

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6384174号
(P6384174)

(45) 発行日 平成30年9月5日(2018.9.5)

(24) 登録日 平成30年8月17日(2018.8.17)

(51) Int. Cl.		F 1			
F 1 6 F	15/02	(2006.01)	F 1 6 F	15/02	C
E O 4 H	9/02	(2006.01)	E O 4 H	9/02	3 4 1 B
F 1 6 F	15/04	(2006.01)	E O 4 H	9/02	3 4 1 C
			E O 4 H	9/02	3 5 1
			F 1 6 F	15/04	P

請求項の数 8 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2014-149743 (P2014-149743)
 (22) 出願日 平成26年7月23日(2014.7.23)
 (65) 公開番号 特開2016-23765 (P2016-23765A)
 (43) 公開日 平成28年2月8日(2016.2.8)
 審査請求日 平成29年6月19日(2017.6.19)

(73) 特許権者 000000549
 株式会社大林組
 東京都港区港南二丁目15番2号
 (74) 代理人 110000176
 一色国際特許業務法人
 (72) 発明者 北山 宏貴
 大阪府大阪市北区中之島3丁目6番32号
 株式会社大林組本店
 (72) 発明者 西影 武知
 大阪府大阪市北区中之島3丁目6番32号
 株式会社大林組本店
 (72) 発明者 乾 智洋
 大阪府大阪市北区中之島3丁目6番32号
 株式会社大林組本店

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 制振構造

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

制振対象の構造物と、
 前記構造物の上方に設けられた質量体と、
 前記質量体を支持するとともに、前記構造物と前記質量体との相対的な位置関係を復元させる積層ゴムと、
 を備え、前記構造物の振動を制振する制振構造であって、
 前記質量体は、
 前記構造物との間に前記積層ゴムが介在された第1部位であって、前記構造物との間隔が第1距離の第1部位と、
 前記構造物との間隔が前記第1距離よりも小さい第2距離の第2部位と、
 を有し、
 前記質量体と前記構造物が水平方向に相対変位した際に、前記積層ゴムが前記水平方向にせん断変形することにより、前記質量体が前記構造物に対して鉛直方向の下側に前記第2距離移動すると、前記質量体の前記第2部位が前記構造物に当接するようにし、
前記第2部位は前記第1部位の周囲を圍繞する部分において、前記第1部位の下面よりも下方に延出するように設けられており、
前記第2部位は、前記構造物と当接することで、滑り支承にて前記構造物に支承されるための支承部材を下端に備えている
 ことを特徴とする制振構造。

10

20

【請求項 2】

請求項 1 に記載の制振構造であって、
前記支承部材は、低摩擦係数のテフロン滑り材である
 ことを特徴とする制振構造。

【請求項 3】

請求項 1 又は請求項 2 に記載の制振構造であって、
 前記第 1 部位と前記構造物との間に付加質量体を備え、
 前記積層ゴムは、前記構造物と前記付加質量体との間と、前記付加質量体と前記質量体
 との間にそれぞれ設けられており、

前記構造物と前記質量体との間に水平方向の相対変位が無い状態での前記第 2 部位と前
 記付加質量体間の前記水平方向における隙間は、

前記構造物と前記質量体との間に水平方向の相対変位が生じて前記質量体の前記第 2 部
 位が前記構造物に当接するとき、前記第 2 部位と前記付加質量体とが接触しないように間
 隔が設けられている

ことを特徴とする制振構造。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の制振構造であって、
前記第 2 部位の下部かつ内側には、
前記積層ゴムが変形した際に前記積層ゴムが前記第 2 部位に干渉することを防止するた
 めの切り欠きが設けられている

ことを特徴とする制振構造。

【請求項 5】

請求項 3 又は請求項 4 に記載の制振構造であって、
 前記付加質量体の質量は、前記質量体の質量の 25% 以下である
 ことを特徴とする制振構造。

【請求項 6】

請求項 1 乃至請求項 5 の何れかに記載の制振構造であって、
 前記構造物と前記第 1 部位との間の振動を減衰させる減衰装置をさらに備える、
 ことを特徴とする制振構造。

【請求項 7】

請求項 1 乃至請求項 6 の何れかに記載の制振構造であって、
前記積層ゴムは、前記構造物と前記第 1 部位との間の同一平面に複数設けられている
 ことを特徴とする制振構造。

