

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) Veröffentlichungsnummer: **0 464 924 A1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **91201633.4**

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>: **H01F 31/08**

(22) Anmeldetag: **27.06.91**

(30) Priorität: **06.07.90 DE 4021585**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**08.01.92 Patentblatt 92/02**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE FR GB**

(71) Anmelder: **Philips Patentverwaltung GmbH**  
**Wendenstrasse 35 Postfach 10 51 49**  
**W-2000 Hamburg 1(DE)**

(84) **DE FR GB**

Anmelder: **N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken**  
**Groenewoudseweg 1**  
**NL-5621 BA Eindhoven(NL)**

(84) **FR GB**

(72) Erfinder: **Negle, Hans**

**Schwalbenweg 15**  
**W-2061 Nahe(DE)**

Erfinder: **Sachsse, Alfred**

**Kathenkoppel 41**  
**W-2000 Hamburg 72(DE)**

Erfinder: **Wimmer, Martin**

**Kathenkoppel 41**  
**W-2000 Hamburg 72(DE)**

(74) Vertreter: **Koch, Ingo, Dr.-Ing. et al**  
**Philips Patentverwaltung GmbH**  
**Wendenstrasse 35 Postfach 10 51 49**  
**W-2000 Hamburg 1(DE)**

(54) **Hochspannungstransformator, insbesondere für ein Röntgengerät.**

(57) Die Erfindung betrifft einen Hochspannungs-  
transformator, insbesondere für ein Röntgengerät,  
mit einer Hochspannungswicklung (4), welche min-  
destens einen von einem Isolierkörper (6) gehaltenen  
Wickel (5) enthält. Eine bessere Wärmeabfuhr  
von Wickel (5) wird dadurch ermöglicht, daß der  
Wickel frei von Haltekörpern und/oder Zwischeniso-  
lationselementen selbsttragend und formstabil gewickelt  
und mit einem geringen Teil seiner Oberfläche  
mit dem Isolierkörper (6) derart verbunden ist, daß  
der überwiegende Teil seiner Oberfläche mit lichtem  
Abstand zu Wandungen des Isolierkörpers (6) ange-  
ordnet ist.

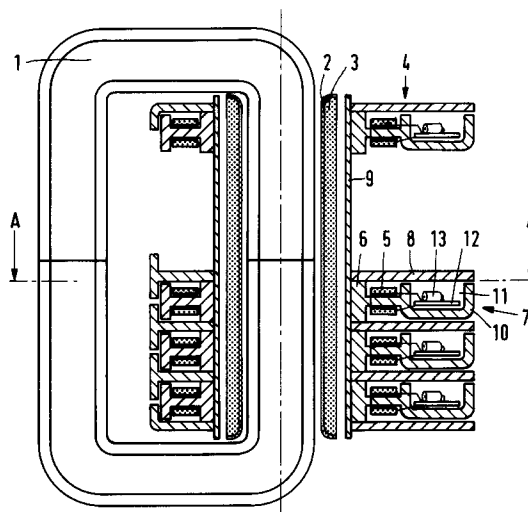


FIG.1

EP 0 464 924 A1

Die Erfindung bezieht sich auf einen Hochspannungstransformator, insbesondere für ein Röntgengerät, mit einer Hochspannungswicklung, welche mindestens einen von einem Isolierkörper gehaltenen Wickel enthält.

Insbesondere für Röntgengeräte werden zur Erzeugung der benötigten Hochspannung sogenannte Konvertergeneratoren verwendet, für welche mit Frequenzen von beispielsweise 10 kHz betriebene Hochspannungstransformatoren benötigt werden. Solche Transformatoren erfordern erheblich weniger Aufwand für Material und Fertigung als 50 Hz-Transformatoren. Man strebt möglichst hohe Leistungsdichten an, um bei gegebenem Volumen höhere Dauerleistungen zu erzielen oder das Bauvolumen bei gleicher Leistung zu verkleinern. Deshalb müssen effektive Maßnahmen zur Kühlung der Wickel vorgesehen werden. Erhöhte Verluste entstehen auch bei Erhöhung der Betriebsfrequenzen als Kupfer-Zusatzverluste infolge Stromverdrängung.

