

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7039751号
(P7039751)

(45)発行日 令和4年3月22日(2022.3.22)

(24)登録日 令和4年3月11日(2022.3.11)

(51)国際特許分類 F I
B 0 6 B 1/04 (2006.01) B 0 6 B 1/04 S

請求項の数 5 (全36頁)

(21)出願番号	特願2021-77642(P2021-77642)	(73)特許権者	000114215 ミネベアミツミ株式会社
(22)出願日	令和3年4月30日(2021.4.30)		長野県北佐久郡御代田町大字御代田 4 1 0 6 - 7 3
(62)分割の表示	特願2020-15500(P2020-15500)の 分割	(74)代理人	110002952 特許業務法人鷺田国際特許事務所
原出願日	令和2年1月31日(2020.1.31)	(72)発明者	高橋 勇樹 東京都多摩市鶴牧 2 丁目 1 1 番地 2 ミ ツミ電機株式会社内
(65)公開番号	特開2021-107083(P2021-107083 A)	(72)発明者	関口 力 東京都多摩市鶴牧 2 丁目 1 1 番地 2 ミ ツミ電機株式会社内
(43)公開日	令和3年7月29日(2021.7.29)	(72)発明者	下村 重幸 東京都多摩市鶴牧 2 丁目 1 1 番地 2 ミ ツミ電機株式会社内
審査請求日	令和3年4月30日(2021.4.30)		
(31)優先権主張番号	特願2019-103148(P2019-103148)		
(32)優先日	令和1年5月31日(2019.5.31)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		
早期審査対象出願			

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 振動アクチュエータ及び電子機器

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

円盤状のマグネットの表面と裏面に磁性コアを積層配置し、一对の渦巻きばねにより支持されて振動する可動体を有する振動アクチュエータであって、
前記可動体の外周に配置された環状の保護壁部と、
前記保護壁部の外周に配置された環状のコイルと、
前記環状のコイルの外周に配置された環状の磁気シールド部と、
前記可動体と、前記保護壁部と、前記コイルと、前記磁気シールド部とを収容する樹脂ケースと、を有し、
前記保護壁部は、前記保護壁部の外周から突出し、前記樹脂ケースに固定されるフランジ部を有し、
前記フランジ部は、端部に、前記一对の渦巻きばねの位置決め溝に嵌合して、前記一对の渦巻きばねの径方向及び周方向の移動を規制する突状辺部を有する、
振動アクチュエータ。

【請求項 2】

前記可動体は、前記磁性コアに固定され中央部で前記渦巻きばねを支持する、ばね止め部を有する、
請求項 1 記載の振動アクチュエータ。

【請求項 3】

前記ばね止め部は、錘である、

請求項 2 記載の振動アクチュエータ。

【請求項 4】

前記渦巻きばねは、振動減衰部材を有する、
請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の振動アクチュエータ。

【請求項 5】

請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の振動アクチュエータを実装した、
電子機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、振動アクチュエータ及びこれを備える電子機器に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、振動機能を有する電子機器には、振動発生源として振動アクチュエータが実装されている。電子機器は、振動アクチュエータを駆動してユーザに振動を伝達して体感させることにより、着信を通知したり、操作感や臨場感を向上したりすることができる。ここで、電子機器は、携帯型ゲーム端末、据置型ゲーム機のコントローラ（ゲームパッド）、携帯電話やスマートフォンなどの携帯通信端末、タブレット PC などの携帯情報端末、服や腕などに装着されるウェアラブル端末の携帯できる携帯機器を含む。

【0003】

携帯機器に実装される小型化可能な構造の振動アクチュエータとしては、例えば、特許文献 1 に示すように、ページャー等に用いられる振動アクチュエータが知られている。

【0004】

この振動アクチュエータは、一对の板状弾性体を相対向するようにして円筒状の枠体の開口縁部でそれぞれ支持させている。加えて、この振動アクチュエータは、一对の板状弾性体のうちの一方の渦巻形状の板状弾性体における盛り上がった中央部分に、磁石を取り付けたヨークを固定して、ヨークを枠体内で支持している。

【0005】

ヨークは磁石とともに磁界発生体を構成し、この磁界発生体の磁界内に、コイルが他方の板状弾性体に取り付けた状態で配置されている。コイルは、銅線の表面に樹脂を焼き付けたエナメル線を用いて円筒状体に構成され、所謂、自己融着線を用いた空芯コイルであり、配置スペースは小さくなっている。このコイルに発振回路を通じて周波数の異なる電流が切替えて付与されることにより一对の板状弾性体は選択的に共振されて振動を発生し、ヨークは枠体内で枠体の中心線方向で振動する。

【0006】

この振動アクチュエータでは、ヨークと枠体の内周壁との距離よりも磁石とコイル及びヨークとコイル間の距離を大きくしている。これにより、外部から衝撃を受けた場合、先にヨークが枠体の内周壁に衝突させることによりヨークや磁石がコイルに接触することがなく、コイルの破損を防止している。

【0007】

しかしながら、実際には、磁石を有するヨークが枠体に衝突するので、ヨークを有する可動体を弾性支持する一对の板状弾性体は衝撃を受けて損傷する恐れがある。

【0008】

このため、特許文献 1 では、第 2 の実施の形態として、可動体が振動方向に摺動して移動するシャフトを固定体に設けることにより、外部から衝撃を受けても可動体であるヨークは、シャフトにより枠体の内周面に移動することがなく、枠体への衝突を防止する構成も開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

10

20

30

40

50

【文献】特許第 3 7 4 8 6 3 7 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

しかしながら、可動体が摺動するシャフトを固定体に設けた従来の振動アクチュエータの構成では、シャフトにより可動体の動きを規制して耐衝撃性を高めることはできるものの、可動体が駆動時にシャフトを摺動して、摺動音が発生する恐れがある。

【0011】

振動音等のように、接触によるノイズの発生は、振動アクチュエータ自体の振動表現力を低下させる、という問題がある。このため、可動体の駆動により振動体として振動する振動アクチュエータは、振動ノイズを極力含めずに振動表現力が高く、ユーザに対して十分に体感させることができる好適な体感振動を出力することが望まれている。また、空芯コイルを用いた従来と比較して、低コストであることが望ましい。

【0012】

本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、低コストで小型化を実現できるとともに、耐衝撃性を有し、高い出力で好適な体感振動を発生する振動アクチュエータ及び電子機器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】

【0013】

本発明の振動アクチュエータの一つの態様は、
円盤状のマグネットの表面と裏面に磁性コアを積層配置し、一对の渦巻きばねにより支持されて振動する可動体を有する振動アクチュエータであって、
前記可動体の外周に配置された環状の保護壁部と、
前記保護壁部の外周に配置された環状のコイルと、
前記環状のコイルの外周に配置された環状の磁気シールド部と、
前記可動体と、前記保護壁部と、前記コイルと、前記磁気シールド部とを収容する樹脂ケースと、を有し、
前記保護壁部は、前記保護壁部の外周から突出し、前記樹脂ケースに固定されるフランジ部を有し、

前記フランジ部は、端部に、前記一对の渦巻きばねの位置決め溝に嵌合して、前記一对の渦巻きばねの径方向及び周方向の移動を規制する突状辺部を有する構成である。

【0014】

本発明の電子機器の一つの態様は、
上記構成の振動アクチュエータを実装した構成を採る。

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、低コストで小型化を実現できるとともに、耐衝撃性を有し、高い出力で好適な体感振動を発生することができる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明の一実施の形態に係る振動アクチュエータを示す外観斜視図である。

【図2】同振動アクチュエータの縦断面図である。

【図3】同振動アクチュエータにおいてケースを外した状態を示す斜視図である。

【図4】弾性支持部が固定された可動体を示す斜視図である。

【図5】可動体及び弾性支持部の分解斜視図である。

【図6】減衰部を備えた弾性支持部の平面図である。

【図7】減衰部を備えた弾性支持部の部分断面図である。

【図8】電磁シールド部を外したコイル組立体を示す図である。

【図9】コイル組立体の分解図である。

【図10】ケース本体の底面側斜視図である。

10

20

30

40

50

【図 1 1】蓋部を裏面側からみた図である。

【図 1 2】同振動アクチュエータの磁気回路構成を示す模式的に示す図である。

【図 1 3】コイルとマグネットとの相対的な移動状態を示す図である。

【図 1 4】コイルとマグネットとの相対的な移動状態を示す図である。

【図 1 5】端子絡げ部を有するコイルボビン部を示す斜視図である。

【図 1 6】コイルボビン部を端子絡げ部側から見た側面図である。

【図 1 7】図 1 6 の A - A 線矢視断面図である。

【図 1 8】図 1 6 の X 部分の拡大図である。

【図 1 9】端子絡げ部を有する巻線引出部の説明に供するコイル組立体とケースとの関係を示す分解斜視図である。

10

【図 2 0】コイル組立体におけるコイルボビンと電磁シールド部との接触部分を示す断面図である。

【図 2 1】図 3 に示すコイル組立体の平面図である。

【図 2 2】図 3 に示すコイル組立体を端子絡げ部側から見た斜視図である。

【図 2 3】図 3 に示すコイル組立体を端子絡げ部側から見た側面図である。

【図 2 4】コイル組立体の変形例を示す斜視図である。

【図 2 5】コイル組立体の変形例を示す側面図である。

【図 2 6】本発明の一実施の形態に係る振動アクチュエータを切り欠き側から見た外観斜視図である。

【図 2 7】端子絡げ部にケーブルを接続した状態の振動アクチュエータの外観斜視図である。

20

【図 2 8】図 2 7 に示す端子絡げ部とケーブルとの接続部分の拡大図である。

【図 2 9】ケース突起部の断面図である。

【図 3 0】ケース突起部の変形例を示す断面図である。

【図 3 1】ケーブル端部を示す図である。

【図 3 2】ケーブル端部の変形例を示す図である。

【図 3 3】図 2 2 の端子絡げ部とケーブルとの接続部分の変形例を示す図である。

【図 3 4】振動アクチュエータの組立工程を示す縦断面図である。

【図 3 5】同振動アクチュエータを実装した電子機器の一例を示す図である。

【図 3 6】同振動アクチュエータを実装した電子機器の一例を示す図である。

30

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

【0018】

[振動アクチュエータの全体構成]

図 1 は、本発明の一実施の形態に係る振動アクチュエータを示す外観斜視図であり、図 2 は、同振動アクチュエータの縦断面図であり、図 3 は、同振動アクチュエータにおいてケースを外した状態を示す斜視図である。また、図 4 は、弾性支持部が固定された可動体を示す斜視図であり、図 5 は、可動体及び弾性支持部の分解斜視図である。図 6 は、減衰部を備えた弾性支持部の平面図であり、図 7 は、減衰部を備えた弾性支持部の部分断面図である。また、図 8 は、電磁シールド部を外したコイル組立体を示す図であり、図 9 は、同コイル組立体の分解図である。なお、本実施の形態における「上」側、「下」側は、理解しやすくするために便宜上付与したものであり、振動アクチュエータにおける可動体の振動方向の一方、他方を意味する。すなわち、振動アクチュエータが電子機器（図 3 5 及び図 3 6 参照）に搭載される際には上下が逆になっても左右になっても構わない。

40

【0019】

本実施の形態 1 に係る振動アクチュエータ 1 は、携帯型ゲーム端末機器（例えば、図 3 5 に示すゲームコントローラ GC）等の電子機器に振動発生源として実装され、電子機器の振動機能を実現する。この電子機器としては、スマートフォン等の携帯機器（例えば、図 3 6 に示す携帯端末 M）も含む。振動アクチュエータ 1 は、携帯型ゲーム端末機器或いは

50

、携帯機器等の各機器に実装され、駆動することにより振動して、ユーザに対して着信を通知したり、操作感や臨場感を与えたりする。

【 0 0 2 0 】

本実施の形態の振動アクチュエータ 1 は、図 1 及び図 2 に示すように、中空のケース 1 0 内に、可動体 2 0 を、ケース 1 0 の軸方向（上下方向）を振動方向として、上下端面間で振動可能に収容している。ケース 1 0 内部の可動体 2 0 が可動することにより、振動アクチュエータ 1 自体が振動体として機能する。

【 0 0 2 1 】

振動アクチュエータ 1 は、マグネット 3 0 及び可動体コア 4 1、4 2 を有する可動体 2 0 と、コイル 6 1、6 2 を有する固定体 5 0 と、可動体 2 0 を固定体 5 0 に対して往復動自在に支持させる板状の弾性支持部 8 1、8 2 と、を有する。

10

【 0 0 2 2 】

振動アクチュエータ 1 においてコイル 6 1、6 2、マグネット 3 0 及び可動体コア 4 1、4 2 は、可動体 2 0 を振動させる磁気回路を構成する。振動アクチュエータ 1 は、電源供給部（例えば、図 3 5 及び図 3 6 に示す駆動制御部 2 0 3）からコイル 6 1、6 2 が通電されることで、コイル 6 1、6 2 とマグネット 3 0 とが協働して、ケース 1 0 内で、可動体 2 0 が振動方向に往復移動する。

【 0 0 2 3 】

本実施の形態の振動アクチュエータ 1 では、可動体 2 0 は、コイルボビン部 5 2 に保持されたコイル 6 1、6 2 の内側で、可動体 2 0 との間に配置されるボビン本体部（コイル保護壁部）5 2 2 により、コイル 6 1、6 2 の軸方向、つまり、振動方向で往復移動する。コイル 6 1、6 2 の軸方向は、可動体 2 0 の振動方向であり、マグネット 3 0 の着磁方向であり、コイルボビン部 5 2 の軸方向でもある。

20

【 0 0 2 4 】

可動体 2 0 は、可動していない非振動時において、弾性支持部 8 1、8 2 を介して、振動方向の長さの中心が、コイルボビン部 5 2 の振動方向の長さの中心と、可動体 2 0 の軸方向と直交する方向で、所定間隔をあけて対向するように配置される。このとき、可動体 2 0 は、コイルボビン部 5 2 のボビン本体部 5 2 2 に接触しないように、コイル 6 1、6 2 との間で釣り合う位置に位置することが望ましい。本実施の形態では、マグネット 3 0 および可動体コア 4 1、4 2 における振動方向の長さの中心が、上下で離間するコイル 6 1、6 2 間の振動方向の長さの中心と、振動方向と直交する方向で対向する位置に配置されることが好ましい。なお、ボビン本体部 5 2 2 と可動体 2 0 の間に、磁性流体が介在するようにしてもよい。

30

【 0 0 2 5 】

振動アクチュエータ 1 は、本実施の形態では、図 3 に示すように、ケース本体 1 1 及び蓋部 1 2 を有するケース 1 0 内に、コイル 6 1、6 2、コイルボビン部 5 2、可動体 2 0 及び弾性支持部 8 1、8 2 を有する駆動ユニット 1 3 を設けることで構成される。

【 0 0 2 6 】

< 可動体 2 0 >

可動体 2 0 は、固定体 5 0 の筒状のコイルボビン部 5 2 の内側で、上下端部で接続された弾性支持部 8 1、8 2 により、ボビン本体部 5 2 2 の内周面 5 2 2 a に沿って、往復移動可能に支持される。言い換えれば、可動体 2 0 は、振動アクチュエータ 1 内において、蓋部 1 2 と底部 1 1 4 が対向する方向に往復移動可能に支持されている。可動体 2 0 は、図 3 に示す駆動ユニット 1 3 に設けられる。

