



(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2011/158632**
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2011 102 027.9**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2011/062198**
(86) PCT-Anmeldetag: **27.05.2011**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **22.12.2011**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **28.03.2013**

(51) Int Cl.: **H01F 37/00 (2013.01)**
H01F 27/24 (2013.01)
H01F 27/255 (2013.01)
H01F 27/36 (2013.01)
H01F 41/04 (2013.01)

(30) Unionspriorität:
2010-137116 **16.06.2010** **JP**

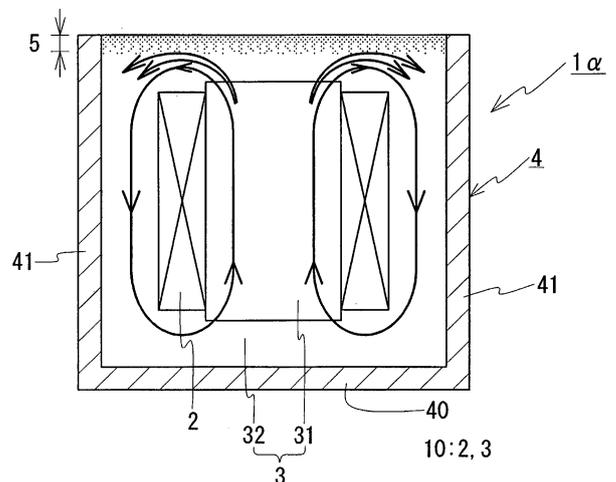
(74) Vertreter:
HOFFMANN - EITLE, 81925, München, DE

(71) Anmelder:
**Sumitomo Electric Industries, Ltd., Osaka-shi,
Osaka, JP**

(72) Erfinder:
Inaba, Kazuhiro, Osaka-shi, JP

(54) Bezeichnung: **Drossel und Verfahren zum Herstellen derselben**

(57) Zusammenfassung: Eine Drossel 1 α weist eine Spule 2, einen Magnetkern 3, an dem die Spule 1 angeordnet ist, und ein Gehäuse 4 auf, das einen Aufbau 10 der Spule 2 und des Magnetkerns 3 beinhaltet. Der Magnetkern 3 weist einen Innenkernabschnitt 31, der in die Spule 2 eingesetzt ist, und einen Kopplungskernabschnitt 32 auf, der um die Spule 2 angeordnet ist. Der Kopplungskernabschnitt 32 besteht aus einer Mischung von Magnetpulver und Harz. Die Spule 2 ist mit dem Kopplungskernabschnitt 32 bedeckt und ist innerhalb des Gehäuses 4 in einem abgedichteten Zustand eingeschlossen. Die Drossel 1 weist in einer äußersten Oberflächenseite, die an einer Öffnung des Gehäuses 4 freiliegt, eine Magnetschutzschicht 5 auf, die aus einem Nicht-Magnetpulver, das ein kleineres spezifische Gewicht als das Magnetpulver aufweist und elektrische Leitfähigkeit aufweist, und aus dem Harz besteht. Eine kleine Drossel, die imstande ist, Magnetfluss zu reduzieren, der zu der Außenseite austritt, wird dadurch geschaffen. Ein Verfahren zum Herstellen einer kleinen Drossel, die imstande ist, Magnetfluss zu reduzieren, der zu der Außenseite austritt, wird auch geschaffen, das die Drossel 1 α durch Füllen des Gehäuses 4 mit einer Mischung aus Magnetpulver, Nicht-Magnetpulver und Harz, Herstellen eines Zustands, wo das Nicht-Magnetpulver zu der Öffnungsseite des Gehäuses geschwommen ist und das Magnetpulver auf der Bodenseite des Gehäuses abgeschieden ist, und Härten des Harzes herstellt.



Beschreibung

Darstellung der Erfindung

Technisches Gebiet

Technische Aufgabe

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Drossel, die als eine Komponente für eine Leistungs-umrichtungs-vorrichtung, z. B. einen in einem Fahrzeug geladenen DC-DC-Umrichter, verwendet wird und ein Verfahren zum Herstellen der Drossel. Insbesondere betrifft die vorliegende Erfindung eine Drossel, die Magnetfluss reduzieren kann, der nach außen austritt, und die eine kleine Größe aufweist.

[0005] Jedoch geht die Drossel aus dem Stand der Technik mit einem Risiko eines Austretens von Magnetfluss nach außen einher.

Stand der Technik

[0002] Es liegt eine Drossel als eines von Teilen eines Kreises für Betätigungen von Herauftransformieren und Heruntertransformieren einer Spannung vor. In einer herkömmlichen Ausbildung einer Drossel, die z. B. in einem Umrichter verwendet wird, der in ein Fahrzeug, wie z. B. ein Hybrid-Auto, geladen ist, ist ein Paar Spulen, die jeweils durch Wickeln eines Drahtes ausgebildet sind, Seite an Seite um entsprechende Teile eines Magnetkerns angeordnet, der eine ringförmige Form, z. B. eine O-ähnliche Form, aufweist.

[0006] Wenn das Gehäuse nicht verwendet wird und magnetische Permeabilität in einem Abschnitt des Magnetkerns gering ist, dessen Abschnitt zur Außenseite hin freiliegt, ist der Magnetfluss imstande, aufgrund eines kleinen Unterschieds der magnetischen Permeabilität zwischen dem freiliegenden Abschnitt des Magnetkerns und dem Äußeren (gewöhnlicherweise der Atmosphäre) leicht nach außen aufzutreten. Wenn insbesondere der Außenkern aus der oben erwähnten Magnetmischung besteht, ist der Magnetfluss imstande, noch leichter nach außen auszutreten, weil die magnetische Permeabilität dazu neigt sich zu reduzieren, wenn der Inhalt des Harzes in der Magnetmischung zunimmt.

[0003] Patentliteratur (PTL) 1 offenbart eine Drossel, die eine Spule und den sogenannten topfartigen Kern aufweist, d. h. einen Magnetkern, der einen E-E-förmigen Querschnitt aufweist, wobei der Kern einen Innenkern, der innerhalb der Spule angeordnet ist, und einen Außenkern aufweist, der so angeordnet ist, dass er im Wesentlichen einen gesamten Außenrand der Spule bedeckt. Der topfartige Kern weist eine kleine Größe auf und ist als Komponente brauchbar, die in ein Fahrzeug geladen ist, wo ein Installationsraum klein ist. Insbesondere kann die in der PTL 1 offenbarte Drossel in einer kleineren Größe hergestellt werden, indem eine Sättigungsmagnetflussdichte des Innenkerns höher als die des Außenkerns festgelegt wird, sodass ein Querschnittsbereich des Innenkerns reduziert wird, indem die magnetische Permeabilität des Außenkerns geringer als die des Innenkerns festgelegt ist, sodass auf ein Spaltelement verzichtet wird, oder indem eine strukturelle Ausbildung gestaltet wird, die kein Gehäuse verwendet. Ferner offenbart die PTL 1 als ein Bestandteilmaterial des Außenkerns eine Mischung aus Magnetpulver und Harz (nachfolgend als „Magnetmischung“ bezeichnet).

[0007] In einer Drossel **100**, die z. B. in **Fig. 5** dargestellt ist, kann Austreten von Magnetfluss dadurch reduziert werden, dass in einem Gehäuse **140**, das aus einem nicht-magnetischen Material, z. B. Aluminium, besteht, ein Aufbau **110** eines Magnetkerns **130**, der einen Innenkern **131** und einen Außenkern **132** aufweist, und einer Spule **120** enthalten ist. Sogar in dem Fall ist es jedoch schwierig, den Magnetfluss zu reduzieren, der zu der Außenseite des Gehäuses **140** durch eine Öffnung des Gehäuses **140** austritt. Der Magnetfluss, der nach außerhalb des Gehäuses **140** austritt, kann z. B. durch Vergrößern des Gehäuses **140** reduziert werden, wie in den Einpunkte-Kettenlinien in **Fig. 5** angegeben, um einen Abstand L von einer Endoberfläche der Spule **120** zu der Öffnung des Gehäuses **140** zu erhöhen, d. h. durch Erhöhen der Dicke des Außenkerns **132** auf der Seite, die nahe der Öffnung des Gehäuses **140** ist. Jedoch erhöht solch eine Struktur die Höhe der Drossel und führt zu einer größeren Größe der Drossel.

Literaturliste

[0008] Dementsprechend ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Drossel zu schaffen, die weniger dazu neigt, ein Austreten von Magnetfluss zu der Außenseite zu verursachen, und die eine kleine Größe aufweist. Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Drosselherstellungsverfahren zu schaffen, das imstande ist, eine Drossel herzustellen, die weniger dazu neigt, ein Austreten von Magnetfluss nach außen zu verursachen, und die eine kleine Größe aufweist.

Patentliteratur

[0004]

PTL 1: Japanische ungeprüfte Patentanmeldung
Veröffentlichungsnummer 2009-033051

Problemlösung

[0009] In der Drossel **100**, die in **Fig. 5** gezeigt ist, ist es denkbar, z. B. die Öffnung des Gehäuses **140** mit einem Abdeckelement aus einem nicht-magneti-

schen Material zu bedecken. In diesem Fall jedoch sind Schrauben oder Ähnliches zum Befestigen des Abdeckelements an dem Gehäuse zusätzlich zu dem Abdeckelement nötig. Dies erhöht nicht nur die Anzahl an Teilen, sondern auch die Anzahl an Aufbausritten aufgrund der Notwendigkeit, das Gehäuse anzubohren, das Abdeckelement anzuordnen und die Schrauben oder Ähnliches anzuordnen und zu befestigen, wodurch die Produktivität der Drossel reduziert wird. Des Weiteren besteht, falls ein Spalt zwischen dem Abdeckelement und dem Magnetkern erzeugt worden ist, ein Risiko, dass der Magnetfluss durch den Spalt austreten kann. Die Erzeugung des Spalts kann z. B. durch Ausbilden des Außenkerns mit der oben genannten Magnetmischung und durch Einbetten eines Teils des Abdeckelements in das Harz der Magnetmischung verhindert werden, bevor das Harz aushärtet. In dem Fall, insbesondere durch Ausbilden des Abdeckelements, sodass es eine Außenkontur in einer konkav-konvexen Form aufweist, kann ein Kontaktbereich zwischen dem Abdeckelement und der Magnetmischung so erhöht werden, dass der Spalt schwerer zu erzeugen ist. Darüber hinaus kann auf Befestigungselemente, wie z. B. Schrauben, verzichtet werden, wenn das Abdeckelement in die Magnetmischung eingebettet ist. Nichtsdestoweniger wird das Abdeckelement zusätzlich benötigt.

[0010] Angesichts der vorhergehenden Situation löst die vorliegende Erfindung die oben genannte Aufgabe mit einer Drossel, die eine Magnetschutzschicht aufweist, die in einem äußersten Oberflächenabschnitt des Magnetkerns zu derselben Zeit wie der Magnetkern ausgebildet werden kann, wenn der Magnetkern hergestellt wird, ohne getrennt ein Abdeckelement vorzubereiten, das unabhängig von einem Gehäuse ist, und Anpassen des Abdeckelements an das Gehäuse.

[0011] Die Drossel gemäß der vorliegenden Erfindung weist eine Spule, die durch Wickeln eines Drahtes erzeugt worden ist, einen Magnetkern, an dem die Spule angeordnet ist, und ein Gehäuse auf, das eine Öffnung aufweist und einen Aufbau der Spule und des Magnetkerns beinhaltet. Die Spule ist innerhalb des Gehäuses in einem abgedichteten Zustand eingeschlossen, während zumindest ein Teil eines äußeren Rands der Spule mit dem Magnetkern bedeckt ist. Eine Zone des Magnetkerns auf der Seite nahe der Öffnung des Gehäuses besteht aus einer Mischung aus Magnetpulver und Harz. Ferner weist die Drossel eine Magnetschutzschicht, die aus Nicht-Magnetpulver besteht, ein kleineres spezifisches Gewicht als das Magnetpulver und eine elektrische Leitfähigkeit auf, und ein Harz in einer äußersten Oberflächenzone auf, die an der Öffnungsseite des Gehäuses freiliegt, um die öffnungsseitige Zone des Magnetkerns zu bedecken.

[0012] Die Drossel gemäß der vorliegenden Erfindung kann auf einfache Weise hergestellt werden, z. B. durch eine der folgenden Herstellungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung. Ein erstes Drosselherstellungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen einer Drossel durch Beinhalten eines Aufbaus einer Spule, die durch Wickeln eines Drahts gebildet ist, und eines Magnetkerns, in dem die Spule angeordnet ist, in einem Gehäuse mit einer Öffnung. Das Verfahren umfasst einen Beinhaltungsschritt, einen Füllschritt und einen Härtungsschritt wie folgt.

