

(19)



(11)

**EP 2 239 745 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Patenterteilung:  
**10.04.2013 Patentblatt 2013/15**

(51) Int Cl.:  
**H01F 27/06** <sup>(2006.01)</sup> **H01F 27/30** <sup>(2006.01)</sup>  
**H01F 41/02** <sup>(2006.01)</sup>

(21) Anmeldenummer: **09005285.3**

(22) Anmeldetag: **11.04.2009**

(54) **Leistungstransformator mit amorphem Kern**

Voltage transformer with amorphous coil

Transformateur de performance doté d'un noyau amorphe

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**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 TR**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**13.10.2010 Patentblatt 2010/41**

(73) Patentinhaber: **ABB Technology AG  
8050 Zürich (CH)**

(72) Erfinder:  
• **Luckey, Michael  
34431 Marsberg (DE)**  
• **Mönig, Wolfgang  
59929 Brilon (DE)**  
• **Weber, Benjamin  
59955 Winterberg (DE)**

- **Bilek, Karel  
Brisbane QLD 4078 (AU)**
- **Carlen, Martin  
5443 Niederrohrdorf (CH)**
- **Lim, Jong-Yun  
Chungchongnam-do (KR)**

(74) Vertreter: **Partner, Lothar et al  
ABB AG  
GF-IP  
Wallstadter Strasse 59  
68526 Ladenburg (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 1 298 680 WO-A-00/77801**  
**CN-A- 1 783 371 DE-A1- 2 054 567**  
**DE-A1- 2 934 719 JP-A- 56 066 022**  
**JP-A- 58 164 205 US-B1- 6 374 480**

**EP 2 239 745 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 betrifft einen Leistungstransformator in Trockenbauweise und ein Verfahren zur Herstellung eines Transformators in Trockenbauweise.

[0002] Transformatoren dienen zur Leistungsübertragung bei der Energieversorgung durch Spannungsanpassung von einem ersten Spannungsniveau auf ein zweites. Anstelle von früher verbreitet eingesetzten Leistungstransformatoren mit Ölfüllung werden in zunehmendem Maße Leistungstransformatoren in Trockenbauweise, so genannte Trockentransformatoren, eingesetzt.

[0003] Dabei ist der Aufbau eines Leistungstransformator in Trockenbauweise dem des Leistungstransformator mit Ölfüllung insoweit sehr ähnlich, als auch bei Leistungstransformator in Trockenbauweise die jeweiligen Wicklungskörper auf Kernen aus ferromagnetischem Material aufgebracht sind, die jeweils an beiden Enden mit Jochen verbunden sind und einen magnetischen Kreis bilden.

[0004] Allerdings wird bei den Trockentransformatoren die Verlustwärme, welche bei Leistungstransformatoren mit Ölfüllung vom Öl aufgenommen und über geeignete Kühlflächen oder separate Kühler abgegeben wurde, durch Luftkonvektion abgeführt. Die geringere spezifische Wärmekapazität der Luft gegenüber Öl bedeutet schlechthin eine Leistungsbegrenzung für Trockentransformatoren.

[0005] In den Wicklungen eines belasteten Transformators treten ohmsche Verluste durch die Wicklungsströme und durch Wirbelströme im Leitermaterial auf. Diese ohmschen Verluste werden überlagert von Leerlaufverlusten und gegebenenfalls Kurzschlussverlusten sowie Hystereseverlusten.

[0006] Die Leerlaufverluste sind hauptsächlich durch die Induktion und die Beschaffenheit des Kerns bestimmt und näherungsweise unabhängig von der Betriebstemperatur des Transformators. Die Kurzschlussverluste sind temperaturabhängig und steigen bei konstanter Belastung mit der Temperatur bzw. dem spezifischen Widerstand des Leitermaterials an. Um die Hystereseverluste möglichst klein zu halten, kommen bevorzugt Kernmaterialien mit sehr schmaler Hystereseschleife zum Einsatz.

[0007] Um die hierdurch verursachten Wärmeverluste eines Trockentransformators zu verringern und so dessen Belastbarkeit zu verbessern, wird in neuerer Zeit bevorzugt amorphes Kernmaterial statt kornorientierten Kernmaterials eingesetzt.

[0008] Allerdings erfordert die Verwendung von amorphen Werkstoffen neue Konstruktionen und Verarbeitungsweisen, da das amorphe Material weitgehend druckempfindlich ist, so dass hierdurch die Kernverluste verstärkt werden können.

[0009] Ausgehend von diesem Stand der Technik ist es Aufgabe der Erfindung, einen Leistungstransformator der eingangs genannten Art zu schaffen, dessen kon-

struktiver Aufbau so gewählt ist, dass die Vorteile des amorphen Kernmaterials voll zum Tragen kommen, ohne dass infolge Druckbelastung die Kernverluste erhöht werden.

