PCT WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro

INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation 6 :		(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 97/04625
H05B 41/29, H01J 65/04, H05B 41/30	A1	(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 6. Februar 1997 (06.02.97)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE96/01317

(22) Internationales Anmeldedatum: 18. Juli 1996 (18.07.96)

(30) Prioritätsdaten:
195 26 211.5 18. Juli 1995 (18.07.95) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten ausser US)*: PATENT-TREUHAND-GESELLSCHAFT FÜR ELEKTRISCHE GLÜHLAMPEN MBH [DE/DE]; Hellabrunner Strasse 1, D-81543 München (DE).

(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: VOLLKOMMER, Frank [DE/DE]; Neuriederstrasse 18, D-82131 Buchendorf (DE). HITZSCHKE, Lothar [DE/DE]; Arno-Assmann-Strasse 13, D-81379 München (DE). STOCKWALD, Klaus [DE/DE]; Gerhardstrasse 29, D-81543 München (DE).

(74) Gemeinsamer Vertreter: PATENT-TREUHAND-GESELLSCHAFT FÜR ELEKTRISCHE GLÜHLAMPEN MBH; Postfach 22 16, 34, D-81543 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten: CA, CN, HU, JP, KR, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

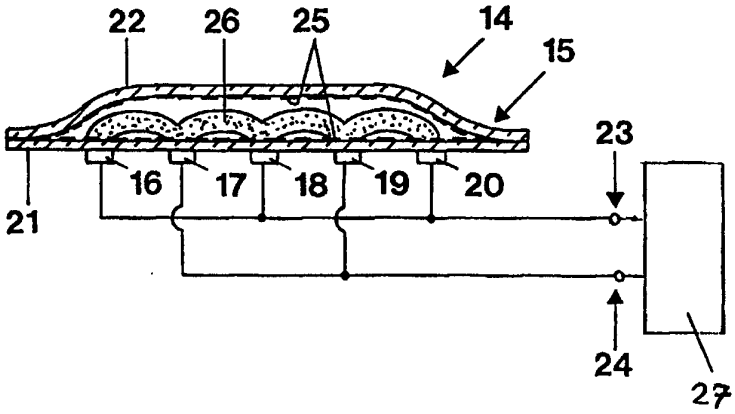
Veröffentlicht
Mit internationalem Recherchenbericht.

(54) Title: METHOD FOR OPERATING A LIGHTING SYSTEM AND SUITABLE LIGHTING SYSTEM THEREFOR

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINES BELEUCHTUNGSSYSTEMS UND DAFÜR GEEIGNETES BELEUCHTUNGSSYSTEM

(57) Abstract

The invention pertains to a method for operating a lighting system with an incoherently-emitting radiation source, in particular a discharge lamp (14) that emits UV, IR or visible-range radiation, by means of dielectrically inhibited discharge, and to a lighting system suitable therefor. The electrodes (16-20), which are arranged side by side and separated from each other and the interior of the discharge vessel (15) by dielectric material (21), are alternatingly connected to the two poles (23, 24) of a voltage source (27). In operation the voltage source (27) supplies a series of voltage pulses separated by quiescent periods. According to the invention, this produces inside the discharge vessel (15) a spatial discharge (26) which in the regions between electrodes of different polarity (16, 17; 17, 18; 18, 19; 19, 20) is at a distance from the surface of the inside wall of the discharge vessel (15). Substantial advantages are less stress on the wall of the discharge vessel and greater efficiency in generating radiation.



(57) Zusammenfassung

Verfahren zum Betreiben eines Beleuchtungssystems mit einer inkohärent emittierenden Strahlungsquelle, insbesondere einer Entladungslampe (14), die UV-, IR- oder VIS-Strahlung aussendet, mittels dielektrisch behinderter Entladung sowie dafür geeignetes Beleuchtungssystem. Die voneinander und vom Innern des Entladungsgefäßes (15) durch dielektrisches Material (21) getrennten, nebeneinander angeordneten Elektroden (16-20) sind wechselweise an die beiden Pole (23, 24) einer Spannungsquelle (27) angeschlossen. Die Spannungsquelle (27) liefert im Betrieb eine Folge von jeweils durch Pausenzeiten voneinander getrennten Spannungspulsen. Dadurch wird erfindungsgemäß im Innern des Entladungsgefäßes (15) eine räumliche Entladung (26) erzeugt, die in den Bereichen zwischen Elektroden unterschiedlicher Polarität (16, 17; 17, 18; 18, 19; 19, 20) einen Abstand zur Oberfläche der Innenwandung des Entladungsgefäßes (15) aufweist. Ein wesentlicher Vorteil ist eine geringere Belastung der Wand des Entladungsgefäßes sowie eine verbesserte Effizienz der Strahlungserzeugung.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AM	Armenien	**GB**	Vereinigtes Königreich	**MX**	Mexiko
AT	Österreich	**GE**	Georgien	**NE**	Niger
AU	Australien	**GN**	Guinea	**NL**	Niederlande
BB	Barbados	**GR**	Griechenland	**NO**	Norwegen
BE	Belgien	**HU**	Ungarn	**NZ**	Neuseeland
BF	Burkina Faso	**IE**	Irland	**PL**	Polen
BG	Bulgarien	**IT**	Italien	**PT**	Portugal
BJ	Benin	**JP**	Japan	**RO**	Rumänien
BR	Brasilien	**KE**	Kenya	**RU**	Russische Föderation
BY	Belarus	**KG**	Kirgisistan	**SD**	Sudan
CA	Kanada	**KP**	Demokratische Volksrepublik Korea	**SE**	Schweden
CF	Zentrale Afrikanische Republik	**KR**	Republik Korea	**SG**	Singapur
CG	Kongo	**KZ**	Kasachstan	**SI**	Slowenien
CH	Schweiz	**LI**	Liechtenstein	**SK**	Slowakei
CI	Côte d'Ivoire	**LK**	Sri Lanka	**SN**	Senegal
CM	Kamerun	**LR**	Liberia	**SZ**	Swasiland
CN	China	**LK**	Litauen	**TD**	Tschad
CS	Tschechoslowakei	**LU**	Luxemburg	**TG**	Togo
CZ	Tschechische Republik	**LV**	Lettland	**TJ**	Tadschikistan
DE	Deutschland	**MC**	Monaco	**TT**	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	**MD**	Republik Moldau	**UA**	Ukraine
EE	Estland	**MG**	Madagaskar	**UG**	Uganda
ES	Spanien	**ML**	Mali	**US**	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	**MN**	Mongolei	**UZ**	Usbekistan
FR	Frankreich	**MR**	Mauretanien	**VN**	Vietnam
GA	Gabon	**MW**	Malawi		

Verfahren zum Betreiben eines Beleuchtungssystems und dafür geeignetes Beleuchtungssystem

Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben eines Beleuchtungssystems mit einer inkohärent emittierendenden Strahlungsquelle, insbesondere Entladungslampe, mittels dielektrisch behinderter Entladung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Desweiteren betrifft die Erfindung ein für dieses Betriebsverfahren geeignetes Beleuchtungssystem gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 12.

Unter inkohärent emittierenden Strahlungsquellen sind UV(Ultraviolet)- und IR(Infrarot)-Strahler sowie Entladungslampen, die insbesondere sichtbares Licht abstrahlen, zu verstehen.

