

(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2004-504950

(P2004-504950A)

(43) 公表日 平成16年2月19日(2004.2.19)

(51) Int.Cl.⁷

B23Q 15/24

B23C 3/06

B23Q 15/04

B23Q 17/22

G05B 19/404

F I

B23Q 15/24

B23C 3/06

B23Q 15/04

B23Q 17/22

G05B 19/404

テーマコード (参考)

3C001

3C022

3C029

5H269

A

E

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 59 頁)

(21) 出願番号 特願2002-504545 (P2002-504545)
 (86) (22) 出願日 平成13年6月19日 (2001.6.19)
 (85) 翻訳文提出日 平成14年12月16日 (2002.12.16)
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2001/006923
 (87) 国際公開番号 W02001/098847
 (87) 国際公開日 平成13年12月27日 (2001.12.27)
 (31) 優先権主張番号 100 30 087.1
 (32) 優先日 平成12年6月19日 (2000.6.19)
 (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), JP, US

(71) 出願人 501304179
 ベーリンガー ヴェルクツォイクマシーネ
 ン ゲーエムペーハー
 BOEHRINGER WERKZEUG
 MASCHINEN GmbH
 ドイツ連邦共和国, 73033 ゲッピン
 ゲン, シュトゥットガルトーシュトラ
 セ 50
 Stuttgarter Str. 50,
 73033 G▲o▼ppingen,
 Deutschland
 (74) 代理人 100095522
 弁理士 高良 尚志

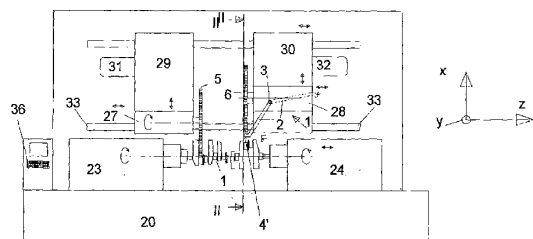
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 工作物の測定及び機械加工のための方法及び装置

(57) 【要約】

回転対称の、特に偏心回転対称の面を有する工作物、特にクランク軸のクランクピン軸受位置を切削加工する方法および装置であって、工作物の輪郭検査、特に真円度検査、及び、場合によってはクランク軸のクランクピン軸受ジャーナルのストローク高の検査が、迅速且つ正確に実施され、工具の補正值とそれらの角度関係を確定する作業が非常に簡単であり、測定センサによって、工作物の各測定角度位置について、基準値、例えば、回転中心からの、測定方向における測定すべき工作物輪郭の最大の実際の間隔のみが確定され、各測定角度位置について、実際の間隔と基準間隔との測定偏差が確定され、更に、少なくとも測定角度位置について、各工具基準位置が、各測定偏差から自動的に算出される補正值によって自動的に補正される。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

回転対称の、同心又は偏心の面を有する工作物（101）を、特にクランク軸について、測定し、それに基づいて、特に自動的に、工作物（101）の複数作業点について工作機械に対する工具基準位置を補正する方法であって、
測定センサ（7）によって、測定すべき工作物輪郭、例えばクランクピン軸受面（ H_1 ）の、測定方向（10）、例えばX方向における、基準値、例えば回転中心からの、最大の実際の間隔のみが、工作物（101）の各測定角度位置について確定され、
各測定角度位置について、実際の間隔と基準間隔との測定偏差が確定され、且つ少なくとも測定角度位置について、各工具基準位置が、各測定偏差から自動的に算出される補正值によって自動的に補正されることを特徴とする方法。 10

【請求項 2】

工作物（101）が、測定手順の間、機械加工用締め付け装置に留まることを特徴とする請求項 1 記載の方法。

【請求項 3】

測定角度位置同士の間の中間位置について補正值が補間法によって追加的に決定され且つ補正作業が実施されることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の方法。

【請求項 4】

測定センサ（7）が、工具を直接に搭載した送り台（27、28）によって、又は工具（WZ）によって動かされることを特徴とする前記請求項の一つに記載の方法。 20

【請求項 5】

回転対称の、同心又は偏心の面を有する工作物（101）を、特にクランク軸について、切削加工し且つ測定し、それに基づいて、特に自動的に、工作物（101）の複数作業点について工作機械に対する工具基準位置を補正する方法であって、測定センサ（7）によって、測定すべき工作物輪郭、例えばクランクピン軸受面（ H_1 ）の、測定方向（10）、例えばX方向における、基準値、例えば回転中心からの、最大の実際の間隔のみが、工作物（101）の各測定角度位置について確定され、
各測定角度位置について、実際の間隔と基準間隔との測定偏差が確定され、
少なくとも測定角度位置について、各工具基準位置が、各測定偏差から自動的に算出される補正值によって自動的に補正され、且つ
工具が一つの方向、特に測定方向（10）、又はそれに対して横方向の位置決め動、においてのみ移動可能であることを特徴とする方法。 30

【請求項 6】

回転中心上のZ軸のまわりに工作物（101）を受け且つ回転駆動するための少なくとも一つのスピンドル（23、24）、
工具、例えばフライス削りディスク（5、6）を、少なくともX方向に、工作物スピンドル（C軸）の回転位置に応じて動かすための少なくとも一つの機械加工ユニット（25、26）、及び
測定器（1）、特に真円度測定器を備えた工作機械であって、
測定器（1）が工具支えに直接に配置されていることを特徴とする工作機械。 40

【請求項 7】

測定器（1）が、工具支えの工具（WZ）に直接に配置されていることを特徴とする請求項 6 記載の工作機械。

【請求項 8】

測定器（1）が、工具（WZ）を直接に搭載するX送り台（27、28）に直接に配置されていることを特徴とする請求項 6 記載の工作機械。

【請求項 9】

測定器（1）が、工具支えに固定され、特に作業位置と休止位置との間を自動的に移動可能、特に旋回可能であることを特徴とする請求項 8 記載の工作機械。

【請求項 10】

測定器（１）が、測定バー（４'）上に、従って測定センサ（７）上に、測定面（４）を有し、その測定面がＺ軸に直角に且つ測定方向（１０）、特にＸ方向、に直角に向いていることを特徴とする前記装置請求項の一つに記載の工作機械。

【請求項１１】

測定面（４）を有する測定センサ（７）が、測定方向（１０）において工具支えに対し所定の固定位置に配置されていることを特徴とする前記装置請求項の一つに記載の工作機械。

【請求項１２】

フライス削りディスク（５、６）を工具として使用する場合に、測定面（４、４a）が、作業位置において、フライス削りディスク（５、６）の半径方向外方において、工具（WZ）の円板状本体の平面内に、又はそれに対し軸方向に移動した位置に、配置されていることを特徴とする前記装置請求項の一つに記載の工作機械。 10

【請求項１３】

旋回可能測定アーム（２）を備え、測定アーム（２）は、測定方向（１０）に対して横向きに且つＺ方向に対して横向きに延びるピボット軸（３）のまわりに旋回可能であることを特徴とする前記装置請求項の一つに記載の工作機械。

【請求項１４】

工具が、ターニングリボルバータレットあるいはターニングブローチングリボルバータレットであり、測定面が、作業位置において、リボルバータレットの平面における工具の半径方向外方に配置されていることを特徴とする前記装置請求項の一つに記載の工作機械。 20

【請求項１５】

測定面、例えば４aが、その輪郭が、関連する工具の外側輪郭と平行となるように形成且つ配置され、前記外側輪郭が測定方向に面することを特徴とする前記装置請求項の一つに記載の工作機械。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

１． 利用分野

この発明は、回転対称の、特に偏心回転対称の、面を有する工作物、例えばクランク軸のクランクピン軸受位置、の切削加工に関する。

【０００２】

30

２． 技術背景

【０００３】

クランク軸は、その複数のクランク形状のために、比較的に不安定な工作物である。

【０００４】

多数のクランク軸を機械加工する際には、製造費用と共に、できる限り短い加工時間が優先されるので、必要とされる材料の除去を切削加工によってできるだけ速く完了する傾向が明らかである。このことは、一般に切削力が増すことを意味する。しかしながら同時に、必要な公差を、例えば、円形からの偏差に関して、特にクランクピン軸受位置について、そして中心軸受位置についても、遵守することが必要である。

【０００５】

40

最大許容機械加工力とそれに伴う機械加工パラメータを理論的に確定することは部分的にしかできないので、円形からの偏差、及びできれば、機械加工される工作物におけるストローク高の検査が常に追加的に必要であり、その上で、許容公差に照らして機械加工パラメータを補正する必要がある。

【０００６】

その問題は、クランクピン軸受位置に関して、特にクランクピン軸受位置の機械加工が例えばフライス削りによって実施され、クランク軸が中心同士で締め付けられ、フライス削り工具がそれぞれの偏心回転するクランクピン軸受位置に横方向に追従されられる場合に発生する。

【０００７】

50

この点に関して、切削加工されたクランク軸の円形からの偏差は、測定室において、すなわち、クランク軸が工作機械に締め付けられた状態から解放された後に確定すべきことが既に知られている。その場合に、同時に二つの困難が生じる。まず、検出された円形からの偏差は、事前に工作機械におけるクランク軸のそれぞれの角度位置と、そして同様に、将来クランク軸の円形を改善するために確定すべき補正值と、精密に関連させておかなければならない。

【0008】

更に、クランク軸は、解放されたこと自体によって変形する。なぜなら、測定室において所定位置にクランク軸を支持する／締め付けることは、クランク軸を機械加工するために工作機械においてすることとは根本的に異なるからである。

10

【0009】

更に、測定装置は工作機械に直接に設置し、クランク軸が工作機械に締め付けられた状態において、真円度について、そしてできれば追加的にストロークについて測定できるようにすべきことは既知である。

【0010】

その場合に、クランク軸の長手軸線に平行に延びるピボット軸のまわりを測定アームが旋回してクランク軸に向かう。測定アームはプリズムを備え、プリズムは、例えば、測定すべき軸受面に当たるまでクランク軸に向かって動かされる。次に、工作物の表面とプリズム底部との間隔が、装置における測定プリズムの中間角に設けられた測定感知器によって測定される。

20

【0011】

この手順は、測定すべき軸受面の複数の角度位置において実施される。

【0012】

これを偏心回転する面、例えば、クランクピン軸受面について実施するには、ピボットアームの片持長の度合いもそれぞれの場合について変更しなければならない。このために、ピボットアームは互いに対して旋回可能な二つのアーム部分を有してなる。

【0013】

しかしながら、このことは、測定すべき工作物面に対する測定プリズムの接触角度位置を変更して補正值を決定する困難性を増すだけでなく、特に、工作機械における工作物の所定角度位置との関係を変更することになる。更に、測定装置のピボット軸はそれぞれ遊びがあり、この遊びは測定結果の正確度に悪影響を及ぼす。

30

【0014】

3. 発明の記述

a) 技術的目的

従って、本発明の目的は、工作物に対する輪郭検査作業、特に真円度検査作業が、そして選択的に、クランク軸のクランクピン軸受ジャーナルのストローク高についての検査作業が、迅速且つ正確に実施され、更に工具のための補正值を確定し且つその角度関係を与えることが極めて容易である方法と装置を提供することにある。

