



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 729 310 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
06.12.2006 Patentblatt 2006/49

(51) Int Cl.:
H01F 27/00 ^(2006.01) **H01F 5/02** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **06010808.1**

(22) Anmeldetag: **26.05.2006**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI
SK TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK YU

(30) Priorität: **02.06.2005 DE 202005008757 U**

(71) Anmelder: **STS Spezial-Transformatoren-
Stockach GmbH & Co. KG
78333 Stockach (DE)**

(72) Erfinder:
• **Gulden Christof
78351 Badmann - Ludwigshafen (DE)**
• **Krämer Wilhelm
69207 Sandhausen (DE)**
• **Wegmann Achim
78333 Stockach (DE)**

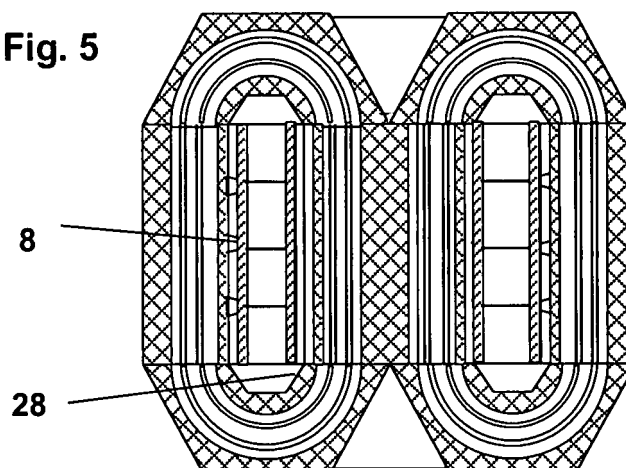
(74) Vertreter: **Riebling, Peter
Patentanwalt
Postfach 31 60
88113 Lindau (DE)**

(54) **MF-Transformator**

(57) Die Erfindung betrifft einen Transformator, insbesondere einen Mittelfrequenz-Transformator, mit mindestens je einer Primär- und Sekundärwicklung, die magnetisch gekoppelt sind, und Kernen für Primär- und Sekundärwicklungen, wobei die Wicklungen hermetisch in einem Spulenumguß eingebettet sind, und die Kerne

thermisch und elektrisch isoliert in entsprechenden Spulendurchdringungen im Spulenumguß gehalten sind. Die Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass die Spulendurchdringungen an mindestens einer ihrer Innenflächen mehrere angeformte Rippen und/oder Auflagepunkte aufweist, an welchen der jeweilige Kern befestigt ist.

Fig. 5



EP 1 729 310 A1

Beschreibung

Gebiet der Erfindung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Transformator, insbesondere einen MittelfrequenzTransformator mit galvanischer Trennung, wie er beispielsweise für Anwendungen im Bereich der Schienenverkehrstechnik eingesetzt wird.

Stand der Technik

[0002] Transformatoren sind essentielle Bauteile in der Elektrotechnik, im Industriebau, im Schienenfahrzeugbau und allgemein in vielen Technologiebereichen (u. a. auch in Flugzeugen und Satelliten). Dennoch wurden die Leistungsverdichtungen bei der Konzeptionierung von Transformatoren und Drosseln in der Vergangenheit in nur begrenztem Umfang verbessert.

[0003] Eine deutliche Verbesserung bezüglich Leistungsgewicht und Verdichtung stellt die Patentschrift DE 102 03 246 B4 dar. Gemäß dieser Erfindung wird eine Verbesserung der Leistungsdichte von MF-Trafos hier mit einer Wicklung erzielt.

[0004] Trotz der in der oben benannten Patentschrift aufgezeigten technischen Fortschritte bei technischen Daten und der Einsatzmöglichkeiten sind weitere erfinderische Fortschritte in Richtung Zweischenkel MF- Trafos möglich.

[0005] Für viele Anwendungen, insbesondere im mobilen Bereich, aber auch bei den meisten industriellen Applikationen, besteht ein Bedarf an noch höheren Leistungen, die mit Zweischenkel - MF-Trafos am besten realisiert werden können.

[0006] Auch Zweischenkel-MF-Trafos, für Industrie- und Schienenverkehr, werden traditionell nur an den Wicklungen oder an Spalten mit Luft oder anderen Medien gekühlt. Neuere Versuche, für die Wicklungen und die magnetischen Kreise zusätzliche Kühlflächen oder indirekte Flüssigkeitskühleinrichtungen zu installieren, bringen zwar eine gewisse Reduktion von Volumen und Gewicht zustande, aber keinen grundsätzlichen Durchbruch.

[0007] Aufgrund der großen Abmessungen und des relativ hohen spezifischen Gewichts sind die bekannten MF-Transformatoren extern zu den HBU- oder Antriebs-Stromrichter angeordnet. HBUs werden meistens mit Luft seltener Wasser gekühlt. Bei Antriebs-Stromrichter —zumindest für die MF-Trafos wird Wasserkühlung eingesetzt. Infolge der beträchtlichen Wärmeentwicklung werden zum Teil Rückkühler erforderlich, die zusätzlichen Einbauraum im Unterflurbereich der Waggons oder am SR-Container beanspruchen.

[0008] Aber selbst die bekannten, optimiert luftgeköhlten MF-Transformatoren mit geringsten Volumen und Gewicht sind noch nicht für merklich gesteigerte Leistungen und reduzierte Bauvolumen geeignet.

[0009] Nicht nur der Einbau in unmittelbare Nähe zu

den Leistungshalbleitern setzt voraus, dass die Primär- und Sekundärwicklung um den Kern aus weichmagnetischem Material z.B. Ferrit in den Kühlluftstrom des HBU/SR Moduls mit eingebracht werden können. Dies erfordert deutlich kompaktere Bauformen der Trafos damit unmittelbare, induktivitätsarme Anschlussmöglichkeiten an die IGBTs oder andere Leistungshalbeiter möglich werden, vorzugsweise kurze Schienenverbindungen.

[0010] Bei herkömmlichen MF-Trafos werden die Wicklungen sind zur Erzielung eines noch guten Wirkungsgrades nahe um den geerdeten Kern platziert, wobei die Wicklungen mit Halte- und Klemmteilen gestützt oder gehalten werden. Deshalb besteht die Gefahr von Teilentladungen in den Auflagespalten, die zwischen Wicklungen, Abstützteilen und Kern entstehen.

[0011] Im Übrigen ist es nachteilig, dass die Anordnung von MF-Transformatoren außerhalb elektrischer Versorgungsschränke und Räume in Atmosphärenluft zusätzlichen Schutz gegen Verschmutzung erforderlich macht.

Darstellung der Erfindung

[0012] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Transformator, insbesondere einen Zweischenkel-MF-Transformator mit geringem Volumen und Gewicht und gleichartiger Bauform von ca. 40 bis über 400 KVA zu schaffen.

