(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer: **0 391 283**
A2

(12) # EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **90106195.2**

(22) Anmeldetag: **30.03.90**

(51) Int. Cl.5: **H01J 61/36, H01J 61/12, H01J 61/82**

(30) Priorität: **04.04.89 DE 3910878**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung: **10.10.90 Patentblatt 90/41**

(84) Benannte Vertragsstaaten: **BE DE FR GB IT**

(71) Anmelder: **Patent-Treuhand-Gesellschaft für elektrische Glühlampen mbH**
Hellabrunner Strasse 1
D-8000 München 90(DE)

(72) Erfinder: **Heider, Jürgen, Dr.**
Säbenerstrasse 116
D-8000 München 90(DE)
Erfinder: **Gosslar, Achim**
Quiddestrasse 43
D-8000 München 83(DE)

(54) **Zweiseitig gesockelte Hochdruckentladungslampe.**

(57) Eine Hochdruckentladungslampe mit Metallhalogenidfüllung wird für optische Anwendungen dadurch optimiert, daß das Entladungsgefäß (2) als einziger Kolben zwei einander gegenüberliegende Lampenschäfte (5) aufweist, die als Quetschdichtungen für Folien (8) ausgebildet sind, wobei die Länge der Lampenschäfte (5) in etwa der Länge des Entladungsgefäßes (2) entspricht. Die Folie (8) erstreckt sich über den größten Teil der Länge des Lampenschafts (5).

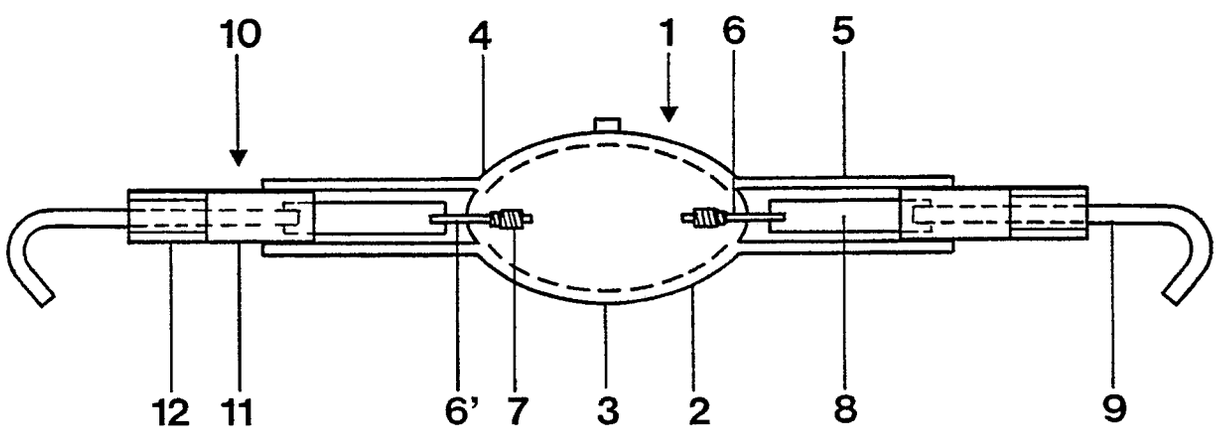


FIG. 1

EP 0 391 283 A2

Zweiseitig gesockelte Hochdruckentladungslampe

Die Erfindung betrifft eine Hochdruckentladungslampe gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Lampen dieser Art wurden bisher nur für Scheinwerfer und Beleuchtungssysteme für Bühne, Film und Fernsehen eingesetzt. Bei dem hier beschriebenen Lampentyp ist unter hoher Leistung in etwa ein Bereich von 1000 - 4000 W zu verstehen. Die Wandbelastung liegt dabei in der Größenordnung von 30 - 60 W/cm^2,

