

(19)



Europäisches
Patentamt
European
Patent Office
Office européen
des brevets



(11)

EP 2 287 864 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
23.02.2011 Patentblatt 2011/08

(51) Int Cl.:
H01F 27/04 (2006.01)

H01F 27/36 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09010635.2**

(22) Anmeldetag: **19.08.2009**

(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 SM TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL BA RS

(71) Anmelder: **ABB Technology AG
8050 Zürich (CH)**

(72) Erfinder: **Brendel, Hartmut
06128 Halle (DE)**

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

(54) Ausleitungsrohr

(57) Die Erfindung betrifft ein Ausleitungsrohr (10, 30, 60) für Hochspannungstransformatoren, mit einem Schirmrohr (12, 32, 62) aus einem elektrisch leitfähigen Material, welches sich hohlzylindrisch um einen zumindest abschnittsweise gekrümmten Pfad (14, 34) in dessen axialer Richtung erstreckt und mit einer hohlzylindrischen ausgeformten elektrischen Isolationsschicht (16, 48, 49, 70, 78), welche in einem ersten radialen Abstand

(20) um das Schirmrohr (12, 32, 62) längs dessen axialer Erstreckung angeordnet ist. Die Isolationsschicht (16, 48, 49, 70, 78) ist aus einem bandförmigen Isolationsmaterial um zumindest abschnittsweise (82, 102, 122) flexible Leisten (18, 36, 38, 40, 42, 44, 66, 68, 80, 100, 120) gewickelt, welche jeweils längs des zumindest abschnittsweise gekrümmten Pfades (14, 34) benachbart zueinander in einem zweiten radialen Abstand (22) um das Schirmrohr (12, 32, 62) angeordnet sind.

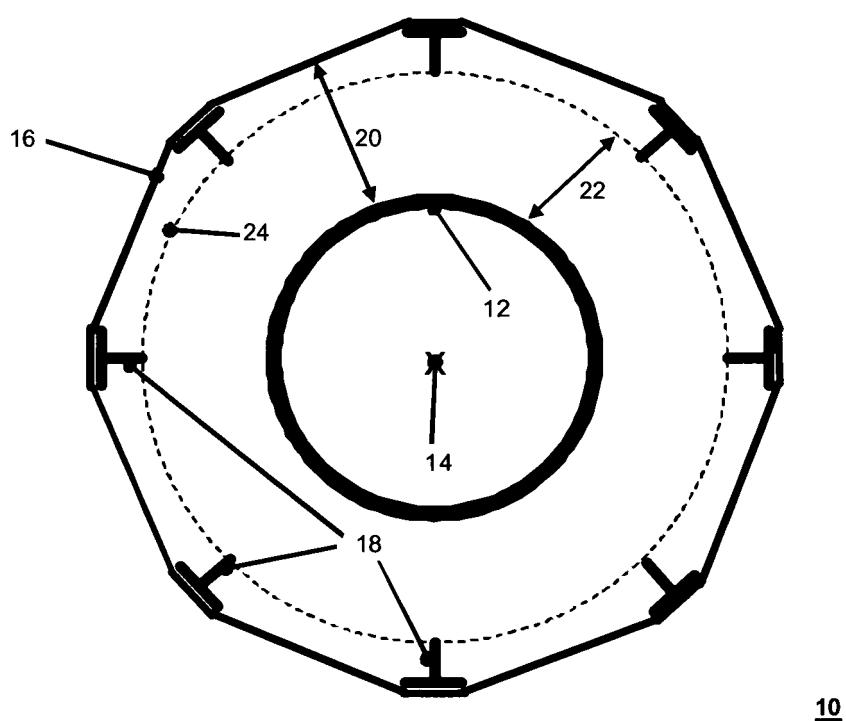


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Ausleitungsrohr für Hochspannungstransformatoren, mit einem Schirmrohr aus einem elektrisch leitfähigen Material, welches sich hohlzylindrisch um einen zumindest abschnittsweise gekrümmten Pfad in dessen axialer Richtung erstreckt und mit einer hohlzylindrischen ausgeformten elektrischen Isolationsschicht, welche in einem ersten radialen Abstand um das Schirmrohr längs dessen axialer Erstreckung angeordnet ist,

[0002] Es ist allgemein bekannt, dass Hochspannungstransformatoren für Energieversorgungsnetze in einer Spannungsebene größer oder gleich 110kV aus Isolationsgründen und zur besseren Ableitung von im Betrieb entstehender Abwärme zumeist in einem mit Öl gefüllten Transformatorkessel angeordnet sind. Die externen elektrischen Anschlüsse sind in diesem Fall in Form von entsprechenden Ausleitungen an dem Transformatorkessel angeordnet.

[0003] Für eine elektrische Verbindung von den Wicklungsenden der im Transformatorkessel befindlichen Transformatorwicklungen des Hochspannungstransformators zu den Ausleitungen ist es daher notwendig, jeweilige elektrische Verbindungsleiter durch den mit Öl gefüllten Transformatorkessel zu führen. Hierbei bestehen die Schwierigkeiten, dass einerseits der Verbindungsleiterdurchmesser relativ gering ist, beispielsweise einige cm, und andererseits aus Platzgründen eine Leiterführung in geringer Nähe zu angrenzenden Bauteilen mit hohem elektrischem Potentialunterschied, beispielsweise Kernpreßteilen oder einer weiteren Wicklung, notwendig ist. Somit besteht ein hohes Risiko für unerwünschte Durchschläge oder zumindest Teilentladungen, wenn Bereichsweise eine entsprechende elektrische Feldstärke überschritten ist.

[0004] Hierbei ist es entsprechend dem Stand der Technik üblich, den jeweiligen Verbindungsleiter längs seiner Erstreckung mit einem Ausleitungsrohr zu umgeben, welches die maximal auftretende elektrische Feldstärke begrenzt. Ein Ausleitungsrohr weist zunächst ein inneres Schirmrohr aus leitfähigem Material auf, in dessen Innerem der Verbindungsleiter angeordnet ist. Das Schirmrohr wird beim Betrieb des Transformators auf dasselbe elektrische Potential wie der in diesem verlaufende Leiter gesetzt, so dass keine Potentialdifferenz zwischen Verbindungsleiter und Schirmrohr besteht und ein Durchschlag beziehungsweise eine Teilentladung innerhalb des Schirmrohres nicht auftreten kann.

[0005] Das Schirmrohr seinerseits ist entweder von einer dicken einlagigen Isolationsschicht isoliert, oder ist von mehreren hohlzylindrisch um dieses angeordneten und radial benachbarten Barrieren aus einem Isolationsmaterial umgeben, wobei zwischen den Barrieren jeweils ein Raum für die Durchflutung mit Transformatoröl vorgesehen ist. Die letztgenannte Variante mit Isolationsbarrieren weist deutliche elektrische Vorteile gegenüber einer einlagigen Isolationsschicht auf.

[0006] Die Fertigung derartiger Barrieren mit abschnittsweise gekrümmten Schirmrohren erweist sich als aber arbeitsaufwändig, zumal Ausleitungsrohre aufgrund der sehr geringen Stückzahlfertigung von baugleichen Leistungstransformatoren eher als Einzelanfertigung anzusehen sind. Aufgrund einer verbesserten Platzausnutzung innerhalb des Transformatorkessels sind zumeist sogar mehrere Krümmungsstellen vorgesehen.

