

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-177453

(P2012-177453A)

(43) 公開日 平成24年9月13日(2012.9.13)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
F16F 15/03 (2006.01)	F16F 15/03 B	3D301
B60G 17/00 (2006.01)	B60G 17/00	3J048
H02K 33/16 (2006.01)	F16F 15/03 G	5H633
	H02K 33/16 A	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2011-41765 (P2011-41765)
 (22) 出願日 平成23年2月28日 (2011.2.28)

(71) 出願人 509186579
 日立オートモティブシステムズ株式会社
 茨城県ひたちなか市高場2520番地
 (74) 代理人 100079441
 弁理士 広瀬 和彦
 (72) 発明者 季 友行
 神奈川県川崎市川崎区富士見一丁目6番3号 日立オートモティブシステムズ株式会社 社内
 (72) 発明者 内海 典之
 神奈川県川崎市川崎区富士見一丁目6番3号 日立オートモティブシステムズ株式会社 社内
 Fターム(参考) 3D301 AA01 AB02 DA35 DA39

最終頁に続く

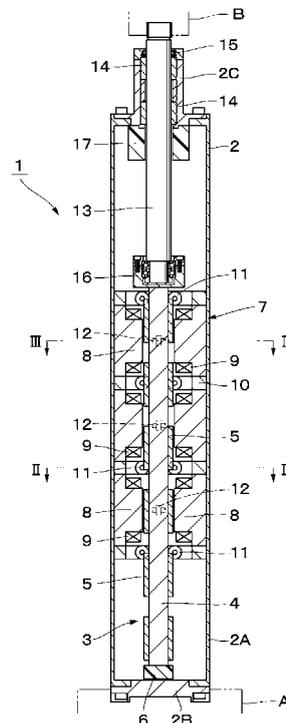
(54) 【発明の名称】 電磁サスペンション

(57) 【要約】

【課題】 車両に容易に適用することができる電磁サスペンションを提供する。

【解決手段】 ケーシング2の内部には軸方向に延びる平板状の可動子3を設ける。可動子3は、ヨーク4の両面に設けた永久磁石5を備える。電機子7は、ケーシング2に固定され、可動子3を厚さ方向で挟み込む複数の磁極8を備える。各磁極8にはコイル9を巻回する。可動子3は、転がり軸受からなる支持部材11、12によって電機子7に対して相対移動が許容される。可動子3の軸方向端部には、回転機構16を介してロッド13を取付ける。ロッド13は、ケーシング2に固定されたロッドガイド14を貫通してケーシング2の外部に突出する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

一方の被取付体に取り付けられるケーシングと、
 該ケーシング内に固定されて配置された可動子または電機子の一方と、
 前記ケーシング内に移動可能に配置された可動子または電機子の他方と、
 前記可動子は、平面状に複数の磁石が配置され、
 前記電機子は、前記可動子に対して相対移動可能に平面状に複数の磁極が配置され、
 前記可動子または電機子の他方には、前記相対移動方向に延びるロッドが設けられ、
 該ロッドは、前記ケーシングに設けられたロッドガイドを貫通して前記ケーシングの外部まで延出して他方の被取付体に取り付け可能であり、
 前記一方の被取付体と他方の被取付体との相対回転を許容する回転機構を設ける構成とした電磁サスペンション。

10

【請求項 2】

前記回転機構は、前記ロッドと前記可動子または電機子の他方との接続部に設けることを特徴とする請求項 1 に記載の電磁サスペンション。

【請求項 3】

前記ケーシング内には前記可動子を固定して配置し、
 前記電機子には前記ロッドが接続されることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の電磁サスペンション。

【請求項 4】

一方の被取付体に取り付けられるケーシングと、
 該ケーシング内に固定されて配置された 2 枚の可動子と、
 該 2 枚の可動子の両面に設けられ、平面状に複数配置された磁石と、
 前記ケーシング内に移動可能に配置され、前記 2 枚の可動子の両面にそれぞれ対向する複数の磁極を有する電機子と、
 前記電機子のうち前記 2 枚の可動子の間の部分に回転可能に接続され、前記ケーシングに設けられたロッドガイドを貫通して前記ケーシングの外部まで延出し、他方の被取付体に取り付けられるロッドとからなる構成とした電磁サスペンション。

20

【請求項 5】

前記ロッドと前記電機子との接続部には、前記一方の被取付体と前記他方の被取付体との相対回転を許容する回転機構を設けることを特徴とする請求項 4 に記載の電磁サスペンション。

30

【請求項 6】

前記ロッドガイドは、前記ロッドの伸長方向と直交する方向の横力を支持する横力支持機構であることを特徴とする請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の電磁サスペンション。

【請求項 7】

前記ケーシングは、横断面が角形状であることを特徴とする請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載の電磁サスペンション。

【請求項 8】

前記可動子と前記電機子との間には、複数の摺動機構を配置することを特徴とする請求項 1 ないし 7 のいずれかに記載の電磁サスペンション。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、車両の振動を緩衝するのに好適に用いられる電磁サスペンションに関する。

【背景技術】

【0002】

一般に、自動車等の車両には、車体側と各車軸側との間に緩衝器が設けられている。このような緩衝器として、平板形のリニアモータを用いた電磁サスペンションが知られている（例えば、特許文献 1～3 参照）。従来技術による電磁サスペンションは、平板状をな

50

す可動子の両面に磁石を設けると共に、可動子の両面に対向した複数の磁極からなる電機子を設ける構成としている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開平9-121529号公報

【特許文献2】特開2006-74987号公報

【特許文献3】特開2010-141978号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0004】

ところで、従来技術による電磁サスペンションでは、電機子の磁極によって可動子を挟む構成としているから、可動子の伸長方向に対して電磁サスペンションを伸縮させることができるものの、可動子と電機子とを相対回転させることができない。

【0005】

一方、電磁サスペンションを自動車等の車両に搭載した場合には、車両のジオメトリに応じて電磁サスペンションのストローク方向となる上、下方向以外にも力が作用する。例えば自動車の前輪に電磁サスペンションを用いた場合、コーナーでのハンドルの操舵角に合わせて電磁サスペンションは回転する必要がある。また、例えば路面の突起を乗り越えた場合や、車両がロールした場合には、電磁サスペンションにはストローク方向の力以外にストローク方向と直交する横方向の力（以下、横力という）が作用する。このように、車両の走行条件に応じて、ストローク方向以外にも複雑な力が作用するため、単純に平板形のリニアモータを電磁サスペンションに適用するのは難しいという問題がある。

20

【0006】

本発明は上述した問題に鑑みなされたもので、本発明の目的は、車両に容易に適用することができる電磁サスペンションを提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上述した課題を解決するために、請求項1の発明による電磁サスペンションは、一方の被取付体に取付けられるケーシングと、該ケーシング内に固定されて配置された可動子または電機子の一方と、前記ケーシング内に移動可能に配置された可動子または電機子の他方と、前記可動子は、平面状に複数の磁石が配置され、前記電機子は、前記可動子に対して相対移動可能に平面状に複数の磁極が配置され、前記可動子または電機子の他方には、前記相対移動方向に延びるロッドが設けられ、該ロッドは、前記ケーシングに設けられたロッドガイドを貫通して前記ケーシングの外部まで延出して他方の被取付体に取付け可能であり、前記一方の被取付体と他方の被取付体との相対回転を許容する回転機構を設ける構成としている。

30

【0008】

請求項4の発明による電磁サスペンションは、一方の被取付体に取付けられるケーシングと、該ケーシング内に固定されて配置された2枚の可動子と、該2枚の可動子の両面に設けられ、平面状に複数配置された磁石と、前記ケーシング内に移動可能に配置され、前記2枚の可動子の両面にそれぞれ対向する複数の磁極を有する電機子と、前記電機子のうち前記2枚の可動子の間の部分に回転可能に接続され、前記ケーシングに設けられたロッドガイドを貫通して前記ケーシングの外部まで延出し、他方の被取付体に取付けられるロッドとからなる構成としている。

40

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、上述の構成により、車両に容易に適用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0010】

