



(11) **EP 2 251 876 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
28.11.2012 Patentblatt 2012/48

(51) Int Cl.:
H01F 27/28 ^(2006.01) **H01F 41/06** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09006365.2**

(22) Anmeldetag: **12.05.2009**

(54) **Wicklung mit einem rechteckigem Querschnitt und Verfahren zur Herstellung einer solchen Wicklung**

Coil with a reclangular cross-section and method for producing such a coil

Enroulement doté d'une section rectangulaire et procédé de fabrication d'un tel enroulement

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
17.11.2010 Patentblatt 2010/46

(73) Patentinhaber: **ABB Technology AG**
8050 Zürich (CH)

(72) Erfinder: **Weber, Benjamin**
59955 Winterberg (DE)

(74) Vertreter: **Partner, Lothar et al**
ABB AG
GF-IP
Wallstadter Strasse 59
68526 Ladenburg (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
US-B1- 6 269 531 US-B1- 7 257 881

EP 2 251 876 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Wicklung mit rechteckigem Querschnitt und auf ein Verfahren zur Herstellung einer solchen Wicklung. Ein Anwendungsgebiet ist die Produktion von Transformatorwicklungen.

[0002] Das Wickeln von Wicklungen auf Wicklungskerne ist eine allgemein bekannte Methode bei Transformatoren. Hierbei wird oftmals die Wicklung auf einzelne Kernschenkel aufgewickelt, die in einer Wickelvorrichtung eingespannt werden. Dieses Verfahren funktioniert für Kernschenkel mit rundem und rechteckigem Querschnitt. Bei Kernschenkeln mit rundem Querschnitt kann auch auf einen kompletten, aus mehreren Kernschenkeln bestehenden Wicklungskern gewickelt werden, dessen einzelne Kernschenkel nicht mehr gedreht werden können. Hierbei wird eine Vorrichtung auf den Kernschenkel aufgebracht, die drehbar gelagert ist und motorisch angetrieben werden kann. Dieses Verfahren funktioniert bei Kernschenkeln mit rechteckigem Querschnitt nur dann, wenn der Durchmesser der aufzubringenden Wicklung mindestens der Diagonalen des Kernquerschnitts entspricht, die Wicklung hätte dann einen runden Querschnitt. Aufgrund des großen Durchmessers der Wicklung ist in einem solchen Fall der Spulinnenraum nicht optimal genutzt.

[0003] So ist im Dokument US 7257881 B1 ein Verfahren zur Herstellung einer Bandwicklung um ein Zentralglied mit rechteckförmigem Querschnitt offenbart. Hierbei wird ein vorgefertigtes flaches Wickelmaterial durch jeweiliges Knicken beziehungsweise Falten in einer gewünschten Form um das Zentralglied angeordnet.

[0004] Das Dokument US 6269531 B1 offenbart ein Verfahren zur Herstellung einer spirale ähnlichen Hochstromwicklung, welche aus flachen, gestanzten Leitersegmenten puzzleähnlich zusammengesetzt ist.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Wicklung mit einem rechteckigen Querschnitt anzugeben.

[0006] Des Weiteren soll ein Verfahren zur Herstellung einer solchen Wicklung angegeben werden.

[0007] Diese Aufgabe wird hinsichtlich der Wicklung erfindungsgemäß gelöst durch eine Wicklung mit einem rechteckigen Querschnitt und gebildet aus einer Wicklungsfolie, angepasst an einen Wicklungskern mit rechteckigem Querschnitt mit je zwei sich gegenüberliegenden Kernflächen gleicher Länge,

- wobei die Wicklungsfolie in einzelne elektrisch in Reihe geschaltete Wicklungssegmente unterteilt ist,
- wobei jedes Wicklungssegment zumindest einen planebenen Wicklungsabschnitt aufweist,
- wobei jeder planebene Wicklungsabschnitt exakt an die Länge der derjenigen Kernfläche angepasst ist, welcher er zugeordnet ist,
- wobei bei der Bemessung der Länge des Wicklungsabschnitts die genaue Position des Wicklungsabschnitts innerhalb der Wicklung berücksichtigt ist

und

- wobei die Wicklung aus einer Vielzahl jeweils separater Wicklungssegmente gebildet ist, welche untereinander mittels Verbindungsstellen elektrisch verbunden sind.

[0008] Diese Aufgabe wird hinsichtlich des erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass in einem ersten Schritt eine Vielzahl jeweils separater Wicklungssegmente hergestellt wird und dass in einem zweiten Schritt diese Wicklungssegmente auf einen Wicklungskern von mindestens zwei unterschiedlichen Seiten dieses Wicklungskerns aus übereinander aufgeschoben werden, wobei die Segment-Enden jeweils miteinander verbunden werden.

[0009] Die mit der Erfindung erzielbaren Vorteile bestehen insbesondere darin, dass der Spulinnenraum gut gefüllt ist. Dies verbessert zum einen die elektrischen Eigenschaften des Transformators, zum Anderen wird hierdurch ein kompakter, raumsparender Aufbau eines Transformators gefördert. Das Verfahren eignet sich insbesondere auch bei nicht drehbaren Kernen von rechteckigem Querschnitt.

[0010] Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

[0011] Die Erfindung wird nachstehend an Hand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiele erläutert. Es zeigen:

30 Fig. 1 einen seitlichen Schnitt durch eine Konfiguration mit Wicklungskern und Wicklungsfolie vor dem Wickeln,

35 Fig. 2 einen seitlichen Schnitt durch einen mit den ersten Wicklungssegmenten belegten Wicklungskern,

Fig. 3 die Zuordnung der einzelnen Wicklungssegmente zu den einzelnen Kernflächen,

40 Fig. 4 einen seitlichen Schnitt durch einen mit Wicklung versehenen Kern,

45 Fig. 5 einen seitlichen Schnitt durch eine mit U-Wicklungssegmenten gebildete Wicklung der Erfindung,

Fig. 6 eine perspektivische Ansicht eines bei der Anordnung gemäß Fig. 5 eingesetzten U-Wicklungssegmentes,

Fig. 7 einen seitlichen Schnitt durch eine mit L-Wicklungssegmenten gebildete Wicklung der Erfindung,

