



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
20.08.2008 Patentblatt 2008/34

(51) Int Cl.:
H01F 41/08 (2006.01) H01F 30/16 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **08010496.1**

(22) Anmeldetag: **06.10.2005**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR

(30) Priorität: **07.10.2004 DE 102004048793**
03.09.2005 DE 102005041975

(62) Dokumentnummer(n) der früheren Anmeldung(en) nach Art. 76 EPÜ:
05799949.2 / 1 797 573

(71) Anmelder: **Hanser, Volker Werner**
77694 Kehl/Auenheim (DE)

(72) Erfinder: **Hanser, Volker Werner**
77694 Kehl/Auenheim (DE)

(74) Vertreter: **Maucher, Wolfgang et al**
Patent- und Rechtsanwaltssozietät
Maucher, Börjes & Kollegen
Urachstrasse 23
79102 Freiburg i. Br. (DE)

Bemerkungen:

Diese Anmeldung ist am 10-06-2008 als
Teilanmeldung zu der unter INID-Code 62 erwähnten
Anmeldung eingereicht worden.

(54) **Verfahren zur Herstellung eines Transformators**

(57) Bei einer Vorrichtung zur Herstellung der Ober-
spannungswicklung eines Ringkerntransformators ist
vorgesehen, dass wenigstens eine Wickelstation (205)
mit einer Halte- und Drehlagerung (208) zum drehbaren
Lagern eines Wicklungsträgers (202) des Ringkerntrans-
formators versehen ist, welche Halte- und Drehlagerung
(208) mehrere, umfangseitig an dem Wicklungsträger

(202) angreifende Rollen (210) oder dergleichen Wälz-
körper aufweist, von denen wenigstens eine mit einer
Antriebs- und Bremsvorrichtung verbunden ist, um den
Wicklungsträger (202) anzutreiben und abzubrem-
sen, damit der elektrische Leiter mit dem Isolationsmaterial
auf einen geschlossenen Ringkern (206) aufgewickelt
werden kann, wobei als Wicklungsmaterial Flachbänder
verwendbar sind (Fig. 2).

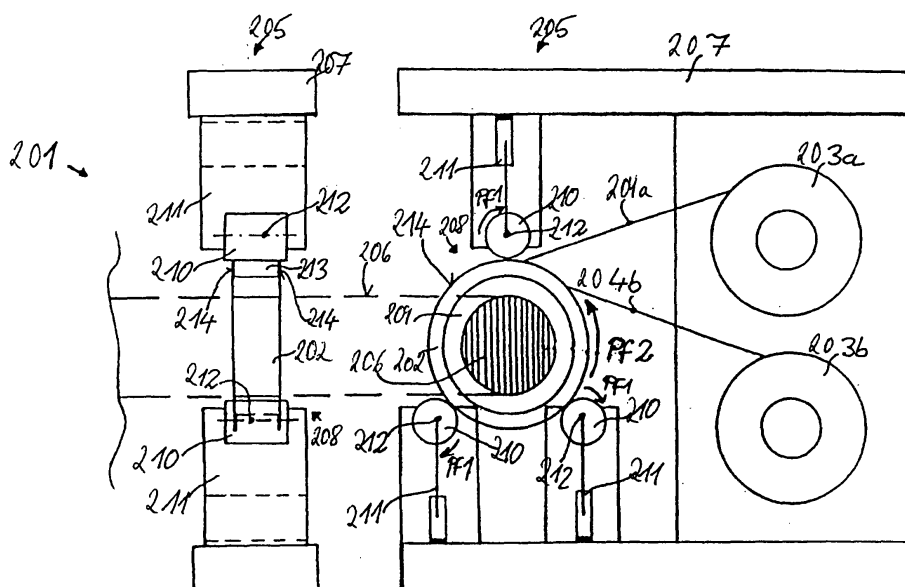


Fig. 2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Oberspannungswicklung eines Ringkerntransformators, sowie deren Herstellungsverfahren, für Verteilungstransformatoren ab einer Leistung von 100 kVA und einer Spannung ab 6000 Volt, auf Basis der Ringkerntechnologie.

[0002] Das Bewickeln der Oberspannung von Ringkernverteilungstransformatoren hoher Leistung und Spannung, beispielsweise 2.000 kVA und 20.000 Volt, ist sehr aufwendig, zeitintensiv und somit teuer. Die Oberspannungswicklung muss in mehrere Segmente unterteilt werden, damit die Lagenspannung der Oberspannungswicklung reduziert, und die Betriebssicherheit gewährleistet werden kann. Bei einer Spannung von 20.000 Volt werden beispielsweise 10 Segmente vorgesehen. Dabei beträgt die Spannung pro Segment 2.000 Volt. Die Lagenspannung wird dadurch entsprechend auf ein Zehntel reduziert. Weiterhin ist die Spannungsfestigkeit gegenüber der Unterspannungswicklung sicher zu stellen.

[0003] Man hat daher bereits Wickelvorrichtungen geschaffen, mit denen das Wickeln solcher Transformatorwicklungen vereinfacht wird. In der EP 0761 009 A1 ist beispielsweise eine Wickelvorrichtung beschrieben, bei der kleine Wickelrollen mit Wicklungsmaterial entlang einer einen Ringkern umgreifenden Führung durch den Ringkern hindurch bewegt werden und dabei Wicklungsmaterial auf den Ringkern abgewickelt wird. Diese Vorrichtung ist jedoch sehr aufwendig und die Spannungsfestigkeit ist nur eingeschränkt zu realisieren. Zudem ist es erforderlich, Wicklungsmaterial zunächst auf die kleinen, durch den Ringkern hindurchführbaren Wickelrollen aufzuspulen, was zusätzliche Zeit benötigt. Des weiteren ist es nur möglich, jeweils eine Wicklung gleichzeitig auf den Ringkern aufzubringen. Bei größeren Ringkernen mit einer Vielzahl von nebeneinander angeordneten Wicklungen (Segmente) wird daher zum Bewickeln aller Transformatorwicklungen viel Zeit benötigt.

[0004] Aus der DE 44 26 138 C2 ist eine Gießform für eine Transformatorspule mit Kontrollmöglichkeit des Vergusses bekannt, wobei ein kragenartiges Teil des freien Endes eines beweglichen Mantelteils zusammen mit einem festen Randstück einen trichterartigen Einfüllschlitz in Längsrichtung der Spule bildet und der andere, feste Mantelteil als Halteelement für Anschlusselemente der Spule bei Vergussvorgang dient und der Einfüllschlitz am Umfang im Bereich der Anschlusselemente positioniert ist, so dass dieser Bereich zumindest bei leicht geöffneten Mantelteil von außen durch den Einfüllschlitz einsehbar ist.

[0005] Aus der DE 1 916 637 A ist ein Verfahren zum Bewickeln von geschlossenen Kernen mit Draht bekannt, bei welchem eine Drahtspule parallel zu einem Spulenkörper liegt, von der Drahtspule ein Draht abgezogen und durch ein Führungsrad geführt und lagenförmig auf dem Spulenkörper aufgewickelt wird.

