



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 0 841 687 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
13.05.1998 Patentblatt 1998/20

(51) Int. Cl.⁶: **H01J 61/30**, H01J 61/82

(21) Anmeldenummer: 97117480.0

(22) Anmeldetag: 09.10.1997

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE**

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

(30) Priorität: 07.11.1996 DE 19645960

(72) Erfinder: **Lang, Dieter
83052 Bruckmühl (DE)**

(54) **Keramisches Entladungsgefäß**

(57) Ein keramisches Entladungsgefäß für eine Hochdruckentladungslampe ist aus einem zylindrischen Mittelteil und zwei halbkugelförmigen Endstücken gebildet, wobei die Länge des Mittelteils kleiner oder gleich

dem Radius der Endstücke gewählt ist. Dadurch wird die Isothermie des Entladungsgefäßes verbessert.

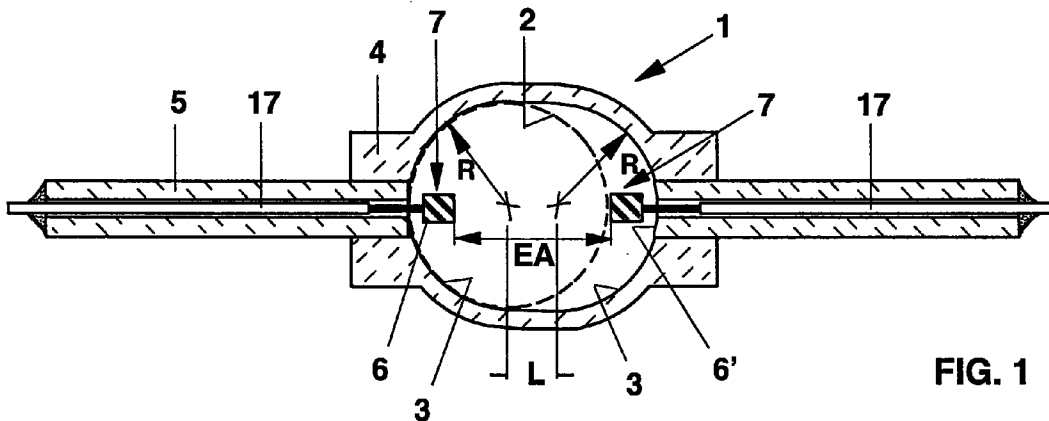


FIG. 1

EP 0 841 687 A2

Beschreibung

Die Erfindung geht aus von einem keramischen Entladungsgefäß gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

5 Es handelt sich dabei insbesondere um keramische Entladungsgefäße für Metallhalogenidlampen oder auch Natriumhochdrucklampen. Sie bestehen üblicherweise aus Aluminiumoxid, das mit Dotierstoffen versehen sein kann. Aber auch andere bekannte Materialien wie Saphir, Aluminiumnitrid o.ä. können verwendet werden.

10 Die DE-A 31 37 076 beschreibt langgestreckte zylindrische oder in der Mitte ausgebauchte Entladungsgefäße für Natriumhochdruckentladungslampen, wobei der Innendurchmesser des Entladungsvolumens größer als der an den Enden ist. Insbesondere wird empfohlen, daß der Innendurchmesser in Höhe der Elektrodenspitze mindesten 60 % des Innendurchmessers in der Mitte beträgt.

Aus der EP-A 34 056 ist ein Entladungsgefäß bekannt, das aus einem geraden zylindrischen Rohr gebildet ist, das Enden mit reduziertem Durchmesser besitzt. Das zylindrische Rohr kann einen elliptischen Querschnitt aufweisen. Alternativ ist ein sehr langgestrecktes elliptisches Entladungsgefäß beschrieben, wobei das Achsverhältnis 1:4 bis 1:8 beträgt.

