(19)日本国特許庁(JP)　(12)公表特許公報(A)　(11)特許出願公表番号
特表2004-524986
(P2004-524986A)
(43)公表日　平成16年8月19日(2004.8.19)

(51)Int.Cl.[7]	F I		テーマコード（参考）
B23Q 5/10	B23Q	5/10	3C029
B23Q 15/00	B23Q	15/00　307	
B23Q 17/22	B23Q	17/22　Z	

審査請求 未請求　予備審査請求 未請求　（全 50 頁）

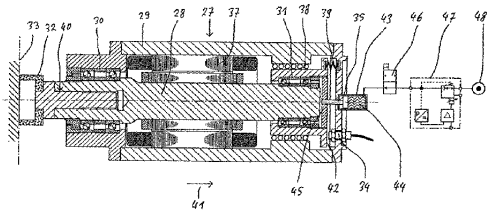
(21)出願番号	特願2002-589198(P2002-589198)
(86)(22)出願日	平成14年5月8日(2002.5.8)
(85)翻訳文提出日	平成15年11月13日(2003.11.13)
(86)国際出願番号	PCT/DE2002/001662
(87)国際公開番号	WO2002/092277
(87)国際公開日	平成14年11月21日(2002.11.21)
(31)優先権主張番号	101 23 717.0
(32)優先日	平成13年5月15日(2001.5.15)
(33)優先権主張国	ドイツ(DE)
(31)優先権主張番号	101 63 089.1
(32)優先日	平成13年12月20日(2001.12.20)
(33)優先権主張国	ドイツ(DE)
(81)指定国	EP(AT,BE,CH,CY,DE,DK,ES,FI,FR,GB,GR,IE,IT,LU,MC,NL,PT,SE,TR),CN,JP,US

(71)出願人　598079020
パウル・ミユーラー・ゲゼルシヤフト・ミト・ベシユレンクテル・ハフツング・ウント・コンパニー・コマンデイトゲゼルシヤフト・ウンターネーメンスベタイリグンゲン
ドイツ連邦共和国、９０４１１　ニユールンベルク、オイセレ・バイロイテル・ストラーセ、２３０
(74)代理人　100069556
弁理士　江崎　光史
(74)代理人　100092244
弁理士　三原　恒男
(74)代理人　100093919
弁理士　奥村　義道

最終頁に続く

(54)【発明の名称】改良された機械加工精度をもつモータスピンドルとそのようなモータスピンドルを運転する方法

(57)【要約】
この発明は、スピンドル軸（４）がモータスピンドル（１）のハウジング（２）内に固定軸受（５）と可動軸受（６）とに収容されていて、収容されたバイト（１４）がスピンドル軸（４）を駆動される際に加工される工作物（１５）をバイト切削箇所（１６）に接触し、バイト切削箇所（１６）が工作物加工の際にスピンドル軸（４）の軸方向において移動され、スピンドル軸受における変位センサー（１９）がバイト切削箇所（１６）の軸方向移動を求めるために設けられており、バイト（１４）を収容するスピンドル軸（４）をもつモータスピンドル（１）に関する。更に、この発明は，スピンドル軸（２８）がモータスピンドル（２７）のハウジング（２９）内に軸方向移動可能な軸受ブッシュ（３８）をもつ固定軸受（３０）と可動軸受（３１）とに収容されていて，収容されたバイト（３２）がスピンドル軸（２８）を駆動される際に加工される工作物（３３）をバイト切削箇所に接触し、調整要素がモータスピンドル（２７）の軸受ブッシュ（３８）の軸方向移動性を調整するために設けられており、バイト（３２）を収容するスピンドル軸



【特許請求の範囲】
【請求項１】
スピンドル軸がモータスピンドルのハウジング内に固定軸受と可動軸受とに収容されていて、収容されたバイトがスピンドル軸を駆動される際に加工される工作物をバイト切削箇所に接触し、バイト切削箇所が工作物加工の際にスピンドル軸の軸方向において移動され、バイトを収容するスピンドル軸をもつモータスピンドルにおいて、スピンドル軸受における変位センサー（１９）がバイト切削箇所（１６）の軸方向移動を求めるために設けられていることを特徴とするモータスピンドル。
【請求項２】
変位センサー（１９）が可動軸受（６）の軸方向位置を求めるために設けられていることを特徴とする請求項１に記載のモータスピンドル。
【請求項３】
変位センサー（１９）が可動軸受（６）の外リング（２５）の軸方向位置を求めるために設けられていることを特徴とする請求項２に記載のモータスピンドル。
【請求項４】
変位センサー（１９）が可動軸受（６）の外リング（２５）の軸受ブッシュ（１１）の軸方向位置を求めるために設けられていることを特徴とする請求項３に記載のモータスピンドル。
【請求項５】
変位センサー（１９）が接触センサーとして形成されていることを特徴とする請求項１乃至請求項４のいずれか一項に記載のモータスピンドル。
【請求項６】
変位センサー（１９）が接触しないセンサーとして形成されていることを特徴とする請求項１乃至請求項４のいずれか一項に記載のモータスピンドル。
【請求項７】
変位センサー（１９）が誘導性，容量性，光学的或いは渦電流式センサーとして形成されていることを特徴とする請求項６に記載のモータスピンドル。
【請求項８】
制御要素が変位センサー（１９）により求められた軸方向移動を収容するために設けられていることを特徴とする請求項１乃至請求項７のいずれか一項に記載のモータスピンドル。
【請求項９】
モータスピンドル（１）を軸方向に移動させる送り要素がバイト切削箇所（１６）の求められた軸方向移動を補償するために設けられていることを特徴とする請求項１乃至請求項８のいずれか一項に記載のモータスピンドル。
【請求項１０】
送り要素がデータ交換するために制御要素と接続されていることを特徴とする請求項８或いは請求項９に記載のモータスピンドル。
【請求項１１】
モータスピンドルの移動はモータスピンドルのバイト切削箇所の求められた軸方向移動を補償するために行われることを特徴とする請求項１乃至請求項１０のいずれか一項に記載のモータスピンドルのバイトを収容するスピンドル軸をもつモータスピンドルを移動する方法。
【請求項１２】
バイト切削箇所の飛躍的且つ著しい軸方向移動の発生の際には故障通知が指示されることを特徴とする請求項１１に記載の方法。
【請求項１３】
バイト切削箇所の求められた軸方向移動によってモータスピンドルのバイト固定具の引張棒の測定された位置が補正されることを特徴とする請求項１１或いは請求項１２に記載の方法。

【請求項１４】
バイト切削箇所の軸方向移動のほかにモータスピンドルのバイト固定具の引張棒の位置が補正されることを特徴とする請求項１１乃至請求項１３のいずれか一項に記載の方法。
【請求項１５】
モータスピンドルの起動の際にリセット運転が冷却中に固定軸受と可動軸受における軸受体の締付けを保持してかつバイト切削箇所の軸方向移動を求める変位センサーの基準点を決定するために最低回転数において実施されることを特徴とする請求項１１乃至請求項１４のいずれか一項に記載の方法。
【請求項１６】
スピンドル軸がモータスピンドルのハウジング内に軸方向移動可能な軸受ブッシュをもつ固定軸受と可動軸受とに収容されていて、収容されたバイトがスピンドル軸を駆動される際に加工される工作物をバイト切削箇所に接触し、バイトを収容するスピンドル軸をもつモータスピンドルにおいて、調整要素がモータスピンドル（２７）の軸受ブッシュ（３８）の軸方向移動性を調整するために設けられていることを特徴とするモータスピンドル。
【請求項１７】
調整要素が一つのピストン（３５）を有することを特徴とする請求項１６に記載のモータスピンドル。
【請求項１８】
シリンダ（４３）がピストン（３５）を作動するために設けられていることを特徴とする請求項１６或いは請求項１７に記載のモータスピンドル。
【請求項１９】
シリンダ（４３）が電気流動或いは電磁流動液体（４４）により充填されることを特徴とする請求項１７或いは請求項１８に記載のモータスピンドル。
【請求項２０】
コイル（５４）が液体（４４）の粘性を変更するために設けられていることを特徴とする請求項１９に記載のモータスピンドル。
【請求項２１】
調整要素が一つの拡張可能なリング要素（３６）を有することを特徴とする請求項１６乃至請求項１８のいずれか一項に記載のモータスピンドル。
【請求項２２】
調整要素が空圧的に作動できることを特徴とする請求項１６乃至請求項２１のいずれか一項に記載のモータスピンドル。
【請求項２３】
調整要素が液圧的に作動できることを特徴とする請求項１６乃至請求項２２のいずれか一項に記載のモータスピンドル。
【請求項２４】
送り要素がバイト（３２）と加工した工作物（３３）との間の相対運動を発生するために設けられていることを特徴とする請求項１６乃至請求項２３のいずれか一項に記載のモータスピンドル。
【請求項２５】
送り要素が工作物（３３）に対するバイト（３２）の加速された運動を行う少なくとも一つの早戻り機構と，工作物（３３）に対するバイト（３２）の減速された運動を行う少なくとも一つの作業機構とを有することを特徴とする請求項２４に記載のモータスピンドル。
【請求項２６】
変位センサー（３４）がバイト交換の際に工作物（３３）とバイト（３２）との接触の時点を求めるために設けられていることを特徴とする請求項１６乃至請求項２４のいずれか一項に記載のモータスピンドル。
【請求項２７】
スピンドル軸をもつモータスピンドル、特に請求項１６乃至請求項２６のいずれか一項に

記載のモータスピンドルの可動軸受の軸受ブッシュの軸方向移動可能性を調整する方法において、モータスピンドルの軸受ブッシュの軸方向移動可能性が送り要素により調整されることを特徴とする方法。
【請求項２８】
変位センサーによりバイト交換の際に工作物とバイトとの接触の時点が検出され、その際に上昇した送り速度をもつ一つの早戻り機構から減速した送り速度をもつ一つの作業機構へ切換られることを特徴とする請求項２７に記載の方法。
【請求項２９】
一つの早戻り機構内の工作物にバイトを接近させる間にモータスピンドルのスピンドル軸の剛性が減少されることを特徴とする請求項２６或いは請求項２７に記載の方法。
【請求項３０】
モータスピンドルのスピンドル軸の剛性が工作物と接近させたバイトとの接触の際に上昇されることを特徴とする請求項２６乃至請求項２９のいずれか一項に記載の方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
この発明は，改良された機械加工精度をもつモータスピンドル並びに一つのそのようなモータスピンドルを運転する方法に関する。
〔発明の第一形態の技術〕
【０００２】
第一形態では、この発明は，バイトを収容するスピンドル軸並びに特許請求項１の上位概念の特徴事項を備えるモータスピンドルに関する。更に、この発明は，第一形態では、特許請求項１の上位概念の特徴事項を備えるモータスピンドルを移動する方法に関する。
【背景技術】
【０００３】
第一形態に関する先行技術として、高回転数での工作物の加工に使用される固定軸受と可動軸受とを備えるモータスピンドルが知られている。工作物加工の精度は回転するスピンドル軸におけるバイト切削箇所の望ましからぬ軸方向運動によって損なわれる。
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
この発明の第一形態の課題は、工作物加工の精度が改良されるモータスピンドル並びに一つのモータスピンドルを運転する方法を提供することである。
【課題を解決するための手段】
【０００５】
この課題は、モータスピンドルのために上位概念の特徴事項と結合する特許請求項１の特徴部分の特徴事項によって解決される。モータスピンドルの好ましい実施形態は従属請求項２－１０に記載されている。この方法のためにその課題は上位概念の特徴事項と結合する特許請求項１１の特徴部分の特徴事項によって解決される。好ましい方法の態様は従属請求項１２－１５に記載されている。
【発明の効果】
【０００６】
第一形態に基づくこの発明のモータスピンドルの場合にスピンドル軸受における変位センサーがバイト切削箇所の軸方向移動を求めるために設けられている。変位センサーによって求められた望ましからぬ軸方向移動によって、全モータスピンドルが検出する補償する送り運動により軸方向移動が補償される。これによって工作物加工が明確に改良された精度により行われる。
【０００７】
好ましい実施態様において変位センサーが可動軸受の軸方向位置を検出するために設けられている。変位センサーのこの種の取付けによって加工される工作物と加工するバイトに

