

(19)



(11)

EP 3 977 491 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:

25.12.2024 Patentblatt 2024/52

(21) Anmeldenummer: **20729053.7**

(22) Anmeldetag: **27.05.2020**

(51) Internationale Patentklassifikation (IPC):

H01F 21/00 ^(2006.01) **H01F 21/12** ^(2006.01)
H01F 5/02 ^(2006.01) **H01F 27/32** ^(2006.01)
H01F 17/04 ^(2006.01) **H01F 27/30** ^(2006.01)

(52) Gemeinsame Patentklassifikation (CPC):

H01F 5/02; H01F 17/045; H01F 21/00;
H01F 21/005; H01F 21/12; H01F 27/306;
H01F 27/324; H01F 27/325; H01F 2017/046

(86) Internationale Anmeldenummer:

PCT/EP2020/064724

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:

WO 2020/239847 (03.12.2020 Gazette 2020/49)

(54) **INDUKTIVES BAUELEMENT UND VERFAHREN ZUR EINSTELLUNG EINES INDUKTIVITÄTSWERTES FÜR EINE GRUPPE VON INDUKTIVEN BAUELEMENTEN GLEICHER BAUFORM**

INDUCTIVE COMPONENT AND METHOD FOR SETTING AN INDUCTANCE VALUE FOR A GROUP OF INDUCTIVE COMPONENTS OF THE SAME DESIGN

COMPOSANT INDUCTIF ET PROCÉDÉ DE RÉGLAGE D'UNE VALEUR D'INDUCTANCE POUR UN GROUPE DE COMPOSANTS INDUCTIFS DE MÊME TYPE DE CONSTRUCTION

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AL 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 RS SE SI SK SM TR**

(30) Priorität: **29.05.2019 DE 102019114517**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:

06.04.2022 Patentblatt 2022/14

(73) Patentinhaber: **Philip Morris Products S.A.**

2000 Neuchâtel (CH)

(72) Erfinder:

- **FURSA, Oleg**
2000 Neuchâtel (CH)

- **FREY, Jürgen**
81671 München (DE)
- **WEBER, Stefan**
81671 München (DE)

(74) Vertreter: **Grünecker Patent- und Rechtsanwälte PartG mbB**

**Leopoldstraße 4
80802 München (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:

EP-A1- 0 461 712 JP-A- H07 240 324
US-A1- 2003 128 092 US-A1- 2004 263 307

EP 3 977 491 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 vorliegende Erfindung betrifft ein induktives Bauelement aufweisend einen Spulenkörper mit einer Drahtwicklung. Es kann sich hierbei um eine Luftspule handeln, also um eine Spule ohne magnetischen Kern. Beispielsweise wird das induktive Bauelement in einer Stereoanlage eingesetzt.

[0002] Für viele Anwendungen ist eine präzise Einstellung des Induktivitätswertes des Bauelements, zumindest im statistischen Mittel für eine Gruppe von Induktivitäten (Los), wünschenswert. Insbesondere für Resonanzanwendungen ist eine hochpräzise Einstellung der Induktivität erforderlich.

[0003] Die geometrischen Abmessungen beeinflussen die Induktivität elektrischer Bauteile, insbesondere bei Luftspulen, stark. Hochpräzise Induktivitätswerte sind nur in bestimmten physikalischen Grenzen herstellbar und erfordern eine präzise Kontrolle der Geometrie. Auch Variationen in den Materialeigenschaften und der Betriebstemperatur führen bei Induktivitäten mit oder ohne Ferritkern zu einer Variation des Induktivitätswertes. Die Korrektur von Abweichungen des Induktivitätswertes eines fertigen Bauteils von einem gewünschten Sollwert bezeichnet man als "Abgleich" oder "Tuning".

[0004] Die Druckschriften DE 36 18 122 A1, DE 39 26 231 A1, DE 199 52 192 A1 und DE 10 2008 063 312 A1 beschreiben abgleichbare induktive Bauelemente. Ein Abgleich wird dabei zumeist durch Hinein- oder Herauschieben eines Kerns aus weichmagnetischem Material in das Innere der Wicklung oder durch ein Auseinanderziehen oder Zusammendrücken der Wicklung bewerkstelligt.

[0005] EP 0 461 712 A betrifft einen Transformator mit einem ferromagnetischen Kern, der einen durch mindestens einen Luftspalt unterbrochenen magnetischen Kreis bildet, und einem mit einem elektrisch leitenden Folienwickelpaket versehenen Spulenkörper, der den Kern im Bereich des Luftspalts umschließt. JP H07 240324 A offenbart einen kleinen Transformator. Ein doppelseitiges Klebeband ist um den zylindrischen Wicklungsabschnitt einer Spule gewickelt, und in der Nähe der Flansche der Spule sind nicht gewickelte Teile ausgebildet, um Sperrräume zu bilden. Dann wird eine Primärspule aus einer Wicklung auf dem Außenumfang des Bandes gebildet, und weitere Spulen werden nacheinander aus Wicklungen mit dazwischen liegenden doppelseitigen Klebebändern gebildet, so dass andere nicht gewickelte Teile in ähnlicher Weise gebildet werden können.

[0006] Weitere induktive Bauelemente sind in US 2004/263307 A1 und US 2003/128092 A1 offenbart.

[0007] Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein verbessertes induktives Bauelement und ein Verfahren zur Einstellung eines Induktivitätswertes für eine Gruppe von induktiven Bauelementen gleicher Bauform anzugeben.

[0008] Gemäß einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung ist ein induktives Bauelement gemäß An-

spruch 1 vorgesehen. Der Spulenkörper weist einen Grundkörper auf, der zumindest bereichsweise mit einer elektrisch isolierenden Folie umwickelt ist. Durch die Umwicklung mit der Folie wird der Durchmesser des Spulenkörpers selektiv vergrößert. Dadurch kann nach Aufwickeln eines Wicklungsdrahts auf den Spulenkörper und zumindest bereichsweise über der Folie gezielt die Induktivität eingestellt werden.

[0009] Der Grundkörper des Spulenkörpers ist in einer Ausführungsform aus einem nicht-magnetischen Material gebildet. Beispielsweise handelt es sich um ein Kunststoff-Material. Somit kann das induktive Bauelement als Luftspule ausgebildet sein, also keinen magnetischen Kern aufweisen, der von dem Wicklungsdraht umwickelt ist. Der Spulenkörper fungiert somit rein als Träger für den Wicklungsdraht, jedoch nicht zur Führung des Magnetflusses. Bei einer derartigen Ausführungsform ist die Induktivität besonders stark von der Geometrie, insbesondere dem Durchmesser der Spule abhängig, so dass eine präzise Feinabstimmung durch Änderung des Durchmessers möglich ist.

[0010] Beispielsweise ist die Dicke der Folie deutlich geringer als 1 mm. Die Folie ist beispielsweise maximal 100 µm dick. Insbesondere kann die Dicke der Folie zwischen 10 und 40 µm betragen.

[0011] In einer alternativen Ausführungsform kann der Grundkörper aus einem magnetischen Material gebildet sein. Beispielsweise kann es sich um einen Ferritkern handeln.

