

⑫

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

⑪ Anmeldenummer: 82890057.1

⑤① Int. Cl.³: **H 01 F 27/28, H 01 F 39/00**

⑫ Anmeldetag: 21.04.82

④③ Veröffentlichungstag der Anmeldung: 26.10.83
Patentblatt 83/43

⑦① Anmelder: **Spezielektra Esslinger K.G., Paschinger
Strasse 49, A-4021 Linz (AT)**

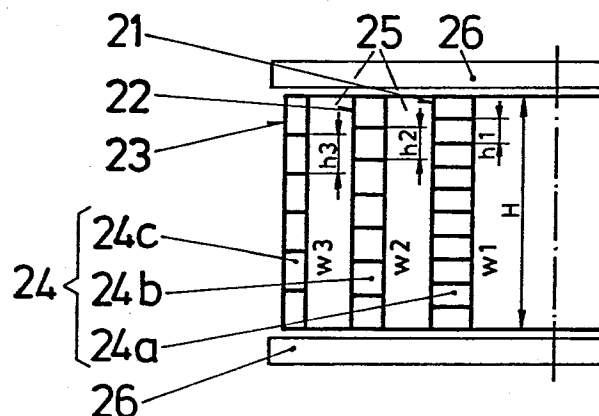
⑦② Erfinder: **Mausz, Johann, Oberladstrasse 16, A-4043 Linz
(AT)**
Erfinder: **Wittenhofer, Alfred, Galvanistrasse 18,
A-4040 Linz (AT)**

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

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

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

⑤⑦ Bei einer Drosselspule mit zwei oder mehreren, unter Freilassung von Spalten (25) konzentrisch ineinander angeordneten, elektrisch parallel geschalteten Einzelspulen (21, 22, 23) die aus elektrisch isolierten Leiterbündeln (24a, 24b, 24c) gewickelt sind, bestehen die Einzelspulen (21, 22, 23) aus hinsichtlich des Aufbaues und Leitungsquerschnittes gleichen Leitungsbündeln (24) mit isolierten und verdrehten Einzelleitern (341). Diese Leitungsbündel sind in rechteckige Formen mit unterschiedlichen Abmessungen (h1, h2, h3) in Richtung der Spulenachse gepreßt, so daß die Einzelspulen (21, 22, 23) trotz von innen nach außen abnehmenden Windungszahlen (W1, W2, W3) untereinander eine annähernd gleiche axiale Wicklungsabmessung (H) aufweisen.



Drosselspule, insbesondere trockenisolierte Drossel-
spule ohne Eisenkern

Die Erfindung betrifft eine Drosselspule, insbesondere eine trockenisolierte Drosselspule ohne Eisenkern, mit zwei oder mehreren unter Freilassung von Kühlspalten konzentrisch ineinander angeordneten, elektrisch
5 parallel geschalteten zylindrischen Einzelspulen, deren Windungszahl von innen nach außen abnimmt.

Diese Bauart, die durch die Unterteilung des erforderlichen Gesamtleiterquerschnittes in eine Vielzahl gegeneinander isolierter Einzeldrähte gekennzeichnet ist,
10 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
15 angeordneten, elektrisch parallel geschalteten Einzelspulen ist aus den BBC-Nachrichten Juli/August 1930 bekannt und in der DE-AS 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
5 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
10 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
15 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
20 eine äußerst unwirtschaftliche Lösung dar, gleichgültig, ob dies bei Verwendung von Fachleitern, Runddrähten oder Drilleitern erfolgt.

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
25 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 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.

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 Einzelleiter 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 Einzelleitern unterschied-

licher Dimension, bei ungleichen Windungszahlen in Einzelzylindern, dennoch gleiche Einzelspulenhöhen zu erzielen, stellt aber, wie bereits eingangs erwähnt, durch die Vielzahl der dadurch erforderlichen
5 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
10 Flachleitern des Drilleiters hohe Wirbelstromverluste verursacht werden und damit eine optimale wirtschaftliche Ausnützung der eingesetzten Stromleiter nicht möglich ist.