15 Bei derart langgestreckten Entladungsgefäßen ist für den Fall, daß die Füllung Metallhalogenide enthält, keine universelle Brennlage möglich. In vertikaler Brennstellung ist nämlich die cold-spot-Temperatur, die sich dann im Bereich der unteren Elektrode befindet, deutlich niedriger als bei horizontal brennender Lampe. Dies hat eine ausgeprägte Farbverschiebung zwischen horizontaler und vertikaler Brennlage zur Folge. Weiterhin ist die Temperaturverteilung bei derart langgestreckten Geometrien des Entladungsgefäßes relativ inhomogen, so daß ein starker Temperaturgradient auftritt. Bei vorgewählter cold-spot-Temperatur (die zum Erreichen der angestrebten lichttechnischen Werte notwendig ist) stellt sich bei langgestreckter Geometrie eine sehr hohe hot-spot-Temperatur ein, was zu einer Überlastung der Keramik des Entladungsgefäßes führen kann.

20 Aus der EP-A 587 238 ist ein zylindrisches Entladungsgefäß mit rechtwinklig angesetzten Endflächen bekannt, bei dem die Elektroden vertieft in die Enden eingesetzt sind. Derartige zylindrische Entladungsgefäße erlauben zwar eine universelle Brennlage, ihre Temperaturverteilung ist aber ebenfalls inhomogen, so daß auch hier eine sehr hohe hot-spot-Temperatur entsteht.

Ein hoher Temperaturgradient, wie er sowohl in langgestreckten elliptischen als auch in zylindrischen Entladungsgefäßen entsteht, begünstigt Korrosionserscheinungen an der Keramik während der Lebensdauer der Lampe.

30 Weiterhin wird die mit der Verwendung der Keramik gegebene prinzipielle Möglichkeit, die cold-spot-Temperatur im Vergleich zu Quarzglas zu erhöhen und damit die lichttechnischen Daten zu verbessern, bei diesen Geometrien durch die dort auftretende sehr hohe hot-spot-Temperatur begrenzt. Die hot-spot-Temperatur der Keramik ist auf maximal etwa 1250 °C begrenzt, wenn Lebensdauern von 6 000 bis 10 000 Stunden angestrebt sind.

35 Es hat sich zudem herausgestellt, daß bei derartigen langgestreckten zylindrischen oder elliptischen Entladungsgefäßen wegen ihrer sehr inhomogenen Temperaturverteilung die lichttechnischen und elektrischen Lampendaten stark von der Brennlage abhängig sind. Derartige Entladungsgefäße können daher nur zum Einsatz kommen, wenn keine Unabhängigkeit dieser Lampendaten von der Brennlage gefordert ist. Dies ist nur für zweiseitig gesockelte Lampen möglich. Bei ihnen ist normalerweise nur eine horizontale Brennlage zulässig.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein keramisches Entladungsgefäß gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bereitzustellen, das eine sehr homogene Temperaturverteilung besitzt und daher für jede Brennlage geeignet ist. Insbesondere soll auch der Einsatz bei einseitig gesockelten Lampen möglich sein.

40 Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Besonders vorteilhafte Ausgestaltungen finden sich in den abhängigen Ansprüchen.

Die vorliegende Erfindung beschreibt eine spezielle "bauchige" Geometrie des Entladungsgefäßes, die bei jeder Brennlage zu nahezu gleichwertigen photometrischen Lampendaten führt, im Gegensatz zu den bekannten Entladungsgefäßen mit langgestreckter zylindrischer oder elliptischer Geometrie. Diese Geometrie führt insbesondere zu einer reduzierten hot-spot-Temperatur und zu einer sehr gleichmäßigen Temperaturverteilung.

50 Im einzelnen handelt es sich bei der vorliegenden Erfindung um ein keramisches Entladungsgefäß für eine Hochdruckentladungslampe, das eine lichtemittierende Füllung enthält. Die Kontur der Innenwand des Entladungsgefäßes definiert ein Innenvolumen V. Das Entladungsgefäß besitzt eine Längsachse sowie zwei Enden mit Öffnungen, wobei in den Enden elektrische Durchführungen gasdicht angebracht sind, die mit zwei Elektroden elektrisch verbunden sind, die sich im Innenvolumen in einem gegebenen Elektrodenabstand EA gegenüberstehen.