50

【図 1】本発明の第 1 の実施の形態による電磁サスペンションを示す縦断面図である。

【図 2】図 1 中の矢示 II - II 方向からみた横断面図である。

【図 3】図 1 中の矢示 III - III 方向からみた横断面図である。

【図 4】本発明の第 2 の実施の形態による電磁サスペンションを示す縦断面図である。

【図 5】図 4 中の矢示 V - V 方向からみた横断面図である。

【図 6】図 4 中の矢示 VI - VI 方向からみた横断面図である。

【図 7】本発明の第 3 の実施の形態による電磁サスペンションを示す縦断面図である。

【図 8】図 7 中の矢示 VIII - VIII 方向からみた横断面図である。

【図 9】本発明の第 4 の実施の形態による電磁サスペンションの要部を拡大して示す縦断面図である。

【図 10】図 9 中の可動子を単体で示す右側面図である。

【図 11】図 10 中の矢示 XI - XI 方向からみた横断面図である。

【図 12】本発明の第 5 の実施の形態による電磁サスペンションの要部を拡大して示す縦断面図である。

【図 13】図 12 中の矢示 XIII - XIII 方向からみた横断面図である。

【図 14】本発明の第 6 の実施の形態による電磁サスペンションの要部を拡大して示す縦断面図である。

【図 15】本発明の第 7 の実施の形態による電磁サスペンションの要部を拡大して示す横断面図である。

【図 16】本発明の第 8 の実施の形態による電磁サスペンションの要部を拡大して示す縦断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本発明の実施の形態による電磁サスペンションを、添付図面に従って詳細に説明する。

【0012】

図 1 ないし図 3 は本発明の第 1 の実施の形態を示している。図中、電磁サスペンション 1 は、ケーシング 2、可動子 3、電機子 7、ロッド 13 等によって構成されている。

【0013】

ケーシング 2 は、例えば横断面が略四角形の角筒状に形成され、その内部に可動子 3 および電機子 7 を収容している。ケーシング 2 は、ストローク方向となる軸方向に延びる筒部 2A と、筒部 2A の一端側に設けられた取付部 2B と、筒部 2A の他端側に設けられたロッドガイド支持部 2C とによって構成されている。取付部 2B は、四角形の平板状に形成されると共に、一方の被取付体として車両のばね下部材 A（例えば車軸）に取付けられる。ロッドガイド支持部 2C は、軸方向に延びる円筒状に形成され、その内部に後述のロッドガイド 14 が取付けられる。

【0014】

可動子 3 は、平板状に形成され、ケーシング 2 に沿って軸方向（図 1 中の上、下方向）に延びている。可動子 3 は、磁性体を用いて平板状に形成されたヨーク 4 と、該ヨーク 4 の表面および裏面に平板状に配置された複数の永久磁石 5 によって構成されている。このとき、ストローク方向（軸方向）で隣合う 2 個の永久磁石 5 は、例えば互いに逆極性になっている。

【0015】

可動子 3 の一端側には、例えば弾性材料等からなるストッパ 6 が取付けられている。ストッパ 6 は、取付部 2B に接触可能に設けられ、電磁サスペンション 1 が縮みきった場合の衝撃を緩和する。可動子 3 の他端側は、後述するロッド 13 に接続されている。そして、可動子 3 は、ケーシング 2 内で軸方向に移動可能に配置されている。

【0016】

電機子 7 は、磁極 8、コイル 9 およびコア 10 によって構成されている。磁極 8 は、可動子 3 の表面および裏面と対向して平面状に複数個配置されている。具体的には、可動子

10

20

30

40

50

3の表面に対向して3個の磁極8が設けられると共に、これら3個の磁極8は、軸方向に並んで配置されている。同様に、可動子3の裏面に対向して3個の磁極8が設けられると共に、これら3個の磁極8は、軸方向に並んで配置されている。また、各磁極8は、可動子3の表面または裏面と直交する方向に向けて延びた角柱状に形成され、その外周にはコイル9が巻回されている。なお、磁極8の個数は、図示したものに限らず、設計仕様等に応じて適宜設定することができる。

【0017】

磁極8とコイル9は、可動子3を中心に厚さ方向(図1中の左,右方向)の両側に配置されている。即ち、表面側の磁極8およびコイル9と裏面側の磁極8およびコイル9とは、可動子3を挟み込むように配置されている。ここで、可動子3の厚さ方向で対向した2個のコイル9は、同相となる。一方、ストローク方向(軸方向)で隣合う2個のコイル9は、電気角で120度ずつの位相差をもつように配置される。これにより、合計6個のコイル9は、2個ずつ三相に分かれている。同相となる2個のコイル9は、直列で配線してもよく、並列で配線してもよい。配線方法は、駆動電源側の電圧や電流仕様に応じて適宜選択することができる。

10

【0018】

複数の磁極8は、コア10によって互いに繋がっている。コア10は、横断面が四角形の角筒状に形成され、複数の磁極8が取付けられている。コア10は、ケーシング2に固定されている。

20

【0019】

コア10には、可動子3を厚さ方向で挟む複数の支持部材11がストローク方向に離間して取付けられている。また、コア10には、可動子3を幅方向(図1中の前,後方向)で挟む複数の支持部材12がストローク方向に離間して取付けられている。支持部材11,12は、コア10に取付けられたシャフト11A,12Aと、該シャフト11A,12Aに回転可能に取付けられたローラ11B,12Bとからなり、摺動機構を構成している。そして、支持部材11,12は、ストローク方向に対して可動子3と電機子7とが相対移動するのを許容する。また、支持部材11は、可動子3と電機子7との間の厚さ方向の空隙を保持している。

【0020】

なお、支持部材11,12は、転がり軸受によって構成した。電磁サスペンション1には高速での微振幅が作用する場合があります、転がり軸受が片減りし、音や振動が大きくなることがある。この場合には、ローラ11B,12Bの外周にウレタン等の樹脂を焼き付けた転がり軸受を使用してもよく、すべり軸受を用いる構成としてもよい。

30

【0021】

ロッド13は、回転機構16を介して可動子3に接続され、可動子3と一緒に軸方向に変位する。ロッド13は、軸方向に延びた円柱状に形成され、基端側が回転機構16に取付けられると共に、先端側がロッドガイド支持部2Cを通じてケーシング2の外部に突出している。ロッド13の先端側は、他方の被取付体として車両のばね上部材B(例えば車体)に取付けられる。

【0022】

また、ロッドガイド支持部2Cには、横力支持機構としてロッドガイド14が取付けられている。ロッドガイド14は、例えばスリーブ軸受によって構成され、ロッド13が軸方向に変位するのを許容すると共に、ロッド13に作用する横力を支持する。なお、ロッドガイド14は、スリーブ軸受に限らず、例えば転がり軸受によって構成してもよい。

40

【0023】

ロッドガイド支持部2Cには、ロッドガイド14よりも先端側に位置してリング等のシール15が取付けられている。シール15は、外部からの水、塵等の進入を防止し、可動子3および電機子7を保護するものである。そして、ロッド13は、ロッドガイド14およびシール15を貫通して配置される。

【0024】

50

回転機構 16 は、可動子 3 の他端側に取付けられる共に、ロッド 13 と可動子 3 とを接続する。回転機構 16 は、例えばアンギュラ玉軸受を用いて構成され、ロッド 13 がストローク方向に沿った軸を中心として回転するのを許容する。

【0025】

なお、回転機構 16 は、アンギュラ玉軸受に限らず、ロッド 13 の回転を許容するものであれば、他の構成でもよい。また、車両等の構造上回転角度に制約がある場合には、取付位置や回転限度を示したマーキングを、ケーシング 2 やロッド 13 に施してもよい。

【0026】

また、回転機構 16 は、ロッド 13 の外径側に取付けられる。ここで、ケーシング 2 の内部には、ロッドガイド支持部 2C の周囲に位置して例えば弾性材料等からなるストッパ 17 が設けられている。ストッパ 17 は、回転機構 16 に接触可能に設けられ、電磁サスペンション 1 が伸び切った場合の衝撃を緩和する。

