

 EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

 Anmeldenummer: 81103568.2

 Int. Cl.³: H 01 F 27/32

 Anmeldetag: 11.05.81

 Priorität: 21.05.80 SE 8003782

 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
 25.11.81 Patentblatt 81/47

 Benannte Vertragsstaaten:
 BE CH DE FR GB IT LI

 Anmelder: ASEA AB

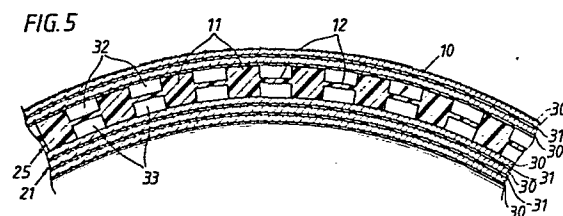
S-721 83 Västerås(SE)

 Erfinder: Lundström, Lennart
 Grottvägen 15C
 S-771 00 Ludvika(SE)

 Vertreter: Boecker, Joachim, Dr.-Ing.
 Rathenauplatz 2-8
 D-6000 Frankfurt a.M. 1(DE)

 **Bandwicklung für einen flüssigkeitsisolierten Transformator.**

 Die Erfindung bezieht sich auf eine Bandwicklung (21) für einen flüssigkeitsisolierten Transformator oder eine flüssigkeitsisolierte Drossel mit mindestens einem Kühlelement (10, 21), das zwischen zwei aufeinander folgenden Windungen des Wicklungsbandes (30, 31) angeordnet ist. Das Kühlelement enthält miteinander verbundene, langgestreckte, parallel und mit seitlichem Abstand voneinander angeordnete Distanzelemente (11), welche die beiden benachbarten Windungen des Wicklungsbandes auf Abstand voneinander halten und auf diese Weise Kanäle (32, 33) zwischen den beiden Windungen bilden. Über diese Kanäle kann Isolierflüssigkeit von der einen Stirnseite der Bandwicklung zu ihrer anderen Stirnseite befördert werden. Die Erfindung besteht darin, daß die Distanzelemente (11) in seitlicher Richtung durch Verbindungsstücke (12) miteinander verbunden sind, die derart angeordnet sind, daß sie einen Abstand von den gedachten Ebenen haben, in welchen die auf das Band gerichteten Flächen der Distanzelemente (11) liegen. Alternativ oder zusätzlich kann ein solches Kühlelement innerhalb der innersten Windung der Bandwicklung oder außerhalb der äußersten Windung der Bandwicklung angeordnet sein.



A S E A Aktiebolag / Västeras, Schweden

Bandwicklung für einen flüssigkeitsisolierten
Transformator

Die Erfindung betrifft eine Bandwicklung für einen flüs-
5 sigkeitsisolierten Transformator gemäß dem Oberbegriff
des Anspruches 1.

Es ist bekannt, die inneren Bereiche einer Bandwicklung
eines flüssigkeitsisolierten Transformators oder einer
10 flüssigkeitsisolierten Drossel dadurch zu kühlen, daß
die Isolierflüssigkeit durch besondere in der Wicklung
angeordnete Kanäle zirkuliert wird. Bei einer bekannten Kon-
struktion zur Schaffung von Kühlkanälen, die sich von
dem einen stirnseitigen Ende der Wicklung zum anderen
15 stirnseitigen Ende der Wicklung erstrecken, werden paral-
lel zur Symmetrieachse der Wicklung im Abstand voneinan-
der Rippen aus Preßspan zwischen zwei benachbarten Windun-
gen der Bandwicklung angeordnet.

20 Um das Anbringen der Rippen mit einem angemessenen Ar-
beitsaufwand zu ermöglichen, sind die Rippen dabei zur
Bildung einer sogenannten Rippenmatte auf eine Seite ei-
nes Preßspanbogens geleimt, wodurch der Preßspanbogen ei-
ne an der Wiclung anliegende Wand im Kanal bildet.

