

(19)



(11)

EP 1 529 296 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
16.11.2016 Patentblatt 2016/46

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

(21) Anmeldenummer: **03792126.9**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/DE2003/002592

(22) Anmeldetag: **30.07.2003**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2004/019351 (04.03.2004 Gazette 2004/10)

(54) **WICKLUNGSANORDNUNG**

WINDING ARRANGEMENT

ENSEMBLE ENROULEMENT

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE LI SE

• **JAHNEL, Dietmar**
90409 Nürnberg (DE)

(30) Priorität: **16.08.2002 DE 10238521**

(56) Entgegenhaltungen:

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
11.05.2005 Patentblatt 2005/19

EP-A- 0 516 078 DE-B- 1 104 052
DE-B- 1 174 421 US-A- 3 039 042
US-A- 3 353 129 US-A- 4 259 654
US-A- 4 864 265

(73) Patentinhaber: **Siemens Aktiengesellschaft**
80333 München (DE)

• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN** vol. 008, no. 181
(E-261), 21. August 1984 (1984-08-21) & JP 59
074612 A (TOSHIBA KK), 27. April 1984
(1984-04-27)

(72) Erfinder:

- **HEINZIG, Peter**
90530 Wendelstein (DE)
- **HOPPE, Jens**
90592 Schwarzenbruck (DE)

EP 1 529 296 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Wicklungsanordnung mit zumindest zwei nebeneinander in einer Reihe angeordneten Wicklungen. Aus der US-Patentschrift 4,318,066 ist eine Transformatorwicklung bekannt, die koaxial von einem rohrförmigen elektrostatischen Schild umgeben ist. Das Schild erstreckt sich über die gesamte axiale Länge der Wicklung und schließt mit beiden Wicklungsstirnseiten ab. Zwischen der Wicklung und dem elektrostatischen Schild sind noch drei weitere rohrförmige, die Wicklung umgebende Schilde vorgesehen, die gestuft von außen nach innen in ihrer axialen Länge abnehmen und alle mit der oberen Wicklungsstirnseite der Wicklung abschließen. Dort ist auch der Anschluss der Wicklung vorgesehen. Die in ihrer Länge variierenden elektrostatischen Schilde sind dazu vorgesehen, bei einer Impulsspannungsbeanspruchung der Wicklung eine gleichmäßige Spannungsverteilung entlang der Wicklung zu erreichen; dabei wirken die elektrostatischen Schilde wie Kondensatoren zur Spannungsableitung.

[0002] In der US 3,353,129 ist eine Wicklungsanordnung mit einer Unterspannungswicklung offenbart, die um einen Transformator Kern gewickelt ist. Die Unterspannungswicklung ist von einer Oberspannungswicklung umgeben, die konzentrisch zueinander verlaufende Wicklungsebenen aufweist, wobei die Wicklungen der Wicklungsebenen auf Isolierelementen aufgewickelt sind. Darüber hinaus ist eine Abschirmung vorgesehen, die beide Wicklungen konzentrisch umschließt. Die Abschirmung weist neben einer aus Isolierstoff bestehende Tragstruktur unter anderem eine leitende Schicht auf, die elektrisch mit der Hochspannungsseite verbunden ist. An den beiden freien Enden bildet die Abschirmung rohrförmige Schilde aus, die in axialer Richtung die äußerste Wicklungsschicht überragen.

[0003] Die US 3,039,042 offenbart einen Transformator mit Primär- und Sekundärwicklung sowie mit einer Abschirmung zum elektrostatischen Abschirmen der Wicklungen.

[0004] Weitere Transformatoren mit Abschirmung sind in der US 4,295,654 A sowie in der US 4,864,265 A beschrieben.

[0005] Wicklungsanordnungen mit zumindest zwei nebeneinander in Reihe angeordneten Wicklungen, wie sie beispielsweise für Drosseln vorgesehen sind, können beispielsweise einen entsprechenden Kern aufweisen, wobei jede der Wicklungen einen Schenkel des Kerns umschließt, der außerhalb der Wicklungen mit Kernjoch magnetisch zu einem geschlossenen Kreis verbunden sind. Weiterhin ist es üblich, eine solche Wicklungsanordnung in einem Kessel, gebildet mit leitfähigen Wänden unterzubringen und den Kessel mit einem Isoliermedium, beispielsweise Kühlöl, zu füllen.

[0006] Auch können solche Wicklungsanordnungen für Transformatoren vorgesehen sein, wobei jede der beiden Wicklungen je eine Transformatorwicklung einer jeweiligen Transformatorwicklungskombination bildet.

Die mit den Wicklungen gebildeten Transformatorwicklungen sind dabei jeweils einer Phase und einer elektrischen Seite, beispielsweise der Primärseite des Transformators zugeordnet, wobei jede der Transformatorwicklungskombinationen eine zweite Transformatorwicklung aufweist, die die andere elektrische Seite der entsprechenden Phase bildet.

[0007] Insbesondere bei einer Anwendung der Wicklungsanordnung bei einer Drossel oder eines Transformators für Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungs-Anwendungen (HGÜ) kommt es neben einer Beaufschlagung der Wicklungen mit einer oberwellenbehafteten elektrischen Wechselspannung auch zu einer Gleichspannungsbeaufschlagung. Dementsprechend müssen die Wicklungen für die Beaufschlagung mit solchen Oberwellen bzw. Gleichspannungen ausgelegt sein. Entsprechend werden die Wicklungen vor Inbetriebnahme einer entsprechenden Wechselspannungs- und Gleichspannungsprüfung unterzogen. Bei einer solchen Gleichspannungsprüfung werden die Wicklungen einzeln nacheinander oder alle gemeinsam mit einer Prüfgleichspannung beaufschlagt.

[0008] Aufgabe der Erfindung ist es, eine Wicklungsanordnung anzugeben, die eine hohe elektrische Festigkeit aufweist.