(1) Beinhaltungsschritt: Schritt von Beinhalten der Spule in dem Gehäuse.

(2) Füllschritt: Schritt von Füllen einer Mischung aus Magnetpulver, Nicht-Magnetpulver mit einem kleineren spezifischen Gewicht als das Magnetpulver und mit elektrischer Leitfähigkeit und Harz in das Gehäuse, um einen äußeren Rand der Spule zu bedecken.

(3) Härtungsschritt: Schritt von Härten des Harzes nach Erreichen eines Zustands, wo das Nicht-Magnetpulver zu der Öffnungsseite des Gehäuses geschwommen ist und das Magnetpulver auf der Bodenseite des Gehäuses aufgrund einer Differenz des spezifischen Gewichts zwischen dem Magnetpulver und dem Nicht-Magnetpulver abgetrennt worden ist.

[0013] Ein weiteres Beispiel des Drosselherstellungsverfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung wird als das folgende Drosselherstellungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung durchgeführt. Ein zweites Drosselherstellungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen einer Drossel durch Beinhalten eines Aufbaus einer Spule, die durch Wickeln eines Drahts gebildet ist, und eines Magnetkerns, an dem die Spule angeordnet ist, in einem Gehäuse mit einer Öffnung. Das Verfahren umfasst einen Beinhaltungsschritt, einen Füllschritt der Magnetmischung und einen Füllschritt der Nicht-Magnetmischung wie folgt.

(1) Beinhaltungsschritt: Schritt von Beinhalten der Spule in dem Gehäuse.

(2) Füllschritt der Magnetmischung: Schritt von Füllen einer Mischung aus Magnetpulver und Harz in das Gehäuse, um einen Außenrand der Spule zu bedecken.

(3) Füllschritt der Nicht-Magnetmischung: Schritt von Füllen einer Mischung aus Nicht-Magnetpulver, das ein kleineres spezifisches Gewicht als das Magnetpulver aufweist und eine elektrische Leitfähigkeit aufweist, und eines Harzes über die Mischung des Magnetpulvers und des Harzes und Aushärten der Harze.

[0014] Während die Drossel gemäß der vorliegenden Erfindung die Struktur aufweist, die den Magnetkern, der den Außenrand der Spule bedeckt, und das Gehäuse aufweist, das die Öffnung aufweist, kann

die Drossel effektiv Magnetfluss reduzieren, der zu außerhalb des Gehäuses austritt, weil sie die Magnetschutzschicht, die im Wesentlichen aus einem nicht-magnetischen Material besteht, in der äußersten Oberflächenzone aufweist, die an der Öffnung des Gehäuses freiliegt. In der Drossel gemäß der vorliegenden Erfindung ist es insbesondere möglich, weil die Magnetschutzschicht integral mit dem Magnetkern durch Verwenden des Nicht-Magnetpulvers und des Harzes ausgebildet ist, was herkömmlich einen Teil des Magnetkerns darstellt, im Vergleich zu der Struktur, die ein unabhängiges Abdeckelement verwendet, einen Anstieg der Zahl von Teilen, die Befestigungselemente wie z. B. Schrauben umfassen, und der Anzahl an Schritten zu verhindern, die Anbringen des Abdeckelements an dem Gehäuse umfassen, und so eine höhere Produktivität sicherzustellen. Ferner ist die Drossel der vorliegenden Erfindung herkömmlicherweise in solch einem Zustand ausgebildet, dass in der Mischung des Magnetpulvers und des Harzes (nachfolgend als die „Magnetmischung“ bezeichnet), die den Magnetkern darstellt, das Magnetpulver in der äußersten Oberflächenzone, die an der Öffnung des Gehäuses freiliegt, mit dem Nicht-Magnetpulver ersetzt wird. Deshalb weist die Drossel eine geringere Größe auf als wenn das unabhängige Abdeckelement an dem Gehäuse angebracht wird. Darüber hinaus kann die Größe der Drossel gemäß der vorliegenden Erfindung klein gehalten werden, weil sie eine Drossel der Topfart ist, die nur eine Spule aufweist.

[0015] Mit dem Herstellungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung werden, weil die Magnetschutzschicht zur selben Zeit ausgebildet wird wie die Magnetmischung ausgebildet wird, die Schritte vom Ausbilden des Abdeckelements und Anordnen des Abdeckelements an dem Gehäuse nicht benötigt, und die Drossel kann mit höherer Produktivität verglichen mit der Struktur hergestellt werden, die das unabhängige Abdeckelement aufweist.

[0016] Insbesondere wird bei dem ersten Herstellungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung, wenn die Magnetmischung ausgebildet wird und die Magnetschutzschicht ausgebildet wird, nur ein Mischungsfüllschritt benötigt, wodurch die Anzahl von Schritten reduziert wird und höhere Produktivität der Drossel sichergestellt wird.

[0017] Insbesondere kann bei dem zweiten Herstellungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung, weil die Magnetmischung und die Mischung des Nicht-Magnetpulvers und des Harzes (nachfolgend als „Nicht-Magnetmischung“ bezeichnet) getrennt in das Gehäuse gefüllt werden, ein Zustand, wo das Nicht-Magnetpulver, das in der äußersten Oberflächenzone konzentriert ist, die an der Öffnung des Gehäuses freiliegt, auf verlässlichere Weise in einer kürzeren Zeit ausgebildet werden. Anders ausgedrückt

kann es, während das zweite Herstellungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung eine größere Anzahl an Schritten als das erste Herstellungsverfahren gemäß der Erfindung benötigt, eine Herstellungszeit verkürzen, weil eine Zeit, die zum Trennen des Magnetpulvers und des Nicht-Magnetpulvers bei dem ersten Herstellungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung benötigt wird, verkürzt oder weggelassen werden kann. So ist das zweite Herstellungsverfahren in der Produktivität der Drossel überlegen.

[0018] In einer Ausführungsform der Drossel gemäß der vorliegenden Erfindung weist der Magnetkern einen Innenkernabschnitt, der in die Spule eingesetzt ist, und einen Kopplungskernabschnitt auf, der einen Außenrand der Spule bedeckt und aus der Magnetmischung besteht, wobei der Innenkernabschnitt und der Kopplungskernabschnitt miteinander durch das Harz der Magnetmischung integriert sind.

[0019] Bei der oben beschriebenen Ausführungsform wird, wenn der Innenkernabschnitt und der Kopplungskernabschnitt miteinander verknüpft sind, kein Bonding-Schritt benötigt, weil kein Kleber benötigt wird, und der Magnetkern kann zur gleichen Zeit ausgebildet werden wie der Kopplungskernabschnitt ausgebildet wird. Ferner kann die Magnetschutzschicht auch zur selben Zeit ausgebildet werden wie der Kopplungskernabschnitt ausgebildet wird. Die Drossel wird bei der Bildung des Magnetkerns und der Magnetschutzschicht ausgebildet. Dementsprechend ermöglicht die oben beschriebene Ausführungsform die Bildung des Kopplungskernabschnitts, dass die Bildung des Magnetkerns, die Bildung der Magnetschutzschicht und die Fertigung der Drossel zur selben Zeit durchgeführt werden. So wird eine höhere Produktivität der Drossel erhalten.

[0020] Darüber hinaus weist der Innenkernabschnitt in der oben beschriebenen Ausführungsform eine höhere Sättigungsmagnetflussdichte als der Kopplungskernabschnitt auf, und der Kopplungskernabschnitt weist eine geringere magnetische Permeabilität als der Innenkernabschnitt auf.

[0021] Bei der oben beschriebenen Ausführungsform kann, weil der Innenkernabschnitt eine höhere Sättigungsmagnetflussdichte aufweist, ein Querschnittsbereich des Innenkernabschnitts im Vergleich mit z. B. einer Drossel reduziert werden, bei der ein Magnetkern vollständig aus einem Material einer einzigen Art besteht und der Innenkernabschnitt und der Kopplungskernabschnitt dieselbe Sättigungsmagnetflussdichte aufweisen, wenn der Magnetfluss mit derselben Intensität erhalten werden soll. Deshalb kann bei der oben beschriebenen Ausführungsform auch ein Außendurchmesser der Spule reduziert werden, die um den Innenkernabschnitt angeordnet ist. So kann die Drossel der oben beschriebenen Ausführungsform weiter in der Größe reduziert werden. Dar-

über hinaus kann ein kleinerer Außendurchmesser der Spule zum Verkürzen des Drahts, der die Spule darstellt, und zum Reduzieren des Widerstands der Spule beitragen. Als Ergebnis kann die oben beschriebene Ausführungsform einen Verlust reduzieren. Vom Gesichtspunkt des Verkleinerns der Spule und Reduzieren eines Verlusts ist die Sättigungsmagnetflussdichte des Innenkernabschnitts vorzugsweise höher als die des Kopplungskernabschnitts, soweit möglich. So ist eine obere Grenze der Sättigungsmagnetverlustdichte nicht auf einen bestimmten Wert festgelegt.

[0022] Weil der Kopplungskernabschnitt eine geringere magnetische Permeabilität als der Innenkernabschnitt aufweist und der Kopplungskernabschnitt aus der Magnetmischung besteht, kann ferner bei der oben beschriebenen Ausführungsform die magnetische Permeabilität des gesamten Magnetkerns leicht eingestellt werden und so z. B. auf einen Spalt zum Verhindern einer Sättigung des Magnetflusses verzichtet werden. Auch wenn z. B. ein Spalt zwischen einer Innenrandoberfläche der Spule und einer Außenrandoberfläche des Innenkernabschnitts so klein wie möglich festgelegt ist, kann dementsprechend ein Austreten von Magnetfluss nicht durch den Spalt erzeugt werden und ein Verlust der Spule tritt nicht auf, der auf das Austreten des Magnetflusses zurückführbar ist. So kann die Größe der Drossel in der oben beschriebenen Ausführungsform weiter durch Festlegen eines kleinen Spalts oder vorzugsweise durch im Wesentlichen Eliminieren des Spalts festgelegt werden.

Vorteilhafte Effekte der Erfindung

[0023] Die Drossel gemäß der vorliegenden Erfindung kann den Magnetfluss reduzieren, der nach außen austritt, und weist eine kleine Größe auf. Das Drosselherstellungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung kann eine Drossel mit einer hohen Produktivität herstellen, die imstande ist, den Magnetfluss zu reduzieren, der nach außen austritt, und eine kleine Größe aufweist.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0024] [Fig. 1](#) ist eine schematische Schnittansicht gemäß der Ausführungsform 1.

[0025] [Fig. 2](#) stellt die Drossel gemäß der Ausführungsform 1 dar; insbesondere ist (A) in [Fig. 2](#) eine schematische Perspektivansicht und (B) in [Fig. 2](#) eine Schnittansicht, die entlang einer Linie B-B in (A) in [Fig. 2](#) genommen ist.

[0026] [Fig. 3](#) ist eine schematische Explosionsansicht, um die Bestandteilelemente der Drossel gemäß der Ausführungsform 1 zu erklären.

[0027] [Fig. 4](#) ist eine schematische Schnittansicht einer Drossel gemäß der Ausführungsform 2.

[0028] [Fig. 5](#) ist eine schematische Schnittansicht einer Drossel mit einem Gehäuse.

Beschreibung von Ausführungsformen

[0029] Drosseln gemäß den Ausführungsformen werden nachfolgend mit Bezug auf die Zeichnungen beschrieben. Die gleichen Symbole in den Zeichnungen bezeichnen dieselben Komponenten. Es sei angemerkt, dass in den [Fig. 1](#) und [Fig. 4](#) beide Enden eines Drahts aus Klarheitsgründen weggelassen sind. Ferner stellen dicke Pfeile in den [Fig. 1](#) und [Fig. 4](#) individuelle Magnetflüsse dar.

(Ausführungsform 1)

[0030] Eine Drossel **1a** gemäß der Ausführungsform 1 wird hauptsächlich mit Bezug auf [Fig. 1](#) bis [Fig. 3](#) beschrieben. Die Drossel **1a** ist die sogenannte Topf-Art-Drossel mit einer Spule **2**, die durch Wickeln eines Drahts **2w** ([Fig. 2](#)) gebildet wird, und einem Magnetkern **3**, an dem die Spule **2** angeordnet ist. Die Drossel **1a** weist ferner ein Gehäuse **4** auf, das einen Aufbau **10** der Spule **2** und des Magnetkerns **3** beinhaltet. Der Magnetkern **3** weist einen Innenkernabschnitt **31**, der in die Spule **2** eingesetzt ist, und einen Kopplungskernabschnitt **32** auf, der um die Spule **2** herum angeordnet ist und an den Innenkernabschnitt **31** gekoppelt ist. Ein geschlossener magnetischer Pfad wird durch beide Kernabschnitte **31** und **32** ausgebildet. Der Kopplungskernabschnitt **32** besteht aus einer Mischung aus Magnetpulver und Harz. Die Spule **2** ist mit dem Kopplungskernabschnitt **32** im Wesentlichen über ihren gesamten Außenrand bedeckt und in dem Gehäuse **4** in einem abgedichteten Zustand eingeschlossen. Die Drossel **1a** ist mit einer Magnetschutzschicht **5** in einer äußersten Oberflächenebene dargestellt, die an einer Öffnung des Gehäuses **4** freiliegt. Die individuellen Komponenten werden unten in weiteren Einzelheiten beschrieben.

