

(19)日本国特許庁 (J P)

(12)特許公報 (B 2)

(11)特許番号

特許第3486673号

(P 3 4 8 6 6 7 3)

(45)発行日 平成16年 1月13日(2004.1.13)

(24)登録日 平成15年10月31日(2003.10.31)

(51)Int.Cl.⁷

識別記号

F I

B06B 1/04

B06B 1/04

A

1/14

1/14

B63B 43/00

B63B 43/00

A

F16F 15/02

F16F 15/02

A

C

請求項の数 5 (全 8 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2000 - 273626(P 2000 - 273626)

(73)特許権者 390014306

防衛庁技術研究本部長

東京都新宿区市谷本村町 5 番 1 号

(22)出願日 平成12年 9月 8日(2000.9.8)

(72)発明者 堤 厚博

東京都練馬区下石神井 1 - 14 - 3

(65)公開番号 特開2002 - 79178(P 2002 - 79178 A)

(43)公開日 平成14年 3月19日(2002.3.19)

(72)発明者 鎌形 将人

埼玉県志木市柏町 2 - 27 - 24

審査請求日 平成12年 9月 8日(2000.9.8)

(72)発明者 岡本 慶雄

東京都目黒区中目黒 2 - 2 - 30 A - 50

7

(74)代理人 100067323

弁理士 西村 教光

審査官 西村 泰英

(56)参考文献 特開 平 9 - 41715 (J P , A)

特開 昭63 - 221410 (J P , A)

最終頁に続く

(54)【発明の名称】能動振動減衰電磁加振機及び能動振動減衰制御方法

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】 構造部材上の防振用弾性体に支持される架台上に振動源が載置され、前記架台上に複数設けられる電磁加振機であって、前記架台上に固定される支持部と、該支持部上に支持用弾性体にて支持される慣性質量である永久磁石と、該永久磁石と前記支持部との間に設けられ、該支持部に固定され電磁力を発生する電磁コイルと、支持用弾性体と支持部との間に配設され、前記永久磁石から前記支持用弾性体を通して前記支持部に伝達される力を検出する検出手段と、前記支持部上に設けられ、該支持部の変位、速度を検出する検出手段と、を備え、

2

検出した支持部の速度に能動減衰係数を掛け、これと検出した支持用弾性体を伝わる伝達力を加えた信号を増幅し、前記支持用弾性体より伝わる力と前記電磁コイルによる電磁力の合計の力を前記支持部の変位、速度に比例させ、機械・防振支持系の固有振動数を変化させることなく直接速度フィードバック制御を行い、防振ゴム等による弾性支持方式における共振による振動伝搬の増大を押さえることを特徴とする能動振動減衰電磁加振機。

【請求項 2】 請求項 1 記載の能動振動減衰電磁加振機における前記支持部の速度の検出手段において、前記支持部の加速度を加速度センサにより検出し、これを積分して速度に変換する速度検出方法を具備することを特徴とする能動振動減衰制御方法。

【請求項 3】 請求項 1 記載の能動振動減衰電磁加振機において、前記支持用弾性体を通して伝達される力の検

10

出手段にかわり、支持部と永久磁石の相対変位を変位センサにより検出し、これに支持用弾性体のばね定数を掛けて伝達力に変換する伝達力検出方法を具備することを特徴とする能動振動減衰制御方法。

【請求項 4】 請求項 1 記載の能動振動減衰電磁加振機において、前記支持用弾性体を通して伝達される力の検出手段にかわり、支持部と永久磁石の相対速度を速度センサにより検出し、これを積分し、支持用弾性体のばね定数を掛けて伝達力に変換する伝達力検出方法を具備することを特徴とする能動振動減衰制御方法。

【請求項 5】 請求項 1 記載の能動振動減衰電磁加振機において、前記支持用弾性体を通して伝達される力の検出手段にかわり、支持部の加速度と永久磁石の加速度を加速度センサにより検出し、これを 2 回積分し、これらの差に支持用弾性体のばね定数を掛けて伝達力に変換する伝達力検出方法を具備することを特徴とする能動振動減衰制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、能動振動減衰装置とその制御方法に係り、より詳しくは、機械・防振支持系の共振周波数帯域にある振動成分の防振効果を向上させる能動振動減衰用電磁加振機とその制御方法に関する。