Gewerbliche Anwendbarkeit

Derartige Strahlungsquellen eignen sich, je nach dem Spektrum der emittierten Strahlung, für die Allgemein- und Hilfsbeleuchtung, z.B. Wohn- und Bürobeleuchtung bzw. Hintergrundbeleuchtung von Anzeigen, beispielsweise LCD's (Liquid Crystal Displays), für die Verkehrs- und Signalbeleuchtung, für die UV-Bestrahlung, z.B. Entkeimung oder Photolytik, sowie für die IR-Bestrahlung, z.B. Trocknung von Lacken.

Stand der Technik

In der WO 94/23442 ist ein Verfahren zum Betreiben einer inkohärent emittierendenden Strahlungsquelle, insbesondere Entladungslampe, mittels dielektrisch behinderter Entladung offenbart. Das Betriebsverfahren sieht eine Folge von Spannungspulsen vor, wobei die einzelnen Spannungspulse durch Totzeiten voneinander getrennt sind. Der Vorteil dieser gepulsten Betriebsweise ist eine hohe Effizienz der Strahlungserzeugung.

In der EP 0 363 832 ist ein UV-Hochleistungsstrahler mit paarweise an die beiden Pole einer Hochspannungsquelle angeschlossenen Elektroden offenbart. Dabei sind die Elektroden, voneinander und vom Entladungsraum des Strahlers durch dielektrisches Material getrennt. Derartige Elektroden werden im folgenden verkürzend als „dielektrische Elektroden" bezeichnet. Außerdem sind die Elektroden nebeneinander angeordnet, wodurch sich flächenartige Entladungskonfigurationen mit relativ flachen Entladungsgefäßen realisieren lassen. An die dielektrischen Elektroden wird eine Wechselspannung in der Größenordnung von mehreren 100 V bis 20000 V bei Frequenzen im Bereich des technischen Wechselstroms bis zu einigen kHz gelegt derart, daß sich eine elektrische Gleitentladung im wesentlichen nur im Bereich der Dielektrikumsoberfläche ausbildet.

Der wesentliche Nachteil ist, daß Gleitentladungen die Oberfläche insbesondere thermisch belasten, weshalb auch Kühlkanäle zur Abfuhr der Wärme aus dem Dielektrikum vorgeschlagen sind. Durch die unvermeidliche, erhebliche Wärmeerzeugung dieses Entladungstyps ist der Wirkungsgrad für die Erzeugung von Strahlung insbesondere im UV- und VUV(Vakuum Ultraviolet)-Bereich eingeschränkt. Außerdem verursacht eine Gleitentladung chemische Prozesse auf der Oberfläche und verkürzt dadurch die Lebensdauer des Strahlers.

Darstellung der Erfindung

Aufgabe der Erfindung ist es, diese Nachteile zu beseitigen und ein Verfahren zum Betreiben eines Beleuchtungssystems anzugeben, welches sich sowohl durch ein flaches Entladungsgefäß als auch durch eine effiziente Erzeugung von Strahlung auszeichnet.

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

Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es, ein Beleuchtungssystem anzugeben, welches für das Betriebsverfahren geeignet ist. Diese Aufgabe wird er-

findungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 12 gelöst.

Der Grundgedanke der Erfindung besteht darin, im Innern des Entladungsgefäßes mit nebeneinander angeordneten dielektrischen Elektroden eine räumliche Entladung zu erzeugen, die in den Bereichen zwischen Elektroden gegensätzlicher Polarität einen Abstand zur Oberfläche der Innenwandung des Entladungsgefäßes aufweist. Während im Stand der Technik eine Vielzahl von Gleitentladungen längs der Oberfläche des Dielektrikums zur Erzeugung von UV-Strahlung dienen, schlägt die Erfindung die Verwendung einer sich von der Dielektrikumsoberfläche ablösende, räumlich innerhalb des Entladungsgefäßes ausgedehnten Entladung vor.

Die dadurch erzielten Vorteile sind zum einen eine höhere Effizienz der Erzeugung von UV- bzw. VUV(Vakuum Ultraviolett)-Strahlung und folglich eine geringere Wärmeentwicklung. Im Unterschied zum Stand der Technik ist keine Kühlflüssigkeit für die Wärmeabfuhr erforderlich. Zum anderen resultiert aus dem erfindungsgemäßen Entladungtyp eine deutlich geringere thermische und chemische Wandbelastung als dies bei Oberflächengleitentladungen der Fall ist. Folglich wird eine Verlängerung der Lebensdauer des Entladungsgefäßes erreicht. Darüber hinaus ist zwischen den Elektroden erfindungsgemäß eine gegenüber dem Stand der Technik gleichförmigere, flächenartige, räumlich diffuse Leuchtdichteverteilung realisierbar. Letzteres bietet im Vergleich zu den kanalförmigen Gleitentladungen erhebliche Vorteile bei optisch abbildenden Beleuchtungs- bzw. Bestrahlungsaufgaben, wie z.B. bei photolithographischen Anwendungen. Hier verbessern diffuse Leuchtdichteverteilungen unmittelbar die Prozeßeffizienz. In dieser Hinsicht sind Leuchtmuster, wie die herkömmlichen kanalförmigen Leuchtstrukturen unerwünscht.

Das erfindungsgemäße Verfahrens sieht nun vor, die nebeneinander angeordneten dielektrischen Elektroden mit einer eine Folge von Spannungspulsen liefernden Spannungsquelle zu verbinden. Die einzelnen Spannungspulse sind jeweils durch Pausenzeiten voneinander getrennt. Überraschend hat es sich nämlich gezeigt, daß durch diese Vorgehensweise nicht nur Strahlung mit hoher Effizienz erzeugt wird, sondern daß darüber hinaus völlig

unerwartet im Innern des Entladungsgefäßes eine räumliche Entladung erzeugt wird, die in den Bereichen zwischen Elektroden unterschiedlicher Polarität einen Abstand zur Oberfläche der Innenwandung des Entladungsgefäßes aufweist.

Ausgehend von einem sich wiederholenden Spannungspuls, werden Pulsbreite und Pausenzeit so gewählt, daß sich die erfindungsgemäße räumliche, sich teilweise von der Dielektrikumsoberfläche ablösende Entladung einstellt. Typische Pulsbreiten sowie Pausenzeiten liegen im Bereich zwischen 0,1 µs und 5 µs bzw. im Bereich zwischen 5 µs und 100 µs, entsprechend einer Pulswiederholfrequenz im Bereich zwischen 200 kHz und 10 kHz.

Die optimalen Werte für die Pulsbreite und die Pausenzeit sind im Einzelfall von der konkreten Entladungskonfiguration abhängig, d.h. von Art und Druck der Gasfüllung sowie der Elektrodenkonfiguration. Die Elektrodenkonfiguration ergibt sich aus Art und Dicke des Dielektrikums, der Fläche und Form der Elektroden sowie dem Elektrodenabstand. Entsprechend der Entladungskonfiguration ist das anzulegende Spannungssignal derart zu wählen, daß sich eine von der Dielektrikumsoberfläche ablösende Entladung einstellt, die eine maximale Strahlungsausbeute bei gewünschter elektrischer Leistungsdichte besitzt. Prinzipiell sind auch die in der WO 94/23442 offenbarten Folgen von Spannungspulsen geeignet. Die Höhe der Spannungspulse beträgt typisch zwischen ca. 100 V und 10 kV. Die Form der Strompulse wird durch die Spannungspulsform und die Entladungskonfiguration bestimmt.