対する明確な間隔が造られている。さらに、静止する部分におけるスピンドル軸の軸方向移動が特に確実に測定され得る。

【０００８】

他の好ましい実施態様によると，変位センサーが可動軸受の外リングにおけるスピンドル軸の軸方向移動を検出できる。他の好ましい実施態様において変位センサーが可動軸受の外リングの軸受ブッシュの軸方向位置を検出でき、この場合に変位センサーがモータスピンドルの特に接近できる領域に取付られ得る。

【０００９】

他の好ましい実施態様において変位センサーが接触センサーとして例えば可動軸受との直接接触によりその外リングに或いはその軸受ブッシュに形成され得る。それにより接触しない変位センサーでは場合によっては生じる伝動障害が回避され得る。

【００１０】

他の好ましい実施態様によると、変位センサーが接触しない変位センサーとしても例えば誘導性，容量性，光学的或いは渦電流式センサーとして形成され得る。これにより外リング或いは軸受ブッシュの可動軸受の測定すべき関連面との直接接触が回避されて、それにより変位センサーの磨滅とそれから生じる測定誤差とが回避される。

【００１１】

スピンドル軸の軸方向移動に対する変位センサーにより読み取られたデータは、好ましい態様で制御要素に例えば軸方向移動を補償するように全モータスピンドルの送りを作動するために転送される。

【００１２】

この種の送り要素によってモータスピンドルは、運転中の求められた軸方向移動を補正して補償するために、工作物の軸方向に移動され得る。このために、制御要素は特にデータを交換するためにモータスピンドルの送り要素と接続されている。

【００１３】

この発明の第一の形態に対するこの発明による方法では，スピンドル軸をもつモータスピンドルを移動するために、バイト切削箇所の求められた軸方向移動の補償が行われる。これにより加工精度が上昇される。変位センサーにより求められた望ましからぬスピンドル軸の軸方向移動は反対方向における全モータスピンドルの適切な送り運動によって補償される。

【００１４】

他の好ましい実施態様によると、求められた軸方向移動を補償する基準入力として回転数条件付き及び／又は温度条件付き変更とスピンドル軸の求められた軸方向移動の間の一つ或いは複数の機能的関係が使用され得る。

【００１５】

スピンドル軸の望ましからぬ軸方向移動を求める変位センサーの場合には飛躍的且つ著しい軸方向移動が生じるならば、これは故障報告として処理され得る。

【００１６】

バイトを収容するために、モータスピンドルは、中空軸として形成されたスピンドル軸には軸方向において移動される例えば一つの引張棒を有する通常の固定システムを有する。この種の引張棒を力作用するために、通常は一つのピストン要素が設けられており、それを介して引張棒が前側固定システムに対する方向に移動され得て、それにより固定システムに収容されたバイトが取り外されて、新たなバイトが設置できる。ピストン要素の引っ込めの際に引張棒が通常には一体化されたばね要素によって元へ戻される。

【００１７】

バイト切削箇所の望ましからぬ軸方向移動が生じる際には、固定システムの引張棒の位置も変更する。バイト切削箇所の変位センサーにより検出された軸方向移動は、引張棒の位置を決定するために他の変位センサーのデータを補正するように使用され得る。

【００１８】

他の好ましい方法態様では、モータスピンドルの起動の際にリセット運転が最低回転数で

実施され、それにより事情によっては予めの冷却に基づいて締め付けられた軸受体が固定軸受或いは可動軸受に固定されており、それにより実際の軸方向移動が確定される前に、バイト切削箇所の望ましからぬ軸方向移動を求める変位センサー用の基準点が求められ得る。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１９】

この発明の第一形態は、図１（長手方向断面におけるモータスピンドル）における一つの実施例に基づいて詳細に説明される。

【実施例１】

【００２０】

図１は、一つのスピンドルハウジング２と一本のスピンドル軸４用の一つの駆動手段３とを備える一つのモータスピンドル１を長手方向断面で示し、そのスピンドル軸は固定軸受５と可動軸受６を介してスピンドルハウジング２内に収容されている。固定軸受５と可動軸受６は，例えばスピンドル軸受として形成できるそれぞれに軸受要素７，８或いは９，１０を有する。スピンドル軸受の使用の際にはスピンドル軸受の球と走路との間の接触角がおよそ１２度と２５度の間に生じる。

【００２１】

固定軸受５と可動軸受６は、力を作用された軸受ブッシュ１１を介して互いに固定されている。軸受ブッシュ１１の力作用はばね要素１２によって液圧的及び／又は空圧的に行われる。

【００２２】

スピンドル軸４は一本の中空軸であり、その内部にバイト１４（例えば鉢状研磨デイスク）を収容するモータスピンドル１の固定システムの一本の引張棒１３を収容する。バイト１４は工作物１５（例えば珪素面）と接触し、この際にバイト切削箇所１６がバイト１４と工作物１５との間の接触領域にある。

【００２３】

モータスピンドル１の運転の際にはスピンドル軸４の回転の際にスピンドル軸４の運動学的移動は、固定軸受５の軸受要素７，８の軸受体１７，１８に作用する遠心力を生じる。更に、スピンドル軸４の加熱によって軸受要素７，８と駆動手段３とから出発して軸方向におけるスピンドル軸４の熱的移動が生じる。

【００２４】

この発明による変位センサー１９により移動方向２０におけるスピンドル軸４の望ましからぬ移動は、変位センサー１９と可動軸受６の軸受ブッシュ１１の関連面２１或いは外リング２５、例えば軸受要素１０との間の間隔の測定により求められる。変位センサー１９における関連面２１の変位センサー１９により求められた接近値により其自体公知の送り要素を介して全モータスピンドル１がスピンドル軸４の求められた軸方向移動を補償するために反対方向２２に移動されるので，効果的な補償の後にバイト切削箇所１６の移動が生じない。

【００２５】

移動方向２０におけるスピンドル軸４の変位センサー１９により確定された軸方向移動は、スピンドル軸４内に収容されてピストン要素２６により作動される引張棒１３の移動方向２０における移動も生じる、それにより間隔測定による他の変位センサー２３から他の関連面２４までの確定された引張棒１３の位置が不正確に求められる。変位センサー１９により求められた軸方向移動により第二変位センサー２３の位置指示が図示されていなく変位センサー１９と２３と接続された制御要素（例えば、プロセッサー）に例えば異なる形態により補正されて報告される。これにより引張棒１３の位置とそれによる固定システムの状態（バイト固定，バイト開放，バイト不完全固定，バイト紛失）がより正確に検出され得る。

〔発明の第二形態の技術〕

【００２６】

第二形態では、この発明は、特許請求項１６の上位概念の他の特徴事項を備えるバイトを収容するスピンドル軸を備えるモータスピンドルに関する。更に、この発明は，第二形態では、特許請求項２７の上位概念の特徴事項を備えるスピンドル軸をもつモータスピンドルの可動軸受の軸受ブッシュの軸方向移動可能性を調整する方法に関する。

〔第二形態に対する背景技術〕

【００２７】

第二形態に対する先行技術としてドイツ特許出願第１０１２３７１７号（出願人；ポールミュラー有限会社と企業出資合資会社）〔特許文献１〕から、特に、自動バイト交換或いは工作物交換を備えて工作物を加工するために使用されるバイトをもつモータスピンドルが知られている。この種のモータスピンドルの軸は固定軸受と可動軸受とを有し、この際に可動軸受が軸方向に移動可能な軸受ブッシュに収容され得る。

〔特許文献１〕　ドイツ特許出願公開第１０１２３７１７号明細書

〔発明の第二形態の開示〕

〔発明の第二形態が解決しようとする課題〕

【００２８】

この発明の第二形態の課題は、軸受が異なる運転条件に適合され得るモータスピンドル並びに方法を提供することである。

〔第二形態の課題を解決するための手段〕

【００２９】

この課題は、モータスピンドルのためには、上位概念の特徴事項と結合する特許請求項１の特徴部分の特徴事項によって解決される。モータスピンドルの好ましい実施態様は従属請求項１７ー２６に記載されている。この方法のためには、この課題は、特許請求項２７の特徴部分の特徴事項によって解決される。好ましい方法の態様は、従属請求項２８ー３０に記載されている。

【００３０】

この発明の第二形態に基づくこの発明によるモータスピンドルは、軸受ブッシュの軸方向移動可能性とそれによるモータスピンドルの剛性とを調整する制御要素を有する。モータスピンドルの剛性は工作物加工におけるモータスピンドルの発生する反力に対する耐負荷性の尺度である。一般に工作物の加工には僅かな加工公差を達成するために上昇した剛性が望ましい。例えば行われた工作物交換に基づく早送り機構におけるモータスピンドルの接近の際やバイトによる工作物の接触の際には、バイトと工作物の間の接触衝撃を減衰するために減少した剛性が望ましい。この発明によると、調整要素はモータスピンドルの運転状態に依存して剛性のそれぞれに有効に調整するのに用いられる。

〔発明の第二形態の効果〕

【００３１】

第一実施態様では、調整要素は一本のピストンを有し、この場合にシリンダがピストンを作動するために設けられている。その際に調整要素はモータスピンドルの軸受に、特に可動軸受に作用でき、剛性（予荷重）を上昇するために軸の軸方向に作用する反力をモータスピンドルに案内できる。上昇した反力の案内の際には、スピンドル軸の剛性が上昇され、減少した反力の案内の際には、剛性が減少される、これは例えば工作物交換の際には利点である。

【００３２】

他の好ましい実施態様によると、調整要素は，同様にモータスピンドルの可動軸受の領域に取り付けられ得る拡張可能なリング要素を有する。可動軸受を実現するために其自体公知の軸受ブッシュの使用の際には，軸受ブッシュの軸方向運動性がリング要素の摩擦力によって変更され得る。拡張度合に応じてリング要素は上昇した或いは減少した摩擦力を発生でき、その摩擦力が軸受ブッシュの軸方向運動を容易にするか、或いは難しくする、それによってモータスピンドルの軸方向剛性（予荷重）が減少されるか、或いは上昇される。調整要素は其自体公知の種類と形式で作動でき、それ故、例えば空圧的或いは液圧的に作動できる。

