



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 582 218 A1**

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **93112152.9**

51 Int. Cl.⁵: **H01F 37/00, H01F 27/16**

22 Anmeldetag: **29.07.93**

30 Priorität: **04.08.92 DE 4225677**

72 Erfinder: **Krämer, Wilhelm**
Hegelstrasse 2
D-69207 Sandhausen(DE)

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
09.02.94 Patentblatt 94/06

84 Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB IT

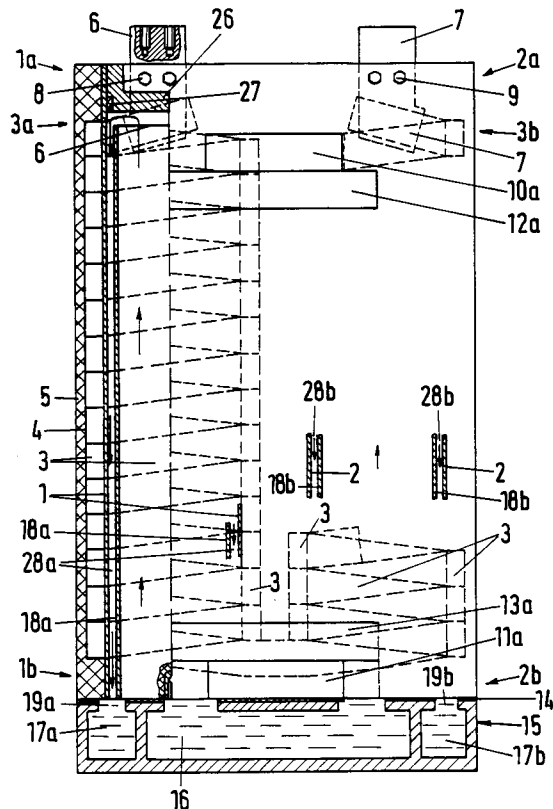
74 Vertreter: **Rupprecht, Klaus, Dipl.-Ing. et al**
c/o ABB Patent GmbH,
Postfach 10 03 51
D-68128 Mannheim (DE)

71 Anmelder: **ABB PATENT GmbH**
Kallstadter Strasse 1
D-68309 Mannheim(DE)

54 **Drosselspule für einen Stromrichter.**

57 Die Erfindung schlägt eine Drosselspule für einen Stromrichter vor, mit zwei parallel und unmittelbar nebeneinander angeordneten, rohrförmigen Wicklungsträgern, die eine aus zwei Teilwicklungen bestehende Wicklung tragen, wobei Wicklungsanfang und Wicklungsende an einer Stirnseite angeordnet sind. Die Wicklungsträger (1,2) dienen als Kühlkörper zur Innenkühlung der Drosselspule mit einer elektrisch leitfähigen Kühlflüssigkeit. In den Innenraum eines jeden Wicklungsträgers (1,2) ragt ein Tauchrohr (18a, 18b), wodurch zur Kühlflüssigkeitskühlung geeignete Spalte (28a,28b) zwischen Tauchrohren (18a,18b) und Wicklungsträger (1,2) gebildet werden.

Fig.1



EP 0 582 218 A1

Die Erfindung bezieht sich auf eine Drosselspule für einen Stromrichter gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Eine solche Drosselspule für einen Stromrichter ist aus der DE 40 08 424 A1 bekannt. Dort wird eine Drosselspule für einen Stromrichter mit einer auf einem zylinderförmigen Wicklungsträger aufgewickelten Drosselwicklung vorgeschlagen, bei der der Wicklungsträger aus mindestens zwei jeweils stab- oder rohrförmigen Wicklungsträgerabschnitten besteht, die jeweils über Verbindungsteile miteinander verbunden sind. Die jeweils die Teilwicklungen der Drosselwicklung tragenden Wicklungsträgerabschnitte sind so angeordnet, daß sich die erzeugten Magnetfelder teilweise gegenseitig aufheben bzw. abschwächen. Diese Drosselspule eignet sich jedoch nicht zur Flüssigkeitskühlung.

