



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
17.11.2010 Patentblatt 2010/46

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

(21) Anmeldenummer: **09006365.2**

(22) Anmeldetag: **12.05.2009**

(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
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA RS

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

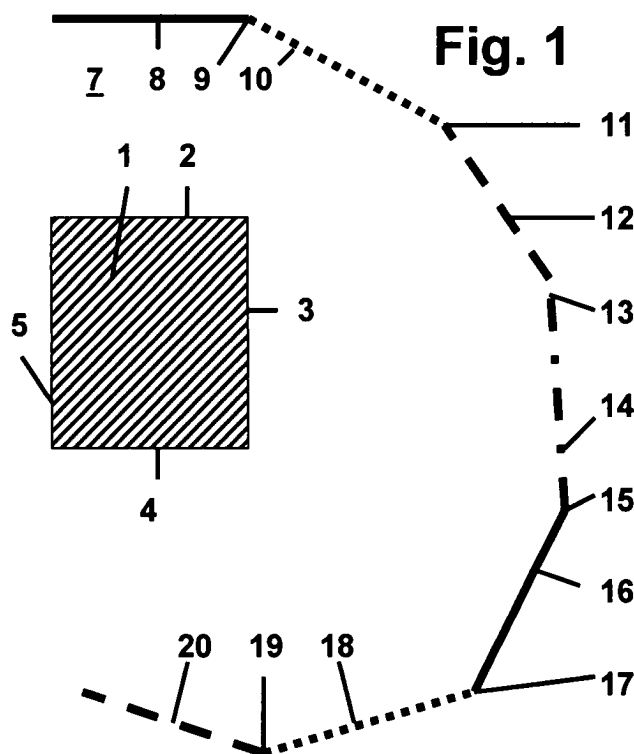
(74) Vertreter: **Partner, Lothar et al**
ABB AG
GF-IP
Wallstadter Strasse 59
68526 Ladenburg (DE)

(71) Anmelder: **ABB Technology AG**
8050 Zürich (CH)

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

(57) Es wird eine Wicklung mit einem rechteckigen Querschnitt und gebildet aus einer Wicklungsfolie vorgeschlagen, angepasst an einen Wicklungskern (1) mit rechteckigem Querschnitt mit je zwei sich gegenüberliegenden Kernflächen (2,3,4,5) gleicher Länge,
• wobei die Wicklungsfolie in einzelne elektrisch in Reihe geschaltete Wicklungssegmente (8,10,12,14,16,18,20) 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.



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 Spuleninnenraum nicht optimal genutzt.

[0003] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Wicklung mit einem rechteckigem Querschnitt anzugeben.

[0004] Des Weiteren soll ein Verfahren zur Herstellung einer solchen Wicklung angegeben werden.

[0005] 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.

[0006] Diese Aufgabe wird hinsichtlich des Verfahrens bei einer ersten Variante erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass in einem ersten Schritt eine Wicklungsfolie durch Knicke in einzelne Wicklungssegmente unterteilt wird und dass in einem zweiten Schritt eine Bewicklung eines Wicklungskerns derart erfolgt, dass jeder Knick eine Ecke, d. h. eine rechtwinklig abgebogene Kante der Windung respektive der Wicklung bildet.

[0007] Diese Aufgabe wird hinsichtlich des Verfahrens

bei einer zweiten Variante 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.

[0008] Die mit der Erfindung erzielbaren Vorteile bestehen insbesondere darin, dass der Spuleninnenraum 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.

[0009] Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

[0010] Die Erfindung wird nachstehend an Hand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiele erläutert. Es zeigen:

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

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

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

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

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

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

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

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

Fig. 9 einen seitlichen Schnitt durch eine aus Γ -Wicklungssegmenten gebildete Wicklung,

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,
- Fig. 12 eine perspektivische Ansicht der bei der Anordnung gemäß Fig. 11 eingesetzten U-Wicklungssegmente und L-Wicklungssegmente,
- Fig. 13 einen seitlichen Schnitt durch eine aus U-Wicklungssegmenten und I- Wicklungssegmenten gebildete Wicklung,
- Fig. 14 eine perspektivische Ansicht der bei der Anordnung gemäß Fig. 13 eingesetzten U-Wicklungssegmente und I-Wicklungssegmente,
- Fig. 15 eine Rast-Verbindungsstelle zur elektrischen Verbindung von zwei Segment-Enden,
- Fig. 16 eine Nut-Feder-Verbindungsstelle zur elektrischen Verbindung von zwei Segment-Enden.

