

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 84107720.9

(51) Int. Cl.⁴: **H 01 F 27/04**
H 01 B 17/28

(22) Anmeldetag: 03.07.84

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
15.01.86 Patentblatt 86/3

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

(71) Anmelder: **H. Weidmann AG**
Neue Jonastrasse 60
CH-8640 Rapperswil(CH)

(72) Erfinder: **Hummel, Hermann**
Kuppenweg 3
CH-8640 Kempraten(CH)

(74) Vertreter: **Tetzner, Volkmar, Dr.-Ing. Dr. Jur.**
Van-Gogh-Strasse 3
D-8000 München 71(DE)

(54) **Verfahren zur Herstellung eines vakuumfesten, öldichten Abschlusses für den Transformatorbau sowie nach diesem Verfahren hergestellter Abschluss.**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines vakuumfesten, öldichten Abschlusses für den Transformatorbau, gekennzeichnet durch eine Sandwich-Konstruktion aus harzprägniertem und nichtprägniertem Transformerboard.

EP 0 167 641 A1

./...

FIG. 1

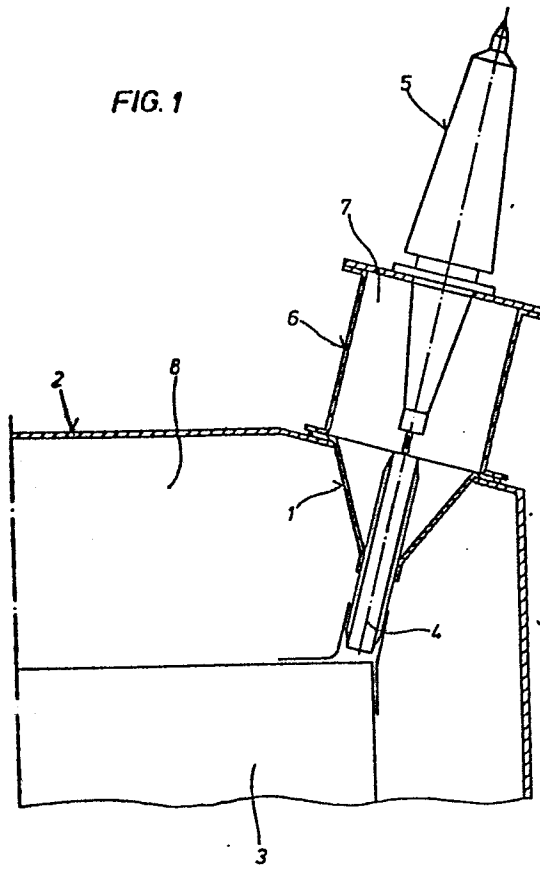
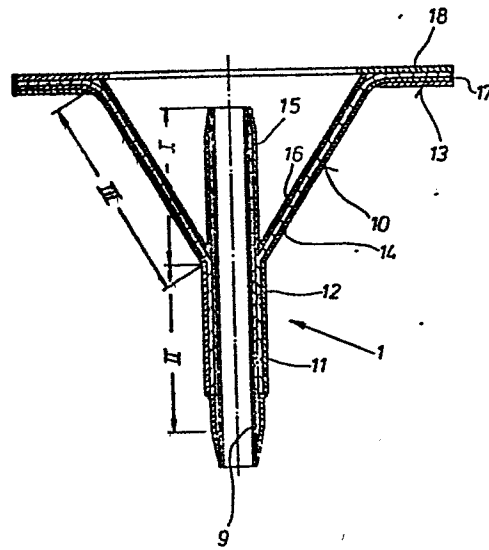


FIG. 2



1 Verfahren zur Herstellung eines vakuumfesten,
 öldichten Abschlusses für den Transformatorbau
 sowie nach diesem Verfahren hergestellter Ab-
 schluß

5

Abschlüsse im Transformatorbau dienen zur Her-
stellung einer Leiterverbindung und zur feld-
gerechten Abschirmung dieser Verbindung. Sie
bestehen im allgemeinen aus einer Schirmelek-
10 trode und einem der Abschlußform entsprechenden,
isolierenden Halteelement.