Für die Elektrodenkonfiguration eignen sich zwei oder mehrere längliche Elektroden aus elektrisch leitfähigem Material, z.B. metallische Drähte oder Streifen aber auch auf die Außenseite der Gefäßwand aufgebrachte, beispielsweise aufgedampfte, schmale Schichten. Bevorzugt sind die Elektroden zueinander parallel und äquidistant angeordnet. Dies ist wichtig, um für alle Entladungen zwischen den jeweils benachbarten Elektroden gleiche Bedingungen zu gewährleisten. Dadurch wird eine großflächige und homogene Ausleuchtung sichergestellt. Außerdem wird auf diese Weise bei geeigneter Pulsfolge eine optimale Strahlungseffizienz erzielt. Die Lateralabmessungen

– d.h. die Durchmesser der Drähte bzw. Breiten der Streifen – von Anode bzw. Kathode können verschieden sein.

Das erfindungsgemäße Betriebsverfahren eignet sich für eine Vielzahl möglicher Entladungsgefäßgeometrien, insbesondere auch für all jene, die in der EP 0 363 832 A1 offenbart sind. Dabei spielt es keine Rolle, ob das Entladungsgefäß eine Gasfüllung enthält und gasdicht verschlossen ist, wie z.B. bei Entladungslampen, oder ob das Entladungsgefäß beidseitig offen und von einem Gas oder Gasgemisch durchströmt ist, wie z.B. bei photolytischen Reaktoren. Entscheidend für die Betriebsweise ist lediglich, daß die dielektrischen Elektroden nebeneinander angeordnet sind. Nebeneinander bedeutet hier, daß benachbarte Elektroden unterschiedlicher Polarität gleichsam auf einer Seite der Entladungszone liegen.

Die Elektroden können in einer gemeinsamen Ebene angeordnet sein, z.B. auf einer Außenseite einer Wandung des Entladungsgefäßes – evtl. zusätzlich mit einer dielektrischen Schutzschicht bedeckt – oder aber direkt in die Wandung eingebettet. Außerdem ist es möglich die Elektroden in verschiedenen, bevorzugt zueinander parallelen Ebenen auf einer Seite der Entladungszone anzuordnen. Beispielsweise sind die aufeinander folgenden Elektroden wechselnder Polarität je nach Polarität in einer von zwei gegeneinander versetzten Ebenen angeordnet, wie z.B. in der DE 40 36 122 A1 offenbart.

Bei ebenen Entladungsgefäßen dient als Wandung zur Anordnung der Elektroden vorteilhaft die Grund- oder Deckfläche. Ebene Entladungsanordnungen eignen sich insbesondere für großflächige, ebene Beleuchtungszwecke, z.B. für die Hintergrundbeleuchtung von Anzeigetafeln oder LCD-Bildschirmen, bzw. für Bestrahlungszwecke, z.B. Photolithografie oder Aushärtung von Lacken.

Außer ebenen Anordnung sind auch gekrümmte Entladungsgefäße geeignet, beispielsweise rohrförmige. Rohrförmige beidseitig offene und von einem Gas oder Gasgemisch durchströmte Anordnungen eignen sich insbesondere als photolytische Reaktoren. In ihrer einfachsten Ausführung ist eine rohrförmige Anordnung durch ein dielektrisches Rohr, z.B. mit kreis-

förmigem Querschnitt gebildet. Die Elektroden sind dabei mindestens auf oder in einem Teil der Außenseite bzw. der Wandung des Rohres angeordnet. Die Entladung bildet sich während des Betriebs im Innern des Rohres aus. In einer Variante ist die Innenwandung des Rohres im Bereich der Elektroden mit einer als optischer Reflektor dienenden dielektrischen Schicht versehen.

Eine Weiterführung der rohrförmigen Anordnung besteht aus zwei konzentrischen Rohren mit unterschiedlichen Durchmessern und aus auf bzw. in der Innenwandung des Rohres mit dem kleineren Durchmesser angeordneten Elektroden. Die Entladung bildet sich während des Betriebs im Raum zwischen den beiden Rohren aus.

Die Innenwandung des Entladungsgefäßes kann mit einer Leuchtstoffschicht versehen sein, die die UV- bzw. VUV-Strahlung der Entladung in Licht konvertiert. Eine Variante mit einer weißes Licht abstrahlenden Leuchtstoffschicht eignet sich insbesondere für die Allgemeinbeleuchtung.

Die Auswahl der ionisierbaren Füllung und ggf. der Leuchtstoffschicht richtet sich nach dem Anwendungszweck. Geeignet sind insbesondere Edelgase, z.B. Neon, Argon, Krypton und Xenon sowie Mischungen von Edelgasen. Allerdings lassen sich auch andere Füllsubstanzen verwenden, so z.B. all jene, die üblicherweise in der Lichterzeugung Einsatz finden, insbesondere Quecksilber(Hg)- und Edelgas-Hg-Gemische sowie Seltene Erden und deren Halogenide.

Das Beleuchtungssystem wird durch eine Spannungsquelle komplettiert, deren Ausgangspole mit den Elektroden des Entladungsgefäßes verbunden sind und die im Betrieb die genannte Folge von Spannungspulsen liefert.

Beschreibung der Zeichnungen

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

Fig. 1a den Querschnitt einer Entladungsanordnung mit zwei nebeneinander angeordneten dielektrischen Elektroden,

Fig. 1b den Längsschnitt der Entladungsanordnung aus Figur 1a,

Fig. 2 die Stirnansicht der Entladungsanordnung aus Figur 1a im erfindungsgemäßen Betrieb,

Fig. 3 einen Ausschnitt aus dem während des Betriebs gemäß Figur 2 an den Elektroden gemessenen zeitlichen Verlauf von Strom I(t) und Spannung U(t),

Fig. 4 wie Figur 2, aber mit geänderter Elektrodengeometrie,

Fig. 5 einen Ausschnitt aus dem während des Betriebs gemäß Figur 4 an den Elektroden gemessenen zeitlichen Verlauf von Strom I(t) und Spannung U(t),

Fig. 6a den Querschnitt eines für den erfindungsgemäßen Betrieb geeigneten Beleuchtungssystems,

Fig. 6b die Draufsicht des Beleuchtungssystems aus Figur 6a.

Die Figuren 1a und 1b zeigen in schematischer Darstellung den Quer- bzw. Längsschnitt einer Entladungsanordnung 1. Um den Kern der Erfindung besser erläutern zu können und um die Übersichtlichkeit zu fördern, ist die Darstellung bewußt auf das wesentliche reduziert. Die Entladungsanordnung 1 besteht aus einem quaderähnlichen, transparenten Entladungsgefäß 2 und zwei parallelen streifenförmigen Elektroden 3,4, die auf der Außenwandung des Entladungsgefäßes 2 angeordnet sind. An dieser Stelle sei nochmals darauf hingewiesen, daß für das erfindungsgemäße Betriebsverfahren selbstverständlich auch ähnliche Entladungsanordnungen mit mehr als zwei nebeneinander angeordneten dielektrischen Elektroden gegensätzlicher Polarität geeignet sind. Das Entladungsgefäß 2 ist aus Glas gefertigt. Es besteht aus einem Deckel 5 und einem Boden 6, die beide wannenförmig ausgebildet sind und sich spiegelbildlich gegenüberstehen, zwei die Längs-

achse des Entladungsgefäßes 2 definierenden Seitenwänden 7,8 und zwei Stirnwänden 9,10. Im Innern des Entladungsgefäßes 2 befindet sich Xenon mit einem Fülldruck von ca. 8 kPa. Die beiden Elektroden 3,4 sind aus Aluminiumfolie gefertigt. Sie sind zentrisch und parallel auf der Außenseite des Deckels 5 aufgeklebt. Der Deckel 5 ist aus 1 mm dickem Glas gefertigt und wirkt zusätzlich als dielektrische Schicht zwischen beiden Elektroden und der, hier nur grob schematisch dargestellten Entladung 11, die sich während des Betriebes im Innern des Entladungsgefäßes 2 ausbildet. Erfindungsgemäß ist die Entladung 11 im Bereich zwischen den beiden Elektroden 3,4 durch eine dunkle Zone 12 (im Längsschnitt, Figur 1b, nicht erkennbar) von der Innenwandung des Deckels 5 getrennt. D.h. die Entladung 11 weist im genannten Bereich einen Abstand zur Oberfläche der Innenwandung auf.

