(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第4232811号
(P4232811)

(45)発行日　平成21年3月4日(2009.3.4)　(24)登録日　平成20年12月19日(2008.12.19)

(51)Int.Cl.			F I		
E04B	1/98	(2006.01)	E04B	1/98	L
E04H	9/02	(2006.01)	E04H	9/02	341C
E04H	9/14	(2006.01)	E04H	9/14	G
F16F	15/02	(2006.01)	F16F	15/02	C

請求項の数 6　(全 22 頁)

(21)出願番号　特願2006-271235 (P2006-271235)
(22)出願日　平成18年10月2日 (2006.10.2)
(62)分割の表示　特願平10-373941の分割
原出願日　平成10年12月28日 (1998.12.28)
(65)公開番号　特開2007-46450 (P2007-46450A)
(43)公開日　平成19年2月22日 (2007.2.22)
審査請求日　平成18年10月12日 (2006.10.12)

(73)特許権者　000219602
東海ゴム工業株式会社
愛知県小牧市東三丁目１番地
(74)代理人　100078190
弁理士　中島　三千雄
(74)代理人　100115174
弁理士　中島　正博
(72)発明者　松井　徹
愛知県小牧市大字北外山字哥津３６００番地　東海ゴム工業株式会社内
(72)発明者　平野　正明
愛知県小牧市大字北外山字哥津３６００番地　東海ゴム工業株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】建築構造物用の振動低減装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
防振すべき建築構造物に対して、マス部材を、複数のゴムマウントで弾性支持せしめることにより、副振動系を構成した振動低減装置において、
前記マス部材を３個又は４個の分割マスによって構成し、かかる分割マスの全体の合計質量を、前記建築構造物の防振すべき振動に応じた最適質量に設定すると共に、それら各分割マスを前記ゴムマウントにより前記建築構造物に対して互いに独立して弾性支持せしめて、三つ又は四つの分割副振動系を構成し、それらの分割副振動系に対して異なる固有振動数を設定する一方、該三つ又は四つの分割副振動系の各固有振動数を、基準となる条件下で求められた前記建築構造物の防振すべき振動周波数よりも低周波側と高周波側の両方に、それぞれ位置するように設定し、更に、かかる分割副振動系の固有振動数のチューニング範囲を、前記建築構造物の防振すべき振動周波数に対して上下にそれぞれ３０％の周波数範囲内となるように設定すると共に、前記固有振動数が互いに隣接するもの同士の固有振動数の差を、前記振動低減装置内の各分割副振動系においてそれぞれ異なるように設定し、且つ
前記分割副振動系におけるゴムマウントを、それぞれ、水平方向のばね定数が異方性とされた、鉛直方向に延びるマウント中心軸回りの回転により前記分割マスに対する取付方向を変更せしめることによって、該分割副振動系における水平な弾性主軸方向のばね定数を調節することの出来る可変ゴムマウントにて構成し、各分割副振動系において、かかる可変ゴムマウントの前記マウント中心軸回りの回転にて前記分割マスに対する取付方向を

異ならせることによって、各分割副振動系に対して相互に異なる固有振動数を設定し、更に

前記分割副振動系において、前記分割マスの重心を通って水平方向に延びる２本の直交する対称軸を挟んで、それぞれ対称位置するように、前記可変ゴムマウントの複数個を配設すると共に、それらの可変ゴムマウントにおける取付方向を、かかる２本の対称軸を挟んで対称となるように設定したことを特徴とする建築構造物用の振動低減装置。

【請求項２】

前記三つ又は四つの分割副振動系を構成する分割マスの少なくとも一つを、他の分割マスとは異なる質量とすると共に、前記建築構造物の防振すべき振動周波数に最も近い固有振動数に設定した分割副振動系において、最も大きな質量の分割マスを採用した請求項１に記載の建築構造物用の振動低減装置。

【請求項３】

前記分割副振動系を、何れも、一般住宅における最上階の天井部分に支持せしめて、屋根裏に収容配置した請求項１又は２に記載の建築構造物用の振動低減装置。

【請求項４】

前記三つ又は四つの分割副振動系の少なくとも一つを、他の分割副振動系とは異なる構造部材によって支持せしめた請求項１乃至３の何れか一つに記載の建築構造物用の振動低減装置。

【請求項５】

前記分割副振動系において、前記可変ゴムマウントの前記分割マスに対する取付方向を変更設定可能な調節手段を設けた請求項１乃至４の何れか一つに記載の建築構造物用の振動低減装置。

【請求項６】

前記可変ゴムマウントが、マウント中心軸を挟んだ両側において、該マウント中心軸に対して同一角度で対称的に傾斜した方向に位置する、第一の取付金具及び第二の取付金具の互いに離間して対向位置せしめられた傾斜面間を、二つのゴムブロックにて独立して弾性連結してなる構造を有している請求項１乃至５の何れか一つに記載の建築構造物用の振動低減装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、住宅等の建築構造物に対する副振動系を構成して、主振動系たる建築構造物に対する動的吸振効果を発揮し得る振動低減装置に関するものである。

【背景技術】

【０００２】

一般住宅等の建築構造物では、交通振動や風等の外力が加振力として作用することによって振動が発生する場合がある。特に、近年では、一般住宅でも２階建や３階建が多くなってきており、それらの住宅において、交通振動による微震動が、例えば就寝時における不快音や不快振動等の原因として問題となってきている。

【０００３】

ところで、建築構造物の振動低減装置としては、従来、高層ビルやタワー等の高層建築物の揺れを軽減するためのダンパ装置が、幾つか提案されている。例えば、特開平３－７４６４９号公報や特開平８－３３８４６７号公報には、付加質量を建築構造物に対して多段積層ゴムで弾性支持せしめた構造のダンパ装置が開示されている。これらのダンパ装置は、水平方向で一つの副振動系を構成することにより、建築構造物に惹起される水平方向の振動に対して低減効果を発揮するようになっている。

【０００４】

ところが、これら従来のダンパ装置では、副振動系に設定された固有振動数と、主振動系としての建築構造物において防振すべき振動との間にずれがあると、有効な振動低減効

果が発揮されなくなるという不具合があった。特に、ダンパ装置のバネ部材をゴム弾性体で形成すると、ばね定数が温度依存性を有するために、有効な制振効果を安定して得ることが難しく、例えば、一般住宅で屋根裏にダンパ装置を収容配置しようとすると、屋根裏の温度は零下数十度から６０～７０℃もの間で変化するために、基準温度（例えば、２０℃）でチューニングしても、目的とする制振効果を安定して得ることは、到底、望めなかったのである。

【０００５】

なお、特開平５－１４９０２６号公報には、防振しようとする振動周波数と同一の固有振動数にチューニングした副振動系に加えて、それとは異なる固有振動数を有する副振動系を設けたスロッシングダンパ等の振動抑制装置が開示されている。しかしながら、かかる公報に開示された振動抑制装置は、高層ビル等の大型構造物の防振しか考慮されておらず、一般住宅等に設置されるゴムマウントでマス部材を弾性支持せしめた構造の振動低減装置について、必ずしも有効に適用され得るものではなかったのである。具体的には、例えば、かかる公報に記載の振動抑制装置では、複数の副振動系を設置するために、装置全体の総重量が大きくなることが避けられず、そのために、特に一般住宅等では、建築構造物自体の強度不足等から採用が難しい場合があった。

【０００６】

【特許文献１】特開平３－７４６４９号公報

【特許文献２】特開平８－３３８４６７号公報

【特許文献３】特開平５－１４９０２６号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００７】

ここにおいて、本発明は、上述の如き事情を背景として為されたものであって、その解決課題とするところは、温度変化等によってチューニング周波数（同調）のずれがあった場合でも、建築構造物において防振すべき振動に対して良好な制振効果を安定して発揮し得る、新規な構造の振動低減装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【０００８】

以下、このような課題を解決するために為された本発明の態様を記載する。なお、以下に記載の各態様は、任意の組み合わせで採用可能である。また、本発明の態様乃至は技術的特徴は、以下に記載のものに限定されることなく、明細書全体の記載および図面に記載の発明思想に基づいて認識されることが理解されるべきである。

【０００９】

本発明の第一の態様は、防振すべき建築構造物に対して、マス部材を、複数のゴムマウントで弾性支持せしめることにより、副振動系を構成した振動低減装置において、前記マス部材を複数の分割マスによって構成し、かかる分割マスの全体の合計質量を、前記建築構造物の防振すべき振動に応じた最適質量に設定すると共に、それら各分割マスを前記ゴムマウントにより前記建築構造物に対して互いに独立して弾性支持せしめて、複数の分割副振動系を構成し、それらの分割副振動系に対して、互いに異なる固有振動数を設定する一方、該複数の分割副振動系の各固有振動数を、基準となる条件下で求められた前記建築構造物の防振すべき振動周波数よりも低周波側と高周波側の両方に、それぞれ位置するように設定し、更に、かかる分割副振動系の固有振動数のチューニング範囲を、前記建築構造物の防振すべき振動周波数に対して上下にそれぞれ３０％の周波数範囲内となるように設定すると共に、前記固有振動数が互いに隣接するもの同士の固有振動数の差を、前記振動低減装置内の各分割副振動系においてそれぞれ異なるように設定したことを、特徴とする。