【0015】

b) 目的の達成

この目的は、請求の範囲第1項、第5項、第6項の特徴によって達成される。好ましい実施例は従属項に示される。

40

【0016】

測定すべき工作物輪郭上の点の、基準値からの距離は所定方向に限ってのみ確定されるが、これは工作物の複数の角度位置との関連においてなされることから、測定値から工作物の実際の輪郭を比較的容易に計算すること、そして回転中心に対する実際の輪郭の位置を決定することができる。これに対応して、工具移動のための補正值を確定することもできる。この場合に、測定装置が工具支えに直接に、特に工具の本体に直接に固定されるので、工具支えではなく工作機械の別の部分に固定された測定装置によって生じるような不正確さは生じ得ない。

50

【0017】

その場合に、工作物は、機械加工用の締め付け位置に留まることができるので、工作物の取り外しおよび再締め付けによる望ましくない影響は生じない。

【0018】

従って、クランク軸のクランクピン軸受位置については、実際の輪郭が測定され、それゆえ、その円形からの偏差だけでなく、基準ストロークからの偏差も測定される。

【0019】

更なる利点は、実際のところ、工作物は締め付けられた状態のままに保たれるので、既に切削加工されたクランク軸を、上記のようにして、補正された工具設定によって低コストで再切削加工できることである。

10

【0020】

補正值と工作物の角度位置との単純な関係ゆえに、測定された複数測定角度位置間の角度位置のための補正值を補間法によって低コストで確定し、そして、その補間された補正值を将来に用いること、そしてそれによって真円度を追加的に改善することができる。

【0021】

測定装置が工具支えに直接に設けられることから、X方向、そして場合によってはY方向に工具支えとの関連で存在する遊びも、測定結果に含まれる。送り台システムに存在する遊びを、一方では測定装置との関連で、またもう一方では工具ユニットとの関連でと、様々な考慮することは不要である。

【0022】

同じ理由から、測定センサ、例えば、測定面の形の測定センサも、工具、例えばフライスと同じ径方向面において、好ましくは工具と工作物の間に設けられる。好ましくは、位置決めは、その径方向面内の工具中心位置と工作物中心位置とを結ぶ線上で実施され、測定面は、横方向、好ましくは測定方向に対して直角の方向において、そして横方向、特に工作物の長手軸線に対して直角の方向において、測定すべき偏心面が全ての角度位置において測定面によって感知され得る大きさである。

20

【0023】

上記の目的のためには、測定方向に対する測定面の形状が、その角度位置について、精密に知られていること、すなわち、直角の配置が用いられる場合には、その直角が正確に遵守されることが必要であることが分かる。

30

【0024】

更に、工具支え又は工具支えの固定点から測定面までの精密な距離が必要である。

【0025】

使用される工具が、フライス削りディスクのような回転工具ではなく、旋削バイトのような静止工具である場合は、測定センサ及び特にその測定面は、工作物、好ましくは工作物の中心点と、切削端とを結ぶ線上に配置する。

【0026】

基本的に、その場合には、測定面を工具にできるだけ近く配置することが好ましい。

【0027】

更に、測定作業時には、必ず測定センサが工作物に定められた力で当たるようにする必要があり、この力は、好ましくは、所定の最大値を上回らず、また所定の最小値を下回らず、特に測定装置のアームのねじりを避ける必要がある。このアームのねじりは直ちに測定結果を誤らせるものである。

40

【0028】

この場合、測定方向は、測定すべき回転対称工作物面の中心あるいは曲率中心に対する半径方向に向けることができる。特に、測定センサが、C軸に対して、面の全偏心領域に対応する長さの測定面を有する場合はそうである。しかしながら、測定方向は、接線方向であってもよく、又は接線方向に対して半径方向内向きに変位した方向であってもよい。その場合、測定センサは工作物を通り越して移動させられ、その結果、工作物面によって、測定される面の中心に対して半径方向外向きに押される。そのためには、測定センサは、

50

測定装置に対し旋回可能なように或いは直線的に移動可能なように固定されるものとしてすることができ、特に、測定装置に二つの互いに対向配置された測定センサを設けて、単一の測定作業で工作物の二つの互いに対向配置された点を同時に測定できるようにすることが可能である。

【0029】

c) 実施例

以下に下記の図を参照して例示によって本発明の実施例をより詳細に記述する。

【0030】

Fig. 1aは、測定装置を備えた本発明による工作機械の正面図である。

【0031】

Fig. 1bは、Fig. 1aの工作機械に別の測定装置を備えたものの正面図である。

【0032】

Fig. 2a-2cは、測定装置のII-II線に沿った詳細図である。

【0033】

Fig. 3は、Fig. 2と同様の図である。

【0034】

Fig. 4は、測定すべき回転対称面の断面図である。

【0035】

Fig. 5は、別の測定装置の詳細図である。

【0036】

Fig. 6は、測定装置の別の例の詳細図である。

【0037】

Fig. 7は、一対型測定装置の詳細図である。

【0038】

Fig. 1は、Y方向から、すなわち、長手方向（クランク軸のZ方向）に対して水平且つ横向きの方から見たクランク軸フライス盤を示す。

【0039】

クランク軸は、その二つの端部、すなわち、その主軸受軸の二端部をチャック21、22によって受けるが、チャック21、22は、同期駆動可能な主軸台23、24の部品である。

【0040】

主軸台23、24は、ベッド20上に配置され、長さの異なるクランク軸を受けるように、Z方向に移動可能とすることができる。

【0041】

工作機械は、二つの別々の切削加工ユニット25、26を備え、切削加工ユニット25、26はそれぞれZ送り台29、30を含み、Z送り台29、30は、長手ガイド33に沿ってZ方向に移動可能である。

【0042】

X送り台27、28は、それぞれZ送り台29、30にX方向に移動可能なように配置される。

【0043】

両X送り台27、28の互いに向き合った端部には、それぞれのフライス削りディスク5、6が配置され、ディスク5、6は、例えば、それぞれのモータ31、32によって回転駆動される。

【0044】

クランク軸1および工具ユニット5、6の位置および動作のパラメータは、機械制御装置35により制御される。対応するパラメータは、入力ユニット、例えば、キーボード36を通して変更することができる。

【0045】

この構成において、フライス削りディスク5、6、すなわち、工具ユニットは、工作物1

10

20

30

40

50

に対して一つの横方向、すなわち、X方向にのみ移動可能である。

【0046】

切削加工時に、それぞれの回転駆動されるフライス削りディスク5、6は、クランクピン軸受の一つにおいて、例えば、 H_1 、あるいは又、中心軸受MLの一つにおいて動作している間、クランク軸、すなわち工作物1は、Z軸のまわりをゆっくりと回転する。

【0047】

クランクピン軸受Hの加工に際して、クランクピン軸受に偏心があることは、工作物1の瞬間的な回転位置に従って、X方向にフライス削りディスク5、6を連続的に追跡動作させることが必要なことを意味する。対応するように、工具と工作物との接点は、一方はフライスの中心によって、そして他方は工作物の回転軸によって定まる面の高さに必ず正確に存在するわけではなく、クランク軸のそれぞれの回転位置に従って、その面よりも上か又は下になる。

10

【0048】

Fig. 1は、動作中の左側工具ユニット25を示し、図中、フライス削りディスク5は、クランクピン軸受位置 H_1 においてフライス削りを実施中である。この状況において、プランジ段階の操作においては、隣接するクランクアームの側面のフライス削りも既に済ませた場合もありうる。好ましくは、Z方向に測定したフライス削りディスク5の幅は、機械加工すべき軸受位置の幅にほぼ相当する。

【0049】

Fig. 1は、以下により詳細に説明するように、右側機械加工ユニット26のみににおける測定装置1を示すが、両切削加工ユニットはそれぞれこのような測定装置を備えることが可能である。実際においては、費用の面から、そして全般的な追加的較正手順を避けるために、一つの機械加工ユニットにのみ測定装置を一つだけ備えることになる。

20

【0050】

Fig. 1aの測定装置1は、作業位置と休止位置との間を移動可能な測定アーム2を有する。

【0051】

測定アーム2は、工具を直接に搭載するユニット、従ってこの事例では、X送り台28に配置され、測定アームの移動は、X送り台28に対して、ピボット軸3のまわりのピボット動作によってなされる。この場合、ピボット軸3は、クランク軸1の回転軸線に対して横方向、好ましくは直角に、すなわち、X方向に、且つ測定センサの測定面4に対して平行あるいは横方向に、特に直角に、延びる。

30

【0052】

従って、測定アーム2は、工作物の方を向くX送り台28の側面に旋回可能に配置される。折曲した測定アーム2の自由端には、工作物に面し且つセンサ7を介して測定アーム2に接続される測定面4を備えた測定バー4'が配置される。従って、測定バー4'は、X送り台28によって、X方向に位置決め動作11を行うことができる。センサ7は、位置決め動作11のX方向と同じ測定方向10における測定バー4'の移動を記録することが可能である。

【0053】

Fig. 1aにおいて、作業位置にある測定装置1を実線で示す。この場合、測定バー4'は、フライス6と工作物の間にある。ピボット軸3のまわりのピボット運動によって、測定アーム2、それと共に測定装置1全体は、旋回してフライス6の作業領域から完全に外に出て休止位置に位置し得、この休止位置において、好ましくは、測定バー4'は、X送り台28の側面に位置し、このX送り台の側面はフライス削りディスク6から離隔している。

40

【0054】

Fig. 1bは、測定装置1が、X送り台28上にではなく、例えば、回転するフライス削りディスク6の面に直接に配置されている点で、Fig. 1aと異なる。

【0055】

50

フライス削りディスク6が静止している場合には、従って、X方向の位置決め動作11がX送り台28によって実施できる。所定の回転位置にフライス削りディスク1を回転させることによって、測定装置1をY方向に移動させることが追加的に可能となることがわかる。既にFig. 1aを参照して説明したように、Fig. 1bの測定装置も測定バー4'を有するが、測定バー4'は以下に説明するように別の形状とすることもできる。

【0056】

Fig. 4は、実際の輪郭が如何に基準輪郭、すなわち切削手順の後に生じるべき目標輪郭と異なり得るかを誇張して示した概念図である。実際の輪郭は、完全な円形輪郭ではなく、長い波状又は短い波状の凸部や凹部を有する。その不規則な実際の輪郭に、最大限の内円KIを内嵌させることができると共に、最小限の外円KAを外嵌させることが可能であり、これらの円は、互いに同心状をなし、一方で半径方向における真円度を、また他方において、一般に基準中心又は目標中心とは同一でない工作物の輪郭の実際の中心を決定する。

10

【0057】

二つの影響、すなわち、真円度と基準中心からの実際の中心の偏差とが互いに重ね合わされるのは、正に、基準ストローク、すなわち、目標ストロークに対してクランク軸のクランクピン軸受位置の実際のストロークを確定する時である。

【0058】

Fig. 2a-2cは、測定装置1が作業位置にある時に、測定面4を有する測定バー4'が、測定方向10、例えばX方向、におけるX送り台28の移動によって、測定すべきクランクピン軸受位置H₁に向かってどのように動かされるかを示す。測定バー4'の移動は、クランク軸の異なる測定位置、すなわち回転位置において、クランクピン軸受位置H₁に対して連続的に実施される。