[0009] Die Aufgabe wird mit einer Wicklungsanordnung mit zumindest zwei nebeneinander in einer Reihe angeordneten Wicklungen, die jeweils von einer mit einem Isolierstoff ausgebildeten Barrierenanordnung umgeben sind und mit jeweils einem rohrförmigen elektrischen Schild im Bereich jeder der beiden Wicklungsstirnseiten von zumindest einer der Wicklungen, wobei jedes Schild die zumindest eine Wicklung koaxial unter Belastung eines Zwischenspalts umgibt und sich axial über die jeweilige Wicklungsstirnseite hinaus nach außen derart erstreckt, dass seine axiale relativ zur jeweiligen Wicklungsstirnseite bezogene Höhe gleich oder größer als die Hälfte der radialen Breite des Zwischenspalts ist.

[0010] Dadurch, dass die Wicklungen jeweils von einer mit Isolierstoff ausgebildeten Barrierenanordnung umgeben sind, ist eine hohe elektrische Isolierung gegenüber einem möglicherweise vorhandenen Kernschenkel und auch gegenüber einem möglicherweise vorhandenen Kessel, der innenseitig magnetische Kesselwandabschirmungen aufweisen kann und in dem die Wicklungsanordnung angeordnet ist, also gegenüber außerhalb der Wicklung liegenden elektrischen Teilen, gegeben. Zusätzlich ist mit den rohrförmigen elektrischen Schilden im Bereich jeder Wicklungsstirnseite erreicht, dass dort das elektrische Feld derart geführt ist, dass dort eine möglichst geringe elektrische Belastung der Barrierenanordnung erfolgt. Geht man davon aus, dass die Barrierenanordnung zumindest eine Wand aus Isolierstoff aufweist, die die Wicklung umgibt und dabei insbesondere an den Wicklungsstirnseiten der einen Wicklung die radial außen liegende, von der Wicklungsmantelfläche und der Wicklungsstirnseite gebildete Wicklungskante umgreift, so ist mit den Schilden insbesondere erreicht, dass

die sich zwischen dem Schild und der entsprechenden Wicklung - insbesondere deren Wicklungskante - ausbildende elektrische Feldstärke, die beispielsweise bei einer Gleichspannungsbeaufschlagung oder Gleichspannungsprüfung der Wicklungen auftritt, im wesentlichen senkrecht auf der Oberfläche der Wand der Barrierenanordnung stehend in diese einmündet bzw. aus dieser wieder austritt. Es treten also hierbei sehr geringe tangente, also entlang der Oberfläche der Wand der Barrierenanordnung gerichtete elektrische Feldstärkekomponenten auf. Bei einer Ausführung ohne Schilde stellt sich bei einer solchen Gleichspannungsbeaufschlagung insbesondere in den Bereichen der Barrierenanordnung, in denen die Wicklungskanten der beiden benachbarten Wicklungen nahe aneinanderliegen ein im wesentlichen sich in axialer Richtung gerichtetes elektrisches Feld ein. Dies bewirkt, dass gerade in dem zur äußeren Wicklungskante benachbarten Bereich der Barrierenanordnung starke tangente, entlang der Oberfläche der Wand der Barrierenanordnung gerichtete elektrische Feldstärken auftreten, die zu einem elektrischen Fehler führen können. Bei der Auslegung der Schilder im Hinblick auf die relativ zur jeweiligen Wicklungsstirnseite bezogenen Höhe, um die jedes Schild die Wicklungsstirnseite übersteigt, hat sich herausgestellt, dass es für eine gute Feldführung ausreicht, wenn diese Höhe mindestens die Hälfte der radialen Breite des Zwischenspalts beträgt. Insoweit muss die Höhe bei größer werdender radialer Breite des Zwischenspalts auch entsprechend anwachsen. Insbesondere bei einer Verwendung der erfindungsgemäßen Wicklungsanordnung für eine Drossel, bei der die beiden elektrischen Wicklungen parallelgeschaltet sind, erweist sich die erfindungsgemäße Ausbildung der Wicklungsanordnung als besonders vorteilhaft. Durch das Vorsehen der Barrierenanordnung und der elektrostatischen Schilde ist darüber hinaus ein besonders kompakter Aufbau der Wicklungsanordnung mit dem Kessel ermöglicht, da die sich insbesondere bei einer Gleichspannungsbeaufschlagung ausbildenden elektrischen Felder - wie beschrieben - geführt und auch nach außen hin vergleichmäßig sind, wodurch die Wahrscheinlichkeit eines Überschlags zwischen einer der Wicklungen und außerhalb der Wicklungen angeordneten elektrisch leitfähigen Teile auf anderem Potential verringert ist. Eine elektrisch besonders sichere Wicklungsanordnung ergibt sich, wenn alle Wicklungen im Bereich ihrer Wicklungsstirnseiten solche Schilder aufweisen, wie sie bei der zumindest einen Wicklung vorgesehen sind.

[0011] Bei einer bevorzugten Ausgestaltung sind die beiden elektrischen Schilde gemeinsam mit einer durchgehenden, sich axial über die gesamte Wicklung erstreckenden rohrförmigen Gesamtschild gebildet. Hierdurch ist entlang der gesamten Wicklung eine entsprechende Abschirmung nach außen erreicht. Dies erweist sich besonders vorteilhaft bei einer Anordnung der erfindungsgemäßen Wicklungsanordnung in einem Kessel, bei dem zur besseren magnetischen Feldführung außerhalb

der Wicklung parallel zu den Kernjochen ausgerichtete und im Inneren des Kessels an der Kesselwand angeordnete Magnetkernpakete vorgesehen sind. Bei Wicklungsanordnungen ohne elektrische Schilde können sich an den üblicherweise bei den Magnetblechpaketen vorhandenen Ecken und Kanten ausbildende Feldstärkeerhöhungen zu Überschlagen zwischen der Wicklung und den Magnetblechpaketen führen. Durch die elektrischen Schilder ist der elektrische Feldverlauf zwischen Wicklung und der Kesselwand bzw. den Magnetblechpaketen vergleichmäßig, wodurch die Gefahr eines elektrischen Überschlags zwischen Wicklung und Kesselwand stark verringert ist.

