(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2017-164893
(P2017-164893A)
(43)公開日　平成29年9月21日(2017.9.21)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
B23Q 11/00	***(2006.01)***	B23Q	11/00	A	3C011
B23Q 11/12	***(2006.01)***	B23Q	11/12	A	3C022
B23C 9/00	***(2006.01)***	B23C	9/00	Z	3C048
B23Q 1/76	***(2006.01)***	B23Q	1/76	R	

審査請求 未請求　請求項の数 26　ＯＬ　外国語出願　（全 21 頁）

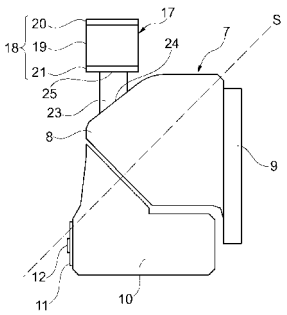
(21)出願番号　特願2017-29787(P2017-29787)
(22)出願日　平成29年2月21日(2017.2.21)
(31)優先権主張番号　10 2016 203 116.3
(32)優先日　平成28年2月26日(2016.2.26)
(33)優先権主張国　ドイツ(DE)

(71)出願人　508268090
デッケル　マホ　プフロンテン　ゲーエムベーハー
ＤＥＣＫＥＬ　ＭＡＨＯ　Ｐｆｒｏｎｔｅｎ　ＧｍｂＨ
ドイツ連邦共和国、８７４５９　プフロンテン、デッケル　マホ　シュトラーセ　１
ＤＥＣＫＥＬ－ＭＡＨＯ－Ｓｔｒａｓｓｅ　１，　８７４５９　Ｐｆｒｏｎｔｅｎ，　Ｇｅｒｍａｎｙ
(74)代理人　100090022
弁理士　長門　侃二
(72)発明者　フランク　ゲーンスレークレンク
ドイツ国　８７４８４　ネッセルヴァング，　シュナイトバッハ　１１

最終頁に続く

(54)【発明の名称】工作機械の機械加工ユニット及び該機械加工ユニットを有する工作機械

(57)【要約】　（修正有）
【課題】高い表面品質を得る最高の加工精度や高い材料除去率による最高の生産性の両方を達成可能にしつつ、工作機械におけるワークピースの切削屑除去率の改善を提供する。
【解決手段】機械加工ユニット７は担持ヘッドベース８を備え、該担持ヘッドベースはその背面にキャリッジ９を含み、該キャリッジが軸線方向ガイドに結合されて長手方向に変位可能であり、担持ヘッドベースに旋回可能にしてスピンドル担持ヘッド１０が保持され、該スピンドル担持ヘッドは工具ホルダ１２を備えたスピンドル１１を担持する。担持ヘッドベースは減衰ユニット１７を備えている。
【選択図】図３Ａ



【特許請求の範囲】
【請求項１】
工作機械の機械加工ユニット（７）であって、
担持ヘッドベース（８）と、
工具担持ワークスピンドル（１１）を保持するスピンドル担持ヘッド（１０）と
を具備し、
前記機械加工ユニット（７）は、前記工作機械でのワークピースの機械加工中に発生する振動を減衰する減衰ユニット（１７）を備える、工作機械の機械加工ユニット（７）。
【請求項２】
前記担持ヘッドベース（８）が前記減衰ユニット（１７）を備えているか、及び／又は、前記スピンドル担持ヘッド（１０）が前記減衰ユニット（１７）を備えている、請求項１に記載の機械加工ユニット（７）。
【請求項３】
前記減衰ユニット（１７）は、前記担持ヘッドベース（８）のハウジング外面に配置されているか、及び／又は、前記スピンドル担持ヘッド（１０）のハウジング外面に配置されている、請求項１又は２に記載の機械加工ユニット（７）。
【請求項４】
前記減衰ユニット（１７）は、脱着可能な別の要素として備えられている、請求項１～３の何れかに記載の機械加工ユニット（７）。
【請求項５】
前記減衰ユニット（１７）は単一の軸線方向の減衰作用を提供し、特にその主要な減衰作用方向の振動を減衰すべく構成されている、請求項１～４の何れかに記載の機械加工ユニット（７）。
【請求項６】
各々が単一の軸線方向で減衰作用をなす複数の減衰ユニット（１７）が備えられ、その主要な減衰作用方向が前記機械加工ユニット（７）にて異なる方向に方向付けられている、請求項１～５の何れかに記載の機械加工ユニット（７）。
【請求項７】
前記減衰ユニット（１７）は、粘弾性減衰要素、圧電減衰要素、電気力学的減衰要素及びスクイーズ膜減衰要素のうちの少なくとも１種の減衰要素を含む、請求項１～６の何れかに記載の機械加工ユニット（７）。
【請求項８】
前記減衰ユニット（１７）は、特にスクイーズ膜減及び／又は絞り流に基づいた質量-ばねシステムを備えた流体減衰機構を含む、請求項１～７の何れかに記載の機械加工ユニット（７）。
【請求項９】
前記減衰ユニット（１７）は質量要素（３０）を含み、該質量要素がばね（４０，４１）によって付勢され、主要な減衰作用方向に振動可能にして複数のガイド（３８）に取り付けられている、請求項１～８の何れかに記載の機械加工ユニット（７）。
【請求項１０】
前記減衰ユニット（１７）の流体密の内部空間（２２）に質量要素（３０）が振動可能にして取り付けられ、前記内部空間（２２）の室領域（３４，３５，３６）が流体、特に油で少なくとも部分的に充填されている、請求項１～９の何れかに記載の機械加工ユニット（７）。
【請求項１１】
前記減衰ユニット（１７）は、質量-ばねシステムの質量要素（３０）の交換、前記質量-ばねシステムにおけるばね要素の挿入、取り外し又は交換、及び／又は、流体減衰機構の流体の変更に対応している、請求項１～１０の何れかに記載の機械加工ユニット（７）。
【請求項１２】

前記減衰ユニット（１７）は、内部空間（２２）を含むハウジング（１８）であって、前記内部空間にばね要素（４０，４１）で支持された質量要素（３０）が振動するように取り付けられている、ハウジング（１８）を備え、
前記内部空間（２２）内に液体が蓄えられ、前記質量要素（３０）が振動するとき、前記液体が前記質量要素（３０）と室壁間に形成された第１室領域（３５）から前記質量要素（３０）と室壁との間に形成された第２室領域（３６）に移送可能である、請求項１～１１の何れかに記載の機械加工ユニット（７）。
【請求項１３】
前記内部空間（２２）はその周方向に円筒形状をなし、且つ、上下の面が平坦な壁（２０，２１）によって区画され、
前記質量要素（３０）はその周方向に円筒形状をなし、且つ、上下の面で平坦な壁（３１，３２）によって区画され、
対向する周壁間に移送室領域（３４）が配置され、
上下の平坦な壁（２０，３１;２２，３２）間に上側又は下側の室領域（３５，３６）が配置され、
前記室領域が前記質量要素の振動に起因して可変する受け入れ容積を有する、請求項１２に記載の機械加工ユニット（７）。
【請求項１４】
前記質量要素（３０）は少なくとも１つのばね要素（４０，４１）によって上側及び下側にて支持されている、請求項１２又は１３に記載の機械加工ユニット（７）。
【請求項１５】
周壁に沿って互いに対向する複数のばね要素（４０，４１）が備えられ、前記ばね要素は上側及び下側で前記質量要素を支持する、請求項１２～１４の何れかに記載の機械加工ユニット（７）。
【請求項１６】
少なくとも１つのばね要素（４０，４１）は、前記質量要素（３０）の上側又は下側壁の受け入れボア（４３）に受け取られ、前記内部空間（２２）の対向壁に対して固定されている、請求項１２～１５の何れかに記載の機械加工ユニット（７）。
【請求項１７】
前記内部空間（２２）の上側と前記内部空間（２２）の下側との間を延びる複数のガイド（３８）が備えられ、前記質量要素が前記ガイドの方向に案内されて振動するように取り付けられている、請求項１２～１６の何れかに記載の機械加工ユニット（７）。
【請求項１８】
複数のガイド（３８）が複数のロッドによって形成され、該ロッドが前記質量要素（３０）の上側と下側との間を延びる複数の開口（３９）を通じて突出している、請求項１２～１７の何れかに記載の機械加工ユニット（７）。
【請求項１９】
前記開口（３９）を通じて前記ロッド（３９）を突出させた前記開口（３９）は、前記質量要素（３０）の周方向に沿い等間隔を存して備えられている、請求項１８に記載の機械加工ユニット（７）。
【請求項２０】
前記開口（３９）の各々に近接して１つのばね要素（４０，４１）が備えられている、請求項１８又は１９に記載の機械加工ユニット（７）。
【請求項２１】
前記ハウジング（１８）は温度制御される、請求項２０に記載の機械加工ユニット（７）。
【請求項２２】
前記ハウジング（１８）の温度は調整可能である、請求項２１に記載の機械加工ユニット（７）。
【請求項２３】