5 [0010] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

[0011] Demgemäß ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass der Kern aus amorphem Material von der Haltevorrichtung hängend gehalten ist, wobei die Haltevorrichtung zur Fixierung der wenigstens je einen Primärwicklung und Sekundärwicklung dient und hierzu den wenigstens einen Wicklungskörper jeweils an dessen Stirnseiten beaufschlagt.

10 [0012] Dabei ist vorgesehen, dass der amorphe Kern jeweils als Wickelbandkern aus Bandmaterial aus amorphem Werkstoff hergestellt ist.

[0013] Vorzugsweise werden hierbei die zum Einsatz als Kerne vorbereiteten Blechwickel mittels reißfestem Band in Form gehalten, indem das reißfeste Band im Abstand zueinander wiederholt um den Blechstapel geschlungen wird, so dass die Blechwickel zusammengehalten sind. Die derart gebildeten Wickelbandkerne haben vorzugsweise einen rechteckförmigen Grundriss, das heißt, sie fassen jeweils eine rechteckige Fläche ein. Doch gehören auch Ausgestaltungen mit ovalem oder kreisförmigem Grundriss in den Geltungsbereich der Erfindung.

25 [0014] Entsprechend einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist der erfindungsgemäße Transformator als Drehstromtransformator ausgebildet und besitzt drei nebeneinander angeordnete Kerne, die jeweils von einem Wicklungs- oder Spulenkörper umfasst sind.

[0015] Hierzu sind wenigstens zwei Wickelbandkerne mit ihren Längsschenkeln nebeneinander angeordnet und zu deren mechanischen Verbindung mittels Bandmaterial aus amorphem Material in der Wickelebene umwickelt sind, wobei alle Schenkel den gleichen Wickelquerschnitt aufweisen, das heißt die gleiche Dicke und Breite.

40 [0016] Mit anderen Worten sind in vorteilhafter Weiterbildung wenigstens zwei, vorzugsweise jedoch besser vier der zuvor beschriebenen Wickelbandkerne mit ihren Längsschenkeln aneinander gelegt. Diese so gebildete Anordnung wird so dann mittels Bandmaterial aus amorphem Werkstoff umwickelt, so dass infolge dieser Umwicklung insgesamt fünf Schenkel mit gleichem Wickelquerschnitt resultieren.

45 [0017] Gemäß der vorliegenden Erfindung ist die Haltevorrichtung aus wenigsten zwei Spannelementen gebildet ist, welche miteinander in Wirkverbindung stehen und an jeder Stirnseite eines Wicklungskörpers angeordnet sind. Dabei ist vorgesehen, dass die Haltekonstruktion so ausgeführt ist, dass mechanische Spannungen, die bei der Fixierung der Wicklungskörper entstehen, ausschließlich in die Haltekonstruktion und in die Wicklungskörper eingeleitet werden, so dass die von den Wicklungskörpern umfassten Kerne in der Haltekonstruktion zwar geführt aber nicht verspannt, also mecha-

nischen Spannungen ausgesetzt, sind.

**[0018]** Gemäß einer alternativen Ausgestaltung der Erfindung kann vorgesehen sein, dass jeder Kern zylinderförmig aus amorphem Material in Schichtbauweise gebildet ist mit zumindest zwei Schenkeln und einem einendig angeformten Joch.

**[0019]** Vorteilhafterweise können die Spannelemente der Haltekonstruktion aus ferromagnetischem Material bestehen und gleichzeitig als Joch dienen.

**[0020]** Als vorteilhaft erweist es sich hierbei, dass jeder Kern mit den Spannelementen der Haltevorrichtung magnetisch leitend verbunden ist. Hierzu ist vorgesehen, dass jeder Kern endseitig jeweils an zwei gegenüberliegenden Seiten von den Spannelementen ohne Druck umfasst ist, wobei zur Vermeidung einer Druckbelastung des Kerns infolge einer Einspannung des Kerns und der hierdurch bedingten mechanischen Beanspruchung die Spannelemente mittels fest mit den Spannelementen verbundener Abstandshalter exakt auf Abstand zu dem jeweiligen Kern gehalten werden.

**[0021]** Der jeweilige Kern wird hierbei an dem vorgesehenen Ort mit einem Ende in den Freiraum zwischen den Spannelementen eingeführt und mittels einer mit den Spannelementen ebenfalls fest verbundenen Tragplatte gehalten, so dass beispielsweise bei einem als Drehstromtransformator ausgeführten erfindungsgemäßen Transformator drei Kerne säulenartig nebeneinander an der als unteres Joch dienenden unteren Haltevorrichtung angeordnet sind, wobei sie gegebenenfalls in den von den beiden Spannelementen begrenzten Zwischenraum unter Vermeidung mechanischer Spannungen eingreifen.