Die Kontur der Innenwand weist die folgende Geometrie auf:

60 Die Innenkontur des Entladungsgefäßes kann man sich aus drei Teilen zusammengesetzt denken, nämlich ein im wesentlichen gerades zylindrisches Mittelteil mit der Länge L und mit dem Innenradius R sowie zwei daran auf beiden Seiten anschließende, im wesentlichen halbkugelförmige Endstücke mit demselben Radius R.

Es hat sich herausgestellt, daß eine ausreichende Brennlagunenabhängigkeit durch die gleichzeitige Einhaltung mehrerer geometrischer Randbedingungen gewährleistet wird.

Grundlegende Bedingung ist, daß die Länge des zylindrischen Mittelteils kleiner oder gleich seinem Innenradius

ist:

$$L \leq R.$$

5 Anders ausgedrückt, muß der Innendurchmesser des Entladungsgefäßes mindestens 2/3 der Gesamtlänge des Entladungsgefäßes betragen. Besonders bevorzugt gilt $L \leq 0,8 R$.

L und R sind so zu wählen, daß bestimmte Randbedingungen für den Elektrodenabstand EA eingehalten werden. Diese definieren einen oberen und unteren Grenzwert für die Einsetzlänge der Elektroden im Innenvolumen.

10 Die gesamte Innenlänge des Entladungsgefäßes muß um mindestens 10 % größer sein als der Elektrodenabstand EA. Sonst kommen die Elektroden dem Endbereich zu nahe und erhitzen den Durchführungsbereich zu stark:

$$2R + L \geq 1,1 EA.$$

15 Der Durchmesser (2R) des Entladungsgefäßes muß mindestens eine Länge von 80 % des Elektrodenabstands EA besitzen, sonst wird das Entladungsgefäß in der Mitte durch die Krümmung des Lichtbogens unnötig stark erhitzt. Gleichzeitig darf der Durchmesser höchstens eine Länge von 150 % des Elektrodenabstands EA besitzen, da ansonsten das Mittelteil zu kalt bleibt:

$$1,5 EA \geq 2R \geq 0,8 EA.$$

20 Insgesamt ergibt sich aus diesen Bemessungen für das Entladungsgefäß ein Verhältnis zwischen der Gesamtlänge und dem maximalen Innendurchmesser von höchstens 1,5, bevorzugt kleiner gleich 1,3.

25 Mit dieser Geometrie kann die Wandbelastung des Entladungsgefäßes (das ist die auf die innere Oberfläche bezogene Nennleistung) auf Werte zwischen 25 und 45 W/cm², bevorzugt auf Werte zwischen 25 und 35 W/cm² eingestellt werden, und zwar bei kleinwattigen Lampen eher bei 35 (bei Werten um 20 W Nennleistung sogar bis 45 W/cm²), bei höherwattigen eher bei 25 W/cm². Dies gilt insbesondere im Bereich von etwa 20 W bis ca. 250 W Lampenleistung. Damit ist die Wandbelastung um etwa 10 % niedriger als bei konventionellen Lampen gemäß dem oben zitierten Stand der Technik.

30 In einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist die Wandbelastung des Entladungsgefäßes (in W/cm²) für Lampen mit einer Nennleistung zwischen 35 und 250 W, abhängig von der Nennleistung P (in W) und den Größen R und L (jeweils in cm) des Entladungsgefäßes, so gewählt, daß

$$25 \leq P/(4\pi R^2 + 2\pi RL) \leq 35.$$

35 Das Volumen V des Entladungsgefäßes liegt bei einer 35 W-Lampe bei ca. 100 - 150 µl und steigt je Watt zusätzlicher Nennleistung um ca. 7 - 10 µl. Entsprechend nimmt es bei geringerer Leistung ab. Eine 20 W-Lampe hat ein Entladungsvolumen von etwa 35 µl.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist das Innenvolumen V des Entladungsgefäßes (in µl) abhängig von der Nennleistung P (in W) nach folgender Formel gewählt:

$$40 \quad 0,16 \cdot P^{5/3} \leq V \leq 0,32 \cdot P^{5/3} ; \text{ insbesondere } 0,22 \cdot P^{5/3} \leq V \leq 0,32 \cdot P^{5/3}.$$

