

(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2016-223233

(P2016-223233A)

(43) 公開日 平成28年12月28日(2016.12.28)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
EO4H 9/02 (2006.01)	EO4H 9/02 341E	2E139
F16F 15/02 (2006.01)	EO4H 9/02 341B	3J048
	EO4H 9/02 341C	
	F16F 15/02 C	

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2015-112897 (P2015-112897)	(71) 出願人	000206211
(22) 出願日	平成27年6月3日 (2015.6.3)		大成建設株式会社
			東京都新宿区西新宿一丁目25番1号
		(74) 代理人	100096862
			弁理士 清水 千春
		(72) 発明者	谷 翼
			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
		Fターム(参考)	2E139 AA01 AC19 BB12 BB16 BB24
			BD33 BD38
			3J048 AA02 AA07 AB01 AC04 AD07
			BA08 BE03 BF02 BG04 CB22
			EA38

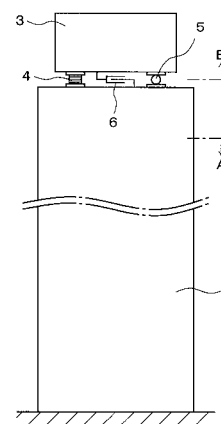
(54) 【発明の名称】 制振構造

(57) 【要約】

【課題】塔状比が大きく、かつ偏心率が大きいことに加えて設置可能な面積が小さい構造物においても、1つのTMDによって効果的に並進振動とねじれ振動を抑制することができる制振構造を提供する。

【解決手段】重心に対して剛心が偏心した構造物1の上部にTMD3が設置された制振構造において、TMD3は、その重心に対して剛心を構造物1の上記剛心側に偏心させて設置されている。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

重心に対して剛心が偏心した構造物の上部に TMD が設置された制振構造において、
上記 TMD は、その重心に対して剛心を上記構造物の上記剛心側に偏心させて設置されていることを特徴とする制振構造。

【請求項 2】

上記構造物は、外周に 4 つの鉛直構面を有し、角隅部を介して隣接する 2 つの上記鉛直構面の剛性が、当該 2 つの鉛直構面と対向する他の 2 つの鉛直構面の剛性よりも低い構造であるとともに、上記 TMD は、上記角隅部と対角方向に対向する角隅部側が積層ゴム支承により、かつ他の部分が滑り支承または転がり支承により支持されていることを特徴とする請求項 1 に記載の制振構造。

10

【請求項 3】

上記構造物は、外周に 4 つの鉛直構面を有し、1 つの上記鉛直構面の剛性が、他の 3 つの上記鉛直構面の剛性よりも低い構造であるとともに、上記 TMD は、上記 1 つの鉛直構面側に位置する辺部の両端が滑り支承または転がり支承により、かつ当該 1 つの鉛直構面と対向する上記鉛直構面側に位置する辺部の両端が積層ゴム支承により支持されていることを特徴とする請求項 1 に記載の制振構造。

【請求項 4】

上記構造物は、ラーメン構造であり、かつ水平構面が 1 スパン×1 スパンの概正方形であって、4 つの上記鉛直構面のうちの少なくとも 1 つの上記鉛直構面は、他の上記鉛直構面よりもブレースの本数が少なく配置されることにより、上記他の鉛直構面よりも剛性が低いことを特徴とする請求項 2 または 3 に記載の制振構造。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、建物の上部にチューンド・マス・ダンパ（TMD）を設置した制振構造に関するものである。

【背景技術】

【0002】

従来から、下記特許文献 1 に見られるように、地震等によって建物に生じる揺れを低減させるために、建物の揺れに同調する質量を備えた錘を最上階に設置する TMD（チューンド・マス・ダンパー）が用いられている。この TMD は、外部動力を必要としないところから、簡便な制振装置として多く実用に供されている。

30

【0003】

ところで、例えば図 10 に示すような、水平構面が 1 スパン×1 スパンの概正方形で、外周の 4 つの鉛直構面を有し、そのうちの 2 つの鉛直構面 1a が道路 R に面した角地に建設される建物 1 にあっては、意匠上道路に面する鉛直構面 1a にはブレースや耐震壁等の構成要素を多数設けることができない。このため、上記建物 1 においては、重心 G に対して剛心 Q がブレース 2 等の構成要素がより多く設けられた鉛直構面 1b 側に大きく偏心することになる。