【００３３】
バイト交換或いは工作物交換における付随時間を減らすために、早送り機構におけるモータスピンドルの送りと工作物交換との関係にある運動とは上昇した速度で実施される。バイトと工作物とは再び係合するならば，作業機構は減少した送り速度で調整されるにちがいない。この発明によると、工作物交換における付随時間の出来るだけ多くの割合を早送り機構にて実施して、出来るだけ遅い時点に初めて再び減少した送り速度による作業機構に置き換えるように努力される。
【００３４】
このために、モータスピンドルは好ましくは工作物とバイトとの接触の時点を求める一つの変位センサーを有する。バイト交換或いは工作物交換の行われた後にバイトと工作物とが互いに接近され、しかも早送り機構にある。この発明による変位センサーが軸とそれによる軸受ブッシュとの衝撃的変位変更が確定するときに初めて，バイトがバイトと接触して、工作物を加工するために上昇した送り速度をもつ早送り機構から減少した送り速度をもつ作業機構へ切り換えられることがモータスピンドルにより検出される。それにより変位センサーは早送り機構から作業機構への切換え時点の検出を可能とする。早送り機構から作業機構への早過ぎる置換とそれと結合した付随時間の望ましからぬ上昇とは回避される。好ましくは、整合して送り運動する（工作物へ或いは工作物から離れる）のに役立つ其自体公知の送り要素が使用される。この送り要素では、少なくとも一つの早送り機構が工作物に対するバイトの加速運動を行うように調整され得て、少なくとも一つの作業機構が工作物に対するバイトの減速運動を行うように調整され得る。
【００３５】
スピンドル軸をもつモータスピンドルの可動軸受の軸受ブッシュの軸方向移動可能性を調整するこの発明による方法では、モータスピンドルの軸受ブッシュの軸方向移動性は調整要素を介して異なる運転条件に適合するように調整される。
【００３６】
好ましい方法の態様によると、変位センサーを介してバイト交換の際にバイトと工作物との接触の時点が検出され、その際に上昇した送り速度をもつ早送り機構から減少した送り速度をもつ作業機構へ切り換えられる。
【００３７】
バイトの送り運動を制御するために、一つの変位センサーを介してバイト交換の際にバイトと工作物との接触の時点が検出され、その際に上昇した送り速度（工作物交換後に調整される）をもつ早送り機構から減少した送り速度をもつ作業機構へ切り換えられる。変位センサーによって早送りから作業送りへの切換えの時点が求められるので、早過ぎる切換えとそれによるバイト交換における付随時間の望ましからぬ上昇とは回避される。
好ましくは加工すべき工作物への（新たな）バイトの接近の際にはモータスピンドルのスピンドル軸の剛性は、バイトによる工作物のやさしい接触を可能とするために減少される。バイトと工作物との接触後に剛性は工作物の加工における加工公差を減少するために再び上昇される。
【００３８】
この発明によると、更に記載された機械スピンドルにおける其自体公知の変位センサーの使用は、接触の際に上昇した送り速度（既に記載されたバイト交換或いは工作物交換中に調整される）をもつ早送り機構から減少した送り速度をもつ作業機構へ切り換えるために，工作物とバイトとの接触の時点を検出するように提案されている。
〔発明の第二形態を実施するための最良の形態〕
【００３９】
この発明の第二形態は，他図における実施例に基づいて詳細に説明される。
【実施例２】
【００４０】
図２は、一つのスピンドル軸２８と一つのハウジング２９を備えるモータスピンドル２７を長手方向断面で示す。スピンドル軸２８は其自体公知の駆動手段３７を介して駆動され

る。更に、スピンドル軸２８はハウジング２９内の一つの固定軸受３０と一つの可動軸受３１とに収容されている。この場合に固定軸受３０と可動軸受３１とは力作用された軸受ブッシュ３８を介して互いに固定されている。軸受ブッシュ３８の力作用は、ばね要素３９によって液圧的，空圧的，及び／又は磁気的に行われ得る。スピンドル軸２８には概略的に図示された固定システム４０内にバイト３２（例えば鉢状研磨デイスク）が収容され，工作物３３（例えば珪素面）と作用している。

【００４１】

更に、図２から、ピストン３５として形成された調整要素が明らかになる。ピストン３５は例えば液体４４を備える一つのシリンダ４３内に収容される。液体４４の圧力作用によってピストン３５が反対方向４１に移動され、この場合にピストン３５の軸受ブッシュ３８と結合した伝動要素４５を介して軸方向力が反対方向４１にモータスピンドル２７の軸受ブッシュ３８と可動軸受３１とに案内されている。これによってモータスピンドル２７の剛性（予荷重）が上昇される。

【００４２】

シリンダ４３内の圧力降下によって対向された作用態様で既に記載された使用場合用のモータスピンドル２７の軸方向剛性が減少され得る。シリンダ４３は弁４６を介して一般に図示されて其自体公知の制御部４７並びに圧力源４８と接続できる。

【実施例３】

【００４３】

図３は図１に基づく調整要素を示し、この場合に液体４４は電気流動的或いは磁気流動的であり、例えばコイル５４の変更する電界或いは磁界による作用によって、その粘性が変更する。シリンダ４３は結合部５２を介して容器５３と接続されている。液体４４の粘性の変更の際には、その流れ抑制とそれによるピストン３５と調整要素との移動可能性が変化する。

【００４４】

工作物交換の際にはモータスピンドル２７が方向４１において其自体公知の送り要素（詳細に模写されていない）を介して工作物３３から離れて、工作物３３が取り外され，新たな工作物３３が案内され得る。その後にモータスピンドル２７が方向４１とは反対方向に再び工作物３３の方向に移動される。新たな工作物３３とバイト３２との接触が生じるならば、つまり図２，３と４に模写された状態であるならば，スピンドル軸２８のこの衝撃的荷重が変位センサー３４によって検出される。

【００４５】

変位センサー３４は軸方向（方向４１と平行）におけるスピンドル軸２８の衝撃的荷重を求める。この場合に変位センサー３４は可動軸受３１の其自体公知の軸受ブッシュ３８の関連面４２に対する間隔を監視できる。軸方向４１におけるスピンドル軸２８の衝撃的荷重の検出後には，モータスピンドル２７の送りが方向４１とは反対方向に早送り機構から作業機構へ切り換えられる。この場合に、変位センサー３４は其自体公知で詳細に模写されていない形式にて送り要素を制御する要素と接続されている。

【実施例４】

【００４６】

図４は拡張可能な（弾性）リング要素３６として調整要素の他の代替用的実現態様を示し，リング要素が循環してモータスピンドル２７のハウジング２９の内面４９と接触する。

【００４７】

その際に変位センサー３４は詳細に模写されていないけれども、図２に基づく実施態様に類似して設けられている。更に、リング要素３６は軸受ブッシュ３８内に収容されていて、供給部５０を介して、リング要素３６の拡張が方向４１に生じるように圧力作用される、それによりリング要素３６が内面４９に適合され、それで内面４９とリング要素３６の間に摩擦力が生じ、その摩擦力は方向５１に或いは反対方向における軸受ブッシュ３８の移動を困難にする。

【００４８】

制御部４７並びに圧力源４８を介する供給部５０における圧力降下の際には、リング要素３６と内面４９の摩擦力が減少する。それにより軸受ブッシュ３８が容易に移動できる。

【図面の簡単な説明】

【００４９】

【図１】モータスピンドルを長手方向断面で示す。

【図２】調整要素の第一実施態様を備えるモータスピンドルを長手方向断面で示す。

【図３】調整要素の第二実施態様を備えるモータスピンドルを長手方向断面で示す。

【図４】調整要素の第三実施態様を備えるモータスピンドルを長手方向断面で示す。

【符号の説明】

【００５０】

１．．．モータスピンドル
２．．．スピンドルハウジング
３．．．駆動手段
４．．．スピンドル軸
５．．．固定軸受
６．．．可動軸受
７，８，９，１０．．．軸受要素
１１．．．軸受ブッシュ
１２．．．ばね要素
１３．．．引張棒
１４．．．バイト
１５．．．工作物
１６．．．バイト切削箇所
１７，１８．．．軸受体
１９．．．変位センサー
２０．．．移動方向
２１．．．関連面
２２．．．反対方向
２３．．．変位センサー
２４．．．関連面
２５．．．外リング
２６．．．ピストン
２７．．．モータスピンドル
２８．．．スピンドル軸
２９．．．ハウジング
３０．．．固定軸受
３１．．．可動軸受
３２．．．バイト
３３．．．工作物
３４．．．変位センサー
３５．．．ピストン
３６．．．リング要素
３７．．．駆動手段
３８．．．軸受ブッシュ
３９．．．ばね要素
４０．．．固定システム
４１．．．方向
４２．．．関連面
４３．．．シリンダ
４４．．．液体

４５．．．伝動要素
４６．．．弁
４７．．．制御部
４８．．．圧力源
４９．．．内面
５０．．．供給部
５１．．．方向
５２．．．結合部
５３．．．容器
５４．．．コイル

【国際公開パンフレット】

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
21. November 2002 (21.11.2002)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 02/092277 A2

(51) Internationale Patentklassifikation[7]: B23Q 5/10, 5/32, 11/00, 11/04, 17/00, 17/22, G05B 19/404, B23Q 15/18

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE02/01662

(22) Internationales Anmeldedatum:
8. Mai 2002 (08.05.2002)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
101 23 717.0 15. Mai 2001 (15.05.2001) DE
101 63 089.1 20. Dezember 2001 (20.12.2001) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **PAUL MÜLLER GMBH & CO. KG** [DE/DE]; Unternehmensbeteiligungen, Äussere Bayreuther Strasse 230, 90411 Nürnberg (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **WEHRFRITZ, Heinz** [DE/DE]; Heroldsberger Strasse 40a, 90562 Kalchreuth (DE).

(74) Anwalt: **LÖSCH, Christoph**; Äussere Bayreuther Strasse 230, 90411 Nürnberg (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(national)*: CN, JP, US.