Eine wassergekühlte, in Gießharz (Vergußmasse) eingebettete Drosselspule für Stromrichteranlagen ist aus der DE 37 43 222 C2 bekannt. Die Spule ist in einem Kreisringbehälter aus amagnetischem Material angeordnet und versiegelt, wobei an dem Behälterdeckel stoffschlüssig angebrachte Tüllen zur Durchführung der elektrischen Zuleitungen vorhanden sind, und wobei der Raum zwischen Spule und Behälterwandung zur Stützung und als Wärmebrücke mit der Vergußmasse ausgefüllt ist. Die Spule ist mit ihrem Behälter in einem von dem Kühlwasser durchströmten Kessel angeordnet, wobei in Zwischenräumen zwischen dem Kreisringbehälter und Magneteilen der Drosselspule oder zwischen diesem, dem Kessel und einem darin angeordneten Füllkörper Wasserführungen derart angeordnet sind, daß sie eine schraubenlinienartige Führung des Kühlwassers um den Kreisringbehälter erzeugen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Drosselspule für einen Stromrichter der eingangs genannten Art anzugeben, die mit Brauchwasser gekühlt werden kann und die nur ein geringes externes Magnetfeld abgibt.

Diese Aufgabe wird in Verbindung mit den Merkmalen des Oberbegriffes erfindungsgemäß durch die im Kennzeichen des Anspruchs 1 angegebenen Merkmale gelöst.

Die mit der Erfindung erzielbaren Vorteile bestehen insbesondere darin, daß die Drosselspule effizient gekühlt werden kann und dabei sehr einfach aufgebaut ist.

Ferner sind keine aufwendigen magnetischen Abschirmeinrichtungen notwendig, um störende, nach außen wirkende Magnetfelder zu reduzieren. Die gemäß dem Toroid-Prinzip aufgebaute Drosselspule ist rüttelsicher und robust und darüberhinaus sehr kompakt, wodurch Gewichts- und Raumvorteile erzielt werden, was insbesondere beim Einbau der Drosselspule in einem gekapselten, wassergekühlten Stromrichtermodul für ein Schienenfahr-

zeug von großer Wichtigkeit ist. Da die von der Drosselspule nach außen abgegebenen Magnetfelder sehr gering sind, werden nur relativ geringe Verluste in den metallenen Gehäusewandungen des Stromrichtermoduls erzeugt.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Die Erfindung wird nachstehend anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiele erläutert. Es zeigen:

- | | | |
|----|------------|--|
| 5 | Figur 1 | einen seitlichen Schnitt durch eine erste Variante einer Drosselspule, |
| | Figur 2 | einen Schnitt in der Nähe einer Anschlußseite der Drosselspule, |
| 10 | Figur 3, 4 | alternative Wicklungsträgergestaltungen, |
| | Figur 5 | einen Schnitt durch eine Drosselspule mit zusätzlicher Außenkühlung, |
| 15 | Figur 6 | einen Schnitt durch einen zwischen Wicklungsträger und Tauchrohr gebildeten Spalt, |
| | Figur 7 | eine zweite Variante einer Drosselspule. |

In Figur 1 ist ein seitlicher Schnitt durch eine erste Variante einer Drosselspule dargestellt. Es sind zwei parallel und unmittelbar nebeneinander angeordnete, rohrförmige Wicklungsträger 1, 2 zu erkennen, die zum einen für das Aufbringen der Wicklung 3 und zum anderen als Kühlkörper für die Innenkühlung der Drossel dienen. Die Wicklungsträger 1, 2 bestehen beispielsweise aus einem dünnwandigen Kunststoffrohr mit einer hohen mechanischen Festigkeit, einem dauerhaft sehr guten Isoliervermögen und einer hinreichend guten Wärmeleitfähigkeit. Beispielsweise eignet sich ein GFK-Rohr mit Gießharz oder ein Polyamidrohr. Varianten sind in den Figuren 3 und 4 dargestellt.

Jeder Wicklungsträger 1 bzw. 2 weist an seinem einen Ende eine Elektroanschlußseite 1a bzw. 2a und an seinem anderen Ende eine Kühlanschlußseite 1b bzw. 2b auf. Die aus zwei Teilwicklungen bestehende Wicklung 3 beginnt beispielsweise an der Elektroanschlußseite 1a, erstreckt sich schraubenförmig bis zur Kühlanschlußseite 1b, wechselt von dort zur Kühlanschlußseite 2b und verläuft weiter schraubenförmig bis zur Elektroanschlußseite 2a. Der sich um die einzelnen Wicklungsträger windende Wicklungsstrang kann aus einer Vielzahl elektrisch voneinander isolierter Einzeldrähte bestehen, was die elektrischen Verluste bei Betrieb der Drosselspule reduziert. Daneben ist es jedoch auch möglich, die Wicklung als Aluminium-Gußteil einstückig auszubilden.