55 Fig. 8 eine perspektivische Ansicht eines bei der Anordnung gemäß Fig. 7 eingesetzten L-Wicklungssegmentes,

- Fig. 9 einen seitlichen Schnitt durch eine aus Γ -Wicklungssegmenten gebildete Wicklung der Erfindung,
- Fig. 10 eine perspektivische Ansicht eines bei der Anordnung gemäß Fig. 9 ein- gesetzten Γ -Wicklungssegmentes,
- Fig. 11 einen seitlichen Schnitt durch eine aus U-Wicklungssegmenten und L- Wicklungssegmenten gebildete Wicklung der Erfindung,
- Fig. 12 eine perspektivische Ansicht der bei der Anordnung gemäß Fig. 11 einge- setzten U-Wicklungssegmente und L-Wicklungssegmente,
- Fig. 13 einen seitlichen Schnitt durch eine aus U-Wicklungssegmenten und I- Wicklungssegmenten gebildete Wicklung der Erfindung,
- Fig. 14 eine perspektivische Ansicht der bei der Anordnung gemäß Fig. 13 einge- setzten U-Wicklungssegmente und I-Wicklungssegmente,
- Fig. 15 eine Rast-Verbindungsstelle zur elektrischen Verbindung von zwei Seg- ment-Enden,
- Fig. 16 eine Nut-Feder-Verbindungsstelle zur elektrischen Verbindung von zwei Segment-Enden.

[0012] In Fig. 1 ist ein seitlicher Schnitt durch eine Konfiguration mit Wicklungskern und Wicklungsfolie vor dem Wickeln dargestellt. Es ist der einen rechteckigen Kernquerschnitt aufweisende Wicklungskern 1 mit seiner ersten Kernfläche 2, seiner sich daran anschließender zweiten Kernfläche 3, seiner sich daran anschließenden dritten Kernfläche 4 und seiner sich daran anschließenden vierten Kernfläche 5 (benachbart der ersten Kernfläche 2) zu erkennen. Es ist eine relativ dünne Wicklungsfolie 7 um den Wicklungskern zu wickeln, wobei der Spuleninnenraum optimal zu nutzen ist. Hierzu ist die Wicklungsfolie 7 in einzelne Wicklungssegmente unterteilt, zwischen denen jeweils ein Knick angeordnet ist. Die Länge eines jeden Wicklungssegmentes ist exakt an die Länge derjenigen Kernfläche angepasst, welcher es zugeordnet ist.

[0013] Zur verbesserten Unterscheidungsfähigkeit sind die in Fig. 1 gezeigten Wicklungssegmente in unterschiedlicher Strichart gekennzeichnet. Im Einzelnen gilt folgendes:

- ein erstes Wicklungssegment 8 ist der ersten Kernfläche 2 zugeordnet,
- ein zweites, der zweiten Kernfläche 3 zugeordnetes Wicklungssegment 10 ist vom ersten Wicklungssegment 8 durch einen Knick 9 "getrennt",

- ein drittes, der dritten Kernfläche 4 zugeordnetes Wicklungssegment 12 ist vom zweiten Wicklungssegment 10 durch einen Knick 11 "getrennt",
- ein viertes, der vierten Kernfläche 5 zugeordnetes Wicklungssegment 14 ist vom dritten Wicklungssegment 12 durch einen Knick 13 "getrennt",
- ein fünftes, wiederum der ersten Kernfläche 2 zugeordnetes Wicklungssegment 16 ist vom vierten Wicklungssegment 14 durch einen Knick 15 "getrennt",
- ein sechstes, wiederum der zweiten Kernfläche 3 zugeordnetes Wicklungssegment 18 ist vom fünftes Wicklungssegment 16 durch einen Knick 17 "getrennt",
- ein siebtes, wiederum der dritten Kernfläche 4 zugeordnetes Wicklungssegment 20 ist vom sechsten Wicklungssegment 18 durch einen Knick 19 "getrennt",
- usw.

[0014] Dabei ist bei der Bemessung der Länge eines bestimmten Wicklungssegmentes nicht nur die Länge der jeweils zugeordneten Kernfläche berücksichtigt, sondern zusätzlich ist auch der Raumbedarf / Platzbedarf aller zwischen dem bestimmten Wicklungssegment und dem Wicklungskern 1 angeordneten Wicklungssegmente beachtet. Diese Notwendigkeit ist beispielsweise aus Fig. 2 zu erkennen, in welcher ein seitlicher Schnitt durch einen mit den ersten Wicklungssegmenten belegten Wicklungskern 1 dargestellt ist. Aus Gründen der besseren Übersichtlichkeit besteht die gezeigte, aus der Wicklungsfolie 7 gebildete Wicklung 22 lediglich aus zwei (nicht einmal vollständigen) Windungen, wobei die Wicklungssegmente 8 und 16 übereinander über der ersten Kernfläche 2, die Wicklungssegmente 10 und 18 übereinander über der zweiten Kernfläche 3, die Wicklungssegmente 12 und 20 übereinander über der dritten Kernfläche 4 und das Wicklungssegment 14 über der vierten Kernfläche 5 angeordnet sind. Jeder Knick bildet eine Ecke, d. h. eine rechtwinklig abgebogene Kante der Windung respektive der Wicklung.

[0015] In Fig. 3 ist die Zuordnung der einzelnen Wicklungssegmente zu den einzelnen Kernflächen dargestellt, wobei jeweils Pfeile die Zuordnung der einzelnen Wicklungssegmente 8, 10, 12, 14 zu den einzelnen Kernflächen 2, 3, 4, 5 des Wicklungskerns 1 skizzieren.

[0016] In Fig. 4 ist ein seitlicher Schnitt durch einen mit Wicklung versehenen Kern dargestellt, wobei deutlich zu erkennen ist, dass die den Wicklungskern 1 eng umschließende Wicklung 22 einen rechteckigen Querschnitt aufweist, welcher exakt der Formgebung des Wicklungskern 1 angepasst ist, so dass der Spuleninnenraum optimal genutzt wird.

[0017] Bei der vorstehend unter den Figuren 1 - 4 erläuterten Technologie gemäß dem Stand der Technik wird die Wicklungsfolie vor dem Aufwickeln auf den Wicklungskern respektive Kernschenkel an denjenigen Stellen vorgeknickt, welche die Ecken der Wicklung bilden.

Das Maß zwischen zwei Knickstellen wird damit immer größer, je weiter die Wicklung nach außen fortschreitet. Während demnach unter den Figuren 1 - 4 eine aus einer relativ "dünnen", "endlosen" Wicklungsfolie 7 gebildete Wicklung realisiert wird, bei welcher die einzelnen Wicklungssegmente lediglich durch Knicke voneinander "getrennt" sind, soll nachstehend eine Wicklung betrachtet werden, welche aus einer Vielzahl jeweils separater Wicklungssegmente zusammengesetzt wird.

