

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6867695号
(P6867695)

(45) 発行日 令和3年5月12日(2021.5.12)

(24) 登録日 令和3年4月13日(2021.4.13)

(51) Int.Cl.

F 1

B23B 41/04 (2006.01)B23B 41/04
(2006.01)**B23B 41/06 (2006.01)**B23B 41/06
(2006.01)

請求項の数 6 (全 17 頁)

(21) 出願番号

特願2018-138685 (P2018-138685)

(22) 出願日

平成30年7月24日 (2018.7.24)

(65) 公開番号

特開2020-15121 (P2020-15121A)

(43) 公開日

令和2年1月30日 (2020.1.30)

審査請求日

令和2年3月26日 (2020.3.26)

(73) 特許権者 000121202

エンシュウ株式会社

静岡県浜松市南区高塚町 4888 番地

(74) 代理人 100136674

弁理士 居藤 洋之

(72) 発明者 村上 宗弘

静岡県浜松市南区高塚町 4888 エンシュウ株式会社内

(72) 発明者 鈴木 利夫

静岡県浜松市南区高塚町 4888 エンシュウ株式会社内

(72) 発明者 中村 岳人

静岡県浜松市南区高塚町 4888 エンシュウ株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】孔加工機および孔加工機を用いた橜円孔および内径変化孔の加工方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

貫通孔状の下孔を有した被加工物を保持するワークテーブルと、

前記ワークテーブルに保持された前記被加工物における前記下孔に貫通する棒状に形成されて同被加工物を切削加工する切削刃を保持する加工工具の一方の端部を保持して同加工工具を軸線周りに自転させて前記切削刃を同軸線周り上で回動変位させるとともに同加工工具全体を前記自転の中心軸に対して偏心した位置を中心軸とする円軌道上で回転駆動させる主軸と、

前記加工工具の他方の端部側が摺動自在に嵌合する工具嵌合部を有して同工具嵌合部を前記主軸における前記円軌道と平行な円軌道上で回転駆動させる補助主軸と、

前記主軸および前記ワークテーブルを同主軸の軸線方向であるY軸方向に相対的に変位させて両者の距離を接近または離隔させる主軸変位機構と、

前記主軸、前記補助主軸および前記主軸変位機構の各作動をそれぞれ制御する制御装置とを備え、

前記制御装置は、

前記加工工具を前記回転駆動させた状態で前記Y軸方向に変位させながら同加工工具を前記回動変位させることで、前記被加工物に対して孔の深さ方向に沿って内径が変化する内径変化孔を成形することを特徴とする孔加工機。

【請求項 2】

貫通孔状の下孔を有した被加工物を保持するワークテーブルと、

10

20

前記ワークテーブルに保持された前記被加工物における前記下孔に貫通する棒状に形成されて同被加工物を切削加工する切削刃を保持する加工工具の一方の端部を保持して同加工工具を軸線周りに自転させて前記切削刃を同軸線周り上で回動変位させるとともに同加工工具全体を前記自転の中心軸に対して偏心した位置を中心軸とする円軌道上で回転駆動させる主軸と、

前記加工工具の他方の端部側が摺動自在に嵌合する工具嵌合部を有して同工具嵌合部を前記主軸における前記円軌道と平行な円軌道上で回転駆動させる補助主軸と、

前記主軸および前記ワークテーブルを同主軸の軸線方向であるY軸方向に相対的に変位させて両者の距離を接近または離隔させる主軸変位機構と、

前記ワークテーブルを前記Y軸方向に直交するX軸方向に往復変位させるテーブル往復変位機構と、10

前記主軸、前記補助主軸、前記主軸変位機構および前記テーブル往復変位機構の各作動をそれぞれ制御する制御装置とを備え、

前記制御装置は、

前記加工工具を前記回転駆動させた状態で前記Y軸方向に変位させながら同加工工具を前記回動変位させることで前記被加工物に対して孔の深さ方向に沿って内径が変化する内径変化孔を成形するとともに、前記加工工具を前記回転駆動させた状態で前記Y軸方向に変位させながら前記ワークテーブルを前記X軸方向に往復変位することで前記被加工物に対して橜円孔を成形することを特徴とする孔加工機。

【請求項3】

20

請求項2に記載した孔加工機において、さらに、

前記ワークテーブルとは独立した状態で対向配置されて前記被加工物を前記ワークテーブルに押し付けるワーク押圧機構を備え、

前記ワーク押圧機構は、

前記被加工物を前記ワークテーブルに押し付ける押圧体が前記テーブル往復変位機構によって前記X軸方向に往復変位する前記被加工物に追従することを特徴とする孔加工機。

【請求項4】

請求項1ないし請求項3のうちのいずれか1つに記載した孔加工機において、さらに、

前記ワークテーブルに保持された前記被加工物における前記下孔に貫通する棒状の位置決め体を同下孔に対して接近して貫通または離隔するように保持したワーク位置決め機構と、30

前記補助主軸と前記ワーク位置決め機構とを一体的に変位させて前記ワークテーブルに保持された前記被加工物に対して選択的に対向配置させる選択配置機構とを備えることを特徴とする孔加工機。

【請求項5】

貫通孔状の下孔を有した被加工物を保持するワークテーブルと、

前記ワークテーブルに保持された前記被加工物における前記下孔に貫通する棒状に形成されて同被加工物を切削加工する切削刃を保持する加工工具の一方の端部を保持して同加工工具を軸線周りに自転させて前記切削刃を同軸線周り上で回動変位させるとともに同加工工具全体を前記自転の中心軸に対して偏心した位置を中心軸とする円軌道上で回転駆動させる主軸と、40

前記加工工具の他方の端部側が摺動自在に嵌合する工具嵌合部を有して同工具嵌合部を前記主軸における前記円軌道と平行な円軌道上で回転駆動させる補助主軸と、

前記主軸および前記ワークテーブルを同主軸の軸線方向であるY軸方向に相対的に変位させて両者の距離を接近または離隔させる主軸変位機構と、

前記ワークテーブルを前記Y軸方向に直交するX軸方向に往復変位させるテーブル往復変位機構と、

前記主軸、前記補助主軸、前記主軸変位機構および前記テーブル往復変位機構の各作動をそれぞれ制御する制御装置とを備えた孔加工機を用いて前記被加工物に対して橜円孔および孔の深さ方向に沿って内径が変化する内径変化孔を成形させる加工方法であって、50

前記制御装置に、

前記加工工具を前記回転駆動させた状態で前記Y軸方向に変位させながら同加工工具を前記回動変位させることで前記被加工物に前記内径変化孔を成形させるとともに、前記加工工具を前記回転駆動させた状態で前記Y軸方向に変位させながら前記ワークテーブルを前記X軸方向に往復変位させることで前記被加工物に対して橜円孔を成形させることを特徴とする孔加工機を用いた橜円孔および内径変化孔の加工方法。

【請求項 6】

貫通孔状の下孔を有した被加工物を保持するワークテーブルと、

前記ワークテーブルに保持された前記被加工物における前記下孔に貫通する棒状に形成されて同被加工物を切削加工する切削刃を保持する加工工具の一方の端部を保持して同加工工具を軸線周りに自転させて前記切削刃を同軸線周り上で回動変位させるとともに同加工工具全体を前記自転の中心軸に対して偏心した位置を中心軸とする円軌道上で回転駆動させる主軸と、

