

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6204078号
(P6204078)

(45) 発行日 平成29年9月27日(2017.9.27)

(24) 登録日 平成29年9月8日(2017.9.8)

(51) Int.Cl. F 1
B 2 5 D 13/00 (2006.01) B 2 5 D 13/00

請求項の数 8 外国語出願 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2013-124768 (P2013-124768)	(73) 特許権者	591010170
(22) 出願日	平成25年6月13日 (2013.6.13)		ヒルティ アクチエンゲゼルシャフト
(65) 公開番号	特開2014-12330 (P2014-12330A)		リヒテンシュタイン国 9494 シャー
(43) 公開日	平成26年1月23日 (2014.1.23)		ン, フェルトキルヒャーシュトラッセ
審査請求日	平成28年5月16日 (2016.5.16)		100
(31) 優先権主張番号	10 2012 210 088.1		Feldkircherstrasse
(32) 優先日	平成24年6月15日 (2012.6.15)		100, 9494 Schaan, L
(33) 優先権主張国	ドイツ(DE)		IECHTENSTEIN
		(74) 代理人	100090022
			弁理士 長門 侃二
		(72) 発明者	アルバート ビンダー
			スイス国 9470 ブクス テクニクム
			シュトラッセ 9

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 機械工具

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

移動軸(3)に沿って移動することができるようにチゼル加工工具(7)を保持するように設置された工具ホルダ(6)と、

磁気空気圧式打撃機構(2)と

を備える機械工具(1)において、

前記磁気空気圧式打撃機構(2)が、

前記移動軸(3)の周りに配置された主アクチュエータ(22)であって、衝撃方向(5)に順に第1の磁気コイル(46)および第2の磁気コイル(47)を含んだ主アクチュエータ(22)を備えると共に、

前記磁気コイル(46、47)内における移動軸(3)上に、前記衝撃方向(5)へ順に、打撃子(4)およびダイ(13)を備え、

前記打撃機構(2)および空気ばね(23)が、前記衝撃方向(5)で前記打撃子(4)に作用し、前記空気ばねが、前記衝撃方向とは反対側で固定シール(30)によって封止され、

前記空気ばね(23)が通気開口部(36)を有し、前記通気開口部(36)は、前記打撃子(4)が、前記打撃子(4)のストローク(18)の5%未満だけ前記ダイ(13)から離れているとき外界に対して開き、それ以外の場合には閉じられており、

前記空気ばね(23)の前記通気開口部(36)が、前記衝撃方向(5)にある前記第1の磁気コイル(46)の端部の軸方向高さに配置されている、

10

20

機械工具（１）。

【請求項２】

０．５バールの圧力差で、前記空気ばね（２３）からの空気量の最大１０％が１秒以内に前記通気開口部（３６）を通して流れるように、前記通気開口部（３６）の断面積が設計されることを特徴とする請求項１に記載の機械工具（１）。

【請求項３】

前記空気ばね（２３）が、固定シール（３０）によって前記衝撃方向（５）とは反対側で閉じられていることを特徴とする請求項１または２に記載の機械工具（１）。

【請求項４】

半径方向に磁化された永久環状磁石（４２）が、前記移動軸に沿って、前記第１の磁気コイル（４６）と前記第２の磁気コイル（４７）との間に配置されることを特徴とする請求項１～３のいずれか一項に記載の機械工具（１）。 10

【請求項５】

前記環状磁石（４２）が、複数の永久磁石（４３）から構成され、前記永久磁石（４３）が、一方の磁極Ｎが前記移動軸（３）に面し、他方の磁極Ｓが前記移動軸（３）とは反対を向くように位置合わせされることを特徴とする請求項４に記載の機械工具（１）。

【請求項６】

前記磁気コイル（４６、４７）が、制御装置（１２）によって交番する位相（６８、６６）で制御され、前記第１の磁気コイル（４６）内で前記第１の磁気コイル（４６）によって発生される第１の磁場（４９）が、第１の位相（６８）では弱め合うように、第２の位相（６６）では強め合うように、前記環状磁石（４２）の磁場（３７）と重畳され、前記第２の磁気コイル（４７）内で前記第２の磁気コイル（４７）によって発生される第２の磁場（５０）が、前記第１の位相（６８）では強め合うように、前記第２の位相（６６）では弱め合うように、前記環状磁石（４２）の磁場（３７）と重畳されることを特徴とする請求項５に記載の機械工具（１）。 20

【請求項７】

前記打撃子（４）が、軟磁性材料でできていることを特徴とする請求項１～６のいずれか一項に記載の機械工具（１）。

【請求項８】

前記ダイ（１３）が、軟磁性材料でできおり、前記第２の磁気コイル（４７）内に、またはヨーク（５７）内に突出し、前記ヨーク（５７）が、前記衝撃方向（５）において前記第２の磁気コイル（４７）に当接することを特徴とする請求項１～７のいずれか一項に記載の機械工具（１）。 30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、チゼル加工工具を駆動することが可能な機械工具に関する。

【背景技術】

【０００２】

打撃子は、磁気コイルによって直接加速され、工具を打撃する。この種の機械工具は、例えば、特許文献１から既知である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００３】

【特許文献１】米国特許出願公開第２０１０／０２０６５９３号明細書

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【０００４】

本発明による機械工具は、チゼル加工工具が移動軸に沿って移動することができるよう 50

にチゼル加工工具を格納するように設置された工具ホルダを有する。磁気空気圧式打撃機構は、移動軸の周りに配置された主アクチュエータを備え、主アクチュエータは衝撃方向へ順に、第1の磁気コイルおよび第2の磁気コイルを含む。打撃機構は、磁気コイル内の移動軸上にあり、衝撃方向へ順に配置された打撃子とダイとをさらに備える。さらに、打撃機構は、打撃子に衝撃方向へ作用する空気ばねを有する。空気ばねは、完全にまたは部分的に、第1の磁気コイルの内であってもよい。空気ばねは通気開口部を有し、通気開口部は、ダイから打撃子のストロークの5%未満の距離に打撃子があるときに、外界に対して開き、それ以外のときには閉じられている。通気開口部は、好ましくは、空気ばねを形成する空気圧チャンバにおいて、外界への唯一の開口である。したがって、外界との空気の交換は、打撃子がダイおよび衝撃位置の近くにあるときにのみ可能である。距離を求めるために、ダイは、その定位置にあると仮定される。定位置では、ダイは、好ましくはストッパにおける衝撃方向と反対側にある。

