(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) **EP 2 238 601 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
02.10.2013 Patentblatt 2013/40

(21) Anmeldenummer: **08871883.8**

(22) Anmeldetag: **24.11.2008**

(51) Int Cl.:
H01F 3/14 *(2006.01)* ***H01F 27/26*** *(2006.01)*
H01F 37/00 *(2006.01)*

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/EP2008/066071

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 2009/095122 (06.08.2009 Gazette 2009/32)

(54) **DROSSEL UND VERFAHREN ZUM HERSTELLEN EINER DROSSELKERNEINHEIT FÜR EINE DROSSEL**

INDUCTOR AND METHOD FOR PRODUCTION OF AN INDUCTOR CORE UNIT FOR AN INDUCTOR

SELF DE CHOC ET PROCEDE DE FABRICATION D'UNE UNITE DE NOYAU POUR UNE SELF DE CHOC

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL NO PL PT RO SE SI SK TR

(30) Priorität: **31.01.2008 DE 102008007021**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
13.10.2010 Patentblatt 2010/41

(73) Patentinhaber: **OSRAM GmbH**
80807 München (DE)

(72) Erfinder:
- **WITZANI, Friedrich**
  81477 München (DE)
- **HUBER, Andreas**
  82216 Maisach (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 557 368
EP-A- 1 097 463
DE-A1- 3 611 906
FR-A- 1 364 128

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).

EP 2 238 601 B1

Printed by Jouve, 75001 PARIS (FR)

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft eine Drossel der im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 angegebenen Art sowie ein Verfahren der im Oberbegriff des Patentanspruchs 5 angegebenen Art zum Herstellen einer Drosselkerneinheit für eine Drossel.

Stand der Technik

[0002] Eine derartige Drossel ist dem Fachmann dabei als induktives Bauelement der Elektrotechnik bekannt (z. B. aus der Schrift FR 1 364 128) und dient insbesondere zum Speichern und Wiederabgeben von elektrischer Energie. Die Drossel umfasst hierzu einen elektrischen Leiter zum Erzeugen eines Magnetfelds sowie zumindest eine, im Bereich des elektrischen Leiters angeordnete Drosselkerneinheit, welche ihrerseits einen Drosselkern aus einem magnetisierbaren Material umfasst. Um eine nicht zu hohe magnetische Flussdichte des Drosselkerns zu erhalten, umfasst der Drosselkern wenigstens einen Luftspalt, durch welchen eine magnetische Sättigung des Drosselkerns erst bei wesentlich höheren Feldstärken eintritt und eine übermäßige Erwärmung beim Betreiben der Drossel mit Wechselstrom vermieden wird. Zur mechanischen Stabilisierung des Drosselkerns ist zumindest in einen Teil des Luftspalts ein Füllmaterial eingebracht, wodurch sowohl unerwünschte Schallemissionen während des Betriebs der Drossel als auch Veränderungen der Spaltbreite vermieden werden sollen. Als Füllmaterial dienen hierzu üblicherweise organische Klebstoffe oder Silikone, die zunächst in den Luftspalt eingebracht und anschließend in diesem ausgehärtet werden.

[0003] Als nachteilig ist dabei der Umstand anzusehen, dass es durch die Temperaturänderungen während des Betriebs derartiger Drosseln zu Rissbildungen im Füllmaterial des Spalts der Drosselkerneinheit bzw. im magnetisierbaren Material des Drosselkerns kommt, was in weiterer Folge eine deutliche Verstärkung der Schallemissionen im für Menschen hörbaren Frequenzbereich sowie eine Verringerung der mechanischen Stabilität der Drosselkerneinheit nach sich zieht. Dies verringert die Betriebsdauer der Drossel mit niedriger Schallemission erheblich.

Darstellung der Erfindung

[0004] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine Drossel zu schaffen, welche eine erhöhte Betriebsdauer mit niedriger Schallemission ermöglicht.

[0005] Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Drossel mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 sowie durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Patentanspruchs 5 zum Herstellen einer Drosselkerneinheit für eine Drossel gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen mit zweckmäßigen Weiterbildungen der Erfindung sind in den jeweiligen Unteransprüchen angegeben, wobei vorteilhafte Ausgestaltungen der Drossel als durch eine vorteilhafte Ausgestaltung des Verfahrens bereitgestellt anzusehen sind und umgekehrt vorteilhafte Ausgestaltungen des Verfahrens eine vorteilhafte Ausgestaltung der Drossel zur Folge haben.

