

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

**EP 0 667 030 B1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**05.11.1997 Patentblatt 1997/45**

(21) Anmeldenummer: **94901720.6**

(22) Anmeldetag: **17.12.1993**

(51) Int Cl.<sup>6</sup>: **H01F 27/32, H01F 27/28**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/CH93/00284**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 95/06950 (09.03.1995 Gazette 1995/11)**

(54) **TRANSFORMATOR**

TRANSFORMER

TRANSFORMATEUR

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**CH DE FR GB IT LI SE**

(30) Priorität: **02.09.1993 CH 2616/93**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**16.08.1995 Patentblatt 1995/33**

(73) Patentinhaber: **MELCHER AG**  
**CH-8610 Uster (GB)**

(72) Erfinder:  
• **HUNZIKER, Hansjürg**  
**CH-8424 Embrach (CH)**

• **GAMMENTHALER, Peter**  
**CH-8335 Hittnau (CH)**

(74) Vertreter: **Salgo, Reinhold Caspar, Dr.**  
**Patentanwalt**  
**Toebelistrasse 88**  
**8635 Dürnten (CH)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-A- 0 466 642**                    **DE-A- 1 514 261**  
**FR-A- 1 574 055**                    **US-A- 3 070 766**  
**US-A- 4 236 133**

**EP 0 667 030 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Transformator, vorzugsweise für hohe Frequenzen nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1. Insbesondere bezieht sie sich auf einen Transformator für den Einsatz in getakteten Stromversorgungsgeräten, bei welchen teilweise grosse Primärströme bei hohen Frequenzen auf zumeist niedrigere Spannung transformiert werden müssen, wobei die Sekundärströme entsprechend sehr gross sind.

Die dabei auftretenden Probleme sind teils technischer, teils wirtschaftlicher Natur. Grosse Ströme verlangen im allgemeinen grosse Drahtquerschnitte; die "Skin-Effekt" genannte Erscheinung verdrängt jedoch bei hohen Frequenzen den Strom aus dem Inneren des Drahtquerschnittes und lässt die Stromleitung nur über die Oberfläche des Drahtes zu, weshalb flache Drahtquerschnitte auch für solche Zwecke verwendet werden, wie beispielsweise aus EP 00 66 804, JP 60-109 213, JP 60-109 214 und GB 2 163 603 A bekannt ist. In der letztgenannten Druckschrift beispielsweise werden die einzelnen Windungen einer Wicklung mittels der aus der Leiterplatten-Herstellung bekannten Technik aus kupferkaschierten isolierenden Folien herausgeätzt, teils durchplattiert, teils extern verbunden, zur vorgesehenen Wicklung aufgebaut. Aus EP 00 66 804 ist bekannt, die einzelnen Windungen aus Folien zu wickeln, die ausserhalb des Transformators in gewünschter Art verschachtelt, d.h. verbunden werden.

Allen diesen bekannten Vorrichtungen ist es eigen, dass sie - technisch gesehen - durch die Stromstärke begrenzt sind und - wirtschaftlich gesehen - aufwendig und daher teuer sind. Gewisse Verfahren eignen sich besonders für die Miniaturisierung von Transformatoren bei entsprechender Leistungsbeschränkung.

Die Aufgabe die der vorliegenden Erfindung zugrunde liegt, ist die Schaffung eines Transformators, der bei hoher Frequenz hohe Leistungen - also auch grosse Ströme - umzusetzen vermag und dabei kostengünstig zu produzieren ist.

Die Lösung der gestellten Aufgabe ist wiedergegeben im kennzeichnenden Teil des Patentanspruches 1 hinsichtlich ihrer Hauptmerkmale, in den Patentansprüchen 2 bis 7 hinsichtlich weiterer vorteilhafter Ausbildungen.

Anhand der beigefügten Zeichnung wird die Erfindung näher erläutert. Es zeigen

- Fig. 1 eine erste erfindungsgemässe Wicklungslage im Schnitt,  
 Fig. 2 eine zweite erfindungsgemässe Wicklungslage im Schnitt,  
 Fig. 3 die zweite Wicklungslage in der Abwicklung,  
 Fig. 4a das erfindungsgemässe Endstück im Schnitt,  
 Fig. 4b das erfindungsgemässe Endstück in der Draufsicht.

Spulen, auch solche für Transformatoren, werden in aller Regel auf einen Spulenkörper gewickelt, welcher nachträglich auf den Kern - aus Eisen oder Ferrit - aufgesteckt wird. Dies begrenzt den Füllfaktor und gibt Anlass zu erhöhter Streuinduktivität, welche unter anderem den Wirkungsgrad des Transformators und des Stromversorgungsgerätes senkt.

