



(10) **DE 10 2013 214 646 A1** 2014.05.15

(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2013 214 646.9**
(22) Anmeldetag: **26.07.2013**
(43) Offenlegungstag: **15.05.2014**

(51) Int Cl.: **H01F 7/16 (2006.01)**
H01F 7/126 (2006.01)
H01F 7/128 (2006.01)
H01F 7/06 (2006.01)
F16K 31/06 (2006.01)

(30) Unionspriorität:
2012-168205 30.07.2012 JP
2012-276815 19.12.2012 JP

(74) Vertreter:
TBK, 80336, München, DE

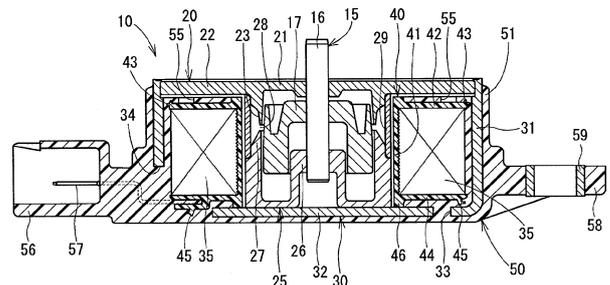
(71) Anmelder:
DENSO CORPORATION, Kariya-city, Aichi-pref., JP

(72) Erfinder:
Matsumoto, Koichiro, Kariya-city, Aichi-pref., JP;
Murao, Yoshiyuki, Kariya-city, Aichi-pref., JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **LINEARSOLENOID**

(57) Zusammenfassung: Ein Gehäuse (200, 50, 76, 83) ist aus einem Harzmaterial geformt und ein erster Flanschabschnitt (42, 152) des Spulenkörpers (11, 40, 171) bildet einen Schmelzvorsprung (43, 53) aus, der mit dem Gehäuse (200, 50, 76, 83) verbunden und verschmolzen ist. Das Gehäuse (200, 50, 76, 83) weist Durchgangslöcher (55, 66, 71, 76, 81, 82, 87) auf, die an einer radial innenliegenden Seite des Schmelzvorsprungs (43, 53) angeordnet sind und sich durch einen Abschnitt des Gehäuses (200, 50, 76, 83) in der axialen Richtung erstrecken. Ein Joch (30, 73, 115, 181) weist zumindest einen Druckreduzierteil (18, 175) auf, der gestaltet ist, einen Druck, der auf einen Vorsprung (156, 172) des Spulenkörpers (11, 40, 171) durch eine Strömung des Harzmaterials zu einer Zeit des Ausformens des Gehäuses (200, 50, 76, 83) ausgeübt wird, zu reduzieren.



Beschreibung

TECHNISCHES GEBIET

[0001] Die vorliegende Offenbarung bezieht sich auf ein Linearsolenoid.

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

[0002] Ein bekanntes Linearsolenoid treibt linear einen beweglichen Kern durch Verwendung eines Magnetfelds an, das während einer Erregung einer Spule eines Stators erzeugt wird. Zum Beispiel offenbart JP 2011-222799 A (US 2011/0248805 A1) ein Linearsolenoid, das eine Spule und einen Spulenkörper aufweist. Ein Außenumfangsteil der Spule und ein Außenumfangsteil des Spulenkörpers sind in Harz geformt. Die Spule und der Spulenkörper sind zwischen zwei Jochen gemeinsam mit dem ersten stationären Kern und dem zweiten stationären Kern gehalten. Der Spulenkörper weist einen Wicklungsabschnitt, einen ersten Flanschabschnitt, einen zweiten Flanschabschnitt und einen Vorsprung auf. Der Wicklungsabschnitt ist in einer Rohrform ausgestaltet und die Spule ist um den Wicklungsabschnitt gewickelt. Der erste Flanschabschnitt ist an einem Endteil des Wicklungsabschnitts angeordnet und erstreckt sich von dem einen Endteil des Wicklungsabschnitts radial nach außen. Der zweite Flanschabschnitt ist an dem anderen Endteil des Wicklungsabschnitts angeordnet, der zu (in Bezug zu) dem einen Endteil des Wicklungsabschnitts in radialer Richtung entgegengesetzt ist. Der zweite Flanschabschnitt erstreckt sich von dem anderen Endteil des Wicklungsabschnitts radial nach außen. Der Vorsprung steht von dem einen Endteil des Wicklungsabschnitts in Richtung eines korrespondierenden Jochs der Joche in axialer Richtung vor. Ein O-Ring ist zwischen dem einen der Joche und dem zweiten Flanschabschnitt des Spulenkörpers angeordnet und ein weiterer O-Ring ist zwischen dem anderen der Joche und dem ersten Flanschabschnitt des Spulenkörpers angeordnet. In JP 2011-222799 A (US 2011/0248805 A1) wird das Linearsolenoid als eine Antriebsvorrichtung eines Hydraulikdruckänderungsventils eines Ventilzeiteinstellungssteuerungsgeräts einer Brennkraftmaschine verwendet.

[0003] Es ist vorstellbar, dass ein Schmelzvorsprung an dem Spulenkörper auszubilden ist und ein Gehäuse vorzusehen ist, das gemeinsam mit dem Joch, der Spule und dem Spulenkörper in Harz geformt ist. In einem derartigen Fall wird das Harzmaterial des Gehäuses mit dem Schmelzvorsprung des Spulenkörpers verbunden und verschmolzen (d.h. der Vorsprung wird durch das Harz eingegossen). Auf diese Weise ist es möglich, den O-Ring wegzulassen und das Eindringen des Öls, das in dem Inneren des Linearsolenoids vorliegt, zu der Spule durch die Grenzfläche zwischen dem Gehäuse und dem Spulenkörper zu begrenzen. Wenn das Eindringen des

Öls zu der Spule begrenzt wird, ist es möglich, ein Leiten des Öls von der Spule zu einer elektronischen Steuerungsvorrichtung durch Anschlüsse, die mit der Spule verbunden sind, zu begrenzen.

[0004] Jedoch neigt die Wärme der Spule, die zu der Zeit der Erregung der Spule erzeugt wird, dazu, in dem Inneren des geformten Bauteils gehalten zu werden, so dass ein Abgabe der Wärme zu der Außenseite nicht wirksam ausgeführt wird. Wenn sich die Wärme in dem Inneren des geformten Körpers sammelt, erhöht sich ein Widerstand (elektrischer Widerstand) der Spule. Zu dieser Zeit ist, obwohl die gleiche Spannung an die Spule angelegt wird, der Strom, der durch die Spule fließt, im Vergleich zu dem vorangegangenen Zustand geringer, der vor dem Auftreten der Änderung des Widerstands der Spule vorherrscht. Daher wird das Magnetfeld, das rund um die Spule erzeugt wird, reduziert, und dadurch wird die magnetische Anziehungskraft, die das Bewegungselement anzieht, kleiner. Zusätzlich kann, wenn sich die Wärme in dem Inneren des geformten Bauteils sammelt, das geformte Bauteil (Formbauteil), das aus Harzmaterial hergestellt ist, thermisch beeinträchtigt werden.

[0005] Des Weiteren bewirkt der Druck, der auf den Vorsprung des Spulenkörpers aufgrund der Strömung des Harzmaterials zu der Zeit des Ausformens des Gehäuses ausgeübt wird, dass sich der Vorsprung radial nach innen (durchbiegt) biegt. Wenn der Vorsprung des Spulenkörpers radial nach innen gebogen (durchgebogen) wird, wird ein Spalt zwischen dem Spulenkörper und dem Joch ausgebildet und strömt das geschmolzene (flüssige) Harzmaterial in diesen Spalt, der zwischen dem Spulenkörper und dem Joch definiert ist, wodurch eine Erzeugung von Graten verursacht wird. Ferner kann, wenn der Vorsprung des Spulenkörpers radial nach innen gebogen wird, ein Riss in dem Spulenkörper ausgebildet werden. Die Grate können möglicherweise brechen und können in einen Gleitteil (Gleitteile) des Linearsolenoids und/oder den Gleitteil (Gleitteile) des Spulenkörpers des Hydraulikdruckänderungsventils fallen (eindringen). Ferner können die Grate möglicherweise in das Innere der Brennkraftmaschine eindringen. Wenn der Riss in dem Spulenkörper ausgebildet ist, kann das Öl, das in dem Inneren des Linearsolenoids vorliegt, möglicherweise von dem Riss zu dem elektronischen Steuerungsgerät durch die Spule und die Anschlüsse geleitet werden, wodurch eine Beschädigung der elektronischen Steuerungsvorrichtung verursacht wird.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0006] Die vorliegende Offenbarung ist in Anbetracht der vorstehenden Punkte gemacht. Somit ist es eine Aufgabe der vorliegenden Offenbarung, ein Linearsolenoid bereitzustellen, das eine Verringerung ei-

ner magnetischen Anziehungskraft, die auf ein Bewegungselement ausgeübt wird, verhindern (begrenzen) kann und ferner eine Schwächung eines geformten Bauteils (Formbauteil) verhindern (begrenzen) kann. Es ist eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Linearsolenoid bereitzustellen, das eine Ausbildung von Graten bei einem Formharzmaterial an einer Stelle zwischen einem Vorsprung eines Spulenkörpers und einem zweiten Joch verhindern (begrenzen) kann und eine Erzeugung eines Risses in dem Spulenkörper verhindern (begrenzen) kann.

[0007] Gemäß der vorliegenden Offenbarung ist ein Linearsolenoid bereitgestellt, das ein Bewegungselement, einen Stator, ein Joch, eine Spule, einen Spulenkörper und ein geformtes Bauteil (Formbauteil) aufweist. Das Bewegungselement erstreckt sich in einer axialen Richtung und ist gestaltet, sich in der axialen Richtung hin- und herzubewegen. Der Stator stützt das Bewegungselement in der axialen Richtung gleitbar. Der Joch weist einen rohrförmigen Abschnitt und einen Bodenabschnitt auf. Der rohrförmige Abschnitt liegt an einer radial äußeren (außenliegenden) Seite des Stators und berührt einen Endteil des Stators. Der Bodenabschnitt berührt den anderen Endteil des Stators, der zu dem einen Endteil des Stators in der axialen Richtung entgegengesetzt ist. Die Spule ist in einer Ringform gestaltet und zwischen dem rohrförmigen Abschnitt des Jochs und dem Stator angeordnet. Der Spulenkörper weist einen Wicklungsabschnitt, einen ersten Flanschabschnitt und einen zweiten Flanschabschnitt auf. Der Wicklungsabschnitt ist in einer Rohrform gestaltet und hält die Spule, die um den Wicklungsabschnitt gewickelt ist. Der erste Flanschabschnitt ist an einem Endteil des Wicklungsabschnitts angeordnet, der zu dem Bodenabschnitt in der axialen Richtung entgegengesetzt ist. Der zweite Flanschabschnitt ist an dem anderen Endteil des Wicklungsabschnitts angeordnet, der zu dem einen Endteil des Wicklungsabschnitts in der axialen Richtung entgegengesetzt ist. Das geformte Bauteil ist aus einem Harzmaterial hergestellt und hält die Spule, den ersten Flanschabschnitt und den zweiten Flanschabschnitt des Spulenkörpers, die in den geformten Teil einsatzgeformt sind. Der erste Flanschabschnitt des Spulenkörpers bildet einen Schmelzvorsprung aus, der mit dem geformten Bauteil verbunden und verschmolzen (d.h. in dem geformten Bauteil eingegossen) ist. Das geformte Bauteil weist zumindest ein Durchgangsloch auf, das an einer radial innenliegenden Seite des Schmelzvorsprungs angeordnet ist und sich durch einen Abschnitt des geformten Bauteils in der axialen Richtung erstreckt.

[0008] Gemäß der vorliegenden Offenbarung ist ferner ein Linearsolenoid bereitgestellt, das eine Ausgabestange, einen ersten stationären Kern, einen zweiten stationären Kern, einen beweglichen Kern, eine

Spule, einen Spulenkörper, ein erstes Joch, ein zweites Joch und ein Gehäuse aufweist. Der erste stationäre Kern stützt einen Endabschnitt der Ausgabestange. Der zweite stationäre Kern stützt den anderen Endabschnitt der Ausgabestange, der zu dem einen Endabschnitt der Ausgabestange in einer axialen Richtung der Ausgabestange entgegengesetzt ist. Ein Luftspalt ist zwischen dem ersten stationären Kern und dem zweiten stationären Kern in der axialen Richtung angeordnet. Der bewegliche Kern ist an der Ausgangsstange fixiert und ist gestaltet, sich in der axialen Richtung zwischen einer Anfangsposition, die an einer Seite angeordnet ist, an der der zweite stationäre Kern angeordnet ist, und einer Vollhubposition hin- und herzubewegen, die an einer Seite angeordnet ist, an der der erste stationäre Kern angeordnet ist. Die Spule ist in einer Ringform ausgebildet und ist an einer radial außenliegenden Seite des Luftspalts angeordnet. Der Spulenkörper weist einen ersten Wicklungsabschnitt, einen ersten Flanschabschnitt, einen ersten Schmelzvorsprung, einen zweiten Flanschabschnitt, einen zweiten Schmelzvorsprung und einen Vorsprung auf. Der Wicklungsabschnitt ist in einer Rohrform ausgestaltet. Die Spule ist um den Wicklungsabschnitt gewickelt. Der erste Flanschabschnitt erstreckt sich von einem Endteil des Wicklungsabschnitts radial nach außen. Der erste Schmelzvorsprung ist an einem radial außenliegenden Endteil des ersten Flanschabschnitts ausgebildet. Der zweite Flanschabschnitt erstreckt sich von dem anderen Endteil des Wicklungsabschnitts, der zu dem einen Endteil des Wicklungsabschnitts in der axialen Richtung entgegengesetzt ist, radial nach außen. Der zweite Schmelzvorsprung ist an einem radial außenliegenden Endteil des zweiten Flanschabschnitts ausgebildet. Der Vorsprung steht von dem Wicklungsabschnitt in der axialen Richtung vor. Das erste Joch ist an einer radial außenliegenden Seite der Spule angeordnet. Das erste Joch ist gestaltet, um einen Magnetfluss zwischen dem ersten Joch und dem ersten stationären Kern zu leiten. Das zweite Joch ist benachbart zu dem Vorsprung des Spulenkörpers und dem zweiten stationären Kern an einer Seite angeordnet, die zu dem ersten stationären Kern in der axialen Richtung entgegengesetzt ist. Das zweite Joch koppelt das erste Joch und den zweiten stationären Kern magnetisch. Das Gehäuse ist aus einem Harzmaterial geformt, das einen radialen Spalt und einen axialen Spalt ausfüllt. Der radiale Spalt ist zwischen dem ersten Joch, das an einer radial außenliegenden Seite des radialen Spalts angeordnet ist, und der Spule und dem Spulenkörper, die an einer radial innenliegenden Seite des radialen Spalts angeordnet sind, in einer radialen Richtung definiert. Der axiale Spalt ist zwischen dem zweiten Joch, das an einer axial außenliegenden Seite des axialen Spalts angeordnet ist, und dem zweiten Flanschabschnitt des Spulenkörpers, der an einer axial innenliegenden Seite des axialen Spalts angeordnet ist, in einer axialen Richtung definiert. Das Gehäuse

ist mit dem ersten Schmelzvorsprung und dem zweiten Schmelzvorsprung des Spulenkörpers verbunden und verschmolzen (d.h. sie sind in dem Gehäuse eingegossen). Das zweite Joch weist zumindest einen Druckreduzierteil auf, der gestaltet ist, einen Druck, der auf den Vorsprung des Spulenkörpers durch eine Strömung des Harzmaterials zu einer Zeit des Formens des Gehäuses ausgeübt wird, zu reduzieren.

KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0009] Die Zeichnungen, die nachstehend beschrieben sind, dienen lediglich zu Darstellungszwecken und es ist nicht beabsichtigt, dass sie den Schutzzumfang der vorliegenden Offenbarung in irgendeiner Weise beschränken.

[0010] Fig. 1 ist eine schematische Schnittansicht eines Ventilzeiteinstellungssteuerungsgeräts, in dem ein Linearolenoid gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Offenbarung angewandt ist;

[0011] Fig. 2 ist eine Schnittansicht des Linearolenoids des ersten Ausführungsbeispiels, die einen Betriebszustand zeigt, in dem eine Ausgabestange in einer Anfangsposition angeordnet ist;

[0012] Fig. 3 ist eine Schnittansicht entlang einer Linie III-III in Fig. 2;

[0013] Fig. 4 ist eine Schnittansicht des Linearolenoids des ersten Ausführungsbeispiels, die einen Betriebszustand zeigt, in dem die Ausgangstange in einer Vollhubposition angeordnet ist;

[0014] Fig. 5 ist eine vergrößerte Teilansicht, die einen Bereich V in Fig. 2 zeigt;

[0015] Fig. 6 ist eine Schnittansicht, die ein Joch und einen Spulenkörper zeigt, die in einer Formmatrize zu der Zeit des Ausformens eines Gehäuses des Linearolenoids gehalten werden, das in Fig. 2 gezeigt ist;

[0016] Fig. 7 ist eine schematische Schnittansicht des Ventilzeiteinstellungssteuerungsgeräts, das in einem Zustand gehalten wird, in dem die Ausgangstange des Linearolenoids von Fig. 1 in der Vollhubposition angeordnet ist;

[0017] Fig. 8 ist eine Schnittansicht eines Linearolenoids gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Offenbarung;

[0018] Fig. 9 ist eine Schnittansicht eines Linearolenoids gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Offenbarung;

[0019] Fig. 10 ist eine Schnittansicht eines Linearolenoids gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Offenbarung;

[0020] Fig. 11 ist eine Schnittansicht eines Linearolenoids gemäß einem fünften Ausführungsbeispiel der vorliegenden Offenbarung;

[0021] Fig. 12 ist eine Schnittansicht eines Linearolenoids gemäß einem sechsten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Offenbarung;

[0022] Fig. 13 ist eine Schnittansicht entlang einer Linie XIII-XIII in Fig. 12;

[0023] Fig. 14 ist eine Schnittansicht des Linearolenoids eines siebten Ausführungsbeispiels, die einen Betriebszustand zeigt, in dem eine Ausgabestange in einer Anfangsposition angeordnet ist;

[0024] Fig. 15 ist eine Schnittansicht des Linearolenoids von Fig. 14, die einen anderen Betriebszustand zeigt, in dem die Ausgabestange in einer Vollhubposition angeordnet ist;

[0025] Fig. 16 ist eine vergrößerte Teilansicht, die einen Bereich XVI von Fig. 14 zeigt;

[0026] Fig. 17 ist eine Schnittansicht, die ein Joch und einen Spulenkörper zeigt, die in einer Ausformmatrize zu der Zeit des Harzausformens eines Gehäuses des Linearolenoids gehalten werden, das in Fig. 14 gezeigt ist;

[0027] Fig. 18 ist eine Schnittansicht eines Linearolenoids gemäß einem achten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Offenbarung;

[0028] Fig. 19 ist eine vergrößerte Teilansicht eines Bereichs XIX in Fig. 18;

[0029] Fig. 20 ist eine Schnittansicht, die ein Joch und einen Spulenkörper zeigt, die in einer Ausformmatrize zu der Zeit des Harzausformens eines Gehäuses des Linearolenoids gehalten werden, das in Fig. 18 gezeigt ist;

[0030] Fig. 21 ist eine Schnittansicht eines Linearolenoids gemäß einem neunten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Offenbarung;

[0031] Fig. 22 ist eine vergrößerte Teilansicht, die einen Bereich XXII in Fig. 21 zeigt; und

[0032] Fig. 23 ist eine Schnittansicht, die ein Joch und einen Spulenkörper zeigt, die in einer Ausformmatrize zu der Zeit des Harzausformens eines Gehäuses des Linearolenoids gehalten werden, das in Fig. 21 gezeigt ist.

AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG

[0033] Verschiedene Ausführungsbeispiele der vorliegenden Offenbarung sind nachstehend in Bezug auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben. In einer nachstehenden Diskussion der Ausführungsbeispiele sind gleiche bzw. ähnliche Komponenten mit den gleichen Bezugszeichen versehen und sind der Einfachheit halber nicht redundant beschrieben. Des Weiteren kann/können innerhalb des Prinzips der vorliegenden Offenbarung eine beliebige Komponente oder mehrere Komponenten von einem beliebigen Ausführungsbeispiel oder von mehreren der nachstehenden Ausführungsbeispiele und deren Modifikationen miteinander kombiniert werden oder durch eine beliebige oder mehrere beliebige Komponenten eines anderen Ausführungsbeispiels oder mehrerer Ausführungsbeispiele der nachstehenden Ausführungsbeispiele und deren Modifikationen ersetzt werden.

(Erstes Ausführungsbeispiel)

[0034] Fig. 1 zeigt ein Ventilzeiteinstellungssteuerungsgerät **90**, das ein Linearsolenoid gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Offenbarung aufweist. In dem Ventilzeiteinstellungssteuerungsgerät **90** des vorliegenden Ausführungsbeispiels wird Hydrauliköl zu einer Hydraulikdruckkammer **92** eines Gehäuses **91** zugeführt, das einstückig mit einer Kurbelwelle einer nicht dargestellten Brennkraftmaschine drehbar ist, so dass ein Flügelrotor **94**, der einstückig mit einer Nockenwelle **93** drehbar ist, relativ zu dem Gehäuse **91** gedreht wird, und dadurch wird eine Öffnungs-/Schließzeiteinstellung von jedem korrespondierenden Ventil von nicht dargestellten Auslassventilen (oder Einlassventilen) eingestellt. Das Hydrauliköl, das von einer Ölwanne **105** durch eine Ölpumpe **95** gepumpt wird, wird zu der Hydraulikdruckkammer **92** durch ein Hydraulikdruckänderungsventil (nachstehend auch als ein Hydraulikdrucksteuerungsventil bezeichnet) **96** zugeführt. Ein Kolben **97** des Hydraulikdruckänderungsventils **96** ist in einer Hülse **98** derart aufgenommen, dass eine Hin- und Herbewegung des Kolbens **97** in einer axialen Richtung ermöglicht wird. Der Kolben **97** ist in axialer Richtung hin- und herbewegbar und wird zu einer Seite (der linken Seite in Fig. 1) hin durch eine Feder **99** in der axialen Richtung gedrängt. Das Linearsolenoid **10** dient als eine Antriebsvorrichtung, die den Kolben **97** in Richtung der anderen Seite (der rechten Seite in Fig. 1) gegen die Drängkraft der Feder **99** in der axialen Richtung antreibt.

[0035] Zunächst ist die Struktur des Linearsolenoids **10** in Bezug auf Fig. 2 und Fig. 4 schematisch beschrieben.

[0036] Das Linearsolenoid **10** weist ein Bewegungselement (nachstehend auch als ein Gleitelement be-

zeichnet) **15**, einen ersten stationären Kern **20**, einen zweiten stationären Kern **25**, einen Kranz (Ring, Buchse, Bund) **29**, ein Joch **30**, eine Spule (Wicklung) **35**, einen Spulenkörper **40** und ein Gehäuse (das als ein geformtes Bauteil bzw. Formbauteil dient) **50** auf.

[0037] Das Bewegungselement **15** erstreckt sich in einer axialen Richtung und weist eine Ausgabestange (nachstehend auch als ein Schaft bezeichnet) **16** und einen beweglichen Kern **17** auf. Der bewegliche Kern **17** ist aus einem magnetischen Material hergestellt und ist an der Ausgabestange **16** fixiert.

[0038] Der erste stationäre Kern **20** ist aus einem magnetischen Material hergestellt und weist einen Stützabschnitt **21**, einen Flanschabschnitt **22** und einen ringförmigen Vorsprung (nachstehend auch als ein erster ringförmiger Vorsprung bezeichnet) **23** auf. Der Stützabschnitt **21** stützt gleitbar einen Endabschnitt der Ausgabestange **16** derart, dass eine Hin- und Herbewegung der Ausgabestange **16** in der axialen Richtung ermöglicht wird. Der Flanschabschnitt **22** steht von dem Stützabschnitt **21** in einer radialen Richtung nach außen vor. Der ringförmige Vorsprung **23** steht von dem Stützabschnitt **21** in der axialen Richtung vor.

[0039] Der zweite stationäre Kern **25** ist aus einem magnetischen Material hergestellt und weist einen Stützabschnitt **26**, einen ringförmigen Vorsprung (nachstehend auch als zweiter ringförmiger Vorsprung bezeichnet) **27** auf. Der Stützabschnitt **26** stützt gleitbar den anderen Endabschnitt der Ausgabestange **16**, der zu (in Bezug zu) dem einen Endabschnitt der Ausgabestange **16** in axialer Richtung entgegengesetzt ist, derart, dass eine Hin- und Herbewegung der Ausgabestange **16** in axialer Richtung ermöglicht wird. Der ringförmige Vorsprung **27** steht in Richtung des ringförmigen Vorsprungs **23** des ersten stationären Kerns **20** in axialer Richtung vor und ein Luftspalt **28** ist zwischen dem ringförmigen Vorsprung **27** und dem ringförmigen Vorsprung **23** ausgebildet. Der erste stationäre Kern **20** und der zweite stationäre Kern **25** bilden einen Stator aus.

[0040] Fig. 2 zeigt einen Betriebszustand, in dem das Bewegungselement **15** in einer Anfangsposition angeordnet ist, und Fig. 4 zeigt einen anderen Betriebszustand, in dem das Bewegungselement **15** in einer Vollhubposition (Position mit vollständig ausgefahrenem Hub) angeordnet ist. Wenn das Bewegungselement **15** in der Anfangsposition angeordnet ist, ist der bewegliche Kern **17** an der Seite des zweiten stationären Kerns **25** des Luftspalts **28** in axialer Richtung angeordnet. Wenn das Bewegungselement **15** in der Vollhubposition angeordnet ist, ist der bewegliche Kern **17** an der radial innenliegenden Seite des Luftspalts **28** derart angeordnet, dass der bewegliche Kern **17** mit sowohl dem ringförmigen Vorsprung **23** als auch dem ringförmigen Vorsprung **27**

überlappt, um den ringförmigen Vorsprung **23** und den ringförmigen Vorsprung **27** magnetisch zu umgehen, d.h. um den Magnetfluss zwischen dem ersten stationären Kern **20** und dem zweiten stationären Kern **25** durch den beweglichen Kern **17** zu leiten.

[0041] Der Kranz **29** ist aus einem nicht magnetischen Material hergestellt. Ein Endabschnitt des Kranzes **29** ist auf den ringförmigen Vorsprung **23** pressgepasst und der andere Endabschnitt des Kranzes **29** ist auf den ringförmigen Vorsprung **23** pressgepasst. Der Kranz **29** fixiert den ersten stationären Kern **20** und den zweiten stationären Kern **25** miteinander. In anderen Worten begrenzt oder verhindert der Kranz **29** eine Bewegung des ersten stationären Kerns **20** und des zweiten stationären Kerns **25** relativ zueinander.

[0042] Das Joch **30** ist aus einem magnetischen Material hergestellt und ist als ein becherförmiger Körper (becherförmiges Bauteil) ausgestaltet. Insbesondere weist das Joch **30** einen Rohrabschnitt (nachstehend auch als ein erstes Joch bezeichnet) **31** und einen Bodenabschnitt (nachstehend auch als ein zweites Joch bezeichnet) **32** auf. Der Bodenabschnitt **32** ist einstückig mit einem Endteil (dem unteren Endteil in **Fig. 2**) des rohrförmigen Abschnitts **31** ausgebildet. Der rohrförmige Abschnitt **31** ist an der radial außenliegenden Seite des ersten stationären Kerns **20** und des zweiten stationären Kerns **25** angeordnet. Der Flanschabschnitt **22** des ersten stationären Kerns **20** ist in den rohrförmigen Abschnitt **31** des Jochs **30** eingesetzt. Der andere Endteil (der obere Endteil in **Fig. 2**) des rohrförmigen Abschnitts **31** ist verpresst (verstemmt), d.h. ist an dem Flanschabschnitt **22** des ersten stationären Kerns **20** plastisch verformt. Dadurch ist der Flanschabschnitt **22** des ersten stationären Kerns **20** an dem Joch **30** derart fixiert, dass der andere Endteil des rohrförmigen Abschnitts **31** den Flanschabschnitt **22** des ersten stationären Kerns **20** (der als ein Endabschnitt des Stators dient) berührt. Der Bodenabschnitt **32** verschließt den einen Endteil des rohrförmigen Abschnitts **31** und berührt den Stützabschnitt **26** des zweiten stationären Kerns **25** (der als der andere Endabschnitt des Stators dient). Das Joch **30** koppelt magnetisch den ersten stationären Kern **20** mit dem zweiten stationären Kern **25**.

[0043] Die Spule **35** ist zwischen dem rohrförmigen Abschnitt **31** des Jochs **30** und dem ersten stationären Kern **20** und dem zweiten stationären Kern **25** in der radialen Richtung angeordnet. Die Spule **35** ist aus einem Draht hergestellt und ist um den Spulenkörper **40** gewickelt.

[0044] Das Gehäuse **50** weist einen Hauptkörper **51**, einen Verbindungsgliedabschnitt (Verbindungsabschnitt, Steckerabschnitt) **56** und eine Vielzahl von Halterungsabschnitten **58** auf. Das Joch **30** ist in den Hauptkörper **51** einsatzgeformt. Anschlüsse **57**,

die elektrisch mit der Spule **35** verbunden sind, sind in dem Verbindungsgliedabschnitt **56** aufgenommen. Die Halterungsabschnitte **58** werden verwendet, um das Linearsolenoid **10** an einem Brennkraftmaschinendeckel **89** zu montieren, der in **Fig. 1** gezeigt ist und als eine externe Abstützung dient.

[0045] Nachstehend ist ein charakteristisches Merkmal der Struktur des Linearsolenoids **10** in Bezug auf **Fig. 2** bis **Fig. 7** beschrieben.

[0046] Der Spulenkörper **40** ist einstückig ausgebildet und weist einen Wicklungsabschnitt **41**, einen ersten Flanschabschnitt **42**, einen zweiten Flanschabschnitt **44** und einen Vorsprung **46** auf. Der Wicklungsabschnitt **41** ist in einer Rohrform ausgestaltet und die Spule **35** ist um den Wicklungsabschnitt **41** gewickelt. Der erste Flanschabschnitt **42** ist an einem Endteil des Wicklungsabschnitts **41** angeordnet, der an einer axialen Seite angeordnet ist, an der der erste stationäre Kern **20** angeordnet ist. Der zweite Flanschabschnitt **44** ist an dem anderen Endteil des Wicklungsabschnitts **41** angeordnet, der in axialer Richtung an der entgegengesetzten Seite zu dem (in Bezug auf den) einen Endteil des Wicklungsabschnitts **41** angeordnet ist. Der Vorsprung **46** steht in axialer Richtung von dem anderen Endteil des Wicklungsabschnitts **41** in Richtung des Bodenabschnitts **32** des Jochs **30** vor. Der Vorsprung **46** berührt den Bodenabschnitt **32** des Jochs **30**. Ein distaler Endteil, d.h. ein radial außenliegender Endteil, des ersten Flanschabschnitts **42** bildet einen ersten Schmelzvorsprung **43** aus. Des Weiteren bildet ein distaler Endteil, d.h. ein radial außenliegender Endteil, des zweiten Flanschabschnitts **44** einen zweiten Schmelzvorsprung **45** aus.

[0047] Der Hauptkörper **51** des Gehäuses **50** ist aus dem Harzmaterial derart geformt, dass der Hauptkörper **51** eine Außenseite des Jochs **30** und eine Außenseite des ersten Flanschabschnitts **42** des Spulenkörpers **40** abdeckt und einen Raum (Spalt) zwischen dem rohrförmigen Abschnitt **31** des Jochs **30** und der Spule **35** und einem Raum (Spalt) zwischen dem Bodenabschnitt **32** des Jochs **30** und dem zweiten Flanschabschnitt **44** ausfüllt. Der erste Schmelzvorsprung **43** und der zweite Schmelzvorsprung **45** des Spulenkörpers **40** sind mit dem Hauptkörper **51** des Gehäuses **50** verbunden und verschmolzen (d.h. sie sind in den Hauptkörper eingegossen). Ein Außenabschnitt des Hauptkörpers **51**, der an einer Außenseite des Jochs **30** angeordnet ist, und ein Innenabschnitt des Hauptkörpers **51**, der an einer Innenseite des Jochs **30** angeordnet ist, sind miteinander durch Löcher **33**, **34** des Jochs **30** verbunden.

[0048] Bei einem Herstellungsprozess des Gehäuses **40** werden zunächst das Joch **30**, der Spulenkörper **40**, die Spule **35**, die Anschlüsse **37** und Einsetz-

kränze **59** in einer Formmatrize **60** festgelegt, wie in **Fig. 6** gezeigt ist.

[0049] Dann wird das geschmolzene (flüssige) Harzmaterial in einen Hohlraum (Kavität) der Formmatrize **60** gefüllt. Das geschmolzene Harzmaterial, das von einer Düse einer Formmaschine (Gussmaschine) eingespritzt wird, strömt von einem Anschluss, der an der Seite angeordnet ist, an der der Bodenabschnitt **32** des Jochs **30** angeordnet ist, in das Innere des Jochs **30** durch das Loch **33**. Das geschmolzene Harzmaterial, das in das Innere des Jochs **30** strömt, strömt durch einen Spalt **61** zwischen dem Bodenabschnitt **32** des Jochs **30** und dem zweiten Flanschabschnitt **44** und durch einen Spalt **62** zwischen dem rohrförmigen Abschnitt **31** des Jochs **30** und der Spule **35** und wird in einen Spalt **63**, der an der Außenseite des ersten Flanschabschnitts **32** angeordnet ist, geführt. Zu dieser Zeit strömt das geschmolzene Harzmaterial, während das geschmolzene Harzmaterial eine Oberflächenschicht des ersten Schmelzvorsprungs **43** und eine Oberflächenschicht des zweiten Schmelzvorsprungs **45** erwärmt, um diese zu schmelzen oder weich zu machen. Des Weiteren hat die Formmatrize **60** Stifte **64**, die von der Formmatrize **60** in Richtung des ersten Flanschabschnitts **42** in axialer Richtung vorstehen. Die Stifte **64** drücken, d.h. drängen, den ersten Flanschabschnitt **42** des Spulenkörpers **40** von der axialen Seite, die gegenüberliegend zu der Spule **35** ist, um die Verformung des ersten Flanschabschnitts **42** durch die Strömung des geschmolzenen Harzmaterials zu begrenzen (zu verhindern), das von dem Spalt **62** zu dem (in den) Spalt **63** strömt.

[0050] Danach wird das geschmolzene Harzmaterial, das in das Innere der Formmatrize **60** gefüllt worden ist, durch Kühlen des geschmolzenen Harzmaterials fest (es erstarrt). Zu dieser Zeit werden der erste Schmelzvorsprung **43** und der zweite Schmelzvorsprung **45** des Spulenkörpers **40** mit dem Harzmaterial des Gehäuses **50** verbunden und verschmolzen (sie sind in das Gehäuse eingegossen).

[0051] Wie in **Fig. 5** gezeigt ist, weist der Hauptkörper **51** des Gehäuses **50** einen ersten geformten Abschnitt **52**, einen zweiten geformten Abschnitt **53** und einen dritten geformten Abschnitt **54** auf. Der erste geformte Abschnitt **52** ist in einer ringförmigen Plattenform ausgestaltet und deckt eine Außenseite des ersten Flanschabschnitts **42** des Spulenkörpers **40** ab. Der zweite geformte Abschnitt **53** ist in einer zylindrischen Rohrform ausgestaltet und füllt den Spalt zwischen dem rohrförmigen Abschnitt **31** des Jochs **30** und der Spule **45** aus. Der dritte geformte Abschnitt **54** ist in einer ringförmigen Plattenform ausgestaltet und füllt den Spalt zwischen dem Bodenabschnitt **32** des Jochs **30** und dem zweiten Flanschabschnitt **44** des Spulenkörpers **40** aus. Der erste geformte Abschnitt **52** weist eine Vielzahl von Durch-

gangslöchern **55** auf. Jedes Durchgangsloch **55** erstreckt sich in axialer Richtung durch den ersten geformten Abschnitt **52** an einer korrespondierenden Stelle, die an der radial innenliegenden Seite des ersten Schmelzvorsprungs **43** liegt. Das Durchgangsloch **55** ist in einer Form gestaltet, die gleich ist wie die des Stifts **64** der Formmatrize **60**, die in **Fig. 6** gezeigt ist. In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist jedes Durchgangsloch **55** mit einem kreisförmigen Querschnitt ausgestaltet. Des Weiteren ist jedes Durchgangsloch **55** in einem radial außenliegenden Teil (Außenumfangsteil) des ersten geformten Abschnitts **52** angeordnet, der zu einem radial außenliegenden Teil des ersten Flanschabschnitts **42** benachbart ist. In anderen Worten ist jedes Durchgangsloch **55** an einem radial außenliegenden Teil des ersten Flanschabschnitts **42** angeordnet. Die Durchgangslöcher **55** sind nacheinander in im Allgemeinen gleichen Winkelabständen in der Umfangsrichtung um die Mittelachse des Bewegungselements **55** (d.h. die Mittelachse der Ausgabestange **16**) angeordnet.

[0052] Das Linearsolenoid **10**, das wie vorstehend beschrieben konstruiert ist, wird in der Umgebung verwendet, in der Hydrauliköl in dem Inneren der Brennkraftmaschine angewandt wird. Das Hydrauliköl dringt in das Innere des Linearsolenoids **10** ein. Zum Beispiel wird in einem Zustand, in dem der Kolben **97** des Ventilzeiteinstellungssteuerungsgeräts **90** zu einer vorbestimmten Position bewegt wird, das Hydrauliköl in der Hydraulikdruckkammer **92** in dem Gehäuse **91** in Richtung des Linearsolenoids **10** abgelassen (abgeführt) und tritt ein Teil dieses Hydrauliköls in das Innere des Linearsolenoids **10** ein. Das Hydrauliköl, das in das Innere des Linearsolenoids **10** eintritt, strömt in die Löcher der korrespondierenden Bauteile und/oder die Spalten zwischen den korrespondierenden Bauteilen. Zu dieser Zeit wird die Wärme, die durch die Erregung der Spule **35** erzeugt wird, zu dem ersten Flanschabschnitt **42** des Spulenkörpers **40** geleitet und wird dann zu dem Hydrauliköl abgeführt (abgegeben), das in die Durchgangslöcher **55** des ersten geformten Abschnitts **52** des Gehäuses **50** eindringt.

[0053] Wie vorstehend diskutiert ist, bildet in dem Linearsolenoid **10** des ersten Ausführungsbeispiels der erste Flanschabschnitt **42** des Spulenkörpers **40** den ersten Schmelzvorsprung **43** aus, der mit dem Gehäuse **50** verschmolzen ist. Der erste Schmelzvorsprung **43** steht von dem ersten Flanschabschnitt **42** in axialer Richtung nach außen vor und kann in einer Ringform ausgestaltet sein, um sich kontinuierlich am Umfang um die Mittelachse der Ausgabestange **16** herum zu erstrecken (oder um sich intermittierend am Umfang um die Mittelachse der Ausgabestange **16** herum zu erstrecken, falls es erforderlich ist). Daher ist es möglich, das Eindringen des Hydrauliköls, das in dem Inneren des Linearsolenoids **10** vorliegt, zu der Spule **35** durch die Grenzfläche zwischen

dem Gehäuse **50** und dem Spulenkörper **40** zu verhindern (zu begrenzen), ohne dass es erforderlich ist, ein Dichtungsbauteil zwischen dem Joch **30** und dem Gehäuse **50** vorzusehen. Der zweite Schmelzvorsprung **45** steht von dem zweiten Flanschvorsprung **44** in axialer Richtung nach außen vor und kann in einer Ringform ausgestaltet sein, um sich am Umfang kontinuierlich um die Mittelachse der Ausgabestange **16** herum zu erstrecken (oder um sich am Umfang intermittierend um die Mittelachse der Ausgabestange **16** herum zu erstrecken, falls es erforderlich ist).

[0054] Des Weiteren weist in dem ersten Ausführungsbeispiel das Gehäuse **50** die Durchgangslöcher **55** auf, die das Gehäuse **50** an der radial innenliegenden Seite des ersten Schmelzvorsprungs **43** in axialer Richtung durchdringen. Daher wird die Wärme der Spule **45**, die zu der Zeit der Erregung der Spule **35** erzeugt wird, zu dem ersten Flanschabschnitt **42** des Spulenkörpers **40** geleitet und wird zu dem Hydrauliköl abgeführt (abgegeben), das in die Durchgangslöcher **55** des Gehäuses **50** eintritt und den ersten Flanschabschnitt **42** des Spulenkörpers **40** direkt berührt. Auf diese Weise wird die Eindämmung der Wärme der Spule **35** in dem Inneren des Gehäuses **50** verhindert bzw. begrenzt. Insbesondere wirkt das Hydrauliköl in dem Inneren des Linearsolenoids **10** als das Kühlmittel. Daher ist es möglich, die Reduktion der magnetischen Anziehungskraft zu begrenzen, die das Bewegungselement **15** anzieht. Des Weiteren ist es möglich, die Schwächung des Gehäuses **50**, das aus dem Harzmaterial hergestellt ist, zu begrenzen, die durch die Eindämmung der Wärme der Spule **35** in dem Inneren des Gehäuses **50** verursacht wird.

[0055] Des Weiteren ist es, da der erste Schmelzvorsprung **43** an der radial außenliegenden Seite der Durchgangslöcher **55** angeordnet ist, möglich, das Eindringen des Hydrauliköls von dem Inneren der Durchgangslöcher **55** zu der Spule **35** durch die Grenzfläche zwischen dem ersten Flanschabschnitt **42** des Spulenkörpers **40** und dem ersten geformten Abschnitt **52** des Gehäuses **50** zu begrenzen bzw. zu verhindern.

[0056] Des Weiteren sind in dem ersten Ausführungsbeispiel die Durchgangslöcher **55** nacheinander in den im Allgemeinen gleichen Winkelabständen in der Umfangsrichtung um die Mittelachse des Bewegungselements **15**, insbesondere um die Mittelachse der Ausgabestange **16** herum angeordnet. Daher kann die Wärme der Spule **35** im Allgemeinen gleichmäßig entlang des gesamten Umfangsausmaßes der Spule **35** abgegeben werden.

[0057] Des Weiteren sind in dem ersten Ausführungsbeispiel die Durchgangslöcher **55** in einem radial außenliegenden Teil des ersten geformten Abschnitts **52** des Gehäuses **50** angeordnet. Daher kann die Anzahl der Durchgangslöcher **55** so

groß wie möglich gemacht werden und dadurch kann die Wärmeabgabeleistung (Wärmestrahlungsleistung) verbessert werden.

(Zweites Ausführungsbeispiel)

[0058] Ein Linearsolenoid gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Offenbarung ist nachstehend in Bezug auf **Fig. 8** beschrieben. Das zweite Ausführungsbeispiel ist eine Modifikation des ersten Ausführungsbeispiels.

[0059] In dem Linearsolenoid **65** hat der erste geformte Abschnitt **52** des Gehäuses **50** Durchgangslöcher **66**, die den ersten geformten Abschnitt **52** an der radial innenliegenden Seite des ersten Schmelzvorsprungs **43** in axialer Richtung durchdringen. Jedes Durchgangsloch **66** hat einen ovalen Querschnitt (z.B. einen Querschnitt mit einer ovalen Bahnform oder einer Langlochform), der sich in der radialen Richtung der Ausgabestange **16** erstreckt (in der radialen Richtung verlängert ist). Die Durchgangslöcher **66** sind nacheinander in im Allgemeinen gleichen Winkelabständen in der Umfangsrichtung um die Mittelachse des Bewegungselements **15** herum angeordnet.

[0060] Gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel kann die Wärme der Spule **35** zu dem Hydrauliköl, das in den Durchgangslöchern **66** vorliegt, abgegeben werden, so dass die Vorteile, die gleich sind wie jene in dem ersten Ausführungsbeispiel, erreicht werden können.

(Drittes Ausführungsbeispiel)

[0061] Ein Linearsolenoid gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Offenbarung ist nachstehend in Bezug auf **Fig. 9** beschrieben. Das dritte Ausführungsbeispiel ist eine Modifikation des ersten Ausführungsbeispiels.

[0062] In dem Linearsolenoid **70** hat der erste geformte Abschnitt **52** des Gehäuses **50** Durchgangslöcher **71**, die den ersten geformten Abschnitt **52** an der radial innenliegenden Seite des ersten Schmelzvorsprungs **43** in axialer Richtung durchdringen. Jedes Durchgangsloch **71** hat einen ovalen Querschnitt (z.B. einen Querschnitt mit einer ovalen Bahnform oder einer Langlochform), der sich in der Umfangsrichtung erstreckt (oder in einer Richtung, die im Allgemeinen senkrecht zu der radialen Richtung in **Fig. 9** ist). Die Durchgangslöcher **71** sind nacheinander in im Allgemeinen gleichen Winkelabständen in der Umfangsrichtung um die Mittelachse des Bewegungselements **15** herum angeordnet.

[0063] Gemäß dem dritten Ausführungsbeispiel kann die Wärme der Spule **35** zu dem Hydrauliköl, das in den Durchgangslöchern **71** vorliegt, abgege-

ben werden, so dass die Vorteile, die gleich sind wie jene in dem Ausführungsbeispiel, erreicht werden.

(Viertes Ausführungsbeispiel)

[0064] Ein Linearsolenoid gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Offenbarung ist nachstehend in Bezug auf **Fig. 10** beschrieben. Das vierte Ausführungsbeispiel ist eine Modifikation des ersten Ausführungsbeispiels.

[0065] In dem Linearsolenoid **75** hat der erste geformte Abschnitt **52** des Gehäuses **50** Durchgangslöcher **76**, die den ersten geformten Abschnitt **52** an der radial innenliegenden Seite des ersten Schmelzvorsprungs **43** in axialer Richtung durchdringen. Jedes Durchgangsloch **76** hat einen bogenförmigen Querschnitt, der sich in der Umfangsrichtung erstreckt. Die Durchgangslöcher **76** sind nacheinander in im Allgemeinen gleichen Winkelabständen in der Umfangsrichtung um die Mittelachse des Bewegungselements **15** herum angeordnet.

[0066] Gemäß dem vierten Ausführungsbeispiel kann die Wärme der Spule **35** zu dem Hydrauliköl, das in den Durchgangslöchern **46** vorliegt, abgegeben werden, so dass die Vorteile, die gleich sind wie jene in dem ersten Ausführungsbeispiel, erreicht werden können.

(Fünftes Ausführungsbeispiel)

[0067] Ein Linearsolenoid gemäß einem fünften Ausführungsbeispiel der vorliegenden Offenbarung ist nachstehend in Bezug auf **Fig. 11** beschrieben. Das fünfte Ausführungsbeispiel ist eine Modifikation des ersten Ausführungsbeispiels.

[0068] In dem Linearsolenoid **80** hat der erste geformte Abschnitt **52** des Gehäuses **50** Durchgangslöcher **81**, **82**, die den ersten geformten Abschnitt **52** an der radial innenliegenden Seite des ersten Schmelzvorsprungs **43** in axialer Richtung durchdringen. In dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ist jedes der Durchgangslöcher **81** mit einem kreisförmigen Querschnitt ausgestaltet und ist in dem radial außenliegenden Teil des ersten geformten Abschnitts **52** angeordnet. Die Durchgangslöcher **81** sind nacheinander in im Allgemeinen gleichen Winkelabständen in der Umfangsrichtung um die Mittelachse des Bewegungselements **15** herum angeordnet. Jedes der Durchgangslöcher **82** ist mit einem kreisförmigen Querschnitt ausgestaltet und ist in dem radial außenliegenden Teil des ersten geformten Abschnitts **52** angeordnet. Die Durchgangslöcher **82** sind nacheinander in im Allgemeinen gleichen Winkelabständen in der Umfangsrichtung um die Mittelachse des Bewegungselements **15** herum an einer radialen Stelle angeordnet, die an der radial innenliegenden Seite der Durchgangslöcher **81** liegt.

[0069] Gemäß dem fünften Ausführungsbeispiel kann die Wärme der Spule **35** zu dem Hydrauliköl, das in den Durchgangslöchern **81** und den Durchgangslöchern **82** vorliegt, abgegeben werden, so dass die Vorteile, die gleich sind wie jene in dem ersten Ausführungsbeispiel, erreicht werden können.

(Sechstes Ausführungsbeispiel)

[0070] Ein Linearsolenoid gemäß einem sechsten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Offenbarung ist nachstehend in Bezug auf **Fig. 12** und **Fig. 13** beschrieben. Das sechste Ausführungsbeispiel ist eine Modifikation des ersten Ausführungsbeispiels.

[0071] In dem Linearsolenoid **85** hat der erste geformte Abschnitt **86** des Gehäuses **50** ein Durchgangsloch **87**, der den ersten geformten Abschnitt **86** an der radial innenliegenden Seite des ersten Schmelzvorsprungs **43** in axialer Richtung durchdringt. Das Durchgangsloch **87** ist coaxial zu dem Bewegungselement **15**. Ein Außendurchmesser (ein Durchmesser einer radialen Außenkante) des Durchgangslochs **87** ist kleiner als der Außendurchmesser des ersten Flanschabschnitts **42** und ein Innendurchmesser (Durchmesser einer radialen Innenkante) des Durchgangslochs **87** ist größer als der Außendurchmesser des Wicklungsabschnitts **41**. In anderen Worten ist das Durchgangsloch **87** in radialer Richtung zwischen der radialen Außenkante (der radial außenliegenden Kante) des ersten Flanschabschnitts **42** und der radialen Außenkante (der radial außenliegenden Kante) des Wicklungsabschnitts **41** angeordnet.

[0072] Gemäß dem sechsten Ausführungsbeispiel kann die Wärme der Spule **45** zu dem Hydrauliköl, das in dem Durchgangsloch **87** vorliegt, abgegeben werden, so dass die Vorteile, die gleich sind wie jene in dem ersten Ausführungsbeispiel, erreicht werden können. Des Weiteren kann eine Querschnittsfläche des Durchgangslochs **87** so groß wie möglich gemacht werden und dadurch wird die Wärmeabgabeleistung (Wärmestrahlungsleistung) verbessert.

(Siebtes Ausführungsbeispiel)

[0073] Nachstehend ist ein siebtes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Offenbarung in Bezug auf **Fig. 14** bis **Fig. 17** beschrieben. Das siebte Ausführungsbeispiel ist eine Modifikation des ersten Ausführungsbeispiels.

[0074] Das Linearsolenoid **1** weist eine Spulenordnung **100**, ein Joch **115**, ein Gehäuse **200**, einen ersten stationären Kern **20**, einen zweiten stationären Kern **25**, eine Ausgabestange (nachstehend auch als ein Schaft bezeichnet) **35**, einen beweglichen Kern **17** und einen Kranz (Ring, Buchse, Hülse) **29** auf.

[0075] Die Spulenanordnung **100** weist einen Spulenkörper **11** und eine Spule **12** auf. Der Spulenkörper **11** ist in einer Rohrform ausgebildet. Die Spule **12** ist in einer Rohrform ausgebildet und ist aus einem elektrischen Draht hergestellt, der um den Spulenkörper **11** gewickelt ist.

[0076] Das Joch **150** ist aus dem magnetischen Material (einem magnetischen Metallmaterial) hergestellt und weist einen rohrförmigen Abschnitt **116** und einen Bodenabschnitt **117** auf. Der rohrförmige Abschnitt **116** ist an einer Außenseite der Spulenanordnung **100** in der radialen Richtung angeordnet. Der Bodenabschnitt **117** ist einstückig mit einem Endteil (dem unteren Endteil in **Fig. 14**) des rohrförmigen Abschnitts **116** ausgebildet. Der rohrförmige Abschnitt **116** dient als ein erstes Joch und der Bodenabschnitt **117** dient als ein zweites Joch.

[0077] Das Gehäuse **200** weist einen Hauptkörper **121**, einen Verbindungsgliedabschnitt (Verbindungsabschnitt, Steckerabschnitt) **123** und Halterungsabschnitte **124** auf. Die Spulenanordnung **100** und das Joch **115** sind in den Hauptkörper **121** einsatzgeformt. Anschlüsse **57**, die elektrisch mit der Spule **12** verbunden sind, sind in dem Verbindungsgliedabschnitt **123** aufgenommen und darin gehalten. Die Halterungsabschnitte **124** werden verwendet, um das Gehäuse **200** an z.B. dem Brennkraftmaschinendeckel **89** (siehe **Fig. 1**) zu montieren, der als die externe Abstützung dient.

[0078] Der erste stationäre Kern **20** ist aus einem magnetischen Material (einem magnetischen Metallmaterial) hergestellt und ist an einer axialen Seite der Spule **12** angeordnet, d.h. er ist an dem anderen Endteil (dem oberen Endteil in **Fig. 14**) des rohrförmigen Abschnitts **116** angeordnet, der zu dem (in Bezug auf den) einen Endteil des rohrförmigen Abschnitts **116** in der axialen Richtung entgegengesetzt ist. Der erste stationäre Kern **20** hat einen ersten ringförmigen Vorsprung **28**, der in Richtung des Bodenabschnitts **117** des Jochs **115** in der axialen Richtung vorsteht. Ein radial außenliegender Endabschnitt (ein Außenumfangsabschnitt) des ersten stationären Kerns **20** ist an dem rohrförmigen Abschnitt **116** des Jochs **115** durch Verpressen (Verstemmen), d.h. durch plastisches Verformen des Endteils des rohrförmigen Abschnitts **116** an dem radial außenliegenden Endabschnitt des ersten stationären Kerns **20** fixiert.

[0079] Der zweite stationäre Kern **25** ist aus einem magnetischen Material hergestellt und ist an der anderen axialen Seite der Spule **12** angeordnet, d.h. er ist an dem anderen Endteil des rohrförmigen Abschnitts **116** angeordnet. Der zweite stationäre Kern **25** berührt den Bodenabschnitt **117** des Jochs **115** in der axialen Richtung und hat einen zweiten ringförmigen Vorsprung **27**. Der zweite ringförmige Vorsprung **27** steht in Richtung des ersten ringförmigen

Vorsprungs **28** derart vor, dass ein Luftspalt **47** zwischen dem zweiten ringförmigen Vorsprung **27** und dem ersten ringförmigen Vorsprung **28** in der axialen Richtung angeordnet ist. Der erste stationäre Kern **20** und der zweite stationäre Kern **25** sind miteinander durch das Joch **115** magnetisch gekoppelt.

[0080] Die Ausgabestange **16** ist durch den ersten stationären Kern **20** und den zweiten stationären Kern **25** an der radial innenliegenden Seite des Luftspalts **27** gleitbar gestützt. Die Ausgabestange **16** kann zwischen einer Anfangsposition, die an der Seite des zweiten stationären Kerns **25** angeordnet ist, und einer Vollhubposition, die an der Seite des ersten stationären Kerns **20** angeordnet ist, in der axialen Richtung hin- und herbewegt werden. **Fig. 14** zeigt einen Betriebszustand, in dem die Ausgabestange **16** in der Anfangsposition angeordnet ist, und **Fig. 15** zeigt einen anderen Betriebszustand, in dem die Ausgabestange **16** in der Vollhubposition angeordnet ist.

[0081] Der bewegliche Kern **17** ist aus einem magnetischen Material hergestellt. Der bewegliche Kern **17** ist zwischen dem ersten stationären Kern **20** und dem zweiten stationären Kern **25** in der axialen Richtung angeordnet und ist an der Ausgabestange **16** fixiert. Wenn die Ausgabestange **16** in der Anfangsposition angeordnet ist, ist der bewegliche Kern **17** an der Seite des zweiten stationären Kerns **25** des Luftspalts **47** angeordnet. Wenn die Ausgabestange **16** in der Vollhubposition angeordnet ist, ist der bewegliche Kern **17** radial innenliegend in Bezug auf den Luftspalt **47** derart angeordnet, dass der bewegliche Kern **17** mit sowohl dem ersten ringförmigen Vorsprung **28** als auch dem zweiten ringförmigen Vorsprung **27** überlappt, um den ersten ringförmigen Vorsprung **28** und den zweiten ringförmigen Vorsprung **27** magnetisch zu umgehen, d.h., um den Magnetfluss zwischen dem ersten stationären Kern **20** und dem zweiten stationären Kern **25** durch den beweglichen Kern **17** zu leiten.

[0082] Der Kranz **29** ist ein rohrförmiges Bauteil und ist zwischen dem ersten stationären Kern **20** und dem zweiten stationären Kern **25** angeordnet. Der Kranz **29** ist aus einem nicht magnetischen Material hergestellt. Ein Endabschnitt des Kranzes **29** ist auf den ersten ringförmigen Vorsprung **28** pressgepasst und der andere Endabschnitt des Kranzes **27** ist auf den zweiten ringförmigen Vorsprung **27** pressgepasst. Der Kranz **29** begrenzt oder verhindert eine Bewegung des ersten stationären Kerns **20** und des zweiten stationären Kerns **25** relativ zueinander sowohl in der axialen Richtung als auch in der radialen Richtung.

[0083] Nachstehend ist ein charakteristisches Merkmal der Struktur des Linearsolenoids **1** in Bezug auf **Fig. 14** bis **Fig. 16** beschrieben.

[0084] Der Spulenkörper **11** ist einstückig ausgebildet und weist einen Wicklungsabschnitt **151**, einen ersten Flanschabschnitt **152**, einen ersten Schmelzvorsprung **53**, einen zweiten Flanschabschnitt **154**, einen zweiten Schmelzvorsprung **155** und einen Vorsprung **156** auf. Der Wicklungsabschnitt **151** ist in einer Rohrform ausgestaltet und die Spule **12** ist um den Wicklungsabschnitt **151** gewickelt. Der erste Flanschabschnitt **152** ist an einem Endteil (einem axialen Endteil) des Wicklungsabschnitts **41** angeordnet, der an einer axialen Seite angeordnet ist, an der der erste stationäre Kern **20** angeordnet ist, und der erste Flanschabschnitt **152** erstreckt sich von dem einen Endteil des Wicklungsabschnitts **151** radial nach außen. Der erste Schmelzvorsprung **53** ist an einem distalen Endteil, d.h. einem radial außenliegenden Endteil des ersten Flanschabschnitts **152** ausgebildet. Der zweite Flanschabschnitt **154** ist an dem anderen Endteil (anderen axialen Endteil) des Wicklungsabschnitts **151** angeordnet, der zu dem einen Endteil des Wicklungsabschnitts **151** in axialer Richtung entgegengesetzt ist, und der zweite Flanschabschnitt **154** erstreckt sich von dem anderen Endteil des Wicklungsabschnitts **151** radial nach außen. Der zweite Schmelzvorsprung **155** ist an einem distalen Endteil, d.h. an einem radial außenliegenden Endteil des zweiten Flanschabschnitts **154** ausgebildet. Der Vorsprung **156** steht von dem anderen Endteil des Wicklungsabschnitts **151** in Richtung des Bodenabschnitts **117** des Jochs **115** in axialer Richtung vor. Der Vorsprung **156** des Spulenkörpers **11** berührt den Bodenabschnitt **117** des Jochs **115**.

[0085] Der Hauptkörper **121** des Gehäuses **200** ist aus dem Harzmaterial derart geformt, dass der Hauptkörper **121** eine Außenseite des Jochs **115** und eine Außenseite des ersten Flanschabschnitts **152** des Spulenkörpers **11** abdeckt und einen Raum (Spalt) zwischen dem rohrförmigen Abschnitt **116** des Jochs **115** und der Spule **12** und einem Raum (Spalt) zwischen dem Bodenabschnitt **117** des Jochs **115** und dem zweiten Flanschabschnitt **154** des Spulenkörpers **11** ausfüllt. Der erste Schmelzvorsprung **53** und der zweite Schmelzvorsprung **155** des Spulenkörpers **11** sind mit dem Gehäuse **200** verbunden und verschmolzen (d.h. sie sind in das Gehäuse eingegossen).

[0086] Der Bodenabschnitt **117** des Jochs **115** weist eine Stufenfläche **18** auf, die an einer radial außenliegenden Seite des Vorsprungs **156** des Spulenkörpers **11** ausgebildet ist. Die Stufenfläche **18** ist derart schräg ausgebildet, dass ein Außendurchmesser der Stufenfläche **18** allmählich in der axialen Richtung zu dem zweiten Flanschabschnitt **154** hin abnimmt, und ein radial außenliegender Teil des Bodenabschnitts **117** des Jochs **115**, der an der radial außenliegenden Seite der Stufenfläche **18** angeordnet ist, ist von einem mittleren Teil des Bodenabschnitts **117** des Jochs **115** in axialer Richtung vertieft (ausge-

spart), der an der radial innenliegenden Seite der Stufenfläche **18** angeordnet ist. Die Stufenfläche **18** dient als ein Druckreduzierteil, der gestaltet ist, um einen Formdruck zu reduzieren, der auf den Vorsprung **156** des Spulenkörpers **11** durch eine Strömungsbewegung des geschmolzenen (flüssigen) Harzmaterials zu der Zeit des Formens des Gehäuses **200** aufgebracht wird. Die Art der Reduzierung des Formdrucks mit der Stufenfläche **18** ist nachstehend beschrieben.

[0087] Nachstehend ist ein Herstellungsprozess des Gehäuses **200** in Bezug auf **Fig. 14** und **Fig. 17** beschrieben.

[0088] Zunächst werden von den Komponenten des Linearsolenoids **1**, das in **Fig. 14** gezeigt ist, das Joch **115**, der Spulenkörper **11**, die Spule **12**, die um den Spulenkörper **11** gewickelt ist, die Anschlüsse **57** und die Einsetzkränze **59** in der Formmatrize **160**, die in **Fig. 17** gezeigt ist, festgelegt. Die Formmatrize **160** weist erste bis dritte Formmatrizen (nachstehend auch als erste bis dritte Formmatrizenteile bezeichnet) **161** bis **163** auf, die in **Fig. 17** teilweise gezeigt sind.

[0089] Dann wird das geschmolzene (flüssige) Harzmaterial in einen Hohlraum (Kavität) der Formmatrize **160** eingefüllt. Zu dieser Zeit strömt das geschmolzene Harzmaterial, das von einer Düse einer Formmaschine (Gussmaschine) eingespritzt wird, von einem Anschluss (nicht gezeigt) in einen Innenraum des Jochs **115**. Das geschmolzene Harzmaterial, das in den Innenraum des Jochs **115** strömt, erwärmt eine Oberflächenschicht des ersten Schmelzvorsprungs **53** und eine Oberflächenschicht des zweiten Schmelzvorsprungs **155**, um diese zu schmelzen oder weich zu machen.

[0090] Des Weiteren strömt, wie durch einen Pfeil X1 in **Fig. 17** angezeigt ist, das geschmolzene Harzmaterial durch einen ersten Spalt (einen radialen Spalt) **48**, der zwischen dem rohrförmigen Abschnitt **116** des Jochs **115**, der an der radial außenliegenden Seite des ersten Spalts **48** angeordnet ist, und der Spule **12** und dem Spulenkörper **11**, die an einer radial innenliegenden Seite des ersten Spalts **48** angeordnet sind, in radialer Richtung definiert ist. Danach strömt, wie durch einen Pfeil X2 in **Fig. 17** angezeigt ist, das geschmolzene Harzmaterial in einen zweiten Spalt (einen axialen Spalt) **49**, der zwischen dem Bodenabschnitt **117** des Jochs **115**, der an einer axial außenliegenden Seite des zweiten Spalts **49** angeordnet ist, und dem zweiten Flanschabschnitt **154**, der an einer axial innenliegenden Seite des zweiten Spalts **49** angeordnet ist, in axialer Richtung definiert ist. Das geschmolzene Harzmaterial, das in den zweiten Spalt **49** strömt, berührt die Stufenfläche **18** zu der Zeit des Einströmens in Richtung des Vorsprungs **156** des Spulenkörpers **11**. Wie vorstehend diskutiert ist, wird der Formdruck, der zu der Zeit des Formens des Ge-

häuses **200** ausgeübt wird, durch die Stufenfläche **18** des Jochs **115** aufgenommen, so dass der Formdruck, der auf den Vorsprung **156** des Spulenkörpers **11** aufgebracht wird, reduziert ist und dadurch ist es möglich, ein radiales nach innen Biegen (Durchbiegen) des Vorsprungs **156** zu begrenzen (zu verhindern).

[0091] Danach wird das geschmolzene Harzmaterial, das in das Innere der Formmatrize **160** gefüllt wird, durch Abkühlen des geschmolzenen Harzmaterials fest (es erstarrt). Zu dieser Zeit werden der erste Schmelzvorsprung **53** und der zweite Schmelzvorsprung **155** des Spulenkörpers **11** mit dem Gehäuse **200** verbunden und verschmolzen (sie werden in das Gehäuse eingegossen).

[0092] Dann werden das feste (erstarrte) Gehäuse **200** und die anderen zugehörigen Komponenten aus der Matrize **160** entfernt.

[0093] Wie vorstehend diskutiert ist, weist in dem Linearsolenoid **1** des siebten Ausführungsbeispiels der Bodenabschnitt **117** des Jochs **115** die Stufenfläche **18** auf, die an der radial außenliegenden Seite des Vorsprungs **156** des Spulenkörpers **11** angeordnet ist. Wie vorstehend diskutiert ist, nimmt die Stufenfläche **18** den Formdruck zu der Zeit des Formens des Gehäuses **200** auf und dadurch kann die Stufenfläche **18** den Formdruck reduzieren, der auf den Vorsprung **156** des Spulenkörpers **11** aufgebracht wird. Somit dient die Stufenfläche **18** als der Druckreduzierteil.

[0094] Daher wird zu der Zeit des Formens des Gehäuses **200** das radial nach innen gerichtete Durchbiegen (Biegen) des Vorsprungs **156** des Spulenkörpers **11** begrenzt (verhindert). Als Ergebnis kann eine Ausbildung von Graten von dem Formharzmaterial und eine Ausbildung von Rissen des Spulenkörpers **11**, die durch das radiale nach innen Biegen (Durchbiegen) des Vorsprungs **156** verursacht werden, verhindert bzw. begrenzt werden. Als Ergebnis können sowohl das Beseitigen der Grate, die an dem Formharzmaterial ausgebildet sind, sowie das Eindringen der Grate (Ablagerung) in den Gleitteil (Gleitteile) des Linearsolenoids **1** und/oder den Gleitteil (Gleitteile) des Kolbens **108** des Hydraulikdruckänderungsventils **107** verhindert oder begrenzt werden. Ferner ist es möglich, das Leiten des Öls, das in dem Inneren des Linearsolenoids **1** vorliegt, zu der elektronischen Steuerungsvorrichtung durch den Riss des Spulenkörpers **11** sowie der Spule **12** und den Anschlüssen **57** zu begrenzen.

[0095] Des Weiteren ist in dem siebten Ausführungsbeispiel das Gehäuse **200** derart aus Harz geformt, dass das Gehäuse **200** die Außenseite des Jochs **115** und die Außenseite des ersten Flanschabschnitts **152** des Spulenkörpers **11** abdeckt und den Spalt

zwischen dem rohrförmigen Abschnitt **116** des Jochs **115** und der Spule **12** sowie des Spulenkörpers **11** und den Spalt zwischen dem Bodenabschnitt **117** des Jochs **115** und dem zweiten Flanschabschnitt **154** des Spulenkörpers **11** ausfüllt. Zusätzlich ist das Gehäuse **200** mit dem ersten Schmelzvorsprung **53** und dem zweiten Schmelzvorsprung **155** des Spulenkörpers **11** verbunden und verschmolzen.

[0096] Daher ist es möglich, das Eindringen des Öls, das in dem Inneren des Linearsolenoids **1** vorliegt, in die Spule **12** durch die Grenze zwischen dem Gehäuse **200** und dem Spulenkörper **11** zu begrenzen (zu verhindern), ohne dass ein O-Ring zwischen dem Joch **115** und dem Spulenkörper **11** vorgesehen ist. Daher ist es möglich, die Leitung des Öls von der Spule **12** zu der elektronischen Steuerungsvorrichtung durch die Anschlüsse **57** zu begrenzen.

[0097] In dem siebten Ausführungsbeispiel ist das Joch **115** in einer Becherform ausgestaltet und ist einstückig als ein einzelnes Bauteil (ein becherförmiges Bauteil) ausgebildet.

[0098] Daher ist das Innere des Jochs **115** vollständig durch das Verschmelzen zwischen dem Gehäuse **200** und dem Spulenkörper **11** abgedichtet, so dass ein Leckagedurchgang des Öls vollständig beseitigt werden kann.

[0099] Des Weiteren bilden in dem siebten Ausführungsbeispiel die Halterungsabschnitte **124**, die verwendet werden, um das Gehäuse **200** an dem externen Gerät (z.B. an dem Brennkraftmaschinendeckel) zu montieren, die Teile des Gehäuses **200** aus, die aus dem Harzmaterial hergestellt sind.

[0100] Daher ist im Vergleich zu einem Fall, in dem die Halterungen aus Teilen eines Jochs ausgebildet sind, das aus einem Metallmaterial hergestellt ist, das Gewicht des Linearsolenoids **1** reduziert und wird der Pressarbeitsprozess des Jochs erleichtert.

(Achstes Ausführungsbeispiel)

[0101] Ein Linearsolenoid gemäß einem achten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Offenbarung ist nachstehend mit Bezug auf **Fig. 18** bis **Fig. 20** beschrieben. Das achte Ausführungsbeispiel ist eine Modifikation des siebten Ausführungsbeispiels.

[0102] In dem Linearsolenoid **70** weist der Spulenkörper **171** einen Vorsprung **172** auf. Der Vorsprung **172** steht von dem Wicklungsabschnitt **151** in Richtung des Bodenabschnitts **74** des Jochs **73** in axialer Richtung vor.

[0103] Der Bodenabschnitt **74** des Jochs **73** weist eine Vielzahl von Durchgangslöchern **175** auf. Die Durchgangslöcher **175** sind an einer radial außen-

liegenden Seite des Vorsprungs **172** des Spulenkörpers **171** angeordnet und durchdringen den Bodenabschnitt **74** des Jochs **73** in axialer Richtung. Die Durchgangslöcher **175** sind in z.B. im Allgemeinen gleichen Abständen in der Umfangsrichtung angeordnet. Die Durchgangslöcher **175** dienen als Druckreduzierteile, die den Formdruck reduzieren können, der auf den Vorsprung **172** des Spulenkörpers **171** zu der Zeit des Formens des Gehäuses **176** aufgebracht wird.

[0104] Zu der Zeit des Formens des Gehäuses **176** aus dem Harzmaterial strömt das geschmolzene (flüssige) Harzmaterial, das von der Düse der Formmaschine (Gussmaschine) eingespritzt wird, von dem Anschluss (nicht gezeigt) zu dem Innenraum des Jochs **73**, wie durch einen Pfeil Y1 in **Fig. 20** angezeigt ist. Danach strömt, wie durch einen Pfeil Y2 in **Fig. 20** angezeigt ist, das geschmolzene Harzmaterial von dem Innenraum des Jochs **73** zu der Außenseite des Jochs **73** durch die Durchgangslöcher **175** des Bodenabschnitts **74** des Jochs **73**. Das geschmolzene Harzmaterial, das von dem ersten Spalt **78** zu dem zweiten Spalt **77** strömt, der zwischen dem Bodenabschnitt **74** des Jochs **73** und dem zweiten Flanschabschnitt **154** des Spulenkörpers **171** definiert ist, neigt dazu, in Richtung der Außenseite des Jochs **73** zu strömen, die den größeren Raum ausbildet, wie durch eine Pfeil Y2 in **Fig. 20** angezeigt ist, als dass das Harz in Richtung der Seite des Vorsprungs **172** des Spulenkörpers **171** in einer Richtung eines Pfeils Y3 strömt, der in **Fig. 20** gezeigt ist. Dadurch wird das geschmolzene Harzmaterial, das in Richtung des Vorsprungs **172** des Spulenkörpers **171** strömt, zu der Außenseite des Jochs **155** abgegeben und dadurch wird der Formdruck, der auf den Vorsprung **172** aufgebracht wird, reduziert.

[0105] Wie vorstehend diskutiert ist, ermöglichen in dem Linearsolenoid **70** des achten Ausführungsbeispiels die Durchgangslöcher **175** des Bodenabschnitts **74** des Jochs **73** die Abgabe des geschmolzenen Harzmaterials, das zu dem Vorsprung **172** des Spulenkörpers **171** zu der Zeit des Formens des Gehäuses **176** geführt wird, zu der Außenseite des Jochs **115**. Dadurch kann der Druck, der auf den Vorsprung **172** des Spulenkörpers **171** aufgebracht wird, reduziert werden. Als Ergebnis können die Vorteile, die gleich sind wie jene in dem siebten Ausführungsbeispiel, erreicht werden.

(Neuntes Ausführungsbeispiel)

[0106] Ein Linearsolenoid gemäß einem neunten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Offenbarung ist nachstehend mit Bezug auf **Fig. 21** bis **Fig. 23** beschrieben. Das neunte Ausführungsbeispiel ist eine Modifikation des siebten Ausführungsbeispiels.

[0107] In dem Linearsolenoid **80** hat ein Bodenabschnitt **182** eines Jochs **181** sowohl die Stufenfläche **18** als auch die Durchgangslöcher **175**.

[0108] Zu der Zeit des Ausformens des Gehäuses **83** aus dem Harzmaterial strömt das geschmolzene (flüssige) Harzmaterial, das von der Düse der Formmaschine (Gussmaschine) eingespritzt wird, von dem Anschluss (nicht gezeigt) zu der Außenseite des Jochs **181**. Danach strömt, wie durch einen Pfeil Z1 in **Fig. 23** angezeigt ist, das geschmolzene Harzmaterial zu dem zweiten Spalt **49** durch die Durchgangslöcher **175** des Bodenabschnitts **182** des Jochs **181**. Das geschmolzene Harzmaterial, das zu dem zweiten Spalt **49** zugeführt wird, neigt dazu, zu den ersten Spalt **48**, der den größeren Raum ausbildet, zu strömen, wie durch einen Pfeil Z3 in **Fig. 23** angezeigt ist, als dass das Harz in Richtung des Vorsprungs **156** der Spule **11** in einer Richtung eines Pfeils Z2 strömt, der in **Fig. 23** gezeigt ist. Dadurch wird das geschmolzene Harzmaterial, das in Richtung des Vorsprungs **156** des Spulenkörpers **11** strömt, zu dem ersten Spalt **48** abgegeben, so dass der Formdruck, der auf den Vorsprung **156** aufgebracht wird, reduziert ist.

[0109] Des Weiteren wird das geschmolzene Harzmaterial, das in Richtung des Vorsprungs **156** des Spulenkörpers **11** strömt, während es die Durchgangslöcher **175** umgeht, auf die Stufenfläche **18** aufgebracht. Auf diese Weise wird der Formdruck, der auf den Vorsprung **156** des Spulenkörpers **11** aufgebracht wird, weiter reduziert.

[0110] Wie vorstehend diskutiert ist, kann gemäß dem neunten Ausführungsbeispiel zu der Zeit des Formens des Gehäuses **200** aus dem Harzmaterial die radial nach innen gerichtete Biegung (Durchbiegung) des Vorsprungs **156** des Spulenkörpers **11** im Vergleich zu dem siebten und achten Ausführungsbeispiel weiter begrenzt (vermindert, verhindert) werden. Als Ergebnis können die Ausbildung von Graten aus dem Formharzmaterial und die Ausbildung von Rissen des Spulenkörpers **11**, die durch das radial nach innen gerichtete Biegen (Durchbiegen) des Vorsprungs **146** verursacht werden, begrenzt bzw. verhindert werden.

[0111] Nachstehend sind Modifikationen der vorstehenden Ausführungsbeispiele beschrieben.

[0112] Die Querschnittsform jedes Durchgangslochs des Gehäuses, das in dem ersten bis sechsten Ausführungsbeispiel diskutiert ist, ist nicht auf die Kreisform, die ovale Form (z.B. die ovale Bahnform oder die Langlochform) oder die Bogenform beschränkt, wie vorstehend diskutiert ist. In einer Modifikation der vorstehenden Ausführungsbeispiele kann die Querschnittsform jedes Durchgangslochs des Gehäuses auf eine beliebige andere, geeignete Form geän-

dert werden. Zum Beispiel kann die Querschnittsform jedes Durchgangslochs des Gehäuses eine rechteckförmige Form, eine polygonale Form oder dergleichen sein. Alternativ kann eine Kombination der vorstehend beschriebenen Formen angewandt werden. Das heißt, es ist nur erforderlich, dass sich das Durchgangsloch (die Durchgangslöcher) durch den ersten geformten Abschnitt des Gehäuses in der axialen Richtung an der Stelle erstreckt (erstrecken), die an der radial innenliegenden Seite des ersten Schmelzvorsprungs liegt. Ferner können die Durchgangslöcher (oder das einzelne Durchgangsloch), die ähnlich bzw. gleich wie jene sind, die in dem ersten bis sechsten Ausführungsbeispiel beschrieben sind, in einem beliebigen Ausführungsbeispiel von dem siebten bis neunten Ausführungsbeispiel vorgesehen sein.

[0113] In einer weiteren Modifikation des vorstehenden Ausführungsbeispiels (der Ausführungsbeispiele) können die Durchgangslöcher des Gehäuses, die in dem ersten bis sechsten Ausführungsbeispiel diskutiert sind, nicht in den gleichen Winkelabständen in der Umfangsrichtung angeordnet sein. Das heißt, die Durchgangslöcher des Gehäuses können in beliebigen, geeigneten Winkelabständen in der Umfangsrichtung angeordnet sein. Des Weiteren können sich die Größen der Durchgangslöcher voneinander unterscheiden (oder sie untereinander verschieden sein).

[0114] In einer weiteren Modifikation des vorstehenden Ausführungsbeispiels (der Ausführungsbeispiele) kann die Anzahl der Durchgangslöcher des Gehäuses, die in dem ersten bis sechsten Ausführungsbeispiel beschrieben sind, eins sein.

[0115] In einer weiteren Modifikation des vorstehenden Ausführungsbeispiels (der Ausführungsbeispiele) kann das Gehäuse ein Bauteil sein, das harzgeformt ist, um nur die Spule und den Spulenkörper zu halten. Zu dieser Zeit kann das Gehäuse durch das Joch ausgebildet sein oder kann separat von dem Joch und dem Gehäuse vorgesehen sein.

[0116] In einer weiteren Modifikation des vorstehenden Ausführungsbeispiels (der Ausführungsbeispiele) ist die Fixierung zwischen dem ersten stationären Kern und dem Joch nicht auf das Verpressen (Verstemmen) beschränkt und sie kann z.B. durch eine Presspassung hergestellt werden.

[0117] In einer weiteren Modifikation des vorstehenden Ausführungsbeispiels (der Ausführungsbeispiele) können der erste stationäre Kern und der zweite stationäre Kern durch ein einzelnes gemeinsames Bauteil ausgebildet sein. Es ist nur erforderlich, einen Abschnitt, der eine relativ niedrige magnetische Reluktanz (magnetischen Widerstand) hat, an einer Po-

sition zwischen dem ersten stationären Kern und dem zweiten stationären Kern vorzusehen.

[0118] In einer weiteren Modifikation des vorstehenden Ausführungsbeispiels (Ausführungsbeispiele) ist das Linearsolenoid nicht zwangsweise als die Antriebsvorrichtung des Hydraulikdruckänderungsventils angewandt und es kann als eine Antriebsvorrichtung von verschiedenen anderen funktionellen Geräten angewandt werden, die jeweils ein angetriebenes Bauteil aufweisen, das zur Hin- und Herbewegung angetrieben wird.

[0119] In einer weiteren Modifikation des vorstehenden Ausführungsbeispiels (der Ausführungsbeispiele) kann die Stufenfläche des Bodenabschnitts des Jochs, die in dem siebten und neunten Ausführungsbeispiel diskutiert ist, mit einer zylindrischen Fläche derart ausgestaltet sein, dass sich ein Außendurchmesser der Stufenfläche in der axialen Richtung nicht ändert. Alternativ kann die Stufenfläche derart schräg angeordnet sein, dass sich der Außendurchmesser der Stufenfläche in der axialen Richtung zu dem zweiten Flanschabschnitt hin progressiv erhöht.

[0120] In einer weiteren Modifikation des vorstehenden Ausführungsbeispiels (der Ausführungsbeispiele) können die Durchgangslöcher des Bodenabschnitts des Jochs, die in dem achten und neunten Ausführungsbeispiel diskutiert sind, nicht in im Allgemeinen gleichen Abständen in der Umfangsrichtung angeordnet sein. Des Weiteren können die Größen der Durchgangslöcher untereinander variieren (oder können voneinander verschieden sein). Die Anzahl des Durchgangslochs (Durchgangslöcher) des Bodenabschnitts des Jochs kann nur auf eins begrenzt sein.

[0121] In einer weiteren Modifikation des vorstehenden Ausführungsbeispiels (der Ausführungsbeispiele) kann der Magnetfluss zwischen dem ersten stationären Kern und dem Joch in der axialen Richtung geleitet werden.

[0122] In einer weiteren Modifikation des vorstehenden Ausführungsbeispiels (der Ausführungsbeispiele) ist es nicht erforderlich, den ersten stationären Kern in den rohrförmigen Abschnitt des Jochs zu passen. In dem Fall, in dem der erste stationäre Kern nicht in dem rohrförmigen Abschnitt des Jochs gepasst ist, kann die Fixierung zwischen dem ersten stationären Kern und dem Joch z.B. durch ein Crimpen hergestellt werden.

[0123] In einer weiteren Modifikation des vorstehenden Ausführungsbeispiels (der Ausführungsbeispiele) kann der Magnetfluss zwischen dem zweiten stationären Kern und dem Joch in der radialen Richtung geleitet werden. In diesem Fall können der zweite

stationäre Kern und das Joch gemeinsam durch z.B. Presspassen fixiert sein.

[0124] In einer weiteren Modifikation des vorstehenden Ausführungsbeispiels (Ausführungsbeispiele) kann der erste stationäre Kern aus einer Vielzahl von Bauteilen hergestellt sein. Das heißt, ein Lagerungsabschnitt, der die Ausgabestange gleitbar stützt, und ein Fixierungsabschnitt, der an dem rohrförmigen Abschnitt des Jochs fixiert ist, können separat ausgebildet sein und gemeinsam zusammengebaut werden, um den ersten stationären Kern auszubilden.

[0125] In einer weiteren Modifikation des vorstehenden Ausführungsbeispiels (der Ausführungsbeispiele) kann der ringförmige Vorsprung an zumindest einem von dem ersten stationären Kern und dem zweiten stationären Kern weggelassen werden. Das heißt, es ist nur erforderlich, den Luftspalt zwischen dem ersten stationären Kern und dem zweiten stationären Kern vorzusehen.

[0126] In einer weiteren Modifikation des vorstehenden Ausführungsbeispiels (der Ausführungsbeispiele) kann zumindest einer von dem ersten stationären Kern, dem zweiten stationären Kern und dem Joch einen Querschnitt haben, der nicht kreisförmig ist, und kann eine Nut (Einbuchtung, Aussparung, Ausnehmung) in seinem Umfangsabschnitt haben.

[0127] In einer weiteren Modifikation des vorstehenden Ausführungsbeispiels (der Ausführungsbeispiele) kann der Kranz, der an dem ersten stationären Kern und dem zweiten stationären Kern angebracht ist, in einer anderen Form ausgebildet sein, die von der Rohrform verschieden ist. Die Gestaltung des Kranzes kann z.B. eine Stangenform oder eine Plattenform sein, solange der Kranz die relative Bewegung des ersten stationären Kerns und des zweiten stationären Kerns zueinander begrenzen kann.

[0128] In einer weiteren Modifikation des vorstehenden Ausführungsbeispiels (der Ausführungsbeispiele) kann der Kranz mit dem ersten stationären Kern und dem zweiten stationären Kern in Eingriff sein, ohne dass ein Presspassen verwendet wird. Auf diese Weise ist es nicht erforderlich, dass der Kranz den ersten stationären Kern, den zweiten stationären Kern, die Ausgabestange und den beweglichen Kern einstückig zusammenbaut.

[0129] Die vorliegende Offenbarung ist nicht auf die vorstehenden Ausführungsbeispiel und deren Modifikationen beschränkt. Das heißt, die vorstehenden Ausführungsbeispiel und deren Modifikationen können auf verschiedene Arten modifiziert werden, ohne von dem Schutzzumfang der vorliegenden Offenbarung abzuweichen.

[0130] Ein Gehäuse (200, 50, 76, 83) ist aus einem Harzmaterial geformt und ein erster Flanschabschnitt (42, 152) des Spulenkörpers (11, 40, 171) bildet einen Schmelzvorsprung (43, 53) aus, der mit dem Gehäuse (200, 50, 76, 83) verbunden und verschmolzen ist. Das Gehäuse (200, 50, 76, 83) weist Durchgangslöcher (55, 66, 71, 76, 81, 82, 87) auf, die an einer radial innenliegenden Seite des Schmelzvorsprungs (43, 53) angeordnet sind und sich durch einen Abschnitt des Gehäuses (200, 50, 76, 83) in der axialen Richtung erstrecken. Ein Joch (30, 73, 115, 181) weist zumindest einen Druckreduzierteil (18, 175) auf, der gestaltet ist, einen Druck, der auf einen Vorsprung (156, 172) des Spulenkörpers (11, 40, 171) durch eine Strömung des Harzmaterials zu einer Zeit des Ausformens des Gehäuses (200, 50, 76, 83) ausgeübt wird, zu reduzieren.

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 2011-222799 A [0002, 0002]
- US 2011/0248805 A1 [0002, 0002]

Patentansprüche

1. Linearsolenoid mit:
 einem Bewegungselement (15), das sich in einer axialen Richtung erstreckt und gestaltet ist, sich in der axialen Richtung hin- und herzubewegen;
 einem Stator (20, 25), der das Bewegungselement (15) in der axialen Richtung gleitbar stützt;
 einem Joch (30), das Folgendes aufweist:
 einen rohrförmigen Abschnitt (31), der an einer radial außenliegenden Seite des Stators (20, 25) angeordnet ist und einen Endabschnitt des Stators (20, 25) berührt; und
 einen Bodenabschnitt (32), der den anderen Endabschnitt des Stators (20, 25) berührt, der zu dem einen Endabschnitt des Stators (20, 25) in der axialen Richtung entgegengesetzt ist;
 einer Spule (35), die in einer Ringform gestaltet ist und zwischen dem rohrförmigen Abschnitt (31) des Jochs (30) und dem Stator (20, 25) angeordnet ist;
 einem Spulenkörper (40), der Folgendes aufweist:
 einen Wicklungsabschnitt (41), der in einer Rohrform gestaltet ist und die Spule (35) hält, die um den Wicklungsabschnitt (31) gewickelt ist;
 einen ersten Flanschabschnitt (42), der an einem Endteil des Wicklungsabschnitts (41) angeordnet ist, der zu dem Bodenabschnitt (32) in der axialen Richtung entgegengesetzt ist; und
 einen zweiten Flanschabschnitt (44), der an dem anderen Endteil des Wicklungsabschnitts (41) angeordnet ist, der zu dem einen Endteil des Wicklungsabschnitts (41) in der axialen Richtung entgegengesetzt ist; und
 einem geformten Bauteil (50), das aus einem Harzmaterial hergestellt ist und die Spule (35), den ersten Flanschabschnitt (42) und den zweiten Flanschabschnitt (44) des Spulenkörpers (40) hält, die in dem geformten Teil (50) einsatzgeformt sind, wobei:
 der erste Flanschabschnitt (42) des Spulenkörpers (40) einen Schmelzvorsprung (43) ausbildet, der mit dem geformten Bauteil (50) verbunden und verschmolzen ist; und
 das geformte Bauteil (50) zumindest ein Durchgangsloch (55, 66, 71, 76, 81, 82, 87) aufweist, das an einer radial innenliegenden Seite des Schmelzvorsprungs (43) angeordnet ist und sich durch einen Abschnitt des geformten Bauteils (50) in der axialen Richtung erstreckt.
2. Linearsolenoid nach Anspruch 1, wobei das zumindest eine Durchgangsloch (55, 66, 71, 76, 81, 82, 87) eine Vielzahl von Durchgangslöchern (55, 56, 71, 76, 81, 82) aufweist, die in im Allgemeinen gleichen Winkelabständen in einer Umfangsrichtung angeordnet sind.
3. Linearsolenoid nach Anspruch 1 oder 2, wobei das zumindest eine Durchgangsloch (55, 66, 71, 76, 81, 82, 87) an einem radial außenliegenden Teil des ersten Flanschabschnitts (42) angeordnet ist.
4. Linearsolenoid nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei das Linearsolenoid eine Antriebsvorrichtung ist, die in einem Ventilzeiteinstellungssteuerungsgerät (90) eingebaut ist, das eine Ventilzeiteinstellung von einem von einem Einlassventil und einem Auslassventil einer Brennkraftmaschine einstellt.
5. Linearsolenoid mit:
 einer Ausgabestange (16);
 einem ersten stationären Kern (20), der einen Endabschnitt der Ausgabestange (16) stützt;
 einem zweiten stationären Kern (25), der den anderen Endabschnitt der Ausgabestange (16) stützt, der zu dem einen Endabschnitt der Ausgabestange (16) in einer axialen Richtung der Ausgabestange (16) entgegengesetzt ist, wobei ein Luftspalt (47) zwischen dem ersten stationären Kern (20) und dem zweiten stationären Kern (25) in der axialen Richtung angeordnet ist;
 einem beweglichen Kern (17), der an der Ausgangsstange (16) fixiert ist und gestaltet ist, sich in der axialen Richtung zwischen einer Anfangsposition, die an einer Seite angeordnet ist, an der der zweite stationäre Kern (25) angeordnet ist, und einer Vollhubposition hin- und herzubewegen, die an einer Seite angeordnet ist, an der der erste stationäre Kern (20) angeordnet ist;
 einer Spule (12), die in einer Ringform ausgebildet ist und an einer radial außenliegenden Seite des Luftspalts (47) angeordnet ist;
 einem Spulenkörper (11, 171), der Folgendes aufweist:
 einen ersten Wicklungsabschnitt (151), der in einer Rohrform gestaltet ist, wobei die Spule (12) um den Wicklungsabschnitt (151) gewickelt ist;
 einen ersten Flanschabschnitt (152), der sich von einem Endteil des Wicklungsabschnitts (151) radial nach außen erstreckt;
 einen ersten Schmelzvorsprung (53), der an einem radial außenliegenden Endteil des ersten Flanschabschnitts (152) ausgebildet ist;
 einen zweiten Flanschabschnitt (154), der sich von dem anderen Endteil des Wicklungsabschnitts (151) radial nach außen erstreckt, der zu dem einen Endteil des Wicklungsabschnitts (151) in der axialen Richtung entgegengesetzt ist;
 einen zweiten Schmelzvorsprung (155), der an einem radial außenliegenden Endteil des zweiten Flanschabschnitts (154) ausgebildet ist; und
 einen Vorsprung (156, 172), der von dem Wicklungsabschnitt (151) in der axialen Richtung vorsteht;
 einem ersten Joch (116), das an einer radial außenliegenden Seite der Spule (12) angeordnet ist, wobei das erste Joch (116) gestaltet ist, einen Magnetfluss zwischen dem ersten Joch (116) und dem ersten stationären Kern (20) zu leiten;
 einem zweiten Joch (117, 74, 182), das benachbart zu dem Vorsprung (156, 172) des Spulenkörpers (11, 171) und dem zweiten stationären Kern (25) an einer Seite angeordnet ist, die zu dem ersten stationären

Kern (20) in der axialen Richtung entgegengesetzt ist, wobei das zweite Joch (117, 74, 182) das erste Joch (116) und den zweiten stationären Kern (25) magnetisch koppelt; und

einem Gehäuse (200, 176, 183), das aus einem Harzmaterial geformt ist, das folgende Zwischenräume ausfüllt:

einen radialen Spalt (48), der zwischen dem ersten Joch (116), das an einer radial außenliegenden Seite des radialen Spalts (48) angeordnet ist, und der Spule (12) und dem Spulenkörper (11, 171), die an einer radial innenliegenden Seite des radialen Spalts (48) angeordnet sind, in einer radialer Richtung definiert ist; und

einen axialen Spalt (49), der zwischen dem zweiten Joch (117, 74, 182), das an einer axial außenliegenden Seite des axialen Spalts (49) angeordnet ist, und dem zweiten Flanschabschnitt (154) des Spulenkörpers (11, 171), der an einer axial innenliegenden Seite des axialen Spalts (49) angeordnet ist, in einer axialer Richtung definiert ist; wobei

das Gehäuse (200, 176, 183) mit dem ersten Schmelzvorsprung (53) und dem zweiten Schmelzvorsprung (155) des Spulenkörpers (11, 171) verbunden und verschmolzen ist; und

das zweite Joch (117, 74, 182) zumindest einen Druckreduzierteil (18, 75) aufweist, der gestaltet ist, einen Druck, der auf den Vorsprung (156, 172) des Spulenkörpers (11, 171) durch eine Strömung des Harzmaterials zu einer Zeit des Formens des Gehäuses (200, 176, 183) ausgeübt wird, zu reduzieren.

6. Linearsolenoid nach Anspruch 5, wobei der zumindest eine Druckreduzierteil (18, 75) eine Stufenfläche aufweist, die an einer radial außenliegenden Seite des Vorsprungs (156, 172) des Spulenkörpers (11, 171) angeordnet ist.

7. Linearsolenoid nach Anspruch 5, wobei der zumindest eine Druckreduzierteil (18, 75) zumindest ein Durchgangsloch aufweist, das sich durch das zweite Joch (117, 74, 182) in der axialen Richtung an einer korrespondierenden Stelle erstreckt, die an einer radial außenliegenden Seite des Vorsprungs (156, 172) des Spulenkörpers (11, 171) liegt.

8. Linearsolenoid nach Anspruch 5, wobei der zumindest eine Druckreduzierteil (18, 75) Folgendes aufweist:

eine Stufenfläche, die an einer radial außenliegenden Seite des Vorsprungs (156, 172) des Spulenkörpers (11, 171) angeordnet ist; und

zumindest ein Durchgangsloch, das sich durch das zweite Joch (117, 74, 182) in der axialen Richtung an einer korrespondierenden Stelle erstreckt, die an einer radial außenliegenden Seite des Vorsprungs (156, 172) des Spulenkörpers (11, 171) liegt.

9. Linearsolenoid nach einem der Ansprüche 5 bis 8, wobei das erste Joch (116) und das zweite Joch

(117, 74, 182) einstückig ausgebildet sind, um ein becherförmiges Bauteil auszubilden.

10. Linearsolenoid nach einem der Ansprüche 5 bis 9, wobei das Gehäuse (200, 176, 183) Folgendes aufweist:

einen Hauptkörper (21), in den das erste Joch (116), das zweite Joch (117, 74, 182), die Spule (12) und der Spulenkörper (11, 171) einsatzgeformt sind;

einen Verbindungsgliedabschnitt (123), der eine Vielzahl von Anschlüssen (57) aufnimmt, die mit der Spule (12) verbunden sind; und

zumindest einen Halterungsabschnitt (124), der an einer externen Abstützung montierbar ist.

Es folgen 23 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

FIG. 1

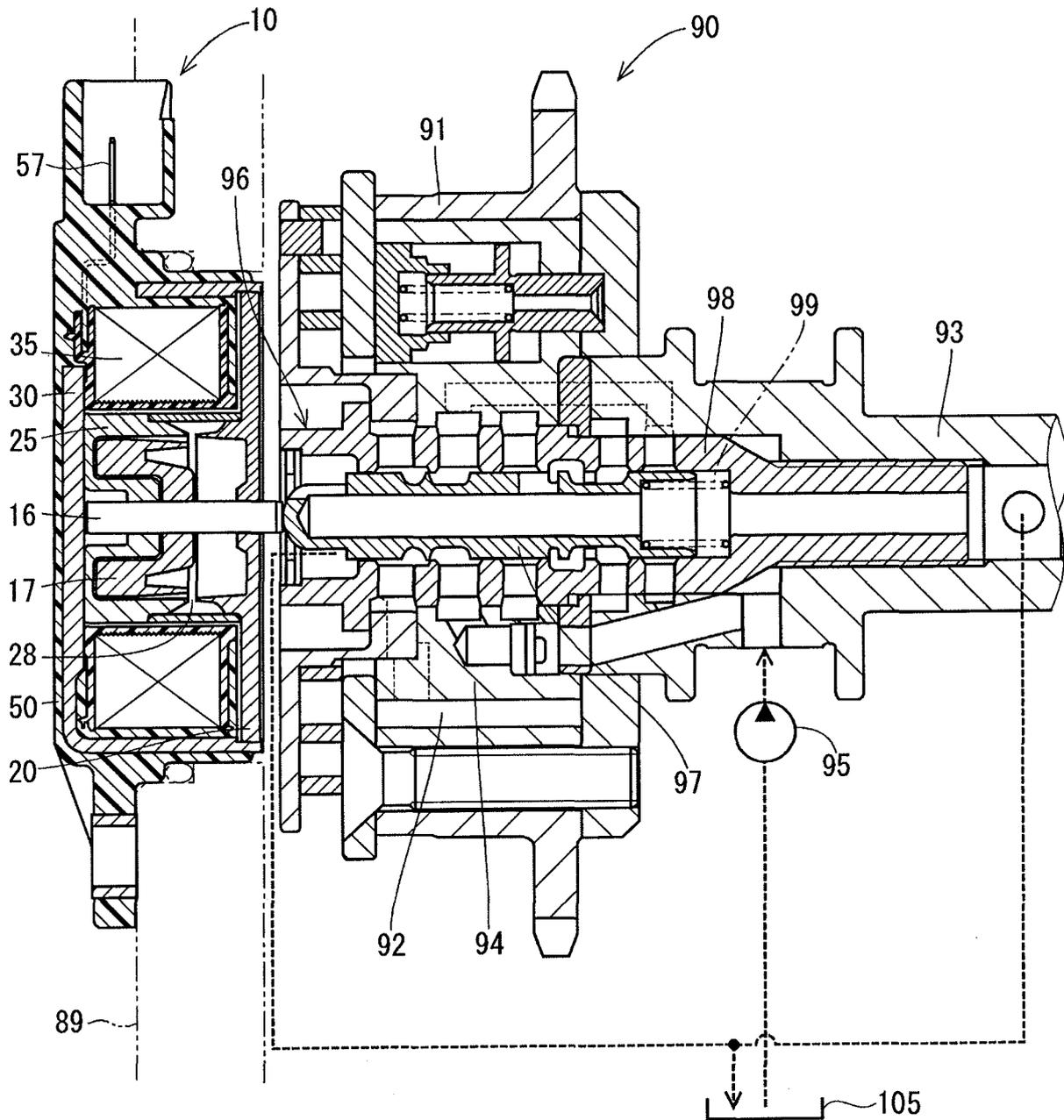


FIG. 2

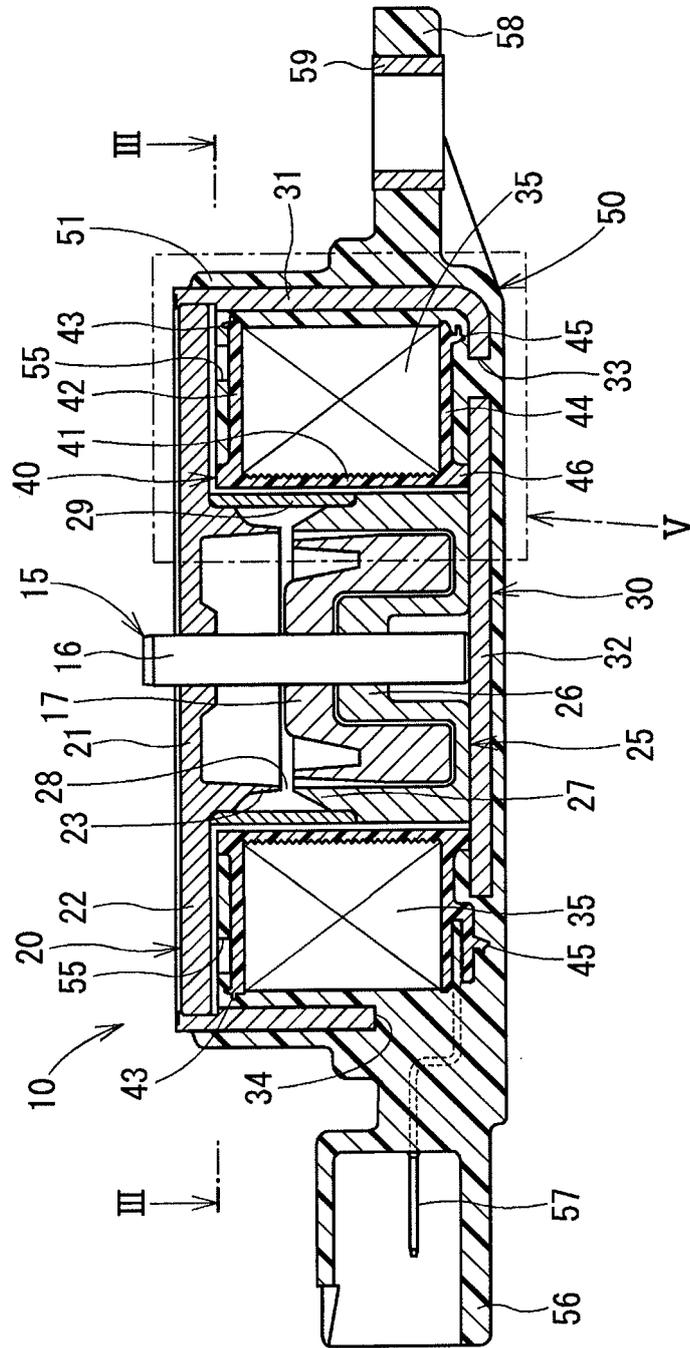


FIG. 3

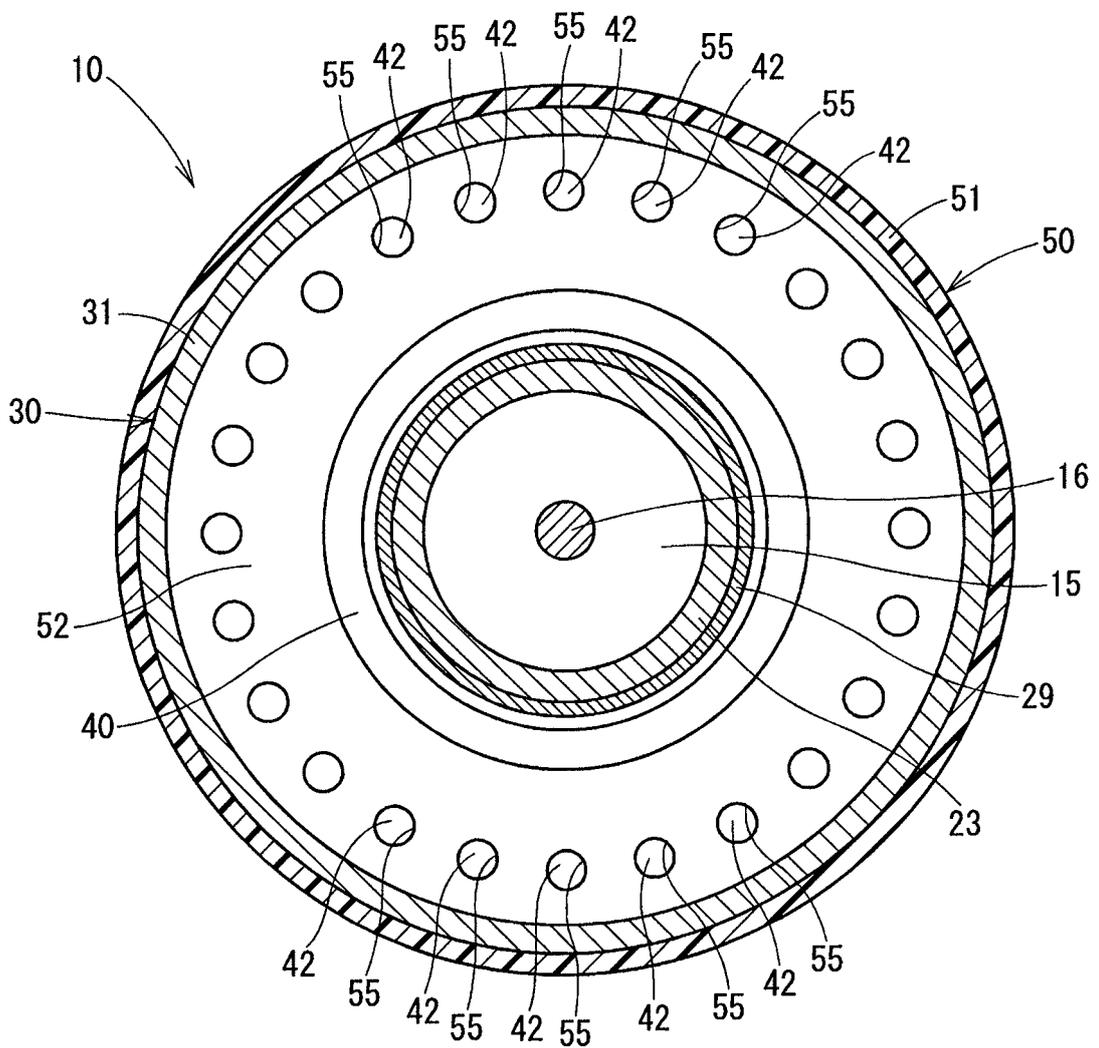


FIG. 5

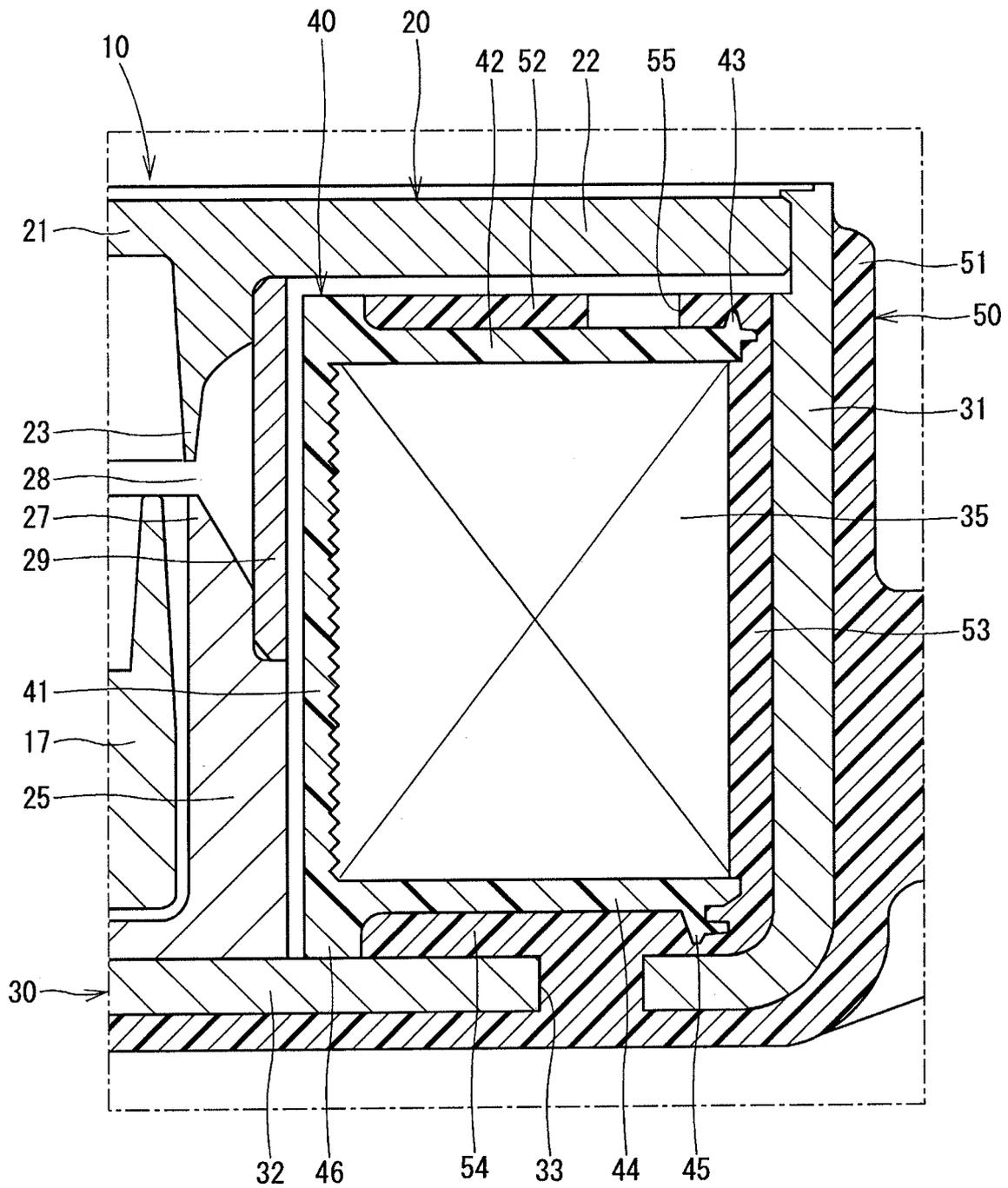


FIG. 7

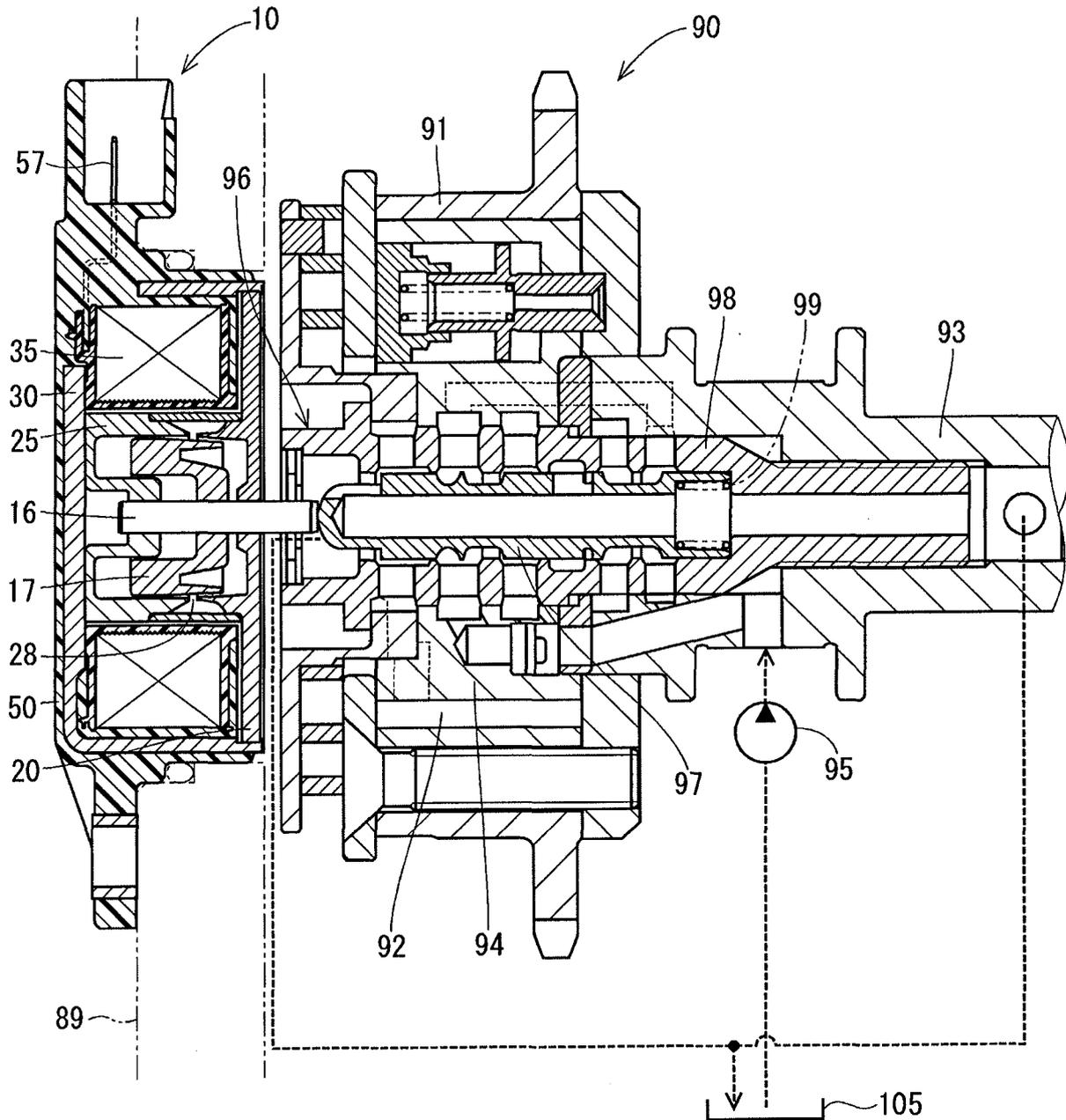


FIG. 8

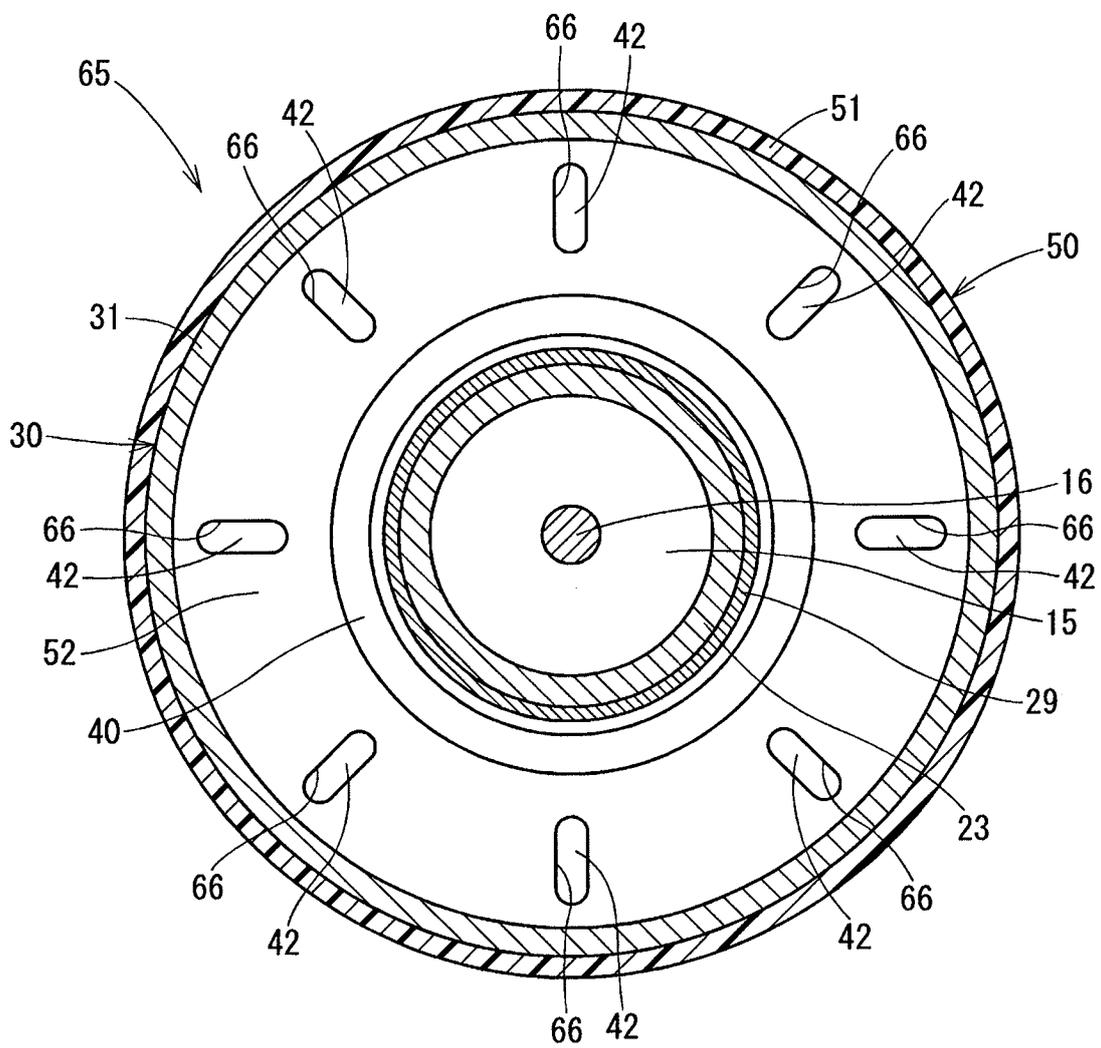


FIG. 9

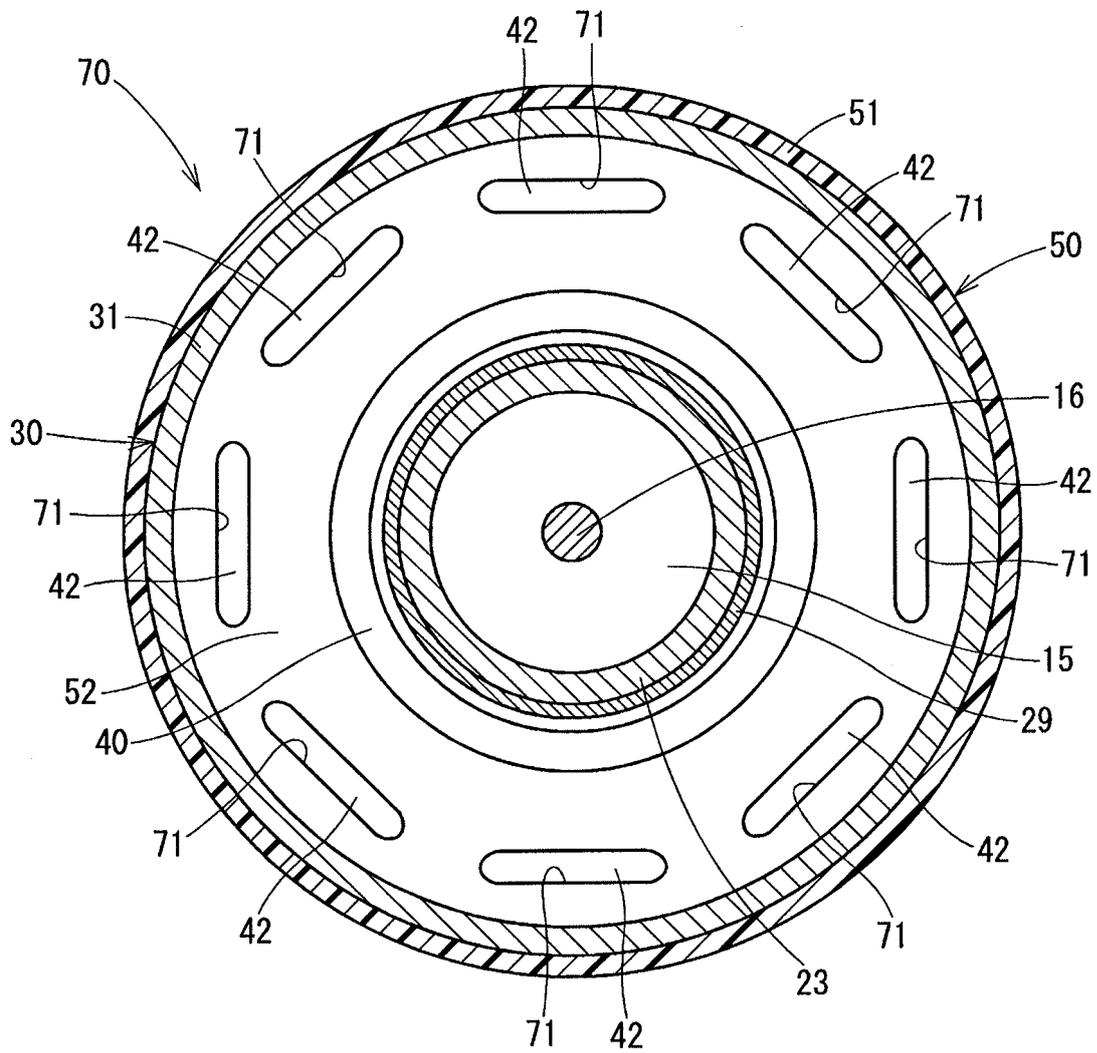


FIG. 10

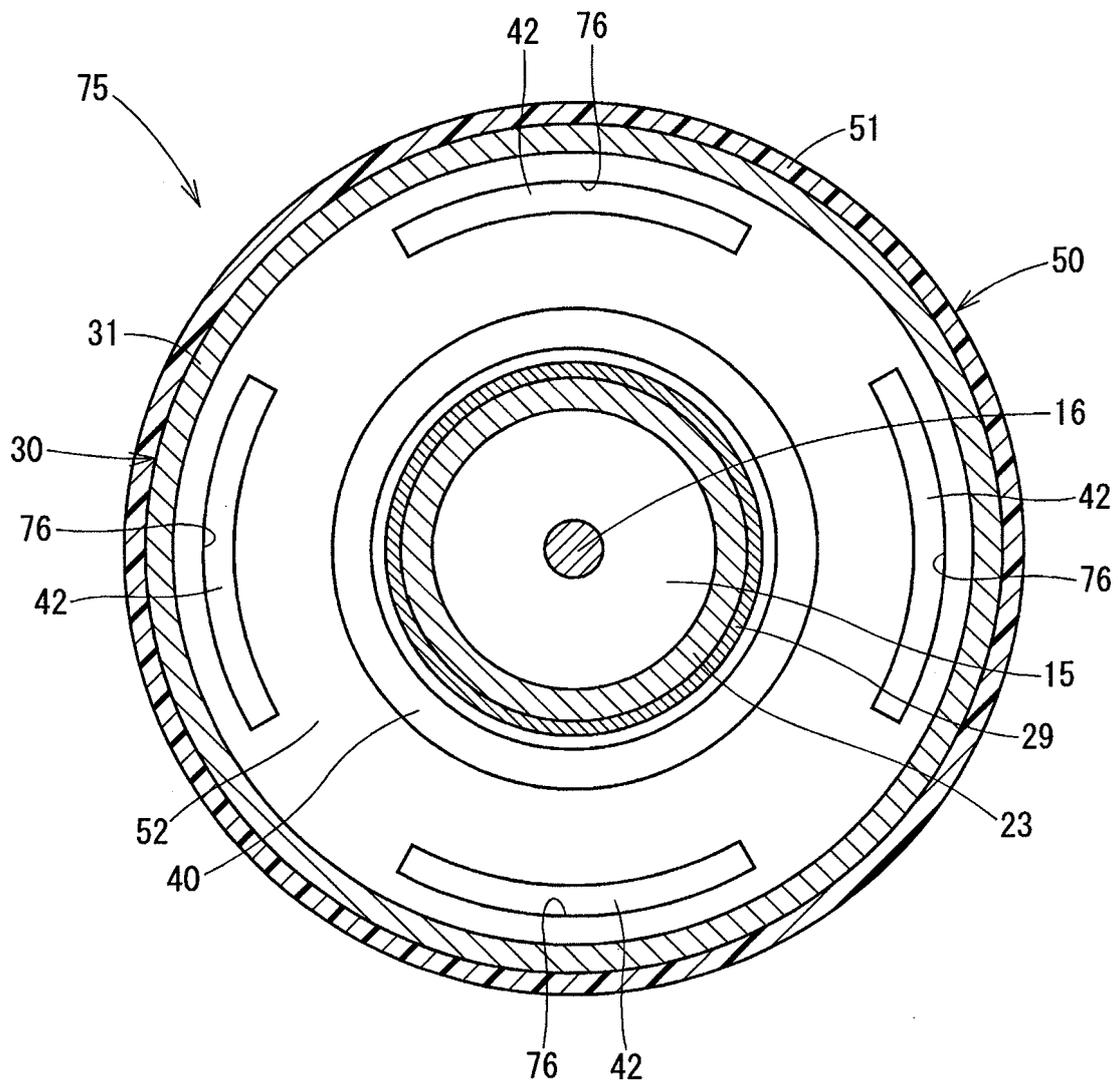


FIG. 11

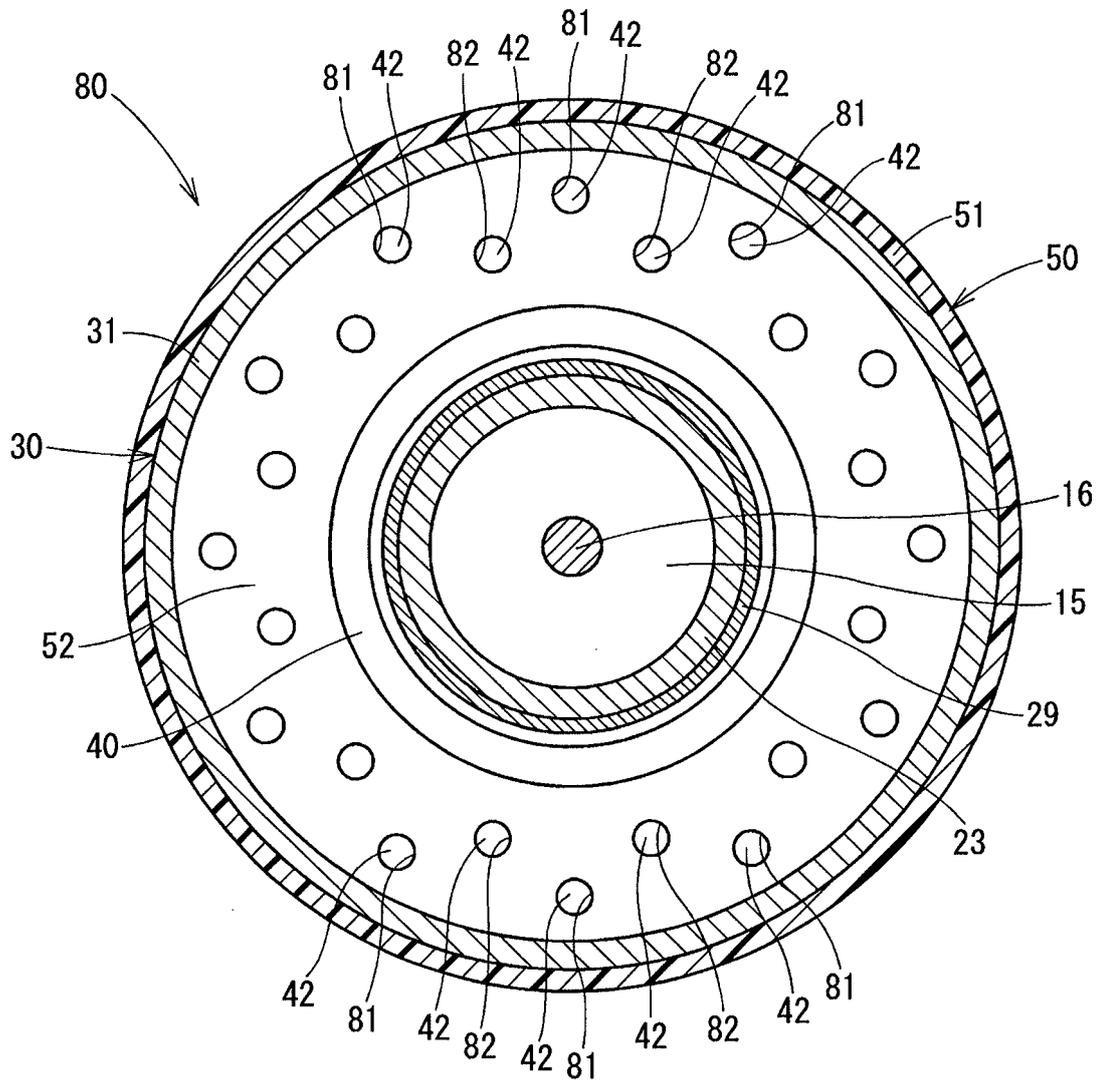


FIG. 12

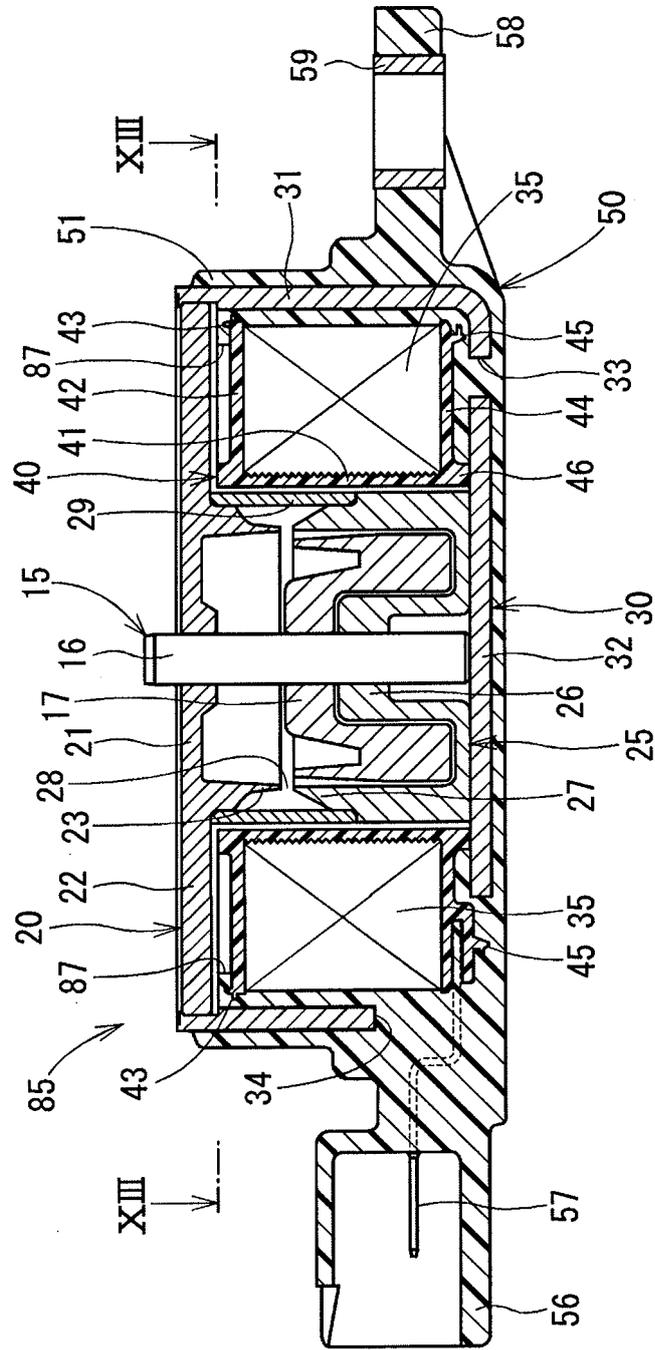


FIG. 13

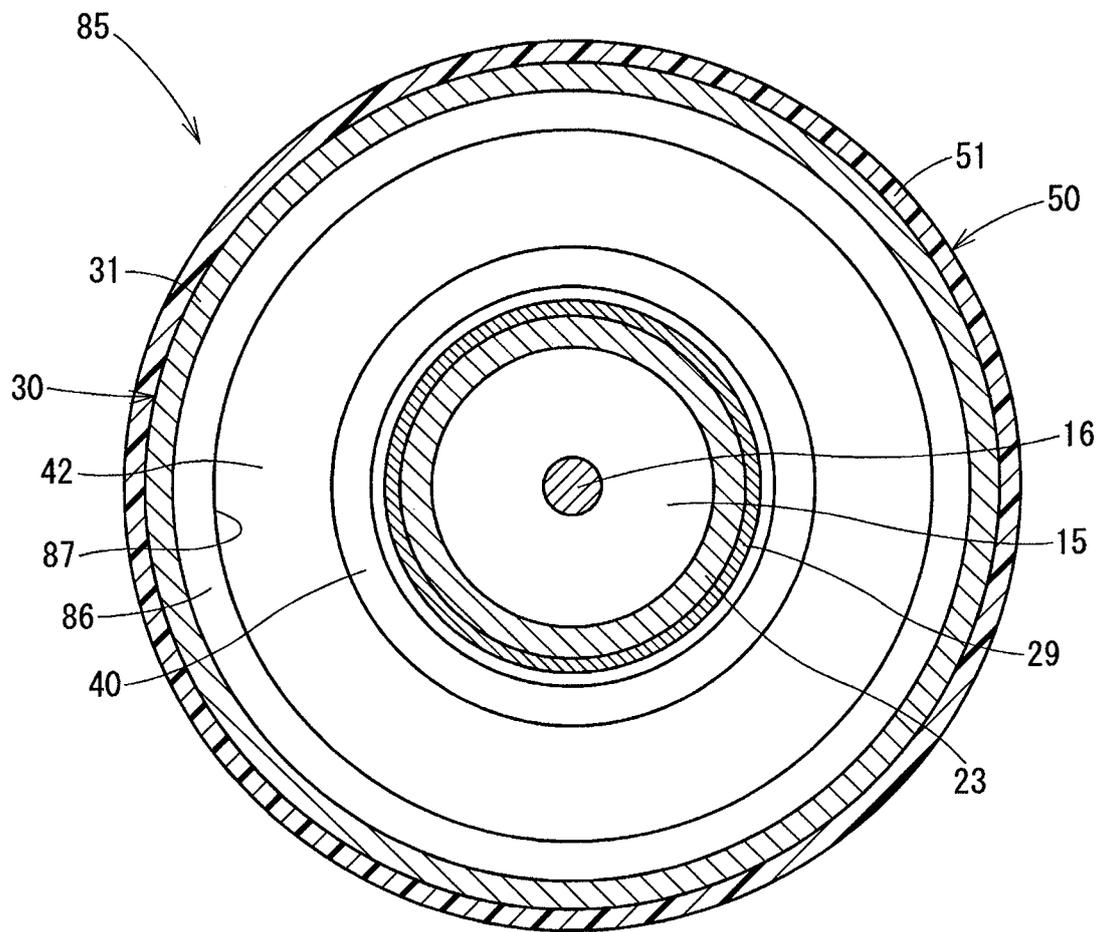


FIG. 14

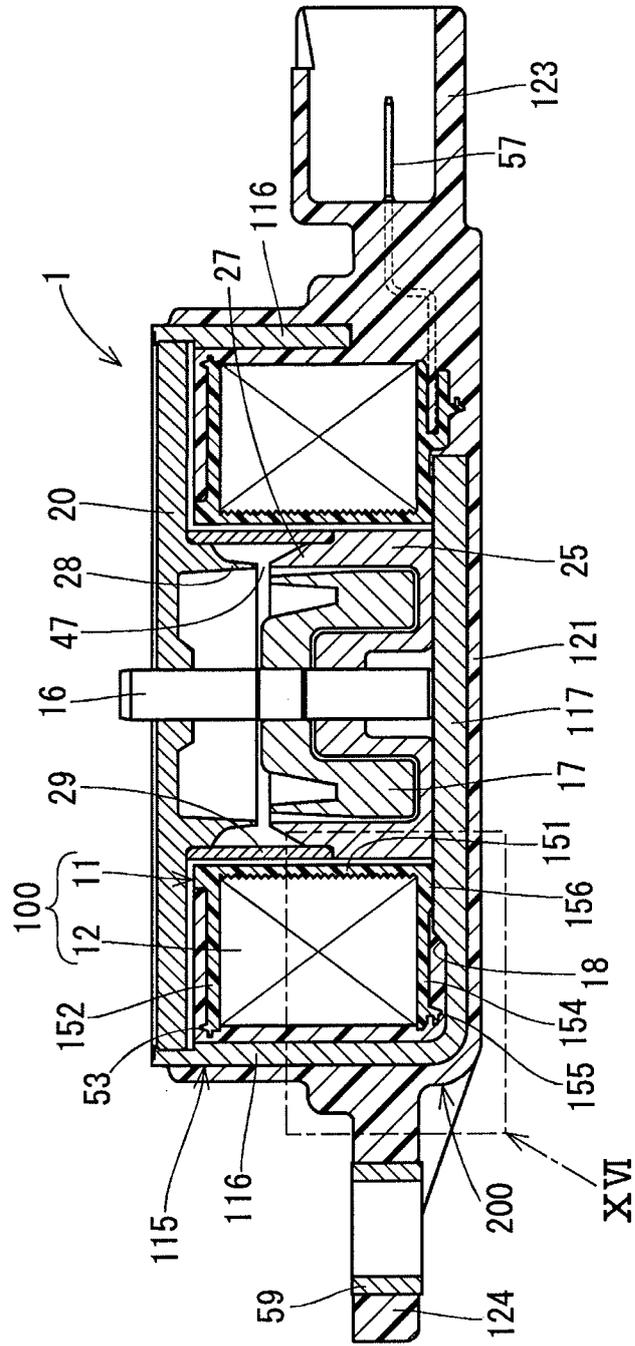


FIG. 15

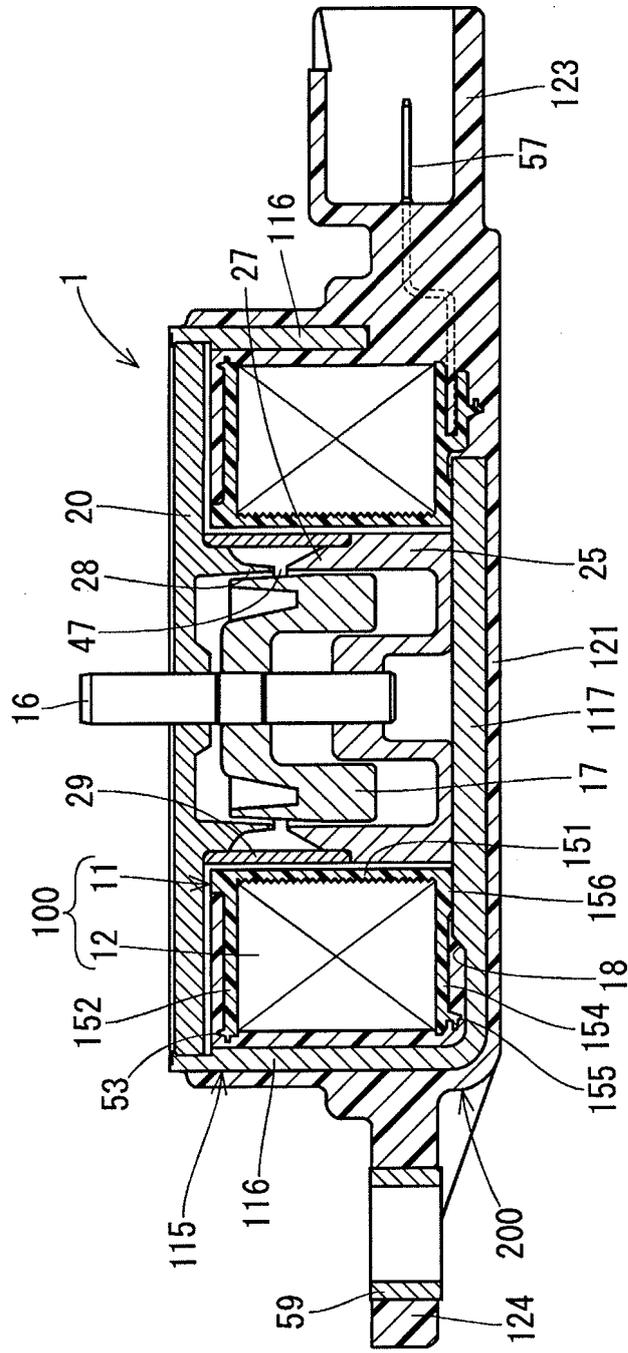


FIG. 16

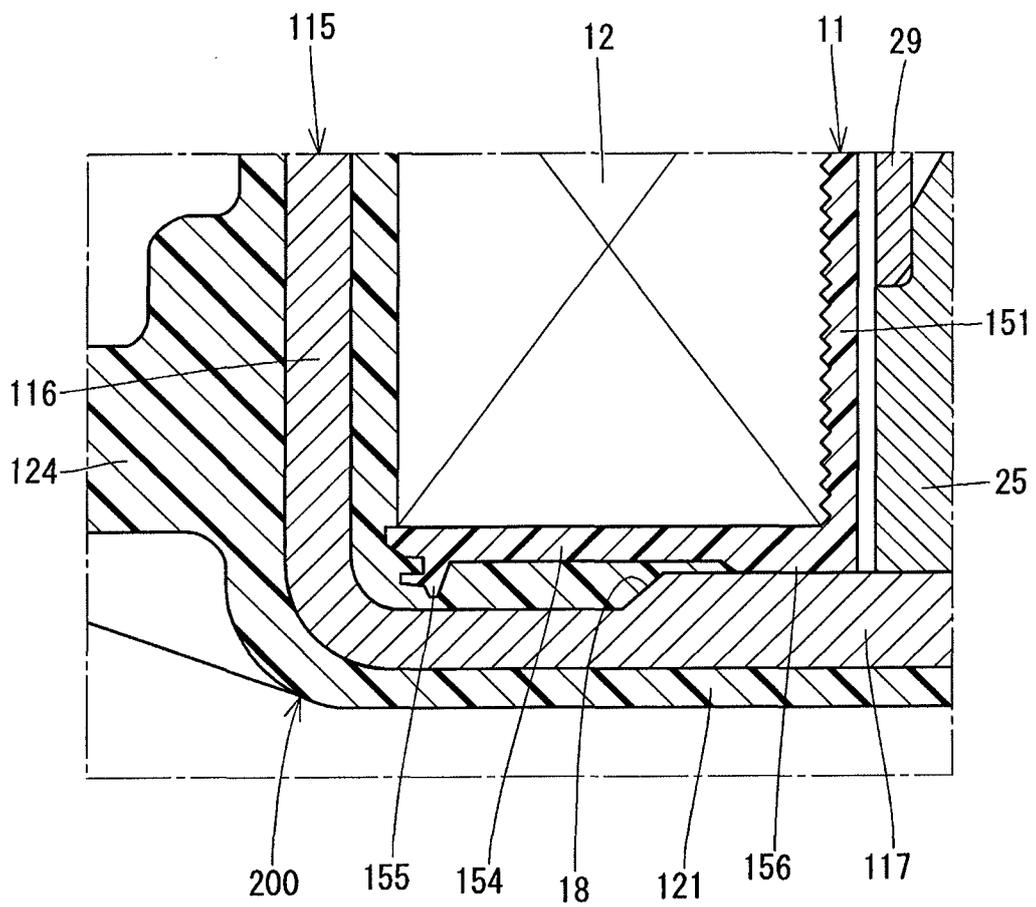


FIG. 17

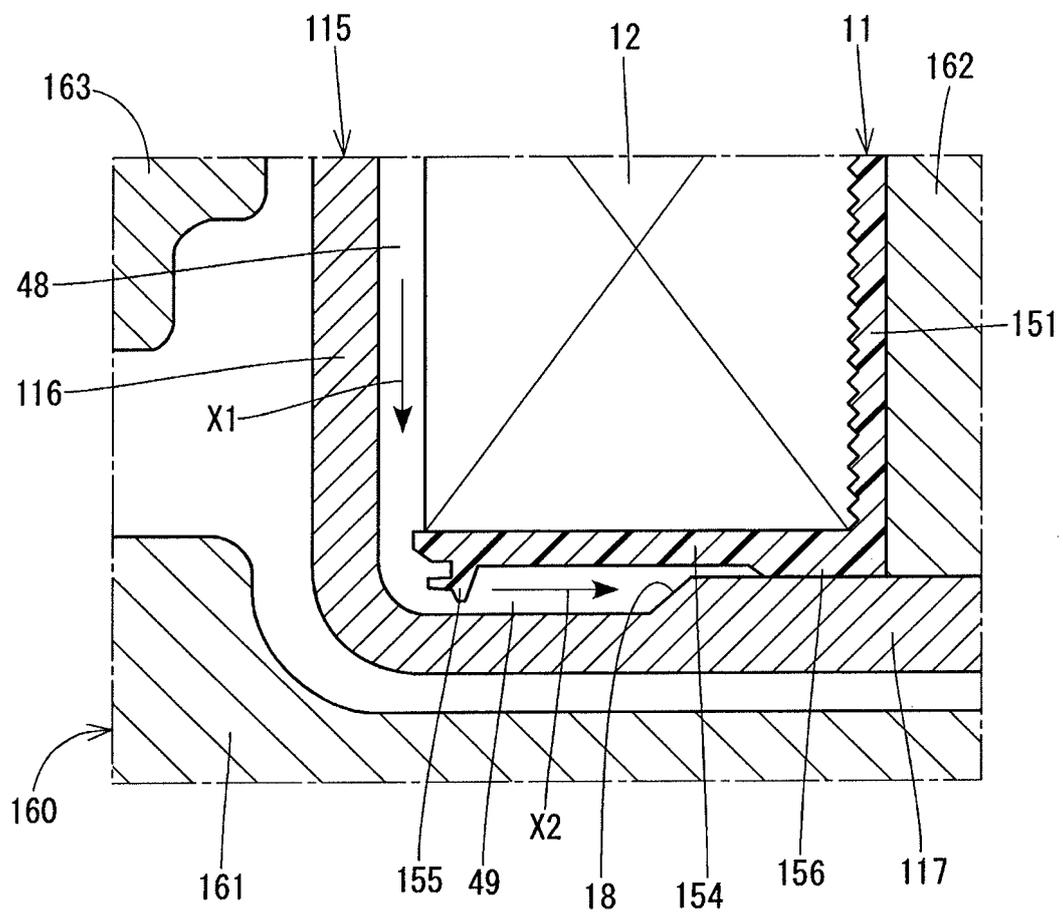


FIG. 18

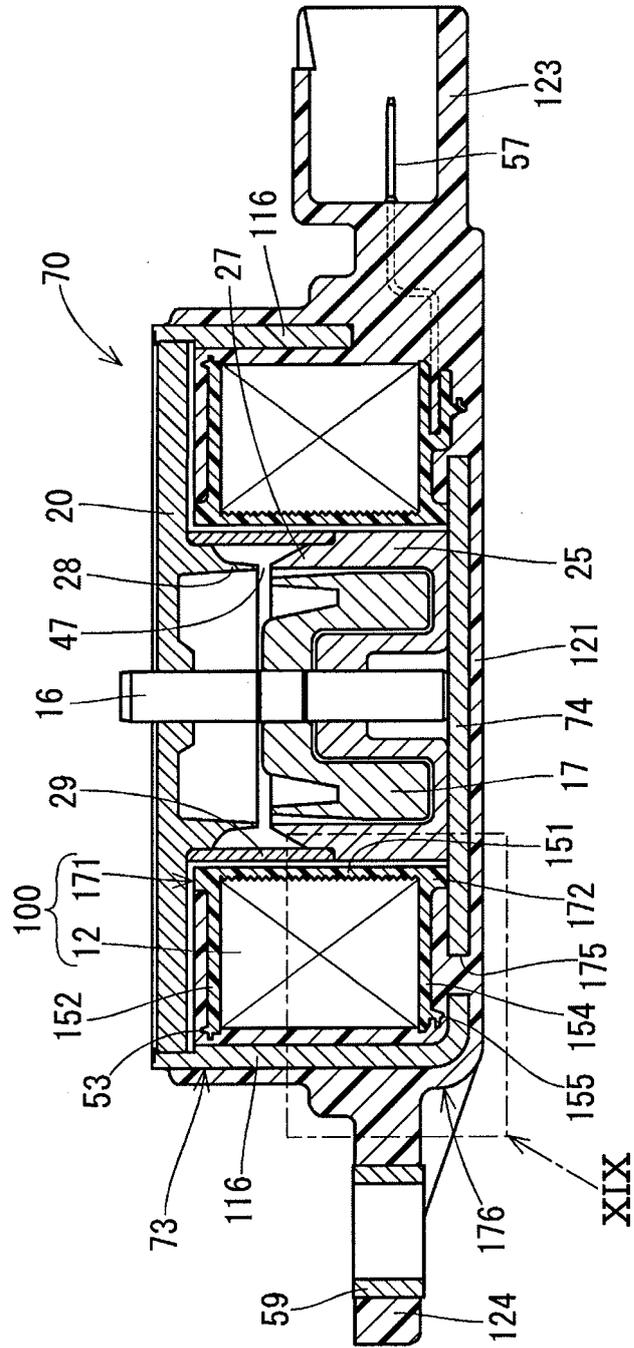


FIG. 19

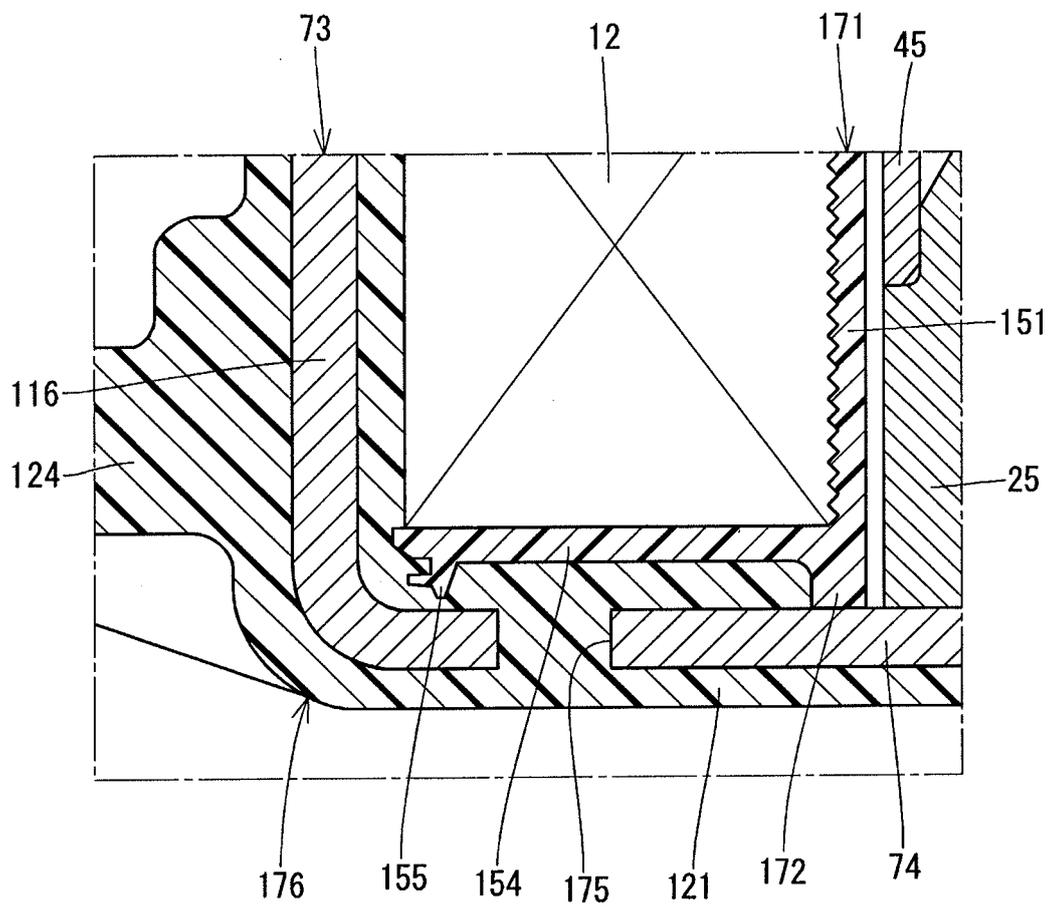


FIG. 21

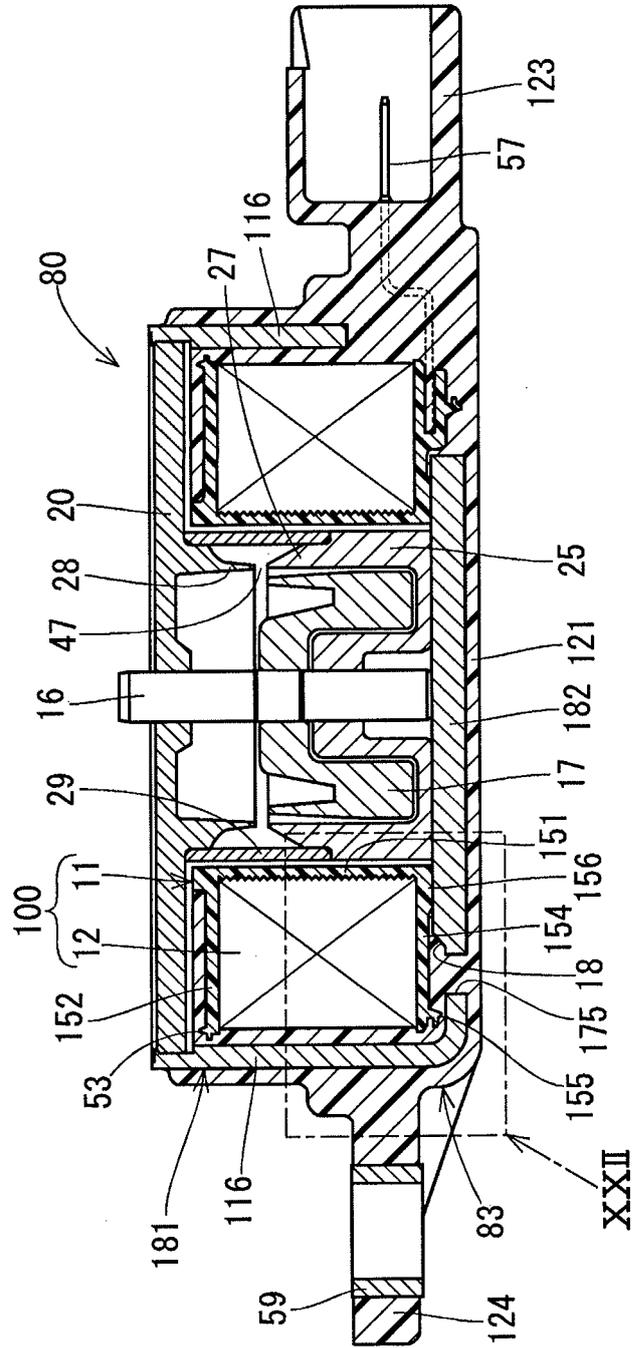


FIG. 22

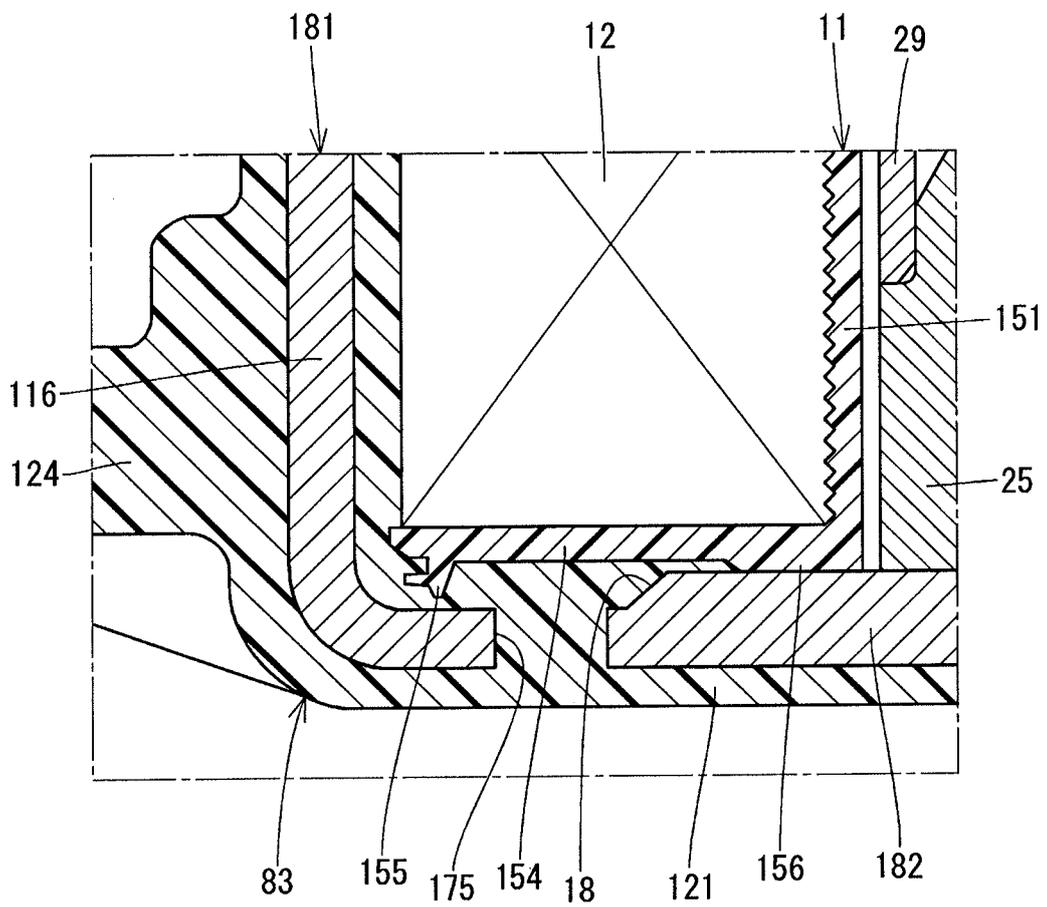


FIG. 23