前記ハウジング（１８）の温度を調整する温度コントローラは振動センサを含み、該振動センサのセンサ信号が前記ハウジング（１８）の温度を制御するために前記温度コントローラに供給される、請求項２２に記載の機械加工ユニット（７）。
【請求項２４】
前記ハウジング（１８）は底面を含み、該底面は減衰装置スタンド（２３）に取り付けられ、該減衰装置スタンドは前記機械加工ユニット（７）の外壁に取り付けられている、請求項１～２３の何れかに記載の機械加工ユニット（７）。
【請求項２５】
前記減衰装置スタンド（２３）は、前記ハウジング（１８）のためのベース面（２５９と、前記担持ヘッドベース（８）に固定するための固定面（２４）とを含み、
前記ベース面（２５）は前記担持ヘッドベース（８）の移動方向に対して垂直に方向付けられ、前記固定面は前記スピンドル担持ヘッドの旋回軸線と実質的に平行に方向付けられている、請求項２４に記載の機械加工ユニット（７）。
【請求項２６】
請求項１～２５の何れかに記載の機械加工ユニット（７）を含んだ工作機械。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、工作機械、特に数値制御型の工作機械、又は、工具担持ワークスピンドルを備えたスピンドル装置を有する工作機械の機械加工ユニットに関する。
【背景技術】
【０００２】
従来技術において、ワークピースが機械加工、特に工具で切削される工作機械又は数値制御型の工作機械は公知である。例えば、フライス盤、フライス／旋回機械、汎用フライス盤又はマシニングセンタが公知であり、これらは特に工具担持ワークスピンドルを備えている。
【０００３】
必要なら、この種の工作機械は、固定又は移動可能な機械加工ユニットを含み、該機械加工ユニットはワークスピンドルを担持し、例えば、スピンドルキャリッジ、スピンドルヘッド又はスピンドル台として参照される。一般的な機械加工ユニットはスピンドルの駆動機構と共に、例えば、EP 1 415 758 A1に記載されている。
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
この種の工作機械によるワークピースの切削屑除去加工中、工作機械には一般的に機械加工済みワークピースの表面品質を高くする加工精度や、生産性を高くする工作機械の動作能力が要求される。
【０００５】
ここで、工作機械の高い動作能力は、一方では停止時間を減少し、他方では機械加工中における加工効率の増加、例えば、ワークピースの機械加工中での最高の材料除去率によって得られる。最高の材料除去率は機械加工中、より速い送り速度及び／又はワークピース内への切削工具のより深い切り込みによって達成される。しかしながら、機械加工中、高い材料除去率を得るには工具に大きな振動が発生するので、材料除去率の増加による所望の生産性の増加は概して、加工精度や表面品質を劣化させる。
【０００６】
上述の課題に鑑み、本発明の目的は、高い表面品質を得る最高の加工精度や高い材料除去率による最高の生産性の両方を達成可能にしつつ、工作機械におけるワークピースの切削屑除去率の改善を提供することにある。
【課題を解決するための手段】
【０００７】

上述の目的を達成するため、本発明によれば、工作機械に使用される請求項１の機械加工ユニットが提案される。従属請求項は好適且つ例示的な実施形態に関する。

【０００８】

本発明は、ワークピースの機械加工中に発生する振動を減衰させる構想に基づくものであって、ワークスピンドルを担持した工作機械の機械加工ユニットの振動減衰ユニットによって、ワークピースの機械加工中、工作機械の生産性及び動作能力を増大させるため、より高い材料除去率、より高い送り速度及び／又はワークピース内への工具のより深い切り込みでもって、大幅に増大した加工精度や改善された表面品質を得ることができる。

【０００９】

本発明によれば、工作機械のための機械加工ユニットが提案される。該機械加工ユニットは担持ヘッドベースと、工具担持ワークスピンドルを保持するスピンドル担持ヘッドとを含み、機械加工ユニットは工作機械でのワークピースの機械加工中に発生する振動を減衰する減衰ユニットを備えている。

【００１０】

この目的のため、機械加工ユニット、特に機械加工ユニットのスピンドル担持ヘッド又は好ましくは担持ヘッドベースに減衰ユニットが備えられている。担持ヘッドベースはその全体が摺動可能又は移動可能に取り付けられるものであるが、該担持ヘッドベースに減衰ユニットが装備できることは驚くべきことである。

【００１１】

減衰ユニットがスピンドル担持ヘッドに可能な限り近接して備えられていれば、ワークピースの加工精度は大きく改善可能となる。

【００１２】

更に好適な実施形態によれば、減衰ユニットは担持ヘッドベースの外面に配置してもよい。

【００１３】

減衰ユニットが担持ヘッドベースの外面に配置されていれば、その設置スペースが担持ヘッドベースにおけるハウジングの内部スペースを占めることはなく、該内部スペースは例えば、ギヤボックス及び／又はモータ又は駆動部のために使用できる。

【００１４】

それ故、例えば、減衰ユニットの保守や、取り付け又は取り外しのために、減衰ユニットへの到達が容易になる。特に、ハウジングの外面でも容易にアクセス可能な位置に減衰ユニットが取り付けられることは利点となる。

【００１５】

更に好適な実施形態によれば、減衰ユニットは別要素として備えられ、脱着可能に組み込まれる。

【００１６】

減衰ユニットは担持ヘッドベースに独立したアセンブリとして取り付け可能であり、従って、例えば、螺子又は他の固定手段により、担持ヘッドベースに容易に装着でき、また、担持ヘッドベースから取り外される。本実施形態によれば、減衰ユニットは、機械加工されるべきワークピースに必要な減衰作用に基づいて、適合したものである、又は、適合したものに交換される。

【００１７】

更に好適な実施形態によれば、スピンドル担持ヘッドは軸線回りに旋回可能にして支持され、該軸線はキャリッジの移動方向に対して斜めに延び、これにより、工具ホルダは旋回中、第１位置から第２位置に旋回可能となる。

【００１８】

特に、斜めに延びる旋回軸線を備えた構成では、減衰ユニット及びスピンドル担持ヘッドの旋回中、減衰ユニット及びスピンドル担持ヘッド互いに干渉又は実質的に干渉しないように、減衰ユニットが備えられている。

【００１９】

この場合、減衰ユニットは例えば、担持ヘッドベース（担持ヘッドベースのハウジング）の外面に備えられ、該外面は旋回軸線と平行に方向付けられている。それ故、前記外面は旋回軸線と同様に斜めに延び、旋回中、スピンドル担持ヘッドと減衰ユニットとの衝突が防止される。

【００２０】

更に好適な実施形態によれば、減衰ユニットは単一の軸線方向の減衰作用を確実にし、特にその主減衰作用方向の振動を減衰すべく構成されている。

【００２１】

そのキャリッジを備えた担持ヘッドベースがＺ方向に移動可能であれば、Ｚ軸線の方向の減衰作用が確実になる。そのキャリッジを備えた担持ヘッドベースがＸ又はＺ方向に移動可能に取り付けられていれば、これらの方向の減衰が確実になる。