Die Figuren 2 und 4 zeigen fotografische Aufnahmen der Entladungsanordnung aus den Figuren 1a und 1b. Zur Erläuterung der Aufnahmen werden die korrespondierenden, bereits oben eingeführten Bezugsziffern benutzt. Die beiden Aufnahmen erfolgten jeweils mit Blick auf die Stirnwand 9 in Richtung der Längsachse. Sie unterscheiden sich lediglich durch die Elektrodengeometrie. Die Breite der streifenförmigen Elektroden 3,4 sowie ihr gegenseitiger Abstand betragen jeweils 3 mm bzw. 4 mm im ersten Fall und je 1 mm bzw. 10 mm im zweiten Fall. Insbesondere im ersten Fall (Figur 2, oben) sind die Elektroden 3,4 deutlich zu erkennen. Sie heben sich als dunkle Bereiche von der Wandung des Deckels 5 ab, der ebenso wie die gegenüberliegende Wandung des Bodens 6 aufgrund reflektierten und gestreuten Fluoreszenzlichtes des Glases hell erscheint. Die Länge der Elektroden beträgt jeweils 35 mm. In beiden Fällen, ganz besonders deutlich im zweiten Fall (Figur 4), ist zu erkennen, daß das Eigenleuchten der Entladung im Bereich zwischen den beiden Elektroden 3,4 durch eine dunkle Zone 12 von der Innenwandung des Deckels 5 getrennt ist. D.h. die Entladung 11 weist im genannten Bereich einen Abstand zur Oberfläche der Innenwandung auf. In Richtung der Längsachse der Entladungsanordnung 1 betrachtet, hat die Entladung 11 eine rinnen- oder trogähnliche Erscheinungsform (in den Figuren 2 und 4 aufgrund der Blickrichtung nicht erkennbar, vgl. Figuren 1a und 1b).

Wird in die Entladungsanordnung weniger Leistung eingekoppelt – z.B. durch Vermindern der Spannungsamplitude –, reißt die durchgehende, rinnenförmige Entladungsstruktur in Einzelstrukturen auf, die sich jedoch ebenso wie in Figur 1a gezeigt, von der Dielektrikumsoberfläche abheben. Die Einzelstrukturen haben eine delta-ähnliche Form (Δ), die sich jeweils in Richtung (momentaner) Anode verbreitern. Im Fall wechselnder Polarität der Spannungspulse einer zweiseitig dielektrisch behinderten Entladung erscheint visuell eine Überlagerung zweier deltaförmiger Strukturen.

Die Figuren 3 und 5 zeigen jeweils einen Ausschnitt aus dem während des Betriebs gemäß den Figuren 2 bzw. 4 an den Elektroden gemessenen zeitlichen Verlauf von Spannung U(t) und Strom I(t). Ein Vergleich beider Figuren belegt den eingangs geschilderten Einfluß der Elektrodengeometrie auf Spannung und Strom. In der folgenden Tabelle sind die wichtigsten elektrischen Größen zusammengestellt.

	U_p	T_U	f_U	w	P
Fig. 3	-2,5 kV	1 µs	80 kHz	9,26 µJ	0,74 W
Fig. 5	-3,4 kV	1 µs	80 kHz	8,87 µJ	0,71 W

Tabelle: Meßwerte elektrischer Größen der beiden in den Figuren 2 und 4 dargestellten Entladungen.

Darin bedeuten U_p, T_U, f_U, w und P die Höhe der Spannungspulse (bezogen auf die Spannung während der Pausenzeit), die Breite der Spannungspulse (volle Breite bei halber Höhe), die Pulswiederholfrequenz, die elektrische Energie pro Puls bzw. die im zeitlichen Mittel eingekoppelte elektrische Leistung.

In den Figuren 6a und 6b sind der Querschnitt bzw. die Draufsicht (Blickrichtung auf Bodenseite) eines für den erfindungsgemäßen Betrieb geeigneten Beleuchtungssystems 14 schematisch dargestellt. Das Beleuchtungssystem 14 besteht aus einem flachen Entladungsgefäß 15 mit rechteckiger Grundfläche und fünf streifenförmigen Elektroden 16-20 sowie einer Spannungsquelle 27, die im Betrieb eine Folge von Spannungspulsen liefert. Das Entladungsgefäß 15 besteht seinerseits aus einer rechteckigen Bodenplatte 21

und einem wannenartigen Deckel 22. Die Bodenplatte 21 und der Deckel 22 sind im Bereich ihrer umlaufenden Kanten gasdicht miteinander verbunden und umschließen so die Gasfüllung der Entladungslampe 14. Die Gasfüllung besteht aus Xenon mit einem Fülldruck von 10 kPa. Die Elektroden 16-20 haben gleiche Breiten und sind auf der Außenwandung der Bodenplatte 21 parallel zueinander sowie äquidistant aufgebracht. Dies ist wichtig, um für alle Entladungen zwischen den jeweils benachbarten Elektroden gleiche Bedingungen zu gewährleisten. Dadurch wird bei geeigneter Pulsfolge eine optimale Strahlungseffizienz bzw. Gleichförmigkeit der Leuchtdichteverteilung erzielt. Dazu sind die Elektroden 16-20 wechselweise an die beiden Pole 23, 24 einer Spannungsquelle angeschlossen. D.h. die Elektrode 16 und die beiden jeweils zum Vorgänger übernächsten Elektroden 18 und 20 sind mit einem ersten Pol 23 der Spannungsquelle verbunden. Die beiden jeweils dazwischen liegenden Elektroden 17 und 19 sind hingegen mit dem anderen Pol der Spannungsquelle verbunden. Auf die Innenwandung des Deckels 22 und des Bodens 21 ist eine Leuchtstoffschicht 25 aufgespritzt, welche die VUV(Vakuum Ultraviolett)- bzw. UV(Ultraviolett)-Strahlung der, hier nur grob schematisch dargestellten Entladung 26 in (sichtbares) Licht umwandelt.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer inkohärent emittierenden Strahlungsquelle (1; 14), insbesondere einer Entladungslampe (14), mittels dielektrisch behinderter Entladung, mit einem zumindest teilweise transparenten und mit einer Gasfüllung gefüllten geschlossenen (2; 15) oder von einem Gas oder Gasgemisch durchströmten offenen Entladungsgefäß aus elektrisch nichtleitendem Material und mit voneinander und vom Innern des Entladungsgefäßes (2; 15) durch dielektrisches Material (5; 21) getrennten Elektroden (3,4; 16-20), dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden nebeneinander angeordnet und wechselweise an die beiden Pole (23, 24) einer eine Folge von Spannungspulsen liefernden Spannungsquelle angeschlossen sind und daß die einzelnen Spannungspulse jeweils durch Pausenzeiten voneinander getrennt sind, so daß dadurch im Innern des Entladungsgefäßes (2; 15) eine räumliche Entladung (11; 26) erzeugt wird, die in den Bereichen zwischen Elektroden unterschiedlicher Polarität (3,4; 16,17; 17,18; 18,19; 19,20) einen Abstand zur Oberfläche der Innenwandung des Entladungsgefäßes aufweist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Pulsbreite im Bereich zwischen 0,1 µs und 10 µs liegt.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Pulsbreite bevorzugt im Bereich zwischen 0,5 µs und 5 µs liegt.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Pulswiederholfrequenz im Bereich zwischen 1 kHz und 1 MHz liegt.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Pulswiederholfrequenz bevorzugt im Bereich zwischen 10 kHz und 100 kHz liegt.

