

(19)



(11)

EP 2 387 047 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
06.06.2012 Patentblatt 2012/23

(51) Int Cl.:
H01F 17/04 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10305507.5**

(22) Anmeldetag: **12.05.2010**

(54) **Verfahren zur Herstellung einer elektrischen Wicklung und elektrischer Leiter**

Electrical conductor and method for producing an electrical coil

Procédé de fabrication d'un enroulement électrique et conducteur électrique

(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 SE SI SK SM TR**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
16.11.2011 Patentblatt 2011/46

(73) Patentinhaber: **Essex Europe
60200 Compiègne (FR)**

(72) Erfinder: **Tillner, Siegbert
57339 Erndtebrück (DE)**

(74) Vertreter: **Döring, Roger et al
Patentanwalt
Weidenkamp 2
30855 Langenhagen (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A2- 0 917 164 EP-A2- 2 103 637
DE-A1- 2 108 343 DE-A1- 2 363 981
DE-A1- 19 727 758 US-A- 4 321 426**

EP 2 387 047 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 bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung einer elektrischen Wicklung für ein elektrisches Gerät, in welchem die Wicklung in eine der Kühlung dienende Flüssigkeit eingebettet ist, mit welchem zunächst ein Leiter hergestellt wird, in dem eine Vielzahl von isolierten elektrischen Einzelleitern mit rechteckigem Querschnitt mit ihren Flachseiten aneinander liegend in mindestens einem Stapel angeordnet wird, um den zur Erzeugung einer gemeinsamen Isolierung aus Isoliermaterial bestehendes Wickelmaterial herumgewickelt wird, und mit welchem anschließend der Leiter zu einer einteiligen Wicklung geformt wird sowie auf einen elektrischen Leiter (DE 197 27 758 A1).

[0002] Ein für eine derartige Wicklung einsetzbarer Leiter ist beispielsweise ein Drilleiter, der in Wicklungen für Transformatoren verwendet wird, in welchen Öl als Kühlmittel enthalten ist. Ein solcher Drilleiter besteht aus zwei Stapeln von flachen, isolierten elektrischen Einzelleitern, die in ihrem Verlauf durch ständigen Platztausch von einem Stapel in den anderen verdrillt sind. Um einen solchen Leiter werden entsprechend der eingangs erwähnten DE 197 27 758 A1 mehrere Lagen aus Papier als Isolierung herumgewickelt. Zwischen den Windungen einer aus einem solchen Leiter hergestellten Wicklung verbleibt ein Spalt zum Durchtritt des Kühlmittels, der durch Abstandshalter eingestellt wird. Beim Herstellen der Wicklung und auch beim Betrieb derselben kann es geschehen, daß die Papierlagen sich lockern und aufbauschen, so daß der Spalt zwischen den Windungen zumindest teilweise zugesetzt wird. Die Kühlung der Wicklung wird dadurch wesentlich verschlechtert.

[0003] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, das eingangs geschilderte Verfahren so weiterzubilden, daß eine ausreichende Kühlung einer mit dem entsprechenden Leiter hergestellten Wicklung auf Dauer gewährleistet ist.

[0004] Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung dadurch gelöst,

- daß der Leiter mit einem band- bzw. strangförmigen Wickelmaterial aus einem Kunststoff mit eingepprägtem Formgedächtnis umgewickelt wird, das eine durch Strecken erzeugte, gegenüber seiner Ursprungslänge größere Länge hat und bei Wärmezufuhr kürzer wird, und
- daß die fertige Wicklung auf eine Temperatur erwärmt wird, bei welcher das Wickelmaterial in Wickelrichtung kürzer wird.

[0005] Das bei diesem Verfahren eingesetzte Wickelmaterial kann beispielsweise als Band oder Gewebe oder Schnur ausgeführt sein. Es besteht aus einem Kunststoff mit eingepprägtem Formgedächtnis, das im Wege der Vorfertigung gedehnt und in dem dadurch verlängerten Zustand durch Abkühlung gehalten bzw. "eingefroren" ist. Ein solches einlagig oder mehrlagig aus-