10

【0027】

本実施の形態による電磁サスペンション 1 は、上述のような構成を有するもので、次にその作動について説明する。

【0028】

電磁サスペンション 1 を車両のばね下部材 A とばね上部材 B との間に介在させた場合、ストローク方向の力が作用するのに加えて、車両のジオメトリに応じてストローク方向以外にも複雑な力が作用する。

【0029】

例えば車両が上、下方向に振動した場合には、電磁サスペンション 1 にはストローク方向に力が作用する。この力に応じて、可動子 3 と電機子 7 が相対移動する。このとき、コイル 9 に任意の電流を流すことにより、電磁サスペンション 1 の減衰力を調整することができ、車両の乗り心地や操縦安定性を向上させることができる。

20

【0030】

なお、電磁サスペンション 1 にはストロークセンサを設け、該ストロークセンサを用いてコイル 9 に流す電流を制御する構成としてもよい。この場合、ストロークセンサは、電機子 7 と可動子 3 との間の絶対位置、または相対位置や電気角を検出する。これにより、駆動回路（図示せず）は、電気角に合わせて所望な減衰力が得られる最適な電流をコイル 9 に供給することができる。

30

【0031】

一方、例えばカーブでハンドルを操舵した場合には、電磁サスペンション 1 にはストローク方向以外の力が作用する。具体的には、ハンドル操作に応じてタイヤの向きを進行方向に応じて変える必要があるから、ばね下部材 A とばね上部材 B との間で相対回転が生じ、電磁サスペンション 1 に軸回りに回転する方向の力が作用する。このとき、ばね下部材 A とばね上部材 B との間の相対回転は、可動子 3 とロッド 13 との間に設けた回転機構 16 が受け持ち、ロッド 13 に対して可動子 3 および電機子 7 が回転する。

【0032】

また、例えば路面の突起を乗り越えた場合や、車両がロールした場合には、電磁サスペンション 1 にはストローク方向と直交する横力が作用する。この横力は、ロッド 13 に作用すると共に、ロッドガイド 14 を経由してケーシング 2 に伝達される。これにより、可動子 3 と電機子 7 には横力が作用せず、横力の影響によって可動子 3 と電機子 7 とが接触する可能性を低減することができる。

40

【0033】

かくして、第 1 の実施の形態によれば、電磁サスペンション 1 には回転機構 16 を設けたから、ばね上部材 B とばね下部材 A との間の相対回転が可能になり、従来の車両構造を変えることなく、電磁サスペンション 1 を汎用的な車両に適用することができる。

【0034】

また、回転機構 16 はロッド 13 と可動子 3 との接続部に設けたから、回転機構 16 によってロッド 13 と可動子 3 との相対回転を許容することができる。これに加え、回転機

50

構 16 をケーシング 2 内に収容することができるから、外部からの水、泥、埃等の影響から回転機構 16 を保護することができる。

【0035】

また、ロッドガイド 14 は横力を支持する横力支持機構となるから、ロッド 13 に作用する横力は、ロッドガイド 14 を経由してケーシング 2 によって支持することができる。このため、可動子 3 と電機子 7 には横力が作用せず、可動子 3 と電機子 7 とが接触する可能性を低減することができる。この結果、走行時に可動子 3 と電機子 7 とが接触することに伴う不快な音の発生や、接触時の衝撃により電機子 7 に設けたコイル 9 の断線に伴う電磁サスペンション 1 の機能低下、可動子 3 に設けた永久磁石 5 の割れによる性能低下の可能性を低減でき、電磁サスペンション 1 の信頼性を高めることができる。

10

【0036】

また、ケーシング 2 は横断面が角形状に形成したから、平板状をなす可動子 3 と、可動子 3 の両面と対向した電機子 7 の磁極 8 を容易にケーシング 2 内に収容することができる。これに加えて、可動子 3、電機子 7 の磁極 8 等を加工が容易な平板状に形成することができ、生産性を高めることができる。

【0037】

この場合、電磁サスペンション 1 の横断面の外形は四角形であり、相対回転した場合、最大で電磁サスペンション 1 の対角線相当の外径、またはそれ以上のスペースを確保する必要がある。そこで、ばね下部材 A とばね上部材 B との間の金具やケーブル、タイヤ等と干渉しないように、例えば断面が長方形の場合には、長方形の長辺を車両の進行方向に配置し、タイヤと一緒に電磁サスペンション 1 の向きを変えることによって干渉を回避してもよい。断面が正方形の場合には、いずれの辺を車両の進行方向に配置してもよい。

20

【0038】

さらに、可動子 3 と電機子 7 との間には複数の支持部材 11, 12 を配置したから、これらの支持部材 11, 12 によって可動子 3 と電機子 7 がストローク方向に相対移動するのを許容することができる。また、可動子 3 の厚さ方向の両側に設けた支持部材 11 は、可動子 3 と電機子 7 との間の厚さ方向の空隙を保持するから、支持部材 11 によって可動子 3 と電機子 7 との接触を防止することができる。

【0039】

次に、図 4 ないし図 6 は本発明の第 2 の実施の形態を示している。第 2 の実施の形態の特徴は、ケーシング内に 2 枚の可動子を固定すると共に、該可動子に対して移動可能な電機子を設け、該電機子のうち 2 枚の可動子の間の部分に回転可能なロッドを接続して設けたことにある。

30

【0040】

第 2 の実施の形態による電磁サスペンション 21 は、ケーシング 22、可動子 23、電機子 26、ロッド 32 等によって構成されている。

【0041】

ケーシング 22 は、例えば横断面が略四角形の角筒状に形成され、その内部に可動子 23 および電機子 26 を収容している。ケーシング 22 は、第 1 の実施の形態によるケーシング 2 と同様に、筒部 22A、取付部 22B およびロッドガイド支持部 22C によって構成されている。取付部 22B は、一方の被取付体として車両のばね下部材に取付けられる。ロッドガイド支持部 22C は、軸方向に延びる円筒状に形成され、その内部に後述のロッドガイド 33 が取付けられる。

40

【0042】

可動子 23 は、平板状に形成され、ケーシング 22 に沿って軸方向（図 4 中の上、下方向）に延びている。可動子 23 は、磁性体を用いて平板状に形成されたヨーク 24 と、該ヨーク 24 の表面および裏面に平板状に配置された複数の永久磁石 25 によって構成されている。このとき、ストローク方向（軸方向）で隣合う 2 個の永久磁石 25 は、例えば互いに逆極性になっている。

【0043】

50

また、可動子 23 は、ケーシング 22 内に位置して互いに平行な状態で 2 枚設けられると共に、ケーシング 22 に固定されている。具体的には、可動子 23 の軸方向の一端側は固定部材 23A を介して取付部 22B に固定され、他端側は固定部材 23B を介してロッドガイド支持部 22C に固定されている。

【0044】

電機子 26 は、磁極 27、コイル 28 およびコア 29 によって構成されている。磁極 27 は、一方の可動子 23 の表面および裏面と対向して平面状に複数個配置されると共に、他方の可動子 23 の表面および裏面と対向して平面状に複数個配置されている。具体的には、一方の可動子 23 の表面に対向して 3 個の磁極 27 が設けられると共に、これら 3 個の磁極 27 は、軸方向に並んで配置されている。また、一方の可動子 23 の裏面に対向して 3 個の磁極 27 が設けられると共に、これら 3 個の磁極 27 は、軸方向に並んで配置されている。同様に、他方の可動子 23 の両面側にもそれぞれ 3 個ずつの磁極 27 が対向して設けられている。そして、各磁極 27 は、可動子 23 の表面または裏面と直交する方向に向けて延びた角柱状に形成され、その外周にはコイル 28 が巻回されている。なお、磁極 27 の個数は、図示したものに限らず、設計仕様等に応じて適宜設定することができる。

