

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6452697号
(P6452697)

(45) 発行日 平成31年1月16日(2019.1.16)

(24) 登録日 平成30年12月21日(2018.12.21)

(51) Int. Cl.		F I	
B 2 4 B	33/04	(2006.01)	B 2 4 B 33/04
B 2 3 Q	1/01	(2006.01)	B 2 3 Q 1/01 F
B 2 3 Q	1/48	(2006.01)	B 2 3 Q 1/48 B
B 2 3 F	19/05	(2006.01)	B 2 3 F 19/05
B 2 3 F	21/03	(2006.01)	B 2 3 F 21/03

請求項の数 13 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2016-533762 (P2016-533762)	(73) 特許権者	502075412
(86) (22) 出願日	平成25年11月1日(2013.11.1)		エムデーツェー・マックス・デートワイラ ー・アーゲー
(65) 公表番号	特表2016-528052 (P2016-528052A)		スイス国・CH・3368・プライエンバ ッハ・フルークブラッツ(番地なし)
(43) 公表日	平成28年9月15日(2016.9.15)	(74) 代理人	100108453
(86) 国際出願番号	PCT/CH2013/000190		弁理士 村山 靖彦
(87) 国際公開番号	W02015/021565	(74) 代理人	100110364
(87) 国際公開日	平成27年2月19日(2015.2.19)		弁理士 実広 信哉
審査請求日	平成28年8月23日(2016.8.23)	(74) 代理人	100133400
(31) 優先権主張番号	1379/13		弁理士 阿部 達彦
(32) 優先日	平成25年8月12日(2013.8.12)	(72) 発明者	フレデリク・ブランドスベルク スイス・8055・チューリッヒ・ビルメ ンスドルファーシュトラッセ・518
(33) 優先権主張国	スイス(CH)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ワークピースを加工する機械

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ワークピースを機械加工するための機械であって、該機械は、

a) 機械フレームと、

b) 前記機械フレームに取り付けられたホーニングリングキャリアであって、ホーニングリングまたはホーニングリングブランクは、該ホーニングリングキャリアにクランプ可能であり、かつその中心軸回りに回転的に駆動される、ホーニングリングキャリアと、

c) ワークピーススピンドルを有するワークピーススピンドルモジュールであって、前記ホーニングリングキャリアにクランプされた前記ホーニングリングによって加工されるワークピースは、前記ワークピーススピンドルの自由端部領域に取り付けることができる、ワークピーススピンドルモジュールと、

を含み、

d) ホーニングリングブランクの研磨の結果としてホーニングリングを輪郭加工するための研磨モジュールであって、前記研磨モジュールの研磨ホイールが前記ホーニングリングキャリアに対して3つの自由度で移動可能となるような方法で、前記研磨モジュールが前記機械フレームに配置される、研磨モジュールによって特徴付けられる、機械。

【請求項2】

前記研磨ホイールをドレッシングするために前記機械フレームに配置されたドレッシングユニットによって特徴付けられ、前記研磨モジュールがドレッシング位置および研磨位置の間で移動可能である、請求項1に記載の機械。

10

20

【請求項 3】

前記ワークピーススピンドルの回転軸および前記研磨ホイールの回転軸が互いに対して垂直に配向されることを特徴とする、請求項 2 に記載の機械。

【請求項 4】

機械加工モジュールのための少なくとも 1 つの連結具を有するモジュールキャリアによって特徴付けられ、前記モジュールキャリアは、前記連結具が真の三次元空間内において前記ホーニングリングキャリアに対して配置することができるような方法で前記機械フレームに配置され、前記研磨モジュールおよび前記ワークピーススピンドルモジュールは、前記モジュールキャリアの前記連結具に連結可能である、請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の機械。

10

【請求項 5】

前記機械加工モジュールのための前記少なくとも 1 つの連結具に高速クランプシステムが設けられていることを特徴とする、請求項 4 に記載の機械。

【請求項 6】

前記モジュールキャリアは、機械加工モジュールのためのいくつかの連結具を備え、前記連結具は、アイドル位置から動作位置に移動可能であることを特徴とする、請求項 4 または 5 に記載の機械。

【請求項 7】

前記機械フレームが前記ホーニングリングキャリアを囲み、かつ前記ホーニングリングキャリアに関して互いに略正反対に位置する前記機械フレームの 2 つの軸受点に前記ホーニングリングキャリアが取り付けられることで、前記軸受点を通り延在する水平軸に沿って直線的に移動可能となり、かつ前記水平軸回りに回転移動可能とな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。

20

【請求項 8】

前記機械フレームが、作業領域を囲む略閉じたケーシングを形成することを特徴とする、請求項 7 に記載の機械。

【請求項 9】

前記作業領域を囲む前記機械フレームの一部がまっすぐの筒状に実現されることを特徴とする、請求項 8 に記載の機械。

【請求項 10】

前記作業領域を囲む前記機械フレームの一部が円筒状に実現されることを特徴とする、請求項 9 に記載の機械。

30

【請求項 11】

前記軸受点を通り延在する前記ホーニングリングキャリアの前記水平軸に沿った直線移動のための第 1 駆動部が配置され、かつ前記水平軸回りの前記ホーニングリングキャリアの回転移動のために第 2 駆動部が配置されるキャリアによって特徴付けられ、前記キャリアが前記機械フレームの外側に配置され、かつ前記水平軸に沿って前記ホーニングリングキャリアと共に移動可能である、請求項 7 ~ 10 のいずれか一項に記載の機械。

【請求項 12】

歯車をホーニング加工する方法であって、

40

a) 機械のホーニングリングキャリアにホーニングリングブランクを据え付けるステップと、

b) 前記機械の研磨モジュールによって前記ホーニングリングブランクを研磨する結果としてホーニングリングを作成するステップと、

c) 前記研磨モジュールをアイドル位置に置き、かつ前記機械のワークピーススピンドルモジュールを動作位置に配置するステップと、

d) ホーニング加工する歯車ブランクを前記ワークピーススピンドルモジュールのワークピーススピンドルに据え付けるステップと、

e) 前記ホーニングリングによる前記歯車ブランクのホーニング加工の結果として歯車を作成するステップと、

50

を含む、方法。

【請求項 1 3】

前記ホーニングリングの製作より前、または製作中に、前記研磨モジュールの研磨ホイールが前記機械に配置されたドレッシングユニットによってドレッシングされることを特徴とする、請求項 1 2 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ワークピースを加工する機械、すなわちホーニングリングを作るための機械およびワークピースをホーニング加工するための機械に関する。本発明はさらに、歯車のホーニング加工の方法に関する。