Rippen werden auch in Barrierenisolationen aus Preßspanbögen und Öl zwischen Teilen mit unterschiedlichem Potential, wie z. B. zwischen einer Wicklungsspule und einer außerhalb derselben liegenden anderen Wicklungsspule in
5 einem Transformator, verwendet, um in der Barrierenisolation den erforderlichen Abstand zwischen den Preßspanbögen zu schaffen. Als Ersatz für solche Barrierenisolationen hat man für zylindrische Barrierenisolationen die Verwendung korrugierter (gewellter) Preßspanbögen zusammen
10 mit glatten Preßspanbögen vorgeschlagen, wobei die letztgenannten zwischen den korrugierten Bögen angeordnet sind. Durch die glatten Bögen wird sichergestellt, daß Wellenberge eines korrugierten Bogens nicht in Wellentäler eines angrenzenden korrugierten Bogens fallen, so daß zwischen
15 den Bögen in Längsrichtung verlaufende Kanäle für das Öl gebildet werden. Korrugierte Preßspanbögen sind zur Bildung von Kühlkanälen in Bandwicklungen nicht geeignet, da sie keine genügende Formfestigkeit haben. Rippen oder alternative Bauteile zur Bildung von Kühlkanälen in einer
20 Bandwicklung müssen nämlich einem hohen Druck standhalten. Dies hängt einerseits damit zusammen, daß das bündelförmige Material mit Zugvorspannung gewickelt werden muß, um einen so großen radialen Druck zu erzeugen, daß die Wicklung homogen wird und auch dann kein Spiel aufweist, wenn
25 der Leiter beim Aufwickeln nicht ganz eben ist, und andererseits damit, daß bei Kurzschlüssen große radial gerichtete Kräfte auftreten.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Bandwicklung der eingangs genannten Art zu entwickeln, bei der
30 die Kühlelemente sowohl hinsichtlich ihrer Herstellung als auch ihrer Beschaffenheit den bekannten Kühlelementen überlegen sind.

35 Zur Lösung dieser Aufgabe wird eine Bandwicklung nach dem Oberbegriff des Anspruches 1 vorgeschlagen, welcher er-

- 3 -

findungsgemäß die im kennzeichnenden Teil des Anspruches
 1 genannten Merkmale hat.

Eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung wird im Un-
 5 teranspruch genannt.

Durch die Erfindung ist es möglich, die Kühlung einer
 Bandwicklung durch Verwendung eines Kühlelementes vorzu-
 nehmen, welches gegenüber der bekannten Rippenmatte er-
 10 hebliche Vorteile hat. Das gemäß der Erfindung verwende-
 te Kühlelement bewirkt eine bessere Kühlung, da es einen
 direkten Kontakt zwischen der Isolierflüssigkeit und der
 Wicklung ermöglicht, d. h., zwischen Isolierflüssigkeit
 und Wicklungsmaterial ist keine Preßspanschicht mehr vor-
 15 handen. Außerdem ist das Kühlelement billiger als die be-
 kannte Rippenmatte, da bei ihm im Gegensatz zur Rippenmat-
 te, bei der die Rippen manuell auf den Preßspanbogen ge-
 klebt werden müssen, maschinelle und kontinuierliche Her-
 stellungsverfahren möglich sind. Ein weiterer Vorteil be-
 20 steht darin, daß bei dem Kühlelement nach der Erfindung
 im Gegensatz zur Rippenmatte kein Leim verwendet wird,
 dessen Anwesenheit die dielektrische Festigkeit verschlech-
 tern kann. Außerdem hat das neue Kühlelement im Gegensatz
 zu korrugierten Bögen eine ausreichende Formfestigkeit.

25

Eine bevorzugte Ausführungsform des Kühlelementes besteht
 aus einer Preßspanscheibe, bei der auf beiden Seiten, zum
 Beispiel durch Fräsen, Nuten eingearbeitet sind, wobei
 das verbleibende Material an den Seiten der Nuten die Di-
 stanzelemente bildet und das verbleibende Material am Bo-
 den der Nuten die Verbindungsstücke bildet. Ein solches
 Kühlelement kann auf einfache Weise hergestellt werden,
 beispielsweise dadurch, daß die Preßspanscheibe an mehre-
 ren an ihrer Unterseite und mehreren an ihrer Oberseite
 angebrachten parallelen Sägeblättern vorbeigeführt wird.
 Der beim Sägen anfallende Abfall kann zur Herstellung neu-
 er Preßspanscheiben verwendet werden.

