(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2017-187093
(P2017-187093A)
(43)公開日　平成29年10月12日(2017.10.12)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
F16F 15/04	(2006.01)	F16F	15/04	E	2E139
F16F 15/023	(2006.01)	F16F	15/023	Z	3J048
F16F 15/027	(2006.01)	F16F	15/027		3J102
F16C 32/06	(2006.01)	F16C	32/06	A	
E04H 9/02	(2006.01)	E04H	9/02	331Z	

審査請求 未請求　請求項の数 7　ＯＬ　（全 19 頁）

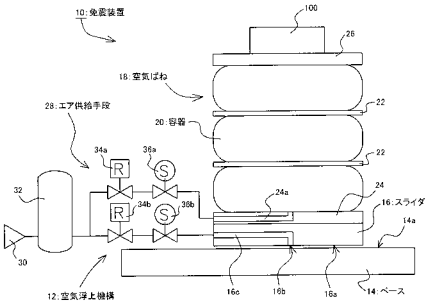
(21)出願番号　特願2016-75255(P2016-75255)
(22)出願日　平成28年4月4日(2016.4.4)

(71)出願人　503420833
学校法人常翔学園
大阪府大阪市旭区大宮五丁目１６番１号
(71)出願人　501138231
国立研究開発法人防災科学技術研究所
茨城県つくば市天王台３丁目１番
(71)出願人　000005108
株式会社日立製作所
東京都千代田区丸の内一丁目６番６号
(74)代理人　110000350
ポレール特許業務法人
(72)発明者　安田　正志
大阪府寝屋川市池田中町１７番８号　摂南大学内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】免震装置

(57)【要約】
【課題】空気浮上機構の安定性を向上させ、鉛直方向の振動に対する免震機構との組み合わせを実現可能な免震装置を提供する。
【解決手段】第１の平滑面１４ａを有するベース１４と、第２の平滑面１６ａを有するスライダ１６の両平滑面を対向配置させて、対向配置した２つの平滑面１４ａ，１６ａの間にエアを噴出してスライダ１６を浮上させる空気浮上機構１２と、弾性体により構成される容器２０を有し、容器２０内に貯留されたエアにより容器２０が鉛直方向に押圧される際の弾性力を調節可能な空気ばね１８と、を備え、スライダ１６と上下直列に空気ばね１８を配置したことを特徴とする。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
第１の平滑面を有するベースと、第２の平滑面を有するスライダの両平滑面を対向配置させて、対向配置した２つの前記平滑面の間にエアを噴出して前記スライダを浮上させる空気浮上機構と、
弾性体により構成される容器を有し、前記容器内に貯留されたエアにより前記容器が鉛直方向に押圧される際の弾性力を調節可能な空気ばねと、を備え、
前記スライダと上下直列に前記空気ばねを配置したことを特徴とする免震装置。
【請求項２】
第１リンク部材と、前記第１リンク部材に平行に、かつ離間して配置される第２リンク部材と、前記第１リンク部材と前記第２リンク部材との間に平行配置される第３リンク部材とを有し、前記第１リンク部材と前記第３リンク部材との間には、第１傾倒リンク部材が設けられ、前記第２リンク部材と前記第３リンク部材との間には、第２傾倒リンク部材が設けられ、前記第１リンク部材と前記第２リンク部材との離間距離が狭められた際、前記第３リンク部材が平行移動する構成とされ、前記第１傾倒リンク部材に一方の端部を接続すると共に、前記第１傾倒リンク部材と同じ傾斜方向に傾倒角度を有し、他方の端部を前記第１リンク部材または前記第３リンク部材に接続する第１ばねと、前記第２傾倒リンク部材に一方の端部を接続すると共に、前記第２傾倒リンク部材と同じ傾斜方向に傾倒角度を有し、他方の端部を前記第２リンク部材または前記第３リンク部材に接続する第２ばねとが設けられ、
前記第１ばね、及び前記第２ばねの前記傾倒角度を変化させることにより、前記第１リンク部材と前記第２リンク部材との離間距離が変化した際に生ずる力の大きさを調整可能な構成としたリンク式ばねを備えることを特徴とする免震装置。
【請求項３】
弾性体により構成される容器を有し、前記容器内に貯留されたエアにより前記容器が鉛直方向に押圧される際の弾性力を調節可能な空気ばねと、前記リンク式ばねと、を並列配置し、
前記リンク式ばねを構成する前記第１ばね、及び前記第２ばねの傾倒角度を、前記リンク式ばねが負ばねとしての特性を得る傾倒角度に設定したことを特徴とする請求項２に記載の免震装置。
【請求項４】
前記リンク式ばねを複数、並列に配置し、少なくとも１つの前記リンク式ばねにおける前記第１ばね、及び前記第２ばねの傾倒角度を、前記リンク式ばねが正ばねとしての特性を得る傾倒角度に設定すると共に、その余の前記リンク式ばねにおける前記第１ばね、及び前記第２ばねの傾倒角度を、前記リンク式ばねが負ばねとしての特性を得る傾倒角度に設定することを特徴とする請求項２に記載の免震装置。
【請求項５】
第１の平滑面を有するベースと、第２の平滑面を有するスライダの両平滑面を対向配置させて、対向配置した２つの前記平滑面の間にエアを噴出して前記スライダを浮上させる空気浮上機構と、
前記リンク式ばねと、を備え、
前記スライダと上下直列に前記リンク式ばねを配置したことを特徴とする請求項２乃至４のいずれか１項に記載の免震装置。
【請求項６】
前記空気浮上機構を稼働させる際、前記容器に貯留されたエアを前記空気浮上機構に供給するエア供給経路を設けたことを特徴とする請求項１または請求項３を含む請求項５に記載の免震装置。
【請求項７】
前記リンク式ばねを複数、並列に配置する際、前記第１傾倒リンク、及び前記第２傾倒リンクの作動面が交差する方向となるように配置したことを特徴とする請求項２乃至５の

いずれか１項に記載の免震装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、免震装置に係り、特に振動の周期が長い大地震に対応可能な免震装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
大地震を想定した免震装置としては、鉛直方向の振動に対するものや、水平方向の振動に対するものがそれぞれ種々提案されており、これらの各方向に対応した免震機構を組み合わせた装置も提案されている。
【０００３】
例えば、特許文献１に開示されている装置は、スプリングなどの正ばね特性を有する除振機構と、電気制御によって負ばね特性を生じさせる制御機構を直列に配置した鉛直方向の振動に対する除振装置である。また、特許文献２に開示されている装置は、チャンバー空間を有する空気パッドから圧縮空気を噴出させることによる空気浮上で、水平方向の振動を遮断する免震装置である。さらに、特許文献３や特許文献４に開示されている免震装置は、鉛直方向に対する免震機構と水平方向に対する免震機構とを組み合わせた３次元免震装置である。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００４】
【特許文献１】特開２００７－１０７７２２号公報
【特許文献２】特開２００１－２０８１３１号公報
【特許文献３】特開平１０－１２２２９５号公報
【特許文献４】特許第４７０６３１２号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
特許文献１に開示されている除振装置は、コイルスプリング（正ばね）と電気制御による負ばね特性を組み合わせることによりコンプライアンスの低減を図り、鉛直方向の振動に対する除振効果を高めるというものであるが、通常の負ばねだけでは安定に保持することはできない。このため電気制御に頼らざるを得ない。よって、制御系が煩雑なものとなり、また大きな制御力に頼らざるをえないといった問題がある。
【０００６】
そこで、本発明の第１の課題として、大きな変位の鉛直方向の振動に対応可能であり、かつ負ばね特性を生じさせる際に電気制御に頼る事の無い免震装置を提供することを目的とする。
【０００７】
また、特許文献２に開示されているような構成の免震装置は、理論上反力は生じないため、水平方向の振動に対する免震効果は非常に高いが、スライダである空気パッドは、ベースである上面板との対向面に凹状に形成された大きなチャンバーが備えられている。このため、浮上のための空気層が形成される面積（浮上に寄与する面積）が小さくなり、免震部位となるスライダ上に重量物を載置した際には、不安定な状態となってしまう虞がある。このため、実用上、鉛直方向の振動に対する耐性が弱く、鉛直方向の振動に対する免震装置との組み合わせも実現性が低いと考えられる。
【０００８】
このような実状から、特許文献３、４に開示されている免震装置は、鉛直方向の揺れに対する免震機構と水平方向の揺れに対する免震機構を組み合わせた複合的な免震装置であるが、いずれも水平方向の免震機構としては、空気ばねやコイルばねを使用しており、免