**[0022]** Es ist aber entsprechend einer Ausführungsvariante der Erfindung auch möglich, dass die Haltekonstruktion aus nicht-ferromagnetischem Material, insbesondere aus faserverstärkten Kunststoffen besteht. In diesem Fall ist die Haltekonstruktion zwar nicht Teil des Magnetfeldkreises, dafür aber weist die gesamte Anordnung ein deutlich verringertes Gewicht gegenüber einer Ganz-Metall-Ausführung auf.

**[0023]** Gemäß einer weiteren Verbesserung des erfindungsgemäßen Transformators ist jeder Kern an seinen Stirnseiten mit einer Auflage aus Isoliermaterial versehen. Diese Auflage dient einerseits als elektrische Isolierung und andererseits als Mittel zur Stoßdämpfung für den betreffenden Kern. Vorzugsweise ist diese Auflage aus einem Isolierwerkstoff, wie zum Beispiel Kunststoff, insbesondere glasfaserverstärkter Kunststoff oder Silikonkautschuk.

**[0024]** Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsvariante des erfindungsgemäßen Transformators sind an den stirnseitigen Enden jedes Jochs Träger vorgesehen, welche die Joche, das heißt das Unterjoch mit dem Oberjoch, miteinander verbinden. Diese Träger sind bevorzugt an den außen liegenden Längsseiten des Kerns beziehungsweise der Kerne entlang geführt und von dem jeweiligen betreffenden Wicklungskörper umfasst, das heißt, die Träger sind im Inneren des Wick-

lungskörpers parallel zu dem jeweiligen Kern hindurchgeführt und mit dem gegenüberliegenden Joch verbunden.

**[0025]** Zusätzlich können Zuganker vorgesehen sein, welche die aus den Spannelementen gebildeten Joche gegen die Wicklungskörper pressen, wobei die Kerne jeweils unbeeinträchtigt sind.

**[0026]** Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Erfindung vorsieht, anstelle einer bisher üblichen Kernpresskonstruktion, bei welcher die Befestigung der Spulen- oder Wicklungskörper durch Anpressen an den Kern erfolgt, eine Spulen-Presskonstruktion zu verwenden. Hierbei werden die Wicklungskörper mittels einer Haltekonstruktion unabhängig vom Kern gehalten. Der Kern wird lediglich auf dafür vorgesehenen Platten der Haltekonstruktion aufgestellt beziehungsweise aufgehängt.

**[0027]** Neben dem Schutz der neuen Gestaltung eines Transformators mit sogenanntem hängendem Kern in einer Spulen- oder Wicklungspresskonstruktion ist es auch Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren zur Herstellung dieses neuartigen Transformators, nämlich eines Transformators mit einem Kern, der aus geschichteten Streifen aus amorphem Material zusammengesetzt ist, welches empfindlich gegen mechanische Beanspruchungen ist, mit wenigstens einem den Kern umgebenden, aus wenigstens je einer Primärwicklung und Sekundärwicklung gebildeten Wicklungskörper sowie mit wenigstens einer Haltevorrichtung anzugeben.

**[0028]** Dementsprechend ist das erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung eines solchen Transformators durch die Merkmale des Anspruchs 10 definiert.

**[0029]** Hierbei bilden die Kurzschenkel der Wickelringe jeweils die magnetischen Joche. Anstelle der Rechteckform für den Querschnitt der einzelnen Wickelringe können auch ovale oder kreisförmige Querschnitte zur Anwendung kommen.

**[0030]** Alternativ kann vorgesehen sein, dass der Transformator aus insgesamt vier Wickeln mit nebeneinander angeordneten Längsschenkeln gebildet ist, die miteinander mechanisch verbunden sind, so dass auf diese Weise ein 5-Schenkel-Kern hergestellt ist. Auch hier wird die mechanische Verbindung, wie zuvor bereits für den dreischenkelligen Kern angegeben, vorzugsweise dadurch bewirkt, dass die Einzelkerne in ihrer Wickel Ebene mit Bandmaterial umwickelt werden und so der Verbund der Einzelkerne zu einem 5-Schenkel-Kern erfolgt.

**[0031]** Gemäß einer vorteilhaften Ausführungsvariante ist es zweckmäßig, dass zu Zwecken der Stoßdämpfung und der elektrischen Isolation Matten aus Silikonkautschuk an den Stirnseiten jedes Kerns angeordnet werden.

**[0032]** Weitere vorteilhafte Ausgestaltungsmöglichkeiten sind den weiteren abhängigen Ansprüchen zu entnehmen.

**[0033]** Diese und weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und Verbesserungen der Erfindung sind Gegenstand der

Unteransprüche.