[0018] In Fig. 5 ist ein seitlicher Schnitt durch eine mit U-Wicklungssegmenten gebildete Wicklung 22 dargestellt. Dabei sind vier übereinander auf dem Wicklungskern 1 ineinander verschachtelt angeordnete U-Wicklungssegmente 24 - 27 vorgesehen, unmittelbar am Wicklungskern 1 beginnend mit einem nach unten offenen U-Wicklungssegment 24, darüber einem sich anschließenden nach rechts offenen U-Wicklungssegment 25, darüber einem sich anschließenden nach oben offenen U-Wicklungssegment 26 und wiederum darüber einem sich anschließenden nach links offenen U-Wicklungssegment 27. Die individuellen U-Wicklungssegmente 24 - 27 sind elektrisch in Reihe miteinander verbunden, was in der Figur durch Punkte zwischen den miteinander verbundenen Schenkeln skizziert ist. Die Verbindungsstellen sind unter den Figuren 15 und 16 erläutert. Selbstverständlich schließen sich weitere U-Wicklungssegmente in gleicher Art und Weise an, bis die gewünschte Windungszahl der Wicklung erreicht ist. Eine gewisse Einschränkung bei dieser Ausführungsform ist dadurch gegeben, dass das Aufschieben der U-Wicklungssegmente von allen vier Seiten des Wicklungskerns aus erfolgen muss - siehe die Pfeile A, B, C, D. Ein Vorteil ist darin zu sehen, dass optimal wenige Verbindungsstellen zwischen den einzelnen U-Wicklungssegmenten erforderlich sind, beispielsweise lediglich drei Verbindungsstellen bei den gezeigten drei Windungen.

[0019] In Fig. 6 ist eine perspektivische Ansicht eines bei der Anordnung gemäß Fig. 5 eingesetzten U-Wicklungssegmentes 24 dargestellt, bestehend aus einem Basisschenkel mit beidseitig rechtwinklig hierzu angeordneten Seitenschenkeln. Der Basisschenkel und die beiden Seitenschenkel stellen planebene Wicklungsabschnitte dar. Ein U-Wicklungssegment bildet eine $\frac{3}{4}$ -Windung. Die Länge des Basisschenkels und der Seitenschenkel eines jeden U-Wicklungssegmentes ist konkret der genauen Position eines individuellen U-Wicklungssegmentes innerhalb der Wicklung angepasst. Zusätzlich vergrößern sich diese Längen des Basisschenkels und der Seitenschenkel eines jeden individuellen U-Wicklungssegmentes mit zunehmendem Abstand vom Wicklungskern 1, d. h. mit nach außen fortschreitender Wicklung.

[0020] In Fig. 7 ist ein seitlicher Schnitt durch eine mit L-Wicklungssegmenten gebildete Wicklung 22 dargestellt. Dabei sind sechs L-Wicklungssegmente 29, 30, 31, 32, 33, 34 um den Wicklungskern 1 angeordnet und elektrisch in Reihe miteinander verbunden, was durch Punkte zwischen den miteinander verbundenen Schen-

keln skizziert ist. Die Verbindungsstellen sind unter den Figuren 15 und 16 beschrieben. Selbstverständlich schließen sich weitere L-Wicklungssegmente in gleicher Art und Weise an, bis die gewünschte Windungszahl der Wicklung erreicht ist. Ein Vorteil bei dieser Ausführungsform ist dadurch gegeben, dass das Aufschieben der L-Wicklungssegmente nur von zwei Seiten des Wicklungskerns aus erfolgen muss - siehe beispielsweise die Pfeile A und C (alternativ wäre das Einlegen auch von A und B oder von A und C aus usw. möglich). Diese Konfiguration eignet sich deshalb z. B. für den mittleren Kernschenkel eines Dreischkel-Kerns, selbstverständlich auch für den linken / rechten Kernschenkel. Bei den betrachteten drei Windungen sind fünf Verbindungsstellen zwischen den einzelnen Wicklungssegmenten erforderlich.

[0021] In Fig. 8 ist eine perspektivische Ansicht eines bei der Anordnung gemäß Fig. 7 eingesetzten L-Wicklungssegmentes 29 dargestellt, bestehend aus zwei rechtwinklig zueinander angeordneten Schenkeln, welche jeweils planebene Wicklungsabschnitte darstellen. Ein L-Wicklungssegment bildet eine $\frac{1}{2}$ -Windung. Die Länge der Schenkel ist konkret der genauen Position eines individuellen L-Wicklungssegmentes innerhalb der Wicklung angepasst. Zusätzlich vergrößern sich diese Längen der Schenkel eines jeden individuellen L-Wicklungssegmentes mit zunehmendem Abstand vom Wicklungskern.

[0022] In Fig. 9 ist ein seitlicher Schnitt durch eine aus Γ -Wicklungssegmenten gebildete Wicklung 22 dargestellt. Dabei sind sechs Γ -Wicklungssegmente 36, 37, 38, 39, 40, 41 um den Wicklungskern 1 angeordnet und elektrisch in Reihe miteinander verbunden, was durch Punkte zwischen den miteinander verbundenen Schenkeln skizziert ist. Die Verbindungsstellen sind unter den Figuren 15 und 16 erläutert. Selbstverständlich schließen sich weitere Γ -Wicklungssegmente in gleicher Art und Weise an, bis die gewünschte Windungszahl der Wicklung erreicht ist. Ein Vorteil bei dieser Ausführungsform ist dadurch gegeben, dass das Aufschieben der Γ -Wicklungssegmente nur von zwei sich gegenüberliegenden Seiten des Wicklungskerns aus erfolgen muss - siehe die Pfeile A und C. Diese Konfiguration eignet sich deshalb z. B. für den mittleren Kernschenkel eines Dreischkel-Kerns, selbstverständlich auch für den linken / rechten Kernschenkel. Bei den betrachteten drei Windungen sind fünf Verbindungsstellen zwischen den einzelnen Wicklungssegmenten erforderlich.