10

【背景技術】

【0002】

歯車ホーニング加工のための機械および方法は周知である。外歯歯車を製造する場合、ワークピースの基本的な輪郭付の後、ホーニングリングがオフセット軸で加工されるワークピースと共に回転する。内歯歯車をホーニング加工する場合は、類似の方法で外歯付き研磨歯車を使用される。とりわけこれらのタイプのホーニング加工機械は、例えば乗用車およびトラックなどの車両の構成要素を駆動する歯車の大量生産のために使用される。被削歯車と比べて、ホーニング加工歯車は、その良好な騒音特性、および低い磨耗レベルによって特徴づけられる。ホーニング加工の場合深い切断速度が用いられ、結果としてワークピースへの熱応力が小さく保たれる。

20

【0003】

ホーニングリングまたはホーニング歯車の製造が要求される。この目的を達成するために、ブランクが通常切断材料の粉状混合物から圧縮され、材料および補助剤を結合し、炉で硬化させる。圧縮作業中に歯を既に作ることができる。ブランクのブランクは、特別に作られたダイヤモンド歯車によって形作られる。異なる機械がホーニングリングを製造するため、および次のホーニング工程のために使用され、結果として、広いフロア領域が必要となり、高い投資費用が生じる。

【0004】

特許文献 1 (The Gleason Works) は、ツールスピンドルおよびワークピーススピンドルを有するホーニング機械で内歯ホーニングリングを製造する方法に関連し、両スピンドルの軸は、交差し、自身の駆動部によって駆動される。この目的を達成するために、歯なしホーニングリングブランクがツールスピンドル上でクランプされ、ワークピーススピンドル上でクランプされる外歯付きツールに接触するように動かされ、半径方向に設定された同じ時間にツールの回転に同期して駆動される。外歯付きツールは、硬い材料、特にダイヤモンドで被覆された歯車である。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】欧州特許第 1 3 1 9 4 5 8 号明細書

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

結果として、ホーニングリングを作ることができ、同じ機械でホーニング加工される。しかし、ホーニングリングを製造するための外歯付きツールを作るのは費用がかかり、ダイヤモンド歯車は、それに対応して高価となる。各ホーニングリング形状のために新しい対応する輪郭加工ツールが必要となる。これは、特により小さい歯車の一群を製造する場合に重要である。さらに、今度は外歯付きツールを作成するためのさらなる機械が必要とある。

【課題を解決するための手段】

50

【 0 0 0 7 】

本発明の目的は、当初述べた技術分野に関するワークピースを機械加工するための機械、および歯車をホーニング加工するための方法を創出することであり、これらは、費用を低くしながら柔軟性を増加させることを可能にする。この解決策は、請求項 1 の特徴によって規定される。本発明によれば、ワークピースを機械加工するための機械は、以下を含む。

- a) 機械フレーム；
- b) 機械フレームに取り付けられたホーニングリングキャリアであって、これにホーニングリングまたはホーニングリングブランクがクランプ可能であり、かつ中心軸回りに回転駆動可能である、ホーニングリングキャリア；
- c) ワークピーススピンドルを有するワークピーススピンドルモジュールであって、ホーニングリングキャリアにクランプされたホーニングリングによって加工されるワークピースは、ワークピーススピンドルの自由端部領域に取り付けることができる、ワークピーススピンドルモジュール；
- d) ホーニングリングブランクの研磨の結果としてホーニングリングを輪郭加工するための研磨モジュールであって、真の三次元空間内でホーニングリングキャリアに対して研磨モジュールの研磨ホイールが配置され得るような方法で機械フレームに研磨モジュールが配置されている、研磨モジュール。

10

【 0 0 0 8 】

ホーニングリングの製作（輪郭加工）、つまり歯の作成、およびホーニング加工の両方は、結果として本発明による機械を用いて行うことができる。ホーニングリングの製作およびホーニング加工工程におけるその使用の間に、ホーニングリングキャリアから取り除かれる必要はない。ホーニングリングの製作（輪郭加工）およびホーニング加工工程は、ホーニングリングの同じクランプ機構で成立する。結果として、ホーニングリングを（再）クランプする際の不正確なセンタリングによって生じる問題を最初から回避することができる。ホーニングリングに特定の外歯付きツール（ダイヤモンド歯車）は、ホーニングリングを製作するために必要ではなくなる。ホーニングリングの輪郭加工は、研磨モジュールによって行われる。同じ研磨モジュールを用いて異なる形状のホーニングリングを作成することが可能である。

20

【 0 0 0 9 】

真の三次元空間内のホーニングリングキャリアに対する研磨ホイールの相対的な位置決めを異なる方法で実現することができる。したがって、例えば 3 デカルト軸に沿って移動可能となるように研磨ホイールを実現させることができるか、または 1 またはいくつかの前記軸がホーニングリングキャリアの自由度となる。さらに、1 またはいくつかの軸をとりわけスイベル軸として実現することができる。

30

【 0 0 1 0 】

特に、本発明による機械を用いて、しかしまた他の装置を用いて、歯車をホーニング加工するための本発明による方法を実行することができ、該方法は、以下のステップを含む：

- a) ホーニングリングブランクを機械のホーニングリングキャリアに据え付ける；
- b) 機械の研磨モジュールによってホーニングリングブランクを研磨する結果としてホーニングリングを作成する；
- c) 研磨モジュールをアイドル位置に置き、および機械のワークピーススピンドルモジュールを動作位置に配置する；
- d) ホーニング加工する歯車ブランクをワークピーススピンドルモジュールのワークピーススピンドルに据え付ける；
- e) ホーニングリングによって歯車ブランクをホーニング加工する結果として歯車を作成する。

40

【 0 0 1 1 】

研磨の結果としてのホーニングリングの製作およびホーニング加工の結果としての歯車

50

の製作は、結果として同じクランプ機構におけるホーニングリングによって行うことができる。

【 0 0 1 2 】

研磨およびワークピーススピンドルモジュールを同時に機械に取り付けることができ、各場合において、位置を変えることによって動作位置またはアイドル位置に動かすことができる。しかし、この目的のために、互いにモジュールを交換することがまた可能である。

【 0 0 1 3 】

好都合に、機械は、研磨モジュールの研磨ホイールをドレッシングするために機械フレームに配置されたドレッシングユニットを含み、モジュールキャリアの位置決めの結果として、研磨モジュールは、ドレッシング位置および研磨位置の間で移動可能である。

