

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第5901348号
(P5901348)

(45) 発行日 平成28年4月6日 (2016.4.6)

(24) 登録日 平成28年3月18日 (2016.3.18)

(51) Int.Cl.

F I

EO4H 9/02 (2006.01)

EO4H 9/02 331Z

F16F 15/02 (2006.01)

EO4H 9/02 341B

F16F 15/02 C

請求項の数 4 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2012-41208 (P2012-41208)	(73) 特許権者	000206211
(22) 出願日	平成24年2月28日 (2012.2.28)		大成建設株式会社
(65) 公開番号	特開2013-177744 (P2013-177744A)		東京都新宿区西新宿一丁目25番1号
(43) 公開日	平成25年9月9日 (2013.9.9)	(74) 代理人	100096862
審査請求日	平成26年3月11日 (2014.3.11)		弁理士 清水 千春
		(72) 発明者	新居 藍子
			東京都新宿区西新宿一丁目25番1号 大成建設株式会社内
		(72) 発明者	長島 一郎
			東京都新宿区西新宿一丁目25番1号 大成建設株式会社内
		(72) 発明者	欄木 龍大
			東京都新宿区西新宿一丁目25番1号 大成建設株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 免震構造

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

上部構造と下部構造との間に免震層が形成された免震構造物において、
上記免震層における上記上部構造の下面に、当該上部構造の n 次モード (n は 1 以上の整数) の固有振動数に同調させた同調質量ダンパーを設置してなり、
上記同調質量ダンパーは、錘と、当該錘と上記上部構造の柱との間に介装されたスプリングおよびオイルダンパーとを有し、
かつ上記錘は、上記上部構造の四方の柱間に移動自在に設けられるとともに、上記スプリングおよびオイルダンパーは、それぞれ上記錘の中心に対して点対称となる位置に配置されていることを特徴とする免震構造物。

【請求項 2】

上記 n は、2 以上の整数であることを特徴とする請求項 1 に記載の免震構造物。

【請求項 3】

上記下部構造は地盤上に構築された基礎であるとともに、上記上部構造の下面に設置した上記同調質量ダンパーの錘を、上記基礎上において水平方向に移動自在に支持したことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の免震構造物。

【請求項 4】

上記免震層は、中間階に設けられるとともに、上記上部構造の下面に設置した上記同調質量ダンパーの錘を、上記下部構造となる下階の壁の上面において水平方向に移動自在に支持したことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の免震構造物。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、免震構造物の高次モードの振動を選択的に低減することが可能な免震構造物に関するものである。

【背景技術】

【0002】

一般的に、基礎部分や中間階に免震層を形成した免震構造物においては、上記免震層に鋼材ダンパー、鉛ダンパー、粘弾性ダンパー、オイルダンパー等の減衰ダンパーを介装して、上部構造の振動を減衰させている。

10

【0003】

ところで、上記減衰ダンパーの減衰力の設定においては、上記免震層における上下部構造間の相対変位と、上部構造への振動伝達率には、相反する関係がある。

すなわち、上記減衰力を低く設定すると、上部構造への振動伝達率を下げ、上部構造の加速度応答を低減させることはできるものの、反面上記免震層における相対変位が大きくなるため、上部構造と周囲の建物との間に大きなクリアランスを設定する必要が生じてしまう。

【0004】

これに対して、上記減衰力を高く設定すると、免震層における相対変位を小さくすることができるが、上部構造への2次モード以上の高い振動数成分の伝達率が大きくなって加

20

【0005】

したがって、敷地が狭い等の理由から、十分な上記クリアランスを確保することが難しい場合には、上記減衰力を高く設定せざるを得ず、この結果上部構造に対する加速度低減効果が小さくなってしまいう問題点があった。

そこで、上記問題点を解決する手段として、上記免震構造物の免震装置に、減衰力を可変とした減衰装置を設置し、振動の大小によって上記減衰力を制御する各種のシステムや方法が提案されている。

【0006】

例えば、下記特許文献1において、本出願人は、免震層に減衰力が可変な減衰装置を介装し、予め上下部構造間における基準振幅値を設定するとともに、センサ等によって上下部構造間の相対的な振幅値および速度を測定し、これら振幅値および速度から振動の一定時間後の予測振幅値を算出して、上記予測振幅値が上記基準振幅値よりも大きい場合に上記減衰力を増加させ、上記予測振幅値が上記基準振幅値よりも小さい場合に上記減衰力を減少させる免震制御方法を提案した。

