

(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2018-103298  
(P2018-103298A)

(43) 公開日 平成30年7月5日(2018.7.5)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>B23Q 11/00 (2006.01)</b>	B23Q 11/00	A 3C011
<b>B23Q 1/00 (2006.01)</b>	B23Q 1/00	H 3C048
<b>B23Q 1/01 (2006.01)</b>	B23Q 1/01	Z 3J048
<b>F16F 15/02 (2006.01)</b>	F16F 15/02	C

審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2016-251401 (P2016-251401)  
(22) 出願日 平成28年12月26日 (2016.12.26)

(71) 出願人 000146847  
DMG森精機株式会社  
奈良県大和郡山市北郡山町106番地  
(74) 代理人 100100158  
弁理士 鮫島 睦  
(74) 代理人 100101454  
弁理士 山田 卓二  
(74) 代理人 100131808  
弁理士 柳橋 泰雄  
(72) 発明者 樋口 洋介  
奈良県大和郡山市北郡山町106番地 DMG森精機株式会社内  
(72) 発明者 今別府 泰宏  
奈良県大和郡山市北郡山町106番地 DMG森精機株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 振動抑制装置、工作機械及び振動抑制方法

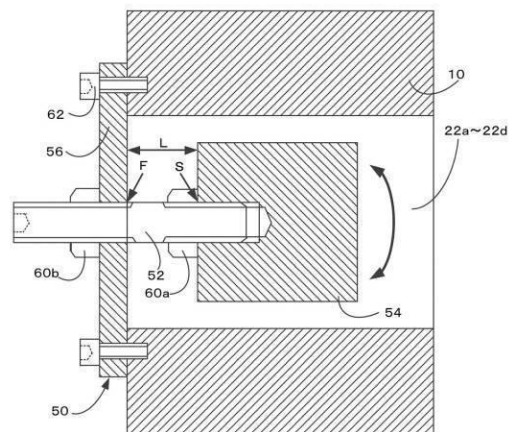
(57) 【要約】

【課題】

工作機械のような構造物の振動を効果的に抑制でき、かつ発生する振動の特性が異なる場合に、容易な調整で振動を効果的に抑制できる振動抑制装置、この振動抑制装置を備えた工作機械、及びこの振動抑制装置を用いた振動抑制方法を提供する。

【解決手段】 構造物10に固定されて片持ち梁の固定端となる第1の位置F及び自由端側の第2の位置Sを有する撓み部材52と、第2の位置Sにおいて撓み部材52に取り付けられた錘54とを備え、第1の位置F及び第2の位置Sの間の距離Lを変更する調整機構を有する構造物10の振動抑制装置50、この振動抑制装置50を備えた工作機械、及びこの振動抑制装置50を用いた振動抑制方法を提供する。

【選択図】 図4



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

構造物に固定されて片持ち梁の固定端となる第 1 の位置及び自由端側の第 2 の位置を有する撓み部材と、

前記第 2 の位置において前記撓み部材に取り付けられた錘と、  
を備え、

前記第 1 の位置及び前記第 2 の位置の間の距離を変更する調整機構を有することを特徴とする構造物の振動抑制装置。

## 【請求項 2】

前記錘が、前記構造物の内側に設けられた空間内に前記構造物と接触しないように配置されていることを特徴とする請求項 1 に記載の振動抑制装置。 10

## 【請求項 3】

前記撓み部材が、軸状の形状を有することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の振動抑制装置。

## 【請求項 4】

前記撓み部材が前記第 1 の位置でベースプレートに取り付けられ、前記ベースプレートが前記構造物に固定されていることを特徴とする請求項 1 から 3 の何れか 1 項に記載の振動抑制装置。

## 【請求項 5】

前記ベースプレートに貫通穴が明けられ、 20

前記撓み部材が、前記ベースプレートの両面側から突出するように前記貫通穴に挿入されており、前記撓み部材及び前記ベースプレートの相対的な位置を変更することにより、前記第 1 の位置及び前記第 2 の位置の間の距離を変更することを特徴とする請求項 4 に記載の振動抑制装置。

## 【請求項 6】

請求項 1 から 5 の何れか 1 項に記載の振動抑制装置を取り付けた工作機械であって、

前記構造物が、前記工作機械のサドル、コラムまたは工具台であることを特徴とする工作機械。

## 【請求項 7】

請求項 1 から 5 の何れか 1 項に記載の振動抑制装置を用いて前記構造物の振動を抑制する方法であって、 30

前記錘が取り付けられた前記撓み部材の振動の位相が、前記構造物の振動の位相と逆位相になるように、前記第 1 の位置及び前記第 2 の位置の間の距離を変更することを特徴とする振動抑制方法。

## 【請求項 8】

前記振動抑制装置を複数近接させて前記構造物に固定し、各々の前記振動抑制装置ごとに前記第 1 の位置及び前記第 2 の位置の間の距離を変更することを特徴とする請求項 7 に記載の振動抑制方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】 40

## 【0001】

本発明は、構造物の振動を抑制する装置であって、特に、工作機械が被削物を加工するときに生じるびり振動を抑制する振動抑制装置、この振動抑制装置を備えた工作機械、及びこの振動抑制装置を用いた振動抑制方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

工具または被削物を回転させて加工する工作機械において、被削物を加工する間に生じるびり振動によって、被削物の加工精度が低下する虞がある。これに対処するため、工作機械に取り付ける振動抑制装置が提案されている。その中には、ゴムプレート状の一对の弾性部材の間に錘を挟み込んだダンパが、振動方向に伸びる支持軸の略中央に固定され 50

た構成の振動抑制装置が提案されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2007-276015号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献1に記載の振動抑制装置では、工作機械に生じるびびり振動が、支持軸から弾性部材を介して錘に伝わる。そのとき、錘はその慣性が大いいため動きにくいことから、振動が錘によって吸収され、びびり振動を抑制することができる。

