

(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2018-66432

(P2018-66432A)

(43) 公開日 平成30年4月26日(2018.4.26)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
F 1 6 F 15/08 (2006.01)	F 1 6 F 15/08 C	3 J 0 4 8
F 1 6 F 7/00 (2006.01)	F 1 6 F 15/08 X	3 J 0 6 6
	F 1 6 F 7/00	

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2016-204995 (P2016-204995)	(71) 出願人	000003078
(22) 出願日	平成28年10月19日 (2016.10.19)		株式会社東芝
			東京都港区芝浦一丁目1番1号
		(71) 出願人	317015294
			東芝エネルギーシステムズ株式会社
			神奈川県川崎市幸区堀川町72番地34
		(74) 代理人	110001092
			特許業務法人サクラ国際特許事務所
		(72) 発明者	伊東 亮
			東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社
			東芝内
		(72) 発明者	相田 安彦
			東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社
			東芝内

最終頁に続く

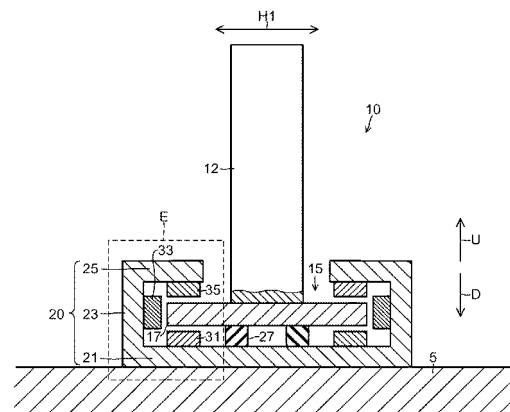
(54) 【発明の名称】 防振装置

(57) 【要約】

【課題】 航空機衝突に起因する高周波振動と地震に起因する低周波振動が対象機器に伝達されることを抑制可能な防振装置を提供する。

【解決手段】 対象機器の筐体10のうち部品を収容する収容部12より水平方向H1の外側に突出しているベース15と、固定構造物すなわち床5及び基部21に対して筐体10を支持しており、且つ弾性変形可能な支持用弾性体27を有する。さらに防振装置は、ベース15と距離をあけて配置されており、支持用弾性体27の弾性変形により筐体10が変位したときにベース15との間に生じる力により筐体10の変位を制限するストッパー31, 33, 35を有する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

対象機器の筐体のうち部品を収容する収容部より水平方向外側に突出しているベースと、
固定構造物に対して前記筐体を支持しており、且つ弾性変形可能な支持用弾性体と、
前記ベースと距離をあけて配置されており、前記支持用弾性体の弾性変形により前記筐体
が変位したときに当該ベースとの間に生じる力により当該筐体の変位を制限するストッ
パーと、
を備えることを特徴とする防振装置。

【請求項 2】

前記ストッパーは、前記筐体が所定の距離、変位したときに、前記ベースと当接するよ
うに配置されている
ことを特徴とする請求項 1 に記載の防振装置。

【請求項 3】

前記ストッパーと前記ベースとの間に配置されており、弾性変形することにより当該ス
トッパーと当該ベースとの間に生じる衝撃を緩和可能な緩衝体を、
さらに備えることを特徴とする請求項 1 に記載の防振装置。

【請求項 4】

前記緩衝体は、
前記ストッパーと前記ベースとの間において積層された複数の層を含み、
各層は、当該ベースから当該ストッパーに向かう方向に所定の圧縮荷重を負荷したとき
の当該方向の弾性変形量が異なる
ことを特徴とする請求項 3 に記載の防振装置。

【請求項 5】

前記ストッパーは、
前記ベースと鉛直方向に距離をあけて配置されており、前記筐体の揺動を制限可能な揺
動制限用ストッパーを含む
ことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 4 のいずれか一項に記載の防振装置。

【請求項 6】

前記揺動制限用ストッパーは、
前記ベースから鉛直方向下側に距離をあけて配置されている下側ストッパーと、
前記ベースから鉛直方向上側に距離をあけて配置されている上側ストッパーと、
のうち少なくとも一方を含む
ことを特徴とする請求項 5 に記載の防振装置。

【請求項 7】

前記ストッパーは、
前記ベースから水平方向外側に距離をあけて配置されており、前記筐体の水平動を制限
可能な外側ストッパーを、含む
ことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 6 のいずれか一項に記載の防振装置。

【請求項 8】

前記対象機器は、前記支持用弾性体のみを介して前記筐体が前記固定構造物に対して支
持されており且つ当該筐体の変位しても前記ストッパーからの反力を受けない場合の固有
振動数が、30Hz未満となるように構成されている
ことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 7 のいずれか一項に記載の防振装置。

【請求項 9】

前記対象機器は、前記支持用弾性体のみを介して前記筐体が前記固定構造物に対して支
持されており且つ前記ベースが前記ストッパーと当接して当該ストッパーからの反力を受
ける場合の固有振動数が、20Hzを超えるように構成されている
ことを特徴とする請求項 1 ないし請求項 8 のいずれか一項に記載の防振装置。

【請求項 10】

前記固有振動数には、上下並進運動の固有振動数と、ロッキング１次振動の固有振動数と、ロッキング２次振動の固有振動数が含まれていることを特徴とする請求項８に記載の防振装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明の実施形態は、機器の振動を抑制する防振装置に関し、特に、固定構造物からの振動が機器に伝達されることを抑制する防振装置に関する。

【背景技術】

【０００２】

10

原子力プラント等にある建屋には、一般的に制御盤や電源盤等の機器が設けられている。このような機器は、一般的に多数の部品を収容する筐体を有している。このような筐体は、建屋等の固定構造物に結合されている場合がある。原子力プラントの建屋等は、一般的に耐震性を考慮して高い剛性の固定構造物として設計されている。

【０００３】

また、原子力プラント等においては、航空機が建屋等の固定構造物に衝突した場合であっても、制御盤や電源盤等の機器の健全性を維持することが求められている。航空機が建屋に衝突したとき、建屋の壁や床を介して機器に伝わる振動は、地震動に比べて高い周波数成分を有している。

【先行技術文献】

20

【特許文献】

【０００４】

【特許文献１】２００８－１５７４０６号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００５】

電子部品を収容した筐体が、建屋等の固定構造物に直接に結合されている場合、比較的高い周波数の振動は、固定構造物から直接筐体に伝達される。このような高い周波数の振動が、筐体の内部にある部品に伝達されると、当該部品の機能が失われる虞があり、制御盤や電源盤等が故障する虞もある。

30

【０００６】

特に、原子力プラントの建屋等の固定構造物においては、航空機の衝突に起因する高い周波数の振動が、制御盤や電源盤等の機器に伝達されることを抑制する必要がある、より詳細には、高い周波数の振動が、内部に部品を収容する筐体に伝達されることを抑制する必要がある。

【０００７】

筐体の内部に部品が収容された機器においては、航空機衝突に起因する高周波振動と、地震に起因する低周波振動が固定構造物に生じたときに、これら振動が、防振対象である機器（以下、対象機器と記す）の筐体に伝達されることを抑制する技術が要望されている。

40

【０００８】

本発明の実施形態は、上記事情に鑑みてなされたものであって、航空機衝突に起因する高周波振動と地震に起因する低周波振動から対象機器に伝達されることを抑制可能な防振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】

【０００９】

上述の目的を達成するため、本発明の実施形態の防振装置は、対象機器の筐体のうち部品を収容する収容部より水平方向外側に突出しているベースと、固定構造物に対して前記筐体を支持しており、且つ弾性変形可能な支持用弾性体と、前記ベースと距離をあけて配置されており、前記支持用弾性体の弾性変形により前記筐体の変位したときに当該ベース

50

との間に生じる力により当該筐体の変位を制限するストッパーと、を備えることを特徴とする。

【発明の効果】

【0010】

本発明の実施形態によれば、航空機衝突に起因する高周波振動や、地震に起因する低周波振動が固定構造物に生じた場合であっても、これら振動が対象機器に伝達されることを抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】第1の実施形態の防振装置の構成を示す断面立面図であり、図3のI-I線による断面図である。

【図2】第1の実施形態の防振装置のうちストッパーとその周辺の構成を示す拡大断面図であり、図1に破線Eで示す部分の拡大断面図である。

【図3】第1の実施形態の防振装置の構成を示す上面図である。

【図4】筐体のロッキング1次振動について説明する説明図である。

【図5】筐体のロッキング2次振動について説明する説明図である。

【図6】筐体の上下並進振動について説明する説明図である。

【図7】第1の実施形態の防振装置において、航空機衝突に起因する高周波振動（上下並進振動）が生じた場合について説明する図であり、ストッパーとその周辺の構成を示す拡大断面図である。