【００１０】

このような第一の態様に係る振動低減装置においては、複数の分割副振動系によって複数の固有振動数が設定されることにより、副振動系の防振すべき振動への同調が正確でな

かった場合や、温度変化等に伴うチューニングのずれが発生した場合等でも、全体として良好なる制振効果が発揮され得るのである。しかも、そこにおいて、かかる振動低減装置においては、最適質量を分割して複数の分割副振動系が構成されることから、装置全体としての重量増大が有利に回避され得、建築構造物に対して有利に設置可能とされる。また、各分割マスは、ゴムマウントによって弾性支持されることから、独立して任意の場所に設置可能であり、建築構造物に対する装着場所の設定に関して大きな自由度が確保され得る。従って、かかる振動低減装置にあっては、例えば一般住宅等にも、有利に採用され得て、大きな温度変化に晒される場合でも、安定した防振効果を得ることが可能となるのである。

【００１１】

なお、複数の分割マスからなるマス部材の最適質量は、例えば、主振動系たる建築構造物の運動方程式と副振動系たる分割副振動系の連立方程式において、主振動系の振幅と副振動系を構成するゴムマウントの振幅（主振動系と副振動系の相対変位の絶対値）を、それぞれ、要求される値以下にするという条件を与えることによって、主振動系の等価質量に対する質量割合として、決定することが出来るが、その際、建築構造物の耐荷重強度等も考慮されるべきである。

【００１２】

また、本発明の第二の態様は、前記第一の態様に係る振動低減装置において、前記複数の分割副振動系の各固有振動数を、基準となる条件下で求められた前記建築構造物の防振すべき振動周波数よりも低周波側と高周波側の両方に、それぞれ位置するように設定したことを、特徴とする。これにより、より広範な原因による副振動系の主振動系に対するチューニング特性の変化に際しても、有効な振動低減効果を得ることが可能となる。なお、基準となる条件とは、例えば、最も頻繁に生ずる条件をいう。

【００１３】

また、本発明の第三の態様は、前記第一又は第二の態様に係る振動低減装置において、前記複数の分割副振動系を構成する分割マスの少なくとも一つを、他の分割マスとは異なる質量とすると共に、前記建築構造物の防振すべき振動周波数に最も近い固有振動数に設定した分割副振動系において、最も大きな質量の分割マスを採用したことを、特徴とする。このような本態様に係る振動低減装置では、最も大きな質量の分割マスを有する分割副振動系が、主振動系における防振すべき振動に略同調された、最も高い頻度で現出される状況下で、かかる最も大きな質量の分割マスを有する分割副振動系による制振効果が、より有効に発揮されるのである。即ち、チューニング誤差や温度変化等を考慮した多数の振動低減装置における長期間に亘る制振効果をトータルに捉えれば、本態様に従う構造を採用することによって、制振効果の向上が図られ得るのである。

【００１４】

また、本発明の第四の態様は、前記第一乃至第三の何れか一つの態様に係る振動低減装置において、前記分割副振動系を、何れも、一般住宅における最上階の天井部分に支持せしめて、屋根裏に収容配置したことを、特徴とする。このような本態様に係る振動低減装置においては、一般住宅における振動低減装置の設置スペースを有利に確保することが出来ると共に、振動モード的にも優れた制振効果を得ることが出来る。しかも、ゴムマウントの温度変化によるチューニングのずれに伴う制振効果の低下は、異なる固有振動数を設定した複数の分割副振動系によって軽減乃至は回避されることから、屋根裏の著しい温度変化に晒されても、安定した制振効果が発揮されるのである。なお、一般住宅とは、個人住宅や集合住宅であって、高層ビルに属しない１～数階建の建築住宅をいい、一般に、木造，鉄骨，或いは鉄筋コンクリート等の各種構造を有するものを含む。

【００１５】

また、本発明の第五の態様は、前記第一乃至第四の何れか一つの態様に係る振動低減装置において、前記複数の分割副振動系の少なくとも一つを、他の分割副振動系とは異なる構造部材によって支持せしめたことを、特徴とする。本発明では、最適質量のマス部材を複数の分割マスに分割したことによって、複数の構造部材によってマス部材の荷重を分担

支持させることが出来るのであり、それによって、本態様の振動低減装置においては、例えば一般住宅等において、建築構造物の耐荷重強度の制限内で、全体として大きな質量のマス部材を有利に装着することが可能となるのである。なお、構造部材としては、建築構造物の構造や種類等に応じて、建築構造物における各種の構成部材（強度部材）が採用され得る。具体的には、例えば一般住宅では、各種の梁やスラブ，桁，縁などの部材に対して、各分割マスを支持せしめることが出来る。

【００１６】

また、本発明の第六の態様は、前記第一乃至第五の何れか一つの態様に係る振動低減装置において、前記副振動系におけるゴムマウントを、それぞれ、前記分割マスに対する取付方向を変更することによって、該分割副振動系における水平な弾性主軸方向のばね定数を調節することの出来る可変ゴムマウントを含んで構成し、各分割副振動系において、かかる可変ゴムマウントの前記分割マスに対する取付方向を異ならせることによって、各分割副振動系に対して相互に異なる固有振動数を設定したことを、特徴とする。なお、本態様において、分割副振動系における弾性主軸とは、分割副振動系に対して、その軸に沿って荷重が入力された際に、荷重の入力方向と、ゴムマウントの弾性変形に伴うマス部材の変位方向とが一致し、且つ分割マスに回転乃至は角変位が生じないような軸をいう。

【００１７】

このような第六の態様に係る振動低減装置においては、可変ゴムマウントの分割マスに対する取付方向を変更することによって、分割副振動系における水平な弾性主軸方向の固有振動数を調節することが出来る。それ故、例えば、複数の分割副振動系において、同一のゴムマウントを採用しても、各分割副振動系の固有振動数を異なる値に調節することが出来るのである。しかも、可変ゴムマウントの取付方向に応じて、分割副振動系のばね定数を設定可能であることから、建築構造物の防振しようとする振動に応じて、各分割副振動系の固有振動数を高精度にチューニングすることが出来、それによって、優れた制振効果を容易に得ることが可能となるのである。なお、可変ゴムマウントの取付方向を変更する場合には、分割副振動系全体としての水平方向における弾性主軸の方向が変化しないように、それら可変ゴムマウントの取付方向を変更することが、チューニング作業性および分割副振動系の動的安定性等の点から、より望ましい。

【００１８】

なお、かかる第六の態様において採用される可変ゴムマウントの構造は、何等、限定されるものでない。具体的には、例えば、マス部材側に取り付けられる第一の取付部材と、建築構造物側に取り付けられる第二の取付部材を、ゴム弾性体によって弾性的に連結した構造のマウントであって、そのゴム弾性体に肉抜穴や貫通スリット等を設けることによって軸直角方向のばね特性に異方性を付与したり、ゴム弾性体で連結される第一の取付部材と第二の取付部材の対向面を傾斜させることによって軸直角方向の異方性を付与したり、特開平８－３３８４６７号公報等に記載されているような傾斜板をゴム弾性体内に埋設固着することによって軸直角方向の異方性を付与すること等によって、軸直角方向のばね特性を中心軸回りにおいて異方性としたゴムマウントを、その略中心軸方向に分割マスの重量が及ぼされる状態で装着せしめて、分割マスに対する取付方向を中心軸回りで変更することによって、分割マスにおける水平な弾性主軸方向でのばね定数を調節可能とした構造のゴムマウント等が採用可能である。或いはまた、軸直角方向のばね特性が、中心軸回りの全方向で同一とされたゴムマウントを用い、該ゴムマウントの分割マスへの取付角度を鉛直方向乃至は水平方向で変更することにより、分割マスにおける水平な弾性主軸方向でのばね定数を調節可能として可変ゴムマウントを構成することも可能である。

【００１９】

また、本発明の第七の態様は、前記第六の態様に係る振動低減装置において、その分割副振動系に対して、前記可変ゴムマウントの前記分割マスに対する取付方向を変更設定可能な調節手段を設けたことを、特徴とする。なお、本態様において採用される調節手段としては、例えば、ボルトによる位置決め穴等からなるゴムマウントの取付方向の設定可能位置を、マス部材と建築構造物の少なくとも一方の側に複数設けて、ゴムマウントの取付

方向を多段階に調節可能とした構造等が採用可能であり、特に、鉛直方向に延びる中心軸回りの回転によって取付方向を設定する場合等においては、ゴムマウントのマス部材側と建築構造物側への取付部位に摺動プレート等を配設して、中心軸回りの回転により、ゴムマウントの取付方向を無段階に調節可能とした構造等も採用可能である。

【００２０】

なお、かかる第七の態様においては、可変ゴムマウントのみで、副振動系のバネ部材を構成する必要はなく、可変ゴムマウントと、副振動系のばね定数の調節に寄与しないゴムマウントを組み合わせてバネ部材を構成することも可能である。また、可変ゴムマウントを複数用いる場合には、その全ての可変ゴムマウントの取付方向を変更する必要はなく、一部の可変ゴムマウントだけの取付方向を調節することによってチューニングすることも可能である。また、バネ部材は、前記特開平８－３３８４６７号公報にも記載されているように、ゴムマウントを多段的に積み重ねて構成することも可能であり、その場合には、一部の段階に配設されたゴムマウントだけを可変ゴムマウントとしても良い。

