



(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

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

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

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

(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.

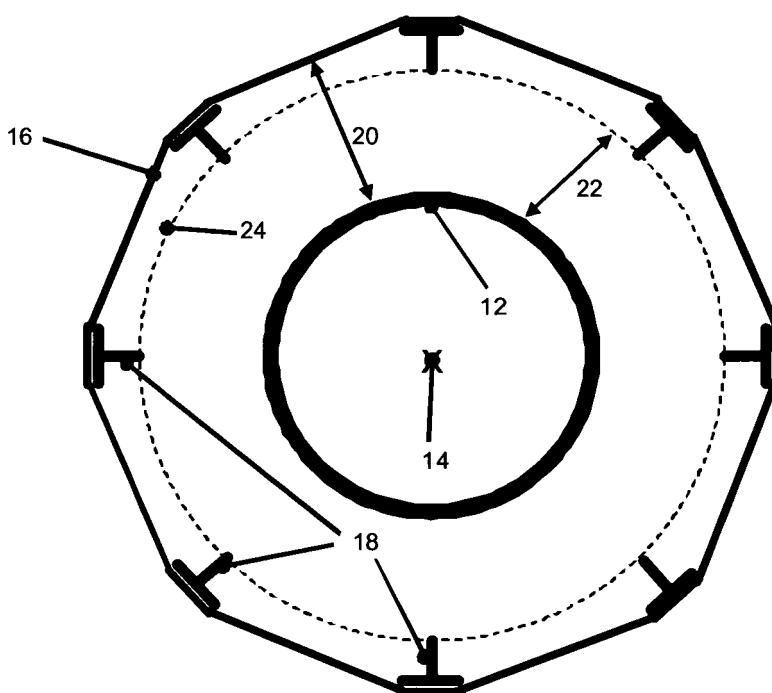


Fig. 1

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.

[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 angefertigte Halbschalenteile für die Barrieren anzufertigen, womit zwar mehrere Krümmungen realisierbar sind, was aber einen erheblichen Herstellungsaufwand auch für entsprechende Formen für eine Fertigung der Halbschalenteile bedeutet. Aufgrund der zuvor genannten seltenen Fertigung von baugleichen Transformatoren bedeutet jedoch gerade das Herstellen einer individuellen Form einen unerwünscht hohen Aufwand. An den Überlappungsstellen zwischen aneinandergrenzenden Modulen bzw. Halbschalen ergibt sich zudem eine 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 **dadurch gekennzeichnet, dass** die Isolationsschicht aus einem bandförmigen Isolationsmaterial um zumindest abschnittsweise flexible Leisten gewickelt ist, welche jeweils längs des zumindest abschnittsweise gekrümmten Pfades benachbart zueinander in einem zweiten radialen Abstand um das Schirmrohr angeordnet sind

[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 einen 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 aneinandergrenzenden Bauteilen einer Isolationsschicht. Ein 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 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 Isolations-
schicht bzw. auch einen Hohlraum zwischen zwei be-
nachbarten Isolationsschichten zu realisieren, kann der
bandförmige Isolationsstoff jedoch nicht direkt auf eine
radial innere Oberfläche gewickelt werden. Erfindungs-
gemäß ist deshalb ein Wickeln des bandförmigen Iso-
lierstoffes um mehrere zylindrisch und vorzugsweise par-
allel zueinander angeordnete Leisten vorgesehen. Ent-
lang des Zylinderumfangs sollten beispielsweise in Win-
kelschritten von 15° bis 45° jeweils derartige Leisten vor-
gesehen sein, so dass sich letztendlich kein kreisrunder
sondern ein polygonaler Querschnitt der gewickelten Iso-
lationsschicht ergibt. Es hat sich nämlich gezeigt, dass
die elektrische Funktionsfähigkeit einer Barriere mit po-
lygonalem Querschnitt (≥ 8 -fach Polygon) einem kreis-
runden Querschnitt einer Barriere gleichkommt. Die Lei-
sten selbst sind aus einem elektrisch isolierenden Mate-
rial auszuführen.