【0002】

【従来の技術】建物や船などの構造部材の機械的振動は起振源である機械の振動の伝搬によって生じる。このため、構造部材の振動の低減には、起振源からの振動の伝搬を遮断することが大きな効果を持つ。従来こうした起振源からの振動を抑制する方法としては、起振源の支持部に防振ゴム等の防振用弾性体を挿入する受動的な方法が一般的に用いられてきた。防振ゴム等の防振用弾性体による支持は広い周波数帯にわたって振動遮断効果をもつが、防振用弾性体と起振源で構成される機械・防振支持系に共振が起こり、この共振周波数付近では振動が増幅される欠陥があった。このため、加振機で振動を与えて制振する能動振動減衰制御が考えられるようになった。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】共振時の能動防振として、振動を低減する部分の速度に比例する力をその速度検出部に加えることによって制振する直接速度フィードバック法が知られている。この方法を起振源である機械を防振用弾性体により支持して振動遮断する方法に適用する場合に、機械と建物や船などの構造部材の間に加振機を挿入して制振用の力を作用させると、この制振用の力が支持構造材に伝達され制振効果を発生できない。そのため、慣性質量を加振機で動かし、その反力で制振用の力を発生させる必要がある。このような慣性質量をもつ構造の加振機は市販されている。しかし、慣性質量を

もつ構造の加振機は、慣性質量を重力に抗して支える支持用弾性体が必要であるため、慣性質量を動かす加振機の力以外に慣性質量を支える支持用弾性体より伝わる力があり、加振機の電磁コイルに入力する電圧を前記の速度に比例させても計画の振動減衰効果が得られない。

【0004】本発明は、上記課題を解決するためになされたもので、その目的は機械・防振支持系の共振周波数帯における防振効果を向上させる能動振動減衰電磁加振機と能動振動減衰制御方法を提供することにある。

10 【0005】

【課題を解決するための手段】前記の目的を達成するため、本発明の能動振動減衰用電磁加振機 7 は、構造部材 10 上の防振用弾性体 9 に支持される架台上に振動源である機械 8 が載置され、前記架台上に複数設けられる電磁加振機であって、前記架台上に固定される支持部 4 と、該支持部 4 上に支持用弾性体 2 にて支持される慣性質量である永久磁石 1 と、該永久磁石 1 と前記支持部 4 との間に設けられ、該支持部 4 に固定され電磁力を発生する電磁コイル 3 と、支持用弾性体 2 と支持部 4 との間に配設され、前記永久磁石 1 から前記支持用弾性体 2 を通して前記支持部 4 に伝達される力を検出する検出手段 5 と、前記支持部 4 上に設けられ、該支持部 4 の変位、速度を検出する検出手段 6 と、を備え、検出した支持部 4 の速度に能動減衰係数を掛け、これと検出した支持用弾性体 2 を伝わる伝達力を加えた信号を増幅し、前記支持用弾性体 2 より伝わる力と前記電磁コイル 3 による電磁力の合計の力を前記支持部 4 の変位、速度に比例させ、機械・防振支持系の固有振動数を変化させることなく直接速度フィードバック制御を行い、防振ゴム等による弾性支持方式における共振による振動伝搬の増大を押さえることを特徴とする。

20 【0006】また、本発明の能動振動減衰制御方法は、前記能動振動減衰電磁加振機 7 における前記支持部 4 の速度の検出手段において、前記支持部 4 の加速度を加速度センサ 14 により検出し、これを積分して速度に変換する速度検出方法を具備することを特徴とする。