【図8】第1の実施形態の防振装置において、地震に起因する低周波振動が生じた場合について説明する図であり、防振装置の全体構成を示す断面立面図である。

【図9】第1の実施形態の防振装置において、地震に起因する低周波振動が生じた場合について説明する図であり、ストッパーとその周辺の構成を示す拡大断面図である。

【図10】支持用弾性体のみを介して筐体が固定構造物に対して支持されており且つ当該筐体がストッパーからの反力を受けない場合の電子機器の固有振動数の設定手法を説明するための解析モデルを示す模式図である。

【図11】支持用弾性体のみを介して筐体が固定構造物に対して支持されており且つ当該筐体がストッパーからの反力を受けない場合の電子機器の固有振動数と加速度応答スペクトルとの関係を示すグラフである。

【図12】支持用弾性体のみを介して筐体が固定構造物に対して支持された電子機器の固有振動数の設定手法を説明するための解析モデルであって、筐体のベースが揺動制限用ストッパーに当接して当該ストッパーからの反力を受ける場合の解析モデルを示す模式図である。

【図13】筐体のうちベースの鉛直方向の変位と、当該筐体のベースがストッパーと当接したときに当該ストッパーから受ける鉛直方向の反力について説明するグラフである。

【図14】筐体のうちベースの水平方向の変位と、当該筐体のベースがストッパーと当接したときに当該ストッパーから受ける水平方向の反力について説明するグラフである。

【図15】支持用弾性体のみを介して筐体が固定構造物に対して支持されており、当該筐体のベースが揺動制限用ストッパーに当接して当該ストッパーからの反力を受ける場合の電子機器の固有振動数と加速度応答スペクトルとの関係を示すグラフである。

【図16】第2の実施形態の防振装置の構成を示す断面立面図であり、ベースとストッパーが緩衝体を介して結合されている態様を示す拡大断面図である。

【図17】第2の実施形態の防振装置の変形例の緩衝体とその周辺の構成を示す断面図であり、図16に破線E3で囲う部分の拡大断面図である。

【図18】第3の実施形態の防振装置の構成を示す断面立面図である。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下に、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。なお、以下に説明する実施形態により、本発明が限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種

10

20

30

40

50

々の変更が可能である。

【0013】

〔第1の実施形態〕

本実施形態の防振装置の構成について図1～図3を参照して説明する。図1は、本実施形態の防振装置の構成を示す断面立面図であり、図3のI-I線による断面図である。なお、図1においては、電子機器の筐体のうち電子部品を収容する収容部の断面の表示を省略している。また、図1においては、鉛直方向上側を矢印Uで示し、鉛直方向下側を矢印Dで示している。図2は、本実施形態の防振装置のうちストッパーとその周辺の構成を示す拡大断面図であり、図1に破線Eで示す部分の拡大断面図である。図3は、本実施形態の防振装置の構成を示す上面図である。なお、図1及び図3においては、水平方向のうち所定の方向を、矢印H1で示し、水平方向のうちH1で示す方向と垂直な方向を、図3にH2で示している。

10

【0014】

図1に示すように、防振装置の防振対象である機器（以下、単に「対象機器」と記す）は、部品を収容する筐体10を有している。本実施形態の対象機器は、筐体10内に電子部品が収容された電子機器である。電子機器の筐体10は、内部に電子部品（図示せず）を収容する部分（以下、収容部と記す）12を有している。本実施形態において、収容部12は、略直方体形状をなしており、鉛直方向に延びている。また、筐体10は、収容部12の鉛直方向下側において当該収容部12より水平方向外側に延びている部分（以下、単に「ベース」と記す）15を有している。収容部12とベース15は、溶接等により結合されている。なお、筐体10は、収容部12とベース15が一体に成形されているものとしても良い。

20

【0015】

図3に示すように、収容部12は、水平方向H2に延びており、矩形をなしている。同様に、ベース15も矩形をなしており、収容部12より図1及び図3に矢印H1で示す水平方向外側に延びている。当該水平方向H1の外側の縁部を符号17で示す。すなわち、ベース15の縁部17は、収容部12より水平方向H1の外側に突出している。

【0016】

筐体10は、図1に示すように、原子力プラントの建屋等の固定構造物のうち水平方向に延びている床5に対して支持部材20を介して支持されている。本実施形態の支持部材20は、床5上において水平方向に広がっている部分（以下、基部と記す）21を有している。床5は、例えば、コンクリート製であり、基部21は、金属製である。基部21は、床5に結合されている。なお、床5及び基部21は、剛体であるものとすることができる。

30

【0017】

また、支持部材20は、図1及び図2に示すように、基部21の水平方向H1の外側から鉛直方向上側に延びている部分（以下、上側延伸部と記す）23と、当該鉛直方向延伸部の鉛直上側から水平方向H1の内側に延びている部分（以下、内側延伸部と記す）25とを有している。本実施形態において、上側延伸部23及び内側延伸部25は、基部21と一体に成形された金属製の剛体である。基部21、上側延伸部23及び内側延伸部25は、床5と同様に、原子力プラントの建屋等の固定構造物の一部である。

40

【0018】

本実施形態の防振装置は、これら固定構造物からの振動が筐体10に伝達されることを抑制するため、固定構造物に対して当該筐体10を支持しており且つ弾性変形可能な部材（以下、支持用弾性体と記す）27を有している。本実施形態の支持用弾性体27は、固定構造物である支持部材20の基部21と筐体10のベース15との間に配置されている。より具体的には、支持用弾性体27は、図1に示すように、ベース15の水平方向H1の中央部の鉛直下側において当該水平方向H1に間隔をあけて2つ配置されており、且つ図3に示すように、水平方向H2に延びている。

【0019】

50

各支持用弾性体 27 は、その鉛直方向下側が基部 21 に結合されており、その鉛直方向上側がベース 15 に結合されている。すなわち、各支持用弾性体 27 は、固定構造物である基部 21 と筐体 10 とを接続している。支持用弾性体 27 は、固定構造物である床 5 及び基部 21 からの航空機衝突に起因する高周波振動（例えば、30 Hz ~ 100 Hz の振動）が、筐体 10 に伝達されることを抑制する。

【0020】

本実施形態の支持用弾性体 27 は、いわゆる防振ゴム等のエラストマーで構成されており、鉛直方向に弾性変形するだけでなく、固定構造物からの振動を減衰する機能を有している。なお、本発明に係る支持用弾性体は、鉛直方向に弾性変形可能な部材であれば良く、例えば、金属製のばね等を用いることも可能である。

10

【0021】

このような支持用弾性体 27 により筐体 10 が支持されている電子機器には、固定構造物の振動に応じて、各種の振動が生じる。当該電子機器に生じる各種の振動について、図 4、図 5 及び図 6 を用いて説明する。図 4 は、ロッキング 1 次振動について説明する説明図である。図 5 は、ロッキング 2 次振動について説明する説明図である。図 6 は、上下並進振動について説明する説明図である。なお、図 4、図 5 及び図 6 において、筐体が静止しているときの位置を二点鎖線で示しており、その水平方向の中央を一点鎖線 A で示している。

【0022】

例えば、地震（横波）が生じた場合には、図 4 に矢印 R1 で示すように、筐体 10 のうち鉛直上側が比較的大きく揺動する振動モード、いわゆるロッキング 1 次振動が生じることがある。ロッキング 1 次振動は、「下心ロッキング振動」とも呼称される。また、図 5 に矢印 R2 で示すように、筐体 10 のうち鉛直下側が比較的大きく揺動する振動モード、いわゆるロッキング 2 次振動が生じることがある。ロッキング 2 次振動は、「上心ロッキング振動」とも呼称される。また、地震（縦波）が生じた場合や航空機衝突が生じた場合には、図 6 に矢印 T1 で示すように、鉛直方向にのみ振動する上下並進振動が生じる場合がある。

20

【0023】

このような筐体 10 の振動を制限するために、図 1 に示すように、固定構造物である支持部材 20 には、ベース 15 と距離をあけてストッパ 31, 33, 35 が配置されている。ストッパ 31, 33, 35 は、支持用弾性体 27 の弾性変形により筐体 10 が変位して当接したときに、ベース 15 との間に生じる力により筐体 10 の変位を制限する。ベース 15 が筐体 10 に当接したときに、当該ベース 15 は、ストッパ 31, 33, 35 からの反力を受ける。これにより、ストッパ 31, 33, 35 は、それぞれ筐体 10 の変位を制限することが可能である。

30

【0024】

具体的には、主に筐体 10 の揺動を制限するために、ベース 15 の鉛直方向に距離をあけて配置された揺動制限用ストッパ 31, 35 と、筐体 10 の水平方向の移動を制限するために、ベース 15 の水平方向 H1 の外側に距離をあけて配置された水平動制限用ストッパ 33 である。これらストッパ 31, 33, 35 は、筐体 10 に対して水平方向 H1 の両側にそれぞれ配置されている。