[0006] Eine Drossel, welche eine erhöhte Betriebsdauer mit niedriger Schallemission ermöglicht, ist dadurch geschaffen, dass das Füllmaterial des Luftspalts des Drosselkerns derart ausgebildet ist, dass es einen Wärmeausdehnungskoeffizienten besitzt, dessen Wert in einem Bereich von $\pm$70% des Werts des Wärmeausdehnungskoeffizienten des magnetisierbaren Materials liegt, aus dem der Drosselkern besteht. Im Gegensatz zum Stand der Technik, bei welchem Füllmaterialien mit fünf- bis zehnfach höheren Wärmeausdehnungskoeffizienten-Werten als desjenigen des Drosselkern-Materials verwendet werden, wird mit Hilfe eines erfindungsgemäß ausgebildeten Füllmaterials sowohl die Rissbildung im Luftspalt der Drosselkerneinheit der Drossel als auch im magnetisierbaren Material des Drosselkerns selbst zuverlässig verhindert. Die bei längerem Betrieb der Drossel entstehenden Temperaturschwankungen führen nunmehr zu einem vergleichbaren temperaturabhängigen Ausdehnungsverhalten des Drosselkerns bzw. seines Spalts einerseits und des Füllmaterials andererseits, so dass keine Risse oder mechanischen Schäden auftreten und die Betriebs- und Lebensdauer der Drossel erheblich verlängert wird. Neben den hierdurch erzielbaren Kostenvorteilen wird zusätzlich sichergestellt, dass es im Laufe des Betriebs der Drossel nicht zu störenden Schallemissionen bei von Menschen hörbaren Frequenzen kommt.

[0007] In einer vorteilhaften Ausgestaltung einer Drossel ist vorgesehen, dass das Füllmaterial derart ausgebildet ist, dass es einen Wärmeausdehnungskoeffizienten besitzt, dessen Änderungswert in einem Bereich von $\pm$50% und/oder in einem Bereich von $\pm$40% und/oder in einem Bereich von $\pm$25% und/oder in einem Bereich von $\pm$10% des Werts des Wärmeausdehnungskoeffizienten des magnetisierbaren Materials liegt, aus dem der Drosselkern besteht. Durch ein derartig ausgebildetes Füllmaterial ist das temperaturabhängige Ausdehnungsverhalten der Materialpaarung Füllmaterial-Drosselkern-Material weiter angeglichen, wodurch die Betriebsdauer der Drossel mit niedriger Schallemission zusätzlich gesteigert wird.

[0008] Noch niedrigere Schallemission kann erfindungsgemäß wie folgt erreicht werden: Mit Hilfe eines Füllmaterials, welches einen Wärmeausdehnungskoeffizienten-Wert aufweist, der im Vergleich zu demjenigen des magnetisierbaren Materials des Drosselkerns zwischen 10% und 50% erhöht ist, kann mit steigender Temperatur vorteilhaft eine gezielte mechanische Vorspannung des Drosselkerns erzeugt werden, wodurch die mechanische Schwingfähigkeit der Drosselkerneinheit und somit die resultierenden Schallemissionen zusätzlich re-

duziert werden.

[0009] Material der Wahl für den Drosselkern ist zumindest eine Ferritart und/oder ein Eisenpulver und/oder ein Molypermalloy-Pulver und/oder ein nanokristalliner Magnetwerkstoff. Mit diesen Materialien ist eine flexible und optimal an den jeweiligen Einsatzzweck anpassbare Ausgestaltung des Drosselkerns bzw. der Drosselkerneinheit unter Berücksichtigung der Herstellungskosten und der geforderten Parameter Induktivität, Permeabilität und Sättigungsflussdichte ermöglicht. Die Drossel kann somit beispielsweise als Resonanz-, Tiefsteller- oder Lampendrossel für elektronische Vorschaltgeräte ausgeführt werden.

[0010] In einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass der elektrische Leiter auf einen Spulenkörper gewickelt ist, vorzugsweise mehrfach gewunden. So kann die Induktivität der Drossel durch Variierung der Windungszahl des elektrischen Leiters einfach und kostengünstig an den jeweiligen Einsatzzweck angepasst werden.

[0011] Erfindungsgemäß umfasst das Füllmaterial Zement alsein anorganisches Bindemittel. Derartige Bindemittel sind besonders kostengünstig und besitzen üblicherweise Wärmeausdehnungskoeffizienten, deren Werte im für die Erfindung gewünschten Bereich für die Drosselkern-Materialien liegen. Darüber hinaus sind sie unter Normalbedingungen raumbeständig sowie wasser-, säure- und oxidationsbeständig, wodurch eine entsprechend hohe Lebensdauer der Drossel garantiert ist. Weiterhin besitzen sie im nicht ausgehärteten Zustand den Vorteil einer hohen Fließfähigkeit, was zu einem erleichterten Einbringen des Füllmaterials in den Luftspalt sowie zu hoher Homogenität und hoher Maßgenauigkeit des Drosselkerns führt. Durch die erzielbare Härte des Füllmaterials werden zudem mechanische bzw. akustische Schwingungen der Drossel bzw. des Drosselkerns zuverlässig unterbunden.

[0012] Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass das anorganische Bindemittel zumindest eine Art wassergehärteten Zements umfasst. Dieser kann durch Zugabe von Wasser in pastöser Form besonders einfach in den Luftspalt eingebracht werden und bindet anschließend selbständig an Luft ab. Auf diese Weise kann die Drossel besonders einfach und kostengünstig hergestellt werden. Ein derartiges Füllmaterial bietet zudem die Vorteile der Geruchlosigkeit, einer hohen Temperatur- und Temperaturwechselbeständigkeit, einer niedrigen Toxizität sowie einer chemischen Stabilität gegenüber Ölen, Lösungsmitteln und den meisten organischen und anorganischen Säuren.

