

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4381780号
(P4381780)

(45) 発行日 平成21年12月9日(2009.12.9)

(24) 登録日 平成21年10月2日(2009.10.2)

(51) Int.Cl. F 1
B 2 3 F 9/10 (2006.01) B 2 3 F 9/10

請求項の数 23 (全 18 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2003-387490 (P2003-387490) (22) 出願日 平成15年11月18日(2003.11.18) (65) 公開番号 特開2004-181621 (P2004-181621A) (43) 公開日 平成16年7月2日(2004.7.2) 審査請求日 平成16年10月19日(2004.10.19) (31) 優先権主張番号 10256222.9 (32) 優先日 平成14年12月2日(2002.12.2) (33) 優先権主張国 ドイツ(DE)</p>	<p>(73) 特許権者 502295010 クリンゲルンベルグ・ゲゼルシャフト・ミ ット・ベシュレンクテル・ハフツング Klingelberg GmbH ドイツ国42499・ヒュッケスワーゲン ・ペーターストラーセ 45 (74) 代理人 100089266 弁理士 大島 陽一 (72) 発明者 ウィルヘルム・クレー ドイツ国42477・ラデフォルムワルド ・エルバーフェルドストラーセ 53 審査官 中村 泰二郎</p>
---	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 スパイラルベベルギヤのCNC加工装置及びCNC加工装置によるスパイラルベベルギヤの加工方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

スパイラルベベルギヤ又はハイポイド・ギヤのCNC加工装置(10)であって、
 ワークギヤ(22)を回転自在に支持するワークギヤ・スピンドル(18)と、
 前記ワークギヤ(22)を加工するツール(42)を回転自在に支持するツール・スピ
 ンドル(38)と、

前記ワークギヤ・スピンドル(18)及びツール・スピンドル(38)を、異なる最大
 3方向(X、Y、Z)に相対的に移動させる移手段(14、24)とを有し、

前記ワークギヤ・スピンドル(18)又はツール・スピンドル(38)が、加工される
 全てのベベルギヤについて、基準軸線(O)に対して固定された調整不能の傾斜角(K)
 をもって傾斜しており、かつ旋回手段(43)により、前記基準軸線(O)を中心にして
 連続的に旋回されるべく適合されており、

他方のスピンドルが、その軸線(W又はT)及び前記基準軸線(O)により基準面を画
 定し、加工される個々のベベルギヤについて、前記基準面に直交する回転軸線(P)を中
 心にして角度位置が調整可能であって、しかも加工中に、その角度位置を変更すること
 がなく、

前記ワークギヤ(22)と前記ツール(42)との間に所定の転動運動が実現されるよ
 うに、前記傾斜角(K)及び前記角度位置が設定され、
 前記傾斜角(K)は、従来の6軸装置でベベルギヤを加工する際のマシンルートアングル
 の回動範囲(70~73)の最大値である maxと同じ角度となるように設定されてい

10

20

ることを特徴とするCNC加工装置(10)。

【請求項2】

前記旋回手段(43)は、前記基準軸線(O)を中心にして回動自在であるスイベルドラム(44)と、前記スイベルドラムに回転自在に取り付けられる旋回スピンドル(38又は18)とを備えていることを特徴とする請求項1に記載のCNC加工装置。

【請求項3】

前記旋回手段(43)は、前記スイベルドラム(44)を回転させるための回転手段(54)を備えており、前記スイベルドラム(44)は、前記回転手段(54)により非線形に回転することを特徴とする請求項2に記載のCNC加工装置。

【請求項4】

前記3方向(X、Y、Z)の内の、少なくとも2つの方向は直交していることを特徴とする請求項2又は請求項3に記載のCNC加工装置。

【請求項5】

前記3方向(X、Y、Z)の内の、互いに直交している第1及び第2の方向以外の方向である第3の方向は、前記第1及び第2の方向の少なくとも一方に対して傾いていることを特徴とする請求項4に記載のCNC加工装置。

【請求項6】

前記他方のスピンドルの角度位置(マシルートアングル)は、前記基準面に含まれ、前記基準軸線(O)と直交する座標軸Yに対して測定されることを特徴とする請求項1に記載のCNC加工装置。

【請求項7】

前記マシルートアングル()は、従来の6軸装置でベベルギヤを加工する際のマシルートアングルの回動範囲の最大値である max から、前記傾斜角(K)を差し引いた値となるように調整されることを特徴とする請求項6に記載のCNC加工装置。

【請求項8】

前記傾斜角Kは、0度~35度の範囲内であり、好ましくは5度~15度の範囲内であり、さらに好ましくは10度であることを特徴とする請求項1から請求項7のいずれか一項に記載のCNC加工装置。

【請求項9】

前記ワークギヤ・スピンドル(18)又はツール・スピンドル(38)は、前記基準面に直交する前記回転軸線(P)を中心にして回動自在である、かつ前記3方向の内の一つの方向に移動可能である第1のスピンドル支持体(14)に回転自在に取り付けられ、

前記スイベルドラム(44)に回転自在に取り付けられた他方のスピンドルは、前記3方向の内の二の方向に移動可能である第2のスピンドル支持体(24)に回転自在に取り付けられ、

前記他方のスピンドルは、前記3方向の内の三の方向に移動可能であることを特徴とする請求項2から請求項8のいずれか一項に記載のCNC加工装置。

【請求項10】

前記第1のスピンドル支持体(14)及び第2のスピンドル支持体(24)は、水平方向に移動可能であることを特徴とする請求項9に記載のCNC加工装置。

【請求項11】

前記第1のスピンドル支持体は水平方向に移動可能であり、前記第2のスピンドル支持体は高さ方向に移動可能であることを特徴とする請求項9に記載のCNC加工装置。

【請求項12】

前記第2のスピンドル支持体(24)は、水平方向に移動可能である第1の往復台(26)と、前記第1の往復台(26)上を高さ方向に移動可能である第2の往復台(28)とを備えており、

前記スイベルドラム(44)は前記第2の往復台(28)に回転自在に取り付けられることを特徴とする請求項10に記載のCNC加工装置。

【請求項13】

10

20

30

40

50

前記第2のスピンドル支持体は、高さ方向に移動可能である第1の往復台と、前記第1の往復台上を水平方向に移動可能である第2の往復台とを備えており、

前記スイベルドラムは前記第2の往復台に回転自在に取り付けられることを特徴とする請求項11に記載のCNC加工装置。

【請求項14】

基台(12)は水平であり、該基台には前記第1のスピンドル支持体(14)及び第2のスピンドル支持体(24)の水平方向の移動をガイドする水平ガイド(30, 37)が設けられていることを特徴とする請求項10又は請求項12に記載のCNC加工装置。

【請求項15】

基台は傾斜している又は垂直であり、該基台には前記第1のスピンドル支持体の水平方向の移動をガイドする水平ガイドと、前記第2のスピンドル支持体の高さ方向の移動をガイドする高さガイドとが設けられていることを特徴とする請求項11又は請求項13に記載のCNC加工装置。

10

【請求項16】

加工中は、前記ワークギヤ・スピンドル(18)及びツール・スピンドル(38)は、前記水平ガイドから離れている領域に設けられた又は設けることができる、加工中に生じたチップが落下して収容されるチップコレクター(46)の上方で噛み合うように配置されることを特徴とする請求項9から請求項15のいずれか一項に記載のCNC加工装置。

【請求項17】

前記スイベルドラム(44)が移動する方向(Z)は、垂直方向に対して傾斜していることを特徴とする請求項12に記載のCNC加工装置。

20

【請求項18】

前記ツール・スピンドル(38)は、前記スイベルドラム(44)に回転自在に取り付けられていることを特徴とする請求項2から請求項17のいずれか一項に記載のCNC加工装置。

【請求項19】

前記ツール・スピンドル(38)を回転させるためのスピンドル・モータ(64)が、前記スイベルドラム(44)の内部に設けられていることを特徴とする請求項18に記載のCNC加工装置。