Fig. 1 zeigt ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemässen Wicklungslage im Schnitt. Mehrere, hier beispielsweise vier, parallele isolierte Drähte 1, werden direkt auf einen - nicht dargestellten zylindrischen Dorn gewickelt, bis die vorgesehene Anzahl der Vierfachwindungen erreicht ist. Anschliessend wird diese so gearbete Wicklungslage mit einer einseitig klebenden Kunststoff-Folie 2 ein- oder mehrlagig umwickelt, die Windungen in ihrer Gesamtgeometrie und ihrer gegenseitigen Lage also fixiert. An den Enden der Wicklungslage werden die einzelnen Drähte umgebogen in achsenparallele Richtung. Die so erzeugte Wicklungslage benötigt keinen Träger (Spulenkörper), muss aber eine gewisse Eigensteifigkeit aufweisen. Auf die Wicklungslagen und Endstücke wirken keine unerwünschten Kräfte. Die Isolationseigenschaften der Kunststoff-Folie 2 können im Rahmen der Eigenschaften verfügbarer Materialien frei gewählt werden. Zum Zwecke der Abschirmung einer solchen Wicklungslage gemäss Fig. 1 kann die Kunststoff-Folie 2 entweder mit einer Metallfolie 3 überklebt, oder es kann eine metallkaschierte Kunststoff-Folie 2 verwendet werden. Der elektrische Anschluss der Abschirmung ist beispielsweise mittels eines Drahtes 4 ebenfalls in axialer Richtung herausgeführt.

Fig. 2 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel einer Wicklungslage ebenfalls im Schnitt. Das Wicklungsmaterial besteht hier nicht aus Draht, sondern aus einem - aus Blech besonders zugeschnittenen - Kupferband 5, dessen Form aus Fig. 3 ersichtlich ist. Das Kupferband 5 besteht aus mehreren, beispielsweise fünf, rechteckigen Abschnitten 6 der Länge  $\underline{a}$ , welche jeweils durch parallelogrammförmige Abschnitte 7 der Länge  $\underline{s}$  verbunden sind. Die Summe der Längen  $\underline{a} + \underline{s}$  entspricht beispielsweise der Länge einer Windung, kann aber auch kürzer oder länger gewählt werden, je nach der vorgesehenen gegenseitigen Lage der beiden Enden des Kupferbandes 5. Diese sind in bezug auf die angrenzenden rechteckigen Abschnitte 6 als dazu sich im rechten Winkel erstreckende Zungen 8 ausgeführt. Die rechteckigen Abschnitte 6 weisen eine Breite  $\underline{b}$  auf und sind senkrecht zu deren axialer Erstreckung um einen Betrag  $\underline{b} + \underline{d}$  versetzt, wobei  $\underline{d}$  der Isolationsabstand zweier Windungen im gewickelten Zustande wird. Die parallelogrammförmigen Abschnitte 7 weisen einen Winkel  $\varphi$  auf, der vorzugsweise bei  $45^\circ$  liegt. Die Zungen 8 tragen beispielsweise je ein Loch 9, und der Übergang von jeder Zunge 8 zum angrenzenden rechteckigen Abschnitt 6 trägt eine Abschrägung ebenfalls um den Winkel  $\varphi$ .

Zur Herstellung einer Wicklungslage gemäss Fig. 2

wird das Kupferband 5 gemäss Fig. 3 ebenfalls - wie schon im Fig. 1 beschrieben - um einen Dorn gewickelt, dergestalt, dass die beiden Zungen 8 in axialer Richtung des Dorns weisen. Noch auf dem Dorn wird die so hergestellte Wicklungslage wiederum mit einer Kunststoff-Folie 2 überklebt und bleibt damit formstabil. Durch die in Fig. 3 gezeigte Formgebung des Kupferbandes 5 wird erreicht, dass die Wickelbreite der herzustellenden Wicklungslage voll ausgenützt werden kann.

Soll nun ein Transformator aufgebaut werden aus Primär- und Sekundärwicklungslagen gemäss Fig. 1 und 2, so wird beispielsweise eine Wicklungslage gemäss Fig. 1 auf einen solchen Dorn gewickelt, der im wesentlichen dem Durchmesser des Transformator-kerns hat; diese Wicklungslage stellt beispielsweise die Hälfte der Primärwicklung dar. Auf einen weiteren Dorn, dessen Durchmesser im wesentlichen dem Aussendurchmesser der genannten ersten Wicklungslage entspricht, wird eine Wicklungslage gemäss Fig. 2 hergestellt; diese Wicklungslage ist die Sekundärwicklung des Transformators. Auf einem dritten Dorn, dessen Durchmesser im wesentlichen dem Aussendurchmesser der Sekundärwicklung gemäss Fig. 2 entspricht, wird wiederum eine Wicklungslage gemäss Fig. 1 erzeugt. Die drei so hergestellten Wicklungslagen können nun übereinander geschoben werden.

