



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 315 178 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
25.02.2004 Patentblatt 2004/09

(51) Int Cl.7: **H01F 5/02**, H01F 27/32,
H01F 5/00

(21) Anmeldenummer: **02024177.4**

(22) Anmeldetag: **29.10.2002**

(54) **Dreidimensionale Wicklungsanordnung**

Three dimensional winding arrangement

Configuration d'enroulement tridimensionnelle

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR IT

(30) Priorität: **27.11.2001 DE 10157796**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
28.05.2003 Patentblatt 2003/22

(73) Patentinhaber: **ABB Research Ltd.**
8050 Zürich (CH)

(72) Erfinder:
• **Scheible, Guntram, Dr.-Ing.**
69493 Hirschberg (DE)

• **Dilger, Berthold, Dipl.-Ing.**
69129 Heidelberg (DE)
• **Willmes, Christian**
67459 Böhl-Iggelheim (DE)

(74) Vertreter: **Miller, Toivo et al**
ABB Patent GmbH
Postfach 1140
68520 Ladenburg (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 093 931 **EP-A- 0 971 479**
DE-A- 1 906 703 **DE-A- 2 651 734**
DE-A- 10 055 404 **US-A- 4 210 859**
US-A- 4 287 809 **US-A- 5 281 941**

EP 1 315 178 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine dreidimensionale Wicklungsanordnung gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1. Die Erfindung kann beispielsweise zur Energieeinspeisung von Sensoren und/oder Aktoren aus einem Magnetfeld verwendet werden.

[0002] Aus der DE 39 22 556 C3 ist eine Anordnung zur kontaktlosen Energie- und Sensorsignalübertragung mit einem HF-Sender zum Aufbau eines unmodulierten magnetischen Hochfrequenzfeldes über eine Sendespule bekannt, bei der ein Transponder das hochfrequente Magnetfeld aufnimmt und zu seiner Energieversorgung heranzieht. Mit der aus dem magnetischen Feld gewonnenen Versorgungsenergie werden Sensor und Transponder versorgt.

[0003] Aus der DE 100 55 404 A1 ist eine Anordnung zur Erzeugung elektrischer Energie aus einem Magnetfeld bekannt, bei der drei Wicklungen mit jeweils zueinander senkrecht stehenden Wicklungsachsen direkt auf einen würfelförmigen Magnetkern aufgebracht sind.

[0004] Aus der US4287 809 ist eine dreidimensionale Wicklungsanordnung gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1 bekannt.

[0005] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine sehr wirksame und dabei einfach und kompakt aufgebaute dreidimensionale Wicklungsanordnung zur Erzeugung elektrischer Energie aus einem Magnetfeld anzugeben.

[0006] Diese Aufgabe wird in Verbindung mit den Merkmalen des Oberbegriffes erfindungsgemäß durch die im Kennzeichen des Anspruchs 1 angegebenen Merkmale gelöst.

[0007] Die mit der Erfindung erzielbaren Vorteile bestehen insbesondere darin, daß sich eine kompakte, reproduzierbare Geometrie der Wicklungsanordnung ergibt - d. h. es ergeben sich sehr gut reproduzierbare elektrische Werte (Induktivität, Kapazität), wodurch sich eine zusätzliche nachträgliche, kostenintensive Abstimmung (beispielsweise jeder einzelnen Wicklung bei einer Serienfertigung) erübrigt. Der für die Wicklungsanordnung verfügbare Raum wird optimal ausgenutzt, d. h. gegenüber konventionell gewickelten Wicklungen wird Raum eingespart. Die Wicklungsanordnung ist kostengünstig herstellbar.

[0008] Der allgemeine Vorteil einer dreidimensionalen Wicklung ist darin zu sehen, daß die dreidimensionale Wicklungsanordnung keine spezielle Ausrichtung in Abhängigkeit des zur Energieeinspeisung dienenden Magnetfeldes erfordert, um stets eine optimale "Energieausbeute" zu erzielen. Die dreidimensionale Wicklungsanordnung ist vielmehr stets in allen möglichen Positionen "automatisch" optimal bezüglich des Magnetfeldes ausgerichtet, was einen optimalen Empfang und eine optimale energetische Ausnutzung bei bewegten Sensoren und/oder Aktoren ermöglicht.