[0006] Aus der WO 95/12887 A1 ist ein Verfahren zum

Bewickeln eines geschlossenen Ringkerns für Transformatoren und Drosseln hoher Leistungen bekannt, bei der eine Wickelvorrichtung eine den zu bewickelnden Ringkern-Schenkel umgreifende Führung sowie mehrere entlang dieser Führung durch den Ringkern hindurch transportierbare, abrollbare Wickelrollen aufweist.

[0007] Es besteht daher insbesondere die Aufgabe, eine Wickelvorrichtung und eine spannungsfeste Oberspannungswicklung der eingangs genannten Art zu schaffen, mit der das Bewickeln vereinfacht und beschleunigt erfolgen, sowie die notwendige Spannungsfestigkeit gegenüber der Unterspannungswicklung des Transformators realisiert werden kann.

[0008] Die erfindungsgemäße Lösung dieser Aufgabe besteht insbesondere darin, dass wenigstens eine Wickelstation mit einer am Wicklungsträger, bestehend aus zwei spannungsfesten Halbschalen mit Seitenflansch (mindestens ein Seitenflansch mit einem isolierten Hohlraum für die Durchführung des Leitungsmaterials), aus Isoliermaterial hoher Festigkeit, welche zu einer spannungsfesten runden Einheit um den geschlossenen Ringkern zusammengefügt, beziehungsweise der Wicklungsträger mittels einer Gießform um den Ringkern in einem Druckgießverfahren im Ganzen gefertigt, zur Aufnahme der Segmente der Oberspannungswicklung des Transformators, bestehend aus mindestens einem elektrischen Leiter und mindestens einem Isolationsmaterial mit einer am Wicklungsträger angreifenden Halte- und Drehlagerung zum drehbaren Lagern des Wicklungsträgers, vorgesehen ist, welche Halte- und Drehlagerung mehrere, umfangseitig an dem Wicklungsträger angreifende Rollen oder dergleichen Wälzkörper aufweist, von denen wenigstens eine, mit der Antriebs- und Bremsvorrichtung verbunden ist, um den Wicklungsträger anzutreiben und abzubremesen, damit der elektrische Leiter und das Isolationsmaterial auf einen geschlossenen Ringkern aufgewickelt werden kann.

[0009] Damit wird es möglich, auf einen spannungsfesten Wicklungsträger aus Isoliermaterial zu wickeln, der einen geschlossenen Ringkern umgreift und um den Ringkern-Querschnitt gedreht wird. Durch den Einsatz des spannungsfesten Wicklungsträgers können die weiteren Isolationsmaßnahmen wesentlich reduziert werden. Weiterhin ist es nicht erforderlich, den Ringkern zunächst in zwei Hälften zu teilen um die Wicklungen aufzuschieben zu können. Die Herstellung eines Ringkernverteilungstransformators und die Nutzung der physikalischen Vorteile, insbesondere des wesentlich höheren Wirkungsgrads und die dadurch reduzierten Betriebskosten eines geschlossenen Ringkerns, wird dadurch wesentlich vereinfacht.

[0010] Der Wicklungsträger besteht bevorzugt aus zwei hochfesten Halbschalen mit Seitenflansch, welche mit einer überlappenden Einrastvorrichtung, beziehungsweise einem Scharnier und einer überlappenden Einrastvorrichtung ausgestattet sind, die vor dem eigentlichen Wickelvorgang um den geschlossenen Ringkern zu einer runden Einheit, bevorzugt mit einem speziellen

Klebstoff fest zusammengefügt werden, damit die Spannungsfestigkeit gegenüber der Unterspannungswicklung gewährleistet werden kann.

[0011] Eine weitere Ausführungsform des Wicklungsträgers sieht vor, dass eine teilbare Gießform um den geschlossenen Ringkern gelegt, mit deren Hilfe der Wicklungsträger, beispielsweise in einem Druckgeliervorgang direkt am geschlossenen Ringkern gefertigt werden kann und sich nach dem Entfernen der Gießform einstückig um den Ringkern befindet und bewickelt werden kann. Der Wicklungsträger hat in mindestens einem Seitenflansch einen isolierten Hohlraum gegenüber dem Wickelraum, wobei sich am unteren Ende des Hohlraums eine Öffnung in den Wickelraum des Wicklungsträgers befindet, zur Durchführung des unteren Wicklungsanfangs, seitlich an der Wicklung vorbei, nach oben. Dieser Wicklungsträger hat sechs vorteilhafte Funktionen erstens die Grundspannungsfestigkeit gegenüber der Unterspannung zu gewährleisten, zweitens die Halterung für die Oberspannungswicklung, drittens den Wickelvorgang zu ermöglichen, viertens wird der Abstand der Segmente zueinander durch Distanzstücke ermöglicht, fünftens wird ein vorgegebener Abstand zur Unterspannungswicklung realisiert und sechstens wird die Isolation des unteren Wicklungsanfangs durch einen isolierten Hohlraum gegenüber der Wicklung in dem Wicklungsträger auf kleinstem Raum nach oben ermöglicht. Für die verschiedenen Einsatzgebiete von Ringkernverteilungstransformatoren und zur Sicherstellung der Spannungsfestigkeit können die Wicklungsträger mit den Segmenten der Oberspannungswicklung mit einem oder mehreren Isolationsmaterialien gefüllt werden. Zum Beispiel mit einem Gießharz unter atmosphärischen Bedingungen, Gießharzfällung unter Vakuum, Gießharzfällung durch ein Druckgeliervorgang oder bei einer dichten Ausführung mit gasförmigen oder flüssigen Isolationsstoffen, zum Beispiel mit Stickstoff oder einem geeigneten Öl. Bei Bedarf können die Wicklungsträger mit einer Abdeckung zur Isolation, zur Dichtigkeit oder gegen Beschädigung ausgeführt werden. Eine weitere Ausführungsform sieht vor, dass der Wicklungsträger nach außen hin elektrisch leitend ausgeführt werden kann, unter Berücksichtigung dass keine geschlossene Windung um den Ringkern selbst entsteht. Diese elektrisch leitende Schicht kann bei Bedarf geerdet, beziehungsweise auf ein definiertes Potential gelegt werden.

[0012] Zum Bewickeln eines Wicklungsträgers wird dieser in die Halte- und Drehlagerung der Wickelvorrichtung eingesetzt und das Wicklungsmaterial wird dem Wicklungsträger von der (den) Halte- und Drehlagerung beabstandet angeordneten Wicklungsmaterial-Bevorratungsrolle(n) zugeführt. Mit der Antriebs- und Bremsvorrichtung wird zumindest einer der Wälzkörper angetrieben, beziehungsweise abgebremst und gedreht, wodurch der Wicklungsträger an dem dieser Wälzkörper umfangseitig angreift, in Rotation gerät. Nicht mit der Antriebsvorrichtung verbundene Wälzkörper dienen dabei als Halterung für den Wicklungsträger. Zur Vermeidung

von Reibungskräften sind diese bevorzugt ebenfalls drehbar gelagert, so dass ein Abrollen beziehungsweise ein Abwälzen des Wicklungsträgers an diesen Wälzkörpern möglich ist.