【００２２】

しかしながら、一般的に、振動は全ての方向で発生するので、少なくとも１つの減衰ユニットを、全ての方向の振動が減衰されるか、又は、少なくとも主な振動方向の振動が減衰可能であるように構成するのが好適する。

【００２３】

この目的のため、好ましくは、単一の軸線方向にそれぞれ減衰作用をなす複数の減衰ユニットが備えられ、その主減衰作用方向（また、主減衰動作方向として参照される）は機械加工ユニットにて、異なる方向に方向付けられている。

【００２４】

更に好適な実施形態によれば、減衰ユニットは、粘弾性減衰要素、圧電減衰要素、電気力学的減衰要素及びスクイーズ膜減衰要素のうち少なくとも１種の減衰要素を有する。

【００２５】

一般的に、減衰ユニットは広範囲に多様な公知の減の衰タイプに基づく。しかしながら、上述のタイプの減衰ユニット、即ち、粘弾性減衰要素、圧電減衰要素、電気力学的減衰要素及びスクイーズ膜減衰要素又はこれらの組み合わせは、小さな組み込みサイズにして最良の減衰特性が確実になる。

【００２６】

例えば、粘弾性減衰要素では、金属片等の質量要素が高い粘性又は粘弾性材料に装着又は取り付けられている。

【００２７】

また、圧電減衰要素の場合、圧電材料が備えられている。例えば、振動を受けた場合、圧電材料は制御の下に電圧を受け、振動に対抗すべく伸縮して減衰作用をなす。このような圧電減衰要素は例えば、DE 699 24923 T2から公知である。

【００２８】

DE 699 24923 T2に記載されたスキーのための圧電減衰要素は、適切な圧電材料及び適切な圧力を選択することで、工作機械に通常発生する振動周波数に対して調整可能である。

【００２９】

電気力学的な減衰要素では、１つ以上の制御可能な線形アクチュエータが備えられ、該線形アクチュエータは該線形アクチュエータを振動に対抗させるべく制御することで、発生する振動を抑制する。

【００３０】

スクイーズ膜型減衰要素では、振動によって引き起こされる質量要素の動きや、移送室領域又は接続領域又は導管を介して第１室領域から第２室領域への液体移送に起因して、第１室領域から第２室領域に液体が押出し又は吸い込まれることで減衰作用が確実なものとなる。このような減衰作用は例えば、EP 0 164 220 A2から公知である。

【００３１】

更に好適な実施形態によれば、減衰ユニットは、特に、スクイーズ膜減衰作用及び／又は絞り流減衰作用に基づく質量-ばねシステムを備えた流体減衰機構を含む。

【００３２】
好ましくは、減衰ユニットは質量要素を含み、該質量要素は複数のばねにより付勢されて複数のガイドに取り付けられ、主減衰作用方向に振動可能である。
【００３３】
好ましくは、質量要素は減衰ユニットの流体密の内部空間内に振動可能にして取り付けられているか、及び／又は、内部空間の室領域が液、特に油で少なくとも部分的に充填されている。
【００３４】
好ましくは、減衰ユニットは、質量-ばねシステムの質量要素の交換、質量-ばねシステムの複数のばね要素を挿入又は交換、及び／又は、流体減衰機構の流体の変更に適応している。
【００３５】
更に好適な実施形態によれば、減衰ユニットはハウジングを有し、該ハウジングは室又は内部空間を含む。該室又は内部空間内で、ばね要素に支持された質量要素が振動するように取り付けられている。ここで、室（内部空間）内には液体が蓄えられ、振動時、該液体は質量要素と室壁との間の第１室領域から質量要素と室壁との第２室領域に移送されるか又は移送可能である。
【００３６】
このような好適な実施形態は、前述したスクイーズ膜型減衰要素の特別な実施形態である。この場合、好ましくは、質量要素は如何なる方式であってもばね要素で懸架されている又は取り付けられて、ばね要素に支持されている。
【００３７】
ばね要素は常時、質量要素を休止位置にもたらす。振動が発生したとき、その質量要素は変位され、該変位で変化する第１及び第２室（ギャップ又はギャップ形状の室領域）の容積に起因して、第１室から第２室に液体を押し出す。
【００３８】
振動の結果、室壁と質量要素との間の第１室領域がサイズ的に減少され且つ室壁と質量要素との間の第２室領域がサイズ的に増加されるように質量要素が変位されるならば、１室領域内の液体は第２室領域の容積が同時に増加されることで第２室領域内に押し入れられるか又は引き入れられる。
【００３９】
実施形態では、少なくとも１つの室領域が減衰ハウジングの内部空間の下部にて軸線方向に振動する質量要素の下側に形成されている。随意的には、減衰ハウジングの内部空間の上武は、少なくとも１つの室領域軸線方向に振動する質量要素の上側に形成される。
【００４０】
この場合、前述したように内部空間は少なくとも部分的に液体で充填され、ここでの内部空間の部分的充填では、質量要素における軸線上での振動方向が鉛直又は実質的に鉛直に方向付けるように、機械加工ユニットにて減衰要素が方向付けられている（即ち、室領域、例えば、水平に形成されたスクイーズ膜ギャップが下部に配置されている場合、ハウジング又は内部空間の下側の領域が液体で充填される）。
【００４１】
この場合、下側の室領域又はスクイーズ膜ギャップが液体で充填されるか、又は、下側に配置された室領域又は水平に形成されたスクイーズ膜ギャップがハウジングの下側及び／又は内部空間の下部が液体で覆われるように、充填内部空間内に少量のみの液体を充填するだけで十分に好適なものとなる。
【００４２】
質量要素が振動するとき、使用された油又は液体は、下側の室領域又はギャッから径方向外側又は径方向内側に押し出される。質量要素の振動に働く減衰は、前記物理作用（「スクイーズ膜作用」）に基づくものであって、機械加工ユニットにしっかりと固定された減衰ユニットを介して機械加工ユニットの振動もまた抑制する。

【００４３】
内部空間が完全で液体で充填されているなら、減衰作用は増加される。それ故、質量要素が上側及び下側室領域間又はギャップの両方間で振動するならば、対応する室領域又はギャップでの「スクイーズ膜作用」が内部空間の上下間で位相シフトして発生するので、その両方が液体で充填される。ここでは、一方側で液体が径方向内側に吸い込まれるとき、他方の側では液体が径方向外側に押しやられ、これは逆の場合でも同様である。
【００４４】
減衰ユニットにおける質量要素の軸線上の振動方向が水平又は実質的に水平（又は水平な傾斜）に方向付けられている場合（例えば、水平な主要構成部分の振動を減衰するために）、好ましくは、内部空間は液体、特に油で完全に充填されている。
【００４５】
更に好適な実施形態によれば、室（内部空間）はその周方向に円筒形状をなし、その上側及び下側では平坦な壁で区画されている。質量要素はその周方向に円筒形状をなし、その上側及び下側では平坦な壁で区画されている。ここでは、移送室領域が対応する周壁間に配置され、上側又下側の室領域（第１、第２室又はスクイーズ膜ギャップ）が上側及び下側の平坦な壁間にそれぞれ配置され、各室領域は、質量要素の振動に起因して可変する受け入れ容積を有する。
【００４６】
このような構成は実質的に円筒状のスクイーズ膜ダンパを提供し、該ダンパはその上面からみて円筒状をなし、上側の可変容積室と、下側の可変容積室と、これら間の円筒状の移送室とを備え、該移送室は質量要素の円筒状の外壁と内部空間の円筒状の内面との間に形成されている。
【００４７】
このよう円筒状の外形、特に、断面方向でみて円形であるが故に、一方では簡単な製造プロセスが選択され、他方では、減衰ユニットの質量配分が補償される。
【００４８】
この場合、減衰ユニットは例えばドラムの形態をなした実質的に円筒形状のハウジングを有し、上壁、下壁及び円筒状の側壁を備え、該側壁は上下の壁間で周方向に延びている。
【００４９】
質量要素は前記ハウジング内に備えられている。該質量要素は金属、特に高密度の金属からなっている。
【００５０】
選択された液体及び質量要素の選択された質量はその工作機械に予期される振動周波数に適応したものである。
【００５１】
質量は好ましくは、５０～１２０Ｋｇ、好都合には７５～１５０Ｋｇ、特に１００(+/-５)Ｋｇの質量を有する。
【００５２】
更に好適な実施形態によれば、質量要素は、少なくとも１つのばね要素、好ましくは複数のばね要素によりその上側及び下側で支持されている。
【００５３】
従って、１つのばね要素のみが質量要素に一方側から働くだけでなく、質量要素がその両側、即ち、上側及び下側で少なくとも１つのばね要素に支持されることは好適する。従って、質量要素は少なくとも２つのばね要素間に保持される。このようなばね要素として、予期される振動周波数に調整された所定のばね定数を有する簡単なコイルばねが使用される。それ故、これらばね要素は室（内部空間）の上側と質量要素の上側との間及び質量要素の下側と室（内部空間）の下側との間で支持されている。この場合、下側に対する反対側の側が上側として参照される。上側及び下側は、円筒状の側壁を長手方向に規定する側である。従って、好ましくは、減衰ユニットの室（内部空間）又はハウジングの下側が