**[0034]** Anhand eines in der beigefügten Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels der Erfindung sollen die Erfindung, vorteilhafte Ausgestaltungen und Verbesserungen der Erfindung sowie besondere Vorteile der Erfindung näher erläutert und beschrieben werden.

Es zeigen:

**[0035]**

Fig. 1 eine Seitenansicht eines erfindungsgemäßen Transformators mit vollständiger elektrischer Verschaltung,

Fig. 2 eine Schnittansicht entlang der Schnittlinie A-A in Fig. 1,

Fig. 3 eine Seitenansicht einer Stützordnung zur Fixierung eines Wicklungskörpers und

Fig. 4 eine Seitenansicht einer Kernabstützung

**[0036]** In Fig. 1 ist eine Seitenansicht eines erfindungsgemäßen Transformators 10 mit vollständiger elektrischer Außen-Verschaltung gezeigt, der als Drehstromtransformator je einen Kern 11 in drei Wicklungskörpern 12 aufweist, deren obere elektrische Anschlüsse 14, 16, 18 im gezeigten Beispiel mit **U, V, W** gekennzeichnet und mittels Verbindungsleitern 20 miteinander leitend verbunden sind.

**[0037]** Die drei Wicklungskörper 12 sind in dichtem Abstand zueinander nebeneinander in Linie angeordnet und zwischen einem unteren Joch 22 und einem oberen Joch 24 gehalten.

**[0038]** Jedes Joch 22, 24 ist aus je zwei Spannelementen 25 zusammengesetzt, die jeweils als C-Profil ausgebildet sind, das heißt aus einem Stegteil 26 mit an dessen Längsseiten zur gleichen Seite weisenden rechtwinklig angeformten Flanschen 28. Die Spannelemente 24 sind parallel zu einander angeordnet, so dass die Flansche 28 nach außen gerichtet sind, während ihre flanschlosen Rückseiten aufeinander gerichtet sind.

**[0039]** Im gezeigten Beispiel haben die Flansche eine verschiedene Breite und zwar derart, dass die auf Seiten der Wicklungskörper 12 befindlichen Flansche 28 schmaler sind als die auf der den Wicklungskörpern 12 abgewandten Seite, die etwa doppelt so breit sind. Insbesondere für die Spannelemente 25 des unteren Jochs 22 erweist sich diese Gestaltung als vorteilhaft, da mit den breiteren Flanschen 28 eine entsprechend größere Aufstandfläche und damit eine höhere Standsicherheit gewährleistet ist.

**[0040]** Die jeweils den Wicklungskörpern 12 zugewandten Flansche 28 der Spannelemente 25 dienen zur Befestigung der Wicklungskörper 12 und damit zur Kräfteinleitung beim Verspannen der Joche 22, 24. Darüber hinaus sind am unteren Flansch 28 des unteren Jochs

20 Traversen 30 angebracht, an deren äußeren Enden Rollen 32 befestigt sind, auf welchen der komplette Transformator 10 bewegbar ist, wie auch aus der Ansicht in Fig. 2 zu erkennen ist.

**[0041]** Zur Abstützung der Wicklungskörper 12 auf dem unteren Joch 20 dienen Querträger 34, die aus elektrisch nichtleitendem Material bestehen und vorzugsweise als glasfaserverstärkte Platten 36 und Leisten 38 zum Einsatz kommen. Diese Querträger 34 sind einerseits mit dem oberen Flansch 28 des unteren Jochs 20 verbunden und andererseits mit den jeweils darauf gesetzten Wicklungskörpern 12.

**[0042]** In entsprechender Weise wiederholt sich diese Befestigungsweise an der Oberseite des Transformators 10. Auch hier sind zwecks Verankerung der Wicklungskörper 12 aus Platten 36 und Leisten 38, beide jeweils aus elektrisch nichtleitendem Material bestehend, gebildete Querträger 34 entsprechend angeordnet, welche für die starre Verbindung der Wicklungskörper 12 mit dem unteren Flansch 28 des oberen Jochs 22 vorgesehen sind.

**[0043]** In der Fig. 2, welche einen Querschnitt durch den Transformator 10 gemäß Fig. 1 entlang der dort eingezeichneten Schnittlinie A-A wiedergibt, ist der erfindungsgemäße Transformator 10 mit Blick auf einen Wicklungskörper 12 von der Seite gezeigt.

**[0044]** Besonders unterscheidet sich diese Ansicht von der in Fig. 1 gezeigten Ansicht durch den Blick auf den in dem unteren Joch 22 und oberen Joch gehaltenen beziehungsweise aufgehängten Kern 11 aus amorphem Material.

**[0045]** Wie bereits an anderer Stelle ausgeführt, ist bei amorphen Werkstoffen, die für die Herstellung von Transformator kernen vorgesehen sind, darauf zu achten, dass das Kernmaterial keinerlei mechanischer Beanspruchung, zum Beispiel durch Druck ausgesetzt ist, da hierdurch ein Anstieg der Kernverluste verursacht wird.