45 Für das Erzielen einer möglichst homogenen Temperaturverteilung hat es sich als vorteilhaft herausgestellt, wenn $L \leq 0,6 R$ gewählt wird. Dies ist besonders für kleinwattige Lampen von Bedeutung, bei denen die Wärmeverluste an den Enden, relativ gesehen, am höchsten sind. In diesem Fall kann die Innenkontur in guter Näherung durch ein Rotationsellipsoid mit der kleinen Halbachse a und der großen Halbachse b beschrieben werden, wobei

$$R \leq a \leq 1,1 R \text{ und } b = R + L/2.$$

50 Vorteilhaft beträgt die Wandstärke des Entladungsgefäßes zumindest in der Mitte des Entladungsgefäßes zwischen 5 und 15 % des Innenradius R. Besonders geeignet ist ein Entladungsgefäß, bei dem die Wandstärke zu den Enden hin zunimmt und an den Enden bis zum Doppelten der Wandstärke in der Mitte beträgt.

Normalerweise besteht das Entladungsgefäß aus Aluminiumoxid, das evtl. mit Magnesiumoxid und anderen Oxiden dotiert sein kann oder auch aus anderen Materialien wie Aluminiumnitrid oder Saphir.

55 Die vorliegenden Erfindung bezieht sich insbesondere auch auf eine Hochdruckentladungslampe mit einem keramischen Entladungsgefäß wie oben beschrieben.

An den Enden des Entladungsgefäßes sind bevorzugt separate keramische Stopfen (evtl. auch als Cermet ausgeführt) zur Aufnahme der Stromdurchführungen angebracht. Die Enden können aber auch integrale Bestandteile des

Entladungsgefäßes sein.

Die Durchführungen können aus dem an sich bekannten Formenschatz (z.B. ein Rohr oder Stift aus Niob oder Molybdän oder ein leitendes Cermet) ausgewählt werden, insbesondere als Kapillaren ausgeführt sein, in die ein geeignetes Elektrodensystem eingelötet wird,.

Beschrieben wird hier im wesentlichen die Innenkontur des Entladungsgefäßes. Die für die vorliegende Erfindung weniger wichtige Außenkontur ist dann durch die Wandstärke mehr oder weniger vorbestimmt.

Die Außenkontur ist im einfachsten Fall durch eine gleichmäßige Wandstärke vorgegeben. Die Wandstärke beträgt zwischen 5 % und 15 % des Innenradius des Entladungsgefäßes. Zweckmäßiger ist es jedoch, eine von der Mitte zu den Enden hin leicht ansteigende Wandstärke zu haben. Dies wirkt erstens als Maßnahme für Wärmestau und leitet außerdem verstärkt Wärme von der Mitte zu den Enden hin, was die Wärmeverluste durch das Elektrodensystem und den Durchführungsbereich teilweise kompensiert. Somit wird eine weitere Homogenisierung der Temperaturverteilung erzielt. Die Wandstärke steigt in diesem Fall von typisch 10 % des Innenradius in der Mitte des Entladungsgefäßes bis auf das Doppelte dieses Wertes im Endbereich. Dies verhindert außerdem eine schnelle Korrosion der Keramik während der Lebensdauer, die im Endbereich am ehesten auftritt.

