(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer: **0 058 232**
B1

(12) # EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag der Patentschrift: **23.01.85**

(51) Int. Cl.⁴: **H 01 F 27/32**

(21) Anmeldenummer: **81108637.0**

(22) Anmeldetag: **21.10.81**

(54) **Scheibenspulenwicklung aus ineinandergewickelten Einzel- oder Doppelspulen.**

(30) Priorität: **13.02.81 DE 3105317**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung: **25.08.82 Patentblatt 82/34**

(45) Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung: **23.01.85 Patentblatt 85/4**

(84) Benannte Vertragsstaaten: **AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE**

(56) Entgegenhaltungen:
AT - B - 259 681
DE - A - 2 059 669
DE - A - 2 246 398
DE - B - 1 039 620
DE - C - 975 856
US - A - 3 023 386

(73) Patentinhaber: **TRANSFORMATOREN UNION AKTIENGESELLSCHAFT, Deckerstrasse 1, D-7000 Stuttgart 50 (DE)**

(72) Erfinder: **Broszat, Gottfried, Dipl.-Math., Im Burgmäuerle 3, D-7050 Waiblingen-Hegnach (DE)**

(74) Vertreter: **Mehl, Ernst, Dipl.-Ing. et al, Postfach 22 01 76, D-8000 München 22 (DE)**

EP 0 058 232 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

Die Erfindung betrifft Scheibenspulenwicklungen aus ineinandergewickelten Einzel- oder Doppelspulen, in denen die Isolierung der außenliegenden Windungen gegenüber der inneren bzw. der äußeren Mantelfläche der Wicklung im Vergleich zur Normalisolierung des Wickelleiters verstärkt ist.

Einfache Scheibenspulenwicklungen weisen eine nicht lineare Stoßspannungsverteilung in axialer Richtung längs der einzelnen Spulen auf, so daß bei Belastung mit Spannungsstößen zwischen zwei benachbarten Spulen Durchschläge auftreten können.

Durch die DE-C-975 856 ist es bekannt, daß durch Ineinanderwickeln der Spulen eine viel gleichmäßigere Stoßspannungsverteilung erzwungen wird, durch die Durchschläge weitgehend verhindert werden.

Ausführungsbeispiele für ineinandergewickelte Scheibenspulen zeigen die Fig. 1 und die Fig. 2 im Querschnitt.

Dabei ist Fig. 1 ein Beispiel für zwei ineinandergewickelte Einzelspulen und Fig. 2 ein Beispiel für ein Paar von ineinandergewickelten Doppelspulen. Die Windungen dieser Scheibenspulen werden in der Reihenfolge der in sie eingetragenen Ziffern vom Laststrom durchflossen.

Die Scheibenspulen werden aus jeweils zwei beim Wickelvorgang gleichzeitig und räumlich parallel zueinander zugeführten Wickelleitern gewickelt. Anschließend werden die innerhalb der einzelnen Scheibenspulen liegenden Wikkelleiterabschnitte durch Zusammenlötungen elektrisch so hintereinandergeschaltet, daß die Windungen entsprechend der Reihenfolge ihrer Ziffern vom Hochspannungsanschluß und damit auch von der Einleitstelle der Stoßspannungsimpulse entfernt sind. Entsprechend sinkt mit steigender Windungskennziffer die Spannung gegen Erdpotential. Die Windungskennziffern können also auch als Mehrfaches der Windungsspannung gegenüber dem Wicklungseingang angesehen werden. Der Spannungsabfall bei einmaligem Durchgang durch eine Scheibenspule wird als Zweigspannung bezeichnet, die längs des Leiters auftritt. Dementsprechend liegt bei einer Einzelspulenwicklung zwischen einander benachbarten Windungen die einfache und bei einer Doppelspulenwicklung zwischen den Windungen die zweifache Zweigspannung an. Die Einzelspulenschaltung wird daher bei höheren Stoßspannungsbeanspruchungen bevorzugt.

Leider haben jedoch auch die bekannten ineinandergewickelten Scheibenspulenwicklungen ihre Nachteile. Diese liegen in der erhöhten Windungsbeanspruchung, da statt der bei nicht ineinandergewickelten Doppelspulen auftretenden einfachen Windungsspannung die ein- oder mehrfache Zweigspannung zwischen einander benachbarten Windungen auftritt, die bei Stoßvorgängen ein Mehrfaches vom linear errechneten Wert beträgt. Dadurch sind Vorentladungen in oder zwischen den Scheibenspulen nicht ausgeschlossen. Die Windungsisolierung wird daher bei ineinandergewickelten Spulen gegenüber einfachen Spulen zwar so verstärkt, daß kein Windungsdurchschlag eintritt, Vorentladungen an den Windungskanten werden jedoch in Kauf genommen. Ein Teil der durch das Ineinanderwickeln gewonnenen Längskapazität geht dadurch wieder verloren.

Analog zu den Eingangswindungen der Anordnung gemäß der DE-C-2 246 398, die sich auf eine Lagenwicklung bezieht, sind nun in bisher ausgeführten Scheibenspulenwicklungen zum Schutz gegen die Vorentladungen durch das Auftreten der Randfelder die an der inneren und/oder der äußeren Mantelfläche der Wicklung liegenden Windungen verstärkt isoliert worden. Nachteilig ist bei der Auslegung der verstärkten Isolierung unter diesem Gesichtspunkt jedoch, daß entweder wiederum die Längskapazität verringert wird oder daß eine Schwachstelle in der Isolierung durch eine kumulierende Wirkung der Zweigspannung zwischen den beiden ganz innen oder ganz außen in einer Scheibenspule benachbarten Windungen mit der Zweigspannung gegenüber anderen Scheibenspulen entsteht. So werden Vorentladungen zwar am Spulenrand, nicht aber zwischen den Windungen vermieden.

Dies ergibt sich aus der Problematik der Längsfestigkeit von ineinandergewickelten Spulenwicklungen. Durch das Ineinanderwickeln wird die Stoßspannungsdifferenz zwischen zwei Nachbarspulen soweit reduziert, daß zwischen ihnen, bei gegenüber nicht ineinandergewickelten Spulen insgesamt verstärkten Leiterisolierungen, kein Durchschlag stattfindet. Steigert man die Spannung aber weiter, so erfolgt ein Längsüberschlag über mehrere Spulen hinweg vor dem Durchschlag zwischen zwei benachbarten Windungen oder Spulen.