[0012] Im Biegebereich des Schirmrohrs müssen die
Leisten dessen Krümmung folgen, da sie erfindungsge-
mäß längs ihrer Erstreckung jeweils den gleichen radia-
len Abstand zum Schirmrohr aufweisen. Von daher ist
es vorgesehen, die Leisten zumindest in den Krüm-
mungsbereichen flexibel auszugestalten, also eine Biege-
barkeit in alle Richtungen zu ermöglichen. Wenn eine
Leiste beispielsweise über einem Schirmrohr angeord-
net ist, welches nach unten gekrümmt ist, so muss die
Leiste längs ihrer axialen Erstreckung in vertikaler Rich-
tung biegebar sein. Bei einer nach links oder rechts ver-
laufenden Krümmung muss eine Biegebarkeit in horizon-
taler 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 ver-
wenden, welcher im jeweiligen Biegebereich eine ent-
sprechend 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 ge-
wickelten Isolationsschicht in den axial gerade verlau-
fenden Bereichen erhöht.

[0015] Auf diese Weise ist die Herstellung einer ein
Schirmrohr hohlzylindrisch umschließenden Isolations-
schicht, bzw. einer Barriere, mit einem radial darunter-
liegenden Hohlraum für die Durchflutung mit Öl in einfa-
cher Weise auch für sehr komplexe Schirmrohrgeome-
trien mit einer Vielzahl von Krümmungsbereichen gege-
ben, wobei die eingangs genannten Nachteile vermieden
sind.

[0016] In einer bevorzugten Ausgestaltung des Aus-
leitungsrohres sind mehrere radial zueinander beabstan-
dete Isolationsschichten vorgesehen. Somit sind mehre-
re Isolationsbarrieren mit darunter liegendem Hohlraum
für die Durchflutung mit Öl realisiert, wodurch die Abstän-
de zu Bauteilen mit anderen elektrischen Potentialen re-

duzierbar sind.

[0017] In einer besonders bevorzugten Variante des
erfindungsgemäßen Ausleitungsrohrs sind die zumin-
dest abschnittsweise flexiblen Leisten als gewinkeltes
Profil ausgeführt und zumindest im Krümmungsbereich
mit mehreren Schlitzten quer zu deren jeweiliger axialen
Erstreckung versehen. Ein gewinkeltes Profil beispiels-
weise mit wenigstens zwei in einem Winkel von 90° zu-
einander angeordneten und miteinander verbundenen
Flachleisten weist bei geringem Materialverbrauch einer-
seits eine hohe Stabilität in allen möglichen Biegerich-
tungen auf, was sich insbesondere für die geraden Ab-
schnitte als vorteilhaft erweist. Andererseits ist durch ein
abschnittsweises Einschlitzen derartiger Flachleisten in
einfacher Weise eine Flexibilität der Leiste erreichbar,
so dass letztendlich mehrere wirbelähnliche Leistenab-
schnitte ausgeprägt sind, welche über einen nicht einge-
schlitzten Kernbereich der Leiste flexibel miteinander
verbunden sind.

[0018] Entsprechend einer besonders bevorzugten
Ausführungsform des erfindungsgemäßen Ausleitungs-
rohrs 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 ei-
nen besonders guten Kontakt gewährleistet, beispiels-
weise auch bei einer Klebeverbindung.

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

[0020] In einer weiteren bevorzugten Variante der Er-
findung ist die radial innerste Isolationsschicht von dem
Schirmrohr oder von dessen Grundisolationsschicht un-
mittelbar durch die Leisten beabstandet. Bei einem Auf-
bau des Ausleitungsrohres mit mehreren Barrieren und
mehreren radial darunter angeordneten Hohlräumen für
die Durchflutung von Öl hat es sich nämlich als zweck-
mäßig erwiesen, die radiale Dicke der Hohlräume mit
zunehmendem radialen Abstand zum Schirmrohr zu er-
höhen, also beispielsweise 10mm Dicke für den radial
innersten Hohlraum, 25mm für einen zweiten und gege-
benenfalls 40mm für einen dritten, sofern dieser erfor-
derlich ist. Eine Dicke von ca. 10mm ist durch eine ent-
sprechende Dicke der jeweiligen Leisten besonders ein-
fach vorgebar, 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 Leistenquerschnitt - 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 einfach in einer Klemmverbindung mit der Isolationsschicht verbindbar. Bei der Verwendung von Stützringen in mehreren Isolationsschichten ist es aus Stabilitätsgründen zumeist sinnvoll, diese ineinander verschachtelt anzuordnen.

