

①9



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets

①1

Veröffentlichungsnummer: **0 017 019**  
**B1**

①2

## EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

④5

Veröffentlichungstag der Patentschrift:  
**07.09.83**

⑤1

Int. Cl.<sup>3</sup>: **H 01 F 29/02, H 01 F 27/28**

②1

Anmeldenummer: **80101231.1**

②2

Anmeldetag: **11.03.80**

⑤4

**Transformator oder Drossel mit einer Wicklung mit Anzapfungen.**

③0

Priorität: **31.03.79 DE 2912935**

④3

Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**15.10.80 Patentblatt 80/21**

④5

Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**07.09.83 Patentblatt 83/36**

⑧4

Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH FR GB IT NL SE**

⑤6

Entgegenhaltungen:  
**DE-A-1 538 220**  
**DE-A-1 563 221**  
**DE-A-1 908 982**  
**DE-A-2 235 334**  
**DE-B-1 089 878**  
**DE-B-1 089 878**  
**DE-B-1 172 364**  
**DE-C-931 301**  
**»Elektrische Maschinen« von Heinrich Sequenz,**  
**1971, Seiten 6—8**

⑦3

Patentinhaber: **Smit Transformatoren B.V.,**  
**Groenestraat 336, NL-6500 HJ Nijmegen (NL)**

⑦2

Erfinder: **Wildeboer, Jan, Wylerbaan 22, NL-6561 KR**  
**Groesbeek (NL)**

⑦4

Vertreter: **Schulze Horn, Stefan, Dipl.-Ing. et al,**  
**Patentanwälte Dipl.-Ing. S. Schulze Horn M.SC. Dr. H.**  
**Hoffmeister Goldstrasse 36, D-4400 Münster (DE)**

**EP 0 017 019 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt 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).

# Transformator oder Drossel mit einer Wicklung mit Anzapfungen

Die Erfindung bezieht sich auf einen Transformator oder eine Drossel mit lagenweiser Wicklung, bei der in einer Wicklungslage, insbesondere der äußersten, Anzapfungen vorgesehen sind.

Aus der DE-B-1 254 754 ist ein Stufentransformator bekannt, bei dem eine Ausführungsform eine Feinstufenwicklung besitzt, die aus mehreren, nach Art einer mehrgängigen Schraube ineinandergewickelten, in Reihe geschalteten Zylinderspulen oder Lagen besteht, von denen nur die äußerste Anzapfungen aufweist. Derartige Wicklungen werden für hohe Spannungen und niedrigere Stromstärken verwendet und sind leicht anzupfen. Die bei Auftreten eines Kurzschlusses auftretenden Kräfte sind deshalb noch relativ leicht beherrschbar.

Gegenüber dem Stand der Technik stellt sich demnach die Aufgabe, eine mit Anzapfungen versehene Wicklung für Transformatoren oder Drosseln anzugeben, die ohne Einsatz einer besonderen Feinstufenwicklung eine hohe Kurzschlußfestigkeit hat und die trotzdem in einfacher Weise mit Anschlüssen bzw. Anzapfungen versehen werden kann. Die Bauart soll sich für hohe Stromstärken eignen.

Die Lösung dieser Aufgabe wird durch Transformatoren oder Drosseln ermöglicht, bei denen die Wicklung mit einer Anzahl von Windungen pro Wicklungslage und mehreren parallelen, gegeneinander isolierten Leitern als Wendelwicklung mit Auskreuzungen oder Verdrehungen gewickelt ist, bei der jeder Leiter in jeder Wicklungslage geführt ist und alle Windungsabschnitte mit gleicher Anzapfkonfiguration versehen sind.

Die Anzapfungen der verschiedenen Wicklungsabschnitte sind alle in derselben Lage vorgesehen, um die Stromverteilung gleichmäßig über die parallelen Zweige (Drähte) der Wicklung zu gewährleisten. Anzapfungen in der außenliegenden Lage haben den Vorteil, daß die Anzapfstellen leicht anzubringen sind. Ein Nachteil kann jedoch sein, daß die nach außen führenden Drähte an den Unterbrechungen mit speziellen Vorkehrungen oder Maßnahmen festgelegt werden müssen.

Dagegen sind dann, wenn die Anzapfungen in einer der innenliegenden Lagen angebracht sind die lose liegenden Wicklungsenden von den (oder der) darüber gewickelten Wicklungslage(n) gehalten. Weiterhin können die an den Drähten aufgrund u. a. von Kurzschlußkräften auftretenden mechanischen Beanspruchungen besser beherrscht werden. Da bei ausgeschalteten Windungen die nicht Strom führenden Wicklungsteile über die ganze Höhe der Wicklung verteilt sind, werden Durchflutungs-Unsymmetrien weitgehend vermieden.

