

(19)



(11)

EP 3 144 944 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
22.03.2017 Patentblatt 2017/12

(51) Int Cl.:
H01F 27/28 ^(2006.01) **H01F 27/32** ^(2006.01)
H01F 27/36 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **15185886.7**

(22) Anmeldetag: **18.09.2015**

(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:
MA

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

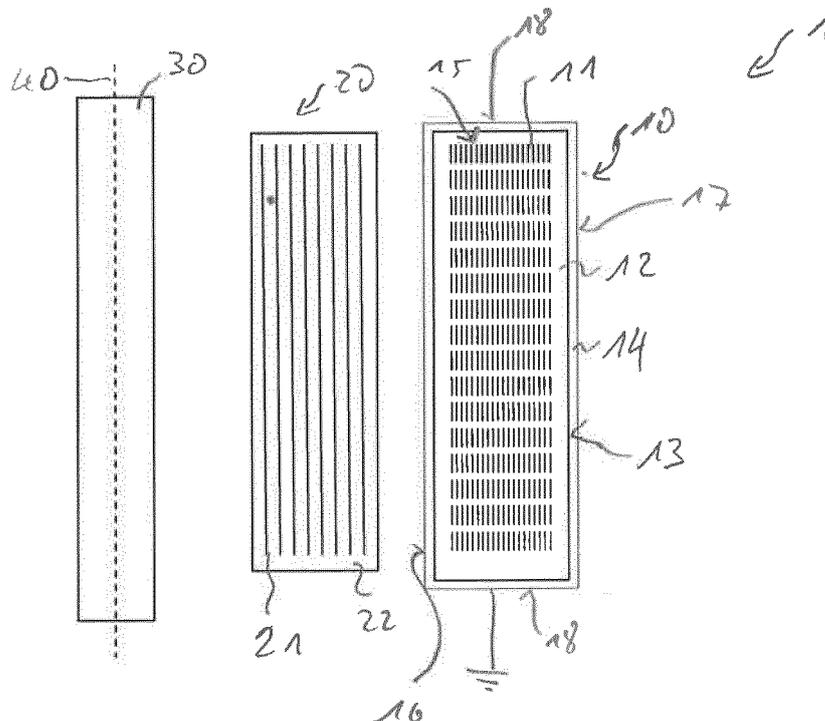
(72) Erfinder:
 • **HOFMANN, Bernd**
73230 Kirchheim (DE)
 • **MAI, Tim-Felix**
73240 Wendlingen (DE)

(54) **ELEKTRISCHE WICKLUNG, TROCKENTRANSFORMATOR MIT EINER SOLCHEN ELEKTRISCHEN WICKLUNG UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINER ELEKTRISCHEN WICKLUNG**

(57) Die Erfindung betrifft eine elektrische Wicklung (10, 20) für einen Trockentransformator (1), die es erlaubt auch bei höheren Spannungsklassen einen kompakten Trockentransformator (1) zu bauen. Dazu weist die elektrische Wicklung (10, 20) mehrere zu einer Spule (15) gewickelte Windungen eines Wicklungsleiters (11) auf.

Die Spule (15) ist in einen festen Isolierkörper (12) eingebettet. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass auf die Oberfläche (13) des Isolierkörpers (12) eine Beschichtung (14) aus einem elektrisch leitfähigen Material aufgebracht ist.

Fig. 2



EP 3 144 944 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine elektrische Wicklung für einen Trockentransformator.

[0002] Trockentransformatoren, insbesondere Gießharztransformatoren sind Leistungstransformatoren, die in der Energietechnik zur Transformation von Spannungen bis circa 36 kV auf der Oberspannungsseite eingesetzt werden. Bei solchen Transformatoren sind eine Unterspannungswicklung und eine Oberspannungswicklung koaxial um einen Schenkel eines Kerns angeordnet. Als Unterspannungswicklung wird dabei diejenige Wicklung mit der niedrigeren Spannung, als Oberspannungswicklung diejenige mit der höheren Spannung bezeichnet. Beide Wicklungen sind in ein festes Isoliermaterial eingebettet, im Fall der Oberspannungswicklung wird häufig ein Gießharz dafür verwendet. Solch ein Trockentransformator ist aus der EP 1 133 779 B1 bekannt.

