

(19)



(11)

EP 2 561 520 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
19.11.2014 Patentblatt 2014/47

(51) Int Cl.:
H01F 3/10 ^(2006.01) **H01F 3/14** ^(2006.01)
H01F 38/02 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **11718285.7**

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2011/001980

(22) Anmeldetag: **19.04.2011**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2011/131341 (27.10.2011 Gazette 2011/43)

(54) INDUKTIVES BAUELEMENT MIT VARIABLEN KERNEIGENSCHAFTEN UND VERFAHREN ZU DEREN EINSTELLUNG

INDUCTIVE COMPONENT HAVING VARIABLE CORE CHARACTERISTICS AND METHOD FOR SETTING SAME

ÉLÉMENT INDUCTIF AUX PROPRIÉTÉS VARIABLES ET SON PROCÉDÉ DE RÉGLAGE

(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

- **VOGL, Karl-Heinz**
94481 Grafenau (DE)
- **WINKLER, Johann**
94116 Hutthurn (DE)
- **KARL, Gerhard**
94139 Breitenberg (DE)

(30) Priorität: **19.04.2010 DE 102010015410**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
27.02.2013 Patentblatt 2013/09

(74) Vertreter: **Grünecker, Kinkeldey, Stockmair & Schwanhäusser**
Leopoldstrasse 4
80802 München (DE)

(73) Patentinhaber: **SUMIDA Components & Modules GmbH**
94130 Obernzell (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
CH-A5- 678 773 DE-A1- 10 259 117
JP-A- 59 070 160 JP-A- 2005 260 130
JP-A- 2006 310 539 JP-A- 2007 088 340

(72) Erfinder:
• **WEIDINGER, Johann**
94118 Jandelsbrunn (DE)

EP 2 561 520 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] Allgemein betrifft die vorliegende Erfindung induktive Bauelemente, die in elektronischen und elektrischen Baugruppen eingesetzt werden, in denen Energieflüsse im Bereich von einigen 100 Watt bis zu einigen oder vielen Kilowatt verarbeitet werden müssen, wobei im Allgemeinen eine Zwischenspeicherung von Energie in Form magnetischer Energie in induktiven Bauelementen erfolgt.

[0002] Der technische Fortschritt bei der Entwicklung elektronischer Schalter, etwa in Form von Transistoren, Thyristoren, und dergleichen, in Kombination mit der Entwicklung extrem leistungsfähiger elektronischer Steuerungen führt dazu, dass zunehmend elektronische Komponenten für die Umwandlung bzw. Anpassung elektrischer Energie im kleinen bis zum sehr großen Leistungsbereich eingesetzt werden. Dazu gehören Netzteile, die in der Regel auf der Grundlage einer getakteten Funktionsweise arbeiten, so dass eine sehr gute dynamische Anpassung der bereitgestellten Ausgangsleistung bei relativ hohem Wirkungsgrad ermöglicht wird. Auch in vielen anderen Bereichen ist eine effiziente Anpassung elektrischer Energie an gegebene Einrichtungen bzw. Versorgungsnetze erforderlich, so dass auch in diesen Bereichen zunehmend Schaltungstopologien verwendet werden, in denen schnellschaltende Halbleiterelemente für hohe Dynamik und einen hohen Wirkungsgrad sorgen. Beispielsweise wird im Bereich der Fahrzeugindustrie zunehmend elektrische Energie in höheren Leistungen eingesetzt, etwa für die Versorgung der immer umfangreicher werdenden peripheren Komponenten oder auch zur Speicherung und Bereitstellung von Antriebsenergie, so dass häufig eine Anpassung an stark wechselnde Lastverhältnisse durch die elektronischen Schaltungen, etwa bei Speicherung und/oder Bereitstellung von Antriebsenergie erforderlich ist. Auch im Bereich der regenerativen Energieerzeugung muss eine geeignete Anpassung der elektrischen Energie, etwa in Form von Solarstrom, Strom, der durch Windgeneratoren erzeugt wird, und dergleichen, in geeigneter Weise zur Speicherung und/oder zur Einspeisung in entsprechende Netze erfolgen. Dabei treten sehr unterschiedliche Energieströme auf, die von den elektronischen Komponenten mit möglichst hohem Wirkungsgrad an die geforderten Ausgangsspannungen und Ströme anzupassen sind.

[0003] Bei derartigen getakteten elektronischen Baugruppen muss in der Regel, zumindest bei höheren Leistungen, elektrische Energie zeitweilig als magnetische Energie in einem induktiven Bauelement, etwa einer Speicherdrossel, zwischengespeichert werden, um etwa eine Anpassung in Strom und Spannung bei hohem Wirkungsgrad zu ermöglichen, da dann die entsprechenden elektronischen Schalter in nicht linearer Weise, d.h. abwechselnd im offenen und geschlossenen Zustand, betrieben werden können. Dazu sind die induktiven Bauelemente für die erforderliche Größe der zu speichernden magnetischen Energie geeignet auszuwählen, was durch

Auswählen eines geeigneten magnetischen Kernmaterials und dessen Größe bewerkstelligt wird. Ferner ist auch die gesamte Geometrie des induktiven Bauelements wesentlich, um etwa Streuverluste zu minimieren und auch um die thermischen und elektrischen Eigenschaften, etwa im Hinblick auf die Wärmeableitung, elektrische Kriechstrecken, etc., zu erfüllen. Auch das Gewicht der Produkte spielt eine große Rolle, wie z.B. bei Automobilanwendung, da mit geringerem Gewicht ein niedrigerer Verbrauch zu erzielen ist. Um generell das erforderliche Volumen des Kernmaterials möglichst klein zu halten, werden relativ hohe Schaltfrequenzen typischerweise eingesetzt, etwa beispielsweise bis zu 100 Kilohertz oder mehr für Leistungen im Bereich von einigen Kilowatt, so dass ein insgesamt kompaktes Bauvolumen einer entsprechenden elektronischen Baugruppe erreicht wird, da insbesondere die induktiven Bauelemente ein großes Bauvolumen gegenüber anderen elektronischen Komponenten besitzen. Durch die Festlegung einer gewissen Taktfrequenz oder eines gewissen Bereiches an Taktfrequenzen sowie die Auswahl eines geeigneten induktiven Bauelements ist daher eine Anpassung an die zu erwartenden Lastverhältnisse in einem gewissen Bereich möglich, wobei jedoch typischerweise der dynamische Bereich eingeschränkt ist und auch der Wirkungsgrad relativ stark variieren kann, sofern nicht weitere sehr aufwändige Vorkehrungen getroffen werden, um in den diversen unterschiedlichen Lastbereichen jeweils einen hohen Wirkungsgrad zu erreichen.

[0004] Beispielsweise sind etwa im Fahrzeugbereich oder auch in der alternativen Energiegewinnung sehr unterschiedliche Eingangsleistungen zu verarbeiten, wobei neben einem kompakten Aufbau der gesamten elektronischen Komponente auch der Wirkungsgrad über den gesamten Einsatzbereich von entscheidender Bedeutung ist, da etwa die Wirtschaftlichkeit im alternativen Energiebereich wesentlich von einem hohen Energieumwandlungswirkungsgrad abhängt. Entsprechende Komponenten, etwa Wechselrichter, und dergleichen, unterliegen teilweise langfristigen größeren Schwankungen der Eingangsenergie, beispielsweise aufgrund einer Alterung von Solarmodulen, wobei dies insbesondere für Dünnschichtmodule und amorphe Module zutrifft, die teilweise anfänglich 15 bis 20 % mehr an Energie liefern, als dies in den nachfolgenden Jahren der Fall ist, in denen die Alterung dann deutlich flacher verläuft. In ähnlicher Weise ergibt sich eine starke Schwankung, die zumindest in unseren Breiten durch die jahreszeitlichen Witterungsverhältnisse bedingt ist. Auch können sehr hohe Leistungsschwankungen auch im Tagesverlauf auftreten, so dass die entsprechenden Wechselrichter für einen hohen dynamischen Eingangsbereich auszuliegen sind, wobei es dann sehr schwierig ist, einen gewünschten hohen Wirkungsgrad über den gesamten Bereich hinweg aufrechtzuerhalten. Da insbesondere die induktiven Bauelemente entsprechender elektronischer Baugruppen wesentliche Komponenten darstellen, die

Wirkungsgrad und Kosten bestimmen, ist es wichtig, das Funktionsverhalten der induktiven Bauelemente, etwa von Speicherdrosseln, und dergleichen, so zu gestalten, dass ein für eine geforderte Maximalleistung hoher Wirkungsgrad auch bei deutlich kleineren Eingangsleistungen, etwa einem Zehntel der Maximalleistung oder geringer, erreicht wird, wobei ein insgesamt kompakter Aufbau und ein gutes thermisches Verhalten für den maximalen Leistungsbereich erzielt werden.

[0005] Die Druckschrift JP 2005-260130 A zeigt einen dreiteiligen Kern, bestehend aus zwei Kernelementen, die ein Gehäuse bilden und einem Mittelbutzen. Zwischen einem Kernelement und dem Mittelbutzen ist ein Luftspalt gebildet.

[0006] Die Druckschrift JP 2006-310539 A zeigt einen magnetischen Kern mit zwei Spulen, die in einem Gehäuse eingepasst sind. Das Gehäuse weist nicht verschwindende magnetische Permeabilität auf.

[0007] Die Druckschrift DE 10 259 117 A1 zeigt ein induktives Bauelement, bestehend aus mindestens einer Spule und mindestens einem magnetischen Kreis aus ferromagnetischem Material, wobei mindestens ein Teil des magnetischen Kreises aus permanentmagnetischem Material gebildet ist.

[0008] Die Druckschrift JP 2007-088340 A zeigt ein induktives Bauelement, bestehend aus einer Spule, einem magnetischen Kern und einer die Spule und den Kern aufnehmenden zweiteiligen Gehäuse. Durch die unterschiedliche magnetische Permeabilität des Kerns und des Gehäuses wird ein falscher Spalt ausgebildet.

[0009] Die Druckschrift CH 678773 A5 zeigt eine DELTAPHI-Drossel, die die Wirkung von verschiedenen Kernmaterialien und/oder von Luftspaltstrecken in den Teilkernen auf die Magnetisierungskurven der Kernmaterialien ausnützt.

[0010] Die Druckschrift JP 59070160 A zeigt einen magnetischen Kern und eine Spule, wobei zwischen dem magnetischen Kern und der Spule ein Luftspalt gebildet ist.

[0011] Im Hinblick auf die zuvor genannte Aufgabe stellt die vorliegende Erfindung induktive Bauelemente, etwa Speicherdrosseln, und Verfahren zur Einstellung der magnetischen Eigenschaften dieser induktiven Bauelemente bereit, wobei eine "Variabilität" der magnetischen Eigenschaften so vorgesehen wird, dass beim Betrieb des induktiven Bauelements eine höhere Effizienz in den jeweiligen Leistungsbereichen erreicht wird. Dazu kann beispielsweise die Variabilität der Kerneigenschaften des Kernes so vorgegeben werden, dass sich bei kleineren Lastströmen eine höhere Induktivität des Bauelementes ergibt, wodurch insgesamt ein höherer Wirkungsgrad einer entsprechenden elektronischen Baugruppe erzielt wird. Beispielsweise kann bei Bedarf aufgrund der höheren Induktivität bei kleinen Strömen die Taktfrequenz entsprechend verringert werden, so dass insgesamt im kleineren Leistungsbereich geringere Schaltverluste und Ummagnetisierungsverluste zu einem höheren Wirkungsgrad beitragen. Eine gewünschte

Anpassung der magnetischen Eigenschaften kann beispielsweise durch eine geeignete Gestaltung der magnetischen Permeabilität über den magnetischen wirksamen Querschnitt des Kernmaterials hinweg zumindest in einigen Kernbereichen bewirkt werden, so dass etwa bei verschiedenen magnetischen Feldstärken und damit Lastströmen unterschiedliche effektive magnetische Leitfähigkeiten wirksam sind, die das gewünschte Verhalten ergeben. Diese Variabilität des Kernverhaltens beim Betrieb des induktiven Bauelements kann beispielsweise durch die Verwendung unterschiedlicher magnetischer Kernmaterialien, durch geeignet gestaltete Luftspalte, durch eine geeignete permanente Vormagnetisierung oder auch in sehr dynamischer Weise durch zeitweiliges Eindringen unterschiedlicher Materialien in einen Kernbereich oder auch durch eine Kombination jeder dieser genannten Möglichkeiten bewerkstelligt werden.