10

【0005】

さらに本発明では、空気ばねの通気開口部は、衝撃方向を向いた第1の磁気コイルの端部の軸方向高さに配置されるようになっている。通気開口部は、衝撃方向と反対向きの第1の磁気コイルの端部よりも、衝撃方向を向いた端部にかなり近い。打撃子は、例えばその側壁で通気開口部を閉鎖することができる。

【0006】

特に、打撃子が、いずれの位置でも第1の磁気コイルと重なっていると有利である。

【0007】

20

一実施形態では、0.5バールの圧力差で、空気ばね内の空気の最大10%が1秒以内に通気開口部を通して流れるように、通気開口部の断面積が設計されるようになっている。通気開口部を通ることによる空気の交換は少ない。最終的に、例えば空気ばねの圧縮中の漏れにより生じる空気ばねの損失のみが補償されると考えられる。通気開口部は、単一の穴、またはほぼ同じ高さに位置する複数の穴および/またはスロットによって実現することができる。

【0008】

一実施形態では、空気ばねは、衝撃方向と反対の方向にある固定シールによって封止されるようになっている。固定シールは、磁気コイル、工具ホルダなどに対して可動でない。空気圧ばねの空気圧チャンバは、通気開口部を除き、外界から隔離される。通気開口部は、環状磁石に面する第1の磁気コイルの端部の軸方向高さにある。

30

【0009】

一実施形態では、第1のコイルと第2のコイルとの間に、半径方向に磁化された永久環状磁石が配置されるようになっている。環状磁石は、例えば永久磁石から構成され、各永久磁石のそれぞれの同じ磁極(N)が移動軸に向き、他方の磁極(S)が移動軸と反対を向く。環状磁石は、本質的に、移動軸の方向に永久的に向けられ、半径方向に沿って延びる磁場を生成し、この磁場は、第1の磁気コイルおよび第2の磁気コイルの中で反対方向に延びる。この非対称性を使用して、磁場強度を、2つのコイル内で、逆相で高い値と低い値とに設定することができる。磁場強度の勾配が、磁気抵抗に基づいて打撃子を移動させる。磁気コイルは、交番位相で、制御装置によって制御することができる。第1の磁気コイルによって第1の磁気コイル内に生成される磁場は、第1の位相では環状磁石の磁場と強め合うように重畳され、第2の位相では弱め合うように重畳される。第2の磁気コイルによって前記第2の磁気コイルの内に生成される第2の磁場は、第1の位相では環状磁石の磁場と弱め合うように重畳され、第2の位相では強め合うように重畳される。

40

【0010】

一実施形態では、ダイは軟磁性材料でできているようになっている。ダイは、衝撃方向で、第2の磁気コイル内、または第2のコイル内に配置されたヨーク内に延在する。磁化可能なダイが、磁場を誘導する。第2の磁気コイルによって発生される磁場は、ダイから衝撃方向に実質的に平行に生じる。すなわちダイの面に実質的に垂直である。環状磁石によって発生される磁場も、ダイの面に実質的に垂直に生じる。これにより、面の近くで高

50

い磁場強度が実現可能となる。

【 0 0 1 1 】

以下の説明では、例示の実施形態および図面を用いて本発明を示す。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 2 】

【図 1】電動チゼルを示す図である。

【図 2】電動チゼルの打撃子機構を示す図である。

【図 3】打撃子およびダイの移動、ならびに制御チャートを示す図である。

【図 4】打撃子機構において平面 I V - I V を通る断面図である。

【図 5】打撃子機構の電気スイッチング機構を示す図である。

10

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 3 】

別段の指定がない限り、図面中、同一または機能的に同様の要素は、同様の参照番号で示す。

【 0 0 1 4 】

図 1 は、チゼル加工機械工具の一例として、手持ち式電動チゼル 1 を示す。磁気空気圧式打撃機構 2 は、移動軸 3 上を案内される打撃子 4 によって、衝撃方向 5 に周期的または非周期的な打撃を生じさせる。工具ホルダ 6 は、打撃機構 2 の移動軸 3 上に配置されたチゼル加工工具 7 を保持する。チゼル加工工具 7 は、工具ホルダ 6 内で移動軸 3 に沿って案内され、打撃により駆動されて衝撃方向 5 に、例えば下にある表面に打ち込まれる。ロック機構 8 は、工具ホルダ 6 内でチゼル加工工具 7 の軸方向移動を制限する。ロック機構 8 は、例えばスイベルブラケットであり、チゼル加工工具 7 を交換するために、工具の補助なしに手動でロック解除できることが好ましい。

20

【 0 0 1 5 】

打撃機構 2 は、機械ハウジング 9 内に配置される。機械ハウジング 9 に取り付けられたハンドル 10 により、使用者は、電動チゼル 1 の保持、および操作中における電動チゼル 1 のガイドが可能になる。システムスイッチ 11（これを用いて使用者は打撃機構 2 を操作することができる）が、ハンドル 10 に取り付けられることが好ましい。システムスイッチ 11 は、例えば打撃機構 2 の制御装置 12 を作動させる。

【 0 0 1 6 】

30

図 2 は、磁気空気圧式打撃機構 2 の長手方向断面を示す。打撃機構 2 は、移動構成要素を 2 つのみ、すなわち、打撃子 4 とダイ 13 とを有する。打撃子 4 とダイ 13 は、共通の移動軸 3 上に位置し、ダイ 13 は、衝撃方向 5 で打撃子 4 に続いて移動する。打撃子 4 は、移動軸 3 上を衝撃点 14 と上方変向点 15 との間で往復運動する。

