



EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG


 Anmeldenummer: 84105853.0


 Int. Cl.³: **H 01 F 19/04**
H 01 F 3/04


 Anmeldetag: 22.05.84


 Priorität: 26.05.83 JP 93216/83


 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
 05.12.84 Patentblatt 84/49


 Benannte Vertragsstaaten:
 AT BE CH DE FR GB LI SE

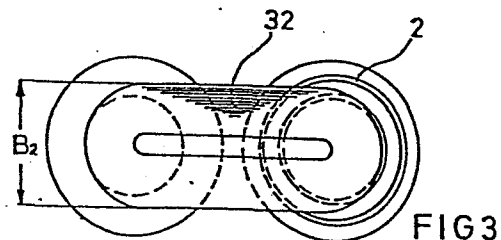

 Anmelder: FUJI ELECTRIC CO. LTD.
 1-1, Tanabeshinden, Kawasaki-ku
 Kawasaki 210(JP)


 Erfinder: Toshihiro, Nomura
 12-19 Kanamori 1-chome
 Machida-shi Tokyo, 194(JP)


 Vertreter: Mehl, Ernst, Dipl.-Ing. et al,
 Postfach 22 01 76
 D-8000 München 22(DE)


54) Elektromagnetisches Gerät für mit Hochfrequenz betriebene Leistungsstromkreise, insbesondere Transformator oder Drosselspule.


 Für die den Magnetfluß führenden Eisenkerne in derartigen Geräten wird in neuerer Zeit ein amorpher magnetischer Werkstoff in Form von sehr dünnem Band eingesetzt. Erfindungsgemäß sind zu demselben Eisenkern gehörende Joche (32, 34, 35 bzw. 36) ebenso wie die zugehörigen Kernschenkel (1) als Bandwicklungen aus diesem sehr dünnem amorphen magnetischen Bandwerkstoff gewickelt und mit ihren magnetisch wirksamen Querschnitten aneinander angeglichen. Mit erfindungsgemäß ausgeführten Eisenkernen versehene elektromagnetische Geräte zum Einsatz in mit Hochfrequenz betriebenen Leistungsstromkreisen führen zu besonders kompakten und sich durch geringes Eigengewicht auszeichnenden Ausführungen.



FUJI ELECTRIC
Japan

Unser Zeichen
VPA 83 P 8550 E

Elektromagnetisches Gerät für mit Hochfrequenz
betriebene Leistungsstromkreise, insbesondere
5 Transformator oder Drosselspule

Die Erfindung bezieht sich auf elektromagnetische
Geräte für mit Hochfrequenz betriebene Leistungs-
stromkreise, insbesondere Transformatoren oder
10 Drosselspulen, mit einem Eisenkern aus amorphem Band
als magnetischem Werkstoff und mit Jochen.

Derartige elektromagnetische Geräte müssen beim Be-
trieb in Leistungsstromkreisen hoher Frequenz nicht
15 nur ausgezeichnete magnetische Eigenschaften aufwei-
sen, sondern darüber hinaus durch niedrige Eisenver-
luste eine Verringerung der Gesamtverluste und des
Temperaturanstiegs erlauben und müssen darüber hinaus
bei geringem Gewicht möglichst kompakt sein.

20 Hohe Frequenz bei großem Leistungsvermögen in elek-
trischen Stromkreisen ist in neuerer Zeit erforder-
lich geworden bei der Entwicklung von Einrichtungen
zur Steuerung von kontaktlosen Schaltelementen, wie
25 Leistungstransistoren und deren Beschaltungen. Da die
Spannungsfrequenz im Transformator oder einer Drossel
beim Betrieb in derartigen Stromkreisen extrem hoch ist,
kann die Zahl der Windungen in den Spulen verringert
werden und dadurch ein kompakter Aufbau bei geringem
30 Gewicht für die Transformatoren und Drosseln erreicht
werden. Infolgedessen werden der Eisenkern und die Joche
sehr wichtige Bauteile, da sie über ihren Aufbau und ihr
Gewicht die Größe und das Gewicht des elektromagneti-
schen Gerätes wesentlich beeinflussen.

35

Krt 2 Sir / 15.05.1984

Häufig werden Ferritkerne, die niedrige Wirbelstromverluste gewährleisten, als Werkstoff für die Eisenkerne in elektromagnetischen Geräten eingesetzt, die mit einem Laststrom hoher Frequenz von einigen kHz bis zu
5 einigen Hundert kHz belastet sind. Nachteilig ist jedoch bei den Ferritkernen der niedrige Sättigungswert für die Magnetflußdichte.