Eine erfindungsgemäße Drosselspule zeichnet sich
15 dadurch aus, daß sämtliche Einzelspulen vorwiegend aus gleichen Leiterbündeln gleichen Aufbaues und Leitungsquerschnittes mit elektrisch isolierten und verdrehten Einzelleitern bestehen, die in rechteckige Formen mit unterschiedlichen Abmessungen in Richtung der Spulen-
20 achse gepreßt sind, so daß die Einzelspulen unabhängig von den von innen nach außen abnehmenden Windungszahlen untereinander eine annähernd gleiche Wicklungsabmessung aufweisen. Die Breitenverhältnisse der Leiterbündel ändern sich in den Einzelspulen analog.

25 Durch Verwendung von isolierten runden Einzelleitern 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,
30 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.

- 5 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
- 10 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.
- 15 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,
- 20 jedoch wegen des Preßvorganges hohe mechanische Festigkeiten aufweisen.

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

- 25 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
- 30 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 Drossel-
spule erfolgt durch Aufwickeln der in die erforderliche
Form gepreßten Leiterbündel in trockenem Zustand auf
einen vorbereiteten Wickeldorn, wobei axiale Kühl-
5 spalte zwischen den Einzelzylindern durch Einlegen
von Leisten, vorzugsweise aus glasfaserverstärktem
Kunststoff, ausgespart werden. Die fertig gewickelte
und mit Anschlüssen versehene Spule wird je nach Er-
fordernis nach Vortrocknung und Vakuumbehandlung einer
10 Imprägnierung unterzogen, wodurch das verwendete isolieren-
de Kunstharz zugleich die Räume zwischen den Einzel-
leitern des Bündels füllt und benachbarte Spulenwin-
dungen und Einzelspulen nach dem Aushärten im Härteofen
mechanisch fest verbindet.

15 Weitere Einzelheiten und Vorteile des Erfindungsgegen-
standes gehen aus der nachfolgenden Zeichnungsbeschreibung
hervor.

In der Zeichnung zeigt

Fig. 1 schematisch im Längsschnitt den Aufbau einer
20 bekannten Drosselspule,
Fig. 2 in gleicher Darstellungsweise wie Fig. 1 eine
erfindungsgemäße Drosselspule,
Fig. 3 in größerem Maßstab einen Schnitt durch Einzel-
wicklungen einer erfindungsgemäßen Drosselspule
25 und
Fig. 4 ein zum Aufbau der Spulen verwendetes Leiterbündel
in Ansicht und mehreren Schnittdarstellungen.

Fig. 1 zeigt den schematischen Aufbau einer Drossel-
spule bekannter Bauweise mit beispielsweise drei Einzel-
30 spulen, 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
5 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
10 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
15 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
20 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
25 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
30 ist. Die für alle drei Einzelspulen 31, 32, 33 durch Pressung eines Leiterbündels 34 in die rechteckigen

Formen 34a, 34c, 34b, 34c erhaltenen Leiter zeichnen sich durch unterschiedliche Höhen h_1 , h_2 , h_3 aus.

Das in Fig. 4 vereinfacht gezeichnete, hiefür als Ausgangsprodukt verwendete Leiterbündel 34 besteht
5 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 Verdrellung, Verdrehung oder zyklische Ver-
10 tauschung 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
15 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 Kon-
20 struktionsteilen 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.

P a t e n t a n s p r ü c h e :

1. Drosselspule, insbesondere trockenisolierte Drosselspule ohne Eisenkern mit zwei oder mehreren unter Freilassung von Spalten konzentrisch ineinander angeordneten, elektrisch parallel geschalteten Einzel-
5 spulen, die aus isolierten Leiterbündeln 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,
10 die in rechteckige Formen (24a, 24b, 24c, 34a, 34b, 34c) mit unterschiedlichen Abmessungen in Richtung der Spulenachse gepreßt sind, so daß die Einzelspulen (21, 22, 23) unabhängig von den von innen nach außen abnehmenden Windungszahlen untereinander eine annähernd gleiche
15 axiale Wicklungsabmessung aufweisen.
2. Drosselspule nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die das Bündel (34) bildenden isolierten Einzelleiter (341) rund ausgebildet und durch Verseilen, Verdrehen oder zyklische Vertauschung verdreht sind, so daß
20 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)
25 isolierten runden Drähten (341) 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,
30 aushärtenden Kunstharz getränkt ist, welches zugleich

die Räume (345) zwischen den Einzelleitern (341) des Bündels (34) füllt und benachbarte Spulenwindungen und Einzelspulen mit den die Kühlspalte (35) bestimmenden Konstruktionsteilen mechanisch fest

5 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

10 (343) aufweist.