【 0 0 1 7 】

衝撃点 14 で、打撃子 4 がダイ 13 を打突する。軸に沿った衝撃点 14 の位置は、ダイ 13 によって定義される。ダイ 13 は、好ましくは、その定位置 16 に静止し、好ましくは、各衝突後、打撃子 4 が次にダイ 13 を打突する前に、この定位置 16 に戻る。以下の説明に関して、この好ましい動作形態を前提とする。しかし、磁気空気圧式打撃機構 2 は、従来の空気圧式打撃機構 2 とは異なり、ダイ 13 の実際の位置に関して大きい許容誤差を有する。打撃の際、ダイ 13 は、定位置 16 に対して、衝撃方向 5 に変位することさえある。したがって、定位置 16 は、衝撃方向 5 で打撃子 4 がダイ 13 を最も早く打撃することができる位置である。

40

【 0 0 1 8 】

ダイ 13 に対する打撃子 4 の距離 17 は、上方変向点 15 で最大であり、打撃子 4 が移動する距離を、本明細書では以後、ストローク 18 と呼ぶ。図 3 (a) は、時間 19 に対する、3 回の連続する打撃に亘る打撃子 4 とダイ 13 との移動を概略的に示す。

【 0 0 1 9 】

打撃子 4 は、その静止位置で、通常はダイ 13 の上に静止する。打撃の際、打撃子 4 は、衝撃方向 5 とは反対方向に戻るよう移動し、上方変向点 15 に到達した後、衝撃方向

50

5に加速される。打撃子4は、ダイ13に対する衝撃点14で衝撃方向5への移動が終了すると、反跳する。ダイ13は、打撃子4の運動エネルギーの半分以上を受け取り、衝撃方向5に逸らす。ダイ13は、チゼル加工工具7を押し、衝撃方向5に向けて、下にある表面にチゼル加工工具7を当接させる。使用者は、下にある表面に対して打撃機構2を衝撃方向5に押し当て、それにより、ダイ13は、好ましくは間接的にチゼル加工工具7によって、その定位置16に押し戻される。ダイ13は、衝撃方向5における定位置で、ハウジングに固定されたストッパ20に当接する。ストッパ20は、例えば減衰要素を備えることができる。例示的なダイ13は、ストッパ20に当接することができる半径方向に突出する翼部21を有する。

【0020】

打撃子4は、主磁気アクチュエータ22によって非接触に駆動される。主アクチュエータ22は、打撃子4を、衝撃方向5とは反対方向に持ち上げる。以下に説明するように、主アクチュエータ22は、好ましくは、上方変向点15への打撃子4の持ち上げ中に、一時的にのみ作動状態になる。主アクチュエータ22は、打撃子4を、上方変向点15を通過した後に衝撃点14に到達するようになるまで加速させる。主アクチュエータ22は、上方変向点15の通過とほぼ同時に作動させることができる。好ましくは、主アクチュエータ22は、衝突まで作動状態を維持する。衝撃方向5での打撃子4の移動中、上方変向点から衝撃点の直前まで、空気ばね23が主アクチュエータ22をサポートする。空気ばね23は、移動軸3上の衝撃方向5において打撃子4の直前に位置決めされ、打撃子4に作用する。

【0021】

打撃子4は、主に円筒体から形成され、その側面24は、移動軸3に平行である。前面25は、衝撃方向5を向いている。前面25は平坦であり、打撃子4の断面全体をカバーする。後面26も、好ましくは平坦である。打撃子4は、ガイドチューブ27内に挿入される。ガイドチューブ27は、移動軸3と同軸であり、円筒形内壁28を有する。打撃子4の側面24は、内壁28に当接する。打撃子4は、ガイドチューブ27内で移動軸3上に確実に案内される。打撃子4の断面とガイドチューブ27の中空断面とは、それらの間に遊びができるだけなくなるように、正確に調整される。打撃子4は、フライングシールと同様に、ガイドチューブ27を封止する。ゴムできているシールリング29を外面24で使用して、製造公差を補償することができる。

【0022】

ガイドチューブ27は、衝撃方向5でみて後端部で閉じられている。例示的实施形態では、ガイドチューブ27内にシール30が挿入され、シール30の断面は、ガイドチューブ27の中空断面に対応する。内側を向いた封止面31は、好ましくは平坦であり、移動軸3に垂直である。シール30は、定位置16にある固定ダイ13から決まった距離32に取り付けられる。シール30と定位置16にあるダイ13との間の中空空間が、打撃子4に有効なガイドチューブ27の範囲であり、その範囲内で打撃子4が移動することができる。最大ストローク18は、本質的に、打撃子4の長さ33未満の距離32である。

【0023】

一端で閉じられたガイドチューブ27と、打撃子4とが、空気圧チャンバ34を形成する。空気圧チャンバ34の体積は、封止面31と、打撃子の後面26との間の距離35に比例する。体積は、移動軸3に沿った打撃子4の移動により変化する。空気圧チャンバ34内での移動によって圧縮または伸張される空気が、空気ばね23の作用を提供する。空気圧チャンバ34は、衝撃点14で、すなわち打撃子4がダイ13を打撃するときに、その最大体積となる。このとき、空気圧チャンバ34内の圧力は最小値であり、有利には雰囲気圧に等しい。衝撃点14での空気ばね23の位置エネルギーはゼロと定義される。空気圧チャンバ34の最小体積は、打撃子4が上方変向点15にあるときに実現される。圧力は、約16バールに上昇することがある。打撃子4のストロークは、上方変向点15における空気圧チャンバ34の体積および圧力を目標値に調節するように、制御法によって制限される。上方変向点15における空気ばね23の位置エネルギーは、外的影響に関係

10

20

30

40

50

なく、狭い値範囲内にすべきである。これにより、特に、ダイ 13 の位置は上方変向点 15 への打撃子 4 の飛行時間に対して大きな影響を有するが、打撃機構 2 は、衝突時のダイ 13 の位置に対してロバストである。