40

【 0 0 2 7 】

可動体 2 0 は、図 2、図 4 及び図 5 に示すように、マグネット 3 0、可動体コア 4 1、4 2、及びばね止め部 2 2、2 4、固定ピン 2 6、2 8 を有する。本実施の形態では、マグネット 3 0 を中心に振動方向の両側（図では上下方向）に向かってそれぞれ可動体コア 4 1、4 2、ばね止め部 2 2、2 4 が連設されている。可動体 2 0 では、マグネット 3 0 及び可動体コア 4 1、4 2 の外周面 2 0 a がボビン本体部 5 2 2 の内周面 5 2 2 a の内側で

50

所定間隔を空けて対向されている。

【0028】

可動体20が振動方向に移動する際には、外周面20aが内周面522aに沿って接触することなく往復移動する。

【0029】

マグネット30は、振動方向に着磁される。マグネット30は、本実施の形態では円盤状に形成され、振動方向で離間する表裏面30a、30bがそれぞれ異なる極性を有している。マグネット30の表裏面30a、30bは、コイル61、62の軸の延在方向で離間する2つの着磁面である。

【0030】

マグネット30は、コイル61、62（詳細は後述する）に対して、コイル61、62の径方向内側で間隔を空けて位置するように配置される。ここで、「径方向」とは、コイル61、62の軸に直交する方向であり、振動方向と直交する方向でもある。この径方向における「間隔」は、ボビン本体部522を含むコイル61、62と、マグネット30との間の間隔であり、可動体20の振動方向に互いに接触することなく移動可能な間隔とする。すなわち、本実施の形態では、「間隔」とは、ボビン本体部522とマグネット30との間の所定間隔を意味している。

【0031】

マグネット30は、本実施の形態では、径方向外側で、ボビン本体部522の中心と、対向するように配置されている。なお、マグネット30は、コイル61、62の内側で、コイル61、62の軸の延在方向に2つの着磁面をそれぞれ向けて配置されるものであれば、筒状、板形状等のように円盤状以外の形状であってもよい。また、マグネット30の軸方向の中心が、可動体20の軸方向の中心と一致することが望ましい。

【0032】

マグネット30の表裏面30a、30bには、それぞれ可動体コア41、42が設けられている。

【0033】

可動体コア41、42は、磁性体であり、ヨークとして機能し、マグネット30、コイル61、62とともに磁気回路を構成する。可動体コア41、42は、マグネット30の磁束を集中させて、漏らすことなく効率良く流し、マグネット30とコイル61、62間に流れる磁束を効果的に分布させる。

【0034】

また、可動体コア41、42は、磁気回路の一部としての機能の他、可動体20において、可動体20の本体部分としての機能、ばね止め部22、24を固定する機能、及び、ウェイトとしての機能を有する。

【0035】

可動体コア41、42は、本実施の形態では、マグネット30と同表面形状を有する円環平板状に形成されている。可動体コア41、42は、外周面がマグネットの外周面と面一となるようにマグネット30に固定され、マグネットの外周面とともに可動体20の外周面20aを構成する。

【0036】

可動体コア41、42は、本実施の形態では同様に形成された同じ部材であり、本実施の形態では、マグネット30を中心に、マグネット30を挟むようにマグネットの上下に対称に設けられている。なお、可動体コア41、42は、マグネット30に吸引されるとともに、例えば、エポキシ樹脂等の熱硬化型接着剤もしくは嫌気性接着剤によりマグネット30に固定される。

【0037】

可動体コア41、42のそれぞれの中央部には、上下のばね止め部22、24が嵌合する嵌合口411、421が設けられている。嵌合口411、421は、上下のばね止め部22、24のそれぞれの軸、つまり、弾性支持部81、82の中心軸が、可動体20の中心

10

20

30

40

50

軸上に位置するように設けられている。嵌合口 4 1 1、4 2 1 は、挿入されるばね止め部 2 2、2 4 を、その軸上で正確に固定するため三点或いは四点で接触して上下のばね止め部 2 2、2 4 を可動体 2 0 の軸上に位置するように支持している。嵌合口 4 1 1、4 2 1 は、可動体コア 4 1、4 2 における開口度合いを調整して、可動体 2 0 の重さを調整し、好適な振動出力を設定できる。

【0038】

本実施の形態では、可動体コア 4 1、4 2 は、可動体 2 0 の非振動時において、コイル 6 1、6 2 の内側（径方向内側）で、コイル 6 1、6 2 の軸方向と直交する方向で、コイル 6 1、6 2 のそれぞれに対向するように位置する。

【0039】

可動体コア 4 1、4 2 は、マグネット 3 0 とともに可動体側磁気回路を構成する。本実施の形態では、マグネット 3 0 の上側の可動体コア 4 1 の上面の高さ位置が、上側のコイル 6 1 の高さ方向（上下方向）の中心の位置と対向することが好ましい。加えて、マグネット 3 0 の下側の可動体コア 4 2 の下面の高さ位置が、下側のコイル 6 2 の高さ方向（上下方向）の中心の位置と対向することが好ましい。

【0040】

ばね止め部 2 2、2 4 は、可動体側磁気回路を弾性支持部 8 1、8 2 に固定する機能を有するとともに、可動体 2 0 のウェイトとしての機能を有する。ばね止め部 2 2、2 4 は、マグネット 3 0 及び可動体コア 4 1、4 2 を挟むように対象に設けられ、可動体 2 0 の振動出力を増加させている。

【0041】

ばね止め部 2 2、2 4 は、本実施の形態では、可動体 2 0 の中心軸に沿って配置される軸状体であり、可動体コア 4 1、4 2 と、弾性支持部 8 1、8 2 との間に介設される。

【0042】

ばね止め部 2 2、2 4 は、本実施の形態では、同形状に形成され、接合部 2 2 2、2 4 2 と、ばね固定部 2 2 4、2 4 4 とを有する。これら接合部 2 2 2、2 4 2 とばね固定部 2 2 4、2 4 4 とが、それぞれ振動方向（具体的には上下方向）に連設されている。

【0043】

ばね止め部 2 2、2 4 は、貫通する貫通孔を有している。なお、ばね止め部 2 2、2 4 は、貫通孔内に錘を追加して重量調整部として機能させてもよい。貫通孔内に錘を追加することにより可動体 2 0 を重くして、可動体 2 0 の振動出力を大きくすることができる。

【0044】

接合部 2 2 2、2 4 2 は、それぞれ可動体コア 4 1、4 2 に接合する。具体的には、接合部 2 2 2、2 4 2 は、一端部側を可動体コア 4 1、4 2 の嵌合口 4 1 1、4 2 1 にそれぞれ挿入して内嵌されている。本実施の形態では、ばね止め部 2 2、2 4 は、可動体コア 4 1、4 2 に圧入により固定されているが、これに限らず、例えば、エポキシ樹脂等の熱硬化型接着剤や嫌気性接着剤を用いた接着により固定されてもよい。

【0045】

上側のばね固定部 2 2 4 は、可動体 2 0 の振動方向の一方の端部、つまり、可動体 2 0 の上側の端部を構成し、弾性支持部 8 1 である上側板ばねの内径側の端部である内周部 8 0 2 に接合されている。一方、下側のばね固定部 2 4 4 は、可動体 2 0 の振動方向の他方の端部、つまり、可動体 2 0 の下側の端部を構成し、弾性支持部 8 2 である下側板ばねの内径側の端部である内周部 8 0 2 に接合されている。

【0046】

ばね固定部 2 2 4、2 4 4 は、それぞれ接合部 2 2 2、2 4 2 から上下に突出するように設けられ、その先端で、固定ピン 2 6、2 8 を介して弾性支持部 8 1、8 2 の内周部 8 0 2、8 0 2 にそれぞれ接合されている。

【0047】

固定ピン 2 6、2 8 は、弾性支持部 8 1、8 2 と可動体 2 0 とを、可動体 2 0 の振動により外れないように強固に固定する。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 8 】

固定ピン 2 6、2 8 は、本実施の形態では同形状に形成されており、それぞれ、ばね固定部 2 2 4、2 4 4 に圧入可能な軸状のピン本体 2 6 2、2 8 2 と、ピン本体 2 6 2、2 8 2 の一端側の縁部に設けられたフランジ 2 6 4、2 8 4 とを有する。

【 0 0 4 9 】

具体的には、固定ピン 2 6、2 8 のそれぞれのピン本体 2 6 2、2 8 2 は、弾性支持部 8 1、8 2 のそれぞれの内周部 8 0 2 を、ばね固定部 2 2 4、2 4 4 に重ねた状態で、内周部 8 0 2 の開口を介して、ばね固定部 2 2 4、2 4 4 の貫通孔に圧入して固定される。これにより、フランジ 2 6 4、2 8 4 は、ばね固定部 2 2 4、2 4 4 とで弾性支持部 8 1、8 2 の内周部 8 0 2 を挟持して、強固に接合する。なお、弾性支持部 8 1、8 2 の内周部 8 0 2 と、ばね固定部 2 2 4、2 4 4 とは、溶接、接着、または、カシメ等により、更には溶接、接着、または、カシメを組み合わせて接合されてもよい。

10

【 0 0 5 0 】

ばね止め部 2 2、2 4 が、可動体 2 0 において、可動体側磁気回路に対して振動方向で離間する両端部（上下端部）に配置されていることにより、可動体 2 0 における錘は、可動体磁気回路の外周側に配置されていない。これにより、可動体側磁気回路の外周側、つまり、可動体 2 0 の外周側で対向して位置するコイル 6 1、6 2 の配置スペースを制限することがなく、つまり、可動体磁気回路とコイル 6 1、6 2 との距離を離間させることがなく、電磁変換の効率は低下しない。よって、好適に可動体 2 0 の重量を増加でき、高振動出力を実現できる。

20

【 0 0 5 1 】

また、ばね止め部 2 2、2 4 は、錘機能とばね固定機能を有するため、それぞれの機能を有する部材を個々に組み立てる必要が無い。ばね止め部 2 2、2 4 を可動体側磁気回路に設けるだけで、錘とともに、弾性支持部 8 1、8 2 である上側板ばね、下側板ばねを可動体 2 0 に対して容易に組み付けることができ、組立性を高めることができる。

【 0 0 5 2 】

なお、ばね止め部 2 2、2 4 は、磁性材料により構成されてもよいが、非磁性材料により構成されることが望ましい。ばね止め部 2 2、2 4 が非磁性材料であれば、可動体コア 4 1 からの磁束が上方に流ることがないとともに、可動体コア 4 2 からの磁束が下方に流ることがなく、効率良く可動体コア 4 1、4 2 の外周側に位置するコイル 6 1、6 2 側に流すことができる。

30

【 0 0 5 3 】

また、ばね止め部 2 2、2 4 は、ケイ素鋼板（鋼板の比重は 7 . 7 0 ~ 7 . 9 8 ）等の材料よりも比重の高い材料（例えば、比重が 1 6 ~ 1 9 程度）により形成されるのが好ましい。ばね止め部 2 2、2 4 の材料には、例えば、タングステンを適用できる。これにより、設計等において可動体 2 0 の外形寸法が設定された場合でも、可動体 2 0 の質量を比較的容易に増加させることができ、ユーザに対する十分な体感振動となる所望の振動出力を実現することができる。

【 0 0 5 4 】

< 固定体 5 0 >

固定体 5 0 は、コイル 6 1、6 2 を保持するとともに、コイル 6 1、6 2 の径方向内側で、可動体 2 0 を、弾性支持部 8 1、8 2 を介して振動方向（コイル軸方向、可動体 2 0 の軸方向）に移動自在に支持する。

40

【 0 0 5 5 】

固定体 5 0 は、ケース 1 0、コイル 6 1、6 2、コイルボビン部 5 2、及び電磁シールド部 5 8 を有する。

【 0 0 5 6 】

コイルボビン部 5 2 は、外周面に巻回されるコイル 6 1、6 2 を保持し、内周面 5 2 2 a でマグネット 3 0 を囲み、マグネット 3 0 を有する可動体 2 0 の移動を案内する。

【 0 0 5 7 】

50

コイルボビン部 5 2 は、フェノール樹脂、ポリブチレンテレフタレート (poly butylene terephthalate; PBT) 等の樹脂により形成された筒状体である。コイルボビン部 5 2 は、本実施の形態では、難燃性の高いベークライト等のフェノール樹脂を含む素材で構成される。

【0058】

コイルボビン部 5 2 が、フェノール樹脂を含む素材で構成されることにより、難燃性が高まり、保持するコイル 6 1、6 2 に電流が流れた際にジュール熱により発熱しても、駆動の際の安全性の向上を図ることができる。また、寸法精度が高まり、コイル 6 1、6 2 の位置精度が高まるため、振動特性のばらつきを低減出来る。

【0059】

コイルボビン部 5 2 は、筒状のボビン本体部 5 2 2 と、ボビン本体部 5 2 2 の外周から放射方向に突出するフランジ部 5 2 6 ~ 5 2 8 と、端子絡げ部 (コイル結線部) 5 3 と、可動範囲形成部 5 4 と、連絡溝部 5 5 を有する。

【0060】

コイルボビン部 5 2 では、フランジ部 5 2 6 ~ 5 2 8 間 (コイル取付部 5 2 b、5 2 c) にコイル 6 1、6 2 が巻回される。このコイル 6 1、6 2 は、コイルボビン部 5 2 の端子引出部 9 0 及び位置決め係合部 5 2 9 を介して位置決めされる電磁シールド部 5 8 により覆われる。なお、端子絡げ部 (コイル結線部) 5 3 は、便宜上、端子絡げ部 (コイル結線部) 5 3 - 1、5 3 - 2 と図示して説明することもある。

【0061】

ボビン本体部 5 2 2 の内周面 5 2 2 a は、可動体 2 0 の外周面と所定間隔を空けて対向して配置されている。この所定間隔は、可動体 2 0 が、振動方向に移動する際に、内周面 5 2 2 a と接触することなく振動方向である軸方向に移動可能な間隔である。ボビン本体部 5 2 2 は、マグネット 3 0 とコイル 6 1、6 2 との接触を阻害するように構成され、可動体 2 0 は、内周面 5 2 2 a に沿って接触することなく往復移動可能である。

【0062】

ボビン本体部 5 2 2 は、内側に配置される可動体 2 0 の駆動時におけるコイル 6 1、6 2 への衝突を保護する保護壁部として機能している。ボビン本体部 5 2 2 の厚みは、移動する可動体 2 0 が接触しても、外周側のコイル 6 1、6 2 に何ら影響を与えない強度をする厚みである。

【0063】

ボビン本体部 5 2 2 の外周側には、可動体 2 0 の可動体コア 4 1、4 2 の外周面 (マグネット 3 0 及び可動体コア 4 1、4 2 の外周面) を囲むようにコイル 6 1、6 2 が、コイル軸方向に並んで配置されている。

【0064】

具体的には、ボビン本体部 5 2 2 の外周面には、フランジ部 5 2 6 ~ 5 2 8 とともに、外周側に径方向外側に開口する凹状のコイル取付部 5 2 b、5 2 c (図 2 及び図 9 参照) が設けられている。

【0065】

コイル取付部 5 2 b、5 2 c は、フランジ部 5 2 6 ~ 5 2 8 により仕切られるように設けられている。コイル取付部 5 2 b、5 2 c には、コイル 6 1、6 2 が、フランジ部 5 2 7、5 2 8 の間で、フランジ部 (中央壁部、以下、「中央フランジ部」とも称する) 5 2 6 を振動方向で挟むように、巻回されている。

【0066】

中央フランジ部 5 2 6 は、環状に設けられ、円状の外周部を有する。

中央フランジ部 5 2 6 の外周部の一部には、コイルの巻線を引き回し、且つ、コイルの端末状態を処理する機能を有する引き回し部 9 が設けられている。

引き回し部 9 は、端子絡げ部 5 3 が設けられた端子引出部 9 0 と、コイル 6 1、6 2 とを連絡するコイルの巻線が配線される連絡溝部 5 5 とを含む。

