

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第5742133号
(P5742133)

(45) 発行日 平成27年7月1日(2015.7.1)

(24) 登録日 平成27年5月15日(2015.5.15)

(51) Int.Cl.

HO 1 F 7/16 (2006.01)

F I

HO 1 F 7/16 B

HO 1 F 7/16 D

HO 1 F 7/16 E

請求項の数 3 (全 16 頁)

| | | | |
|--------------|-------------------------------|-----------|---------------------|
| (21) 出願番号 | 特願2010-185381 (P2010-185381) | (73) 特許権者 | 508296738 |
| (22) 出願日 | 平成22年8月20日 (2010.8.20) | | 富士電機機器制御株式会社 |
| (65) 公開番号 | 特開2011-146676 (P2011-146676A) | | 東京都中央区日本橋大伝馬町5番7号 |
| (43) 公開日 | 平成23年7月28日 (2011.7.28) | (74) 代理人 | 100089118 |
| 審査請求日 | 平成25年7月12日 (2013.7.12) | | 弁理士 酒井 宏明 |
| (31) 優先権主張番号 | 特願2009-288288 (P2009-288288) | (72) 発明者 | 臼井 英人 |
| (32) 優先日 | 平成21年12月18日 (2009.12.18) | | 東京都中央区日本橋大伝馬町5番7号 富 |
| (33) 優先権主張国 | 日本国(JP) | | 士電機機器制御株式会社内 |
| | | (72) 発明者 | 渡邊 和幸 |
| | | | 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 |
| | | | 富士電機ホールディングス株式会社内 |
| | | (72) 発明者 | 外山 健太郎 |
| | | | 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号 |
| | | | 富士電機ホールディングス株式会社内 |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電磁石装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

コイル巻き線を周状に巻いて中空円柱状に形成されている励磁コイルと、永久磁石と、ヨークと、該ヨークに対してスライド移動する可動体と、を有し、

前記可動体と前記ヨークは、前記励磁コイルの内外を通る周状の磁路を構成するように配設され、前記ヨークは、前記磁路中にヨーク磁極面を有し、前記可動体は、前記磁路中に可動体磁極面を有し、前記ヨーク磁極面と前記可動体磁極面とは、互いに対向するように配設され、

前記励磁コイルによって励磁した際には、前記磁路を磁束が通過し、前記ヨーク磁極面と前記可動体磁極面との間に磁氣的吸引力が発生し、前記可動体が前記ヨーク磁極面と接近する方向にスライド移動する電磁石装置であって、

前記可動体は、前記可動体磁極面を有する円柱状の投入部と、軸方向で該投入部の前記可動体磁極面とは反対側に設けられ、外径方向に突出したフランジ部と、軸方向で該フランジ部の前記投入部とは反対側に設けられ、前記投入部及び前記フランジ部より小径の円柱状の引き外し部とを備え、

前記ヨークと前記可動体とは、前記磁路中に、前記ヨーク磁極面と前記可動体磁極面とを磁束が通過し、前記可動体を前記ヨーク磁極面に接近させる方向に吸引力が生じるように対向する第2ヨーク磁極面と第2可動体磁極面とを有すると共に、該第2可動体磁極面は前記フランジ部に設けられ、

前記ヨークと前記可動体とは、前記磁路中に、前記ヨーク磁極面と前記可動体磁極面と

を磁束が通過し、前記可動体を前記ヨーク磁極面に遠隔させる方向に吸引力が生じるよう
に対向するヨーク引き外し磁極面と可動体引き外し磁極面とを有すると共に、該可動体引
き外し磁極面は前記引き外し部に設けられることを特徴とする電磁石装置。

【請求項 2】

前記可動体は、前記投入部、前記フランジ部及び前記引き外し部を有する可動体本体と
、該可動体本体から突出するスライド軸と、を有し、

該スライド軸をスライド可能に支持する非磁性材料からなる軸受けを前記ヨークの前記
磁路中に設けたことを特徴とする請求項 1 に記載の電磁石装置。

【請求項 3】

前記永久磁石は、前記磁路における主磁束の磁路中であって、前記永久磁石の向きが、
前記ヨーク引き外し磁極面と前記可動体引き外し磁極面において、可動体投入時に励磁コ
イルが発生する磁束と同一方向の磁束となるように設けたことを特徴とする請求項 1 また
は 2 に記載の電磁石装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、磁束発生手段によって物体を磁化させ、磁化させた物体同士の磁氣的吸引力
を利用し、物体を動かす電磁石装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、強磁性体からなる可動体を磁力によって動かし、この可動体を介して駆動対象を
動かす電磁石装置がある（例えば、特許文献 1 参照）。この電磁石装置は、磁束発生手段
である励磁コイルと、磁路を構成するヨークと、ヨークに対してスライド移動可能にヨー
クに配設されている可動体と、を有している。励磁コイル（以下コイルと記す）は、角筒
形状に形成され、電流を流した際には、その内部において角筒形状の中心軸に沿った方向
（以下、軸方向と記す）に磁力が発生するようになっている。

【0003】

ヨークは、コイルを固定する枠状に形成され、コイルの一方側端部に配設された第 1 ヨ
ーク部と、コイルの他方側端部に配設された第 2 ヨーク部と、第 1 ヨーク部と第 2 ヨーク
部との間に配設された第 3 ヨーク部とから構成されている。各ヨーク部は一体に形成され
、磁路を構成する。

【0004】

可動体は、略円柱状に形成された磁性体部と、磁性体部の一方側端部から突出するよう
に備えられた軸部とを有している。この軸部に駆動対象を固定する。磁性体部の他方側端
部は、コイルの他方側端部から一方側端部に向けてコイル内に挿入され、その端面が可動
体磁極面となっている。磁性体部は、励磁コイルが生じる磁束を有効に利用するために、
励磁コイルの内周とほぼ同程度の大きさの外周となるように形成されている。可動体磁極
面は、第 1 ヨーク部に形成された第 1 ヨーク磁極面と対向しており、コイルに電流を流し
て励磁した際には、可動体磁極面と第 1 ヨーク磁極面間に吸引力が発生するようになって
いる。

【0005】

可動体は、可動体磁極面と第 1 ヨーク磁極面とが離隔する方向にバネで付勢されており
、可動体磁極面と第 1 ヨーク磁極面とが離れた状態となっている。この状態から、コイル
に電流を流して励磁すると、バネの付勢力を上回る吸引力が発生し、可動体が可動体磁極
面と第 1 ヨーク磁極面とが接触した状態となるように、コイルの軸方向にスライド移動す
る。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特開 2006 - 210501 号公報

10

20

30

40

50

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

このような電磁石装置において、小型化及びコストダウンの観点から、コイルの軸方向と垂直な方向（以下、径方向と記す）の大きさを小さくしたいという要請がある。しかし、コイルの径方向の大きさを小さくすると、第1ヨーク磁極面と可動体磁極面とを通る磁束の量が減少し、吸引力が低下してしまうという問題がある。

【0008】

また、吸引力の低下を防止するためにコイルの起磁力を増加させることも考えられるが、コイルの起磁力を大きくするには、コイルの巻き数を増やすか、コイルに流れる電流量を増やす必要がある。コイルの巻き数を増やす場合には、コイル巻線に必要な導線長が長くなるために、コストが増加する。また、コイルに流れる電流量を増やすには、大きな電源、大きなケーブル、抵抗を小さくするために断面積の大きなコイル巻線を使用する必要があり、コストが増加するとともに装置全体が大型化してしまうという問題がある。