40

【0004】

このため、このような建物 1 の屋上に TMD 3 を設置した場合に、地震動に対して並進方向の変位によって生じる振動に対しては、上記 TMD 3 によって揺れを抑えることができるものの、上記偏心に基づく水平方向や回転方向（捻れ）の変位に起因する振動に対しては有効に機能させることができない。

【0005】

このような場合に、偏心による水平方向や回転方向の振動を抑制するために、剛心 Q を間に挟んで複数の TMD を並列に配置することが一般的であるが、狭小な角地に建つペンシルビル等のように屋上面積が小さい建物には適用することができないという問題点があった。

50

【0006】

また、下記特許文献2においては、下部構造体に積層ゴム支承を介して支持された上部構造体を有する構造物が、所定の軸芯周りに捻れ振動すると想定される場合に、上部構造体の回転慣性質量を用いて下部構造体の捻れ振動を抑制すべく、上部構造体の軸芯周りの回転慣性質量 I_2 [$\text{kN} \times \text{m} \times \text{s}^2 / \text{rad}$]、下部構造体の軸芯周りの回転慣性質量 I_1 [$\text{kN} \times \text{m} \times \text{s}^2 / \text{rad}$]、上部構造体と地盤との間の軸芯周りの回転剛性値 K_1 [$\text{kN} \times \text{m} / \text{rad}$]、免震層の軸芯周りの回転剛性値 K_2 [$\text{kN} \times \text{m} / \text{rad}$]、および免震層が上部構造体と下部構造体との間の軸芯周りの捻れ振動を減衰する際の回転減衰係数 C_2 [$\text{kN} \times \text{m} \times \text{s} / \text{rad}$] を捻れ振動の制振に係るパラメータとし、これらパラメータ I_1 、 I_2 、 K_1 、 K_2 、 C_2 に基づいて、下部構造体の軸芯周りの回転角 θ_1 [rad] の伝達関数を求め、得られた伝達関数に基づいてパラメータ I_1 、 I_2 、 K_1 、 K_2 、 C_2 の値を決めることを特徴とする構造物の捻れ振動の制振に係るパラメータの設定方法が提案されている。

10

【0007】

ところが、上記パラメータの設定方法にあつては、上述したような塔状比が大きく、かつ偏心率が大きくて屋上面積が小さい建物の揺れを、積層ゴム支承による1つのTMDで抑制しようとする場合に、決定されたパラメータを具体的に実現することに困難性があつた。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

20

【特許文献1】特開2011-27136号公報

【特許文献2】特開2010-95909号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、塔状比が大きく、かつ偏心率が大きいことに加えて設置可能な面積が小さい構造物においても、1つのTMDによって効果的に並進振動とねじれ振動を抑制することができる制振構造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】

30

【0010】

上記課題を解決するため、請求項1に記載の発明は、重心に対して剛心が偏心した構造物の上部にTMDが設置された制振構造において、上記TMDは、その重心に対して剛心を上記構造物の上記剛心側に偏心させて設置されていることを特徴とするものである。

【0011】

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、上記構造物は、外周に4つの鉛直構面を有し、角隅部を介して隣接する2つの上記鉛直構面の剛性が、当該2つの鉛直構面と対向する他の2つの鉛直構面の剛性よりも低い構造であるとともに、上記TMDは、上記角隅部と対角方向に対向する角隅部側が積層ゴム支承により、かつ他の部分が滑り支承または転がり支承により支持されていることを特徴とするものである。

40

【0012】

また、請求項3に記載の発明は、請求項1に記載の発明において、上記構造物は、外周に4つの鉛直構面を有し、1つの上記鉛直構面の剛性が、他の3つの上記鉛直構面の剛性よりも低い構造であるとともに、上記TMDは、上記1つの鉛直構面側に位置する辺部の両端が滑り支承または転がり支承により、かつ当該1つの鉛直構面と対向する上記鉛直構面側に位置する辺部の両端が積層ゴム支承により支持されていることを特徴とするものである。