[0013] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch einen hermetisch umgossenen Zweischenkeltrafo mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst.

[0014] Vorteilhafte Ausgestaltungen und weitere bevorzugte Merkmale der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben, auf deren Inhalt an dieser Stelle Bezug genommen wird.

[0015] Erfindungsgemäß sind die Spulendurchdringungen der hermetisch umgossenen Primär- und Sekundärwicklungen mit Zwischenisolationen, elektrisch und thermisch voneinander getrennt sind, wobei die Kerne thermisch und dielektrisch isoliert und innerhalb der Spulendurchdringungen über Rippen-Teilflächen oder Eckflächen dauerhaft spaltfrei befestigt und gehalten werden.

[0016] Durch die erfindungsgemäße Konstruktion ist eine sehr gute thermische als auch elektrische, lichtbogenfuß-punktfrei Isolation der Kerne zur Wicklung gegeben, jedoch mit dem wichtigen Unterschied zu DE 102 03 24 B4, dass die Befestigung der Wicklungen zu den Kerne innerhalb des Spulendurchbruches sehr viel stabiler und schwingungsärmer ist. Zusätzliche Gießharzangußwinkel oder Flächen zur indirekten, freitragenden Befestigung der Kerne im Spulendurchbruch, insbesondere wenn es sich um Breitere (höhere) Wicklungen handelt, können gar nicht so stabil, schwingungsarm und stoßfest sein.

[0017] Hinzu kommt, dass der geringe Wärmefluss bei Temperaturunterschieden zwischen den Wicklungen

und den Kernen mit der allseits freien Kern- Luft-Spalt-durchführung gemäß DE 102 03 246 B4 nahezu vergleichbar, dafür aber das Gesamtkonzept für kleine, vor allem aber hohe Leistungen, deutlich ergiebiger ist. Auch große Kern- und Jochkonfigurationen können so ohne weitere Zusatzteile und äußere Befestigungen problemlos und unlösbar mit dem äußerst stabilen Umguß der Wicklungen zu "einem Teil" verbunden werden.

[0018] Mindestens gleichrangig wichtig ist: Die Kopp-
lungsinduktivität zwischen Primär- und Sekundärwick-
lung erreicht Tiefstwerte, was mit der benannten Einwik-
kel — E - Kern oder 4 U Kern - Konstruktionen gemäß
Patentanmeldung DE 102 03 246 B4 und ähnlichen Tra-
fos auch "Topftrafos" nicht möglich ist.

[0019] Im Gegensatz zu voll eingegossenen Wick-
lungs-MF-Trafos, z. B. gemäß dem Patent DE 102 03
246 B4, werden die natürlichen äußeren und inneren
Kühlflächen mit Zweischenkel - MF-Trafos fast verdop-
pelt, wobei diese Zweischenkel -Ausführung weitere er-
finderische Komponenten beinhaltet.

[0020] Mit dem erfindungsgemäß aufgezeigten Zwei-
schenkel-Transformator kann daher ein um den Faktor
1,2-1,5-mal günstigeres Volumen/Leistungsgewicht ver-
glichen auch mit neueren Transformatoren erreicht wer-
den, wobei die Leistungs-Kategorie: 200-400 KVA bisher
nicht oder nur mit großem Aufwand (Wasserkühlung,
Hohlleiter etc.) gebaut werden konnten, was für die Trak-
tion, im Schienenverkehr, aber auch Industrieanwendun-
gen wichtig ist.

[0021] Die Rippen oder Eckpartien für die Befestigung
der Kerne, vorzugsweise durch Kleben, planparallel und
in Richtung der Kerne (nicht der Auflage zwischen Um-
guß und Kernen) sind konisch ausgebildet. Dies hat unter
anderem fertigungstechnische Gründe, da auf diese
Weise nur einmal gespaltene Formeinsätze für die Spul-
endurchdringungen nötig sind, die nach dem Aushärt-
prozess des Umgusses leicht ausgedrückt werden kön-
nen.

[0022] Die Kerne, vorzugsweise Ferrit oder nanokri-
stalline Werkstoffe, sind mit den Rippen und/oder Eck-
Auflageteilflächen verklebt, wobei die Kerne und Joche
außen und/oder im Bereich der Klebefugen zu den Rip-
pen oder auch Eck-Auflageteilflächen des Umguß mit
dünnem Isolationsmaterial, vorzugsweise GfK, "zwi-
schengeklebt" sind. Diese Maßnahme wird insbesonde-
re wegen der unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffi-
zienten der Materialien z. B. des Spulenumgußes,
Epoxydharz, und der Kerne, beispielsweise Ferrit, erfor-
derlich. Somit werden thermisch-mechanische Span-
nungen und deren Auswirkungen mit den dünnen GfK-
Beplankungs-Klebeplatten der Kerne auf ungefährliche
Werte vermindert. Die Primär- und Sekundärwicklungen
des Transformators sind durch Zwischenisolationen und
den hermetischen Umguß spannungsmäßig deutlich
überdimensioniert voneinander getrennt, wobei die Ker-
ne thermisch und elektrisch abgekoppelt in entsprechen-
den Spulendurchdringungen im Spulenumguß gehalten
sind. Somit können mechanisch-metallische Halterun-

gen, wie Spannprofile, Verschraubungen etc. herkömm-
licher Transformatoren, auch MF-Trafos zur Fixierung
der Wicklungen und der Kerne vollkommen entfallen,
was den MF-Trafo gegenüber herkömmlichen Trafos be-
sonders leise und rüttelfest (Bahn/Flugzeuganwendun-
gen) macht.

[0023] In weiterer Ausgestaltung ist der Umguß zwi-
schen den beiden Wicklungen des Zweischenkel-Trafos
getrennt, wobei die getrennten Spulenumgüsse aber
über die Guß-Verschaltungsräume wieder (4X) mitein-
ander-mechanisch hochfest- zu einem Gesamtguss mit-
einander verbunden.

[0024] Diese "Trenn-Maßnahme" vergrößert gegen-
über dem Kompaktguss die Oberfläche der Trafos weiter
um ca. 25%, wobei gleichzeitig eine weitere Verbesse-
rung, der "innerseitigen Belüftung" der Kerne und Joche
zustande kommt, was einen weiteren physikalischen
Qualitätssprung in Richtung optimaler Kühlung der Ker-
ne und Joche bedeutet.

[0025] Vorstehend aufgezeigte hermetische Spul-
enumgüsse realisieren u. a eine sehr zuverlässige gal-
vanische Trennung zwischen der Primär -und Sekundär-
wicklung, bei allen klimatischen Bedingungen, auch
Feuchtigkeit/Schmutz. Sie bilden, mit den Wicklungen,
einen kompakten Block zur Aufnahme der Kerne, was
bei herkömmlichen MF-Transformatoren ein Problem ist.