Ueber jedes Ende der drei konzentrischen Wicklungslagen wird ein Endstück 10 gemäss Fig. 4a,b geschoben. Das Endstück 10 weist beispielsweise drei konzentrische kreisförmige Nuten 11 auf zur Aufnahme der drei genannten Wicklungslagen. Eine zentrale kreisrunde Oeffnung 12 ist für den Einsatz des Spulenkerns vorgesehen. In der gezeichneten Ausführungsform gemäss Fig. 4a,b weist das Endstück 10 drei Oeffnungen 13, 14, 15 auf, die hier so angeordnet sind, dass beispielsweise die eine Zunge 8 der Wicklung gemäss Fig. 2 aus der Oeffnung 13 heraussteht und die vier parallelen Drähte der zwei Wicklungslagen gemäss Fig. 1 je aus einer der Oeffnungen 14, 15. Das dem gezeichneten Endstück 10 gegenüberliegende Endstück 10 ist identisch ausgeführt, so dass die Zuordnung der Oeffnungen 13, 14, 15 zu den entsprechenden Enden jeder Wicklungslage dieselbe bleibt. Ist - wie hier beispielsweise vorgesehen - die innerste mit der äussersten Wicklungslage in Serie geschaltet, so lassen sich die aus den Oeffnungen 14, 15 herausstehenden Drähte eines Endstückes 10 (bei geeignetem Windungssinn der Wicklungslagen durch löten oder klemmen verbinden. Die beiden aus den Oeffnungen 13 herausstehenden Zungen 8 lassen sich bei geeigneter Länge beispielsweise auf Kühlbleche oder -körper aufschrauben, wodurch die dazwischen liegende Wicklung wirksam gekühlt werden kann. Auf das Endstück 10 sind zwei parallel zueinander verlaufende Stege 16 aufgesetzt, welche die zentrale Oeffnung 12 flankieren und den quer zur Spulenchse verlaufende Zweig des Kerns aufnehmen und gegen die Wicklungsenden, welche aus den Oeffnungen 13, 14, 15 herausgeführt sind, isolieren.

Ferner wird dadurch die Kriechstrecke von der Niederspannungsseite zur Hochspannungsseite des Transformators vergrössert.

Die Anzahl der Nuten 11 ist nicht an sich erfindungswesentlich; anstatt drei können es auch zwei oder mehr als drei sein, entsprechend der Anzahl der Wicklungslagen die der Transformator aufweisen soll. Die Anordnung der Oeffnungen 13, 14, 15 entsprechenden weiteren Oeffnungen, wird dem erforderlichen Isolationsabstand gemäss gewählt.

Die Vorteile der beschriebenen Anordnung liegen einerseits auf der technischen Ebene:

- höchstmöglicher Füllfaktor, weil die volle Wickelbreite ausgenützt werden kann,
- gute Wärmeableitung bei dicken, aus Blech beispielsweise gestanzten Wicklungen (gemäss Fig. 2 und 3),
- Wegfall des Innenspulenkörpers, dadurch höherer Füllfaktor und geringe Streuinduktivität,
- kleine Kapazität zwischen den Wicklungslagen, weil diese hauptsächlich durch Luft mit ihrer kleinen Dielektrizitätskonstanten voneinander getrennt sind,
- die Isolation zwischen den Wicklungslagen wird nicht auf Druck beansprucht,
- Eignung des Transformators für hohe Trennspannungen im Bereiche bis 20 kV, da sich bei geeigneter Höhe der Stege 16 lange Kriechstrecken realisieren lassen,
- einfache Möglichkeit, Abschirmungen einzubringen.

Die Vorteile auf der wirtschaftlichen Seite liegen hauptsächlich in der stark vereinfachten Herstellung der einzelnen Wicklungslagen, im modularen Aufbau verschiedener Transformatoren und der beliebigen externen Verdrahtbarkeit bzw. Verschachtelung der einzelnen Wicklungslagen.

#### Patentansprüche

1. Transformator, insbesondere für hohe Frequenzen und grosse Leistungen, dadurch gekennzeichnet, dass
  - er aufgebaut ist aus einzelnen aufeinander-schiebbaren Wicklungslagen, welche ohne Innenspulenkörper auf einen Dorn gewickelt und nach dem Wickelvorgang mit einer einseitig selbstklebenden isolierenden Kunststoff-Folie (2) überklebt werden,
  - der Aussendurchmesser einer Wicklungslage im wesentlichen dem Innendurchmesser der nächstäusseren Wicklungslage entspricht,
  - die Wicklungslagen für die Hochspannungs- und Niederstromseite des Transformators aus