【0013】

さらに、請求項4に記載の発明は、請求項2または3に記載の発明において、上記構造物は、ラーメン構造であり、かつ水平構面が1スパン×1スパンの概正方形であつて、4

50

つの上記鉛直構面のうちの少なくとも1つの上記鉛直構面は、他の上記鉛直構面よりもブレースの本数が少なく配置されることにより、上記他の鉛直構面よりも剛性が低いことを特徴とするものである。

【発明の効果】

【0014】

請求項1～4のいずれかに記載の発明によれば、TMDの剛心を構造物の剛心と同じ方向に偏心させて設置しているために、1つのTMDによって、地震時に上記構造物の並進方向への振動のみならず、偏心に起因する水平方向およびねじれ方向の振動にも同調させて効率的にエネルギーを吸収することができる。

【0015】

特に、TMDの偏心量を調整して、その剛心が構造物の剛心と一致するように設置すれば、上記構造物の並進方向、水平方向およびねじれ方向の振動にTMDの動きを同期させて極めて優れた制振効果を発揮させることができる。このため、塔状比が大きく、かつ偏心率が大きいことに加えて設置可能な面積が小さいペンシルベル等の構造物に対しても、簡易な構造によって効果的な制振を行うことができる。

【0016】

ここで、上記TMDを偏心させて構造物の上部に設置する態様としては、例えば請求項2または3に記載の発明のように、構造物の剛心に近い位置において積層ゴム支承により設置し、上記剛心から離間した位置においては上記積層ゴム支承よりも初期剛性が小さい滑り支承または転がり支承によって支持する構造を採用することができる。

【0017】

当該構成によれば、構造物の偏心量に基づいて、積層ゴム支承と滑り支承または転がり支承の初期剛性との比を適宜調整することにより、容易にTMDの剛心を構造物の剛心に一致させることができる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明の一実施形態を示す正面図である。

【図2】図1のA-A線視図である。

【図3】図1のB-B線視図である。

【図4】地震時の並進変位を示す模式図である。

【図5】地震時の水平変位およびねじれ変位を示す模式図である。

【図6】図4および図5の並進変位および水平変位の合成を示す模式図である。

【図7】本発明の実施例における諸元を示す平面図である。

【図8】本発明の他の実施形態を示す建物の配置図である。

【図9】図8における図1のB-B線視図相当図である。

【図10】一般的な角地に建設された建物の配置図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

図1～図3は、本発明に係る制振構造を、図10に示した角地に建設される建物（構造物）1に適用した一実施形態を示すものである。

これらの図において、この建物1は、ラーメン構造であり、かつ水平構面が1スパン×1スパンの概正方形に形成され、外周に4つの鉛直構面1a、1bを有している。そして、角隅部1cを介して隣接する道路側の2つの鉛直構面1aよりも、これら2つの鉛直構面1aと対向する道路に面していない他の2つの鉛直構面1bに、より多くのブレース2等の構成要素が配置されている。

【0020】

これにより、道路側の2鉛直構面1aの剛性が、他の2鉛直構面1bの剛性よりも低くなる結果、この建物1においては、重心Gに対して剛心Qが上記角隅部1cと対角方向に対向する角隅部1d側に偏心している。

【0021】

10

20

30

40

50

そして、この制振構造においては、建物 1 の屋上部に 1 基の TMD 3 が設置されている。この TMD 3 は、上記角隅部 1 d 側の角部においては積層ゴム支承 4 を介して、他の 3 箇所の角部においては弾性滑り支承 5 を介して上記屋上部に支持されることにより、その剛心が建物 1 の剛心 Q と一致するように偏心して設置されている。また、隣接する弾性滑り支承 5 間には、一端部が建物 1 の屋上部に固定されるとともに他端部が TMD 3 の基台に固定されたオイルダンパー 6 が配置されている。

