



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Veröffentlichungsnummer :

**0 092 018
B1**

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag der Patentschrift :
02.01.86

(51) Int. Cl.⁴ : **H 01 F 27/28, H 01 F 39/00**

(21) Anmeldenummer : **82890057.1**

(22) Anmeldetag : **21.04.82**

(54) **Drosselspule, insbesondere trockenisolierte Drosselspule ohne Eisenkern.**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung :
26.10.83 Patentblatt 83/43

(45) Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung : **02.01.86 Patentblatt 86/01**

(84) Benannte Vertragsstaaten :
AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE

(56) Entgegenhaltungen :
DE-A- 2 554 472
DE-A- 2 645 536
DE-C- 577 650
FR-A- 1 315 930
GB-A- 2 071 921
US-A- 2 978 530
US-A- 3 991 394

(73) Patentinhaber : **Spezielektra Esslinger K.G.**
Paschinger Strasse 49
A-4021 Linz (AT)

(72) Erfinder : **Mausz, Johann**
Oberladstrasse 16
A-4043 Linz (AT)
Erfinder : **Wittenhofer, Alfred**
Galvanistrasse 18
A-4040 Linz (AT)

(74) Vertreter : **Hübscher, Gerhard, Dipl.-Ing. et al**
Patentanwälte Dipl.-Ing. Gerhard Hübscher Dipl.-Ing.
Helmut Hübscher Dipl.-Ing. Heiner Hübscher Spittelwiese 7
A-4020 Linz (AT)

EP 0 092 018 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).

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Drosselspule, gemäß Oberbegriff des Anspruches 1. Eine solche Drosselspule ist aus der DE-C-577 650 bekannt.

Eine Bauart, die durch die Unterteilung des erforderlichen Gesamtleiterquerschnittes in eine Vielzahl gegeneinander isolierter Einzeldrähte gekennzeichnet ist, wird bei Drosselspulen angewendet, um deren Wirbelstromverluste zu minimieren. Derartige Drosselspulen werden heute vorwiegend in der Energietechnik als Kompensations-, Filter- und Reihen-Drosselspulen verwendet.

Der grundsätzliche Aufbau von konzentrisch ineinander angeordneten, elektrisch parallel geschalteten Einzelspulen ist aus den BBC-Nachrichten Juli/August 1930 bekannt und in der DE-B-1 294 541 beschrieben. Daraus geht hervor, daß die Stromaufteilung auf die parallel geschalteten Einzelspulen durch deren Windungszahl gesteuert wird, wobei vorwiegend die Windungszahl von der innen liegenden Einzelspule zu den äußeren Einzelspulen abnimmt. Die Anwendung gleicher Windungszahlen in allen Einzelspulen führt zu unterschiedlich wirksamen Einzelspulen-Induktivitäten und dadurch in der praktischen Anwendung zu ungenügender Stromverteilung.

Bei Verwendung des gleichen Stromleiters ergeben sich durch die verschiedenen Windungszahlen ungleiche axiale Wicklungsabmessungen, im nachfolgenden kurz Einzelspulenhöhe genannt, der Einzelspulen, wodurch an den parallel geschalteten Einzelspulen unterschiedliche Spannungsgradienten in axialer Richtung auftreten. Durch diese unterschiedlichen Spannungsgradienten werden die zwischen den benachbarten Einzelspulen liegenden Konstruktionselemente elektrisch beansprucht.

Ein Eliminieren dieses Nachteiles wäre durch die Verwendung unterschiedlicher Leiterdimensionen zur Erzielung gleicher Einzelspulenhöhen der Einzelspulen möglich, stellt aber durch die Vielzahl der dafür erforderlichen Leiterdimensionen relativ geringer Mengen eine äußerst unwirtschaftliche Lösung dar, gleichgültig, ob dies bei Verwendung von Fachleitern, Runddrähten oder Drilleitern erfolgt (DE-C-577 650).

Die Aufteilung des erforderlichen Gesamtleiterquerschnittes auf eine Anzahl parallel geschalteter Einzelspulen reicht nicht aus, um die Wirbelstromverluste in wirtschaftlichen Grenzen zu halten und es ist daher erforderlich, auch innerhalb einer derartigen Einzelspule den Leiterquerschnitt in eine Vielzahl isolierter Einzeldrähte zu unterteilen.