【0067】

10

20

30

40

50

端子絡げ部 5 3 は、図 8、図 9、図 1 5 及び図 1 6 に示すように、コイル 6 1、6 2 のコイルの巻線を絡げて、外部機器と接続するコネクタ結線部として機能する。端子絡げ部 5 3 は、コイル 6 1、6 2 と外部機器（例えば、駆動制御部等の電源供給部）とを接続し、コイル 6 1、6 2 に電力が供給される。

【 0 0 6 8 】

端子絡げ部 5 3 は、ボビン本体部 5 2 2 の外周部分に突設された導電性を有する部材であり、本実施の形態では、棒状体である。端子絡げ部 5 3 は、本実施の形態では、コイルボビン部 5 2 の外周部、具体的には、振動方向の中心に配置される中央のフランジ部 5 2 6 の外周面に、基端部を圧入することにより設けられている。

【 0 0 6 9 】

端子絡げ部 5 3 は、振動アクチュエータ 1 において、振動方向の中央部のフランジ部 5 2 6 の外周面から突出する端子引出部 9 0 に設けられている。

端子引出部 9 0 は、端子絡げ部 5 3 を介して、コイル 6 1、6 2 を形成するコイルの巻線の端部を、振動アクチュエータ 1 の外部に引き出す。

【 0 0 7 0 】

端子引出部 9 0 は、中央フランジ部 5 2 6 の外周面から突出することによりフランジ部 5 2 6 において、径方向の所定の長さ、振動方向の厚みと、周方向の幅とを有し、端子絡げ部 5 3 の圧入シロを確保している。これにより、端子引出部 9 0 は、端子絡げ部 5 3 を強固に保持することができ、端子絡げ部 5 3 をコイルボビン部 5 2 に組み付ける際に、安定して固定させることができる。

【 0 0 7 1 】

本実施の形態では、端子引出部 9 0 は、図 1 7 に示すように、中央フランジ部 5 2 6 の外径 R より外方に突出する。この外方に突出する部分に端子絡げ部 5 3 が外方に突設されている。

端子引出部 9 0 とともに端子絡げ部 5 3 が外径 R より外側に突出する。これにより、端子絡げ部 5 3 が、組み立て後にコイルボビン部 5 2 を囲むように配置される電磁シールド部 5 8 に接触することを防ぐことができる。なお、電磁シールド部 5 8 についての詳細は後述する。また、本実施の形態では、端子引出部 9 0 は、電磁シールド部 5 8 の開口部 5 8 2 に嵌合する。これにより、端子引出部 9 0 は、電磁シールド部 5 8 の回転止めとして機能する。

【 0 0 7 2 】

端子引出部 9 0 は、中央フランジ部 5 2 6 において、連絡溝部 5 5 に近接（ここでは隣接）して設けられている。

【 0 0 7 3 】

連絡溝部 5 5 には、コイル 6 1、6 2 を繋ぐコイルの巻線が挿通される。本実施の形態の連絡溝部 5 5 では、コイル 6 1 及びコイル 6 2 を形成するコイルの巻線の巻方向が連絡溝部 5 5 の上下で逆方向となるように反転される。

【 0 0 7 4 】

連絡溝部 5 5 は、中央フランジ部 5 2 6 の外周部で径方向外方に開口し、且つ、振動方向に貫通する切り欠き状に形成されている。具体的には、連絡溝部 5 5 は、少なくとも、溝状の底を形成する底壁部 5 5 a と、底壁部 5 5 a において端子絡げ部 5 3 から遠い側壁部（一側壁部）5 5 b とを有し、底壁部 5 5 a と、遠い側壁部 5 5 b とにより切り欠き状に形成された部位を有する。切り欠き部位は、コイル 6 1 或いはコイル 6 2 のうちの一方を巻回して配置した後で、巻回方向を逆にして他方を巻回して配置する際に、巻線が外れないように巻線を係止する機能を有する。本実施の形態の連絡溝部 5 5 は、底壁部 5 5 を底面として周方向で離間する両端で両側壁部が立設した平面視 U 字状に形成されている。

【 0 0 7 5 】

連絡溝部 5 5 では、図 1 7 に示すように、端子絡げ部 5 3 から遠い側壁部 5 5 b は、平面視して、遠い側壁部 5 5 b と底壁部 5 5 a との接合部を通る中央フランジ部 5 2 6 の外径 R の外周面の法線 n に対して端子絡げ部 5 3 側で鋭角となるように位置するように形成さ

10

20

30

40

50

れている。これにより、連絡溝部 5 5 では、端子絡げ部 5 3 から遠い側壁部 5 5 b と底壁部 5 5 a とでなす角度 θ は、法線 n よりも端子絡げ部 5 3 側で鋭角を形成するように設けられている。

【 0 0 7 6 】

よって、コイルの巻線をコイル取付部 5 2 b、5 2 c に上下反転方向で巻き付けてコイル 6 1、6 2 を配置する際に、コイルの巻線は、連絡溝部 5 5 から外れないように確実に連絡溝部 5 5 に係合され、所望のコイル取付部 5 2 b、5 2 c に好適に案内される。よって、コイルボビン部 5 2 へのコイル 6 1、6 2 の組み付けを容易に行うことができる。

【 0 0 7 7 】

また、引き回し部 9 は、中央フランジ部 5 2 6 において、コイルの巻線を端子絡げ部 5 3 からコイルボビン部 5 2 のコイル巻回部分（コイル取付部 5 2 b、5 2 c の一方）における一卷目の位置（例えば角部）に案内するコイル案内部 9 2 を有する。

10

【 0 0 7 8 】

コイル案内部 9 2 は、中央フランジ部 5 2 6 の上下面（振動方向で離間する面）の少なくとも一方の面に設けられている。コイル案内部 9 2 は、本実施の形態では、中央フランジ部 5 2 6 において端子引出部 9 0 及び連絡溝部 5 5 に対し、周方向両側で隣接する部位にそれぞれ形成されている。

【 0 0 7 9 】

コイル案内部 9 2 は、中央フランジ部 5 2 6 の上下面の段差により形成される傾斜部 9 3 により、コイル取付部 5 2 b、5 2 c において中央フランジ部 5 2 6 とボビン本体部 5 2 2 の外周得面との接合部と、端子絡げ部 5 3 とを連絡する。

20

【 0 0 8 0 】

図 1 8 は、コイル案内部 9 2 のうち、コイル取付部 5 2 c においてコイル取付部 5 2 c と、端子絡げ部 5 3 - 1 との間を案内するコイル案内部 9 2 - 1 を示す。段差 Y は、コイル取付部 5 2 c においてコイル本体部 5 2 2 の外周面との接合位置と略同じ高さ位置である中央フランジ部 5 2 6 の高さレベル（中央フランジ部 5 2 6 の上面の高さレベル）と、これよりも低く端子絡げ部 5 3 に近接する高さレベル位置との段差である。

【 0 0 8 1 】

傾斜部 9 3 は、段差 Y により、中央フランジ部 5 2 6 の上面と、端子絡げ部 5 3 に近接する高さレベル位置の面との間の段差面を有する。この段差面は、端子絡げ部 5 3 に近接する高さレベル位置の面から立ち上がるように配置され、端子絡げ部 5 3 の基端側から周方向に延在しつつ、コイル取付部 5 2 b、5 2 c の底面側に向かって傾斜する。

30

【 0 0 8 2 】

図 1 8 では、コイル案内部 9 2 - 1 は、例えば、コイルの巻線を端子絡げ部 5 3 - 1 に絡げた後、傾斜部 9 3 により、コイルの巻線を、コイルボビン部 5 2 のコイル取付部 5 2 c 側へ引き込むように案内する。これにより、端子絡げ部 5 3 - 1 からコイル取付部 5 2 c に直接、引き込む場合と比較して、一卷目の巻線の位置を安定させて、好適にコイル 6 2 を配置することができる。

【 0 0 8 3 】

コイル案内部 9 3 は、端子絡げ部 5 3 からのコイルの巻線をコイル取付部 5 2 b、5 2 c に巻回する際に、コイル取付部 5 2 b、5 2 c における一卷目の巻線の位置を安定させることができ、工程での不具合が抑制される。

40

【 0 0 8 4 】

これにより、端子絡げ部 5 3 への巻線の絡げ、上下のコイル形成、及び最後の端子絡げ部 5 3 への絡げの各工程を、一連の流れで行い振動アクチュエータ 1 を組み立てることができる。これにより、コイル形成工程等を容易に自動化でき、効率的な組立構造を有する振動アクチュエータを実現することができる。

【 0 0 8 5 】

フランジ部 5 2 7、5 2 8 は、ボビン本体部 5 2 2 の軸方向（本実施の形態では振動方向であり、上下方向でもある）で離間する両端部に設けられ、コイルボビン部 5 2 の上下端

50

部を構成する。フランジ部 5 2 7、5 2 8（纏めて「両端フランジ部」とも称し、それぞれを「端フランジ部」とも称する）は、それぞれボビン本体部 5 2 2 の外周から振動方向の両端部に放射方向に張り出して設けられている。両端フランジ部 5 2 7、5 2 8 は、図 1 6 及び図 2 0 に示すように、中央フランジ部 5 2 6 の外周部 5 2 6 a と同一径部分 5 2 7 b、5 2 8 b を有し、これら同一径部分で電磁シールド部 5 8 の内周面に当接する。

【0086】

コイルボビン部 5 2 では、中央フランジ部 5 2 6 の外周部 5 2 6 a と、フランジ部 5 2 7、5 2 8 の同一径部分 5 2 7 b、5 2 8 b とにより、径方向に開口し、電磁シールド部 5 8 が嵌まる凹状部を形成している。この凹状部に電磁シールド部 5 8 が配置されることにより、電磁シールド部 5 8 は、コイル 6 1、6 2 を囲む位置に位置決めされる。また、電磁シールド部 5 8 は、外周部 5 2 6 a と、フランジ部 5 2 7、5 2 8 の同一径部分 5 2 7 b、5 2 8 b に当接することにより、コイルボビン部 5 2 に安定して固定され、電磁シールド部 5 8 の高さ寸法（振動方向の長さ）が大きくなる場合でも、安定して固定させることができる。

10

【0087】

フランジ部 5 2 7、5 2 8 は、フランジ部 5 2 6 から離間する方向側の端部（本実施の形態では上下端部）で、弾性支持部 8 1、8 2 が固定される。

【0088】

可動範囲形成部 5 4 は、コイルボビン部 5 2 の上下端部に設けられ、ケース 1 0 内にコイルボビン部 5 2 を収容した際に、ケース 1 0 の蓋部 1 2 及び底部 1 1 4 と、可動体 2 0 との間の振動範囲を形成する。

20

【0089】

可動範囲形成部 5 4 は、フランジ部 5 2 7、5 2 8 のそれぞれから振動方向（上下方向）に突設された突状辺部である。可動範囲形成部 5 4 は、フランジ部 5 2 7、5 2 8 の円環状の上下の開口端面（それぞれ「上端面、下端面」とも称する）5 2 7 a、5 2 8 a において、所定間隔を空けて設けられている。上端面 5 2 7 a は、一方側の開口端面であり、下端面 5 2 8 a は、他方側の開口端面を意味している。

【0090】

フランジ部 5 2 7 は、振動方向に突出する突起状の可動範囲形成部 5 4 を有し、可動範囲形成部 5 4 を介して蓋部 1 2 を受ける天面受部を有する。フランジ部 5 2 8 は、振動方向に突出する突起状の可動範囲形成部 5 4 を有し、可動範囲形成部 5 4 を介して底部 1 1 4 を受ける底面受部を有する。

30

【0091】

また、可動範囲形成部 5 4 は、図 2 1 に示すように、弾性支持部 8 1、8 2 に設けられた位置決め溝 8 0 8 に嵌合して、弾性支持部 8 1、8 2 の径方向の位置決めを行う。可動範囲形成部 5 4 は、周方向の長さとして所定の厚みを有し、これに対応して位置決め溝 8 0 8 も形成されている。本実施の形態では、可動範囲形成部 5 4 は、位置決め溝 8 0 8 に嵌合することにより、弾性支持部 8 1、8 2 の径方向及び周方向の移動を規制して、弾性支持部 8 1、8 2 の位置決めを行っている。

【0092】

突起状の可動範囲形成部 5 4 を位置決め溝 8 0 8 に嵌合することにより弾性支持部 8 1、8 2 のコイルボビン部 5 2 に対する位置出しを行うため、駆動ユニット 1 3 の各個体での弾性支持部 8 1、8 2 の位置を一律に設定して、コイルボビン部 5 2 に対する弾性支持部 8 1、8 2 の安定した位置出しを行うことができる。これにより、弾性支持部 8 1、8 2 は、回転方向への移動が規制され、製品として、弾性支持部 8 1、8 2 のバラツキを抑制し、安定した特性を実現できる。

40

【0093】

また、可動範囲形成部 5 4 は、コイルボビン部 5 2 の軸を中心に等間隔に間を空けて設けられている。可動範囲形成部 5 4 は、本実施の形態では、コイルボビン部 5 2 の軸を中心に等間隔を空けて 3 か所設けられている。

50

【 0 0 9 4 】

また、3か所の可動範囲形成部54で、弾性支持部81、82のそれぞれを受けることにより、コイルボビン部52内への可動体20の挿入時の引っ掛かりや摩擦を低減し、組立性良く、可動体20及びコイルボビン部52の位置出しを容易に行うことができる。

【 0 0 9 5 】

コイルボビン部52は、ケース10に、上下端部の可動範囲形成部54を、蓋部12の縁部と、底部114の縁部とに当接させた状態で收容され、底部114の縁部に固定される。

【 0 0 9 6 】

フランジ部527、528は、本実施の形態では、電磁シールド部58に係合して、電磁シールド部58をコイル61、62を囲む位置に位置させる位置決め係合部529を有する。

10

【 0 0 9 7 】

位置決め係合部529は、電磁シールド部58の被係合部589と係合する。位置決め係合部529は、本実施の形態では、それぞれのフランジ部527、528の外周部において、中央フランジ部526側に開口する凹状の溝であり、凸状の被係合部589と係合する。

【 0 0 9 8 】

このように、フランジ部527、528の外周部、つまり、コイルボビン部52の外径部に、電磁シールド部位置出し用の位置決め係合部529が設けられている。位置決め係合部529と被係合部589との係合により、コイルボビン部52に巻回されるコイル61、62に対して電磁シールド部58をずれること無く配置して、安定した磁気特性を得ることができる。また、端子引出部90と開口部582の係合でのみ電磁シールド部58を位置決めしてコイルボビン部52に組み付ける場合と比較して、端子引出部90でのみに組み立ての際に荷重がかかり変形することがない。

20

【 0 0 9 9 】

このように端子引出部90にかかる荷重により、端子引出部90の端子絡げ部53が変形することがなく、端子絡げ部53の変形を抑制して、振動アクチュエータを安定して製造できる。なお、フランジ部526～528の同一外径の外周面に、接着部を設け、接着部を介して、各フランジ部526～528に電磁シールド部58を固着してもよい。これにより、安定した振動特性を実現できる。

30

【 0 1 0 0 】

<コイル>

コイル61、62は、振動アクチュエータ1において、コイル61、62の軸方向(マグネット30の着磁方向)を振動方向として、マグネット30及び可動体コア41、42とともに、振動アクチュエータ1の駆動源の発生に用いられる。コイル61、62は、駆動時(振動時)に通電されて、マグネット30とともにボイスコイルモータを構成する。

