



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
**19.06.2002 Patentblatt 2002/25**

(51) Int Cl.7: **H01J 9/02, H01J 61/073**

(21) Anmeldenummer: **01000721.9**

(22) Anmeldetag: **06.12.2001**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV MK RO SI**

(72) Erfinder:  

- **Derra, Günther, Dr.**  
**52066, Aachen (DE)**
- **Fischer, Hanns Ernst, Dr.**  
**52066, Aachen (DE)**
- **Leers, Dieter**  
**52066, Aachen (DE)**
- **Moench, Holger, Dr.**  
**52066, Aachen (DE)**

(30) Priorität: **16.12.2000 DE 10062974**

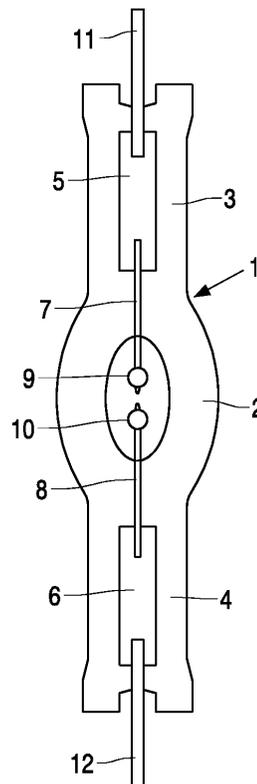
(74) Vertreter: **Volmer, Georg, Dipl.-Ing. et al**  
**Philips Corporate**  
**Intellectual Property GmbH**  
**Weisshausstr. 2**  
**52066 Aachen (DE)**

(71) Anmelder:  

- **Philips Corporate Intellectual Property GmbH**  
**52066 Aachen (DE)**  
Benannte Vertragsstaaten:  
**DE**
- **Koninklijke Philips Electronics N.V.**  
**5621 BA Eindhoven (NL)**  
Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE TR**

(54) **Hochdruckgasentladungslampe und Verfahren zu ihrer Herstellung**

(57) Es wird eine Hochdruckgasentladungslampe (HID- oder UHP-Lampe sowie allgemein Lampen mit Quecksilber-Füllmengen von zwischen etwa 0,05 und 0,5 mg/mm<sup>3</sup>) mit mindestens einer Elektrode(7,8) beschrieben, die an ihrem in einem Lampenkolben (2) liegenden Ende mit einer verdickten, zum Beispiel kugelähnlichen Abschnitt (9,10) versehen ist. Diese Abschnitt ist in Abhängigkeit von Betriebsparametern der Lampe und /oder dem Durchmesser des Elektrodenstabes so bemessen, dass sich während der ersten Betriebsstunden selbständig eine Elektrodenspitze (19) an dem Abschnitt ausbildet. Diese Spitze wächst so lange aus dem Abschnitt heraus, bis ihr freies Ende zu schmelzen beginnt. Die Elektrodenspitze ist auf diese Weise selbst-einstellend, wobei ein optimaler Elektrodenabstand über die gesamte Lebensdauer der Lampe erhalten bleibt. Weiterhin wird ein Verfahren zur Herstellung einer solchen Lampe beschrieben.



**FIG. 1**

**Beschreibung**

**[0001]** Die Erfindung betrifft Hochdruckgasentladungslampen (HID [high intensity discharge] - Lampen oder UHP [ultra high performance] -Lampen), sowie insbesondere Quecksilber-Hochdrucklampen mit Quecksilber-Füllmengen von zwischen etwa 0,05 und 0,5 mg/mm<sup>3</sup>, die mindestens eine Elektrode mit einem Elektrodenstab aufweisen, der an einem Ende mit einem verdickten, zum Beispiel kugelähnlichen Elektrodenabschnitt versehen ist. Die Erfindung betrifft weiterhin eine Beleuchtungseinheit mit einer solchen Hochdruckgasentladungslampe sowie einem Netzteil zur Versorgung der Lampe mit an diese angepassten Betriebsparametern, sowie ein Verfahren zur Herstellung der Lampe.

**[0002]** Die Herstellung, die Betriebseigenschaften, die Lebensdauer und die Kosten dieser Lampen werden ganz wesentlich von der Art und Form der verwendeten Elektroden bestimmt. Es sind deshalb zahlreiche geometrische Formen von Elektroden entwickelt worden, um diesen Kriterien in unterschiedlicher Weise Rechnung zu tragen. Im einfachsten Fall beinhaltet die Lampe zwei Elektroden, die jeweils durch einen Stab aus Wolfram gebildet sind. Die freien Enden der Elektrodenstäbe erstrecken sich in einen Lampenkolben mit einer Gasatmosphäre, die im Betriebszustand die Ausbildung eines Lichtbogens ermöglicht. Die jeweils anderen Enden sind über eine durch den Kolben verlaufende Durchführung mit Anschlussstiften für eine Betriebsspannung verbunden.

**[0003]** Um zum Beispiel die Wärmeabstrahlung der Elektroden zu verbessern und bei hoher Lampenleistung eine zu starke Erwärmung der Durchführung und damit die Gefahr einer Beschädigung der Abdichtung an dem Lampenkolben zu vermeiden, ist es bekannt, an den freien Enden der Elektroden jeweils eine oder mehrere Wicklungen aus dem gleichen Material wie die Elektrode anzubringen. Diese Wicklungen können auch mit dem Elektrodenstab verschmolzen werden, um insbesondere bei mit Wechselstrom betriebenen Lampen die Funktion eines Wärmepuffers zu erzielen. Weiterhin kann damit auch die Lebensdauer der Elektroden verlängert werden. Elektroden dieser Art können relativ einfach aus Wolfram hergestellt werden und sind allgemein bekannt.

**[0004]** Ein wesentlicher Nachteil dieser Elektroden besteht jedoch darin, dass die thermische Leitfähigkeit im allgemeinen relativ gering und nicht reproduzierbar ist, da sich der thermische Kontakt zwischen den Wicklungen und dem Stab sowie zwischen den einzelnen Wicklungen während der Lebensdauer der Lampe verändern kann. Insbesondere bei Lampen mit kurzem Lichtbogen (zum Beispiel etwa 1 mm) können diese Effekte Veränderungen der Lampeneigenschaften, das heißt der optischen Ausgangsleistung sowie der erforderlichen Betriebsspannung um bis zu 30 Prozent verursachen. Auch bei den Kurzbogenlampen (z. B. UHF-Lampen) treten diese Probleme im wesentlichen unabhängig davon auf, ob die Wicklungen mit der Elektrode verschmolzen sind oder nicht, da diese Lampen bei so hohen Temperaturen (mehr als 3000 K) betrieben werden, dass sich auch die verschmolzenen Teile verändern können. Elektroden, die zur Vermeidung dieses Problems aus einem entsprechend starken massiven Wolframstab gebildet sind, sind in der Herstellung teuer und kompliziert.