15

Um Großtransformatoren transportieren zu können,
ist es erforderlich, die Durchführungen oder
Hochspannungskabelanschlüsse (die mit den er-
wähnten Abschlüssen verbunden sind) zu demontie-
ren. Oft müssen ferner Durchführungen oder Kabel-
anschlüsse bei Änderungen oder Defekten ausge-
wechselt werden. Um nun eine derartige Demontage
20 oder Auswechslung ohne Ablassen des Öles im
Kesselraum vornehmen zu können, wurden sog.
tropfdichte Abschlüsse entwickelt. Sie trennen
das Öl zwischen Transformator und Durchführung
(bzw. Kabelanschluß), so daß bei Demontage- und
25 Auswechslungsarbeiten an den Durchführungen und
Kabelanschlüssen das Öl im Kessel verbleiben kann.

30

Bei den bisher bekannten tropfdichten Abschlüssen
besteht das die Schirmelektrode tragende, der Ab-
schlußform entsprechende isolierende Halteelement
aus Transformerboard (zur Frage der Herstellung,
der elektrischen und mechanischen Eigenschaften

- 1 sowie der Anwendungsmöglichkeiten von Transformer-
board vergleiche SCIENTIA ELECTRICA, Band 25,
Heft 3, Seiten 1 bis 120, Jahrgang 1979).
- 5 Beim Anlegen von Vakuum im Durchführungsraum
tritt bei tropfdichten Abschlüssen ein kleiner
Öldurchfluß durch die Poren des Transformerboards
von der Kesselseite zur Außenseite auf. Ebenso
wirkt sich die Gasdurchlässigkeit von Transformer-
10 board insofern ungünstig aus, als sich im Durch-
führungsraum des tropfdichten Abschlusses bei der
Betriebstemperatur des Transformators entsprechend
hohe Gaskonzentrationen bilden können, die die
Betriebssicherheit gefährden können. Außerdem halten
15 sie der mechanischen Beanspruchung nicht stand.
Zum Stand der Technik gehören weiterhin Abschlüsse
aus Kunstharz, die jedoch aus fertigungstechnischen
Gründen nur in einem genormten Abschlußtyp pro
Spannungsreihe hergestellt werden können, während
20 Variationen in den Abmessungen und in der Einbau-
lage aus Kostengründen nicht gefertigt werden können.
Da es ferner ^{auch} bei der Vakuumgießtechnik schwierig
ist, eine Gasblasenbildung völlig zu vermeiden,
werfen Kunstharzabschlüsse für sehr hohe Spannungen
25 aus elektrischen Gründen große Probleme auf. Nach-
teilig ist ferner die durch die hohe Dielektrizitäts-
konstante bedingte begrenzte elektrische Oberflächen-
belastbarkeit von Kunstharzen in Öl.
- 30 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein kosten-
günstiges Verfahren zu entwickeln, das die Her-
stellung eines vakuumfesten, öldichten Abschlusses

1 für den Transformatorbau gestattet und das es
insbesondere auch ermöglicht, ohne großen her-
stellungstechnischen Aufwand Abschlüsse für die
5 unterschiedlichsten Abmessungen und Einbaulagen
zu fertigen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die
kennzeichnenden Merkmale des Anspruches 1 gelöst.

10 Zweckmäßige Ausgestaltungen der Erfindung sind
Gegenstand der Unteransprüche.

Bei dem nach dem erfindungsgemäßen Verfahren her-
gestellten vakuumfesten, öldichten Abschluß be-
15 wirken die mit Harz imprägnierten Lagen
Transformerboard eine vakuumfeste und öldichte
Trennung der auf unterschiedlichen Seiten des
Abschlusses befindlichen Räume. Die auf den frei-
liegenden Außenseiten der imprägnierten Schicht
20 vorgesehenen weiteren Isolierstofflagen gewähr-
leisten zusammen mit der imprägnierten Schicht
die erforderliche mechanische und elektrische
Festigkeit.

25 Die nach dem erfindungsgemäßen Verfahren herge-
stellten Abschlüsse halten eine Druckdifferenz
von mindestens 1,5 bar von innen nach außen sowie
von außen nach innen. Dadurch ergibt sich der Vor-
teil, daß nunmehr nur noch der Durchführungs- oder
30 Kabelanschlußraum für die Ölfüllung evakuiert werden
muß, was mit einem relativ kleinen Pumpsatz möglich
ist.

1 Die Abschlüsse bilden dabei eine sehr gute
Barriere gegen einen Öl- und Gasaustausch zwischen
den zu trennenden, ölgefüllten Räumen.