10

【0005】

しかし、工作機械に生じるびびり振動の周波数は、個々の工作機械に応じて異なったり、回転する主軸に取り付ける工具によって異なる場合もある。個々の場合に応じて、びびり振動を適正に抑制するには、その都度、厚み寸法の異なる弾性部材、または弾性係数の異なる材質の弾性部材に交換する必要がある。

このことを特許文献1に記載の振動抑制装置で実現するには、振動抑制装置を分解して弾性部材を交換する必要がある。よって、交換のために多くの手間と時間を要し、様々な厚み（または材質）の弾性部材を準備しておく必要もあるので、現実には実現するのは困難である。

20

【0006】

本発明は、上記問題に鑑みてなされたものであり、工作機械のような構造物の振動を効果的に抑制でき、かつ発生する振動の特性が異なる場合に、容易な調整で振動を効果的に抑制できる振動抑制装置、この振動抑制装置を備えた工作機械、及びこの振動抑制装置を用いた振動抑制方法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】

【0007】

上記課題を解決するために、本発明の1つの実施態様に係る構造物の振動抑制装置は、構造物に固定されて片持ち梁の固定端となる第1の位置及び自由端側の第2の位置を有する撓み部材と、

30

前記第2の位置において前記撓み部材に取り付けられた錘と、  
を備え、

前記第1の位置及び前記第2の位置の間の距離を変更する調整機構を有する。

【0008】

本発明の1つの実施態様に係る工作機械は、上記の振動抑制装置を取り付けた工作機械であって、

前記構造物が、前記工作機械のサドル、コラムまたは工具台である。

【0009】

本発明の1つの実施態様に係る振動抑制方法は、

上記の振動抑制装置を用いて前記構造物の振動を抑制する方法であって、

40

前記構造物の振動の位相及び前記振動抑制装置の振動の位相が逆位相となるように、前記第1の位置及び前記第2の位置の間の距離を変更する。

【発明の効果】

【0010】

上記の実施態様によれば、工作機械のような構造物の振動を効果的に抑制でき、かつ発生する振動の特性が異なる場合に、容易な調整で振動を効果的に抑制できる振動抑制装置、この振動抑制装置を備えた工作機械、及びこの振動抑制装置を用いた振動抑制方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0011】

50

【図 1】本発明の 1 つの実施形態に係る振動抑制装置が取り付けられた工作機械を模式的に示す斜視図である。

【図 2】図 1 の矢視 A - A を示す側面図であって、本発明の 1 つの実施形態に係る振動抑制装置が取り付けられた工作機械のサドルを背面側から模式的に示す斜視図である。

【図 3】本発明の第 1 の実施形態に係る振動抑制装置を模式的に示す斜視図である。

【図 4】サドルに取り付けられた本発明の第 1 の実施形態に係る振動抑制装置を模式的に示す側面断面図である。

【図 5】本発明の第 2 の実施形態に係る振動抑制装置を模式的に示す図であって、( a ) は、側面断面図を示し、( b ) は、( a ) の断面 B - B を示す側面断面図である。

【図 6】1 個の振動抑制装置による振動抑制効果を説明するための振動の波形を示すグラフであって、( a ) は調整前の波形を示し、( b ) は調整後の波形を示し、( c ) は、調整前及び調整後の波形を比較して示すグラフである。

10

【図 7】隣接して配置された複数の振動抑制装置のそれぞれを調整する場合の振動抑制効果を説明するための振動の波形を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、本発明の実施形態に係る振動抑制装置、この振動抑制装置が取り付けられた構造体、及びこの振動抑制装置を用いた振動抑制方法について、図面を参照しながら説明する。

以下の説明においては、構造体の一例として、工作機械のサドルに振動抑制装置を取り付けた場合を説明する。また、同じ機能を有する対応する部材には、各図で同じ参照番号を付している。

20

【0013】

(振動抑制装置が取り付けられた工作機械の説明)

はじめに、図 1 を参照しながら、振動抑制装置 50 が取り付けられた工作機械 2 の一例の概要を説明する。図 1 は、本発明の 1 つの実施形態に係る振動抑制装置 50 が取り付けられた工作機械 2 を模式的に示す斜視図である。

【0014】

本実施形態の工作機械 2 は、横型マシニングセンタである。ただし、これに限られるものではなく、例えば、縦型マシニングセンタや被削物側が回転する旋盤型の工作機械に振動抑制装置 2 を取り付けることができ、同様な振動抑止効果を得ることができる。更に、稼働中にびびり振動が生じ、びびり振動を抑制する必要がある機器であれば、その他の任意の機器に振動抑制装置 50 を取り付けることもできる。

30

【0015】

工作機械 2 の基部となるベッド 4 は、平面視で矩形形状を有する。ベッド 4 の後端部に、門形状のコラム 6 が、ベッド 4 とともに L 字形の側面形状を形成するように、起立した状態で配置固定されている。ベッド 4 上であってコラム 6 の前側に、加工テーブル 8 が Z 軸 (前後) 方向に移動可能に配置されている。コラム 6 の前面に、サドル 10 が X 軸 (左右) 方向に移動可能に配置され、サドル 10 に、主軸頭 12 が Y 軸 (上下) 方向に移動可能に配置されている。

40

本実施形態では、このサドル 10 を振動を抑制する構造物としており、サドル 10 に振動抑制装置 50 が取り付けられている。

【0016】

上記の加工テーブル 8 は、支持ベース 8 a と、支持ベース 8 a 上に配置された被削物載置台 8 b とを有している。この支持ベース 8 a は、ベッド 4 上に配置された左右一対のガイドレール 14、14 により、Z 軸方向に移動自在に支持されている。