[0012] Die zuvor genannte Aufgabe wird durch ein induktives Bauelement gemäß den unabhängigen Ansprüchen 1 und 10 gelöst. Das induktive Bauelement ist mit einer Wicklung und einem magnetischen Kern versehen, wobei der Kern einen ersten Kernteil und einen zweiten Kernteil aufweist. Der erste Kernteil umschließt zumindest einen Teil der Außenseite der Wicklung und ist aus einer ersten magnetischen Materialart aufgebaut, während der zweite Kernteil zumindest entlang eines Teils seiner magnetischen Längsrichtung von der Wicklung umschlossen ist und zumindest in dem von der Wicklung umschlossenen Teil aus einer oder mehreren zweiten magnetischen Materialarten aufgebaut ist, die sich von der ersten magnetischen Materialart unterscheiden.

[0013] Wie zuvor dargestellt ist, ergibt sich aufgrund der unterschiedlichen magnetischen Eigenschaften der Materialien in dem ersten und dem zweiten Kernteil ein magnetisches Verhalten, das einer "Überlagerung" der beiden unterschiedlichen Magnetmaterialien entspricht, so dass ein gewünschtes magnetisches Gesamtverhalten, etwa eine höhere Induktivität bei kleineren Stromwerten, erreichbar ist. Beispielsweise kann der zweite Kernteil als ein Mittelschenkel oder "Mittelbutzen" des magnetischen Kernes vorgesehen werden, wobei der erste Kernteil in einer mehr oder minder ausgeprägten Weise die Wicklung des induktiven Bauelements umschließt, wodurch eine sehr kompakte Bauform bei geringer magnetischer Störstrahlungsausendung und guten thermischen Eigenschaften bereitgestellt wird.

[0014] In einer Ausführungsform besitzt die erste magnetische Materialart eine kleinere magnetische Permeabilität im Vergleich zu der einen oder den mehreren zweiten magnetischen Materialarten. Das heißt, in dieser Ausführungsform ist die magnetische Leitfähigkeit des ersten Kernteils geringer, so dass ein entsprechendes größeres Volumen, etwa zum mehr oder minder vollständigen Umschließen der Wicklung, vorgesehen werden kann, ohne jedoch das magnetische Verhalten etwa bei kleinen magnetischen Feldstärken und damit Lastströmen ungünstig zu beeinflussen. Andererseits kann der

höhere magnetische Widerstand des ersten Kernteils dann bei größeren magnetischen Feldstärken wirksam werden, so dass eine Sättigung des zweiten Kernteils mit der höheren magnetischen Leitfähigkeit wirksam unterdrückt wird. In einer Ausführungsform wird das magnetische Material des ersten Kernteils in Form eines Ferritmaterials vorgesehen, das in der Regel eine höhere Permeabilität besitzt im Vergleich zu anderen niederpermeablen Materialien, etwa Eisenpulver, Nickel/Eisenpulververbundwerkstoffe, Carbonyleisenwerkstoffe, oder andere Legierungen, beispielsweise unter Verwendung von Kobalt, und dergleichen. Andererseits besitzen viele Ferritmaterialien wünschenswerte Eigenschaften, etwa im Hinblick auf die Wärmeleitfähigkeit und die elektrische Leitfähigkeit, so dass der erste Kernteil als effizienter Wärmeleiter zum Abführen von Verlustwärme des induktiven Bauelements nach außen verwendet werden kann. Dazu wird bei Bedarf die Wicklung beliebig nahe an dem Ferritmaterial angeordnet oder mit diesem in mechanischen Kontakt gebracht, wenn relativ kleine Spannungen, beispielsweise von weniger als ca. 500 Volt, und dergleichen beim Betrieb des induktiven Bauelements auftreten. Damit ergibt sich eine sehr günstige thermische Ankopplung der Wicklung an den ersten Kernteil, der eine gute Wärmeleitfähigkeit und eine große Außenfläche aufweist, so dass eine effiziente Kühlung erreicht werden kann. Bei Bedarf kann die Außenseite des zweiten Kernteils eine geeignet strukturierte Oberfläche aufweisen, um die Kühlwirkung noch weiter zu erhöhen.

[0015] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform umfasst mindestens eines des einen oder der mehreren zweiten magnetischen Materialarten ein permanent magnetisiertes Material. In diesem Falle kann durch das Vorsehen eines permanent magnetisierten Materials eine gewünschte Art an Vormagnetisierung erreicht werden, wodurch beispielsweise in Anwendungen, in denen ein Gleichstrom vorgegebener Polarität mit überlagertem Wechselstromanteil auftritt, eine höhere Aufmagnetisierung des Kernmaterials erreicht wird, da ein größerer Hub für die zulässige magnetische Induktion des Kernmaterials in dieser Betriebsweise aufgrund der Vormagnetisierung zur Verfügung steht. Das permanent magnetisierte Material kann dabei an einer beliebigen geeigneten Position innerhalb des zweiten Kernteils eingebracht werden, etwa an einer Position, die außerhalb der Wicklung liegt, um entsprechende magnetische Verluste in dem permanent magnetisierten Material zu verringern. In anderen Ausführungsformen ist das permanent magnetisierte Material über einen ausgedehnten Bereich des zweiten Kernteils verteilt, wodurch ebenfalls auftretende Verluste verringert werden.

[0016] In einer weiteren Ausführungsform ist das permanent magnetisierte Material senkrecht zur Längsrichtung des zweiten Kernteils von einem nicht permanent magnetisierten Material umschlossen. Zu diesem Zweck kann beispielsweise eine Bohrung in dem zweiten Kernteil vorgesehen werden, in welchem das permanent magnetisierte Material in Form eines Dauermagneten ein-

geführt ist. Daher ergibt sich in einigen Ausführungsformen eine besondere effiziente Herstellungsweise, da beispielsweise der zweite Kernteil zusammen mit dem ersten Kernteil während eines gemeinsamen Herstellungsvorgangs hergestellt, beispielsweise gepresst werden kann, und sodann der Permanentmagnet als zweites magnetisches Material in eine geeignete Bohrung eingeführt wird. Dabei lässt sich durch die Art des permanent magnetisierten Materials, durch dessen effektiver Querschnitt im Zusammenwirken mit dem gesamten effektiven Querschnitt des zweiten Kernteils und in Verbindung mit dem ersten Kernteil das gewünschte magnetische Verhalten des Kernes geeignet einstellen, wobei, wie zuvor erläutert ist, auch eine geeignete Vormagnetisierung erreicht wird.

[0017] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform besitzt der zweite Kernteil eine Stirnfläche und ist mit dieser Stirnfläche auf den ersten Kernteil aufgesetzt. Somit können der erste Kernteil und der zweite Kernteil als separate Komponenten hergestellt werden, so dass in effizienter Weise zwei unterschiedliche Materialien verwendbar sind, ohne dass ein aufwändiger Fertigungsverfahren erforderlich ist. Der separat gefertigte zweite Kernteil führt auch zu einer sehr effizienten Montage des induktiven Bauelements, da beispielsweise die Wicklung effizienter in Bezug auf den ersten Kernteil angeordnet werden kann, auch bei Vorhandensein gewisser Fertigungstoleranzen für die Wicklung, so dass ein gewünschter minimaler Abstand der Wicklung vom ersten Kernteil oder ein direkter mechanischer Kontakt zumindest mit einigen Flächenbereichen des ersten Kernteils möglich ist. Der zweite Kernteil kann dann einfach in die Wicklung eingeführt und auf den ersten Kernteil aufgesetzt werden. Die mechanische Fixierung kann dann mittels Vergussmasse und dergleichen erfolgen.

[0018] In einer weiteren Ausführungsform variiert die magnetische Permeabilität in einem Querschnitt senkrecht zur magnetischen Längsrichtung des Kernes. In dieser Ausführungsform wird also zusätzlich zu dem variablen "Serienwiderstand" des magnetischen Kernes, d.h. des ersten Kernteils und des zweiten Kernteils, die aus unterschiedlichen Materialien hergestellt sind, eine weitere Variabilität senkrecht zur magnetischen Ausbreitungsrichtung vorgesehen. Dies kann beispielsweise, wie zuvor schon in Bezug auf das permanent magnetisierte Material angegeben ist, dadurch erfolgen, dass zumindest über eine Teillänge des zweiten Kernteils hinweg im Querschnitt variierende magnetische Eigenschaften vorgesehen werden. Insbesondere in Ausführungsformen, in denen der zweite Kernteil separat hergestellt wird, ergibt sich ein hohes Maß an Flexibilität bei der Einbindung verschiedener Kernmaterialien in einer senkrecht zur magnetischen Längsrichtung variablen Weise. Beispielsweise können zunächst geeignete Hohlräume oder Aussparungen vorgesehen werden, die nachfolgend mit einem geeigneten Material oder mit mehreren Materialien gefüllt werden. Auch können mehrere einzelne Abschnitte des zweiten Kernteils vorgese-

hen werden, die dann durch andere Materialstücke miteinander verbunden werden, wobei diese Materialstücke in Verbindung mit einer geeigneten Form der Stirnflächen der jeweiligen Kernabschnitte zu der gewünschten variablen kritischen Permeabilität in radialer Richtung führen. In diesem Falle können die zwischen den einzelnen Kernabschnitten angeordneten Materialabschnitte als "Luftspalte" betrachtet werden, in denen etwa ein Material mit geringerer magnetischer Permeabilität oder mit einem diamagnetischen Verhalten und dergleichen enthalten ist. Auf diese Weise wird die mechanische Stabilität des zweiten Kernteils sichergestellt und es lässt sich auch zusätzlich zu dem geeigneten magnetischen Verhalten ein gewünschtes thermisches Verhalten einstellen. In anderen Ausführungsformen ist beispielsweise nur ein einzelner "Luftspalt" vorgesehen, indem etwa zumindest eine der Stirnflächen des zweiten Kernteils so ausgebildet ist, dass sich in radialer Richtung eine variable Spaltbreite einstellt.

[0019] In vorteilhaften Ausführungsformen repräsentiert das induktive Bauelement eine Speicherdrossel, die somit für eine gewünschte maximale Leistung ausgelegt werden kann und dabei auch ein sehr effizientes Verhalten bei entsprechenden Leistungen von Null bis zu der gewünschten maximalen Leistung zeigt. Das heißt, mit den zuvor angegebenen technischen Maßnahmen können Speicherdrosseln mit einem Bauvolumen von wenigen 10 Kubikzentimeter für eine maximale Leistung von einigen hundert Watt und mehr bis hin zu beliebig größeren Bauvolumina für Leistungen von einigen Kilowatt und deutlich höher hergestellt werden, wobei Frequenzen für getaktete Schaltungskomponenten im Bereich von wenigen hundert Hertz bis ca. ein Megahertz oder mehr anwendbar sind.

[0020] In einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein induktives Bauelement bereitgestellt, das eine Wicklung aufweist und einen teilweise von der Wicklung umschlossenen magnetischen Kern. Der magnetische Kern besitzt eine magnetische Permeabilität, die senkrecht zur magnetischen Längsrichtung variiert. Das erfindungsgemäße induktive Bauelement besitzt also einen lokal unterschiedlichen magnetischen Widerstand, d.h. die magnetische Permeabilität variiert in einer Querschnittsfläche, die senkrecht zur magnetischen Feldausbreitung steht, so dass sich in Abhängigkeit des beim Betrieb erzeugten magnetischen Feldes und der dadurch hervorgerufenen Induktion im Kernmaterial ein entsprechendes Gesamtverhalten des Bauelements ergibt. Beispielsweise ist dadurch bei kleinen Strömen und damit bei kleinen magnetischen Feldern ein Bereich innerhalb des Querschnitts des Kernes wirksam, der die höhere magnetische Permeabilität aufweist, so dass sich in diesem Betriebsbereich eine gewünschte höhere Induktivität für das induktive Bauelement ergibt. Bei zunehmender magnetischer Feldstärke wird auch zunehmend der Einfluss der Bereiche mit geringerer Permeabilität im Querschnitt des Kernes wirksam, so dass das Sättigungsverhalten gezielt gesteuert werden kann. Damit kann der

Verlauf der Induktivität des Bauelements in Abhängigkeit des Laststromes so eingestellt werden, dass sich auch bei geringeren Leistungen aufgrund der größeren Induktivität eine insgesamt höhere Effizienz erreichen lässt.

