

(19)



(11)

EP 2 272 072 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
22.07.2015 Patentblatt 2015/30

(51) Int Cl.:
H01F 17/04 ^(2006.01) **H01F 41/06** ^(2006.01)
H01F 27/02 ^(2006.01) **H01F 27/28** ^(2006.01)
H01F 27/32 ^(2006.01) **H01F 41/12** ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **09728741.1**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2009/053391

(22) Anmeldetag: **23.03.2009**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2009/121749 (08.10.2009 Gazette 2009/41)

(54) SPULE UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINER SPULE

COIL AND METHOD FOR PRODUCING A COIL

BOBINE ET PROCÉDÉ DE FABRICATION D UNE BOBINE

(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**

• **CARDARELLI, Herbert-Maurizio**
81737 München (DE)

(30) Priorität: **31.03.2008 DE 102008016488**

(74) Vertreter: **Epping - Hermann - Fischer**
Patentanwalts-gesellschaft mbH
Schloßschmidstraße 5
80639 München (DE)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
12.01.2011 Patentblatt 2011/02

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A1-2010/089413 DE-C- 977 571
JP-A- 404 359 502 JP-A- 2003 086 427
JP-A- 2005 209 916 JP-A- 2005 327 834
US-A- 3 125 133 US-A1- 2004 136 559

(73) Patentinhaber: **Epcos AG**
81669 München (DE)

(72) Erfinder:
• **ROELLGEN, Bernhard**
81673 München (DE)

EP 2 272 072 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 Spule sowie Verfahren zur Herstellung von Spulen.

[0002] Aus der Druckschrift DE 44 32 739 B4 ist ein induktives elektrisches Bauteil bekannt.

[0003] Die US 2004/0136559 A1 zeigt eine Spule mit einem um eine Rolle gewickeltem Kabel, in dem mehrere elektrische Leitungen parallel verlaufen.

[0004] Die US 3,125,133 A betrifft ein Verfahren zum Herstellen einer sogenannten Scheibenspule aus mehreren nebeneinander laufenden Leitungen.

[0005] Die DE 977571 C zeigt Spulen mit mehreren symmetrischen Wicklungen, die zwei Leitungen umfassen.

[0006] Die JP 2003-086427 A zeigt eine Spule mit zwei nebeneinander helixförmig verlaufenden Leitungen. Spulen mit mehreren helixförmig parallel nebeneinander verlaufenden Leitungen werden in der JP 2005-327834 A, JP 04-359502 A und der JP 2005-209916 A ebenso wie in der nachveröffentlichten WO 2010/089413 A1 gezeigt.

[0007] Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Spule anzugeben, die eine Wicklung aufweist, die möglichst nahe an die theoretisch ideale Wicklung heranreicht und eine selbsttragende Stabilität aufweist.

[0008] Die Aufgabe wird durch eine Spule nach Patentanspruch 1 gelöst. Des Weiteren wird die Aufgabe durch ein Verfahren nach Patentanspruch 9 sowie ein Verfahren nach Patentanspruch

[0009] 12 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Hochleistungsspule beziehungsweise der Verfahren zur Herstellung sind Gegenstand von Unteransprüchen.

[0010] Es wird eine Spule angegeben, die wenigstens vier elektrische Leitungen umfasst. Die elektrischen Leitungen sind um ein gemeinsames Wickelzentrum gewickelt. Über die gesamte Länge der Spule weist jede der wenigstens vier elektrischen Leitungen einen konstanten Abstand zu dem Wickelzentrum der Spule auf. Unter dem Wickelzentrum ist der jeweilige geometrische Mittelpunkt der Wicklungen zu verstehen. Über die gesamte Länge der Spule betrachtet, entspricht das Wickelzentrum beispielsweise der Längsachse der Spule: Die einzelnen Wicklungen einer jeden einzelnen elektrischen Leitung sind über die gesamte Länge der Spule nebeneinander angeordnet. Die Wicklungen der nach außen hin nächsten benachbarten elektrischen Leitung sind direkt über den Wicklungen der weiter innen angeordneten elektrischen Leitungen angeordnet. Der Abstand der ersten elektrischen Leitung ist über die gesamte Länge der Spule konstant. Die Abstände der weiteren elektrischen Leitungen weisen entsprechen ihrer Lage einen größeren Abstand zum Wickelzentrum auf, wobei der Abstand jeder einzelnen elektrischen Leitung über die gesamte Länge der Spule vorzugsweise konstant bleibt.

[0011] Die elektrischen Leitungen sind teilweise mechanisch fest miteinander verbunden.

[0012] Die elektrischen Leitungen werden in regelmäßigen oder auch in unregelmäßigen Abständen mecha-

nisch untereinander verbunden. Durch die untereinander verbundenen elektrischen Leitungen, die um ein gemeinsames Wickelzentrum gewickelt sind, erreicht die Spule eine selbsttragende Stabilität ihrer Form.

[0013] Vorzugsweise sind die elektrischen Leitungen im Bereich der Wicklungen der Spule gegeneinander isoliert. Durch die gegenseitige Isolation der Leitungen werden Wirbelstromverluste auf ein Minimum reduziert.

[0014] Vorzugsweise am jeweiligen Ende der Spule sind die wenigstens vier elektrischen Leitungen miteinander elektrisch leitend verbunden, so dass die Leitungen vorzugsweise parallel geschaltet sind. Zur Parallelschaltung der elektrischen Leitungen werden die elektrischen Leitungen vorzugsweise wenigstens an den Enden der Spule mittels Lötbrücken miteinander verbunden. Die durch die einzelnen elektrischen Leitungen fließenden Ausgleichsströme werden somit innerhalb der Wicklung minimiert.

[0015] In einer bevorzugten Ausführungsform ist die Spule besonders für Hochfrequenzanwendungen geeignet. Es ist jedoch auch möglich, dass die Spule beispielsweise bei hohen Strömen eingesetzt wird. Hierbei wird der Strom der die Spule durch fließt auf die wenigstens vier parallel verlaufenden elektrischen Leitungen aufgeteilt. Durch die nahezu ideale Art der Wicklungen kann die Spule in nahezu jedem Bereich eingesetzt werden, in dem derartige Spulen benötigt werden. In einer bevorzugten Ausführungsform umfassen die elektrischen Leitungen miteinander verdrehte Einzeldrähte. Hierbei handelt es sich vorzugsweise um verdrehte Litzen mit dünnen Einzeldrähten. Jeder stromdurchflossene elektrische Leiter weist eine bestimmte Induktivität aufgrund des ihn umgebenden, durch den Strom hervorgerufenen Magnetfeldes auf. Zur Steigerung der Induktivität kann der elektrische Leiter mit einer bestimmten Anzahl Windungen versehen werden. Durch die magnetische Verketzung (Flussverketzung) der einzelnen Windungen untereinander, bedingt durch die räumlich nahe Anordnung der einzelnen Windungen, steigt die Induktivität von gewickelten Spulen im Quadrat mit der Windungsanzahl. Durch die Verdrehung der Einzeldrähte in einer elektrischen Leitung wird zumindest teilweise eine Überlagerung gegensinniger Magnetfelder erreicht, wobei die Magnetfelder damit teilweise ausgelöscht werden.

[0016] Die Spule ist vorzugsweise derart aufgebaut, dass die Spule, durch miteinander mechanisch verbundene elektrische Leitungen, die um ein Wickelzentrum gewickelt sind, eine selbsttragende Form aufweist. Die selbsttragende Form der Spule wird vorzugsweise durch die untereinander mechanisch verbundenen elektrischen Leitungen erreicht. Die Spule benötigt daher vorzugsweise keinen Spulenkörper, der die Stabilität der Spule aufrechterhält.

[0017] In einer bevorzugten Ausführungsform weisen die elektrischen Leitungen in regelmäßigen Abständen mechanische Verbindungen untereinander auf.