【請求項 8】

請求項 1 乃至請求項 7 の何れかに記載の制振構造であって、
 前記質量体の前記第 2 部位が前記構造物に当接するときの前記積層ゴムの前記水平方向
 への変形量は、当該積層ゴムの径以下である
 ことを特徴とする制振構造。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、制振構造に関する。

【背景技術】

【0002】

制振対象の構造物の上に質量体や復元機構を備え、構造物の振動を制振するようにした
 TMD (Tuned Mass Damper) タイプの制振構造が知られている (例えば特許文献 1 参照)
 。特許文献 1 の制振構造では復元機構として積層ゴムが用いられている。そして、地震な
 どにより構造物と質量体が水平方向に相対変位した場合、積層ゴムにより構造物と質量体
 との相対的な位置関係を復元するようにしている。

【先行技術文献】

10

20

30

40

50

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開平11-294522号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

TMDを大地震の際に有効に効かせるためには、質量体を大きく動かす必要がある。

【0005】

しかしながら、上述したような構造では、相対変位が大きくなると、積層ゴムが座屈するおそれがあり、これより、質量体が落下するおそれがあった。つまり、安全性に問題があった。

10

【0006】

本発明はかかる課題に鑑みてなされたもので、その主な目的は、大変形に追従でき、且つ、過大な変形が生じた場合に安全性の向上を図ることのできる制振構造を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

かかる目的を達成するために本発明の制振構造は、制振対象の構造物と、前記構造物の上方に設けられた質量体と、前記質量体を支持するとともに、前記構造物と前記質量体との相対的な位置関係を復元させる積層ゴムと、を備え、前記構造物の振動を制振する制振構造であって、前記質量体は、前記構造物との間に前記積層ゴムが介在された第1部位であって、前記構造物との間隔が第1距離の第1部位と、前記構造物との間隔が前記第1距離よりも小さい第2距離の第2部位と、を有し、前記質量体と前記構造物が水平方向に相対変位した際に、前記積層ゴムが前記水平方向にせん断変形することにより、前記質量体が前記構造物に対して鉛直方向の下側に前記第2距離移動すると、前記質量体の前記第2部位が前記構造物に当接するようにし、前記第2部位は前記第1部位の周囲を囲繞する部分において、前記第1部位の下面よりも下方に延出するように設けられており、前記第2部位は、前記構造物と当接することで、滑り支承にて前記構造物に支承されるための支承部材を下端に備えていることを特徴とする。

20

このような制振構造によれば、構造物と質量体との相対変位が大きい場合でも、積層ゴムの座屈を防止することができる、よって安全性の向上を図ることができる。

30

また、揺れの方向にかかわらずに、積層ゴムの座屈を防止することができる。

また、質量体の第2部位が構造物に当接したときの安定性を向上することができる。

また、かかる制振構造であって、前記支承部材は、低摩擦係数のテフロン滑り材であることが望ましい。

【0008】

かかる制振構造であって、前記第1部位と前記構造物との間に付加質量体を備え、前記積層ゴムは、前記構造物と前記付加質量体との間と、前記付加質量体と前記質量体との間にそれぞれ設けられており、前記構造物と前記質量体との間に水平方向の相対変位が無い状態での前記第2部位と前記付加質量体間の前記水平方向における隙間は、前記構造物と前記質量体との間に水平方向の相対変位が生じて前記質量体の前記第2部位が前記構造物に当接するとき、前記第2部位と前記付加質量体とが接触しないように間隔が設けられていることが望ましい。

40

このような制振構造によれば、大変形に追従可能になり、またより長周期化することができる。

また、かかる制振構造であって、前記第2部位の下部かつ内側には、前記積層ゴムが変形した際に前記積層ゴムが前記第2部位に干渉することを防止するための切り欠きが設けられていることが望ましい。

【0011】

かかる制振構造であって、前記付加質量体の質量は、前記質量体の質量の25%以下で

50

あることが望ましい。

このような制振構造によれば、制振性能を向上させることができる。

かかる制振構造であって、前記構造物と前記第 1 部位との間の振動を減衰させる減衰装置をさらに備えることが望ましい。

このような制振構造によれば、大きな変形に対して有効に減衰させることができる。

【 0 0 1 2 】

かかる制振構造であって、前記積層ゴムは、前記構造物と前記第 1 部位との間の同一平面に複数設けられていることが望ましい。

このような制振構造によれば、変形時の安定性を確保することができる。

【 0 0 1 3 】

かかる制振構造であって、前記質量体の前記第 2 部位が前記構造物に当接するときの前記積層ゴムの前記水平方向への変形量は、当該積層ゴムの径以下であることが望ましい。