30 【0007】さらに、本発明の能動振動減衰制御方法は、前記能動振動減衰電磁加振機 7 において、前記支持用弾性体 2 を通して伝達される力の検出手段 5 にかわり、支持部 4 と永久磁石 1 の相対変位を変位センサ 16 により検出し、これに支持用弾性体 2 のばね定数を掛けて伝達力に変換する伝達力検出方法を具備することを特徴とする。

40 【0008】また、本発明の能動振動減衰制御方法は、前記能動振動減衰電磁加振機 7 において、前記支持用弾性体 2 を通して伝達される力の検出手段 5 にかわり、支持部 4 と永久磁石 1 の相対速度を速度センサ 18 により検出し、これを積分し、支持用弾性体 2 のばね定数を掛けて伝達力に変換する伝達力検出方法を具備することを特徴とする。

50

【 0 0 0 9 】さらに、本発明の能動振動減衰制御方法は、前記能動振動減衰電磁加振機 7 において、前記支持用弾性体 2 を通して伝達される力の検出手段 5 にかわり、支持部 4 の加速度と永久磁石 1 の加速度を加速度センサ 1 9 により検出し、これを 2 回積分し、これらの差に支持用弾性体 2 のばね定数を掛けて伝達力に変換する伝達力検出方法を具備することを特徴とする。

【 0 0 1 0 】

【 作 用 】上記の方法によると、電磁加振機の慣性質量を支える支持用弾性体より伝わる伝達力と支持部の速度を検出し、これを加えた信号を電磁加振機に増幅して入力しているため、電磁加振機の慣性質量を支える支持用弾性体を伝わる力と電磁コイルによる電磁力の合計の力を支持部の速度に比例させ、機械・防振支持系の固有振動数を変化させることなく直接速度フィードバック制御を実現でき、防振ゴム等による弾性支持方式の共振による振動伝搬の増大を押さえることができる。

【 0 0 1 1 】

【 発明の実施の形態 】発明の実施の形態を実施例にもとづき図面を参照して説明する。第 1 図は本発明の伝達力と速度の検出手段を取り付けた能動振動減衰電磁加振機 7 である。支持用弾性体 2 によって支えられた永久磁石 1 は慣性質量としても作用する。前記永久磁石 1 と支持

$$M \frac{d^2 z}{dt^2} + G \frac{dz}{dt} + Sz = F + F_T$$

【 0 0 1 4 】となる。再び第 1 図において、支持部 4 は機械に取り付けられているため変位は z である。永久磁石 1 と支持部 4 の相対変位を y 、永久磁石 1 の変位を x 、永久磁石 1 の質量を m 、支持用弾性体の減衰定数を c 、支持用弾性体のばね定数を k とすると、能動振動減衰電磁加振機 7 の運動方程式は、

【 0 0 1 5 】

【 数 2 】

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} + c \frac{dy}{dt} + ky = f$$

【 0 0 1 6 】ここで、 f は電磁コイル 3 に電気を流すことによって生じる電磁コイルの電磁力である。能動振動減衰用電磁加振機 7 から機械 8 に伝達される力 F_T は、

【 0 0 1 7 】

$$M \frac{d^2 z}{dt^2} + (G + b) \frac{dz}{dt} + Sz = F$$

側に固定された電磁コイル 3 によって力を発生する。前記支持用弾性体 2 を通して伝達される力の検出手段 5 は、支持部 4 と支持用弾性体 2 の間の円周上に取り付けられる。速度の検出手段 6 は支持部 4 に取り付けられる。この構造により、支持用弾性体からの伝達力と支持部の速度が検出できるので、本発明の能動振動減衰制御方法を用いて、直接速度フィードバックによる能動振動減衰が実現できる。伝達力の検出手段 5 は市販の力センサを、速度の検出手段 6 は市販の速度センサをそのまま使用することができる。

【 0 0 1 2 】第 2 図は本発明の能動振動減衰制御方法を説明する図である。本発明の能動振動減衰電磁加振機 7 が振動源である機械 8 に複数個取り付けられる。振動源である機械 8 は防振用弾性体 9 によって支持され、建物や船体などの構造部材 10 への振動を遮断している。ここで、振動源である機械 8 の質量を M 、防振用弾性体 9 のばね定数を S 、防振用弾性体 9 の減衰定数を G 、機械内部の起振力を F 、能動振動減衰電磁加振機 7 から機械 8 に伝達される力を F_T 、機械 8 の変位を z とすると、機械・防振支持系の運動方程式は、