【請求項20】

前記ツール・スピンドル(38)を回転させるための駆動モータが、前記スイベルドラム(44)の外部に設けられており、前記駆動モータは、前記ツール・スピンドル(38)とアングル歯車を介して接続されていることを特徴とする請求項2から請求項18のいずれか一項に記載のCNC加工装置。

30

【請求項21】

CNC加工装置によるスパイラルベベルギヤ又はハイポイド・ギヤの加工方法であって、

ワークギヤ(22)をワークギヤ・スピンドル(18)に回転自在に取り付けるステップと、

ツール(42)をツール・スピンドル(38)に回転自在に取り付けるステップと、
前記ワークギヤ・スピンドル(18)及びツール・スピンドル(38)を異なる最大3方向(X、Y、Z)に相対的に移動させるステップと、

40

その軸線と基準軸線(O)とにより基準面を画定する前記ワークギヤ・スピンドル(18)又は前記ツール・スピンドル(38)の、前記基準面と垂直な回転軸線(P)を中心とする角度位置を調整し、しかも加工中はその角度位置を一定に保つステップと、

前記基準軸線(O)を中心にして回転する他方のスピンドルを、加工される全てのベベルギヤについて、前記基準軸線(O)に対して固定された調整不能の傾斜角(K)をもって傾斜させた状態で、前記基準軸線(O)を中心にして連続的に旋回させるステップとを含み、

前記ワークギヤ(22)と前記ツール(42)との間に所定の転動運動が実現されるよ

50

うに、前記傾斜角（ K ）及び前記角度位置が設定され、

前記傾斜角（ K ）は、従来の6軸装置でベベルギヤを加工する際のマシンルートアングルの回動範囲（ $70 \sim 73$ ）の最大値である \max と同じ角度となるように設定されることを特徴とするCNC加工装置による加工方法。

【請求項22】

前記マシンルートアングル（ θ ）は、従来の6軸装置でベベルギヤを加工する際のマシンルートアングルの回動範囲の最大値である \max から、前記傾斜角（ K ）を差し引いた値となるように調整されることを特徴とする請求項21に記載のCNC加工装置による加工方法。

【請求項23】

所定の転動運動が実現されるように、連続的に旋回される前記他方のスピンドルは、不均一に旋回することを特徴とする請求項21から請求項22のいずれか一項に記載のCNC加工装置による加工方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、スパイラルベベルギヤのCNC加工装置及びCNC加工装置によるスパイラルベベルギヤの加工方法に関し、特に、スパイラルベベルギヤ（ハイポイドがオフセットされた、又はされていない）を製造するために切削加工及び研削加工を行う7軸のCNC加工装置、及びそのCNC加工装置を使用したスパイラルベベルギヤの加工方法に関する。

【背景技術】

【0002】

シーガル（Segal）による基本的な発明（SU-A-946830 and M. G. Segal: “Ways of Numerical Program Control Utilization in Machine Tools for Machining Round Teeth of Conical and Hypoid Transmissions,” Izvestiya vuzov, Mashinostroenie, 1985, No. 6, pp. 120-124）によれば、従来のスパイラルベベルギヤの加工装置は、クレードル上に設けられた切削用のカッターと、創成法による切削加工中に相互に依存して回転する3つの軸（最大10の軸）とを有している。このような装置としては、最大6つの軸を有する数値制御（numerically controlled: NC）工作装置がある。前記複数の軸は、同一のかさ歯車を製造するために、同時にかつ非線形法則に基づいて動く。

【0003】

その後、かさ歯車を製造するための一連のコンピュータ数値制御（computer numerical control: CNC）工作装置が提案されている。それらの装置は、前述したシーガルによる基本的な発明の別の実施形態に相当する。例えば、EP-B1-0 374 139では、多数の軸を有するかさ歯車及びハイポイド・ギヤの加工装置が提案されている。

【0004】

6軸を有するCNC工作装置全てに共通することだが、ワークギヤ（被削歯車）を軸支する支持体は、ワークギヤの加工中は、常に、垂直軸線を中心にして回動し続けなければならない。なお、垂直軸線とは、ワークギヤの回転軸線と、カッターの回転軸線とを含む平面に対して垂直な軸線である。また、ここでいう回動とは、垂直軸線を中心にした一方向への回動と、他方向（前記一方向の逆方向）への回動との2方向への回動運動を意味する。

【0005】

前記回動は、マシンルートアングル（machine root angle）の回動と見なすことができる。円錐状のワークギヤを加工する際は、前記カッターは円錐の曲面上を移動しなければならない。そして、従来のNC装置では、カッターは平面上で横送りすることにより移動させているので、マシンルートアングルの回動が必用となる。

【0006】

また、WO 02/066193 A1において提案された装置では、ツール軸線とワークギヤ軸線は

10

20

30

40

50

互いに入れ替えることができるので、その場合は、ツール軸線の方が回動運動することとなる。しかし、これは、シーガルによる基本的な発明において示された本質的に対して、何ら異なることはない。

【0007】

マシンルートアングルの回動（前記支持体の回動）は、通常、1つの歯溝の創成法による切削加工中にその旋回方向が反転する。このことは、制御に関する問題を引き起こす。特に、正面フライス削り（face milling）をする際に行われるような単割出し方法（single indexing method）では問題となる。なお、マシンルートアングルの旋回は、単割出し方法の場合は、フェイスホッピング（face hobbing）をする際に行われるような連続割出し方法（continuous indexing method）の場合よりも高速で行われる。

10

【0008】

また、前記支持体の回動方向が反転することは、前記支持体の回動機構に負荷がかかるという問題がある。このことに対し、プレストレスが与えられたベアリング、ジョイント、及び回転軸線（これらは弾性部材であり、負荷がかかった際に変形することができる）を用いて、前記支持体の回動方向を反転させる際の動力伝達の反動を無くすことが考えられるが、その場合は、前記弾性部材の変形により、かさ歯車の歯表面を精度良く形成することができないという問題が新たに生じる。なお、前記支持体の回動半径が大きくなると、前記支持体の反転動作に起因する誤差が増大するので、前記した歯表面を精度良く形成することができないという問題はさらに重要なものとなる。また、ワークギヤの加工中における、前記支持体に求められる回動能力は、前記支持体の剛性を損なうことにもなる。なお、かさ歯車を製造する際に、規定の歯面を正確に形成するためには、高い剛性が必用とされている。

20

【0009】

DD-A1-255296には、ワークギヤを軸支する支持体が垂直軸を中心にして回動し、ワークギヤ支持体及びツール支持体が、垂直方向及び水平方向に相対的に移動するように構成された装置（歯切盤）が開示されている。この装置は、かさ歯車を製造するために、切削及び微研削を行う装置である。この装置の目的は、歯切盤、その駆動、及びその制御技術に要する費用を大幅に削減することと、自動化の度合いを増大させることとにある。この装置（8軸を有する）は、前記したクレードルを備えた装置（以降、「クレードル装置」という）とは本質的に異なっている。クレードル装置では、ツールを支持する調整可能なスイベルドラムはクレードルに偏心的に設けられているが、この8軸を有する装置では、スイベルドラムは互いに直交する2つの軸に沿って移動可能に構成されている。

30

【0010】

ツール軸線は、前記スイベルドラムの回転軸線に対して、傾斜角を有している（この傾斜角は調整可能である）。従来のクレードル装置では、前記傾斜角の位置決め基準点は付加的な角度（スイベルドラム）で固定されている。これに対して、スイベルドラムが横送りされる装置では、ツールを傾斜させる際の位置決め基準点は、連続的に回転するスイベルドラムにより回転させられる本来のクレードル回転に付加的に従属させる必要がある。

