

12 **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: **88113593.3**

51 Int. Cl.4: **H01J 65/04**

22 Anmeldetag: **22.08.88**

30 Priorität: **23.10.87 CH 4156/87**

71 Anmelder: **BBC Brown Boveri**
Aktiengesellschaft

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
26.04.89 Patentblatt 89/17

CH-5401 Baden(CH)

84 Benannte Vertragsstaaten:
CH DE FR GB IT LI NL SE

72 Erfinder: **Eliasson, Baldur, Dr.**
Chilemattweg 5
CH-5413 Birmenstorf(CH)
Erfinder: **Kogelschatz, Ulrich, Dr.**
Obere Parkstrasse 8
CH-5212 Hausen(CH)

54 **Hochleistungsstrahler.**

57 Der Hochleistungsstrahler besteht aus einem von Dielektrika (1, 2) begrenzten und mit einem Edelgas oder Gasgemisch gefüllten Entladungsraum (4) abgewandten Oberflächen der Dielektrika liegenden Elektroden (5, 6) für die durch stille elektrische Entladungen erzeugte Strahlung transparent sind. Auf diese Weise wird ein grossflächiger UV-Strahler mit hohem Wirkungsgrad geschaffen, der mit hohen elektrischen Leistungsdichten bis hin zu 50 KW/m² aktiver Elektrodenoberfläche betrieben werden kann.

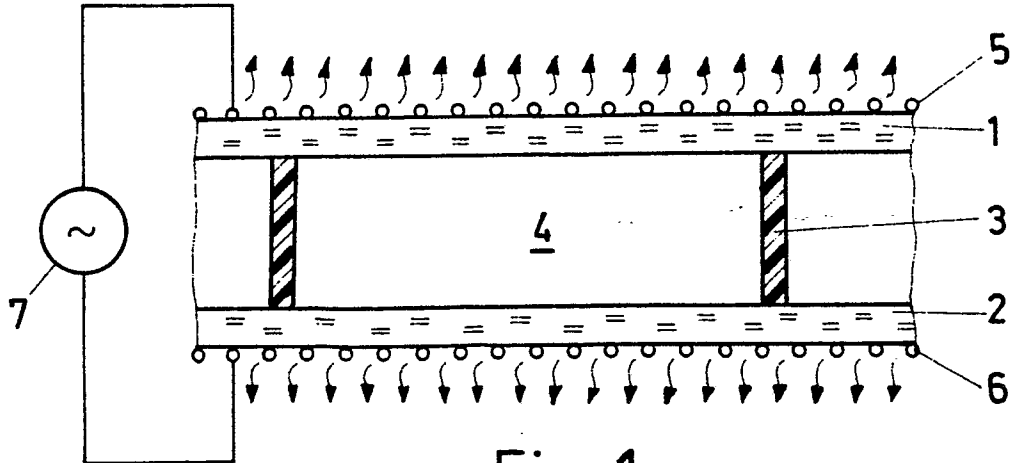


Fig. 1

EP 0 312 732 A1

Hochleistungsstrahler

Technisches Gebiet

5 Die Erfindung bezieht sich auf einen Hochleistungsstrahler, insbesondere für ultraviolettes Licht, mit einem mit Füllgas gefüllten Entladungsraum, dessen Wandungen durch ein erstes und ein zweites Dielektrikum gebildet sind, welches auf seinen dem Entladungsraum abgewandten Oberflächen mit ersten und zweiten Elektroden versehen ist, mit einer an die ersten und zweiten Elektroden angeschlossenen Wechselstromquelle zur Speisung der Entladung.