Eine Anordnung der eingangs genannten Art ist durch die EP-A 84 912 bekannt. Dort sind Drahtwindungen der Wickelkörper direkt in Wickelkammern von Isolierkörpern eingewickelt. Solche Isolierkörper werden üblicherweise aus Gießharz hergestellt. Nahezu der gesamte Wickel ist von schlecht Wärme leitendem Material umschlossen. Infolgedessen entsteht bei hoher Verlustleistungsdichte ein Wärmestau im Wickel und im Isolierkörper, welche deshalb thermisch hoch beansprucht werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Anordnung der eingangs genannten Art derart zu gestalten, daß die Wärme besser abgeführt werden kann, so daß eine höhere Dauerleistung ermöglicht wird.

Die Lösung gelingt dadurch, daß der Wickel frei von Haltekörpern und/oder Zwischenisolations-elementen selbsttragend und formstabil gewickelt und mit einem geringen Teil seiner Oberfläche mit dem Isolierkörper derart verbunden ist, daß der überwiegende Teil seiner Oberfläche mit lichtem Abstand zu Wandungen des Isolierkörpers angeordnet ist.

Ein erfindungsgemäß gestalteter Wickel braucht nicht allseitig von Wandungen des Isolierkörpers gehalten zu werden. Eine Halterung an kleinflächigen Aufnahmebereichen eines Isolierkörpers ist ausreichend, so daß ein erheblich größerer Anteil der Oberfläche des Wickels frei für Kühlmittel wie z.B. Öl zugänglich bleibt.

Wenn Windungen in vorgegebene Windungsräume eines Isolierkörpers direkt eingewickelt werden, entstehen wegen der erheblichen Abmesungstoleranzen der Wickelkörper unregelmäßige Wicklungsaufbauten. Dadurch werden erhebliche Streuungen der Wicklungskapazitäten verursacht.

Insbesondere können aber Windungen einer Lage in eine darunterliegende Lage gedrückt werden. Dadurch kann sich die auf eine solche Windung wirkende Lagenspannung vervielfachen. Um das zu verhindern, wurden bisher Zwischenisolations-schichten zwischen den Windungslagen vorgesehen. Das wirkt sich insbesondere dann nachteilig aus, wenn relativ hohe Betriebsfrequenzen verwendet werden, bei welchen sich die sekundäre Hochspannung auf erheblich weniger Windungen verteilt. Es ergeben sich hohe Windungsspannungen zwischen zwei in einer Lage benachbarten Windungen und entsprechend auch höhere Lagespannungen zwischen den Windungen übereinanderliegender Lagen. Deshalb ist zur Erhöhung der Isolationsfestigkeit der Hochspannungswicklung vorgesehen, daß der Wickel orthozyklisch gewickelt ist.

Bei einer orthozyklischen Wicklung verlaufen die einzelnen Windungen auf dem größten Teil ihrer Länge in einer zur Wickelachse orthogonalen Ebene und werden auf einem kleinen Umfangsbe-reich in die Ebene der nächsten Windung geführt. Durch entsprechende Wickeltechnik wird erreicht, daß jede Windung eine genau vorbestimmte Lage einnimmt (vgl. Philips Technische Rundschau 1962, Nr. 12, Seiten 401 bis 404). Erfindungsgemäß werden orthozyklische Wickel selbsttragend unter Verwendung von eng tolerierten Einwickelwerkzeugen hergestellt, aus welchen sie beispielsweise nach einem Tränkvorgang formstabil entnommen werden können. Es ist deshalb sichergestellt, daß die Wickel auch nach der Integration in den Hochspannungstransformator einen ideal gleichmäßigen Aufbau haben. Durchschläge infolge unkontrolliert verlaufender Windungen sind vermieden. Die Wicklungskapazitäten und auch die Streu-induktivitäten sind bei den Exemplaren einer Serienfertigung praktisch gleich, so daß diese Werte im Zusammenwirken mit zur Hochspannungserzeugung verwendeten externen Kondensatoren als toleranzlose Festwerte eingerechnet werden können.