【0011】

従来の装置では、異なる種類のかさ歯車を製造する際は、前記傾斜角は改めて設定しなければならなかった。このために、スイベルドラムとツールとの間には、公知の傾動機構が配置される。かさ歯車の加工中は、この傾動機構は、しっかりと押し付けられる。また、前記傾斜角の位置決め基準点は、スイベルドラムの旋回方向が変わる前の最初の位置を考慮に入れて設定される。他のかさ歯車を製造する際は、ツール軸線とスイベルドラム回転軸線との傾斜角は、前記傾動機構により調整される。また、スイベルドラムの最初の位置も適宜調整される。

40

【0012】

さらなる調整は、ワークギヤ軸線の支持体による。ワークギヤ軸線支持体が旋回する角度、及び加工中は固定される角度であるマシンルートアングルは、すなわちワークギヤの取付角 ϵ である。この角度は、製造するかさ歯車のピッチ角によって決まる。また、倣

50

い研削を行う場合は、前記角度は、主に、かさ歯車又はハイポイド・ギヤの軸角によって決まる。マシルートアングルは、新しい種類のかさ歯車を製造する際には、前記傾斜角の場合と同様に、改めて設定される。

【 0 0 1 3 】

クレードル装置では、その後、ツールの回転動作が行われる。クレードル装置とスイベルドラムが横送りされる装置との違いについて説明すると、クレードル装置では、クレードル回転軸線を中心にしてスイベルドラムを回転させることによりツールを回転させているが、スイベルドラムが横送りされる装置では、独立した回転駆動によりツールを回転させている。

【 0 0 1 4 】

前述したEP-B1-0 374 139において提案されているかさ歯車及びハイポイド・ギヤの加工装置（これは、多数の回転軸線を有したCNC装置である）では、ツールは、鉛直面上を横送りにより移動している。ここで、ツールの回転軸線は、常時水平に保たれている。同時に、ワークギヤの創成法による切削加工中は、ワークギヤ軸線は、縦軸（回転軸）を中心にして回転する。

【 0 0 1 5 】

このような装置は、「6軸装置」と呼ばれている。前記6軸は、3つの並進運動する移動軸と、3つの回転軸線とを含んでいる。3つの回転軸線の1つは、回転軸（縦軸）である。前記6軸の回転は、創成法による切削加工中は同時に制御される。回転軸を中心とするワークギヤ軸線の回転運動は、通常、その回転方向が反転する位置がある。これは、マシルートアングルが最大値に達したときに、回転運動は減速し、その後、回転方向が反転したときに、回転運動は再び加速することを意味している。つまり、6軸装置の回転運動は、マシルートアングルが最大値に達したときに減速するという特性と、減速後に反対方向に加速するという特性を有している。

【 発明の開示 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 6 】

前述したように、前記回転運動の特性により、制御に関する問題が生じる。また、前述したように、前記回転運動の反転時に生じる負荷に関する問題は、結果として、製造されたかさ歯車の側面に望ましくない偏差をもたらすことになる（この問題に対する解決策としては、回転機構の動力伝達構造の変更が考えられる）。

【 0 0 1 7 】

また、前述したDD-A1-255296において提案された装置では、新しい種類のかさ歯車を加工するたびに、前記傾動機構を改めて設定する必要があるため、精度に関する問題が生じる。さらに、スイベルドラム上に傾動機構を配置するのは、とても困難なことである。なお、EP-B1-0 374 139では、これらの問題は生じない。

【 0 0 1 8 】

そこで、本発明は、スイベルドラムの回転軸線に対してツール軸線を傾斜させるための傾動機構を必要とせず、かつ加工中におけるマシルートアングルの回転を必要としない、スパイラルベベルギヤのCNC加工装置及びCNC加工装置によるスパイラルベベルギヤの加工方法を提供することを目的とする。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 1 9 】

前記課題は、本発明の請求項1に記載のスパイラルベベルギヤのCNC加工装置及び請求項22に記載のCNC加工装置によるスパイラルベベルギヤの加工方法により解決することができる。

【 0 0 2 0 】

請求項1に記載のスパイラルベベルギヤのCNC加工装置は、ワークギヤを回転自在に支持するワークギヤ・スピンドルと、前記ワークギヤを加工するツールを回転自在に支持するツール・スピンドルと、前記ワークギヤ・スピンドル及びツール・スピンドルを、異

10

20

30

40

50

なる最大3方向に相対的に移動させる移動手段とを有し、前記ワークギヤ・スピンドル及びツール・スピンドルの第1スピンドルが、加工される全てのベベルギヤについて、基準軸線に対して固定された調整不能の傾斜角をもって傾斜しており、かつ旋回手段により、前記基準軸線を中心にして連続的に旋回されるべく適合されており、前記ワークギヤ・スピンドル及びツール・スピンドルの第2スピンドルが、その軸線及び前記基準軸線により基準面を画定し、加工される個々のベベルギヤについて、前記基準面に直交する回転軸線を中心にして角度位置が調整可能であって、しかも加工中に、その角度位置を変更することがなく、前記ワークギヤと前記ツールとの間に所定の転動運動が実現されるように、前記傾斜角及び前記角度位置が設定されている。

【0021】

このように構成すると、どの種類のかさ歯車を製造する場合でも、前記傾斜角を一定に保つことができる。これは、前記傾斜角は、装置の設計段階において決定され、その後も一定に維持されるからである。また、加工中は、広い基台上において、回動自在なスピンドル支持体を固定することができるので、その結果、装置の剛性は一層高まる。また、この装置によれば、従来の装置に用いられていた傾動機構やワークギヤ・スピンドル支持体における動力伝達機構が不要となるので、それらの機構に起因する歯面の不正確さや、それらの機構を配置する際の困難さを解消することができる。さらに、前記装置は、前述したDD-A1-255296において提案された装置に用いられていたスイベルドラムの傾斜角の調整軸は不要となるので、装置の構造を大いに簡略化することができる。この装置は、特に、かさ歯車の切削加工又は研削加工に用いられる。

【0022】

また、ある実施形態では、前記旋回手段は、前記基準軸線を中心にして回動自在であるスイベルドラムと、前記スイベルドラムに回転自在に取り付けられる旋回スピンドルとを備えている（請求項2）。このように構成すると、前記一方のスピンドルは、前記スイベルドラムの回動により、前記他方のスピンドルに対して、所定の転動運動を行うことができる。

【0023】

また、他の実施形態では、前記旋回手段は、前記スイベルドラムを回転させるための回転手段を備え、前記スイベルドラムは、前記回転手段により非線形に回転する（請求項3）。このように構成すると、前記傾斜角が製造されるかさ歯車の傾斜と一致していない場合でも、前記かさ歯車を製造するために必要な所定の転動運動を行うことができる。

【0024】

また、さらなる実施形態では、前記3方向の内の、互いに直交している第1及び第2の方向以外の方向である第3の方向は、前記第1及び第2の方向の少なくとも一方に対して傾いている（請求項5）。このように構成すると、本発明に係る装置は、前記スピンドルが取り付けられた前記スイベルドラム以外は、DE-C2-196 46 189において提案された装置と同様に構成することができる。

【0025】

また、さらなる実施形態では、前記傾斜角は、従来の6軸装置でかさ歯車を加工する際のマシンルートアングルの回動範囲の最大値と同じ角度となるように設定される（請求項6）。このように構成すると、前記基準軸線を中心にして旋回する前記旋回スピンドルにより、前記かさ歯車を製造するために必要な、前記ツール及びワークギヤの所定の転動運動を行うことができる。

【0026】

また、さらなる実施形態では、前記第2スピンドルの角度位置（マシンルートアングル）は、前記基準面に含まれ、前記基準軸線と直交する座標軸Yに対して測定される（請求項7）。このように構成すると、マシンルートアングルの回動範囲の最大値を容易に検出することができる。

【0027】

また、さらなる実施形態では、前記マシンルートアングルは、従来の6軸装置でかさ歯

10

20

30

40

50

車を加工する際のマシンルートアングルの回動範囲の最大値から、前記傾斜角を差し引いた値となるように調整される（請求項 8）。このように構成すると、前記旋回スピンドルが旋回運動中に反転することを確実に防止することができる。