10

【0045】

磁極 27 およびコイル 28 は、2 枚の可動子 23 をそれぞれ挟み込むように配置される。そして、可動子 23 の厚さ方向に対向した 4 個のコイル 28 は、同相となる。一方、ストローク方向（軸方向）で隣合う 2 個のコイル 28 は、電気角で 120 度ずつの位相差をもつように配置される。これにより、合計 12 個のコイル 28 は、4 個ずつ三相に分かれている。同相となる 4 個のコイル 28 は、直列で配線してもよく、並列で配線してもよい。配線方法は、駆動電源側の電圧や電流仕様に依りて適宜選択することができる。

20

【0046】

複数の磁極 27 は、コア 29 によって互いに繋がっている。コア 29 は、横断面が四角形の角筒状に形成され、複数の磁極 27 が取付けられている。電機子 26 は、ケーシング 22 内に位置してケーシング 22 および可動子 23 に対して移動可能に配置されている。

【0047】

コア 29 には、可動子 23 を厚さ方向で挟む複数の支持部材 30 がストローク方向に離間して取付けられると共に、可動子 23 を幅方向（図 4 中の前、後方向）で挟む複数の支持部材 31 がストローク方向に離間して取付けられている。そして、支持部材 30、31 は、第 1 の実施の形態による支持部材 11、12 とほぼ同様に構成され、ストローク方向に対して可動子 23 と電機子 26 とが相対移動するのを許容する摺動機構を構成する。また、支持部材 30 は、可動子 23 と電機子 26 との間の厚さ方向の空隙を保持している。

30

【0048】

ロッド 32 は、回転機構 35 を介して電機子 26 の他端側に接続され、電機子 26 と一緒に軸方向に変位する。ロッド 32 は、軸方向に延びた円柱状に形成され、基端側が回転機構 35 に取付けられると共に、先端側がロッドガイド支持部 22C を通じてケーシング 22 の外部に突出している。ロッド 32 の先端側は、他方の被取付体として車両のばね上部材に取付けられる。

40

【0049】

また、ロッドガイド支持部 22C には、横力支持機構としてロッドガイド 33 が取付けられている。ロッドガイド 33 は、第 1 の実施の形態によるロッドガイド 14 とほぼ同様に構成され、ロッド 32 が軸方向に変位するのを許容すると共に、ロッド 32 に作用する横力を支持する。さらに、ロッドガイド支持部 22C には、ロッドガイド 33 よりも先端側に位置してリング等のシール 34 が取付けられている。

【0050】

回転機構 35 は、電機子 26 の他端側に取付けられると共に、ロッド 32 と電機子 26 とを接続する。回転機構 35 は、第 1 の実施の形態による回転機構 16 とほぼ同様に構成され、ロッド 32 がストローク方向に沿った軸を中心として回転するのを許容する。

50

【 0 0 5 1 】

また、ケーシング 2 2 の内部には、軸方向の両端側に位置して例えば弾性材料等からなるストッパ 3 6 , 3 7 が設けられている。ストッパ 3 6 は、電機子 2 6 の一端側に接触可能に設けられ、電磁サスペンション 2 1 が縮み切った場合の衝撃を緩和する。一方、ストッパ 3 7 は、電機子 2 6 の他端側に接触可能に設けられ、電磁サスペンション 2 1 が伸び切った場合の衝撃を緩和する。

【 0 0 5 2 】

かくして、第 2 の実施の形態でも、第 1 の実施の形態とほぼ同様の作用効果を得ることができる。一般的に、電磁サスペンションでは、乗り心地と操縦安定性を確保するために高推力化が求められる。また、車両の走行時の振動エネルギーを効率よく回生するために三相のコイルを短絡させた場合に発生するストローク速度に対する抵抗力、即ち電磁サスペンションの減衰係数が大きい方が好ましい。

10

【 0 0 5 3 】

これに対し、第 2 の実施の形態による電磁サスペンション 2 1 では、ケーシング 2 2 内に 2 枚の可動子 2 3 を固定すると共に、該可動子 2 3 に対して移動可能な電機子 2 6 を設けた。このため、第 1 の実施の形態に比べて電機子 2 6 と対向する可動子 2 3 の表面積を増やすことができ、推力および減衰係数を増大することができる。

【 0 0 5 4 】

また、電磁サスペンション 2 1 の中心線に電機子 2 6 が配置されるから、電機子 2 6 の中心部分に回転機構 3 5 を介してロッド 3 2 を配置することができる。このため、ケーシング 2 2 は軸方向の長さ寸法を短く、かつ単純な構造とすることが可能となり、電磁サスペンション 2 1 の全長を短くすることができる。これにより、車両への搭載性の向上や、全長が短くなる分を電機子 2 6 や可動子 2 3 の全長に加えることにより、性能向上やストローク長を長くすることが可能で、車両のストローク確保と電磁サスペンション 2 1 の性能向上が可能になる。

20

【 0 0 5 5 】

次に、図 7 および図 8 は本発明の第 3 の実施の形態を示している。第 3 の実施の形態の特徴は、複数個の磁極に対して共通のコイルを巻回する構成としたことにある。

【 0 0 5 6 】

第 3 の実施の形態による電磁サスペンション 4 1 は、ケーシング 4 2 、可動子 4 3 、電機子 4 6 、ロッド 5 2 等によって構成されている。

30

【 0 0 5 7 】

ケーシング 4 2 は、例えば横断面が略四角形の角筒状に形成され、その内部に可動子 4 3 および電機子 4 6 を収容している。ケーシング 4 2 は、第 2 の実施の形態によるケーシング 2 2 と同様に、筒部 4 2 A 、取付部 4 2 B およびロッドガイド支持部 4 2 C によって構成されている。取付部 4 2 B は、一方の被取付体として車両のばね下部材に取付けられる。ロッドガイド支持部 4 2 C は、軸方向に延びる円筒状に形成され、その内部に後述のロッドガイド 5 3 が取付けられている。

【 0 0 5 8 】

可動子 4 3 は、平板状に形成され、ケーシング 4 2 に沿って軸方向（図 7 中の上、下方向）に延びている。可動子 4 3 は、磁性体を用いて平板状に形成されたヨーク 4 4 と、該ヨーク 4 4 の表面および裏面に平板状に配置された複数の永久磁石 4 5 によって構成されている。このとき、ストローク方向（軸方向）で隣合う 2 個の永久磁石 4 5 は、例えば互いに逆極性になっている。

40

【 0 0 5 9 】

また、可動子 4 3 は、第 2 の実施の形態による可動子 2 3 とほぼ同様に、ケーシング 4 2 内に位置して互いに平行な状態で 2 枚設けられると共に、その両端側が固定部材 4 3 A , 4 3 B を用いてケーシング 4 2 に固定されている。

【 0 0 6 0 】

電機子 4 6 は、磁極 4 7 、コイル 4 8 およびコア 4 9 によって構成されている。磁極 4

50

7は、一方の可動子43の表面および裏面と対向して平面状に複数個配置されると共に、他方の可動子43の表面および裏面と対向して平面状に複数個配置されている。

【0061】

具体的には、一方の可動子43の表面に対向して12個の磁極47が設けられると共に、これら12個の磁極47は、軸方向に並んで配置されている。また、一方の可動子43の裏面に対向して12個の磁極47が設けられると共に、これら12個の磁極47は、軸方向に並んで配置されている。同様に、他方の可動子43の両面側にもそれぞれ12個ずつの磁極47が対向して設けられている。

【0062】

ここで、軸方向に並んだ12個の磁極47は、4個ずつ3組に分けられる。各組の4個の磁極47には、共通のコイル48が巻回される。また、各組で軸方向に隣合う2個の磁極47間のピッチは、例えば軸方向に対して永久磁石45のN極から次のN極間までの距離p、即ち軸方向で隣合う2個の永久磁石45間のピッチに対して略2倍の値を基準として設定されている。このため、磁極47間のピッチは、距離pに設定してもよく、電機子46と可動子43との間に作用する推力脈動を低減することを目的として、距離pから例えば電気角で5度や10度相当など、任意の角度ずらして設定してもよい。なお、磁極47の個数は、図示したものに限らず、設計仕様等に応じて適宜設定することができる。

