



AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP H 01 F / 321 553 8

(22) 08.11.88

(44) 07.03.90

(71) Technische Universität Dresden, Direktorat Forschung, Mommsenstraße 13, Dresden, 8027, DD

(72) Hoppe, Jens, Dipl.-Ing.; Tzscheutschler, Rolf, Prof. Dr.-Ing.; Stephani, Hilmar, Dr.-Ing., DD

(54) Verfahren zur Herstellung eines lamellierten Magnetkernes bzw. von Magnetkernteilen

(55) Herstellungsverfahren, lamellierter Magnetkern, lamelliertes Magnetkernteil, lamelliertes Kompaktblech, amorphes Magnetmaterial, dünnes Magnetband, Falten, Schwenken, L-förmiges Magnetkernteil, U-förmiges Magnetkernteil, geschlossener Magnetkern

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines lamellierten Magnetkernes, von Magnetkernteilen bzw. sogenannter Kompaktbleche aus sehr dünnen Magnetbändern amorpher Materials für elektrische Induktionsapparate. Die Erfindung verfolgt das Ziel, einen ökonomisch günstigen Weg für die Verarbeitung von dünnen amorphen Magnetbändern anzugeben. Die Magnetbänder werden zunächst aus mehreren Vorratsrollen entnommen, parallel in eine Falteinrichtung eingeführt und zu I-förmigen Bandstapeln verformt. Anschließend werden Teile des Bandstapels in Längsrichtung herausgezogen und das herausgezogene Bandstapelteil zur Längsrichtung des ursprünglichen Bandstapels verschwenkt. Auf diese Art entstehen Magnetkernteile oder Kompaktbleche mit L-förmiger oder U-förmiger Gestalt bei gleichzeitiger Vermeidung von Stanzvorgängen. Geschlossene Magnetkerne mit geringem Luftspalt sind auf diese Art ebenfalls herstellbar. Fig. 4

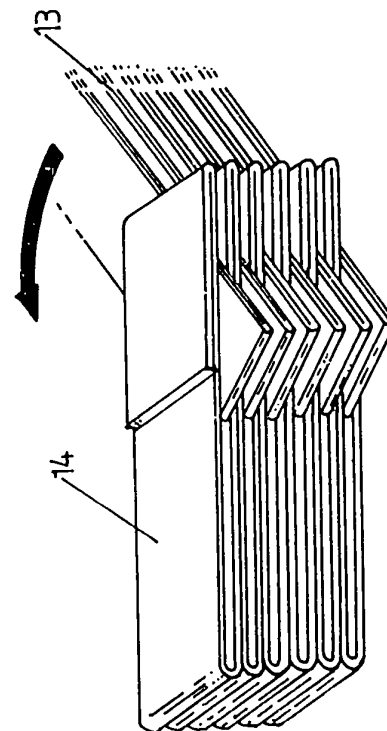


Fig. 4

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Herstellung eines lamellierten Magnetkernes bzw. von Magnetkernteilen für elektrische Induktionsapparate aus dünnsten Bändern, z. B. aus amorphem Magnetmaterial, bei dem zunächst durch gleichzeitiges und gemeinsames Falten von übereinander angeordneten Bändern mäanderförmig verformte I-förmige Bandstapel hergestellt werden, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein von zu gleichen Bändern gehörender Teil (13) des I-förmigen Bandstapels herausgezogen wird und daß anschließend der herausgezogene Bandstapel (13) zur Längsachse des verbliebenen Bandstapels (14) geschwenkt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine geradzahlige Anzahl von Bändern gemeinsam und gleichzeitig mäanderförmig gefaltet wird und daß die Hälfte (13) des aus gleichen Bändern bestehenden Teiles des I-förmigen Bandstapels zur Herstellung eines L-förmigen Magnetkernteiles teilweise herausgezogen und mit seiner Längsachse zur Längsachse des verbleibenden Stapels (14) um 90 Grad geschwenkt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine durch drei teilbare Anzahl von Bändern gemeinsam und gleichzeitig gefaltet wird, daran anschließend zwei Drittel obiger Bänder aus dem I-förmigen Bandstapel herausgezogen und mit ihrer Längsachse zur Längsachse des I-förmigen Bandstapels um 90 Grad geschwenkt werden und daran anschließend die Hälfte des aus gleichen Bändern bestehenden geschwenkten Bandstapels wiederum teilweise herausgezogen und um 90 Grad geschwenkt wird zum Zwecke der Herstellung eines U-förmigen Magnetkreises bzw. Magnetkernteiles.
4. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine durch vier teilbare Anzahl von Bändern gemeinsam und gleichzeitig mäanderförmig gefaltet wird und drei Viertel der aus gleichen Bändern bestehenden Teile des I-förmigen Bandstapels in einen oder in beide Richtungssinne und in der Längsrichtung des I-förmigen Bandstapels herausgezogen und durch ein ein- und/oder zweimaliges oder dreimaliges Schwenken zu einem geschlossenen quadratischen Schichtkern zusammengesetzt werden.
5. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß der geschwenkte Teil des Bandstapels und/oder der verbliebene Teil des Bandstapels in einer oder in beiden Längsrichtungen derart verschoben wird, daß sich die beiden Bandstapel teilweise oder ganz in Formschluß befinden.