**[0046]** Aus diesem Grund sind die unteren Flansche 28 der das untere Joch 22 bildenden Spannelemente 25 mit einer Abstützplatte 40 versehen, auf welcher der jeweilige Kern 11 ruht. Zusätzlich sind jeweils Zuganker 42 vorgesehen, welche die Spannelemente 25 des unteren Jochs 22 und des oberen Jochs 24 und den Kern 11 durchdringen und so für eine formschlüssige Halterung des Kerns 11 sorgen.

**[0047]** An einem oberen Flansch 28 eines Spannelements 25, im gezeigten Beispiel des rechten Spannelements 25, des oberen Jochs 24 ist ein Isolator angebracht, der zur Halterung der Verbindungsleitung 20 dient. Auf der gegenüberliegenden, im gezeigten Beispiel linken Seite des oberen Jochs 24 sind ebenfalls Verbindungsleiter gezeigt, die mit wenigstens einem der Wicklungskörper 12 verbunden sind.

**[0048]** In Fig. 3 ist eine Seitenansicht einer durch einen Querträger 34 gebildeten Stützordnung zur Fixierung eines Wicklungskörpers 12 dargestellt, der je nachdem, ob er außenliegend angeordnet ist oder innenliegend ge-

mäßig Fig. 1, schmal als Leiste 38 oder breit als Platte 36 jeweils aus glasfaserverstärktem Kunststoff gefertigt ist.

**[0049]** In dem in Fig. 3 gezeigten Beispiel handelt es sich um einen Querträger 34, der außenliegend zur Abstützung eines Wicklungskörpers 12 vorgesehen ist. Sein Aufbau ist wie folgt. An jedem Ende der den Querträgers 34 bildenden Leiste 38 ist eine Gewindestange 46 eingesetzt, welche die Leiste 38 und eine darunter befindliche Platte aus Platte 48 durchgreift und jeweils in einer weiteren rechtwinklig zur Leiste 38 angeordneten Leiste 54 aus glasfaserverstärktem Kunststoff verankert ist.

**[0050]** Unterhalb dieser an beiden Seiten des Transformators 10 verlaufenden Leisten 38 ist jeweils eine Platte 50 aus Silikon vorgesehen, an die eine weitere Leiste 52 aus glasfaserverstärktem Kunststoff anschließt.

**[0051]** Fig. 4 schließlich zeigt eine Seitenansicht einer Auflagerung für einen Kern 11 aus amorphem Material. Diese Auflagerung besteht aus einer oberen Platte 56 aus Silikon, die von der Tragplatte 42 aus glasfaserverstärktem Kunststoff unterstützt wird. Die Tragplatte 42 aus glasfaserverstärktem Kunststoff ist ihrerseits von Zugankern 42 durchgriffen, welche mit den hier nicht dargestellten Spannelementen 25 des oberen Jochs 22 zusammenarbeiten und sich daran abstützen.

#### Bezugszeichenliste

##### **[0052]**

- 10 Transformator
- 12 Wicklungskörper
- 14 elektrischer Anschluss **U**
- 16 elektrischer Anschluss **V**
- 18 elektrischer Anschluss **W**
- 20 Verbindungsleiter
- 22 unteres Joch
- 24 oberes Joch
- 25 Spannelement
- 26 Steg
- 28 Flansch
- 30 Traverse
- 32 Rolle
- 34 Querträger
- 36 Platte aus GFK
- 38 Leiste aus GFK
- 40 Tragplatte
- 42 Zuganker
- 44 Isolator
- 46 Gewindestange
- 48 Platte aus GFK
- 50 Platte aus Silikon
- 52 Platte aus GFK
- 54 Platte aus GFK
- 56 Platte aus Silikon

