



(11)

**EP 1 282 142 B1**

(12)

## **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**29.09.2010 Patentblatt 2010/39**

(51) Int Cl.:  
**H01F 27/08 (2006.01)**

(21) Anmeldenummer: **02090275.5**

(22) Anmeldetag: **23.07.2002**

(54) **Elektrische Wicklungsanordnung**

Electrical winding assembly

Système d'enroulement électrique

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**CH DE FR GB LI SE**

(72) Erfinder:

- **Alber, Friedrich  
73257 Koengen (DE)**
- **Sorg, Fritz  
70180 Stuttgart (DE)**

(30) Priorität: **30.07.2001 DE 10137518**

(56) Entgegenhaltungen:

**WO-A-98/34238 DE-C- 19 912 280**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**05.02.2003 Patentblatt 2003/06**

(73) Patentinhaber: **SIEMENS  
AKTIENGESELLSCHAFT  
80333 München (DE)**

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 elektrische Wicklungsanordnung mit zumindest zwei nebeneinander angeordneten Wicklungsteilanordnungen.

**[0002]** Eine solche Wicklungsanordnung ist bekannt aus der deutschen Patentschrift DE 199 12 280 C1. Dort ist ein Transformator beschrieben, bei dem die Wicklungsanordnung drei stehende und nebeneinander in einer Reihe angeordnete Wicklungsteilanordnungen aufweist. Jede der Wicklungsteilanordnungen ist für eine Phase des elektrischen Transformators vorgesehen und weist eine Oberspannungswicklung und eine Unterspannungswicklung auf. Jede Unterspannungswicklung ist koaxial in der zugeordneten Oberspannungswicklung angeordnet und dadurch von dieser umgeben. Zwischen der Ober- und Unterspannungswicklung ist ein Zwi-schenraum zur Durchströmung mit Kühlluft belassen, der einen Ringkanal bildet. Jede der Wicklungsteilanordnungen umgibt jeweils einen Kernschenkel eines geschlos-senen Transformatorkerns.

**[0003]** So beschreibt die WO 98/34238 einen Leistungstransformator mit einem Transformatorkern und einer konzentrischen Anordnung der Unter- und Oberspannungswicklungen um den entsprechenden Transformatorkern. Die einzelnen Wicklungslagen sind dabei mittels halbleitender Materialfolien und Abstandshaltern voneinander getrennt, so dass in axialer Richtung ent-sprechende Kühlkanäle entstehen.

**[0004]** Des Weiteren offenbart die DE 199 12 280 C1 einen Transformator und Verfahren zur Kühlung eines Transformatoren. Gemäß der vorgenannten Erfindung umfasst der Transformator drei Wicklungskombinatio-nen, wobei die zweite Wicklungskombination bei der Be-aufschlagung mit einer höheren elektrischen Nennlei-stung einer entsprechend höheren thermischen Bela-stung ausgesetzt ist, im Vergleich zur ersten und zur drit-ten Wicklungskombination. Hierzu ist vorgesehen, dass nur die zweite Wicklungskombination ein Kühlelement aufweist und somit die zweite Wicklungskombination mit einer höheren Kühlleistung gekühlt wird als die erste und die dritte Wicklungskombination.

**[0005]** Aufgabe der Erfindung ist es, eine elektrische Wicklungsanordnung der eingangs genannten Art anzugeben, die für eine vergleichsweise hohe Nennleistung ausgelegt ist.

**[0006]** Die Aufgabe wird bei einer elektrischen Wicklungsanordnung der eingangs genannten Art erfindungs-gemäß dadurch gelöst, dass zwischen den Wicklungsteilanordnungen ein Kühlelement angeordnet ist, das als Kühlplatte ausgebildet ist, die den Spalt zwischen ne-beneinander angeordneten Wicklungsteilanordnungen in zwei Teilspalten teilt. Im Betrieb geben die Wicklungsteilanordnungen Wärme unmittelbar an die sie umge-bende Luft und durch Wärmestrahlung an andere sie umge-benden Teile, beispielsweise den Kern oder jeweils an-dere Wicklungsteilanordnungen. Dadurch werden die Stellen einer Wicklungsteilanordnung stärker erwärmt,

