(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer: **0 152 884**
A1

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **85101393.8**

(22) Anmeldetag: **09.02.85**

(51) Int. Cl.⁴: **H 01 F 27/33**

(30) Priorität: **14.02.84 SE 8400776**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung: **28.08.85**
Patentblatt 85/35

(84) Benannte Vertragsstaaten: **AT CH DE FR GB LI**

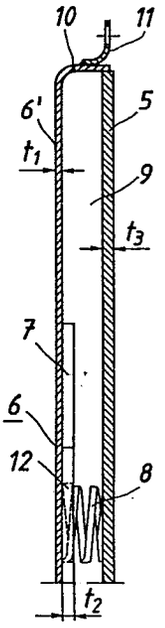
(71) Anmelder: **ASEA AB, S-721 83 Västeras (SE)**

(72) Erfinder: **Thorén, Stellen, Solbrudsvägen 14, S-722 43 Västeras (SE)**

(74) Vertreter: **Boecker, Joachim, Dr.-Ing., Rathenauplatz 2-8, D-6000 Frankfurt a.M. 1 (DE)**

(54) Schalldämpfende Vorrichtung für ein induktives Wechselstromgerät mit einem Eisenkern.

(57) Schalldämpfende Vorrichtung für ein induktives Wechselstromgerät mit einem Eisenkern, einem Gehäuse, einer in dem Gehäuse befindlichen Isolierflüssigkeit und mindestens einer in dem Gehäuse angeordneten hohlen Schalldämpfungsplatte (4), welche Schalldämpfungsplatte eine mit ihrer Aussenseite zum Eisenkern gerichtete Vorderwand (6, 6') und eine Rückwand (5) hat, wobei die beiden Wände längs des Umfanges der Schalldämpfungsplatte derart miteinander verbunden sind, dass ein druckdichter Raum (9) von ihnen abgegrenzt ist, in welchem sich ein Gas befindet, das bei Raumtemperatur und normalem Niveau der Isolierflüssigkeit einen Druck von höchstens 600 mbar hat, und wobei der Zwischenraum zwischen den genannten Wänden mindestens ein kraftübertragendes Element enthält, welches so angeordnet ist, dass es Druckkräfte zwischen der genannten Vorderwand und der genannten Rückwand zu übertragen vermag. Gemäss der Erfindung wird von der gesamten Kontaktfläche zwischen dem/den kraftübertragenden Element(en) und der Vorderwand bzw. der Rückwand der Schalldämpfungsplatte mindestens 50%, vorzugsweise mindestens 70%, von elastisch nachgiebigen kraftübertragenden Elementen eingenommen.



EP 0 152 884 A1

7.2.1985
21 537 PE

0152884

ASEA AB
S-721 83 Västeras/Schweden

Schalldämpfende Vorrichtung für ein induktives Wechselstromgerät mit einem Eisenkern

Die vorliegende Erfindung betrifft eine schalldämpfende Vorrichtung für ein induktives Wechselstromgerät mit einem Eisenkern gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 1. Eine solche Vorrichtung ist bekannt aus der US-A-1 846 887.

Bei der aus der US-A-1 846 887 bekannten schalldämpfenden Vorrichtung sind sämtliche kraftübertragenden Elemente als starre Distanzklötze ausgebildet. Die Schalldämpfungsplatte soll dabei die von dem induktiven Wechselstromgerät erzeugten Schwingungen absorbieren, so daß diese Schwingungen sich nicht auf die Flüssigkeitsschicht übertragen, die sich zwischen der Schalldämpfungsplatte und der inneren Wand des das Wechselstromgerät aufnehmenden Gehäuses befindet. Solche auf dem Prinzip der Absorption aufgebauten Schalldämpfungsplatten haben sich für Transformatoren als nicht ausreichend wirkungsvoll erwiesen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine schalldämpfende Vorrichtung der eingangs genannten Art zu entwickeln, die eine bedeutend größere schalldämpfende Wirkung hat.