【0009】

そこで、本発明は、このような従来の問題に鑑み、装置自体を大型化させずに、また、可動体の吸引力を大きく低下させることなく、コイルの径方向の大きさを小さくすることのできる電磁石装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記目的を達成するため、本発明に係る電磁石装置は、コイル巻線を周状に巻いて中空円柱状に形成されている励磁コイルと、永久磁石と、ヨークと、該ヨークに対してスライド移動する可動体と、を有し、前記可動体と前記ヨークは、前記励磁コイルの内外を通る周状の磁路を構成するように配設され、前記ヨークは、前記磁路中にヨーク磁極面を有し、前記可動体は、前記磁路中に可動体磁極面を有し、前記ヨーク磁極面と前記可動体磁極面とは、互いに対向するように配設され、前記励磁コイルによって励磁した際には、前記磁路を磁束が通過し、前記ヨーク磁極面と前記可動体磁極面との間に磁氣的吸引力が発生し、前記可動体が前記ヨーク磁極面と接近する方向にスライド移動する電磁石装置であって、前記可動体は、前記可動体磁極面を有する円柱状の投入部と、軸方向で該投入部の前記可動体磁極面とは反対側に設けられ、外径方向に突出したフランジ部と、軸方向で該フランジ部の前記投入部とは反対側に設けられ、前記投入部及び前記フランジ部より小径の円柱状の引き外し部とを備え、前記ヨークと前記可動体とは、前記磁路中に、前記ヨーク磁極面と前記可動体磁極面とを磁束が通過し、前記可動体を前記ヨーク磁極面に接近させる方向に吸引力が生じるように対向する第2ヨーク磁極面と第2可動体磁極面とを有すると共に、該第2可動体磁極面は前記フランジ部に設けられ、前記ヨークと前記可動体とは、前記磁路中に、前記ヨーク磁極面と前記可動体磁極面とを磁束が通過し、前記可動体を前記ヨーク磁極面に遠隔させる方向に吸引力が生じるように対向するヨーク引き外し磁極面と可動体引き外し磁極面とを有すると共に、該可動体引き外し磁極面は前記引き外し部に設けられることを特徴とする。

【0011】

また、本発明に係る電磁石装置は、上記構成に加えて、前記可動体は、前記投入部、前記フランジ部及び前記引き外し部を有する可動体本体と、該可動体本体から突出するスライド軸と、を有し、該スライド軸をスライド可能に支持する非磁性材料からなる軸受けを前記ヨークの前記磁路中に設けたことを特徴とする。

【0012】

また、本発明に係る電磁石装置は、上記構成に加えて、前記永久磁石は、前記磁路における主磁束の磁路中であって、前記永久磁石の向きが、前記ヨーク引き外し磁極面と前記可動体引き外し磁極面において、可動体投入時に励磁コイルが発生する磁束と同一方向の磁束となるように設けたことを特徴とする。

【発明の効果】

【 0 0 1 3 】

本発明の電磁石装置は、可動体が吸引される互いに対向する磁極面として可動体磁極面とヨーク磁極面との他に、第2可動体磁極面と第2ヨーク磁極面とを有している。従って、例えば、可動体磁極面を励磁コイル内に設けた場合であっても、吸引力を大きく低下させることなく、励磁コイルの径方向の大きさを小さくすることができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 4 】

【図1】図1は、本発明の電磁石装置を示す斜視図である。

【図2】図2は、同上の電磁石装置を示す正面図である。

【図3】図3は、図2におけるA-A線断面図である。

10

【図4】図4は、本発明の電磁石装置における投入状態を示す断面図である。

【図5】図5は、同上の電磁石装置における磁束の流れを示す断面図である。

【図6】図6は、同上の電磁石装置における引き外し状態を示す断面図である。

【図7】図7は、同上の電磁石装置における磁束の流れを示す断面図である。

【図8】図8は、同上の電磁石装置における磁束の流れを示す断面図である。

【図9】図9は、同上の電磁石装置における磁気回路を示す回路図である。

【図10】図10は、本発明の別の実施の形態の電磁石装置における投入状態を示す断面図である。

【図11】図11は、同上の電磁石装置における磁束の流れを示す断面図である。

【図12】図12は、同上の電磁石装置における引き外し状態および磁束の流れを示す断面図である。

20

【図13】図13は、同上の電磁石装置における磁束の流れを示す断面図である。

【図14】図14は、同上の電磁石装置における磁束の流れを示す断面図である。

【図15-1】図15-1は、本発明の電磁石装置における永久磁石の配置を示す断面図である。

【図15-2】図15-2は、本発明の電磁石装置における永久磁石の配置を示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 5 】

(実施の形態1)

30

以下、図1～図9を参照しながら本発明に係る電磁石装置の好適な実施の形態について詳細に説明する。

【 0 0 1 6 】

図1は、本発明の実施の形態1である電磁石装置1を示したものである。この電磁石装置1は、励磁コイルとヨーク3と可動体4とを有している。この電磁石装置1は、励磁コイルによって発生させた磁力と永久磁石による磁力によって可動体4を直線方向にスライドさせ、この可動体4に固定される駆動対象を動かすものである。

【 0 0 1 7 】

励磁コイルは、電流を流すと励磁するものである。励磁コイルは、両端にフランジを有する円筒状のボピンの外周に、コイル巻き線を巻き回して中空円柱状に形成されている。ボピンは、非磁性材料で形成されている。この励磁コイルに電流を流すと、励磁コイル内において、軸方向に磁束が発生する。電磁石装置1は、励磁コイルとして、投入用コイル21と引き外し用コイル22の2つの励磁コイルを有している。引き外し用コイル22は、投入用コイル21よりも径方向の大きさ及び軸方向の大きさが小さく形成されている。これら投入用コイル21及び引き外し用コイル22は、ヨーク3に固定されている。

40

【 0 0 1 8 】

ヨーク3は、投入用コイル21及び引き外し用コイル22によって発生する磁束の磁路を構成するものである。ヨーク3は、可動体4とともに投入用コイル21の内外を通る周状の磁路を構成するように形成されている。ヨーク3は、強磁性体によって構成されている。ヨーク3は、図1に示すように、第1端部ヨーク31と、第2端部ヨーク32と、一

50

対の側部ヨーク 3 3 と、中ヨーク 3 4 と、を有している。第 1 端部ヨーク 3 1 は、矩形板状に形成されている。第 1 端部ヨーク 3 1 の中心部分には、表裏を貫通するスライド軸用孔 3 1 a が形成されている。第 1 端部ヨーク 3 1 の一方側板面には、投入用コイル 2 1 が配設されている。また、第 1 端部ヨーク 3 1 の投入用コイル 2 1 が配設されている面には、コイル内ヨーク 3 5 が配設されている。

【 0 0 1 9 】

コイル内ヨーク 3 5 は、図 4 に示すように、第 1 端部ヨーク 3 1 の板面から突出するように配設され、投入用コイル 2 1 内に配置されている。コイル内ヨーク 3 5 は、投入用コイル 2 1 内周に配置するように略円柱状に形成されている。コイル内ヨーク 3 5 の一方側端面は、第 1 端部ヨーク 3 1 の板面に接着され、他方側端面は、第 1 ヨーク投入磁極面 3 5 a (ヨーク磁極面) となっている。コイル内ヨーク 3 5 には、端面間を貫通する貫通孔 3 5 b が形成され、この貫通孔 3 5 b に後述するスライド軸 4 b が嵌挿される第 1 軸受け 5 1 が嵌合固定されている。一方、第 1 端部ヨーク 3 1 の両端部には、側部ヨーク 3 3 が固定されている。

