



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
16.11.2011 Patentblatt 2011/46

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

(21) Anmeldenummer: **10305507.5**

(22) Anmeldetag: **12.05.2010**

(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
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME RS

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

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

(71) Anmelder: **Essex Europe**
60200 Compiègne (FR)

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

(57) Es wird ein Verfahren zur Herstellung einer elektrischen Wicklung für ein elektrisches Gerät angegeben, in welchem die Wicklung in eine der Kühlung dienende Flüssigkeit eingebettet ist. Zunächst wird ein Leiter hergestellt, in dem eine Vielzahl von isolierten elektrischen Einzelleitern mit rechteckigem Querschnitt mit ihren Flachseiten aneinander liegend in mindestens einem Stapel angeordnet wird. Um den Stapel wird zur Erzeugung einer gemeinsamen Isolierung aus Isoliermaterial

bestehendes Wickelmaterial herumgewickelt und anschließend wird der Leiter zu einer einteiligen Wicklung geformt. Für die Umwicklung wird ein band- bzw. strangförmiges Wickelmaterial aus einem Kunststoff mit eingepägtem Formgedächtnis verwendet, das eine durch Strecken erzeugte, gegenüber seiner Ursprungslänge hat. Die fertige Wicklung wird auf eine Temperatur erwärmt, bei welcher das Wickelmaterial in Wickelrichtung kürzer wird.

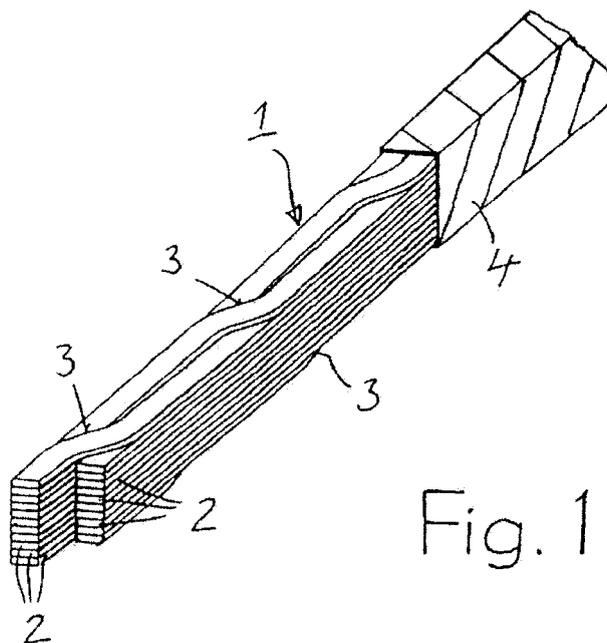


Fig. 1

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

nebeneinander 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.

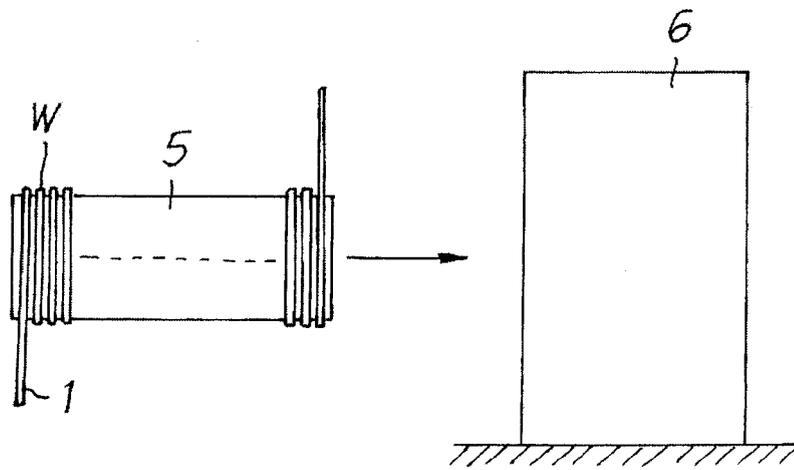
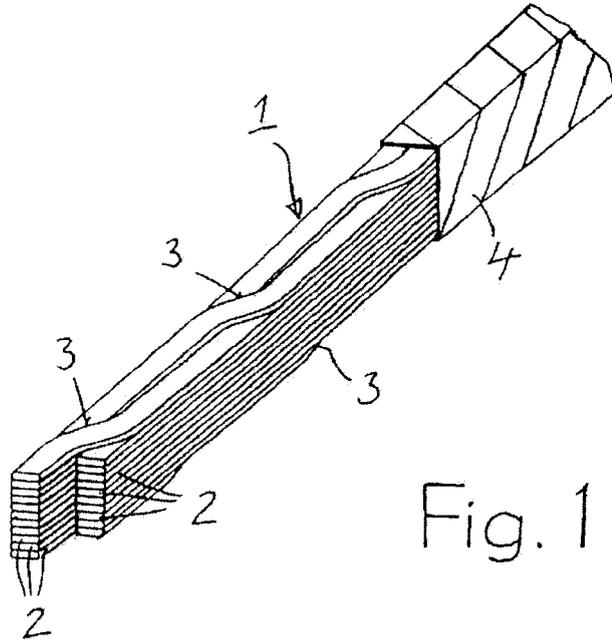
Patentansprüche

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.





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 10 30 5507

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	DE 197 27 758 A1 (ALSTHOM CGE ALCATEL [FR]) 22. Oktober 1998 (1998-10-22) * das ganze Dokument * -----	1-3	INV. H01F17/04
A	EP 2 103 637 A2 (GT ELEKTROTECHNISCHE PRODUKTE [DE]) 23. September 2009 (2009-09-23) * Seite 6, Zeilen 4-10, 48-52 * -----	1,2	
A	DE 23 63 981 A1 (TRANSFORMATOREN UNION AG) 3. Juli 1975 (1975-07-03) * Seite 2, Zeilen 7-10 * * Seite 2, Zeile 16 - Seite 3, Zeile 8 * * Seite 3, Zeile 24 - Seite 4, Zeile 1 * -----	1-3	
A	DE 21 08 343 A1 (TRANSFORMATOREN UNION AG) 7. September 1972 (1972-09-07) * Seite 1, Zeilen 1-3; Abbildung 1 * * Seite 2, Zeilen 25-32 * -----	1-3	
A	US 4 321 426 A (SCHAEFFER FRIEDRICH K ET AL) 23. März 1982 (1982-03-23) * Spalte 1, Zeilen 14-17, 39-48 * * Spalte 2, Zeile 47 - Spalte 3, Zeile 35 * -----	1-3	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) H01F
A	EP 0 917 164 A2 (CIT ALCATEL [FR]) 19. Mai 1999 (1999-05-19) * Absatz [0023]; Abbildung 1 * -----	1-3	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 17. September 2010	Prüfer Van den Berg, G
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	

1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 10 30 5507

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.

17-09-2010

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19727758	A1	22-10-1998	KEINE	
EP 2103637	A2	23-09-2009	DE 102008016123 A1	24-09-2009
DE 2363981	A1	03-07-1975	KEINE	
DE 2108343	A1	07-09-1972	KEINE	
US 4321426	A	23-03-1982	KEINE	
EP 0917164	A2	19-05-1999	CA 2251138 A1	12-05-1999
			DE 19750064 A1	20-05-1999
			US 6087583 A	11-07-2000

EPO FORM P/461

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

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]