

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 702 394 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
20.03.1996 Patentblatt 1996/12

(51) Int. Cl.⁶: H01J 61/12

(21) Anmeldenummer: 95112860.2

(22) Anmeldetag: 16.08.1995

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

(30) Priorität: 14.09.1994 DE 4432611

(71) Anmelder: Patent-Treuhand-Gesellschaft
für elektrische Glühlampen mbH
D-81543 München (DE)

(72) Erfinder:

- Eisemann, Hans, Dr.
D-12524 Berlin (DE)
- Genz, Andreas, Dr.
D-12159 Berlin (DE)
- Hohlfeld, Andreas, Dr.
D-10629 Berlin (DE)

(54) Metallhalogenid-Hochdruckentladungslampe

(57) Eine Metallhalogenid-Hochdruckentladungslampe enthält eine ionisierbare Füllung, bestehend aus mindestens einem Inertgas, Quecksilber, mindestens einem Halogen und folgenden Elementen zur Bildung von Halogeniden: Tl, Cs, Hf, wobei Hf ganz oder auch nur teilweise durch Zr ersetzt sein kann, sowie die Seltenen Erdmetalle (SE) Dy und/oder Gd. Das Molverhältnis zwischen dem Füllungsanteil von Hf bzw. Zr und der Summe der Füllungsanteile der SE beträgt mindestens 0,35, bevorzugt liegt es im Bereich zwischen 0,5 und 1,5. Die Molverhältnisse von Hf bzw. Zr bezüglich der Füllungskomponenten Tl und Cs betragen mindestens 0,65 bzw. mindestens 0,35. Für hohe Wandbelastungen liegen die entsprechenden Verhältnisse bevorzugt im Bereich zwischen 1 und 2,5 bzw. im Bereich zwischen 0,5 und 1.

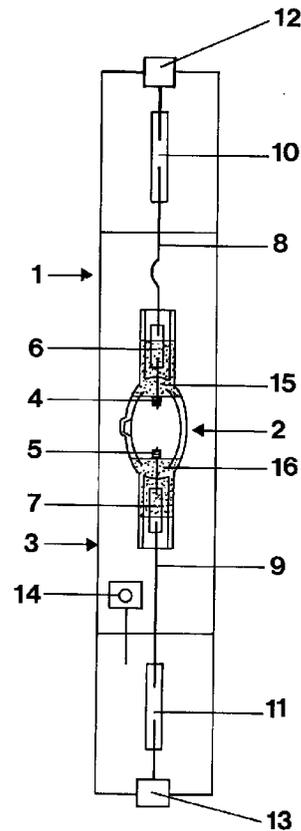


FIG. 1

EP 0 702 394 A2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Metallhalogenid-Hochdruckentladungslampe gemäß Anspruch 1.

Derartige Lampen zeichnen sich unter anderem durch eine gute bis sehr gute Farbwiedergabe ($R_a \geq 90$) und Farbtemperaturen im Bereich zwischen ca. 4000 K und 7000 K aus. Erreicht werden diese Werte bei Lichtausbeuten von typisch mehr als 70 lm/W. Diese Lampen eignen sich daher sowohl für die Allgemeinbeleuchtung als auch für Sonderbeleuchtungszwecke, z.B. Projektionstechnik, Effekt- und Bühnenbeleuchtung sowie für Foto-, Film-, und Fernsehaufnahmen. Die elektrischen Leistungsaufnahmen betragen zwischen ca. 35 W und 5000 W. Typische Leistungsstufen für die Allgemeinbeleuchtung sind 150 W und 400 W. Für die Sonderbeleuchtung sind in der Regel höhere Wattstufen erforderlich, typisch 575 W und mehr.

Die Entladungsgefäße der Lampen sind normalerweise zweiseitig gedichtet, z.B. mittels Quetschungen oder Einschmelzungen und von einem Außenkolben umgehen. Es sind jedoch auch einseitig gedichtete Ausführungen möglich.