10 Die Erfindung nimmt dabei Bezug auf einen Stand der Technik, wie er beispielsweise aus der Veröffentlichung "Vacuum-ultra-violet lamps with a barrier discharge in inert gases" von G.A. Volkova, N.N. Kirillova, E.N. Pavlovskaya and A.V. Yakovleva in der SU-Zeitschrift Zhurnal Prikladnoi Spektroskopii 41 - (1984) No. 4, 691-695, veröffentlicht in einer englischsprachigen Uebersetzung der Plenum Publishing Corporation 1985, Dok. Nr. 0021-9037/84/4104-1194 08.50, S. 1194 ff., ergibt.

15 Technologischer Hintergrund und Stand der Technik Für Hochleistungsstrahler, insbesondere Hochleistungs-UV-Strahler, gibt es diverse Anwendungen wie z.B. Entkeimung, Aushärten von Lacken und Kunstharzen, Rauchgasreinigung, Zerstörung und Synthese spezieller chemischer Verbindungen. Im allgemeinen wird die Wellenlänge des Strahlers sehr genau auf den beabsichtigten Prozess abgestimmt sein müssen. Der bekannteste UV-Strahler ist vermutlich der Quecksilberstrahler, der UV-Strahlung der Wellenlänge 254 nm und 185 nm mit hohem Wirkungsgrad abstrahlt. In diesen Strahlern brennt eine Niederdruck-Glimmentladung in einem Edelgas-Quecksilberdampf-Gemisch.

20 In der eingangs genannten Veröffentlichung "Vakuuum ultra-violet lamps ..." wird eine auf dem Prinzip der stillen elektrischen Entladung basierende UV-Strahlenquelle beschrieben. Dieser Strahler besteht aus einem Rohr aus dielektrischem Material mit Rechteckquerschnitt. Zwei gegenüberliegende Rohrwände sind mit flächenhaften Elektroden in Form von Metallfolien versehen, die an einen Impulsgenerator angeschlossen sind. Das Rohr ist an beiden Enden verschlossen und mit einem Edelgas (Argon, Krypton oder Xenon) gefüllt. Derartige Füllgase bilden beim Zünden einer elektrischen Entladung unter bestimmten Bedingungen sogenannte Excimere. Ein Excimer ist ein Molekül, das aus einem angeregten Atom und einem Atom im Grundzustand gebildet wird.

30 z.B. $Ar + Ar^* \rightarrow Ar_2^*$

Es ist bekannt, dass die Umwandlung von Elektronenenergie in UV-Strahlung mit diesen Excimeren sehr effizient erfolgt. Bis zu 50 % der Elektronenenergie kann in UV-Strahlung umgewandelt werden, wobei die angeregten Komplexe nur einige Nanosekunden leben und beim Zerfall ihre Bindungsenergie in Form von UV-Strahlung abgeben. Wellenlängenbereiche:

Edelgas	UV-Strahlung
He ₂ [*]	60 - 100 nm
Ne ₂ [*]	80 -90 nm
Ar ₂ [*]	107 - 165 nm
Kr ₂ [*]	140 - 160 nm
Xe ₂ [*]	160 - 190 nm

45 Bei dem bekannten Strahler gelangt das erzeugte UV-Licht bei einer ersten Ausführung über ein stirnseitiges Fenster im dielektrischen Rohr in den Aussenraum. Bei einer zweiten Ausführungsform sind die Breitseiten des Rohres mit Metallfolien versehen, welche die Elektroden bilden. An den Schmalseiten ist das Rohr mit Ausnehmungen versehen, über welche spezielle Fenster geklebt sind, durch welche die Strahlung austreten kann.

50 Der mit dem bekannten Strahler erreichbare Wirkungsgrad liegt in der Grössenordnung von 1 %, also weit unter dem theoretischen Wert von um 50 %, weil sich das Füllgas unzulässig aufheizt. Eine weitere Unzulänglichkeit des bekannten Strahlers ist darin zu sehen, dass sein Lichtaustrittsfenster aus Stabilitätsgründen nur eine vergleichsweise kleine Fläche aufweist.