Die Ursache derartiger Längsüberschläge ist bisher umstritten. Gemäß einer vorherrschenden Meinung wird die Ölfeldstärke an den Außenkanten der beiden Randwindungen einer Scheibenspule gegenüber weiteren Spulen als Ursache derartiger Entladungen vermutet. Aus diesem Grund wurden diese Windungen analog zu der Anordnung gemäß der DE-C-2 246 398 verstärkt isoliert oder die Wickelleiterisolierung durch Kantenschutzwinkel verstärkt. Trotz dieser Maßnahmen erfolgten aber bei Steigerungen der Prüfspannung über die Nennspannung hinaus Längsüberschläge zunächst längs der äußeren Mantelfläche zu einer weiter vom Eingang entfernt liegenden Spule. Dies wird auch durch die Kantenschutzwinkel nicht verhindert.

Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, die Verstärkung der Leiterisolierung unter Beachtung der Wirtschaftlichkeit und unter Bewahrung der durch das Ineinanderwickeln erreichten hohen Längskapazität so zu wählen, daß Vorentladungen sowohl zwischen einander benachbar-

ten Windungen als auch zwischen verschiedenen Scheibenspulen bei der vorgesehenen Prüfspannung ausgeschlossen sind.

Die erfindungsgemäße Lösung dieser Aufgabe beruht auf der Annahme, daß die hohe Feldstärke zwischen Nachbarwindungen einen Beitrag zur Ursache des Längsüberschlages gibt, wenn die Spannung zwischen den beiden radial am weitesten innen oder außen liegenden Windungen einer Scheibenspule sich mit der axial verlaufenden Spannung längs mehrerer Scheibenspulen gleichgerichtet überlagert. Dies ist insbesondere an den Randbereichen innen und außen an den Scheibenspulen der Fall. Dagegen nimmt im radial mittleren Bereich der einzelnen Scheibenspulen die Spannung von Windung zu Windung nicht monoton zu, sondern abwechselnd zu und ab, so daß es hier nicht zu Querüberschlägen kommt. Daher ist es möglich, in diesem Bereich die Leiterisolierung schwächer zu gestalten.

Die obengenannte Aufgabe wird demzufolge erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß mindestens in den am Wicklungseingang liegenden Spulen ausgehend von der inneren und der äußeren Mantelfläche mindestens je zwei Windungen mit Zusatzisolierungen ausgerüstet sind, die mindestens eine hochbeanspruchte Kante dieser Windungen winkelförmig umfassen und daß die Windungskapazität zwischen von Zusatzisolierungen freien Windungen gegenüber der Windungskapazität von mit Zusatzisolierung ausgerüsteten Windungen erhöht ist.

Aus Gründen einfacher Fertigung können dabei mehr als zwei, insbesondere alle, Windungen der am Wicklungseingang liegenden Spulen mit Zusatzisolierungen ausgeführt werden, deren Dicke bis Null an den vom Eingang entfernteren Spulen abnimmt.

Nach zweckmäßigen Weiterbildungen der Erfindung ist zwischen den jeweils an der inneren bzw. äußeren Mantelfläche liegenden Windung und der jeweiligen Nachbarwindung zusätzlich zur Zusatzisolierung je ein axialer Kühlkanal angeordnet. Die Zusatzisolierung kann aus einer allseitig, die Windungen umgebenden Papierumbandelung, aus U- oder aus winkelförmigen Preßspanabdeckungen bestehen.

Nach vorteilhaften Ausgestaltungen der Erfindung nimmt bei an der inneren Mantelfläche der Wicklung liegenden Windungen die Zusatzisolierung der Reihe nach an den Stellen unten außen, unten innen und oben innen ab und bei der Nachbarwindung der Reihe nach unten innen und oben innen ab. Dabei bedeutet unten in Richtung auf Erdpotential und oben in Richtung auf den Hochspannungseingang. Entsprechend nimmt vorteilhafter Weise bei an der äußeren Mantelfläche der Wicklung liegenden Windungen die Isolationsverstärkung der Reihe nach an den Stellen oben innen, oben außen, unten innen ab und bei der Nachbarwindung der Reihe nach oben außen und unten außen ab, wobei wiederum unten in Richtung auf Erdpotential und oben in Richtung auf den Hochspannungseingang bedeutet.

Nach weiteren Ausgestaltungsmerkmalen der Erfindung sind die an der inneren Mantelfläche der Wicklung liegenden Windungen an der unteren Außenkante und ihre jeweilige Nachbarwindung an der unteren Innenkante mit einem zusätzlichen Isolierwinkel verkleidet und sind entsprechend die an der äußeren Mantelfläche der Wicklung liegenden Windungen an der oberen Innenkante und ihre jeweilige Nachbarwindung an der oberen Außenkante mit einem zusätzlichen Isolierwinkel verkleidet und sind die Windungen im übrigen gleich den Windungen im mittleren Teil der Scheibenspulen isoliert. Dabei weisen die mittleren Windungen in den einzelnen Scheibenspulen vorteilhafter Weise einen gemeinsamen Papiereinschlag auf. Dieser Papiereinschlag vermeidet Vorentladungen im Ölkanal zwischen zwei Spulen, wenn Vorentladungen in den Randleiterzwickeln vermieden sind.

Nach einer anderen Weiterbildung der Erfindung sind die Zusatzisolierung und/oder zusätzliche axiale Kühlkanäle mindestens in den nahe dem Hochspannungseingang der Wicklung liegenden Scheibenspulen vorgesehen und ist die Stärke der Zusatzisolierung mit zunehmendem Abstand vom Hochspannungseingang der Wicklung verringert.