5 Die nach dem erfindungsgemäßen Verfahren her-
gestellten Abschlüsse sind ferner mit Öl imprägnier-
bar und können daher auch bei sehr hohen
Spannungen unter dem zulässigen Teilentladungs-
pegel eingesetzt werden. Auch die mit Harz imprägnier-
10 nierten Lagen Transformerboard lassen sich dabei
mit Öl imprägnieren, da nur die Hohlräume zwischen
den Fasern des Transformerboards durch das Harz
verschlossen werden und dadurch den Gas- und Öl-
durchtritt verhindern, während die Fasern selbst
15 nicht mit Harz imprägniert werden, sondern sich
mit Öl vollsaugen.

Die niedrige Dielektrizitätskonstante des für die
Imprägnierung verwendeten Harzes ergibt ähnliche
20 Eigenschaften des Mischdielektrikums Transformer-
board/Harz wie Transformerboard/Öl.

Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren lassen sich
Abschlüsse bis zu sehr hohen Spannungen herstellen,
25 wobei ohne großen technischen Mehraufwand für viele
Abmessungen und Einbaulagen optimale Lösungen an-
geboten werden können.

Die Erfindung wird im folgenden anhand einiger Aus-
führungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen
30

- 1 Fig. 1 eine Schemadarstellung, die den Einbau
 eines nach dem erfindungsgemäßen Ver-
 fahren hergestellten Abschlusses veran-
 schaulicht,
- 5 Fig. 2 einen Schnitt durch einen erfindungsge-
 mäßen Abschluß,
- 10 Fig. 3-6 Schemadarstellungen einiger unterschied-
 licher Abschlüsse.

15 Fig. 1 veranschaulicht die Verwendung eines nach dem
 erfindungsgemäßen Verfahren hergestellten Abschlusses 1
 bei einem Transformator 2 mit Wicklung 3. Der Ab-
 schluß 1, dessen Einzelheiten anhand von Fig. 2 noch
 im einzelnen erläutert werden, dient zur Verbindung
 des Wicklungsendes 4 mit einer Durchführung 5. Die
 Durchführung 5 wird von einem Durchführungsdom 6 ge-
 tragen, der den Durchführungsraum 7 umschließt.

20 Im Kessel 8 herrscht im Betrieb ein Ölsäulen-
 druck von ca. 0,3 bar und im Durchführungsraum 7 ein
 Ölsäulendruck von maximal 0,2 bar. Wird der Durch-
 führungsraum 7 evakuiert oder wird im Kessel 8 ein
25 Vakuum hergestellt, so erfährt der Abschluß 1 eine
 zusätzliche Druckbelastung. Unter dieser Belastung
 soll der Abschluß 1 vakuumfest und öldicht sein.

30 Der in Fig. 2 in seinen Einzelheiten veranschaulichte
 Abschluß 1 besteht im wesentlichen aus einer Schirm-
 elektrode 9 aus Kupfer und einem isolierenden Halte-
 element 10, das wie folgt aufgebaut ist:

1 Eine erste Lage 11 Transformerboard umgibt die
Schirmelektrode 9 und erstreckt sich im wesent-
lichen über die ganze Länge dieser Schirmelektrode.
Diese erste Lage 11 Transformerboard ist harz-
5 imprägniert.

Eine zweite Lage 12 Transformerboard, die gleich-
falls harzprägniert ist, überdeckt teilweise die
erste Lage 11 und erstreckt sich im übrigen trichter-
10 förmig nach außen bis zu einem Flanschbereich 13.
Auf der freiliegenden Außenseite der imprägnierten
Lage 12 befindet sich eine weitere, aus Transformer-
board bestehende Lage 14, die jedoch nicht imprägniert
ist. Eine nicht imprägnierte Lage 15 Transformer-
15 board ist ferner auf der freiliegenden Außenseite
der Lage 11, gleichfalls die Schirmelektrode 9 um-
hüllend, vorgesehen.

Auf der freiliegenden Innenseite der imprägnierten
20 Transformerboardlage 12 ist ein trichterförmig aus-
gebildetes Isolierstoffelement 16 ("Einstoßtrichter")
vorgesehen. Schließlich ist noch im Flanschbereich 13
auf der Innen- und Außenseite je ein Flanschring 17
bzw. 18 vorgesehen.