[0012] Die Folie ist beispielsweise schraubenförmig um den Grundkörper gewickelt. Die Länge der Folie und damit bei festgelegter Geometrie der Wicklung auch die Anzahl der Windungen der Folie um den Grundkörper kann abhängig von einem Sollwert der Induktivität festgelegt werden. Beispielsweise wird die Anzahl der Windungen zwischen einer Windung und vier Windungen variiert.

[0013] Die Folie ist derart angeordnet, dass die Wicklung des Wicklungsdrahtes über der Wicklung der Folie angeordnet ist. Insbesondere entspricht die Geometrie der Wicklung der Folie der Geometrie der Wicklung des Drahtes, wobei die Wicklung der Folie kürzer ist als die Wicklung des Drahtes. Die Drahtwicklung überdeckt die Folie der Länge nach vollständig und reicht über die Folie hinaus.

[0014] Der Wicklungsdraht kann die Folie auch der Breite nach vollständig überdecken.

[0015] Im Folgenden wird als maximal mögliche, effektive Länge dabei die Länge der Folie bezeichnet, bei der unterhalb der gesamten Wicklung die Folie vorhanden ist und somit die gesamte Wicklung über einem vergrößerten Durchmesser aufgebracht ist.

[0016] Beispielsweise wird die Folie in einem ersten Schritt auf die Hälfte der möglichen maximalen effektiven Länge aufgebracht, danach die Wicklung aufgebracht und die Induktivität des Bauelements gemessen. Abhängig von dem gemessenen Induktivitätswert wird dann bei der Herstellung weiterer Bauelemente die Länge der

Folie verringert oder vergrößert. Die anfängliche Aufbringung der Folie nur über einen Teil der maximal möglichen Länge, beispielsweise über die Hälfte, soll Spielraum für eine Feinabstimmung der Länge der Folie bereitstellen.

[0017] Die Folie im resultierenden Bauelement erstreckt sich nicht über die maximal mögliche, effektive Länge der Folie. Die Folie erstreckt sich über maximal zwei Drittel der maximal möglichen, effektiven Länge. Beispielsweise erstreckt sich die Folie über minimal ein Drittel der Länge des Grundkörpers bzw. der maximal möglichen, effektiven Länge.

[0018] Optional ist es auch möglich, zusätzlich dazu die Dicke der Folie oder die Anzahl der Lagen der Folie zur Einstellung des Durchmessers und damit der Induktivität zu variieren. Die Folie kann einlagig auf den Grundkörper aufgebracht sein. Zur weiteren Veränderung der Dicke kann die Folie aber auch mehrlagig aufgebracht sein. Zur Abstimmung der Induktivität ist beispielsweise anfänglich eine bestimmte Anzahl an Lagen der Folie vorhanden und es werden dann abhängig vom gemessenen Induktivitätswert ein oder mehrere Lagen entfernt oder hinzugefügt. Es können auch Folien mit verschiedenen Dicken vorhanden sein und es kann zur Feinabstimmung die Dicke der Folie variiert werden.

[0019] Die Folie ist in einer Ausführungsform aus einem nicht-magnetischen Material gebildet. Beispielsweise kann es sich um ein Kunststoff-Material handeln. Die Folie kann dasselbe Material aufweisen wie der Spulenkörper. Somit dient die Folie nur zur Vergrößerung des Durchmessers des Spulenkörpers, jedoch nicht zur Führung des Magnetflusses.

[0020] Der Spulenkörper kann eine Vertiefung aufweisen, in der die Folie angeordnet ist. Die Vertiefung ist dabei zur genauen Platzierung der Folie und/oder zur genauen Platzierung des Wicklungsdrahtes ausgebildet.

[0021] Die Vertiefung ist beispielsweise umlaufend ausgebildet, insbesondere verläuft die Vertiefung schraubenförmig um den Grundkörper herum. Die Vertiefung kann nur abschnittsweise um den Grundkörper umlaufen oder durchgehend um den Grundkörper umlaufen. Beispielsweise weist die Vertiefung wenigstens zwei Windungen, insbesondere durchgehende Windungen, auf. Die Vertiefung erstreckt sich beispielsweise mindestens über die gesamte Länge der Folie. Vorzugsweise ist die Vertiefung nicht nur zur Platzierung der Folie, sondern auch zur Platzierung des Wicklungsdrahtes ausgebildet. Vorzugsweise erstreckt sich die Vertiefung über einen Großteil der Länge des Grundkörpers.

[0022] Die Vertiefung weist seitliche Begrenzungen auf, so dass die Folie und/oder der Wicklungsdraht senkrecht zu ihrem Verlauf in ihrer Hauptstreckungsrichtung verrutschsicher geführt sind. Die seitlichen Begrenzungen können dabei durch das Material des Grundkörpers gebildet sein. Insbesondere können die Vertiefungen direkt bei der Herstellung des Grundkörpers, beispielsweise in einem Spritzgussverfahren, gebildet sein. Es kann zur Positionierung auch nur eine seitliche Be-

grenzung ausgebildet sein.

[0023] Die Folie ist beispielsweise nur wenig breiter als die Vertiefung. Die Folie kann auch die gleiche Breite wie die Vertiefung aufweisen oder etwas breiter als die Vertiefung sein. In diesem Fall kann die Folie durch Klemmung in der Vertiefung befestigt sein.

[0024] Dadurch dass die Folie bereichsweise, über einen Bereich der Länge des Wicklungsdrahtes, zwischen dem Wicklungsdraht und dem Grundkörper angeordnet ist, ist bereichsweise der Außendurchmesser des Spulenkörpers und damit der Innendurchmesser der Wicklung vergrößert. Dies führt zu einer Erhöhung der Induktivität des Bauelements.

[0025] Der Wicklungsdraht ist beispielsweise als Flachdraht ausgebildet. Der Wicklungsdraht kann beispielsweise alternativ auch als Runddraht ausgebildet sein. Es kann sich um einen Kupferdraht handeln.

[0026] Die Induktivität des Bauelements liegt beispielsweise zwischen 1 und 1000 nH. Je nach Konstruktion ist durch Variation der Länge der Folie beispielsweise eine Einstellung der Induktivität in einem Bereich von bis zu 10 % der Induktivität in 0,1 % Schritten möglich.

[0027] Der Wicklungsdraht erstreckt sich über die gesamte Länge der Folie und über die Länge der Folie hinaus. Die Folie und der Wicklungsdraht sind insbesondere als zwei übereinanderliegende gleichförmige Wicklungen ausgebildet. Der gewickelte Wicklungsdraht ist länger als die Folie. Somit bedeckt der Wicklungsdraht nur einen Teil der Folie in Hauptstreckungsrichtung der Folie. Der Wicklungsdraht erstreckt sich beispielsweise beidseitig an seinen Enden über die Folie hinaus.

[0028] Der Wicklungsdraht weist vorzugsweise mehr Wicklungen auf als die Folie. Beispielsweise beträgt die Wicklungszahl der Folie maximal zwei Drittel der Wicklungszahl des Wicklungsdrahtes. Beispielsweise weist der Wicklungsdraht acht Wicklungen und die Folie fünf Wicklungen auf. Somit ist ein ausreichender Spielraum für die Feineinstellung der Induktivität gegeben.