#### **Patentansprüche**

1. Transformator (10) in Trockenbauweise mit einem als Wickelbandkern aus amorphem Bandmaterial ausgebildeten Kern, welcher empfindlich gegen mechanische Beanspruchungen ist, mit wenigstens einem den Kern umgebenden, aus wenigstens je einer Primärwicklung und Sekundärwicklung gebildeten Wicklungskörper (12) sowie mit wenigstens einer Haltevorrichtung,  
**dadurch gekennzeichnet, dass** die Haltevorrichtung zur Fixierung der wenigstens je einen Primärwicklung und Sekundärwicklung dient und aus wenigstens zwei Spannelementen (25) gebildet ist, welche miteinander in Wirkverbindung stehen und den wenigstens einen Wicklungskörper an jeder seiner Stirnseiten beaufschlagen und dass der Kern aus amorphem Material von der Haltevorrichtung hängend gehalten ist; wobei der wenigstens eine Wicklungskörper unabhängig vom Kern gehalten ist.
2. Transformator nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Transformator ein Drehstromtransformator ist und drei Wicklungskörper mit Kern umfasst.
3. Transformator nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kern ringförmig mit rechteckigem beziehungsweise ovalem oder rundem Grundriss ausgebildet ist.
4. Transformator nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens zwei solcher Wickelbandkerne mit ihren Längsschenkeln nebeneinander angeordnet und zu deren mechanischen Verbindung mittels Bandmaterial aus amorphem Material in der Wickelebene umwickelt sind, wobei alle Schenkel den gleichen Wickelquerschnitt aufweisen.
5. Transformator nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Spannelemente aus ferromagnetischem Material bestehen und gleichzeitig als Joch dienen, wobei jeder Kern mit den Spannelementen der Haltevorrichtung magnetisch leitend verbunden ist. vorn kern gehalten ist.
6. Transformator nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeder Kern an seinen Stirnseiten mit einer Auflage aus Isoliermaterial versehen ist.
7. Transformator nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** an den stirnseitigen Enden jedes Jochs Träger vorgesehen sind, welche die Jochte miteinander verbinden.

8. Transformator nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Träger an den außen liegenden Längsseiten des Kerns beziehungsweise der Kerne entlang geführt und von dem betreffenden Wicklungskörper umfasst sind.

9. Verfahren zur Herstellung eines Transformators (10) in Trakenbauweise mit einem Wickelbandkern aus amorphem Material, welches empfindlich gegen mechanische Beanspruchungen ist, mit wenigstens einem den Kern umgebenden, aus wenigstens je einer Primärwicklung und Sekundärwicklung gebildeten Wicklungskörper (12) mit wenigstens einer Haltevorrichtung zur Fixierung des gebildeten Wicklungskörpers wobei die Haltevorrichtung aus wenigstens zwei Spannelementen (25) gebildet ist, welche miteinander in Wirkverbindung stehen und den wenigstens einen Wicklungskörper an jeder seiner Stirnseiten beaufschlagen wobei der Kern aus amorphem Material von der Haltevorrichtung hängend gehalten ist wobei der wenigstens eine Wicklungskörper unabhängig vom Kern gehalten ist, mit den folgenden Schritten:

- a) Bandmaterial aus amorphem Material wird bereitgestellt;
- b) aus dem amorphem Bandmaterial werden zwei ringförmige Einzelkerne mit jeweils gleichem, vorzugsweise rechteckigem Querschnitt durch Wickeln hergestellt;
- c) die zwei Einzelkerne werden mit ihren Längsschenkeln aneinandergelegt und in der Wickel Ebene der Einzelkerne mit Bandmaterial umwickelt, so dass der Kern drei Längsschenkel mit gleichem Querschnitt aufweist;
- d) Verspannung des wenigstens einen Wicklungskörpers mit der Haltevorrichtung,
- e) die Außenschenkel des derart hergestellten Transformatorkerns werden jeweils mit der elektrischen Primärwicklung beziehungsweise mit der elektrischen Sekundärwicklung versehen;
- f) anschließend erfolgt die Verschaltung der elektrischen Wicklungen.

10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei zu Zwecken der Stoßdämpfung und der elektrischen Isolation zumindest an der unteren Stirnseite jedes Kerns Matten aus Silikonkautschuk angeordnet werden.

11. Verfahren nach Anspruch 9, wobei zu Zwecken der Stoßdämpfung und der elektrischen Isolation an beiden Stirnseiten jedes Kerns Matten aus Silikonkautschuk angeordnet werden.

## Claims

1. Dry-type transformer (10) with a core in the form of

a winding ribbon core composed of amorphous ribbon material, which core is sensitive to mechanical loads, having at least one winding body (12) which surrounds the core and is formed from in each case at least one primary winding and one secondary winding, and having at least one holding apparatus, **characterized in that** the holding apparatus is used to fix the in each case at least one primary winding and one secondary winding and is formed from at least two clamping elements (25) which are operatively connected to one another and act on each of the end faces of the at least one winding body, and **in that** the core composed of amorphous material is held suspended by the holding apparatus, the at least one winding body being held independently of the core.

2. Transformer according to Claim 1, **characterized in that** the transformer is a polyphase transformer and has three winding bodies with a core.

3. Transformer according to one of the preceding claims, **characterized in that** the core is in an annular shape with a rectangular, oval or round outline.

4. Transformer according to Claim 3, **characterized in that** the longitudinal limbs of at least two such winding ribbon cores are arranged alongside one another and have ribbon material composed of amorphous material wound around them on the winding plane for their mechanical connection, with all the limbs having the same winding cross section.

