(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer: **0 109 024**
A1

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: **83111096.0**

(22) Anmeldetag: **07.11.83**

(51) Int. Cl.³: **H 01 B 5/00**, H 01 F 27/04, H 01 F 27/28

(30) Priorität: **16.11.82 DE 3242438**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung: **23.05.84**
Patentblatt 84/21

(84) Benannte Vertragsstaaten: **AT BE DE FR GB IT NL SE**

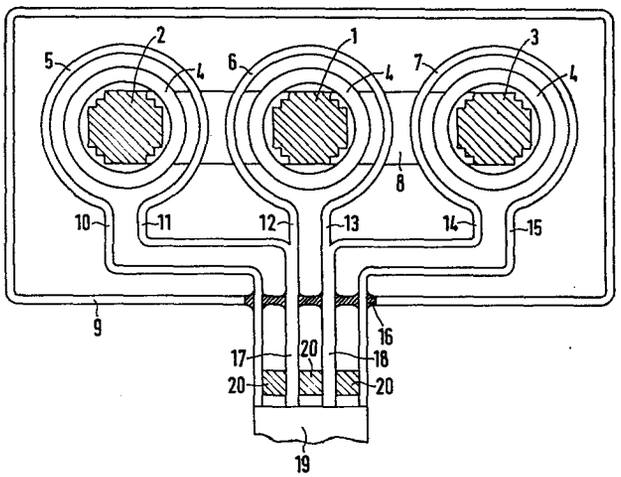
(71) Anmelder: **TRANSFORMATOREN UNION AKTIENGESELLSCHAFT, Deckerstrasse 1, D-7000 Stuttgart 50 (DE)**

(72) Erfinder: **Henrici, Peter, Königsbergerstrasse 17, D-8520 Erlangen (DE)**

(74) Vertreter: **Mehl, Ernst, Dipl.-Ing. et al, Postfach 22 01 76, D-8000 München 22 (DE)**

(54) Hochstromleitung für Drehstrom.

(57) Zur Übertragung von großen elektrischen Leistungen bei kleinen Spannungen und dementsprechend sehr großen Strömen aus einem Ofentransformator zu einem benachbarten Stahlschmelzofen dienen üblicherweise im Querschnitt im Verhältnis zu ihrer Dicke sehr breite Leiter (10, 17, 18, 15). Erfindungsgemäß liegen sich alle Leiter (10, 15, 17, 18) einer Leitung im Bereich der Wicklungsausleitungen (10 bis 15) ebenso wie im Bereich einer Durchführung (16) durch eine Kesselwand (9) und wie in einem sich hieran anschließenden Leiterabschnitt mit ihren breiten Seiten gegenüber und überdecken sich gegenseitig vollständig, wobei die Breite der Leiter (10, 15, 17, 18) gleich der Wicklungshöhe ist. Die Anwendung der erfindungsgemäßen Hochstromleitung ist bei extrem großen Stromstärken zweckmäßig, weil sie eine gleichmäßige Verteilung des Stroms auf den gesamten Leiterquerschnitt der Einzelleiter erzwingt.



EP 0 109 024 A1

TRANSFORMATOREN UNION AG
Stuttgart

Unser Zeichen
VPA 82 P 6512 E

Hochstromleitung für Drehstrom

Die Erfindung betrifft eine Hochstromleitung für Drehstrom zur Übertragung von großen elektrischen Leistungen mit sehr großen Strömen bei kleinen Spannungsunterschieden von einem Transformator zu einem benachbarten Großverbraucher, beispielsweise einem Stahlschmelzofen oder einem elektrolytischen Bad, über im Querschnitt im Verhältnis zu ihrer Dicke sehr breite Leiter.