Eine Bandage 4 um den Wicklungsstrang hat eine mehrfache Funktion und stellt zum ersten eine elastische Pufferung dar, die Spannungs- oder Schockrisse verhindert, dient zum zweiten zur Ab-

koppelung der Wicklungserwärmung auf den nachstehend näher beschriebenen äußeren Umguß 5 und erhöht zum dritten die mechanische Festigkeit.

Der vorzugsweise aus Gießharz gebildete Umguß 5 umhüllt die Wicklung 3 an ihren nach außen gerichteten Mantel- und Stirnflächen und stellt somit die elektrische Isolation der Wicklung 3 nach außen sicher. Damit die Temperaturen am nicht gekühlten Wicklungsanfang 3a und Wicklungsende 3b nicht auf zu hohe Werte ansteigen, sind dort starke Querschnittsvergrößerungen der Wicklung vorgesehen. Dies ist durch entsprechende Gestaltung der Endarmaturen 6 und 7 berücksichtigt und konstruktiv gelöst. Bei einer als Aluminium-Gußteil ausgebildeten Wicklung können die im Querschnitt vergrößerten Endarmaturen 6, 7 gleichzeitig mit dem Wicklungsstrang gegossen werden. Zur Gewährleistung der Kurzschlußfestigkeit sind die Endarmaturen 6, 7 über Verschraubungen 8, 9 mit den Wicklungsträgern 1, 2 verbunden. Zusätzlich hält auch der Umguß 5 Wicklung 3 und Endarmaturen 6, 7 fest zusammen. Die "Schrumpfkraft" des Umgusses 5 stellt auch den zur Anpressung der Wicklung auf die Wicklungsträger notwendigen Druck sicher, wodurch sich ein guter Wärmeübergang von der Wicklung zum Wicklungsträger ergibt.

In den sich zwischen beiden Wicklungsträgern 1,2 ausbildenden externen Zwischenräumen ist jeweils eine Magnetabschirmkappe 10a, 11a angeordnet. Diese Magnetabschirmkappen 10a, 11a reduzieren die von der Drosselspule nach außen abgegebenen, randseitigen Magnetfelder, so daß nur relativ geringe elektrische Verluste in den die Drossel umgebenden metallenen Gehäusewandungen eines Stromrichtermoduls erzeugt werden. Die Magnetabschirmkappen 10a, 11a können beispielsweise auf Stegen 12a, 13a montiert (verschraubt) sein, die Teil des Umgusses 5 sind und zusätzlich zur Kurzschlußfestigkeit der Drosselspule beitragen.

Wie vorstehend bereits erwähnt, weist die Drosselspule eine Innenkühlung unter Einsatz von Kühlflüssigkeit - vorzugsweise Brauchwasser - auf. Hierzu ist die Drosselspule gemäß erster Variante an der Kühlananschlußseite unter Zwischenlage von Dichtungen 14 auf einer Kühlschiene 15 montiert. Die Kühlschiene 15 weist einen Kühlflüssigkeitsvorlauf 16 und hiervon getrennte Kühlflüssigkeitsrückläufe 17a, 17b auf. Dabei gelangt die Kühlflüssigkeit über mit dem Kühlflüssigkeitsvorlauf 16 verbundene, tief in den Innenraum des Wicklungsträgers 1 ragende Tauchrohre 18a, 18b (Wasserleitrohre) in die Drosselspule und strömt über Rücklauföffnungen 19a, 19b zum Kühlflüssigkeitsrücklauf 17a, 17b. Diese Tauchrohr/Rücklauföffnung-Anordnung ist bei beiden Wicklungsträger-Innenräumen vorgesehen. Die weiteren Enden der Wicklungsträger 1, 2 - die Elektroanschlußenden 1a, 2a