このような制振構造によれば、積層ゴムの座屈を確実に防止することができる。

【発明の効果】

【 0 0 1 5 】

本発明によれば、大変形に追従でき、且つ、過大な変形が生じた場合に安全性の向上を図ることが可能である。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 6 】

【図 1】比較例の T M D 制振構造の説明図である。

【図 2】別の比較例の T M D 制振構造の説明図である。

【図 3】本実施形態の T M D 制振構造の説明図である。

【図 4】図 3 の上面図である。

【図 5】図 5 A ~ 図 5 C は、本実施形態の T M D 制振構造の動作を説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 7 】

＝ 比較例 ＝

本実施形態について説明する前に比較例の T M D 制振構造について説明する。なお、T M D 制振構造とは、制振対象の構造物の上に質量体、復元機構、減衰機構を設け、予め、振動系の固有周期を制振対象の構造物の固有周期に対応させるように調整（チューニング）した制振構造である。

【 0 0 1 8 】

図 1 は、比較例の T M D 制振構造の説明図である。

図に示すように、比較例の T M D 制振構造は、建物 1 0、錘 2 0 0、積層ゴム 3 0 0、ダンパー 4 0 0 を備えている。

【 0 0 1 9 】

建物 1 0 は、例えば高層ビルなどの制振対象となる構造物である。

【 0 0 2 0 】

錘 2 0 0 は、T M D 制振を行うための大型（例えば 5 0 0 トン）の質量体であり、建物 1 0 の頂部の上方に設けられている。

【 0 0 2 1 】

積層ゴム 3 0 0 は、周知構成のものであり、例えば、円形のゴム層と内部鋼板を交互に積層したものを上下一対のフランジで挟んで固定した円柱形の部材である。積層ゴム 3 0 0 は、建物 1 0 と錘 2 0 0 との間に設けられており、錘 2 0 0 を支持するとともに、建物 1 0 と錘 2 0 0 が水平方向に相対変位した場合に、建物 1 0 と錘 2 0 0 の相対的な位置関係を復元させる（復元機構）。

【 0 0 2 2 】

ダンパー 4 0 0 は、2 つの部材（ここでは建物 1 0 と錘 2 0 0）間に設けられ、これらの 2 つの部材が相対変位するときの振動エネルギーを吸収し振動を減衰させるものである

10

20

30

40

50

(減衰機構)。なお、ダンパー４００としては、粘性流体であるオイルを用いて振動を減衰させるオイルダンパーを用いている。

【００２３】

以上のように構成されたＴＭＤ制振構造において、振動系（錘２００、積層ゴム３００、ダンパー４００）の振動周波数を、予め、制振対象の建物１０の固有周期に対応させるように調整（チューニング）しておく。こうすることにより、地震などにより建物１０が水平方向に振動した場合でも、その振動を制振させることができる。

【００２４】

ただし、建物１０と錘２００との水平方向の相対変位が大きくなりすぎると、積層ゴム３００が座屈するおそれがあり、その場合、質量の大きい（大型の）錘２００が落下するおそれがある。

10

【００２５】

図２は、別の比較例のＴＭＤ制振構造の説明図である。なお、図１と同一構成の部分には同一符号を付し説明を省略する。

【００２６】

この例では、積層ゴム３００よりも径の小さい積層ゴム３００′を２段に重ねて設けている。径を小さくすることで、水平剛性を下げることができ、図１の例よりも建物１０との同調が容易になる。また、２段に重ねることで図１の場合よりも大変形に追従しやすくなり、長周期化することが可能になる。しかし、この場合、積層ゴム３００′の座屈するおそれが図１の場合よりさらに大きくなる。

20

【００２７】

このように、比較例では、建物１０と錘２００との水平方向の相対変位が大きくなると積層ゴム３００や積層ゴム３００′が座屈するおそれがあり錘２００が落下するおそれがある。よって安全性に問題がある。