[0026] Nicht hermetisch umgossene MF-Trafos -die
noch zahlreiche Verwendung finden- fallen nicht selten
nach 4-5 Jahren Betriebsdauer aus, weil sich durch
Feuchtigkeit und Schmutz zwischenzeitlich Kriechwege,
sowohl zwischen geerdeten Kernen, als auch zwischen
Primär -und/oder Sekundärwicklungen gebildet haben
und es an den nicht isolationsmäßig überdeckten poti-
entiellen Lichtbogenfußpunkten zu Überschlügen kommt.
Diese Trafos sind in aller Regel nicht mehr zu reparieren.

[0027] Die Vergußharze sind vorzugsweise Epoxyd-
harze mit wärmeleitfähigen Füllstoffen, vorzugsweise
Aluminiumoxyd/Nitrid und/oder silanisiertem Quarzmehl
und/oder anderen isolierten Metallpartikeln zusammen-
gesetzt, soweit die Guß-Isolationseigenschaften da-
durch nicht beeinträchtigt werden. Zur Schaffung eines
stabilen, dünnwandigen und hermetisch geschlossenen
und mechanisch stabilen Spulenumgußes werden die
Wicklungen vorzugsweise mit Fasern, insbesondere
Glasfaser, belegt.

[0028] Die Primär- und Sekundärwicklungen sind vor-
zugsweise Folienleiter, können aber auch Profil-Hohllei-
ter für direkte oder indirekte Flüssigkeitskühlung sein.
Aber auch Hochfrequenzlitzen finden Verwendung.

[0029] Der Trafo ist -wie schon angedeutet- als Zwei-
schenkeltrafo ausgebildet, wobei ein Kern/Jochpaar für
zwei Wicklungen des Trafos verwendet wird. Die Kern-
befestigung erfolgt innen am Einguß, d.h. innerhalb der
Wicklungen.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0030] Es zeigen:

- Figur 1: den Mittelfrequenztransformator in Frontansicht;
- Figur 2: den MF-Transformator in Seitenansicht;
- Figur 3: einen Querschnitt durch den MF-Transformator;
- Figur 4: eine Draufsicht auf den MF-Transformator;
- Figur 5: einen Querschnitt eines weiteren Ausführungsbeispiels des MF-Transformators;
- Figur 6: eine Draufsicht auf das weitere Ausführungsbeispiel eines MF-Transformators mit herausgenommenen Kernen;
- Figur 7: eine Darstellung des ersten Kerns des Transformators in Front- und Seitenansicht;
- Figur 8: eine Darstellung des zweiten Kerns des Transformators in Frontal- und Seitenansicht;
- Figur 9: einen Schnitt durch eine Wicklung des Transformators;
- Figur 10: eine Ansicht des Schichtaufbaus der Wicklung des Transformators
- Figur 11: eine weitere Ausführungsform eines Mittelfrequenztransformators in Frontansicht;
- Figur 12: den MF-Transformator von Fig. 11 in Seitenansicht;
- Figur 13: einen Querschnitt durch den MF-Transformator von Fig. 11;
- Figur 14: eine Draufsicht auf den MF-Transformator von Fig. 11;
- Figur 15: einen Querschnitt eines weiteren Ausführungsbeispiels des MF-Transformators;
- Figur 16: eine Draufsicht auf den MF-Transformator von Fig. 15 mit herausgenommenen Kernen;
- Figur 17: eine Darstellung des ersten Kerns des Transformators von Fig. 15 in Front- und Seitenansicht;
- Figur 18: eine Darstellung des zweiten Kerns des Transformators von Fig. 15 in Frontal- und Seitenansicht;

Beschreibung von bevorzugten Ausführungsbeispielen der Erfindung

[0031] Die Figuren 1 bis 4 zeigen eine erste Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Mittelfrequenz-Transformators in verschiedenen Ansichten. Der MF-Transformator weist einen Spulenumguß 1 mit einem im Wesentlichen abgeschrägt-rechteckigen Querschnitt auf. In dem Spulenumguß 1 sind eine Primärwicklung 2a sowie eine Sekundärwicklung 2b eingegossen. Es ergibt sich so ein die Wicklungen 2a, 2b hermetisch umschließender Block. Die Front bzw. die Rückseite bilden eine Stirnfläche 3, die z. B. für die Positionierung der Anschlüsse 13, 14 des MF-Transformators verwendet werden können. Am unteren Ende sind vorzugsweise Trafofüße 4 vorgesehen, die eine Eingußarmatur 6 für Boden- oder Wandbefestigungen aufweisen.

[0032] Im Spulenumguß 1 sind beispielsweise zwei Dreilagenwicklungen 2a und 2b eingefügt, wobei die Wicklungen nebeneinander liegend durch einen Isolierzwischenguß 19 voneinander getrennt sind. Ferner können auf der Front- und Rückseite 3 des Spulenumgußes 1 Aushöhlungen 20 vorgesehen sein, die für eine bessere Abfuhr der Wärme von den Spulen 2a, 2b nach außen in die Umgebung sorgen. Die elektrische Verbindung der Wicklungen 2a und 2b erfolgt in integrierten Verschaltsträumen 11 bzw. 12, die auch vollständig mit Vergußmasse ausgefüllt werden.

[0033] Erfindungsgemäß hat jede Spule eine Spulendurchdringung 29, wobei die gegenüberliegenden Flächen der Spulendurchdringung 29 planparallel zueinander angeordnet sind. Die Spulendurchdringungen haben beispielsweise angenäherte rechteckige Querschnitte, mit abgeschrägten Partien an den Schmalseiten der Durchdringungen, wobei jeweils auf einer Längsseite des der Spulendurchdringung 29 parallel zueinander angeordnete Rippen 9 oder Eckflächen 28 vorgesehen sind.

Die Rippen 9 zu den Flächen der Spulendurchdringung sind planparallel angeordnet. Ferner sind die Rippen 9 und Pos 28 längsseitig vorzugsweise konisch geformt, sowohl seitlich als auch in ihrer Durchbruchbreite.

[0034] Die Kerne 21, 22 und Joche 18, wie sie in Figur 7 und 8 angedeutet sind, werden aus I-Kernen oder Schnittbandkernen zu Baugruppen gefügt. Die Kerne 21, 22 bzw. Joche 18 werden dann außen und im Bereich der Klebefugen zu den Rippen 9 des Spulenumgußes 1 mit einer thermischen Isolierschicht 5, vorzugsweise GfK beklebt. Dadurch wird erreicht, dass die Kerne 21, 22 von den Wicklungen 2a, 2b thermisch abgekoppelt werden können. Diese mit der Isolierschicht 5 beklebten Kerne 21, 22 werden nun einseitig durch Verkleben an den Rippen 9 befestigt. Die Kerne 21, 22 haben also nur im Bereich der Rippen 9 Kontakt mit dem Spulenumguß 1. Somit sind erfindungsgemäß keinerlei mechanische Trag- oder Spannelemente für die Kerne 21, 22 und Joche 18 erforderlich, da die Kerne unmittelbar auf den Rippen 9 innerhalb der Spulendurchdringungen 29 auf-

gebracht werden.