- sind bei der ersten Variante durch Deckel 26 mit Deckeldichtring 27 hydraulisch verschlossen. Während des Rückströmens der Kühlflüssigkeit wird die von der Wicklung 3 während des Betriebes produzierte, über die Wicklungsträger 1, 2 geleitete Verlustwärme über die Innenmantelfläche des Trägers 1, 2 an die Flüssigkeit abgegeben. Dabei kann ein Temperatursprung von ca. 150 °C an der Wicklung 3 auf ca. 70 °C an der Innenmantelfläche des Trägers 1, 2 auftreten. Zur Erzielung hoher Kühlflüssigkeitgeschwindigkeiten können die sich zwischen Innenmantelfläche der Wicklungsträger 1, 2 und Außenmantelfläche der Tauchrohre 18a, 18b ergebenden Spalte 28a, 28b zur Führung der Kühlflüssigkeit eng ausgebildet sein.

Die Montage der Drosselspule innerhalb eines Stromrichtermoduls gestaltet sich sehr einfach, da lediglich eine 2-Punkt-Lagerung an beiden Stirnflächen notwendig ist. Als erste Befestigungspunkte dienen die Endarmaturen 6, 7 an den Elektroanschlußseiten 1a, 2a, die hierzu mit Schraubanschlüssen versehen sind. Als zweite Befestigungspunkte dienen die Verschraubungen zwischen Kühlschienen 15 und den Kühlananschlußseiten 1b, 2b der Wicklungsträger (Schiebe- und Fixlagerbefestigungen).

In Figur 2 ist ein Schnitt in der Nähe einer Anschlußseite der Drosselspule dargestellt. Es sind die Wicklungsträger 1, 2, die Wicklung 3, der Umguß 5 und die Magnetabschirmkappen 10a, 10b zu erkennen. Die Lage der Tauchrohre 18a, 18b innerhalb der Innenräume der Wicklungsträger 1, 2 und die Spalte 28a, 28b sind angedeutet.

In Figur 3 ist eine alternative Wicklungsträgergestaltung dargestellt. Bei dieser Variante bestehen die Wicklungsträger aus Verbundrohren mit einem inneren Metallrohr 20 mit aufgebrachtener elektrischer Isolation 21. Die elektrische Isolation 21 besteht beispielsweise aus Gießharz mit Aluminiumnitrid als Füllstoff. Durch den Zusatz dieses Füllstoffes wird die Wärmeabfuhr verbessert. Auf die elektrische Isolation 21 ist die Wicklung 3 aufgebracht. Diese Variante hat den Vorteil, daß die Kühlflüssigkeit nicht in direkten Kontakt mit der elektrischen Isolierung gelangt. Ferner ist das Verbundrohr mechanisch sehr stabil.

In Figur 4 ist eine weitere alternative Wicklungsträgergestaltung dargestellt. Bei dieser Variante bestehen die Wicklungsträger aus Porzellan- oder Keramikrohren 22. Diese Variante hat ebenfalls den Vorteil, daß die Kühlflüssigkeit (Brauchwasser) nicht in Kontakt mit einem organischen Isoliermittel tritt. Aufgrund der guten Wärmeleitfähigkeit von Porzellan oder Keramik kann die Wandstärke der Rohre 22 relativ dick sein, was zu einer mechanisch sehr stabilen Konstruktion führt. Bei dieser Variante sind Temperaturdifferenzen bis zu 90 °C möglich.

In Figur 5 ist ein Schnitt durch eine Drosselspule mit zusätzlicher Außenkühlung dargestellt. Es sind Wicklungsträger 1, 2 mit Wicklung 3 und Bandage 4 zu erkennen. Eine Isolierhülle 23 dient zur äußeren elektrischen Isolation der Wicklung. Mittels einer weiteren äußeren Hülle 24 wird ein Kühlmantel 25 für die Kühlflüssigkeitsströmung zwischen Isolierhülle 23 und Hülle 24 gebildet. Die Kühlflüssigkeit tritt beispielsweise über eine Vorlauföffnung aus dem Kühlflüssigkeitsvorlauf der Kühlschiene in die Hohlräume 33 der Wicklungsträger 1, 2 ein und fließt über die Spalte 28a, 28b und den Kühlmantel 25 zurück in den Kühlflüssigkeitsrücklauf der Kühlschiene. Die Innenkühlung der Drosselspule mittels Tauchrohre 18a, 18b und Spalte 28a, 28b ist ebenfalls zu erkennen. Diese Variante einer Drosselspule ist bei sehr leistungsstarken Drosselspulen einsetzbar, bei denen eine Innenkühlung allein zur Verlustwärmeabfuhr nicht ausreicht.