[0023] In Fig. 10 ist eine perspektivische Ansicht eines bei der Anordnung gemäß Fig. 9 eingesetzten Γ -Wicklungssegmentes 36 dargestellt, bestehend aus drei rechtwinklig zueinander angeordneten Schenkeln, und zwar einem Basisschenkel mit einem kurzen Seitenschenkel einerseits und einem langen Seitenschenkel andererseits. Der Basisschenkel respektive die beiden Seitenschenkel stellen einen planebenen Wicklungsabschnitt respektive Wicklungsteilabschnitte dar. Ein Γ -Wicklungssegment bildet wie ein L-Wicklungssegment

eine $\frac{1}{2}$ -Windung. Der besondere Vorteil des Γ -Wicklungssegmentes gegenüber dem L-Wicklungssegment ist die einfachere und robustere Verbindungstechnik, da sich die Segment-Enden jeweils unmittelbar auf einer geraden Strecke gegenüberliegen und nicht rechtwinklig zueinander angeordnet sind, wie dies bei L-Wicklungssegmenten der Fall ist. Die Länge der Schenkel ist konkret der genauen Position eines individuellen Γ -Wicklungssegmentes innerhalb der Wicklung angepasst. Zusätzlich vergrößern sich diese Längen der Schenkel eines jeden Γ -Wicklungssegments mit zunehmendem Abstand vom Wicklungskern 1, d. h. mit nach außen fortschreitender Wicklung. Ferner ist es möglich, die Länge der Seitenschkel zu variieren, um zu vermeiden, dass zwei Verbindungsstellen benachbarter Windungen unmittelbar übereinander liegen.

[0024] In Fig. 11 ist ein seitlicher Schnitt durch eine aus U-Wicklungssegmenten und L-Wicklungssegmenten gebildete Wicklung dargestellt. Dabei sind U-Wicklungssegmente und L-Wicklungssegmente um den Wicklungskern 1 angeordnet und elektrisch in Reihe miteinander verbunden, was durch Punkte zwischen den miteinander verbundenen Schenkeln skizziert ist. Die Verbindungsstellen sind unter den Figuren 15 und 16 erläutert. Beispielsweise beginnt die Wicklung 22 mit einem nach links offenen U-Wicklungssegment 43, hieran schließt sich ein L-Wicklungssegment 44 an, es folgt ein nach unten offenes U-Wicklungssegment 45, hieran schließt sich ein nach links offenes U-Wicklungssegment 46 an, worauf ein L-Wicklungssegment 47 folgt, an welches sich ein nach unten offenes U-Wicklungssegment 48 anschließt. Selbstverständlich schließen sich weitere U-Wicklungssegmente und L-Wicklungssegmente in gleicher Art und Weise an, bis die gewünschte Windungszahl der Wicklung erreicht ist. Ein Vorteil bei dieser Ausführungsform ist dadurch gegeben, dass das Aufschieben der Wicklungssegmente nur von drei Seiten des Wicklungskerns aus erfolgen muss - siehe die Pfeile A, C und D und dass relativ wenig Verbindungsstellen zwischen den einzelnen Wicklungssegmenten erforderlich sind. Bei den betrachteten vier Windungen sind lediglich fünf Verbindungsstellen zwischen den einzelnen Wicklungssegmenten erforderlich. Es wird vermieden, dass ein Wicklungssegment von der Seite B aufgeschoben werden muss (bei der sich der nächste Kernschenkel befinden würde), so dass die in Fig. 11 gezeigte Konfiguration z. B. für den rechten Kernschenkel eines Dreischenkel-Kerns geeignet ist. Selbstverständlich ist in ähnlicher Art und Weise auch eine für den linken Kernschenkel geeignete Konfiguration realisierbar.

[0025] In Fig. 12 ist eine perspektivische Ansicht der bei der Anordnung gemäß Fig. 11 eingesetzten U-Wicklungssegmente 43 und L-Wicklungssegmente 44 dargestellt. Es gelten die vorstehenden Erläuterungen zu Fig. 6 und Fig. 8.

[0026] In Fig. 13 ist ein seitlicher Schnitt durch eine aus U-Wicklungssegmenten und I-Wicklungssegmenten gebildete Wicklung dargestellt. Dabei sind abwechselnd

U-Wicklungssegmente und I-Wicklungssegmente um den Wicklungskern 1 angeordnet und elektrisch in Reihe miteinander verbunden, was durch Punkte zwischen den miteinander verbundenen Schenkeln skizziert ist. Die Verbindungsstellen sind unter den Figuren 15 und 16 erläutert. Beispielsweise beginnt die Wicklung 22 mit einem nach unten offenen U-Wicklungssegment 50, hieran schließt sich ein I-Wicklungssegment 51 an, es folgt ein nach unten offenes U-Wicklungssegment 52, hieran schließt sich ein I-Wicklungssegment 53 an, worauf ein nach unten offenes U-Wicklungssegment 54 folgt, an welches sich ein I-Wicklungssegment 55 anschließt. Selbstverständlich schließen sich weitere U-Wicklungssegmente und I-Wicklungssegmente in gleicher Art und Weise an, bis die gewünschte Windungszahl der Wicklung erreicht ist. Ein Vorteil bei dieser Ausführungsform ist dadurch gegeben, dass das Aufschieben der Wicklungssegmente nur von zwei Seiten des Wicklungskerns aus erfolgen muss - siehe die Pfeile A und C und dass diese Kombination eine besonders günstige Automatisierung ermöglicht. Die U-Wicklungssegmente und I-Wicklungssegmente werden jeweils immer aus der gleichen Richtung aufgebracht. Bei den betrachteten drei Windungen sind fünf Verbindungsstellen zwischen den einzelnen Wicklungssegmenten erforderlich. Es wird vermieden, dass ein Wicklungssegment von den Seiten B und D aufgeschoben werden muss (bei der sich der benachbarte Kernschenkel befinden würde), so dass die in Fig. 13 gezeigte Konfiguration insbesondere für den mittleren Kernschenkel eines Dreischenkel-Kerns geeignet ist, selbstverständlich auch für den linken / rechten Kernschenkel.

[0027] In Fig. 14 ist eine perspektivische Ansicht der bei der Anordnung gemäß Fig. 13 eingesetzten U-Wicklungssegmente 50 und I-Wicklungssegmente 51 dargestellt. Bezüglich der U-Wicklungssegmente 50 gelten die Erläuterungen zu Fig. 6. Ein I-Wicklungssegment 51 stellt einen einzigen planebenen Wicklungsabschnitt dar und bildet eine $\frac{1}{4}$ -Windung.