Wie bereits erwähnt sind die Primär- und Sekundäranschlüsse 13, 14 im Bereich der Brückenverbindungen bzw. Verschalträume 11, 12 angeordnet und unmittelbar im Umgußkonzept enthalten. Es werden weiter Anschlusstechniken verwendet, die -bei entsprechender SR-Konstruktion elektrische Kriechwege oder Schlagweiten gegenstandslos machen. An beiden Seiten ist bei den Kernen 21, 22 ein Freiraum für die Joche 18 sowie den Kühlluft eintritt und -austritt vorgesehen. Auf den Jochen 18 kann schließlich eine Isolierungsplatte 17 aufgebracht werden.

[0035] Außer den Ferritkernen und Jochen können auch weichmagnetische Materialien als magnetische Komponenten eingesetzt werden. Dies hat, den Vorteil, dass bei niedrigen Frequenzen z.B. ≤ 4000 Hz fast die vollen Nennleistungen auch höherer Frequenzen 7.500 - 15.000 Hz (mit Ferrit) gehalten werden können. Ein großer Vorteil ist auch, dass mit nur wenigen Spulenquerschnitten bei variablen Breiten oder Höhen der gesamte Leistungsbereich derzeitiger und künftiger SR-Trafos realisiert werden kann.

[0036] Die primären und sekundären Anschlüsse 13, 14 sind vorzugsweise kreisförmig isoliert und um 180° oder seitenversetzt oben und unten angeordnet. Durch die verbleibenden Zwischenräume 10 zwischen Kern und Spulenumguß bleiben je nach Einbaulage des Transformators vertikale oder horizontale Kamme oder Zwangsluftführungen die aktiv oder passiv von Kühlluft durchströmt werden.

[0037] Wie ausgeführt, mit der vorgeschlagenen Zwei- oder Mehrschenkel-Bauform ist durch Variation der Bauhöhe und/oder Breite und Anpassung an unterschiedliche Kernquerschnitte und Abstände eine breite Variation der Übertragungsleistung möglich. Die Kerne 21, 22 sind allseits frei in den Wicklungen aufgehängt und nur an einer Seite an den Rippen 9 und/oder in den Ecken 28 befestigt. Dadurch werden die Kerne 21, 22 aufgrund der Klebung "elastisch-fest", geräuschkämpfend in dem Spulenumguß 1 gehalten. Sämtliche Teile zur Fixierung der Kerne 21, 22 bestehen aus nichtleitenden Materialien, so dass die Kerne potentialmäßig frei floaten können. Die Kerne sind im Gegensatz zu herkömmlichen Transformatoren nicht geerdet. Bevorzugt werden Ferritkerne oder nanokristalline oder amorphe Kerne verwendet.

[0038] Der erfindungsgemäße Transformator eröffnet mit seinem kleinen Volumen, Baugröße und geringen Gewichtes beispielsweise unmittelbar in Kühlerströme unterschiedliche Stromrichter- oder Module angeordnet zu werden. Aufgrund seiner hermetischen Bauweise benötigt er auch keine weiteren Maßnahmen für einen mechanischen oder dichtungsmäßigen Schutz vor Umwelteinflüssen.

[0039] Die Figuren 5 und 6 zeigen ein leicht abgewandeltes Ausführungsbeispiel eines MF-Transformators gemäß der Erfindung, wobei hier etwas schmalere Rippen 9 zur Befestigung der Kerne 21, 22 verwendet werden. Je nach Ausgestaltung der Spulendurchbrüche und

der Rippen kann der Trafo entweder in bezug auf seine Streuinduktivität oder aber seine Geräuschemission optimiert werden.

[0040] Die Figuren 9 und 10 zeigen beispielhaft einen Querschnitt bzw. eine Draufsicht auf eine der beiden Wicklungen 2a bzw. 2b. Die Leiter sind unter anderem Kupferfolienleiter 23, die unter Zwischenlage einer Zwischenisolation 24 im Wesentlichen quadratisch oder rechteckförmig gewickelt sind. Die Cu-Leiter 23 sind extern in den Anschlüssen 13, 14 des Spulenumgußes 1 verschaltet. Sämtliche Wicklungen sind mit einer Vergussmasse aus einem Harz, vorzugsweise Epoxdharz, mit wärmeleitfähigen Füllstoffen fest und hermetisch umschlossen. Die Wicklungen sind ferner mit einem grobmaschigen Glasseideband umwickelt, damit der Wicklungsumguß hochstabil, wärme- und kalteschockfest wird. Die konventionelle Glimmerisolation wird erfindungsgemäß durch Wärmebrücken 25 und gießharzgegossene Zwischenisolationen ersetzt. Die Magnetkerne sind mit dünnen GfK-Platten für den Spannungsausgleich und als Klebevermittler versehen. Es verbleiben ferner Seitenaussparungen 16 für den Luftblasenaufstieg zur Mittel bzw. außen für die Prozessverbesserung während des Vergußprozesses der Wicklungen.

[0041] Die Figuren 11 bis 14 zeigen einen zu den Figuren 1 bis 4 ähnlichen Transformator, wobei gleiche Bauteile mit denselben Bezugszeichen versehen sind. Im Unterschied zu den Figuren 1 bis 4 sind hier im Spulenumguß 1 zwei Dreilagewicklungen 2a und 2b eingefügt, wobei die Wicklungen nebeneinander liegend durch einen Mittenspaltkanal 27 elektrisch und thermisch voneinander getrennt sind.

[0042] Die Figuren 15 bis 18 zeigen einen zu den Figuren 5 bis 8 ähnlichen Transformator, wobei gleiche Bauteile mit denselben Bezugszeichen versehen sind. Im Unterschied zu den Figuren 5 bis 8 sind hier die Wicklungen nebeneinander liegend ebenfalls durch einen Mittenspaltkanal 27 elektrisch und thermisch voneinander getrennt.