[0029] Der Durchmesser der Wicklung des Drahtes kann somit bereichsweise unterschiedlich sein. Insbesondere ist der Durchmesser an den Stellen größer, an denen der Wicklungsdraht über der Folie angeordnet ist.

[0030] Gemäß einer Ausführungsform weist das induktive Bauelement einen Spulenkörper mit einer Vertiefung auf, wobei die Folie und der Wicklungsdraht wenigstens bereichsweise in der Vertiefung angeordnet sind. Die Vertiefung kann insbesondere wie oben bereits für den Spulenkörper beschrieben ausgebildet sein. Insbesondere kann die Vertiefung schraubenförmig ausgebildet sein und wenigstens zwei Windungen aufweisen. Der Wicklungsdraht ist beispielsweise etwas schmaler als die Vertiefung. Der Wicklungsdraht kann auch die gleiche Breite wie die Vertiefung oder eine etwas größere Breite als die Vertiefung aufweisen. In diesem Fall kann der Wicklungsdraht durch Klemmung in der Vertiefung befestigt sein.

[0031] Alternativ kann die Folie auch auf den Grundkörper aufgeklebt sein. Beispielsweise ist die Folie

selbstklebend ausgebildet. Die Folie kann auch mittels eines aufgetragenen Klebstoffes am Grundkörper befestigt werden. Der Wicklungsdraht kann ebenfalls am Grundkörper durch Kleben befestigt werden. Es ist auch möglich, zuerst die Folie am Wicklungsdraht zu befestigen, beispielsweise auf den Wicklungsdraht aufzukleben, und dann den Wicklungsdraht zusammen mit der Folie auf dem Grundkörper anzuordnen und zu befestigen.

[0032] Alternativ können der Wicklungsdraht und/oder die Folie auch durch Heißverstemmen am Grundkörper befestigt sein. Dabei können nach Einlegen der Folie und des Wicklungsdrahtes in die Vertiefung radial hervorstehende Bereiche der Begrenzungen durch Druck und Wärme verbreitert werden, so dass die Folie und der Wicklungsdraht von den Begrenzungen zumindest teilweise in radialer Richtung umschlossen sind. Es kann auch hier zuerst die Folie durch Kleben befestigt werden und anschließend der Wicklungsdraht durch Heißverstemmen befestigt werden.

[0033] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zur Einstellung eines Induktivitätswertes für eine Gruppe von induktiven Bauelementen gleicher Bauform gemäß Anspruch 9 angegeben. Dabei wird ein Grundkörper eines Spulenkörpers mit einer Folie zumindest bereichsweise umwickelt. Die Länge der Folie wird in Abhängigkeit von einem Sollwert der Induktivität gewählt. Die Länge entspricht dabei bei festgesetzter Geometrie einer Windungszahl der Folie.

[0034] Danach wird der Spulenkörper mit einem Wicklungsdraht umwickelt, so dass die Folie bereichsweise, entlang eines Bereichs des Wicklungsdrahtes, zwischen dem Grundkörper und dem Wicklungsdraht angeordnet ist. Der Spulenkörper und das induktive Bauelement sind beispielsweise wie vorgehend beschrieben ausgebildet.

[0035] Zur Einstellung der Länge der Folie wird die Induktivität eines induktiven Bauelements gleicher Bauform gemessen. Es kann auch die Induktivität indirekt gemessen werden, d.h., ein anderer Parameter, der ein Maß für die Induktivität darstellt. Die Länge der Folie für ein weiteres induktives Bauelement kann dann abhängig von der Abweichung des Messwertes von einem Sollwert verändert werden.

[0036] Beispielsweise wird die Länge schrittweise vergrößert oder verringert bis der gewünschte Sollwert erreicht ist. Beispielsweise wird die Windungszahl in einem Bereich von 1,00 bis 4,00 Windungen verändert. Die Stufung der Längenänderung liegt beispielsweise bei weniger als einer Windung, beispielsweise bei 0,01 Windungen.

[0037] Gemäß einem weiteren Aspekt weist ein Spulenkörper für ein induktives Bauelement eine Begrenzung zur Positionierung eines Wicklungsdrahtes auf.

[0038] Die Begrenzung ist dabei insbesondere zur Führung eines Abschnitts des Wicklungsdrahtes in einem mittleren Bereich der Wicklung ausgebildet, d.h., es handelt sich um einen Abschnitt, an den beidseitig wenigstens eine weitere Windung des Wicklungsdrahtes

angrenzt. Es handelt sich somit nicht um einen Randabschnitt der Wicklung. Beispielsweise wird der Abschnitt beidseitig durch zwei Begrenzungen geführt. Die Begrenzungen bilden somit eine Vertiefung zur Aufnahme wenigstens eines Abschnitts eines Wicklungsdrahtes.

[0039] Die Begrenzung bzw. Vertiefung verläuft insbesondere schraubenförmig um einen Grundkörper des Spulenkörpers herum. Beispielsweise weist die Begrenzung bzw. Vertiefung wenigstens zwei Windungen auf. Die Vertiefung kann in einem Grundkörper des Spulenkörpers ausgebildet sein. Die Vertiefung kann zudem zur Positionierung einer wie oben beschriebenen Folie ausgebildet sein. Der Spulenkörper kann aber auch keine Folie aufweisen. Der Spulenkörper kann ansonsten wie vorgehend beschrieben ausgebildet sein.

[0040] Gemäß einem weiteren Aspekt weist ein induktives Bauelement einen derartigen Spulenkörper mit einer Vertiefung auf, in der ein Wicklungsdraht angeordnet ist. Der Wicklungsdraht ist beispielsweise als Flachdraht ausgebildet. Zwischen dem Wicklungsdraht und einem Grundkörper des Spulenkörpers kann eine Folie angeordnet sein. Es kann auch keine derartige Folie vorhanden sein. Das induktive Bauelement kann ansonsten wie vorgehend beschrieben ausgebildet sein. Beispielsweise ist der Wicklungsdraht wie oben beschrieben durch Klemmen, Kleben oder Heißverstemmen am Grundkörper befestigt.

[0041] Die Beschreibung der hier angegebenen Gegenstände ist nicht auf die einzelnen speziellen Ausführungsformen beschränkt. Vielmehr können die Merkmale der einzelnen Ausführungsformen - soweit technisch sinnvoll und unter den Schutzzumfang von Anspruch 1 oder 9 fallend - miteinander kombiniert werden.

[0042] Im Folgenden werden die hier beschriebenen Gegenstände anhand von schematischen Ausführungsbeispielen näher erläutert.

[0043] Es zeigen:

Figur 1 eine Ausführungsform eines Spulenkörpers in seitlicher Ansicht,

Figur 2 eine Ausführungsform eines induktiven Bauelements in seitlicher Ansicht,

Figuren 3A bis 3E ein Verfahren zur Einstellung einer Induktivität in schematischer Darstellung.

[0044] Vorzugsweise verweisen in den folgenden Figuren gleiche Bezugszeichen auf funktionell oder strukturell entsprechende Teile der verschiedenen Ausführungsformen.