40

【0025】

揺動制限用ストッパ 31, 35 は、ベース 15 の水平方向 H1 の外側の縁部 17 と鉛直方向に対向して配置されている。より具体的には、揺動制限用ストッパ 31, 35 は、ベース 15 を含む筐体 10 が静止しているとき、図 2 に示すように、ベース 15 の縁部 17 から鉛直方向下側に所定の距離（図に寸法 g1 で示す）をあけて配置された下側ストッパ 31 と、当該縁部 17 から鉛直方向上側に所定の距離（図に寸法 g5 で示す）をあけて配置された上側ストッパ 35 である。

【0026】

下側ストッパ 31 は、固定構造物である基部 21 に結合されており、詳細には、当該

50

基部 2 1 の鉛直方向上側に固定されている。上側ストッパー 3 5 は、固定構造物である内側延伸部 2 5 に結合されており、詳細には、当該内側延伸部 2 5 の鉛直方向下側に固定されている。下側ストッパー 3 1 及び上側ストッパー 3 5 は、筐体 1 0 の揺動によりベース 1 5 が所定の角度傾斜して、縁部 1 7 が鉛直方向に所定の距離、変位したときに当接するように配置されている。

【 0 0 2 7 】

水平動制限用ストッパー 3 3 は、ベース 1 5 の水平方向 H 1 の外側の縁部 1 7 と水平方向に対向して配置されている。より具体的には、水平動制限用ストッパー 3 3 は、ベース 1 5 を含む筐体 1 0 が静止しているとき、図 2 に示すように、縁部 1 7 から水平方向下側に所定の距離（図に寸法 g 3 で示す）をあけて配置されている。

10

【 0 0 2 8 】

水平動制限用ストッパー 3 3 は、固定構造物である上側延伸部 2 3 に結合されており、詳細には、当該上側延伸部 2 3 の水平方向 H 1 の内側に固定されている。外側ストッパー 3 3 は、筐体 1 0 の水平動によりベース 1 5 が水平方向に所定の距離、変位したときに縁部 1 7 と当接するように配置されている。

【 0 0 2 9 】

揺動制限用ストッパー 3 1 , 3 5 は、鉛直方向に所定の圧縮荷重を負荷したときの当該方向の弾性変形量が、上述した支持用弾性体 2 7 に比べて小さくなるよう構成されている。同様に、水平動制限用ストッパー 3 3 は、水平方向に所定の圧縮荷重を負荷したときの当該方向の弾性変形量が、上述した支持用弾性体 2 7 に比べて小さくなるよう構成されている。

20

【 0 0 3 0 】

このようなストッパー 3 1 , 3 3 , 3 5 は、支持用弾性体 2 7 に比べて体積弾性係数又はヤング率が大きい材料で構成することができる。本実施形態において、ストッパー 3 1 , 3 3 , 3 5 は、金属製であり、弾性変形可能なものが好ましい。なお、支持部材 2 0 の基部 2 1、上側延伸部 2 3 及び内側延伸部 2 5 は、ストッパー 3 1 , 3 3 , 3 5 と同様に、支持用弾性体 2 7 に比べて体積弾性係数又はヤング率が大きい材料で構成することができる。ストッパー 3 1 , 3 3 , 3 5 と同じ材料で構成することができる。

【 0 0 3 1 】

また、本実施形態の防振装置において、図 2 に示す筐体 1 0 が静止しているときの揺動制限用ストッパー 3 1 , 3 5 のそれぞれとベース 1 5 との鉛直方向の距離 g 1 , g 5 は、航空機衝突時の高周波振動（例えば、30 Hz 以上の振動）が支持用弾性体 2 7 を介して筐体 1 0 に伝達されたときに想定される筐体 1 0 の鉛直方向の変位に比べて大きい値に設定されている。同様に、水平動制限用ストッパー 3 3 とベース 1 5 との水平方向の距離 g 3 は、航空機衝突時の高周波振動が、支持用弾性体 2 7 を介して筐体 1 0 に伝達されたときに想定される筐体 1 0 の水平方向の変位に比べて大きい値に設定されている。

30

【 0 0 3 2 】

以上のように構成された防振装置において、航空機衝突に起因する振動が固定構造物に生じた場合と、地震に起因する振動が固定構造物に生じた場合の各構成要素の機能について、図 1、図 5、図 7、図 8 及び図 9 を参照して説明する。

40

【 0 0 3 3 】

図 7 は、本実施形態の防振装置において、航空機衝突に起因する高周波振動が生じた場合について説明する図であり、ストッパーとその周辺の構成を示す拡大断面図である。なお、図 7 は、図 1 に破線 E で囲う部分の拡大断面図である。図 8 は、本実施形態の防振装置において、地震に起因する低周波振動が生じた場合について説明する図であり、防振装置の全体構成を示す断面立面図である。図 9 は、本実施形態の防振装置において、地震に起因する低周波振動が生じた場合について説明する図であり、ストッパーとその周辺の構成を示す拡大断面図である。なお、図 7 及び図 9 において、筐体が静止しているときの位置を二点鎖線で示している。

【 0 0 3 4 】

50

航空機衝突に起因する高周波振動が、固定構造物すなわち図 1 に示す床 5 及び基部 2 1 に生じた場合、当該基部 2 1 の振動は、支持用弾性体 2 7 を介して筐体 1 0 に伝達される。航空機衝突に起因して筐体 1 0 に生じる振動は、図 7 に矢印 T 1 又は矢印 T 2 で示すような上下又は水平方向の振動であり、周波数が比較的高く（例えば、30 Hz ~ 100 Hz）振幅が比較的小さい。

【0035】

基部 2 1 からの高周波振動は、支持用弾性体 2 7 において減衰されて筐体 1 0 に伝達される。このため、ベース 1 5 には、図 7 に示すように、比較的微小な鉛直方向及び水平方向の変位が生じる。しかし、筐体 1 0 の変位が微小なものであるため、当該ベース 1 5 の縁部 1 7 がストッパ 3 1, 3 3, 3 5 と接触することがない。航空機衝突に起因する振動は、電子機器に伝達することなく収束する。

10

【0036】

一方、地震に起因する低周波振動が固定構造物すなわち床 5 及び基部 2 1 に生じた場合、当該基部 2 1 の振動は、支持用弾性体 2 7 を介して筐体 1 0 に伝達されるものの、当該支持用弾性体 2 7 だけでは地震時の応答を十分に抑制することができない。地震に筐体 1 0 には、図 8 に矢印 T 1 で示す上下並進運動に加えて、矢印 R 1 で示すロッキング 1 次振動が生じる場合がある。なお、ロッキング 1 次振動に代えて、図 5 に矢印 R 2 で示すロッキング 2 次振動が生じる場合もある。

【0037】

このような地震に起因するロッキング振動が生じると、図 8 に示すように、筐体 1 0 が傾斜する。ベース 1 5 の縁部 1 7 は、図 9 に示すように、下側ストッパ 3 1（又は上側ストッパ 3 5）に当接する。当該縁部 1 7 は、当接したストッパ 3 1, 3 5 からの反力を受ける。これにより、揺動制限用ストッパ 3 1, 3 5 は、筐体 1 0 の揺動を、所定の範囲に制限する。

20

【0038】

なお、ロッキング振動や上下並進運動に起因して筐体 1 0 が水平方向に変位するとベース 1 5 の縁部 1 7 は、外側ストッパ 3 3 に当接し、当該外側ストッパ 3 3 からの反力を受ける。これにより、水平動制限用ストッパ 3 3 は、筐体 1 0 の水平方向の変位を、所定の距離に制限する。

【0039】

30

（電子機器の固有振動数の設定手法）

上述した筐体 1 0 を含む電子機器の固有振動数の設定方法について説明する。なお、上述した例と略共通の構成については、同一の符号を付して説明を省略する。電子機器は、筐体 1 0 に加えて当該筐体 1 0 の収容部 1 2 内に収容されている各種の電子部品（図示せず）が含まれている。当該電子機器の固有振動数は、以下の 3 つの手順、すなわちステップ 1、ステップ 2 及びステップ 3 を順次行うことにより設定される。なお、電子機器の質量 M 、慣性モーメント I 、重心 G の算出には、筐体 1 0 の質量、慣性モーメント及び重心のみならず、収容部 1 2 に収容された各種の電子部品の質量、及び収容部 1 2 内における位置が考慮されている。

【0040】

40

（ステップ 1：防振系固有振動数の設定）

ステップ 1 においては、上述した支持用弾性体 2 7 のみを介して筐体 1 0 が固定構造物（例えば、床 5 及び基部 2 1）に対して支持されており且つ当該筐体 1 0 がストッパ 3 1, 3 3, 3 5 からの反力を受けない場合の電子機器の固有振動数を設定しており、以下に、図 10 及び図 11 を参照して説明する。