Zur Lösung dieser Aufgabe wird eine schalldämpfende Vorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 1 vorgeschlagen, welche erfindungsgemäß die im kennzeichnenden Teil des Anspruches 1 genannten Merkmale hat.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den weiteren Ansprüchen genannt.

Die schalldämpfende Vorrichtung gemäß der Erfindung beruht auf einem wesentlich anderen Prinzip als die bekannten Schalldämpfungsplatten. Während die bekannte Schalldämpfungsplatte so konstruiert ist, daß sie die durch die Isolierflüssigkeit übertragenen Schwingungen absorbiert, werden bei der Schalldämpfungsplatte nach der Erfindung diese Schwingungen in einem möglichst hohem Maße reflektiert, wobei der Energieinhalt der Schwingungen in der Isolierflüssigkeit in dem Bereich zwischen der schalldämpfenden Vorrichtung und dem Kern des Wechselstromgerätes in Wärme umgesetzt wird.

Theoretisch ist es denkbar, das Prinzip der Reflektion durch eine Schalldämpfungsplatte zu verwirklichen, bei der alle obengenannten kraftübertragenden Elemente - ähnlich wie in der US-A-1 846 887 - steife Körper (Abstandsklötze) sind. Dies würde jedoch erfordern, daß die Dicke der Vorderwand sehr klein gewählt werden müßte, während gleichzeitig der Abstand zwischen den Distanzelementen ausreichend groß gewählt werden müßte, um eine große Flexibilität der Vorderwand zu erreichen. Eine solche Anordnung kann jedoch nur verwendet werden, wenn die Differenz zwischen dem äußeren und inneren statischen Druck der Schalldämpfungsplatte relativ klein ist. Daher ist eine solche Konstruktion kaum brauchbar für elektrische Wechselstromgeräte, wie zum Beispiel Transformatoren. In einem Transformator hat die Isolierflüssigkeit einen beachtlichen Flüssigkeitsdruck an der Außenseite der Schalldämpfungsplatte. Ferner ist es wünschenswert, die hohle Schalldämpfungsplatte in größerem oder kleinerem Maße zu evakuieren, damit im Falle eines Lecks so wenig Gas wie möglich in die Isolierflüssigkeit eindringen kann. Aus den beiden vorgenannten Gründen wirkt auf die Schalldämpfungsplatte normalerweise eine große

statische Druckdifferenz. Wenn daher unter den vorgenannten Bedingungen eine Schalldämpfungsplatte aus einer sehr dünnen Vorderwand und im wesentlichen steifen kraftübertragenden Elementen zwischen der Vorderwand und der Rückwand aufgebaut wäre, so würde der membranähnliche Teil der Vorderwand nach innen gedrückt werden und in einem solchen Maße verformt werden, daß er nicht mehr die erforderliche Flexibiltät hat, um die auftreffenden Schwingungen zu reflektieren.

Bei einer schalldämpfenden Vorrichtung gemäß der Erfindung werden alle oder der überwiegende Teil der Druckkräfte, die von der Vorderwand auf die Rückwand übertragen werden, durch ein oder mehrere elastisch nachgiebige kraftübertragende Elemente übertragen.

Bei einer Ausführungsform der Erfindung liegen alle elastisch ausgebildeten kraftübertragenden Elemente innerhalb des Hohlraumes der Schalldämpfungsplatte. Dabei entfallen mehr als 50 %, vorzugsweise mehr als 70 % der gesamten Kontaktfläche zwischen Vorderwand und kraftübertragenden Elementen auf elastische kraftübertragende Elemente. Gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung ist die Seitenwand, welche den obengenannten Hohlraum begrenzt, elastisch nachgiebig.