Bezugszeichenliste

[0043]

- | | |
|----|----------------------------------|
| 1 | Spulenumguß (Trafo) |
| 2a | Eingegossene Wicklung |
| 2b | Eingegossene Wicklung |
| 3 | Stirnfläche (f. Anschlüsse) |
| 4 | Trafofuß |
| 5 | Isolierungsplatte (auf Kern) |
| 6 | Eingußarmatur (Trafofuß) |
| 7 | Zwischenisolation (Spulen) |
| 8 | I-Kerne Parallelklebung |
| 9 | Rippen |
| 10 | Zwischenraum (Kaminlüftung) |
| 11 | Verschaltraum (Primärwicklung) |
| 12 | Verschaltraum (Sekundärwicklung) |
| 13 | Anschluss (Sekundär) |

- 14 Anschluss (Primär)
- 15 Gußverbindung (Spulen)
- 16 Seitenausparung (Kerne)
- 17 Isolierungsplatte (Joch)
- 18 Joch
- 19 Spulen-Isolierschicht
- 20 Aushöhlung
- 21 Kern
- 22 Kern
- 23 Cu-Wicklung
- 24 Zwischenisolation (Spulen)
- 25 Vergussmasse
- 26 weichmagnetische u. a nanokristalline Kerne
- 27 Mittenspaltkanal
- 28 Eckflächen
- 29 Spulendurchdringung

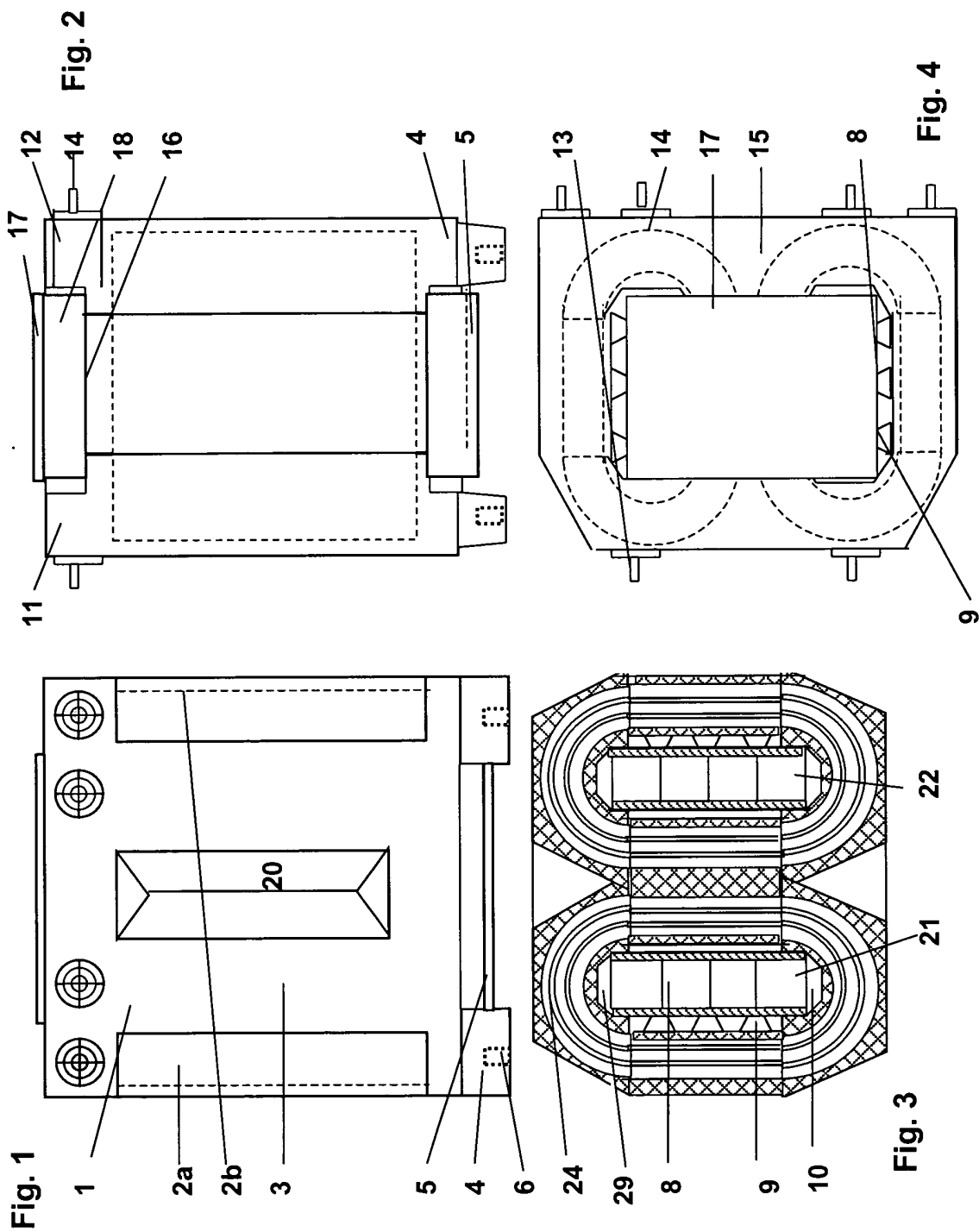
Patentansprüche

1. Transformator, insbesondere Zweischenkel-MittelfrequenzTransformator, mit mindestens je einer Primär- und Sekundärwicklung (2a,2b), deren Wicklungen direkt, auch indirekt, verschachtelt und magnetisch gekoppelt sind und Kerne aufnehmende Spulendurchdringungen (29) aufweisen, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spulendurchdringungen (29) der hermetisch umgossenen Primär- und Sekundärwicklungen mit Zwischenisolationen, elektrisch und thermisch voneinander getrennt sind, wobei die Kerne (21, 22) thermisch und dielektrisch isoliert und innerhalb der Spulendurchdringungen über Rippen-Teilflächen (9) oder Eckflächen (28) dauerhaft spaltfrei befestigt und gehalten werden.
2. Transformator nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spulendurchdringung an mindestens einer ihrer Innenflächen mehrere angeformte Rippen (9) und oder Eckflächen (28) und/oder Auflagepunkte aufweist, an welchen der jeweilige Kern (21, 22, 28) befestigt ist.
3. Transformator nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Oberseiten der Rippen (9) planparallel zur Gegen- und Grundfläche der Spulendurchdringung ausgebildet sind und seitlich in Kernrichtung (21, 22) konisch zulaufend geformt sind.
4. Transformator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kerne (21, 22) mit den Oberseiten der Rippen (9) oder den Eckauflagen (28) verklebt sind.
5. Transformator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kerne (21;22) durch auf beiden freien Seiten beidseitig aufgebrachte Joche (18) miteinander verklebt sind.