Der Wickel kann reibschlüssig auf einem Dorn eines Isolierkörpers gehalten sein. Weiterhin ist eine Befestigung durch Kleben möglich.

Bei einer bevorzugten einfachen Ausführungsart ist vorgesehen, daß die Wickel formschlüssig mit den Isolierkörpern verbunden sind. Ein geeigneter Formschluß kann durch thermische Verformung von Aufnahmenocken des Isolierkörpers erreicht werden.

Eine vorteilhafte Lösung ist dadurch gekennzeichnet, daß die formschlüssige Verbindung derart gestaltet ist, daß der überwiegende Teil der Oberfläche des Wickels mit lichtem Abstand zu benachbarten Wandungen des Isolierkörpers angeordnet ist. Der überwiegende Teil der Wickeloberfläche liegt dann frei im Kontakt mit einem Kühlmittel wie insbesondere Öl, so daß sich eine besonders wirk-

same Kühlung ergibt.

Ein stabiler selbsttragender Aufbau des Wickels wird dadurch erreicht, daß die Windungen des Wickels mit benachbarten Windungen verklebt sind. Beim Wickelvorgang braucht kein Kleber aufgetragen zu werden, wenn der Wickel aus Backlackdraht gewickelt wird, dessen äußere Isolierschicht aus einem bei Wärmeeinwirkung schmelzenden Kunststoff besteht, welcher mit der äußeren Isolierschicht der Nachbarwindungen "verbackt". Vorzugsweise ist vorgesehen, daß die Hochspannungswicklung mehrere Wickel umfaßt, welche von separaten gleichartigen Isolierkörpern gehalten sind. Dann braucht für die Isolation jedes Wickels nur ein entsprechender Bruchteil der gesamten Hochspannung berücksichtigt zu werden. Schmale und hohe Wickel sind hinsichtlich Isolationsfestigkeit und Wärmeabfuhr besonders günstig.

Wenn die Hochspannungswicklung aus mehreren Wickeln aufgebaut ist, können diese und die zugehörigen Isolierkörper als standardisierte Bauelemente ausgebildet sein, die für eine ganze Baureihe von Hochspannungstransformatoren geeignet sind. Die Montage von Hochspannungstransformatoren verschiedener Spannungs- und Leistungsreihen kann mit gleichartigen Bauteilen und mit wenigen Handgriffen durchgeführt werden.

Gemäß einer vorteilhaften Lösung sind auf einem Isolierkörper zwei Wickel vorgesehen. Wenn die beiden Wickel beidseitig eines Trennflansches des Isolierkörpers angeordnet sind, sind beide Wickel isolationsmäßig getrennt und brauchen nur im Hinblick auf die an jeden Wickel anliegende Spannung isoliert zu werden.

Wenn die Hochspannungswicklung aus mehreren gleichartigen Wickeln aufgebaut ist, können deren Spannungen direkt oder nach Gleichrichtung in Reihe geschaltet werden. Die erforderlichen elektrischen Verbindungen können dadurch besonders einfach hergestellt werden, daß die Isolierkörper Steckanschlüsselemente zur elektrischen Verbindung mit gleichartigen benachbarten Isolierkörpern aufweisen.

