

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 269 958 B1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag der Patentschrift: **10.02.93**

(51) Int. Cl.⁵: **H01J 61/073**

(21) Anmeldenummer: **87117107.0**

(22) Anmeldetag: **19.11.87**

(54) **Einseitig gequetschte Hochdruckentladungslampe.**

(30) Priorität: **01.12.86 DE 3640990**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
08.06.88 Patentblatt 88/23

(45) Bekanntmachung des Hinweises auf die
Patenterteilung:
10.02.93 Patentblatt 93/06

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

(56) Entgegenhaltungen:
GB-A- 2 072 412
GB-A- 2 126 415

(73) Patentinhaber: **Patent-Treuhand-Gesellschaft
für elektrische Glühlampen mbH**
Hellabrunner Strasse 1
W-8000 München 90(DE)

(72) Erfinder: **Gosslar, Achim**
Ouiddestrasse 43
W-8000 München 83(DE)
Erfinder: **Heider, Jürgen, Dr.**
Säbener Strasse 116
W-8000 München 90(DE)

EP 0 269 958 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die Erfindung geht aus von einer einseitig gequetschten Hochdruckentladungslampe nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Aus der GB-A-2126415 ist für eine einseitig gequetschte Hochdruckentladungslampe eine einteilige Elektrode bekannt, die aus einem geraden Schaft und einem Wendeteil besteht, das in Bezug auf den Schaft um 90° abgewinkelt ist, wobei sich die einzelnen Windungen des Wendeteils nicht berühren. Dadurch wird u.a. das Zündverhalten dieser Lampe verbessert.

Eine andere Hochdruckentladungslampe ist aus der GB-PS 2 072 412 bekannt. Dort, wird eine Elektrodenform mit Schaft und abgewinkelter Elektrodenspitze beschrieben, wobei die gesamte Elektrode aus einem Drahtstück gefertigt ist; durch die Abwinklung der Elektrodenspitze gegenüber dem geraden Schaft wird die Bogenstabilität verbessert.

Die Lebensdauer dieser Lampen ist dadurch eingeschränkt, daß die aggressive Füllung eine schnelle Korrosion der Elektroden bewirkt. Besonders stark tritt dieses Problem bei Füllungen auf, die einen hohen Anteil an Zinnhalogeniden enthalten. Zwar ließe sich die Korrosion durch Verwendung eines möglichst dicken Elektrodendrahtes hinauszögern, doch würde dabei das Zündverhalten der Lampe deutlich verschlechtert (Technisch-wissenschaftliche Abhandlungen der OSRAM-Gesellschaft, Bd. 12, S. 65 ff, Springer-Verlag Berlin, 1986).

Aufgabe der Erfindung ist es, gleichzeitig das Lebensdauerverhalten und das Zündverhalten dieser einseitig gequetschten Hochdruckentladungslampen zu verbessern. Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen können den Unteransprüchen entnommen werden.

Ein wesentlicher Vorteil der Erfindung besteht darin, daß die Korrosion der Elektroden stark eingeschränkt wird. Der dafür verantwortliche Mechanismus ist noch nicht aufgeklärt. Vermutlich bedingt die durch die hohe Wärmekapazität der Stifte hervorgerufene Änderung des Temperaturprofils entlang der Elektroden eine positive Veränderung im Halogenkreislauf, wodurch sich der Wolframabbau nicht mehr überwiegend an den relativ kalten Stellen am Elektrodenschaft in der Nähe der Einquetschung vollzieht.

Gleichzeitig ist die Wärmeableitung entlang des Elektrodenschafts gering, da der Durchmesser des Schaftdrahtes klein gehalten werden kann. Insgesamt wird daher die Zeit vom elektrischen Durchschlag bis zur Bogenübernahme verkürzt, so daß die Zündwilligkeit der Lampe verbessert wird. Die erhöhte Wärmekapazität im Bereich der Elektrodenspitzen vermindert zudem auch die Amplitu-

de der mit der Frequenz der Wechselspannung verknüpften periodischen Temperaturschwankungen an den Elektroden und erniedrigt damit die Wiederspitzspannung.

