



(10) **DE 11 2021 006 430 T5** 2023.09.28

(12) **Veröffentlichung**

der internationalen Anmeldung mit der
(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2022/244214**
in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2
IntPatÜbkG)
(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2021 006 430.4**
(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2021/019260**
(86) PCT-Anmeldetag: **20.05.2021**
(87) PCT-Veröffentlichungstag: **24.11.2022**
(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **28.09.2023**

(51) Int Cl.: **H01F 27/30 (2006.01)**
H01F 27/32 (2006.01)

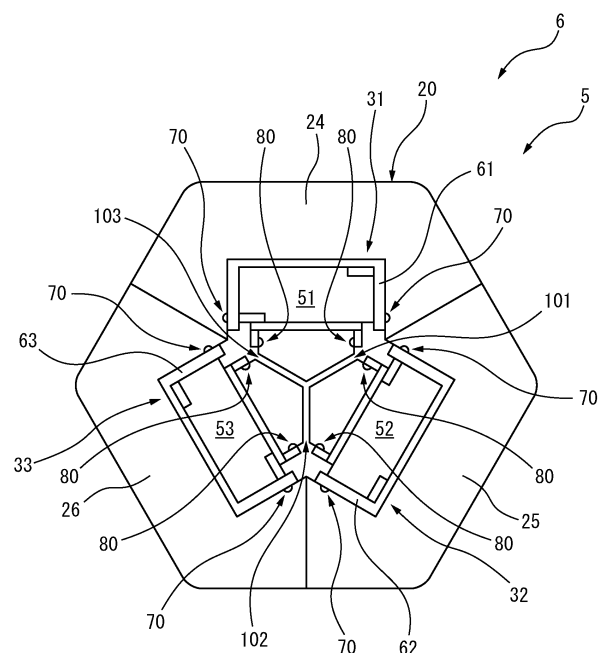
(71) Anmelder:
**FANUC CORPORATION, Oshino-mura,
Yamanashi, JP**
(74) Vertreter:
**Meissner Bolte Patentanwälte Rechtsanwälte
Partnerschaft mbB, 80538 München, DE**

(72) Erfinder:
Yoshida, Tomokazu, Oshino-mura, Yamanashi, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Elektromagnetische Vorrichtung mit Spulengehäuse**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung verhindert, dass ein Spulengehäuse in radialer Richtung eines Spulenkörpers falsch positioniert wird. Ein Kernkörper (5) einer elektromagnetischen Vorrichtung (6) umfasst einen äußeren, peripheren Eisenkern (20) und mindestens drei Eisenkerne (41 bis 44). Die elektromagnetische Vorrichtung umfasst ferner Spulen (51 bis 54), die an den Eisenkernen und Spulengehäusen (61 bis 64) befestigt sind. An dem Kernkörper und den Spulengehäusen sind Befestigungsteile (70 und 80) zur gegenseitigen Befestigung des Kernkörpers und der Spulengehäuse ausgebildet.



Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft eine elektromagnetische Vorrichtung, wie z.B. eine Drossel oder einen Transformator, die ein Spulengehäuse aufweist.

STAND DER TECHNIK

[0002] In den letzten Jahren wurden elektromagnetische Vorrichtungen entwickelt, die einen Kernkörper mit einem äußeren peripheren Eisenkern und einer Vielzahl von Eisenkernen umfassen, die im Inneren des äußeren peripheren Eisenkerns angeordnet sind. Um jeden der mehreren Eisenkerne sind Spulen gewickelt. Es ist eine Technologie bekannt, bei der die Spulen in Spulengehäusen untergebracht sind, wobei die Spulen mit einer elektromagnetischen Vorrichtung zusammengebaut werden, um zwischen dem Kernkörper und den Spulen zu isolieren. Siehe z. B. Patendliteratur 1 (japanische nicht überprüfte Patentveröffentlichung (Kokai) Nr. 2019-004126) und Patendliteratur 2 (japanische nicht überprüfte Patentveröffentlichung (Kokai) Nr. 2019-016711).

[ZITIERLISTE]

[PATENTLITERATUR]

[PTL 1] Ungeprüfte japanische Patentveröffentlichung (Kokai) Nr. JP 2019-004126 A

[PTL 2] Ungeprüfte japanische Patentveröffentlichung (Kokai) Nr. JP 2019-016711 A

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[TECHNISCHES PROBLEM]

[0003] Bei der Verwendung von Spulengehäusen können die Spulengehäuse jedoch in radialer Richtung des Kernkörpers verschoben sein. Infolgedessen kann es schwierig sein, die elektromagnetische Vorrichtung genau und einfach zu montieren.

[0004] Daher besteht ein Bedarf an einer elektromagnetischen Vorrichtung, bei der die Spulengehäuse nicht in radialer Richtung des Kernkörpers verschoben werden.

[LÖSUNG DES PROBLEMS]

[0005] Gemäß einem ersten Aspekt der vorliegenden Offenbarung wird eine elektromagnetische Vorrichtung bereitgestellt, die einen Kernkörper umfasst, wobei der Kernkörper einen äußeren peripheren Eisenkern umfasst, der aus einer Vielzahl von äußeren peripheren Eisenkernabschnitten gebildet ist,

und mindestens drei Eisenkerne, die mit der Vielzahl von äußeren peripheren Eisenkernabschnitten verbunden sind, wobei die elektromagnetische Vorrichtung ferner Spulen umfasst, die auf den mindestens drei Eisenkernen angeordnet sind, und Spulengehäuse, die jeden der mindestens drei Eisenkerne zumindest teilweise abdecken, um sie von den Spulen zu isolieren, wobei Passteile, mittels derer der Kernkörper und die Spulengehäuse miteinander verbunden sind, sowohl an dem Kernkörper als auch an dem Spulengehäuse ausgebildet sind.

[VORTEILHAFTE WIRKUNGEN DER ERFINDUNG]

[0006] Im ersten Aspekt sind die Spulengehäuse und der Kernkörper durch die Passteile miteinander verbunden. So werden die Spulengehäuse nach dem Zusammenfügen nicht in der radialen Richtung des Kernkörpers verschoben. Daher kann die elektromagnetische Vorrichtung genau und einfach zusammengebaut werden.

[0007] Die Gegenstände, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Erfindung gehen aus der folgenden Beschreibung der Ausführungsformen in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen hervor.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

Fig. 1A ist eine Querschnittsansicht eines Kernkörpers, der in einer elektromagnetischen Vorrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform enthalten ist.

Fig. 1B ist eine perspektivische Ansicht der in **Fig. 1A** dargestellten elektromagnetischen Vorrichtung.

Fig. 2A ist eine perspektivische Ansicht eines Spulengehäuses von der radialen Innenseite der elektromagnetischen Vorrichtung betrachtet.

Fig. 2B ist eine perspektivische Ansicht eines Spulengehäuses von der radialen Außenseite der elektromagnetischen Vorrichtung betrachtet.

Fig. 2C ist eine Teilansicht einer elektromagnetischen Vorrichtung von oben.

Fig. 2D ist eine Teil-Draufsicht auf eine elektromagnetische Vorrichtung nach dem Stand der Technik.

Fig. 3 ist eine perspektivische Teilansicht einer elektromagnetischen Vorrichtung.

Fig. 4A ist eine erste Teilquerschnittsansicht der elektromagnetischen Vorrichtung der vorliegenden Offenbarung.

Fig. 4B ist eine zweite Teilquerschnittsansicht der elektromagnetischen Vorrichtung der vorliegenden Offenbarung.

Fig. 4C ist eine dritte Teilquerschnittsansicht der elektromagnetischen Vorrichtung der vorliegenden Offenbarung.

Fig. 5 ist eine weitere perspektivische Ansicht eines Spulengehäuses ähnlich wie in **Fig. 2B**.

Fig. 6 ist eine Ansicht, die die magnetische Flussdichteverteilung der äußeren peripheren Eisenkernabschnitte der vorliegenden Offenbarung zeigt.

Fig. 7 ist eine Querschnittsansicht eines Kernkörpers in einer elektromagnetischen Vorrichtung gemäß einer zweiten Ausführungsform.

Fig. 8A ist eine Querschnittsansicht eines Kernkörpers in einer elektromagnetischen Vorrichtung gemäß einer anderen Ausführungsform.

Fig. 8B ist eine Querschnittsansicht eines Kernkörpers, der in einer elektromagnetischen Vorrichtung gemäß einer weiteren Ausführungsform enthalten ist.

BESCHREIBUNG DER AUSFÜHRUNGSFORMEN

[0008] Die Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung werden im Folgenden unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben. In den Zeichnungen sind die entsprechenden Bestandteile mit gemeinsamen Bezugszeichen versehen.

[0009] Obwohl im Folgenden hauptsächlich eine dreiphasige Drossel als Beispiel für eine elektromagnetische Vorrichtung beschrieben wird, ist die Anwendung der vorliegenden Offenbarung nicht auf dreiphasige Drosseln beschränkt, sondern lässt sich weitgehend auf mehrphasige Drosseln anwenden, die in jeder Phase eine konstante Induktivität erfordern, und ist auch auf Transformatoren anwendbar. Darüber hinaus ist eine Drossel gemäß der vorliegenden Offenbarung nicht darauf beschränkt, auf der Primär- und Sekundärseite von Wechselrichtern in Industrierobotern und Werkzeugmaschinen eingesetzt zu werden, und kann auf verschiedene Geräte angewendet werden.

[0010] **Fig. 1A** ist eine Querschnittsansicht eines Kernkörpers, der in einer elektromagnetischen Vorrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform enthalten ist. **Fig. 1B** ist eine perspektivische Ansicht der in **Fig. 1A** gezeigten elektromagnetischen Vorrichtung. Wie in **Fig. 1A** und **Fig. 1B** gezeigt, umfasst der Kernkörper 5 der elektromagnetischen Vorrichtung 6 einen äußeren peripheren Eisenkern 20 und drei Eisenkernspulen 31 bis 33, die innerhalb des äußeren peripheren Eisenkerns 20 angeordnet sind. In **Fig. 1** sind die Eisenkernspulen 31 bis 33

innerhalb des im Wesentlichen sechseckigen äußeren peripheren Eisenkerns 20 angeordnet. Diese Eisenkernspulen 31 bis 33 sind in regelmäßigen Abständen in Umfangsrichtung des Kernkörpers 5 angeordnet.

[0011] Man beachte, dass der äußere periphere Eisenkern 20 auch andere rotationssymmetrische Formen haben kann, z. B. eine Kreisform. Außerdem sollte die Anzahl der Spulen des Eisenkerns ein Vielfaches von drei sein, und in diesem Fall kann die Drossel als elektromagnetische Vorrichtung 6 als Drehstromdrossel verwendet werden.

[0012] Wie aus den Zeichnungen ersichtlich ist, umfasst jede der Eisenkernspulen 31 bis 33 Eisenkerne 41 bis 43, die sich nur in radialer Richtung des äußeren peripheren Eisenkerns 20 erstrecken, und Spulen 51 bis 53, die auf den Eisenkernen angebracht sind. Mindestens drei Spulen 51 bis 53 sind jeweils in Spulengehäusen 61 bis 63 untergebracht. Die Spulengehäuse 61 bis 63 sind vorzugsweise aus einem nichtmagnetischen Material, wie z. B. einem Harz, hergestellt.

[0013] Der äußere periphere Eisenkern 20 besteht aus mehreren, z. B. drei, in Umfangsrichtung geteilten äußeren peripheren Eisenkernabschnitten 24 bis 26. Die äußeren peripheren Eisenkernabschnitte 24 bis 26 sind jeweils einstückig mit den Eisenkernen 41 bis 43 ausgebildet. Wie aus **Fig. 3** ersichtlich ist, die später beschrieben wird, werden die äußeren peripheren Eisenkernabschnitte 24 bis 26 und die Eisenkerne 41 bis 43 durch Stapeln einer Vielzahl von magnetischen Platten, wie z.B. Eisenplatten, Kohlenstoffstahlplatten, elektromagnetische Stahlplatten, oder aus Pulvereisenkernen geformt. Wenn der äußere periphere Eisenkern 20 auf diese Weise aus einer Vielzahl von äußeren peripheren Eisenkernabschnitten 24 bis 26 zusammengesetzt ist, kann der äußere periphere Eisenkern 20 leicht hergestellt werden, selbst wenn der äußere periphere Eisenkern 20 groß ist. Beachten Sie, dass die Anzahl der Eisenkerne 41 bis 43 und die Anzahl der äußeren peripheren Eisenkernabschnitte 24 bis 26 nicht unbedingt übereinstimmen müssen.

[0014] Außerdem sind die radial inneren Enden der Eisenkerne 41 bis 43 nahe dem Zentrum des äußeren peripheren Eisenkerns 20 angeordnet. In den Zeichnungen konvergieren die radial inneren Enden der Eisenkerne 41 bis 43 in Richtung des Zentrums des äußeren peripheren Eisenkerns 20, mit einem Spitzenwinkel von etwa 120 Grad. Die radial inneren Enden der Eisenkerne 41 bis 43 sind durch magnetisch koppelbare Zwischenräume 101 bis 103 voneinander getrennt.

[0015] Mit anderen Worten, das radial innere Ende des Eisenkerns 41 und die radial inneren Enden der

beiden benachbarten Eisenkerne 42, 43 sind jeweils durch den Zwischenraum 101, 103 voneinander getrennt. Das Gleiche gilt für die anderen Eisenkerne 42 und 43. Die Abmessungen der Zwischenräume 101 bis 103 sind gleich groß.

[0016] Auf diese Weise kann der Kernkörper 5 in der in **Fig. 1A** gezeigten Konfiguration leicht und einfach gestaltet werden, da ein zentraler Eisenkern im Zentrum des Kernkörpers 5 nicht erforderlich ist. Da die drei Eisenkernspulen 31 bis 33 von dem äußeren peripheren Eisenkern 20 umgeben sind, tritt das von den Spulen 51 bis 53 erzeugte Magnetfeld nicht außerhalb des äußeren peripheren Eisenkerns 20 aus. Da die Zwischenräume 101 bis 103 zu geringen Kosten in beliebiger Dicke ausgeführt werden können, ist die Konstruktion im Vergleich zu Reaktoren mit herkömmlicher Struktur vorteilhaft.

[0017] In dem Kernkörper 5 der vorliegenden Offenbarung ist der Unterschied in der magnetischen Pfadlänge zwischen den Phasen im Vergleich zu einer elektromagnetischen Vorrichtung mit einer herkömmlichen Struktur reduziert. Somit kann in der vorliegenden Offenbarung die durch einen Unterschied in der magnetischen Pfadlänge verursachte Induktionsunsymmetrie reduziert werden.

[0018] Wie aus **Fig. 1B** ersichtlich, ist jede der auf den Eisenkernen 41 bis 43 installierten Spulen 51 bis 53 eine Flachdrahtspule, die durch mindestens einmaliges Wickeln eines Flachdrahtes gebildet wird. Natürlich können die Spulen 51 bis 54 auch andere Spulen als Flachdrahtspulen sein.

[0019] **Fig. 2A** ist eine perspektivische Ansicht eines Spulengehäuses von radial innerhalb der elektromagnetischen Vorrichtung aus gesehen, und **Fig. 2B** ist eine perspektivische Ansicht des Spulengehäuses von radial außerhalb der elektromagnetischen Vorrichtung aus gesehen. In diesen und anderen Zeichnungen, die später beschrieben werden, ist nur das Spulengehäuse 61 dargestellt, aber es wird angenommen, dass die anderen Spulengehäuse 62, 63, (64) die gleiche Konfiguration haben. Das Spulengehäuse 61 hat ein Gehäuse 61b mit einer offenen Oberseite und einer offenen radialen Innenseite sowie einen hohlen, vorstehenden Teil 61c, der von der radial äußeren Endfläche des Gehäuses 61b radial nach innen ragt.

[0020] Der Raum zwischen dem Gehäuse 61b und dem hohlen, vorstehenden Teil 61c dient als Spulengehäuse 61a, das eine für die Aufnahme der Spule 51 geeignete Form hat. Wie später beschrieben wird, hat der hohle Abschnitt des hohlen vorstehenden Teils 61c eine Form, die zur Aufnahme des Eisenkerns 41 geeignet ist.

[0021] Wie in **Fig. 2A** und **Fig. 2B** gezeigt, ist ein konvexes Teil 70a als erstes Passteil 70 in einem Abschnitt der äußeren peripheren Oberfläche des Gehäuses 61b ausgebildet, der dem äußeren peripheren Eisenkernabschnitt 24 zugewandt ist. Ebenso ist ein konvexer Teil 80a als zweites Passteil 80 in einem Abschnitt der inneren peripheren Oberfläche des hohlen, vorstehenden Teils 61c ausgebildet, der dem Eisenkern 41 zugewandt ist. In **Fig. 2A** und **Fig. 2B** sind zwei konvexe Teile 70a und zwei konvexe Teile 80a für ein Spulengehäuse 61 ausgebildet.

[0022] Wie aus den Zeichnungen ersichtlich ist, haben diese konvexen Teile 70a einen halbkreisförmigen Querschnitt und erstrecken sich parallel zur axialen Richtung der elektromagnetischen Vorrichtung 6. Die Länge des konvexen Teils 70a, der an der äußeren peripheren Oberfläche des Gehäuses 61b ausgebildet ist, ist ungefähr gleich der Höhe der entsprechenden Spule 51, und die Länge des konvexen Teils 80a, der an der inneren peripheren Oberfläche des hohlen vorstehenden Teils 61c ausgebildet ist, ist ungefähr gleich der Höhe der Öffnung der entsprechenden Spule 51. Alternativ dazu können sich die konvexen Teile 70a, 80a zumindest teilweise parallel zur axialen Richtung der elektromagnetischen Vorrichtung 6 erstrecken.

[0023] **Fig. 2C** ist eine Teilansicht der elektromagnetischen Vorrichtung von oben. Wie in **Fig. 2C** gezeigt, ist ein konkaves Teil 70b als erstes Passteil 70 in dem äußeren peripheren Eisenkernabschnitt 24 ausgebildet. Der konkave Teil 70b passt zu einem konvexen Teil 70a, der an der äußeren peripheren Oberfläche des Spulengehäuses 61a ausgebildet ist. Ebenso ist im Eisenkern 41 ein konkaver Teil 80b als zweites Passteil 80 ausgebildet. Der konkave Teil 80b passt zu dem konvexen Teil 80a, der an der inneren peripheren Oberfläche des hohlen vorstehenden Teils 61c ausgebildet ist.

[0024] Wie aus **Fig. 2C** ersichtlich ist, liegt das zweite Passteil 80 näher am Zentrum des Kernkörpers 5 als das erste Passteil 70. Mit anderen Worten, der Abstand zwischen dem ersten Passteil 70 und dem Zentrum der elektromagnetischen Vorrichtung 6 ist anders als der Abstand zwischen dem zweiten Passteil 80 und dem Zentrum der elektromagnetischen Vorrichtung 6.

[0025] **Fig. 3** ist eine perspektivische Teilansicht einer elektromagnetischen Vorrichtung. Wie in **Fig. 3** dargestellt, wird das Spulengehäuse 61, das die Spule 51 enthält, in Richtung des äußeren peripheren Eisenkernabschnitts 24 bewegt. Dadurch wird der Eisenkern 41, der in den äußeren peripheren Eisenkernabschnitt 24 integriert ist, in den hohlen vorstehenden Teil 61c des Spulengehäuses 61 eingeführt.

[0026] Da das Spulengehäuse 61 aus Kunststoff besteht, werden die inneren und äußeren peripheren Oberflächen des Spulengehäuses 61 beim Einsetzen vorübergehend gebogen. Wenn die konvexen Teile 70a und 80a mit den konkaven Teilen 70b bzw. 80b zusammengefügt werden, kehren die inneren und äußeren peripheren Oberflächen des Spulengehäuses 61 in ihren ursprünglichen Zustand zurück. Insbesondere werden der erste Passteil 70 und der zweite Passteil 80 jeweils in Schnappeingriff gebracht. Dadurch kann die Spule 51 auf dem Eisenkern 41 installiert werden. Die anderen Spulen 52, 53 werden ebenfalls auf den Eisenkernen 42, 43 der äußeren peripheren Eisenkernabschnitte 25, 26 installiert, nachdem sie in den entsprechenden Spulengehäusen 62, 63 untergebracht wurden. Die äußeren peripheren Eisenkernabschnitte 24 bis 26 werden dann zusammengebaut, um die in **Fig. 1B** dargestellte elektromagnetische Vorrichtung 6 zu bilden.

[0027] Daher werden in der vorliegenden Offenbarung die Spulengehäuse 61 bis 63 und der Kernkörper 5 durch die Passteile 70, 80 miteinander verbunden. Somit werden die Spulengehäuse 61 bis 63 nach dem Zusammenfügen nicht in der radialen Richtung des Kernkörpers 5 verschoben. Daher kann die elektromagnetische Vorrichtung 6 genau und einfach zusammengebaut werden.

[0028] Wenn der Abstand zwischen dem ersten Passteil 70 und dem Zentrum der elektromagnetischen Vorrichtung 6 anders ist als der Abstand zwischen dem zweiten Passteil 80 und dem Zentrum der elektromagnetischen Vorrichtung 6, können die Spulengehäuse 61 bis 63 besser daran gehindert werden, in der radialen Richtung des Kernkörpers 5 verschoben zu werden, wie in **Fig. 2C** beschrieben.

[0029] **Fig. 2D** ist eine Teil-Draufsicht auf eine elektromagnetische Vorrichtung des Standes der Technik. In **Fig. 2D** sind die Passteile 70, 80 nicht ausgebildet. Infolgedessen kann das Spulengehäuse 61' des Standes der Technik in radialer Richtung verschoben werden. Die vorliegende Offenbarung überwindet solche Probleme wie oben beschrieben.

[0030] In **Fig. 2A** und dergleichen ist der konvexe Teil 70a auf dem Spulengehäuse 61 und der konkave Teil 70b auf dem äußeren peripheren Eisenkernabschnitt 24 ausgebildet. Wie jedoch in den **Fig. 4A** bis **Fig. 4C** gezeigt, die Teilquerschnittsansichten der elektromagnetischen Vorrichtung in der vorliegenden Offenbarung sind, kann der konkave Teil 70b an dem Spulengehäuse 61 und der konvexe Teil 70a an dem äußeren peripheren Eisenkernabschnitt 24 ausgebildet sein. Das gleiche gilt für den zweiten Passteil 80.

[0031] In **Fig. 2A** und dergleichen hat der konvexe Teil 70a einen halbkreisförmigen Querschnitt. Der

Querschnitt des konvexen Teils 70a ist jedoch nicht auf eine halbkreisförmige Form beschränkt und kann zum Beispiel rechteckig sein, wie in **Fig. 4B** gezeigt, oder dreieckig, wie in **Fig. 4C** gezeigt. Selbstverständlich hat der konkave Teil 70b eine dem konvexen Teil 70a entsprechende Form.

[0032] **Fig. 5** ist eine weitere perspektivische Ansicht eines Spulengehäuses ähnlich wie in **Fig. 2B**. In **Fig. 5** ist zusätzlich zu dem oben beschriebenen konvexen Teil 70a ein zusätzlicher konvexer Teil 70a', der sich parallel zu dem konvexen Teil 70a erstreckt, durch eine gestrichelte Linie auf der äußeren peripheren Oberfläche des Gehäuses 61b angedeutet. Ferner ist ein konvexer Teil 80a ähnlich dem in **Fig. 2B** durch eine gestrichelte Linie angedeutet, und ein zusätzlicher konvexer Teil 80a', der sich parallel zu dem konvexen Teil 80a erstreckt, ist durch eine gestrichelte Linie auf der inneren peripheren Oberfläche des hohlen vorstehenden Teils 61c angedeutet. Wenn ein zusätzlicher konvexer Teil 70a' und/oder ein zusätzlicher konvexer Teil 80a' gebildet wird, kann selbstverständlich ein entsprechender zusätzlicher konkaver Teil 70b' und/oder ein zusätzlicher konkaver Teil 80b' an dem äußeren peripheren Eisenkernabschnitt 24 und dem Eisenkern 41 gebildet werden.

[0033] Wie aus **Fig. 5** hervorgeht, können nur der konvexe Teil 70a und der zusätzliche konvexe Teil 70a' am Gehäuse 61b ausgebildet werden, wodurch zwei erste Passteile 70 auf einer Seite der äußeren peripheren Oberfläche des Gehäuses 61b entstehen. Ebenso können nur der konvexe Teil 80a und der zusätzliche konvexe Teil 80a' in den hohlen vorstehenden Teil 61c eingeformt werden, wodurch zwei zweite Passteile 80 auf einer Seite der inneren peripheren Oberfläche des hohlen vorstehenden Teils 61c bereitgestellt werden. Wie aus **Fig. 5** ersichtlich ist, kann nur der konvexe Teil 70a im Spulengehäuse 61a ausgebildet sein, wodurch der Kernkörper 5 und das Spulengehäuse 61 nur mit dem ersten Passteil 70 ausgestattet werden können. Ebenso kann, obwohl in den Zeichnungen nicht dargestellt, nur der konvexe Teil 80a in dem hohlen, vorstehenden Teil 61c ausgebildet sein, wodurch der Kernkörper 5 und das Spulengehäuse 61 nur mit dem zweiten Passteil 80 zusammengefügt werden. In einem solchen Fall werden konkave Teile entsprechend den oben beschriebenen konvexen Teilen 70a und 70a' oder konvexe Teile entsprechend den oben beschriebenen konkaven Teilen 80a und 80a' ausgebildet. Es versteht sich, dass auch in einem solchen Fall die gleichen Effekte wie oben beschrieben erzielt werden.

[0034] **Fig. 6** ist eine Ansicht, die die magnetische Flussdichteverteilung der äußeren peripheren Eisenkernabschnitte der vorliegenden Offenbarung zeigt. Der Übersichtlichkeit halber zeigt **Fig. 6** die magnet-

ische Flussdichteverteilung nur des äußeren peripheren Eisenkernabschnitts 24, wenn die elektromagnetische Vorrichtung 6 als Reaktor betrieben wird. Die anderen äußeren peripheren Eisenkernabschnitte 25, 26 weisen ebenfalls die gleiche magnetische Flussdichteverteilung auf wie der äußere periphere Eisenkernabschnitt 24.

[0035] In **Fig. 6** ist die magnetische Flussdichte in beiden Endteilen des äußeren peripheren Eisenkernabschnitts 24 in Umfangsrichtung der elektromagnetischen Vorrichtung 6, d.h. in beiden Endteilen, die an die radial inneren Enden des Eisenkerns 41 angrenzen, sowie in den radial inneren Enden des Eisenkerns 41 und in deren Nähe, gering (dargestellt in Bereich Z1). In diesem Zusammenhang ist die magnetische Flussdichte hoch (dargestellt im Bereich Z2) in den radial äußeren Enden des Eisenkerns 41, d.h. in den zentralen Abschnitten der inneren Umfangsseite des äußeren peripheren Eisenkernabschnitts 24 in Umfangsrichtung der elektromagnetischen Vorrichtung 6, und in deren Umgebung.

[0036] Wenn die Passteile 70, 80 an Stellen gebildet werden, an denen die magnetische Flussdichte hoch ist, kann der Kernkörper 5 erhitzt werden, was zu Geräuschen führen kann. In der vorliegenden Offenbarung werden die Passteile 70, 80 an den oben beschriebenen Stellen geformt, an denen die magnetische Flussdichte niedrig ist. Selbst wenn die Passteile 70, 80 ausgebildet sind, kann somit eine Erwärmung des Kernkörpers 5 oder das Auftreten von Rauschen unterdrückt werden.

[0037] **Fig. 7** ist eine Draufsicht auf den Kernkörper einer elektromagnetischen Vorrichtung einer anderen Ausführungsform. Der in **Fig. 7** dargestellte Kernkörper 5 umfasst einen im Wesentlichen achteckigen äußeren peripheren Eisenkern 20 und vier Eisenkernspulen 31 bis 34, die im Inneren des äußeren peripheren Eisenkerns 20 angeordnet sind und die mit den oben beschriebenen identisch sind. Diese Eisenkernspulen 31 bis 34 sind in gleichen Abständen in Umfangsrichtung des Kernkörpers 5 angeordnet. Ferner ist es vorteilhaft, dass die Anzahl der Eisenkerne eine gerade Zahl von vier oder mehr ist, wodurch die elektromagnetische Vorrichtung 6 als Drosselspule als Einphasendrossel verwendet werden kann.

[0038] Wie aus den Zeichnungen ersichtlich, besteht der äußere periphere Eisenkern 20 aus den vier äußeren peripheren Eisenkernabschnitten 24 bis 27, die in Umfangsrichtung geteilt sind. Jede der Eisenkernspulen 31 bis 34 umfasst einen sich in radialer Richtung erstreckenden Eisenkern 41 bis 44 und eine auf dem Eisenkern angebrachte Spule 51 bis 54. Außerdem sind die radial äußeren Enden jedes der Eisenkerne 41 bis 44 einstückig mit dem

jeweiligen äußeren peripheren Eisenkernabschnitt 21 bis 24 ausgebildet. Es ist zu beachten, dass die Anzahl der Eisenkerne 41 bis 44 nicht unbedingt mit der Anzahl der äußeren peripheren Eisenkernabschnitte 24 bis 27 übereinstimmen muss.

[0039] Ferner ist das radial innere Ende jedes der Eisenkerne 41 bis 44 nahe dem Zentrum des äußeren peripheren Eisenkerns 20 angeordnet. In **Fig. 7** konvergieren die radial inneren Enden der Eisenkerne 41 bis 44 in Richtung des Zentrums des äußeren peripheren Eisenkerns 20, mit einem Spitzenwinkel von 90 Grad. Ferner sind die radial inneren Enden der Eisenkerne 41 bis 44 über magnetisch koppelbare Zwischenräume 101 bis 104 voneinander beabstandet.

[0040] In **Fig. 7** ist jede der mindestens drei Spulen 51 bis 54 in einem Spulengehäuse 61 bis 64 untergebracht, das mit den oben beschriebenen identisch ist. Ferner sind das erste Passteil 70 und das zweite Passteil 80 an den Spulengehäusen 61 bis 64 und dem Kernkörper 5 in der gleichen Weise wie oben beschrieben ausgebildet. Die Spulengehäuse 61 bis 64 und der Kernkörper 5 werden durch die Passteile 70, 80 miteinander verbunden, wobei sich die Spulengehäuse 61 bis 64 nicht in radialer Richtung des Kernkörpers 5 verschieben. Auf diese Weise können die gleichen Effekte wie oben beschrieben erzielt werden.

[0041] Die **Fig. 8A** und **Fig. 8B** sind Querschnittsansichten eines Kernkörpers in einer elektromagnetischen Vorrichtung, die auf einer anderen Ausführungsform basiert. In diesen Zeichnungen ist ein Transformator als ein Beispiel für die elektromagnetische Vorrichtung 6 dargestellt. Da die **Fig. 8A** und **Fig. 8B** mit den **Fig. 1A** bzw. **Fig. 7** identisch sind, wurde auf eine redundante Erläuterung der zuvor beschriebenen Elemente verzichtet. In **Fig. 8A** und **Fig. 8B** stoßen die radial inneren Enden der Eisenkerne 41 bis 43 (44) an die radial inneren Enden der benachbarten Eisenkerne 41 bis 43 (44). Daher enthält die in den **Fig. 8A** und **Fig. 8B** dargestellte elektromagnetische Vorrichtung 6 keine Zwischenräume 101 bis 103 (104).

[0042] In den **Fig. 8A** und **Fig. 8B** sind der erste Passteil 70 und der zweite Passteil 80 an den Spulengehäusen 61 bis 63 (64) und dem Kernkörper 5 in der gleichen Weise wie oben beschrieben ausgebildet. Es versteht sich also, dass auch dann, wenn die elektromagnetische Vorrichtung 6 ein Transformator ist, die gleichen Effekte wie oben beschrieben erzielt werden können.

Offenlegung der Aspekte

[0043] Gemäß einem ersten Aspekt wird eine elektromagnetische Vorrichtung (6) bereitgestellt, die

einen Kernkörper (5) umfasst, wobei der Kernkörper einen äußeren peripheren Eisenkern (20) umfasst, der aus einer Vielzahl von äußeren peripheren Eisenkernabschnitten (24 bis 27) besteht, und mindestens drei Eisenkerne (41 bis 44), die mit der Vielzahl von äußeren peripheren Eisenkernabschnitten verbunden sind, die elektromagnetische Vorrichtung ferner Spulen (51 bis 54) umfasst, die auf den mindestens drei Eisenkernen installiert sind, und Spulengehäuse (61 bis 64), die jeden der mindestens drei Eisenkerne zumindest teilweise abdecken, um sie von der Spule zu isolieren, wobei Passteile (70, 80), mittels derer der Kernkörper und das Spulengehäuse miteinander verbunden sind, an jedem des Kernkörpers und der Spulengehäuse ausgebildet sind.

[0044] Gemäß einem zweiten Aspekt umfassen die Passteile jeweils einen konkaven Teil, der so ausgebildet ist, dass er sich zumindest teilweise parallel zu einer axialen Richtung des Kernkörpers erstreckt, und einen konvexen Teil, der mit dem konkaven Teil zusammenpasst.

[0045] Gemäß einem dritten Aspekt des ersten oder zweiten Aspekts sind die Passteile jeweils mindestens zwischen einer inneren peripheren Oberfläche der Spulengehäuse und den Eisenkernen oder zwischen einer äußeren peripheren Oberfläche der Spulengehäuse und dem äußeren peripheren Eisenkern ausgebildet.

[0046] Gemäß einem vierten Aspekt umfassen die Passteile jeweils einen ersten Passteil, der zwischen einer äußeren peripheren Oberfläche der Spulengehäuse und den Eisenkernen ausgebildet ist, und einen zweiten Passteil, der zwischen einer inneren peripheren Oberfläche der Spulengehäuse und dem äußeren peripheren Eisenkern ausgebildet ist, und ein Abstand zwischen dem ersten Passteil und einem Zentrum der elektromagnetischen Vorrichtung von einem Abstand zwischen dem zweiten Passteil und dem Zentrum der elektromagnetischen Vorrichtung verschieden ist.

[0047] Gemäß einem fünften Aspekt in einem der ersten bis vierten Aspekte ist die Anzahl der mindestens drei Eisenkerne ein Vielfaches von drei.

[0048] Gemäß einem sechsten Aspekt in einem der ersten bis vierten Aspekte ist eine Anzahl der mindestens drei Eisenkerne eine gerade Zahl von vier oder mehr.

Auswirkungen der Aspekte

[0049] Im ersten Aspekt sind die Spulengehäuse und der Kernkörper durch die Passteile miteinander verbunden. So werden die Spulengehäuse nach dem Zusammenfügen nicht in der radialen Richtung

des Kernkörpers verschoben. Daher kann die elektromagnetische Vorrichtung genau und einfach zusammengebaut werden.

[0050] Im zweiten und dritten Aspekt können die oben beschriebenen Effekte mit einer einfachen Struktur erreicht werden.

[0051] Im vierten Aspekt kann eine Lageverschiebung der Spulengehäuse in radialer Richtung der elektromagnetischen Vorrichtung unterdrückt werden.

[0052] Im fünften Aspekt kann die elektromagnetische Vorrichtung als Drehstromdrossel verwendet werden.

[0053] Im sechsten Aspekt kann die elektromagnetische Vorrichtung als Einphasendrossel verwendet werden.

[0054] Obwohl die Ausführungsformen der vorliegenden Erfindung oben beschrieben worden sind, wird ein Fachmann verstehen, dass verschiedene Modifikationen und Änderungen vorgenommen werden können, ohne vom offengelegten Umfang der Ansprüche, die später beschrieben werden, abzuweichen.

REFERENZZEICHENLISTE

5	Kernkörper
6	elektromagnetische Vorrichtungen
20	äußerer peripherer Eisenkern
24 bis 27	äußerer peripherer Eisenkern-Teil
31 bis 34	Eisenkernspule
41 bis 44	Eisenkern
51 bis 54	Spule
61 bis 64	Spulengehäuse
61a	Spulengehäuse
61b	Gehäuse
61c	hohler vorstehender Teil
70	erster Passteil
80	zweiter Passteil
70a, 80a	konvexer Teil
70a', 80a'	zusätzlicher konvexer Teil
70b, 80b	konkaves Teil
70b', 80b'	zusätzlicher konkaver Teil
101 bis 104	Zwischenräume

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 2019004126 [0002]
- JP 2019016711 [0002]
- JP 2019004126 A [0002]
- JP 2019016711 A [0002]

Patentansprüche

destens drei Eisenkerne eine gerade Zahl von vier oder mehr ist.

Es folgen 12 Seiten Zeichnungen

1. Eine elektromagnetische Vorrichtung, die Folgendes umfasst:

einen Kernkörper, wobei der Kernkörper einen äußeren peripheren Eisenkern umfasst, der aus einer Vielzahl von äußeren peripheren Eisenkernabschnitten zusammengesetzt ist, und mindestens drei Eisenkerne, die mit der Vielzahl von äußeren peripheren Eisenkernabschnitten verbunden sind, wobei die elektromagnetische Vorrichtung ferner umfasst:

Spulen, die an den mindestens drei Eisenkernen angebracht sind, und

Spulengehäuse, die jeden der mindestens drei Eisenkerne zumindest teilweise abdecken, um sie von den Spulen zu isolieren, wobei

an dem Kernkörper und dem Spulengehäuse jeweils Passteile ausgebildet sind, mittels derer der Kernkörper und die Spulengehäuse miteinander in Eingriff gebracht werden.

2. Elektromagnetische Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Passteile jeweils einen konkaven Teil, der so ausgebildet ist, dass er sich zumindest teilweise parallel zu einer axialen Richtung des Kernkörpers erstreckt, und einen konvexen Teil umfassen, der mit dem konkaven Teil zusammenpasst.

3. Elektromagnetische Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Passteile jeweils zwischen einer inneren peripheren Oberfläche der Spulengehäuse und den Eisenkernen und/oder zwischen einer äußeren peripheren Oberfläche der Spulengehäuse und dem äußeren peripheren Eisenkern ausgebildet sind.

4. Elektromagnetische Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Passteile jeweils ein erstes Passteil, das zwischen einer äußeren peripheren Oberfläche der Spulengehäuse und den Eisenkernen ausgebildet ist, und ein zweites Passteil, das zwischen einer inneren peripheren Oberfläche der Spulengehäuse und dem äußeren peripheren Eisenkern ausgebildet ist, umfassen, und ein Abstand zwischen dem ersten Passteil und einem Zentrum der elektromagnetischen Vorrichtung verschieden ist von einem Abstand zwischen dem zweiten Passteil und dem Zentrum der elektromagnetischen Vorrichtung.

5. Elektromagnetische Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei eine Anzahl der mindestens drei Eisenkerne ein Vielfaches von drei ist.

6. Elektromagnetische Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei eine Anzahl der min-

FIG. 1A

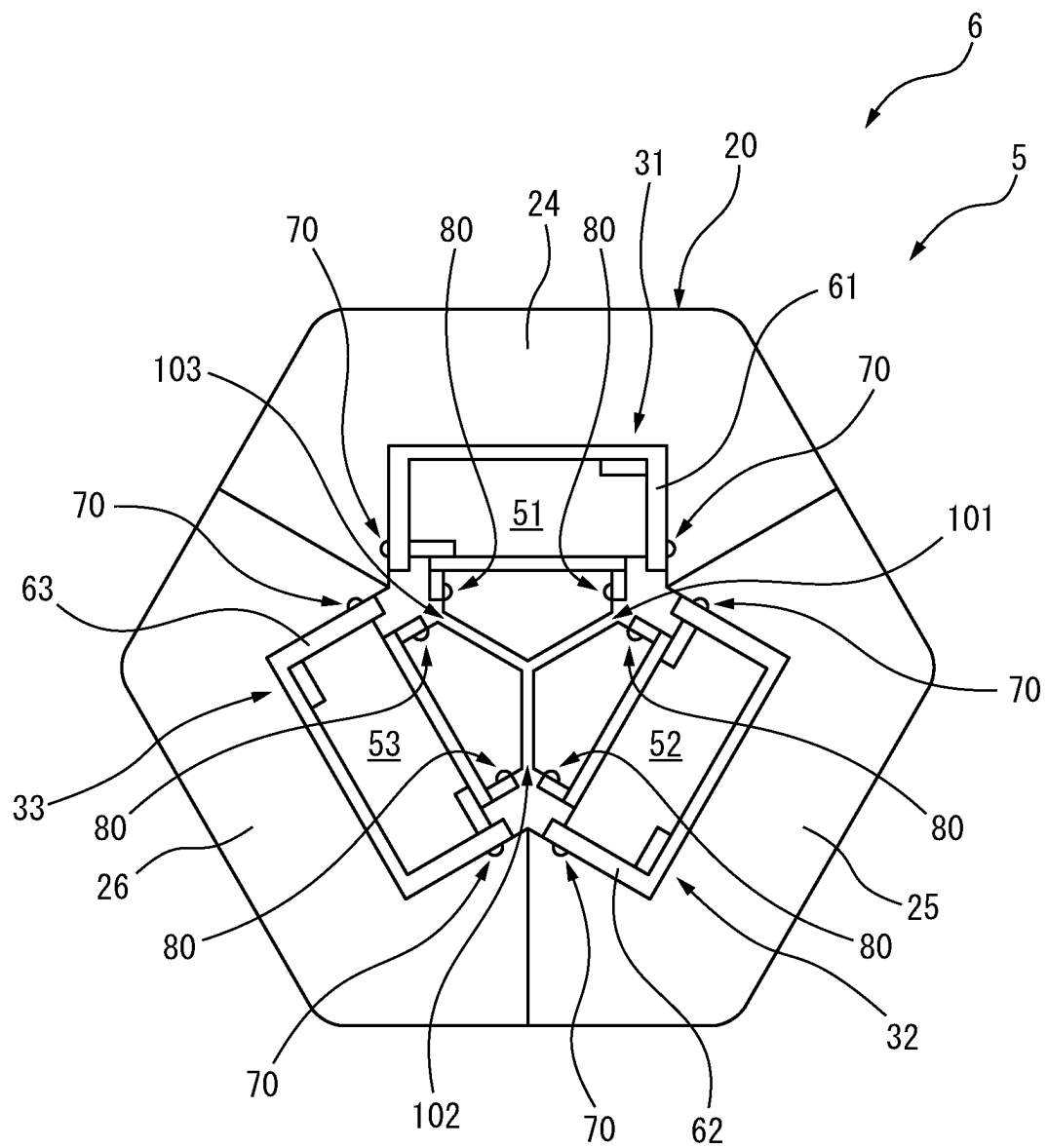


FIG. 1B

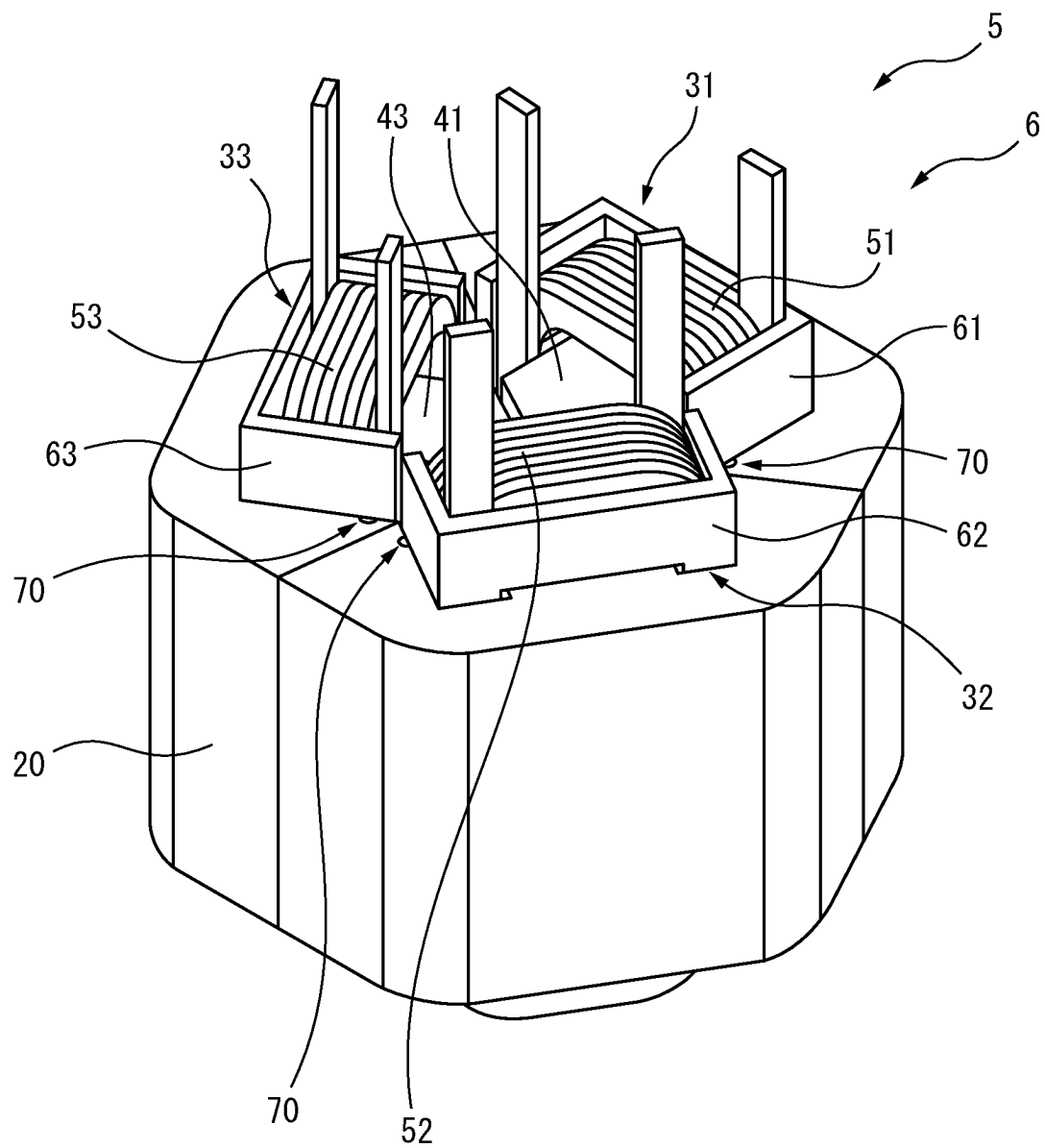


FIG. 2A

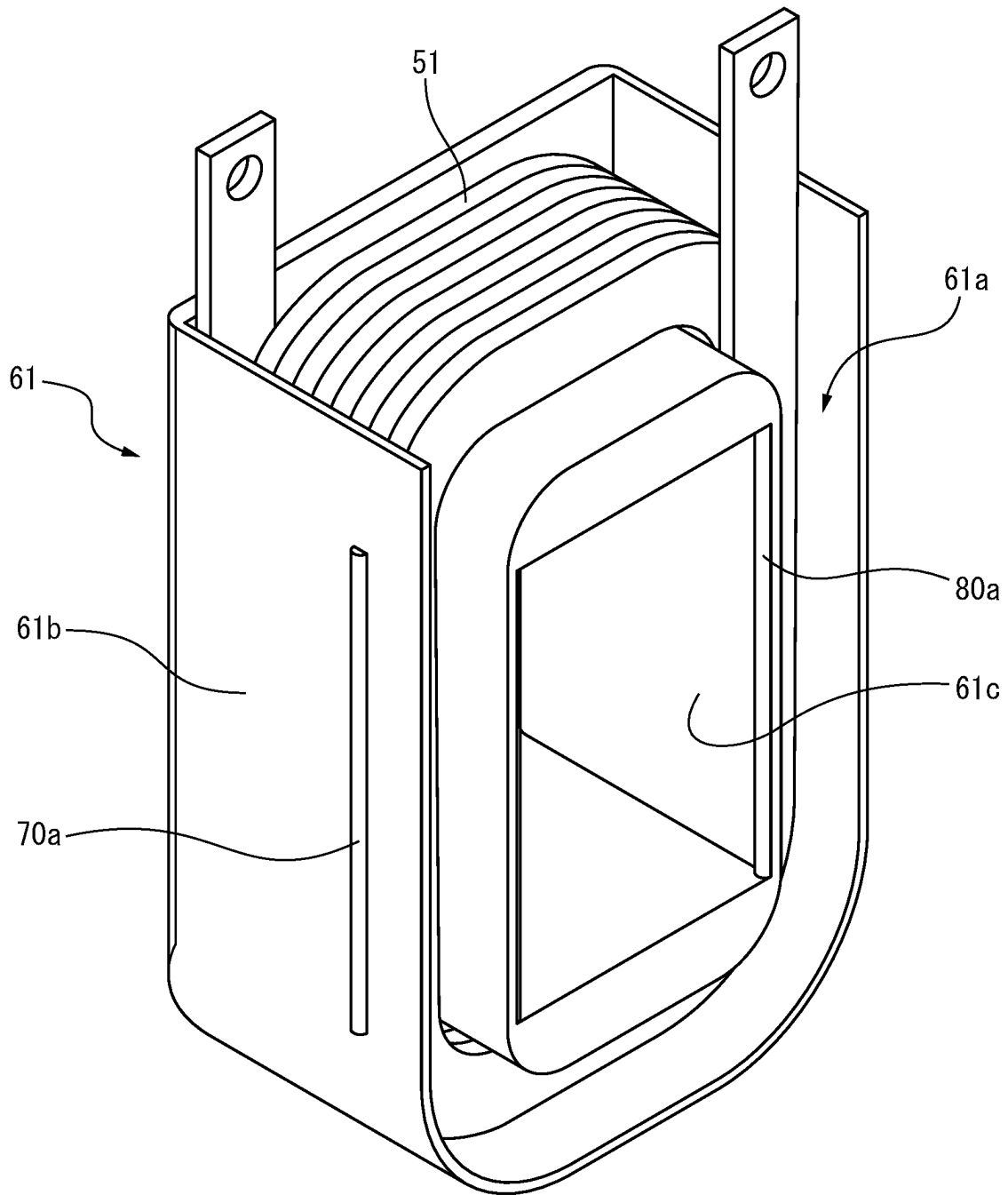


FIG. 2B

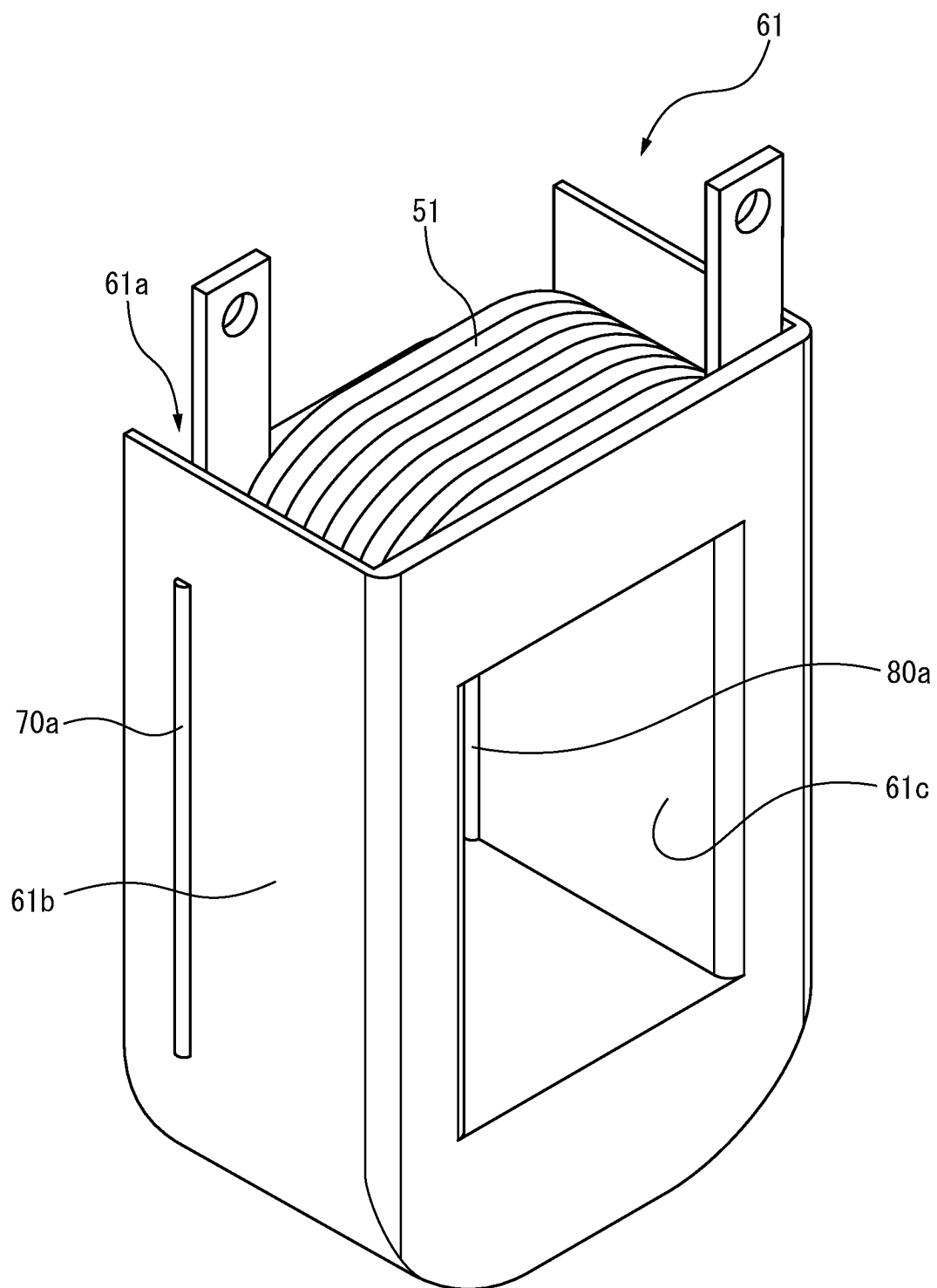


FIG. 2C

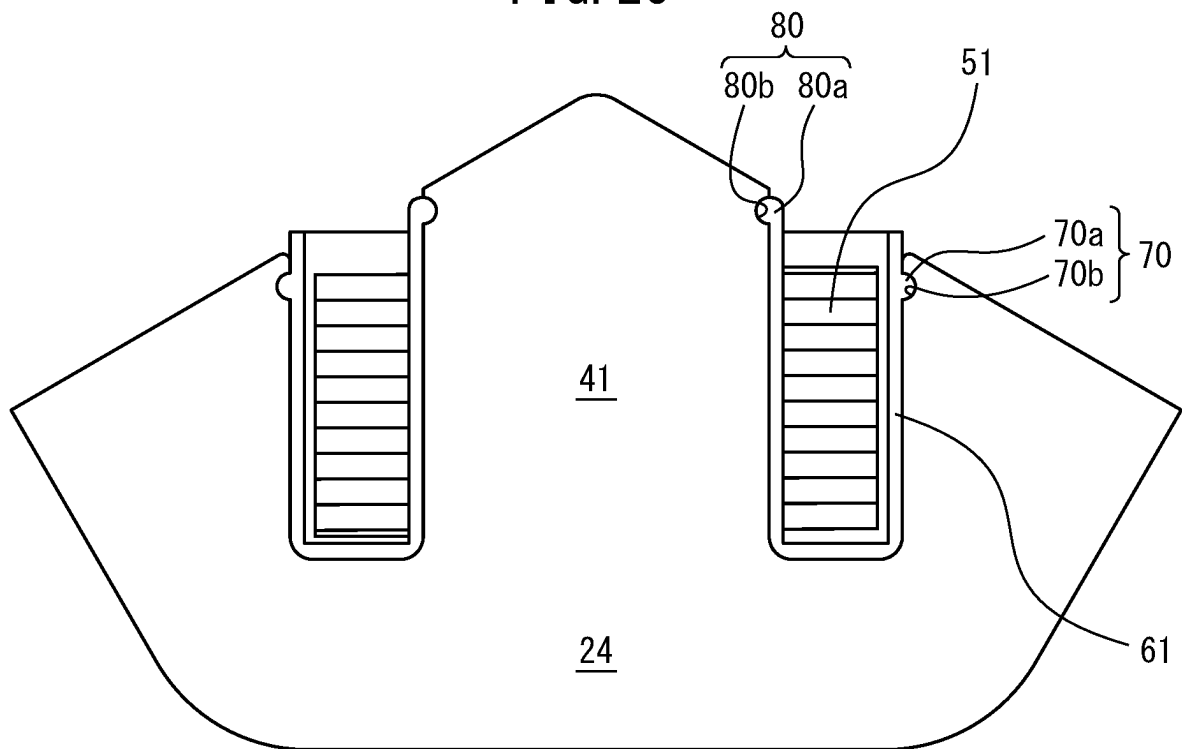


FIG. 2D

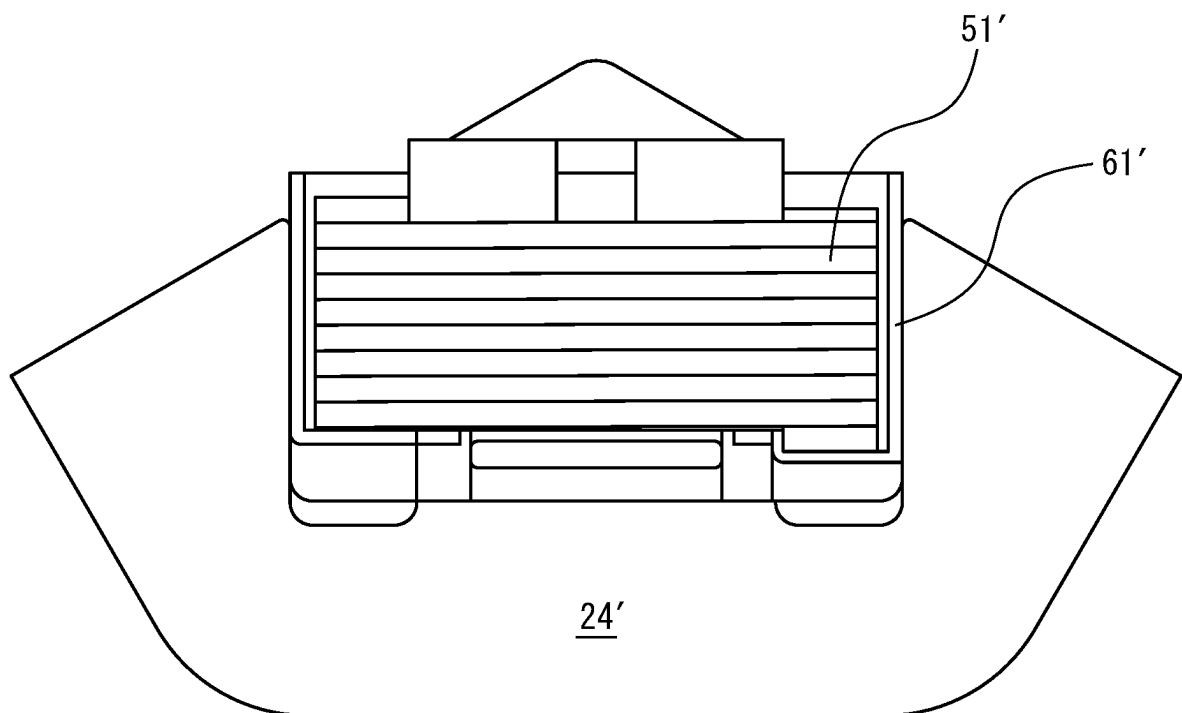


FIG. 3

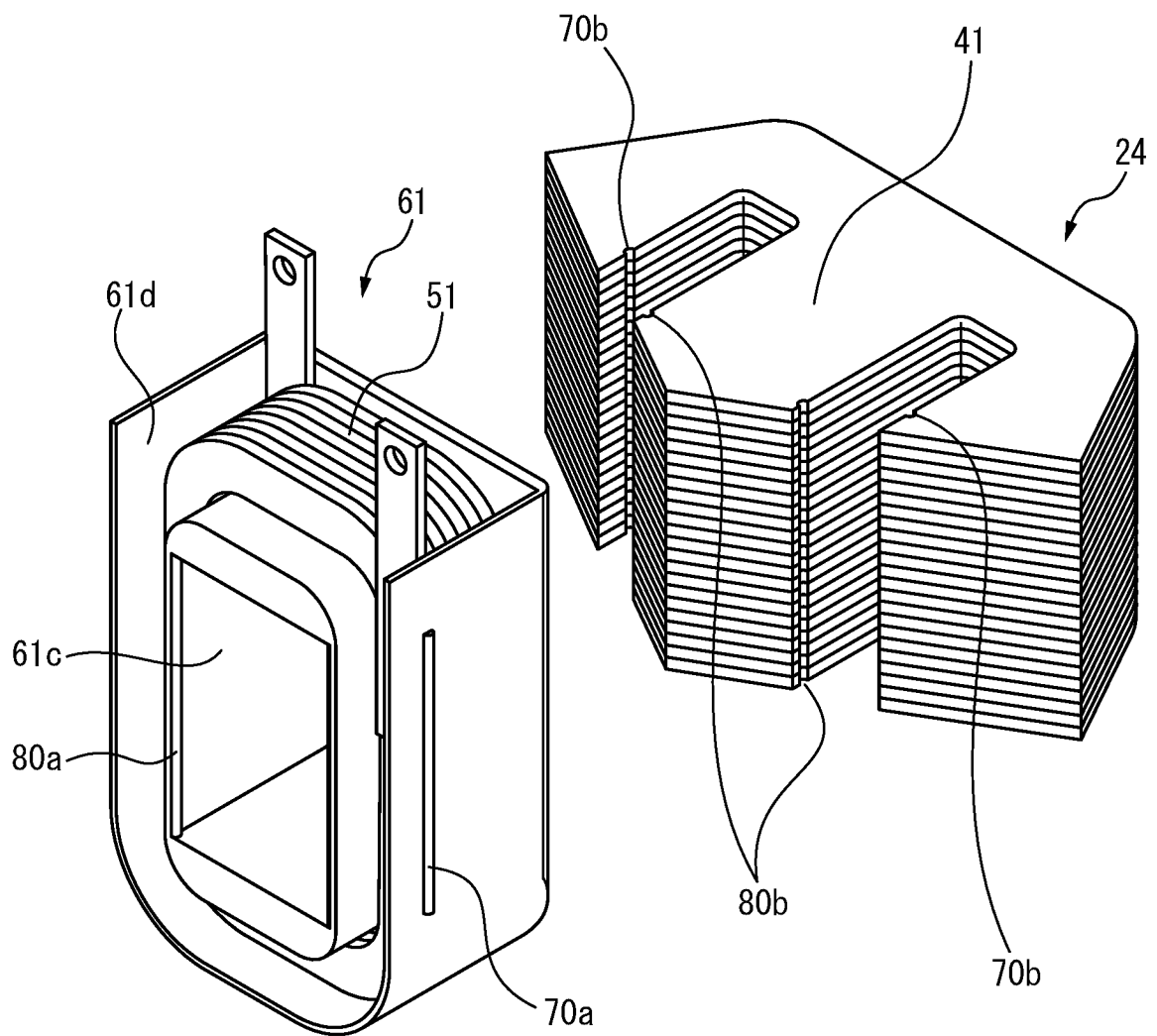


FIG. 4A

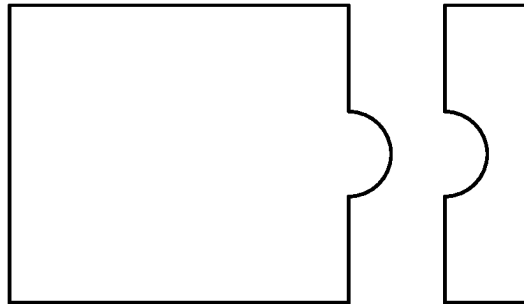


FIG. 4B

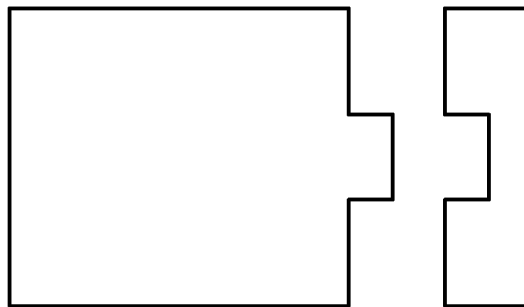


FIG. 4C

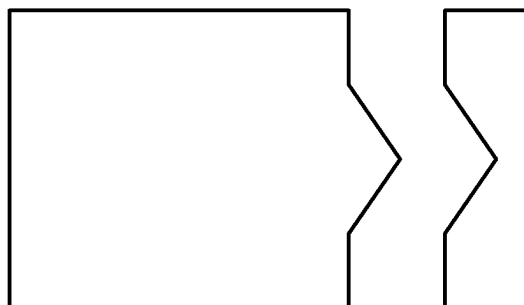


FIG. 5

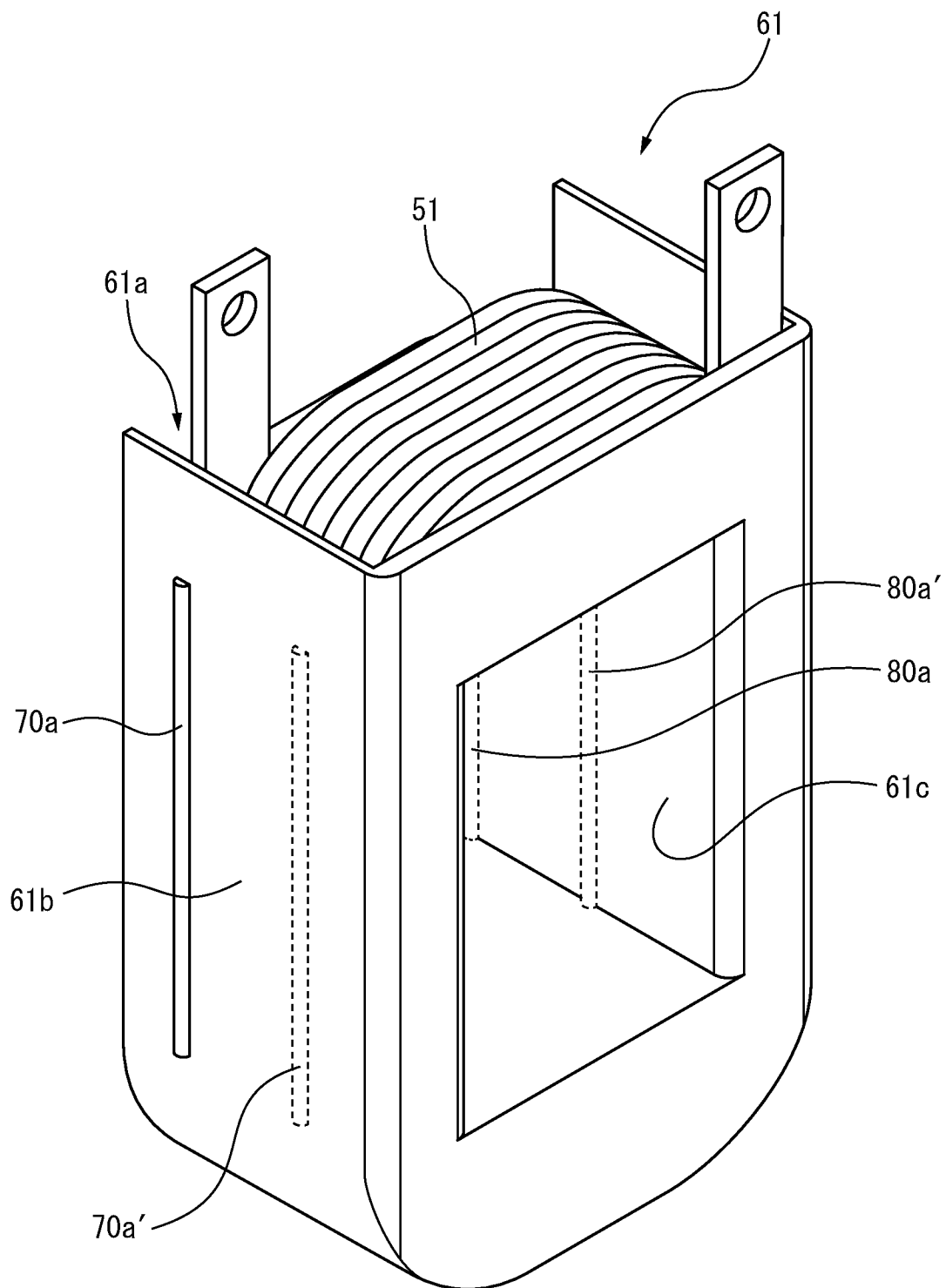


FIG. 6

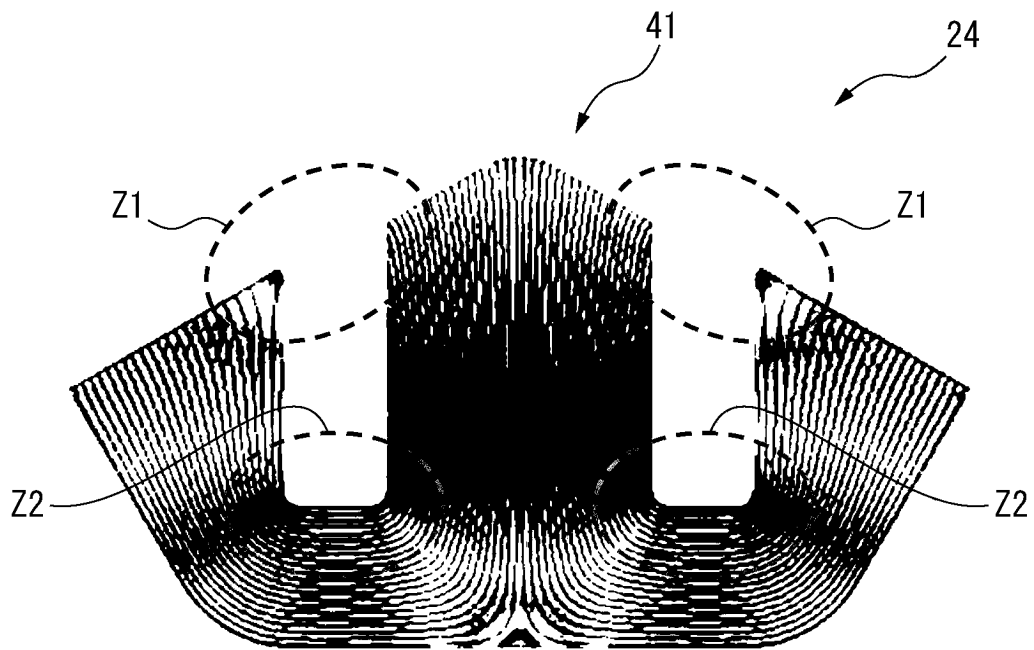


FIG. 7

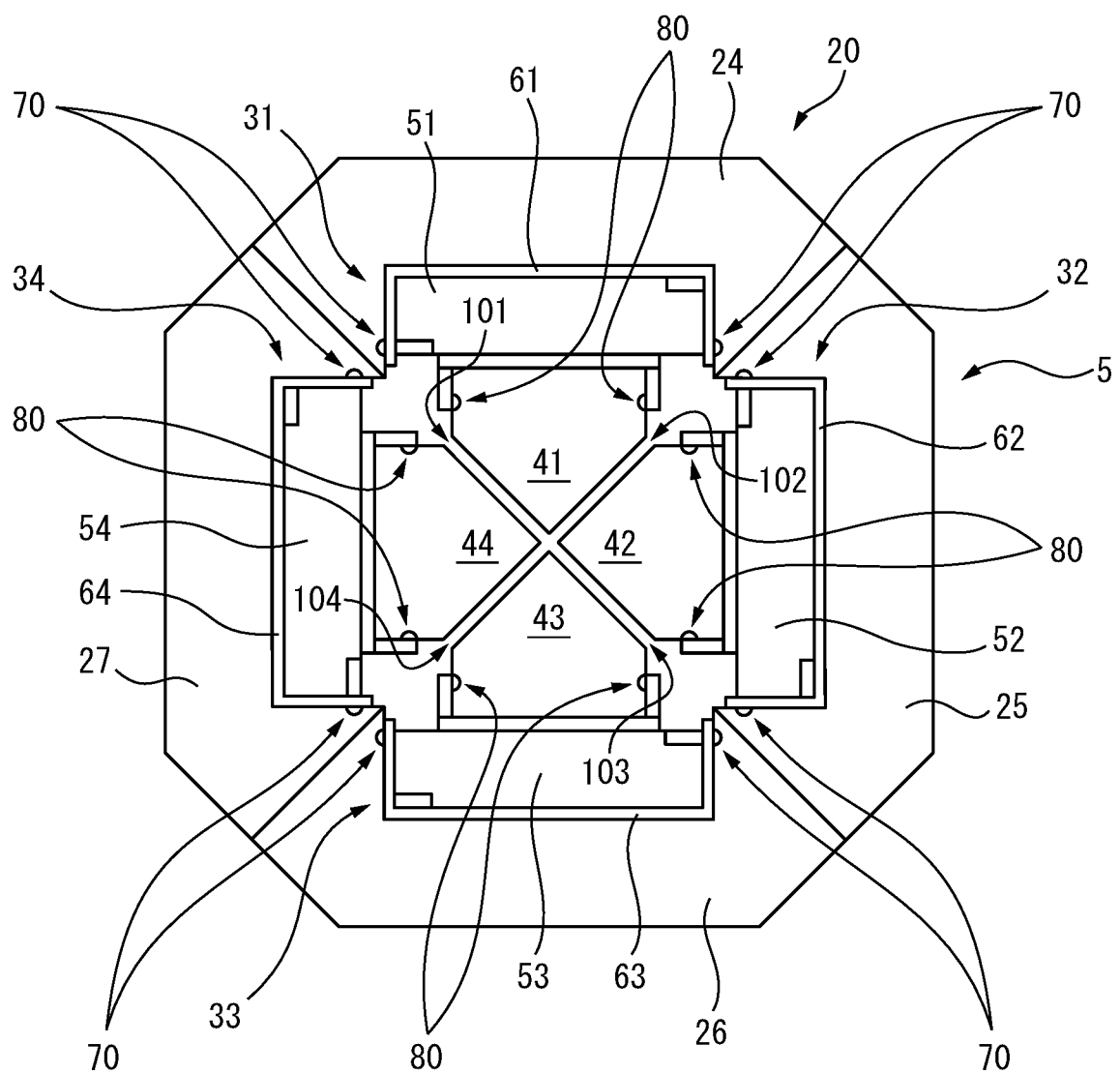


FIG. 8A

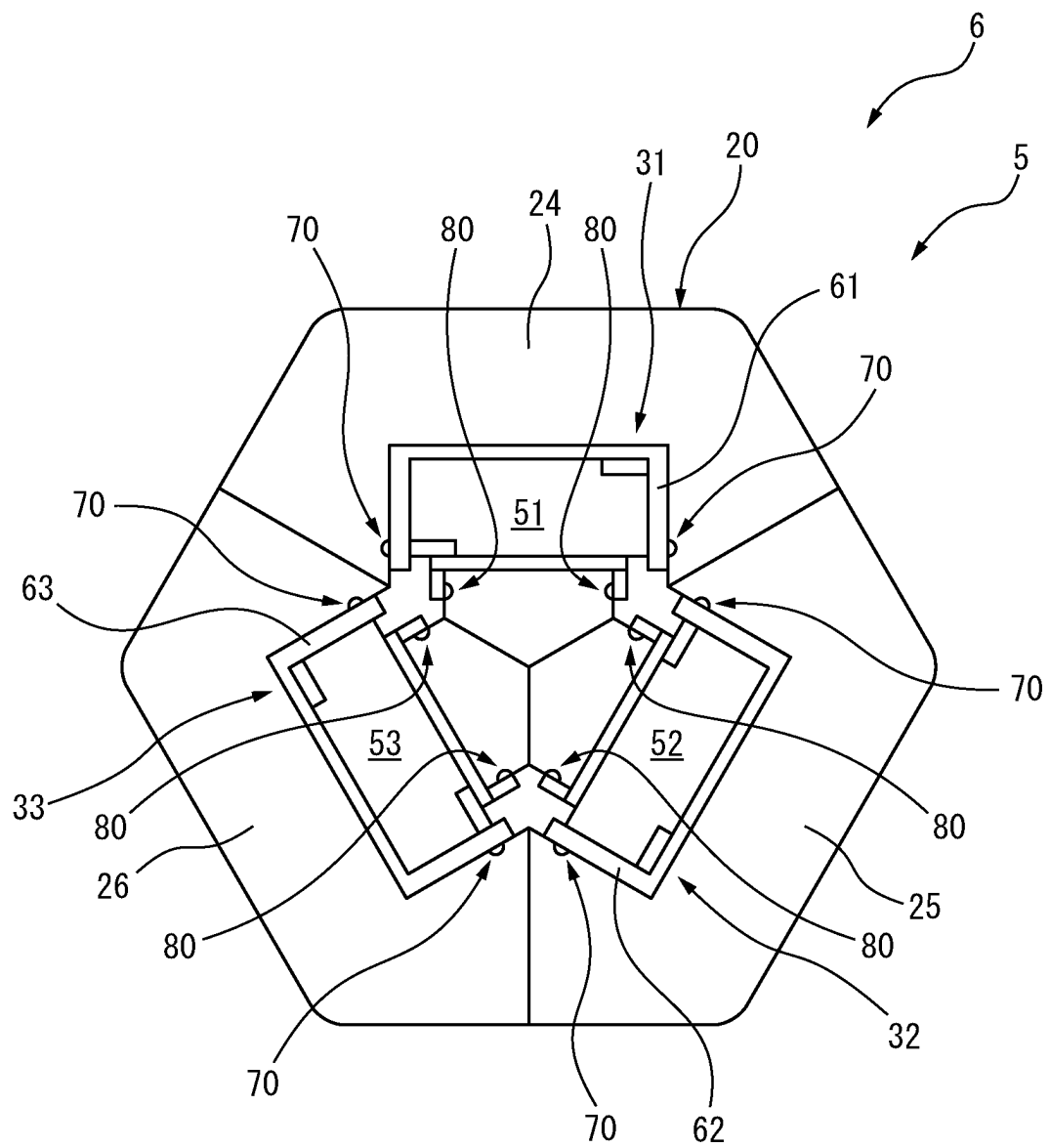


FIG. 8B