6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Spannungspulse eine halbsinusähnliche Form aufweisen.

7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Pulshöhe im Bereich zwischen ca. 100 V und 10 kV liegt.

8. Verfahren nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß als Dielektrikum zwischen Elektroden (3,4; 16-20) und der Entladung (11; 26) die Wandung (5; 21) des Entladungsgefäßes (2; 15) selbst dient.

9. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden aus elektrisch leitfähigen Streifen (3,4; 16-20) bestehen, die auf der Außenseite der Wandung (5; 21) nebeneinander angeordnet sind.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß, falls die Anzahl der Streifen (16-20) größer als zwei ist, die Anordnung der Streifen auf der Außenseite der Wandung (21) äquidistant ist.

11. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Innenseite der Wandung (21) des Entladungsgefäßes (15) mindestens teilweise mit einer Leuchtstoffschicht (25) versehen ist.

12. Beleuchtungssystem mit einer Strahlungsquelle, insbesondere einer Entladungslampe (14) und einer Spannungsquelle (27), die eine Spannung an die Strahlungsquelle legt, wobei die Strahlung von der Strahlungsquelle (14) inkohärent emittiert wird, welche Strahlungsquelle (14) für eine dielektrisch behinderte Entladung geeignet ist, mit einem zumindest teilweise transparenten und mit einer Gasfüllung gefüllten geschlossenen (15) oder von einem Gas oder Gasgemisch durchströmten offenen Entladungsgefäß aus elektrisch nichtleitendem Material und mit voneinander und vom Innern des Entladungsgefäßes (15) durch dielektrisches Material (21) getrennten Elektroden (16-20), die mit der Spannungsquelle (27) verbunden sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroden nebeneinander angeordnet sind und wechselweise an die beiden Pole (23, 24) der Spannungsquelle (27) angeschlossen sind, welche Spannungsquelle (27) fähig ist, eine Folge von Spannungspulsen zu liefern, wobei die einzelnen Spannungspulse jeweils durch Pausenzeiten voneinander getrennt sind, so daß dadurch

im Innern des Entladungsgefäßes (15) eine räumliche Entladung (26) erzeugt wird, die in den Bereichen zwischen Elektroden unterschiedlicher Polarität (16,17; 17,18; 18,19; 19,20) einen Abstand zur Oberfläche der Innenwandung des Entladungsgefäßes aufweist.

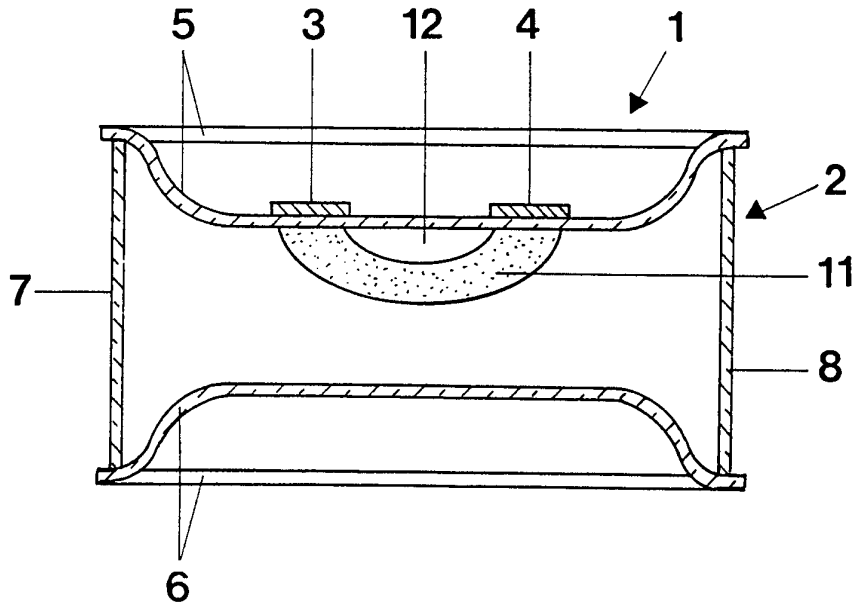


FIG. 1a

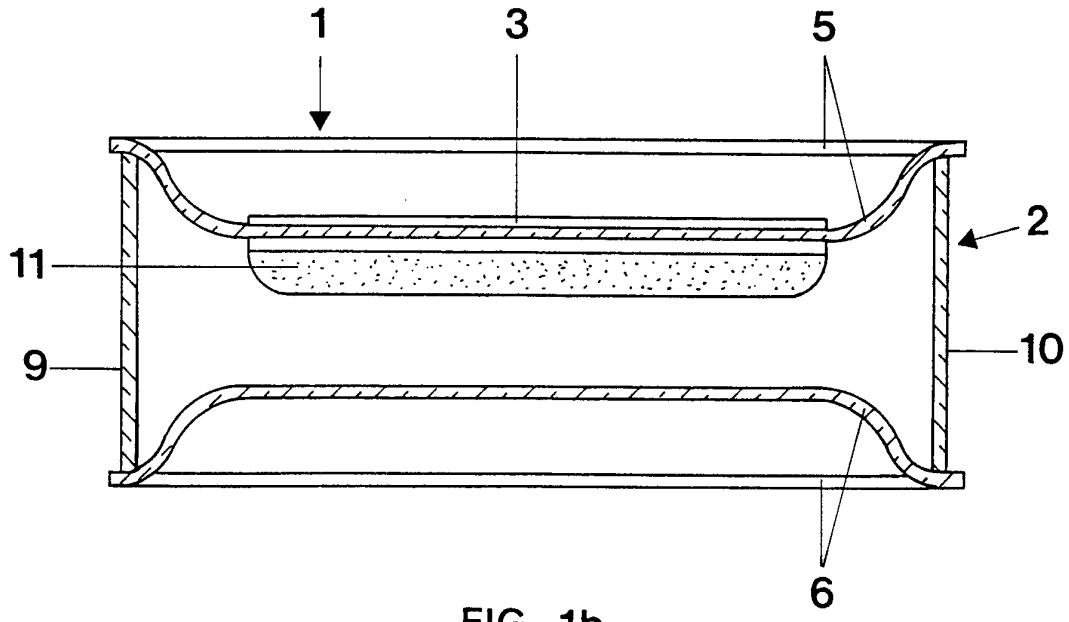
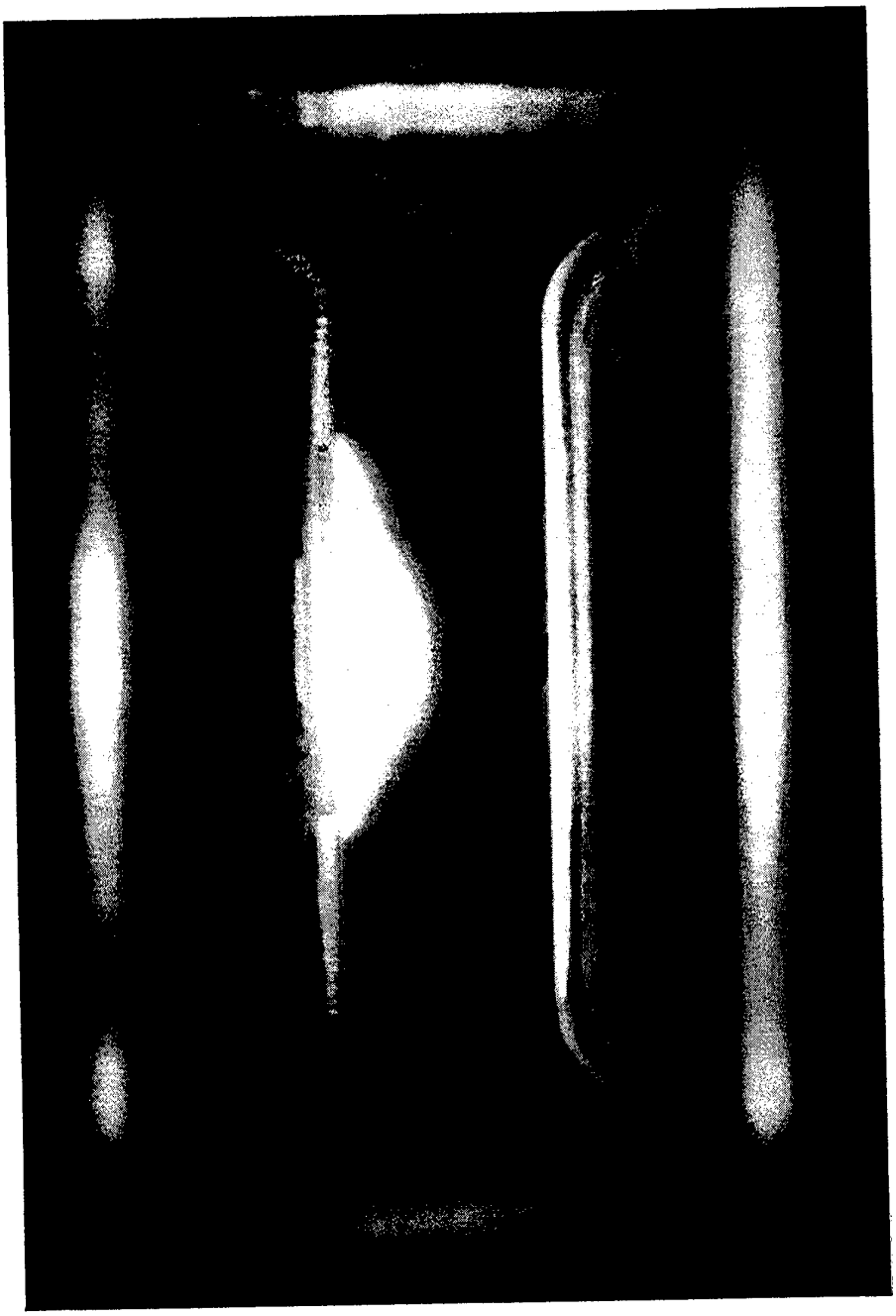


