DEUTSCHE DEMOKRATISCHE REPUBLIK

PATENTSCHRIFT

(12) Wirtschaftspatent

(19) DD (11) 234 110 A1

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

4(51) H 01 F 27/28

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

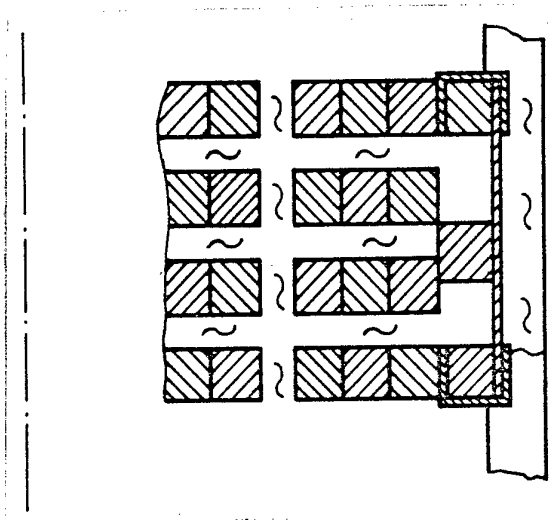
(21) WP H 01 F / 272 531 7 (22) 11.01.85 (44) 19.03.86

(71) VEB Transformatorenwerk „Karl Liebknecht", 1160 Berlin-Oberschöneweide, Wilhelminenhofstraße 83–85, DD

(72) Schmidt, Joachim, Dr.-Ing.; Janke, Klaus; Lindenberg, Hans-Eberhard; Retzlaff, Ingo, DD

(54) Isolieranordnung für Transformatorenwicklungen aus Scheibenspulen

(57) Die Erfindung betrifft eine Anordnung für die Isolierung von Leiterübergängen zwischen zwei axial benachbart liegenden, fortlaufend gewickelten Scheibenspulen am inneren und äußeren Umfang von Röhrenwicklungen für Transformatoren. Ziel und Aufgabe, den Bereich der Leiterübergänge so auszuführen, daß die elektrische Festigkeit bei Wechsel- und Blitzspannungsbeanspruchung in diesem Gebiet die gleiche Höhe erreicht, wie die der Isolierung außerhalb der Leiterübergänge, wird dadurch erreicht, daß ein tafelförmiges Isoliermaterial, z. B. eine Preßspanplatte, vorgesehen ist, die in axialer Richtung den Leiterübergang sowie auf jeder Seite desselben mindestens eine Scheibenspule und in Umfangsrichtung der Wicklung den Wicklungsteil zwischen mindestens zwei benachbart liegenden Zwischenlagensäulen abdeckt. Hierbei enden die in axialer Richtung zeigenden Enden der Preßspanplatte zwischen den Mantelflächen der dem Leiterübergang unmittelbar benachbarten Scheibenspulen und den Schenkeln von Preßspan-U-Profilen, die mit ihrem zweiten Schenkel zwischen dem an der Wicklungsmantelfläche und dem radial benachbarten Drilleiterbündel der dem Leiterübergang benachbarten Scheibenspulen eingewickelt sind. Figur



ISSN 0433-6461

5 Seiten

Erfindungsanspruch:

Anordnung zur Isolierung von Transformatorenwicklungen aus Scheibenspulen im Bereich der Leiterübergänge zwischen axial benachbarten Scheibenspulen von Röhrenwicklungen mit unmittelbar an der inneren und äußeren Wicklungsmantelfläche angeordnetem axialem Ölkanal, **gekennzeichnet dadurch,** daß auf der inneren und/oder äußeren Mantelfläche der Wicklung im Bereich der Leiterübergänge ein tafelförmiges Isoliermaterial, vorzugsweise in Form einer Preßspanplatte, angebracht ist, welche in axialer Richtung den Leiterübergang sowie auf jeder Seite desselben mindestens eine Scheibenspule und in Umfangsrichtung der Wicklung den Wicklungsteil zwischen mindestens zwei benachbart liegenden Zwischenlagensäulen abdeckt, wobei die in axialer Wicklungsrichtung zeigenden Enden der Preßspanplatte zwischen den Mantelflächen der dem Leiterübergang unmittelbar benachbart liegenden Scheibenspulen und den in Richtung des Leiterüberganges zeigenden Schenkeln von Preßspan-U-Profilen, welche mit ihrem zweiten Schenkel zwischen dem an der Wicklungsmantelfläche und dem radial benachbart liegenden Drilleiterbündel bzw. Bündelleiter der dem Leiterübergang benachbart liegenden Scheibenspulen eingewickelt sind, enden.

