



(10) **DE 11 2015 002 631 T5** 2017.03.09

(12)

## Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der  
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2015/186303**  
in deutscher Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2 IntPatÜG)  
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2015 002 631.2**  
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2015/002565**  
(86) PCT-Anmeldetag: **21.05.2015**  
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **10.12.2015**  
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung  
in deutscher Übersetzung: **09.03.2017**

(51) Int Cl.: **H01F 37/00 (2006.01)**  
**H01F 27/24 (2006.01)**  
**H01F 27/28 (2006.01)**

(30) Unionspriorität:  
**2014-114861**      **03.06.2014**    **JP**

(71) Anmelder:  
**DENSO CORPORATION, Kariya-city, Aichi-pref.,  
JP**

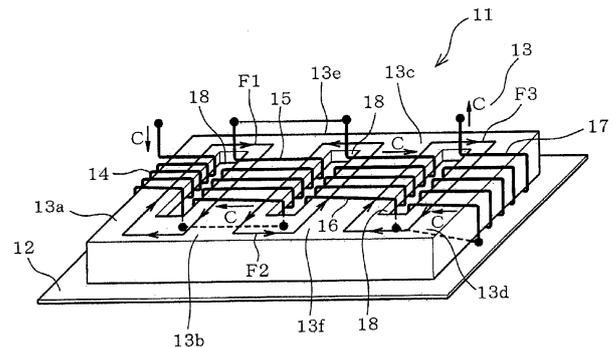
(74) Vertreter:  
**Winter, Brandl, Fürniss, Hübner, Röss, Kaiser,  
Polte Partnerschaft mbB, Patentanwälte, 85354  
Freising, DE**

(72) Erfinder:  
**Sakamoto, Akira, Kariya-city, Aichi-pref., JP;  
Umetani, Kazuhiro, Kariya-city, Aichi-pref., JP;  
Kondou, Naoya, Kariya-city, Aichi-pref., JP**

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Drossel**

(57) Zusammenfassung: Eine Drossel enthält einen Magnetkern (13, 22, 52, 62, 72, 82) und mehrere Wicklungen (14–17, 23–28, 32, 33, 42–45, 53–56, 63–70, 73–80, 86–93), die benachbart zueinander angeordnet und elektrisch miteinander verbunden sind. Die Wicklungen enthalten eine Zwischenwicklung, die einen Magnetfluss induziert, der mit einem Ende des Magnetkerns nicht gekoppelt ist, und Magnetpfade, die mindestens zwei geschlossene Magnetpfade (F1–F6) ausbilden, verlaufen durch einen Abschnitt innerhalb der Zwischenwicklung.



**Beschreibung**QUERVERWEIS AUF  
BETREFFENDE ANMELDUNG

**[0001]** Die vorliegende Erfindung basiert auf der am 3. Juni 2014 eingereichten japanischen Patentanmeldung Nr. 2014-114861, deren Offenbarung hiermit durch Bezugnahme darauf enthalten ist.

## TECHNISCHES GEBIET

**[0002]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Drossel, die einen Magnetkern und Wicklungen enthält.

## STAND DER TECHNIK

**[0003]** Ein Hybridfahrzeug oder ein Elektrofahrzeug oder Ähnliches ist mit einer Antriebsvorrichtung ausgerüstet, die als Leistungssteuerungseinheit bezeichnet wird und die eine Invertervorrichtung großer Kapazität aufweist, um einen Elektromotor unter Steuerung anzutreiben bzw. anzusteuern. Die Leistungssteuerungseinheit weist einen Verstärker bzw. Aufwärtswandler auf, der eine DC-Spannung (beispielsweise 201,6 V) über einer Batterie in eine Hochspannung (beispielsweise bis zu 650 V) verstärkt. Die verstärkte DC-Hochspannung wird der Invertervorrichtung zugeführt. Der Verstärker enthält eine Drossel und zwei Schaltelemente (IGBTs oder MOSFETs).

**[0004]** Die Drossel des oben beschriebenen Typs ist in der Patentliteratur 1 beschrieben. Genauer gesagt enthält ein Drosselhauptkörper **1** einen Magnetkern **2** und Wicklungen **3**, die um den Magnetkern **2** gewickelt sind, und ist von einem rahmenförmigen Gehäuse **4** aus Metall, beispielsweise aus Aluminium, eingeschlossen, wie es in **Fig. 11** gezeigt ist. Der Magnetkern **2** enthält zwei Innenkernabschnitte und einen Jochabschnitt, der die beiden Innenkernabschnitte verbindet, und ist in einer rechteckigen Gestalt ausgebildet. Die Wicklungen **3** sind um die jeweiligen Innenkernabschnitte gewickelt, und die Wicklungen **3** sind in Serie geschaltet. Eine Radiatorplatte **5**, die aus Aluminium besteht, ist an einer Bodenfläche des Gehäuses **4** angeordnet. Der Drosselhauptkörper **1** ist mit einer oberen Fläche der Radiatorplatte **5** über eine Verbindungsschicht **6**, die aus Harz besteht, verbunden. Die Verbindungsschicht **6** besteht aus einem Wärmeverteilungsharz bzw. Wärmeabgabeharz, das ein Füllmittel enthält, um das Wärmeleitvermögen zu erhöhen, während eine Isolierung zwischen dem Drosselhauptkörper **1** und der Radiatorplatte **5** gewährleistet wird.

**[0005]** Gemäß der Konfiguration, die in dem oben beschriebenen Stand der Technik beschrieben ist, kann das Kühlvermögen des Drosselhauptkörpers **1** in einem Abschnitt in der Nähe der Radiatorplatte **5** gewährleistet werden. Das Abstrahlungsvermögen

verschlechtert sich jedoch in einem Teil, der von der Radiatorplatte **5** oder dem Gehäuse entfernt ist, das heißt einem Abschnitt auf einer oberen Flächenseite des Drosselhauptkörpers **1** und einem Innenabschnitt des Magnetkerns **2**. Eine derartige Verschlechterung des Abstrahlungsvermögens wird der Wärmeleitfähigkeit zugeschrieben. Das heißt, die Wicklungen **3**, die aus Kupfer oder Aluminium bestehen, weisen eine relativ hohe Wärmeleitfähigkeit (etwa 200 W/mK oder mehr) auf, wohingegen der Magnetkern **2**, der auf einer eisenbasierten Legierung, einem amorphen Stoff, einem Ferrit oder Ähnlichem besteht, eine schlechte Wärmeleitfähigkeit aufweist (etwa 1 bis 50 W/mK). Der Magnetkern **2** weist eine relativ große Abmessung H (mehrere cm oder mehr) in einer Höhenrichtung (Dickenrichtung) auf und ist daher von der Radiatorplatte **5** entfernt. Somit wird das Abstrahlungsvermögen des Magnetkerns **2** schlecht. Dementsprechend kann der Magnetkern **2** möglicherweise aufgrund dessen abnorm heiß werden, dass Wärme durch beispielsweise einen Eisenverlust in dem Magnetkern **2** erzeugt wird. Der Magnetkern **2** kann beispielsweise heißer als eine Wärmewiderstandstemperatur des Magnetkerns **2** werden und am Ende beschädigt oder zerstört werden.

## LITERATUR DES STANDS DER TECHNIK

## PATENTLITERATUR

**[0006]**

Patentliteratur 1: JP 2013-030721 A

## ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

**[0007]** Es ist eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Drossel zu schaffen, die einen Magnetkern und Wicklungen enthält und ein zufriedenstellendes Abstrahlungsvermögen aufweist, während sie relativ klein ist.

**[0008]** Eine Drossel gemäß einem Aspekt der vorliegenden Erfindung enthält einen Magnetkern und mehrere Wicklungen, die benachbart zueinander angeordnet und elektrisch miteinander verbunden sind. Die Wicklungen enthalten eine Zwischenwicklung, die einen Magnetfluss induziert, der nicht mit einem Ende des Magnetkerns gekoppelt ist, und Magnetpfade, die mindestens zwei geschlossene Magnetpfade ausbilden, verlaufen durch einen Abschnitt innerhalb der Zwischenwicklung.

**[0009]** Gemäß der wie oben aufgebauten Drossel kann der Magnetkern dünner sein. Da eine Dicke des Magnetkerns für eine Abstrahlungsoberfläche verringert werden kann, kann demzufolge das Abstrahlungsvermögen des Magnetkerns und somit das gesamte Abstrahlungsvermögen verbessert werden.

## KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0010]** Die obigen und weitere Aufgaben, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden anhand der folgenden detaillierten Beschreibung mit Bezug auf die zugehörigen Zeichnungen deutlich. Es zeigen:

**[0011]** Fig. 1 eine perspektivische Ansicht, die schematisch eine Konfiguration einer Drossel gemäß einer ersten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

**[0012]** Fig. 2 eine perspektivische Teilansicht einer Wicklung;

**[0013]** Fig. 3 eine perspektivische Ansicht, die schematisch eine Konfiguration einer Drossel gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

**[0014]** Fig. 4 eine perspektivische Ansicht, die schematisch eine Konfiguration einer Drossel gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

**[0015]** Fig. 5 eine perspektivische Ansicht, die schematisch einen Verbindungszustand von jeweiligen Wicklungen in einer Drossel gemäß einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung zeigt;

**[0016]** Fig. 6 eine schematische perspektivische Ansicht eines Drosselhauptkörpers gemäß einer fünften Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

**[0017]** Fig. 7 eine Ansicht, die verwendet wird, um ein Herstellungsverfahren des Drosselhauptkörpers zu beschreiben;

**[0018]** Fig. 8 eine schematische Vorderansicht eines Drosselhauptkörpers gemäß einer sechsten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

**[0019]** Fig. 9 eine schematische perspektivische Ansicht eines Drosselhauptkörpers gemäß einer siebten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

**[0020]** Fig. 10 eine schematische Vorderansicht eines Drosselhauptkörpers gemäß einer achten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

**[0021]** Fig. 11 eine perspektivische Explosionsansicht einer Drossel gemäß dem Stand der Technik; und

**[0022]** Fig. 12 eine perspektivische Ansicht, die schematisch eine Konfiguration einer Drossel gemäß einem Bezugsbeispiel zeigt.

## BESCHREIBUNG DER AUSFÜHRUNGSFORMEN

(Erste Ausführungsform)

**[0023]** Im Folgenden wird eine erste Ausführungsform in einer praktischen Form der vorliegenden Erfindung mit Bezug auf Fig. 1, Fig. 2 und Fig. 12 beschrieben. In den jeweiligen im Folgenden beschriebenen Ausführungsformen wird die vorliegende Erfindung für eine Drossel verwendet, die in einem nicht isolierten Verstärker bzw. Aufwärtswandler, beispielsweise als eine Leistungssteuerungseinheit in einem Hybridfahrzeug oder Ähnlichem, verwendet wird. In der Beschreibung der vorliegenden Ausführungsformen sind die Richtungen wie folgt definiert. Das heißt, eine Ausrichtungsrichtung von Wicklungen ist eine laterale Richtung bzw. Querrichtung (rechts-links), eine längere Richtung der Wicklungen (eine Richtung, in der sich die Wicklungsräume erstrecken) ist eine Vorne-hinten-Richtung, und eine Dickenrichtung eines Magnetkerns (eine Durchdringungsrichtung der Wicklungsräume) ist eine Oben-unten-Richtung. Außerdem entspricht die Querrichtung einer ersten Richtung, und eine Längsrichtung entspricht einer zweiten Richtung.

**[0024]** Fig. 1 zeigt schematisch eine Konfiguration eines Drosselhauptkörpers **11** der vorliegenden Ausführungsform. Eine Drossel enthält den Drosselhauptkörper **11**, der von einem Gehäuse (nur ein Bodenplattenabschnitt ist gezeigt) eingeschlossen ist. Der Bodenplattenabschnitt des Gehäuses ist eine Radiatorplatte bzw. Kühlplatte **12**, die ähnlich wie eine rechteckige dünne Platte gestaltet ist und aus Metall besteht, beispielsweise aus Aluminium. Der Drosselhauptkörper **11** enthält einen Magnetkern **13**, der beispielsweise aus einer eisenbasierten Legierung oder einem amorphen Stoff besteht, und mehrere Wicklungen, hier vier Wicklungen **14–17**. Wenn die vier Wicklungen voneinander unterschieden werden müssen, werden die Wicklungen von links nach rechts in der Zeichnung als erste Wicklung **14**, zweite Wicklung **15**, dritte Wicklung **16** und vierte Wicklung **17** bezeichnet.