**[0005]** Aus der US-PS 3.067.357 ist eine Elektrode bekannt, bei der ein Wolframstab an seinem freien Ende einen durch Schmelzen entstandenen kugelähnlichen Abschnitt aufweist. Die zum Schmelzen erforderliche Wärme kann während der Herstellung oder während des Betriebes der Lampe erzeugt werden, wobei die Größe dieses Abschnitts und damit auch der Elektrodenabstand durch den Lampenstrom, den Druck in der Lampe und den Durchmesser des Elektrodenstabes bestimmt wird. Im Betrieb muss sich immer ein bestimmter Teil (50 %) dieses Abschnitts in geschmolzenem Zustand befinden. Auf diese Weise soll die Herstellung der Elektroden wesentlich einfacher und kostengünstiger werden, da die Größe des kugelähnlichen Abschnitts, von dem der Lichtbogen ausgeht, durch entsprechende Einstellung der genannten Größen und nicht durch relativ toleranzempfindliche und aufwendige Fertigungs- und Montageverfahren erzielt wird.

**[0006]** Ein wesentlicher Nachteil dieser Lampe besteht jedoch darin, dass der Lampenstrom sehr genau eingestellt und sehr konstant gehalten werden muss, um den kugelähnlichen Abschnitt zu erzeugen und in dem erforderlichen Maße geschmolzen zu halten. Ein nur um wenige Prozent höherer Strom kann dazu führen, dass der gesamte Abschnitt und ein Teil des Stabes der Elektrode schmilzt, so dass der Abschnitt größer und der Abstand zu der gegenüberliegenden Elektrode erheblich und dauerhaft verändert wird. Dieser Effekt wirkt sich bei kurzen Lichtbögen so stark aus, dass der Grenzstrom äußerst genau eingehalten werden muss, um eine Kurzbogenlampe mit dieser Elektrodenart stabil betreiben zu können. Hinzu kommt, dass sich dieser Grenzstrom während der Einschaltphase in Abhängigkeit von dem steigenden Druck des Gasdampfes in der Lampe ändert.

**[0007]** Ein weiterer Nachteil dieser Lampe besteht darin, dass sich der Elektrodenabstand während der Lebensdauer der Lampe vergrößert. Dies beruht im wesentlichen darauf, dass die freie Iodatmosphäre, mit der eine Schwärzung der Wände verhindert werden soll, den Transport von Wolfram von der heißen Elektroden spitze zu den hinteren Teilen der Elektrode beschleunigt. Auch dieser Nachteil wirkt sich besonders stark bei Kurzbogenlampen aus, die mit diesen Elektroden eine maximale Lebensdauer von nur einigen hundert Stunden aufweisen.

**[0008]** Schließlich hat sich gezeigt, dass insbesondere bei Quecksilber-Hochdrucklampen (UHP-Lampen mit einem Druck von etwa 200 bar) mit einer solchen Elektrode der Lichtbogen periodisch über die vordere Fläche der Elektrode wandern kann, so dass ein Einsatz dieser Lampen in Projektionssystemen nicht möglich ist.

**[0009]** Eine Aufgabe, die der Erfindung zugrunde liegt, besteht deshalb darin, eine Hochdruckgasentladungslampe

der eingangs genannten Art und eine Beleuchtungseinheit mit einer solchen Lampe zu schaffen, die während ihrer gesamten Lebensdauer einen stabilen und schwankungsfreien Betrieb bei im wesentlichen gleichbleibendem Elektrodenabstand ermöglicht, ohne dass hierzu besondere Anforderungen an die Genauigkeit und Konstanz des Lampenstroms gestellt werden müssen.

5 **[0010]** Eine weitere Aufgabe, die der Erfindung zugrunde liegt, besteht darin, ein Verfahren zu schaffen, mit dem eine solche Hochdruckgasentladungslampe besonders einfach und kostengünstig hergestellt werden kann.

**[0011]** Die Lösung der erstgenannten Aufgabe erfolgt einerseits gemäß Anspruch 1 mit einer Hochdruckgasentladungslampe der eingangs genannten Art, die sich dadurch auszeichnet, dass der verdickte Elektrodenabschnitt in Abhängigkeit von Betriebsparametern der Lampe so bemessen ist, dass dieser im normalen Lampenbetrieb nicht schmilzt, dass sich jedoch während der ersten Betriebsstunden der Lampe an dem Elektrodenabschnitt eine Elektroden-  
10 spitze so lange ausbildet, bis diese im Bereich des Ansatzes eines Lichtbogens schmilzt.

**[0012]** Die Lösung erfolgt andererseits gemäß Anspruch 10 mit einer Beleuchtungseinheit mit einer Hochdruckgasentladungslampe dieser Art sowie einem Netzteil zur Versorgung der Lampe mit an diese angepassten Betriebsparametern in der Weise, dass der verdickte Elektrodenabschnitt im normalen Lampenbetrieb nicht schmilzt, dass sich jedoch während der ersten Betriebsstunden der Lampe an dem Elektrodenabschnitt eine Elektroden-  
15 spitze so lange ausbildet, bis diese im Bereich des Ansatzes eines Lichtbogens schmilzt.

**[0013]** Die genannten Betriebsparameter sind dabei insbesondere die Höhe der Betriebsspannung und des Betriebsstroms sowie deren zeitliche Verläufe und Frequenzen.

**[0014]** Der Erfindung liegt die überraschende Erkenntnis zugrunde, dass sich bei einer mit einer solchen Elektrode versehenen Lampe die Elektroden-  
20 spitze während der ersten Betriebsstunden der Lampe von selbst aufbaut, wobei dieser Prozess automatisch endet, wenn das vordere Ende der Spitze anfängt zu schmelzen.

**[0015]** Ein besonderer Vorteil dieser Lösung liegt deshalb darin, dass die Elektroden-  
spitze im Hinblick auf ihre Länge selbststabilisierend ist. Dies macht eine aufwendige Optimierung des Elektrodenabstandes überflüssig.