die nahe bei einer anderen Wicklungsteilanordnung lie-gen. Die stärkere Erwärmung ist darauf zurückzuführen, dass sich die Wicklungsteilanordnungen dort aufgrund ihrer Nähe stärker gegenseitig durch die von ihnen je-weils abgegebene Wärmestrahlung erwärmen und die Wicklungsteilanordnungen dort schlechter kühlbar sind, weil dort zwischen ihnen nur ein geringer Abstand be-steht, so dass die stärker erwärmten Stellen für ein Kühl-medium schlechter zugänglich sind. Das jedoch genau 5 dort zwischen den Wicklungsteilanordnungen angeord-neite Kühlelement wirkt wie ein zwischen den Wicklungs-anordnungen liegender Schirm für die Wärmestrahlung. Durch das Kühlelement wird die ansonsten von der einen Wicklungsanordnung zur anderen abgegebene Wärme-strahlung weitgehend aufgenommen und gelangt also nicht von der einen zur anderen Wicklungsanordnung. Das Kühlelement wird dadurch zwar erwärmt; von der Oberfläche des Kühlelements wird die Wärme aber un-mittelbar an die umgebende Kühlluft abgegeben, wo-10 durch das Kühlelement gekühlt wird. Die gegenseitige Erwärmung der Wicklungsteilanordnungen wird also ver-ringert und ein Wärmestau weitgehend zwischen den Wicklungsteilanordnungen vermieden. Insgesamt wird mit dem Kühlelement die Temperaturverteilung im Be-15 trieb innerhalb jeder der Wicklungsteilanordnungen ver-gleichmäßig und die Wicklungsteilanordnungen sind besser gekühlt. Demzufolge ist die elektrische Wicklungsanordnung mit einer höheren elektrischen Nennlei-stung betreibbar als die elektrische Wicklungsanordnung 20 nach dem Stand der Technik. Ebenso gut kann die erfin-dungsgemäße Wicklungsanordnung mit gleicher elektri-scher Nennleistung betrieben werden, wobei allerdings die Anforderungen an die thermische Festigkeit des bei den Wicklungsteilanordnungen verwendeten Isolierma-25 terial geringer sein können als beim Stand der Technik, so dass die elektrische Wicklungsanordnung bei gleicher elektrischer Nennleistung kostengünstiger ist.

**[0007]** Das Kühlelement kann unter Berührung der beiden Wicklungsteilanordnungen zwischen diesen angeordnet sein. Die Wicklungsteilanordnungen sind unter Belassung eines Spalts nebeneinander angeordnet und das Kühlelement ist als Kühlplatte ausgebildet, die den Spalt in zwei Teilspalten teilt. Dadurch ist der Bereich zwischen den beiden Wicklungsteilanordnungen zur 40 Kühlung derselben von einem Kühlfluid, beispielsweise Kühlluft, durchströmbar. Durch das Kühlfluid werden die Wicklungsteilanordnungen und auch die Kühlplatte kon-45 kettiv gekühlt. Gleichzeitig geben die Wicklungsteilanordnungen Wärme durch Strahlung ab, die von der Kühlplatte aufgenommen werden, und dadurch nicht zur je-weils anderen Teilwicklungen gelangen. Durch die Kühlplatte sind die Wicklungsteilanordnungen thermisch ge-50 geneinander abgeschirmt.

**[0008]** Die Kühlplatte kann aus einem Vollmaterial, 55 beispielsweise einem Verbundwerkstoff, ausgebildet sein. Vorzugsweise weist die Kühlplatte jedoch Kühlka-näle zur Durchströmung mit einem Kühlfluid auf. Die Kühlkanäle sind unter Berücksichtigung der gewählten

Ausrichtung und Anordnung der Platte so geführt, dass sie möglichst gut von dem Kühlfluid durchströmbar sind. Mit durch die Kühlkanäle strömendem Kühlfluid ist die Kühlplatte selbst besonders gut kühlbar.

**[0009]** In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung ist das Kühlelement vollständig aus elektrischem Isolierstoff gebildet. Bei dieser Ausgestaltung ist eine gute Kühlung bei hoher Spannungsfestigkeit zwischen den Wicklungsteilanordnungen erreicht.

**[0010]** Das Kühlelement kann aus einem gut wärmeleitenden Material gebildet sein. Insbesondere bieten sich dafür Metalle an. Vorzugsweise ist das Kühlelement aus Metall mit einem elektrischen Isolierstoff als Überzug gebildet. Dadurch weist das Kühlelement die hohe Wärmeleitfähigkeit des Metalls auf und gleichzeitig wird durch die isolierende Wirkung des Überzugs eine Verschlechterung wichtiger elektrischer Eigenschaften der Wicklungsanordnung, wie beispielsweise der Spannungsfestigkeit, vermieden.

**[0011]** Bei einer dritten Ausgestaltung kann das Kühlelement auch vollständig aus einem Metall gebildet sein. Diese Ausgestaltung bietet sich insbesondere dort an, wo nur geringe Anforderungen an die Spannungsfestigkeit bestehen, oder keine besonderen Anforderungen an die Abmessungen der Wicklungsanordnung bestehen, so dass der Abstand zwischen den Wicklungsteilanordnungen so gewählt werden kann, dass die Spannungsfestigkeit die vorgeschriebenen Anforderungen erfüllt.

**[0012]** Nach einer bevorzugten Ausgestaltung sind die Wicklungsteilanordnungen Bestandteile eines Transformators und umschließen jeweils einen Kernschenkel eines geschlossenen Transformatorkerns, wobei das Kühlelement im Fenster des Transformatorkerns angeordnet ist.

**[0013]** Anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiele wird die erfindungsgemäße elektrische Wicklungsanordnung näher erläutert. Es zeigen schematisiert und teilweise nicht maßstäblich:

Figur 1 einen Schnitt durch einen Transformator mit der erfindungsgemäßen Wicklungsanordnung,  
 Figur 2 die in Figur 1 angegebene Schnittdarstellung des Transformators und  
 Figur 3 einen Transformator mit einer elektrischen Anordnung mit Rechteckwicklungen entsprechend der in Figur 1 spezifizierten Schnittdarstellung.