Die Leitungen für derartige Anwendungsfälle sind, wie sich beispielsweise auch aus den Anschlüssen eines Ofentransformators auf Seite 2 des von der Transformatoren Union AG herausgegebenen Trafo-Brief 29 vom April 1978 ergibt, üblicherweise so gestaltet, daß die einzelnen Leiter in etwa die Längskanten einer dreiseitigen Säule bilden. Dabei bildet sich außerhalb der von Platten oder Rohren dargestellten Leiter ein sich drehendes Streufeld. Es sind daher die gesamte Leitung umschließende metallische oder elektrisch leitende Hüllen zu vermeiden, weil jede derartige Hülle wie ein außen angebrachter festgestellter Kurzschlußläufer zu betrachten ist, der ständig den Anlaufstrom aufnimmt.

Im Hinblick auf die im allgemeinen große umzusetzende Leistung sind die zur Versorgung von Stahlschmelzöfen und ähnlichem vorgesehenen Transformatoren mit einer Ölkühlung ausgerüstet. Der Aktivteil dieser Transformatoren ist daher in einem mit Öl gefüllten Kessel aufgestellt, durch dessen Seitenwand die Wicklungsausleitungen hindurchgeführt sein müssen. Auch im Bereich dieser Durchführungen haben die Leiter eine im Verhältnis zu ihrer Dicke sehr große Breite. Da die Breitseiten der

Leiter aufgrund der parallelen Wickelachsen selber auch parallel zueinander sind und gleichzeitig die Flächenschwerpunkte der Leiterquerschnittsflächen die Ecken eines annähernd gleichseitigen Dreiecks bilden, stehen sich im Bereich der Durchführung praktisch die Stirnseiten der Leiter gegenüber. Dadurch ist eine sehr ungleichmäßige Verteilung des Stromes auf den vorhandenen Leiterquerschnitt erzwungen, so daß für diese Leitungsführung schon bei verhältnismäßig kleinen Leistungen erhebliche thermische Probleme auftreten. Dabei kommt es insbesondere im Bereich der Durchführungen an den sich gegenüberstehenden Stirnseiten der Leiter zu örtlich eng begrenzten kräftigen Erwärmungen infolge sehr hoher Stromdichte.

Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, eine Hochstromleitung zur Übertragung sehr kräftiger Ströme von einem Großtransformator zu einem benachbarten elektrischen Großverbraucher zu schaffen und dabei alle Querschnittsteile der eingesetzten Leiter annähernd gleich mit Strom zu belasten, indem die Leitungsinduktivität klein gehalten ist.

Die erfindungsgemäße Aufgabe wird dadurch gelöst, daß sich alle Einzelleiter einer Leitung von der Wicklung im Transformator zu dem Verbraucher im Bereich der Wicklungsausleitung ebenso wie im Bereich der Durchführung durch die Kesselwand und wie in einem sich hieran anschließenden Leiterabschnitt jeweils mit ihren breiten Seiten gegenüberliegen und sich gegenseitig vollständig überdecken und daß die Breite dieser Leiter annähernd gleich der Wicklungshöhe im Transformator ist.

Nach einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung sind die Leitung speisende Unterspannungswicklungen im Drei-

eck geschaltet, indem jeweils die dem Mittelschenkel näher liegende Wicklungsausleitung einer Unterspannungswicklung auf einem Endschenkel mit der ihr zugekehrten Ausleitung der Wicklung auf dem Mittelschenkel verbunden ist und indem die den Enden des Transformators zugekehrten Ausleitungen der Wicklungen auf den Endschenkeln je für sich durch die Kesselwand hinausgeführt sind und erst kurz vor oder direkt über die Laststrecke des Verbrauchers galvanisch miteinander verbunden sind und dabei den dritten Dreieckspunkt in der Dreiecksschaltung bilden. Dabei liegt zweckmäßigerweise das Verhältnis der Breite der Leiter zu ihrer Dicke zwischen 50 und 150, vorzugsweise bei 100, und ist der Abstand der Leiter voneinander größer als deren Dicke.