震効果の高い空気浮上機構との組み合わせは、成されていない。
【０００９】
そこで、本発明の第２の課題として、空気浮上機構の安定性を向上させ、鉛直方向の振動に対する免震機構との組み合わせを実現可能な免震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】
上記課題の少なくとも一部を解決するための本発明に係る免震装置は、第１の平滑面を有するベースと、第２の平滑面を有するスライダの両平滑面を対向配置させて、対向配置した２つの前記平滑面の間にエアを噴出して前記スライダを浮上させる空気浮上機構と、弾性体により構成される容器を有し、前記容器内に貯留されたエアにより前記容器が鉛直方向に押圧される際の弾性力を調節可能な空気ばねと、を備え、前記スライダと上下直列に前記空気ばねを配置したことを特徴とする。
【００１１】
また、上記課題の少なくとも一部を解決するための本発明に係る免震装置としては、第１リンク部材と、前記第１リンク部材に平行に、かつ離間して配置される第２リンク部材と、前記第１リンク部材と前記第２リンク部材との間に平行配置される第３リンク部材とを有し、前記第１リンク部材と前記第３リンク部材との間には、第１傾倒リンク部材が設けられ、前記第２リンク部材と前記第３リンク部材との間には、第２傾倒リンク部材が設けられ、前記第１リンク部材と前記第２リンク部材との離間距離が狭められた際、前記第３リンク部材が平行移動する構成とされ、前記第１傾倒リンク部材に一方の端部を接続すると共に、前記第１傾倒リンク部材と同じ傾斜方向に傾倒角度を有し、他方の端部を前記第１リンク部材または前記第３リンク部材に接続する第１ばねと、前記第２傾倒リンク部材に一方の端部を接続すると共に、前記第２傾倒リンク部材と同じ傾斜方向に傾倒角度を有し、他方の端部を前記第２リンク部材または前記第３リンク部材に接続する第２ばねとが設けられ、前記第１ばね、及び前記第２ばねの前記傾倒角度を変化させることにより、前記第１リンク部材と前記第２リンク部材との離間距離が変化した際に生ずる力の大きさを調整可能な構成としたリンク式ばねを備えることを特徴とすることもできる。
【００１２】
また、上記のような特徴を有する免震装置は、弾性体により構成される容器を有し、前記容器内に貯留されたエアにより前記容器が鉛直方向に押圧される際の弾性力を調節可能な空気ばねと、前記リンク式ばねと、を並列配置し、前記リンク式ばねを構成する前記第１ばね、及び前記第２ばねの傾倒角度を、前記リンク式ばねが負ばねとしての特性を得る傾倒角度に設定するものであっても良い。
【００１３】
このような特徴を有する免震装置によれば、空気ばねが正ばねとして働き、リンク式ばねが負ばねとして働くこととなる。このため、ばね全体のストロークが大きくなった場合でも、それに対する発生力の増加を抑制することができる。
【００１４】
また、上記のような特徴を有する免震装置は、前記リンク式ばねを複数、並列に配置し、少なくとも１つの前記リンク式ばねにおける前記第１ばね、及び前記第２ばねの傾倒角度を、前記リンク式ばねが正ばねとしての特性を得る傾倒角度に設定すると共に、その余の前記リンク式ばねにおける前記第１ばね、及び前記第２ばねの傾倒角度を、前記リンク式ばねが負ばねとしての特性を得る傾倒角度に設定するものであっても良い。
【００１５】
このような特徴を有する免震装置によれば、鉛直方向の免震機構として、エアの供給手段等の動力を持つ必要がなくなる。また、ばね全体のストロークを大きくした場合であっても、それに対する発生力を抑制することができる。
【００１６】
また、上記のような特徴を有する免震装置は、第１の平滑面を有するベースと、第２の平滑面を有するスライダの両平滑面を対向配置させて、対向配置した２つの前記平滑面の

間にエアを噴出して前記スライダを浮上させる空気浮上機構と、前記リンク式ばねと、を備え、前記スライダと上下直列に前記リンク式ばねを配置するものとすることもできる。

【００１７】

このような特徴を有する免震装置によれば、可動時における空気浮上機構の安定性を向上させ、鉛直方向の振動に対する免震機構との組み合わせを実現することができる。

【００１８】

また、上記のような特徴を有する免震装置は、前記空気浮上機構を稼働させる際、前記容器に貯留されたエアを前記空気浮上機構に供給するエア供給経路を設けるようにすることもできる。

【００１９】

このような特徴を有する免震装置によれば、空気浮上機構を稼働させる際にエア供給手段の稼働が不要となる。よって、停電時においても空気浮上機構を稼働させることができる。

【００２０】

さらに、上記のような特徴を有する免震装置は、前記リンク式ばねを複数、並列に配置する際、前記第１傾倒リンク部材、及び前記第２傾倒リンク部材の作動面が交差する方向となるように配置することが望ましい。

【００２１】

このような特徴を有する免震装置によれば、複数のリンク式ばねの相互作用により、第１リンク部材と第２リンク部材のズレが抑制される。よって、鉛直方向の振動に対して、常に第１リンク部材と第２リンク部材の鉛直方向位置を一致させておくことができる。

【発明の効果】

【００２２】

上記のような特徴を有する免震装置において、リンク式ばねを有するものは、大きな変位の鉛直方向の振動に対応可能であり、かつ負ばね特性を生じさせる際に電気制御に頼る事が無い。

【００２３】

また、空気浮上機構を有するものは、可動時における空気浮上機構の安定性を向上させ、鉛直方向の振動に対する免震機構との組み合わせを実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【００２４】