[Spule 2]

[0031] Die Spule **2** ist ein zylindrisches Element, das durch spiralförmiges Wickeln eines durchgehenden Drahts gebildet ist. Der Draht **2w** ist vorzugsweise ein beschichteter Draht, der eine Isolationsbeschichtung, die aus einem elektrisch isolierenden Material besteht, um einen Leiter aufweist, der aus einem leitfähigen Material, z. B. Kupfer oder Aluminium, besteht. Hier wird ein beschichteter rechteckiger Draht verwendet, bei dem ein Leiter ein rechteckiger Draht aus Kupfer ist, und eine Isolationsbeschichtung besteht aus Lack (typischerweise Polyamid-Imid). Eine Dicke der Isolationsbeschichtung ist vorzugsweise 20 µm oder mehr und 100 µm oder weniger. Die größere Dicke der Isolationsbeschichtung kann ferner Na-

dellöcher reduzieren und die Isolationseigenschaften verbessern. Die Spule **2** wird durch Wickeln des beschichteten rechtwinkligen Drahts auf eine kantenweise Art ausgebildet. Ungeachtet der kantenweisen Wicklung kann die Spule aufgrund ihrer zylindrischen Form vergleichsweise leicht ausgebildet werden. Zusätzlich zu dem rechtwinkligen Draht, dessen Leiter einen rechtwinkligen Querschnitt aufweist, können optional auch andere Drähte mit verschiedenen Querschnittsformen, wie z. B. kreisförmige und polygone Formen, als der Draht **2w** verwendet werden.

[0032] Wie in [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) dargestellt sind beide Enden des Drahtes **2w**, der die Spule **2** ausbildet, so angeordnet, dass sie sich über eine angemessene Länge von einem Körper von Drehungen erstrecken und zu der Außenseite der Magnetschutzschicht **5** durch den Kopplungskernabschnitt **32** wie später beschrieben herausgeführt werden. Ein Anschlusselement (nicht gezeigt) aus einem leitfähigen Material, z. B. Kupfer oder Aluminium, ist mit einem Leiterabschnitt des Drahts an jedem der beiden Enden davon verbunden, wobei der Leiterabschnitt durch Abziehen der Isolationsbeschichtung freiliegt. Ein externes Gerät (nicht gezeigt), wie z. B. eine Energiequelle zum Zuführen elektrischer Leistung zu der Spule **2**, ist durch die Anschlusselemente verbunden. Die Verbindung zwischen den Leiterabschnitten des Drahts **2w** und den Anschlusselementen kann z. B. durch Löten, wie WIG-Schweißen, oder Druck-Bonden erhalten werden. Während beide Enden des Drahts **2w** parallel zu der axialen Richtung der Spule **2** in der Zeichnung herausgeführt werden, kann eine Herausführichtung geeignet ausgewählt werden.

[0033] Wenn die Drossel **1a** auf ein Installationsziel installiert ist, ist die Drossel **1a** in einer Anlage montiert, wo die Spule **2** in dem Gehäuse **4** beinhaltet ist, wobei die axiale Richtung der Spule **2** senkrecht zu einer Bodenoberfläche **40** des Gehäuses **4** ist (solch eine Anordnung wird nachfolgend als „vertikale Anlage“ bezeichnet).

[Magnetkern 3]

[0034] Der Magnetkern **3** ist der sogenannten Topf-Art-Kern, der einen säulenartigen Innenkernabschnitt **31**, der in die Spule **2** eingesetzt ist, und einen Kopplungskernabschnitt **32** aufweist, der so ausgebildet ist, dass er die umgebenden Elemente eines Aufbaus der Spule **2** und des Innenkernabschnitts **31** bedeckt, und der eine E-E-Form, die durch Kombinieren zweier Es ausgebildet ist, in einem Querschnitt des Magnetkerns **3** aufweist, der entlang der axialen Richtung der Spule **2** geschnitten ist. Insbesondere ist eines der Merkmale der Drossel **1a**, dass ein Bestandteilmaterial des Innenkernabschnitts **31** und ein Bestandteilmaterial des Kopplungskernabschnitts **32** unterschiedlich zueinander sind und beide Abschnitte **31** und **32** unterschiedliche magnetische Eigenschaften

aufweisen. Genauer gesagt weist der Innenkernabschnitt **31** eine höhere Sättigungsmagnetflussdichte als der Kopplungskernabschnitt **32** auf und der Kopplungskernabschnitt **32** weist eine geringere magnetische Permeabilität als der Innenkernabschnitt **31** auf.

«Innenkernabschnitt»

[0035] Der Innenkernabschnitt **31** weist eine säulenartige Außenform entlang der Form einer Innenrandoberfläche der Spule **2** auf und ist vollständig aus einem Pulverpresskörper gebildet. Während der Innenkernabschnitt **31** ein Feststoffelement in dieser Ausführungsform ist, das das Spaltenelement oder einen Luftspalt aufweist, kann der Innenkernabschnitt **31** in einer Gestalt gefertigt sein, die das Spaltelement oder den Luftspalt angemessen aufweist. Als weiteres Beispiel kann der Innenkernabschnitt **31** aus mehreren gespaltenen Stücken bestehen und die gespaltenen Stücke können miteinander durch einen Kleber verknüpft sein, wodurch der Innenkernabschnitt **31** in einer integralen Ausbildung vorgesehen ist.

[0036] Der Pulverpresskörper wird typischerweise durch Pressen von weichem Magnetpulver, das eine Isolationsbeschichtung auf einer Oberfläche davon aufweist, oder einer Pulvermischung des weichen Magnetpulvers und eines Bindemittels, das zu Letzterem in geeigneter Weise hinzugefügt wird und damit gemischt wird, und dann Brennen des gepressten Pulvers bei einer Temperatur erhalten, die niedriger als die Wärmewiderstandstemperatur der Isolationsbeschichtung ist. Der Pulverpresskörper kann leicht in einer dreidimensionalen Form gebildet werden. Deshalb kann der Innenkernabschnitt, der eine Außenform passend zu der Form der Innenrandoberfläche der Spule z. B. aufweist, leicht gebildet werden. Weil ein Isolator zwischen magnetischen Teilchen in dem Pulverpresskörper vorliegt, sind ferner Magnetpulver voneinander isoliert und ein Wirbelstromverlust kann reduziert werden. Dementsprechend kann der Wirbelstromverlust gering gehalten werden, auch wenn hochfrequente Leistung der Spule zugeführt wird.

[0037] Beispiele, die als das weiche Magnetpulver verwendbar sind, beinhalten Eisengruppen-Metallpulver bestehend aus Fe, Co, Ni, etc., Fe-basierte Legierungspulver bestehend aus Fe-Si, Fe-Ni, Fe-Al, Fe-Co, Fe-Cr, Fe-Si-Al, etc., Seltenerd-Metallpulver und Ferritpulver. Insbesondere können die Fe-basierten Legierungspulver leichter den Pulverpresskörper vorsehen, der eine höhere Sättigungsmagnetflussdichte als magnetische Materialien wie z. B. Ferrit aufweist. Die Isolationsbeschichtung, die an dem weichen Magnetpulver gebildet ist, kann z. B. aus einer Phosphat-Verbindung, einer Silizium-Verbindung, einer Zirkonium-Verbindung, einer Aluminium-Verbindung oder einer Bor-Verbindung bestehen. Das Bin-

demittel kann z. B. aus einem thermoplastischen Harz, einem nicht-thermoplastischen Harz oder einer höheren Fettsäure bestehen. Das Bindemittel verschwindet oder verändert sich zu einem Isolator, z. B. Quarz, bei dem oben erwähnten Brennen. Der Pulverpresskörper kann durch Verwenden eines geeigneten von bekannten Produkten vorbereitet werden.

[0038] Die Sättigungsmagnetflussdichte des Pulverpresskörpers kann durch Auswählen des Materials des weichen Magnetpulvers und durch Einstellen eines Mischungsverhältnisses zwischen dem weichen Magnetpulver und dem Bindemittel, Mengen verschiedener Arten von Beschichtungen etc. verändert werden. Der Pulverpresskörper, der eine höhere Sättigungsmagnetflussdichte aufweist, kann durch Verwenden des weichen Magnetpulvers, das eine höhere Sättigungsmagnetflussdichte aufweist, oder durch Reduzieren einer Menge des gemischten Bindemittels erhalten werden, um einen Anteil des weichen magnetischen Materials zu erhöhen. Darüber hinaus ist Verändern des Pressdrucks, insbesondere Erhöhen des Pressdrucks, auch beim Erhöhen der Sättigungsmagnetflussdichte wirksam. Es ist vorzuziehen, das Material des weichen Magnetpulvers auszuwählen und den Pressdruck so einzustellen, dass die gewünschte Sättigungsmagnetflussdichte erhalten wird.

[0039] In dieser Ausführungsform ist der Innenkernabschnitt **31** aus dem Pulverpresskörper gebildet, der unter Verwendung des weichen Magnetpulvers gefertigt ist, das in der Isolationsbeschichtung vorgesehen ist.

[0040] Eine Länge des Innenkernabschnitts **31** in die axiale Richtung der Spule **2** (nachfolgend einfach als eine „Länge“ bezeichnet) kann geeignet gewählt werden. In einem Beispiel, das in [Fig. 1](#) dargestellt ist, ist die Länge des Innenkernabschnitts **31** etwas länger als die der Spule **2**, und beide Endoberflächen des Innenkernabschnitts **31** und die Umgebungen davon stehen jeweils von Endoberflächen der Spule **2** vor. Jedoch kann die Länge des Innenkernabschnitts **31** dieselbe oder etwas kürzer als die der Spule **2** sein. Wenn die Länge des Innenkernabschnitts **31** gleich oder länger als die der Spule **2** ist, kann Magnetfluss, der durch die Spule **2** erzeugt wird, so hervorgerufen werden, dass er ausreichend durch den Innenkernabschnitt **31** hindurchtritt. Ferner ist eine Länge, um die der Innenkernabschnitt **31** von der Spule **2** vorsteht, angemessen auswählbar. Während Längen, um die der Innenkernabschnitt **31** von den beiden Enden der Spule **2** vorsteht, dieselben in dem Beispiel sind, das in [Fig. 1](#) dargestellt ist, kann eine Länge, um die der Innenkernabschnitt **31** von einer Endoberfläche der Spule **2** vorsteht, länger als eine Länge festgelegt sein, um die der Innenkernabschnitt **31** von der anderen Endoberfläche der Spule **2** vorsteht, wie in einem Beispiel in [Fig. 2](#) dargestellt. In der oben beschriebenen

vertikalen Anlage kann insbesondere der Innenkernabschnitt **31** stabil in dem Gehäuse **4** durch Anordnen des Innenkernabschnitts **31** in dem Gehäuse **4** in solch einem Zustand angeordnet werden, dass eine Endoberfläche des Innenkernabschnitts **31**, die von der einen Endoberfläche der Spule **2** vorsteht, mit einer Bodenoberfläche **40** des Gehäuses **4** in Kontakt ist, wie in dem Beispiel in [Fig. 2](#) dargestellt. Dementsprechend ist es leichter, den Kopplungskernabschnitt **32** auszubilden.

<<Kopplungskernabschnitt>>

[0041] Der Kopplungskernabschnitt **32** dient wie oben beschrieben nicht nur zum Ausbilden des geschlossenen magnetischen Pfads zusammen mit dem Innenkernabschnitt **31**, sondern auch als Dichtungselement zum Bedecken der Umgebungselemente des Aufbaus der Spule **2** und des Innenkernabschnitts **31**, sodass sowohl die Spule **2** als auch der Innenkernabschnitt **31** in dem Gehäuse **4** in einem abgedichteten Zustand eingeschlossen sind. So existiert in der Drossel **1a** ein gegossener und gehärteter Körper, der aus der Mischung des Magnetpulvers und des Harzes besteht, in einem Raum von der Bodenoberfläche **40** des Gehäuses **4** zu der Öffnungsseite und stellt den Kopplungskernabschnitt **32** dar. Der Kopplungskernabschnitt **32** und der Innenkernabschnitt **31** sind miteinander durch das Harz verknüpft, das das Bestandteilmaterial des Kopplungskernabschnitts **32** ist, ohne dass irgendein Kleber dazwischen gefügt ist. So ist der Magnetkern **3** eine Einstück-Einheit, die vollständig integriert ist, ohne dass sie irgendeinen Kleber oder ein Spaltelement aufweist.

