

19



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



11 Veröffentlichungsnummer: **0 578 953 A1**

12

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **93108758.9**

51 Int. Cl.<sup>5</sup>: **H01J 65/04, H01J 61/54**

22 Anmeldetag: **01.06.93**

30 Priorität: **06.07.92 DE 4222130**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**19.01.94 Patentblatt 94/03**

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

71 Anmelder: **Heraeus Noblelight GmbH**  
**Heraeusstrasse 12-14**  
**D-63450 Hanau(DE)**

72 Erfinder: **Kogelschatz, Ulrich, Dr.**  
**Obere Parkstrasse 8**  
**CH-5212 Hausen(CH)**

74 Vertreter: **Kühn, Hans-Christian**  
**Heraeus Holding GmbH,**  
**Stabsstelle Schutzrechte,**  
**Heraeusstrasse 12-14**  
**D-63450 Hanau (DE)**

54 **Hochleistungsstrahler.**

57 Bei einem UV-Excimerstrahler wird das Zündverhalten beim ersten Zünden bzw. längeren Betriebspausen dadurch verbessert, dass im Entladungsraum Mittel zur lokalen Feldverzerrung vorgesehen sind. Diese Mittel können entweder gezielt angebrachte lokale Verengungen (12) oder ein Störkörper (13) aus Aluminium- oder Titanoxid sein.

**EP 0 578 953 A1**

Die Erfindung bezieht sich auf einen Hochleistungsstrahler, insbesondere für ultraviolettes Licht, mit einem mit unter Entladungsbedingungen Strahlung aussendendem Füllgas gefüllten Entladungsraum, dessen Wandungen durch ein äusseres und ein inneres Dielektrikum gebildet sind, wobei die Aussenflächen des äusseren Dielektrikums mit ersten Elektroden versehen sind, mit zweiten Elektroden an der dem Entladungsraum abgewandten Oberfläche des zweiten Dielektrikums, und mit einer an die ersten und zweiten Elektroden angeschlossenen Wechselstromquelle zur Speisung der Entladung.

Die Erfindung nimmt dabei Bezug auf einen Stand der Technik, wie er sich etwa aus der EP-A 054 111, der US-Patentanmeldung 07/485544 vom 27.02.1990 oder auch der EP-Patentanmeldung 90103082.5 vom 17.02.1990 ergibt.

#### Technologischer Hintergrund und Stand der Technik

Der industrielle Einsatz photochemischer Verfahren hängt stark von der Verfügbarkeit geeigneter UV-Quellen ab. Die klassischen UV-Strahler liefern niedrige bis mittlere UV-Intensitäten bei einigen diskreten Wellenlängen, wie z.B. die Quecksilber-Niederdrucklampen bei 185 nm und insbesondere bei 254 nm. Wirklich hohe UV-Leistungen erhält man nur aus Hochdrucklampen (Xe, Hg), die dann aber ihre Strahlung über einen grösseren Wellenlängenbereich verteilen. Die neuen Excimer-Laser haben einige neue Wellenlängen für photochemische Grundlagenexperimente bereitgestellt, sind z.Zt. aus Kostengründen für einen industriellen Prozess wohl nur in Ausnahmefällen geeignet.

In der eingangs genannten EP-Patentanmeldung oder auch in dem Konferenzdruck "Neue UV- und VUV Excimerstrahler" von U. Kogelschatz und B. Eliasson, verteilt an der 10. Vortragstagung der Gesellschaft Deutscher Chemiker, Fachgruppe Photochemie, in Würzburg (BRD) 18.-20. November 1987, wird ein neuer Excimerstrahler beschrieben. Dieser neue Strahlertyp basiert auf der Grundlage, dass man Excimerstrahlung auch in stillen elektrischen Entladungen erzeugen kann, einem Entladungstyp, der in der Ozonherzeugung grösstechnisch eingesetzt wird. In den nur kurzzeitig ( $< 1$  Mikrosekunde) vorhandenen Stromfilamenten dieser Entladung werden durch Elektronenstoss Edelgasatome angeregt, die zu angeregten Molekülkomplexen (Excimeren) weiterreagieren. Diese Excimere leben nur einige 100 Nanosekunden und geben beim Zerfall ihre Bindungsenergie in Form von UV-Strahlung ab.