30

【0007】

しかしながら、上記免震制御方法にあっては、センサ等によって上下部構造間の相対的な振幅値および速度を時々刻々測定して、これらから上記振動の一定時間後の予測振幅値を常時算出しておく必要があるために、大地震時における制御の信頼性やコストの観点から問題があり、より一層簡易で、しかも保守・信頼性に優れたセミアクティブ免震システムに代わる免震システムの開発が望まれていた。

40

【0008】

そこで、本出願人は、下記特許文献2において、上記免震層に減衰係数を2段階または3段階に切り換え可能な可変減衰ダンパーを設け、上部構造の応答検出手段からの検出信号に基づいて、地震発生時に上記可変減衰ダンパーの減衰係数を最小にし、設定値を超える上部構造の応答量を検出した際に、可変減衰ダンパーの減衰係数を上げて減衰力を増大させることにより、大地震時等に上下部構造間に過度の相対変位を生じることを防ぐようにした免震システムを提案した。

【0009】

上記構成からなる免震システムによれば、演算装置や複雑な制御装置等を要することな

50

く、簡易な設備によって地震時に高い振動絶縁効果を発揮させることができ、かつ大地震時等には上下部構造間に過度の相対変位を生じることを防ぐことができるという効果が得られる。

【0010】

ところが、上記免震システムにおいては、可変減衰ダンパーの減衰係数が大きく切り替わった後は、復旧されるまで加速度の低減効果が小さいままの状態が続くことになる。このため、大地震後に、再度可変減衰ダンパーの減衰係数を最小値に設定する必要があるという欠点があった。また、大地震時における過度の相対変位を抑制することを優先するものであるために、中小地震時には上部構造の加速度応答を低減することができるものの、大地震時には当該加速度応答低減効果を十分に得ることができないという問題もあった。

10

【0011】

他方、下記特許文献3においては、高次モードの振動を選択的に低減させる免震構造物として、免震層に、上部構造物の高次モードの振動に対して応答低減効果を発揮する回転慣性質量ダンパーを、免震装置と並列に設置したものが提案されている。

【0012】

しかしながら、上記免震構造物においては、回転慣性質量ダンパーを免震装置と並列に設置して、上下部構造間に生じる相対変位により錘を回転させて応答低減効果を発揮させるものであるために、構造が複雑化するとともに、地震時に確実に錘の機械的な回転運動を生じるように、平常時においても回転慣性質量ダンパーのボールネジ部分等の保護やメンテナンスが必要になるという欠点があった。加えて、一般的に、回転慣性質量ダンパーは、高次モードの振動に対しては、地盤から入力された揺れを増幅させる傾向にあるため、逆に構造物の加速度応答を増幅させるおそれもある。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0013】

【特許文献1】特許第4556384号公報

【特許文献2】特開2009-19383号公報

【特許文献3】特開2009-263925号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

30

【0014】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、簡易な設備によって、構造物の高次モードの振動に対する加速度応答の低減効果を得ることができるとともに、保守管理も容易な免震構造物を提供することを課題とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0015】

上記課題を解決するため、請求項1に記載の発明は、上部構造と下部構造との間に免震層が形成された免震構造物において、上記免震層における上記上部構造の下面に、当該上部構造の n 次モード（ n は1以上の整数）の固有振動数に同調させた同調質量ダンパーを設置してなり、上記同調質量ダンパーは、錘と、当該錘と上記上部構造の柱との間に介装されたスプリングおよびオイルダンパーとを有し、かつ上記錘は、上記上部構造の四方の柱間に移動自在に設けられるとともに、上記スプリングおよびオイルダンパーは、それぞれ上記錘の中心に対して点対称となる位置に配置されていることを特徴とするものである。

40

【0016】

また、請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の発明において、上記 n が2以上の整数であることを特徴とするものである。

【0017】

さらに、請求項3に記載の発明は、請求項1または2に記載の発明において、上記下部構造が地盤上に構築された基礎であるとともに、上記上部構造の下面に設置した上記同調

50

質量ダンパーの錘を、上記基礎において水平方向に移動自在に支持したことを特徴とするものである。

【 0 0 1 8 】

これに対して、請求項 4 に記載の発明は、請求項 1 または 2 に記載の発明において、上記免震層が、中間階に設けられるとともに、上記上部構造の下面に設置した上記同調質量ダンパーの錘を、上記下部構造となる下階の壁の上面において水平方向に移動自在に支持したことを特徴とするものである。