[0003] Soll solch ein Trockentransformator für höhere Spannungen als 36 kV ausgelegt werden, wird dieser deutlich größer ausfallen, als ein solcher einer niedrigeren Spannungsstufe, da insbesondere der Abstand zwischen Oberspannungswicklung und Unterspannungswicklung vergrößert werden muss.

[0004] Vor diesem Hintergrund ist es Aufgabe der Erfindung, eine elektrische Wicklung für einen Trockentransformator, einen Trockentransformator, sowie ein Verfahren zur Herstellung einer elektrischen Wicklung anzugeben, die eine kompaktere Bauweise eines Trockentransformators erlauben.

[0005] Dazu ist eine elektrische Wicklung für einen Trockentransformator vorgesehen, insbesondere eine Oberspannungswicklung, die einen Wicklungsleiter aufweist, der in mehreren Windungen zu einer Spule gewickelt ist. Der Wicklungsleiter kann dabei ein Folienleiter, ein Bandleiter oder ein Drahtleiter sein. Die Spule ist in einen Isolierkörper aus einem festen Isoliermaterial eingebettet. Häufig wird hierfür ein Gießharz verwendet, mit dem die Spule umgossen wird und das nach dem Verguss ausgehärtet wird. Im Ergebnis erhält man eine mechanisch stabile Wicklung in Form eines Hohlzylinders, deren Spule gut vor Umwelteinflüssen geschützt ist. Erfindungsgemäß ist auf einer Oberfläche des Isolierkörpers eine Beschichtung aus einem elektrisch leitfähigen Material aufgebracht. In Fachkreisen und im Sinne der Erfindung wird ein Material als elektrisch leitfähig angesehen, wenn seine spezifische elektrische Leitfähigkeit größer als 10^{-8} Siemens pro Meter (S/m) ist. Darunter gilt ein Material als Isolator oder als nicht leitend. Die Beschichtung sollte zumindest auf der Innenmantelfläche des Isolierkörpers aufgebracht sein, vorzugsweise auch auf den Stirnflächen. Besonders bevorzugt ist die Beschichtung auf der gesamten Oberfläche des Isolierkörpers aufgebracht, also neben der Innenmantelfläche und den Stirnflächen auch auf der Außenmantelfläche. Durch eine solche Beschichtung wird das elektrische Feld der elektrischen Wicklung weitgehend im Gießharz

abgebaut und wird so außerhalb der Wicklung auf eine Größe reduziert, die es erlaubt, dass der Abstand zu anderen Bestandteilen des Transformators wie Kern oder Unterspannungswicklung dadurch geringer ausfallen kann, was eine kompaktere Bauweise ermöglicht.

[0006] Bevorzugt ist die Beschichtung aus einem halbleitenden Material. Als halbleitend wird ein Material in Fachkreisen und im Sinne der Erfindung angesehen, wenn sein spezifischer Widerstand größer als 10^{-8} Siemens pro Meter und kleiner als 10^6 Siemens pro Meter ist. Da eine elektrisch leitfähige Beschichtung, insbesondere eine der gesamten Oberfläche, einer Wicklung eine Kurzschlusswicklung darstellt, wird in dieser ein Strom fließen, der eine Verlustleistung erzeugt. Mit einer Beschichtung aus einem halbleitenden Material kann diese Verlustleistung begrenzt werden.

[0007] Geeignete leitende oder halbleitende Beschichtungen sind bekannt unter anderem für die Beschichtung von Kabeln oder Leitern, beispielsweise aus der US 2015/0243409 A1 oder der DE 10 2005 018 615 A1. Sie enthalten meist leitende oder halbleitende Partikel in einem Trägermaterial. Über Material, Dichte und Größe der Partikel lässt sich die spezifische Leitfähigkeit der Beschichtung über einen weiten Bereich einstellen.