前記加工工具の他方の端部側が摺動自在に嵌合する工具嵌合部を有して同工具嵌合部を前記主軸における前記円軌道と平行な円軌道上で回転駆動させる補助主軸と、

前記主軸および前記ワークテーブルを同主軸の軸線方向であるY軸方向に相対的に変位させて両者の距離を接近または離隔させる主軸変位機構と、

前記主軸、前記補助主軸および前記主軸変位機構の各作動をそれぞれ制御する制御装置と、

前記ワークテーブルに保持された前記被加工物における前記下孔に貫通する棒状の位置決め体を同下孔に対して接近して貫通または離隔するように保持したワーク位置決め機構と、

前記補助主軸と前記ワーク位置決め機構とを一体的に変位させて前記ワークテーブルに保持された前記被加工物に対して選択的に対向配置させる選択配置機構とを備え、

前記制御装置は、

前記加工工具を前記回転駆動させた状態で前記Y軸方向に変位させながら同加工工具を前記回動変位させることで、前記被加工物に対して橜円孔および孔の深さ方向に沿って内径が変化する内径変化孔のうちの少なくとも一方を成形することを特徴とする孔加工機。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【0001】

本発明は、被加工物に対して橜円孔および／または孔の深さ方向に沿って内径が変化する内径変化孔の成形する孔加工機および孔加工機を用いた橜円孔および内径変化孔の加工方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、被加工物に対して橜円孔および／または孔の深さ方向に沿って内径が変化する内径変化孔の成形する孔加工機が知られている。例えば、下記特許文献1には、被加工物を切削するドリルバイトを被加工物の孔内に挿入した状態で被加工物を往復変位させることで橜円孔を成形する穿孔機が開示されている。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2013-248709号公報

【0004】

しかしながら、上記特許文献1に示された穿孔機においては、被加工物を往復変位させるため被加工物が重量物であるほど精密な往復変位が困難となって橜円孔の加工精度が低くなるという問題がある。また、このような従来の穿孔機においては、橜円孔に対して深さ方向に内径が変化する内径変化孔を成形する場合には、被加工物を往復変位させるため

50

の制御が複雑となって加工精度を確保することが非常に困難であるという問題があった。

【0005】

本発明は上記問題に対処するためなされたもので、その目的は、橢円孔を高精度に成形することができるとともに内径変化孔のような複雑な孔加工も高精度に行うことできる孔加工機および孔加工機を用いた橢円孔および内径変化孔の加工方法を提供することにある。

【発明の概要】

【0006】

上記目的を達成するため、本発明の特徴は、貫通孔状の下孔を有した被加工物を保持するワークテーブルと、ワークテーブルに保持された被加工物における下孔に貫通する棒状に形成されて同被加工物を切削加工する切削刃を保持する加工工具の一方の端部を保持して同加工工具を軸線周りに自転させて切削刃を同軸線周り上で回動変位させるとともに同加工工具全体を自転の中心軸に対して偏心した位置を中心軸とする円軌道上で回転駆動させる主軸と、加工工具の他方の端部側が摺動自在に嵌合する工具嵌合部を有して同工具嵌合部を主軸における円軌道と平行な円軌道上で回転駆動させる補助主軸と、主軸およびワークテーブルを同主軸の軸線方向であるY軸方向に相対的に変位させて両者の距離を接近または離隔させる主軸変位機構と、主軸、補助主軸および主軸変位機構の各作動をそれぞれ制御する制御装置とを備え、制御装置は、加工工具を回転駆動させた状態でY軸方向に変位させながら同加工工具を回動変位させることで、被加工物に対して橢円孔および孔の深さ方向に沿って内径が変化する内径変化孔のうちの少なくとも一方を成形することにある。

10

【0007】

このように構成した本発明の特徴によれば、孔加工機は、加工工具が主軸および補助主軸によって両端支持された状態で円軌道上を回転駆動しながら自転による回動によって切削刃が被加工物に対して接近または離隔して切り込み量が変化するため、被加工物を往復変位させる場合に比べて切削刃の位置決め精度を向上させて高精度な加工を行うことができる。また、本発明に係る孔加工機によれば、加工工具の自転による回動によって切削刃が被加工物に対して接近または離隔して切り込み量が変化するため、内径変化孔のような複雑な孔加工も高精度に行うことできる。

20

【0008】

上記目的を達成するため、本発明の特徴は、貫通孔状の下孔を有した被加工物を保持するワークテーブルと、ワークテーブルに保持された被加工物における下孔に貫通する棒状に形成されて同被加工物を切削加工する切削刃を保持する加工工具の一方の端部を保持して同加工工具を軸線周りに自転させて切削刃を同軸線周り上で回動変位させるとともに同加工工具全体を自転の中心軸に対して偏心した位置を中心軸とする円軌道上で回転駆動させる主軸と、加工工具の他方の端部側が摺動自在に嵌合する工具嵌合部を有して同工具嵌合部を主軸における円軌道と平行な円軌道上で回転駆動させる補助主軸と、主軸およびワークテーブルを同主軸の軸線方向であるY軸方向に相対的に変位させて両者の距離を接近または離隔させる主軸変位機構と、ワークテーブルをY軸方向に直交するX軸方向に往復変位させるテーブル往復変位機構と、主軸、補助主軸、主軸変位機構およびテーブル往復変位機構の各作動をそれぞれ制御する制御装置とを備え、制御装置は、加工工具を回転駆動させた状態でY軸方向に変位させながら同加工工具を回動変位させることで被加工物に対して孔の深さ方向に沿って内径が変化する内径変化孔を成形するとともに、加工工具を回転駆動させた状態でY軸方向に変位させながらワークテーブルをX軸方向に往復変位させることで被加工物に対して橢円孔を成形することにある。

30

【0009】

このように構成した本発明の特徴によれば、孔加工機は、加工工具が主軸および補助主軸によって両端支持された状態で円軌道上を回転駆動しながら自転による回動によって切削刃が被加工物に対して接近または離隔して切り込み量が変化するため、被加工物を往復変位させる場合に比べて切削刃の位置決め精度を向上させて高精度な加工を行うことがで

40

50

きる。この場合、孔加工機は、ワークテーブルが往復変位することでも切削刃が被加工物に対して接近または離隔して切り込み量が変化する。すなわち、本発明に係る孔加工機は、加工工具を前記回動させることで内径変化孔を成形するとともにワークテーブルを往復変位することで橜円孔を成形することで2つの成形加工を2つの機構によって行うため、複雑な孔加工も高精度に行うことできる。

【0010】

また、本発明の他の特徴は、前記孔加工機において、さらに、ワークテーブルとは独立した状態で対向配置されて被加工物をワークテーブルに押し付けるワーク押圧機構を備え、ワーク押圧機構は、被加工物をワークテーブルに押し付ける押圧体がテーブル往復変位機構によってX軸方向に往復変位する被加工物に追従することにある。