Fig.1

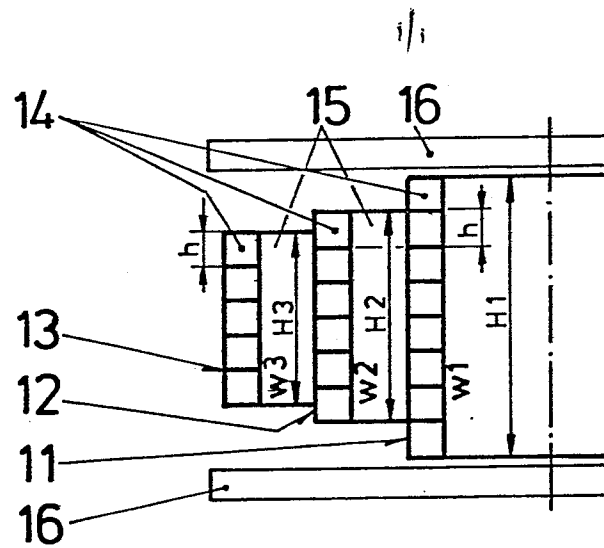


Fig.2

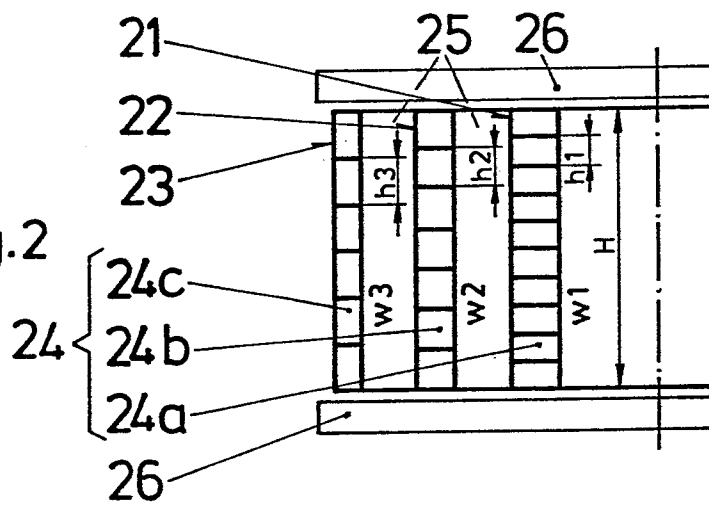


Fig.3

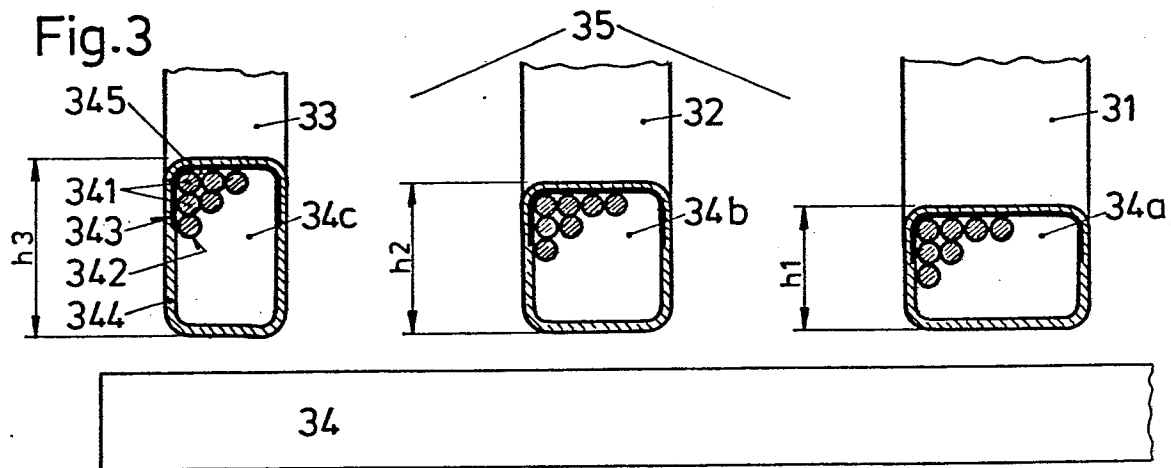
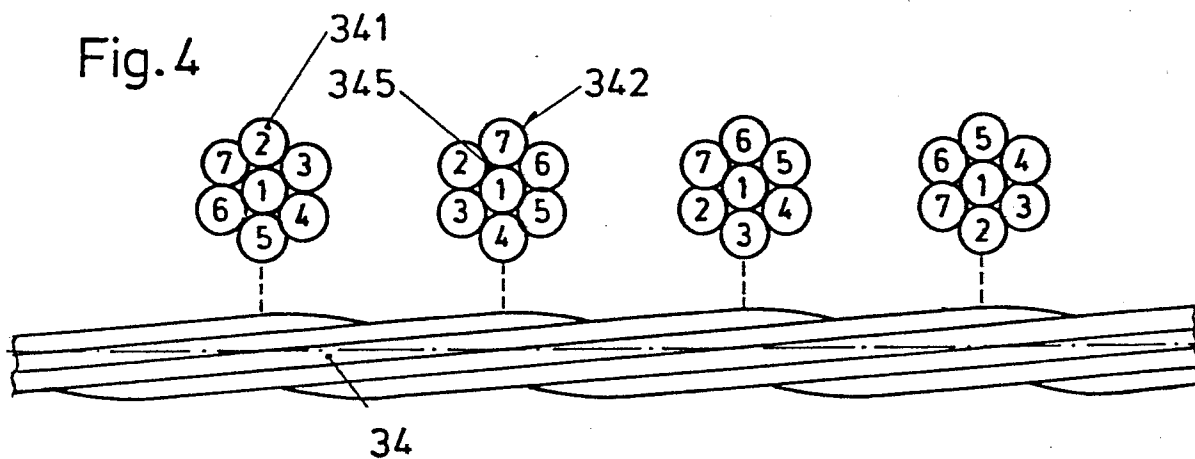


Fig.4





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

0092018
Nummer der Anmeldung

EP 82 89 0057

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE																	
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. ³)														
A	--- DE-C- 577 650 (AEG) * Seite 1, Zeilen 53-65 *	1	H 01 F 27/28 H 01 F 39/00														
A	--- US-A-2 978 530 (ACEC) * Spalte 2, Zeilen 8-36 *	1-3															
A	--- DE-A-2 554 472 (BBC) * Seite 7, Absätze 2,3; Seite 8, Absatz 1 *	1-4															
A	--- US-A-3 991 394 (GENERAL ELECTRIC)																
A	--- DE-A-2 645 536 (TOCCO-STEL)																
A	--- FR-A-1 315 930 (COMPAGNIE GENERALE D'ELECTRICITE)																
A	--- GB-A-2 071 921 (HITACHI)		H 01 F 27/00 H 01 F 39/00 H 01 F 41/00														

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.																	
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 17-12-1982	Prüfer VANHULLE R.														
<table border="0"><tr><td>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN</td><td>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</td></tr><tr><td>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet</td><td>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument</td></tr><tr><td>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie</td><td>L : aus andern Gründen angeführtes Dokument</td></tr><tr><td>A : technologischer Hintergrund</td><td></td></tr><tr><td>O : nichtschriftliche Offenbarung</td><td></td></tr><tr><td>P : Zwischenliteratur</td><td>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</td></tr><tr><td>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze</td><td></td></tr></table>				KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN	E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist	X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument	Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	L : aus andern Gründen angeführtes Dokument	A : technologischer Hintergrund		O : nichtschriftliche Offenbarung		P : Zwischenliteratur	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze	
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN	E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist																
X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet	D : in der Anmeldung angeführtes Dokument																
Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie	L : aus andern Gründen angeführtes Dokument																
A : technologischer Hintergrund																	
O : nichtschriftliche Offenbarung																	
P : Zwischenliteratur	& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument																
T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze																	