Von weiterer Bedeutung, insbesondere in der Allgemeinbedeutung ist eine lange Lebensdauer (typisch 6000 h). Die Lampen für Sonderbeleuchtungszwecke werden häufig in Kombination mit optischen Reflektoren eingesetzt. Um eine hohe Effizienz des Systems Lampe-Reflektor zu erreichen, werden in diesem Fall möglichst kurze Bogenlängen angestrebt. Die Elektrodenabstände betragen deshalb nur wenige mm, typisch weniger als 10 mm. Mit den entsprechenden Leistungsaufnahmen resultieren daraus deutlich höhere spezifische Bogenleistungen, typisch zwischen ca. 50 W und 100 W pro mm Bogenlänge — im Vergleich zu typisch zwischen ca. 10 W und 20 W pro mm Bogenlänge bei Ausführungen für Zwecke der Allgemeinbeleuchtung. Die folglich höheren Wandbelastungen fördern ein vorzeitiges Entglasen des Entladungsgefäßes und begrenzen so die Lebensdauer auf üblicherweise wenige 100 h.

Aus der EP-A 0 391 283 ist eine Metallhalogenid-Hochdruckentladungslampe ohne Außenkolben für optische Anwendungen bekannt, die auch für die Außenbeleuchtung geeignet ist. Die Leistungsaufnahmen liegen im Bereich zwischen ca. 1000 W und 4000 W, bei Wandbelastungen in der Größenordnung von 30 W bis 60 W pro cm^2 Wandfläche des Entladungsgefäßes und spezifischen Bogenleistungen von ca. 67 W/mm. Das Entladungsgefäß enthält eine Füllung aus Argon (Ar) und Quecksilber (Hg) sowie pro cm^3 Entladungsvolumen die Seltenen Erdmetalle (SE) Dysprosbromid (DyBr_3 , $1\mu\text{mol}$) und Thuliumbromid (TmBr_3 , $0,5\mu\text{mol}$), außerdem $1\mu\text{mol}$ Thalliumbromid (TlBr), $2\mu\text{mol}$ Cäsiumbromid (CsBr) und $0,5\mu\text{mol}$ Thoriumjodid (ThJ_4). Das Thorium (Th) kann durch Hafnium (Hf) ersetzt werden. Mit dieser Füllung wird eine Farbtemperatur von 5600 K bei einem Farbwiedergabeindex R_a von 92 erzielt. Als Lebensdauer sind ca. 2000 h genannt.

In der EP-A 0 492 205 ist eine Metallhalogenid-Hochdruckentladungslampe für optische Anwendungen offenbart. Typische Leistungsstufen sind 400 W, 575 W und 4000 W, bei Bogenleistungen von ca. 95 W bis 200 W pro mm Bogenlänge. Die Füllung enthält neben Ar, Hg und Cäsium (Cs) die Halogene Jod (I) und Brom (Br) sowie die Metalle Hf oder Zirkon (Zr). Mit diesen Füllungsbestandteilen wird eine Farbtemperatur von 5200 K bzw. 6200 K bei Farbwiedergabeindizes von $R_a = 95$ bzw. $R_a = 97$ erzielt. Der Nachteil ist die geringe Lebensdauer von nur ca. 300 h. Ein weiteres Füllungssystem verwendet Kobalt (Co) und/oder Dysprosium (Dy) und Gadolinium (Gd). Allerdings beträgt die Lebensdauer nur ca. 500 h.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die genannten Nachteile zu beseitigen und eine Metallhalogenid-Hochdruckentladungslampe zu schaffen, die eine Farbtemperatur zwischen 4000 K und 7000 K, einen Farbwiedergabeindex $R_a \geq 90$ und gleichzeitig eine lange Lebensdauer (mindestens 1000 h) aufweist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Weitere vorteilhafte Ausführungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen erläutert.

Das Entladungsgefäß enthält eine ionisierbare Füllung, bestehend aus mindestens einem Inertgas, Quecksilber, mindestens einem Halogen und den folgenden Elementen zur Bildung von entsprechenden Halogeniden: Tl, Cs, Hf, wobei das Hf ganz oder nur teilweise durch Zr ersetzt sein kann sowie die beiden oder eines der beiden Seltenen Erdmetalle (SE) Dy und/oder Gd. Als Halogene für die Bildung der Halogenide wird vorzugsweise I und/oder Br verwendet. Das Inertgas, z.B. Ar mit einem typischen Fülldruck in der Größenordnung von bis zu ca. 40 kPa dient zur Zündung der Entladung. Die gewünschte Brennspannung wird durch Hg eingestellt und liegt typisch im Bereich zwischen ca. 4 mg und 25 mg pro cm^3 Gefäßvolumen für Brennspannungen zwischen 120 V und 95 V.