25 Die mit Harz imprägnierten Transformerboardlagen 11
und 12 besitzen ebenso wie die nicht imprägnierten
Transformerboardlagen 14 und 15 eine Wandstärke von
3 bis 5 mm. Die Wandstärke des trichterförmigen
30 Isolierstoffelementes 16 liegt zweckmäßig zwischen
4 und 8 mm. Die Flanschringe 17, 18 können eine
Stärke zwischen 3 und 8 mm besitzen (letztgenannte

1 Abmessungen gelten für einen Abschluß mit einem
Außendurchmesser des Flansches von 420 mm und
eine Gesamtlänge des Abschlusses von ca. 400 mm).

5 Die Herstellung des in Fig. 2 dargestellten Ab-
schlusses 1 erfolgt nach dem erfindungsgemäßen
Verfahren wie folgt:

10 Nach der Herstellung der Kupfer- Schirmelektrode
9 und deren Umformung mit einer ersten Lage 11
Transformerboard wird eine zweite Lage 12 Trans-
formerboard in einer Form hergestellt, die ent-
sprechend der ermittelten elektrischen Feldver-
teilung ausgebildet ist. Sodann erfolgt im Umluft-
15 ofen eine Trocknung, bis die Formstabilität er-
reicht ist. Dann wird das Teil von der Form be-
freit.

20 Nun erfolgt eine Trocknung im Vakuumschrank bei
105°C, bis die Endfeuchte < 0,1 % beträgt und ein
Endvakuum von 0,1 mbar erreicht ist.

25 Nach dieser Trocknung wird das Teil in einem Impräg-
nierkessel unter Vakuum kalt (bei einer Temperatur
unter 20°C) mit einem speziellen, nieder- bis mittel-
viskosen, bei niedriger Temperatur aushärtenden
ölbeständigen Harz geflutet und mindestens 12 Stunden
bei Normaldruck weiter imprägniert. Nach dem Ab-
lassen des Harzes und dem Reinigen des Abschlusses
30 von überschüssigem Harz erfolgt im Umluftofen bei
130°C die Aushärtung.

1 Sodann wird die imprägnierte Schicht (bestehend
aus den Lagen 11 und 12) zur Erreichung größerer
mechanischer und elektrischer Festigkeit noch-
5 mals mit Transformerboard (Lagen 14 und 15) um-
formt.

Vor dem Aufkleben der Flanschringe 17, 18 wird
noch das trichterförmige Isolierstoffelement 16
(Einstoßtrichter) angebracht, das durch den
10 Flansch zusätzlich abgestützt wird. Anschließend
wird die Flanschpartie in der oben erläuterten
Weise mit Harz imprägniert, um auch in diesem
Bereich einen Öl- und Gasdurchtritt zu ver-
hindern.

15 Als Harz zum Imprägnieren des Transformerboard
kommen nieder- bis mittellviskose Harze in Be-
tracht, wie sie für Hochspannungsisolierteile,
beispielsweise Durchführungen oder Schalterteile,
20 verwendet werden. Geeignet ist beispielsweise das
von der Fa. Ciba-Geigy unter der Typenbezeichnung
CY225 vertriebene Araldit- Gießharz mit Härter
HY225 (ohne Füllstoffe). Araldit CY225 ist ein
modifiziertes, lösungsmittelfreies, bei Raumtempe-
25 ratur mittellviskoses Epoxidharz auf Basis von
Bisphenol A,

Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren lassen sich
Abschlüsse in der erläuterten Sandwich-Konstruktion
30 in den unterschiedlichsten Formen herstellen. Die
Fig. 3 bis 6 zeigen einige Varianten, wobei der Ein-
fachheit halber jeweils nur die Schirmelektrode 9a

1 bis 9d und das Halteelement 10a bis 10d darge-
stellt ist, ohne den Einzelaufbau des Halte-
elementes aus den verschiedenen Lagen zu ver-
anschaulichen. Die Ausführungsbeispiele gemäß
5 den Fig. 3 bis 6 entsprechen insoweit bezüglich
Aufbau und Herstellung dem Ausführungsbeispiel
gemäß Fig. 2.

10 Ebenso wie bei der Variante gemäß Fig. 2 sind auch
bei den Ausführungsbeispielen der Fig. 3 bis 6 drei
unterschiedliche Zonen des Isolationsaufbaues vor-
handen:

15 In der Zone I folgt auf eine harzimprägnierte Lage 11
Transformerboard eine nichtimprägnierte Lage 15
Transformerboard.