【００２１】

また、上述の如く、分割マスに対する取付方向を、中心軸回りで変更することによって、分割副振動系の水平な弾性主軸方向のばね定数を調節する可変ゴムマウントにおいては、例えば、軸直角方向におけるばね定数の最小値と最大値を、互いに直交する軸直角方向に設定することが望ましい。このような構造の可変ゴムマウントを採用すれば、可変ゴムマウントの分割マスに対する中心軸回りの取付角度に応じた、特定方向でのばね定数を容易に且つ精度良く知ることが可能となることから、可変ゴムマウントの取付方向の調節による副振動系のチューニング作業が、一層容易となる。

【００２２】

更にまた、本発明の第八の態様は、前記第七の態様に係る振動低減装置であって、前記調節手段を、前記可変ゴムマウントの取付方向を変更するためのアクチュエータ手段と、該アクチュエータ手段を作動制御して該可変ゴムマウントの取付方向を変更するコントロール手段とを含んで構成したことを、特徴とする。このような第八の態様に係る振動低減装置においては、可変ゴムマウントの取付方向の変更によるチューニング作業が一層容易とされるのであり、副振動系を建築構造物に装着した後に、可変ゴムマウントの取付方向を変更してチューニングしたり、再チューニングすることも、容易となる。特に、アクチュエータ手段を遠隔操作するリモートコントロール構造のコントロール手段を採用すれば、建築構造物の完成後や住宅の上棟後等にも、施主等が、容易にチューニング修正を行うことが可能となり、例えば、季節や温度等に応じたチューニングの変更を、手動によって、或いはセンサ等を用いて自動的に実施することにより、より高度な制振効果を得ることが可能となる。

【００２３】

また、本発明の第九の態様は、前記第六乃至第八の何れか一つに記載の振動低減装置であって、前記分割副振動系において、前記分割マスの重心を通って水平方向に延びる２本の直交する対称軸を挟んで、それぞれ対称位置するように、前記可変ゴムマウントの複数個を配設すると共に、それらの可変ゴムマウントにおける取付方向を、かかる２本の対称軸を挟んで対称となるように設定したことを、特徴とする。このような本態様に係る振動低減装置では、各分割副振動系において、複数の可変ゴムマウントの取付方向の変更によるバネ部材全体としてのばね定数の調節が容易となると共に、それら複数の可変ゴムマウントの取付方向を変更，調節した場合でも、分割マスの静的及び動的安定性が有利に維持されることにより、目的とする制振効果を安定して得ることが出来る。

【００２４】

なお、かかる第九の態様において、可変ゴムマウントのうち各対称軸を挟んで対称位置するもの同志は、互いに同一構造とすることが望ましい。一方、何れの対称軸に関しても対称関係を有しない可変ゴムマウント間では、ばね特性や構造が互いに異なっていても良い。また、可変ゴムマウントにおける取付方向を、２本の対称軸を挟んで対称とする設定は、例えば、何れの対称軸に関しても、その両側で対称位置に配された可変ゴムマウント

を、該対称軸に対する傾斜角度が対称的に同じになるように配設することによって、有利に実現され得る。

【００２５】

また、かかる第九の態様において、全ての分割副振動系における可変ゴムマウントの配設位置の対称軸としての２本の直交する対称軸は、好ましくはその少なくとも１本、より好ましくはそれらの２本の何れもが、建築構造物において防振すべき振動方向となるように設定される。更に、かかる第九の態様において、望ましくは、全ての分割副振動系において、可変ゴムマウントの配設位置の対称軸としての２本の直交する対称軸が、何れも、分割副振動系全体としての水平方向における弾性主軸として設定される。これにより、分割副振動系の安定性が更に向上されて、目的とする制振効果をより安定して得ることが可能になると共に、分割副振動系のチューニングも容易となる。

【発明の効果】

【００２６】

このように、本発明に従う建築構造物用の振動低減装置によれば、温度変化等に起因して、副振動系における当初のチューニング周波数が、主振動系たる建築構造物の防振すべき振動周波数からずれた場合でも、有効な振動低減効果を、安定して得ることが出来るのである。

【発明を実施するための最良の形態】

【００２７】

以下、本発明を更に具体的に明らかにするために、本発明の実施形態について、図面を参照しつつ、詳細に説明する。

【００２８】

先ず、図１には、本発明に従う構造とされた建築構造物用の振動低減装置１０を、一般の３階建住宅１２に装着した状態の概略が示されている。かかる振動低減装置１０は、それぞれ独立した複数個の分割マス１４と、それら各分割マス１４を互いに独立して弾性支持するゴムマウント１６から構成されており、各分割マス１４がそれぞれ複数個のゴムマウント１６によって、住宅１２に対して弾性支持されることによって、互いに独立した複数個の分割副振動系１７を形成している。なお、本実施形態では、図示されているように、全ての分割副振動系１７が、３階建住宅１２における３階の天井を構成する構造部材１８上に装着されている。

【００２９】

より詳細には、各分割副振動系１７を構成する分割マス１４は、図２にも仮想線で示されているように、金属等の高比重材で形成されており、例えば鉄系や鉛系の金属等で形成されたものが好適に採用される。この分割マス１４の形状は特に限定されるものでないが、一般に、板形状のものが好適に採用され、より望ましくは、矩形平板形状や多角形平板形状，円形平板形状等、幅寸法よりも高さ寸法が小さく且つ高さが一定の板形状であって、平面的に複数の対称軸を有する形状が望ましい。このような形状の分割マス１４を採用することにより、振動低減装置１０を最上階の天井裏２０等のスペースに収容状態で有利に設置することが出来ると共に、水平方向の変位に際して各ゴムマウント１６に生ぜしめられる角変位を抑えて安定した吸振作用を得ることが可能となる。特に、本実施形態では、高さ寸法が全体に亘って一定とされた、平面矩形の板形状を有する分割マス１４が採用されている。

【００３０】

また、この分割マス１４の質量は、装着される主振動系たる住宅１２の質量や振動状態、構造強度等を考慮して適宜に設定されるが、全ての分割副振動系を構成する分割マス１４の合計質量が、防振すべき住宅１２の防振すべき振動に応じた最適質量を与えるように設定される。具体的には、例えば、主振動系たる住宅１２と一つの副振動系からなる２自由度系を考え、この系の運動方程式から主振動系の共振曲線を求めることにより、一般の動的吸振器における最適設計法に従って、最適質量を求めることが出来る。即ち、かかる２自由度系の運動方程式に基づいて、主振動系の振幅が要求される値以下になるように、

且つ副振動系を構成するゴムマウント１６の振幅（主振動系と副振動系の相対変位の絶対値）が許容値以下となるように、主振動系と副振動系の質量比（μ）を求めることによって、副振動系における分割マス１４の最適質量を決定することが出来る。なお、その際、住宅１２の耐荷重強度も考慮する必要があり、住宅１２の耐荷重強度による制限から、分割マス１４の最適質量が決定される場合もある。また、その際、分割マス１４の最適質量は、全ての分割マス１４の合計質量として与えられるものであることから、各分割マス１４の荷重を異なる構造部材に分担支持させることによって、即ち、住宅１２を構成する多数の構造部材のうちの異なる構造部材にそれぞれの分割副振動系１７を装着して、各分割マス１４を異なる構造部材で支持せしめることによって、分割マス１４の荷重の集中的作用を回避して、住宅１２の耐荷重強度上の理由による分割マス１２の荷重制限を緩和することも可能である。因みに、一般的な軽量鉄骨や木造の軸組構造による２～３階建の住宅の場合では、全ての分割副振動系における分割マス１４の合計質量として、１００～１０００kg程度、或いはそれ以上の質量が設定される。

【００３１】

そして、このようにして求められた最適質量を全体として与えるように、複数の分割マス１４の質量が設定されている。この複数の分割マス１４への分割形態は、何等限定されるものでなく、例えば、分割数は、製造誤差や温度変化等に起因する考慮すべき主振動系と分割副振動系のチューニング周波数の相対的なずれ変動幅や、主振動系の振動形態（振幅の形態や共振曲線の形態等），要求される振動低減効果の程度等に応じて適宜に設定可能である。また、その際各分割マス１４への質量分配の形態も、特に限定されるものでなく、例えば、統計的に防振すべき振動周波数に最も近くなるチューニング周波数を有する副振動系を構成する分割マスに対して最も大きな質量を設定したり、或いは、統計的に防振すべき振動周波数に最も近くなるチューニング周波数を有する副振動系程、質量が大きくなるように段階的に質量を設定することも可能である。特に、本実施形態では、製造の容易性やコスト等を考慮して、同一の材質と形状を有する複数の分割マス１４が採用されており、各分割マス１４によって、最適質量が等分割されている。

【００３２】

また、これら各分割マス１４は、それぞれ、複数個のゴムマウント１６によって、住宅１２の構造部材１８に対して弾性支持されており、それによって、分割マス１４の数だけ、互いに独立した分割副振動系１７が構成されている。ここにおいて、これら複数の分割副振動系１７においては、その固有振動数が互いに同一とはされておらず、複数種類の固有振動数が設定されている。なお、固有振動数が同一とされた分割副振動系１７があっても良いが、好ましくは、全ての分割副振動系１７に対して、互いに異なる固有振動数が設定される。