Aus der FR-A-1 147 646 geht nun ein äußerlich ähnlicher Wicklungsaufbau wie der gemäß Anmeldungsgegenstand hervor. Eine nähere

Untersuchung zeigt jedoch, daß die dargestellte Wicklung lediglich eine Lagenwicklung ist, die mit parallelen Drähten ausgeführt ist. Nachteilig ist bei derartigen Wicklungen, daß eine hohe Kurzschlußfestigkeit schwer zu erzeugen ist. Wegen der grundsätzlichen Unterschiede in der Konstruktion kann der bekannte Wicklungsaufbau nicht auf den Anmeldungsgegenstand übertragen werden.

Weiterhin zeigt die ausgelegte deutsche Patentanmeldung A 10 479 (bekanntgemacht am 26. 11. 1953) einen Transformator mit lagenweiser Hochspannungswicklung und mit Anzapfungen, bei dem die außenliegende, die Anzapfungen tragende Wicklungslage durch mehrere aneinandergesetzte Abteilungsspulen gebildet wird, die mit ihren Endpunkten sowie mit ihren Anzapfpunkten untereinander parallel geschaltet sind. Auch bei dieser Transformator-Wicklung liegt keine Wendelwicklung vor, so daß sich die Lösung gemäß der Figur und der Beschreibung genannter Auslegeschrift stark vom Anmeldegegenstand unterscheidet.

Die Transformatoren oder Drosseln gemäß Anmeldungsgegenstand können so beschaffen sein, daß die Windungsabschnitte mit vier oder mehr Anzapfungen zum Anschluß an einen oder mehrere Umsteller versehen sind.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden anhand der Figuren erläutert. Diese zeigt

Fig. 1A eine Wicklung für einen Transformator oder Drossel in schematischer Darstellung, bestehend aus  $m=4$  parallelen, gegeneinander isolierten Drähten und  $n=32$  Windungen pro Wicklungslage, bei denen die Anzapfungen in der äußersten Wicklungslage angebracht sind,

Fig. 1' eine Wicklung in schematischer Darstellung, mit sechs Anzapfungen,

Fig. 1B die Wicklung gemäß Fig. 1A in einer anderen Darstellungsart,

Fig. 1C zeigt die Ansicht auf eine Abwicklung der äußersten Wicklungslage mit den Anschlußstellen,

Fig. 2A/B eine Wicklung analog der gemäß den Fig. 1A/B, jedoch mit Anzapfungen in einer tieferliegenden Wicklungslage,

Fig. 2C zeigt einen Schnitt durch die Wicklung gemäß Fig. 2A im Bereich der Anzapfungen,

Fig. 3 zeigt eine Wicklung mit  $m=6$  und  $n=60$ ,

Fig. 4A zeigt eine Variante der Wicklung als eine zyklische Wendelwicklung,

Fig. 4B zeigt einen Teil der Abwicklung der äußersten Wicklungslage einer Wicklung gemäß Fig. 4A.

Bei den Ausführungsbeispielen wird Gebrauch gemacht von der an sich bekannten Wendelwicklung, bei der  $m$  parallele Drähte bei einer Windungszahl von  $n$  nach je  $\frac{n}{m}$  Windungen  $m$  der

Reihenfolge zyklisch vertauscht werden, wobei sich die notwendigen Auskreuzungen und Verdrehungen regelmäßig über die Höhe verteilen.

für die Auskreuzungen sind  $m-1$  Lücken entsprechender Breite freizulassen. Nach der Erfindung sind die aus  $\frac{n}{m}$  Windungen bestehenden Windungsabschnitte in einer Wicklungslage geteilt, und mit mehreren Anzapfungen versehen.

Die in der Fig. 1A schematisch dargestellte Wicklungsanordnung stellt eine außenliegende Wendelwicklung mit vier parallelen Drähten dar. Eine solche Wicklung wird beispielsweise für eine Nennleistung von  $N=2000$  kVA und  $U=6000$  V eingesetzt. Im allgemeinen liegen die Stromstärken bei derartigen Wicklungen im Bereich größer als 200 A. Die einzelnen Drähte a, b, c, d bilden die vier Wicklungslagen, wobei die Drähte als Wendelwicklung mit Auskreuzungen 5, 5', 5'' geführt sind. In jeder Wicklungslage sind damit Wicklungsabschnitte aufgebaut, die jeweils  $\frac{n}{m}$  Windungen aufweisen. Auch die außenliegende Wicklungslage 6 weist damit vier Windungsabschnitte 7, 7', 7'', 7''' auf. Diese Windungsabschnitte in der äußersten Wicklungslage sind geteilt und mit vier Anzapfungen 8–11 versehen, die, wie beispielsweise in Fig. 1A dargestellt, zum Anschluß an einen Umsteller 12 geeignet sind. Die eigentliche Technik zum Schalten und Verbinden der Anzapfanschlüsse ist an sich bekannt und beispielsweise dem Buch von Rudolf Küchler »Die Transformatoren«, 2. Auflage, Springer Verlag, Berlin, S. 205 ff zu entnehmen.