Aus der DE-OS 35 06 295 ist eine für diese optische Anwendung geeignete Hochdruckentladungslampe mit Metallhalogenidfüllung bekannt. Um Verzerrungen des optischen Systems zu minimieren, werden diese Lampen ohne Außenkolben und mit möglichst kurzem Elektrodenabstand (ca. 30 mm) gefertigt. Das Entladungsgefäß aus Quarzglas ist mit sehr langen zylindrischen Elektrodenschäften ausgestattet, in denen lange Molybdänfolien mittels einer Einschmelzung eingebettet sind. Diese anspruchsvolle, nur manuell ausführbare Technik ist erforderlich, da bei frei brennendem Entladungsgefäß die Temperatur am sockelnahen Folienende, das dem oxidierenden und damit die Lampenlebensdauer begrenzenden Luftsauerstoff ausgesetzt ist, unterhalb von 400 °C liegen sollte. Die umständliche Einschmelztechnik macht diese Lampen sehr teuer. Die Lebensdauer ist sehr begrenzt (ca. 250 Stunden). Ein unerfreulicher Nebenaspekt ist außerdem, daß der relativ hohe elektrische Widerstand der langen Molybdänfolien (bei 400 °C beträgt er ca. 0,043Ω) zu hohen elektrischen Verlusten und damit verbunden zu einer Aufheizung des Schaftes und letztendlich zu einer unbefriedigenden Lichtausbeute des Gesamtsystems (ca. 80 1m/W) führt. Die fehlende Wirtschaftlichkeit und die großen Abmessungen ließ diesen Lampentyp bisher nicht für andere Zwecke, insbesondere für die Außenbeleuchtung, wo die Windlast eine Rolle spielt, geeignet erscheinen.

Eine ähnliche Lampe mit gleichermaßen kurzer Lebensdauer von 250 Stunden, jedoch sehr hoher Leistung (4000 - 12000 W) ist aus der DE-PS 34 27 280 bekannt. Ausführliche Beschreibungen dieses Lampentyps finden sich in den Technisch-wissenschaftlichen Abhandlungen der OSRAM-Gesellschaft, Springer Verlag, Bd. 11, Seite 163 ff und S. 189 ff sowie Bd. 12, Seite 83 ff.

Eine äußerst aufwendige Anordnung, um die Temperatur dieser Lampen in Sockelnähe auf 350 °C zu begrenzen, ist aus der DE-OS 26 19 505 bekannt. Zwischen Einschmelzung und Sockel sind mehrere gasgefüllte Hohlräume angeordnet. In der DE-OS 33 19 021 wird die Temperatur des Lampenschafts dadurch verringert, daß die Endfläche der als Vollzylinder geformten Einschmelzung nicht glatt und spiegelnd, sondern trichterförmig ist. Durch Unterbindung der Rückreflektion am glatten Ende kann die Temperaturbelastung des Lampenschafts etwas verringert werden. Dieses Problem stellt sich deswegen, weil der vollzylindrische Lampenschaft ähnlich einem Lichtleiter wirkt, in den Wärme und Licht aus dem Entladungsvolumen eingekoppelt wird. Doch trotz dieser Maßnahmen wird für eine 2500 W-Lampe immer noch ein Lampenschaft von 110 mm Länge benötigt.

Andererseits ist ein anderer Typus von Hochdruckentladungslampen mit Metallhalogenidfüllung bekannt, der sich mehr für allgemeine Beleuchtungszwecke eignet (vgl. z.B. EP-OS 159 620), wo es auf hohe Wirtschaftlichkeit ankommt. Diese Lampen sind mit einem Außenkolben ausgestattet, der das Problem der Luftoxidation zwar entscheidend entschärft und eine Lebensdauer von mehreren tausend Stunden ermöglicht, jedoch die optische Qualität verschlechtert. Andererseits können dadurch die Schäfte am Entladungsgefäß sehr kurz gehalten werden und problemlos mit der maschinenfreundlichen und preisgünstigen Quetschtechnik ausgeführt werden. Die Temperatur am Ende der Quetschung ist erheblich höher als 350 °C, was jedoch wegen der inerten oder evakuierten Atmosphäre innerhalb des Außenkolbens keine Rolle spielt. Der relativ große Elektrodenabstand (ca. 100 mm) und die höhere Versorgungsspannung (380 V) führen zusammen zu einer ähnlichen Lichtausbeute (85 lm/W) des Gesamtsystems. Diese Lampe ist wegen der großen Bogenlänge und dem Außenkolben für optische Anwendungen nur bedingt geeignet. Wegen der kurzen Baulänge und geringen Windlast wird sie jedoch trotzdem für Flutlicht und Gebäudeanstrahlung verwendet.

