



(12) Wirtschaftspatent

Erteilt gemäß § 17 Absatz 1 Patentgesetz

(19) DD (11) 234 109 A1

4(51) H 01 F 27/28

AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP H 01 F / 272 527 8

(22) 11.01.85

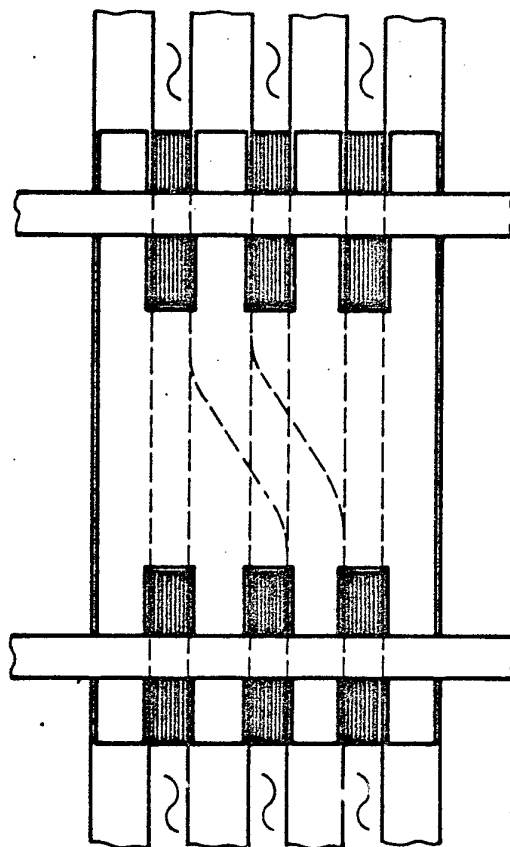
(44) 19.03.86

(71) VEB Transformatorenwerk „Karl Liebknecht“, 1160 Berlin, 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 und Drosseln. Ziel und Aufgabe bestehen darin, den Bereich der Leiterübergänge so zu gestalten, daß die elektrische Festigkeit ohne Verstärkung der Leiterisolation erhöht werden kann ohne die Kühlung zu verschlechtern bzw. die mechanische Festigkeit herabzusetzen. Dies wird dadurch erreicht, daß im Bereich der Leiterübergänge eine Preßspanplatte angebracht ist, die in axialer Wicklungsrichtung den Leiterübergang sowie auf jeder Seite desselben mindestens eine Scheibenspule und in Umfangsrichtung den Wicklungsteil zwischen mindestens zwei benachbart liegenden Zwischenlagensäulen abdeckt. In die Preßspanplatte sind kammartige Ausnehmungen eingebracht, die in Umfangsrichtung der Wicklung zwischen die über den Wicklungsrand ragenden Zwischenlagen angeordnet sind und durch die die axiale Ölkanäle bildenden Leisten abgedeckt werden. Figur



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 axialen Ölkanal, **gekennzeichnet dadurch**, daß auf der inneren und/oder äußeren Wicklungsmantelfläche im Bereich der Leiterübergänge ein tafelförmiges Isoliermaterial, vorzugsweise in Form einer Preßspanplatte angebracht ist, welche in axialer Wicklungsrichtung den Leiterübergang sowie auf jeder Seite desselben mindestens eine Scheibenspule und in Umfangsrichtung der Wicklung den Wicklungsteil zwischen mindestens zwei benachbart liegenden Zwischenlagensäulen abdeckt, daß an den in Umfangsrichtung der Wicklung zeigenden Enden der Preßspanplatte Ausnehmungen mit einer Breite der Zwischenlagendicke und einer Länge der Zwischenlagenbreite in einem Abstand voneinander, welcher einer Scheibenspulenbreite entspricht, herausgeschnitten oder herausgestanzt sind, und daß die so entstandenen kammartig angeordneten Zähne in Umfangsrichtung der Wicklung zwischen die radial über den Wicklungsrand ragenden Zwischenlagen angeordnet und durch die an der inneren- und/oder äußeren Wicklungsmantelfläche in an den Stirnseiten der Zwischenlagen eingefrästen Nuten liegenden, in axialer Wicklungsrichtung verlaufenden, an den Wicklungsmantelflächen die axialen Ölkanäle bildenden Leisten in radialer Richtung abgedeckt sind, wobei die Preßspanplatten unmittelbar flächig auf der der Wicklungsmantelfläche zugewandten Seite des Randleiters der Scheibenspulen anliegen.

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 in die in axialer Wickelrichtung benachbarte Scheibenspule zu überführen. Hierbei werden bei radial außen liegendem Wicklungseingang die ungeradzahigen Scheibenspulen von radial außen nach innen und die geradzahigen 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 Leiterübergangs 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 Zwischenlagenteile 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 Zwischenlagenteile axial übereinander, so führt die zusätzliche Papierisolation der Drilleiterbündel bzw. Bündelleiter durch den radialen Auftrag zu unrunder Wicklungen.