【0041】

図 10 は、支持用弾性体のみを介して筐体が固定構造物に対して支持されており且つ当該筐体がストッパからの反力を受けない場合の電子機器の固有振動数の設定手法を説明するための解析モデルを示す模式図である。図 11 は、支持用弾性体のみを介して筐体が固定構造物に対して支持されており且つ当該筐体がストッパからの反力を受けない場合

50

の電子機器の固有振動数と加速度応答スペクトルとの関係を示すグラフである。

【 0 0 4 2 】

図 1 0 に示す解析モデルにおいて、支持用弾性体 2 7 は、鉛直方向に延びているばね 2 7 a と、水平方向に延びているばね 2 7 c で表わすことができる。ばね 2 7 a のばね定数 k_z は、支持用弾性体 2 7 の鉛直方向の剛性を表しており、より具体的には、支持用弾性体 2 7 に所定の圧縮荷重を鉛直方向に負荷したときの当該支持用弾性体 2 7 の鉛直方向の弾性変形量と当該圧縮荷重の比を表している。同様に、ばね 2 7 c のばね定数 k_x は、支持用弾性体 2 7 の水平方向の剛性を表しており、より具体的には、支持用弾性体 2 7 に所定の圧縮荷重を水平方向に負荷したときの当該支持用弾性体 2 7 の水平方向の弾性変形量と当該圧縮荷重との比を表している。なお、支持用弾性体 2 7 の剛性が、ベース 1 5 を含む筐体 1 0 の剛性に比べて十分に低い場合、当該筐体 1 0 は、剛体とみなすことができる。

10

【 0 0 4 3 】

図 1 0 に示す解析モデルの自由度は、筐体 1 0 を含む電子機器の重心 G の水平方向の変位 x 、鉛直方向の変位 z 、重心 G まわりの回転角 θ で表される。この振動系には、上下並進振動（図 6 参照）及びロッキング振動の振動モードが生じる。

【 0 0 4 4 】

ロッキング振動には、筐体 1 0 の鉛直上側が大きく揺動するロッキング 1 次振動（いわゆる下心ロッキング振動、図 4 参照）と、筐体 1 0 の鉛直下側が大きく揺動するロッキング 2 次振動（いわゆる上心ロッキング振動、図 5 参照）がある。ロッキング 1 次振動は、一般的に、ロッキング 2 次振動に比べて固有振動数が低い傾向がある。

20

【 0 0 4 5 】

上下並進振動の固有振動数 f_z は、以下の式（ 1 ）で表される。

【 数 1 】

$$f_z = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{2k_z}{M}} \quad (1)$$

【 0 0 4 6 】

ロッキング 1 次振動の固有振動数 f_{r1} は、以下の式（ 2 ）で表される。

30

【 数 2 】

$$f_{r1} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{\beta I + M(a_1^2 + \beta b^2) - \sqrt{\{\beta I + M(a_1^2 + \beta b^2)\}^2 - 4MIa_1^2\beta}}{\frac{MI}{k_z}}} \quad (2)$$

【 0 0 4 7 】

ロッキング 2 次振動の固有振動数 f_{r2} は、以下の式（ 3 ）で表される。

40

【 数 3 】

$$f_{r2} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{\beta I + M(a_1^2 + \beta b^2) + \sqrt{\{\beta I + M(a_1^2 + \beta b^2)\}^2 - 4MIa_1^2\beta}}{\frac{MI}{k_z}}} \quad (3)$$

【 0 0 4 8 】

上記の式（ 1 ）、式（ 2 ）及び式（ 3 ）においては、

50

a_1 : 電子機器 (筐体 10 と、その収容部 12 内に収容された電子部品を含む) の重心 G から支持用弾性体 27 までの水平方向の距離

b_2 : 電子機器 (筐体 10 と、その収容部 12 内に収容された電子部品を含む) の重心 G から支持用弾性体 27 までの鉛直方向の距離

M : 電子機器 (筐体 10 と、その収容部 12 内に収容された電子部品を含む) の質量

I : 電子機器 (筐体 10 と、その収容部 12 内に収容された電子部品を含む) の慣性モーメント

【 0049 】

ここで、 β は、支持用弾性体 27 の水平方向の剛性を示すばね定数 k_x と、鉛直方向の剛性を示すばね定数 k_z の比であり、以下の式 (4) で表される。

【 数 4 】

$$\beta = \frac{k_x}{k_z} \quad (4)$$

【 0050 】

航空機の衝突を考慮した防振設計においては、電気機器の上下並進振動の固有振動数 f_z 、ロッキング 1 次振動の固有振動数 f_{r1} 及びロッキング 2 次振動の固有振動数 f_{r2} を、図 11 に示すように、航空機衝突波の卓越振動数域 (図に破線 S1 で示す) に比べて低くなるように設定する。例えば、ばね定数 k_z すなわち支持用弾性体 27 の鉛直方向の剛性を変えることにより、固有振動数 f_z 、 f_{r1} 、 f_{r2} を、航空機衝突波の卓越振動数域に比べて低いものにすることができる。航空機衝突波の卓越振動数域は、30 Hz ~ 100 Hz である。電子機器は、その固有振動数 f_z 、 f_{r1} 、 f_{r2} が、それぞれ 30 Hz 未満となるように構成される。具体的には、固有振動数 f_z 、 f_{r1} 、 f_{r2} が、それぞれ 30 Hz 未満となるように筐体 10 の形状や、収容部 12 内の電子部品の配置等が決定される。

【 0051 】

(ステップ 2 : ベースとストッパーとの間隔の設定)

ステップ 2 においては、筐体 10 のうちベース 15 と、当該ベース 15 と当接するストッパーとの間の距離 (間隔) を設定する。まず、評価用の航空機衝突波に対する、電子機器の筐体 10 の水平方向及び鉛直方向の応答変位を、時間の関数すなわち時刻歴として算出する。算出された時刻歴のうち最大の応答変位において、ベース 15 とストッパーが接触しないようにする。

【 0052 】

本実施形態においては、図 2 に示すように、時刻歴のうちベース 15 の縁部 17 と下側ストッパー 31 との鉛直方向の間隔 (図 2 に寸法 g1 で示す) と、当該縁部 17 と外側ストッパー 33 との水平方向の間隔 (図 2 に寸法 g3 で示す) と、当該縁部 17 と上側ストッパー 35 との鉛直方向の間隔 (図 2 に寸法 g5 で示す) を、それぞれ設定する。

【 0053 】

(ステップ 3 : 地震時の固有振動数の設定)

ステップ 3 においては、上述した支持用弾性体 27 のみを介して固定構造物 (例えば、床 5 及び基部 21) に対して筐体 10 が支持されており且つ当該筐体 10 のベース 15 が揺動制限用ストッパー 31、35 と当接して当該ストッパー 31、35 からの反力を受ける場合の電子機器の固有振動数を設定しており、以下に、図 12 ~ 図 15 を参照して説明する。

【 0054 】

図 12 は、支持用弾性体のみを介して筐体が固定構造物に対して支持された電子機器の固有振動数の設定手法を説明するための解析モデルであって、筐体のベースが揺動制限用ストッパーに当接して当該ストッパーからの反力を受ける場合の解析モデルを示す模式図である。図 13 は、筐体のうちベースの鉛直方向の変位と、当該筐体のベースがストッパ

10

20

30

40

50

ーと当接したときに当該ストッパーから受ける鉛直方向の反力について説明するグラフである。図 1 4 は、筐体のうちベースの水平方向の変位と、当該筐体のベースがストッパーと当接したときに当該ストッパーから受ける水平方向の反力について説明するグラフである。図 1 5 は、支持用弾性体のみを介して筐体が固定構造物に対して支持されており、当該筐体のベースが揺動制限用ストッパーに当該して当該ストッパーからの反力を受ける場合の電子機器の固有振動数と加速度応答スペクトルとの関係を示すグラフである。

【 0 0 5 5 】

ステップ 2 において設定された間隔をあけて配置されたストッパー 3 1 , 3 3 , 3 5 の存在を考慮すると、解析モデルは、図 1 2 に示すように、ストッパー 3 1 , 3 5 は、鉛直方向に延びているばね 3 0 a で表すことができ、ストッパー 3 3 は、水平方向に延びているばね 3 0 c で表わすことができる。すなわち、ばね 3 0 a のばね定数 K_z は、下側ストッパー 3 1 及び上側ストッパー 3 5 (図 2 参照) の鉛直方向の剛性を表しており、より具体的には、揺動制限用ストッパー 3 1 , 3 5 に所定の圧縮荷重を鉛直方向に負荷したときの当該ストッパー 3 1 , 3 5 の鉛直方向の弾性変形量と当該圧縮荷重との比を表している。同様に、ばね 3 0 c のばね定数 K_x は、外側ストッパー 3 3 の水平方向の剛性を表しており、より具体的には、水平動制限用ストッパー 3 3 に所定の圧縮荷重を水平方向に負荷したときの当該ストッパー 3 3 の水平方向の弾性変形量と当該圧縮荷重との比を表している。