Dagegen haben die verbreitet eingesetzten Eisenkerne aus
10 herkömmlichem Transformatorblech einen verhältnismäßig hohen Sättigungswert für die Magnetflußdichte. Steigt die Frequenz des Magnetwechselfeldes extrem hoch, so steigen jedoch zwangsläufig sowohl die Ummagnetisierungsverluste als auch die Wirbelstromverluste, weil das Siliziumblech
15 auf Grund seiner physikalischen Eigenschaften nicht beliebig dünn herstellbar ist. Im Hinblick auf den Wirkungsgrad und den Temperaturanstieg ist daher der Einsatz von mit Silizium legiertem Stahlblech mit erheblichen Nachteilen verbunden.

20

Andererseits hat weder kristalliner magnetischer Werkstoff noch amorpher magnetischer Werkstoff, gewonnen durch extrem schnelle Abkühlung aus metallischen Legierungen, ausreichende Beachtung gefunden, obwohl
25 dieser Werkstoff eine Anzahl von Vorteilen aufweist, einschließlich der Möglichkeit, extrem dünne Werkstoffe für Eisenkerne von elektromagnetischen Geräten für mit hochfrequentem Leistungsstrom betriebene elektromagnetische Geräte herzustellen. Diese Werkstoffe weisen
30 ausgezeichnete magnetische Eigenschaften verbunden mit hohem Widerstand gegen Wirbelströme auf. Nachteilig ist jedoch, daß der amorphe Werkstoff lediglich in Form von rechteckigem Band technisch herstellbar ist und nachteilig ist vor allem, daß der amorphe Werkstoff darüber
35 hinaus infolge seiner mechanischen Eigenschaften nur mit Schwierigkeiten zu schneiden ist.

In Übereinstimmung hiermit ist, wie in den Fig. 1 und 2 dargestellt, ein bekannter Transformator zum Einsatz in einem Hochfrequenzleistungsstromkreis durch Anordnung eines Joches 31 aus rechteckig zugeschnittenen Lamellen aus gewöhnlichem siliziumlegiertem Transformatorblech an Stelle von amorphem magnetischem Werkstoff konventionell aufgebaut, da der amorphe Werkstoff, wie oben angegeben, schwer zu schneiden ist. Das Joch 31 hat eine Breite B_1 , die ungefähr gleich ist dem Außendurchmesser D eines als Bandwicklung aus amorphem Band ausgeführten Kernschenkels 1. Beide Enden der Kernschenkel 1 sind durch Joche 31 abgedeckt. Um die Kernschenkel 1 sind in üblicher Weise Unterspannungs- und Oberspannungswicklungen 2 angeordnet. Nachteilig ist hierbei jedoch, daß es ausgeschlossen ist den Transformator kompakter als üblich auszuführen, weil eine bestimmte Art des magnetischen Werkstoffs erforderlich ist zur Herstellung der Kernschenkel und weil außerdem die Höhe H_1 der Joche 31 bzw. die Breite der aus Silizium legiertem Transformatorblech rechteckig zugeschnittenen Stücke ungefähr gleich dem Außendurchmesser D der als Bandwicklung ausgeführten Kernschenkel 1 gleich sein müssen, damit der Magnetquerschnitt der Joche 31 dem der Kernschenkel 1 entspricht.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, im Hinblick auf die den konventionellen Transformatoren beim Betrieb mit hoher Frequenz in Leistungsstromkreisen innewohnenden Nachteile einen Transformator zu schaffen, dessen Eisenkernwerkstoff den Aufbau eines kompakten und leichten Gerätes ermöglicht und bei dem sowohl die Kernschenkel als auch die Joche aus amorphem Band hergestellt sind und deren ausgezeichnete magnetische Eigenschaften aufweisen.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist ein elektromagnetisches Gerät zum Einsatz in mit hoher Frequenz betriebenen Leistungsstromkreisen, beispielsweise ein Transformator oder eine Drosselspule, unter Verwendung von amorphem magnetischen Werkstoff hergestellt, wobei zur Erzielung eines kompakten Aufbaus und eines geringen Gewichtes erfindungsgemäß je ein als Bandwicklung aus amorphem Band als magnetischem Werkstoff ausgeführtes Joch auf jeder der beiden Stirnflächen von Kernschenkeln angeordnet ist, wobei die Kernschenkel ebenfalls als Bandwicklung aus amorphem Band aus magnetischem Werkstoff ausgeführt sind und der Magnetquerschnitt der als Bandwicklung ausgeführten Joche dem Magnetquerschnitt der Bandwicklung eines Kernschenkels entspricht.