Im folgenden soll die Erfindung anhand mehrerer Ausführungsbeispiele näher erläutert werden. Es zeigen:

Figur 1 das keramische Entladungsgefäß einer Metallhalogenidlampe im Schnitt

Figur 2 ein weiteres Ausführungsbeispiel eines keramischen Entladungsgefäßes im Schnitt

Figur 3 das Prinzip der elliptischen Näherung für kleine Längen L

Figur 4 ein weiteres Ausführungsbeispiel eines keramischen Entladungsgefäßes im Schnitt, basierend auf der Näherung gemäß Fig. 3

Das in Fig. 1 gezeigte keramische Entladungsgefäß 1 ist für eine 70 W-Lampe gedacht. Es besteht aus einem zylindrischen geraden Mittelteil 2 mit der Länge $L = 2$ mm und zwei halbkugelförmigen Endstücken 3 mit dem Radius $R = 4$ mm. Die Gesamtlänge des Innenvolumens ist 10 mm. Die Wandstärke des Entladungsgefäßes ist konstant 0,9 mm. Der maximale Außendurchmesser ist 9,8 mm. An den Endstücken 3 erstrecken sich axial jeweils zylindrische, integrale etwa 1,5 mm lange Ansatzstücke 4 nach außen. In ihnen sind keramische langgezogene Stopfen 5 eingesetzt. Sie sind etwas vertieft in die Ansatzstücke 4 eingesetzt, so daß sie die Idealform der halbkreisförmigen Innenkontur noch besser annähern. Im einfachsten Fall haben sie innere Stirnseiten 6, die gerade sind (Fig. 1 linke Hälfte). Vorteilhaft ist die Innenstirnseite 6' des Stopfens abgeschrägt oder selbst konkav gebogen und daher der halbkreisförmigen Innenkontur noch besser angepaßt (Fig. 1, rechte Hälfte). Auf diese Weise wird eine ideale Isothermie erzeugt.

In den Stopfen ist, ähnlich wie in EP-A 587 238 beschrieben, jeweils ein Elektrodensystem (nicht dargestellt) eingesetzt, wobei der Elektrodenabstand 7,5 mm beträgt. Die im Entladungsvolumen enthaltene Füllung enthält eine Mischung der Metallhalogenide NaJ und TlJ mit Seltenerd-Jodiden, wie z.B. DyJ_3 , TmJ_3 und HoJ_3 , wie sie üblicherweise für Lampen mit hoher Wandbelastung eingesetzt werden. Damit wird eine anfängliche Farbtemperatur von 3030 ± 80 K in vertikaler und 2980 ± 80 K in horizontaler Brennlage erzielt. Der Temperaturunterschied zwischen cold-spot und hot-spot beträgt bei dieser Lampe nur noch 20° im Gegensatz zu 70° bei konventionellen zylindrischen Lampen mit rechtwinklig angesetzten Endflächen.

Die Wandbelastung dieses Entladungsgefäßes beträgt etwa 28 W/cm^2 . Das Innenvolumen des Entladungsgefäßes ist $370 \mu\text{l}$.

In Fig. 2 ist ein Entladungsgefäß 1 für eine 35 W-Lampe gezeigt. Hier ist die Länge des zylindrischen Mittelteils 2 aber 1,9 mm, während der Radius der halbkugelförmigen Endstücke 3 jetzt 2,55 mm beträgt. Die Gesamtlänge des Innenvolumens ist 7,0 mm.

Die Wandstärke des Entladungsgefäßes 1 nimmt von der Mitte (0,8 mm) nach außen hin auf maximal 0,95 mm zu. Der maximale Außendurchmesser ist 6,8 mm. Auch hier sind wieder integrale Ansatzstücke 4 und separate Stopfen 5 vorgesehen.

In weiteren ähnlich aufgebauten Ausführungsbeispielen ist die Lampenleistung höher gewählt. Bei 100 W Leistung ist $L = 2,5$ mm und $R = 4,5$ mm. Bei 150 W Leistung ist $L = 2$ mm und $R = 6$ mm. Bei 250 W Leistung ist $L = 6$ mm und $R = 7,0$ mm.