【 0 1 0 1 】

コイル取付部52b、52cには、コイル61、62が配置され、コイル61、62は、本実施の形態では、可動体コア41、42に対して振動方向と直交する方向で対向する位置に配置されている。

40

【 0 1 0 2 】

コイル61、62は、コイルボビン部52に、コイル軸方向(振動方向)の長さの中心位置が、可動体20の振動方向の長さの中心位置(マグネット30の振動方向の中心位置)と、振動方向で略同じ位置(同じ位置も含む)となるように、保持されている。なお、本実施の形態のコイル61、62は、互いに逆方向に巻回されて構成され、通電時に逆方向に電流が流れるように構成されている。

【 0 1 0 3 】

コイル61、62のそれぞれの端部は、フランジ部526の端子絡げ部53に絡げて接続されている。コイル61、62は、端子絡げ部53を介して、電源供給部(例えば、図35及び図36に示す駆動制御部203)に接続される。例えば、コイル61、62のそれ

50

ぞれの端部は、端子絡げ部 5 3 を介して、交流供給部に接続され、交流供給部からコイル 6 1、6 2 に交流電源（交流電圧）が供給される。これにより、コイル 6 1、6 2 はマグネットとの間に、互いの軸方向で互いに接離方向に移動可能な推力を発生できる。

【0104】

コイル 6 1、6 2 は、本実施の形態では、図 8 及び図 1 6 に示すように、まず、端子絡げ部 5 3 - 1 にコイルの巻線の一端部を絡げて接続される。一端部が端子絡げ部 5 3 - 1 に接続された巻線の他端部側は、コイル案内部 9 2 - 1 により（矢印 D 1）、コイル取付部 5 2 c において一巻き目が形成される位置に案内される。この一巻き目の位置で、巻線は、反時計回り（矢印 D 2）で巻回され、一巻き目を形成し、順次反時計回りで巻回（矢印 D 2 ~ D 3 で示す）が繰り返される。これにより、コイル 6 2 がコイル取付部 5 2 c に配置される。

10

【0105】

次いで、コイル 6 2 の他端部側の巻線は、連絡溝部 5 5 を通して（矢印 D 4 で示す）、連絡溝部 5 5 内で巻回方向を逆方向（矢印 D 5 参照）にしてコイル案内部 9 2 - 2 により、コイル取付部 5 2 b の一巻き目の位置に案内される。巻線は、コイル取付部 5 2 b では、コイル取付部 5 2 c とは逆方向で巻回、ここでは時計回りで巻回（矢印 D 6 ~ D 7 で示す）される。巻線を、順次時計回りで巻回することにより、コイル 6 1 がコイル取付部 5 2 b に配置される。なお、本実施の形態では、コイル 6 1、6 2 を一本の巻線により構成したが、これに限らず、別体のコイル 6 1、6 2 を用いて構成してもよい。この構成では、別体となったコイルどうしが、同じ方向で巻線を巻回して構成されている場合、駆動時には、それぞれ異なる方向電流を供給する。

20

【0106】

コイル 6 1、6 2 のコイル軸は、コイルボビン部 5 2 の軸、或いは、マグネット 3 0 の軸と同軸上に配置されることが好ましい。

コイル 6 1、6 2 は、コイルボビン部 5 2 の外側から、コイル取付部 5 2 b、5 2 c に、コイル線を巻き付けることにより円筒状に形成されている。この構成により、コイル 6 1、6 2 を有するコイルボビン部 5 2 は、コイル 6 1、6 2 の円筒状体をそれぞれ維持するために、コイルを自己融着線を用いずに組み立てることができる。つまり、コイルとして空芯コイルを用いる必要がないので、コイル 6 1、6 2 自体の低コスト化、ひいては、振動アクチュエータ全体を低コスト化できる。

30

【0107】

また、コイル 6 1、6 2 は、ケース 1 0 の内側で、外周面を電磁シールド部 5 8 により囲まれ、コイル取付部内 5 2 b、5 2 c で封止され、コイル取付部 5 2 b、5 2 c 内で接着等により固定される。本実施の形態ではコイル 6 1、6 2 は、ボビン本体部 5 2 2、フランジ部 5 2 6 ~ 5 2 8 の全てに接着により固定される。よって、コイル 6 1、6 2 はコイルボビン部 5 2 との接合強度を大きくすることができ、大きな衝撃が加わる場合でも、可動体がコイルと直接接触する構成と比較して、コイル 6 1、6 2 が破損することがない。

【0108】

< 電磁シールド部 5 8 >

電磁シールド部 5 8 は、コイルボビン部 5 2 の外周面を囲み、コイル 6 1、6 2 を径方向外側で覆う位置に配置される筒状の磁性体である。電磁シールド部 5 8 は、コイル 6 1、6 2 とともに固定体側磁気回路を構成し、可動体側磁気回路、つまり、マグネット 3 0 及び可動体コア 4 1、4 2 とともに構成する磁気回路において、振動アクチュエータ 1 の外部への漏れ磁束を防止する。

40

【0109】

電磁シールド部 5 8 は、電磁シールド部 5 8 の振動方向の長さの中心を、内側に配置されるマグネット 3 0 の振動方向の中心と同じ高さとなる位置となるように配置されている。この電磁シールド部 5 8 のシールド効果により、振動アクチュエータの外側への漏えい磁束の低減を図ることができる。

【0110】

50

また、電磁シールド部 5 8 は、磁気回路において、推力定数を大きくして電磁変換効率を高めることができる。電磁シールド部 5 8 は、マグネット 3 0 の磁気吸引力を利用して、マグネット 3 0 とともに磁気ばねとしての機能を有し、弾性支持部 8 1、8 2 を機械バネにした際の応力を低下させることができ、弾性支持部 8 1、8 2 の耐久性を向上させることができる。

【 0 1 1 1 】

電磁シールド部 5 8 には、端子絡げ部 5 3 が挿通する開口部 5 8 2 が設けられている。開口部 5 8 2 は、図 2 2 及び図 2 3 に示すように、端子引出部 9 0 に嵌合し、コイルボビン部 5 2 に対する電磁シールド部 5 8 の周方向への回転止めとして機能する。

【 0 1 1 2 】

開口部 5 8 2 は、本実施の形態では、電磁シールド部 5 8 本体の中央部に上下方向よりも周方向に長い形状で形成されている。これにより、開口部 5 8 2 の上下に電磁シールド部 5 8 が存在するため、バランス良く、磁気回路における磁気吸引力のアンバランスや漏れ磁束も最小限に抑制することができる。

【 0 1 1 3 】

なお、この開口部 5 8 2 は、本実施の形態では、電磁シールド部 5 8 において上下方向（振動方向）の中央部に設けられる構成としたが、収容するコイルボビン部 5 2 の端子絡げ部 5 3 を外部に突出させる構成であればどのように設けられてもよい。

【 0 1 1 4 】

例えば、図 2 4 及び図 2 5 に示す駆動ユニット 1 3 A は、駆動ユニット 1 3 の構成において、電磁シールド部 5 8 A の構成のみ異なる。

【 0 1 1 5 】

駆動ユニット 1 3 A の電磁シールド部 5 8 A は、開口部 5 8 2 A を、筒状の電磁シールド部 5 8 A の一方の開口部側を切り欠いた形状で設けられている。

【 0 1 1 6 】

すなわち、電磁シールド部 5 8 A の開口部 5 8 2 A は、筒状の電磁シールド部 5 8 A において、電磁シールド部 5 8 A を貫通するとともに、片側の開口縁部で開口するように形成されている。このように、電磁シールド部 5 8 A において、開口部 5 8 2 を片側に開口するように形成すると、電磁シールド部 5 8 A を、片側の開口部側から、コイルボビン部 5 2 A に対して、軸方向に外装させて、組み付けることができる。これにより、コイルボビン部 5 2 A への電磁シールド部 5 8 A の組付けを容易に行うことができる。特に、振動アクチュエータを小型化、薄型化した場合でも、電磁シールド部 5 8 A に開口部を設けることが可能となり、組み立て性の向上を図ることができる。

【 0 1 1 7 】

また、電磁シールド部 5 8 において軸方向両側で開口する開口縁部には凸状に形成され、位置決め係合部 5 2 9 と係合する被係合部 5 8 9 が設けられている。被係合部 5 8 9 は、位置決め係合部 5 2 9 と対応する位置に設けられている。被係合部 5 8 9 が、位置決め係合部 5 2 9 と係合することにより、電磁シールド部 5 8 は、コイルボビン部 5 2 に対して、周方向及び上下方向への移動が規制され、コイル 6 1、6 2 を囲む位置に位置決めされた状態となる。

【 0 1 1 8 】

< 弾性支持部 8 1、8 2 >

弾性支持部 8 1、8 2 は、可動体 2 0 を固定体 5 0 に対して振動方向に往復移動自在に支持する。

【 0 1 1 9 】

弾性支持部 8 1、8 2 は、可動体 2 0 の振動方向で、可動体 2 0 を挟み、且つ、可動体 2 0 と固定体 5 0 との双方に振動方向と交差するように架設されている。弾性支持部 8 1、8 2 は、本実施の形態では、図 2 ~ 図 4 に示すように、可動体 2 0 において振動方向で離間する両端部（上下端部）で互いに離間して配置され、固定体 5 0 と接続する。本実施の形態では、弾性支持部 8 1、8 2 は、それぞれ振動方向と直交する方向で互に対向して

10

20

30

40

50

配置されている。

【 0 1 2 0 】

弾性支持部 8 1、8 2 は、可動体 2 0 の軸方向（振動方向）で離れる両端部（ばね固定部 2 2 4、2 4 4）にそれぞれの内周部 8 0 2 が嵌合され、可動体 2 0 に、外周固定部 8 0 6 側が径方向外側（放射方向）に張り出すように取り付けられる。

【 0 1 2 1 】

弾性支持部 8 1、8 2 は、可動体 2 0 を、可動体 2 0 の可動体の非振動時及び振動時において、固定体 5 0 に接触しないように支持する。なお、弾性支持部 8 1、8 2 は、可動体 2 0 の駆動（振動）時において、可動体 2 0 のポピン本体部 5 2 2 の内周面 5 2 2 a に接触しても、磁気回路、具体的には、コイル 6 1、6 2 が損傷することはない。弾性支持部 8 1、8 2 は、可動体 2 0 を可動自在に弾性支持するものであれば、どのようなもので構成されてもよい。弾性支持部 8 1、8 2 は、本実施の形態では同様の構成を有する同部材である。

10

【 0 1 2 2 】

弾性支持部 8 1、8 2 は、それぞれ平板状の複数の板ばねである。可動体 2 0 は、複数の弾性支持部 8 1、8 2 を 3 つ以上の板ばねとしてもよい。これら複数の板ばねは、振動方向と直交する方向に沿って取り付けられる。

【 0 1 2 3 】

板ばねである弾性支持部 8 1、8 2 は、内側のばね端部である環状の内周部 8 0 2 と、外側のばね端部である外周固定部 8 0 6 とが、弾性変形する平面視円弧状の変形アーム 8 0 4 により接合された形状を有する。変形アーム 8 0 4 と外周固定部 8 0 6 とで弾性支持部 8 1、8 2 のそれぞれの外周部 8 0 7 を構成する。変形アーム 8 0 4 の変形により、内周部 8 0 2 と外周固定部 8 0 6 とが、軸方向での相対的に変位する。

20

【 0 1 2 4 】

弾性支持部 8 1、8 2 は、外周固定部 8 0 6 が固定体 5 0 に接合され、内周部 8 0 2 が可動体 2 0 に接合される。

【 0 1 2 5 】

弾性支持部 8 1、8 2 としての板ばねは、本実施の形態では、ステンレス鋼板を用いて板金加工により形成されており、より具体的には、薄い平板円盤状の渦巻きばねとしている。弾性支持部 8 1、8 2 は、平板状であるので、円錐状のばねと比較して、位置精度の向上、つまり加工精度の向上を図ることができる。

30

【 0 1 2 6 】

複数の弾性支持部 8 1、8 2 は、本実施の形態では、渦巻きの向きが同一となる向きで、それぞれ外周側の一端である外周固定部 8 0 6 が固定体 5 0 に固定されるとともに、内周側の他端である内周部 8 0 2 が可動体 2 0 に固定されている。

【 0 1 2 7 】

このように、本実施の形態では、複数の弾性支持部 8 1、8 2 として、渦巻き形状の板ばねを複数用いて、可動体 2 0 において振動方向で離間する両端部にそれぞれ取り付け、固定体 5 0 に対して可動体 2 0 を弾性支持している。これにより、可動体 2 0 の移動量が大きくなると、可動体は、僅かではあるが回転しながら並進方向（ここでは、振動方向に対して垂直な面上の方向）に移動する。複数の板ばねの渦の方向が反対向きであれば、複数の板ばねは、互いに座屈方向ないし引っ張り方向に動くことになり、円滑な動きが妨げられることになる。

40

【 0 1 2 8 】

本実施の形態の弾性支持部 8 1、8 2 は、渦巻きの向きが同一となるように可動体 2 0 に固定されているので、可動体 2 0 の移動量が大きくなったとしても、円滑に動く、つまり、変形することができ、より大きな振幅となり、振動出力を高めることが可能である。但し、所望の可動体 2 0 の振動範囲によっては、複数の弾性支持部 8 1、8 2 の渦巻き方向を互いに反対方向とする設計であってもよい。

【 0 1 2 9 】

50

板状の弾性支持部 8 1、8 2 は、可動体 2 0 に対して、弾性支持部 8 1、8 2 のそれぞれの内周部 8 0 2 を、可動体 2 0 の振動方向の端部を構成するばね固定部 2 2 4、2 4 4 に重ねて配置されている。弾性支持部 8 1、8 2 の内周部 8 0 2 が、上述したように、固定ピン 2 6、2 8 のフランジ 2 6 4、2 8 4 とばね固定部 2 2 4、2 4 4 とで挟持されることにより固定されている。

【0130】

一方、上側の弾性支持部 8 1 の外周固定部 8 0 6 は、径方向外側で、コイルボビン部 5 2 の上端部に固定されている。具体的には、弾性支持部 8 1 の外周固定部 8 0 6 は、コイルボビン部 5 2 の上端部を形成する上側のフランジ部 5 2 7 の環状の上端面 5 2 7 a において、可動範囲形成部 5 4 を避けた部位に固定される。

10

【0131】

弾性支持部 8 1 の外周固定部 8 0 6 は、ケース 1 0 内において、フランジ部 5 2 7 の環状の上端面 5 2 7 a と蓋部 1 2 の押圧部 1 2 8 とに挟持されて固定される。なお、上端面 5 2 7 a は、上側（一方側）のフランジ部 5 2 7 の上側（一方側）において、可動範囲形成部 5 4 を避けた部分の上側（一方側）の端面である。

【0132】

また、下側の弾性支持部 8 2 の外周固定部 8 0 6 は、径方向外側で、コイルボビン部 5 2 の下端部に固定されている。具体的には、弾性支持部 8 2 の外周固定部 8 0 6 は、コイルボビン部 5 2 の下端部を形成する下側のフランジ部 5 2 8 の環状の下端面 5 2 8 a において、可動範囲形成部 5 4 を避けた部位に固定される。

20

【0133】

弾性支持部 8 2 の外周固定部 8 0 6 は、ケース 1 0 内において、フランジ部 5 2 8 の環状の下端面 5 2 8 a と、底部 1 1 4 の周縁部に設けられた段差部 1 1 8 とに挟持されて固定される。