[0011] 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 anschließenden 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.

[0012] 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 "ge-

trennt",

- ein sechstes, wiederum der zweiten Kernfläche 3 zugeordnetes Wicklungssegment 18 ist vom fünften 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.

[0013] 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.

[0014] 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.

[0015] 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.

[0016] Bei der vorstehend unter den Figuren 1 - 4 erläuterten Technologie 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.

[0017] 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.

[0018] 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-Wicklungssegments 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-Wicklungssegments mit zunehmendem Abstand vom Wicklungskern 1, d. h. mit nach außen fortschreitender Wicklung.

[0019] 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 Schenkeln 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 Dreischenkel-Kerns, selbstverständlich auch für den linken / rechten Kernschenkel. Bei den betrachteten drei Windungen sind fünf Verbindungsstellen zwischen den einzelnen Wicklungssegmenten erforderlich.

[0020] 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-Wicklungssegments mit zunehmendem Abstand vom Wicklungskern.

[0021] 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 Dreischenkel-Kerns, selbstverständlich auch für den linken / rechten Kernschenkel. Bei den betrachteten drei Windungen sind fünf Verbindungsstellen zwischen den einzelnen Wicklungssegmenten erforderlich.

[0022] 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. Zu-

sätzlich 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 Seitenschenkel zu variieren, um zu vermeiden, dass zwei Verbindungsstellen benachbarter Windungen unmittelbar übereinander liegen.

[0023] 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.

[0024] 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.

[0025] 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.

[0026] 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.

[0027] 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.

[0028] 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 zweckmäßig eine anschließende Vercrimpfung unter Druck - siehe Crimp-Verbindungsstelle 66.

[0029] 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.

[0030] Die Isolation zwischen den Windungen kann dabei entweder schon auf dem Leitermaterial befestigt

sein oder alternativ von einer Rolle abgewickelt beim Auf-
schieben eines Wicklungssegmentes auf den Wick-
lungskern zwischengelegt werden.

Bezugszeichenliste

[0031]

- | | |
|----|--|
| 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) |
| 46 | U-Wicklungssegment (nach links offen) |
| 47 | L-Wicklungssegment |
| 48 | U-Wicklungssegment (nach unten offen) |
| 49 | - |
| 50 | U-Wicklungssegment (nach unten offen) |

- | | |
|----|---------------------------------------|
| 51 | I-Wicklungssegment |
| 52 | U-Wicklungssegment (nach unten offen) |
| 53 | I-Wicklungssegment |
| 54 | U-Wicklungssegment (nach unten offen) |
| 5 | 55 I-Wicklungssegment |
| 56 | - |
| 57 | Segment-Ende |
| 58 | Rastklinke |
| 59 | Segment-Ende |
| 10 | 60 Rastöffnung |
| 61 | - |
| 62 | Segment-Ende |
| 63 | Feder |
| 64 | Segment-Ende |
| 15 | 65 Nut |
| 66 | Crimp-Verbindungsstelle |