In der EP-Anmeldung 87109674.9 vom 6.7.1987, der CH-Anmeldung 2924/86-8 vom 22.7.1986 oder der US-Anmeldung 07/076926 vom 22.7.1986 ist ein Hochleistungsstrahler vorgeschlagen worden, der einen wesentlich grösseren Wirkungsgrad aufweist, mit höheren elektrischen Leistungsdichten betrieben werden kann und dessen Lichtaustrittsfläche den genannten Beschränkungen nicht unterliegt. Dazu ist bei dem gattungsgemässen Hochleistungsstrahler sowohl das Dielektrikum als auch die ersten Elektroden für die besagte Strahlung durchlässig sind und zumindest die zweiten Elektroden gekühlt sind.

Dieser Hochleistungsstrahler kann mit grossen elektrischen Leistungsdichten und hohem Wirkungsgrad betrieben werden. Seine Geometrie ist in weiten Grenzen dem Prozess anpassbar, in welchem er eingesetzt wird. So sind neben grossflächigen ebenen Strahlern auch zylindrische, die nach innen oder nach aussen strahlen, möglich. Die Entladungen können bei hohem Druck (0.1 - 10 bar) betrieben werden. Mit dieser Bauweise lassen sich elektrische Leistungsdichten von 1 - 50 KW/m² realisieren. Da die Elektronenenergie in der Entladung weitgehend optimiert werden kann, liegt der Wirkungsgrad solcher Strahler sehr hoch, auch dann, wenn man Resonanzlinien geeigneter Atome anregt. Die Wellenlänge der Strahlung lässt sich durch die Art des Füllgases einstellen z.B. Quecksilber (185 nm, 254 nm), Stickstoff (337-415 nm), Selen (196, 204, 206 nm), Xenon (119, 130, 147 nm), Krypton (124 nm). Wie bei anderen Gasentladungen empfiehlt sich auch die Mischung verschiedener Gasarten.

Der Vorteil dieser Strahler liegt in der flächenhaften Abstrahlung grosser Strahlungsleistungen mit hohem Wirkungsgrad. Fast die gesamte Strahlung ist auf einen oder wenige Wellenlängenbereiche konzentriert. Wichtig ist in allen Fällen, dass die Strahlung durch eine der Elektroden austreten kann. Dieses Problem ist lösbar mit transparenten, elektrisch leitenden Schichten oder aber auch, indem man ein feinmaschiges Drahtnetz oder aufgebrachte Leiterbahnen als Elektrode benützt, die einerseits die Stromzufuhr zum Dielektrikum gewährleisten, andererseits für die Strahlung aber weitgehend transparent sind. Auch kann ein transparenter Elektrolyt, z.B. H₂O, als weitere Elektrode verwendet werden, was insbesondere für die Bestrahlung von Wasser/Abwasser vorteilhaft ist, da auf diese Weise die erzeugte Strahlung unmittelbar in die zu bestrahlende Flüssigkeit gelangt und diese Flüssigkeit gleichzeitig als Kühlmittel dient.

Derartige Strahler strahlen nur in einem Raumwinkel von 2π . Da aber jedes sich im Entladungsspalt befindliche Volumenelement nach allen Richtungen, d.h. in einen Raumwinkel 4π strahlt, geht im oben beschriebenen Strahler zunächst die eine Hälfte der Strahlung verloren. Man kann sie teilweise durch ein geschicktes Anbringen von Spiegeln zurückgewinnen, wie es a.a.O. bereits vorgeschlagen wurde. Dabei ist zweierlei zu beachten:

- jede spiegelnde Oberfläche hat im UV-Bereich einen Reflektionskoeffizienten, der merklich kleiner als 1 sein kann;
- die so reflektierte Strahlung muss dreimal durch das absorbierende Quarzglas hindurch.

Kurze Darstellung der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde einen Hochleistungsstrahler zu schaffen, der mit hohen elektrischen Leistungsdichten betrieben werden kann, eine maximale Lichtaustrittsfläche aufweist und darüber hinaus eine optimale Ausnützung der Strahlung ermöglicht.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass bei einem gattungsgemässen Hochleistungsstrahler sowohl die Dielektrika als auch die Elektroden für die besagte Strahlung durchlässig sind.