【0134】

このように弾性支持部 8 1、8 2 は、コイルボビン部 5 2 の上下の開口縁部の開口端面 5 2 7 a、5 2 8 a と、ケース 1 0 の蓋部 1 2 及び底部 1 1 4 とにより、振動方向と直交する方向に配置された状態で挟持されている。また、コイル 6 1、6 2 が巻回されたコイルボビン部 5 2 内に、可動体 2 0 を収容して、可動体 2 0 の上下端部に弾性支持部 8 1、8 2 の内周部 8 0 2 を固定するとともに、コイルボビン部 5 2 の上端部に弾性支持部 8 1、8 2 の外周固定部 8 0 6 を固定する。これにより、コイル 6 1、6 2 と可動体 2 0 との位置関係が規定された駆動ユニット 1 3 として構成され、ケース 1 0 内に配置し易くなる。

30

【0135】

弾性支持部 8 1、8 2 は、本実施の形態では、変形アーム 8 0 4 或いは変形アーム 8 0 4 と外周固定部 8 0 6 に、弾性支持部 8 1 において発生する振動を減衰させる減衰手段としての減衰部（ダンパー）7 2 が取り付けられている。減衰手段は、弾性支持部 8 1 において、共振峰を抑え、且つ、広範囲にわたる安定した振動を発生させる。

【0136】

本実施の形態の減衰部 7 2 は、例えば、図 6 及び図 7 に示すように、断面 T 型形状のエラストマーであり、板状のフランジ 7 2 2 と、フランジ 7 2 2 の中央部から突出して設けられた押し込み部 7 2 4 とを有する。

40

【0137】

減衰部 7 2 は、押し込み部 7 2 4 を弾性支持部 8 1（8 2）の一方の面側からばね部分間、具体的には外周固定部 8 0 6 と変形アーム 8 0 4 との間に挿入して、フランジ 7 2 2 を、ばね部分間に架け渡して位置させている。取付部 7 3 は、熱硬化樹脂或いは弾性支持部 8 1（8 2）に固着しない接着剤等であり、弾性支持部 8 1（8 2）の裏面側で、押し込み部 7 2 4 がばね部分間から外れないような形状で押し込み部 7 2 4 に固定されている。なお、図 2、図 1 2 ~ 図 1 4、図 2 0、図 3 4 では、減衰部 7 2 は、押し込み部 7 2 4 を介して弾性支持部 8 1（8 2）を両面側から挟持した状態で固定される一つの部材のように図示されている。減衰部 7 2 は、減衰機能を有する材料で構成されていれば、エラスト

50

マーでなくてもよく、熱硬化樹脂或いは接着材等で形成されていてもよい。減衰部 7 2 は、板状のフランジと、このフランジと同様の機能を有する部材に押し込み部で接合された別部材とで、弾性支持部 8 1 (8 2) を両面側から挟み込む形状であれば、どのように構成されてもよい。

【 0 1 3 8 】

この構成により、減衰部 7 2 は、弾性支持部 8 1 (8 2) における鋭いばね共振を減衰して、共振周波数付近での振動が著しく大きくなることで周波数による振動の差が大きくなることを防止する。これにより、可動体 2 0 は、塑性変形する前に、共振峰を抑え、蓋部 1 2 及び底部 1 1 4 に接触することなく、広範囲にわたり安定した振動を発生することができ、接触により異音が生じることがない。減衰部 7 2 は、弾性支持部 8 1 (8 2) における鋭い振動の発生を防止するものであれば、どのような形状、材料等で形成されてもよい。

10

【 0 1 3 9 】

< ケース 1 0 >

図 1 0 は、ケース本体の底面側斜視図であり、図 1 1 は、蓋部を裏面側からみた図である。ケース 1 0 は、図 1、図 3、図 1 0 及び図 1 1 に示すように、周壁部 1 1 2 及び底部 1 1 4 を有する有底筒状のケース本体 1 1 と、ケース本体 1 1 の開口部 1 1 5 を閉塞する蓋部 1 2 とを有する。

【 0 1 4 0 】

蓋部 1 2 及び底部 1 1 4 は、本実施の形態における振動アクチュエータ 1 の天面部 1 2 2、下面部 (底部 1 1 4) を構成し、駆動ユニット 1 3 の可動体 2 0 に可動体 2 0 の振動方向で所定間隔を空けて対向して配置される。蓋部 1 2 は、天面部 1 2 2 の外周の一部から垂下して設けられ、ケース本体 1 1 の切り欠き 1 0 2 に係合する垂下部 1 2 4 を有する。

20

【 0 1 4 1 】

蓋部 1 2 及び底部 1 1 4 は、それぞれ可動体 2 0 の可動範囲を抑制する。蓋部 1 2 及び底部 1 1 4 は、可動体 2 0 のハードストップ (可動範囲限定) となる可動範囲抑制部としての機能を有する。

【 0 1 4 2 】

具体的には、蓋部 1 2 及び底部 1 1 4 は、可動範囲形成部 5 4 により形成される可動範囲を規制する。つまり、蓋部 1 2 及び底部 1 1 4 は、蓋部 1 2 及び底部 1 1 4 から駆動ユニット 1 3 (コイルボビン部 5 2) の上下端部の縁部 (上下のフランジ部 5 2 7、5 2 8 の開口端面 5 2 7 a、5 2 8 a) までの長さを規制する。これにより、ケース 1 0 の中空は、可動体 2 0 が移動する空間である可動体空間を形成している。

30

【 0 1 4 3 】

このように、可動体空間は、弾性支持部 8 1、8 2 が塑性変形しない範囲の長さに規定されている。よって、可動体 2 0 に、可動範囲を超える力が加わる場合でも、弾性支持部 8 1、8 2 は、塑性変形することなく、固定体 5 0 (蓋部 1 2 及び底部 1 1 4 の少なくとも一方) に接触するので、弾性支持部 8 1、8 2 が破損することなく、信頼性が高めることができる。

【 0 1 4 4 】

また、蓋部 1 2 及び底部 1 1 4 は、それぞれ通気孔 1 2 6、1 1 6 が貫通して設けられている。通気孔 1 2 6、1 1 6 は、それぞれケース 1 0 内において、可動体 2 0 の往復振動により形成される圧縮空気を外部に放出する。

40

【 0 1 4 5 】

図 2 6 は、本発明の一実施の形態に係る振動アクチュエータ 1 を切り欠き側から見た外観斜視図である。また、図 2 7 は、端子絡げ部 5 3 にケーブル W を接続した状態の振動アクチュエータの外観斜視図であり、図 2 8 は、図 2 7 に示す端子絡げ部 5 3 とケーブル W との接続部分の拡大図である。

【 0 1 4 6 】

図 2 6 に示すように、ケース 1 0 の切り欠き 1 0 2 には、コイルボビン部 5 2 の端子引出部 9 0 と、垂下部 1 2 4 とが配置され、これら端子引出部 9 0 と垂下部 1 2 4 により閉塞

50

される。

これにより、ケース 10 の切り欠き 102 から端子絡げ部 53 が外方に突出した状態で配設され、端子絡げ部 53 を介して、外部機器との接続を容易にしている。

【0147】

また、ケース 10 の外周面には、配線固定用の突起部 119 が設けられている。配線固定用の突起部 119 は、図 27 及び図 28 に示すように、端子絡げ部 53 に接続されるケーブル W を係合可能に構成され、ケーブル W を係合して保持する。これにより突起部 119 で固定されたケーブル W は、その端部 W a を、端子絡げ部 53 に、精度良く導通するように接続することができる。

【0148】

突起部 119 は、端子引出部 90 が嵌合する開口部 582 の近傍に形成されていることが好ましい。これにより、端子絡げ部 53 近傍でケーブル W を保持することができ、ケーブル W を端子絡げ部 53 に接続する際の作業を容易に行うことができる。

【0149】

突起部 119 は、図 29 に示すように、ケース 10 の外周面から突出する突出片 1192 と、突出片 1192 の先端から突出片 1192 に対して交差する方向、ここでは、垂直に突出する垂直片 1194 とを有する。突出片 1192 と垂直片 1194 とは、外周面とともに配線可能な溝 1190 を構成し、この溝 1190 内に、ケーブル W を内嵌することにより係合して、ケーブル W を固定する。

【0150】

本実施の形態では、突起部 119 は、突出片 1192 の先端から垂直片 1194 が断面 T 字状に接続して形成されている。これにより、突起部 119 は、突出片 1192 を挟み 2 つの溝 1190 を有する。よって、ケーブル W の 2 本の配線を溝 1190 にそれぞれ内嵌させて保持することができ、工程の安定化及び配線自体の保持も容易に行うことができる。

【0151】

なお、突起部 119 は、ケーブル W の端部 W a を、端子絡げ部 53 に、精度良く導通するように接続できるように、ケーブル W を保持できればよい。例えば、図 30 に示す配線固定用の突起部 119 A は、ケース 10 の外周面から突出する突出片 1196 の先端に、突出片 1196 に対して垂直に接合され、突出片 1196 とともに断面 L 字状をなす垂直片 1198 を有する構成としてもよい。

【0152】

突起部 119 A では、突出片 1196 と、外周面と、垂直片 1198 とで溝 1190 A が形成されている。突起部 119 A は、この溝 1190 A で、ケーブル W の配線を、2 本まとめて保持することができ、T 字状の突起部 119 と同様の効果を得ることができる。

ケーブル W の端部 W a は、端子絡げ部 53 に容易に接続可能に構成されることが好ましい。

【0153】

図 31 は、ケーブル W の端部 W a を示す。

本実施形態では、ケーブル W の端部 W a は、ピン状の端子絡げ部 53 に容易に係合可能な形状を有し、U 字状に形成されている。また、図 32 に示すように、ケーブル W の端部 W a 1 は、一部切り欠いたリング状に形成されてもよい。

【0154】

このような形状を有する端部 W a は、端子絡げ部 53 に掛止して保持させることができ、掛止状態、つまり、位置決めした状態で半田付けを行うことができる。よって、端部 W a を端子絡げ部 53 に安定した状態で確実に導通状態で固定することができ、導通工程も容易に行うことができる。

【0155】

< 振動アクチュエータ 1 の動作 >

振動アクチュエータ 1 の動作について、マグネット 30 において着磁方向の一方側（本実施の形態では上側）の表面 30 a 側が N 極、着磁方向の他方側（本実施の形態では下側）の裏面 30 b 側が S 極となるように着磁されている場合を一例に説明する。

10

20

30

40

50

【 0 1 5 6 】

振動アクチュエータ 1 では、可動体 2 0 は、ばね - マス系の振動モデルにおけるマス部に相当すると考えられるので、共振が鋭い（急峻なピークを有する）場合、振動を減衰することにより、急峻なピークを抑制する。振動を減衰することにより共振が急峻では無くなり、共振時の可動体 2 0 の最大振幅値、最大移動量がばらつくことがなく、好適な安定した最大移動量による振動が出力される。

【 0 1 5 7 】

振動アクチュエータ 1 では、図 1 2 に示す磁気回路が形成される。また、振動アクチュエータ 1 において、コイル 6 1、6 2 はコイル軸がマグネット 3 0 を振動方向で挟む可動体コア 4 1、4 2 らの磁束に直交するように、配置されている。

10

【 0 1 5 8 】

具体的には、マグネット 3 0 の表面 3 0 a 側から出射し、可動体コア 4 1 からコイル 6 1 側に放射され、電磁シールド部 5 8 を通り、コイル 6 2 を介してマグネット 3 0 の下側の可動体コア 4 2 からマグネット 3 0 へ入射する磁束の流れ $m f$ が形成される。

【 0 1 5 9 】

したがって、図 1 2 に示すように通電が行われると、マグネット 3 0 の磁界とコイル 6 1、6 2 に流れる電流との相互作用により、フレミング左手の法則に従ってコイル 6 1、6 2 に $- f$ 方向のローレンツ力が生じる。

【 0 1 6 0 】

$- f$ 方向のローレンツ力は、磁界の方向とコイル 6 1、6 2 に流れる電流の方向に直交する方向である。コイル 6 1、6 2 は固定体 5 0（コイルボビン部 5 2）に固定されているので、作用反作用の法則に則り、この $- f$ 方向のローレンツ力と反対の力が、マグネット 3 0 を有する可動体 2 0 に F 方向の推力として発生する。これにより、マグネット 3 0 を有する可動体 2 0 側が F 方向、つまり蓋部 1 2（蓋部 1 2 の天面部 1 2 2）側に移動する（図 1 3 参照）。

20

【 0 1 6 1 】

また、コイル 6 1、6 2 の通電方向が逆方向に切り替わり、コイル 6 1、6 2 に通電が行われると、逆向きの F 方向のローレンツ力が生じる。この F 方向のローレンツ力の発生により、作用反作用の法則に則り、この F 方向のローレンツ力と反対の力が、可動体 2 0 に推力（ $- F$ 方向の推力）として発生し、可動体 2 0 は、 $- F$ 方向、つまり、固定体 5 0 の底部 1 1 4 側に移動する（図 1 4 参照）。

30

【 0 1 6 2 】

振動アクチュエータ 1 では、通電していない場合の非駆動時（非振動時）においては、マグネット 3 0 と電磁シールド部 5 8 との間に磁気吸引力がそれぞれ働き磁気バネとして機能する。このマグネット 3 0 と電磁シールド部 5 8 との間に発生する磁気吸引力と、弾性支持部 8 1、8 2 の元の形状に戻ろうとする復元力により、可動体 2 0 は、元の位置に戻る。

【 0 1 6 3 】

振動アクチュエータ 1 は、コイル 6 1、6 2 を有する固定体 5 0 と、コイル 6 1、6 2 の径方向内側に配置され、且つ、コイル 6 1、6 2 の軸方向に磁化されたマグネット 3 0 を有する可動体 2 0 と、を備える。加えて、振動アクチュエータ 1 は、可動体 2 0 をコイル軸方向である振動方向に、移動自在に弾性保持する平板状の弾性支持部 8 1、8 2 を備える。

40

【 0 1 6 4 】

また、コイル 6 1、6 2 は、コイルボビン部 5 2 のボビン本体部 5 2 2 の外周に配置され、ボビン本体部 5 2 2 の内周側に、間隔を空けて、可動体 2 0 の外周面 2 0 a が配置され、コイル 6 1、6 2 は、外周面を電磁シールド部 5 8 により囲まれている。

【 0 1 6 5 】

弾性支持部 8 1、8 2 は、可動体 2 0 を、可動体 2 0 の非振動時及び振動時に接触しないようにボビン本体部 5 2 2 の内周面 5 2 2 a から所定の間隔を空けて支持する。

50

【 0 1 6 6 】

また、コイル 6 1、6 2 はボビン本体部 5 2 2 の外周に配置される、つまり、コイル 6 1、6 2 がボビン本体部 5 2 2 の外周に巻き付けられる構成であるので、空芯コイルを用いた場合と比較して、低コスト化をはかることができる。更に、振動アクチュエータ 1 では、ケース 1 0 内に駆動ユニット 1 3 を収容する構造であり、ケース 1 0 の周壁部 1 1 2 の外周面を滑らかな面に構成できる。これにより、振動アクチュエータ 1 を電子機器に取り付ける際に、取付箇所との間に介在させるスポンジ等の緩衝材の貼り付けを確実に容易に行うことができる。

【 0 1 6 7 】

コイル 6 1、6 2 は、ケース 1 0 内に配置されるコイル保持部であるコイルボビン部 5 2 の外周側に配置されている。よって、コイル 6 1、6 2 がコイル保持部の内周側に配置される構成において、組み立ての際の、外部機器と接続するために、コイル線の端部を外側に持ち出す作業を行う必要がない。