【 0 0 2 0 】

側部ヨーク 3 3 は、矩形板状に形成され、一方側端部が第 1 端部ヨーク 3 1 に固定され、投入用コイル 2 1 の側面側に延在するように配設されている。側部ヨーク 3 3 は、投入用コイル 2 1 を挟んで互いに対向するように対に配設されている。一对の対向する側部ヨーク 3 3 の中央部間には、中ヨーク 3 4 が架け渡されるように配設されている。

【 0 0 2 1 】

中ヨーク 3 4 は、略平板状に形成され、両端部には永久磁石 5 3 が配設されている。中ヨーク 3 4 は、両端部の永久磁石 5 3 を介して側部ヨーク 3 3 に固定されている。中ヨーク 3 4 は、投入用コイル 2 1 の他端部側に配設されている。換言すると、中ヨーク 3 4 と第 1 端部ヨーク 3 1 の間に投入用コイル 2 1 が配設されている。中ヨーク 3 4 の一方側の板面には、投入用コイル 2 1 が固定されている。詳細には、投入用コイル 2 1 のボビン 2 1 a 端面と中ヨーク 3 4 の板面とが接着されている。中ヨーク 3 4 の他方側の板面において、後述する第 2 可動体投入磁極面 4 2 a と対向する面が中ヨーク投入磁極面 3 4 a (第 2 ヨーク磁極面) となっている。中ヨーク 3 4 の中央部分には、図 3 に示すように、平板状の表裏を貫通する可動体挿入孔 3 4 b が形成されている。この可動体挿入孔 3 4 b に可動体 4 が挿入される。

【 0 0 2 2 】

第 2 端部ヨーク 3 2 は、側部ヨーク 3 3 の第 1 端部ヨーク 3 1 が固定されている側とは反対側の端部に配設されている。第 2 端部ヨーク 3 2 は、矩形板状に形成され、一对の側部ヨーク 3 3 の端部間に架け渡されるように配設されている。このようにして、第 2 端部ヨーク 3 2 と第 1 端部ヨーク 3 1 と一对の側部ヨーク 3 3 とによって矩形状の枠体を構成している。

【 0 0 2 3 】

第 2 端部ヨーク 3 2 の一方側板面、即ち、中ヨーク 3 4 側の面には、引き外し用コイル 2 2 が固定されている。詳細には、引き外し用コイル 2 2 のボビン端面、即ちフランジ部分と第 2 端部ヨーク 3 2 の板面とが接着されている。第 2 端部ヨーク 3 2 の中心部分には、表裏を貫通する貫通孔 3 2 a が形成されている。この貫通孔 3 2 a には、第 2 軸受け 5 2 が嵌合されて固定されている。

【 0 0 2 4 】

第 2 軸受け 5 2 には、後述する可動体 4 のスライド軸 4 b が嵌挿されている。第 2 端部ヨーク 3 2 の引き外し用コイル 2 2 が固定されている面側に、ヨーク引き外し磁極面 3 2 b が形成されている。このヨーク引き外し磁極面 3 2 b は、第 2 軸受け 5 2 を介して、後述する可動体引き外し磁極面 4 3 a と対向している。即ち、第 2 軸受け 5 2 は、ヨーク引き外し磁極面 3 2 b を覆う形状に形成されている。

【 0 0 2 5 】

可動体 4 は、強磁性体からなる可動体本体 4 a と、非磁性材料からなるスライド軸 4 b

10

20

30

40

50

とから構成されている。可動体本体 4 a は、略円柱状に形成され、一端側から順番に投入部 4 1 とフランジ部 4 2 と引き外し部 4 3 とを有している。投入部 4 1 は、投入用コイル 2 1 に軸方向にスライド移動可能に配置される部分であり、円柱状に形成されている。投入部 4 1 の端面は、第 1 ヨーク投入磁極面 3 5 a と対向しており、第 1 可動体投入磁極面 4 1 a となっている。

【 0 0 2 6 】

フランジ部 4 2 は、投入部 4 1 から径方向にフランジ状に突出している部分である。フランジ部 4 2 は、一方側のフランジ面が中ヨーク 3 4 の板面における中ヨーク投入磁極面 3 4 a と対向する第 2 可動体投入磁極面 4 2 a (第 2 可動体磁極面) となっている。引き外し部 4 3 は、引き外し用コイル 2 2 に軸方向にスライド移動可能に配置される部分であり、円柱状に形成されている。引き外し部 4 3 の端面は、ヨーク引き外し磁極面 3 2 b と対向しており、可動体引き外し磁極面 4 3 a となっている。

【 0 0 2 7 】

スライド軸 4 b は、細長円柱状に形成され、可動体本体 4 a を貫通して固定されている。スライド軸 4 b は、可動体本体 4 a と同軸配置となるように配設されている。スライド軸 4 b の一端部は、可動体本体 4 a の投入部 4 1 から突出し、他端部は、引き外し部 4 3 から突出している。そして、この突出しているスライド軸 4 b の一端部側が、第 1 軸受け 5 1 に嵌挿され、他端部側が第 2 軸受け 5 2 に嵌挿されることによって、可動体 4 が、ヨーク 3 に対してスライド移動可能に配設されている。

【 0 0 2 8 】

また、スライド軸用孔 3 1 a と、第 1 軸受け 5 1 と、投入用コイル 2 1 と、中ヨーク 3 4 の可動体挿入孔 3 4 b と、引き外し用コイル 2 2 と、第 2 軸受け 5 2 とは同軸配置となっており、可動体 4 が軸方向にスライド移動するようになっている。また、スライド軸 4 b の他端部は、図 4 に示すように第 2 軸受け 5 2 から更に突出しており、駆動対象が固定されるようになっている。尚、電磁石装置 1 は、図 4 ~ 図 8 に示すように、スライド軸 4 b を挟んで左右対称に形成されている。

【 0 0 2 9 】

図 4 は、本実施の形態の電磁石装置 1 における可動体 4 の投入状態を表している。可動体 4 の投入状態は、可動体 4 が図において上方に位置する状態であり、可動体 4 の第 1 可動体投入磁極面 4 1 a と第 1 ヨーク投入磁極面 3 5 a とが接触した状態となっている。また、同様に、可動体 4 の第 2 可動体投入磁極面 4 2 a と中ヨーク投入磁極面 3 4 a とが接触した状態となっている。更に、この状態では、スライド軸 4 b が、第 1 端部ヨーク 3 1 のスライド軸 4 b 用孔に挿入された状態となっている。本実施の形態における電磁石装置 1 は、永久磁石 5 3 の磁力により、この投入状態を保持するようになっている。

【 0 0 3 0 】

図 6 は、本実施の形態の電磁石装置 1 における可動体 4 の引き外し状態を示している。可動体 4 の引き外し状態は、図において可動体 4 が下方に移動された状態であり、可動体 4 の可動体引き外し磁極面 4 3 a とヨーク引き外し磁極面 3 2 b とが第 2 軸受け 5 2 を介して接触した状態となっている。また、この状態では、スライド軸 4 b が、第 1 端部ヨーク 3 1 のスライド軸 4 b 用孔から抜去された状態となっている。可動体 4 は、重力によって、或いは図示せぬ付勢部材によって、図において下方に付勢され、引き外し状態を保持している。