Aufgabe der Erfindung ist es, eine Lampe für optische Anwendungen aller Art bereitzustellen, die sich zusätzlich durch hohe Wirtschaftlichkeit und kleine Lampenabmessungen sowie hohem Wirkungsgrad auszeichnet und die auch für die Außenbeleuchtung geeignet ist.

Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen finden sich in den Unteransprüchen.

Insbesondere weist die erfindungsgemäße Lampe eine sehr hohe Lichtausbeute (mehr als 100 lm/W) aus. Die Lebensdauer wird durch die Beschränkung der Temperatur des sockelnahen Folienendes auf höchstens 350 °C (im eingebauten Zustand) bis zu 1500 und mehr Stunden verlängert. Hierbei wird durch die Quetschdichtung besonders vorteilhaft der Lichtleitereffekt (vgl. DE-OS 33 19 021) unterbunden, der bei den zylindrischen

Einschmelzungen dazu zwingt, die Baulänge zu vergrößern. Es wird durch die Erfindung eine Verkürzung der Baulänge des Lampenschafts (um~50%) und des in die Quetschung eingebetteten Abschnitts der Elektrode (stabilisiert z.B. die Farbtemperatur) ermöglicht. Zur Erzielung optimaler Verhältnisse wurde ein ausgewogener Kompromiß in bezug auf Strombelastung, Folienlänge, Foliendicke und Geometrie des Entladungsgefäßes eingegangen, wobei sich letztlich der Einsatz der in dieser Form neuen Lampenschäfte in Quetschtechnologie als Schlüssel zum Erfolg erwies.

Wegen der kürzeren Lampenschäfte ist die Lampe selbst kompakter, was den Bau kleinerer Leuchten ermöglicht. Dies bedeutet bei Scheinwerfern einen geringeren Windwiderstand, was bei Anwendungen im Freien von erheblicher Bedeutung ist.

Im Vergleich zu den bisher bekannten Lampenschäften in Quetschtechnologie sind die erfindungsgemäßen Lampenschäfte erheblich länger. Der Quetschvorgang erfordert daher höchste Präzision. Zwei einander gegenüberstehende und um das zu quetschende Quarz glasgut rotierende Gasbrenner erzeugen eine sehr gleichmäßige Quetschtemperatur von 2300 ± 50 °C durch ein optimiertes Gasprofil, das durch vier Bohrlochreihen mit unterschiedlich großen Bohrungsdurchmessern erzeugt wird. Größere Temperaturdifferenzen würden zu problematischen Spannungen im Lampenschaft und schlechten Folieneinbettungen führen und somit den Ausschuß (Frühausfälle) erhöhen.

Die erfindungsgemäße Lampe soll anhand zweier Ausführungsbeispiele näher erläutert werden. Es zeigen schematisch

Figur 1 eine Hochdruckentladungslampe mit einer Leistung von 2000 W

Figur 2 eine Hochdruckentladungslampe mit einer Leistung von 1000 W.