[0028] Für das Zusammensetzen der Wicklungssegmente zu einer Wicklung sind Verbindungsstellen erforderlich, welche vorteilhaft in Form von Rast-Verbindungsstellen, Steck-Verbindungsstellen oder Crimp-Verbindungsstellen ausgebildet sein können. In Fig. 15 ist eine Rast-Verbindungsstelle zur elektrischen Verbindung von zwei Segment-Enden dargestellt, wobei das eine Segment-Ende 57 mit einer Rastklinke 58 und das andere Segment-Ende 59 mit einer hierzu korrespondierenden Rastöffnung 60 versehen ist. Nach dem "Einschnappen" der Rastklinke 58 in die Rastöffnung 60 ist die elektrische und mechanische Verbindung gewährleistet.

[0029] In Fig. 16 ist eine Nut-Feder-Verbindungsstelle zur elektrischen Verbindung von zwei Segment-Enden dargestellt, wobei das eine Segment-Ende 62 mit einer Feder 63 und das andere Segment-Ende 64 mit einer hierzu korrespondierenden Nut 65 versehen ist. Bei einer solchen Nut-Feder-Verbindungsstelle erfolgt zweckmä-

ßig eine anschließende Verdrümpfung unter Druck - siehe Crimp-Verbindungsstelle 66.

[0030] Bei allen Verbindungsstellen ist zu beachten, dass diese nicht direkt an einer Ecke angeordnet werden, sondern dass noch eine minimale Umkantung um 90° erfolgt, damit die Verbindungsstellen sich auf einer geraden Strecke befindet.

[0031] Die Isolation zwischen den Windungen kann dabei entweder schon auf dem Leitermaterial befestigt sein oder alternativ von einer Rolle abgewickelt beim Aufschieben eines Wicklungssegmentes auf den Wicklungskern zwischengelegt werden.

Bezugszeichenliste

[0032]

- | | |
|----|--|
| 1 | Wicklungskern mit rechteckigem Kernquerschnitt |
| 2 | erste Kernfläche |
| 3 | zweite Kernfläche |
| 4 | dritte Kernfläche |
| 5 | vierte Kernfläche |
| 6 | - |
| 7 | Wicklungsfolie (relativ dünn) |
| 8 | erstes Wicklungssegment |
| 9 | Knick |
| 10 | zweites Wicklungssegment |
| 11 | Knick |
| 12 | drittes Wicklungssegment |
| 13 | Knick |
| 14 | viertes Wicklungssegment |
| 15 | Knick |
| 16 | fünftes Wicklungssegment |
| 17 | Knick |
| 18 | sechstes Wicklungssegment |
| 19 | Knick |
| 20 | siebtes Wicklungssegment |
| 21 | - |
| 22 | Wicklung mit rechteckigem Querschnitt |
| 23 | - |
| 24 | U-Wicklungssegment (nach unten offen) |
| 25 | U-Wicklungssegment (nach rechts offen) |
| 26 | U-Wicklungssegment (nach oben offen) |
| 27 | U-Wicklungssegment (nach links offen) |
| 28 | - |
| 29 | L-Wicklungssegment |
| 30 | L-Wicklungssegment |
| 31 | L-Wicklungssegment |
| 32 | L-Wicklungssegment |
| 33 | L-Wicklungssegment |
| 34 | L-Wicklungssegment |
| 35 | - |
| 36 | Γ-Wicklungssegment |
| 37 | Γ-Wicklungssegment |
| 38 | Γ-Wicklungssegment |
| 39 | Γ-Wicklungssegment |
| 40 | Γ-Wicklungssegment |
| 41 | Γ-Wicklungssegment |

- | | |
|----|--|
| 42 | - |
| 43 | U-Wicklungssegment (nach links offen) |
| 44 | L-Wicklungssegment |
| 45 | U-Wicklungssegment (nach unten offen) |
| 5 | 46 U-Wicklungssegment (nach links offen) |
| 47 | L-Wicklungssegment |
| 48 | U-Wicklungssegment (nach unten offen) |
| 49 | - |
| 50 | U-Wicklungssegment (nach unten offen) |
| 10 | 51 I-Wicklungssegment |
| 52 | U-Wicklungssegment (nach unten offen) |
| 53 | I-Wicklungssegment |
| 54 | U-Wicklungssegment (nach unten offen) |
| 55 | I-Wicklungssegment |
| 15 | 56 - |
| 57 | Segment-Ende |
| 58 | Rastklinke |
| 59 | Segment-Ende |
| 60 | Rastöffnung |
| 20 | 61 - |
| 62 | Segment-Ende |
| 63 | Feder |
| 64 | Segment-Ende |
| 65 | Nut |
| 25 | 66 Crimp-Verbindungsstelle |

Patentansprüche

- 30 **1.** Wicklung mit einem rechteckigen Querschnitt und gebildet aus einer Wicklungsfolie, angepasst an einen Wicklungskern (1) mit rechteckigem Querschnitt mit je zwei sich gegenüberliegenden Kernflächen (2 - 5) gleicher Länge,
- 35
- wobei die Wicklungsfolie in einzelne elektrisch in Reihe geschaltete Wicklungssegmente (24 - 27, 29 - 34, 36 - 41, 43 - 48, 50 - 55) unterteilt ist,
 - wobei jedes Wicklungssegment zumindest einen planebenen Wicklungsabschnitt aufweist,
 - wobei jeder planebene Wicklungsabschnitt exakt an die Länge der derjenigen Kernfläche angepasst ist, welcher er zugeordnet ist,
 - wobei bei der Bemessung der Länge des Wicklungsabschnitts die genaue Position des Wicklungsabschnitts innerhalb der Wicklung (22) berücksichtigt ist,
- 40
- dadurch gekennzeichnet, dass** die Wicklung (22) aus einer Vielzahl jeweils separater Wicklungssegmente (24 - 27, 29 - 34, 36 - 41; 43 - 48, 50 - 55) gebildet ist, welche untereinander mittels Verbindungsstellen elektrisch verbunden sind.
- 50
- 55 **2.** Wicklung nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** U-Wicklungssegmente (24, 25, 26, 27, 43, 45, 46, 48, 50, 52, 54), welche jeweils aus drei planebenen, rechtwinklig zueinander angeordneten Wicklungs-

abschnitten bestehen.