Es ist eine Ausführungsform bekannt, bei der in Anlehnung an das Prinzip konzentrisch angeordneter, parallel geschalteter Einzelspulen auch diese Einzelspulen in konzentrisch angeordnete Lagen abgestufter Windungszahlen aufgeteilt werden. Diese Lagenwicklungen bestehen aus isolierten Einzeldrähten und sind unmittelbar aufeinander gewickelt. Die Stromaufteilung in-

5 innerhalb solcher, unmittelbar aufeinander gewickelter, parallel geschalteter Lagenwicklungen erfordert wegen der extrem hohen Gegeninduktivitäten Windungszahlen, deren Endwindungen nur über einen Bruchteil des gesamten Umfanges reichen, wobei üblicherweise deren Enden über ein Stromverteilungskreuz aus Leitmaterial zum gemeinsamen Anschluß zu führen sind. Dieser Forderung kann mit gebräuchlichen 6-, 8- und sogar 12-armigen Stromverteilungskreuzen nicht entsprochen werden, einer Erhöhung der Armzahl sind jedoch fabrikatorische Grenzen gesetzt, so daß eine ungleichmäßige Stromaufteilung auf die einzelnen, aufeinander gewickelten Lagen in Kauf genommen werden muß. Dadurch ergibt sich eine nicht homogene Stromdichte innerhalb der einzelnen Lagenspulen, was zu einer unökonomischen Ausnützung der Leiter führt und gleichzeitig den Nachteil einer ungleichmäßigen Temperaturverteilung innerhalb einer Einzelspule nach sich zieht.

10 Bekannt ist auch, zur Unterteilung des Querschnittes innerhalb der Einzelspule einen aus einer Anzahl von isolierten rechteckigen Fachleitern bestehenden Drilleiter zu verwenden. Jeder dieser Einzeldrähte nimmt im Verlauf des Drilleiters unterschiedliche Lagen zu dessen Achse ein und liegt daher auch in unterschiedlichen Induktionszonen der Spule, doch unterliegen alle Einzeleiter im Durchschnitt gleichen Induktionsverhältnissen, so daß sich eine gleichmäßige Stromverteilung über alle diese Einzeldrähte des Drilleiters ergibt. Der Drilleiter bietet gleichzeitig die Möglichkeit, durch Einsatz von Einzeleitern unterschiedlicher Dimension, bei ungleichen Windungszahlen in Einzelzylindern, dennoch gleiche Einzelspulenhöhen zu erzielen, stellt aber, wie bereits eingangs erwähnt, durch die Vielzahl der dadurch erforderlichen Leiterdimensionen relativ geringer Mengen auch hier eine äußerst unwirtschaftliche Lösung dar. Darüber hinaus weist das magnetische Feld in den Randzonen der Wicklung eine hohe Radialkomponente auf, so daß in den dazu querliegenden einzelnen rechteckigen Flachleitern des Drilleiters hohe Wirbelstromverluste verursacht werden und damit eine optimale wirtschaftliche Ausnützung der eingesetzten Stromleiter nicht möglich ist.

50 Eine erfindungsgemäße Drosselspule zeichnet sich dadurch aus, daß sämtliche Einzelspulen vorwiegend aus gleichen Leiterbündeln gleichen Aufbaues und Leitungsquerschnittes mit elektrisch isolierten und verdrehten Einzeleitern bestehen, die in rechteckige Formen mit unterschiedlichen Abmessungen in Richtung der Spulenachse gepreßt sind. Die Breitenverhältnisse der Leiterbündel ändern sich in den Einzelspulen entsprechend den von innen nach außen abnehmenden Windungszahlen.

60 Durch Verwendung von isolierten runden Einzeleitern wird eine homogene Verteilung der Wirbelstromverluste erzielt, da für deren Höhe,

unabhängig von der Richtung des magnetischen Feldes, immer die gleiche Einzelleiterdimension, nämlich der Durchmesser der Einzelleiter, maßgebend ist.

Der axiale Spannungsgradient in allen Einzelspulen ist durch die Erzielung gleicher Einzelspulenhöhen sichergestellt, wobei dies nur durch Pressung auf unterschiedliche Höhe ein und desselben Leiterbündels erzielt wird. Durch die Verwendung vorwiegend nur gleicher Leiterbündel für die gesamte Drosselspule ist auch eine optimale Wirtschaftlichkeit in der Erzeugung desselben gegeben.