支持面を形成し、該支持面に対して減衰ユニットの質量要素が取り付けられている。
【００５４】
少なくとも２つのばね要素間に前述した質量要素が支持される結果、確実な取り付けが達成される。
【００５５】
更に好適な実施形態によれば、互いに対向する複数のばね要素が周壁に沿って備えられ、これらばね要素は質量要素をその上側及び下側で支持する。
【００５６】
従って、ばね要素の対称配置が好適したものとなり、好ましくは、ばね要素は質量要素の周方向に沿い等間隔を存して配置される。このようにして、質量要素は傾動に対して特にしっかりと、特に確実に取り付けられる。
【００５７】
更に好適な実施形態によれば、ばね要素は質量要素の上壁又は下壁の受け入れボアに受け入れられ、室（内部空間）の対向壁に固定される。
【００５８】
この場合、例えば、質量要素の上壁又は下壁の受け入れボアに受け入れられたばね要素（例えば、コイルばね）の一端は質量要素に固定して連結されず、そのボアに単に挿入されている。
【００５９】
好ましくは、ばね要素は室（内部空間）内での安全な取り付けのため、その他端にて室（内部空間）の内壁に固定して連結されるか又は突入してその室壁に保持される。
【００６０】
更に好適な実施形態によれば、室（内部空間）の上側と室の下側との間を延びる複数の長手方向案内装置（ガイド）が備えられ、質量要素は該質量要素が長手方向、特にガイドの方向のみに振動するようにガイドに取り付けられている。
【００６１】
周方向に関して移送室領域を一様にするために、対応した長手方向案内装置が備えられ、これら長手方向案内装置にて、質量要素が室（内部空間）の上側と下側との間で案内される。
【００６２】
従って、質量要素は室（内部空間）内にて実質的に、即ち、製造公差を除き、長手方向のみに変位可能に配置され、従って、単一の軸線方向の減衰作用が確実になる。
【００６３】
更に好適な実施形態によれば、長手方向案内装置はロッドによって形成され、これらロッドは、質量要素の上側と下側と間を延びる開口を通じて突出する。
【００６４】
従って、ロッドは室の上側の制限壁と室の下側の制限壁との間に備えられ、質量要素を上側から下側に貫通して突出する。これは、特に安全なガイドを確実にする。
【００６５】
更に好適な実施形態によれば、ロッドを突出させる開口は質量要素の周方向に沿い等間隔を存して備えられている。好ましくは、質量要素の周方向に沿って備えられたばね要素と同様に、また、開口に対する対称な構成により、バランスした質量配分や安全ガイドが確実になる。
【００６６】
更に好適な実施形態によれば、ばね要素は各開口に近接して備えられている。このようなガイドとばね要素との間の直近的な隣接に起因して、特に、質量要素の特に単一の軸線方向での安全な支持が確実になる。
【００６７】
特に、ばね要素と開口との両方が周方向に沿って備えられる組み合わせは好適したものとなり、ここでは、ばね、又は、ばねが突入するボアの各々は開口に対して径方向内側又

はその外側、特に、径方向内側で開口に隣接して備えられる。

【００６８】

更に好適な実施形態によれば、ハウジングは温度制御される。室内の液体の粘度は温度に依存するので、ハウジングの温度を制御し、該温度を介して減衰特性を制御することは非常に有利となる。

【００６９】

液体の温度が上昇したとき、液体の粘度は減少される。従って、液体の温度が低い場合とは異なる粘度範囲での減衰作用が提供される。

【００７０】

例えば、温度制御は制御装置によって実施される。該制御装置は発生する振動周波数を測定し、測定した振動周波数に対し、ハウジングの温度制御を介して減衰特性に適応させる。このような構成は例えば、制御装置の適切な調整によって提供される。

【００７１】

好ましくは、ハウジングの温度は調整可能である。特に好ましくは、ハウジングの温度を調整する温度コントローラは振動センサを含み、該振動センサのセンサ信号がハウジングの温度を制御する温度コントローラに供給される。

【００７２】

この場合、液体に要求される粘度を調整して所望の減衰挙動に制御するため、温度は制御の下で変化される。

【００７３】

特に好適な実施形態にて振動センサが使用されるとき、制御ループを設定でき、該制御ループは振動センサのセンサ信号に基づき、スクイーズ膜型減衰要素内の液体の調整温度を制御し、液体の粘度、引いては振動器移動を間接的に制御することで、発生する振動を最適に減衰する。

【００７４】

更に好適な実施形態によれば、ハウジングは底面を有し、該底面は減衰装置スタンドに取り付けられ、該減衰装置スタンドは担持ヘッドベースの外壁に取り付けられている。

【００７５】

通常、ハウジングの底面はハウジングの下側である。即ち、質量要素は底面に対して長手方向、即ち、鉛直方向に振動する。減衰ユニットの質量要素は底面の上方に取り付けられている。特に、質量要素の並進運動は底面に対して垂直である。

【００７６】

本発明の更に好適な実施形態によれば、減衰装置スタンドはハウジングのためのベース面と、担持ヘッドベースのための固定面とを含み、ベース面は担持ヘッドベースの移動方向に対して垂直に方向付けられ、固定面はスピンドル担持ヘッドの旋回軸線と実質的に平行に方向付けられている。

【００７７】

このことは、減衰装置が担持ヘッドベースの傾斜したハウジング面にベース面を水平にして立設されるのを確実にする。この傾斜したハウジング面は好ましくは旋回軸線と平行に方向付けられ、これにより、減衰ユニット及びスピンドル担持ヘッドの旋回中、これら減衰ユニット及びスピンドル担持ヘッドが互いに衝突することはない。

【００７８】

独立した面によれば、本発明はまた工作機械を提案し、該工作機械は前述した少なくとも１つの面の機械加工ユニットを有する。

【００７９】

また、独立した面によれば、本発明はまた工作機械を提案し、該工作機械は、第１軸線ガイド上を第１方向に変位可能な第１キャリッジと、ワークピースホルダと、第２軸線ガイド上を第２方向に変位可能で且つ第３方向に延びる軸線ガイドを含む、第２キャリッジと、前述した１つの機械加工ユニットとを備える。

【００８０】

ここで、機械加工ユニット又は機械加工ユニットの長手方向に変位可能な第１キャリッジは、Ｙ方向に延びる第２キャリッジの軸線ガイドに取り付けられている。

【００８１】

また、本発明の上述の面にて、減衰ユニットが工作機械とは独立又は工作機械の機械加工ユニットとは独立して提供されることを強調すべきである。

【００８２】

例えば、減衰ユニットは独立して提案され、特にスクイーズ膜減衰作用及び／又は絞り流減衰作用に基づく、質量-ばねシステムを備えた流体減衰機構を含む。この独立した本発明の面では、前述の面での特徴及び後述する例示的な実施形態の全ての特徴の組み合わせ可能である。