【図１】第１の実施形態に係る免震装置の構成を示す図である。

【図２】第１の実施形態に係る免震装置におけるエア供給手段の第１の変形例を示す図である。

【図３】第１の実施形態に係る免震装置におけるエア供給手段の第２の変形例を示す図である。

【図４】第１の実施形態に係る免震装置におけるエア供給手段の第３の変形例を示す図である。

【図５】第２の実施形態に係る免震装置の構成を示す図である。

【図６】リンク式ばねの稼働状態における形態変化の様子を示す図である。

【図７】リンク式ばねにおける第１傾倒リンク部材と第２傾倒リンク部材の傾倒角度が異なった場合に生じる第１リンク部材と第２リンク部材のズレを説明するための図である。

【図８】リンク式ばねを複数配置する場合における個々のリンク式ばねの配置形態を説明するための図である。

【図９】リンク式ばねの第１の変形例を示す図である。

【図１０】リンク式ばねの第２の変形例を示す図である。

【図１１】第３の実施形態に係る免震装置の構成を示す図である。

【図１２】第４の実施形態に係る免震装置の構成を示す図である。

【図１３】第４の実施形態に係る免震装置の具体例を示す側面図である。

【図１４】図１３におけるＡ－Ａ断面からの矢視を示す図である。

【図１５】第５の実施形態に係る免震装置の構成を示す図である。
【図１６】第５の実施形態に係る免震装置の具体例を示す側面図である。
【図１７】図１６におけるＢ－Ｂ断面からの矢視を示す図である。
【図１８】第６の実施形態に係る免震装置の構成を示す図である。
【発明を実施するための形態】
【００２５】
以下、本発明の免震装置に係る実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。なお、実施形態で示す各要素の具体的形態については、その機能を発揮することができる範囲での変更は、本発明を実施する上で影響を与えるものでは無い。
【００２６】
［空気浮上＋空気ばね（正ばね）］
まず、第１の実施形態に係る免震装置１０は、図１に示すように、空気浮上機構１２と空気ばね１８とを基本として構成される３次元免震装置である。空気浮上機構１２は、水平方向の振動に対する免震効果を担う機構であり、空気ばね１８は、鉛直方向の振動に対する免震効果を担う機構である。
【００２７】
［空気浮上機構］
実施形態に係る空気浮上機構１２は、ベース１４と、スライダ１６を基本として構成されている。ベース１４は、少なくとも鉛直方向上面に位置する面が、平滑面１４ａ（第１の平滑面）を有する定盤とすることが望ましい。また、図示しないが、少なくとも四隅に、高さ調節手段を備え、設置個所に対して、平滑面１４ａの水平出しができるように構成されていることが望ましい。スライダ１６を空気浮上させた際、重力によりスライダ１６が移動してしまうという事態を防ぐためである。
【００２８】
スライダ１６は、ベース１４に形成された平滑面１４ａ上を滑る役割を担い、免震対象とする構造物１００、および詳細を後述する空気ばね１８は、このスライダ１６の上に載置されることとなる。スライダ１６は、ベース１４に形成された平滑面１４ａと対向する面に形成される平滑面１６ａ（第２の平滑面）と、対向する２つの平滑面１４ａ，１６ａの間にエアを噴出させるためのエア噴出口１６ｂ、およびエア噴出口１６ｂにエアを供給するためのエア供給経路１６ｃを有することを基本として構成されている。
【００２９】
エア噴出口１６ｂの周囲には、チャンバーとなる余剰空間を設け無い構成とすることで、ベース１４とスライダ１６との間に形成される空気層を薄く、剛性が高いものとすることができる。このため、鉛直方向の振動が付与された際に、空気層が圧縮されても変形量は小さく、ベース１４の平滑面１４ａにスライダ１６が衝突するといった事態を避けることができる。よって、スライダ１６の上部に構造物１００等の重量物や鉛直方向に対する免震機構を載置した場合であっても、スライダ１６を安定浮上させ、その機能を発揮することが可能となる。なお、エア噴出口１６ｂの周囲に、チャンバーとなる余剰空間を設ける構成とした場合であっても、ベース１４とスライダ１６との間に形成される空気層が、上述したように剛性が高いものとすることができる範囲であれば、本発明を実施する上でその効果を妨げる虞は無い。また、ベース１４とスライダ１６は、異なる材質の部材により構成することが望ましい。空気浮上機構１２が稼働していない状態において、密接する２つの平滑面１４ａ，１６ａが、分子間力により吸着してしまうことを防止するためである。
【００３０】
［空気ばね］
空気ばね１８は、上述した空気浮上機構１２を構成するスライダ１６の上部に載置され、鉛直方向の振動に対する免震を担う機構である。空気ばね１８は、ゴムや、カーカスを樹脂で挟持して構成される積層部材などの可撓性部材によって構成される容器２０を有し、容器２０内に供給、貯留されたエアの圧縮作用により、緩衝、免震作用を成す免震機構

である。このため、支持荷重が変動した場合であっても、容器２０内の圧力を調整することで、支持荷重に対する外力による加圧方向のストロークや、押圧される際の弾性力を制御することができる。また、容器２０は、圧縮方向に沿って、複数の括れ部を持った多段ベローズ型として、各括れ部には、中間リング２２を備えるようにすると良い。中間リング２２は、破断特性が高い金属部材などで構成することで、圧縮エアが供給された容器２０の圧縮方向中心部のみが膨張してしまうという事態を避けることができる。また、容器２０の上下には、剛性の高い金属等により構成されたエンドプレート２４，２６を配置することで、容器２０の上下端（平坦となるべき部位）が膨張することを防ぐことができる。図１に示す形態では、下端側（スライダ１６側）に配置されるエンドプレート２４に、容器２０内にエアを供給するためのエア供給経路２４ａが設けられている。

【００３１】

このような構成の空気ばね１８は、作動流体としてのエアが圧縮性を有することから、コイルばね等に比べて、外力によるストロークの変化に対して発生力の変動を緩やかなものとすることができる。さらに、エアの粘性により、振動の減衰効果を発揮することも容易であるといった特徴がある。また、空気ばね１８は、外力に対するストロークを長くした場合、座屈し易くなるといった課題があるが、空気浮上機構１２におけるスライダ１６と直列に配置し、水平方向の揺れに対する免震効果を得ることで、水平方向の揺れに起因して生じる座屈を防ぐことができる。

【００３２】

［エア供給手段］

上記のような空気浮上機構１２と空気ばね１８には、エア供給手段２８が接続されている。エア供給手段２８は、ポンプ３０と、サージタンク３２、レギュレータ（３４ａ，３４ｂ）、およびストップバルブ（３６ａ，３６ｂ）などが介在され、空気浮上機構１２と空気ばね１８のそれぞれに接続されている。ポンプ３０は、空気浮上機構１２や空気ばね１８に供給するエアを圧送するための手段であり、サージタンク３２は、圧縮空気を一時的に貯留するための手段である。ポンプ３０により圧送されるエアをサージタンク３２に一時的に貯留する事により、供給エアの脈動を抑え、エアの安定供給を行う事が可能となる。また、レギュレータ（３４ａ，３４ｂ）は、空気浮上機構１２や空気ばね１８に供給するエアの圧力を調整するための手段であり、ストップバルブ（３６ａ，３６ｂ）は、エアの供給経路の開閉を行うための手段である。

【００３３】

図１に示す形態の場合、ポンプ３０がサージタンク３２に接続されており、サージタンク３２からのエア供給経路が２つの経路に分岐されている。一方の経路は、空気浮上機構１２におけるスライダ１６のエア供給経路１６ｃに接続される経路である。また、他方の経路は、空気ばね１８を構成する下端側のエンドプレート２４に設けられたエア供給経路２４ａに接続される経路である。各経路には、それぞれ第１レギュレータ３４ａ、第２レギュレータと、第１ストップバルブ３６ａ、第２ストップバルブ３６ｂが設けられ、各要素へのエアの供給の有無と、供給エアの圧力制御を行うことが可能な構成とされている。

【００３４】

このような構成の免震装置１０では、地震の第１波が生じた際、当該第１波を図示しないセンサ等により検出し、ストップバルブ３６ｂを開放してスライダ１６を浮上させる。これにより、水平方向の振動に対する免震効果を発揮することができるようになる。空気ばね１８に対するエアの供給は、図示しない圧力センサ等により、容器２０内部の圧力が所定の値を保つように、ストップバルブ３６ａのオン、オフ制御が成されるようにすれば良い。これにより、鉛直方向の振動に対する免震効果を発揮することが可能となる。

【００３５】

また、図示しないが、空気ばね１８に補助タンクを追加して空気容積を増やし、ばね剛性を更に小さなものにすることも、従来から行われている。さらに、上記の説明では、鉛直方向の負荷に対応して圧力を調整する手段として、レギュレータを用いる例を挙げたが、レベリングバルブと称する三方弁を用いた接触式のレベル維持機構や、それを非接触で

行う手法などがある。

【００３６】

上記のような特徴を有する免震装置１０によれば、空気浮上機構１２の安定性を向上させ、鉛直方向の振動に対する免震機構との組み合わせを実現させることができる。

【００３７】

［変形例１］

また、上記実施形態では、エア供給手段２８について、サージタンク３２からのエア供給経路を２つの経路に分岐させ、一方の経路を空気浮上機構１２に、他方の経路を空気ばね１８にそれぞれ接続するとともに、双方の経路にそれぞれ第１レギュレータ３４ａ、第２レギュレータ３４ｂと、第１ストップバルブ３６ａ、第２ストップバルブ３６ｂを配置する構成とする旨記載した。しかしながら、エア供給手段２８のエア供給経路は、図２に示すようなものとしても良い。

【００３８】

具体的には、サージタンク３２からのエア供給経路を分岐させる前に、第１レギュレータ３４ａと第１ストップバルブ３６ａを配置している。そして、第１ストップバルブ３６ａの後段に位置するエア供給経路を２つの経路に分岐させ、一方の経路を空気ばね１８に接続し、他方の経路を空気浮上機構１２に接続している。ここで、図２に示す形態では、分岐経路のうち、空気浮上機構１２に接続している経路にのみ、第２レギュレータ３４ｂと、第２ストップバルブ３６ｂを配置する構成としている。

【００３９】

このような構成とした場合には、空気浮上機構１２に対するエアの供給は、空気ばね１８から成されることとなる。すなわち、第２ストップバルブ３６ｂが解放されることにより、空気ばね１８に貯留された圧縮空気が空気浮上機構１２に供給されることとなり、空気浮上機構１２が、その機能を発揮することとなる。なお、このような構成とする場合、空気ばね１８に貯留されている圧縮空気は、空気浮上機構１２を機能させるための空気圧よりも圧力が高く設定されている必要がある。また、空気ばね１８に貯留されている圧縮空気の容量は、空気浮上機構１２を稼働させる際に消費される空気の量よりも十分に大きいものとすることが望ましい。

【００４０】

エア供給手段２８の構成をこのようなものとした場合であっても、上記実施形態と同様な効果を得ることができる。また、エア供給手段２８をこのような構成とした場合、空気浮上機構１２を一時的に稼働させる場合には、ポンプ３０を稼働させる必要が無くなる。よって、停電時においても、空気浮上機構１２を稼働させることが可能となる。