**[0014]** Gleiche Teile sind in den Figuren mit denselben Bezugszeichen versehen.

**[0015]** In Figur 1 ist ein Schnitt durch einen Transformator 1 gezeigt, der hier als Drehstromtransformator ausgeführt ist. Der Transformator 4 weist eine Wicklungsanordnung 2 mit Wicklungsteilanordnungen 3 bis 5 auf, die jeweils stehend angeordnet sind und die jeweils einen Kernschenkel 6, 7 bzw. 8 eines über Joche 9A und 9B geschlossenen Transformatorkerns 9 umschließen. Jede der Teilwicklungsanordnungen 3 bis 5 weist jeweils eine Oberspannungswicklung 10, 11 bzw. 12 und eine

Unterspannungswicklung 13, 14 bzw. 15 auf. Jede Unterspannungswicklung 13, 14 bzw. 15 ist stehend innerhalb ihrer zugehörigen Oberspannungswicklung 10, 11 bzw. 12 angeordnet. Zwischen jeder Oberspannungswicklung 10, 11, 12 und ihrer zugehörigen Unterspannungswicklung 13, 14 bzw. 15 ist ein Zwischenraum 16, 17 bzw. 18 zur Durchströmung mit einem Kühlfluid, hier Kühlluft 19, - wie mit Pfeilen angedeutet - belassen. Ebenso ist zwischen den Wicklungsanordnungen 3 und

4 sowie 4 und 5 jeweils ein Spalt 22 bzw. 23 zur Durchströmung mit Kühlluft 19 belassen.

**[0016]** Zur verbesserten Kühlung der Wicklungsanordnungen 3, 4, 5 der Wicklungsanordnung 2 ist zwischen den nebeneinander angeordneten Wicklungsteilanordnungen 3 und 4 bzw. 4 und 5 jeweils ein Kühlelement 20 bzw. 21 vorgesehen. Die Kühlelemente 20 und 21 sind vorliegend jeweils als Kühlplatte ausgeführt (siehe auch Figuren 2 und Figur 3, Bezugszeichen 48 und 49). Die Kühlelemente 20 und 21 teilen jeweils einen

der Spalte 22 bzw. 23 in Teilspalten 22a, 22b bzw 23a, 23b.

**[0017]** Zur Kühlung der Wicklungen 10 bis 15 der Teilwicklungsanordnungen 3 bis 5 werden die Zwischenräume 16 bis 18 und die Teilspalten 22a, 22b und 23a, 23b von Kühlluft 19 durchströmt. Dabei wird von den Wicklungen 10 bis 15 Wärme unmittelbar an die Kühlluft 19 durch Konvektion abgegeben. Darüber hinaus geben die Wicklungen 10 bis 15 Wärme in Form von Strahlung an die Umgebung ab. Teile in der Umgebung, wie beispielsweise der Kernschenkel 6, nehmen diese Strahlung auf und werden dadurch erwärmt. Auch erwärmen die Wicklungen 10 bis 15 sich durch ihre Wärmestrahlung mehr oder weniger stark gegenseitig. Die verbesserte Kühlung mit den Kühlelementen 20 und 21 wird anhand des Kühlelementes 20 erläutert. Entsprechendes gilt für das Kühlelement 21. Damit die Wicklungsteilanordnungen 3 und 4 - speziell deren Oberspannungswicklungen 10 und 11 sich möglichst nicht gegenseitig durch Abgabe von Wärmestrahlung erwärmen, ist das zwischen diesen angeordnete Kühlelement 20 vorgesehen. Es befindet sich damit dort zwischen den beiden Wicklungsteilanordnungen 3 und 4, wo sich diese bzw. deren Oberspannungswicklungen 10 und 11 am nächsten kommen (s. auch Figuren 2 und 3). Das Kühlelement 20 nimmt die ansonsten von der einen Oberspannungswicklung 10 zur anderen Oberspannungswicklung 11 und umgekehrt abgegebene Wärmestrahlung auf und wird dadurch erwärmt.

Gleichzeitig wird das Kühlelement 20 durch die Teilspalten 22a und 22b strömende Kühlluft 19 konvektiv gekühlt. Insoweit sind also die Oberspannungswicklungen 10 und 11 und damit die Wicklungsteilanordnungen 3 und 4 durch das Kühlelement 20 gegeneinander thermisch abgeschirmt und im Vergleich zum Stand der Technik die mit Kühlluft 19 kühlbare Fläche vergrößert. Durch die thermische Abschirmung mit dem Kühlelement 20 erwärmen sich also die Oberspannungswicklung 10 und die Oberspannungswicklung 11 nicht mehr gegenseitig, so dass sie insgesamt eine geringere Betriebstemperatur

40

45

50

55

40

45

50

55

annehmen, also im Vergleich zum Stand der Technik besser gekühlt sind. Gleches gilt für das Kühlelement 20, das die Oberspannungswicklung 11 und die Oberspannungswicklung 12 gegenseitig thermisch abschirmt.

**[0018]** Die Kühlelemente 20 und 21 sind vorliegend jeweils aus einer Metallplatte 24 bzw. 25 gebildet, die jeweils mit einem Überzug aus Isolierstoff 26 bzw. 27 versehen ist. Als Metalle kommen hierbei Aluminium oder Transformatorblech und als wärmeleitender Isolierstoff beispielsweise Polyester, Hartpapier oder glasfaserstärkter Kunststoff (GFK) in Frage.