[0012] Vorzugsweise bildet die Wicklungsanordnung eine Drossel für Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungssysteme (HGÜ-Systeme). Die erfindungsgemäße Wicklungsanordnung eignet sich besonders für eine solche Drossel.

[0013] Nach einer anderen bevorzugten Ausgestaltung bildet jede der beiden Wicklungen jeweils eine äußere Transformatorwicklung einer jeweiligen Transformatorwicklungskombination, wobei jede Transformatorwicklungskombination die äußere Transformatorwicklung aufweist, die eine innere Transformatorwicklung koaxial umgibt. Die beiden Transformatorwicklungen sind dabei magnetisch gekoppelt und dienen der Transformation einer elektrischen Phase, beispielsweise eines mehrphasigen elektrischen Netzes.

[0014] Bevorzugt ist die Wicklungsanordnung Bestandteil eines Transformators für HGÜ-Systeme. In solchen HGÜ-Systemen kann eine Beaufschlagung des Transformators mit einer hohen Gleichspannung erfolgen; aufgrund der erfindungsgemäßen Ausgestaltung ist die Wicklungsanordnung daher für einen solchen Transformator besonders gut geeignet.

[0015] Die Barrierenanordnung kann zum Umgreifen der äußeren Wicklungskante beispielsweise so ausgebildet sein, dass die Wand mit einem die Wicklung radial umgebenden Rohr aus Isolierstoff, das über die Wicklungsstirnseite hinausragt, und mit je einer das Isolierstoffrohr deckelartig an jeder Stirnseite verschließenden Isolierstoffscheibe gebildet ist. In einer bevorzugten Ausgestaltung weist jede Barrierenanordnung im Bereich der Wicklungsstirnseiten jeweils zumindest einen abgerundeten Außenwinkelring auf, der die äußere Wicklungskante umgreift.

[0016] In einer bevorzugten Ausgestaltung weisen die Schilde im Bereich ihrer Enden jeweils eine Abschirmung zur Feldführung auf. Mit der Abschirmung zur Feldführung sind hohe Konzentrationen elektrischer Feldstärke im Bereich der Enden der Schilde vermieden.

[0017] Vorzugsweise ist die Wicklungsanordnung in einem leitfähigen Kessel angeordnet.

[0018] Im folgenden ist die erfindungsgemäße Wicklungsanordnung anhand der Zeichnung näher erläutert.

[0019] Es zeigen:

Figur 1 eine Schnittdarstellung einer Drossel mit der

erfindungsgemäßen Wicklungsanordnung,
 Figur 2 einen Transformator mit der erfindungsgemäßen Wicklungsanordnung,
 Figur 3 einen Ausschnitt einer Wicklungsanordnung mit einer Abschirmung zur Feldführung in einer ersten Modifikation und
 Figur 4 einen Ausschnitt einer Wicklungsanordnung mit einer Abschirmung zur Feldführung in einer zweiten Modifikation.

[0020] In Figur 1 ist eine Wicklungsanordnung mit zwei nebeneinander in einer Reihe angeordneten Wicklungen 1 und 2, die sich jeweils entlang einer Achse 85 und 86 erstrecken, dargestellt. Die elektrischen Anschlüsse der Wicklungen 1 und 2 sind der Übersichtlichkeit halber in Figur 1 weggelassen. Jede der Wicklungen 1 und 2 ist von einer jeweiligen aus Isolierstoff gebildeten Barrierenanordnung 3 bzw. 4 umgeben. Jede der Barrierenanordnungen 3 und 4 weist an jeder der Wicklungsstirnseiten 5, 6, 7 und 8 einen Außenwinkelring 9, 10 bzw. 11, 12 auf. Ebenso ist an den Wicklungsstirnseiten 5, 6 bzw. 7, 8 ein Innenwinkelring 13, 14 bzw. 15, 16 vorgesehen. Die Außenwinkelringe 9, 10 bzw. 11, 12 umgreifen jeweils die mit der Wicklungsmantelfläche 17 bzw. 18 und der angrenzenden Wicklungsstirnseite 5 bzw. 6 sowie 7 bzw. 8 gebildete, radial außen liegende Wicklungskante 19 bzw. 20 sowie 21 bzw. 22. Die Innenwinkelringe 13, 14 bzw. 15, 16 umgreifen jeweils eine radial innen liegende Wicklungskante 19A, 20A bzw. 21A, 22A.

[0021] Zur Abschirmung sind vorliegend bei beiden Wicklungen 1 und 2 in den Bereichen ihrer Wicklungsstirnseiten 5, 6 bzw. 7, 8 die rohrförmigen Gesamtschilde 23 bzw. 24 vorgesehen. Die Gesamtschilde 23 und 24 umgeben die Wicklungen 1 bzw. 2 unter Belassung eines Zwischenspalts 23A und 24A und sind an Erdpotential angelenkt, d. h. über eine Verbindung mit Erdpotential verbunden. Vorliegend erstrecken sich die Gesamtschilde 23 und 24 jeweils über die gesamte axiale Länge der zugeordneten Wicklungen 1 bzw. 2 und an den Wicklungsstirnseiten 5, 6 bzw. 7, 8 über die Wicklungsstirnseiten hinaus, und zwar derart, dass - wie beispielhaft am Gesamtschild 23 erläutert - die axiale, relativ zur Wicklungsstirnseite 5 bezogene Höhe B mehr als die Hälfte der radialen Breite A des Zwischenspalts 23A ist.