[0018] In einer weiteren Ausführungsform reicht es aus, wenn die einzelnen Leitungen nur punktuell mitein-

ander verbunden sind. Eine vollständige mechanische Verbindung der elektrischen Leitungen über die gesamte Länge der Spule ist hierbei nicht notwendig.

[0019] Zur mechanischen Verbindung der Leitungen können diese beispielsweise mit einem thermoplastischen Kunststoff umhüllt sein, der beim Aufheizen zum Beispiel mittels Infrarotlicht oder eines heißen Luftstroms weich wird und anschließend entformt und die Leitungen miteinander verbindet. Drähte, die mit einem thermoplastischen Kunststoff umhüllt sind, werden auch als Backlackdrähte bezeichnet.

[0020] In einer weiteren Ausführungsform können die elektrischen Leitungen beispielsweise durch Auftragen UV-härtender Klebstoffe miteinander verbunden werden. Das Auftragen des UV-härtenden Klebstoffs kann beispielsweise erfolgen, während sich die einzelnen Leitungen auf einer Führungsrolle befinden. Alternativ kann das Auftragen eines UV-härtenden Klebstoffs kurz nach dem Ablösen von der Führungsrolle erfolgen. Die Aushärtung des Klebstoffs erfolgt dabei beispielsweise mittels UV-Licht, das beispielsweise mittels eines UV-LED-Arrays erzeugt wird. Alternativ kann eine Blitzlampe eingesetzt werden, wobei die Aushärtung durch das UV-Licht innerhalb von 200 ms, erfolgt.

[0021] In einer weiteren Ausführungsform kann die mechanische Verbindung der Leitungen beispielsweise durch Verkleben mittels eines untergelegten Klebefolienstück ausgeführt sein. Die Verklebung mittels Klebefolie kann beispielsweise kurz vor einer ersten Andruckrolle mit der nach oben gerichteten Klebstoffschicht im Bereich der Führungsrolle erfolgt sein.

[0022] In einer weiteren Ausführungsform können die Leitungen beispielsweise durch Verweben mit einem Kunststoffgarn verbunden werden. Für das Kunststoffgarn eignet sich beispielsweise Polyester als Basismaterial. In einer weiteren Ausführungsform kann das Kunststoffgarn beispielsweise mit einer Backlackschicht oder einem druckempfindlichen Kleber versehen sein. Das Kunststoffgarn ist beispielsweise mittels eines Luftstroms zwischen die einzelnen Leitungen eingeschossen. Die elektrischen Leitungen verbinden sich mit dem Kunststoffgarn beispielsweise zusätzlich mittels Druck. Alternativ können sich die elektrischen Leitungen durch Erhitzen mit dem Garn verbinden.

[0023] Die oben genannten Möglichkeiten zur Verbindung der Leitungen können in geeigneter Weise miteinander kombiniert werden.

[0024] In einer bevorzugten Ausführungsform kann die Spule als Spulenquerschnitt eine runde, elliptische oder rechteckige Form aufweisen. Um den kleinstmöglichen elektrischen Widerstand zu erreichen, ist jedoch eine kreisrunde Form die bestmögliche Form.

[0025] In einer bevorzugten Ausführungsform weisen die inneren elektrischen Leitungen der Spule eine Länge auf, die kürzer ist als die Länge der nächsten nach außen hin benachbarten elektrischen Leitung. Die parallel geführten Leitungen sind vorzugsweise derart miteinander verbunden, dass die Länge der äußersten Leitung länger

ist als die Länge der nach innen hin benachbarten Leitung, wobei die Länge der elektrischen Leitungen somit nach innen hin abnimmt.

[0026] Durch die unterschiedlichen Längen der elektrischen Leitungen, die untereinander mechanisch verbunden sind, weisen die elektrischen Leitungen nach dem Verbinden somit eine gebogene Form auf. Die derart miteinander verbundenen Leitungen verlaufen in Form eines schneckenförmiges Band, das in etwa der Form einer archimedischen Schraube entspricht.

[0027] In einer bevorzugten Ausführungsform weisen die jeweiligen Enden der elektrischen Leitungen elektrische Kontakte auf. Der Anfang und das Ende jeder Leitung ist vorzugsweise als Anschlussstift ausgebildet. Bei geringen mechanischen Belastungen reichen diese Anschlussstifte aus, um eine Montage des Bauelements zu ermöglichen. Bei einer Anordnung der Spule mit einem Ferritkern können die Enden beispielsweise als SMD-Lötflächen an den Ferritkern geformt sein.

[0028] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform sind die Enden der elektrischen Leitungen jeweils mit separaten Kontaktstiften verbunden. Durch die zusätzlichen Kontaktstifte beziehungsweise Lötstifte können höhere mechanische Belastungen auf die Kontakte einwirken, ohne dass die Enden ihre ursprüngliche Position und Form ändern.

[0029] Der Innendurchmesser einer wie zuvor beschriebenen Spule kann durch die zuvor beschriebene Art der Wicklung und die selbsttragende Eigenschaft auf ein Minimum reduziert werden.

[0030] Die Spule kann bereits als Luftspule, die durch eine zuvor beschrieben Wicklung erreicht wird, als Bauelement eingesetzt werden. Die Spule weist hierbei keinen zusätzlichen Spulenkörper auf, der zur Erhöhung der Stabilität beitragen würde. Somit steht der theoretisch verfügbare Wickelraum vollständig zur Verfügung. Somit steht ein größerer nutzbarer Wickelraum zur Verfügung.

[0031] Da kein zusätzlicher Spulenkörper zur Stabilisierung der Spule notwendig ist, sind extrem dünne Windungen erreichbar. Im Unterschied zu herkömmlichen Flachwicklungen kann eine große Anzahl an elektrischen Leitungen in einer Wicklung untergebracht werden.

[0032] Dies ist beispielsweise besonders für den Aufbau von Lampendrosseln vorteilhaft. Der Aufbau von Lampendrosseln erfordert relativ große Windungszahlen, die in flache Ferritkerne eingebaut werden, damit eine gewünschte Schaltfrequenz von beispielsweise 45 kHz erreicht werden kann. Die Bauhöhe der Drosselspulen wird jedoch durch die relativ niedrige Höhe der verwendeten Standardgehäuse eingeschränkt.

[0033] In einer weiteren Ausführungsform können beispielsweise mehrere wie oben beschriebene Spulen mit unterschiedlichen Durchmessern ineinander gesteckt werden beziehungsweise übereinander gelegt werden. Die Spulen sind dabei galvanisch voneinander getrennt und weisen somit Wicklungen auf, die magnetisch gekoppelt sind. Somit ist es möglich, durch Verwendung

von zwei Spulen ein Bauelement zu bilden, das die Funktion eines Transformators aufweist. Zur sicheren Trennung zwischen den einzelnen Spulen können beispielsweise röhrenförmige Abstandshalter aus Kunststoff zwischen die einzelnen Spulen eingeführt sein.

[0034] In einer weiteren Ausführungsform kann die Spule beispielsweise durch das Einweben von Garnen aus Polyester oder Nylon, die in geeigneter Weise in die Leitungen mit eingebracht sind, die Funktion eines Transformators aufweisen. In dieser Ausführungsform weist die Spule beispielsweise eine innere Lage von Wicklungen eines oder mehrerer elektrischer Leiter auf, die von einer oder mehreren Lagen von Wicklungen eines isolierenden Materials gefolgt sind. Anschließend folgt wieder eine oder mehrere Lagen von Wicklungen eines elektrischen Leiters.