10

【 0 0 1 4 】

したがって、方法の枠組み内において、ホーニングリングの製作より前、またはその間に、研磨モジュールのドレッシング可能な研磨ホイールは、機械に配置されたドレッシングユニットを用いてドレッシングすることができる。結果として、歯車ブランクの輪郭加工および次のホーニング加工の全工程が完全に自動化された方法で実行することができるように、研磨ホイールは、全工程の間研磨モジュール内に残る。またそのうえ研磨ホイールは、ホーニングリングの再輪郭加工、つまり形の先鋭化および小さい修正のためのホーニング加工工程の枠組み内において、使用することができる。例えば、再輪郭加工は、各場合においてある数のワークピースがホーニング加工された後で行われる。

20

【 0 0 1 5 】

ホーニングリングの輪郭加工中、つまり歯が作成される際、研磨ホイールは、必要に応じて繰り返し再ドレッシングされ得る。この場合、同じ形状および面質を常に生成することができる。しかし、輪郭加工作業中に異なる面質、例えば粗機械加工のための粗面、および仕上げ加工のための仕上げ面が使用される場合、好都合である。形状を（わずかに）異なるように選択することさえでき、例えば粗機械加工によってまず粗い歯の形状が作成され、その後、仕上げ加工により、実際の運用外形が機械加工されることが可能である。

【 0 0 1 6 】

代替の実施形態においては、ドレッシングユニットは、機械の移動要素に配置され、研磨モジュールに対してドレッシングユニットをドレッシング位置に配置することができる。前記枠組み内において、ドレッシングユニットがホーニングリングキャリアに配置され、かつ前記ホーニングリングキャリアが例えば水平直線軸に沿った対応する動きが可能であることが好ましい。これの代替として、ドレッシングユニットは、強固な方法で機械フレームに配置されるか、または補助軸によって配置可能である。

30

【 0 0 1 7 】

好ましい方法において、研磨ホイールのドレッシングおよびホーニングリングの輪郭加工のシーケンスは、以下のステップを含む：

- 1 . ドレッシングユニットの固定および / または回転ツールによって研磨ホイールを予備輪郭加工（粗機械加工）する
- 2 . ドレッシングユニットの回転ツールによって、研磨車輪を精密成形し、かつ研ぐ（切断を容易にする）（仕上げ加工）
- 3 . 研磨ホイールによってホーニングリングブランクを予備輪郭加工する
- 4 . 研磨ホイールによって予備輪郭加工されたホーニングリングブランクを精密成形し、かつ研ぐ（切断を容易にする）。

40

【 0 0 1 8 】

好ましい実施形態の場合、ワークピーススピンドルの回転軸および研磨ホイールの回転軸は、互いに対して垂直に配向される。ホーニングリングが略水平に配向される場合、ワークピーススピンドルの回転軸は、例えば略垂直であり、研磨ホイールの回転軸が水平に配向される。

【 0 0 1 9 】

50

前記配置は、ホーニングリングの輪郭加工、すなわち、ホーニングリングブランクに歯を形成するのに特に適している。

【0020】

本発明の一実施形態の場合、機械は、機械加工モジュールのための少なくとも1つの連結具を有するモジュールキャリアを備え、モジュールキャリアは、連結具がホーニングリングキャリアに対して真の三次元空間内に配置されるように、機械フレームに配置され、研磨モジュールおよびワークピーススピンドルモジュールは、モジュールキャリアの連結具に連結可能である。

【0021】

ホーニングリングキャリアに関する真の三次元空間内での連結具の相対的な位置決めは、異なる方法で実現することができる。したがって、例えば3デカルト軸に沿って移動可能となるように連結具を実現させることができるか、または1またはいくつかの前記軸がホーニングリングキャリアの自由度となる。さらに、1またはいくつかの軸をとりわけスイベル軸として実現することができる。

10

【0022】

好都合な方法においては、機械加工モジュールのための少なくとも1つの連結具には、高速クランプシステムが設けられる。したがって、機械加工モジュールは、迅速かつ簡単に交換することができる。

【0023】

この代替として、または追加として、モジュールキャリアは、機械加工モジュールのためのいくつかの連結具を備えることができ、連結具は、アイドル位置から動作位置に移動可能である。結果として、機械加工モジュールの交換は、必要なく、人の介入または外部の構成要素を必要とせず完全な自動モードが可能である。

20

【0024】

この代替として、ツール交換を行う、またはモジュールを手動で変更する装置がある。

【0025】

好ましい実施形態において、ワークピーススピンドルモジュールおよび研磨モジュールは、互いに独立して機械フレームに配置される。したがって、ワークピーススピンドルモジュールは、ホーニング工程中に生じる力を吸収することができるように比較的強固な方法で実現することができ、研磨モジュールは、コンパクトかつおよび柔軟な方法で実現することができる。ワークピーススピンドルモジュールには、ホーニングリングキャリアの下の機械フレームの受け入れチャンバ内において、例えば垂直上向きのスピンドルが取り付けられ、研磨モジュールは、ホーニングリングキャリアの上の機械フレーム、例えば機械タワーに配置されている。研磨モジュールの研磨ホイールの回転軸は、この場合実質的に水平に配向される。

30

【0026】

好ましい実施形態の場合、機械フレームは、ホーニングリングキャリアを囲み、かつホーニングリングキャリアは、機械フレームの2つの軸受点で取り付けられ、軸受点を通り延在する水平軸に沿って直線的に移動可能となるように、かつ前記軸回りに回転移動可能となるように、2つの軸受点は、ホーニングリングキャリアに関して互いに実質的に正反対に位置している。

40

【0027】

前記解決策は、本発明による機械が単純かつコンパクトな方法で設計されることを可能にする。機械フレームは、機械の個々の構成要素および全ての必要な軸を支持するための構造要素のみならず、機械加工を行う作業空間を形成する一部分として機能する。

【0028】

内歯のホーニング加工のためには、加工されるワークピースをホーニングリングキャリアにクランプし、今度は(外側輪郭加工された)ホーニングツール(研磨歯車)をワークピーススピンドルにクランプすることが可能である。