[0045] Figur 1 zeigt einen Spulenkörper 1 für ein induktives Bauelement. Der Spulenkörper 1 ist als Träger für einen Wicklungsdraht ausgebildet.

[0046] Der Spulenkörper 1 ist insbesondere für eine Luftspule ausgebildet, also eine Spule, bei der kein

magnetischer Kern vorhanden ist. Der Spulenkörper 1 ist nicht-magnetisch ausgebildet. Der Spulenkörper 1 weist beispielsweise einen Grundkörper 2 aus Kunststoff auf. Der Spulenkörper 1 wird beispielsweise in einem Spritzgussverfahren hergestellt. Bei einer Luftspule wird die Induktivität maßgeblich durch die Geometrie der Wicklung bestimmt.

[0047] In einer alternativen Ausführungsform kann der Spulenkörper 1 auch als magnetischer Kern, beispielsweise als Ferritkern ausgebildet sein oder es kann im Spulenkörper 1 ein magnetischer Kern vorhanden sein.

[0048] Der Grundkörper 2 weist vorliegend eine zylindrische Form auf. Der Grundkörper 2 kann auch eine andere Form aufweisen, beispielsweise eine Quaderform. Der Grundkörper 2 kann auch Teil eines größeren Körpers, beispielsweise eines ringförmigen Körpers sein. Der Grundkörper 2 kann als Hohlkörper ausgebildet sein.

[0049] Der Grundkörper 2 ist bereichsweise mit einer Folie 3 umwickelt. Die Folie 3 dient zur selektiven Vergrößerung des Durchmessers des Grundkörpers 2.

[0050] Die Folie 3 ist dünn ausgebildet und ermöglicht damit eine Feinabstimmung des Durchmessers des Grundkörpers 2 und damit der Induktivität des Bauelements nach Aufwickeln eines Wicklungsdrahtes über der Folie 3. Beispielsweise ist die Folie 3 zwischen 10 um und 40 um dick. Die Folie 3 ist beispielsweise 25 um dick. Die Folie 3 ist vorliegend einlagig aufgebracht.

[0051] Die Folie 3 weist ein nicht-magnetisches Material auf. Die Folie 3 kann ein Kunststoffmaterial aufweisen oder aus einem Kunststoffmaterial bestehen. Beispielsweise können der Spulenkörper 1 und die Folie 3 aus demselben Material gebildet sein. In anderen Ausführungsformen kann die Folie 3 ein magnetisches Material aufweisen.

[0052] Durch selektive Änderung der Länge der Folie 3, entsprechend der Windungszahl k , kann der Bereich mit vergrößertem Durchmesser selektiv eingestellt und damit die Induktivität des resultierenden Bauelements abgestimmt werden. Vorliegend erstreckt sich die Folie 3 über $k = 2,00$ Windungen. Beispielsweise wird die Windungszahl der Folie 3 in einem Bereich von $k = 1,00$ bis $4,00$ Windungen variiert. Die Variation wird beispielsweise in einer Stufung von $0,01$ Windungen durchgeführt.

[0053] Weiterhin weist der Spulenkörper 1 eine Vertiefung 4 auf, die zur präzisen Positionierung der Folie 3 und/oder des Wicklungsdrahtes 8 ausgebildet ist. Je genauer die Folie 3 und/oder der Wicklungsdraht 8 auf dem Spulenkörper 1 positioniert werden kann, desto präziser kann die Induktivität des Bauelements eingestellt werden.

[0054] Die Vertiefung 4 ist umlaufend um den Grundkörper 2 ausgebildet. Die Vertiefung 4 läuft insbesondere schraubenförmig um den Grundkörper 2 des Spulenkörpers 1 herum. Die Vertiefung 4 ist beidseitig senkrecht zur Umlaufrichtung von Begrenzungen 5, 6 begrenzt. Die Begrenzungen 5, 6 laufen ebenfalls um den Grundkörper 2. Die Vertiefung 4 ist somit als umlaufende Führungs-

nut/-rinne ausgebildet. In anderen Worten ist die Vertiefung 4 als Gewindegang und die Begrenzungen 5, 6 als Gewindeflanken ausgebildet.

[0055] Die Folie 3 ist in die Vertiefung 4 eingelegt. Die Folie 3 weist eine ähnliche Breite auf wie die Vertiefung 4. Beispielsweise ist die Folie 3 etwas schmaler als die Vertiefung 4. Die Folie 3 kann auch gleich breit oder etwas breiter sein als die Vertiefung 4 und durch Klemmung oder Verkleben in der Vertiefung 4 befestigt sein.

[0056] Auch der Wicklungsdraht 8 (siehe Figur 2) kann eine ähnliche Breite wie die Vertiefung 4 aufweisen. Beispielsweise ist die Breite b der Vertiefung 4 maximal 25 % größer als die Breite B des Wicklungsdrahtes.

[0057] Die Vertiefung 4 weist n Windungen auf, wobei vorliegend $n = 8$ ist. Es können auch weniger oder mehr als acht Windungen ausgebildet sein. Vorzugsweise weist die Vertiefung wenigstens zwei Windungen auf.

[0058] In einer alternativen Ausführungsform weist der Spulenkörper 1 keine Vertiefung 4 zur Positionierung des Wicklungsdrahtes auf, jedoch eine Folie 3.

[0059] Figur 2 zeigt ein induktives Bauelement 7 aufweisend einen Spulenkörper 1 und einen darum gewickelten Wicklungsdraht 8, der somit eine Wicklung 9 bildet. Der Spulenkörper 1 kann gemäß Figur 1 ausgeführt sein.

[0060] Der Wicklungsdraht 8 ist vorliegend als Flachdraht ausgebildet. Der Wicklungsdraht 8 liegt mit seiner Hauptfläche auf dem Grundkörper 2 des Spulenkörpers 1 auf. Alternativ dazu kann der Wicklungsdraht 8 auch als Runddraht ausgebildet sein. Beispielsweise handelt es sich um einen Kupferdraht.

[0061] Der Wicklungsdraht 8 weist vorliegend $m = 7,50$ Windungen auf. Somit beträgt auch die maximal mögliche, effektive Länge der Folie 3 ebenfalls $7,50$ Windungen. Der Wicklungsdraht 8 kann auch mehr oder weniger Windungen aufweisen.

[0062] Der Wicklungsdraht 8 weist zwei Enden 10, 11 auf. Die Enden 10, 11 sind beispielsweise zur Kontaktierung des Bauelements 7 zu einem Kontaktterminal (nicht gezeigt) weitergeführt oder mit einer Weiterkontaktierung (nicht gezeigt) versehen.

[0063] Der Wicklungsdraht 8 ist bereichsweise über der Folie 3 angeordnet. Somit ist die Folie 3 zwischen dem Grundkörper 2 des Spulenkörpers 1 und dem Wicklungsdraht 8 angeordnet. In dem Bereich, in dem der Wicklungsdraht 8 über der Folie 3 angeordnet ist, ist der Durchmesser der Wicklung 9 vergrößert. Der Wicklungsdraht 8 ist somit abhängig von der Länge bzw. Windungszahl k der Folie 3 bereichsweise über der Folie 3 und bereichsweise direkt auf dem Grundkörper 2 angeordnet. Entsprechend ist der Durchmesser D der Wicklung 9 nur bereichsweise vergrößert. Abhängig von der Größe des Bereichs mit vergrößertem Durchmesser ist die Induktivität des Bauelements 7 vergrößert.