[0022] Betrachtet man beispielsweise die Wicklungskante 19, so ist diese mit dem Außenwinkelring 9 besonders gut elektrisch gegenüber außerhalb der Wicklung 1 angeordneten leitfähigen Teile - wie z. B. dem Kern 25, dem Kessel 26 oder den im Kessel 26 an dessen Wand 27 angeordneten Magnetblechpaket 28 - isoliert. Mit dem Gesamtschild 23 ist in diesem Bereich zusätzlich erreicht, dass das von der Wicklungsstirnseite 5 und der Wicklungsmantelfläche 17 im Bereich der Wicklungskante 19 ausgehende, sich im Betrieb oder bei einer Gleichspannungsprüfung einstellende elektrische Feld derart geführt ist, dass es auf den Oberflächen 29 und 30 des Außenwinkelrings 9 nahezu senkrecht steht und auf dem Schild 23 endet. Insoweit ist hierdurch die elektrische

Belastung der Barrierenanordnung 3 im Bereich der Wicklungskante 19 bei Beaufschlagung mit einer Gleichspannung im Betrieb oder bei einer Gleichspannungsprüfung gering.

[0023] Wären die Gesamtschilde 23 und 24 nicht vorhanden, so würde sich insbesondere bei einer - insbesondere gleichzeitigen - Gleichspannungsbeaufschlagung der Wicklungen 1 und 2 im Bereich der sehr nahe beieinander liegenden Wicklungskanten 19 und 21, also im Kernfenster 31 des Kerns 25, ein elektrisches Feld ergeben, das im wesentlichen in axialer Richtung verläuft, also nicht mehr senkrecht auf den Oberflächen 29 und 30 des Außenwinkelrings 9 und den entsprechenden Oberflächen des Außenwinkelrings 11 steht. Dadurch würde es zu einer starken elektrischen Beanspruchung entlang der Oberfläche 29 bzw. 30 insbesondere im Bereich nah bei der Wicklungskante 19 kommen, die zu einem elektrischen Fehler führen kann.

[0024] Die Barrierenanordnungen 3 und 4 mit ihren Außenwinkelringen 9, 10, 11 und 12 sowie den Innenwinkelringen 13, 14, 15 und 16 sind insbesondere aus Presspan ausgebildet.

[0025] Der Transformator-kessel 26 kann mit einem Isolationsmedium beispielsweise Kühlöl aufgefüllt sein.

[0026] Darüber hinaus ist es auch möglich, das Gesamtschild 24 wegzulassen. Ebenso kann auch der Kern 25 weggelassen werden, so dass sich eine kernlose Drossel ergibt.

[0027] In Figur 2 ist eine Schnittdarstellung durch eine für einen Zwei-Phasentransformator vorgesehene Wicklungsanordnung dargestellt.

[0028] Es sind zwei Transformatorwicklungskombinationen 32 und 33 vorgesehen, die sich jeweils entlang einer Achse 87 bzw. 88 erstrecken, wobei die Transformatorwicklungskombination 32 eine äußere Transformatorwicklung 34 und eine innere Transformatorwicklung 35 aufweist und die zweite Transformatorwicklungskombination 33 eine äußere Transformatorwicklung 37 und eine innere Transformatorwicklung 36 aufweist. Die jeweils äußeren Transformatorwicklungen 34 und 37 umgeben die jeweils inneren Transformatorwicklungen 35 bzw. 36 koaxial. Auch hier sind die elektrischen Anschlüsse der Transformatorwicklungen 34, 35, 36 und 37 der Übersichtlichkeit nicht dargestellt. Jede der Transformatorwicklungen 34, 35, 36, 37 ist von einer ihr zugeordneten Barrierenanordnung 38, 39, 40, 41 umgeben. Jede der Barrierenanordnungen 38, 39, 40, 41 weisen zu den Außenwinkelringen 9, 10, 11 und 12 gemäß Figur 1 vergleichbare Außenwinkelringe 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48 und 49 sowie zu den Innenwinkelringen 13, 14, 15 und 16 gemäß Figur 1 vergleichbare Innenwinkelringe 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57 auf.

[0029] Im Bereich der Wicklungsstirnseiten 58, 59, 60 und 61 der äußeren Transformatorwicklungen 34 und 37 sind rohrförmige, die Transformatorwicklungen 34 bzw. 37 umgebende, elektrische Schilde 62, 63 bzw. 64 und 65 vorgesehen. Die elektrischen Schilde 62, 63, 64 und 65 umgeben ihre jeweilige Wicklung unter Bildung eines

jeweiligen Zwischenspalts 62A, 63A, 64A bzw. 65A. Im Vergleich zu der Wicklungsanordnung nach Figur 1 sind hier beispielsweise an Stelle des Gesamtschildes 23 die beiden einzelnen Schilde 62 und 63 vorgesehen, die sich jeweils nur über einen Teil der axialen Länge der Transformatorwicklung 34 erstrecken. Mit anderen Worten: Die Gesamtschilde 23 und 24 vereinen jeweils die Funktion der beiden Schilde 62 und 63 bzw. 64 und 65. Auch die Schilde 62, 63, 64 und 65 erstrecken sich in axialer Richtung über die jeweilige Wicklungsstirnseite 58, 59, 60 und 61 derart hinaus, dass - wie am Beispiel des Schildes 62 erläutert - ihre jeweilige axiale relativ zur Wicklungsstirnseite 58, 59, 60, 61 bezogene Höhe D zumindest gleich der Hälfte der radialen Breite C des Zwischenspalts 62A ist.

[0030] Die Wicklungsanordnung gemäß Figur 2 ist innerhalb eines Transformatorkessels 66 angeordnet. Jede der Transformatorwicklungskombinationen 32 und 33 umgibt einen Kernschenkel 67 bzw. 68 eines Transformatorkerns 69; die Kernschenkel 67 und 68 sind über Kernjoche 70 und 71 magnetisch zu einem geschlossenen magnetischen Kreis verbunden. An den Innenseiten 72 und 73 des Transformatorkessels 66 sind zur besseren Magnetfeldführung Magnetblechpakete 74 und 75 vorgesehen.