FIG. 1b



Figur 2

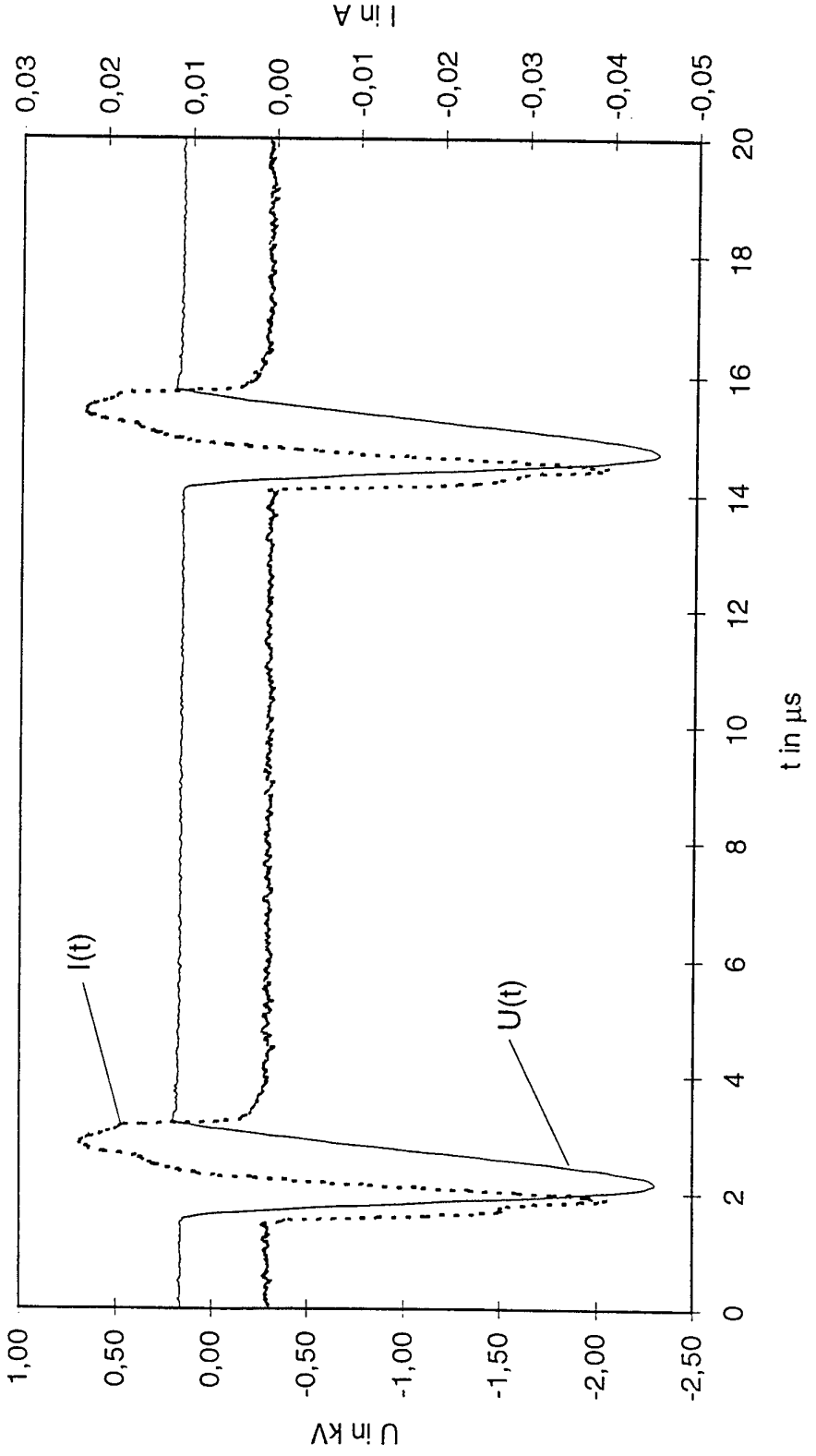

I in A
0,03
0,02
0,01
0,00
-0,01
-0,02
-0,03
-0,04
-0,05
U in kV
1,00
0,50
0,00
-0,50
-1,00
-1,50
-2,00
-2,50
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
t in µs
I(t)
U(t)

