

12

**EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

21 Anmeldenummer: 81107670.2

51 Int. Cl.<sup>3</sup>: **H 01 F 5/00**  
**H 01 F 27/28**

22 Anmeldetag: 26.09.81

30 Priorität: 06.10.80 SE 8006974

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
14.04.82 Patentblatt 82/15

84 Benannte Vertragsstaaten:  
BE CH DE FR GB IT LI

71 Anmelder: ASEA AB

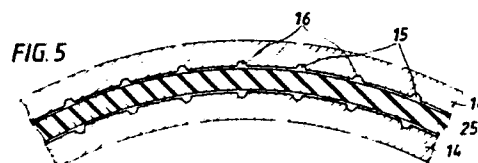
S-721 83 Västerås(SE)

72 Erfinder: Långberg, Lennart, Ing.  
Fornforskargatan 104  
S-723 53 Västerås(SE)

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

54 Elektrische Bandwicklung für elektrische Geräte.

57 Eine elektrische Bandwicklung (21, 22), die beispielsweise für einen Transformator oder eine Drossel verwendet werden kann, ist aus mehreren übereinandergewickelten Windungen eines Bandes aufgebaut, das eine Metallfolie (10, 14) und wenigstens einen Polymerfilm (25) umfaßt. Die Metallfolie ist wenigstens auf einer ihrer Seiten mit langgestreckten Vertiefungen (11, 15, 16) versehen, die sich in der Bandwicklung bis zu dem an die Endflächen (29, 30) der Bandwicklung angrenzenden Raum (28) erstrecken und mit diesem in Verbindung stehen. Dadurch erreicht man eine vollständige Imprägnierung der Bandwicklung mit Isolierflüssigkeit.



ASEA AKTIEBOLAG, VÄSTERAS/SCHWEDEN

Elektrische Bandwicklung für elektrische Geräte

Die Erfindung betrifft eine elektrische Bandwicklung für elektrische Geräte gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

5

Eine Bandwicklung für beispielsweise einen Transformator oder eine Drossel kann aus mehreren Windungen eines Bandes bestehen, welches aus einer als Leiter dienenden Metallfolie und einer Isolationsschicht besteht, die aus  
10 einem Polymerfilm und eventuell Zellulosepapier besteht. Die Bandwicklung wird nach dem Trocknen mit einer Isolierflüssigkeit imprägniert, damit alle vorhandenen Hohlräume in der Bandwicklung ausgefüllt werden und ein Glimmen vermieden wird. Da die Bandwicklung eine Breite von einigen  
15 Metern haben kann und mit Vorspannung gewickelt sein kann, stellen die Trocknung und Imprägnierung komplizierte und zeitraubende Arbeitsvorgänge dar. Die Anwendung von Papier in der Windungsisolation ist an sich nicht wünschenswert, weil dieses in hohem Maße dazu beiträgt, daß das Trocknen  
20 der Bandwicklung lange dauert und der Transformator größer wird, ohne daß zugleich die Leistung des Transformators wächst. Bei bekannten Bandwicklungen kann jedoch auf das Papier nicht verzichtet werden, da man auf die Fähigkeit des Papiers angewiesen ist, Isolierflüssigkeit in die  
25 inneren Teile der Wicklung zu saugen. Ohne diese Dochtwirkung ist es nicht möglich, bei den bekannten Bandwicklungen eine ausreichende Imprägnierung zu erreichen.

- 2 -

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Bandwicklung der eingangs genannten Art zu entwickeln, die auf einfache Weise vollständig imprägnierbar ist, ohne daß hierfür die obengenannten Papierschichten erforderlich sind.

5

Zur Lösung dieser Aufgabe wird eine Bandwicklung der eingangs genannten Art vorgeschlagen, die erfindungsgemäß die im kennzeichnenden Teil genannten Merkmale hat.

10 Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen genannt.