[0035] Zur Erhöhung der Induktivität von Spulen werden häufig so genannte Ferritkerne eingesetzt. Der Ferritkern wird hierbei vorzugsweise derart angeordnet, dass die Wicklungen der Spule um den Ferritkern herumgeführt sind. Ferritkerne können als Ringkerne, Stabkerne oder in beliebig anderer Form ausgeführt sein. Ein Luftspalt (engl. air gap) im ansonsten geschlossenen Verlauf eines Ferritkernes verringert die magnetische Flussdichte des Kerns erheblich und bewirkt dadurch z. B. eine Linearisierung der Magnetisierungskennlinie, gemäß dem Zusammenhang zwischen magnetischer Feldstärke und magnetischer Flussdichte, des Bauteils. Die magnetische Sättigung des Kernwerkstoffes tritt dadurch erst bei wesentlich höheren Feldstärken ein. Im Luftspalt von Speicherdrosseln ist ein wesentlicher Teil der magnetischen Energie gespeichert.

[0036] Bei der Verwendung von Ferritkernen mit drei Schenkeln, wie beispielsweise E-Kernen, die vorzugsweise im Bereich zwischen den beiden Mittelschenkeln einen großen Luftspalt aufweisen, ist es für den Aufbau besonders verlustarmer Transformatoren oder Speicherdrosseln erforderlich, dass die Wicklungen einen bestimmten Mindestabstand zum Luftspalt einhalten. Zu diesem Zweck werden häufig Spulenkörper mit einem kissenförmigen Bereich der Spule verwendet. Unter einem Kissen ist ein Bereich der Spule zu verstehen, bei dem sich im Bereich des Luftspalts zwischen zwei Ferritkernen keine oder wenige Wicklungen befinden. Ein derartiges Kissen kann mit der zuvor beschriebenen Spule erreicht werden, indem man beispielsweise die Wicklungen im Bereich des Luftspaltes auseinander zieht. Durch das gezielte Strecken der Spule erreicht man, dass sich im Bereich des Luftspaltes nur wenige Wicklungen der Spule befinden. Um die Spule dabei im Bereich des Kissens zu stabilisieren, kann beispielsweise in diesem Bereich ein kreissegmentförmiges Kunststoffteil angeordnet sein. Das Kunststoffteil kann beispielsweise in den Bereich des Luftspaltes eingeschoben sein.

[0037] Zur Fixierung der Spule kann die vorzugsweise gepresste Spule beispielsweise mit einer zusätzlichen Vergussmasse versehen sein. Die Vergussmasse dient

zum einen als isolierende Schutzschicht. Des Weiteren weist die Spule durch die Schicht aus Vergussmasse eine weitere Stabilisierung auf.

[0038] Zur Herstellung einer wie oben beschriebenen Spule werden wenigstens vier elektrische Leitungen mittels wenigstens einer ersten und einer zweiten kegelförmigen Andruckrolle auf eine vorzugsweise kegelförmige Führungsrolle gedrückt. Die Führungsrolle weist Führungen auf, die vorzugsweise konzentrisch um die Rotationsachse der Führungsrolle angeordnet sind. Vorzugsweise weist die Führungsrolle die Form eines Kegelstumpfs auf.

[0039] In einer bevorzugten Ausführungsform können die Führungen als rillenförmige, konzentrische Vertiefungen auf der Führungsrolle angeordnet sein. Jede der wenigstens vier elektrischen Leitungen wird in einer separaten Führung der Führungsrolle geführt. Die elektrischen Leitungen werden vorzugsweise während des Umlaufens der Führungsrolle miteinander mechanisch verbunden. Nach dem Umlaufen der Führungsrolle weisen die elektrischen Leitungen die Form eines schraubenförmigen Bandes auf.

[0040] Durch das mechanische Verbinden der einzelnen Leitungen und durch das Umlaufen der Führungsrolle verbiegen sich die elektrischen Leitungen automatisch zu einem schraubenförmigen Band. Bei einem theoretisch endlos langen Band von derart verknüpften Leitungen würde sich ein schraubenförmiges Endlosband bilden, das Ähnlichkeit mit einer archimedischen Schraube aufweist.

[0041] Die Andruckrollen sind vorzugsweise hinsichtlich Form und Größe passgenau an die Führungsrolle angebracht. Die erste Andruckrolle führt die elektrischen Leitungen mit der dem jeweiligen Radius der Führungsrolle entsprechenden Geschwindigkeit an die Führungsrolle heran. Zur sicheren Führung der einzelnen elektrischen Leitungen in den Führungen der Führungsrolle ist die zweite Andruckrolle ebenfalls passgenau an die Führungsrolle angepasst.

[0042] Vorzugsweise beim Umlaufen der Führungsrolle werden die Leitungen mechanisch miteinander verbunden. Das Verbinden der einzelnen Leitungen kann beispielsweise gemäß den zuvor beim Bauelement beschriebenen Alternativen erfolgen.

[0043] Zur weiteren Fixierung kann die vorzugsweise gepresste Spule nach dem Wickeln in einen Trog mit Vergussmasse eingetaucht werden. Dadurch entsteht eine Schutzschicht, durch die der Wickel weiter fixiert wird. Der Wickel erhält somit auch eine isolierende Schutzschicht.

[0044] Ein weiteres Verfahren zur Herstellung einer Spule stellt ein Verfahren dar, bei dem wenigstens vier elektrische Leitungen mittels einer Drahtführung um eine rotierende Achse eines Wickelwerkzeugs gewickelt werden. Hierbei weist jede der wenigstens vier elektrischen Leitungen eine separate Drahtführung auf. Vorzugsweise sind die einzelnen Drahtführungen in einem einzigen Bauteil nebeneinander angeordnet. Die elektrischen Lei-

tungen werden in einer Wickelebene, die senkrecht zur Rotationsachse des Wickelwerkzeugs angeordnet ist, um die Rotationsachse aufgewickelt. Mit wachsender Wicklungszahl wird die Drahtführung parallel zur Rotationsachse geführt, sodass ein Wickel entsteht. Die elektrischen Leitungen werden vorzugsweise während des Wickelns mechanisch miteinander verbunden.

[0045] Zu Beginn des Wickelverfahrens werden die ersten Enden der elektrischen Leitungen in einer Führung eines ersten Wickelwerkzeuges eingelegt. Die Führung kann beispielsweise durch einen Schlitz oder eine Vertiefung in dem Wickelwerkzeug gebildet sein. Mittels beispielsweise eines Magneten werden die elektrischen Leitungen in der Vertiefung fixiert.

[0046] Der Innendurchmesser der aufzuwickelnden Spule wird durch den Außendurchmesser der rotierenden Achse bestimmt, um den die Leitungen gewickelt werden.

[0047] Bevorzugt bewegt sich die Drahtführung mit der Geschwindigkeit in Wickelrichtung, mit der der bereits aufgespulte Wickel wächst. Ein an der Drahtführung angeordnetes Schild, das konzentrisch um die Rotationsachse angeordnet ist, kann beispielsweise dazu dienen, dass auf den bereits fertig gewickelten Bereich der Spule Druck ausgeübt wird, sodass sich die Lage dieses Bereiches nicht mehr verändern kann. Sobald die Drahtführung das Ende der aufzuwickelnden Spule erreicht hat, können die Drahtenden beispielsweise manuell in weitere schlitzförmige Vertiefungen eines zweiten Wickelwerkzeuges eingebracht werden. Das zweite Wickelwerkzeug ist mit dem ersten Wickelwerkzeug über beispielsweise eine Kupplung miteinander verbunden und rotiert in der gleichen Geschwindigkeit und mit der gleichen Drehrichtung, wie das erste Wickelwerkzeug.

[0048] Zur Fixierung des Wickels wird beispielsweise bei Verwendung von Leitungen, die mit einer thermoplastischen Kunststoffschicht umhüllt sind, der Wickel während des Wickelns mit einem Infrarotstrahler oder einem heißen Luftstrom über die Erweichungstemperatur der thermoplastischen Kunststoffschicht erhitzt. Der Wickel kann nach dem Abkühlen unter die Erweichungstemperatur der thermoplastischen Kunststoffschicht aus dem Form gebenden Wickelwerkzeug genommen werden. Die zuvor an die Vertiefungen der Wickelwerkzeuge eingelegten Enden werden aus diesem hierbei herausgenommen.