【0022】

以上の構成からなる制振構造においては、図 4 に示すように、X 方向に地震力が作用した場合に、建物 1 の並進方向の変位 δ_x が生じるとともに、これと併行して、図 5 に示すように、建物 1 の剛心 Q が重心 G に対して角隅部 1 d 側に偏心していることに起因して、水平方向の変位 δ_{xy} およびねじれ変位 δ_θ が発生する。

10

【0023】

この結果、図 6 に示すように、建物 1 には、水平方向の変位の合成成分 $\delta_x + \delta_{xy}$ の振動とねじれ変位 δ_θ による振動が発生する。

【0024】

そして、この制振構造においては、TMD 3 を、その剛心が建物 1 の剛心 Q と一致するように偏心させて設置しているために、その付加質量を建物 1 の水平方向変位 $\delta_x + \delta_{xy}$ の振動とねじれ変位 δ_θ による振動に同調させて作動させることができる。この結果、上記振動のエネルギーを効果的に吸収して建物 1 の偏心に起因する振動を抑制することができる。

20

【0025】

ここで、図 7 に基づいて、TMD 3 の剛心を建物 1 の剛心 Q と一致させるための一態様について説明する。まず、以下の解析に用いる変数を以下のように定義する。

【0026】

【数 1】

k_x : X 方向並進剛性

k_y : Y 方向並進剛性

k_θ : 回転方向剛性

30

T_x : X 方向並進周期

T_y : Y 方向並進周期

T_θ : 回転方向周期

m : 付加系の質量

I : 付加系の回転慣性

k_1 : 積層ゴム水平剛性

k_2 : 弾性滑り支承水平剛性

40

S_x : X 方向剛心位置

S_y : Y 方向剛心位置

【0027】

TMD 3 の付加質量を建物 1 の水平方向の変位 $\delta_x + \delta_{xy}$ に同調させるための条件は、下式によって表すことができる。

【0028】

【数 2】

$$T_x = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k_x}}, \quad k_x = k_1 + 3k_2 = k_y,$$

【0029】

次いで、TMD3の付加質量を建物1のねじれ方向の変位 δ_θ に同調させるための条件は、並進方向の振動とねじれ方向の振動の周期が等しいことから、建物1の振動に同調させるTMD3の付加質量の周期 T_x と T_θ も等しいとすると下式によって表すことができる。 10

【0030】

【数 3】

$$T_x = T_\theta$$

$$2\pi \sqrt{\frac{m}{k_x}} = 2\pi \sqrt{\frac{I}{k_\theta}}$$

$$\frac{m}{k_x} = \frac{I}{k_\theta}$$

20

$$\frac{m}{k_1 + 3k_2} = \frac{mL^2}{12(S_x^2 k_1 + S_x^2 k_2 + 2S_y^2 k_2)}$$

$$k_1 + 3k_2 = \frac{12(S_x^2 k_1 + S_x^2 k_2 + 2S_y^2 k_2)}{L^2} = \frac{12}{L^2} \left\{ \left(\frac{2k_2 l}{k_1 + 3k_2} \right)^2 (k_1 + k_2) + 2 \left(\frac{(k_1 + k_2)l}{k_1 + 3k_2} \right)^2 k_2 \right\}$$

【0031】

【数 4】

30

$k_1 = a \cdot k_2$, $L = l$ (注: 英子文字のエル、図7も同様) とおけば、

$$3 + a = 12 \left\{ \frac{4}{(3+a)^2} (1+a) + 2 \left(\frac{1+a}{3+a} \right)^2 \right\}$$

$$a^3 - 15a^2 - 69a - 45 = 0$$

$$a \cong 18.8$$

【0032】

したがって、弾性滑り支承5として、初期剛性が積層ゴム支承4の約1/19のものを 40
用いることにより、地震時に建物1の並進方向、水平方向およびねじれ方向の変位に同調させながら付加質量が建物1の変形に追従可能な制震装置とすることができる。

【0033】

以上説明したように、上記構成からなる制振構造によれば、建物1の屋上部にTMD3を、その剛心が建物1の剛心Qと一致するように設置しているために、地震時に建物1に生じる並進方向、水平方向およびねじれ方向の振動にTMD3の付加質量の動きを同期させて効率的にエネルギーを吸収することにより、極めて優れた制振効果を発揮させることができる。

【0034】

この結果、ペンシルビルのような塔状比が大きく、かつ偏心率が大きいことに加えて設 50

置可能な面積が小さい建物 1 に対しても、1 つの TMD 3 によって効果的な制振を行うことができる。

【0035】

加えて、TMD 3 の付加質量のねじれ変位を許容しているために、オイルダンパー 6 の設置数を、一般的な 4 箇所から 2 箇所に減らすことも可能になる。

【0036】

なお、上記実施形態においては、積層ゴム支承 4 と弾性すべり支承 5 によって TMD 3 を偏心させて設置させた場合に付いてのみ示したが、本発明はこれに限定されるものではなく、上述した積層ゴム水平剛性 k_1 と弾性滑り支承水平剛性 k_2 との比 $a (= k_1 / k_2)$ が小さく、よって剛性が小さい（径が小さい）側の積層ゴム支承に所定の変形量が確保し得る場合には、上記剛性比 a を満足する積層ゴム支承のみを用いて TMD 3 を偏心させて設置してもよい。

10

【0037】

また、上記実施形態においては、道路側の 2 鉛直構面 1a の剛性が、他の 2 鉛直構面 1b の剛性よりも低くなる結果、重心 G に対して剛心 Q が、上記角隅部 1c と対角方向に対向する角隅部 1d 側に偏心している建物 1 に対して、上記角隅部 1d 側の角部においては積層ゴム支承 4 を介して、他の 3 箇所の角部においては弾性滑り支承 5 を介して TMD 3 を、その剛心が建物 1 の剛心 Q と一致するように偏心させて設置した場合について説明したが、本発明はこれに限るものではなく。

【0038】

すなわち、図 8 および図 9 は、本発明に係る制振構造を、1 鉛直構面 10a が道路 R 側に面して建物 10 に適用した他の実施形態を示すものである。

20

この制振構造においては、建物 10 の道路に面していない 3 つの鉛直構面 10b にブレース 12 等の構成要素が配置されることにより、道路 R 側の 1 つの鉛直構面 10a の剛性が他の 3 つの鉛直構面 10b の剛性よりも低くなり、この結果重心 G に対して剛心 Q が、上記 1 つの鉛直構面 10a と対向する鉛直構面 10b 側に偏心している。

【0039】

そして、建物 10 の屋上部に 1 基の TMD 13 が設置されるとともに、この TMD 13 は、上記 1 鉛直構面 10a 側に位置する辺部 13a の両端が滑り支承 15 により、また 1 鉛直構面 10a と対向する鉛直構面 10b 側に位置する辺部 13b の両端が積層ゴム支承 14 により支持されている。

30

【0040】

これにより、TMD 13 は、その剛心を建物 10 の剛心 Q に一致させて建物 10 の屋上部に設置されている。なお、図中符号 16 は、隣接するすべり支承 15 間に配置され、一端部が建物 10 の屋上部に固定されるとともに他端部が TMD 13 の基台に固定されたオイルダンパーである。

【0041】

以上の構成からなる制振構造によっても、図 1 ～図 3 に示したものと同様の作用効果を得ることができる。

なお、上記実施形態においては、いずれも積層ゴム支承 4、14 と、滑り支承 5、15 とを組み合わせた場合に付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、上記滑り支承 5、15 の一部または全部に代えて、ローラー等を用いた転がり支承を用いても同様の効果を得ることが可能である。