【００４１】

［変形例２］

また、空気浮上機構１２に対するエアの供給を空気ばね１８を介して行うようにする場合、図３のような構成とすることもできる。図３に示す構成では、ポンプ３０を基点として、少なくとも一部を分岐させて２系統としていたエア供給経路を１系統にまとめている。具体的には、エア供給手段２８によるエア供給経路から供給されるエアが、エア供給経路２４ａを介して空気ばね１８を構成する容器２０に供給されるように構成されている。また、容器２０と空気浮上機構１２との間に、容器２０内に貯留されたエアをスライダ１６とベース１４の間に供給するエア供給経路１６ｄを備える構成としている。このような構成とすることで、空気圧制御を一本化することができ、供給するエアの管理、調整などが容易になる。

【００４２】

このような構成とする場合には、図３からも読み取れるように、空気ばね１８の有効面積よりも空気浮上機構１２におけるスライダ１６の有効面積を大きく構成すると良い。このような構成とすることで、免震装置１０を浮上させることができる。また、このような構成では、空気浮上機構１２は、その近傍に大きな空気源として、空気ばね１８の容器２０を持つこととなる。このため、浮上時の安定性を高めることができる。

【００４３】
［変形例３］
さらに、エア供給手段２８のエア供給経路は、図４に示すようなものとしても良い。具体的には、ポンプ３０とサージタンク３２との間の経路に、第１レギュレータ３４ａと第１ストップバルブ３６ａを配置している。サージタンク３２からのエア供給経路を２つの経路に分岐させ、一方の経路を空気ばね１８に接続し、他方の経路を空気浮上機構１２に接続している。ここで、図４に示す形態では、分岐経路のうち、空気浮上機構１２に接続している経路にのみ、第２レギュレータ３４ｂと、第２ストップバルブ３６ｂを配置する構成としている。
【００４４】
このような構成とすることにより、空気ばね１８は、サージタンク３２と常時直結する構成となり、実質的に圧縮空気の要領が増加されたことと同様な効果を得ることができる。このため、図２に示す形態の免震装置１０よりも、負荷方向に生じる発生力の変動を緩やかなものとすることができる。
【００４５】
また、空気浮上機構には、第２ストップバルブ３６ｂが開放されることにより、サージタンク３２を含む空気ばね１８に貯留された圧縮空気が提供されることとなる。よって、エア供給手段２８の構成をこのようなものとした場合であっても、上記実施形態と同様な効果を得ることができる。また、上記変形例と同様に、停電時においても、空気浮上機構１２を稼働させることができる。
【００４６】
［空気浮上＋リンク式ばね（正ばね）］
次に、第２の実施形態に係る免震装置１０Ａについて、図５を参照して説明する。本実施形態に係る免震装置１０Ａも、上述した第１の免震装置１０と同様に、空気浮上機構１２と、鉛直方向の振動に対する免震機構との組み合わせによって構成される装置である。よって、その構成を同様とする空気浮上機構１２については、図面に同一符号を付して、その詳細な説明は省略するものとする。
【００４７】
［リンク式ばね］
第１の実施形態に係る免震装置１０との相違点としては、空気ばね１８としていた鉛直方向の振動に対する免震機構を、リンク式ばね３８としている点にある。実施形態に係るリンク式ばね３８は、第１リンク部材４０と第２リンク部材４２、第３リンク部材４４、並びに第１傾倒リンク部材４６と第２傾倒リンク部材４８、および第１ばね５０と、第２ばね５２を基本として構成とされている。
【００４８】
第１リンク部材４０は、ベース１４側（本実施形態においては、空気浮上機構１２を構成するスライダ１６側）に配置される基礎リンクである。第１リンク部材４０には詳細を後述する第１傾倒リンク部材４６と、この第１傾倒リンク部材４６に平行配置される第１補助傾倒リンク部材５４を回動可能に接続するためのヒンジ部４０ａ，４０ｂが形成されている。また、第２リンク部材４２は、第１リンク部材４０と離間して対向配置される基礎リンクであり、対向面と反対側の面に、免震対象とする構造物１００が配置されることとなる。第２リンク部材４２にも、第１リンク部材４０との対向面側に、第２傾倒リンク部材４８と、この第２傾倒リンク部材４８に平行配置される第２補助傾倒リンク部材５６を接続するためのヒンジ部４２ａ，４２ｂが形成されている。
【００４９】
第３リンク部材４４は、離間して配置されることとなる第１リンク部材４０と第２リンク部材４２の間に平行配置される可動リンクである。第３リンク部材４４には、第１リンク部材４０との対向面と第２リンク部材４２との対向面とにおいて対象な配置形態となるように、第１傾倒リンク部材４６と第１補助傾倒リンク部材５４をそれぞれ接続するためのヒンジ部４４ａ１，４４ｂ１と、第２傾倒リンク部材４８と第２補助傾倒リンク部材５

６をそれぞれ接続するためのヒンジ部４４ａ２，４４ｂ２が設けられている。また、第３リンク部材４４には、第１ばね５０と第２ばね５２をそれぞれ接続するためのヒンジ部４４ｃ１，４４ｃ２が設けられている。

【００５０】

複数のヒンジ部のうち、第１ばね５０と第２ばね５２を接続するためのヒンジ部４４ｃ１，４４ｃ２は、ばねの引張状態を調節可能な構成とすると良い。図５に示す形態では、接続部４５を配置するための貫通孔４５ａを複数備え、接続部４５を配置する貫通孔５４ａを変更することにより成すこととしている。接続部４５を配置する位置を変えることにより、リンク式ばね３８を稼働させた際における自然状態（免震対象とする構造物１００等が載置された上での静的状態）における伸縮状態を調節することができるようにするためである。なお、図示しないが、第１ばね５０、及び第２ばね５２を接続するヒンジ部４４ｃ１，４４ｃ２の配置位置をスライド調節可能な構成としても良い。このような構成とすることで、例えばヒンジ部４４ｃ１，４４ｃ２の配置位置を調整するための調整ボルトを回転させるだけで、ヒンジ部４４ｃ１，４４ｃ２の配置位置を変えることができるようになる。

【００５１】

第１傾倒リンク部材４６と第１補助傾倒リンク部材５４は、それぞれ第１リンク部材４０と第３リンク部材４４の間に配置される。具体的には、第１傾倒リンク部材４６は、第１リンク部材４０のヒンジ部４０ａと第３リンク部材４４のヒンジ部４４ａ１に接続されている。また、第１補助傾倒リンク部材５４は、第１リンク部材４０のヒンジ部４０ｂと第３リンク部材４４のヒンジ部４４ｂ１に接続されている。一方、第２傾倒リンク部材４８と第２補助傾倒リンク部材５６は、第２リンク部材４２と第３リンク部材４４の間に配置される。具体的には、第２傾倒リンク部材４８は、第２リンク部材４２のヒンジ部４２ａと第３リンク部材４４のヒンジ部４４ａ２に接続されている。また、第２補助傾倒リンク部材５６は、第２リンク部材４２のヒンジ部４２ｂと第３リンク部材４４のヒンジ部４４ｂ２に接続されている。第１傾倒リンク部材４６と第２傾倒リンク部材４８にはそれぞれ、第１ばね５０と第２ばね５２を接続するためのヒンジ部５８ａ，５８ｂが設けられている。ヒンジ部５８ａ，５８ｂは、ヒンジ部４４ｃ１，４４ｃ２と同様に、接続部６０を配置するための複数の貫通孔６０ａを備えており、リンク式ばね３８を稼働させた際のばねの発生力を調節可能な構成とされている。

【００５２】

第１ばね５０は、第３リンク部材４４に設けられたヒンジ部４４ｃ１と第１傾倒リンク部材４６に設けられたヒンジ部５８ａの間に配置される。また、第２ばね５２は、第３リンク部材４４に設けられたヒンジ部４４ｃ２と第２傾倒リンク部材４８に設けられたヒンジ部５８ｂの間に配置される。このように、本実施形態に係るリンク式ばね３８は、第３リンク部材４４を基点として、線対称な形態となるように構成されている。

【００５３】

ここで、第１傾倒リンク部材４６と第１補助傾倒リンク部材５４のヒンジ間距離は同一とし、第２傾倒リンク部材４８と第２補助傾倒リンク部材５６のヒンジ間距離は同一としている。また、第１傾倒リンク部材４６と第２傾倒リンク部材４８に対して、第１補助傾倒リンク部材５４と第２補助傾倒リンク部材５６は、それぞれ平行に配置される。このため、第１リンク部材４０と第２リンク部材４２、および第３リンク部材４４は、第１傾倒リンク部材４６と第２傾倒リンク部材４８の傾倒角度の如何によらず、平行な状態を維持することとなる。よって、鉛直方向の振動を受けた際に第１リンク部材４０と第２リンク部材４２との間の離間距離が狭められた場合、第３リンク部材４４が水平方向に平行移動することとなる。このため、第１傾倒リンク部材４６の傾倒角度と第２傾倒リンク部材４８の傾倒角度が同じ場合には、第１リンク部材４０と第２リンク部材４２の鉛直方向位置が同じになる。