Der Aufbau des ungepreßten Leiterbündels erfolgt in der Weise, daß ähnlich wie bei Drilleitern, jeder runde Einzeldraht im Verlauf des Leiterbündels unterschiedliche Lagen zur Bündelachse einnimmt und daher auch unterschiedliche Induktionszonen der Drosselspule durchläuft, was zu einer homogenen Stromaufteilung innerhalb des Leiterbündels führt.

Diese Forderung wird sowohl durch Verseilen, Verdrehen, als auch durch zyklisches Vertauschen der runden Einzelleiter innerhalb des Leiterbündels erfüllt. Die elektrische Spannungsbeanspruchung der einzelnen Leiter innerhalb des Leiterbündels gegeneinander ist minimal und nur durch Unsymmetrien der induzierten Spannungen bedingt, die erforderliche Einzelleiterisolation muß daher auch nur geringe elektrische, jedoch wegen des Preßvorganges hohe mechanische Festigkeiten aufweisen.

Das Leiterbündel kann aus durch Lack, isolierende Pulverbeschichtung, Band oder Folie isolierten runden Drähten bestehen.

Um die erforderliche Spannungsfestigkeit sowohl zwischen benachbarten Windungen als auch nach außen zu erzielen, weist das in die gewünschte Querschnittsform gepreßte Leiterbündel eine Umhüllung aus imprägnierfähigem und durchlässigem Isoliermaterial, insbesondere Glasfasergewebe, auf.

Zusätzlich kann das Leiterbündel an einer der benachbarten Windung anliegenden Seite, unter der Umhüllung eine elektrisch hoch isolierende Einlage aufweisen.

Die Herstellung einer erfindungsgemäßen Drosselspule erfolgt durch Aufwickeln der in die erforderliche Form gepreßten Leiterbündel in trockenem Zustand auf einen vorbereiteten Wickeldorn, wobei axiale Kühlspalte zwischen den Einzelzylindern durch Einlegen von Leisten, vorzugsweise aus glasfaserverstärktem Kunststoff, ausgespart werden. Die fertig gewickelte und mit Anschlüssen versehene Spule wird je nach Erfordernis nach Vortrocknung und Vakuumbehandlung einer Imprägnierung unterzogen, wodurch das verwendete isolierende Kunstharz zugleich die Räume zwischen den Einzelleitern des Bündels füllt und benachbarte Spulenwindungen und Einzelspulen nach dem Aushärten im Härteofen mechanisch fest verbindet.

Weitere Einzelheiten und Vorteile des Erfindungsgegenstandes gehen aus der nachfolgenden Zeichnungsbeschreibung hervor.

In der Zeichnung zeigt

Figur 1 schematisch im Längsschnitt den Aufbau einer bekannten Drosselspule,

Figur 2 in gleicher Darstellungsweise wie Fig. 1 eine erfindungsgemäße Drosselspule,

Figur 3 in größerem Maßstab einen Schnitt durch Einzelwicklungen einer erfindungsgemäßen Drosselspule und

Figur 4 ein zum Aufbau der Spulen verwendetes Leiterbündel in Ansicht und mehreren Schnittdarstellungen.

Fig. 1 zeigt den schematischen Aufbau einer Drosselspule bekannter Bauweise mit beispielsweise drei Einzelspulen, unter Verwendung gleicher Leiterprofile mit einer Höhe h in allen Einzelspulen. Hierin ist der Stromleiter 14 mit der Höhe h in allen drei Einzelspulen 11, 12 und 13 verwendet. Somit ergeben sich in den drei Einzelspulen 11, 12, 13 infolge der von der inneren Einzelspule 11 zur äußeren Einzelspule 13 abnehmenden Windungszahlen W_1, W_2, W_3 unterschiedliche Einzelspulenhöhen H_1, H_2, H_3 . Zwischen den Einzelspulen befinden sich Kühlspalte 15, die Einzelspulen 11, 12, 13 werden zwischen einer Preßkonstruktion 16 gehalten, die fallweise auch als Stromverteilungskreuz verwendet wird.