Hierzu 1 Seite Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Anordnung für die Isolierung von Leiterübergängen zwischen zwei axial benachbart liegenden, fortlaufend gewickelten Scheibenspulen am inneren und äußeren Umfang von Röhrenwicklungen für Transformatoren und Drosseln.

Charakteristik der bekannten technischen Lösungen

Bei Wicklungen aus Scheibenspulen für Transformatoren und Drosseln ist es erforderlich, den bzw. die am radial inneren und äußeren Scheibenumfang auslaufenden Leiter in axialer Richtung abzukröpfen, um sie an die, in axialer Wickelrichtung benachbarte Scheibenspule zu überführen. Hierbei werden bei radial außen liegendem Wicklungseingang die ungeradzahligen Scheibenspulen von radial außen nach innen und die geradzahligen Scheibenspulen von radial innen nach außen gewickelt.
Ist die radiale Breite der Leiter groß, was insbesondere bei Drilleiterbündeln und Bündelleitern der Fall ist, so entstehen beim Überführen dieser in die benachbarte Scheibenspule, unmittelbar nachdem das Drilleiterbündel bzw. der Bündelleiter die Scheibenspule verlassen hat und unmittelbar bevor sie in die benachbarte überführt sind, am äußeren bzw. inneren Wicklungsumfang radiale Lücken, die den an der Mantelfläche der Wicklung befindlichen Ölkanal um maximal die radiale Breite des Drilleiterbündels bzw. des Bündelleiters vergrößern. Wie bekannt ist, wird die zulässige spezifische elektrische Feldstärke mit der Vergrößerung der Ölkanalbreite verringert, was zur Folge hat, daß die zulässigen elektrischen Feldstärken an den isolierten Leiterkanten im Bereich der Scheibenübergänge herabgesetzt werden müssen. Eine Verringerung der elektrischen Feldstärken an der Grenzfläche Leiterisolation – Öl ist aber nur durch Vergrößerung der Leiterradien und/oder Verstärkung der Leiterisolation möglich.
Dazu ist der Einsatz veränderter Leiterabmessungen für den Leiterübergang und den Randleitern der diesem axial angrenzenden Scheibenspulen erforderlich, die eigens zu diesem Zweck im Bereich des Leiterüberganges eingelötet werden müssen. Der hierzu notwendige technologische Mehraufwand, insbesondere bei Drilleitern, und die Verschlechterung der mechanischen Sicherheit der Wicklungen sind bei Großtransformatoren nicht vertretbar, weshalb diese Ausführung der Scheibenübergänge bei diesen auch nicht angewendet werden können.
Weiterhin ist es bekannt, die Isolation im Bereich der Leiterübergänge durch zusätzliche Papierumbandelung der von einer in die benachbarte Scheibenspule überführten Drilleiter bzw. Bündelleiter und Anbringen von Preßspan-U-Kappen oder Preßspan-Winkel an den Mantelflächen der dem Leiterübergang benachbart liegenden Scheibenspulen, insbesondere zur zusätzlichen Isolation der Leiterkanten, zu verstärken. Bei dieser Ausführungsform sind die zur axialen Distanzierung der Scheibenspulen eingesetzten Preßspan-Zwischenlagen zur Gewinnung des notwendigen axialen Platzes für die Preßspan-U-Kappen bzw. Preßspan-Winkel und die zusätzliche Umbandelung der Leiter gesondert zu bearbeiten, was zu einem großen Aufwand in der Produktionsvorbereitung und der Fertigung führt. Da die radialen Ölkanäle zwischen den Scheibenspulen wegen der elektrischen Beanspruchung und des Wicklungsfüllfaktors in verschiedenen axialen Breiten ausgeführt werden müssen und die Leiterübergänge über die gesamte axiale Wicklungslänge verteilt sind, handelt es sich nicht nur um eine Zwischenlagenabmessung, sondern um eine größere Stückzahl, die zusätzlich bearbeitet werden muß. Außerdem kann durch die dicke Papierumbandelung der Drilleiter- bzw. Bündelleiter im Bereich der Leiterübergänge, welche sich in Umfangsrichtung der Wicklung über mehrere Zwischenlagenteilungen erstrecken können, die Wärmeabführung stark behindert werden, so daß es zu örtlichen Überhitzungen der Leiter kommt, wodurch die Papierisolation zerstört wird, ein elektrischer Durchschlag zu benachbarten Scheibenspulen eingeleitet und der völlige Ausfall der Wicklung die Folgen sein können. Liegen die Leiterübergänge in einer Zwischenlagenteilung axial übereinander, so führt die zusätzliche Papierisolierung der Drilleiterbündel bzw. Bündelleiter durch den radialen Auftrag zu unrunden Wicklungen.
Beide Ausführungsvarianten – der Einsatz anderer Leiterabmessungen und/oder dickere Papierumbandelung der Leiter – haben den Nachteil, daß die im Bereich der Leiterübergänge entstehenden größeren radialen Ölkanäle unverändert erhalten bleiben und damit in diesen Bereichen keine Annäherung der zulässigen, spezifischen Ölfeldstärke an die an der übrigen Wicklungsmantelfläche außerhalb der Leiterübergänge zulässigen erreicht werden kann. Eine gewisse Abhilfe wird durch die bekannte Lösung erreicht, bei der an der inneren und/oder äußeren Mantelfläche der Wicklung eine direkt an den Leitern anliegende Isolierbarriere aus aufgewickeltem Papier an der gesamten Mantelfläche vorgesehen wird, wodurch die radialen Ölkanäle im Bereich der Leiterübergänge unterteilt werden. Durch die Isolierbarrieren werden jedoch die radialen Ölkanäle zwischen den Scheiben an ihrem