[0008] Vorzugsweise weist die Beschichtung einen spezifischen Flächenwiderstand, auch Schichtwiderstand genannt, von $10^2 \Omega/\square$ bis $10^5 \Omega/\square$ bevorzugt $10^3 \Omega/\square$ bis $10^4 \Omega/\square$ auf. Diesen Flächenwiderstand soll die elektrische Wicklung im Neuzustand aufweisen. Durch Alterung, Umwelteinflüsse oder Verschmutzung kann sich dieser verändern. Ein Flächenwiderstand dieser Größenordnung begrenzt einerseits die Verlustleistung besonders effektiv, bietet aber andererseits noch genügend Spielraum bei einer Reduktion des Flächenwiderstands durch Verschmutzung.

[0009] In einer bevorzugten Ausführung der Erfindung ist die Beschichtung durch ein Sprühverfahren aufgebracht. Dies gewährleistet einerseits eine gleichmäßige Schichtdicke und verhindert andererseits Luftporenschlüsse, die zu Teilentladungen führen würden.

[0010] Er wird als vorteilhaft angesehen, wenn die Beschichtung elektrisch geerdet ist. Hierdurch wird das elektrische Feld außerhalb der Wicklung besonders effektiv reduziert.

[0011] Die Aufgabe wird auch durch einen Trockentransformator gelöst. Ein solcher weist eine um einen Schenkel eines Kerns angeordnete Unterspannungswicklung und eine außen konzentrisch um die Unterspannungswicklung angeordnete Oberspannungswicklung auf. Hierbei ist zumindest die Oberspannungswicklung eine elektrische Wicklung wie vorher beschrieben.

[0012] Die Aufgabe wird auch durch ein Verfahren zur Herstellung einer elektrischen Wicklung gelöst. Die Verfahrensschritte dabei sind:

- Zunächst wird ein Wicklungsleiter in mehreren Windungen zu einer Spule gewickelt.
- Die Spule wird anschließend in einen festen Isolier-

körper eingebettet, vorzugsweise wird die Spule mit einem Gießharz umgossen, dass danach ausgehärtet wird.

- Auf die Oberfläche des Isolierkörpers wird danach eine Beschichtung aus einem elektrisch leitfähigen Material aufgebracht.

[0013] Die Beschichtung kann dabei auf die gesamte Oberfläche oder nur auf Teile der Oberfläche, wie bereits beschrieben, aufgebracht werden. Durch ein solches Verfahren ist eine elektrische Wicklung herstellbar, deren elektrisches Feld durch die Beschichtung weitgehend abgeschirmt wird, und die in einem Trockentransformator eingesetzt dadurch eine kompaktere Bauweise ermöglicht. Vorzugsweise ist die Beschichtung ein Lack. Das Aufbringen der Beschichtung kann dabei durch Spritzen, Sprühen, Streichen, Rollen oder als Tauchlackierung erfolgen.

[0014] Vorzugsweise ist die Beschichtung aus einem halbleitenden Material.

[0015] Besonders bevorzugt ist die Beschichtung in einem Sprühverfahren aufgebracht, wodurch sich eine besonders gleichmäßige Schichtdicke erreichen lässt.

[0016] Im Folgenden wird die Erfindung anhand der Zeichnungen näher erläutert. Dabei zeigen:

Figur 1 eine Halbschnittdarstellung eines bekannten Trockentransformators,

Figur 2 eine Halbschnittdarstellung eines erfindungsgemäßen Trockentransformators,

Figur 3 ein Ablaufdiagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0017] Einander entsprechende Teile sind in allen Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

[0018] Die Figur 1 zeigt einen Halbschnitt durch einen herkömmlichen Trockentransformator 50. Um einen Kernschenkel 30 sind konzentrisch um eine durch den Kernschenkel 30 verlaufende Längsachse 40 vom Kernschenkel 30 nach außen eine Unterspannungswicklung 20, ein Isolierzylinder 23, eine Oberspannungswicklung 51 und ein Schirm 24 angeordnet. Meist weisen Trockentransformatoren 50 einen Kern mit drei solcher Kernschenkel 30 auf.