[0009] Die vorgeschlagene dreidimensionale Wicklungsanordnung ist insbesondere geeignet für eine in

der DE 199 26 799 A1 vorgeschlagene Anordnung zur drahtlosen Versorgung einer Vielzahl Sensoren mit elektrischer Energie unter Einsatz mindestens einer von einem mittelfrequenten Oszillator gespeisten Primärwicklung (Primärspule, Sendespule), wobei jeder Sensor mindestens eine zur Energieaufnahme aus einem mittelfrequenten Magnetfeld (Bereich von etwa 15 kHz bis etwa 15 MHz) geeignete Sekundärwicklung (Sekundärspule, Empfangsspule) aufweist. Die dort erforderlichen Sekundärwicklungen können sehr gut durch die vorgeschlagene dreidimensionale Wicklungsanordnung realisiert werden. Der Vorteil der stets "automatisch" optimalen Ausrichtung bezüglich des Magnetfeldes und damit der optimalen Energieausbeute ist insbesondere bei an beweglichen Maschinenkomponenten montierten Sensoren (Näherungssensoren) bedeutsam.

[0010] Die vorgeschlagene dreidimensionale Wicklungsanordnung ist des weiteren bestens geeignet für eine in der DE 199 26 562 A1 vorgeschlagene Anordnung zur drahtlosen Versorgung einer Vielzahl Aktoren mit elektrischer Energie, wobei ebenfalls das produzierte Magnetfeld zur Energieübertragung genutzt wird.

[0011] Weitere Vorteile sind aus der nachstehenden Beschreibung ersichtlich.

[0012] Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

[0013] Die Erfindung wird nachstehend anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiele erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 Wicklungsträger und Kern der Wicklungsanordnung vor dem Zusammenbau,

Fig. 2 den montierten Wicklungsträger vor der Bewicklung,

Fig. 3 eine fertiggestellte dreidimensionale Wicklungsanordnung.

[0014] In Fig. 1 sind Wicklungsträger und Kern der Wicklungsanordnung vor dem Zusammenbau dargestellt. Der würfelförmige, zentrale Kern 1 aus magnetisch wirksamem Material wird von einem aus zwei hohlen Halbwürfeln 2, 8 gebildeten Wicklungsträger abgedeckt. Die beiden im wesentlichen symmetrischen Halbwürfel 2, 8 bestehen aus einem elektrisch isolierenden Kunststoffmaterial.

[0015] Alle vier Kanten bzw. Ecken der Außenmantelfläche 3 des Halbwürfels 2 sind als erhabene Kanten 4, 5, 6, 7 ausgebildet. In gleicher Weise sind auch alle vier Kanten der Außenmantelfläche 9 des Halbwürfels 8 als erhabene Kanten 10, 11, 12, 13 ausgebildet. Der Abstand zwischen einer Außenfläche einer erhabenen Kante 4, 5, 6, 7 und der Außenmantelfläche 3 bzw. zwischen einer erhabenen Kante 10, 11, 12, 13 und der Außenmantelfläche 9 entspricht mindestens der Wicklungsstärke.

[0016] Fig. 2 zeigt den montierten Wicklungsträger vor der Bewicklung. Der Kern 1 ist vollständig von den beiden Halbwürfeln 2, 8 umschlossen. Vorzugsweise ist zwischen Kern 1 und Innenmantelflächen der Halbwürfel 2, 8 ein Klebstoff eingebracht, um einen Schutz vor seitlicher Verschiebung sicherzustellen und eine robuste, rüttelsichere und dauerhafte Fixierung zu gewährleisten. Alternativ hierzu sind die Innenflächen der Halbwürfel 2, 8 mit flexiblen Noppen versehen, welche einen Toleranzausgleich zwischen den Außenmaßen des Kerns und den Innenmaßen der Halbwürfel 2, 8 ermöglichen und gleichzeitig eine Zentrierung und unverrückbare Fixierung des eingeschlossenen Kerns sicherstellen. Eine weitere Alternative stellt das Einbringen eines elastischen Schaumstoffmaterials oder eines sonstigen elastischen Materials zwischen Innenwandung der Halbwürfel 2, 8 und Kern 1 dar.

[0017] Die offenen, einander zugewandten Seitenkanten der beiden Halbwürfel 2, 8 können als Federn bzw. Nuten ausgebildet sein, um ein Verrasten der beiden Halbwürfel zu bewirken.

[0018] Wie gut in Fig. 2 zu erkennen ist, werden zwischen zwei erhabenen Kanten jeweils umlaufende Abstandsräume A, B, C zur Wicklungsführung der dreidimensionalen Wicklungsanordnung gebildet, und zwar

- Abstandsräume A zwischen den Kanten 10, 11, den Kanten 4, 5, den Kanten 6, 7 und den Kanten 12, 13,
- Abstandsräume B zwischen den Kanten 11, 12, den Kanten 5, 6, den Kanten 4, 7 und den Kanten 10, 13,
- Abstandsräume C zwischen den Kanten 4, 10, den Kanten 5, 11, den Kanten 6, 12 und den Kanten 7, 13.