Um die Erfordernisse, denen die oben dargestellte Kontur genügt, noch befriedigend zu erfüllen, genügt auch eine näherungsweise Einhaltung der oben angegebenen Abmessungsvorschriften mit maximal 15 % Abweichung.

Daher ist für den Grenzfall kleiner Längen des Mittelteils ($L \approx 0,5 R$) die Beschreibung der Innenkontur mittels einer elliptischen Formel mit den Halbachsen a und b möglich, da diese Näherung auf 15 % genau ist.

Unter der Voraussetzung, daß die kleine Halbachse a der Ellipse so gewählt ist, daß die Abweichung von der idealen Kontur (mit Radius R und Länge L des Mittelteils) höchstens 15 % ist:

EP 0 841 687 A2

$$R \leq a \leq 1,1 R,$$

und unter Berücksichtigung der Tatsache, daß die große Halbachse b als $b = R + L/2$ dargestellt werden kann, ist in Fig. 3 ein Vergleich der beiden Konturen gezeigt. Es ergibt sich dabei ein Verhältnis für die Halbachsen des Ellipsoids von:

$$b/a \leq 1,25.$$

Die restlichen Bemessungsregeln hinsichtlich Elektrodenabstand und Wandbelastung gelten dabei unverändert weiter.

In Fig. 4 ist das Beispiel einer 70 W-Lampe dargestellt, bei der die Innenkontur 10 des Entladungsgefäßes 9 als geschlossenes Ellipsoid geformt ist mit den Abmessungen $a = 4,4$ mm sowie $b = 5$ mm, ausgehend von einem Design mit $R = 4$ mm. Somit ist $b/a = 1,14$. Die Endstücke 11 sind zusammen mit den Stopfen 12 integral aus einem einzigen Keramikformteil hergestellt, das aus Aluminiumoxid besteht. Die Wandstärke nimmt von der Mitte, wo sie 0,8 mm beträgt, zu den Enden kontinuierlich auf das Doppelte zu.

Alle derartigen Lampen zeigen auch nach 9000 Stunden noch keinerlei Korrosion des Entladungsgefäßes. Dagegen haben die besten konventionellen Lampen gemäß dem eingangs vorgestellten Stand der Technik bereits nach 8000 Stunden eine Ausfallrate von 50 %.

Patentansprüche

1. Keramisches Entladungsgefäß für eine Hochdruckentladungslampe, wobei die Kontur der Innenwand des Entladungsgefäßes ein Innenvolumen V definiert, das eine lichtemittierende Füllung enthält, und das eine Längsachse sowie zwei Enden mit Öffnungen besitzt, wobei in den Öffnungen elektrische Durchführungen gasdicht angebracht sind, die mit zwei Elektroden elektrisch verbunden sind, die sich im Innenvolumen in einem gegebenen Elektrodenabstand EA gegenüberstehen, dadurch gekennzeichnet, daß die Kontur der Innenwand die folgende Geometrie aufweist:

- die Kontur besitzt ein im wesentlichen gerades zylindrisches Mittelteil der Länge L und dem Innenradius R sowie zwei im wesentlichen halbkugelförmige Endstücke mit demselben Radius R ,
- die Länge des zylindrischen Mittelteils ist kleiner oder gleich seinem Innenradius:

$$L \leq R,$$

- die Innenlänge des Entladungsgefäßes ist mindestens 10 % größer als der Elektrodenabstand EA :

$$2R + L \geq 1.1 EA,$$

- der Durchmesser ($2R$) des Entladungsgefäßes entspricht mindestens 80 % des Elektrodenabstands EA ; gleichzeitig darf er höchstens eine Länge von 150 % des Elektrodenabstands EA besitzen:

$$1.5 EA \geq 2R \geq 0.8 EA$$

2. Keramisches Entladungsgefäß nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Wandbelastung des Entladungsgefäßes zwischen 25 und 45 W/cm² liegt.