10

【0011】

このように構成した本発明の他の特徴によれば、孔加工機は、さらに、被加工物をワークテーブルに押し付ける押圧体がテーブル往復変位機構によってX軸方向に往復変位する被加工物に追従するワーク押圧機構がワークテーブルとは独立した状態で設けられているため、X軸方向に往復変位するワークテーブル上で被加工物を安定的に支持して高精度な成形加工を行うことができる。

【0012】

また、本発明の他の特徴は、前記孔加工機において、さらに、ワークテーブルに保持された被加工物における下孔に貫通する棒状の位置決め体を同下孔に対して接近して貫通または離隔するように保持したワーク位置決め機構と、補助主軸とワーク位置決め機構とを一体的に変位させてワークテーブルに保持された被加工物に対して選択的に対向配置させる選択配置機構とを備えることにある。

20

【0013】

このように構成した本発明の他の特徴によれば、孔加工機は、さらに、ワークテーブルに保持された被加工物における下孔に貫通する棒状の位置決め体を同下孔に対して接近して貫通または離隔するように保持したワーク位置決め機構を備えるとともに、このワーク位置決め機構を補助主軸と一体的に変位させてワークテーブルに保持された被加工物に対して選択的に対向配置させる選択配置機構を備えている。これにより、孔加工機は、ワークテーブル上の被加工物に対してワーク位置決め機構および補助主軸のうちの一方の位置決めによって他方の退避を行うことができ、作業効率を向上させることができる。

30

【0014】

また、本発明は、孔加工装置の発明として実施できるばかりでなく孔加工機を用いた橜円孔および内径変化孔の加工方法の発明としても実施できるものである。

【0015】

具体的には、孔加工機を用いた橜円孔および内径変化孔の加工方法は、貫通孔状の下孔を有した被加工物を保持するワークテーブルと、ワークテーブルに保持された被加工物における下孔に貫通する棒状に形成されて同被加工物を切削加工する切削刃を保持する加工工具の一方の端部を保持して同加工工具を軸線周りに自転させて切削刃を同軸線周り上で回動変位させるとともに同加工工具全体を自転の中心軸に対して偏心した位置を中心軸とする円軌道上で回転駆動させる主軸と、加工工具の他方の端部側が摺動自在に嵌合する工具嵌合部を有して同工具嵌合部を主軸における円軌道と平行な円軌道上で回転駆動させる補助主軸と、主軸およびワークテーブルを同主軸の軸線方向であるY軸方向に相対的に変位させて両者の距離を接近または離隔させる主軸変位機構と、ワークテーブルをY軸方向に直交するX軸方向に往復変位させるテーブル往復変位機構と、主軸、補助主軸、主軸変位機構およびテーブル往復変位機構の各作動をそれぞれ制御する制御装置とを備えた孔加工機を用いて被加工物に対して橜円孔および孔の深さ方向に沿って内径が変化する内径変化孔を成形させる加工方法であって、制御装置に、加工工具を回転駆動させた状態でY軸方向に変位させながら同加工工具を回動変位させることで被加工物に内径変化孔を成形させるとともに、加工工具を回転駆動させた状態でY軸方向に変位させながらワークテーブルをX軸方向に往復変位させることで被加工物に対して橜円孔を成形させるとよい。

40

50

これによれば、孔加工機を用いた橜円孔および内径変化孔の加工方法は、上記孔加工装置の発明と同様の作用効果を期待することができる。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】本発明の一実施形態に係る孔加工機の外観構成の概略を示す正面図である。

【図2】図1に示した孔加工機における外装カバーを省略して内部構造における主要部の概略を示す一部破断要部拡大正面図である。

【図3】図1に示す孔加工機の作動を制御するための制御システムのブロック図である。

【図4】図1に示す孔加工機による加工対象である被加工物の外観構成の概略を示す斜視図である。 10

【図5】図4に示す被加工物の内部構造の概略を示す一部破断斜視図である。

【図6】図1に示す孔加工機における主軸および補助主軸によって支持される加工工具の外観構成の概略を示す側面図である。

【図7】図2に示す孔加工機の主要部を内部構造の概略を模式的に示す平面図である。

【図8】図2に示す補助主軸、ワーク位置決め機構および選択配置機構の外観構成の概略を示す平面図である。 20

【図9】図2に示す加工工具における切削刃が径方向外側に最大量で突出した状態を模式的に示す説明図である。

【図10】図9に示す加工工具が自転による回動で切削刃が径方向外側に最小量で突出した状態を模式的に示す説明図である。 20

【図11】図2に示す加工工具の円軌道（破線円）上の変位位置に対してワークテーブル上の被加工部の振動（変に）状態を模式的に示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、本発明に係る孔加工機および孔加工機を用いた橜円孔および内径変化孔の加工方法の一実施形態について図面を参照しながら説明する。図1は、本発明に係る孔加工機100の外観構成の概略を示す正面図である。また、図2は、図1に示した孔加工機100における外装カバー132を省略して内部構造における主要部の概略を示す一部破断要部拡大正面図である。また、図3は、図1に示す孔加工機100の作動を制御するための制御システムのブロック図である。なお、本明細書において参照する図は、本発明の理解を容易にするために一部の構成要素を誇張して表わすなど模式的に表している。このため、各構成要素間の寸法や比率などは異なっていることがある。 30

【0018】

この孔加工機100は、レシプロエンジン（図示せず）におけるピストンからなる被加工物WKに対してコンピュータ制御（NC制御）によって加工工具102を相対移動させて切削加工を行うことにより被加工物WKに橜円形状でかつ内径が軸方向で変化する貫通孔を成形する機械加工装置である。本実施形態においては、被加工物WKは、図4および図5にそれぞれ示すように、レシプロエンジンにおけるシリンダ内を往復摺動するピストンである。

【0019】

この場合、被加工物WKには、前記した橜円状の貫通孔である橜円孔および孔の深さ方向に沿って内径の大きさが大きくなるまたは小さくなる貫通孔である内径変化孔を成形するための下孔Hが予め別加工によって成形されている。この下孔Hは、ピストンからなる被加工物WKに対してコンロッドが連結されるピン孔を成形するために孔加工機100で加工される前にピン孔よりも小径の貫通孔として事前に成形されるものである。すなわち、孔加工機100は、ピストンからなる被加工物WKに対してコンロッドが連結されるピン孔を最終成形するための切削加工装置である。 40

【0020】

（孔加工機100の構成）

孔加工機100は、主軸101を備えている。主軸101は、加工工具102を保持し 50

て回転駆動させるための機械装置であり、主として、工具保持機構 104、工具回動駆動モータ 105 および主軸駆動モータ 106 をそれぞれ備えて構成されている。

【0021】

ここで、加工工具 102 は、図 6 に示すように、被加工物 WK を切削するチップ状の切削刃 103 を着実自在に保持する器具であり、金属材料を棒状に形成して構成されている。この場合、加工工具 102 は、一方（図示左側）の端部が主軸 101 に着脱自在に保持されるとともに他方（図示右側）の端部が後述する補助主軸 120 に着脱自在に嵌合する。また、切削刃 103 は、棒状に延びる加工工具 102 における長手方向の中央部に径方向の外側に張り出した状態で保持されている。