[0019] Die Unterspannungswicklung 20 ist häufig als Folienwicklung ausgeführt. Dabei wird eine dünne Leiterfolie 21 auf einen Wicklungskern zu einer Unterspannungsspule aufgewickelt. Zwischen den einzelnen Wicklungslagen der Leiterfolie ist eine Isolierfolie eingewickelt. Alternativ könnte die Leiterfolie auch mit einer Isolationsschicht versehen sein. Die Unterspannungsspule wird entweder nach dem Wickelvorgang mit Gießharz vergossen. Alternativ kann zwischen die einzelnen Wicklungslagen eine mit Prepreg imprägnierte Zwischenlage 22 eingewickelt werden, die nach dem Wickelvorgang ausgehärtet wird. In beiden Fällen erhält man einen sta-

bilen hohlzylindrischen Wicklungskörper.

[0020] Die Oberspannungswicklung 51 ist als Scheibenwicklung ausgeführt. Dafür wird ein meist bandförmiger Leiter 11 zunächst in einer Ebene spiralartig um eine Wicklungsachse auf einen Wicklungskern zu einer Scheibenspule gewickelt. Mehrere solcher aufeinander gestapelter Scheibenspulen sind zueinander in Reihe zur Spule 15 verschaltet. Die Spule 15 wird dann derart mit einem Gießharz vergossen, dass die gesamte Spule 15 vom Gießharz umschlossen ist. Die Spule 15 ist dann also in dem Gießharz als Isolierkörper 12 eingebettet.

[0021] Die so gebildete hohlzylindrische Oberspannungswicklung 51 hat in der Regel einen größeren Durchmesser, als die Unterspannungswicklung 20 und ist daher vom Kernschenkel 30 aus gesehen außerhalb der Unterspannungswicklung 20 angeordnet.

[0022] In dem Luftspalt, der als zylindrischen Hohlraum zwischen Unterspannungswicklung 20 und Oberspannungswicklung 51 entsteht, kann ein Isolierzylinder 23 aus einem elektrisch isolierenden Material angeordnet sein. Er dient einerseits der elektrischen Abschirmung, andererseits zur thermischen Entkopplung der Oberspannungswicklung 51 von der Unterspannungswicklung 20.

[0023] Das elektrische Feld, das wesentlich durch die an der Oberspannungswicklung 51 anliegende Spannung entsteht, wird hauptsächlich in dem Luftspalt zwischen Oberspannungswicklung 51 und Unterspannungswicklung 20 abgebaut. Der Luftspalt muss demnach entsprechend der an der Oberspannungswicklung 51 anliegenden Spannung dimensioniert werden. Bei höherer Spannung wird auch der Luftspalt entsprechend größer ausfallen. Der Luftspalt dient außerdem der Kühlung der Oberspannungswicklung und Unterspannungswicklung, indem ein Luftstrom entweder durch Konvektion oder elektromechanisch angetrieben durch diesen befördert wird.

[0024] Außerhalb der Oberspannungswicklung 51 kann außerdem ein leitender Schirm 24, meist aus Metall, angeordnet sein, der geerdet ist und den Trockentransformator 1 berührungssicher macht, da eine Person in der Nähe dadurch nicht mehr mit den hohen elektrischen Feldern der Oberspannungswicklung 51 in Berührung kommen kann. Damit der Schirm 24 keine Kurzschlusswicklung bildet, darf er nicht kreisförmig geschlossen sein, sondern muss einen axialen Spalt aufweisen.