【００８３】

特に、提案した減衰システムは、工作機械の機械的な運動力学を限定するものでなく、振動が減衰されるべき全てのシステム（例えば、機械、機械構成部分、モータ、ロック、構造、建物、変速機、車両の車体等）に普遍的に使用できる。

【００８４】

本発明又は例示的な実施形態の更なる利点及び詳細は、添付図面に関連して示された実施形態から明らかとなる。

【図面の簡単な説明】

【００８５】

【図１】従来技術から公知の工作機械の例示的な斜視図である。

【図２】図１に示された工作機械における機械加工ユニットの内部構造を例示的な概略図である。

【図３Ａ】工作機械のための機械加工ユニットの例示的な概略側面であり、ここでは本発明の例示的な実施形態に係る減衰ユニットが機械加工ユニットに備えられている。

【図３Ｂ】工作機械のための図３Ａの機械加工ユニットの例示的な概略側面であり、ここでは機械加工ユニットにおけるスピンドル担持ヘッドの旋回位置が図３Ａの場合とは異なっている。

【図４】例示的な実施形態に係る減衰ユニットの例示的な図である。

【発明を実施するための形態】

【００８６】

以下、本発明の実施形態又は例示的な実施例を添付図面を参照して詳細に説明する。図面中、同一又は同様な要素には同一の参照符号が付されているが、時には異なる参照符号もまた付されている。

【００８７】

しかしながら、本発明は以下の例示的な実施形態及びその特徴に限定又は制約されるものでなく、例示的な実施形態の改良、特に独立請求項の範囲内で実施形態の特徴の改良、又は、１つの以上の実施形態の特徴の組み合わせによる改良を含む。

【００８８】

図１は、従来技術から公知の工作機械１００の一例を示し、該工作機械１００は５つの軸線を含み、これら軸線は３つ線形的な移動軸線と、２つ回転軸線とを有する。

【００８９】

工作機械１００は数値コントローラ（図示しない）によって制御可能であり、該数値コントローラは特に、加工されるべきワークピースとワークピースを加工する工具との間の相対移動を制御するために、３つの線形軸線及び２つ回転軸線の移動動作を制御し、前記工具は工作機械１００のスピンドルに保持されている。

【００９０】

ここで、一例として水平なＹ方向に延び且つ工作機械１００におけるフレーム１の側部１ｂ（機械スタンド）に対して垂直に延びる一対の第１軸線ガイド２や、水平なＸ方向に延びる複数の第２軸線ガイド３が工作機械１００におけるフレーム１（機械フレーム）の下側部分１ａ（機械ベッド）及び側部１ｂにそれぞれ配置されており、工作機械は側面図

でみてＬ字形状をなしている。

【００９１】

Ｙ軸線（第１線形軸線）の第１（Ｙ軸線）キャリッジ４上にはワークピースホルダを備えた回転テーブル４ａが配置され、該回転テーブル４ａは第１軸線ガイド２上を長手方向、即ち、Ｙ方向に移動可能である。

【００９２】

一例として、加工されるべきワークピースは、回転駆動可能な回転軸線の回転テーブル４ａ上に保持又はクランプ可能であって、回転テーブル４ａを回転させることで鉛直な回転軸線回りに、好ましくは少なくとも３６０度以上に回転され、そして、Ｙ軸線によってキャリッジ４を移動させることでＹ方向に線形移動可能である。

【００９３】

Ｘ軸線（第２線形軸線）の第２（Ｘ軸線）キャリッジ５は横断方向に摺動可能、即ち、Ｘ方向に移動可能であって、例えば、高さ方向に柱状をなした外形を有する。第２キャリッジ５は第２軸線ガイド３に備えられ、鉛直なＺ軸線（第３線形軸線）における複数の第３軸線ガイド６を該軸線ガイド６の全高に沿って保持している。一例として鉛直なＺ方向に延びる第３軸線ガイド６は第２軸線ガイド３に背向する第２キャリッジ５の面に備えられている。

【００９４】

更にまた、図１に示された工作機械１００の高さ方向（Ｚ方向）において、機械加工ユニット７（フライス(milling)ヘッド、スピンドルヘッド又はスピンドル台）は、鉛直なＺ軸線の第３（Ｚ軸線）キャリッジ９に保持又は装着され、該第３キャリッジ９は長手方向に摺動可能又はＺ方向に移動可能である。機械加工ユニット７は例えば、担持ヘッドベース８を含み、担持ヘッドベース８の後部は第３キャリッジ９に配置されている。該第３３キャリッジ９は第３軸線ガイド６に対し、工作機械の高さ方向つまり鉛直方向に移動可能に取り付けられている。

【００９５】

従って、機械加工ヘッド７は例えば、Ｙ方向に対して横断する水平なＸ方向にキャリッジ５を移動させることでＸ軸線によって線形的に移動され、そして、キャリッジ９を移動させることで、鉛直に線形的に移動される。

【００９６】

担持ヘッドベース８には、第３キャリッジ９とは反対側には例えば、スピンドル担持ヘッド１０（例えば、旋回ヘッド）が担持ヘッドベース８に対して旋回可能にして配置又は保持されている。スピンドル担持ヘッド１０はワークスピンドル１１を担持し、該ワークスピンドル１１に工具ホルダ１２が備えられている。回転テーブル４ａにクランプされたワークピースを機械加工するために、該工具ホルダ１２は対応した工具、例えば切断工具、ドリル工具又はフライス工具を受け取り可能となっている。

【００９７】

スピンドル担持ヘッド１０は例えば、傾斜した旋回軸線Ｓ回りに旋回可能に装着されており、該旋回軸線ＳはＺ軸線に対して傾斜、又は、第３軸線ガイド６又は第３キャリッジ９の移動方向に対して傾斜している（図３Ａ，３Ｂ参照）。これにより、スピンドル担持ヘッド１０は、スピンドル１１のスピンドル軸線を水平に向けた図１の第１位置と、スピンドル１１のスピンドル軸線を鉛直に向けた第２位置との間にて旋回可能である。

【００９８】

スピンドル１１は、スピンドル担持ヘッド１０（例えば、図２参照）内に設けられたギヤボックスを介して駆動可能となっている。従来技術から公知の工作機械の例示的な機械加工ユニット７が図２に例示的な概略図で示されている。

【００９９】

担持ヘッドベース８内には例えば、モータ１３が配置され、該モータ１３は軸１４を回転駆動する。軸１４の回転運動は、ギヤボックス１５を形成するギヤアセンブリを介して工具ホルダ１２の前端に設けられたスピンドル１１（図１参照）に伝達され、該スピンド