【発明の効果】

【 0 0 1 9 】

図 7 に示すように、構造物が地震や強風等の外乱を受けて揺れを生じる場合には、各モードが合成された振動となる。この際に、1 次モード、2 次モード、3 次モードは、各々 1 次固有振動数、2 次固有振動数、3 次固有振動数で振動する。そして、同図に示す免震構造物においては、一般的に、免震層が大きく変形する 1 次モードによる振動の占める割合が大きいものの、免震構造物自体の固有振動数や、地震動等の条件によっては、2 次モード以上の高次モードによる振動が無視できない場合もある。

10

【 0 0 2 0 】

そして、請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載の発明によれば、免震構造物の上部構造の下面に、当該上部構造の 1 次以上のモードの固有振動数に同調させた同調質量ダンパーを設置しているために、大地震時のみならず中小地震や強風時においても、演算装置や複雑な制御装置等を要することなく、簡易な設備によって地震時に高い振動絶縁効果を発揮させることができるとともに、大地震時等には上下部構造間に過度の相対変位を生じることを防ぐことができる。

20

【 0 0 2 1 】

さらに、請求項 2 に記載の発明によれば、2 次モード以上の固有振動数に同調させた同調質量ダンパーを設置しているために、上部構造への伝達率が大きい 2 次モード以上の高い振動数成分を吸収して、上部構造物の加速度応答を確実に低減させることができる。

【 0 0 2 2 】

加えて、減衰係数を切り替える可変減衰ダンパーとは異なり、切替操作を必要としないうえに、さらに回転慣性質量ダンパーのような錘の機械的な回転運動を要しないために、構造が簡易であるとともに、作動の確実性や保守の容易性に優れる。

30

【 0 0 2 3 】

また、上部構造の下面に設置されている同調質量ダンパーは、水平方向において下部構造と力学的に縁が切れているために、可変減衰ダンパーや回転慣性質量ダンパーのように地盤（下部構造）の揺れを上部構造に伝えることが無く、確実に上部構造における加速度応答を低減させることができる。

しかも、上記同調質量ダンパーを、本来デッドスペースとなる免震層に配置しているために、構造物全体としてのスペースの有効利用にも資する。

【 0 0 2 4 】

また、請求項 3 または請求項 4 に記載の発明によれば、同調質量ダンパーの錘の鉛直荷重を、下部構造となる基礎あるいは下階の壁において支持しているために、当該錘を揚重する必要が無く、施工性にも優れる。

40

【 0 0 2 5 】

なお、請求項 1 ～ 4 のいずれかに記載の発明において、上記同調質量ダンパーを、揺れが大きくなり易い構造物の短辺方向に作動するように設置すれば、より一層効果的に上部構造の加速度応答を低減することができるために好適である。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 6 】

【図 1】本発明に係る免震構造物の第 1 の実施形態を示す概略構成図である。

【図 2】図 1 の A 部を拡大して示すもので、(a) は縦断面図、(b) は平面図である。

【図 3】上記第 1 の実施形態の第 1 変形例を示す平面図である。

50

【図 4】同、第 2 変形例を示す平面図である。

【図 5】本発明の他の実施形態を示す要部の縦断面図である。

【図 6】本発明の効果を検証するために行った解析結果を示す加速度応答関数のグラフである。

【図 7】構造物に外乱が作用した際の各モードにおける振動の形態を示す概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0027】

(第 1 の実施形態)

図 1 および図 2 は、本発明に係る免震構造物の一実施形態を示すものであり、図 3 ~ 図 6 は、その変形例を示すものである。

図 1 および図 2 において、この免震構造物は、構造物（上部構造）1 の柱 2 a が積層ゴムによる免震装置 4 および減衰ダンパー 5 を介して地盤上に構築された基礎（下部構造）3 上に支持されることにより、構造物 1 と基礎 3 との間に免震層 6 が形成されたものである。

【0028】

そして、免震層 6 における床梁 2 b の下面に、同調質量ダンパー 7 が設置されている。この同調質量ダンパー 7 は、錘 8 と、当該錘 8 と柱 2 a との間に介装されたスプリング 9 およびオイルダンパー 10 とによって概略構成されたものである。ここで、錘 8 は、ローラやガイドレール等の滑動手段 11 を介して、基礎 3 と床梁 2 b との間に力を伝達することなく、当該基礎 3 上を水平 2 方向に移動自在に設けられている。