Hierzu 3 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines lamellierten Magnetkernes bzw. von lamellierten Magnetkernteilen für elektrische Induktionsapparate, die aus dünnsten Bändern, z. B. aus amorphem Magnetmaterial besteht. Bei diesem Verfahren wird durch gleichzeitiges und gemeinsames Falten von übereinander angeordneten Bändern ein mäanderförmig verformter I-förmiger Bandstapel hergestellt. Derartige Magnetkerne werden bevorzugt für elektrische Übertrager, Transformatoren und Wandler benötigt; solche Magnetkernteile sind zur Herstellung kompletter Magnetkerne geeignet.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Amorphes Magnetmaterial liegt auf Grund der bei seiner Herstellung angewandten technologischen Prozesse in dünnen Bändern begrenzter Breiten aber praktisch unbegrenzter Länge vor. Damit scheiden formgerechtes Schneiden und Schichten (Verschachteln) einzelner Folien bei der Herstellung von Magnetkernen aus praktischen Erwägungen heraus aus. Die in Dicken von etwa 0,025 mm bis 0,050 mm anfallenden amorphen Magnetbänder wurden daher überwiegend aufgewickelt und in Form von Wickelbandkernen zur Anwendung gebracht.

Ferner ist es bekannt, diese Wickelbandkerne aufzuschneiden und als Schnittbandkerne weiter zu verarbeiten. Während Bandkerne für Wicklungen hoher Windungszahlen ungeeignet sind, treten bei Verwendung von Schnittbandkernen die erforderlichen besonderen Trennverfahren bei amorphem Material, die Probleme, durch das Vorhandensein von Luftspalten und der besondere konstruktive Aufwand für die Pressung der Magnetkernteile nachteilig in Erscheinung (z. B. DD-PS 221301). Des weiteren ist es zur Behebung der Verarbeitungsschwierigkeiten extrem dünner Folien bekannt, mehrere solcher bandförmiger Folien zu Laminaten zu verbinden und in Form von Blechen zur Verfügung zu stellen.

Diese Lamine sind für die Anwendung in Leistungstransformatoren, z. B. in Verteilertansformatoren geeignet (Fish, E: Recent Developments In Low Core Loss Materials For Power Tansformers. Canadian Electrical Association Power Transformer Subsection. Montreal: Quebec 25.3. 1985). Ferner wurde bereits vorgeschlagen, Kompaktbleche durch Laminierung dünnster Folien dadurch zu erzeugen, daß zunächst Folien zu Wickelbandkernen gewickelt und anschließend durch Pressung zu ebenen Blechstapeln verformt werden (DD-WP H01F 3171654). Diese Blechstapel haben eine I-förmige Gestalt und sind in geringer Höhe als Magnetkernteile bzw. Kompaktbleche zum Schichten von kompletten Magnetkernen geeignet. In entsprechender Höhe

können derartig hergestellte ebene Folienstapel als I-förmige Magnetkerne Anwendung finden. Allerdings ist hier von gewissem Nachteil, daß die Längsenden der Folienstapel eine konvexe Gestalt aufweisen.