FIG. 3



Figur 4

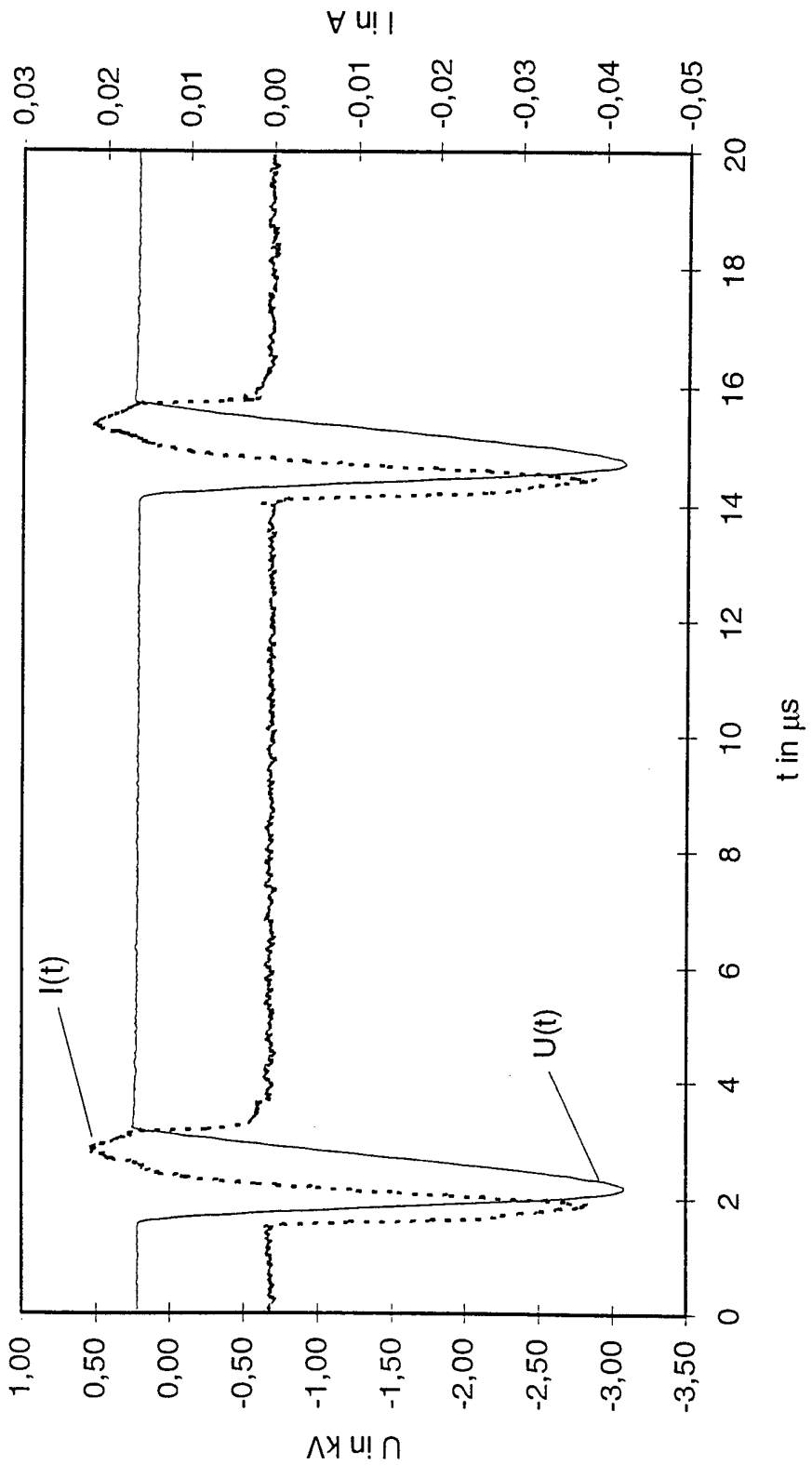

I in A
0,03
0,02
0,01
0,00
-0,01
-0,02
-0,03
-0,04
-0,05
U in kV
1,00
0,50
0,00
-0,50
-1,00
-1,50
-2,00
-2,50
-3,00
-3,50
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
t in µs
I(t)
U(t)