【 0 0 5 6 】

ストッパー 3 1 , 3 5 を表すばね 3 0 a は、図 1 3 に示す非線形特性を有する。ストッパー 3 1 , 3 5 は、それぞれ筐体 1 0 のベース 1 5 に対して鉛直方向に間隔 (図 1 3 に「 $\pm \delta_z$ 」で示す) をあけて配置されている。ベース 1 5 は、鉛直方向に変位することによりストッパー 3 1 , 3 5 と当接して、これらストッパー 3 1 , 3 5 からの鉛直方向の反力を受ける。

【 0 0 5 7 】

同様に、ストッパー 3 3 を表すばね 3 0 c は、図 1 4 に示す非線形特性を有する。ストッパー 3 3 は、ベース 1 5 に対して水平方向に間隔 (図 1 4 に「 $\pm \delta_x$ 」で示す) をあけて配置されている。ベース 1 5 は、水平方向に変位することにより、ストッパー 3 3 と当接して、当該ストッパー 3 3 から水平方向の反力を受ける。

【 0 0 5 8 】

このような場合、筐体 1 0 を含む電子機器の固有振動数は、その変位振幅に依存する。簡易に固有振動数を推定する場合には、ベース 1 5 の変位とストッパーから受ける反力との関係を示す K_x , K_z が線形に作用すると仮定して電子機器の固有振動数を計算する。

【 0 0 5 9 】

当該ステップ 3 においては、この仮定に基づいて、上下並進振動、ロッキング 1 次振動、ロッキング 2 次振動のそれぞれについて電子機器の固有振動数を算出する。なお、下記の式 (5) ~ 式 (8) において、支持用弾性体 2 7 の剛性を表すばね定数 k_z , k_x を省略している。これらのばね定数 k_z , k_x は、ストッパー 3 1 , 3 5 の剛性を表すばね定数 K_z 及びストッパー 3 3 の剛性を表すばね定数 K_x に比べて十分に小さいためである。

【 0 0 6 0 】

上下並進振動の固有振動数 f_z' は、以下の式 (5) で表される。

【 数 5 】

$$f_z' = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{2K_z}{M}} \quad (5)$$

【 0 0 6 1 】

ロッキング 1 次振動の固有振動数 f_{r1}' は、以下の式 (6) で表される。

10

20

30

40

【数 6】

$$f_{r1}' = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{\beta'I + M(a_2^2 + \beta'b^2) - \sqrt{\{\beta'I + M(a_2^2 + \beta'b^2)\}^2 - 4MIa_2^2\beta'}}{\frac{MI}{K_z}}} \quad (6)$$

【0062】

ロッキング 2 次振動の固有振動数 f_{r2}' は、以下の式 (7) で表される。

10

【数 7】

$$f_{r2}' = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{\beta'I + M(a_2^2 + \beta'b^2) + \sqrt{\{\beta'I + M(a_2^2 + \beta'b^2)\}^2 - 4MIa_2^2\beta'}}{\frac{MI}{K_z}}} \quad (7)$$

【0063】

上記の式 (5)、式 (6) 及び式 (7) においては、

20

a_2 : 電子機器 (筐体 10 と、その収容部 12 内に収容された電子部品を含む) の重心 G からストッパーまでの水平方向の距離

b : 電子機器 (筐体 10 と、その収容部 12 内に収容された電子部品を含む) の重心 G からストッパーまでの鉛直方向の距離

M : 電子機器 (筐体 10 と、その収容部 12 内に収容された電子部品を含む) の質量

I : 電子機器 (筐体 10 と、その収容部 12 内に収容された電子部品を含む) の慣性モーメント

【0064】

ここで、 β' は、ストッパー 33 の水平方向の剛性を示すばね定数 K_x と、ストッパー 31, 35 の鉛直方向の剛性を示すばね定数 K_z との比であり、以下の式 (8) で表される。

30

【数 8】

$$\beta' = \frac{K_x}{K_z} \quad (8)$$

【0065】

なお、上記の式 (5) ~ 式 (8) においては、筐体 10 を剛体と仮定している。筐体 10 の剛性が K_x , K_z に対して十分に大きくない場合には、筐体 10 を梁等とみなして多自由度系のモデルを解析することも好適である。

【0066】

40

耐震設計においては、電子機器の上下並進振動の固有振動数 f_z' 、ロッキング 1 次振動の固有振動数 f_{r1}' 及びロッキング 2 次振動の固有振動数 f_{r2}' を、図 15 に示すように、地震波の卓越振動数域 (図に実線 S2 で示す) に比べて高くなるように設定する。例えば、ばね定数 k_z すなわち支持用弾性体 27 の鉛直方向の剛性を変えることにより、固有振動数 f_z' , f_{r1}' , f_{r2}' を、地震波の卓越振動数域に比べて高いものに設定する。地震波の卓越振動数域は、概ね 20 Hz 以下である。本実施形態においては、電子機器の固有振動数 f_z' , f_{r1}' , f_{r2}' が、それぞれ 20 Hz を超えるように構成される。具体的には、固有振動数 f_z , f_{r1} , f_{r2} が、それぞれ 20 Hz を超えるように筐体 10 の形状や、収容部 12 内の電子部品の配置等が決定される。

【0067】

50

以上に説明したステップ１、ステップ２及びステップ３を順次行うことにより、電子機器の固有振動数が設定される。電子機器（対象機器）及び支持用弾性体２７は、当該支持用弾性体２７のみを介して筐体１０が固定構造物に対して支持されており且つ筐体１０が変位してもストッパー３１，３３，３５からの反力を受けない場合の固有振動数が、３０Ｈｚ（航空機衝突時の卓越振動数域）未満となるように構成される（ステップ１）。また、電子機器（対象機器）は、筐体１０のベース１５がストッパー３１，３３，３５と当接して当該ストッパー３１，３３，３５からの反力を受ける場合の固有振動数が、２０Ｈｚを超えるように構成される（ステップ３）。

【００６８】

（作用・効果）

10

以上に説明したように本実施形態の防振装置は、電子機器の筐体１０のうち電子部品を収容する収容部１２より水平方向Ｈ１の外側に突出しているベース１５と、固定構造物すなわち床５及び基部２１に対して筐体１０を支持しており、且つ弾性変形可能な支持用弾性体２７を有する。さらに防振装置は、ベース１５と距離をあけて配置されており、支持用弾性体２７の弾性変形により筐体１０が変位したときにベース１５との間に生じる力により筐体１０の変位を制限するストッパー３１，３３，３５を有するものとした。

【００６９】

航空機衝突に起因する高周波振動が固定構造物に生じた場合、弾性変形可能な支持用弾性体２７は、当該振動を減衰させて筐体１０に伝達する。このとき、ストッパー３１，３３，３５は、筐体１０のベース１５から距離をあけて配置されているので、当該ベース１５に微小な振動が生じて、ストッパー３１，３３，３５と当該ベース１５との間に力が生じることがない。

20

【００７０】

一方、地震に起因する低周波振動が固定構造物に生じた場合、支持用弾性体２７が比較的大きく弾性変形して、上述したロッキング振動等が生じる。筐体１０が所定の距離、変位したときにベース１５がストッパー３１，３３，３５と当接する。ベース１５を含む筐体１０は、当該ストッパー３１，３３，３５と当接したときに当該ストッパー３１，３３，３５からの反力を受ける。これにより、当該ベース１５と当接したときに当該ストッパーから反力を受ける。当該反力により筐体１０の変位が制限される。

【００７１】

30

なお、本実施形態において、ストッパー３１，３３，３５は、ベース１５の水平方向外側の縁部１７と当接することにより、筐体１０の移動（変位）を制限するものとしたが、本発明に係るストッパーが、電子機器の筐体の移動を制限する態様は、これに限定されるものではない。本発明に係るストッパーは、筐体の移動に応じて当該筐体に反力を付与可能なものであれば良い。

【００７２】

〔第２の実施形態〕

第２の実施形態の防振装置の構成について、図１、図１６及び図１７を用いて説明する。図１６は、本実施形態の防振装置の構成を示す断面立面図であり、ベースとストッパーが緩衝体を介して結合されている態様を示す拡大断面図である。図１７は、本実施形態の防振装置の変形例の緩衝体とその周辺の構成を示す断面図であり、図１６に破線Ｅ３で囲う部分の拡大断面図である。なお、第１の実施形態と略共通の構成については、同一の符号を付して説明を省略する。