In Figur 6 ist ein Schnitt durch einen zwischen Wicklungsträger 1 und Tauchrohr 18a gebildeten Spalt dargestellt. Es ist zu erkennen, daß der Spalt mit Hilfe von drei Trennstegen 29 in drei Spaltsegmente 28a', 28a'', 28a''' parallel zur Hauptachse der Drosselspule unterteilt ist. Diese Maßnahme verhindert, daß sich ein ringförmiger elektrisch leitfähiger Wassermantel ausbilden kann und wird selbstverständlich auch beim Spalt 28b sowie beim Kühlmantel 25 angewendet.

In Figur 7 ist eine zweite Variante einer Drosselspule dargestellt. Es ist eine Drosselspule 30 mit Endarmaturen 6, 7 für den elektrischen Anschluß zu erkennen, bei dem die Elektroanschlußseite gleichzeitig auch eine Kühlananschlußseite ist, d.h. die Drosselspule 30 wird von zwei Kühlflüssigkeitsleitungen 31, 32 durchdrungen, die an beiden Stirnflächen aus der Drosselspule austreten, wobei die Wicklung 3 der Drosselspule die beiden Kühlflüssigkeitsleitungen 31, 32 umschließt. Jede der beiden Kühlflüssigkeitsleitungen 31, 32 ist doppelwandig aufgebaut, so daß der äußere Mantel den Wicklungsträger 1 und der innere Mantel das Tauchrohr, z.B. 18a, bildet. Der zwischen beiden Mänteln befindliche Spalt, z.B. 28a, dient wiederum zur Drosselkühlung, während der Hohlraum 33 im Innenraum des inneren Mantels vorteilhaft zum Kühlflüssigkeitstransport dient.

Patentansprüche

1. Drosselspule für einen Stromrichter, mit zwei parallel und unmittelbar nebeneinander angeordneten, rohrförmigen Wicklungsträgern, die eine aus zwei Teilwicklungen bestehende Wicklung tragen, wobei Wicklungsanfang und Wicklungsende an einer Stirnseite angeordnet sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Wick-

lungsträger (1,2) als Kühlkörper zur Innenkühlung der Drosselspule mit einer elektrisch leitfähigen Kühlflüssigkeit dienen und in den Innenraum eines jeden Wicklungsträgers (1,2) ein Tauchrohr (18a, 18b) ragt, wodurch zur Kühlflüssigkeitskühlung geeignete Spalte (28a,28b) zwischen Tauchrohren (18a,18b) und Wicklungsträgern (1,2) gebildet werden.

2. Drosselspule nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Wicklung (3) am Wicklungsanfang (3a) und am Wicklungsende (3b) jeweils einen vergrößerten Querschnitt aufweist.

3. Drosselspule nach Anspruch 1 und/oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Wicklung (3) mit einer Bandage (4) umwickelt ist.

4. Drosselspule nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß ein Umguß (5) die Drosselspule umhüllt, wobei lediglich die Endarmaturen (6,7) der elektrischen Anschlüsse und die Stirnseiten ausgepart sind.

5. Drosselspule nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Wicklungsträger (1,2) aus einem Kunststoffrohr bestehen.

6. Drosselspule nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Wicklungsträger (1,2) aus einem GFK-Rohr bestehen.

7. Drosselspule nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Wicklungsträger (1,2) aus einem Verbundrohr mit innerem Metallrohr (20) und äußerer elektrischer Isolation (21) besteht.

8. Drosselspule nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrische Isolation (21) aus einem Gießharz mit Aluminiumnitrid als Füllstoff besteht.

9. Drosselspule nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Wicklungsträger (1,2) aus einem Porzellan- oder Keramikrohr (22) bestehen.