【 0 0 3 1 】

図 4 に示す投入状態において引き外し用コイル 2 2 に電流を流すと、図 5 に示すように、引き外し用コイル 2 2 によって生じる磁束が、ヨーク引き外し磁極面 3 2 b、可動体引き外し磁極面 4 3 a、可動体 4 の引き外し部 4 3、投入部 4 1、中ヨーク 3 4、側部ヨーク 3 3、第 2 端部ヨーク 3 2 を一巡する磁路 4 0 3 を通過する。そうすると、ヨーク引き外し磁極面 3 2 b と可動体引き外し磁極面 4 3 a との間に吸引力が生じ、この吸引力と付勢部材等による付勢力が、投入状態の保持する永久磁石 5 3 の磁力による第 1 ヨーク投入磁極面 3 5 a と第 1 可動体投入磁極面 4 1 a との間の吸引力と第 2 可動体投入磁極面 4 2

aと中ヨーク投入磁極面34aとの間の吸引力より大きくなると、ヨーク引き外し磁極面32bと可動体引き外し磁極面43aと接触するまで移動し、引き外し状態となる。

【0032】

可動体4は、重力によって、或いは図示せぬ付勢部材によって、図において下方に付勢されている。従って、引き外し用コイル22に電流を流すことを止めても、引き外し状態は保持される。図6に示す、引き外し状態であって、引き外し用コイル22に電流を流すことを止めた状態から、投入用コイル21に電流を流すと、投入用コイル21によって生じる磁束が、コイル内ヨーク35、第1ヨーク投入磁極面35a、第1可動体投入磁極面41a、可動体4の投入部41、中ヨーク34、側部ヨーク33、第1端部ヨーク31を一巡する磁路401を通過する。すると、第1ヨーク投入磁極面35aと第1可動体投入磁極面41aとの間に吸引力が生じ、吸引力が図の下方方向の付勢力より大きくなると可動体4が上方に、即ち投入用コイル21内に吸引される。

10

【0033】

可動体4が、第1ヨーク投入磁極面35a側にある一定距離スライド移動すると、第2可動体投入磁極面42aと中ヨーク投入磁極面34aとの間の距離が、可動体4の投入部41と中ヨーク34との間の距離よりも短くなる。そうすると、図8に示すように、投入用コイル21によって生じる磁束が、コイル内ヨーク35、第1ヨーク投入磁極面35a、第1可動体投入磁極面41a、可動体4の投入部41、フランジ部42、第2可動体投入磁極面42a、中ヨーク投入磁極面34a、中ヨーク34、側部ヨーク33、第1端部ヨーク31を一巡する磁路402を通過する。その結果、第2可動体投入磁極面42aと中ヨーク投入磁極面34aとの間に吸引力が生じ、より大きな吸引力によって可動体4がコイル内に引き込まれる方向にスライド移動し、投入状態となる。

20

【0034】

上述のように構成されている電磁石装置1は、投入用コイル21によって励磁した際に、第1ヨーク投入磁極面35aと第1可動体投入磁極面41a及び第2可動体投入磁極面42aと中ヨーク投入磁極面34aとの2箇所において吸引力が発生するので、1箇所のみで吸引力を発生させる場合と比較して、1箇所あたりの吸引力を少なく設定することができる。従って、第1ヨーク投入磁極面35aと第1可動体投入磁極面41aの面積を小さくすることができる。即ち、可動体4の投入部41の断面積を小さくすることができる。換言すると、投入用コイル21の径を小さくすることができる。その結果、径が大きな場合と比較して、同じ巻き数にするために必要なコイル巻き線の導線長が短くなり、その分コスト削減ができる。また、電磁石装置1自体の小型化も可能となる。また、従来の電磁石装置と径方向の大きさが等しい場合を比較すると、より大きな投入時吸引力を有する電磁石装置1とすることが可能である。

30

【0035】

また、電磁石装置1は、フランジ部42の径方向及び厚み方向の大きさを変えることにより、コイルの大きさや、ヨーク3の大きさを変えることなく、可動体4の投入時吸引力を調整することができる。また、第1軸受け51は、第1ヨーク投入磁極面35aを有するコイル内ヨーク35に配設されているので、第1軸受け51の大きさ形状を変えて、第1ヨーク投入磁極面35aと第1可動体投入磁極面41aとを通過する磁束が、第1軸受け51を通過するようにすることもできる。従って、第1軸受け51を非磁性材料によって形成すれば、第1軸受け51の厚さや径方向の幅などの形状を変更することにより、容易に投入時吸引力を調整することができる。当然、大きな吸引力が必要な場合は、軸受け51の材質を強磁性体とする。

40

【0036】

また、本実施の形態においては、第2軸受け52を磁路403中に配設しているので、第2軸受け52を非磁性材料によって形成すれば、第2軸受け52の厚さや径方向の幅などの形状を変更することにより、引き外し用コイル22によって励磁した際の可動体の吸引力を容易に調整することができる。また、第2軸受け52の材質を変更することによっても、同様に可動体の吸引力を調整することができる。従って、設計裕度が向上している

50

。

【 0 0 3 7 】

図 9 は、本実施の形態の電磁石装置 1 における等価磁気回路を示している。符号 5 1 3 は、引き外し用コイル 2 2 によって励磁した際に発生する引き外し用コイルの 2 2 の起磁力 5 1 3 を示している。この起磁力 5 1 3 によって発生する磁束は、第 2 端部ヨーク 3 2 の磁気抵抗 5 0 2、第 2 軸受け 5 2 の磁気抵抗 5 1 5、第 2 軸受け 5 2 と可動体引き外し磁極面 4 3 a との間の空気ギャップによる磁気抵抗 5 0 9、可動体本体 4 a による磁気抵抗 5 0 6、可動体本体 4 a と中ヨーク 3 4 との間の空気ギャップによる磁気抵抗 5 1 0、中ヨーク 3 4 の磁気抵抗 5 0 4、永久磁石 5 3 の内部磁気抵抗 5 0 7、永久磁石 5 3 の起磁力 5 1 1、側部ヨーク 3 3 の磁気抵抗 5 0 3 を通って一周する磁路 4 0 3 を流れる。

10

【 0 0 3 8 】

一方、符号 5 1 2 は、投入用コイル 2 1 によって励磁した際に生じる起磁力を示しており、この起磁力 5 1 2 から発生した磁束は、第 1 端部ヨーク 3 1 の磁気抵抗 5 0 1、コイル内ヨーク 3 5 の磁気抵抗 5 0 5、第 1 ヨーク投入磁極面 3 5 a と第 1 可動体投入磁極面 4 1 a との間の空気ギャップによる磁気抵抗 5 0 8、可動体本体 4 a による磁気抵抗 5 0 6、可動体本体 4 a と中ヨーク 3 4 との間の空気ギャップによる磁気抵抗 5 1 0、中ヨーク 3 4 の磁気抵抗 5 0 4、永久磁石 5 3 の内部磁気抵抗 5 0 7、永久磁石 5 3 の起磁力 5 1 1、側部ヨーク 3 3 の磁気抵抗 5 0 3 を通って一周する磁路 4 0 1 を流れる。

【 0 0 3 9 】

また、第 2 可動体投入磁極面 4 2 a と中ヨーク投入磁極面 3 4 a との間の空気ギャップからなる磁気抵抗 5 1 4 は、可変抵抗であり、この磁気抵抗 5 1 4 が磁気抵抗 5 1 0 よりも小さくなると、主な磁束の流れが磁路 4 0 1 から、磁気抵抗 5 1 4 を通る磁路 4 0 2 に切り替わる。