【0017】

上記のサドル 10 は、矩形棒状に形成されており、コラム 6 の上端部及び下端部に配置された上下一対のガイドレール 16、16 により、X 軸方向に移動自在に支持されている。

50

## 【 0 0 1 8 】

上記の主軸頭 1 2 は、矩形状の主軸ベース 1 8 に軸心を Z 軸方向に向けて固定されている。この主軸ベース 1 8 は、サドル 1 0 の左、右縦辺部に配置された左右一对のガイドレール 2 0、2 0 により、Y 軸方向に移動自在に支持されている。

主軸頭 1 2 は、概ね前側半部が主軸ベース 1 8 より前方に位置し、後側半部が後方に位置するよう支持されており、後側半部はサドル 1 0 及びコラム 6 の開口内に位置している。

## 【 0 0 1 9 】

主軸頭 1 2 は、円筒状のものであり、主軸頭 1 2 内には主軸 2 4 が備えられ挿入配置されている。この主軸 2 4 は、複数の軸受を介して主軸頭 1 2 により回転自在に支持されている。また主軸頭 1 2 内には、主軸モータが組み込まれており、主軸モータにより主軸 2 4 が回転駆動される。この主軸 2 4 の前端部 2 4 a には、回転工具を支持する工具ホルダが着脱可能に装着されている。この着脱機構により、様々な工具を交換して装着することができる。

10

## 【 0 0 2 0 】

以上のような構成により、加工テーブル 8 に載せられた被削物を、回転する工具で切削加工することができ、このときの切削抵抗等により、びびり振動が生じる。びびり振動とは、工具と被削物の間で継続的に発生する振動を意味する。本実施形態におけるびびり振動は、床面に固定された工作機械 2 の重量により、垂直方向（Y 方向）への振動は少なく、振動は主に水平方向（X 及び Z 方向）に生じる。工具周辺で生じたびびり振動は、主軸頭 1 2、主軸ベース 1 8、ガイドレール 2 0 を介してサドル 1 0 に伝わる。

20

## 【 0 0 2 1 】

（振動抑制装置が取り付けられるサドルの説明）

次に、図 2 を参照しながら、実際に振動抑制装置 5 0 が取り付けられるサドル 1 0 の概要を説明する。図 2 は、図 1 の矢視 A - A を示す側面図であって、本発明の 1 つの実施形態に係る振動抑制装置 5 0 が取り付けられた工作機械 2 のサドル 1 0 を背面側から模式的に示す斜視図である。図 2 では、振動抑制装置 5 0 が取り付けられていない状態のサドル 1 0 を示している。

## 【 0 0 2 2 】

本実施形態に係るサドル 1 0 は、互いに繋がった上下左右のフレーム部分 1 0 a ~ d から構成され、フレーム部分 1 0 a ~ d で囲まれた中央が開口となっている。それぞれのフレーム部分 1 0 a ~ d には、強度を十分満たす範囲において、重量削減のための開口（不図視）が設けられている。特に、左右のフレーム部分 1 0 b、1 0 d に、それぞれ上下に 3 つ並んで形成された開口部 2 2 a ~ 2 2 d が設けられている、開口部 2 2 a ~ 2 2 d の各々の内部に、振動抑制装置 5 0 が取り付けられる。本実施形態では、3 個の振動抑制装置 5 0 が縦に隣接して並んだ振動抑制装置群が、4 箇所に分かれて配置されており、計 1 2 個の振動抑制装置 5 0 がサドル 1 0 に取り付けられている。

30

## 【 0 0 2 3 】

被削物の加工によって生じるびびり振動を効果的に抑制するには、振動発生源である工具との間に介在する部材が少なく、かつ振動抑制効果を十分発揮できる剛性を有する部材に、振動抑制装置 5 0 を取り付けするのが好ましい。この観点から、サドル 1 0 は、振動抑制装置 5 0 を取り付けの構造部として好ましいといえる。

40

## 【 0 0 2 4 】

（本発明の第 1 の実施形態に係る振動抑制装置の説明）

次に、図 3、図 4 を参照しながら、サドル 1 0 等の構造物に取りつけられる本発明の第 1 の実施形態に係る振動抑制装置 5 0 の説明を行う。図 3 は、本発明の第 1 の実施形態に係る振動抑制装置 5 0 を模式的に示す斜視図である。図 4 は、サドル 1 0 に取り付けられた本発明の第 1 の実施形態に係る振動抑制装置 5 0 を模式的に示す側面断面図である。

## 【 0 0 2 5 】

振動抑制装置 5 0 は、構造物であるサドル 1 0 に固定されて片持ち梁の固定端となる第

50

1の位置F及び自由端側の第2の位置Sを有する撓み部材52と、第2の位置Sにおいて撓み部材52に取り付けられた錘54とを備える。撓み部材52は、第1の位置Fでベースプレート56に取り付けられ、ベースプレート56がサドル10に固定されている。錘54は、サドル10の内側に設けられた内部空間22a～dの何れかの中に、その内壁と接触しないように配置されている。撓み振動により、錘54が内部空間22a～22dの内壁と接触することがないように、錘54の外形及び内部空間22a～22dの内壁の間に、十分なクリアランスを確保することが好ましい。

#### 【0026】

本実施形態における撓み部材52は、円形断面を有する軸状であり、図面右側の領域に雄ネジが切られている。錘54は、円筒状の形状を有し、図面左側の端部には、雌ネジが切られた穴部が中心軸に沿って設けられている。撓み部材52の雄ネジ部はこのネジ穴に螺合され、撓み部材52及び錘54が互いに固定される。更に、撓み部材52の雄ネジ部にナット60aが螺合され、ナット60aが錘54の図面左側の端面を押圧するように締め込まれている。これにより、ダブルナットと同様な緩み止め機構が形成され、撓み部材52の第2の位置Sが画定される。