【００２８】

そこで、以下に説明する本実施形態では、積層ゴムの座屈を防止することにより、安全性の向上を図っている。

【００２９】

=== 実施形態 ===

<<< ＴＭＤ制振構造の構成について >>>

30

図３は、本実施形態のＴＭＤ制振構造の説明図である。また、図４は、図３のＴＭＤ制振構造を上からみた上面図である。

【００３０】

本実施形態のＴＭＤ制振構造は、建物１０、錘２０、連結板２８、積層ゴム３０、ダンパー４０を備えている。

【００３１】

建物１０は、比較例（図１、図２）と同じ制振対象の構造物である。ただし、本実施形態では、建物１０の上面には滑り板１２が設けられている。滑り板１２は、表面の摩擦係数が小さい（例えばステンレス製の）板状の部材であり、図４に示すように、錘２０の支承安定材２６（具体的には、正方形の錘２０における角部）と対向する位置に設けられている。なお、本実施形態の滑り板１２は図４に示すように正方形であるがこれには限られず、他の形状でもよい。例えば円形であってもよい。

40

【００３２】

錘２０は、錘２００と同様の大型（例えば５００トン）の質量体であり、建物１０の頂部の上方に設けられている。ただし、本実施形態の錘２０は、水平部２２（第１部位に相当）と脚部２４（第２部位に相当）とを有している。水平部２２は、建物１０との間に後述する積層ゴム３０が介在されて、建物１０との間隔が、図に示すように距離Ｈ１となっている部位である。脚部２４は、水平部２２の外周に沿って設けられており、水平部２２の下面よりも鉛直方向の下側に突出した形状となっている。また、脚部２４の下面には支承安定材２６（支承部材に相当）が設けられている。本実施形態では支承安定材２６とし

50

て、摩擦係数の小さい（低摩擦係数の）テフロン滑り材が用いられている。このように脚部 24 を設けているので、建物 10 と質量体 20 の脚部 24 との間隔（図の距離 H_2 ）は距離 H_1 よりも非常に小さくなっている。なお、図 4 に示すように、本実施形態の錘 20（水平部 22、脚部 24）の平面形状は正方形である。

【0033】

積層ゴム 30 は、積層ゴム 300 と同様の構成の円柱型の部材である。積層ゴム 30 は、錘 20 の水平部 22 と建物 10 との間に設けられて、錘 20 を支持するとともに、錘 20 と建物 10 とが水平方向に相対変位した場合に、建物 10 と錘 20 の相対的な位置関係を復元させる（復元機構）。本実施形態では積層ゴム 30 は鉛直方向に 2 段に設けられており、その間には連結板 28 が設けられている。ここで、以下の説明において、2 段の積層ゴム 30 のうち下側（建物 10 と連結板 28 の間）のことを下段といい、上側（連結板 28 と錘 20 との間）のことを上段という。

10

【0034】

連結板 28（連結用質量体に相当）は、上段と下段の積層ゴム 30 の間に設けられている。本実施形態の連結板 28 は、正方形の鋼製の板状部材である。図 3 及び図 4 に示すように、建物 10 上、及び、連結板 28 上の同一水平面には 4 つの積層ゴム 30 が配置されている。このように、同一水平面上に積層ゴム 30 を複数（ここでは 4 個）配置することで、変形時の安定性をより確保することができる。さらに、本実施形態では積層ゴム 30 を鉛直方向に 2 段に積み上げている（積層している）。こうすることで、大変形にも追従可能となり、また、より長期化することができる。また、連結板 28 は TMD 制振構造の錘としても作用する。なお、連結板 28 の質量は小さい方がよく、錘 20 の質量の 25% 以下とすることが望ましい。これにより、2 段構成の制振構造の制振性能を向上させることができる。

20

【0035】

ダンパー 40 は、ダンパー 400 と同様の構成のダンパー（オイルダンパー）であり建物 10 と錘 20 の間に設けられている。なお、本実施形態では、積層ゴム 30 と同様にダンパー 40 も 2 段（建物 10 と連結板 28 の間、連結板 28 と錘 20 の間）に設けられている。図 4 に示すように、ダンパー 40 は、連結板 28 の各辺に沿うように（隣接する積層ゴム 30 の間）に配置されている。つまり、上段及び下段にはダンパー 40 がそれぞれ 4 個設けられている。このダンパー 40 を設けていることによって振動をより速く抑制するようにできる。

30

【0036】

<<< TMD 制振構造の動作について >>>

次に、本実施形態の TMD 制振構造の動作について説明する。

【0037】

図 5 A ~ 図 5 C は、本実施形態の TMD 制振構造の動作についての説明図である。

【0038】

図 5 A は、建物 10 と錘 20 との間に水平方向の相対変位が無い状態を示している。すなわち図 3 と同じ状態である。このとき、錘 20 の水平部 22 と建物 10 との間隔は H_1 であり、脚部 24（より具体的には支承安定材 26）と建物 10（より具体的には滑り板 12）との間隔は距離 H_2 （ $<$ 距離 H_1 ）である。