[0013] Dabei hat es sich in weiterer Ausgestaltung als vorteilhaft gezeigt, dass der Zement ein Silikat, vorzugsweise Zirkonsilikat und/oder Natriumsilikat und/oder Kalziumsilikat, und/oder ein Oxid, vorzugsweise Siliziumdioxid und/oder Magnesiumoxid und/oder Aluminiumoxid und/oder Eisenoxid und/oder Kalziumoxid, und/oder ein Hydroxid, vorzugsweise Kalziumhydroxid, und/oder ein Sulfat, vorzugsweise Kalziumsulfat, und/oder ein Phosphat umfasst, vorzugsweise Magnesiumphosphat. Bei Verwendung dieser Materialien können die mechanischen und chemischen Eigenschaften des Zements optimal an die Herstellungs- und Einsatzbedingungen der Drossel angepasst werden.

[0014] In einem weiteren Aspekt der Erfindung wird ein Verfahren zum Herstellen einer Drosselkerneinheit für eine Drossel gemäß Anspruch 5 bereitgestellt. Auf diese Weise wird die Rissbildung im Luftspalt der Drosselkerneinheit der Drossel bzw. im magnetisierbaren Material des Drosselkerns zuverlässig verhindert, da die insbesondere bei längerem Betrieb der Drossel entstehenden Temperaturschwankungen hierdurch zu einem vergleichbaren temperaturabhängigen Ausdehnungsverhalten des Drosselkerns bzw. des Spalts und des Füllmaterials führen. Dies bewirkt, dass keine Risse oder mechanischen Schäden auftreten und die Lebensdauer der Drosselkerneinheit bzw. der mit dieser versehenen Drossel erheblich verlängert wird. Neben den hierdurch erzielbaren Kostenvorteilen wird zusätzlich sichergestellt, dass es im Laufe des Betriebs der Drossel nicht zu störenden Schallemissionen bei von Menschen hörbaren Frequenzen kommt.

[0015] Es hat sich als vorteilhaft gezeigt, wenn als Material des Drosselkerns zumindest eine Ferritart verwendet wird. Mit Hilfe eines aus zumindest einer Ferritart gefertigten Drosselkerns können aufgrund der sehr hohen Permeabilitätswerte entsprechend hohe Induktivitäten der Drossel bei geringem Bauraumbedarf erreicht werden. In Kombination mit wasserhärtbarem Zement als Füllmaterial ist eine chemisch und mechanisch stabile Materialpaarung mit sehr ähnlichen Wärmeausdehungskoeffizient-Werten der einzelnen Komponenten gegeben, wodurch eine etwaige Rissbildung beim Betrieb der Drosselkerneinheit oder ein Brechen des Drosselkerns zuverlässig ausgeschlossen wird.

[0016] Die Drosselkerneinheit kann dabei besonders schnell, einfach und kostengünstig hergestellt werden, indem der Zement zunächst mit einer vorgegebenen Menge Wasser vermischt und anschließend in den Luftspalt eingebracht wird. Aufgrund der guten Fließeigenschaften und Dosierbarkeit des Füllmaterials wird der Luftspalt ohne zusätzliche Bearbeitungsschritte homogen gefüllt, wodurch eine besonders hohe mechanische Festigkeit erzielt wird. Das anschließende Abbinden des Zements erfolgt an Luft.

[0017] Dabei kann ebenfalls vorgesehen sein, dass das Füllmaterial nach dem Einbringen in den Luftspalt in diesem verpresst wird. Auf diese Weise wird ein zumindest annähernd vollständiges Ausgefülltsein des Luftspalts und eine entsprechend hohe mechanische Festigkeit und Belastbarkeit der Drosselkerneinheit sichergestellt.

[0018] Eine weitere Erhöhung der mechanischen Belastbarkeit der Drosselkerneinheit wird in weiterer Ausgestaltung dadurch erzielt, dass beim Einbringen des Füllmaterials oder nach weiteren Bearbeitungsschritten gewährleistet wird, dass ein Kraftschluss zwischen dem

Drosselkern und einem Spulenkörper der Drossel hergestellt wird. Dies kann beispielsweise durch Verpressen des Füllmaterials in den Luftspalt oder durch Zusammenpressen des Drosselkerns erfolgen. Überschüssiges Füllmaterial quillt hierbei gegebenenfalls über und kann einfach entfernt werden.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0019] Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich anhand der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen sowie anhand der Zeichnungen, in welchen gleiche oder funktionsgleiche Elemente mit identischen Bezugszeichen versehen sind. Dabei zeigen:

Fig. 1 eine seitliche Schnittansicht eines Ausführungsbeispiels einer Drosselkerneinheit für eine Drossel;

Fig. 2 Spektren für die anregungsfrequenzabhängigen Schwingungen zweier Drosseln; und

Fig. 3 eine vergrößerte Ansicht des in Fig. 2 gezeigten Bereichs III.