【００３３】

この各分割副振動系１７における固有振動数の設定値は、特に限定されるものでなく、製造誤差や温度変化等に起因する考慮すべき主振動系と分割副振動系のチューニング周波数の相対的なずれ変動幅や、主振動系の振動形態（振幅の形態や共振曲線の形態等），要求される振動低減効果の程度等に応じて適宜に設定可能であるが、好ましくは、主振動系たる住宅１２において防振すべき振動周波数よりも低周波側と高周波側の両方において、それぞれ固有振動数が設定された分割副振動系１７が存在するように設定されると共に、該住宅１２において防振すべき振動周波数に対する適当な周辺周波数の範囲内に、全ての分割副振動系１７の固有振動数が納まるように設定される。このような設定によって、一般住宅における通常の環境下で予想される主振動系（住宅１２）と分割副振動系１７とのチューニングずれ幅を、有利にカバーすることが出来る。また、望ましくは、特に一般住宅で１０ｄＢ程度の振動低減効果を目標とする場合においては、複数の分割副振動系１７において、固有振動周波数が互いに隣接するもの同士の固有周波数の差を、主振動系（住宅１２）において防振すべき振動周波数の５～３０％、より望ましくは１０～２０％に設定する。これにより、主振動系の広い周波数域に亘って、有効な振動低減効果を、一層効率的且つ有効に得ることが可能となる。なお、隣接する分割副振動系１７，１７間の固有

振動周波数差が小さ過ぎると、主振動系と副振動系の広いチューニングずれ幅に亘って有効な振動低減効果を効率的に確保することが難しくなるからであり、また、隣接する分割副振動系１７，１７間の固有振動周波数差が大き過ぎると、それらの分割副振動系１７，１７の固有振動周波数の中間域で有効な振動低減効果が発揮され難くなるおそれがあるからである。

【００３４】

より具体的には、例えば、一般住宅のモデルとして、主振動系の減衰比が１％で、要求される振動低減効果が１０dB以上である場合に、主振動系に対する質量比が２％で、ばね部の損失係数が０．１とされた分割副振動系１７を採用して、目的とする振動低減装置１０を得ることを考えてみる。その結果、分割副振動系１７の数に応じて、下記表１の如く、各分割副振動系１７の固有振動数を設定することが有効であることを、計算によって確認することが出来た。なお、かかる計算では、主振動系の等価質量を３００００kgとし、分割副振動系１７の分割マス１４の総質量を６００kgとした。そして、この表１から分かることとしては、分割副振動系の数を例えば４個の場合で見ると、主振動系の防振すべき振動周波数に対する各分割副振動系の固有振動数比は、０．８２、０．９３、１．０７、１．２２であり、固有振動数（表１では固有振動数比で記載）が互いに隣接するもの同士の固有振動数の差は、それぞれ０．１１、０．１４、０．１５となっていることが分かる。即ち、固有振動数が互いに隣接するもの同士の固有振動数の差は、それぞれ異なるように設定されている。

【００３５】

【表１】

分割副振動系の数	主振動系の防振すべき振動周波数に対する各分割副振動系の固有振動数比					
2個	0.91	1.10				
3個	0.86	1.00	1.16			
4個	0.82	0.93	1.07	1.22		
6個	0.77	0.86	0.95	1.05	1.16	1.30

【００３６】

そして、このように互いに異なる固有振動数を設定した複数の分割副振動系１７によって構成された振動低減装置１０における振動低減効果をシミュレーションによって求めた結果を、図３に示す。かかる図３からも、上述の如き構造とされた振動低減装置１０においては、十分に広い周波数域に亘って、目的とする振動低減効果を有効に得ることが出来、それ故、例えば、ゴムマウント１６の温度変化等に起因して、住宅１２において防振すべき振動周波数に対して当初に同調されていた分割副振動系１７の固有振動数がずれてしまった場合でも、複数の分割副振動系１７の全体として、住宅１２に対して有効な制振効果を得ることの出来ることが認められる。なお、複数の分割副振動系１７の固有振動数のチューニング範囲は、図示されている如く、一般に、分割副振動系１７の数が多い程、広く設定することが出来るが、余り広い範囲に亘って設定すると、防振に有効に寄与しない分割副振動系が存在することとなるおそれがあることから、かかる分割副振動系のチューニング範囲は、主振動系の振動形態や要求される制振効果等を考慮して、適当な範囲、例えば、上述の如き一般住宅の場合で、住宅１２において防振すべき振動の周波数に対して上下にそれぞれ３０％の周波数範囲内等に設定することが望ましい。

【００３７】

ところで、このように複数の分割副振動系１７に対してそれぞれ異なる固有振動数を設定するには、例えば、全ての分割副振動系１７で、分割マス１４の質量とゴムマウント１６における防振すべき振動方向のばね定数との、少なくとも何れか一方を異ならせること

によって、チューニングすることが可能である。ここにおいて、特に、本実施形態では、前述の如く、全ての分割副振動系１７において、同一の分割マス１４が採用されており、何れの分割副振動系１７においても、それぞれ同一構造とされた複数のゴムマウント１６によってバネ系が構成されて、分割マス１４が弾性支持されている。

【００３８】

かかるゴムマウント１６は、何れも水平方向のばね定数が異方性とされており、鉛直方向に延びるマウント中心軸３８の回りの各方向（中心軸に直交する各方向）によって、異なるばね特性を有している。なお、前記各分割副振動系１７では、同一のゴムマウントを採用して、その装着数を異ならせることでも、水平方向の固有振動数を互いに異なる値に設定することが可能であるが、本実施形態では、何れの分割副振動系１７においても、同じ数の同一構造のゴムマウント１６によって、バネ系が構成されている。

【００３９】

ここにおいて、かかるゴムマウント１６は、図４及び図５に示されているように、第一の取付部材としての第一の取付金具２２と、第二の取付部材としての第二の取付金具２４が、互いに離間して対向配置されていると共に、それら第一の取付金具２２と第二の取付金具２４が、両金具２２，２４の対向面間に介装されたゴム弾性体２６で弾性的に連結された構造を有している。第一の取付金具２２は、断面が逆三角形のブロック形状を有しており、その上底面２７の中央には、取付ボルト２８が突設されている。また、第二の取付金具２４は、矩形平板形状を有しており、中央に位置する平板部３０を挟んだ長手方向両側が、第一の取付金具２２側（図４中、上側）に斜めに立ち上げられて傾斜板部３２，３２とされている。また、第二の取付金具２４における平板部３０の中央には、下方（第一の取付金具２２と反対側）に突出する取付ボルト３４が固設されている。また、第一の取付金具２２における両側の各傾斜面３６，３６と、第二の取付金具２４における両側の各傾斜板部３２，３２は、マウント中心軸３８を挟んだ両側において、該マウント中心軸３８に対して略同一角度だけ傾斜した方向で、全面に亘って略一定の間隔を隔てて対向位置せしめられている。そして、これら傾斜面３６と傾斜板部３２の対向面間に、それぞれ、介装された一対の略矩形ブロック形状を有するゴムブロック４０，４０によって、第一の取付金具２２と第二の取付金具２４を弾性連結するゴム弾性体２６が構成されている。更に、本実施形態では、第二の取付金具２４において、平板部３０の一方の側面から外方に向かって突出する位置決め片４２が一体形成されている。そして、この位置決め片４２には、位置固定用のボルト挿通孔４４が形成されている。

【００４０】

すなわち、本実施形態のゴムマウント１６は、二つの独立したゴムブロック４０，４０の単体での弾性主軸が互いに傾斜していることから、図４において、マウント中心軸３８に沿って延びる鉛直方向の弾性主軸と、紙面に垂直な方向に延びる水平方向の第一の弾性主軸と、図中の左右方向に延びる水平方向の第二の弾性主軸を有している。このような構造とされたゴムマウント１６では、水平方向の第一の弾性主軸の方向で、荷重入力時におけるゴム弾性体２６の主たる変形が剪断となって、水平方向におけるばね定数が最小となる一方、水平方向の第二の弾性主軸の方向で、荷重入力時におけるゴム弾性体２６の主たる変形が圧縮／引張となって、水平方向におけるばね定数が最大となる。これにより、かかるゴムマウント１６では、水平方向におけるばね定数の最小値と最大値が、互いに直交する方向に設定されている。なお、以下の説明では、ばね定数が最小値となる水平方向（図４において、紙面に垂直な方向）を、ゴムマウント１６における水平基準方向という。

【００４１】

そして、かかるゴムマウント１６は、その第一の取付金具２２が分割マス１４に対して固着されている。なお、第一の取付金具２２は、その取付ボルト２８を分割マス１４に対して直接に螺着固定しても良いが、第一の取付金具２２の分割マス１４に対する取付方向を容易に変更出来るように、例えば、ベアリング機構や摺接プレート機構等を介して、第一の取付金具２２を分割マス１４に取り付けても良い。また、本実施形態では、図２に示されているように、４個のゴムマウント１６が、矩形平板形状の分割マス１４における四

隅部分に対して、それぞれ取り付けられている。また一方、ゴムマウント１６の第二の取付金具２４は、図１に示されているように、その取付ボルト３４により、３階建住宅１２の最上階の天井の構造部材１８に対して、第一の取付金具２２と同様、直接に、或いはベアリング機構や摺接プレート機構等を介して、取り付けられている。これにより、３階建住宅１２の構造部材１８に対して、分割マス１４が、４個のゴムマウント１６を介して、弾性的に取り付けられているのであり、以て、分割マス１４をマス部材とし、４個のゴムマウント１６をバネ部材とする一つの振動系が構成され、この振動系によって、３階建住宅１２からなる主振動系に対する一つの副振動系として機能する分割副振動系１７が構成され、更に、このような分割副振動系１７が、住宅１２に対して、並列的に互いに独立して複数個装着されることによって、振動低減装置１０が構成されている。

