



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 592 028 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
02.11.2005 Patentblatt 2005/44

(51) Int Cl.7: **H01F 27/10**

(21) Anmeldenummer: **05005490.7**

(22) Anmeldetag: **14.03.2005**

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

(71) Anmelder: **Bosch Rexroth AG**
70184 Stuttgart (DE)

(72) Erfinder:
• **Griesinger, Bernhard**
72584 Hülben (DE)
• **Kiebler, Ronald**
73666 Baltmannsweller (DE)

(30) Priorität: **29.04.2004 DE 102004021107**

(54) Flüssigkeitskühlung für Eisenkern und Wicklungspakete

(57) Kühlvorrichtung für wärmeemittierende Bauteile 11, welche mittels eines Wärmetauschers 12 eine Wärmeabfuhr unter Verwendung eines zirkulierenden Kühlfluids bewirkt, wobei die Vorrichtung möglichst effektiv die Wärme von der Oberfläche aufnehmen und abführen und gleichzeitig einfach und preiswert herstell-

bar sein soll. Dies wird dadurch erreicht, dass wenigstens eine Oberfläche eines Bauteils 11 mit dem Wärmetauscher 14 in Wirkverbindung steht und dieser Wärmetauscher 14 von dem Kühlfluid durchflutet ist, wobei der Wärmetauscher 14 einen Wärmeabsorber 12 und eine mit dem Wärmeabsorber in Wirkverbindung stehende Kühlfluidführung 13 umfasst.

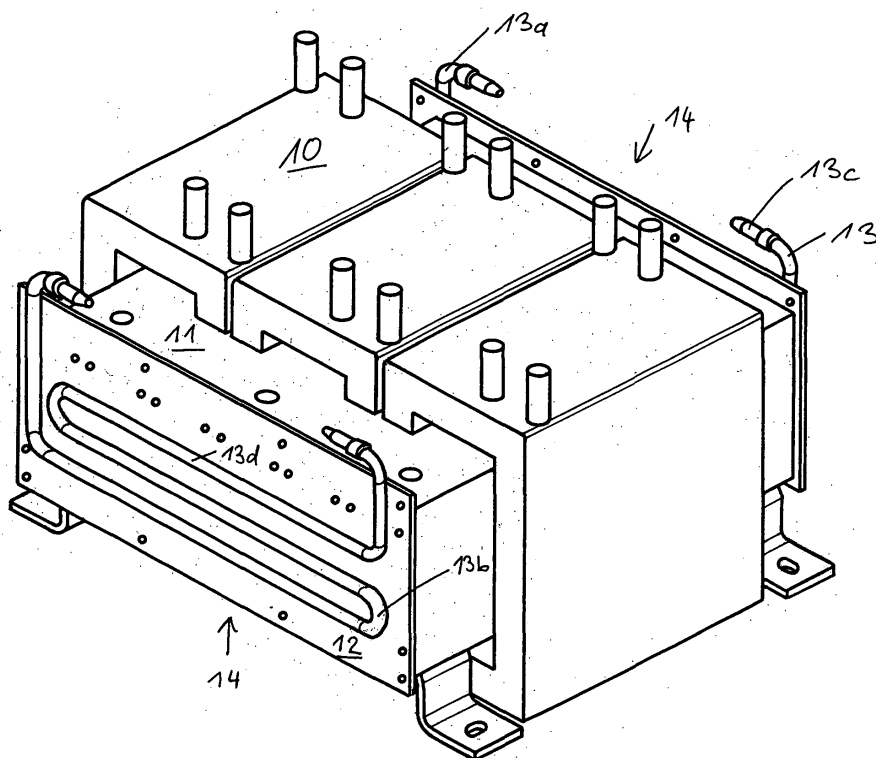


FIG.1

EP 1 592 028 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung befasst sich mit der Kühlung von Drosseln und Transformatoren gemäß Anspruch 1.