[0031] Auch bei dieser Anordnung können die Barrierenanordnungen 38 bis 41 aus Pressspan ausgebildet sein und der Transformatorkessel 66 kann ebenso mit einem Isoliermedium, beispielsweise Kühllöl aufgefüllt sein.

[0032] Die elektrischen Schilde 62, 63, 64 und 65 haben die gleiche Aufgabe wie die Gesamtschirme 23 und 24 gemäß Figur 1, nämlich insbesondere im Kernfenster 76 des Transformatorkerns 69 das elektrische Feld so zu führen, dass es tangential durch die Außenwinkelringe 46 und 42 bzw. 43 und 47 tritt und eine geringe elektrische Belastung der Barrierenanordnung 38 und 40 auftritt.

[0033] Anstelle der Gesamtschirme 23 und 24 gemäß Figur 1 können dort auch die in Figur 2 gezeigten Schilde 62 bis 64 vorgesehen sein.

[0034] Umgekehrt können die Schilde 62 und 63 und/oder 64 und 65 gemäß Figur 2 bei der Wicklungsanordnung gemäß Figur 2 jeweils durch entsprechende axial durchgehenden Gesamtschirme, wie in Figur 1 gezeigt, ersetzt sein. Die Schilde 62 und 63 sind dann gemeinsam, also einstückig, mit einem durchgehenden, sich axial über die gesamte Wicklung erstreckenden Gesamtschild gebildet; gleiches gilt dann für die Schilde 64 und 65. Darüber hinaus kann auch hier der Transformatorkern 69 weggelassen werden. Die Schilde 64 und 65 können auch bei dieser Ausführung weggelassen werden, die Schilde 62 und 63 reichen zur Abschirmung aus; um jedoch eine besonders gute Abschirmung zu erreichen, sind im Bereich aller Wicklungsstirnseiten 58 bis 60 Schilde 62, 63, 64 und 65 vorgesehen.

[0035] Auch können die Barrierenanordnungen 3, 4 gemäß Figur 1 und 38 bis 41 gemäß Fig. 2 mit mehreren Lagen, d. h. mit mehreren Außenwinkelringen und In-

nenwinkelringen ausgebildet sein.

[0036] Die Schilde 62 bis 65 sowie 84 und die Gesamtschilde 23 und 24 können im Bereich ihrer Enden Abschirmungen zur Feldführung aufweisen, wie in den Figuren 3 und 4 jeweils dargestellt.

[0037] In Figur 3 ist ein Ausschnitt im Bereich einer Wicklungsstirnseite 79 einer Wicklung 77 liegender Ausschnitt gezeigt. Die Wicklung 77 erstreckt sich entlang einer Achse 78 und ist unter Belassung eines Zwischenspalts 80 von einem Schild 81 umgeben, das stellvertretend für die Schilde 62 bis 65 oder die Gesamtschilde 23 und 24 zu sehen ist. Im Bereich ihres Endes 82 weist das Schild 81 eine Abschirmung 83 zur Feldführung auf. Diese umgibt die Achse 78 und verläuft in Umfangsrichtung des Schildes 81 entlang des Endes 82. Die Abschirmung weist zwei leitfähige Drähte 84 und 84A auf, die jeweils mit einer entsprechenden Isolierung 89 und 89A und gemeinsam mit einer Gesamtisolierung 90 elektrisch isoliert sind. Die beiden leitfähigen Drähte 84 und 84A sind mit Erdpotential verbunden. Die beiden Drähte 84 und 85 sind entlang ihrer Länge entlang des Umfangs des Schildes 81 zumindest einmal unterbrochen, damit sich keine geschlossene Windung ergibt. Die Abschirmung 83 dient zur Vermeidung von Feldüberhöhungen oder hohen Feldkonzentrationen im Bereich des Endes 82 des Schirms 81.

[0038] In Figur 4 ist eine modifizierte Abschirmung 91 zur Feldführung gezeigt; sie weist im Vergleich zur Abschirmung 93 nach Figur 3 einen einzelnen leitfähigen Draht 92 auf, der von einer elektrischen Isolierung 93 umgeben ist. Auch der Draht 92 ist mit Erdpotential verbunden und entlang seiner Länge entlang des Umfangs des Schildes 81 zumindest einmal unterbrochen, damit sich keine geschlossene Windung ergibt.

[0039] Die Abschirmungen 83 und 91 sollen sicherstellen, dass am Ende 82 des Schildes 81 keine Feldüberhöhungen auftreten. Sie können auch als entlang des Endes des Schildes 81 die Achse 78 umlaufendes elektrisches leitfähiges Rohr, beispielsweise mit kreisrundem oder elliptischem Querschnitt ausgebildet sein. Ebenso kann anstelle eines Rohres eine leitfähige Folie auf einem entsprechend geformten Trägerkörper vorgesehen sein. Auch können die Abschirmungen 83 und 91 mit dem Schild 81 selbst gebildet sein, indem das Schild 81 so umgebogen ist, dass eine abgerundete Krempe gebildet ist, oder es kann auch soweit umgebogen sein, dass der umgebogene Teil eine Art umlaufendes Rohr ergibt.

[0040] Die Schilde 62 bis 65 und die Gesamtschilde 23 und 24 können jeweils im Bereich an ihren Enden eine Abschirmung 83 oder 91 zur Feldführung aufweisen.