radial inneren und/oder äußeren Ende verschlossen, so daß der Ölfluß über die gesamte radiale Wicklungsbreite gestört wird, was sich auf die Wicklungskühlung nachteilig auswirkt. Außerdem werden durch den Wegfall der Ölkanäle an der inneren und/oder äußeren Mantelfläche der Wicklung die Randleiter der Scheibenspulen wesentlich schlechter gekühlt, wodurch es an diesen Stellen zu gefährlichen Temperaturerhöhungen kommen kann.
Um eine ausreichende Wicklungskühlung zu gewährleisten ist es erforderlich, die sonst an den Wicklungsmantelflächen befindlichen und damit zum Isolationsabstand zwischen den Wicklungen (Streukanal) gehörenden Ölkanäle in die Wicklung zu verlagern, was zur Vergrößerung der radialen Wicklungsabmessungen führt. Da die radialen Abstände zwischen den Wicklungen durch die geforderten Kurzschlußspannungen und durch die auftretenden elektrischen Beanspruchungen bestimmt werden und deshalb zugunsten der axialen Ölkanäle nicht verkleinert werden können, werden die radialen Abmessungen der Wicklungsblöcke jedes Kernschenkels vergrößert und somit der Füllfaktor des gesamten Aktivteiles des Transformators verschlechtert.