Beide Ausführungsvarianten – der Einsatz anderer Leiterabmessungen und/oder dickere Papierumbandelungen 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 aufgewickelter 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 Wicklungsrichtung den Leiterübergang sowie auf jeder Seite desselben mindestens eine Scheibenspule und in Umfangsrichtung der Wicklung den Wicklungsteil zwischen mindestens zwei benachbart liegenden Zwischenlagensäulen abdeckt, daß an den in Umfangsrichtung der Wicklung zeigenden Enden der Preßspanplatte Ausnehmungen mit einer Breite der Zwischenlagendicke und einer Länge der Zwischenlagenbreite in einem Abstand voneinander, welcher einer Scheibenspulbreite entspricht, herausgeschnitten oder herausgestanzt sind, und daß die so entstandenen kammartig angeordneten Zähne in Umfangsrichtung der Wicklung zwischen die radial über den Wicklungsrand ragenden Zwischenlagen angeordnet und durch die an der inneren und/oder äußeren Mantelfläche der Wicklung in an den Stirnseiten der Zwischenlagen eingefrästen Nuten liegenden in axialer Wicklungsrichtung verlaufenden, an den Wicklungsmantelflächen die axialen Ölkanäle bildenden Leisten in radialer Richtung abgedeckt sind, wobei die Preßspanplatten unmittelbar flächig auf der der Mantelfläche der Wicklung zugewandten Seite des Randleiters der Scheibenspulen anliegen.

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 Ölrecken 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 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 weiterer Vorteil der erfindungsgemäßen Form und Anordnung der Preßspanplatten besteht in der leichten übersichtlichen und geringen Zeitaufwand erfordernden Montage derselben. So können die Preßspanplatten an der inneren Wicklungsmantelfläche ohne Schwierigkeiten, bevor die dem Leiterübergang benachbarte Scheibenspule gewickelt wird, mit ihren kammartig angeordneten Zähnen auf den unterhalb der Wicklung liegenden Leisten aufgelegt und die folgenden Scheibenspulen, einschließlich des Leiterüberganges, darüber gewickelt werden, wodurch sie gegen radiales Abfallen gesichert sind. Ein Verschieben der Preßspanplatten in axialer und in Umfangsrichtung der Wicklung wird durch die Verzahnung der an den Stirnenden der Preßspanplatten befindlichen kammartig angeordneten Zähne mit den Zwischenlagen vermieden. Ein besonderer Vorteil tritt beim Anbringen der Preßspanplatten an der äußeren Wicklungsmantelfläche auf. Die Preßspanplatten können hier auch nach der Fertigstellung der Wicklung montiert werden, so daß die Wickelbank durch diese Arbeiten nicht blockiert wird. Gegen ein Abfallen in radialer Richtung sind die Preßspanplatten durch die über die kammartigen Zähne derselben liegenden, in axialer Wicklungsrichtung angeordneten Leisten gesichert. Ein Verschieben der Preßspanplatten in axialer und in Umfangsrichtung der Wicklung wird ebenso wie an der inneren Wicklungsmantelfläche durch die Verzahnung der an den Preßspanplatten kammartig angeordneten Zähne mit den Zwischenlagen vermieden. An der äußeren Mantelfläche der Wicklung besteht auch die vorteilhafte Möglichkeit, die Preßspanplatten in Umfangsrichtung der Wicklung über mehrere Zwischenlagenteilungen anzuordnen. Damit die Preßspanplatten auch in diesem Fall auf der Wicklungsmantelfläche unmittelbar aufliegen, werden die von ihnen abgedeckten, in radialer Richtung elastischen Zwischenlagenpakete soweit nach radial innen gedrückt, daß sie mit der Wicklungsmantelfläche abschließen.

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 und

Fig. 2: einen Axialschnitt A-A durch die Scheibenspulenwicklung im Bereich des Leiterüberganges.

In 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 werden in axialer Richtung durch die Zwischenlagen 3 gegeneinander 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 in axialer Wicklungsrichtung verlaufenden Leisten 8 liegen radial über den an der Preßspanplatte 7 kammartig ausgebildeten Zähne 9, wodurch die Preßspanplatte 7 unmittelbar auf die äußere Mantelfläche der Scheibenspulen 1 gedrückt und gegen radiales Abfallen gesichert wird. Ein Verschieben der Preßspanplatte 7 in axialer und/oder in Umfangsrichtung der Wicklung 2 verhindern die zwischen den Scheibenspulen 1 angeordneten Zwischenlagen 3.