【0029】

50

機械フレームは、好ましくは、作業領域を囲む実質的に閉じたケーシングを形成する。特に、ケーシングは、潤滑油またはチップの漏れを確実に防ぐような方法で実現される。同時に、怪我につながる人による接触を防止する。結果として、ホーニングリングキャリアを取り巻くさらなるガードが不要となる。例えば機械フレームは、下部および側面で閉じられ、かつ作業領域に対して開口する開口部を上部に備える。ホーニングリングキャリアおよび適用できる場合下に配置されたワークピーススピンドルは、前記開口部を通じてアクセス可能である。機械フレームは、例えば整備目的のために、さらに（適用できる場合、閉鎖可能な）開口部を備えることができる。

【0030】

好ましい方法において、機械フレームは、まっすぐな筒状、特に円筒で実現されるまっすぐな筒形は、コンパクトにすることを可能にすると同時に頑丈な形状である。まっすぐな筒体の領域の他の形、例えば、正方形、長方形、多数の角を有する多角形、または楕円なども可能である。

【0031】

好ましい方法において、軸受点は、すべり軸受または静圧軸受を含む。結果として、本発明による機械は、費用効率的かつメンテナンスが少ない方法で実現することができる。すべり軸受はまた、高い水準の剛性および高い水準の減衰を備える。好都合に、すべり軸受は、機械フレームの対応する開口部に挿入される単一型プッシングによって形成され、汚れに対するシールが設けられている。それに対応した大きさの支持要素、例えば水平軸においてホーニングリングキャリアの両側に延在する鋼管が結果としてホーニングリングを同時に支え、また直線的な移動軸に沿ってガイドし、例えば単一型プッシングと相互作用することができる。すべり軸受は、好ましくは、ホーニングリングキャリアの前記水平移動および水平軸回りの回転運動の両方を可能にするため、それらは2つの自由度（1つの直線自由度および1つの回転自由度）を有するラジアル軸受として機能する。

【0032】

特に好ましい方法において、支持要素は、伸びた場合にホーニングリングキャリアの中心点を通り延在するようにホーニングリングキャリアに取り付けられる。これにより、特に単純かつ頑丈な構造が可能となる。

【0033】

この代替として、例えばすべり軸受の代わりにローラー軸受が用いられる。キャリアはまたローラー軸受が使用される場合に事前に外形をとった形状より実現することができる。回転の可動性は、例えば非回転可能な部分およびキャリアの長軸回りに相対的に回転可能な部分を備えるキャリアによって機械フレームの軸受点と独立して実現することができる。

【0034】

さらにリニアプッシングを使用することが可能である。したがって、（すべり軸受の場合）同じ軸受ユニットで両方向の動きが利用可能となる。

【0035】

好ましい実施形態の場合、機械は、キャリアを含み、キャリアには、軸受点を通り延在する水平軸に沿ったホーニングリングキャリアの直線的な移動のための第1駆動部が配置され、前記軸回りのホーニングリングキャリアの回転移動のための第2駆動部が配置される。キャリアは、機械フレームの外側に配置され、水平軸に沿ってホーニングリングキャリアと共に移動可能である。ホーニングリングキャリアと対応する支持要素は、軸方向においてキャリアに好都合に固定されるが、キャリアに対してある角度範囲で長軸回りで回転可能である。

【0036】

機械フレームの外側に配置された駆動部は、機械加工作業の影響から保護され、かつワークピーススピンドルまたはホーニングリングキャリアと干渉していない。駆動部の同調配置の結果として、単純な方法で作動軸に力が伝わる。キャリアの経路、および結果として、同期した駆動部（例えばサーボモータ）が小さいため、エネルギー供給および制御は

10

20

30

40

50

、通常柔軟な導体によって単純な方法で行うことができる。

【0037】

好都合に、第1駆動部は、ボールネジに連結され、ボールネジは、機械フレームに支持される。結果として、ホーニングリングキャリアの支持要素は、単純かつ確実な直線的な方法で調整することができる。第1駆動部は、例えばギアユニットによってボールネジに接続され、前記ボールネジは、対応する開口部を通り機械フレームの内部へ延在することができる。

【0038】

この代替として、例えば異なるタイプのスピンドル、または歯付きラック、またはリニアモーターなどの直結駆動部によって異なる伝動機構を使用することができる。

10

【0039】

好ましい方法において、ガイド部材がさらにキャリアに固定的に配置され、ガイド部材は、機械フレームのさらなる軸受点と相互作用する。前記ガイド部材は、支持要素の回転移動のための第2駆動部が単純な方法でキャリアに支持されるようにキャリアのための回転防止保護を提供する。

【0040】

好都合に、機械フレーム、少なくとも、作業領域を囲む下部は、基本的に模造石で作られる。このタイプのフレームは、費用効率的な方法で製作することができ、かつ本発明による機械の頑丈な基部として形成することができる。

【0041】

さらに好ましい実施形態においては、機械フレームは、実質的に鋼鉄から作られる。前記の材料の選択は、特にコンパクトな方法で機械を実現させることができる。機械フレームのケーシングに適した鋼管は、そのうえ比較的安く購入することができる。

20

【0042】

機械フレームは、例えば花崗岩、または挙げられた材料の組み合わせで作ることができる。

【0043】

さらに好都合な実施形態および本発明の特徴の組み合わせは、以下の詳細な説明および特許請求の範囲に記載される。

【図面の簡単な説明】

30

【0044】

【図1】ホーニングリングを製作しかつ作られたホーニングリングを用いてホーニング加工するための機械の第1実施形態の斜視図を示す。

【図2】機械の下部分の斜視図を示す。

【図3】下部分の側面図を示す。

【図4】下部分の上面図を示す。

【図5】下部分を通る垂直断面図を示す。

【図6A】機械フレームを透過させた様々な角度からの下部分の斜視図を示す。

【図6B】機械フレームを透過させた様々な角度からの下部分の斜視図を示す。

【図7】ホーニングリングを製作しかつ作られたホーニングリングを用いてホーニング加工するための機械の第2実施形態の斜視図を示す。

40

【図8】ホーニングリングを製作しかつ作られたホーニングリングを用いてホーニング加工するための機械の第3実施形態の斜視図を示す。原則として同じ構成要素には、同じ参照符号が付されている。

【発明を実施するための形態】

【0045】

ホーニングリングを製作し、かつ作られたホーニングリングを用いてホーニング加工するための本発明による機械の例示的な実施形態が図1～図6に示されている。図1は、機械の斜視図を示す。

【0046】

50

機械 100 は、下部分 110 および上部分 120 を含む。機械の下部分 110 は、図 2 ~ 図 6 に示されている。図 2 は斜視図、図 3 は側面図、図 4 は上面図、図 5 は垂直断面図および図 6 A、図 6 B は、機械フレームが透明に示された様々な角度からの 2 つの斜視図である。