【 0 0 1 3 】

【 数 1 】

【 数 3 】

$$F_T = -f + c \frac{dy}{dt} + ky$$

【 0 0 1 8 】式 (3) の F_T が、

【 0 0 1 9 】

【 数 4 】

$$F_T = -b \frac{dz}{dt}$$

【 0 0 2 0 】であるとき、これを式 (1) に代入すると、

【 0 0 2 1 】

【 数 5 】

【 0 0 2 2 】となる。これは、機械の運動方程式の減衰定数が防振弾性体 8 の減衰定数 G に新たに能動減衰係数 b が加わり、共振時の振幅を低減できることを示している。式 (4) の制御を行うためには、これが式 (3)

$$f = b \frac{dz}{dt} + c \frac{dy}{dt} + ky = b \frac{dz}{dt} + F_s$$

【 0 0 2 4 】でなければならない。ここで、F_s は支持用弾性体 2 を通して支持部 4 に伝わる伝達力で、式 (7) で現され、伝達力の検出手段 5 により検出し、制御に利用される。

【 0 0 2 5 】

【 数 7 】

$$F_s = c \frac{dy}{dt} + ky$$

【 0 0 2 6 】式 (6) における d z / d t は支持部の速

$$M \frac{d^2 z}{dt^2} + (G + b + c) \frac{dz}{dt} + (S + k)z = F + c \frac{dx}{dt} + kx$$

【 0 0 2 8 】となるため、機械・防振支持系の固有振動数を変化させ、設計の防振支持効果が得られない。第 3 図は本発明の防振効果を表す。横軸は周波数、縦軸は機械の振動振幅であり、A は式 (1) の能動防振をしていない場合、B は式 (6) の本発明の制御法を用いた場合、C は従来手法の式 (8) の場合である。D は機関の回転成分など防振したい基本の周波数を表している。式 (8) による従来方法では、ある程度の減衰効果は得られても固有振動数が変化して、本来振動を大きく低減したい周波数に機械・防振支持系の固有振動数が移り、この周波数で振動が増大する欠点がある。これに比べて、本発明の方法は初期設計の固有振動数を変化させることなく、共振振幅を大きく減衰させることができる。第 4 図は能動振動減衰制御方法のブロック線図である。係数器 1 1 によって式 (6) の能動減衰係数 b を、速度の検出手段 6 で検出した支持台 4 の速度に掛ける。これと伝達力の検出手段 5 で検出した支持用弾性体 2 を伝わる力を加算器 1 2 で加え、この信号を増幅器 1 3 で増幅して電磁コイル 3 に入力する。

【 0 0 2 9 】第 5 図は支持部の速度の検出手段にかわり、支持部の加速度を加速度センサにより検出し、これを積分して速度に変換する速度検出方法における加速度センサ 1 4 の取り付け状況を示す。第 6 図は加速度センサ 1 4 の信号を積分器 1 5 に入力し、これを積分して速度信号変換する場合の制御ブロック線図である。

【 0 0 3 0 】第 7 図は支持用弾性体を通して伝達される

と等しいため、電磁コイル 3 の電磁力は

【 0 0 2 3 】

【 数 6 】

度の検出手段 6 によって検出される。式 (6) の制御は、検出した支持部の速度に能動減衰係数 b を掛け、これと検出した支持用弾性体を伝わる伝達力 F_s を加えた後、増幅した電圧を電磁加振機の電磁コイル 3 に入力することにより実現される。従来方式では、支持用弾性体を伝わる伝達力 F_s を検出しない。仮に、式 (6) の F_s = 0 で制御した場合には、機械・防振支持系の運動方程式は、