10

#### 【0027】

撓み部材52は、図面左側の領域にも雄ネジが切られている。なお、上記の図面右側の領域の雄ネジと連続して設けることもできる。ベースプレート56は、円平板の形状を有し、その中心に雌ネジが切られた貫通穴が設けられている。撓み部材52の雄ネジ部はこのネジ穴に螺合され、撓み部材52及びベースプレート56が互いに固定される。更に、撓み部材52にナット60bが螺合され、ナット60bがベースプレート56の図面左側の面を押圧するように締め込まれている。これにより、ダブルナットと同様な緩み止め機構が形成され、撓み部材52の第1の位置Fが画定される。このとき、撓み部材52は、ベースプレート56の両面側から突出するような状態で固定されている。

20

#### 【0028】

ベースプレート56の周辺部には4つの貫通穴が均等に設けられている。サドル10の内部空間22a～dの周囲には、それぞれベースプレート56の貫通穴に対応した位置にネジ穴が設けられている。ベースプレート56の貫通穴にボルト62を通して、サドル10側に設けられたネジ穴にネジ込むことにより、ベースプレート56がサドル10に固定される。

30

#### 【0029】

撓み部材52が、ベースプレート56の中心に設けられた貫通ネジ穴に螺合されているので、撓み部材52を回転させることにより、撓み部材52及びベースプレート56の相対的な位置（または突き出し量）を変更でき、これにより、第1の位置F及び第2の位置Sの間の距離Lを変更することができる。このとき、錘54がサドル10の内側に位置するように、振動抑制装置50がサドル10に取り付けられた状態であっても、サドル10の外側から、ナット60bを外して、撓み部材52を回転させることができる。よって、振動抑制装置50をサドル10から取り外すことなく、容易に距離Lを変更できる。

#### 【0030】

振動抑制装置50に備えられた撓み部材52、錘54及びベースプレート56は、炭素鋼、ステンレス鋼、アルミニウム、銅等の金属材料から形成されている。錘54の寸法として、外径が30～100mm、長さが30～100mmを例示することができ、撓み部材52の寸法として、外径が10～130mm、長さが20～100mmを例示することができ、ベースプレート56の外形として、50～150mmを例示できる。ただし、これに限られるものではない。

40

#### 【0031】

< 錘が取り付けられた撓み部材の振動の説明 >

サドル10に伝わった振動は、ベースプレート56を介して第1の位置Fで撓み部材52に伝達される。第1の位置Fが片持ち梁の固定端となり、片持ち梁の自由端には錘54が取り付けられているので、伝達された振動エネルギーにより、図4の矢印に示すように、

50

錘 5 4 が取り付けられた撓み部材 5 2 は、第 1 の位置 F を中心に両方向に撓む振動が起きる。

#### 【 0 0 3 2 】

本実施形態における撓み部材 5 2 は円形断面を有する軸状なので、サドル 1 0 の取り付け方向に応じて、任意の方向に撓んで振動する。なお、上記のように、びびり振動は主に水平方向（X 及び Z 軸方向）に起きるので、錘 5 4 が取り付けられた撓み部材 5 2 も、主に水平方向（X 及び Z 軸方向）に振動する。

#### 【 0 0 3 3 】

例えば、開口部 2 2 a または 2 2 d に取り付けられた振動抑制装置 5 0（図 2 参照）においては、錘 5 4 が取り付けられた撓み部材 5 2 の軸方向は X 軸方向となる。よって、錘 5 4 が取り付けられた撓み部材 5 2 は、主に Z 軸方向に振動する。一方、開口部 2 2 b または 2 2 c に取り付けられた振動抑制装置 5 0（図 2 参照）においては、錘 5 4 が取り付けられた撓み部材 5 2 の軸方向は Z 軸方向となる。よって、錘 5 4 が取り付けられた撓み部材 5 2 は、主に X 軸方向に振動する。

#### 【 0 0 3 4 】

< 距離 L を変更する方法の説明 >

距離 L を変更する方法について更に詳細に述べれば、下記のようになる。

錘 5 4 が、サドル 1 0 の内部空間 2 2 a ~ 2 2 d の中に位置する状態で、ボルト 6 2 により、ベースプレート 5 6 がサドル 1 0 に固定されているので、調整者が容易にアクセスできるのは、ベースプレート 5 6 の外面（図面左側の面）、撓み部材 5 2 のベースプレート 5 6 から外側へ突き出た部分、及びナット 6 0 b である。

#### 【 0 0 3 5 】

まず、ベースプレート 5 6 を押圧するように締め込まれているナット 6 0 b を緩めて、撓み部材 5 2 から取り外す。これにより、撓み部材 5 2 は、ベースプレート 5 6 に対して移動可能な状態なる。そして、撓み部材 5 2 の図面左端に設けられた六角穴に六角棒スパナを挿入して、撓み部材 5 2 を時計方向または反時計方向に回すことができる。撓み部材 5 2 はベースプレート 5 6 と螺合しているので、撓み部材 5 4 を回すことにより、第 1 の位置 F 及び第 2 の位置 S の間の距離 L を変更することができる。撓み部材 5 2 のベースプレート 5 6 から外側への突き出し量が増加すれば距離 L が減少し、突き出し量が減少すれば距離 L が増加することになる。

#### 【 0 0 3 6 】

撓み部材 5 4 のベースプレート 5 6 から外側への突き出し量を計測すれば、第 1 の位置 F 及び第 2 の位置 S の間の距離 L を算出できる。よって、この調整機構では、振動抑制装置 5 0 をサドル 1 0 から取り外しすることなく、容易に正確に距離 L を変更することができる。