【0029】

また、この錘 8 には、各々四方に位置する柱 2 a 間に向けて直交 4 方向に延出する支持部材 8 a が一体化されており、各支持部材 8 a の先端部と、当該先端部を間に挟む一方の柱 2 a との間にスプリング 9 が介装され、他方の柱 2 a との間にオイルダンパー 10 が介装されている。ちなみに、これらスプリング 9 およびオイルダンパー 10 は、図 2 (b) に示す平面視において、それぞれ錘 8 の中心に対して点対称となる位置に配置されている。

【0030】

そして、上記同調質量ダンパー 7 は、錘 8、スプリング 9 およびオイルダンパー 10 の諸元が、構造物 1 の 2 次モードの固有振動数に同調するように設定されている。この際に、一般的には、構造物 1 における X 方向と Y 方向との振動特性が異なるために、X 方向に作用するスプリング 9 およびオイルダンパー 10 並びに Y 方向に作用するスプリング 9 およびオイルダンパー 10 は、各々当該 X 方向および Y 方向の振動特性に応じて設定されている。

【0031】

以上の構成からなる免震構造物にあっては、構造物 1 の床梁 2 b の下面に、この構造物 1 の 2 次モードの固有振動数に同調させた同調質量ダンパー 7 を設置しているために、大地震時のみならず中小地震や強風時においても、図 6 の解析結果に示すように、構造物 1 への伝達率が大きい 2 次モードの振動数成分を吸収して、構造物 1 の加速度応答を確実に低減させることができる。

【0032】

しかも、同調質量ダンパー 7 は、従来の減衰係数を切り替える可変減衰ダンパーとは異なり、切替操作を必要としないうえに、さらに回転慣性質量ダンパーのような錘の機械的な回転運動を要しないために、構造が簡易であるとともに、作動の確実性や保守の容易性に優れる。

【0033】

また、構造物 1 の床梁 2 b の下面に設置されている同調質量ダンパー 7 は、水平方向において基礎 3 と力学的に縁が切れているために、回転慣性質量ダンパーのように基礎 3 の揺れを構造物 1 に伝えることが無く、確実に構造物 1 における加速度応答を低減させることができる。加えて、同調質量ダンパー 7 を、本来デッドスペースとなる免震層 6 に配置

10

20

30

40

50

しているために、構造物全体としてのスペースの有効利用にも資する。

【 0 0 3 4 】

さらに、同調質量ダンパー 7 の錘 8 の鉛直荷重を、基礎 3 において支持しているために、錘 8 を構造物 1 側に揚重する必要が無く、施工性にも優れる。

さらに、本発明に係る免震構造は、免震層 6 に同調質量ダンパー 7 を設置しているために、様々な形態を採ることが可能である。

【 0 0 3 5 】

例えば、図 3 は、上記第 1 の実施形態の第 1 変形例を示すもので、この免震構造は、第 1 の実施形態と同様に、四方の柱 2 a 間に錘 8 を水平 2 方向に移動自在に設けるとともに、この錘 8 と、当該錘 8 を間に挟む対角方向の柱 2 a との間に、それぞれスプリング 9 およびオイルダンパー 10 を介装することにより、錘 8 の慣性力を X 方向および Y 方向の両方向に作用させるものである。

10

【 0 0 3 6 】

また、図 4 に示す第 2 変形例においては、同調質量ダンパー 7 の錘 8 を X 方向（図中左右方向）に敷設されたレール（図示を略す。）上を当該 X 方向にのみ移動自在に設け、両端部と上記移動方向に対向する柱 2 a との間に、スプリング 9 とオイルダンパー 10 を介装したものである。

【 0 0 3 7 】

ちなみに、この変形例においては、上記同調質量ダンパー 7 の錘 8 を、揺れが大きくなり易い構造物 1 の短辺方向に移動自在に設置して、当該錘 8、スプリング 9 およびオイルダンパー 10 の諸元を、構造物 1 の短辺方向における 2 次モードの固有振動数に同調するように設定することが好ましい。

20

【 0 0 4 0 】

（第 2 の実施形態）

なお、上記第 1 の実施形態においては、本発明を、免震層 6 を構造物 1 と地盤上に構築された基礎 3 との間に形成した基礎免震の免震構造物に適用した場合について示したが、本発明はこれに限定されるものではなく、図 5 に示す第 2 の実施形態のように、構造物の中間階に免震層を形成した場合にも同様に適用することができる。