15

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden anhand einer Zeichnung näher erläutert. Im einzelnen zeigen:

Fig. 1 und 2 Draufsicht, Ansicht und Schnitt eines bekannten zweischenkeligen Transformators,

Fig. 3 und 4 Draufsicht, Ansicht und Schnitt eines erfindungsgemäßen Transformators mit schmalen Jochen,

Fig. 5 einen Jochwickel in einer Fertigungszwischenstufe,

Fig. 6 und 7 Draufsicht und Ansicht eines erfindungsgemäßen Transformators mit überbreiten Jochen,

30

Fig. 8 eine weitere Variante mit überbreiten Jochen,

Fig. 9 und 10 Draufsicht und Ansicht eines dreiphasigen Transformators in erfindungsgemäßer Ausführung mit einer Kernschenkelanordnung als Tempeltyp und

35

Fig. 11 und 12 Draufsicht, Ansicht und Schnitt eines erfindungsgemäßen Transformators mit einer Kernkühleinrichtung.

- 5 Einander entsprechende Bauteile sind in allen Figuren mit gleichen Bezugszeichen versehen.

In einem Transformator gemäß den Fig. 3 und 4 sind als Bandwicklung ausgeführte Joche 32 vorgesehen, die mit
10 beiden Seiten von säulenartigen als Bandwicklung ausgeführten Kernschenkeln 1 gekuppelt sind. Die Joche 32 sind durch seitliches Zusammenpressen eines Ringes 6 hergestellt, der seinerseits aus amorphem Band als magnetischem Werkstoff durch Aufwickeln auf einen geeigneten Wickelkern 5 gemäß Fig. 5 gefertigt und durch
15 seitliches Pressen in eine ovale Form gebracht ist. Die Kernschenkel 1 sind ebenfalls durch Wickeln von amorphem magnetischem Band als Eisenkernwerkstoff auf den Umfang eines geeigneten Wickelkernes 4 hergestellt.

20

Primär- und Sekundärwicklungen 2 umgeben den Umfang der säulenartigen Kernschenkel 1. Da der Magnetwechselfluß das amorphe Band in jeder Wickelrichtung gleich gut durchdringt, ist dies auch an der Berührungsstelle der
25 säulenartigen Kernschenkel mit den ovalen als Bandwicklung ausgeführten Jochen 32 der Fall und die durch den Magnetwechselfluß verursachten Wirbelstromverluste in dem aufgewickelten Eisenkernwerkstoff sind fast verschwunden, so daß die sonst übliche Verringerung des
30 Wirkungsgrades und der Temperaturanstieg verringert sind. Da die Breite B_2 der Joche 32 an der Berührungsstelle mit den Kernschenkeln mindestens gleich deren Durchmesser D ist, ist die Höhe H_2 der Joche 32 bei diesem Ausführungsbeispiel kleiner als die Höhe H_1 bei
35 dem konventionellen Transformator gemäß Fig. 1. Diese Verringerung der Höhe ist durch die überlegenen magne-

tischen Eigenschaften des amorphen Werkstoffs über die entsprechenden Eigenschaften von siliziumlegiertem Transformatorblech möglich.

- 5 Bei den Ausführungsbeispielen gemäß Fig. 6 bis 8 ist die wirksame Breite B_4 der gewickelten Joche 34a bzw. 34b soweit vergrößert, daß sie etwa gleich dem doppelten des Außendurchmessers D der säulenartigen Kernschenkel 1 ist. Die Vergrößerung der Breite B_4 ist
- 10 im Fall der Fig. 6 durch eine Verdopplung der Windungszahl des amorphen magnetischen Bandes für das Joch 34a erreicht und im Fall der Fig. 8 dadurch erzielt, daß das Joch 34b aus zwei Teiljochen zusammengesetzt ist, deren jedes etwa die gleiche Anzahl von
- 15 Windungen des amorphen magnetischen Bandwerkstoffes aufweist, wie das Joch 32 in Fig. 3. Auf Grund der sehr breiten Ausführung der Joche 34a bzw. 34b ist die Höhe H_4 auf die Hälfte des Wertes der Höhe H_2 beim Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 4 reduziert, so daß
- 20 der Transformator im ganzen sehr kompakt ausführbar ist.

- Beim Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 9 sind drei säulenartige als Bandwicklung aus amorphem Band aus magnetischem Werkstoff hergestellte Kernschenkel 1 vorgesehen, von denen jeder von ein oder mehreren Wicklungen 2 umfaßt ist. Bei diesem Ausführungsbeispiel sind die drei Kernschenkel 1 auf den Ecken eines Dreiecks aufgestellt und die Stirnseiten mindestens der
- 25 Kernschenkel 1 sind durch ein ebenfalls als Bandwicklung ausgeführtes dreieckiges Joch 35 abgedeckt. Die nach ihrem Einbau in den Transformator dreieckigen Joche 35 sind zweckmäßig ähnlich wie die vorhergenannten Joche auch zunächst auf einen Wickelkern mit kreisrundem Querschnitt aufgewickelt und erst hinterher durch
- 30
- 35

seitliches Pressen in ihre endgültige Form gebracht. Die auch Tempeltyp genannte Ausführungsart von Transformatoren gemäß Fig. 9 und 10 mit den eine dreiseitige Säule bildenden Kernschenkeln 1 ermöglicht in Verbindung mit der
5 erfindungsgemäßen Ausführung der Joche 35 eine besonders kompakte und bezogen auf die Nennleistung durch ein besonders niedriges Eigengewicht ausgezeichnete Ausführung für einen Leistungstransformator zum Einsatz in Hochfrequenzstromkreisen.