Eine erfindungsgemäß gestaltete Hochstromleitung ist sehr vorteilhaft, weil außerhalb des von ihren Leitern umschlossenen Raumes praktisch keine von ihr erzeugte magnetische Spannung vorhanden ist. Dabei ist die magnetische Spannung in den drei Zwischenräumen zwischen den Leitern symmetrisch. Da der Fluß zwischen Flachleitern, die sich mit der großen Querschnittsbreite gegenüberstehen, infolge sich leicht ausbildender Wirbelströme sehr gut geführt wird, gibt es praktisch keine Streuung außerhalb der Leiter.

Darüber hinaus kann auch kein Drehfeld entstehen, weil um 120° auf einem Kreis gegeneinander versetzte Leiter fehlen. Demzufolge sind Schwierigkeiten durch vagabundierende Flüsse bei der Durchführung des erfindungsgemäß gestalteten Leiterbündels durch die Kesselwand bis zu beliebig großen Strömen ausgeschlossen. Aufgrund der symmetrischen Flüsse entstehen auch symmetrische Spannungsabfälle, so daß der induktive Spannungsabfall

in den Einzelleitern absolut gleich groß ist. Die ohmschen Spannungsabfälle in den Leitern erfolgen in der Phasenlage der Ströme und unterstützen deren weitgehende Symmetrie.

Der induktive Spannungsabfall in der erfindungsgemäßen Leitungsführung ist darüber hinaus auch extrem klein, weil die Breite der Leiter sehr viel größer ist als deren Stärke und gleichzeitig der Abstand der Leiter voneinander zwar größer als die Dicke der Leiter, absolut betrachtet jedoch sehr klein ist. Daraus ergibt sich ein weiterer Vorteil der erfindungsgemäßen Hochstromleitung insofern, als die Leitung weniger treibende Spannung erfordert, so daß bei vorgegebener Verbraucherleistung eine kleinere Nennleistung für den Transformator als bei herkömmlichen Anordnungen ausreichend ist.

Im Hinblick auf ein fehlendes äußeres Magnetfeld sind nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung die beiden außen liegenden Leiter oben und unten mit einem im Querschnitt sichelförmigen Verschlußstreifen zu einem die beiden anderen Leiter umfassenden Rohr miteinander verbunden, das von einem Kühlmittel durchströmt ist.

Nach anderen zweckmäßigen Weiterbildungen der Erfindung ist jeder einzelne der Leiter aus einer Mehrzahl von elektrisch und räumlich parallelliegenden, kühlmitteldurchströmten Rohren zusammengesetzt und ist die Spannung zwischen je zwei räumlich benachbarten Leitern je für sich einstellbar.

Die Hochstromleitung mündet gemäß einer weiteren zweckmäßigen Weiterbildung der Erfindung in ein Überleitungsstück, in dem die vier Leiter in eine im Querschnitt aus

drei V-förmigen Leitern zu einem dreistrahligen Stern zusammengesetzten Leiterabschnitt geführt sind, wobei die den Enden des Transformators zugekehrten Ausleitungen der Wicklungen auf den Endschenkeln mit demselben V-förmigen Leiter verbunden sind. Jeder dieser V-förmigen Leiter endet zweckmäßigerweise in einer dreieckigen Platte, die über ein flexibles Leiterbündel oder über eine Reihenschaltung aus einem Rohr und einem flexiblen Leiterbündel mit einem Anschlußpol des Verbrauchers verbunden ist.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird anhand einer Zeichnung näher erläutert.

Fig. 1 zeigt den Querschnitt entlang einer horizontalen Ebene durch einen Ofentransformator.

Fig. 2 zeigt den Querschnitt durch eine erfindungsgemäß gestaltete Hochstromleitung.

Fig. 3, 4 und 5 sind Draufsicht, Schnitt und Seitenansicht eines Überleitungsstückes der Hochstromleitung.

Ein Eisenkern trägt mit seinem Mittelschenkel 1 und Endschenkeln 2 und 3 radial innenliegende Oberspannungswicklungen 4 und radial darüber angeordnete Unterspannungswicklungen 5, 6 und 7. Die Unterspannungswicklungen 5, 6 und 7 bestehen aus je einer Windung und sind aus einer Blechtafel gebogen, deren Breite gleich der Wicklungslänge zwischen einem unteren Joch 8 und einem nicht dargestellten oberen Joch ist. Die Joche 8 verbinden die Enden der Endschenkel 2 und 3 miteinander und mit den Enden des Mittelschenkels 1.