10 [0007] Entsprechend dem Stand der Technik wird entweder ein modulares Bauteilsystem für die Barrieren von Ausleitungsrohren verwendet, wobei in diesem Fall aber nicht mehr als eine Krümmungsstelle von beispielsweise 90° möglich ist. Alternativ ist es auch möglich, speziell
15 angefertigte Halbschalenteile für die Barrieren anzufer-
tigen, womit zwar mehrere Krümmungen realisierbar sind, was aber einen erheblichen Herstellungsaufwand auch für entsprechende Formen für eine Fertigung der Halbschalenteile bedeutet. Aufgrund der zuvor genann-
20 ten seltenen Fertigung von baugleichen Transformato-
ren bedeutet jedoch gerade das Herstellen einer individuellen Form einen unerwünscht hohen Aufwand. An den Überlappungsstellen zwischen aneinandergrenzen-
den Modulen bzw. Halbschalen ergibt sich zudem eine
25 elektrische Schwachstelle der Barriere.

[0008] Ausgehend von diesem Stand der Technik ist es Aufgabe der Erfindung, ein verbessertes Ausleitungsrohr für Hochspannungstransformatoren bereitzustellen, welches besonders einfach individuell zu fertigen ist. Es ist auch Aufgabe der Erfindung, ein entsprechendes Herstellungsverfahren anzugeben.

[0009] Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Ausleitungsrohr der eingangs genannten Art. Dieses ist **durch gekennzeichnet, dass** die Isolationsschicht aus einem bandförmigen Isolationsmaterial um zum mindest abschnittsweise flexible Leisten gewickelt ist, welche jeweils längs des zum mindest abschnittsweise gekrümmten Pfades benachbart zueinander in einem zweiten radialen Abstand um das Schirmrohr angeordnet sind

40 [0010] Die Grundidee der Erfindung beruht darin, die Barrieren beziehungsweise Isolationsschichten aus einem bandähnlichen Isolationsmaterial - bevorzugter Weise unter Hinzufügung eines Klebstoffes - direkt um das Schirmrohr zu wickeln, welches beispielsweise ei-

45 nen Durchmesser von 60mm bis 150mm aufweist. Dies ermöglicht eine einfache individuelle Fertigung von beliebigen Formen der Barrieren und vermeidet zudem das Problem von Überlappungsstellen zwischen aneinanderliegenden Bauteilen einer Isolationsschicht. Ein
50 Wickelvorgang von einer beispielsweise 3mm dicken Isolationsschicht aus mehreren Lagen eines Isolationsbandes ist - selbst wenn er manuell durchgeführt wird - im Endergebnis sehr schnell, weil jegliche vorbereitenden Arbeiten wie die Herstellung einer Form und ein

55 nachfolgendes Herstellen eines Formteils vorteilhaft entfallen. Zudem ist aber gerade ein Wickelvorgang um eine Rohrform auch entsprechend einfach zu automatisieren.
[0011] Um einen von Öl durchflutbaren Hohlraum zwi-

schen dem Schirmrohr und der ihn umgebenden Isolationsschicht bzw. auch einen Hohlraum zwischen zwei benachbarten Isolationsschichten zu realisieren, kann der bandförmige Isolationsstoff jedoch nicht direkt auf eine radial innere Oberfläche gewickelt werden. Erfindungsgemäß ist deshalb ein Wickeln des bandförmigen Isolierstoffes um mehrere zylindrisch und vorzugsweise parallel zueinander angeordnete Leisten vorgesehen. Entlang des Zylinderumfangs sollten beispielsweise in Winkelschritten von 15° bis 45° jeweils derartige Leisten vorgesehen sein, so dass sich letztendlich kein kreisrunder sondern ein polygonaler Querschnitt der gewickelten Isolationsschicht ergibt. Es hat sich nämlich gezeigt, dass die elektrische Funktionsfähigkeit einer Barriere mit polygonalem Querschnitt (\geq 8-fach Polygon) einem kreisrunden Querschnitt einer Barriere gleichkommt. Die Leisten selbst sind aus einem elektrisch isolierenden Material auszuführen.

[0012] Im Biegebereich des Schirmrohrs müssen die Leisten dessen Krümmung folgen, da sie erfindungsgemäß längs ihrer Erstreckung jeweils den gleichen radialen Abstand zum Schirmrohr aufweisen. Von daher ist es vorgesehen, die Leisten zumindest in den Krümmungsbereichen flexibel auszugestalten, also eine Biegbarkeit in alle Richtungen zu ermöglichen. Wenn eine Leiste beispielsweise über einem Schirmrohr angeordnet ist, welches nach unten gekrümmkt ist, so muss die Leiste längs ihrer axialen Erstreckung in vertikaler Richtung biegbar sein. Bei einer nach links oder rechts verlaufenden Krümmung muss eine Biegbarkeit in horizontaler Richtung gegeben sein.

[0013] Zur Vereinfachung der erfindungsgemäßen Anordnung von Leisten ist es daher vorteilhaft, wenn auch nicht zwingend erforderlich, zumindest für ein und dieselbe Leistenschicht denselben Leistentyp zu verwenden, welcher im jeweiligen Biegebereich eine entsprechend hohe Flexibilität aufweist.

[0014] Ebenfalls sinnvoll, wenn auch nicht zwingend erforderlich, ist es, eine Flexibilität der Leisten lediglich in den Krümmungsbereichen vorzusehen und in den restlichen, gerade verlaufenden Bereichen eine Starrheit der Leisten vorzugeben. Somit wird die Stabilität der gewickelten Isolationsschicht in den axial gerade verlaufenden Bereichen erhöht.

[0015] Auf diese Weise ist die Herstellung einer ein Schirmrohr hohlzylindrisch umschließenden Isolationsschicht, bzw. einer Barriere, mit einem radial darunterliegenden Hohlraum für die Durchflutung mit Öl in einfacher Weise auch für sehr komplexe Schirmrohrgeometrien mit einer Vielzahl von Krümmungsbereichen gegeben, wobei die eingangs genannten Nachteile vermieden sind.

[0016] In einer bevorzugten Ausgestaltung des Ausleitungsrohres sind mehrere radial zueinander beabstandete Isolationsschichten vorgesehen. Somit sind mehrere Isolationsbarrieren mit darunter liegendem Hohlraum für die Durchflutung mit Öl realisiert, wodurch die Abstände zu Bauteilen mit anderen elektrischen Potentialen re-

duzierbar sind.

[0017] In einer besonders bevorzugten Variante des erfindungsgemäßen Ausleitungsrohrs sind die zumindest abschnittsweise flexiblen Leisten als gewinkeltes Profil ausgeführt und zumindest im Krümmungsbereich mit mehreren Schlitten quer zu deren jeweiliger axialen Erstreckung versehen. Ein gewinkeltes Profil beispielsweise mit wenigstens zwei in einem Winkel von 90° zueinander angeordneten und miteinander verbundenen Flachleisten weist bei geringem Materialverbrauch einerseits eine hohe Stabilität in allen möglichen Biegerichtungen auf, was sich insbesondere für die geraden Abschnitte als vorteilhaft erweist. Andererseits ist durch ein abschnittsweises Einschlitzen derartiger Flachleisten in einfacher Weise eine Flexibilität der Leiste erreichbar, so dass letztendlich mehrere wirbelähnliche Leistenabschnitte ausgeprägt sind, welche über einen nicht eingeschlitzten Kernbereich der Leiste flexibel miteinander verbunden sind.