【0047】

下部分 110 は、機械フレーム 10 を含み、そのケーシング 11 は、円筒の鋼管によって形成されている。円形底部 12 は、それに対応して形成された鋼板によって形成され、管内に水平に固定されている。さらにより薄い鋼板 13 がケーシング 11 内で底部 12 の上に固定されている。前記より薄い鋼板 13 は、底部 12 に対して斜めに配向され、それに対応して機械フレーム 10 のケーシング 11 を満たすように楕円形を有する。より薄い鋼板 13 は、潤滑油およびチップを受け入れ、重力により鋼板 13 に沿ってこれらを下へ移動させ、板の下端部で捕捉することができ、適切な場合に取り除かれる。

10

【0048】

上端部において、機械フレーム 10 のケーシング 11 は、端面に開口する内側凹所によって形成された円周受容溝 14 を備える。機械フレーム 10 によって形成された受入チャンバを閉じるために、下に配置されたワークピーススピンドルでの純ホーニングモードのための平らな円筒カバーを前記受容溝 14 に上から挿入することができる。機械加工作業の目視検査を可能とするために、カバーは、透明材料から作ることができる。

【0049】

4 つの丸い開口部 15、16、17、18 が機械フレーム 10 において実現され、その軸はそれぞれケーシング 11 の側面に対して水平および垂直に延在する。2 つの開口部 15、16 は、互いに正反対に配置され、それらの軸は一致する。それらは、ケーシングの厚さの約半分のステップをそれぞれ備え、開口部 15、16 の断面は、ステップにおいて外から内へ広がっている。単一型ブッシング 21、22 が開口部 15、16 に挿入される。単一型ブッシング 21、22 の外側形状は、ステップを有する開口部 15、16 の内側形状に適合されている。単一型ブッシング 21、22 およびその機能は、以下に詳細に説明される。

20

【0050】

開口部 17 は、開口部 16 の鉛直下方に配置されている。それは、ケーシングの厚さの約半分のステップを備えるが、断面はこの場合外から内に減少する。単一型ブッシング 23 が開口部 17 に挿入される。開口部 17 および単一型ブッシング 23 の直径は、開口部 15、16 より小さい。

30

【0051】

最後の開口部 18 は、上下に配置された開口部 16、17 の中心を通る接続ライン上に位置する。その直径は、いくらか下部開口部 17 より小さい。ボールネジ 30 のナット 31 が中間開口部 18 に挿入される。

【0052】

ワークピーススピンドル装置 50 が機械フレーム 10 に取り付けられる。前記ワークピーススピンドル装置は、3 つの垂直に延在するガイドレール 51.1、51.2、51.3 を含み、該ガイドレールは、機械フレーム 10 のケーシング 11 の内部に固定されている。第 1 ガイドレール 51.1 は、1 つの丸い開口部 15 の直下に配置され、2 つのガイドレール 51.2、51.3 は、それらの角度位置に関して 3 つのさらなる開口部 16、17、18 に対して対称的に配置され、開口部 15、16、17、18 の軸との角度は、それぞれ約 40° である。各 1 つのキャリッジ 52.1、52.2、52.3 が各レール 51.1 ~ 3 と相互作用し、各キャリッジ 51.1 ~ 3 は、2 つのローラーユニットを備え、それぞれは、レール 51.1 ~ 3 の外側形状と既知の方法で相互作用する。

40

【0053】

キャリッジ 51.1 ~ 3 は、スピンドルキャリア 53 に固定的に取り付けられる。前記スピンドルキャリアは、上面図において実質的に Y 形状であり、3 本の脚がそれぞれのキャリッジ 51.1 ~ 3 へ延在する。ワークピーススピンドル 54 は、スピンドルキャリア

50

53の中央開口部に取り付けられる。この場合、これは、それ自体は既知のスピンドルであり、直結駆動である。ワークピーススピンドル54の自由端部は、ワークピースを直接または間接的に締め付ける連結手段を含む。

【0054】

またボールネジ55のナット56がスピンドルキャリア53に取り付けられる。ボールネジは、スピンドルキャリア53から鉛直下方に延在し、かつ斜めに配向される鋼板13の開口部を通り延在し、下端部は、機械フレーム10の底部12に支持される。ボールネジ55の駆動は、スピンドルキャリア53の外側にフランジ取り付けられたモーター57による歯付ベルトによって行われ、前記スピンドルキャリアと共に垂直方向に上下に移動する。

10

【0055】

ワークピーススピンドル54は、キャリッジ52、1~3の直線移動によってガイドレール51、1~3に関して垂直方向に動くことができ、連結手段を有するワークピーススピンドル54の自由端部は、ホーニングリング受入手段の内部で要求される各平面（以下参照）に達することができる。ホーニング加工中、ワークピーススピンドル54は、動的に例えば約2mmの振幅の振り子ストロークを行う。さらに、その作業高さは、約60mmの範囲で（静的に）調整することができる。両方の動きは、モーター57によるボールネジ55によってもたらされる。

【0056】

さらに以下に明らかなように、ワークピーススピンドル装置50の存在は、絶対に必要ではなく、ホーニングリングの製作、およびこの場合さらに以下に説明されるワークピーススピンドルモジュールに取り付けられたワークピースのホーニング加工のための機械100の枠組み内において省略することができる。

20

【0057】

ホーニングリングキャリア60の支持装置が単一型ブッシング21、22、23内に取り付けられ、該ブッシングは、機械フレーム10の開口部15、16、17に収容されている。ホーニングリングキャリアは、それ自体が既知の方法でトラス形で実現でき、それは、ホーニングリングの受入手段を含み、直結駆動部によってトラス軸回りの回転移動を起こすことができる。支持装置は、ホーニングリングキャリア60の外側ケーシングに互いに正反対に固定的に配置された2つの鋼管61、62を含む。鋼管61、62は、機械フレーム10の対応する開口部15、16を通り両側でホーニングリングキャリア60から外向きに延在する。これらの外側寸法は、対応する単一型ブッシング21、22との正確な取付け方法で相互作用することができるように選択される。1つの開口部15と相互作用する鋼管61は、外側端部において自由であるのに対し、正反対の鋼管62の外側端部には、駆動部キャリア70が取り付けられている。軸受装置は、鋼管62が駆動部キャリア70に対して長軸回りに回転することができるが、鋼管62は、駆動部キャリア70に対して軸方向に固定されるように実現される。