【0022】

工具保持機構 104 は、図 7 に示すように、補助主軸 120 とともに加工工具 102 を保持して同加工工具 102 を軸線周りに自転させて切削刃 103 を同軸線周り上で回動変位させるとともに同加工工具 102 の全体を前記自転の中心軸 O₁ に対して偏心した位置の中心軸 O₂ を中心とする円軌道上で連続的に変位させて回転駆動させる機械装置である。具体的には、工具保持機構 104 は、主として、工具保持筒 104a、運動変換部 104b、内筒 104c および外筒 104d をそれぞれ備えて構成されている。なお、図 7 においては、被加工物 WK を二点鎖線で示している。

10

【0023】

工具保持筒 104a は、図示右側の端部側に加工工具 102 の一方（図示左側）の端部が着脱自在に連結される部品であり、金属材料を円筒状に形成して構成されている。この工具保持筒 104a は、図示左側の端部側に運動変換部 104b が接続された状態で内筒 104c 内に回転自在な状態で保持されている。

20

【0024】

運動変換部 104b は、工具保持筒 104a を内筒 104c 内で同内筒 104c の中心軸線周りに回動させるための機構であり、工具回動駆動モータ 105 の直線往復運動を工具保持筒 104a の自転運動に変換するように構成されている。具体的には、運動変換部 104b は、例えば、工具回動駆動モータ 105 によって工具保持筒 104a の軸線方向に沿って往復摺動する棒状のスライダの外周面に工具保持筒 104a の内周面に噛み合う螺旋溝を形成しておくことでスライダの往復摺動によって工具保持筒 104a を軸線周りの一方または同一方の反対方向である他方にそれぞれ回動させる。本実施形態においては、運動変換部 104b は、工具保持筒 104a を 180° 回動させる。

30

【0025】

工具回動駆動モータ 105 は、運動変換部 104b を介して工具保持筒 104a を自転状態で回動させるための電動機であり、後述する制御装置 130 によって作動が制御される。本実施形態においては、工具回動駆動モータ 105 は、リニアモータによって構成されている。なお、工具回動駆動モータ 105 は、サーボモータなどの回転駆動型の電動機で構成することもできる。この場合、運動変換部 104b は、工具回動駆動モータ 105 の回転運動を工具保持筒 104a の自転運動に変換する歯車機構を備えて構成することができる。

40

【0026】

内筒 104c は、工具保持筒 104a を回動摺動可能な状態で運動変換部 104b とともに保持する部品であり、金属材を円筒状に形成して構成されている。この内筒 104c は、工具保持筒 104a を収容する円筒部の軸芯が内筒 104c の外周面の軸芯に対してずれて形成されている。したがって内筒 104c は、加工工具 102 を偏心した位置で保持する。すなわち、内筒 104c における工具保持筒 104a を収容する円筒部の軸芯が加工工具 102 の自転の中心軸 O₁ であり、内筒 104c における外周面の軸芯が加工工具 102 を回転させる中心軸 O₂ である。この内筒 104c は、図示左側の端部側に主軸駆動モータ 106 が接続された状態で外筒 104d 内に回転自在な状態で保持されている。

50

【0027】

主軸駆動モータ 106 は、内筒 104c を回転駆動させるための電動機であり、制御装置 130 によって作動が制御される。本実施形態においては、主軸駆動モータ 106 は、サーボモータによって構成されている。

【0028】

外筒 104d は、内筒 104c をベアリングを介して回転自在な状態で保持する部品であり、金属材を筒状に形成して構成されている。この外筒 104d は、孔加工機 100 における主軸送り機構 107 上に固定されている。

【0029】

主軸送り機構 107 は、主軸 101 全体を後述するワークテーブル 110 に対して接近または離隔させる Y 軸方向に往復変位させるための機械装置であり、孔加工機 100 の基台上にリニアガイド（図示せず）などの諸部品を介して支持された板状の主軸台が主軸送りモータ 107a によって往復変位するように構成されている。この場合、主軸送りモータ 107a は、制御装置 130 によって作動が制御されるサーボモータで構成されている。
10

【0030】

ワークテーブル 110 は、被加工物 WK を支持するための部品であり、金属材料を円錐の台形状に形成して構成されている。このワークテーブル 110 は、孔加工機 100 におけるテーブル往復変位機構 111 上に固定されている。また、ワークテーブル 110 の上方には、ワーク押圧機構 112 が設けられている。

【0031】

テーブル往復変位機構 111 は、ワークテーブル 110 を前記 Y 軸方向に直交する X 軸方向に往復変位させるための機械装置であり、孔加工機 100 の基台上にリニアガイド（図示せず）などの諸部品を介して支持された板状のテーブル支持台がテーブル変位モータ 111a によって往復変位するように構成されている。この場合、テーブル変位モータ 111a は、制御装置 130 によって作動が制御されるリニアモータで構成されている。
20

【0032】

ワーク押圧機構 112 は、ワークテーブル 110 に載置された被加工物 WK をワークテーブル 110 側に押し付けてクランプするための機械装置である。このワーク押圧機構 112 は、ワークテーブル 110 に載置された被加工物 WK を押圧する押圧体 112a がワーク押圧モータ 112b によってワークテーブル 110 に対して接近または離隔するよう構成されている（図 2 において破線矢印参照）。
30

【0033】

この場合、押圧体 112a は、ワーク押圧モータ 112b から延びる支持軸に対して玉継手（図示せず）を介して連結されており、同支持軸に対して X 軸方向および Y 軸方向にそれぞれ揺動可能（図 2 において破線矢印参照）となっている。また、ワーク押圧モータ 112b は、制御装置 130 によって作動が制御されるサーボモータで構成されている。このワーク押圧機構 112 は、ワークテーブル 110 の上方に位置するように孔加工機 100 における基台上にフレーム材を介して固定されている。なお、押圧体 112a は、少なくともテーブル往復変位機構 111 の往復変位方向（本実施形態においては X 軸方向）に揺動可能に形成されればよい。
40

【0034】

補助主軸 120 は、図 8 に示すように、主軸 101 が保持する加工工具 102 を支持する機械装置であり、主として、工具嵌合部 120a および補助主軸駆動モータ 120b をそれぞれ備えて構成されている。工具嵌合部 120a は、加工工具 102 の両端部のうちの主軸 101 が保持する端部とは反対側（図示右側）の端部が摺動自在な状態で嵌合する部分であり、金属材料を円筒状に形成して構成されている。この場合、工具嵌合部 120a は、補助主軸 120 における主軸 101 側の側面に開口した状態で設けられている。

【0035】

この工具嵌合部 120a は、工具保持機構 104 が偏心した円軌道上を回転駆動させる工具保持筒 104a と同軸上で回転駆動する。補助主軸駆動モータ 120b は、工具嵌合
50

部 120a を回転駆動させるための電動機であり、制御装置 130 によって作動が制御される。この場合、補助主軸駆動モータ 120b は、制御装置 130 によって主軸駆動モータ 106 と同期して回転駆動するように制御される。本実施形態においては、補助主軸駆動モータ 120b は、サーボモータによって構成されている。この場合、補助主軸駆動モータ 120b は、主軸駆動モータ 106 と同一の仕様のサーボモータを使用することで両モータの同期制御および停電時における減速挙動を差が生じることを抑えて同期状態を維持し易くすることができる。