geführtes Wickelmaterial geht bei Wärmezufuhr dank seines Formgedächtnisses auf seine ursprüngliche Länge zurück. Es wird dann also kürzer. Ein entsprechend der Erfindung verlängertes Wickelmaterial kann in herkömmlicher Technik um den Stapel aus Einzelleitern, also den Leiter, herumgewickelt werden, so daß es denselben ausreichend fest umgibt. Die Umwicklung mit dem Wickelmaterial entspricht in der Festigkeit etwa der üblichen Umwicklung mit anderen Materialien, so daß der Leiter eine für seine Weiterverarbeitung ausreichende Biegebarkeit hat. Der so umwickelte Leiter kann daher ebenfalls in herkömmlicher Technik zu einer Wicklung verarbeitet werden, deren Windungen durch einen Spalt getrennt sind. Nach Fertigstellung der Wicklung wird dieselbe auf eine vorgegebene Mindesttemperatur erwärmt. Dazu kann sie beispielsweise zum Austreiben von Restfeuchtigkeit und zum Verbacken von Lack, wenn ein solcher als Isolierung und zur Verfestigung auf die Einzelleiter aufgetragen ist, in einen Trockenofen eingebracht werden. Durch die dabei stattfindende Wärmezufuhr wird das Wickelmaterial in Richtung seiner ursprünglichen Länge, auf die es zurückgehen will, kürzer, so daß es sich mit erhöhter Kraft um den Leiter legt. Der zwischen den Windungen der Wicklung eingestellte Spalt bleibt dadurch auf Dauer in seiner ganzen lichten Weite erhalten, so daß die Kühlung der Wicklung während ihres Betriebs ständig sichergestellt ist.

[0006] Kunststoffe mit eingepprägtem Formgedächtnis im Sinne der Erfindung gehen beispielsweise aus der EP 2 103 637 A2 hervor. Es handelt sich dabei im wesentlichen um Polymere und/oder Oligomere mit unterschiedlichsten Basismaterialien.

[0007] Das Verfahren nach der Erfindung und ein damit hergestellter Leiter werden anhand der Zeichnungen als Ausführungsbeispiel erläutert.

[0008] Es zeigen:

Fig. 1 einen Abschnitt eines Leiters nach der Erfindung.

Fig. 2 schematisch eine Anordnung zur Durchführung des Verfahrens nach der Erfindung.

[0009] Statt des Wortes "Wickelmaterial" wird im folgenden der Einfachheit halber das Wort "Band" verwendet.

[0010] Der Leiter nach der Erfindung besteht in einfachster Ausführungsform aus einem Stapel von flachen, isolierten elektrischen Einzelleitern mit etwa rechteckigem Querschnitt, die mit ihren Flachseiten aneinander liegen. In bevorzugter Ausführungsform ist der Leiter ein Drilleiter mit zwei nebeneinander liegenden Stapeln von Einzelleitern, so wie er in Fig. 1 dargestellt ist. Die Einzelleiter können beispielsweise mit einem sogenannten Backlack isoliert sein, der bei Wärmezufuhr aktiviert wird und ein Verbacken der Einzelleiter im jeweiligen Stapel bewirkt.

[0011] Der in Fig. 1 dargestellte Drilleiter 1 - im folgenden weiter kurz "Leiter 1" genannt - besteht aus zwei ne-

beneinander liegenden Stapeln von flachen, isolierten elektrischen Einzelleitern 2 mit etwa rechteckigem Querschnitt, die mit ihren Flachseiten aufeinander liegen. Die Einzelleiter 2 bestehen vorzugsweise aus Kupfer. Sie sind mit einem Isolierlack isoliert, insbesondere einem Backlack. Um beim Einsatz des Leiters 1 in einer Wicklung den Einfluß der Stromverdrängung möglichst gering zu halten, wird auf der ganzen Länge desselben ein sich ständig wiederholender Wechsel der Einzelleiter 2 von einem Stapel zum anderen vorgenommen. Zu diesem Zweck werden die Einzelleiter 2 mittels eines geeigneten Werkzeugs an aus Fig. 1 hervorgehenden Stellen 3 gekröpft, und zwar jeweils ein oben liegender und ein unten liegender Einzelleiter. Das geschieht kontinuierlich. Der damit durchgeführte regelmäßige Wechsel der Einzelleiter 2 im Querschnitt des Leiters 1 führt auch zu geringeren Wirbelstromverlusten.

[0012] Um den Leiter 1 ist als Isolierung ein Band 4 herumgewickelt, das aus einem Kunststoff mit eingepprägtem Formgedächtnis besteht. Es wird in verlängertem Zustand, in welchen es durch Dehnung und "Einfrieren" gebracht ist, mit üblicher Festigkeit um den Leiter 1 herumgewickelt. Dabei kann es überlappend oder auf Stoß um den Leiter herumgewickelt sein, aber auch mit Lücken zwischen den einzelnen Windungen.

[0013] Der Leiter 1 wird kontinuierlich in großer Länge, quasi "endlos" gefertigt. Er kann dabei auf eine Spule aufgewickelt oder auch direkt zu einer Wicklung für ein elektrisches Gerät, insbesondere einen Transformator, weiterverarbeitet werden. Für eine solche Weiterverarbeitung kann der Leiter 1 gegebenenfalls mit der Spule zu einer anderen Fertigungsstätte transportiert und dort wieder von der Spule abgewickelt werden.