**[0019]** Die Kühlelemente 20 und 21 sind in den durch den Transformatorkern 9 gebildeten Fenstern 30 bzw. 31 angeordnet.

**[0020]** Die Kühlelemente 20 und 21 sind jeweils mit Kühlkanälen 28 bzw. 29 (s. Figur 2) zur Durchströmung mit Kühl Luft 19 versehen. Dadurch sind die Kühlelemente 20 und 21 besonders effektiv durch die Kühl Luft 19 kühlbar.

**[0021]** In Figur 2 ist der Transformator 1 in der in Figur 1 spezifizierten Schnittebene gezeigt. Dort ist gut zu erkennen, dass die Kühlelemente 20 und 21 jeweils als Kühlplatten ausgebildet sind und die zur Durchströmung mit Kühl Luft 19 vorgesehenen Kühlkanäle 28 bzw. 29 aufweisen. Die Wicklungsteilanordnungen sind jeweils mit kreiszylindrischen Wicklungen 10 bis 15 ausgebildet.

**[0022]** Deutlich ist auch hier zu erkennen, dass sich die Kühlelemente 20 und 21 jeweils symmetrisch zwischen den diese jeweils direkt benachbarten Wicklungsteilanordnungen 3 und 4 bzw. 4 und 5 angeordnet sind.

**[0023]** In Figur 3 ist eine zur in Figur 1 mit II bezeichneten Schnittansicht entsprechende Darstellung für einen Transformator 1a mit einer Wicklungsanordnung 2a mit drei Wicklungsteilanordnungen 32 bis 34 dargestellt. Jeder der Wicklungsteilanordnungen 32 bis 34 weist entsprechend zu den Wicklungsteilanordnungen 3 bis 5 gemäß Figur 1 eine Oberspannungswicklung 35, 35 bzw. 37 auf, die jeweils eine Unterspannungswicklung 38, 39 bzw. 40 koaxial umgibt. Zwischen den Oberspannungswicklungen 35 bis 37 und der entsprechend zugehörigen Unterspannungswicklung 38 bis 40 ist jeweils ein Zwi-schenraum 41, 42 bzw. 43 zur Durchströmung mit Kühl Luft 19 belassen. Jede Wicklungsanordnung 32 bis 34 umgibt einen Kernschenkel 44, 45 bzw. 46 eines Transformatorkerns, der dem Transformatorkern 9 entspricht und in sich geschlossen ist. Im Unterschied zum Transformator 1 bzw. zur Wicklungsanordnung 2 sind die Wicklungsteilanordnungen 32 bis 34 mit Wicklungen 35 bis 40 mit jeweils rechteckigem Querschnitt ausgeführt. Entsprechend sind auch die Kernschenkel 44 bis 46 des Transformatorkerns 47 mit rechteckigem Querschnitt ausgebildet.

**[0024]** Zwischen den Wicklungsteilanordnungen 32 und 33 bzw. 33 und 34 ist jeweils ein den Kühlelementen 20 und 21 ähnliches Kühlelement 48 bzw. 49 angeordnet, das jeweils ebenfalls als Kühlplatte ausgebildet ist. Im Unterschied zu den Kühlelementen 20 und 21 sind die

Kühlelemente 48 und 49 jeweils aus einem Vollmaterial gebildet. Das Vollmaterial kann ein Metall oder auch ein Isolierstoff - wie auch schon in der Beschreibung zu Figur 1 angegeben - sein. Durch diese Ausführung sind die Kühlelemente besonders einfach herstellbar. Selbstverständlich sind diese Kühlelemente 48 und 49 auch bei der Wicklungsanordnung 2 nach Figuren 1 und 2 anstelle der Kühlelemente 20 und 21 anwendbar. Ebenso können die Kühlelemente 48 und 49 wie die Kühlelemente 20 und 21 ausgeführt sein.

**[0025]** Die Wahl der rechteckigen Querschnitte für die Wicklungen 35 bis 40 und der Kernschenkel 44 bis 46 ermöglicht ein besonders kompakten Aufbau des Trans-formators 1a. Dabei kann der Transformator 1A hinsichtlich der Materialkosten optimiert werden. Zur weiteren Erläuterung wird insbesondere auch die Wicklungsteilanordnung 34 und dabei speziell auch deren Ober-spannungswicklung 37 und den Kernschenkel 46 den die Wicklungsteilanordnung 34 umgibt, eingegangen. Sinngemäß gelten die weiteren Ausführungen auch für die anderen Wicklungsteilanordnungen 32 und 33 sowie deren Kernschenkel 4 bzw. 45.