10

【0063】

磁極47およびコイル48は、2枚の可動子43をそれぞれ挟み込むように配置される。そして、可動子43の厚さ方向で対向した4個のコイル48は、同相となる。一方、ストローク方向(軸方向)で隣合う2個のコイル48は、電気角で120度ずつの位相差をもつように配置される。これにより、合計12個のコイル48は、4個ずつ三相に分かれている。同相となる4個のコイル48は、直列で配線してもよく、並列で配線してもよい。配線方法は、駆動電源側の電圧や電流仕様に応じて適宜選択することができる。

20

【0064】

複数の磁極47は、コア49によって互いに繋がっている。コア49は、横断面が四角形の角筒状に形成され、複数の磁極47が取付けられている。電機子46は、ケーシング42内に位置してケーシング42および可動子43に対して移動可能に配置されている。

【0065】

コア49には、可動子43を厚さ方向で挟む複数の支持部材50がストローク方向に離間して取付けられると共に、可動子43を幅方向(図7中の前、後方向)で挟む複数の支持部材51がストローク方向に離間して取付けられている。そして、支持部材50、51は、第1の実施の形態による支持部材11、12とほぼ同様に構成され、ストローク方向に対して可動子43と電機子46とが相対移動するのを許容する摺動機構を構成する。また、支持部材50は、可動子43と電機子46との間の厚さ方向の空隙を保持している。

30

【0066】

ロッド52は、回転機構55を介して電機子46の他端側に接続され、電機子46と一緒に軸方向に変位する。ロッド52は、軸方向に延びた円柱状に形成され、基端側が回転機構55に取付けられると共に、先端側がロッドガイド支持部42Cを通じてケーシング42の外部に突出している。ロッド52の先端側は、他方の被取付体として車両のばね上部材に取付けられる。

40

【0067】

また、ロッドガイド支持部42Cには、横力支持機構としてロッドガイド53が取付けられている。ロッドガイド53は、第1の実施の形態によるロッドガイド14とほぼ同様に構成され、ロッド52が軸方向に変位するのを許容すると共に、ロッド52に作用する横力を支持する。さらに、ロッドガイド支持部42Cには、ロッドガイド53よりも先端側に位置してシール54が取付けられている。

【0068】

回転機構55は、電機子46の他端側に取付けられると共に、ロッド52と電機子46と

50

を接続する。回転機構 55 は、第 1 の実施の形態による回転機構 16 とほぼ同様に構成され、ロッド 52 がストローク方向に沿った軸を中心として回転するのを許容する。また、ケーシング 42 の内部には、軸方向の両端側に位置して例えば弾性材料等からなるストッパ 56, 57 が設けられている。

【0069】

さらに、電機子 46 にはストロークセンサ 58 が取付けられる。ストロークセンサ 58 は、例えば取付部 42B と電機子 46 との間の直線距離を測定するポテンシオメータによって構成され、電機子 46 と可動子 43 との間の相対位置関係を測定する。このため、ストロークセンサ 58 で得られた情報に基づいて、コイル 48 に対して最適な電流を供給することができる。なお、ストロークセンサ 58 は、ポテンシオメータに限らず、電機子 46 と可動子 43 との間の相対位置、または絶対位置を測定することが可能なセンサであればよく、例えばホール素子、レーザー変位計、または転がり軸受の回転角度を検出してよい。

10

【0070】

かくして、第 3 の実施の形態でも、第 1, 第 2 の実施の形態とほぼ同様の作用効果を得ることができる。特に、第 3 の実施の形態では、4 個の磁極 47 に対して共通のコイル 48 を巻回する構成としたから、電磁サスペンション 41 の減衰係数を増大させることができる。この効果について具体的に説明する。

【0071】

一般的に、電磁サスペンションでは、車両の走行時の振動エネルギーを効率よく回生するために三相のコイルを短絡させた場合に発生するストローク速度に対する抵抗力、即ち電磁サスペンションの減衰係数 C が大きい方が好ましい。

20

【0072】

この減衰係数 C は、以下の数 1 の式により求められ、逆起電力定数 K_e に比例し、抵抗値 R の二乗に反比例する。

【0073】

【数 1】

$$C = 3 \frac{K_e}{R^2}$$

30

【0074】

即ち、抵抗値 R が小さく、逆起電力定数 K_e が大きい電磁サスペンションが望ましい。ここで、 n 回巻かれたコイルに発生する逆起電圧 e はファラデーの電磁誘導の法則により、数 2 の式で算出される。

【0075】

【数 2】

$$e = -n \frac{d\phi}{dt}$$

40

【0076】

鎖交磁束 ϕ_m が振幅 ϕ_m 、角速度 ω ($\omega = 2\pi f$) で正弦波状に変化するもの ($\phi_m \cos \omega t$) と仮定すると、逆起電圧の大きさ E は、以下の数 3 の式で算出される。

【0077】

【数 3】

$$E = \left| -n \frac{d\phi_m \cos \omega t}{dt} \right| = |n \omega \phi_m \sin \omega t| = n 2 \pi f \phi_m$$

【0078】

数 3 の式より、逆起電圧を高くする方法は、コイルの巻き数 n を増やす、周波数 f を上げる、鎖交磁束 ϕ_m の振幅 ϕ_m を大きくするという選択がある。このうち、コイルの巻き数

50

nは電磁サスペンションの外形寸法によって制限され、鎖交磁束数は永久磁石の保持力および残留磁束密度と永久磁石および磁極の間の空隙とによって制限される。一方、周波数fは、電機子と可動子の設計によって変更が可能であり、減衰係数Cを大きくするためには、高い周波数であることが望ましい。

【0079】

しかし、周波数fを高くするためには、電機子および可動子の磁極を増やす必要性があり、電磁サスペンションの外形寸法を一定とした場合、コイルや永久磁石の1個当りの寸法を小さくし、数を増やすことになる。このとき、永久磁石は機械加工部品なので、寸法を小さくすることは容易であるが、コイルを小さくすると、1個のコイル当りの絶縁物が占める体積が多くなり、占積率が悪化して性能が低下する虞れがある。これに加えて、コイル間の結線数も増えるため、電機子の製作性が低下する。

10

【0080】

以上の点を考慮して、本実施の形態は、複数個(4個)の磁極47に共通のコイル48を巻回している。これにより、電磁サスペンション41の外形寸法を第2の実施の形態と同程度に保ちつつ、磁束が変化する周波数を高めて減衰係数Cを増大させている。

【0081】

次に、図9ないし図11は本発明の第4の実施の形態を示している。第4の実施の形態の特徴は、可動子の永久磁石を非磁性体からなる磁石固定部材に取付ける構成としたことにある。なお、第4の実施の形態では、前述した第3の実施の形態と同一の構成要素に同一の符号を付し、その説明を省略するものとする。

20

【0082】

第4の実施の形態による電磁サスペンション61は、第3の実施の形態による電磁サスペンション41とほぼ同様に構成される。但し、可動子62は、磁性体からなる磁石連結部材63を、2個の永久磁石64で挟み込むと共に、はしご状の非磁性体からなる磁石固定部材65に埋め込んだ構造となっている。そして、可動子62は、電機子46の磁極47およびコイル48によって挟み込まれる。

【0083】

かくして、第4の実施の形態でも、第3の実施の形態とほぼ同様の作用効果を得ることができる。第3の実施の形態では、可動子43は、磁性体からなるヨーク44の両面に永久磁石45を貼り合わせる構成としている。この場合、永久磁石45の間に磁性体からなるヨーク44を介在させることにより、少ない磁石量で、大きな磁石を模擬することが可能となる。しかし、磁性体の使用量が多く、電機子46と可動子43との間に作用する吸引力が大きくなり、可動子43の撓みや、支持部材50への負担が大きくなる。

30

【0084】

これに対し、第4の実施の形態では、可動子62を非磁性体からなる磁石固定部材65を用いて形成したから、可動子62での磁性体の使用量を減少して、電機子7と可動子62との間に作用する吸引力を低下させることができ、支持部材50への負担も軽くなる。また、可動子62の剛性維持に必要な強度も下がるから、可動子62を薄くして、小型、軽量化が可能となる。