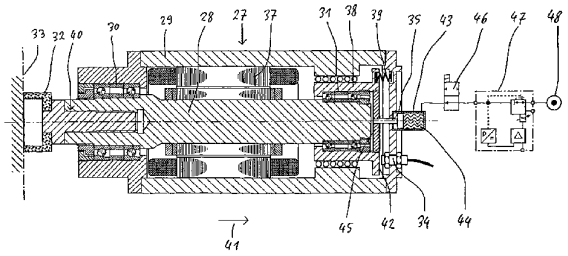
(84) Bestimmungsstaaten *(regional)*: europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

Veröffentlicht:
ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: MOTOR SPINDLE WITH IMPROVED MACHINING PRECISION AND METHOD FOR OPERATING ONE SUCH MOTOR SPINDLE

(54) Bezeichnung: MOTORSPINDEL MIT VERBESSERTER BEARBEITUNGSGENAUIGKEIT SOWIE VERFAHREN ZUM BETRIEB EINER DERARTIGEN MOTORSPINDEL



(57) Abstract: The invention relates to a motor spindle (1), comprising a spindle shaft (4) for receiving a tool (14). Said spindle shaft (4) is accommodated in the housing (2) of the motor spindle (1) in a fixed bearing (5) and a loose bearing (6). The received tool enters into contact with the machined workpiece (15) in a tool interface (16) when the spindle shaft is driven and the tool interface (16) is displaced in an axial direction of the spindle shaft (4) when a workpiece is machined. A displacement sensor (19) is provided on the spindle bearing in order to determine the axial displacement of the tool interface (16). The invention also relates to a motor spindle (27) comprising a spindle shaft (28) for receiving a tool (32). The spindle shaft (28) is accommodated in the housing (29) of the motor spindle (27) in a fixed bearing (30) and in a loose bearing (31) with an axially displaceable bearing bushing (38). The tool (32) enters into contact with the machined workpiece at the tool interface when the spindle shaft is driven, and an adjusting element which is used to adjust the axial displacement of the bearing bushing (38) of the motor spindle (27) is also provided.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 02/092277 A2

WO 02/092277 A2

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Motorspindel (1) mit einer Spindelwelle (4) zur Aufnahme eines Werkzeugs (14), wobei die Spindelwelle (4) im Gehäuse (2) der Motorspindel (1) in einer Festlagerung (5) und einer Loslagerung (6) aufgenommen ist und wobei das aufgenommene Werkzeug (14) das bearbeitete Werkstück (15) bei angetriebener Spindelwelle (4) an einer Werkzeugschnittstelle (16) kontaktiert und die Werkzeugschnittstelle (16) bei der Werkstückbearbeitung eine Verlagerung in axialer Richtung der Spindelwelle (4) erfährt, wobei ein Wegsensor (19) an der Spindellagerung zur Ermittlung der axialen Verlagerung der Werkzeugschnittstelle (16) vorgesehen ist. Ferner betrifft die Erfindung eine Motorspindel (27) mit einer Spindelwelle (28) zur Aufnahme eines Werkzeugs (32), wobei die Spindelwelle (28) im Gehäuse (29) der Motorspindel (27) in einer Festlagerung (30) und einer Loslagerung (31) mit einer axial verschiebbaren Lagerbüchse (38) aufgenommen ist, das aufgenommene Werkzeug (32) das bearbeitete Werkstück (33) bei angetriebener Spindelwelle (28) an einer Werkzeugschnittstelle kontaktiert und ein Stellelement zur Einstellung der axialen Verschiebbarkeit der Lagerbüchse (38) der Motorspindel (27) vorgesehen ist.

Motorspindel mit verbesserter Bearbeitungsgenauigkeit sowie Verfahren zum Betrieb einer derartigen Motorspindel

BESCHREIBUNG

Die Erfindung betrifft eine Motorspindel mit verbesserter Bearbeitungsgenauigkeit sowie Verfahren zum Betrieb einer derartigen Motorspindel.

In einer ersten Ausgestaltung betrifft die Erfindung zum einen eine Motorspindel mit einer Spindelwelle zur Aufnahme eines Werkzeugs sowie den Merkmalen des Oberbegriffs des Patentanspruchs 1. Ferner betrifft die Erfindung in der ersten Ausgestaltung ein Verfahren zum Verschieben einer Motorspindel mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Patentanspruchs 11.

Als Stand der Technik sind zur ersten Ausgestaltung Motorspindeln mit einer Fest- und einer Loslagerung bekannt, die für die Bearbeitung von Werkstücken bei hohen Drehzahlen eingesetzt werden. Die Genauigkeit der Werkstückbearbeitung wird durch eine unerwünschte axiale Bewegung der Werkzeugschnittstelle bei rotierender Spindelwelle beeinträchtigt.

Der ersten Ausgestaltung der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Motorspindel sowie ein Verfahren zum Verschieben einer Mo-

torspindel anzubieten, bei denen die Genauigkeit der Werkstückbearbeitung verbessert wird.

Diese Aufgabe wird für die Motorspindel durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils des Patentanspruchs 1 in Verbindung mit den Merkmalen des Oberbegriffs gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen der Motorspindel werden in den Unteransprüchen 2 – 10 beschrieben. Für das Verfahren wird die Aufgabe durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils des Patentanspruchs 11 in Verbindung mit den Merkmalen des Oberbegriffs gelöst. Vorteilhafte Verfahrensvarianten werden in den Unteransprüchen 12 – 15 beschrieben.

Bei der erfindungsgemäßen Motorspindel gemäß der ersten Ausgestaltung ist ein Wegsensor an der Spindellagerung zur Ermittlung der axialen Verlagerung der Werkzeugschnittstelle vorgesehen. Durch die über den Wegsensor ermittelte unerwünschte axiale Verlagerung kann über eine kompensierende Vorschubbewegung, welche die gesamte Motorspindel erfaßt, die axiale Verlagerung kompensiert werden. Hierdurch kann eine Werkstückbearbeitung mit deutlich verbesserter Genauigkeit erfolgen.

In einer vorteilhaften Ausführungsform kann der Wegsensor zur Erfassung der axialen Position der Loslagerung vorgesehen sein. Durch eine derartige Anbringung des Wegsensors wird ein deutlicher Abstand zum bearbeiteten Werkstück und zum bearbeitenden Werkzeug geschaffen. Ferner kann die axiale Verlagerung der Spindelwelle an einem ruhenden Teil besonders zuverlässig gemessen werden.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform kann der Wegsensor die axiale Verschiebung der Spindelwelle an einem Außenring der Loslagerung erfassen. In einer weiteren vorteilhaften Ausfüh-

rungsform kann der Wegsensor die axiale Position der Lagerbüchse eines Außenrings der Loslagerung erfassen, wobei der Wegsensor an einem besonders zugänglichen Bereich der Motorspindel angebracht werden kann.

In einer weiteren Ausführungsform kann der Wegsensor als Berührungssensor mit direktem Kontakt z.B. mit der Loslagerung, deren Außenring oder deren Lagerbüchse ausgebildet sein. Damit können die bei berührungslosen Wegsensoren gegebenenfalls auftretenden Übertragungsstörungen vermieden werden.

Gemäß einer weiteren Ausführungsform kann der Wegsensor auch als berührungsloser Sensor, z.B. als induktiver, kapazitiver, optischer oder Wirbelstromsensor ausgebildet sein. Hierdurch wird ein direkter Kontakt mit der zu messenden Bezugsoberfläche der Loslagerung, des Außenrings oder der Lagerbüchse vermieden, wodurch eine Abnutzung des Wegsensors und daraus resultierende Meßfehler vermieden werden.

Die vom Wegsensor ausgelesenen Daten zur axialen Verlagerung der Spindelwelle werden vorteilhafterweise an ein Steuerelement z.B. zur Aktivierung eines Vorschubs der gesamten Motorspindel zur Kompensierung der axialen Verlagerung weitergeleitet.

Durch ein derartiges Vorschubelement kann die Motorspindel axial in Richtung des Werkstücks verschoben werden, um die ermittelte axiale Verlagerung während des Betriebs zu korrigieren und zu kompensieren. Hierzu ist das Steuerelement vorzugsweise mit dem Vorschubelement der Motorspindel zum Datenaustausch verbunden.

Beim erfindungsgemäßen Verfahren zur ersten Ausgestaltung der Erfindung zum Verschieben einer Motorspindel mit einer Spindelwelle erfolgt eine Kompensierung der ermittelten axialen Verlagerung der Werkzeugschnittstelle. Hierdurch wird die Bearbeitungsgenauigkeit erhöht. Die über einen Wegsensor ermittelte unerwünschte axiale Verlagerung der Spindelwelle wird durch eine entsprechende Vorschubbewegung der gesamten Motorspindel in entgegengesetzter Richtung kompensiert.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Verfahrensvariante kann als Führungsgröße zur Kompensierung der ermittelten axialen Verlagerung ein oder mehrere funktionale Zusammenhänge zwischen drehzahlbedingter und/oder temperaturbedingter Veränderung und der ermittelten axialen Verlagerung der Spindelwelle verwendet werden.

Wenn beim Wegsensor zur Ermittlung der unerwünschten axialen Verlagerung der Spindelwelle eine sprunghafte und erhebliche axiale Verlagerung auftritt, kann dies als Störungsmeldung verarbeitet werden.

Zur Aufnahme der Werkzeuge besitzen Motorspindeln üblicherweise Spannsysteme, welche z.B. eine axiale Zugstange aufweisen, die sich in der als Hohlwelle ausgebildeten Spindelwelle in axialer Richtung verschieben läßt. Zur Kraftbeaufschlagung einer derartigen Zugstange ist üblicherweise ein Kolbenelement vorgesehen, über welches die Zugstange in Richtung zum frontseitigen Spannsystem verschoben werden kann, wodurch ein im Spannsystem aufgenommenes Werkzeug entnommen und ein neues Werkzeug eingesetzt kann. Beim Zurückziehen des Kolbenelements wird die Zugstange üblicherweise durch integrierte Federelemente zurückgestellt.

Bei einer auftretenden unerwünschten axialen Verlagerung der Werkzeugschnittstelle verändert sich auch die Position der Zugstange des Spannsystems. Die vom Wegsensor erfaßte axiale Verlagerung der Werkzeugschnittstelle kann zur Korrektur der Daten eines weiteren Wegsensors zur Bestimmung der Position der Zugstange verwendet werden.

In einer weiteren vorteilhaften Verfahrensvariante kann beim Anfahren der Motorspindel ein „Reset-Lauf" bei kleinstmöglicher Drehzahl durchgeführt werden, wodurch eventuell aufgrund einer vorherigen Abkühlung verklemmte Lagerkörper in der Fest- oder Loslagerung gelockert werden, wodurch ein Referenzpunkt für den Wegsensor zur Ermittlung der unerwünschten axialen Verlagerung der Werkzeugschnittstelle ermittelt werden kann, bevor die tatsächliche axiale Verlagerung festgestellt wird.

Die erste Ausgestaltung der Erfindung ist anhand eines Ausführungsbeispielen in der Zeichnungsfigur 1 (Motorspindel im Längsschnitt) näher erläutert.

Fig. 1 zeigt eine Motorspindel 1 im Längsschnitt mit einem Spindelgehäuse 2 und einem Antrieb 3 für eine Spindelwelle 4, welche über eine Festlagerung 5 und eine Loslagerung 6 im Spindelgehäuse 2 aufgenommen ist. Die Festlagerung 5 und die Loslagerung 6 weisen jeweils Lagerelemente 7, 8 bzw. 9, 10 auf, die z.B. als Spindellager ausgebildet sein können. Bei einer Verwendung von Spindellagern tritt ein Kontaktwinkel zwischen den Kugeln und den Laufbahnen der Spindellager etwa zwischen 12° und 25° auf.