20

【0059】

その状況において、Y位置については、測定面4を有する測定バー4'は常に同じ位置にある。

【0060】

従って、クランクピン軸受位置H₁が、測定バー4'がセンサ7に取りつけられる位置である測定面4の中心において、測定面4に押しつけられるのは、クランク軸101の二つの回転位置においてのみである。

30

【0061】

他の場合は全部、接点は測定面4の中心を外れるが、にもかかわらず、測定センサ7は、測定すべき面、例えばクランクピン軸受H₁の軸受面と、測定面4との接点の、X送り台28上の定められた点、例えばフライス削りディスク6の回転軸からの距離を確定する。

【0062】

更に、機械制御システムは、測定作業中は回転せずに静止しているクランク軸101のC軸の位置、すなわち、クランク軸101の回転位置も認識しており、更に、測定すべき面に測定面4が接する時のX送り台28のX位置をも認識しているので、各個別の測定作業について、測定点の実際位置が、正確な円形の基準輪郭上の基準位置又は目標位置から逸脱しているか否か及びどれ程逸脱しているかを確定することができる。それぞれの場合に、クランク軸のそれぞれの角度位置によって決まるクランクピン軸受ジャーナルA1の周面上の異なる点に測定面4が接する。

40

【0063】

それにより、個々の測定位置の各回転位置について、工具位置の補正值、すなわち、クランク軸がその回転位置にある時に、その位置における真円度を高めるために、工具及びそれと共にX送り台28をX方向に工作物に向かって前進あるいは後退させる値を確定することが可能である。

【0064】

回転対称面、この場合にはクランクピン軸受ジャーナルH₁の真円度は、そのようにして、各個別の測定位置に対しての補正值を得ることによって、更には、補間法により、測定

50

位置間の補正値を確定することによって、改善することができる。

【0065】

測定面4が、平面ではなく、工具の輪郭と同様の弧状形状に曲がった面をなし、測定位置としてFig. 3に示すように、作業位置にある場合に、測定方向10において工具輪郭から所定値の間隔を有するならば、特に容易に補正値を確定することが可能である。

【0066】

このことは、測定面4aとフライス削りディスク6の輪郭とが平行に位置するおかげで、測定手順において、クランクピン軸受ジャーナル1における測定面4aの接点は、クランク軸101が同じ角度位置にある時には、フライス削りディスクによる切削加工の際と同一接点であるという利点がある。従って、補正値を確定するには、測定面4aとフライス削りディスク6とのX方向変位のみを考慮するだけで済む。 10

【0067】

Fig. 5-7は、測定方向10、すなわち、測定値を確定する幾何学的方向が、測定手順を実施するために測定装置1が動かされる位置決め動作11と同一ではないという点でFig. 2の構造とは異なる測定装置を示す。

【0068】

Fig. 5に示した構造においても、測定装置1はX送り台28に固定され、それによって動かされる。位置決め動作11は、従ってX方向と同じである。

【0069】

しかしながら、測定チップ8を搭載する測定アーム2は、X送り台28に固定され且つY方向に延びるガイド9に沿って移動可能である。センサ（図示していない）を搭載したガイド9は、従ってこの場合はY方向である測定方向10における測定アーム2の変位のみを検出できるだけである測定センサ7'を表すものである。同様に、測定アーム2は測定方向10に対し横向きに、すなわち位置決め方向11に、片持ち状に突出し、測定アーム2の測定チップ8は、測定アーム2から横向きに突出する。 20

【0070】

従って、測定送り台28のX方向の移動によって、測定アーム2の測定チップ8は、例えば測定すべきクランクピン軸受ジャーナルH₁の輪郭に突き当たると、その輪郭によって測定方向10に押しのけられ、それによって、この手順における回転位置の工作物についての、測定方向10における測定アーム2の最大偏位点が確定される。同じ工作物輪郭における工作物の異なる回転位置での測定値を求めるには、工具ユニット上の測定装置1のY方向における別の大きな位置決めが可能になるようにすることが必要となる場合がある。 30

【0071】

位置決め動作の方向における測定チップ8のアプローチ動作は、工作物、例えばクランク軸が、静止している時に実施可能であり、クランク軸が異なる回転位置に停止した時に複数回実施できる。

【0072】

しかしながら、測定作業は、工作物が回転中においても、例えばクランク軸が回転している時にも、実施可能である。けれども、その場合には、測定チップ8は、測定すべき工作物面について、位置決め動作11の方向に、X方向に、及び場合によってはY方向におおよその、追従動作を実施する必要がある。その手順によって、一方において、測定すべき輪郭の全周を測定することがたしかに可能であるが、測定方向10において最も高いとは限らない点が測定されるという欠点が生じる場合もある。例えば、測定すべき面の真円度あるいは偏心位置に関して未知の偏差がある場合である。 40

【0073】

Fig. 6に示す構造は、測定アーム2が直線的に変位可能ではなく、位置決め動作11に対して横向きに且つZ軸に平行に延びるピボット軸12のまわりを旋回可能である点で、Fig. 5の構造と異なる。その結果生じる測定チップ8の測定方向も、直線的動作ではなく、弧状動作である。Fig. 6の測定アーム2と同様にゼロ位置又は中立位置にバイアスをかけた測定アーム2の旋回角に基づき、測定値、すなわちクランクピン軸受位置 50

H₁ のこの場合マイナスY方向に最も突出した点の測定値を確定できる。明らかに、この目的のためには、ピボット軸12に対する測定チップ8の位置が、休止位置における距離及び角度について既知である必要がある。

【0074】

Fig. 7は、Fig. 6に似た構造物を示す。この構造物は、Fig. 6のものとは二つの基本条件で異なる。一つには、Fig. 6に示す測定装置1は、ここでは鏡像的に二重状をなす。二つの測定チップ8, 8'は互いに向き合っており、従って、丸い工作物輪郭の二つの側面を同時に計測する能力がある。これは、旋回可能な測定アーム2, 2'に代わりに、Fig. 5に示す直線の変位が可能な測定アームによっても可能である。

【0075】

更に、測定装置1は、X送り台28にではなく、ディスク状回転可能工具に、例えば、Fig. 1に示したフライス削りディスク6に直接に固定される。それにより、工具WZの回転運動によって、測定装置1を更にY方向に移動させることが可能であるが、それは、しかしながら、それぞれそのピボット軸12又は12'に対する測定アーム2又は2'の角度位置の移動をも生じる。それらとは独立して、位置決め動作11は常に、送り台を搭載したユニットの動作の方向であり、この場合は、X送り台28によるX方向である。

【0076】

このような対構造は、回転対称な工作物の輪郭の測定に要する時間を半減し、更に、クランク軸を個々の測定位置に回転することによる、測定すべきクランクピン軸受ジャーナル、例えばH₁、のY位置の変化を補償するために、例えばX送り台28上における、別のY位置に全測定装置を再位置決めすることを不要にする。

【図面の簡単な説明】

【図1】

測定装置を備えた本発明による工作機械の正面図である。

【図2】

Fig. 1aの工作機械に別の測定装置を備えたものの正面図である。

【図3】

測定装置を備えた本発明による工作機械の正面図である。

【図4】

測定装置のII-II線に沿った詳細図である。

【図5】

測定装置のII-II線に沿った詳細図である。

【図6】

測定装置のII-II線に沿った詳細図である。

【図7】

Fig. 2と同様の図である。

【図8】

測定すべき回転対称面の断面図である。

【図9】

別の測定装置の詳細図である。

【図10】

測定装置の別の例の詳細図である。

【図11】

一対型測定装置の詳細図である。

【符号の説明】

- 1 測定装置
- 2 測定アーム
- 3 ピボット軸
- 4 測定面
- 4' 測定バー

10

20

30

40

50

5 フライス削りディスク
6 フライス削りディスク
7 センサ
8 測定チップ
9 ガイド
1 0 測定方向
1 1 位置決め動作
1 2 ピボット軸
1 3
1 4
1 5
1 6
1 7
1 8
1 9
2 0 ベッド
2 1 チャック
2 2 チャック
2 3 主軸台
2 4 主軸台
2 5 機械加工ユニット
2 6 機械加工ユニット
2 7 X送り台
2 8 X送り台
2 9 Z送り台
3 0 Z送り台
3 1 モータ
3 2 モータ
1 0 1 工作物