10

【 0 1 6 8 】

また、振動アクチュエータ 1 は、ケース 1 0 内に駆動ユニット 1 3 を配置することにより構成されているので、高い寸法精度が必要な弾性支持部 8 1、8 2 の固定は、コイルボビン部 5 2 に組み付けることにより行うことができる。これにより、弾性支持部 8 1、8 2 の固定を含む可動体 2 0 の配置は、コイルボビン部 5 2 を基準として決定させることができ、製品としての振動発生方向の精度を高めることができる。具体的には、例えば樹脂等により一つの部品として形成されるコイルボビン部 5 2 の寸法精度を上げるだけで、コイル 6 1、6 2 と、弾性支持部 8 1、8 2 を介して取り付けられる可動体 2 0 (マグネット 3 0) とを正確な位置関係で位置させることを容易に行うことができる。

20

【 0 1 6 9 】

また、ケース 1 0 内に配置されるコイルボビン部 5 2 に、電磁シールド部 5 8 が、コイル 6 1、6 2 を囲むように取り付けられることにより、ケース 1 0 における周壁部 1 1 2 の外周面は面精度の良い樹脂となり滑らかな面となる。これにより、緩衝材を取り付ける部材、例えば、両面テープの接合状態が良好となり、接合強度を高めることができる。

【 0 1 7 0 】

また、コイルボビン部 5 2 には、端子絡げ部 5 3 が外方に突出して設けられているので、コイルのコイル線の絡げと半田付けが容易になり、外部機器とコイル 6 1、6 2 との接続を容易にできる。

30

【 0 1 7 1 】

また、ケース 1 0 は、有底筒状、つまり、カップ状のケース本体 1 1 と蓋部 1 2 とで形成されている。これにより、周壁部 1 1 2 と底部 1 1 4 とを別体にした構成よりも、部品点数を減らし、組立性の向上を図ることができるとともに、耐衝撃性が向上する。

【 0 1 7 2 】

また、蓋部 1 2 は、カップ状のケース本体 1 1 の開口部 1 1 5 に溶着することで固定されている。蓋部 1 2 は、図 3 4 に示すように、ケース本体 1 1 内に、弾性支持部 8 1、8 2 を介して可動体 2 0 が取り付けられたコイルボビン部 5 2 を収容した後、開口部 1 1 5 を閉塞するように、ケース本体 1 1 の開口部 1 1 5 に嵌合される。そして、蓋部 1 2 の周囲で蓋部 1 2 上に延びる開口部 1 1 5 の開口端 1 1 5 a が、カシめられて屈曲されることにより、蓋部 1 2 は、ケース本体 1 1 に固定される。

40

【 0 1 7 3 】

また、これら突起部 1 1 9、1 1 9 A は、ケーブル W を接着固定することが好ましい。例えば、図 3 3 に示すように、突起部 1 1 9 では、端部 W a が端子絡げ部 5 3 に接続された状態で、ケーブル W が接着剤により固定される。図 3 3 に示す領域 R 1 は、接着剤が塗布された接着領域を示す。

【 0 1 7 4 】

突起部 1 1 9 にてケーブル W を接着することにより、ケーブル W に外力が掛かる場合でも、ケーブル W が端子絡げ部 5 3 から外れることがなくなり、断線などの不具合のリスクを

50

抑制することができる。

【 0 1 7 5 】

また、接着固定と比較して、固定強度が向上し耐衝撃性を高めることができる。さらに、工程も塗布工程から硬化工程と複雑化することがなく、工程も単純でありタクト時間の低減化を図ることができる。

【 0 1 7 6 】

また、振動アクチュエータ 1 において、可動体 2 0 は、固定体 5 0 に対して、可動しない状態の非振動時と、可動している状態つまり振動時では、ボビン本体部 5 2 2 との間に隙間を空けて支持される。これにより、可動体 2 0 は可動中、つまり、振動中に、固定体 5 0 への接触が発生することがない。

10

【 0 1 7 7 】

また、振動アクチュエータ 1 を落下した場合等、振動アクチュエータ 1 自体に衝撃が加わる場合にのみ、可動体 2 0 は、ボビン本体部 5 2 2 の内周面 5 2 2 a に接触する。すなわち、衝撃がある場合にのみ、可動体 2 0 とボビン本体部 5 2 2 とは、可動体 2 0 の外周面 2 0 a とボビン本体部 5 2 2 の内周面 5 2 2 a との間の範囲で相対移動し、可動体 2 0 は、コイル 6 1、6 2 に接触することがない。

【 0 1 7 8 】

このように、振動アクチュエータ 1 によれば、従来の振動アクチュエータと異なり、振動アクチュエータに衝撃が加わることで可動体 2 0 が変位して固定体の内壁に接触し、衝撃を与えることがない。つまり、衝撃により、固定体 5 0 のコイル 6 1、6 2 が破損することがない。また、衝撃で弾性支持部 8 1、8 2 自体が変形することもなく、弾性支持部 8 1、8 2 の変形により生じる可動体 2 0 の可動不能等の不具合を解消できる。

20

【 0 1 7 9 】

このように振動アクチュエータ 1 によれば、耐衝撃性を有するとともに、振動表現力の高い好適な体感振動を出力できる。

【 0 1 8 0 】

振動アクチュエータ 1 は、電源供給部（例えば、図 3 5 及び図 3 6 に示す駆動制御部 2 0 3）からコイル 6 1、6 2 へ入力される交流波によって駆動される。つまり、コイル 6 1、6 2 の通電方向は周期的に切り替わり、可動体 2 0 には、蓋部 1 2 の天面部 1 2 2 側の F 方向の推力と底部 1 1 4 側の - F 方向の推力が交互に作用する。これにより、可動体 2 0 は、振動方向（コイル 6 1、6 2 の径方向と直交するコイル 6 1、6 2 の巻回軸方向、或いは、マグネット 3 0 の着磁方向）に振動する。

30

【 0 1 8 1 】

以下に、振動アクチュエータ 1 の駆動原理について簡単に説明する。本実施の形態の振動アクチュエータ 1 では、可動体 2 0 の質量を m [kg]、ばね（ばねである弾性支持部 8 1、8 2）のばね定数を K_{sp} とした場合、可動体 2 0 は、固定体 5 0 に対して、下式（1）によって算出される共振周波数 F_r [Hz] で振動する。

【 0 1 8 2 】

【数 1】

$$F_r = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{K_{sp}}{m}} \quad \dots (1)$$

40

【 0 1 8 3 】

可動体 2 0 は、ばね - マス系の振動モデルにおけるマス部を構成すると考えられるので、コイル 6 1、6 2 に可動体 2 0 の共振周波数 F_r に等しい周波数の交流波が入力されると、可動体 2 0 は共振状態となる。すなわち、電源供給部からコイル 6 1、6 2 に対して、可動体 2 0 の共振周波数 F_r と略等しい周波数の交流波を入力することにより、可動体 2 0 を効率良く振動させることができる。

50

【 0 1 8 4 】

振動アクチュエータ 1 の駆動原理を示す運動方程式及び回路方程式を以下に示す。振動アクチュエータ 1 は、下式 (2) で示す運動方程式及び下式 (3) で示す回路方程式に基づいて駆動する。

【 0 1 8 5 】

【数 2】

$$m \frac{d^2 x(t)}{dt^2} = K_f i(t) - K_{sp} x(t) - D \frac{dx(t)}{dt} \quad \dots (2)$$

m : 質量 [k g]

$x(t)$: 変位 [m]

K_f : 推力定数 [N/A]

$i(t)$: 電流 [A]

K_{sp} : ばね定数 [N/m]

D : 減衰係数 [N / (m / s)]

10

【 0 1 8 6 】

【数 3】

$$e(t) = Ri(t) + L \frac{di(t)}{dt} + K_e \frac{dx(t)}{dt} \quad \dots (3)$$

$e(t)$: 電圧 [V]

R : 抵抗 [Ω]

L : インダクタンス [H]

K_e : 逆起電力定数 [V / (rad / s)]

20

30

【 0 1 8 7 】

すなわち、振動アクチュエータ 1 における質量 m [k g]、変位 $x(t)$ [m]、推力定数 K_f [N / A]、電流 $i(t)$ [A]、ばね定数 K_{sp} [N / m]、減衰係数 D [N / (m / s)] 等は、式 (2) を満たす範囲内で適宜変更できる。また、電圧 $e(t)$ [V]、抵抗 R []、インダクタンス L [H]、逆起電力定数 K_e [V / (rad / s)] は、式 (3) を満たす範囲内で適宜変更できる。

【 0 1 8 8 】

このように、振動アクチュエータ 1 では、可動体 20 の質量 m と板ばねである弾性支持部 81、82 のばね定数 K_{sp} により決まる共振周波数 F_r に対応する交流波によりコイル 61、62 への通電を行った場合に、効率的に大きな振動出力を得ることができる。

40

【 0 1 8 9 】

また、振動アクチュエータ 1 は、式 (2)、(3) を満たし、式 (1) で示す共振周波数を用いた共振現象により駆動する。これにより、振動アクチュエータ 1 では、定常状態において消費される電力は減衰部 72 による損失だけとなり、低消費電力で駆動、つまり、可動体 20 を低消費電力で直線往復振動させることができる。また、減衰係数 D を大きくすることにより、高帯域に渡り振動を発生させることができる。

【 0 1 9 0 】

本実施の形態によれば、可動体 20 の上下 (振動方向) に板状の弾性支持部 81、82 を配置しているので、可動体 20 を上下方向に安定して駆動すると同時に、マグネット 30 の上下の弾性支持部 81、82 から効率的にコイル 61、62 の磁束を分布できる。これ

50

により、振動アクチュエータ 1 として、高出力の振動を実現することができる。

【 0 1 9 1 】

また、固定体 5 0 は、コイル 6 1、6 2 の保持機能、可動体 2 0 に対するコイル 6 1、6 2 の保護機能を兼ねたコイルボビン部 5 2 を有する。これにより、固定体 5 0 が衝撃を受けた場合でも、その衝撃に耐えるとともに、弾性支持部 8 1、8 2 に変形などのダメージを与えない。また、コイル 6 1、6 2 に対しては、樹脂製のボビン本体部 5 2 2 を介して衝撃が伝わるため、ダメージを抑制することができ、信頼性の高い振動アクチュエータ 1 となっている。

このように、振動アクチュエータ 1 によれば、低コストで小型化を実現できるとともに、耐衝撃性を有し、高い出力で好適な体感振動を発生することができる。

10

【 0 1 9 2 】

(電子機器)

図 3 5 及び図 3 6 は、振動アクチュエータ 1 の実装形態の一例を示す図である。図 3 5 は、振動アクチュエータ 1 をゲームコントローラ G C に実装した例を示し、図 3 6 は、振動アクチュエータ 1 を携帯端末 M に実装した例を示す。

【 0 1 9 3 】

ゲームコントローラ G C は、例えば、無線通信によりゲーム機本体に接続され、ユーザが握ったり把持したりすることにより使用される。ゲームコントローラ G C は、ここでは矩形板状を有し、ユーザが両手でゲームコントローラ G C の左右側を掴み操作するものとしている。

20

【 0 1 9 4 】

ゲームコントローラ G C は、振動により、ゲーム機本体からの指令をユーザに通知する。なお、ゲームコントローラ G C は、図示しないが、指令通知以外の機能、例えば、ゲーム機本体に対する入力操作部を備える。

【 0 1 9 5 】

携帯端末 M は、例えば、携帯電話やスマートフォン等の携帯通信端末である。携帯端末 M は、振動により、外部の通信装置からの着信をユーザに通知するとともに、携帯端末 M の各機能 (例えば、操作感や臨場感を与える機能) を実現する。

【 0 1 9 6 】

図 3 5 及び図 3 6 に示すように、ゲームコントローラ G C 及び携帯端末 M は、それぞれ、通信部 2 0 1、処理部 2 0 2、駆動制御部 2 0 3、及び駆動部としての振動アクチュエータ 1 である振動アクチュエータ 2 0 4、2 0 5、2 0 6 を有する。なお、ゲームコントローラ G C では、複数の振動アクチュエータ 2 0 4、2 0 5 が実装される。

30

【 0 1 9 7 】

ゲームコントローラ G C 及び携帯端末 M において、振動アクチュエータ 2 0 4、2 0 5、2 0 6 は、例えば、端末の主面と振動アクチュエータ 2 0 4、2 0 5、2 0 6 の振動方向と直交する面、ここでは底部 1 1 4 の底面とが平行となるように実装されることが好ましい。端末の主面とは、ユーザの体表面に接触する面であり、本実施の形態では、ユーザの体表面に接触して振動を伝達する振動伝達面を意味する。なお、端末の主面と、振動アクチュエータ 2 0 4、2 0 5、2 0 6 の底部 1 1 4 の底面とが直交するように配置されてもよい。

40

【 0 1 9 8 】

具体的には、ゲームコントローラ G C では、操作するユーザの指先、指の腹、手の平等が接触する面、或いは、操作部が設けられた面と、振動方向が直交するように振動アクチュエータ 2 0 4、2 0 5 が実装される。また、携帯端末 M の場合は、表示画面 (タッチパネル面) と振動方向が直交するように振動アクチュエータ 2 0 6 が実装される。これにより、ゲームコントローラ G C 及び携帯端末 M の主面に対して垂直な方向の振動が、ユーザに伝達される。

【 0 1 9 9 】

通信部 2 0 1 は、外部の通信装置と無線通信により接続され、通信装置からの信号を受信

50

して処理部202に出力する。ゲームコントローラGCの場合、外部の通信装置は、情報通信端末としてのゲーム機本体であり、Bluetooth(登録商標)等の近距離無線通信規格に従って通信が行われる。携帯端末Mの場合、外部の通信装置は、例えば基地局であり、移動体通信規格に従って通信が行われる。

【0200】

処理部202は、入力された信号を、変換回路部(図示省略)により振動アクチュエータ204、205、206を駆動するための駆動信号に変換して駆動制御部203に出力する。なお、携帯端末Mにおいては、処理部202は、通信部201から入力される信号の他、各種機能部(図示省略、例えばタッチパネル等の操作部)から入力される信号に基づいて、駆動信号を生成する。

10

【0201】

駆動制御部203は、振動アクチュエータ204、205、206に接続されており、振動アクチュエータ204、205、206を駆動するための回路が実装されている。駆動制御部203は、振動アクチュエータ204、205、206に対して駆動信号を供給する。

【0202】

振動アクチュエータ204、205、206は、駆動制御部203からの駆動信号に従って駆動する。具体的には、振動アクチュエータ204、205、206において、可動体20は、ゲームコントローラGC及び携帯端末Mの主面に直交する方向に振動する。

20

【0203】

可動体20は、振動する度に、蓋部12の天面部122又は底部114にダンパーを介して接触するようにしてもよい。この場合、可動体20の振動に伴う蓋部12の天面部122又は底部114への衝撃、つまり、筐体への衝撃が、ダイレクトにユーザに振動として伝達される。特に、ゲームコントローラGCでは、複数の振動アクチュエータ204、205が実装されているため、入力される駆動信号に応じて、複数の振動アクチュエータ204、205のうち的一方、または双方を同時に駆動させることができる。

【0204】

ゲームコントローラGC又は携帯端末Mに接触するユーザの体表面には、体表面に垂直な方向の振動が伝達されるので、ユーザに対して十分な体感振動を与えることができる。ゲームコントローラGCでは、ユーザに対する体感振動を、振動アクチュエータ204、205のうち的一方、または双方で付与でき、少なくとも強弱の振動を選択的に付与するといった表現力の高い振動を付与できる。