【００４２】

なお、かかる振動低減装置１０の装着状態下では、何れの分割副振動系１７においても、分割マス１４が、水平方向に広がる状態で支持されていると共に、各ゴムマウント１６は、何れも、そのマウント中心軸が鉛直方向に延びる状態で配設されている。

【００４３】

また、各分割副振動系１７を構成するゴムマウント１６が取り付けられる、３階建住宅１２の構造部材１８には、図６に示されているように、それぞれのゴムマウント１６における第二の取付金具２４の取付部分に対してボルト穴４６が設けられている。そして、第二の取付金具２４の位置決め片４２に挿通された位置決めボルト４８が、このボルト穴４６に螺着されることにより、ゴムマウント１６の構造部材１８および分割マス１４に対する取付方向（マウント中心軸３８回りの周方向位置）が、固定的に決定されるようになっている。ここにおいて、かかるボルト穴４６は、マウント中心軸３８の回りに略等間隔に複数個（本実施形態では、略９０度の範囲に亘って５個）形成されている。これにより、ゴムマウント１６をマウント中心軸３８の回りに回転させて、位置決め片４２に挿通された位置決めボルト４８を何れかのボルト穴４６に螺着することにより、ゴムマウント１６の取付方向を、略２２．５度の間隔をもって、任意に変更，設定することが出来るようになっている。

【００４４】

要するに、本実施形態では、第二の取付金具２４に設けられた位置決め片４２と、構造部材１８に設けられた複数のボルト穴４６、および何れかのボルト穴４６に螺着されて位置決め片４２を構造部材１８に位置決め固定する位置決めボルト４８を含んで、ゴムマウント１６の分割マス１４および構造部材１８に対する取付方向を変更，設定する調節手段が構成されているのである。なお、第二の取付金具２４と分割マス１４の間に加えて、或いはそれに代えて、第一の取付金具２２と分割マス１４の間に、同様な調節手段を設けても良い。

【００４５】

さらに、各分割副振動系１７における４個のゴムマウント１６は、分割マス１４において互いに直交して水平方向に延びる２本の対称軸Ｘ，Ｙを挟んで、それぞれ対称位置するように配設されている。なお、本実施形態では、分割マス１４における２本の対称軸Ｘ，Ｙが、何れも、分割マス１４の水平方向に延びる慣性主軸とされている。また、分割マス１４と４個のゴムマウント１６からなる弾性支持系において、その鉛直方向に延びる弾性主軸が、分割マス１４の重心を通るように設定されている。具体的には、図２において、第一のゴムマウント１６ａと第二のゴムマウント１６ｂおよび第三のゴムマウント１６ｃと第四のゴムマウント１６ｄが、第一の対称軸：Ｘに関して互いに対称位置せしめられていると共に、第一のゴムマウント１６ａと第三のゴムマウント１６ｃおよび第二のゴムマウント１６ｂと第四のゴムマウント１６ｄが、第二の対称軸：Ｙに関して互いに対称位置せしめられている。

【００４６】

また、これら４個のゴムマウント１６ａ～ｄは、その取付方向も、分割マス１４の２本の対称軸Ｘ，Ｙを挟んで、それぞれ対称となるように設定されている。具体的には、図２

において、第一の対称軸：Ｘに関しては、第一のゴムマウント１６ａの水平基準方向線５０ａの交角：θxaと第二のゴムマウント１６ｂの水平基準方向線５０ｂの交角：θxbが同一となると共に、第三のゴムマウント１６ｃの水平基準方向線５０ｃの交角：θxcと第二のゴムマウント１６ｄの水平基準方向線５０ｄの交角：θxdが同一となるように設定されている。また、第二の対称軸：Ｙに関しては、第一のゴムマウント１６ａの水平基準方向線５０ａの交角：θyaと第三のゴムマウント１６ｃの水平基準方向線５０ｃの交角：θycが同一となると共に、第二のゴムマウント１６ｂの水平基準方向線５０ｂの交角：θybと第二のゴムマウント１６ｄの水平基準方向線５０ｄの交角：θydが同一となるように設定されている。

【００４７】

このように４個のゴムマウント１６ａ～ｄの取付方向が設定され、且つそれが維持されることにより、ゴムマウント１６ａ～ｄの取付方向を変更した場合でも、分割マス１４と４個のゴムマウント１６ａ～ｄで構成された分割副振動系全体としての水平方向における弾性主軸の方向が、分割マス１４における第一の対称軸：Ｘの方向と、第二の対称軸：Ｙの方向とに維持されるようになっている。そして、これら第一の対称軸：Ｘの方向と、第二の対称軸：Ｙの方向が、それぞれ、制振対称たる住宅１２において防振すべき主たる振動の方向、例えば、平面矩形の枠体構造を有する住宅の場合には各辺に平行な方向となるように、振動低減装置１０の住宅１２に対する設置方向が設定される。これにより、振動低減装置１０を構成する各分割副振動系１７に対して、防振すべき２方向の振動が、何れも、該分割副振動系１７における弾性主軸方向に入力されることとなり、それら２方向に入力される各振動に対して、何れも、有効な制振効果が発揮され得るのである。

【００４８】

また、このような各分割副振動系１７においては、上述の如く、水平方向のばね定数が異方性とされたゴムマウント１６ａ～ｄをバネ部材として採用したことにより、かかるゴムマウント１６ａ～ｄの取付方向を変更することによって、防振すべき振動の入力方向となる２つの弾性主軸方向（第一の対称軸：Ｘの方向および第二の対称軸：Ｙの方向）でのばね定数が、何れも、変更されるようになっている。具体的には、本実施形態では、各ゴムマウント１６ａ～ｄの第一の対称軸：Ｘに対する交角：θｘ の値が小さくなるに従って、分割副振動系１７における第一の対称軸：Ｘの方向でのばね定数が小さく、第二の対称軸：Ｙの方向でのばね定数が大きくなる方向に変更される。その結果、各ゴムマウント１６ａ～ｄの第一の対称軸：Ｘに対する交角：θｘ の値を小さくすることによって、分割副振動系１７における第一の対称軸：Ｘの方向の固有振動数を低周波側に、且つ第二の対称軸：Ｙの方向の固有振動数を高周波側に、それぞれ移行させることが出来、また、各ゴムマウント１６ａ～ｄの第一の対称軸：Ｘに対する交角：θｘ の値を大きくすることによって、分割副振動系１７における第一の対称軸：Ｘの方向の固有振動数を高周波側に、且つ第二の対称軸：Ｙの方向の固有振動数を低周波側に、それぞれ移行させることが出来るのである。なお、このことから明らかなように、本実施形態では、何れのゴムマウント１６も、可変ゴムマウントとされている。

【００４９】

それ故、上述の如き構造とされた複数の分割副振動系１７を備えた振動低減装置１０においては、全ての分割副振動系１７において、分割マス１４とゴムマウント１６の何れも、同一のものを採用し、単に、各分割副振動系１７間でゴムマウント１６の取付方向（設置方向）を相互に変更するだけで、それら複数の分割副振動系１７における固有振動数を、相互にずらせて異なる値に設定することができるのである。

【００５０】

しかも、各分割副振動系１７における固有振動数も、それが装着される住宅１２の種類や環境等を考慮し、各ゴムマウント１６の取付方向を適当に設定することにより、問題となっている振動に応じてチューニング周波数を適宜に調節することも出来るのである。それによって、有効な制振効果を、容易に且つ高精度に、しかも低コストで得ることが可能となるのである。特に、本実施形態では、分割マス１４を弾性支持するバネ部材が、異方

性のゴムマウント１６のみによって構成されていると共に、全てのゴムマウント１６の取付方向を連動させて変更するようにしたことから、ゴムマウント１６の取付方向の変更による分割副振動系１７の固有振動数のチューニング幅が、より大きく確保されるといった利点もある。

【００５１】

なお、上述の如く、一つのゴムマウント１６を用い、その取付方向を変更することによって調節することの出来る、振動低減装置１０の固有振動数の範囲は、使用するゴムマウント１６が有するばね特性によって限界がある。そこで、各分割副振動系１７において、より大きなチューニング自由度を得るためには、予め、互いに異なるばね特性を有するゴムマウント１６を複数種類準備しておき、例えば住宅１２の構造等を考慮して、その中から適当なばね特性を有するゴムマウント１６を、分割副振動系１７毎に、或いは振動低減装置１０毎に、適宜に選択して採用することが望ましい。これにより、ゴムマウント１６自体のばね特性の選択と、ゴムマウント１６の取付方向の調節とを、互いに組み合わせて最適値を選定することにより、各分割副振動系１７の固有振動数を極めて広い範囲で設定することが可能となり、以て、多種類の建築構造物に対して、有効な制振効果を発揮し得る振動低減装置１０を、効率的に提供することが可能となるのである。

【００５２】

因みに、前述の如き構造の分割副振動系１７において、分割マス１４として、４００ｋｇの質量を有する平面正方形状のものを採用すると共に、ゴムマウント１６として、第一の弾性主軸方向（図４の紙面に垂直な方向）のばね定数：ＫＩが、１８０００Ｎ／ｍ，２２０００Ｎ／ｍ，２６０００Ｎ／ｍ，３００００Ｎ／ｍ，３４０００Ｎ／ｍ，３８０００Ｎ／ｍ，４２０００Ｎ／ｍとされた７種類を選択可能とした場合において、各ゴムマウント１６の取付方向を変更することによって実現されるチューニング周波数（分割副振動系１７における第一の対称軸：Ｘの方向での固有振動数および第二の対称軸：Ｙの方向での固有振動数）をシミュレーションした結果を、図７に示す。なお、かかるシミュレーションに際しては、ゴムマウント１６として、何れも、第一の弾性主軸方向（図４の紙面に垂直な方向）のばね定数：ＫＩと、第二の弾性主軸方向（図４の左右方向）のばね定数：KIIが、下式を満足するように設定されたものを採用した。また、各ゴムマウント１６の取付方向については、第一の対称軸：Ｘに対する交角：θｘ（図２参照）を、０～９０度の範囲で変化させた場合について検討した。