**[0016]** Darüber hinaus bleibt diese selbststabilisierende Wirkung während der gesamten Lebensdauer der Lampe erhalten, so dass stets ein optimaler Elektrodenabstand vorhanden ist. Dieser Vorteil wirkt sich in besonderem Maße bei Kurzbogenlampen aus, da bei diesen Lampen die Elektroden hoch belastet sind. Die Lampe ist weiterhin aufgrund des stabilen Lichtbogens insbesondere für Projektionszwecke geeignet.

**[0017]** Zwar ist die Elektroden-  
30 spitze im Bereich des Ansatzes des Lichtbogens geschmolzen. Da jedoch der verdickte Abschnitt eine im Verhältnis zur Spitze wesentlich größere Masse aufweist und somit als Wärmepuffer bzw. zur Wärmeabstrahlung dient, hat der übrige Teil der Elektrode wesentlich niedrigere Temperaturen, so dass die Lampe eine sehr hohe Lebensdauer aufweist.

**[0018]** Zur Lösung der zweitgenannten Aufgabe wird gemäß Anspruch 7 ein Verfahren zur Herstellung einer Hochdruckgasentladungslampe geschaffen, das dadurch gekennzeichnet ist, dass zur Fertigung der Elektrode ein Elektroden-  
35 stab an einem Ende mit einem verdickten Abschnitt versehen wird und eine Elektroden-  
spitze an diesem Abschnitt während erster Betriebsstunden der Lampe mit einem Strom ausgebildet wird, der im wesentlichen dem Betriebsstrom der Lampe entspricht, wobei der verdickte Abschnitt in Abhängigkeit von diesem Strom bemessen wird.

**[0019]** Der wesentliche Vorteil dieses Verfahrens besteht darin, dass es besonders einfach und kostengünstig ist, da die üblicherweise sehr aufwendige Herstellung der Elektroden weitgehend entfällt bzw. auf die Erzeugung des verdickten Abschnitts an dem Elektrodenstab beschränkt ist.

40 **[0020]** Die Unteransprüche haben vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung zum Inhalt.

**[0021]** Die Dimensionierungen gemäß den Ansprüchen 2 und 3 haben sich als besonders vorteilhaft im Hinblick auf eine deutliche Ausbildung der Elektroden-  
spitzen erwiesen.

**[0022]** Die Ausführungen gemäß den Ansprüchen 4 und 5 haben besondere Vorteile im Hinblick auf die Lichtausbeute und die Verhinderung einer Trübung des Lampenkolbens während der Lebensdauer der Lampe.

45 **[0023]** Weitere Einzelheiten, Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der folgenden Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsform anhand der Zeichnung. Es zeigt:

Fig. 1 eine schematische Gesamtdarstellung einer erfindungsgemäßen Lampe;

50 Fig. 2(a) bis (c) verschiedene Phasen des Entstehens einer Elektrode;

Fig. 3 eine Abhängigkeit zwischen dem Durchmesser der entstehenden Elektroden-  
spitze und dem Durchmesser eines kugelähnlichen Elektrodenabschnitts;

55 Fig. 4 eine Abhängigkeit zwischen der Länge der entstehenden Elektroden-  
spitze und dem Durchmesser eines kugelähnlichen Elektrodenabschnitts;

und

Fig. 5 ein Netzteil für eine erfindungsgemäße Lampe.

**[0024]** Die nachfolgend beschriebenen Betriebsparameter der Lampe, nämlich die Höhe der Betriebsspannungen und -ströme sowie deren zeitliche Verläufe und Frequenzen betreffen sowohl die Erzeugung der Elektrodenspitze während der ersten Betriebsstunden der Lampe, als auch den anschließenden Normalbetrieb in der gewünschten Anwendung. Deshalb ist die Lampe vorzugsweise mit einem Netzteil kombiniert, mit dem eine zur Verfügung stehende allgemeine Netzspannung in die die genannten Eigenschaften aufweisende Betriebsspannung für die Lampe umgewandelt wird. Netzteile dieser Art sind zum Beispiel in der WO95/35645, der WO00/36882 und der WO00/36883 offenbart, die durch Bezugnahme zum Bestandteil dieser Offenbarung gemacht werden sollen.

**[0025]** Figur 1 zeigt beispielhaft eine Kurzbogen-Hochdruckgasentladungslampe 1, die einen elliptischen Lampenkolben 2 aus Quarzglas oder aus einem Keramikmaterial mit einem Lichtaustrittsfenster aufweist. Als Gas befindet sich in dem Kolben Quecksilberdampf, dem etwa 0,001 bis 10  $\mu\text{mol}/\text{cm}^3$  Brom (oder Chlor) zugesetzt ist, so dass ein regenerativer Wolframzyklus angeregt werden kann. Zusammen mit dem in dem Kolben 2 vorhandenen Sauerstoff wird gleichzeitig verhindert, dass sich die Wände des Kolbens während des Betriebes der Lampe eintrüben.

**[0026]** In den Lampenkolben 2 erstrecken sich die einen Enden einer ersten und einer zweiten Elektrode 7, 8 aus Wolfram. Diese Enden weisen jeweils einen im wesentlichen kugelförmigen Elektrodenabschnitt 9, 10 auf, während die anderen Enden der Elektroden jeweils mit einer elektrisch leitenden Folie 5, 6 zum Beispiel aus Molybdän verbunden sind. Der Kolben 2 setzt sich längsseitig in Form von zylindrischen Quarzteilen 3, 4 fort, in die die Folien 5 und 6 vakuumdicht eingebracht sind. An den Folien sind wiederum nach außen geführte Anschlussstifte 11, 12 befestigt, über die der Lampenstrom zugeführt wird.

**[0027]** Figur 2 zeigt eine der Elektroden 7, 8 in verschiedenen Phasen des Entstehens in vergrößerter Darstellung. Die im folgenden anhand der Elektrode 7 beispielhaft beschriebenen Vorgänge und Abläufe betreffen im Wechselstrombetrieb der Lampe in gleicher Weise auch die andere Elektrode 8.