Es ist jedoch auch möglich, anderes Material als Preßspan für die Kühlelemente zu verwenden. Unter anderem können verschiedene Thermoplaste, wie Polyäthylenglykolterephthalat, Polykarbonat und Polyimid verwendet werden, die eventuell mit fibrösen oder pulverförmigen Füllmitteln, wie Glasfaser oder Kreide versetzt sind. Kühlelemente aus Thermoplasten werden vorzugsweise durch Strangpressen geformt, können jedoch auch aus Platten in der für Preßspan erläuterten Weise mit Wiederverwendung des beim Sägen anfallenden Abfalls hergestellt werden. Es ist auch möglich, härtbare Kunststoffe, z. B. glasfaserarmierten Polyester, und in bestimmten Fällen auch Holz für die Kühlelemente zu verwenden. Auch kann man metallisches Material, wie z. B. Aluminium, für die Kühlelemente verwenden unter der Voraussetzung, daß das Kühlelement auf beiden Seiten von Isoliermaterial umgeben ist und daß es nicht eine geschlossene Windung (Kurzschlußwindung) in der Wicklung bildet. Es kann dabei eine Windung, einen Teil einer Windung oder mehrerer Windungen des Leitermaterials in der Bandwicklung ersetzen, indem das Kühlelement mit dem Leitermaterial längs zweier zur Wicklungsrichtung des Bandes senkrecht verlaufender Kanten verbunden wird.

Das Band der Bandwicklung besteht aus einem schichtförmigen elektrischen Leitermaterial und wenigstens auf einer Seite dieses Leitermaterials angebrachtem schichtförmigem Isoliermaterial. Bei dem Leitermaterial handelt es sich vorzugsweise um eine Metallfolie, wie z. B. einer Aluminium- oder Kupferfolie, die bei Starkstromtransformatoren (Leistungsstransformatoren) normalerweise eine zwischen 5 und 3000 μm liegende Dicke hat. Das Isoliermaterial ist vorzugsweise ein Film aus Polymer, der eine Dauertemperatur von wenigstens 90°C verträgt. Als Beispiel für geeignete Polymere für den Film können u.a. Polyäthylenglykolterephthalat, Polykarbonat und Polyimid genannt werden. Eine geeignete Dicke des Films liegt zwischen 5 - 200 μm , vorzugsweise zwischen 10 - 100 μm .

22. April 1981
20 925 PE

- 5 -

Anhand der in den Figuren gezeigten Ausführungsbeispiele soll die Erfindung näher erläutert werden. Es zeigen

- Figur 1 ein Ausführungsbeispiel eines Kühlelementes für eine Bandwicklung gemäß der Erfindung im Schnitt senkrecht zur Längsachse der Bandwicklung, für die das Kühlelement bestimmt ist,
- Figur 2 schematisch eine Vorrichtung zur Herstellung des Kühlelementes gemäß Figur 1,
- Figur 3 einen Querschnitt durch einen Schenkel eines Transformators mit zwei Bandwicklungen gemäß der Erfindung,
- Figur 4 den Transformatorschenkel gemäß Figur 3 in seitlicher Schnittdarstellung einschließlich der an den Schenkeln sich anschließenden Jochteile,
- Figur 5 im größeren Maßstab einen Schnitt durch einen Teil einer der Wicklungen gemäß Figur 3 und 4 senkrecht zur Längsachse der Bandwicklung.

20

Das Kühlelement 10 nach Figur 1, das in einem Schnitt senkrecht zur Längsrichtung gezeigt wird, besteht aus Distanzelementen 11, die sich entlang der gesamten Länge des Kühlelementes erstrecken, sowie zwischen den Distanzelementen 11 angeordneten Verbindungsstücken 12, die sich ebenfalls entlang der gesamten Länge des Kühlelementes erstrecken. Die Höhe h der Distanzelemente beträgt zweckmäßig 1 - 10 mm und vorzugsweise 2 - 6 mm. Der Abstand d zwischen benachbarten Distanzelementen beträgt zweckmäßig 1 - 10 mm und vorzugsweise 2 - 6 mm. Die Dicke t der Verbindungsstücke beträgt zweckmäßig 0,05 - 5 mm und vorzugsweise 0,1 - 3 mm, jedoch höchstens 90 % der Höhe h der Distanzelemente.