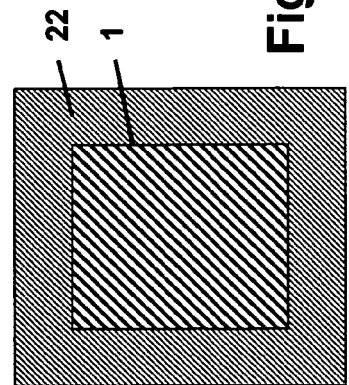
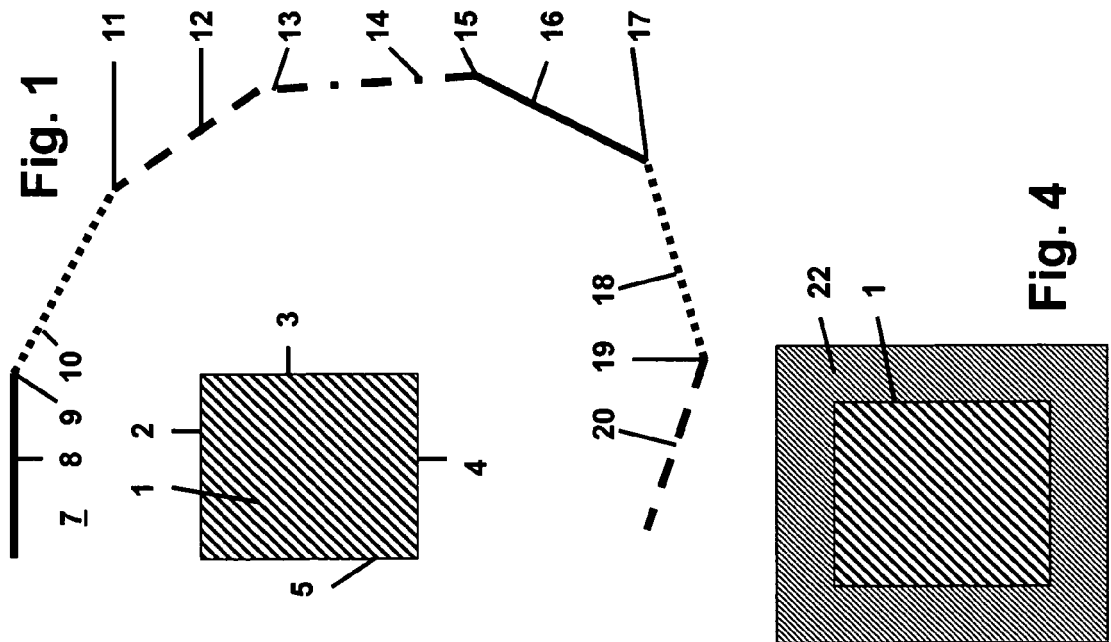
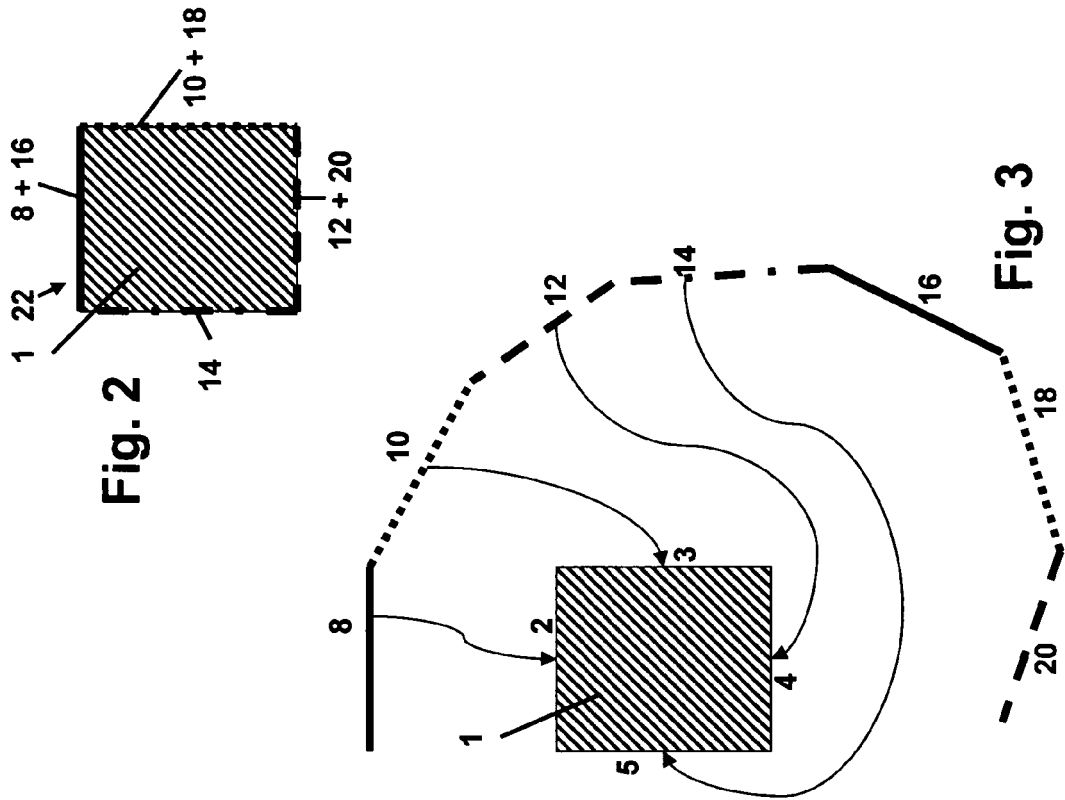
Patentansprüche