Das durch eine stille Entladung angeregte und abstrahlende Gas füllt den bis zu 1 cm breiten Spalt zwischen zwei dielektrischen Wänden (bestehend z.B. aus Quarz). Die UV-Strahlung kann nach beiden Seiten den Entladungsspalt verlassen, was die zur Verfügung stehende Strahlungsenergie und damit auch den Wirkungsgrad verdoppelt. Die Elektroden können als relativ weitmaschige Gitter ausgebildet werden. Alternativ können die Gitterdrähte in Quarz eingebettet sein. Dies müsste aber so geschehen, dass die UV-Durchlässigkeit des nicht wesentlich beeinträchtigt wird. Eine weitere Variation der Ausführung wäre das Aufbringen einer für UV durchlässigen elektrisch leitenden Schichten anstelle der Gitter.

Kurze Beschreibung der Zeichnung In der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele der Erfindung schematisch dargestellt, und zwar zeigt

Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel der Erfindung in Gestalt eines ebenen Flächenstrahlers,

Fig. 2 einen zylindrischen nach aussen und innen abstrahlenden Strahler, mit strahlungsdurchlässigen flächenhaften Elektroden.

Ausführliche Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung

Der plattenförmige UV-Hochleistungsstrahler nach Fig. 1 besteht im wesentlichen aus zwei Quarz- oder Saphirplatten 1, 2, die durch Distanzstücke 3 aus Isoliermaterial voneinander getrennt sind, und einen Entladungsraum 4 mit einer typischen Spaltweite zwischen 1 und 10 mm begrenzen. Die äusseren Oberflächen der Quarzplatten 1, 2 sind mit einem relativ weitmaschigen Drahtnetz 5, 6 versehen, das die erste bzw. zweite Elektrode des Strahlers bildet. Die elektrische Anspeisung des Strahlers erfolgt durch eine an diese Elektroden angeschlossene Wechselstromquelle 7.

Als Wechselstromquelle 7 können generell solche verwendet werden, wie sie im Zusammenhang mit Ozonerzeugern seit langem eingesetzt werden mit den dort üblichen Frequenzen zwischen 50 Hz und einigen Kilohertz.

Der Entladungsraum 5 ist seitlich in üblicher Weise geschlossen, wurde vor dem Verschliessen evakuiert und mit einem inerten Gas, oder einer bei Entladungsbedingungen Excimere bildenden Substanz, z.B. Quecksilber, Edelgas, Edelgas-Metaldampf-Gemisch, Edelgas-Halogen-Gemisch, gefüllt, gegebenenfalls unter Verwendung eines zusätzlichen weiteren Edelgases (Ar, He, Ne) als Puffergas.

Je nach gewünschter spektraler Zusammensetzung der Strahlung kann dabei eine Substanz gemäss nachfolgender Tabelle Verwendung finden:

Füllgas	Strahlung
Helium	60 - 100 nm
Neon	80 - 90 nm
Argon	107 - 165 nm
Xenon	160 - 190 nm
Stickstoff	337 - 415 nm
Krypton	124 nm, 140 - 160 nm
Krypton + Fluor	240 - 255 nm
Quecksilber	185, 254 nm
Selen	196, 204, 206 nm
Deuterium	150 - 250 nm
Xenon + Fluor	400 - 550 nm
Xenon + Chlor	300 - 320 nm

In der sich bildenden stillen Entladung (dielectric barrier discharge) kann die Elektronenenergieverteilung durch Variation der Spaltweite (bis 10 mm) des Entladungsraumes, Druck (bis 10 bar) und/oder Temperatur optimal eingestellt werden.