30

【0058】

駆動部キャリア70の半径方向外側に固定され、かつ前記駆動部キャリアに対して支持されるサーボモーター71の被駆動軸は、鋼管62の長軸に位置合わせされる。被駆動軸は、ロボット駆動部72によって鋼管62に作用し、結果として駆動部キャリア70に対して前記鋼管を回転させることができる。対応する方法において、2つの鋼管61、62の共通の長手方向軸回りのホーニングリングキャリア60の角度位置が変化する。

40

【0059】

さらなるサーボモーター73がまた駆動部キャリア70の外側に固定され、駆動部キャリアに対して支持される。さらなるサーボモーター73は、連結具によってボールネジ30と相互作用し、ボールネジは、今度は中間開口部18に挿入される上述のナット31と相互作用する。サーボモーター73の作動の結果として、駆動部キャリア70は、機械フレーム10に対して水平方向において半径方向内向きまたは外向きに移動することができる。ホーニングリングキャリア60の位置は、対応する方法で変わる。

50

【0060】

最後に、さらなる鋼管74が駆動キャリア70にしっかりと固定される。鋼管は、下部開口部17を通り水平かつ半径方向内向きに機械フレーム10内部へ延在する。前記鋼管74は、特にサーボモーター71によって鋼管62に加えられたトルクに対する回転防止保護および支持として機能する。

【0061】

機械100の上部分120は、タワー状に実現される。上部分は、ホーニングリングキャリア60の駆動および直線移動のための駆動領域内の機械フレーム11側で固定される。上部分は、下部分110の機械フレーム11のセクターを受け入れ、および下部分110を越えて上方に延在するハウジング121を備える。

10

【0062】

垂直に移動可能となるようにピークル122が取り付けられたレールが上部分120のハウジング121の上部に配置される。機械加工モジュールのための連結具を運ぶキャリッジ123は、水平方向に移動可能となるようにピークル122に取り付けられる。キャリッジ123は、スピンドル駆動部124および高速クランプシステムを有する連結具125を支持し、そこに機械加工モジュールを連結することができ、それによってスピンドル駆動部124によって提供される回転移動が機械加工モジュールに伝えられる。図1において、刀状の研磨モジュール130がキャリッジ123に連結されている。研磨モジュールは、ピークルおよびキャリッジによって垂直平面に自由に配置することができる。

【0063】

研磨モジュール130は、下端部においてドレッシング可能研磨ホイール、例えばダイヤモンド研磨ホイールまたはCBN研磨ホイールを支持する。その回転軸は、キャリッジが移動可能な垂直平面に平行な、水平向きに配向される。

20

【0064】

ドレッシング装置140がハウジング121に面するホーニングリングキャリア60側のホーニングリングキャリア60の上面に配置される。前記ドレッシング装置は、駆動部を含み、かつ研磨モジュール130の研磨ホイールの粗機械加工または仕上げのために駆動部によって回転する部分またはディスクを含む。例えば、半径プレートまたは粗い、ダイヤモンドで覆われた半径ホイールを粗機械加工に使用することができ、それに対応して仕上げのために細かい、ダイヤモンドで覆われた半径ホイールを使用することができる。

30

【0065】

ワークピーススピンドルモジュールを研磨モジュール130の代わりに連結することができる。前記ワークピーススピンドルモジュールは、垂直軸回りに回転可能なワークピース(特に歯車ブランク)を締め付けるためのクランプ装置を含む。

【0066】

ホーニングリングの製作および歯車のホーニング加工のための組み合わせた方法は、図1~図6に示される機械で行うことができる。この目的を達成するために、第一にホーニング石ブランクがホーニングリングキャリア60にクランプされる。機械100の上部分120に連結された研磨モジュール130の研磨ホイールは、ドレッシング装置140によってドレッシングされる。この目的を達成するために、研磨ホイールがドレッシング装置140の対応するツールと係合するように、一方ではドレッシング装置140を支持するホーニングリングキャリア60、および他方ではキャリッジ123を有するピークル122が移動する。先に挙げた構成要素の組み合わせさせた動きの結果として、研磨ホイールおよびホーニングリングは、真の三次元空間の内部において互いに対して自由に配置される。

40

【0067】

一旦、研磨ホイールの所望の形状が得られると、研磨モジュール130は、ドレッシング装置140からホーニング石ブランクの開口部に移動し、ここでキャリッジ123を有するピークル122およびホーニングリングキャリア60の動きの間で再度また相互作用する。ホーニングリングキャリアの輪郭加工を行うことができる。輪郭加工作業の枠組み

50

内において、研磨モジュール130の研磨ホイールは、必要な場合、同じ方法で常に再輪郭加工することができ、輪郭加工作業の枠組み内においてこの同じ面質および形状、または異なる面質または形状を常に生成させることができる。

【0068】

ホーニングリングの所望の輪郭が得られるとすぐに、研磨モジュール130は、アイドル位置に移動する。加工されるワークピース、特に歯車ブランクは、ワークピーススピンドル54の自由端部に固定される。そしてワークピースは、輪郭加工されたホーニングリングによって加工される。

【0069】

代替方法の変形例においては、ホーニングリングの所望の輪郭が得られるとすぐに、研磨モジュール130は、ワークピーススピンドルモジュールによって置換される。加工されるワークピース、特に歯車ブランクは、ワークピーススピンドルモジュールにクランプされる。スピンドルおよび移動可能な軸受装置（キャリッジ123を有するピークル122）の間の相互作用、および等しく移動可能かつ駆動可能なホーニングリングキャリア60およびホーニングリングのための直結駆動部の結果として、ワークピースは、ホーニング加工することができ、ホーニング石の輪郭加工のための同じクランプ機構およびホーニング工程を使用することが可能となる。歯車ホーニング加工に必要な振り子ストロークをピークル122および対応する駆動部によって利用することができる。

【0070】

図1による実施形態は、高いレベルの柔軟性を有する特にコンパクトな設計によって特徴づけられる。

【0071】

図7は、ホーニングリングを製作し、かつ作られたホーニングリングでホーニング加工するための機械の第2実施形態の斜視図を示す。機械200は、図1～図6と関連して示された第1実施形態による機械100と多くの点で一致する。機械は、下部分210および上部分220を含む。機械ハウジング以外は、下部分は、図1～図6と関連して説明されたホーニング機械に相当するため、再度説明はしない。

