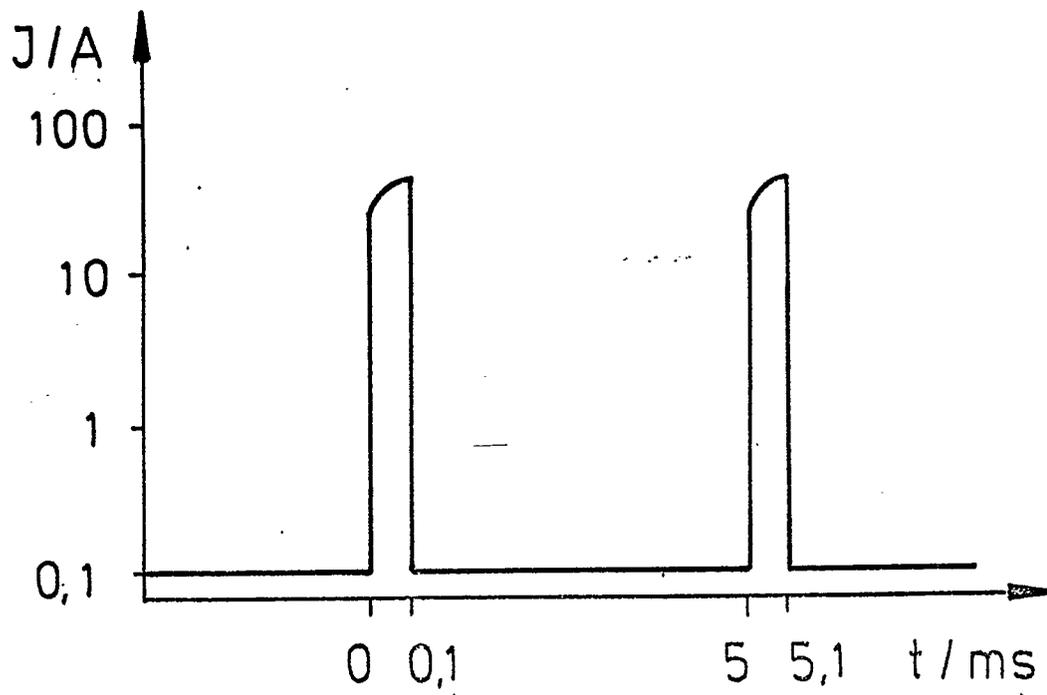


Fig. 2

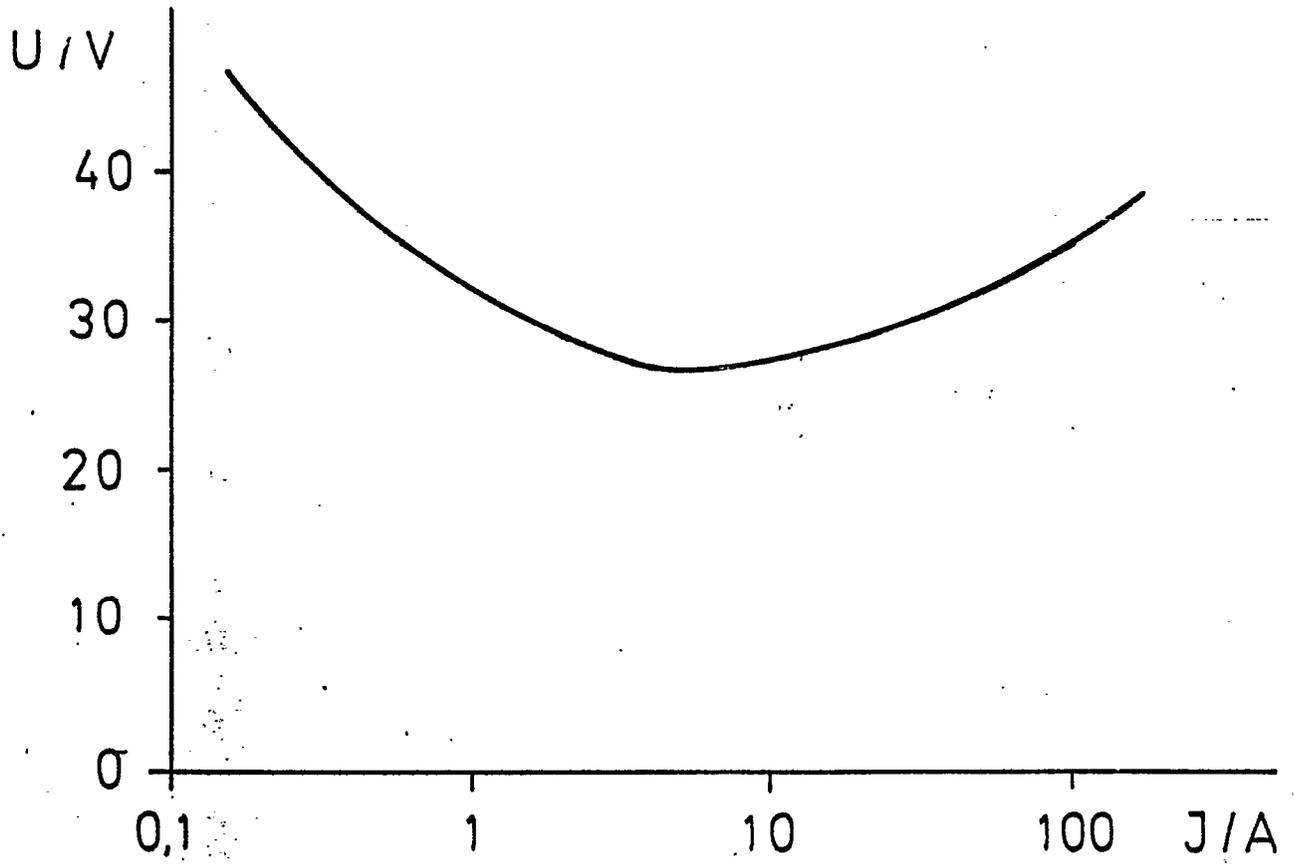