Ein besonders vorteilhaftes Verhältnis zwischen hoher Wärmekapazität an der Elektrodenspitze (d.i. im Bereich der Stifte) und geringer Wärmeableitung entlang des Elektrodenschaftes läßt sich bei einem Stift mit kreisförmigem Querschnitt erzielen, wenn Durchmesser und Länge des Stiftes den in den Unteransprüchen beschriebenen Abmessungen entsprechen.

Die Erfindung ermöglicht zusätzlich eine gezielte Beeinflussung und Optimierung wichtiger Parameter bei einseitig gequetschten Metallhalogenid-entladungslampen. Die - infolge der größeren Querschnittsfläche des Stiftes im Vergleich zum Schaft - seitlich am Schaft überstehende Fläche des Stiftes erhöht die Wärmeabstrahlung in die dahinterliegenden Elektrodenträume, so daß eine gleichmäßigere Temperaturverteilung im Entladungsgefäß erreicht wird.

Bei konventionellen Lampen sind Spitze und Schaft der Elektrode aus einem Stück Draht gefertigt. Dieser Draht ist mit einer Substanz mit geringer Elektronenaustrittsarbeit (ThO_2) dotiert. Ein möglichst geringer Thoriumgehalt ist wünschenswert, um nicht das Farbspektrum der Lampe zu verfälschen. Die Verwendung eines separaten Stiftes als Elektrodenspitze erlaubt es, nur die Elektrodenspitze zu dotieren. Dadurch wird ein Fehlbetrieb verhindert, bei dem der Bogen sich zwischen den beiden Elektrodenschaften in der Nähe der Quetschdichtung ausbildet. Bei konventionellen Lampen erleichterte die unvermeidliche Mit-Dotierung des Schaftes diese Fehlfunktion. Durch Dotierung des Stiftes, ohne jedoch gleichzeitig den Elektrodenschaft zu dotieren, wird daher die Zuverlässigkeit des Lampenbetriebs erhöht.

Insbesondere läßt sich die Erfindung vorteilhaft bei Entladungsgefäßen einsetzen, bei denen aufgrund der geometrischen Verhältnisse der seitliche Abstand der Elektrodenspitze zur Innenwand des Entladungsgefäßes in verschiedene Richtungen (Höhe und Breite) stark unterschiedlich ist (z.B. ellipsoidähnliche Entladungsgefäße, die insbesondere für Projektionszwecke verwendet werden). Bei einer Anordnung gemäß der Erfindung wird die Form der Querschnittsfläche des Stiftes so gewählt, daß eine unterschiedliche Wärmeabstrahlung in die verschiedenen Raumrichtungen erzielt wird und somit die unterschiedliche Entfernung zur Innenwand berücksichtigt wird. In dieser Hinsicht am einfachsten herzustellen ist ein als Draht oder Sinterkörper ausgeführter Stift mit länglichrundem Querschnitt.

Besonders vorteilhaft erweist sich die korrosionshemmende Wirkung des Stiftes bei Lampen

mit Füllungen, deren Zusätze eine sehr hohe chemische Aggressivität gegenüber Einbauteilen aufweisen; dies gilt insbesondere für Zinnhalogenide, die zum Erzielen warmer Lichtfarben benötigt werden.

Mehrere Ausführungsbeispiele der Erfindung werden anhand der beigefügten Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen

- Figur 1 den Aufbau einer Hochdruckentladungslampe mit einseitig gequetschtem Entladungsgefäß
- Figur 2 eine Elektrode für die Hochdruckentladungslampe gemäß Figur 1 in Seitenansicht
- Figur 3 die Vorderansicht der in Figur 2 gezeigten Elektrode
- Figur 4 die Vorderansicht einer anderen Ausführungsform der Elektrode
- Figur 5 die Vorderansicht (a) und Seitenansicht (b) einer weiteren Ausführungsform der Elektrode