In der Fig. 2 ist ein Schnitt A–A in axialer Wicklungsrichtung durch den in Fig. 1 gezeichneten Leiterübergang 6 dargestellt. Hierin wird gezeigt, wie die durch den Leiterübergang 6 über den Scheibenspulen 1 gebildeten Ölkanäle 10 durch die erfindungsgemäß ausgeführte und angeordnete Preßspanplatte 7 von dem durch die Leisten 8 gebildeten axialen Ölkanal 11 an der äußeren Mantelfläche der Wicklung 2 getrennt werden. Hierdurch wird die Breite der Ölkanäle 10 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 Richtung veränderlichen Ölkanäle 10 in Verbindung mit dem innerhalb der Wicklung 2 befindlichen axialen Ölkanal 12 gewährleistet.

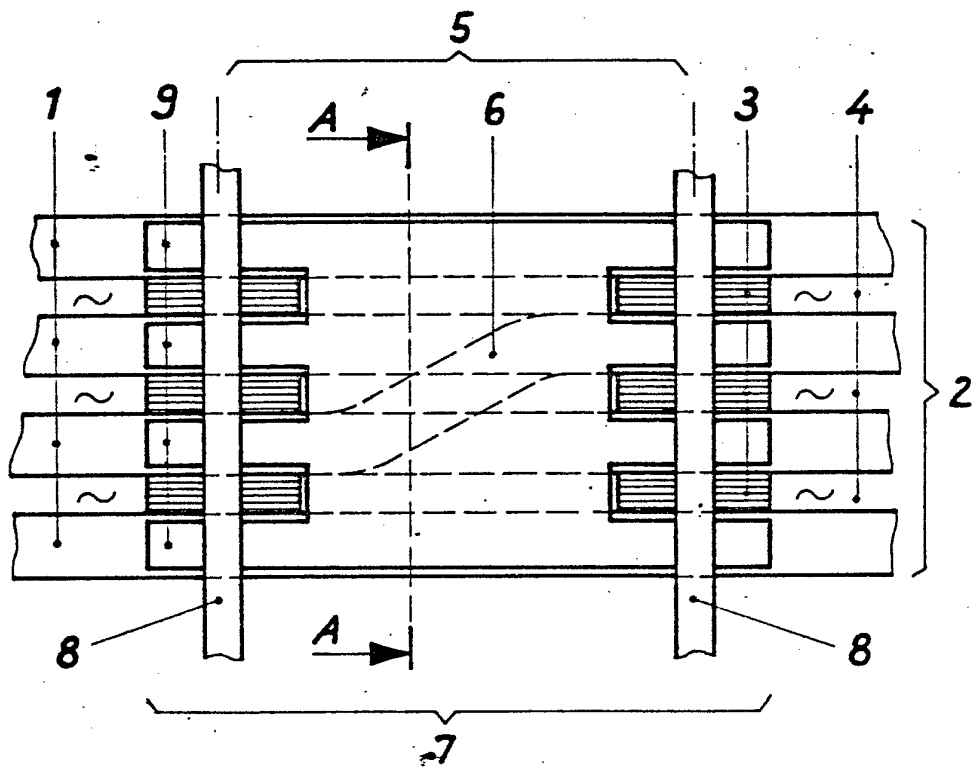


Fig. 1

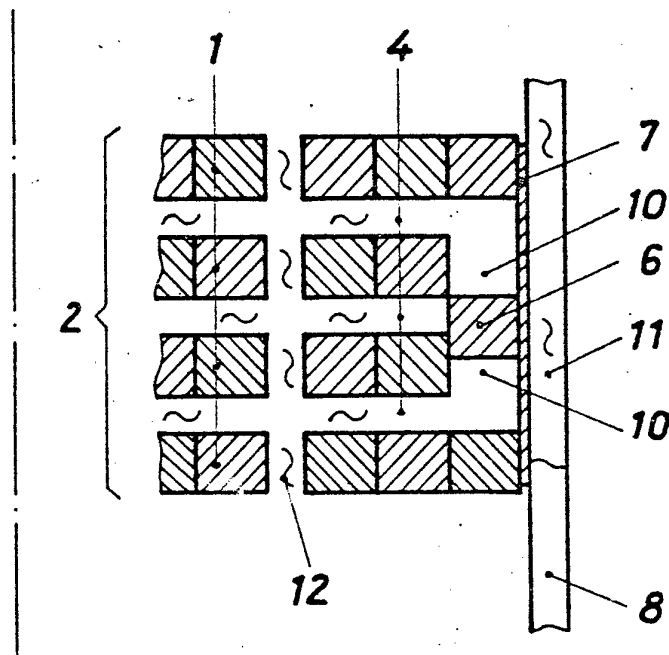


Fig. 2