In Fig. 1B sind zur Verdeutlichung des Wicklungsaufbaus die einzelnen Leiter mit a–b–c–d bezeichnet, wobei jede Windung mit den fortlaufenden Zahlen 1...32 bezeichnet ist. Deutlich ist zu erkennen, daß jeder Leiter einmal in der äußersten Wicklungslage zu liegen kommt und dort mit den Anzapfungen 8–11 versehen ist. Zwischen den Windungen 8–9 und 16–17 sind die Auskreuzungen zu erkennen.

Zur weiteren Verdeutlichung des Aufbaus dient die Fig. 1C. Aus der Abwicklung der äußeren Wicklungslage gemäß Fig. 1C zeigt die Figur eine Ansicht mit den Anschlußstellen für die Anzapfungen 8–11, eine Unterbrechung 14 und eine Auskreuzstelle 16. Für die weiteren Wicklungsabschnitte setzt sich das Bild nach unten fort. Es ist zu erkennen, daß die Drahtabschnitte, die in der Draufsicht zu erblicken sind, für die Windungen 1–8 durch die Leiter d gebildet sind; die nachfolgenden Windungen 9, 10... werden von den Leitern a gebildet.

Die Erfindung läßt sich auch durch Anzapfungen verwirklichen, die nicht in der äußersten, sondern in einer tieferliegenden Wicklungsschicht angebracht sind. Fig. 2A zeigt eine Wendelwicklung mit den Drähten a, b, c, d, bei der die Anzapfungen 8', 9', 10', 11' nicht in der äußersten, sondern in einer tieferliegenden Schicht angebracht sind. Die Wicklungskonfiguration entspricht der der Fig. 1A. Es kann demnach auch ein entsprechender Umsteller verwendet werden.

Entsprechend ist in der Darstellung gemäß Fig. 2B vorgesehen, daß die Anzapfungen aus dem Inneren der Wicklung nach außen geholt werden. Diese Art der Wicklung hat den Vorteil, daß die Anzapfstelle gestützt sind durch die darüberliegenden Wicklungslagen.

Fig. 2C zeigt eine Schnittansicht gemäß der Linie C...C in Fig. 2B. Auf dem Wickelzylinder 20 liegen Abstandsleisten 21 auf, auf die die Wicklungslagen a bis d aufgebracht sind. Im Bereiche der Anzapfungen sind Distanzstücke 22 über die Peripherie des Wickelzylinders verteilt angebracht. Diese Distanzstücke erlauben es, daß die Drähte der Anzapfungen 9', 10' nach außen geführt werden können und nicht gequetscht werden.

An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, daß statt vier Anzapfungen auch eine andere Anzahl Anzapfungen vorgenommen werden kann, z. B. sechs, wie dies in Fig. 1' dargestellt ist. Durch die Wahl der Zahl der Anzapfungen und deren verschiedene Verbindungsmöglichkeiten können die Spannungswerte quasi-kontinuierlich abgestimmt werden.

In Fig. 3 ist in analoger Fortführung des Erfindungsprinzips, wie es in den Fig. 1A–C dargestellt ist, eine Wicklung mit  $n=60$  Windungen pro Wicklungslage und  $m=6$  parallelen, gegeneinander isolierten Drähten für eine Wicklungsanordnung als Beispiel gewählt.

Das Erfindungsprinzip läßt sich weiterhin ausdehnen auf alle Typen von Wechselwicklungen. In den Fig. 4A und B ist eine zyklische Wendelwicklung dargestellt, bei der parallele Drähte einer Windung sowohl in radialer als auch in axialer Orientierung vertauscht angeordnet sind und in festliegenden Abständen mittels Verdrillungen den Platz wechseln.

Insgesamt liegen in dem Figurenbeispiel 64 Windungen pro Wicklungslage, wobei jeder der acht Drähte für etwa acht Windungen in die außenliegende Wicklungslage geführt ist.

Insgesamt besitzt das Leiterbündel acht Drähte (Zweige) a, b...h, wobei im dargestellten Beispiel zunächst der Zweig d, der außen liegt, mit den Anzapfungen 18, 19 verbunden ist. Weiterhin sind die Verdrillungsstellen dargestellt. Im nächsten Wicklungsabschnitt ist eine entsprechende Anzapfkonfiguration mit den Zweigen c verbunden. Dieser Aufbau setzt sich fort über die gesamte Wicklung. Es sei angemerkt, daß auch in diesem Falle die in einer tieferen Wicklungslage liegenden Drähte mit Anzapfungen versehen werden können.