Zur Herstellung von Magnetkernen bzw. von Magnetkernteilen ist es ferner bekannt, Magnetbänder zu falten. So ist es bekannt, die Joche von Leistungstransformatoren, die als Tempeltyp ausgeführt sind, durch Falten von ein oder mehreren bereitgestellten amorphen Bändern herzustellen (EP A 1 0151048). Des weiteren ist es bekannt, Magnetkerne mit kreisringförmigem Querschnitt und einer Bauhöhe, die der Bandbreite entspricht, dadurch zu erzeugen, daß die Bleche mit zunächst zunehmender Faltenlänge und nach Erreichen des Kerndurchmessers mit abnehmender Faltenlänge gefaltet werden (DD PS 73587). Dieses Verfahren ist bei den Bandbreiten, in der zur Zeit amorphes Material zur Verfügung steht, nur sehr beschränkt einsetzbar; außerdem entsteht kein geschlossener Magnetkreis.

Gefaltene Bleche aus dünnem, aber nicht amorphem Magnetmaterialien zur Herstellung von U-förmigen Kernen nach formgerechtem Schneiden sind ebenfalls bekannt (DE A 1 3137391). Hier werden aus einem endlosen Band rechteckförmige Blechteile ausgestanzt und das verbleibende Band anschließend zickzackförmig gefaltet. Dieses Verfahren ist nicht abfallfrei und hat zur Voraussetzung, daß es pro Blech eines Stanzschnittes bedarf.

Ziel der Erfindung

Die Erfindung verfolgt das Ziel, einen ökonomisch günstigen Weg für die Verarbeitung von dünnen amorphen Magnetbändern anzugeben.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ausgehend von gefalteten dünnen Magnetbändern einen Weg anzugeben mit dem man zu L-förmigen, U-förmigen oder geschlossenen Magnetkernen bzw. Magnetkernteilen oder auch Kompaktblechen gelangt.

Diese Aufgabe wird dadurch gelöst, daß zunächst durch gleichzeitiges und gemeinsames Falten übereinander angeordneter Magnetbänder durch mäanderförmiges Verformen ein I-förmiger Bandstapel hergestellt wird und erfindungsgemäß ein von zu gleichen Bändern gehörender Teil des I-förmigen Bandstapels in oder annähernd in Längsrichtung teilweise aus dem I-förmigen Bandstapel herausgezogen wird und daß ferner der herausgezogene Bandstapel zur Längsachse des verbleibenden Blechstapels geschwenkt wird. Dadurch entsteht zunächst ein L-förmiges Magnetkernteil, sofern eine geradzahlige Anzahl von Bändern gemeinsam und gleichzeitig mäanderförmig gefaltet wird. Anschließend muß die Hälfte des aus gleichen Bändern bestehenden Teiles des I-förmigen Bandstapels teilweise herausgezogen und mit seiner Längsachse zur Längsachse des verbleibenden Stapels um 90 Grad geschwenkt werden.

Gemäß der Erfindung ist es auch möglich, U-förmige Magnetkernteile bzw. Magnetkerne herzustellen, indem eine durch drei teilbare Anzahl von Bändern gemeinsam und gleichzeitig gefaltet wird. Von diesen Bändern werden anschließend zwei Drittel aus dem I-förmigen Bandstapel herausgezogen. Danach werden sie mit ihrer Längsachse zur Längsachse des I-förmigen Bandstapels um 90 Grad geschwenkt. Daran anschließend wird die Hälfte des aus gleichen Bändern bestehenden und geschwenkten Bandstapelteiles wiederum teilweise herausgezogen und um 90 Grad geschwenkt. So entsteht ein U-förmiger Magnetkern bzw. Magnetkernteile gleicher Breite. Insbesondere zur Herstellung eines kompletten und geschlossenen Magnetkernes wird eine durch vier teilbare Anzahl von Bändern gemeinsam und gleichzeitig mäanderförmig gefaltet. Danach werden drei Viertel der aus gleichen Bändern bestehenden Teile des I-förmigen Bandstapels in einen oder in beide Richtungssinne und in der Längsrichtung des I-förmigen Bandstapels herausgezogen und durch ein- und/oder zweimaliges, oder dreimaliges Schwenken zu einem geschlossenen quadratischen Schichtkern zusammengesetzt. Die auf den Magnetkern aufzubringenden Wicklungen werden beispielsweise auf Wickelkörper gewickelt und nach dem Herausziehen der Teilstapel und vor ihrem Verschwenken aufgesetzt.