[0013] Es ist vorteilhaft, wenn zwischen dem Wicklungsträger und zumindest dem (den) mit der Antriebs- und Bremsvorrichtung verbundenen Wälzkörper(n) eine reibschlüssige, gegebenenfalls formschlüssige Antriebs- und Bremsvorrichtung vorgesehen ist. Eine reibschlüssige Verbindung ist auf konstruktiv einfache Weise realisierbar. Es ist jedoch auch möglich, eine formschlüssige Verbindung vorzusehen, beispielsweise durch eine Zahnung der Wälzkörper und der Seitenflansche der Wicklungsträger.

[0014] Durch die Rotation des Wicklungsträgers wird das Wicklungsmaterial von der (den) Wicklungsmaterial-Bevorratungsrolle(n) ab- und auf den Wicklungsträger aufgewickelt. Da die Wicklungsmaterial-Bevorratungsrolle(n) ortsfest angeordnet sind und nicht um den Wicklungsträger herum bewegt werden, können große Wicklungsmaterial-Bevorratungsrollen verwendet werden, auf denen Wicklungsmaterial zum Bewickeln mehrerer Wicklungsträger nacheinander aufgebracht sein kann. Es lassen sich Wicklungen für Ringkernverteilungstransformatoren hoher Leistung, beispielsweise über 10 MVA bewickeln. Als Wicklungsmaterial können sowohl Runddrähte als auch Flachbänder verwendet werden.

[0015] Eine besonders günstige Ausführungsform sieht vor, dass zum gleichzeitigen Bewickeln mehrerer, insbesondere an einem Ringkern angeordneter Wicklungsträger mehrere, in Umfangsrichtung nebeneinander angeordnete Wickelstationen vorgesehen sind. Dadurch können mehrere nebeneinander angeordnete Wicklungsträger gruppenweise oder alle gleichzeitig bewickelt werden, wodurch die benötigte Zeit zum Bewickeln erheblich reduziert werden kann. Die Anzahl der Wickelstationen kann dabei so gewählt sein, dass für jeden Wicklungsträger eine Wickelstation vorhanden ist. Damit können Wicklungsträger in Gruppen oder alle gleichzeitig bewickelt werden. Die Steuerung erfolgt dabei zentral. Bei dieser Ausführung wird die Wickelvorrichtung vorzugsweise in zwei Etagen unterteilt, wobei die Wicklungsmaterial-Bevorratungsrolle(n) in der oberen Etage der Wickelvorrichtung angeordnet werden. Dadurch wird die Bedienbarkeit wesentlich erleichtert. Die Etagen können je nach Bedarf auch umgekehrt werden.

[0016] Es ist zweckmäßig, wenn wenigstens eine Wicklungsmaterial-Bevorratungsrolle mit Leitermaterial und wenigstens eine zweite Wicklungsmaterial-Bevorratungsrolle mit Isolationsmaterial zum gleichzeitigen, lagenweisen Aufwickeln von Leitermaterial und Isolationsmaterial auf den Wicklungsträger vorgesehen sind. Es ist auch möglich, drei, vier oder fünf Wicklungsmaterial-Bevorratungsrollen zum gleichzeitigen Bewickeln eines Wicklungsträgers vorzusehen, wobei zwei, drei oder vier, der Wicklungsmaterial-Bevorratungsrollen Leitermaterial und eine dritte, vierte oder fünfte Wicklungsmaterial-

Bevorratungsrolle Isolationsmaterial zum Isolieren trägt. Bei Verwendung von isoliertem Leitungsmaterial genügt eine Wicklungsmaterial-Bevorratungsrolle.

[0017] Eine bevorzugte Ausführungsform sieht vor, dass die Wälzkörper zu Anpassung an im Durchmesser und/oder der Umrissform unterschiedliche Wicklungsträger gefedert und vorzugsweise auch gedämpft gelagert sind. Dadurch ist es möglich, mit einer Wickelstation Wicklungsträger mit kreisförmigen Querschnitten und unterschiedlichen Durchmessern zu bewickeln, ohne konstruktive Änderungen an der Wickelstation, beziehungsweise der Halte- und Drehlagerung vorzunehmen. Dazu können die Wälzlager gegen die Federkraft mehr oder weniger entsprechend dem Wicklungsträger-Durchmesser beabstandet positioniert werden. Darüber hinaus ist es möglich, auch Wicklungsträger mit einem unrundern, beispielsweise ovalen Querschnitt zu bewickeln. Durch die gefederte Lagerung liegen die Wälzkörper auch bei nicht rundem Querschnitt des Wicklungsträgers stets an diesem an, wodurch einerseits die Halterung und andererseits der Rotationsantrieb des Wicklungsträgers sichergestellt sind.

[0018] Es ist zweckmäßig, wenn für die Wicklungsmaterial-Bevorratungsrolle(n) jeweils eine Drehlagerung mit einer Antriebs- und Bremsvorrichtung vorgesehen wird, so dass ein definierter Wickelzug eingehalten werden kann.

[0019] Mit dem erfindungsgemäßen Wicklungsträger für die Oberspannungswicklung eines Ringkernverteilungstransformators kann die Spannungsfestigkeit realisiert werden und mit der Wickelvorrichtung ist es möglich, die Oberspannungswicklungen für einen Ringkernverteilungstransformator in vergleichsweise kurzer Zeit zu bewickeln.

[0020] Die Aufgabe wird gelöst durch einen Transformator, insbesondere die Oberspannungswicklung eines Ringkerntransformators hoher Leistung, sowie deren Herstellungsverfahren, wobei wenigstens eine Wickelstation mit einer am Wicklungsträger, bestehend aus zwei spannungsfesten Halbschalen mit Seitenflansch aus Isoliermaterial hoher Festigkeit, welche zu einer spannungsfesten runden Einheit um den geschlossenen Ringkern zusammengefügt, zur Aufnahme der Segmente der Oberspannungswicklung des Transformators, bestehend aus einem elektrischen Leiter und einem Isolationsmaterial mit einer am Wicklungsträger angreifenden Halte- und Drehlagerung zum drehbaren Lagern des Wicklungsträgers, vorgesehen ist, welche Halte- und Drehlagerung mehrere, umfangseitig an dem Wicklungsträger angreifende Rollen oder dergleichen Wälzkörper aufweist, von denen wenigstens eine, mit der Antriebs- und Bremsvorrichtung verbunden ist, um den Wicklungsträger anzutreiben und abzubremesen, damit der elektrische Leiter mit dem Isolationsmaterial auf einen geschlossenen Ringkern aufgewickelt werden kann.

[0021] In einem weiteren Ausführungsbeispiel ist ein Transformator, insbesondere die Oberspannungswicklung eines Ringkerntransformators hoher Leistung, so-

wie deren Herstellungsverfahren vorgesehen, wobei der Wicklungsträger nach oder während dem Aufbringen der Oberspannungswicklung mit festem, flüssigen oder gasförmigem Isolationsmaterial gefüllt wird.

[0022] In einem weiteren Ausführungsbeispiel ist ein Transformator vorgesehen, wobei mindestens ein Seitenflansch eines Wicklungsträgers mit einem isolierten Hohlraum ausgestattet ist, wobei sich am unteren Ende des Hohlraums eine Öffnung in den Wickelraum des Wicklungsträgers, für die Durchführung des unten liegenden Wicklungsanfangs des Leitungsmaterials der Oberspannungswicklung nach oben befindet.

