



EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
09.08.2023 Patentblatt 2023/32

(21) Anmeldenummer: **22155049.4**

(22) Anmeldetag: **03.02.2022**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):
H01F 27/18 ^(2006.01) **H01F 27/20** ^(2006.01)
H01F 27/22 ^(2006.01) **H01F 27/28** ^(2006.01)
H01F 27/36 ^(2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):
H01F 27/18; H01F 27/20; H01F 27/22;
H01F 27/2876; H01F 27/2885; H01F 27/363

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL 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 RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME
Benannte Validierungsstaaten:
KH MA MD TN

(71) Anmelder: **Siemens Aktiengesellschaft**
80333 München (DE)

(72) Erfinder: **Schweigert, Harald**
1120 Wien (AT)

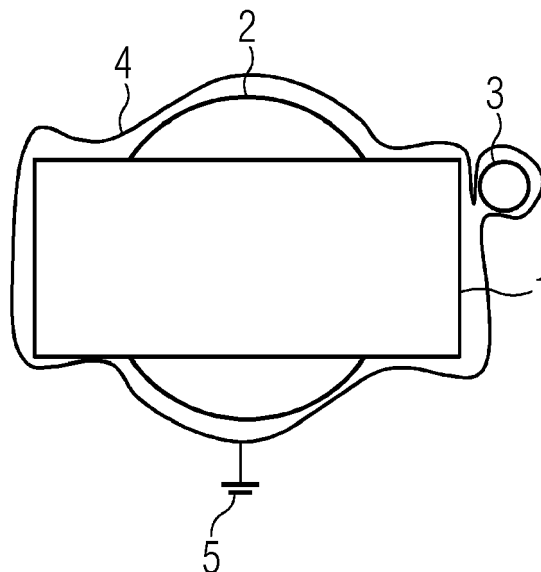
(74) Vertreter: **Siemens Patent Attorneys**
Postfach 22 16 34
80506 München (DE)

(54) **VORRICHTUNG ZUR KÜHLUNG ELEKTRISCHER WICKELGÜTER**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Kühlung eines elektrischen Wickelgutes mit einem Wärmerohr zur Wärmeleitung zwischen dem Wickelgut und einem Kühlkörper, dadurch gekennzeichnet, dass zwi-

schen das Wärmerohr und das Wickelgut ein an die Form des Wickelgutes angepasstes thermisch leitfähiges Flächenelement eingefügt ist.

FIG 1



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Kühlung von elektrischen Wickelgütern.

[0002] Die beispielsweise in Schaltnetzteilen zur Erzeugung der 24 VDC-Steuerspannung von Industriesteuerungen verwendeten Wickelgüter mit Ferritkern, vorwiegend Wandlertrafos und Glättungsdröseln, weisen neben Kupferverlusten auch Kernverluste auf, welche zur Erwärmung der Bauteile führen.

[0003] Diese Erwärmung darf nicht zur Überschreitung der durch Normen vorgegebenen, maximal zulässigen Temperatur der Bauteile führen, die sich insbesondere an den Sicherheitsanforderungen für die Isolierstoffe, welche den Schutz gegen elektrischen Schlag sichern, orientiert.

[0004] Eine geeignete Kühlung dieser Bauelemente bringt eine Reihe von Vorteilen mit sich. Die Schaltnetzteile können mit höheren Taktfrequenzen betrieben werden und Baugröße und Gewicht der Geräte können reduziert werden.

[0005] Bislang erfolgt die Kühlung vielfach mit Ventilatoren, welche eine Luftströmung um die zu kühlenden Bauteile erzwingen. Ventilatoren haben allerdings eine vergleichsweise geringe Lebensdauer und verursachen Geräusche und Staubablagerungen im Gerät, welche nur mit wartungsintensiven Filtern verhindert werden können.

[0006] Bekannt ist auch die Wahl einer niedrigen Schaltfrequenz wodurch die Wickelgüter in der Baugröße vergleichsweise groß sein müssen oder die bewusste Überdimensionierung des Wickelgutes, um die größere Oberfläche zur Wärmeabgabe zu nutzen.

[0007] Bekannt ist auch die Kühlung mittels Kühlkörper, der an einer Seite des Ferritkerns angebracht ist.

[0008] Damit wird allerdings nur die jeweils äußere Wicklung effizient gekühlt. Der Effekt auf besonders heißen Innenlagen ist nur mittelbar und begrenzt.

[0009] Insbesondere bei relativ kleinen Geräten sind alle bekannten Lösungen aus unterschiedlichen Gründen nur begrenzt einsetzbar.

[0010] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, den Stand der Technik weiterzuentwickeln.

[0011] Erfindungsgemäß geschieht dies mit einer Vorrichtung gemäß Anspruch 1.