Bei einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, daß die Isolierkörper radial außen angeordnete Ansätze aufweisen, auf denen elektrische Bauelemente wie Kondensatoren, Widerstände und Gleichrichter befestigt und mit vom Isolierkörper getragenen Wickeln verschaltet sind. Die mit einem Wickel oder einem Paar von Wickeln elektrisch zu verbindenden Bauelemente befinden sich dann in unmittelbarer Nähe der Wickel, so daß sich kurze Verbindungswege ergeben. Der Isolationsaufwand ist verringert, weil die für die Wickel bemessenen Isolierstrecken ebenfalls für die in gleicher Weise spannungsbeanspruchten Bauelemente genügen.

Die radialen Ansätze können Bestandteile der

Isolierkörper oder auch separate Bauteile wie insbesondere Leiterplatten sein. Die elektrischen Bauelemente können konventionell oder als SMD-Elemente ausgeführt sein.

5        Gemäß einer besonders vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, daß ein im Stromkreis einer Röntgenröhre anzuordnender Dämpfungswiderstand in Form von Teilwiderständen auf die Ansätze der einzelnen Isolierkörper verteilt angeordnet ist. Bisher war es üblich, einen einzigen Dämpfungswiderstand vorzusehen, dessen Isolation dann für die gesamte Hochspannung bemessen werden mußte. Es ergaben sich aufwendige und voluminöse Dämpfungswiderstände. Bei der erfindungsgemäßen Lösung wirkt auf die Teilwiderstände nur ein entsprechender Anteil der Hochspannung. Deren Isolation kann schwächer bemessen sein. Wegen der geringen Baugröße lassen sie sich problemlos in an den Isolierkörpern angeordneten Halterungen unterbringen, da die vorhandenen Isolierstrecken gemeinsam genutzt werden können.

20        Das Material, die Form und die Herstellungsweise der Isolierkörper können frei im Hinblick auf gute Isolationsfestigkeit gewählt werden.

25        Isolierkörper mit Wickeln können als gleichartige Module einfach zu einer Hochspannungswicklung zusammengesetzt werden, wenn die Isolierkörper Formschlüsselemente zur gegenseitigen, insbesondere rastenden Verbindung aufweisen.

30        Die Erfindung wird anhand der Beschreibung eines in der Zeichnung dargestellten bevorzugten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

35        Fig. 1 zeigt einen Längsschnitt durch eine auf einen U-Kern aufgebrachte Wicklung eines Hochspannungstransformators für ein Röntgengerät.

40        Fig. 1a zeigt in vergrößertem Maßstab einen Querschnitt durch einen mit Wickeln versehenen Isolierkörper.

45        Fig. 2 zeigt einen Querschnitt A-A durch die Anordnung nach Fig. 1.

50        Ein Schenkel des zweiteiligen ferromagnetischen Kerns 1 trägt die auf einen Spritzgußspulenkörper 2 gewickelte Primärwicklung 3 und die sekundäre Hochspannungswicklung 4, welche eine Mehrzahl von gleich aufgebauten Wickeln 5 umfaßt. Je zwei Wickel 5 bilden mit einem sie tragenden Isolierkörper 6 ein Wicklungsmodul 7. Eine Anzahl von gleich aufgebauten solchen Wicklungsmodulen 7 ist, getrennt durch Zwischenisolierscheiben 8, auf einer isolierenden Traghülse 9 angeordnet.

55        An die Isolierkörper 6 sind radial außen Ansätze 10 angeformt, welche eine Ringsegmentkammer 11 bilden, in welcher ein elektrisches Schaltelement 13 aufnehmendes Tragsegment 12 befestigt ist. Die Schaltelemente 13 sind in Fig. 2 nicht einge-

zeichnet.

Die elektrischen Schaltelemente 13 sind den in Reihe geschalteten Wickeln 5 eines jeden Isolierkörpers 6 zugeordnet. Es handelt sich insbesondere um Dioden zur Gleichrichtung der Wechselspannung der Wickel 5 und um gegebenenfalls erforderliche Glättungskondensatoren. Die Gleichspannungen der Module 7 bilden in Reihenschaltung die sekundäre Gleich-Hochspannung zum Betrieb einer Röntgenröhre.