10

20

【図 1】

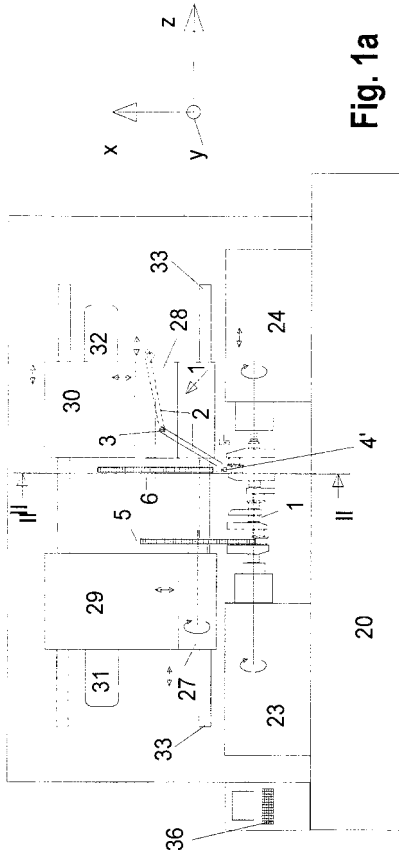


Fig. 1a

【図 2】

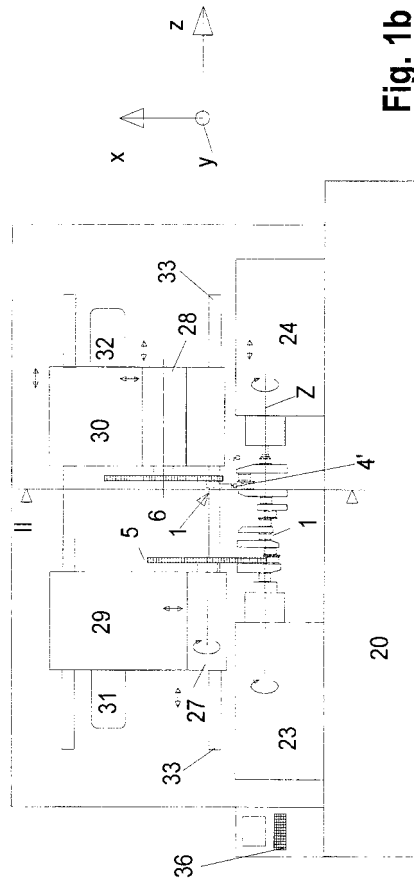


Fig. 1b

【図 3】

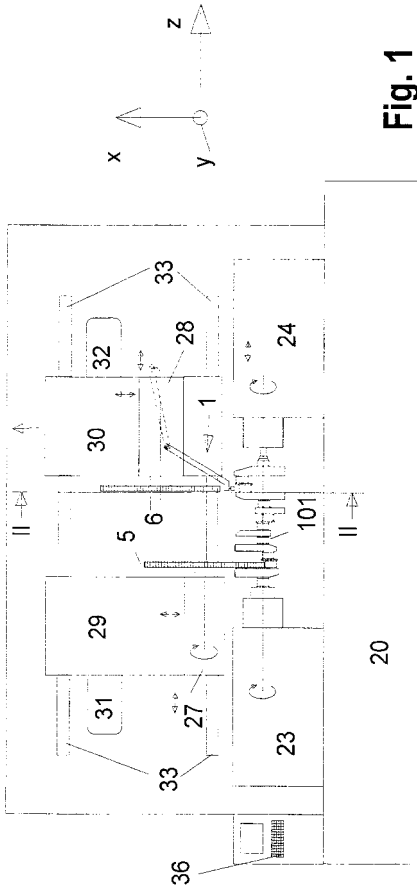


Fig. 1

【図 4】

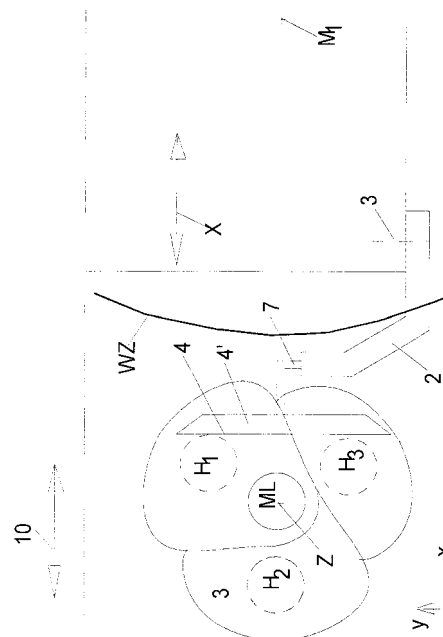


Fig. 2a

【図 5】

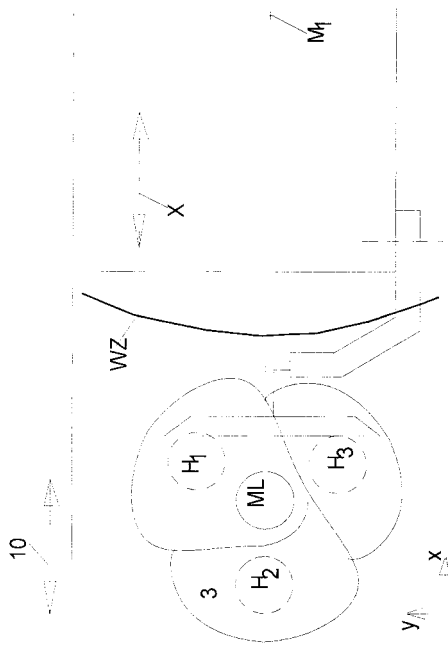


Fig. 2b

【図 6】

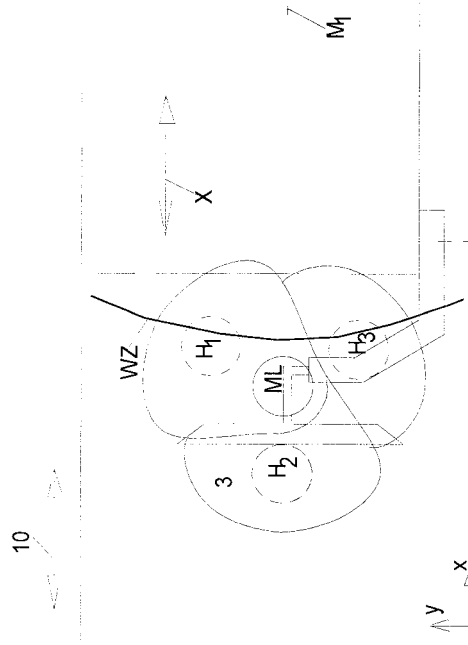


Fig. 2c

【図 7】

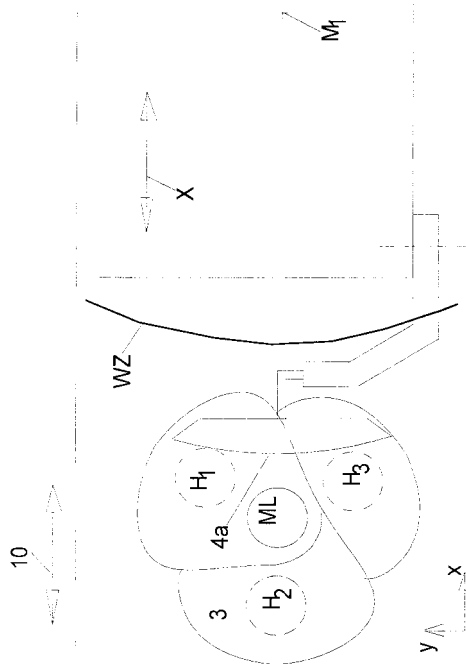


Fig. 3

【図 8】

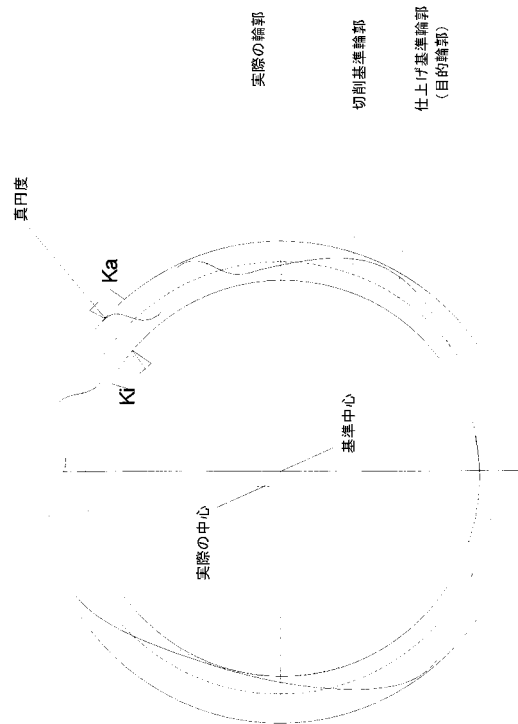


Fig. 4

【図 9】

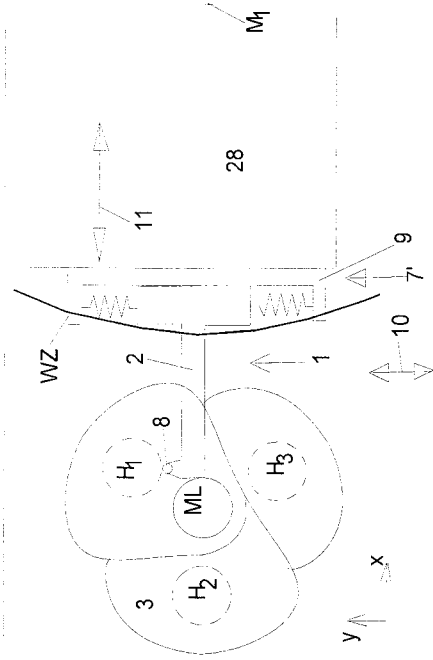


Fig. 5

【図 10】

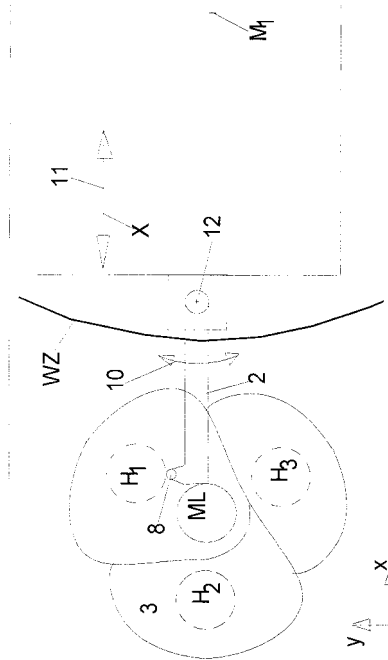


Fig. 6

【図 11】

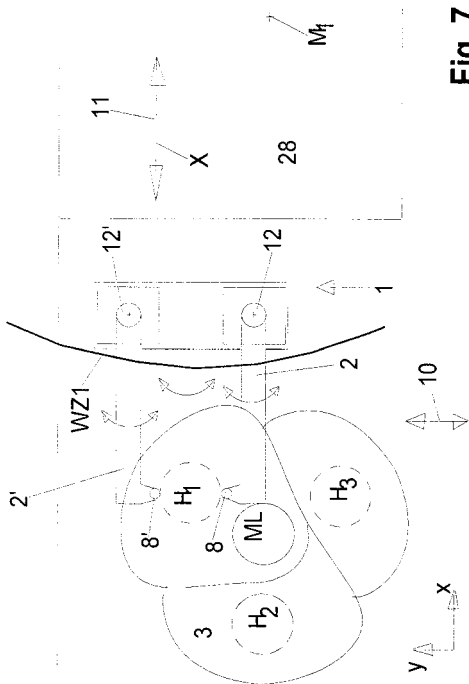


Fig. 7

【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
27. Dezember 2001 (27.12.2001)

PCT

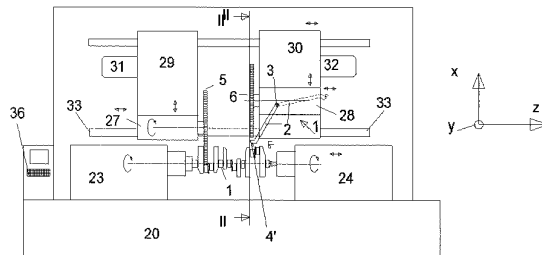
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/98847 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation: **G05B 19/18**, **GMBH** [DE/DE]; Stuttgarter Str. 50, 73033 Göppingen (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP01/06923 (72) **Erfinder; und**
(75) **Erfinder/Anmelder (nur für US): KAISER, Hans-Jürgen** [DE/DE]; Alte Gasse 10, 73072 Donzdorf (DE).
- (22) Internationales Anmeldedatum: 19. Juni 2001 (19.06.2001) (74) **Anwalt: HANSMANN & VOGESER**; Albert-Rosshaupter-Str. 65, 81369 München (DE).
- (25) Einreichungssprache: Deutsch (81) **Bestimmungsstaaten (national):** JP, US.
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch (84) **Bestimmungsstaaten (regional):** europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).
- (30) Angaben zur Priorität: 100 30 087.1 19. Juni 2000 (19.06.2000) DE
- (71) **Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): BOEHRINGER WERKZEUGMASCHINEN** — **Veröffentlicht:** ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR MEASURING AND MACHINING WORKPIECES

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM VERMESSEN UND BEARBEITEN VON WERKSTÜCKEN



(57) Abstract: The invention relates to a method and a device for machining workpieces comprising rotationally symmetrical, especially eccentrically rotationally symmetrical surfaces, for example the lift bearing positions of crankshafts. The contour test, especially the workpiece roundness test, and optionally also the lifting height of crankshaft journals, is carried out quickly and precisely, and the determination and angle assignment of correction values for the tools are very simple. The maximum actual distance of the workpiece contour to be measured in a measuring direction of a reference value, for example the centre of rotation, is determined by means of a measuring tracer for each measuring angular position of the workpiece; the measured difference between the actual distance and the nominal distance is determined for each measuring angular position; and the respective tool nominal positions are automatically corrected, at least for the measuring angular positions, by a correction value which is calculated automatically from the respective measured difference.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 01/98847 A2

WO 01/98847 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:** Verfahren sowie eine Vorrichtung für die spanende Bearbeitung von Werkstücken mit rotationssymmetrischen, insbesondere exzentrisch rotationssymmetrischen, Flächen, beispielsweise die Hublagerstellen von Kurbelwellen, bei der die Konturprüfung, insbesondere die Rundheitsüberprüfung von Werkstücken und ggfs. auch die Hubhöhe von Hublagerzapfen von Kurbelwellen schnell und genau durchgeführt und die Ermittlung und Winkelzuordnung von Korrekturwerten für die Werkzeuge sehr einfach ist, wobei mittels eines Messtasters der maximale Ist-Abstand der zu vermessenden Werkstück-Kontur in einer Messrichtung von einem Bezugswert, z.B. der Drehmitte, für jede Mess-Winkelposition des Werkstückes ermittelt wird, für jede Mess-Winkelposition die gemessene Abweichung zwischen Ist-Abstand und Soll-Abstand ermittelt wird, und wenigstens für die Mess-Winkelpositionen die jeweiligen Werkzeug-Sollpositionen automatisch um einen Korrekturwert, der aus der jeweiligen gemessenen Abweichung automatisch errechnet wird, korrigiert werden.