Ziel der Erfindung

Das Ziel der Erfindung ist es, den Bereich der Leiterübergänge so zu gestalten, daß die elektrische Festigkeit bei Wechsel- und Blitzspannungsbeanspruchung in diesem Gebiet die gleiche Höhe erreicht, wie die der Isolierung außerhalb der Leiterübergänge.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine Isolieranordnung zu finden, die es gestattet, die elektrische Festigkeit im Bereich der Leiterübergänge ohne eine Verstärkung der Leiterisolation zu erhöhen, wobei die Kühlung der Wicklung nicht verschlechtert und die mechanische Festigkeit der Scheibenspulen in axialer und radialer Richtung nicht gemindert wird.
Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, daß auf der inneren und/oder äußeren Mantelfläche der Wicklung im Bereich der Leiterübergänge ein tafelförmiges Isoliermaterial, vorzugsweise in Form einer Preßspanplatte, angebracht ist, welche in axialer Richtung den Leiterübergang sowie auf jeder Seite desselben mindestens eine Scheibenspule und in Umfangsrichtung der Wicklung den Wicklungsteil zwischen mindestens zwei benachbart liegenden Zwischenlagensäulen abdeckt, derart, daß die in axialer Wicklungsrichtung zeigenden Enden der Preßspanplatte zwischen den Mantelflächen der dem Leiterübergang unmittelbar benachbart liegenden Scheibenspulen und den in Richtung des Leiterüberganges zeigenden Schenkeln von Preßspan-U-Profilen, welche mit ihrem zweiten Schenkel zwischen dem an der Wicklungsmantelfläche und dem radial benachbart liegenden Drilleiterbündel bzw. Bündelleiter der dem Leiterübergang benachbart liegenden Scheibenspulen eingewickelt sind, enden.
Durch die erfindungsgemäße Form und Anordnung der Preßspanplatten wird erreicht, daß die hohen elektrischen Feldstärken im Feldbereich der an der Mantelfläche der Wicklung liegenden Leiterkanten im Bereich der Leiterübergänge zwischen benachbarten Scheibenspulen in den elektrisch festeren Isolierstoff der Preßspanplatten verlagert und dadurch die verbleibenden Ölstrecken entlastet werden. Dadurch wird die Einsatzspannung der Vorentladungen im Feldbereich der Leiterkanten erhöht und damit eine sichere teilentladungsfreie Ausführung der Wicklung gewährleistet.
Außerdem wird durch die Unterteilung der radialen Ölkanäle im Bereich der Leiterübergänge die elektrische Festigkeit in diesem Gebiet ohne die Leiterisolation zu verstärken wesentlich erhöht, da die Breite der Ölkanäle in Richtung der elektrischen Feldlinien verkleinert und damit die zulässige spezifische elektrische Feldstärke im Öl vergrößert wird. Die radiale Breite der an den Mantelflächen der Wicklung liegenden axialen Ölkanäle ist trotz des Einsatzes von Preßspanplatten auch im Bereich der Leiterübergänge die gleiche wie außerhalb dieser und damit die im Öl zulässige elektrische Feldstärke an der gesamten Mantelfläche der Wicklung angenähert gleich groß, wodurch eine optimale Wicklungskonstruktion und Materialausnutzung erreicht wird. Da an den Wicklungsmantelflächen nur die elektrisch kritischen Stellen der Leiterübergänge durch Preßspanplatten abgedeckt werden, bleiben im übrigen Bereich dieser die Enden der zwischen den Scheibenspulen befindlichen Ölkanäle offen, so daß der Ölstrom ungehindert von den axialen in die radialen Ölkanäle und umgekehrt fließen kann, wodurch eine gute Wicklungskühlung bei erhöhter elektrischer Festigkeit erhalten bleibt. Außerdem bleiben bei dieser Isolieranordnung auch die unmittelbar an der inneren und äußeren Wicklungsmantelfläche vorhandenen axialen Ölkanäle für die Wicklungskühlung erhalten, so daß innerhalb der Wicklung keine zusätzlichen Ölkanäle, welche den Wicklungsfüllfaktor verschlechtern, erforderlich sind.