Da sich bei der Bandwicklung nach der Erfindung die Vertiefungen bis zu dem an die Endflächen (Stirnflächen) der Bandwicklung angrenzenden Raum erstrecken und mit diesem in Verbindung stehen, wird eine vollständige Imprägnierung der Bandwicklung mit Isolierflüssigkeit oder Isoliergas erreicht.

20 Die Erfindung ist auch vorteilhaft bei einer Bandwicklung, die mit den genannten Papierschichten aufgebaut ist. In diesen Fällen wird durch die Erfindung erreicht, daß die für das Trocknen der Bandwicklung erforderliche Zeit wesentlich verkürzt wird, da die Diffusionsstrecken für Feuchtigkeit  
25 erheblich kürzer als bei den bekannten Bandwicklungen sind.

Die Metallfolie, z.B. eine Folie aus Aluminium oder Kupfer, hat normalerweise eine Dicke von 5 - 3000  $\mu\text{m}$  und vorzugsweise eine Dicke von 50 - 3000  $\mu\text{m}$ .

30

Der Polymerfilm, der vorzugsweise ein separater Film ist, also nicht auf der Metallfolie angebracht ist, und einen an der Metallfolie verankerten Überzug bildet, soll einer Temperatur von mindestens 90° C auf Dauer standhalten können.

35 Als Beispiel für geeignete Polymere im Film können Polyäthylenglykoltterephthalat, Polykarbonat, Polyimide, Zellulose-

- 3 -

azetat und Polyamid genannt werden. Eine geeignete Dicke des Films liegt zwischen 5 und 200  $\mu\text{m}$ , vorzugsweise zwischen 10 und 100  $\mu\text{m}$ . Der Polymerfilm hat vorzugsweise eine größere Breite als die Metallfolie, so daß der Polymerfilm 5 über die Ränder der Metallfolie hinausragt und damit elektrische Überschlüge zwischen den Folienwindungen oder längs der Wicklungsstirnseite verhindert. Wenn Papier in der Bandwicklung verwendet wird, soll dieses so dünn wie möglich sein. Seine Dicke soll in dem Bereich von 5 - 25  $\mu\text{m}$  10 liegen.

Wie aus Vorgesagtem hervorgeht, sind die Vertiefungen in der Metallfolie und deren Ausführung das für die Erfindung Entscheidende. Es ist wichtig, daß es sich um Vertiefungen und 15 nicht um Erhöhungen handelt. Jede Vertiefung ist somit von glatten Partien umgeben, die eine erheblich größere Ausdehnung als die Vertiefungen haben. Dadurch wird sichergestellt, daß der Polymerfilm auf wenigstens annähernd ebenen Flächen um die Vertiefungen herum ruht, und es wird ver- 20 hindert, daß der Polymerfilm plastisch verformt wird, wodurch sowohl die Verbindungskanäle zu dem außerhalb der Endflächen der Wicklung liegenden Raum verstopft würden als auch die Isolationsabstände kleiner würden. Bei den Vertiefungen kann es sich u.a. um Eindrücke oder um ausgesparte Nuten handeln. Die Vertiefungen auf der einen Seite 25 der Metallfolie werden so ausgeführt, daß sie auf der anderen Seite der Metallfolie keine Erhöhungen verursachen. Die Vertiefungen, die vorzugsweise auf beiden Seiten der Folie angebracht sind, können vorzugsweise so angeordnet 30 werden, daß sie auf jeder Seite der Folie parallel zueinander und gerade verlaufen. Es ist jedoch von Vorteil, sich gegenseitig kreuzende Vertiefungen auf beiden Seiten der Metallfolie anzubringen, z.B. derart, daß eine erste Gruppe von Vertiefungen parallel zueinander in einer ersten Rich- 35 tung verläuft und eine zweite Gruppe von Vertiefungen parallel zueinander in einer zweiten Richtung verläuft,