Fig. 4B zeigt einen Teil einer Abwicklung einer zyklischen Wendelwicklung, wobei Anzapfungen 18, 19 zu erkennen sind. Ferner sind die Verdrillungen und die Unterbrechungen deutlich dargestellt.

Bei allen dargestellten Ausführungsbeispielen sind die Anzapfanschlüsse alle in derselben Wicklungslage angebracht, wobei sichergestellt ist, daß jeder der Drähte in jede Wicklungslage geführt ist.

## Patentansprüche

1. Transformator oder Drossel mit lagenweiser Wicklung, bei der in einer Wicklungslage, insbesondere der äußersten, Anzapfungen vorgesehen sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Wicklung mit einer Anzahl von Windungen pro Wicklungslage und mehreren parallelen, gegeneinander isolierten Leitern als Wendelwicklung mit Auskreuzungen oder Verdrillungen gewickelt ist, bei der jeder der Leiter in jeder Wicklungslage geführt ist und alle Windungsabschnitte (7, 7', 7'', 7''') mit gleicher Anzapfungsconfiguration versehen sind.

2. Transformator oder Drossel nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Windungsabschnitte mit vier oder mehr Anzapfungen zum Anschluß an einen oder mehrere Umsteller (12) versehen sind.

## Claims

1. A transformer or inductor having a layered winding, with taps being provided in the one winding layer, especially the outermost layer, characterized in that the winding is wound with a number of turns per winding layer and a plurality of parallel mutually insulated conductors as a helical winding including cross-joints or twists, wherein each of said conductors is extended in

each winding layer, and all winding portions (7, 7', 7'', 7''') are provided with identical tapping configuration.

2. The transformer or inductor according to claim 1, characterized in that the winding portions are provided with four or more taps for connection to one or more alternators (12).

## Revendications

1. Transformateur ou bobine de réactance à bobinage disposé en couches, pour lequel des prises intermédiaires sont prévues dans l'une des couches de bobinage, en particulier celle située le plus à l'extérieur, caractérisé en ce que le bobinage est bobiné, avec un certain nombre de spires par couche de bobinage et plusieurs conducteurs parallèles et isolés l'un par rapport à l'autre, pour former un bobinage étrelacé avec des zones de croisement ou de torsadage, dans lesquels chacun des conducteurs de chaque couche de bobinage est guidé, et toutes les sections de bobinage (7, 7', 7'', 7''') présentent la même configuration de prise intermédiaire.

2. Transformateur ou bobine de réactance selon la revendication 1, caractérisé en ce que les sections de bobinage sont prévues avec au moins quatre prises intermédiaires pour la liaison à un ou plusieurs changeurs de position (12).

35

40

45

50

55

60

65

4

Fig. 1A

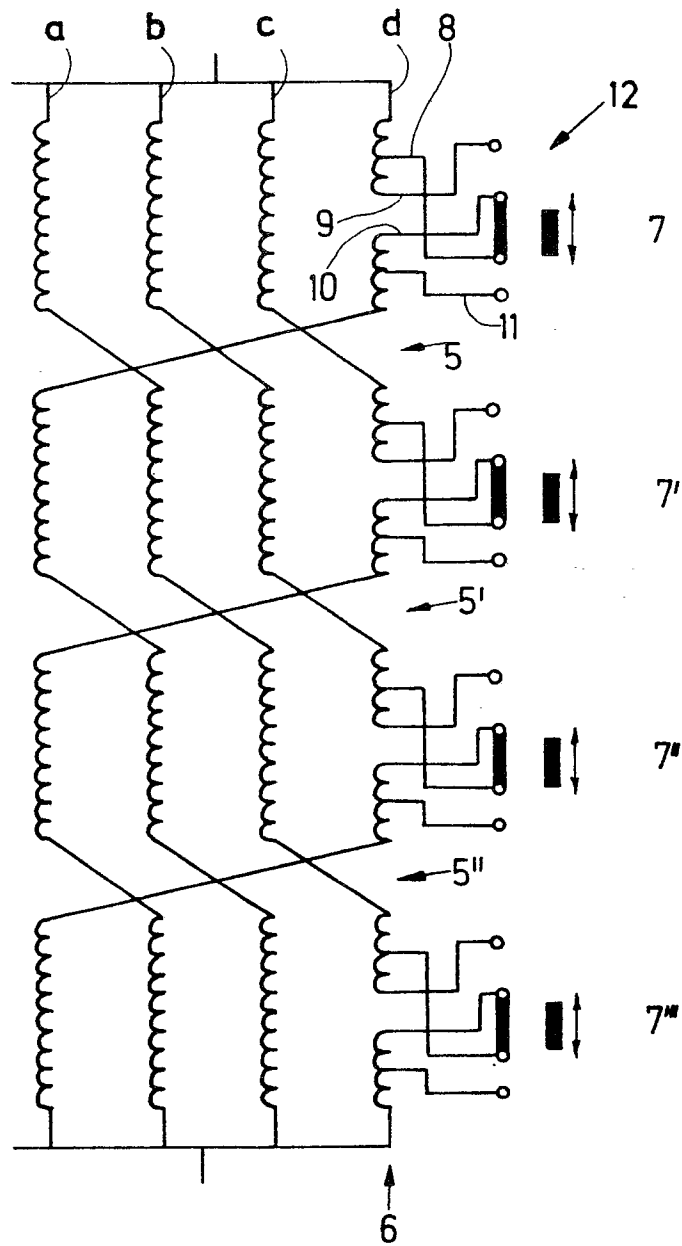
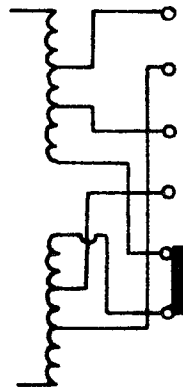