【 0 0 2 7 】

【 数 8 】

伝達力の検出手段にかわり、支持部と永久磁石の相対変位を変位センサにより検出し、これに支持部のばね定数 k を掛けて伝達力に変換する伝達力検出方法における変位センサ 1 6 の取り付け状況図である。変位センサ 1 6 はその一端を永久磁石 1 に他端を支持台 4 に取り付け、これらの間の相対変位を検出する。

【 0 0 3 1 】第 8 図は伝達力の検出手段にかわり、支持部と永久磁石の相対変位を変位センサにより検出する場合の制御ブロック線図である。変位センサ 1 6 によって検出された信号は係数器 1 7 で支持用弾性体 2 のばね定数 k を掛けて、支持用弾性体 2 を伝わる力に変換する。この場合、支持用弾性体 2 の減衰係数 c より伝わる力は、支持用弾性体 2 のばね定数 k により伝わる力に比べて小さく無視できると仮定する。無視できない場合は変位を微分し、これに支持用弾性体 2 の減衰係数 c を掛けたものを加える演算を追加する。第 1 図のように、伝達力の検出手段 5 が力センサの場合は、弾性体の下部全てに複数個または、弾性体が円周状である場合にも 3 個以上の複数個を円周上に取り付け、これらの和を伝達力とする計算が必要である。さらに、弾性体 2 と支持部 4 を力センサで結合することになり、複雑な取り付け手段が必要である。

【 0 0 3 2 】第 9 図は支持用弾性体を通して伝達される伝達力の検出手段にかわり、支持部と永久磁石の相対速度を速度センサにより検出し、これを積分し、支持部のばね定数を掛けて伝達力に変換する伝達力検出方法にお

10

30

40

50

ける速度センサ 18 の取り付け状況図である。速度センサ 18 はその一端を永久磁石 1 に他端を支持台 4 に取り付け、これらの間の相対速度を検出する。第 10 図は伝達力の検出手段にかわり、支持部と永久磁石の相対速度を速度センサにより検出する場合の制御ブロック線図である。速度センサ 18 によって検出された信号は積分器 15 で積分して変位に変換し、その後、係数器 17 で支持用弾性体 2 のばね定数 k を掛けて、支持用弾性体 2 を伝わる力に変換する。この場合、支持用弾性体 2 の減衰係数 c より伝わる力は、支持用弾性体 2 のばね定数 k により伝わる力に比べて小さく無視できると仮定する。無視できない場合は速度センサ 18 によって検出された速度に支持用弾性体 2 の減衰係数 c を掛けたものを、ばね定数 k による伝達力に加える演算を追加する。

【0033】第 11 図は支持用弾性体を通して伝達される伝達力の検出手段にかわり、支持部の加速度と永久磁石部の加速度を加速度センサにより検出し、これを 2 回積分し、これらの差に支持部のばね定数を掛けて伝達力に変換する伝達力検出方法における加速度センサの取り付け状況を示す。第 11 図の場合、支持部の速度検出を第 6 図の加速度センサ 14 の信号を積分して速度に変換する方法を採用し、加速度センサ 14 の信号を伝達力検出用の支持部の加速度センサとして併用している。永久磁石 1 の加速度を検出する加速度センサ 19 は永久磁石 1 に取り付ける。第 12 図は伝達力の検出手段にかわり、支持部と永久磁石の相対加速度をそれぞれに取り付けた加速度センサにより検出する場合の制御ブロック線図である。加速度センサ 19 によって検出した信号と加速度センサ 14 によって検出した信号の差を引き算器 20 によって計算する。これを積分器 15 で速度に、さらにもう一台の積分器 15 で変位に変換し、その後、係数器 17 で支持用弾性体 2 のばね定数 k を掛けて、支持用弾性体 2 を伝わる力に変換する。相対変位とするための差を取る計算は積分の後でもよい。この場合、支持用弾性体 2 の減衰係数 c より伝わる力は、支持用弾性体 2 のばね定数 k により伝わる力に比べて小さく無視できると仮定する。無視できない場合は第 1 回目の積分後の信号である相対速度に支持用弾性体 2 の減衰係数 c を掛けたものを、ばね定数 k による伝達力に加える演算を追加する。