Figur 3 ein Detail für die Herstellung der Lampe gem. Fig.1

In Figur 1 ist eine 2000 W-Hochdruckentladungslampe 1 mit einer Länge von 190 mm dargestellt, die für den Einsatz in einem hier nicht dargestellten Reflektor gedacht ist. Die Lampe wird axial in den Reflektor eingesetzt, wobei eine kurze Baulänge von großer Bedeutung ist (vgl. Figur 3 der DE-OS 35 06 295). Das in sehr guter Näherung isotherme Entladungsgefäß 2 aus Quarzglas mit ca. 2 mm (oder 2,5 mm) Wandstärke ist als Tonnenkörper ausgeführt, dessen Erzeugende ein Kreisbogen mit einem Krümmungsradius von 38,25 mm ist, wobei die Wandstärke zum Zentralbereich 3 des Tonnenkörpers hin auf ca. 3 mm zunimmt, da hier die Wandbelastung (ca. 50 W/cm^2) wegen der Konvektionskrümmung des Entladungsbogens am größten ist. Der größte Außen durchmesser des Tonnenkörpers beträgt 36 mm, die axiale Länge etwa 51 mm. Der Außendurchmesser an den Tonnenenden 4, an dem jeweils ein Lampenschaft 5 angeformt ist, mißt ca. 16 mm, so daß sich ein Entladungsvolumen von ca. 20 cm^3 ergibt. Die stabförmigen Wolfram-Elektroden 6, deren Spitzen einen Abstand von 30 mm aufweisen, sind jeweils axial in dem Lampenschaft 5 gehalten und weisen eine doppellagige Wendel 7 in der Nähe der Elektrodenspitze auf. Die Lampenschäfte 5 haben eine Länge von ca. 40 mm und eine Breite von ca. 16 mm. Die Elektroden 6 sind über Molybdänfolien 8, die vakuumdicht mittels einer den gesamten Lampenschaft 5 umfassenden I-förmigen Quetschdichtung in die Lampenschäfte eingeschmolzen sind, mit massiven Stromzuführungen 9 verbunden. Die Molybdänfolien 8, die in an sich bekannter Weise linsenförmig geätzt sind, besitzen eine zentrale, maximale Dicke von etwa 50 µm und eine Länge von etwa 30 mm bei einer Breite von 8 mm.

Am sockelfernen Ende des Lampenschaftes 5 ist ein keramischer Hülsensockel 10 mit Kitt befestigt, der aus einem geschlitzten zylindrischen Halteteil 11 und einem abgeflachten, der Fassung zugewandten Endkörper 12 besteht.

Das Entladungsgefäß 2 enthält eine Füllung aus einem Edelgas (Argon) als Zündgas und Quecksilber als Hauptkomponente (ca. 220 mg) sowie pro cm^3 Entladungsvolumen die Seltenen Erden $DyBr_3$ (1 µmol) und $TmBr_3$ (0,5 µmol), außerdem 1 µmol TlBr, 2 µmol CsBr und 0,5 µmol ThJ_4. Das Thorium kann durch Hafnium ersetzt werden. Insgesamt ergibt sich mit dieser Füllung eine Farbtemperatur von ca. 5600 K bei einem Farbwiedergabeindex von 92 (Stufe 1a).

Die angegebene Seltene Erdfüllung hat als Farbort die Werte x = 0,3325, y = 0,3460.

Durch eine Versorgungsspannung von 380 V wird eine Brennspannung von 210 V und ein Lampenstrom von 10.3 A erzielt. Dies senkt die Verluste im Quetschungsbereich im Vergleich zu den bekannten Lampen (R (400 °C) = 0,043Ω) erheblich auf R (400 °C) = 0,021Ω. Die höheren Verluste bekannter Lampen resultieren aus der erheblich größeren Länge der Einschmelzung (ca. Faktor zwei) und den höheren Strömen (17 - 25 A).

Die günstige Gesamtkonzeption der 2000 W-Lampe ermöglicht es, die Gesamtlichtausbeute auf 105 lm/W zu erhöhen und dabei eine extrem hohe Lebensdauer von ca. 2000 Stunden zu erzielen. Die spezifische Bogenleistung beträgt 67 W/mm.

Das isotherm gestaltete Entladungsgefäß weist eine maximale Kolbentemperatur von ca. 1030 °C (hot spot) auf, die am cold spot (hinter den Elektroden am Gefäßende) auf 1000 °C absinkt. Am Folienende ist die Temperatur auf 250 °C abgesunken (frei brennend). Im Scheinwerfer entspricht das einer Temperatur von 350 °C.