3. Wicklung nach Anspruch 1 oder 2, **gekennzeichnet durch** L-Wicklungssegmente (29, 30, 31, 32, 33, 34, 44, 47), welche jeweils aus zwei planebenen, rechtwinklig zueinander angeordneten Wicklungsabschnitten bestehen. 5
4. Wicklung nach Anspruch 1, **gekennzeichnet durch** Γ -Wicklungssegmente (36, 37, 38, 39, 40, 41), welche jeweils aus einem planebenen Wicklungsabschnitt bestehen, welcher beidseitig mit je einem rechtwinklig hierzu angeordneten Wicklungsteilabschnitt versehen ist. 10
5. Wicklung nach Anspruch 1 oder 2, **gekennzeichnet durch** I-Wicklungssegmente (51, 53, 55), welche jeweils aus einem planebenen Wicklungsabschnitt bestehen. 15
6. Wicklung nach einem der Ansprüche 1 - 5, **gekennzeichnet durch** Rast-Verbindungsstellen mit einer Rastklinke (58) am einen Segment-Ende (57) und einer hierzu korrespondierende Rastöffnung (60) am anderen Segment-Ende (59). 20
7. Wicklung nach einem der Ansprüche 1 - 5, **gekennzeichnet durch** Nut-Feder-Verbindungsstellen mit einer Feder (63) am einen Segment-Ende (62) und einer hierzu korrespondierende Nut (65) am anderen Segment-Ende (64). 25
8. Wicklung nach Anspruch 7, **gekennzeichnet durch** Crimp-Verbindungsstellen (66). 30
9. Verfahren zur Herstellung einer Wicklung mit einem rechteckigen Querschnitt nach einem der Ansprüche 1 - 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem ersten Schritt eine Vielzahl jeweils separater Wicklungssegmente (24 - 27, 29 - 34, 36 - 41, 43 - 48, 50 - 55) hergestellt wird und dass in einem zweiten Schritt diese Wicklungssegmente auf einen Wicklungskern (1) von mindestens zwei unterschiedlichen Seiten dieses Wicklungskerns aus übereinander aufgeschoben werden, wobei die Segment-Enden (57, 59, 62, 64) jeweils miteinander verbunden werden. 35

Claims

1. Coil with a rectangular cross section and formed from a coil foil adapted to a coil core (1) of rectangular cross section, in each case with two mutually opposite core faces (2-5) of equal length, 40
 - the coil foil being subdivided into individual electrically series-connected coil segments 45

(24-27, 29-34, 36-41, 43-48, 50-55),

- each coil segment having at least one planar coil portion,
- each planar coil portion being adapted exactly to the length of that core face to which it is assigned,
- the dimension of the length of the coil portion taking into account the exact position of the coil portion within the coil (22),

characterized in that the coil (22) is formed from a multiplicity of in each case separate coil segments (24-27, 29-34, 36-41, 43-48, 50-55) which are connected electrically to one another by means of connection points. 50

2. Coil according to Claim 1, **characterized by** U-coil segments (24, 25, 26, 27, 43, 45, 46, 48, 50, 52, 54) which consist in each case of three planar coil portions arranged at right angles to one another. 55
3. Coil according to Claim 1 or 2, **characterized by** L-coil segments (29, 30, 31, 32, 33, 34, 44, 47) which consist in each case of two planar coil portions arranged at right angles to one another. 60
4. Coil according to Claim 1, **characterized by** Γ -coil segments (36, 37, 38, 39, 40, 41) which consist in each case of a planar coil portion which is provided on each of the two sides with a coil subportion arranged at right angles thereto. 65
5. Coil according to Claim 1 or 2, **characterized by** I-coil segments (51, 53, 55) which consist in each case of a planar coil portion. 70
6. Coil according to one of Claims 1-5, **characterized by** latching connection points with a latching detent (58) at one segment end (57) and with a latching orifice (60), corresponding thereto, and the other segment end (59). 75
7. Coil according to one of Claims 1-5, **characterized by** tongue-and-groove connection points with a tongue (63) at one segment end (62) and with a groove (65), corresponding thereto, at the other segment end (64). 80
8. Coil according to Claim 7, **characterized by** crimp connection points (66). 85
9. Method for producing a coil having a rectangular cross section according to one of Claims 1-8, **characterized in that**, in a first step, a multiplicity of in each case separate coil segments (24-27, 29-34, 36-41, 43-48, 50-55) are produced, and **in that**, in a second step, these coil segments are pushed one over the other onto a coil core (1) from at least two 90

different sides of this coil core, the segment ends (57, 59, 62, 64) being in each case connected to one another.

Revendications

1. Enroulement ayant une section transversale rectangulaire et constitué d'une feuille d'enroulement, adaptée à un noyau d'enroulement (1) ayant une section transversale rectangulaire ayant deux surfaces de noyau opposées l'une à l'autre (2-5) de même longueur,

- dans lequel la feuille d'enroulement est subdivisée en des segments d'enroulement (24-27, 29-34, 36-41, 43-48, 50-55) individuels électriquement connectés en série,
- dans lequel chaque segment d'enroulement comprend au moins une partie d'enroulement plane,
- dans lequel chaque partie d'enroulement plane est exactement adaptée à la longueur de la surface de noyau à laquelle elle est associée,
- dans lequel, lors de la mesure de la longueur de la partie d'enroulement, la position exacte de la partie d'enroulement à l'intérieur de l'enroulement (22) est prise en compte,

caractérisé en ce que l'enroulement (22) est constitué d'une pluralité de segments d'enroulement respectifs séparés (24-27, 29-34, 36-41, 43-48, 50-55) qui sont électriquement interconnectés au moyen de points de connexion.

2. Enroulement selon la revendication 1, **caractérisé par** des segments d'enroulement en U (24, 25, 26, 27, 43, 45, 46, 48, 50, 52, 54) qui sont respectivement constitués de trois parties d'enroulement planes disposées à angle droit les unes par rapport aux autres.

3. Enroulement selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé par** des segments d'enroulement en L (29, 30, 31, 32, 33, 34, 44, 47) qui sont respectivement constitués de deux parties d'enroulement planes disposées à angle droit les unes par rapport aux autres.

4. Enroulement selon la revendication 1, **caractérisé par** des segments d'enroulement en Γ (36, 37, 38, 39, 40, 41) qui sont respectivement constitués d'une partie d'enroulement plane munie des deux côtés d'une partie d'enroulement disposée à angle droit par rapport à celle-ci.