Die Herstellung eines Kühlelementes nach Figur 1 kann mit Vorteil in der in Figur 2 angedeuteten Weise geschehen,

wenn das Kühlelement aus Preßspan besteht. Eine Preßspanplatte 13 wird zwischen Stützrollen 14 an mehreren auf der Oberseite der Preßspanplatte angeordneten parallelen Sägeblättern 15 vorbeigeführt, welche die in Figur 1 mit 16 bezeichneten Nuten in die Platte einarbeiten. Entsprechend werden an der Unterseite der Preßspanscheibe durch die parallel angeordneten Sägeblätter 17 die in Figur 1 mit 18 bezeichneten Nuten in die Preßspanplatte eingearbeitet. Das seitlich der Nuten stehengebliebene Material auf der Ober- und Unterseite der Preßspanscheibe bildet die Distanzelemente 11, während das verbleibende Material am Boden der Nuten die Verbindungsstücke 12 bildet, von denen in Figur 2 eines gestrichelt dargestellt ist.

Die Figuren 3 und 4 zeigen einen Schenkel 19a sowie das obere und untere Joch 19b und 19c des Eisenkerns eines Starkstromtransformators. Auf dem Schenkel 19a sitzt die als Niederspannungswicklung ausgebildete Innenwicklung 21, die von der als Hochspannungswicklung ausgebildeten Außenwicklung 22 umgeben ist. Beide Wicklungen sind als Bandwicklungen aufgebaut. Die beiden Wicklungen sind coaxial angeordnet, und zwischen ihnen wird ein zylinderringförmiger Raum gebildet, in dem Rippen 23 aus Preßspan, Bakelit oder glasfaserarmiertem Polyester parallel zur Längsachse der Wicklungen angebracht sind. Die Innenwicklung ist auf einen Formzylinder 24 gewickelt. In der Innenwicklung sind zwei Kühlelemente 25 und 26 und in der Außenwicklung zwei Kühlelemente 27 und 28 gemäß der Erfindung angeordnet. Diese Kühlelemente sind alle von gleicher Art, weshalb nur eines von ihnen, das mit 25 bezeichnet ist, in größerem Maßstab in Figur 5 zusammen mit den unmittelbar umgebenden Teilen der Wicklung 21 dargestellt ist.

Die Wicklung 21 ist (Figur 5) aus mehreren Windungen eines Bandes aufgebaut, das aus einer Metallfolie 30 und einem Isolierfilm 31 besteht. Zwischen zwei aufeinander /7

folgenden Windungen des Bandes ist ein Kühlelement 10 der in den Figuren 1 und 2 gezeigten Art angeordnet, wobei die Distanzelemente 11 und die Verbindungsstücke 12 parallel zur Achse der Wicklung verlaufen und sich über die gesamte axiale Länge der Wicklung erstrecken. Die Distanzelemente haben in dem Ausführungsbeispiel eine Höhe h von 4 mm und eine Breite b von 3 mm, und der Abstand d zwischen ihnen beträgt 4 mm. Die Dicke t der Verbindungsstücke beträgt 0,2 mm. Wie aus der Figur hervorgeht, halten die Distanzelemente die ihnen benachbarten Windungen des Bandes in der Wicklung auf Abstand, so daß Kanäle 32 und 33 gebildet werden. Isolierflüssigkeit, wie z. B. Transformatoröl, wird durch diese Kanäle in der Wicklung 21 (und entsprechend in der Wicklung 22) geleitet. Die Isolierflüssigkeit wird von einer an einer Stirnfläche 35 der Wicklung angeordneten ringförmigen Flüssigkeitszufuhrvorrichtung 34 zu der anderen Stirnfläche 36 der Wicklung geleitet (Figur 4). Dadurch, daß die Verbindungsstücke 12 einen Abstand von der (gedachten) Ebene haben, in der diejenigen Flächen der Distanzelemente 11 liegen, die auf das Band der Wicklung gerichtet sind und an diesem Band anliegen, kommt die Isolierflüssigkeit in den Kanälen 32 und 33 in direkten Kontakt mit dem Band der Wicklung, d. h. zwischen diesem Band und der Isolierflüssigkeit ist keine Preßspanschicht vorhanden. Hierdurch wird eine außerordentlich wirksame Kühlung der Wicklung erreicht. Die Strömung der Isolierflüssigkeit kann durch eine Pumpe erzwungen werden, die in einem Strömungskreis angeordnet ist, zu dem außerdem die Zufuhrvorrichtung 34, die Kühlkanäle 32 und 33 in den Wicklungen und der Raum 37 außerhalb der Wicklungen im Transformator-kessel gehören. Die Distanzelemente 11 mit den Verbindungsstücken 12 können auch in anderer Weise, beispielsweise spiralförmig zwischen den Bandwindungen von einer Stirnfläche 35 zur anderen Stirnfläche 36 verlaufend, angeordnet sein. Ferner brauchen sich die Verbindungsstücke 12 nur längs eines Teils der Länge der Distanzelemente zu erstrecken;