Bevorzugte Ausführung der Erfindung

[0020] Fig. 1 zeigt eine seitliche Schnittansicht einer Drosselkerneinheit 10, wie sie für eine Drossel verwendbar ist. Die Drosselkerneinheit 10 umfasst einen Drosselkern 12, welcher aus zwei im Querschnitt E- förmigen Drosselkernteilen 12a, 12b besteht. Die Drosselkernteile 12a, 12b sind um einen im Querschnitt doppel- T- förmigen Spulenkörper 14 angeordnet, der seinerseits zur Erhöhung einer Induktivität der Drossel dient, wenn er mehrfach mit einem nicht dargestellten elektrischen Leiters umwickelt ist. Zwischen den Drosselkernteilen 12a, 12b und dem Spulenkörper 14 befindet sich ein Luftspalt 16, welcher in unterschiedlichen Abschnitten 16a- c unterschiedliche Spaltdicken aufweist. Zur mechanischen Stabilisierung ist in den Abschnitt 16b des Luftspalts 16, welcher einen Mittelpfad der Drossel bildet, ein Füllmaterial 18 eingebracht. Die die Außenschenkel der beiden Drosselkernteile 12a, 12b bildenden Abschnitte 16a, 16c des Luftspalts 16, welche vorliegend eine Dicke zwischen 0, 01 mm und 0, 05 mm besitzen, sind mit einem Klebstoff verklebt, wodurch im magnetischen Kreis ein zusätzlicher Luftspalt 16 erzeugt wird. Der Drosselkern 12 ist im vorliegenden Ausführungsbeispiel aus einer Ferritart gefertigt und besitzt dadurch einen Wärmeausdehnungskoeffizienten α_D, dessen Wert etwa im Bereich zwischen $11*10^{-6}$/K und $12*10^{-6}$/K liegt. Zur Verlängerung der Betriebs- und Lebensdauer der Drosselkerneinheit 10 bzw. der mit dieser versehenen Drossel ist das Füllmaterial 18 derart ausgebildet, dass es einen Wärmeausdehnungskoeffizienten α_F gemäß Anspruch 1 besitzt. Auf diese Weise ist gewährleistet, dass während des Betriebs der Drossel bzw. der Drosselkerneinheit 10 auftretende Temperaturschwankungen zu vergleichbaren Abmessungsänderungen des Drosselkerns 12 bzw. des Luftspalts 16 einerseits und des Füllmaterials 18 andererseits führen. Hierdurch werden eine Rissbildung und eine damit verbundene Störgeräuschentstehung vermieden. Das Füllmaterial 18 kann beispielsweise einen Zirkoniumbasierten, wasserhärtenden Zement umfassen, welcher einen Wärmeausdehnungskoeffizienten α_F mit einem Wert von etwa 4, $7*10^{-6}$/K besitzt. Dieses Füllmaterial 18 weist eine hohe elektrische Isolierfähigkeit, eine hohe Widerstandsfähigkeit gegen thermischen Schock, eine hohe Temperaturbeständigkeit sowie eine hohe chemische Beständigkeit auf und ist aufgrund seiner Geruchlosigkeit und geringen Toxizität problemlos handhabbar. Grundsätzlich eignen sich die meisten anorganischen und silikat- basierten Zementarten als Füllmaterial 18, da diese üblicherweise Wärmeausdehnungskoeffizienten α_F mit Werten zwischen etwa 4, $0*10^6$/K und 18, $0*10^{-6}$/K besitzen.

[0021] Beispielsweise kann als Füllmaterial 18 ein chemisch abbindender Zement verwendet werden, welcher Magnesiumoxid, Zirkonsilikat und Magnesiumphosphat umfasst. Ein solches Füllmaterial 18 besitzt dabei im ausgehärteten Zustand ebenfalls einen Wärmeausdehnungskoeffizienten α_F mit einem Wert von etwa 4, $7*10^{-6}$/K. Ebenfalls als Füllmaterial 18 denkbar ist ein chemisch abbindender Zement, welcher auf Quarz und Natriumsilikat basiert. Dieses Füllmaterial 18 besitzt je nach konkreter Ausgestaltung einen Wärmeausdehnungskoeffizienten α_F mit Werten zwischen etwa 7, $5*10^{-6}$/K und 17, $5*10^{-6}$/K und ist besonders säurefest. Im Gegensatz hierzu besitzen aus dem Stand der Technik bekannte, Epoxid- Harze umfassende Füllmaterialien 18 Wärmeausdehnungskoeffizienten α_F mit Werten von etwa $60*10^{-6}$/K, wodurch es bei thermischer Belastung schnell zu Rissbildungen und unerwünschten Schallemissionen kommt.

[0022] In einer weiteren Ausführungsform besteht das Füllmaterial aus einem Gemisch von 75 Gew.% eines Zirkonkittes (z.B. Zircon Potting Cement NO. 13 der Fa. Sauereisen, Pittsburgh) und 25 Gew.% Sand (z.B. Grade 1 [A7-1] Sand). Gemäß Anspruch 1 ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass ein Füllmaterial 18 verwendet wird, welches einen Wärmeausdehnungskoeffizienten-Wert α_F aufweist, der im Vergleich zum Wärmeausdehnungskoeffizienten-Wert α_D des magnetisierbaren Materials des Drosselkerns 12 zwischen 10% und 50% erhöht ist. Dies kann beispielsweise durch entsprechende Wahl des Füllmaterials 18 oder durch Beimengen von zusätzlichen Substanzen mit entsprechenden Wärmeausdehnungskoeffizienten-Werten α_s zum Füllmaterial 18 erreicht werden. Durch die höhere Temperatur im mittleren Abschnitt 16b gegenüber den lateralen Abschnitten 16a, 16c des Luftspalts 16 dehnt sich das Füllmaterial 18 dadurch stärker als das magnetisierbare Material des Drosselkerns 12 auf äquivalenter Länge. Daraus resultiert eine mit steigender Temperatur zunehmende mechani-

sche Vorspannung des inneren Bereichs des Drosselkerns 12, wodurch die mechanische Schwingfähigkeit der Drosselkerneinheit 10 und die resultierenden Schallemissionen zusätzlich reduziert werden.