Versuche mit unterschiedlicher Folienlänge bei

einer 2000 W-Lampe zeigen die abnehmende Temperaturbelastung in eindrucksvoller Weise. Bei einer Länge von 20 mm ergab sich eine Folienendtemperatur von 400 °C; dagegen war eine 25 mm lange Folie nur mehr mit 265 °C belastet. Schließlich erbrachte eine weitere Verlängerung um 5 mm eine Absenkung der Endtemperatur um weitere 20 °. Wird der Lampen schaft zusätzlich mattiert (durch Sandstrahlen), was die Wärmedissipation verbessert) so läßt sich die Temperatur nochmals um 50 ° absenken.

Die Herstellung der Lampe erfolgt ausgehend von einem zylindrischen Quarzrohr mit einer Wandstärke von 2 mm. Die ellipsoidähnliche Gestalt des Entladungsgefäßes wird rechnergesteuert hergestellt, wobei die Verstärkung der Wanddicke im Zentralbereich durch eine Stauchung des Rohres erzeugt wird. Die anschließende Herstellung der Quetschdichtung erfordert bei dieser Quetschungslänge eine verfeinerte Quetschtechnologie, wie oben bereits erläutert.

In Figur 2 ist als weiteres Ausführungsbeispiel eine 1000 W-Lampe gezeigt. Sie entspricht in ihren Abmessungen der 2000 W-Version. Gleiche Bezugsziffern entsprechen gleichen Lampenteilen. Die Versorgungsspannung beträgt 220 V bei weiterhin 10.3 A Betriebsstrom. Um bei diesen Spezifikationen die für den optimalen Dampfdruck nötige Temperatur erzielen zu können, sind die Enden des Entladungsgefäßes mit einer ZrO_2-Beschichtung 13 für den Wärmestau versehen. Die Füllung enthält die gleichen Komponenten, doch ist das Jod : Brom-Verhältnis zugunsten des Jods verschoben.

Die Lampenfüllung kann auch andere Metallhalogenide enthalten (z.B. NaJ, SCJ), die andere Farbtemperaturen ermoglichen. Der Farbort kann durch sorgfältige Auswahl des Jod : Brom-Verhältnisses in gewissen Grenzen variiert werden.

Nachfolgend soll der Ablauf des Quetschvorgangs (Fig. 3) beschrieben werden. Zur Vorbereitung der Quetschung wird der Lampenkolben senkrecht gestellt und das Elektrodensystem, bestehend aus Stromzuführung, Folie und Elektrode, eingeführt. Der unten befindliche, zunächst noch rohrförmige Lampenschaft wird nun von unten ausgehend nach oben fortlaufend bis zum Ansatz des Entladungsvolumens mit Hilfe zweier einander gegenüberstehender Gasbrenner sukzessive auf Quetschtemperatur gebracht. In dem Moment, wo auch der dem Entladungsvolumen nächstliegende Bereich der Quetschung erweicht ist, wird der gesamte Lampenschaft durch zwei Quetschbacken gequetscht. Die beiden Gasbrenner B (nur einer ist gezeigt) rotieren hierbei um den Lampenschaft. Sie erzeugen letztendlich eine sehr gleichmäßige Temperatur von 2300 ± 50 °C durch ein optimiertes Gasprofil, das durch vier Bohrlochreihen im Gasbrenner mit unterschiedlich großen Bohrungsdurchmessern bewirkt wird, wobei sich die großen Bohrungsdurchmesser am Schaftende befinden (Fig. 3). Anschließend wird der Lampenkolben umgedreht, so daß der noch offene Lampenschaft wieder unten liegt, und das beschriebene Verfahren nochmals angewendet. Dieses Quetschverfahren der sukzessiven Erwärmung ist vorteilhaft, weil bei gleichzeitiger Erwärmung des gesamten Lampenschafts dieser zu taumeln beginnen würde und eine Justierung des Elektroden-Systems dadurch verhindert würde. Bei sukzessiver Erwärmung wird jedoch das Taumeln bis zum Schluß verhindert. Darüber hinaus wird hierdurch auch das Problem gelöst, daß der erweichte Lampenschaft unter seinem eigenen Gewicht sich längen und "durchsacken" würde. Bei kurzen Quetschungen be steht dieses Problem nicht; im Gegenteil wird hier der erweichte Lampenschaft durch die Oberflächenspannung zusammengehalten oder gar verkürzt, so daß eine gleichzeitige Erwärmung des gesamten Lampenschafts problemlos möglich ist. Um eine exakte Justierung des Elektrodensystems zu garantieren, ist es schließlich noch vorteilhaft, die Molybdänfolie vor dem Einführen V-förmig oder kastenförmig in Längsrichtung zu biegen. Die Foliendicke sollte dabei 50 µm nicht überschreiten. Diese Versteifung durch Biegen reicht aus, um eine extrem lange Molybdänfolie (30 mm) mit Elektrodenschaft und Elektrode exakt ausgerichtet in einer Wechselaufnahme W zu haltern. Beim Quetschvorgang selbst wird die Folienbiegung wieder ausgebügelt.