【0034】第 13 図は従来技術による能動振動減衰制御方法のブロック線図である。係数器 11 によって能動減衰係数 b を増幅器 13 で増幅して電磁コイル 3 に入力する。制御回路は簡単であるが、上述のように精緻な制御を行うことができないため、固有振動数を変化させ、本来振動を低減したい周波数で振動が増大する欠点がある。

【0035】

【発明の効果】本発明は、以上説明したように構成されているので、以下に記載されるような効果を奏する。

【0036】本発明の能動振動減衰電磁加振機によれば、電磁加振機の慣性質量を支える弾性体より伝わる伝達力と支持部の速度の検出手段を取り付けているので、直接速度フィードバック制御が実現でき、防振ゴム等による弾性支持法の共振による振動伝搬の増大を押さえることができる。

【0037】本発明の能動振動減衰制御方法によれば、前記能動振動減衰電磁加振機において、検出した支持部の速度に能動減衰係数を掛け、これと検出した支持用弾性体を伝わる伝達力を加えた後、増幅した電圧を前記電磁加振機の電磁コイルに入力するので、直接速度フィードバック制御が実現でき、機械・防振支持系の固有振動数を変化させることなく、防振ゴム等による弾性支持法の共振による振動伝搬の増大を押さえることができる。

【0038】本発明の速度検出法によれば、前記能動振動減衰電磁加振機において、支持部の速度の検出手段にかわり、支持部の加速度を加速度センサにより検出し、これを積分して速度に変換するので、大型・高価である速度センサに代わり小型・低価格の加速度センサが使用でき、かつ、取り付けが簡便化される。

【0039】本発明の第 1 の伝達力検出方法によれば、前記能動振動減衰電磁加振機において、支持用弾性体を通して伝達される伝達力の検出手段にかわり、支持部と永久磁石の相対変位を変位センサにより検出し、これに支持部のばね定数を掛けて伝達力に変換するので、支持用弾性体の下部に複数の力センサを取り付ける必要がなく、構造が簡略化される。

【0040】本発明の第 2 の伝達力検出方法は、前記能動振動減衰電磁加振機において支持用弾性体を通して伝達される伝達力の検出手段にかわり、支持部と永久磁石の相対変位を速度センサにより検出し、これを積分し、支持部のばね定数を掛けて伝達力に変換するので、支持用弾性体の下部に複数の力センサを取り付ける必要がなく、構造が簡略化される。

【0041】本発明の第 3 の伝達力検出方法によれば、前記能動振動減衰電磁加振機において、支持用弾性体を通して伝達される伝達力の検出手段にかわり、支持部の加速度と永久磁石の加速度を加速度センサにより検出し、これを 2 回積分し、これらの差に支持部のばね定数を掛けて伝達力に変換するので、支持用弾性体の下部に複数の力センサを取り付ける必要がなく、構造が簡略化され、センサの取り付けも容易になる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の能動振動減衰電磁加振機の断面図である。