[0014] Zur Herstellung einer elektrischen Wicklung W wird der Leiter 1 gemäß Fig. 2 auf einen mechanisch stabilen Kern 5 mit vorgegebenem Durchmesser aufgewickelt, und zwar mit einer Lücke bzw. einem Spalt zwischen seinen Windungen, die bzw. der durch Anbringung von Abstandshaltern eingestellt werden kann. Die fertige Wicklung W wird vor ihrem Einsatz in einem elektrischen Gerät auf eine vorgegebene Temperatur erwärmt, bei welcher das Band 4 in seiner Längsrichtung schrumpft bzw. kürzer wird und sich mit erhöhter Festigkeit um den Leiter 1 legt. Dazu kann die Wicklung W beispielsweise in einen Trockenofen 6 eingebracht werden, in welchem sie beispielsweise zum Austreiben von Restfeuchtigkeit und/oder zur Aktivierung eines auf den Einzelleitern 2 angebrachten Backlacks erwärmt wird.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung einer elektrischen Wicklung für ein elektrisches Gerät, in welchem die Wicklung in eine der Kühlung dienende Flüssigkeit eingebettet ist, mit welchem zunächst ein Leiter hergestellt wird, in dem eine Vielzahl von isolierten elektrischen Einzelleitern mit rechteckigem Querschnitt

mit ihren Flachseiten aneinander liegend in mindestens einem Stapel angeordnet wird, um den zur Erzeugung einer gemeinsamen Isolierung aus Isoliermaterial bestehendes Wickelmaterial herumgewickelt wird, und mit welchem anschließend der Leiter zu einer einteiligen Wicklung geformt wird, **dadurch gekennzeichnet,**

- **daß** der Leiter (1) mit einem band- bzw. strangförmigen Wickelmaterial aus einem Kunststoff mit eingepprägtem Formgedächtnis umgewickelt wird, das eine durch Strecken erzeugte, gegenüber seiner Ursprungslänge größere Länge hat und bei Wärmezufuhr kürzer wird, und
- **daß** die fertige Wicklung (W) auf eine Temperatur erwärmt wird, bei welcher das Wickelmaterial in Wickelrichtung kürzer wird.

2. Elektrischer Leiter zur Herstellung einer Wicklung für ein elektrisches Gerät, in welchem die Wicklung in eine der Kühlung dienende Flüssigkeit eingebettet ist, welcher aus einer Vielzahl von isolierten elektrischen Einzelleitern mit rechteckigem Querschnitt besteht, die mit ihren Flachseiten aneinander liegend in mindestens einem Stapel angeordnet und von einer gemeinsamen Isolierung umgeben sind, welche aus einem um den Stapel herumgewickelten Wickelmaterial aus Isoliermaterial besteht, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Wickelmaterial aus einem Kunststoff mit eingepprägtem Formgedächtnis besteht, das beim Umwickeln des Stapels aus Einzelleitern (2) eine durch Strecken erzeugte, gegenüber seiner Ursprungslänge größere Länge hat und bei Wärmezufuhr in Wickelrichtung kürzer wird.
3. Leiter nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, daß** er als Drilleiter mit zwei nebeneinander liegenden Stapeln von Einzelleitern (2) ausgeführt ist.

Claims

1. A method for the production of an electrical winding for an electrical device, in which the winding is embedded in a liquid which is used for cooling, by which at first a conductor is produced, which comprises a plurality of insulated electrical individual conductors having a rectangular cross section, which are arranged in at least one stack, with their flat faces resting on one another, around which winding material composed of insulating material is wound in order to produce a common insulation, and by which the conductor is then shaped to form a single-part winding, **characterized in**

- **that** a winding material in the form of a ribbon or a strip which consists of a plastic with impressed shape memory is wound around the

conductor (1), which winding material has a greater length than its original length, with this greater length being produced by stretching and which is shortened when it is heated, and

- **that** the finished winding (W) is heated to a temperature at which the winding material becomes shorter in the winding direction.

2. An electrical conductor for the production of a winding for an electrical device, in which the winding is embedded in a liquid which is used for cooling, which comprises a plurality of insulated electrical individual conductors having a rectangular cross section, which are arranged in at least one stack, with their flat faces resting on one another, and which are surrounded by a common insulation, which consists of winding material composed of insulating material that is wound around the stack, **characterized in that** the winding material consists of a plastic with impressed shape memory which has during the procedure of winding around the stack of individual conductors (2) a greater length than its original length, with this greater length being produced by stretching and which is shortened when it is heated.

3. A conductor according to claim 2, **characterized in that** it is a transposed conductor having two stacks of individual conductors (2) lying side by side.