[0018] Entsprechend einer besonders bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Ausleitungsrohrs ist das gewinkelte Profil einer flexiblen Leiste als X, T, V und/oder Y-Profil ausgeführt. Wenn eine Leiste direkt auf einer zylindrischen Außenfläche angeordnet ist, beispielsweise direkt auf dem Schirmrohr, so bieten sich hier insbesondere ein X-, ein umgedrehtes Y- oder ein umgedrehtes V-Profil an, welches dann mit einer jeweils aus zwei Flachleisten gebildeten Standfläche einen besonders guten Kontakt gewährleistet, beispielsweise auch bei einer Klebeverbindung.

[0019] Entsprechend einer weiteren Ausführungsform ist das Schirmrohr in seinem radial äußeren Bereich von einer Grundisolationschicht von beispielsweise einigen mm Dicke umhüllt. Das betreffende Isolationsmaterial ist - abweichend von den zuvor genannten Isolationsschichten - vorzugsweise als Nassstoff aufzutragen, welcher nach seiner Aushärtung eine entsprechend hohe mechanische Festigkeit und einen guten Kontakt zum Schirmrohr aufweist.

[0020] In einer weiteren bevorzugten Variante der Erfindung ist die radial innerste Isolationsschicht von dem Schirmrohr oder von dessen Grundisolationschicht unmittelbar durch die Leisten beabstandet. Bei einem Aufbau des Ausleitungsrohes mit mehreren Barrieren und mehreren radial darunter angeordneten Hohlräumen für die Durchflutung von Öl hat es sich nämlich als zweckmäßig erwiesen, die radiale Dicke der Hohlräume mit zunehmendem radialen Abstand zum Schirmrohr zu erhöhen, also beispielsweise 10mm Dicke für den radial innersten Hohlraum, 25mm für einen zweiten und gegebenenfalls 40mm für einen dritten, sofern dieser erforderlich ist. Eine Dicke von ca. 10mm ist durch eine entsprechende Dicke der jeweiligen Leisten besonders einfach vorgebbar, während Dicken von 15mm und höher bereits Leisten mit unangemessen hohem Querschnitt erfordern würden, obwohl dies selbstverständlich auch möglich ist.

[0021] In einer besonders bevorzugten Ausgestaltung

des erfindungsgemäßen Ausleitungsrohrs sind die in einem radialen Abstand um das Schirmrohr angeordnete Leisten wenigstens einer Isolationsschicht längs ihrer axialen Erstreckung mit mehreren jeweils axial zueinander beanstandeten, quer zum gekrümmten Pfad angeordneten und eine innere Öffnung aufweisenden Stützringen jeweils an deren radial äußerem Umfang verbunden.

[0022] Diese Stützringe ermöglichen in vorteilhafter Weise eine erhöhte Dicke des jeweiligen Hohlraums - beispielsweise 40mm - bei einem geringeren Leistenumquerschnitt - beispielsweise 15mm. Auch die Verwendung ein und desselben Leistentypes ist dann bei mehreren radial beabstandeten Isolationsschichten beziehungsweise Barrieren möglich. Vorzugsweise sind diese Stützringe bei der Herstellung über das Schirmrohr beziehungsweise über eine bereits angeordnete Isolationsschicht zu schieben und in axialer Richtung äquidistant zu verteilen, beispielsweise alle 15cm bis 40cm, wobei im Krümmungsbereich ein reduzierter Abstand benachbarter Stützringe sinnvoll ist. In diesem Bereich sind die jeweiligen Leisten erfindungsgemäß nämlich flexibel ausgeführt und sollten auch entsprechend mehr abgestützt sein.

[0023] Gemäß einer Ausprägung der Erfindung umschließt wenigstens ein Stützring eine radial innere Isolationsschicht mit seiner inneren Öffnung in einer mechanischen Wirkverbindung. Dies ist aus Stabilitätsgründen sinnvoll.

[0024] Besonders einfach ist eine derartige Wirkverbindung realisierbar, wenn die innere Öffnung eines Stützringes polygonal ausgeprägt ist, und zwar mit derselben Anzahl an Ecken wie die Anzahl an Leisten beträgt, durch welche die radial darunter liegende Isolationsschicht abgestützt ist. Wenn sich nämlich der äußere Querschnitt der Isolationsschicht und der innere Querschnitt der Öffnung des Stützringes ähnlich sind, sich jedoch im Durchmesser beispielsweise um einigem Prozent unterscheiden, so ist ein Stützring besonders einfach über die Isolationsschicht zu schieben. Durch eine anschließende Drehbewegung des Stützringes um die axiale Achse ist dieser dann besonderes einfache in einer Klemmverbindung mit der Isolationsschicht verbindbar. Bei der Verwendung von Stützringen in mehreren Isolationsschichten ist es aus Stabilitätsgründen zumeist sinnvoll, diese ineinander verschachtelt anzurichten.

[0025] Um einen axial durchgehend polygonalen Außenquerschnitt einer Isolationsschicht zu gewährleisten ist auch der äußere Umfang eines Stützringes vorzugsweise polygonal auszugestalten.

[0026] In einer weiteren Ausführungsform weist der Querschnitt wenigstens eines Stützringes neben der inneren Öffnung weitere Aussparungen auf. Diese sind insbesondere dazu vorgesehen, um eine Durchflutung der durch die Stützringe gebildeten axial aneinander grenzenden Hohlraumsegmente mit Öl zu ermöglichen.

[0027] Das Material eines Stützringes ist in jedem Fall elektrisch isolierend zu wählen. Als besonders geeignet

herausgestellt hat sich unter anderem Pressspan. Dieser ist sowohl leicht zu bearbeiten, weist eine hohe mechanische Stabilität auf und ist geeignet, dauerhaft in Öl eingetaucht zu sein. In ebenso vorteilhafter Weise sind auch die flexiblen Leisten aus Pressspan herstellbar, wobei selbstverständlich auch andere Materialien geeignet sein können.

[0028] Der bandförmige Isolierstoff besteht in einer Variante der Erfindung überwiegend aus einem material auf Zellulosebasis, welches sich nämlich besonders gutwickeln lässt. Eine aufwändiger Verwendung eines austrocknenden Nassstoffmaterials wie bei der Grundisolationschicht ist nicht notwendig. In einer weiteren erfindungsgemäßen Ausgestaltung der Erfindung ist der bandförmige Isolierstoff wenigstens einseitig mit einer Klebstoffsschicht überzogen. So ist in vorteilhafter Weise ein Verrutschen des gewickelten Isolationsbandes verhindert.

[0029] Bei der Verwendung von erfindungsgemäßen Ausleitungsrohren in einem Öltransformator führen die erfindungsgemäßen Vorteile zu einem beschleunigten und vereinfachten Herstellungsverfahren und gegebenenfalls auch zu einer geringeren Baugröße aufgrund der verbesserten elektrischen Eigenschaften.