#### 【 0 0 3 7 】

< 振動の位相の調整方法の説明 >

図 6 を用いて後述するように、錘 5 4 が取り付けられた撓み部材 5 2 の振動の位相と、サドル 1 0 の振動の位相とが逆位相、または逆位相に近い状態となると、互いに振動エネルギーを相殺することになり、サドル 1 0 のびびり振動を効果的に抑制することができる。

#### 【 0 0 3 8 】

また、工作機械の個々の機体によって、発生するびびり振動の位相が異なる場合もあり、取り付けの工具によって、発生するびびり振動の位相が異なる場合もある。よって、発生するびびり振動の位相の変化に応じて、錘 5 4 が取り付けられた撓み部材 5 2 の振動の位相を変更する必要がある。撓み部材 5 2 の振動の位相を変更するには、第 1 の位置 F 及び第 2 の位置 S の間の距離 L を変更する必要がある。そのような場合であっても、本実施形態では、振動抑制装置 5 0 をサドル 1 0 から取り外しすることなく、容易に距離 L を変更することができるので、常に最適な振動抑制効果を得ることができる。

#### 【 0 0 3 9 】

(本発明の第2の実施形態に係る振動抑制装置の説明)

次に、図5を参照しながら、本発明の第2の実施形態に係る振動抑制装置50'の説明を行う。図5は、本発明の第2の実施形態に係る振動抑制装置50'を模式的に示す図であって、(a)は、側面断面図を示し、(b)は、(a)の断面B-Bを示す側面断面図である。

第2の実施形態に係る振動抑制装置50'は、主に下記の点で、第1の実施形態に係る振動抑制装置50と異なる。

#### 【0040】

第1の実施形態に係る撓み部材52が円形断面を有する軸状であったのに対して、第2の実施形態に係る撓み部材52'は、図5(b)に示すような扁平な矩形断面を有する平板状になっている点で異なる。これに伴い、錘54には、撓み部材52'の外形に対応した形状を有し、撓み部材52'の外形寸法より僅かに小さい穴部が設けられている。撓み部材52'は、撓み部材52'のこの穴部にしまり嵌めで嵌合されている。必要に応じて、留めネジやスポット溶接で固定を堅固にすることもできる。

10

#### 【0041】

ベースプレート56には、撓み部材52'の外形に対応した形状を有し、撓み部材52'の外形寸法より僅かに大きい貫通穴部が設けられている。撓み部材52'は、ベースプレート56のこの貫通穴部に、ベースプレート56の両面側から突出するように挿入されている。

#### 【0042】

ベースプレート56の図面左側の面部に、基部70a及び基部70aの中央領域で立ち上がったクランプ部70bから構成されるクランプ機構70が取り付けられている。クランプ部70bには、撓み部材52'の外形に対応した形状を有し、撓み部材52'の外形寸法より僅かに大きい貫通穴が形成されている。これにより、クランプ部70bの貫通穴に挿入され撓み部材52'は、クランプ機構70が取り付けられたベースプレート56に対して移動可能になっている。これにより、第1の位置F及び第2の位置Sの間の距離Lを容易に変更することができる。

20

#### 【0043】

クランプ部70bの4側面の中央には、貫通ネジ穴に挿入された留めネジ72がネジ込まれており、最適な距離Lが定まった後には、留めネジ72を締め込んで、撓み部材52'をベースプレート56に固定することができる。また、距離Lの再調整が必要な場合には、留めネジ72を緩めることにより、容易に再調整を行うことができる。

30

#### 【0044】

図5の矢印に示すように、平板状の撓み部材52'は、主に短辺方向に沿って振動し、直交する長辺方向に沿ってはあまり振動しない。しかし、撓み部材52'の長辺方向が、あまり振動しないY軸方向と一致するようにして、サドル10に取り付ければ、第1の実施形態と同様に、X軸及びZ軸方向のびびり振動を効果的に抑制することができる。

その他の点については、基本的に第1の実施形態と同様であり、更なる説明は省略する。

#### 【0045】

(振動抑制装置による振動抑制効果の実証例の説明)

次に、図6及び図7を参照しながら、上記の第1の実施形態に係る振動抑制装置50による振動抑制効果の実証例の説明を行う。図6は、1つの振動抑制装置50による振動抑制効果を説明するための振動の波形を示すグラフであって、(a)は調整前の波形を示し、(b)は調整後の波形を示し、(c)は、調整前及び調整後の波形を比較して示すグラフである。図7は、隣接して配置された複数の振動抑制装置50のそれぞれを調整する場合の振動抑制効果を説明するための振動の波形を示すグラフである。

40

#### 【0046】

はじめに、図6のグラフを参照しながら、1つの振動抑制装置50による振動抑制効果を説明する。グラフの横軸は周波数を示し、縦軸は振動の強度を相対的に示す。

50



また、(a)及び(b)では、実線のグラフが構造物であるサドル10の振動を示し、破線のグラフが振動抑制装置50(詳細には、錘が取り付けられた撓み部材52)の振動を示す。一方、(c)では、実線のグラフが調整後のサドル10の振動を示し、破線のグラフが調整前のサドル10の振動を示す。

#### 【0047】

(a)に示す調整前では、サドル10の振動の位相と、振動抑制装置50の位相とが一致しており(太線で囲んだ領域参照)、振動抑制効果が生じない。一方、(b)に示す調整後では、サドル10の振動の位相と、振動抑制装置50に位相とが逆位相になっている(太線で囲んだ領域参照)ので、振動抑制効果が生じなる。この調整前及び調整後のサドル10の波形の差が明確になるように比較して並べた(c)では、1つの高いピークを有する調整前の波形が、逆位相の振動抑制装置の振動エネルギーにより相殺され、2つのピークの波形に変わり、ピークの高さが50%程度低くなったことを示している。