20

【 0 0 4 0 】

(実施の形態 2)

次に、本発明に係る電磁石装置の別の実施の形態について、図 1 0 ~ 図 1 4 を参照しながら詳細に説明する。

【 0 0 4 1 】

実施の形態 2 の電磁石装置 1 0 は、励磁コイルとヨーク 3 と可動体 4 とを有している。この電磁石装置 1 0 は、励磁コイルによって発生させた磁力によって可動体 4 を直線方向にスライドさせ、この可動体 4 に固定される駆動対象を動かすものである。実施の形態 2 において、実施の形態 1 と同一の符号は同一の構成を示し、ここではその詳細を省略する。

30

【 0 0 4 2 】

本実施の形態では、励磁コイルとして、投入・引き外し用コイル 2 3 を有している。投入・引き外し用コイル 2 3 は中ヨーク 3 4 に固定されている。また、第 2 端部ヨーク 3 2 に第 2 軸受け 5 2 を介することなく、可動体引き外し磁極面 4 3 a と対向しているヨーク引き外し磁極面 3 2 b が形成されている。ヨーク引き外し磁極面 3 2 b は平坦な第 2 端部ヨーク 3 2 の中ヨーク 3 4 側の面の一部である。また、本実施の形態では、永久磁石 5 4 が第 1 端部ヨーク 3 1 と側部ヨーク 3 3 との間に配設されている。

40

【 0 0 4 3 】

永久磁石 5 4 は、ヨーク引き外し磁極面 3 2 b と可動体引き外し磁極面 4 3 a において、投入・引き外し用コイル 2 3 が可動体 4 の投入の際に発生する磁束と、永久磁石 5 4 が形成している磁束とが同一方向となる向きに配設する。また、永久磁石 5 4 は、投入・引き外し用コイル 2 3 に電流を流した際に、投入・引き外し用コイル 2 3 によって生じる磁束が、第 1 端部ヨーク 3 1、コイル内ヨーク 3 5、可動体 4 の投入部 4 1、中ヨーク 3 4、側部ヨーク 3 3 を一巡して通過する磁路 4 0 7、4 0 7 a と、第 1 端部ヨーク 3 1、コイル内ヨーク 3 5、可動体 4 の投入部 4 1、第 2 端部ヨーク 3 2、側部ヨーク 3 3 を一巡して通過する磁路 4 0 7、4 0 7 b と、に共通する磁路となる側部ヨーク 3 3、第 1 端部ヨーク 3 1、コイル内ヨーク 3 5、可動体の投入部 4 1 を通過する主磁束の磁路 4 0 7 中

50

に設けられる。本実施の形態では第1端部ヨーク31と一对の側部ヨーク33との間に永久磁石54が配設されている。

【0044】

図10は、本実施の形態の電磁石装置10における可動体4の投入状態を表している。本実施の形態では、電磁石装置10が1つの投入・引き外し用コイル23を有している。可動体4の投入状態は、可動体4が図において上方に位置する状態であり、可動体4の第1可動体投入磁極面41aと第1ヨーク投入磁極面35aとが接触した状態となっている。また、同様に、可動体4の第2可動体投入磁極面42aと中ヨーク投入磁極面34aとが接触した状態となっている。更に、この状態では、スライド軸4bが、第1端部ヨーク31のスライド軸4b用孔に挿入された状態となっている。本実施の形態において、永久磁石54は第1端部ヨーク31と側部ヨーク33との間に配設されている。また、本実施の形態において、投入状態における第2端部ヨーク32を通る磁路の磁気抵抗は中ヨーク34を通る磁路の磁気抵抗よりも大きく構成されている。電磁石装置10は、永久磁石54の磁力により、この投入状態を保持するようになっている。

【0045】

図12は、本実施の形態の電磁石装置10における可動体4の引き外し状態を示している。可動体4の引き外し状態は、図において可動体4が下方に移動された状態であり、可動体4の可動体引き外し磁極面43aとヨーク引き外し磁極面32bとが接触した状態となっている。また、この状態では、スライド軸4bが、コイル内ヨーク35のスライド軸4b用孔に挿入された状態となっている。本実施の形態において、中ヨーク34と可動体4の投入部41との距離、第2端部ヨーク32のヨーク引き外し磁極面32bと可動体4の可動体引き外し磁極面43aとの接触面の大きさ、その他の形状、材質等の選択により、引き外し状態で第2端部ヨーク32を通る磁路の磁気抵抗は中ヨーク34を通る磁路の磁気抵抗よりも小さく構成されている。永久磁石54は、コイル内ヨーク35、第1ヨーク投入磁極面35a、第1可動体投入磁極面41a、可動体4の投入部41、中ヨーク34、側部ヨーク33、第1端部ヨーク31を一巡する磁路601、601aと、コイル内ヨーク35、第1ヨーク投入磁極面35a、第1可動体投入磁極面41a、可動体4の投入部41、可動体引き外し磁極面43a、ヨーク引き外し磁極面32b、第2端部ヨーク32、側部ヨーク33、第1端部ヨーク31を一巡する磁路601、601bを形成している。本実施の形態における電磁石装置10は、図示せぬ付勢部材と永久磁石54による磁力により、この引き外し状態を保持するようになっている。

【0046】

図10に示す投入状態において投入・引き外し用コイル23に電流を流すと、図11に示すように、投入・引き外し用コイル23によって生じる磁束が、永久磁石54の磁束による、コイル内ヨーク35、第1ヨーク投入磁極面35a、第1可動体投入磁極面41a、可動体4の投入部41、フランジ部42、第2可動体投入磁極面42a、中ヨーク投入磁極面34a、中ヨーク34、側部ヨーク33、第1端部ヨーク31を一巡する磁路405を打ち消す方向に一巡する磁路406を通過する。投入・引き外し用コイル23による磁束と永久磁石54による磁束が打ち消し合い、吸引力が付勢部材の付勢力より小さくなると、可動体4はヨーク引き外し磁極面32bと可動体引き外し磁極面43aと接触するまで移動し、引き外し状態となる。

【0047】

図12に示す、引き外し状態から、投入・引き外し用コイル23に可動体4の引き外し時と逆向きの電流を流すと、図13に示すように、投入・引き外し用コイル23によって生じる磁束が、コイル内ヨーク35、第1ヨーク投入磁極面35a、第1可動体投入磁極面41a、可動体4の投入部41、中ヨーク34、側部ヨーク33、第1端部ヨーク31を一巡する磁路407、407aを通過する。すると、第1ヨーク投入磁極面35aと第1可動体投入磁極面41aとの間に吸引力が生じる。

また、このとき、投入・引き外し用コイル23によって生じる磁束が、コイル内ヨーク35、第1ヨーク投入磁極面35a、第1可動体投入磁極面41a、可動体4の投入部4

1、可動体引き外し磁極面43a、ヨーク引き外し磁極面32b、第2端部ヨーク32、側部ヨーク33、第1端部ヨーク31を一巡する磁路407、407bを通過する。これにより、可動体引き外し磁極面43aとヨーク引き外し磁極面32bとの間に吸引力が生じる。永久磁石54の磁路601bと投入・引き外し用コイル23による磁路407bの磁束は同一の向きであり、可動体引き外し磁極面43aとヨーク引き外し磁極面32bとの間の吸引力が大きくなる。