[0012] Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

[0013] Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Kühlung eines elektrischen Wickelgutes weist ein Wärmerohr zur Wärmeleitung zwischen dem Wickelgut und einem Kühlkörper auf.

[0014] Wärmerohre erlauben durch Nutzung der Verdampfungsenthalpie eines Mediums eine hohe Wärmestromdichte. Auf diese Weise können große Wärmemengen auf kleiner Querschnittsfläche übertragen werden.

[0015] Es wird zwischen zwei Bauformen von Wärmerohren unterschieden, die grundsätzlich auch beide für die Erfindung vorgesehen werden können: Heatpipes

und Zwei-Phasen-Thermosiphone.

[0016] Das grundlegende Funktionsprinzip ist bei beiden Bauformen gleich; der Unterschied liegt im Rücktransport des gasförmigen Arbeitsmediums zum Verdampfer, d. h. zu der Stelle, an der Wärme zugeführt wird. Der Rücktransport erfolgt bei beiden Bauformen passiv und damit ohne Hilfsmittel wie etwa einer Umwälzpumpe.

[0017] Der Wärmewiderstand eines Wärmerohrs ist bei Arbeitstemperatur deutlich kleiner als der von Metallen. Das Verhalten der Wärmerohre kommt daher der isothermen Zustandsänderung sehr nahe. Es herrscht eine beinahe konstante Temperatur über die Länge des Wärmerohrs. Bei gleicher Übertragungsleistung sind deswegen wesentlich leichtere Bauweisen als bei herkömmlichen Wärmeübertragern unter gleichen Einsatzbedingungen möglich.

[0018] Durch geschickte Wahl des Arbeitsmediums des Wärmerohrs können Einsatztemperaturen von wenigen Kelvin bis ca. 3000 Kelvin erzielt werden.

[0019] Die Fähigkeit, Energie zu transportieren, hängt bei einem Wärmerohr maßgeblich von der spezifischen Verdampfungsenthalpie des Arbeitsmediums ab und nicht von der Wärmeleitfähigkeit von Gefäßwand oder Arbeitsmedium. Aus Effizienzgründen wird ein Wärmerohr meist am warmen Ende nur knapp über und am kalten Ende nur knapp unter der Siedetemperatur des Arbeitsmediums betrieben.

[0020] Der Einsatz von Wärmerohren in elektronischen Geräten bringt insbesondere den Vorteil, dass die damit verbundenen Kühlkörper nicht in räumlicher Nähe zu den zu kühlenden Bauteilen angebracht sein müssen, weil eine räumliche Entkopplung von Wärmeaufnahme und -abgabe erfolgt. Es kann daher beispielsweise gezielt Abwärme in den Luftstrom von Gehäuseventilatoren oder an der Außenseite des Gehäuses abgegeben werden. Im Vergleich zur oft alternativ eingesetzten Wasserkühlung ist bei den Wärmerohren keine Umwälzpumpe nötig, welche zu zusätzlicher Lärmentwicklung führt.

[0021] Aufgrund der hervorragenden Wärmeleitfähigkeiten der Wärmeleitrohre wird im praktischen Einsatz die Wärmeleitfähigkeit des gesamten Wärmeleitpfades von dem zu kühlenden Bauteil bis zu einem Kühlkörper oftmals durch die Übergänge zwischen Bauteil und Wärmeleitrohr, sowie Wärmeleitrohr und Kühlkörper begrenzt.

[0022] Für die Effizienz des gesamten Wärmeleitpfades ist es daher wesentlich, dass auch diese Übergänge thermisch gut leitend ausgeführt werden.

[0023] Erfindungsgemäß wird dafür zwischen das Wärmerohr und das Wickelgut ein an die Form des Wickelgutes angepasstes thermisch leitfähiges Flächenelement eingefügt ist.

[0024] Dieses Flächenelement kann vorzugsweise aus einer Kupferfolie bestehen und an die Oberfläche des Wickelgutes angepasst sein, diese insbesondere umschließen. Es ist jedoch zu vermeiden, dass das wärmeaufnehmende Flächenelement eine elektrische Kurz-

schlusswicklung darstellt und ein elektrischer Kurzschlussstrom fließt. Es kann jedoch für die Reduktion elektromagnetischer Störungen vorteilhaft sein an zwei oder mehreren Punkten des Flächenelementes elektrische Kontakte anzubringen und einen begrenzten Stromfluss zu erlauben - etwa das Schließen der Kurzschlusswicklung über einen strombegrenzenden Bauteil, etwa einem Widerstand.

[0025] Wenn diese Kupferfolie elektrisch mit Massepotential oder einem anderen für die Verhinderung der Ausbreitung unerwünschter elektromagnetischer Störungen vorteilhaften Potential verbunden ist, kann die Folie auch als elektromagnetische Schirmung dienen.