10. Drosselspule nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Elektroanschlußseiten (1a, 2a), an denen sich Wicklungsanfang und Wicklungsende befinden, hydraulisch abgedichtet sind und lediglich die gegenüberliegenden Kühlananschlußsei-

ten (1b,2b) zum hydraulisch dichten Anschluß an eine Kühlschiene (15) geeignet ausgebildet sind.

- 11.** Drosselspule nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Wicklungsträger (1,2) beide Stirnseiten durchstoßen. 5
- 12.** Drosselspule nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 11, gekennzeichnet durch eine zusätzliche Außenkühlung über einen Kühlmantel (25) zwischen einer die Wicklung (3) bedeckenden Isolierhülle (23) und einer äußeren Hülle (24), wobei der Kühlmantel (25) hydraulisch dicht mit Kühlflüssigkeitsvorlauf (16) und Kühlflüssigkeitsrücklauf (17) eines Kühlflüssigkeitssystems verbunden ist. 10
15
- 13.** Drosselspule nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die zwischen Tauchrohren (18a,18b) und Wicklungsträgern (1,2) gebildeten Spalte (28a,28b) und/oder der Kühlmantel (25) durch Trennsteg (29) in Segmente parallel zur Haptachse der Drosselspule unterteilt ist. 20
25

30

35

40

45

50

55

5

Fig.1

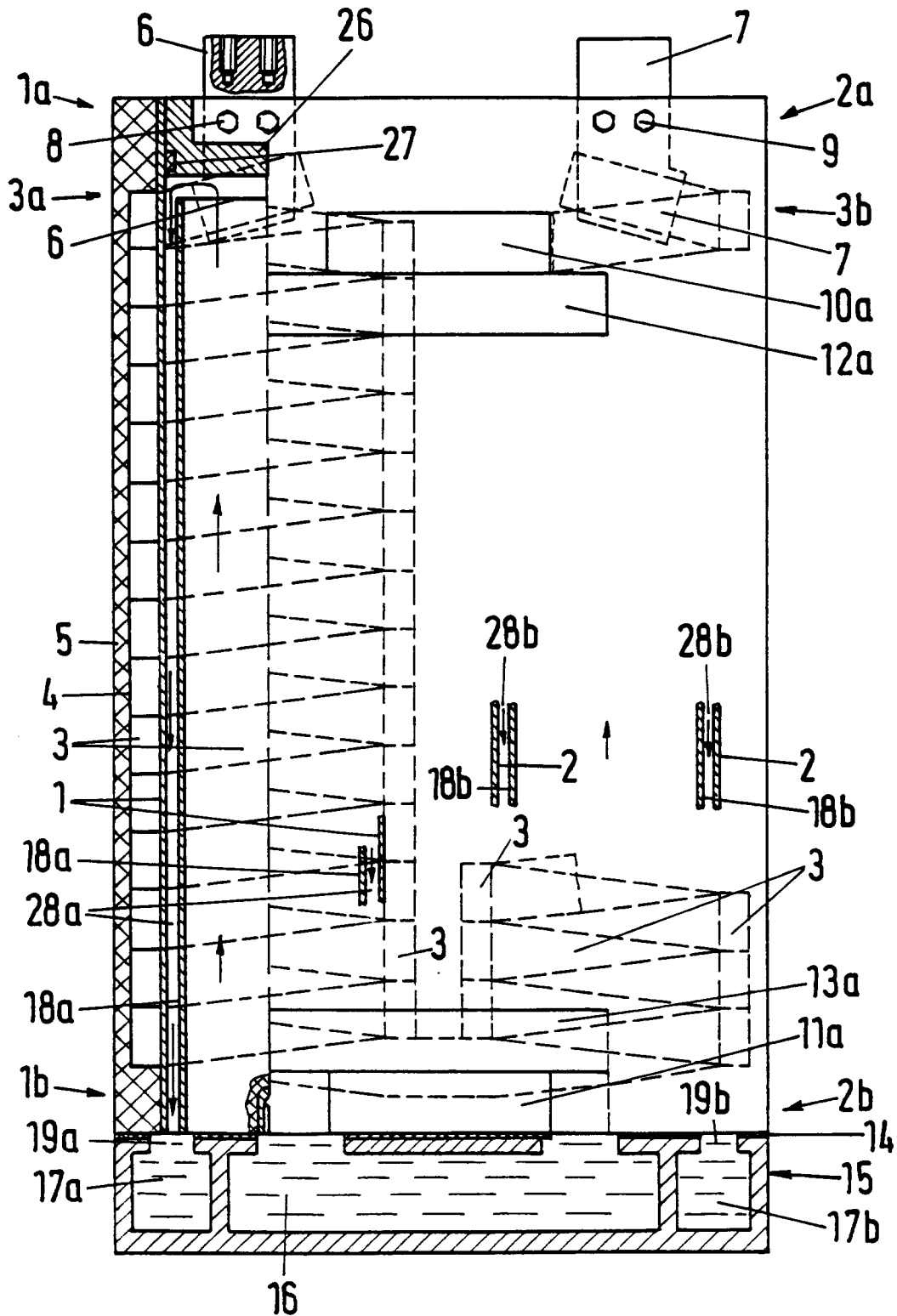


Fig.2

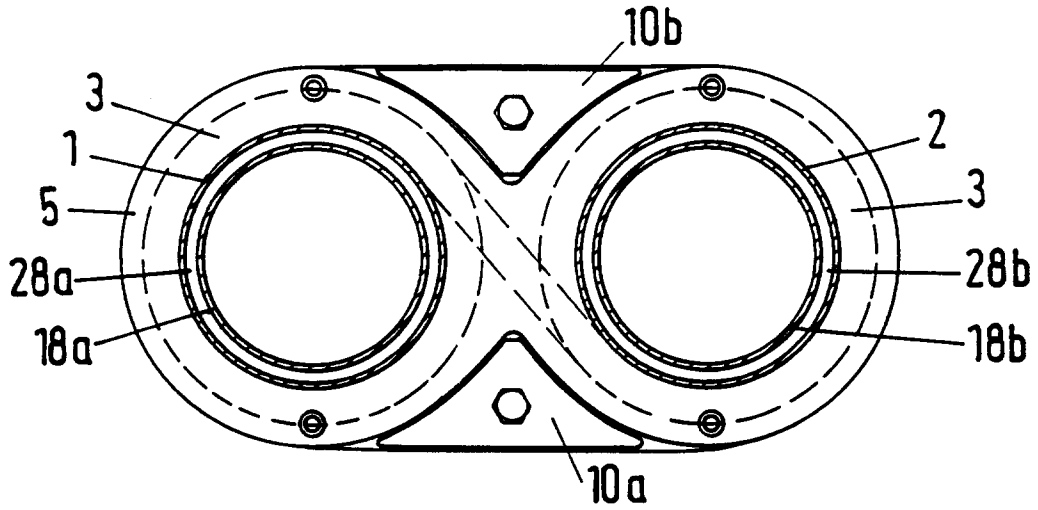


Fig.3

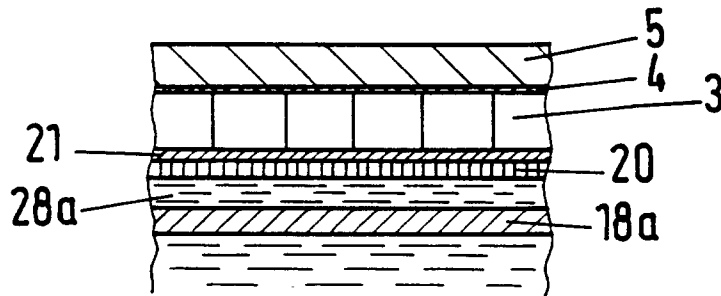


Fig.4

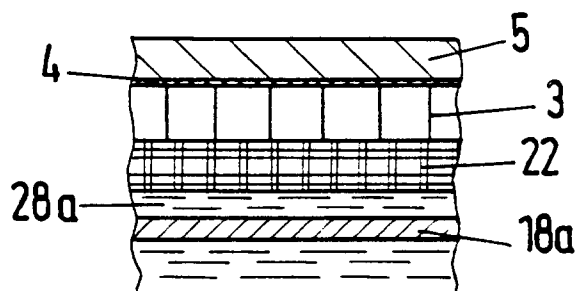


Fig.5

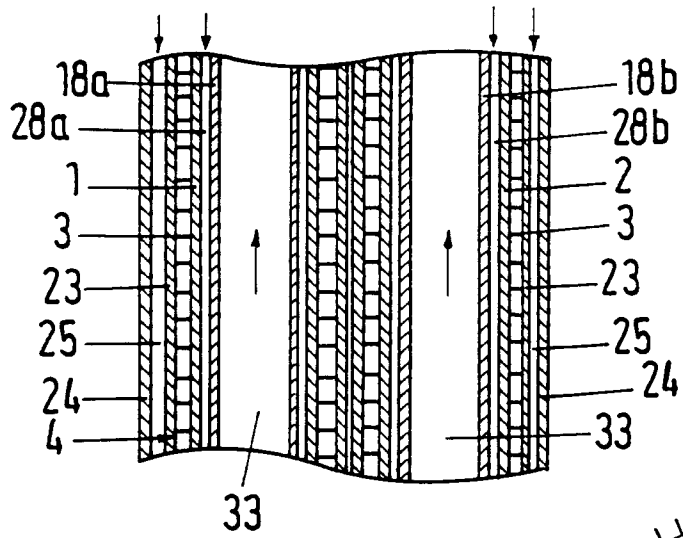


Fig.6

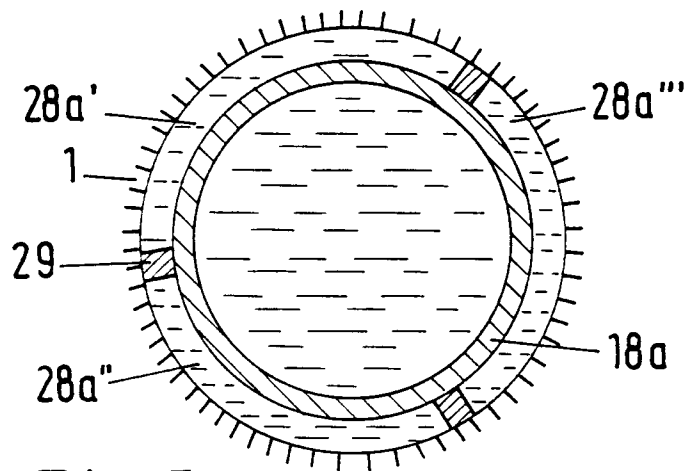
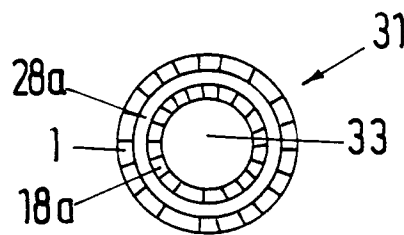