- 4 -

- wobei sich die Vertiefungen beider Gruppen gegenseitig kreuzen und Gittermuster bilden. Wenn in einer Vertiefung eine Blockierung des Durchtrittes auftreten sollte, so daß ein Bereich der Windungsisolation dadurch von der Verbindung mit dem Raum außerhalb der Bandwicklung über die betroffene Vertiefung abgeschnitten würde, so wird der genannte Isolierungsbereich über benachbarte Verbindungen mit Imprägnierungsmittel versorgt.
- 10 Damit vollständig oder wenigstens hinreichend verhindert wird, daß der Polymerfilm in die Vertiefungen hineinsinkt, dürfen die Vertiefungen nicht zu breit und nicht zu flach sein. Auch darf die Querschnittsfläche der Metallfolie mit Rücksicht auf die Stromdichte in der Folie durch die Vertiefungen nicht zu stark geschwächt werden. Die Vertiefungen haben zweckmäßig eine Tiefe von 2 - 25  $\mu\text{m}$  und eine maximale Breite von 2 - 50  $\mu\text{m}$ , vorzugsweise eine Tiefe von 5 - 15  $\mu\text{m}$  und eine maximale Breite von 10 - 30  $\mu\text{m}$ . Wenn die Vertiefungen parallel zueinander verlaufen, muß der Abstand zwischen den Mittelpunkten benachbarter paralleler Vertiefungen zweckmäßig 1 - 30 mm, vorzugsweise 5 - 20 mm, betragen. Die Tiefe soll jedoch 25 % der Dicke der Metallfolie nicht übersteigen. Der Querschnitt der Vertiefungen kann verschiedene Formen haben, wie z.B. die Form eines Halbkreises mit dem Durchmesser in der Ebene der Folienoberfläche, eines Rechtecks oder eines Dreiecks mit der Hypothense in der Ebene der Folienoberfläche.
- Anhand der in den Figuren gezeigten Ausführungsbeispiele soll die Erfindung näher erläutert werden. Es zeigen:

- Fig. 1 und 2 Metallfolien für eine Bandwicklung gemäß der Erfindung mit zwei alternativen Ausführungen der Vertiefungen in Blickrichtung senkrecht auf die Wandfläche,
- 35 Fig. 3 einen Querschnitt durch einen Schenkel eines Transformators mit zwei Bandwicklungen,

- 5 -

Fig. 4 einen Längsschnitt durch Fig. 3 in kleinerem Maßstab,

Fig. 5 und 6 in größerem Maßstab einen Teil eines Schnittes senkrecht zur Achse einer der Wicklungen gemäß Fig. 3 und 4 mit zwei alternativen Ausführungen der Isolation zwischen benachbarten Windungen der Metallfolie.

Figur 1 zeigt eine Aluminiumfolie 10 mit parallel verlaufenden Vertiefungen 11, deren Richtung einen schrägen Winkel mit den Rändern 12 und 13 der Folie bildet. Figur 2 zeigt eine andere Aluminiumfolie 14 mit einer ersten Gruppe von Vertiefungen 15, die parallel zueinander in einer ersten Richtung verlaufen, und mit einer zweiten Gruppe von Vertiefungen 16, die parallel zueinander in einer zweiten Richtung verlaufen. Beide Richtungen bilden einen schrägen Winkel mit den Rändern 17 und 18 der Folie. Die Folien 10 und 14 sind auf ihrer dem Betrachter abgewandten Unterseite mit den gleichen Vertiefungen versehen wie auf ihrer Oberseite. Der Querschnitt der Vertiefungen 15 und 16 ist halbkreisförmig, wie aus den Figuren 5 und 6 erkennbar ist, in denen ein Teil des Querschnittes der Folie 14 dargestellt ist. Die Folien 10 und 14 haben eine Dicke von  $300\text{ }\mu\text{m}$ . Die Vertiefungen 11, 15 und 16 haben eine Tiefe von  $10\text{ }\mu\text{m}$ , eine Breite von  $20\text{ }\mu\text{m}$ , und die zueinander parallelen Vertiefungen sind in einem Abstand von  $10\text{ mm}$  zueinander angeordnet. Die Vertiefungen auf den Folien können beispielsweise durch ein Walzverfahren hergestellt werden, bei dem die Oberflächen der Walzen Erhöhungen aufweisen, die den in der Metallfolie herzustellenden Vertiefungen entsprechen.