[0023] In einem weiteren Ausführungsbeispiel ist ein Transformator vorgesehen, wobei eine teilbare Gießform um den geschlossenen Ringkern gelegt ist, mit deren Hilfe der Wicklungsträger, beispielsweise in einem Druckgeliervorgang direkt am geschlossenen Ringkern gefertigt werden kann und sich nach dem Entfernen der Gießform einstückig um den Ringkern befindet und bewickelt werden kann.

[0024] In einem weiteren Ausführungsbeispiel ist ein Transformator vorgesehen, wobei der Wicklungsträger aus mindestens zwei Teilen mit Seitenflansch besteht, diese mit mindestens einer überlappenden Einrastvorrichtung, beziehungsweise einem Scharnier und einer überlappenden Einrastvorrichtung ausgestattet sind, die vor dem eigentlichen Wickelvorgang um den geschlossenen Ringkern zu einer runden Einheit, bevorzugt mit einem speziellen spannungsfesten Klebstoff zusammengefügt werden.

[0025] In einem weiteren Ausführungsbeispiel ist ein Transformator vorgesehen, wobei der Wicklungsträger aus mehreren Isolationsmaterialien besteht, und wobei der Wicklungsträger Halterungen für die Oberspannungswicklung aufweist, und wobei die Seitenflansche des Wicklungsträgers eine reibschlüssige, beziehungsweise formschlüssige Oberfläche besitzen, und wobei der Wicklungsträger Distanzstücke zur Einstellung von einem definierter Abstand der Segmente zueinander aufweist, und wobei der Wicklungsträger Halterungen zur Einstellung eines definierten Abstand zur Unterspannungswicklung besitzt.

[0026] In einem weiteren Ausführungsbeispiel ist ein Transformator vorgesehen, wobei der Wicklungsträger mit einem Gießharz unter atmosphärischen Bedingungen, Gießharzförmigkeit unter Vakuum, Gießharzförmigkeit durch ein Druckgeliervorgang oder bei einer dichten Ausführung mit gasförmigen oder flüssigen Isolationsstoffen, zum Beispiel mit Stickstoff oder einem isolierenden Öl, während oder nach dem Wickelvorgang gefüllt wird.

[0027] In einem weiteren Ausführungsbeispiel ist ein Transformator vorgesehen, wobei der Wicklungsträger nach außen hin elektrisch leitend ausgeführt werden kann, unter Berücksichtigung dass keine geschlossene Windung um den Ringkern selbst entsteht, diese elektrisch leitende Schicht geerdet werden kann, beziehungsweise auf ein definiertes Potential gelegt werden

kann.

[0028] In einem weiteren Ausführungsbeispiel ist ein Transformator vorgesehen, wobei zum gleichzeitigen Bewickeln mehrerer, insbesondere an einem Ringkern angeordneter Wicklungsträger mehrere, in Umfangsrichtung nebeneinander angeordnete Wickelstationen vorgesehen sind.

[0029] In einem weiteren Ausführungsbeispiel ist ein Transformator vorgesehen, wobei die Wickelvorrichtung in zwei Etagen unterteilt, wobei die Wicklungsmaterial-Bevorratungsrolle(n) in der oberen Etage der Wickelvorrichtung oder umgekehrt angeordnet werden.

[0030] In einem weiteren Ausführungsbeispiel ist ein Transformator vorgesehen, wobei wenigstens eine Wicklungsmaterial-Bevorratungsrolle mit Leitermaterial und wenigstens eine zweite Wicklungsmaterial-Bevorratungsrolle mit Isolationsmaterial zum gleichzeitigen, lagenweisen Aufwickeln von Leitermaterial und Isolationsmaterial auf den Wicklungsträger vorgesehen sind, beziehungsweise drei, vier oder fünf Wicklungsmaterial-Bevorratungsrollen zum gleichzeitigen Bewickeln eines Wicklungsträgers, wobei zwei, drei oder vier, der Wicklungsmaterial-Bevorratungsrollen Leitermaterial und eine dritte, vierte oder fünfte Wicklungsmaterial-Bevorratungsrolle Isolationsmaterial zum Isolieren trägt.

[0031] In einem weiteren Ausführungsbeispiel ist ein Transformator vorgesehen, wobei die Wälzkörper zu Anpassung an im Durchmesser und/oder der Umrissform unterschiedliche Wicklungsträger gefedert und vorzugsweise auch gedämpft gelagert sind.

[0032] Die Erfindung bezieht sich außerdem auf die Unterspannungswicklung eines Ringkernverteilungstransformators, sowie auf deren Herstellungsverfahren, einen geschlossenen mehrstufigen Transformatorkern hoher Stabilität, nach außen hin elektrisch isoliert, sowie auf dessen Herstellungsverfahren, für Verteilungstransformatoren in Gießharztechnik, ab einer Leistung von 100 kVA und einer Spannung ab 6000 V, auf Basis der Ringkerntechnologie.

[0033] Unterspannungswicklungen für Verteilungstransformatoren haben sehr große Querschnitte, beispielsweise für 1.000 kVA sind dies ca. 1.500 mm². Solche Querschnitte werden für konventionelle Verteilungstransformatoren in der Schenkelbauweise mit breiten elektrisch leitenden Bändern hergestellt. Bei einem Ringkernverteilungstransformator können infolge der geometrischen Verhältnisse keine solche Bänder verwendet werden. Die Unterspannungswicklung müsste in sehr aufwendiger Form durch Parallelschalten von elektrisch isolierten Flachdrähten hergestellt werden. Ringkerne für Ringkerntransformatoren werden heute nur für kleine Leistungen und Niederspannungen in einstufiger Form hergestellt. Mehrstufige geschlossene Ringkerntransformatorkerne hoher Festigkeit und nach außen isoliert, für Verteilungstransformatoren und deren Fertigungsverfahren, sind nicht bekannt.

[0034] Es besteht das Problem, eine Unterspannungswicklung mit einem elektrischen Leiter hohen Quer-

schnitts um einen geschlossenen Ringkern anzubringen, damit ein Ringkernverteilungstransformator hoher Leistung (ab 100 kVA bis in den Megawattbereich) zu realisieren ist. Es besteht die Aufgabe, eine Unterspannungswicklung mit einem elektrischen Leiter hohen Querschnitts um einen geschlossenen Ringkern anzubringen und einen geschlossenen mehrstufigen Ringkerntransformatorkern hoher Festigkeit, welcher nach außen hin elektrisch isoliert ist und ein dafür rationelles, maschinelles Herstellungsverfahren zu schaffen, damit die Produktion von Ringkernverteilungstransformatoren ermöglicht wird.

[0035] Die erfindungsgemäße Lösung dieser Aufgabe besteht darin, dass eine Windung der Unterspannungswicklung aus einem elektrisch leitendem Material in zwei Hälften vorgeformt wird, diese zwei Hälften um den geschlossenen Ringkern elektrisch miteinander verbunden werden, wobei mindestens eine Hälfte eine Etage aufweist, damit eine spiralförmige Wicklung, bestehend aus mehreren Windungen auf dem geschlossenen Ringkern entsteht, für den Ringkern, ein dünnes magnetisch leitendes Material zu einem mehrstufigen geschlossenen Ringkerntransformatorkern gewickelt wird, sich zwischen dem magnetisch leitendem Material ein Klebstoff befindet, welcher das Material gegenseitig isoliert (zur Vermeidung von Wirbelströmen) und den Ringkern verfestigt und die elektrische Isolation gegenüber der Unterspannungswicklung mit Distanzringen oder Distanzstücken aus elektrisch nicht leitendem Material erlangt wird. Zur Steigerung der Festigkeit und zur elektrischen Isolation nach außen hin, kann der Ringkerntransformatorkern mit einem elektrisch nicht leitenden Gießharz hoher Festigkeit komplett eingegossen werden.