[0042] Der gegossene und gehärtete Körper kann typischerweise durch Spritzgießen oder Formgießen ausgebildet sein. Beim Spritzgießen werden Magnetpulver, das aus einem magnetischen Material besteht, und Harz, das eine Fluidität aufweist, miteinander vermischt. Eine sich ergebende Mischung wird in eine formgebende Gussform geschüttet, um unter Anwendung eines vorbestimmten Drucks geformt zu werden. Das Harz wird dann gehärtet. Bei dem Formgießen wird nach Vorbereiten einer Mischung ähnlich der, die beim Spritzgießen verwendet wird, die Mischung in eine formgebende Gussform geschüttet, um geformt zu werden, und wird dann ohne Anwenden von Druck gehärtet.

[0043] Das Magnetpulver, das in einem der vorhergehenden Gießverfahren verwendet wird, kann Pulver ähnlich dem oben beschriebenen weichen Magnetpulver sein, das für den Innenkernabschnitt **31** verwendet wird. Insbesondere kann vorzugsweise Pulver, das aus einem Eisen-basierten Material, z. B. reinem Eisenpulver oder Fe-basiertem Legierungspulver, besteht, als das weiche Magnetpulver für den Kopplungskernabschnitt **32** verwendet werden. Weil

das Eisen-basierte Material eine Sättigungsmagnetflussdichte und eine magnetische Permeabilität aufweist, die höher als die von z. B. Ferrit sind, kann ein Kern, der gewisse Werte der Sättigungsmagnetflussdichte und der magnetischen Permeabilität aufweist, auch erhalten werden, wenn die Anteilsrate des Harzes relativ hoch ist. Beschichtetes Pulver, das eine Beschichtung aus einem Eisen-Phosphat auf der Oberfläche eines Teilchens aufweist, das aus einem weichen magnetischen Material besteht, kann auch verwendet werden. Ungeachtet der Art des Magnetpulvers ist ein mittlerer Teilchendurchmesser des Pulvers vorzugsweise 1 µm oder mehr und 1000 µm oder weniger und weiter vorzugsweise 10 µm oder mehr und 500 µm oder weniger, ausgehend von dem Betrachtungspunkt der Annehmlichkeit bei Verwendung.

[0044] Ferner kann in einem der vorhergehenden Gießverfahren ein thermisch-abbindendes Harz, z. B. ein Epoxy-Harz, ein Phenol-Harz oder ein Silizium-Harz, vorzugsweise als das Harz verwendet werden, das als Bindemittel dient. Wenn das thermisch-abbindende Harz verwendet wird, wird das Harz durch Erwärmen des gegossenen Körpers thermisch gehärtet. Ein bei Raumtemperatur abbindendes Harz oder ein kalt-abbindendes Harz kann auch verwendet werden. In dem Fall wird der gegossene Körper bei Raumtemperatur oder relativ geringer Temperatur stengelassen, um das Harz zu härten. Der gegossene und gehärtete Körper weist nicht-magnetisches Harz in einer größeren Menge im Vergleich zu dem Pulverpresskörper und ein elektrisches Stahlblech auf, das später beschrieben wird. Dementsprechend werden, auch wenn das weiche Magnetpulver ähnlich zu dem, das in dem Pulverpresskörper verwendet wird, der den Innenkernabschnitt **31** darstellt, als Magnetpulver für den Kopplungskernabschnitt **32** verwendet wird, die Sättigungsmagnetflussdichte und die magnetische Permeabilität des Kopplungskernabschnitts **32** relativ gering gehalten.

[0045] Die magnetische Permeabilität und die Sättigungsmagnetflussdichte des gegossenen und gehärteten Körpers können durch Ändern eines Mischungsverhältnisses zwischen dem Magnetpulver und dem Harz eingestellt werden, der als das Bindemittel dient. Z. B. kann der gegossene und gehärtete Körper, der geringe magnetische Permeabilität aufweist, durch Reduzieren einer Menge des gemischten Magnetpulvers erreicht werden.

[0046] In dieser Ausführungsform ist der Kopplungskernabschnitt **32** aus dem gegossenen und gehärteten Körper gebildet, der durch Verwenden einer Mischung beschichteten Pulvers und eines Epoxy-Harzes gefertigt ist, wobei das beschichtete Pulver einen mittleren Teilchendurchmesser von 100 µm oder weniger aufweist, aus dem Eisen-basierten Material besteht und eine Isolationsbeschichtung aufweist.

[0047] Während der Kopplungskernabschnitt **32** in dieser Ausführungsform in der Ausbildung dargestellt ist, die im Wesentlichen die gesamten Umgebungselemente des Aufbaus der Spule **2** und des Innenkernabschnitts **31** bedeckt, kann der Magnetkern **3** in der Ausbildung sein, dass die Spule **2** abschnittsweise nicht mit dem Magnetkern **3** (obwohl die Spule **2** vollständig durch das Gehäuse **4** umgeben ist) unter der Bedingung bedeckt ist, dass der Magnetkern **3** einen Außenrand der Spule **2** in ihrer Zone bedeckt, die auf der Öffnungsseite des Gehäuses **4** positioniert ist.

«Magnetische Eigenschaften»

[0048] Die Sättigungsmagnetflussdichte des Innenkernabschnitts **31** ist vorzugsweise 1,6 T oder mehr, vorzugsweise 1,8 T oder mehr und am meisten bevorzugt 2 T oder mehr. Ferner beträgt die Sättigungsmagnetflussdichte des Innenkernabschnitts **31** vorzugsweise 1,2- oder mehr-, weiter vorzugsweise 1,5- oder mehr- und am meisten vorzugsweise 1,8- oder mehrmal die des Kopplungskernabschnitts **32**. Wenn der Innenkernabschnitt **31**, der die Sättigungsmagnetflussdichte relativ ausreichend höher als die des Kopplungskernabschnitts **32** aufweist, kann ein Querschnittsbereich des Innenkernabschnitts **31** reduziert werden. Ferner beträgt die magnetische Permeabilität des Innenkernabschnitts **31** vorzugsweise 50 oder mehr und 1000 oder weniger und weiter vorzugsweise etwa 100 bis 500.

[0049] Die Sättigungsmagnetflussdichte des Kopplungskernabschnitts **32** beträgt vorzugsweise 0,5 T oder mehr und weniger als die Sättigungsmagnetflussdichte des Innenkernabschnitts. Ferner beträgt die magnetische Permeabilität des Kopplungskernabschnitts **32** vorzugsweise 5 oder mehr und 50 oder weniger und weiter vorzugsweise etwa 5 bis 30. Wenn die magnetische Permeabilität des Kopplungskernabschnitts **32** den oben genannten Bereich erfüllt, ist es möglich zu vermeiden, dass die mittlere magnetische Permeabilität des gesamten Magnetkerns **3** zu groß wird, um z. B. eine spaltlose Struktur umzusetzen.

[0050] In dieser Ausführungsform weist der Innenkernabschnitt **31** die Sättigungsmagnetflussdichte von 1,8 T und die magnetische Permeabilität von 250 auf, und der Kopplungskernabschnitt **32** weist die Sättigungsmagnetflussdichte von 1 T und die magnetische Permeabilität von 10 auf. Die Bestandteilematerialien des Innenkernabschnitts **31** und des Kopplungskernabschnitts **32** sind vorzugsweise derart eingestellt, dass sie entsprechende gewünschte Werte der Sättigungsmagnetflussdichte und der magnetischen Permeabilität aufweisen.

[Gehäuse]

[0051] Das Gehäuse **4**, das den Aufbau **10** des Kerns **2** und des Magnetkerns **3** enthält, ist eine rechtwinklige Box, die die Bodenoberfläche **40**, die als Anbringseitenoberfläche der Drossel **1α** dient, wenn die Drossel **1α** an das Installationsziel (nicht gezeigt) angebracht wird, und laterale Wände **41** aufweist, die vertikal von der Bodenoberfläche **40** ansteigen, wobei die Box auf der Seite gegenüber der Bodenoberfläche **40** geöffnet wird.

[0052] Die Form und die Größe des Gehäuses **4** kann angemessen ausgewählt werden. Das Gehäuse **4** kann z. B. eine zylindrische Form aufweisen, die sich entlang des Aufbaus **10** erstreckt. Ferner besteht das Gehäuse **4** vorzugsweise aus einem Material, das nicht-magnetisch und elektrisch leitend ist, wie z. B. Aluminium, einer Aluminiumlegierung, Magnesium oder einer Magnesiumlegierung. Das Gehäuse, das aus dem nicht-magnetischen Material besteht, das eine elektrische Leitfähigkeit aufweist, kann wirkungsvoll verhindern, dass der Magnetfluss zu der Außenseite des Gehäuses austritt. Ferner ist das Gehäuse, das aus einem leichtgewichtigen Metall, z. B. Aluminium, Magnesium oder einer Legierung daraus, besteht, zur Verwendung als eines von Teilen eines Automobils brauchbar, die wünschenswerterweise geringeres Gewicht aufweisen, weil diese Art von Gehäuse höhere Festigkeit aufweist und leichter als Harz ist. In dieser Ausführungsform besteht das Gehäuse **4** aus Aluminium.

[0053] Darüber hinaus weist das Gehäuse **4**, das in [Fig. 2](#) gezeigt ist, einen Führungsvorsprung **42**, der an einer Innenrandoberfläche der lateralen Wand **41** vorgesehen ist und nicht nur die Funktionen von Unterdrücken der Rotation der Spule **2**, sondern auch Führen der Spule **2** hat, wenn die Spule **2** eingesetzt ist, einen Positionierungsabschnitt **43**, der an einer Ecke des Gehäuses **4** vorgesehen ist, sodass er von der Innenrandoberfläche davon vorsteht und so verwendet wird, dass er das Ende des Drahts **2w** positioniert, und einen Spulenträgerabschnitt (nicht gezeigt) auf, der an der Innenrandoberfläche des Gehäuses **4** vorgesehen ist, sodass er von der Bodenwand **40** vorsteht, wodurch die Spule **2** getragen wird und die Höhe der Spule **2** relativ zu dem Gehäuse **4** positioniert wird. Durch Verwenden des Gehäuses **4**, das den Führungsvorsprung **42**, den Positionierungsabschnitt **43** und den Spulenträgerabschnitt aufweist, kann die Spule **2** an einer gewünschten Position innerhalb des Gehäuses **4** mit hoher Genauigkeit angeordnet werden, und der Innenkernabschnitt **31** kann relativ zu der Spule **2** mit hoher Genauigkeit positioniert werden. Alternativ kann auf den Führungsvorsprung **42** etc. verzichtet werden. Als ein weiteres Beispiel können ein oder mehrere getrennte Elemente vorbereitet werden und in dem Gehäuse, z. B. zum Positionieren der Spule **2**, platziert werden.

Insbesondere wenn das getrennte Element als ein gegossener und gehärteter Körper vorgesehen ist, der aus einem ähnlichen Material wie das Bestandteilmaterial des Kopplungskernabschnitts **32** besteht, kann das getrennte Element nicht nur leicht mit dem Kopplungskernabschnitt **32** integriert werden, wenn der Kopplungskernabschnitt **32** gebildet wird, sondern auch verwendet werden, um einen magnetischen Pfad auszubilden. Darüber hinaus weist das Gehäuse **4**, das in [Fig. 2](#) gezeigt ist, Anbringabschnitte **44** auf, in denen Schraubenlöcher **44h** zum Befestigen der Drossel **1α** an dem Installationsziel (nicht gezeigt) mit Schrauben ausgebildet sind. Mit dem Vorsehen der Anbringabschnitte **44** kann die Drossel **1α** leicht an dem Installationsziel durch Schrauben befestigt werden.

[Magnetschutzschicht]

[0054] Die Magnetschutzschicht **5** ist so angeordnet, dass sie eine Zone des Kopplungskernabschnitts **32** auf der Seite nahe der Öffnung des Gehäuses **4** bedeckt. Die Magnetschutzschicht **5** besteht aus einer Mischung eines Nicht-Magnetpulvers, das ein geringeres spezifisches Gewicht als das Magnetpulver aufweist, das zum Ausbilden des Kopplungskernabschnitts **32** verwendet wird und eine elektrische Leitfähigkeit aufweist, und eines Harzes, das zum Ausbilden des Kopplungskernabschnitts **32** verwendet wird. Mit anderen Worten sind die Bestandteilmaterialien der Magnetschutzschicht **5** teilweise gemeinsam zu denen des Kopplungskernabschnitts **32**.