【0085】

さらに、第3の実施の形態による可動子43では、表面側の永久磁石45から出た磁束は、ヨーク44を介して厚さ方向で対向する裏面側の永久磁石45に向かう磁束と、軸方向で隣接する永久磁石45に向かう磁束との2つの経路に分かれる。このうち、軸方向で隣接する永久磁石45に向かう磁束は、漏れ磁束となって推力に寄与しない。

40

【0086】

これに対し、第4の実施の形態では、非磁性体からなる磁石固定部材65に永久磁石64を取付けた。このため、表面側の永久磁石64から出た磁束は、磁性体からなる磁石連結部材63を経由して裏面側の永久磁石64に流れる。一方、軸方向で隣接する永久磁石64との間には非磁性体からなる磁石固定部材65が配置されているから、第3の実施の形態に比べて、軸方向で隣接する永久磁石64に向かう磁束が減少する。この結果、漏れ

50

磁束が低減して推力および減衰係数が向上する。

【0087】

なお、第4の実施の形態では、可動子62を第3の実施の形態と同様な電磁サスペンション61に適用した場合を例に挙げて説明したが、第1,第2の実施の形態による電磁サスペンション1,21にも適用することができる。

【0088】

次に、図12および図13は本発明の第5の実施の形態を示している。第5の実施の形態の特徴は、可動子の厚さ方向に積み重ねた複数のコイルの間に配線用スペースを形成し、該配線用スペースにコイル用の配線を取付ける構成としたことにある。なお、第5の実施の形態では、前述した第3の実施の形態と同一の構成要素に同一の符号を付し、その説明を省略するものとする。

10

【0089】

第5の実施の形態による電磁サスペンション71は、第3の実施の形態による電磁サスペンション41とほぼ同様に構成される。また、電機子72は、第3の実施の形態による電機子46とほぼ同様に構成され、磁極73、コイル74およびコア75によって構成されている。ここで、磁極73およびコイル74は、可動子43の厚さ方向で4段配置されている。電機子72には、これら4段のコイル74のうち2段目と3段目との間に位置して、軸方向に延びる配線用スペース76が形成されている。配線用スペース76内には、コイル74に給電するための配線77が配置される。また、ロッド52は、軸方向に貫通した貫通孔78を有する中空構造とし、貫通孔78を介して配線77が外部に導出される。

20

【0090】

かくして、第5の実施の形態でも、第3の実施の形態とほぼ同様の作用効果を得ることができる。第5の実施の形態では、可動子43の厚さ方向に積み重ねた複数のコイル74の間に配線用スペース76を形成し、該配線用スペース76に配線77を設けたから、コイル74と配線77との接続を電機子72の内部で行なうことができる。このため、製造時の絶縁検査が容易になると共に、ロッド52内の貫通孔78等を介して配線77を外部に取り出すことができる。この結果、配線77をできるだけ外部から見えない構造にして、配線77を外部から全て保護することができ、誤って配線77を断線する虞れがなくなる。

30

【0091】

なお、第5の実施の形態では、第3の実施の形態と同様な電磁サスペンション71に適用した場合を例に挙げて説明したが、第2,第4の実施の形態による電磁サスペンション21,61にも適用することができる。

【0092】

次に、図14は本発明の第6の実施の形態を示している。第6の実施の形態の特徴は、コイルと可動子との間に磁極を配置する構成としたことにある。なお、第6の実施の形態では、前述した第3の実施の形態と同一の構成要素に同一の符号を付し、その説明を省略するものとする。

40

【0093】

第6の実施の形態による電磁サスペンション81は、第3の実施の形態による電磁サスペンション41とほぼ同様に構成される。また、電機子82は、第3の実施の形態による電機子46とほぼ同様に構成され、磁極83、コイル85およびコア86によって構成されている。ここで、軸方向に並んだ6個の磁極83が連結部84によって互いに連結されると共に、連結部84は6個の磁極83よりも軸方向の長さ寸法が小さい構成となっている。これにより、連結部84の軸方向の両側には凹部84Aが形成されると共に、凹部84Aにコイル85が取付けられる。この結果、コイル85と可動子43との間に磁極83が配置される。

【0094】

なお、共通のコイル85が巻回される磁極83の個数は、2個以上の複数個でもよく、

50

1個でもよい。磁極83の個数は、設計仕様等に応じて適宜設定されるものである。

【0095】

かくして、第6の実施の形態でも、第3の実施の形態とほぼ同様の作用効果を得ることができる。第6の実施の形態では、コイル85と可動子43との間に磁極83を配置したから、コイル85と対向する永久磁石45も推力に寄与する。このため、電磁サスペンション81の小型化、軽量化、高推力化、高減衰係数化を図ることができる。

【0096】

また、コイル85と可動子43との間に磁極83を配置したから、コイル85の保持が容易となり、コイル85と可動子43とが接触する可能性を低減できる。このため、可動子43が撓んで電機子82と接触した場合でも、可動子43とコイル85とが接触することがなく、コイル85の断線や短絡を防止することができ、信頼性を向上することができる。

【0097】

なお、第6の実施の形態では、第3の実施の形態と同様な電磁サスペンション81に適用した場合を例に挙げて説明したが、第1,第2,第4,第5の実施の形態による電磁サスペンション1,21,61,71にも適用することができる。

【0098】

次に、図15は本発明の第7の実施の形態を示している。第7の実施の形態の特徴は、電磁サスペンションを断面円形の外形形状としたことにある。なお、第7の実施の形態では、前述した第2の実施の形態と同一の構成要素に同一の符号を付し、その説明を省略するものとする。

【0099】

第7の実施の形態による電磁サスペンション91は、第2の実施の形態による電磁サスペンション21とほぼ同様に構成される。但し、ケーシング92および電機子93は、断面円形状に形成されている。

【0100】

ここで、電機子93は、磁極94,95、コイル96,97およびコア98によって構成されている。内径側の磁極94は、2枚の可動子23に挟まれて内径側に配置されている。外径側の磁極95は、2枚の可動子23の厚さ方向外側となる外径側に配置されている。磁極94,95は、コア98によって互いに繋がれている。内径側の磁極94には内径側のコイル96が巻回され、外径側の磁極95には外径側のコイル97が巻回されている。

【0101】

また、外径側の磁極95の幅寸法(図15中の上,下方向の寸法)は、内径側の磁極94の幅寸法に比べて小さい。同様に、外径側のコイル97の幅寸法は、内径側のコイル96の幅寸法に比べて小さい。

【0102】

なお、内径側のコイル96と外径側のコイル97の高さ寸法および幅寸法は任意の値に設定してよく、コイル96,97間の起磁力を合わせるために、巻き数を同じ値として寸法のみ異なる構成としてもよい。また、内径側のコイル96は外径側のコイル97に比べてコア98と接する面積が少なく放熱性能が劣るため、内径側のコイル96の巻き数を外径側のコイル97の巻き数よりも減らしてもよい。この場合、内径側のコイル96で減らした分の巻き数を、外径側のコイル97に追加してもよい。

【0103】

かくして、第7の実施の形態でも、第2の実施の形態とほぼ同様の作用効果を得ることができる。第7の実施の形態では、電磁サスペンション91を断面円形の外形形状としたから、断面四角形状とした場合に比べて、電磁サスペンション91の取付方向を考慮する必要がなく、取付作業性が向上する。また、電磁サスペンション91の外周側にコイルばねを取り付けることができ、コイルばねとの一体構造化が容易になる。

【0104】

10

20

30

40

50

なお、第7の実施の形態では、第2の実施の形態と同様な電磁サスペンション91に適用した場合を例に挙げて説明したが、第1, 第3ないし第6の実施の形態による電磁サスペンション1, 41, 61, 71, 81にも適用することができる。

【0105】

次に、図16は本発明の第8の実施の形態を示している。第8の実施の形態の特徴は、2枚の可動子に挟まれた複数の磁極に共通のコイルを巻回する構成としたことにある。なお、第8の実施の形態では、前述した第3の実施の形態と同一の構成要素に同一の符号を付し、その説明を省略するものとする。