**[0025]** Der Magnetkern **13** ist ähnlich wie eine rechteckige Platte gestaltet, die in der Oben-unten-Richtung (Dickenrichtung) dünn ausgebildet ist, das heißt eine horizontale lange rechteckige Platte, die sich in einer Flächenrichtung (Vorne-hinten-Richtung und Rechts-links-Richtung) der Radiatorplatte **12** als flache Platte erstreckt, und weist drei Wicklungsräume **18** auf. Die Wicklungsräume **18** erstrecken sich in der Vorne-hinten-Richtung und durchdringen den Magnetkern **13** in der Oben-unten-Richtung (Dickenrichtung). Somit weist der Magnetkern **13** eine Form auf, die vier Beinabschnitte **13a–13d**, die sich in der Vorne-hinten-Richtung erstrecken und jeweils von den Wicklungen **14–17** umwickelt sind, und einstückig Jochabschnitte **13e** und **13f** aufweist, die die

Beinabschnitte **13a–13d** an den jeweiligen hinteren und vorderen Abschnitten verbinden.

**[0026]** Die Endbeinabschnitte **13a** und **13d** sind in der Zeichnung an linken und rechten Enden des Magnetkerns **13** angeordnet, und die Zwischenbeinabschnitte **13b** und **13c** sind zwischen den Endbeinabschnitten **13a** und **13d** angeordnet. In der vorliegenden Ausführungsform ist eine Querschnittsfläche der Endbeinabschnitte **13a** und **13d** (erste Wicklung **14** und vierte Wicklung **17**) kleiner als eine Querschnittsfläche der übrigen Zwischenbeinabschnitte **13b** und **13c** (zweite Wicklung **15** und dritte Wicklung **16**). In **Fig. 1** ist die Querschnittsfläche der Endbeinabschnitte **13a** und **13d** halb so groß wie eine Querschnittsfläche der Zwischenbeinabschnitte **13b** und **13c**. Auch wenn es in der Zeichnung nicht genauer gezeigt ist, kann der Magnetkern **13** beispielsweise durch Wickeln der Wicklungen **14–17** um einen gegossenen Magnetkern oder durch Verbinden von Kammzähnen (sogenannte E-Gestalt) und linearen Teilen (I-Gestalt) miteinander, nachdem die Wicklungen **14–17** an den entsprechenden Teilen angebracht wurden, ausgebildet werden.

**[0027]** Die ersten bis vierten Wicklungen **14–17** sind um die entsprechenden vier Beinabschnitte **13a** bis **13d** des Magnetkerns **13** gewickelt. Jede der Wicklungen **14–17** ist von einer fernen linken Seite (hinterer Abschnitt) auf einer oberen Fläche des Magnetkerns **13** in Richtung einer vorderen Seite in der Zeichnung gewickelt. Hier ist die Anzahl der Windungen in den Wicklungen **14–17** dieselbe. Die vier Wicklungen **14–17** sind Seite an Seite (benachbart zueinander) in der Querrichtung, die eine radiale Richtung der Wicklungen **14–17** ist, angeordnet. In der vorliegenden Ausführungsform werden flache Wicklungen geeignet als jeweilige Wicklungen **14–17** verwendet, wie es in **Fig. 2** gezeigt ist. Die Wicklungen **14–17** sind derart angeordnet, dass die längeren Richtungen beliebiger zwei Wicklungen aus den Wicklungen **14–17**, die benachbart zueinander sind, sich nicht in einem rechten Winkel kreuzen.

**[0028]** Wie es in **Fig. 1** gezeigt ist, ist eine Wicklungsendkante (vorderes Ende in der Zeichnung) der ersten Wicklung **14** mit einer Wicklungsendkante der zweiten Wicklung **15** verbunden, eine Wicklungsstartkante (hinteres Ende in der Zeichnung) der zweiten Wicklung **15** ist mit einer Wicklungsstartkante der dritten Wicklung **16** verbunden, und eine Wicklungsendkante (vorderes Ende in der Zeichnung) der dritten Wicklung **16** ist mit einer Wicklungsendkante der vierten Wicklung **17** verbunden. Demzufolge sind die vier Wicklungen **14–17** benachbart zueinander angeordnet und außerdem in Serie zueinander geschaltet, und zwei Anschlüsse werden von einer Wicklungsstartkante der ersten Wicklung **14** und einer Wicklungsstartkante der vierten Wicklung **17** extrahiert.

**[0029]** Wenn ein DC-Strom durch die Wicklungen **14–17** (zwischen den beiden Anschlüssen) fließt, fließt ein Strom durch die jeweiligen Wicklungen **14–17** in Richtungen, die durch die Pfeile C in **Fig. 1** angegeben sind. In den Wicklungen **14–17**, die benachbart zueinander angeordnet sind, fließt der Strom in derselben Richtung in jeweiligen benachbarten Abschnitten. Genauer gesagt sind eine rechte Seitenfläche der ersten Wicklung **14** und eine linke Seitenfläche der zweiten Wicklung **15** in dem Wicklungsraum **18** auf der linken Seite benachbart zueinander angeordnet und der Strom fließt von oben nach unten sowohl in der ersten Wicklung **14** als auch in der zweiten Wicklung **15** in dem benachbarten Abschnitt.

**[0030]** Eine rechte Seitenfläche der zweiten Wicklung **15** und eine linke Seitenfläche der dritten Wicklung **16** sind benachbart zueinander in dem Wicklungsraum **18** in einer Mitte angeordnet, und der Strom fließt von unten nach oben sowohl in der zweiten Wicklung **15** als auch der dritten Wicklung **16** in dem benachbarten Abschnitt. Außerdem sind eine rechte Seitenfläche der dritten Wicklung **16** und eine linke Seitenfläche der vierten Wicklung **17** benachbart zueinander in dem Wicklungsraum **18** auf der rechten Seite angeordnet, und der Strom fließt von oben nach unten sowohl in der dritten Wicklung **16** als auch in der vierten Wicklung **17** in dem benachbarten Abschnitt.

**[0031]** Aufgrund dessen, dass der Strom durch die Wicklungen **14–17** auf die oben beschriebene Weise fließt, werden Magnetflüsse in dem Magnetkern **13** induziert, und es werden, wie es in **Fig. 1** gezeigt ist, drei geschlossene Magnetpfade F1, F2 und F3 in dem Magnetkern **13** ausgebildet. In diesem Fall verlaufen zwei Magnetpfade, die zwei geschlossene Magnetpfade ausbilden, durch einen Abschnitt innerhalb der zweiten Wicklung **15** und der dritten Wicklung **16**, die in einem mittleren Abschnitt angeordnet sind. Das heißt, zwei Magnetpfade, die die geschlossenen Magnetpfade F1 und F2 ausbilden, verlaufen durch den Zwischenbeinabschnitt **13b** innerhalb der zweiten Wicklung **15**, und zwei Magnetpfade, die die geschlossenen Magnetpfade F2 und F3 ausbilden, verlaufen durch den Zwischenbeinabschnitt **13c** innerhalb der dritten Wicklung **16**.

**[0032]** Außerdem verläuft ein Magnetpfad, der einen geschlossenen Magnetpfad ausbildet, durch einen Abschnitt innerhalb der ersten Wicklung **14** und der vierten Wicklung **17**, der für einen induzierten Magnetfluss für eine Kopplung mit einem Ende des Magnetkerns **13** bereitgestellt wird. Mit anderen Worten, ein Magnetpfad, der den geschlossenen Magnetpfad F1 ausbildet, verläuft durch den Endbeinabschnitt **13a** als einem Abschnitt innerhalb der ersten Wicklung **14**, und ein Magnetpfad, der den geschlossenen Magnetpfad F3 ausbildet, verläuft durch den

Endbeinabschnitt **13d** als einem Abschnitt innerhalb der vierten Wicklung **17**. In der vorliegenden Ausführungsform entsprechen die zweite Wicklung **15** und die dritte Wicklung **16** einer Zwischenwicklung, die einen Magnetfluss induziert, der mit dem Ende des Magnetkerns **13** nicht gekoppelt ist, und die erste Wicklung **14** und die vierte Wicklung **17** entsprechen einer Endwicklung, die einen Magnetfluss induziert, der mit dem Ende des Magnetkerns **13** gekoppelt ist.

**[0033]** Der Drosselhauptkörper **11**, der wie oben beschrieben aufgebaut ist, ist von dem Gehäuse umschlossen. Genauer gesagt ist der Drosselhauptkörper **11** in einer Flächenrichtung (Vorne-hinten-Richtung und Rechts-links-Richtung) der Radiatorplatte **12** abgeflacht, das heißt in einer horizontalen Richtung in der Zeichnung abgeflacht, und fest an einer oberen Fläche der Radiatorplatte **12** mittels eines Isolierharzes (nicht gezeigt), das ein Füllmittel enthält, um das Wärmeleitvermögen zu erhöhen, fixiert. In diesem Fall ist eine Isolierharzschicht eine Schicht, die mehrere mm oder weniger dick ist. Die Radiatorplatte **12** ist auf einer Oberfläche auf einer Seite in **Fig. 1** angeordnet. Die Radiatorplatte kann jedoch an dem Drosselhauptkörper **11** auf beiden Oberflächen auf oberen und unteren Seiten in der Zeichnung angeordnet sein. Die Radiatorplatte **12** kann durch Luft oder Wasser gekühlt werden.

**[0034]** In der Drossel der vorliegenden Ausführungsform, die wie oben beschrieben aufgebaut ist, wird Wärme, die aufgrund eines Verlustes erzeugt wird, der auftritt, wenn der Drosselhauptkörper **11** angesteuert wird, über die Radiatorplatte **12** verteilt bzw. abgegeben. Da der Drosselhauptkörper **11** in der Flächenrichtung der Radiatorplatte **12** ausgebreitet ist, das heißt in der horizontalen Richtung in der Zeichnung, und daher in der Dickenrichtung dünn ist, kann die Radiatorplatte **12** (Kühlfläche) größer sein, und es ist möglich, dass der Drosselhauptkörper **11** die Kühlfläche in einem größeren Bereich kontaktiert. Somit kann das Abstrahlungsvermögen ausreichend sein. Zu demselben Zeitpunkt kann Wärme in dem inneren Abschnitt von der Radiatorplatte **12** auf einfache Weise verteilt werden, da ein Abstand von einem inneren Abschnitt (Magnetkern **13**) des Drosselhauptkörpers zu der Radiatorplatte **12** kurz bzw. gering ist. In der vorliegenden Ausführungsform wird insbesondere durch Verwendung von flachen Wicklungen als Wicklungen **14–17** eine Wicklungsdicke der Wicklungen **14–17** verringert. Somit kann ein Abstand von dem Magnetkern **13** zu der Radiatorplatte **12** weiter verkürzt werden. Demzufolge ist das Abstrahlungsvermögen besser.

**[0035]** Um eine Magnetschaltung auszubilden, die äquivalent zu dem Drosselhauptkörper **11** der vorliegenden Ausführungsform in einer Drossel ist, die Wicklungen enthält, die um einen rechteckigen Magnetkern gewickelt sind, wie es in dem obigen Stand

der Technik beschrieben wurde, während der Magnetkern dünner ist, kann das Ergebnis ein Drosselhauptkörper **101** sein, der gemäß einem Bezugsbeispiel ausgebildet ist, wie es in **Fig. 12** gezeigt ist. Der Drosselhauptkörper **101** enthält drei Einheitsdrosseln **104**, die jeweils durch Wickeln von seriell geschalteten Wicklungen **103** und **103** um einen dünnen Magnetkern **102** ausgebildet werden, und die Seite an Seite auf einer Radiatorplatte **105** angeordnet und in Serie geschaltet sind.

**[0036]** In dem Drosselhauptkörper **101** des Bezugsbeispiels wird jedoch eine Gesamtwicklungslänge von insgesamt sechs Wicklungen **103** in einer Höhenrichtung größer als eine Wicklungslänge der vorliegenden Ausführungsform (Gesamtlänge der vier Wicklungen **14–17**), und dementsprechend erhöht sich der Kupferverlust. Es ist ebenfalls offensichtlich, dass der Drosselhauptkörper **101** größer als der Drosselhauptkörper **11** der vorliegenden Ausführungsform ist. Im Gegensatz dazu kann in dem Drosselhauptkörper **11** der vorliegenden Ausführungsform der Magnetkern **13** dünner gemacht werden, während gleichzeitig eine Induktanz (benötigte Induktanz) wie die Induktanz in dem Drosselhauptkörper **101** des Bezugsbeispiels gewährleistet werden kann. Somit kann nicht nur die Erzeugung von Wärme eingeschränkt werden, sondern es kann auch die Gesamtgröße verringert werden.