WO 01/98847

PCT/EP01/06923

1

5 **Verfahren und Vorrichtung zum Vermessen und Bearbei-**
 ten von Werkstücken

I. Anwendungsgebiet

10

Die Erfindung betrifft die spannende Bearbeitung von Werkstücken mit rotations-symmetrischen, insbesondere exzentrisch rotationssymmetrischen, Flächen, bei-spielsweise die Hublagerstellen von Kurbelwellen.

15

II. Technischer Hintergrund

Kurbelwellen sind aufgrund ihrer mehrfach gekrüpfen Form vergleichsweise labile Werkstücke.

20

Da bei der Bearbeitung von Kurbelwellen in großen Stückzahlen die Her-stellungskosten und damit eine möglichst kurze Bearbeitungszeit im Vordergrund steht, liegt die Tendenz auf der Hand, die notwendige Materialabnahme mittels spanender Bearbeitung möglichst schnell zu vollziehen. In der Regel steigen da-mit die Bearbeitungskräfte. Gleichzeitig müssen jedoch die geforderten Toleran-zen, beispielsweise hinsichtlich der Rundheitsabweichung, insbesondere bei den Hublagerstellen, aber auch bei den Mittellagerstellen, eingehalten werden.

Die theoretische Festlegung der maximal zulässigen Bearbeitungskräfte und da-30 mit der Bearbeitungsparameter ist nur teilweise möglich, so dass immer zusätzlich eine Überprüfung der Rundheitsabweichung und gegebenenfalls auch der Hub-

WO 01/98847

PCT/EP01/06923

2

höhe am bearbeiteten Werkstück und im Vergleich mit den zulässigen Toleranzen eine Korrektur der Bearbeitungsparameter notwendig ist.

Dieses Problem tritt bei Hublagerstellen besonders dann auf, wenn die Hublagerstellen beispielsweise mittels Fräsen und in zentrischer Aufspannung der Kurbelwelle durchgeführt wird, bei der das Fräswerkzeug der exzentrisch rotierenden Hublagerstelle in Querrichtung jeweils nachgeführt wird.

Dabei ist es bereits bekannt, die Rundheitsabweichungen der bearbeiteten Kurbelwelle im Meßlabor, also nach Ausspannen der Kurbelwelle aus der Bearbeitungsmaschine, festzustellen. Dabei treten zwei Schwierigkeiten gemeinsam auf: Zum einen müssen die festgestellten Rundheitsabweichungen in exakte Beziehung zur jeweiligen Winkelstellung der Kurbelwelle vorher in der Bearbeitungsmaschine gebracht werden, und ebenso die festzulegenden Korrekturwerte, um die Rundheit zukünftig zu verbessern.

Zusätzlich verformt sich die Kurbelwelle allein durch das Ausspannen, da die Auflagerung/Einspannung der Kurbelwelle im Meßlabor grundsätzlich eine andere ist als in der Bearbeitungsmaschine.

Weiterhin ist es bekannt, eine Meßvorrichtung direkt in der Maschine anzuordnen, so dass die Kurbelwelle in dem in der Werkzeugmaschine gespannten Zustand auf Rundheit und gegebenenfalls zusätzlich auf Hub vermessen werden kann.

Dabei wird ein Meßarm an die Kurbelwelle herangeschwenkt um eine Schwenkachse, die parallel zur Längsachse der Kurbelwelle verläuft. Der Meßarm trägt ein Prisma, welches bis zur Anlage an die zu vermessende z.B. Lagerfläche herangeführt wird. Dann wird mit einem Meßtaster, der im Zwischenwinkel des Meßprismas in der Vorrichtung vorhanden ist, der Abstand der Oberfläche des Werkstückes zum Grunde des Prismas gemessen.

WO 01/98847

PCT/EP01/06923

3

Diese Vorgehensweise wird in mehreren Winkelstellungen der zu vermessenden Lagerfläche durchgeführt.

Um dies bei exzentrisch rotierenden Flächen, beispielsweise einer Hublagerfläche, durchzuführen, muss somit auch die Auskrugung des Schwenkarmes jeweils verändert werden. Zu diesem Zweck besteht der Schwenkarm aus zwei wiederum gegeneinander verschwenkbaren Teilarmen.

Dies verändert jedoch nicht nur die Stellung des Auftreffwinkels des Meßprismas auf die zu vermessende Werkstückfläche, was die Ermittlung von Korrekturwerten und vor allem deren Zuordnung zu einer bestimmten Winkelstellung des Werkstückes in der Maschine erschwert. Zusätzlich ist jede der Schwenkachsen der Meßvorrichtung spielbehaftet, was die Genauigkeit des Meßergebnisses negativ beeinflusst.

15

III. Darstellung der Erfindung

a) Technische Aufgabe

20

Es ist daher die Aufgabe gemäß der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren sowie eine Vorrichtung zu schaffen, bei der die Konturprüfung, insbesondere die Rundheitsüberprüfung von Werkstücken und ggfs. auch die Hubhöhe von Hublagerzapfen von Kurbelwellen schnell und genau durchgeführt und die Ermittlung und Winkelzuordnung von Korrekturwerten für die Werkzeuge sehr einfach ist.

b) Lösung der Aufgabe

Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale der Ansprüche 1, 5 und 6 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen ergeben sich aus den Unteransprüchen.

WO 01/98847

PCT/EP01/06923

4

Dadurch, dass der Abstand eines zu vermessenden Punktes der Werkstückkontur von einem Bezugswert immer nur in einer bestimmten Richtung ermittelt wird, dies jedoch bei einer Vielzahl von Winkelstellungen des Werkstückes, ist eine ver-
5 gleichweise einfache Errechnung der Ist-Kontur des Werkstückes aus den Meß-
werten und auch die Bestimmung der Lage dieser Ist-Kontur zur Drehmitte mög-
lich. Entsprechend ist auch die Ermittlung von Korrekturwerten für die Werkzeug-
bewegungen möglich. Da die Meßvorrichtung dabei direkt am Werkzeugsupport,
insbesondere direkt am Grundkörper des Werkzeuges, befestigt ist, können keine
10 Ungenauigkeiten auftreten, die durch die Befestigung der Meßvorrichtung an ei-
nem anderen Teil der Werkzeugmaschine als dem Werkzeugsupport auftreten
würden.

Da das Werkstück dabei in der Bearbeitungs-Aufspannung verbleiben kann, ist
15 kein unerwünschter Einfluss durch Entspannen und Neuspannen gegeben.

Bei den Hublagerstellen einer Kurbelwelle wird somit die Ist-Kontur bestimmt und
damit nicht nur deren Rundheitsabweichung, sondern auch deren Abweichung
vom Sollhub.
20

Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass auch die bereits bearbeitete Kurbelwelle
auf diese Art und Weise mit den korrigierten Werkzeugeinstellungen nochmals mit
geringem Aufwand nachbearbeitet werden kann, da die Spannung des Werkstük-
kes ja beibehalten wurde.
25

Durch die einfache Zuordnung der Korrekturwerte zu den Winkelpositionen des
Werkstückes ist es auch mit geringem Aufwand möglich, für Winkelstellungen zwi-
schen gemessenen Meß-Winkelpositionen mittels Interpolation einen Korrek-
turwert zu ermitteln und zukünftig zu benutzen, und dadurch die Rundheit zu-
30 sätzlich zu verbessern.

WO 01/98847

PCT/EP01/06923

5

Dadurch, dass die Meßvorrichtung direkt am Werkzeugsupport angeordnet ist, geht das bei den Werkzeugsupporten in X- und ggf. in Y-Richtung vorhandene Spiel ebenfalls in das Meßergebnis ein. Es ist nicht nötig, unterschiedlich, einerseits bei der Meßvorrichtung und andererseits bei der Werkzeugeinheit vorhandenes, Spiel in den Schlittensystemen zu berücksichtigen.

Aus dem gleichen Grund wird der Meßtaster z. B. in Form einer Meßfläche, vorzugsweise auch in der gleichen Radialebene wie das Werkzeug, beispielsweise der Fräser, zwischen Werkzeug und Werkstück angeordnet. Vorzugsweise erfolgt die Positionierung auf der Verbindungslinie zwischen Werkzeugmittelpunkt und Werkstückmittelpunkt in dieser Radialebene, wobei die Meßfläche eine so große Erstreckung quer, vorzugsweise im rechten Winkel, zur Meßrichtung und quer, insbesondere rechtwinklig, zur Längsachse des Werkstückes, aufweist, dass in allen Winkellagen die zu vermessende, exzentrische Fläche von der Meßfläche abgetastet werden kann.

Dafür ist es natürlich notwendig, dass der Verlauf der Meßfläche zur Meßrichtung hinsichtlich seiner Winkelstellung exakt bekannt ist, also bei rechtwinkliger Anordnung dieser rechte Winkel exakt eingehalten ist.

20

Ferner ist der genaue Abstand der Meßfläche vom Werkzeugsupport, bzw. einen festen Punkt des Werkzeugsupportes, notwendig.

Sofern das zum Einsatz kommende Werkzeug kein rotierendes Werkzeug wie ein Scheibenfräser, sondern ein feststehendes Werkzeug wie etwa ein Drehmeißel ist, wird der Meßtaster, insbesondere dessen Meßfläche, auf der Verbindungslinie zwischen Werkstück, vorzugsweise dem Werkstückmittelpunkt, und der Schneide, angeordnet.

Grundsätzlich ist dabei eine Anordnung der Meßfläche möglichst nahe am Werkzeug zu bevorzugen.

WO 01/98847

PCT/EP01/06923

6

Weiterhin sollte sichergestellt sein, dass der Meßtaster mit einer definierten Kraft, die vorzugsweise einen bestimmten Maximalwert nicht überschreitet, aber auch einen bestimmten Minimalwert nicht unterschreitet, beim Messen am Werkstück anliegt, vor allem um ein Verwinden des Armes der Meßvorrichtung zu vermeiden, die das Meßergebnis unmittelbar verfälschen würde.