Der Eisenkern ist zusammen mit den Oberspannungswicklungen 4 und den Unterspannungswicklungen 5, 6 und 7 in einem mit Öl gefüllten Kessel mit Kesselseitenwänden 9 aufgestellt. Wicklungsausleitungen 10, 11, 12, 13, 14 und 15 sind aus Verlängerungen des Wickelleiters der jeweiligen Unterspannungswicklung 5, 6 bzw. 7 gebogen und daher ebenso breit wie die Wicklung 5, 6 bzw. 7 in Richtung ihrer Wickelachse lang ist. Die Wicklungsausleitungen 10 bis 15 sind über eine Mehrfachdurchführung 16 durch die Kesselseitenwand 9 aus dem Kessel herausgeführt. Dabei sind zur Bildung einer Dreiecksschaltung der Unterspannungswicklungen 5, 6 und 7 die Wicklungsausleitungen 11 und 12 bzw. 13 und 14 jeweils miteinander verbunden und über einen gemeinsamen dickeren Leiter 17 bzw. 18 weitergeführt.

Außerhalb des Kessels verlaufen die Leiter 17 und 18 sowie die Verlängerungen der Wicklungsausleitungen 10 und 15 räumlich parallel und decken sich dabei gegenseitig über ihre volle Breite ab. Zur Fixierung dieser Lage sind die Leiter 17 und 18 sowie die Wicklungsausleitungen 10 und 15 durch nicht dargestellte Hilfsmittel auf Distanzklötze 20 aus Isolierstoff gepreßt.

Die Verlängerungen der Wicklungsausleitungen 10 und 15 sind außerhalb des Kessels durch sichelförmige Verschlußstreifen 21 zu einem Rohr 19 ergänzt, das die Spannung des dritten Eckpunktes der Dreiecksschaltung führt. Das Rohr 19 dient gleichzeitig zur Führung einer Kühlflüssigkeit und ermöglicht durch den Aufbau einer Leitungskühlung eine weitere Erhöhung der Betriebssicherheit der Hochstromleitung. Bei entsprechender Anordnung der Anschlußklemmen an dem zu versorgenden Verbraucher ist das Rohr 19 zusammen mit den Leitern 17 und 18 bis unmittelbar an diesen herangeführt.

Häufig bilden jedoch die Anschlußeinrichtungen des Verbrauchers mit den Schwerpunkten ihrer Anschlußklemmen ein etwa gleichseitiges Dreieck, so daß eine Überleitung der erfindungsgemäßen Leitung in eine triangulierte Leitung erforderlich ist. Zu diesem Zweck dient ein Überleitungsstück gemäß den Figuren 3, 4 und 5. Durch dieses Überleitungsstück werden die Leiter 17 und 18 sowie das Rohr 19 mit im Querschnitt V-förmigen Leitern 22, 23 und 24 verbunden, indem die flachen Leiter 17 und 18 und das wieder in zwei flache Bänder aufgelöste Rohr 19 je zur Hälfte um 120° gedreht werden. Die dabei gebildeten drei im Querschnitt V-förmigen Leiter 22, 23 und 24 sind zu einem dreistrahligen Stern zusammengesetzt.

Zwischen den sich gegenüberliegenden Schenkeln der Leiter 22, 23 und 24 herrscht ein pulsierender Fluß, während außerhalb des Leitersterns und um denselben herum ein sich drehendes Streufeld erzeugt wird. Die zu dem Leiterstern zusammengefügten Leiter 22, 23 und 24 ermöglichen jedoch einen problemlosen Anschluß über flexible Zwischenleiter an hierfür vorgesehene Verbraucher. Dabei sind zum Anschluß der freien Enden der Leiter 22, 23 und 24 an flexible Zwischenleiter zweckmäßig quer zur Längsachse der Hochstromleitung auf den im Querschnitt V-förmigen Leitern 22, 23 und 24 angebrachte Platten vorgesehen.