20 In der Zone II liegen zwei harzimprägnierte Lagen
11 und 12 Transformerboard übereinander; hierauf
folgt eine nichtimprägnierte Lage 12 Transformer-
board.

25 In der Zone III ist schließlich eine Sandwich-
konstruktion vorhanden, in der eine harzimprägnierte
Lage 12 zwischen einem inneren Isolierstoffelement
16 und einer äußeren, gleichfalls nicht imprägnierten
Transformerboardlage 14 angeordnet ist.

30 Die in Fig. 3 dargestellte V-Form des Abschlusses
ist vor allem für Spannungen bis 110 kV geeignet.
Die in Fig. 4 dargestellte kurze V-Form kommt für
Spannungen bis 220 kV in Betracht.

1 Die in Fig. 5 in zwei Varianten dargestellte
lange U-Form (links, voll ausgezogen) bzw. die
lange V-Form (rechts, voll ausgezogen) ist für
Spannungen bis 750kV geeignet. Schließlich kann
5 in Fig. 6 dargestellte W-Form bis zu höchsten
Betriebsspannungen (über 1000 kV) eingesetzt
werden.

10

15

20

25

30

Wd 5676

Patentansprüche:

1. Verfahren zur Herstellung eines vakuumfesten, öldichten Abschlusses für den Transformatorbau, wobei eine Schirmelektrode (9) mit einem isolierenden Halteelement (10) versehen wird,

gekennzeichnet durch folgende Verfahrensschritte:

- a) Die Schirmelektrode (9) wird wenigstens im Hauptteil ihrer Länge mit einer ersten Lage (11) Transformerboard umformt;
- b) anschließend wird eine der gewünschten Form des Halteelementes (14) entsprechende zweite Lage (12) Transformerboard so aufgebracht, daß sie die erste Lage (11) teilweise überdeckt;
- c) nach Vakuumtrocknung werden die beiden Lagen (11, 12) Transformerboard im Vakuum mit einem nieder- bis mittelviskosen, bei niedriger Temperatur aushärtenden, ölbeständigen Harz imprägniert;

- 1 d) nach dem Aushärten des Harzes wird die imprägnierte Schicht (11, 12) auf den freiliegenden Außenseiten mit wenigstens je einer Isolierstofflage (14, 15, 16) versehen.
5
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß nach dem Aufbringen je einer Isolierstofflage (14, 15, 16) auf die freiliegenden
10 Außenseiten der imprägnierten Schicht (11, 12) im Flanschbereich (13) des Halteelementes (10) auf beiden Seiten Flanschringe (17, 18) angebracht werden.
- 15 3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Flanschbereich (13) nach dem Anbringen der Flanschringe (17, 18) mit einem nieder- bis mittelviskosen, bei niedriger
20 Temperatur aushärtenden, ölbeständigen Harz imprägniert wird.
- 25 4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Trocknung der ersten und zweiten Lage (11, 12) Transformerboard zunächst im Umluftofen bis zum Erreichen der Formstabilität erfolgt und daß anschließend eine Vakuumtrocknung, vorzugsweise bei einer Temperatur zwischen 100 und 110°C, durchgeführt wird.
- 30 5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Lagen (11, 12) Transformerboard unter Vakuum bei einer Temperatur zwischen 10 und 20°C mit Harz geflutet und anschließend