sie können beispielsweise aus kurzen Stücken bestehen, zwischen denen Lücken frei von Distanzelementmaterial liegen. Hierdurch werden Verbindungen zwischen den Kanälen 32 und 33 geschaffen. Ferner können die Distanzelemente 11 mit querverlaufenden Kerben, Löchern oder sonstigen Ausnehmungen versehen sein, über die eine Verbindung zwischen in tangentialer Richtung der Wicklung benachbarten Kanälen 32 und/oder Kanälen 33 zustande kommt. Das Kühlelement braucht auch nicht aus einer einzigen integralen Einheit zu bestehen, die sich von dem einem stirnseitigen Ende der Wicklung zum anderen erstreckt. Vielmehr kann das Kühlelement aus mehreren in Achsrichtung der Wicklung kürzeren Teilen bestehen, die in Achsrichtung der Wicklung hintereinander angeordnet sind. Das Kühlelement braucht auch nicht in Wicklungsrichtung des Bandes (Umfangsrichtungs) als ein einziges integrales Teil ausgebildet zu sein, sondern es kann aus mehreren in der genannten Richtung hintereinander angeordneten Teilen bestehen.

20

Das Kühlelement braucht auch nicht zwischen zwei benachbarten Windungen der Bandwicklung angeordnet zu werden. Vielmehr kann das Kühlelement nach der Erfindung auch innerhalb der innersten Windung einer Bandwicklung angeordnet werden, z. B. zwischen dem Formzylinder 24 und der Wicklung 21, und/oder außerhalb der äußersten Windung einer Bandwicklung angeordnet werden, z. B. zwischen der Wicklung 21 und den Rippen 23.

Patentansprüche:

1. Bandwicklung (21, 22) für einen flüssigkeitsisolierten Transformator oder eine flüssigkeitsisolierte Drossel mit mindestens einem Kühlelement (10, 25, 26, 27, 28), das zwischen zwei aufeinander folgenden Windungen oder Teilen solcher Windungen des Wicklungsbandes (30, 31) oder innerhalb der innersten Windung des Wicklungsbandes oder außerhalb der äußersten Windung des Wicklungsbandes angeordnet ist, welches Kühlelement miteinander verbundene, langgestreckte, parallele und mit seitlichem Abstand voneinander angeordnete Distanzelemente (11) enthält, welche die beiden Windungen beziehungsweise die Teile der beiden Windungen des Bandes auf Abstand voneinander halten zur Bildung von Kanälen (32, 33) zwischen den beiden Windungen, beziehungsweise welche Kühlelemente Kanäle innerhalb der innersten Windung des Bandes bilden, beziehungsweise welche Kühlelemente Kanäle außerhalb der äußersten Windung des Bandes bilden, jeweils zum Transport von Isolierflüssigkeit von der einen Stirnseite der Bandwicklung zu ihrer anderen Stirnseite, dadurch gekennzeichnet, daß die Distanzelemente (11) in seitlicher Richtung durch Verbindungsstücke (12) miteinander verbunden sind, die derart angeordnet sind, daß sie einen Abstand von den gedachten Ebenen haben, in welchen die auf das Band gerichtete Flächen der Distanzelemente (11) liegen.
2. Bandwicklung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Kühlelement (10) aus einer Preßspanplatte (13) besteht, in der auf beiden Seiten Nuten (16, 18) eingearbeitet sind, wobei das verbliebene Material an den

0040382

22. April 1981
20 925 PE

- 10 -

Seiten der Nuten die Distanzelemente (11) und das verbliebene Material am Boden der Nuten die Verbindungsstücke (12) bilden.