Die erfindungsgemäße Füllung zeichnet sich gegenüber derjenigen in der EP-A 0 391 283 durch den Verzicht auf Tm aus, bei im wesentlichen genauso guter Farbwiedergabe ($R_a \geq 90$) und einer Lebensdauer von ca. 1500 h und mehr. Im Vergleich zur EP-A 0 492 205 entspricht dies mindestens einer Verdoppelung der Lebensdauer bei Lichtausbeuten von ca. 80 lm/W. Dies wird durch eine gezielte Erhöhung des Hf(bzw. Zr)-Anteils erreicht. Dadurch kann eine vorzeitige Entglasung vermieden und folglich eine Verlängerung der Lebensdauer realisiert werden. Außerdem wird eine Verbesserung der Farbwiedergabe erreicht.

Das Molverhältnis zwischen dem Füllungsanteil von Hf bzw. Zr einerseits und dem Füllungsanteil von Dy bzw. der Summe der Füllungsanteile der SE Dy und Gd andererseits beträgt mindestens 0,35. Bei Ausführungen mit hohen spezifischen Bogenleistungen (typisch $> \text{ca. } 60 \text{ W pro mm Bogenlänge}$) bzw. hoher Wandbelastung liegt das Molverhältnis bevorzugt im Bereich zwischen 0,5 und 1,5. Bezüglich der weiteren Füllungskomponenten Tl und Cs haben sich die folgenden Molverhältnisse bewährt: Hf (bzw. Zr):Tl mindestens 0,65, für hohe Wandbelastungen liegt das Verhältnis

bevorzugt im Bereich zwischen 1 und 2,5, Hf(bzw. Zr):Cs mindestens 0,35, für hohe Wandbelastungen liegt das Verhältnis bevorzugt im Bereich zwischen 0,5 und 1. Das Molverhältnis zwischen dem Füllungsanteil von Hf bzw. Zr einerseits und der Summe der Füllungsanteile der SE (d.h. von Dy und/oder Gd) sowie von Tl und Cs andererseits beträgt mindestens 0,14, für hohe Wandbelastungen liegt das Verhältnis bevorzugt im Bereich zwischen 0,2 und 0,5.

5 Die molare Füllmenge von Hf bzw. Zr liegt im Bereich zwischen 0,005 μmol und 35 μmol , bevorzugt im Bereich zwischen 0,05 μmol und 5 μmol pro cm^3 des Volumens des Entladungsgefäßes. Die Füllmengen von Cs, Tl, Dy und ggf. Gd betragen bis 30 μmol , bis 15 μmol , bis 30 μmol bzw. bis 0,6 μmol pro cm^3 des Gefäßvolumens.

10 Das Entladungsgefäß wird vorzugsweise innerhalb eines Außenkolbens betrieben, der für eine besonders gute Farbwiedergabe evakuiert ist. Zur Erhöhung der Lebensdauer enthält der Außenkolben eine Gasfüllung, beispielsweise bis zu 70 kPa Stickstoff (N_2) oder bis zu 40 kPa Kohlendioxid (CO_2), wobei die Farbwiedergabe allerdings etwas vermindert ist.

Die Erfindung wird im folgenden anhand einiger Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen

15 Fig. 1 den Aufbau einer zweiseitig gesockelten Hochdruckentladungslampe mit zweiseitig gequetschtem Entladungsgefäß für eine Leistungsaufnahme von 150 W,

Fig. 2 den Aufbau einer einseitig gesockelten Hochdruckentladungslampe mit zweiseitig gequetschtem Entladungsgefäß für eine Leistungsaufnahme von 400 W,

20 Fig. 3 den Aufbau einer einseitig gesockelten Hochdruckentladungslampe mit zweiseitig gedichtetem Entladungsgefäß für eine Leistungsaufnahme von 575 W,