40

【００７３】

本実施形態の防振装置は、図１６に示すように、ストッパー３１，３３，３５とベース１５との間には、それぞれ緩衝体４１，４３，４５が配置されている。具体的には、下側ストッパー３１とベース１５の縁部１７との間には、下側緩衝体４１が配置されており、上側ストッパー３５と縁部１７との間には、上側緩衝体４５が配置されている。また、外側ストッパー３３と縁部１７との間には、外側緩衝体４３が配置されている。

【００７４】

50

本実施形態において、ベース 15 は、下側緩衝体 41 を介して下側ストッパー 31 と結合されており、上側緩衝体 45 を介して上側ストッパー 35 と結合されている。また、ベース 15 は、外側緩衝体 43 を介して外側ストッパー 33 と結合されている。

【0075】

緩衝体 41, 43, 45 は、それぞれ弾性変形可能な部材であり、例えば、ゴム等のエラストマーで構成されている。下側緩衝体 41 及び上側緩衝体 45 は、鉛直方向に所定の圧縮荷重を負荷したときの当該方向の弾性変形量が、それぞれ下側ストッパー 31 及び上側ストッパー 35 に比べて十分に大きくなるように構成されている。同様に、外側緩衝体 43 は、水平方向に所定の圧縮荷重を負荷したときの当該方向の弾性変形量が、外側ストッパー 33 に比べて十分に大きくなるように構成されている。

10

【0076】

地震に起因して電子機器の筐体 10 (図 1 参照) が変位すると、ベース 15 とストッパー 31, 33, 35 との間において、それぞれ対応する緩衝体 41, 43, 45 が弾性変形する。緩衝体 41, 43, 45 は、それぞれ対応するストッパー 31, 33, 35 からの反力をベース 15 に伝達すると共に、弾性変形することにより、その衝撃を緩和する。

【0077】

筐体 10 の変位により、ベース 15 とストッパー 31, 33, 35 との間に力が生じたときに、当該ベース 15 を含む筐体 10 に生じる加速度を低減することができ、筐体 10 の収容部 12 内に収容された電子部品が破損することを抑制することができる。

【0078】

20

なお、本発明に係る緩衝体は、上述した態様に限定されるものではない。例えば、図 17 に示す変形例のように、上側緩衝体 45C は、対応する上側ストッパー 35 とベース 15 の間において積層された複数の層 51, 52, 53, 54 を含むものとしても良い。

【0079】

各層 51, 52, 53, 54 は、ベース 15 からストッパー 35 に向かう方向、すなわち鉛直方向に所定の圧縮荷重を負荷したときの当該鉛直方向の弾性変形量、すなわち鉛直方向の剛性が異なる。本変形例においては、最もベース 15 側の層 51 が最も剛性が低く、ストッパー 35 側の層ほど剛性が高くなるように構成されている。なお、下側緩衝体 41C 及び外側緩衝体 43C についても、上側緩衝体 45C と同様に、剛性が異なる複数の層で構成されている。

30

【0080】

筐体 10 (図 1 参照) が例えば鉛直方向上側に変位すると、当該ベース 15 とストッパー 35 との間において、まず、最も剛性が低い層 51 が弾性変形し、その後、層 52、層 53、層 54 の順に弾性変形する。このように緩衝体 45C を剛性が異なる層 51, 52, 53, 54 で構成することにより、筐体 10 の変位に応じてベース 15 が受ける反力を徐々に変化させることができる。これにより、ベース 15 とストッパー 31, 33, 35 との間に力が生じたときに、当該ベース 15 を含む筐体 10 に生じる加速度を低減することができる。

【0081】

〔第 3 の実施形態〕

40

第 3 の実施形態の防振装置の構成について、図 18 を用いて説明する。図 18 は、本実施形態の防振装置の構成を示す断面立面図である。なお、第 1 の実施形態と略共通の構成については、同一の符号を付して説明を省略する。

【0082】

図 18 に示すように、本実施形態の防振装置は、筐体 10C 内に電子部品 (図示せず) が収容された電子機器の固有振動を抑制するための動吸振器 60 を有している。動吸振器 60 は、筐体 10 に対して相対的に移動可能な可動質量 61 と、可動質量 61 と筐体 10 とを接続するばね 62 とを含んでいる。加えて、本実施形態の動吸振器 60 は、可動質量 61 と筐体 10 とを接続する減衰要素 63 を含んでいる。

【0083】

50

本実施形態において、動吸振器 60 は、筐体 10C の収容部 12 の鉛直上側に配置されている。収容部 12 には、動吸振器 60 を固定するための部材（以下、固定部材と記す）19 が結合されている。ばね 62 及び減衰要素 63 は、当該固定部材 19 を介して収容部 12 と結合されている。

【0084】

動吸振器 60 において、ばね 62 のばね定数は、可動質量 61 の固有振動数が、収容部 12 に電子部品を収容した筐体 10C のロッキング 1 次振動の固有振動数と逆位相で同調するように設定されている。地震に起因して筐体 10C がロッキング振動したときに、動吸振器 60 の可動質量 61 が振動する。このとき筐体 10C には、動吸振器 60 からの反力が作用する。これにより、地震に起因して電子機器に生じるロッキング振動を抑制することができる。

10

【0085】

なお、動吸振器 60 が配置される場所は、収容部 12 の鉛直方向上側に限定されるものではない。動吸振器 60 は、筐体との間で力を伝達可能な場所であれば、様々な場所に配置することができ、例えば、収容部 12 の鉛直方向下側に配置することができる。

【0086】

〔他の実施形態〕

なお、上述した各実施形態において、ストッパ 31, 33, 35 は、筐体 10 のベース 15 から鉛直方向に距離をあけて配置され、当該筐体 10 の揺動を制限する揺動制限用ストッパ 31, 35 と、ベース 15 から水平方向に距離をあけて配置され、当該筐体 10 の水平動を制限する水平動制限用ストッパ 33 とを備えるものとしたが、本発明に係る防振装置は、この態様に限定されるものではない。水平動制限用ストッパ 33 を設けることなく、揺動制限用ストッパ 31, 35 のみを設けるものとしても良い。

20

【0087】

また、各実施形態において、揺動制限用ストッパ 31, 35 は、筐体 10 が静止しているときにベース 15 から鉛直方向下側に距離をあけて配置された下側ストッパ 31 と、ベース 15 から鉛直方向上側に距離をあけて配置された上側ストッパ 35 とを含むものとしたが、本発明に係る揺動制限用ストッパは、この態様に限定されるものではない。揺動制限用ストッパは、ベース 15 から鉛直方向の上側及び下側のうち少なくとも一方に距離をあけて配置されており、筐体 10 の揺動を制限可能なものであれば良い。

30

【0088】

例えば、揺動制限用ストッパは、上側ストッパ 35 のみが、筐体 10 に対して水平方向 H1 の両側にそれぞれ配置されているものとしても良い。この態様によっても、2 つの揺動制限用ストッパ 35 は、当該ベース 15 との間における力の作用により、筐体 10 の揺動を制限することができ、また、筐体 10 の鉛直方向の変位を所定の距離に制限することが可能である。なお、揺動制限用ストッパは、下側ストッパ 31 が、筐体 10 に対して水平方向 H1 の両側にそれぞれ配置されているものとしても良い。

【0089】

また、上述した実施形態に係るストッパ 31, 33, 35 は、金属製であるものとしたが、本発明に係るストッパは、これに限定されるものではない。本発明に係るストッパは、所定の圧縮荷重を負荷したときの圧縮方向の弾性変形量が、支持用弾性体 27 に比べて十分に小さくなるように構成されていれば良い。各ストッパには、様々な硬質のゴムを含めた様々な材料で構成することができる。なお、本発明に係るストッパは、剛体であるものとしても良い。

40

【0090】

また、本発明に係るストッパ 31, 33, 35 は、固定構造物の床 5 に結合された支持部材 20 に結合されているものとしたが、本発明に係るストッパは、この態様に限定されるものではない。本発明に係るストッパは、筐体 10 の静止時において、ベース 15 から距離をあけて配置されており、固定構造物に結合されていれば良い。

【0091】

50

例えば、固定構造物の床 5 に筐体 10 のベース 15 を収容するためのリセス（凹部）を形成し、当該リセス内にストッパーを配置して、ストッパーを床 5 に直接に結合するものとしても良い。この場合、支持用弾性体 27 は、床 5 に形成されたりセスの底面に直接、結合することが好適である。この態様によれば、上述した支持部材 20 を有することなく、固定構造物に対して筐体 10 を支持すると共に、固定構造物から筐体 10 に伝達される振動を抑制することができる。