【 0036 】

この補助主軸 120 は、ワーク位置決め機構 121 とともに選択配置機構 122 上に支持されている。ワーク位置決め機構 121 は、ワークテーブル 110 上で被加工物 WK を位置決めするための機械装置であり、位置決め体 121a が位置決め体駆動モータ 121b によって主軸 101 側に向かって進出または退避するように構成されている。10

【 0037 】

位置決め体 121a は、被加工物 WK に形成された被加工部分である下孔 H に嵌合した状態で挿し込まれる部品であり、金属材を丸棒状に形成して Y 軸方向に延びるように設けられている。位置決め体駆動モータ 121b は、位置決め体 121a を主軸 101 側に向かって進出または退避させるための電動機であり、制御装置 130 によって作動が制御される。本実施形態においては、位置決め体駆動モータ 121b は、サーボモータによって構成されている。

【 0038 】

選択配置機構 122 は、ワークテーブル 110 上の被加工物 WK に対して補助主軸 120 およびワーク位置決め機構 121 のうちの一方を選択的に位置決めするための機械装置であり、孔加工機 100 の基台上にリニアガイド（図示せず）などの諸部品を介して支持された板状の支持台が選択配置機構駆動モータ 122a によって X 軸方向に沿って往復変位するように構成されている。この場合、選択配置機構駆動モータ 122a は、制御装置 130 によって作動が制御されるサーボモータで構成されている。20

【 0039 】

制御装置 130 は、CPU、ROM、RAM などからなるマイクロコンピュータによって構成されており、孔加工機 100 の全体の作動を総合的に制御するとともに、作業者によって用意される図示しない加工プログラム（所謂 NC (Numerical Control) プログラム）を実行することにより被加工物 WK に対して機械加工を行う。30

【 0040 】

具体的には、制御装置 130 は、工具回動駆動モータ 105、主軸駆動モータ 106、主軸送りモータ 107a、テーブル変位モータ 111a、ワーク押圧モータ 112b、補助主軸駆動モータ 120b、位置決め体駆動モータ 121b および選択配置機構駆動モータ 122a の各作動を制御して加工工具 102 が保持する切削刃 103 を被加工物 WK に対して X 軸方向および Y 軸方向に相対変位させて被加工物 WK に橜円孔および内径変化孔の各切削加工をそれぞれ行う。

【 0041 】

この制御装置 130 には、操作パネル 131 が接続されている。操作パネル 131 は、作業者からの指示を受け付けて制御装置 130 に入力するスイッチ群からなる入力装置および制御装置 130 の作動状況を表示する液晶表示装置で構成されており、孔加工機 100 の外表面を構成する外装カバー 132 に設けられている。40

【 0042 】

この外装カバー 132 には、孔加工機 100 の正面側となる前面に作業者によって開閉されて主軸 101 およびワークテーブル 110 に臨む開閉扉 133 が設けられている。さらに、この孔加工機 100 は、工具回動駆動モータ 105、主軸駆動モータ 106、主軸送りモータ 107a、テーブル変位モータ 111a、ワーク押圧モータ 112b、補助主軸駆動モータ 120b、位置決め体駆動モータ 121b、選択配置機構駆動モータ 122a および制御装置 130 をそれぞれ作動させるための電気を供給する電源部や制御装置 150

30に外部機器を電気的に接続するための外部インターフェースなども備えているが、これらの本発明に直接関わらない構成については、その説明は省略する。

【0043】

(孔加工機100の作動)

次に、上記のように構成した孔加工機100の作動について説明する。この孔加工機100は、被加工物WKを加工する工場内に単独で配置または加工ライン内に組み込まれて被加工物WKを加工する一工程を構成する。本実施形態においては、被加工物WKに対して橜円孔および内径変化孔の加工工程に関する事項についてのみ説明し、本発明に直接関わらない他の加工工程については説明を省略する。

【0044】

まず、作業者は、操作パネル131を操作して孔加工機100の電源をONにする。これにより、孔加工機100は、制御装置130内のROMに予め記憶されている図示しない所定の制御プログラムを実行することにより、主軸送り機構107における主軸送りモータ107aの作動を制御して加工工具102を図示左側の端部側に変位させて原点復帰させた後、作業者からの指示を待つ待機状態となる。

【0045】

次に、作業者は、孔加工機100のワークテーブル110上に被加工物WKをセットする。具体的には、作業者は、ワークテーブル110上に被加工物WKを載置する。この場合、被加工物WKは、ピストンクラウンをワーク押圧機構112に対向する向きでかつ下孔Hが加工工具102の軸線上に略位置する向きでワークテーブル110上に載置される。これにより、被加工物WKは、孔加工機100の加工エリア内において、Y軸方向、X軸方向およびこれらの各軸に直交する図示上下方向のZ軸方向の位置が位置決めされる。

【0046】

次いで、作業者は、操作パネル131を操作して制御装置130に対して被加工物WKのクランプを指示する。この指示に応答して、制御装置130は、図示しないワーククランプ用の制御プログラムを実行することによって被加工物WKのクランプ処理を実行する。この被加工物WKのクランプ処理は、制御装置130が以下のサブステップ1～6を実行することによって行われる。

【0047】

サブステップ1：制御装置130は、選択配置機構122における選択配置機構駆動モータ122aの作動を制御してワーク位置決め機構121の位置決め体121aをワークテーブル110上の被加工物WK（図8において二点鎖線で示している）に対向配置させる。

サブステップ2：次に、制御装置130は、ワーク押圧機構112におけるワーク押圧モータ112bの作動を制御して押圧体112aを下降させてワークテーブル110上の被加工物WKを向きの変位を許容する程度の軽い力で押えて仮止めする（図2における二点鎖線参照）。

サブステップ3：次に、制御装置130は、ワーク位置決め機構121における位置決め体駆動モータ121bの作動を制御して位置決め体121aを主軸101側に変位させて被加工物WKの下孔H内を貫通させる（図8における二点鎖線参照）。これにより、被加工物WKは、ワークテーブル110上にて下孔Hの軸線と主軸101の回転中心軸線とが一致する。

サブステップ4：次に、制御装置130は、ワーク押圧機構112におけるワーク押圧モータ112bの作動を制御して押圧体112aが被加工物WKを押圧する力を増強させてワークテーブル110上での変位を許容しない固定状態とする。

サブステップ5：次に、制御装置130は、位置決め体駆動モータ121bの作動を制御して位置決め体121aを主軸101側とは反対側に変位させて位置決め体121aを被加工物WKの下孔H内から抜く。これにより、被加工物WKは、下孔Hの軸線と主軸101の回転中心軸線とが一致した状態でワークテーブル110上でクランプされる。

10

20

30

40

50

サブステップ6：次に、制御装置130は、選択配置機構駆動モータ122aの作動を制御して補助主軸120をワークテーブル110上の被加工物WKに対向配置させる。

【0048】

次に、作業者は、操作パネル131を操作して制御装置130に対して被加工物WKに対する橜円孔および内径変化孔の加工を指示する。この指示に応答して、制御装置130は、図示しない切削加工用の制御プログラムを実行することによって被加工物WKに対して切削加工処理を実行する。