Zusätzlich sind auf dem Tragelement 12 auch Dämpfungs-Teilwiderstände angeordnet. Der im Stromkreis einer Röntgenröhre zur Verhinderung zu hoher Anodenströme erforderliche Dämpfungswiderstand ist auf eine der Anzahl der Module 7 entsprechende Anzahl von Teilwiderständen aufgeteilt, deren Isolationen jeweils nur für einen Bruchteil der gesamten Hochspannung bemessen werden müssen. Während bisher Platz vorhanden sein mußte für einen einzigen aufwendig und großvolumig dimensionierten Dämpfungswiderstand, wird bei der erfindungsgemäßen kostengünstigen Ausführung nur noch ein kaum ins Gewicht fallender Einbauraum benötigt. Externe und hochspannungsfeste Schaltverbindungen entfallen.

Fig. 1a zeigt in vergrößertem Maßstab einen Querschnitt durch einen Tragkörper 6 und die darauf angeordneten Wickel 5 im Bereich des Transformatorfensters (links in Figur 1).

Der Querschnitt der Tragkörper ist doppel-T-förmig und bildet zwei die Wickel 5 aufnehmende Ringsegmentkammern. Die Wickel 5 sind erfindungsgemäß selbsttragend und orthozyklisch gewickelt. Sie wurden aus Backlackdraht in ein maßgenaues Wickelwerkzeug mit präzise vorgegebener Windungsführung eingewickelt. Die Verbackung kann während des Wickelns, beispielsweise durch Heißluft oder Infrarotstrahlung, oder nach dem Wickeln durch Erwärmung erfolgen. Anschließend wurden die Wickel 5 der Wickelform als formstabile Einheiten entnommen.

Die Wickel sind auf drei schmale Tragnocken 14 des aus thermoplastischem Kunststoff gespritzten Isolierkörpers 6 aufgeschoben und durch Anschmelzen des Materials der Tragnocken (Erhöhung 15) in freiem Abstand zu Wandungen des Isolierkörpers 6 fixiert. Derart ist nahezu die gesamte Oberfläche des Wickels 5 frei für umströmendes, durch Konvektion kühlendes Öl.

## Patentansprüche

1. Hochspannungstransformator, insbesondere für ein Röntgengerät, mit einer Hochspannungswicklung (4), welche mindestens einen von einem Isolierkörper (6) gehaltenen Wickel (5) enthält, dadurch gekennzeichnet, daß der Wickel (5) frei von Haltekörpern und/oder Zwischenisolationsele-

menten selbsttragend und formstabil gewickelt und mit einem geringen Teil seiner Oberfläche mit dem Isolierkörper (6) derart verbunden ist, daß der überwiegende Teil seiner Oberfläche mit lichtem Abstand zu Wandungen des Isolierkörpers (6) angeordnet ist.

2. Hochspannungstransformator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Wickel (5) orthozyklisch gewickelt ist.

3. Hochspannungstransformator nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Wickel (5) form-schlüssig mit dem Isolierkörper (6) verbunden ist.

4. Hochspannungstransformator nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Windungen des Wickels (5) mit benachbarten Windungen verklebt sind.

5. Hochspannungstransformator nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Wickel (5) aus Backlackdraht gewickelt ist.

7. Hochspannungstransformator nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Hochspannungswicklung 4 mehrere Wickel (5) umfaßt, welche von separaten gleichartigen Isolierkörpern (6) gehalten sind.

8. Hochspannungstransformator nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß auf einem Isolierkörper (6) zwei Wickel (5) angeordnet sind.

9. Hochspannungstransformator nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Wickel (5) beidseitig eines Trennflansches (16) des Isolierkörpers (6) angeordnet sind.

10. Hochspannungstransformator nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Isolierkörper Steckanschlußelemente zur elektrischen Verbindung mit gleichartigen benachbarten Isolierkörpern (6) aufweisen.