Die erfindungsgemäße Scheibenspulenanordnung ist sehr vorteilhaft bei ineinandergewickelten Scheibenspulen einsetzbar, weil sie deren Spannungsfestigkeit im Wicklungsverband wesentlich verbessert, ohne die durch das Ineinanderwickeln gewonnene hohe Längskapazität nennenswert zu vermindern. Dabei wird trotz besserem Füllfaktor durch die erfindungsgemäße Wicklungsgestaltung die Stehstoßspannung der Spulenwicklung durch Erhöhung ihrer Längsfestigkeit erhöht. Dadurch ist der Aufbau einer kostengünstigeren Wicklung für höhere Spannungen im Vergleich zur konventionellen Bauweise möglich. Durch die Anordnung von zusätzlichen axialen Kühlkanälen wird darüber hinaus die höhere Erwärmung in den stärker isolierten Randwindungen teilweise wieder kompensiert. Eine vollständige Kompensation der höheren Erwärmung in den Randwindungen der erfindungsgemäßen Anordnung ist erforderlichenfalls durch eine geringfügige Verstärkung von deren Querschnitten möglich, wobei dann die I^2R-Verluste mit R stärker abnehmen, als die Wirbelstromverluste zunehmen.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden anhand einer Zeichnung näher erläutert.

In der Zeichnung sind Querschnitte von ineinandergewickelten Spulen im Prinzip dargestellt, und zwar in

Fig. 1 durch zwei Einzelspulen,

Fig. 2 durch ein Doppelspulenpaar,

Fig. 3 durch zwei Einzelspulen gemäß Fig. 1 mit bekannter Isolierung durch Winkelringe,

Fig. 4 bis 12 durch jeweils eine Einzelspule mit Variationen von erfindungsgemäßen Zusatzisolierungen, wobei in Fig. 9 angedeutet ist, daß

nicht nur die mindest erforderlichen je zwei Randwindungen, sondern alle Windungen der Eingangsspulen eine Zusatzisolierung 32 erhalten, und nur die vom Eingang entfernten Normalspulen ohne Zusatzisolierung 32 ausgeführt sind. Die Zusatzisolierungen 32 können dabei bei den Eingangsspulen in Richtung abnehmender Spannung bis Null, bei den Normalspulen abnehmen, was eine wirtschaftliche Auslegung ermöglicht.

Fig. 13 bis 17 stellt jeweils eine Einzelspule mit erfindungsgemäßer Zusatzisolierung und zusätzlichen axialen Kühlkanälen dar.

Einander entsprechende Teile sind in allen Figuren mit den gleichen Bezugszeichen versehen.

Übliche, sogenannte ineinandergewickelte Scheibenspulen sind aus zwei gleichzeitig und räumlich parallel zugeführten Wickelleitern gewickelt, deren Windungen 1 bis n in der Reihenfolge der eingetragenen Ziffern vom Laststrom durchflossen sind. Dabei liegt zwischen einander benachbarten Windungen jeweils ein Vielfaches der Windungsspannung. Zur Bestimmung dieser Spannung ist jeweils die Differenz der Ziffern in den betrachteten Windungen mit der einfachen Windungsspannung zu multiplizieren, woraus man die bei linearer Verteilung etwa bei Wechselspannung auftretende Spannungsdifferenz zwischen Nachbarleitern erhält, die bei Stoßspannung um ein mehrfaches des linearen Anteils erhöht ist. Für diese Spannungsdifferenz ist die durchgehende Isolierung der Wickelleiter ausgelegt.

Zur Verbesserung der Spannungsfestigkeit und zum gleichzeitigen mechanischen Schutz der Wicklung werden bisher, wie in Fig. 3 dargestellt, Winkelringe 30 jeweils an der innersten und äußersten Windung jeder einzelnen Scheibenspule vorgesehen. Auch bei dieser Anordnung werden bei steigender Spannung Überschläge vielfach entlang der gestrichelt angedeuteten Linien 31 beobachtet (siehe Fig. 1 bis 3). Dabei verlaufen vielfach die inneren Linien 31 von der gezeichneten obersten Eingangsspule zum innersten Nachbarleiterspalt (Zwickel) einer vier und mehr Spulen entfernten Spule. Die äußeren Linien 31 verlaufen jedoch ausgehend von der nicht gezeichneten Außenwindung der obersten Eingangsspule zum äußersten Nachbarleiterspalt (Zwickel) der unteren eingezeichneten Spule, die vier oder mehr Spulen von der Eingangsspule entfernt ist.

Die hohe Feldstärke an der Trennstelle zwischen den zwei Rand-Nachbarleitern der Eingangsspulen wird dabei als Ursache für erste Vorentladungen angesehen.

Der Erfindung liegt der Gedanke zugrunde, daß diese Vorentladungen nur dann von diesen »kritischen Ölzwickeln«, die am Rande des Nachbarleiterspaltes entstehen, längs der Linie 31, d. h. in radialer Richtung zur Spulenmantelfläche und dann in axialer Richtung längs dieser Mantelfläche entlang laufen oder umgekehrt, weil nur ausgehend von diesen kritischen Zwickeln in beiden Richtungen die an 31 anliegende Spannung monoton ab- oder zunimmt und dabei stets Längen von 31 vorkommen, bei denen die zulässige Gleitfestigkeit überschritten ist, so daß es zum Längsüberschlag längs 31 kommt.

Die Längen und Spannungen kann man aber weniger wirkungsvoll ändern und damit weniger ihre zugeordnete Gleitfestigkeit erhöhen als die Vorentladungen in den kritischen Zwickeln als Ursache des Gleitens zu beseitigen, indem man dort die Ölfeldstärken herabsetzt. Letzteres geschieht durch die erfindungsgemäßen Maßnahmen.

Unter zulässiger Gleitfestigkeit von 31 ist die an einer Länge 31 anliegende experimentell ermittelte Stoßspannung zu verstehen, die gerade noch nicht längs 31 zum Überschlag führt, wenn an einem Ende von 31 infolge hoher Ölfeldstärken Vorentladungen einsetzen.