Anhand der in den Figuren gezeigten Ausführungsbeispiele soll die Erfindung näher erläutert werden. Es zeigen

Figur 1 einen Vertikalschnitt durch einen Transformator, der mit einer schalldämpfenden Vorrichtung nach der Erfindung versehen ist,

Figur 2 eine partielle Ansicht des in Figur 1 dargestellten Transformators senkrecht zu einer Vertikalebene, in der die Linie II-II in Figur 1 liegt, und senkrecht

zu einem ebenen Wandabschnitt des Transformatorkessels,

Figur 3 in vergrößerter und genauerer Darstellung einen Tei der Figur 2,

Figur 4 einen vergrößerten partiellen Schnitt längs der Linie IV-IV in Figur 3,

Figur 5 in gleicher Darstellung wie Figur 4 eine andere Ausführungsform der schalldämpfenden Vorrichtung nach der Erfindung.

In den Figuren bezeichnet 1 einen Transformatorkern, der zusammen mit seinen Wicklungen 2 in einem Transformatorkessel 3 untergebracht ist, der mit Isolierflüssigkeit, zum Beispiel Transformatorenöl, gefüllt ist. Mehrere schalldämpfende Platten 4 sind mit Hilfe festgeschweißter Ösen 11 an der Innenseite der vertikalen Wände des Transformatorkessels festgeschweißt. Jede Schalldämpfungsplatte 4 hat eine dem Eisenkern gegenüberliegende liegende metallische Vorderwand 6 und eine an der Innenseite des Transformatorkessels befestigte rechteckige metallische Rückwand 5. Eine mit der Vorderwand 6 gasdicht verbundene steife Seitenwand 10 erstreckt sich über den gesamten Umfang der Vorderwand und ist an der Rückwand längs deren gesamten Umfanges gasdicht festgeschweißt. Die Vorderwand besteht au einem verhältnismäßig dünnwandigen Blech 6' und einer an dessen Innenseite festgeschweißte oder festgeklebte metallische Platte 7. Die Platte 11 ist normalerweise mit mindestens vier - im dargestellten Fall mit neunzehn - durchgehenden Löchern 12 versehen, in denen die Enden von metallischen Schraubendruckfedern 8 eingefügt sind, die zwischen der Vorderwand und der Rückwand in druckhaftübertragender Weise angeordnet sind. Die Federn 8 sind derart dimensioniert, daß jede eine Eigenfrequenz hat, die minde-

stens das Zweifache vorzugsweise das Fünffache der Nennfrequenz des im Gehäuse 3 befindlichen Wechselstromgeräts beträgt. Die Vorderwand 6 hat einen umlaufenden rahmenförmigen Randabschnitt, dessen Breite an den schmalen Seiten der Platte 7 mit a_1 und an den breiten Seiten der Platte 7 mit a_2 bezeichnet ist. Gemäß einer ersten Alternative können statt der Platte 7 mehrere an dem Blech 6' befestigte Blechelemente oder Schienen vorgesehen sein, die im wesentlichen auf derselben Fläche wie die Platte 7 angebracht sind. Gemäß einer zweiten Alternative kann der verhältnismäßig dünne Randabschnitt durch plastische oder spanabhebende Bearbeitung hergestellt sein. In allen Fällen hat die Vorderwand 6 eine sich über den gesamten oder den größten Teil ihres Umfanges erstreckenden Randabschnitt, dessen durchschnittliche Wanddicke erheblich geringer ist als die durchschnittlich Gesamtwanddicke der Vorderwand im übrigen. Die Dicke des Randabschnittes beträgt zum Beispiel weniger als 80 Prozent, vorzugsweise weniger als 60 Prozent, der Gesamtwanddicke, und die durchschnittliche Breite des Randabschnittes beträgt mindestens das Zehnfache, vorzugsweise mindestens das Zwanzigfache, seiner durchschnittlichen Dicke. Die Dicke des dünnwandigen Bleches 6'ist mit t_1 bezeichnet, während die Dicke der Platte 7 mit t_2 bezeichnet ist. Die Rückwand 5 hat vorzugsweise eine konstante Dicke t_3. Ihre Durchschnittsdicke ist vorzugsweise mindestens 100 % größer als die Wanddicke t_1 des vorgenannten Randabschnittes.