[0025] Die Figur 2 zeigt einen erfindungsgemäßen Trockentransformator 1, der sich im Wesentlichen durch seine Oberspannungswicklung 10 von dem bekannten Trockentransformator 50 unterscheidet. Der Grundaufbau der Oberspannungswicklung 10 ist ähnlich dem der Figur 1. Die Spule 15 ist dazu gleichartig aufgebaut. Auch ist sie wie vorbeschrieben in einen Isolierkörper 12, beispielsweise aus Gießharz, eingebettet. Im Unterschied ist jedoch auf die Oberfläche des Isolierkörpers 12 eine leitende oder halbleitende Beschichtung 14 aufgebracht. Diese umschließt hier die gesamte Oberfläche des Iso-

lierkörpers 12 aus Innenmantelseite 16, Außenmantelseite 17 und Stirnseiten 18. Denkbar ist aber auch, die Beschichtung 14 nur auf der Innenmantelseite 16 oder auf der Innenmantelseite 16 und den Stirnseiten 18 aufzubringen. Die Beschichtung 14 ist vorzugsweise ein Lack und kann in einem gängigen Sprühverfahren aufgebracht werden.

[0026] Die Beschichtung 14 bewirkt nun, dass das elektrische Feld der Oberspannungswicklung 10 nahezu vollständig im Isolierkörper 12 der Oberspannungswicklung 10 abgebaut wird. Auf der Oberfläche der Beschichtung 14 wird sich je nach spezifischem Flächenwiderstand eine Spannung einstellen, die in etwa in der Größenordnung der Spannung der Unterspannungswicklung 20 entspricht. Dadurch kann der Spalt zwischen Oberspannungswicklung 10 und Unterspannungswicklung 20 reduziert werden. Dieser Spalt hat nun praktisch keine elektrische Funktion mehr und kann fast ausschließlich auf die erforderliche Kühlleistung dimensioniert werden.

[0027] Vorzugsweise ist die Beschichtung 14 an einer Stelle mit Erdpotential verbunden. Im gezeigten Beispiel der Figur 2 ist die Beschichtung 14 auf der unteren Stirnseite 18 geerdet. Ist die Beschichtung 14 aus einem leitenden Material, liegt praktisch die gesamte Oberfläche der Beschichtung 14 auf Erdpotential. Ist die Beschichtung 14 aus einem halbleitenden Material, wird sich über die Oberfläche der Beschichtung 14 eine Spannungsverteilung einstellen. An der Stelle der Erdung ist die Spannung Null, an dem am weitesten von dieser Stelle entfernten Punkt der Oberfläche wird sich die höchste Spannung einstellen. Die Höhe dieser Spannung hängt im Wesentlichen von dem spezifischen Flächenwiderstand der Beschichtung 14 ab.

[0028] Die Figur 3 zeigt ein Ablaufdiagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens zur Herstellung einer elektrischen Wicklung 10, 20 für einen Trockentransformator 1, bevorzugt die Herstellung einer Oberspannungswicklung 10 für einen Trockentransformator. Im Verfahrensschritt 101 wird zunächst ein Wicklungsleiter 11 in mehreren Windungen zu einer Spule 15 gewickelt. Danach wird im Verfahrensschritt 102 die Spule 15 in einen festen Isolierkörper 12 eingebettet, beispielsweise durch Umgießen der Spule 15 mit Gießharz und Aushärten des Gießharzes. Im anschließenden Verfahrensschritt 103 wird eine Beschichtung 14 aus einem elektrisch leitfähigen Material auf eine Oberfläche 13, bevorzugt auf die gesamte Oberfläche 13 des Isolierkörpers 12 aufgebracht.

Patentansprüche

1. Elektrische Wicklung (10, 20), insbesondere Oberspannungswicklung (10), für einen Trockentransformator (1) mit Wicklungsleiter (11), der in mehreren Windungen zu einer Spule (15) gewickelt ist, wobei die Spule (15) in einen festen Isolierkörper (12) ein-

gebettet ist,

dadurch gekennzeichnet,

dass auf einer Oberfläche (13) des Isolierkörpers (12) eine Beschichtung (14) aus einem elektrisch leitfähigen Material aufgebracht ist.

2. Elektrische Wicklung (10, 20) nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Beschichtung (14) die Oberfläche (13) des Isolierkörpers (12) vollständig bedeckt.

3. Wicklung (10, 20) nach Anspruch 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Beschichtung (14) aus einem halbleitenden Material ist.