[0036] Eine weitere Ausführungsform sieht vor, dass die elektrische Isolation (Kern zur Unterspannungswicklung) durch mindestens drei Distanzringe oder jeweils drei Distanzstücke pro Windung, welche in den Stufen des Ringkerns fest angebracht werden, realisiert wird. Anschließend wird der Ringkern mit einem Lack zur Isolation und zum Schutz gegen Korrosion überzogen.

[0037] Eine Windung der Unterspannungswicklung wird aus zwei Hälften mit elektrisch leitendem Material vorgeformt, beispielsweise aus Aluminium mit einem Querschnitt von 1.500 mm². Mindestens eine Hälfte weist eine Etage auf, damit aus den einzelnen Hälften eine Windung und aus den Windungen eine fortlaufende spiralförmige Wicklung entsteht, wobei die Form der Etage den Abstand zur Isolation der Windungen gegeneinander vorgibt. Die einzelnen Hälften können verschraubt und/oder verschweißt werden.

[0038] Dadurch wird es ermöglicht, eine Unterspannungswicklung mit beliebig großem Querschnitt in relativ kurzer Zeit zu realisieren.

[0039] Der Vorteil der Ringkerntechnologie besteht darin, dass man damit Ringkernverteilungstransformatoren bis in den höchsten Leistungsbereich realisieren kann, welche extrem verlustarm sind und nur noch ca. 50% der Betriebskosten von konventionellen Verteilungs-

transformatoren in Gießharztechnik aufweisen. Dadurch refinanziert sich der Ringkernverteilungstransformator in wenigen Jahren und zusätzlich kann ein bedeutender Teil an Primärenergie, zur Schonung von Ressourcen und der Umwelt, eingespart werden.

[0040] Die Aufgabe wird auch gelöst durch einen Transformator, insbesondere eine spiralförmige Unter Spannungswicklung hohen Querschnitts und deren Herstellung, ein mehrstufiger geschlossener Ringkerntransformator kern hoher Stabilität, aus magnetisch leitendem und gegenseitig isoliertem Material, zur Unter Spannungswicklung hin elektrisch isoliert, sowie dessen Herstellungsverfahren, wobei bevorzugt ein Trägergestell mit mindestens 3 Vorratsrollenvorrichtungen mit jeweils einer Bremsvorrichtung, mit mindestens 2 verschiedenen Breiten von magnetisch leitendem Material, mindestens drei Klebesprühvorrichtungen, sowie mindestens drei Aufwickelvorrichtungen mit einem Antriebssystem, mindestens drei Führungsvorrichtungen, einer Führungsschiene, sowie einer Abschneidevorrichtung vorgesehen ist.

[0041] Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist ein Transformator vorgesehen, wobei jede Vorratsrollenvorrichtung, sowie jede Aufwickelvorrichtung mit einer Antriebs- und Bremsvorrichtung ausgestattet ist.

[0042] Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist ein Transformator vorgesehen, wobei mindestens drei Distanzringe oder jeweils drei Distanzstücke pro Windung, in den Stufen des Ringkerns fest angebracht sind.

[0043] Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist ein Transformator vorgesehen, wobei der Ringkern mit einem Lack zur Isolation und zum Schutz gegen Korrosion überzogen ist.

[0044] Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist ein Transformator vorgesehen, wobei der Ringkerntransformator kern mit einem hochfesten Gießharz eingehüllt ist.

[0045] Die Aufgabe wird auch gelöst durch einen Transformator, insbesondere eine spiralförmige Unter Spannungswicklung hohen Querschnitts und deren Herstellung, ein mehrstufiger geschlossener Ringkerntransformator kern hoher Stabilität, aus magnetisch leitendem und gegenseitig isoliertem Material, zur Unter Spannungswicklung hin elektrisch isoliert, sowie dessen Herstellungsverfahren, wobei eine Windung der Unter Spannungswicklung aus einem elektrisch leitendem Material in zwei Hälften vorgeformt wird, diese zwei Hälften um den geschlossenen Ringkern elektrisch leitend miteinander verbunden werden, wobei mindestens eine Hälfte eine Etage aufweist, damit eine spiralförmige Wicklung, bestehend aus mehreren Windungen auf dem geschlossenen Ringkern entsteht.

[0046] Bei einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist ein Verfahren vorgesehen, wobei die Windungshälften miteinander verschraubt oder/und verschweißt werden.

[0047] Nachstehend ist die Erfindung anhand von Figuren näher erläutert.

Fig. 1 zeigt in schematischer Darstellung einen seitlichen Schnitt durch einen Mehrphasentransformator mit drei in axialer Richtung benachbart angeordneten Ringkernen.

5 Fig. 2 zeigt in schematischer Darstellung ein Ausführungsbeispiel eines Wicklungsträgers und des Wickelvorgangs gemäß der vorliegenden Erfindung.

10 **[0048]** In Figur 1 ist ein im Ganzen mit 101 bezeichneter Mehrphasentransformator dargestellt, der drei in axialer Richtung übereinander angeordnete Ringkerne 102 aufweist. Jeweils benachbarte Ringkerne 102 tragen dabei Phasenwicklungen unterschiedlicher Phasen, wobei die Phasenwicklungen jeweils auf die Ringkerne 102 ringförmig umschließenden Spulenkörpern 103 aufgebracht sind. Dabei können abwechselnd Spulenkörper 103 jeweils mit Primär und Sekundärwicklungen nebeneinander oder übereinander angeordnet sein. Es ist auch möglich, dass auf einen Spulenkörper 103 jeweils primär- und Sekundärwicklungen gemeinsam aufgebracht sind.

15 **[0049]** Die Ringkerne 102 sind in einer Haltevorrichtung 104 angeordnet, die äußere sowie innere Führungsschienen 105a, 105b zur Bildung eines Aufnahmebereiches für die Ringkerne 102 aufweist. Die Führungsschienen 105a, 105b bestehen jeweils aus isolierendem Material, so dass die Ringkerne 102 beziehungsweise die Phasenwicklungen auf den Spulenkörper 103 der Ringkerne 102 seitlich nach außen hin isoliert sind.

20 **[0050]** Die Haltevorrichtung 104 weist unterseitig ein Bodenteil 107 auf, das ebenfalls aus isolierendem Material besteht. An dem Bodenteil 107 sind isolierende Auflageelemente 108 für den unteren Ringkern 102 vorgesehen. Dabei können mehrere voneinander beabstandete Auflageelemente 108 vorgesehen sein, oder es ist ein durchgehender Ring als Auflageelement 108 vorgesehen. Zwischen den einzelnen Ringkernen 102 sind jeweils Distanzstücke 109 vorgesehen, mit denen die Ringkerne 102 beziehungsweise die den Ringkernen 102 jeweils zugeordneten Spulenkörper 103 in ihrer Lage zueinander fixiert werden. Oberhalb des oberen Ringkernes 102 sind wiederum isolierende Auflageelemente 108 vorgesehen, auf denen ein Deckelteil 110 aufliegt und die Ringkerne 102 auch oberseitig nach außen hin isoliert.