【００５４】

［リンク式ばねの動作］

上記のような構成のリンク式ばね３８は、自然状態において、第２傾倒リンク部材４８（第１傾倒リンク部材４６）のヒンジ部４４ａ２（ヒンジ部４４ａ１）を通る仮想水平線Ｌと、ヒンジ部４４ａ２（ヒンジ部４４ａ１）と第２ばね５２（第１ばね５０）の接続部６０（接続部６０）を通る直線Ｌａの成す角θが小さいほど、リンク式ばね３８としての鉛直方向のばね特性が弱くなり、固有振動数の低い、柔らかいばねとしての特性を得る構成とすることができる。さらに、θを小さくするとリンクの支持する上面板（第２リンク部材４２）の上下に対するばね荷重の特性が逆転してたわむと支持荷重が小さくなるようになる。このことを図５を用いて説明すると、第２ばね５２と第２傾倒リンク部材４８のヒンジ部４４ａ２との直交距離ｄを概略一定に保つことでばねの発生トルクを保持しながら、第２ばね５２の作用点である接続部６０は、徐々に、第２傾倒リンク部材４８の角度変化と同じような変化をすることとなる。このとき角度θによる第２ばね５２の引張変位は小さくなり、さらに第２傾倒リンク部材４８の角度が大きくなる方に動かすと、直交距離ｄは大きくなり、ばねトルクが増す。一方で、第２傾倒リンク部材４８の角度が小さくなる法に動かすと逆に直交距離は小さくなり、ばねトルクが減じることになる。言い換えると、鉛直方向に押し込むと鉛直方向への発生力が小さくなり、引き上げると鉛直方向への発生力を増すことになることを示している。これは通常のばねの力作用と逆の特性に変化させたことになる。以上のことから、θの角度を小さくする貫通孔６０ａに接続部６０を配置するほど自然状態の形態にあまり影響を与えずに、リンク式ばね３８の特性として鉛直方向のばね特性を弱めることや、ばね特性を逆転（たわみ荷重特性の傾きが逆になる）させることができる。

【００５５】

以上のことから、実施形態に係るリンク式ばね３８では、鉛直方向のばね特性（発生力）が鉛直たわみの増加に対して大きくなるように設定したものを正ばね特性を有するばねと称し、鉛直方向のばね特性（発生力）が鉛直たわみの増加に対して小さくなるように設定したものを負ばね特性を有するばねと称することとする。正ばね特性と負ばね特性の加算時の仕分けは任意であるが、概ね、系としての安定した荷重保持特性を有するものとすれば良い。

【００５６】

よって、上記のような構成のリンク式ばね３８では、第２傾倒リンク部材４６（第１傾倒リンク部材４６）に対する第２ばね５２（第１ばね５０）の接続部を変更することにより、正ばね特性を有するものとするか、負ばね特性を有するものとするかを変化させることができる。なお、第３リンク部材４４と第２ばね５２、第１ばね５０の接続位置を変更した場合には、単純に発生力の増減が調節される。この場合当然に、ばねが引っ張られる側に接続されるほど、発生力が増加することとなる。このような構成のリンク式ばね３８の稼働状態の動きを図６に示す。図６において、図６（Ａ）は、リンク式ばねの自然状態を示すものである。これに対し、図６（Ｂ）はリンク式ばね３８が縮んだ状態を示し、図６（Ｃ）はリンク式ばね３８が伸びた状態を示す。いずれの状態も、第１ばね５０と第２ばね５２の伸縮状態が等しい場合には、第１リンク部材４０と第２リンク部材４２との鉛直方向位置にズレが生じない事を読み取ることができる。

【００５７】

このような構成の免震装置１０Ａでは、図示しないセンサ手段等により地震の第１波が生じた際、当該第１波を図示しないセンサ等により検出し、ストップバルブ３６ａを開放してスライダ１６を浮上させる。これにより、水平方向の振動に対する免震効果を発揮することができるようになる。そして、鉛直方向の振動に対しては、リンク式ばね３８が免震効果を発揮することとなる。

【００５８】

上記のような特徴を有する免震装置１０Ａであっても、空気浮上機構１２の安定性を向上させ、鉛直方向の振動に対する免震機構との組み合わせを実現させることができる。このような構成の免震装置１０Ａとした場合エア供給手段２８は、空気浮上機構１２のみに接続されることとなる。よって、第１の実施形態に係る免震装置１０に比べ、エア供給経

路の構成を簡略化することができる。

【００５９】

［ズレと複数配置について］

ところで、このような構成のリンク式ばね３８は、第３リンク部材４４を基点として、線対称な配置構成とされている。しかしながら、図７に示すように、第１傾倒リンク部材４６の傾倒角度θ１と第２傾倒リンク部材４８の傾倒角度θ２が異なった場合（第１ばね５０と第２ばね５２の伸縮状態が異なった場合）には、図７にΔｄで示すように、第１リンク部材４０と第２リンク部材４２の水平位置にズレが生ずることとなる。

【００６０】

このため、実施形態に係るリンク式ばね３８は、複数配置することが望ましく、リンク式ばね３８を複数配置する場合には、図８に示すように、傾倒するリンク部材の作動面を示す直線（例えば直線Ｌ１と直線Ｌ２）が交差する配置形態とすると良い。また、このような配置形態を採用する場合、第１リンク部材４０と第２リンク部材４２を複数のリンク式ばね３８で共有化する構成とする。なお、図８に示す例では、２つのリンク式ばね３８において傾倒するリンク部材の作動面を示す直線（直線Ｌ１，Ｌ２）が直交する配置形態としている。

【００６１】

このような配置形態を採ることにより、一方のリンク式ばね３８における第１リンク部材４０と第２リンク部材４２のズレが、他方のリンク式ばね３８により抑制されることとなる。よって、リンク式ばね３８における第１リンク部材４０と第２リンク部材４２との間に生じるズレを防ぐことが可能となる。

【００６２】

［変形例］

上記実施形態では、リンク式ばね３８の構成として、第１ばね５０と第２ばね５２は、いずれも第３リンク部材４４に接続される構成としていた。しかしながら、リンク式ばね３８における第１ばね５０、第２ばね５２の配置、接続構成は、図９に示すようなものとすることもできる。

【００６３】

具体的には、上記実施形態では、第１補助傾倒リンク部材５４、第２補助傾倒リンク部材５６としていた傾倒リンク部材の配置位置に、第１傾倒リンク部材４６、第２傾倒リンク部材４８を配置して、第１ばね５０、第２ばね５２を接続する構成としている。こうした場合、傾倒リンクとばねの傾倒方向を一致させるためには、第１ばね５０を第１傾倒リンク部材４６と第１リンク部材４０に接続し、第２ばね５２を第２傾倒リンク部材４８と第２リンク部材４２に接続する構成を採る必要がある。このような構成とした場合でも、リンク式ばねとしての働きは、図５に示すリンク式ばね３８と同様なものとすることができる。

【００６４】

また、同様に、図１０に示すようなものとしても良い。図１０に示す形態のリンク式ばね３８は、第１ばね５０を第１傾倒リンク部材４６と第１リンク部材４０に接続し、第２ばね５２を第２傾倒リンク部材４８と第３リンク部材４４に接続し、第１傾倒リンク部材４６と第２傾倒リンク部材４８の配置位置をずらす構成としている。このような構成とした場合であっても、第１ばね５０による発生力と第２ばね５２による発生力が等しくなるようにばねの傾倒角度を含めた調整を行うことにより、上述したリンク式ばね３８と同様な効果を得ることができる。

【００６５】

［空気ばね（正ばね）＋リンク式ばね（負ばね）］

次に、第３の実施形態に係る免震装置について、図１１を参照して説明する。上記第１、第２の実施形態では、鉛直方向の振動に対する免震機構として、空気ばね１８とリンク式ばね３８を示した。これらの機構は、免震作用はあるものの、いずれも負荷に基づく変位に応じて発生力が増加する、いわゆる正ばねとしての機能を持つものである。このため