Die Figuren 3 und 4 zeigen einen Teil eines Leistungstransformators. Man erkennt einen Schenkel 19 a und Teile der Joche 19 b und 19 c des Transformatorkerns. Auf dem Schenkel 19 a sitzt die als Niederspannungswicklung ausgebildete innere Wicklung 21, und um diese herum sitzt die als Hoch-

- 6 -

spannungswicklung ausgebildete äußere Wicklung 22. Beide Wicklungen sind mit Vorspannung gewickelte Bandwicklungen. Sie sind coaxial zueinander angeordnet, und zwischen ihnen liegt ein hohlzylindrischer Raum, in welchem Rippen 23 aus 5 Preßspan, Bakelit oder glasfaserarmiertem Polyester parallel zur Achse der Wicklungen angebracht sind. Die Innenwicklung ist auf einen Formzylinder 24 gewickelt.

Die Wicklungen 21 und 22 bestehen in Übereinstimmung mit 10 Figur 5 aus mehreren Windungen eines Bandes aus einer Metallfolie 14 und aus einem Polymerfilm 25. Nur eine Windung des Films und Teile von angrenzenden Windungen der Metallfolie sind in der Figur gezeigt. Wie bereits erwähnt, ist die Metallfolie 14 von solcher Art, wie sie anhand der 15 Figur 2 beschrieben wurde. Der Polymerfilm hat eine Dicke von  $50\mu\text{m}$ .

In der in Figur 6 gezeigten alternativen Ausführung sind Schichten 26 und 27 aus Zellulosepapier mit einer Dicke von 20  $10\mu\text{m}$  auf jeder Seite des Polymerfilms 25 angebracht. Diese Schichten gehören also zu dem Band, wenn dieses zur Bandwicklung aufgewickelt wird.

Da sich die Vertiefungen 15, 16 und 11 bis zu den Rändern 25 der Metallfolie erstrecken, stehen sie mit dem an die Endflächen 29 und 30 der Wicklungen 21 und 22 angrenzenden Raum 28 in Verbindung.

Bei der Herstellung des beschriebenen Transformators werden 30 die Wicklungen bei erhöhter Temperatur vakuumgetrocknet und danach einer Vakuumdruckimprägnierung mit einer geeigneten Isolierflüssigkeit, wie z.B. Transformatorenöl, oder einem geeigneten Isoliergas, z.B.  $\text{SF}_6$ , unterzogen.

35 Statt eines einzigen Polymerfilms 25 können zwei oder mehrere nebeneinander angeordnete Polymerfilme verwendet werden.

- 7 -

Geradlinige Vertiefungen in der Metallfolie müssen nicht schräg zu den Rändern der Metallfolie verlaufen, sondern können auch senkrecht zu diesen Rändern verlaufen.



- 8 -

Patentansprüche

1. Elektrische Bandwicklung für elektrische Geräte, z.B. Transformatoren oder Drosseln, welche Bandwicklung (21, 22) 5 aus mehreren übereinandergewickelten Windungen eines Bandes aufgebaut ist, das eine Metallfolie (10, 14) und mindestens einen Polymerfilm (25) umfaßt, wobei die Metallfolie als Leiter und der Polymerfilm als Isolation in der Wicklung dient, dadurch gekennzeichnet, daß die Metallfolie wenig- 10 stens auf einer ihrer Seiten mit langgestreckten Vertiefungen (11, 15, 16) versehen ist, die sich in der Bandwicklung bis zu dem an die Endflächen (29, 30) der Bandwicklung angrenzenden Raum (28) erstrecken und mit diesem Raum in Verbindung stehen.
- 15 2. Bandwicklung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Vertiefungen (11, 15 bzw. 16) parallel zueinander von der einen Endfläche der Bandwicklung zu der anderen Endfläche der Bandwicklung verlaufen.
- 20 3. Bandwicklung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß Vertiefungen (15, 16) mit sich kreuzenden Richtungen auf derselben Seite der Metallfolie verlaufen.
- 25 4. Bandwicklung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Vertiefungen (11, 15, 16) eine Tiefe von 2 - 25  $\mu$ m und eine größte Breite von 2 - 50  $\mu$ m haben.
- 30 5. Bandwicklung nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand zwischen den Mittelpunkten benachbarter paralleler Vertiefungen (11, 15, 16) 1 - 30 mm beträgt.