- isoliertem Draht (1) gewickelt sind,
- die Wicklungslagen für die Niederspannungs- und Hochstromseite des Transformators aus je einem stufenförmig ausgebildeten Kupferband (5) bestehen,
- die innerste Wicklungslage direkt auf einen zylindrisch ausgebildeten Zweig des Transformator-kerns aufgesteckt werden kann,
- die einzelnen, in ihrer Gesamtheit sowohl die Primär- als auch die Sekundärwicklungen des Transformators bildenden Wicklungslagen von beiden Stirnseiten her mit je einem Endstück (10) aus isolierendem Kunststoff versehen sind, welches eine zentrale kreisrunde Oeffnung (12) enthält zur Aufnahme des zylindrischen Zweiges des Transformator-kerns, ferner mehrere konzentrischen Nuten (11) aufweist zur Aufnahme der einzelnen Wicklungslagen, in jeder Nut (11) eine in axialer Richtung verlaufende Oeffnung (13, 14, 15) hat zum Ausführen der Drähte (1) und einer Zunge (8) welche das Ende eines Kupferbandes (5) bildet, und dass das Endstück auf der den Wicklungslagen abgewandten Seite zwei parallele Stege (16) trägt, welche die zentrale Oeffnung (12) flankieren und sowohl zur Aufnahme des zum zylindrischen Zweig des Transformator-kerns senkrecht verlaufenden Kernteiles geeignet sind, als auch die Kriechstrecke zwischen den Anschlüssen der Niederspannungs- und der Hochspannungsseite des Transformators vergrössern,
- die einzelnen Anschlüsse der einzelnen Wicklungslagen auf der den Wicklungslagen abgewandten Seite der zwei Endstücke (10) zu Primär- und Sekundärwicklungen des Transformators in geeigneter Weise verbunden werden können.

2. Transformator nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die aus isoliertem Draht (1) hergestellten Wicklungslagen aus mehreren parallel geführten Drähten (1) bestehen.

3. Transformator nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die zum Ueberkleben einer Wicklungslage verwendete, einseitig selbstklebende Kunststoff-Folie (2) kupferkaschiert ist und von dieser Kupferkaschierung ein Draht (4) in axialer Richtung durch eine Oeffnung (14, 15) ins Endstück (10) geführt ist.

4. Transformator nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Kunststoff-Folie (2) einer Wicklungslage einseitig mit einer Metallfolie (3) überklebt ist und von dieser Metallfolie (3) ein Draht (4) in axialer Richtung durch eine Oeffnung (14, 15) ins Endstück (10) geführt ist.

5. Transformator nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass

- das stufenförmig ausgebildete Kupferband (5) aufgebaut ist aus einer Anzahl rechteckiger Abschnitte (6) der Länge  $\underline{a}$  und der Breite  $\underline{b}$ , welche verbunden sind durch parallelogrammförmige Abschnitte (7) der Länge  $\underline{s}$ , welche einen Winkel  $\varphi$  aufweisen in bezug auf die Längsrichtung,
- die Anzahl der rechteckigen Abschnitte (6) der Anzahl der Windungen der Wicklungslage entspricht,
- die durch die parallelogrammförmigen Abschnitte (7) bewirkte seitliche Versetzung der rechteckförmigen Abschnitte (6) von der Grösse  $\underline{b} + \underline{d}$  ist, wo  $\underline{d}$  der seitliche Isolationsabstand des gewickelten Kupferbandes (5) bedeutet,
- die kombinierte Länge  $\underline{a} + \underline{s}$  im wesentlichen dem Umfang der aus dem Kupferband (5) erzeugten Wicklungslage entspricht,
- die äussersten zwei rechteckförmigen Abschnitte (6) mit je einer senkrecht dazu verlaufenden und in die entgegengesetzten Richtungen weisenden Zunge (8) verbunden sind, der dabei entstehende Aussenwinkel ebenfalls um den Winkel  $\varphi$  abgeschrägt ist und die beiden Zungen (8) je ein Loch (9) aufweisen.

6. Transformator nach Patentanspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Winkel im wesentlichen  $\varphi = 45^\circ$  ist.

7. Transformator nach Patentanspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Form des Kupferbandes (5) durch Stanzen erzeugt ist.