[0026] Für eine besonders effiziente Kühlung kann es auch vorteilhaft sein, das Flächenelement oder gegebenenfalls auch mehrere Flächenelemente zwischen einzelne Lagen des Wickelgutes einzubringen und damit die Wärme direkt am Entstehungsort abzuleiten.

[0027] Die Erfindung wird anhand von Figuren näher erläutert.

[0028] Es zeigen beispielhaft:

Figur 1 schematisch eine erste Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

Figur 2 schematisch eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung.

[0029] Die Ausführungsform gemäß Figur 1 umfasst ein Flächenelement 4, welches ein zu kühlendes Bauteil mit Wickelgut 2 und Kern 1 nahezu vollständig umschließt. Das Flächenelement 4 ist als Kupferfolie ausgebildet und weist eine hohe Wärmeleitfähigkeit auf.

[0030] Zur Ableitung der Wärme aus der unmittelbaren Umgebung des Bauteils ist ein Wärmerohr 3 vorgesehen. Dieses Wärmerohr 3 ist an seinem bauteilseitigen Ende von der Kupferfolie 4 ebenfalls eng anliegend umschlossen. Zusätzlich ist es denkbar, zwischen die Kupferfolie 4 und das Wärmerohr 3 Wärmeleitpaste oder ein anderes geeignetes Mittel einzufügen, um so die Leitfähigkeit des Wärmeleitweges weiter zu erhöhen.

[0031] Das Wärmerohr 3 ist an seinem, dem Bauteil abgewandten Ende mit einem nicht dargestellten Kühlkörper verbunden, der beispielsweise an der Gehäuseseitenwand eines elektrischen Gerätes oder an einem thermisch günstigeren Ort innerhalb des Gerätes, wie beispielsweise im Kühlstrom eines Ventilators angeordnet sein kann.

[0032] Denkbar ist es dabei auch, dass der Kühlkörper einen Teil des Gehäuses bildet.

[0033] Wie in der Figur 1 dargestellt, ist die Kupferfolie 4 elektrisch mit Massepotential 5 verbunden, sodass in vorteilhafter Weise sowohl die Kühlung als auch eine elektrische Schirmung des Bauteils stattfindet.

[0034] Als Massepotential 5 kann beispielsweise der Schutzleiter (PE-Leiter) des Versorgungsnetzes oder ein anderes geeignetes Potential der Schaltungsanordnung dienen, welche das Bauteil umfasst.

[0035] Die möglichen elektromagnetischen Störeinflüsse eines Wärmerohres 3 können durch auf das Wärmerohr 3 aufgeschobene Ferrit-Körper verringert werden. Zweckmäßig kann es auch sein, Teile des Wärmerohres elektrisch isolierend auszuführen.

[0036] Wie in Figur 2 schematisch dargestellt, können auch mehrere Flächenelemente 4 vorgesehen werden und diese können in vorteilhafter Weise beispielsweise auch innerhalb des Wickelgutes 2 zwischen einzelne Lagen 6 eingefügt sein..

[0037] Damit kann die Effizienz der Kühlung weiterhin erhöht werden.

[0038] Es ist auch günstig, wenn das Flächenelement 4 mittels geeigneten mechanischen Elementen gegen das Wickelgut 2 und/oder das Wärmerohr 3 gedrückt wird, um so ebenfalls den Wärmeübergangswiderstand zu reduzieren und den Herstellvorgang zu erleichtern.

Bezugszeichenliste

[0039]

- 1 Kern
- 2 Wickelgut
- 3 Wärmerohr
- 4 Flächenelement
- 5 Masseverbindung
- 6 Wicklungslagen

30 Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Kühlung eines elektrischen Wickelgutes mit einem Wärmerohr zur Wärmeleitung zwischen dem Wickelgut und einem Kühlkörper, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen das Wärmerohr (3) und das Wickelgut (2) ein an die Form des Wickelgutes (2) angepasstes thermisch leitfähiges Flächenelement (4) eingefügt ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Flächenelement(4) elektrisch leitfähig und über eine direkte Verbindung und/oder über das Wärmerohr mit einem definierten Potential verbunden ist, und dass das Flächenelement (4) das Wickelgut (2) zumindest teilweise umschließt.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Flächenelement (4) zwischen einzelne Lagen des Wickelgutes (2) eingefügt ist.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kühlkörper durch einen Teil des Gehäuses gebildet ist.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere Flächenelemente (4) vorgesehen sind und dass diese Flächenelemente (4) zwischen unterschiedliche Lagen des

Wickelgutes (6) eingefügt sind.