【0106】

第8の実施の形態による電磁サスペンション101は、第3の実施の形態による電磁サスペンション41とほぼ同様に構成される。

【0107】

電機子102は、磁極103, 105、コイル107, 108およびコア109によって構成されている。内径側の磁極103は、2枚の可動子43に挟まれて内径側に配置されている。また、一方の可動子43に対向した3個の磁極103と他方の可動子43に対向した3個の磁極103とは、連結部104によって互いに連結されている。連結部104にはコイル107が巻回されている。

【0108】

外径側の磁極105は、2枚の可動子43の厚さ方向外側となる外径側に配置されている。また、軸方向に並んだ3個の磁極105は、連結部106によって互いに連結されると共に、連結部106によって連結された3個の磁極105には共通のコイル108が巻回されている。磁極103, 105は、コア109によって互いに繋がれている。

【0109】

かくして、第8の実施の形態でも、第3の実施の形態とほぼ同様の作用効果を得ることができる。第8の実施の形態では、厚さ方向に4段積み重ねた磁極103, 105のうち中段(2段目および3段目)に位置する磁極103に共通のコイル107を巻回したから、段毎にコイルを設けた場合に比べて、コイル107の個数を削減することができる。このため、中段のコイル107は放熱が難しい傾向があるが、コイル107の発熱量を低減することができる。また、中段のコイル107の発熱が問題となる場合には、コイル107の巻き数を減少させてコイル107の発熱量を減少させ、発熱の均等化を行なうこともできる。

【0110】

なお、第1の実施の形態では、1枚の可動子3を用いる構成としたが、2枚以上の可動子を用いる構成としてもよい。また、第2ないし第8の実施の形態では、2枚の可動子23, 43, 62を用いる構成としたが、1枚の可動子を用いる構成としてもよく、3枚以上の可動子を用いる構成としてもよい。

【0111】

また、前記各実施の形態では、回転機構16, 35, 55はケーシング2, 22, 42, 92内に収容する構成とした。しかし、本発明はこれに限らず、例えばロッドの先端(突出端)に設ける回転機構を設けてもよく、ケーシングの筒体と取付部との間に回転機構を設ける構成としてもよい。

【0112】

また、前記各実施の形態では、ケーシング2, 22, 42, 92をばね下部材に取付けると共に、ロッド13, 32, 52をばね上部材に取付ける構成とした。しかし、本発明はこれに限らず、ケーシングをばね上部材に取付けると共に、ロッドをばね下部材に取付ける構成としてもよい。

【符号の説明】

【0113】

1, 21, 41, 61, 71, 81, 91, 101 電磁サスペンション
2, 22, 42, 92 ケーシング

10

20

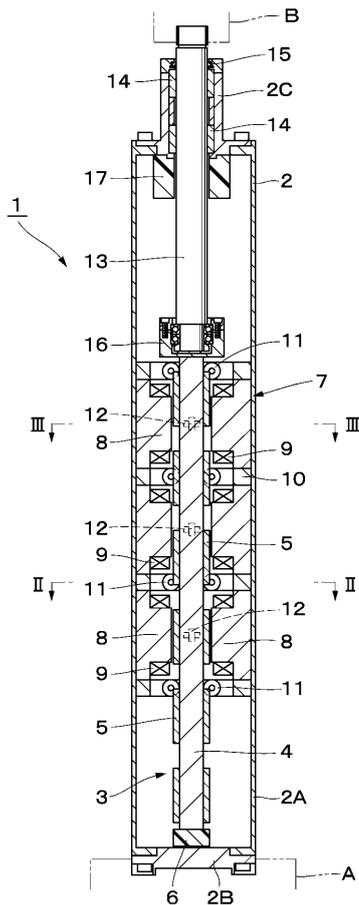
30

40

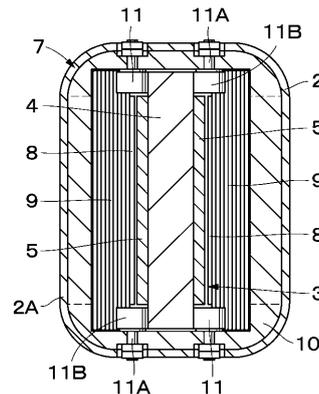
50

- 3, 23, 43, 62 可動子
- 5, 25, 45, 64 永久磁石 (磁石)
- 7, 26, 46, 72, 82, 93, 102 電機子
- 8, 27, 47, 73, 83, 94, 95, 103, 105 磁極
- 9, 28, 48, 74, 85, 96, 97, 107, 108 コイル
- 11, 12, 30, 31, 50, 51 支持部材 (摺動機構)
- 13, 32, 52 ロッド
- 14, 33, 53 ロッドガイド (横力支持機構)
- 16, 35, 55 回転機構
- 76 配線用スペース
- 77 配線