In Figur 1 ist der Aufbau einer Hochdruckentladungslampe 1 mit einer Leistungsaufnahme von 150 W gezeigt. Die Lampe 1 besteht aus einem einseitig gequetschten Entladungsgefäß 2 aus Quarzglas, das von einem ebenfalls einseitig gequetschten Außenkolben 3 aus Quarzglas umschlossen ist. Der Außendurchmesser der Lampe beträgt etwa 25 mm, die Gesamtlänge etwa 84 mm. Das Entladungsgefäß 2 besitzt ein ellipsoidähnliches Entladungsvolumen mit drei "Achsen". Die Länge der größten "Achse", die entlang der Verbindungslinie zwischen den Spitzen der Elektroden 4, 5 ausgerichtet ist, beträgt ca. 10 mm. Die beiden kleineren "Achsen", die die Höhe und Breite des Entladungsvolumens bestimmen, sind etwa gleich groß (jeweils ca. 8 mm). Die Elektroden 4, 5 (in schematischer Darstellung) sind mittels Folien 6, 7 gasdicht in das Entladungsgefäß 2 eingeschmolzen und über die Stromzuführungen 8, 9, die Dichtungsfolien 10, 11 des Außenkolbens 3 und über weitere kurze Stromzuführungen 12, 13 mit den elektrischen Anschlüssen des Keramiksockels (nicht gezeigt) verbunden. In die Quetschung des Entladungsgefäßes 2 ist zusätzlich - über ein Drahtstück - ein auf einem Metallplättchen aufgebrachtes Gettermaterial 14 potentialfrei eingeschmolzen.

Als Füllung (Betriebsdruck ca. 35 bar) enthält das Entladungsgefäß 2 (bei einem Volumen von 0,65 cm³) neben Quecksilber (ca. 15 mg) und einem Edelgas auch Metalljodide und -bromide von Natrium, Zinn, Thallium, Indium und Lithium (insgesamt 2, 3 mg Metallhalogenide und zusätzlich 0,2 mg Zinn). Die Lampe 1 weist bei einem Nennstrom von 1, 8 A eine Lichtausbeute von 83 lm/W auf.

Figur 2 zeigt die Seitenansicht, Figur 3 die Vorderansicht einer erfindungsgemäßen Elektrode

4, 5, wie sie in der Hochdruckentladungslampe 1 gemäß Figur 1 eingebaut ist. Sie weist einen geraden Schaft 15 von 10,2 mm Länge aus undotiertem Wolframdraht mit einem Drahtdurchmesser von 0,6 mm auf. Ein zylindrischer Stift 16 ist am entladungsseitigen Ende des Schaftes 15 seitlich ange-
 5 setzt. Die Befestigung des Stiftes 16 am Schaft 15 erfolgt durch Stumpfschweißen, so daß Stift 16 und Schaft 15 im rechten Winkel zueinander stehen. Die Entladung verläuft quer zu den beiden parallel
 10 zueinander angeordneten Schäften 15.

Die Stifte 16 sind etwa in halber Höhe des Entladungsvolumens angeordnet, so daß ein möglicher Einfluß der Brennlage auf das Betriebsverhalten minimiert wird.

Als Stift 16 wird ein Wolframdraht, mit 0,7 % Thoriumdioxid angereichert, verwendet. Eine Emitterpaste wird nicht benötigt. Die beiden Stifte 16 sind coaxial zueinander angeordnet und haben je-
 15 weils eine Länge von 1,2 mm und einen Durchmesser von 1,2 mm, wobei der Elektrodenabstand ca. 6 - 7 mm beträgt (Typ I-Version). In einem anderen Ausführungsbeispiel (Typ II) beträgt der Durchmesser der Stifte 16 nur 0,9 mm bei gleicher
 20 Länge (1,2 mm); auch der Schaftdurchmesser ist etwas kleiner (0,5 mm).

Statt Wolframdraht kann für den Stift auch ein Sinterkörper verwendet werden, der - aus dotiertem Wolframpulver gepreßt - an das Ende des
 25 Schaftes angeschweißt wird.