Die Seitenwand 10 ist steif ausgebildet und hat eine Durchschnittsdicke, die vorzugsweise weniger als 150 % der durchschnittlichen Wanddicke des obengenannten Randabschnittes beträgt. Die Seitenwand 10 und/oder der Randabschnitt können in vorteilhafter Weise mit gewellten Abschnitten versehen sein.

Der von der Vorderwand 6, der Rückwand 5 und den Seitenwänden 10 umgrenzte Raum ist mehr oder weniger durch ein an der Schalldämpfungsplatte 4 festgeschweißtes Evakuierungsventil 13 evakuiert worden, das nach erfolgter Evakuierung durch Schweißen verschlossen wurde. Der Druck in der Schalldämpfungsplatte 4 beträgt bei Raumtemperatur und fehlendem äußeren Flüssigkeitsdruck weniger als 600 mbar, vorzugsweise weniger als 300 mbar. Wenn der Transformatorkessel mit Isolierflüssigkeit gefüllt ist, kann der Druck in der Schalldämpfungsplatte infolge ihres Zusammenpressens einen Wert annehmen, der etwas größer, normalerweise höchstens 50 % größer, ist als bei ausschließlicher Einwirkung des atmosphärischen Druckes auf die äußere Fläche der Schalldämpfungsplatte. Normalerweise beträgt der Druck in der Schalldämpfungsplatte 4 bei Raumtemperatur und flüssigkeitsgefülltem Transformatorkessel weniger als 700 mbar, vorzugsweise weniger als 400 mbar, beispielsweise 100 mbar.

Bei der Ausführungsform gemäß Figur 5 bilden die Vorderwand 6' und die Rückwand 5' zusammen mit der Seitennwand 10'eine Kammer 9', die in der gleichen Weise gasgefüllt ist, wie die oben beschriebene Kammer 9. Die Seitenwand 10 erstreckt sich über den gesamten Umfang der Wände 5'und 6'und besteht aus einem balgenartigen oder gewellten elastisch nachgiebigen Körper. Die Eigenfrequenz dieses Körpers beträgt mindestens das Doppelte der Nennfrequenz des Transformators 1. Dieser balgenartige Körper 10' bildet das einzige elastisch nachgiebige Glied der Schalldämpfungsplatte. Alternativ können zusätzliche elastische Glieder innerhalb der Kammer 9 angeordnet sein. Die Seitenwand 10' braucht nicht längs des gesamten Umfanges der Wände 6',5' als elastisch nachgiebiger Körper ausgebildet zu sein. Ein Teil der Seitenwand kann auch als steifes kraftübertragendes Element ausgebildet sein, zum Beispiel, längs einer Seite der Schalldämpfungs-

platte. Zweckmäßigerweise sollten jedoch 70%, vorzugsweise 90 % des Umfanges elastisch nachgiebig ausgebildet sein.

Neben den in den Figuren gezeigten Ausführungsbeispielen sind weitere abweichende Ausführungsformen des Schalldämpfers möglich.

So kann eine Schalldämpfungsplatte nach der Erfindung außer federnden Elementen auch eine kleinere Anzahl steifer Abstandsklötze haben, beispielsweise dann, wenn anstelle der Platte 7 zwei Platten vorhanden sind, von denen jede in gleicher Weise wie die Platte 7 an der Vorderwand 6' festgeschweißt sind, die jedoch einen Abstand voneiander aufweisen. In diesem Zwischenraum zwischen den beiden Platten können steife Abstandsklötze angeordnet sein.