**[0026]** Bei der Optimierung wird die Gesamtbreite B3 eingestellt. Geht man davon aus, dass die Querschnittsfläche der Kernschenkel 44, 45, 46 jeweils konstant bleiben soll, so nimmt mit sinkender Gesamtbreite B3 die Länge L2 des Kernschenkels 46 und damit auch die Länge L1 der Oberspannungswicklung 37 sowie die entspre-chende Abmessung der Unterspannungswicklung 40 zu. Dadurch nimmt mit sinkender Gesamtbreite B3 die Menge des verwendeten Kernmaterials ab, weil die sich über die Gesamtbreite B3 erstreckenden Joche des Transformatorkernes 47 (entsprechend den in Figur 1 dargestellten Jochen 9A und 9B des Transformatorkerns 9) kürzer werden. Gleichzeitig nimmt jedoch die Menge des ver-wendeten Leitermaterials, aus denen die Wicklungsleiter der Wicklungen 37 und 40 jeweils gebildet werden zu, weil die Länge L1 der Oberspannungswicklung 37 und die entsprechende Abmessung der Wicklung 40 zu nimmt. Die Materialmengen für das Wicklungsleiterma-terial und das Kernmaterial verhalten sich also gegen-läufig bei sich ändernder Gesamtbreite B3.

**[0027]** Da davon auszugehen ist, dass für eine be-stimmte Mengeneinheit des Kernmaterials und der gleichen Mengeneinheit des Leitermaterials der Wicklungen unterschiedliche Kosten anfallen, lassen sich die Ge-samtbreite B3 und damit die Maße B1 und B2, L1 und L2 und die entsprechenden Abmessungen der Unter-spannungswicklung 40 sowie die entsprechenden Ab-messungen der Wicklungsteilanordnungen 32 und 33 so wählen, dass die Gesamtkosten für das Leitermaterial und das Kernmaterial am geringsten sind.

**[0028]** Allerdings weisen bei dieser rechteckigen Aus-gestaltung die Wicklungsteilanordnung 32 und 33 bzw. 33 und 34 speziell deren Oberspannungswicklungen 35 und 36 bzw. 36 und 38 große einander zugewandte Flä-chen 50 und 51 bzw. 52 und 53 auf, über die die Ober-spannungswicklungen 35 bis 37 jeweils Wärme zur je-

weils gegenüberliegenden Oberspannungswicklungen 35 bis 37 abgeben. Durch die Anordnung der Kühlelemente 48 und 49 jeweils genau zwischen den Wicklungsteilanordnungen 32 und 34 werden die Wicklungsteilanordnungen 32 bis 34 gegeneinander thermisch abgeschirmt und die jeweils von den Oberspannungswicklungen 35 bis 37 abgegebene Wärme von den Kühlelementen 48 und 49 aufgenommen und an die Kühlluft 19 abgegeben. Durch diese thermische Abschirmung kann die Breite B3 des Transfornators 1A kleiner gewählt werden als ohne das Vorzehen solcher Kühlelemente 48 und 49, da dann der jeweilige Abstand zwischen den Wicklungsteilanordnungen 32 bis 34 bzw. deren Oberspannungswicklungen 35 und 36 bzw. 36 und 37 größer gewählt werden müssen, damit ein Durchströmen mit Kühl Luft 19 allein zu deren Kühlung im Nennbetrieb ausreicht und eine unzulässig hohe Erwärmung der Oberspannungswicklungen 35 bis 37 vermieden ist.

**[0029]** Die Optimierung der Breite B3 ist selbstverständlich auch bei Wicklungsteilanordnungen mit einem anderen nicht kreisförmigen Querschnitt, beispielsweise elliptischem Querschnitt, möglich.

**[0030]** Die Wicklungen 10 bis 15 sowie 35 bis 40 können jeweils als selbsttragende Wicklung mit einer Trockenisolierung ausgebildet sein. Als Isoliermaterial kommt dabei insbesondere Gießharz oder Klebharz zum Einsatz; auch kann Glasfasermaterial zur Isolierung verwendet werden.

## Patentansprüche

1. Elektrische Wicklungsanordnung (2,2a) mit zumindest zwei nebeneinander angeordneten Wicklungsteilanordnungen (3,4;32,33), wobei zwischen den Wicklungsteilanordnungen (3,4;32,33) ein Kühlelement (20;48) angeordnet ist und die Wicklungsteilanordnungen (3,4;32,33) unter Belassung eines Spalts (22) nebeneinander angeordnet sind,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** das Kühlelement (20) als Kühlplatte ausgebildet ist, die den Spalt (22) in zwei Teilspalten (22A,22B) teilt.
2. Elektrische Wicklungsanordnung (2,2a) nach Anspruch 1,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die Kühlplatte (20) Kühlkanäle (28) zur Durchströmung mit einem Kühlfluid (19) aufweist.
3. Elektrische Wicklungsanordnung (2,2a) nach einem der Ansprüche 1 bis 2,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** das Kühlelement (48) vollständig aus elektrischem Isolierstoff besteht.
4. Elektrische Wicklungsanordnung (2,2ä) nach einem der Ansprüche 1 bis 2,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** das Kühlelement (20) aus Metall mit einem elektrischen Isolierstoff als

Überzug gebildet ist.

5. Elektrische Wicklungsanordnung (2,2a) nach einem der Ansprüche 1 bis 2,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** das Kühlelement (48) vollständig aus einem Metall gebildet ist.
6. Elektrische Wicklungsanordnung (2,2a) nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die Wicklungsteilanordnungen (3,4;32,33) Bestandteile eines Transfornators (1,1A) sind und jeweils einen Kernschenkel (6,5;44,45) eines geschlossenen Transfornatorkerns (9;47) umschließen, wobei das Kühlelement (20;48) im Fenster (30) des Transfornatorkerns (9;47) angeordnet ist.