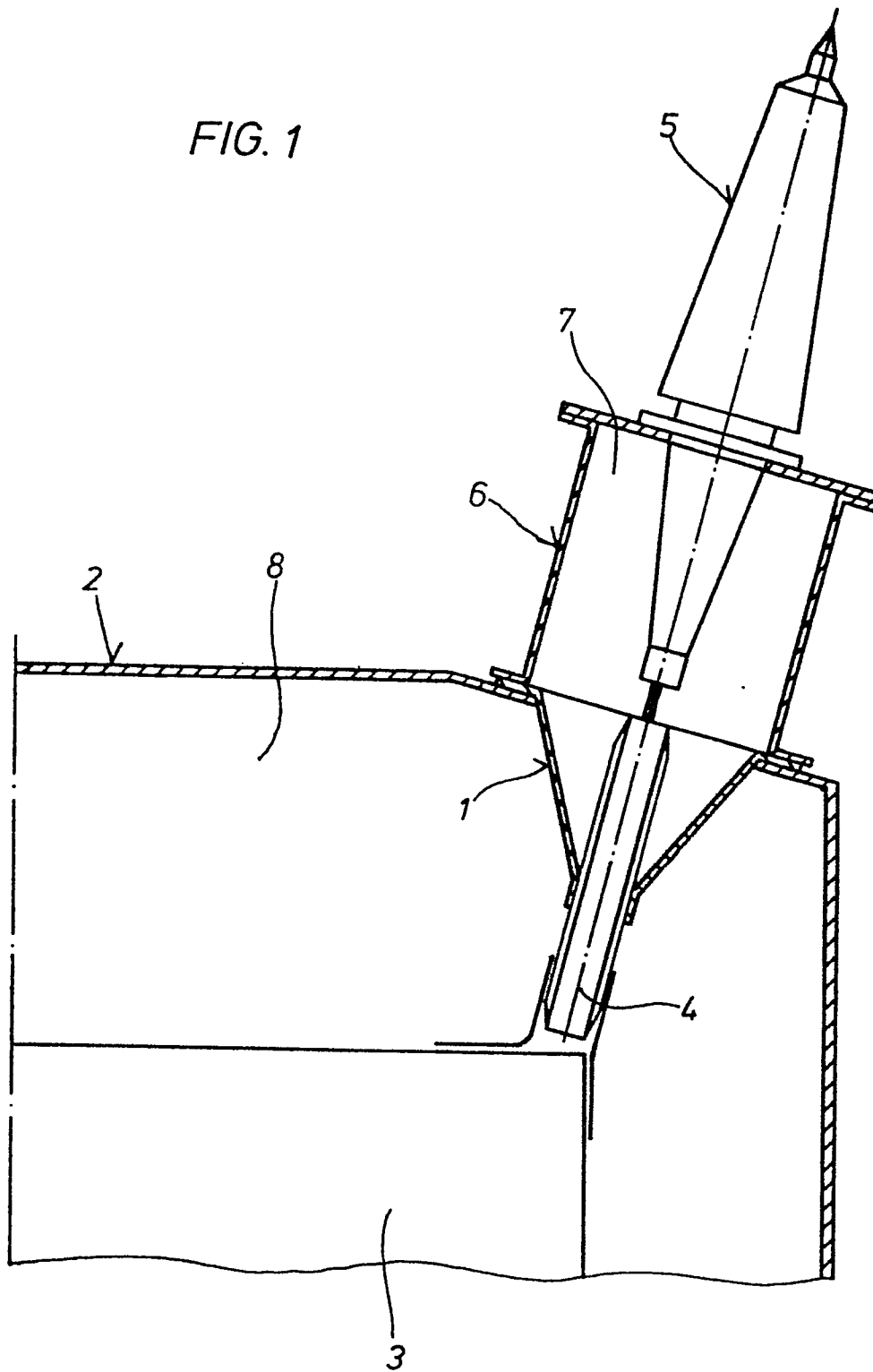
- 1 mindestens 12 Stunden bei Normaldruck weiter
 imprägniert werden.
- 5 6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet
 daß die Aushärtung des Harzes im Umluft-
 ofen bei einer Temperatur zwischen 110 und 150°C,
 vorzugsweise zwischen 120 und 140°C, erfolgt.
- 10 7. Abschluß, hergestellt nach dem Verfahren gemäß
 Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die
 erste und zweite Lage (11, 12) Transformer-
 board eine Schichtstärke von je 3 bis 5 mm
 besitzen.
- 15 8. Abschluß nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet,
 daß die Isolierstofflage auf der frei-
 liegenden Innenseite der imprägnierten zweiten
 Lage (12) durch ein trichter- oder ringförmig
 ausgebildetes Isolierstoffelement (16) ge-
20 bildet wird, dessen Wandstärke zwischen 4
 und 8 mm beträgt.