4. Elektrische Wicklung (10, 20) nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

dadurch gekennzeichnet,

dass der Oberflächenwiderstand der Beschichtung (14) $10^2 \Omega/\square$ bis $10^5 \Omega/\square$ bevorzugt $10^3 \Omega/\square$ bis $10^4 \Omega/\square$ beträgt.

5. Elektrische Wicklung (10, 20) nach einem der Ansprüche 1 bis 4,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Beschichtung (14) durch ein Sprühverfahren aufgebracht ist.

6. Elektrische Wicklung (10, 20) nach einem der Ansprüche 1 bis 5,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Beschichtung (14) geerdet ist.

7. Trockentransformator (1) mit einer um einen Schenkel (30) eines Kerns angeordneten Unterspannungswicklung (20) und einer konzentrisch um diese angeordnete Oberspannungswicklung (10), wobei die Oberspannungswicklung (10) eine elektrische Wicklung (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 6 ist.

8. Verfahren zu Herstellung einer elektrischen Wicklung (10, 20) mit den Verfahrensschritten:

- Wickeln eines Wicklungsleiters (11) in mehreren Windungen zu einer Spule (15),

- Einbetten der Spule (15) in einen festen Isolierkörper (12), bevorzugt durch Umgießen mit einem Gießharz,

- Aufbringen einer Beschichtung (14) aus einem elektrisch leitfähigen Material auf eine Oberfläche (13) des Isolierkörpers (12).

9. Verfahren nach Anspruch 8,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Beschichtung (14) auf die gesamte Oberfläche (13) des Isolierkörpers (12) aufgebracht wird.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 oder 9,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Beschichtung (14) aus einem halbleitenden
Material ist.

5

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 8 bis 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Beschichtung (14) in einem Sprühverfah-
ren aufgebracht wird.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig. 1