[0064] Zur präzisen Positionierung ist der Wicklungsdraht 8 in der Vertiefung 4 angeordnet. Die Breite B des Wicklungsdrahtes 8 ist beispielsweise nur wenig geringer als die Breite b der Vertiefung 4. Somit wird die

Position des Wickeldrahtes 8 präzise durch die Vertiefung 4 bestimmt. Die Breite B des Wicklungsdrahtes 8 kann auch geringfügig größer sein als die Breite b der Vertiefung 2, so dass der Wicklungsdrahtes 8 zwischen den Begrenzungen 5, 6 durch Klemmung befestigt ist. Der Wicklungsdraht 8 kann auch durch Heißverstemmen in der Vertiefung 2 befestigt sein. Insbesondere werden dabei radiale Endbereiche der Begrenzungen 5, 6 durch Heißverstemmen verbreitert, so dass der Wicklungsdraht 8 radial nach außen hin von den Endbereichen zumindest teilweise umschlossen ist.

[0065] In einer Ausführungsform weist das induktive Bauelement 6 keine Vertiefungen im Spulenkörper 1 zur Positionierung des Wicklungsdrahtes 8 auf, jedoch eine Folie, wie in Figur 1 gezeigt.

[0066] Der Wicklungsdraht 8 ist vorliegend einlagig auf den Spulenkörper 1 aufgewickelt. In anderen Ausführungsformen kann der Wicklungsdraht 8 auch mehrlagig auf den Spulenkörper 1 aufgewickelt sein.

[0067] Statt einer Vertiefung 4 mit zwei Begrenzungen 5, 6 kann auch nur einseitig eine der Begrenzungen 5, 6 zur Positionierung vorhanden sein. Weiterhin kann die Vertiefung 4 bzw. die Begrenzung 5, 6 auch nur abschnittsweise ausgebildet sein. Die Figuren 3A bis 3E zeigen Verfahrensschritte bei der Einstellung einer Induktivität eines induktiven Bauelements. Gemäß Figur 3A wird ein Spulenkörper 1 bereitgestellt. Der Spulenkörper 1 kann wie der Spulenkörper 1 aus Figur 1 ausgebildet sein. Der Spulenkörper 1 kann, aber muss nicht, die Vertiefung 4 aufweisen.

[0068] Gemäß Figur 3B wird die Länge 1 der Folie 3, beispielsweise in Abhängigkeit von einem Sollwert anhand eines eingegangenen Messwertes "M" festgelegt. Die Information kann aus einer Messung der Induktivität aus einem baugleichen induktiven Bauelement erhalten sein. Falls die gemessene Induktivität kleiner ist als ein gewünschter Sollwert, wird eine Folie 3 mit einer größeren Länge 1 als beim vermessenen Bauelement gewählt. Falls die gemessene Induktivität kleiner ist als ein gewünschter Sollwert, wird eine Folie 3 mit einer geringeren Länge 1 als beim vermessenen Bauelement gewählt.

[0069] Die Länge 1 der Folie 3 entspricht dabei bei einem festgelegten Spulenkörper 1 und einer festgelegten Wicklungsgeometrie einer Windungszahl k. Die Windungszahl k wird beispielsweise mit einer Stufung von 0,01 Windungen variiert. Beispielsweise wird die Anzahl der Windungen im Bereich von 1,00 bis 4,00 Windungen eingestellt.

[0070] Gemäß Figur 3C wird die Folie 3 um den Grundkörper 2 gewickelt. Vorliegend ist die Windungszahl auf ca. 2,05 eingestellt. Die Folie 3 kann auch erst gewickelt und dann auf die gewünschte Länge 1 abgeschnitten werden. Zur präzisen Positionierung kann der Spulenkörper 1 die schraubenförmige Vertiefung 4 (siehe Figur 1) aufweisen und die Folie 3 kann in die Vertiefung 4 eingelegt werden.

[0071] Gemäß Figur 3D wird ein Wicklungsdraht 8 um den Spulenkörper 1 gewickelt, so dass eine Wicklung 9

gebildet wird. Die Folie 3 vergrößert selektiv den Durchmesser D der Wicklung 9, wie hier schematisch dargestellt ist. Abhängig von der Dicke der Folie 3 wird der Durchmesser des Bauelements 7 insbesondere im um-Bereich verändert. Der Wicklungsdraht 8 ist vorliegend wesentlich länger als die Folie 3. Der Wicklungsdraht 8 weist wenigstens eine Windung mehr auf als die Folie 3. Beispielsweise ist die Windungszahl des Wicklungsdrahtes 8 um wenigstens ein Drittel größer als die Windungszahl k der Folie 3. Dies ermöglicht einen großen Freiheitsgrad bei der Einstellung der Induktivität.

[0072] Gemäß Figur 3E wird nach Aufbringen der Wicklung 9 ein Messwert M der Induktivität ermittelt. Falls die Induktivität hinreichend nahe beim Sollwert liegt, ist die Länge 1 der Folie 3 für eine Gruppe von Bauelementen festgelegt. Falls der Sollwert noch nicht erreicht ist, wird anhand des Messwertes M die Länge 1 der Folie 3 weiter verändert.

[0073] Durch Einstellung der Windungszahl der Folie 3 kann ein hochpräziser Abgleich der Induktivität des Bauelements 7 erreicht werden. Beispielsweise kann die Induktivität, je nach Konstruktion, sehr präzise in 0,1 % Schritten in einem Bereich von bis zu 10 % eingestellt werden. Der Sollwert der Induktivität liegt beispielsweise zwischen 1 und 1000 nH.

Bezugszeichenliste

[0074]

1	Spulenkörper
2	Grundkörper
3	Folie
4	Vertiefung
5	Begrenzung
6	Begrenzung
7	induktives Bauelement
8	Wicklungsdrahtes
9	Wicklung
10	Ende des Wicklungsdrahtes
11	Ende des Wicklungsdrahtes
b	Breite der Vertiefung
B	Breite des Wicklungsdrahtes
k	Windungszahl der Folie
n	Windungszahl der Vertiefung
m	Windungszahl des Wickeldrahtes
D	Durchmesser der Wicklung
M	Messwert

Patentansprüche

1. Induktives Bauelement aufweisend:
 - einen Spulenkörper, wobei der Spulenkörper

(1) als Träger für einen Wicklungsdraht (8) ausgebildet ist, wobei der Spulenkörper (1) einen Grundkörper (2) aufweist;

- eine elektrisch isolierende Folie (3), wobei der Grundkörper (2) bereichsweise mit der elektrisch isolierenden Folie (3) umwickelt ist; und
- eine Wicklung (9) aus einem Wicklungsdraht (8), der um den Grundkörper (2) gewickelt ist, so dass die Folie (3) in radialer Richtung gesehen zwischen dem Wicklungsdraht (8) und dem Grundkörper (2) angeordnet ist,

gekennzeichnet dadurch, dass sich die elektrisch isolierende Folie (3) über maximal zwei Drittel einer maximal möglichen, effektiven axialen Länge der Folie (3) erstreckt, bei der unterhalb der gesamten axialen Länge der Wicklung (9) die elektrisch isolierende Folie (3) vorhanden wäre, so dass der Wicklungsdraht (8) entlang der axialen Längserstreckung der Wicklung (9) bereichsweise über der Folie (3) und bereichsweise direkt auf dem Grundkörper (2) angeordnet ist und ein Durchmesser der Wicklung (9) in dem Bereich entlang der axialen Längserstreckung der Wicklung (9), in dem der Wicklungsdraht über der Folie (3) angeordnet ist, vergrößert ist.