[0002] Im Stand der Technik sind Luft- und Wasserkühlungen bekannt. Eine z.B. forcierte Luftkühlung zieht aber große Bauvolumina und zusätzlich erhöhten Geräuschpegel nach sich. Weitere Konsequenz sind eine kürzere Lebensdauer wegen ungünstiger Kühlwirkung und ein hoher umgebungsbedingter Einfluss. Die erhöhte Erwärmung der unmittelbar benachbarten Peripherie und ggf. des Schaltschranks sind weitere Folgen. Höhere Schutzarten wie IP 54 sind nur schwer zu realisieren.

[0003] Die DE 197 01 269 A1 zeigt einen Transformator mit Flüssigkühlung für die galvanische Trennung und Spannungsanpassung von Wechsel- und Drehstromsystemen. Das Kühlmittel durchfließt mehrere Temperaturzonen innerhalb der Wicklungen und führt die Wärme mittels einer Kanalisation ab. Solche Konstruktionen sind aufwendig herzustellen und im Falle einer Leckage werden sie unbrauchbar. Auch eine Nachrüstbarkeit bestehender Transformatoren ist durch diese Lösung nicht gegeben, da die Kühlung als konstruktives Merkmal in die Anordnung integriert ist. Modularität ist nicht gegeben und nicht beabsichtigt.

[0004] Es ist die Aufgabe der Erfindung eine Vorrichtung, insbesondere zur Kühlung von Wicklungspaketen einer Netzdrossel oder eines Transformators, zur Verfügung zu stellen. Die Vorrichtung soll möglichst effektiv die Wärme von der Oberfläche aufnehmen und abführen und gleichzeitig einfach und preiswert herstellbar, ggf. sogar nachrüstbar, sein.

[0005] Die Erfindung löst diese Aufgabe u.a. dadurch, dass wenigstens eine Oberfläche eines Körpers, also zum Beispiel der Eisenkern einer Netzdrossel- oder eines Transformators, mit einem Wärmetauscher in Wirkverbindung gebracht wird. Damit ist die Wärmeabfuhr direkt von der Oberfläche gewährleistet und wird mittels des Wärmetauschers, der von einem Kühlfluid durchflutet ist, kontinuierlich abgeführt.

[0006] Die preiswerte und einfache Herstellbarkeit lässt sich dadurch realisieren, dass der Wärmetauscher lediglich einen Wärmeabsorber und eine mit dem Wärmeabsorber in Wirkverbindung stehende Kühlfluidführung umfasst, also die Gesamtanordnung aus mehr oder weniger nur zwei Hauptkomponenten besteht. Diese Zweikomponentenanordnung kann auch nachträglich noch an der Oberfläche wärmeabsorbierender Bauteile befestigt oder aufgelegt werden. Die Kühlung kann daher als modular aufgebautes System betrachtet werden, welches nicht an eine bestimmte Komponente gebunden ist oder bei der Konstruktion einer Komponente unbedingt zu berücksichtigen wäre.

[0007] Zweckmäßig ist der Wärmeabsorber eine Leitplatte, vorzugsweise eine metallische Platte, insbesondere aus Kupfer hergestellt. Hierdurch wird ein großflächiger Wärmeübergang gewährleistet, sofern die ge-

samte Fläche mit der wärmeabstrahlenden Fläche der Bauteilkomponente in Wirkverbindung steht.

[0008] Vorteilhaft ist es auch, wenn die Kühlfluidführung vorzugsweise mittels eines Kanals realisiert ist, wobei der Kanal als säulenförmiger Hohlkörper ausgebildet ist und zumindest im Bereich der Wirkverbindung mit dem Absorber einen eckigen oder abgerundeten Querschnitt aufweist. Das Fluid kann dann gezielt und unabhängig von der räumlichen Lage des Wärmetauschers auch mittels eines, geeignet bemessenen Druckes zu den Wärmequellen transportiert werden. Ein eckiger Querschnitt erhöht die Kontaktfläche zwischen Fluidführung und Absorber. Ein runder Querschnitt ist preiswerter zu beziehen.