【0092】

なお、上述した各実施形態において、防振装置の防振対象である対象機器は、筐体の収容部 12 内に電子部品を収容した、いわゆる電子機器であるものとしたが、本発明に係る対象機器は、電子機器に限定されるものではない。本発明に係る防振装置の防振の対象は、様々な機器であるものとすることができる。

10

【0093】

本発明のいくつかの実施形態について説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態はその他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

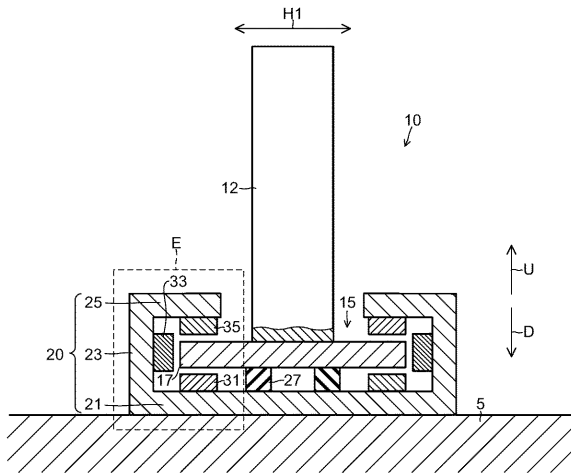
【符号の説明】

【0094】

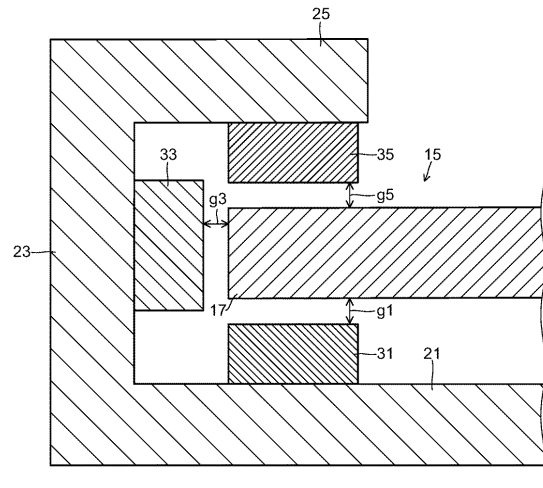
5：床（固定構造物）、10，10C：筐体（対象機器の筐体、電子機器の筐体）、12：収容部（筐体）、15：ベース（筐体）、17：縁部（筐体のベース）、19：固定部材、20：支持部材、21：基部（支持部材、固定構造物）、23：上側延伸部（支持部材、固定構造物）、25：内側延伸部（支持部材、固定構造物）、27：支持用弾性体（支持部材）、31：下側ストッパー（揺動制限用ストッパー）、33：外側ストッパー（水平動制限用ストッパー）、35：上側ストッパー（揺動制限用ストッパー）、41，41C：下側緩衝体（緩衝体）、43，43C：外側緩衝体（緩衝体）、45，45C：上側緩衝体（緩衝体）、51：層（緩衝体）、52：層（緩衝体）、53：層（緩衝体）、54：層（緩衝体）、60：動吸振器、61：可動質量、62：ばね、63：減衰要素