Für sehr kurzwellige Strahlungen kommen auch Platten-Materialien, wie z.B. Magnesiumfluorid und Calciumfluorid in Frage. Für Strahler, welche Strahlung im sichtbaren Bereich des Lichtes liefern sollen, ist das Platten-Material Glas. Anstelle eines Drahtnetzes kann auch eine transparente elektrisch leitende Schicht vorhanden sein, wobei für sichtbares Licht die Schicht aus Indium- oder Zinnoxid, für sichtbares und UV-Licht eine 50 - 100 Angström dicke Goldschicht und speziell im UV auch eine dünne Schicht aus Alkalimetallen verwendet werden kann.

Beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 sind ein erstes Quarzrohr ein von diesem distanziertes zweites Quarzrohr 9 koaxial ineinander angeordnet und mittels ringförmiger Distanzelemente 10 aus Isoliermaterial beabstandet. Der Ringspalt 11 zwischen den Rohren 8 und 9 bildet den Entladungsraum. Als erste Elektrode ist eine dünne UV-durchlässige elektrisch leitende Schicht 12, z.B. aus Indium- oder Zinnoxid oder Alkalimetall oder Gold, auf der Aussenwandung des äusseren Quarzrohrs 8 und eine ebensolche Schicht 13 als zweite Elektrode auf der Innenwandung des inneren Glasrohrs 9 vorgesehen. Der Entladungsraum ist analog zum Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 mit einer Substanz bzw. Substanzgemisch gemäss der vorstehenden Tabelle gefüllt.

Auch hier können - je nach Wellenlänge der Strahlung andere Elektroden-Materialien und -Typen Verwendung finden, wie sie im Zusammenhang mit Fig. 1 genannt wurden.

Die beschriebenen Strahler eignen sich gut als photochemische Reaktoren hoher Ausbeute. Im Fall des flachen Strahlers wird das reagierende Medium an der Vorderfläche und der Hinterfläche des Strahlers vorbeigeführt. Im Falle des Rundstrahlers wird das Medium sowohl innen als auch aussen hindurchgeführt.

Die Flachstrahler können zum Beispiel als "UV-Paneele" in den Abgasschornstein von chemischen Reinigungen und anderen Industriebetrieben gehängt, um Reste von Lösungsmitteln (z.B. chlorierte

Kohlenwasserstoffe) zu zerstören. Aehnlich kann eine grössere Anzahl solcher "Rundstrahler" zu grösseren Batterien zusammengefasst und für ähnliche Zwecke eingesetzt werden.

Auch bei der Verspiegelung der einseitig abstrahlenden UV-Strahler nach der eingangs genannten Patentanmeldung lassen sich Verbesserungen erzielen. Den oben erwähnten dreimaligen Durchgang durch die absorbierenden Quarzwände kann man vermeiden, wenn man die UV-Verspiegelung (z.B. Aluminium) innen anbringt und dann mit einer dünnen Schicht aus Magnesiumfluorid (MgF_2) abdeckt. Auf diese Weise müsste die Strahlung jeweils nur eine Quarzwand passieren.

10 Ansprüche

1. Hochleistungsstrahler, insbesondere für ultraviolettes Licht, mit einem mit Füllgas gefüllten Entladungsraum (4), dessen Wandungen durch ein erstes (1) und ein zweites Dielektrikum (2) gebildet sind, welches auf seinen dem Entladungsraum (4) abgewandten Oberflächen mit ersten (5; 12) und zweiten Elektroden (6; 13) versehen ist, mit einer an die ersten und zweiten Elektroden angeschlossenen Wechselstromquelle (7) zur Speisung der Entladung, dadurch gekennzeichnet, dass sowohl die Dielektrika (5, 6; 8, 9) als auch die ersten (1; 12) und die zweiten Elektroden (6; 13) für die besagte Strahlung durchlässig sind.

2. Hochleistungsstrahler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektroden transparente elektrisch leitende Schichten (12, 13), vorzugsweise aus Indium- oder Zinnoxid oder einer dünnen Schicht aus Alkalimetall oder aus Gold, sind.