ＫＩ：KII＝１：３

【００５３】

図７に示された結果から明らかなように、７種類のゴムマウント１６を準備し、それらを選択的に採用すると共に、選択したゴムマウント１６の取付方向を適当に調節することによって、分割副振動系１７の固有振動数を、一般の２～３階建住宅で問題となり安い３～５Hzとその周辺周波数の十分な広さ範囲の略全体に亘って、十分に細かいチューニング精度で設定することが可能となる。

【００５４】

以上、本発明の実施形態について詳述してきたが、これはあくまでも例示であって、本発明は、かかる実施形態における具体的な記載によって、何等、限定されるものでない。

【００５５】

例えば、ゴムマウントの数や配設形態等は、何等限定されるものでなく、また、かかるゴムマウントの幾つかは、水平方向のばね定数が不変のものであっても良い。

【００５６】

また、例示の如き、鉛直軸回りの取付方向の変更によって水平方向のばね特性が変化する異方性のゴムマウントとしても、その具体的構造は、何等限定されるものでない。参考までに、本発明において採用され得る異方性のゴムマウントの別の具体例を、図８～１４に示す。図８に示されたゴムマウント６０は、分割マス側に取り付けられる第一の取付金具６２が、取付ボルト６４が立設された平坦な中央部分６６の長手方向両側に、それぞれ斜め下方に向かって延びる傾斜板部６８，６８が一体形成された屈曲板形状とされている

一方、住宅の構造部材側に取り付けられる第二の取付金具７０が、山形に屈曲して上方に突出せしめられた中央部分７２の両側にボルト孔７４を有する平板形状の取付板部７６，７６が一体形成された屈曲板形状とされている。そして、第一の取付金具６２の傾斜板部６８，６８が、それぞれ、第二の取付金具７０における中央部分７２の両側斜面７８，７８に対して、離間して対向位置せしめられており、それらの対向面間に、ゴム弾性体としての一対のゴムブロック８０，８０が介装されている。このような構造のゴムマウント６０においても、前記実施形態に係るゴムマウント（１６）と同様に、図８において紙面に垂直な方向に延びる水平方向の第一の弾性主軸の方向で水平方向におけるばね定数が最小となる一方、図中の左右方向に延びる水平方向の第二の弾性主軸の方向で水平方向におけるばね定数が最大となる。従って、このようなゴムマウント６０も、前記実施形態において有利に採用され得る。

【００５７】

また、図９～１０に示されたゴムマウント８２は、分割マス側に取り付けられる第一の取付金具８４が、略逆円錐台形状とされている一方、住宅の構造部材側に取り付けられる第二の取付金具８６が、大径の円筒形状とされている。そして、第一の取付金具８４の中心軸上で鉛直下方に離間した位置に第二の取付金具８６が配設されており、第一の取付金具８４の外周面と第二の取付金具８６の内周面との径方向対向面間に、中央部分が上方に向かって突出せしめられたテーパ付きの厚肉円環板形状を有するゴム弾性体８４が介装されており、該ゴム弾性体８４の内周面が第一の取付金具８４の外周面に加硫接着されていると共に、ゴム弾性体８４の外周面が第二の取付金具８６の内周面に加硫接着されている。また、このゴム弾性体８４には、第一の取付金具８４を径方向一方向に挟んだ両側部分に、それぞれ軸方向に貫通する一対のスリット８８，８８が形成されている。このような構造のゴムマウント８２においても、前記実施形態に係るゴムマウント（１６）と同様に、図１０中の上下方向で水平方向におけるばね定数が最小となる一方、図１０中の左右方向で水平方向におけるばね定数が最大となる。従って、このようなゴムマウント８２も、前記実施形態において有利に採用され得る。

【００５８】

また、図１１～１２に示されたゴムマウント９０は、分割マス側に取り付けられる第一の取付金具９２が、大径円筒形状とされている一方、住宅の構造部材側に取り付けられる第二の取付金具９４が、小径の円筒形状を有している。そして、第二の取付金具９４の径方向外方に離間して、且つ鉛直方向（図１１，１２中の上下方向）に偏心して第一の取付金具９２が配設されている。なお、第二の取付金具９４には、外周面上において水平方向両側に突出する平板形状のリテーナ９６，９６が固設されている。そして、これら第一の取付金具９２と第二の取付金具９４の径方向対向面間に、全体として略厚肉の円板形状を有するゴム弾性体９８が介装されており、該ゴム弾性体９８の外周面が第一の取付金具９２の内周面に加硫接着されていると共に、ゴム弾性体９８の内周面が第二の取付金具９４の外周面に加硫接着されている。また、このゴム弾性体９８には、第二の取付金具９４を鉛直方向に挟んだ両側部分に、それぞれ軸方向に貫通する一対のスリット１００，１０２が形成されており、分割マスの重量作用時における引張応力が軽減されるようになっている。なお、図示された外力が及ぼされていない状況下では、上側のスリット１００が大きく開口し、下側のスリット１０２が上下に潰れた形状となっているが、分割マスの重量が作用することにより、ゴム弾性体９８の弾性変形に伴って、上下のスリット１００，１０２が、略同じ大きさとなるようにされている。このような構造のゴムマウント９０においても、前記実施形態に係るゴムマウント（１６）と同様に、図１２中の左右方向（マウント軸方向）で水平方向におけるばね定数が最小となる一方、図１１中の左右方向（マウント軸直角方向）で水平方向におけるばね定数が最大となる。従って、このようなゴムマウント９０も、前記実施形態において有利に採用され得る。

【００５９】

また、図１３～１４に示されたゴムマウント１０６は、それぞれ矩形平板形状を有し、互いに離間して対向配置された第一の取付金具１０８と第二の取付金具１１０を有してい

ると共に、それら第一の取付金具１０８と第二の取付金具１１０の対向面間に矩形ブロック形状のゴム弾性体１１２が介装されている。そして、このゴム弾性体１１２の上下端面に、第一の取付金具１０８と第二の取付金具１１０がそれぞれ加硫接着されており、以て、第一の取付金具１０８と第二の取付金具１１０が本体ゴム弾性体１１２によって弾性的に連結されている。また、これら第一の取付金具１０８と第二の取付金具１１０には、各中央部分から上下外方に突出する取付ボルト１１４，１１６が固設されており、これらの取付ボルト１１４，１１６によって、第一の取付金具１０８が質量体側に取り付けられると共に、第二の取付金具１１０が住宅の構造部材側に取り付けられるようになっている。なお、かかるゴムマウント１０６は、そのマウント中心軸が略鉛直方向に延びる状態で装着せしめられ、装着状態下、第一の取付金具１０８と第二の取付金具１１０が、略鉛直方向で対向位置せしめられる。ここにおいて、本体ゴム弾性体１１２は、図１４に示されているように、その水平方向の切断面において、辺長：ａの短辺と辺長：ｂの長辺からなる長手矩形状を有している。このように隣接する２辺の長さが異なる本体ゴム弾性体１１２を採用したことによって、本実施形態のゴムマウント１０６においても、剪断変形に際して本体ゴム弾性体１１２に生ぜしめられる曲げ変形に対する変形し易さの違いから、図１４中の上下方向（本体ゴム弾性体１１２における一対の長辺の対向方向）で水平方向におけるばね定数が最小となる一方、図１４中の左右方向（本体ゴム弾性体１１２における一対の短辺の対向方向）で水平方向におけるばね定数が最大となる。従って、このようなゴムマウント１０６も、前記実施形態のゴムマウント１０６と同様な特性を有しており、前記実施形態において有利に採用され得る。

【００６０】

さらに、本発明においては、上述の如き異方性のゴムマウントの他、マウント中心軸に直交する軸直角方向のばね定数が何れの方向でも略一定とされたゴムマウントを採用することも可能である。例えば、図１５～１６に示されているように、それぞれ円板形状を有し、軸方向で互いに離間して対向配置された第一の取付金具１２０と第二の取付金具１２２を、それらの対向面間に介装された円形ブロック形状のゴム弾性体１２４によって弾性的に連結せしめた構造のゴムマウント１２６を採用することも可能である。そして、かかるゴムマウント１２６は、第一の取付金具１２０から軸方向外方（上方）に突設された第一の取付軸１２８が、質量体１４に対して、水平方向に延びる回動軸１３０の回りに揺動可能に取り付けられていると共に、第二の取付金具１２２から軸方向外方（下方）に突設された第二の取付軸１３２が、住宅の構造部材１８に固設されたブラケット１３４によって、ゴムマウント１２６における回動軸１３０回りの任意の回動状態においてボルト固定されるようになっている。要するに、ブラケット１３４には、回動軸１３０を中心とする円弧上に複数の位置決め孔１３６が貫設されており、何れかの位置決め孔１３６に挿通される固定ボルト１３８によって、ゴムマウント１２６の第二の取付軸１３２が固定的に支持されるようになっいる。そして、この第二の取付軸１３２のブラケット１３４に対するボルト固定位置を調節することによって、質量体１４を構造部材１８に対して弾性的に支持するゴムマウント１２６の中心軸１４０の鉛直線に対する傾斜角度：αが変更設定可能とされているのである。換言すれば、かかるゴムマウント１２６は、一つの鉛直面内で、回動軸１３０を中心として取付方向を調節可能とされているのである。