[0023] Zur Herstellung der Drosselkerneinheit 10 wird der jeweilige Zement zunächst mit der erforderlichen Menge Wasser vermischt, z.B. mit 7,5 Gew.% destilliertem Wasser zum Gesamtgewicht des Zements, um eine pastöse Masse zu erhalten, und in den Abschnitt 16b des Luftspalts 16 eingebracht. Durch Zusammenpressen der beiden Drosselkernteile 12a, 12b wird ein Kraftschluss zwischen dem Drosselkern 12 und dem Spulenkörper 14 hergestellt, so dass nach dem Aushärten des Zements ein mechanisch besonders stabiler Verbund entsteht. Beim Zusammenpressen quillt das Füllmaterial 18 im mittleren Abschnitt 16b über und verfüllt den Luftspalt 16 zumindest überwiegend. Überschüssiges Füllmaterial 18 kann einfach entfernt werden. Zur Verbesserung der Fließfähigkeiten können dem Füllmaterial 18 optional Additive beigegeben werden.

[0024] Das Aushärten geschieht in drei Stufen, in der ersten Stufe wird zwischen 10h und 30h bei Raumtemperatur vorgehärtet, danach für ca. 3h bei 50°C und schließlich bei 70°C für weitere etwa 3h ausgehärtet. Nach dem _Abkühlen kann die Drosselkerneinheit 10 dann Schlusslackiert werden.

[0025] Fig. 2 zeigt zwei Spektren, nämlich zum ersten eine Spektralkurve 20a, die die Stärke der mechanischen Schwingung in Abhängigkeit von der Anregungsfrequenz f wiedergibt, bei einer aus dem Stand der Technik bekannten Drossel ohne Füllmaterial 18. Zum zweiten ist in Fig. 2 eine Spektralkurve 20b, die die Stärke der mechanischen Schwingung in Abhängigkeit von der Anregungsfrequenz f wiedergibt, bei einer Drossel abgebildet, welche mit der in Fig. 1 gezeigten Drosselkerneinheit 10 versehen ist. Der um den Spulenkörper 14 gewickelte elektrische Leiter wird in beiden Fällen mit einem sinusförmigen Anregungsstrom mit Anregungsfrequenzen f zwischen 10 kHz und 30 kHz betrieben. Auf der Ordinate der Graphen sind die resultierenden Schwingungen FFT des Drosselkerns 12 mit den höchsten Amplituden in m/s aufgetragen. Aus Fig. 2 ist dabei leicht erkennbar, dass die Spektralkurve 20a aufgrund der geringen mechanischen Stabilität des Luftspalts 16 insbesondere im Bereich von für den Menschen hörbaren Frequenzen zwischen 16 kHz und 19 kHz einen Peak der mechanischen Schwingungen aufweist, wodurch eine starke, unerwünschte Schallemission erzeugt wird. Demgegenüber zeigt der Amplitudenverlauf des Spektrums 20b ein Maximum bei etwa 28 kHz bis 29 kHz. Diese Schwingungen befinden sich außerhalb des Hörbereiches. Die mechanischen Schwingungen der Drosselkerneinheit 10 und somit auch der Schalldruckpegel gehen daher im Hörbereich im Vergleich zu einer mit einer aus dem Stand der Technik bekannten Drosselkerneinheit versehenen Drossel deutlich zurück.

[0026] Fig. 3 zeigt zur weiteren Verdeutlichung dieses Umstands eine vergrößerte Ansicht des in Fig. 2 gezeigten Diagrammbereichs III bei Anregungsfrequenzen f zwischen 27 kHz und 30 kHz.

Patentansprüche

1. Drossel mit einem elektrischen Leiter zum Erzeugen eines Magnetfelds und mit zumindest einer, im Bereich des Leiters angeordneten Drosselkerneinheit (10), welche einen Drosselkern (12) aus zwei Drosselkernteilen (12a, 12b) aus einem magnetisierbaren Material sowie wenigstens einen Luftspalt (16) umfasst, wobei zur mechanischen Stabilisierung ein Füllmaterial (18) zumindest in einen Teil des Luftspalts (16) eingebracht ist, wobei das Füllmaterial (18) derart ausgebildet ist, dass es einen Wärmeausdehnungskoeffizienten (α_F) aufweist, der im Vergleich zu demjenigen des magnetisierbaren Materials des Drosselkerns zwischen 10% und 50% erhöht ist,
   dadurch gekennzeichnet, dass das Füllmaterial einen wassergehärteten Zement umfasst, der unter Zugabe von Wasser als pastöse Masse vorliegt, die in einen Abschnitt (16b) des Luftspalts (16) eingebracht wird, und durch Zusammenpressen der beiden Drosselkernteile (12a, 12b) ein Kraftschluss zwischen dem Drosselkern (12) und dem Spulenkörper (14) hergestellt wird, so dass nach dem Aushärten des Füllmaterials (18) ein mechanisch besonders stabiler Verbund entsteht.