Fig. 1'



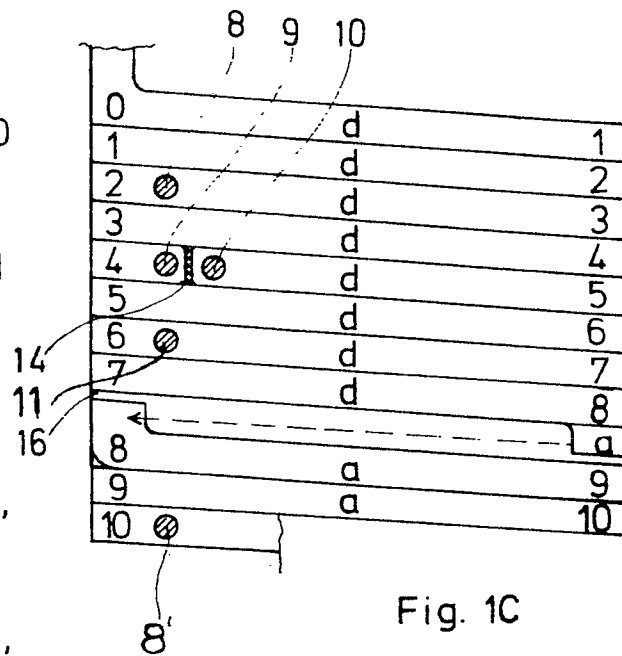