25 Die in Figur 1 schematisch dargestellte 150 W-Hochdruckentladungslampe 1 besteht aus einem zweiseitig gequetschten Entladungsgefäß 2 aus Quarzglas, das von einem zweiseitig gesockelten evakuierten Außenkolben 3 umschlossen ist. Die im Abstand von 10 mm einander gegenüberstehenden Elektroden 4, 5 sind mittels Folien 6, 7 aus Molybdän gasdicht in das Entladungsgefäß 2 eingeschmolzen und über die Stromzuführungen 8, 9, die Dichtungsfolien 10, 11 des Außenkolbens 3 und über weitere kurze Stromzuführungen mit den elektrischen Anschlüssen der Keramiksockel (R7s) 12, 13 verbunden. In eine Quetschung des Außenkolbens 3 ist zusätzlich — über ein Drahtstück — ein auf einem Metallplättchen aufgebrachtes Gettermaterial 14 potentialfrei eingeschmolzen. Die Enden 15, 16 des Entladungsgefäßes 2 sind mit einem wärmereflektierenden Belag versehen. Das Volumen des Entladungsgefäßes beträgt ca. 1,8 cm^3 .

30 Die Füllung enthält 23 mg Hg und 14 kPa Ar als Grundgas. Darüber hinaus enthält das Entladungsgefäß 2 die in der folgenden Tabelle 1a aufgeführten Metallhalogenide. Die daraus resultierenden jeweiligen Molverhältnisse zwischen Hf bzw. Zr einerseits und Cs, Tl, Dy sowie der Summe der Anteile von Cs, Tl und Dy andererseits sind in der Tabelle 1b angegeben. Die spezifische Bogenleistung und die Brennspannung betragen 15 W pro mm Bogenlänge bzw. 105 V.

35

40

45

50

55

Tabelle 1c zeigt die erzielten lichttechnischen Werte.

Bestandteile in mg	Füllung I	Füllung II
CsI	0,6	0,6
TlI	0,42	0,42
DyI ₃	1,23	1,23
HfI ₄	0,6	-
ZrI ₄	-	0,52

Tabelle 1a: Zwei Metallhalogenid-Kompositionen der Lampe aus Figur 1.

Molverhältnisse	Füllung I	Füllung II
Hf (bzw. Zr):Cs	0,38	0,43
Hf (bzw. Zr):Tl	0,69	0,79
Hf (bzw. Zr):Dy	0,39	0,44
Hf (bzw. Zr): Σ (Cs,Tl,Dy)	0,15	0,17

Tabelle 1b: Molverhältnisse von Hf bzw. Zr zu den weiteren Hauptbestandteilen der Metallhalogenid-Kompositionen aus Tabelle 1a.

Lichtstrom in lm	11200
Lichtausbeute in lm/W	75
Farbtemperatur in K	5200
R _a	95
R _g	90
Lebensdauer in h	6000

Tabelle 1c: Mit den Füllungen aus Tabelle 1a erzielte lichttechnische Werte.

Ein Ausführungsbeispiel einer 400 W Lampe ist in Figur 2 schematisch dargestellt. Im Unterschied zur Figur 1 handelt es sich um ein zweiseitig gequetschtes Entladungsgefäß 2, das von einem zylindrischen evakuierten Außenkolben 3 aus Hartglas umschlossen ist, der einseitig gesockelt ist. Das eine Ende des Außenkolbens 3 besitzt eine abgerundete Kuppe 17, wohingegen das andere Ende einen Schraubsockel 12 aufweist. Ein Haltegestell 18 fixiert das Entladungsgefäß 2 axial im Innern des Außenkolbens 3. Das Haltegestell 18 besteht in an sich bekannter Weise aus zwei Zuleitungsdrähten, von denen der eine mit der sockelnahen Stromzuführung 8 des Entladungsgefäßes verbunden ist. Der andere Zuleitungsdraht ist über einen massiven Metallstützdraht, der sich entlang des Entladungsgefäßes 2

erstreckt, zur sockelfernen Stromzuführung 9 geführt ist. Er besitzt außerdem ein Führungselement am sockelnahen Ende 15 des Entladungsgefäßes (in Form eines Stanzbleches) und eine Abstützung in der Nähe der Kuppe 17 in Form eines Teilkreises. Die Enden 15, 16 des Entladungsgefäßes 2 sind mit einem wärereflektierenden Belag versehen.