25 **[0051]** Der in der Figur 1 dargestellte Mehrphasentransformator 101 ist als Drei-Phasen-Transformator ausgebildet. Die nicht näher dargestellten Anschlussstellen der einzelnen Phasenwicklungen der Ringkerne 102 beziehungsweise der Spulenkörper 103 sind jeweils um 120° zueinander versetzt angeordnet. Die Phasenwicklungen sind dadurch mechanisch um einen Winkel zueinander versetzt angeordnet, der der elektrischen Phasenverschiebung beziehungsweise dem elektrischen Phasenwinkel zwischen den Spannungssignalen dieser Phasenwicklungen entspricht.

30 **[0052]** Insbesondere im Bereich der Distanzstücke 109, das heißt dort, wo benachbarte Ringkerne den ge-

ringsten Abstand zueinander haben, ist dadurch an zwei gegenüberliegenden Bereichen zweier Ringkerne 102 beziehungsweise Spulenkörper 103 praktisch kein Potentialunterschied vorhanden. Spannungsüberschläge zwischen benachbarten Ringkernen 102 sind so auch bei dicht aneinander angeordneten Ringkernen 102 nicht möglich. Der Mehrphasentransformator 101 kann dadurch kompakt und mit reduziertem Platzbedarf aufgebaut werden. Zudem sind zwischen den einzelnen Ringkernen 102, im Bereich der Distanzstücke 109 keine oder nur geringe Isolationsmaßnahmen erforderlich, wodurch Kosten gespart werden und die Konstruktion vereinfacht ist.

[0053] Die Ringkerne 102 sind mit ihren jeweiligen Spulenkörpern 103 modularartig ausgebildet. Bei einem Defekt in einem dieser Module kann der betroffene Ringkern gegen ein Ersatzmodul ausgetauscht werden beziehungsweise das defekte Modul wird elektrisch abgetrennt und ein Ersatzmodul wird provisorisch an den Mehrphasentransformator 101 angeschlossen. Somit ist es nicht erforderlich, einen kompletten Transformator als Reservegerät bereitzuhalten, sondern es genügt, einen Ringkern mit den die Phasenwicklungen tragenden Spulenkörpern als Reservemodul bereitzuhalten. Dadurch werden Kosten gespart und der Platzbedarf für ein Reservegerät ist reduziert.

[0054] In Figur 2 ist eine im Ganzen mit 201 bezeichnete Wickelvorrichtung zum Bewickeln von Wicklungsträgern 202 dargestellt. Die Wickelvorrichtung zum Bewickeln von Wicklungsträgern 202 mit auf drehbar gelagerten Wicklungsmaterial-Bevorratungsrollen 203a bevorratetem Wicklungsmaterial 204a, 204b, weist zwei Wickelstationen 205 auf, die um 90 Grad voneinander beabstandet, an einem andeutungsweise dargestellten Ringkern 6, angeordnet sind. Die Wickelstationen 205 weisen jeweils ein Trägeregestell 207, mit einer Halte- und Drehlagerung 208, für jeweils einen Wicklungsträger 202 auf. Die Wicklungsträger 202 sind jeweils konzentrisch um den Ringkern 206 angeordnet, wobei zwischen dem Ringkern 206 und den Wicklungsträgern 202, jeweils ein Luftspalt 209 frei bleibt. Der Ringkern 206 wird dazu mit einer nicht dargestellten Haltevorrichtung in der gezeigten Position gehalten.

[0055] Die Halte- und Drehlagerungen 208, weisen drei jeweils an einer Rollenhalterung 211, drehbar gelagerte Rollen 210 als Wälzkörper auf, die den Wicklungsträger 202 beaufschlagen. Zwei der Rollen 210 stützen den Wicklungsträger 202 dabei von unten und bilden so eine stabile Auflage und die dritte Rolle 210 beaufschlagt den Wicklungsträger 202, von oben, so dass der Wicklungsträger 202 praktisch von drei Rollen 210 eingeklemmt und ein versehentliches Lösen des Wicklungsträgers 202 von der Halte- und Drehlagerung 208, vermieden ist. Die Rollen 210 sind mit einer nicht dargestellten Antriebs- und Bremsvorrichtung verbunden, mit der die Rollen in Richtung der Pfeile gedreht werden. Zwischen den Rollen 210 und dem Wicklungsträger 202 ist eine reibschlüssige Antriebs- und Bremsvorrichtung vor-

gesehen, so dass beim Drehen der Rollen 210 im Uhrzeigersinn, der Wicklungsträger 202 entgegengesetzt mitgedreht wird. Durch die Drehbewegung des Wicklungsträgers 202 wird das Wicklungsmaterial 204a, 204b von den drehbar gelagerten Wicklungsmaterial-Bevorratungsrollen 203a, 203b ab- und auf den Wicklungsträger 202 aufgewickelt. Dabei können die Wicklungsträger 202 der einzelnen Wickelstationen 205, gleichzeitig bewickelt werden.

[0056] Die Wicklungsträger 202 bestehen aus einem hochfesten Isolationsmaterial, sind jeweils spulenkörperartig mit den Wickelraum 213 und seitlich begrenzenden Flanschen 214 ausgebildet. Das Isolationsmaterial wird zur Spannungsfestigkeit, insbesondere gegenüber der Unterspannungswicklung benötigt. Die hohe Festigkeit wird für den Wickelvorgang, sowie das Halten des relativ schweren Wicklungsmaterials benötigt. Die Außenränder dieser Seitenflansche 214 dienen dabei als Beaufschlagungsflächen für die Rollen 210. Das Wicklungsmaterial 204a, 204b kann dabei zwischen den Seitenflanschen 214 auf den Wicklungsträger 202 geführt werden, ohne die Zufuhr des Wicklungsmaterials 204a, 204b durch die Rollen 210 zu behindern. Zudem bilden die Seitenflansche 214 eine Isolation zu benachbarten Wickelträgern, sowie seitliche Begrenzung für das Wicklungsmaterial 204a, 204b.

[0057] Die Rollen 210 sind an ihrer Rollenhalterung 211 jeweils gefedert und gedämpft gelagert. Dadurch lassen sich die Rollen 210, einer Halte- und Drehlagerung 208 auseinander bewegen, um einen Wicklungsträger 202, in die Halte- und Drehlagerung einsetzen und wieder entnehmen zu können. Zudem ist es möglich, Wicklungsträger unterschiedlicher Größe zu bewickeln.

[0058] An jeder Wickelstation 205, sind jeweils eine erste Wicklungsmaterial-Bevorratungsrolle 203a, mit Leitermaterial 4a, sowie eine zweite Wicklungsmaterial-Bevorratungsrolle 203b mit Isolationsmaterial 204b, zum gleichzeitigen, lagenweise übereinander wickeln des Leiter- und des Isolationsmaterials, auf einen Wicklungsträger 202 vorgesehen.