FIG. 5

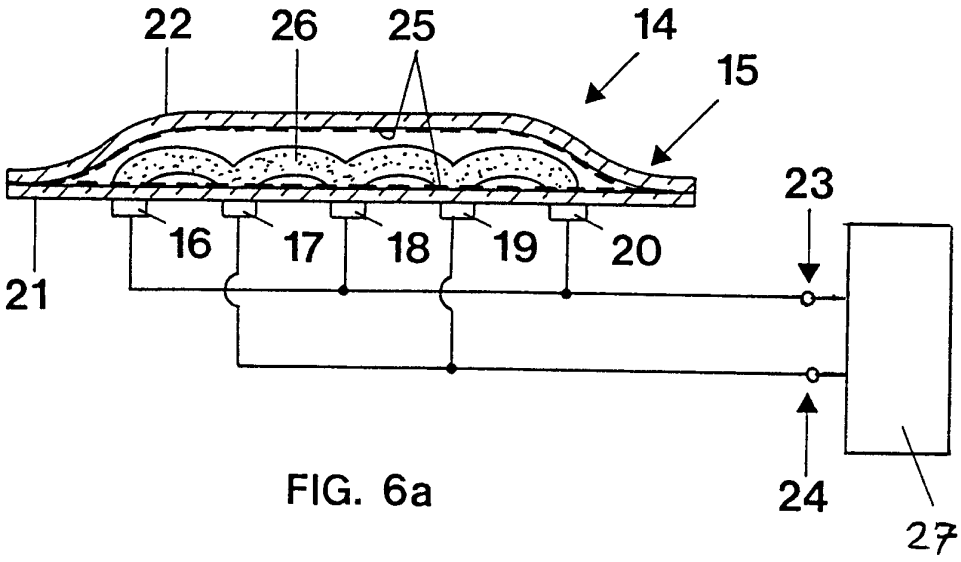


FIG. 6a

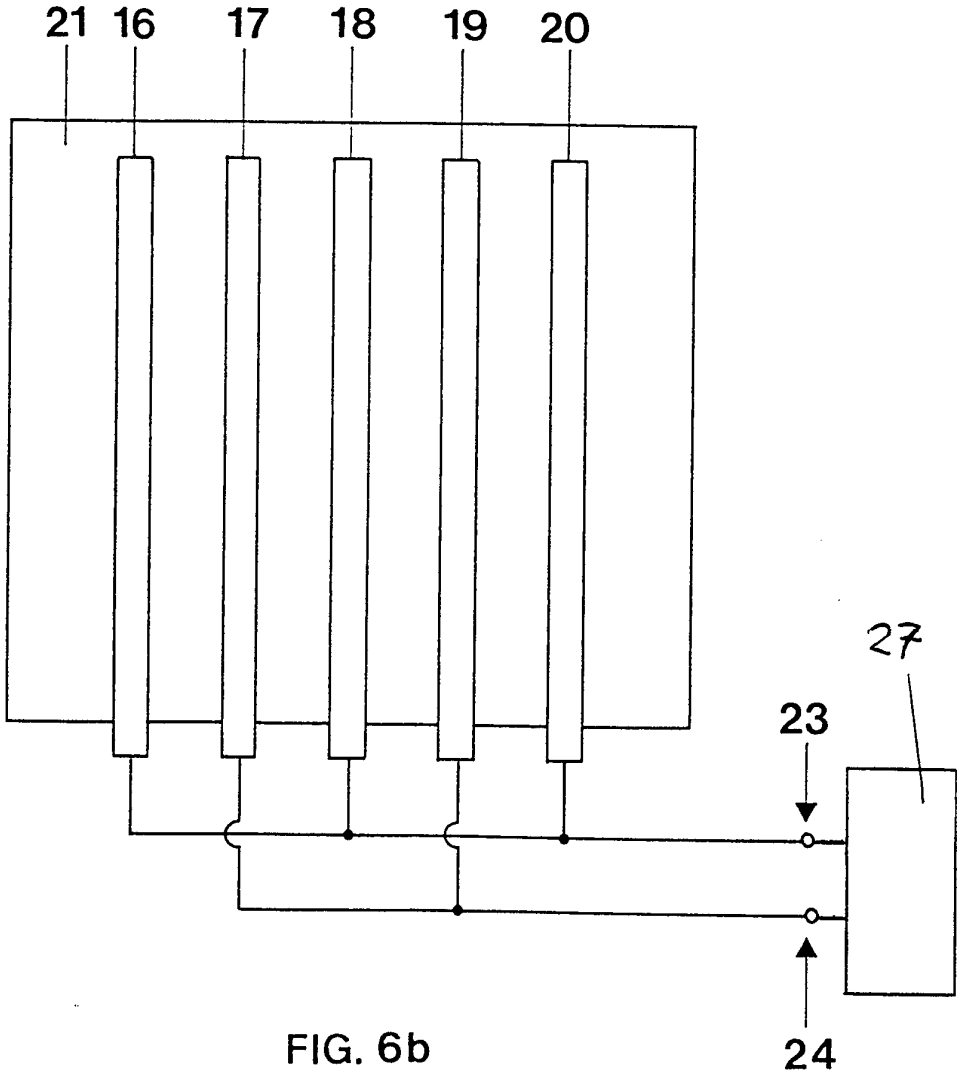


FIG. 6b

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inte. nal Application No
PCT/DE 96/01317

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 H05B41/29 H01J65/04 H05B41/30

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 6 H05B H01J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP,A,0 363 832 (ASEA BROWN BOVERI) 18 April 1990 cited in the application see page 3, line 52 - page 6, line 4; figures 1-6 ---	1,4,7-12
A	WO,A,94 23442 (PATENT-TREUHAND-GESELLSCHAFT FÜR ELEKTRISCHE GLÜHLAMPEN) 13 October 1994 cited in the application see page 14, line 25 - page 19, line 14; figures 1-9 ---	1-7,12
A	DE,A,26 00 592 (ONODA CEMENT) 21 July 1977 see page 9, line 16 - page 17, line 10; figures 1-3 ---	1,12

-/--

[X] Further documents are listed in the continuation of box C.

[X] Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
6 November 1996	13. 11. 96

Name and mailing address of the ISA	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+31-70) 340-3016	Albertsson, E

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inte ɔnal Application No
PCT/DE 96/01317

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 10, no. 8 (E-373), 14 January 1986 & JP,A,60 172135 (MITSUBISHI), 5 September 1985, see abstract	1,8-12
A	EP,A,0 604 902 (MITSUBISHI) 6 July 1994	
A	EP,A,0 521 553 (PHILIPS) 7 January 1993	
A	US,A,3 648 100 (H. GOLDIE ET AL.) 7 March 1972	
A	EP,A,0 302 748 (S.C. CHOW) 8 February 1989	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inte nal Application No
PCT/DE 96/01317

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
EP-A-363832	18-04-90	CH-A-	676168	14-12-90
		JP-A-	2158049	18-06-90
		US-A-	5006758	09-04-91
WO-A-9423442	13-10-94	DE-A-	4311197	06-10-94
		CA-A-	2155340	13-10-94
		CA-A-	2159906	13-10-94
		CN-A-	1120873	17-04-96
		WO-A-	9422975	13-10-94
		EP-A-	0733266	25-09-96
		EP-A-	0738311	23-10-96
		HU-A-	71766	29-01-96
		JP-T-	8508363	03-09-96
		JP-T-	8508307	03-09-96
DE-A-2600592	21-07-77	NONE		
EP-A-604902	06-07-94	JP-A-	6251754	09-09-94
		AU-B-	659355	11-05-95
		AU-A-	5274893	04-08-94
		CA-A-	2112304	29-06-94
		US-A-	5444335	22-08-95
EP-A-521553	07-01-93	DE-D-	69210113	30-05-96
		JP-A-	5205704	13-08-93
		US-A-	5343114	30-08-94
US-A-3648100	07-03-72	NONE		
EP-A-302748	08-02-89	JP-A-	1043947	16-02-89
		JP-B-	6040480	25-05-94
		JP-A-	1043948	16-02-89
		JP-B-	6040481	25-05-94
		JP-A-	1043949	16-02-89
		JP-B-	6040482	25-05-94
		JP-A-	1045041	17-02-89
		AU-B-	607520	07-03-91

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internales Aktenzeichen
PCT/DE 96/01317

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 6 H05B41/29 H01J65/04 H05B41/30

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 6 H05B H01J

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP,A,0 363 832 (ASEA BROWN BOVERI) 18.April 1990 in der Anmeldung erwähnt siehe Seite 3, Zeile 52 - Seite 6, Zeile 4; Abbildungen 1-6 ---	1,4,7-12
A	WO,A,94 23442 (PATENT-TREUHAND-GESELLSCHAFT FÜR ELEKTRISCHE GLÜHLAMPEN) 13.Oktober 1994 in der Anmeldung erwähnt siehe Seite 14, Zeile 25 - Seite 19, Zeile 14; Abbildungen 1-9 ---	1-7,12
A	DE,A,26 00 592 (ONODA CEMENT) 21.Juli 1977 siehe Seite 9, Zeile 16 - Seite 17, Zeile 10; Abbildungen 1-3 --- -/--	1,12

[X] Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

[X] Siehe Anhang Patentfamilie

° Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

1

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
6.November 1996	13. 11. 96

Name und Postanschrift der Internationale Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Albertsson, E

Formblatt PCT/ISA/210 (Blatt 2) (Juli 1992)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Intern ales Aktenzeichen
PCT/DE 96/01317

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 10, no. 8 (E-373), 14.Januar 1986 & JP,A,60 172135 (MITSUBISHI), 5.September 1985, siehe Zusammenfassung ---	1,8-12
A	EP,A,0 604 902 (MITSUBISHI) 6.Juli 1994 ---	
A	EP,A,0 521 553 (PHILIPS) 7.Januar 1993 ---	
A	US,A,3 648 100 (H. GOLDIE ET AL.) 7.März 1972 ---	
A	EP,A,0 302 748 (S.C. CHOW) 8.Februar 1989 -----	

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Intern. ales Aktenzeichen
PCT/DE 96/01317

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP-A-363832	18-04-90	CH-A-	676168	14-12-90
		JP-A-	2158049	18-06-90
		US-A-	5006758	09-04-91
WO-A-9423442	13-10-94	DE-A-	4311197	06-10-94
		CA-A-	2155340	13-10-94
		CA-A-	2159906	13-10-94
		CN-A-	1120873	17-04-96
		WO-A-	9422975	13-10-94
		EP-A-	0733266	25-09-96
		EP-A-	0738311	23-10-96
		HU-A-	71766	29-01-96
		JP-T-	8508363	03-09-96
		JP-T-	8508307	03-09-96
DE-A-2600592	21-07-77	KEINE		
EP-A-604902	06-07-94	JP-A-	6251754	09-09-94
		AU-B-	659355	11-05-95
		AU-A-	5274893	04-08-94
		CA-A-	2112304	29-06-94
		US-A-	5444335	22-08-95
EP-A-521553	07-01-93	DE-D-	69210113	30-05-96
		JP-A-	5205704	13-08-93
		US-A-	5343114	30-08-94
US-A-3648100	07-03-72	KEINE		
EP-A-302748	08-02-89	JP-A-	1043947	16-02-89
		JP-B-	6040480	25-05-94
		JP-A-	1043948	16-02-89
		JP-B-	6040481	25-05-94
		JP-A-	1043949	16-02-89
		JP-B-	6040482	25-05-94
		JP-A-	1045041	17-02-89
		AU-B-	607520	07-03-91