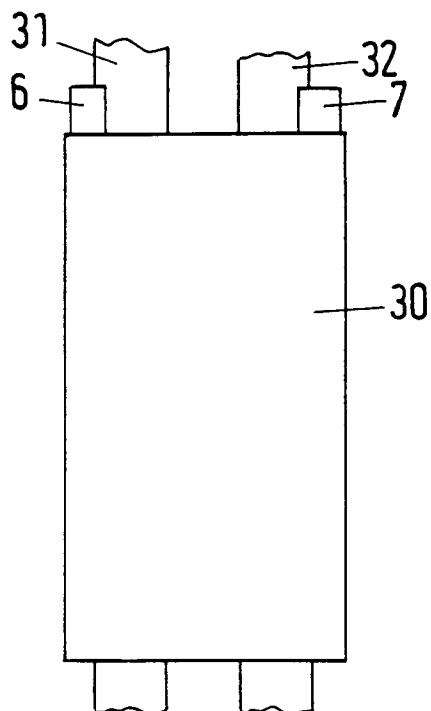


Fig.7





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 93 11 2152

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.5)
A,D	DE-A-40 08 424 (ASEA BROWN BOVERI) ---		H01F37/00 H01F27/16
A,D	DE-A-37 43 222 (ASEA BROWN BOVERI) ---		
A	EP-A-0 040 262 (WESTINGHOUSE ELECTRIC CORP.) ---		
A	US-A-4 896 130 (IGOR V. ERMILOV) -----		
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.5)
			H01F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 23. November 1993	Prüfer VANHULLE, R
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patendokument, 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	
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer andern Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)