2. Drossel nach Anspruch 1 ,
   dadurch gekennzeichnet, dass
   das magnetisierbare Material, aus dem der Drosselkern (12) besteht, zumindest eine Ferritart und/oder ein Eisenpulver und/oder ein Molypermalloy-Pulver und/oder einen nanokristallinen Magnetwerkstoff umfasst.

3. Drossel nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der elektrische Leiter, vorzugsweise mehrfach, auf einen Spulenkörper (14) gewickelt ist.

4. Drossel nach Anspruch 1 bis 3,
   dadurch gekennzeichnet, dass
   der Zement ein Silikat umfasst, vorzugsweise Zirkonsilikat und/oder Natriumsilikat und/oder Kalziumsilikat, und/oder ein Oxid umfasst, vorzugsweise Siliziumdioxid und/oder Magnesiumoxid und/oder Aluminiumoxid und/oder Eisenoxid und/oder Kalziumoxid, und/oder ein Hydroxid umfasst, vorzugsweise Kalziumhydroxid, und/oder ein Sulfat umfasst, vorzugsweise Kalziumsulfat, und/oder ein Phosphat umfasst, vorzugsweise Magnesiumphosphat.

5. Verfahren zum Herstellen einer Drosselkerneinheit (10) für eine Drossel, bei welchem ein Drosselkern

(12) aus zwei Drosselkernteilen (12a, 12b) aus einem magnetisierbaren Material mit wenigstens einem Luftspalt (16) bereitgestellt und ein Füllmaterial (18) zur mechanischen Stabilisierung zumindest in einen Teil des Luftspalts (16) eingebracht wird, wobei ein Füllmaterial (18) ausgewählt wird, dessen Wärmeausdehnungskoeffizient (α_F) im Vergleich zu demjenigen des magnetisierbaren Materials des Drosselkerns zwischen 10% und 50% erhöht ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Füllmaterial einen wasserhärtbaren Zement umfasst, der unter Zugabe von Wasser als pastöse Masse vorliegt, die in einen Abschnitt (16b) des Luftspalts (16) eingebracht wird, und durch Zusammenpressen der beiden Drosselkernteile (12a, 12b) ein Kraftschluss zwischen dem Drosselkern (12) und dem Spulenkörper (14) hergestellt wird, so dass nach dem Aushärten des Füllmaterials (18) ein mechanisch besonders stabiler Verbund entsteht.

6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** als magnetisierbares Material für den Drosselkern (12) zumindest eine Ferritart verwendet wird.

Claims

1. Inductor having an electrical conductor for generating a magnetic field and having at least one inductor core unit (10) which is arranged in the region of the conductor and comprises an inductor core (12) composed of two inductor core parts (12a, 12b) composed of a magnetizable material and also at least one air gap (16), a filling material (18) being introduced at least into part of the air gap (16) for the purpose of mechanical stabilization, wherein the filling material (18) is embodied in such a way that it has a coefficient of thermal expansion (α_F) which is increased between 10% and 50% in comparison with that of the magnetizable material of the inductor core, **characterized in that** the filling material comprises a water-hardened cement which, with addition of water, is present as a pasty composition which is introduced into a section (16b) of the air gap (16), and by means of compression of the two inductor core parts (12a, 12b), a force-locking connection is produced between the inductor core (12) and the coil former (14), such that an assembly that is particularly stable mechanically arises after the filling material (18) has cured.

2. Inductor according to Claim 1, **characterized in that** the magnetizable material of which the inductor core (12) is composed comprises at least one type of ferrite and/or an iron powder and/or a molypermalloy powder and/or a nanocrystalline magnetic material.

3. Inductor according to either of Claims 1 and 2, **characterized in that** the electrical conductor is wound, preferably multiply, onto a coil former (14).

4. Inductor according to Claims 1 to 3, **characterized in that** the cement comprises a silicate, preferably zirconium silicate and/or sodium silicate and/or calcium silicate, and/or comprises an oxide, preferably silicon dioxide and/or magnesium oxide and/or aluminum oxide and/or iron oxide and/or calcium oxide, and/or comprises a hydroxide, preferably calcium hydroxide, and/or comprises a sulfate, preferably calcium sulfate and/or comprises a phosphate, preferably magnesium phosphate.

5. Method for producing an inductor core unit (10) for an inductor, in which an inductor core (12) composed of two inductor core parts (12a, 12b) composed of a magnetizable material with at least one air gap (16) is provided and a filling material (18) is introduced at least into part of the air gap (16) for the purpose of mechanical stabilization, wherein a filling material (18) is chosen, the coefficient of thermal expansion (α_F) is increased between 10% and 50% in comparison with that of the magnetizable material of the inductor core, **characterized in that** the filling material comprises a water-hardenable cement which, with addition of water, is present as a pasty composition which is introduced into a section (16b) of the air gap (16), and by means of compression of the two inductor core parts (12a, 12b), a force-locking connection is produced between the inductor core (12) and the coil former (14), such that an assembly that is particularly stable mechanically arises after the filling material 18 has cured.

6. Method according to Claim 5, **characterized in that** at least one type of ferrite is used as magnetizable material for the inductor core (12).