40

【符号の説明】

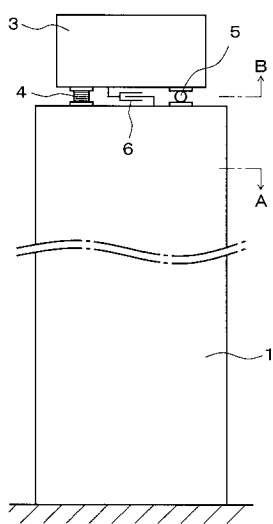
【0042】

- 1、10 建物（構造物）
- 1a、1b、10a、10b 鉛直構面
- 3、13 TMD
- 4、14 積層ゴム支承
- 5、15 弾性滑り支承

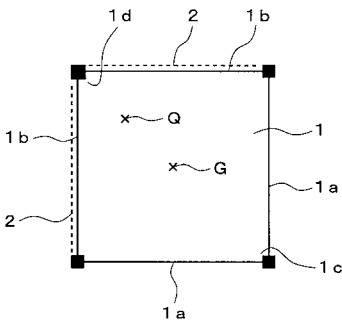
50

G 重心
Q 剛心

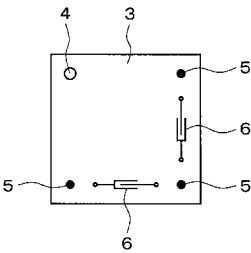
【図 1】



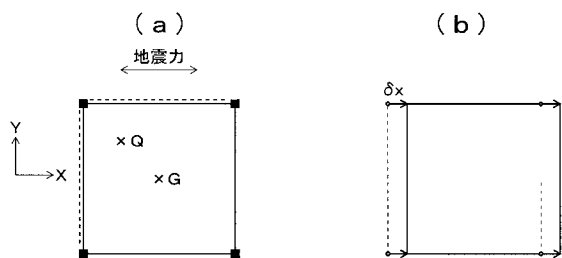
【図 2】



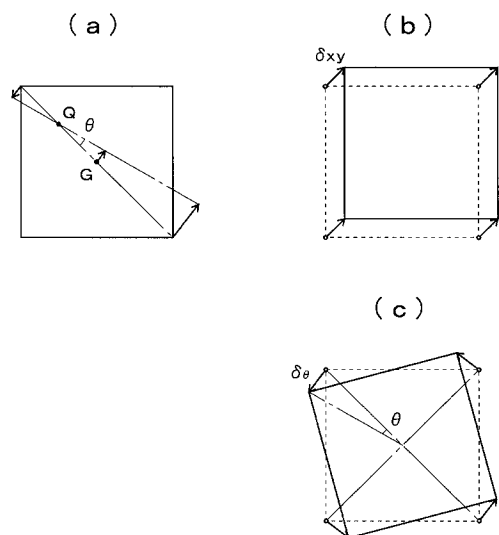
【図 3】



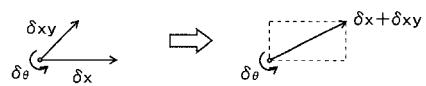
【図 4】



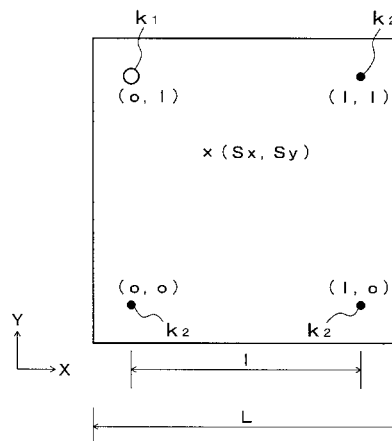
【図 5】



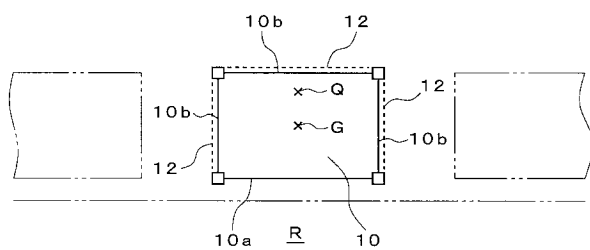
【図 6】



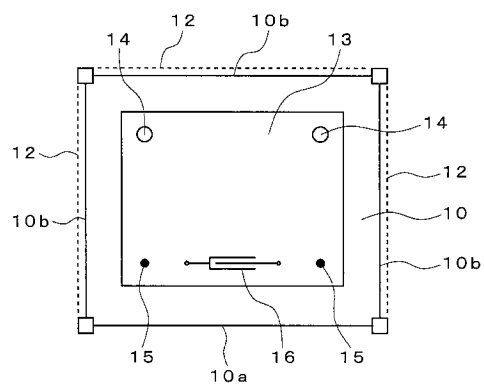
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【図 10】