[0030] Die erfindungsgemäße Aufgabe wird auch gelöst durch ein Verfahren zum Herstellen eines abschnittsweise gekrümmten Ausleitungsrohres für Hochspannungstransformatoren entsprechend den Ansprüchen 1 bis 13, umfassend wenigstens folgende Schritte:

- 30 Anordnung von zumindest abschnittsweise flexiblen Leisten auf einer Kreisbahn um ein zumindest abschnittsweise gekrümmtes isoliertes Schirmrohr jeweils längs dessen axialer Erstreckung in einem radialen Abstand zu diesem
- 35 bedarfswise Biegen der Leisten entsprechend der Krümmung des Schirmrohres
- Fixierung der Leisten, beispielsweise durch eine Klebeverbindung
- 40 Umwickeln der Leistenanordnung mit einem bandförmigen Isolationsmaterial, so dass eine das Schirmrohr umschließende und zu diesem beabstandete erste Isolationsschicht gebildet ist
- Überschieben von mehreren Stützringen über die so gebildete hohlzylindrische Isolationsschicht
- 45 axiale Beabstandung und Fixierung der Stützringe, beispielsweise durch eine Klemmverbindung
- Anordnung von abschnittsweise flexiblen Leisten auf einer Kreisbahn um die Außenradien der Stützringe jeweils längs der axialen Erstreckung des abschnittsweise gekrümmten Schirmrohres
- bedarfswise Biegen der Leisten entsprechend der Biegung des Schirmrohres
- 50 Fixierung der Leisten, beispielsweise durch eine Klemmverbindung
- Umwickeln der Leistenanordnung mit einem bandförmigen Isolationsmaterial, so dass eine die erste Isolationsschicht umschließende und zu dieser be-

abstandete zweite Isolationsschicht gebildet ist

[0031] Die erfindungsgemäßen Vorteile entsprechen denen, welche bereits zuvor beschrieben wurden.

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

[0033] Anhand der in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiele sollen die Erfahrung, weitere Ausführungsformen und weitere Vorteile näher beschrieben werden.

[0034] Es zeigen:

Fig. 1 ein erstes Ausleitungsrohr in einer vereinfachten Darstellung,

Fig. 2 ein zweites Ausleitungsrohr in vereinfachter Darstellung,

Fig. 3 ein drittes Ausleitungsrohr in vereinfachter Darstellung,

Fig. 4 eine neunte flexible Leiste,

Fig. 5 eine zehnte flexible Leiste,

Fig. 6 eine elfte flexible Leiste und

Fig. 7 einen dritten Stützring

[0035] Fig. 1 zeigt ein erstes Ausleitungsrohr in einer vereinfachten Schnittdarstellung 10. Um ein erstes Schirmrohr 12, welches beispielsweise aus Aluminium gefertigt ist und einen Außendurchmesser von 120mm aufweist, ist eine gewickelte erste Isolationsschicht 16 mit einem polygonalen Querschnitt angeordnet. Sowohl das erste Schirmrohr 12 als auch die erste Isolationsschicht 16 sind hohlzylindrisch um einen gekrümmten Pfad 14 angeordnet, welcher in dieser Darstellung als aus der dargestellten Ebene heraustrretend anzusehen ist.

[0036] In einem radialen Abstand 22 zur Oberfläche des Schirmrohres 12 sind längs einer um den Pfad 14 gedachten Kreisbahn 24 mehrere erste flexible Leisten 18 mit einem T-förmigen Querschnitt angeordnet. Der Querbalken des T-Profil ist besonders geeignet, um von einem bandförmigen Isolationsstoff umwickelt zu werden. Dort ist nämlich eine Scharfkantigkeit vermieden, durch welche das gewickelte Band beschädigen könnte. Die konkrete Befestigung der Leisten 18 und die Anordnung weiterer Komponenten in dem Raum zwischen Schirmrohr 12 und Kreisbahn 24 seien in dieser Darstellung dahingestellt und werden noch im Weiteren beschrieben. Die Leisten 18 sind in dieser Querschnittsdarstellung äquidistant sternförmig um den Pfad 14 angeordnet, so dass sich ein näherungsweise kreisförmiger polygonaler Querschnitt ergibt, der die von den Leisten getragenen gewickelten Isolationsschicht 16 ergibt. Die Isolationsschicht 16 weist beispielsweise eine Dicke von einigen mm auf, welche durch eine mehrlagige und axial versetzte Umwicklung mit dem bandförmigen Isolationsstoff resultiert. Die Querschnittssegmente zwischen der Kreisbahn 24 und dem Innenumfang der Isolationsschicht 16 stellen jeweilige einen Hohlräume dar, welche

bei einem späteren Einbau des Ausleitungsrohres in einem Transformator von Öl durchflutet sind.

[0037] Fig. 2 zeigt ein zweites Ausleitungsrohr in einer vereinfachten Draufsicht 30, teilweise auch in einer Schnittansicht. Um einen teilweise geraden und teilweise im Bereich 46 gekrümmten Pfad 34, welcher im Wesentlichen den Verlauf eines von dem zweiten Ausleitungsrohr umgebenen, nicht gezeigten Verbindungsleiters beschreibt, ist hohlzylindrisch ein zweites Schirmrohr 32 angeordnet, welches insbesondere auch der Krümmung des Pfades 34 folgt. Dieses ist leitfähig und im eingebauten Zustand im Transformator auf dasselbe elektrische Potential gesetzt wie der innen liegende - nicht gezeigte - Leiter. Somit ist die elektrische Feldstärke um den auf Spannungspotential gelegten Leiter reduziert.

[0038] Eine dritte flexible Leiste 38 ist im oberen Bereich des Schirmrohres und längs des gekrümmten Pfades mit der Oberfläche des Schirmrohres 32 verbunden, beispielsweise durch eine Klebeverbindung. Innerhalb eines gekrümmten Bereiches 46 ist die dritte Leiste 38 mit Schlitten versehen, welche eine Flexibilität in diesem Bereich gewährleisten. Somit ist es möglich, dass sie der Rechtsbiegung des Schirmrohres 32 folgt. Eine zweite 36 und vierte 40 Leiste sind an den beiden Seitenflächen des Schirmrohres 32 angedeutet, welche in dem gekrümmten Bereich ebenfalls eingeschlitzt sind und der jeweiligen Biegerichtung folgen.

[0039] Es sind weitere flexible Leisten um den Außenumfang des Schirmrohres 32 angeordnet anzunehmen, diese sind in dieser Darstellung aus zeichnerischen Gründen jedoch nicht dargestellt. Alle diese Leisten zusammen bilden eine innere Leistenanordnung, auf welcher eine innere Isolationsschicht 49 aus bandförmigem Isolationsmaterial gewickelt ist. Aus zeichnerischen Gründen erstreckt sich diese Isolationsschicht 49 in der Darstellung nur über einen Teil der axialen Länge des Schirmrohres 32 und ist auch abweichend in einer Schnittdarstellung gezeigt. Sie ist jedoch als längs der gesamten axialen Länge und komplett um den Umfang des Schirmrohres 32 gewickelt anzunehmen.

[0040] Um diese innere Isolationsschicht 49 angeordnet sind in axial überwiegend äquidistantem Abstand mehrere Stützringe 50, deren innerer Öffnungsumfang mit dem äußeren Umfang der inneren Isolationsschicht 49 eine mechanische Wirkverbindung eingeht. Eine derartige Wirkverbindung lässt sich vorteilhaft durch eine axiale Drehbewegung eines Stützringes 50 gegenüber der umschlossenen inneren Isolationsschicht 49 erreichen, sofern beide einen aufeinander angepassten polygonalen Querschnitt mit einem dazwischen liegenden Spalt aufweisen.