【0049】

まず、制御装置130は、主軸送り機構107における主軸送りモータ107aの作動を制御して主軸101全体を補助主軸120側に変位させて加工工具102を被加工物WKの下孔H内を貫通させた後、加工工具102の先端部を補助主軸120の工具嵌合部120a内に嵌合させる。これにより、加工工具102は、ワークテーブル110上の被加工物WKをY軸方向に貫通した状態で両端部が主軸101と補助主軸120とで支持された状態となる。

【0050】

次に、制御装置130は、主軸101、主軸送り機構107、テーブル往復変位機構111および補助主軸120の各作動を制御して被加工物WKに対する橜円孔および内径変化孔の切削加工を行う。具体的には、制御装置130は、主軸駆動モータ106および補助主軸駆動モータ120bを互いに同期した状態で回転駆動させて加工工具102全体を中心軸O₂を中心として回転させた状態で主軸送りモータ107aの作動を制御して加工工具102を被加工物WKに対してY軸方向に変位させる。

【0051】

この場合、制御装置130は、図9および図10にそれぞれ示すように、加工工具102をY軸方向に変位させる過程において、工具回動駆動モータ105の作動を制御して加工工具102を中心軸O₁を中心として自転させて切削刃103の径方向上の位置を変化させる。より具体的には、制御装置130は、被加工物WKの下孔Hにおける外側の2つの開口部からそれぞれ内部方向に向うに従って切削刃103を径方向内側に後退させるよう工具回動駆動モータ105の作動を制御する。

【0052】

これにより、被加工物WKの下孔Hには、外側の2つの開口部からそれぞれ内部方向に向うに従って内径が小さくなる内径変化孔が成形される。本実施形態においては、制御装置130は、加工工具102を180°回動変位させることで切削刃103の径方向外側への突出量を最大量から最小量まで調整することができる。なお、図9および図10においては、主軸101の回転方向を破線矢印で示すとともに切削刃103の回転変位する軌跡を二点鎖線で示す。また、図10においては、加工工具102の回動変位を破線矢印で示している。

【0053】

また、この内径変化孔の成形加工時においては、制御装置130は、図11に示すように、加工工具102の中心軸O₂周りの位置に応じてワークテーブル110をX軸方向に往復変位させる。より具体的には、制御装置130は、加工工具102が主軸101および補助主軸120の回転駆動の中心軸O₂周りの円軌道C上を90°回転するごとに切削刃103に対して被加工物WKの下孔Hの内表面が接近と離隔を繰り返すようにテーブル変位モータ111aの作動を制御してワークテーブル110をX軸方向に変位量で振動させる（図7および図11において破線矢印参照）。

【0054】

この場合、押圧体112aは、ワークテーブル110上の被加工物WKの往復変位に追従しながら被加工物WKをワークテーブル110に押し付ける。これにより、被加工物WKの下孔Hには、長径と短径からなる橜円孔が成形される。すなわち、本実施形態においては、被加工物WKの下孔Hには、橜円形状であつてかつ外側の2つの開口部からそれぞ

10

20

30

40

50

れ内部方向に向うに従って内径が小さくなる貫通孔からなるピン孔が成形される。

【0055】

次に、制御装置130は、被加工物WKの下孔Hに橜円孔および内径変化孔をそれぞれ成形した場合には、ワークテーブル110上の被加工物WK内を貫通する加工工具102を同被加工物WK内から抜いて退避させる。具体的には、制御装置130は、工具回動駆動モータ105の作動を制御して加工工具102を中心軸O₁を中心として自転させて切削刃103の径方向上の位置を内側に変位させて被加工物WKから離隔させるとともにテーブル往復変位機構111におけるテーブル変位モータ111aの作動を停止させてワークテーブル110の往復変位を停止させる。

【0056】

次いで、制御装置130は、主軸送りモータ107aの作動を制御して加工工具102を図示左側の端部側に変位させて原点復帰させた後、主軸駆動モータ106の作動を停止させる。これにより、加工工具102は、ワークテーブル110上の被加工物WKの内部から抜けた原点位置で回転駆動が停止する。そして、制御装置130は、ワーク押圧機構112におけるワーク押圧モータ112bの作動を制御して押圧体112aを上昇させて被加工物WKのクランプ状態を解除する。これにより、作業者は、ワークテーブル110上から下孔Hに橜円孔および内径変化孔がそれぞれ成形された被加工物WKを取り出すことができる。

【0057】

なお、ワークテーブル110への被加工物WKの配置工程および取出し工程は、作業者のほかにワークテーブル110に対して被加工物WKの配置および取出しをコンピュータ制御によって行う機械装置を用いても行うこともできる。また、本実施形態においては、被加工物WKのワークテーブル110上へのクランプ工程と被加工物WKへの橜円孔および内径変化孔の加工工程とを別工程として実行したが、これら工程を一連の工程として実行することもできる。

【0058】

上記作動説明からも理解できるように、上記実施形態によれば、孔加工機100は、加工工具102が主軸101および補助主軸120によって両端支持された状態で円軌道C上を回転駆動しながら自転による回動によって切削刃103が被加工物WKに対して接近または離隔して切り込み量が変化するため、被加工物WKを往復変位させる場合に比べて切削刃の位置決め精度を向上させて高精度な加工を行うことができる。この場合、孔加工機100は、ワークテーブル110が往復変位することでも切削刃103が被加工物WKに対して接近または離隔して切り込み量が変化する。すなわち、本発明に係る孔加工機100は、加工工具102を回動させることで内径変化孔を成形するとともにワークテーブル110を往復変位させることで橜円孔を成形することで2つの成形加工を2つの機構によって行うため、複雑な孔加工も高精度に行うことできる。

【0059】

さらに、本発明の実施にあたっては、上記実施形態に限定されるものではなく、本発明の目的を逸脱しない限りにおいて種々の変更が可能である。

【0060】

例えば、上記実施形態においては、孔加工機100は、テーブル往復変位機構111によって被加工物WKをX軸方向に往復変位させて被加工物WKの下孔Hに橜円孔を成形するように構成した。しかし、孔加工機100は、工具保持機構104における工具回動駆動モータ105による切削刃103の径方向での出没量を加工工具102の回転位置に応じて変化させることで被加工物WKの下孔Hに橜円孔を成形することもできる構成した。この場合、制御装置130は、工具回動駆動モータ105の作動を制御することで被加工物WKの下孔Hに対して内径変化孔とともに橜円孔を成形することもできるし、内径変化孔および橜円孔のうちの少なくとも一方を成形することもできる。すなわち、孔加工機100は、テーブル往復変位機構111を省略して構成することもできる。この場合、孔加工機100は、ワークテーブル110を孔加工機100における基台上に固定的に設けれ