5. Enroulement selon la revendication 1 ou 2, **caractérisé par** des segments d'enroulement en I (51, 53, 55) qui sont respectivement constitués d'une partie

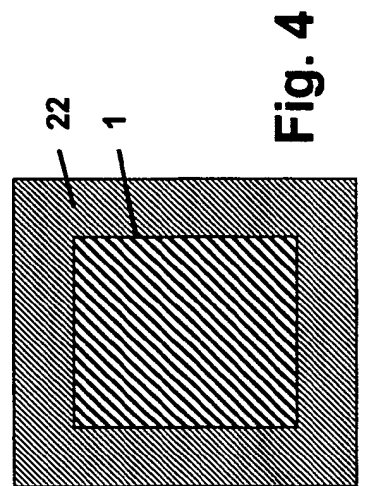
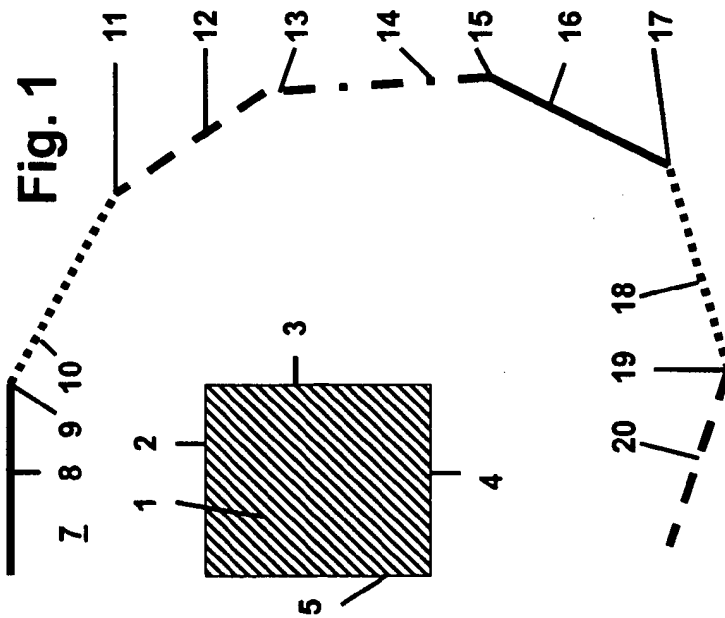
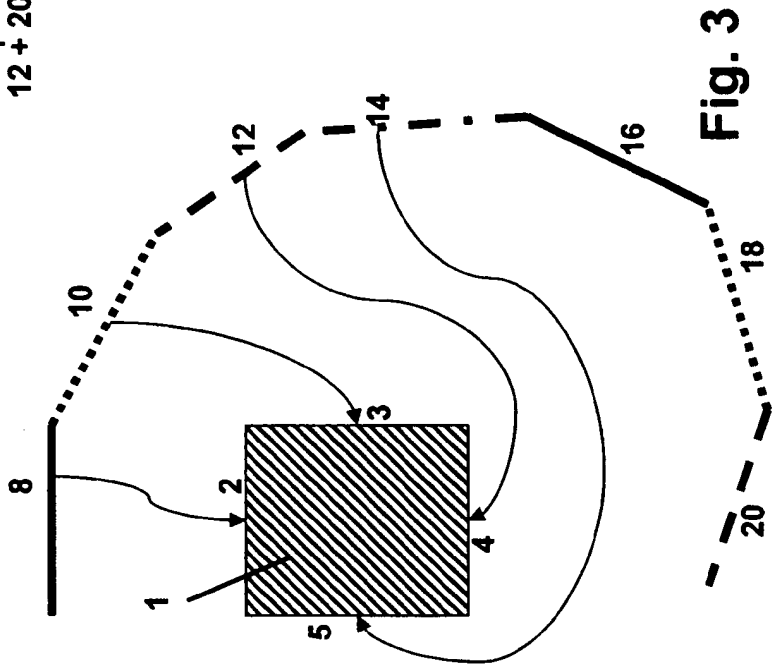
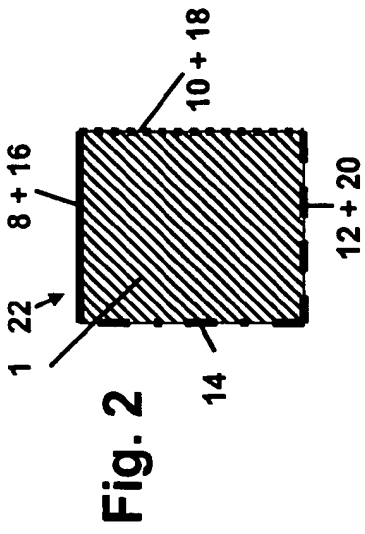
d'enroulement plane.

6. Enroulement selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé par** des points de connexion de verrouillage ayant une patte de verrouillage (58) à une extrémité de segment (57) et une ouverture de verrouillage (60) correspondant à celle-ci à l'autre extrémité de segment (59).

7. Enroulement selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé par** des points de connexion à rainure et languette comprenant une languette (63) à une extrémité de segment (62) et une rainure (65) correspondant à celle-ci à l'autre extrémité de segment (64).

8. Enroulement selon la revendication 7, **caractérisé par** des points de connexion de type serti (66).

9. Procédé de fabrication d'un enroulement ayant une section transversale rectangulaire selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** lors d'une première étape, une pluralité de segments d'enroulement respectifs séparés (24-27, 29-34, 36-41, 43-48, 50-55) sont réalisés et **en ce que** lors d'une seconde étape, ces segments d'enroulement sont engagés les uns sur les autres, sur un noyau d'enroulement (1) par au moins deux côtés différents de ce noyau d'enroulement, les extrémités de segments (57, 59, 62, 64) étant ainsi respectivement connectées les unes aux autres.