**[0028]** Ausgangsmaterial bei der Herstellung ist gemäß Figur 2(a) ein Elektrodenstab 20 aus Wolfram mit einem Durchmesser von etwa 0,4 mm. An das erste Ende dieses Stabes ist ein im einfachsten Fall kugelförmiger Elektrodenabschnitt 9 mit einem Durchmesser von etwa 0,8 bis 1,7 mm angeformt. Diese Abmessungen gelten für Lampenströme von etwa 1,5 bis 2,5 A, wobei für andere Ströme andere Abmessungen sinnvoll sein können. Als allgemeiner sinnvoller Bereich hat sich bei einem Lampenstrom zwischen etwa 0,5 und 8 A (UHP-Lampe mit 50 - 500 W) ein Stabdurchmesser zwischen 0,2 und 0,7 mm und ein Durchmesser des kugelförmigen Abschnitts zwischen 0,5 und 3,0 mm erwiesen. Dabei ist es im allgemeinen vorteilhaft, wenn der Durchmesser des kugelförmigen Abschnitts etwa das 1,5 bis 5 fache des Stabdurchmessers beträgt.

**[0029]** Der kugelförmige Abschnitt 9 kann durch Anschmelzen des einen Endes des Stabes 20 oder auf andere Weise, wie zum Beispiel durch mechanisches Stauchen eines vorgewärmten Wolframdrahtes erzeugt werden, so dass die in Figur 2(b) gezeigte Elektrode 7 entsteht. Anstelle der Kugelform sind auch andere kugelähnliche Formen, wie zum Beispiel kegelförmige Abschnitte oder andere "Verdickungen" möglich, wobei insbesondere flachere Abschnitte für höhere Frequenzen der Betriebsspannung der Lampe gewählt werden.

**[0030]** Mit zwei Elektroden 7, 8 dieser Art wird anschließend die Lampe gemäß Figur 1 hergestellt. Der im Verhältnis zum Durchmesser des Stabes 20 jeweils relativ große Durchmesser des kugelförmigen Abschnitts 9, (10) führt dazu, dass sich dieser Abschnitt im Betrieb der Lampe nicht so stark erwärmt, wie es bei allgemein bekannten Elektrodenspitzen der Fall ist. Dies hat unter anderem den Vorteil, dass der Wolframtransport von der Spitze in Richtung auf die hinteren Teile der Elektrode wesentlich geringer ist, als bei den eingangs beschriebenen bekannten Elektroden.

**[0031]** Darüber hinaus hat sich überraschend gezeigt, dass sich innerhalb der ersten Betriebsstunden der Lampe der kugelförmige Abschnitt gemäß Figur 2(c) verändert. Im Wechselstrombetrieb gilt dies wiederum für beide Elektroden 7 (8). An der Stelle des Ansatzes des Lichtbogens bildet sich dabei eine Elektrodenspitze 19 aus, wobei der kugelförmige Abschnitt 9 (10) in diesem Bereich eine entsprechende Abflachung erfährt.

**[0032]** Die Form, mit der sich die Elektrodenspitze 19 aufbaut, kann in erster Linie durch die Größe des verdickten Abschnitts und die Frequenz des Lampenstroms beeinflusst werden.

**[0033]** Im einzelnen hat sich dabei für einen kugelförmigen Abschnitt 9 (10) gezeigt, dass die Dicke der Elektrodenspitze, das heißt deren Durchmesser  $D_e$ , in erster Linie durch die Frequenz  $f$  bestimmt wird und im wesentlichen unabhängig von dem Durchmesser  $D_k$  des Abschnitts 9 (10) ist. Diese Zusammenhänge sind in dem Diagramm der Figur 3 dargestellt, in dem für einen Elektrodenstab mit einem Durchmesser von 400  $\mu\text{m}$  die Durchmesser  $D_e$  [ $\mu\text{m}$ ] der entstehenden Elektrodenspitze 19 (Dreieck-Symbole) über verschiedenen Durchmessern  $D_k$  [ $\mu\text{m}$ ] des kugelförmigen Abschnitts 9 (10) aufgetragen sind.

**[0034]** Die Lampen wurden dabei mit einer Leistung von 120 Watt bei etwa 80 Volt mit einem Lampenstrom mit einer Frequenz  $f$  von 90 Hz betrieben. Dabei ist einer vorbestimmten Anzahl von halben Perioden, vorzugsweise jeder halben Periode des Lampenstroms ein Strompuls mit gleicher Polarität wie die betreffende Periode überlagert. Das Verhältnis zwischen der mittleren Amplitude des Strompulses und der mittleren Amplitude des Lampenstroms kann zwischen 0,6 und 2 und das Verhältnis zwischen der Dauer des Strompulses und einer halben Periode des Lampenstroms zwischen

0,05 und 0,15 liegen. Als weitere Bemessungsregel hat sich ergeben, dass der Anteil der der Lampe durch den Strompuls zugeführten Energie vorzugsweise zwischen 5 und 15 Prozent der Energie beträgt, die der Lampe während einer halben Periode durch den Lampenstrom zugeführt wird.

**[0035]** Eine Schaltung zur Erzeugung eines solchen Lampenstroms wird weiter unten anhand von Figur 5 beschrieben und ist im Detail in der WO95/35645 offenbart.

**[0036]** Bei einer Betriebsfrequenz  $f$  von 90 Hz hat somit die Spitze einen Durchmesser, der demjenigen des Elektrodenstabes gleicht. Als allgemeiner Zusammenhang hat sich für den Durchmesser  $D_e$  der Elektrodenspitze folgende Beziehung ergeben:  $D_e = a / \sqrt{f}$ , wobei  $a$  eine lampenspezifische Proportionalitätskonstante ist und im Bereich von 2.000 bis 10.000 (hier bei etwa 4.000)  $\mu\text{mHz}^{0,5}$  liegt.

**[0037]** Im Gegensatz dazu ist die Länge  $L_e$  der entstehenden Elektrodenspitze 19 von dem Durchmesser  $D_k$  des kugelförmigen Abschnitts 9 (10) abhängig. Dieser Zusammenhang ist in Figur 4 dargestellt, in der für einen Durchmesser des Elektrodenstabes von 400  $\mu\text{m}$  für verschiedene Durchmesser  $D_k$  des Abschnitts 9 (10) die Länge  $L_e$  der Elektrodenspitze (Rechteck-Symbole) aufgetragen ist. Die Lampen wurden dabei wieder mit einer Leistung von 120 Watt bei etwa 80 Volt mit einem Betriebsstrom mit einer Frequenz  $f$  von 90 Hz und einer Stromform gemäß der Beschreibung im Zusammenhang mit Figur 3 betrieben.