3. Hochleistungsstrahler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektroden aus metallischen Drähten (5, 6) bestehen, die auf dem oder im Dielektrikum (2) angeordnet sind.

4. Hochleistungsstrahler nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektroden als Drahtnetze (5, 6) ausgebildet sind.

5. Hochleistungsstrahler nach Anspruch 1, 2, 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Füllmedium ein unter Entladungsbedingungen Excimere bildendes Edelgas oder Edelgasgemisch ist.

6. Hochleistungsstrahler nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Füllmedium Quecksilber, Stickstoff, Selen, Deuterium oder ein Gemisch dieser Substanzen allein oder mit einem Edelgas ist.

7. Hochleistungsstrahler nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Entladungsraum (4) im wesentlichen durch zwei distanzierte Platten (1, 2) aus dielektrischem Material gebildet ist, an welche sich nach aussen hin Elektroden (5, 6) anschliessen.

8. Hochleistungsstrahler nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Entladungsraum (4) durch den Ringraum zweier Rohre (8, 9) aus dielektrischem Material gebildet ist, wobei beide dem Entladungsraum (4) abgewandten Oberflächen der Rohre mit für die Strahlung durchlässigen Elektroden (12, 13) versehen sind.

9. Hochleistungsstrahler nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Füllmedium ein Edelgas/Halogen-Gemisch, vorzugsweise ein Ar/F-, Kr/F-, Xe/Cl-, Xe/J-, Xe/Br-Gemisch ist.

10. Hochleistungsstrahler nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Füllgas ein Puffergas in Form eines zusätzlichen Edelgases, vorzugsweise Ar, He oder Ne, enthält.