Die Festlagerung 5 und die Loslagerung 6 werden über eine kraftbeaufschlagte Lagerbüchse 11 gegeneinander vorgespannt. Die Kraft-

beaufschlagung der Lagerbüchse 11 kann durch ein Federelement 12 hydraulisch und/oder pneumatisch erfolgen.

Die Spindelwelle 4 ist eine Hohlwelle und nimmt in ihrem Inneren eine Zugstange 13 eines Spannsystems der Motorspindel 1 zur Aufnahme des Werkzeugs 14 (z.B. einer Topfschleifscheibe) auf. Das Werkzeug 14 kontaktiert das Werkstück 15 (z.B. eine Siliziumoberfläche), wobei sich die Werkzeugschnittstelle 16 im Kontaktbereich zwischen Werkzeug 14 und Werkstück 15 befindet.

Beim Betrieb der Motorspindel 1 tritt bei rotierender Spindelwelle 4 eine kinematische Verschiebung der Spindelwelle 4 aufgrund der auf die Lagerkörper 17, 18 der Lagerelemente 7, 8 der Festlagerung 5 wirkenden Fliehkräfte auf. Ferner tritt durch die Erwärmung der Spindelwelle 4 ausgehend von den Lagerelementen 7, 8 und dem Antrieb 3 eine thermische Verschiebung der Spindelwelle 4 in axialer Richtung auf.

Durch den erfindungsgemäßen Wegsensor 19 wird eine unerwünschte Verschiebung der Spindelwelle 4 in Verschieberichtung 20 durch Messung des Abstandes zwischen dem Wegsensor 19 und einer Bezugsfläche 21 der Lagerbüchse 11 oder einem Außenring 25 z.B. des Lagerelements 10 der Loslagerung 6 ermittelt. Über die vom Wegsensor 19 ermittelte Annäherung der Bezugsfläche 21 an den Wegsensor 19 kann über ein an sich bekanntes Vorschubelement die gesamte Motorspindel 1 zur Kompensierung der ermittelten axialen Verlagerung der Spindelwelle 4 in Gegenrichtung 22 verschoben werden, so daß nach erfolgreicher Kompensierung keine Verlagerung der Werkzeugschnittstelle 16 auftritt.

Bei einer vom Wegsensor 19 festgestellten axialen Verlagerung der Spindelwelle 4 in Verschieberichtung 20 tritt auch eine Verschiebung der in der Spindelwelle 4 aufgenommenen und vom Kolbenelement 26 betätigten Zugstange 13 in Verschieberichtung 20 auf, wodurch die von einem weiteren Wegsensor 23 durch Abstandsmessung zu einer weiteren Bezugsfläche 24 festgestellte Position der Zugstange 13 fehlerhaft ermittelt wird. Durch die vom Wegsensor 19 ermittelte axiale Verschiebung kann die Positionsangabe des zweiten Wegsensors 23 in einem nicht abgebildeten und mit den Wegsensoren 19 und 23 verbundenen Steuerelement (z.B. einem Prozessor) z.B. durch Differenzbildung korrigiert und berichtigt werden. Hierdurch können die Position der Zugstange 13 und damit auch die Zustände des Spannsystems (Werkzeug gespannt, Werkzeug freigegeben, Werkzeug fehlerhaft gespannt, Werkzeug fehlt) genauer erfaßt werden.

In einer zweiten Ausgestaltung betrifft die Erfindung eine Motorspindel mit einer Spindelwelle zur Aufnahme eines Werkzeugs mit den weiteren Merkmalen des Oberbegriffs des Patentanspruchs 16. Ferner betrifft die Erfindung in der zweiten Ausgestaltung ein Verfahren zur Einstellung der axialen Verschiebbarkeit der Lagerbüchse der Loslagerung einer Motorspindel mit einer Spindelwelle mit den Merkmalen des Oberbegriffs des Patentanspruchs 27.

Als Stand der Technik ist zur zweiten Ausgestaltung aus der deutschen Patentanmeldung Az. 101 23 717.0 (Anmelder: Paul Müller GmbH & Co. KG Unternehmensbeteiligungen) eine Motorspindeln mit Werkzeugen bekannt, die zur Bearbeitung von Werkstücken insbesondere mit automatisiertem Werkzeug- oder Werkstückwechsel eingesetzt wird. Die Welle einer derartigen Motorspindel kann eine

Festlagerung und eine Loslagerung besitzen, wobei die Loslagerung in einer axial verschiebbaren Lagerbüchse aufgenommen sein kann.

Der Erfindung liegt in der zweiten Ausgestaltung die Aufgabe zugrunde, eine Motorspindel sowie ein Verfahren anzubieten, bei denen die Lagerung an unterschiedliche Betriebsbedingungen angepaßt werden kann.

Diese Aufgabe wird für die Motorspindel durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils des Patentanspruchs 1 in Verbindung mit den Merkmalen des Oberbegriffs gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen der Motorspindel werden in den Unteransprüchen 17 – 26 beschrieben. Für das Verfahren wird die Aufgabe durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils des Patentanspruchs 27 beschrieben. Vorteilhafte Verfahrensvarianten finden sich in den Unteransprüchen 28 - 30.

Die erfindungsgemäße Motorspindel nach der zweiten Ausgestaltung der Erfindung besitzt ein Stellelement zur Einstellung der axialen Verschiebbarkeit der Lagerbüchse und damit der Steifigkeit der Motorspindel. Die Steifigkeit einer Motorspindel ist ein Maß für die Belastbarkeit gegenüber auftretenden Reaktionskräften der Motorspindel bei der Werkstückbearbeitung. Generell ist bei der Bearbeitung des Werkstücks eine erhöhte Steifigkeit zur Erzielung geringer Bearbeitungstoleranzen wünschenswert. Beim Heranfahren der Motorspindel im Eilgang z.B. nach einem erfolgten Werkstückwechsel und einer Kontaktierung des Werkstücks durch das Werkzeug kann eine verminderte Steifigkeit zur Abdämpfung des Kontaktstoßes zwischen Werkzeug und Werkstück wünschenswert sein. Erfindungsgemäß dient das Stellelement zur jeweils günstigen Einstellung der Steifigkeit abhängig vom Betriebszustand der Motorspindel.

In einer ersten Ausführungsform kann das Stellelement einen Kolben aufweisen, wobei ein Zylinder zur Betätigung des Kolbens vorgesehen sein kann. Dabei kann das Stellelement auf die Lagerung der Motorspindel, insbesondere auf die Loslagerung, wirken und zur Erhöhung der Steifigkeit (Vorspannung) eine in axialer Richtung der Welle wirkende Gegenkraft in die Motorspindel einleiten. Bei Einleitung einer erhöhten Gegenkraft wird die Steifigkeit der Spindelwelle erhöht und bei Einleitung einer verminderter Gegenkraft die Steifigkeit vermindert, wie dies z.B. beim Werkstückwechsel von Vorteil sein kann.

Gemäß einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform kann das Stellelement ein aufweitbares Ringelement aufweisen, das ebenfalls im Bereich der Loslagerung der Motorspindel angebracht sein kann. Bei Verwendung einer an sich bekannten Lagerbüchse zur Realisierung der Loslagerung kann die axiale Beweglichkeit der Lagerbüchse durch Reibungskräfte des Ringelements verändert werden. Je nach Aufweitungsgrad kann das Ringelement erhöhte oder verringerte Reibkräfte erzeugen, welche die axiale Bewegung der Lagerbüchse erleichtern oder erschweren, wodurch die axiale Steifigkeit (Vorspannung) der Motorspindel vermindert oder erhöht wird.
Das Stellelement kann auf an sich bekannte Art und Weise betätigt werden, also z.B. pneumatisch oder hydraulisch.

Um die Nebenzeiten beim Werkzeug- oder Werkstückwechsel zu vermindern, werden Vorschub und im Zusammenhang mit dem Werkstückwechsel stehende Bewegungen der Motorspindel in einem Eilgang mit erhöhter Geschwindigkeit ausgeführt. Wenn sich Werkzeug und Werkstück wieder im Eingriff befinden, muß ein Arbeitsgang mit verminderter Vorschubgeschwindigkeit eingestellt werden.

Erfindungsgemäß wird nun angestrebt, einen möglichst großen Anteil der Nebenzeiten beim Werkstückwechsel im Eilgang durchzuführen und erst zu einem möglichst späten Zeitpunkt wieder auf den Arbeitsgang mit verminderter Vorschubgeschwindigkeit umzustellen.

Hierzu besitzt die Motorspindel vorteilhafterweise einen Wegsensor zur Ermittlung des Zeitpunkts der Kontaktierung des Werkzeugs mit dem Werkstück. Nach einem erfolgten Werkzeug- oder Werkstückwechsel werden Werkzeug und Werkstück aneinander herangefahren, und zwar im Eilgang. Erst dann, wenn der erfindungsgemäße Wegsensor eine stoßartige Wegänderung der Welle und damit der Lagerbüchse feststellt, wird von der Motorspindel detektiert, daß das Werkzeug das Werkzeug kontaktiert hat und es wird vom Eilgang mit erhöhter Vorschubgeschwindigkeit auf den Arbeitsgang mit geringerer Vorschubgeschwindigkeit zur Bearbeitung des Werkstücks umgeschaltet. Der Wegsensor ermöglicht damit die Ermittlung des Umschaltzeitpunkts von Eilgang auf Arbeitsgang. Eine zu frühe Umstellung vom Eilgang auf den Arbeitsgang und eine damit verbundene unerwünschte Erhöhung der Nebenzeiten wird vermieden.
Vorteilhafterweise wird ein an sich bekanntes Vorschubelement, welches zur Ausrichtung und zur Vorschubbewegung (hin bzw. weg vom Werkstück) dient, verwendet. In diesem Vorschubelement kann mindestens ein Eilgang zur beschleunigten Bewegung des Werkzeugs gegenüber dem Werkstück und mindestens ein Arbeitsgang zur verlangsamten Bewegung des Werkzeugs gegenüber dem Werkstück eingestellt werden.

Beim erfindungsgemäßen Verfahren zur Einstellung der axialen Verschiebbarkeit der Lagerbüchse der Loslagerung einer Motorspindel mit einer Spindelwelle wird die axiale Verschiebbarkeit der Lager-

büchse der Motorspindel zur Anpassung an unterschiedliche Betriebsbedingungen über ein Stellelement eingestellt.

Gemäß einer vorteilhaften Verfahrensvariante wird über einen Wegsensor beim Werkzeugwechsel der Zeitpunkt der Kontaktierung des Werkzeugs mit dem Werkstück erfaßt und dabei von einem Eilgang mit erhöhter Vorschubgeschwindigkeit auf einen Arbeitsgang mit verminderter Vorschubgeschwindigkeit umgeschaltet.