Generell kann unterschieden werden zwischen elastisch nachgiebigen kraftübertragenden Elementen und steifen kraftübertragenden Elementen zwischen Vorderwand und Rückwand. Die Schalldämpfungsplatte kann so ausgebildet sein, daß sämtliche kraftübertragenden Elemente elastisch ausgebildet sind, wie zum Beispiel in Figur 5, oder nur ein Teil der kraftübertragenden Elemente starr ausgebildet ist, wie in Figur 4, wo die Seitenwand 10 starr und die Federn 8 elastisch sind. Definiert man die Fläche der Vorderwand, an welcher die kraftübertragenden Elemente anliegen, als "Kontaktfläche", so sollen mindestens 50%, vorzugsweise 70%, der Kontaktfläche auf die elastischen kraftübertragenden Elemente entfallen. In Figur 3 und 4 beispielsweise besteht die Kontaktfläche aus dem Inhalt der mit 12 bezeichneten Kreisflächen und der von der Seitenwand 10 gebildeten schmalen Randfläche.

Statt Schraubenfedern können Federn anderer Art verwendet werden, wie zum Beispiel Tellerfedern oder federnde Bügel. Ferner kann man anstelle der dargestellten Federn mehrere

federnde Körper aus Gummi oder dergleichen verwenden, oder es kann ein einziger solcher Körper verwendet werden, der den größeren Teil, z.B. 95 %, des Hohlraums 9 ausfüllt. Gummi und Material mit ähnlichen Eigenschaften sollten jedoch vermieden werden, da diese eine progressive Federcharakteristik und einen großen Verlustfaktor haben. Diese Eigenschaft verleihen der Anordnung eine verhältnismäßig große dynamische Festigkeit, was unvorteilhaft ist. Die unter Berücksichtigung des Kostenfaktors in Betracht kommenden Gummiarten und ähnliche Materialien haben außerdem den Nachteil, daß sie bei einem möglichen Leck der Schalldämpfungsplatte von der eindringenden Isolierflüssigkeit zersetzt werden und die Isolationsfestigkeit der Isolierflüssigkeit herabsetzen.

Das Schalldämpfergehäuse kann statt aus Metall auch ganz oder teilweise aus Glasfaserlaminat oder dergleichen aufgebaut sein.

Die Erfindung schließt auch den Fall ein, daß ein Wandabschnitt des Transformatorkessels mit der Seitenwand der Schalldämpfungsplatte verschweißt ist und deren Rückwand bildet. Schließlich ist es in gewissen Fällen möglich, anstelle einer Vorderwand mit einem verhältnismäßig dünnen Randabschnitt, eine Vorderwand mit konstanter Wanddicke zu verwenden.

Patentansprüche

1. Schalldämpfende Vorrichtung für ein induktives Wechselstromgerät mit einem Eisenkern (1), einem Gehäuse (3), einer in dem Gehäuse befindlichen Isolierflüssigkeit und mindestens einer in dem Gehäuse angeordneten hohlen Schalldämpfungsplatte (4), welche Schalldämpfungsplatte eine mit ihrer Außenseite zum Eisenkern (1) gerichtete Vorderwand (6, 6') und eine Rückwand (5, 5') hat, wobei die beiden Wände längs des Umfanges der Schalldämpfungsplatte derart miteinander verbunden sind, daß ein druckdichter Raum (9) von ihnen abgegrenzt ist, in welchem sich ein Gas befindet, das bei Raumtemperatur und normalem Niveau der Isolierflüssigkeit einen Druck von höchstens 600 mbar hat, und wobei der Zwischenraum zwischen den genannten Wänden mindestens ein kraftübertragendes Element enthält, welches so angeordnet ist, daß es Druckkräfte zwischen der genannten Vorderwand und der genannten Rückwand zu übertragen vermag, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß von der gesamten Kontaktfläche zwischen dem/den kraftübertragenden Element(en) und der Vorderwand bzw. der Rückwand der Schalldämpfungsplatte mindestens 50 %, vorzugsweise mindestens 70 %, von elastisch nachgiebigen kraftübertragenden Elementen eingenommen wird.

2. Schalldämpfende Vorrichtung nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß sämtliche elastisch nachgiebigen kraftübertragenden Elementen (8) in dem Hohlraum (9) angeordnet sind.