[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 gut wickeln lässt. Eine aufwändigere Verwendung eines aushärtenden Nassstoffmaterials wie bei der Grundisolationsschicht ist nicht notwendig. In einer weiteren erfindungsgemäßen Ausgestaltung der Erfindung ist der bandförmige Isolierstoff wenigstens einseitig mit einer Klebstoffschicht 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 Ausleitungsrohrs für Hochspannungstransformatoren entsprechend den Ansprüchen 1 bis 13, umfassend wenigstens folgende Schritte:

- 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
- bedarfsweises Biegen der Leisten entsprechend der Krümmung des Schirmrohres
- Fixierung der Leisten, beispielsweise durch eine Klebeverbindung
- 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
- 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
- bedarfsweises Biegen der Leisten entsprechend der Biegung des Schirmrohres
- 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 Erfindung, 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 heraustretend 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- Profils 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 Schlitzsen 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 Grundisolationsschicht 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 Umfangs- querschnitt die polygonal ausgeformte dritte Isolationsschicht 70. Dessen innerer Umfang ist mit mehreren zweiten Aussparungen 76 versehen, welche zunächst eine Durchströmbbarkeit 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 Durchströmbbarkeit 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 Schlitzte 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 Schlitzte 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 Schlitzte mit der Bezugsziffer 124.

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

Bezugszeichenliste

[0048]

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

46 gekrümmter Bereich
 48 zweite Isolationsschicht
 49 innere Isolationsschicht
 50 erste Stützringe
 60 drittes Ausleitungsrohr in vereinfachter Darstellung
 62 drittes Schirmrohr
 64 Grundisolationsschicht
 66 siebte flexible Leisten
 68 achte flexible Leisten
 70 dritte Isolationsschicht
 72 zweiter Stützring
 74 erste Aussparung
 76 zweite Aussparung
 78 vierte Isolationsschicht
 80 neunte flexible Leiste
 81 Querschnittsprofil der neunten flexiblen Leiste
 82 Krümmungsbereich der neunten flexiblen Leiste
 84 Schlitz
 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 Schlitz
 106 Schlitzbereich der zehnten flexiblen Leiste
 108 Kernquerschnittsbereich der zehnten flexiblen Leiste
 120 elfte flexible Leiste
 121 Querschnittsprofil der elften flexiblen Leiste

122 Krümmungsbereich der elften flexiblen Leiste
 124 Schlitz
 5 130 dritter Stützring

Patentansprüche

- 10 1. 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, 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, **dadurch gekennzeichnet, dass** 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.
- 20 2. Ausleitungsrohr nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** mehrere radial zueinander beabstandete Isolationsschichten (48, 49, 70, 78) vorgesehen sind.
- 25 3. Ausleitungsrohr nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** 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 Schlitz (84, 104, 124) quer zu deren jeweiliger axialen Erstreckung versehen sind.
- 30 4. Ausleitungsrohr nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** 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.
- 35 5. Ausleitungsrohr nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Schirmrohr (12, 32, 62) in seinem radial äußeren Bereich von einer Grundisolationsschicht (64) umhüllt ist.
- 40 6. Ausleitungsrohr nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die radial innerste Isolationsschicht (70) von dem Schirmrohr (12, 32, 62) oder von dessen Grundisolationsschicht (64) umhüllt ist.
- 45 50 55