Zur Ertüchtigung der Scheibenspulenanordnung ist erfindungsgemäß eine Zusatzisolierung 32 mindestens an den beiden innersten und äußersten Windungen in jeder nahe am Eingang liegenden Scheibenspule vorgesehen, wobei zur einfacheren Herstellung bei allen Windungen dieser Eingangsspulen die Dicke der Zusatzisolierung 32 mit abnehmender Spannung gegen Erde bis auf Null bei den Normalspulen abnehmen darf. Diese Zusatzisolierung 32 ist in ihrer Wirkung bei den Ausführungsbeispielen gemäß den Fig. 13 bis 17 durch je einen axialen Kühlkanal 33 an den obengenannten Trennstellen unterstützt, wodurch die kritischen Leiterzwickel ganz vermieden werden.

Im Hinblick auf die tatsächlich auftretende Spannungsbelastung genügt es an sich bei allen Eingangsspulen die beiden äußersten bzw. innersten Windungen jeder Scheibenspule nur außen oben und innen unten verstärkt zu isolieren. Ausführungsbeispiele hierzu zeigen die Fig. 14, 16 und 17. Im Gegensatz dazu sind bei der Ausführung gemäß Fig. 15 diese Windungen allseitig gleich verstärkt isoliert. Diese Lösungen sind jedoch verhältnismäßig aufwendig und unübersichtlich, nutzen jedoch den zur Verfügung stehenden Wickelraum optimal.

In den Anordnungen gemäß Fig. 6, 16 und 17 sind die Zusatzisolierungen 32 von einfachen Kantenwinkeln dargestellt und bei der Ausführung gemäß Fig. 14 sind die innerste und die äußerste Windung der Scheibenspule von mehreren entsprechend der abnehmenden Feldstärke gestaffelten Kantenschutzwinkeln umgeben.

Zur Vermeidung von Verengungen der radialen Kühlkanäle ist bei den Ausführungsbeispielen gemäß den Fig. 4, 5, 7, 9, 10, 11, 12 und 17 auf in Achsrichtung von den Scheibenspulen abstehende Isoliermittelteile verzichtet, indem z. B. die Randwindungen einen so veränderten Windungsquerschnitt erhalten, daß die axiale Höhe einschließlich der Zusatzisolierung 32 gleich der Normalhöhe einer Normalwindung ist. Diese ist bei den Ausführungsbeispielen gemäß der Fig. 4 und 5 durch einen gemeinsamen Einschlag der mittleren Windungen der Scheibenspule dargestellt.

Die Erfindungsbeispiele Fig. 4 bis 17 sind für das Beispiel von ineinandergewickelten Einzelspulen nach Fig. 1 gezeichnet, gelten aber auch erfindungsgemäß für ineinandergewickelte Doppelspulen nach Fig. 2. In Fig. 4 bis 17 mit Ausnahme von Fig. 9 weisen nur die beiden inneren und äußeren Randwindungen Zusatzisolierungen 32 auf, natürlich sind auch erfindungsgemäße Ausführungen denkbar, wenn alle Windungen der am Wicklungseingang liegenden Spulen mit diesen Zusatzisolierungen versehen sind, so daß diese bei Verwendung von allseitig verstärkt isolierter Windungsisolierung 32 wie Fig. 1, 2 und 9 aussehen, und daß nur die vom Eingang entfernteren Spulen mit Windungen ohne Zusatzisolierung ausgeführt sind.

Patentansprüche

1. Scheibenspulenwicklung aus ineinandergewickelten Einzel- oder Doppelspulen, in denen die Isolierung der außen liegenden Windungen gegenüber der inneren bzw. der äußeren Mantelfläche der Wicklung im Vergleich zur Normalisolierung des Wickelleiters verstärkt ist, dadurch gekennzeichnet,

- daß mindestens in den am Wicklungseingang liegenden Spulen ausgehend von der inneren und der äußeren Mantelfläche mindestens je zwei Windungen mit Zusatzisolierungen (32) ausgerüstet sind, die mindestens eine Kante dieser Windungen winkelförmig umfassen und
- daß die Windungskapazität zwischen von Zusatzisolierungen freien Windungen erhöht ist gegenüber der Windungskapazität an den mit Zusatzisolierung ausgerüsteten Windungen.

2. Scheibenspulenwicklung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der jeweils an der inneren bzw. äußeren Mantelfläche liegenden Windung und der jeweiligen Nachbarwindung zusätzlich zur Zusatzisolierung (32) je ein axialer Kühlkanal (33) angeordnet ist (Fig. 13 bis 17).

3. Scheibenspulenwicklung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Zusatzisolierung (32) aus einer allseitig die Windungen umgebenden Papierumbandelung, aus U- oder aus winkelförmigen Preßspanabdeckungen besteht.

4. Scheibenspulenwicklung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß bei an der inneren Mantelfläche der Wicklung liegenden Windungen die Zusatzisolierungen (32) der Reihe nach an den Stellen unten außen, unten innen und oben innen abnimmt und bei der Nachbarwindung der Reihe nach unten innen und oben innen abnimmt, wobei unten in Richtung auf Erdpotential und oben in Richtung auf den Hochspannungseingang darstellt.

5. Scheibenspulenwicklung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß bei an der äußeren Mantelfläche der Wicklung anliegenden Zusatzisolierungen (32) der Reihe nach an den Stellen oben innen, oben außen, unten innen abnimmt und bei der Nachbarwindung der Reihe nach oben außen und unten außen abnimmt, wobei wiederum unten in Richtung auf Erdpotential und oben in Richtung auf den Hochspannungseingang bedeutet.

6. Scheibenspulenwicklung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die an der inneren Mantelfläche der Wicklung liegenden Windungen an der unteren Außenkante und ihre jeweilige Nachbarwindung an der unteren Innenkante mit einem zusätzlichen Isolierwinkel verkleidet sind und im übrigen gleich den Windungen im mittleren Teil der Scheibenspulen isoliert sind.

7. Scheibenspulenwicklung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die an der äußeren Mantelfläche der Wicklung liegenden Windungen an der oberen Innenkante und ihre jeweilige Nachbarwindung an der oberen Außenkante mit einem zusätzlichen Isolierwinkel verkleidet sind und im übrigen gleich den Windungen im mittleren Teil der Scheibenspulen isoliert sind.