5. Transformer according to one of the preceding claims, **characterized in that** the clamping elements are composed of ferromagnetic material and are at the same time used as a yoke, with each core being magnetically permeably connected to the clamping elements of the holding apparatus.

6. Transformer according to one of the preceding claims, **characterized in that** each core is provided with a coating of insulating material on its end faces.

7. Transformer according to one of the preceding claims, **characterized in that** mounts are provided on the ends of each yoke and connect the yokes to one another.

8. Transformer according to Claim 7, **characterized in that** the mounts are passed along the core or the cores on the external longitudinal faces, and are surrounded by the relevant winding body.

9. Method for producing a dry-type transformer (10) with a winding ribbon core composed of amorphous material which is sensitive to mechanical loads, having at least one winding body (12) which surrounds

the core and is formed from in each case at least one primary winding and one secondary winding, having at least one holding apparatus for fixing the formed winding body, with the holding apparatus being formed from at least two clamping elements (25) which are operatively connected to one another and act on each of the end faces of the at least one winding body, with the core composed of amorphous material being held suspended by the holding apparatus, the at least one winding body being held independently of the core, comprising the following steps:

- a) ribbon material composed of amorphous material is provided;
- b) two annular individual cores each having the same, preferably rectangular, cross section in each case are produced from the amorphous ribbon material by winding;
- c) the two individual cores are placed with their longitudinal limbs against one another and the ribbon material is wound around them on the winding plane of the individual cores, such that the core has three longitudinal limbs with the same cross section;
- d) bracing of the at least one winding body to the holding apparatus;
- e) the outer limbs of the transformer core produced in this way are each provided with the electrical primary winding or the electrical secondary winding;
- f) the electrical windings are then connected.

10. Method according to Claim 9, **characterized in that** mats composed of silicone rubber are arranged at least on the lower end face of each core, for the purposes of shock absorption and electrical insulation.
11. Method according to Claim 9, **characterized in that** mats composed of silicone rubber are arranged on both end faces of each core for the purposes of shock absorption and electrical insulation.

## Revendications

1. Transformateur (10) de type sec avec un noyau formé de matériau en bande amorphe sous forme de noyau en bande enroulée, qui est sensible à des sollicitations mécaniques, avec au moins un corps d'enroulement (12) entourant le noyau et formé d'au moins respectivement un enroulement primaire et un enroulement secondaire, ainsi qu'avec au moins un dispositif de maintien, **caractérisé en ce que** le dispositif de maintien sert pour la fixation desdits au moins respectivement un enroulement primaire et un enroulement secondaire et est formé d'au moins deux éléments de serrage (25), qui sont en liaison active l'un avec l'autre et sollicitent ledit au moins un

corps d'enroulement sur chacun de ses côtés frontaux et **en ce que** le noyau en matériau amorphe est maintenu en suspension par le dispositif de maintien, dans lequel ledit au moins un corps d'enroulement est maintenu indépendamment du noyau.

2. Transformateur selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le transformateur est un transformateur à courant triphasé et comprend trois corps d'enroulement avec noyau.
3. Transformateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le noyau est réalisé en forme d'anneau avec un tracé rectangulaire ou ovale ou rond.
4. Transformateur selon la revendication 3, **caractérisé en ce qu'**au moins deux de ces noyaux en bande enroulée sont disposés avec leurs branches longitudinales l'une à côté de l'autre et sont enveloppés dans le plan d'enroulement, en vue de leur liaison mécanique, au moyen d'un matériau en bande en matériau amorphe, dans lequel toutes les branches présentent la même section transversale d'enroulement.
5. Transformateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les éléments de serrage sont constitués de matériau ferromagnétique et servent en même temps d'armature, dans lequel chaque noyau est relié de façon magnétiquement conductrice aux éléments de serrage du dispositif de maintien.
6. Transformateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** chaque noyau est muni sur ses côtés frontaux d'un appui en matériau isolant.
7. Transformateur selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisé en ce qu'il** est prévu aux extrémités frontales de chaque armature des supports, qui relient les armatures l'une à l'autre.
8. Transformateur selon la revendication 7, **caractérisé en ce que** les supports sont guidés le long des côtés longitudinaux situés à l'extérieur du noyau ou des noyaux et sont entourés par le corps d'enroulement concerné.
9. Procédé de fabrication d'un transformateur (10), de type sec, avec un noyau en bande enroulée en matériau amorphe, qui est sensible à des sollicitations mécaniques, avec au moins un corps d'enroulement (12) entourant le noyau et formé d'au moins respectivement un enroulement primaire et un enroulement secondaire, et avec au moins un dispositif de maintien pour la fixation du corps d'enroulement formé,

dans lequel le dispositif de maintien est formé d'au moins deux éléments de serrage (25), qui sont en liaison active l'un avec l'autre et sollicitent ledit au moins un corps d'enroulement sur chacun de ses côtés frontaux, le noyau en matériau amorphe étant maintenu en suspension par le dispositif de maintien et ledit au moins un corps d'enroulement étant maintenu indépendamment du noyau, comprenant les étapes suivantes:

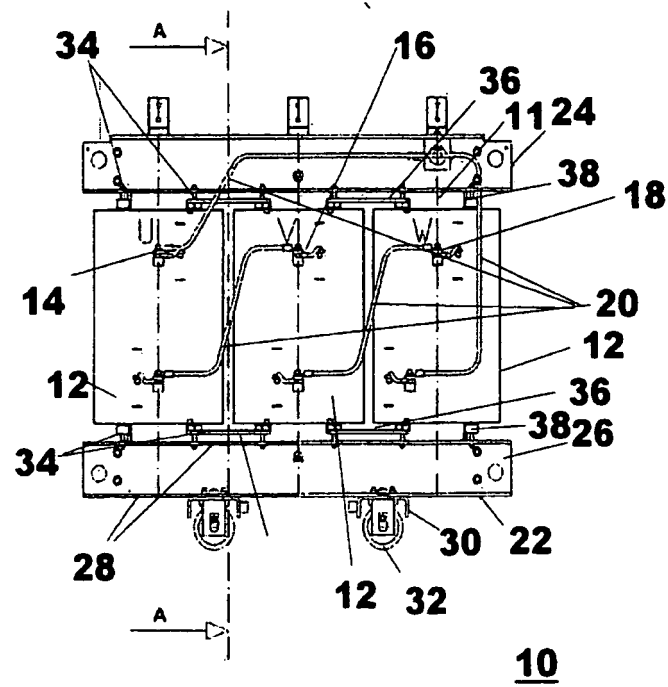
- a) on prépare un matériau en bande en matériau amorphe;
  - b) on fabrique par enroulement, à partir du matériau en bande amorphe, deux noyaux individuels en forme d'anneau présentant respectivement la même section transversale, de préférence rectangulaire;
  - c) on juxtapose les deux noyaux individuels avec leurs branches longitudinales l'une contre l'autre et on les enveloppe dans le plan d'enroulement des noyaux individuels avec un matériau en bande, de telle manière que le noyau présente trois branches longitudinales de même section transversale;
  - d) on serre ledit au moins un corps d'enroulement avec le dispositif de maintien;
  - e) on équipe les branches extérieures du noyau de transformateur ainsi fabriqué respectivement avec l'enroulement électrique primaire ou avec l'enroulement électrique secondaire;
  - f) on effectue ensuite le câblage des enroulements électriques.
10. Procédé selon la revendication 9, dans lequel on dispose, au moins sur le côté frontal inférieur de chaque noyau, un tapis de caoutchouc silicone dans un but d'amortissement des chocs et d'isolation électrique.
11. Procédé selon la revendication 9, dans lequel on dispose sur les deux côtés frontaux de chaque noyau des tapis en caoutchouc silicone dans un but d'amortissement des chocs et d'isolation électrique.

45

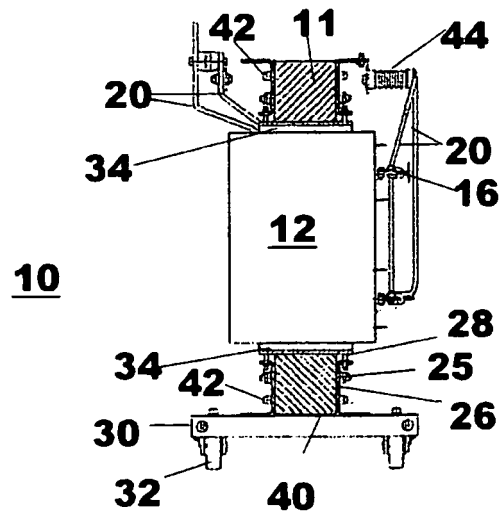
50

55

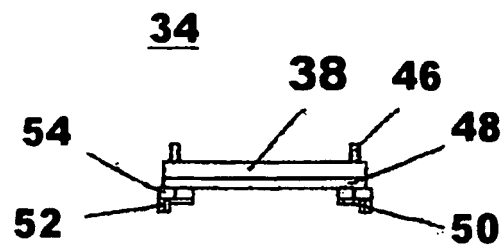




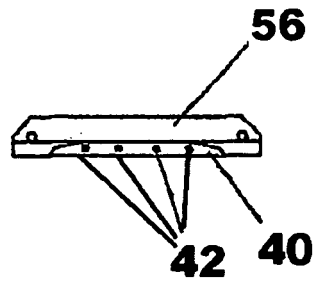
**Fig. 1**



**Fig. 2**



**Fig. 3**



**Fig. 4**