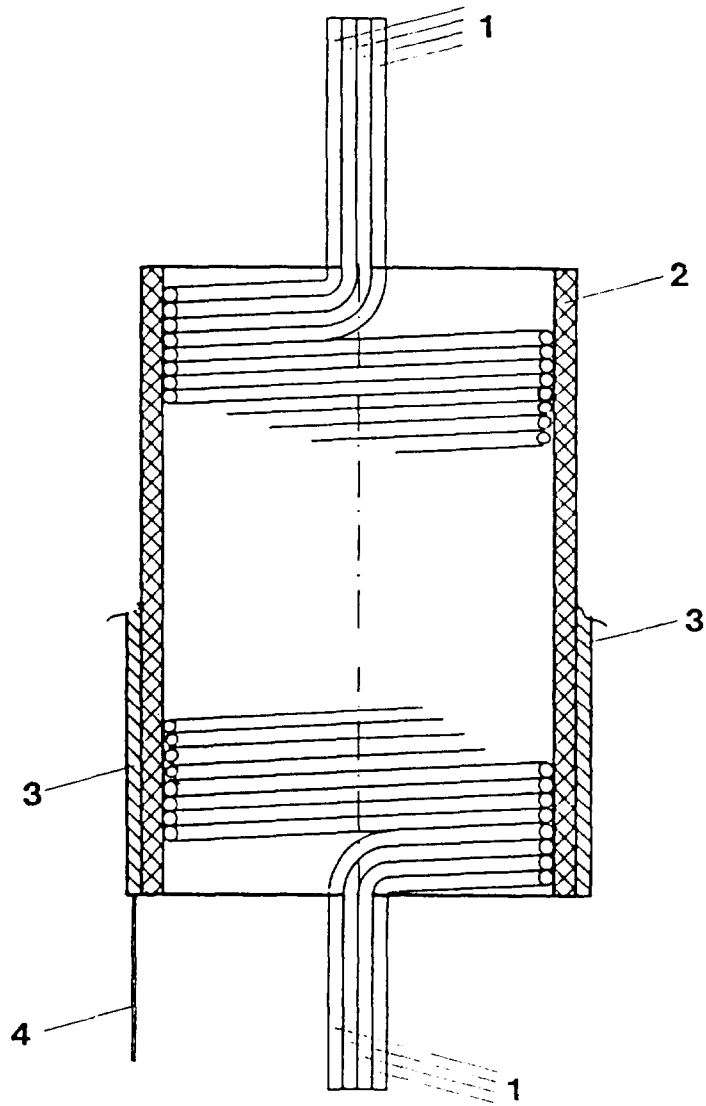
#### Claims

1. A transformer, especially for high frequencies and high outputs, characterised in that

- it is composed of individual winding layers able to be slipped onto each other, which are wound onto a mandrel without an inner coil body, and after the winding process have an insulating plastic foil (2) which is self-adhesive on one side, stuck over them,
- the external diameter of a winding layer corresponds substantially to the inner diameter of the next outermost winding layer,
- the winding layers for the high voltage side and low current side of the transformer are wound from insulated wire (1),
- the winding layers for the low voltage side and high current side of the transformer comprise in each case a copper band (5) constructed in

- stepped form,
- the innermost winding layer can be placed directly onto a cylindrically constructed branch of the transformer core,
  - the individual winding layers, in their entirety forming both the primary windings and also the secondary windings of the transformer, are provided from the direction of both end faces with an end piece (10) of insulating plastic in each case, which contains a central circular opening (12) to receive the cylindrical branch of the transformer core, additionally has several concentric grooves (11) to receive the individual winding layers, has in each groove (11) an opening (13, 14, 15) running in axial direction through which can extend the wires (1) and a tongue (8), which forms the end of a copper band (5), and that the end piece on the side facing away from the winding layers carries two parallel cross-pieces (16) which flank the central opening (12) and are both suitable to receive the core part running perpendicularly to the cylindrical branch of the transformer core and also increase the creep distance between the connections of the low voltage side and the high voltage side of the transformer,
  - the individual connections of the individual winding layers on the side, facing away from the winding layers, of the two end pieces (10) can be connected to primary and secondary windings of the transformer in a suitable manner.
2. A transformer according to Claim 1, characterised in that the winding layers produced from insulated wire (1) comprises several wires (1) guided in parallel.
  3. A transformer according to Claim 1, characterised in that the plastic foil (2) which is self-adhesive on one side and is used for sticking over a winding layer is copper-coated and from this copper coating a wire (4) is guided in axial direction through an opening (14, 15) into the end piece (10).
  4. A transformer according to Claim 1, characterised in that a metal foil (3) is stuck over the plastic foil (2) of a winding layer on one side and from this metal foil (3) a wire (4) is guided in axial direction through an opening (14, 15) into the end piece (10).
  5. A transformer according to Claim 1, characterised in that
    - the copper band (5) which is constructed in a stepped form is composed from a number of rectangular sections (6) of length  $a$  and width  $b$ , which are connected by parallelogram-shaped sections (7) of length  $s$ , which have an angle  $\varphi$  in relation to the longitudinal direction,
    - the number of rectangular sections (6) corresponds to the number of windings of the winding layer,
    - the lateral staggering, brought about by the parallelogram-shaped sections (7), of the rectangular sections (6) is the size  $b + d$ , in which  $d$  denotes the lateral insulation spacing of the wound copper band (5),
    - the combined length  $a + s$  corresponds substantially to the circumference of the winding layer produced from the copper band (5),
    - the outermost two rectangular sections (6) are connected in each case with a tongue (8) running perpendicularly thereto and pointing in the opposite directions, the exterior angle arising thereby is likewise chamfered by the angle  $\varphi$  and the two tongues (8) each have a hole (9).
  6. A transformer according to Claim 5, characterised in that the angle is substantially  $\varphi = 45^\circ$ .
  7. A transformer according to Claim 5, characterised in that the shape of the copper band (5) is produced by punching.
- ### Revendications
1. Transformateur, en particulier pour hautes fréquences et puissances élevées, caractérisé
    - en ce qu'il se compose de couches d'enroulements individuelles emboîtables les unes sur les autres, qui sont formées sur un mandrin, sans armature de bobine interne, et sur lesquelles on colle, après l'opération d'enroulement, une feuille de matière plastique isolante (2) auto-adhésive d'un côté,
    - en ce que le diamètre extérieur d'une couche d'enroulements correspond globalement au diamètre intérieur de la couche d'enroulements extérieure voisine,
    - en ce que les couches d'enroulements pour le côté haute tension et le côté courant faible du transformateur sont enroulées à partir d'un fil isolé (1),
    - en ce que les couches d'enroulements pour le côté basse tension et le côté courant faible du transformateur se composent chacune d'une bande de cuivre (5) de forme étagée,
    - en ce que la couche d'enroulements intérieure peut être enfilée directement sur une branche cylindrique du noyau du transformateur,
    - en ce que les couches d'enroulements individuelles qui forment dans leur ensemble les enroulements primaires et secondaires du trans-