Zur Steuerung der Vorschubbewegung des Werkzeugs wird über einen Wegsensor beim Werkzeugwechsel der Zeitpunkt der Kontaktierung des Werkzeugs mit dem Werkstück erfaßt und dabei von einem Eilgang mit erhöhter Vorschubgeschwindigkeit (nach dem Werkstückwechsel eingestellt wird) auf einen Arbeitsgang mit verminderter Vorschubgeschwindigkeit umgeschaltet. Durch den Wegsensor wird der Zeitpunkt einer Umschaltung vom Eilvorschub auf den Arbeitsvorschub ermittelt, so daß eine zu frühe Umschaltung und damit eine unerwünschte Erhöhung der Nebenzeiten beim Werkzeugwechsel vermieden wird.
Vorteilhafterweise wird beim Heranfahren des (neuen) Werkzeugs an das zu bearbeitende Werkstück die Steifigkeit der Spindelwelle der Motorspindel vermindert, um ein schonendes Kontaktieren des Werkstücks durch das Werkzeug zu ermöglichen. Nach erfolgter Kontaktierung von Werkzeug und Werkstück kann die Steifigkeit zur Verringerung von Bearbeitungstoleranzen bei der Bearbeitung des Werkstücks wieder erhöht werden.

Erfindungsgemäß wird ferner eine Verwendung eines an sich bekannten Wegsensors in einer beschriebenen Maschinenspindel zur Erfassung des Zeitpunkts der Kontaktierung des Werkzeugs mit dem Werkstück vorgeschlagen um bei Kontaktierung von einem Eilgang

mit erhöhter Vorschubgeschwindigkeit (der während des bereits beschriebenen Werkzeug- oder Werkstückwechsels eingestellt wird) auf einen Arbeitsgang mit verminderter Vorschubgeschwindigkeit umzuschalten.

Die zweite Ausgestaltung der Erfindung ist anhand von Ausführungsbeispielen in den weiteren Zeichnungsfiguren näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 2 eine Motorspindel im Längsschnitt mit einer ersten Ausführungsform eines Stellelements,

Fig. 3 eine Motorspindel im Längsschnitt mit einer zweiten Ausführungsform eines Stellelements sowie

Fig. 4 eine Motorspindel im Längsschnitt mit einer dritten Ausführungsform eines Stellelements.

Fig. 2 zeigt eine Motorspindel 27 im Längsschnitt mit einer Spindelwelle 28 und einem Gehäuse 29. Die Spindelwelle 28 wird über den an sich bekannten Antrieb 37 angetrieben. Ferner ist die Spindelwelle 28 in einer Festlagerung 30 und einer Loslagerung 31 im Gehäuse 29 aufgenommen. Dabei sind Festlagerung 30 und Loslagerung 31 über eine kraftbeaufschlagte Lagerbüchse 38 gegeneinander vorgespannt. Die Kraftbeaufschlagung der Lagerbüchse 38 kann durch ein Federelement 39, hydraulisch, pneumatisch und/oder magnetisch erfolgen. An der Spindelwelle 28 ist in einem schematisch dargestellten Spannsystem 40 das Werkzeug 32 (z.B. eine Topfschleifscheibe) aufgenommen, welche sich im Eingriff mit dem Werkstück 33 (z.B. einer Siliziumoberfläche) befindet.

Aus Fig. 2 geht ferner ein als Kolben 35 ausgebildetes Stellelement hervor. Der Kolben 35 ist in einem Zylinder 43 z.B. mit einer Flüssigkeit 44 aufgenommen. Durch Druckbeaufschlagung der Flüssigkeit 44 kann der Kolben 35 entgegen Richtung 41 verschoben werden, wobei über ein mit der Lagerbüchse 38 verbundenes Übertragungselement 45 des Kolbens 35 eine axiale Kraft entgegen Richtung 41 in die Lagerbüchse 38 und damit in die Loslagerung 31 der Motorspindel 27 eingeleitet wird. Hierdurch wird die axiale Steifigkeit (Vorspannung) der Motorspindel 27 erhöht.

Durch Druckabbau im Zylinder 43 kann in entgegengesetzter Wirkungsweise die axiale Steifigkeit der Motorspindel 27 für die bereits beschriebene Anwendungsfälle vermindert werden. Der Zylinder 43 kann über ein Ventil 46 mit einer allgemein dargestellten und an sich bekannten Steuerung 47 sowie einer Druckquelle 48 verbunden sein.

Fig. 3 zeigt ein Stellelement nach Fig. 1, wobei die Flüssigkeit 44 elektro- oder magnetorheologisch ist, und durch Beaufschlagung mit sich ändernden elektrischen oder magnetischen Feldern z.B. einer Spule 54 ihre Viskosität verändert. Der Zylinder 43 ist über eine Verbindung 52 mit einem Behälter 53 verbunden. Bei Änderung der Viskosität der Flüssigkeit 44 ändert sich deren Fließverhalten und damit die Verschiebbarkeit des Kolbens 35 und des Stellelements.

Beim Werkstückwechsel wird die Motorspindel 27 in Richtung 41 über das an sich bekannte Vorschubelement (nicht näher abgebildet) vom Werkstück 33 entfernt und es kann das Werkstück 33 entnommen und ein neues Werkstück 33 eingelegt werden. Danach wird die Motorspindel 27 entgegen Richtung 41 wieder in Richtung des Werkstücks 33 bewegt. Wenn die Kontaktierung des Werkzeugs 32 mit

dem neuen Werkstück 33 auftritt, also der in Fig. 2, 3 und 4 abgebildete Zustand, wird diese stoßartige Belastung der Spindelwelle 28 durch den Wegsensor 34 erfaßt.

Der Wegsensor 34 ermittelt eine stoßartige Belastung der Spindelwelle 28 in axialer Richtung (parallel zur Richtung 41). Dabei kann der Wegsensor 34 einen Abstand zu einer Bezugsfläche 42 der an sich bekannten Lagerbüchse 38 der Loslagerung 31 überwachen. Nach Detektion der stoßartigen Belastung der Spindelwelle 28 in axialer Richtung 41 wird der Vorschub der Motorspindel 27 entgegen Richtung 41 vom Eilgang auf den Arbeitsgang umgeschaltet. Der Wegsensor 34 ist hierbei auf an sich bekannte und nicht näher abgebildete Weise mit einem Element zur Steuerung des Vorschubelements verbunden.

Fig. 4 zeigt eine weitere alternative Realisierung des Stellelements als aufweitbares (elastisches) Ringelement 36, welches umlaufend eine Innenfläche 49 des Gehäuses 29 der Motorspindel 27 kontaktiert.

Der Wegsensor 34 ist dabei nicht näher abgebildet, kann jedoch analog zur Ausführungsform nach Fig. 2 vorgesehen sein. Ferner ist das Ringelement 36 in der Lagerbüchse 38 aufgenommen und wird über eine Zuführung 50 derart druckbeaufschlagt, daß eine Aufweitung des Ringelements 36 in Richtung 41 stattfindet, wodurch das Ringelement 36 an die Innenfläche 49 angepreßt wird und damit zwischen Innenfläche 49 und Ringelement 36 Reibkräfte auftreten, welche ein Verschieben der Lagerbüchse 38 in oder entgegen Richtung 51 erschweren.

Bei Druckabbau in der Zuführung 50 über eine Steuerung 47 sowie einer Druckquelle 48 vermindern sich die Reibkräfte zwischen Ringelement 36 und Innenfläche 49. Damit kann sich die Lagerbüchse 38 leichter bewegen.

BEZUGSZEICHEN

1	Motorspindel	32	Werkzeug
2	Spindelgehäuse	33	Werkstück
3	Antrieb	34	Wegsensor
4	Spindelwelle	35	Kolben
5	Festlagerung	36	Ringelement
6	Loslagerung	37	Antrieb
7,8,9,10	Lagerelement	38	Lagerbüchse
11	Lagerbüchse	39	Federelement
12	Federelement	40	Spannsystem
13	Zugstange	41	Richtung
14	Werkzeug	42	Bezugsfläche
15	Werkstück	43	Zylinder
16	Werkzeugschnittstelle	44	Flüssigkeit
17,18	Lagerkörper	45	Übertragungselement
19	Wegsensor	46	Ventil
20	Verschieberichtung	47	Steuerung
21	Bezugsfläche	48	Druckquelle
22	Gegenrichtung	49	Innenfläche
23	Wegsensor	50	Zuführung
24	Bezugsfläche	51	Richtung
25	Außenring	52	Verbindung
26	Kolbenelement	53	Behälter
27	Motorspindel	54	Spule
28	Spindelwelle		
29	Gehäuse		
30	Festlagerung		
31	Loslagerung		

PATENTANSPRÜCHE

1. Motorspindel mit einer Spindelwelle zur Aufnahme eines Werkzeugs, wobei die Spindelwelle im Gehäuse der Motorspindel in einer Festlagerung und einer Loslagerung aufgenommen ist und wobei das aufgenommene Werkzeug das bearbeitete Werkstück bei angetriebener Spindelwelle an einer Werkzeugschnittstelle kontaktiert und die Werkzeugschnittstelle bei der Werkstückbearbeitung eine Verlagerung in axialer Richtung der Spindelwelle erfährt,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß ein Wegsensor (19) an der Spindellagerung zur Ermittlung der axialen Verlagerung der Werkzeugschnittstelle (16) vorgesehen ist.

2. Motorspindel nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß der Wegsensor (19) zur Erfassung der axialen Position der Loslagerung (6) vorgesehen ist.

3. Motorspindel nach Anspruch 2,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß der Wegsensor (19) zur Erfassung der axialen Position eines Außenrings (25) der Loslagerung (6) vorgesehen ist.

4. Motorspindel nach Anspruch 3,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß der Wegsensor (19) zur Erfassung der axialen Position einer Lagerbüchse (11) eines Außenrings (25) der Loslagerung (6) vorgesehen ist.

5. Motorspindel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Wegsensor (19) als Berührungssensor ausgebildet ist.

6. Motorspindel nach einem der Ansprüche 1 – 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Wegsensor (19) als berührungsloser Sensor ausgebildet ist.

7. Motorspindel nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Wegsensor (19) als induktiver, kapazitiver, optischer oder Wirbelstrom-Sensor ausgebildet ist.

8. Motorspindel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Steuerelement zur Aufnahme der vom Wegsensor (19) erfaßten axialen Verlagerung vorgesehen ist.

9. Motorspindel nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Vorschubelement zur axialen Verschiebung der Motorspindel (1) zur Kompensierung der ermittelten axialen Verlagerung der Werkzeugschnittstelle (16) vorgesehen ist.

10. Motorspindel nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß das Vorschubelement zum Datenaustausch mit dem Steuerelement verbunden ist.

11. Verfahren zum Verschieben einer Motorspindel mit einer Spindelwelle zur Aufnahme eines Werkzeugs, insbesondere einer Motorspindel nach einem der Ansprüche 1 – 10,
dadurch gekennzeichnet, daß eine Verschiebung der Motorspindel zur Kompensierung einer ermittelten axialen Verlagerung einer Werkzeugschnittstelle der Motorspindel erfolgt.

12. Verfahren nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet, daß bei Auftreten einer sprunghaften und erheblichen axialen Verlagerung der Werkzeugschnittstelle eine Störungsmeldung angezeigt wird.