[0009] Verläuft die Kühlfluidführung zumindest im Bereich der Wirkverbindung auf einer Wärmeabsorberoberfläche mäanderförmig, spiralförmig oder U-förmig, so steigert sich der wirksame Wärmeübergang mit der Anzahl der Windungen, da automatisch die wirksame Fläche zunimmt. Bei einer Befestigung der Führung, insbesondere mittels Löt- oder Schweißverbindungen auf der Absorberoberfläche kann eine stabile und lageunabhängige Konstruktion erreicht werden. Natürlich sind auch lösbare Verbindungen mittels Clipsen o.ä. möglich. Das würde den Service- bzw. Wartungsumfang im Falle eines Leitungsbruches erheblich reduzieren.

[0010] Bei einem abgerundeten oder runden Querschnitt könnte man mit Löt- oder Schweißbahnen die Kontaktfläche zwischen Führung und Absorber erhöhen. Auch wäre es denkbar die Führung teilweise oder vollständig in den Absorber einzulassen, um eine weitere Steigerung des Wärmeübertragungsverhaltens zu erzielen. Ein Ausgießen eventueller Zwischenräume zwischen Führung und Absorberausnehmungen würde ungenaue Passungen ausgleichen.

[0011] Schaltet man zur Kühlung mehrerer Komponenten eines Bauteiles mehrere Wärmetauscher in Reihe oder parallel, so ergibt sich bei der Parallelschaltung eine virtuell größere Querschnittsfläche der Kühlmittel- und damit ein verminderter Druck im Röhrensystem. Die Serienschaltung dagegen, würde eine bessere Ausnutzung der Kühlflüssigkeit bewirken, da die Wärme mehrerer Komponenten aufgenommen würde.

[0012] Optimal ist die Erfindung geeignet zum Einsatz auf zumindest einem Eisenkern und/oder einer Netzdrossel, insbesondere der Netzdrossel eines rückspeisenden Umrichters (bspw. Umrichterbaureihe SFT von Indramat Refu GmbH mit sinusförmiger Rückspeisung). Netzdrosseln haben sehr hohe Ströme (um 600 Ampere) zu verarbeiten und weisen relativ hohe Induktivitäten auf (um 180 μ H). Aufgrund des ohmschen Widerstandes der Wicklungen, die entweder aus einzelnen Drähten oder auch aus Kupferplatten- oder Kupferschienen bestehen können, entwickeln diese Drosseln eine hohe Verlustwärme. Diese Verlustwärme kann, sofern sie nicht abgeführt wird, zu Schäden an der Isolierung und zu Betriebsausfällen führen und dem gemäß Folgekosten nach sich ziehen. Mittels der erfindungsgemäßen

Vorrichtung, die sich ggf. auch abhängig von einem bestimmten Anwendungsfall nachträglich noch anbringen oder herstellen ließe, werden diese Gefahren gebannt und unnötige Kosten vermieden. Natürlich kämen die gleichen Vorteile auch bei Transformatoren oder anderen elektrischen Bauteilen zum Tragen, sofern das gleiche Konzept zu Kühlzwecken verwendet würde.

[0013] Fig. 1 zeigt eine erste Ausgestaltungsmöglichkeit der Erfindung und im Detail einen Wärmetauscher 14 mit Kupferplatte 12, eine mäanderförmig ausgebildete Kühlschlange 13 mit 90°-Bögen 13a, 180°-Bögen 13b, Anschlussnasen 13c und geraden Elementen 13d sowie einen Eisenkern 11 und Wicklungspakete 10.

[0014] Die hier dargestellte Netzdrossel eines Umrichters umfasst als Komponenten drei Kupferwicklungen 10 die von drei Eisenkernschenkeln 11 durchdrungen werden. Der Eisenkern selbst dient zur Kanalisierung des sich im Betrieb ausbildenden magnetischen Flusses. An den beiden Stirnseiten der Anordnung ist jeweils eine erfindungsgemäße Kühlvorrichtung 14 befestigt. Deutlich ist die Kupferplatte 12 zu sehen und die Kühlmittelführung 13, welche sinnvollerweise aus einer Vielzahl von Einzelkomponenten (13a, 13b, 13c, 13d) gebildet wird. Die Einzelkomponenten können miteinander verlötet oder verschweißt werden. Die Kühlmittelführung 13 ist mäanderförmig auf der Kupferplatte angelötet oder anderweitig befestigt und transportiert die von Eisenkern 11 emittierte und vom Wärmeabsorber 12 absorbierte Wärme ab. Beide Wärmetauscher 14 könnten parallel oder in Serie geschaltet über eine Pumpe mit flüssigem Kühlmittel versorgt werden. Das Kühlmittel durchflutet mit einer vom Druck und Querschnitt abhängigen Kraft das Kühlsystem und führt die über den Absorber bzw. die Rohrwandungen 13, 13a, 13b, 13c aufgenommene Wärme effektiv ab. Der Wärmeabsorber strahlt außerdem noch zusätzlich Wärme über seine Oberfläche an die Umgebung ab. Durch Vergrößerung dieser Oberfläche, z.B. mittels Rippen, könnte ein zusätzlicher Kühleffekt bewirkt werden.