10

これにより、1つの振動抑制装置50により、大きな振動抑制効果があることが確認された。

#### 【0048】

次に、図7のグラフを参照しながら、隣接して配置された複数(6個)の振動抑制装置50のそれぞれを調整する場合の振動抑制効果を説明する。グラフの横軸は周波数を示し、縦軸は振動の強度を相対的に示す。また、実線のグラフが調整後のサドル10の振動を示し、破線のグラフが調整前のサドル10の振動を示す。図7のグラフは、サドル10の背面側に6個の振動抑制装置50を取り付けた状態で取得した計測データに基づく。

20

#### 【0049】

図7から明らかなように、1つの高いピークを有する調整前の波形が、逆位相の複数(6個)の振動抑制装置の振動エネルギーにより相殺され、隣接するピークの差が小さくなった台形のような波形に変わり、ピークの高さが60%程度低くなったことを示している。つまり、1個の振動抑制装置を用いた場合に比べて、より広い周波数帯域における振動抑制効果が確認された。

#### 【0050】

以上のように、本発明の実施形態に係る振動抑制装置50、50'は、構造物(例えば、サドル10)に固定されて片持ち梁の固定端となる第1の位置F及び自由端側の第2の位置Sを有する撓み部材52、52'と、第2の位置Sにおいて撓み部材52、52'に取り付けられた錘54と、を備え、第1の位置F及び第2の位置Sの間の距離Lを変更する調整機構を有する。よって、構造物(例えば、サドル10)の振動を効果的に抑制でき、かつ発生する振動の特性が異なる場合に、容易な調整で振動を効果的に抑制できる。

30

#### 【0051】

更に、錘54が構造物(例えば、サドル10)の内側に設けられているので、構造物の外側の物体との干渉の虞なく、安定した振動抑制効果が得られる。更に、錘54が、構造物(例えば、サドル10)の内側に設けられた空間内に構造物と接触しないように配置されているので、常に安定した振動抑制効果が得られる。

#### 【0052】

上記の実施形態では、撓み部材52、52'が、軸状の形状または平板状の形状を有しているが、これに限られるものではなく、多角柱の形状を含め、固定端を中心に対称な撓み振動が生じる形状であれば、その他の任意の形状を有することができる。

40

また、錘54の形状については、常に円筒形である必要は無く、例えば、球、多角柱のような形状を有する錘を採用することもできる。ベースプレート56の形状も、常に円板状である必要なく、任意の平面形状を有する平板を採用することができる。

#### 【0053】

撓み部材52、52'が第1の位置Fでベースプレート56に取り付けられ、ベースプレート56が構造物(例えば、サドル10)に固定されているので、構造物に固定されて片持ち梁の固定端となる第1の位置Fを確実に画定することができる。

#### 【0054】

50

更に、ベースプレート56に貫通穴が明けられ、撓み部材52、52'が、ベースプレート54の両面側から突出するように貫通穴に挿入されており、撓み部材52、52'及びベースプレート56の相対的な位置を変更することにより、第1の位置F及び第2の位置Sの間の距離Lを変更することができる。

【0055】

これにより、シンプルな構造で、容易に距離を変更可能な調整機構を実現できる。また、構造物（例えば、サドル10）の内部に錘54が位置するように、振動抑制装置50、50'が構造物に取り付けられた状態でも、撓み部材52、52'が構造物の外側に出ているので、振動抑制装置50を構造物から取り外すことなく、容易に距離Lを変更できる。

10

【0056】

また、図6のグラフから明らかなように、錘54が取り付けられた撓み部材52、52'の振動の位相が、構造物（例えば、サドル10）の振動の位相と逆位相になるように、第1の位置F及び第2の位置Sの間の距離Lを変更することにより、効果的に構造物の振動抑制を実現できる。

【0057】

更に、図7のグラフから明らかなように、振動抑制装置50、50'を複数近接させて構造物（例えば、サドル10）に固定し、各々の振動抑制装置50、50'ごとに第1の位置F及び第2の位置Sの間の距離Lを変更することにより、振動のより広い周波数帯域において、効果的に構造物の振動抑制を実現できる。

20

【0058】

上記の実施形態では、構造物が工作機械2のサドル10であるが、これに限られるものではない。例えば、ガイドレール16、16を介して、サドル10を支持する門形状のコラム6も十分な剛性を有するので、コラム6に振動抑制装置50、50'を取りつけて、工作機械2の振動を抑制することができる。

また、被削物を回転させる旋盤型の工作機械の場合には、工具台に取り付けられた工具からびりり振動が発生する。よって、工具台に振動抑制装置50、50'を取りつけることにより、工作機械2の振動を効果的に抑制することができる。

【0059】

本発明の実施の形態、実施の態様を説明したが、開示内容は構成の細部において変化してもよく、実施の形態、実施の態様における要素の組合せや順序の変化等は請求された本発明の範囲および思想を逸脱することなく実現し得るものである。