40

45

50

55

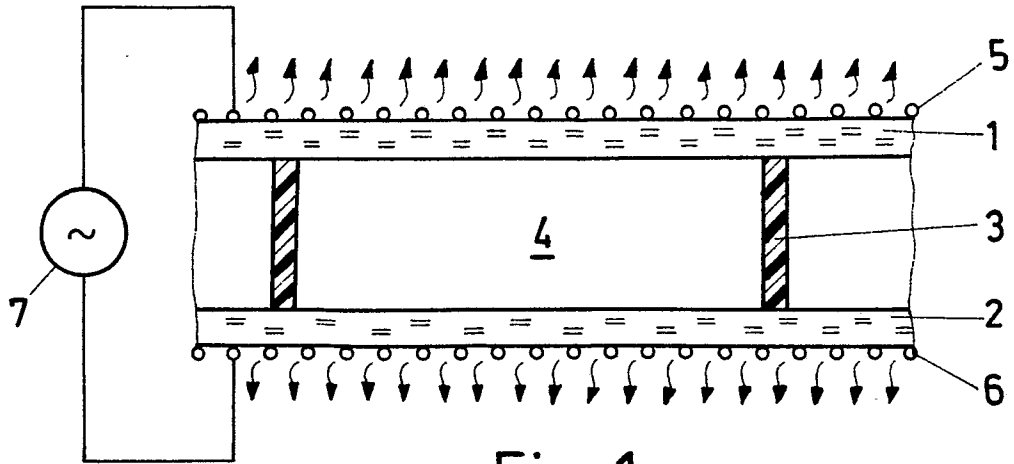


Fig. 1

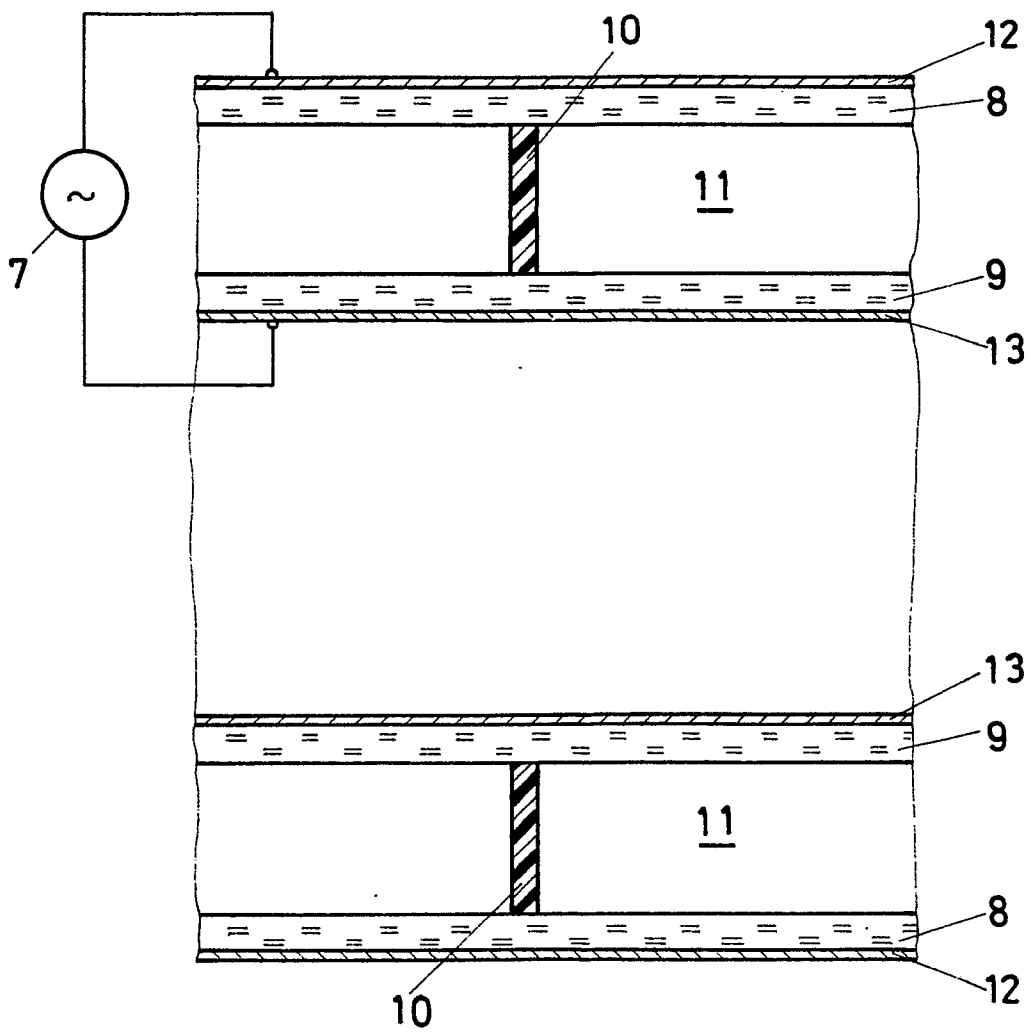


Fig. 2



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.4)
D,A	JOURNAL OF APPLIED SPECTROSCOPY, Band 41, Nr. 4, Oktober 1984, Seiten 1194-1197, Plenum Publishing Corp., New York, US; G.A. VOLKOVA et al.: "Vacuum-ultraviolet lamps with a barrier discharge in inert gases" -----	1,5,7,9	H 01 J 65/04
A	US-A-4 266 167 (J.M. PROUD et al.) * Spalte 3, Zeile 31 - Spalte 5, Zeile 21; Figur 1 * -----	1,3,4,6	
A	BE-A- 739 064 (PHILIPS) * Seite 6, Zeile 17 - Seite 10, Zeile 23; Figuren 1-3 * -----	1,2	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.4)
			H 01 J 61/00 H 01 J 65/00
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 17-10-1988	Prüfer SARNEEL A.P.T.
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 : nichtschriftliche 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 andern Gründen angeführtes Dokument ----- & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	