25

30

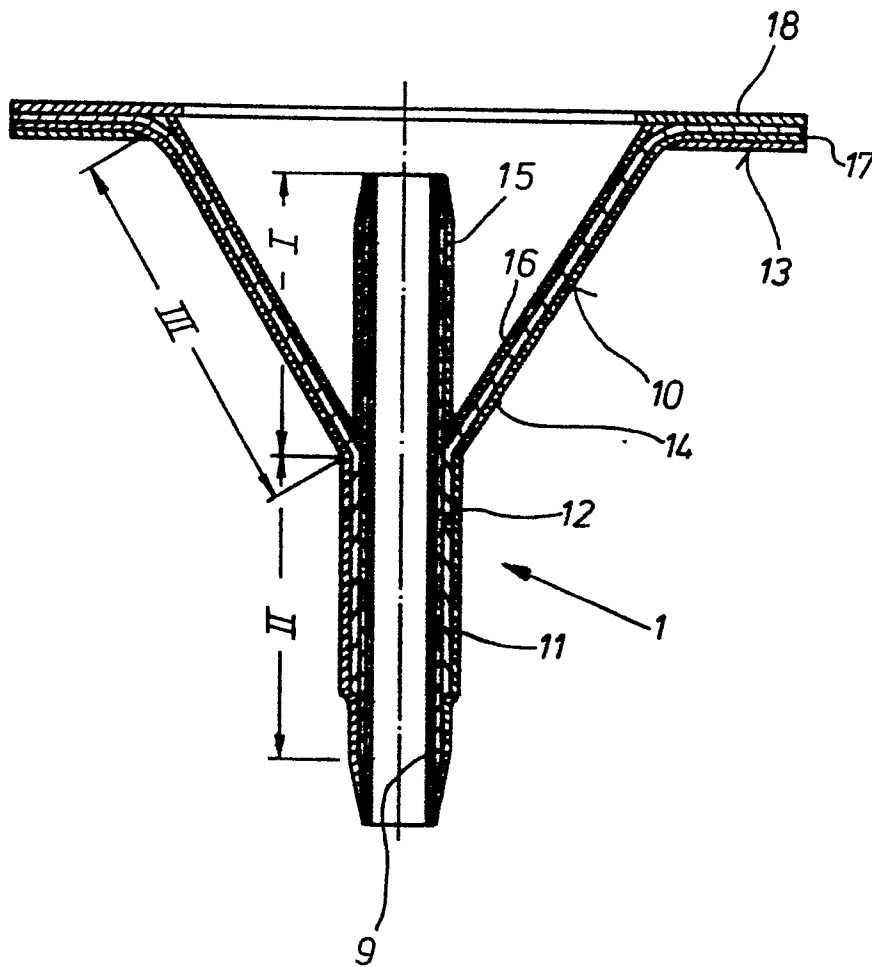
1/4

FIG. 1



2/4

FIG. 2



3/4 FIG. 3

0167641

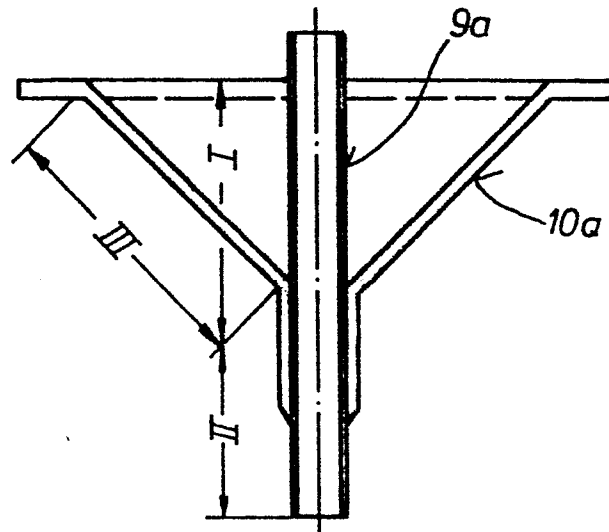
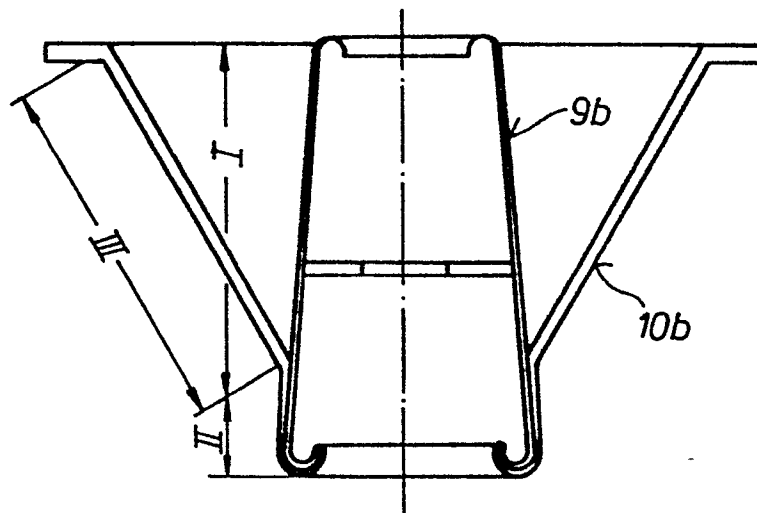