[0049] Alternativ kann die Spule beispielsweise mittels eines schnell härtenden Klebstoffes, der während des Wickelns mit eingebracht wird, fixiert werden. Hierbei können Leitungen beliebigen Typs verwendet werden. Der Klebstoff kann beispielsweise den kompletten Wickel durchsetzen. In einer weiteren Ausführungsform können auch nur das Ende oder der Anfang des Wickels mit einer Klebstoffschicht durchsetzt sein. Bei Verwendung von Wickelwerkzeugen, die aus Teflon bestehen, können beispielsweise auch Acrylatklebstoffe oder Epoxydharze eingesetzt werden, ohne dass es zu Problemen beim Entformen kommt.

[0050] Zur weiteren Fixierung kann die vorzugsweise gepresste Spule nach dem Wickeln in einen Trog mit Vergussmasse eingetaucht werden. Dadurch entsteht eine Schutzschicht, durch die der Wickel weiter fixiert wird. Der Wickel erhält somit auch eine isolierende Schutzschicht.

[0051] Die zuvor beschriebene Spule wird vorzugsweise als Hochfrequenzdrossel im Bereich von 30 kHz bis weit über 5 MHz eingesetzt.

[0052] Durch den kapazitätsarmen Aufbau der Spule durch die Verwendung von beispielsweise verdrehten Litzen, die übereinander gestapelt sind, wird ein hoher Q-Faktor erreicht.

[0053] Durch die Verwendung von verdrehten Litzen wird eine Verringerung des Proximityeffekts erreicht. In einer Ausführungsform werden Litzen mit 30 bis 50 Twists/Meter eingesetzt. Bevorzugt werden Litzen mit einer Anzahl von vorzugsweise bis zu 200 Twists pro Meter eingesetzt.

[0054] Die Spule weist bei geringen Frequenzen im Vergleich zu einem Flachwickel einen hohen DC-Widerstand auf. Bei hohen Frequenzen steigt der HF-Widerstand jedoch nicht so stark an, wie der von Flachwickeln oder herkömmlichen Wicklungen (Lagenwicklungen). Ein lagenförmiger Wickel mit beispielsweise 27 Windungen weist auf beispielsweise einem Kern in Bauform RM6 aus dem Material N49, bei einem Luftspalt von 0,4 mm und bei einer Frequenz von 350 kHz einen Widerstand von 0,78 Ohm und bei 750 kHz einen Widerstand von 2,86 Ohm auf. Ein wie zuvor beschriebener Wickel weist bei gleicher Windungsanzahl und gleichem Kern bei 350 kHz einen Widerstand von 1 Ohm auf, bei 750 kHz jedoch nur einen Widerstand von 2 Ohm.

[0055] Bedingt durch den höheren Q-Faktor weist die Spule bei hohen Frequenzen (z. B. 500 kHz) eine schmalere und höhere Resonanzkurve bei Anregung auf der 3., 5. und 7. Oberwelle auf.

[0056] Die oben beschriebenen Gegenstände werden anhand der folgenden Figuren und Ausführungsbeispielen näher erläutert.

[0057] Die nachfolgend beschriebenen Zeichnungen sind nicht als maßstabsgetreu aufzufassen. Vielmehr können zur besseren Darstellung einzelne Dimensionen vergrößert, verkleinert oder auch verzerrt dargestellt sein. Elemente die einander gleichen oder die die gleichen Funktionen übernehmen, sind mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet.

Figur 1 zeigt einen schematischen Aufbau einer Spule,

Figur 2 zeigt einen schematischen Aufbau der Wicklungen einer Spule,

Figur 3 zeigt schematisch eine erste Vorrichtung zur Herstellung einer Spule,

Figur 4 zeigt schematisch eine weitere Vorrichtung

zur Herstellung einer Spule.

[0058] Die Figur 1 zeigt eine schematische Skizze einer ersten Ausführungsform einer Spule 1. Mehrere elektrische Leitungen 2, 2' sind um ein gemeinsames Wickelzentrum 3 gewickelt. Der Abstand d der elektrischen Leitung 2 zur Längsachse der Spule 1 ist über die gesamte Länge der Spule 1 gleich groß. Die Abstände der weiteren elektrischen Leitungen 2' zur Längsachse der Spule 1 sind ebenfalls über die gesamte Länge der Spule 1 annähernd konstant. Die Spule 1 weist einen Innendurchmesser D1 auf, der über die gesamte Länge der Spule 1 annähernd gleich groß ist. Die elektrischen Leitungen 2, 2' einer Wickelebene sind vorzugsweise gleichmäßig übereinander angeordnet. Durch ein gemeinsames Aufwickeln der elektrischen Leitungen 2, 2' erreicht man, dass die elektrischen Leitungen 2, 2' direkt übereinander zu liegen kommen. Vorzugsweise am Anfang und am Ende der Spule 1 sind die elektrischen Leitungen 2, 2' elektrisch miteinander verbunden. Die elektrischen Leitungen 2, 2' sind über die gesamte Länge der Spule 1 parallel zueinander angeordnet. Die Spule 1 weist vorzugsweise am Anfang und am Ende einen elektrischen Kontakt 4 auf, über den die Spule 1 elektrischgeschlossen werden kann.

[0059] Durch die Wicklungen der elektrischen Leitungen 2, 2' weist die Spule 1 eine ausreichend große Stabilität auf, so dass die Spule 1 ohne einen zusätzlichen Spulenkörper auskommt. In dem Wickelzentrum 3 der Spule 1 kann ein Ferritkern 5 eingeschoben sein. Alternativ kann die Spule 1 auch beispielsweise auf die Arme eines Ferritkerns, der eine E-Form aufweist, geschoben sein. Vorzugsweise im Bereich des Luftspalts der E-Kerne, ist die Spule 1 auseinander gezogen, so dass im Bereich des Luftspalts der E-Kerne eine Art Kissen entsteht. Im Bereich des Kissens befinden sich Idealerweise keine, beziehungsweise möglichst wenige Windungen.

[0060] In der Figur 1 ist ein Teil der Windungen als Bereich A markiert. Der Bereich ist in der Figur 2 vergrößert dargestellt.

[0061] In Figur 2 ist ein Ausschnitt der Spule aus Figur 1 dargestellt. Die elektrischen Leitungen 2, 2' sind in der Figur 2 als Litzen dargestellt. Dabei weist jede der Litzen ca. 12 einzelne Drähte auf, die ineinander verdreht sind. Die elektrischen Leitungen 2, 2' können jedoch auch aus einzelnen Drähten, rechteckigen Flachdrähten oder anderen Drahtformen bestehen. Die einzelnen elektrischen Leitungen 2, 2' sind exakt übereinander angeordnet. Der Abstand der ersten elektrischen Leitung 2 zum Wickelzentrum der Spule 1 ist über die gesamte Länge annähernd gleich groß. Direkt über der ersten elektrischen Leitung 2 ist eine zweite 2' und weitere elektrische Leitungen angeordnet, die gemeinsam mit der ersten elektrischen Leitung 2 um ein gemeinsames Wickelzentrum gewickelt sind.

[0062] Die Figur 3 zeigt schematisch eine erste mögliche Anordnung zur Herstellung einer Spule 1, die in Figur 1 und 2 dargestellt ist. Zur Herstellung einer Spule 1 wer-

den mehrere elektrische Leitungen 2, 2' über eine Drahtführung 100 zu einer ersten Andruckrolle 10 geführt. Die erste Andruckrolle 10 drückt die elektrischen Leitungen 2, 2' auf Führungen 13 einer Führungsrolle 12. Die erste Andruckrolle 10 ist in der Form an die Führungsrolle 12 angepasst und rotiert mit der gleichen Geschwindigkeit wie die Führungsrolle.