Fig. 2 stellt beispielsweise eine Drosselspule erfindungsgemäßen Aufbaues dar, wobei die Einzelspulenhöhe H in allen drei Einzelspulen 21, 22, 23 gleich groß sind, obwohl die Windungszahlen W_1, W_2, W_3 der Einzelspulen von der inneren Einzelspule 21 zur äußeren Einzelspule 23 abnehmen. Dies wird durch Verwendung von Leiterbündeln 24a, 24b, 24c erreicht, die entsprechend den Windungszahlen W_1, W_2, W_3 in den Einzelspulen auf unterschiedliche Höhen h_1, h_2, h_3 gepreßt sind. Zwischen den Einzelspulen befinden sich Kühlspalte 25, die gesamte Drosselspule wird durch eine Preßkonstruktion 26 gehalten, die fallweise auch als Stromverteilungskreuz verwendet wird.

Fig. 3 zeigt einen Schnitt durch eine erfindungsgemäße Drosselspule und Fig. 4 erläutert den Aufbau des für die Einzelspulen verwendeten Leiterbündels und dessen Pressung in rechteckige Form.

Mit 31, 32, 33 sind hier die Einzelspulen der erfindungsgemäßen Drosselspule bezeichnet, wobei im Beispiel nur das untere, an der Preßkonstruktion 36 anliegende Ende der Einzelspulen 31, 32, 33 dargestellt ist. Die für alle drei Einzelspulen 31, 32, 33 durch Pressung eines Leiterbündels 34 in die rechteckigen Formen 34a, 34b, 34c erhaltenen Leiter zeichnen sich durch unterschiedliche Höhen h_1, h_2, h_3 aus.

Das in Fig. 4 vereinfacht gezeichnete, hierfür als Ausgangsprodukt verwendete Leiterbündel 34 besteht aus einer Anzahl, mit der Isolation 342 versehenen, runder Einzelleiter 341, deren Positionen im Leiterbündel mit 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 bezeichnet wurden. Wie ersichtlich ist, ändern die Einzelleiter 1 bis 7 durch Verdrehung, Verdrehung oder zyklische Vertauschung ihre Lage zur Achse des Leiterbündels 34 kontinuierlich.

Die gepreßten Leiterbündel 34a, 34b, 34c

(Fig. 3) sind mit einer Umhüllung 344 aus imprägnierfähigem und durchlässigem Isoliermaterial versehen. Durch Imprägnierung mit einem isolierenden, aushärtenden Kunstharz werden sowohl die Zwischenräume 345 zwischen den runden Einzelleitern gefüllt, als auch nach dem Aushärten benachbarte Spulenwindungen und Einzelspulen mit den die Kühlspalte 35 bildenden Konstruktionsteilen mechanisch fest verbunden. Zur Erhöhung der Spannungsfestigkeit zwischen den Windungen innerhalb einer Einzelspule ist unter der Umhüllung 344, an einer der benachbarten Windung anliegenden Seite, eine elektrisch hoch isolierende Einlage 343 angeordnet.

Patentansprüche

1. Drosselspule, insbesondere trockenisolierte Drosselspule ohne Eisenkern mit zwei oder mehreren unter Freilassung von Spalten konzentrisch ineinander angeordneten, elektrisch parallel geschalteten Einzelspulen (11, 12, 13), wobei die Einzelspulen (21, 22, 23) unabhängig von den von innen nach außen abnehmenden Windungszahlen untereinander eine annähernd gleiche axiale Wicklungshöhe (H) aufweisen und wobei die Einzelspulen aus isolierten Leitern gewickelt sind, dadurch gekennzeichnet, daß sämtliche Einzelspulen (21, 22, 23) vorwiegend aus gleichen Leiterbündeln (34) gleichen Aufbaues und Leitungsquerschnittes mit elektrisch isolierten und verdrehten Einzelleitern (341) bestehen, die in rechteckige Formen (24a, 24b, 24c, 34a, 34b, 34c) mit unterschiedlichen Abmessungen in Richtung der Spulenachse gepreßt sind.

2. Drosselspule nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die das Leiterbündel (34) bildenden isolierten Einzelleiter (341) rund ausgebildet und durch Verseilen, Verdrehen oder zyklische Vertauschung verdreht sind, so daß die Einzelleiter (341), bezogen auf die Achsen des Bündels, ihre Lage kontinuierlich ändern.

3. Drosselspule nach einem der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Leiterbündel (34) aus durch Lack, Pulverbeschichtung, Band oder Folie (342) isolierten runden Drähten besteht.