【 0 0 2 8 】

また、さらなる実施形態では、前記傾斜角 K は、0 度 ~ 3 5 度の範囲内であり、好ましくは 5 度 ~ 1 5 度の範囲内であり、さらに好ましくは 1 0 度である（請求項 9）。このように構成すると、本発明に係る装置は、従来の 6 軸装置により加工される全てのかさ歯車を加工することが可能となる。

【 0 0 2 9 】

また、さらなる実施形態では、前記第 2 スピンドルは、前記回転軸線を中心にして回動自在である、かつ前記 3 方向の内の一の方向に移動可能である第 1 のスピンドル支持体に回転自在に取り付けられ、前記スイベルドラムに回転自在に取り付けられた前記第 1 スピンドルは、前記 3 方向の内二の方向に移動可能である第 2 のスピンドル支持体に回転自在に取り付けられ、前記第 1 スピンドルは、前記 3 方向の内三の方向に移動可能である（請求項 1 0）。このように構成すると、本発明に係る装置は、DE-C2-196 46 189又はEP-B1-0 374 139において提案された装置と同様に構成することができる。

10

【 0 0 3 0 】

また、さらなる実施形態では、第 1 のスピンドル支持体及び第 2 のスピンドル支持体は、水平方向に移動可能である（請求項 1 1）。このように構成すると、前記スピンドル支持体を、装置の剛性が最大となるように設計することが可能となる。

20

【 0 0 3 1 】

また、さらなる実施形態では、第 1 のスピンドル支持体は水平方向に移動可能であり、前記第 2 のスピンドル支持体は高さ方向に移動可能である（請求項 1 2）。このように構成すると、WO 02/066193 A1において提案された装置のように、基台が垂直である場合でも、前記第 1 のスピンドル支持体及び第 2 のスピンドル支持体を高さ方向及び水平方向に移動可能に設けることができる。

【 0 0 3 2 】

また、さらなる実施形態では、前記第 2 のスピンドル支持体は、水平方向に移動可能である第 1 の往復台と、前記第 1 の往復台上を高さ方向に移動可能である第 2 の往復台とを備えており、前記スイベルドラムは前記第 2 の往復台に回転自在に取り付けられる（請求項 1 3）。このように構成すると、前記第 2 のスピンドル支持体は、水平な基台の表面、即ち広い基台上に設けることができる。このことにより装置の剛性を大いに高めることができる。

30

【 0 0 3 3 】

また、さらなる実施形態では、前記第 2 のスピンドル支持体は、高さ方向に移動可能である第 1 の往復台と、前記第 1 の往復台上を水平方向に移動可能である第 2 の往復台とを備えており、前記スイベルドラムは前記第 2 の往復台に回転自在に取り付けられる（請求項 1 4）。このように構成すると、基台が傾斜している又は垂直である場合でも、前記第 2 のスピンドル支持体を高さ方向及び水平方向に移動可能に設けることができる。

【 0 0 3 4 】

また、さらなる実施形態では、基台は水平であり、該基台には前記第 1 のスピンドル支持体及び第 2 のスピンドル支持体の水平方向の移動をガイドする水平ガイドが設けられている（請求項 1 5）。このように構成すると、本発明に係る装置は、DE-C2-196 46 189において提案された装置と同様に構成することができる。

40

【 0 0 3 5 】

また、さらなる実施形態では、基台は傾斜している又は垂直であり、該基台には前記第 1 のスピンドル支持体の水平方向の移動をガイドする水平ガイドと、前記第 2 のスピンドル支持体の高さ方向の移動をガイドする高さガイドとが設けられている（請求項 1 6）。このように構成すると、本発明に係る装置は、WO 02/066193 A1において提案された装置と同様に構成することができる。

50

【0036】

また、さらなる実施形態では、加工中は、前記ワークギヤ・スピンドル及びツール・スピンドルは、前記水平ガイドから離れている領域に設けられた又は設けることができる、加工中に生じたチップが落下して収容されるチップコレクターの上方で噛み合うように配置される（請求項17）。このように構成すると、本発明に係る装置は、特にドライミル（dry mill）に適した装置となる。

【0037】

また、さらなる実施形態では、前記スイベルドラムが昇降する方向は、垂直方向に対して傾斜している（請求項18）。このように構成すると、前記スイベルドラムが取り付けられるスピンドル支持体は、広い基台上に設けることができる。

10

【0038】

また、さらなる実施形態では、前記ツール・スピンドルは、前記スイベルドラムに回転自在に取り付けられている（請求項19）。このように構成すると、前記スイベルドラムを前記旋回手段により回転させることにより、前記ツールを操作者がツールの交換が容易である位置まで移動させることができる。

【0039】

また、さらなる実施形態では、前記ツール・スピンドルを回転させるためのスピンドル・モータが、前記スイベルドラムの内部に設けられている（請求項20）。このように構成すると、前記ツール・スピンドルの駆動機構を大いに簡略化することができる。

【0040】

また、さらなる実施形態では、前記ツール・スピンドルを回転させるための駆動モータが、前記スイベルドラムの外部に設けられており、前記駆動モータは、前記ツール・スピンドルとアングル歯車を介して接続されている（請求項21）。このように構成すると、前記ツール・スピンドルは、短くかつ小型に構成することができる。

20

【0041】

次に、本発明に係るCNC加工装置によるスパイラルベベルギヤは、ワークギヤをワークギヤ・スピンドルに回転自在に取り付けるステップと、ツールをツール・スピンドルに回転自在に取り付けるステップと、前記ワークギヤ・スピンドル及びツール・スピンドルを異なる最大3方向に相対的に移動させるステップと、その軸線と基準軸線とにより基準面を画定する前記ワークギヤ・スピンドル又は前記ツール・スピンドルの、前記基準面と垂直な回転軸線を中心とする角度位置を調整し、しかも加工中はその角度位置を一定に保つステップと、前記基準軸線を中心にして回転する他方のスピンドルを、加工される全てのベベルギヤについて、前記基準軸線に対して固定された調整不能の傾斜角をもって傾斜させた状態で、前記基準軸線を中心にして連続的に回転させるステップとを含み、前記ワークギヤと前記ツールとの間に所定の転動運動が実現されるように、前記傾斜角及び前記角度位置が設定されていることを特徴とする（請求項22）。

30

【0042】

このようにすると、前記旋回スピンドルが旋回運動中に反転することがなくなり、ワークギヤ（加工物）の加工精度が向上する。また、加工中は、他方のスピンドルはしっかりと固定されていることも、前記ワークギヤの加工精度を向上させる要因となる。なお、実際には、前記ツール及びワークギヤの所定の転動運動は、コンピュータにより計算され制御される。

40

【0043】

また、ある実施形態では、前記傾斜角は、従来の6軸装置でかさ歯車を加工する際のマシルートアングルの回動範囲の最大値と同じ角度となるように設定される（請求項23）。このように構成すると、前記基準軸線を中心にして旋回する前記旋回スピンドルにより、前記かさ歯車を製造するために必要な、前記ツール及びワークギヤの所定の転動運動を十分に行うことができる。

【0044】

また、ある実施形態では、前記マシルートアングルは、従来の6軸装置でかさ歯車を

50

加工する際のマシンルートアングルの回動範囲の最大値から、前記傾斜角（K）を差し引いた値となるように調整される（請求項24）。このようにすると、前記旋回スピンドルが旋回運動中に反転することを確実に防止することができる。

【0045】

また、ある実施形態では、所定の転動運動が実現されるように、連続的に旋回される前記他方のスピンドルは、不均一に旋回する（請求項25）。このようにすると、従来の6軸装置又はクレードル装置と同様に、同一の歯面を形成することができる。