Revendications

1. Bobine d'arrêt comportant un conducteur électrique pour générer un champ magnétique, et au moins une unité de bobine d'arrêt (10) située dans la zone du conducteur, laquelle unité comprend un noyau de bobine d'arrêt (12) composé de deux parties de noyau de bobine d'arrêt (12a, 12b) en un matériau magnétisable ainsi qu'au moins un entrefer (16), un matériau de remplissage (18) étant introduit au moins dans une partie de l'entrefer (16) pour assurer la stabilisation mécanique, le matériau de remplissage (18) étant tel qu'il présente un coefficient de

dilatation thermique (α_F) qui est de 10 % à 50 % supérieur en comparaison avec celui du matériau magnétisable du noyau de bobine d'arrêt,
caractérisée en ce que le matériau de remplissage comprend un ciment durci à l'eau qui, lorsqu'on y ajoute de l'eau, se présente sous la forme d'une masse pâteuse qui est introduite dans une partie (16b) de l'entrefer (16), et **en ce que** la compression des deux parties de noyau de bobine d'arrêt (12a, 12b) l'une contre l'autre permet de réaliser une complémentarité par adhérence entre le noyau de bobine d'arrêt (12) et le corps de bobine (14), de sorte qu'un assemblage mécaniquement particulièrement stable se forme après le durcissement du matériau de remplissage (18).

2. Bobine d'arrêt selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** le matériau magnétisable dont se compose le noyau de bobine d'arrêt (12) comprend au moins un type de ferrite et/ou une poudre de fer et/ou une poudre de molypermalloy et/ou un matériau magnétique nanocristallin.

3. Bobine d'arrêt selon l'une des revendications 1 ou 2, **caractérisée en ce que** le conducteur électrique est enroulé, de préférence plusieurs fois, sur un corps de bobine (14).

4. Bobine d'arrêt selon la revendication 1 à 3, **caractérisée en ce que** le ciment comprend un silicate, de préférence un silicate de zircon et/ou un silicate de sodium et/ou un silicate de calcium, et/ou comprend un oxyde, de préférence un dioxyde de silicium et/ou un oxyde de magnésium et/ou un oxyde d'aluminium et/ou un oxyde de fer et/ou un oxyde de calcium, et/ou comprend un hydroxyde, de préférence un hydroxyde de calcium, et/ou comprend un sulfate, de préférence un sulfate de calcium, et/ou comprend un phosphate, de préférence un phosphate de magnésium.

5. Procédé de fabrication d'une unité de noyau de bobine d'arrêt (10) pour une bobine d'arrêt, selon lequel un noyau de bobine d'arrêt (12) composé de deux parties de noyau de bobine d'arrêt (12a, 12b) en un matériau magnétisable et présentant au moins un entrefer (16) est fourni et un matériau de remplissage (18) est introduit au moins dans une partie de l'entrefer (16) pour assurer la stabilisation mécanique, le choix du matériau de remplissage (18) se portant sur un matériau tel que son coefficient de dilatation thermique (α_F) est de 10 % à 50 % supérieur en comparaison avec celui du matériau magnétisable du noyau de bobine d'arrêt,
caractérisé en ce que le matériau de remplissage comprend un ciment durcissable à l'eau qui, lorsqu'on y ajoute de l'eau, se présente sous la forme d'une masse pâteuse qui est introduite dans une partie (16b) de l'entrefer (16), et **en ce que** la compression des deux parties de noyau de bobine d'arrêt (12a, 12b) l'une contre l'autre permet de réaliser un assemblage mécanique entre le noyau de bobine d'arrêt (12) et le corps de bobine (14), de sorte qu'un assemblage mécaniquement particulièrement stable se forme après le durcissement du matériau de remplissage (18).

6. Procédé selon la revendication 5, **caractérisé en ce qu'**est utilisé, en tant que matériau magnétisable pour le noyau de bobine d'arrêt (12), au moins un type de ferrite.