Patentansprüche

1. Wicklungsanordnung mit zumindest zwei nebeneinander in einer Reihe angeordneten Wicklungen (1,2,34,37) die jeweils von einer ausschließlich aus

- Isolierstoff ausgebildeten Barrierenanordnung (3,4,38,40) umgeben sind, und mit jeweils einem rohrförmigen elektrischen Schild (23,62,63) im Bereich jeder der beiden Wicklungsstirnseiten (5,6,58,59) von zumindest einer der Wicklungen (1,34) wobei jedes Schild (23,62,63) die zumindest eine Wicklung (1,34) koaxial unter Belassung eines Zwischenspalts (23A,62A,63A) umgibt und sich axial über die jeweilige Wicklungsstirnseite (5,6,58,59) hinaus nach außen derart erstreckt, dass seine axiale, relativ zur jeweiligen Wicklungsstirnseite (5,6,58,59) bezogene Höhe (B,D) gleich oder größer als die Hälfte der radialen Breite (A,C) des Zwischenspalts (23A,62A,63A) ist.
2. Wicklungsanordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die beiden elektrischen Schilde gemeinsam mit einem durchgehenden, sich axial über die gesamte Wicklung (1,2) erstreckenden rohrförmigen Gesamtschild (23,24) gebildet sind.
 3. Wicklungsanordnung nach Anspruch 1 oder 2, die eine Drossel für Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungssysteme bildet.
 4. Wicklungsanordnung nach Anspruch 1 oder 2, dass jede der beiden Wicklungen (34;37) jeweils eine äußere Transformatorwicklung (34;37) einer jeweiligen Transformatorwicklungskombination (32;33) bildet, wobei jede Transformatorwicklungskombination (32;33) die äußere Transformatorwicklung (34;37) aufweist, die eine innere Transformatorwicklung (35;36) koaxial umgibt.
 5. Wicklungsanordnung nach Anspruch 4, die Bestandteil eines Transformators für Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragungssysteme ist.
 6. Wicklungsanordnung nach einem der vorangehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Barrierenanordnung (3,4;38,40) im Bereich der jeweiligen Wicklungsstirnseite (5,6;7,8;58,59;60,61) jeweils zumindest einen Außenwinkelring (9-12;42,43,46,47) aufweist, der die radial äußere Wicklungskante (19-21) umgreift.
 7. Wicklungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schilde (62-64;23,24) im Bereich ihrer Enden jeweils eine Abschirmung (83,91) zur Feldführung aufweisen.
 8. Wicklungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, die in einem leitfähigen Kessel (26,66) angeordnet ist.
 9. Wicklungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wicklungen (1,2;34,37,35,36) jeweils einen Kernschenkel (67;68) eines Transformatorkerns (25,69) umgeben.

Claims

1. Winding arrangement having at least two windings (1, 2, 34, 37), which are arranged next to one another in a row and each of which is surrounded by a barrier arrangement (3, 4, 38, 40) formed exclusively of insulating material, and each having a tubular electric shield (23, 62, 63) in the region of each of the two winding end sides (5, 6, 58, 59) of at least one of the windings (1, 34), each shield (23, 62, 63) coaxially surrounding the at least one winding (1, 34) leaving an intermediate gap (23A, 62A, 63A) and extending axially outwards beyond the respective winding end side (5, 6, 58, 59) such that its axial height (B, D), in relation to the respective winding end side (5, 6, 58, 59), is equal to or greater than half the radial width (A, C) of the intermediate gap (23A, 62A, 63A).
2. Winding arrangement according to Claim 1, **characterized in that** the two electric shields are formed jointly with a continuous, tubular, joint shield (23, 24) which extends axially over the entire winding (1, 2).
3. Winding arrangement according to Claim 1 or 2, which forms an inductor for high-voltage DC transmission systems.
4. Winding arrangement according to Claim 1 or 2, **characterized in that** each of the two windings (34; 37) forms a respective external transformer winding (34; 37) of a respective transformer winding combination (32; 33), each transformer winding combination (32; 33) having the external transformer winding (34; 37) which coaxially surrounds an internal transformer winding (35; 36).
5. Winding arrangement according to Claim 4, which is part of a transformer for high-voltage DC transmission systems.
6. Winding arrangement according to one of the preceding claims, **characterized in that**, in the region of the respective winding end side (5, 6; 7, 8; 58, 59; 60, 61), the barrier arrangement (3, 4; 38, 40) has in each case at least one outer flange ring (9-12; 42, 43, 46, 47) which engages around the radially outer winding edge (19-21).
7. Winding arrangement according to one of the pre-

ceding claims,

characterized in that

the shields (62-64; 23, 24) each have a screen (83, 91) for field guidance purposes in the region of their ends.

8. Winding arrangement according to one of the preceding claims, which is arranged in a conductive tank (26, 66).
9. Winding arrangement according to one of the preceding claims, **characterized in that** the windings (1, 2; 34, 37, 35, 36) each surround a core limb (67; 68) of a transformer core (25, 69).

Revendications

1. Agencement d'enroulement ayant au moins deux enroulements (1, 2, 34, 37) disposés les uns à côté des autres suivant une rangée qui sont entourés respectivement d'un agencement (3, 4, 38, 40) de barrière en matière isolante et ayant respectivement un bouclier (23, 62, 63) électrique tubulaire dans la région de chacun des deux côtés (5, 6, 58, 59) frontaux d'au moins l'un des enroulements (1, 34), chaque bouclier (23, 62, 63) entourant le au moins un enroulement (1, 34) coaxialement en laissant un intervalle (23A, 62A, 63A) intermédiaire et s'étendant axialement vers l'extérieur au-delà du côté (5, 6, 58, 59) frontal de l'enroulement, de manière à ce que sa hauteur (B, D) axiale rapportée au côté (5, 6, 58, 59) frontal de l'enroulement soit supérieure ou égale à la moitié de la largeur (A, C) radiale de l'intervalle (23A, 62A, 63A) intermédiaire.
2. Agencement d'enroulement suivant la revendication 1, **caractérisé en ce que** les deux boucliers électriques sont formés conjointement par un bouclier (23, 24) conjoint tubulaire continu et s'étendant axialement sur tout l'enroulement (1, 2)
3. Agencement d'enroulement suivant la revendication 1 ou 2, qui forme une bobine pour des systèmes de transmission de courant continu à haute tension.
4. Agencement d'enroulement suivant la revendication 1 ou 2, en ce que chacun des deux enroulements (34 ; 37) forme respectivement un enroulement (34 ; 37) extérieur de transformateur d'une combinaison (32 ; 33) d'enroulement de transformateur, chaque combinaison (32 ; 33) d'enroulement de transformateur ayant l'enroulement (34 ; 37) extérieur de transformateur qui entoure coaxialement un enroulement

(35 ; 36) intérieur de transformateur.