6. Transformator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kerne (21;22) und Joche (18) außen und/oder im Bereich der Klebefugen zum Spulenumguß (1) mit einem dünnen Isolationsmaterial (5;17) mit ausgleichendem Wärmeausdehnungskoeffizienten und hoher Festigkeit, vorzugsweise GfK, beklebt sind.
7. Transformator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** er zum Zwecke einer besseren Wärmeausleitung lange oder magnetisch hoch belastete Kerne (21;22) aufweist, die teilweise oder ganz mit AL, Cu oder wärmeleitenden Kunststoffplatten (z. B. Graphit als Füllstoff) beklebt sind.
8. Transformator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kerne (21 ;22) und Joche (18) gegenüber den eingegossenen Wicklungen unabhängig von der geforderten Erdisolation (Spannung) mittel- bis hochspannungs-isoliert sind.
9. Transformator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen den Kernen (21; 22) und den Oberflächen der Spulendurchdringungen allseitig Kaminluftspalte bzw. für Zwangskühlluftströme führende Kanäle (8, 27) vorgesehen sind.
10. Transformator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Zwei- oder Mehrfach-Spulenumguß (1) an die Wicklungen (2a; 2b) angeformt ist und einen die Primär- und Sekundärwicklungen voneinander trennenden isolierenden Zwischenguss (15) umfasst, die Form vorzugsweise rechteckförmig mit abgeschrägten Ecken ausgeführt ist.
11. Transformator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** an der Oberfläche des Spulenumgusses (1) im Bereich des Zwischengusses (15) Aushöhlungen (20) vorgesehen sind.
12. Transformator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** im Bereich oberhalb und unterhalb der Wicklungen (2a; 2b) hermetisch isolierte Verschalt- und Brückenverbindungen (15) zur Zu- und Ableitung der elektrischen Anschlüsse (13, 14) vorhanden sind, die im wesentlichen die Umgüsse der Teilwicklungen gießtechnisch und mechanisch zusammenführen.
13. Transformator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** elektrische Stirnanschlüsse (13,14) isoliert mit hochkriechstromfesten Primär/Sekundäranschlüsse

ausgebildet sind.

14. Transformator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** an dem Spulenumguß (1) Isolierfüße (4) mit integrierten und mechanisch hochfesten Einschraubarmaturen (6) für alle Aufstell- und Aufhängungsarten (Lagen) eingegossen sind. 5
15. Transformator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Spulenumguß (1) eine die Primär- und Sekundärwicklung mit Verschaltungen (2a; 2b) hermetisch abschließende Vergussmasse ist. 10
16. Transformator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vergussmasse aus einem Harz, vorzugsweise Epoxydharz mit wärmeleitfähigen Füllstoffen, vorzugsweise Aluminiumoxyd / -nitrid und/oder silanisiertem Quarzmehl, zusammengesetzt ist. 15 20
17. Transformator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** Primär- und Sekundärwicklung (2a;2b) mit Fasern, vorzugsweise Glasseide als innere Armierung belegt sind. 25
18. Transformator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** Primär- und Sekundärwicklung (2a; 2b) Folienleiter (23), vorzugsweise Cu-Folien sind, aber auch Hochfrequenzlitzen sein können, zwischen denen isolierende Zwischenlagen (24) mit und ohne Spannungsabsteuerungen angeordnet sind. 30 35
19. Transformator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** Primär- und/oder Sekundärwicklung (2a; 2b) Profil-Hohlleiter aus CU oder AL oder Messing auch für Primär- und Sekundärwicklungen für eine Flüssigkeitskühlung vorgesehen sind. 40 45
20. Transformator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Anschlüsse für die flüssiggekühlten Profil-Hohlleiter in den Umguß-Verschaltungsblöcken mit untergebracht sind. 50 55