[0063] Die Führungsrolle 12 weist in der dargestellten Anordnung eine kegelförmige Gestalt auf. Die elektrischen Leitungen 2, 2' werden dabei auf unterschiedlich großen konzentrischen Führungsrillen um die Führungsrolle 12 geführt. Durch die Kegelform der Führungsrolle werden die elektrischen Leitungen 2, 2' mit unterschiedlicher Geschwindigkeit um die Führungsrolle 12 geführt. Um die elektrischen Leitungen 2, 2' für ca. eine Viertel Umdrehung auf der Führungsrolle 12 zu führen, ist eine zweite Andruckrolle 11 in einem Winkel von ca. 90° zur ersten Andruckrolle 10 angeordnet. Die zweite Andruckrolle 11 ist wie die erste Andruckrolle 10 an die Form und Größe der Führungsrolle 12 angepasst und rotiert mit der gleichen Geschwindigkeit.

[0064] Zwischen der beiden Andruckrollen 10, 11 werden die elektrischen Leitungen 2, 2' mittels eines Infrarot-Linienstrahlers 15 mechanisch miteinander verbunden. Die elektrischen Leitungen 2, 2' weisen beispielsweise eine thermoplastische Kunststoffumhüllung (Backlackdrähte) auf, die sich bei Erwärmung miteinander verkleben.

[0065] Die erste Andruckrolle 10 kann dafür beispielsweise zusätzlich beheizt sein, so dass die thermoplastische Kunststoffumhüllung (Backlacksschicht) im Bereich der ersten Andruckrolle 10 bis leicht unterhalb der Erweichungstemperatur der Kunststoffumhüllung erwärmt wird. Mittels Infrarotlicht oder mit einem heißen Luftstrom werden die einzelnen elektrischen Leitungen 2, 2' untereinander mechanisch verbunden. Zum Abkühlen der Kunststoffumhüllungen ist beispielsweise die Führungsrolle 12 und/oder die zweite Andruckrolle 11 gekühlt.

[0066] Alternativ können die elektrischen Leitungen 2, 2' auch mittels eines UV-härtenden Klebstoffs untereinander verbunden werden. Das Auftragen des Klebstoffs kann beispielsweise erfolgen, solange sich die elektrischen Leitungen 2, 2' in den Führungen der Führungsrolle 12 befinden. Alternativ kann der Klebstoff auch kurz nach dem Verlassen der Führungsrolle 12 auf die elektrischen Leitungen 2, 2' aufgetragen werden. Die Aushärtung des Klebstoffs erfolgt dabei mittels UV-Licht aus einem UV-LED-Array oder einer Blitzlampe vorzugsweise innerhalb von 200 ms.

[0067] Um die elektrischen Leitungen 2, 2' mechanisch untereinander zu verbinden, können auch Klebstreifen verwendet werden. Die Klebstoffstreifen werden hierzu lediglich kurz vor der ersten Andruckrolle auf die Führungsrolle 12 mit der nach oben gerichteten Klebeschicht gelegt.

[0068] Um eine ausreichende Stabilität der Spule 1 zu erreichen, ist es ausreichend, wenn die einzelnen elektrischen Leitungen 2, 2' nur punktuell miteinander ver-

bunden werden. Dabei reicht es aus, wenn die elektrischen Leitungen 2, 2' in regelmäßigen Abständen untereinander verbunden werden.

[0069] Nach dem Umlaufen der Führungsrolle 12 weisen die mechanisch miteinander verbundenen elektrischen Leitungen 2, 2' eine schraubenförmige Gestalt auf. Die schraubenförmige Gestalt kommt dadurch zustande, da die Länge der äußersten elektrischen Leitung 2 länger ist als die Länge der benachbarten elektrischen Leitung 2'. Die nach innen nächst benachbarte elektrische Leitung 2, 2' ist immer jeweils kürzer. Werden die elektrischen Leitungen 2, 2' endlos derart verknüpft, so bildet sich ein schneckenförmiges Endlosband - ähnlich einer Archimedischen Schraube. Das Endlosband kann, wie in Figur 3 dargestellt, beispielsweise in einem mitdrehenden Auffangbecher 14 gesammelt werden. Durch die Schwerkraft legen sich die Windungen automatisch übereinander, wodurch der entstehende Wickel komprimiert wird. Nach dem Erreichen der gewünschten Wicklungszahl kann das Endlosband durchtrennt werden. Eine weitere Komprimierung des lockeren Wickels im Auffangbecher 14 kann beispielsweise durch einfaches Pressen erfolgen. Alternativ kann der Wickel auch mittels eines Schrumpfschlauchs weiter komprimiert werden.

[0070] In Figur 4 ist schematisch eine weitere Anordnung zur Herstellung einer Spule 1 dargestellt. Hierzu werden mehrere elektrische Leitungen 2, 2' mittels eines zweiteiligen Wickelwerkzeuges 102, 103 um eine rotierende Achse 101 gewickelt. Die Enden der elektrischen Leitungen 2, 2' werden in schlitzförmige Vertiefungen 105 des ersten Wickelwerkzeuges 102 gelegt und mittels eines Magneten 106 fixiert. Die beiden Hälften der Wickelwerkzeuges 102, 103 werden mit gleicher Geschwindigkeit und Drehrichtung in Rotation gesetzt. Um eine Synchronisierung der beiden Wickelwerkzeuge 102, 103 zu erreichen, sind die beiden Hälften des Wickelwerkzeuges 102, 103 mittels einer Kupplung 107 miteinander verbunden. Es ist jedoch auch möglich, die Synchronisierung der beiden Hälften mittels anderer technischer Vorrichtungen zu erreichen.

[0071] Das formgebende Wickelwerkzeug 102, 103 ist zweiteilig, damit der fertige Wickel nach dem Wickeln leicht aus dem Wickelwerkzeug 102, 103 genommen werden kann. Die rotierende Achse 101 weist vorzugsweise den Außendurchmesser D2 auf, der dem Innendurchmesser D1 der zu wickelnden Spule 1 entspricht. Zur Führung der elektrischen Leitungen 2, 2' ist im Bereich der rotierenden Achse 101 eine Drahtführung 100 angeordnet. Mittels der Drahtführung 100 werden die elektrischen Leitungen 2, 2' in der Wickelebenen übereinander um die rotierende Achse 101 gewickelt. Hierbei wird die elektrische Leitung 2', die den geringsten Abstand d zum Wickelzentrum, das hier durch die rotierende Achse 101 gebildet ist, aufweist, mit einer geringeren Geschwindigkeit um die rotierende Achse 101 geführt als weiter außen angeordnete elektrische Leitungen 2. Die Länge der weiter innen angeordneten elektrischen Leitungen 2' ist somit kürzer/als die der weiter außen

angeordneten elektrischen Leitungen 2. Um ein Verrutschen der bereits aufgewickelten Wicklungen zu verhindern, ist parallel zur Drahtführung ein Schild 104 angeordnet. Das Schild 104 und die Drahtführung 100 sind auf einem in x-Richtung verschiebbaren Schlitten angeordnet, der aus Gründen der Übersichtlichkeit hier nicht dargestellt ist. Der Schlitten verschiebt die Drahtführung 100 und das Schild 104 mit wachsendem Wickel entlang der rotierenden Achse 101. Das Schild 104 bewirkt hierbei zusätzlich, dass aufgrund starken Drucks auf bereits fertig gewickelte Bereiche der Spule 1 diese Bereiche ihre Lage nicht mehr verändern können. Sobald die Drahtführung 100 fast die innere Begrenzung des rechten Wickelwerkzeuges 103 erreicht hat, werden die Enden der elektrischen Leitungen 2, 2' in die schlitzförmigen Vertiefungen 105 des rechten Wickelwerkzeuges 103 manuell oder mittels eines Werkzeugs eingelegt. Hierbei wird die Drahtführung 100 nicht mehr weiter bewegt, so dass durch das Schild 104 weiter Druck auf die bereits gewickelten Bereiche der Spule 1 ausgeübt werden kann.