Ein besonderer Vorteil bei der Befestigung der Preßspanplatten besteht darin, daß bei radial außen liegenden Wicklungen an der äußeren Mantelfläche derselben keine zusätzlichen Elemente, wie z. B. Leisten oder dergleichen erforderlich sind. Ein weiterer Vorteil der erfindungsgemäßen Form und Anordnung der Preßspanplatten besteht in der leichten, übersichtlichen und nur geringen Zeitaufwand fordernden Montage derselben.
Damit die an der äußeren Mantelfläche der Wicklung anzubringenden Preßspanplatten während des Wickelprozesses nicht störend wirken, ist zwischen dem an der Wicklungsmantelfläche und dem darunter liegenden Leiter der vor dem Leiterübergang zu wickelnden Scheibenspule ein Schenkel des erfindungsgemäß angeordneten Preßspan-U-Profiles in Wickelrichtung der Wicklung zeigend eingewickelt, so daß das Einschieben der Preßspanplatte zwischen den Schenkel des Preßspan-U-Profiles und dem an der Wicklungsmantelfläche liegenden Drilleiterbündel bzw. Bündelleiter erst nach der Ausführung des Leiterüberganges zu erfolgen braucht. Das in Wickelrichtung der Wicklung zeigende Ende der Preßspanplatte kann nun ebenso wie ihr entgegengesetztes Ende unter den radial außen liegenden, in Richtung des Leiterüberganges zeigenden Schenkel eines in Wickelrichtung der Wicklung gesehen dem Leiterübergang benachbarten Scheibenspule eingewickelten Preßspan-U-Profils eingeschoben werden. Durch das Einschieben der in axialer Richtung der Wicklung zeigenden Enden der Preßspanplatte zwischen den an der Mantelfläche der Wicklung liegenden Schenkel des eingewickelten Preßspan-U-Profils und den ihm radial benachbart liegenden Drilleiterbündel bzw. Bündelleiter wird ein unmittelbares Anliegen der Preßspanplatte an den Mantelflächen des Leiterüberganges und den ihm benachbart liegenden Scheibenspulen gewährleistet sowie ein Abfallen der Preßspanplatten in radialer und ein Verschieben in axialer Richtung der Wicklung vermieden. In Umfangsrichtung der Wicklung sind die Preßspanplatten durch die die radialen Ölkanäle zwischen den Scheibenspulen bildenden und radial nach innen und außen über den Wicklungsrand ragenden Zwischenlagen gegen Verschieben gesichert. Ein besonderer Vorteil der erfindungsgemäßen Besfestigung der Preßspanplatten an der äußeren Wicklungsmantelfläche durch Preßspan-U-Profile besteht darin, daß jetzt die Montage der Preßspanplatten erst nach der Fertigstellung der Wicklung zu erfolgen braucht, so daß die Wickelbank durch diese Arbeiten nicht blockiert wird. An der inneren sowie äußeren Wicklungsmantelfläche können die Preßspanplatten bei Bedarf in Umfangsrichtung der Wicklung auch über mehrere Zwischenlagenteilungen angebracht werden. In diesem Fall sind die zur Halterung der Preßspanplatten erforderlichen Preßspan-U-Profile zwischen allen Zwischenlagensäulen, die in Umfangsrichtung der Wicklung von der Preßspanplatte abgedeckt werden, in den entsprechenden Scheibenspulen eingewickelt. Damit die Preßspanplatten auch beim Abdecken mehrerer Zwischenlagenteilungen an der Wicklungsmantelfläche unmittelbar anliegen, werden bei Einsatz der Preßspanplatten an der äußeren Wicklungsmantelfläche die von ihnen abgedeckten in radialer Richtung elastischen Zwischenlagenpakete so weit nach radial innen gedrückt, daß sie mit dem Wicklungsrand abschließen. Bei Einsatz der Preßspanplatten an der inneren