2. Induktives Bauelement nach Anspruch 1, wobei der Grundkörper (2) aus einem nicht-magnetischen Material gebildet ist.
3. Induktives Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Folie (3) aus einem nicht-magnetischen Material gebildet ist.
4. Induktives Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Folie (3) eine Dicke von maximal 100 µm aufweist.
5. Induktives Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der Spulenkörper (1) eine Vertiefung (4) aufweist, wobei die Folie (3) in der Vertiefung (4) angeordnet ist.
6. Induktives Bauelement nach Anspruch 5, bei dem die Vertiefung (4) schraubenförmig ist und wenigstens zwei Windungen aufweist.
7. Induktives Bauelement nach einem der Ansprüche 5 oder 6, wobei der Wicklungsdraht (8) in der Vertiefung (4) angeordnet ist.
8. Induktives Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Folie (3) schraubenförmig um den Grundkörper (2) gewickelt ist, und wobei eine Windungszahl (k) der Folie (3) höchstens

zwei Drittel einer Windungszahl (m) des Wicklungsdrahtes (8) beträgt.

9. Verfahren zur Einstellung eines Induktivitätswertes für eine Gruppe von induktiven Bauelementen gleicher Bauform, wobei ein Grundkörper (2) eines Spulenkörpers (1) mit einer elektrisch isolierenden Folie (3) zumindest bereichsweise umwickelt wird, wobei die axiale Länge der Folie (3) in Abhängigkeit von einem Sollwert der Induktivität gewählt wird und danach der Spulenkörper (1) mit einem Wicklungsdraht (8) umwickelt wird, so dass die Folie (3) in radialer Richtung gesehen zumindest bereichsweise zwischen dem Wicklungsdraht (8) und dem Grundkörper (2) angeordnet ist und der Wicklungsdraht (8) entlang der axialen Längserstreckung des umgewickelten Wicklungsdrahtes (8) bereichsweise über der Folie (3) und bereichsweise direkt auf dem Grundkörper (2) angeordnet ist und ein Durchmesser der Wicklung (9) des Wicklungsdrahtes in dem Bereich entlang der axialen Längserstreckung der Wicklung (9), in dem der Wicklungsdraht über der Folie (3) angeordnet ist, vergrößert ist, und wobei nach der Umwicklung mit dem Wicklungsdraht (8) die Induktivität des Bauelements (7) gemessen wird und

entweder die Länge der Folie (3) für ein weiteres induktives Bauelement (7) ansonsten gleicher Bauform abhängig von der Abweichung des Messwerts von einem Sollwert verändert wird, falls der Sollwert noch nicht erreicht ist, wobei für das weitere induktive Bauelement (7) eine Folie (3) mit einer größeren Länge als beim vermessenen Bauelement (7) gewählt wird, falls die gemessene Induktivität kleiner ist als der Sollwert, oder eine Folie (3) mit einer geringeren Länge als beim vermessenen Bauelement (7) gewählt wird, falls die gemessene Induktivität größer ist als der Sollwert, oder andernfalls die Länge der Folie (3) für die Gruppe von Bauelementen festgelegt ist, wenn der Sollwert erreicht ist.

10. Verfahren nach Anspruch 9, wobei die Folie (3) schraubenförmig um den Grundkörper (2) gewickelt wird und wobei die Länge (1) der Folie (3) in Stufen kleiner als eine Windung der Folie (3) um den Spulenkörper (1) variiert wird.

Claims

1. An inductive component comprising:
 - a coil former, the coil former (1) being configured as a carrier for a winding wire (8), the coil former (1) comprising a base body (2);

- an electrically insulating film (3), the base body (2) being wrapped with the electrically insulating film (3) in regions; and
- a winding (9) made of a winding wire (8) wrapped around the base body (2), such that the film (3) is disposed between the winding wire (8) and the base body (2) in the radial direction, **characterized in that** the electrically insulating film (3) extends over a maximum of two thirds of a maximum potential, effective axial length of the film (3) at which the electrically insulating film (3) would be present underneath the entire axial length of the winding (9), such that the winding wire (8) is disposed over the film (3) in regions and directly on the base body (2) in regions along the axial longitudinal extent of the winding (9), and a diameter of the winding (9) is enlarged in the region along the axial longitudinal extent of the winding (9) in which the winding wire is disposed over the film (3).
2. The inductive component according to claim 1, wherein the base body (2) is made of a non-magnetic material.
 3. The inductive component according to one of the preceding claims, wherein the film (3) is made of a non-magnetic material.
 4. The inductive component according to one of the preceding claims, wherein the film (3) has a maximum thickness of 100 μm .
 5. The inductive component according to one of the preceding claims, wherein the coil former (1) comprises a recess (4), wherein the film (3) is disposed in the recess (4).
 6. The inductive component according to claim 5, wherein the recess (4) is helical and comprises at least two turns.
 7. The inductive component according to one of claims 5 or 6, wherein the winding wire (8) is disposed in the recess (4).
 8. The inductive component according to one of the preceding claims, wherein the film (3) is wound helically around the base body (2), and wherein a number of turns (k) of the film (3) is at most two-thirds of a number of turns (m) of the winding wire (8).
 9. A method for adjusting an inductance value for a group of inductive components of the same design, a base body (2) of a coil former (1) being wrapped at

least in regions with an electrically insulating film (3), the axial length of the film (3) being selected as a function of a target value of the inductance and the coil former (1) then being wrapped with a winding wire (8), such that the film (3) is disposed between the winding wire (8) and the base body (2) in the radial direction at least in regions, and the winding wire (8) is disposed over the film (3) in regions and directly on the base body (2) in regions along the axial longitudinal extent of the winding wire (8), and a diameter of the winding (9) of the winding wire is enlarged along the axial extent (9) in the region in which the winding wire is disposed over the film (3), and wherein, after winding with the winding wire (8), the inductance of the component (7) is measured, and

either the length of the film (3) for a further inductive component (7) of otherwise identical design is modified dependent on the deviation of the measured value from a target value, if the target value has not yet been reached, wherein if the measured inductance is less than the target value then a film (3) having a greater length than for the measured component (7) is selected for the further inductive component (7), or if the measured inductance is greater than the target value then a film (3) having a lesser length than the measured component (7) is selected, or otherwise the length of the film (3) is defined for the group of components when the target value is reached.

10. The method according to claim 9, wherein the film (3) is wrapped helically around the base body (2) and wherein the length (1) of the film (3) is varied in steps less than one turn of the film (3) around the coil former (1).