5 Figuren
10 Patentansprüche

Patentansprüche

1. Hochstromleitung für Drehstrom zur Übertragung von großen elektrischen Leistungen mit sehr großen Strömen bei kleinen Spannungsunterschieden von einem Transformator zu einem benachbarten Großverbraucher, beispielsweise einem Stahlschmelzofen oder einem elektrolytischen Bad, über im Querschnitt im Verhältnis zu ihrer Dicke sehr breite Leiter, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

- daß sich alle Leiter (10, 15, 17, 18) einer Leitung von der Wicklung (5, 6, 7) im Transformator zu dem Verbraucher im Bereich der Wicklungsausleitung (10 bis 15) ebenso wie im Bereich einer Durchführung (16) durch eine Kesselwand (9) und wie in einem sich hieran anschließenden Leiterabschnitt jeweils mit ihren breiten Seiten gegenüberliegen und sich gegenseitig vollständig überdecken und
- daß die Breite dieser Leiter (10, 17, 18, 15) annähernd gleich der Wicklungshöhe ist.

2. Hochstromleitung nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß sich der an die Durchführung (16) durch die Kesselwand (9) anschließende Leiterabschnitt mit sich vollständig überdeckenden Leitern (17, 18, 19) bis unmittelbar an den Verbraucher erstreckt.

3. Hochstromleitung nach Anspruch 1 und 2, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Leitung speisende Unterspannungswicklungen (5, 6, 7) elektrisch im Dreieck geschaltet sind,

- indem jeweils die dem Mittelschenkel (1) näher liegende Wicklungsausleitung (11 bzw. 14) einer Unterspannungswicklung (5 bzw. 7) auf einem Endschenkel (2 bzw. 3) mit der ihr zugekehrten Ausleitung (12 bzw. 13) der Unterspannungswicklung (6) auf dem Mittelschenkel (1) verbunden ist und
- indem die den Enden des Transformators zugekehrten Ausleitungen (10 bzw. 15) der Unterspannungswicklungen (5 bzw. 7) auf den Endschenkeln (2 bzw. 3) je für sich durch die Kesselwand (9) hinausgeführt sind und erst kurz vor oder direkt über die Laststrecke des Verbrauchers galvanisch miteinander verbunden sind und dabei den dritten Dreieckspunkt in der Dreiecksschaltung bilden.

4. Hochstromleitung nach Anspruch 1 bis 3, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß das Verhältnis der Breite der Leiter (17, 18) zu ihrer Dicke zwischen 50 und 150, vorzugsweise bei 100, liegt.

5. Hochstromleitung nach Anspruch 1 bis 4, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß der Abstand der Leiter (17, 18, 19) voneinander größer ist als die Dicke der Leiter (17, 18, 19).

6. Hochstromleitung nach Anspruch 1 bis 5, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die beiden außenliegenden Leiter (10, 15) oben und unten mit einem im Querschnitt sichelförmigen Verschlußstreifen (21) zu einem die beiden anderen Leiter (17, 18) umfassenden Rohr (19) miteinander verbunden sind und daß dieses Rohr (19) von einem Kühlmittel durchströmt ist.

7. Hochstromleitung nach Anspruch 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß jeder einzelne der Leiter aus einer Mehrzahl von elektrisch und räumlich parallel liegenden, kühlmitteldurchströmten Rohren zusammengesetzt ist.

8. Hochstromleitung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Spannung zwischen je zwei räumlich benachbarten Leitern (10, 17, 18, 15) je für sich einstellbar ist.