【発明の効果】

【0046】

本発明によれば、スイベルドラムの回転軸線に対してツール軸線を傾斜させるための傾動機構を必要とせず、かつ加工中におけるマシンルートアングルの旋回を必要としない、スパイラルベベルギヤのCNC加工装置及びCNC加工装置によるスパイラルベベルギヤの加工方法を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0047】

図1は、本発明に係るスパイラルベベルギヤのCNC加工装置10の基本構造を示す斜視図である。なお、図1は、操作者側から見た図である。この装置10は、スパイラルベベルギヤ（又はハイポイド・ギヤ）を加工するためのCNC（computer numerical control）装置であり、本実施形態では、創成法による歯切盤を想定している。

【0048】

装置10の基台12上には、第1のスピンドル支持体（ワークギヤ・スピンドル支持体）14が設けられている。第1スピンドル支持体14は、座標軸Y方向に直線的に移動可能に設けられている。この第1スピンドル支持体14は、基台12に対して垂直な回転軸線Pを中心にして回動する回動部材16を備えている。この回動部材16の側部には、ワークギヤ・スピンドル18が取り付けられている。ここでは、ワークギヤ・スピンドル18の軸線（ワークギヤ軸線）をWとする。ワークギヤ・スピンドル18には、ワークギヤ22が回転自在に取り付けられている。本実施形態では、ワークギヤ22はピニオンである。

【0049】

なお、本実施形態では、図1に示すように、回転軸線Pは基台12に対して垂直であるが、例えば、回転軸線Pが基台12に対して水平となるように装置10を構成することもできる。なお、回転軸線Pは、一般的には、基準面に対して垂直である。詳細については、図8～図10を参照しつつ後述する。

【0050】

基台12上には、さらに、第2のスピンドル支持体（ツール・スピンドル支持体）24が設けられている。第2スピンドル支持体24は、座標軸X方向に直線的に移動可能に設けられている。なお、座標軸Xは、前記した座標軸Yと直交している。

【0051】

第2スピンドル支持体24は、第1の往復台26と第2の往復台28を備えている。第2往復台28は、第1往復台26により支持されている。基台12上には、2本のガイドレール30、30が形成されており、それらのガイドレール30、30は、第1往復台を水平方向に案内する水平ガイドを構成している。第1往復台26の下部には、前記ガイドと嵌合する車輪（rolling shoes）が設けられている（図示せず）。このことにより、第1往復台26（第2スピンドル支持体）は、ガイドレール30、30に沿って、座標軸X方向に直線的に移動することができる。

【0052】

また、第2往復台28は、第1往復台26上で、座標軸Z方向に直線的に移動可能である。第1往復台26の側部には、第2往復台を高さ方向に案内するガイド32、32が形成されている。なお、第1往復台26の側部は傾斜している。第2往復台28は、ガイド32、32間に設けられたスピンドル・ドライブ34により、ガイド32、32に沿って

10

20

30

40

50

昇降する。本実施形態では、座標軸 Z は、座標軸 Y に対して傾いている。なお、座標軸 Z が座標軸 Y と直交するように構成することもできる。

【 0 0 5 3 】

第 1 のスピンドル支持体 1 4 の回動部材 1 6 は、第 3 の往復台 3 6 上に配置されている。基台 1 2 上には、第 3 往復台用の水平ガイドが形成されている。第 3 往復台 3 6 は、前記水平ガイドに沿って、座標軸 Y に直線的に移動することができる。

【 0 0 5 4 】

第 2 スピンドル支持体 2 4 は、ツール 4 2 が回転自在に設けられたツール・スピンドル 3 8 を支持している。本実施形態では、ツール 4 2 はカッターヘッドである。ツール・スピンドル 3 8 は、スイベルドラム 4 4 に回転自在に取り付けられている。スイベルドラム 4 4 は、第 2 往復台に設けられており、基準軸線 O を中心にして旋回することができる。

【 0 0 5 5 】

以上のように構成された装置 1 0 によれば、第 1 のスピンドル支持体 1 4 に取り付けられたワークギヤ・スピンドル 1 8 は、座標軸 P を中心にして回動することができる。また、ワークギヤ・スピンドル 1 8 は、座標軸 Y 方向に移動することができる。また、ツール・スピンドル 3 8 は、基準軸線 O を中心にして旋回することができる。また、第 2 スピンドル支持体 2 4 は、座標軸 X 方向に移動することができる。さらに、第 2 往復台 2 8 は、第 2 スピンドル支持体 2 4 の第 1 往復台 2 6 に支持されているので、第 2 往復台 2 8 に設けられたツール・スピンドル 3 8 は、第 1 往復台 2 6 と共に座標軸 X 方向に移動することができる。また、ツール・スピンドル 3 8 は、第 2 往復台 2 8 と共に座標軸 Z 方向に昇降することができる。

【 0 0 5 6 】

なお、第 1 スピンドル支持体 1 4 及び第 2 スピンドル支持体 2 4 は、水平方向以外に移動するように構成することもできる。しかし、両者は、本実施形態のように、第 1 スピンドル支持体 1 4 及び第 2 スピンドル支持体 2 4 は水平方向に移動し、第 2 スピンドル支持体 2 4 において第 1 往復台 2 6 が高さ方向に移動するように構成する方が望ましい。さらに、第 2 スピンドル支持体 2 4 において、第 2 往復台 2 8 が、第 1 往復台 2 6 上で水平方向に移動するように構成することもできる。この場合、基台 1 2 は、柱のように垂直にする必要がある。また、基台 1 2 は、垂直にする代わりに傾斜させることもできる。

【 0 0 5 7 】

そして、ワークギヤ・スピンドル 1 8 及びツール・スピンドル 3 8 は、創成法による切削加工中は、ワークギヤ 2 2 とツール 4 2 がチップコレクター 4 6 の配置されている領域上で噛み合うように配置される。このようにすると、加工中に生じたチップは、落下してチップコレクター 4 6 に収容される。なお、チップコレクター 4 6 は、第 1 スピンドル支持体 1 4 の水平ガイドから離れている領域に設けられている。チップコレクター 4 6 は、基台 1 2 に対して、凹状に形成されている。なお、基台 1 2 は、上面視して、L 字状に形成されている（図 1 参照）。

【 0 0 5 8 】

ツール・スピンドル 3 8 の軸線（ツール軸線）T は、スパイラルベベルギヤを加工するために、基準軸線 O に対して、所定の傾斜角 K だけ傾斜している。なお、傾斜角 K は、調整不能、かつ固定された角度である。ツール・スピンドル 3 8 は、旋回手段 4 3 により、基準軸線 O を中心にして、連続的に旋回する。

【 0 0 5 9 】

ワークギヤ軸線 W の角度位置は、加工前に設定される。前記角度位置は、加工中は固定される。傾斜角 K 及び前記角度位置の設定については、図 7 ~ 図 1 0 を参照しつつ後述する。

【 0 0 6 0 】

旋回手段 4 3 は、基準軸線 O を中心として旋回可能であるスイベルドラム 4 4 を備えている。スイベルドラム 4 4 には、ツール軸線 T を中心にして回転可能であるツール・スピンドル 3 8 が取り付けられている。

【 0 0 6 1 】

図 2 は、図 1 における I I - I I 線断面図であり、旋回手段 4 3 の第 1 実施形態を示す。図 2 に示すように、ツール軸線 T は、基準軸線 O に対して、傾斜角 K だけ傾いている。なお、基準軸線 O は、座標軸 Y と直交している。