[0059] Die Erfindung bezieht sich auf eine Oberspannungswicklung eines Ringkerntransformators, sowie auf deren Herstellungsverfahren, für Verteilungstransformatoren, auf Basis der Ringkerntechnologie.

[0060] Die Wickelstation mit einer am Wicklungsträger, bestehend aus zwei spannungsfesten Halbschalen mit Seitenflansch aus Isoliermaterial hoher Festigkeit, welche zu einer spannungsfesten runden Einheit um den geschlossenen Ringkern zusammengefügt, zur Aufnahme der Segmente der Oberspannungswicklung des Transformators, bestehend aus mindestens einem elektrischen Leiter und mindestens einem Isolationsmaterial mit einer am Wicklungsträger angreifenden Halte- und Drehlagerung zum drehbaren Lagern des Wicklungsträgers vorgesehen ist, damit der elektrische Leiter und das Isolationsmaterial auf einen geschlossenen Ringkern aufgewickelt werden kann.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Herstellung der Oberspannungswicklung eines Ringkerntransformators, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine Wickelstation (205) mit einer Halte- und Drehlagerung (208) zum drehbaren Lagern eines Wicklungsträgers (202) des Ringkerntransformators vorgesehen ist, welche Halte- und Drehlagerung (208) mehrere, umfangseitig an dem Wicklungsträger (202) angreifende Rollen (210) oder dergleichen Wälzkörper aufweist, von denen wenigstens eine mit einer Antriebs- und Bremsvorrichtung verbunden ist, um den Wicklungsträger (202) anzutreiben und abzubremesen, damit der elektrische Leiter mit dem Isolationsmaterial auf einen geschlossenen Ringkern (206) aufgewickelt werden kann, wobei als Wicklungsmaterial Flachbänder verwendbar sind. 5
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wicklungsträger (202) aus zwei spannungsfesten Halbschalen mit Seitenflansch (214) aus Isoliermaterial hoher Festigkeit besteht, welche zu einer spannungsfesten Einheit um den geschlossenen Ringkern (206) zusammengefügt sind. 20 25
3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich der Wicklungsträger (202) einstückig um dem geschlossenen Ringkern (206) befindet. 30
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum gleichzeitigen Bewickeln mehrerer Wicklungsträger (202) mehrere, in Umfangsrichtung nebeneinander angeordnete Wickelstationen (205) vorgesehen sind. 35
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wicklungsträger (202) oder die Wicklungsträger jeweils konzentrisch um den Ringkern (206) angeordnet ist/sind. 40
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Halte- und Drehlagerungen (208) jeweils drei an einer Rollenerlagerung (211) drehbar gelagerte Rollen (210) als Wälzkörper aufweisen, die den Wicklungsträger (202) beaufschlagen, insbesondere wobei zwei der Rollen (210) den Wicklungsträger von unten stützen und die dritte Rolle (210) den Wicklungsträger (202) von oben beaufschlagt, so dass der Wicklungsträger (202) von den drei Rollen (210) praktisch eingeklemmt und ein versehentliches Lösen des Wicklungsträgers (202) von der Halte- und Drehlagerung (208) vermieden ist. 45 50
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens eine Wicklungsmaterial-Bevorratungsrolle (203a) mit Leitermaterial (204a) und wenigstens eine zweite Wicklungsmaterial-Bevorratungsrolle (203b) mit Isolationsmaterial (204b) zum gleichzeitigen, lagenweise Aufwickeln von Leitermaterial und Isolationsmaterial auf den Wicklungsträger (202) vorgesehen sind. 55
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** drei, vier oder fünf Wicklungsmaterial-Bevorratungsrollen zum gleichzeitigen Bewickeln eines Wicklungsträgers (202) vorgesehen sind, und dass zwei, drei oder vier der Wicklungsmaterial-Bevorratungsrollen Leitermaterial und eine dritte, vierte oder fünfte Wicklungsmaterial-Bevorratungsrolle Isolationsmaterial zum Isolieren trägt. 10 15
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** Wälzkörper (212) zur Lagerung des Wicklungsträgers (202) vorgesehen sind, die zur Anpassung an im Durchmesser und/oder der Umrissform unterschiedliche Wicklungsträger (202) gefedert und/oder gedämpft gelagert sind. 20 25
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** jede Vorratsrollenvorrichtung sowie jede Aufwickelvorrichtung mit einer Antriebs- und Bremsvorrichtung ausgestattet ist. 30
11. Verfahren zur Herstellung eines Transformators, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum Bewickeln eines Wicklungsträgers (202) dieser in eine Halte- und Drehlagerung (206) einer Vorrichtung (201) nach einem der Ansprüche 1 bis 10 eingesetzt wird, dass das Wicklungsmaterial (204a, 204b) dem Wicklungsträger (202) von der oder den zu der Halte- und Drehlagerung (206) beabstandet angeordneten Wicklungsmaterial-Bevorratungsrolle(n) (203a, 203b) zugeführt wird, dass mit einer Antriebs- und Bremsvorrichtung zumindest ein Wälzkörper (210) angetrieben bzw. abgebremst wird, wodurch der Wicklungsträger (202), an dem dieser Wälzkörper (210) umfangsseitig angreift, in Rotation gerät, wobei als Wicklungsmaterial Flachbänder verwendbar sind. 35 40 45 50
12. Verfahren nach Anspruch 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wicklungsträger (202) nach oder während dem Aufbringen der Oberspannungswicklung mit festem, flüssigen oder gasförmigem Isolationsmaterial gefüllt wird. 55
13. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine teilbare Gießform zur Fertigung des Wicklungsträgers (202) um den geschlossenen Ringkern (206) gelegt wird. 55

und/oder der Wicklungsträger (202) in einem Druckgeliervverfahren gefertigt wird und/oder der Wicklungsträger (202) nach dem Entfernen der Gießform bewickelt wird.

5

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wicklungsträger (202) mit einem Gießharz unter atmosphärischen Bedingungen, einer Gießharzfällung unter Vakuum, einer Gießharzfällung durch ein Druckgeliervverfahren oder bei einer dichten Ausführung mit gasförmigen oder flüssigen Isolationsstoffen, insbesondere Stickstoff oder ein isolierendes Öl, während oder nach dem Wickelvorgang gefüllt wird.

10

15

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** Leitermaterial (204a, 204b) und Isolationsmaterial (204a, 204b) gleichzeitig lagenweise auf den Wicklungsträger (202) aufgewickelt werden.