[0041] Analog zur inneren Leistenanordnung sind nunmehr in einem größeren radialen Abstand weitere Leisten, welche mit den Bezugsziffern 42 und 44 angedeutet sind, längs des gekrümmten Pfades 34 angeordnet. Diese sind von den Stützringen 50 getragen und bilden eine äußere Leistenanordnung. Analog zur inneren Isolationsschicht um die innere Leistenanordnung ist um die

äußere Leistenanordnung eine zweite Isolationsschicht 48 gewickelt, welche sich abweichend zur Darstellung selbstverständlich ebenfalls längs der gesamten Schirmrohres 32 erstreckt.

[0042] Fig. 3 zeigt ein drittes Ausleitungsrohr in vereinfachter Schnittdarstellung. Um ein drittes Schirmrohr 62 ist in diesem Beispiel zunächst eine Grundisolationsschicht 64 aus einem Nassstoff angebracht, welcher bereits ausgehärtet ist. Dieser verhindert einen unmittelbaren Kontakt mit dem leitfähigen Schirmrohr 62. Entlang dessen kreisförmigem Umfang sind äquidistant und parallel zueinander mehrere flexible Leisten 66 mit X-förmigen Querschnitt angeordnet, welche eine radial darüber liegende dritte Isolationsschicht 70 beabstanden. Die X Profile sind in ihrem radial inneren Bereich breiter und aneinander angrenzend ausgeformt, um so einerseits einen guten mechanischen Kontakt mit der Grundisolationschicht 64 des Schirmrohrs 62 herstellen zu können und andererseits auch, um das mechanische Positionieren der Leisten 50 zu vereinfachen. Im radial äußeren Bereich angrenzend zur dritten Isolationsschicht 70 erweist sich das X-Profil ebenfalls als günstig, weil somit auch eine größere Auflagefläche für die dritte Isolationsschicht 70 gegeben ist. Der so beabstandete Zwischenraum ist für eine Durchflutung mit Transformatoröl vorgesehen.

[0043] Ein zweiter polygonaler Stützring 72 aus Pressspan umschließt mit seinem inneren Umfangsquerschnitt die polygonal ausgeformte dritte Isolationsschicht 70. Dessen innerer Umfang ist mit mehreren zweiten Aussparungen 76 versehen, welche zunächst eine Durchströmbarkeit mit Öl gewährleisten. Weiterhin geben diese Aussparungen 76 aber dem Stützring 72 auch seine polygonale Innenstruktur. Diese ist nämlich wichtig, um den Stützring 72 auf die dritte Isolationsschicht 70 zu klemmen, wobei in dieser Darstellung der geklemmte Zustand dargestellt ist. Eine Drehung des Rings um ca. 18° nach links oder rechts würde diese Klemmverbindung lösen und der Ring ist dann besonders einfach über die dritte Isolationsschicht 70 zu bewegen.

[0044] Entsprechend sind auch längs des äußeren Umfangs des Stützringes 72 erste Aussparungen 74 vorgesehen, welche ebenfalls eine axiale Durchströmbarkeit des Stützringes mit Transformatoröl gewährleisten. Die Umfangsbereiche, welche nicht ausgespart sind, sind von einem jeweiligen Querbalken einer jeweiligen T-förmigen Leiste 68 bedeckt, welche mit ihrem Längsbalken in einen entsprechenden Schlitz am Außenumfang des Stützringes 72 geklemmt ist. Durch die ersten Aussparungen 74 ist sichergestellt, dass die um die Leisten 68 gewickelte vierte Isolationsschicht 78 nur von den Leisten getragen wird und daher auch längs ihrer gesamten axialen Erstreckung einen polygonalen Querschnitt aufweist.

[0045] Fig. 4 zeigt eine neunte flexible Leiste mit T-Profil in einer dreidimensionalen Ansicht 80 und in einer Querschnittsansicht 81. Der flexible, eingeschlitzte Be-

reich ist längs des Pfeils 82 angedeutet und die Slitze mit der Bezugsziffer 84. Der Querschnitt einer solchen Leiste beträgt beispielsweise 20mm x 15mm, wobei ein Schlitz beispielsweise 2mm breit ist. In der Querschnittszeichnung 81 sind die eingeschlitzten Bereiche 88 und der Kernbereich 86 dargestellt.

[0046] Fig. 5 zeigt eine zehnte flexible Leiste mit V-Profil in einer dreidimensionalen Ansicht 100 und in einer Querschnittsansicht 101. Der flexible, eingeschlitzte Bereich ist längs des Pfeils 102 angedeutet und die Slitze mit der Bezugsziffer 104. In der Querschnittszeichnung 101 sind die eingeschlitzten Bereiche 106 und der Kernbereich 108 dargestellt. Entsprechend zeigt Fig. 6 eine elfte flexible Leiste mit X-Profil in einer dreidimensionalen Ansicht 120 und in einer Querschnittsansicht 121. Der flexible, eingeschlitzte Bereich ist längs des Pfeils 122 angedeutet und die gegeneinander versetzten Slitze mit der Bezugsziffer 124.

[0047] Fig. 7 zeigt den Stützring 72 aus der Fig. 3 in einer dreidimensionalen Einzeldarstellung 130.

Bezugszeichenliste

[0048]

- | | | |
|----|----|---|
| 25 | 10 | erstes Ausleitungsrohr in einer vereinfachten Darstellung |
| 30 | 12 | erstes Schirmrohr |
| 35 | 14 | gekrümpter Pfad |
| 40 | 16 | erste Isolationsschicht |
| 45 | 18 | erste flexible Leisten |
| 50 | 20 | erster radialer Abstand |
| 55 | 22 | zweiter radialer Abstand |
| | 24 | Kreisbahn |
| | 30 | zweites Ausleitungsrohr in vereinfachter Darstellung |
| | 32 | zweites Schirmrohr |
| | 34 | gekrümpter Pfad |
| | 36 | zweite flexible Leiste |
| | 38 | dritte flexible Leiste |
| | 40 | vierte flexible Leiste |
| | 42 | fünfte flexible Leiste |
| | 44 | sechste flexible Leiste |