[0019] Durch diese als durchgehende Wicklungspassagen dienenden Abstandsräume A, B, C wird jeweils die Wicklungsbreite der aufzubringenden Wicklungen festgelegt.

[0020] Fig. 3 zeigt eine fertiggestellte dreidimensionale Wicklungsanordnung. Auf den Wicklungsträger 2 + 8 sind drei Wicklungen 14, 15, 16 aufgebracht, wobei die untere Wicklung 14 längs des Abstandsraumes C, die mittlere Wicklung 15 längs des Abstandsraumes B und die obere Wicklung 16 längs des Abstandsraumes A verläuft. Über beispielsweise an den erhabenen Kanten 5, 6, 7 angeordnete Wicklungsanschlüsse 17 erfolgt der elektrische Anschluß der drei Wicklungen 14, 15, 16. Diese als Kontaktstifte ausgebildete Wicklungsanschlüsse 17 sind direkt mit Leiterbahnen einer Leiterplatte verlötbar (SMD-Technik, Surface Mounted Device).

[0021] Alternativ ist der elektrische Wicklungsanschluß auch über Kontaktflächen an Stelle der gezeigten Kontaktstifte realisierbar.

[0022] In diesem Zusammenhang stellt es einen besonderen Vorteil dar, wenn beispielsweise die erhabenen Kanten 4, 5, 6, 7 an ihren nach außen gerichteten Flächen mit Rastnasen versehen sind, welche ein Ein-

rasten in eine Leiterplatte und somit die mechanische Fixierung der dreidimensionalen Wicklungsanordnung an einer Leiterplatte ermöglichen.

[0023] Die gebildete dreidimensionale Wicklungsanordnung dient zur Erzeugung elektrischer Energie aus einem Magnetfeld. Die Wicklungsachsen der drei Wicklungen 14, 15, 16 sind jeweils rechtwinklig zueinander angeordnet und schneiden sich in einem gemeinsamen Punkt. Zur Erzeugung elektrischer Energie aus einem Magnetfeld bilden die Wicklungen 14, 15, 16 zusammen mit Resonanzkondensatoren jeweils Serien-Resonanzkreise oder Parallel-Resonanzkreise, welche vorzugsweise an Gleichrichter angeschlossen sind. Die Gleichrichter sind sekundärseitig jeweils mit Stützkondensatoren versehen. Die Gleichanschlüsse aller Gleichrichter sind in Serie mit einer zu speisenden Last - beispielsweise einer Sensor-Meßeinheit oder einer Sensor-Elektronik bzw. einer Ansteuereinheit eines Aktors - verschaltet.

Patentansprüche

1. Dreidimensionale Wicklungsanordnung zur Erzeugung elektrischer Energie aus einem Magnetfeld, mit drei Wicklungen (14, 15, 16), deren Wicklungsachsen jeweils rechtwinklig zueinander angeordnet sind und sich in einem gemeinsamen Punkt schneiden, wobei ein würfelförmiger Wicklungsträger vorgesehen ist welcher einen Kern (1) aus einem magnetisch wirksamen Material umschließt und welcher an seinen acht Ecken mit erhabenen Kanten (4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13) versehen ist, wobei der Abstand zwischen einer Außenfläche einer erhabenen Kante (4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13) und der Außenmantelfläche (3, 9) des Würfels mindestens der Wicklungsstärke entspricht und wobei zwischen zwei erhabenen Kanten jeweils umlaufende Abstandsräume (A, B, C) zur Wicklungsführung bzw. Einlage der Wicklungen (14, 15, 16) gebildet sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Wicklungsträger aus zwei hohlen, aus einem elektrisch isolierenden Kunststoffmaterial bestehenden Halbwürfeln (2, 8) zusammengesetzt ist.
2. Wicklungsanordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen den Innenmantelflächen der Halbwürfel (2, 8) und dem Kern (1) ein Klebstoff eingebracht ist.
3. Wicklungsanordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die innenflächen der Halbwürfel (2, 8) mit flexiblen Noppen versehen sind.
4. Wicklungsanordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen der Innenwandung der Halbwürfel (2, 8) und dem Kern (1) ein elastisches Material, vorzugsweise Schaumstoffmate-

rial, eingebracht ist.