【 0 0 4 1 】

すなわち、この免震構造物においては、構造物 20 の中間階において、その下部構造 21 の柱 21 a と、その上階（上部構造）の梁 22 との間に免震装置 4 が介装されることにより、柱 21 a 間に構築された壁 23 と、上記梁 22 との間に免震層 24 が形成されている。

30

【 0 0 4 2 】

そして、上階の梁 22 の下面に、同調質量ダンパー 25 が設置されている。

図中符号 26 は、この同調質量ダンパー 25 の錘を示すもので、この錘 26 は、壁 23 の上面に敷設されたレール 27 上を図中左右方向に走向自在に設けられている。また、この錘 26 の上面には、間隔をおいて取付板 28 a、28 b が立設されるとともに、梁 22 の下面には、各々の取付板 28 a、28 b と間隔をおいて対向するように、支持板 29 a、29 b が垂設されている。そして、取付板 28 a と支持板 29 a との間に、スプリング 30 が介装されるとともに、取付板 28 b と支持板 29 b との間にオイルダンパー 31 が介装されることにより、上記同調質量ダンパー 25 が構成されている。

40

【 0 0 4 3 】

そして、上記同調質量ダンパー 25 においても、錘 26、スプリング 30 およびオイルダンパー 31 等の諸元が、免震層 24 の上部構造の 2 次モードの固有振動数に同調するように設定されている。

したがって、上記構成からなる免震構造物によっても、免震層 24 の上部構造に対して図 1 および図 2 に示したものと同様の作用効果を得ることができる。

【 0 0 4 4 】

なお、上記第 1 および第 2 の実施形態においては、いずれも同調質量ダンパー 7、25

50

を、構造物（上部構造）１の２次モードの固有振動数に同調するように設定した場合についてのみ説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、構造物の構造等の特性によって、１次モードによる振動の占める割合が大きい場合には、上記同調質量ダンパーを１次モードの固有振動するに同調するように設定してもよい。

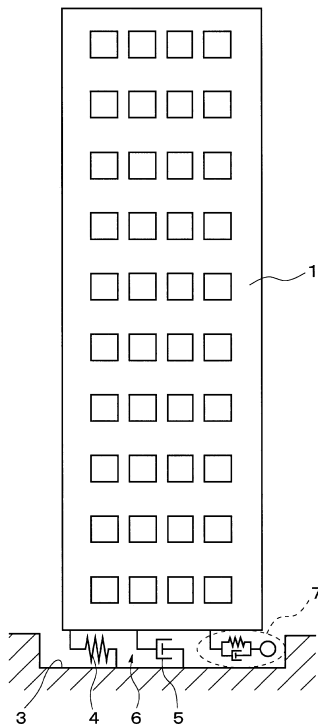
【符号の説明】

【 ０ ０ ４ ５ 】

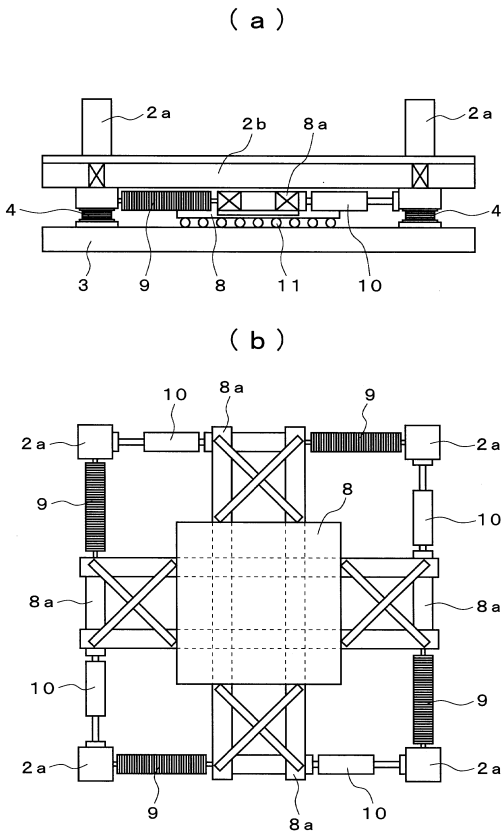
- １ 構造物（上部構造）
- ３ 基礎（下部構造）
- ６、２４ 免震層
- ７、２５ 同調質量ダンパー
- ８、２６ 錘
- ９、３０ スプリング
- １０、３１ オイルダンパー