ル１１に保持された工具を回転駆動する。
【０１００】
担持ヘッドベース８とスピンドル担持ヘッド１０との間のギヤボックス１５や、旋回軸線の旋回機構の例示的な構造についてはEP 1 425 758 A1を参照。
【０１０１】
図３Ａ，３Ｂは図１，２の機械加工ユニット７の概略を示し、担持ヘッドベース８は本発明の減衰ユニット１７を備えている。ここでは一例として、該減衰ユニット１７が担持ヘッドベース８の上面に配置されている。
【０１０２】
しかしながら、本発明は、減衰ユニット１７が担持ヘッドベース８の上面に配置又は装着された例示的実施形態に制約されものでもなく、本発明では１つ以上の減衰ユニットが担持ヘッドベース及び／又はスピンドル担持ヘッド１０の他の箇所に配置／又は装着可能である。
【０１０３】
更にまた、本発明は、２つの旋回軸線又は互いに旋回可能な２つの担持部分を備える機械加工ユニットに限定されるものでもなく、工作機械のための多様なスピンドルを担持した機械加工ユニット、又は、複数の工具担持ワークスピンドル備えたスピンドルヘッド又はフライスヘッドに拡張されてもよい。
【０１０４】
図３Ａ，３Ｂに図示した例では、例えば減衰ユニット１７が別個の要素として備えられ、機械加工ユニット７のハウジングの外面に配置されている。
【０１０５】
しかしながら、本発明は外側に配置された減衰ユニット１７に制約されるものでなく、１つ以上の減衰ユニット１７が機械加工ユニット７内にて一体化されてもよく、特に、機械加工ユニット７又は担持ヘッドベース８及び／又はスピンドル担持ヘッド１０内に組み込まれていてもよい。
【０１０６】
更にまた、減衰ユニット１７は、工作機械１００の他の箇所、例えば、機械フレーム、機械ベッド、軸線キャリッジ及び／又は回転テーブル又はワークピースクランプ装置の近傍に付加的又は代替的に配置されてもよい。
【０１０７】
例えば、図３Ａ，３Ｂの減衰ユニット１７は、例示的な円筒状の周壁１９を有したハウジング１８と、例示的な平坦な上壁２０（蓋部）と、例示的な平坦な下壁２１（底部）とを含む。前記壁１９，２０，２１はハウジング１８の内部に例示的な円筒形状の内部空間２２を形成し、この内部空間２２内に振動減衰機構又は減衰要素が備えられている。
【０１０８】
ハウジング１８の下壁２１は例えば、減衰ユニット１７のベース面を形成し、例えば概略的に図示された減衰装置スタンド２３に取り付けられている。該減衰装置スタンド２３は例えば、担持ヘッドベース８及びハウジング１８とは別の要素であり、例えば金属又はプラスチックからなっている。
【０１０９】
減衰装置スタンド２３は例えば、固定面２４を含み、該固定面２４を介して担持ヘッドベース８のハウジング壁に固定されている。付け加えて、減衰装置スタンド２３は例えば、ベース面２５を含み、該ベース面２５にハウジング１８の下壁２１が固定されている。
【０１１０】
ベース面２５及び固定面２４は例えば、互いに対して約４５°の角度をなし、それ故、担持ヘッドベース８のハウジングの上面は対応する傾斜面を有し、該傾斜面もまた同様に斜めに配置されている。
【０１１１】
固定面２４や、担持ヘッドベース８の傾斜面は本質的に旋回軸線Ｓと平行であって、例

えば、Ｚ軸線（図１参照）に対して約４５°の角度をなして斜めに延びている。

【０１１２】

Ｚ軸線と旋回軸線Ｓとの間の角度がより鋭角になればなる程、固定面２４とベース面２５との間の角度はより大きくなる。しかしながら、２つの角度（固定面２４とベース面２５との間の角度及びＺ軸線に対する旋回軸線Ｓの角度）は例えば合計で９０°であって、これにより、減衰ユニット１７の下壁２１が水平となって減衰ユニット１７は鉛直となる（本実施形態において、内部空間２２に備えられた質量要素３０（図４参照）は例えば、鉛直なＺ方向に並進移動可能にして保持される）。

【０１１３】

減衰装置スタンド２３は絶対的に必要ではない。代替的には、この種の減衰装置スタンド２３のような中間要素を無しにして、減衰ユニット１７のハウジング１８が機械加工ユニット７のハウジング又は担持ヘッドベース８に直接的に固定されるか、又は、減衰ユニットが機械加工ユニットのハウジング又は担持ヘッドベース８の内部に配置されてもよい。

【０１１４】

限定されない実施形態である例示的な減衰ユニット１７は、一例として図４の断面図に示されている。該例示的な本実施形態では、「スクイーズ膜(squeeze film)」に基づいた「減衰ユニット」が提案されている。

【０１１５】

それ故、例示的な本実施形態にて、減衰ユニット１７は一例として、スクイーズ膜型減衰要素として形成されている（減衰ユニット１７は所謂、スクイーズ膜ダンパとして参照される）。しかしながら、代替的には、如何なる公知の減衰要素もまた減衰ユニットとして使用可能である。このような減衰ユニットは、粘弾性減衰要素、電気力学的減衰要素及び／又は圧電性減衰要素、又は、これらの組み合わせからなる。

【０１１６】

本実施形態の場合、減衰ユニット１７のハウジング１８は、長手方向でみて内部空間２２を上方から区画するための上壁を形成する蓋又は蓋部２０や、長手方向でみて内部空間２２を下方から区画するための下壁を形成する底又は底部２１と共に、例示的な円筒状の周壁１９を実質的に含む。

【０１１７】

図４でみて、ハウジング１８の上蓋２０は単に一例としての中央プレート要素２７を備え、該中央プレート要素２７は複数の螺子２８又は他の固定手段を介して内部空間２２を密に、特に液密に閉じている。ここで、プレート要素２７の壁厚は、プレート要素２７の下側に形成されるスクイーズ膜ダンパのギャップをその所望の減衰作用を発揮する所望のギャップ幅に調整すべく選択される。プレート要素２７を異なる壁厚のプレート要素に代えることで、異なるギャップ幅が得られる。プレート要素２７が取り外されれば直ちに、例えば、内部空間２２内の液の補給又は交換が可能となる。

【０１１８】

本実施形態の場合、一例として２つの円筒状ディスク３０ａ，３０ｂから形成された質量要素３０が配置されている。質量要素３０の外周面は例えば円筒形状をなし、内部空間２２を区画するハウジング１８の円筒状の内周面（内部空間２２の外周面）の形状に一致する。

【０１１９】

質量要素３０は、上側保持要素２９及び下側保持要素２９のそれぞれでもって上側及び下側で保持されているか、又は、上側及び下側の保持要素２９間に保持されている。各保持要素２９は例えば、ディスク形状をなしている。

【０１２０】

例えば、蓋部２０及び底部２１には複数の螺子３７を介してロッド形状をなした複数の案内要素３８がそれぞれ固定され、各案内要素３８は蓋部２０と底部２１との間を鉛直に延びている。ハウジング１８の蓋部２０及び底部２１には一例として案内要素として役立

つ複数のロッド３８が備えられ、これらロッド３８は別要素として形成され、複数の螺子３７又は他の固定手段を介してハウジング１８の対応する蓋部又は底部に固定されている。

【０１２１】

前記ロッド又は案内要素３８はハウジング１８の外周面に沿い等間隔を存して配置され、複数の開口３９を通じてそれぞれ突出する。これら開口３９は質量要素３０内の対応した位置にそれぞれ設けられている。案内要素３８は各保持要素２９に形成された複数の開口４４（例えばボア）を通じて延びている。

【０１２２】

従って、減衰ユニット７におけるハウジング１８の内部空間２２内で、保持要素２９を備えた質量要素３０は案内要素３８に沿って自由に摺動するように案内要素３８に取り付けられている。

【０１２３】

質量要素３０は複数ずつのばね要素４０，４１間に保持されている。下側の各ばね要素４１は質量要素３０を支持し、上側の各ばね要素４０は質量要素３０を押圧している。これらばね要素４０，４１のそれぞれは対応する開口４３（例えばボア）内に保持又は支持されている。従って、鉛直方向に変位可能な並進的なばねサスペンションが質量要素３０のために備えられている。

【０１２４】

例えば、対応するばね要素４０，４１はコイルばねとして形成され、各コイルばねの一端は蓋部又は底部に固定され、その他端は例えば、固定されることなく、開口４３内又は開口４３の底領域に支持されている。

【０１２５】

上側及び下側のばね要素４０，４１のそれぞれは鉛直方向でみて互いに対向し、互いの延長部分として配置されている。ここで、一対の上側及び下側のばね要素４０，４１のそれぞれは、開口３９及び案内要素３８と平行に配置されている。従って、ハウジング１８の周方向には例えば、一対のロッド３８及びばね要素４０，４１が常時、提供されている。

【０１２６】

上側の保持要素２９の上壁３１とプレート要素２７の内面との間にはギャップＳｐが形成され、該ギャップＳｐは液体を受け入れる上側スクイーズ膜室領域３５を形成する。下側の保持要素２９の下壁３２と底部２１の内面との間にも他のギャップＳｐが形成され、該他のギャップＳｐは液体を受け入れる下側スクイーズ膜室領域３６を形成する。

【０１２７】

上側及び下側スクイーズ膜室領域３５，３６の各々は移送(transfer)室領域３４を備えて形成され、該移送室領域３４は液体を受け入れるために、内部空間２２の残りの空洞内に形成されている。例えば、移送室領域３４は、質量要素３０の外周面とハウジング１８の内周面との間に形成され、例えば、質量要素３０をハウジング１８の周方向に完全に取り囲み、本実施形態では一定の断面積を有する。