Auf dem Prinzip der stillen elektrischen Entladungen basierende Excimer-UV-Strahler erfordern beim ersten Zünden bzw. nach längeren Pausen eine wesentlich höhere Spannung als die für den Normalbetrieb erforderliche Spannung. Das hängt damit zusammen, dass sich während des Betriebs Oberflächenladungen auf den Dielektrika bilden, die jeweils für eine erleichterte Zünden in der nachfolgenden Spannungshalbwelle sorgen. Beim ersten Zünden und nach längeren Pausen fehlen diese Oberflächenladungen.

Ganz allgemein kann gesagt werden, dass für das Zünden einer Gasentladung zwei Kriterien erfüllt sein müssen. Einerseits müssen Anfangselektronen vorhanden sein, und andererseits muss die elektrische Feldstärke einen kritischen Wert überschreiten (Zündkriterium), damit es zu einer ausreichenden Multiplikation der Anfangselektronen und damit zur Bildung von Elektronenlawinen unter dem Einfluss des angelegten elektrischen Feldes kommen kann.

Aus der Lampentechnologie bekannte Methoden sind die Benutzung eines radioaktiven Präparates (z.B. Thorium) oder Gases (Krypton 85), um die Startelektronen zur Verfügung zu stellen, und eines Ueberspannungsimpulses, um die Startfeldstärke zu erhöhen. Insbesondere letztere Massnahme erfordert einen zusätzlichen Aufwand bei der Auslegung der elektrischen Speisegeräte und des Isolationsniveaus von Kabel, Steckern, Halterungen etc.

#### Darstellung der Erfindung

Ausgehend vom Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen Hochleistungsstrahler, insbesondere für UV- oder VUV-Strahlung, zu schaffen, der ohne aufwendige Massnahmen zuverlässig zündet.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist bei einem Hochleistungsstrahler der eingangs genannten Gattung erfindungsgemäss vorgesehen, dass im Entladungsraum Mittel zur lokalen Feldverzerrung vorgesehen sind.

Der Erfindung liegt dabei die Erkenntnis zugrunde, durch eine lokale Feldverzerrung bzw. Feldüberhöhung an einer Stelle eine Initialzündung zu erzwingen. Durch die dabei entstehende UV-Strahlung und die Ladungsträger dieser lokalen Entladung wird dann die zuverlässige Zündung des gesamten Entladungsvolumens erzwungen.

Die lokale Feldverzerrung kann man z.B. durch eine Verengung des Entladungsspalt, z.B. eine gegen das Spaltvolumen gerichtete Delle oder Buckel, oder bevorzugt durch einen Störkörper aus dielektrischen Material im Entladungsspalt herbeiführen. Auf einfache Weise lässt sich diese letztgenannte Variante durch

eine Quarzkugel oder durch eine Kugel aus Aluminium- oder Titanoxid im Entladungsspalt realisieren.

Mit der Erfindung wird es erstmals möglich, Excimer-UV-Strahler zu schaffen, die sicher zünden. Die dabei zu ergreifenden Massnahmen sind einfach und wirtschaftlich. Sie lassen sich bei Verwendung eines Störkörpers, der als bevorzugtes Mittel zur Feldverzerrung angesehen wird, auch nachträglich in bestehenden Einheiten durchführen.

Ausführungsformen der Erfindung sowie die damit erzielbaren Vorteile werden nachstehend anhand der Zeichnung näher erläutert.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

In der Zeichnung sind Ausführungsbeispiele der Erfindung schematisch dargestellt; darin zeigt Fig.1 einen UV-Zylinderstrahler mit konzentrischer Anordnung von innerem und äusserem Dielektrikumsrohr im Längsschnitt;

Fig.2 einen Schnitt durch den UV-Strahler nach Fig.1 längs deren Linie AA;

#### Wege zur Ausführung der Erfindung

Gemäss Fig.1 und 2. ist in einem äusseren Quarzrohr 1 mit einer Wandstärke von etwa 0,5 bis 1,5 mm und einem Aussendurchmesser von etwa 20 bis 30 mm ist ein inneres Quarzrohr 2 coaxial angeordnet. An der Innenfläche des inneren Quarzrohrs 2 liegt eine wendelförmige Innenelektrode 3 an.

Eine Aussenelektrode 4 in Form eines Drahtnetzes oder einer aufgebrachten Elektrodenstruktur erstreckt sich über den gesamten Aussenumfangs des äusseren Quarzrohrs 1.