[0072] Zur Fixierung der Wicklungen kann, beispielsweise bei der Verwendung von elektrischen Leitungen 2, 2' mit einer thermoplastischen Kunststoffumhüllung, bereits während des Wickelns mittels eines Infrarotstrahlers oder eines heißen Luftstromes die Kunststoffumhüllung über die Erweichungstemperatur der Kunststoffschicht erhitzt werden. Nach dem Abkühlen des Wickels unter die Erweichungstemperatur der Kunststoffumhüllung kann die fertig gewickelte Spule 1 aus dem Wickelwerkzeug 102, 103 genommen werden. Die Enden der elektrischen Leitungen 2, 2' werden zuvor zumindest teilweise aus den schlitzförmigen Vertiefungen 105 der beiden Hälften des Wickelwerkzeuges genommen, so dass die Enden nicht verkanten können.

[0073] Zur Stabilisierung des Wickels kann auch UV-härtender Klebstoff verwendet werden, der während des Wickelns eingebracht wird. In diesem Fall können beliebige elektrische Leitungen 2, 2' verwendet werden. Der Klebstoff kann den ganzen Wickel durchsetzen, oder alternativ nur Teilbereich wie Anfang oder Ende des Wickels. In einer weiteren Ausführungsform können die Teile der Anordnung, die in Berührung mit dem Klebstoff kommen, aus Teflon bestehen. Dadurch ist es möglich, Epoxyd- oder Acrylharze zur Stabilisierung der Spule 1 einzusetzen, ohne dass es zu Problemen beim Entformen kommt.

[0074] Bei der Verwendung eines zusätzlichen Spulenkörpers, um den die elektrischen Leitungen 2, 2' gewickelt werden, müssen nur der Wicklungsanfang und das Ende fixiert werden.

[0075] Obwohl in den Ausführungsbeispielen nur eine beschränkte Anzahl möglicher Weiterbildung der Erfindung beschrieben werden konnte, ist die Erfindung nicht auf diese beschränkt. Es ist prinzipiell möglich weitere mögliche Anordnungen einzusetzen, mit denen eine zuvor beschriebene Spule hergestellt werden kann.

[0076] Die Erfindung ist nicht auf die Anzahl der dar-

gestellten Elemente beschränkt.

[0077] Die Beschreibung der hier angegebenen Gegenstände ist nicht auf die einzelnen speziellen Ausführungsformen beschränkt, vielmehr können die Merkmale der einzelnen Ausführungsformen, soweit technisch sinnvoll, beliebig miteinander kombiniert werden.

Bezugszeichenliste

[0078]

1	Spule
2, 2'	elektrische Leitungen
3	Wickelzentrum
4	elektrische Kontakte
5	Ferritkern
A	Ausschnitt
10	erste Andruckrolle
11	zweite Andruckrolle
12	Führungsrolle
13	Führungen
14	Auffangbecher
15	Infrarot Linienstrahler
16	mechanische Verbindung
100	Drahtführung
101	rotierende Achse
102, 103	Wickelwerkzeug
104	Schild
105	Vertiefung
106	Magnet
107	Kupplung
d	Abstand von einer elektrischen Leitung (2, 2') zum Wickelzentrum 3
D1	Innendurchmesser der Spule 1
D2	Außendurchmesser der rotierenden Achse 101

Patentansprüche

1. Spule, aufweisend

- wenigstens vier elektrische Leitungen (2, 2'),
- wobei die elektrischen Leitungen (2, 2') um ein gemeinsames Wickelzentrum (3) gewickelt sind,
- wobei jede der wenigstens vier elektrischen Leitungen (2, 2') über die gesamte Länge der Spule (1) einen konstanten Abstand zu dem Wickelzentrum (3) der Spule (1) aufweist und die Wicklungen einer jeden Leitung nebeneinander angeordnet sind,
- wobei die Leitungen der Wickelebenen übereinander angeordnet sind, sodass die elektrischen Leitungen übereinander zu liegen kommen und
- wobei die Spule (1) in sich mechanisch stabil ist und die elektrischen Leitungen teilweise me-

chanisch fest miteinander verbunden sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** die elektrischen Leitungen in regelmäßigen oder in unregelmäßigen Abständen mechanisch miteinander verbunden sind.

2. Spule nach Anspruch 1, wobei die elektrischen Leitungen (2, 2') im Bereich der Wicklungen gegeneinander isoliert sind.

3. Spule nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die elektrischen Leitungen (2, 2') wenigstens an den Enden der Spule (1) miteinander kontaktiert sind.

4. Spule nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die elektrischen Leitungen (2, 2') aus ineinander verdrehten Einzeldrähten bestehen.

5. Spule nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die elektrischen Leitungen (2, 2') mechanisch miteinander verbunden sind.

6. Spule nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Länge der inneren elektrischen Leitung (2) über die gesamte Spule (1) kürzer ist als die Länge der nach außen benachbarten elektrischen Leitung (2').

7. Spule nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei in dem Wickelzentrum (3) ein Ferritkern (5) angeordnet ist.

8. Spule nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Spule (1) mit einer Vergussmasse umhüllt ist.

9. Verfahren zur Herstellung einer Spule,

- wobei wenigstens vier elektrische Leitungen (2, 2') mittels wenigstens einer ersten (10) und einer zweiten kegelförmigen Andruckrolle (11) auf eine kegelförmige Führungsrolle (12) gedrückt werden,
- wobei die Führungsrolle (12) rillenförmige konzentrische Vertiefungen (13) aufweist,
- wobei jede der elektrischen Leitungen (2, 2') in einer separaten Führung (13) der Führungsrolle (12) geführt wird,
- wobei die elektrischen Leitungen (2, 2') während des Umlaufens der Führungsrolle (12) teilweise mechanisch fest miteinander verbunden werden, indem die elektrischen Leitungen in regelmäßigen oder in unregelmäßigen Abständen mechanisch miteinander verbunden sind,
- wobei die elektrischen Leitungen (2, 2') nach dem Umlaufen der Führungsrolle (12) eine schraubenförmige Gestalt aufweisen.

10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei die elektrischen Leitungen (2, 2') beim Umlaufen der Führungsrolle mechanisch miteinander verbunden werden.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 oder 10, wobei die fertige Spule (1) in einen Behälter mit Vergussmasse getaucht wird. 5

12. Verfahren zur Herstellung einer Spule, 10

- wobei wenigstens vier elektrische Leitungen (2, 2') mittels einer Drahtführung (100) um eine rotierende Achse (101) eines Wickelwerkzeug (102, 103) gewickelt werden,

- wobei jede elektrische Leitung (2, 2') eine separate Drahtführung (100) aufweist, 15

- wobei die elektrischen Leitungen (2, 2') in einer Wickelebene, die senkrecht zur Rotationsachse (101) des Wickelwerkzeugs (102, 103) angeordnet ist, aufgewickelt werden, sodass die Wicklungen einer jeden Leitung nebeneinander angeordnet sind und die Leitungen der Wickelebenen übereinander angeordnet sind, sodass die elektrischen Leitungen übereinander zu liegen kommen, 20

- wobei die Drahtführung (100) mit wachsender Wicklungsanzahl parallel zur Rotationsachse (101) geführt wird, 25

- wobei die elektrischen Leitungen (2, 2') während des Wickelns teilweise mechanisch miteinander verbunden werden, **dadurch gekennzeichnet, dass** die elektrischen Leitungen in regelmäßigen oder in unregelmäßigen Abständen mechanisch miteinander verbunden werden. 30

13. Verfahren nach Anspruch 12, wobei die ersten Enden der elektrischen Leitungen (2, 2') in einem ersten Teil des Wickelwerkzeugs (102) fixiert werden. 35

14. Verfahren nach Anspruch 12, wobei die elektrischen Leitungen (2, 2') während des Wickelns miteinander verbunden werden. 40

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 12 bis 14, wobei die fertig gewickelte Spule (1) von dem Wickelwerkzeug (102, 103) genommen wird und in einen Behälter mit Vergussmasse getaucht wird. 45

Claims 50

1. Coil comprising

- at least four electrical conductors (2, 2'),
- wherein the electrical conductors (2, 2') are wound around a common winding centre (3),
- wherein each of the at least four electrical conductors (2, 2') is at a constant distance from the 55

winding centre (3) of the coil (1) over the entire length of the coil (1), and the windings of each conductor are arranged adjacent to one another, - wherein the conductors of the winding planes are arranged on top of one another so that the electrical conductors come to lie on top of one another, and

- wherein the coil (1) is inherently mechanically stable and the electrical conductors are partially mechanically integrally bonded to one another, **characterized in that** the electrical conductors are mechanically bonded to one another at regular or irregular intervals.