[0055] Genauer gesagt ist die Magnetschutzschicht **5** eine Zone, die an einer äußersten Oberfläche des Inhalts in dem Gehäuse **4** positioniert ist und im Wesentlichen aus der Mischung des Nicht-Magnetpulvers und des Harzes besteht. In der Zone ist ein Volumenverhältnis des Nicht-Magnetpulvers zu der Mischung 20% oder mehr. Der Kopplungskernabschnitt **32** ist als eine Zone definiert, wo das Volumenverhältnis des Nicht-Magnetpulvers zu der Mischung weniger als 20% ist.

[0056] Die Grenze zwischen der Magnetschutzschicht **5** und dem Kopplungskernabschnitt **32** ist in einem Zustand, wo das Nicht-Magnetpulver, das primär die Magnetschutzschicht **5** darstellt, und das Magnetpulver, das primär den Kopplungskernabschnitt **32** darstellt, miteinander gemischt sind. Bei dem Herstellungsverfahren, das später beschrieben wird, kann das Nicht-Magnetpulver zu einem gewissen Ausmaß in dem Kopplungskernabschnitt **32** existieren. Jedoch ist das Vorliegen einer kleinen Menge des Nicht-Magnetpulvers in dem Kopplungskernabschnitt **32** erlaubt, weil das Nicht-Magnetpulver als ein Füllmaterial dient, um gleichförmig das Magnetpulver in dem Magnetkernabschnitt **32** zu verteilen.

[0057] Weil die Magnetschutzschicht **5** aus dem oben genannten Nicht-Magnetpulver und dem oben genannten Harz besteht, das im Allgemeinen nicht-magnetisch ist, kann die Magnetschutzschicht **5** ein Austreten von Magnetfluss zu der Außenseite des Gehäuses **4** durch die Öffnung des Gehäuses **4** verhindern. Weil das Nicht-Magnetpulver elektrisch leitfähig ist, kann ferner ein Wirbelstrom beim Empfangen des Magnetflusses von der Spule **2** erzeugt werden und kann so ein Magnetfeld, das durch die Spule **2** nahe der Öffnung des Gehäuses **4** hergestellt wird, mit einem Magnetfeld auslöschen, das durch den Wirbelstrom erzeugt wird. Mit anderen Worten kann das Nicht-Magnetpulver verhindern, dass der Magnetfluss von der Spule **2** zu der Außenseite des Gehäuses **4** austritt, wobei das durch den Wirbelstrom erzeugt wird. So kann die Magnetschutzschicht **5** das Austreten von Magnetfluss zu außerhalb des Gehäuses **4** unterdrücken.

[0058] Beispiele eines Bestandteilmaterials des Nicht-Magnetpulvers, das elektrisch leitfähig ist, umfassen Metallmaterialien, wie z. B. Aluminium (spezifisches Gewicht: 2,7), eine Aluminiumlegierung, Magnesium (spezifisches Gewicht: 1,7) und eine Magnesiumlegierung, die ein kleineres spezifisches Gewicht als Eisen-basierte Materialien (spezifisches Gewicht von Eisen: 7,8) aufweisen, und Nicht-Metallmaterialien, wie z. B. Zirkonoxid (spezifisches Gewicht: typischerweise etwa 6,0). Beispiele der Aluminiumlegierung umfassen eine Al-Si-basierte Legierung und eine Al-Mg-basierte Legierung. Beispiele der Magnesiumlegierung umfassen eine Mg-Al-basierte Legierung (z. B. eine AZ-Legierung, eine AS-Legierung und eine AM-Legierung in Übereinstimmung mit den ASTM-Standards) und eine Mg-Zr-basierte Legierung (z. B. eine ZK-Legierung in Übereinstimmung mit den ASTM-Standards). Insbesondere neigen die Metallmaterialien dazu, den Wirbelstrom zu erzeugen, und sind erwartungsgemäß imstande, wirkungsvoll das Austreten von Magnetfluss zu verhindern.

[0059] Das oben genannte Nicht-Magnetpulver ermöglicht, dass die Magnetschutzschicht **5** auf einfache Weise mit dem Herstellungsverfahren, das später beschrieben wird, unter Verwendung der Tatsache ausgebildet wird, dass das Nicht-Magnetpulver ein geringeres spezifisches Gewicht als das Magnetpulver aufweist, das den Kopplungskernabschnitt **32** darstellt. Wenn ferner die Magnetschutzschicht **5** ausgebildet wird, ist eine Menge des Nicht-Magnetpulvers als Rohmaterial vorzugsweise derart eingestellt, dass die Zone, wo das Volumenverhältnis des Nicht-Magnetpulvers 20% oder mehr ist, eine Dicke vergleichbar zu der des Gehäuses **4** aufweist. Ein mittlerer Teilchendurchmesser des Nicht-Magnetpulvers ist vorzugsweise 1 µm oder mehr und 1000 µm oder weniger und weiter vorzugsweise 10 µm oder

mehr und 500 µm oder weniger von dem Gesichtspunkt der Annehmlichkeit bei Verwendung.

[Andere Bestandteilelemente]

[0060] Um die Isolierung zwischen der Spule **2** und dem Magnetkern **3** und die Isolierung zwischen der Spule **2** (insbesondere den Endabschnitten des Drahts **2w**) und der Magnetschutzschicht **5** zu verbessern, werden Isolatoren vorzugsweise an Positionen der Spule **2** angeordnet, wo die Spule **2** den Magnetkern **3** und die Magnetschutzschicht **5** kontaktiert. Z. B. ist es denkbar, Isolationsbänder anzuheften an oder Isolationspapier oder Isolationslagen über den Innen- und Außenrandoberflächen der Spule **2** anzuordnen und Isolationsrohre über Teile des Drahts **2w** anzupassen, der die Spule **2** ausbildet. Alternativ kann eine Rolle (nicht gezeigt) bestehend aus einem Isolationsmaterial um den Innenkernabschnitt **31** angeordnet werden. Die Rolle kann z. B. ein röhrenförmiges Element ein, das den Außenrand des Innenkernabschnitts **31** bedeckt. Isolation zwischen den Endoberflächen der Spule **2** und dem Kopplungskernabschnitt **32** kann durch Verwenden der Rolle verbessert werden, die ringförmige Flansche aufweist, die sich nach außen von beiden Enden des röhrenförmigen Elements erstrecken. Isolationsharz, wie z. B. Polyphenylen-Sulfid(PPS)-Harz, ein Flüssigkristallpolymer (LCP) oder ein Polytetrafluorethylen(PTFE)-Harz, kann vorzugsweise als ein Bestandteilmaterial der Rolle verwendet werden.

[Größe der Drossel]

[0061] Wenn die Drossel **1α**, die das Gehäuse **4** aufweist, einen Rauminhalt von etwa 0,2 Liter (200 cm³) bis 0,8 Liter (800 cm³) aufweist, kann die Drossel **1α** vorzugsweise als ein Fahrzeuganbringbares Teil verwendet werden (der Rauminhalt ist 280 cm³ in dieser Ausführungsform).

[Beabsichtigte Verwendung]

[0062] Die Drossel **1α** kann vorzugsweise auf Verwendungen unter Energiesetzungsbedingungen von z. B. einem Maximalstrom (DC): etwa 100 A bis 1000 A, einer mittleren Spannung: etwa 100 V bis 1000 V und einer brauchbaren Frequenz: 5 kHz bis 100 kHz, typischerweise auf eine Komponente einer Fahrzeug-angebrachten Leistungsumrichter-Vorrichtung für ein Elektroauto und ein Hybridauto angewendet werden. Bei solch einer typischen Verwendung wird die Drossel **1α** erwartungsgemäß vorzugsweise durch Einstellen der Induktivität der Drossel **1α** verwendet, sodass die Bedingungen erfüllt sind, dass die Induktivität 10 µH oder mehr und 1 mH oder weniger beträgt, wenn ein zugeführter DC-Strom 0 A beträgt, und dass die Induktivität während eines Maximalstrom-tragenden Zustands 30% oder mehr der Induktivität in dem Fall von 0 A beträgt.

[Drosselherstellungsverfahren (1)]

[0063] Die Drossel **1α** kann z. B. wie folgt hergestellt werden. Zunächst werden die Spule **2** und der Innenkernabschnitt **31** vorbereitet, der aus einem Pulverpresskörper gebildet ist. Der Innenkernabschnitt **31** wird in die Spule **2** wie in **Fig. 3** dargestellt eingesetzt, um so einen Aufbau der Spule **2** und des Innenkernabschnitts **31** zu fertigen. Wie oben beschrieben können Isolatoren zwischen der Spule **2** und dem Innenkernabschnitt **31** wie benötigt angeordnet werden.

[0064] Als nächstes wird der oben genannte Aufbau in das Gehäuse **4** platziert. Der Aufbau kann an einer vorbestimmten Position in dem Gehäuse **4** mit hoher Genauigkeit unter Verwendung des oben beschriebenen Führungsvorsprungs **42** etc. angeordnet werden. Eine Mischung des Magnetpulvers, das den Kopplungskernabschnitt **32** (**Fig. 1** und **Fig. 2**) darstellt, des Nicht-Magnetpulvers, das die Magnetschutzschicht **5** (**Fig. 1** und **Fig. 2**) darstellt, und des Harzes, das der Kopplungskernabschnitt **32** und die Magnetschutzschicht **5** gemeinsam haben, wird vorbereitet und in das Gehäuse **4** gefüllt. In der Mischung des Magnetpulvers, des Nicht-Magnetpulvers und des Harzes (in einem Zustand vor Härten des Harzes) ist der Anteil des Nicht-Magnetpulvers auf etwa 1% nach Volumen bis 10% nach Volumen festgelegt, und der Gesamtanteil des Magnetpulvers und des Nicht-Magnetpulvers ist zu etwa 20% nach Volumen bis 60% nach Volumen festgelegt (der Anteil des Harzes ist auf etwa 40% nach Volumen bis 80% nach Volumen festgelegt). Als ein Ergebnis können der Kopplungskernabschnitt **32**, der die magnetische Permeabilität von 5 bis 50 aufweist, und die Magnetschutzschicht **5** wie oben beschrieben gebildet werden. In dieser Ausführungsform beträgt der Anteil des Magnetpulvers 35% nach Volumen, der Anteil des Nicht-Magnetpulvers (hier Aluminium-Pulver mit einem mittleren Teilchendurchmesser von 150 µm) beträgt 5% nach Volumen und der Anteil des Harzes beträgt 60% nach Volumen.

[0065] Nach Füllen der Mischung des Magnetpulvers, des Nicht-Magnetpulvers und des Harzes in das Gehäuse **4** wird das Gehäuse **4** bei einer Temperatur stengelassen, die auf einem Wert gehalten wird, bei der das Harz nicht aushärtet, ohne dass das Harz sofort härtet, bis das Nicht-Magnetpulver zu der Öffnungsseite des Gehäuses **4** fließt und sich das Magnetpulver an der Bodenoberfläche **40** des Gehäuses **4** aufgrund des Unterschieds des spezifischen Gewichts zwischen dem Magnetpulver und dem Nicht-Magnetpulver abscheidet, sodass die beiden Arten von Pulver in einen getrennten Zustand kommen. Danach härtet das Harz in dem Zustand aus, wo das Magnetpulver und das Nicht-Magnetpulver voneinander wie oben beschrieben getrennt sind, wobei die Drossel **1α** erhalten wird. In dieser Ausführungsform wird das Harz nach Stehenlassen des gefüllten Ge-

häuses **4** gehärtet, sodass es in einem Zustand für einige Minuten bis einige 10 Minuten bei etwa 80°C für die Trennung des Magnetpulvers und des Nicht-Magnetpulvers gehalten wird.