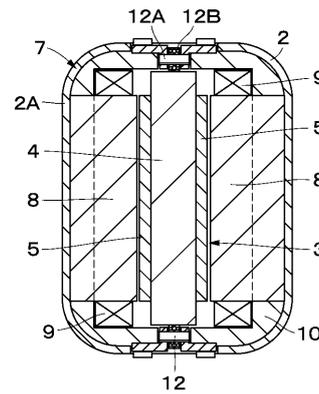
【図1】



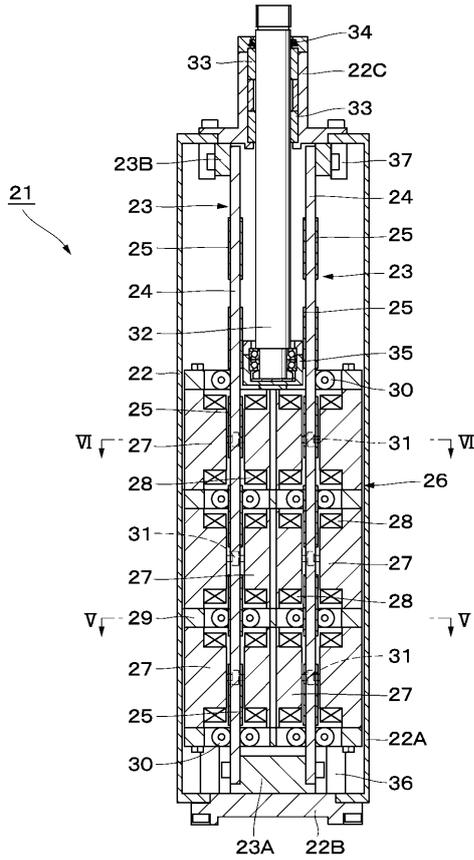
【図2】



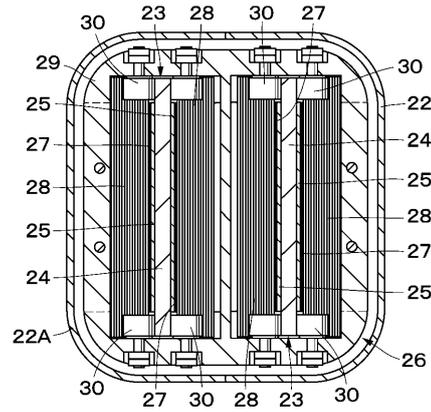
【図3】



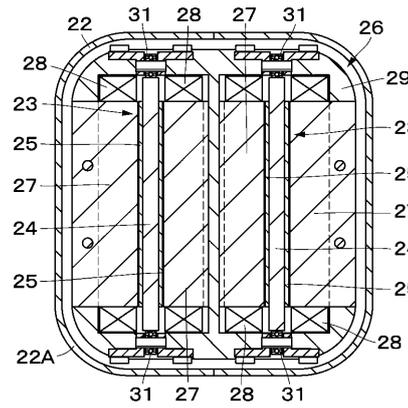
【 図 4 】



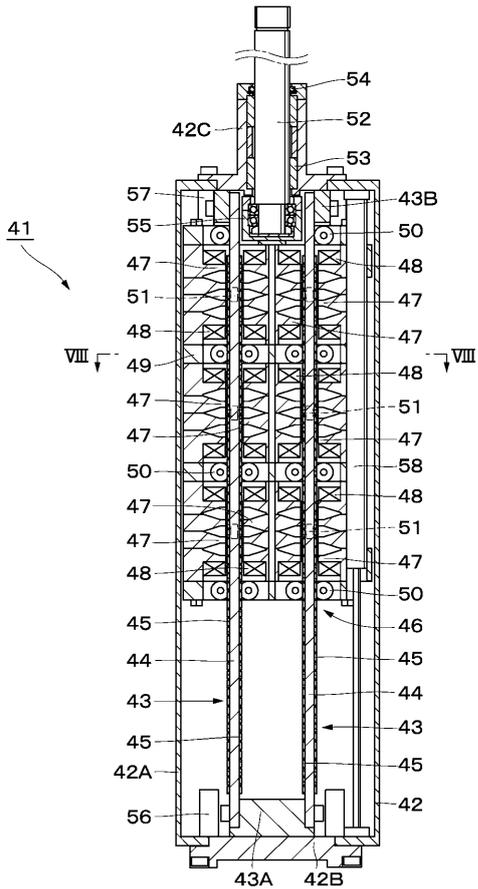
【 図 5 】



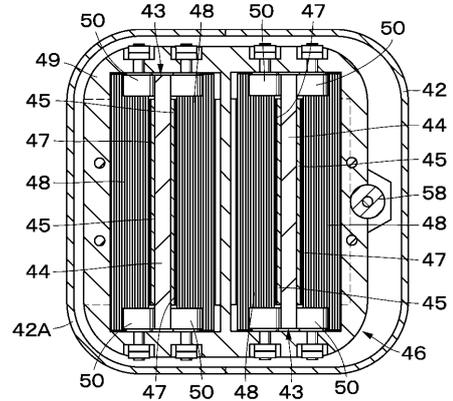
【 図 6 】



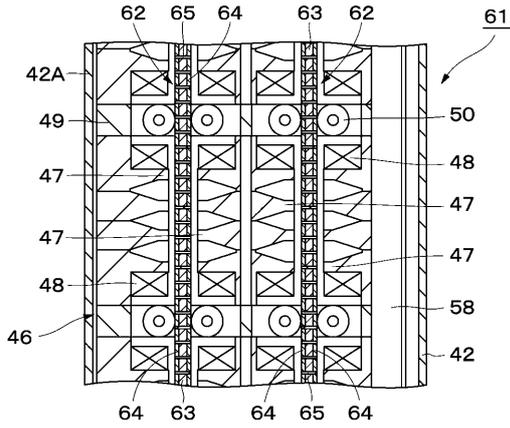
【 図 7 】



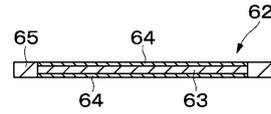
【 図 8 】



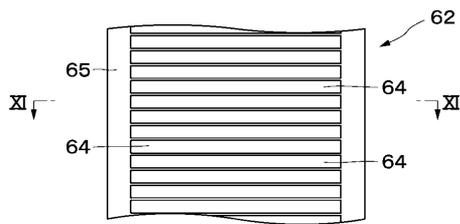
【 図 9 】



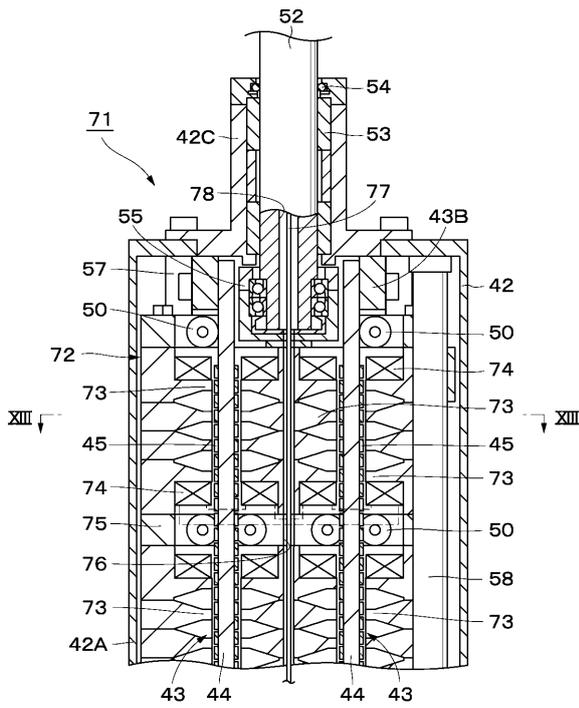
【 図 1 1 】



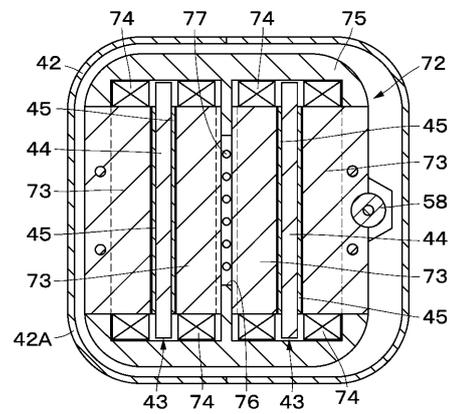
【 図 1 0 】



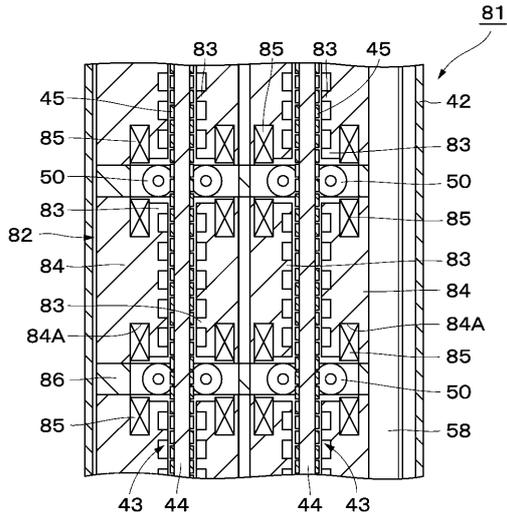
【 図 1 2 】



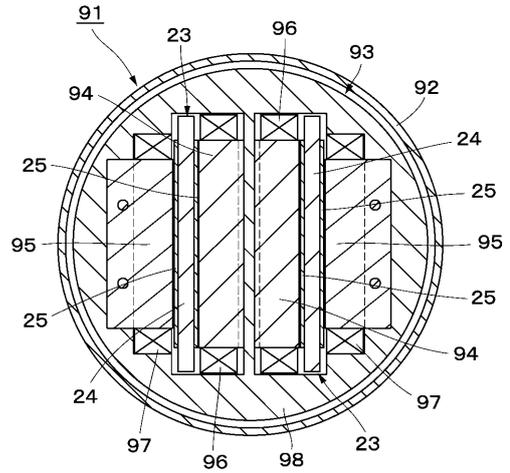
【 図 1 3 】



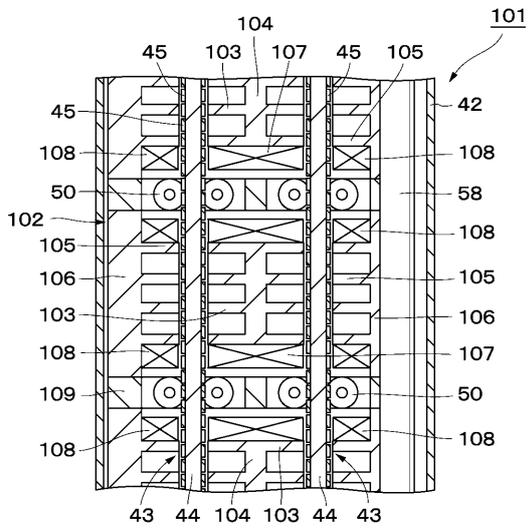
【 図 1 4 】



【 図 1 5 】



【 図 1 6 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 3J048 AC08 BA24 BE09 CB12 DA01 EA16
5H633 BB08 GG02 GG04 GG09 GG12 GG13 GG22 HH03 HH06