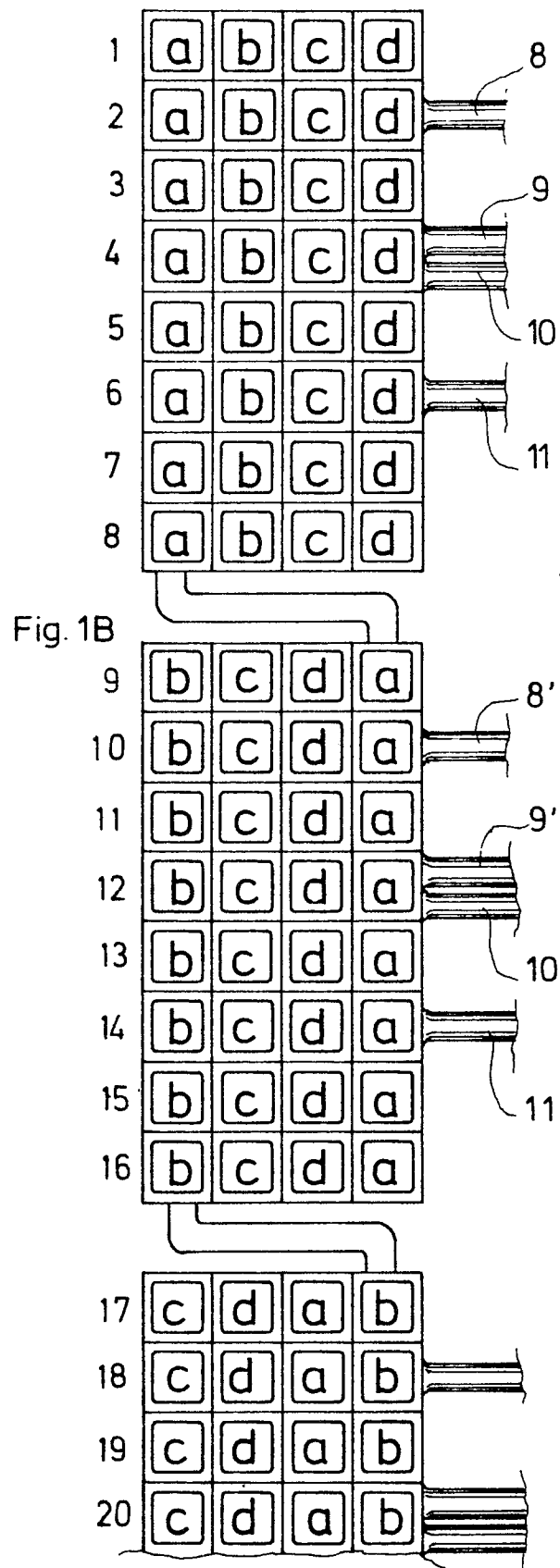
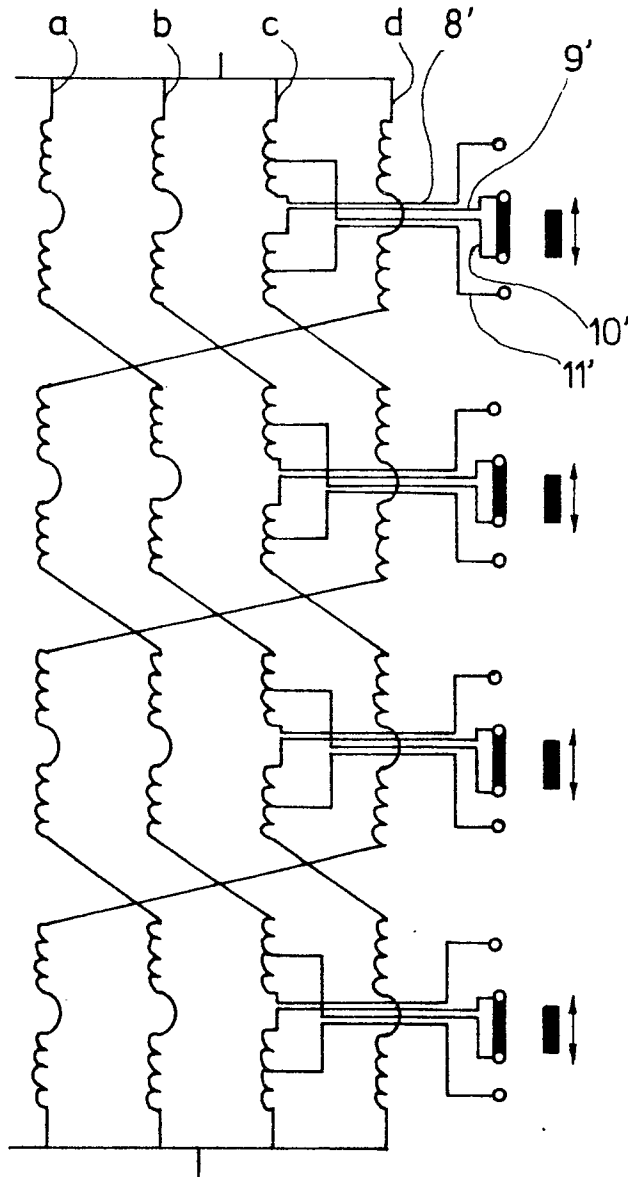