【図 2】本発明の能動振動減衰制御方法を説明する図である。

【図 3】本発明の防振効果を説明する図である。

【図 4】本発明の能動振動減衰制御方法の制御ブロック線図である。

【図 5】支持部の速度の検出手段にかわり、加速度を速度に変換する場合の速度センサの取り付け状況図である。

【図 6】加速度を速度信号変換する場合の制御のブロック線図である。

【図 7】伝達力の検出手段にかわり、相対変位から伝達力を求める場合の変位センサ取り付け状況図である。

【図 8】相対変位から伝達力を求める場合の制御ブロック線図である。

【図 9】伝達力の検出手段にかわり、相対速度から伝達力を求める場合の速度センサの取り付け状況図である。

【図 10】相対速度から伝達力を求める場合の制御ブロック線図である。

【図 11】伝達力の検出手段にかわり、支持部と永久磁石の加速度から伝達力を求める場合の加速度センサの取り付け状況図である。

【図 12】加速度から伝達力を求める場合の制御ブロック線図である。

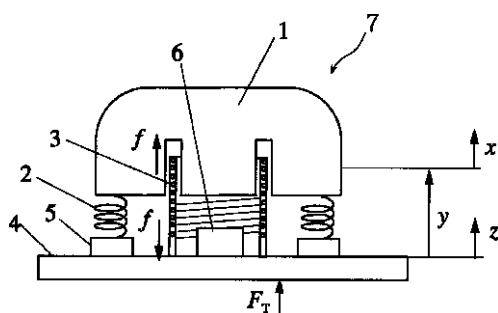
【図 13】従来技術による能動振動減衰制御方法のブロック線図である。

【符号の説明】

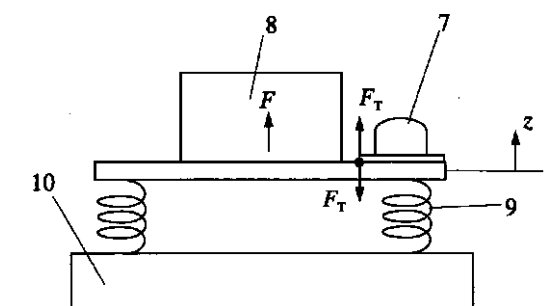
- 1 永久磁石
- 2 支持用弾性体

- 3 電磁コイル
- 4 支持部
- 5 伝達力の検出手段
- 6 速度の検出手段
- 7 能動振動減衰電磁加振機
- 8 機械
- 9 防振用弾性体
- 10 構造部材
- 11 係数器
- 12 加算器
- 13 増幅器
- 14 加速度センサ
- 15 積分器
- 16 変位センサ
- 17 係数器
- 18 速度センサ
- 19 加速度センサ
- 20 引き算器
- A 能動防振をしていない場合
- B 本発明の制御法の場合
- C 従来手法の場合
- D 機関の基本周波数