20

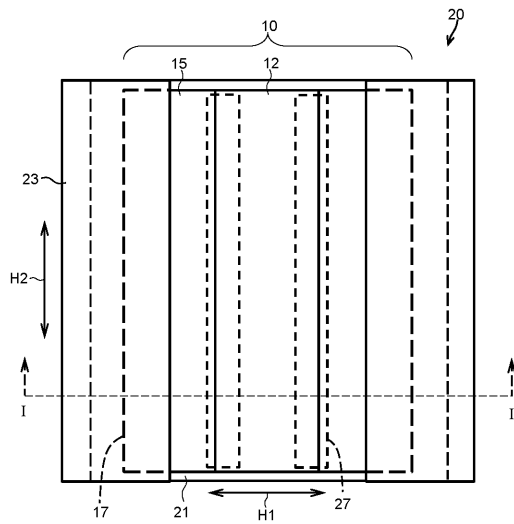
【図 1】



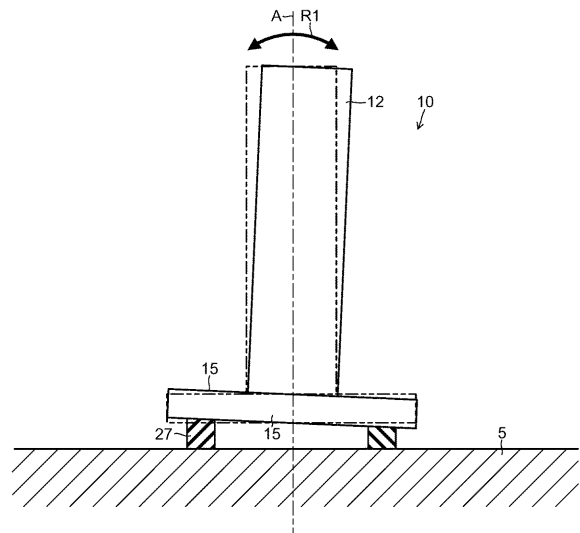
【図 2】



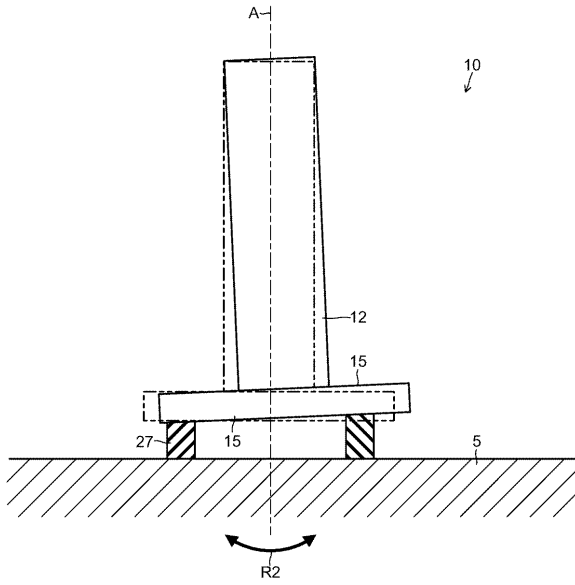
【図 3】



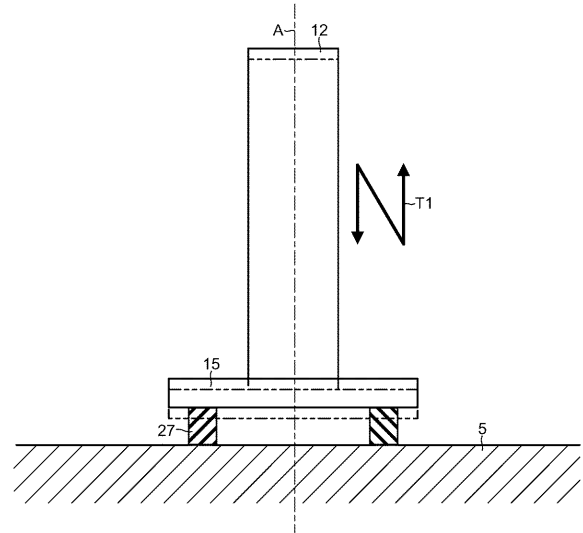
【図 4】



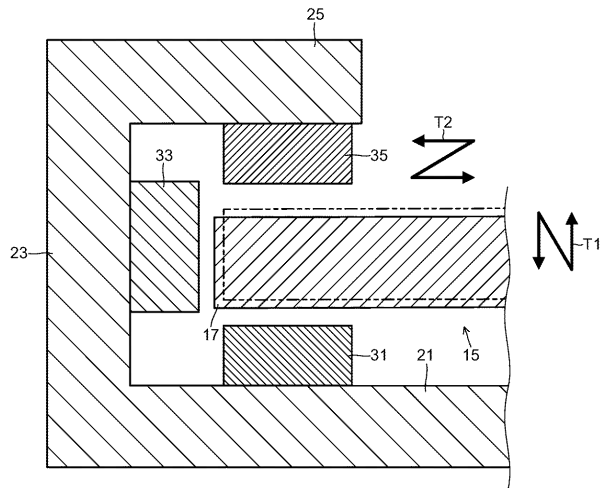
【図 5】



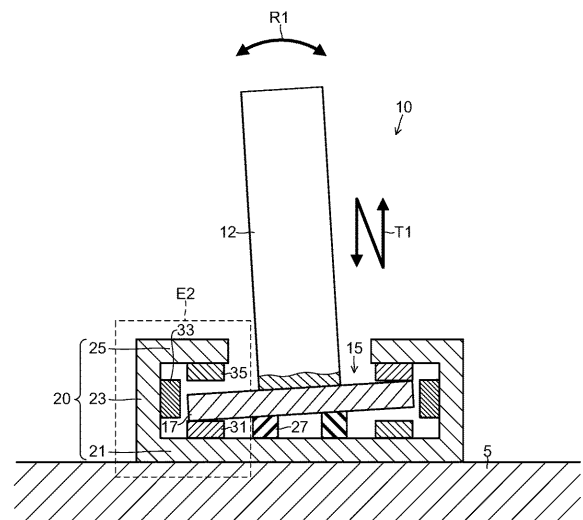
【図 6】



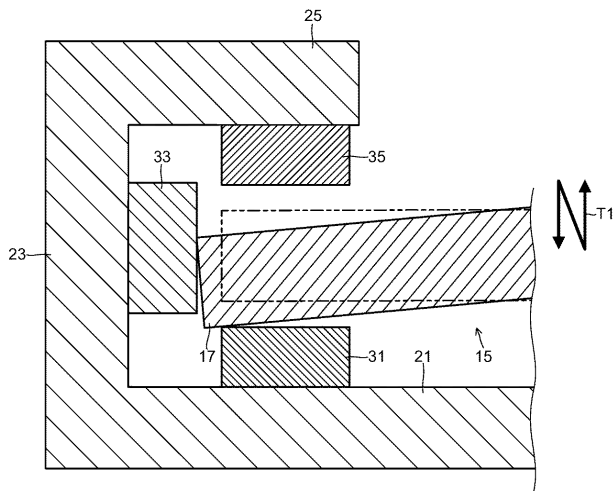
【図 7】



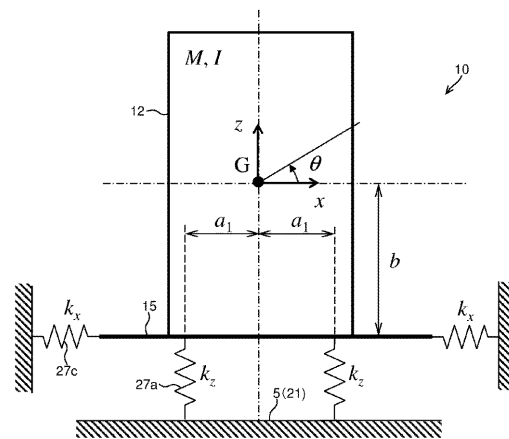
【図 8】



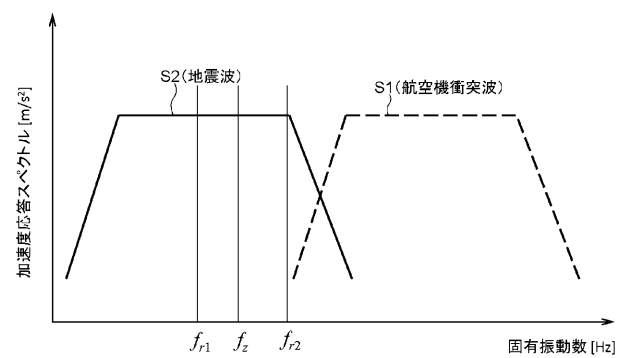
【図 9】



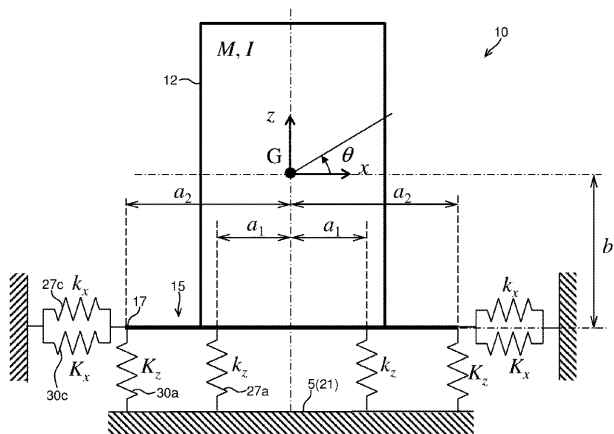
【図 10】



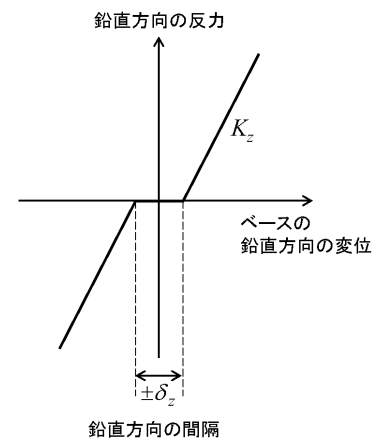
【図 11】



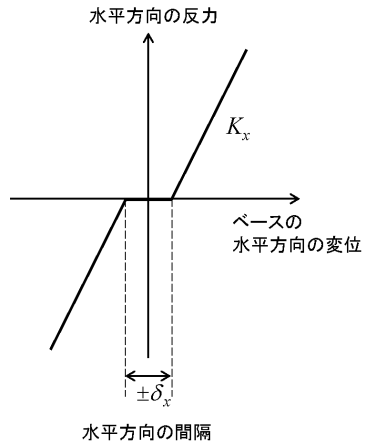
【図 12】



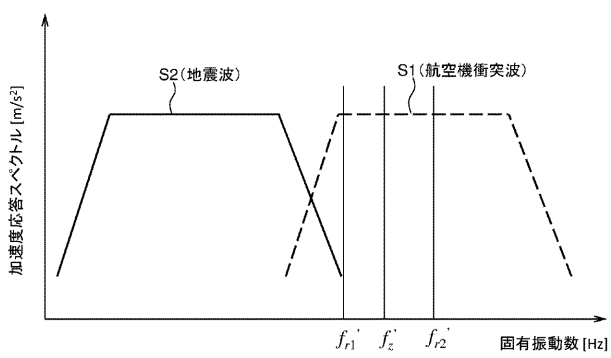
【図 13】



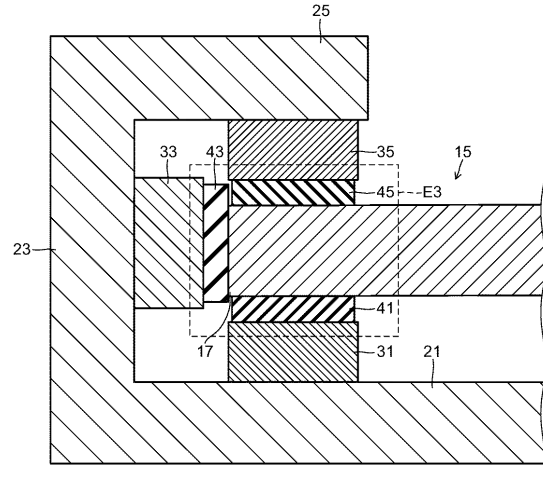
【図 14】



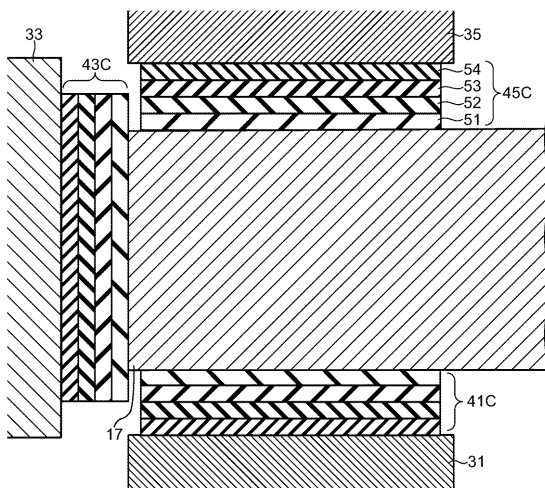
【図 15】



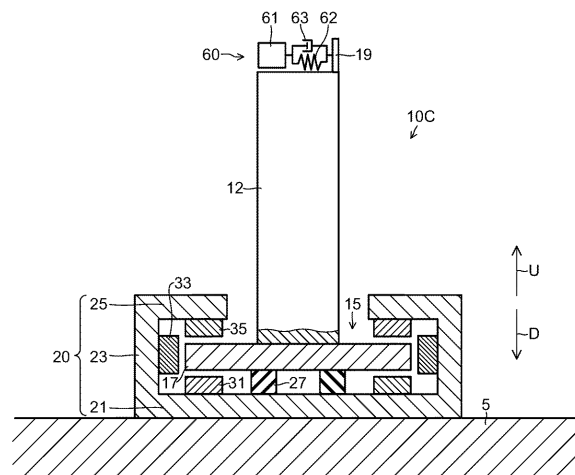
【図 16】



【図 17】



【図 18】



フロントページの続き

(72)発明者 藁科 正彦
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
(72)発明者 江波戸 翔一
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
(72)発明者 樋口 智一
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
Fターム(参考) 3J048 AA01 BA03 BA24 CB05 DA01
3J066 AA26 BA01 BB01 BD05 BE05