3. Keramisches Entladungsgefäß nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Wandbelastung des Entladungsgefäßes (in W/cm²) abhängig von der Nennleistung P (in W) des Entladungsgefäßes so gewählt ist, daß

$$25 \leq P/(4\pi R^2 + 2\pi RL) \leq 35$$

4. Keramisches Entladungsgefäß nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Innenvolumen V des Entladungsgefäßes für eine Nennleistung von mindestens 35 W mindestens 100 µl beträgt.

5. Keramisches Entladungsgefäß nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Innenvolumen des Entladungsgefäßes (in µl) abhängig von der Nennleistung P (in W) nach folgender Formel gewählt ist:

$$0,16 \cdot P^{5/3} \leq V \leq 0,32 \cdot P^{5/3}, \text{ insbesondere } 0,22 \cdot P^{5/3} \leq V \leq 0,32 \cdot P^{5/3}.$$

EP 0 841 687 A2

6. Keramisches Entladungsgefäß nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß

$$L \leq 0.5 R.$$

5 7. Keramisches Entladungsgefäß nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Innenkontur durch ein Rotationsellipsoid mit den Halbachsen a und b beschrieben wird, wobei

$$R \leq a \leq 11 R \text{ und } b = R + L/2.$$

10 8. Keramisches Entladungsgefäß nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Wandstärke des Entladungsgefäßes zumindest in der Mitte des Entladungsgefäßes zwischen 5 und 15 % des Innenradius R beträgt.

9. Keramisches Entladungsgefäß nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Wandstärke zu den Enden hin zunimmt und dort bis zum Doppelten der Wandstärke in der Mitte beträgt.

15

10. Keramisches Entladungsgefäß nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in den Öffnungen Stopfen angebracht sind, deren entladungsseitige Stirnseiten abgeschrägt sind oder konkav gebogen sind.

20

11. Hochdruckentladungslampe mit einem keramischem Entladungsgefäß nach einem der vorhergehenden Ansprüche.

25

30

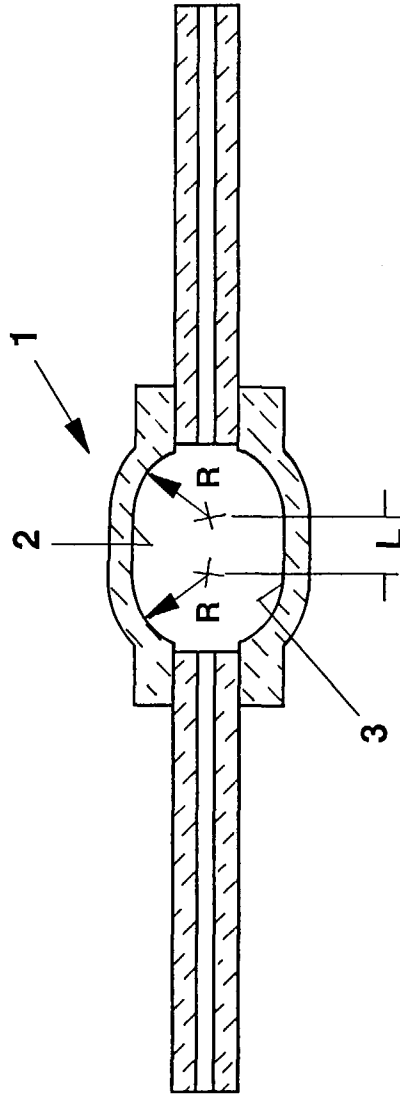
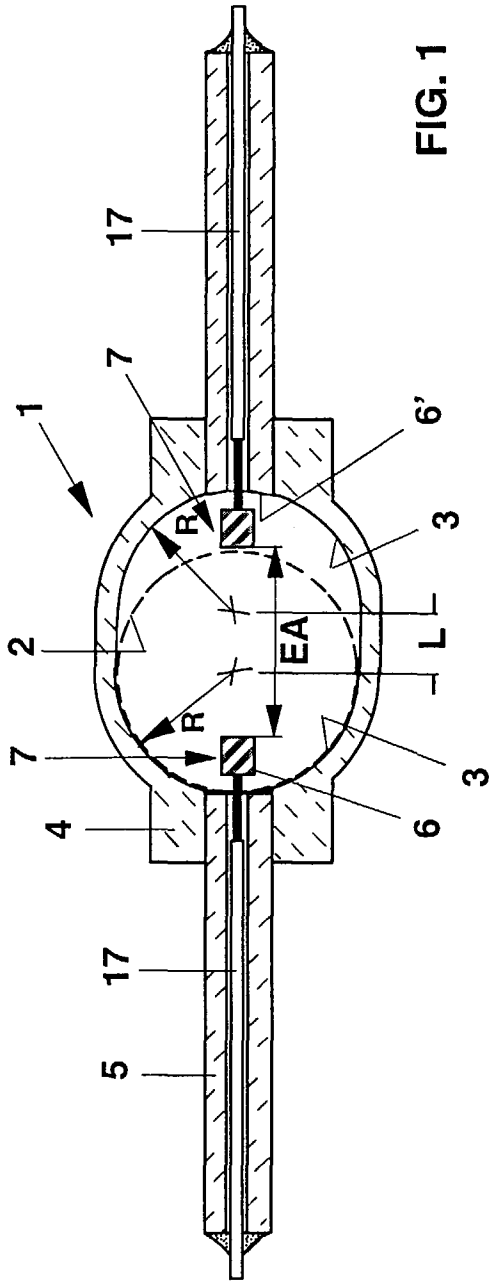
35