【 0 0 6 2 】

第 2 往復台 2 8 は、スピンドル・ドライブ 3 4 により第 1 往復台 2 6 の側壁を昇降する。スイベルドラム 4 4 は、第 2 往復台 2 8 のボア 5 0 内に設けられており、ボア 5 4 内に配置されたころ軸受 5 2 及びスリーブ・シャフト・モータ 5 6 により回転自在である。スリーブ・シャフト・モータ 5 6 は、スイベルドラム 4 4 を非線形かつ不均一の状態に回転させるように設計されている。スイベルドラム 4 4 は、回転軸線 O に対して、傾斜角 K だけ傾いて設けられたボア 5 8 を有している。ボア 5 8 の一端部（図 2 における下側）は、ローラー・ベアリング 6 2 を設置するために拡径されている。ローラー・ベアリング 6 2 は、ツール・スピンドル 3 8 を回転自在に支持している。ボア 5 8 内には、スピンドル・モータ 6 4 が設けられている。このスピンドル・モータ 6 4 は、ツール・スピンドル 3 8 及びツール 4 2 を、ツール軸線 T を中心にして回転させる。スピンドル・モータ 6 4 は電気モータであり、その回転部はツール・スピンドル 3 8 の一部である。

【 0 0 6 3 】

旋回手段 4 3 の第 2 実施形態では、ツール・スピンドル 3 8 を回転させるためのモータである駆動モータは、スイベルドラム 4 4 の外部に設けられている。そして、駆動モータの回転力は、アングル歯車を介して、ツール・スピンドル 3 8 に伝達される。

【 0 0 6 4 】

次に、図 8 ~ 図 1 0 を参照して、傾斜角 K の設定と、ワークギヤ・スピンドル 1 8 の角度位置の設定について説明する。

【 0 0 6 5 】

図 8 は、4 つのマシルートアングルの回動範囲 7 0、7 1、7 2、及び 7 3 を示している。これらのマシルートアングルは、従来の 6 軸装置により 4 つの異なる種類のかさ歯車を機械加工する際の、マシルートアングルである。各マシルートアングルの回動範囲 7 0 ~ 7 3 は、角度幅 を有している。なお、それぞれの角度幅 は、2 つの矢印間の幅である。

【 0 0 6 6 】

マシルートアングルの回動範囲 7 0 ~ 7 3 は、従来の 6 軸装置が創成法による切削加工中に、ワークギヤとツール間で所定の旋回動作を行うために、ワークギヤ軸線 W が回転軸線 P を中心にしてあちこち動くことを示している。

【 0 0 6 7 】

ワークギヤ軸線 W は、例えば回動範囲 7 0 に示すように、一方向にしか動くことができない。一方、回動範囲 7 1、7 2、及び 7 3 に示すように、旋回方向は反転することもできる。座標軸 Y に対する最大角度である max が、マシルートアングルの回動範囲における旋回方向が反転する位置となる。図 8 では、回動範囲 7 1 がそれに相当する。

【 0 0 6 8 】

本発明では、マシルートアングルの回動範囲 7 0 ~ 7 3 において、最も広い範囲の回動範囲が選択されている。図 8 では、max を有する回動範囲 7 1 がそれに相当する。

【 0 0 6 9 】

図 9 は、従来の 6 軸装置におけるワークギヤ 2 2 とツール 4 2 の噛み合いを示している。図 9 に示すように、ツール軸線 T は、座標軸 X と平行である（基台 1 2 に対しても平行である）。また、ツール軸線 T は、座標軸 Y と直交している（つまり、座標軸 X と座標軸 Y は直交している）。切削加工中は、ツール軸線 T の位置は固定される。ワークギヤ軸線 W は、マシルートアングルの回動範囲（図 4 参照）内に入る必要がある。

【 0 0 7 0 】

傾斜角 K は、マシルートアングルの回動範囲の最大値である max（図 4 参照）と同じ角度となるように設定される。すると、ツール軸線 T は、座標軸 X とは平行ではなく

10

20

30

40

50

、 maxと同一の値である傾斜角Kだけ傾く。そのため、図10に示すように、噛み合っているワークギヤ22及びツール42は、図9に示した位置と比べて、傾斜角Kの分だけ回転軸線Pの右よりを回転することになる。その結果、マシンルートアングルの最大値である maxは小さくなる。

【0071】

従って、ワークギヤ・スピンドル18の角度位置（加工時には所定の角度位置に調整された後、固定される）、即ちマシンルートアングル（図10参照）は、 maxから傾斜角Kを差し引いた角度となる。このことにより、図10に示すように、ツール42は、座標軸Yと直交する基準軸線Oに対して傾斜角Kだけ傾いている。

【0072】

その結果、図10では、図9と同じように、ワークギヤ22とツール42が噛み合っているが、ワークギヤ軸線Wは、図9に示した状態よりも、傾斜角Kの分だけ座標軸Yの近くに位置することとなる。図10では、傾斜角Kは、実際の大きさを示している。そして、ツール軸線Tは、切削加工が進むにつれて、図10における右側に示した楕円の軌道に沿って回転する。

【0073】

ツール軸線Tの回動範囲は矢印76により示されている。矢印76で示した最初の位置78から終わりの位置80までの角度は、おおよそ、従来の装置におけるワークギヤ軸線Wのマシンルートアングルの旋回に相当する。ツール軸線Tの、位置78から位置80までの旋回は連続的に行われる。

【0074】

また、スイベルドラム44は、図10に矢印76で示した位置78から位置80までの楕円（図10では左側から見た状態を示している）に沿って回転する。このことにより、かさ歯車を製造するために必要な、ツール22及びワークギヤ18の所定の転動運動を行うことができる。

加工中、「 max - 傾斜角K」の値に設定されたワークギヤ軸線Wの位置は固定される。ワークギヤ軸線Wは、一般に、基準軸線Oと共に基準面を画定する。回転軸線Pは、前記基準面に対して垂直である。マシンルートアングル は、座標軸Yに対して測定される。座標軸Yは、前記基準面において、基準軸線Oと直交する。

【0075】

傾斜角Kは、基準軸線Oに対して測定される。傾斜角Kは、0度～35度の範囲で設定される。なお、好ましくは5度～15度の範囲に設定され、さらに好ましくは10度に設定される。基準軸線Oを中心にして回転するツール軸線Tは、反転することなしに回転することが望ましい。

【0076】

生成されるギヤ軸（図示せず）は、従来のEP-B1-0 374 139において提案されたような多軸のかさ歯車の歯切り盤ではぶれ動作を生じるが、本発明に係る装置10では単に垂面上を動くだけである。

【0077】

上述した装置をコンピュータ数値制御により動作させた際は、ワークギヤ軸線W及びツール軸線Tは、X、Y、Z軸方向に平行移動する。

【0078】

ワークギヤ22を切削加工する際は、ワークギヤ・スピンドル18は、回転軸線Pに対する角度位置 が調整される。角度位置即ちマシンルートアングル は、切削加工中は一定に保たれる。そして、傾斜角Kで傾斜しているツール軸線Tは、基準軸線Oを中心にして連続的に回転する。傾斜角Kは、切削加工中は一定に保たれる。マシンルートアングル 及び傾斜角Kは、かさ歯車を製造するために必要な、ツール22及びワークギヤ18の所定の転動運動を行うことができるように設定される。

【0079】

なお、ワークギヤ軸線Wと、ツール軸線Tは入れ替えることができる。つまり、ワーク

10

20

30

40

50

ギヤ・スピンドル 1 8 を第 2 スピンドル支持体 2 4 に取り付け、ツール・スピンドル 3 8 を第 1 スピンドル支持体 1 4 に取り付けることもできる。

【 0 0 8 0 】

また、本実施形態では、第 1 スピンドル支持体 1 4 及び第 2 スピンドル支持体 2 4 の各水平ガイドは、水平な基台の表面上に設けられているが、水平な基台の代わりに垂直な基台上に設けることもできる。

【 0 0 8 1 】

傾斜角 K は、少なくとも、マシンルートアングル の回動範囲 7 1 ~ 7 3 (図 8 参照) の最大値と同じ大きさに設定される。また、マシンルートアングル は、「マシンルートアングルの最大値である max」 - 「傾斜角 K」となるように設定される。