Zur Herstellung einer Verkettung der geschwenkten Bandstapel wird gemäß einer Weiterbildung der Erfindung der geschwenkte Teil des Bandstapels oder der verbliebene Teil des Bandstapels in einer oder in beiden Richtungen der Längsrichtung verschoben, so daß sie sich teilweise oder ganz in Formschluß befinden. Solche L-förmigen und U-förmigen Magnetkernteile können nun in unterschiedlicher Höhe erzeugt werden. Durch eine große Anzahl von Faltungen entstehen sodann entweder komplette Magnetkerne oder Magnetkernteile, die in Flußrichtung aneinander setzbar sind. Bei einer geringen Anzahl von Faltungen, z. B. zwischen 2 und 120 Faltungen, entstehen dagegen Kompaktbleche, die sodann durch Verschachteln im herkömmlichen Sinne zu Magnetkernen verarbeitet werden.

Ausführungsbeispiel

In den Zeichnungen zeigen:

- Fig. 1: eine prinzipielle Anordnung, in der mehrere amorphe Magnetbänder zunächst zusammengeführt und sodann durch Faltung zu einem I-förmigen Bandstapel verformt werden,
- Fig. 2: den Bandstapel in perspektivischer Darstellung,
- Fig. 3: den Bandstapel nach Figur 2 nach der Durchführung des Verfahrensschrittes „Herausziehen eines Bandstapelteiles“,
- Fig. 4: den Bandstapel in der Phase des Verschwenkens der Teilbandstapel,
- Fig. 5: einen Ausschnitt des gemäß des Verfahrens hergestellten L-förmigen Magnetkernteiles.

In der Figur 1 sind in der Anordnung zur Erzeugung eines I-förmigen Bandstapels zunächst 4 Vorratsrollen 1; 2; 3 und 4 von amorphem Magnetmaterial gezeigt. Das hier zur Anwendung kommende Magnetmaterial besteht aus Fe₈₀B₁₄Si₆ und hat die Eigenschaft, daß es bei der Faltung nicht bricht. Das Magnetmaterial hat eine Bandbreite von 20 mm und eine Bandstärke von

0,025 mm. Über nicht dargestellte Antriebsmittel werden die Magnetbänder über Führungsrollen 5; 6; 7 und 8 zusammengeführt. Diese Führungsrollen können sogleich zur Aufbringung von Substraten verwandt werden. So ist es möglich, die Führungsrollen 5 und 6, die die Bänder aus den Vorratsrollen 1 und 2 führen, als Klebevorrichtung auszustatten, die in gewissen Abständen eines der Bänder betupfen, was für die künftige erfindungsgemäße Durchführung des Verfahrens von Belang ist, da diese beiden Bänder sich gegenseitig nicht verschieben sollen. Die gleiche Einrichtung weist die Führungsrolle 8 auf, wodurch gewährleistet wird, daß die Bänder aus den Vorratsrollen 3 und 4 gegeneinander unverschiebbar sind. Um zu gewährleisten, daß der Einfluß des aufgetragenen Klebstoffes auf den Füllfaktor der Kerne gering bleibt, ist es möglich, den Abstand der Betupfungsstellen so zu wählen, daß nur pro Faltlänge eine Berührung zustande kommt, wobei es vorteilhaft ist, die Anordnung so auszuführen, daß der Abstand der Betupfungsstellen ein wenig größer oder ein wenig kleiner als eine Faltlänge ist und damit eine Verteilung des Klebstoffauftrages über die gesamte Länge des I-förmigen Stapels erfolgt. In ebenfalls nicht näher dargestellter Weise bringt die Führungsrolle 7 auf das Band von der Vorratsrolle 3 eine die Gleitfähigkeit erhöhende gut benetzende Flüssigkeit, z. B. Silikonöl, auf. Da es bei der späteren erfindungsgemäßen Durchführung des Verfahrens darauf ankommt, daß die miteinander gut haftenden Bänder der Vorratsrollen 3 und 4 gut verschiebbar sind, wird über die Transportrollen 9 und 10, die die Vereinigung der beiden Bänderpaare bewirken, das so hergestellte Laminat einer Faltvorrichtung 11 zugeführt und anschließend als I-förmiger gefalteter Bandstapel 12 aus mäanderförmig verformten Folien abgelegt. Natürlich ist die in Figur 1 beschriebene Anordnung in vielfältiger Weise abwandbar. Zum Beispiel wird es zweckmäßig sein, durch Übereinanderanordnung solcher Rollen Kombinationen von mehr als zwei Bändern miteinander zu verbinden, weil es bei der künftigen Verarbeitung den Vorteil hat, daß eine geringere Anzahl von Faltungen bei gleicher Bandstapelhöhe notwendig wird und die zu verschiebenden Teilstapel in sich stabiler sind. Außerdem ist die in Figur 1 gezeigte Anordnung nur zur Erzeugung von L-förmigen Magnetkernteilen oder Kompaktblechen geeignet. Für die Erzeugung von U-förmigen Magnetkernteilen, Kompaktblechen oder geschlossener Magnetkreise wäre dagegen die Anordnung einer Zahl von durch drei bzw. durch vier teilbaren Bändern bzw. Bandkombinationen notwendig.