Die Meßrichtung kann dabei entweder radial gegen die Mitte bzw. den Krümmungsmittelpunkt der zu vermessenden, rotationssymmetrischen Werkstückfläche gerichtet sein, was insbesondere der Fall ist, wenn am Meßtaster eine Meßfläche zur Verfügung steht, deren Länge den gesamten Exzentrizitätsbereich der Fläche bezüglich der C-Achse entspricht. Die Meßrichtung kann jedoch auch eine Tangentialrichtung oder gegenüber der Tangentialrichtung radial nach innen versetzte Richtung sein, in der der Meßtaster am Werkstück vorbeigeführt wird, und dadurch von der Werkstückfläche radial nach außen bezüglich der Mitte der zu vermessenden Fläche gedrückt wird. Zu diesem Zweck kann der Meßtaster entweder verschwenkbar oder linear verschiebbar beweglich an der Meßvorrichtung befestigt sein, und es können insbesondere zwei einander gegenüberliegende Meßtaster an einer Meßvorrichtung vorhanden sein, um bei einem einzigen Meßvorgang zwei gegenüberliegende Punkte der Werkstückfläche gleichzeitig vermessen zu können.

c) Ausführungsbeispiele

Eine Ausführungsform gemäß der Erfindung ist im folgenden anhand der Figuren beispielhaft näher beschrieben. Es zeigen:

Fig. 1a: eine erfindungsgemäße Werkzeugmaschine mit Meßvorrichtung in der Frontansicht,

30

Fig. 1b: die Werkzeugmaschine gemäß Fig. 1a mit einer anderen Meßvorrichtung in gleicher Ansicht,

WO 01/98847

PCT/EP01/06923

7

- Fig 2a-c: Detaildarstellung der Meßvorrichtung entlang der Linie II-II,
- Fig. 3: eine Darstellung ähnlich der Figuren 2,
- 5 Fig. 4: einen Schnitt durch die zu vermessende rotationssymmetrische Fläche,
- Fig. 5: eine Detaildarstellung einer anderen Meßvorrichtung,
- 10 Fig. 6: eine Detaildarstellung einer weiteren Bauform der Meßvorrichtung, und
- Fig. 7: eine Detaildarstellung einer doppelten Meßvorrichtung.
- 15 Fig. 1 zeigt eine Kurbelwellenfräsmaschine mit Blick in Y-Richtung, also horizontal und quer zur Längserstreckung (Z-Richtung der Kurbelwelle).
- Die Kurbelwelle ist mit ihren beiden Enden, also auf ihrer Hauptlagerachse, in
- 20 Spannfuttern 21, 22 aufgenommen, die Bestandteil der synchron antreibbaren Spindelstöcke 23, 24 sind.
- Die Spindelstöcke 23, 24 sind auf dem Bett 20 angeordnet und können in Z-Richtung verschiebbar sein zur Aufnahme unterschiedlich langer Kurbelwellen.
- 25 Die Werkzeugmaschine weist zwei getrennte Bearbeitungseinheiten 25, 26 auf, die jeweils einen Z-Schlitten 29, 30 umfassen, welcher entlang von Längsführungen 33 in Z-Richtung verfahrbar ist.
- 30 Auf dem Z-Schlitten 29, 30 ist jeweils ein X-Schlitten 27, 28 in X-Richtung verfahrbar angeordnet.

WO 01/98847

PCT/EP01/06923

8

Auf den einander zugeordneten Stirnseiten der X-Schlitten 27, 28 ist jeweils ein Scheibenfräser 5, 6 drehend angetrieben, beispielsweise mittels jeweils eines Motors 31, 32 angeordnet.

- 5 Positions- und Bewegungsparameter sowohl der Kurbelwelle 1 als auch der Werkzeugeinheiten 5, 6 werden über eine Maschinensteuerung 35 gesteuert. Die entsprechenden Parameter können über eine Eingabeeinheit, beispielsweise eine Tastatur 36, verändert werden.
- 10 Dabei sind die Scheibenfräser 5, 6, also die Werkzeugeinheiten, nur in einer Querrichtung, nämlich der X-Richtung, bzgl. des Werkstückes 1 verfahrbar.

- Während der Bearbeitung rotiert die Kurbelwelle also das Werkstück 1, um die Z-Achse langsam, während der jeweilige rotierend angetriebene Scheibenfräser 5, 6
- 15 an einem der Hublager, z.B. H₁, oder auch an einem der Mittellager ML im Einsatz ist.

- Bei Einsatz an einem Hublager H ist wegen der Exzentrizität der Hublager eine ständige Nachführung des Fräasers 5 bzw. 6 in X-Richtung entsprechend der momentanen Drehlage des Werkstückes 1 notwendig. Entsprechend liegt auch der Kontaktpunkt zwischen Werkzeug und Werkstück nicht immer exakt auf Höhe der
- 20 durch die Mitte des Fräasers einerseits und die Rotationsachse des Werkstückes andererseits definierten Ebene, sondern je nach Drehlage der Kurbelwelle auch darüber oder darunter.

- 25 In Fig. 1 ist die linke Werkzeugeinheit 25 im Einsatz dargestellt, wobei also der Scheibenfräser 5 an der Hublagerstelle H₁ fräst. Beim Eintauchen kann dabei der Scheibenfräser 5 auch bereits die angrenzende Wangenseitenfläche gefräst haben. Vorzugsweise entspricht die Breite – in Z-Richtung gemessen – des Scheibenfräasers 5 etwa der Breite der zu bearbeitenden Lagerstelle.
- 30

WO 01/98847

PCT/EP01/06923

9

Während in Fig. 1 nur an der rechten Bearbeitungseinheit 26 eine Meßvorrichtung 1, wie im folgenden näher beschrieben, eingezeichnet ist, kann jede der Bearbeitungseinheiten mit einer solchen Meßvorrichtung ausgestattet sein, in der Praxis und aus Kostengründen und wegen der Vermeidung zusätzlicher Kalibrierungen wird in der Regel nur eine Meßvorrichtung an nur einer Bearbeitungseinheit vorhanden sein.

Die Meßvorrichtung 1 umfasst in Fig. 1a einen Meßarm 2, der zwischen einer Arbeitslage und einer Ruhelage verlagerbar ist.

10

Da der Meßarm 2 an der das Werkzeug unmittelbar tragenden Einheit, in diesem Falle also dem X-Schlitten 28, angeordnet ist, erfolgt die Verlagerung durch Verschwenken um eine Schwenkachse 3 gegenüber dem X-Schlitten 28. Die Schwenkachse 3 verläuft dabei quer, vorzugsweise rechtwinklig, zur Rotationsachse der Kurbelwelle 1, also zur Z-Richtung, und parallel oder quer, insbesondere rechtwinklig, zur Meßfläche 4 des Meßtasters.

Deshalb ist der Meßarm 2 auf der dem Werkstück zugewandten Seite des X-Schlittens 28 schwenkbar angeordnet. Am freien Ende des gekrümmten Meßarmes 2 ist ein Meßbalken 4' mit einer dem Werkstück zugewandten Meßfläche 4 angeordnet, die mit dem Meßarm 2 über einen Taster 7 verbunden ist. Der Meßbalken 4' kann somit mit Hilfe des X-Schlittens 28 eine Positionierbewegung 11 in der X-Richtung durchführen. Der Taster 7 ist in der Lage, Verlagerungen des Meßbalkens 4' in Meßrichtung 10, die mit der Positionierbewegung 11 identisch ist, der X-Richtung, aufzunehmen.

In Fig. 1a ist die Meßvorrichtung 1 in durchgezogenen Linien in der Arbeitslage dargestellt. Dabei befindet sich der Meßbalken 4' zwischen dem Scheibenfräser 6 und dem Werkstück. Durch Verschwenken um die Schwenkachse 3 kann der Meßarm 2 und damit die gesamte Meßvorrichtung 1 vollständig aus dem Arbeitsbereich des Scheibenfräasers 6 herausgeschwenkt werden in eine Ruhelage, in

30

WO 01/98847

PCT/EP01/06923

10

der sich vorzugsweise der Meßbalken 4' auf der von dem Scheibenfräser 6 abgewandten Seite des X-Schlittens 28 befindet.

Fig. 1b unterscheidet sich von der Fig. 1a dadurch, dass die Meßvorrichtung 1
5 nicht am X-Schlitten 28, sondern direkt an z. B. der Stirnfläche des rotierbaren Scheibenfräasers 6 angeordnet ist.

Bei stillstehendem Scheibenfräser 6 kann somit eine Positionierbewegung 11 mit Hilfe des X-Schlittens 28 in der X-Richtung vollzogen werden. Allerdings ist durch
10 Drehen des Scheibenfräasers 6 in eine definierte Drehlage zusätzlich eine Verlagerung der Meßvorrichtung 1 in Y-Richtung möglich. Die Meßvorrichtung in Fig. 1b umfasst wiederum einen Meßbalken 4', wie anhand Fig. 1a beschrieben, kann jedoch auch anders ausgebildet sein, wie im folgenden noch erläutert.

15 Fig. 4 zeigt in einer symbolhaften, übertriebenen Darstellung, wie die Ist-Kontur von der Soll-Kontur, wie sie nach dem Spanen bestehen sollte, abweichen kann: Die Ist-Kontur ist keine vollständige Kreiskontur, sondern weist lang- oder kurz-
20 wellige Erhebungen und Senken auf. In diese unregelmäßige Ist-Kontur kann ein maximal großer innerer Kreis KI hineingelegt werden und ein maximal kleiner äußerer Kreis KA außen angelegt werden, welche konzentrisch zueinander verlaufen und einerseits das Maß der Unrundheit in radialer Richtung bestimmen, sowie
25 andererseits das Ist-Zentrum der vorhandenen Werkstückkontur, welches in der Regel nicht mit dem Soll-Zentrum übereinstimmt.

Gerade bei der Ermittlung des Ist-Hubes gegenüber dem Soll-Hub der Hublagerstellen von Kurbelwellen überlagern sich beide Einflüsse, also die Unrundheit und die Abweichung des Ist-Zentrums vom Soll-Zentrum.

In den Figuren 2a-2c ist dargestellt, wie der Meßbalken 4' mit seiner Meßfläche 4
30 – wenn sich die Meßvorrichtung 1 in Arbeitslage befindet – durch Verfahren des X-Schlittens 28 in der Meßrichtung 10, z. B. der X-Richtung, gegen die zu vermessende Hublagerstelle H₁ verfahren wird, was in unterschiedlichen Meßposi-

WO 01/98847

PCT/EP01/06923

11

tionen, also Drehlagen, der Kurbelwelle und damit der Hublagerstelle H_1 , nacheinander durchgeführt wird:

5 In ihrer Y-Position befindet sich dabei der Meßbalken 4' mit seiner Meßfläche 4 immer in der gleichen Position.

Nur in zwei Drehlagen der Kurbelwelle 101 wird somit die Hublagerstelle H_1 gegen die Meßfläche 4 in deren Mitte, in der sie am Taster 7 gelagert ist, drücken.

10 In allen anderen Fällen wird der Kontaktpunkt außerhalb der Mitte der Meßfläche 4 liegen, jedoch vom Meßtaster 7 gleichwohl der Abstand des Kontaktpunktes zwischen der zu vermessenden Fläche, beispielsweise der Lagerfläche des Hublagers H_1 , und der Meßfläche 4 von einem definierten Punkt am Eckschlitten 28, beispielsweise der Rotationsachse des Scheibenfräasers 6, ermittelt werden.