## Claims

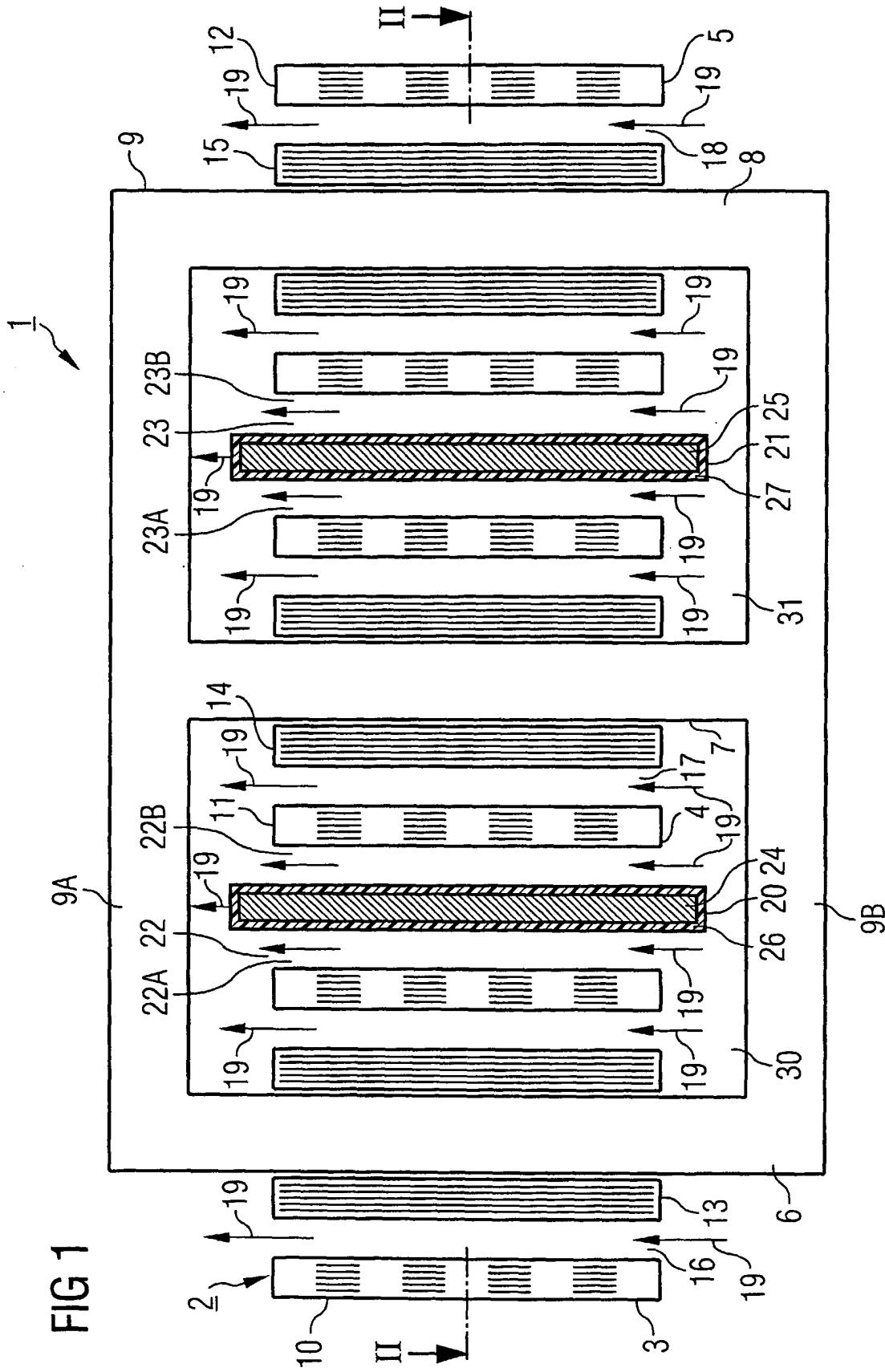
1. Electrical winding arrangement (2, 2a) with at least two winding subarrangements (3, 4; 32, 33) arranged next to one another, a cooling element (20; 48) being arranged between the winding subarrangements (3, 4; 32, 33), and the winding subarrangements (3, 4; 32, 33) being arranged next to one another with a gap (22), **characterized in that** the cooling element (20) is in the form of a cooling plate, which divides the gap (22) into two subgaps (22A, 22B).
2. Electrical winding arrangement (2, 2a) according to Claim 1, **characterized in that** the cooling plate (20) has cooling channels (28) through which a cooling fluid (19) flows.
3. Electrical winding arrangement (2, 2a) according to either of Claims 1 and 2, **characterized in that** the cooling element (48) consists completely of an electrical insulating material.
4. Electrical winding arrangement (2, 2a) according to either of Claims 1 and 2, **characterized in that** the cooling element (20) is formed from metal with an electrical insulating material as a coating.
5. Electrical winding arrangement (2, 2a) according to either of Claims 1 and 2, **characterized in that** the cooling element (48) is formed completely from a metal.
6. Electrical winding arrangement (2, 2a) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the winding subarrangements (3, 4; 32, 33) are components of a transformer (1, 1A) and each surround a core limb (6, 5; 44, 45) of a closed transformer core (9; 47), the cooling element (20; 48) being arranged in the window (30) of the transformer core (9; 47).