10

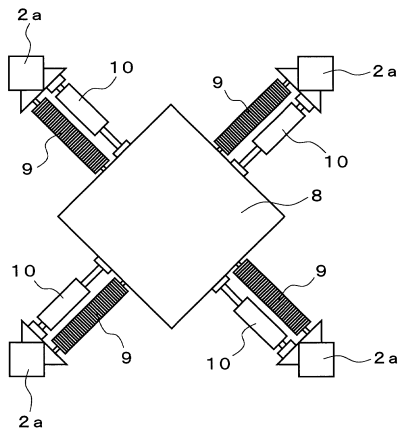
【図１】



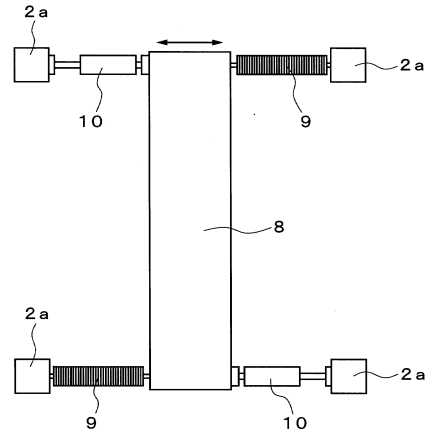
【図２】



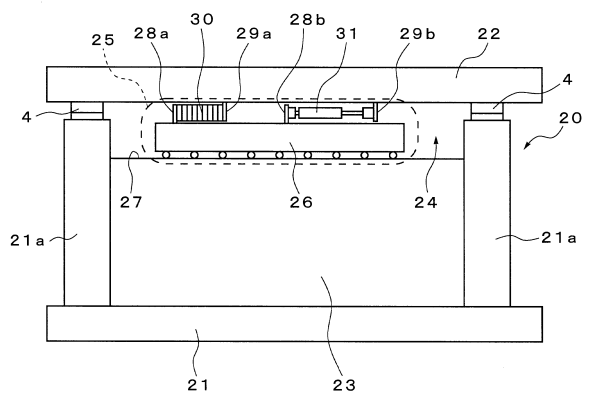
【図 3】



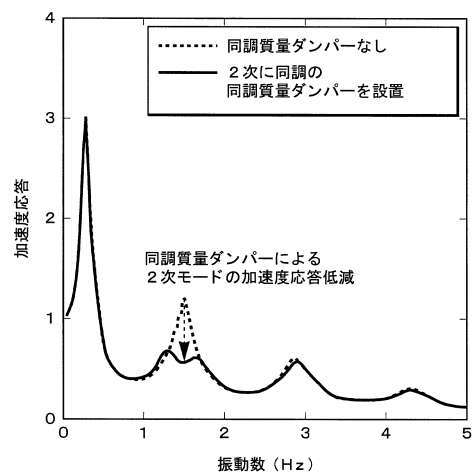
【図 4】



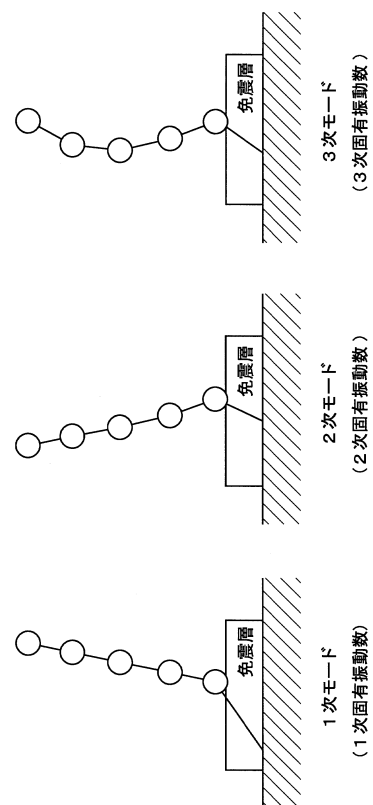
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

審査官 河内 悠

(56)参考文献 特開 2 0 0 2 - 0 9 8 1 8 8 (J P , A)
特開平 0 4 - 0 0 1 3 7 5 (J P , A)
特開 2 0 0 5 - 3 3 7 2 8 3 (J P , A)
特開平 1 0 - 2 8 0 7 2 6 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
E 0 4 H 9 / 0 2
F 1 6 F 1 5 / 0 2