- 9 -

6. Bandwicklung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Band der Bandwicklung wenigstens eine Papierschicht (26, 27) enthält.

1/1

FIG. 1

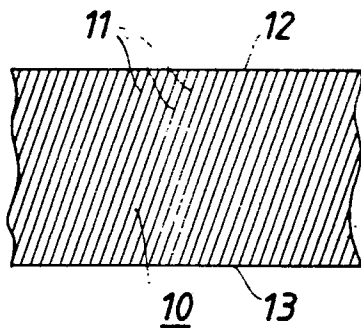


FIG. 2

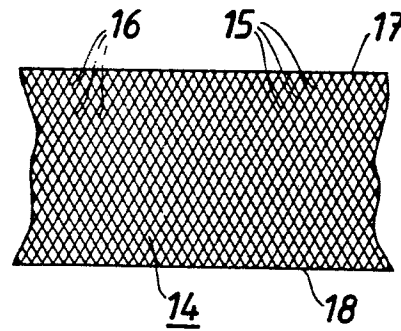


FIG. 3

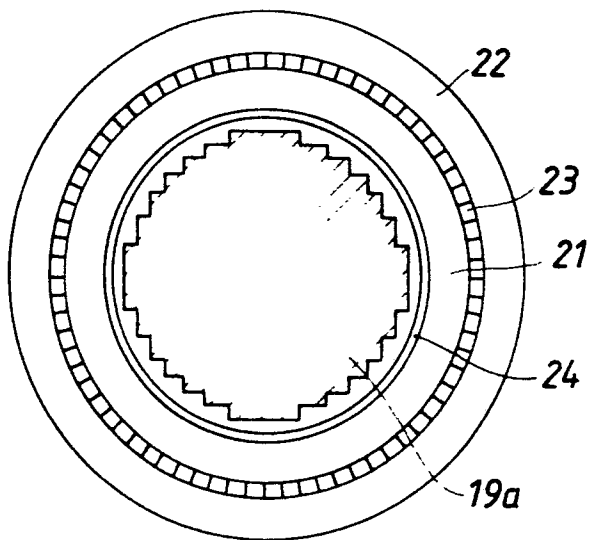


FIG. 4

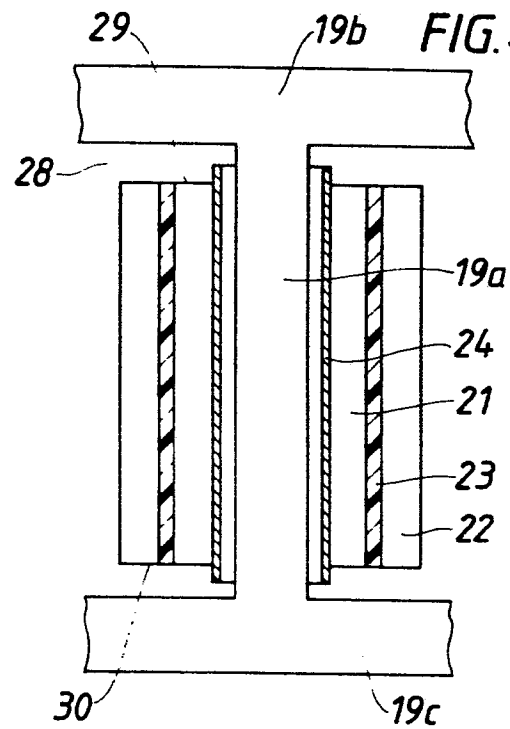


FIG. 5

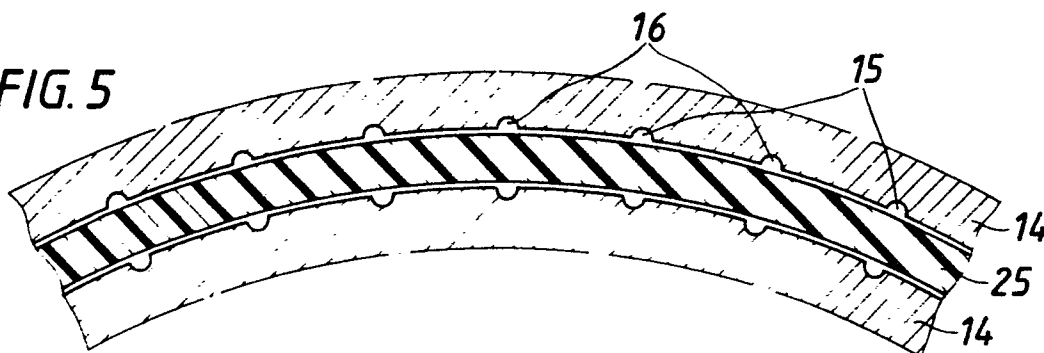
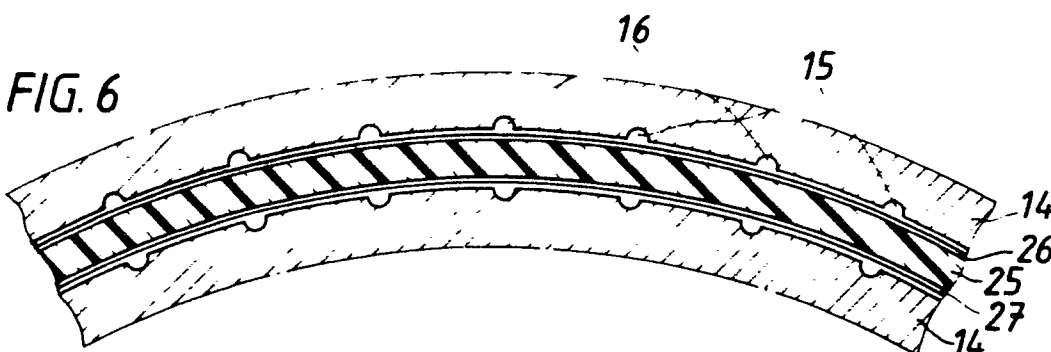


FIG. 6





Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

**0049444**

Nummer der Anmeldung

EP 81107670.2

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (in C)
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe soweit erforderlich der maßgeblichen Teile	betrifft Anspruch	
X	DE - A1 - 2 741 635 (ALSTHOM) * Fig. 3-5; Seite 7, Zeile 1 - Seite 8, Zeile 3 *	1-3,6	H 01 F 5/00 H 01 F 27/28
A	DE - A1 - 2 947 801 (ASEA) * Fig. 2,3; Seite 14, Zeile 2 - Seite 15, Zeile 4 *	1-5	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (in C)
			H 01 F 5/00 H 01 F 27/00 H 01 F 41/00 H 02 K 3/00
			KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE
			X von besonderer Bedeutung A technologischer Hintergrund O nichtschriftliche Offenbarung P Zwischenliteratur T der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E existierende Anmeldung D in der Anmeldung angeführtes Dokument L aus anderen Gründen angeführtes Dokument & Mitglied der gleichen Patentfamilie übereinstimmendes Dokument
X	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt		
Recherchenort WIEN		Abschlußdatum der Recherche 18-12-1981	Prüfer KUTZELNIGG