8. Scheibenspulenwicklung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Zusatzisolierung (32) und/oder zusätzliche axiale Kühlkanäle (33) mindestens in den nahe dem Hochspannungseingang der Wicklungen liegenden Scheibenspulen vorgesehen sind und daß die Stärke der Zusatzisolierung mit zunehmendem Abstand vom Hochspannungseingang der Wicklung verringert ist.

9. Scheibenspulenwicklung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die mittleren Windungen in den einzelnen Scheibenspulen einen gemeinsamen Papiereinschlag aufweisen.

Claims

1. A pancake coil winding with interleaved turn single or double coils, in which the insulation of the outer turns in relation to the inner and outer surfaces of the winding is strengthened in comparison to the normal insulation of the winding conductor, characterised in that:

- at least in the coils located at the inlet of the winding, commencing from the inner and outer surfaces, in each case at least two turns are equipped with additional insulation (32) embracing at least one edge of the turns in angular fashion and
- that the turn capacity between turns which are free of additional insulation is increased in comparison to the turn capacity of the turns which are equipped with additional insulation.

2. A pancake coil winding as claimed in claim 1, characterised in that between the turn

located on the inner or outer surface, as the case may be, and the particular adjacent turn, an axial cooling channel (33) is in each case provided in addition to the additional insulation (32) (Fig. 13 to 17).

3. A pancake coil winding as claimed in claim 1, characterised in that the additional insulation (32) consists of a paper wrapping composed if U-shaped or angular pressboard coverings which surrounds the turns on all sides.

4. A pancake coil winding as claimed in one of claims 1 to 3, characterised in that in the case of turns located on the inner surface of the winding, the additional insulation (32) is decreased in turn at the lower outside, lower inside and upper inside locations and in the case of the adjacent turn, decreases consecutively at the lower inside and upper inside locations, where »lower« is to be understood as the direction towards earth potential whereas »upper« is to be understood as the direction towards the high voltage input.

5. A pancake coil winding as claimed in one of claims 1 to 4, characterised in that in the case of turns at the outer surface of the winding the additional insulation (32) reduces consecutively at the upper inside, upper outside and lower inside locations, and in the case of the adjacent turn it decreases consecutively in the upper outside and lower outside locations, where again »lower« is to be understood as the direction towards earth potential and »upper« is to be understood as the direction towards the high voltage input.

6. A pancake coil winding as claimed in one of claims 1 to 3, characterised in that the turns at the inner surface of the winding are clad at the lower outer edge with an additional insulating angle, whereas the adjacent turn is clad at the lower inner edge with an additional insulating angle, but are otherwise insulated in an identical manner to the turns in the central part of the pancake coils.

7. A pancake coil winding as claimed in one of claims 1 to 3, characterised in that the turns at the outer surface of the winding are clad at their upper inner edge with an additional insulating angle and the adjacent turn is in each case clad at the upper outer edge with an additional insulating angle, but are otherwise insulated in identical fashion to the turns in the central part of the pancake coils.

8. A pancake coil winding as claimed in one of claims 1 to 7, characterised in that the additional insulation (32) and/or additional axial cooling channels (33) are provided at least in the pancake coils located close to the high voltage input of the windings, and that the thickness of the additional insulation reduces with increasing distance from the high voltage input of the winding.

9. A pancake coil winding as claimed in one of claims 1 to 3, characterised in that the central turns on the indicidual pancake coils are provided with a common paper covering.

Revendications

1. Enroulement en bobines en forme de galettes constitué par des bobines interlacées simples ou doubles, dans lesquelles l'isolant dans spires extérieures par rapport à la surface enveloppe intérieure ou extérieure de l'enroulement est renforcé comparativement à l'isolant normal, du conducteur bobiné, caractérisé par le fait qu'au moins dans les bobines situées à l'entrée de l'enroulement, à partir de la surface enveloppe intérieure et de la surface enveloppe extérieure, au moins deux spires respectives sont munies d'isolants supplémentaires (32) qui enserrent à la manière d'une cornière au moins un bord de ces spires, et que la capacité de bobinage entre les spires ne comportant pas d'isolants supplémentaires est accrue par rapport à la capacité de bobinage au niveau des spires munies d'un isolant supplémentaire.

2. Enroulement de bobines en forme de galettes suivant la revendication 1, caractérisé par le fait qu'en plus de l'isolant supplémentaire (32), un canal axial de refroidissement (33) est disposé entre la spire située respectivement sur la surface enveloppe intérieure ou sur la surface enveloppe extérieure et la spire voisine respective (fig. 13 à 17).

3. Enroulement de bobines en forme de galettes suivant la revendication 1, caractérisé par le fait que l'isolant supplémentaire (32) est constitué par une bande de papier enveloppant de tous côtés les spires, par des revêtements en carton embouti en forme de U ou en forme de cornière.

4. Enroulement de bobines en forme de galettes suivant l'une des revendications 1 à 3, caractérisé par le fait que dans le cas de spires situées sur la surface enveloppe intérieure de l'enroulement, les isolants supplémentaires (32) diminuent successivement aux emplacements situés en bas à l'extérieur, en bas à l'intérieur et en haut à l'intérieur et que, dans le cas de la spire voisine, ils diminuent successivement au niveau des positions en bas à l'intérieur et en haut à l'intérieur, »en bas« désignant la direction du potentiel de base et »en haut« désignant la direction de l'entrée de la haute tension.

5. Enroulement de bobines en forme de galettes suivant l'une des revendications 1 à 4, caractérisé par le fait que dans le cas de spires situées sur la surface enveloppe extérieure de l'enroulement, les isolants supplémentaires (32) diminuent successivement aux emplacements situés en haut à l'intérieur en haut à l'extérieur, en bas à l'intérieur et que dans le cas de la spire voisine, ils diminuent successivement au niveau des emplacements en haut à l'extérieur et en bas à l'extérieur, auquel cas à nouveau »en bas« désigne la direction du potentiel de masse et »en haut« désigne la direction de l'entrée de la haute tension.