Die Füllung enthält 60 mg Hg und 8 kPa Ar als Grundgas. Darüber hinaus enthält das Entladungsgefäß 2 die in der folgenden Tabelle 2a aufgeführten Metallhalogenide. Die daraus resultierenden jeweiligen Molverhältnisse zwischen Hf einerseits und Cs, Tl, Dy sowie der Summe der Anteile von Cs, Tl und Dy andererseits sind in Tabelle 2b angegeben. Der Elektrodenabstand und das Volumen des Entladungsgefäßes betragen 30 mm bzw. ca. 14,5 cm³. Die Bogenleistung und die Brennspannung betragen 15 W pro mm Bogenlänge bzw. 120 V. Tabelle 2c zeigt die erzielten lichttechnischen Werte.

Bestandteile in mg	
CsI	2,27
TlI	1,58
DyI ₃	4,65
HfI ₄	2,27

Tabelle 2a: Metallhalogenid-Komposition der Lampe aus Figur 2.

Molverhältnisse	
Hf:Cs	0,38
Hf:Tl	0,69
Hf:Dy	0,39
Hf:Σ(Cs,Tl,Dy)	0,15

Tabelle 2b: Molverhältnisse von Hf zu den weiteren Hauptbestandteilen der Metallhalogenid-Komposition aus Tabelle 2a.

Lichtstrom in lm	32400
Lichtausbeute in lm/W	81
Farbtemperatur in K	5200
R _a	96
R _g	91
Lebensdauer in h	6000

Tabelle 2c: Mit der Füllung aus Tabelle 2a erzielte lichttechnische Werte.

Figur 3 zeigt eine 575 W Lampe 1 in schematischer Darstellung. Sie besteht aus einem zweiseitig gedichteten Entladungsgefäß 2 aus Quarzglas, das von einem zylindrischen, einseitig gesockelten evakuierten Außenkolben 3 umschlossen ist. Das eine Ende des Außenkolbens 3 besitzt eine abgerundete Kuppe 17, wohingegen das andere Ende eine Quetschdichtung aufweist und in einen Stecksockel 19 eingekittet ist. Die im Abstand von 7 mm einander gegenüberstehenden Elektroden 4, 5 sind mittels Folien 6, 7 aus Molybdän gasdicht in das Entladungsgefäß 2 eingeschmolzen. Die Stromzuführungen 8, 9 sind jeweils mit den ersten Enden zweier massiver Zuleitungsdrähte 20, 21 verbunden. Die zweiten Enden der Zuleitungsdrähte 20, 21 sind in den Fuß des Außenkolbens 3 eingequetscht, wodurch das Entladungsgefäß 2 axial im Innern des Außenkolbens 3 fixiert ist. Mittels der Dichtungsfolien 22, 23 des Fußes und über weitere kurze Stromzuführungen sind die Zuleitungsdrähte 20, 21 mit den elektrischen Anschlüssen 24, 25 des Stecksockel 19 verbunden. Eine im Sockel 19 zwischen den Anschlüssen 24, 25 angeordnete Glimmerplatte 26 dient der elektrischen Isolierung.

Die Füllung enthält 60 mg Hg und 22 kPa Ar als Grundgas. Darüber hinaus enthält das Entladungsgefäß 2 die in der folgenden Tabelle 3a aufgeführten Metallhalogenide. Die sich daraus ergebenden jeweiligen Molverhältnisse von Hf zu Cs, Tl, SE (= Summe der Anteile der Seltenen Erden Dy und ggf. Gd) sowie zur Summe der Anteile von Cs, Tl und SE sind in der Tabelle 3b angegeben. Der Elektrodenabstand und das Volumen des Entladungsgefäßes betragen 7 mm bzw. ca. 3,5 cm³. Die Bogenleistung und die Brennspannung betragen 82 W pro mm Bogenlänge bzw. 95 V. Tabelle 3c zeigt die erzielten lichttechnischen Werte.

Bestandteile in mg	Füllung I	Füllung II
CsI	0,8	0,88
TlI	0,4	0,39
DyI ₃	1,5	1,26
GdI ₃	-	0,16
HfBr ₄	-	1,16
HfI ₄	1,3	-
HgI ₂	-	1,63
HgBr ₂	3,6	0,52

Tabelle 3a: Zwei Metallhalogenid-Kompositionen der Lampe aus Figur 3.

Molverhältnisse	Füllung I	Füllung II
Hf:Cs	0,62	0,69
Hf:Tl	1,57	1,98
Hf:ΣSE	0,69	0,89
Hf:Σ(Cs,Tl,SE)	0,27	0,32

Tabelle 3b: Molverhältnisse von Hf zu den weiteren Hauptbestandteilen der Metallhalogenid-Kompositionen aus Tabelle 3a.