10

Wird ein Transformator mit säulenähnlichen als Bandwicklungen ausgeführten Kernschenkeln 1 und ebenfalls als Bandwicklungen ausgeführten Jochen hergestellt, so ist es fertigungstechnisch sehr einfach mindestens in
15 einem, vorzugsweise dem oberen, Joch 36a einen Spalt 7 vorzusehen, dessen Breite gleich dem Außendurchmesser des Wickelkernes für die Kernschenkel 1 ist. Dadurch ist Raum für sowohl die Kernschenkel 1 als auch das Joch 36a durchsetzende mit Kühlflüssigkeit gefüllte Kühlrohre 8
20 geschaffen, die auf ihrem oberhalb des Joches 36a liegenden Ende Kühlrippen 9 tragen. Durch diese Anordnung ist es möglich, die im Eisen auftretenden, durch das mit hoher Frequenz wechselnde Magnetfeld hervorgerufenen und in Wärme umgewandelten Verluste aus den säulenartigen Kernschen-
25 keln 1 direkt aus deren Innerem nach außen abzuführen, so daß der Transformator sehr wirksam gekühlt und vor Temperaturanstiegen geschützt ist.

Es ist auch möglich, die Rohre 8 so anzuordnen, daß sie
30 die Kernschenkel 1 und die beiden Joche 36a und 36b durchdringen und dabei den gleichen Kühleffekt erbringen. In diesem Fall wird ein Teil der Breite der Joche durch die Rohre 8 beansprucht, so daß zur Wiederherstellung des erforderlichen Jochquerschnittes die Höhe H_6 wieder etwas
35 größer ausgeführt sein muß als die Höhe H_2 beim Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 4.

- Die vorstehende Beschreibung bezieht sich auf elektromagnetische Geräte zum Einsatz in mit Hochfrequenz betriebenen Leistungsstromkreisen und betrifft insbesondere Transformatoren und Drosselspulen mit säulenähnlichen Eisenkernschenkeln und Jochen aus amorphem magnetischem Bandwerkstoff. Die vorteilhaften Effekte der erfindungsgemäßen Anordnung von säulenartigen aus Band gewickelten Kernschenkel und der ebenfalls als Bandwicklung ausgeführten Joche lassen sich ohne Schwierigkeiten auch bei Verwendung von sehr dünnem Werkstoff mit niedrigen Ummagnetisierungsverlusten, beispielsweise mit entsprechend dünn ausgewalztem mit Silizium legiertem Stahlband oder mit Permalloyband erreichen.
- Zur Verwendung in mit Hochfrequenzströmen betriebenen Leistungsstromkreisen sind besonders vorteilhaft elektromagnetische Geräte einsetzbar, in denen Kernschenkel aus amorphem magnetischem Band und ebenfalls aus amorphem magnetischen Bandwerkstoff gewickelte Joche vorgesehen sind, wobei die Joche auf den beiden Seiten der säulenähnlichen Kernschenkel angeordnet sind, die auf ihrem Umfang Wicklungen tragen, und wobei der Magnetquerschnitt der Joche den Magnetquerschnitten der Kernschenkel entspricht. So aufgebaute elektromagnetische Geräte sind zur Verwendung in mit Hochfrequenz betriebenen Stromkreisen sehr kompakt und mit geringem Gewicht ausführbar, weil die Eisenverluste viel geringer sind als in herkömmlichen vergleichbaren Geräten. Darüber hinaus erlaubt die Anordnung von Kühlrohren in Spalten und Aussparungen der Joche und Kernschenkel die durch die Eisenverluste erzeugte Wärme unmittelbar nach außen abzuführen, so daß ein Temperaturanstieg im wesentlichen unterdrückt ist.
- 2 Patentansprüche
12 Figuren