Ein Vergleich des Betriebsverhaltens von Lampen mit konventionellen Elektroden spitzen (d.h. Durchmesser von Schaft und Elektroden spitze sind gleich groß) und von Lampen mit Stiften hoher
 30 Wärmekapazität als Elektroden spitzen liefert folgende Ergebnisse:

Bei Verwendung von Elektroden mit Stiften hoher Wärmekapazität ist die Elektrodenkorrosion deutlich herabgesetzt. Die mittlere Lebensdauer konnte beim Typ I um etwa 20 %, beim Typ II um
 35 etwa 10 % gegenüber konventionellen Lampen gesteigert werden.

Ein Maß zur Beurteilung der Zündwilligkeit gibt das Verhältnis (U_W/U_B) von Wiedertzündspannung (U_W) zu Brenns spannung (U_B) einer Lampe. Je kleiner dieses Verhältnis ist, umso besser ist die Bogenübernahme. Bei den Lampen, deren Elektrode einen Stift vom Typ I enthält, ist erwartungsgemäß die Zündwilligkeit besser ($U_W/U_B = 1,60$) als bei
 40 Lampen mit konventionellen abgewinkelten Elektroden ($U_W/U_B = 1,80$). Bei Lampen, deren Elektroden einen Stift vom Typ II enthalten, ist die Zündwilligkeit sogar noch etwas besser ($U_W/U_B = 1,56$); jedoch wird die Elektrodenkorrosion nicht so wirkungsvoll eingedämmt (s.o.).

Bei einem Ausführungsbeispiel einer Hochdruckentladungslampe mit 35 W Leistungsaufnahme entspricht der prinzipielle Aufbau weitgehend

der in Figur 1 gezeigten Lampenversion mit höherer Leistungsstufe. Das ellipsoidähnliche Entladungsvolumen besitzt jedoch wesentlich kleinere Abmessungen, wobei alle drei Achsen unterschiedliche Abmessungen aufweisen: Längsachse 5 mm; Querachse (Breite) 4 mm; vertikale Achse (Höhe) 3,5 mm. Die Füllung des Entladungsgefäßes (das ein Volumen 0,07 cm³ aufweist) ist ähnlich dem ersten Ausführungsbeispiel, jedoch ist das Brom durch Jod ersetzt und ein zusätzlicher Überschuß an Zinn eingebracht. Auch diese Lampe weist ähnlich verbesserte Betriebseigenschaften auf wie die im ersten Ausführungsbeispiel gezeigte Lampe.

Eine Vorderansicht der für diese Lampe benutzten Elektrode zeigt Figur 4. Eine Anpassung an das ellipsoidähnliche Entladungsgefäß 2' wird hierbei durch den länglichrunden Querschnitt des Stiftes erreicht. Zu beachten ist, daß hierbei die "Längsseite" der Querschnittsfläche des Stiftes eine stärkere Wärmeabstrahlung als die "Querseite" besitzt, weshalb der Stift am Elektrodenschaft so orientiert ist, daß die "Längsseite" des Stiftes zur weiter entfernten und daher kälteren - Innenwand im Bereich der Querachse des Entladungsgefäßes 2' abstrahlt. Im einzelnen ist der gerade Schaft 17 aus einem undotierten Wolframdraht mit einem Drahtdurchmesser von 0,3 mm hergestellt; er hat eine Länge von 6,6 mm. Der Stift 18 (aus mit 0,7 Gew.-% ThO₂ angereichertem Wolfram) hat eine Länge von 0,7 mm; er weist eine Breite von 0,6 mm und eine abgeplattete Höhe von 0,55 mm auf. Die in Figur 4 gezeigten Abmessungen sollen das Prinzip verdeutlichen und sind nicht maßstäblich aufzufassen.

Die abgeplattete Querschnittsform des Stiftes 18 kann bei Verwendung eines Drahtes entweder durch nachträgliches Walzen oder bereits durch die Form des Ziehsteins erzielt werden. Bei Verwendung von Sinterkörpern weisen bereits die beim Pressen verwendeten Formteile eine entsprechende Gestalt auf; im allgemeinen ist dabei auch eine stärkere Inhomogenität der Wärmeabstrahlung erzielbar.