	Füllung I	Füllung II
Lichtstrom in lm	49000	47500
Lichtausbeute in lm/W	85	83
Farbtemperatur in K	5600	6000
R _a	92	90
R _g	>50	>50
Lebensdauer in h	1500	1500

Tabelle 3c: Mit den Füllungen aus Tabelle 3a erzielte lichttechnische Werte.

25 Patentansprüche

1. Metallhalogenid-Hochdruckentladungslampe mit einem Entladungsgefäß, zwei Elektroden und einer ionisierbaren Füllung, bestehend aus mindestens einem Inertgas, Quecksilber, mindestens einem Halogen und den folgenden Elementen zur Bildung von Halogeniden: Tl, Cs, Hf, wobei Hf ganz oder teilweise durch Zr ersetzt sein kann, sowie die beiden oder eines der beiden Seltenen Erdmetalle (SE) Dy und/oder Gd.
2. Lampe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Molverhältnis zwischen dem Füllungsanteil von Hf bzw. Zr einerseits und der Summe der Füllungsanteile der SE andererseits mindestens 0,35 beträgt.
3. Lampe nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Molverhältnis bevorzugt im Bereich zwischen 0,5 und 1,5 liegt.
4. Lampe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Molverhältnis zwischen dem Füllungsanteil von Hf bzw. Zr einerseits und der Summe der Füllungsanteile der SE, Tl und Cs andererseits mindestens 0,14 beträgt.
5. Lampe nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Molverhältnis bevorzugt im Bereich zwischen 0,2 und 0,5 liegt.
6. Lampe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Molverhältnis zwischen dem Füllungsanteil von Hf bzw. Zr einerseits und dem Füllungsanteil von Tl andererseits mindestens 0,65 beträgt.
7. Lampe nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Molverhältnis bevorzugt im Bereich zwischen 1 und 2,5 liegt.
8. Lampe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Molverhältnis zwischen dem Füllungsanteil von Hf bzw. Zr einerseits und dem Füllungsanteil von Cs andererseits mindestens 0,35 beträgt.
9. Lampe nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Molverhältnis bevorzugt im Bereich zwischen 0,5 und 1 liegt.
10. Lampe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Füllmenge der Halogenide von Hf bzw. Zr im Bereich zwischen 0,005 μmol und 35 μmol pro cm^3 des Volumens des Entladungsgefäßes liegt.

EP 0 702 394 A2

11. Lampe nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Füllmenge der Halogenide von Hf bzw. Zr bevorzugt im Bereich zwischen 0,05 μmol und 5 μmol pro cm^3 des Volumens des Entladungsgefäßes liegt.
- 5 12. Lampe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Füllmenge der Halogenide von Cs bis 30 μmol pro cm^3 des Volumens des Entladungsgefäßes beträgt.
13. Lampe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Füllmenge der Halogenide von Tl bis 15 μmol pro cm^3 des Volumens des Entladungsgefäßes beträgt.
- 10 14. Lampe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Füllmenge der Halogenide von Dy bis 30 μmol pro cm^3 des Volumens des Entladungsgefäßes beträgt.
- 15 15. Lampe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Füllmenge der Halogenide von Gd im Bereich zwischen 0 μmol und 0,6 μmol pro cm^3 des Volumens des Entladungsgefäßes liegt.
16. Lampe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Halogene zur Bildung von Halogeniden Jod und/oder Brom verwendet sind.
- 20 17. Lampe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Entladungsgefäß innerhalb eines ein- oder beidseitig gesockelten Außenkolbens angeordnet ist.
18. Lampe nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Raum zwischen Entladungsgefäß und Außenkolben evakuiert ist.
- 25 19. Lampe nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Raum zwischen Entladungsgefäß und Außenkolben eine Gasfüllung enthält.
20. Lampe nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Gasfüllung aus bis zu 70 kPa N_2 besteht.
- 30 21. Lampe nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Gasfüllung aus bis zu 40 kPa CO_2 besteht.