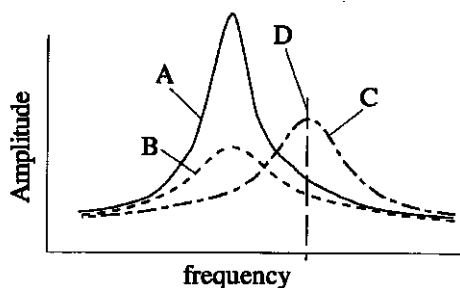
【図 1】



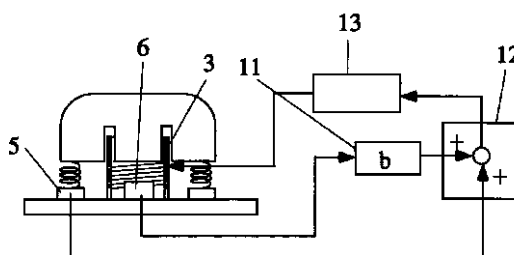
【図 2】



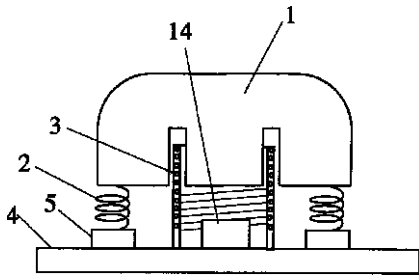
【図 3】



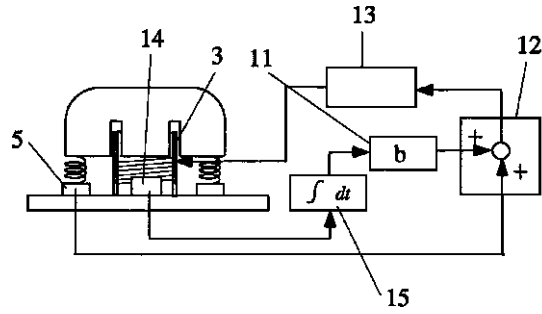
【図 4】



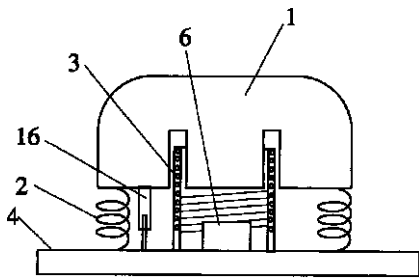
【 図 5 】



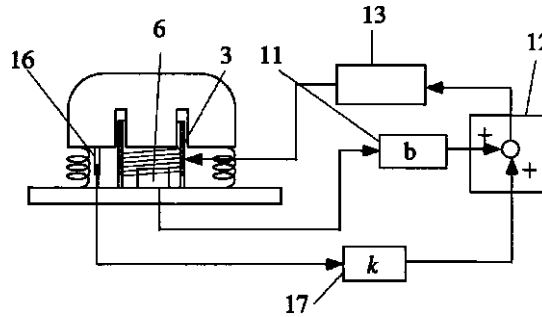
【 図 6 】



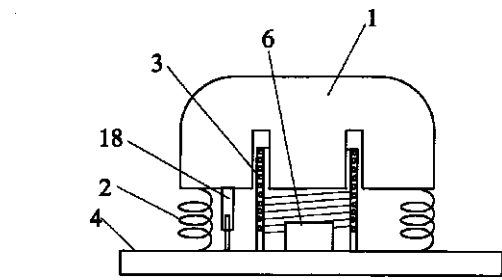
【 図 7 】



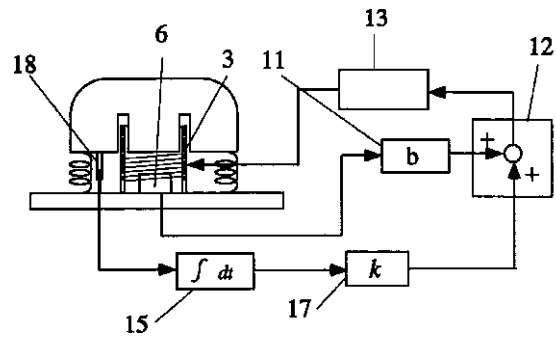
【 図 8 】



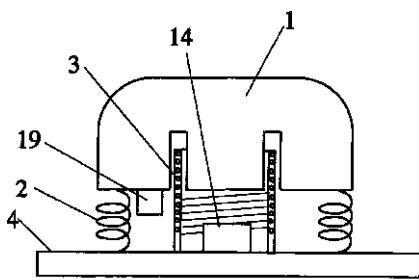
【 図 9 】



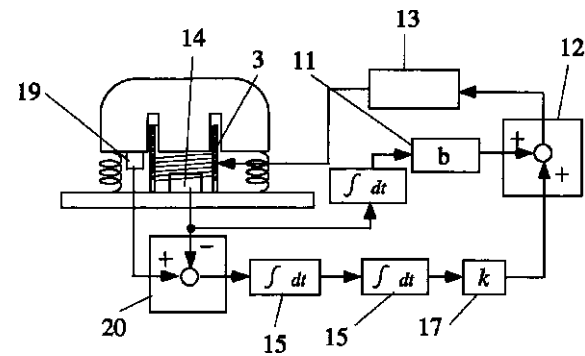
【 図 10 】



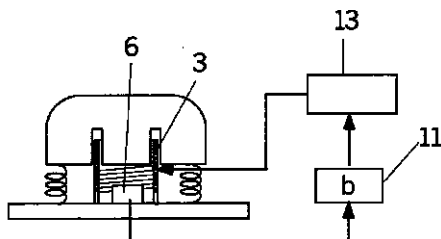
【 図 11 】



【 図 12 】



【図 1 3】



フロントページの続き

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	
F 1 6 F 15/03		F 1 6 F 15/03	G
H 0 2 K 33/06		H 0 2 K 33/06	
33/16		33/16	A

(58) 調査した分野(Int.Cl.⁷, D B 名)

- B06B 1/04
- B06B 1/14
- F16F 15/02