Bei Elektrodenspitzen aus Sinterkörpern ist es gemäß Fig. 5a und b besonders gut möglich, nur die Wärmeabstrahlung in die hinter den Elektroden liegenden Toträume zu verbessern, falls das Entladungsgefäß dort die kälteste Stelle aufweist. Zu diesem Zweck wird vorteilhaft ein Sinterkörper 19 in konusähnlicher Gestalt (oder in Gestalt einer Pyramide) verwendet, wobei der Sinterkörper 19 eine ellipsoidähnliche Grundfläche 20 (Querachse d₁) besitzt, die am Elektrodenschaft 21 (Durchmesser d₂, wobei d₂ < d₁) seitlich angeschweißt ist; an der abgerundeten Spitze 22 des Sinterkörpers 19 setzt die Bogenentladung an. Der am Schaft 21 quer zur Entladung überstehende Bereich der Grundfläche 20 des Konus heizt dann

den Totraum auf.

Zur Erzielung anderer Farbtemperaturen und Lichtfarben können auch Füllungen mit anderen Metallen und Halogeniden verwendet werden, beispielsweise wird durch eine Füllung mit Jodiden des Natrium und Thallium sowie mehrere Seltener Erden (Dy, Ho, Tm) eine höhere Farbtemperatur erzielt.

Die genauen Abmessungen des Stiftes hängen jeweils von der Geometrie des Entladungsgefäßes und der Leistungsaufnahme der Lampe ab. Es muß dabei ein Kompromiß zwischen der Eindämmung der Elektrodenkorrosion und guter Zündwilligkeit gefunden werden. Dabei ist auch die Zusammensetzung der Lampenfüllung von großer Bedeutung. Die Elektrodenabmessungen sind jeweils auf das verwendete Füllungssystem abgestimmt.

Patentansprüche

1. Einseitig gequetschte Hochdruckentladungslampe kleiner Leistung, mit einem Entladungsgefäß (2) aus Quarzglas, das ggf. von einem Außenkolben (3) umgeben ist, und mit einer Füllung aus Quecksilber und Edelgas mit Zusätzen an Metallen und/oder deren Halogeniden und mit zwei Elektroden (4, 5), bestehend aus einem geraden Schaft (15) und einer abgewinkelten Elektrodenspitze, wobei die beiden Schäfte (15) parallel zueinander angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Spitze jeder Elektrode (4, 5) als separater Stift (16; 18) ausgebildet ist, der seitlich am Ende des Schaftes (15; 17) angesetzt ist, wobei die Querschnittsfläche des Stiftes (16; 18) größer als die des Schaftes (15; 17) ist.
2. Hochdruckentladungslampe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Stift (16) einen kreisförmigen Querschnitt aufweist.
3. Hochdruckentladungslampe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Stift (18) einen länglichrunden Querschnitt aufweist.
4. Hochdruckentladungslampe nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Stift als Drahtstück gefertigt ist.
5. Hochdruckentladungslampe nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Stift als Sinterkörper gefertigt ist.
6. Hochdruckentladungslampe nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Durchmesser des Stiftes (16) um einen Faktor 1,5 bis 3 größer als der Durchmesser des Schaftes (15) ist.

7. Hochdruckentladungslampe nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Verhältnis von Länge zu Durchmesser des Stiftes (16) zwischen 1 und 2 liegt.
8. Hochdruckentladungslampe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Stift aus dotiertem Wolfram besteht, wobei ein Dotierungssubstanz mit niedriger Elektronenaustrittsarbeit verwendet wird, während der Schaft aus undotiertem Wolfram besteht.
9. Hochdruckentladungslampe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Füllungsätze als wesentlichen Bestandteil Zinn enthalten.