Patentansprüche

1. Elektromagnetisches Gerät für mit Hochfrequenz be-
5 triebene Leistungsstromkreise, insbesondere Transformator oder Drosselspule, mit einem Eisenkern aus amorphem Band als magnetischem Werkstoff und mit Jochen (31),
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
- daß je ein als Bandwicklung aus amorphem Band als ma-
10 gnetischem Werkstoff ausgeführtes Joch (32, 34, 35
bzw. 36) auf jeder der beiden Stirnflächen von Kernschenkeln (1) angeordnet ist,
- daß die Kernschenkel (1) ebenfalls als Bandwicklung
aus amorphem Band als magnetischen Werkstoff ausge-
15 führt sind und
- daß der Magnetquerschnitt der als Bandwicklung ausgeführten Joche (32, 34, 35 bzw. 36) dem Magnetquerschnitt der Bandwicklung eines Kernschenkels entspricht.
- 20 2. Elektromagnetisches Gerät 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 eine achsparallele mittige Aussparung (4) in den Kernschenkeln (1) und ein darüberliegender Spalt (7) in den Jochen vom Rohr eines Kühlers (8) durchsetzt sind.

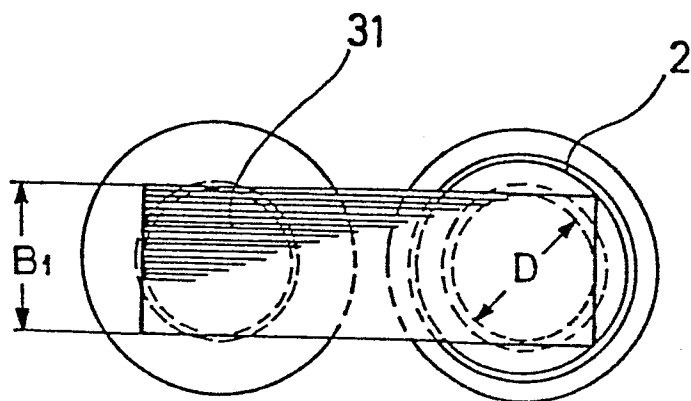


FIG 1

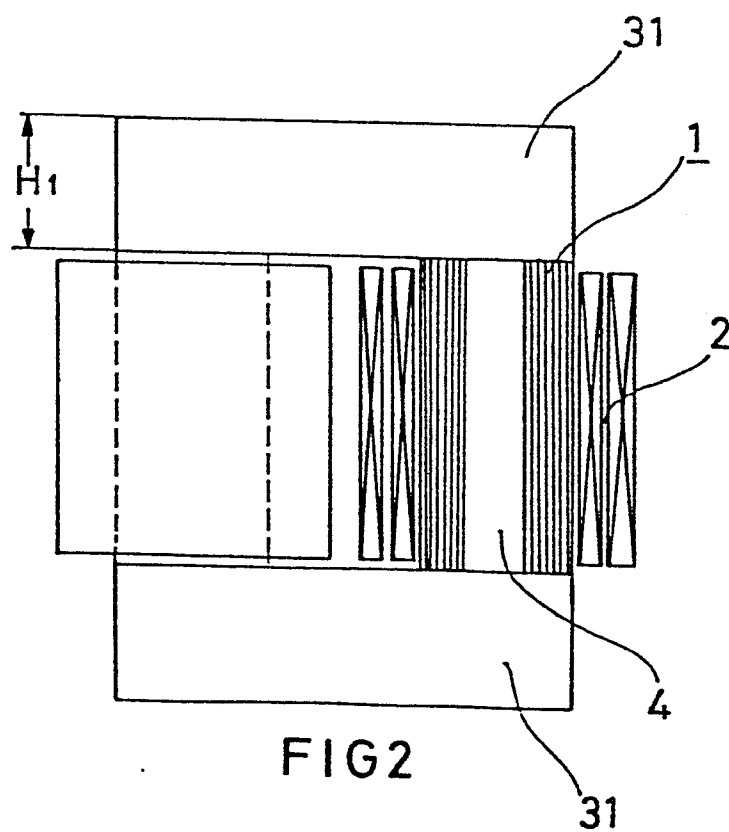
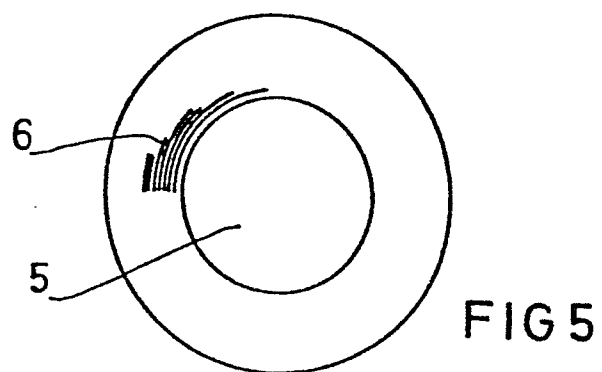
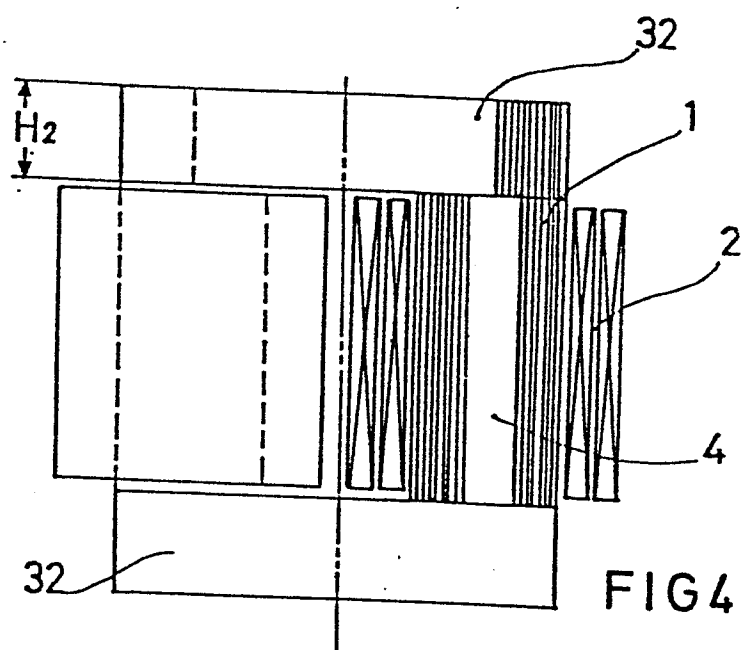
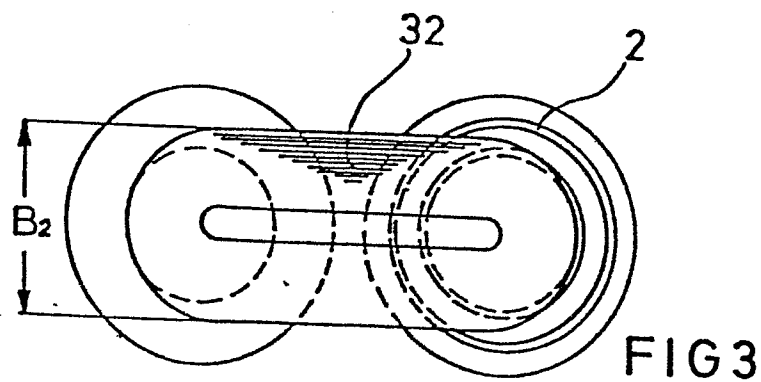