[0066] Die zu haltende Temperatur, wenn das Magnetpulver und das Nicht-Magnetpulver voneinander getrennt werden, kann in Abhängigkeit des verwendeten Harzes geeignet gewählt werden. Wenn sich die Farbe des Magnetpulvers und die Farbe des Nicht-Magnetpulvers voneinander unterscheiden, wie z. B. im Fall von Eisenpulver und Aluminiumpulver, kann der getrennte Zustand beider Arten von Pulvern wahrgenommen werden, indem z. B. visuell Farben der Pulver durch die Öffnung des Gehäuses **4** bestätigt werden. Eine Zeit, während der das gefüllte Gehäuse **4** stengelassen werden soll, wird vorzugsweise eingestellt, während sich die visuelle Bestätigung fortsetzt. Eine Zeit, die zum Trennen des Magnetpulvers und des Nicht-Magnetpulvers voneinander benötigt wird, variiert nicht nur in Abhängigkeit des Mischungsverhältnisses zwischen dem Magnetpulver und dem Nicht-Magnetpulver, sondern auch des verwendeten Harzes. Angesichts solcher Variationen kann die Drossel mit höherer Produktivität durch vorhergehende Vorbereitungsteststücke unter Verwendung verschiedener Materialien, Messen entsprechender Standzeiten, die für die Teststücke benötigt werden, und dann geeignetes Auswählen der Standzeit entsprechend dem verwendeten Material hergestellt werden. Ferner ist es möglich, durch Verwenden eines transparenten Gehäuses, wenn die Teststücke jeweils gefertigt sind, einfach das Innere der Mischung zusätzlich zu der oben beschriebenen visuellen Bestätigung der Oberfläche der Mischung durch die Öffnung des Gehäuses zu bestätigen.

[Drosselherstellungsverfahren (2)]

[0067] Alternativ kann die Drossel **1α** z. B. wie folgt hergestellt werden. Zunächst wird der Aufbau der Spule **2** und des Innenkernabschnitts **31** in das Gehäuse **4** wie in dem Herstellungsverfahren (1) platziert.

[0068] Als nächstes wird eine Mischung (Magnetmischung) des Magnetpulvers und des Harzes, die beide den Kopplungskernabschnitt **32** (**Fig. 1** und **Fig. 2**) darstellen, vorbereitet und in das Gehäuse **4** gefüllt. Das Harz wird dann gehärtet. In der Magnetmischung ist ein Verhältnis zwischen dem Magnetpulver und dem Harz so eingestellt, dass der Kopplungskernabschnitt **32** die gewünschten magnetischen Eigenschaften aufweist.

[0069] Als nächstes wird eine Mischung (Nicht-Magnetmischung) des Nicht-Magnetpulvers, das die Magnetschutzschicht **5** (**Fig. 1** und **Fig. 2**) darstellt, und das Harz, das ähnlich dem in dem Kopplungskernabschnitt **32** verwendeten ist, über die Magnet-

mischung gefüllt, die den Kopplungskernabschnitt **32** darstellt. Das Harz wird dann gehärtet. In der Nicht-Magnetmischung wird ein Verhältnis zwischen dem Nicht-Magnetpulver und dem Harz so eingestellt, dass das Volumenverhältnis des Nicht-Magnetpulvers 20% beträgt. Die Nicht-Magnetmischung kann nach vollständigem Härten des Harzes in die Magnetmischung gefüllt werden, die den Kopplungskernabschnitt **32** darstellt. Alternativ kann die Nicht-Magnetmischung nach Härten des Harzes in die Magnetmischung zu solch einem Ausmaß eingefüllt werden, dass das Magnetpulver in der Magnetmischung und das Nicht-Magnetpulver in der Nicht-Magnetmischung nicht miteinander gemischt werden, anstelle von vollständigem Aushärten des Harzes in der Magnetmischung. In dem letzteren Fall wird erwartet, dass, weil das Harz in der Magnetmischung, das den Kopplungskernabschnitt **32** darstellt, noch nicht vollständig ausgehärtet ist, das Harz in der Nicht-Magnetmischung, das die Magnetschutzschicht **5** darstellt, leichter mit dem Harz in der Nicht-Magnetmischung kompatibel ist und dass ein Spalt zwischen dem Kopplungskernabschnitt **32** und der Magnetschutzschicht **5** schwerer zu erzeugen ist.

[0070] Das Harz in dem Kopplungskernabschnitt **32** und das Harz in der Magnetschutzschicht **5** können unter Verwendung verschiedener Harze oder verschiedener Zusätze, z. B. Härtern, vorbereitet werden, die in den Harzen gemischt sind. z. B. kann die Viskosität des Harzes in der Magnetmischung, das den Kopplungskernabschnitt **32** darstellt, und die Viskosität des Harzes in der Nicht-Magnetmischung, das die Magnetschutzschicht **5** darstellt, unterschiedlich zueinander durch Ändern der Art des Härters festgelegt werden. Wenn die Magnetschutzschicht **5** und der Kopplungskernabschnitt **32** getrennt ausgebildet sind, kann die Viskosität des Harzes in der Nicht-Magnetmischung, das die Magnetschutzschicht **5** darstellt, erhöht werden, z. B. aufgrund keiner Notwendigkeit des oben beschriebenen Trennungsschritts. Auf der anderen Seite, wenn das Harz in dem Kopplungskernabschnitt **32** und das Harz in der Magnetschutzschicht **5** Harze sind, die ähnliche Eigenschaften wie vorher beschrieben aufweisen, neigen der Kopplungskernabschnitt **32** und die Magnetschutzschicht **5** dazu, sich gegenseitig näher zu kontaktieren.

[0071] Bei einem der oben beschriebenen Herstellungsverfahren (1) und (2) wird nach Härten der Harze die Drossel **1α** erhalten, bei der Zonen, die den Außenrand der Spule **2** bedecken, im Wesentlichen durch die Mischung des Magnetpulvers und des Harzes dargestellt werden, und eine Zone, die sich über eine gewisse Dicke von der äußersten Oberfläche spannt, die an der Öffnung des Gehäuses **4** freiliegt, im Wesentlichen durch die Mischung des Nicht-Magnetpulvers und des Harzes (ähnlich dem Harz in dem Kopplungskernabschnitt) dargestellt ist.

[Vorteilhafte Effekte]

[0072] Weil die Drossel **1α** die Magnetschutzschicht **5** aufweist, kann die Drossel **1α** wirkungsvoll ein Ausreten des Magnetflusses, der durch die Spule **2** erzeugt wird, zu der Außenseite des Gehäuses **4** unterdrücken. Weil ferner die Magnetschutzschicht **5** zur selben Zeit wie der Kopplungskernabschnitt **32** ausgebildet werden kann, ist es nicht nötig, ein getrenntes Element, z. B. ein Abdeckelement, zu fertigen und das Abdeckelement an dem Gehäuse **4** anzuordnen. So weist die Drossel **1α** eine höhere Produktivität auf.

[0073] Ein weiterer Grund, warum die Drossel **1α** eine höhere Produktivität hat, ist, dass die Drossel **1α** kleberlose Strukturen aufweist, wo wie oben beschrieben keine Kleber beim Herstellen des Magnetkerns **2** verwendet werden. Weil ferner in der Drossel **1α** der Innenkernabschnitt **31** aus dem Pulverpresskörper gebildet ist, kann die Sättigungsmagnetflussdichte leicht eingestellt werden und auch eine komplizierte dreidimensionale Form kann leicht gebildet werden. Dieser Punkt erhöht auch die Produktivität der Drossel **1α**.

[0074] Darüber hinaus weist die Drossel **1α** eine kleine Größe auf, weil sie nur eine Spule **2** beinhaltet. In der Drossel **1α** kann, insbesondere weil die Sättigungsmagnetflussdichte des Innenkernabschnitts **31** höher als die des Kopplungskernabschnitts **32** ist, ein Querschnittsbereich des Innenkernabschnitts **31** (d. h. eine Oberfläche davon, durch die der Magnetfluss hindurchtritt) reduziert werden, wenn der Magnetfluss in derselben Intensität wie die erhalten werden soll, die durch einen Magnetkern hervorgerufen wird, der aus einer einzigen Art Material besteht, und eine gleichförmige Sättigungsmagnetflussdichte über den gesamten Kern schafft. Die Verwendung des oben beschriebenen Innenkernabschnitts **31** kann weiter die Größe der Drossel **1α** reduzieren. Darüber hinaus kann die Drossel **1α** in einer spaltlosen Struktur ausgebildet sein, die keine Spaltelemente aufweist, weil der Innenkernabschnitt **31** eine höhere Sättigungsmagnetflussdichte aufweist und der Kopplungskernabschnitt **32** eine niedrigere magnetische Permeabilität aufweist. So weist die Drossel **1α** eine kleinere Größe als eine Drossel mit einem Spalt auf. Die spaltlose Struktur ermöglicht, dass die Spule **2** näher an dem Innenkernabschnitt **31** angeordnet ist, wodurch die Größe der Drossel **1α** weiter reduziert werden kann. Darüber hinaus können in der Drossel **1α**, weil die Außenform des Innenkernabschnitts **31** säulenartig ist, indem sie der Form der Innenrandoberfläche der zylindrischen Spule **2** folgt, die Spule **2** und der Innenkernabschnitt **31** leicht näher aneinander positioniert werden, was zu einer kleineren Größe der Drossel **1α** führt.

[0075] Weil überdies die Drossel **1α** das Gehäuse **4** aufweist, kann sie nicht nur den Aufbau **10** der Spule

2 und des Magnetkerns **3** gegen externe Umgebungen schützen, die das Eindringen von Staub, Korrosion etc. hervorrufen, sondern auch mechanisch den Aufbau **10** schützen. Weil ferner die Oberfläche des Kopplungskernabschnitts **32** mit der Magnetschutzschicht **5** bedeckt ist, kann Korrosion des Magnetpulvers sogar unterdrückt werden, wenn ein Material, das für Korrosion anfällig ist, z. B. Eisen, als Magnetpulver verwendet wird. Mit anderen Worten ist die Magnetschutzschicht **5** imstande, als Schutzelement gegen externe Umgebungen und ein mechanisches Schutzelement für den Magnetkern **3** (Kopplungskernabschnitt **32**) und die Spule **2** zu dienen. Wenn darüber hinaus das Gehäuse **4** und die Magnetschutzschicht **5** jeweils primär aus Metall bestehen, können sie auch als Wärmeableitungspfade verwendet werden, wodurch eine Drossel **1a** mit guten Wärmeableiteigenschaften geschaffen wird. Weil insbesondere der Innenkernabschnitt **31**, der die darin angeordnete Spule **2** aufweist, mit der Bodenoberfläche **40** des Gehäuses **4** wie in [Fig. 2](#) dargestellt kontaktiert ist und die Magnetschutzschicht **5**, die eine Metallkomponente aufweist, auf der Öffnungsseite des Gehäuses **4** angeordnet ist, kann Wärme der Spule **2** wirkungsvoll von sowohl der Bodenoberfläche als auch der Öffnungsseite des Gehäuses **4** abgeleitet werden. Darüber hinaus kann in der Drossel **1a**, weil magnetische Eigenschaften durch Einstellen des Verhältnisses zwischen dem Magnetpulver und dem Harz, die beide den Kopplungskernabschnitt **32** darstellen, leicht modifiziert werden können, die Induktivität auf einfache Weise eingestellt werden.

(Ausführungsform 2)

[0076] Die strukturelle Gestaltung umfassend die Spule **2** in der vertikalen Anlage wurde oben in Ausführungsform 1 beschrieben. Als Alternative können die Spule **2** und der Innenkernabschnitt **31** in dem Gehäuse **4** beinhaltet sein, wobei die axiale Richtung der Spule **2** parallel zu der Bodenoberfläche **40** des Gehäuses **4** ist (solch eine Anordnung wird als „horizontale Anlage“ nachfolgend bezeichnet), wie in einer Drossel **1b**, die in [Fig. 4](#) dargestellt ist.

[0077] In der horizontalen Anlage, die in [Fig. 4](#) dargestellt ist, neigt die Öffnung des Gehäuses **4** zum Vergrößern, und ein Bereich des Kopplungskernabschnitts **32**, der an der Öffnung des Gehäuses freiliegt, neigt auch zum Vergrößern im Vergleich zu der vertikalen Anlage von Ausführungsform 1. Weil jedoch die Drossel **1b** von Ausführungsform 2 die Magnetschutzschicht **5** an der äußersten Oberflächzone aufweist, die an der Öffnung des Gehäuses **4** freiliegt, ist sie imstande, wirkungsvoll ein Auftreten des Magnetflusses, der durch die Spule **2** erzeugt wird, zu der Außenseite des Gehäuses **4** von dem Kopplungskernabschnitt **32** zu unterdrücken. Sogar wenn ein Bereich des Kopplungskernabschnitts **32**,

der an der Öffnung des Gehäuses **4** freiliegt, relativ groß ist und der Magnetfluss dazu neigt, zu einem größeren Betrag zu der Außenseite des Gehäuses **4** als in der Drossel **1b** von Ausführungsform 2 auszutreten, kann so das Austreten des Magnetflusses wirkungsvoll mit dem Vorsehen der Magnetschutzschicht **5** unterdrückt werden.