3. Schalldämpfende Vorrichtung nach Anspruch 2, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß mehr als 50 % der genannten Kontaktfläche in dem genannten Hohlraum von zumindestens einem elastisch nachgiebigen kraftübertragenden Element (8) eingenommen wird.

4. Schalldämpfende Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die elastisch nachgiebigen kraftübertragenden Elementen eine Eigenfrequenz haben, die mindestens doppelt so groß wie die Nennfrequenz des Wechselstromgerätes ist.

5. Schalldämpfende Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Vorderwand (8) einen sich über den gesamten oder den größten Teil des Umfanges der Vorderwand erstreckenden Randabschnitt hat, dessen Durchschnittsdicke höchstens 60 % der Durchschnittsdicke des übrigen Teils der Vorderwand beträgt.

6. Schalldämpfende Vorrichtung nach Anspruch 5, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß der umlaufende Randabschnitt zumindest teilweise aus gewelltem Stahlblech besteht.

7. Schalldämpfende Vorrichtung nach Anspruch 5. d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die durchschnittliche Breite (a) des genannten Randabschnittes mindestens zehnmal so groß ist wie die Durchschnittsdicke (t_1) des genannten Randabschnittes.

8. Schalldämpfende Vorrichtung nach Anspruch 7, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Vorderwand (6) aus einem Blech (6'), dessen Fläche annähernd gleich der Fläche der Vorderwand ist, und mindestens einem steifen Körper (7) besteht, der an dem Blech (6') befestigt ist, wobei der Hauptteil dieses mindestens einen steifen Körpers Teil eines Vorderwandabschnittes ist, der von dem genannten Randabschnitt umgeben ist.

9. Schalldämpfende Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die durchschnittliche Dicke (t_3) der genannten Rückwand

(5) mindestens 100 % größer ist als die Dicke (t_1) des genannten Randabschnittes.

10. Schalldämpfende Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Hohlraum (9') von einer Seitenwand (10') zwischen der Vorderwand (6') und der Rückwand (5') begrenzt ist, die sich über den gesamten Umfang der Vorderwand und Rückwand erstreckt und als ein balgenähnlicher elastisch nachgiebiger Körper ausgebildet ist.

11. Schalldämpfende Vorrichtung nach Anspruch 10 dadurch gekennzeichnet, daß der balgenartige Körper 10' eine Eigenfrequenz hat, die mindestens doppelt so groß ist wie die Nennfrequenz des genannten Wechselstromgerätes.