- | | |
|----|--|
| 20 | 1. Wicklung mit einem rechteckigen Querschnitt und
gebildet aus einer Wicklungsfolie, angepasst an ei-
nen Wicklungskern (1) mit rechteckigem Querschnitt
mit je zwei sich gegenüberliegenden Kernflächen (2
- 5) gleicher Länge, |
| 25 | • wobei die Wicklungsfolie in einzelne elektrisch
in Reihe geschaltete Wicklungssegmente (8,
10, 12, 14, 16, 18, 20, 24 - 27, 29 - 34, 36 - 41,
43 - 48, 50 - 55) unterteilt ist, |
| 30 | • wobei jedes Wicklungssegment zumindest ei-
nen planebenen Wicklungsabschnitt aufweist, |
| 35 | • wobei jeder planebene Wicklungsabschnitt ex-
akt an die Länge der derjenigen Kernfläche an-
gepasst ist, welcher er zugeordnet ist, |
| 40 | • wobei bei der Bemessung der Länge des Wick-
lungsabschnitts die genaue Position des Wick-
lungsabschnitts innerhalb der Wicklung (22) be-
rücksichtigt ist. |
| 45 | 2. Wicklung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeich-
net, dass die Wicklung (22) aus einer "endlosen"
Wicklungsfolie (7) gebildet ist, wobei jedes Wick-
lungssegment (8, 10, 12, 14, 16, 18, 20) einen ein-
zigen planebenen Wicklungsabschnitt aufweist und
die Wicklungssegmente durch Knicke (9, 11, 13, 15,
17, 19) voneinander "getrennt" sind. |
| 50 | 3. Wicklung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeich-
net, dass die Wicklung (22) aus einer Vielzahl je-
weils separater Wicklungssegmente (24 - 27, 29 -
34, 36 - 41, 43 - 48, 50 - 55) gebildet ist, welche
untereinander mittels Verbindungsstellen elektrisch
verbunden sind. |
| 55 | 4. Wicklung nach Anspruch 3, gekennzeichnet durch
U-Wicklungssegmente (24, 25, 26, 27, 43, 45, 46,
48, 50, 52, 54), welche jeweils aus drei planebenen, |

rechtwinklig zueinander angeordneten Wicklungsabschnitten bestehen.

ment-Enden (57, 59, 62, 64) jeweils miteinander verbunden werden.

5. Wicklung nach Anspruch 3 oder 4, **gekennzeichnet durch** L-Wicklungssegmente (29, 30, 31, 32, 33, 34, 44, 47), welche jeweils aus zwei planebenen, rechtwinklig zueinander angeordneten Wicklungsabschnitten bestehen. 5
6. Wicklung nach Anspruch 3, **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
15
7. Wicklung nach Anspruch 3 oder 4, **gekennzeichnet durch** I-Wicklungssegmente (51, 53, 55), welche jeweils aus einem planebenen Wicklungsabschnitt bestehen. 20
8. Wicklung nach einem der Ansprüche 3 - 7, **gekennzeichnet durch** Rast-Verbindungsstellen mit einer Rastklinke (58) am einen Segment-Ende (57) und einer hierzu korrespondierende Rastöffnung (60) am anderen Segment-Ende (59). 25
9. Wicklung nach einem der Ansprüche 3 - 7, **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). 30
10. Wicklung nach Anspruch 9, **gekennzeichnet durch** Crimp-Verbindungsstellen (66). 35
11. Verfahren zur Herstellung einer Wicklung mit einem rechteckigen Querschnitt nach einem der Ansprüche 1 - 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** in einem ersten Schritt eine Wicklungsfolie (7) durch Knicke (9, 11, 13, 15, 17, 19) in einzelne Wicklungssegmente (8, 10, 12, 14, 16, 18, 20) unterteilt wird und dass in einem zweiten Schritt eine Bewicklung eines Wicklungskerns (1) derart erfolgt, dass jeder Knick eine Ecke, d. h. eine rechtwinklig abgebogene Kante der Windung respektive der Wicklung (1) bildet. 40
45
12. Verfahren zur Herstellung einer Wicklung mit einem rechteckigen Querschnitt nach einem der Ansprüche 1 - 10, **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 Seg- 50
55