[0078] Die Drossel **1b** von Ausführungsform 2 kann auch leicht durch die oben beschriebenen Herstellungsverfahren (1) oder (2) ähnlich zu der Drossel **1a** von Ausführungsform 1 hergestellt werden.

(Modifikation 1)

[0079] Ausführungsformen 1 und 2 wurden oben in Verbindung mit der Konstruktion zum Sicherstellen der Isolierung der Spule **2** und des Magnetkerns **3** durch die Isolationsbeschichtung des Drahtes **2w**, der die Spule ausbildet, oder durch Isolatoren beschrieben, die getrennt vorbereitet werden. Alternativ kann eine Drossel in einer Gestalt in die Praxis umgesetzt werden, die ein spulengegossenes Produkt (nicht gezeigt) aufweist, das eine Spule und einen Innenharzabschnitt (nicht gezeigt) aufweist, der die Oberfläche der Spule bedeckt. Das Spulengussprodukt wird in Einzelheiten unten beschrieben, wohingegen eine genaue Beschreibung der anderen Konstruktion weggelassen wird, weil die andere Konstruktion ähnlich der in jeder von Ausführungsformen 1 und 2 ist.

[0080] In einer beispielhaften Gestalt weist das spulengegossene Produkt eine Spule, einen Innenkernabschnitt, der in die Spule eingesetzt ist, und einen Innenharzabschnitt auf, der die Oberfläche der Spule bedeckt, sodass eine Form der Spule behalten wird und die Spule und der Innenkernabschnitt integral miteinander gehalten werden.

[0081] In einer weiteren beispielhaften Ausbildung weist das Spulengussprodukt eine Spule und einen Innenharzabschnitt auf, der die Oberfläche der Spule bedeckt, um eine Form der Spule zu behalten, wobei der Innenharzabschnitt ein hohles Loch aufweist, in dem ein Innenkernabschnitt eingesetzt und angeordnet ist. In dieser Gestalt kann hervorgerufen werden, dass Harz, das den Innenharzabschnitt innerhalb der Spule darstellt, die Funktion von Positionieren des Innenkernabschnitts aufweist, und zwar durch Einstellen einer Dicke des Harzes, das den Innenharzabschnitt darstellt, sodass der Innenkernabschnitt an einer geeigneten Position innerhalb der Spule angeordnet ist, und durch Ausarbeiten einer Form des hohlen Lochs, das zu einer Außenform des Innenkernabschnitts passt. Dementsprechend kann der Innenkernabschnitt leicht eingesetzt werden und an einer vorbestimmten Position innerhalb der Spule in dem Spulengussprodukt angeordnet werden.

[0082] In einer Gestalt, wo die gesamte Spule im Wesentlichen mit dem Innenharzabschnitt außer an beiden Enden des Drahts bedeckt ist, weil der Innenharzabschnitt zwischen den im Wesentlichen gesamten Rand der Spule und den Magnetkern zwischengefügt ist, kann die Isolierung zwischen der Spule und dem Magnetkern verbessert werden. In einer alternativen Gestaltung, wo eine Biegung, die einen Abschnitt der Spule ausbildet, abschnittsweise von dem Innenharzabschnitt freiliegt, kann das Spulengussprodukt eine konkav-konvexe Außenform aufweisen, wodurch ein Kontaktbereich zwischen dem Kopplungskernabschnitt und dem Harz vergrößert werden kann und Anhaften zwischen dem Spulengussprodukt und dem Kopplungskernabschnitt verbessert werden kann. Wenn der Innenharzabschnitt so ausgebildet ist, dass er eine konkav-konvexe Außenform zu solch einem Ausmaß aufweist, dass die Spule nicht freiliegt, ist es möglich, nicht nur die Isolation zwischen der Spule und dem Magnetkern zu verbessern, sondern auch höheres Anhaften zwischen der Spule und dem Magnetkern durch den Innenharzabschnitt sicherzustellen, der zwischen sie gefügt ist. Eine Dicke des Innenharzabschnitts beträgt z. B. etwa 1 mm bis 10 mm.

[0083] Das Harz, das den Innenharzabschnitt darstellt, kann vorzugsweise aus einem Isolationsmaterial bestehen, das zu solch einem Ausmaß wärmebeständig ist, dass es bei einer maximal erreichbaren Temperatur der Spule und des Magnetkerns während Verwendung einer Drossel nicht erweicht wird, die das Spulengussprodukt aufweist, und das durch Übertragungsgießen oder Spritzgießen geformt werden kann. Z. B. kann ein thermisch-abbindendes Harz wie z. B. ein Epoxy-Harz oder ein thermoplastisches Harz wie z. B. ein PPS-Harz oder ein LCP vorzugsweise als das oben erwähnte Bestandteilharz verwendet werden. Ferner kann eine Drossel, die dazu neigt, leichter Wärme der Spule abzugeben, und bessere Wärmeabgabeeigenschaften aufweist, durch Verwenden des Bestandteilharzes erhalten werden, das mit Füllmaterial gemischt ist, das zumindest aus einer Art von Keramiken ausgewählt aus Siliziumnitrid, Aluminiumdioxid, Aluminiumnitrid, Bornitrid und Siliziumcarbid besteht. Darüber hinaus kann der Innenharzabschnitt verwendet dazu werden, die Spule in einem weiter gedrückten Zustand als in einem Zustand zu halten, der eine freie Länge aufweist, sodass ein Spulengussprodukt erhalten wird, bei dem die Spulenlänge geeignet eingestellt ist.

[0084] Das Spulengussprodukt kann durch Anordnen der Spule und eines Gusskerns oder der Spule und des Innenkernabschnitts in einer Gussform, Füllen des Harzes, das den Innenharzabschnitt darstellt, in die Gussform in einem Zustand, wo die Spule geeignet komprimiert ist, und Härten des Harzes hergestellt werden. Z. B. kann ein Herstellungsverfahren für ein Spulengussprodukt verwendet werden, das in

der japanischen ungeprüften Patentanmeldung Veröffentlichungs-Nr. 2009-218293 beschrieben ist.

[0085] Verwenden des oben beschriebenen Spulengussprodukts ist vorteilhaft beim Verbessern der Isolierung zwischen der Spule und dem Magnetkern und Ermöglichen, dass die Spule während des Aufbaus einer Drossel leichter gehandhabt wird, weil die Außenform der Spule durch den Innenkernabschnitt gehalten wird, wodurch höhere Produktivität der Drossel geschaffen wird. Insbesondere wird durch Verwenden des Spulengussprodukts, bei dem die Spule und der Innenharzabschnitt integral durch den Innenharzabschnitt gegossen sind, die Handhabung der Spule und des Innenharzabschnitts vereinfacht, weil sie nicht voneinander getrennt sind. Weil ferner die Spule und der Innenharzabschnitt in dem Gehäuse zur selben Zeit enthalten sein können, wird die Produktivität der Drossel weiter erhöht. Insbesondere kann durch Verwenden des Spulengussprodukts, bei dem der Innenharzabschnitt die Spule in einem komprimierten Zustand hält, die Länge der Spule in die axiale Richtung davon verkürzt und die Größe der Drossel ferner reduziert werden.

(Modifikation 2)

[0086] Ausführungsformen 1 und 2 wurden oben in Verbindung mit dem Innenkernabschnitt **31** beschrieben, der aus dem Pulverpresskörper besteht. Darüber hinaus kann der Innenkernabschnitt aus einem Stapel bestehen, der durch Stapeln elektrischer Stahlbleche, typischerweise Siliziumstahlbleche, gebildet ist. Die elektrischen Stahlbleche können leicht einen Magnetkern schaffen, der eine höhere Sättigungsmagnetflussdichte aufweist als wenn der Pulverpresskörper verwendet wird.

[0087] Es sei angemerkt, dass die oben beschriebenen Ausführungsformen auf geeignete Weise modifiziert werden können, ohne von dem Grundgedanken der vorliegenden Erfindung abzuweichen, und sie nicht auf die oben beschriebenen Konstruktionen begrenzt sind.

Industrielle Anwendbarkeit

[0088] Die Drossel gemäß der vorliegenden Erfindung kann als eine Komponente einer Leistungsumrichtervorrichtung wie z. B. einem Zweibege-DC-DC-Umrichter verwendet werden, der auf ein Fahrzeug, z. B. ein Hybridauto, ein Elektroauto oder ein Brennstoffzellenauto, geladen ist. Das Drosselherstellungsverfahren gemäß der vorliegenden Erfindung kann vorzugsweise zum Herstellen der Drossel der vorliegenden Erfindung verwendet werden.

Bezugszeichenliste

1α, 1β	Drosseln
10	Aufbau
2	Spule
2w	Draht
3	Magnetkern
31	Innenkernabschnitt
32	Kopplungskernabschnitt
4	Gehäuse
40	Bodenoberfläche
41	Seitenwand
42	Führungsvorsprung
43	Positionierungsabschnitt
44	Anbringabschnitt
44h	Schraubenloch
5	Magnetschutzschicht
100	Drossel
110	Aufbau
120	Spule
130	Magnetkern
131	InnenkernGehäuse
132	Außenkern
140	Gehäuse

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- JP 2009-218293 [[0084](#)]

Patentansprüche

1. Drossel mit einer Spule, die durch Wickeln eines Drahts gebildet ist, einem Magnetkern, an dem die Spule angeordnet ist, und einem Gehäuse, das eine Öffnung aufweist und einen Aufbau der Spule und des Magnetkerns enthält, wobei die Spule innerhalb des Gehäuses in einem abgedichteten Zustand eingeschlossen ist, während zumindest ein Teil eines äußeren Randes der Spule mit dem Magnetkern bedeckt ist, eine Zone des Magnetkerns an einer Seite nahe der Öffnung des Gehäuses aus einer Mischung von Magnetpulver und Harz besteht, und eine Magnetschutzschicht, die aus Nicht-Magnetpulver, das ein kleineres spezifisches Gewicht als das Magnetpulver aufweist und elektrische Leitfähigkeit aufweist, und Harz besteht, in einer äußersten Oberflächenzone angeordnet ist, die an der Öffnung des Gehäuses freiliegt, sodass die Öffnungsseitenzone des Magnetkerns bedeckt ist.

2. Drossel nach Anspruch 1, bei welcher der Magnetkern einen Innenkernabschnitt, der in die Spule eingesetzt ist, und einen Kopplungskernabschnitt aufweist, der einen Außenrand der Spule bedeckt und aus der Mischung besteht, der Innenkernabschnitt und der Kopplungskernabschnitt miteinander durch das Harz der Mischung integriert sind, der Innenkernabschnitt eine höhere Sättigungsmagnetflussdichte als der Kopplungskernabschnitt aufweist und der Kopplungskernabschnitt eine niedrigere magnetische Permeabilität als der Innenkernabschnitt aufweist.

3. Drosselherstellungsverfahren zum Herstellen einer Drossel durch Beinhalten eines Aufbaus einer Spule, die durch Wickeln eines Drahts gebildet ist, und eines Magnetkerns, an dem die Spule angeordnet ist, in einem Gehäuse mit einer Öffnung, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst: Beinhalten der Spule in dem Gehäuse; Füllen einer Mischung von Magnetpulver, Nicht-Magnetpulver, das ein geringeres spezifisches Gewicht als das Magnetpulver aufweist und elektrische Leitfähigkeit aufweist, und Harz in das Gehäuse, sodass ein äußerer Rand der Spule bedeckt ist, und Härten des Harzes nach Erreichen eines Zustands, wo das Nicht-Magnetpulver zu der Öffnungsseite des Gehäuses geschwommen ist und sich das Magnetpulver auf der Bodenseite des Gehäuses aufgrund eines Unterschieds des spezifischen Gewichts zwischen dem Magnetpulver und dem Nicht-Magnetpulver abgeschieden hat.

4. Drosselherstellungsverfahren zum Herstellen einer Drossel durch Beinhalten eines Aufbaus einer Spule, die durch Wickeln eines Drahts gebildet ist,

und eines Magnetkerns, an dem die Spule angeordnet ist, in einem Gehäuse mit einer Öffnung, wobei das Verfahren die folgenden Schritte umfasst: Beinhalten der Spule in dem Gehäuse; Füllen einer Mischung von Magnetpulver und Harz in das Gehäuse zum Abdecken eines Außenrands der Spule und Füllen einer Mischung aus Nicht-Magnetpulver, das ein geringeres spezifisches Gewicht als das Magnetpulver aufweist und elektrische Leitfähigkeit aufweist, und Harz über die Mischung des Magnetpulvers und des Harzes, und Härten der Harze.