【0048】

付勢部材による力および可動体引き外し磁極面43aとヨーク引き外し磁極面32bとの間の吸引力が、第1ヨーク投入磁極面35aと第1可動体投入磁極面41aとの間の吸引力より大きい間は、可動体4の移動が一時保留される。この間に投入・引き外し用コイル23に更に電流を流し、磁路407、407bにおいて磁気飽和がおこることにより、第1ヨーク投入磁極面35aと第1可動体投入磁極面41aとの間の吸引力が、付勢部材による力および可動体引き外し磁極面43aとヨーク引き外し磁極面32bとの間の吸引力より大きくなると、可動体4が上方に、即ち投入・引き外し用コイル23内に吸引される。可動体4が上方に移動するにつれて可動体引き外し磁極面43aとヨーク引き外し磁極面32bとの間の空気ギャップによる磁気抵抗が大きくなり、可動体引き外し磁極面43aとヨーク引き外し磁極面32bとの間の吸引力は小さくなる。

10

【0049】

可動体4が、第1ヨーク投入磁極面35a側にある一定距離スライド移動すると、第2可動体投入磁極面42aと中ヨーク投入磁極面34aとの間の距離が、可動体4の投入部41と中ヨーク34との間の距離よりも短くなる。そうすると、図14に示すように、投入用コイル21によって生じる磁束が、コイル内ヨーク35、第1ヨーク投入磁極面35a、第1可動体投入磁極面41a、可動体4の投入部41、フランジ部42、第2可動体投入磁極面42a、中ヨーク投入磁極面34a、中ヨーク34、側部ヨーク33、第1端部ヨーク31を一巡する磁路408を通過する。その結果、第2可動体投入磁極面42aと中ヨーク投入磁極面34aとの間に吸引力が生じ、より大きな吸引力によって可動体4がコイル内に引き込まれる方向にスライド移動し、投入状態となる。

20

【0050】

図10から図14に示す本実施の形態に、第1軸受け51および第2軸受け52を設けることもできる。第1軸受け51および第2軸受け52の大きさ形状や材質を変えて、可動体の吸引力を調整することができる。また、実施の形態1と同様に励磁コイルとして投入用コイル21と引き外し用コイル22を設けることも可能である。

30

【0051】

上述のように構成されている電磁石装置10は、投入用コイル21によって励磁した際に、第1ヨーク投入磁極面35aと第1可動体投入磁極面41a及び第2可動体投入磁極面42aと中ヨーク投入磁極面34aとの2箇所において吸引力が発生するので、1箇所のみで吸引力を発生させる場合と比較して、1箇所あたりの吸引力を少なく設定することができる。また、電磁石装置10自体の小型化も可能となる。また、従来の電磁石装置と径方向の大きさが等しい場合を比較すると、より大きな投入時吸引力を有する電磁石装置10とすることが可能である。

40

【0052】

また、本実施の形態では、可動体4の投入時に、投入・引き外し用コイル23を励磁した際に、投入・引き外し用コイル23が永久磁石54と同方向に磁束を発生し、ヨーク引き外し磁極面32bと可動体引き外し磁極面43aとの間に吸引力を生じるため、逆方向の第1ヨーク投入磁極面35aと第1可動体投入磁極面41aとの間の吸引力との力の均衡により可動体4の移動が一時保留され、その間に励磁コイルに大きな励磁電流を流すことができる。従って、可動体4を十分な投入時吸引力で移動することができる。また、第1ヨーク投入磁極面35aと第1可動体投入磁極面41aの吸引力が、ヨーク引き外し磁極面32bと可動体引き外し磁極面43aの吸引力および付勢部材の付勢力を上回った瞬

50

間に十分な起磁力で速やかに可動体 4 を移動することができる。例えば、可動体 4 に対して常時図 1 2 の下方向（引き外し方向）に付勢力を与える第一付勢部材と、可動体 4 が図 1 2 の上方向となる可動体投入方向へ一定距離移動した際に引き外し方向に付勢力を与える第二付勢部材とによって付勢力が与えられる場合、可動体 4 の投入時に、投入時吸引力が十分な大きくなる前に可動体 4 が投入方向へ動き出すと、可動体 4 が一定距離移動した後に第二付勢部材によって大きな付勢力が作用し、移動した可動体 4 が引き外し方向に戻されて投入失敗が起こる。可動体 4 はその後、再度励磁コイルの励磁電流が大きくなって十分な投入時吸引力を得ることで投入を完了する。しかし、本実施の形態では、十分な投入時吸引力を得るまで可動体 4 が移動しないため、可動体 4 が投入時吸引力によって移動した後に引き外し方向に戻されることがなく、投入失敗を防止することができる。

10

【 0 0 5 3 】

なお、永久磁石 5 4 は、主磁束の磁路となる位置に配設されればよい。別の配置の例として、図 1 5 - 1 に示す第 1 端部ヨーク 3 1 と一対の側部ヨーク 3 3 との間に設けられる永久磁石 5 5、図 1 5 - 2 に示すコイル内ヨーク 3 5 と可動体 4 との間に設けられる永久磁石 5 6、とすることも可能である。

【 符号の説明 】

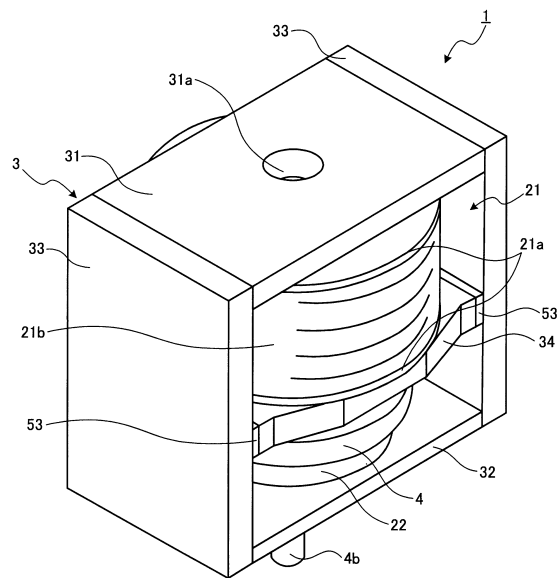
【 0 0 5 4 】

- 1、1 0、1 1、1 2 電磁石装置
- 3 ヨーク
- 4 可動体
- 2 1 投入用コイル
- 2 1 a ボビン
- 2 1 b コイル用巻き線
- 2 2 引き外し用コイル
- 2 2 a ボビン
- 2 2 b コイル用巻き線
- 3 2 b ヨーク引き外し磁極面
- 3 4 a 中ヨーク投入磁極面
- 3 5 a 第 1 ヨーク投入磁極面
- 4 1 a 第 1 可動体投入磁極面
- 4 2 a 第 2 可動体投入磁極面
- 4 3 a 可動体引き外し磁極面
- 5 3、5 4、5 5、5 6 永久磁石