Eine gute Stabilisierung der Farbtemperatur bei der in Fig. 1 (und in Fig. 2) beschriebenen Lampe wird dadurch erzielt, daß der Abschnitt 6′ der Elektrode, der zwischen Folienende und Entladungsvolumen in die Quetschung eingebettet ist, extrem kurz (3mm) gehalten werden kann. Dadurch wird die Kapillare, die sich entlang dieses Abschnitts ausbildet, erheblich verkürzt und das dadurch gebildete Totvolumen für den cold spot reduziert. Letztendlich läßt sich daher die Farbtemperatur gezielter einstellen (geringere Streuung) und die Drift der Farbtemperatur während der ersten mehreren hundert Betriebsstunden reduzieren und verkürzen. Weiterhin verbessert sich dadurch insbesondere die Lichtausbeute und die sog. maintenance.

Ansprüche

1. Zweiseitig gesockelte Hochdruckentladungslampe (1) hoher Leistung und hoher Wandbelastung, die für optische Anwendungen geeignet ist, bestehend aus einem längsgestreckten Entladungsgefäß (2) aus hochtemperaturfestem, lichtdurchlässigem Material als einzigem Kolben, zwei hochtemperaturbeständigen Elektroden (6), die in

zwei am Entladungsgefäß angesetzten und einander gegenüberliegenden Lampenschäften (5) gehalten sind, wobei die Verbindung zwischen den Elektroden (6) und elektrischen Kontakten (9) des Sockels (10) über Folien (8) erfolgt, sowie einer Füllung aus Quecksilber, mindestens einem Edelgas und Metallhalogeniden, dadurch gekennzeichnet, daß eine sockelnahe Folientemperatur von höchstens 350 °C dadurch erzielt wird, daß die Lampenschäfte (5) als Quetschdichtungen ausgebildet sind, deren Länge in etwa der Länge des Entladungsgefäßes (2) entspricht, wobei die in den Lampenschaft (5) eingebettete Folie (8) sich über den größten Teil der Länge des Lampenschafts erstreckt.

2. Hochdruckentladungslampe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Länge des Lampenschaftes (5) zwischen 2/3 und 4/3 der Länge des Entladungsgefäßes entspricht.

3. Hochdruckentladungslampe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei einer Leistung von 1000 - 2000 W die Länge der Quetschdichtung etwa mm beträgt, während die Länge des Entladungsgefäßes etwa 50 mm beträgt.

4. Hochdruckentladungslampe nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Folienlänge etwa 60 - 80 % der Länge des Lampenschaftes beträgt.

5. Hochdruckentladungslampe nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die zentrale Foliendicke etwa 2 °/oo der Folienlänge beträgt.

6. Hochdruckentladungslampe nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die spezifische Leistung (Nennleistung/Elektrodenabstand) etwa 30 - 70 W/mm beträgt.

7. Hochdruckentladungslampe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Elektrodenabstand ca. 28 - 32 mm beträgt.

8. Hochdruckentladungslampe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Wandbelastung etwa 30 - 60 W/cm^2 beträgt.

9. Hochdruckentladungslampe nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Wandstärke des Entladungsgefäßes etwa 2 - 3 mm beträgt.

10. Hochdruckentladungslampe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Entladungsgefäß ellipsoidähnlich als Tonnenkörper geformt ist.

11. Hochdruckentladungslampe nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Wandstärke zum Zen tralbereich des Entladungsgefäßes hin um den Faktor 1,2 bis 1,4 zunimmt.