- formateur sont pourvues, sur chaque côté frontal, d'un embout (10) en matière plastique isolante qui présente une ouverture circulaire centrale (12) destinée à recevoir la branche cylindrique du noyau du transformateur, et qui présente aussi plusieurs rainures concentriques (11) destinées à recevoir les couches d'enroulements individuelles, et, dans chaque rainure (11), une ouverture (13, 14, 15) qui s'étend dans le sens axial et qui est prévue pour la sortie des fils (1) et d'une languette (8) formant l'extrémité d'une bande de cuivre (5), et en ce que l'embout porte, sur le côté opposé aux couches d'enroulements, deux pattes parallèles (16) qui bordent l'ouverture centrale (12) et qui sont aptes aussi bien à recevoir l'élément formant noyau perpendiculaire à la branche cylindrique du noyau du transformateur, qu'à allonger la ligne de fuite entre les connexions du côté basse tension et du côté haute tension, et
- en ce que les différentes connexions des couches d'enroulements individuelles peuvent être reliées d'une manière adéquate, sur le côté des deux embouts (10) opposé aux couches d'enroulements, aux enroulements primaires et secondaires du transformateur.
2. Transformateur selon la revendication 1, caractérisé en ce que les couches d'enroulements fabriquées à partir d'un fil isolé (1) se composent de plusieurs fils parallèles (1).
3. Transformateur selon la revendication 1, caractérisé en ce que la feuille de matière plastique (2) auto-adhésive d'un côté qui est collée sur une couche d'enroulements est couverte de cuivre, et à partir de ce plaquage en cuivre, on introduit un fil (4) dans l'embout (10), dans le sens axial, par une ouverture (14, 15).
4. Transformateur selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'une feuille de métal (3) est collée sur un côté de la feuille de matière plastique (2) d'une couche d'enroulements, et à partir de cette feuille de métal (3), on introduit un fil (4) dans l'embout (10), dans le sens axial, par une ouverture (14, 15).
5. Transformateur selon la revendication 1, caractérisé
- en ce que la bande de cuivre (5) de forme étagée se compose d'un certain nombre de sections rectangulaires (6) d'une longueur  $\underline{a}$  et d'une largeur  $\underline{b}$  reliées par des sections en forme de parallélogramme (7) d'une longueur  $\underline{s}$  qui définissent un angle  $\varphi$  par rapport au sens longitudinal,
  - en ce que le nombre de sections rectangulaires (6) correspond au nombre d'enroulements de la couche d'enroulements,
  - en ce que le décalage latéral des sections rectangulaires (6) dû aux sections en forme de parallélogramme (7) est égal à la valeur  $\underline{b} + \underline{d}$ ,  $\underline{d}$  désignant l'écartement isolant latéral de la bande de cuivre (5) enroulée,
  - en ce que la longueur combinée  $\underline{a} + \underline{s}$  correspond globalement à la couche d'enroulements fabriquée à partir de la bande de cuivre (5), et
  - en ce que les deux sections rectangulaires (6) extérieures sont reliées à des languettes respectives (8) perpendiculaires à ces sections et dirigées dans des sens opposés, l'angle extérieur ainsi formé est coupé suivant l'angle  $\varphi$ , là aussi, et les deux languettes (8) présentent chacune un trou (9).
6. Transformateur selon la revendication 5, caractérisé en ce que l'angle est globalement  $\varphi = 45^\circ$ .
7. Transformateur selon la revendication 5, caractérisé en ce que la forme de la bande de cuivre (5) est obtenue par découpage.