In das innere Quarzrohr 3 ist ein Draht 4 eingeschoben. Dieser bildet die Innenelektrode des Strahlers, das Drahtnetz 2 die Aussenelektrode des Strahlers. Die Quarzrohre 1 und 2 sind an beiden Enden durch je einen Deckel 5 bzw. 6 verschlossen oder zugeschmolzen. Der Raum zwischen den beiden Rohren 1 und 2, der Entladungsraum 7, ist mit einem unter Entladungsbedingungen Strahlung aussendendem Gas/Gasgemisch gefüllt. Das Innere 8 des inneren Quarzrohres 2 ist mit einer Flüssigkeit mit hoher Dielektrizitätskonstante, vorzugsweise demineralisiertem Wasser ( $\epsilon = 81$ ), gefüllt. Diese Flüssigkeit dient gleichzeitig zur Kühlung des Strahlers. Die Kühlflüssigkeit wird über die Anschlüsse 9 und 10 zu- bzw. abgeführt. Die Kühlflüssigkeit dient auch zur elektrischen Ankopplung der Innenelektrode 3 an das innere Quarzrohr 2, so dass es nicht nötig ist, dass die wendelförmige Elektrode 3 überall an der Innenwandung anliegt.

Die beiden Elektroden 3,4 sind mit den beiden Polen einer Wechselstromquelle 11 verbunden. Die Wechselstromquelle liefert eine einstellbare Wechselspannung in der Grössenordnung von mehreren 100 Volt bis 20000 Volt bei Frequenzen im Bereich des technischen Wechselstroms bis hin zu einigen 1000 kHz - abhängig von der Elektrodengeometrie, Druck im Entladungsraum und Zusammensetzung des Füllgases.

Das Füllgas ist, z.B. Quecksilber, Edelgas, Edelgas-Metaldampf-Gemisch, Edelgas-Halogen-Gemisch, gegebenenfalls unter Verwendung eines zusätzlichen weiteren Edelgases, vorzugsweise Ar, He, Ne, als Puffergas.

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

| Füllgas                 | Strahlung                     |
|-------------------------|-------------------------------|
| Helium                  | 60 - 100 nm                   |
| Neon                    | 80 - 90 nm                    |
| Argon                   | 107 - 165 nm                  |
| Argon + Fluor           | 180 - 200 nm                  |
| Argon + Chlor           | 165 - 190 nm                  |
| Argon + Krypton + Chlor | 165 - 190, 200 - 240 nm       |
| Xenon                   | 160 - 190 nm                  |
| Stickstoff              | 337 - 415 nm                  |
| Krypton                 | 124, 140 - 160 nm             |
| Krypton + Fluor         | 240 - 255 nm                  |
| Krypton + Chlor         | 200 - 240 nm                  |
| Quecksilber             | 185, 254, 320-370, 390-420 nm |
| Selen                   | 196, 204, 206 nm              |
| Deuterium               | 150 - 250 nm                  |
| Xenon + Fluor           | 340 - 360 nm, 400 - 550 nm    |
| Xenon + Chlor           | 300 - 320 nm                  |

Daneben kommen eine ganze Reihe weiterer Füllgase in Frage:

- Ein Edelgas (Ar, He, Kr, Ne, Xe) oder Hg mit einem Gas bzw. Dampf aus  $F_2$ ,  $J_2$ ,  $Br_2$ ,  $Cl_2$  oder eine Verbindung die in der Entladung ein oder mehrere Atome F, J, Br oder Cl abspaltet;
- ein Edelgas (Ar, He, Kr, Ne, Xe) oder Hg mit  $O_2$  oder einer Verbindung, die in der Entladung ein oder mehrere O-Atome abspaltet;
- ein Edelgas (Ar, He, Kr, Ne, Xe) mit Hg.

Bei Anliegen einer Wechselspannung zwischen den Elektroden 3 und 4 bildet sich eine Vielzahl von Entladungskanälen (Teilentladungen) im Entladungsraum 7 aus. Diese treten mit den Atomen/Molekülen des Füllgases in Wechselwirkung, was schlussendlich zur UV oder VUV-Strahlung führt.

In der sich bildenden stillen elektrischen Entladung (silent discharge) kann die Elektronenenergieverteilung durch Dicke der Dielektrika und deren Eigenschaften sowie Druck und/oder Temperatur im Entladungsraum optimal eingestellt werden.

Soweit sind Excimer-UV-Strahler bekannt.