5. Agencement d'enroulement suivant la revendication 4, qui fait partie d'un transformateur pour des systèmes de transmission de courant continu en haute tension.
6. Agencement d'enroulement suivant l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'agencement (3, 4 ; 38, 40) de barrière, a, dans la zone des côtés (5, 6 ; 7, 8 ; 58, 59 ; 60, 61) frontaux d'enroulement, respectivement au moins un arceau (9 à 12 ; 42, 43, 46, 47) extérieur qui prend le bord (19 à 21) de l'enroulement extérieur radialement.
7. Agencement d'enroulement suivant l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les boucliers (62 à 63 ; 23, 24) ont dans la partie de leur extrémité respectivement un blindage (83, 91) de guidage du champ.
8. Agencement d'enroulement suivant l'une des revendications précédentes, qui est disposé dans un chaudron (26, 66) conducteur de l'électricité.
9. Agencement d'enroulement suivant l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les enroulements (1, 2 ; 34, 37, 35, 36) entoure respectivement une branche (67 ; 68) d'un noyau (25, 69) de transformateur.

FIG 1

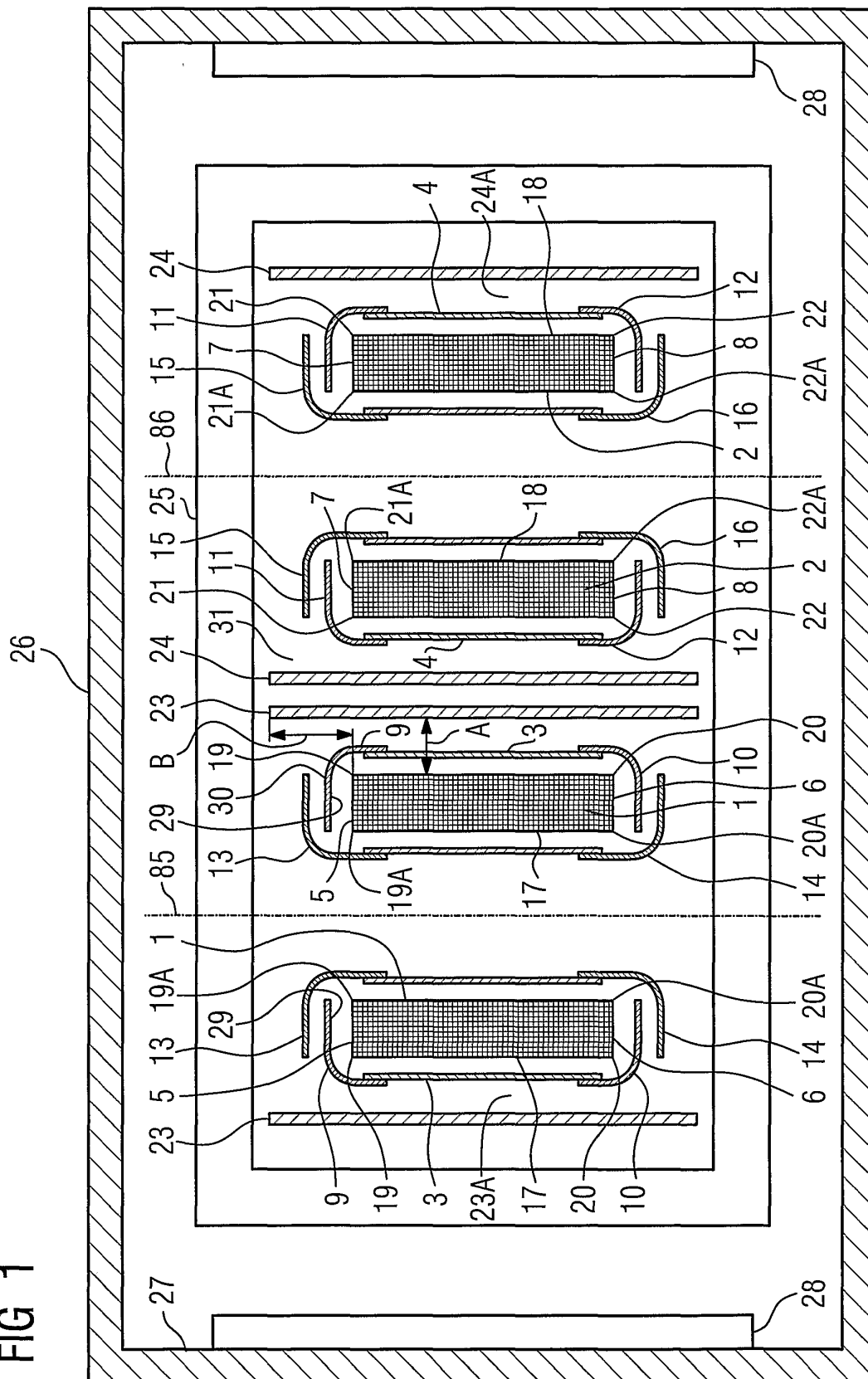


FIG 2

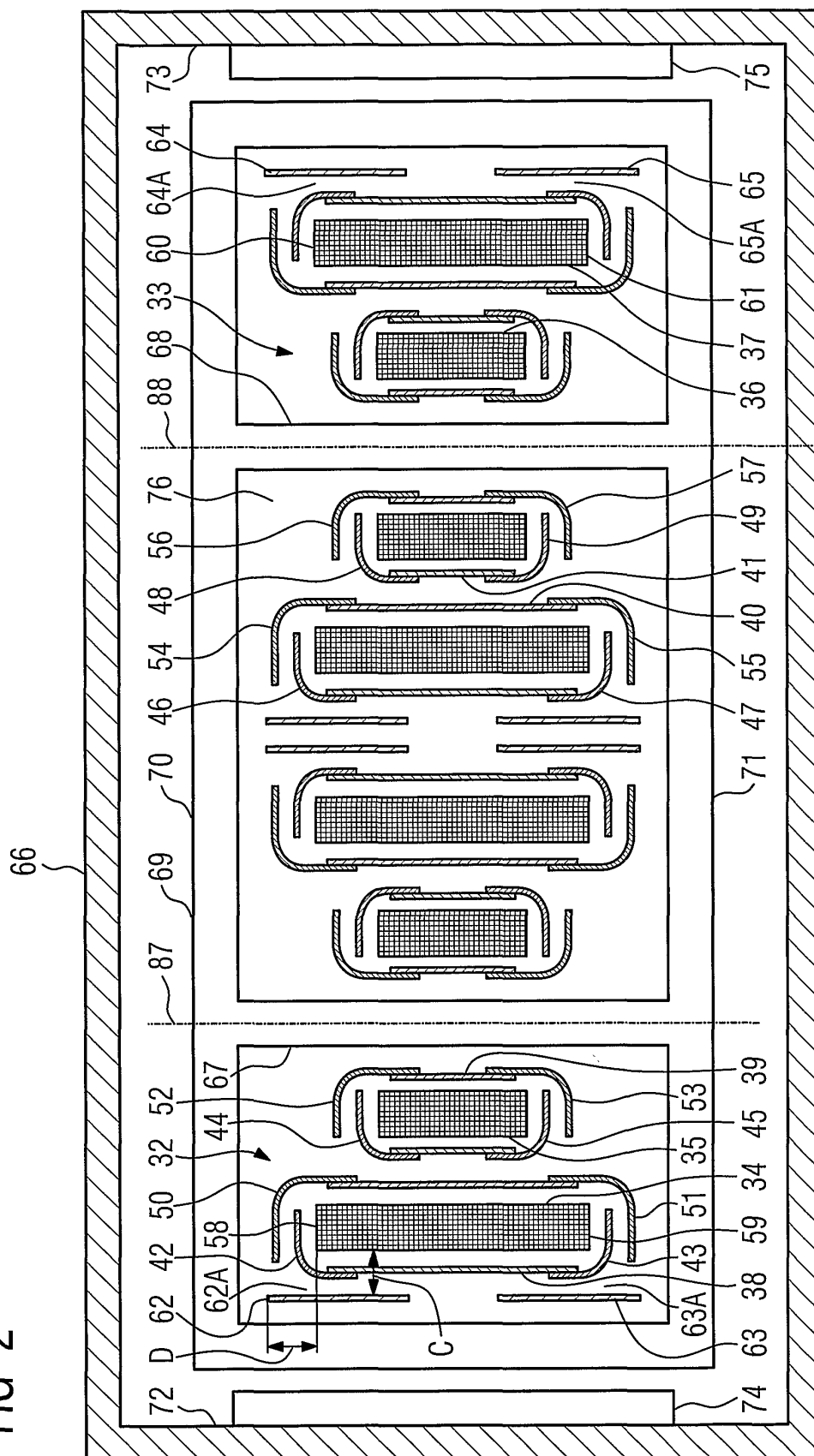


FIG 3

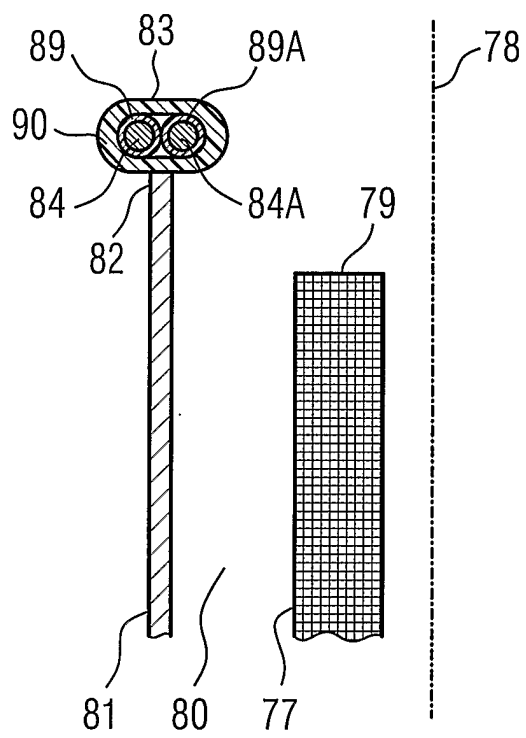
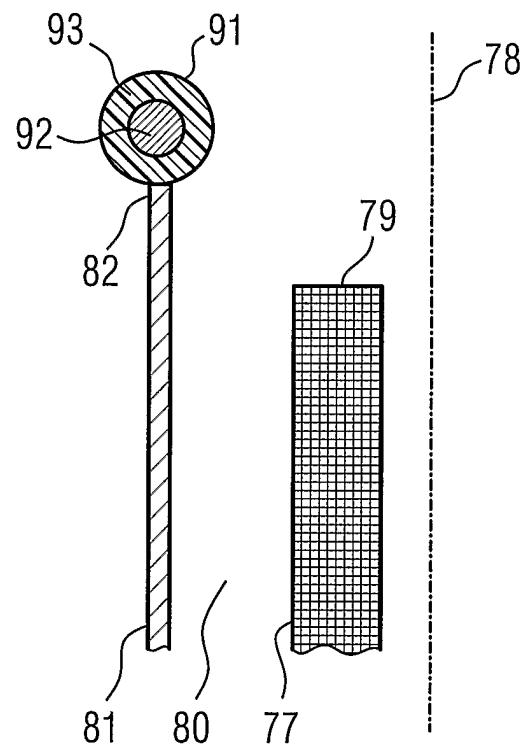


FIG 4



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

- US 4318066 A [0001]
- US 3353129 A [0002]
- US 3039042 A [0003]
- US 4295654 A [0004]
- US 4864265 A [0004]