[0021] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform weist der Kern zumindest einen Kernteil auf, in welchem magnetische Materialien mit unterschiedlicher magnetischer Permeabilität vorgesehen sind. Dazu können entsprechende Bereiche, etwa in Form von Aussparungen, Bohrungen und dergleichen, in einem geeigneten Kernmaterial vorgesehen werden, die dann mit einem oder mehreren unterschiedlichen Materialien aufgefüllt werden, um damit die in lateraler Richtung variierende Permeabilität des Kernes zu erzeugen. In einigen Ausführungsformen weist dazu der Kern einen oder mehrere Spalte mit variabler Spaltbreite auf. Der eine oder die mehreren Spalte können dabei als "Luftspalte" vorgesehen sein, d.h. diese können mit Material mit einer sehr geringen relativen Permeabilität gefüllt sein, oder aber einer oder mehrere dieser Spalte können mit niederpermeablem Material gefüllt sein, um damit den in radialer Richtung variierenden magnetischen Widerstand in der gewünschten Form einzustellen. Wenn mehrere Spalte vorgesehen sind, können dabei bei Bedarf unterschiedliche Materialien verwendet werden, um gegebenenfalls auch andere Eigenschaften, etwa die thermische Leitfähigkeit, und dergleichen in geeigneter Weise einzustellen.

[0022] In einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform ist ein von der Wicklung umschlossener Kernmittelteil mit einer Stirnfläche vorgesehen, die auf einen zweiten Kernteil des magnetischen Kernes aufgesetzt ist. In dieser Ausführungsform besteht somit ein mechanischer Kontakt zwischen dem Kernmittelteil und dem zweiten Kernteil, ohne dass jedoch ein durchgängiges Material für diese beiden Kernteile verwendet ist. Der Kernmittelteil und der zweite Kernteil können somit als separate Komponenten hergestellt werden, wodurch sich die Möglichkeit ergibt, beispielsweise in den Kernmittelteil effizient geeignete Materialien so einzubringen, dass die gewünschte Variabilität der magnetischen Permeabilität erreicht wird. Dazu können Maßnahmen vorgesehen sein, wie dies auch zuvor beschrieben ist.

[0023] Der Kern oder zweite Kernteil weist einen Hohlraum auf, der zur Einstellung der magnetischen Eigenschaften mit Material füllbar ist. Zu diesem Zweck können beispielsweise geeignete Materialien in Pulverform, als aushärtbare Materialien mit geeigneter Anfangsviskosität, und dergleichen in den Hohlraum eingefüllt werden, etwa bei der Herstellung eines separaten Kernteils, so dass sich eine Vielzahl unterschiedlicher Materialeigenschaften des Kernes für eine ansonsten vorgegebene Konfiguration des Kernes verwirklichen lassen. In einigen Ausführungsformen ist dabei der Kern so ausgebildet, dass das Einfüllen eines gewünschten Materials in den Hohlraum auch nach erfolgter Montage des induktiven Bauelements erfolgen kann. Es ist ein geeigneter Anschlussbereich vorgesehen, so dass nach erfolgter Mon-

tage, etwa nach dem Vergießen der einzelnen Bauteilkomponenten, und dergleichen eine weitergehende Anpassung der magnetischen Eigenschaften erfolgen kann. Auf diese Weise lässt sich eine geeignete Anpassung an eine elektronische Baugruppe während einer beliebigen Phase nach der eigentlichen Herstellung des induktiven Bauelements verwirklichen, wobei in einigen Ausführungsformen eine entsprechende Anpassung auch innerhalb der elektronischen Schaltung erfolgen kann, so dass selbst eine "dynamische" Anpassung der magnetischen Eigenschaften möglich ist. Dabei hängt der Grad der Dynamik für die Einstellbarkeit der magnetischen Eigenschaften von der gegebenen Schaltungsperipherie ab. Beispielsweise kann eine anfänglich gewünschte geringere Induktivität geeignet in der Schaltung vergrößert werden, indem ein geeignetes magnetisches Material in den Hohlraum eingebracht wird. Bei Vorsehen mehrerer Hohlräume kann auch eine schrittweise Anpassung der Induktivität über die Zeit hinweg erfolgen. Wie Eingangs dargelegt ist, gibt es viele Anwendungen, in denen eine Änderung der zu verarbeitenden Energieströme im Laufe der Zeit eintritt, so dass eine entsprechende Anpassung gegebenenfalls einen noch höheren Wirkungsgrad für den künftigen Betrieb der elektronischen Komponente ermöglicht. Beispielsweise kann es bei Wechselrichtern für Solaranlagen vorteilhaft sein, die Induktivität zunächst auf eine höhere maximale Leistung auszulegen und bei einsetzender Alterung einmalig oder mehrmalig die Induktivität auf einen höheren Wert zu setzen, um damit der geringer werdenden Maximalleistung der Solarmodule Rechnung zu tragen.

[0024] In einigen anschaulichen Ausführungsformen wird dabei der eine oder die mehreren anfänglichen Hohlräume in Form von Spalten vorgesehen, die einen nahezu identischen Spaltabstand über die gesamte Querschnittsfläche besitzen, so dass gut definierte und geringe Streuinduktivitätswerte erreicht werden. Die Anpassung der Induktivität erfolgt dann durch Auffüllen eines oder mehrerer der Hohlräume durch ein geeignetes Material, wobei die günstige Querschnittsform, also etwa die konstante Spaltbreite weiterhin zu sehr geringen Streuinduktivitätswerten beiträgt.

[0025] Das Vorsehen derartiger "aktiver" Mechanismen zur Anpassung der magnetischen Eigenschaften des induktiven Bauelements kann insbesondere in Anwendungen vorteilhaft sein, in denen relativ hohe Leistungen zu verarbeiten sind, so dass insbesondere das Vermeiden zusätzlicher induktiver Bauelemente sowie das Beibehalten eines hohen Wirkungsgrades für die gesamte Betriebszeit der elektronischen Baugruppe deutlich einen entsprechenden Aufwand an die Peripheriekomponenten übersteigt, der gegebenenfalls für den aktiven Einstellungsmechanismus erforderlich ist.

[0026] Gemäß einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zur Einstellung der Induktivität eines induktiven Bauelements bereitgestellt. Das Verfahren umfasst den Schritt des Bereitstellens eines magnetischen Kerns des induktiven Bauelements

und des Erzeugens einer variablen magnetischen Permeabilität im magnetischen Kern, wobei dies durch Vorsehen mindestens zweier unterschiedlicher magnetischer Kernmaterialien und/oder durch das Vorsehen eines Spaltes mit variierender Spaltbreite erfolgt.

[0027] Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht somit das Variieren der magnetischen Permeabilität, wobei die Variabilität entlang der magnetischen Längsrichtung und/oder entlang der radialen Richtung, also senkrecht zur magnetischen Längsrichtung, auftritt. In anderen Ausführungsformen wird die magnetische Permeabilität zeitlich bzw. dynamisch variiert, indem die magnetischen Eigenschaften zumindest eines Teils des Kern während oder nach der Montage geändert werden.

[0028] In einer Ausführungsform beinhaltet das Vorsehen mindestens zweier unterschiedlicher Kernmaterialien das Aufsetzen einer Stirnfläche eines ersten Kernteils auf einen zweiten Kernteil, wobei der erste und der zweite Kernteil aus unterschiedlichen magnetischen Materialien aufgebaut sind. Auf diese Weise kann ein hoher Grad an Flexibilität bei der Einstellung der magnetischen Eigenschaften des Kerns erreicht werden, wobei dennoch ein moderat geringer Aufwand bei der Herstellung der einzelnen Kernteile anfällt. Wie beispielsweise zuvor im Hinblick auf eine Speicherdrossel mit Kern mit Mittelschenkel beschrieben ist, kann somit ein Kernteil als ein gewünschtes Formteil bereitgestellt werden, um damit die Eigenschaften für Störsicherheit, Verlustwärmeableitung, Korrosionsbeständigkeit, und dergleichen bereitzustellen, während der zweite Kernteil aus geeignetem Material und gegebenenfalls mit gewünschten zusätzlichen Materialien in Form von Einlegeteilen und dergleichen vorgesehen wird, wobei die insgesamt einfachere Konfiguration dieses Kernteils ebenfalls eine effiziente Herstellung ermöglicht. Beispielsweise können nahezu geschlossene Kern vorgesehen werden, in denen die Komponenten für die "äußere Schale" beispielsweise aus Ferritmaterial hergestellt sind, so dass sich zusätzlich zu den zuvor genannten günstigen magnetischen abschirmenden Wirkungen und der guten Wärmeleitfähigkeit auch eine hohe Korrosionsbeständigkeit erreicht wird, während ein innerer Kernteil aus geeigneten Eisenmaterialien, Legierungen, und dergleichen hergestellt wird, die in der Regel einen besonderen Korrosionsschutz erfordern würden, wenn diese bestimmten Umgebungsbedingungen ausgesetzt werden. Beispielsweise werden viele elektronische Baugruppen, etwa Wechselrichter, und dergleichen, für anspruchsvolle Umgebungsbedingungen ausgelegt, so dass in der Regel für induktive Komponenten aus Eisenpulver und dergleichen ein zusätzlicher Aufwand für die Korrosionsfestigkeit notwendig ist.

[0029] Weitere vorteilhafte Ausführungsformen ergeben sich aus den angefügten Patentansprüchen sowie aus der weiteren folgenden detaillierten Beschreibung, in der auf die folgenden Zeichnungen Bezug genommen wird, in denen:

Fig. 1a und 1b	schematisch Querschnittsansichten eines induktiven Bauelements während unterschiedlicher Montagephasen zeigen, wobei ein Kernmittelteil als separate Komponente vorgesehen ist, die aus einem anderen magnetischen Material im Vergleich zu anderen Kernteilen aufgebaut ist,	5	rere Luftspalte mit variabler Spaltbreite vorgesehen sind, und
Fig. 1c bis 1h	schematisch Querschnittsansichten diverser Kernmittelschenkel bzw. "Mittelbutzen" eines induktiven Bauelements der Fig. 1a und 1b darstellen, wobei zusätzliche Maßnahmen zur Einstellung der Gesamteigenschaften des induktiven Bauelements vorgenommen sind,	10	Fig. 2b und 2c schematisch den Verlauf der Induktivität in Abhängigkeit des Stroms für verschiedene Varianten mit angeschrägtem verteiltem Luftspalt zeigen.
Fig. 1i und 1j	eine Draufsicht bzw. eine Querschnittsansicht eines induktiven Bauelements in Form einer Speicherdrossel zeigen, in der ein freier Mittelschenkel gegebenenfalls in Verbindung mit einem oder mehreren permanent erregten Magnetmaterialien vorgesehen ist, wobei eine freitragende Wicklung für hohe Ströme enthalten ist,	15	
Fig. 1k	schematisch eine Querschnittsdarstellung eines Teils eines magnetischen Kerns zeigt, in welchem in einem Mittelschenkel ein Material eingebracht ist, etwa in Form eines Dauermagneten, und dergleichen, um damit die gewünschten magnetischen Eigenschaften einzustellen,	20	
Fig. 1l	schematisch z.B. einen Stromverlauf einer Speicherdrossel bzw. des magnetischen Feldes in dem induktiven Bauelement darstellt, in dem eine Vormagnetisierung zu einer besseren Ausnutzung des Kernmaterials enthalten ist,	25	
Fig. 1m und 1n	eine Querschnittsansicht bzw. eine Draufsicht eines Kernteils zeigen, wobei ein Hohlraum vorgesehen ist, der während einer geeigneten Phase bei der Montage oder nach der Montage zur Einstellung der gewünschten magnetischen Eigenschaften mit Material füllbar ist,	30	
Fig. 2a	schematisch einen Querschnitt eines induktiven Bauelements zeigt, wobei in einem Kernbereich ein oder meh-	35	
		40	
		45	
		50	
		55	

noch weitere passive und aktive Kühlmechanismen implementiert werden können. Beispielsweise kann die Außenfläche des Kernteils 140 bei Bedarf in geeigneter Weise strukturiert werden, so dass die sich daraus ergebende vergrößerte Oberfläche eine verbesserte Wärmeabfuhr ermöglicht. Des Weiteren sind viele Ferritmaterien sehr korrosionsbeständig, so dass das Vorsehen einer Außenfläche des Bauelements 100 in Form einer Ferritfläche gegebenenfalls keine weiteren Maßnahmen im Hinblick auf die Korrosionsbeständigkeit erfordert, selbst wenn das Bauelement 100 in elektronischen Baugruppen eingesetzt wird, die anspruchsvollen Umgebungsbedingungen ausgesetzt sind, etwa in Form von Baugruppen, die im Außenbereich eingesetzt werden. Beispielsweise werden viele Wechselrichter für Fotovoltaikanlagen für den Betrieb im Außenbereich aufgebaut, so dass ein ausreichender Korrosionsschutz entsprechender induktiver Komponenten gewährleistet sein muss.