FIG 2



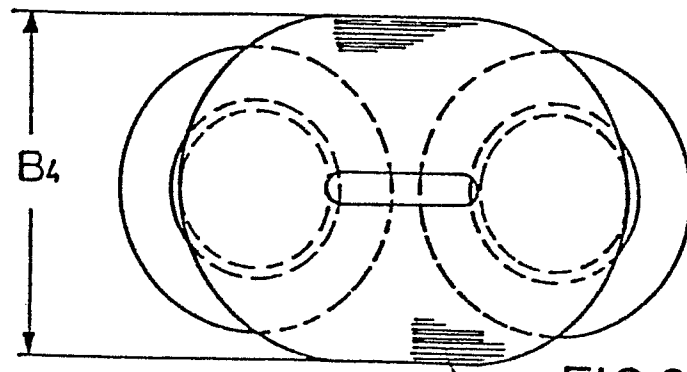


FIG 6

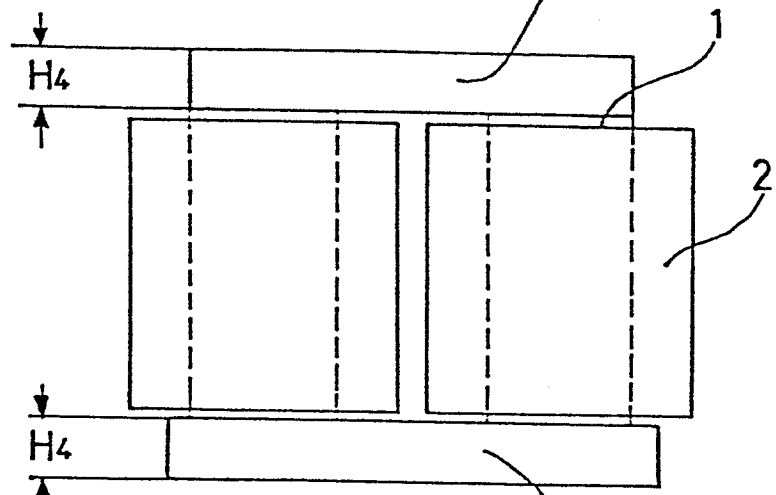


FIG 7

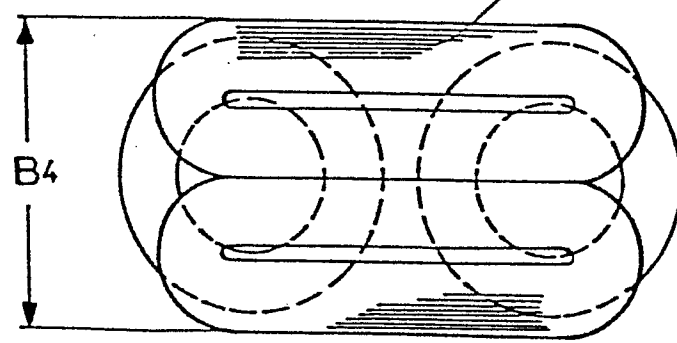


FIG 8