2. Coil according to Claim 1, wherein the electrical conductors (2, 2') are insulated with respect to one another in the vicinity of the windings.

3. Coil according to one of the preceding claims, wherein the electrical conductors (2, 2') make contact with one another at least at the ends of the coil (1). 20

4. Coil according to one of the preceding claims, wherein the electrical conductors (2, 2') consist of individual wires which are twisted together and intermeshed. 25

5. Coil according to one of the preceding claims, wherein the electrical conductors (2, 2') are mechanically bonded to one another.

6. Coil according to one of the preceding claims, wherein the length of the inner electrical conductor (2) is less than the length of the adjacent electrical conductor (2') towards the outside over the entire coil (1). 30

7. Coil according to one of the preceding claims, wherein a ferrite core (5) is arranged in the winding centre (3). 35

8. Coil according to one of the preceding claims, wherein the coil (1) is sleeved with a casting compound. 40

9. Method for producing a coil,

- wherein at least four electrical conductors (2, 2') are pressed onto a tapered guide roller (12) by means of at least a first (10) and a second tapered pressure roller (11),

- wherein the guide roller (12) has groove-shaped concentric recesses (13),

- wherein each of the electrical conductors (2, 2') is guided in a separate guide (13) of the guide roller (12),

- wherein the electrical conductors (2, 2') are partially mechanically integrally bonded to one another while passing around the guide roller (12), in that the electrical conductors are mechanically bonded to one another at regular or 55

- irregular intervals,
 - wherein the electrical conductors (2, 2') have a helical form after passing around the guide roller (12).
10. Method according to Claim 9, wherein the electrical conductors (2, 2') are mechanically bonded to one another when passing around the guide roller.
11. Method according to one of Claims 9 or 10, wherein the finished coil (1) is immersed in a container with casting compound.
12. Method for producing a coil,
 - wherein at least four electrical conductors (2, 2') are wound around a rotating axle (101) of a winding tool (102, 103) by means of a wire guide (100),
 - wherein each electrical conductor (2, 2') has a separate wire guide (100),
 - wherein the electrical conductors (2, 2') are wound in a winding plane which is arranged perpendicular to the axis of rotation (101) of the winding tool (102, 103) so that the windings of each conductor are arranged adjacent to one another, and the conductors of the winding planes are arranged on top of one another so that the electrical conductors come to lie on top of one another,
 - wherein the wire guide (100) is fed parallel to the axis of rotation (101) as the number of windings increases,
 - wherein the electrical conductors (2, 2') are partially mechanically bonded to one another during winding, **characterized in that** the electrical conductors are mechanically bonded to one another at regular or irregular intervals.
13. Method according to Claim 12, wherein the first ends of the electrical conductors (2, 2') are fixed in a first part of the winding tool (102).
14. Method according to Claim 12, wherein the electrical conductors (2, 2') are bonded to one another during winding.
15. Method according to one of Claims 12 to 14, wherein the fully wound coil (1) is removed from the winding tool (102, 103) and is immersed in a container with casting compound.
- Revendications**
1. Bobine, comportant :
 - au moins quatre câbles électriques (2, 2') ;
- les câbles électriques (2, 2') étant enroulés autour d'un centre d'enroulement (3) commun ;
 - chacun des au moins quatre câbles électriques (2, 2') comportant sur la longueur totale de la bobine (1) un écartement constant par rapport au centre d'enroulement (3) de la bobine (1) et les enroulements de chaque câble étant disposés côte à côte ;
 - les câbles des plans d'enroulement étant disposés les uns au-dessus des autres, de sorte que les câbles électriques reposent les uns au-dessus des autres ;
 - la bobine (1) présentant une stabilité mécanique en soi et les câbles électriques étant en partie fixement reliés entre eux de façon mécanique ;
caractérisé en ce que les câbles électriques sont reliés entre eux de façon mécanique à distances régulières ou irrégulières.
2. Bobine selon la revendication 1, les câbles électriques (2, 2') étant isolés les uns des autres dans la zone des enroulements.
3. Bobine selon l'une quelconque des revendications précédentes, les câbles électriques (2, 2') étant au contact les uns des autres au moins aux extrémités de la bobine (1).
4. Bobine selon l'une quelconque des revendications précédentes, les câbles électriques (2, 2') se composant de fils individuels torsadés les uns dans les autres.
5. Bobine selon l'une quelconque des revendications précédentes, les câbles électriques (2, 2') étant reliés entre eux de façon mécanique.
6. Bobine selon l'une quelconque des revendications précédentes, la longueur du câble électrique (2) intérieur étant inférieure sur la totalité de la bobine (1) à la longueur du câble électrique (2') connexe vers l'extérieur.
7. Bobine selon l'une quelconque des revendications précédentes, un coeur en ferrite (5) étant disposé dans le centre d'enroulement (3).
8. Bobine selon l'une quelconque des revendications précédentes, la bobine (1) étant enveloppée d'une masse fondue.
9. Procédé de fabrication d'une bobine :
 - au moins quatre câbles électriques (2, 2') étant comprimés sur un rouleau de guidage (12) en forme de cône à l'aide d'au moins un premier (10) et un deuxième rouleau de compression

- (11) en forme de cône ;
 - le rouleau de guidage (12) comportant des renforcements (13) concentriques en forme de rainure ;
 - chacun des câbles électriques (2, 2') étant guidé dans un guide (13) séparé du rouleau de guidage (12) ;
 - les câbles électriques (2, 2') étant en partie reliés fixement entre eux de façon mécanique pendant le passage du rouleau de guidage (12) en reliant entre eux de façon mécanique les câbles électriques à des distances régulières ou irrégulières ;
 - les câbles électriques (2, 2') prenant une forme de vis après le passage du rouleau de guidage (12).
10. Procédé selon la revendication 9, les câbles électriques (2, 2') étant reliés entre eux de façon mécanique lors du passage du rouleau de guidage.
11. Procédé selon l'une quelconque des revendications 9 ou 10, la bobine (1) finie étant plongée dans un récipient de masse fondue.
12. Procédé de fabrication d'une bobine :
- au moins quatre câbles électriques (2, 2') étant enroulés autour d'un axe de rotation (101) d'un outil d'enroulement (102, 103) au moyen d'un guide-fil (100) ;
 - chaque câble électrique (2, 2') comportant un guide-fil (100) séparé ;
 - les câbles électriques (2, 2') étant enroulés dans un plan d'enroulement s'étendant perpendiculairement à l'axe de rotation (101) de l'outil d'enroulement (102, 103), de sorte que les enroulements de chaque câble sont disposés côte à côte et que les câbles des plans d'enroulement sont disposés les uns au-dessus des autres, de sorte que les câbles électriques reposent les uns au-dessus des autres ;
 - le guide-fil (100) étant guidé parallèlement à l'axe de rotation (101) avec un nombre croissant d'enroulements ;
 - les câbles électriques (2, 2') étant en partie reliés entre eux de façon mécanique pendant l'enroulement ;
- caractérisé en ce que** les câbles électriques sont reliés entre eux de façon mécanique à distances régulières ou irrégulières.
13. Procédé selon la revendication 12, les premières extrémités des câbles électriques (2, 2') étant fixées dans une première partie de l'outil d'enroulement (102).
14. Procédé selon la revendication 12, les câbles élec-
- triques (2, 2') étant reliés entre eux pendant l'enroulement.
15. Procédé selon l'une quelconque des revendications 12 à 14, la bobine (1) enroulée finie étant prise hors de l'outil d'enroulement (102, 103) et plongée dans un récipient de masse fondue.