5. Wicklungsanordnung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die einander zugewandten Seitenkanten der Halbwürfel (2, 8) als verrastbare Federn bzw. Nuten ausgebildet sind. 5
6. Wicklungsanordnung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Kontaktstifte oder Kontaktflächen ausgebildete Wicklungsanschlüsse (17) an erhabenen Kanten angeordnet sind. 10
7. Wicklungsanordnung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest einzelne erhabene Kanten an ihren nach außen gerichteten Flächen mit für eine Montage auf einer Leiterplatte geeigneten Rastnasen versehen sind. 15

Claims

1. A three-dimensional winding arrangement for producing electrical energy from a magnetic field, comprising three windings (14,15,16) whose winding axes are each disposed in a rectangular way with respect to each other and intersect in a common point, with a cubical, winding carrier being provided which encloses a core (1) made of a magnetically active material and which is provided on its eight corners with elevated edges (4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13), with the distance between an outside surface of an elevated edge (4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13) and the outside jacket surface (3, 9) of the cube corresponding at least to the winding strength and with circular spacer chambers (A, B, C) each being provided between two elevated edges for guiding the windings or laying the windings (14, 15, 16), **characterized in that** the winding carrier is composed of two hollow semi-cubes (2, 8) which consist of an electrically insulating plastic material. 20
2. A winding arrangement as claimed in claim 1, **characterized in that** an adhesive material is introduced between the inside jacket surfaces of the semi-cubes (2, 8) and the core (1). 25
3. A winding arrangement as claimed in claim 1, **characterized in that** the inside surfaces of the semi-cubes (2, 8) are provided with flexible knobs. 30
4. A winding arrangement as claimed in claim 1, **characterized in that** an elastic material, preferably foamed material, is introduced between the inner wall of the semi-cubes (2, 8) and the cube (1). 35

5. A winding arrangement as claimed in one of the preceding claims, **characterized in that** the mutually facing side edges of the semi-cubes (2, 8) are configured as latchable springs or grooves. 40

6. A winding arrangement as claimed in one of the preceding claims, **characterized in that** winding connections (17) which are arranged as contact pins or contact surfaces are arranged on the elevated edges. 45

7. A winding arrangement as claimed in one of the preceding claims, **characterized in that** at least individual elevated edges are provided on outwardly facing surfaces with latching noses which are suitable for mounting on a printed circuit board. 50

Revendications

1. Configuration d'enroulements tridimensionnelle pour produire de l'énergie électrique à partir d'un champ magnétique, comprenant trois enroulements (14, 15, 16) dont les axes d'enroulement sont mutuellement perpendiculaires et se coupent en un point commun, un support d'enroulement en forme de cube étant prévu, qui entoure un noyau (1) en un matériau magnétique et dont les huit angles (4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13) sont surélevés, la distance entre la surface extérieure d'un angle surélevé (4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 13) et la surface enveloppe extérieure (3, 9) du cube correspondant au moins à l'épaisseur des enroulements, et des espaces (A, B, C) périphériques étant formés respectivement entre deux angles surélevés en vue du guidage ou de la mise en place des enroulements (14, 15, 16), **caractérisée en ce que** le support d'enroulement se compose de deux demi-cubes (2, 8) creux, formés d'une matière plastique électriquement isolante. 55
2. Configuration d'enroulements selon la revendication 1, **caractérisée en ce qu'un** adhésif est introduit entre les surfaces enveloppes intérieures des demi-cubes (2, 8) et le noyau (1).
3. Configuration d'enroulements selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** les surfaces intérieures des demi-cubes (2, 8) sont pourvues de bossages souples.
4. Configuration d'enroulements selon la revendication 1, **caractérisée en ce qu'un** matériau élastique, de préférence un produit moussé, est introduit entre la paroi intérieure des demi-cubes (2, 8) et le noyau (1).
5. Configuration d'enroulements selon l'une quelcon-

que des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** les bords des demi-cubes (2, 8) situés en vis-à-vis sont réalisés sous forme de languettes et de rainures pouvant être encliquetées les unes dans les autres.

5

6. Configuration d'enroulements selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** des connecteurs d'enroulement (17) conformés en doigts de contact ou en surfaces de contact sont disposés sur des angles surélevés.

10

7. Configuration d'enroulements selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'**au moins certains des angles surélevés sont pourvus, au niveau de leurs surfaces tournées vers l'extérieur, d'ergots élastiques permettant un montage sur une carte à circuit imprimé.