30

【0205】

以上、本発明者によってなされた発明を実施の形態に基づいて具体的に説明したが、本発明は上記実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で変更可能である。

【0206】

また、本発明に係る振動アクチュエータは、ゲームコントローラGC及び携帯端末M以外の携帯機器(例えば、タブレットPCなどの携帯情報端末、携帯型ゲーム端末、ユーザが身につけて使用するウェアラブル端末)に適用する場合に好適である。また、本実施の形態の振動アクチュエータ1は、上述した携帯機器の他、振動を必要とする美顔マッサージ器等の電動理美容器具にも用いることができる。

40

【産業上の利用可能性】

【0207】

本発明に係る振動アクチュエータは、低コストで小型化を実現できるとともに、耐衝撃性を有し、高い出力で好適な体感振動をユーザに付与することができ、ゲーム機端末或いは携帯端末等の電子機器に搭載されるものとして有用である。

【符号の説明】

【0208】

1 振動アクチュエータ

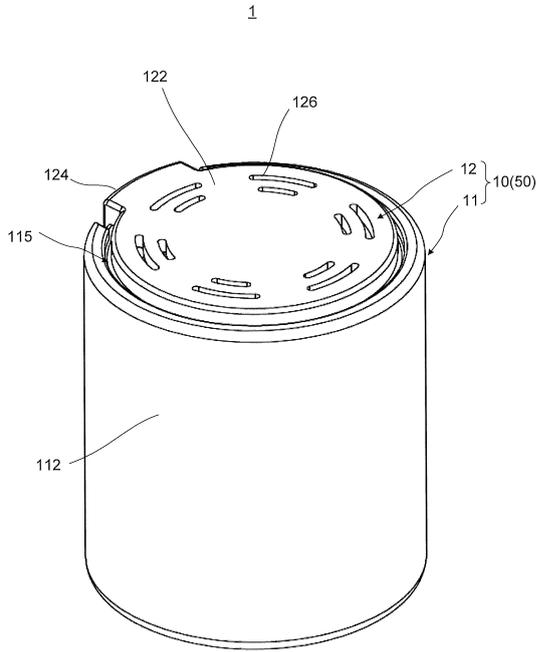
50

9	引き回し部	
10	ケース	
11	ケース本体	
12	蓋部	
13、13A	駆動ユニット	
20	可動体	
20a	外周面	
30	マグネット	
30a	表面	
30b	裏面	10
41、42	可動体コア	
50	固定体	
52、52A	コイルボビン部(コイル保持部)	
52b、52c	コイル取付部	
53、53-1、53-2	端子絡げ部(コイル結線部)	
54	可動範囲形成部(突起)	
55	連絡溝部(溝部)	
58、58A	電磁シールド部	
61	コイル(第1コイル)	
62	コイル(第2コイル)	20
72	減衰部	
73	取付部	
81、82	弾性支持部	
90	端子引出部	
92、92-1、92-2	コイル案内部	
93	傾斜部	
112	周壁部	
114	底部	
115	開口部	
116、126	通気孔	30
118	段差部	
119、119A	突起部	
122	天面部	
124	垂下部	
128	押圧部	
201	通信部	
202	処理部	
203	駆動制御部	
204、205、206	振動アクチュエータ	
222、242	接合部	40
224、244	ばね固定部	
522	ボビン本体部(コイル保護壁部)	
522a	内周面	
526	中央フランジ部(中央壁部)	
526a	外周部	
527、528	フランジ部	
527a	上端面	
528a	下端面	
529	位置決め係合部	
589	被係合部	50

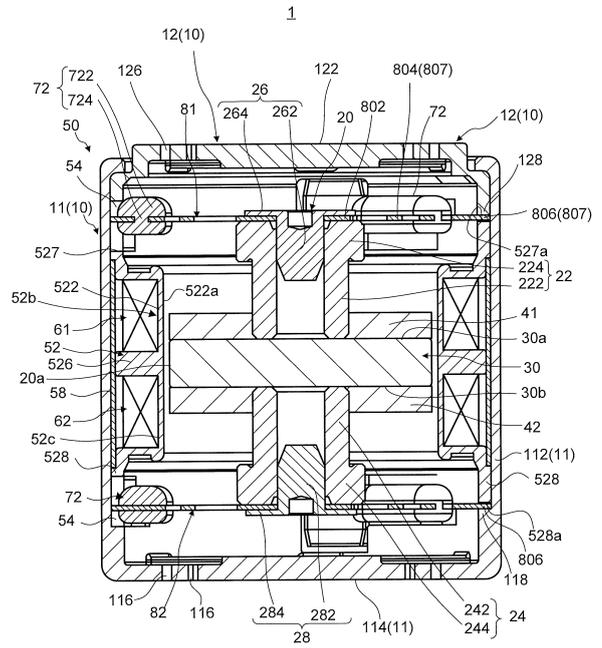
- 8 0 2 内周部
- 8 0 4 変形アーチ
- 8 0 6 外周固定部
- 8 0 7 外周部
- 8 0 8 位置決め溝
- 1 1 9 2、1 1 9 6 突出片
- 1 1 9 4、1 1 9 8 垂直片