20

25

30

35

40

45

50

55

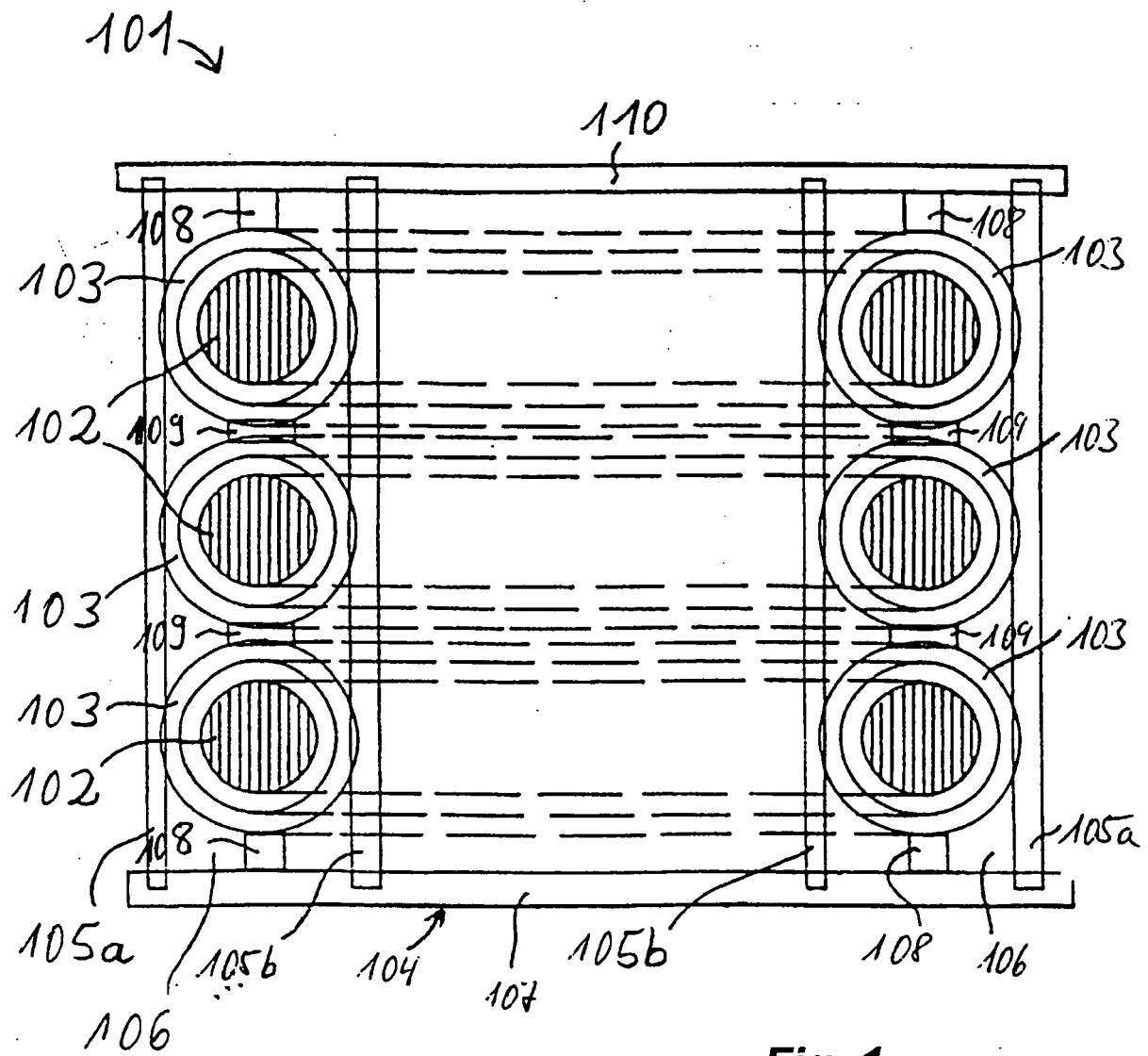
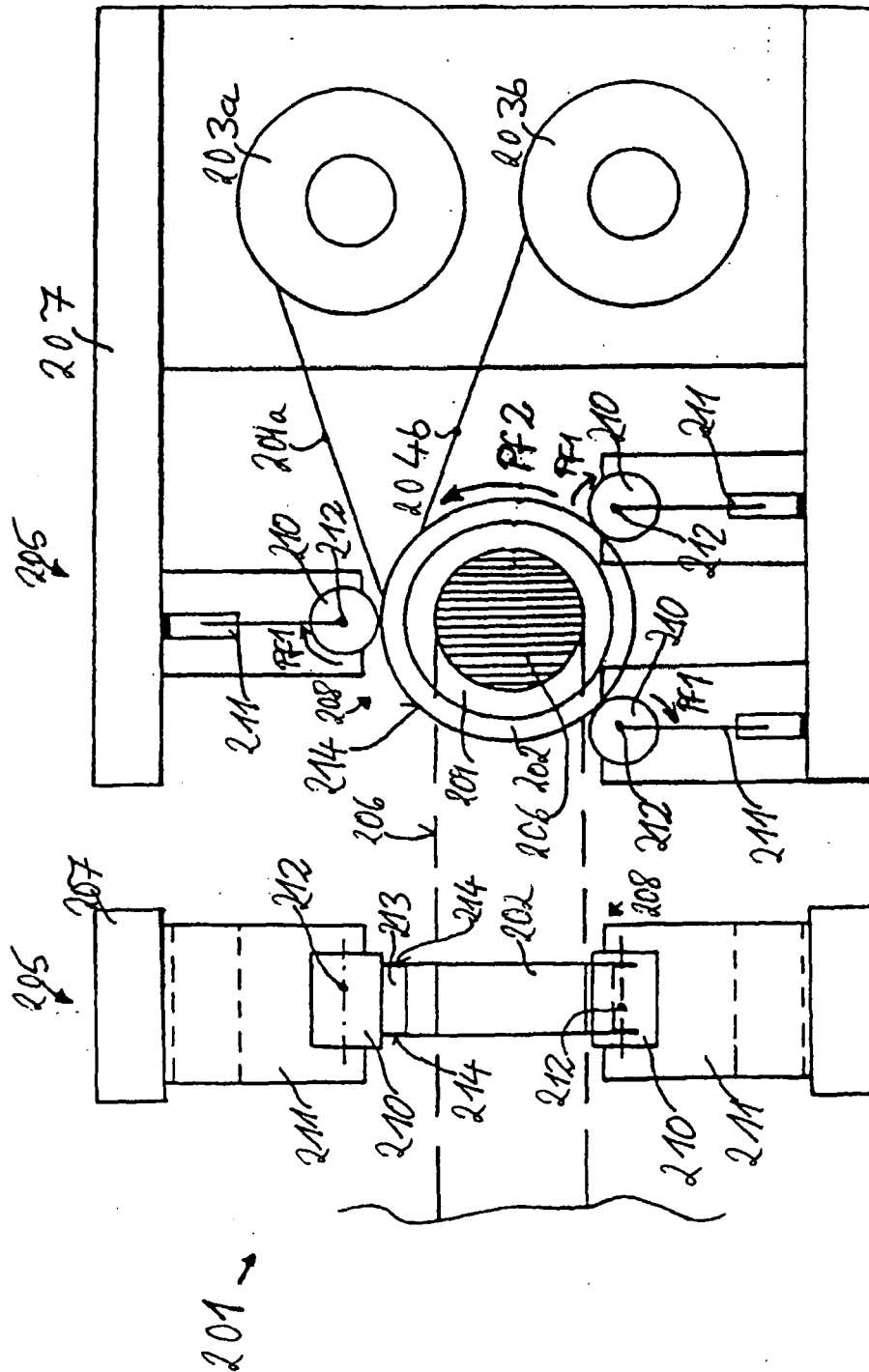


Fig. 1



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 0761009 A1 [0003]
- DE 4426138 C2 [0004]
- DE 1916637 A [0005]
- WO 9512887 A1 [0006]