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 Isolations-schicht (16, 48, 70, 78) längs ihrer axialen Erstrek-kung mit mehreren jeweils axial zueinander bean-standeten, quer zum gekrümmten Pfad (14, 34) an-geordneten und eine innere Öffnung aufweisenden Stützringen (50, 72, 130) jeweils an deren radial äu-ßerem Umfang verbunden sind. 5
8. Ausleitungsrohr nach Anspruch 7, **dadurch ge- kennzeichnet, dass** wenigstens ein Stützring (50, 72, 130) eine radial innere Isolationsschicht (70) mit seiner inneren Öffnung in einer mechanischen Wirk- verbindung umschließt. 10
9. Ausleitungsrohr nach einem der Ansprüche 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die innere Öff- nung der Stützringes (50, 72, 130) und/oder dessen radial äußerer Umfang polygonal ausgeprägt sind. 15
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. 20
11. Ausleitungsrohr nach einem der Ansprüche 7 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stützring (50, 72, 130) zumindest überwiegend aus Pressspan be- steht. 25
12. Ausleitungsrohr nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der bandförmige Isolierstoff überwiegend aus einem Material auf Zellulosebasis besteht. 30
13. Ausleitungsrohr nach einem der vorangegangenen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der bandförmige Isolierstoff wenigstens auf einer Seite mit einer Klebstoffschicht überzogen ist. 35
14. Öltransformator mit wenigstens einem Ausleitungs- rohr nach einem der Ansprüche 1 bis 13. 40
15. Verfahren zum Herstellen eines abschnittsweise ge- krümmten Ausleitungsrohres (10, 30, 60) für Hoch- spannungstransformatoren entsprechend den An- sprüchen 1 bis 13, umfassend wenigstens folgende Schritte: 45
- 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 ge- krümmtes isoliertes Schirmrohr (12, 32, 62) je- weils 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 Isolations- schicht (70) gebildet ist
- Überschieben von mehreren Stützringen (50, 72, 130) über die so gebildete hohlzylindrische Isolationsschicht (16, 48, 49, 70, 78)
- axiale Beabstandung und Fixierung der Stütz- ringe (50, 72, 130)
- Anordnung von abschnittsweise flexiblen Lei- sten (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 ge- krümmten 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