6. Getaktete Stromversorgung mit zumindest einem Wickelgut, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Vorrichtung zur Kühlung eines elektrischen Wickelgutes (2) nach einem der Ansprüche 1 bis 5 vorgesehen ist. 5
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Flächenelement (4) als Kupferfolie ausgestaltet ist. 10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

FIG 1

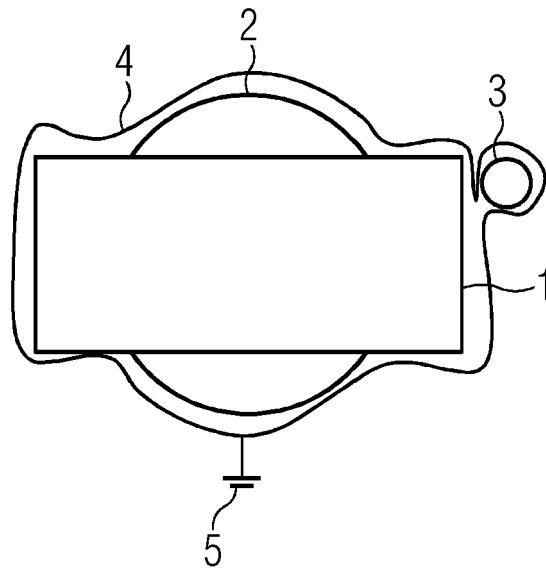
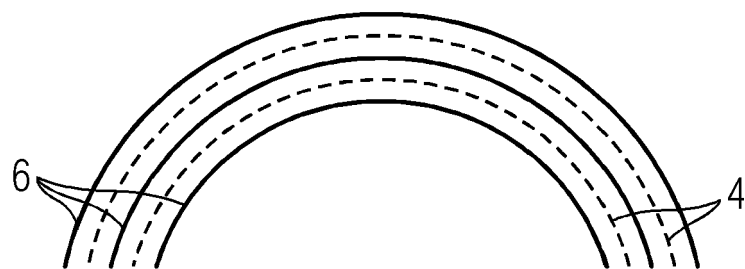


FIG 2





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung

EP 22 15 5049

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	JP S56 162810 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD) 15. Dezember 1981 (1981-12-15) * Abbildungen 1-8 * * entsprechende Beschreibung *	1-7	INV. H01F27/18 H01F27/20 H01F27/22 H01F27/28 H01F27/36
X	JP S61 187311 A (TOSHIBA CORP) 21. August 1986 (1986-08-21) * Abbildungen 1-5 * * entsprechende Beschreibung *	1-3, 5-7	
X	JP S58 170010 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO) 6. Oktober 1983 (1983-10-06) * Abbildungen 6-13 * * entsprechende Beschreibung *	1-3, 5-7	
X	DE 41 14 576 A1 (FIEDLER NORBERT [DE]) 24. Oktober 1991 (1991-10-24) * Abbildungen 1-3 * * entsprechende Beschreibung *	1, 2, 4, 6	
X	JP S58 173809 A (SHINKO ELECTRIC CO LTD) 12. Oktober 1983 (1983-10-12) * Abbildungen 2, 3 * * entsprechende Beschreibung *	1, 3-6	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) H01F
X	WO 2011/039417 A1 (TRAFOTEK OY [FI]; NAATULA ALEKSI [FI] ET AL.) 7. April 2011 (2011-04-07) * Abbildungen 4c, 4d, 1 * * entsprechende Beschreibung *	1-6	
X	EP 2 079 087 A1 (SIEMENS AG [DE]) 15. Juli 2009 (2009-07-15) * Abbildung 1 * * entsprechende Beschreibung *	1, 4, 6	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 14. Juli 2022	Prüfer Weisser, Wolfgang
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 : nichtschriftliche 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			

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

EP 22 15 5049

5 In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente 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.

14-07-2022

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
JP S56162810 A	15-12-1981	JP S6161525 B2 JP S56162810 A	26-12-1986 15-12-1981
JP S61187311 A	21-08-1986	KEINE	
JP S58170010 A	06-10-1983	KEINE	
DE 4114576 A1	24-10-1991	KEINE	
JP S58173809 A	12-10-1983	KEINE	
WO 2011039417 A1	07-04-2011	AT 13475 U1 BR 212012007336 U2 CN 202905379 U CZ 24201 U1 DE 212010000159 U1 DK 201200055 U1 EE 01184 U1 ES 1077591 U KR 20120004367 U WO 2011039417 A1	15-01-2014 03-11-2015 24-04-2013 20-08-2012 12-07-2012 27-04-2012 15-07-2013 17-08-2012 19-06-2012 07-04-2011
EP 2079087 A1	15-07-2009	DE 102008004342 B3 EP 2079087 A1	30-07-2009 15-07-2009

EPO FORM P0461

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