FIG. 4



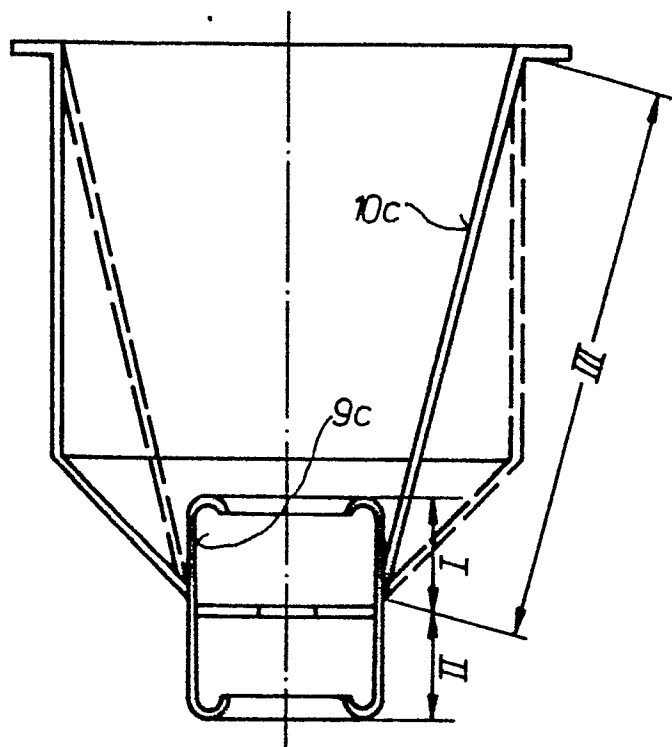
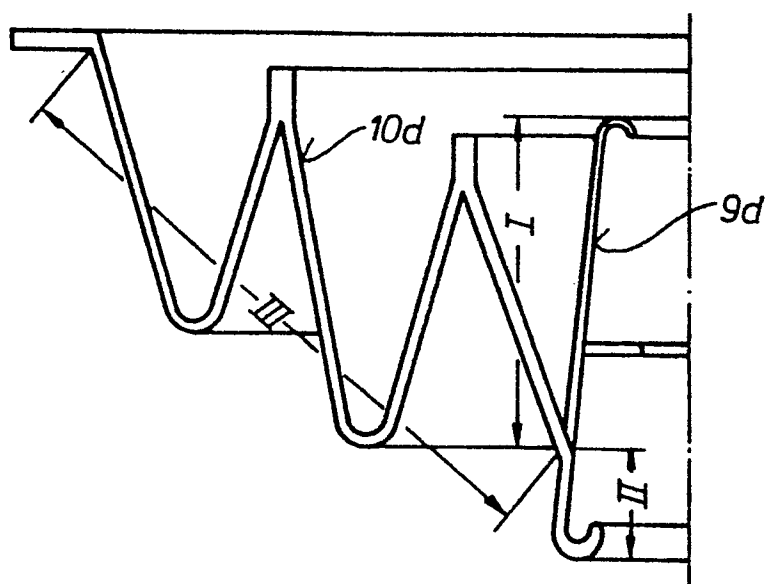


FIG. 6





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0167641

Nummer der Anmeldung

EP 84 10 7720

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 4)
A	DE-A-1 465 706 (INSTITUT PRÜFFELD FÜR ELEKTRISCHE HOCHLEISTUNGSTECHNIK) * Seite 5 *	1	H 01 F 27/04 H 01 B 17/28
A	DE-A-1 490 056 (MOSER-GLASER) * Seite 4, Absätze 2-4; Seite 5 *	1	
A	CH-A- 387 116 (BROWN BOVERI)		
A	DE-C-1 152 733 (LICENTIA)		
A	PATENTS ABSTRACTS OF JAPAN, Band 6, Nr. 215 (E-138)[1093], 28. Oktober 1982; & JP - A - 57 120 317 (KANSAI DENRIYOKU K.K.) 27.07.1982		
A	US-A-3 348 180 (WESTINGHOUSE)		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 28-02-1985	Prüfer VANHULLE R.
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 anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			