【0024】

空気ばね 23 には、空気ばね 23 内の空気の量の損失を補償するために、1 つまたは複数の通気開口部 36 が設けられる。通気開口部 36 は、打撃子 4 による空気ばね 23 の圧縮中には封止される。好ましくは、打撃子 4 は、空気ばね 23 内の圧力が雰囲気圧から 50 % 未満だけ異なるときに、衝撃点 14 の直前で通気開口部 36 を解放する。

【0025】

例示的实施形態では、打撃子 4 は、衝撃位置からそのストローク 18 の 5 % よりも大きく移動しているときに、1 つの通気開口部 36 を越えて移動する。

10

【0026】

主アクチュエータ 22 は、打撃子 4 に作用する磁気抵抗力に基づく。打撃子 4 の本体は、軟磁性鋼でできている。永久磁石に比べて、打撃子 4 は、4000 A / m 未満、好ましくは 2500 A / m 未満の低い保磁力を有することを特徴とする。この低い磁場強度を有する外部磁場は、打撃子 4 の極性を反転することさえできる。外部から印加される磁場は、磁化可能な打撃子 4 を最大磁場強度の領域内でその極性に関係なく引き付ける。

【0027】

主アクチュエータ 22 は、移動軸 3 に沿った中空空間を有し、その中に、ガイドチューブ 27 が挿入される。主アクチュエータ 22 は、中空空間内に永久磁場 37 を生成し、また、ガイドチューブ内に 2 部分による切替可能磁場 38 を生成する。磁場 37 および 38 はガイドチューブ 27 の中空空間および実効領域を移動軸 3 に沿って、上方区域 39 と、中央区域 40 と、下方区域 41 とに分割する。磁場 37、38 の磁力線は、上方区域 39 および下方区域 41 では移動軸 3 に実質的に平行に延び、中央区域 40 では移動軸 3 に実質的に垂直に延びる。磁場 37 および 38 は、それらの向きが互いに異なり、衝撃方向 5 の磁力線に平行または反平行である。ガイドチューブ 27 の上方区域 39 内に延びる永久磁場 37 の例示的な磁力線（破線（点線パターン）で示される）は、衝撃方向 5 に実質的に反平行に延び、ガイドチューブ 27 の下方区域 41 では、衝撃方向 5 に実質的に平行に延びる。打撃機構 2 の機能に関して、上方区域 39 内における永久磁場 37 の磁力線の方向が下方区域 41 内における方向と異なることが重要である。1 つの位相において、切替可能な磁場 38 の磁力線（点線で示す）は、ガイドチューブ 27 の上方区域 39 および下方区域 41 において実質的に衝撃方向 5 に向かって延び、異なる位相（図示せず）に関しては、両方の区域 39、41 内において衝撃方向 5 に実質的に反平行に延びる。したがって、永久磁場 37 と切替可能な磁場 38 とは、2 つの区域の一方 39 では弱め合うように重畳され、他方の区域 41 では強め合うように重畳される。区域 39 のいずれにおいて磁場 37、38 が強め合うように重畳されるかは、制御装置 12 の電流スイッチングサイクルに応じて決まる。強め合う重畳により、打撃子 4 が各区域 39、41 内に引かれる。

20

30

【0028】

切替可能な磁場 38 の交番する極性の反転が、打撃子 4 の往復運動を作動させる。

【0029】

40

永久磁場 37 は、複数の永久磁石 43 でできている半径方向に磁化された環状磁石 42 によって生成される。図 4 は、環状磁石 42 の平面 I V - I V の断面を示す。例示的な永久磁石 43 は、好ましくは棒磁石である。永久磁石 43 は、半径方向に向けられる。すなわち S 極から N 極へのそれらの磁気軸 44 は、移動軸 3 に垂直である。永久磁石 43 はすべて同じ向きである。提示する例では、それらの N 極が移動軸 3 を向いており、S 極は移動軸 3 と反対を向いている。円周方向で、永久磁石 43 の間に、空気ギャップまたは磁化可能でない材料 45、例えばプラスチックが存在することがある。環状磁石 42 は、移動軸 3 に沿って、封止面 31 とダイ 13 との間に配置される。好ましくは、環状磁石 42 は、非対称に、特にダイ 13 よりも封止面 31 の近くに配置される。環状磁石 42 の位置は、ガイドチューブ 27 を、移動軸 3 に沿って、衝撃方向 5 において環状磁石 42 の上流に

50

配置された上方区域 3 9 と、衝撃方向 5 において環状磁石 4 2 に向けられた下方区域 4 1 とに分割する。上方区域 3 9 における磁力線は、下方区域 4 1 における磁力線とは実質的に反対方向に延びる。永久磁石 4 3 は、好ましくはネオジムの合金を含む。永久磁石 4 3 の磁極での磁場強度は、好ましくは 1 テスラ超であり、例えば最大で 2 テスラである。

【 0 0 3 0 】

切替可能な磁場 3 8 は、上方磁気コイル 4 6 および下方磁気コイル 4 7 によって生成される。上方磁気コイル 4 6 は、衝撃方向 5 における環状磁石 4 2 の上流に、好ましくは環状磁石 4 2 にすぐ隣接して配置される。上方コイル 4 6 は、ガイドチューブ 2 7 の上方区域 3 9 を取り囲む。下方磁気コイル 4 7 は、衝撃方向 5 において環状磁石 4 2 に向けて配置され、好ましくは前記環状磁石に当接し、下方区域 4 1 を取り囲む。電流 4 8 は、移動軸 3 周りにおける同じ円周方向で 2 つの磁気コイル 4 6、4 7 を通って流れる。上方磁気コイル 4 6 によって生成される上方磁場 4 9 と、磁気コイル 4 7 によって生成される下方磁場 5 0 とは、移動軸 3 に実質的に平行であり、移動軸 3 に沿ってどちらも同じ方向に向けられる。すなわち、ガイドチューブ 2 7 内の 2 つの磁場 4 9、5 0 の磁力線は、衝撃方向 5 の方向に延びるか、または衝撃方向 5 とは反対方向に延びる。電流 4 8 は、制御可能な電流源 5 1 から磁気コイル 4 6、4 7 に供給される。

10

【 0 0 3 1 】

好ましくは、2 つの磁気コイル 4 6、4 7 および電流源 5 1 は、直列に接続される (図 5)。

【 0 0 3 2 】

下方磁気コイル 4 7 の長さ 5 2、すなわち移動軸 3 に沿った寸法は、好ましくは、上方磁気コイル 4 6 の長さ 5 3 よりも大きい。長さの比率は、1 . 7 5 : 1 ~ 2 . 2 5 : 1 の範囲内である。ガイドチューブ 2 7 内において上方磁場 4 9 の磁場強度または下方磁場 5 0 の磁場強度に対する磁気コイル 4 6、4 7 のそれぞれの寄与は、好ましくは等しい。下方磁気コイル 4 7 の巻線の数に対する上方磁気コイル 4 6 の巻線の数比は、長さの比に対応することがある。半径方向寸法 5 4、および単位面積当たりの電流密度は、好ましくは、(打撃機構の他の構成要素を備えない場合には) どちらの磁気コイル 4 6、4 7 に関しても等しい。

20

【 0 0 3 3 】

磁気ヨーク 5 5 は、磁場 3 7、3 8 をガイドチューブ 2 7 の外部に伝達することができる。ヨーク 5 5 は、例えば、中空円筒体、または移動軸 3 に沿って延在する複数のリブでできているケージを有し、これは、2 つの磁気コイル 4 6、4 7 と、永久磁石 4 3 できている環状磁石 4 2 とを取り囲む。ヨーク 5 5 の環状上端部 5 6 は、衝撃方向 5 とは反対方向から上方磁気コイル 4 6 をカバーする。環状下端部 5 7 は、ダイ 1 3 の高さでガイドチューブ 2 7 に隣接する。下端部 5 7 は、衝撃方向 5 において下方磁気コイル 4 7 をカバーする。磁場 3 7、3 8 は、上方区域 3 9 および下方区域 4 1 で、移動軸 3 に平行または反平行に導かれる。磁場 3 7、3 8 は、ヨーク 5 5、特に環状端部 5 6、5 7 によって半径方向に供給される。実質的に下方区域 4 1 にあるダイ 1 3 において、磁力線は半径方向で戻る。したがって、磁力線は、好ましくは、打撃子 4 の面 2 6、およびダイ 1 3 の衝撃面 5 8 に実質的に垂直である。上方区域 3 9 内での半径方向の循環は、ヨーク 5 6 内へ誘導なしで、すなわち空気を介して成されることがある。

30

【 0 0 3 4 】

磁気ヨーク 5 5 は、磁化可能な材料、好ましくは金属製の磁気シートでできている。ガイドチューブ 2 7 は磁化可能でない。ガイドチューブ 2 7 に適切な材料には、ステンレス鋼、アルミニウム、またはプラスチックが含まれる。ガイドチューブ 2 7 のシール 3 0 は、好ましくは磁化可能でない材料でできている。

40

【 0 0 3 5 】

打撃子 4 は、好ましくは、その各位置で両方の磁気コイル 4 6、4 7 と重なる。具体的には、打撃子 4 は、ダイ 1 3 または少なくとも環状磁石 4 2 に当てられたときに、後面 2 6 が上方コイル 4 6 内に延在するように構成されている。後面 2 6 は、少なくとも環状磁

50

石 4 2 の軸方向中心を越えて突出する。空気圧チャンバ 3 4 の通気開口部 3 6 は、環状磁石 4 2 に面する上方磁気コイル 4 6 の一端の軸方向高さに配置される。環状磁石 4 2 に対する間隔 3 5 は、好ましくは 1 c m 未満である。

【 0 0 3 6 】

打撃機構 2 の制御装置 1 2 は、電源 5 1 を制御する。電源 5 1 は、その出力電流 4 8 を、制御信号 5 9 を介して制御装置 1 2 によって予め決定された設定点 6 0 に設定する。電源 5 1 は、好ましくは制御回路 6 1 を含み、電流出力 4 8 を設定点 6 0 で安定させる。タップが、実際の電力 6 2 を測定する。実際の電流 4 8 および設定点 6 0 から、差動増幅器 6 3 が制御変数 6 4 を生成し、この制御変数 6 4 が、電力出力を制御するために電源 5 1 に供給される。電源 5 1 は、例えばネットワーク接続またはバッテリーパックなどの電源装置 6 5 によって電力供給される。

10

【 0 0 3 7 】

制御装置 1 2 は、設定点 6 0 を切り替え、間接的に、打撃子 4 の往復運動中の電流 4 8 を切り替える。図 3 (b) は、時間 1 9 にわたるそれぞれのスイッチングパターンの一例を示す。スイッチングパターンは、本質的に 3 つの異なる位相に分けられる。サイクルは、活動復帰位相 6 6 で始まる。活動復帰位相 6 6 において、打撃子 4 は、衝撃位置から、衝撃方向 5 とは反対方向に加速される。活動復帰位相 6 6 は、空気ばね 2 3 が所定の位置エネルギーに達したときに終了する。静止位相 6 7 が、活動復帰位相 6 6 にすぐに続き、静止位相 6 7 は、打撃子 4 が上方変向点 1 5 に到達したときに終了する。打撃子 4 が上方変向点 1 5 を通過するとき、または通過した後、加速位相 6 8 が始まる。加速位相 6 8 において、打撃子 4 は、衝撃方向 5 へ、好ましくは打撃子 4 がダイ 1 3 を打撃するまで連続的に加速される。所望の衝突の頻度に応じて、休止期間 6 9 が加速位相 6 8 に続き、その後、次の活動復帰位相 6 6 が始まる。

20

【 0 0 3 8 】

制御装置 1 2 は、活動復帰位相 6 6 で、新たな衝突動作を開始する。制御装置 1 2 は、制御された電流源 5 1 に、設定点 6 0 として初期値 7 0 を与える。第 1 の値 7 0 の符号は、上方磁気コイル 4 6 の磁場 4 9 がガイドチューブ 2 7 の上方区域 3 9 内の永久磁場 3 7 と強め合うように重畳されるように、磁気コイル 4 7 内で電流 4 8 が循環することを定める。上方区域 3 9 において、打撃子 4 は、ここでは衝撃方向 5 とは反対方向に、空気ばね 2 3 の力に反して加速される。

30

【 0 0 3 9 】

打撃子 4 の運動エネルギーは連続的に増加している。後方への移動により、同時に空気ばね 2 3 が圧縮され、空気ばね 2 3 に溜まった位置エネルギーは、この作業の実施により増加する。

【 0 0 4 0 】

電流 4 8 は、好ましくは両方の磁気コイル 4 6 、 4 7 を通過する。好ましくは、磁場 3 7 、 3 8 は、下方区域 4 1 内で弱め合うように重畳される。第 1 の値 7 0 の大きさは、下方磁気コイル 4 7 によって生成される磁場 5 0 が、永久磁石 4 3 の永久磁場 3 7 を、弱め合って補償するように選択することができる。下方区域 4 1 では、磁場強度は、好ましくは、ゼロまたは上方区域 3 9 内の磁場強度の 1 0 % 未満まで低下される。電流源 5 1 および磁気コイル 4 6 、 4 7 は、第 1 の値 7 0 の電流強度を有する電流 4 8 に関して適合される。第 1 の値 7 0 は、活動復帰位相 6 6 において一定に保つことができる。

40

【 0 0 4 1 】

制御装置 1 2 は、上方変向点 1 5 における空気ばね 2 3 の位置エネルギーの予想に基づいて、活動復帰位相 6 6 の終了をトリガする。主アクチュエータ 2 2 は、例えば、主アクチュエータ 2 2 によるさらなるサポートなしで位置エネルギーが目標値に達するときに、作動停止される。ここで、主アクチュエータ 2 2 を停止する時点 7 1 で、位置エネルギーは、既に目標値の一部に達しており、上方変向点 1 5 までの打撃子 4 の現行運動エネルギーが、それまでに失われた目標値の一部に変換されることが考えられる。変換損失は、制御装置 1 2 に記憶されているテーブル 7 2 によって考慮に入れることができる。目標値は

50

、打撃子 4 の衝撃エネルギーの 25 % ~ 40 % の範囲内、例えば少なくとも 30 %、例えば最大で 37 % である。

【0042】

予想デバイス 73 は、打撃機構 2 の動作条件を継続的に比較する。例示的な予想は、圧力測定に基づく。予想デバイス 73 は、圧力センサ 74 からの信号にアクセスする。測定された圧力が、しきい値と比較される。圧力がしきい値を超える場合、予想デバイス 73 は、制御信号 59 を制御装置 12 に出力する。制御信号 59 は、主アクチュエータ 22 の即時停止のために、位置エネルギーが目標値に達していることを合図する。制御装置 12 は、活動復帰位相 66 を終了する。

【0043】

予想デバイス 73 は、好ましくは、記憶されているルックアップテーブル 72 からしきい値をロードする。ルックアップテーブル 72 は、ただ 1 つのしきい値を含むことができる。しかし、好ましくは、異なる動作条件に関して複数の所定のしきい値が記憶される。例えば、空気圧チャンバ 34 内の異なる温度に関するしきい値を記憶することができる。また、予想デバイス 73 は、圧力センサ 74 からの信号に加えて、温度センサ 75 からの信号も受信する。例えば後者の信号に応じて、しきい値が選択される。

【0044】

さらに、予想デバイス 73 は、圧力の変化から打撃子 4 の速度を推定することができる。ルックアップテーブル 72 は、現行圧力に関する異なるしきい値に関して、異なる速度を含むことができる。より高速の打撃子 4 は、空気ばね 23 をより強く圧縮する傾向があるので、より高い速度に関するしきい値は、より遅い速度に関するしきい値よりも小さい。速度または圧力変化に応じたしきい値の選択は、目標値の再現性を改良することができる。

【0045】

活動復帰位相 66 の終了は、静止位相 67 の開始でもある。制御装置 12 は、電流 48 に関する設定点 60 をゼロに設定する。切替可能な磁場 38 がオフ状態に切り替えられ、主アクチュエータ 22 が作動停止する。永久磁場 37 が打撃子 4 に作用する。しかし、永久磁場 37 は、実質的に移動軸 3 に沿って延びる一定の磁場強度を有するので、これは、打撃子 4 に対して力をほとんどまたは全く及ぼさない。

【0046】

静止位相 67 では、電流 48 をゼロに低下させるのではなく、設定点 60 に対して負の値に設定することができる。このようにすると、打撃子 4 の残留磁場が減少する。電流 48 の大きさは小さく、例えば、設定点 60 の大きさに比べて 10 % 未満であり、それにより後方への移動に干渉しない。

【0047】

静止位相 67 において、打撃子 4 は、空気ばね 23 によって、静止するまで速度低下する。空気ばね 23 の位置エネルギーは、打撃子 4 が停止する、すなわち上方変向点 15 に到達する前に、打撃子 4 のいくつかの運動エネルギーによってさらに増加する。

【0048】

試験された打撃機構の構造では、活動復帰位相 66 および静止位相 67 のシーケンスは、特に、活動復帰位相 66 の終了時に電流 48 をオフに切り替えてゼロにすることで、高いエネルギー効率になることが示されている。主アクチュエータ 22 の効率は、上方変向点 15 からの打撃子 4 の距離が減少すると共に減少する。主アクチュエータ 22 が効率的に作用する限り、打撃子 4 は高速に加速される。ここで、予想によって、主アクチュエータ 22 なしで打撃子 4 が所望の上方変向点 15 に到達していることが示される場合、効率的に作用しなくなっている主アクチュエータ 22 は、停止する。代替形態では、電流 48 は、連続的または段階的にゼロに減少する。その場合、効率を犠牲にして、上方変向点 15 に到達するための打撃子 4 の軌道の適応調節を行うことができる。また、代替形態では、好ましくは、上方変向点 15 に到達する前に静止位相 67 になる。

【0049】

活動復帰位相 6 6 の期間は、予想から導出される。期間は、動作形態に応じて、または衝突ごとに変化することがある。例えば、衝突前にダイ 1 3 がその定位置 1 6 に到達しない場合には、打撃子 4 は、次の衝突のために、より長い経路を進まなければならない。活動復帰位相 6 6 が固定期間である場合には、打撃子 4 が吸収する運動エネルギーは、空気ばね 2 3 の力に反して所望の上方変向点 1 5 に到達するのに十分でない。

【 0 0 5 0 】

制御装置 1 2 は、上方変向点 1 5 への到達に基づいて、静止位相 6 7 の終了をトリガする。静止位相 6 7 の終了により、加速位相 6 8 が始まる。制御装置 1 2 は、打撃子 4 の反転運動に基づいて、加速位相 6 8 の開始をトリガする。位置または運動センサが、打撃子 4 の運動の反転を直接検出することができる。好ましくは、運動の反転の認識は、空気圧チャンバ 3 4 内の圧力の変化に間接的に基づく。

10

【 0 0 5 1 】

圧力センサ 7 4 A が、空気圧チャンバ 3 4 に結合される。圧力センサ 7 4 A は、例えばピエゾ抵抗圧力センサ 7 4 A である。圧力センサ 7 4 A は、空気圧チャンバ 3 4 内に位置させることができ、または空気導管を介して空気圧チャンバ 3 4 に結合させることができる。圧力センサ 7 4 A は、好ましくは、シール 3 0 に、またはシール 3 0 内に配置される。分析デバイス 7 6 が、圧力センサ 7 4 A に割り当てられる。分析デバイス 7 6 は、空気圧チャンバ 3 4 内の圧力の変化を監視する。圧力の変化が負の値を取った後、すなわち圧力が低下した後、分析デバイス 7 6 は、打撃子 4 が上方変向点 1 5 に到達していることを示す制御信号 7 7 を制御装置 1 2 に送信する。

20

【 0 0 5 2 】

プロセスによる圧力変化の分析は、上方変向点 1 5 に到達したこと、または上方変向点 1 5 を通過したことが検出されるまでに、わずかな遅延を生じる。絶対圧力を検出して、しきい値と比較することができる。圧力がしきい値に達すると、制御信号 7 7 の出力がトリガされる。空気圧チャンバ 3 4 内の圧力は、上方変向点 1 5 において測定し、しきい値として分析デバイス 7 6 のテーブルに記憶することができる。しきい値は、様々な動作条件、特に空気圧チャンバ 3 4 内の温度の関数として記憶されることができる。分析デバイス 7 6 は、例えば温度センサに問い合わせることによって、現在の動作条件を決定し、対応するしきい値をテーブルから読み取る。2つの方法を冗長的に組み合わせ、互いに分離して、制御信号 7 7 を出力することができる。

30

【 0 0 5 3 】

制御装置 1 2 は、制御信号 7 7 が受信されたときに加速位相 6 8 を開始する。制御装置 1 2 は、電流 4 8 に関する目標値 6 0 を第 2 の値 7 8 に設定する。第 2 の値 7 8 の符号は、下方磁気コイル 4 7 の下方磁場 5 0 が、ガイドチューブ 2 7 内で永久磁場 3 7 と強め合うように重畳されるように選択される。これは、ガイドチューブ 2 7 の下方区域 4 1 内で高い磁場強度をもたらす。電流 4 8 は、加速位相 6 8 において、下方磁気コイル 4 7 に、好ましくは上方磁気コイル 4 6 にも供給される。上方区域 3 9 内の永久磁場 3 7 は、好ましくは、ガイドチューブ 2 7 内で、上方磁気コイル 4 6 の磁場 3 8 によって減衰されるか、または完全に弱め合うように等化される。打撃子 4 は、下方区域 4 1 において、より強い磁場内に引き込まれる。打撃子 4 は、加速位相 6 8 において、衝撃方向 5 に連続的な加速を受ける。衝撃点 1 4 まで達する運動エネルギーは、打撃子 4 の衝撃エネルギーとほぼ同じである。

40

【 0 0 5 4 】

上方変向点 1 5 に到達したかどうかの代替的または追加的な判断は、打撃子 4 の移動による上方磁気コイル 4 6 の誘導電圧の変化に基づく。打撃子 4 は、上方変向点 1 5 に到達する前に、上方ヨーク環状 5 6 と重なることがある。磁場 4 9 は、空気ギャップなしでほぼ閉じられている上方領域 3 9 内では、打撃子 4 を越えて、上方ヨーク環状 5 6 内に流れる。磁場 5 0 は、下方領域 4 1 内では、大きな空気ギャップを通して、下方ヨーク環状 5 7 に流れる。変向点 1 5 への打撃子 4 の移動中、下方領域 4 1 内の空気ギャップはさらに増加され、それに比例して、上方領域内で磁束が増加される。打撃子 4 が変向点 1 5 で反

50

転した後、上方領域 3 9 内の磁束の割合が減少される。磁束の変化は、上方磁気コイル 4 6 内で電圧を誘導する。変向点 1 5 の特徴は、誘導電圧の符号の変化である。電流源 5 1 は、好ましくは、静止位相 6 7 を維持するために、変向点 1 5 に到達する前に電流 4 8 をゼロに制御する。制御ループは、制御値 6 4 を継続的に調節して、誘導電圧からの電流 4 8 をゼロに保つ。誘導電圧の符号が変化した場合、制御ループ 6 2 は、かなり大きい制御変数 6 4 で応答する。したがって、例えば、しきい値を超える制御変数 6 4 によって、制御信号 7 7 をトリガすることができる。

【 0 0 5 5 】

第 2 の値 7 8 の量は、好ましくは、上方磁場 4 9 が永久磁場 3 7 を、弱め合って正確に補償する、または磁場強度の少なくとも 1 0 % まで永久磁場 3 7 を低下させるように調節される。磁気コイル 4 6、4 7 における電流 4 8 は、加速位相 6 8 の開始時に設定点 6 0 まで上昇する。スイッチングエッジは、例えば時定数のみによって指定され、これは、コイル 4 6、4 7 のインダクタンスと、打撃子の反応とによる。制御装置 1 2 は、好ましくは、加速位相 6 8 において設定点 6 0 を第 2 の値 7 8 に継続的に保つ。

【 0 0 5 6 】

空気ばね 2 3 は、衝撃方向 5 における打撃子 4 の加速をサポートする。この場合、空気ばね 2 3 に溜まった位置エネルギーの大部分が、打撃子 4 によって運動エネルギーに変換される。衝撃点 1 4 で、空気ばね 2 3 は、好ましくは完全に弛緩される。衝撃点 1 4 の近くで、通気開口部 3 6 は、打撃子 4 によって解放される。通気開口部 3 6 は、打撃子 4 に対するその効果を完全にゼロに減少することなく、空気ばね 2 3 の弛緩をもたらす。この時点までに、空気ばね 2 3 は、その位置エネルギーの 9 0 % をはるかに超えた量を既に打撃子 4 に伝達している。

【 0 0 5 7 】

制御装置 1 2 は、下方磁気コイル 4 7 における電流 4 8 および電流源 5 1 からの入力電流 4 8 の増加 7 9 に基づいて、加速位相 6 8 の終了をトリガする。打撃子 4 が移動すると共に、下方磁気コイル 4 7 からの電磁誘導により電圧降下が生じ、それに対して、電流源 5 1 が電流 4 8 を供給する。打撃子 4 が衝突して停止すると、衝突後に電圧降下は消える。調整された電流源 5 1 が電流 4 8 を設定点 6 0 に再調整されるまで、電流 4 8 は、短時間増加される。

【 0 0 5 8 】

電流センサ 8 0 は、下方磁気コイル 4 7 において回転する電流 4 8 を検出することができる。関連の弁別器 8 1 が、測定された電流 4 8 をしきい値と比較し、しきい値を超えた場合、最終信号 8 2 が出力される。最終信号 8 2 は、打撃子 4 がダイ 1 3 を打撃したことを制御装置 1 2 に示す。しきい値は、例えば、第 2 の値 7 8、すなわち加速位相 6 8 に関する設定点 6 0 に応じて選択される。しきい値は、第 2 の値 7 8 よりも 5 % ~ 1 0 % 大きくすることができる。絶対電流 4 8 の検出の代替または追加として、電流センサ 8 0 によって電流 4 8 の変化率を検出し、弁別器 8 1 によって変化率に関するしきい値と比較することができる。

【 0 0 5 9 】

制御ループ 6 1 を有する電流源 5 1 は、電気回路 8 3 における電流 4 8 の増加 7 9 に対して作用する。ここで、制御変数 6 4 が変化する。電流 4 8 の変化の代わりに、またはそれに加えて、制御変数 6 4 を監視することもできる。制御変数 6 4 の絶対値、または好ましくは、変化率は、出力された最終信号 8 2 に応答して、しきい値と比較することができる。

【 0 0 6 0 】

最終信号 8 2 を受信すると、制御装置 1 2 は、加速位相 6 8 を終了させる。設定点 6 0 はゼロに設定される。したがって、電流源 5 1 の電流出力は下がって、電流 4 8 はゼロになる。打撃子 4 は、衝撃方向 5 でさらには加速されない。

【 0 0 6 1 】

制御装置 1 2 は、加速位相 6 8 の直後、または休止期間後に、次の活動復帰位相 6 6 を

10

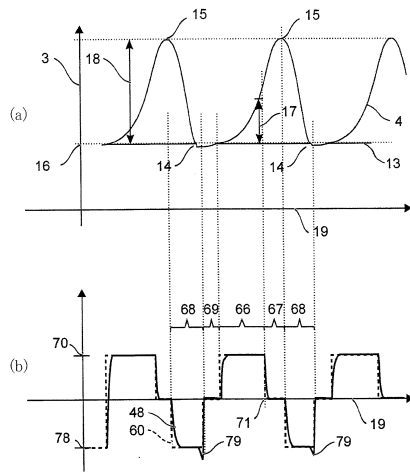
20

30

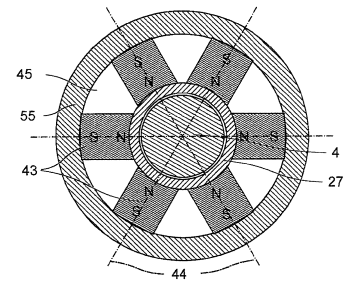
40

50

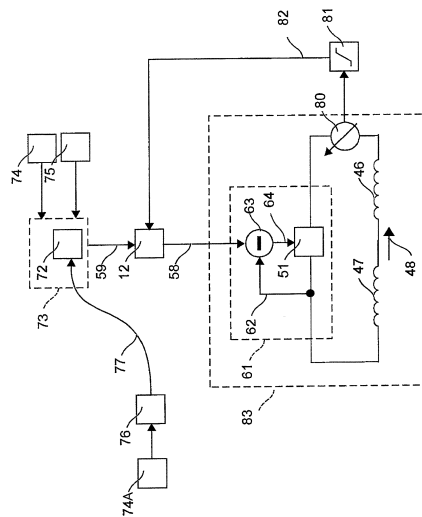
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

(72)発明者 ミヒャエル ヴェーラー

オーストリア国 6832 ルーティス サルザッカー 3

(72)発明者 クリストフ ハーケンホルト

オーストリア国 6800 フェルトキルヒ ハイデンヴェーク 7

審査官 宮部 菜苗

(56)参考文献 特表2008-544871(JP,A)

特開2000-167783(JP,A)

実開昭55-134178(JP,U)

特開昭54-011001(JP,A)

米国特許第04785210(US,A)

特開2002-011676(JP,A)

特開2010-167558(JP,A)

特開2008-194820(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B25D 1/00 - 17/32

B27F 1/00 - 7/38

B25C 1/00 - 13/00