46	gekrümpter Bereich	122	Krümmungsbereich der elften flexiblen Leiste
48	zweite Isolationsschicht	124	Schlitte
49	innere Isolationsschicht	5	130 dritter Stützring
50	erste Stützringe		
60	drittes Ausleitungsrohr in vereinfachter Darstellung	10	1. Ausleitungsrohr (10, 30, 60) für Hochspannungstransformatoren, mit einem Schirmrohr (12, 32, 62) aus einem elektrisch leitfähigem Material, welches sich hohlzylindrisch um einen zumindest abschnittsweise gekrümmten Pfad (14, 34) in dessen axialer Richtung erstreckt, mit einer hohlzylindrischen ausgeformten elektrischen Isolationsschicht (16, 48, 49, 70, 78), welche in einem ersten radialen Abstand (20) um das Schirmrohr (12, 32, 62) längs dessen axialer Erstreckung angeordnet ist, <u>dadurch gekennzeichnet, dass</u> die Isolationsschicht (16, 48, 49, 70, 78) aus einem bandförmigen Isolationsmaterial um zumindest abschnittsweise (82, 102, 122) flexible Leisten (18, 36, 38, 40, 42, 44, 66, 68, 80, 100, 120) gewickelt ist, welche jeweils längs des zumindest abschnittsweise gekrümmten Pfades (14, 34) benachbart zueinander in einem zweiten radialen Abstand (22) um das Schirmrohr (12, 32, 62) angeordnet sind.
62	drittes Schirmrohr	15	
64	Grundisolationsschicht	20	
66	siebte flexible Leisten	25	
68	achte flexible Leisten	30	2. Ausleitungsrohr nach Anspruch 1, <u>dadurch gekennzeichnet, dass</u> mehrere radial zueinander beabstandete Isolationsschichten (48, 49, 70, 78) vorgesehen sind.
70	dritte Isolationsschicht	35	3. Ausleitungsrohr nach einem der Ansprüche 1 oder 2, <u>dadurch gekennzeichnet, dass</u> die zumindest abschnittsweise flexiblen Leisten (18, 36, 38, 40, 42, 44, 66, 68, 80, 100, 120) als gewinkeltes Profil ausgeführt und zumindest im Krümmungsbereich (46) mit mehreren Schlitten (84, 104, 124) quer zu deren jeweiliger axialen Erstreckung versehen sind.
72	zweiter Stützring	40	
74	erste Aussparung	45	4. Ausleitungsrohr nach Anspruch 3, <u>dadurch gekennzeichnet, dass</u> das gewinkelte Profil einer flexiblen Leiste (18, 36, 38, 40, 42, 44, 66, 68, 80, 100, 120) als X (121), T (81), V (101) und/oder Y -Profil ausgeführt ist.
76	zweite Aussparung	50	5. Ausleitungsrohr nach einem der vorangegangenen Ansprüche, <u>dadurch gekennzeichnet, dass</u> das Schirmrohr (12, 32, 62) in seinem radial äußeren Bereich von einer Grundisolationsschicht (64) umhüllt ist.
78	vierte Isolationsschicht	55	6. Ausleitungsrohr nach einem der vorangegangenen Ansprüche, <u>dadurch gekennzeichnet, dass</u> die radial innerste Isolationsschicht (70) von dem Schirmrohr (12, 32, 62) oder von dessen Grundisolations-
80	neunte flexible Leiste		
81	Querschnittsprofil der neunten flexiblen Leiste		
82	Krümmungsbereich der neunten flexiblen Leiste		
84	Schlitte		
86	Kernquerschnittsbereich der neunten flexiblen Leiste		
88	Schlitzbereich der neunten flexiblen Leiste		
100	zehnte flexible Leiste		
101	Querschnittsprofil der zehnten flexiblen Leiste		
102	Krümmungsbereich der zehnten flexiblen Leiste		
104	Schlitte		
106	Schlitzbereich der zehnten flexiblen Leiste		
108	Kernquerschnittsbereich der zehnten flexiblen Leiste		
120	elfte flexible Leiste		
121	Querschnittsprofil der elften flexiblen Leiste		

- schicht (64) unmittelbar durch die Leisten (66) beabstandet ist.
7. Ausleitungsrohr nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die in einem radialen Abstand (22) um das Schirmrohr (12, 32, 62) angeordnete Leisten (18, 36, 38, 40, 42, 44, 66, 68, 80, 100, 120) wenigstens einer Isolationsschicht (16, 48, 70, 78) längs ihrer axialen Erstreckung mit mehreren jeweils axial zueinander bestandeten, quer zum gekrümmten Pfad (14, 34) angeordneten und eine innere Öffnung aufweisenden Stützringen (50, 72, 130) jeweils an deren radial äußerem Umfang verbunden sind. 5
8. Ausleitungsrohr nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein Stützring (50, 72, 130) eine radial innere Isolationsschicht (70) mit seiner inneren Öffnung in einer mechanischen Wirkverbindung umschließt. 10 15
9. Ausleitungsrohr nach einem der Ansprüche 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die innere Öffnung der Stützringes (50, 72, 130) und/oder dessen radial äußerer Umfang polygonal ausgeprägt sind. 20 25
10. Ausleitungsrohr nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Querschnitt wenigstens eines Stützringes (50, 72, 130) neben der inneren Öffnung weitere Aussparungen (74, 76) aufweist. 30
11. Ausleitungsrohr nach einem der Ansprüche 7 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stützring (50, 72, 130) zumindest überwiegend aus Pressspan besteht. 35
12. Ausleitungsrohr nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der bandförmige Isolierstoff überwiegend aus einem Material auf Zellulosebasis besteht. 40
13. Ausleitungsrohr nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der bandförmige Isolierstoff wenigstens auf einer Seite mit einer Klebstoffschicht überzogen ist. 45
14. Öltransformator mit wenigstens einem Ausleitungsrohr nach einem der Ansprüche 1 bis 13. 50
15. Verfahren zum Herstellen eines abschnittsweise gekrümmten Ausleitungsrohres (10, 30, 60) für Hochspannungstransformatoren entsprechend den Ansprüchen 1 bis 13, umfassend wenigstens folgende Schritte: 55
- Anordnung von zumindest abschnittsweise (82, 102, 122) flexiblen Leisten (18, 36, 38, 40,
- 42, 44, 66, 68, 80, 100, 120) auf einer Kreisbahn (24) um ein zumindest abschnittsweise gekrümmtes isoliertes Schirmrohr (12, 32, 62) jeweils längs dessen axialer Erstreckung in einem radialen Abstand (22) zu diesem
- bedarfsweises Biegen der Leisten (18, 36, 38, 40, 42, 44, 66, 68, 80, 100, 120) entsprechend der Krümmung (46) des Schirmrohres (12, 32, 62)
 - Fixierung der Leisten (18, 36, 38, 40, 42, 44, 66, 68, 80, 100, 120)
 - Umwickeln der Leistenanordnung mit einem bandförmigen Isolationsmaterial, so dass eine das Schirmrohr (12, 32, 62) umschließende und zu diesem beabstandete (20) erste Isolationsschicht (70) gebildet ist
 - Überschieben von mehreren Stützringen (50, 72, 130) über die so gebildete hohlzyndrische Isolationsschicht (16, 48, 49, 70, 78)
 - axiale Beabstandung und Fixierung der Stützringe (50, 72, 130)
 - Anordnung von abschnittsweise flexiblen Leisten (18, 36, 38, 40, 42, 44, 66, 68, 80, 100, 120) auf einer Kreisbahn (24) um die Außenradien der Stützringe (50, 72, 130) jeweils längs der axialen Erstreckung des abschnittsweise gekrümmten Schirmrohres (12, 32, 62)
 - bedarfsweises Biegen der Leisten (18, 36, 38, 40, 42, 44, 66, 68, 80, 100, 120) entsprechend der Biegung (46) des Schirmrohres (12, 32, 62)
 - Fixierung der Leisten
 - Umwickeln der Leistenanordnung mit einem bandförmigen Isolationsmaterial, so dass eine die erste Isolationsschicht umschließende und zu dieser beabstandete zweite Isolationsschicht (78) gebildet ist