13. Verfahren nach Anspruch 11 oder 12,
dadurch gekennzeichnet, daß mit der ermittelten axialen Verlagerung der Werkzeugschnittstelle die gemessene Position der Zugstange eines Werkzeugspanners der Motorspindel korrigiert wird.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 - 13,
dadurch gekennzeichnet, daß neben der axialen Verlagerung der Werkzeugschnittstelle die Position der Zugstange eines Werkzeugspanners der Motorspindel korrigiert wird.

15. Verfahren nach einem der Ansprüche 11 – 14,
dadurch gekennzeichnet, daß beim Anfahren der Motorspindel ein RESET-Lauf bei kleinstmöglicher Drehzahl durchgeführt wird um das Klemmen der Lagerkörper in der Festlagerung und Loslagerung während der Abkühlung aufzuheben und den Referenzpunkt für den Wegsensor zur Erfas-

Erfassung der axialen Verlagerung der Werkzeugschnittstelle zu bestimmen.

16. Motorspindel mit einer Spindelwelle zur Aufnahme eines Werkzeugs, wobei die Spindelwelle im Gehäuse der Motorspindel in einer Festlagerung und einer Loslagerung mit einer axial verschiebbaren Lagerbüchse aufgenommen ist und das aufgenommene Werkzeug das bearbeitete Werkstück bei angetriebener Spindelwelle an einer Werkzeugschnittstelle kontaktiert,
dadurch gekennzeichnet, daß ein Stellelement zur Einstellung der axialen Verschiebbarkeit der Lagerbüchse (38) der Motorspindel (27) vorgesehen ist.

17. Motorspindel nach Anspruch 16,
dadurch gekennzeichnet, daß das Stellelement einen Kolben (35) aufweist.

18. Motorspindel nach Anspruch 16 oder 17,
dadurch gekennzeichnet, daß ein Zylinder (43) zur Betätigung des Kolben (35) vorgesehen ist.

19. Motorspindel nach Anspruch 17 oder 18
dadurch gekennzeichnet, daß der Zylinder (43) mit einer elektrorheologischen oder magnetorheologischen Flüssigkeit (44) gefüllt ist.

20. Motorspindel nach Anspruch 19,
dadurch gekennzeichnet, daß eine Spule (54) zur Veränderung der Viskosität der Flüssigkeit (44) vorgesehen ist.

21. Motorspindel nach einem der Ansprüche 16 - 18, dadurch gekennzeichnet, daß das Stellelement ein aufweitbares Ringelement (36) aufweist.

22. Motorspindel nach einem der Ansprüche 16 - 21, dadurch gekennzeichnet, daß das Stellelement pneumatisch betätigbar ist.

23. Motorspindel nach einem der Ansprüche 16 - 22, dadurch gekennzeichnet, daß das Stellelement hydraulisch betätigbar ist.

24. Motorspindel nach einem der Ansprüche 16 - 23, dadurch gekennzeichnet, daß ein Vorschubelement zur Erzeugung einer relativen Bewegung zwischen dem Werkzeug (32) und dem bearbeiteten Werkstück (33) vorgesehen ist.

25. Motorspindel nach Anspruch 24, dadurch gekennzeichnet, daß das Vorschubelement mindestens einen Eilgang zur beschleunigten Bewegung des Werkzeugs (32) gegenüber dem Werkstück (33) und mindestens einen Arbeitsgang zur verlangsamten Bewegung des Werkzeugs (32) gegenüber dem Werkstück (33) aufweist.

26. Motorspindel nach einem der Ansprüche 16 - 24, dadurch gekennzeichnet, daß ein Wegsensor (34) zur Ermittlung des Zeitpunktes der Kontaktierung des Werkzeugs (32) mit dem Werkstück (33) bei einem Werkzeugwechsel vorgesehen ist.

27. Verfahren zur Einstellung der axialen Verschiebbarkeit der Lagerbüchse der Loslagerung einer Motorspindel mit einer Spindelwelle, insbesondere einer Motorspindel nach einem der Ansprüche 16 - 26,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, die axiale Verschiebbarkeit der Lagerbüchse der Motorspindel über ein Stellelement eingestellt wird.

28. Verfahren nach Anspruch 27,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß über einen Wegsensor beim Werkzeugwechsel der Zeitpunkt der Kontaktierung des Werkzeugs mit dem Werkstück erfaßt und dabei von einem Eilgang mit erhöhter Vorschubgeschwindigkeit auf einen Arbeitsgang mit verminderter Vorschubgeschwindigkeit umgeschaltet wird.

29. Verfahren nach Anspruch 26 oder 27,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß während des Heranfahrens des Werkzeugs an das Werkstück in einem Eilgang die Steifigkeit der Spindelwelle der Motorspindel vermindert wird.

30. Verfahren nach einem der Ansprüche 26 - 29,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t, daß die Steifigkeit der Spindelwelle der Motorspindel bei Kontaktierung des herangefahrenen Werkzeugs mit dem Werkstück erhöht wird.

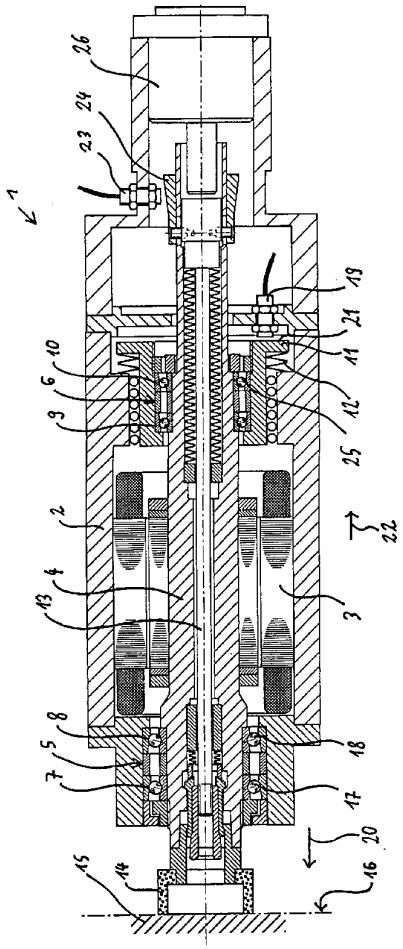


FIG 1

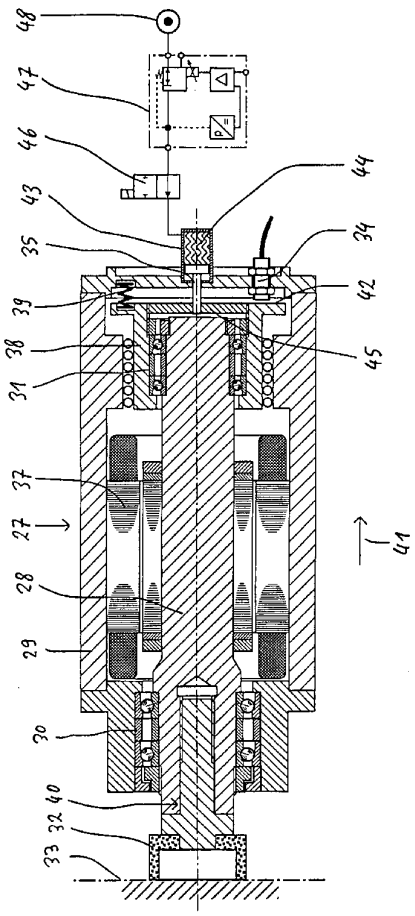


FIG 2

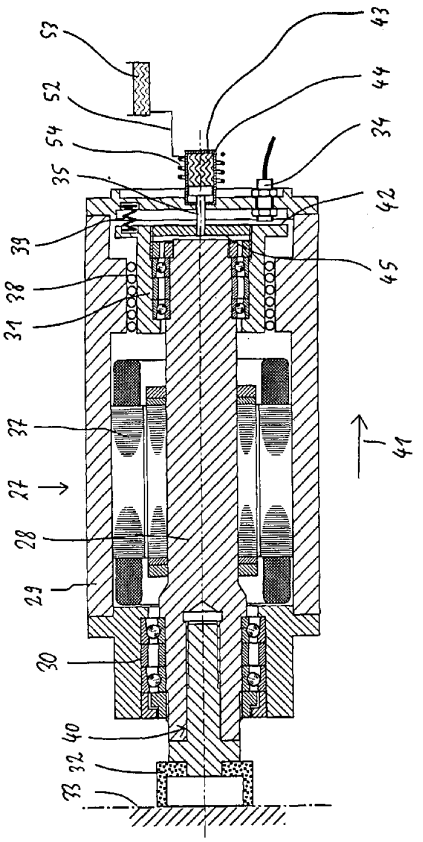


FIG 3

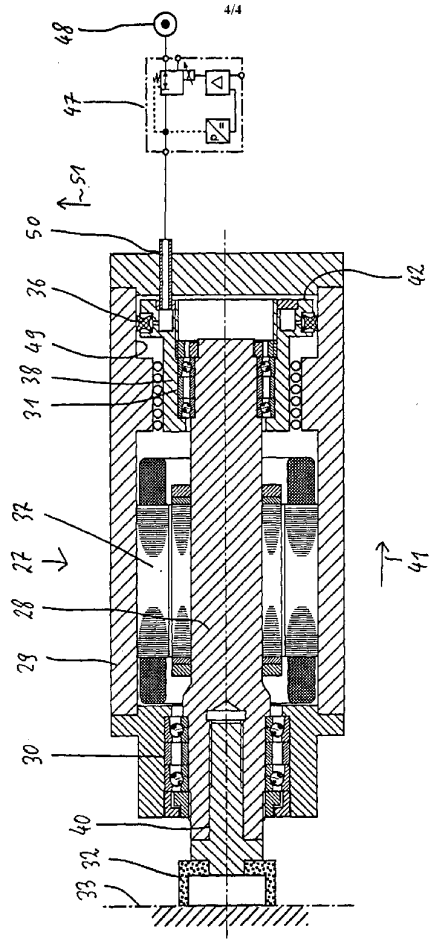


FIG 4

【国際公開パンフレット（コレクトバージョン）】

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
21. November 2002 (21.11.2002)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 02/092277 A3

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: B23Q 5/10, 11/00, 17/22, G05B 19/404, B23Q 15/18, 1/70

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE02/01662

(22) Internationales Anmeldedatum:
8. Mai 2002 (08.05.2002)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
101 23 717.0 15. Mai 2001 (15.05.2001) DE
101 63 089.1 20. Dezember 2001 (20.12.2001) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **PAUL MÜLLER GMBH & CO. KG** [DE/DE]; Unternehmensbeteiligungen, Äussere Bayreuther Strasse 230, 90411 Nürnberg (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **WEHRFRITZ, Heinz** [DE/DE]; Heroldsberger Strasse 40a, 90562 Kalchreuth (DE).

(74) Anwalt: **LÖSCH, Christoph**; Äussere Bayreuther Strasse 230, 90411 Nürnberg (DE).

(81) Bestimmungsstaaten *(national)*: CN, JP, US.