【０１２８】

ワークピースの加工中、内部空間２２内に振動が発生したとき、質量要素３０は案内要素３８に沿って上下に摺動、つまり、振動する。

【０１２９】

それ故、室領域３５，３６におけるギャップＳｐの容積は変化する。この結果、特に、質量要素３０が上方に動いて室領域３６が増加するとき、下側のギャップＳｐは増加される一方、室領域３５の容積は減少する。又、質量要素３０が下方に動いて室領域３５が増加するとき、上側のギャップＳｐは増加される一方、室領域３６の容積は減少する。

【０１３０】

例えば、図４でみて質量要素３０が上方に動き、且つ、内部空間２２の少なくとも下部が液体で充填されているとき（即ち、内部空間２２が液体で部分的にのみ充填されている

なら）、下側のギャップ又は室領域３６の室容積が増加され、移送室領域３４内の液体は下側のギャップに移送、つまり、下側のギャップ内に発生する径方向吸引流により移送室領域３４から下側のギャップ内に吸い込まれる（図４における右下側の詳細図を参照）。

【０１３１】

質量要素３０が下方に動き、室領域３６の下側のギャップの室容積が減少されるとき、該下側ギャップ内の液体は移送室領域３４に移送、つまり、下側のギャップ内に発生する径方向加圧流によって移送室領域３４内に押し出される（図４における右下側の詳細図を参照）。

【０１３２】

内部空間２２及び室領域３４，３５，３６が完全に液体で充填されていて質量要素３が下方に動くときには、上側のギャップ又は室領域３５の室容積が増加され、移送室領域３４内の液体は上側のギャップ内に移送されるか、又は、上側のギャップ内に発生する径方向吸引流によって上側のギャップ内に吸い込まれる（図４における右下側の詳細図を参照）。一方、質量要素３０が上方に動くとき、上側のギャップ又は室領域３５の室容積が減少され、その室領域内の液体は移送室領域３４内に移送、つまり、上側のギャップ内に生じる径方向加圧流によって移送室領域３４内に押し出される（図４における右下側の詳細図を参照）。

【０１３３】

それ故、特に減衰ユニット１７が機械加工ユニット７にしっかりと取り付けられ且つ減衰ユニット７の内部空間２２が液体で部分的又は完全に充填されているとき、質量要素３の振動に対する減衰作用がギャップの領域での加圧流又は吸引流に起因して発生し、また、該減衰作用は機械加工ユニット７の全体のための振動ダンパとしても働く。

【０１３４】

従って、減衰ハウジング１８の内部空間２２の下部には軸線方向に振動する質量要素の下側に少なくとも１つの室領域が形成される。随意的には、１つ以上の室領域が軸線方向に振動する質量要素の上側となる減衰ハウジング１８の内部空間２２の上部に形成される。

【０１３５】

本実施形態では、前述したように内部空間２２が少なくとも部分的に液体で充填されていて、内部空間２２の部分的な充填時にあっては、質量要素３０の軸線上の振動方向が鉛直又は少なくとも実質的に鉛直に方向付けられるべく、減衰ユニット１７が機械加工ユニット７に関して方向付けられている（即ち、例えば、ハウジング１８の下側の領域又は内部空２２間の下側に水平に形成されたスクイーズ膜ギャップが設けられている場合、下側に配置された室領域は液体で充填されている）。

【０１３６】

この場合、下側の室領域又はスクイーズ膜ギャップが液体で充填されるか、又は、ハウジングの下側領域及び／又は内部空間の下側にて、その室領域又は水平なスクイーズ膜ギャップが液体で覆われる状態にして内部空間の領域が液体で充填されるように、内部空間内には少量の液体のみを充填するだけで十分に好適なものとなる。

【０１３７】

質量要素３０が振動されたとき、使用された油又は液体は下側の室領域又は下側のギャップから径方向の内外に押される。質量要素３０の振動に対する減衰作用は前述の物理学的作用（「スクイーズ膜作用」）に基づくもので、これは工作機械１０の機械加工ユニット７への減衰ユニット１７のしっかりとした固定を介して機械加工ユニット７の振動を減衰する。

【０１３８】

「スクイーズ膜作用」は、室領域又はギャップに対応する内部空間２２の上側及び下側で位相シフトを発生し、ここでは液体が一方の側で径方向外側に押し出されるときには反対側では液体が径方向に吸い込まれ、そして、逆の場合でもまた同様である。それ故、内部空間が液体で完全に充填され、上側及び下側の室領域又はギャップの両者が液体で充填

されたとき、その減衰作用は増加される。なお、この際、質量要素３０は上側及び下側の室領域間で振動する。

【０１３９】

（例えば、水平なメイン構成部分の振動を減衰するためには、）減衰ユニットにおける質量要素の軸線上の振動方向が水平又は実質的に水平（又は、水平に傾斜）に方向付けられ、内部空間は液体、特に油で完全に充填されているのが好ましい。

【０１４０】

好ましくは、質量要素は、５０～１２０Ｋｇ、好適には、７５～１５０Ｋｇ、特に１００(+/-５)Ｋｇの質量を有する。平均ギャップ幅は１０ｍｍ、好ましくは５ｍｍ、特には実質的に１ｍｍよりも小さい。

【０１４１】

前述した一例のスクイーズ膜型減衰ユニットを備えた機械加工ユニットを有する工作機械１００の試験において、機械加工ユニットにスクイーズ膜型減衰ユニットを取り付けてからワークピースを機械加工した場合、材料除去率が５００％まで増加され、一方、機械加工済みのワークピース表面が減衰ユニット無しの工作機械で加工された場合と同様な表面品質を有することが確認された。

【０１４２】

工作機械にて予期される振動周波数に応じて、液体、特に好ましくは油や質量要素の質量がそれぞれ選択される。

【０１４３】

本実施形態において、ハウジング１８は例えば、温度制御される。室内の液体の粘度は温度に依存するので、ハウジングを温度制御し、また、温度を介して減衰特性を制御することは非常に有利となる。従って、液体の温度は一定に維持され、これにより、ワークピースの機械加工中、液体、特に温度依存性の油の粘度が一定に維持され、粘度及び振動減衰挙動が時間経過と共に変化することはない。

【０１４４】

液体の温度が上昇したとき、液体の粘度は減少され、従って、液体の温度が低い場合とは異なる粘度範囲の減衰が提供される。

【０１４５】

例えば、温度制御は制御装置によってなされ、該制御装置は発生した振動周波数を測定し、ハウジングの温度制御を介して減衰特性を測定した振動周波数に適応させる。このような構成は例えば、制御装置を適切に調整することで提供される。

【０１４６】

この場合、液体に要求される粘度を調整することで、所望且つ目的の減衰挙動に制御するために、温度はまた制御下にて変化される。

【０１４７】

特に有利な実施形態において、振動センサが使用されるとき、制御ループを設定が可能となり、該制御ループは、液体の温度を間接的に制御、つまり、振動挙動を間接的に制御することで、発生した振動を最適に減衰させるため、振動センサのセンサ信号に基づきスクイーズ膜型減衰ユニット内の液体を調整温度に制御する。

【０１４８】

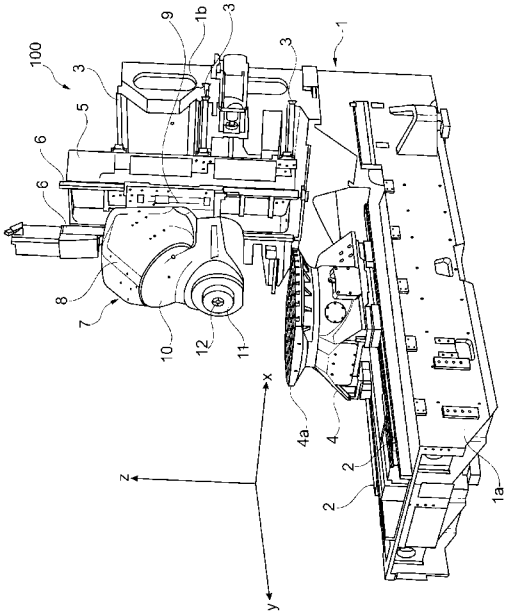
更にまた、（特にばね定数に対する）種類及び／又は使用されるばねの数を変更したり、減衰されるべき周波数範囲に対して減衰ユニットを調整することも可能である。減衰ユニットの振動質量を一定として、使用されるばねの数を１００までの範囲で単に変更するだけでも、減衰される周波数範囲が３Ｈｚから１００Ｈｚの範囲で調整可能であることが試験で確認された。