[0031] In der gezeigten Montagephase ist ein weiterer Kernteil 130 vorgesehen, der aus einem gewünschten magnetischen Material 131 aufgebaut ist, das sich von dem Material 141 unterscheidet. Beispielsweise kann der Kernteil 130 oder zumindest ein Bereich davon aus einem niederpermeablen Material, etwa Eisenpulver, einer Eisen/Nickellegierung, oder anderen geeigneten Materialien aufgebaut sein, die somit effizient in dem Kern 120 integriert werden können, um damit eine gewünschte Anpassung der gesamten Kerneigenschaften, etwa eine "nicht lineare" Induktivität des Kernes in Bezug auf den Laststrom zu erreichen. Bei Vorsehen derartiger Materialien, die im Allgemeinen nicht korrosionsbeständig sind, als Mittelschenkel oder "Mittelbutzen" des Bauelements 100 ist dennoch ein zuverlässiger Korrosionsschutz gegeben, da der Kernteil 140 zusammen mit einem weiteren Kernteil, der nachfolgend mit Bezug zu Fig. 1 b beschrieben ist, als effizientes Gehäuse dient. Die Kernteile 140 und 130 können daher effizient durch beliebig geeignete Verfahren hergestellt, beispielsweise gepresst werden, und werden nachfolgend bei der Montage zusammengefügt, wobei sich die Wicklung 110 mit besserem thermischen Kontakt zu dem Kernteil 140 anordnen lässt, auch bei Auftreten gewisser Fertigungstoleranzen, da der Kernteil 130 erst nachfolgend in die Wicklung 110 einzuführen ist, oder gemeinsam mit der Wicklung eingeführt wird. Insbesondere können verschiedene Versionen des Kernteils 130 bereitgestellt werden, wie dies auch nachfolgend dargestellt ist, so dass für eine Basis-konfiguration des induktiven Bauelements 100 diverse separate Kennlinien verfügbar sind, ohne dass die Herstellung der anderen Bauteilkomponenten, etwa der Wicklung 110, des Kernteils 140, und weiterer Kernteile, dadurch beeinflusst wird. Auf diese Weise ergibt sich ein hoher Grad an Flexibilität bei der Anpassung der Komponente 100 an diverse Schaltungstopografien, ohne dass sich beispielsweise die äußeren Abmessungen des Bauelements 100 ändern.

[0032] Bei der Montage des Bauelements 100 wird so-

dann der Kernteil 130 in die Wicklung 110 eingeschoben und damit mit einer Stirnfläche 130s auf einer entsprechenden Fläche 140s des Kernteils 140 aufgesetzt. Damit sind die beiden Flächen 130s und 140s in mechanischem Kontakt, so dass eine effiziente magnetische Ankopplung der Teile 130 und 140 erreicht wird. Es sollte beachtet werden, dass der Kernteil 130 nicht notwendigerweise durchgehend aus dem gleichem Material aufgebaut ist, sondern weitere Materialien lokal vorgesehen sein können, um damit etwa einen "Luftspalt" bereit zu stellen und/oder um gewisse magnetische Eigenschaften einzustellen, etwa eine Vormagnetisierung, und dergleichen, wie dies auch nachfolgend erläutert ist.

[0033] Fig. 1b zeigt schematisch das induktive Bauelement 100 in einer weiter fortgeschrittenen Phase des Montagevorgangs. Wie gezeigt, ist der Kernteil 130 in die Wicklung 110 eingesetzt und liegt auf dem Kernteil 140 auf, so dass in der gezeigten Ausführungsform ein Teil des Kernteils 130, der als 132 bezeichnet ist, in einer Längsrichtung L, die auch als magnetische Längsrichtung bezeichnet wird, von der Wicklung 110 umschlossen ist. Des Weiteren ist ein Kernteil 150 vorgesehen, der etwa als ein Deckel für den Kernteil 140 dient und damit den magnetischen Kreis des Kernes 120 vervollständigt. Bei Bedarf kann etwa ein Luftspalt 101 zwischen dem Kernteil 130 und dem Kernteil 150 vorgesehen sein, indem eine Abmessung des Kernteils 130 entlang der magnetischen Längsrichtung L kleiner gewählt wird als eine entsprechende Abmessung des Kernteils 140. In der gezeigten Ausführungsform sind ferner Anschlussbereiche 112 und 113 der Wicklung 110 "seitlich" herausgeführt, d. h. diese sind durch Aussparungen im Kernteil 140 herausgeführt, wobei in anderen Ausführungsformen einer oder beide Anschlussbereiche 112, 113 durch den Kernteil 150 herausgeführt sein können. Des Weiteren ist in der gezeigten Montagephase gegebenenfalls ein Vergussmaterial im Inneren des durch die Kernteile 140 und 150 definierten Volumens vorgesehen, das zur mechanischen Fixierung der einzelnen Komponenten des Bauelements 100 und zur Integrität im Hinblick auf chemische und andere Einflüsse dient.

[0034] Fig. 1c zeigt schematisch eine Querschnittsansicht des Kernteils 130 gemäß einer Ausführungsform, in der mehrere Spalte 132a, 132b vorgesehen sind, um die magnetischen Eigenschaften des Kernteils 130 und somit des gesamten Kernes 120, der in Fig. 1b gezeigt ist, festzulegen. In der gezeigten Ausführungsform besitzen sowohl der Spalt 132a sowie der Spalt 132b eine konstante Spaltbreite, die bei Bedarf jeweils für die Spalte 132a, 132b unterschiedlich sein kann. Die Spalte 132a, 132b sind mit einem geeigneten Material gefüllt, etwa einem Material mit geringer Permeabilität, einem Material, das im Wesentlichen nicht magnetisch ist, aber beispielsweise eine hohe thermische Leitfähigkeit besitzt, und dergleichen. Zu diesem Zweck können einzelne Abschnitte des Kernteils 130 in Form von Materialstücken des Materials 131 vorgesehen werden, die mit entsprechenden Materialstücken entsprechend den Spal-

ten 132a, 132b mechanisch miteinander verbunden werden. Gegebenenfalls können die einzelnen Komponenten des Kernteils 130 bei der Montage in den Kernteil 140 aus Fig. 1a eingesetzt werden und werden sodann beim Ausgießen entsprechend in geeigneter Weise mechanisch fixiert. Insbesondere da der Kernteil 130 unabhängig von anderen Kernteilen hergestellt werden kann, ergibt sich ein hohes Maß an Flexibilität bei der Auswahl geeigneter Materialien und bei der geometrischen Gestaltung der Spalte 132a, 132b. Falls eine geeignete Vormagnetisierung gewünscht ist, kann einer der Spalte 132a, 132b oder beide Spalte mit einem permanent magnetisierten Material gefüllt werden. In der in Fig. 1c gezeigten Ausführungsform besitzt der Kernteil 130 somit senkrecht zur magnetischen Längsrichtung L, eine im Wesentlichen nicht variierende magnetische Permeabilität, da sowohl die geometrischen Abmessungen der Spalte 132a, 132b sowie auch ihre jeweiligen Materialien über den Querschnitt hinweg gleich bzw. homogen sind.

[0035] Fig. 1d zeigt eine ähnliche Anordnung des Mittelschenkels 130, wobei die "Spalte" 132A, 132B an den jeweiligen Endbereichen des Schenkels 130 realisiert sind. In dem gezeigten Beispiel sind die Spalte 132A, 132B beide geometrisch und hinsichtlich des Materials gleich aufgebaut, so dass sich das Verhalten ergibt, wie es auch zuvor mit Bezug zu Fig. 1a dargestellt ist.

[0036] Fig. 1e zeigt schematisch eine Querschnittsansicht des Kernteils 130 gemäß einer Ausführungsform, in der ein Luftspalt 132 vorgesehen ist, der in einer Querrichtung Q eine variierende Spaltbreite aufweist, wie dies durch A und B angegeben ist. Das heißt, in der gezeigten Ausführungsform ist zumindest eine Stirnfläche 132s als eine schräge Fläche vorgesehen, so dass bei der späteren Montage in Zusammenwirken mit einem weiteren Kernteil, etwa dem Kernteil 150 aus Fig. 1b der Luftspalt 132 mit der variablen Spaltbreite entsteht. Somit ist auch die magnetische Permeabilität, d. h. die magnetische Leitfähigkeit für die vorgegebene magnetische Längsrichtung L über den Querschnitt Q hinweg variabel, da aufgrund der geringeren Spaltbreite A ein deutlich geringerer magnetischer Widerstand hervorgerufen wird als durch die Spaltbreite B. Es sollte jedoch beachtet werden, dass eine variable Spaltbreite durch eine beliebige Konfiguration der Stirnfläche 132s erzeugt werden kann, etwa wenn diese eine konusförmige Gestalt besitzt, und dergleichen. Es sollte ferner beachtet werden, dass bei Bedarf ein geeignetes Materialstück vorgesehen werden kann, um den Spalt 132 entsprechend zu füllen.

[0037] Fig. 1f zeigt schematisch eine derartige Ausführungsform, in der etwa beide Endbereiche des Schenkels zu einer variablen Spaltbreite führen, die an den Rändern am größten und in der Mitte minimal ist. Hier ist diese Konfiguration als eine kegelstumpfförmige Anordnung gezeigt.

[0038] Fig. 1g zeigt schematisch den Kernteil 130 in einer Ausführungsform, in der mehrere Spalte 132a, ..., 132c vorgesehen sind, wobei einer oder mehrere der

Spalte 132a, ..., 132c eine in Querrichtung Q variable Spaltbreite besitzen. Auf diese Weise kann beispielsweise eine effiziente Verteilung eines Luftspaltes innerhalb des Kernteils 130 erfolgen, wobei auch eine gewünschte laterale Änderung der magnetischen Permeabilität erreicht, wenn etwa alle Spalte 132a, ..., 132c eine variierende Spaltbreite besitzen. Die Spalte 132a, ..., 132c sind mit einem beliebigen geeigneten Material gefüllt, das die erforderlichen magnetischen, thermischen und mechanischen Eigenschaften besitzt. Bei Bedarf können auch unterschiedliche Materialien verwendet werden, so dass ein hoher Grad an Flexibilität bei der Einstellung und Justierung der gewünschten endgültigen magnetischen Eigenschaften des induktiven Bauelements erreicht wird. Auch in diesem Falle gilt, dass durch die separate Herstellung des Kernteils 130 keine aufwändigen Fertigungsverfahren erforderlich sind, wobei dennoch eine Vielzahl unterschiedlicher Teile 130 bereitgestellt werden kann, so dass sich auch viele unterschiedliche Versionen des kompletten induktiven Bauelements auf der Grundlage der gleichen Basiskomponenten ohne hohen Fertigungsaufwand herstellen lassen.

[0039] Fig. 1h zeigt schematisch weitere Ausführungsformen des Schenkels 130, wobei eine Mischung unterschiedlicher Spaltformen angewendet ist. D.h., es können unterschiedliche Spaltgeometrien in Kombination mit gleichen oder auch unterschiedlichen Füllmaterialien eingesetzt werden, um die gewünschten Kerneigenschaften effizient einzustellen. In der gezeigten Ausführungsform ist etwa der Spalt 132b als Kegelstumpf vorgesehen, wobei auch ein "Füllmaterial" an der Kegelstumpfmittle vorgesehen ist, das unterschiedlich ist zu dem Material 131. Andererseits ist an dem gegenüber liegenden Endbereich ein gleichmäßiger Spalt 132a vorgesehen mit einem geeigneten Material, so dass etwa der globale magnetische Widerstand durch die Spalte 132b und 132a sowie die darin verwendeten Materialien vorgegeben ist, während eine gewünschte Modulation über den Querschnitt hinweg durch die Kegelform des Spaltes 132b erreicht wird. Es können auch weitere Spalte 132c mit geeigneter Form vorgesehen werden, so dass die Flexibilität bei der Einstellung der magnetischen Gesamteigenschaften weiter erhöht werden kann.

[0040] Fig. 1i zeigt schematisch eine Draufsicht auf das induktive Bauelement 100 gemäß einer weiteren Ausführungsform, in der der Kern 120 einen, die Wicklung 110 umschließenden Kernteil 140a in Verbindung mit einem separaten Kernteil 130a aufweist. Im Hinblick auf die Komponenten 140a und 120a gelten die gleichen Kriterien, wie sie zuvor mit Bezug zu den Kernteilen 140 und 130 erläutert sind. In der gezeigten Ausführungsform sind beispielhaft Abmessungen b_1 , b_2 von ca. 80, bzw. 73 cm verwendet, während die Wicklung 110 für Ströme bis zu 150 Ampere als eine freitragende Spule ausgelegt ist. Entsprechende Abmessungen der Wicklung 110 des Kernteils 130a sind als d_1 mit 6,6 cm und d_2 mit 4,3 cm vorgesehen. Diese Werte sind jedoch nur beispielhafte Werte und lassen sich jederzeit an andere Vorgaben an-

passen.