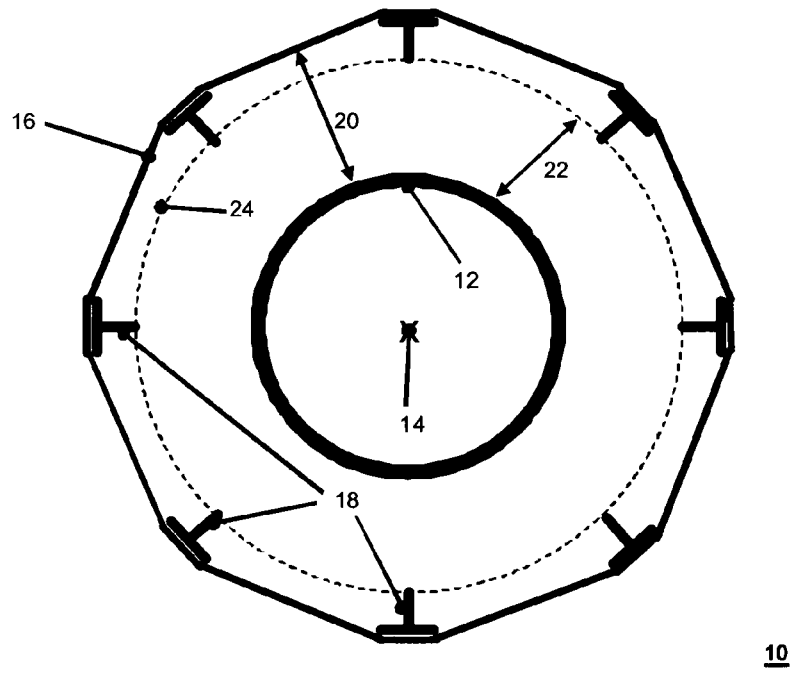


Fig. 1

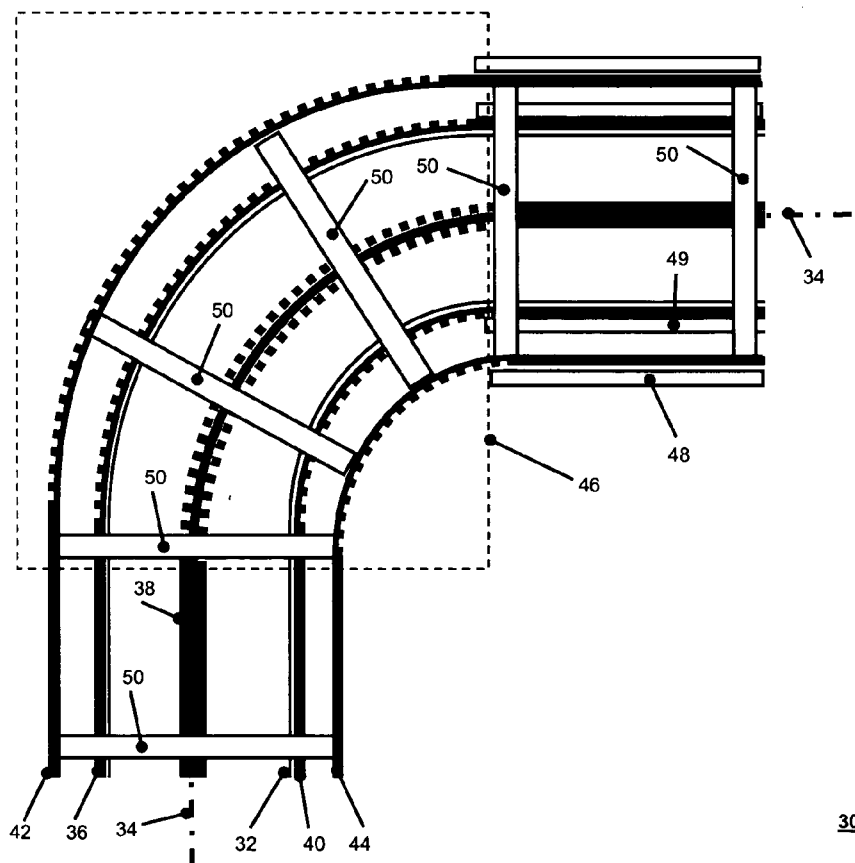


Fig. 2

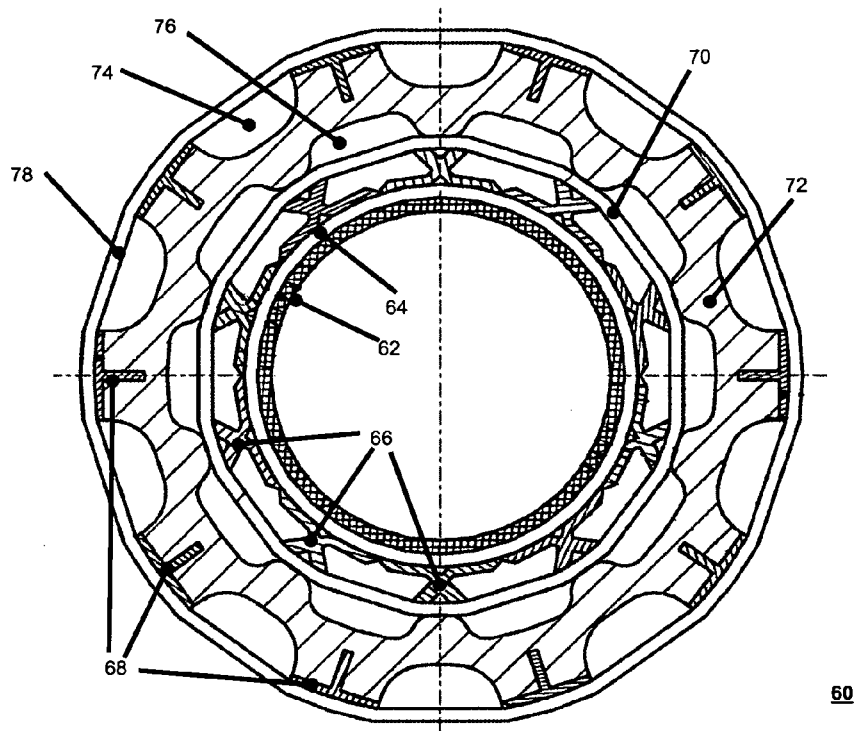


Fig. 3

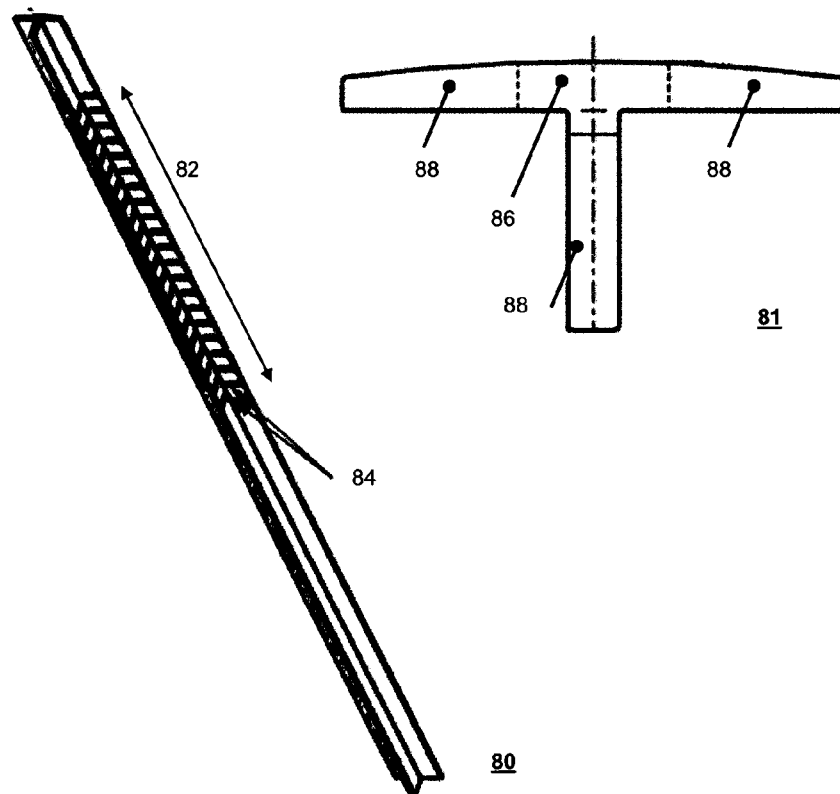


Fig. 4

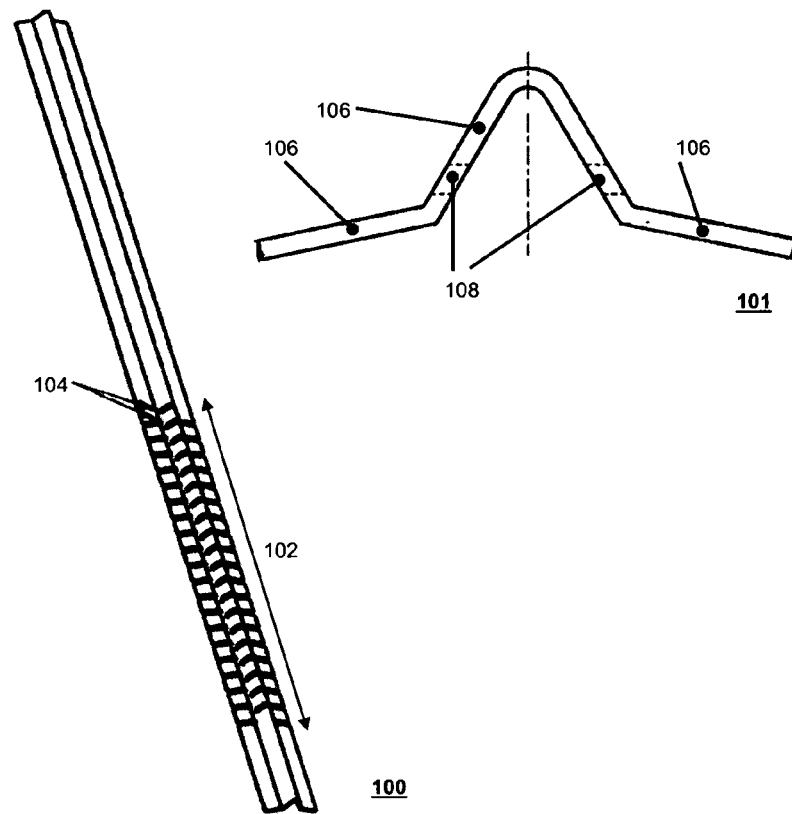


Fig. 5

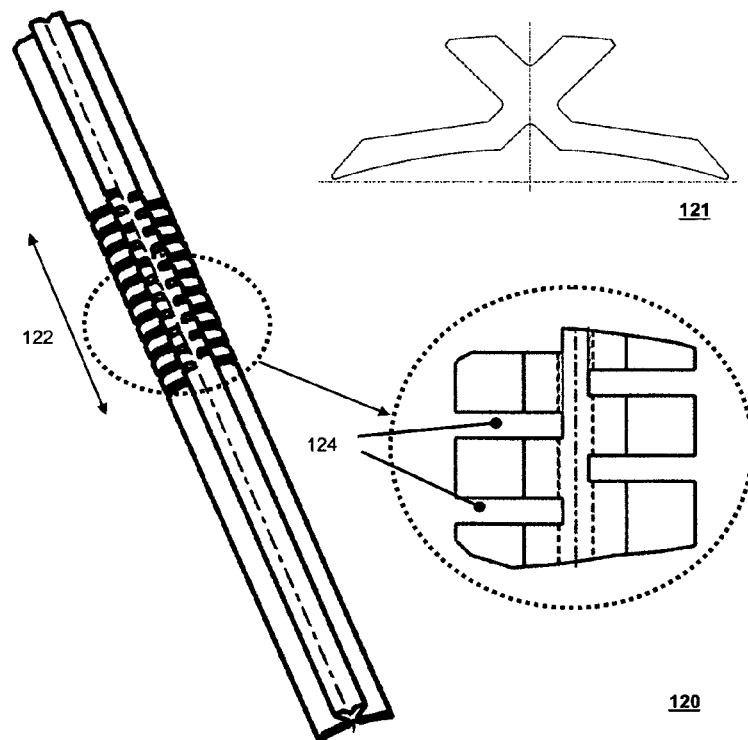
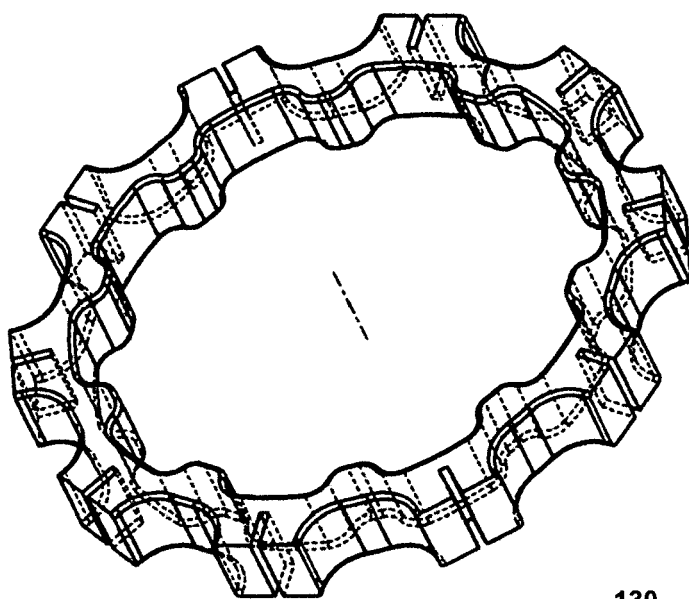


Fig. 6



130

Fig. 7



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 09 01 0635

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft 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 *	1	INV. H01F27/04
A	CH 659 907 A5 (BBC BROWN BOVERI & CIE) 27. Februar 1987 (1987-02-27) * Zusammenfassung; Abbildungen *	1	ADD. H01F27/36
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			H01F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 21. Januar 2010	Prüfer Marti Almeda, Rafael
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

 5
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**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