Fig. 3

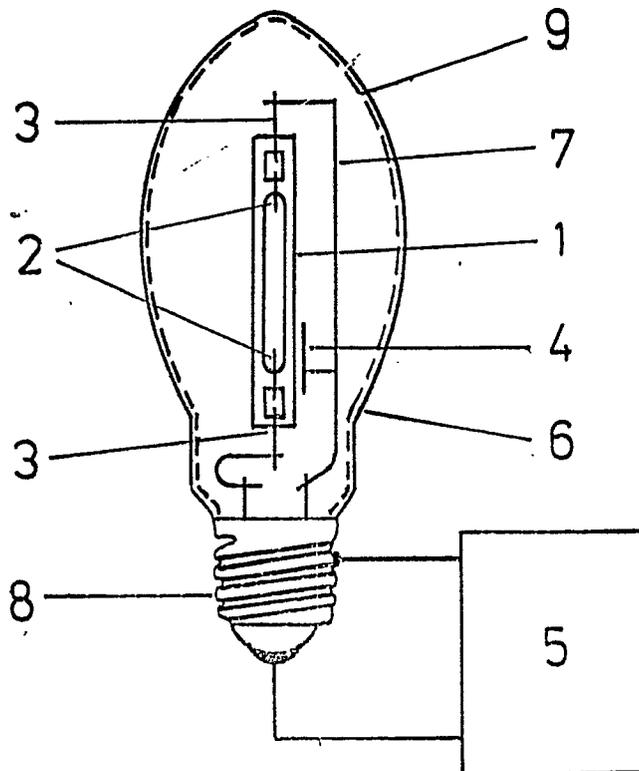


Fig. 4