Revendications

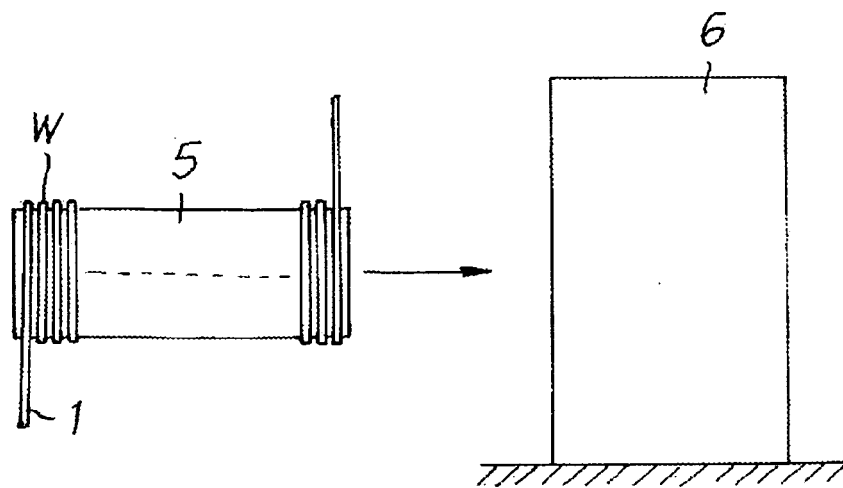
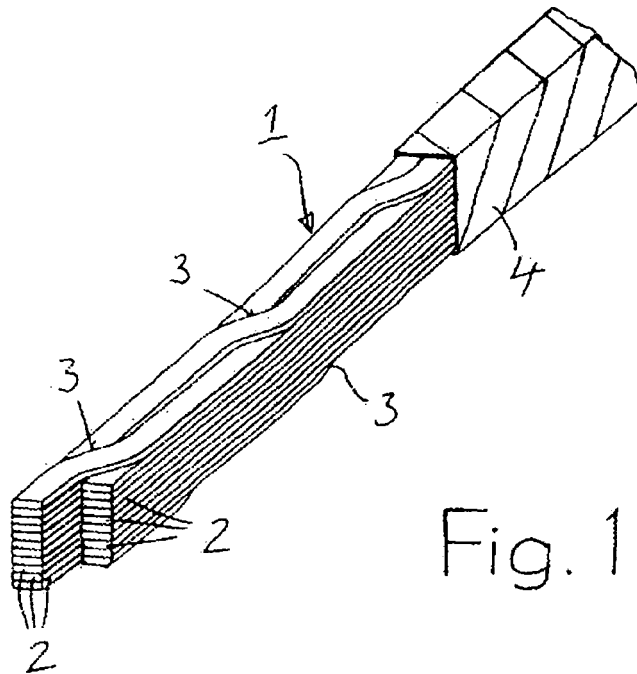
1. Procédé de réalisation d'un enroulement électrique pour un appareil électrique dans lequel l'enroulement est immergé dans un liquide servant au refroidissement, avec lequel est tout d'abord fabriqué un conducteur dans lequel est disposée une pluralité de conducteurs individuels électriques isolés de section rectangulaire avec leurs côtés plats reposants les uns contre les autres en au moins une pile, autour de laquelle est enroulé un matériau d'enroulement composé de matériau isolant en vue de produire une isolation commune, et avec lequel le conducteur est ensuite façonné en un enroulement monobloc, **caractérisé en ce**

- **qu'un** enroulement est effectué autour du conducteur (1) avec un matériau d'enroulement en forme de bande ou de faisceau en une matière plastique à mémoire de forme marquée, laquelle présente une longueur produite par l'extension qui est plus grande que sa longueur initiale et qui devient plus courte lors d'un apport de chaleur, et

- **que** l'enroulement terminé (W) est chauffé à une température à laquelle le matériau d'enroulement se raccourcit dans le sens de l'enroulement.

2. Conducteur électrique pour réaliser un enroulement pour un appareil électrique dans lequel l'enroulement est immergé dans un liquide servant au refroidissement, lequel se compose d'une pluralité de conducteurs individuels électriques isolés de section rectangulaire qui sont disposés avec leurs côtés plats reposants les uns contre les autres en au moins une pile et sont entourés d'une isolation commune qui se compose d'un matériau d'enroulement en matériau isolant enroulé autour de la pile, **caractérisé en ce que** le matériau d'enroulement se compose d'une matière plastique à mémoire de forme marquée, laquelle présente, lors de l'enroulement autour de la pile de conducteurs individuels (2), une longueur produite par l'extension qui est plus grande que sa longueur initiale et qui devient plus courte lors d'un apport de chaleur dans le sens de l'enroulement.

3. Conducteur selon la revendication 2, **caractérisé en ce qu'il** est réalisé sous la forme d'un conducteur torsadé avec deux piles de conducteurs individuels (2) reposant l'une à côté de l'autre.



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 19727758 A1 [0001] [0002]
- EP 2103637 A2 [0006]