Revendications

1. Composant inductif comprenant :

- une armature de bobine, l'armature de bobine (1) étant configurée comme un support pour un fil d'enroulement (8), l'armature de bobine (1) comprenant un corps de base (2) ;
- un film électro-isolant (3), le corps de base (2) étant enveloppé avec le film électro-isolant (3) dans des régions ; et
- un enroulement (9) fait d'un fil d'enroulement (8) enveloppé autour du corps de base (2), de telle sorte que le film (3) est disposé entre le fil d'enroulement (8) et le corps de base (2) dans la direction radiale, **caractérisé en ce que** le film électro-isolant (3) s'étend sur un maximum de deux tiers d'un potentiel maximal, la longueur

- axiale effective du film (3) au niveau de laquelle le film électro-isolant (3) serait présent sous toute la longueur axiale de l'enroulement (9), de telle sorte que le fil d'enroulement (8) est disposé sur le film (3) dans des régions et directement sur le corps de base (2) dans des régions le long de l'extension longitudinale axiale de l'enroulement (9), et un diamètre de l'enroulement (9) est agrandi dans la région le long de l'étendue longitudinale axiale de l'enroulement (9) dans laquelle le fil d'enroulement est disposé sur le film (3).
2. Composant inductif selon la revendication 1, dans lequel le corps de base (2) est composé d'un matériau non magnétique.
3. Composant inductif selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le film (3) est composé d'un matériau non magnétique.
4. Composant inductif selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le film (3) a une épaisseur maximale de 100 μm .
5. Composant inductif selon l'une des revendications précédentes, dans lequel l'armature de bobine (1) comprend un évidement (4), dans lequel le film (3) est disposé dans l'évidement (4).
6. Composant inductif selon la revendication 5, dans lequel l'évidement (4) est hélicoïdal et comprend au moins deux spires.
7. Composant inductif selon l'une des revendications 5 ou 6, dans lequel le fil d'enroulement (8) est disposé dans l'évidement (4).
8. Composant inductif selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le film (3) est enroulé en hélice autour du corps de base (2), et dans lequel un nombre de spires (k) du film (3) est au plus de deux tiers d'un nombre de spires (m) du fil d'enroulement (8).
9. Procédé pour régler une valeur d'inductance pour un groupe de composants inductifs de la même conception, un corps de base (2) d'une armature de bobine (1) qui est enveloppé au moins dans des régions avec un film électro-isolant (3), la longueur axiale du film (3) étant sélectionnée en fonction d'une valeur cible de l'inductance et l'armature de bobine (1) étant ensuite enveloppé avec un fil d'enroulement (8), de telle sorte que le film (3) est disposé entre le fil d'enroulement (8) et le corps de base (2) dans la direction radiale au moins dans des régions, et le fil d'enroulement (8) est disposé sur le film (3) dans des régions et directement sur le corps de base (2) dans des régions le long de l'extension longitudinale axiale du fil d'enroulement (8), et un diamètre de l'enroulement (9) du fil d'enroulement est agrandi le long de l'étendue axiale (9) dans la région dans laquelle le fil d'enroulement est disposé sur le film (3), et dans lequel, après enroulement avec le fil d'enroulement (8), l'inductance du composant (7) est mesurée, et
- soit la longueur du film (3) pour un autre composant inductif (7) de conception autrement identique est modifiée en fonction de l'écart de la valeur mesurée par rapport à une valeur cible, si la valeur cible n'a pas encore été atteinte, dans lequel si l'inductance mesurée est inférieure à la valeur cible alors un film (3) ayant une longueur plus grande que pour le composant mesuré (7) est sélectionné pour l'autre composant inductif (7), ou si l'inductance mesurée est supérieure à la valeur cible alors un film (3) ayant une longueur inférieure au composant mesuré (7) est sélectionné,
- soit autrement la longueur du film (3) est définie pour le groupe de composants lorsque la valeur cible est atteinte.
10. Procédé selon la revendication 9, dans lequel le film (3) est enveloppé de manière hélicoïdale autour du corps de base (2) et dans lequel la longueur (1) du film (3) est modifiée par pas inférieurs à une spire du film (3) autour de l'armature de bobine (1).