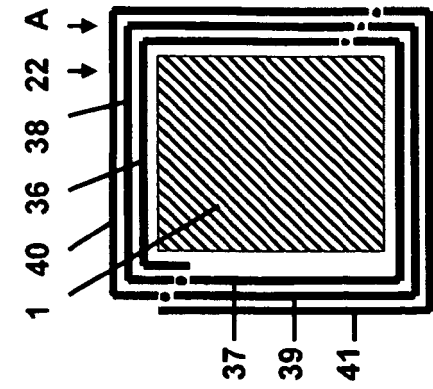


Fig. 5

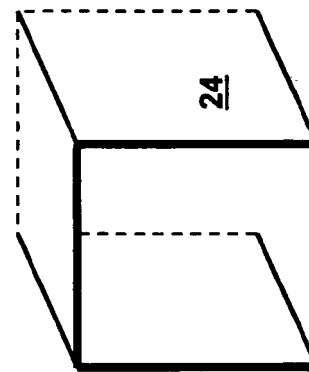


Fig. 6

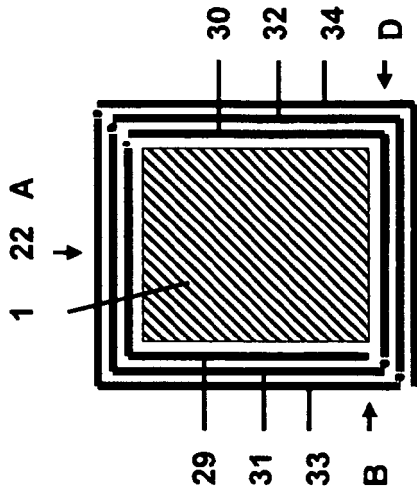


Fig. 7

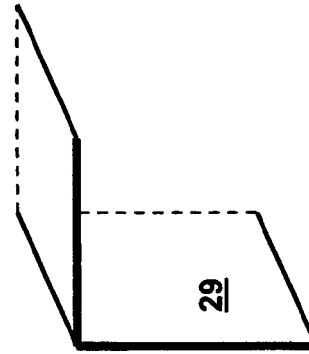


Fig. 8

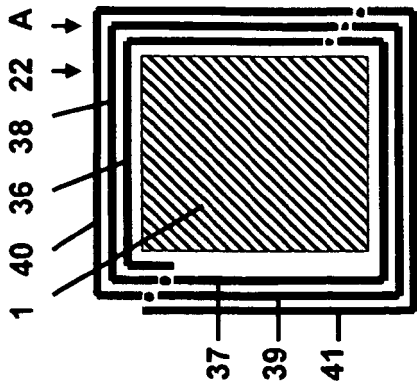


Fig. 9

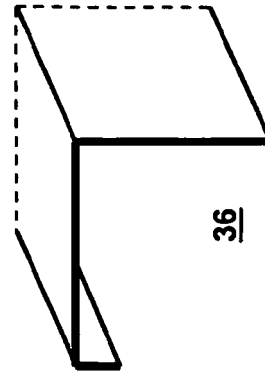


Fig. 10

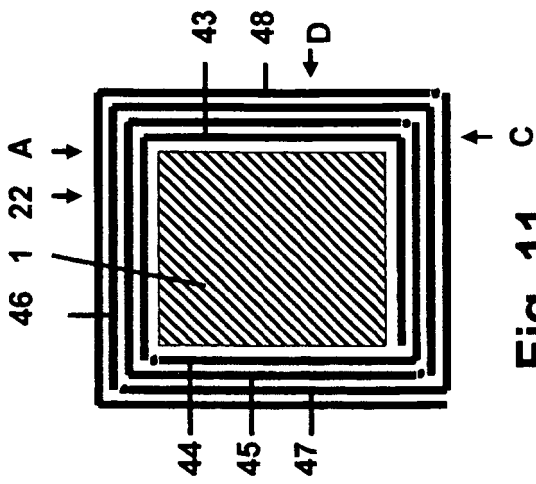


Fig. 11

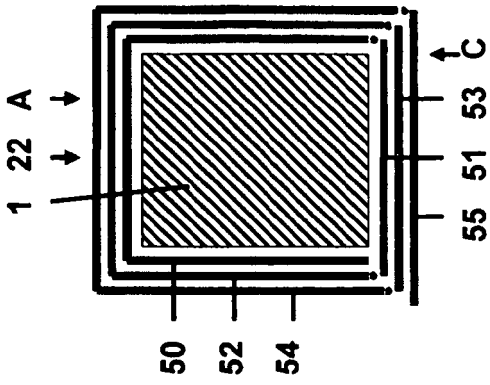


Fig. 13

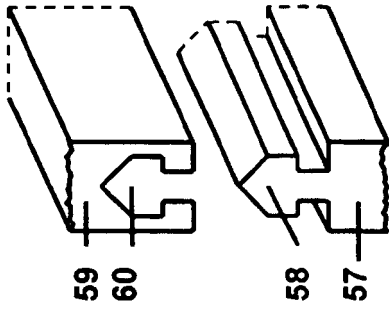


Fig. 15

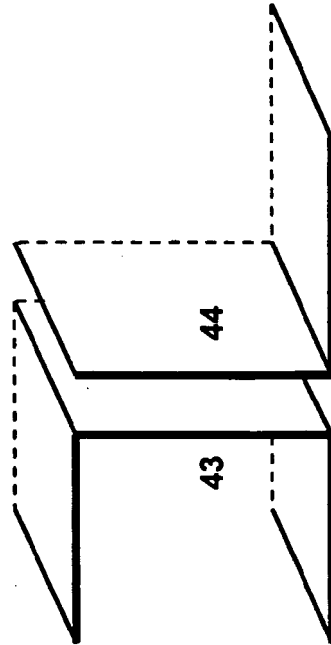


Fig. 12

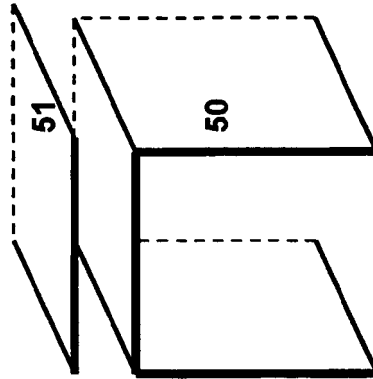


Fig. 14

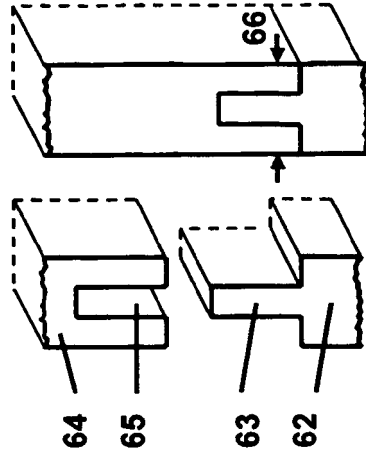


Fig. 16

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- US 7257881 B1 [0003]
- US 6269531 B1 [0004]