【図面】

【図 1】



【図 2】



10

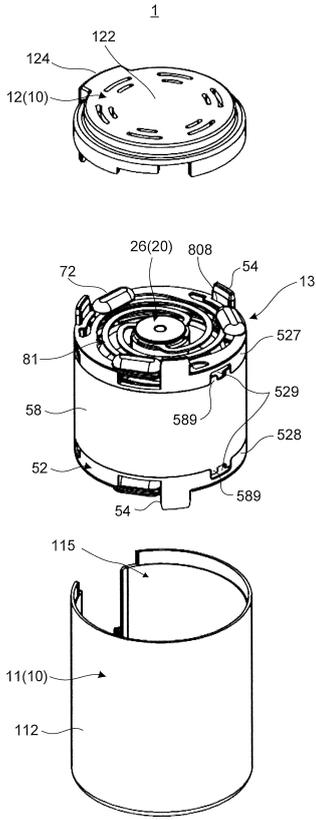
20

30

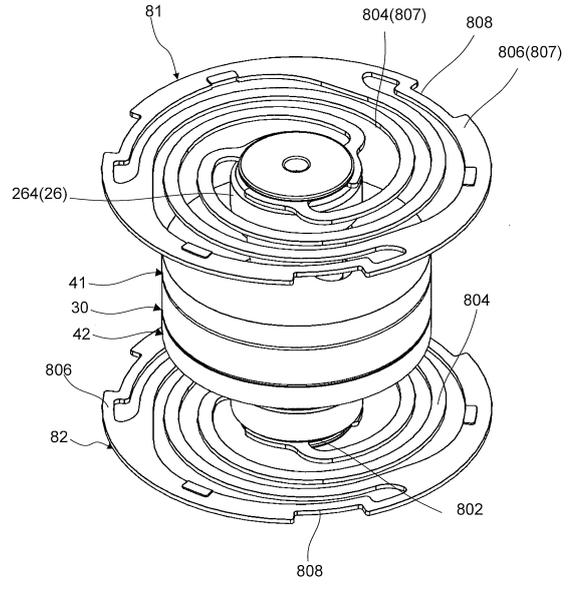
40

50

【 図 3 】



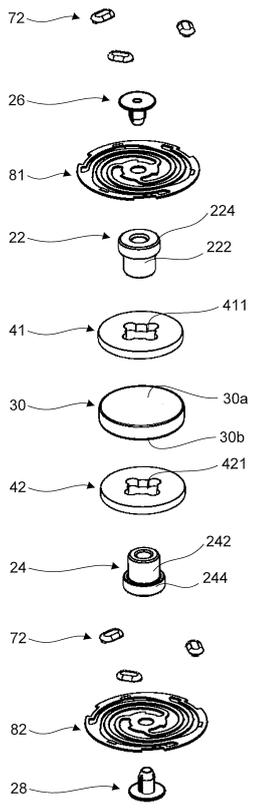
【 図 4 】



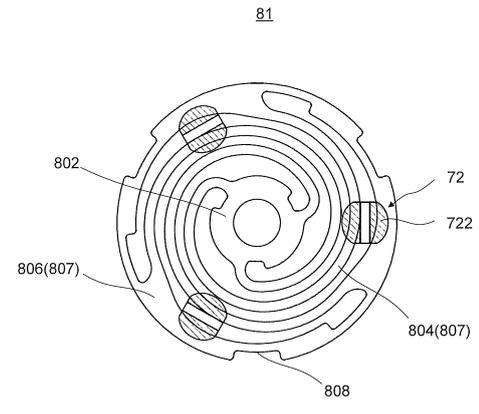
10

20

【 図 5 】



【 図 6 】

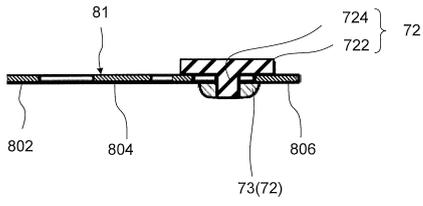


30

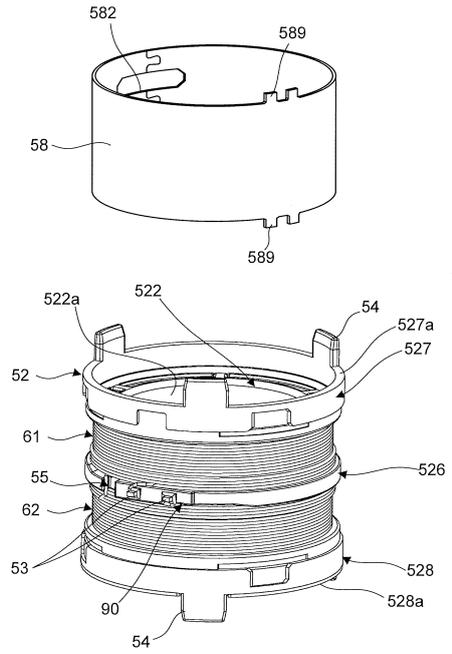
40

50

【 図 7 】



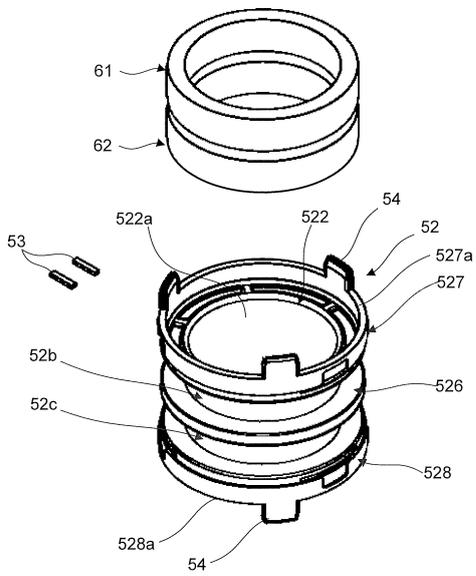
【 図 8 】



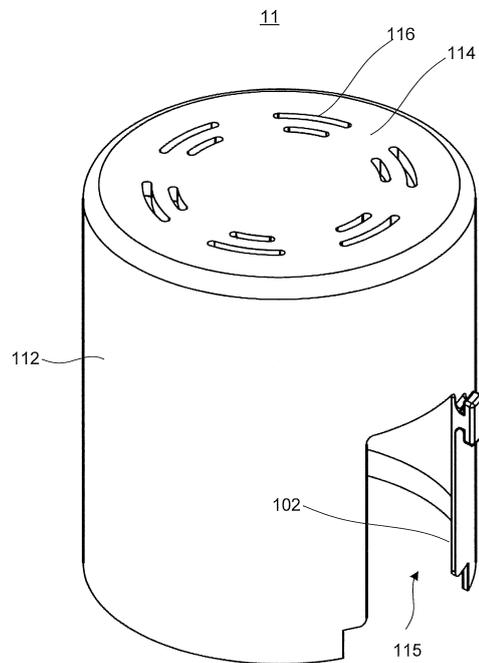
10

20

【 図 9 】



【 図 10 】

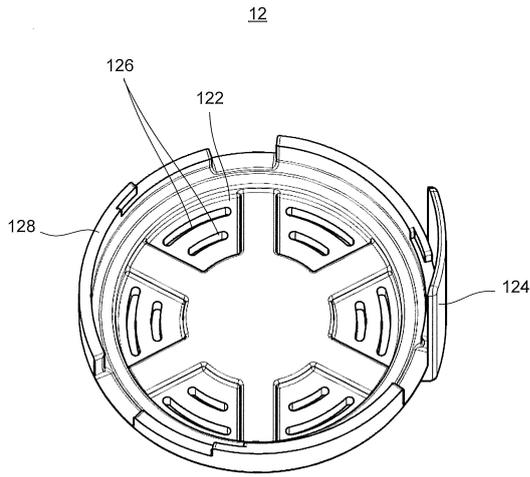


30

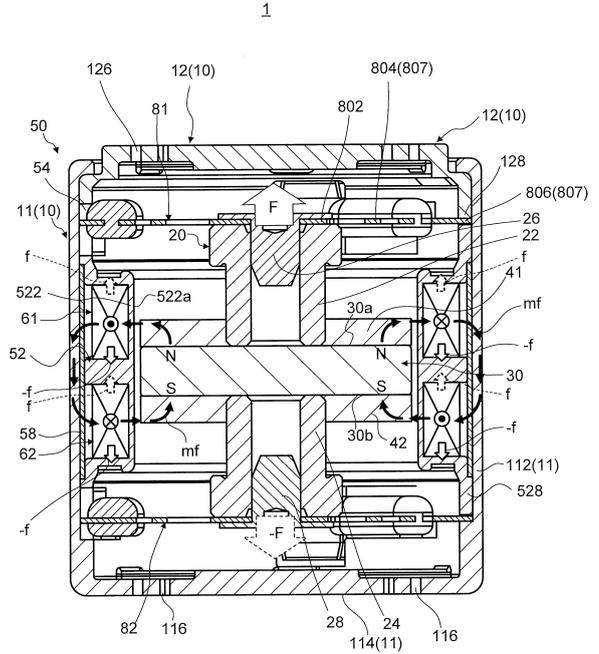
40

50

【 図 1 1 】



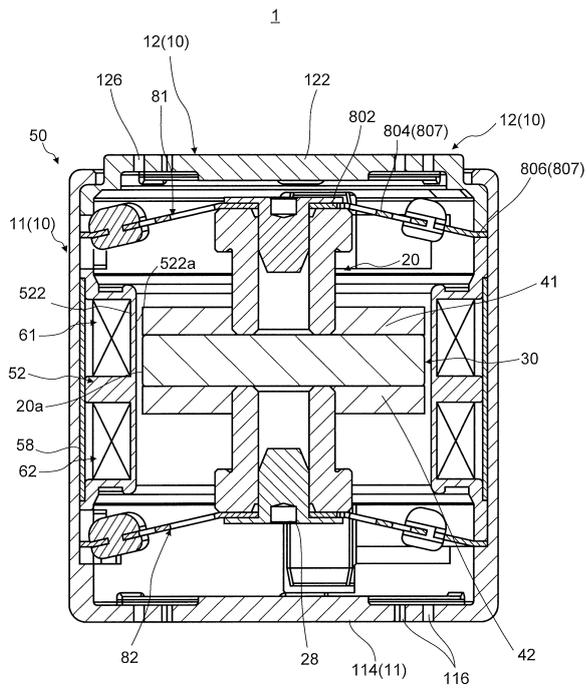
【 図 1 2 】



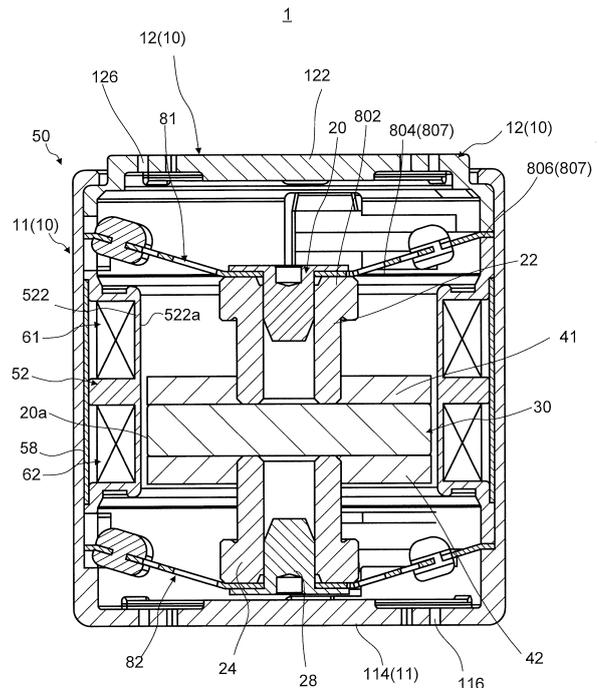
10

20

【 図 1 3 】



【 図 1 4 】

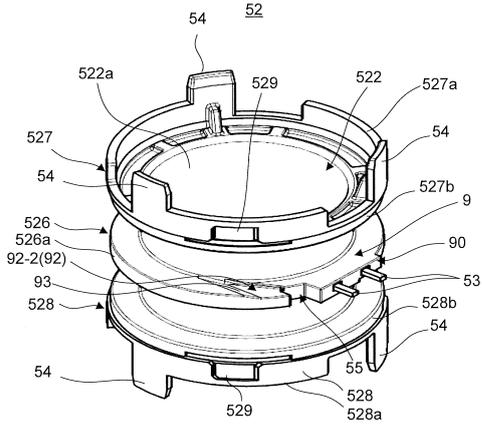


30

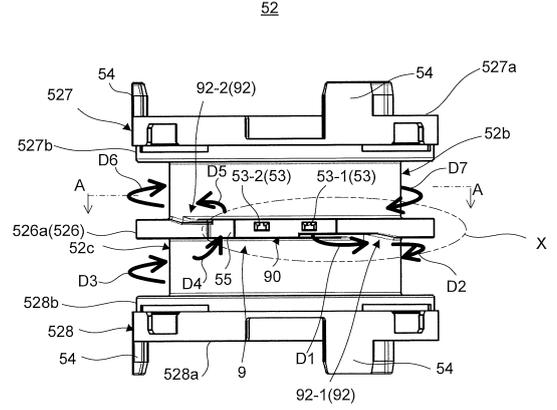
40

50

【図 15】

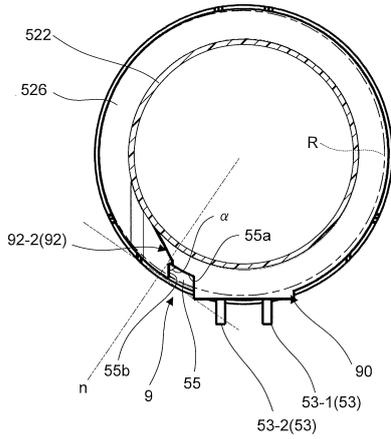


【図 16】

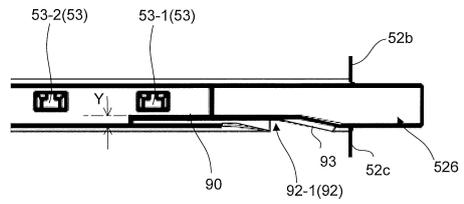


10

【図 17】



【図 18】



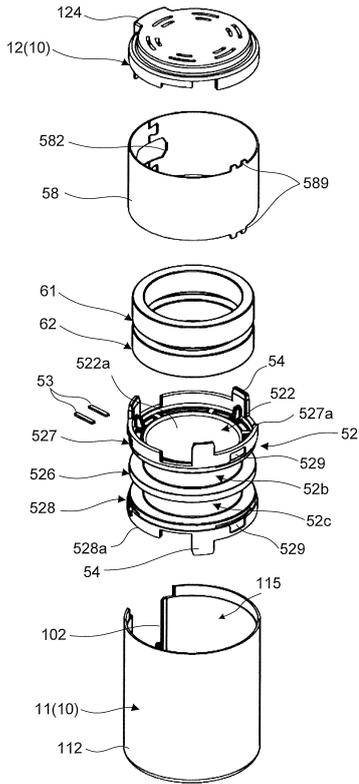
20

30

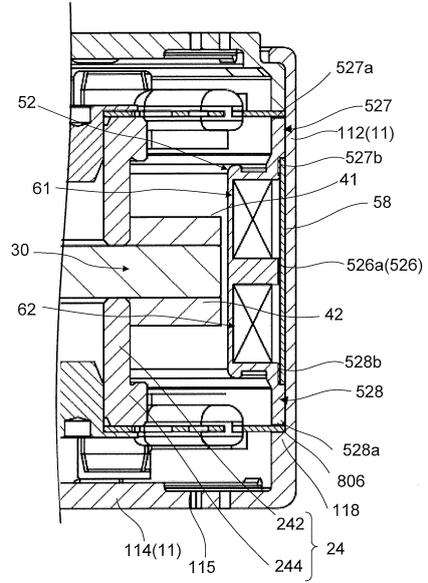
40

50

【図 19】



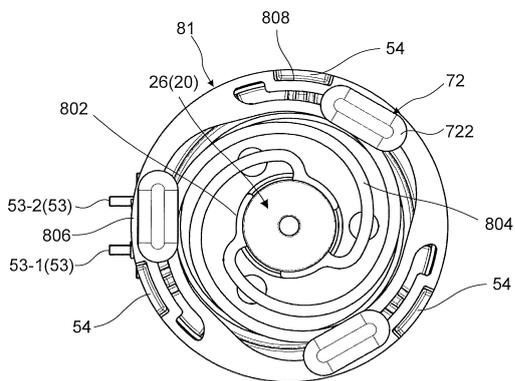
【図 20】



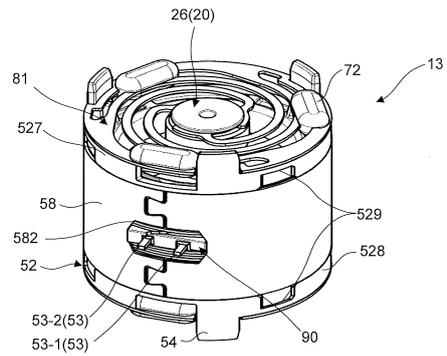
10

20

【図 21】



【図 22】

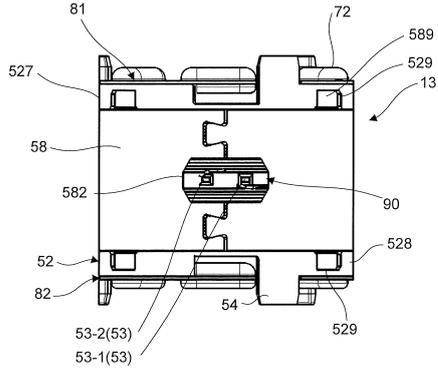


30

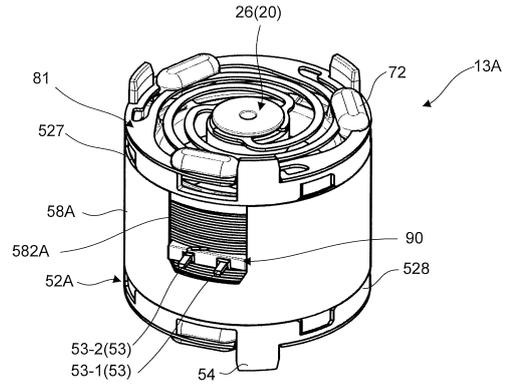
40

50

【 図 2 3 】

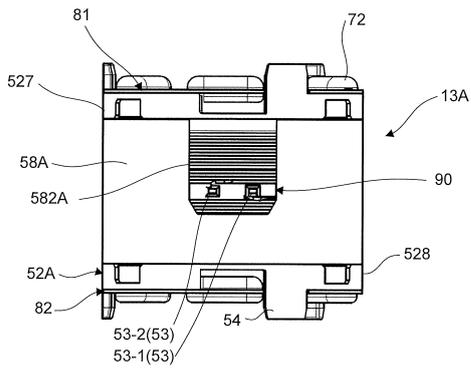


【 図 2 4 】

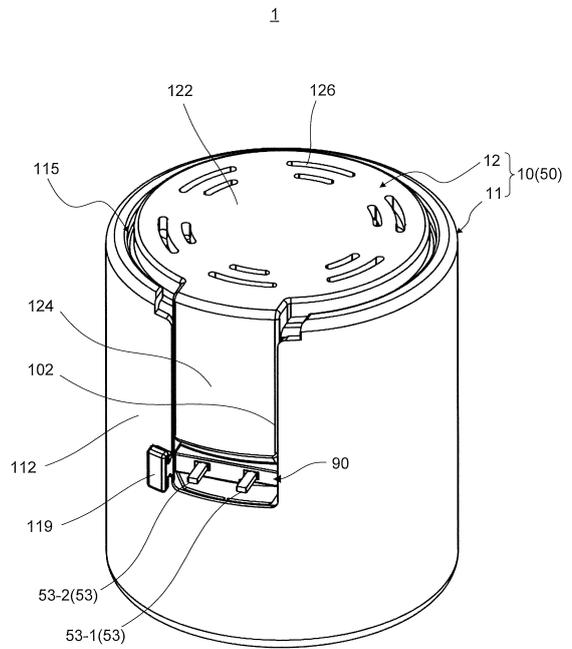


10

【 図 2 5 】



【 図 2 6 】



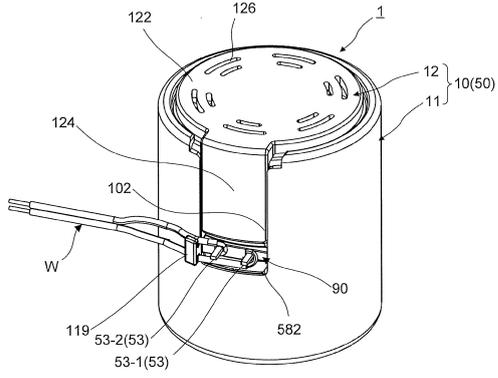
20

30

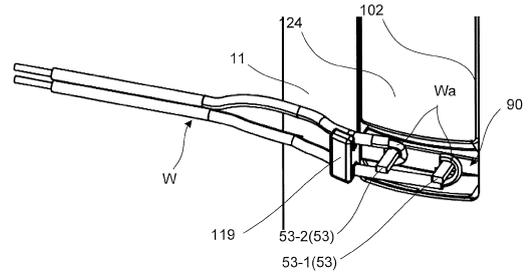
40

50

【 27 】

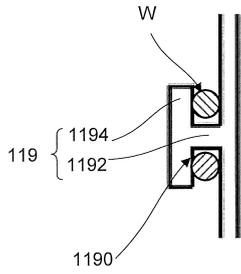


【 28 】

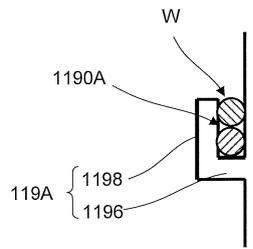


10

【 29 】

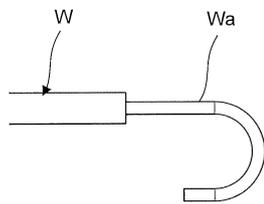


【 30 】

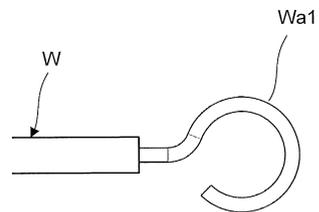


20

【 31 】



【 32 】

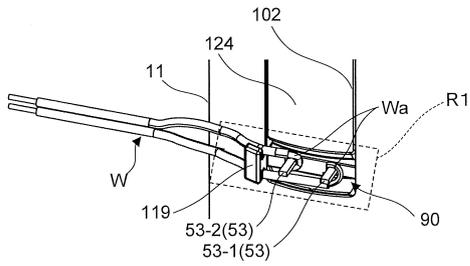


30

40

50

【 図 3 3 】



【 図 3 4 】

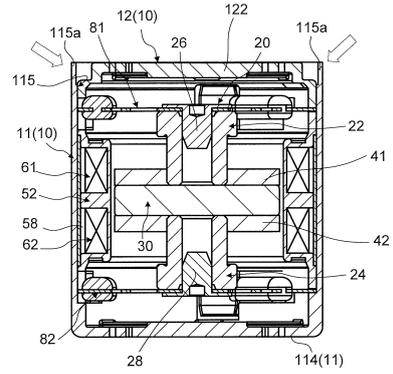


図34A

10

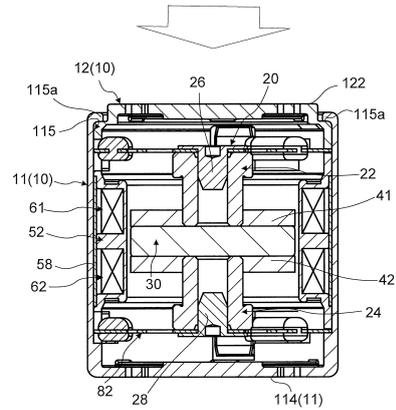
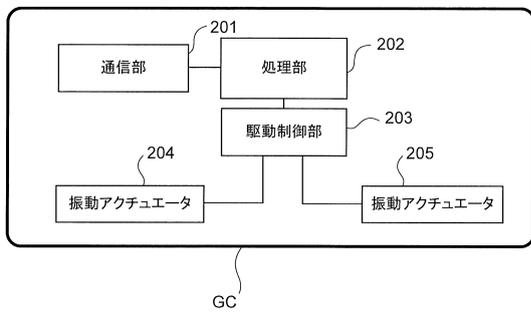


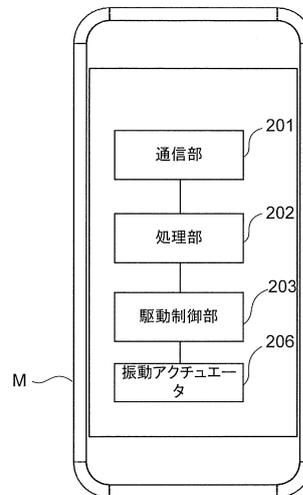
図34B

20

【 図 3 5 】



【 図 3 6 】



30

40

50

フロントページの続き

- (72)発明者 熊埜御堂 好広
東京都多摩市鶴牧2丁目11番地2 ミツミ電機株式会社内
- (72)発明者 児玉 大輔
東京都多摩市鶴牧2丁目11番地2 ミツミ電機株式会社内
- (72)発明者 良井 優太
東京都多摩市鶴牧2丁目11番地2 ミツミ電機株式会社内
- (72)発明者 稲本 繁典
東京都多摩市鶴牧2丁目11番地2 ミツミ電機株式会社内
- 審査官 服部 俊樹
- (56)参考文献 特開2019-068569(JP,A)
特開2016-013554(JP,A)
特開2010-246205(JP,A)
特開平08-116658(JP,A)
特開2009-033864(JP,A)
特開2015-091585(JP,A)
特開2003-300013(JP,A)
特開2004-343930(JP,A)
特開2010-252486(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
B06B 1/04