【００６１】

すなわち、このような構造とされたゴムマウント１２６においては、その取付方向としての傾斜角度：αを変更することによって、副振動系における水平方向のばね定数を変更することが出来るのであり、αの値を小さくしてゴムマウント１２６の中心軸を鉛直方向に近づける程、質量体１４の水平方向の変位に際してのゴム弾性体１２４の変形が剪断変形を主とするものとなって、水平方向のばね定数が小さくされる一方、αの値を大きくしてゴムマウント１２６の中心軸を水平方向に近づける程、質量体１４の水平方向の変位に際してのゴム弾性体１２４の変形が圧縮／引張変形を主とするものとなって、水平方向のばね定数が大きくされる。それ故、このようなゴムマウント１２６も、前記実施形態において分割マス１４を弾性支持するゴムマウントとして有利に採用され得るのである。

【００６２】
なお、かくの如きゴムマウント１２６は、その取付方向の変更に際しても、副振動系における水平方向の弾性主軸が一定に維持されるようにすることが望ましい。そのために、望ましくは、複数個のゴムマウント１２６を、質量体１４の重心：Ｏを通って水平方向に延びる２本の直交する対称軸としての弾性主軸：Ｘ，Ｙを挟んで、それぞれ対称位置するように配設すると共に、それらのゴムマウント１２６における取付方向を、かかる２本の弾性主軸：Ｘ，Ｙを挟んで対称となるように設定する。
【００６３】
より具体的には、例えば、図１６に示されているように、Ｘ軸を含む鉛直平面と平行な鉛直平面上でマウント中心軸の傾斜角度が変更調節可能とされた２対のゴムマウント１２６ａ～ｄと、Ｙ軸を含む鉛直平面と平行な鉛直平面上でマウント中心軸の傾斜角度が変更調節可能とされた２対のゴムマウント１２６ｅ～ｈを配設し、一方の対を為すゴムマウント１２６ａ～ｄの傾斜角度を互いに同一に設定すると共に、他方の対を為すゴムマウント１２６ｅ～ｈの傾斜角度を互いに同一に設定することによって、副振動系における水平方向の弾性主軸を一定に維持しつつ、水平方向の各弾性主軸方向でのばね定数を有利に変更調節することが可能となる。特に、図１６に記載のマウント配置形態を採用すれば、一方の弾性主軸：Ｘ方向でのばね定数と、他方の弾性主軸：Ｙ方向でのばね定数を、互いに独立的に設定することが出来るといった利点がある。
【００６４】
或いはまた、図１７に示されているように、質量体１４の重心：Ｏを通る２本の弾性主軸：Ｘ，Ｙを挟んで対称となるように、合計４個のゴムマウント１２６ａ～ｄを配設し、各ゴムマウント１２６ａ～ｄの質量体１４に対する取付方向を、２本の弾性主軸：Ｘ，Ｙに対する傾斜角度の対象性を維持しつつ、鉛直方向および水平方向に調節することによって、両弾性主軸：Ｘ，Ｙ方向のばね定数を同時に設定することも可能である。
【００６５】
更にまた、図１７に示されたゴムマウント１２６ａ～ｄの配設形態を採用する場合でも、各ゴムマウント１２６ａ～ｄを、Ｙ方向には回転させないで（水平方向には傾斜角度を変化させないで）、Ｘ軸を含む鉛直平面上だけでマウント中心軸の傾斜角度を変更することによっても、副振動系における水平二方向（Ｘ軸方向とＹ軸方向）でのばね定数比率（固有振動数比）を変更チューニングすることが可能である。けだし、図１５において、ゴムマウント１２６の傾斜角度（α）を鉛直面内で変化させた場合のばね定数の変化は、紙面に左右方向で大きく、紙面に垂直な方向では、ゴムマウント１２６のゴム弾性体１２４における弾性変形が剪断変形を主とするものであって、紙面に垂直な方向よりも小さいことから、ゴムマウント１２６の傾斜角度（α）を鉛直面内だけで変化させて大きくすることによって、副振動系における水平二方向（Ｘ軸方向とＹ軸方向）でのばね定数比率を大きくすることが可能となるのである。
【００６６】
さらに、各分割副振動系１７において、分割マス１４の構造部材１８に対する変位に際して減衰力を及ぼし得る減衰器も、必要に応じて採用可能である。
【００６７】
また、振動低減装置１０の配設位置も、例示の如き最上階の天井部分の他、床下部分等、建築構造物の構造や振動モード等を考慮して、適宜に変更可能である。更にまた、振動低減装置１０を構成する各分割副振動系１７を、それぞれ異なる箇所に設置することも可能である。
【００６８】
加えて、本発明は、例示の如き３階建の住宅の他、１階建や２階建、或いは４階建以上の住宅、或いは倉庫やビル，タワー等、各種の建築構造物用の振動低減装置に対して、何れも適用可能であることは、言うまでもない。
【００６９】
その他、一々列挙はしないが、本発明は、当業者の知識に基づいて、種々なる変更，修

正，改良等を加えた態様において実施され得るものであり、また、そのような実施態様が、本発明の趣旨を逸脱しない限り、何れも、本発明の範囲内に含まれるものであることは、言うまでもない。

【図面の簡単な説明】

【００７０】

【図１】本発明の一実施形態としての振動低減装置の建築構造物（住宅）への装着状態を示す概略図である。

【図２】図１に示された振動低減装置を構成する一つの分割副振動系を示す平面概略説明図である。

【図３】本発明に従う構造とされた振動低減装置の防振効果をシミュレーションで求めた結果を示すグラフである。

【図４】図１に示された振動低減装置に採用されているゴムマウントを示す正面図である。

【図５】図４に示されたゴムマウントの斜視図である。

【図６】図１に示された振動低減装置におけるゴムマウントの構造部材に対する取付部位の構造を説明するための平面図である。

【図７】図２に示された分割副振動系における固有振動数のチューニング性を示すグラフである。

【図８】図１に示された振動低減装置に採用され得るゴムマウントの別の構造例を示す正面図である。

【図９】図１に示された振動低減装置に採用され得るゴムマウントの更に別の構造例を示す縦断面図である。

【図１０】図８に示されたゴムマウントの平面図である。

【図１１】図１に示された振動低減装置に採用され得るゴムマウントの更に別の構造例を示す正面図である。

【図１２】図１０に示されたゴムマウントの縦断面図である。

【図１３】図１に示された振動低減装置に採用され得るゴムマウントの更に別の構造例を示す斜視図である。

【図１４】図１３に示されたゴムマウントの横断面図である。

【図１５】図１に示された振動低減装置に採用され得るゴムマウントの更に別の構造例を、副振動系への装着状態で示す正面図である。

【図１６】図１５に示されたゴムマウントを採用して構成された分割副振動系の一具体例を示す平面概略説明図である。

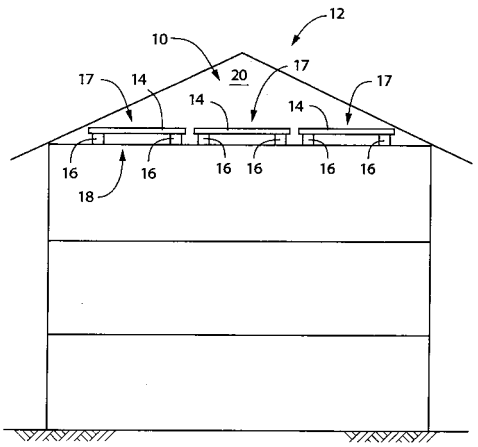
【図１７】図１５に示されたゴムマウントを採用して構成された分割副振動系の別の具体例を示す平面概略説明図である。