Um nun das eingangs beschriebene Zündproblem zu lösen, sind erfindungsgemäss eine Reihe von Möglichkeiten vorgesehen, die allesamt auf der Idee beruhen, an einer Stelle im Entladungsraum 7 lokal eine Feldverzerrung bzw. Feldüberhöhung zu erzwingen. Durch die dabei entstehende UV-Strahlung und die Ladungsträger dieser lokalen Entladung wird dann die zuverlässige Zündung des gesamten Entladungsvolumens erzwungen.

Eine erste Variante ist in Fig.1 rechte obere Hälfte (Fig.2 strichliert) dargestellt. Das äussere Dielektrikumsrohr 1 ist mit einer nach innen weisenden Delle oder Buckel 12 versehen. Diese reicht etwa bis zur halben Spaltweite an das innere Dielektrikumsrohr 2 heran.

Eine zweite Variante zeigt Fig.1, rechte untere Hälfte, (Fig.2 gleichfalls strichliert). Dort ist das innere Dielektrikumsrohr 2 mit einer Delle oder Buckel 12a versehen, der etwa bis zur halben Spaltweite an das äussere Dielektrikumsrohr 1 heranreicht.

Während diese beiden Varianten der Feldverzerrung von vornherein vorgesehen werden müssten, kann die in Fig.1, linke Hälfte, und Fig.2 dargestellte Ausführungsform auch nachträglich bei ausgeführten Strahlern verwendet werden.

In den Entladungsraum 7 ist eine Kugel 13 aus dielektrischem Material, z.B. Quarz, vorzugsweise aus Aluminium- oder Titanoxid, eingelegt, mit einem Kugelaussendurchmesser gleich oder wenig kleiner als die Spaltweite des Entladungsraums 7. Diese Kugel kann - muss aber nicht - an einer oder an beiden Dielektrikumsröhrenwänden befestigt sein. Dabei kommt es nicht auf die exakte Kugelgeometrie an. Auch können insbesondere bei langgestreckten Strahlern zwei oder mehrere dieser Kugeln vorgesehen werden. Auch ist die Kombination von Kugel(n) und Dellen oder Buckeln möglich.