12. Hochdruckentladungslampe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zum Erzielen einer tageslichtähnlichen Farbtemperatur als Füllung zwei Halogenide der Seltenen Erden in Kombination mit Cäsium und Thallium verwendet werden.

13. Hochdruckentladungslampe nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich Halogenide des Thorium und/oder Hafnium verwendet werden.

14. Hochdruckentladungslampe nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Entladungsgefäß pro cm^3 seines Volumens 1 µmol $DyBr_3$, 0,5 µmol $TmBr_3$, 1 µmol TlBr, 2 µmol CsBr sowie 0,5 µmol ThJ_4 enthält.

15. Hochdruckentladungslampe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Länge des in die Quetschung eingebetteten Abschnitts (6′) der Elektrode sehr kurz ist und vorzugsweise kleiner 4mm ist.

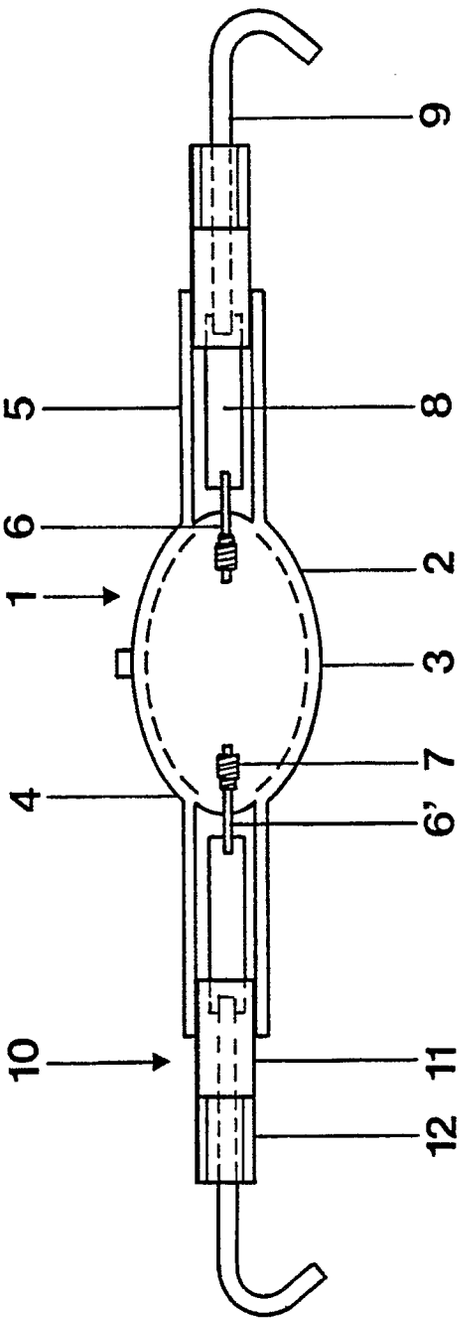


FIG. 1

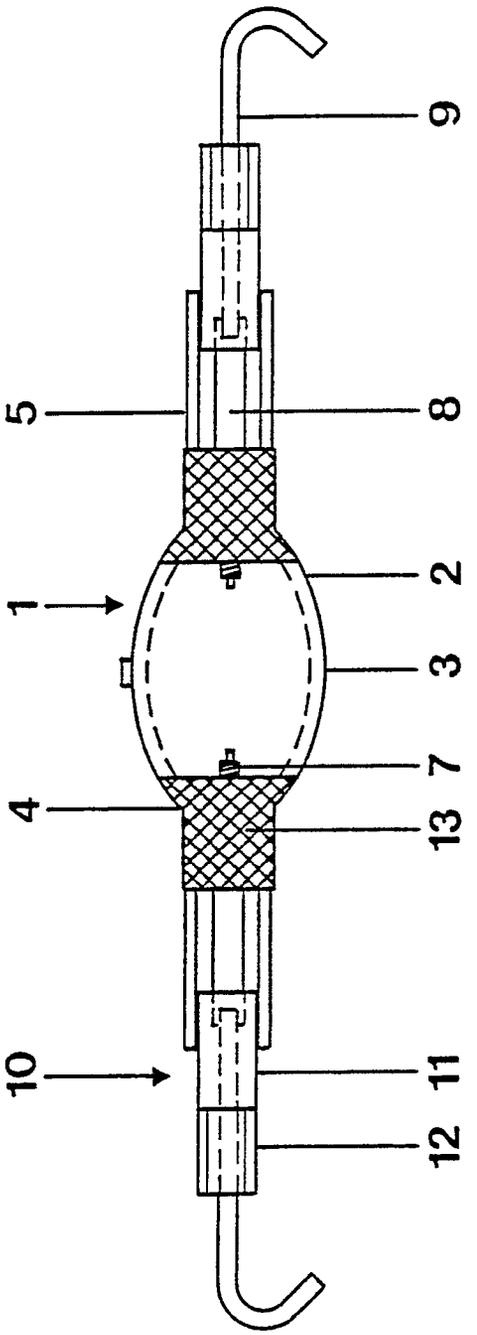


FIG. 2

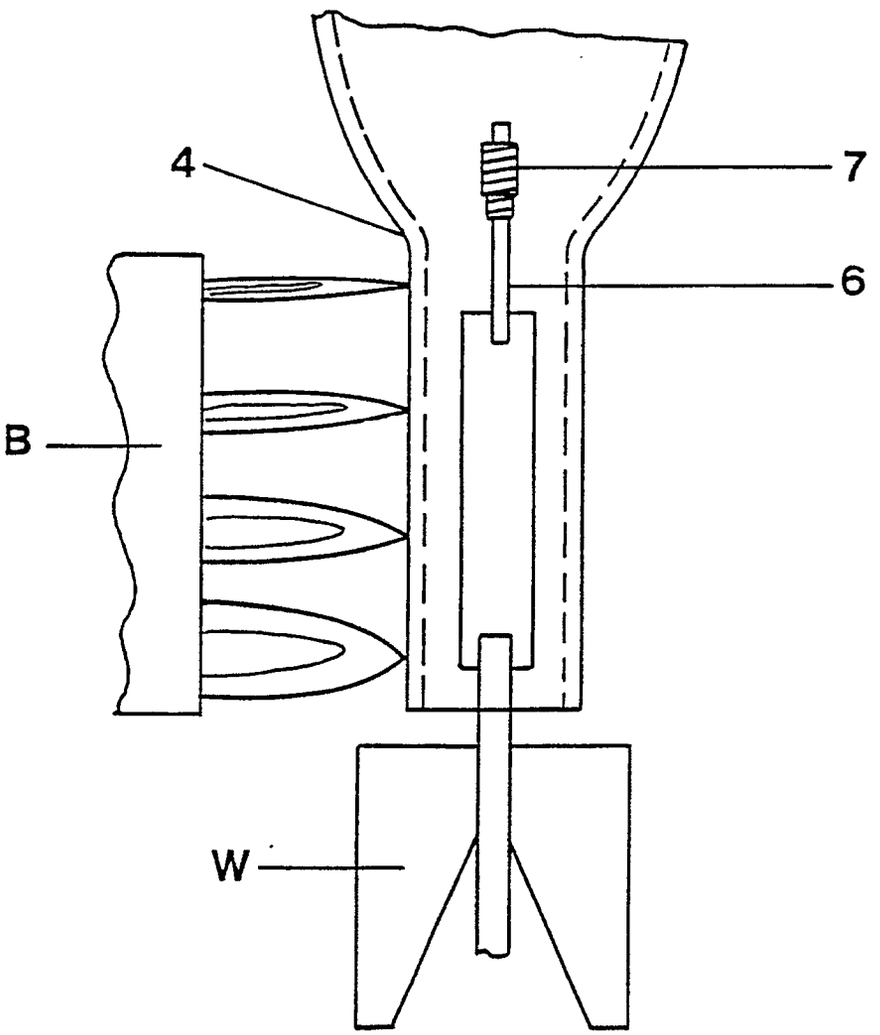


FIG. 3