FIG 1

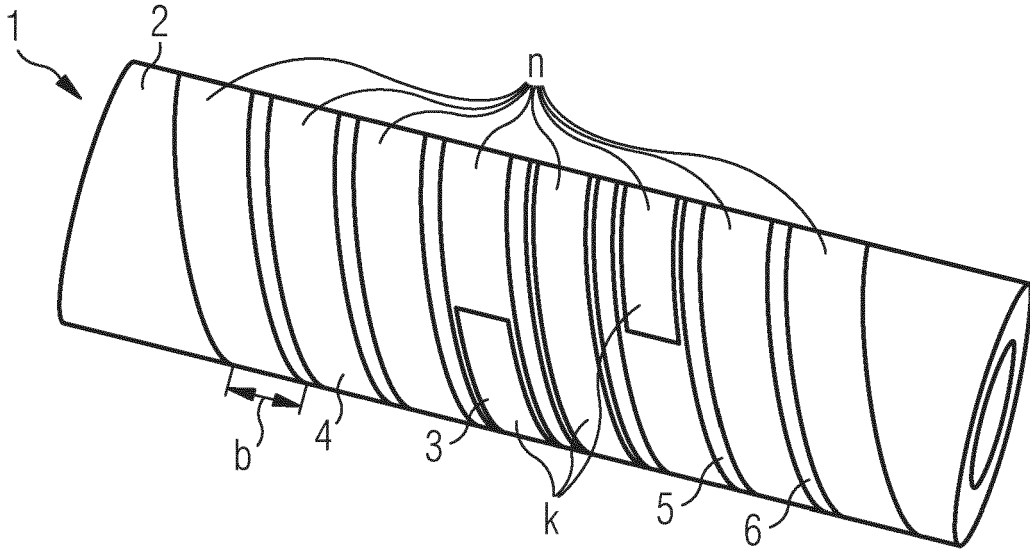


FIG 2

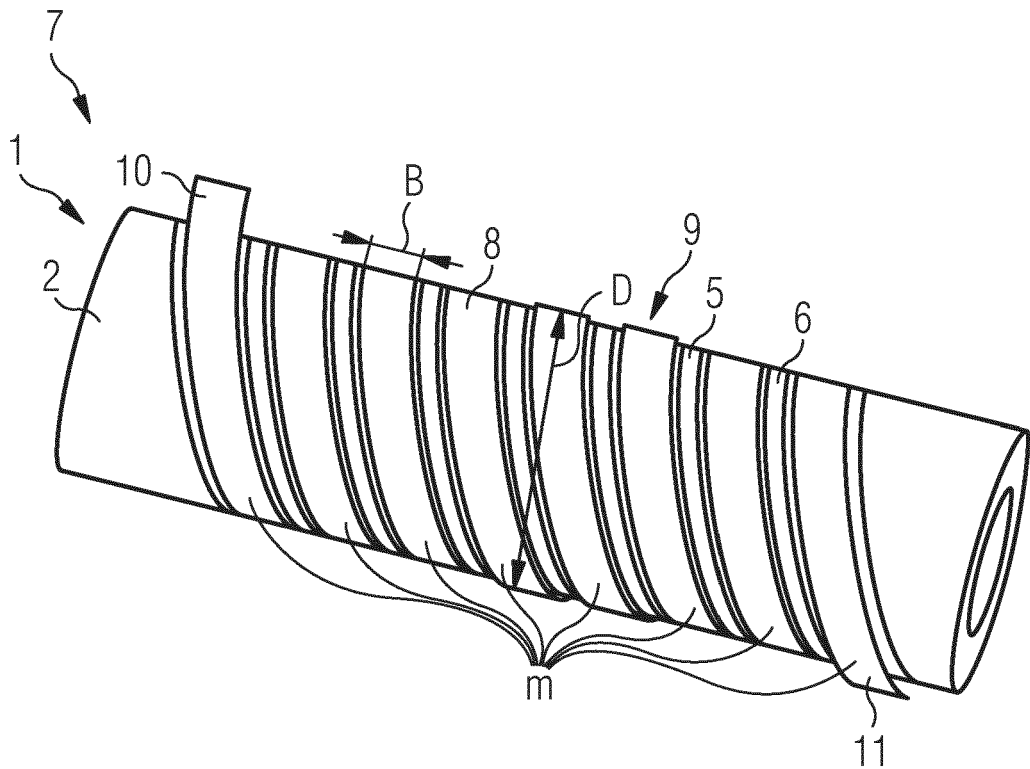


FIG 3A

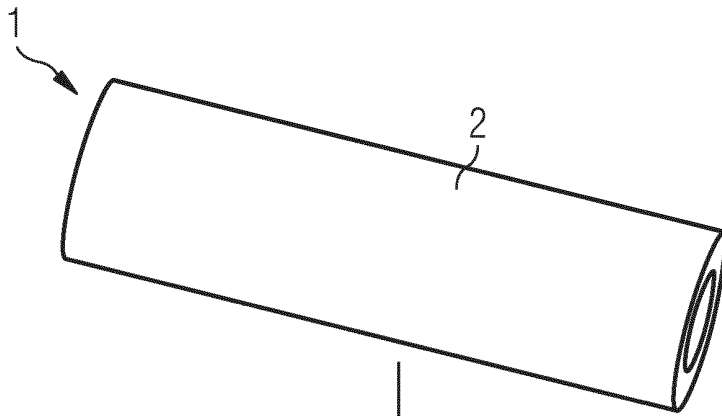


FIG 3B

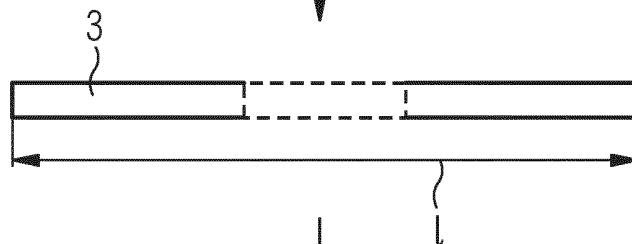


FIG 3C

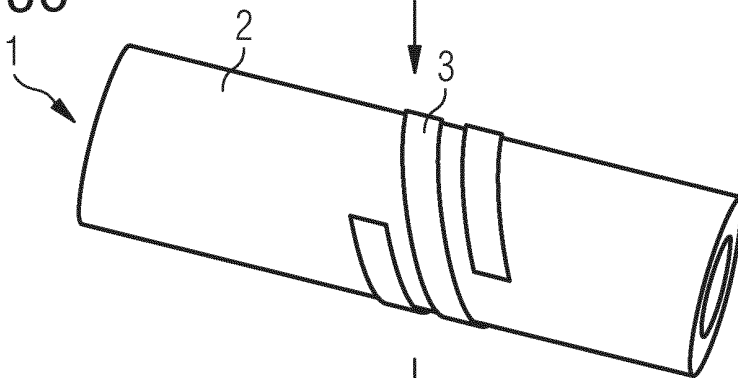


FIG 3D

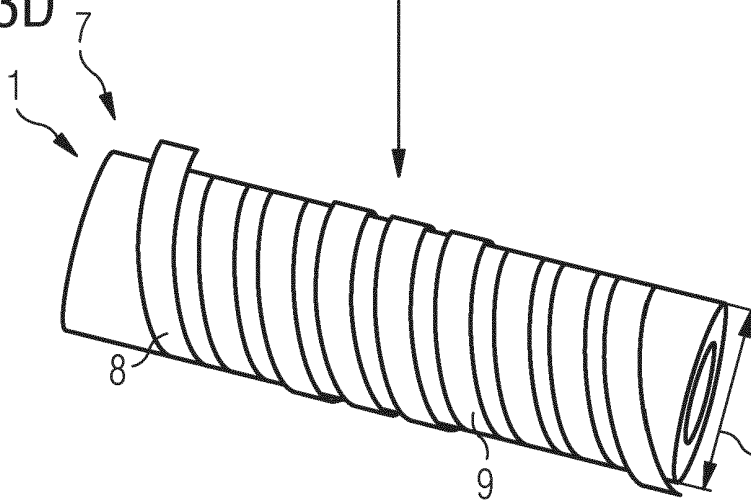
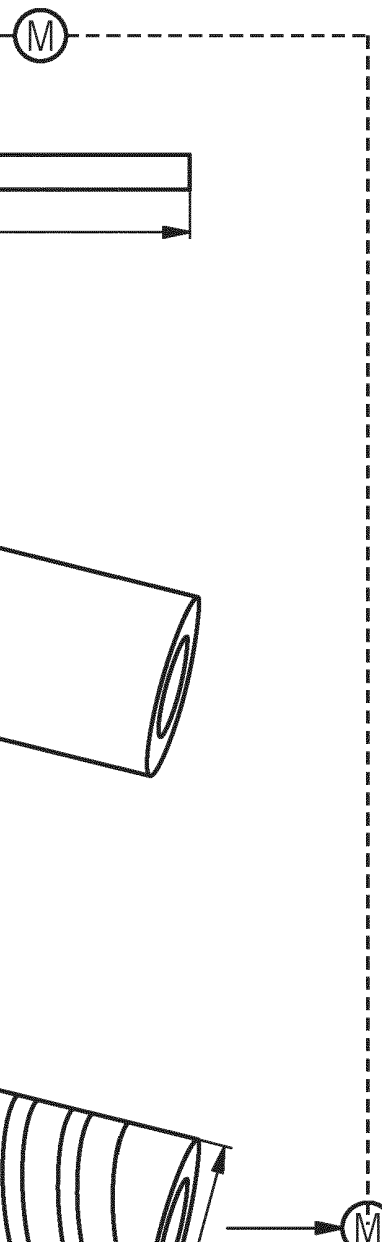


FIG 3E



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 3618122 A1 [0004]
- DE 3926231 A1 [0004]
- DE 19952192 A1 [0004]
- DE 102008063312 A1 [0004]
- EP 0461712 A [0005]
- JP H07240324 A [0005]
- US 2004263307 A1 [0006]
- US 2003128092 A1 [0006]