[0015] Es sind außerdem noch weitere, für die Erfindung jedoch nicht relevante und daher nicht näher beschriebene Umrichterkomponenten, wie bspw. Anschlusswinkel, dargestellt.

[0016] Fig. 2 zeigt mit der Fig. 1 weitestgehend identische Komponenten 10, 11, 12, 13, 13a, 13b. Der Unterschied zur Figur 1 liegt darin, dass Wärmetauscher nun nicht an den Stirnseiten des Eisenkernes 11 angebracht sind, sondern an den Ober- und Unterseiten und teilweise innerhalb des von der Kupferwicklung umfassten Eisenkernes.

[0017] Die Kanalisation 13 des Kühlmittels ist U-förmig ausgebildet, Anschlussstutzen 13c sind hier nicht gezeigt.

[0018] Die Leitungen 13 sind hier mit rundem Querschnitt dargestellt, die Auflagefläche am Absorber 12 ist dadurch jedoch geringer als bei einem rechteckigen Querschnitt. Daher wäre ein rechteckiger Querschnitt zu favorisieren oder die Leitung 13 sollte zumindest teil-

weise in die Absorberoberfläche eingelassen werden.

[0019] Die insgesamt 6 Wärmetauscher könnten nun in Reihe oder parallel geschaltet oder in beliebiger Kombination miteinander verschaltet werden. Die in Figur 2 gezeigte Ausführung ist die von der Anmelderin bevorzugte Ausführungsform. Auch eine Kombination aus Figur 1 und Figur 2 wäre selbstverständlich denkbar und machbar, um die Wärmeabfuhr zu maximieren.

[0020] Aus beiden Figuren ist leicht zu erkennen, dass eine erfindungsgemäße Kühlung auch bei bestehenden Drosseln/Transformatoren angebracht werden könnte. Dies gilt ohne Einschränkung zumindest für die in Figur 1 beschriebene Lösung. Dem Wunsch nach einer Nachrüstbarkeit für bestehende Lösungen wird daher durch die Erfindung ebenfalls Rechnung getragen. Einfach ließe sich um diese Anordnung eine Umhüllung konstruieren, welche dem Wunsch nach einer möglichst hohen Schutzart und Abschirmung gerecht würde. Die Erfindung gewährleistet eine sehr hohe Modularität.

Bezugszeichenliste

[0021]

1.0	Wicklungspaket
11	Eisenkern
12	Absorber
13	Kühlkanal
13a	90°-Bogen
13b	180° - Bogen
13c	Anschlussstutzen
13d	Gerade Leitung
14	Wärmetauscher

Patentansprüche

1. Netzdrossel oder Transformator mit Eisenkern (11), Wicklungen (10) und Kühlvorrichtung (12, 13, 14), wobei die Kühlvorrichtung (12, 13, 14) einen Wärmetauscher (14) mit Wärmeabsorber (12) und eine mit dem Wärmeabsorber (12) in Wirkverbindung stehende Kühlführlführung (13) umfasst, und der Eisenkern (11) mit dem Wärmeabsorber (12) in Wirkverbindung steht, so dass die vom Eisenkern (11) emittierte Wärme abgeführt wird.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei der Wärmeabsorber (12) eine Leitplatte ist, vorzugsweise eine metallische Platte, insbesondere aus Kupfer hergestellt.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Kühlführlführung (13) vorzugsweise mittels eines Kanals realisiert ist, wobei der Kanal als säulenförmiger Hohlkörper ausgebildet ist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, wobei der Kanal zu-

mindest im Bereich der Wirkverbindung mit dem Absorber (12) einen eckig oder abgerundeten Querschnitt aufweist.