Claims

1. High-pressure low-power discharge lamp having a single pinch, having a discharge vessel (2) made of quartz glass which is surrounded if appropriate by an outer piston (3), and having a filling of mercury and noble gas with additives of metals and/or their halides and having two electrodes (4, 5) composed of a straight shaft (15) and an electrode tip bent at an angle, the two shafts (15) being arranged parallel to one another, characterised in that the tip of each electrode (4, 5) is constructed as a separate pin (16; 18) which is attached laterally to the end of the shaft (15; 17), the cross-sectional surface of the pin (16; 18) being larger than that of the shaft (15; 17).
2. High-pressure discharge lamp according to Claim 1, characterised in that the pin (16) has a circular cross-section.
3. High-pressure discharge lamp according to Claim 1, characterised in that the pin (18) has an oval cross-section.
4. High-pressure discharge lamp according to Claim 2 or 3, characterised in that the pin is produced as a wire element.
5. High-pressure discharge lamp according to Claim 2 or 3, characterised in that the pin is produced as a sintered element.
6. High-pressure discharge lamp according to Claim 2, characterised in that the diameter of the pin (16) is greater than the diameter of the shaft (15) by a factor of 1.5 to 3.
7. High-pressure discharge lamp according to Claim 6, characterised in that the ratio of the

length to the diameter of the pin (16) is between 1 and 2.

8. High-pressure discharge lamp according to Claim 1, characterised in that the pin is composed of doped tungsten, a dopant with a low electron emission work being used whilst the shaft is composed of non-doped tungsten.
9. High-pressure discharge lamp according to Claim 1, characterised in that the filling additives contain tin as an essential component.

Revendications

1. Lampe à décharge haute pression de faible puissance à pincement unilatéral, comportant une enceinte à décharge (2) formée d'un verre quartzé, qui est entouré éventuellement par une ampoule extérieure (3), et un remplissage formé de mercure et d'un gaz rare avec des additifs de métaux et/ou de leurs halogénures, et deux électrodes (4,5) constituées par une tige rectiligne (15) et une pointe d'électrode repliée, les deux tiges (15) étant disposées parallèlement l'une à l'autre, caractérisée par le fait que la pointe de chaque électrode (4,5) est agencé sous la forme d'une broche séparée (16;18), qui fait saillie latéralement à l'extrémité de la tige (15;17), la surface en coupe transversale de la broche (16;18) étant supérieure à celle de la tige (15;17).
2. Lampe à décharge haute pression suivant la revendication 1, caractérisée par le fait que la broche (16) possède une section transversale circulaire.
3. Lampe à décharge haute pression suivant la revendication 1, caractérisée par le fait que la broche (18) possède une section transversale oblongue.
4. Lampe à décharge haute pression suivant la revendication 2 ou 3, caractérisée par le fait que la broche est réalisée sous la forme d'un élément de fil.
5. Lampe à décharge haute pression suivant la revendication 2 ou 3, caractérisée par le fait que la broche est réalisée sous la forme d'un corps fritté.
6. Lampe à décharge haute pression suivant la revendication 2, caractérisée par le fait que le diamètre de la broche (16) est supérieur, d'un facteur compris entre 1,5 et 3, au diamètre de la tige (15).

7. Lampe à décharge haute pression suivant la revendication 6, caractérisée par le fait que le rapport de la longueur au diamètre de la broche (16) est compris entre 1 et 2.
- 5
8. Lampe à décharge haute pression suivant la revendication 1, caractérisée par le fait que la broche est constituée par du tungstène dopé, auquel cas on utilise une substance de dopage pour laquelle le travail d'extraction des électrons est faible, tandis que la tige est formée de tungstène non dopé.
- 10
9. Lampe à décharge haute pression suivant la revendication 1, caractérisée par le fait que les additifs de remplissage contiennent de l'étain comme constituant principal.
- 15
- 20
- 25
- 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55
- 6