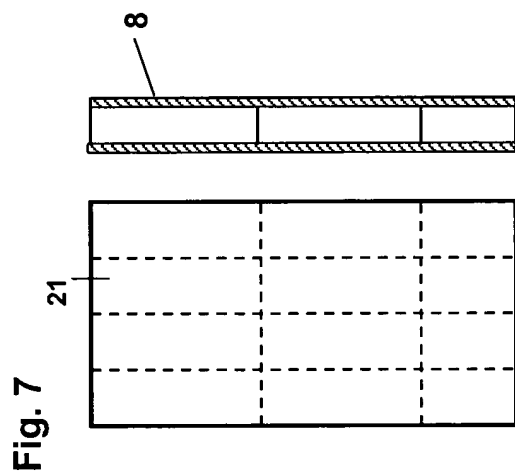


Fig. 7

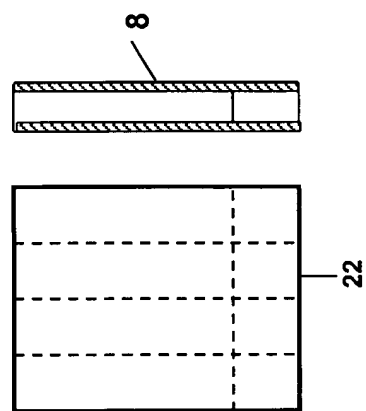


Fig. 8

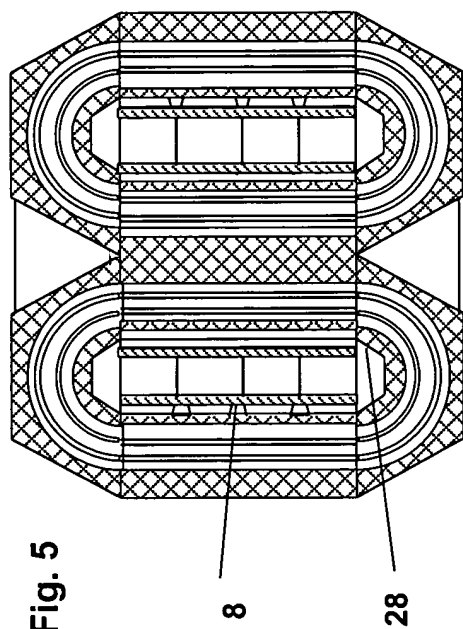


Fig. 5

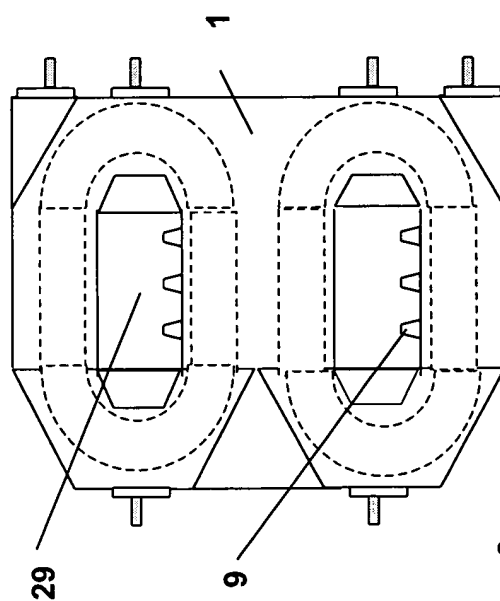


Fig. 6

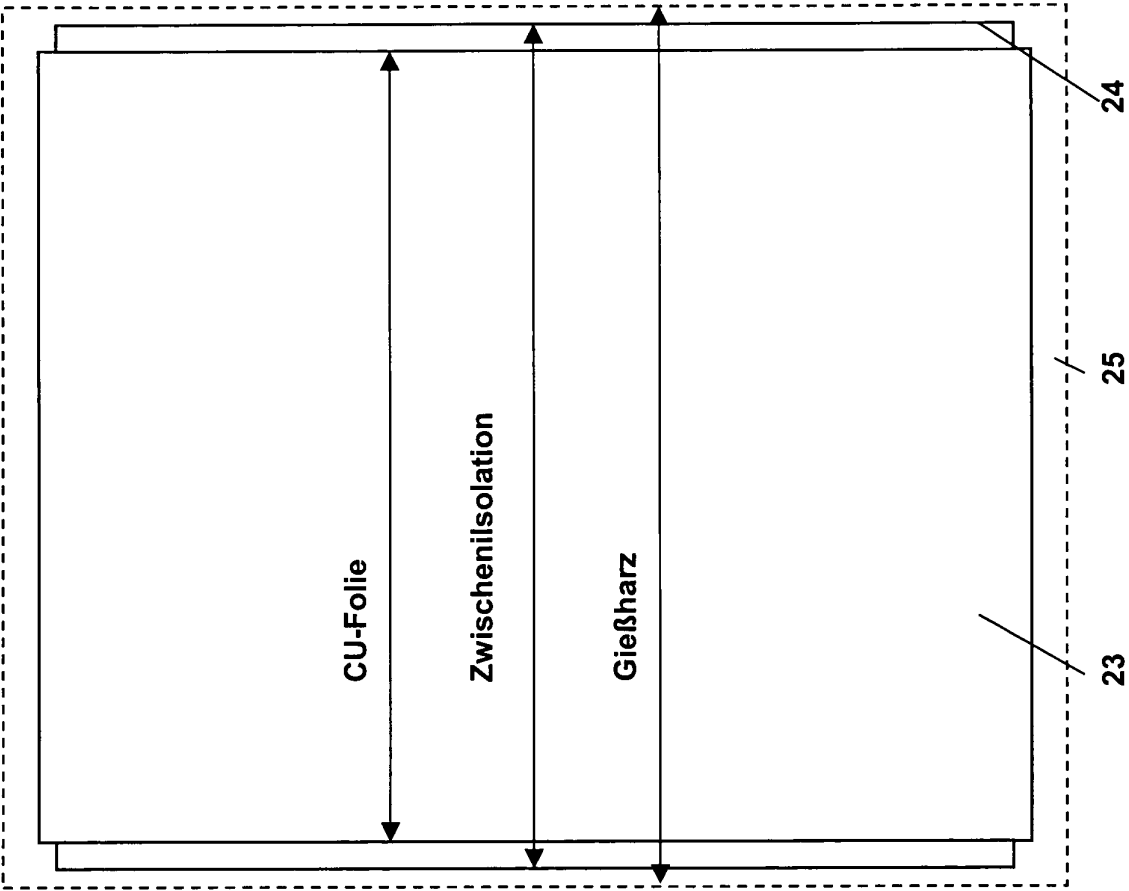


Fig. 10

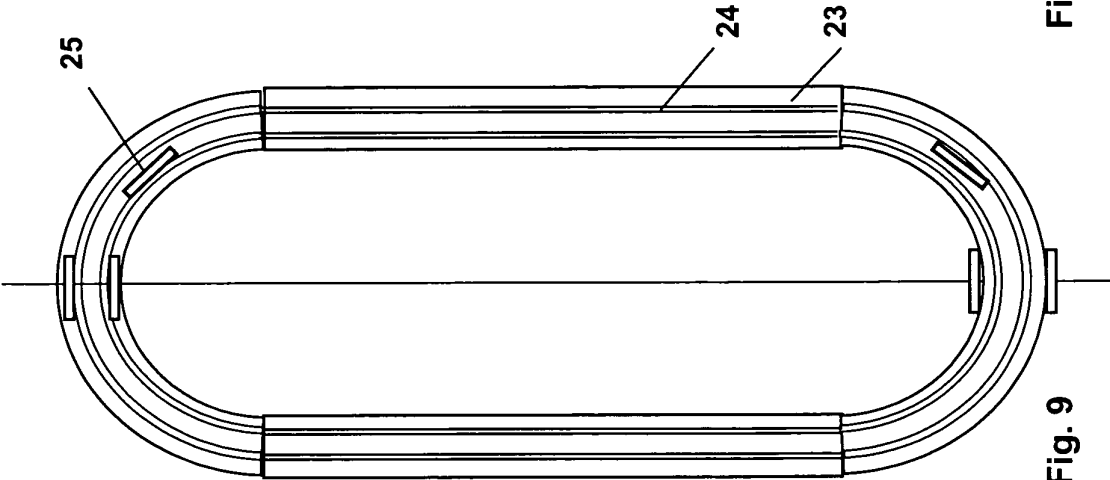


Fig. 9

Fig. 11

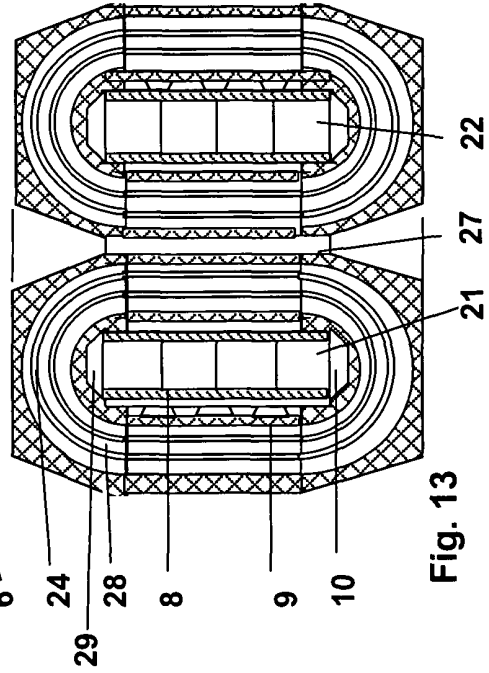
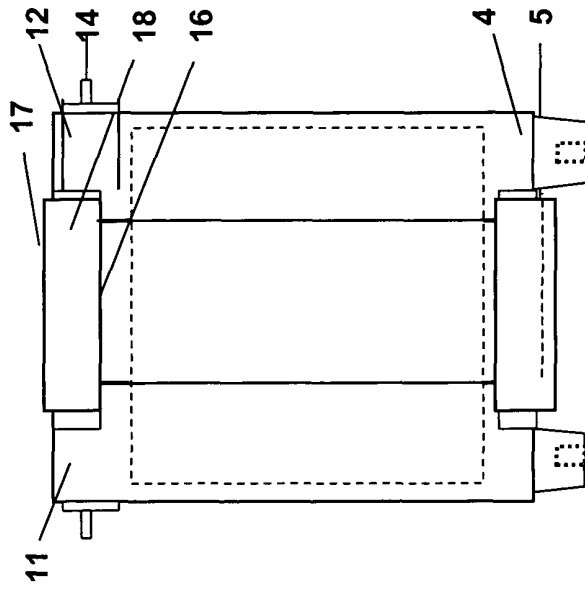
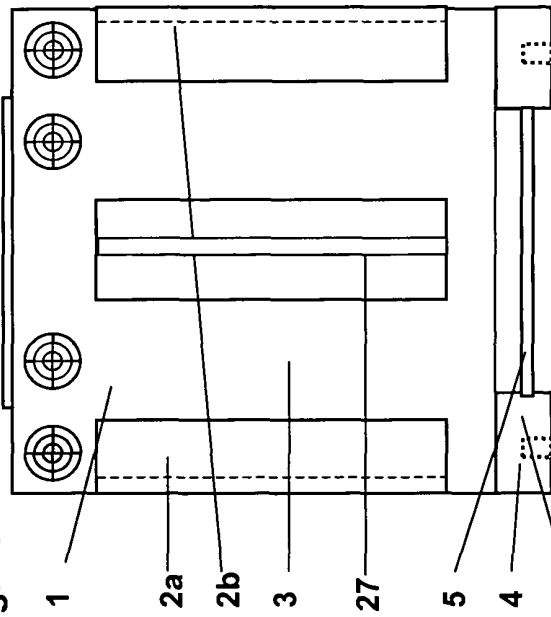