5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Kühlfluidführung (13) zumindest im Bereich der Wirkverbindung auf der Wärmeabsorberoberfläche mäanderförmig, spiralförmige oder U-förmig verläuft.
- 10
6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zur Kühlung wenigstens eines Körpers (11) mehrere Wärmetauscher (14) in Reihe und/oder parallel geschaltet sind.
- 15

20

25

30

35

40

45

50

55

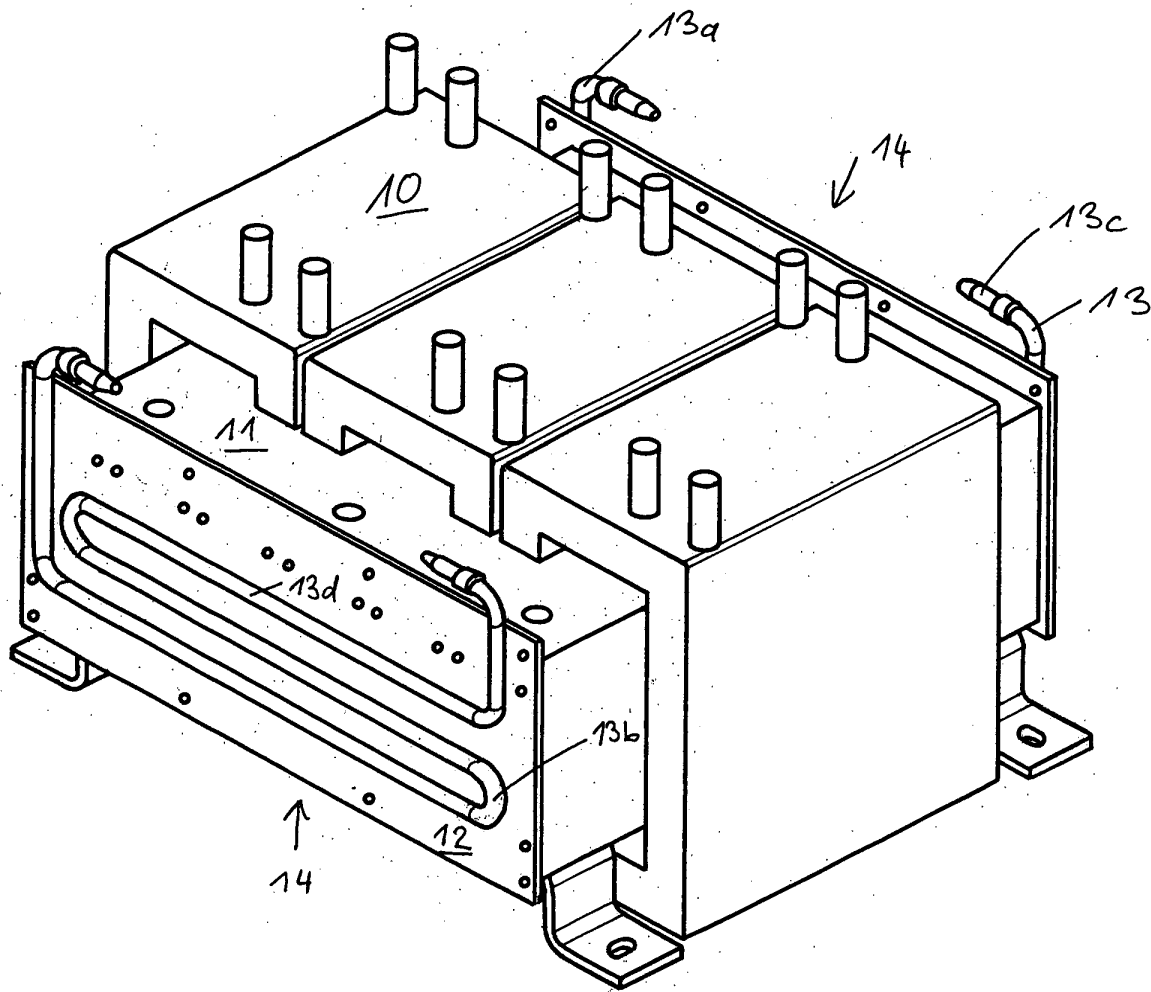


FIG.1

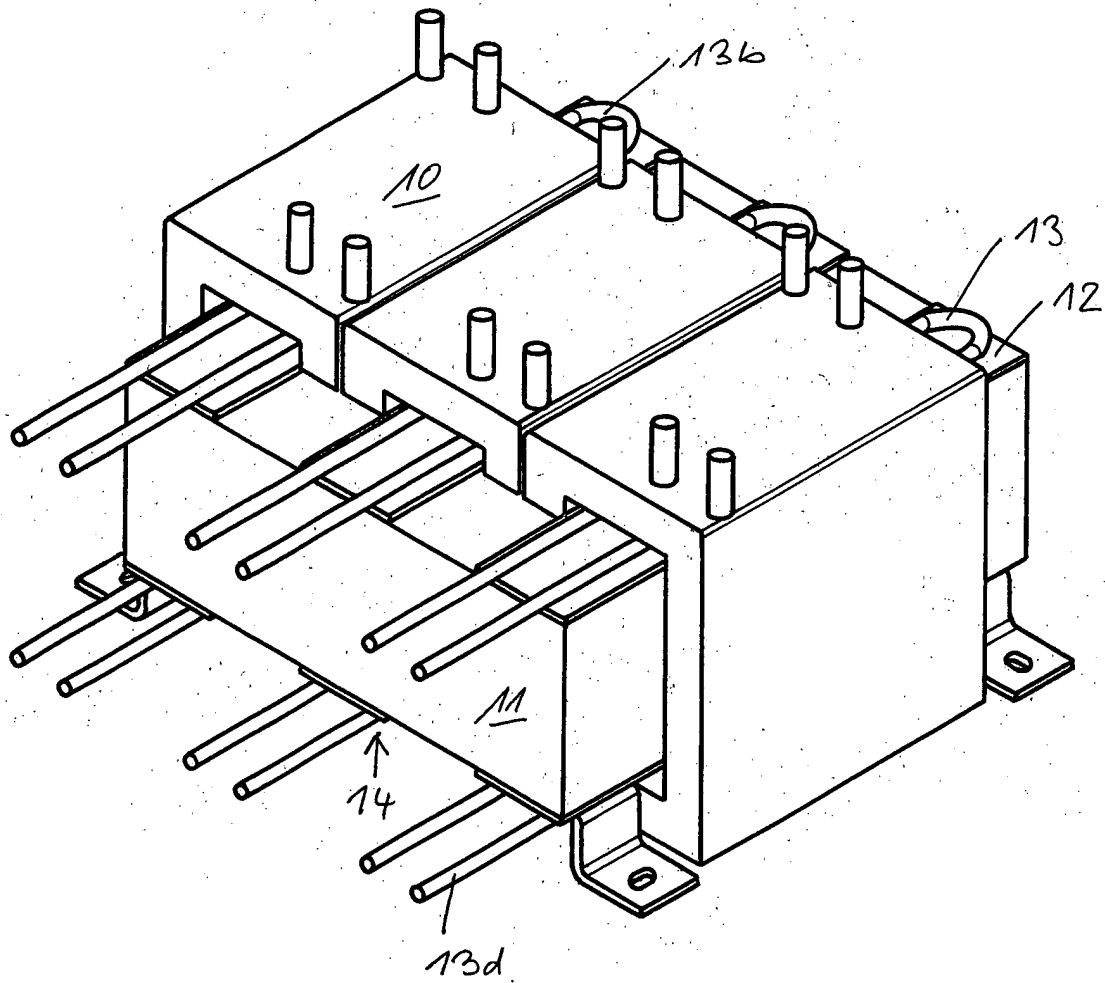


FIG. 2