4. Drosselspule nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Leiterbündel (34, 34a, 34b, 34c) eine Umhüllung (344) aus imprägnierfähigem und durchlässigem Isoliermaterial, insbesondere Glasfasergewebe aufweist und die Spule mit einem isolierenden, aushärtenden Kunstharz getränkt ist, welches zugleich die Räume (345) zwischen den Einzelleitern (341) des Leiterbündels (34) füllt und benachbarte Spulenwindungen und Einzelspulen mit den die Kühlspalte (35) bestimmenden Konstruktionsteilen mechanisch fest verbindet.

5. Drosselspule nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Leiterbündel (34) an einer der benachbarten

Windung anliegenden Seite unter der Umhüllung eine elektrisch hoch isolierende Einlage (343) ausweist.

Claims

1. An induction coil, particularly an induction coil which is provided with dry insulation and has no iron core and comprises two or more individual coils (1, 12, 13), which are concentrically arranged one in the other with intervening gaps and are electrically connected in parallel, wherein the numbers of turns of the individual coils (21, 22, 23) decrease from the inside to the outside, independently of their numbers of turns the windings of the individual coils have approximately the same axial height (H) and the individual coils consist of wound insulated conductors, characterized in that all individual coils (21, 22, 23) consist predominantly of identical conductor bundles (34), which are identical in structure and in conductor cross-section and consist of electrically insulated and twisted individual conductors (341), which have been pressed to have rectangular shapes (24a, 24b, 24c, 34a, 34b, 34c) having different dimensions in the direction of the axis of the coil.

2. An induction coil according to claim 1, characterized in that the individual conductors (341) which constitute the conductor bundle (34) are circular and have been twisted in that they have been cable-laid, twisted or cyclically interchanged so that the individual conductors (341) continuously change their position relative to the axes of the bundle.

3. An induction coil according to any of claims 1 and 2, characterized in that the conductor bundle (34) consists of circular wires, which have been insulated with enamel, a powder coating, strip or plastic film (342).

4. An induction coil according to any of claims 1 to 3, characterized in that the conductor bundle (34, 34a, 34b, 34c) comprises a covering (344) consisting of permeable insulating material, which is adapted to be impregnated, particularly of a woven glass fiber fabric, and the coil is impregnated with a hardenable insulating synthetic resin, which also fills the interstices (345) between the individual conductors (341) of the conductor bundle (34) and firmly mechanically connects adjacent coil windings and individual coils to the structural elements which define the cooling gaps (35).

5. An induction coil according to any of claims 1 to 4, characterized in that the conductor bundle (34) is provided under the covering with an electrically highly insulating insert (343) on a side which adjoins the adjacent winding.

Revendications

1. Bobine d'arrêt, en particulier bobine d'arrêt isolée à sec sans noyau de fer, comportant deux

ou plusieurs bobines individuelles (1, 12, 13) disposées concentriquement l'une dans l'autre en ménageant des interstices, branchées électriquement en parallèle, les bobines individuelles (21, 22, 23) présentant entre elles, indépendamment des nombres de spires qui diminuent de l'intérieur vers l'extérieur, une hauteur axiale d'enroulement (H) approximativement égale et les bobines individuelles étant bobinées en conducteurs isolés, caractérisée par le fait que toutes les bobines individuelles (21, 22, 23) sont formées principalement de faisceaux identiques (34) de conducteurs, de même constitution et de même section de conduction, comportant des conducteurs individuels (341) isolés électriquement et torsadés qui sont comprimés en des formes rectangulaires (24a, 24b, 24c, 34a, 34b, 34c) de différentes dimensions dans la direction de l'axe de la bobine.

2. Bobine d'arrêt selon la revendication 1, caractérisée par le fait que les conducteurs individuels isolés (341) formant le faisceau (34) de conducteurs sont de forme ronde et sont torsadés par câblage, torsion ou interversion cyclique, de sorte que les conducteurs individuels (341) changent de position de façon continue relative-

ment aux axes du faisceau.

3. Bobine d'arrêt selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisée par le fait que le faisceau (34) de conducteurs est formé de fils ronds isolés par du vernis, un revêtement de poudre, une bande ou une feuille (342).

4. Bobine d'arrêt selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisée par le fait que le faisceau (34, 34a, 34b, 34c) de conducteurs présente une enveloppe (344) en matière isolante apte à l'imprégnation et perméable, en particulier un tissu de fibres de verre, et que la bobine est imprégnée d'une résine synthétique durcissable isolante qui remplit en même temps les espaces (345) entre les conducteurs individuels (341) du faisceau (34) de conducteurs et relie de façon mécaniquement ferme des spires de bobines voisines et des bobines individuelles aux éléments de construction déterminant les interstices (35) de refroidissement.