In Figur 2 ist in nicht maßstabsgerechter Weise der Bandstapel, wie er in einer Anordnung nach Figur 1 gewonnen wurde, in perspektivischer Sicht gezeigt. Gemäß der Erfindung wird nunmehr das Bänderpaar 13, welches aus den Vorratsrollen 3 und 4 stammt, gegenüber dem Bänderpaar 14 aus den Vorratsrollen 1 und 2 in Längsrichtung des Bandstapels verschoben, was zu einer Anordnung gemäß Figur 3 führt. Dabei wurden die Bänderpaare 13 und 14 nunmehr als einheitliches Blech behandelt und gezeichnet. Nachdem der Teilstapel mit den Bänderpaaren 13, wie in Figur 3 gezeigt, herausgezogen ist, wird selbiger wie in Figur 4 gezeigt um 90 Grad zur Längsachse des Teilstapels aus den Bänderpaaren 14 geschwenkt und die Bänderpaare in dem Eckbereich bündig geordnet. Dieser Verfahrensschritt führt nunmehr zu einem L-förmigen Magnetkernteil, wie in Figur 5 gezeigt.

Will man U-förmige Magnetkernteile oder Kompaktbleche erzeugen, so erfolgt dies entweder derart, daß aus dem Gesamtstapel jeweils ein Drittel der Bänderpaare in beide Richtungssinne der Längsachse herausgezogen werden und sodann, wie an Hand der Figuren 3 und 4 beschrieben, verschwenkt werden. Es ist auch möglich, wie in Figur 3 gezeigt, zwei Drittel der Bänderpaare herauszuziehen und nach dem ersten Verschwenken 50% des verschwenkten Teilstapels erneut herauszuziehen und um 90 Grad in gleicher Schwenkrichtung zu verschwenken.

Demzufolge bedarf es jetzt einer solchen Anzahl von verschwenkbaren Bändern bzw. Bänderpaaren, die durch drei teilbar ist. Zur Herstellung kompletter Magnetkerne ist es möglich, zunächst drei Viertel der Bänderpaare herauszuziehen, zu verschwenken, anschließend die Hälfte der ursprünglichen Bänderpaare herauszuziehen und zu verschwenken und sodann die Hälfte der verbliebenen Bänderpaare mit dem ersten Bandstapel in Eingriff zu bringen, nachdem zuvor auf einem oder zwei Schenkeln des so entstandenen Zweischenkelkernes die Wicklung bzw. die Wicklungen aufgebracht wurden.