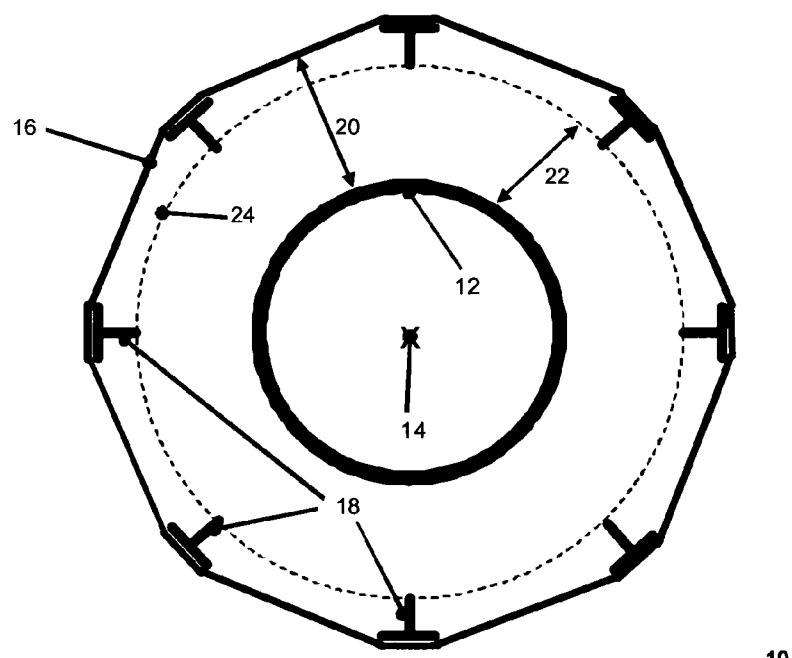


Fig. 1

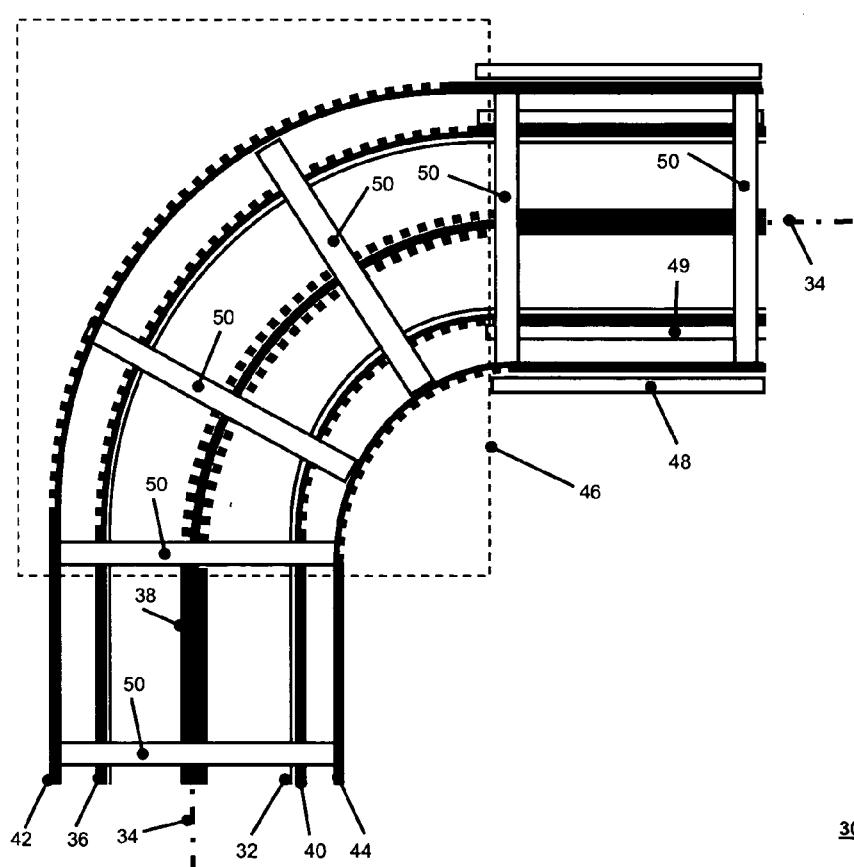


Fig. 2

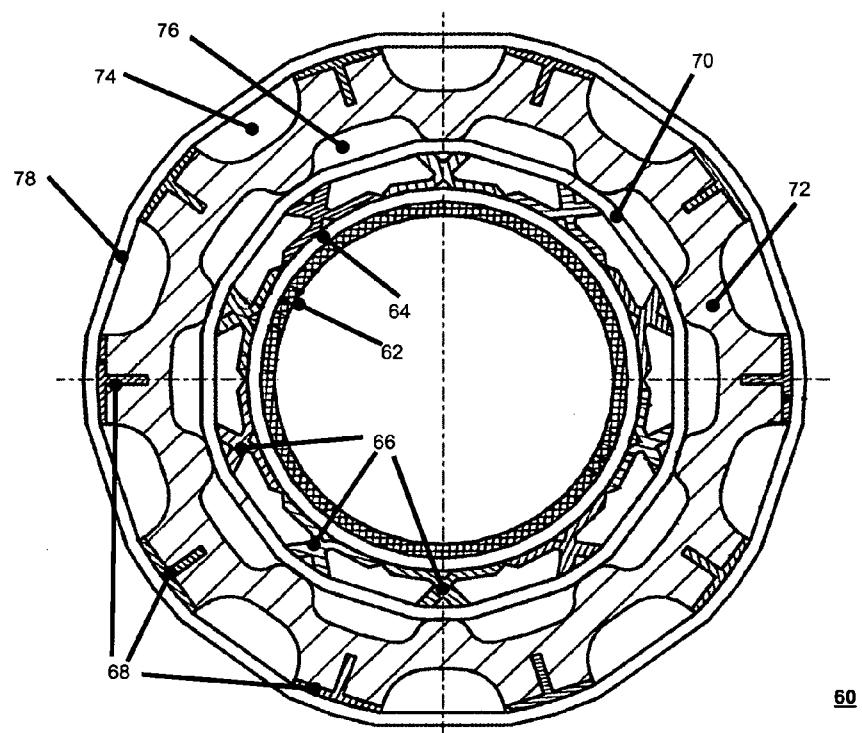


Fig. 3

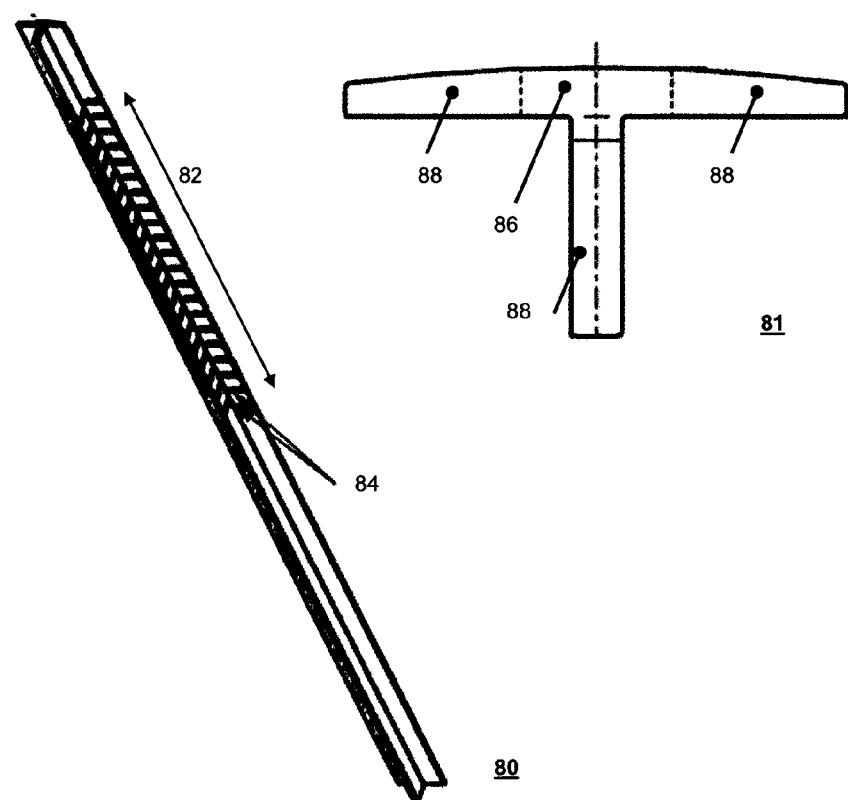


Fig. 4

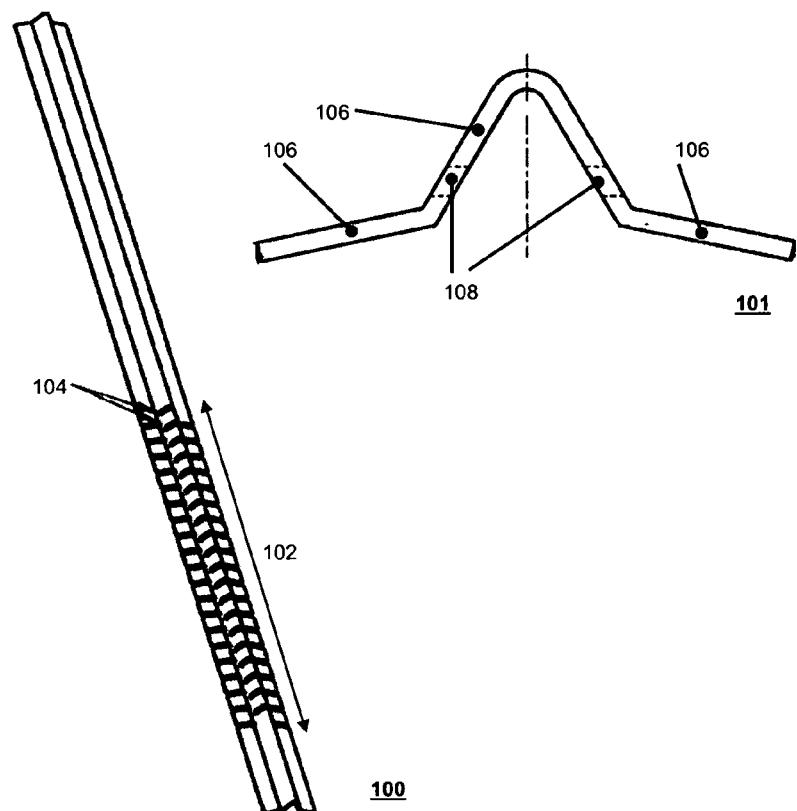


Fig. 5

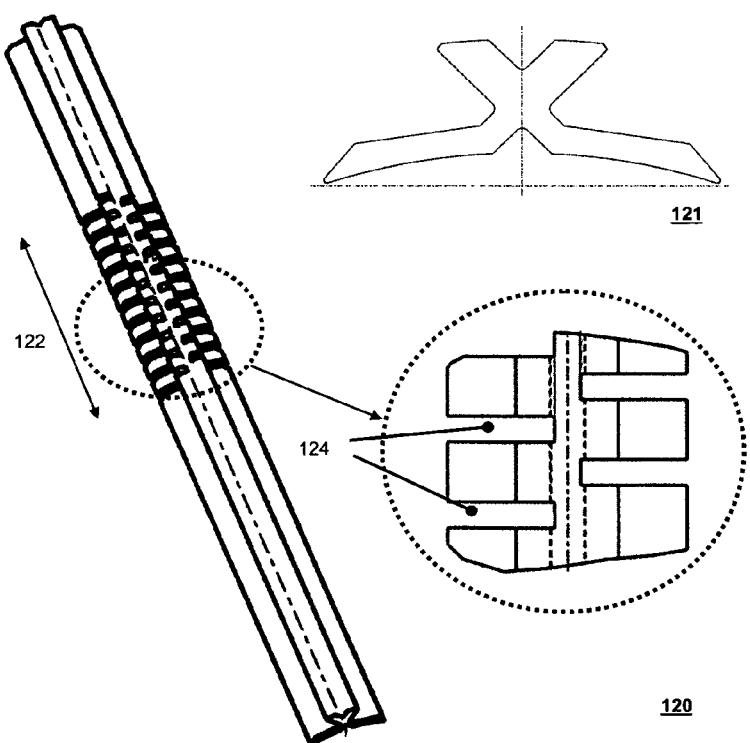


Fig. 6

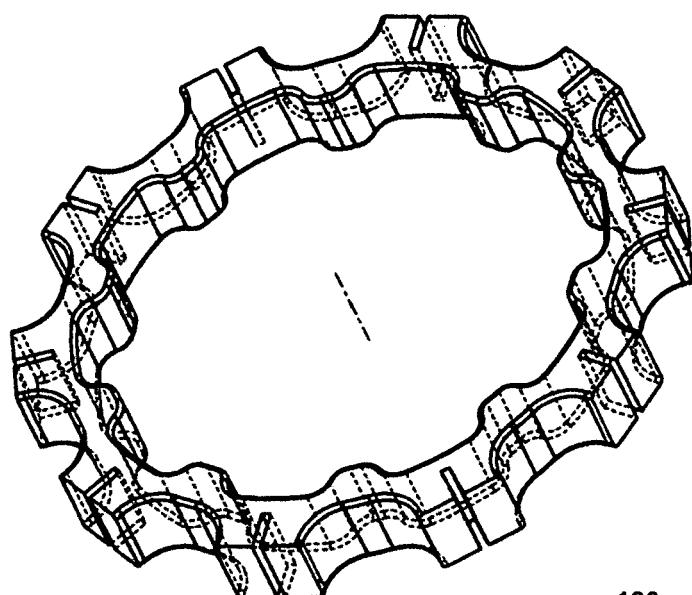


Fig. 7



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 09 01 0635

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betritt Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	CH 695 968 A5 (WICOR HOLDING AG [CH]) 31. Oktober 2006 (2006-10-31) * Absatz [0010] - Absatz [0017]; Abbildungen * ----- A CH 659 907 A5 (BBC BROWN BOVERI & CIE) 27. Februar 1987 (1987-02-27) * Zusammenfassung; Abbildungen * -----	1	INV. H01F27/04 ADD. H01F27/36
RECHERCHIERTE SACHGEBiete (IPC)			
H01F			
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
5	Recherchenort Den Haag	Abschlußdatum der Recherche 21. Januar 2010	Prüfer Marti Almeda, Rafael
<p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</p> <p>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</p> <p>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmelde datum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>			

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

EP 09 01 0635

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.

21-01-2010

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
CH 695968	A5	31-10-2006	KEINE
CH 659907	A5	27-02-1987	KEINE

EPO FORM P0461

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