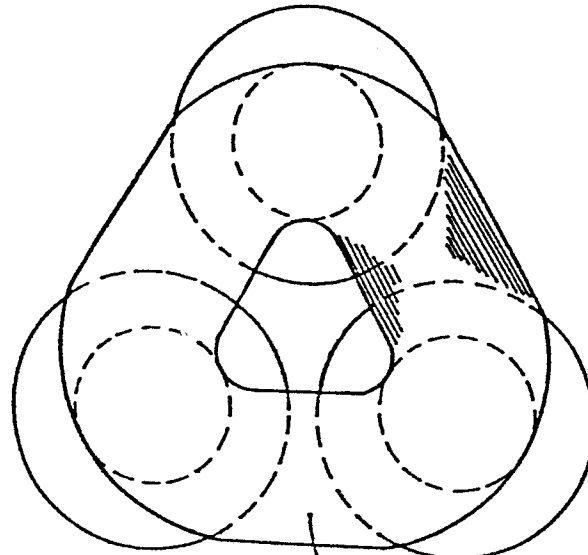


FIG 9

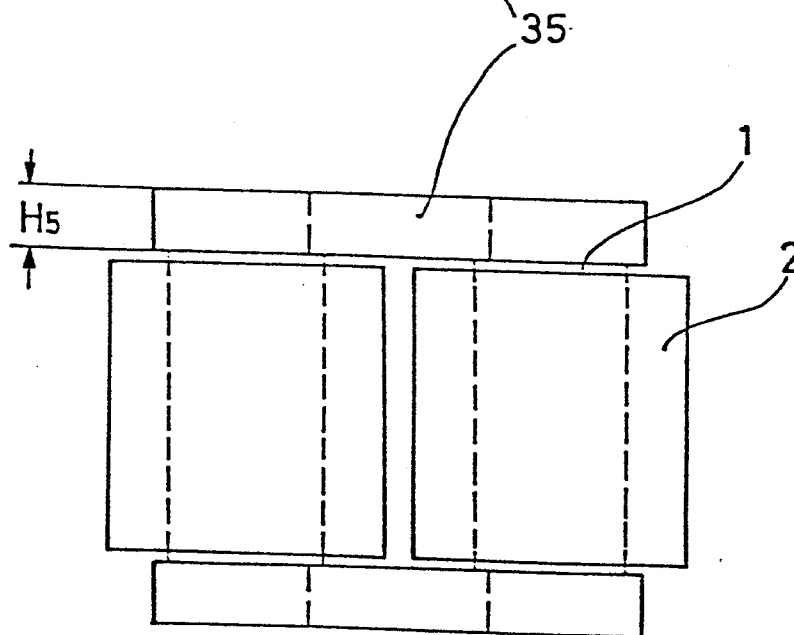
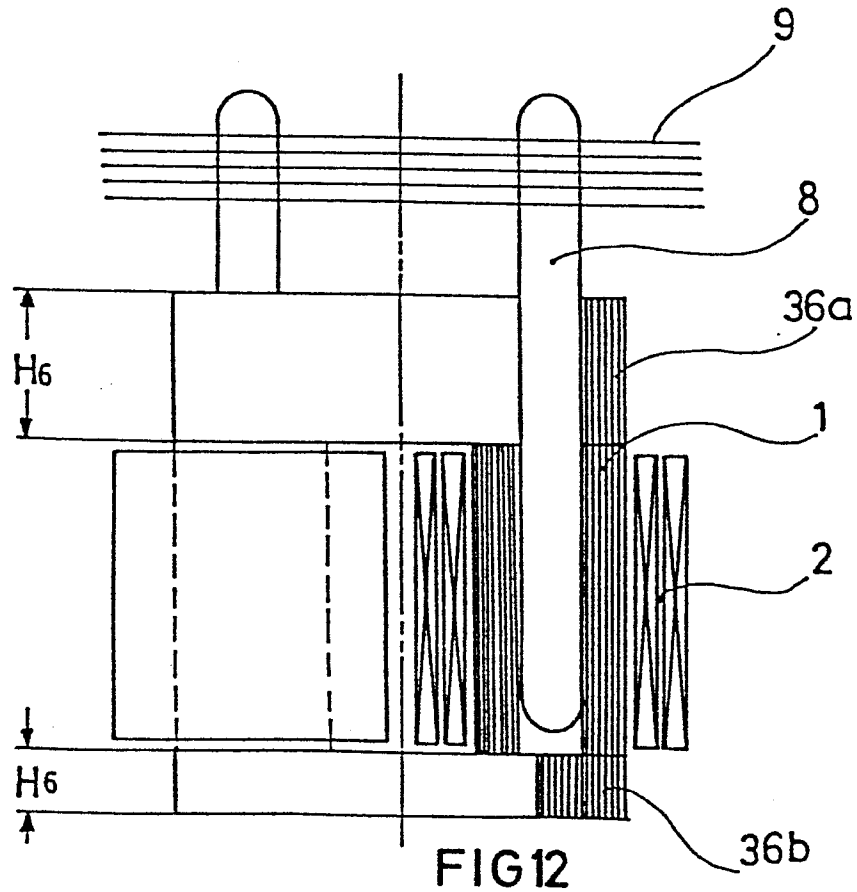
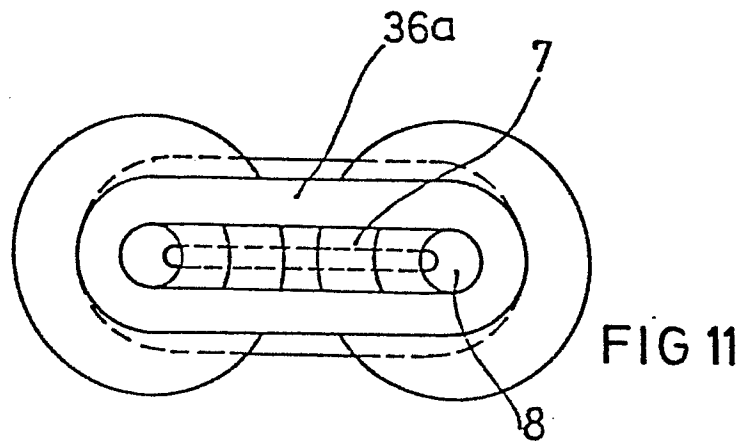