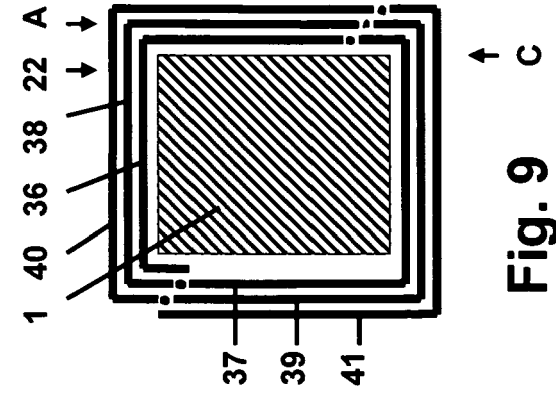


Fig. 5

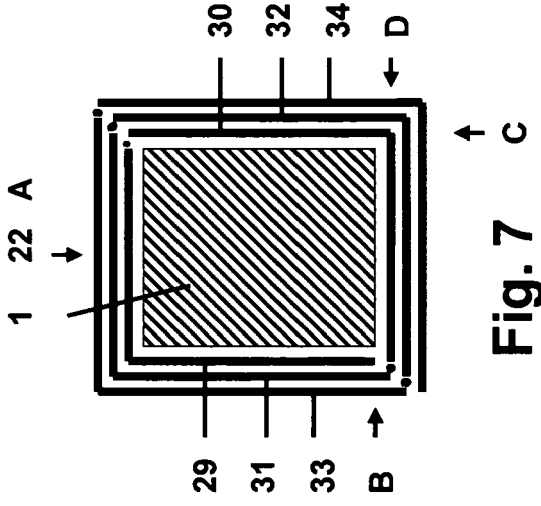


Fig. 6

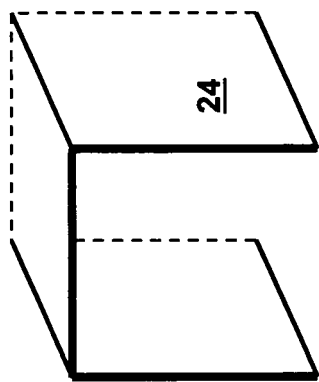


Fig. 7

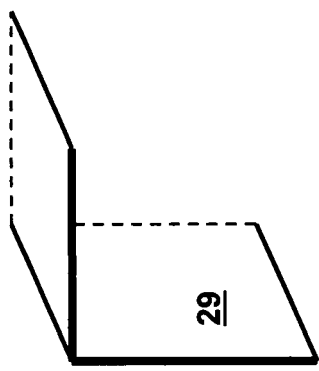


Fig. 8

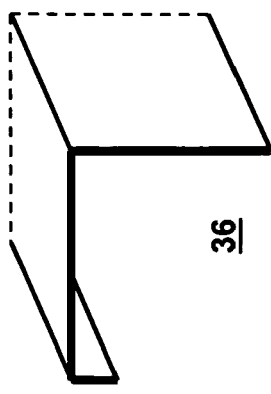


Fig. 9

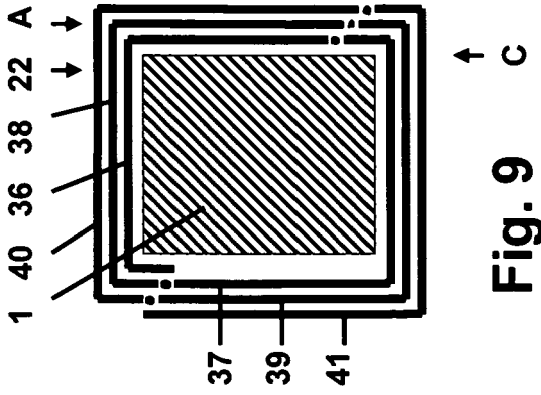


Fig. 10

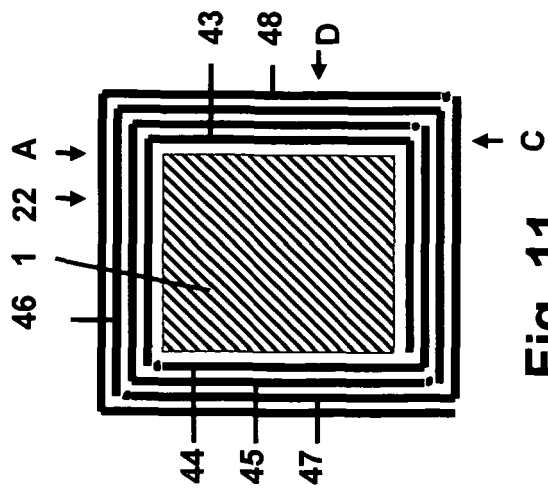


Fig. 11

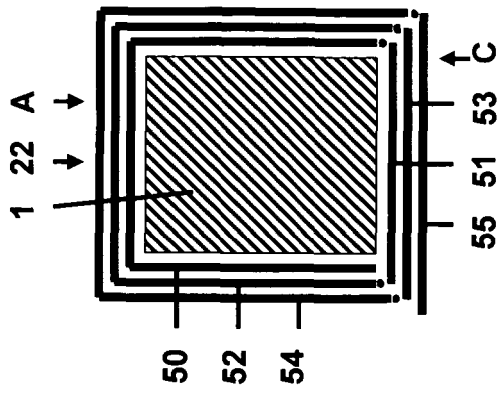


Fig. 13

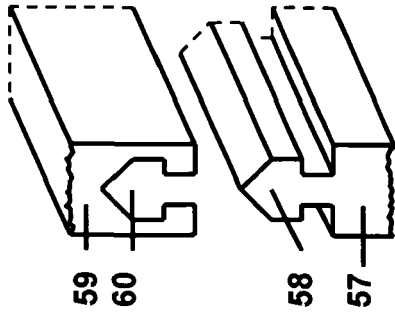


Fig. 15

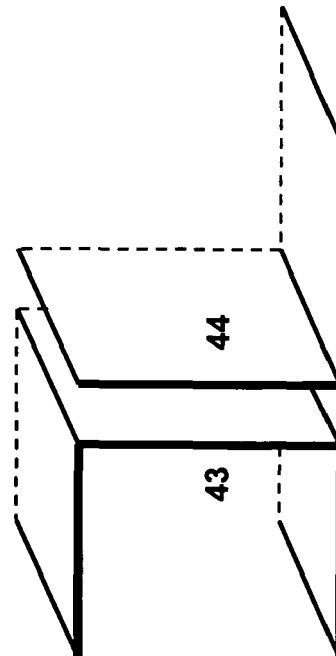


Fig. 12

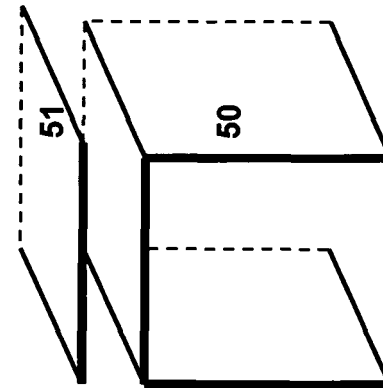


Fig. 14

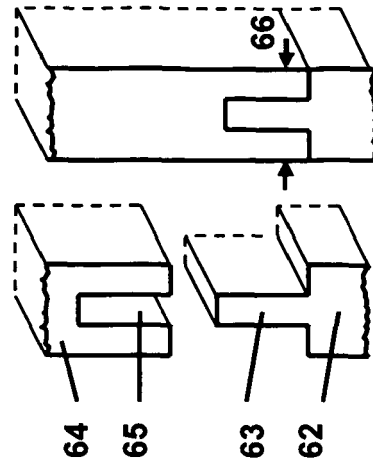


Fig. 16



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
 EP 09 00 6365

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 7 257 881 B1 (MARTIN ARTHUR RAY [US] ET AL) 21. August 2007 (2007-08-21) * Ansprüche 1-5 * * Spalte 4, Zeile 26 - Zeile 51; Abbildung 3 * * Spalte 6, Zeile 1 - Zeile 46; Abbildung 4 *	1,2,11	INV. H01F27/28 H01F41/06
A	US 6 269 531 B1 (MERCADO EDUARDO [MX] ET AL) 7. August 2001 (2001-08-07) * Ansprüche 1,9 * * Spalte 2, Zeile 25 - Zeile 28 * * Abbildungen 1,5,6 *	1,3-5,8,9,12	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			H01F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 6. Oktober 2009	Prüfer Stichauer, Libor
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche 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	

 2
 EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 09 00 6365

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

06-10-2009

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 7257881	B1	21-08-2007	US	2008078577 A1	03-04-2008
			US	2008079528 A1	03-04-2008
			WO	2008042257 A2	10-04-2008

US 6269531	B1	07-08-2001	US	2002057159 A1	16-05-2002

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82