**[0037]** In der vorliegenden Ausführungsform können die erste Wicklung **14** und die vierte Wicklung **17** als identische Wicklungen ausgebildet werden, und die zweite Wicklung **15** und die dritte Wicklung **16** können ebenfalls als identische Wicklungen ausgebildet werden. Somit kann der Drosselhauptkörper **11** durch Anbringen der Wicklungen **14–17**, die im Voraus erstellt werden, an entsprechenden Magnetkernen und Verbinden der Magnetkerne miteinander und außerdem Verbinden der Wicklungen miteinander und elektrisches Verbinden der Wicklungen einfach hergestellt werden. Somit weist die vorliegende Ausführungsform den Vorteil auf, dass es sehr einfach ist, den Drosselhauptkörper **11** herzustellen. In **Fig. 1** ist die Anzahl der Windungen in den jeweiligen Wicklungen **14–17** dieselbe. Die Anzahl der Windungen kann jedoch unterschiedlich sein.

**[0038]** Außerdem ist die Drossel gemäß der vorliegenden Ausführungsform dünner, und daher ist der Schwerpunkt niedrig. Dementsprechend ist die Drossel der vorliegenden Ausführungsform robust gegenüber Vibrationen, wenn sie in einem Fahrzeug verwendet wird. Auch wenn es in den Zeichnungen nicht gezeigt ist, kann die Drossel mit einer anderen elektronischen Komponente (beispielsweise Glättungskondensator) kombiniert werden und gleichzeitig mit dieser durch die einzelne Radiatorplatte **12** gekühlt werden, oder die Drossel kann durch Verwenden einer doppelseitigen Kühlkonfiguration gekühlt werden,

bei der die Radiatorplatte ebenfalls auf einer oberen Fläche der Drossel angeordnet ist.

(Zweite Ausführungsform)

**[0039]** Fig. 3 zeigt eine schematische Konfiguration einer Drossel gemäß einer zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. In den im Folgenden beschriebenen jeweiligen Ausführungsformen werden Abschnitte, die dieselben wie in der ersten obigen Ausführungsform sind (oder vorangehenden Ausführungsformen), mit denselben Bezugszeichen bezeichnet, sodass eine detaillierte Beschreibung weggelassen werden kann, und es wird hauptsächlich der Unterschied zu den vorhergehenden Ausführungsformen beschrieben.

**[0040]** Ein Drosselhauptkörper **21** der zweiten Ausführungsform enthält mehrere Wicklungen in einem Magnetkern **22**. Die Wicklungen sind von links nach rechts in der Zeichnung eine erste Wicklung **23**, eine zweite Wicklung **24**, eine dritte Wicklung **25**, eine vierte Wicklung **26**, eine fünfte Wicklung **27** und eine sechste Wicklung **28**. Der Magnetkern ist in einer horizontal langen rechteckigen Platte ausgebildet, die in einer Oben-unten-Richtung (Dickenrichtung) dünn ist, das heißt in einer Flächenrichtung (Vorne-hinten-Richtung und Rechts-links-Richtung) einer Radiatorplatte **29**, die in einem Bodenabschnitt angeordnet ist, flächig ausgebildet. Außerdem weist der Magnetkern **22** fünf Wicklungsräume **18** auf, die Seite an Seite in einer Querrichtung angeordnet sind. Jeder Wicklungsraum **18** erstreckt sich in einer Vorne-hinten-Richtung und durchdringt den Magnetkern **22** in der Dickenrichtung. Somit weist der Magnetkern **22** eine Form auf, die sechs Beinabschnitte **22a–22f** enthält, die sich in der Vorne-hinten-Richtung erstrecken und von den jeweiligen Wicklungen **23–28** umwickelt sind, und weist einstückig Jochabschnitte **22g** und **22h** auf, die die Beinabschnitte **22a–22f** an hinteren und vorderen Seitenabschnitten verbinden.

**[0041]** In der oben beschriebenen Konfiguration ist ebenfalls wie in der ersten Ausführungsform eine Querschnittsfläche der Endbeinabschnitte **22a** und **22f**, die auf linken und rechten Enden des Magnetkerns **22** in der Zeichnung angeordnet sind, kleiner als (in Fig. 3 die Hälfte) eine Querschnittsfläche jeweiliger Zwischenbeinabschnitte **13b–13e**. Die Wicklungen **23–28** sind aus flachen Wicklungen ausgebildet und weisen dieselbe Anzahl von Windungen um die Beinabschnitte **22a–22f** von einem fernen linken (hinteren Abschnitt) Abschnitt auf einer oberen Fläche in Richtung einer Vorderseite auf. Die sechs Wicklungen **23–28** sind benachbart zueinander angeordnet und elektrisch in Serie geschaltet. Zwei Anschlüsse sind aus einer Wicklungsstartkante der ersten Wicklung **23** und einer Wicklungsstartkante der sechsten Wicklung **28** extrahiert.

**[0042]** Wenn ein DC-Strom zwischen den beiden Anschlüssen fließt, fließt ein Strom durch die jeweiligen Wicklungen **23–28** in Richtungen, die durch die Pfeile C in Fig. 3 angegeben sind. In Wicklungen **23–28**, die benachbart zueinander angeordnet sind, fließt der Strom in derselben Richtung in jeweiligen benachbarten Abschnitten. Dementsprechend werden fünf geschlossene Magnetpfade F1–F5 in dem Magnetkern ausgebildet. In der zweiten Wicklung **24**, der dritten Wicklung **25**, der vierten Wicklung **26** und der fünften Wicklung **27**, die in einem mittleren Abschnitt angeordnet sind, verlaufen zwei Magnetpfade, die zwei geschlossene Magnetpfade ausbilden, durch einen Abschnitt innerhalb der entsprechenden Wicklung (jeden der Zwischenbeinabschnitte **13b–13e**). Der Drosselhauptkörper **21**, der wie oben beschrieben ausgebildet ist, ist fest an einer oberen Fläche der Radiatorplatte **29** über ein Isolierharz (nicht gezeigt), das ein Füllmittel enthält, um das Wärmeleitvermögen zu erhöhen, befestigt. In der vorliegenden Ausführungsform entsprechen die zweite Wicklung **24**, die dritte Wicklung **25**, die vierte Wicklung **26** und die fünfte Wicklung **27** einer Zwischenwicklung, und die erste Wicklung **23** und die sechste Wicklung **28** entsprechen einer Endwicklung.

**[0043]** Wie in der obigen ersten Ausführungsform ist die Drossel der zweiten Ausführungsform, die den Magnetkern **22** und die Wicklungen **23–28** enthält, ebenfalls in der Lage, eine ausgezeichnete Funktion zu erlangen und zu bewirken, dass das Abstrahlungsvermögen ausreichend ist, während sie relativ klein (dünn) ist. Im Vergleich zu der Drossel der ersten Ausführungsform kann die Anzahl der Windungen durch Erhöhen der Anzahl der Wicklungen **23–28** erhöht werden, während die Gesamtgestalt in der Flächenrichtung größer ist. Demzufolge kann die Induktanz erhöht werden, während ein gutes Kühlvermögen wie in der obigen ersten Ausführungsform gewährleistet wird.

(Dritte Ausführungsform)

**[0044]** Fig. 4 zeigt eine Konfiguration eines Drosselhauptkörpers **31** gemäß einer dritten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Der Drosselhauptkörper **31** unterscheidet sich von dem Drosselhauptkörper **11** der ersten Ausführungsform darin, dass er einen Magnetkern **13** aufweist, in keine Wicklungen um Endbeinabschnitte **13a** und **13d** gewickelt sind. Das heißt, der Drosselhauptkörper enthält einen Magnetkern **13**, der derselbe wie der Magnetkern **13** der ersten Ausführungsform ist, und eine erste Wicklung **32** ist um einen Zwischenbeinabschnitt **13b** gewickelt, und eine zweite Wicklung **33** ist um einen anderen Zwischenbeinabschnitt **13c** gewickelt. Mit anderen Worten, jede der Wicklungen **32** und **33** der vorliegenden Ausführungsform ist eine Zwischenwicklung, die einen Magnetfluss induziert, der nicht mit einem Ende des Magnetkerns **13** gekoppelt ist.

**[0045]** Die jeweiligen Wicklungen **32** und **33** sind aus flachen Wicklungen ausgebildet und weisen von einer fernen linken Seite (hinterer Abschnitt) auf einer oberen Fläche des Magnetkerns **13** in Richtung einer Vorderseite in der Zeichnung dieselbe Anzahl von Windungen auf. Die beiden Wicklungen **32** und **33** sind in einer Querrichtung (erste Richtung) Seite an Seite (benachbart zueinander) angeordnet, die eine radiale Richtung der Wicklungen **32** und **33** ist. Eine Wicklungsstartkante (hinteres Ende in der Zeichnung) der ersten Wicklung **32** und eine Wicklungsstartkante der zweiten Wicklung **33** sind in Serie geschaltet, und zwei Anschlüsse sind aus einer Wicklungsendkante (vorderes Ende in der Zeichnung) der ersten Wicklung **32** und einer Wicklungsendkante der zweiten Wicklung **33** extrahiert.

**[0046]** Wenn ein DC-Strom durch die Wicklungen **32** und **33** fließt (zwischen den beiden Anschlüssen fließt), fließt ein Strom durch die Wicklungen **32** und **33** in Richtungen, die durch die Pfeile C angegeben sind. Dementsprechend werden Magnetflüsse in dem Magnetkern **13** induziert, und es werden drei geschlossene Magnetpfade F1, F2 und F3 in dem Magnetkern ausgebildet. In der vorliegenden Ausführungsform ist der Drosselhauptkörper außerdem in einer Flächenrichtung einer Radiatorplatte **12** flächig ausgebildet, das heißt in einer horizontalen Richtung in der Zeichnung, und ist an einer oberen Fläche der Radiatorplatte **12** über ein Isolierharz (nicht gezeigt), das ein Füllmittel enthält, um das Wärmeleitvermögen zu erhöhen, fixiert.

**[0047]** Wie bei der obigen ersten Ausführungsform ist die Drossel der dritten Ausführungsform, die den Magnetkern **13** und die Wicklungen **32** und **33** enthält, ebenfalls in der Lage, eine ausgezeichnete Funktion zu erzielen und zu bewirken, dass das Abstrahlungsvermögen ausreichend ist, während sie relativ klein (dünn) ist. Da keine Wicklungen um die Enden (Endbeinabschnitte **13a** und **13d**) des Magnetkerns **13** gewickelt sind, verbleiben induzierte Magnetfelder in der Nähe des Magnetkerns. Somit kann ein nachteiliger Einfluss durch Magnetflüsse, die von den Spulen zur Außenseite kriechen, wirksam verhindert werden.

(Vierte Ausführungsform)

**[0048]** Fig. 5 zeigt eine Konfiguration eines Drosselhauptkörpers **41** gemäß einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Fig. 5 zeigt den Drosselhauptkörper **41** aufrecht stehend (eine axiale Richtung der Wicklungen ist als Oben-unten-Richtung gegeben). Der Drosselhauptkörper **41** der vierten Ausführungsform wird durch Anbringen von vier Wicklungen, das heißt einer ersten Wicklung **42**, einer zweiten Wicklung **43**, einer dritten Wicklung **44** und einer vierten Wicklung **45**, an einem Magnetkern ausgebildet. Man beachte, dass die vier Wicklungen

**42–45** anders als in der obigen ersten Ausführungsform verbunden sind. Das heißt, die erste Wicklung **42** ist um einen Endbeinabschnitt **13a** des Magnetkerns **13** von oben links auf einer vorderen Fläche in der Zeichnung nach unten gewickelt, und im Gegensatz zu der ersten Wicklung **42** ist die zweite Wicklung **43** um einen Zwischenbeinabschnitt **13b** in entgegengesetzter Wicklungsrichtung von oben rechts auf der vorderen Fläche in der Zeichnung abwärts gewickelt.