[0041] Fig. 1j zeigt schematisch das Bauelement 100 in einer Querschnittsansicht, wobei der Kern 120 ein weiteres Kernteil 140b aufweist, das mit dem Kernteil 140a die Wicklung 110 mit Ausnahme der Anschlussbereiche 112, 113 vollständig umschließt, wobei im Kernteil 140b ein weiterer separater Kernteil 130b eingesetzt ist. Das heißt, anstelle eines "Gehäuses" und eines "Deckels", wie dies in Fig. 1b in Form der Komponenten 140 und 150 gezeigt ist, sind in der dargestellten Ausführungsform sowohl der Kernteil 140a als auch der Kernteil 140b als "Gehäuse" ausgebildet, um einen Teil der Wicklung 110 aufzunehmen. Ferner ist in der gezeigten Ausführungsform der Mittelschenkel des Kerns 120 in Form der beiden Kernteile 130a, 130b vorgesehen, wobei in anderen Versionen auch ein einzelner separater Kernteil verwendet wird. Des Weiteren sind in der gezeigten Ausführungsform Spalte 132a, 132b vorgesehen, die etwa ein permanent erregtes Magnetmaterial enthalten, so dass eine gewünschte Vormagnetisierung des Kerns 120 erreicht wird. Die beiden Spalte 132a, 132b liegen dabei außerhalb der Wicklung 110, so dass entsprechende Verluste im und durch den Magneten gering bleiben.

[0042] Im Hinblick auf die Herstellung der einzelnen Kernteile und auf deren Montage gelten die gleichen Kriterien, wie sie zuvor dargelegt sind. Des Weiteren ist zu beachten, dass bei Bedarf weitere Materialien, beispielsweise in Form von Folien, und dergleichen bei der Montage der einzelnen Kernteile der Wicklung eingeführt werden können, um etwa benötigte Isolierstrecken zu schaffen. Auch können weitere "Luftstrecken", etwa Luftspalte und dergleichen, in geeigneter Weise vorgesehen werden, wie dies auch zuvor erläutert ist.

[0043] Beispielsweise begibt sich für das induktive Bauelement 100 in den Fig. 1f und 1g bei einer Höhe von 12 cm ein Bauteilvolumen von ca. 100 cm³, wobei eine maximale Stromstärke von 150 Ampere zugrunde gelegt ist. Bei einer Windungszahl von 11 ergibt sich eine magnetische Induktion von etwa 600 mT, während die maximale Feldstärke 6000 Ampere pro Meter erreicht. Dabei sind die Materialien des Kerns 130 so gewählt, dass sich beim maximalen Strom eine Induktivität von etwa 65 µH einstellt.

[0044] Fig. 1k zeigt schematisch das induktive Bauelement 100 gemäß weiterer anschaulicher Ausführungsformen, wobei der Kern 120 die Kernteile 140 und 150 aufweist, um die Wicklung 110 zu umschließen. Ferner ist der mittlere Kernteil 130 vorgesehen, der in einer Ausführungsform als separater und damit aufgesetzter Kernteil ausgeführt ist, wie dies zuvor beschrieben ist, während in anderen Ausführungsformen der Kernteil 130, d. h. Bereiche 131 davon, einen Teil des Kernteils 140 darstellen und somit aus dem gleichen Material aufgebaut sind. Des Weiteren ist ein Material 135 im Kernteil 130 vorgesehen, das als magnetisches Kernmaterial dient und dessen magnetische Eigenschaften sich von jenen des Materials 131 unterscheiden. In einer Ausführungsform repräsentiert das Material 135 einen Dauermagne-

ten, d. h. ein permanent magnetisches Material, und damit eine Vormagnetisierung im Kern 130 zu erreichen. Durch den Einschluss des Materials 135 in dem Material 131 des Kernteils 130 ergibt sich eine effiziente Möglichkeit, die Gesamteigenschaften des Kerns 120 einzustellen, indem neben der Materialart auch dessen Abmessung innerhalb des Kernteils 130 entsprechend ausgewählt wird.

[0045] Fig. 1l zeigt schematisch einen Stromverlauf bzw. den Verlauf der Feldstärke in dem induktiven Bauelement 100, wenn ein getakteter Betrieb vorliegt, wobei eine Gleichstromkomponente bzw. ein Gleichanteil des magnetischen Feldes stets die gleiche Polarität bzw. Richtung besitzt. Aufgrund dieser Gleichstrommagnetisierung, die als H₀ bezeichnet ist, ist die darüber liegende Wechselstromkomponente, d. h. die ansteigenden und abfallenden Flanken des Stromes bzw. des magnetischen Feldes so beschränkt, dass die zulässige magnetische Induktion im Kernmaterial nicht überschritten wird. Daher ergibt sich bei einem auftretenden hohen Gleichstromanteil nur noch ein geringer Hub beim Durchlaufen der jeweiligen Hysteresekurve des Kernmaterials. Mittels einer entsprechenden Vormagnetisierung, wie sie beispielsweise in den Ausführungsformen in Fig. 1g und auch in der Fig. 1h in Form von Permanentmagneten gezeigt ist, lässt sich bei entsprechender Einstellung der Magnetfeldrichtung der Permanentmagnete, etwa der Spalte 132a, 132b in Fig. 1g oder des Materials 135 in Fig. 1k, eine Verringerung der Gleichstromkomponente oder auch eine "Umpolung" der Komponente H₀ erreichen, so dass dann eine wesentlich größerer Bereich für die Magnetisierung des Kernes durch die Wechselstromkomponente verfügbar ist.

[0046] Fig. 1m zeigt schematisch eine Querschnittsansicht des Kernteils 130 gemäß der vorliegenden Erfindung in denen ein Hohlraum 136 im Material 131 vorgesehen ist, der so ausgebildet ist, dass er mit einem gewünschten Material 137 zumindest teilweise während einer beliebigen Montagephase oder auch während des Betriebes aufgefüllt werden kann. Zu diesem Zweck ist mindestens ein Anschlussbereich 136a, 136b vorgesehen, über welchen das Material 137, etwa in Form eines Pulvers, eines viskosen Materials, und dergleichen zugeführt werden kann. Beispielsweise sind die Anschlussbereiche 136a, 136b so ausgeführt, dass zumindest während der Montage eine Ankoppelung an eine Zuleitung erfolgen kann, so dass das Material 137 in den Hohlraum 136 eingeführt werden kann. Dazu können entsprechende Vorsprünge gegebenenfalls mit entsprechenden Zuleitungsstücken vorgesehen werden, die während der gewünschten Montagephase noch zugänglich sind oder die auch nach der Endmontage weiterhin zugänglich sind.

[0047] Fig. 1n zeigt schematisch eine Draufsicht auf den Kernteil 130 in einer Ausführungsform, in der die Anschlussbereiche 136a, 136b geeignet ausgebildet sind, in steuerbarer Weise das Material 137 aufzunehmen und gegebenenfalls auch herauszuführen. Auf die-

se Weise kann beispielsweise der Hohlraum 136 im Bereich des Materials 131 als ein Spalt mit konstanter Spaltbreite vorgesehen werden, wobei eine Änderung der Gesamtpermeabilität des magnetischen Kerns durch Einführen des Materials 137 in gewünschter Weise erfolgt. Zum Beispiel kann bereits nach erfolgter Endmontage eine Feinabstimmung der magnetischen Eigenschaften durch Einführen von Material 137 bewerkstelligt werden. In anderen Ausführungsformen ist der Hohlraum 136 auch gegebenenfalls im eingebauten Zustand zugänglich, so dass eine "dynamisch" Anpassung der magnetischen Eigenschaften bewerkstelligt werden kann. Wenn etwa in einer Betriebsphase des induktiven Bauelements eine geringere Induktivität erforderlich ist, da etwa generell höhere Lastströme zu erwarten sind, kann durch Entfernen von Material 137 aus dem Hohlraum 136, das dort etwa in Form von Pulvermaterial durch Einbringen unter geeignetem Druck enthalten ist, ausgeführt werden, so dass sich eine Verringerung der Induktivität ergibt. Wird andererseits eine höhere Induktivität benötigt, so kann Material 137 bei Bedarf eingeführt werden. Die dazu erforderlichen Komponenten, beispielsweise ein Materialreservoir in Verbindung mit einer geeigneten Zuführung kann beispielsweise in Rahmen üblicher elektromechanischer Komponenten, wie sie auch für eine Zwangskühlung und dergleichen erforderlich sind, vorgesehen werden, ohne dass ein allzu hoher Aufwand entsteht. Insbesondere für induktive Komponenten für sehr hohe Leistungen ist eine entsprechende Einsparung im Hinblick auf zusätzliche induktive Komponenten oder der Gewinn an Effizienz durch eine gezielte Einstellung der Induktivität während des Betriebs vorteilhaft im Vergleich zum zusätzlichen Energie- und Komponentenaufwand, der für das Einführen des Materials 137 erforderlich ist. Es können auch Mechanismen vorgesehen werden, in denen das Material 137 nur einmalig eingeführt werden kann, wobei dies in eingebautem Zustand unter Anwendung externer oder interner Steuerimpulse erfolgen kann. Beispielsweise können mehrere Hohlräume 136 vorgesehen werden, die steuerbar mit dem Material 137 selektiv gefüllt werden, so dass eine stufenweise Erhöhung der Induktivität erreicht wird. Beispielsweise kann ein geeignetes Material durch Ansteuern einer entsprechenden elektromechanischen Komponente gezielt in einen der Hohlräume 136 eingeführt und gegebenenfalls behandelt werden, so dass die gewünschte mechanische Stabilität des Materials 137 im Hohlraum 136 erreicht wird. Zu diesem Zweck können beispielsweise temporär höhere Temperaturen erzeugt werden, und dergleichen. In dieser Weise kann beispielsweise die Induktivität der "Alterung" von Solarmodulen angepasst werden, so dass zunächst die elektronische Baugruppe für die anfängliche maximale Leistung optimiert ist und in der zeitlichen Abfolge gesteuert dem entsprechenden Zustand der Solarmodule angepasst wird.

[0048] Durch Vorsehen einer entsprechend geeigneten Peripherie für das Zuführen des Materials 137 kann das dynamische Verhalten bei der Anpassung der Induk-

tivität entsprechend verbessert werden, indem etwa das Material 137 effizient zugeführt und auch effizient abgeführt werden kann, wobei die jeweilige Einstellzeit im Bereich von einigen Sekunden oder deutlich darunter liegen können. In diesem Falle kann eine geeignete Steuerung die Induktivität in gewünschter Weise "dynamisch" einstellen, so dass stets ein für den jeweiligen Betriebsmodus günstiger Wirkungsgrad erreicht wird.

[0049] Fig. 2a zeigt schematisch eine Querschnittsansicht eines induktiven Bauelements 200 mit einer Wicklung 210 und einem Kern 220. Der Kern 220 besitzt einen Kernteil 230, in welchem mehrere Luftspalte 232a,..., 232e vorgesehen sind, die zu einer Verteilung der gesamten Abschnitte mit reduzierter magnetischer Permeabilität über die magnetische Längsrichtung L hinweg sorgen. Des Weiteren besitzen zumindest einige der Spalte 232a,..., 232e eine entlang der Querrichtung Q variierende Spaltbreite, wie dies durch a und b angegeben ist. Auf diese Weise wird eine in Querrichtung Q variierende magnetische Permeabilität des Kerns 220 erzeugt, die wiederum zu unterschiedlichen Induktivitätswerten in Abhängigkeit des magnetischen Feldes bzw. des Laststromes führt. Beispielsweise ist bei einem geringen magnetischen Feld in der Längsrichtung L die Permeabilität des Kerns 220 im Wesentlichen durch den geringeren magnetischen Widerstand, der durch eine kleinere Spaltbreite a erzielt wird, bestimmt, so dass insgesamt die effektive Induktivität des Bauelements 200 relativ hoch ist. Bei zunehmender Aufmagnetisierung des Kerns 220 wird zunehmend der höhere magnetische Widerstand der durch die größer werdende Spaltbreite b hervorgerufen wird, wirksam, so dass sich dann eine verringerte Induktivität ergibt. In der gezeigten Ausführungsform ist dabei das Material des Kernteils 230 im Wesentlichen gleich zu den restlichen Komponenten des Kerns 220, was bewerkstelligt werden kann, indem entsprechende Abschnitte hergestellt und entsprechende Einlegeelemente angeordnet werden. In anderen Ausführungsformen kann der Teil 230 auch auf der Grundlage eines anderen magnetischen Materials hergestellt werden, wie dies auch zuvor mit Bezug zu dem Bauelement 100 erläutert ist.