6. Enroulement de bobines en forme de galettes suivant l'une des revendications 1 à 3, caractérisé par le fait que les spires situées sur la

face enveloppe intérieure de l'enroulement sont revêtues au niveau de leur bord extérieur inférieur, par une cornière isolante supplémentaire et que la spire, qui leur est respectivement voisine, est revêtue sur son bord intérieur inférieur, par une cornière isolante supplémentaire, lesdites spires étant par ailleurs isolées de la même manière que les spires situées dans la partie centrale des bobines en forme de disques.

7. Enroulement de bobines en forme de galettes suivant l'une des revendications 1 à 3, caractérisé par le fait que les spirses situées sur la surface enveloppe extérieure de l'enroulement sont revêtues au niveau de leurs bords intérieur supérieur, par une cornière isolante supplémentaire et que la spire, qui leur est respectivement voisine, est revêtue sur son bird extérieur supérieur, par une cornière isolante supplémentaire, lesdites spires étant par ailleurs isolées de la même manière que les spires situées dans la partie centrale des bobines en forme de disques.

8. Enroulement de bobines en forme de galettes suivant l'une des revendications 1 à 7, caractérisé par le fait que l'isolant supplémentaire (32) et/ou des canaux axiaux supplémentaires de refroidissement (33) sont prévus au moins dans les bobines en forme de disques situées à proximité de l'entrée de la haute tension des enroulements, et que l'épaisseur de l'isolant supplémentaire diminue lorsque la distance par rapport à l'entrée de haute tension de l'enroulement augmente.

9. Enroulement de bobines en forme de galettes suivant l'une des revendications 1 à 3, caractérisé par le fait que les spires centrales situées dans les différentes bobines en forme de disques possèdent une enveloppe de papier commune.