Ausführungsbeispiel

Anhand eines Ausführungsbeispiels soll die Erfindung näher erläutert werden.

In der zugehörigen Zeichnung zeigt:

Fig. 1: einen Ausschnitt der äußeren Mantelfläche einer Scheibenspulenwicklung im Bereich eines Leiterüberganges, der mit einer Preßspanplatte abgedeckt ist, deren axiale Enden zwischen je einem Schenkel eines in einer Scheibenspule eingewickelten Preßspan-U-Profiles und dem ihm benachbarten Drilleiterbündel bzw. Bündelleiter eingeschoben sind;

Fig. 2: den Schnitt A–A durch den in Fig. 1 gezeigten Leiterübergang.

In der Fig. 1 ist ein Wicklungsausschnitt mit den Scheibenspulen 1 in gestreckter Form mit Blick auf die äußere Mantelfläche der Wicklung 2 dargestellt. Die Scheibenspulen 1 sind in axialer Richtung durch die Zwischenlagen 3 distanziert, wodurch die radialen Ölkanäle 4 entstehen. Innerhalb einer Zwischenlagenteilung 5 erfolgt der Leiterübergang 6 zwischen zwei axial benachbarten Scheibenspulen 1 an der äußeren Mantelfläche der Wicklung 2. Über dem Leiterübergang 6 und den ihm benachbart liegenden Scheibenspulen 1 ist innerhalb einer Zwischenlagenteilung 5 die erfindungsgemäß ausgeführte Preßspanplatte 7 angebracht. Die auf der Wicklungsmantelfläche in axialer Wicklungsrichtung liegenden Preßspanleisten 8 tragen eine radial darüber angebrachte Isolierbarriere.

Fig. 2 zeigt den Schnitt A–A in axialer Wicklungsrichtung durch den in Fig. 1 gezeichneten Leiterübergang 6. Hierin wird die Befestigung der axialen Preßspanplattenenden 12 zwischen dem Schenkel 15 eines Preßspan-U-Profiles und dem Randleiter 14 der Scheibenspule 1 sowie die Befestigung des Preßspan-U-Profiles durch Einwickeln des Schenkels 16 zwischen die Leiter 13 und 14 dargestellt. Durch die Festlegung der Preßspanplattenenden 12 wird ein axiales Verschieben sowie radiales Abfallen der Preßspanplatte 7 vermieden. In Umfangsrichtung der Wicklung 2 ist die Preßspanplatte durch die radial über die Scheibenspulen 1 ragenden Zwischenlagen 3 gesichert. Die erfindungsgemäß ausgeführte und angeordnete Preßspanplatte 7 trennt die durch den Leiterübergang 6 über den Scheibenspulen 1 gebildeten Ölkanäle 9 von den durch die Leisten 8 gebildeten axialen Ölkanal 10 an der äußeren Mantelfläche der Wicklung 2. Hierdurch wird die Breite der Ölkanäle 9 in Richtung der elektrischen Feldlinien zur radial darüber liegenden Wicklung verkleinert und somit die zulässige spezifische elektrische Feldstärke im Öl vergrößert. Außerdem werden die hohen elektrischen Feldstärken im Feldbereich der an der Mantelfläche der Wicklung 2 liegenden Leiterkanten der Scheibenspulen 1 und des Leiterüberganges 6 in den elektrisch festeren Isolierstoff der Preßspanplatte 7 verlagert und somit die Einsatzspannung der Vorentladungen im Feldbereich der Leiterkanten erhöht und eine sichere teilentladungsfreie Auslegung der Wicklung 2 gewährleistet. Auch in dem durch die Preßspanplatte 7 abgedeckten Teil der Wicklung 2 wird eine gute Wicklungskühlung über die radialen Ölkanäle 4 und die durch den Leiterübergang 6 in axialer Wicklungsrichtung veränderlichen Ölkanäle 9 in Verbindung mit dem innerhalb der Wicklung 2 befindlichen axialen Ölkanal 11 gewährleistet.