Fig 1

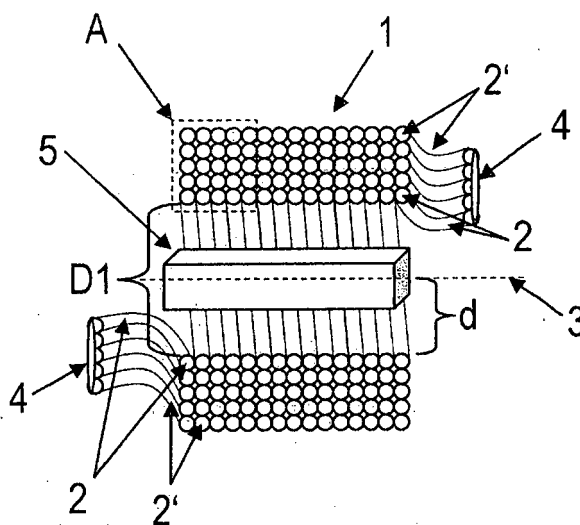


Fig 2

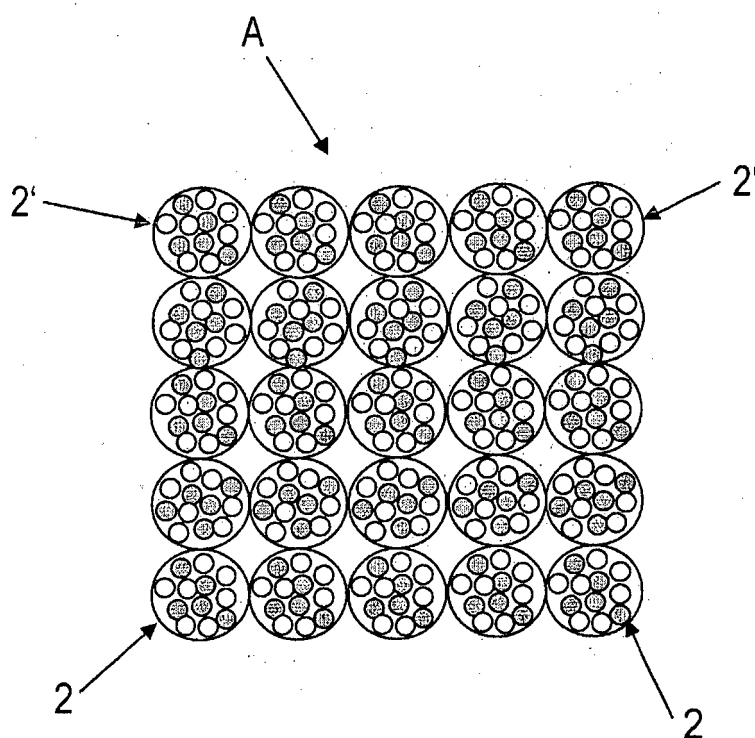


Fig 3

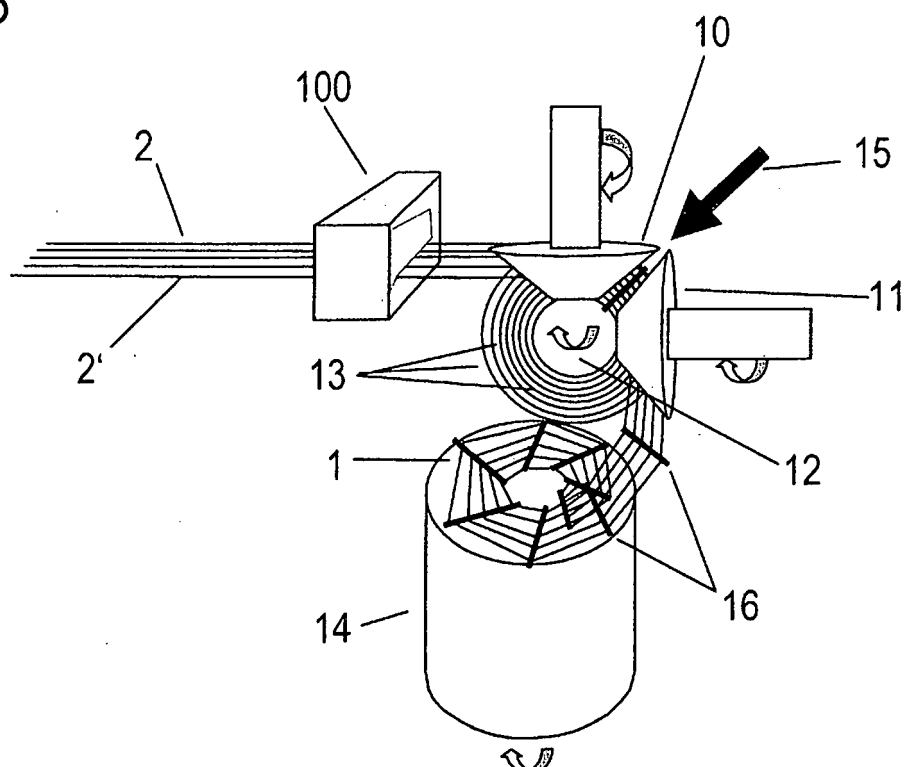
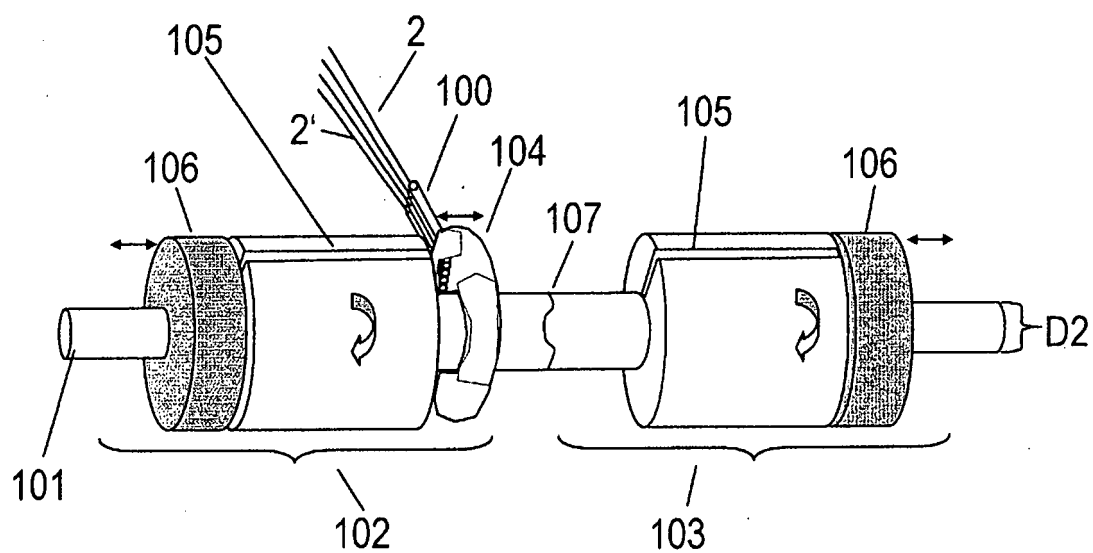


Fig 4



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

- DE 4432739 B4 [0002]
- US 20040136559 A1 [0003]
- US 3125133 A [0004]
- DE 977571 C [0005]
- JP 2003086427 A [0006]
- JP 2005327834 A [0006]
- JP 4359502 A [0006]
- JP 2005209916 A [0006]
- WO 2010089413 A1 [0006]