30

【符号の説明】

【0060】

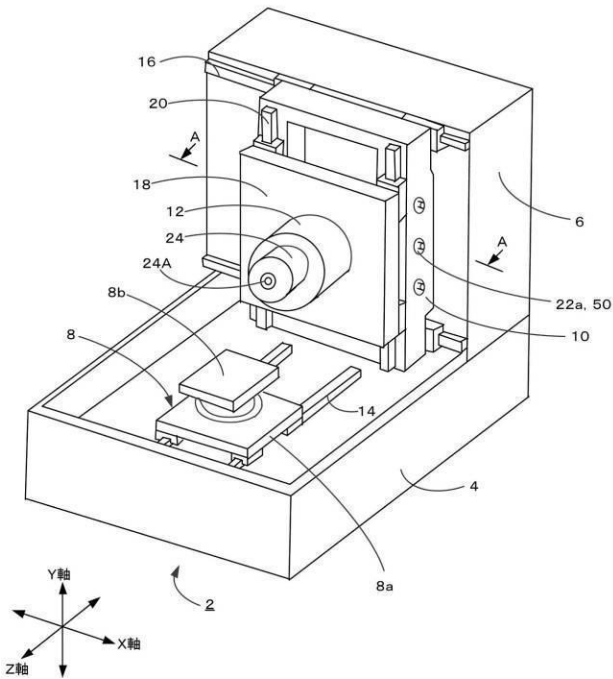
- 2 工作機械
- 4 ベッド
- 6 コラム
- 8 加工テーブル
- 8 a 支持ベース
- 8 b 被削物載置台
- 10 サドル
- 10 a ~ d フレーム部
- 12 主軸頭
- 14 ガイドレール
- 16 ガイドレール
- 18 主軸ベース
- 20 ガイドレール
- 22 a ~ d 開口部
- 24 主軸
- 24 a 主軸前端部

40

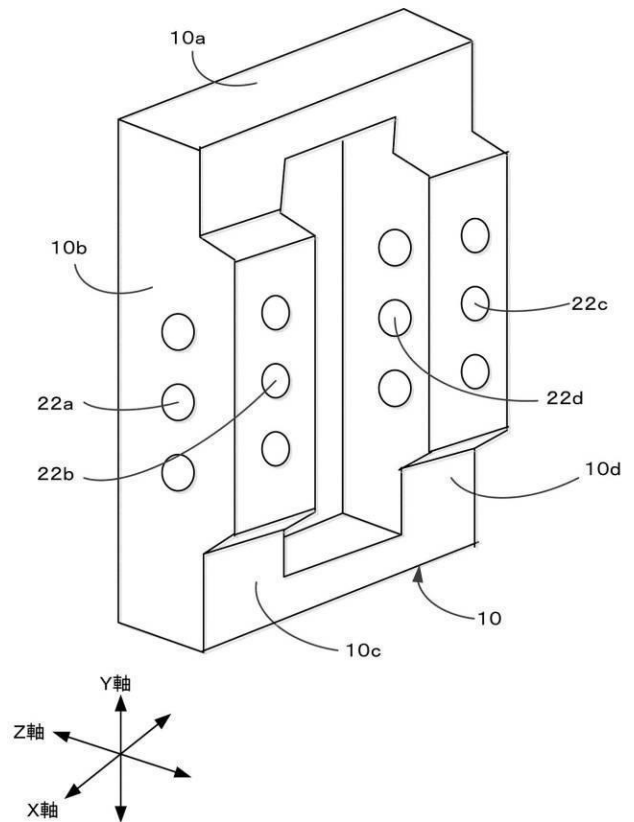
50

- 5 0、5 0' 振動抑制装置
- 5 2 撓み部材
- 5 4 錘
- 5 6 ベースプレート
- 6 0 a、6 0 b ナット
- 6 2 ボルト
- 7 0 クランプ機構
- 7 0 a 基部
- 7 0 b クランプ部
- 7 2 ボルト