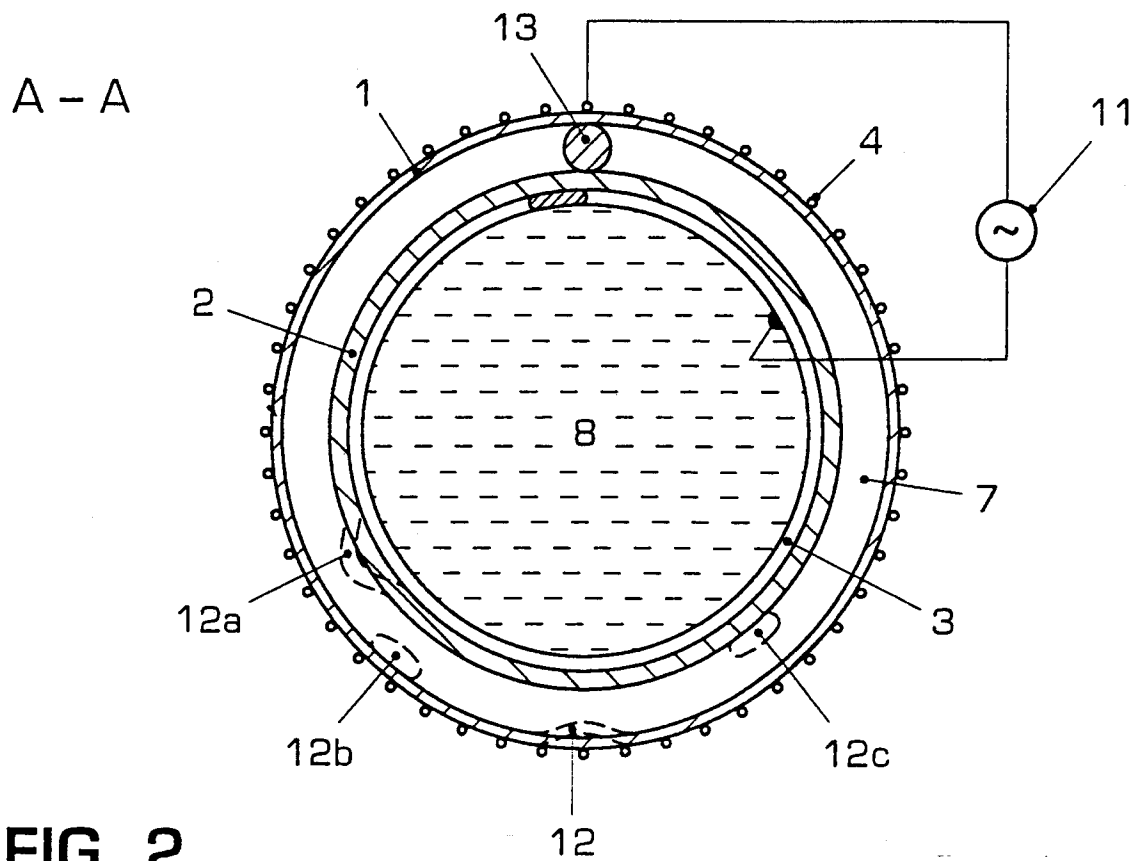
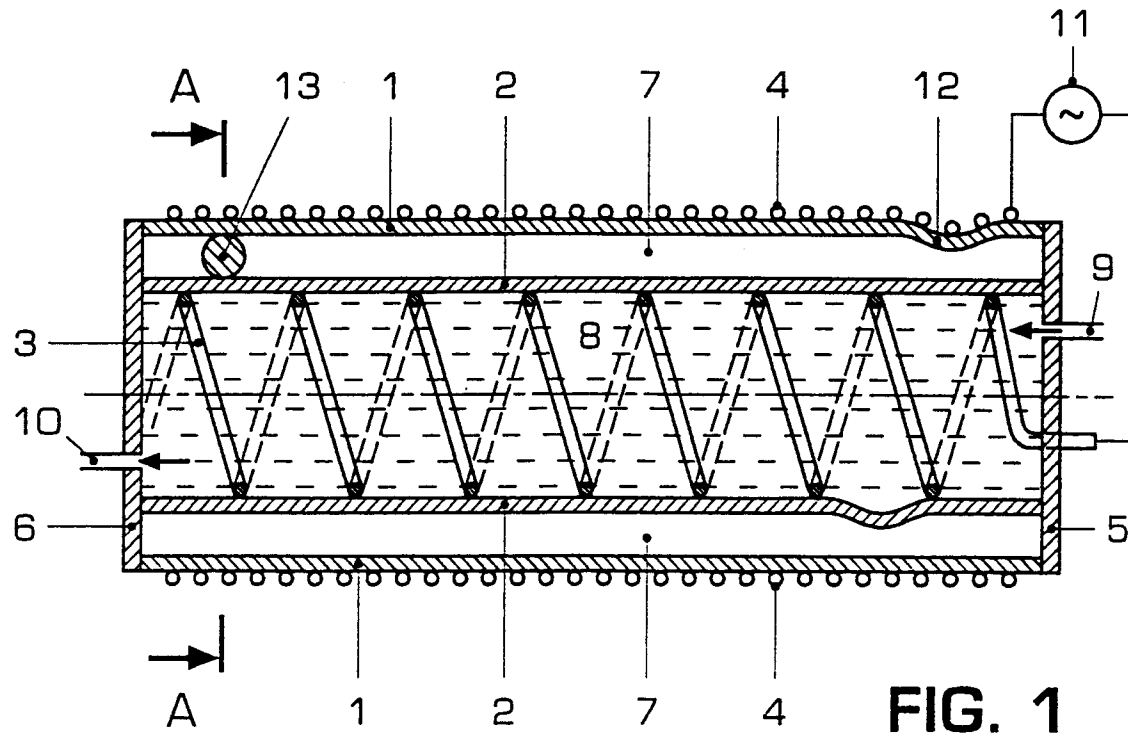
Eine weitere, durchaus auch bei Strahlern nachträglich zu ergreifende Massnahme besteht darin, an die Innenfläche des äusseren Dielektrikumsrohres 1 oder an die Aussenfläche des inneren Dielektrikumsrohres 2 Quarztropfen 12b bzw. 12c anzuschmelzen, um die gewünschte Feldverzerrung zu erreichen.