**Fig. 1**

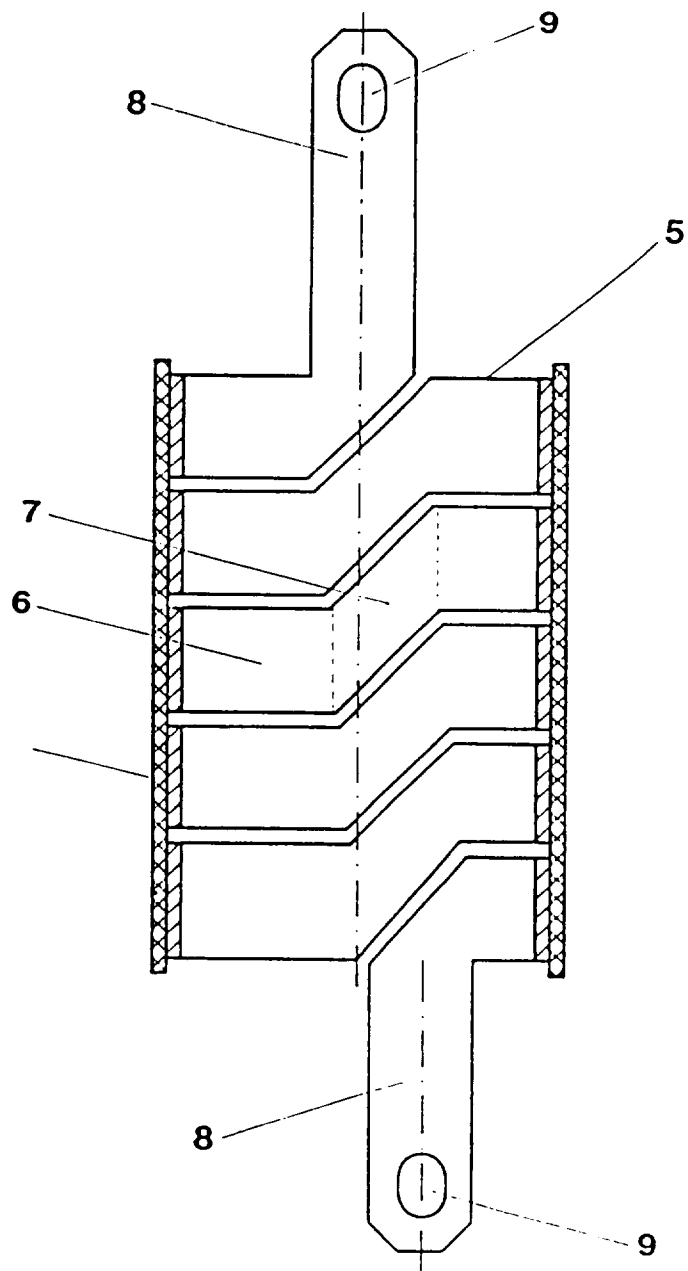


Fig. 2

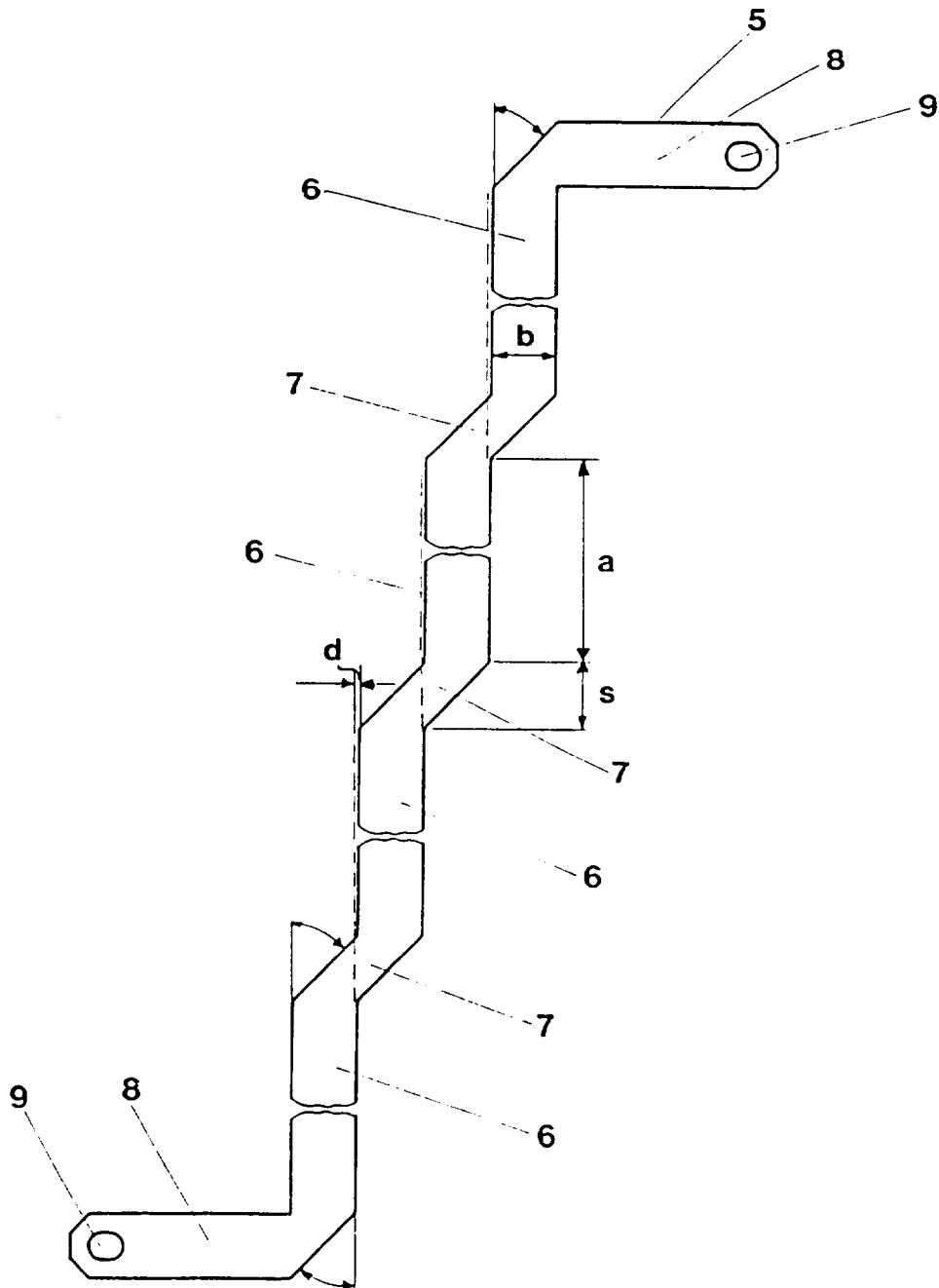