**Revendications**

1. Système ( 2, 2a ) d'enroulement électrique, comprenant au moins deux sous-systèmes ( 3, 4 ; 32, 33 ) d'enroulement, un élément ( 20, 48 ) de refroidissement étant disposé entre les sous-systèmes ( 3, 4 ; 32, 33 ) d'enroulement, et les sous-systèmes ( 3, 4 ; 32, 33 ) étant disposés côté à côté en laissant un intervalle ( 22 ),  
**caractérisé en ce que** l'élément ( 20 ) de refroidissement est constitué sous la forme d'une plaque de refroidissement qui sépare l'intervalle ( 22 ) en deux sous-intervalles ( 22A, 22B ). 10
  
2. Dispositif ( 2, 2a ) d'enroulement électrique suivant la revendication 1, **caractérisé en ce que** la plaque ( 20 ) de refroidissement a des canaux ( 28 ) de refroidissement de passage d'un fluide ( 19 ) de refroidissement. 15
  
3. Dispositif ( 2, 2a ) d'enroulement électrique suivant l'une des revendications 1 à 2,  
**caractérisé en ce que** l'élément ( 48 ) de refroidissement est constitué entièrement en un isolant électrique. 20 25
  
4. Dispositif ( 2, 2a ) d'enroulement électrique suivant l'une des revendications 1 à 2,  
**caractérisé en ce que** l'élément ( 20 ) de refroidissement est en un métal ayant une substance isolante du point de vue électrique comme revêtement. 30
  
5. Dispositif ( 2, 2a ) d'enroulement électrique suivant l'une des revendications 1 à 2,  
**caractérisé en ce que** l'élément ( 48 ) de refroidissement est entièrement en un métal. 35
  
6. Dispositif ( 2, 2a ) d'enroulement électrique suivant l'une des revendications précédentes,  
**caractérisé en ce que** les sous-systèmes ( 3, 4, ; 32, 33 ) d'enroulement font partie d'un transformateur ( 1, 1A ) et entourent un noyau ( 9 ; 47 ) de transformateur fermé, l'élément ( 20 ; 48 ) de refroidissement étant disposé dans la fenêtre ( 30 ) du noyau ( 9 ; 47 ) du transformateur. 40 45