Bezeichnungsliste

|    |     |                                     |
|----|-----|-------------------------------------|
|    | 1   | äusseres Quarzrohr                  |
|    | 2   | inneres Quarzrohr                   |
| 5  | 3   | wendelförmige Innenelektrode        |
|    | 3'  | zentrale Innenelektrode             |
|    | 4   | Aussenelektrode                     |
|    | 5,6 | Deckel                              |
|    | 7   | Entladungsraum                      |
| 10 | 8   | Innenraum von 2                     |
|    | 9   | Kühlflüssigkeitsabfluss             |
|    | 10  | Kühlflüssigkeitsabfluss             |
|    | 11  | Wechselstromquelle                  |
|    | 12  | Delle oder Buckel an 1              |
| 15 | 12a | Delle oder Buckel an 2              |
|    | 12b | Quarztrofen an 1                    |
|    | 12c | Quarztrofen an 2                    |
|    | 13  | Kugel aus Aluminium- oder Titanoxid |

20 **Patentansprüche**

1. Hochleistungsstrahler, insbesondere für ultraviolettes Licht, mit einem mit unter Entladungsbedingungen Strahlung aussendendem Füllgas gefüllten Entladungsraum (7), dessen Wandungen durch ein äusseres (1) und ein inneres Dielektrikum (2) gebildet sind, wobei die Aussenflächen des äusseren Dielektrikums mit ersten Elektroden (4) versehen sind, mit zweiten Elektroden (3;3') an der dem Entladungsraum (7) abgewandten Oberfläche des zweiten Dielektrikums (2), und mit einer an die ersten (4) und zweiten Elektroden (3;3') angeschlossenen Wechselstromquelle (11) zur Speisung der Entladung, dadurch gekennzeichnet dass im Entladungsraum (7) Mittel (12;12a...;13) zur lokalen Feldverzerrung vorgesehen sind.
2. Hochleistungsstrahler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel durch lokale Verengung des Entladungsraums (7) gebildet sind.
3. Hochleistungsstrahler nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Verengung eine Delle oder Buckel (12,12a) auf der dem Entladungsraum zugewandten Wandung der Dielektrikumsrohre (1,2) ist, die einstückig mit dem inneren und/oder äusserem Dielektrikum (1,2) ausgeführt ist.
4. Hochleistungsstrahler nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Verengung durch Anbringen von Zusatzmaterials (12b,12c) aus Dielektrikumsmaterial auf der dem Entladungsraum zugewandten Wandung der Dielektrikumsrohre (1,2) ausgeführt ist.
5. Hochleistungsstrahler nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass im Entladungsraum (7) ein oder mehrere Störkörper aus dielektrischem Material vorgesehen sind, welche das eine oder das andere oder beide Dielektrika (1,2) berühren.
6. Hochleistungsstrahler nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der oder die Störkörper aus Quarz, Aluminium- oder Titanoxid bestehen.





Europäisches  
Patentamt

## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 93 10 8758

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                         |                                                |                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| Kategorie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile                                                                                                                     | Betrifft Anspruch                              | KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.5)             |
| E                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | EP-A-0 547 366 (ASEA BROWN BOVERI AG)<br>* Zusammenfassung *<br>* Seite 2, Zeile 46 - Zeile 58 *<br>* Seite 3, Zeile 39 - Seite 4, Zeile 3 *<br>* Seite 5, Zeile 5 - Zeile 23; Abbildungen 1-4 *<br>--- | 1                                              | H01J65/04<br>H01J61/54                               |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | EP-A-0 477 914 (TOSHIBA)<br>* Zusammenfassung *<br>* Spalte 7, Zeile 1 - Zeile 32;<br>Abbildungen 1-3 *<br>---                                                                                          | 1                                              |                                                      |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | PATENT ABSTRACTS OF JAPAN<br>vol. 11, no. 55 (E-481)(2502) 20. Februar 1987<br>& JP-A-61 216 232 (MATSUSHITA ELECTRONICS)<br>) 25. September 1986<br>* Zusammenfassung *<br>---                         | 1                                              |                                                      |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | EP-A-0 184 214 (GTE PRODUCTS CORP.)<br>* Zusammenfassung *<br>* Anspruch 1; Abbildungen 1-3 *<br>-----                                                                                                  | 1                                              | RECHERCHIERTE<br>SACHGEBIETE (Int. Cl.5)<br><br>H01J |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                         |                                                |                                                      |
| Recherchenort<br>DEN HAAG                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                         | Abschlußdatum der Recherche<br>25 OKTOBER 1993 | Prüfer<br>GREISER N.                                 |
| <b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</b><br>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet<br>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie<br>A : technologischer Hintergrund<br>O : mündliche Offenbarung<br>P : Zwischenliteratur<br><br>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze<br>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br>L : aus andern Gründen angeführtes Dokument<br>-----<br>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument |                                                                                                                                                                                                         |                                                |                                                      |