(84) Bestimmungsstaaten *(regional)*: europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

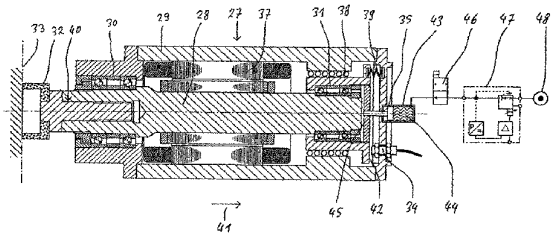
Veröffentlicht:
— *mit internationalem Recherchenbericht*

(88) Veröffentlichungsdatum des internationalen Recherchenberichts: 8. Mai 2003

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: MOTOR SPINDLE WITH IMPROVED MACHINING PRECISION AND METHOD FOR OPERATING ONE SUCH MOTOR SPINDLE

(54) Bezeichnung: MOTORSPINDEL MIT VERBESSERTER BEARBEITUNGSGENAUIGKEIT SOWIE VERFAHREN ZUM BETRIEB EINER DERARTIGEN MOTORSPINDEL



(57) Abstract: The invention relates to a motor spindle (1), comprising a spindle shaft (4) for receiving a tool (14). Said spindle shaft (4) is accommodated in the housing (2) of the motor spindle (1) in a fixed bearing (5) and a loose bearing (6). The received tool enters into contact with the machined workpiece (15) in a tool interface (16) when the spindle shaft is driven and the tool interface (16) is displaced in an axial direction of the spindle shaft (4) when a workpiece is machined. A displacement sensor (19) is provided on the spindle bearing in order to determine the axial displacement of the tool interface (16). The invention also relates to a motor spindle (27) comprising a spindle shaft (28) for receiving a tool (32). The spindle shaft (28) is accommodated in the housing (29) of the motor spindle (27) in a fixed bearing (30) and in a loose bearing (31) with an axially displaceable bearing bushing (38). The tool (32) enters into contact with the machined workpiece at the tool interface when the spindle shaft is driven, and an adjusting element which is used to adjust the axial displacement of the bearing bushing (38) of the motor spindle (27) is also provided.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 02/092277 A3

WO 02/092277 A3

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Motorspindel (1) mit einer Spindelwelle (4) zur Aufnahme eines Werkzeugs (14), wobei die Spindelwelle (4) im Gehäuse (2) der Motorspindel (1) in einer Festlagerung (5) und einer Loslagerung (6) aufgenommen ist und wobei das aufgenommene Werkzeug (14) das bearbeitete Werkstück (15) bei angetriebener Spindelwelle (4) an einer Werkzeugschnittstelle (16) kontaktiert und die Werkzeugschnittstelle (16) bei der Werkstückbearbeitung eine Verlagerung in axialer Richtung der Spindelwelle (4) erfährt, wobei ein Wegsensor (19) an der Spindellagerung zur Ermittlung der axialen Verlagerung der Werkzeugschnittstelle (16) vorgesehen ist. Ferner betrifft die Erfindung eine Motorspindel (27) mit einer Spindelwelle (28) zur Aufnahme eines Werkzeugs (32), wobei die Spindelwelle (28) im Gehäuse (29) der Motorspindel (27) in einer Festlagerung (30) und einer Loslagerung (31) mit einer axial verschiebbaren Lagerbüchse (38) aufgenommen ist, das aufgenommene Werkzeug (32) das bearbeitete Werkstück (33) bei angetriebener Spindelwelle (28) an einer Werkzeugschnittstelle kontaktiert und ein Stellelement zur Einstellung der axialen Verschiebbarkeit der Lagerbüchse (38) der Motorspindel (27) vorgesehen ist.

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE 02/01662

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 B23Q5/10 B23Q11/00 B23Q17/22 G05B19/404 B23Q15/18
B23Q1/70

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 B23Q G05B H02K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)
PAJ, EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 14, 31 December 1998 (1998-12-31) & JP 10 244440 A (TOSHIBA MACH CO LTD), 14 September 1998 (1998-09-14)	1-12,15
Y	abstract	13,14

Y	DE 196 29 991 A (IMA MONTAGETECHNIK GMBH) 29 January 1998 (1998-01-29) the whole document	13,14

Y	EP 1 066 917 A (HSD SRL) 10 January 2001 (2001-01-10)	13,14
A	abstract; figure 1	1,11

A	EP 0 343 517 A (TOYODA MACHINE WORKS LTD) 29 November 1989 (1989-11-29) abstract; figure 1	1-15

☐ Further documents are listed in the continuation of box C. ☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
2 October 2002	09.01.03
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	**Authorized officer** Lasa, A

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
DE02/01662

Box I Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 1 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box II Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 2 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

sheet all aditionnal

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.

2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fee, this Authority did not invite payment of any additional fee.

3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

1-15

Remark on Protest

☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest.

☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

Form PCT/ISA/210 (continuation of first sheet (1)) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
DE02/01662

The International Searching Authority has determined that this international application contains multiple (groups of) inventions, namely

1. Claims 1-15

device and method for compensating the axial displacement of a tool interface of a motor spindle.

This makes possible an exact axial positioning of the tool interface.

2. Claims 16-30

device and method for adjusting the axial displacability of the spindle shaft of a motor spindle.

This allows the bearing of the spindle shaft to be adjusted to different operating conditions.

Form PCT/ISA/210

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No
PCT/DE 02/01662

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
JP 10244440	A	14-09-1998	US	6301520 B1	09-10-2001
DE 19629991	A	29-01-1998	DE	19629991 A1	29-01-1998
			DE	29622757 U1	07-05-1997
			WO	9804377 A2	05-02-1998
			EP	0876237 A2	11-11-1998
EP 1066917	A	10-01-2001	IT	BO990358 A1	02-01-2001
			EP	1066917 A1	10-01-2001
			US	6354776 B1	12-03-2002
EP 0343517	A	29-11-1989	JP	1295742 A	29-11-1989
			JP	1295743 A	29-11-1989
			EP	0343517 A2	29-11-1989
			US	4919575 A	24-04-1990

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 1992)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE 02/01662

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 B23Q5/10 B23Q11/00 B23Q17/22 G05B19/404 B23Q15/18
B23Q1/70

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 B23Q G05B H02K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
PAJ, EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1998, no. 14, 31. Dezember 1998 (1998-12-31) & JP 10 244440 A (TOSHIBA MACH CO LTD), 14. September 1998 (1998-09-14)	1-12,15
Y	Zusammenfassung	13,14
Y	DE 196 29 991 A (IMA MONTAGETECHNIK GMBH) 29. Januar 1998 (1998-01-29) das ganze Dokument	13,14
Y	EP 1 066 917 A (HSD SRL) 10. Januar 2001 (2001-01-10)	13,14
A	Zusammenfassung; Abbildung 1	1,11
A	EP 0 343 517 A (TOYODA MACHINE WORKS LTD) 29. November 1989 (1989-11-29) Zusammenfassung; Abbildung 1	1-15

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
2. Oktober 2002	09. 01. 03

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Lasa, A

Formblatt PCT/ISA/210 (Blatt 2) (Juli 1992)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE 02/01662

Feld I Bemerkungen zu den Ansprüchen, die sich als nicht recherchierbar erwiesen haben (Fortsetzung von Punkt 2 auf Blatt 1)

Gemäß Artikel 17(2)a) wurde aus folgenden Gründen für bestimmte Ansprüche kein Recherchenbericht erstellt:

1. ☐ Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Gegenstände beziehen, zu deren Recherche die Behörde nicht verpflichtet ist, nämlich

2. ☐ Ansprüche Nr.
weil sie sich auf Teile der internationalen Anmeldung beziehen, die den vorgeschriebenen Anforderungen so wenig entsprechen, daß eine sinnvolle internationale Recherche nicht durchgeführt werden kann, nämlich

3. ☐ Ansprüche Nr.
weil es sich dabei um abhängige Ansprüche handelt, die nicht entsprechend Satz 2 und 3 der Regel 6.4 a) abgefaßt sind.

Feld II Bemerkungen bei mangelnder Einheitlichkeit der Erfindung (Fortsetzung von Punkt 3 auf Blatt 1)

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, daß diese internationale Anmeldung mehrere Erfindungen enthält:

siehe Zusatzblatt

1. ☐ Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchengebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierbaren Ansprüche.

2. ☐ Da für alle recherchierbaren Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden konnte, der eine zusätzliche Recherchengebühr gerechtfertigt hätte, hat die Behörde nicht zur Zahlung einer solchen Gebühr aufgefordert.

3. ☐ Da der Anmelder nur einige der erforderlichen zusätzlichen Recherchengebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht nur auf die Ansprüche, für die Gebühren entrichtet worden sind, nämlich auf die Ansprüche Nr.

4. ☒ Der Anmelder hat die erforderlichen zusätzlichen Recherchengebühren nicht rechtzeitig entrichtet. Der internationale Recherchenbericht beschränkt sich daher auf die in den Ansprüchen zuerst erwähnte Erfindung; diese ist in folgenden Ansprüchen erfaßt:
1-15

Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs
☐ Die zusätzlichen Gebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt.
☐ Die Zahlung zusätzlicher Recherchengebühren erfolgte ohne Widerspruch.

Formblatt PCT/ISA/210 (Fortsetzung von Blatt 1 (1))(Juli 1998)

Internationales Aktenzeichen PCT/DE 02/01662

WEITERE ANGABEN PCT/ISA/ 210

Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, daß diese internationale Anmeldung mehrere (Gruppen von) Erfindungen enthält, nämlich:

1. Ansprüche: 1-15

   Vorrichtung und Verfahren zur Kompensierung der axialen Verlagerung einer Werkzeugschnittstelle einer Motorspindel.

   Damit wird eine exakte axiale Positionierung der Werkzeugschnittstelle ermöglicht.

2. Ansprüche: 16-30

   Vorrichtung und Verfahren zur Einstellung der axialen Verschiebbarkeit der Spindelwelle einer Motorspindel.

   Damit kann die Lagerung der Spindelwelle an unterschiedliche Betriebsbedingungen angepasst werden.

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Int. Internales Aktenzeichen
PCT/DE 02/01662

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
JP 10244440	A	14-09-1998	US 6301520	B1	09-10-2001
DE 19629991	A	29-01-1998	DE 19629991	A1	29-01-1998
			DE 29622757	U1	07-05-1997
			WO 9804377	A2	05-02-1998
			EP 0876237	A2	11-11-1998
EP 1066917	A	10-01-2001	IT BO990358	A1	02-01-2001
			EP 1066917	A1	10-01-2001
			US 6354776	B1	12-03-2002
EP 0343517	A	29-11-1989	JP 1295742	A	29-11-1989
			JP 1295743	A	29-11-1989
			EP 0343517	A2	29-11-1989
			US 4919575	A	24-04-1990

Formblatt PCT/ISA/210 (Anhang Patentfamilie)(Juli 1992)

フロントページの続き

(74)代理人 100111486
弁理士 鍛冶澤 實
(72)発明者 ヴェーアフリッツ・ハインツ
ドイツ連邦共和国、カルヒロイト、ヘーロルツベルガー・ストラーセ、４０アー
Ｆターム(参考) 3C029 AA00

【要約の続き】
（２８）をもつモータスピンドル（２７）に関する。