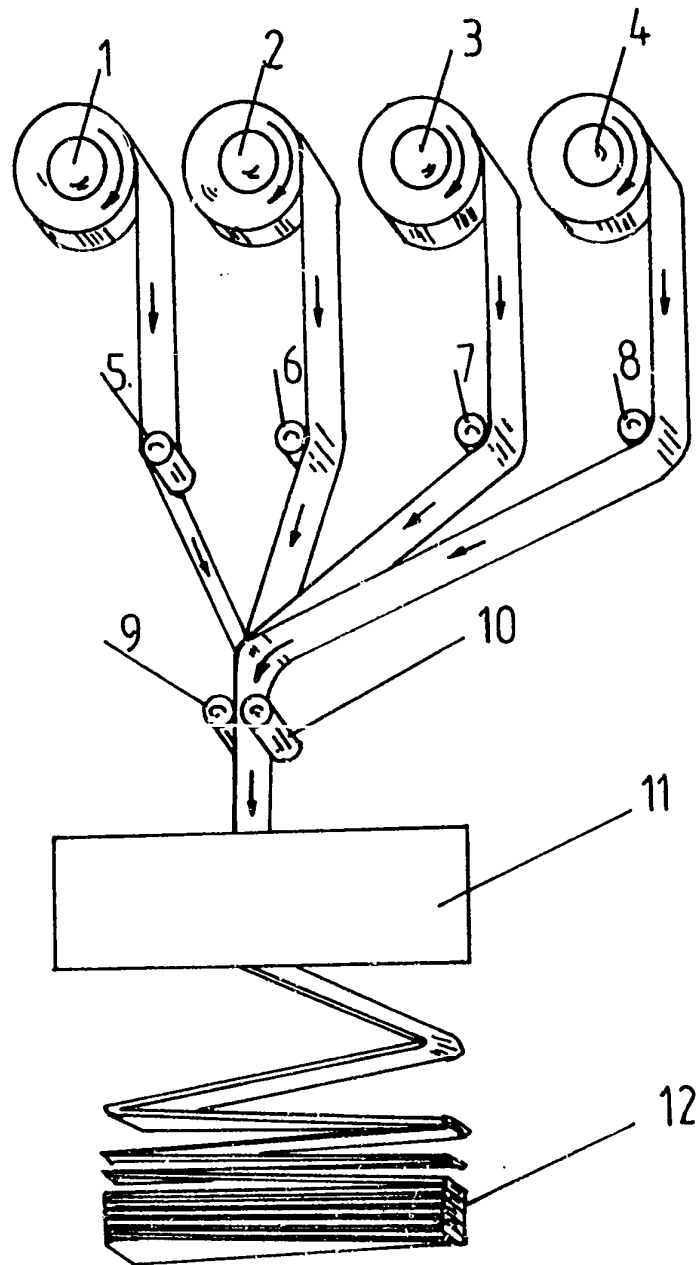


Fig. 1

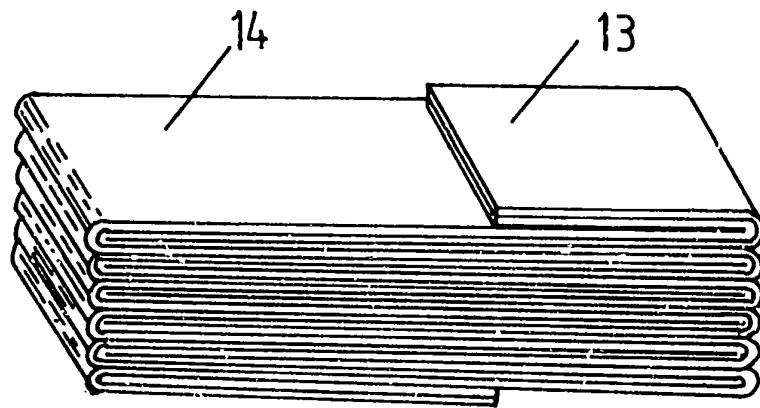


Fig. 2

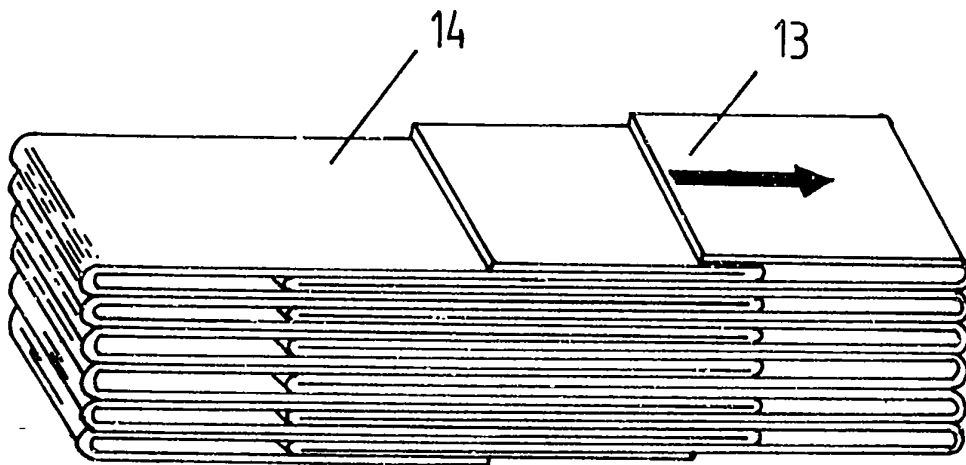