FIG. 1

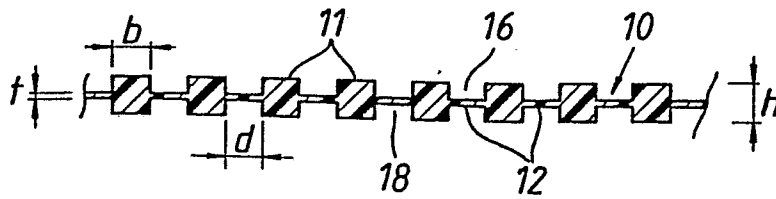


FIG. 2

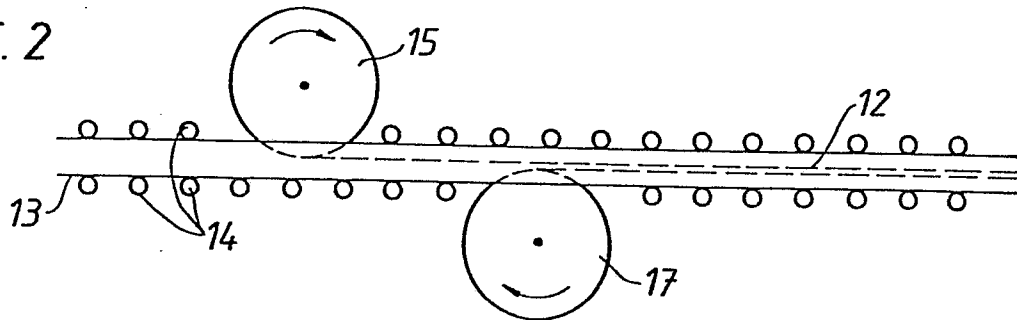


FIG. 3

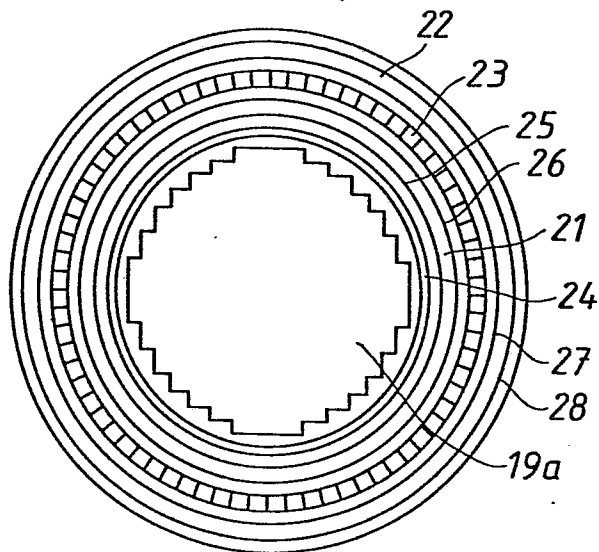


FIG. 4

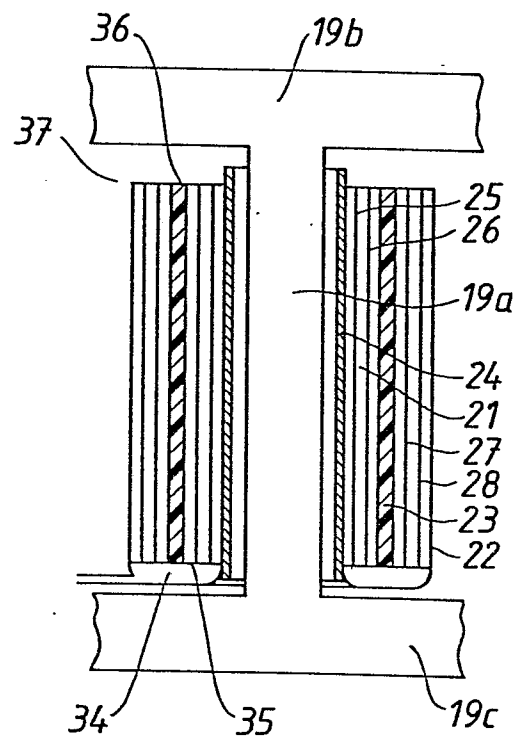
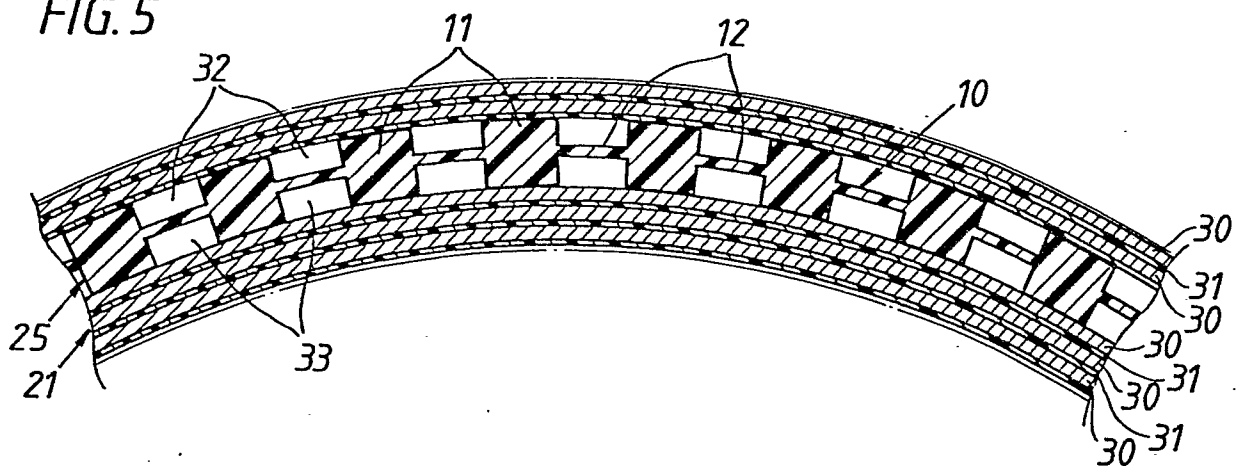


FIG. 5





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0040382

Nummer der Anmeldung

EP 81 10 3568

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl.)
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	betrifft Anspruch	
X	GB - A - 962 222 (ENGL. ELECTRIC) * Seite 1, Zeile 63 - Seite 2, Zeile 11 *	1,2	H 01 F 27/32
	--		
X	FR - A - 2 369 668 (B.B.C.) * Seite 3, Zeilen 33-35; Figur 3 *	1,2	
	& DE - A - 2 653 315		
	--		
	GB - A - 1 242 401 (BRUCE PEEBLES) * Seite 3, Zeilen 66-78; Figuren 7a,b *	1,2	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl.) H 01 F 27/32 27/28
	--		
A	FR - A - 2 410 345 (SIEMENS) * Seite 5, Zeilen 20-35; Figur 3 *		
	--		
P	DE - A - 2 947 801 (VIRSBERG) * Seite 14, Absätze 2,3; Seite 15, Absatz 1 *		
	--		
A	US - A - 3 514 730 (KASSNER)		KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE
A	US - A - 3 195 084 (BOOK)		X: von besonderer Bedeutung
A	CH - A - 422 145 (PALMER)		A: technologischer Hintergrund
A	FR - A - 633 246 (SIEMENS)		O: nichtschriftliche Offenbarung
A	US - A - 3 464 043 (BENKO)		P: Zwischenliteratur
A	GB - A - 718 748 (GEC)		T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze
	----		E: kollidierende Anmeldung
			D: in der Anmeldung angeführtes Dokument
			L: aus andern Gründen angeführtes Dokument
			&: Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument
X	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.		
Recherchenort		Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
Den Haag		22-06-1981	STEINMETZ