[0050] Fig. 2b zeigt schematisch den Verlauf der Induktivität in Abhängigkeit des Laststromes für eine Spule, die bis zu einigen 100 Watt betrieben wird. Wie gezeigt ist, ergibt sich für einen maximalen Laststrom von etwa 16 Ampere eine Induktivität von etwa 0,35 mH, wobei die Induktivität dann mit abnehmendem Laststrom nahezu linear ansteigt und sich bei einem Laststrom von etwa 6 Ampere eine geringere Steigung einstellt.

[0051] Fig. 2c zeigt schematisch die entsprechende Abhängigkeit der Induktivität vom Laststrom für ein weiteres Ausführungsbeispiel, wobei das Verhältnis der Induktivitäten bei sehr geringem Laststrom und bei sehr hohem Laststrom weniger ausgeprägt ist, wobei allerdings für einen insgesamt größeren maximalen Laststrom eine höhere Induktivität erreicht wird.

[0052] Es sollte beachtet werden, dass mittels der zu-

vor genannten Mechanismen ein hoher Grad an Flexibilität bei der Einstellung der jeweiligen Induktivität erreicht werden kann, so dass eine effiziente Anpassung des Wirkungsgrades der Induktivität an die jeweiligen aktuellen Gegebenheiten möglich ist. Insbesondere können die zuvor dargestellten Mechanismen geeignet untereinander kombiniert werden, etwa das Vorsehen einer Vormagnetisierung in Verbindung mit einem nicht linearen Verlauf der Induktivität, und dergleichen, so dass ein hohes Maß an Flexibilität bei der Einstellung der magnetischen Eigenschaften gegeben ist.

Patentansprüche

1. Induktives Bauelement, insbesondere Speicherdrossel, mit einer Wicklung (110) und einem magnetischen Kern (120), der einen ersten Kernteil (140) und einen zweiten Kernteil (130) aufweist, wobei der erste Kernteil (140) zumindest einen Teil der Außenseite (111) der Wicklung (110) umschließt und aus einer ersten magnetischen Materialart (141) aufgebaut ist und der zweite Kernteil (130) zumindest entlang eines Teils seiner magnetischen Längsrichtung (L) von der Wicklung (110) umschlossen ist und zumindest in dem von der Wicklung (110) umschlossenen Teil aus einer oder mehreren zweiten magnetischen Materialarten (131) aufgebaut ist, die sich von der ersten magnetischen Materialart (141) unterscheiden, wobei der zweite Kernteil (130) ferner einen Hohlraum (136) aufweist, der zur Einstellung der magnetischen Eigenschaften mit Material (137) füllbar ist, und wobei der zweite Kernteil (130) mindestens einen Anschlussbereich (136a, 136b) zum Einführen des Materials (137) in den Hohlraum aufweist.
2. Induktives Bauelement nach Anspruch 1, wobei die erste magnetische Materialart eine kleinere magnetische Permeabilität im Vergleich zu mindestens einem der einen oder mehreren zweiten magnetischen Materialarten besitzt.
3. Induktives Bauelement nach Anspruch 1, wobei die erste magnetische Materialart eine größere magnetische Permeabilität im Vergleich zu mindestens einem der einen oder mehreren zweiten magnetischen Materialarten besitzt.
4. Induktives Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Wicklung mit dem ersten Kernteil in direktem mechanischen Kontakt ist.
5. Induktives Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zumindest eine der einen

oder mehreren magnetischen Materialarten ein permanent magnetisiertes Material aufweist.

6. Induktives Bauelement nach Anspruch 6, wobei das permanent magnetisierte Material senkrecht zur Längsrichtung des zweiten Kernteils von einem nicht permanent magnetisierten Material umschlossen ist.
7. Induktives Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei der zweite Kernteil mittels einer Stirnfläche (130S) auf dem ersten Kernteil (140) aufgesetzt ist.
8. Induktives Bauelement nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die magnetische Permeabilität senkrecht zur magnetischen Längsrichtung (L) variiert.
9. Induktives Bauelement nach Anspruch 8, wobei mindestens ein Luftspalt (132) vorgesehen ist, dessen Abstand sich senkrecht zur magnetischen Längsrichtung (L) ändert.
10. Induktives Bauelement mit einer Wicklung (110, 210) und einem teilweise von der Wicklung (110, 210) umschlossenen magnetischen Kern (120, 220), wobei der magnetische Kern (120, 220) eine magnetische Permeabilität aufweist, die senkrecht (Q) zur magnetischen Längsrichtung (L) variiert, wobei der Kern ferner einen Hohlraum (136) aufweist, der zur Einstellung der magnetischen Eigenschaften mit Material (137) füllbar ist, und wobei der Kern mindestens einen Anschlussbereich (136a, 136b) zum Einführen des Materials (137) in den Hohlraum aufweist.
11. Induktives Bauelement nach Anspruch 10, wobei der Kern zumindest einen Kernteil (130, 230) aufweist, in welchem magnetische Materialien mit unterschiedlicher magnetischer Permeabilität vorgesehen sind.
12. Induktives Bauelement nach Anspruch 10 oder 11, wobei der Kern einen oder mehrere Spalte (132, 232A - 232E) mit variabler Spaltbreite aufweist.
13. Induktives Bauelement nach Anspruch 12, wobei der eine oder die mehreren Spalten mit einer Substanz zur Erhöhung der Wärmeleitfähigkeit gefüllt sind.
14. Induktives Bauelement nach einem der Ansprüche 10 bis 13, wobei ein von der Wicklung umschlossener Kernmittelteil mit einer Stirnfläche (130S) vorgesehen ist, die auf einem zweiten Kernteil (140) aufgesetzt ist

Claims

1. Inductive component, in particular a storage choke comprising a coil (110) and a magnetic core (120) which has a first core part (140) and a second core part (130), wherein the first core part (140) surrounds at least part of the outside (111) of the coil (110) and is composed of a first type of magnetic material (141) and the second core part (130) is surrounded at least along part of its magnetic longitudinal direction (L) by the coil (110) and is composed of one or more second types of magnetic material (131) at least in the part surrounded by the coil (110), which second types of magnetic material differ from the first type of magnetic material (141), wherein the second core part (130) further comprises a cavity (136) which can be filled with material (137) in order to set the magnetic properties, and wherein the second core part (130) comprises at least one connection region (136a, 136b) for inserting the material (137) into the cavity.
2. Inductive component according to claim 1, wherein the first type of magnetic material has a lower magnetic permeability in comparison with at least one of the one or more second types of magnetic material.
3. Inductive component according to claim 1, wherein the first type of magnetic material has a higher magnetic permeability in comparison with at least one of the one or more second types of magnetic material.
4. Inductive component according to any of the preceding claims, wherein the coil is in direct mechanical contact with the first core part.
5. Inductive component according to any of the preceding claims, wherein at least one of the one or more types of magnetic material comprises a permanently magnetised material.
6. Inductive component according to claim 6, wherein the permanently magnetised material is surrounded by a non-permanently magnetised material perpendicular to the longitudinal direction of the second core part.
7. Inductive component according to any of the preceding claims, wherein the second core part is placed on the first core part (140) by means of an end face (130S).
8. Inductive component according to any of the preceding claims, wherein the magnetic permeability varies perpendicular to the magnetic longitudinal direction (L).
9. Inductive component according to claim 8, wherein

at least one air gap (132) is provided, the spacing of which varies perpendicular to the magnetic longitudinal direction (L).

10. Inductive component comprising a coil (110, 210) and a magnetic core (120, 220) surrounded in part by the coil (110, 210), wherein the magnetic core (120, 220) has a magnetic permeability which varies perpendicular (Q) to the magnetic longitudinal direction (L), wherein the core further comprises a cavity (136) which can be filled with material (137) in order to set the magnetic properties, and wherein the core comprises at least one connection region (136a, 136b) for inserting the material (137) into the cavity.
11. Inductive component according to claim 10, wherein the core comprises at least one core part (130, 230) in which magnetic materials having different magnetic permeability are provided.
12. Inductive component according to either claim 10 or claim 11, wherein the core has one or more gaps (132, 232A-232E) of variable gap widths.
13. Inductive component according to claim 12, wherein the one or more gaps are filled with a substance for increasing thermal conductivity.
14. Inductive component according to any of claims 10 to 13, wherein a middle core part surrounded by the coil is provided with an end face (130S) which is placed on a second core part (140).

Revendications

1. Composant inductif, notamment bobine d'arrêt ou self de choc, comprenant :
 un enroulement (110) et
 un noyau magnétique (120), qui présente une première partie de noyau (140) et une deuxième partie de noyau (130), composant dans lequel la première partie de noyau (140) entoure au moins une partie du côté extérieur (111) de l'enroulement (110), et est réalisée en un premier type de matériau magnétique (141), et la deuxième partie de noyau (130) est entourée, au moins le long d'une partie de sa direction longitudinale magnétique (L), par l'enroulement (110), et est réalisée, au moins dans la partie entourée par l'enroulement (110), en un ou plusieurs deuxièmes types de matériaux magnétiques (131), qui se différencient du premier type de matériau magnétique (141), dans lequel la deuxième partie de noyau (130) présente, par ailleurs, une cavité (136) qui peut être remplie de matériau (137) pour le réglage

- des propriétés magnétiques,
et dans lequel la deuxième partie de noyau (130)
présente au moins une zone de raccordement
(136a, 136b) pour l'introduction du matériau
(137) dans la cavité. 5
2. Composant inductif selon la revendication 1, dans
lequel le premier type de matériau magnétique pos-
sède une perméabilité magnétique plus petite com-
parée à celle d'au moins un du ou des plusieurs
deuxièmes types de matériaux magnétiques. 10
3. Composant inductif selon la revendication 1, dans
lequel le premier type de matériau magnétique pos-
sède une perméabilité magnétique plus grande com-
parée à celle d'au moins un du ou des plusieurs
deuxièmes types de matériaux magnétiques. 15
4. Composant inductif selon l'une des revendications
précédentes, dans lequel l'enroulement est en con-
tact mécanique direct avec la première partie de
noyau. 20
5. Composant inductif selon l'une des revendications
précédentes, dans lequel au moins un du ou des
plusieurs deuxièmes types de matériaux magnéti-
ques présente un matériau magnétique permanent. 25
6. Composant inductif selon la revendication 6, dans
lequel le matériau magnétique permanent est entou-
ré perpendiculairement à la direction longitudinale
de la deuxième partie de noyau, par un matériau non
magnétisé de manière permanente. 30
7. Composant inductif selon l'une des revendications
précédentes, dans lequel la deuxième partie de
noyau est appliquée par une surface frontale (130S)
sur la première partie de noyau (140). 35
8. Composant inductif selon l'une des revendications
précédentes, dans lequel la perméabilité magnéti-
que varie perpendiculairement à la direction longitu-
dinale magnétique (L). 40
9. Composant inductif selon la revendication 8, dans
lequel il est prévu au moins un entrefer (132) dont
l'écartement varie perpendiculairement à la direction
longitudinale magnétique (L). 45
10. Composant inductif comprenant : 50
- un enroulement (110, 210) et
un noyau magnétique (120, 220) entouré au
moins partiellement par l'enroulement (110,
210), composant dans lequel le noyau magné-
tique (120, 220) présente une perméabilité ma-
gnétique, qui varie perpendiculairement (Q) à la
direction longitudinale magnétique (L), 55
- dans lequel le noyau présente, par ailleurs, une
cavité (136) qui peut être remplie de matériau
(137) pour le réglage des propriétés magnéti-
ques,
et dans lequel le noyau présente au moins une
zone de raccordement (136a, 136b) pour l'intro-
duction du matériau (137) dans la cavité.
11. Composant inductif selon la revendication 10, dans
lequel le noyau présente au moins une partie de
noyau (130, 230) dans laquelle sont prévus des ma-
tériaux magnétiques de perméabilité magnétique
différente.
12. Composant inductif selon la revendication 10 ou la
revendication 11, dans lequel le noyau présente un
ou plusieurs entrefers (132, 232A-232E) de largeur
d'entrefer variable.
13. Composant inductif selon la revendication 12, dans
lequel ledit un ou les plusieurs entrefers sont remplis
d'une substance destinée à augmenter la conducti-
bilité thermique.
14. Composant inductif selon l'une des revendications
10 à 13, dans lequel une partie médiane de noyau
entourée par l'enroulement, est prévue avec une sur-
face frontale (130S), qui est appliquée sur une
deuxième partie de noyau (140).