Fig. 3

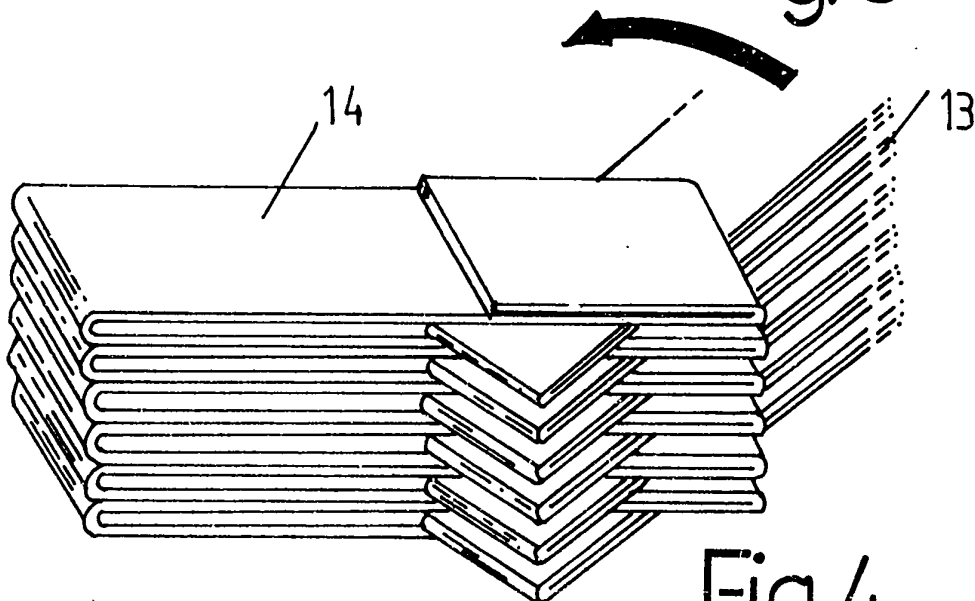


Fig. 4

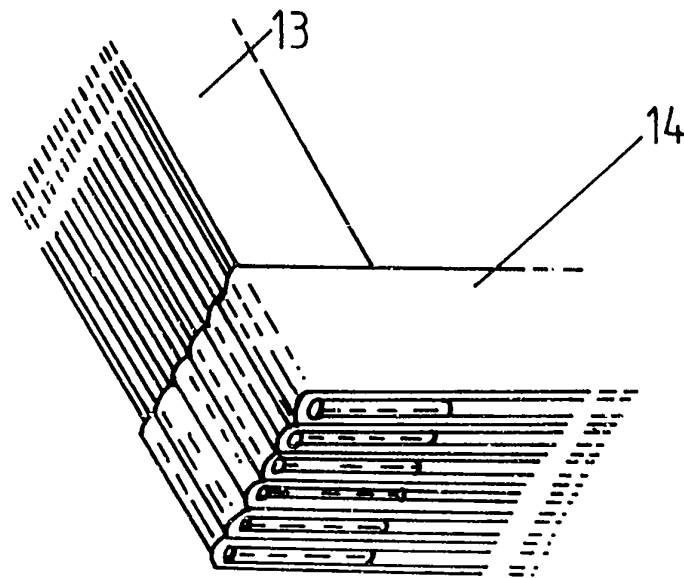


Fig. 5