Fig. 13

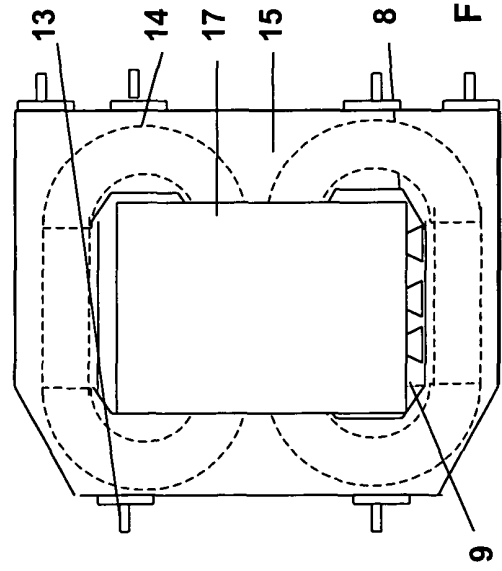


Fig. 14

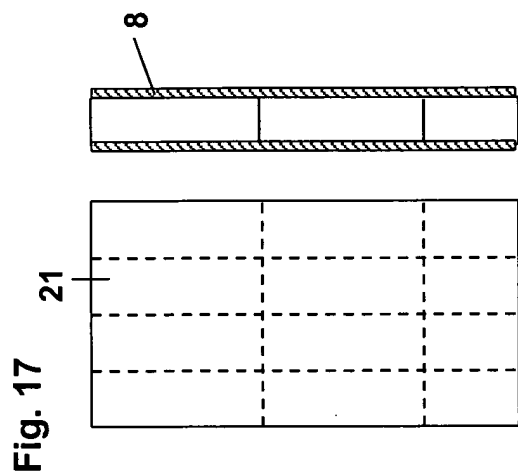


Fig. 17

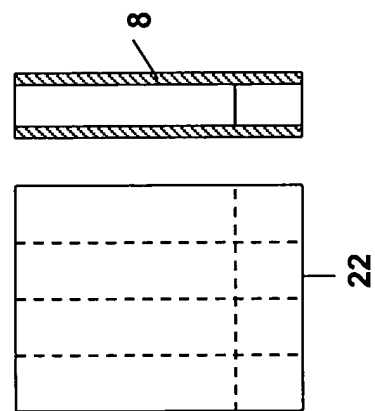


Fig. 18

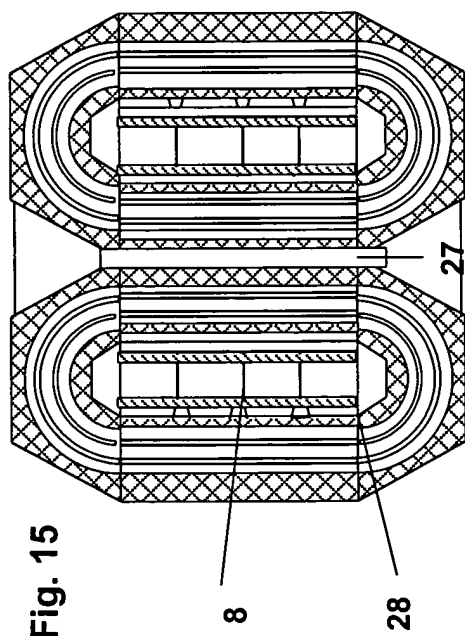


Fig. 15

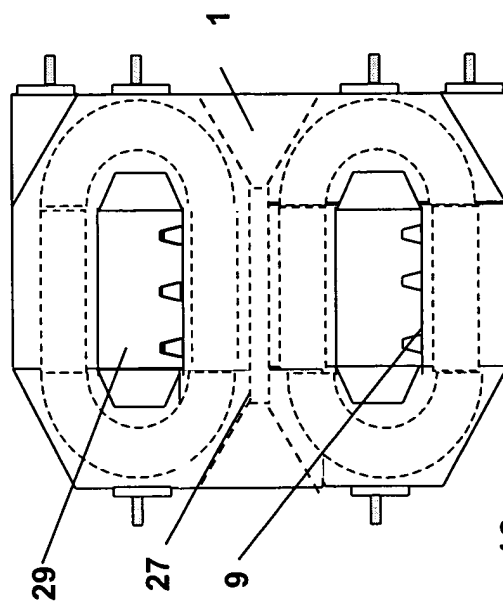


Fig. 16



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 06 01 0808

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	US 2004/036568 A1 (SUZUKI MITSUAKI) 26. Februar 2004 (2004-02-26) * Abbildung 4 *	1,2,4	INV. H01F27/00 H01F5/02
A	FR 1 325 184 A (LANDIS & GYR S. A) 26. April 1963 (1963-04-26) * Abbildung 6 *	1	
D,A	DE 102 03 246 A1 (BOMBARDIER TRANSPORTATION GMBH) 21. August 2003 (2003-08-21) * das ganze Dokument *	1-20	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			H01F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 28. September 2006	Prüfer VAN DEN BERG, G
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 : mündliche 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 anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

12
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 06 01 0808

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patendokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

28-09-2006

Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2004036568 A1	26-02-2004	JP 2004079950 A	11-03-2004
FR 1325184 A	26-04-1963	KEINE	
DE 10203246 A1	21-08-2003	AT 302468 T	15-09-2005
		DE 60301336 D1	22-09-2005
		DE 60301336 T2	22-06-2006
		DK 1476883 T3	27-12-2005
		WO 03065388 A1	07-08-2003
		EP 1476883 A1	17-11-2004

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 10203246 B4 [0003] [0017] [0018] [0019]
- DE 1020324 B4 [0016]