10

20

30

40

50

ばよい。

【0061】

また、上記実施形態においては、孔加工機100は、ワークテーブル110上の被加工物WKをクランプするワーク押圧機構112をワークテーブル110とは物理的に分離された独立した状態で設けた。これにより、テーブル往復変位機構111は、ワークテーブル110を軽量化してX軸方向に往復変位するワークテーブル上で被加工物を安定的に支持して高精度な成形加工を行うことができる。しかし、孔加工機100は、ワーク押圧機構112をワークテーブル110に支持された状態で設けることもできる。これによれば、孔加工機100は、孔加工機100の構成の全体をコンパクトに構成することができる。

10

【0062】

また、上記実施形態においては、孔加工機100は、位置決め体121aを備えたワーク位置決め機構121をワークテーブル110とは物理的に分離された独立した状態で設けた。これにより、テーブル往復変位機構111は、ワークテーブル110を軽量化してX軸方向に往復変位するワークテーブル上で被加工物WKを安定的に支持して高精度な成形加工を行うことができる。しかし、孔加工機100は、ワークテーブル110上における被加工物WKの位置、向きおよび姿勢を規定するワーク位置決め機構121に相当する治具または工具をワークテーブル110に支持された状態で設けることもできる。

【0063】

また、上記実施形態においては、孔加工機100は、補助主軸120とワーク位置決め機構121とをそれぞれ支持してこれらを一体的に変位させてワークテーブル110に保持された被加工物WKに対して選択的に対向配置させる選択配置機構122を備えて構成した。これにより、孔加工機100は、ワークテーブル110上の被加工物WKに対してワーク位置決め機構121および補助主軸120のうちの一方の位置決めによって他方の退避を行うことができ、作業効率を向上させることができる。しかし、孔加工機100は、補助主軸120とワーク位置決め機構121とをそれぞれ別々に変位させるように構成することもできる。

20

【0064】

また、上記実施形態においては、孔加工機100は、ピストンを被加工物WKとして橜円孔および内径変化孔を切削加工するように構成した。しかし、孔加工機100は、ピストン以外の部品を被加工物WKとして橜円孔および内径変化孔のうちの少なくとも一方を切削加工するように構成することができる。

30

【符号の説明】

【0065】

WK…被加工物、H…下孔、O1…加工工具の自転の中心軸、O2…加工工具の円軌道上の回転中心軸、…橜円孔加工のためのワークテーブルのX軸方向の変位量、C…加工工具が変位する円軌道、

100…孔加工機、

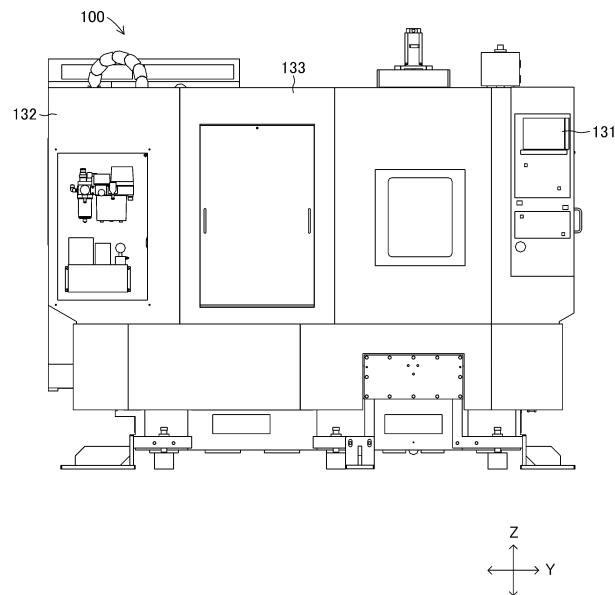
101…主軸、102…加工工具、103…切削刃、104…工具保持機構、104a…工具保持筒、104b…運動変換部、104c…内筒、104d…外筒、105…工具回動駆動モータ、106…主軸駆動モータ、107…主軸送り機構、107a…主軸送りモータ、

40

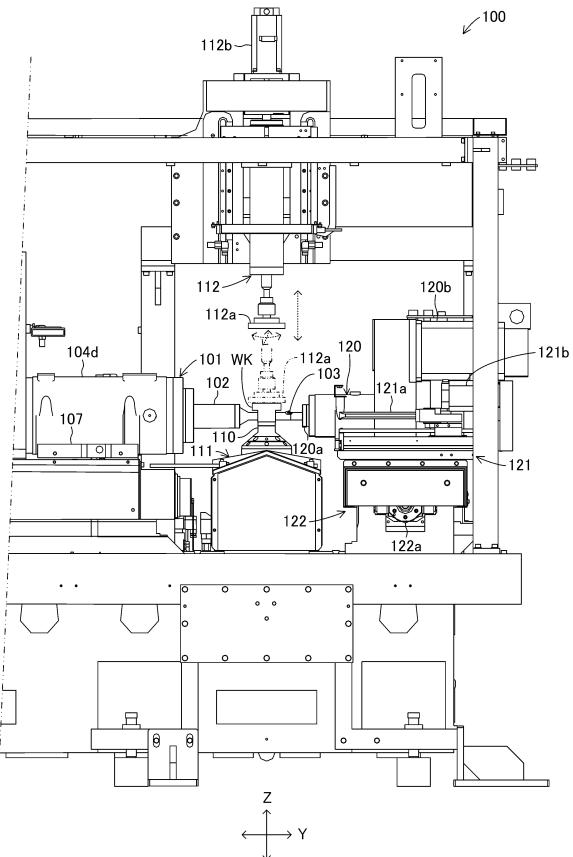
110…ワークテーブル、111…テーブル往復変位機構、111a…テーブル変位モータ、112…ワーク押圧機構、112a…押圧体、112b…ワーク押圧モータ、
120…補助主軸、120a…工具嵌合部、120b…補助主軸駆動モータ、121…ワーク位置決め機構、121a…位置決め体、121b…位置決め体駆動モータ、122…選択配置機構、122a…選択配置機構駆動モータ、