【0072】

下部分210の機械ハウジング211は、まっすぐな筒状で実現される。その領域は、六角形領域211a、長方形を形成するために前記側部の領域の形を補い、3つの縁に沿って前記六角形領域に接続する第2領域211bを含む。側面が、六角形領域211aおよび第2領域211bの両方の境界に沿って垂直上方に延在する。一方で作業領域212が（六角形領域211a内で）形成され、他方に対応する側面の上端部において第2領域211bが水平カバー211cによって覆われる。

【0073】

タワー状の上部分220は、カバー211c上で支持されるベーシックハウジング221を含む。ベーシックハウジング221の前側において垂直方向に移動可能となるようにピークル222が配置され、該ハウジングは、作業領域212を閉じる側面に実質的に面に接続する。キャリッジ223は、水平方向に移動可能となるように前記ピークル222に取り付けられる。キャリッジ223は、スピンドル駆動部224および高速クランプシステムを有する連結具225を支持し、クランプシステムに機械加工モジュールを連結することができ、それによってスピンドル駆動部224によって提供される回転移動が機械加工モジュールに伝わる。図7の記載によると、刀状の研磨モジュール230は、キャリッジ223に連結される。研磨モジュールは、ピークルおよびキャリッジによって垂直平面内で自由に配置することができる。

【0074】

研磨モジュール230は、ドレッシング可能研磨ホイールを下端部で支持する。回転軸は、キャリッジが移動可能である垂直平面に平行な水平の向きに配向される。

【0075】

ドレッシング装置240は、ベーシックハウジング221に面するホーニングリングキ

10

20

30

40

50

キャリア60の側においてホーニングリングキャリア60の上面に配置される。前記ドレッシング装置は、駆動部を含み、かつ研磨モジュール230の研磨ホイールの粗機械加工または仕上げのための駆動部によって回転されるようにセットされる部分またはディスクを含む。例えば、半径プレートまたは粗い、ダイヤモンドで覆われた半径ホイールを粗機械加工に使用することができ、それに対応して仕上げのために細かい、ダイヤモンドで覆われた半径ホイールを使用することができる。

【0076】

図1～図6と関連してさらに上に説明されたホーニングリングの製作および歯車のホーニング加工の組み合わせた方法は、図7に示される機械によっても実現することができる。

10

【0077】

ワークピーススピンドルモジュールを研磨モジュール230の代わりに連結することができる。前記ワークピーススピンドルモジュールは、垂直軸回りに回転可能なワークピース(特に歯車ブランク)を締め付けるためのクランプ装置を含む。この場合図7による実施形態においてはワークピーススピンドルは必要ない。

【0078】

図8は、ホーニングリングを製作し、かつ作られたホーニングリングでホーニング加工するための機械の第3実施形態の斜視図を示す。機械300は、ワークピーススピンドル装置を有する下部分を有する図1～図6に示された機械100と多くの点で一致する。しかし、前記機械と比べて、全ての構成要素が下部分に配置される。ワークピーススピンドル54は、角度研磨ユニット330によって置換することができる。この目的を達成するために、再度高速クランプシステムを有する連結具が、スピンドルキャリア53に好都合に配置され、ワークピーススピンドルおよび角度研磨ユニット330の両方が前記連結具と相互作用することを可能にする。

20

【0079】

ホーニングリングの輪郭加工中の角度研磨ユニット330の研磨ホイールの位置決めのために、スピンドルキャリア53は、図8には見えない追加的な直線水平軸を備え、それによって角度研磨ユニット330は、ホーニングリングキャリア60の長軸に対して横に動くことができる。角度研磨ユニット330の研磨ホイールの輪郭加工のために、ホーニングリングキャリア60の対応する直線移動により、ドレッシングユニット340は、研磨ホイールまで上に動かすことができる。装置の運用方法は、図1～図6および図7の装置の運用方法に実質的に対応する。

30

【0080】

本発明は、示された例示的な実施形態に限定されるものではない。したがって、特に個々の構成要素、例えば機械フレーム、駆動部キャリア、ホーニングリング受入手段またはスピンドルキャリアの形状は、異なるように選択することができる。駆動部は、異なるように実現することができる、または異なるように配置することができる。

【0081】

機械フレームに固定されたレールの代わりに、スピンドルキャリアはまた、例えば機械フレームに固定された支持構造の上に配置され、かつ内向きに延在するガイドに関して垂直に移動可能とすることができる。ガイドは、例えばガイドチューブおよび単一型ブッシングによって実現することができる。スピンドルの垂直移動のための駆動部をまたキャリア構造に固定する方法で配置することができる、すなわち上記の例示的な実施形態と対照的となる。

40

【0082】

内歯をホーニング加工するために、加工されるワークピースがまたホーニングリングキャリアにクランプされ、今度は(外側が輪郭加工された)ホーニングツールがワークピーススピンドルにクランプされる。

【0083】

既に述べたように、初めの2つの例示的な実施形態の枠組み内において、下部スピンド

50

ルは省略することができ、その受入手段は、ワークピーススピンドルモジュールによって引き継がれる。さらに、上部分は、そこにモジュールが連結可能ないくつかの連結具を含むことができる。連結具は、連結されたモジュールと共に適切な手段（例えば回転または直線移動）によって動作位置またはアイドル位置に移動することができる。したがって、例えば、水平軸を有するターンテーブルをキャリッジに配置すること、2つの連結具をターンテーブル上に互いに対向して設けることが考えられる。研磨モジュールが連結具の一方に、およびワークピーススピンドルモジュールが連結具の他方に連結される場合、2つのモジュールの動作およびアイドル位置は、水平軸回りの180°回転によって交換される。したがって完全に自動化された輪郭加工およびホーニング工程は、ツールを交換するための外部要素なしで実行することができる。

10

【0084】

柔軟性を増すために、機械の上部分は、下部分の機械フレームのカバーに沿って、例えばレールに取り付けられることによってピークルおよびキャリッジの移動軸に垂直の水平軸に沿って移動可能である。

【0085】

個別のスピンドルがある場合、および前記スピンドルおよび研磨モジュールが水平方向において上下にセットすることができる場合、底部スピンドルにクランプされる内歯の輪郭加工のためのホーニングツールはまた、研磨モジュールによって加工される。加工されるブランクは、内歯の輪郭加工のためのホーニングリングキャリアにクランプされる。ホーニングツールのクランプ機構はここでも有効に残ることができる。

20

【0086】

完全を期すために、説明された機械はまた、純粋な研磨またはホーニング加工モードで動作させることができることに言及されなければならない。この場合、内側および/または外側の輪郭加工は、研磨モジュールによって作成されるか、またはワークピースは、ホーニングツール（本発明による機械で作られる必要はない）によってホーニング加工され、外歯または内歯が作られる。機械の適用範囲は、結果として非常に幅広く、最適な工程または最適な工程の組み合わせは、加工されるワークピースに応じて選択される。