Fig. 2A



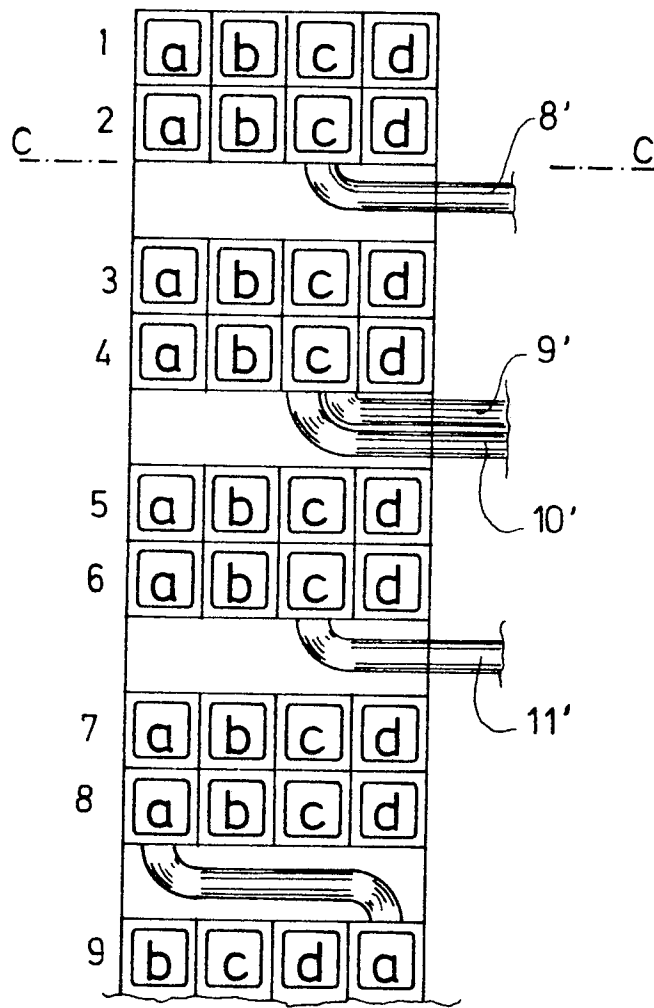


Fig. 2B

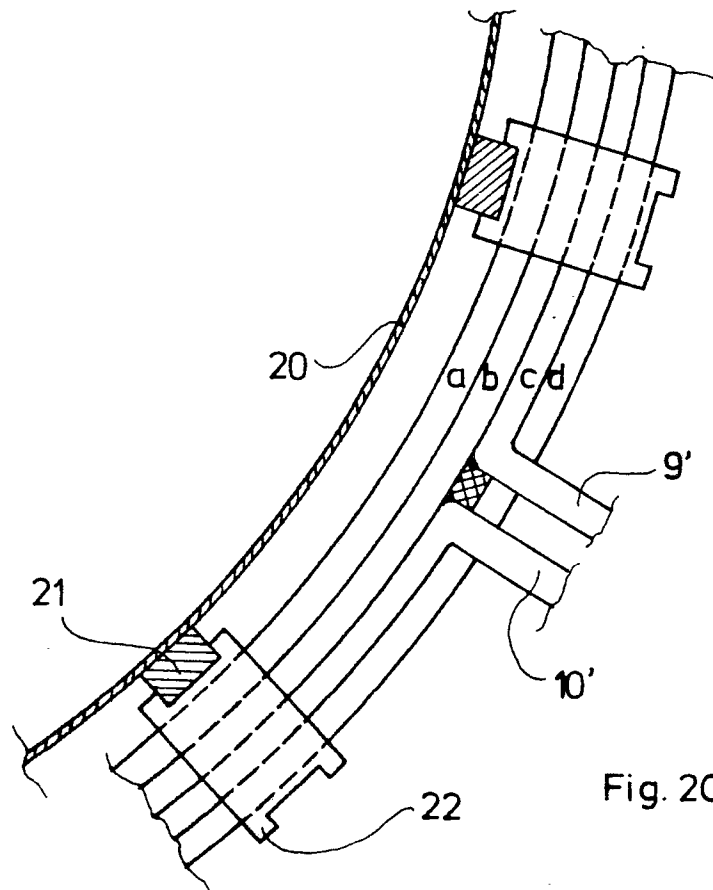


Fig. 2C



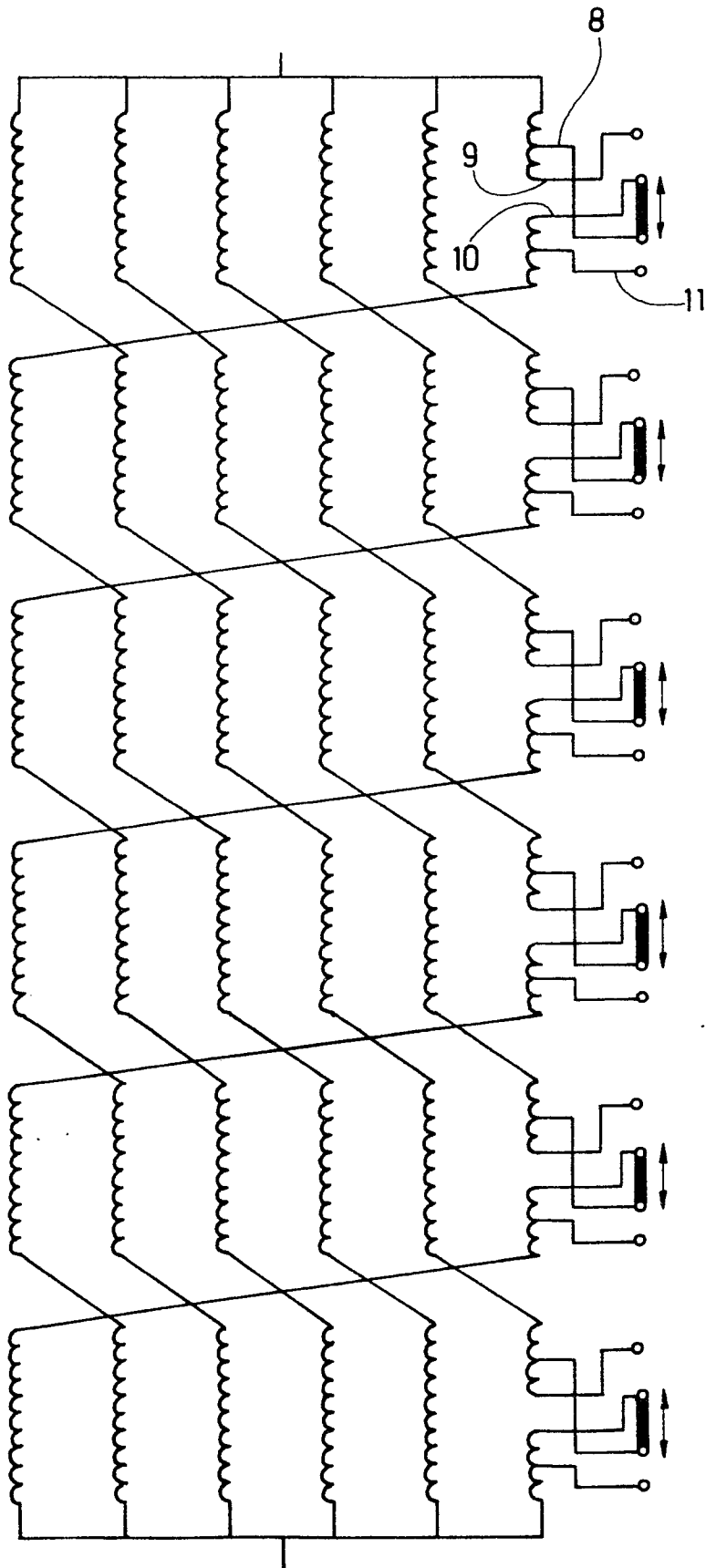


Fig. 3

1	a	b	c	d
2	h	g	f	e
3	a	b	c	d
4	h	g	f	e