15

20

25

30

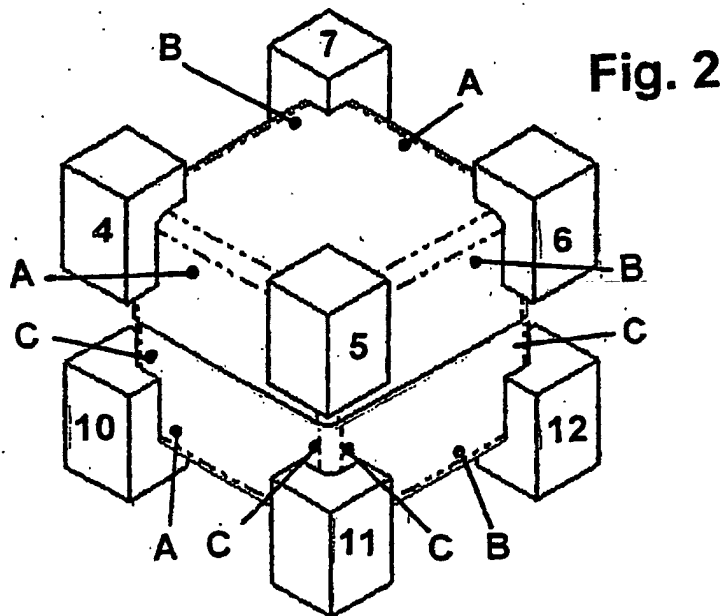
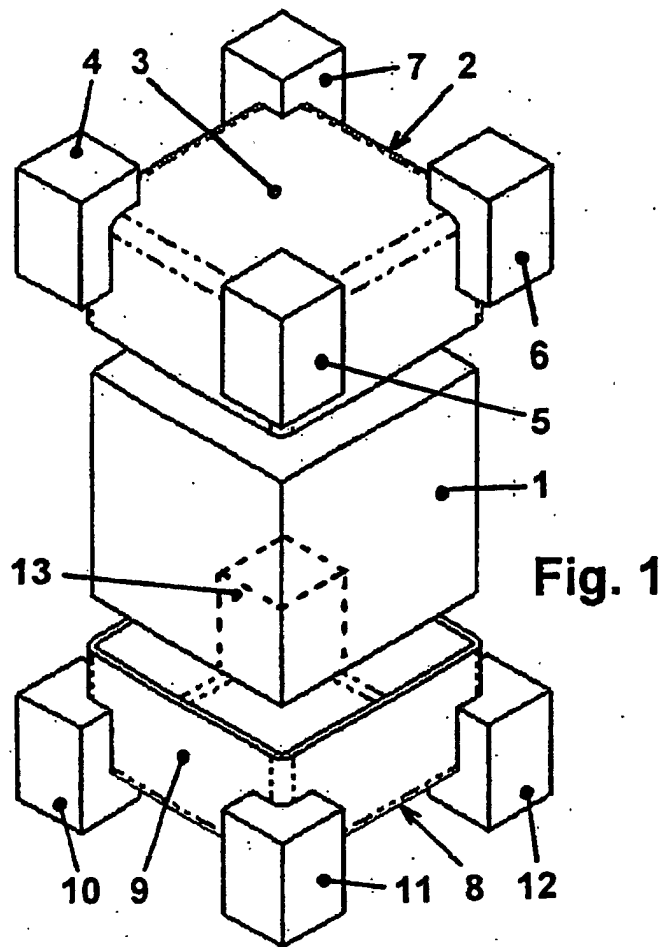
35

40

45

50

55



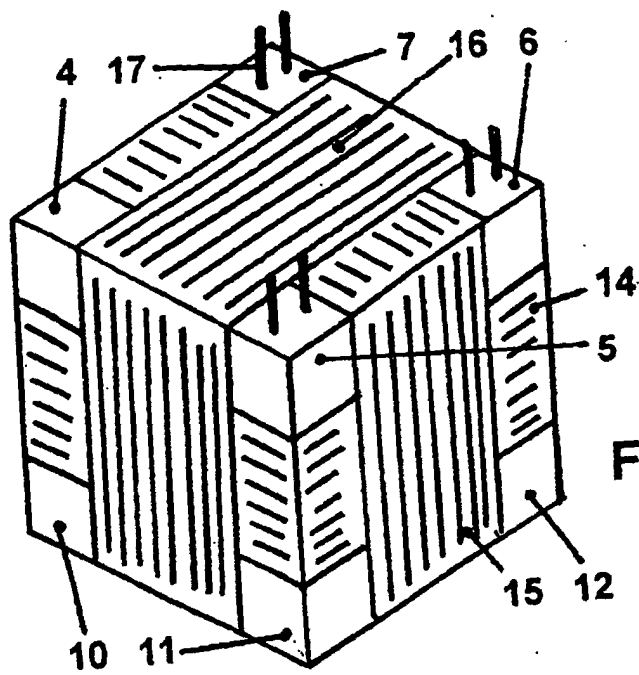


Fig. 3