15

Da zusätzlich auch seitens der Maschinensteuerung die Position der C-Achse, also die Drehlage der Kurbelwelle 101, der beim Vermessen nicht drehenden sondern stillstehenden Kurbelwelle 101 bekannt ist, und zusätzlich beim kontaktieren der zu vermessenden Fläche durch die Meßfläche 4 auch die X-Position des X-Schlittens 28, kann – da ja je nach Winkellage der Kurbelwelle auch jeweils ein anderer Punkt der Mantelfläche des Hublagerzapfens A_1 von der Meßfläche 4 kontaktiert wird – für jeden einzelnen Meßvorgang ermittelt werden, ob und wieviel die Ist-Position des Meßpunktes von der auf einer exakt runden Sollkontur liegenden Sollposition abweicht.

25

Daraus lässt sich für jede Drehlage der einzelnen Messpositionen ein Korrekturwert für die Werkzeugposition ermitteln, also ein Wert, um den in dieser Drehlage der Kurbelwelle das Werkzeug und damit der X-Schlitten 28 weiter oder weniger weit in X-Richtung gegen das Werkstück verfahren werden muss, um an dieser Stelle die Rundheit zu verbessern.

30

WO 01/98847

PCT/EP01/06923

12

Durch Erstellen von Korrekturwerten für jede einzelne Meßposition und sogar – mittels Interpolation – durch Ermitteln von Korrekturwerten zwischen den Messpositionen kann auf diese Art und Weise die Rundheit der rotationssymmetrischen Fläche, in diesem Fall des Hublagerzapfens H_1 , verbessert werden.

5

Eine besonders einfach Ermittlung der Korrekturwerte wird dann möglich, wenn die Meßfläche 4 keine ebene Fläche, sondern eine analog zur Werkzeugkontur bogenförmig gekrümmte Fläche ist, die in Meßrichtung 10 um einen bestimmten Wert – in der Arbeitslage – von der Werkzeugkontur beabstandet ist, wie dies in

10 Fig. 3 für eine Meßposition dargestellt ist.

Dies hat den Vorteil, dass wegen der Parallellage von Meßfläche 4a und der Kontur des Scheibenfräasers 6, der Kontaktpunkt der Meßfläche 4a am Hublagerzapfen 1 beim Messen derselbe Kontaktpunkt ist, wie beim Bearbeiten durch den

15 Fräser 6 in der gleichen Winkellage der Kurbelwelle 101. Für die Ermittlung des Korrekturwertes sind somit lediglich der X-Versatz zwischen Meßfläche 4a und Scheibenfräser 6 zu berücksichtigen.

Die Figuren 5-7 zeigen Meßvorrichtungen, die sich von den Lösungen der Figuren

20 2 dadurch unterscheiden, dass hier die Meßrichtung 10, also die geometrische Richtung, in der ein Meßwert ermittelt wird, nicht mit der Positionierbewegung 11 übereinstimmt, in der die Meßvorrichtung 1 zwecks Durchführung des Meßvorganges bewegt wird.

25 Bei der Lösung gemäß Fig. 5 ist die Meßvorrichtung 1 ebenfalls am X-Schlitten 28 befestigt, und wird mit dessen Hilfe bewegt. Die Positionierbewegung 11 stimmt somit mit der X-Richtung überein.

Der Meßarm 2, der die Meßspitze 8 trägt, ist jedoch entlang einer Führung 9 ver-

30 lagerbar, die in Y-Richtung verlaufend am X-Schlitten 28 befestigt ist. Diese Führung 9 mit nicht dargestellten, daran angeordneten Sensoren stellt somit den Meßtaster 7' dar, der entsprechend auch nur Verlagerungen des Meßarmes 2 in

WO 01/98847

PCT/EP01/06923

13

Meßrichtung 10, die dann die Y-Richtung ist, feststellen kann. Entsprechend kragt der Meßarm 2 quer zur Meßrichtung 10, nämlich in Richtung der Positionierbewegung 11, aus, und quer zu dem Meßarm ragt dessen Meßspitze 8 ab.

- 5 Durch Verfahren des Meßschlittens 28 in X-Richtung wird somit die Meßspitze 8 des Meßarmes 2, sofern sie auf die Kontur des zu vermessenden z. B. Hublagerzapfens H₁ trifft, von dessen Kontur in Meßrichtung 10 abgedrängt, und dadurch der Punkt der stärksten Auslenkung des Meßarmes 2 in Meßrichtung 10 in der zugrundeliegenden Drehlage des Werkstückes ermittelt. Für die Bestimmung eines Meßwertes in anderen Drehlagen des Werkstückes an derselben Werkstückkontur kann eine andere Grobpositionierung der Meßvorrichtung 1 an der Werkzeugeinheit in Y-Richtung notwendig werden.

- 15 Das Heranfahren der Meßspitze 8 in Richtung der Positionierbewegung kann bei Stillstand des Werkstückes, z. B. der Kurbelwelle, erfolgen, und somit mehrfach bei in unterschiedlichen Drehlagen stillgesetzter Kurbelwelle.

- 20 Das Vermessen kann jedoch auch bei drehendem Werkstück, z. B. drehender Kurbelwelle, erfolgen, wobei dann die Meßspitze 8 jedoch in Richtung der Positionierbewegung 11 mit der zu vermessenden Werkstückfläche in X-Richtung und ggf. auch grob in Y-Richtung nachgeführt werden muß. Dadurch kann zwar einerseits der gesamte Umfang der zu vermessenden Kontur vermessen werden, nachteilig könnte jedoch sein, daß der in Meßrichtung 10 nicht immer höchstliegende Punkt vermessen wird, beispielsweise weil eine vorher nicht bekannte Abweichung im Hinblick auf Rundheit oder Exzentrizitätslage der zu vermessenden Fläche vorlag.

- 30 Die Lösung gemäß Fig. 6 unterscheidet sich von derjenigen der Fig. 5 dadurch, dass hier der Meßarm 2 nicht linear verlagerbar, sondern bezüglich einer Schwenkachse 12, die quer zur Positionierbewegung 11 und parallel zur Z-Achse verläuft, verschwenkbar ist. Die daraus resultierende Meßrichtung der Meßspitze 8 ist somit ebenfalls keine Linearbewegung, sondern eine bogenförmige Bewe-

WO 01/98847

PCT/EP01/06923

14

gung. Aus dem Schwenkwinkel des Meßarmes 2 - welcher ebenfalls wie der Meßarm 2 der Fig. 6 in eine Null-Lage vorgespannt ist - läßt sich der Meßwert, nämlich der - in diesem Fall in die negative Y-Richtung - am weitesten vorstehende Punkt der Hublagerstelle H_1 - ebenfalls bestimmen, wofür selbstverständlich die Lage der Meßspitze 8 bezüglich der Schwenkachse 12 hinsichtlich Abstand und Winkel in der Ruhelage bekannt sein muß.

Fig. 7 zeigt eine Lösung ähnlich Fig. 6, die in zwei wesentlichen Punkten hiervon abweicht: Zum Einen ist die Meßvorrichtung 1 gemäß Fig. 6 hier doppelt, gespiegelt, ausgebildet. Die beiden Meßspitzen 8, 8' sind gegeneinander gerichtet, und daher in der Lage, die beiden Seiten einer kreisförmigen Werkstückkontur gleichzeitig zu vermessen. Dies wäre statt mit schwenkbaren Meßarmen 2, 2' auch mit linear verschiebbaren Meßarmen gemäß Fig. 5 möglich.

Zusätzlich ist die Meßvorrichtung 1 nicht am X-Schlitten 28, sondern direkt am scheibenförmigen, drehbaren Werkzeug, beispielsweise dem Scheibenfräser 6 gemäß Fig. 1, befestigt. Entsprechend kann durch Drehung des Werkzeuges WZ auch die Meßvorrichtung 1 zusätzlich in ihrer Y-Position verlagert werden, was jedoch auch eine Verlagerung der Winkellage des Meßarmes 2 bzw. 2' bezüglich seiner Schwenkachse 12 bzw. 12' nach sich zieht. Unabhängig davon ist die Positionierbewegung 11 immer die Bewegungsrichtung des die Einheit tragenden Schlittens, in diesem Fall aufgrund des X-Schlittens 28 die X-Richtung.

Eine solche doppelte Lösung halbiert den Zeitaufwand beim Vermessen einer rotationssymmetrischen Werkstückkontur auf die Hälfte, und vermeidet zusätzlich das Neupositionieren der gesamten Meßvorrichtung in einer anderen Y-Position beispielsweise am X-Schlitten 28, um die Veränderung der Y-Lage des zu vermessenden Hublagerzapfens, z. B. H_1 , bei Drehung der Kurbelwelle in die einzelnen Meßpositionen auszugleichen.

WO 01/98847

PCT/EP01/06923

15

BEZUGSZEICHENLISTE

5			
	1	Meßvorrichtung	17
	2	Meßarm	18
	3	Schwenkachse	25 19
	4	Meßfläche	20 Bett
10	4'	Meßbalken	21 Spannungsfutter
	5	Scheibenfräser	22 - " -
	6	- " -	23 Spindelstock
	7	Taster	30 24 - " -
	8	Meßspitze	25 Bearbeitungseinheit
15	9	Führung	26 - " -
	10	Meßrichtung	27 X-Schlitten
	11	Positionierbewegung	28 - " -
	12	Schwenkachse	35 29 Z-Schlitten
	13		30 - " -
20	14		31 Motor
	15		32 - " -
	16		101 Werkstück

WO 01/98847

PCT/EP01/06923

16

PATENTANSPRÜCHE

5

1. Verfahren zum Vermessen von Werkstücken (101) mit rotationssymmetrischen, zentrischen oder exzentrischen, Flächen, insbesondere an Kurbelwellen, und davon abhängigem, insbesondere automatischem, Korrigieren der Werkzeug-Sollpositionen bezüglich der Werkzeugmaschine für eine Vielzahl von Arbeitspunkten am Werkstück (101),
dadurch gekennzeichnet, daß
- mittels eines Meßtasters (7) nur der maximale Ist-Abstand der zu vermessenden Werkstück-Kontur, z. B. einer Hublagerfläche (H_1), in einer Messrichtung (10), z. B. der X-Richtung, von einem Bezugswert, z. B. der Drehmitte, für jede Meß-Winkelposition des Werkstückes (101) ermittelt wird,
 - für jede Meß-Winkelposition die gemessene Abweichung zwischen Ist-Abstand und Soll-Abstand ermittelt wird, und
 - wenigstens für die Meß-Winkelpositionen die jeweiligen Werkzeug-Sollpositionen automatisch um einen Korrekturwert, der aus der jeweiligen gemessenen Abweichung automatisch errechnet wird, korrigiert werden.

20

2. Verfahren nach Anspruch 1
dadurch gekennzeichnet, daß
das Werkstück (101) während der Vermessung in der Bearbeitungs-Aufspannung
verbleibt.