130…制御装置、131…操作パネル、132…外装カバー、133…開閉扉。

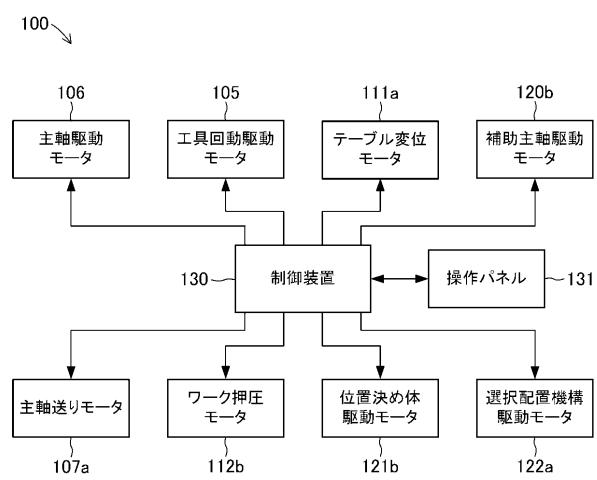
【図1】



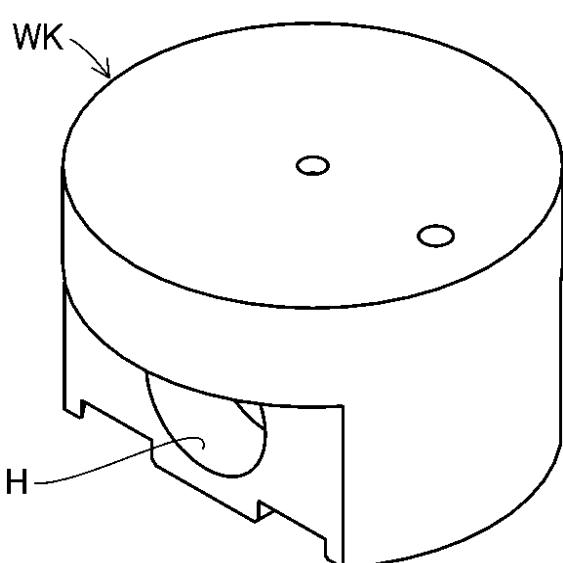
【図2】



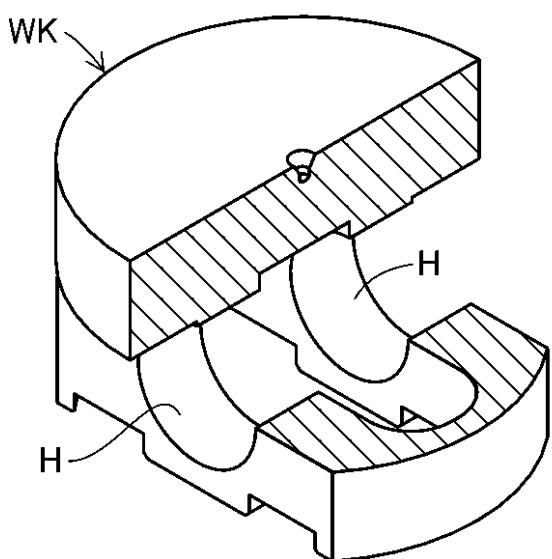
【図3】



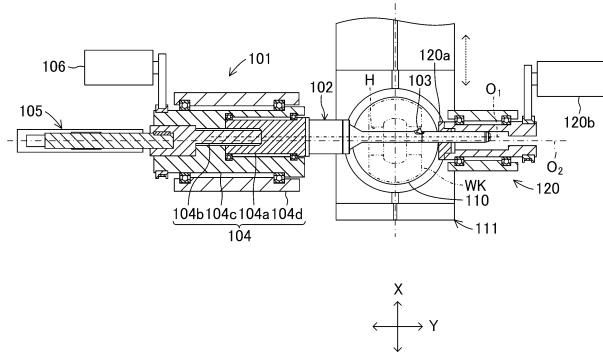
【図4】



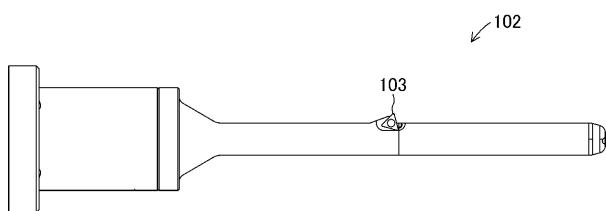
【図5】



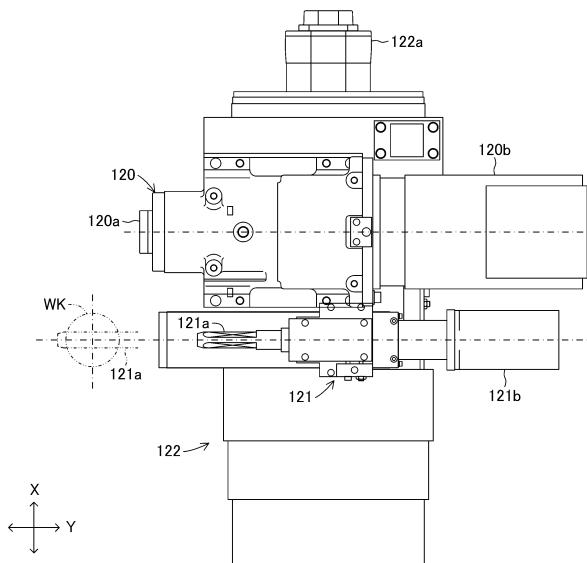
【図7】



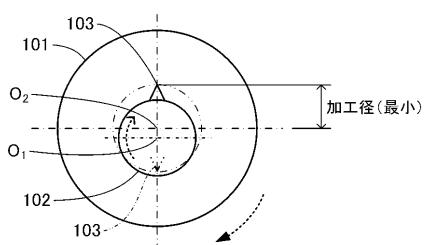
【図6】



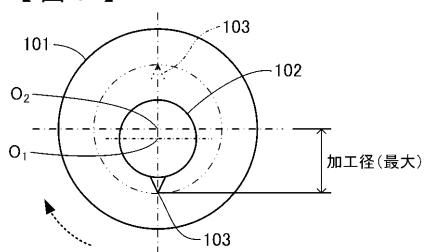
【図8】



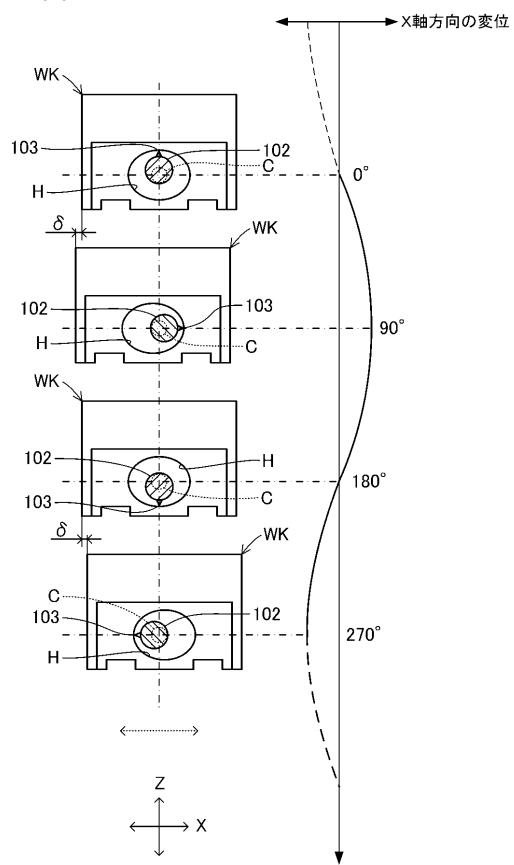
【図10】



【図9】



【図11】



フロントページの続き

(72)発明者 両角 和重
静岡県浜松市南区高塚町4888 エンシュウ株式会社内

(72)発明者 佐藤 達典
静岡県浜松市南区高塚町4888 エンシュウ株式会社内

(72)発明者 増田 裕也
静岡県浜松市南区高塚町4888 エンシュウ株式会社内

(72)発明者 石塚 大樹
静岡県浜松市南区高塚町4888 エンシュウ株式会社内

審査官 山本 忠博

(56)参考文献 特表平10-509660 (JP, A)
欧州特許出願公開第01918049 (EP, A2)
獨国特許出願公開第04019704 (DE, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B23B 35/00 - 41/06