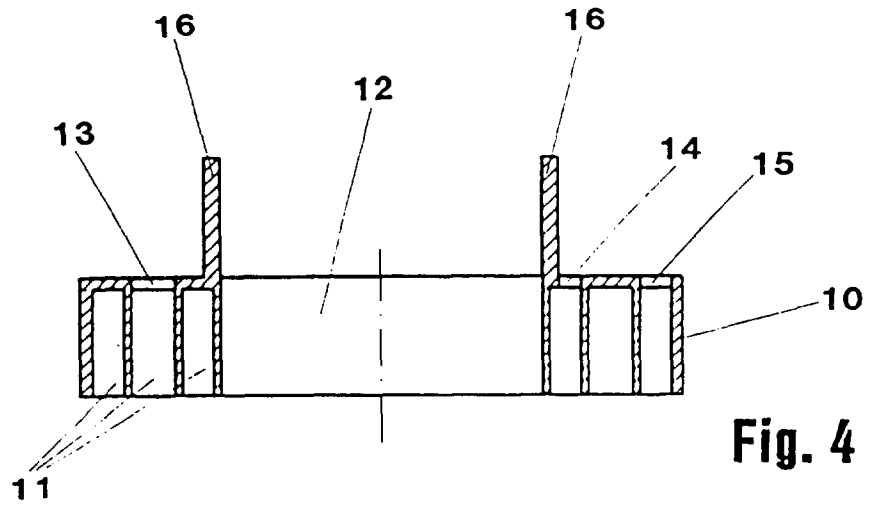
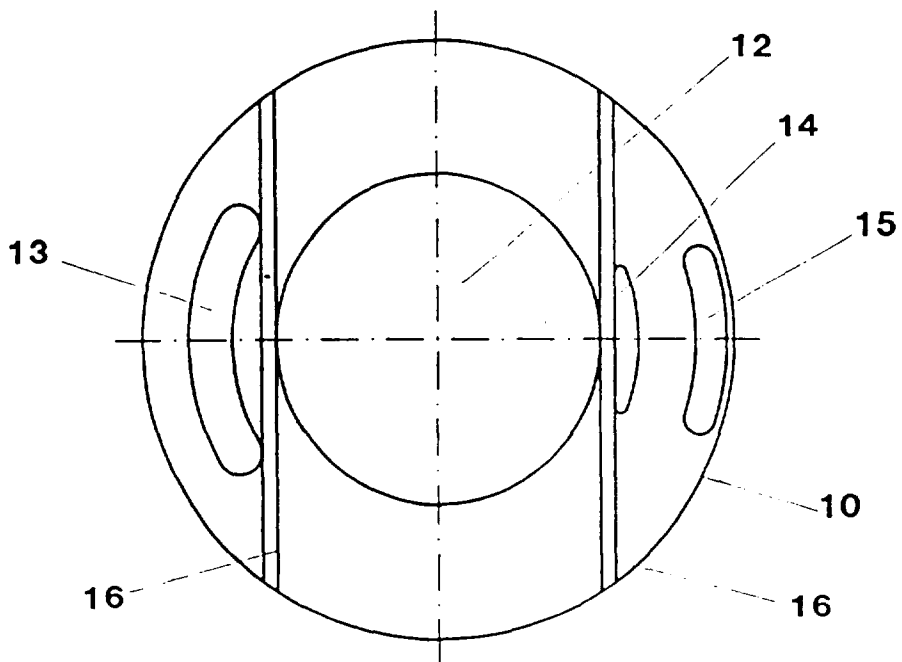


Fig.3



**Fig. 4 a**



**Fig. 4 b**