40

【0039】

図 5 B は、地震などにより、錘 20 が建物 10 に対して水平方向の右側に相対変位した状態を示している。相対変位によって、積層ゴム 30 は、上段、下段ともにせん断変形している。そして、積層ゴム 30 がせん断変形することにより、錘 20 が鉛直方向下側に移動し、支承安定材 26 と建物 10 との間隔が図 5 A（距離 H_2 ）よりも小さくなっている。なお、このとき連結板 28 は、錘 20 の変位量の約半分水平方向の右側に変位する。つまり、上段と下段において積層ゴム 30 のせん断変形の変形量はほぼ同じである。

【0040】

図 5 C では、図 5 B からさらに錘 20 が建物 10 に対して水平方向の右側に相対変位し

50

ている。ここでは、さらに積層ゴム30のせん断変形が大きくなり、錘20が鉛直方向下側に移動し、錘20の支承安定材26と建物10の滑り板12とが当接している。すなわち、錘20は、図5Aの状態から鉛直方向の下側に距離H2移動したことになる。このとき（錘20が建物10に当接するとき）の積層ゴム30の水平方向への変形量（せん断変形量）は、積層ゴム30の径（直径）以下に設定することが望ましい。これにより積層ゴム30の座屈を確実に防止できる。この例の場合、錘20が建物10に対して、積層ゴム30の直径の2倍（上段と下段の変形量を合わせた値）水平方向に相対変位すると、錘20の支承安定材26と建物10が当接することになる。このようにすることで、積層ゴム30の座屈を防止でき、安全性の向上を図ることができる。

【0041】

＝＝＝その他の実施の形態＝＝＝

上記実施形態は、本発明の理解を容易にするためのものであり、本発明を限定して解釈するためのものではない。本発明は、その趣旨を逸脱することなく、変更、改良され得ると共に、本発明にはその等価物が含まれることはいうまでもない。特に、以下に述べる実施形態であっても、本発明に含まれるものである。

【0042】

< TMD構造について >

前述の実施形態では、積層ゴム30を鉛直方向に2段に積層した2段構成であったがこれには限られない。例えば1段でもよいし、3段以上でもよい。なお、3段以上の場合は、一番上の錘に脚部24を設けて、当該錘と建物10が水平方向に相対変位した場合に、当該錘と建物10とが当接するようにすればよい。

【0043】

< 錘20について >

前述の実施形態では錘20の形状（平面形状）は正方形であったがこれには限られない。例えば平面形状が長方形、多角形、円形などであってもよい。また、前述の実施形態では、脚部24を、水平部22の周囲（外周）に設けていたが、これには限られず、例えば、水平部22の角部（コーナー部）に脚部24を設けてもよい。

【0044】

また前述の実施形態では、錘20の脚部24の下端に支承安定材26（滑り材）が設けられていた。そして、建物10と錘20が当接する際に、支承安定材26と、建物10の滑り板12とによって滑り支承の支承構造が構成されていたがこれには限られない。例えば、支承安定材26としてローラーを設けて転がり支承の支承構造としてもよい。

【0045】

< 連結板28について >

前述の実施形態では連結板28の形状は正方形であったが、これには限られず、例えば、長方形、多角形、円形などであってもよい。また、前述の実施形態では連結板28は、鋼製であったが、これには限られず、例えば、鉄筋コンクリートなどであってもよい。また、前述の実施形態では連結板28は板状部材であったが、これには限られず、例えば骨組であってもよい。

【0046】

< 積層ゴム30について >

前述の実施形態では、積層ゴム30を同一平面に4個配置し、さらに鉛直方向に2段に配置していたがこれは限られない。例えば、積層ゴム30を同一平面に3個以下、又は、5個以上配置してもよい。また、鉛直方向に1段（この場合、連結板28は不要）、又は、3段以上に配置してもよい。

【0047】

< ダンパー40について >

前述の実施形態では、ダンパー40はオイルを用いて振動を減衰させるものであったが、これには限られず、他のダンパー（例えば、粘弾性ダンパー、摩擦ダンパーなど）であってもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 8 】