11. Hochspannungstransformator nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Isolierkörper (6) radial außen angeordnete Ansätze (12) aufweisen, auf denen elektrische Bauelemente (13) wie Kondensatoren, Widerstände und Gleichrichter befestigt und mit vom Isolierkörper (6) getragenen Wickeln (5) verschaltet sind.

12. Hochspannungstransformator nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß ein im Stromkreis einer Röntgenröhre anzuordnender Dämpfungswiderstand in Form von Teilwiderständen auf die Ansätze (10) der einzelnen Isolierkörper (6) verteilt angeordnet ist.

12. Hochspannungstransformator nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Isolierkörper (6)

Spritzgußformteile sind.

**13.** Hochspannungstransformator nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Isolierkörper (6) Formschlußelemente zur gegenseitigen, insbesondere rastenden Verbindung aufweisen. 5

10

15

20

25

30

35

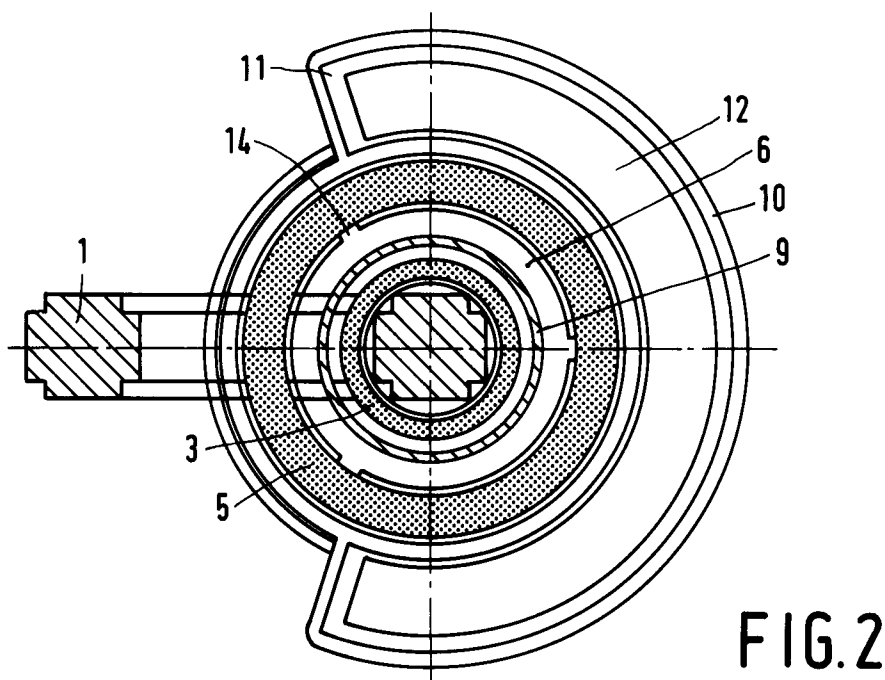
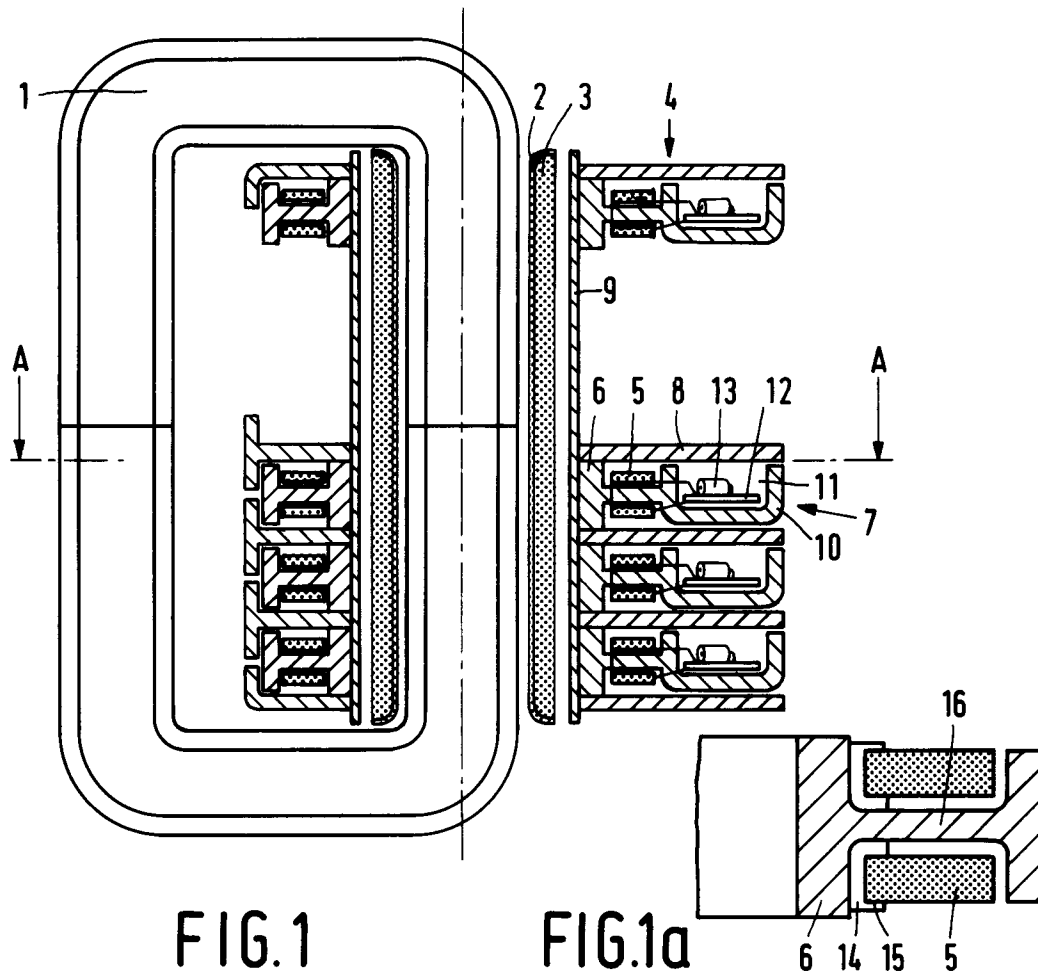
40