5	a	b	c	d
6	h	g	f	e
7	a	b	c	d
8	h	g	f	e
Verdrillung				
9	h	a	b	c
10	g	f	e	d
11	h	a	b	c
12	g	f	e	d
13	h	a	b	c
14	g	f	e	d
15	h	a	b	c
16	g	f	e	d
usw				

Fig. 4A

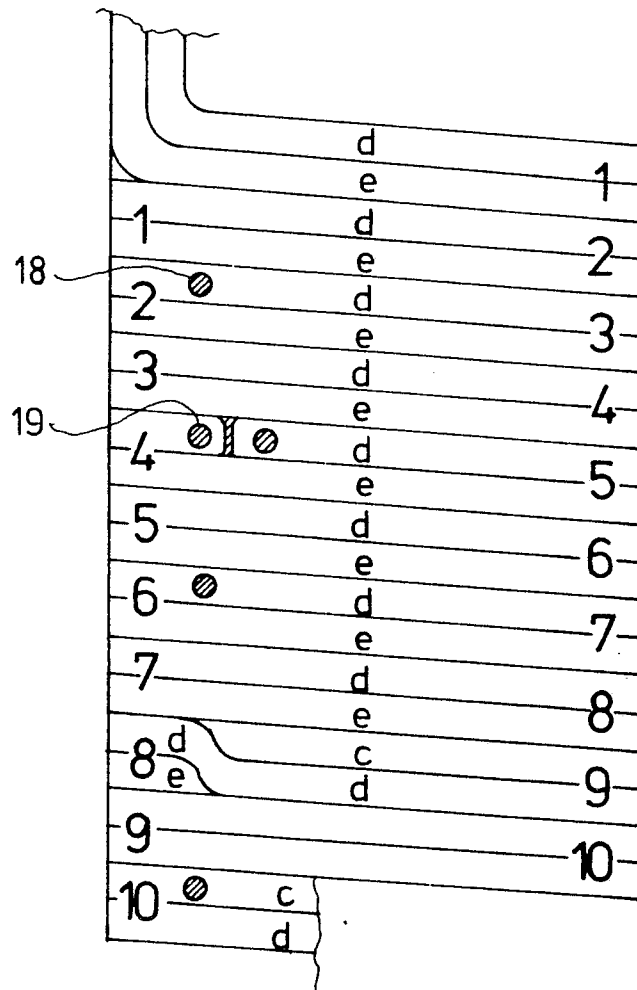


Fig. 4B