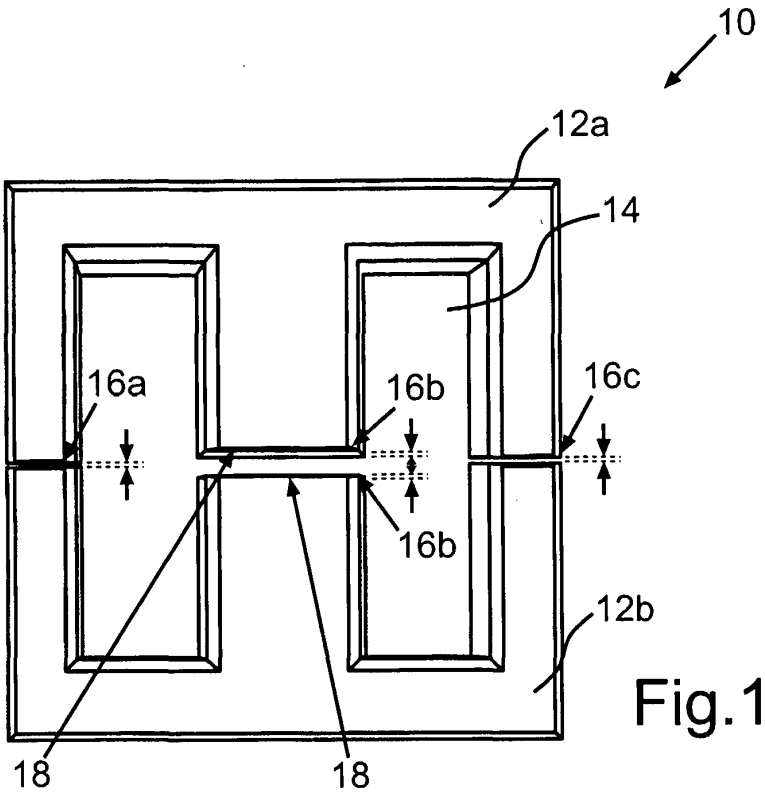

10
12a
14
16a
16b
16c
16b
12b
18
18

Fig.1

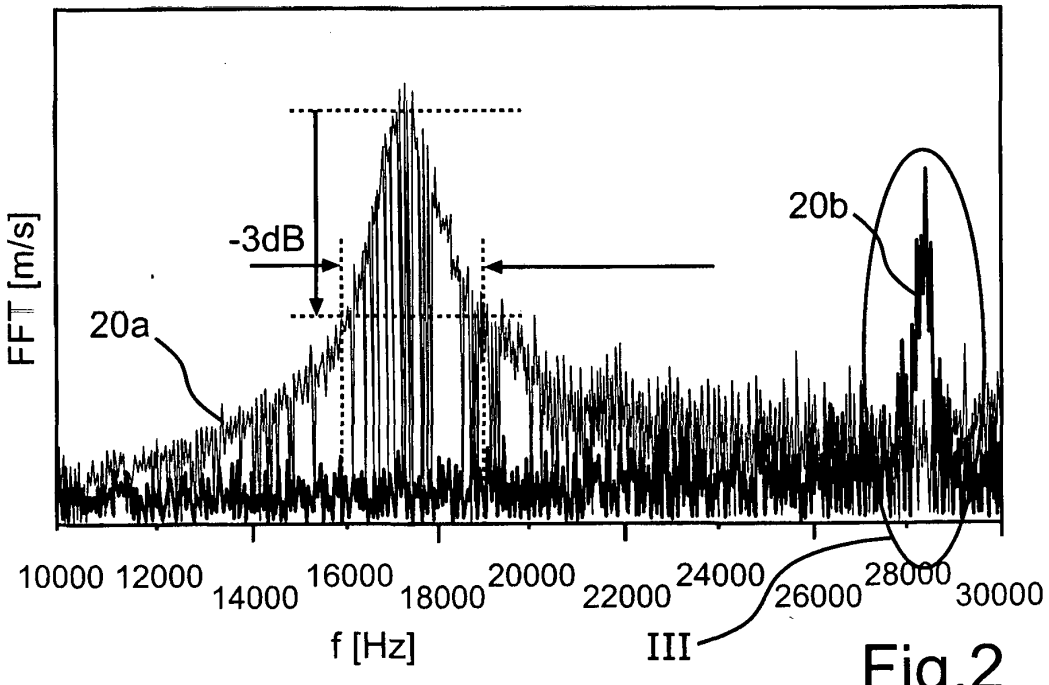

FFT [m/s]
-3dB
20a
20b
10000
12000
14000
16000
18000
20000
22000
24000
26000
28000
30000
f [Hz]
III

Fig.2

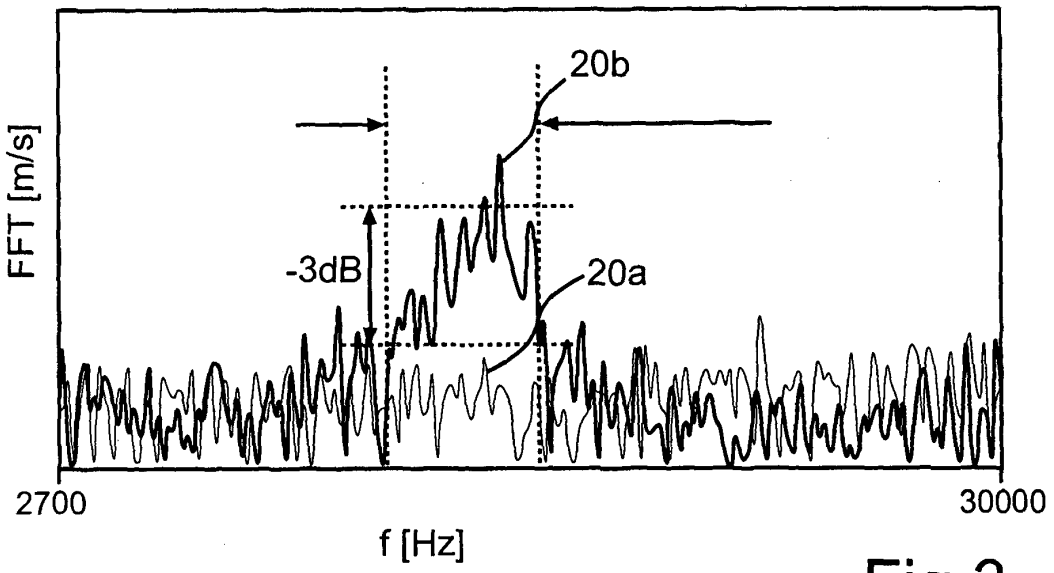


Fig.3

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

- FR 1364128 **[0002]**