FIG. 1

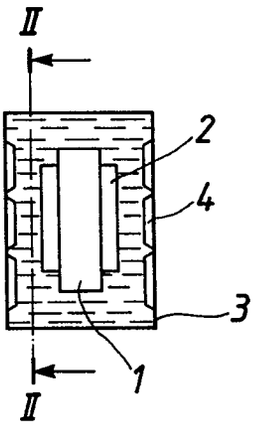


FIG. 2

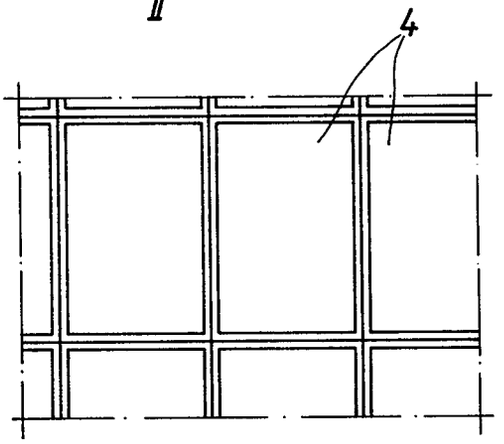


FIG. 3

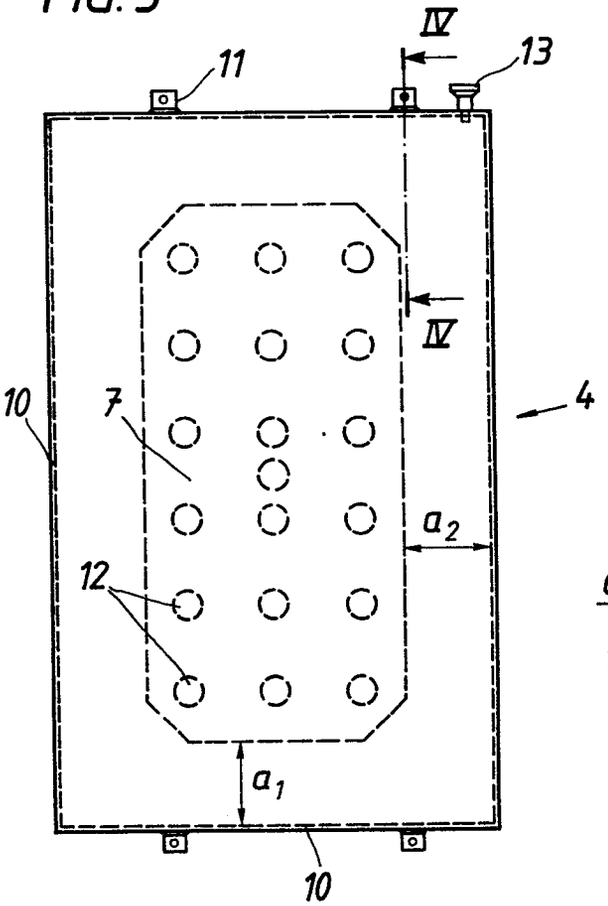


FIG. 4

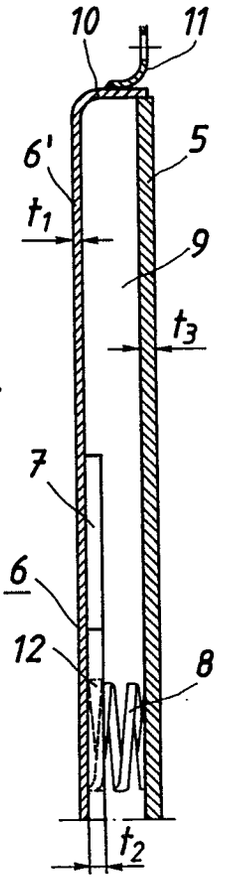
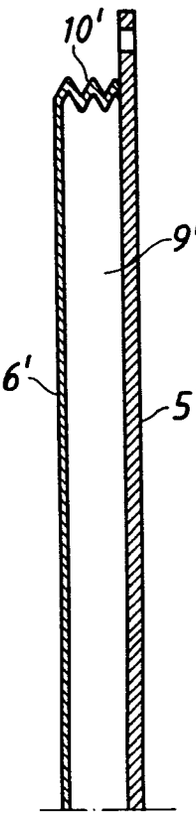


FIG. 5



0152884

Europäisches Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 85 10 1393

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.4)
A	DE-B-1 260 611 (LICENTIA) * Spalte 1, Zeile 31 - Spalte 2, Zeile 30 *	1	H 01 F 27/33
A	DE-B-1 111 726 (LICENTIA) * Spalte 2, Zeile 50 - Spalte 3, Zeile 8 *	1	
A	DE-A-1 538 130 (SIEMENS) * Seite 4, letzter Absatz; Seite 5 *	1	
A	CH-A- 618 037 (O. BSCHORR)		
A	DE-B-2 834 823 (MESSERSCHMITT-BÖLKOW-BLOHM)		RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.4)
A	PATENTS ABSTRACTS OF JAPAN, Band 6, Nr. 189 (E-133)[1067], 28. September 1982; & JP - A - 57 104 209 (HITACHI SEISAKUSHO K.K.) 29.06.1982		H 01 F 27/00 G 10 K 11/00
A	DE-B-1 011 057 (LICENTIA)		

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
DEN HAAG	21-05-1985	VANHULLE R.

KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN

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 Patentdokument, 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

EPA Form 1503 03 82