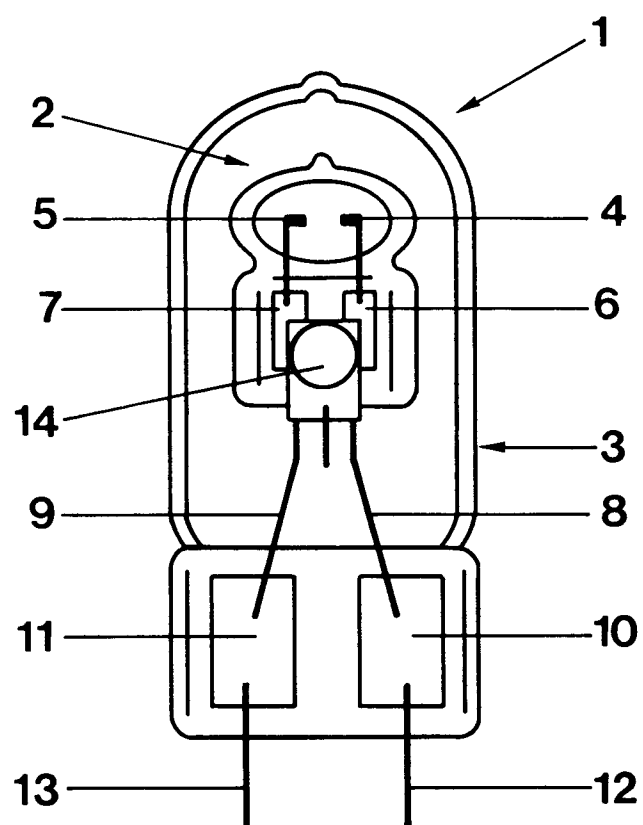


FIG. 1

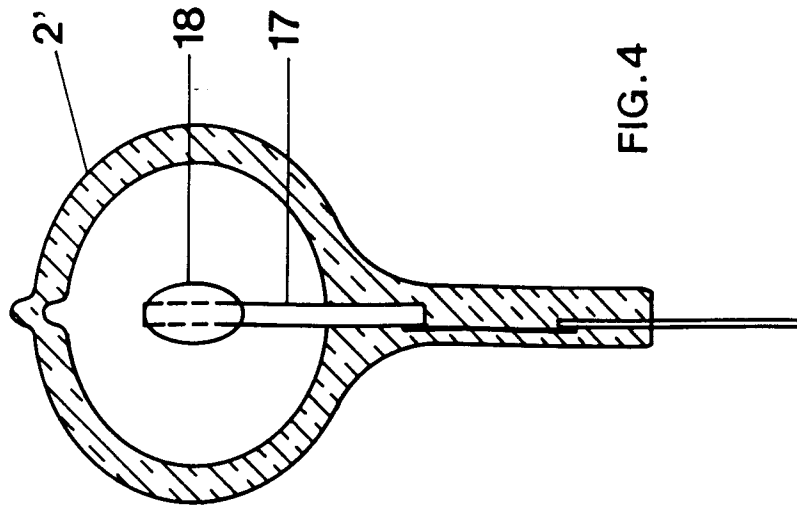


FIG. 4

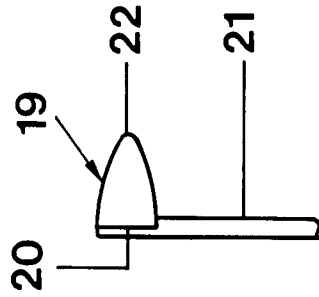


FIG. 5b

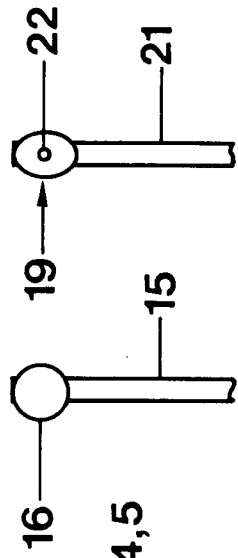


FIG. 5a

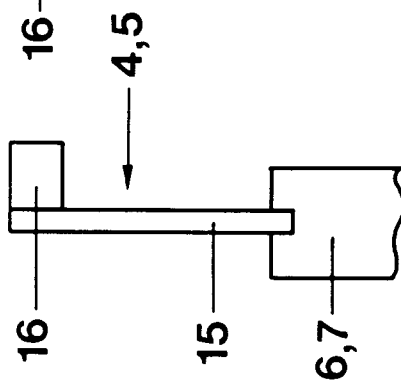


FIG. 3

FIG. 2