FIG 10





EP 84105853.0

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE																	
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 9)														
Y	ETG-FACHBERICHTE, 8, 1981, Neue Entwicklungen auf dem Gebiet der Werkstoffe für die elektrische Energietechnik R. BOLL, W. KUNZ "Metallische Gläser als neue Magnetwerkstoffe für die elektrische Energietechnik" VDE-VERLAG GmbH, Berlin Seiten 65-69 * Seite 65, Absätze 1-3; Seite 69, Absätze 1-4 * --	1,2	H 01 F 19/04 H 01 F 3/04														
Y	DE - A - 1 489 628 (AG BBC) * Ansprüche 1-3; Seite 5, 4. Absatz - Seite 6, 1. Absatz; Seite 9, 2. Absatz; Fig. 1, 2a, 2b * --	1															
A	EP - A1 - 0 076 918 (ALLIED CORPORATION) * Seite 4, Zeilen 8-19; Fig. 2 *	1															
Y	GB - A - 2 089 764 (LEGRAND) * Seite 2, Zeilen 39-49; Fig. 2 *	2															
A	DE - A1 - 2 832 731 (VACUUM-SCHMELZE) ----																
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.																	
Recherchenort WIEN		Abschlußdatum der Recherche 27-08-1984	Prüfer PIRKER														
<table border="0"><tr><td>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN</td><td>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</td></tr><tr><td>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet</td><td>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument</td></tr><tr><td>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie</td><td>L : aus andern Gründen angeführtes Dokument</td></tr><tr><td>A : technologischer Hintergrund</td><td></td></tr><tr><td>O : mündliche Offenbarung</td><td></td></tr><tr><td>P : Zwischenliteratur</td><td></td></tr><tr><td>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze</td><td>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</td></tr></table>				KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN	E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument	Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	L : aus andern Gründen angeführtes Dokument	A : technologischer Hintergrund		O : mündliche Offenbarung		P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN	E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist																
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument																
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	L : aus andern Gründen angeführtes Dokument																
A : technologischer Hintergrund																	
O : mündliche Offenbarung																	
P : Zwischenliteratur																	
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument																