

(19)



(11)

EP 2 294 591 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
25.04.2018 Patentblatt 2018/17

(51) Int Cl.:
H01F 27/16 ^(2006.01) **H01F 27/28** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09753402.8**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/CH2009/000173

(22) Anmeldetag: **25.05.2009**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2009/143643 (03.12.2009 Gazette 2009/49)

(54) **WASSERGEKÜHLTE DROSSEL**

WATER-COOLED REACTOR

BOBINE DE CHOC A REFROIDISSEMENT PAR EAU

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL
PT RO SE SI SK TR**

(30) Priorität: **27.05.2008 CH 796082008**
07.05.2009 CH 714092009

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
16.03.2011 Patentblatt 2011/11

(73) Patentinhaber: **Woodward IDS Switzerland AG**
8050 Zürich (CH)

(72) Erfinder: **STOEV, Alexander**
CH-8127 Forch (CH)

(74) Vertreter: **Schirbach, Marcel**
Weinmann Zimmerli
Apollostrasse 2
Postfach 1021
8032 Zürich (CH)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 680 055 EP-A- 1 592 028
DE-B- 1 057 219 US-A- 1 471 096
US-A- 4 485 289 US-A- 4 593 261
US-A- 4 956 626 US-A- 4 960 967
US-A- 5 097 241 US-A- 6 163 241

EP 2 294 591 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine elektromagnetische Komponente (Drossel, Transformator) gemäss Patentanspruch 1, Verwendungen derselben gemäss den Patentansprüchen 9 und 10 sowie ein Verfahren gemäss Patentanspruch 11.

[0002] In stromrichtergespeisten Anlagen müssen für Glättungs- und Filterzwecke oft in erheblichem Umfang Drosseln eingesetzt werden, die hohe Verluste produzieren, schwierig zu kühlen sind und vergleichsweise hohe Gewichte und Volumina aufweisen. Dies ist besonders unangenehm, wenn solche Bauteile in Schränke eingebaut werden sollen.

[0003] Im unteren industriellen Leistungsbereich bis etwa 1MW Anlagenleistung werden induktive Leistungskomponenten aus Aufwandgründen oft natürlich, d.h. mit Umgebungsluft gekühlt, darüber meist mit forcierter Luftumwälzung. Dabei wird Luft z.B. durch besondere in der Wicklung ausgesparte Luftkanäle gedrückt. Durch diese Massnahmen steigt das Drosselgewicht und Volumen an, sowie ungünstigerweise auch der Kupferbedarf. Eine gute spezifische Kühlwirkung kann ausserdem nur durch Erhöhen der Wicklungstemperatur erreicht werden, was für die Einbauumgebung sehr störend ist.

[0004] Induktive Bauteile für Mittelfrequenzbetrieb, z. B. Transformatoren für induktive Erwärmanlagen, die im kHz-Bereich arbeiten, erzeugen hohe Verluste, die praktisch nur mittels Wasserkühlung abzuführen sind. Hier ist Stand der Technik, die Wicklung aus Rohren oder speziellen Hohlleitern zu bilden, wobei diese Rohre von einer Kühlflüssigkeit durchströmt werden. Da diese Kühlflüssigkeit das elektrische Potential des umgebenden Leiters aufweist, muss sie isolierend sein, z.B. bei Verwendung von Wasser muss das Wasser entionisiert werden. Aufbau und Kühlung sind bei direkter Leiterkühlung aufwendig und werden bei konventionellen Industrieanlagen deshalb kaum eingesetzt.

[0005] Nach dem Patentdokument DE 10 57 219 ist ein Mittel- und Hochfrequenztransformator bekannt, der geteilte oder ungeteilte Scheibenwicklungen aufweist, wobei abwechselnd primäre und sekundäre Scheibenspulen übereinandergeschichtet vorliegen. Die Scheibenwicklungen sind nur teilweise direkt mit Wasser, Öl oder einem gasförmigen Kühlmittel gekühlt, während die Verlustwärme in den übrigen Teilen durch Wärmeleitung an die direkt gekühlten Teile abgeführt wird. Die Sekundärwicklung weist einen Kühlkanal auf, in dem das Kühlmittel fliesst. Ein Nachteil dieser Anordnung ist, dass das Kühlmittel in direktem Kontakt zur Cu-Wicklung ist, was unerwünscht ist und vermieden werden soll. Patentanmeldung US 4 485 289 A offenbart einen Transformator mit den Merkmalen des Oberbegriffs von Anspruch 1. Aufgabe der Erfindung ist es, eine Bauform bzw. eine Technologie für magnetische Komponenten und deren Kühlung vorzuschlagen, mit der Folgendes erreicht wird:

- Erhebliche Reduktion von Gewicht und Volumen um

mindestens einen Faktor zwei;

- insbesondere eine Reduktion des spezifischen Kupferanteiles für die Wicklung;
- freie Wahl des Kühlmittels insbesondere die Möglichkeit einer Brauchwasserkühlung;
- Betrieb der Wicklungen bei Oberflächentemperaturen bis 100 °C, wodurch sich die Komponente für einen Schrankeinbau eignet.

10 Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zur Herstellung der Komponente anzugeben.

[0006] Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Figuren näher erläutert. Es zeigen:

- | | | |
|----|---------|--|
| 15 | Fig. 1 | Prinzip einer einfachen, einphasigen Drossel |
| | Fig. 1A | Seitenansicht zu Fig. 1 |
| | Fig. 1B | Draufsicht zu Fig. 1 |
| | Fig. 2 | wassergekühlte dreiphasig ausgeführte Filter-Drossel für eine Stromrichteranlage |
| 20 | Fig. 2A | Seitenansicht zu Fig. 2 |
| | Fig. 2B | Draufsicht zu Fig. 2 |
| | Fig. 3 | Geometrie des Flachkühlers |
| | Fig. 3A | Seitenansicht zu Fig. 3 |
| | Fig. 3B | Draufsicht zu Fig. 3 |
| 25 | Fig. 4 | Windungspaket mit 8 Scheibenspulen |
| | Fig. 4A | Seitenansicht zu Fig. 4 |
| | Fig. 4B | Draufsicht zu Fig. 4 |
| 30 | Fig. 5 | Seitenansicht einer erfindungsgemässen Komponente mit wassergekühltem Eisenkern. |

[0007] Die Erfindung betrifft eine Bauform, bzw. eine Technologie für elektromagnetische Bauteile (Drosseln, Transformatoren), die aus einer oder mehreren scheibenförmigen Spulen bestehen mit unmittelbar anliegenden, elektrisch isolierten, plattenförmigen Kühlelementen, die von einem Kühlmedium durchströmt werden.

[0008] Fig. 1 zeigt das Prinzip einer einfachen, einphasigen Drossel. Eine solche Drossel 10 besteht aus einem Kernblech-Paket 1 mit zwei Schenkeln 2, 2' und 2 Jochen 3, 3'. Die Schenkel tragen z.B. je 2 Spulen 4, 4', die als einlagige Scheibenspulen ausgebildet sind, dazwischen direkt anliegend liegt ein speziell ausgebildeter, beidseitig wirkender Flachkühler 5. Die Einlagigkeit der Scheibenspule bewirkt, dass jede einzelne Windung der Wicklung direkt mit einer Kühlfläche in Verbindung steht. Ein doppelseitiger Kühler kann pro Schenkel somit stets 2 Scheibenspulen kühlen, was sich besonders vorteilhaft erwiesen hat.

40 **[0009]** Fig. 1A und 1B zeigen die Seitenansicht und die Draufsicht zu Fig. 1. Erkennbar sind die Joche 3, 3', die Spulen 4, 4', der Flachkühler 5, sowie der Schenkel 2 in Fig. 1B.

45 **[0010]** Der Flachkühler 5 muss isolierend ausgeführt sein. Dafür kann ein Kühler in Voll-Kunststofftechnik verwendet werden, wobei das Kühlmedium bzw. die Kühlflüssigkeit vollkommen von Kunststoff umgeben ist und die anliegenden Windungen elektrisch isoliert werden.

Möglich ist auch die Verwendung eines Metallkühlers, der mit einer Isolierschicht versehen ist. Der Flachkühler 5 kann als mehrschichtige Metall-Konstruktion mit innenliegender Kühlstruktur und aussenliegender Kunststoffisolation ausgebildet sein, wobei diese Kunststoffschicht den Kühler vollständig umschliesst. Als Metalle eignen sich Aluminium und Stahl sowie deren Legierungen besonders gut. Es hat sich überraschender Weise gezeigt, dass die Verwendung von rostfreiem, nichtmagnetischem Stahl besonders vorteilhaft ist, da dadurch die schädlichen und unerwünschten Wirbelstromverluste im Vergleich zu Aluminium um einen Faktor grösser als 4 herabgesetzt werden.

Zur Verbesserung des Wärmeüberganges zwischen Spulenscheibe (Scheibenspule) und angrenzender Oberfläche des Flachkühlers wird eine thermisch leitende Kunststoffolie geringer Härte und nachgiebigen bzw. nachgebenden Eigenschaften von einigen Zehntel mm Dicke eingesetzt. Damit der Wärmetransport maximiert werden kann, müssen die Wärmekontakflächen planparallel und mit genügend Druck kontaktiert werden. Die beteiligten elektrischen Leiter- und Kühlerisolationen müssen eine möglichst hohe Wärmeleitfähigkeit bei gleichzeitiger Spannungsfestigkeit aufweisen. Diese Anforderungen können nur durch sorgfältige Auswahl moderner Werkstoffe erfüllt werden, wie z.B. durch keramikgefüllte Polymere bzw. Kunststoffe allgemein.

Der Aufbau von Flachkühlern und Scheibenspulen weist in der Regel Luftspalte auf, in denen sich speziell ausgebildete Luftspalteinlagen befinden.

[0011] Die Spule kann auch mit der Kühloberfläche elastisch und wärmeleitend verklebt werden.

Zur Verbesserung des Wärmetransportes von der Kühlflüssigkeit auf die Kühlfläche ist der Kühler inwendig zur Vergrösserung der Innenfläche strukturiert.

[0012] Die Anzahl der Flachkühler-Einheiten in einem Bauteil muss aus Aufwandsgründen möglichst niedrig gehalten werden. Im Beispiel gemäss Fig. 1 wird das dadurch erreicht, dass ein waagrecht durchgehender Flachkühler die Spulen beider Schenkel kühlt. Somit kühlt ein Kühler insgesamt 4 Spulen, in einer 3-phasigen Anordnung mit 3 Schenkeln sogar 6 Spulen. Damit werden externe Verbindungen und damit zusätzliches Anschlussmaterial für das Kühlmedium eingespart, da sich diese Verbindungen innerhalb des Flachkühlers befinden.

Ausführungsbeispiel:

[0013] Fig. 2 zeigt eine wassergekühlte Filter-Drossel für eine Stromrichteranlage. Anhand einer 3-phasig ausgeführten, wassergekühlten Filter-Drossel für eine Stromrichteranlage im Leistungsbereich 2 MW wird eine Ausführung der erfindungsgemässen Drossel mit insgesamt 24 Teilspulen beschrieben, die auf 8 Ebenen angeordnet sind.

[0014] Die Drossel besitzt einen Eisenkern mit 3 bewickelten Schenkeln 2, 2', 2". Jeder Schenkel besitzt in

diesem Beispiel 8 einlagige Flachspulen 4, 4' (Scheiben). Zwischen jeweils 2 Spulenscheiben jedes Schenkels, die auf gleicher Einbauebene sitzen, ist ein Flachkühler 5 vorgesehen. Dieser Flachkühler ist somit 3-teilig und kühlt insgesamt 8 Spulen. Gesamthaft werden in dieser Anordnung 4 Flachkühler benötigt, wobei erfindungsgemäss jede einzelne Windung der gesamten Wicklung der Drossel mit einer Kühlerfläche in direktem Kontakt steht und so optimal gekühlt werden kann. Der gesamte Stapelaufbau wird über eine Pressvorrichtung 6 zusammengehalten, die den Anpressdruck zwischen Spulenscheiben und den Oberflächen der Flachkühler aufrecht erhält. In diesem Beispiel sind alle Spulenscheiben, die zu einem Schenkel gehören, elektrisch in Serie geschaltet und werden somit vom gleichen elektrischen Strom durchflossen. Alternativ sind die Spulenscheiben parallel geschaltet. Die Kühlflüssigkeit wird dagegen zur Verbesserung der Kühlwirkung und zur Kleinhaltung des Druckabfalles über einen Wasserverteiler parallel in alle 4 Flachkühler ein- und ausgeleitet. Fig. 2A und 2B zeigen die Seitenansicht und die Draufsicht zu Fig. 2. Erkennbar sind die Einlauf- bzw. Auslaufstutzen 7, 7' des Kühlmediums sowie die elektrischen Anschlüssen 8, 8' für das erste Windungspaket der drei Phasen.

[0015] Fig. 3 zeigt die Geometrie des Flachkühlers. Die Form ist S-förmig und besitzt damit 3 Aussparungen A, womit sichergestellt wird, dass der Kühler infolge der transformatorischen Kopplung nicht als Kurzschlusswindung arbeitet. In diesen Aussparungen können zudem die Serieverbindungen zwischen der jeweils über und der unter dem Flachkühler 5 liegenden Spulenscheiben verlaufen.

Die Flachkühler bestehen aus mehreren zusammengeschweissten Aluminium- oder Stahlplatten, die zusammen eine Dicke von weniger als 8 mm haben. Die mittleren, wasserführenden Platten in diesem Lagenaufbau sind zur Vergrösserung der Wärmeübergangsfläche mittels Noppen strukturiert.

Aus isolationstechnischen Gründen sind die Kühlerplatten durchgehend, d.h. gesamtflächig mit einer Isolierschicht von einigen Zehntel mm überzogen. Das verwendete Isoliermaterial hat eine hohe Isolationsfestigkeit bei ausreichender Wärmeleitfähigkeit und mechanischer Druckfestigkeit. Zur Vergleichsmässigung des Auflagedruckes der Spulen auf die Kühlflächen sind letztere mit einer speziellen, relativ weichen, wärmeleitenden Kunststoffolie belegt, die ebenfalls eine Dicke von einigen Zehntel mm aufweist.

[0016] Fig. 3A und 3B zeigen die Seitenansicht und die Draufsicht zu Fig. 3. Erkennbar sind die Einlauf- bzw. Auslaufstutzen 9, 9' des Kühlmediums des Flachkühlers 5 sowie die Aussparungen A.

Die erwähnten 8 Spulen eines Schenkels können als Einzelspulen gewickelt werden und müssten dann alle einzeln - im Beispiel in Serie - geschaltet werden. Bei der ausgeführten Drossel wurden diese störenden Serieverbindungen durch eine spezielle Wickeltechnik vermieden. Dabei werden im Stapel übereinander liegende

Spulen teilweise im Gegensinn gewickelt, wodurch jede zweite Serieverbindung ins Spuleninnere verlagert wird. Dadurch wird es möglich, die Serieverbindungen genau in die oben erwähnten Aussparungen des Flachkühlers zu legen.

Ein Flachkühler 5 kann mehrere Spulen 4, 4' einer Wicklungsanordnung tragen, z.B. jeweils 2 Spulen jeder Phase einer mehrphasigen Anordnung, wobei der Flachkühler durch die Formgebung und die Materialwahl so gestaltet ist, dass er möglichst geringe Wirbelstromverluste aufweist.

Vorteilhafterweise eignet sich als Flachkühlerisolation ein Kunststoff mit Füllung, wofür ein wärmeleitendes, isolierendes Metalloxid wie z.B. Aluminiumoxid oder ein Karbid zwischen 20 - 50% dem Kunststoff beigefügt wird. Zur Verbesserung des Wärmeüberganges zwischen Spulenscheibe (Scheibenspule) und angrenzender Oberfläche des Flachkühlers kann eine thermisch leitende Kunststoffolie mit Dicken von 0,1 - 0,4 mm eingesetzt werden oder eine Verklebung mit einem wärmeleitenden Kleber.

[0017] Fig. 4 zeigt das Windungspaket 11 mit 8 Scheibenspulen. Fig. 4A und 4B die entsprechenden Seitenansicht bzw. Draufsicht. In Fig. 4A ist die einzelne Scheibenspule 4 mit ihrem nach aussen führenden Anschluss 12 dargestellt. Der innen liegende Anschluss 13 führt zur nächsten benachbarten Scheibenspule.

Die Scheibenspulen 4, 4' einer Phase bzw. eines Aufbaustapels werden so gewickelt, dass aussenliegende, im Bereich des Flachkühlers liegende Verbindungen vermieden werden und dass die innenliegenden Serieverbindungen 13 in die hierfür vorgesehenen Aussparungen der zugeordneten Kühlerplatte passen.

[0018] Die ausgeführte Drossel zeigt infolge der getroffenen Kühlmassnahmen sowohl eine Gewichtsreduktion, als auch eine Volumenreduktion um etwa Faktor 2,5 gegenüber einer forciert luftgekühlten Drossel gleicher Bauleistung und konventioneller Bauart mit röhrenförmiger Lagenwicklung.

Es ist grundsätzlich möglich, die erfindungsgemässe Kühlanordnung auch bei anderen elektromagnetischen Komponenten anzuwenden, wie etwa bei eisenlosen Drosseln und Transformatoren im Allgemeinen und im Besonderen bei Mittelfrequenztransformatoren.

[0019] Fig. 5 zeigt die Seitenansicht einer erfindungsgemässen Komponente mit wassergekühltem Eisenkern. Erkennbar sind wiederum das aus einem Eisenkern bestehende Joch 3, die Scheibenspulen 4, 4' und der Flachkühler 5. Auf beiden Seiten des Joches 3 sind zwei Metallplatten 14, 14' vorzugsweise Aluminiumplatten angebracht, die jede endseitig aufgeschweisste Rohre 16, vorzugsweise Aluminiumrohre aufweist. Durch die Rohre 16 wird nun ebenfalls das Kühlmedium geleitet, wodurch der Eisenkern zusätzlich effizient gekühlt wird. Sinnvollerweise, aber nicht zwingend, handelt es sich um das gleiche Kühlmedium wie für die Scheibenspulen. Vorteilhafterweise, aber nicht zwingend wird das Kühlmedium zuerst durch die Scheibenspulen geführt und danach

noch durch die Rohre 16. Durch eine derartige Kombination der Kühlung des Kupfers und des Eisens mit einem einzigen Kühlmedium ergibt sich ein überaus effizienter Kühlkreislauf bzw. eine überaus effiziente Kühlung der Komponente.

[0020] Ein Verfahren zur Herstellung der Komponente zeichnet sich dadurch aus, dass der Flachkühler 5 mit der Scheibenspule 4 wärmeleitend verklebt wird. Dadurch bilden der Flachkühler und die Scheibenspule eine modulare Einheit.

[0021] Verwendungen finden derartige Komponenten in wassergekühlten Stromrichteranlagen und in Mittelfrequenzanlagen, insbesondere zur induktiven Erwärmung.

Patentansprüche

1. Flüssigkeitsgekühlte elektromagnetische Komponente, insbesondere Drossel oder Transformator, bestehend aus mehreren scheibenförmigen Spulen mit einer oder mehreren Windungen und dazwischen liegenden Flachkühlern, wobei mindestens 2 Scheibenspulen (4, 4') einem Flachkühler (5) zugeordnet sind, wobei jede Scheibenspule Wicklungselemente in Form von Windungen der Spule aufweist, von denen sich jede über eine wärmeleitende Isolierschicht in direktem thermischen Kontakt zu den Oberflächen der Flachkühler befindet, wobei zur Kühlung ein Kühlmedium vorgesehen ist, das durch die Isolierschicht vom Wicklungselement potentialgetrennt ist, und wobei als Flachkühler (5) eine mehrschichtige Metall-Konstruktion mit Innenliegender Kühlstruktur und aussenliegender Kunststoffisolation verwendet wird, wobei diese Kunststoffschicht den Kühler vollständig umschliesst, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Metall-Konstruktion aus rostfreiem, nichtmagnetischem Stahl besteht.
2. Komponente nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kunststoff eine Füllung enthält, die den thermischen Leitwert verbessert.
3. Komponente nach einem der Ansprüche 1 - 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Verbesserung des Wärmeüberganges zwischen Spulenscheibe (Scheibenspule) und angrenzender Oberfläche des Flachkühlers eine thermisch leitende Kunststoffolie geringer Härte und nachgiebigen bzw. nachgebenden Eigenschaften von einigen Zehntel mm Dicke eingesetzt wird.
4. Komponente nach einem der Ansprüche 1 - 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Scheibenspulen (4, 4') einer Wicklungsanordnung durch eine mechanische Pressanordnung (6) zu engem Kontakt mit den Oberflächen des Flachkühlers (5) gezwungen werden.

5. Komponente nach einem der Ansprüche 1 - 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Scheibenspulen (4, 4') direkt mit der Kühloberfläche wärmeleitend verklebt vorliegen. 5
6. Komponente nach einem der Ansprüche 1 - 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Scheibenspulen (4, 4') einer Phase bzw. eines Aufbaustapels so gewickelt werden, dass aussenliegende, im Bereich des Flachkühlers liegende Verbindungen vermieden werden und die innenliegenden Serienverbindungen (13) in die hierfür vorgesehenen Aussparungen einer zugeordneten Kühlerplatte passen. 10
7. Komponente nach einem der Ansprüche 1 - 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Joch (3) mit Metallplatten (14, 14'), vorzugsweise Aluminiumplatten umgeben ist, die endseitig aufgeschweisste Metallrohre (16), vorzugsweise Aluminiumrohre aufweisen, und dass durch die Metallrohre das gleiche oder ein verschiedenes Kühlmedium geleitet wird, wodurch sich eine effiziente Kühlung von Kupfer und Eisen ergibt. 15
8. Komponente nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Kühlmedium zuerst den Flachkühler (5) passiert und erst danach die Metallrohre (16). 20
9. Verwendung der Komponente nach einem der Ansprüche 1 - 8 in wassergekühlten Stromrichteranlagen. 25
10. Verwendung der Komponente nach einem der Ansprüche 1 - 8 in Mittelfrequenzanlagen insbesondere zur induktiven Erwärmung. 30
11. Verfahren zur Herstellung der Komponente nach einem der Ansprüche 1 - 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Flachkühler (5) mit der Scheibenspule (4) wärmeleitend verklebt wird und dass dadurch eine modulare Einheit gebildet wird. 35

Claims

1. Liquid-cooled electromagnetic component, especially a choke or transformer, consisting of a plurality of disc-shaped coils with one or more windings and flat coolers located therebetween, wherein at least two disk coils (4, 4') are assigned to a flat cooler (5), wherein each disk coil has winding elements in form of windings of the coil, each of which is in direct thermal contact with the surfaces of the flat coolers via a heat-conducting insulating layer, wherein a cooling medium is provided for cooling, which is potential-isolated from the winding element by the insulating layer, and wherein the flat cooler (5) a multi-layer 45

metal construction having an internal cooling structure and external plastic insulation is used, wherein said plastic layer completely surrounds the cooler, **characterized in, characterized in that** the metal structure consists of stainless, non-magnetic steel.

2. Component according to claim 1, **characterized in that** the plastic contains a filling which improves the thermal conductivity.
3. Component according to one of claims 1 - 2, **characterized in that**, in order to improve the heat transfer between the coil disk (disk coil) and adjoining surface of the flat cooler a thermally conductive plastic film of low hardness and yielding or yielding properties of a few tenths of a mm thickness is installed.
4. Component according to one of claims 1 - 3, **characterized in that** the disc coils (4, 4') of a winding arrangement are forced into close contact with the surfaces of the flat cooler by means of a mechanical pressing arrangement (6).
5. Component according to one of claims 1 - 4, **characterized in that** the disc coils (4, 4') are directly bonded to the radiator surface in a heat-conducting manner.
6. Component according to one of claims 1 - 5, **characterized in that** the disc coils (4, 4') of a phase or build-up stack are coiled in such a way that external connections lying in the region of the flat cooler are avoided and that the internal series connections (13) fit into the recesses of an associated radiator plate provided for this purpose.
7. Component according to one of claims 1 - 6, **characterized in that** a yoke (3) is surrounded by metal plates (14, 14'), preferably aluminum plates, which have metal tubes welded at the ends (16), preferably aluminum tubes, and that the same or a different cooling medium is guided through the metal tubes, whereby an efficient cooling of copper and iron results.
8. Component according to claim 7, **characterized in that** the cooling medium passes initially through the flat cooler (5), and only thereafter the metal tubes (16).
9. Use of the component according to one of claims 1-8 in water-cooled converter systems.
10. Use of the component according to one of claims 1 - 8 in medium-frequency systems, in particular for inductive heating.
11. Method for producing the component according to

one of claims 1 - 8, **characterized in that** the flat cooler (5) is adhesively bonded in a heat-conducting manner to the disk coil (4) and **in that** a modular unit is thereby formed.

5

Revendications

1. Composant électromagnétique refroidi par liquide, notamment inductance ou transformateur, constitué de plusieurs bobines en forme de disque avec une ou plusieurs spires et des refroidisseurs plats situés entre celles-ci, au moins 2 bobines en disques (4, 4') étant associées à un refroidisseur plat (5), chaque bobine en disque comportant des éléments d'enroulement sous la forme de spires de la bobine, dont chacune se trouve en contact thermique direct par l'intermédiaire d'une couche isolante conductrice de chaleur avec les surfaces du refroidisseur plat, pour le refroidissement étant prévu un milieu réfrigérant qui est séparé en potentiel par la couche isolante de l'élément d'enroulement et en tant que refroidisseur plat (5) étant utilisée une construction métallique multicouches avec structure réfrigérante interne et isolation en matière plastique externe, ladite couche de matière plastique entourant totalement le refroidisseur, **caractérisé en ce que** la construction métallique est constituée d'acier inoxydable non magnétique.

10

15

2. Composant selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la matière plastique contient un remplissage qui améliore la conductance thermique.

20

25

3. Composant selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** pour améliorer le transfert thermique entre le disque de la bobine (bobine en disque) et la surface adjacente du refroidisseur plat, on utilise un film en matière plastique conducteur thermique de faible dureté et doté de propriétés élastiques ou flexibles, d'une épaisseur de quelques dixièmes de mm.

30

35

40

4. Composant selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** les bobines en disques (4, 4') d'un ensemble d'enroulement sont forcées par un ensemble de pressage (6) mécanique en contact étroit avec les surfaces du refroidisseur plat (5).

45

50

5. Composant selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** les bobines en disques (4, 4') se présentent en étant directement collées de manière thermo-conductrice sur la surface du refroidisseur.

55

6. Composant selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** les bobines en

disques (4, 4') d'une phase ou d'une pile de structure sont enroulées de sorte à éviter des liaisons extérieures, situées dans la région du refroidisseur plat et que les liaisons sérielles internes (13) s'adaptent dans les évidements prévus à cet effet d'une plaque de refroidisseur associée.

7. Composant selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce qu'un** induit (3) est entouré de plaques métalliques (14, 14'), de préférence de plaques d'aluminium qui comportent des tubes métalliques (16), de préférence des tubes d'aluminium soudés sur leur extrémité et **en ce qu'à** travers les tubes métalliques, on fait passer le même milieu réfrigérant ou un milieu réfrigérant différent, ce qui donne lieu à un refroidissement efficace du cuivre et du fer.

8. Composant selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** le milieu réfrigérant traverse d'abord le refroidisseur plat (5) et ensuite seulement les tubes métalliques (16).

9. Utilisation du composant selon l'une quelconque des revendications 1 à 8 dans des dispositifs convertisseurs de courant refroidis par eau.

10. Utilisation du composant selon l'une quelconque des revendications 1 à 8 dans des dispositifs à moyenne fréquence, notamment pour l'échauffement par induction.

11. Procédé destiné à fabriquer le composant selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce qu'on** colle le refroidisseur plat (5) de manière à ce qu'il soit conducteur thermique avec la bobine en disque (4) et **en ce qu'on** crée ainsi une unité modulaire.

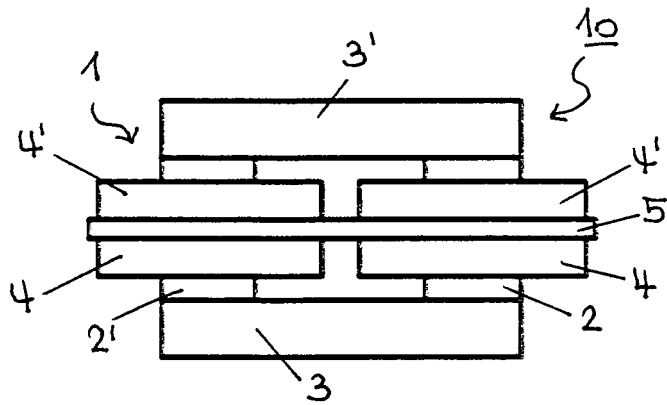


Fig. 1

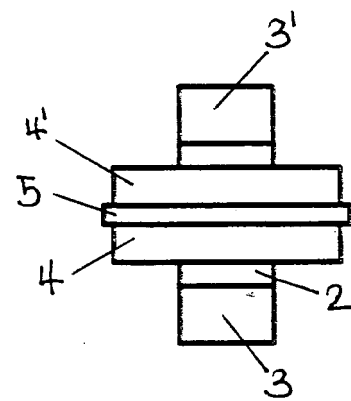


Fig. 1B

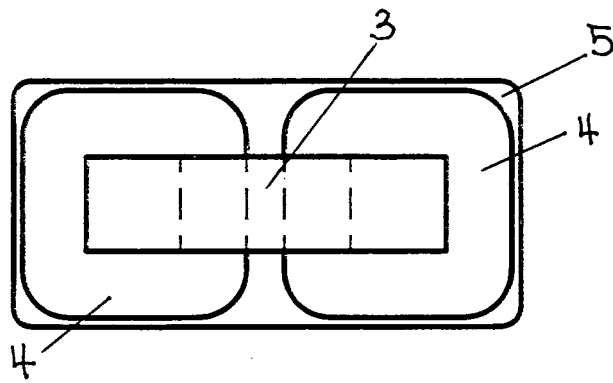


Fig. 1A

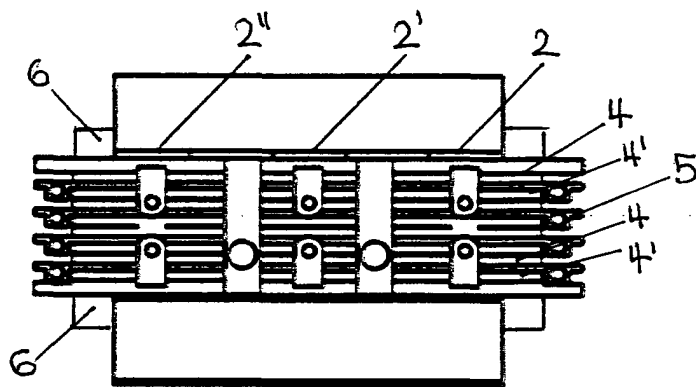


Fig. 2

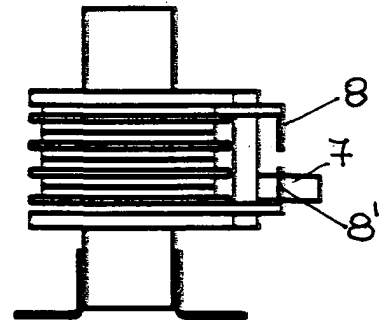


Fig. 2A

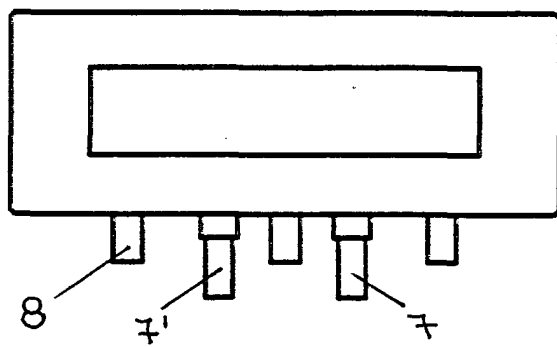
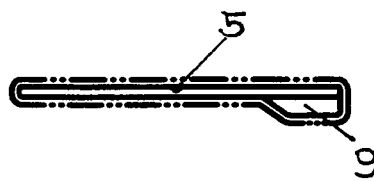
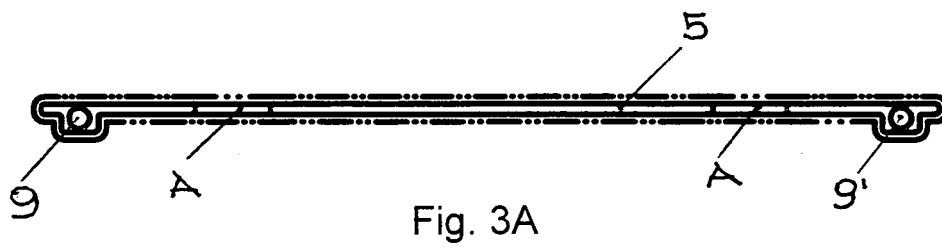
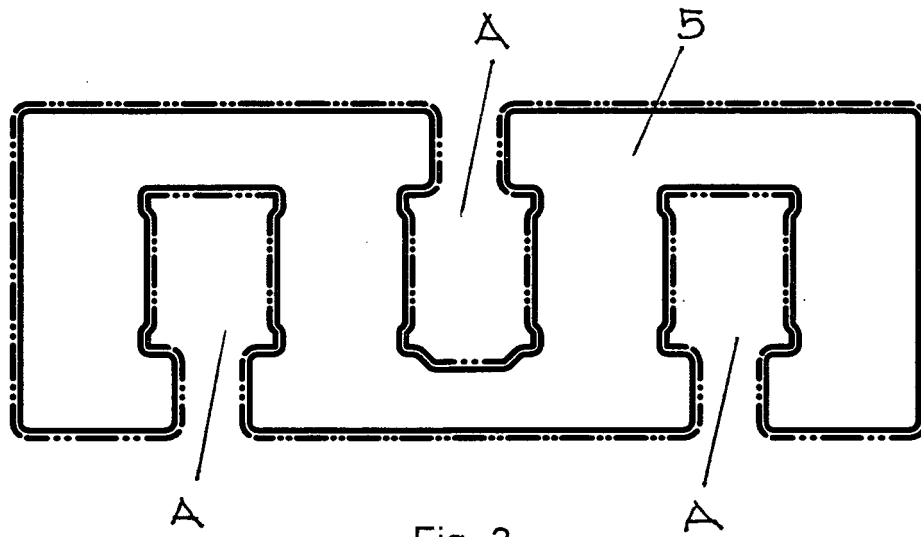


Fig. 2B



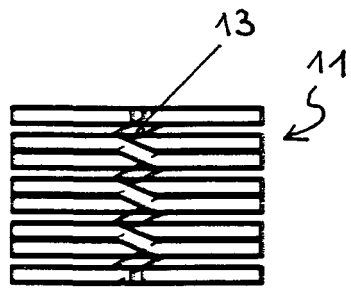


Fig. 4

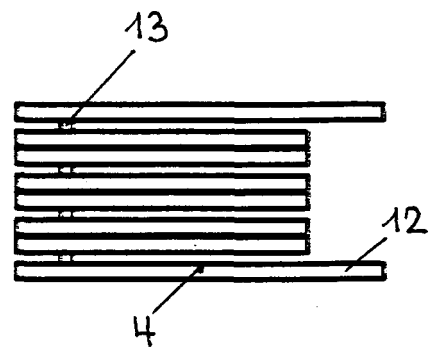


Fig. 4A

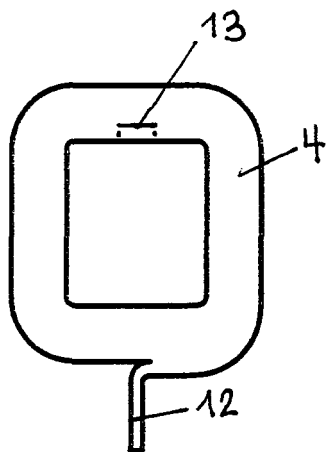


Fig. 4B

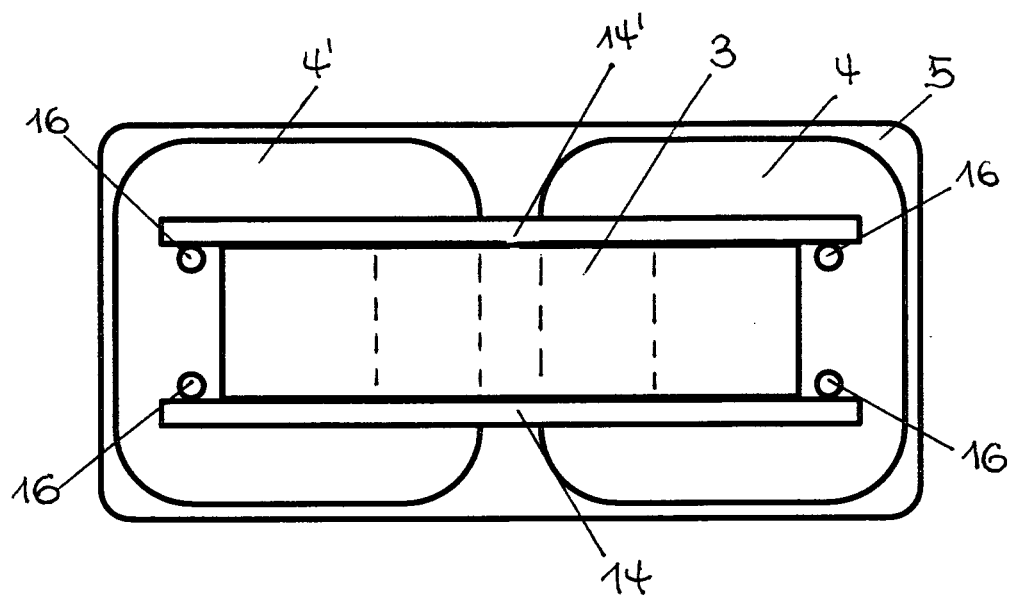


Fig. 5

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 1057219 [0005]
- US 4485289 A [0005]