**[0049]** Die dritte Wicklung **44** ist um einen Zwischenbeinabschnitt **13c** von oben links auf der vorderen Fläche in der Zeichnung abwärts gewickelt, wohingegen die vierte Wicklung **45** um einen Endbeinabschnitt **13d** des Magnetkerns **13** in entgegengesetzter Wicklungsrichtung von oben rechts auf der vorderen Fläche der Zeichnung abwärts gewickelt ist. Außerdem ist eine Wicklungsendkante der ersten Wicklung **42** mit einer Wicklungsstartkante der vierten Wicklung **45** in Serie geschaltet. Ein (+) Anschluss **46**, der auf einer oberen Seite in der Zeichnung angeordnet ist, ist mit einer Wicklungsstartkante der ersten Wicklung **42**, einer Wicklungsstartkante der zweiten Wicklung **43** und einer Wicklungsstartkante der dritten Wicklung **44** verbunden, und der andere (-) Anschluss **47** ist mit einer Wicklungsendkante der zweiten Wicklung **43**, einer Wicklungsendkante der dritten Wicklung **44** und einer Wicklungsendkante der vierten Wicklung **45** verbunden.

**[0050]** Demzufolge sind drei Komponenten, das heißt die erste Wicklung **42** und die vierte Wicklung **45**, die in Serie geschaltet sind, die zweite Wicklung **43** und die dritte Wicklung **44** parallel zwischen die beiden Anschlüsse **46** und **47** geschaltet. In dem obigen Fall fließt ebenfalls ein Strom durch die jeweiligen Wicklungen **42–45** in Richtungen, die durch die Pfeile C angegeben sind, wenn ein DC-Strom zwischen den beiden Anschlüssen **46** und **47** fließt. Dementsprechend werden Magnetflüsse in dem Magnetkern **13** induziert, und es werden drei geschlossene Magnetpfade in dem Magnetkern **13** ausgebildet. In der vorliegenden Ausführungsform wird der Drosselhauptkörper **41** ebenfalls über eine nicht dargestellte Radiatorplatte gekühlt.

**[0051]** Wie in der obigen ersten Ausführungsform ist die Drossel der vierten Ausführungsform, die wie oben beschrieben aufgebaut ist, ebenfalls in der Lage, eine ausgezeichnete Funktion zu erzielen und zu bewirken, dass das Abstrahlungsvermögen ausreichend ist, während sie relativ klein (in einer Vorne-hinten-Richtung in der Zeichnung dünn) ist. Im Vergleich zu einem Fall, bei dem sämtliche Wicklungen in Serie geschaltet sind, ist die Drossel der vorliegenden Ausführungsform eine Drossel mit niedriger Induktanz und hohem Strom. Somit ist das Verbindungsverfahren, das in der vorliegenden Ausführungsform beschrieben wurde, wirksam, wenn eine Hochstromdrossel entworfen wird.

**[0052]** In dem Magnetkern **13** der vorliegenden Ausführungsform wird ein Magnetpfad in den Endbeinabschnitten **13a** und **13d** ausgebildet, und es werden zwei Magnetpfade in den Zwischenbeinabschnitten **13b** und **13c** ausgebildet. Somit kann die Flussdichte durch sämtliche Beinabschnitte **13a–13d** durch Schalten der ersten Wicklung **42** und der vierten Wicklung **45** in Serie und der zweiten Wicklung **43** und der dritten Wicklung **44** parallel homogen ausgebildet werden. Dementsprechend kann das Problem einer Magnetsättigung, die bei einem kleinen Strom insbesondere in einem der Beinabschnitte **13a–13d** auftritt, eliminiert werden. Somit kann eine DC-Überlagerungseigenschaft weiter verbessert werden.

(Fünfte Ausführungsform)

**[0053]** Eine fünfte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung wird im Folgenden mit Bezug auf **Fig. 6** und **Fig. 7** beschrieben. In der vorliegenden Ausführungsform und den folgenden Ausführungsformen erfolgt die Beschreibung durch Definition einer axialen Richtung (Längsrichtung) der Wicklungen als Oben-unten-Richtung. Ein Drosselhauptkörper **51** der fünften Ausführungsform enthält einen Magnetkern **52**, der insgesamt als rechteckiger Block ausgebildet ist, und mehrere Wicklungen, beispielsweise eine erste Wicklung **53**, eine zweite Wicklung **54**, eine dritte Wicklung **55** und eine vierte Wicklung **56**, die in den Magnetkern eingebettet sind. Der Drosselhauptkörper **51** ist von einem Gehäuse (nicht gezeigt) mit ausreichendem Wärmeleitvermögen (Abstrahlungsvermögen) eingeschlossen. Der Magnetkern **52**, der hier verwendet wird, wird aus einer flüssigen Masse mit Magnetpulver (Pulver aus einer Eisenlegierung, einem amorphen Stoff oder Ähnlichem), die durch Mischen des Magnetpulvers mit einem flüssigen wärmeverteilenden Harz, das ein Füllmittel enthält, um das Wärmeleitvermögen zu erhöhen, oder durch Dispergieren des Magnetpulvers in dem Harz und anschließendem Verdichten hergestellt wird. Der Magnetkern **52** wird mittels Wärme gehärtet, nachdem die Wicklungen **53–56** in dem Magnetkern angeordnet wurden.

**[0054]** Jede der Wicklungen **53–56** wird durch Umgießen eines Drahtes, der in einer hohlen kreisförmigen zylindrischen Gestalt aufgewickelt ist, mit einem Isolierharz ausgebildet. Hier ist die Anzahl der Windungen in den vier Wicklungen **53–56** gleich. Wie es in **Fig. 6** gezeigt ist, ist jedoch ein Durchmesser der zweiten Wicklung **54** und der dritten Wicklung **55** größer als ein Durchmesser der ersten Wicklung **53** und der vierten Wicklung **56**. Die vier Wicklungen **53–56** sind in einer Querrichtung Seite an Seite angeordnet, wobei eine axiale Richtung (Längsrichtung) in der Zeichnung als Oben-unten-Richtung definiert ist. Wie in der obigen Ausführungsform sind die vier Wicklungen **53–56** in Serie geschaltet.

**[0055]** Wie es in **Fig. 7** gezeigt ist, wird der Drosselhauptkörper **51** durch Einbringen einer flüssigen Masse, in die Pulver gemischt ist, als ein Material, aus dem der Magnetkern **52** auszubilden ist, in eine Form **57** einer rechteckigen Boxgestalt und Einbetten der vier verbundenen und elektrisch isolierten Wicklungen **53–56** in das Mischpulver hergestellt. Der Magnetkern **52** wird durch Härten des Mischpulvers mittels Wärme ausgebildet. Demzufolge bedeckt der Magnetkern **52** die jeweiligen vier Wicklungen **53–56** entlang eines Außenumfangs.

**[0056]** In dem Drosselhauptkörper **51**, der wie oben beschrieben aufgebaut ist, fließt ein Strom durch die jeweiligen Wicklungen **53–56** in Richtungen, die in **Fig. 6** mit den Pfeilen C angegeben sind, wenn ein DC-Strom zwischen zwei Anschlüssen fließt, und der Strom fließt in derselben Richtung (von hinten nach vorne oder von vorne nach hinten) in jeweiligen benachbarten Abschnitten der Wicklungen **53–56**, die benachbart zueinander angeordnet sind. Es werden drei geschlossene Magnetpfade F1, F2 und F3 in dem Magnetkern **52** ausgebildet. Zwei Magnetpfade, die zwei geschlossene Magnetpfade F1 und F2 ausbilden, verlaufen durch einen Innenumfangsabschnitt der zweiten Wicklung **54**, und zwei Magnetpfade, die die geschlossenen Magnetpfade F2 und F3 ausbilden, verlaufen durch einen Innenumfangsabschnitt der dritten Wicklung **55**.

**[0057]** In der Drossel gemäß der fünften Ausführungsform, die wie oben beschrieben aufgebaut ist, ist der gesamte Drosselhauptkörper **51** (Magnetkern **52**) in der Vorne-hinten-Richtung in der Zeichnung dünn. Somit ist die Drossel der fünften Ausführungsform ebenfalls in der Lage, eine ausgezeichnete Funktion zu erzielen und zu bewirken, dass beispielsweise das Abstrahlungsvermögen von einer vorderen Fläche oder einer hinteren Fläche des Gehäuses ausreichend ist, während sie relativ klein (dünn) ist.

(Sechste Ausführungsform)

**[0058]** **Fig. 8** zeigt schematisch eine Konfiguration eines Drosselhauptkörpers **61** gemäß einer sechsten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Der Drosselhauptkörper **61** enthält einen Magnetkern **62**, der eine erste Wicklung **63**, eine zweite Wicklung **64**, eine dritte Wicklung **65**, eine vierte Wicklung **66**, eine fünfte Wicklung **67**, eine sechste Wicklung **68**, eine siebte Wicklung **69** und eine achte Wicklung **70** aufweist. Die Wicklungen **63–70** sind in zwei Reihen in einer Längsrichtung (Oben-unten-Richtung in der Zeichnung) angeordnet, die eine längere Richtung bzw. Längsrichtung der Wicklungen **63–70** ist, und vier Wicklungen sind Seite an Seite in einer Querrichtung in jeder Reihe angeordnet. Mit anderen Worten, es wird eine Drossel, die vier Wicklungen enthält, die Seite an Seite in der Querrichtung angeordnet sind, wie in der ersten Ausführungsform in jeder der beiden

Reihen in der Oben-unten-Richtung geschaffen. Das heißt, in der vorliegenden Ausführungsform sind vier Sätze von zwei Wicklungen, die in der Längsrichtung (zweite Richtung) aufgereiht sind, Seite an Seite in der Querrichtung (erste Richtung) angeordnet.

**[0059]** Der Magnetkern **62** weist insgesamt sechs Wicklungsräume **18** auf, das heißt drei Wicklungsräume **18**, die Seite an Seite in der Querrichtung angeordnet sind, sind in den jeweiligen beiden Reihen in der Längsrichtung angeordnet. Dementsprechend enthält der Magnetkern **62** einstückig Endbeinabschnitte **62a** und **62d** einer oberen Reihe, Zwischenbeinabschnitte **62b** und **62c** einer oberen Reihe, Endbeinabschnitte **62e** und **62h** einer unteren Reihe, Zwischenbeinabschnitte **62f** und **62g** einer unteren Reihe, einen oberen Jochabschnitt **62i**, einen unteren Jochabschnitt **62j** und einen Zwischenjochabschnitt **62k**. Der Zwischenjochabschnitt **62k** wird von der oberen Reihe und der unteren Reihe gemeinsam verwendet. Eine Querschnittsfläche der Endbeinabschnitte **62a**, **62d**, **62e** und **62h** ist kleiner als eine Querschnittsfläche der Zwischenbeinabschnitte **62b**, **62c**, **62f** und **62g**, und die erste beträgt die Hälfte der zweiten in **Fig. 8**.

**[0060]** Die Wicklungen **63–70** sind um die jeweiligen Beinabschnitte **62a–62h** gewickelt und weisen dieselbe Anzahl von Windungen in derselben Richtung auf, das heißt von oben links auf einer vorderen Fläche nach unten. Eine Wicklungsendkante (unteres Ende) der ersten Wicklung **63** ist mit einer Wicklungsendkante der zweiten Wicklung **64** verbunden, eine Wicklungsstartkante (oberes Ende) der zweiten Wicklung **64** ist mit einer Wicklungsstartkante der dritten Wicklung **65** verbunden, und eine Wicklungsendkante der dritten Wicklung **65** ist mit einer Wicklungsendkante der vierten Wicklung **66** verbunden. Außerdem ist eine Wicklungsstartkante der vierten Wicklung **66** mit einer Wicklungsstartkante der fünften Wicklung **67** verbunden, eine Wicklungsendkante der fünften Wicklung **67** ist mit einer Wicklungsendkante der sechsten Wicklung **68** verbunden, eine Wicklungsstartkante der sechsten Wicklung **68** ist mit einer Wicklungsstartkante der siebten Wicklung **69** verbunden, und eine Wicklungsendkante der siebten Wicklung **69** ist mit einer Wicklungsendkante der achten Wicklung **70** verbunden. Eine Wicklungsstartkante der ersten Wicklung **63** und eine Wicklungsstartkante der achten Wicklung **70** sind jeweils mit Anschlüssen verbunden.

**[0061]** Demzufolge sind die acht Wicklungen **63–70** elektrisch in Serie geschaltet, und wenn ein DC-Strom zwischen den beiden Anschlüssen fließt, fließt ein Strom durch die jeweiligen Wicklungen **63–70** in Richtungen, die durch die Pfeile C in **Fig. 8** angegeben sind. Der Strom fließt in derselben Richtung (von vorne nach hinten oder von hinten nach vorne) in jeweiligen benachbarten Abschnitten der Wicklungen

**63–70**, die benachbart zueinander angeordnet sind. Es werden sechs geschlossene Magnetpfade F1–F6 in dem Magnetkern **62** ausgebildet. Zwei Magnetpfade, die zwei geschlossene Magnetpfade F1 und F2, F2 und F3, F4 und F5 und F5 und F6 ausbilden, verlaufen jeweils durch die Zwischenbeinabschnitte **62b**, **62c**, **62f** und **62g**. Ein Magnetpfad verläuft durch jeden der Endbeinabschnitte **62a**, **62d**, **62e** und **62h**.

**[0062]** Die oberen und unteren Wicklungen **63–70**, die in der zweiten Richtung aufgereiht sind, sind derart ausgebildet, dass sie Magnetflüsse in derselben Richtung induzieren. Somit sind in dem Zwischenjochabschnitt **62k** Magnetfelder, die von den Wicklungen **63–70** in der oberen und unteren Reihe erzeugt werden, in entgegengesetzten Richtungen und heben sich daher auf. Das heißt, in dem Zwischenjochabschnitt **62k** weisen die Magnetflüsse in dem geschlossenen Magnetpfad F1 und dem geschlossenen Magnetpfad F6 entgegengesetzte Richtungen auf. Auf ähnliche Weise weisen die Magnetflüsse in dem geschlossenen Magnetpfad F2 und dem geschlossenen Magnetpfad F5 entgegengesetzte Richtungen auf, und die Magnetflüsse in dem geschlossenen Magnetpfad F3 und dem geschlossenen Magnetpfad F4 weisen entgegengesetzte Richtungen auf.

**[0063]** Gemäß dem Drosselhauptkörper **61** der sechsten Ausführungsform, der wie oben beschrieben aufgebaut ist, können die Wicklungen **63–70** effektiv angeordnet werden, ohne die Induktanz zu erhöhen, nicht nur durch Anordnen der Wicklungen **63–70** Seite an Seite in der Querrichtung, sondern auch durch Aufreihen der Wicklungen **63–70** in der Längsrichtung. Die oben beschriebene Konfiguration kann verhindern, dass der Drosselhauptkörper **61** insgesamt in einer Richtung größer wird (eine größere Größe aufweist). Auch wenn es in der Zeichnung nicht gezeigt ist, kann eine Kühlwirkung durch Bereitstellen einer Radiatorplatte für den Drosselhauptkörper **61** auf vorderen und hinteren Flächen erhöht werden. In der vorliegenden Ausführungsform weisen insbesondere Magnetfelder in dem Zwischenjochabschnitt **62k** Richtungen derart auf, dass sich die Magnetfelder aufheben. Somit kann eine Magnet sättigung in diesem Punkt beschränkt werden, und es kann die Querschnittsfläche des Zwischenjochabschnitts **62k** kleiner sein.

(Siebte Ausführungsform)

**[0064]** **Fig. 9** zeigt schematisch eine Konfiguration eines Drosselhauptkörpers **71** gemäß einer siebten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Der Drosselhauptkörper **71** enthält einen Magnetkern **72** und eine erste Wicklung **73**, eine zweite Wicklung **74**, eine dritte Wicklung **75**, eine vierte Wicklung **76**, eine fünfte Wicklung **77**, eine sechste Wicklung **78**, eine siebte Wicklung **79** und eine achte Wicklung **80**, die Seite an Seite in zwei Reihen in einer Oben-

unten-Richtung und vier Spalten in einer Querrichtung angeordnet und in den Magnetkern **72** eingebettet sind. Der Magnetkern **72** ist insgesamt als rechteckiger Block ausgebildet, der in einer Vorne-hinten-Richtung dünn ist. Wie bei dem Magnetkern **52** (siehe **Fig. 6** und **Fig. 7**) der obigen fünften Ausführungsform wird der Magnetkern **72** durch Einbringen einer flüssigen Masse, in die Pulver gemischt ist und die durch Mischen von Magnetpulver mit einem Isolierharz erstellt wird, in eine Gussform (Gehäuse), Anordnen der Wicklungen **73–80** innerhalb des Gehäuses und Härten des flüssigen Masse erhalten.

**[0065]** Wie in der obigen fünften Ausführungsform werden die Wicklungen **73–80** durch Umgießen eines Drahtes, der in eine kreisförmige zylindrische Gestalt gewickelt ist, mit Isolierharz erhalten. Die Wicklungen **73–80** sind auf dieselbe Weise wie in der obigen sechsten Ausführungsform (in Serie) geschaltet, und vier Wicklungen, die Seite an Seite in vier Richtungen in jeder der beiden Reihen in einer Oben-unten-Richtung angeordnet sind, sind in den Magnetkern **52** eingebettet. Ein Durchmesser der zweiten Wicklung **74**, der dritten Wicklung **75**, der sechsten Wicklung **78** und der siebten Wicklung **79** ist größer als ein Durchmesser der ersten Wicklung **73**, der vierten Wicklung **76**, der fünften Wicklung **77** und der achten Wicklung **80**. In dem Drosselhauptkörper **71**, der wie oben beschrieben aufgebaut ist, fließt ein Strom in den jeweiligen Wicklungen **73–80** in Richtungen, die durch die Pfeile C angegeben sind, wenn ein DC-Strom zwischen zwei Anschlüssen fließt, und es werden sechs geschlossene Magnetpfade F1–F6 in dem Magnetkern **72** ausgebildet.

**[0066]** Somit ist wie in der sechsten Ausführungsform die Drossel gemäß der siebten Ausführungsform in der Lage, ein zufriedenstellendes Abstrahlungsvermögen von einer vorderen Fläche oder einer hinteren Fläche zu erhalten, während sie in einer Vorne-hinten-Richtung relativ klein (dünn) ist. Außerdem kann eine Magnetsättigung in dem Magnetkern in einem Abschnitt, der einem Zwischenjoch entspricht, beschränkt werden.

(Achte Ausführungsform)

**[0067]** **Fig. 10** zeigt eine Konfiguration eines Drosselhauptkörpers **81** gemäß einer achten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. Hier wird ein Unterschied zu dem Drosselhauptkörper **61** (siehe **Fig. 8**) der sechsten Ausführungsform beschrieben. Der Drosselhauptkörper **81** der achten Ausführungsform enthält einen Magnetkern **82**, der zwei unterschiedliche Drosseln aufweist: einen ersten Drosselabschnitt **81a** in einer oberen Reihe und einen zweiten Drosselabschnitt **81b** in einer unteren Reihe.

**[0068]** Der Magnetkern **82** enthält einen oberen Teil-Kernabschnitt **83** und unteren Teil-Kernabschnitt **84**,

die beide eine kammförmige Gestalt (E-Gestalt) aufweisen und als symmetrische obere und untere Teile bereitgestellt werden, und einen Zwischenjochabschnitt (Balkenabschnitt) **85**, der in einer einzelnen horizontal länglichen Stange (I-Gestalt) ausgebildet ist und an einem Mittelpunkt zwischen zwei Kernabschnitten **83** und **84** angeordnet ist und von den oberen und unteren Drosselabschnitten **81a** und **81b** gemeinsam verwendet wird. In der vorliegenden Ausführungsform besteht der Zwischenjochabschnitt **85** aus einem Material, das sich von dem Material des oberen Teil-Kernabschnitts **83** und des unteren Teil-Kernabschnitts **84** unterscheidet, und weist eine höhere Magnetpermeabilität als die Materialien der anderen Abschnitte auf.

**[0069]** Der erste Drosselabschnitt **81a** in der oberen Reihe wird durch Umwickeln jeweiliger vier Beinabschnitte des oberen Teil-Kernabschnitts **83** mit einer ersten Wicklung **86**, einer zweiten Wicklung **87**, einer dritten Wicklung **88** und einer vierten Wicklung **89** ausgebildet. Wie die Wicklungen **14–17** der ersten Ausführungsform werden die Wicklungen **86–89** geeignet aus flachen Wicklungen ausgebildet und weisen in derselben Richtung dieselbe Anzahl von Windungen auf. Die Wicklungen **86–89** sind elektrisch in Serie geschaltet. Wenn ein DC-Strom zwischen zwei Anschlüssen fließt, fließt demzufolge ein Strom in den jeweiligen Wicklungen **86–89** in Richtungen, die durch die Pfeile C angegeben sind, und es werden drei geschlossene Magnetpfade F1–F3 ausgebildet.

**[0070]** Wie bei dem ersten Drosselabschnitt **81a** wird der zweite Drosselabschnitt **81b** in der unteren Reihe ebenfalls durch Umwickeln jeweiliger vier Beinabschnitte des unteren Teil-Kernabschnitts **84** mit einer fünften Wicklung **90**, einer sechsten Wicklung **91**, einer siebten Wicklung **92** und einer achten Wicklung **93** ausgebildet. Die Wicklungen **90–93** sind elektrisch in Serie geschaltet. Wenn ein DC-Strom zwischen zwei Anschlüssen der Wicklungen **90–93** fließt, fließt ein Strom durch die jeweiligen Wicklungen **90–93** in Richtungen, die durch die Pfeile C angegeben sind, und es werden drei geschlossene Magnetpfade F4–F6 ausgebildet.

**[0071]** In der vorliegenden Ausführungsform weisen die Magnetfelder der geschlossenen Magnetpfade F1–F6 in dem Zwischenjochabschnitt **85** Richtungen derart auf, dass sich die Magnetfelder gegenseitig aufheben, um eine Magnetsättigung in diesem Abschnitt zu beschränken. Da der Zwischenjochabschnitt **85** aus einem Material besteht, das eine hohe Magnetpermeabilität aufweist, kann der Magnetwiderstand in dem Zwischenjochabschnitt **85** verringert werden. Somit hat ein Magnetfeld, das in der Drossel **81a** erzeugt wird, geringen Einfluss auf die Drossel **81b** (ein Magnetfeld, das in der Drossel **81b** erzeugt wird, weist geringen Einfluss auf die Drossel **81a** auf).

**[0072]** In der Drossel der achten Ausführungsform, die wie oben beschrieben aufgebaut ist, kann ebenfalls das Abstrahlungsvermögen von einer vorderen Fläche oder einer hinteren Fläche eines Gehäuses ausreichend sein, während die Drossel in einer Vorne-hinten-Richtung relativ klein (dünn) ist. Gleichzeitig kann eine Magnetkopplung zwischen der Drossel **81a** und der Drossel **81b** durch Beschränken einer Magnetsättigung in dem Magnetkern **81** in einem Abschnitt, der dem Zwischenjochabschnitt **85** entspricht, gelockert bzw. verringert werden. Da zwei Drosseln, das heißt der erste Drosselabschnitt **81a** und der zweite Drosselabschnitt **81b**, in einem Drosselhauptkörper **81** ausgebildet werden können, können die Größe und die Kosten verringert werden. Der Magnetkern **82** kann durch den Magnetkern **62** der sechsten Ausführungsform ersetzt werden.

(Weitere Ausführungsformen)

**[0073]** Auch wenn es in den Zeichnungen nicht gezeigt ist, ist die vorliegende Erfindung nicht auf die jeweiligen oben beschriebenen Ausführungsformen beschränkt. Es sind beispielsweise Erweiterungen und Modifikationen wie folgt möglich. Das heißt, in der ersten Ausführungsform oder den anderen obigen Ausführungsformen sind Wicklungen aus flachen Wicklungen ausgebildet. Die Wicklungen sind jedoch nicht auf flache Wicklungen begrenzt, und die Wicklungen können stattdessen kantige Wicklungen oder normal gerundete Wicklungen sein. Außerdem sind mehrere Wicklungen nicht notwendigerweise in Serie geschaltet, und es können verschiedene Arten von Verbindungen kombiniert werden. Es kann beispielsweise ein Teil der Wicklungen in Serie geschaltet sein, und der Rest kann parallel geschaltet sein. Der Magnetkern kann mit einer Lücke ausgebildet sein. In einem Fall, in dem Wicklungen in den Magnetkern eingebettet sind, können die Wicklungen als rechteckiger Zylinder anstelle als kreisförmiger Zylinder ausgebildet sein. In der obigen ersten Ausführungsform sind Wicklungen um sämtliche vier Beinabschnitte **13a–13d** gewickelt. In der vorliegenden Erfindung kann jedoch wie in der dritten Ausführungsform, die in **Fig. 4** gezeigt ist, eine flache Drossel ebenfalls dadurch ausgebildet werden, dass keine Wicklungen um die Beinabschnitte **13a** und **13d** gewickelt sind, die an den Enden angeordnet sind.

**[0074]** In den jeweiligen obigen Ausführungsformen wird die vorliegende Erfindung für einen Verstärker bzw. Aufwärtswandler in einer Leistungssteuerungseinheit für ein Hybridfahrzeug verwendet. Die vorliegende Erfindung ist jedoch auf andere Nutzungen anwendbar, beispielsweise für eine PFC-Schaltung in einer Ladeeinrichtung, einem nicht isolierten Abwärtswandler und einer Glättungsdrossel. Die vorliegende Erfindung ist unter dem Titel „Drossel“ beschrieben, aber es muss nicht gesagt werden, dass der Ausdruck „Drossel“ einen Induktor bzw. eine Spu-

le enthält. Materialien der jeweiligen Abschnitte, die Anzahl und die Orte der Wicklungen und der Beinabschnitte des Magnetkerns, die Anzahl der Windungen in den Wicklungen, eine Querschnittsfläche der Beinabschnitte (geringer Durchmesser der Wicklungen) und so weiter können auf verschiedene Weise geändert werden. Außerdem können die Beinabschnitte Beinabschnitte enthalten, die nicht von Wicklungen umwickelt sind. Kurz gesagt kann die vorliegende Erfindung nach Bedarf innerhalb des Bereiches der vorliegenden Erfindung geändert werden.

### Patentansprüche

1. Drossel, die aufweist:  
einen Magnetkern (**13, 22, 52, 62, 72, 82**); und mehrere Wicklungen (**14–17, 23–28, 32, 33, 42–45, 53–56, 63–70, 73–80, 86–93**), die benachbart zueinander angeordnet und elektrisch verbunden sind, wobei die Wicklungen eine Zwischenwicklung, die einen Magnetfluss induziert, der nicht mit einem Ende des Magnetkerns gekoppelt ist, enthalten, und wobei Magnetpfade, die mindestens zwei geschlossene Magnetpfade (F1–F6) ausbilden, durch einen Abschnitt innerhalb der Zwischenwicklung verlaufen.
2. Drossel nach Anspruch 1, wobei die Wicklungen derart ausgebildet sind, dass elektrische Ströme in benachbarten Abschnitten von beliebigen zwei Wicklungen, die benachbart zueinander angeordnet sind, in derselben Richtung fließen.
3. Drossel nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Wicklungen elektrisch in Serie geschaltet sind.
4. Drossel nach einem der Ansprüche 1–3, wobei die Wicklungen derart angeordnet sind, dass längere Richtungen von beliebigen zwei Wicklungen, die benachbart zueinander angeordnet sind, sich nicht in einem rechten Winkel kreuzen.
5. Drossel nach Anspruch 4, wobei wenn radiale Richtungen und die längeren Richtungen der Wicklungen jeweils auf eine erste Richtung und eine zweite Richtung festgelegt sind, die Wicklungen Seite an Seite in der ersten Richtung angeordnet sind oder die Wicklungen in der zweiten Richtung in mehreren Sätzen aufgereiht sind und die Sätze Seite an Seite in der ersten Richtung angeordnet sind.
6. Drossel nach Anspruch 5, wobei die Wicklungen in der zweiten Richtung in mehreren Sätzen aufgereiht sind und die Sätze in der ersten Richtung parallel angeordnet sind, und die Wicklungen derart ausgebildet sind, dass Richtungen von Magnetflüssen, die durch die Wicklungen in jedem der Sätze induziert werden, die in der zweiten Richtung aufgereiht sind, dieselben sind.

7. Drossel nach einem der Ansprüche 1–6, wobei die Wicklungen in den Magnetkern eingebettet sind.

8. Drossel nach einem der Ansprüche 1–7, wobei jede der Wicklungen die Zwischenwicklung ist, die einen Magnetfluss induziert, der nicht mit dem Ende des Magnetkerns gekoppelt ist.

9. Drossel nach einem der Ansprüche 1–7, wobei die Wicklungen eine Endwicklung enthalten, die einen Magnetfluss induziert, der mit dem Ende des Magnetkerns gekoppelt ist, und eine Querschnittsfläche der Endwicklung kleiner als eine Querschnittsfläche der Zwischenwicklung ist.

10. Drossel nach einem der Ansprüche 1–7 und 9, wobei die Wicklungen eine Endwicklung enthalten, die einen Magnetfluss induziert, der mit dem Ende des Magnetkerns gekoppelt ist, die Anzahl der Windungen in sämtlichen Wicklungen dieselbe ist, und eine Querschnittsfläche der Endwicklung die Hälfte einer Querschnittsfläche der Zwischenwicklung ist.

11. Drossel nach einem der Ansprüche 1–10, die außerdem aufweist:  
einen Drosselhauptkörper (**11, 21, 31, 41, 51, 61, 71, 81**), der den Magnetkern enthält, der die Wicklungen aufweist; und  
eine Radiatorplatte (**12, 29**), die Wärme, die erzeugt wird, wenn der Reaktorhauptkörper angesteuert wird, abgibt,  
wobei ein physikalischer Körper des Drosselhauptkörpers in einer Flächenrichtung der Radiatorplatte flach ist.

12. Drossel nach Anspruch 11, wobei die Radiatorplatte auf einer Oberfläche oder beiden Oberflächen des Drosselhauptkörpers angeordnet ist.

13. Drossel nach einem der Ansprüche 1–12, wobei die Wicklungen aus flachen Wicklungen ausgebildet sind.

Es folgen 10 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

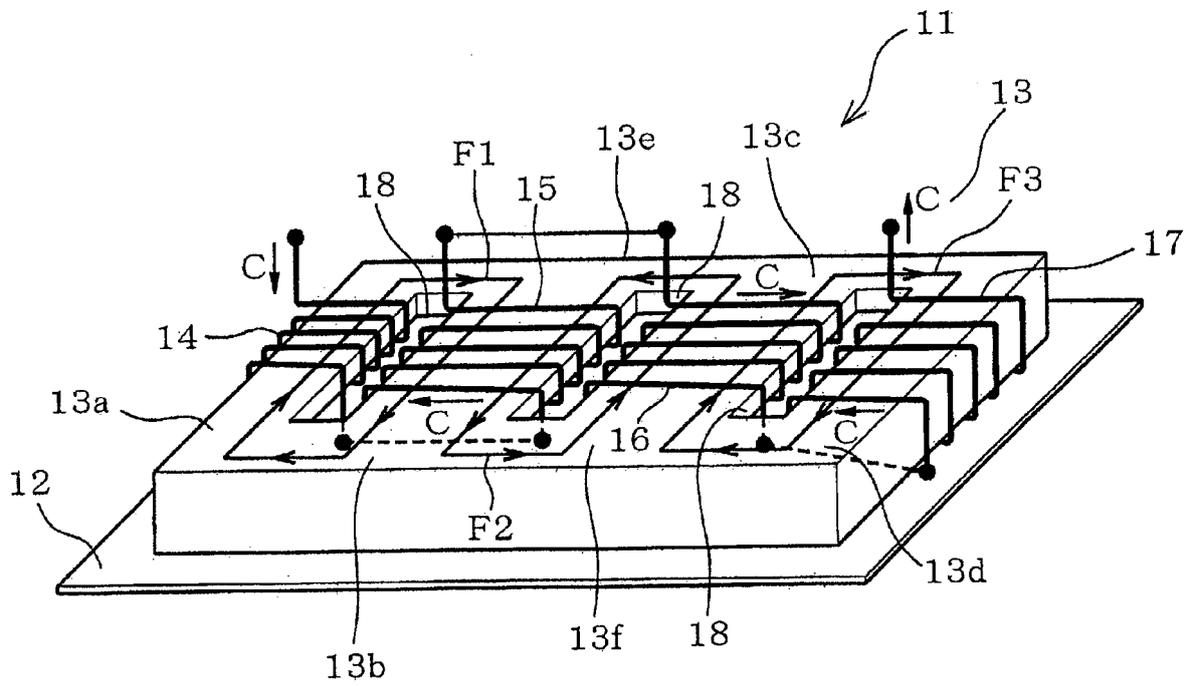


FIG. 2

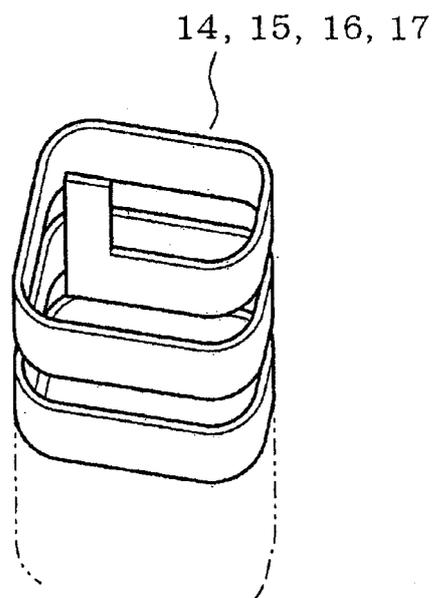


FIG. 3

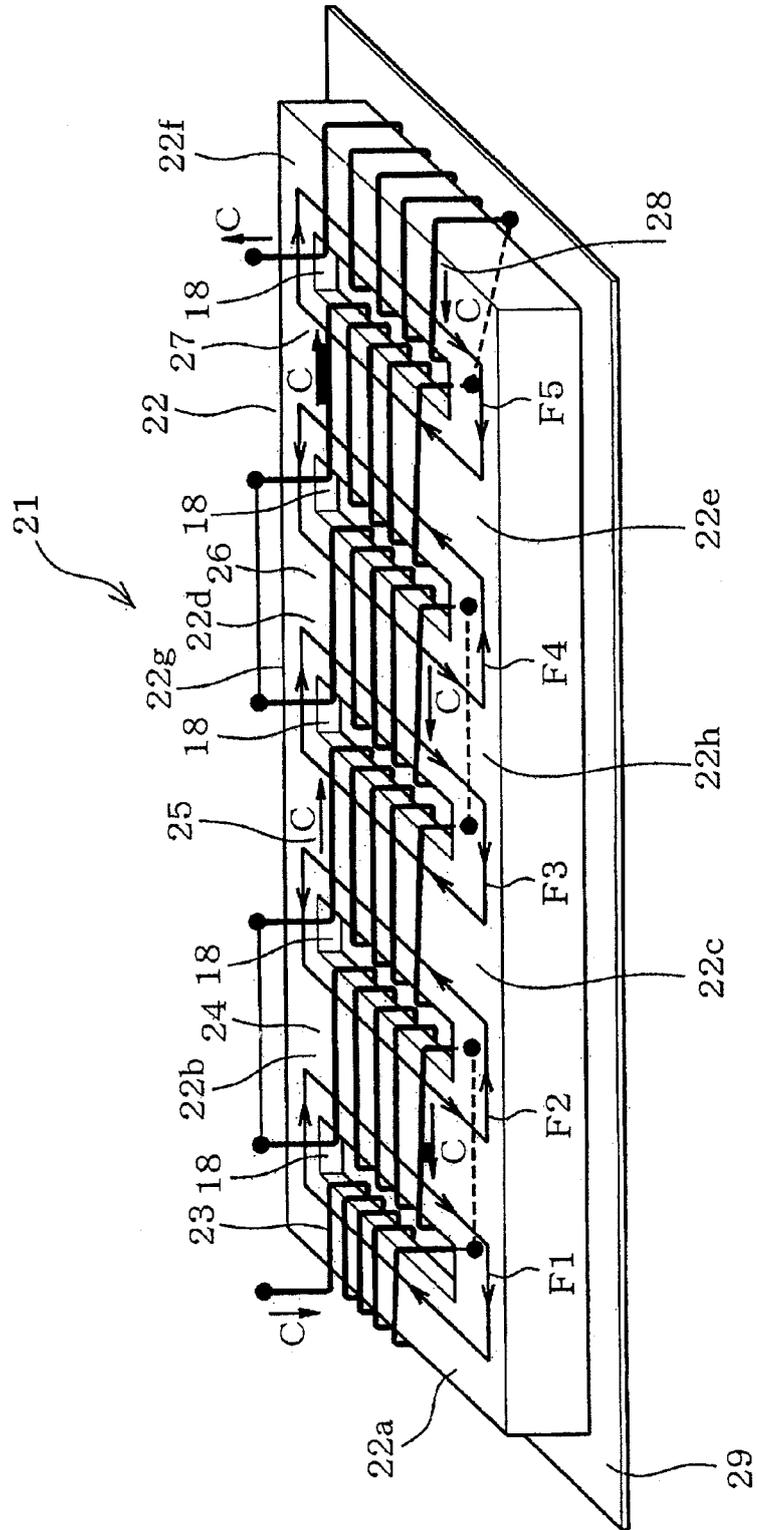


FIG. 4

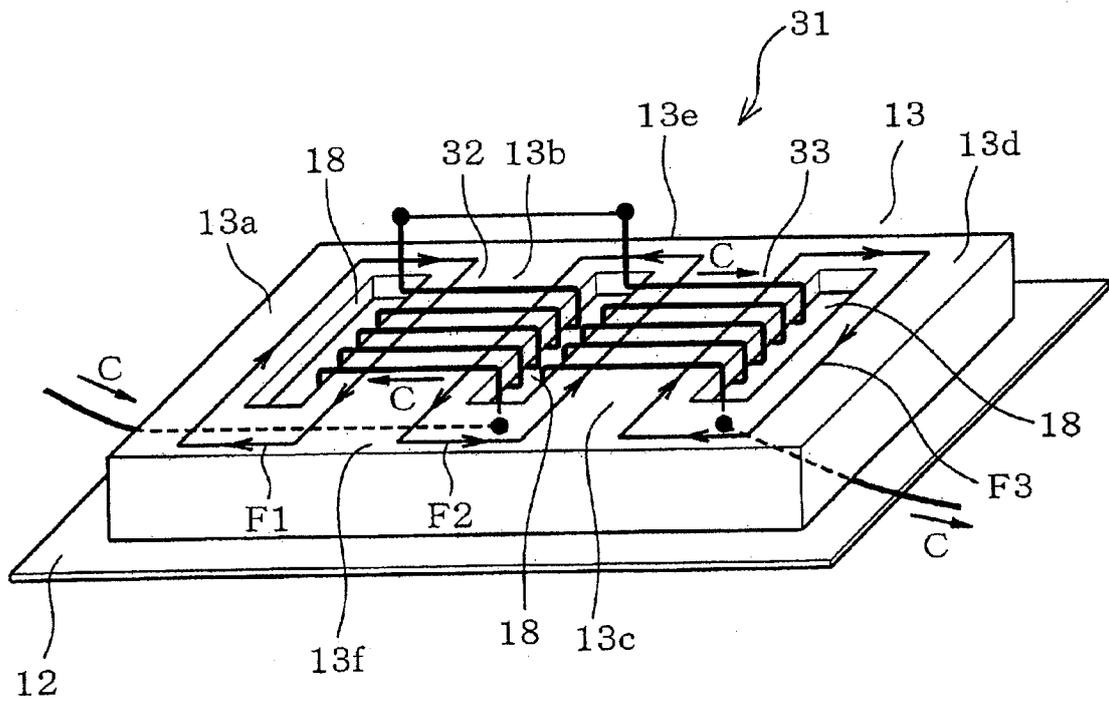


FIG. 5

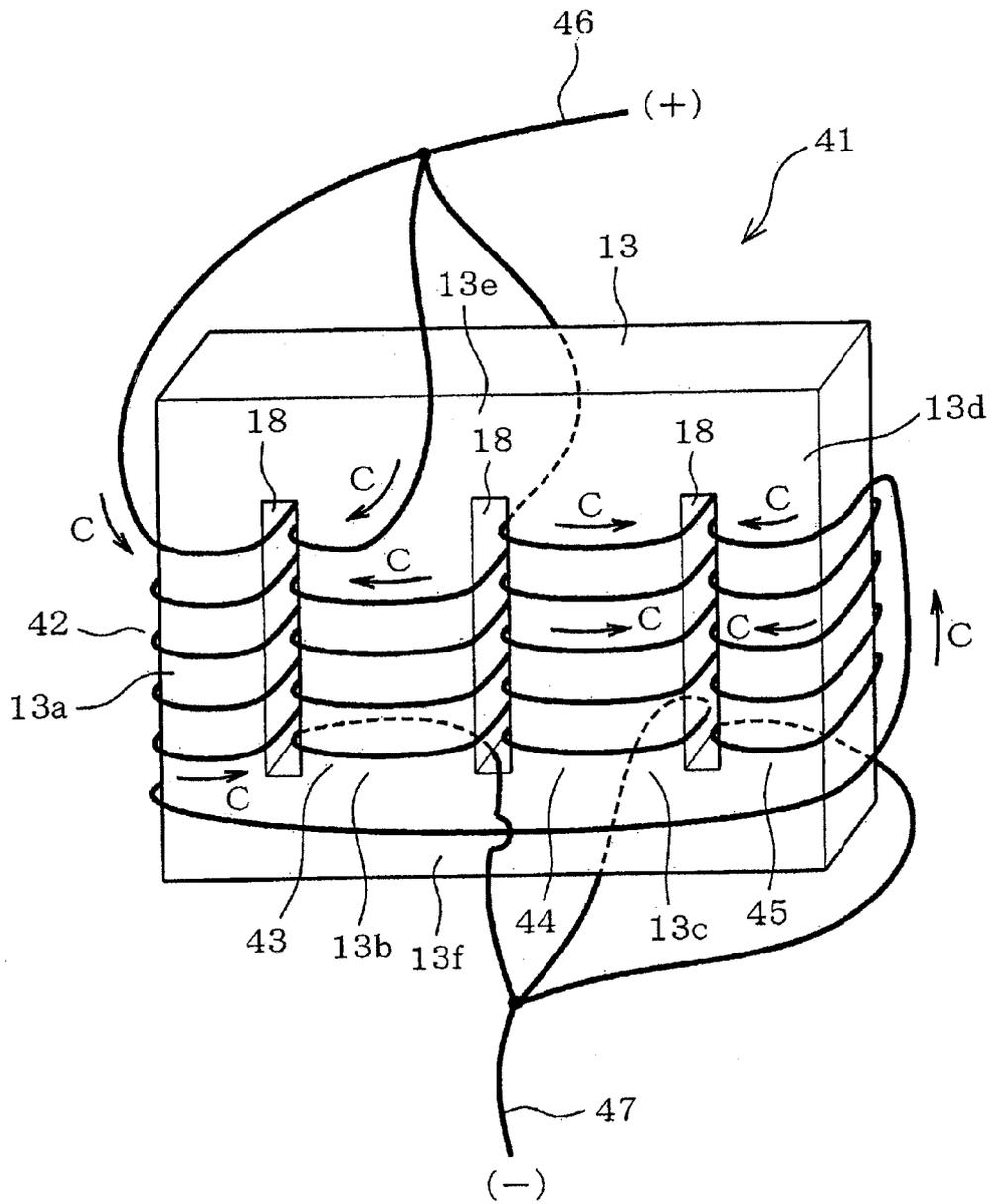


FIG. 6

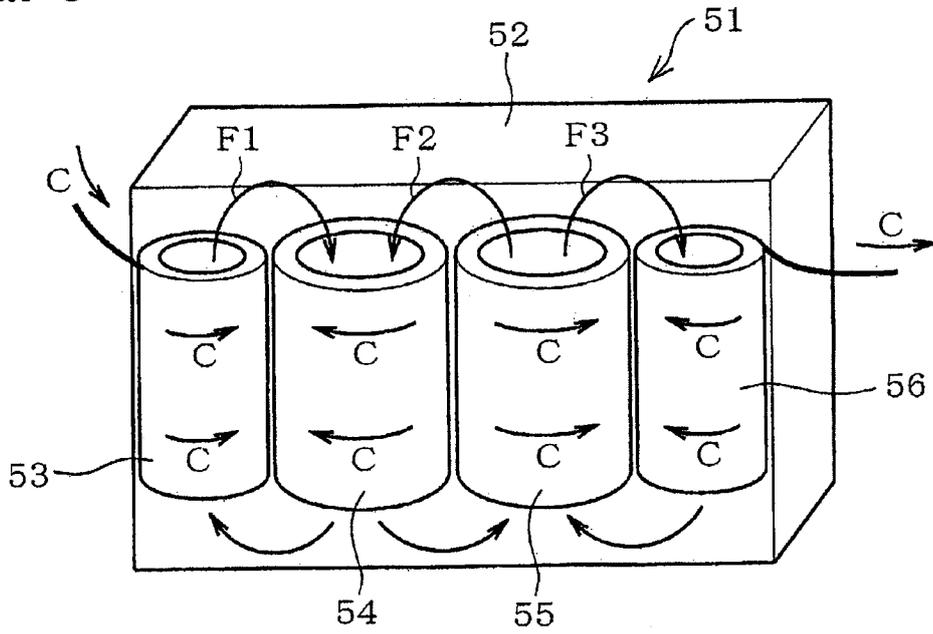


FIG. 7

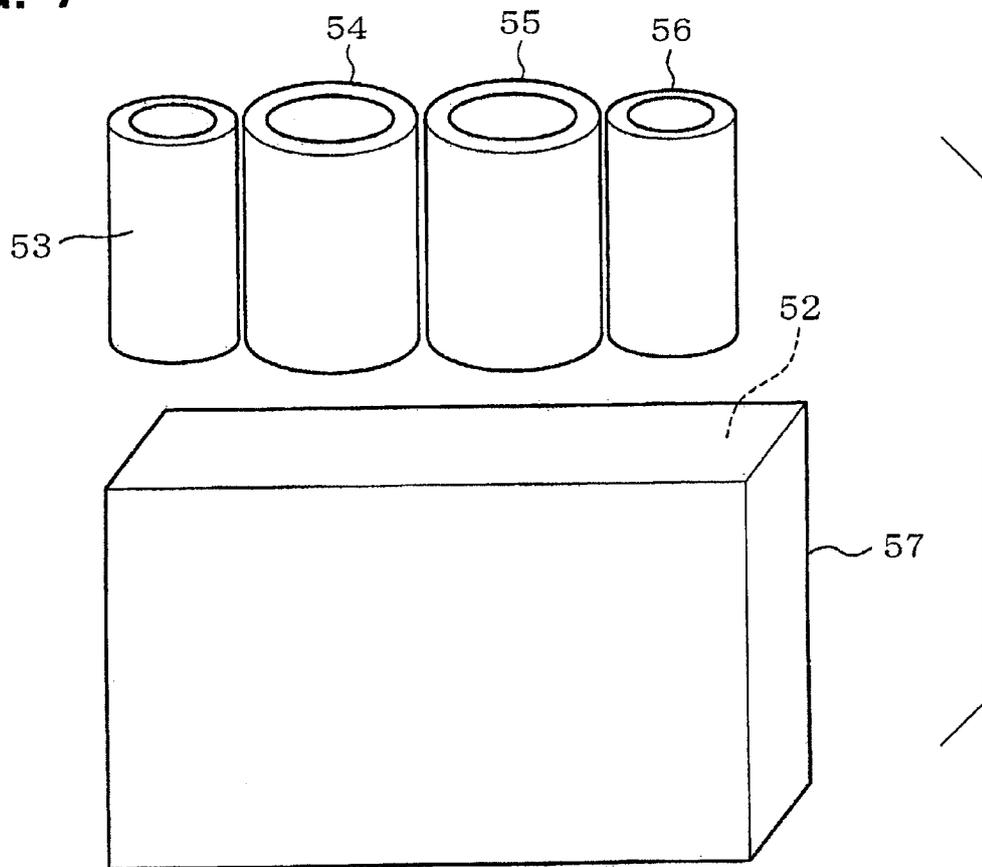


FIG. 8

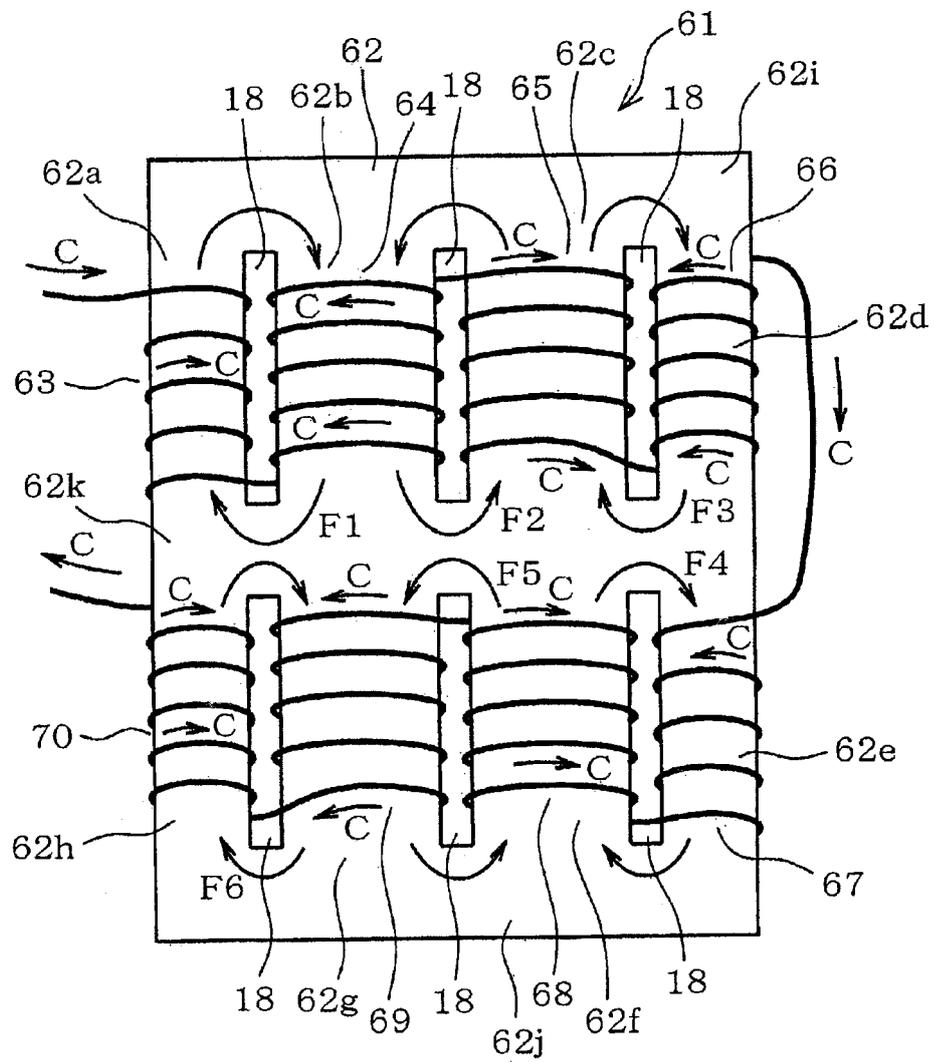


FIG. 9

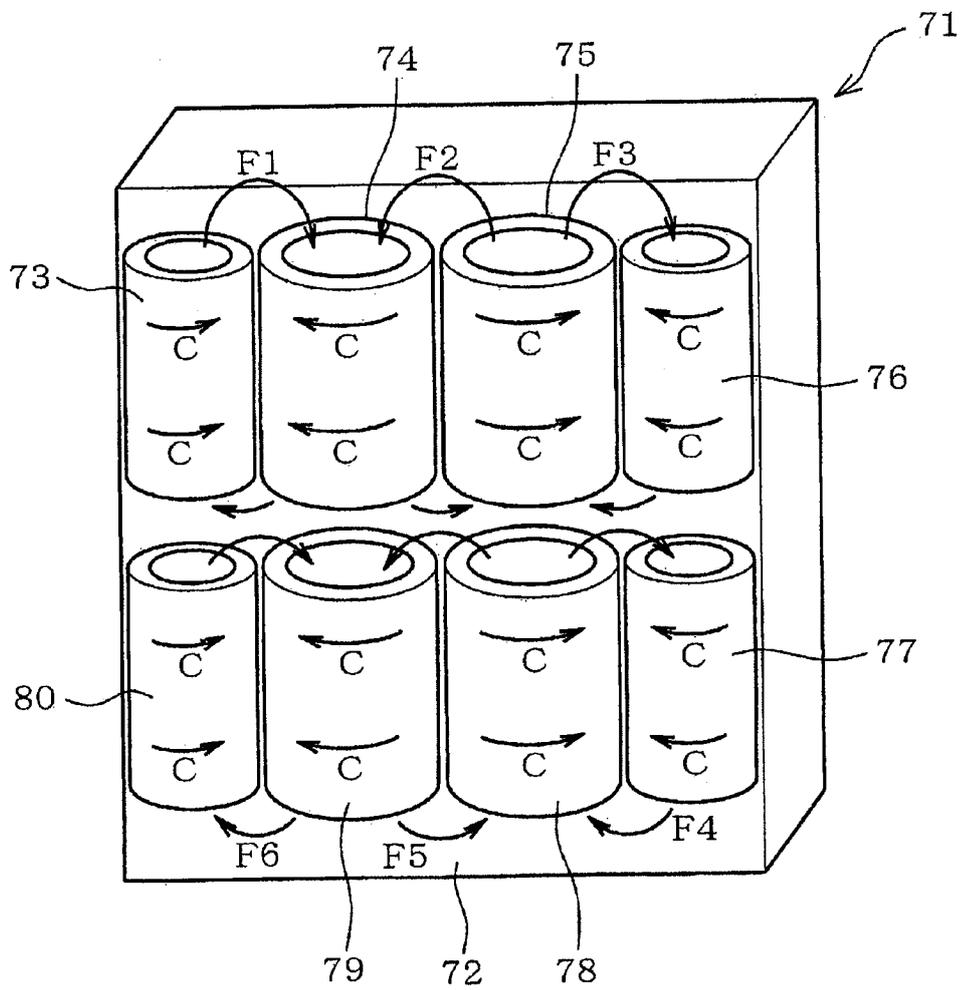
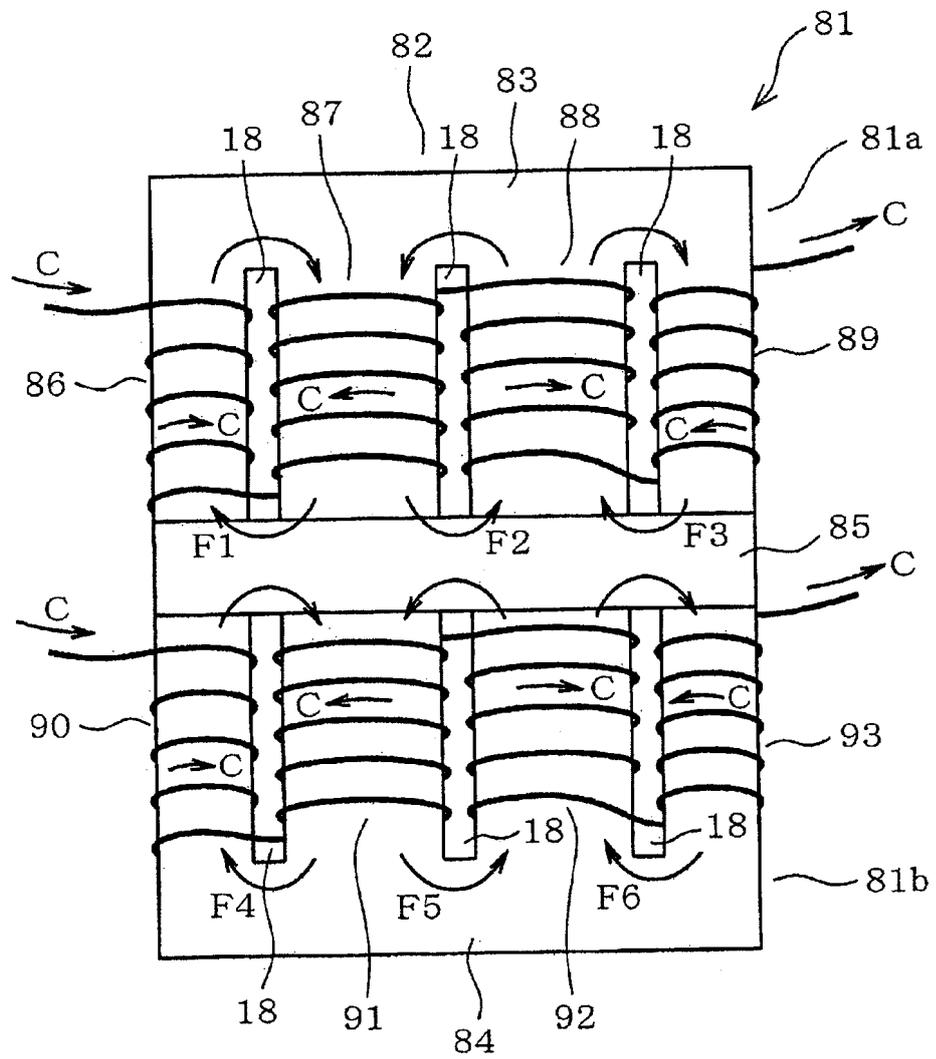


FIG. 10



# FIG. 11

## STAND DER TECHNIK

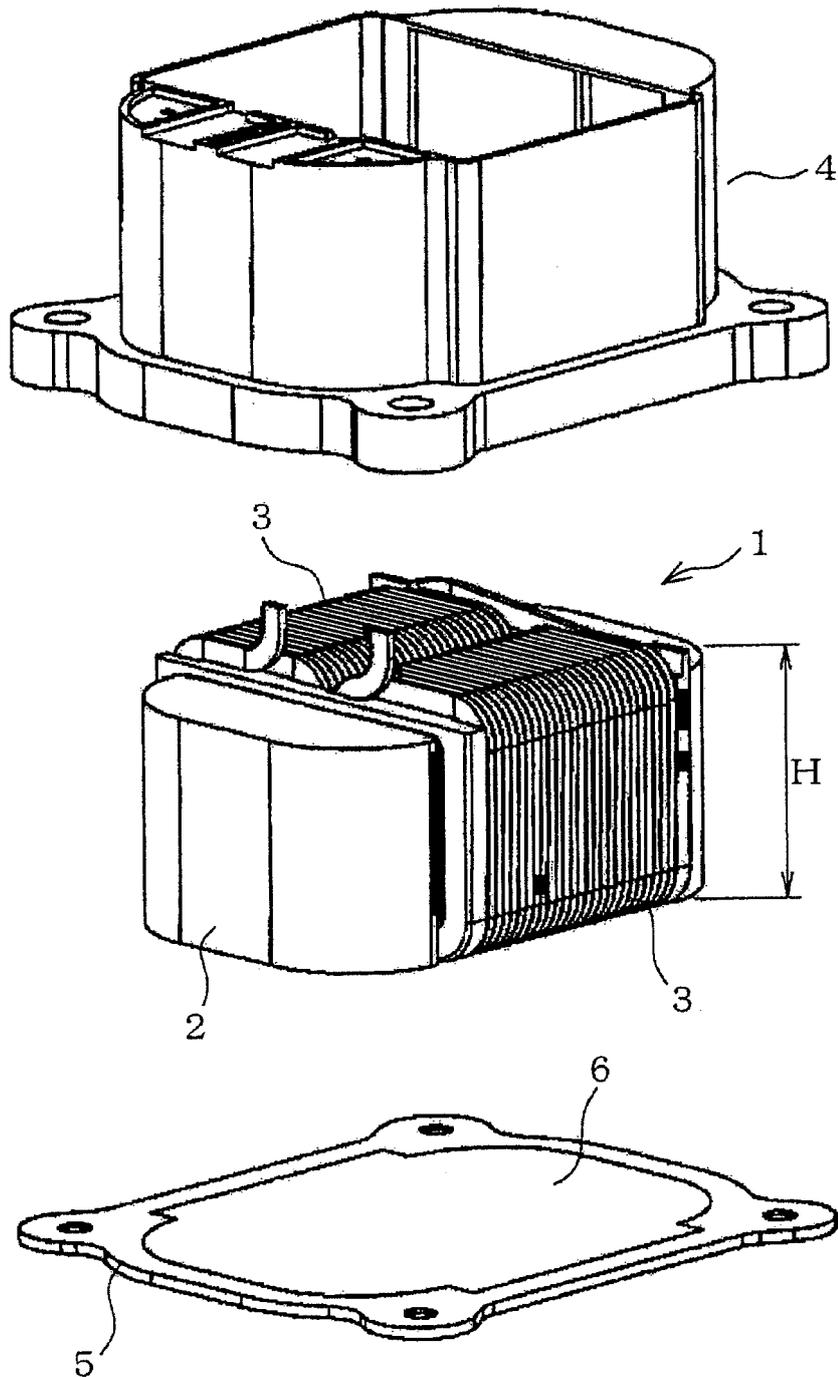


FIG. 12