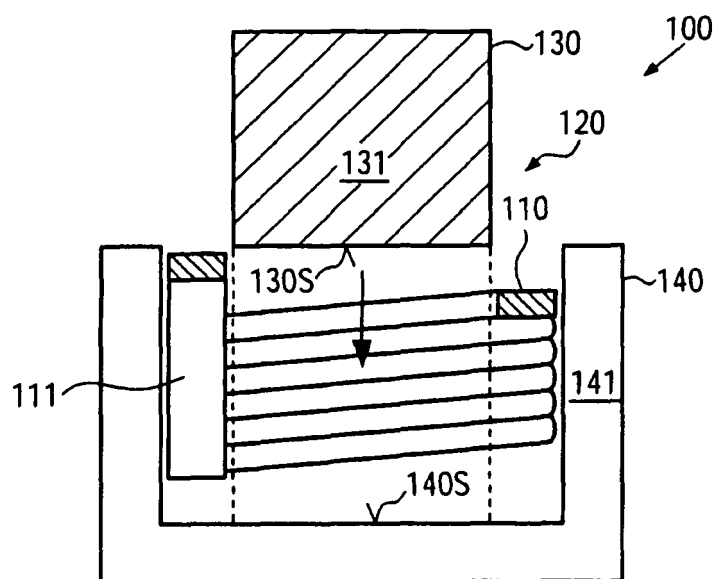


FIG. 1a

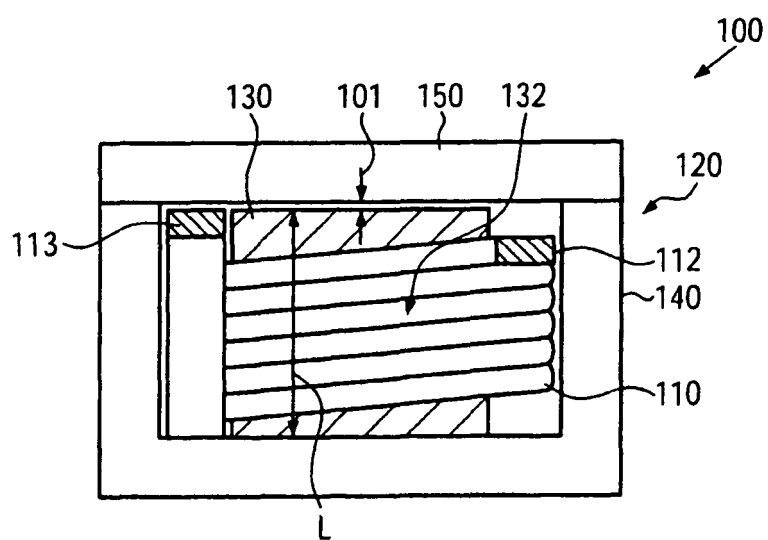


FIG. 1b

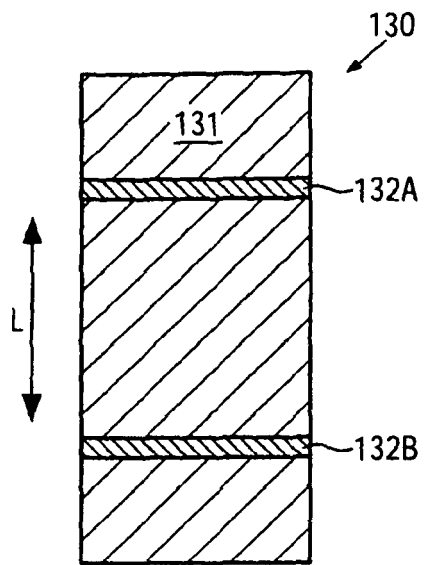


FIG. 1c

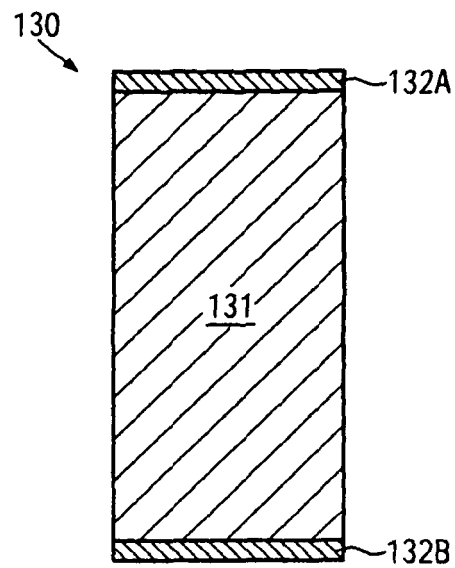


FIG. 1d

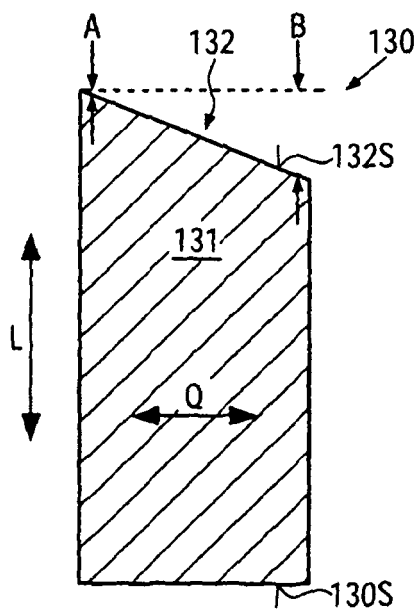


FIG. 1e

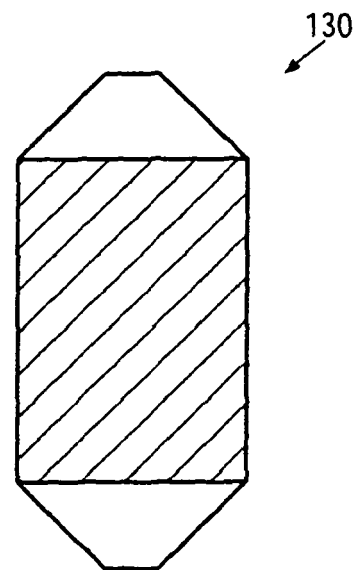


FIG. 1f

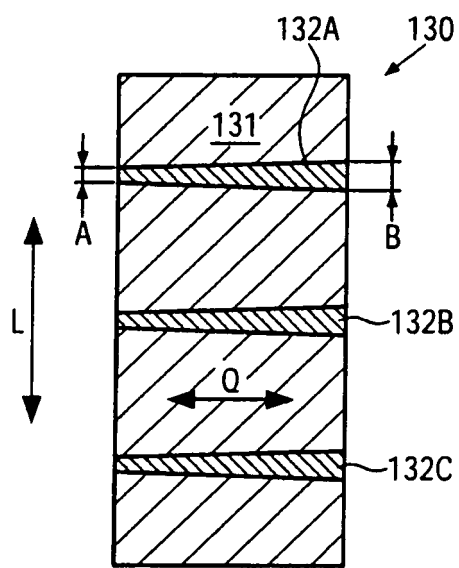


FIG. 1g

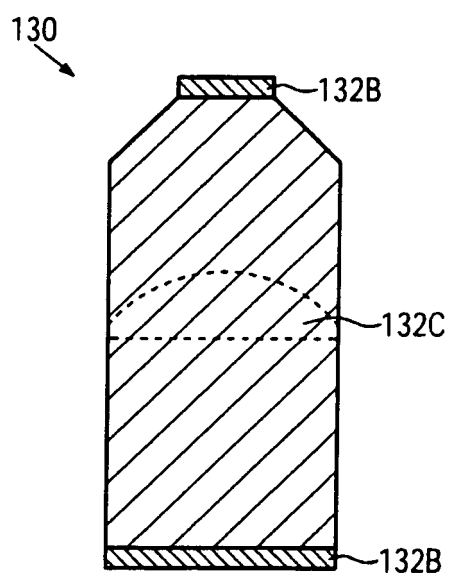


FIG. 1h

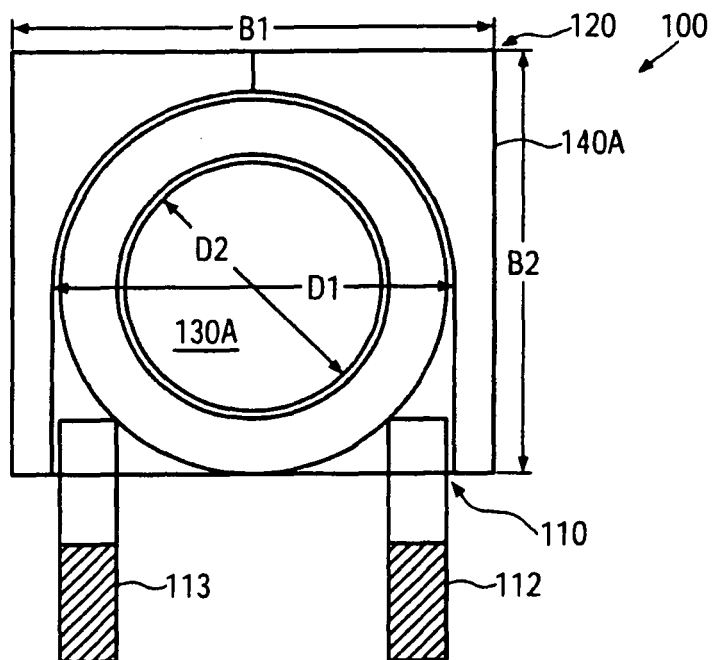


FIG. 1i

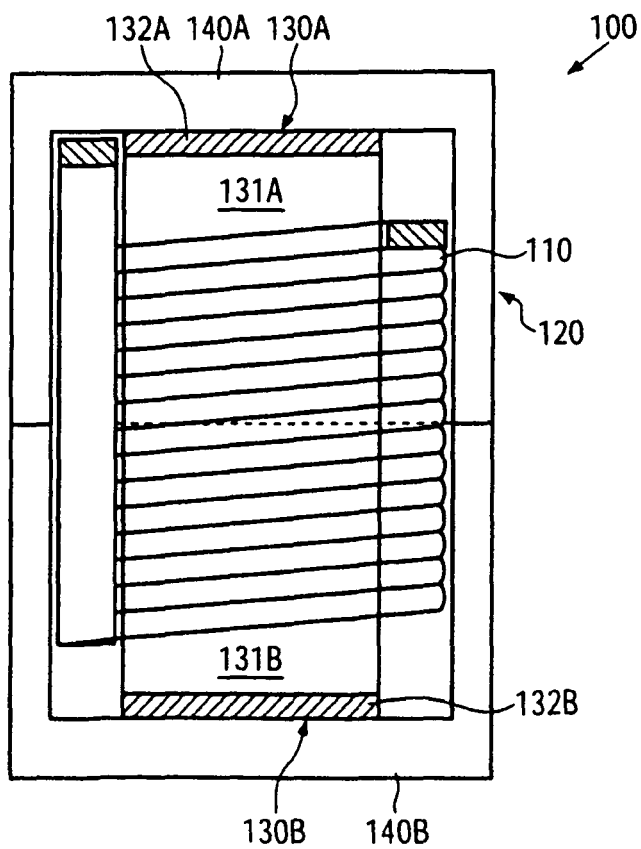


FIG. 1j