【０１４９】

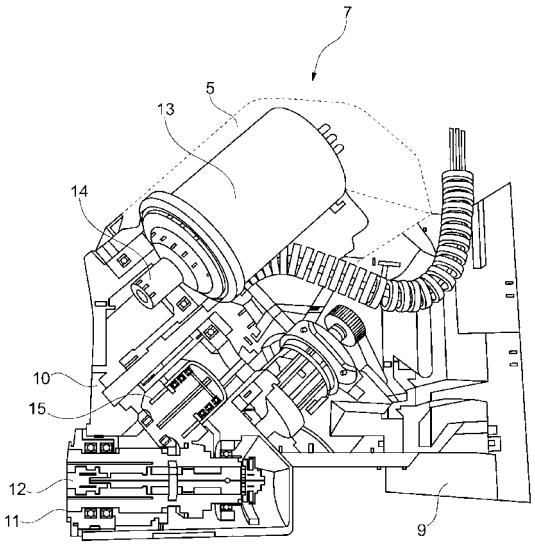
ばねの種類及び／又は数やスクイーズ膜型減衰ユニットの平均ギャップ幅の調整、液体又はその粘度の選択、可能性として振動センサを備えた制御ループに基づく温度制御を介しての粘度の調整又は変更により、振動減衰挙動を最適に調整可能となる。

【０１５０】
本発明は、スクイーズ膜により減衰作用を実施するものに限定されない。むしろ、異なる減衰要素、特に質量-ばねシステムを備えた他の種類の流体減衰機構（例えば、スクイーズ膜原理の質量-ばねシステムを備えた流体減衰機構、絞り流に基づく質量-ばねシステムを備えた流体減衰機構）。一般的に、質量-ばねシステムは特に、付勢された振動質量によって高電力密度且つコンパクトな構造が可能となる利点を提供する。
【０１５１】
質量-ばねシステムを備えた流体減衰機構の場合、減衰挙動は、材料の選択又は使用材料の密度が適切に選択可能な質量要素の質量（この目的のためには同一のサイズ及び形状で密度が異なる複数の質量が準備され、質量が交換される）、特に減衰されるべき振動の周波数範囲に適合させるべく種類や数が変更可能なばね、ギャップ又は流体室の調整可能なギャップ高さ（例えば、上側のプレート要素２７及び／又は保持要素２９の調整又は交換）、粘度に依存して使用される液体、及び／又、減衰ユニット又は室壁の温度制御による調整又は微調整可能な流体の粘度により、モジュール原理でもって簡単に調整可能である。
【０１５２】
付け加えて、各減衰ユニットで使用される質量要素の質量、ギャップ高さ、ばね（種類及び／又は数）、液体及び／又は温度制御型の減衰ユニットで設定されるべき温度に関して、異なる構成を備えた複数の減衰ユニットが使用可能であって、これら減衰ユニットにより工作機械の機械加工システム、又は、減衰されるべき機械加工ユニットの多数の周波数が同時に減衰可能となる。
【０１５３】
しかしながら、複数の減衰ユニットは、複数の周波数範囲や、異なる周波数の減衰作用のみに使用されるものでもなく、複数の減衰ユニットが質量-ばねシステムの振動方向を異ならして機械加工ユニットに配置されているとき、異なる振動方向の減衰をも可能となる。また、質量-ばねシステムのガイド（例えば、案内要素３８）を介して水平に方向付けられた振動の減衰、又は、水平な振動もまた減衰可能となる。
【０１５４】
付け加えて、複数の減衰ユニットが使用されるとき、個々の減衰ユニットの質量は減少され、これにより、複数の減衰ユニットの個々はよりコンパクトになり、個々の減衰ユニットの組み込み容積が減少される。この結果、工作機械又は機械加工ユニットへの減衰ユニットの取り付け又は組み付けが簡単且つ省スペースにして可能となる。
【０１５５】
また、このことは、質量要素の質量がより一層小さい（例えば、好ましくは２０～３０Ｋｇ、又は、１０～５０Ｋｇ）の省スペースな減衰ユニットの提供を可能にし、このような減衰ユニットは振動を減衰するため、より小さい工作機械（所謂、小機械）に使用でき、また、複数の減衰ユニットが使用されるなら、大きな工作機械（所謂、大機）にも使用可能である。
【０１５６】
要するには、本発明は、工作機械におけるワークピースの切削加工に関して、表面品質での高い加工精度や、高い材料除去率での高い生産性の両方を改善する。
【０１５７】
特に、ワークピースの加工中に発生する振動を減衰できることは利点であり、これにより、ワークピースの加工中、ワークスピンドルを担持した工作機械の機械加工ユニットの振動減衰ユニットに起因して高い材料除去率、速い送り速度及び／又はワークピース内へのより深い切り込みが可能となって、工作機械の生産性及び機械加工能力が増加し、加工精度の大幅な増加及び表面品質の改善が達成可能となる。

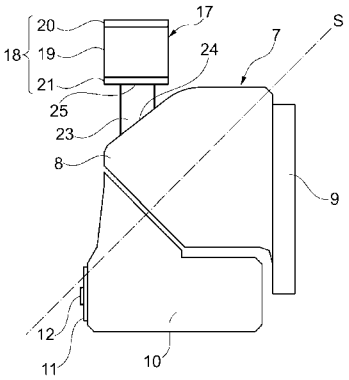
【図１】



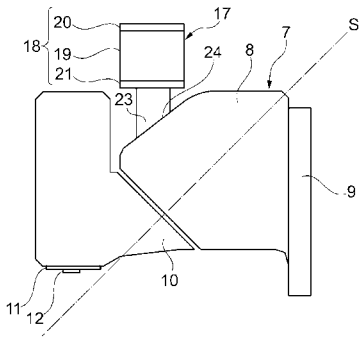
【図２】



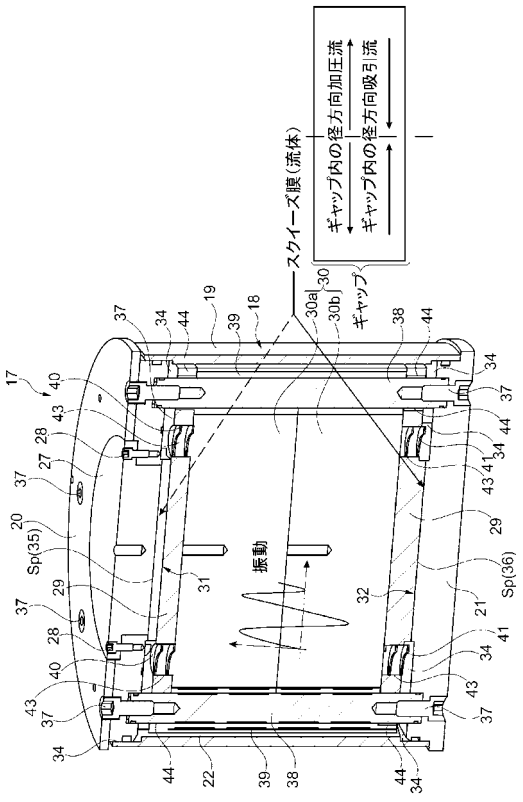
【図３Ａ】



【図３Ｂ】



【図４】



フロントページの続き

Ｆターム(参考) 3C011 AA04 AA05
3C022 QQ03
3C048 BB14 BC03 EE10

【外国語明細書】
2017164893000001.pdf