Es folgen 4 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

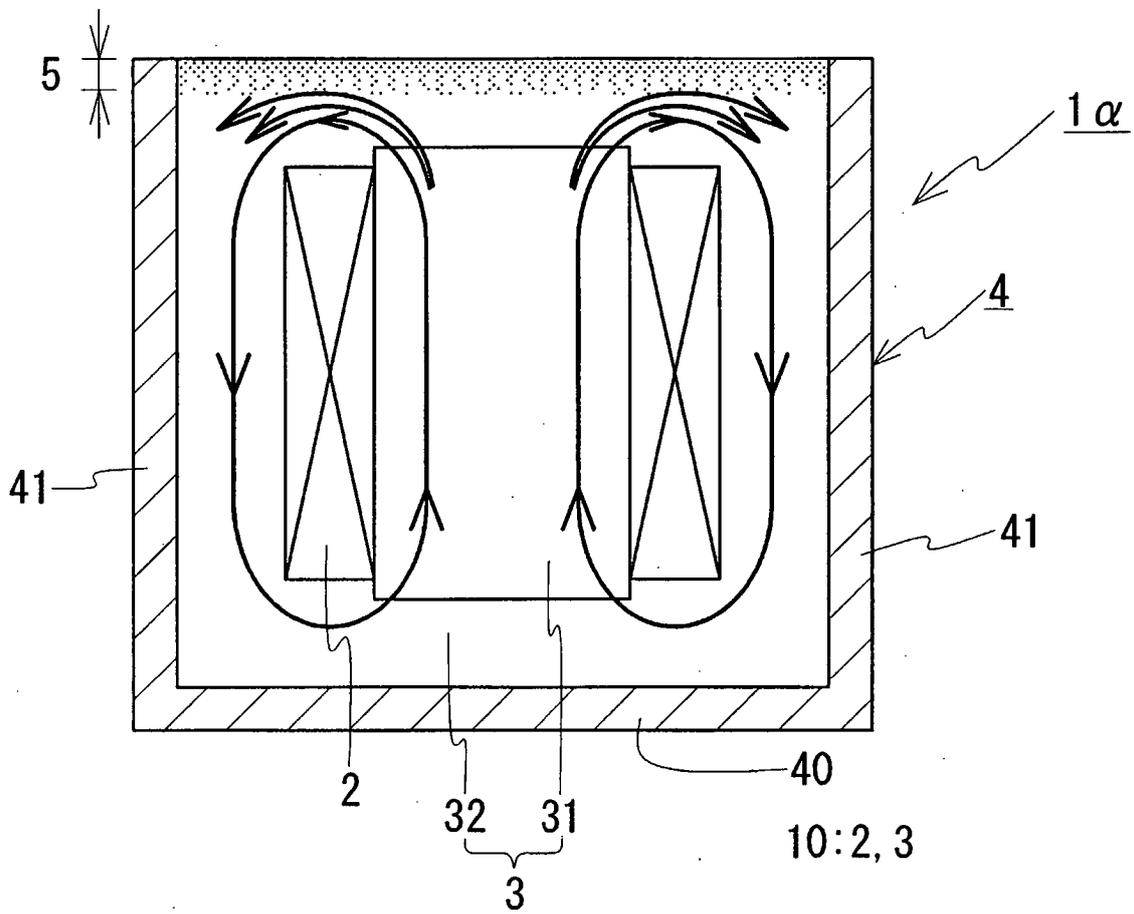


FIG. 2

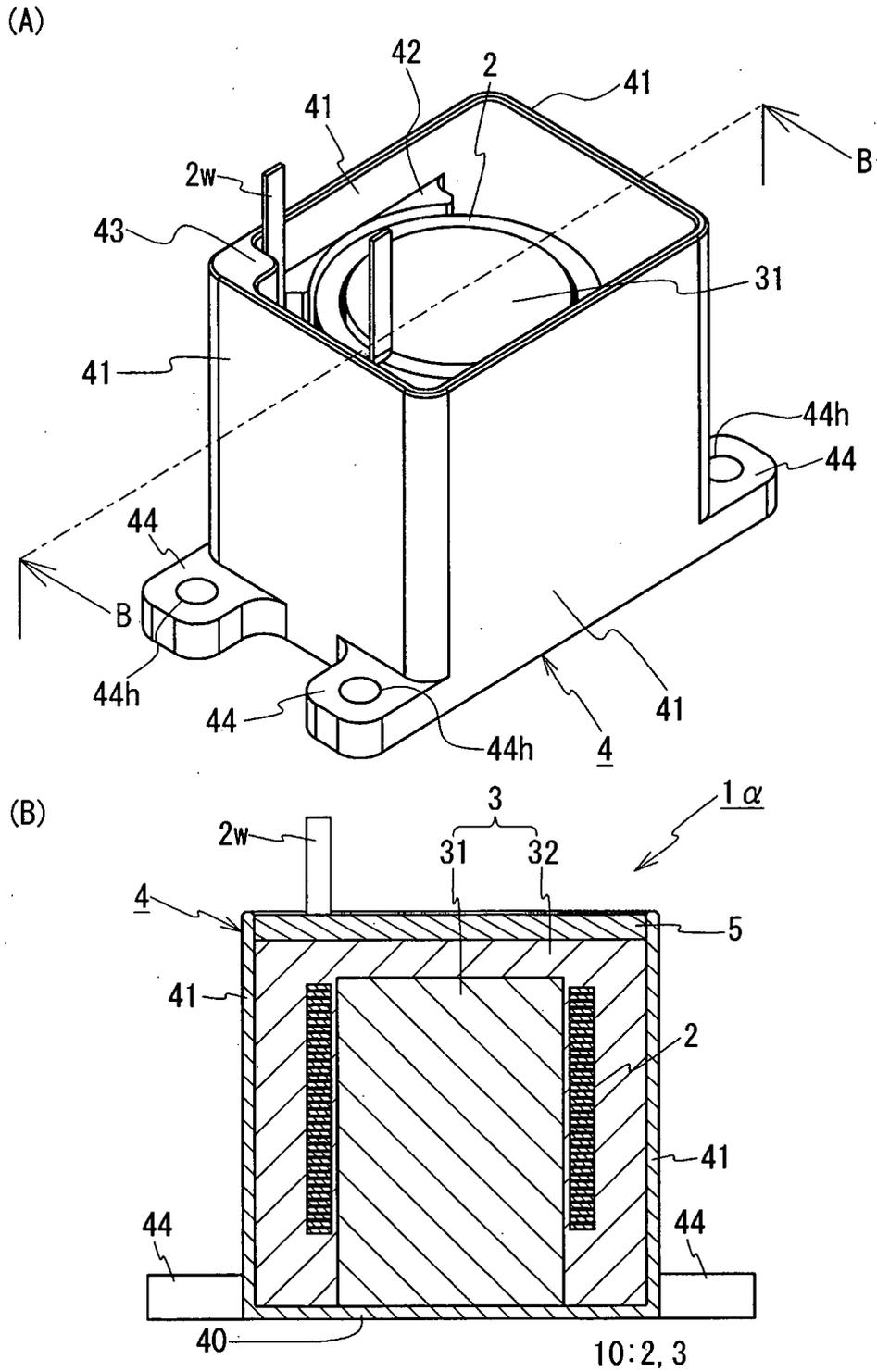


FIG. 3

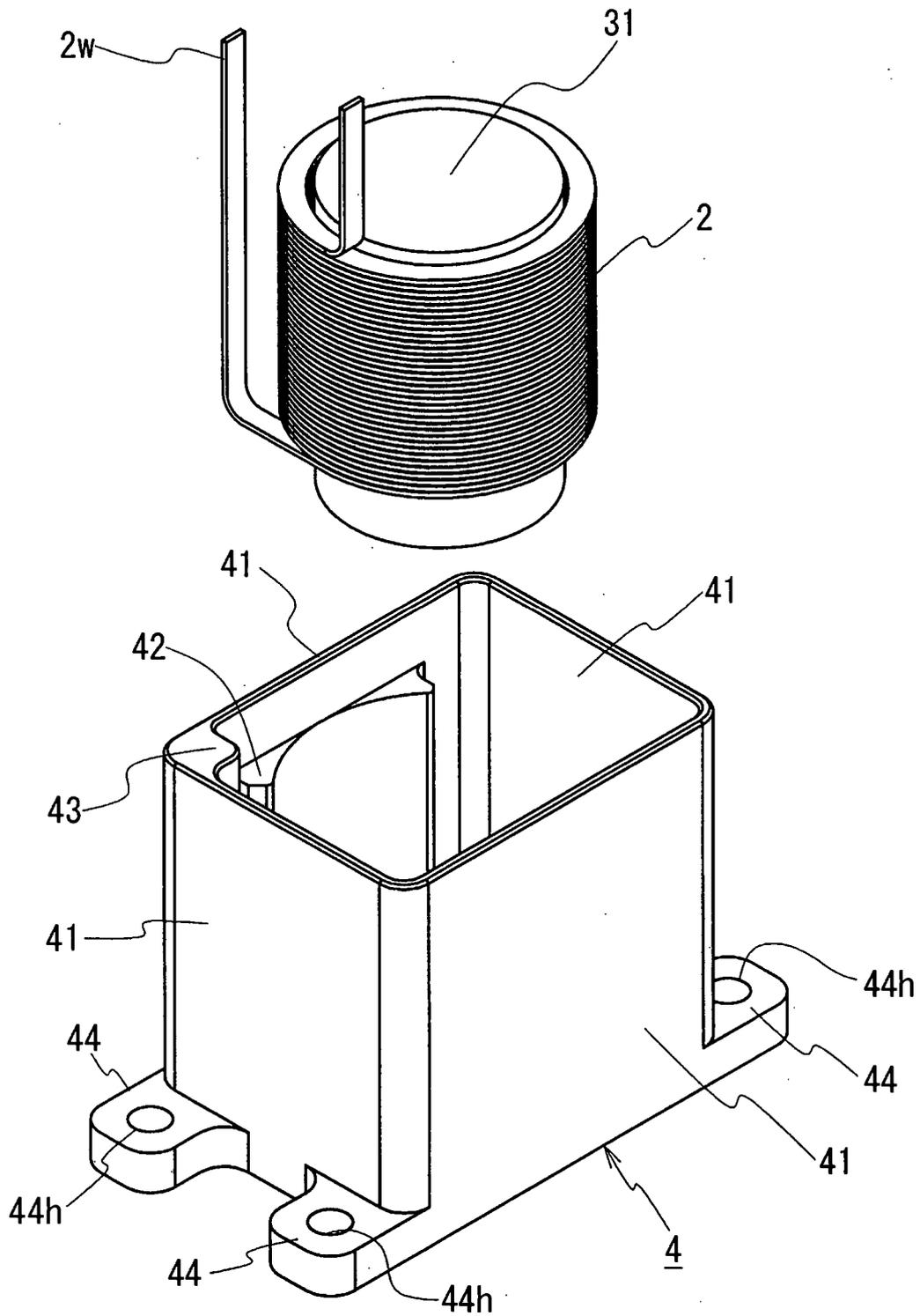


FIG. 4

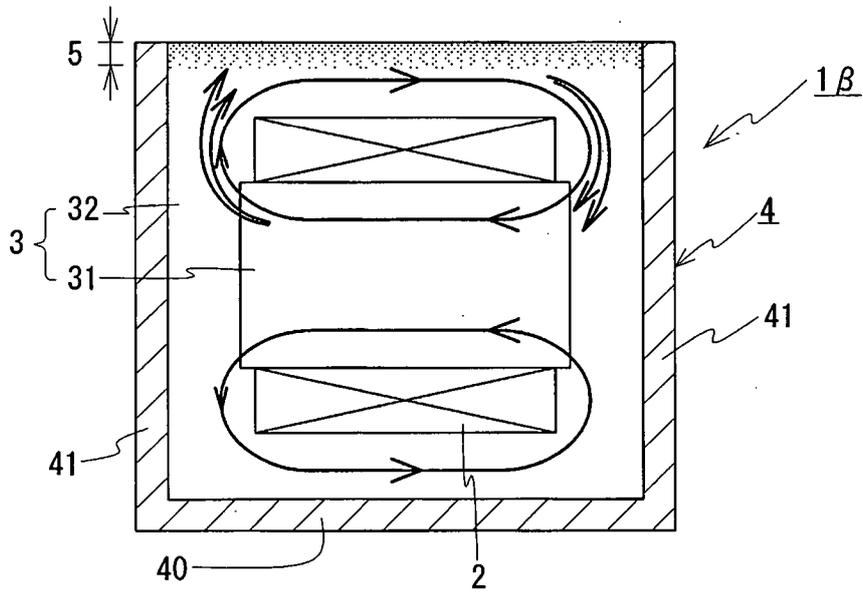


FIG. 5