**[0038]** Die Länge  $L_e$  der Elektrodenspitze 19 ist allerdings auch deutlich von dem Lampenstrom und der Leistung der Lampe abhängig. Je höher diese beiden Werte sind, desto kürzer ist die entstehende Spitze 19. Der Lampenstrom und die Leistung der Lampe bestimmen den gesamten Energieeintrag in die Elektroden, wobei die Größe des kugelförmigen Abschnitts 9 (10) wiederum die Energieabstrahlung beeinflusst. Für die praktische Anwendung wählt man die Größe dieses Abschnitts so, dass sich eine lange Lebensdauer der Lampe ergibt.

**[0039]** Die Anzahl der ersten Betriebsstunden, während der sich die Elektrodenspitze 19 ausbildet, liegt für eine Länge der Spitze von etwa 200  $\mu\text{m}$  bei einer Stunde und für eine Länge der Spitze von etwa 1 mm bei etwa 50 Stunden.

**[0040]** Die oben erläuterten Zusammenhänge gelten auch dann, wenn anstelle des kugelförmigen Abschnitts eine andere Form der Verdickung gewählt wird.

**[0041]** Die Spitze 19 vergrößert sich während der Entstehung allmählich, bis ihr vorderes Ende so heiß wird, dass es schmilzt. Wenn das vordere Ende geschmolzen ist, ist kein weiteres Wachstum zu beobachten. Wenn also entsprechend den oben erläuterten Zusammenhängen die Betriebsparameter so eingestellt sind, dass die Spitze 19 eine Länge von etwa 0,1 mm bis 1,0 mm erreicht, so ist der endgültige Elektrodenabstand nach Beendigung der ersten Betriebsstunden etwa 0,2 bis 2,0 mm kürzer als der Abstand der kugelförmigen Abschnitte 9 und 10 vor dem erstmaligen Einschalten der Lampe.

**[0042]** Folglich entsteht eine Elektrodenform, die durch einen relativ dünnen Elektrodenstab 20, einen relativ großen kugelähnlichen Elektrodenabschnitt 9 (10) und eine dünne Elektrodenspitze 19 gebildet ist. Der Abschnitt 9 (10) wird dabei so bemessen, dass er eine gute Wärmeabstrahlungseigenschaft aufweist und kalt genug ist, um einen zuverlässigen und stabilen Betrieb der Lampe über mehrere tausend Stunden zu erzielen. Die im Betrieb entstehende Elektrodenspitze 19 weist an ihrem vorderen Ende einen geschmolzenen Bereich auf, der klein genug ist, um einen stabilen Ansatz des Lichtbogens zu gewährleisten. Dies betrifft insbesondere Hochdruck-UHP-Lampen. Versuche haben gezeigt, dass die Stabilität des Lichtbogens während der gesamten Lebensdauer wesentlich besser ist, als bei bekannten Elektrodenformen.

**[0043]** Mit dieser erfindungsgemäßen Elektrode können auch die Probleme gelöst werden, die durch die Montage und die Toleranzen des seitlichen Abstandes von Elektroden entstehen. Der kugelförmige Abschnitt ermöglicht dabei zunächst die Ausbildung eines horizontalen Lichtbogens. An den Ansätzen des Lichtbogens wachsen dann im Betrieb der Lampe während der ersten Betriebsstunden wiederum die Spitzen, bis deren vordere Enden geschmolzen sind. Da dies von ihrem gegenseitigem Abstand abhängig ist, werden seitliche Toleranzen ausgeglichen.

**[0044]** Anstelle der in Figur 2(b) gezeigten Elektrode kann auch eine Elektrode verwendet werden, die bereits eine vorgeformte Spitze aufweist. Damit werden die während der ersten Betriebsstunden auftretenden, relativ hohen Spannungsänderungen sowie die Verkleinerung des Elektrodenabstandes erheblich vermindert. Zu diesem Zweck sollte die vorgeformte Spitze Abmessungen aufweisen, die denjenigen ähnlich sind, die sich im späteren Normalbetrieb von selbst ergaben.

**[0045]** Die Herstellung der Elektrode kann alternativ auch in der Weise erfolgen, dass auf ein Ende eines Stabes gemäß Figur 2(a) eine oder mehrere Wicklungen aufgebracht werden, die zum Beispiel aus dem gleichen Material bestehen, wie der Stab. Der kugelförmige oder ein anderer kugelähnlicher Abschnitt ("Verdickung") kann dann durch vollständiges oder teilweises Verschmelzen dieses mit den Wicklungen versehenen Bereiches des Stabes relativ einfach erzeugt werden.

**[0046]** Die Anwendung der erfindungsgemäßen Elektroden ist nicht auf Kurzbogenlampen beschränkt, auch wenn sie dort aufgrund der hohen Belastung der Elektroden in solchen Lampen sowie des sich selbst einstellenden, sehr kleinen Abstandes der Elektroden besondere Vorteile aufweisen.

**[0047]** Die Ausbildung der Elektrodenspitze ist von dem Lampenstrom im Verhältnis zur Größe, das heißt dem Wärmeabstrahlungsvermögen des kugelförmigen Abschnitts und damit von der dort entstehenden Temperatur abhängig.

Diese Temperatur soll zwar möglichst hoch sein, nicht jedoch so hoch, dass der Abschnitt schmilzt. Durch geeignete Einstellung und gegenseitige Abstimmung dieser und der oben genannten Betriebsparameter kann eine für nahezu jede Lampenleistung geeignete bzw. optimale Elektrodendimensionierung gerundet werden

[0048] Zum Betreiben der Lampe mit den beschriebenen Betriebsparametern ist vorzugsweise ein Netzteil vorgesehen, das eine allgemeine Netzspannung in eine Versorgungsspannung für die Lampe umwandelt. Ein solches Netzteil ist beispielhaft in Figur 5 gezeigt. Die allgemeine Netzspannung sei in diesem Fall eine Wechselspannung, die an Eingangsklemmen K1, K2 des Netzteils angelegt wird. Das Netzteil umfasst eine Schaltungseinheit A, mit der die Netzspannung in eine Wechselspannung für die Lampe LA umgewandelt wird. Zu diesem Zweck ist eine erste Einrichtung 30 zur Umwandlung der Netzspannung in eine Gleichspannung, sowie ein Kommutator 31 zur Umwandlung der Gleichspannung in die Lampen-Wechselspannung vorgesehen.