、変位が大きくなった場合には、反発力が強くなってしまうことが考えられる。

【００６６】

これに対し、本実施形態に係る免震装置１０Ｂは、鉛直方向の振動に対する免震機構であって、負荷に基づく変位量に対する発生力の変化を小さくすることのできる免震装置に関するものである。このような特性を得るための免震装置１０Ｂは、空気ばね１８と、リンク式ばね３８を備えて構成されている。ここで、空気ばね１８も、リンク式ばね３８も、その基本的構成は、上述した第１、第２の実施形態に係る免震装置１０，１０Ａの構成要素として記載したものと同じである。よって、その構成を同一とする箇所には、図面に同一符号を付して、詳細な説明は省略するものとする。

【００６７】

相違点としては、空気ばね１８の変位量と、リンク式ばね３８の作用である。そこで、空気ばね１８としては、第１の実施形態に開示した空気ばね１８よりも直径が小さく、容器２０内部の圧力を小さくすることで、負荷に対する変位量（ストローク）を大きくしたものを用いる構成としている。また、リンク式ばね３８は、第１ばね５０、第２ばね５２の接続部６０を配置する貫通孔６０ａの位置を変えて、角度θ（図５参照）の値を小さくすることで、変位量に対する発生力の増加率を反転した、いわゆる負ばねとしての作用を担うものとする。このため、本実施形態に係るリンク式ばね３８は、上記第２の実施形態に係る免震装置１０Ａで採用しているリンク式ばね３８よりも固有振動数が低いものとなる。なお、本実施形態においては、空気ばね１８におけるエンドプレート２４，２６と、リンク式ばねにおける第１リンク部材４０、第２リンク部材４２を共通化し、第１リンクプレート６２、第２リンクプレート６４としている。

【００６８】

このような構成の免震装置１０Ｂによれば、従来よりも大きな鉛直方向変位を伴う振動に対応可能であり、かつリンク式ばね３８は、負ばね特性を生じさせる際に電気制御に頼る事が無く、その構成を簡素化することができる。

【００６９】

［リンク式ばね（正ばね＋負ばね）］

次に、第４の実施形態に係る免震装置について、図１２を参照して説明する。本実施形態に係る免震装置１０Ｃも、上記第３の実施形態に係る免震装置１０Ｂと同様に、いわゆる正ばね特性を有する機構と、負ばね特性を有する機構とを組み合わせた、鉛直方向の振動に対する免震装置である。

【００７０】

第３の実施形態に係る免震装置１０Ｂとの相違点は、次の点である。すなわち、第３の実施形態に係る免震装置１０Ｂでは、いわゆる正ばね特性を有する機構として、空気ばね１８を採用し、負ばね特性を有する機構として、リンク式ばね３８を採用するという構成を採っていた。これに対して本実施形態に係る免震装置１０は、正ばね特性を有する機構と負ばね特性を有する機構の双方を、リンク式ばね３８により構成している。なお、図１２においては、便宜上、正ばね特性を有するリンク式ばねをリンク式ばね３８ａと示し、負ばね特性を有するリンク式ばねをリンク式ばね３８ｂと示すこととする。また、第１リンク部材４０、第２リンク部材４２は、それぞれ２つのリンク式ばね３８ａ，３８ｂで共通化されており、第１リンクプレート６２、第２リンクプレート６４として示すものとする。

【００７１】

リンク式ばね３８に正ばね特性を持たせる場合と、負ばね特性を持たせる場合との違いは、上述したように、第１ばね５０と第２ばね５２の接続形態の相違により、第１ばね５０と第２ばね５２の傾倒角度や、角度θ（図５参照）の値を異ならせることにある。よって、本実施形態に係る免震装置１０Ｃでは、正ばね特性を有するリンク式ばね３８ａと負ばね特性を有するリンク式ばね３８ｂの双方で、同じ構成のリンク式ばねを採用することができる。具体的には、正ばね特性を有するリンク式ばね３８ａよりも、負ばね特性を有するリンク式ばね３８ｂの方が、角度θが小さくなるように、接続部６０を配置する貫通

孔６０ａが定められている。なお、このような設定変更により、実質的に、第１ばね５０と第２ばね５２の傾倒角度も変化することとなる。

【００７２】

このような構成の免震装置１０Ｃは、第１ばね５０と第２ばね５２の接続位置を調節する事で、変位に対する発生力を変化させることができる。よって、上記第３の実施形態に係る免震装置１０Ｂと同様な効果を得ることができる。さらに、本実施形態に係る免震装置では、エア供給手段２８が不要となるため、装置構成を簡素化することができる。

【００７３】

［具体例］

リンク式ばね３８（３８ａ、３８ｂ）を複数備える免震装置１０Ｃを構成する場合、複数のリンク式ばね３８における傾倒するリンク部材の作動面を平行にすると、上述したように、第１リンク部材４０に相当する第１リンクプレート６２と第２リンク部材４２に相当する第２リンクプレート６４の水平位置にズレΔｄ（図７参照）が生じる虞がある。

【００７４】

このため、リンク式ばね３８を複数備える場合には、図１３、図１４に示すように矩形に形成した第１リンクプレート６２（第２リンクプレート６４）の四辺に沿って、リンク式ばね３８（３８ａ，３８ｂ）を配置し、複数のリンク式ばね３８（３８ａ，３８ｂ）における傾倒するリンク部材の傾倒方向が直交することとなる配置関係となるようにすると良い。複数のリンク式ばね３８（３８ａ，３８ｂ）をこのように配置することで、第１リンクプレート６２と、第２リンクプレート６４との間に生ずるズレΔｄを抑制することができるからである。なお、図１３は、第４の実施形態に係る免震装置１０Ｃの具体的構成を示す側面図であり、図１４は、図１３におけるＡ－Ａ断面からの矢視を示す図である。

【００７５】

また、上述したように、リンク式ばね３８では、第１ばね５０、第２ばね５２の配置状態を変えることにより、正ばね特性と負ばね特性との変更を行うことができる。よって、図１３、図１４に示すような形態の免震装置１０Ｃでは、第１リンクプレート６２（第２リンクプレート６４）の同じ辺に沿って隣接配置されたリンク式ばね３８に対して、それぞれ正ばね特性と負ばね特性を持たせるように構成することもできるし（図１４に示す形態）、直交する辺に配置されているリンク式ばね３８毎に、正ばね特性と負ばね特性とを異ならせるように構成することもできる。なお、図１３、図１４に示す形態では、矩形に形成された第１リンクプレート６２と第２リンクプレート６３の各辺に対して、２つのリンク式ばね３８を配置する構成としている。しかしながら、各辺に配置するリンク式ばね３８の数は、免震装置１０Ｃとしての耐荷重等の仕様に応じて変更すれば良い。例えば、各辺に配置するリンク式ばね３８の数をそれぞれ１つとしても良いし、３つ、４つと増やしても良い。

【００７６】

［空気浮上＋空気ばね（正ばね）＋リンク式ばね（負ばね）］

次に、第５の実施形態に係る免震装置について、図１５を参照して説明する。本実施形態に係る免震装置１０Ｄは、水平方向の振動に対する免震機構と、鉛直方向の振動に対する免震機構とを組み合わせたものであり、上述した第１から第３の実施形態に係る免震装置１０，１０Ａ，１０Ｂを総合的に組み合わせた構成としている。よって、その構成を同一とする箇所には、図面に同一符号を付して、詳細な説明は省略することとする。

【００７７】

すなわち、水平方向の振動に対する免震機構としては、空気浮上機構１２を採用している。また、鉛直方向の振動に対する免震機構としては、正ばね特性を有する機構として、空気ばね１８を採用し、負ばね特性を有する機構として、リンク式ばね３８を採用している。

【００７８】

このような構成の免震装置１０Ｄによれば、上記第１、第２の実施形態に係る免震装置１０，１０Ａと同様に、空気浮上機構１２の安定性を向上させ、鉛直方向の振動に対する

免震機構との組み合わせを実現することができる。また、第３実施形態に係る免震装置１０Ｂと同様に、大きな変位の鉛直方向の振動に対応可能であり、かつ負ばね特性を生じさせる際に電気制御に頼る事が無く、煩雑な制御が不要となる。

【００７９】

［具体例］

ここで、図１５に示す形態は、１つのリンク式ばね３８と１つの空気ばね１８を組み合わせた鉛直方向の免震機構に、空気浮上機構１２を組み合わせる構成としている。これに対し、鉛直方向の免震機構について、機構的バランスや耐荷重の増加等を考慮して、複数のリンク式ばね３８と複数の空気ばね１８を組み合わせた場合、図１６、図１７に示すような構成とすることができる。なお、図１６は、第５の実施形態に係る免震装置１０Ｄの具体的構成を示す側面図であり、図１７は、図１６におけるＢ－Ｂ断面からの矢視を示す図である。