10

【 0 0 8 2 】

図 4 は、ツール 4 2 によって機械加工されるワークギヤ 2 2 が輪歯車 (ring gear) の場合を示している。

【 0 0 8 3 】

また、図 5 は、ワークギヤ 2 2 がピニオンの場合を示している。

【 0 0 8 4 】

また、図 6 は、ツール 4 2 がツールを交換するための位置にある状態を示している。装置 1 0 に新しいワークギヤ 2 2 を装着する場合は、第 1 スピンドル支持部 1 4 は、ワークギヤ軸線 W が水平ガイド 3 7 と平行になるまで旋回し、その後第 3 往復台 3 6 (図 1 参照) を図中の右側に移動させる。

20

【 0 0 8 5 】

また、図 7 は、スイベルドラム 4 4 が図 6 に示すような位置にある場合でも、ツール 4 2 がピニオン 2 2 を切削加工することが可能であることを示している。ただし、スイベルドラム 4 4 の位置は、図 5 に示す位置よりも、図 6 に示す位置の方が好ましい。このようにすると、ツール 4 2 とワークギヤ 2 2 とが噛み合う位置を、チップコレクター 4 6 (図 1 参照) の上方にすることができ、切削加工中に発生するチップを回収することができるためである (チップは落下してチップコレクター 4 6 に収容される) 。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 8 6 】

【 図 1 】本発明に係るスパイラルベベルギヤの CNC 加工装置 1 0 の基本構造を示す斜視図である。

30

【 図 2 】図 1 における I I - I I 線断面図であり、旋回手段 4 3 の第 1 実施形態を示す。

【 図 3 】旋回手段 4 3 の実施形態を示す図である。

【 図 4 】図 1 に示した装置 1 0 の上面図であり、ツール 4 2 によって機械加工されるワークギヤ 2 2 が輪歯車 (ring gear) の場合を示している。

【 図 5 】図 1 に示した装置 1 0 の上面図であり、ワークギヤ 2 2 がピニオンの場合を示している。

【 図 6 】図 1 に示した装置 1 0 の上面図であり、ツール 4 2 がツールを交換するための位置にある状態を示している。

【 図 7 】図 1 に示した装置 1 0 の上面図であり、スイベルドラム 4 4 が図 6 に示すような位置にある場合でも、ツール 4 2 がピニオン 2 2 を切削加工することが可能であることを示している。

40

【 図 8 】4 つのマシンルートアングルの回動範囲 7 0、7 1、7 2、及び 7 3 を示す図である。

【 図 9 】従来の 6 軸装置におけるワークギヤ 2 2 とツール 4 2 の噛み合いを示す図である。

【 図 1 0 】図 1 に示した装置 1 0 におけるワークギヤ 2 2 とツール 4 2 の噛み合いを示す図である。

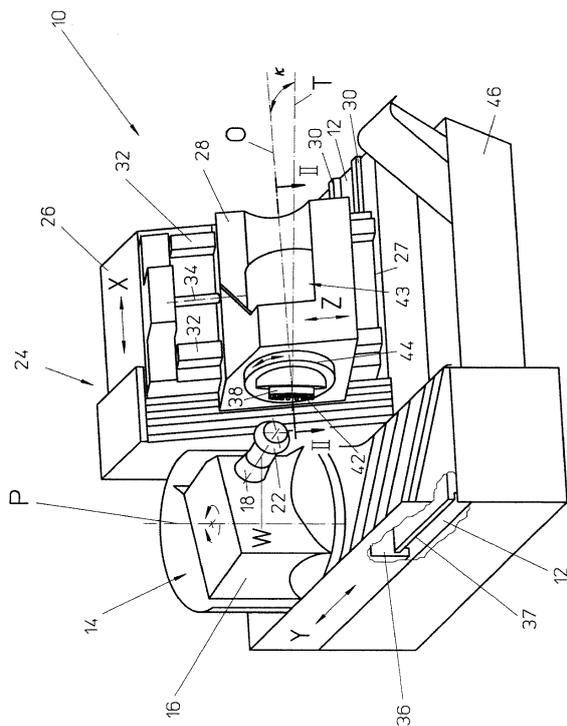
【 符号の説明 】

【 0 0 8 7 】

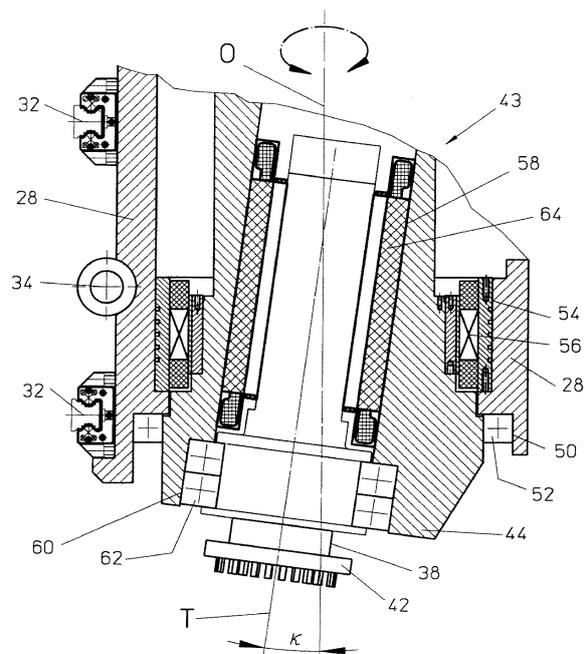
50

- 1 0 スパイラルベベルギヤのCNC加工装置
- 1 2 基台
- 1 4 第1のスピンドル支持体(ワークギヤ・スピンドル支持体)
- 1 6 回転部材
- 1 8 ワークギヤ
- 2 2 ワークギヤ・スピンドル
- 2 4 第2のスピンドル支持体(ツール・スピンドル支持体)
- 2 6 第1の往復台
- 2 8 第2の往復台
- 3 8 ツール・スピンドル
- 4 2 ツール
- P 回転軸線
- O 基準軸線
- W ワークギヤ軸線
- T ツール軸線
- K 傾斜角