[0049] Das Netzteil umfasst weiterhin eine Steuereinheit B, mit der die Schaltungseinheit A so beaufschlagt wird, dass zum Beispiel eine vorbestimmbare Anzahl von Halbperioden oder jede Halbperiode des Lampenstroms mit einem zusätzlichen Strompuls gleicher Polarität wie die betreffende Periode überlagert wird. Dadurch ergibt sich ein entsprechend überhöhter zeitlicher Verlauf des Lampenstroms, wie er oben im Zusammenhang mit Figur 3 bereits beschrieben wurde und mit dem auch ein besonders stabiler Betrieb ohne Bogeninstabilitäten erzielt werden kann. Eine geeignete Schaltung für eine solche Steuereinheit ist in der WO95/35645 offenbart.

[0050] Alternativ dazu kann die Steuereinheit B auch dazu dienen, den Lampenstrom zu Beginn einer Halbperiode relativ zu einem mittleren Strom im Normalbetrieb abzusenken, wodurch bei bestimmten Elektroden ein besonders stabiler und diffuser Ansatz des Lichtbogens erzielt wird. Eine entsprechende Steuereinheit wird in der WO00/36883 beschrieben.

[0051] Schließlich kann die Steuereinheit B den Lampenstrom auch in Abhängigkeit von bestimmten Betriebszuständen oder Anforderungen beeinflussen, die mit entsprechenden Sensormitteln erfasst werden, wie zum Beispiel die Temperatur oder der durch die Lampe fließende Strom oder die Stärke und Schwankungen des erzeugten Lichtes. Eine dafür geeignete Steuereinheit ist in der WO00/36882 offenbart.

[0052] Auch die anderen, oben genannten Betriebsparameter, wie zum Beispiel die Frequenz der Lampenspannung, können mit einem solchen Netzteil in optimaler Weise an den Lampentyp oder bestimmte Betriebszustände angepasst werden. Das Netzteil ist deshalb bevorzugt mit einer Lampe zu einer Beleuchtungseinheit kombiniert, die für einen bestimmten Anwendungsfall, wie zum Beispiel für Projektionszwecke optimiert ist.

## Patentansprüche

1. Hochdruckgasentladungslampe mit mindestens einer Elektrode mit einem Elektrodenstab, der an einem Ende einen verdickten Elektrodenabschnitt aufweist,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** der verdickte Elektrodenabschnitt (9, 10) in Abhängigkeit von Betriebsparametern der Lampe so bemessen ist, dass dieser im normalen Lampenbetrieb nicht schmilzt, dass sich jedoch während der ersten Betriebsstunden der Lampe an dem Elektrodenabschnitt (9, 10) eine Elektrodenspitze (19) so lange ausbildet, bis diese im Bereich des Ansatzes eines Lichtbogens schmilzt.

2. Hochdruckgasentladungslampe nach Anspruch 1,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** der Elektrodenabschnitt (9, 10) kugelähnlich ist und einen Durchmesser aufweist, der etwa 1,5 bis 5 mal größer ist, als der Durchmesser des Elektrodenstabes (20).

3. Hochdruckgasentladungslampe nach Anspruch 1,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** der Elektrodenabschnitt (9, 10) kugelähnlich ist und einen Durchmesser von etwa 0,5 bis 3,0 mm für einen Lampenstrom von etwa 0,5 bis 8 A aufweist.

4. Hochdruckgasentladungslampe nach Anspruch 1,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** die mindestens eine Elektrode (7, 8) aus Wolfram und das Gas ein Quecksilberdampf ist, dem zur Erzeugung eines regenerativen Wolfram-Zyklusses Sauerstoff und Brom oder Chlor beigemischt ist.

5. Hochdruckgasentladungslampe nach Anspruch 4,

**dadurch gekennzeichnet,**

**dass** das Brom mit einem Anteil von etwa 0,001 bis 10  $\mu\text{mol}/\text{cm}^3$  beigemischt ist.

- 5
6. Hochdruckgasentladungslampe nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** die Ausbildung der Elektroden spitze (19) durch den Lampenstrom im Verhältnis zu den Größen von Elektrodenstab (20) und Elektrodenabschnitt (9, 10) beeinflussbar ist.
- 10
7. Verfahren zur Herstellung einer Hochdruckgasentladungslampe,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** zur Fertigung der Elektrode ein Elektrodenstab an einem Ende mit einem verdickten Abschnitt (9, 10) versehen wird und eine Elektroden spitze (19) an diesem Abschnitt während erster Betriebsstunden der Lampe mit einem Strom ausgebildet wird, der im wesentlichen dem Betriebsstrom der Lampe entspricht, wobei der verdickte Abschnitt in Abhängigkeit von diesem Strom bemessen wird.
- 15
8. Verfahren nach Anspruch 7,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** der verdickte Abschnitt (9,10) durch Anbringen mindestens einer Wicklung an der Elektrode und anschließendes vollständiges oder teilweises Verschmelzen der Wicklungen mit dem Elektrodenmaterial erzeugt wird.
- 20
9. Verfahren nach Anspruch 7,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** an dem verdickten Abschnitt (9, 10) eine Elektroden spitze vorgeformt wird, aus der sich während der ersten Betriebsstunden der Lampe die endgültige Form der Spitze ausbildet.
- 25
10. Beleuchtungseinheit mit einer Hochdruckgasentladungslampe nach einem der Ansprüche 1 bis 6 sowie einem Netzteil zur Versorgung der Lampe mit an diese angepassten Betriebsparametern in der Weise, dass der verdickte Elektrodenabschnitt (9, 10) im normalen Lampenbetrieb nicht schmilzt, dass sich jedoch während der ersten Betriebsstunden der Lampe an dem Elektrodenabschnitt (9, 10) eine Elektroden spitze (19) so lange ausbildet, bis diese im Bereich des Ansatzes eines Lichtbogens schmilzt.
- 30
11. Beleuchtungseinheit nach Anspruch 10,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** das Netzteil eine Steuereinheit (B) umfasst, mit der eine vorbestimmbare Anzahl von Halbperioden des Lampenstroms mit einem zusätzlichen Strompuls gleicher Polarität beaufschlagbar ist.
- 35
12. Beleuchtungseinheit nach Anspruch 10,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** das Netzteil eine Steuereinheit (B) umfasst, mit der der Lampenstrom zu Beginn einer Halbperiode relativ zu einem mittleren Strom im Normalbetrieb absenkbar ist.
- 40
13. Beleuchtungseinheit nach Anspruch 10,  
**dadurch gekennzeichnet,**  
**dass** das Netzteil eine Steuereinheit (B) sowie Sensormittel zum Erfassen von Betriebszuständen der Lampe aufweist, wobei die Betriebsparameter in Abhängigkeit von einem erfassten Betriebszustand durch die Steuereinheit so veränderbar sind, dass sich ein stabiler Lampenbetrieb ergibt.
- 45
- 50
- 55