9. Hochstromleitung nach einem der Ansprüche 1 bis 8. dadurch gekennzeichnet, daß die vier Leiter (10, 17, 18, 15) in einem Überleitungsstück der Hochstromleitung in eine im Querschnitt aus drei V-förmigen Leitern (22, 23, 24) zu einem dreistrahligen Stern zusammengesetzten Leiterabschnitt zum Anschluß des Verbrauchers geführt sind, wobei die den Enden des Transformators zugekehrten Ausleitungen (10, 15) der Wicklungen (5 bzw. 7) auf den Endschenkeln (2 bzw. 3) mit demselben V-förmigen Leiter (24) verbunden sind.

10. Hochstromleitung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß jeder der V-förmigen Leiter (22, 23, 24) in einer dreieckigen Platte endet, die über ein flexibles Leiterbündel oder über eine Reihenschaltung aus einem Rohr und einem flexiblen Leiterbündel mit einem Anschlußpol des Verbrauchers verbunden ist.

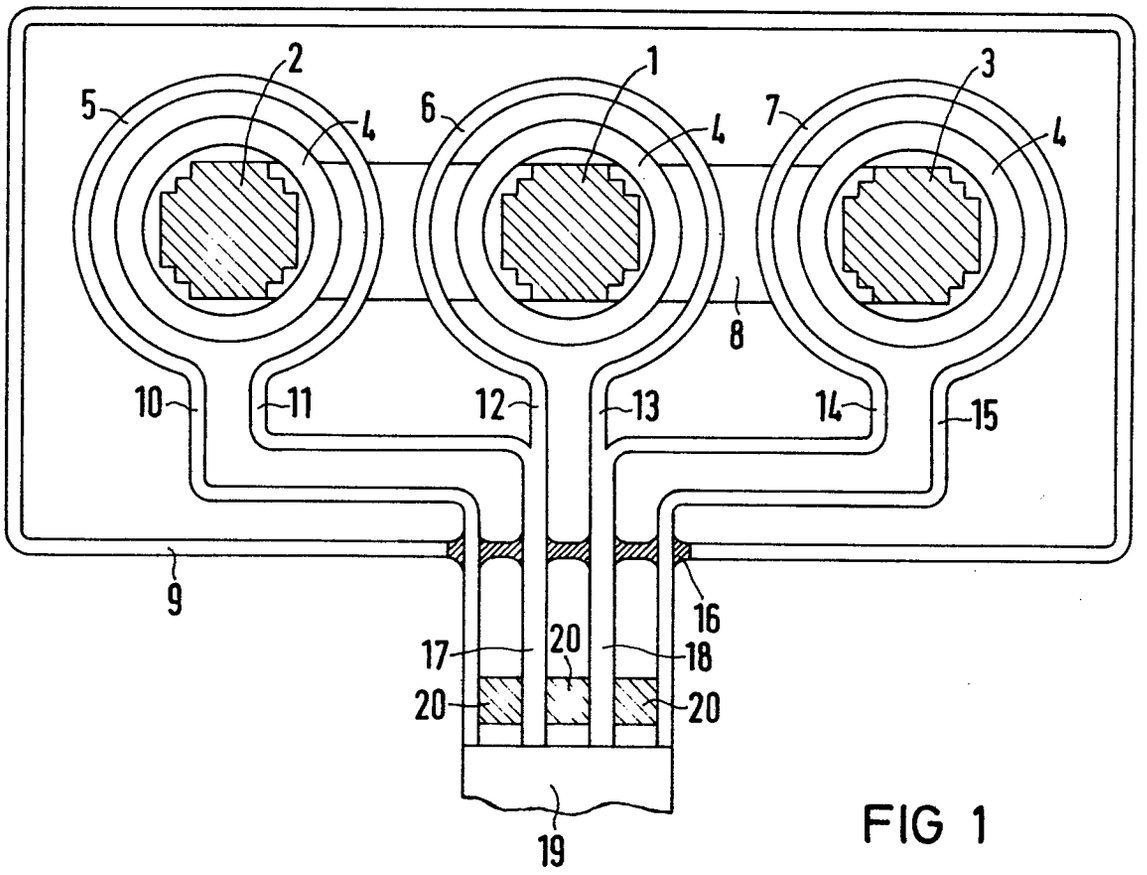


FIG 1

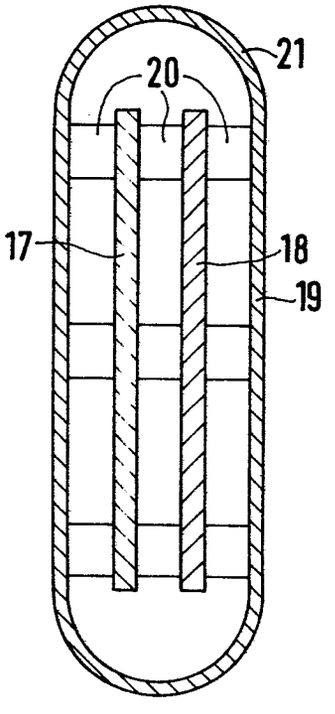


FIG 2

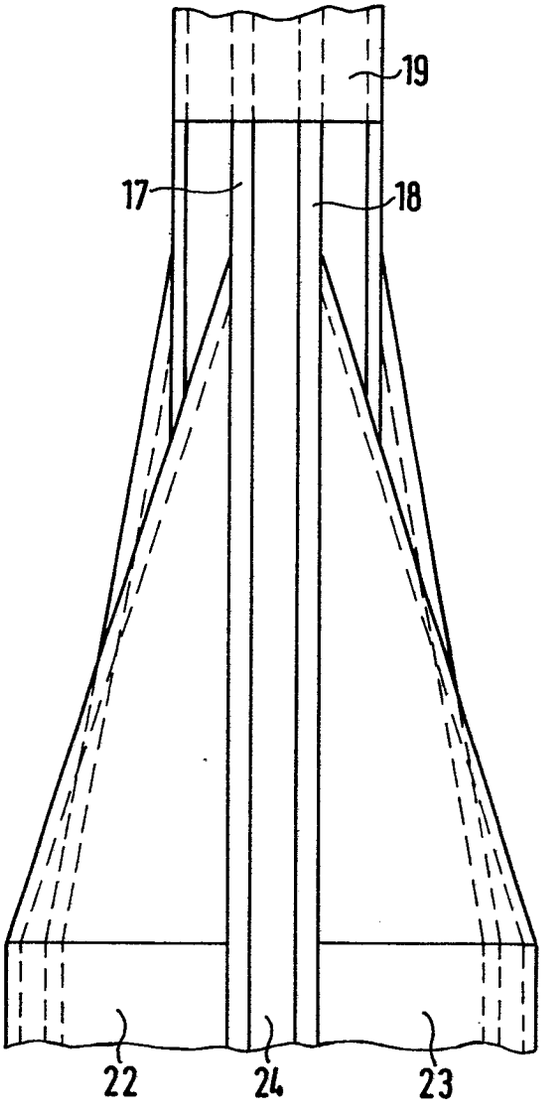


FIG 3

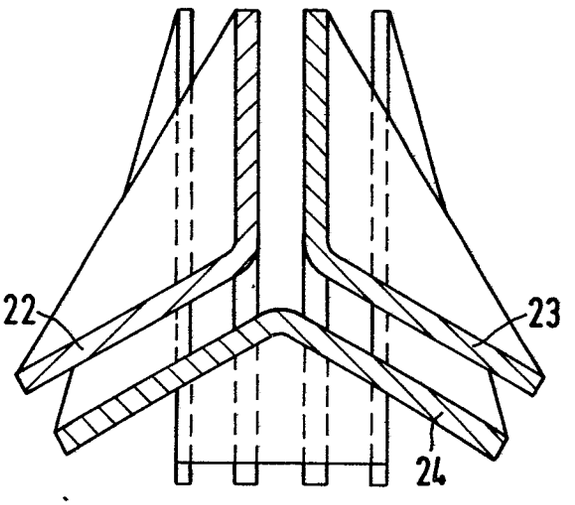


FIG 4

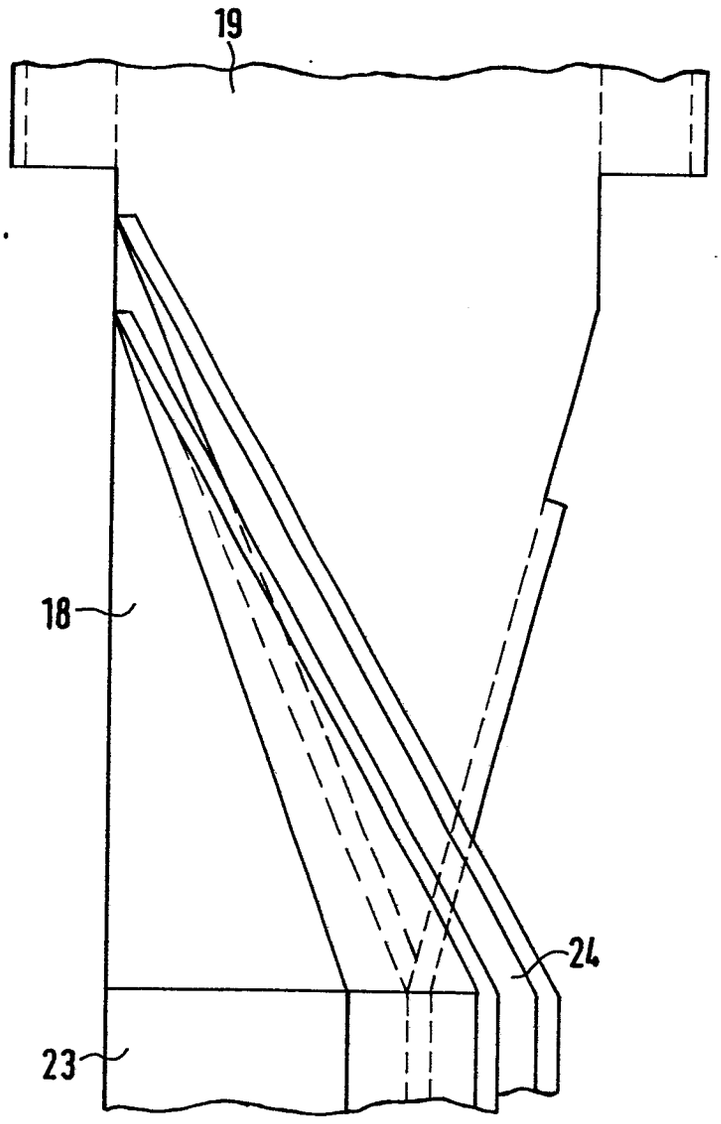


FIG 5

Europäisches Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0 109 024

Nummer der Anmeldung

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE

EP 83111096.0

Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. ³)
Y	US - A - 3 125 622 (LEIGH et al.) * Spalte 1, Zeile 66 - Spalte 2, Zeile 14; Fig. * --	1,5	H 01 B 5/00 H 01 F 27/04 H 01 F 27/28 F 27 D 11/08 C 25 B 9/04
Y	DE - B2 - 2 501 510 (TRANSFORMATOREN) * Spalten 3,4; Fig. * --	1,5	
A	US - A - 4 174 509 (BACH et al.) * Spalte 2, Zeile 49 - Spalte 4, Zeile 25; Fig. 2-7 * --	1	
A	AT - B - 148 848 (GAVANDA et al.) * Seite 1, Zeile 39 - Seite 2, Zeile 5; Fig. 2 * ----	1,6	

RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. ³)
H 01 B
H 01 F
F 27 D 11/00
H 05 B
H 01 R 3/00
C 25 B 9/00
C 25 C 7/00

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.

Recherchenort	Abschlußdatum der Recherche	Prüfer
WIEN	07-03-1984	KUTZELNIGG

KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN

X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie
A : technologischer Hintergrund
O : nichtschriftliche Offenbarung
P : Zwischenliteratur
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze

E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
D : in der Anmeldung angeführtes Dokument
L : aus andern Gründen angeführtes Dokument

& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument