



(12)

Veröffentlichung

der internationalen Anmeldung mit der

(87) Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2020/110881**

in der deutschen Übersetzung (Art. III § 8 Abs. 2
IntPatÜG)

(21) Deutsches Aktenzeichen: **11 2019 005 875.4**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/JP2019/045565**

(86) PCT-Anmeldetag: **21.11.2019**

(87) PCT-Veröffentlichungstag: **04.06.2020**

(43) Veröffentlichungstag der PCT Anmeldung
in deutscher Übersetzung: **02.09.2021**

(51) Int Cl.: **H01F 7/16 (2006.01)**

F16K 31/06 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

2018-219982

26.11.2018 JP

(74) Vertreter:

**KUHNEN & WACKER Patent- und
Rechtsanwaltsbüro PartG mbB, 85354 Freising,
DE**

(71) Anmelder:

**DENSO CORPORATION, Kariya-city, Aichi-pref.,
JP**

(72) Erfinder:

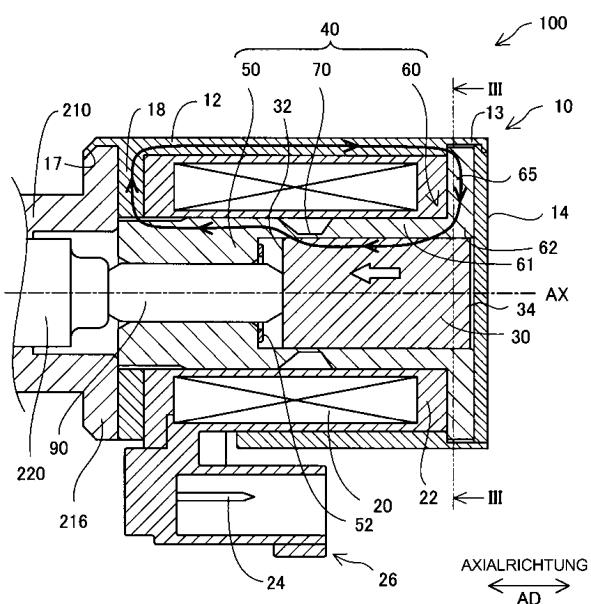
Sasao, Kazuhiro, Kariya-city, Aichi-pref., JP

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen.

(54) Bezeichnung: **Solenoid**

(57) Zusammenfassung: Ein Solenoid (100, 100a bis 100h) umfasst: eine Spule (20), welche derart konfiguriert ist, dass diese bei Erregung eine Magnetkraft erzeugt; einen Kolben (30), welcher in einer säulenförmigen Gestalt ausgebildet und derart konfiguriert ist, dass dieser in einer axialen Richtung (AD) gleitet; ein Joch (10, 10b, 10d), welches entlang der axialen Richtung bereitgestellt ist; einen Boden (14), welcher einer Basisendoberfläche (34) des Kolbens gegenüberliegt; und einen Statorkern (40, 40a, 40g). Der Statorkern umfasst einen magnetischen Anziehungskern (50), einen Gleitkern (60, 60a) und einen Magnetflussdurchlassbeschränkungsabschnitt (70, 70g, 70h). Der magnetische Anziehungskern ist derart konfiguriert, dass dieser den Kolben durch eine Magnetkraft magnetisch anzieht. Der Gleitkern umfasst: einen Kernabschnitt (61, 61a), welcher in einer rohrförmigen Gestalt ausgebildet und radial außerhalb des Kolbens angeordnet ist; und einen Magnetflussübertragungsabschnitt (65, 65a), welcher sich von einem Endabschnitt (62, 62a) des Kernabschnitts radial nach außen erstreckt und derart konfiguriert ist, dass dieser den Magnetfluss zwischen dem Joch und dem Kolben über den Kernabschnitt überträgt. Der Magnetflussdurchlassbeschränkungsabschnitt ist derart konfiguriert, dass dieser einen Durchlass des Magnetflusses zwischen dem Gleitkern und dem magnetischen Anziehungskern beschränkt.



Beschreibung

Querverweis auf verwandte Anmeldungen

[0001] Die vorliegende Anmeldung beansprucht die Priorität der japanischen Patentanmeldung mit der Nr. 2018-219982, die am 26. November 2018 angemeldet wurde. Die gesamte Offenbarung der vorstehenden Anmeldung wird hierin durch Inbezugnahme mit aufgenommen.

Technisches Gebiet

[0002] Die vorliegende Offenbarung betrifft ein Solenoid.

Hintergrund

[0003] Ein bekanntes Solenoid umfasst eine Spule, die durch Erregung eine Magnetkraft erzeugt, einen radial innerhalb der Spule angeordneten Statorkern und einen Kolben, der auf einer Innenumfangsseite des Statorkerns gleitet. Bei einem in Patentdokument 1 beschriebenen Solenoid ist auf einer Außenumfangsseite eines Statorkerns ein magnetischer Ringkern angeordnet. Dadurch sind Magnetkreiskomponenten, wie beispielsweise ein Joch und der Statorkern, durch den Ringkern magnetisch gekoppelt. Daher wird eine Verschlechterung einer Magnetkraft aufgrund eines Spalts zwischen den montierten Magnetkreiskomponenten und dem Statorkern beschränkt.

Literatur zum Stand der Technik**Patentliteratur**

[0004] Patentdokument 1: JP 2006-307984 A

Kurzfassung

[0005] Bei dem in Patentdokument 1 beschriebenen Solenoid ist der Ringkern in einer radialen Richtung beweglich. Daher kann der Ringkern so montiert werden, dass dieser exzentrisch zu einem Gleitkern ist, und eine Größe eines Spalts zwischen dem Gleitkern und dem Ringkern kann in der radialen Richtung beeinflusst werden bzw. ungleichmäßig sein. In diesem Fall kann eine Verteilung eines Magnetflusses, der durch den Ringkern auf den Gleitkern und einen Kolben übertragen wird, in der radialen Richtung beeinflusst werden, und eine Anziehungskraft in der radialen Richtung kann als Seitenkraft erzeugt werden. Falls die Seitenkraft erhöht wird, kann sich die Gleitfähigkeit des Kolbens verschlechtern. Daher ist eine Technologie wünschenswert, um den Kolben vor einer Verschlechterung der Gleitfähigkeit zu bewahren.

[0006] Die vorliegende Offenbarung kann auf die folgende Art und Weise implementiert werden.

[0007] Gemäß einem Aspekt der vorliegenden Offenbarung umfasst ein Solenoid: eine Spule, welche derart konfiguriert ist, dass diese bei Erregung eine Magnetkraft erzeugt; einen Kolben, welcher in einer säulenförmigen Gestalt ausgebildet, radial innerhalb der Spule angeordnet und derart konfiguriert ist, dass dieser in einer axialen Richtung gleitet; ein Joch, welches die Spule und den Kolben aufnimmt und entlang der axialen Richtung bereitgestellt ist; einen Boden, welcher entlang einer die axiale Richtung kreuzenden Richtung bereitgestellt ist und einer Basisendoberfläche des Kolbens gegenüberliegt; und einen Statorkern. Der Statorkern umfasst einen magnetischen Anziehungskern, einen Gleitkern und einen Magnetflussdurchlassbeschränkungsabschnitt. Der magnetische Anziehungskern liegt einer vorderen Endoberfläche des Kolbens in der axialen Richtung gegenüber und ist derart konfiguriert, dass dieser den Kolben durch die von der Spule erzeugte Magnetkraft magnetisch anzieht. Der Gleitkern umfasst: einen Kernabschnitt, welcher in einer rohrförmigen Gestalt ausgebildet und radial außerhalb des Kolbens angeordnet ist; und einen Magnetflussübertragungsabschnitt, welcher sich von einem Endabschnitt des Kernabschnitts entgegengesetzt zu dem Boden radial nach außen erstreckt. Der Magnetflussübertragungsabschnitt ist derart konfiguriert, dass dieser einen Magnetfluss zwischen dem Joch und dem Kolben durch den Kernabschnitt überträgt. Der Magnetflussdurchlassbeschränkungsabschnitt ist derart konfiguriert, dass dieser einen Durchlass des Magnetflusses zwischen dem Gleitkern und dem magnetischen Anziehungskern beschränkt.

[0008] Bei dem vorstehend beschriebenen Solenoid umfasst der Gleitkern den Kernabschnitt und den Magnetflussübertragungsabschnitt. Der Kernabschnitt besitzt eine rohrförmige Gestalt und ist radial außerhalb des Kolbens angeordnet. Der Endabschnitt des Kernabschnitts liegt dem Boden gegenüber. Der Magnetflussübertragungsabschnitt erstreckt sich von dem Endabschnitt des Kernabschnitts radial nach außen. Der Magnetflussübertragungsabschnitt ist derart konfiguriert, dass dieser den Magnetfluss zwischen dem Joch und dem Kolben über den Kernabschnitt überträgt. Das heißt, zwischen dem Kernabschnitt und dem Magnetflussübertragungsabschnitt ist in der radialen Richtung kein Spalt bereitgestellt. Aus diesem Grund kann beschränkt werden, dass die Verteilung des von dem Magnetflussübertragungsabschnitt über den Kernabschnitt auf den Kolben übertragenen Magnetflusses in der radialen Richtung beeinflusst wird, und die Erzeugung einer Seitenkraft aufgrund der Beeinflussung bzw. Verungleichmäßigkeit der Magnetflussverteilung kann beschränkt werden. Daher kann die Gleitfähigkeit des Kolbens vor einer Verschlechterung bewahrt werden.

[0009] Die vorliegende Offenbarung kann durch verschiedene Formen implementiert werden. Beispiels-

weise kann die vorliegende Offenbarung in einem Solenoidventil, einem Herstellungsverfahren für ein Solenoid oder dergleichen implementiert werden.

Figurenliste

[0010] Die Vorstehende und weitere Aufgaben, Merkmale und Vorteile der vorliegenden Offenbarung werden aus der folgenden detaillierten Beschreibung, die unter Bezugnahme auf die begleitenden Abbildungen erfolgt, ersichtlicher. In den Abbildungen sind:

Fig. 1 eine Schnittansicht, welche eine schematische Struktur eines Solenoids zeigt, das auf ein Linearsolenoidventil gemäß einer ersten Ausführungsform angewendet wird.

Fig. 2 eine Schnittansicht, welche eine detaillierte Struktur des Solenoids zeigt.

Fig. 3 eine Schnittansicht entlang einer Linie III-III in **Fig. 2**.

Fig. 4 eine Schnittansicht, welche ein Solenoid in einem Vergleichsbeispiel zeigt.

Fig. 5 eine Schnittansicht entlang einer Linie V-V in **Fig. 4**.

Fig. 6 eine Schnittansicht, welche einen exzentrisch montierten Ringkern zeigt.

Fig. 7 eine Schnittansicht, welche eine detaillierte Struktur eines Solenoids gemäß einer zweiten Ausführungsform zeigt.

Fig. 8 eine Schnittansicht, welche eine detaillierte Struktur eines Solenoids gemäß einer dritten Ausführungsform zeigt.

Fig. 9 eine Schnittansicht, welche eine detaillierte Struktur eines Solenoids gemäß einer vierten Ausführungsform zeigt.

Fig. 10 eine Schnittansicht, welche eine detaillierte Struktur eines Solenoids gemäß einer fünften Ausführungsform zeigt.

Fig. 11 eine Schnittansicht, welche eine detaillierte Struktur eines Solenoids gemäß einer sechsten Ausführungsform zeigt.

Fig. 12 eine Schnittansicht, welche eine detaillierte Struktur eines Solenoids gemäß einer siebten Ausführungsform zeigt.

Fig. 13 eine Schnittansicht, welche eine detaillierte Struktur eines Solenoids gemäß einer achten Ausführungsform zeigt.

Fig. 14 eine Schnittansicht, welche eine detaillierte Struktur eines Solenoids gemäß einer neunten Ausführungsform zeigt.

Detaillierte Beschreibung

Erste Ausführungsform

A-1. Konfiguration

[0011] **Fig. 1** zeigt ein Solenoid **100** in einer ersten Ausführungsform. Das Solenoid **100** wird auf ein Linearsolenoidventil **300** angewendet und dient als ein Stellglied, um ein Schieberventil **200** anzutreiben. Das Linearsolenoidventil **300** ist derart konfiguriert, dass dieses einen Hydraulikdruck von Hydrauliköl steuert, das einem nicht dargestellten Fahrzeugautomatikgetriebe zugeführt wird, und ist in einem nicht dargestellten Hydraulikkreis angeordnet. Das Schieberventil **200** und das Solenoid **100**, die in dem Linearsolenoidventil **300** umfasst sind, sind entlang einer Mittelachse AX angeordnet. Die **Fig. 1** und **Fig. 2** zeigen das Solenoid **100** und das Linearsolenoidventil **300** in einem nicht erregten Zustand. Das Linearsolenoidventil **300** in der vorliegenden Ausführungsform ist vom normal geschlossenen Typ. Das Linearsolenoidventil **300** kann jedoch auch vom normal offenen Typ sein.

[0012] Das in **Fig. 1** gezeigte Schieberventil **200** steuert Kommunikationszustände und Öffnungsbereiche mehrerer Ölanschlüsse **214**, die nachstehend beschrieben werden. Das Schieberventil **200** umfasst eine Hülse **210**, einen Schieber bzw. Steuerkolben **220**, eine Feder **230** und eine Einstellschraube **240**.

[0013] Die Hülse **210** besitzt eine Erscheinung einer im Wesentlichen zylindrischen Gestalt. In der Hülse **210** sind ein Einführungsloch **212** und die mehreren Ölanschlüsse **214** ausgebildet. Das Einführungsloch **212** durchdringt diese in der Mittelachse AX. Der Ölanschluss **214** steht mit dem Einführungsloch **212** in Verbindung und öffnet sich in einer radialen Richtung. Der Steuerkolben **220** ist in das Einführungsloch **212** eingesetzt. Die mehreren Ölanschlüsse **214** sind in einer Richtung angeordnet, die parallel zur Mittelachse AX verläuft und im Folgenden als axiale Richtung AD bezeichnet wird. Die mehreren Ölanschlüsse **214** entsprechen beispielsweise einem Einlassanschluss, der mit einer nicht dargestellten Ölpumpe in Verbindung steht und derart konfiguriert ist, dass dieser die Zuführung von Hydraulikdruck aufnimmt, einem Auslassanschluss, der mit einem nicht dargestellten Kupplungskolben in Verbindung steht und durch den der Hydraulikdruck zugeführt wird, einem Ablassanschluss, durch den das Hydrauliköl abgeführt wird, oder dergleichen. An einem Ende der Hülse **210** in der Nähe des Solenoids **100** ist ein Flansch **216** ausgebildet. Der Flansch **216** umfasst einen Teil, der einen radial nach außen erweiterten Durchmesser besitzt. Der Flansch **216** und ein Joch **10** des Solenoids **100**, das im Folgenden beschrieben wird, sind aneinander fixiert.

[0014] Der Steuerkolben **220** besitzt eine im Wesentlichen stabförmige Erscheinung, so dass mehrere Abschnitte **222** mit großem Durchmesser und ein Abschnitt **224** mit kleinem Durchmesser entlang der axialen Richtung AD angeordnet sind. Der Steuerkolben **220** gleitet entlang der axialen Richtung AD in dem Einführungsloch **212** und steuert die Kommunikationszustände und die Öffnungsbereiche der mehreren Ölanschlüsse **214** entsprechend Positionen der Abschnitte **222** mit großem Durchmesser und des Abschnitts **224** mit kleinem Durchmesser in der axialen Richtung AD. Eine Welle **90** liegt an einem Ende des Steuerkolbens **220** an und ist derart konfiguriert, dass diese einen Schub des Solenoids **100** auf den Steuerkolben **220** überträgt. Die Feder **230** ist an dem anderen Ende des Steuerkolbens **220** angeordnet und umfasst eine Schraubendruckfeder. Die Feder **230** drückt auf den Steuerkolben **220** und spannt diesen in der axialen Richtung AD hin zu dem Solenoid **100** vor. Die Einstellschraube **240** liegt an der Feder **230** an. Die Federlast der Feder **230** wird durch Anpassen einer Tiefe der auf die Hülse **210** geschraubten Einstellschraube **240** gesteuert.

[0015] Die Erregung des in den **Fig. 1** und **Fig. 2** gezeigten Solenoids **100** wird von einer nicht dargestellten elektronischen Steuerungseinheit gesteuert, um das Schieberventil **200** anzutreiben. Das Solenoid **100** umfasst das Joch **10**, einen Boden **14**, eine Spule **20**, einen Kolben **30** und einen Statorkern **40**.

[0016] Das Joch **10** ist aus magnetischem Metall hergestellt und bildet einen äußeren Rahmen des Solenoids **100**, wie in **Fig. 2** gezeigt. Das Joch **10** besitzt eine im Wesentlichen zylinderförmige bzw. zylindrische Erscheinung und nimmt die Spule **20**, den Kolben **30** und den Statorkern **40** auf. Das Joch **10** umfasst einen rohrförmigen Abschnitt **12**, einen Öffnungsabschnitt **17** und einen Wandabschnitt **18**.

[0017] Der rohrförmige Abschnitt **12** besitzt eine im Wesentlichen zylindrische Erscheinung entlang der axialen Richtung AD. Ein dünner Abschnitt **13** ist an einem Ende des rohrförmigen Abschnitts **12** an einer entgegengesetzten Seite zu dem Schieberventil **200** bereitgestellt und ist in einer dünnen Gestalt ausgebildet. Der Öffnungsabschnitt **17** ist an dem anderen Ende des rohrförmigen Abschnitts **12** in der Nähe des Schieberventils **200** ausgebildet. Der Öffnungsabschnitt **17** wird verstemmt und an dem Flansch **216** des Schieberventils **200** fixiert, nachdem die Komponenten des Solenoids **100** bei dem Joch **10** montiert sind. Der Wandabschnitt **18** ist in der axialen Richtung AD zwischen der Spule **20** und dem Flansch **216** des Schieberventils **200** angeordnet und vom rohrförmigen Abschnitt **12** nach radial innen ausgebildet. Der Magnetfluss wird zwischen dem Statorkern **40** und dem rohrförmigen Abschnitt **12** des Jochs **10** durch den Wandabschnitt **18** übertragen. Zwischen dem Wandabschnitt **18** und dem Statorkern **40** ist in

der radialen Richtung ein kleiner Spalt ausgebildet. Durch den Spalt werden Maßvariationen des Statorkerns **40** bei der Herstellung und eine Achsabweichung bei der Montage absorbiert und ein Fehler bei einem Montagevorgang wird beschränkt.

[0018] Der Boden **14** besitzt eine scheibenförmige Erscheinung und ist an einem Ende des Jochs **10** auf der entgegengesetzten Seite zu dem Schieberventil **200** angeordnet. Der Boden **14** steht senkrecht zur axialen Richtung AD und verschließt eine Endöffnung des rohrförmigen Abschnitts **12**. Der Boden **14** ist nicht darauf beschränkt, senkrecht zur axialen Richtung AD zu stehen. Der Boden **14** kann im Wesentlichen senkrecht zur axialen Richtung AD stehen oder die axiale Richtung AD kreuzen. Der Boden **14** liegt einer Basisendoberfläche **34** des Kolbens **30** gegenüber, die nachstehend beschrieben wird. Der Boden **14** ist verstemmt und an dem dünnen Abschnitt **13** fixiert, der bei dem rohrförmigen Abschnitt **12** ausgebildet ist.

[0019] In der Spule **20** ist ein mit Isolierung beschichteter Leitungsdraht auf einem Spulenkörper **22** aus Harz gewickelt. Der Spulenkörper **22** ist radial innerhalb des rohrförmigen Abschnitts **12** des Jochs **10** angeordnet. Ein Ende des Leitungsdrahtes der Spule **20** ist mit einem Verbindungsanschluss **24** verbunden. Der Verbindungsanschluss **24** ist in einem Konnektor **26** angeordnet. Der Konnektor **26** ist an einer Außenumfangsseite des Jochs **10** angeordnet und verbindet das Solenoid **100** mit der elektronischen Steuerungsvorrichtung über eine nicht dargestellte Verbindungsleitung elektrisch. Aufgrund der Spule **20** wird durch die Erregung eine Magnetkraft erzeugt, und es bildet sich ein Magnetfluss, der in einer Schleife durch den rohrförmigen Abschnitt **12** des Jochs **10**, den Statorkern **40** und den Kolben **30** läuft. Der Magnetfluss wird im Folgenden als ein Magnetkreis bezeichnet. In einem in den **Fig. 1** und **Fig. 2** gezeigten Zustand ist die Spule **20** nicht erregt, und der Magnetkreis ist nicht gebildet. Der Einfachheit der Erläuterung halber zeigt **Fig. 2** jedoch den Magnetkreis, der durch die Erregung der Spule **20** gebildet wird.

[0020] Der Kolben **30** besitzt eine im Wesentlichen zylindrische Erscheinung und ist aus magnetischem Metall hergestellt. Der Kolben **30** gleitet in der axialen Richtung AD radial innerhalb eines Kernabschnitts **61** des Statorkerns **40**, der nachstehend beschrieben wird. Die Welle **90** liegt an einer Endoberfläche des Kolbens **30** in der Nähe des Schieberventils **200** an, die im Folgenden als vordere Endoberfläche **32** bezeichnet wird. Durch die von der Feder **230** verursachte und auf den Steuerkolben **220** übertragene Vorspannkraft wird der Kolben **30** entlang der axialen Richtung AD hin zu dem Boden **14** vorgespannt. Die andere Endoberfläche des Kolbens **30** auf einer entgegengesetzten Seite zu der vorderen Endoberfläche **32** wird im Folgenden als Basisendoberfläche

34 bezeichnet, und diese liegt dem Boden **14** gegenüber. Ein nicht dargestelltes Entlüftungsloch durchdringt den Kolben **30** in der axialen Richtung AD. Durch das Entlüftungsloch strömt Fluid, wie das Hydrauliköl und Luft, zwischen einem Bereich nahe der Basisendoberfläche **34** des Kolbens **30** und einem Bereich nahe der vorderen Endoberfläche **32** des Kolbens **30**.

[0021] Der Statorkern **40** ist aus einem magnetischen Metall hergestellt und ist zwischen der Spule **20** und dem Kolben **30** angeordnet. Der Statorkern **40** umfasst einen magnetischen Anziehungskern **50**, einen Gleitkern **60** und einen Magnetflussdurchlassbeschränkungsabschnitt **70**.

[0022] Der magnetische Anziehungskern **50** umgibt die Welle **90** in einer Umfangsrichtung. Der magnetische Anziehungskern **50** ist ein Teil des Statorkerns **40** und befindet sich in der Nähe des Schieberventils **200**. Der magnetische Anziehungskern **50** zieht den Kolben **30** durch die von der Spule **20** erzeugte Magnetkraft magnetisch an. Auf dem magnetischen Anziehungskern **50** ist ein Anschlag **52** an einer Oberfläche angeordnet, die der vorderen Endoberfläche **32** des Kolbens **30** gegenüberliegt. Der Anschlag **52** ist aus einem nicht-magnetischen Material hergestellt und derart konfiguriert, dass dieser beschränkt, dass der Kolben **30** und der magnetische Anziehungskern **50** direkt aneinander stoßen. Darüber hinaus ist der Anschlag **52** derart konfiguriert, dass dieser beschränkt, dass der Kolben **30** aufgrund der magnetischen Anziehung untrennbar mit dem magnetischen Anziehungskern **50** verbunden ist.

[0023] Der Gleitkern **60** entspricht einem Teil des Statorkerns **40** und befindet sich in der Nähe des Bodens **14**. Der Gleitkern **60** ist radial außerhalb des Kolbens **30** angeordnet. Der Gleitkern **60** umfasst einen Kernabschnitt **61** und einen Magnetflussübertragungsabschnitt **65**.

[0024] Der Kernabschnitt **61** besitzt eine im Wesentlichen zylindrische Erscheinung und ist in der radialem Richtung zwischen der Spule **20** und dem Kolben **30** angeordnet. Der Kernabschnitt **61** ist derart konfiguriert, dass dieser den Kolben **30** so führt, dass sich dieser entlang der axialen Richtung AD bewegt. Daher gleitet der Kolben **30** direkt auf einer Innenumfangsfläche des Kernabschnitts **61**. Zwischen dem Kernabschnitt **61** und dem Kolben **30** ist ein nicht dargestellter Gleitspalt bereitgestellt, um die Gleitfähigkeit des Kolbens **30** zu gewährleisten. Ein Endabschnitt des Gleitkerns **60** auf einer entgegengesetzten Seite zu dem magnetischen Anziehungskern **50** wird im Folgenden als Endabschnitt **62** bezeichnet. Der Endabschnitt **62** liegt dem Boden **14** gegenüber und liegt an dem Boden **14** an.

[0025] Der Magnetflussübertragungsabschnitt **65** erstreckt sich von dem Endabschnitt **62** über einen gesamten Umfang des Endabschnitts **62** radial nach außen. Das heißt, der Magnetflussübertragungsabschnitt **65** ist in der axialen Richtung AD zwischen dem Spulenkörper **22** und dem Boden **14** angeordnet. Der Magnetflussübertragungsabschnitt **65** ist derart konfiguriert, dass dieser den Magnetfluss zwischen dem Joch **10** und dem Kolben **30** über den Kernabschnitt **61** überträgt. Genauer gesagt wird der Magnetfluss über den Magnetflussübertragungsabschnitt **65** von dem rohrförmigen Abschnitt **12** des Jochs **10** zum Kolben **30** übertragen. Der Magnetfluss kann über den Magnetflussübertragungsabschnitt **65** vom Boden **14** zum Kolben **30** übertragen werden.

[0026] In der vorliegenden Ausführungsform ist der Magnetflussübertragungsabschnitt **65** auf einer Innenumfangsseite des dünnen Abschnitts **13** des rohrförmigen Abschnitts **12** aufgenommen. Ein kleiner Spalt ist zwischen der Außenumfangsfläche des Magnetflussübertragungsabschnitts **65** und der Innenumfangsfläche des dünnen Abschnitts **13** bereitgestellt, um die Montage zu ermöglichen. Der Magnetflussübertragungsabschnitt **65** liegt in der axialen Richtung AD an dem Spulenkörper **22** und dem Boden **14** an.

[0027] Der Magnetflussdurchlassbeschränkungsabschnitt **70** ist in der axialen Richtung AD zwischen dem magnetischen Anziehungskern **50** und dem Kernabschnitt **61** ausgebildet. Der Magnetflussdurchlassbeschränkungsabschnitt **70** ist derart konfiguriert, dass dieser den Magnetfluss dahingehend beschränkt, zwischen dem Kernabschnitt **61** und dem magnetischen Anziehungskern **50** direkt zu fließen. In der vorliegenden Ausführungsform ist eine Dicke des Magnetflussdurchlassbeschränkungsabschnitts **70** in der radialem Richtung dünner als diese der anderen Abschnitte, welche der Statorkern **40** umfasst. Daher ist ein magnetischer Widerstand des Magnetflussdurchlassbeschränkungsabschnitts **70** größer als diese des magnetischen Anziehungskerns **50** und des Kernabschnitts **61**.

[0028] In der vorliegenden Ausführungsform sind das Joch **10**, der Boden **14**, der Kolben **30** und der Statorkern **40** aus Eisen hergestellt. Das Material der vorstehend genannten Elemente ist jedoch nicht auf Eisen beschränkt und kann ein beliebiges magnetisches Material, wie Nickel oder Kobalt, sein. Darüber hinaus wird der Statorkern **40** in der vorliegenden Ausführungsform durch Schmieden ausgebildet, dieser kann aber auch durch ein beliebiges anderes Formgebungsverfahren ausgebildet werden.

[0029] Zur Vereinfachung der Erläuterung zeigt ein dicker Pfeil in Fig. 2 den durch die Erregung erzeugten Magnetkreis schematisch. Der Magnetkreis

verläuft durch den rohrförmigen Abschnitt **12** des Jochs **10**, den Magnetflussübertragungsabschnitt **65** des Statorkerns **40**, den Kernabschnitt **61** des Statorkerns **40**, den Kolben **30**, den magnetischen Anziehungskern **50** des Statorkerns **40** und den Wandabschnitt **18** des Jochs **10**. Daher wird der Kolben **30** durch die Erregung bei der Spule **20** hin zu dem magnetischen Anziehungskern **50** angezogen. Dadurch gleitet der Kolben **30** in einer durch einen weißen Pfeil dargestellten Richtung an einer Position radial innerhalb des Kernabschnitts **61**, mit anderen Worten, radial innerhalb des Gleitkerns **60**, in der axialen Richtung AD. Auf diese Art und Weise wird durch die Erregung der Spule **20** der Kolben **30** gegen die Vorspannkraft der Feder **230** in Richtung hin zu dem magnetischen Anziehungskern **50** bewegt. Wenn ein großer Strom durch die Spule **20** fließt, wird eine Magnetflussdichte des Magnetkreises erhöht und ein Hubbetrag des Kolbens **30** wird vergrößert. Der Hubbetrag des Kolbens **30** entspricht einem Betrag, um den der Kolben **30** entlang der axialen Richtung AD von einem Referenzpunkt, an dem der Kolben **30** am weitesten vom magnetischen Anziehungskern **50** entfernt ist, bei einer Hin- und Herbewegung des Kolbens **30** in Richtung hin zu dem magnetischen Anziehungskern **50** bewegt wird. Wenn der Kolben **30** am weitesten von dem magnetischen Anziehungskern **50** entfernt ist, befindet sich das Solenoid **100** in dem nicht erregten Zustand. Im Gegensatz zu **Fig. 2** ist die Spule **20** andererseits erregt, wenn der Kolben **30** dem magnetischen Anziehungskern **50** am nächsten ist, und die vordere Endoberfläche **32** des Kolbens **30** gegen den Anschlag **52** stößt. An diesem Punkt ist der Hubbetrag des Kolbens **30** am größten.

[0030] Wenn der Kolben **30** hin zu dem magnetischen Anziehungskern **50** bewegt wird, drückt die Welle **90**, die an der vorderen Endoberfläche **32** des Kolbens **30** anliegt, den in **Fig. 1** gezeigten Steuerkolben **220** in Richtung hin zu der Feder **230**. Dadurch werden der Kommunikationszustand und der Öffnungsbereich des Ölanschlusses **214** gesteuert, und der Hydraulikdruck wird proportional zu einem Wert des in der Spule **20** fließenden Stroms ausgegeben.

[0031] Wie in **Fig. 3** gezeigt, sind in dem Gleitkern **60** in der vorliegenden Ausführungsform der Kernabschnitt **61** und der Magnetflussübertragungsabschnitt **65** integral bzw. einstückig ausgebildet. Das heißt, zwischen dem Kernabschnitt **61** und dem Magnetflussübertragungsabschnitt **65** ist in radialer Richtung kein Spalt bereitgestellt. Wenn der Magnetkreis durch die Erregung gebildet wird, wird daher beschränkt, dass die Verteilung des Magnetflusses, der von dem Magnetflussübertragungsabschnitt **65** zu dem Kernabschnitt **61** übertragen wird, in der radialen Richtung beeinflusst wird. Darüber hinaus wird beschränkt, dass die Verteilung des vom Kernabschnitt **61** auf den Kolben **30** übertragenen Magnetflusses in der ra-

dialen Richtung beeinflusst wird. Mit anderen Worten, wie durch einen Pfeil in **Fig. 3** gezeigt, die Magnetflussdichte des Magnetkreises ist in der Umfangsrichtung im Wesentlichen gleich. Daher kann die Erzeugung einer Seitenkraft aufgrund einer Beeinflussung der Magnetflussverteilung beschränkt werden.

A-2. Vergleichsbeispiel

[0032] Die **Fig. 4** und **Fig. 5** zeigen ein Solenoid **500** in einem Vergleichsbeispiel. Ein Ringkern **565** ist aus einem magnetischen Material hergestellt, und ein Statorkern **540** ist in einer im Wesentlichen zylindrischen Gestalt ausgebildet. Bei dem Solenoid **500** ist der Ringkern **565** radial außerhalb eines Gleitkerns **560** des Statorkerns **540** angeordnet. Der Ringkern **565** ist derart konfiguriert, dass dieser den Magnetfluss zwischen einem Joch **510** und einem Kolben **530** überträgt. Darüber hinaus ragt, wie in **Fig. 4** gezeigt, ein Flansch **558** radial nach außen und ist an einem Endteil eines magnetischen Anziehungskerns **550** des Statorkerns **540** an einer entgegengesetzten Seite des Kolbens **530** in der axialen Richtung AD bereitgestellt. Der Magnetfluss wird zwischen dem magnetischen Anziehungskern **550** und einem rohrförmigen Abschnitt **512** des Jochs **510** durch den Flansch **558** übertragen. Bei dem Solenoid **500** im Vergleichsbeispiel sind der Flansch **216** des Schieberventils **200** und der rohrförmige Abschnitt **512** verstemmt und fixiert, während der Flansch **558** zwischen der Spule **20** und dem Flansch **216** des Schieberventils **200** gehalten ist, wodurch der Statorkern **540** am Joch **510** fixiert ist. Wie in den **Fig. 4** und **Fig. 5** gezeigt, ist bei dem Solenoid **500** im Vergleichsbeispiel in radialer Richtung ein Spalt G zwischen dem Gleitkern **560** und dem Ringkern **565** bereitgestellt. Bei der vorstehend beschriebenen Struktur ist der Ringkern **565** in der radialen Richtung beweglich. Daher wird eine Verschiebung eines Endabschnitts **562** des Gleitkerns **560** in der radialen Richtung, die durch die Maßvariation des Statorkerns **540** bei der Herstellung und durch die Achsabweichung bei der Montage verursacht wird, absorbiert.

[0033] **Fig. 6** ist eine Schnittansicht ähnlich zu **Fig. 5** und zeigt den montierten Ringkern **565** in einem Zustand, in dem dieser am exzentrischsten zum Gleitkern **560** liegt. Falls der Ringkern **565** mit Bezug auf den Gleitkern **560** exzentrisch montiert ist, kann eine Größe des Spalts G, der zwischen dem Gleitkern **560** und dem Ringkern **565** bereitgestellt ist, in der radialen Richtung beeinflusst werden. Im Allgemeinen wird der durch die Erregung erzeugte Magnetfluss bevorzugt in einem Bereich übertragen, in dem der magnetische Widerstand klein ist, verglichen mit einem Bereich, in dem der magnetische Widerstand groß ist. Daher ist in einem in **Fig. 6** dargestellten Zustand, wie durch dicke Pfeile gezeigt, die Magnetflussdichte in einem Bereich erhöht, in dem der Spalt G zwischen dem Gleitkern **560** und dem Ringkern **565** in der ra-

dialen Richtung klein ist. Andererseits ist die Magnetflussdichte in einem Bereich verringert, in dem der Spalt G zwischen dem Gleitkern **560** und dem Ringkern **565** in der radialen Richtung groß ist, wie durch dünne Pfeile dargestellt. Da in diesem Fall die Verteilung des Magnetflusses, der durch den Ringkern **565** auf den Gleitkern **560** und den Kolben **530** übertragen wird, in der radialen Richtung beeinflusst werden kann, kann die Anziehungskraft in der radialen Richtung als die Seitenkraft erzeugt werden, wie durch einen weißen Pfeil in **Fig. 6** dargestellt. Falls die Seitenkraft erhöht wird, kann die Gleitfähigkeit des Kolbens **530** verschlechtert werden.

[0034] Im Gegensatz dazu ist bei dem Solenoid **100** in der vorliegenden Ausführungsform kein Spalt zwischen dem Kernabschnitt **61** und dem Magnetflussübertragungsabschnitt **65** bereitgestellt. Daher kann die Verteilung des vom Magnetflussübertragungsabschnitt **65** durch den Kernabschnitt **61** zum Kolben **30** übertragenen Magnetflusses vor einer Beeinflussung in der radialen Richtung geschützt werden. Aus diesem Grund kann die Erzeugung der Seitenkraft aufgrund der Beeinflussung der Magnetflussverteilung beschränkt werden. Anders als bei dem Solenoid **500** des Vergleichsbeispiels umfasst der Statorkern **40** des Solenoids **100** in der vorliegenden Ausführungsform den Flansch **558** nicht. Das Joch **10** umfasst den Wandabschnitt **18**, der sich von dem rohrförmigen Abschnitt **12** in der radialen Richtung nach innen erstreckt. Daher ist, wie vorstehend beschrieben, der kleine Spalt, der zur Montage des Solenoids **100** erforderlich ist, zwischen dem Wandabschnitt **18** und dem Statorkern **40** in der radialen Richtung bereitgestellt.

[0035] Bei dem Solenoid **100** in der vorstehend beschriebenen ersten Ausführungsform umfasst der Gleitkern **60** den Kernabschnitt **61** und den Magnetflussübertragungsabschnitt **65**. Der Kernabschnitt **61** ist in einer rohrförmigen Gestalt ausgebildet und radial außerhalb des Kolbens **30** angeordnet. Der Magnetflussübertragungsabschnitt **65** erstreckt sich vom Endabschnitt **62** des Kernabschnitts **61** radial nach außen. Daher ist der Spalt zwischen dem Kernabschnitt **61** und dem Magnetflussübertragungsabschnitt **65** in der radialen Richtung nicht bereitgestellt. Somit kann die Verteilung des vom Magnetflussübertragungsabschnitt **65** durch den Kernabschnitt **61** auf den Kolben **30** übertragenen Magnetflusses davor bewahrt werden, in der radialen Richtung beeinflusst zu werden, und die Erzeugung der Seitenkraft aufgrund der Beeinflussung der Magnetflussverteilung kann beschränkt werden. Daher kann eine Verschlechterung der Gleitfähigkeit des Kolbens **30** beschränkt werden.

[0036] Da um den Endabschnitt **62** des Kernabschnitts **61** mit Ausnahme des Gleitspalts kein Spalt bereitgestellt ist, kann außerdem eine Reduktion

des magnetischen Wirkungsgrads beschränkt werden. Da der Statorkern **40** durch ein einzelnes Element ausgebildet ist, welches den magnetischen Anziehungskern **50**, den Gleitkern **60** und den Magnetflussdurchlassbeschränkungsabschnitt **70** integral umfasst, kann zudem eine Zunahme der Anzahl an Komponenten beschränkt werden.

[0037] B. Zweite Ausführungsform:

Fig. 7 zeigt ein Solenoid **100a** in einer zweiten Ausführungsform. Das Solenoid **100a** unterscheidet sich von dem Solenoid **100** in der ersten Ausführungsform dahingehend, dass dieses einen Statorkern **40a** anstelle des Statorkerns **40** umfasst. Andere Strukturen sind denen des Solenoids **100** in der ersten Ausführungsform ähnlich. Daher werden die gleichen Strukturen mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet, und die Erläuterung der Strukturen mit den gleichen Bezugszeichen entfällt. In einem in **Fig. 7** dargestellten Zustand wird die Spule **20** nicht erregt und der Magnetkreis wird nicht gebildet. Der Einfachheit der Erläuterung halber zeigt **Fig. 7** jedoch den Magnetkreis, der durch die Erregung der Spule **20** gebildet wird. Gleichermaßen ist der Magnetkreis in den **Fig. 8** bis **Fig. 13** dargestellt, die im Folgenden beschrieben werden.

[0038] In der zweiten Ausführungsform umfasst ein Gleitkern **60a** des Statorkerns **40a**, der in dem Solenoid **100a** enthalten ist, einen Kernabschnitt **61a** und einen Magnetflussübertragungsabschnitt **65a**, die separat ausgebildet sind. Der Magnetflussübertragungsabschnitt **65a** besitzt eine Erscheinung einer Ringgestalt. Ein Durchgangsloch **66a** ist in dem Magnetflussübertragungsabschnitt **65a** bereitgestellt, um sich in der axialen Richtung AD zu erstrecken, und durchdringt eine Innenumfangsseite des Magnetflussübertragungsabschnitts **65a** in der radialen Richtung. Ein Endabschnitt **62a** des Kernabschnitts **61a** wird durch Pressen eingesetzt und bei dem Durchgangsloch **66a** eingepasst. Der Kernabschnitt **61a** und der Magnetflussübertragungsabschnitt **65a** werden durch Presspassen so zusammengefügt, dass diese zu einer integralen Struktur werden. Daher ist zwischen dem Kernabschnitt **61a** und dem Magnetflussübertragungsabschnitt **65a** in der radialen Richtung annähernd kein Spalt bereitgestellt. Der Kernabschnitt **61a** kann mit dem Magnetflussübertragungsabschnitt **65a** durch Schweißen oder dergleichen, nicht nur durch Presspassen, integriert werden, nachdem dieser in das Durchgangsloch **66a** eingesetzt wurde.

[0039] Das Solenoid **100a** in der vorstehend beschriebenen zweiten Ausführungsform besitzt den gleichen Effekt wie das Solenoid **100** in der ersten Ausführungsform. Zusätzlich ist der Magnetflussübertragungsabschnitt **65a** separat bzw. getrennt von

dem Kernabschnitt **61a** ausgebildet und umfasst das Durchgangsloch **66a**. Der Kernabschnitt **61a** ist in das Durchgangsloch **66a** eingesetzt und mit dem Magnetflussübertragungsabschnitt **65a** integriert. Daher kann eine komplizierte Struktur des Statorkerns **40a** beschränkt werden, und eine Zunahme der Herstellungskosten des Statorkerns **40a** kann beschränkt werden.

[0040] C. Dritte Ausführungsform:

Fig. 8 zeigt ein Solenoid **100b** in einer dritten Ausführungsform. Das Solenoid **100b** unterscheidet sich von dem Solenoid **100** der ersten Ausführungsform dahingehend, dass dieses anstelle des Jochs **10** ein Joch **10b** und ein Ringelement **18b** umfasst. Andere Strukturen sind denen des Solenoids **100** in der ersten Ausführungsform ähnlich. Daher werden die gleichen Strukturen mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet, und die Erläuterung der Strukturen mit den gleichen Bezugszeichen entfällt.

[0041] Bei dem Joch **10b**, das in dem Solenoid **100b** in der dritten Ausführungsform umfasst ist, ist der Wandabschnitt **18** nicht an einem rohrförmigen Abschnitt **12b** bereitgestellt. Ferner ist bei dem Solenoid **100b** in der dritten Ausführungsform ein Ringelement **18b** an einer Position angeordnet, an welcher der Wandabschnitt **18** in der ersten Ausführungsform bereitgestellt ist. Mit anderen Worten, das Ringelement **18b** ist radial außerhalb eines Endabschnitts des magnetischen Anziehungskerns **50 30** in der axialen Richtung AD auf der entgegengesetzten Seite zu dem Kolben angeordnet. Das Ringelement **18b** besitzt eine Erscheinung einer Ringgestalt und ist aus magnetischem Metall hergestellt. Das Ringelement **18b** ist derart konfiguriert, dass dieses den Magnetfluss zwischen dem magnetischen Anziehungskern **50** des Statorkerns **40** und dem rohrförmigen Abschnitt **12b** des Jochs **10b** überträgt. Das Ringelement **18b** ist nicht an dem rohrförmigen Abschnitt **12b** fixiert und ist in der radialen Richtung verschiebbar.

[0042] Das Solenoid **100b** in der vorstehend beschriebenen dritten Ausführungsform besitzt den gleichen Effekt wie das Solenoid **100** in der ersten Ausführungsform. Darüber hinaus ist das in einer Ringgestalt ausgebildete Ringelement **18b** an der Position angeordnet, an welcher in der ersten Ausführungsform der Wandabschnitt **18** bereitgestellt ist. Daher werden die Maßvariation des Statorkerns **40** bei der Herstellung und die axiale Abweichung bei der Montage absorbiert. Ferner ist das Ringelement **18b** nicht am rohrförmigen Abschnitt **12b** des Jochs **10b** fixiert. Daher kann beschränkt werden, dass ein radial außerhalb des Statorkerns **40** bereitgestellter Spalt übermäßig groß ist, um die axiale Abweichung bei der Montage des rohrförmigen Abschnitts **12b** und des Statorkerns **40** zu absorbieren. Das heißt, da ein radialer Spalt zwischen dem Ringelement **18b** und dem

Statorkern **40** kleiner sein kann, kann eine Reduktion des magnetischen Wirkungsgrads beschränkt werden. Da der Wandabschnitt **18** weggelassen ist, wird zusätzlich beschränkt, dass das Joch **10b** eine komplizierte Struktur besitzt, und eine Zunahme der Herstellungskosten des Jochs **10b** kann beschränkt werden.

[0043] D. Vierte Ausführungsform:

Fig. 9 zeigt ein Solenoid **100c** in einer vierten Ausführungsform. Das Solenoid **100c** unterscheidet sich von dem Solenoid **100b** in der dritten Ausführungsform dahingehend, dass dieses den Statorkern **40a** der zweiten Ausführungsform anstelle des Statorkerns **40** umfasst. Andere Strukturen sind ähnlich wie diese des Solenoids **100b** in der dritten Ausführungsform. Daher werden die gleichen Strukturen mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet, und die Erläuterung für die Strukturen mit den gleichen Bezugszeichen entfällt.

[0044] Das Solenoid **100c** in der vierten Ausführungsform besitzt eine Struktur, bei welcher das Solenoid **100a** in der zweiten Ausführungsform und das Solenoid **100b** in der dritten Ausführungsform kombiniert sind. Der Endabschnitt **62a** entspricht einem Endabschnitt des Statorkerns **40a** nahe dem Boden **14** in der axialen Richtung AD. Der Endabschnitt **62a** wird durch Pressen eingesetzt und in das Durchgangsloch **66a** des Magnetflussübertragungsabschnitts **65a** eingepasst. Das Ringelement **18b** ist radial außerhalb des Endabschnitts des Statorkerns **40a** angeordnet und in der axialen Richtung AD nahe an dem Schieberventil **200** positioniert.

[0045] Das Solenoid **100c** in der vorstehend beschriebenen vierten Ausführungsform besitzt den gleichen Effekt wie das Solenoid **100a** in der zweiten Ausführungsform und das Solenoid **100b** in der dritten Ausführungsform. Da radiale Spalte an Endseiten des Statorkerns **40a** in der axialen Richtung AD kleiner sein können, kann zusätzlich die Reduktion des magnetischen Wirkungsgrades weiter beschränkt werden.

[0046] E. Fünfte Ausführungsform:

Fig. 10 zeigt ein Solenoid **100d** in einer fünften Ausführungsform. Das Solenoid **100d** unterscheidet sich von dem Solenoid **100b** in der dritten Ausführungsform dahingehend, dass dieses einen rohrförmigen Abschnitt **12d** anstelle des rohrförmigen Abschnitts **12b** umfasst. Andere Strukturen sind denen des Solenoids **100b** in der dritten Ausführungsform ähnlich. Daher werden die gleichen Strukturen mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet, und die Erläuterung für die Strukturen mit den gleichen Bezugszeichen entfällt.

[0047] Der rohrförmige Abschnitt **12d**, der in dem Solenoid **100d** in der fünften Ausführungsform enthalten ist, umfasst einen Magnetflussdurchlassbereichserweiterungsabschnitt **19d**. Der Magnetflussdurchlassbereichserweiterungsabschnitt **19d** ist in der axialen Richtung AD zwischen dem Magnetflussübertragungsabschnitt **65** und der Spule **20** positioniert und von dem rohrförmigen Abschnitt **12d** nach radial innen ausgebildet. Der Magnetflussdurchlassbereichserweiterungsabschnitt **19d** stößt an den Magnetflussübertragungsabschnitt **65** und die Spule **20**. Der Magnetflussdurchlassbereichserweiterungsabschnitt **19d** ist so bereitgestellt, dass der Magnetfluss von dem rohrförmigen Abschnitt **12d** zu dem Magnetflussübertragungsabschnitt **65** über einen Bereich übertragen wird, der gleich einem vorbestimmten Schwellenbereich oder größer ist. Der Schwellenbereich ist so eingestellt, dass der magnetische Wirkungsgrad des Solenoids **100d** nicht aufgrund eines übermäßig kleinen Bereichs, durch den der Magnetfluss läuft, verringert wird. Wie durch einen Schleifenpfeil in **Fig. 10** gezeigt, wird, wenn das Solenoid **100d** erregt wird, der Magnetkreis gebildet und sequentiell auf den rohrförmigen Abschnitt **12d**, den Magnetflussdurchlassbereichserweiterungsabschnitt **19d**, den Magnetflussübertragungsabschnitt **65** und den Kernabschnitt **61** übertragen.

[0048] Das Solenoid **100d** in der vorstehend beschriebenen fünften Ausführungsform besitzt den gleichen Effekt wie das Solenoid **100b** in der dritten Ausführungsform. Zusätzlich ist der Magnetflussdurchlassbereichserweiterungsabschnitt **19d** an dem rohrförmigen Abschnitt **12d** so bereitgestellt, dass der Bereich, durch welchen der Magnetfluss von dem rohrförmigen Abschnitt **12d** zu dem Magnetflussübertragungsabschnitt **65** übertragen wird, gleich dem vorbestimmten Schwellenbereich oder größer ist. Dadurch wird ein Fehlbetrag bzw. Mangel des Bereichs, durch den der Magnetfluss zwischen dem rohrförmigen Abschnitt **12d** und dem Magnetflussübertragungsabschnitt **65** läuft, beschränkt. Eine relative Position zwischen dem rohrförmigen Abschnitt **12d** und dem Magnetflussübertragungsabschnitt **65** kann in der radialen Richtung aufgrund der Maßvariation des Statorkerns **40** bei der Herstellung oder aufgrund der Achsenabweichung bei der Montage abweichen. Auch in diesem Fall wird aufgrund des Magnetflussdurchlassbereichserweiterungsabschnitts **19d** der Mangel des Bereichs, durch den der vom rohrförmigen Abschnitt **12d** zum Magnetflussübertragungsabschnitt **65** übertragene Magnetfluss läuft, beschränkt.

[0049] F. Sechste Ausführungsform:

Fig. 11 zeigt ein Solenoid **100e** in einer sechsten Ausführungsform. Das Solenoid **100e** unterscheidet sich von dem Solenoid **100d** in der fünften Ausführungsform dahingehend, dass dieses

den Statorkern **40a** in der zweiten Ausführungsform anstelle des Statorkerns **40** umfasst. Andere Strukturen sind ähnlich wie diese des Solenoids **100d** in der fünften Ausführungsform. Daher werden die gleichen Strukturen mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet, und die Erläuterung für die Strukturen mit den gleichen Bezugszeichen entfällt.

[0050] Das Solenoid **100e** in der sechsten Ausführungsform besitzt eine Struktur, bei welcher das Solenoid **100a** in der zweiten Ausführungsform und das Solenoid **100d** in der fünften Ausführungsform kombiniert sind.

[0051] Das Solenoid **100e** in der vorstehend beschriebenen sechsten Ausführungsform besitzt den gleichen Effekt wie das Solenoid **100a** in der zweiten Ausführungsform und das Solenoid **100d** in der fünften Ausführungsform.

[0052] G. Siebte Ausführungsform:

Fig. 12 zeigt ein Solenoid **100f** in einer siebten Ausführungsform. Das Solenoid **100f** unterscheidet sich von dem Solenoid **100b** in der dritten Ausführungsform dahingehend, dass eine Länge des dünnen Abschnitts **13** in der axialen Richtung AD etwas kürzer ist als diese in der dritten Ausführungsform, und dass der Statorkern **40** durch Pressen eingesetzt und in den rohrförmigen Abschnitt **12b** des Jochs **10** eingepasst wird. Andere Strukturen sind ähnlich wie diese des Solenoids **100b** in der dritten Ausführungsform. Daher werden die gleichen Strukturen mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet, und die Erläuterung für die Strukturen mit den gleichen Bezugszeichen entfällt.

[0053] Der Statorkern **40**, der in dem Solenoid **100f** in der siebten Ausführungsform enthalten ist, wird durch Pressen eingesetzt und bei einem Endabschnitt des rohrförmigen Abschnitts **12b** nahe dem dünnen Abschnitt **13** eingepasst. Aufgrund der Presspassung ist annähernd kein Spalt in der radialen Richtung zwischen einer Innenumfangsfläche des rohrförmigen Abschnitts **12b** und einer Außenumfangsfläche des Magnetflussübertragungsabschnitts **65** bereitgestellt.

[0054] Das Solenoid **100f** in der vorstehend beschriebenen siebten Ausführungsform besitzt den gleichen Effekt wie das Solenoid **100b** in der dritten Ausführungsform. Da der Spalt zwischen der Innenumfangsfläche des rohrförmigen Abschnitts **12b** und der Außenumfangsfläche des Magnetflussübertragungsabschnitts **65** in der radialen Richtung weggelassen werden kann, kann zudem die Reduktion des magnetischen Wirkungsgrads beschränkt werden. Ferner kann der Bereich bzw. die Fläche, durch welchen der Magnetfluss von dem rohrförmigen

gen Abschnitt **12b** zu dem Magnetflussübertragungsabschnitt **65** übertragen wird, auf einfache Art und Weise gleich dem vorbestimmten Schwellenbereich oder größer sein.

[0055] H. Achte Ausführungsform:

Fig. 13 zeigt ein Solenoid **100g** in einer achten Ausführungsform. Das Solenoid **100g** unterscheidet sich von dem Solenoid **100b** in der dritten Ausführungsform dahingehend, dass dieses einen Statorkern **40g** umfasst, der anstelle des Magnetflussdurchlassbeschränkungsabschnitts **70** einen Magnetflussdurchlassbeschränkungsabschnitt **70g** umfasst. Andere Strukturen sind ähnlich wie diese des Solenoids **100b** in der dritten Ausführungsform. Daher werden die gleichen Strukturen mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet, und die Erläuterung für die Strukturen mit den gleichen Bezugszeichen entfällt.

[0056] Der Magnetflussdurchlassbeschränkungsabschnitt **70g** des Solenoids **100g** in der achten Ausführungsform umfasst einen Verbindungsabschnitt **72g**, der aus einem nicht-magnetischen Material hergestellt ist. Der magnetische Anziehungskern **50** und der Gleitkern **60** sind voneinander getrennt, und der Verbindungsabschnitt **72g** verbindet den magnetischen Anziehungskern **50** mit dem Gleitkern **60** physisch bzw. körperlich. In der vorliegenden Ausführungsform ist der Verbindungsabschnitt **72g** dünner als der Kernabschnitt **61** und verbindet den magnetischen Anziehungskern **50** an einer Innenumfangsseite der Spule **20** körperlich mit dem Gleitkern **60**. Daher ist ein Spalt zwischen einer Innenumfangsfläche des Verbindungsabschnitts **72g** und einer Außenumfangsfläche des Kolbens **30** bereitgestellt. In der vorliegenden Ausführungsform ist der Verbindungsabschnitt **72g** aus austenitischem Edelstahl hergestellt, dieser kann jedoch aus einem beliebigen nicht-magnetischen Material, wie Aluminium oder Messing, hergestellt sein, nicht nur aus dem austenitischen Edelstahl.

[0057] Das Solenoid **100g** in der vorstehend beschriebenen achten Ausführungsform besitzt den gleichen Effekt wie das Solenoid **100b** in der dritten Ausführungsform. Zusätzlich umfasst der Magnetflussdurchlassbeschränkungsabschnitt **70g** den Verbindungsabschnitt **72g**, der aus einem nicht-magnetischen Material hergestellt ist. Daher wird der Magnetfluss bei Erregung dahingehend beschränkt, direkt von dem Kernabschnitt **61** zu dem magnetischen Anziehungskern **50** zu gelangen, ohne durch den Kolben **30** zu laufen.

[0058] I. Neunte Ausführungsform:

Fig. 14 zeigt ein Solenoid **100h** in einer neunten Ausführungsform. Das Solenoid **100h** unterscheidet sich von dem Solenoid **100g** in der achten Ausführungsform dahingehend, dass dieses einen Magnetflussdurchlassbeschränkungsabschnitt **70h** umfasst, der einen Verbindungsabschnitt **72h** anstelle des Verbindungsabschnitts **72g** umfasst. Andere Strukturen sind denen des Solenoids **100g** in der achten Ausführungsform ähnlich. Daher werden die gleichen Strukturen mit den gleichen Bezugszeichen bezeichnet, und die Erläuterung für die Strukturen mit den gleichen Bezugszeichen entfällt.

[0059] Der Verbindungsabschnitt **72h** bei dem Solenoid **100h** in der neunten Ausführungsform besitzt eine Dicke, die im Wesentlichen gleich dieser des Kernabschnitts **61** ist, und wird durch Löten oder der gleichen ausgebildet.

[0060] Das Solenoid **100h** in der vorstehend beschriebenen neunten Ausführungsform besitzt den gleichen Effekt wie das Solenoid **100g** in der achten Ausführungsform. Darüber hinaus besitzt der Verbindungsabschnitt **72h** die Dicke, die im Wesentlichen gleich dieser des Kernabschnitts **61** ist. Daher können der magnetische Anziehungskern **50** und der Kernabschnitt **61** fest miteinander verbunden werden. Ferner ist der Verbindungsabschnitt **72h** derart konfiguriert, dass dieser ein Gleiten des Kolbens **30** führt.

[0061] J. Weitere Ausführungsformen:

- (1) In der fünften Ausführungsform und der sechsten Ausführungsform ist der Magnetflussdurchlassbereichserweiterungsabschnitt **19d** in der axialen Richtung AD zwischen dem Magnetflussübertragungsabschnitt **65** und der Spule **20** bereitgestellt und von dem rohrförmigen Abschnitt **12d** nach radial innen ausgebildet. Die vorliegende Offenbarung ist jedoch nicht auf diese Struktur beschränkt. Beispielsweise kann, ähnlich wie bei dem Solenoid **100f** in der siebten Ausführungsform, der Statorkern **40** bei dem rohrförmigen Abschnitt **12** des Jochs **10** gepresst und eingepasst werden. Dadurch wird der Magnetfluss von dem rohrförmigen Abschnitt **12** über den Bereich, der gleich oder größer dem vorbestimmten Schwellenbereich ist, zu dem Magnetflussübertragungsabschnitt **65** übertragen. In der vorstehenden Struktur entspricht ein Teil des rohrförmigen Abschnitts **12**, bei dem der Magnetflussübertragungsabschnitt **65** durch Pressen eingesetzt und eingepasst wird, dem Magnetflussdurchlassbereichserweiterungsabschnitt in der vorliegenden Offenbarung. Das heißt, im Allgemeinen kann das Joch den Magnetflussdurchlassbereichserweiterungsabschnitt umfassen, so dass der Magnetfluss vom Joch durch einen Bereich,

der gleich oder größer einem vorbestimmten Schwellenbereich ist, zum Magnetflussübertragungsabschnitt verläuft. Ähnliche Effekte wie diese bei der vorstehend beschriebenen Ausführungsform werden auch durch die vorstehend beschriebene Konfiguration erzeugt.

(2) Die Konfigurationen des Solenoids **100**, **100a** bis **100h** in den vorstehend beschriebenen Ausführungsformen sind lediglich Beispiele und können auf verschiedene Weise modifiziert werden. Beispielsweise ist in den vorstehend beschriebenen Ausführungsformen der Boden **14** aus magnetischem Metall hergestellt. Der Boden **14** kann jedoch nicht nur aus magnetischem Material, sondern auch aus nicht-magnetischem Material, wie beispielsweise Aluminium, hergestellt sein. In dieser Konfiguration kann die Krafterzeugung zum Anziehen des Kolbens **30** an den Boden **14** beschränkt werden, und die Reduktion des magnetischen Wirkungsgrads kann weiter beschränkt werden. Außerdem wird beschränkt, dass magnetische Fremdkörper, die in dem Hydrauliköl im Hydraulikkreislauf enthalten sind, am Boden **14** haften. Ferner kann der Boden **14** am Joch **10**, **10b**, **10d** durch eine beliebige Befestigungsmethode, wie beispielsweise Schweißen, nicht nur durch eine Verstemmungsbefestigung, fixiert werden. Darüber hinaus kann der Boden **14** in einer Situation an dem Joch **10**, **10b**, **10d** fixiert werden, in der ein Spalt zwischen dem Boden **14** und dem Magnetflussübertragungsabschnitt **65**, **65a** in der axialen Richtung AD bereitgestellt ist. Das heißt, der Boden **14** und der Magnetflussübertragungsabschnitt **65**, **65a** können nicht durch Pressschweißen miteinander verbunden sein. Außerdem kann der Boden **14** am Magnetflussübertragungsabschnitt **65**, **65a** und nicht am Joch **10**, **10b**, **10d** fixiert sein. Darüber hinaus ist der Kolben **30** nicht darauf beschränkt, eine im Wesentlichen zylindrische Gestalt zu besitzen, und kann beispielsweise eine im Wesentlichen säulenförmige Erscheinung aufweisen. Außerdem sind der Kernabschnitt **61**, **61a** und der rohrförmige Abschnitt **12**, **12b**, **12d** des Jochs **10**, **10b**, **10d** nicht darauf beschränkt, eine im Wesentlichen zylindrische Gestalt zu besitzen, und diese können eine rohrförmige Gestalt entsprechend der Erscheinung des Kolbens **30** besitzen. Darüber hinaus kann das Joch **10**, **10b**, **10d** eine im Wesentlichen zylindrische Gestalt besitzen oder eine vorbestimmte rohrförmige Gestalt aufweisen, bei welcher eine Schnittansicht eine im Wesentlichen viereckige Gestalt besitzt, oder dergleichen. Zusätzlich ist das Joch **10**, **10b**, **10d** nicht darauf beschränkt, eine rohrförmige Gestalt zu besitzen, und dieses kann eine Plattengestalt oder dergleichen besitzen, um die Spule **20** und den Kolben **30** zu umgeben. Ähnliche Effekte wie diese in der vorstehend beschriebenen Ausfüh-

rungsform werden auch durch die vorstehend beschriebene Konfiguration erzeugt.

(3) Das Solenoid **100**, **100a** bis **100h** in den vorstehenden Ausführungsformen wird auf das Linearsolenoidventil **300** angewendet, welches derart konfiguriert ist, dass dieses den Hydraulikdruck des Hydrauliköls steuert, das dem Fahrzeugautomatikgetriebe zugeführt wird. Darüber hinaus dient das Solenoid **100**, **100a** bis **100h** in den vorstehenden Ausführungsformen als das Stellglied, welches derart konfiguriert ist, dass dieses das Schieberventil **200** antreibt. Die vorliegende Offenbarung ist jedoch nicht auf das Vorstehende beschränkt. Beispielsweise kann das Solenoid **100**, **100a** bis **100h** auf ein beliebiges Solenoidventil, wie ein elektromagnetisches Öldurchlasswahlventil einer Ventilsteuерzeitsteuerungsvorrichtung, welche derart konfiguriert ist, dass diese eine Ventilsteuерzeit eines Einlassventils oder eines Auslassventils für eine Maschine steuert, angewendet werden. Darüber hinaus kann beispielsweise ein beliebiges Ventil, wie ein Sitzventil, anstelle des Schieberventils **200** angetrieben werden, und ein beliebiger angetriebener Körper, wie ein Schalter, kann anstelle des Ventils angetrieben werden.

[0062] Die vorliegende Offenbarung soll nicht auf die vorstehend beschriebenen Ausführungsformen beschränkt sein, und verschiedene weitere Ausführungsformen können implementiert werden, ohne von dem Schutzmfang der vorliegenden Offenbarung abzuweichen. Beispielsweise können die technischen Merkmale in den Ausführungsformen, die den technischen Merkmalen in der in der Kurzfassung beschriebenen Form entsprechen, gegebenenfalls ersetzt oder kombiniert werden, um einen Teil oder alle der vorstehend beschriebenen Probleme zu lösen oder um einen Teil oder alle der vorstehend beschriebenen Effekte zu erzielen. Solange ein technisches Merkmal in der vorliegenden Spezifikation nicht als wesentlich beschrieben ist, kann das technische Merkmal außerdem gegebenenfalls gestrichen werden.

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 2018219982 [0001]
- JP 2006307984 A [0004]

Patentansprüche

1. Solenoid (100, 100a-100h), aufweisend:
 eine Spule (20), welche derart konfiguriert ist, dass diese bei Erregung eine Magnetkraft erzeugt;
 einen Kolben (30), welcher in einer säulenförmigen Gestalt ausgebildet, radial innerhalb der Spule angeordnet und derart konfiguriert ist, dass dieser in einer axialen Richtung (AD) gleitet;
 ein Joch (10, 10b, 10d), welches die Spule und den Kolben aufnimmt und entlang der axialen Richtung bereitgestellt ist;
 einen Boden (14), welcher entlang einer die axiale Richtung kreuzenden Richtung bereitgestellt ist und einer Basisendoberfläche (34) des Kolbens gegenüberliegt; und
 einen Statorkern (40, 40a, 40g), wobei
 der Statorkern umfasst
 einen magnetischen Anziehungskern (50), welcher einer vorderen Endoberfläche (32) des Kolbens in der axialen Richtung gegenüberliegt und derart konfiguriert ist, dass dieser den Kolben durch die von der Spule erzeugte Magnetkraft magnetisch anzieht,
 einen Gleitkern (60, 60a), welcher umfasst:
 einen Kernabschnitt (61, 61a), welcher in einer röhrenförmigen Gestalt ausgebildet und radial außerhalb des Kolbens angeordnet ist; und einen Magnetflussübertragungsabschnitt (65, 65a), welcher sich von einem dem Boden gegenüberliegenden Endabschnitt (62, 62a) des Kernabschnitts radial nach außen erstreckt und derart konfiguriert ist, dass dieser einen Magnetfluss zwischen dem Joch und dem Kolben durch den Kernabschnitt überträgt, und
 einen Magnetflussdurchlassbeschränkungsabschnitt (70, 70g, 70h), welcher derart konfiguriert ist, dass dieser einen Durchlass des Magnetflusses zwischen dem Gleitkern und dem magnetischen Anziehungskern beschränkt.

2. Solenoid nach Anspruch 1, ferner aufweisend:
 ein Ringelement (18b), welches in einer Ringgestalt ausgebildet und radial außerhalb eines Endabschnitts des magnetischen Anziehungskerns auf einer entgegengesetzten Seite des Kolbens in der axialen Richtung angeordnet ist, wobei
 das Ringelement derart konfiguriert ist, dass dieses den Magnetfluss zwischen dem Joch und dem magnetischen Anziehungskern überträgt.

3. Solenoid nach Anspruch 1 oder 2, wobei
 der Magnetflussübertragungsabschnitt getrennt von dem Kernabschnitt ausgebildet ist und ein Durchgangsloch (66a) umfasst, und
 der Kernabschnitt in das Durchgangsloch eingesetzt und mit dem Magnetflussübertragungsabschnitt integriert ist.

4. Solenoid nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wo-
 bei das Joch einen Magnetflussdurchlassbereichser-
 weiterungsabschnitt (19d) umfasst, so dass der Ma-

gnethfluss von dem Joch über einen Bereich gleich oder größer als eine vorbestimmte Bereichsschwelle zu dem Magnetflussübertragungsabschnitt läuft.

5. Solenoid nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei der Magnetflussdurchlassbeschränkungsabschnitt einen Verbindungsabschnitt (72g, 72h) umfasst, welcher aus einem nicht-magnetischen Material hergestellt ist und den magnetischen Anziehungs-kern körperlich mit dem Gleitkern verbindet.

Es folgen 13 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

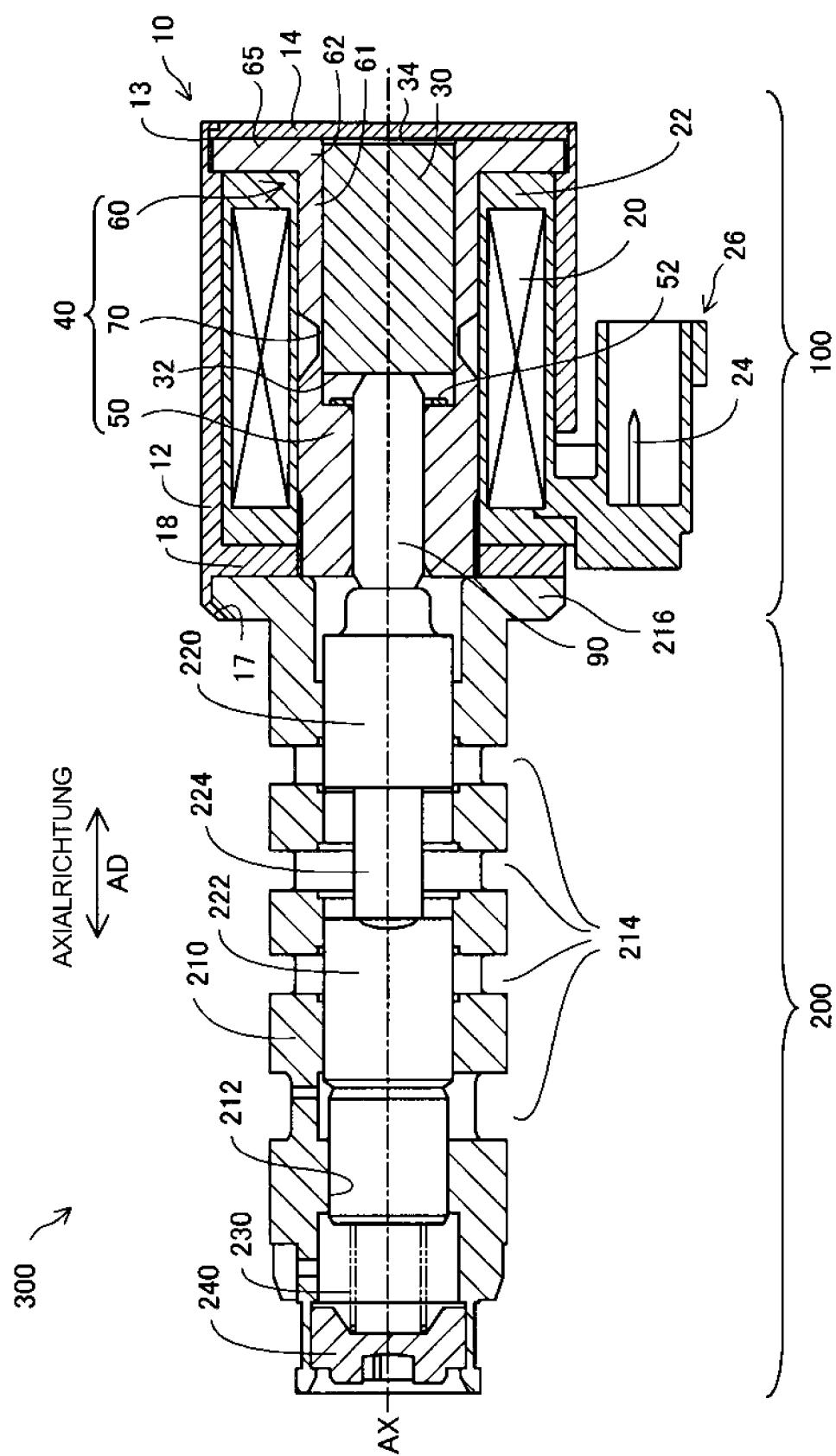
FIG. 1

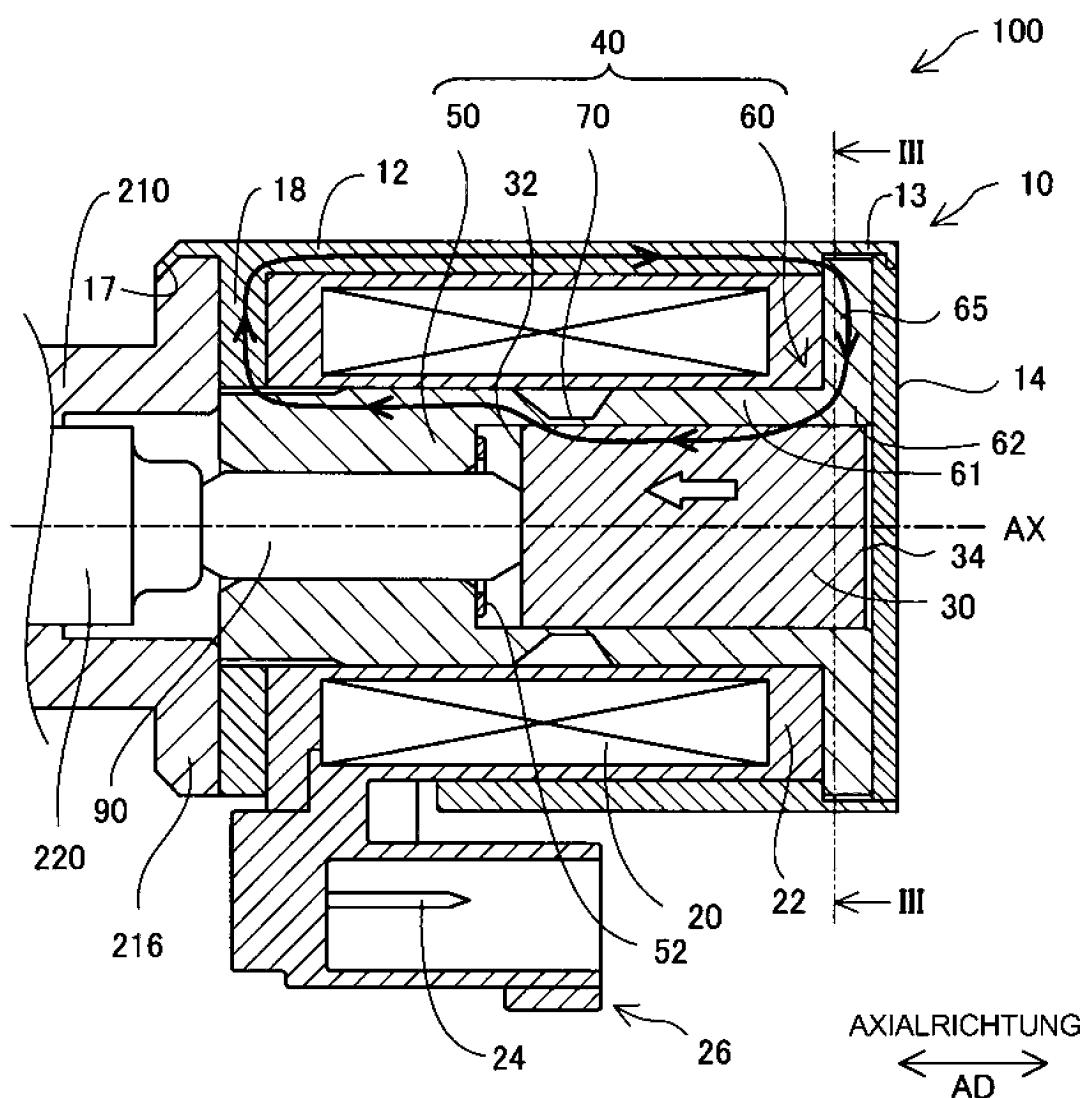
FIG. 2

FIG. 3

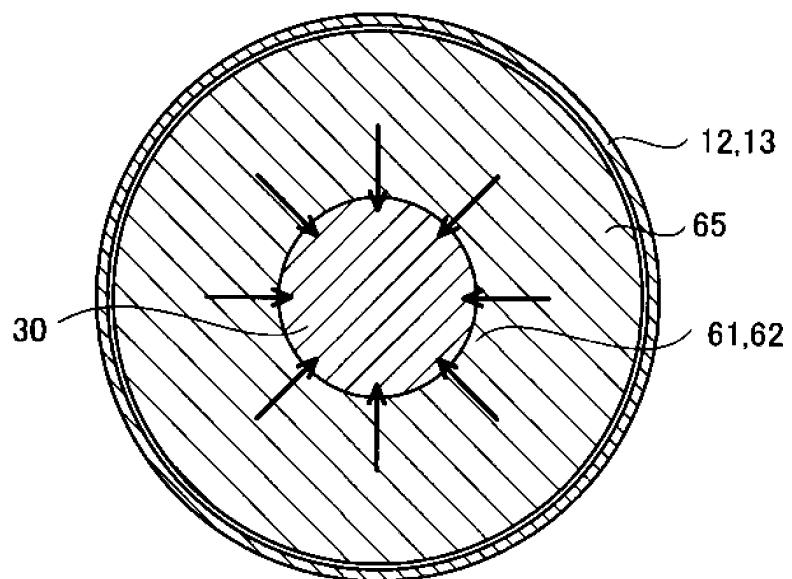


FIG. 4

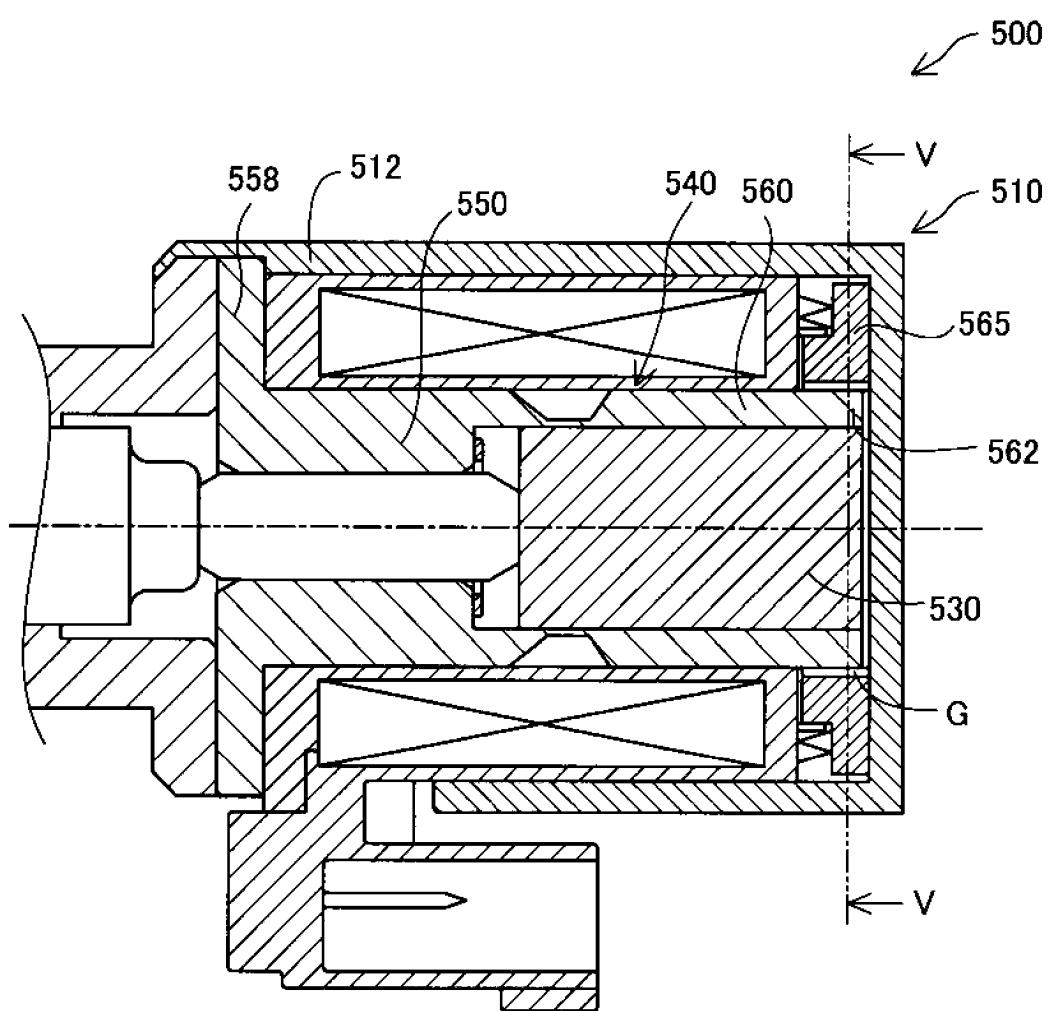


FIG. 5

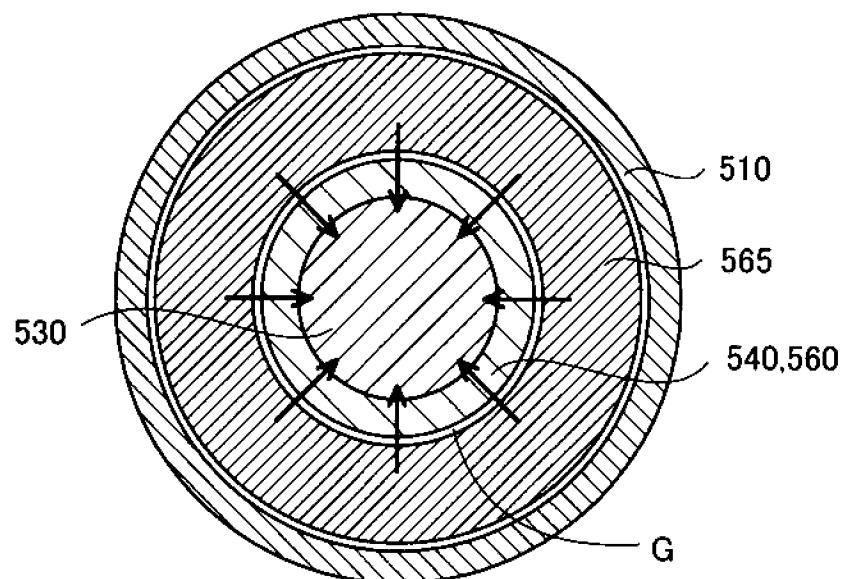


FIG. 6

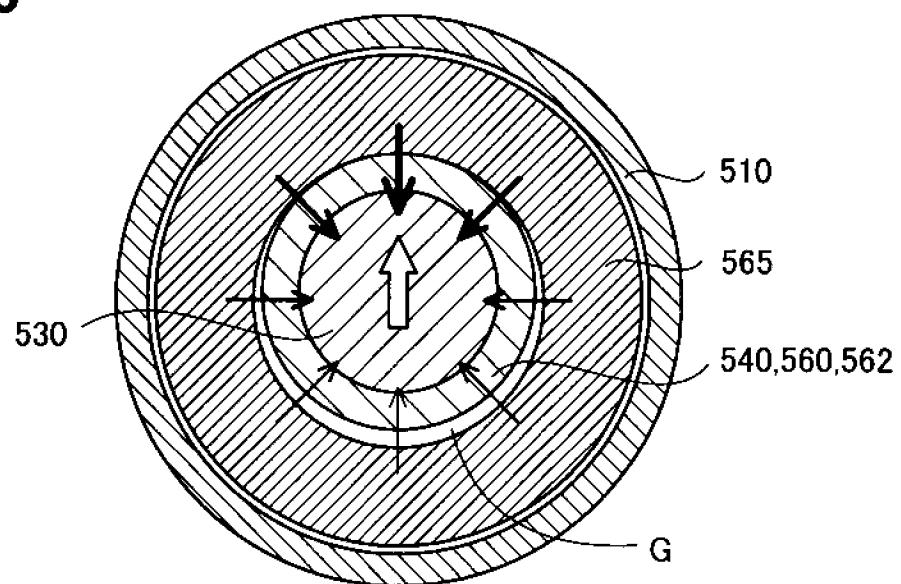


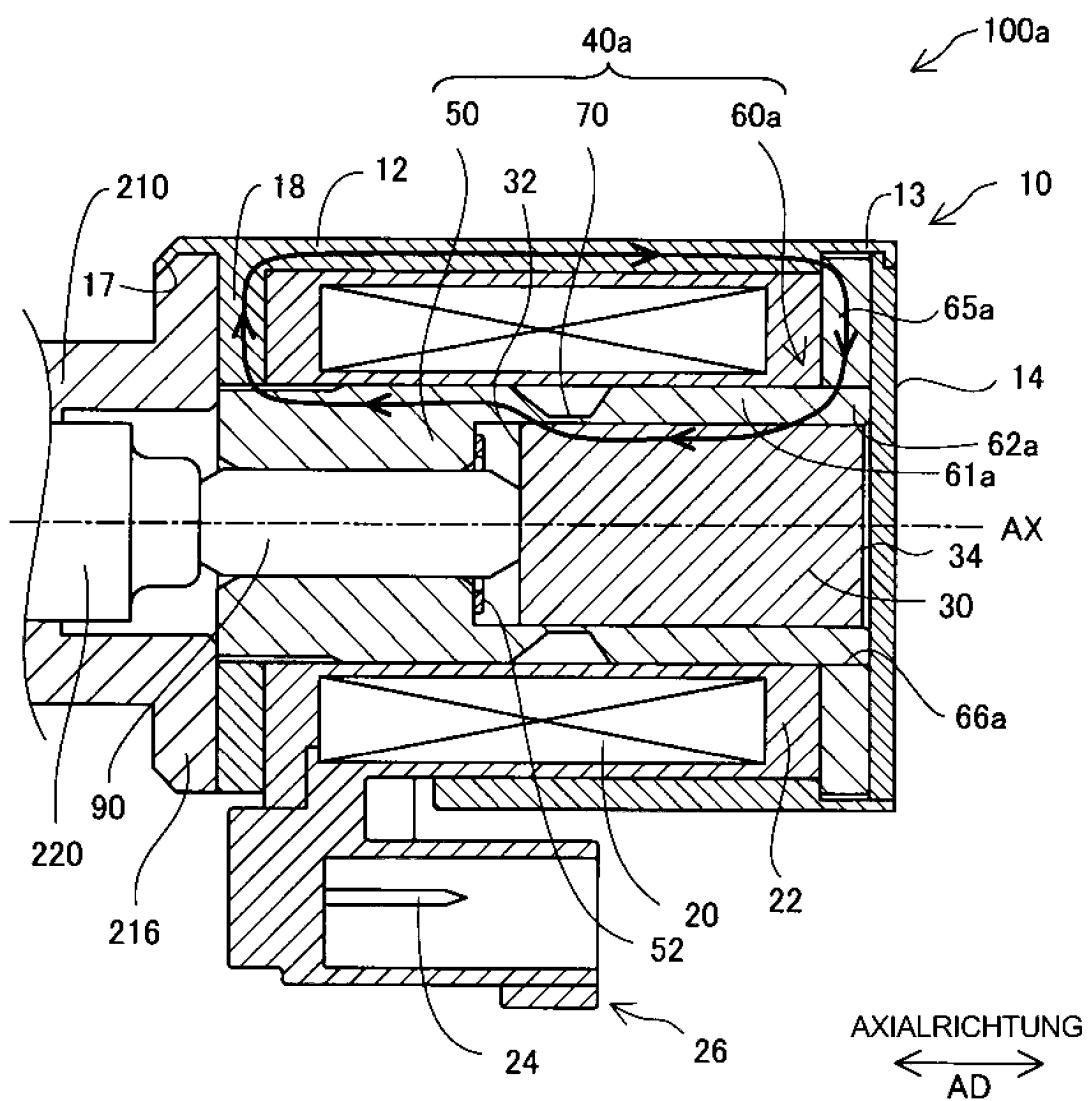
FIG. 7

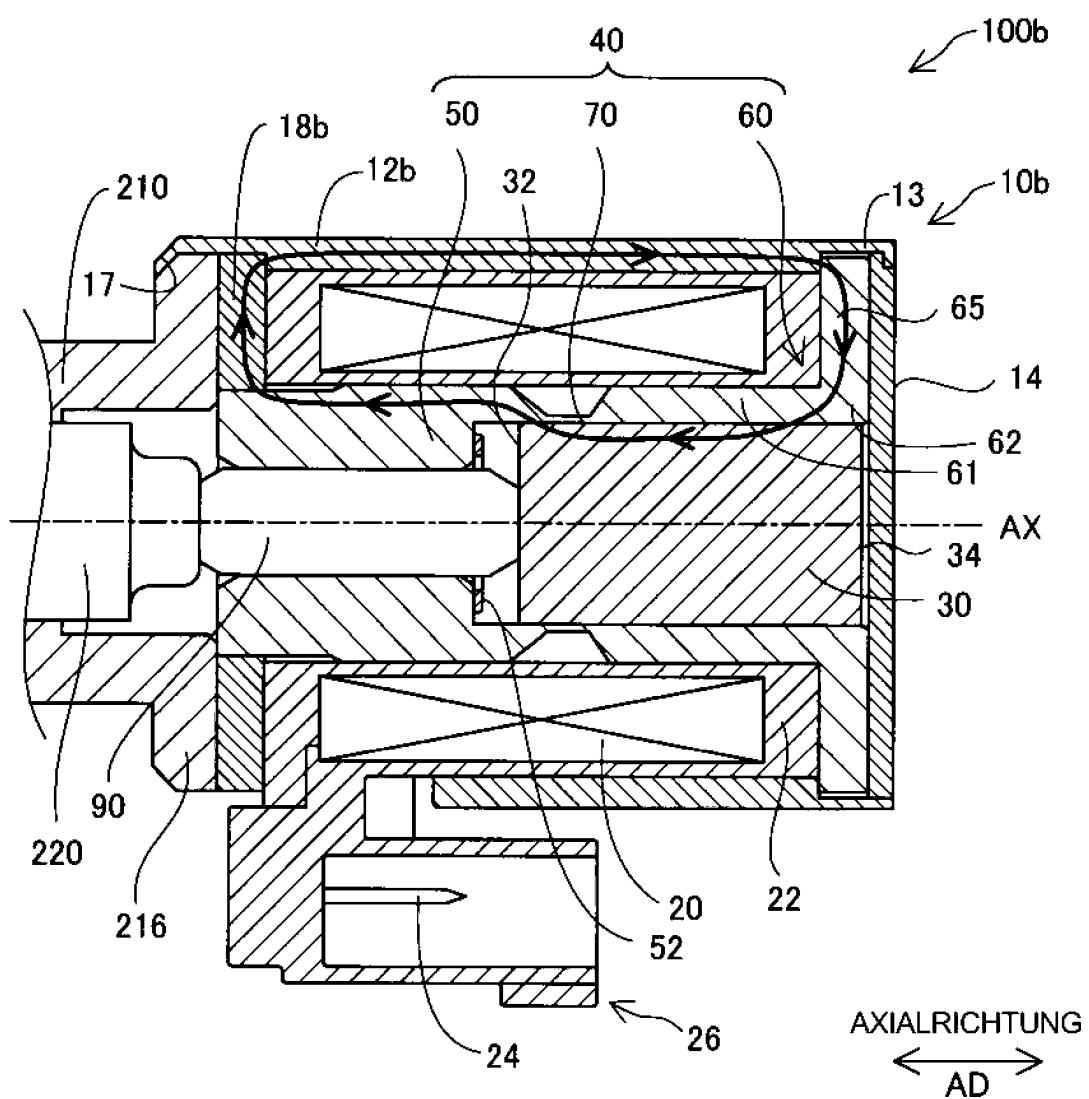
FIG. 8

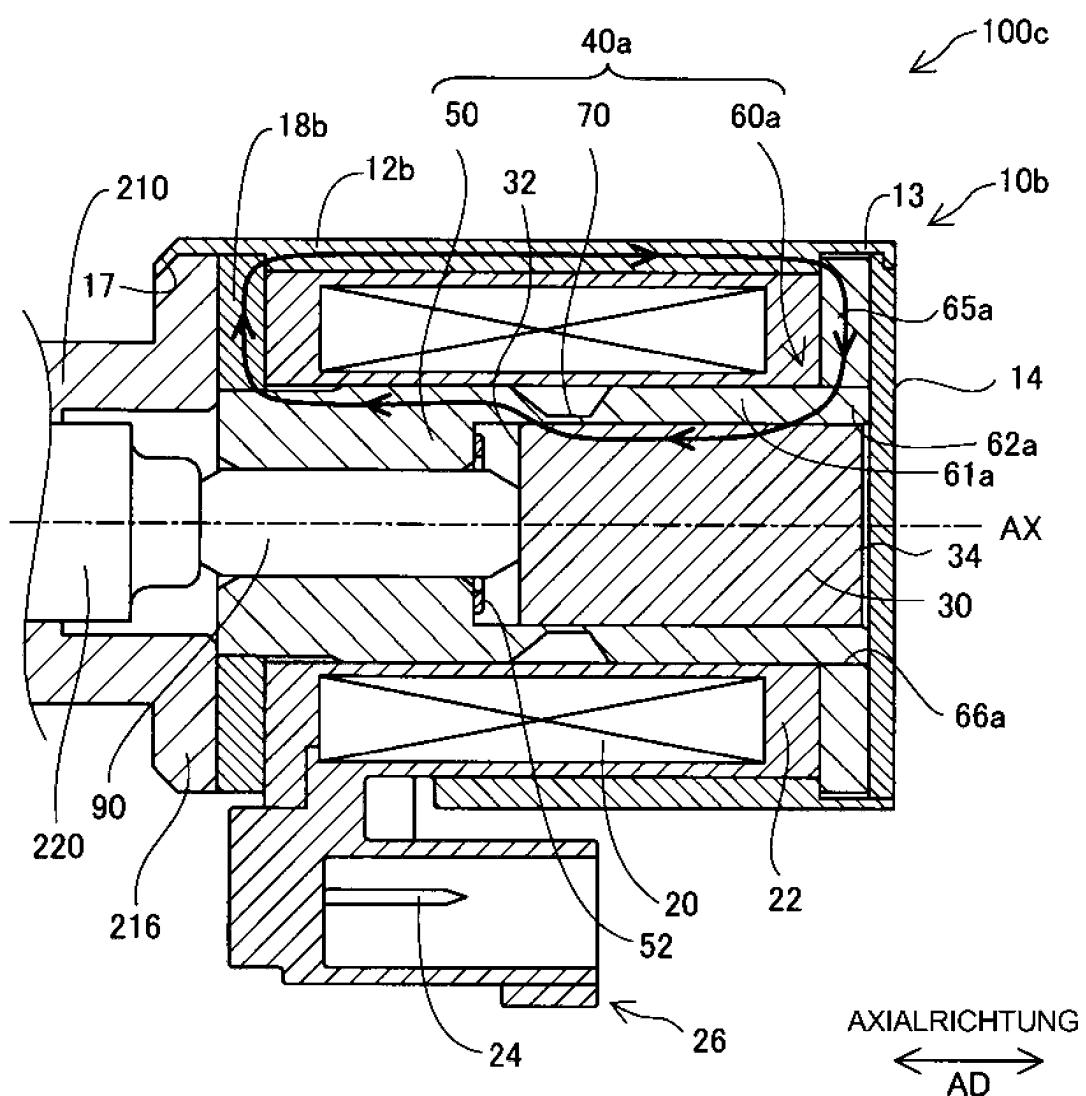
FIG. 9

FIG. 10

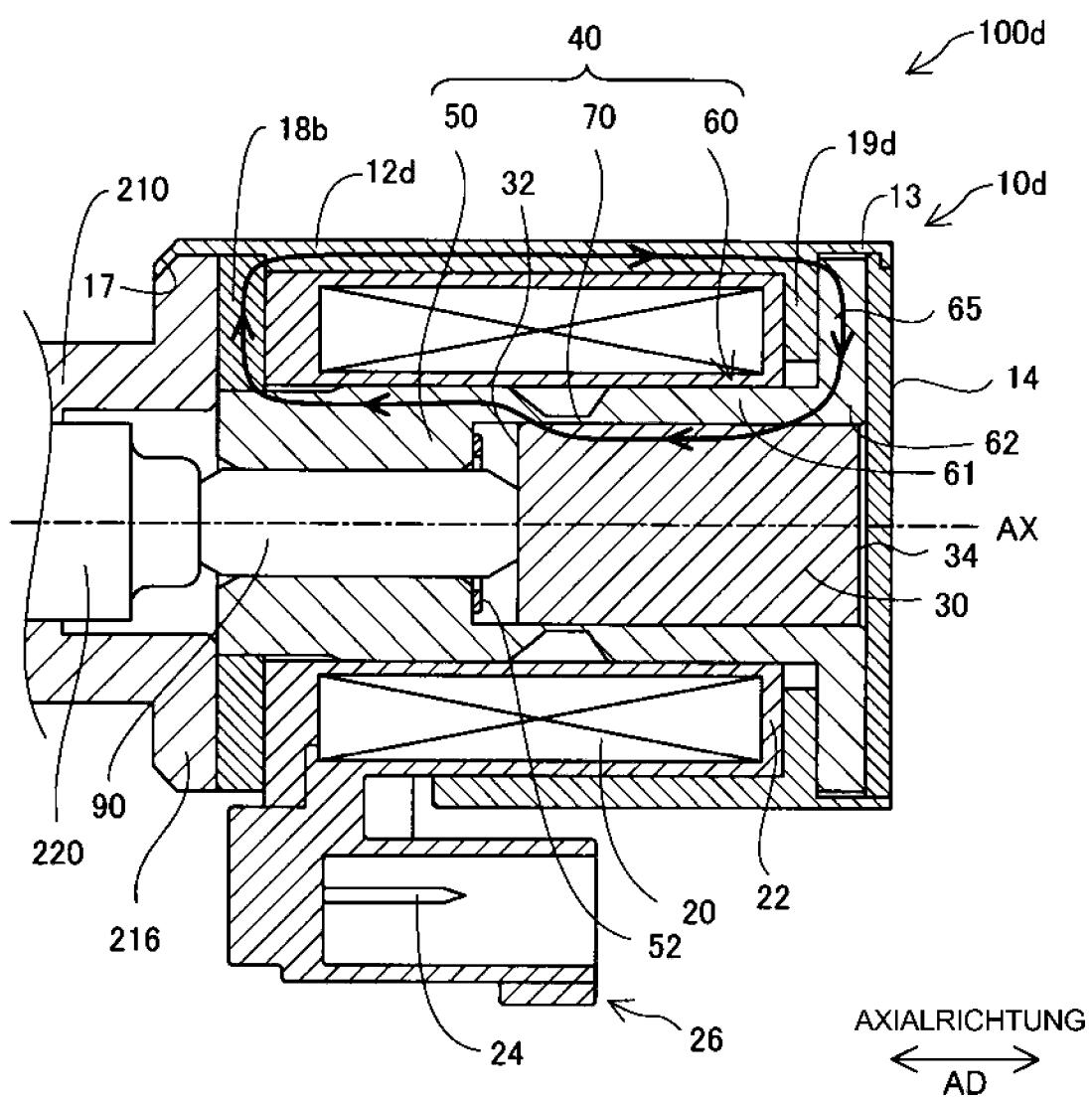


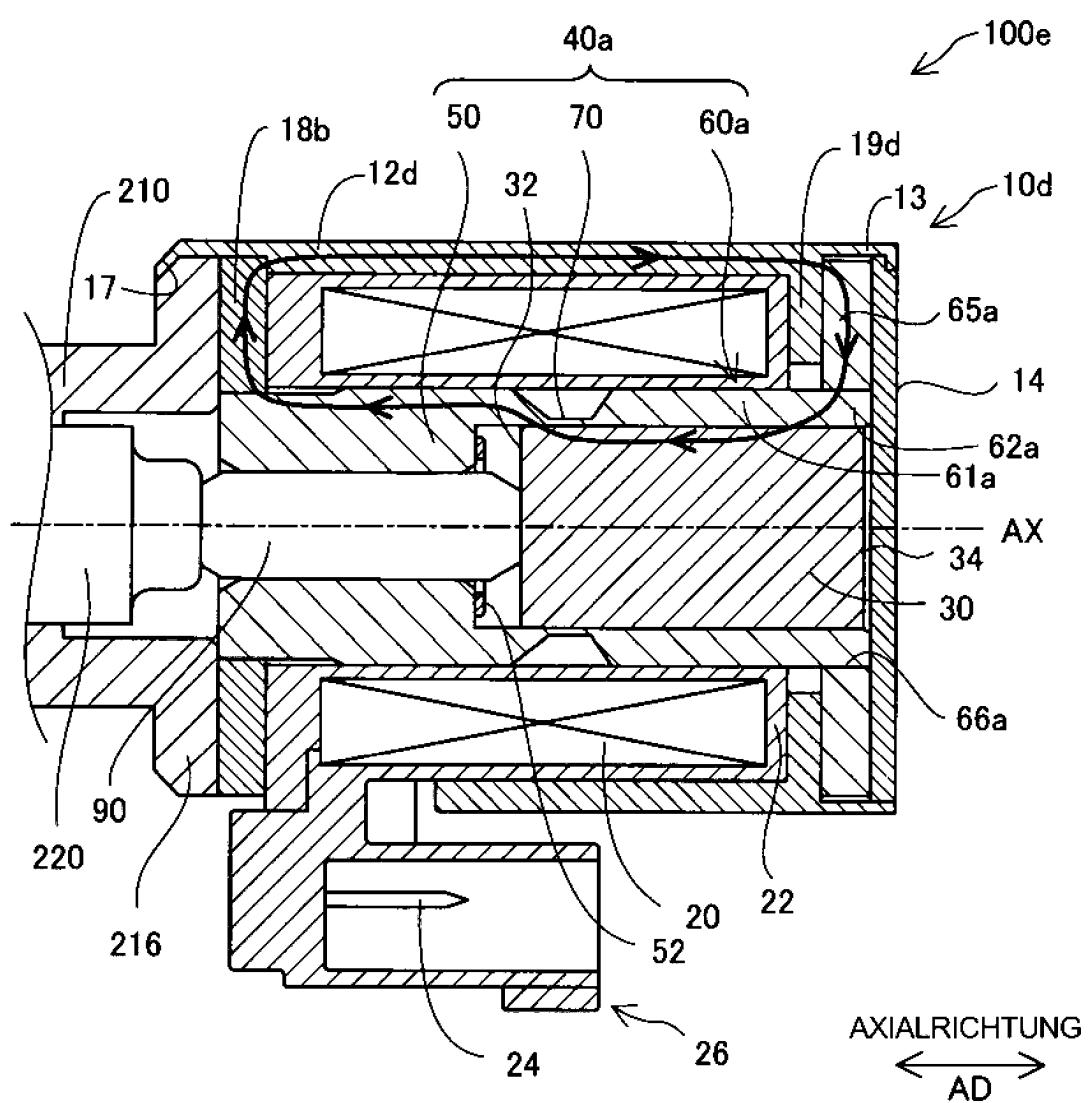
FIG. 11

FIG. 12

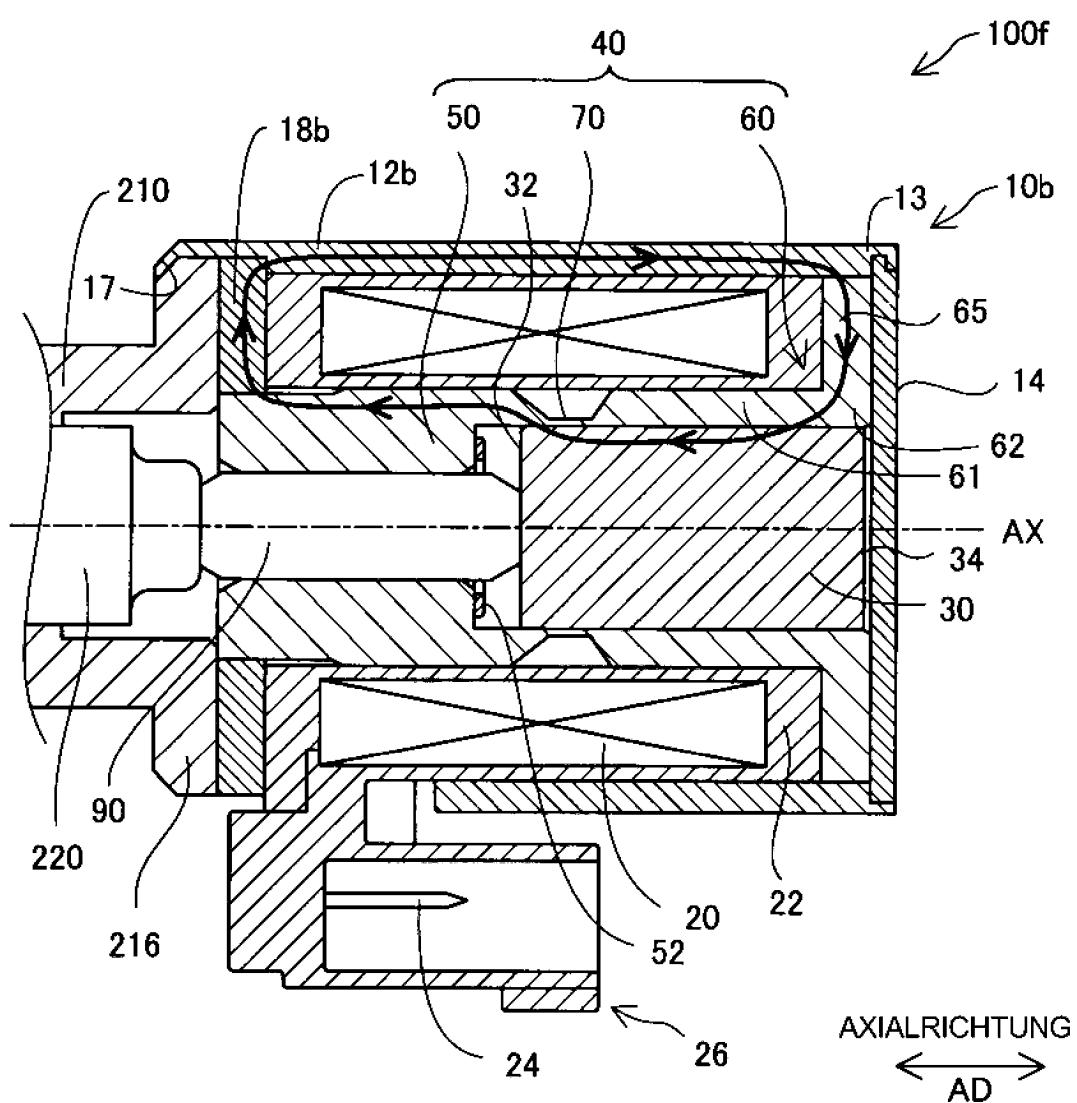


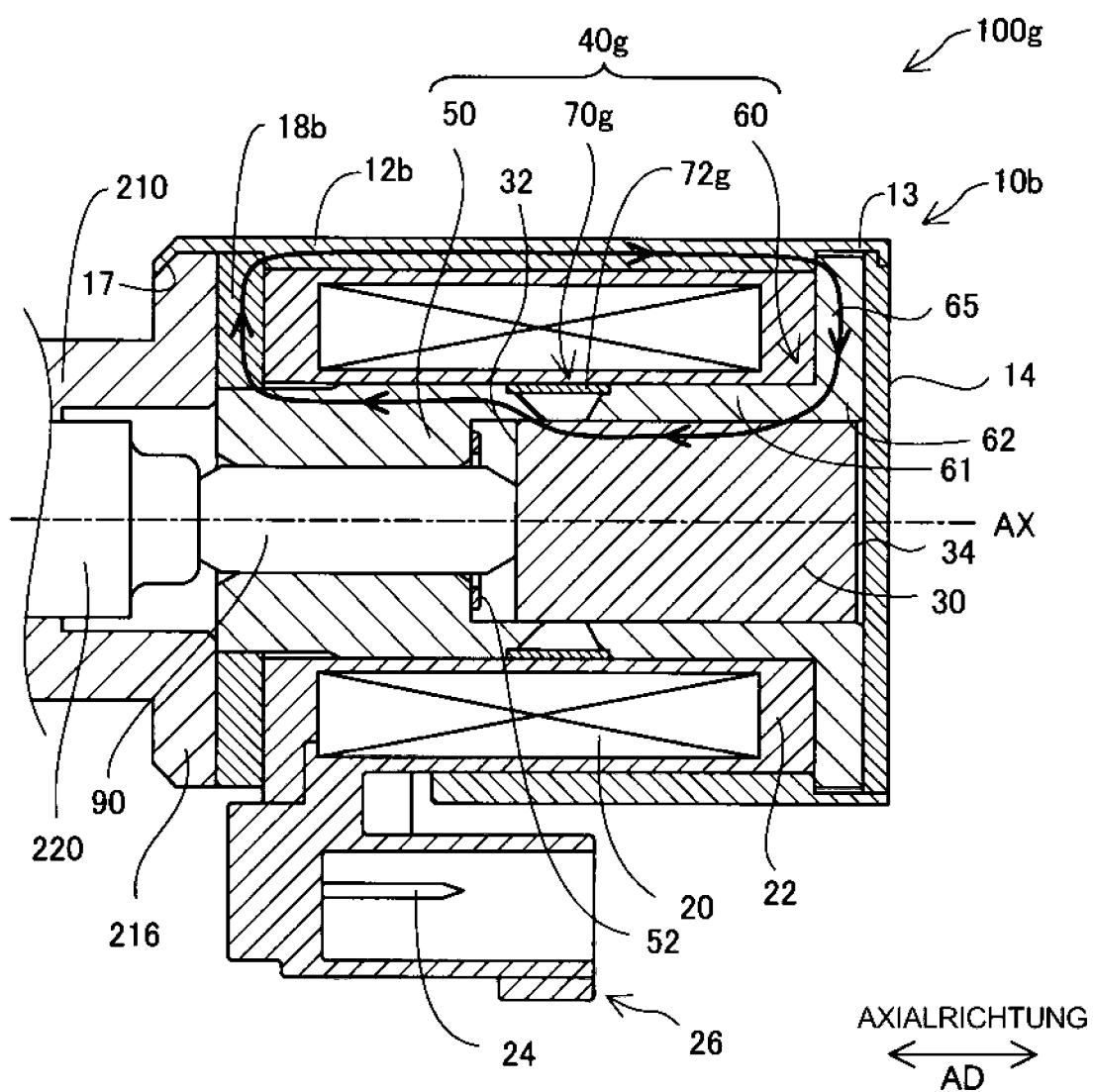
FIG. 13

FIG. 14