35

40

45

50

55

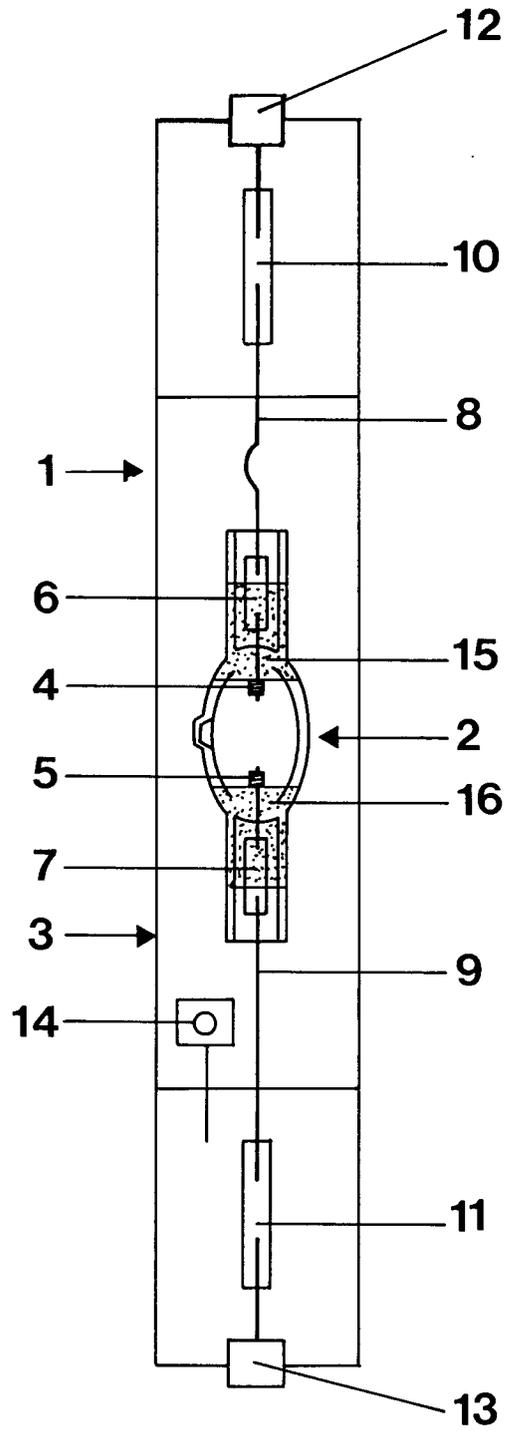


FIG. 1