【００８０】

まず、リンク式ばね３８の配置形態は、図１３、図１４に示した第４の実施形態に係る免震装置１０Ｃの具体例に係る機構と同様とすることができる。相違点としては、本実施例では、複数のリンク式ばね３８全てに、負ばねとしての特性を持たせる構成とする点である（正ばねとして機能する空気ばね１８のばね定数との関係で、リンク式ばね３８の一部に正ばねとしての特性を持たせるようにしても良い）。

【００８１】

そして、第１リンクプレート６２と第２リンクプレート６４との間であって、リンク式ばね３８を配置した後の余りのスペースとなる、部分（図１７に示す形態では、第１リンクプレート６２と第２リンクプレート６４の四隅）に、複数の空気ばね１８をそれぞれ配置すると良い。

【００８２】

また、空気浮上機構１２は、スライダ１６とベース１４との間にエアを供給するエア供給経路１６ｃについて、スライダ１６の有効面積とエア噴出量との割合や、スライダ１６の上面側に負荷される荷重の重量バランス等を考慮して、スライダ１６に対して複数のエア供給経路１６ｃを設けるようにしても良い。

【００８３】

なお、図１６、図１７に示す形態においても、矩形に形成された第１リンクプレート６２と第２リンクプレート６４の各辺に対して、２つのリンク式ばね３８を配置する構成としているが、図１３、図１４に示す免震装置１０Ｃと同様に、各辺に配置するリンク式ばね３８の数を変更した場合であっても、本発明の一部とみなす事ができることはいうまでも無い。

【００８４】

［空気浮上＋リンク式ばね（正ばね＋負ばね）］

次に、第６の実施形態に係る免震装置について、図１８を参照して説明する。本実施形態に係る免震装置１０Ｅも、上述した第５の実施形態に係る免震装置１０Ｄと同様に、空気浮上機構１２による水平方向の免震と、正ばね特性を有する機構と負ばね特性を有する機構の組み合わせによる鉛直方向の免震機構を組み合わせたものである。

【００８５】

第５の実施形態に係る免震装置１０Ｄとの相違点は、鉛直方向の振動に対する免震機構として、第４の実施形態に係る免震装置１０Ｃを採用した点にある。すなわち、　正ばね特性を有するリンク式ばね３８ａと負ばね特性を有するリンク式ばね３８ｂにより鉛直方向の振動に対する免震機構を構成したものである。

【００８６】

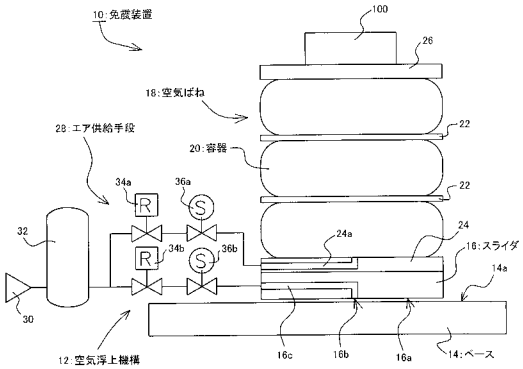
このような構成の免震装置１０Ｅであっても、第５の実施形態に係る免震装置１０Ｄと同様な効果を得ることができる。

【符号の説明】

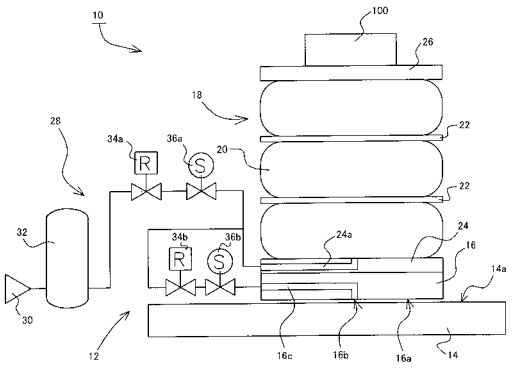
【００８７】

１０，１０Ａ，１０Ｂ，１０Ｃ，１０Ｄ，１０Ｅ……免震装置、１２……空気浮上機構、１４……ベース、１４ａ……平滑面、１６……スライダ、１６ａ……平滑面、１６ｂ……エア噴出口、１６ｃ……エア供給経路、１６ｄ……エア供給経路、１８……空気ばね、２０……容器、２２……中間リング、２４……エンドプレート、２４ａ……エア供給経路、２６……エンドプレート、２８……エア供給手段、３０……ポンプ、３２……サージタンク、３４ａ……第１レギュレータ、３４ｂ……第２レギュレータ、３６ａ……第１ストップバルブ、３６ｂ……第２ストップバルブ、３８，３８ａ，３８ｂ……リンク式ばね、４０……第１リンク部材、４０ａ，４０ｂ……ヒンジ部、４２……第２リンク部材、４２ａ，４２ｂ……ヒンジ部、４４……第３リンク部材、４４ａ１，４４ｂ１，４４ａ２，４４ｂ２，４４ｃ１，４４ｃ２……ヒンジ部、４５……接続部、４５ａ……貫通孔、４６……第１傾倒リンク部材、４８……第２傾倒リンク部材、５０……第１ばね、５２……第２ばね、５４……第１補助傾倒リンク部材、５６……第２補助傾倒リンク部材、５８ａ，５８ｂ……ヒンジ部、６０……接続部、６０ａ……貫通孔、６２……第１リンクプレート、６４……第２リンクプレート、１００……構造物。