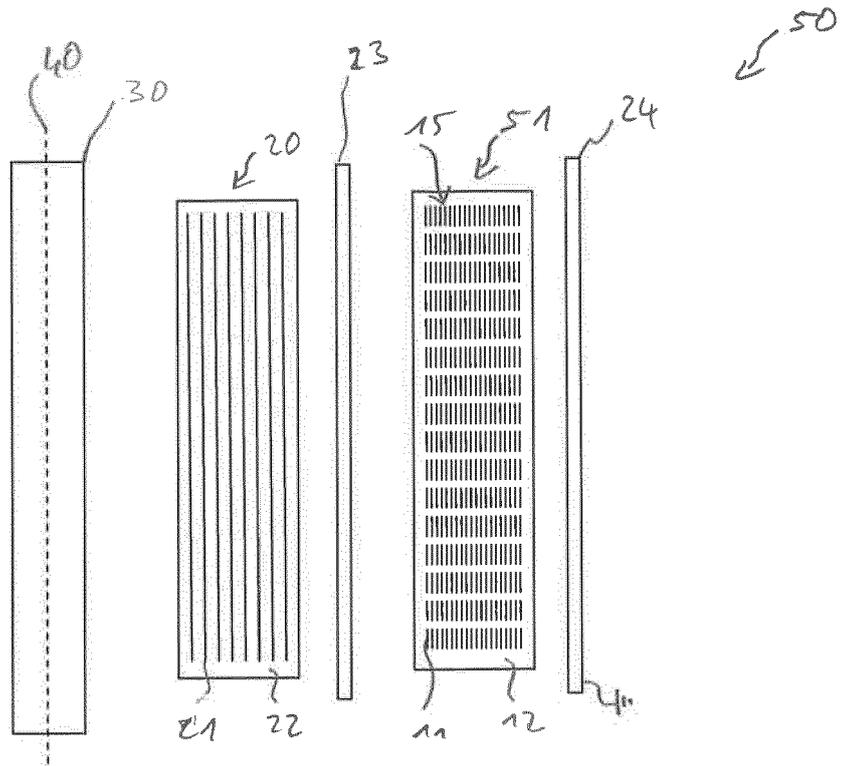


Fig. 2

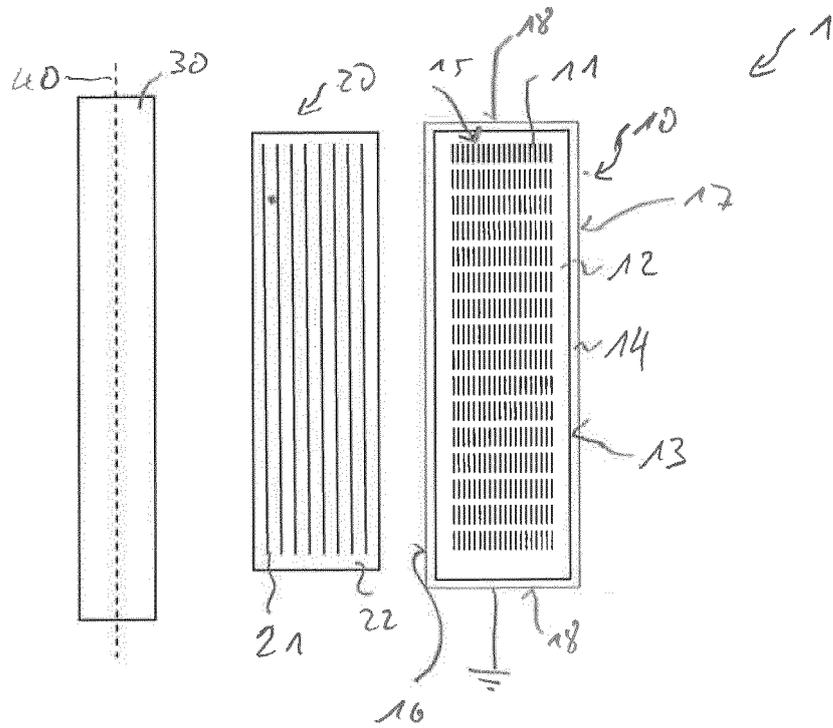
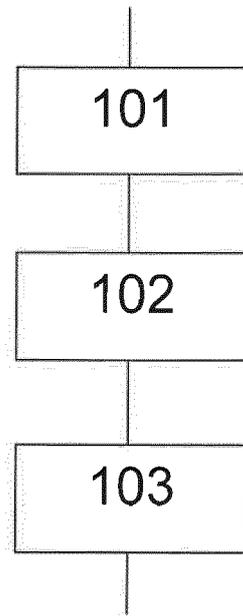


Fig. 3





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 15 18 5886

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	FR 2 784 787 A1 (FRANCE TRANSFO SA [FR]) 21. April 2000 (2000-04-21) * Zusammenfassung * * Seite 4; Ansprüche 1,2; Abbildung 1 * -----	1-11	INV. H01F27/28 H01F27/32
X	EP 0 061 608 A1 (SMIT TRANSFORMATOREN BV [NL]) 6. Oktober 1982 (1982-10-06) * Zusammenfassung * * Seite 4, Zeile 8 - Seite 5, Zeile 31; Anspruch 1; Abbildung 1 * -----	1,2,6-9	ADD. H01F27/36
X	GB 1 156 369 A (GEN ELECTRIC [US]) 25. Juni 1969 (1969-06-25) * Seite 1, Zeile 41 - Zeile 86 * * Seite 2, Zeile 83 - Seite 3, Zeile 21; Abbildung 1 * -----	1,2,5-10	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			H01F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 18. März 2016	Prüfer Warneck, Nicolas
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	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 15 18 5886

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

18-03-2016

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
FR 2784787 A1	21-04-2000	CA 2285806 A1 FR 2784787 A1	20-04-2000 21-04-2000
EP 0061608 A1	06-10-1982	DE 3113139 A1 EP 0061608 A1 JP S5812313 A	21-10-1982 06-10-1982 24-01-1983
GB 1156369 A	25-06-1969	DE 1613674 A1 GB 1156369 A	29-10-1970 25-06-1969

EPO FORM P0461

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

- EP 1133779 B1 [0002]
- US 20150243409 A1 [0007]
- DE 102005018615 A1 [0007]