50

55



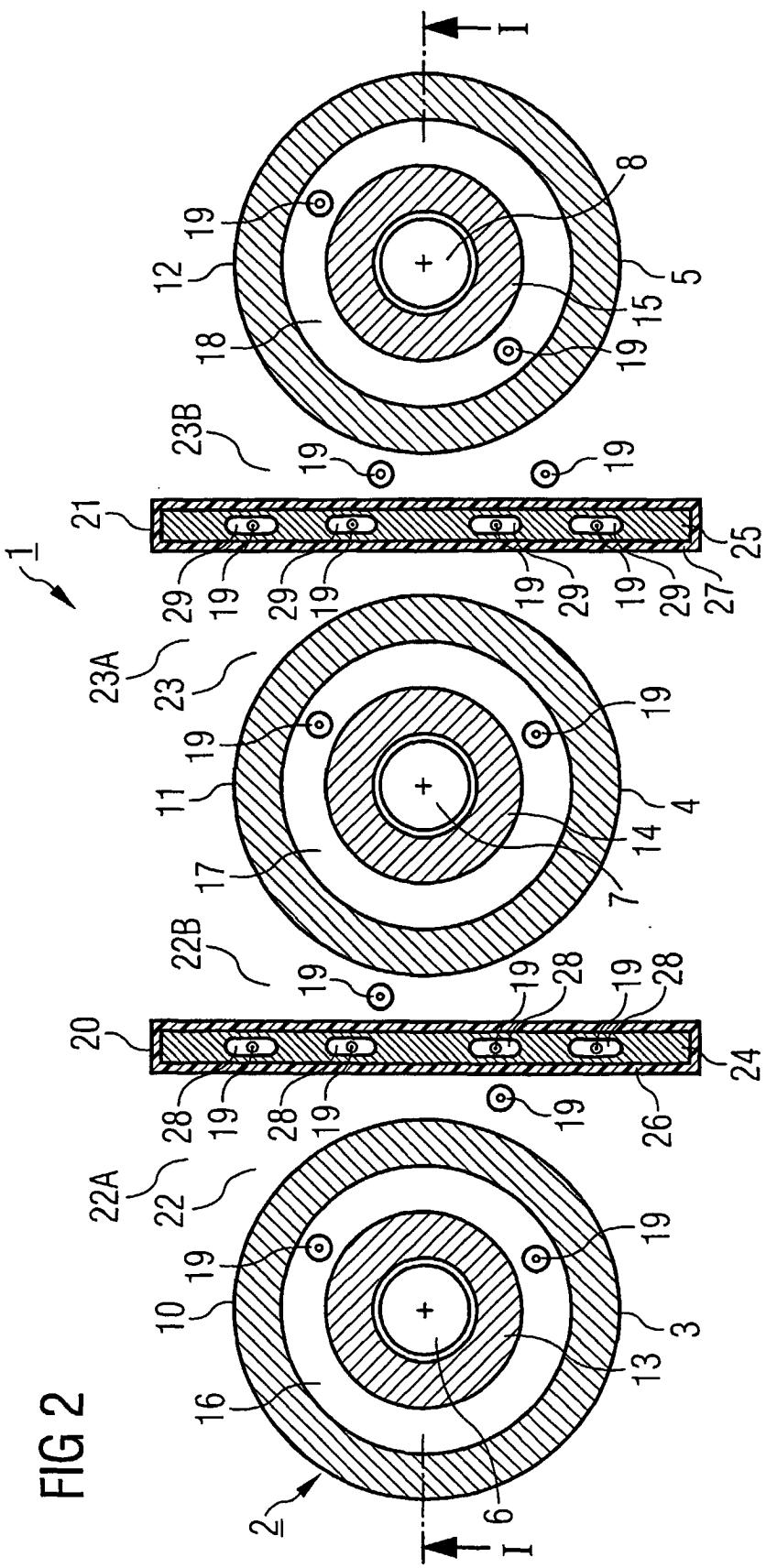
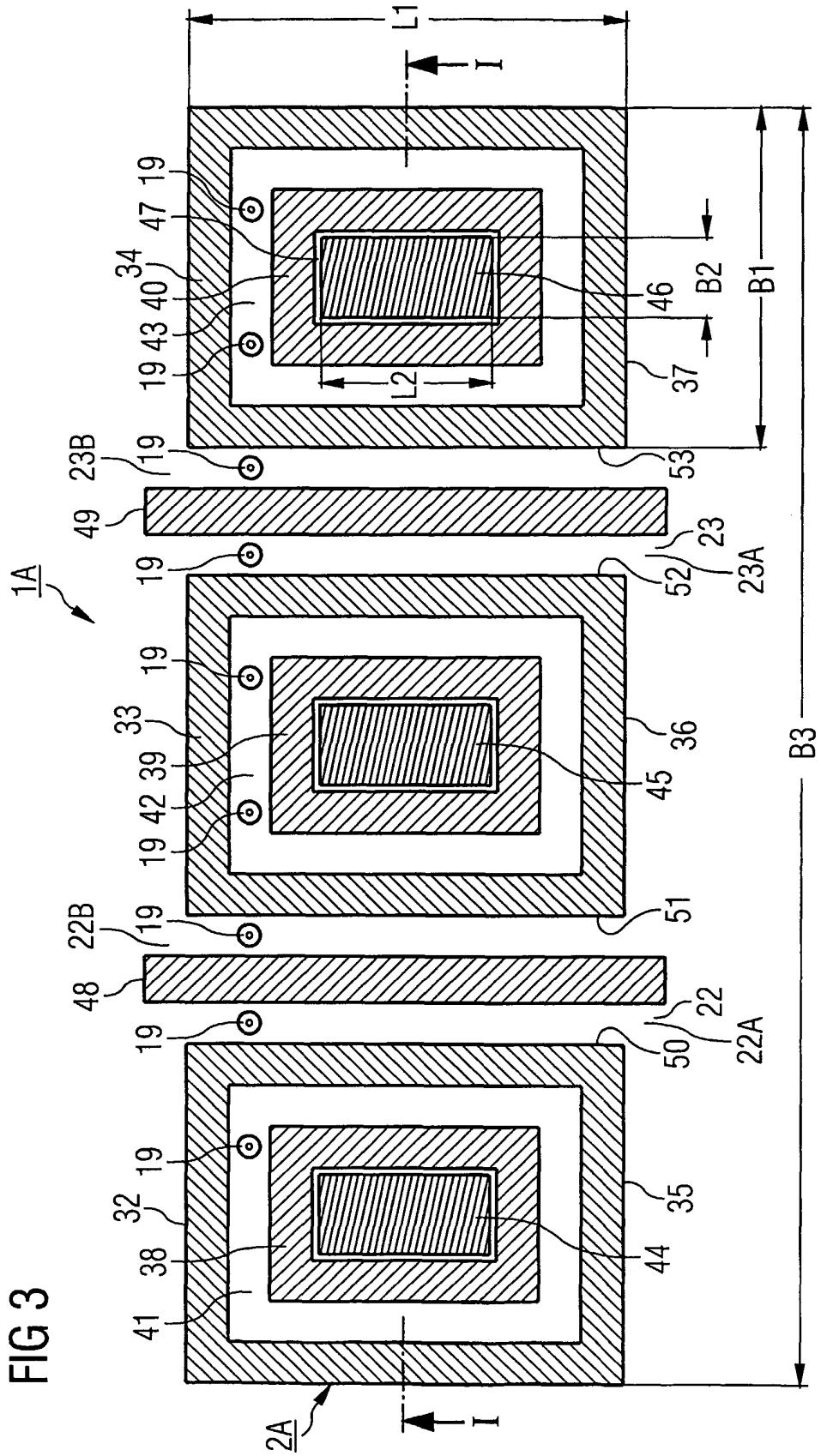


FIG 2

FIG 3



**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 19912280 C1 [0002] [0004]
- WO 9834238 A [0003]