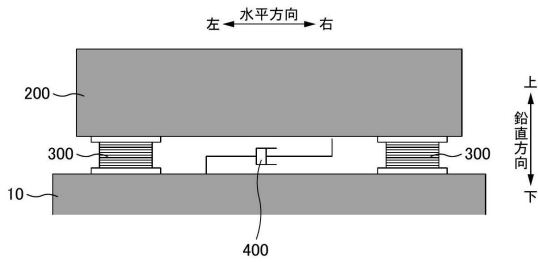
また、積層ゴム 3 0 と同様に、ダンパー 4 0 の配置や数は前述の実施形態には限られない。

【 符号の説明 】

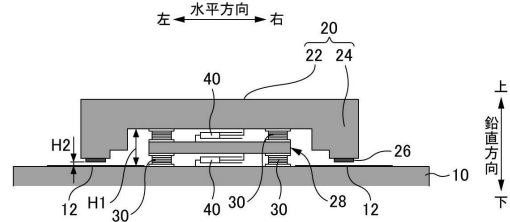
【 0 0 4 9 】

- 1 0 建物
- 1 2 滑り板
- 2 0 錘
- 2 2 水平部
- 2 4 脚部
- 2 6 支承安定材
- 3 0 積層ゴム
- 4 0 ダンパー
- 2 0 0 錘
- 3 0 0 積層ゴム
- 3 0 0 ' 積層ゴム

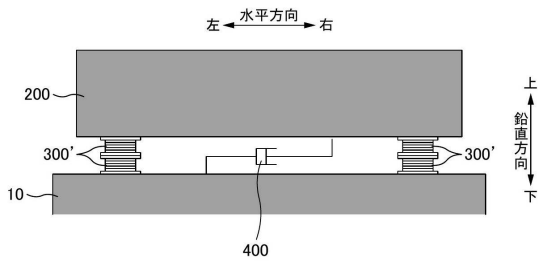
【 図 1 】



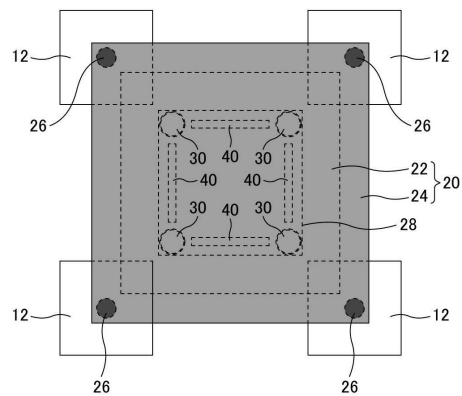
【 図 3 】



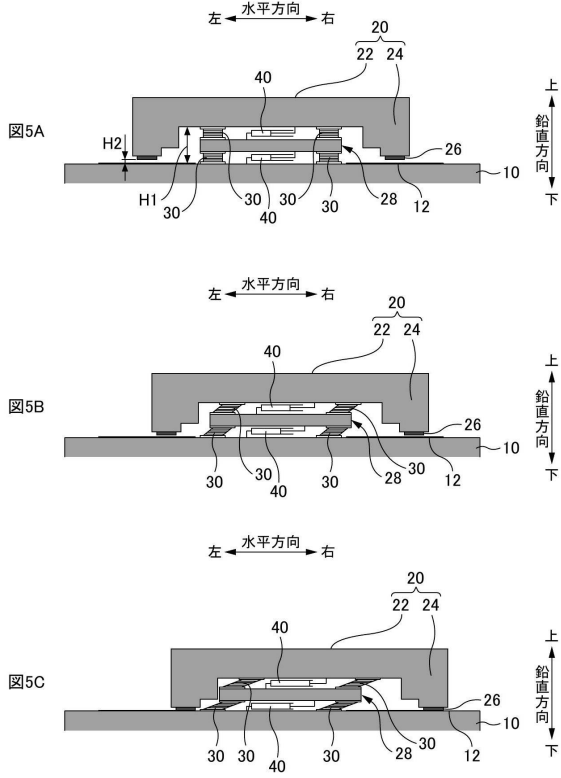
【 図 2 】



【 図 4 】



【 図 5 】



フロントページの続き

(72)発明者 藤田 政也
大阪府大阪市北区中之島3丁目6番32号 株式会社大林組本店内

審査官 大谷 謙仁

(56)参考文献 特開2005-114070(JP,A)
特開2013-024298(JP,A)
実開平04-130675(JP,U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F16F 15/02
E04H 9/02
F16F 15/04