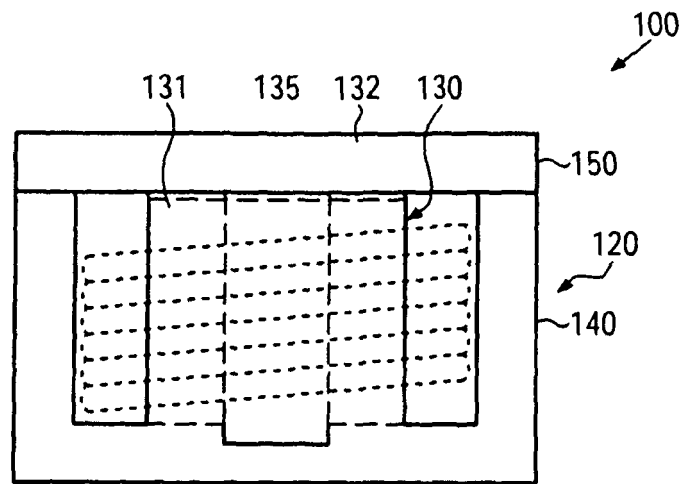


FIG. 1k

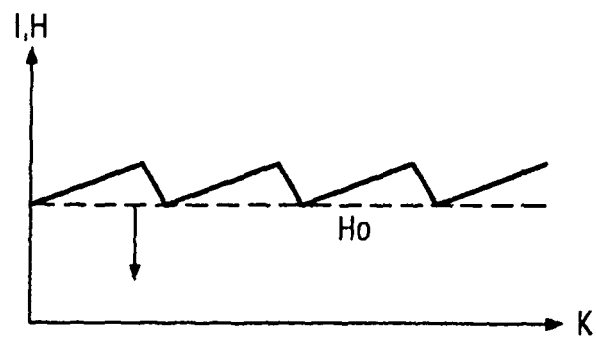


FIG. 1l

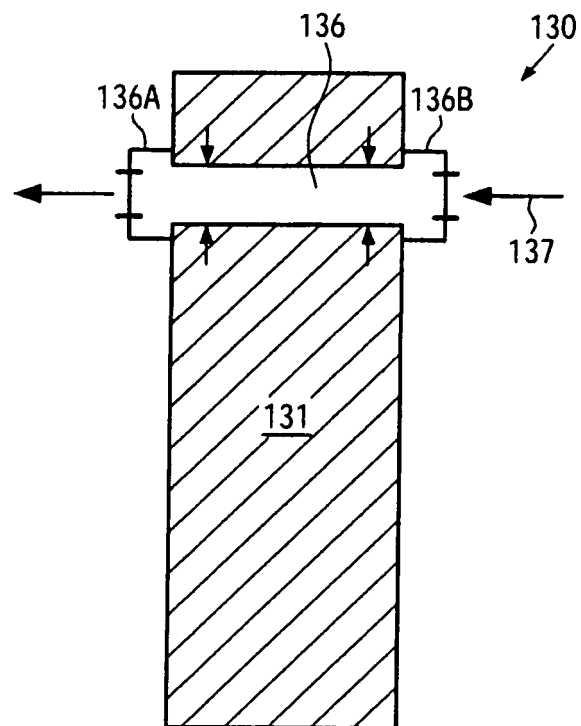


FIG. 1m

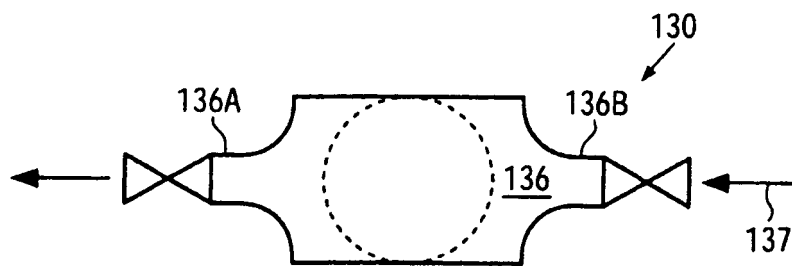


FIG. 1n

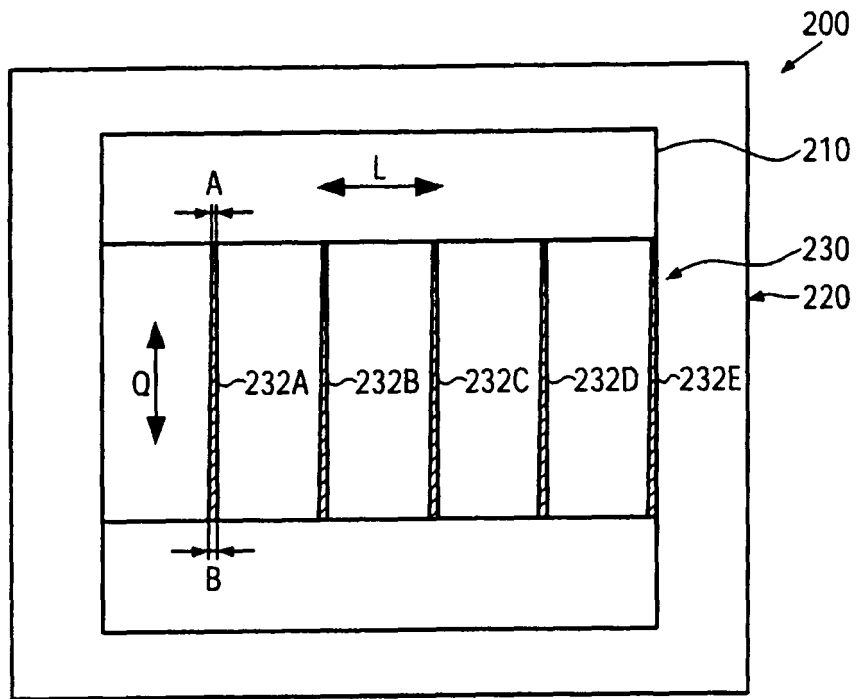


FIG. 2a

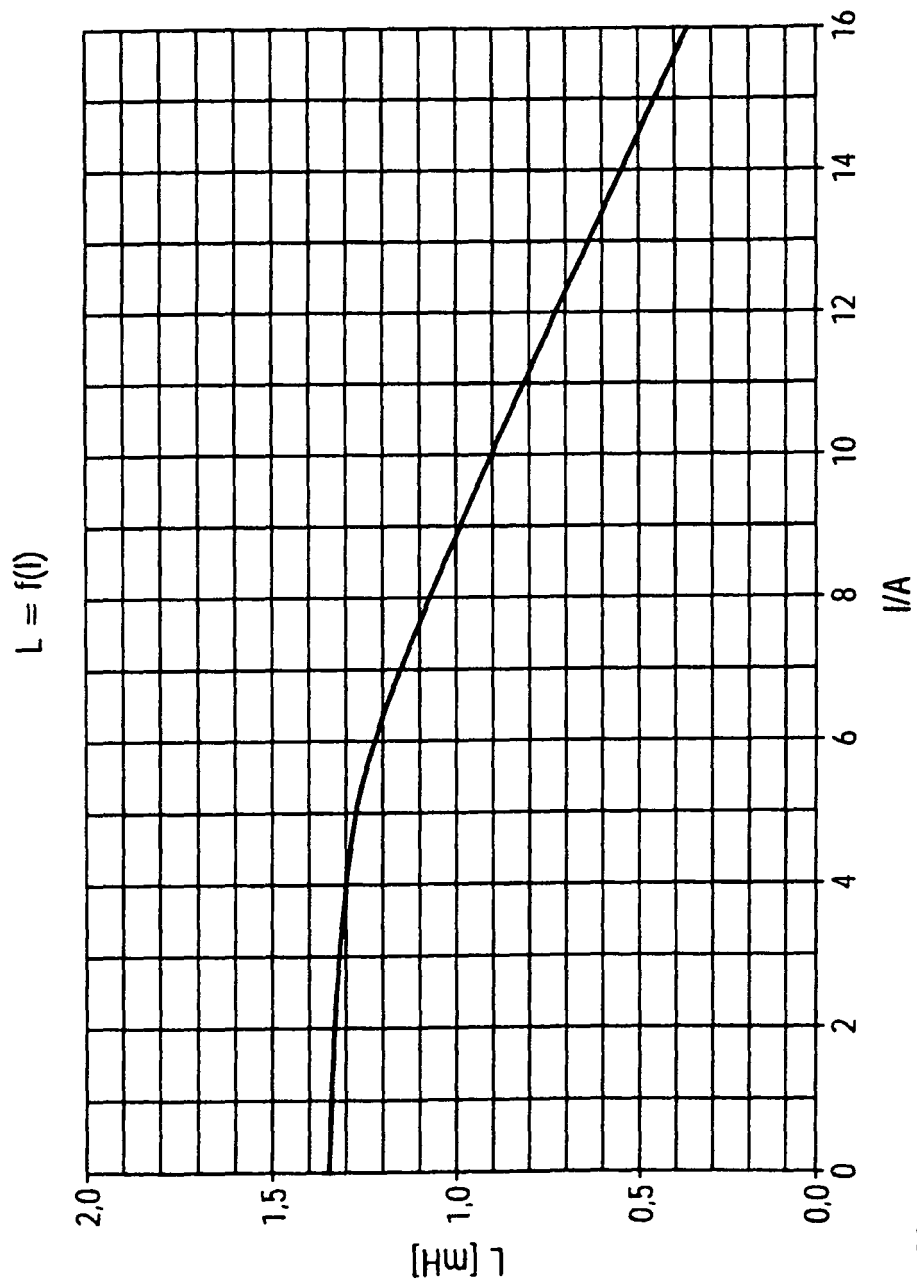


FIG. 2b

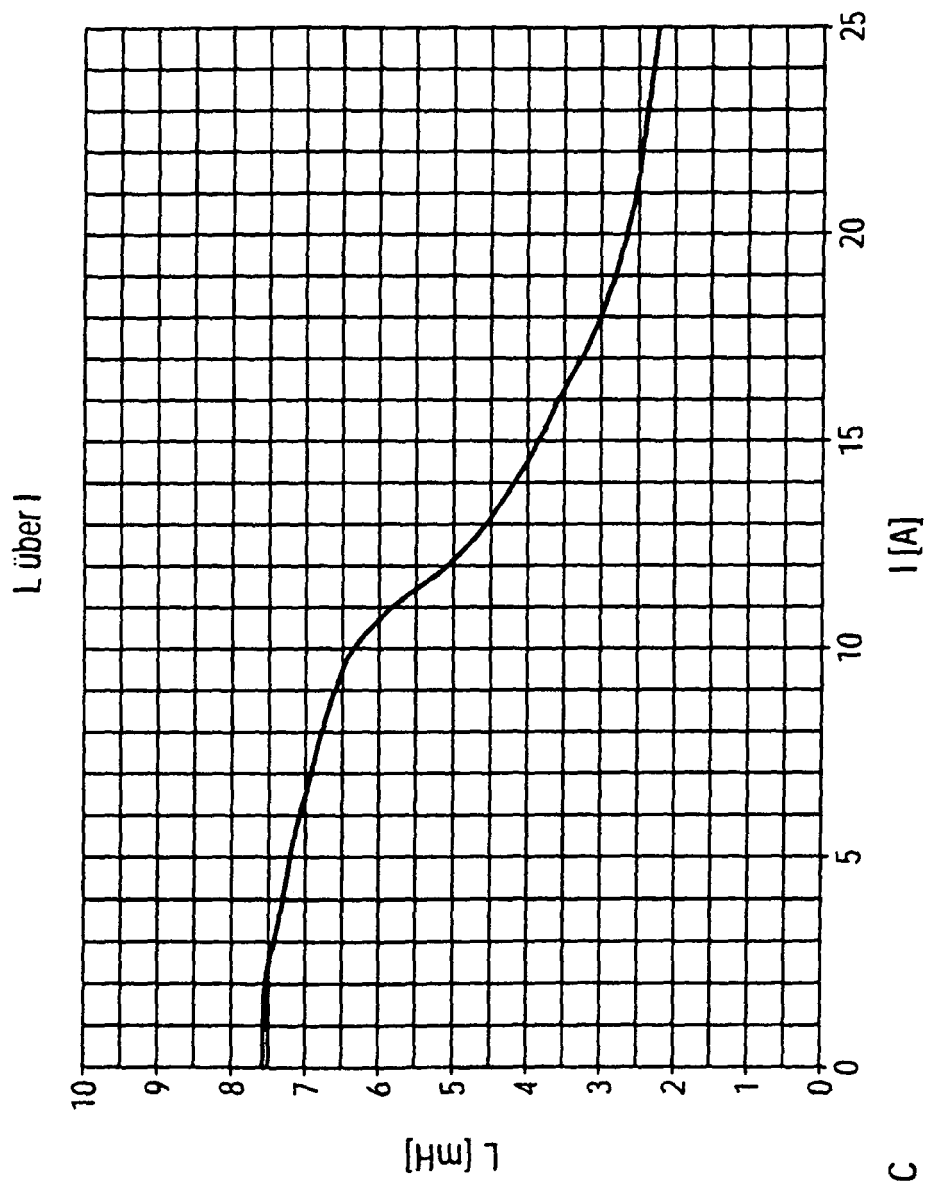


FIG. 2c

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

- JP 2005260130 A [0005]
- JP 2006310539 A [0006]
- DE 10259117 A1 [0007]
- JP 2007088340 A [0008]
- CH 678773 A5 [0009]
- JP 59070160 A [0010]