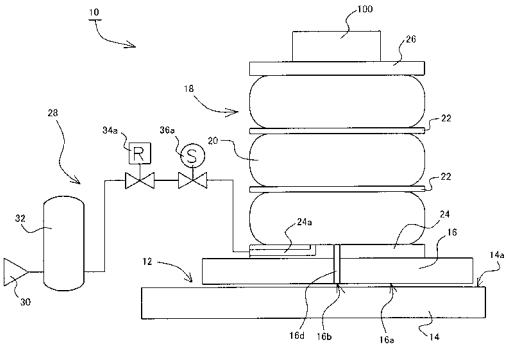
【図１】



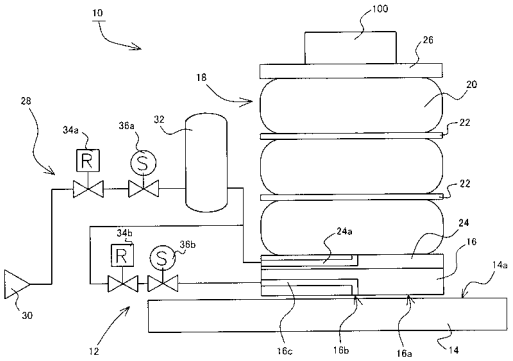
【図２】



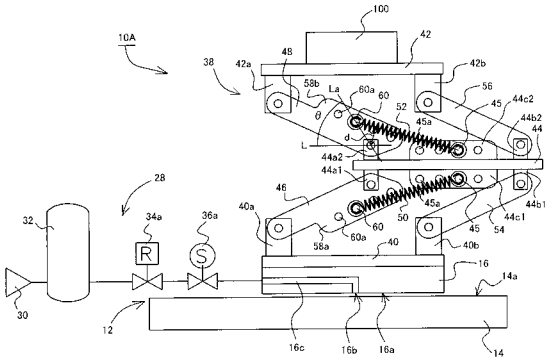
【図３】



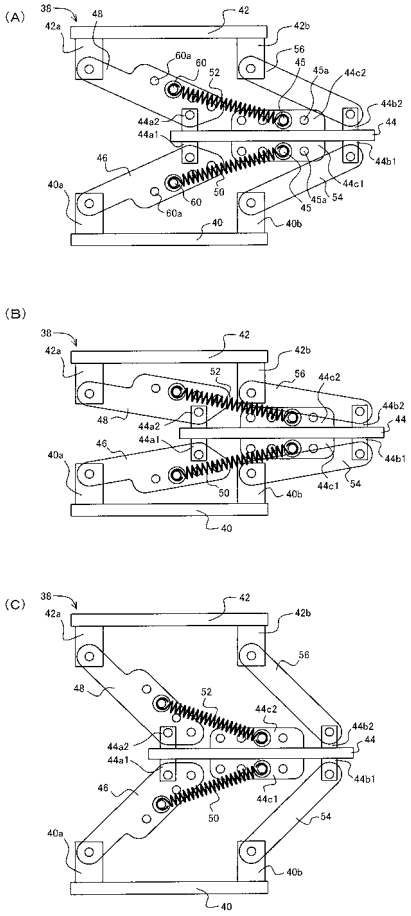
【図４】



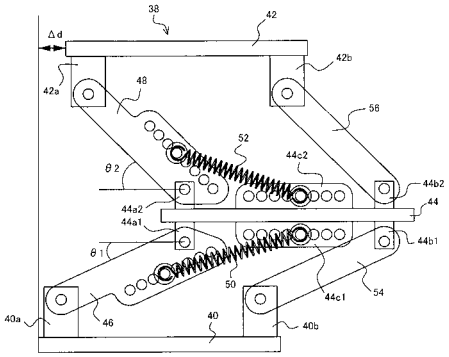
【図５】



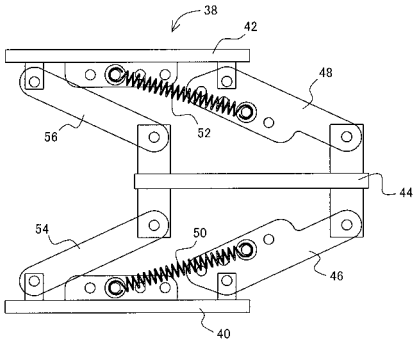
【図６】



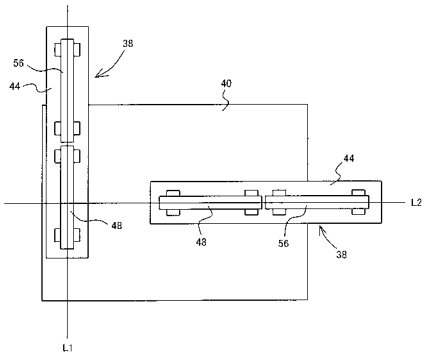
【図７】



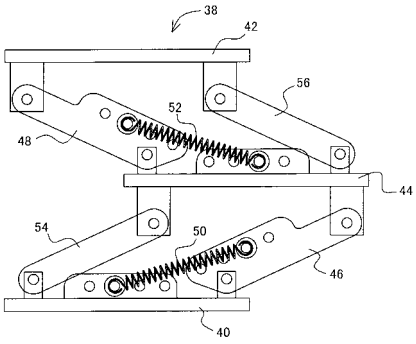
【図９】



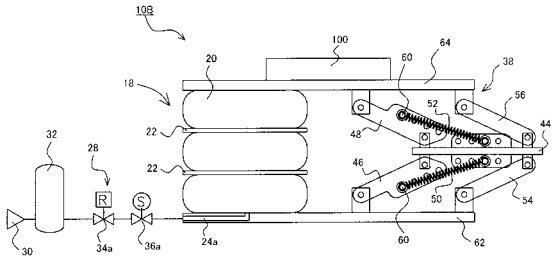
【図８】



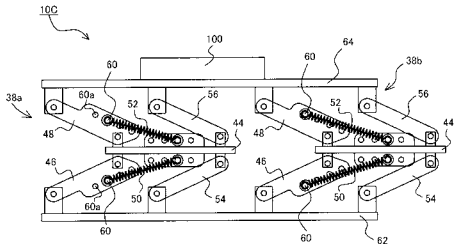
【図１０】



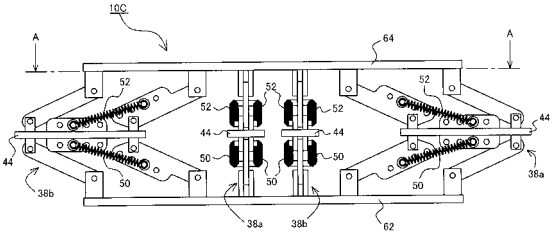
【図１１】



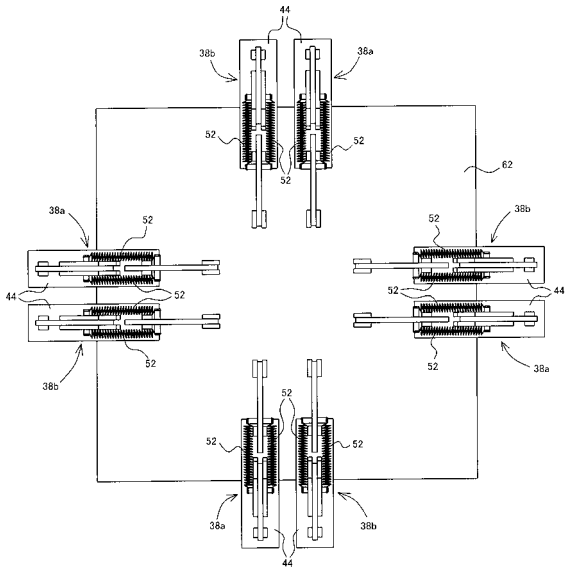
【図１２】



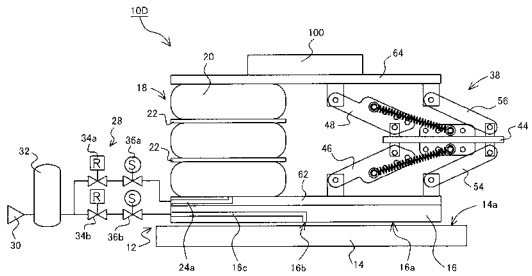
【図１３】



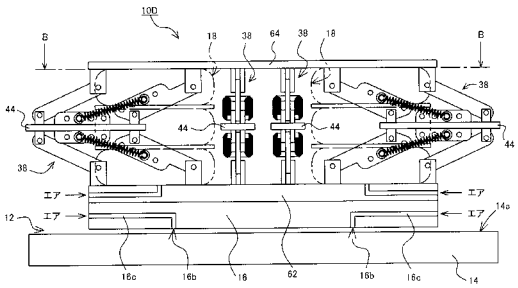
【図１４】



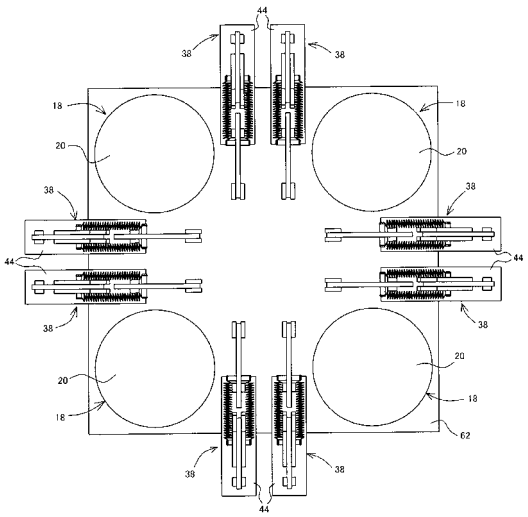
【図１５】



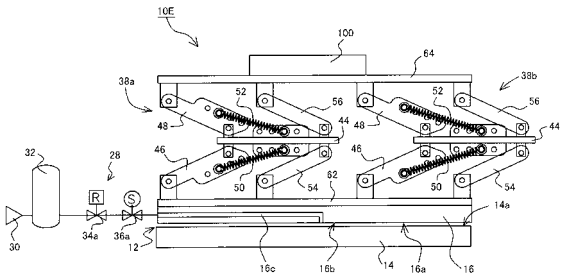
【図１６】



【図１７】



【図１８】



フロントページの続き

(72)発明者　梶原　浩一
茨城県つくば市天王台３丁目１番　国立研究開発法人防災科学技術研究所内
(72)発明者　佐藤　栄児
茨城県つくば市天王台３丁目１番　国立研究開発法人防災科学技術研究所内
(72)発明者　山田　学
東京都千代田区丸の内一丁目６番６号　株式会社日立製作所内
(72)発明者　早津　昌樹
東京都千代田区丸の内一丁目６番６号　株式会社日立製作所内
(72)発明者　今岡　静男
東京都千代田区丸の内一丁目６番６号　株式会社日立製作所内
(72)発明者　増田　洋人
東京都千代田区丸の内一丁目６番６号　株式会社日立製作所内
(72)発明者　韓　曄
東京都千代田区丸の内一丁目６番６号　株式会社日立製作所内

Ｆターム(参考) 2E139 AA01 CA07 CA08 CB01
3J048 AA03 BC02 BE02 BG04 CB13 DA01 EA13 EA38
3J102 AA02 AA10 BA05 CA02 EA02 EA07 EA10 EA13 GA20