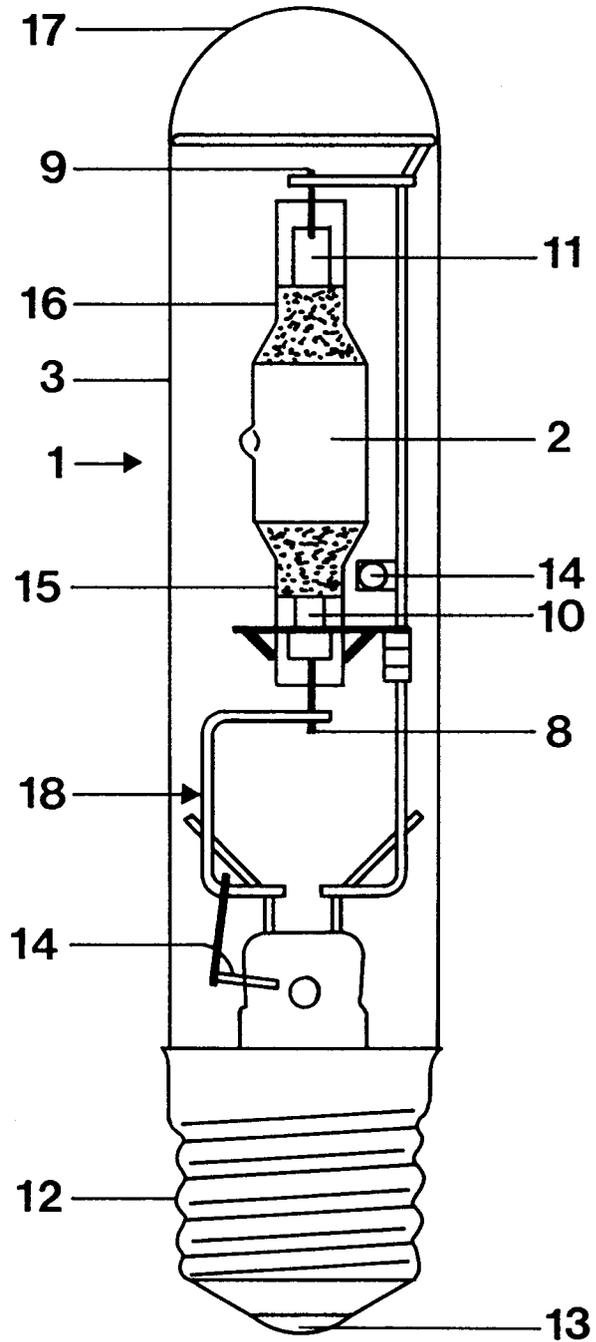


FIG. 2

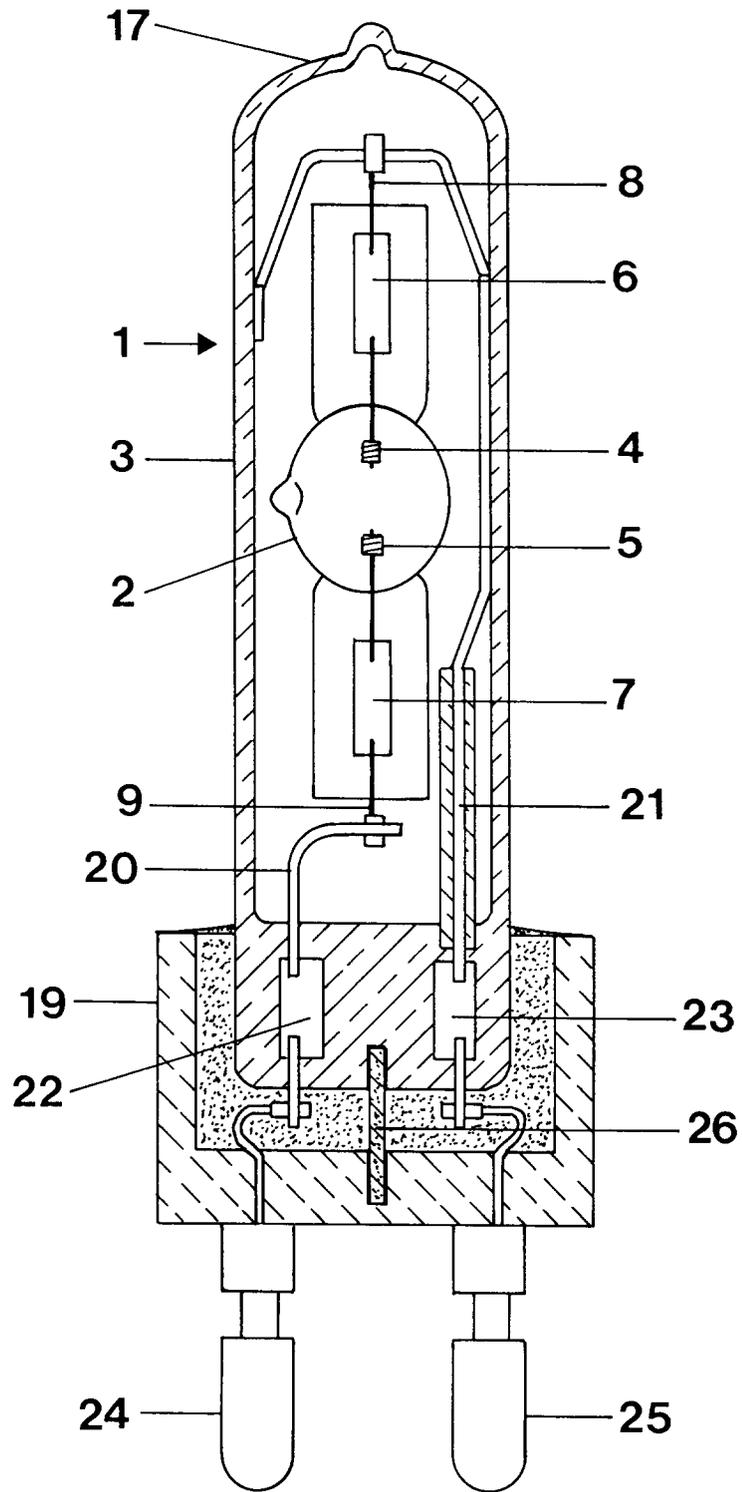


FIG. 3