5. Bobine d'arrêt selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisée par le fait que le faisceau (34) de conducteurs présente sous l'enveloppe, sur un côté appliqué contre la spire voisine, une couche (343) électriquement intercalaire très isolante.

30

35

40

45

50

55

60

65

5

0 092 018

Fig.1

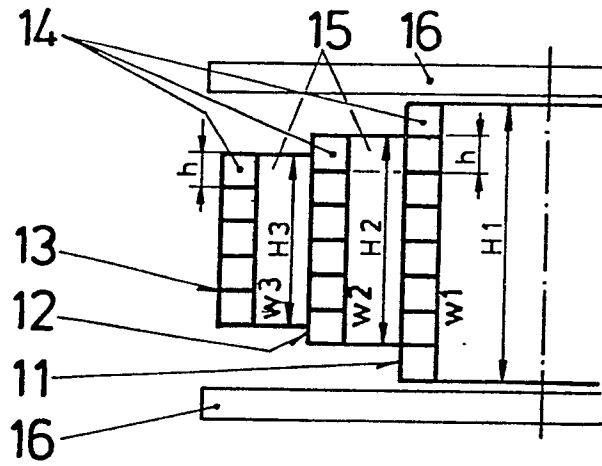


Fig.2

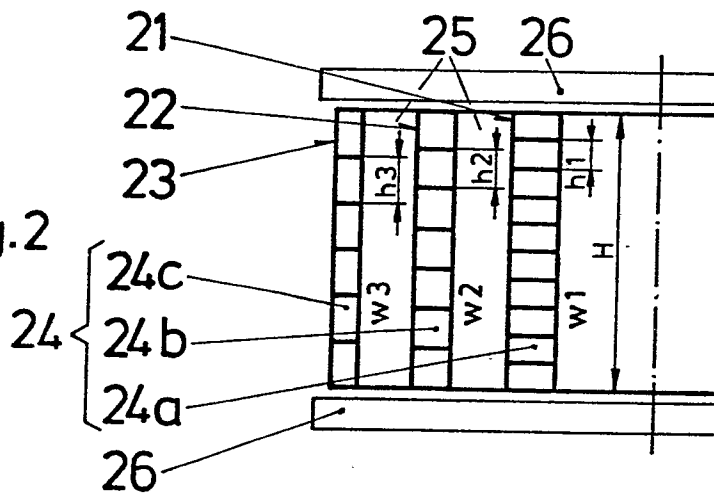


Fig.3

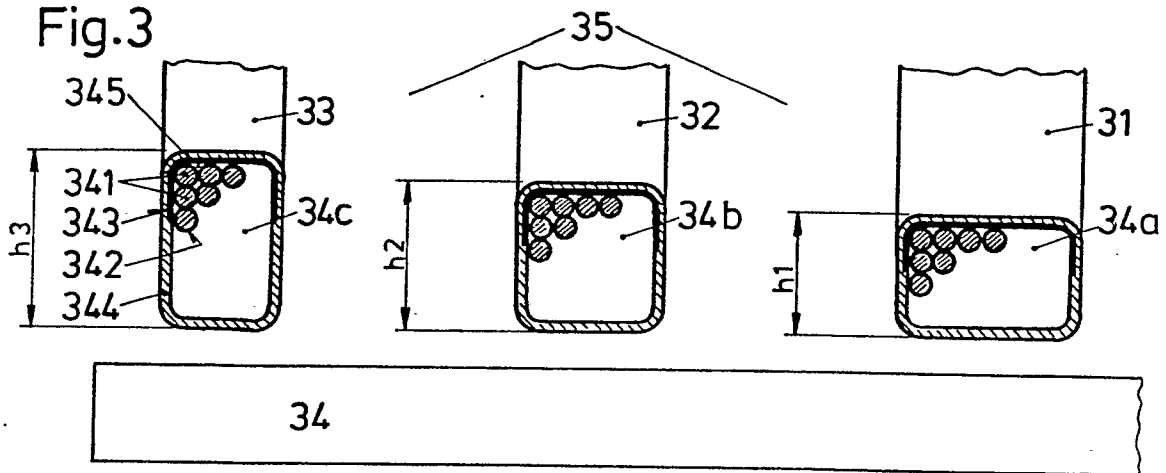


Fig.4