【符号の説明】

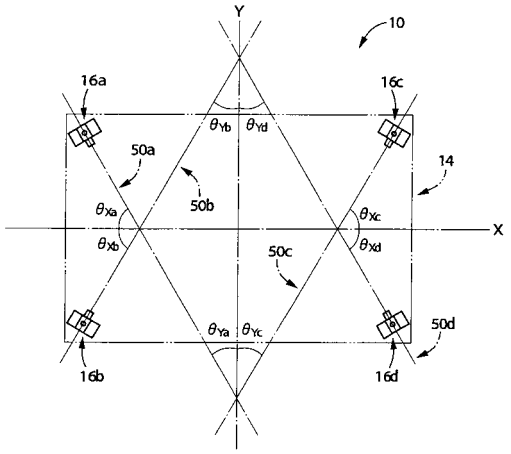
【００７１】

１０　振動低減装置
１２　住宅
１４　分割マス
１６　ゴムマウント
１８　構造部材
４２　位置決め片
４６　ボルト穴
４８　位置決めボルト

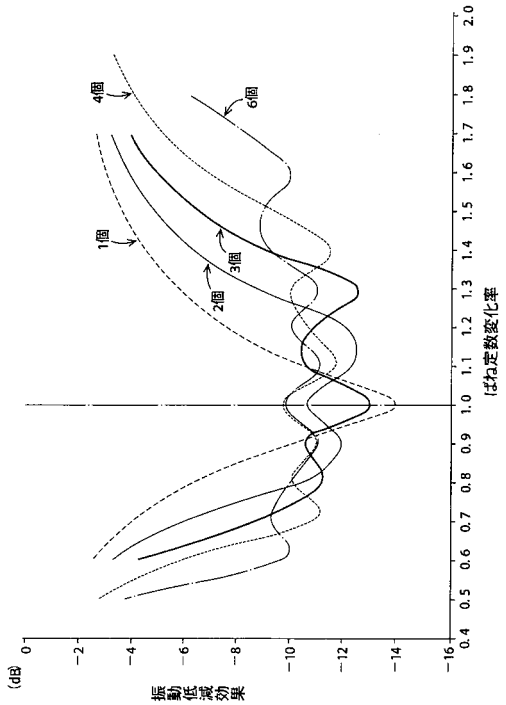
【図１】


12
10
20
17
14
16
18

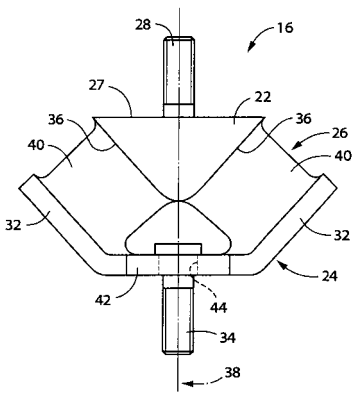
【図２】


Y
X
10
16a
16c
16b
16d
14
50a
50b
50c
50d
θYb
θYd
θYa
θYc
θXa
θXb
θXc
θXd

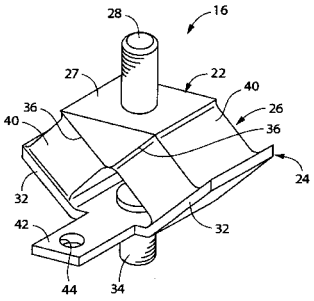
【図３】


4個
6個
1個
3個
2個
振動低減効果
(dB)
ばね定数変化率

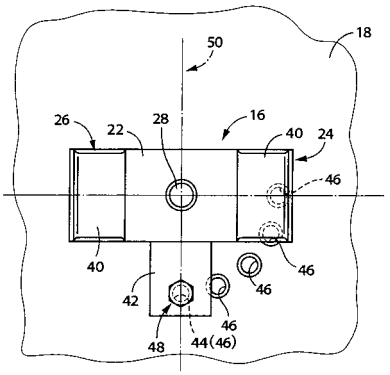
【図４】


16
28
27
22
36
26
40
32
24
42
44
34
38

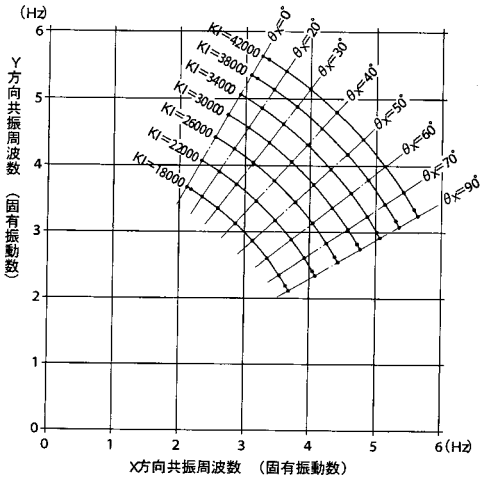
【図５】


16
28
27
22
40
26
36
40
36
24
32
32
42
44
34

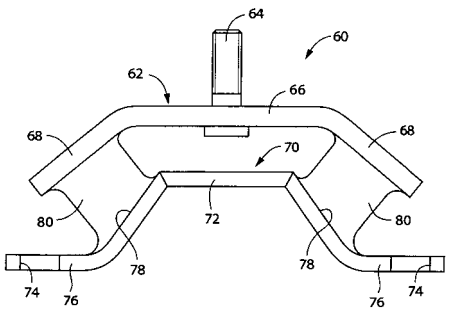
【図６】


50
18
26
22
28
16
40
24
46
40
46
42
46
48
44(46)

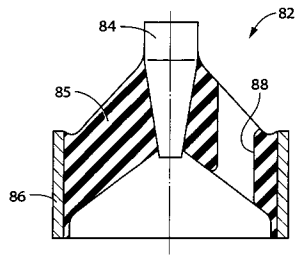
【図７】


(Hz)
Y方向共振周波数（固有振動数）
X方向共振周波数 （固有振動数）
KI=42000
KI=38000
KI=34000
KI=30000
KI=26000
KI=22000
KI=18000
θx=0°
θx=20°
θx=30°
θx=40°
θx=50°
θx=60°
θx=70°
θx=90°
0
1
2
3
4
5
6(Hz)

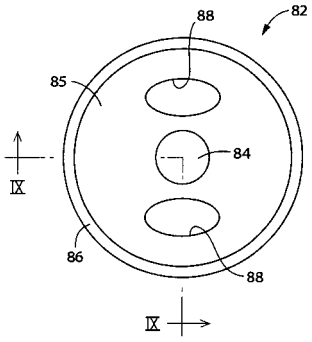
【図８】


64
60
62
66
68
68
70
80
72
80
78
78
74
76
76
74

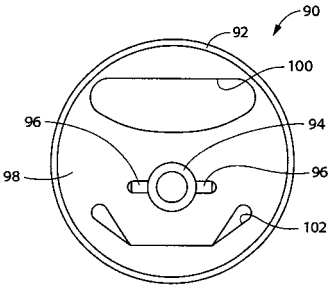
【図９】



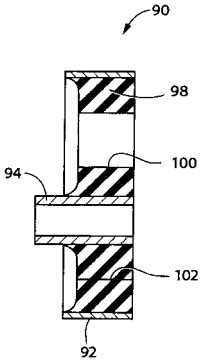
【図１０】



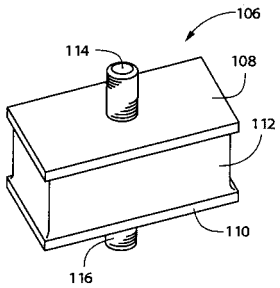
【図１１】



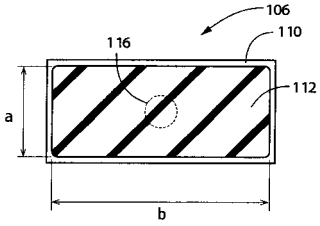
【図１２】



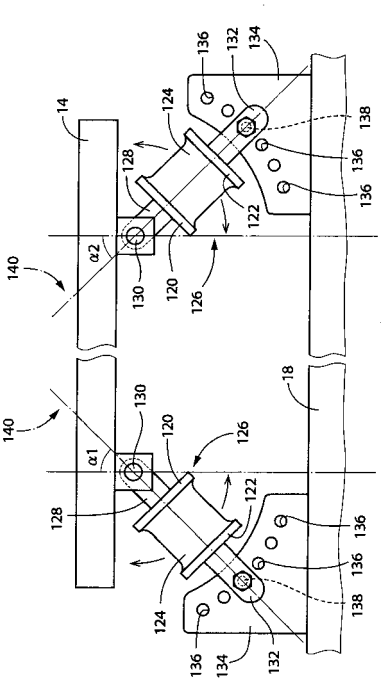
【図１３】



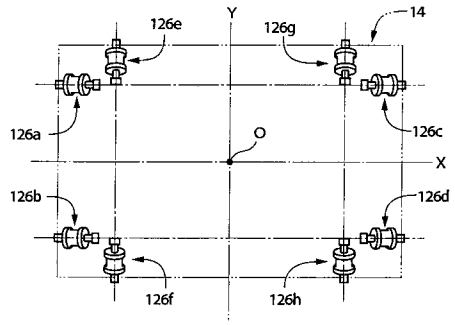
【図１４】



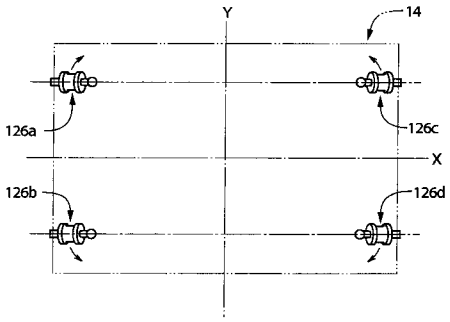
【図１５】



【図１６】


Y
126e
126g
14
126a
O
126c
X
126b
126d
126f
126h

【図１７】


Y
14
126a
126c
X
126b
126d

フロントページの続き

(72)発明者　内山　高
愛知県小牧市大字北外山字哥津３６００番地　東海ゴム工業株式会社内

審査官　新井　夕起子

(56)参考文献　特開平０５－１４９０２６（ＪＰ，Ａ）
特開平１０－０８２４４９（ＪＰ，Ａ）
特開平０４－２１３６５０（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－１４６６５５（ＪＰ，Ａ）
特開平０７－２５９９１１（ＪＰ，Ａ）
特開平０２－２２１５７０（ＪＰ，Ａ）
特開平０８－３３８４６７（ＪＰ，Ａ）
特開平０３－０７４６４９（ＪＰ，Ａ）
実開平０２－０３０５５３（ＪＰ，Ｕ）
特開昭５５－１０３１３１（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｅ０４Ｂ　　１／９８
Ｅ０４Ｈ　　９／０２
Ｅ０４Ｈ　　９／１４
Ｆ１６Ｆ　１５／０２