45

50

55

5





Europäisches  
Patentamt

## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

**EP 91 20 1633**

| EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                           |                                              |                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Kategorie                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile                                                                       | Betrifft<br>Anspruch                         | KLASSIFIKATION DER<br>ANMELDUNG (Int. Cl.5) |
| Y,A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | FR-A-1 259 104 (N.V. PHILIPS GLOEILAMPENFABRIKEN)<br>* das ganze Dokument *                                                                               | 1,3,4,7                                      | H 01 F 31/08                                |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | SOVIET INVENTIONS ILLUSTRATED DERWENT PUBLICATIONS Ltd. LONDON GB WEEK 8834, 05 OKTOBER 1988 & SU-A-1372391 (LENGD BUREVESTNIK)<br>* das ganze Dokument * | 1                                            |                                             |
| A,D                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | EP-A-0 084 912 (N.V. PHILIPS GLOEILAMPENFABRIKEN)                                                                                                         |                                              |                                             |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                           |                                              | RECHERCHIERTE<br>SACHGEBIETE (Int. Cl.5)    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                           |                                              | H 01 F                                      |
| Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                           |                                              |                                             |
| Recherchenort<br>Den Haag                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                           | Abschlußdatum der Recherche<br>09 Oktober 91 | Prüfer<br>BIJN E.A.                         |
| <div>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</div> <div>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 : nichtschriftliche Offenbarung<br/>P : Zwischenliteratur<br/>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze</div> <div>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist<br/>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument<br/>L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument</div> <div>&amp; : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</div> |                                                                                                                                                           |                                              |                                             |