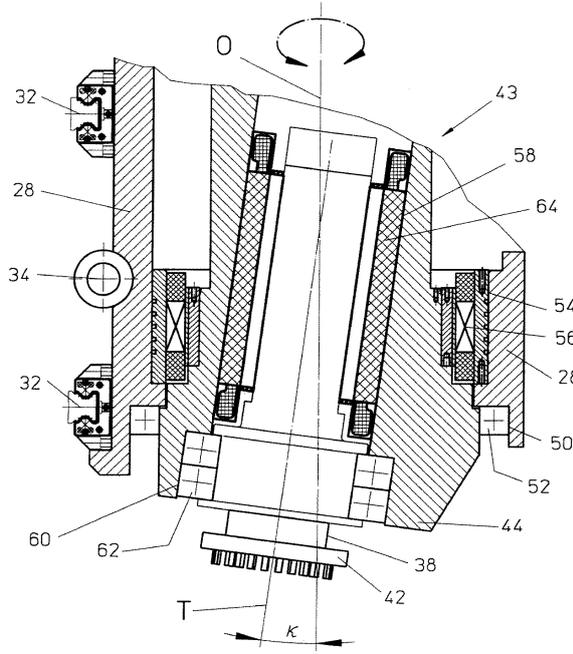
【図1】



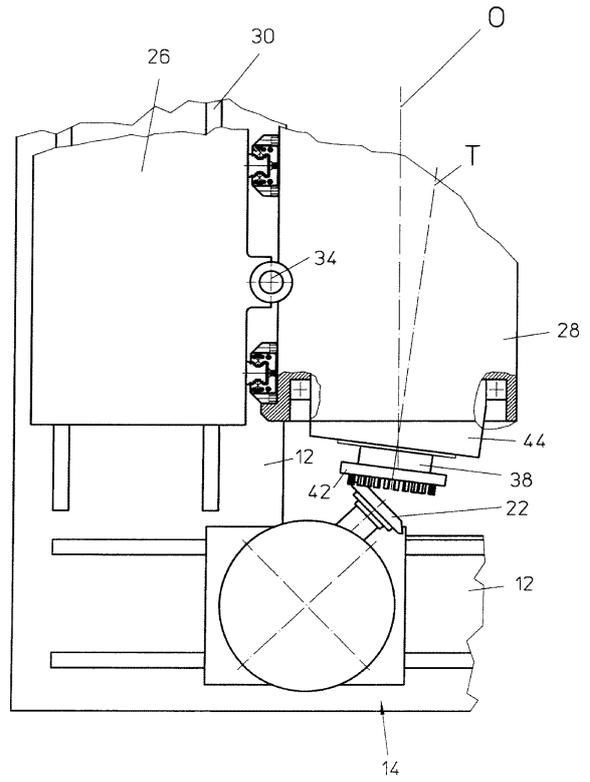
【図2】



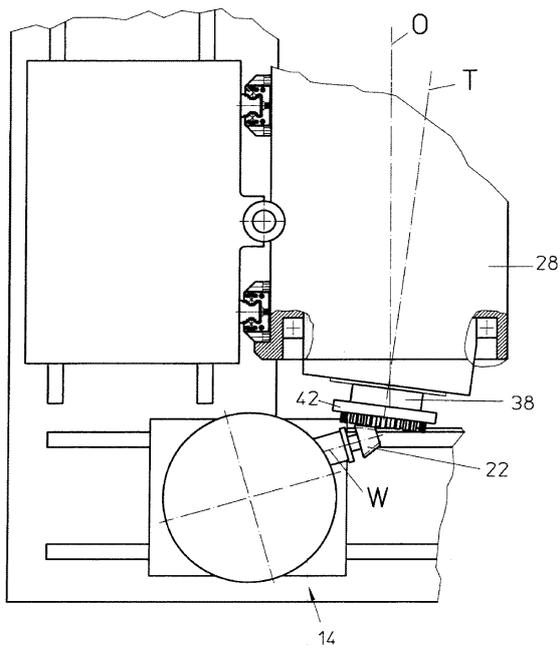
【図3】



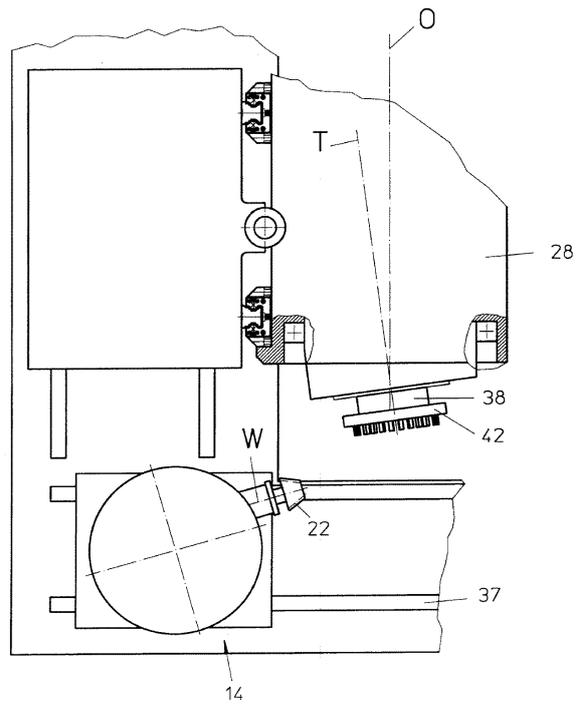
【図4】



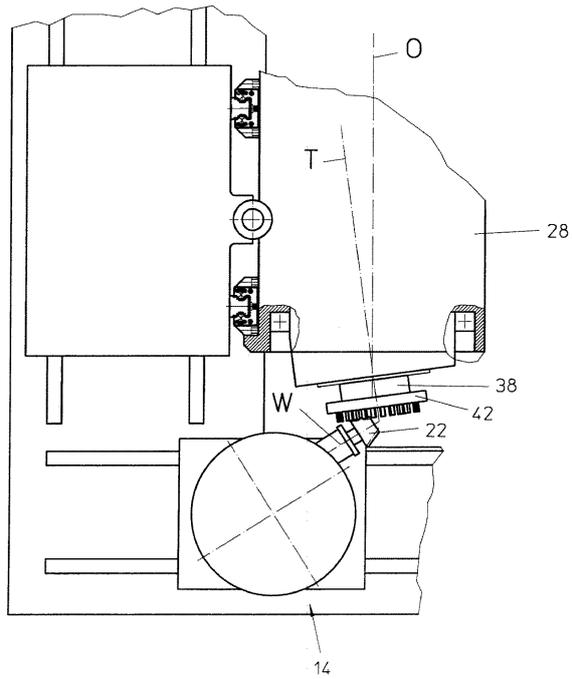
【図5】



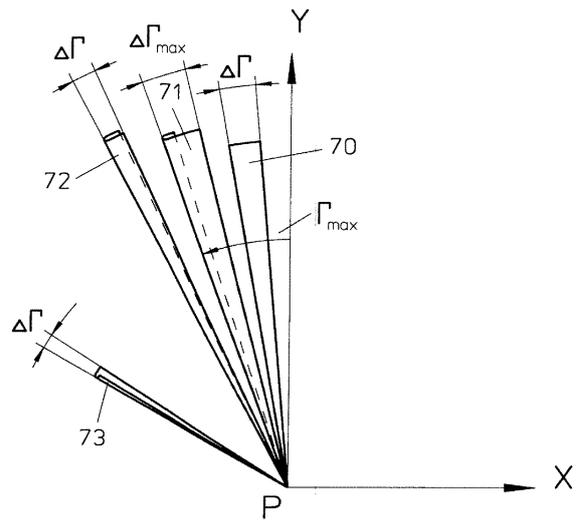
【図6】



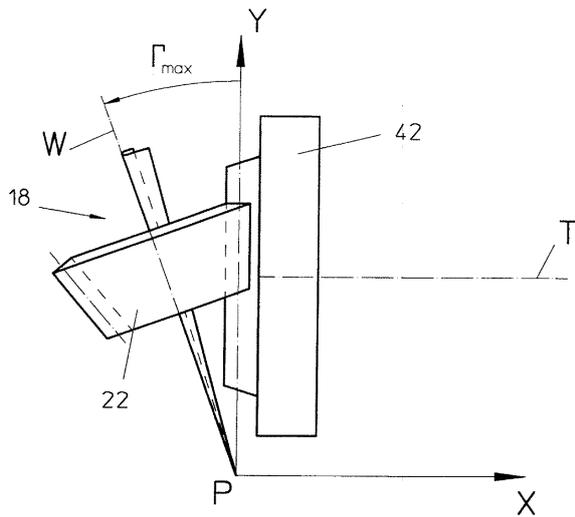
【図7】



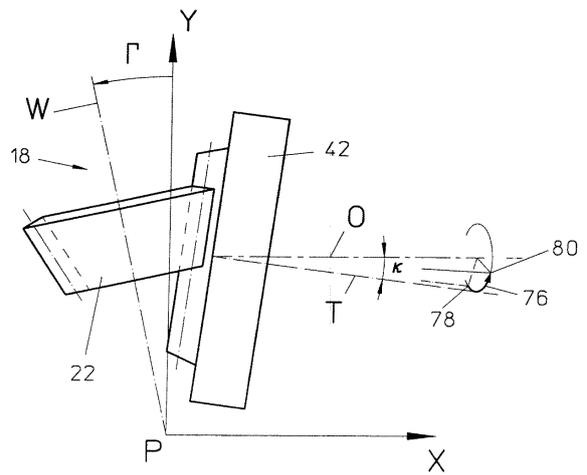
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(56)参考文献 特公昭45 - 006600 (JP, B1)
独国特許出願公開第19646189 (DE, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B23F 1/00 - 23/12