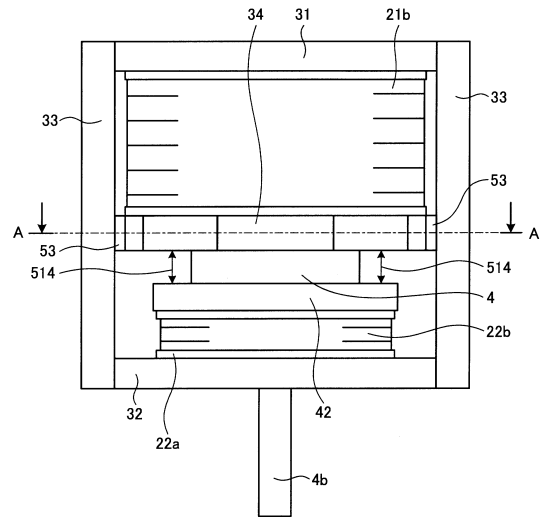
20

30

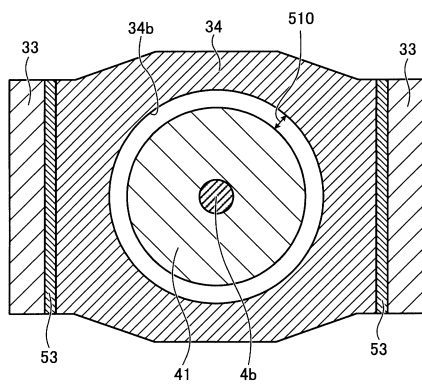
【図 1】



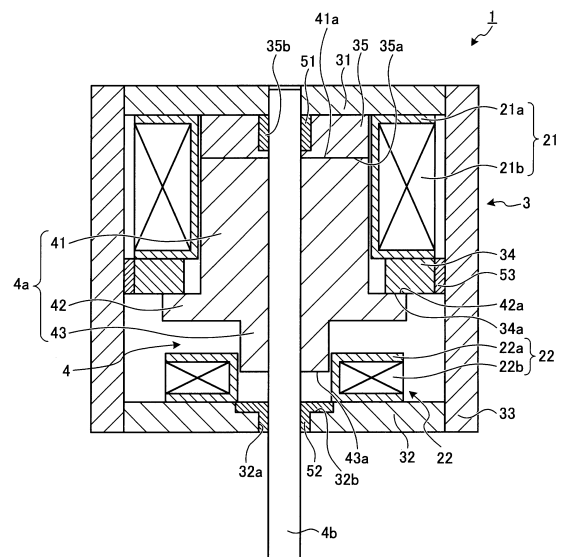
【図 2】



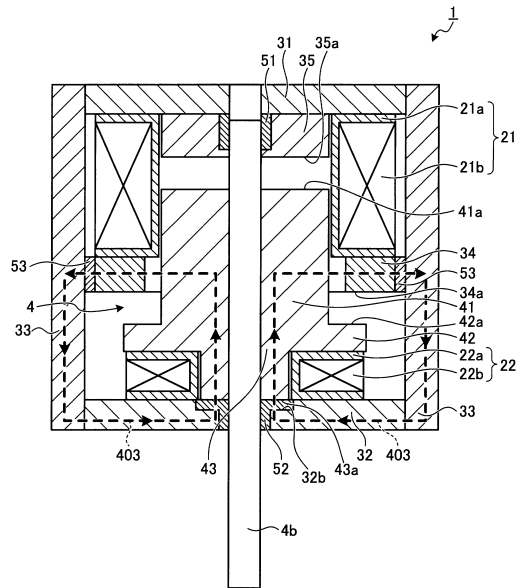
【図 3】



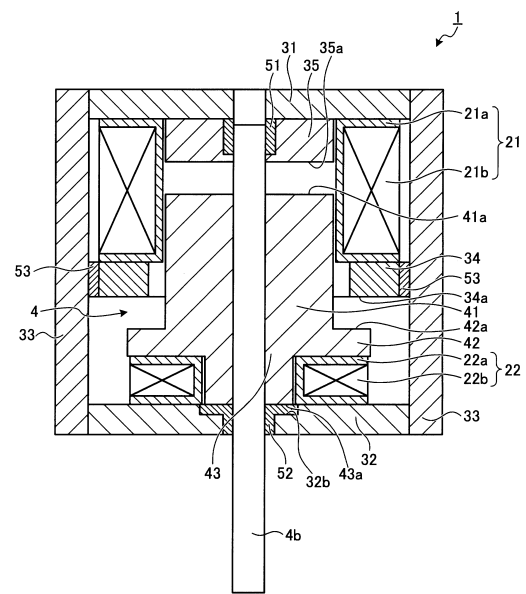
【図 4】



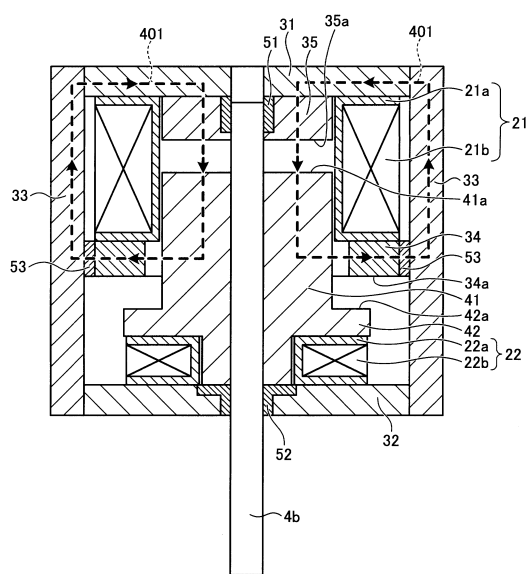
【図 5】



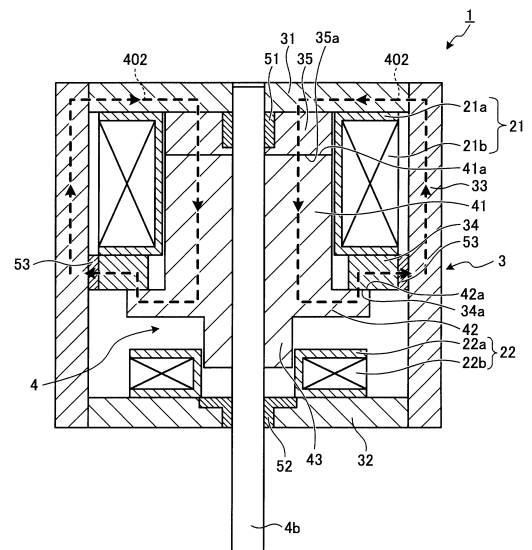
【図 6】



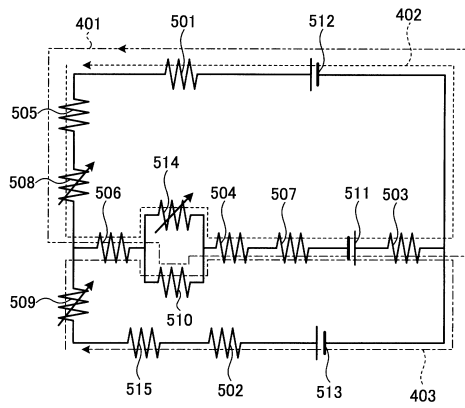
【図 7】



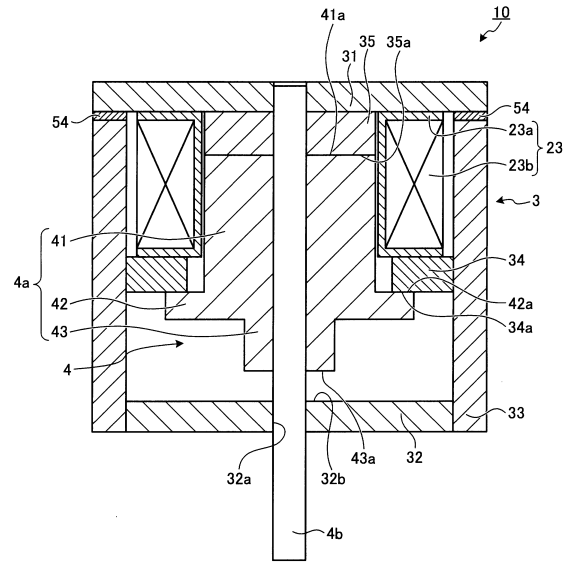
【図 8】



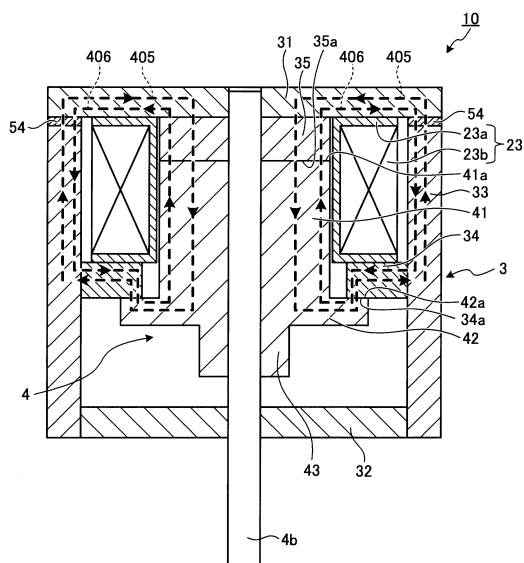
【図 9】



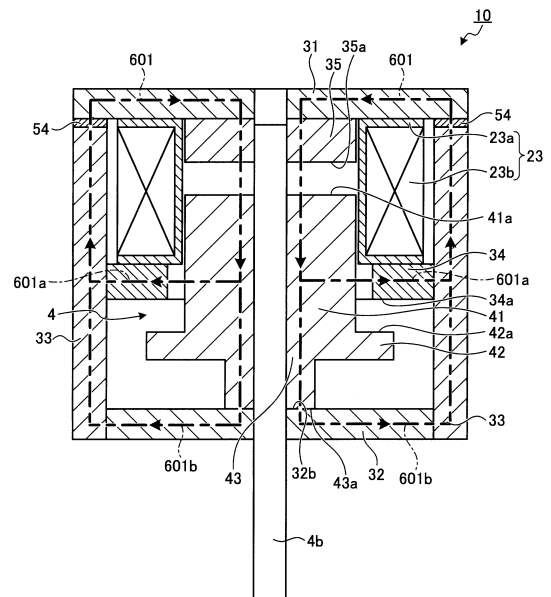