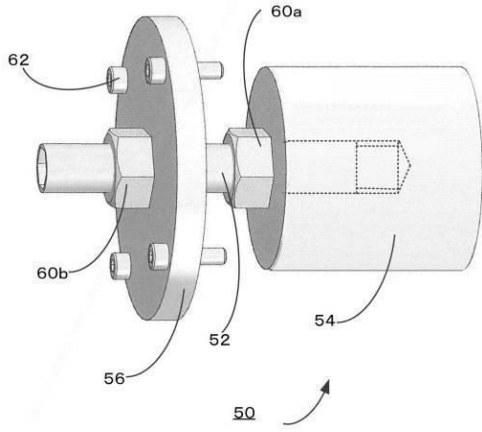
【図1】



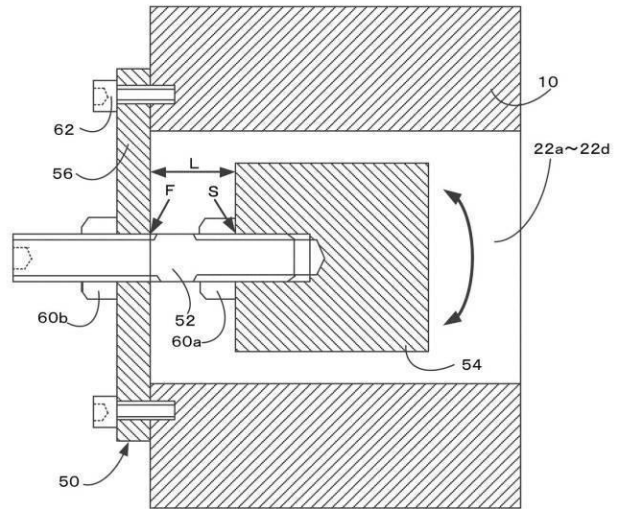
【図2】



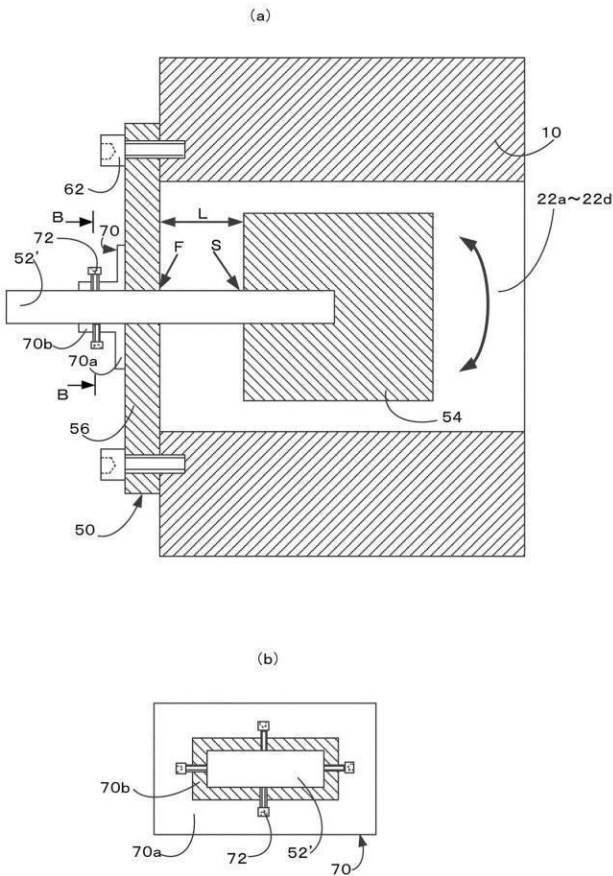
【図3】



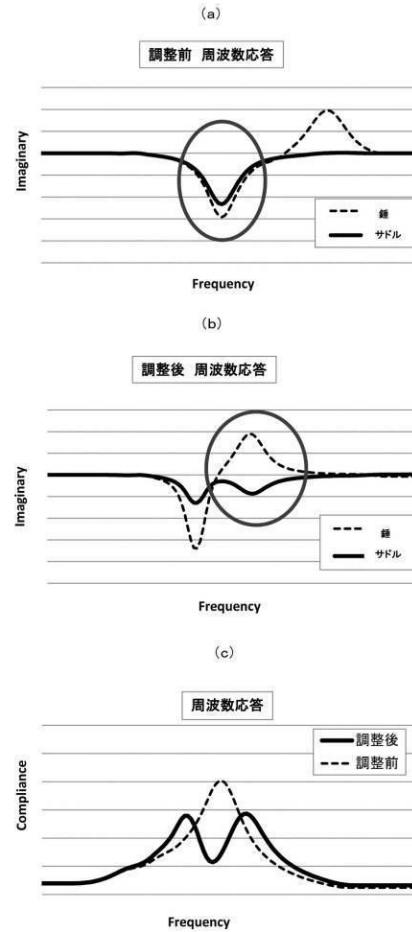
【図4】



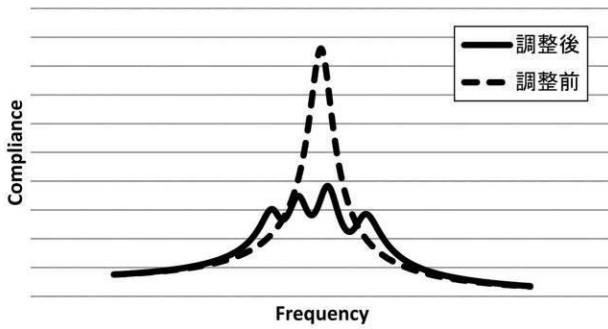
【図5】



【図6】



【 図 7 】



## 【 手続補正書 】

【 提出日 】平成30年4月27日(2018.4.27)

## 【 手続補正 1 】

【 補正対象書類名 】特許請求の範囲

【 補正対象項目名 】全文

【 補正方法 】変更

【 補正の内容 】

【 特許請求の範囲 】

## 【 請求項 1 】

移動自在に支持された構造物に固定されて片持ち梁の固定端となる第1の位置及び自由端側の第2の位置を有する撓み部材と、

前記第2の位置において前記撓み部材に取り付けられた錘と、

を備え、

前記第1の位置及び前記第2の位置の間の距離を変更する調整機構を有し、

前記錘が、前記構造物の内側に設けられた空間内に前記構造物と接触しないように配置され、

前記撓み部材が前記第1の位置でベースプレートに取り付けられ、前記ベースプレートが前記構造物に固定されることを特徴とする構造物の振動抑制装置。

## 【 請求項 2 】

前記撓み部材が、軸状の形状を有することを特徴とする請求項1に記載の振動抑制装置

。

## 【 請求項 3 】

前記ベースプレートに貫通穴が明けられ、

前記撓み部材が、前記ベースプレートの両面側から突出するように前記貫通穴に挿入されており、前記撓み部材及び前記ベースプレートの相対的な位置を変更することにより、

30

40

50

前記第 1 の位置及び前記第 2 の位置の間の距離を変更することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の振動抑制装置。

【請求項 4】

請求項 1 から 3 の何れか 1 項に記載の振動抑制装置を取り付けた工作機械であって、前記構造物が、前記工作機械のサドルまたは工具台であることを特徴とする工作機械。

【請求項 5】

請求項 1 から 3 の何れか 1 項に記載の振動抑制装置を用いて前記構造物の振動を抑制する方法であって、

前記錘が取り付けられた前記撓み部材の振動の位相が、前記構造物の振動の位相と逆位相になるように、前記第 1 の位置及び前記第 2 の位置の間の距離を変更することを特徴とする振動抑制方法。

10

【請求項 6】

前記振動抑制装置を複数近接させて前記構造物に固定し、各々の前記振動抑制装置ごとに前記第 1 の位置及び前記第 2 の位置の間の距離を変更することを特徴とする請求項 5 に記載の振動抑制方法。

---

フロントページの続き

(72)発明者 都築 知寛

奈良県大和郡山市北郡山町106番地 DMG森精機株式会社内

(72)発明者 入野 成弘

奈良県大和郡山市北郡山町106番地 DMG森精機株式会社内

(72)発明者 井戸 悠

奈良県大和郡山市北郡山町106番地 DMG森精機株式会社内

Fターム(参考) 3C011 AA06

3C048 BC02 BC06 BC08 EE10

3J048 AA03 AD07 BF06 CB22 DA04 EA07