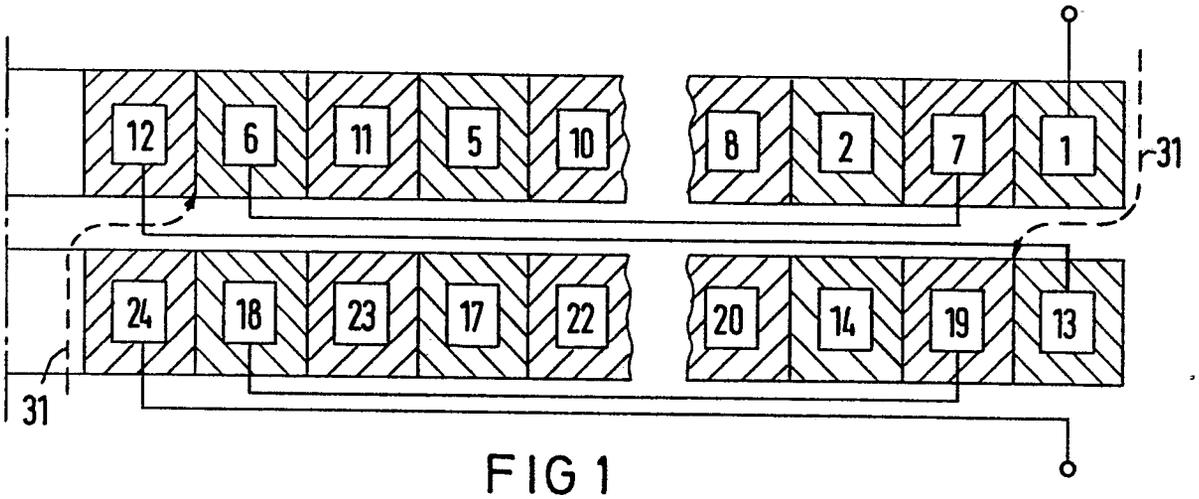


FIG 1

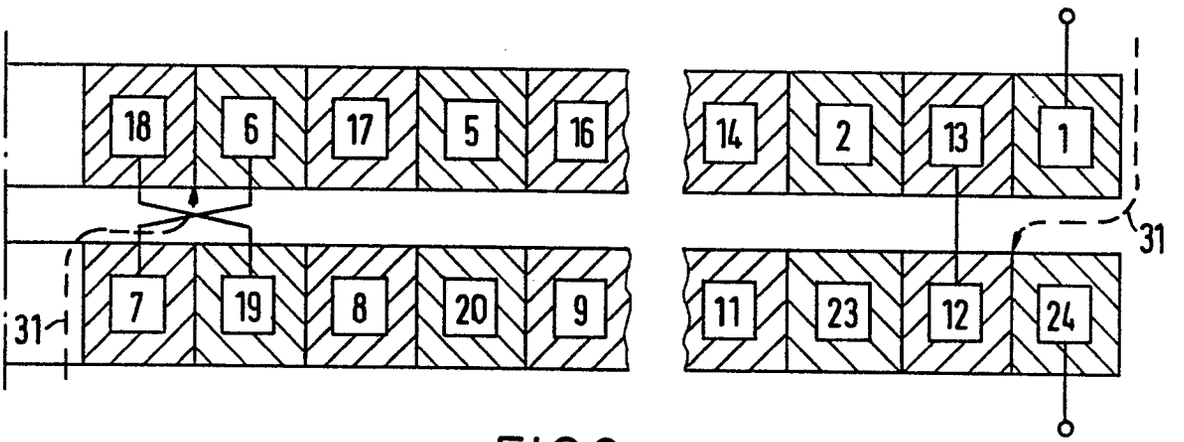


FIG 2

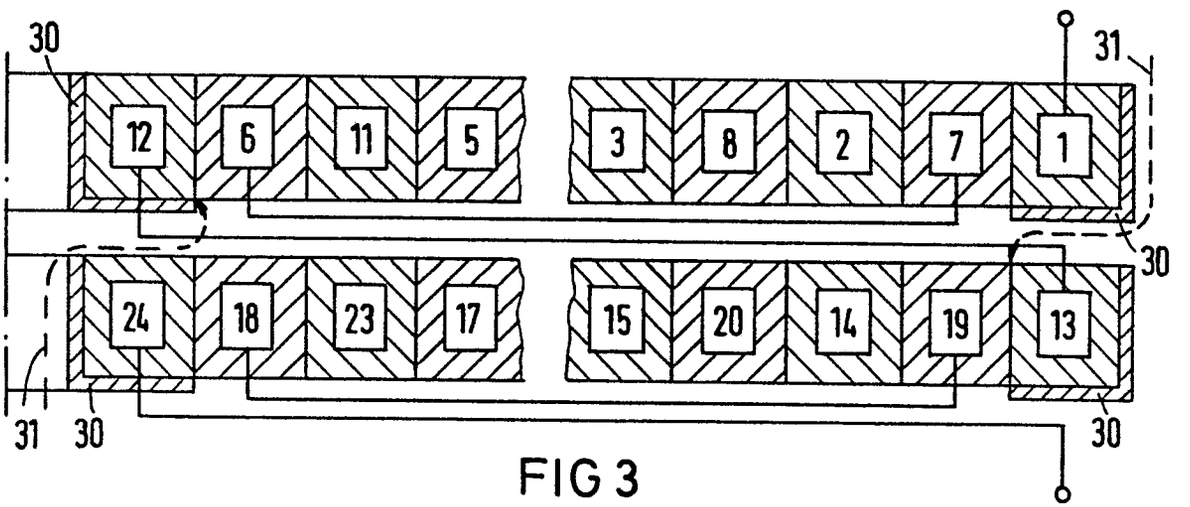
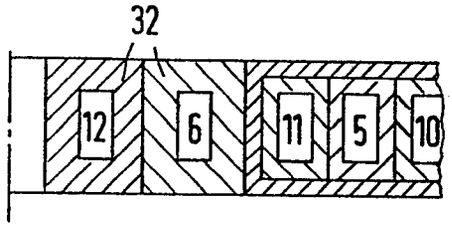


FIG 3



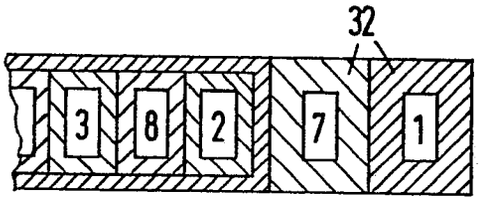
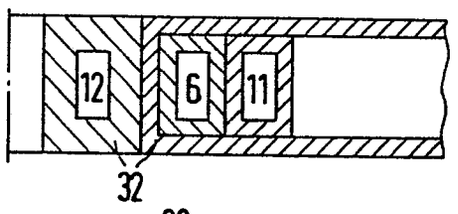


FIG4



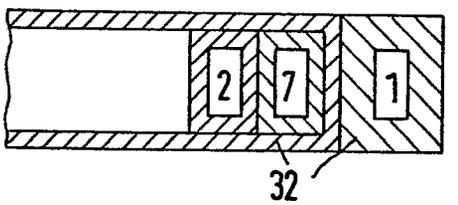
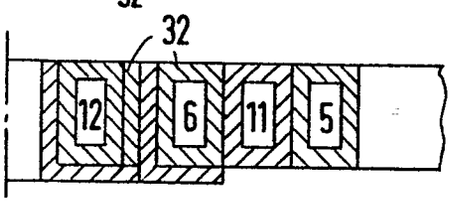


FIG 5



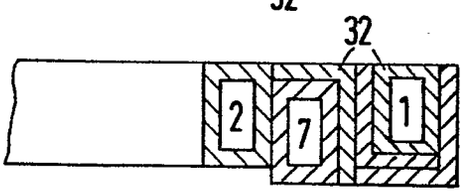
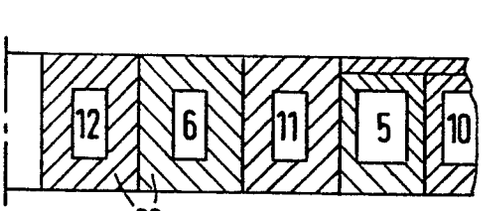


FIG 6



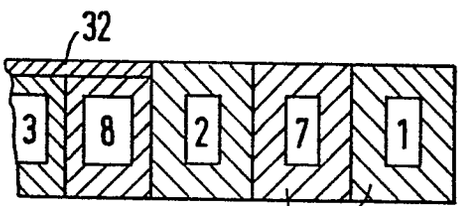
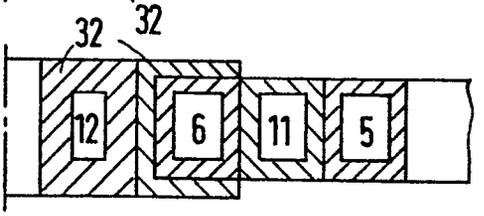