40

45

50

55



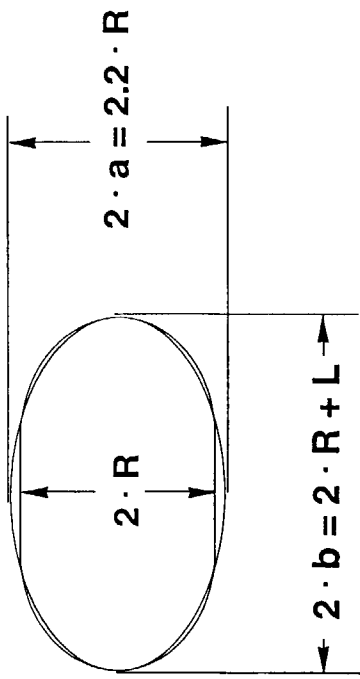


FIG. 3

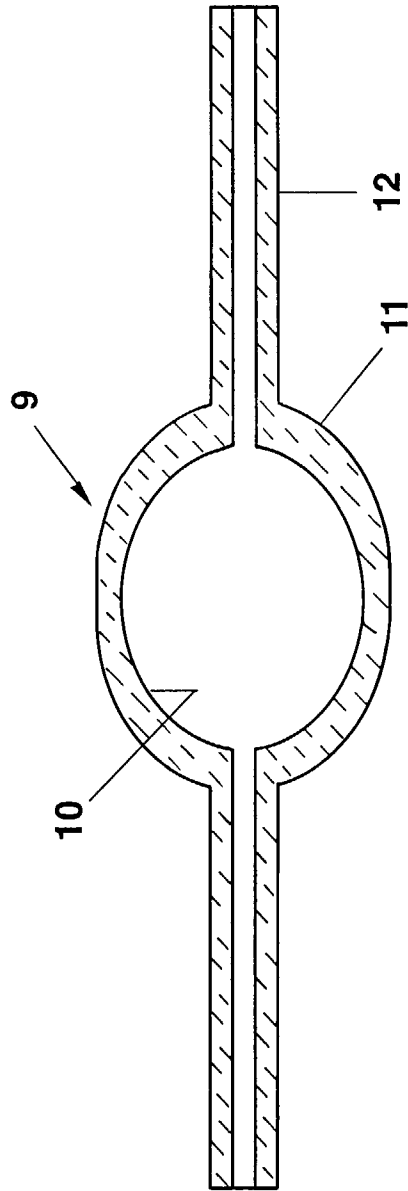


FIG. 4