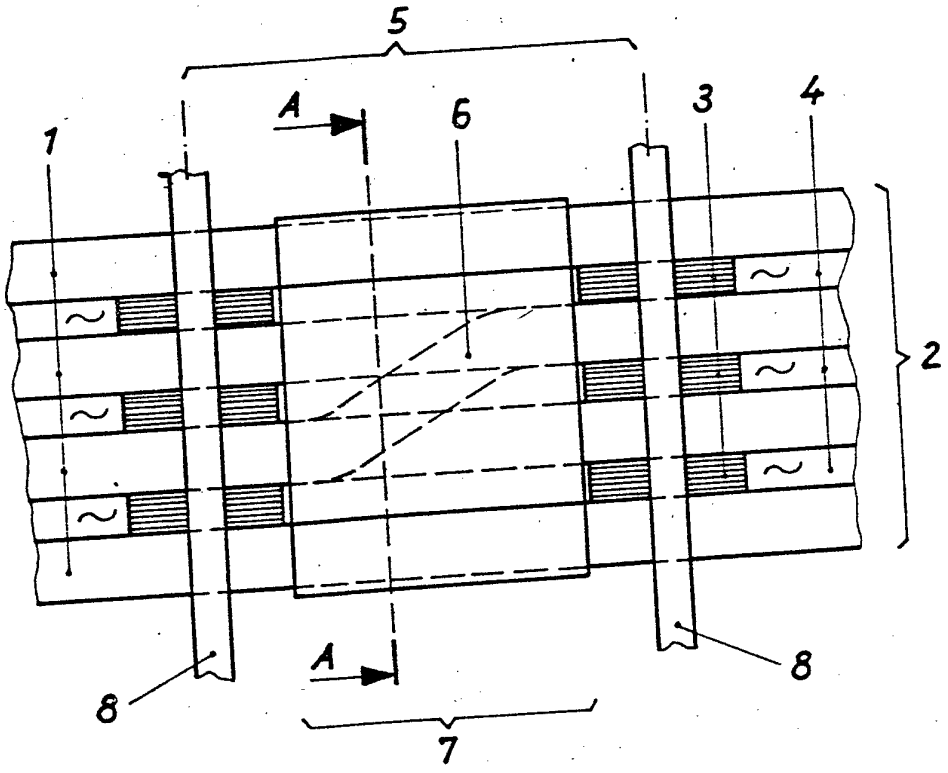


Fig. 1

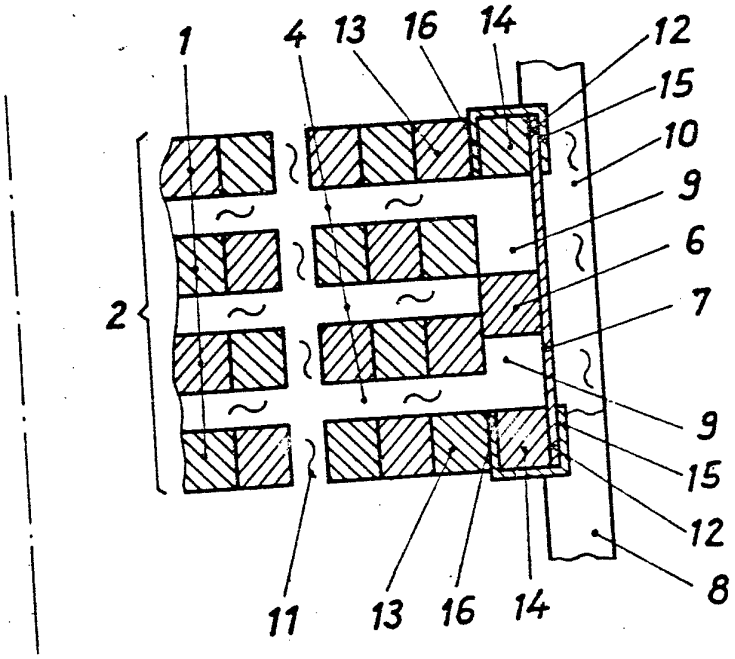


Fig. 2