【図 10】



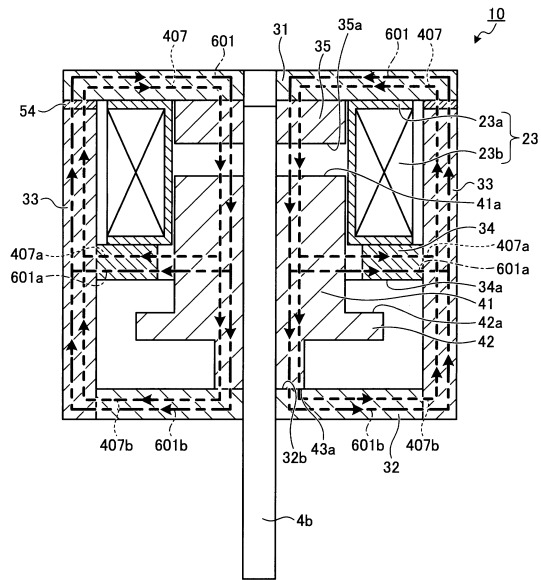
【図 11】



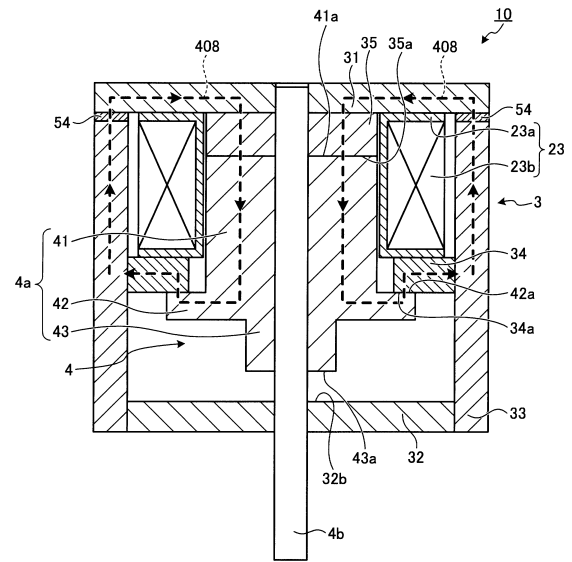
【図 12】



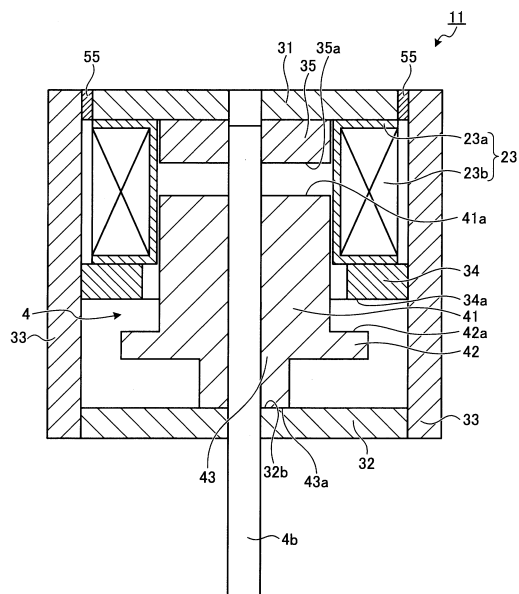
【図 13】



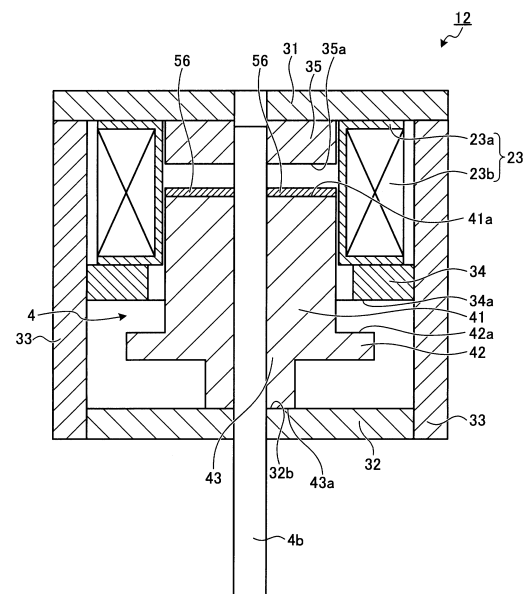
【図 14】



【図 15 - 1】



【図 15 - 2】



フロントページの続き

(72)発明者 國分 多喜雄

東京都中央区日本橋大伝馬町5番7号 富士電機機器制御株式会社内

審査官 田中 純一

(56)参考文献 特開2007-073580(JP,A)

特開2002-270423(JP,A)

特開平07-177721(JP,A)

特開昭52-142267(JP,A)

特表昭59-501928(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01F 7/04 - 7/122

H01F 7/126 - 7/128

H01F 7/13 - 7/16