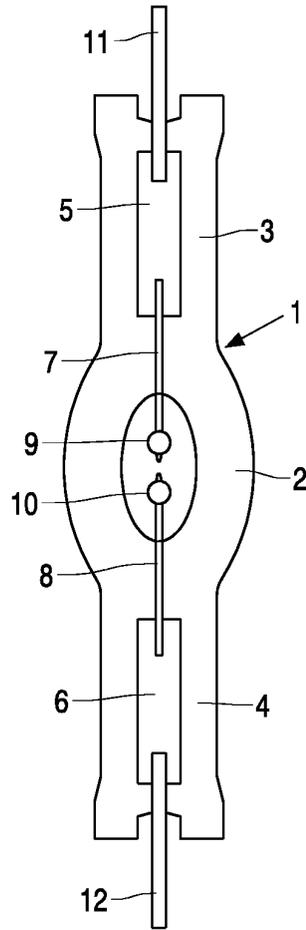


FIG. 1



FIG. 2A

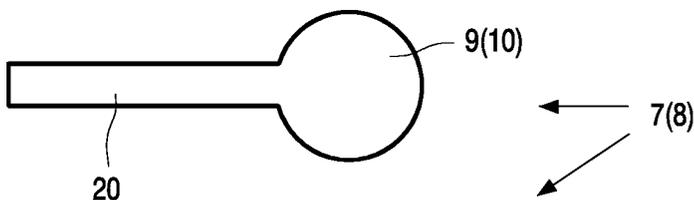


FIG. 2B

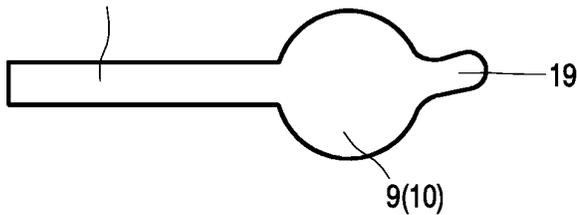


FIG. 2C

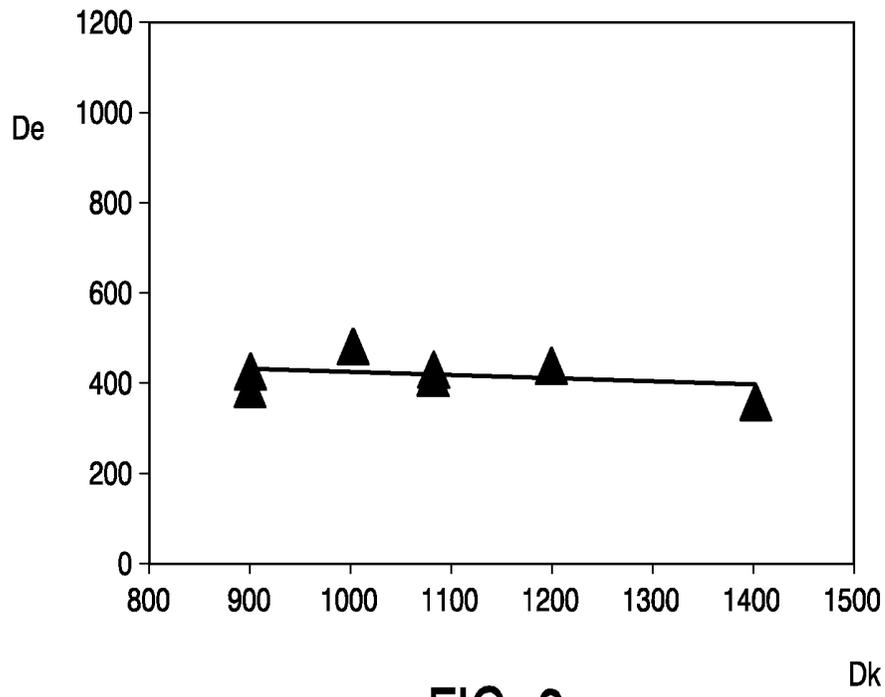


FIG. 3

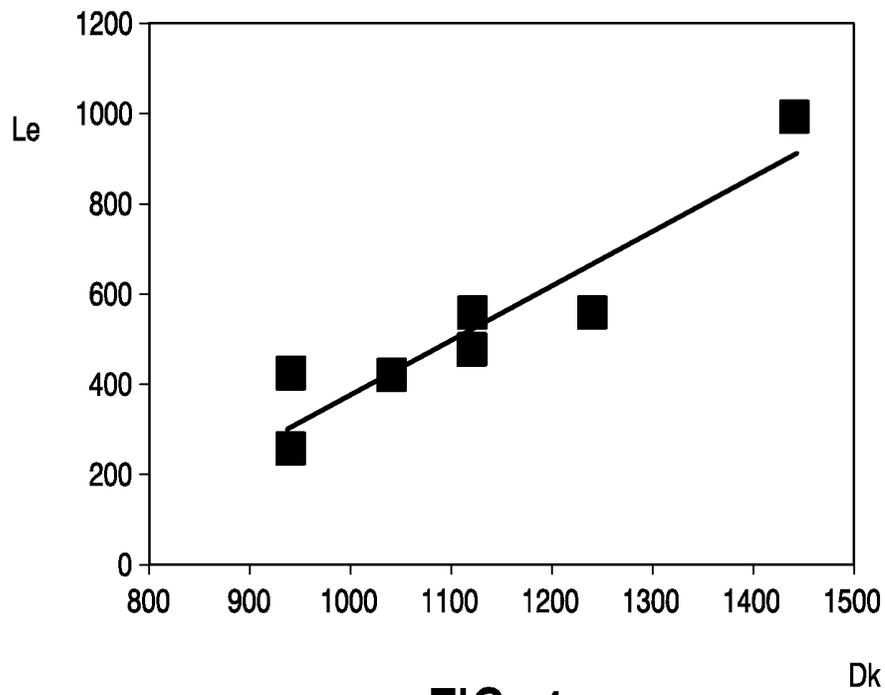


FIG. 4

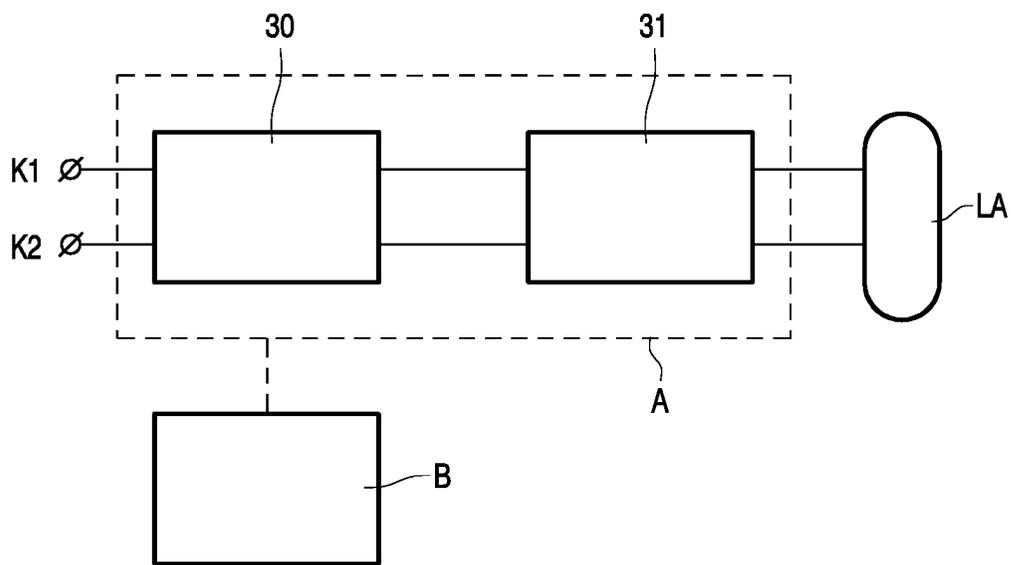


FIG. 5



Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 01 00 0721

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A	EP 1 028 453 A (MATSUSHITA ELECTRONICS CORP) 16. August 2000 (2000-08-16) * Spalte 6, Zeile 1 - Spalte 7, Zeile 12; Abbildungen 4-6 *	1-3,6-8, 10	H01J9/02 H01J61/073
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 09, 31. Juli 1998 (1998-07-31) & JP 10 092377 A (TOSHIBA LIGHTING & TECHNOL CORP; TAKEISHI DENKI KK), 10. April 1998 (1998-04-10) * Zusammenfassung *	1-3,7,8, 10	
A	US 4 002 940 A (EKKELBOOM TJEPKE HENDRIK ET AL) 11. Januar 1977 (1977-01-11) * Ansprüche 1,2,4,7,9,12,14; Abbildungen 1-11 *	1-3,7,8, 10	
A	US 3 822 455 A (PETRO J ET AL) 9. Juli 1974 (1974-07-09) * Zusammenfassung; Abbildungen 6-10 *	1-3,7,8, 10	
D,A	US 3 067 357 A (FRIDRICH ELMER G) 4. Dezember 1962 (1962-12-04) * das ganze Dokument *	1-3,7,8, 10	H01J
D,A	WO 95 35645 A (PHILIPS ELECTRONICS NV ;PHILIPS NORDEN AB (SE)) 28. Dezember 1995 (1995-12-28) * das ganze Dokument *	10-13	
D,A	WO 00 36882 A (PHILIPS CORP INTELLECTUAL PTY ;KONINKL PHILIPS ELECTRONICS NV (NL)) 22. Juni 2000 (2000-06-22) * das ganze Dokument *	10-13	
-/--			
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer	
DEN HAAG	12. März 2002	Deroubaix, P	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie,übereinstimmendes Dokument	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

EPC FORM 1503 03 82 (P04003)



Europäisches  
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 01 00 0721

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE		
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch
D,A	WO 00 36883 A (PHILIPS CORP INTELLECTUAL PTY ;KONINKL PHILIPS ELECTRONICS NV (NL)) 22. Juni 2000 (2000-06-22) * das ganze Dokument * -----	10-13
		KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
		RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt		
Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
DEN HAAG	12. März 2002	Deroubaix, P
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument

EPO FORM 1503 (03.02.92) (P/4203)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT  
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 01 00 0721

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am  
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

12-03-2002

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 1028453	A	16-08-2000	CN 1271174 A	25-10-2000
			EP 1028453 A2	16-08-2000
			JP 3136293 B2	19-02-2001
			JP 2000299086 A	24-10-2000
			JP 2001118538 A	27-04-2001
JP 10092377	A	10-04-1998	KEINE	
US 4002940	A	11-01-1977	NL 7407813 A	16-12-1975
			AT 353355 B	12-11-1979
			AT 437175 A	15-04-1979
			BE 830061 A1	10-12-1975
			BR 7503624 A	22-06-1976
			CA 1029079 A1	04-04-1978
			DE 2524768 A1	02-01-1976
			ES 438388 A1	16-01-1977
			FR 2275023 A1	09-01-1976
			GB 1490158 A	26-10-1977
			HU 179274 B	28-09-1982
			IT 1038803 B	30-11-1979
			JP 1153448 C	30-06-1983
			JP 51007777 A	22-01-1976
JP 57045026 B	25-09-1982			
US 3822455	A	09-07-1974	US 3778664 A	11-12-1973
US 3067357	A	04-12-1962	DE 1170542 B	
			FR 1300665 A	03-08-1962
			GB 945762 A	08-01-1964
			NL 269416 A	
WO 9535645	A	28-12-1995	CA 2193680 A1	28-12-1995
			EP 0766906 A1	09-04-1997
			WO 9535645 A1	28-12-1995
			JP 10501919 T	17-02-1998
			US 5608294 A	04-03-1997
WO 0036882	A	22-06-2000	CN 1290471 T	04-04-2001
			WO 0036882 A1	22-06-2000
			EP 1057376 A1	06-12-2000
			US 6232725 B1	15-05-2001
WO 0036883	A	22-06-2000	CN 1290470 T	04-04-2001
			WO 0036883 A1	22-06-2000
			EP 1057377 A1	06-12-2000
			US 6239556 B1	29-05-2001

EPC FORM P/461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82