FIG 7



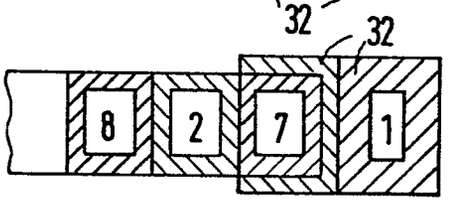


FIG 8

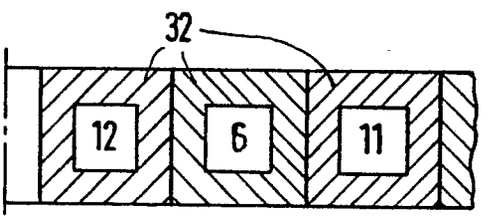


FIG 9

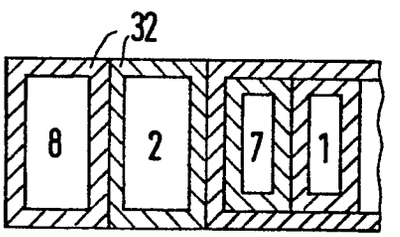


FIG 10

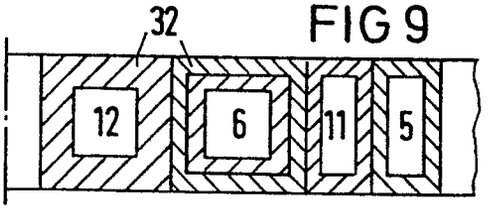


FIG 11

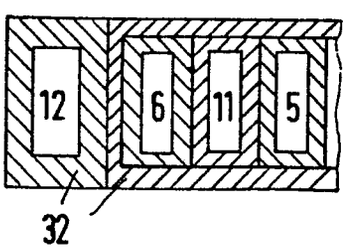


FIG 12

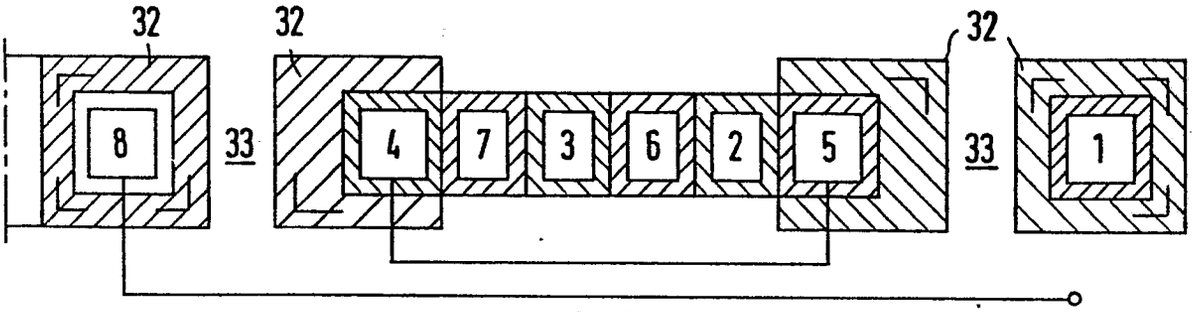


FIG 13

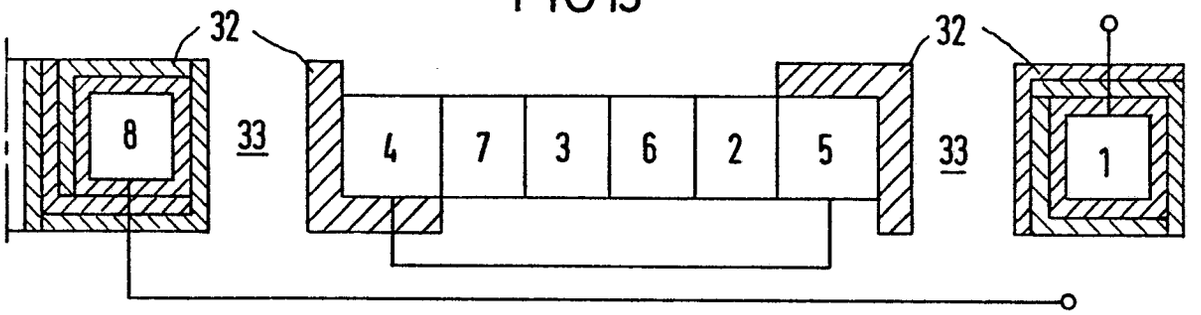


FIG 14

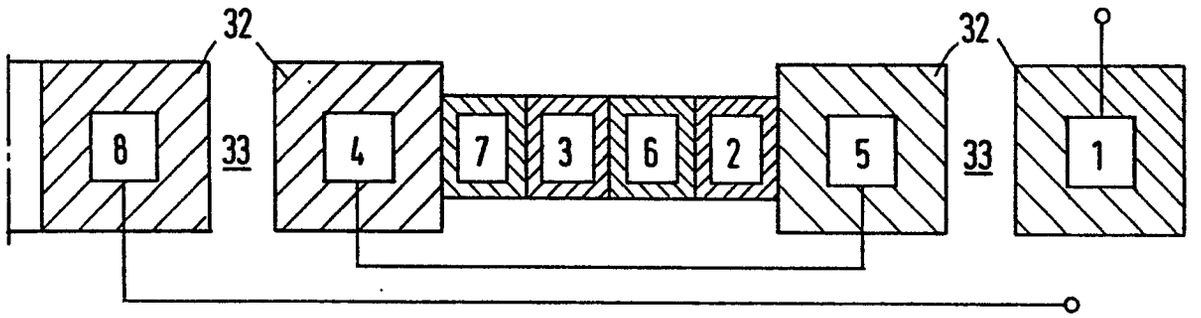


FIG 15

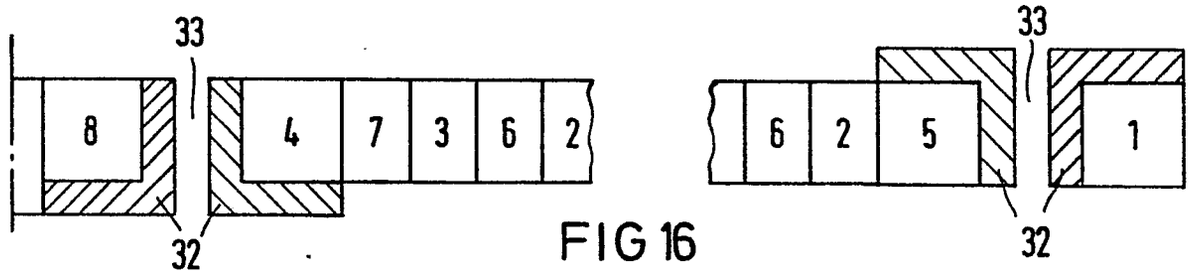


FIG 16

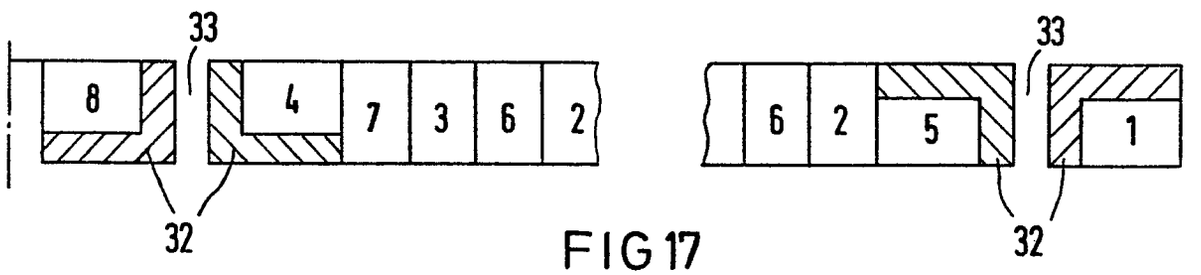


FIG 17