【0087】

要約すると、ワークピースを機械加工するための機械および歯車をホーニング加工する方法が本発明により作られ、その両方により、少ない費用で柔軟性を向上させることができることに留意されるべきである。

30

【符号の説明】

【0088】

- 10 機械フレーム
- 11 ケーシング
- 12 底部
- 15, 16, 17, 18 開口部
- 21, 22, 23 単一型ブッシング
- 30 ボールネジ
- 31 ナット
- 50 ワークピーススピンドル装置
- 53 スピンドルキャリア
- 54 ワークピーススピンドル
- 55 ボールネジ
- 56 ナット
- 57 モーター
- 60 ホーニングリングキャリア
- 61, 62 鋼管
- 71, 73 サーボモーター
- 72 ロボット駆動部

40

50

- 7 4 鋼管
- 1 0 0 機械
- 1 1 0 機械フレーム
- 1 1 0 下部分
- 1 2 0 上部分
- 1 2 1 ハウジング
- 1 2 2 ビークル
- 1 2 3 キャリッジ
- 1 2 4 スピンドル駆動部
- 1 2 5 連結具
- 1 3 0 研磨モジュール
- 1 4 0 ドレッシング装置

【 図 1 】

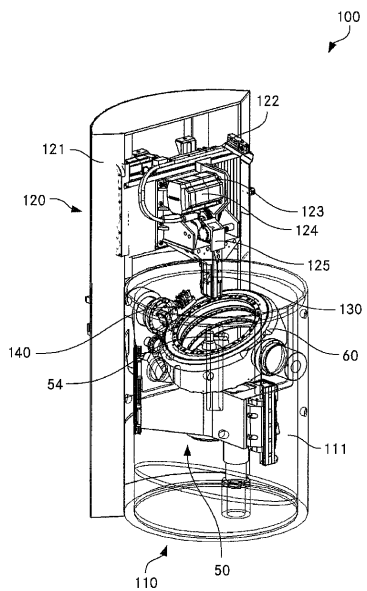


Fig. 1

【 図 2 】

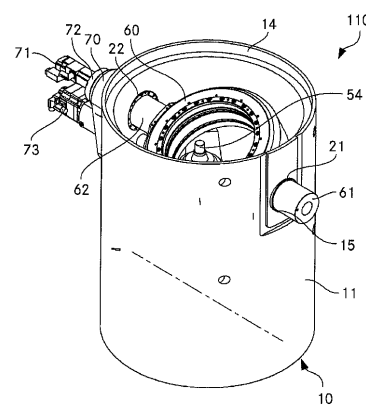


Fig. 2

【 図 3 】

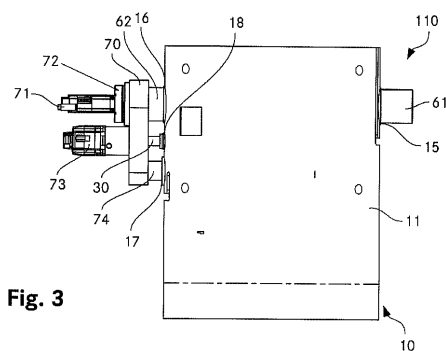


Fig. 3

【 図 4 】

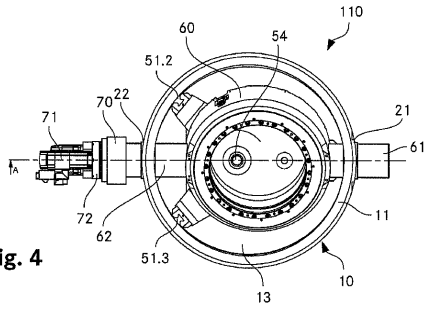


Fig. 4

【 図 5 】

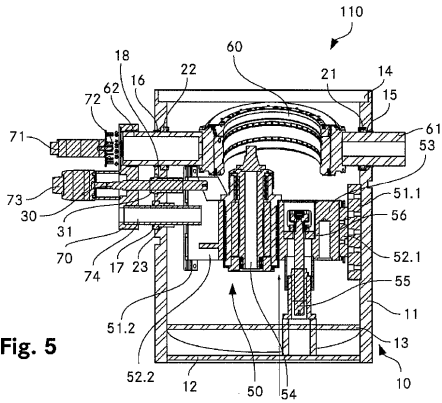


Fig. 5

【 図 6 A 】

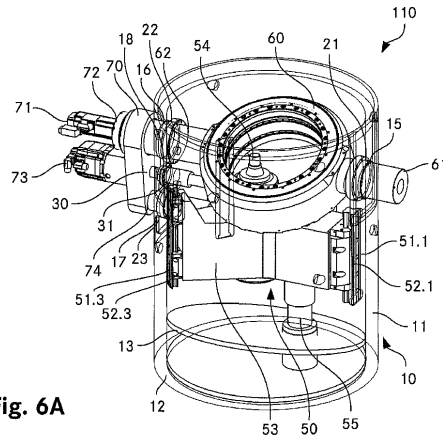
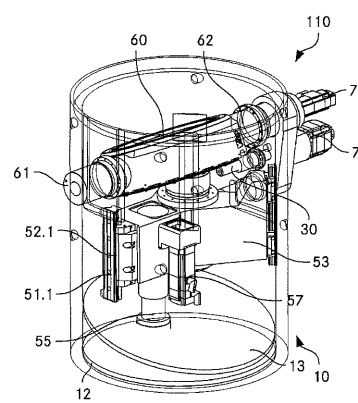


Fig. 6A

【 図 6 B 】



フロントページの続き

(72)発明者 ウルス・ベルンハルドスグリュッター
スイス・8332・ルスジコン・ベルクガッセ・34

審査官 稲葉 大紀

(56)参考文献 独国実用新案第9300936 (DE, U1)
独国特許出願公開第102010024366 (DE, A1)
特開2006-326825 (JP, A)
特開平06-079526 (JP, A)
米国特許出願公開第2012/0225614 (US, A1)
特開平07-237036 (JP, A)
特開昭52-140097 (JP, A)
欧州特許第01319458 (EP, B1)
特開2001-088027 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

B23F19/00 - 19/12
B23F21/03
B23F 5/00 - 5/28
B23F17/00
B24B33/02 - 33/08
B23Q 1/01, 1/48