25

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet, daß
Korrekturwerte zusätzlich für zwischen den Meß-Winkelpositionen liegende Zwischenpositionen mittels Interpolation bestimmt und die Korrektur durchgeführt wird.

30

WO 01/98847

PCT/EP01/06923

17

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche
dadurch gekennzeichnet, daß
der Meßtaster (7) mit Hilfe des das Werkzeug direkt tragenden Schlittens (27,28)
oder des Werkzeuges (WZ) bewegt wird.
- 5
5. Verfahren zum spanenden Bearbeiten und zum Vermessen von Werkstücken (101) mit rotationssymmetrischen, zentrischen oder exzentrischen, Flächen, insbesondere an Kurbelwellen, und davon abhängigem insbesondere automatischem Korrigieren der Werkzeug-Sollpositionen bezüglich der Werkzeugmaschine
für eine Vielzahl von Arbeitspunkten am Werkstück (101),
dadurch gekennzeichnet, daß
- mittels eines Meßtasters (7) nur der maximale Ist-Abstand der zu vermessenden Werkstück-Kontur, z. B. einer Hublagerfläche (H_{1y} , in einer Messrichtung (10), z. B. der X-Richtung, von einem Bezugswert, z. B. der Drehmitte, für jede Meß-Winkelposition des Werkstückes (101) ermittelt wird,
 - für jede Meß-Winkelposition die gemessene Abweichung zwischen Ist-Abstand und Soll-Abstand ermittelt wird, und
 - wenigstens für die Meß-Winkelpositionen die jeweiligen Werkzeug-Sollpositionen automatisch um einen Korrekturwert, der aus der jeweiligen gemessenen Abweichung automatisch errechnet wird, korrigiert werden und
 - das Werkzeug nur in einer Richtung, insbesondere in der Meßrichtung (10) oder einer hierzu quer verlaufenden Positionierbewegung, verfahrbar ist.
6. Werkzeugmaschine mit
- wenigstens einer Spindel (23,24) zur Aufnahme und zum Drehantrieb des Werkstückes (101), um die Z-Achse auf Drehmitte,
 - wenigstens einer Bearbeitungseinheit (25,26) zur Bewegung des Werkzeuges, beispielsweise eines Scheibenfräasers (5,6), wenigstens in X-Richtung in Abhängigkeit von der Drehlage der Werkstückspindel (C-Achse) und
 - einer Meßvorrichtung (1), insbesondere Rundheits-Meßvorrichtung,
- dadurch gekennzeichnet, daß
die Meßvorrichtung (1) direkt am Werkzeugsupport angeordnet ist.

WO 01/98847

PCT/EP01/06923

18

7. Werkzeugmaschine nach Anspruch 6,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Meßvorrichtung (1) direkt am Werkzeug (WZ) des Werkzeug-Supports ange-
5 ordnet ist.
8. Werkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche
dadurch gekennzeichnet, daß
die Meßvorrichtung (1) direkt an den das Werkzeug (WZ) unmittelbar tragenden
10 X-Schlitten (27,28) angeordnet ist.
9. Werkzeugmaschine nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet, daß
die Meßvorrichtung (1) am Werkzeugsupport befestigt und zwischen einer Ar-
15 beitslage und einer Ruhelage insbesondere automatisch verlagerbar, ins-
besondere verschwenkbar, ist.
10. Werkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Vorrichtungsan-
sprüche,
20 dadurch gekennzeichnet, daß
die Meßvorrichtung (1) eine Meßfläche (4) am Meßbalken (4') und damit am
Meßtaster (7) aufweist, welche im rechten Winkel zur Z-Achse und im rechten
Winkel zur Meßrichtung (10), die insbesondere die X-Richtung ist, ausgerichtet ist.
- 25 11. Werkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Vorrichtungsan-
sprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
der Meßtaster (7) mit der Meßfläche (4) in einer definierten, festen Position zum
Werkzeugsupport in Meßrichtung (10) angeordnet ist.
- 30

WO 01/98847

PCT/EP01/06923

19

12. Werkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Vorrichtungsan-
sprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
bei Verwendung eines Scheibenfräasers (5,6) als Werkzeug die Meßfläche (4,4a)
5 in der Ebene des scheibenförmigen Grundkörpers des Werkzeuges (WZ) oder
hierzu axial versetzt, radial außerhalb des Scheibenfräasers (5,6) in der Arbeitspo-
sition angeordnet ist.
13. Werkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Vorrichtungs-
10 ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
bei verschwenkbarem Meßarm (2) der Meßarm (2) um eine Schwenkachse (3)
verschwenkbar ist, die quer zur Meßrichtung (10) und quer zur Z-Richtung ver-
läuft.
- 15 14. Werkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Vorrichtungsan-
sprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß
das Werkzeug ein Drehrevolver oder Drehräumrevolver ist und die Meßfläche in
20 der Ebene des Revolvers radial außerhalb der Werkzeuge in der Arbeitsposition
angeordnet ist.
15. Werkzeugmaschine nach einem der vorhergehenden Vorrichtungsan-
sprüche,
25 dadurch gekennzeichnet, daß
die Meßfläche z.B. 4a mit ihrer Kontur parallel zu der in Meßrichtung weisenden
Außenkontur des zugeordneten Werkzeuges geformt und angeordnet ist.

WO 01/98847

PCT/EP01/06923

1 / 11

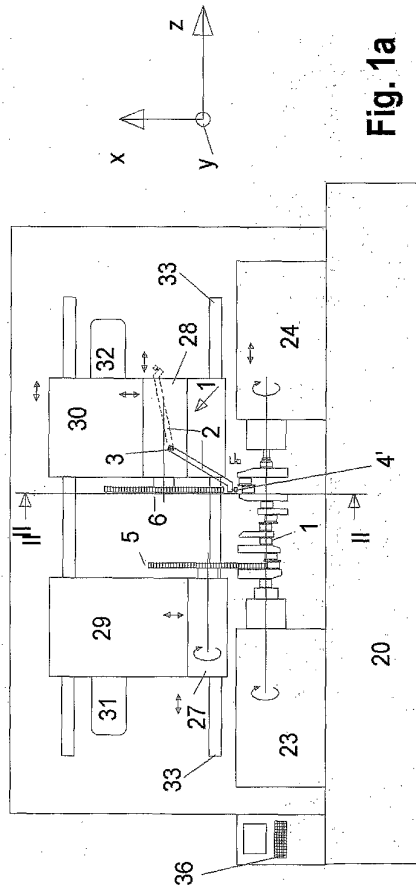
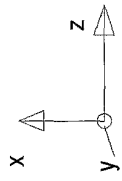
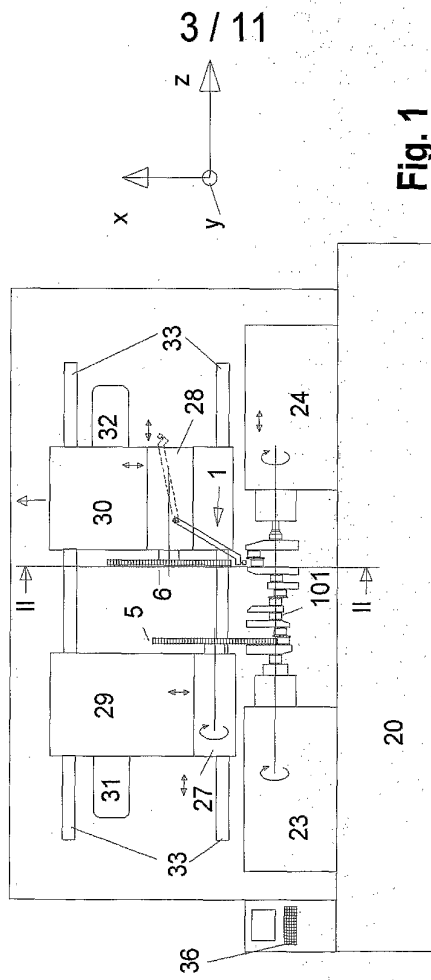


Fig. 1b



WO 01/98847

PCT/EP01/06923



WO 01/98847

PCT/EP01/06923

4 / 11

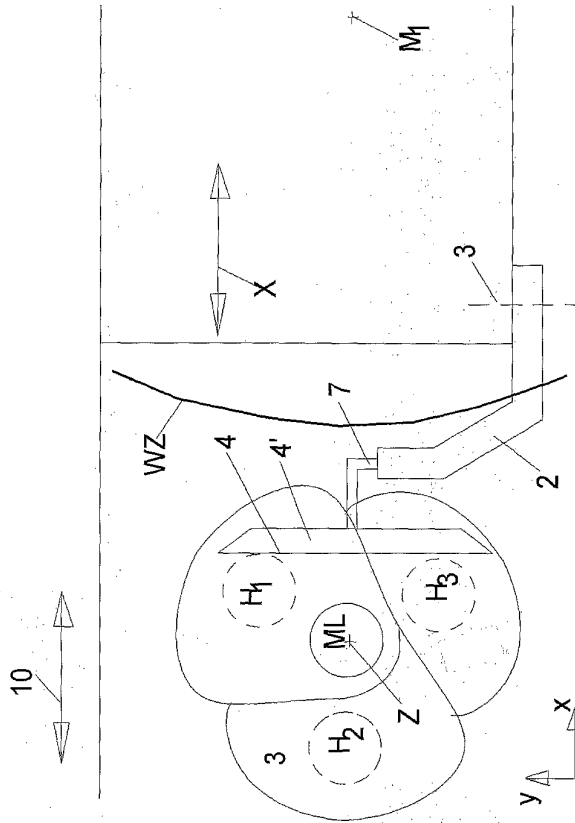


Fig. 2a

WO 01/98847

PCT/EP01/06923

5 / 11

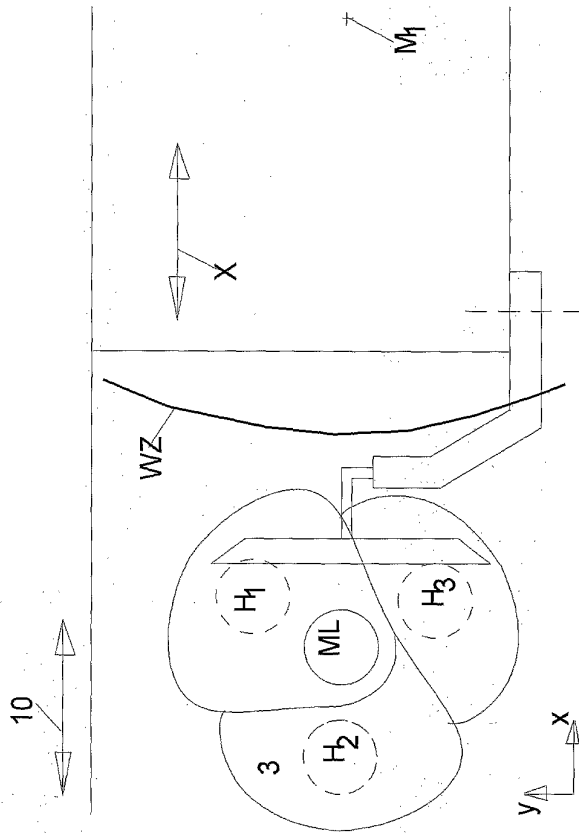


Fig. 2b

WO 01/98847

PCT/EP01/06923

6/11

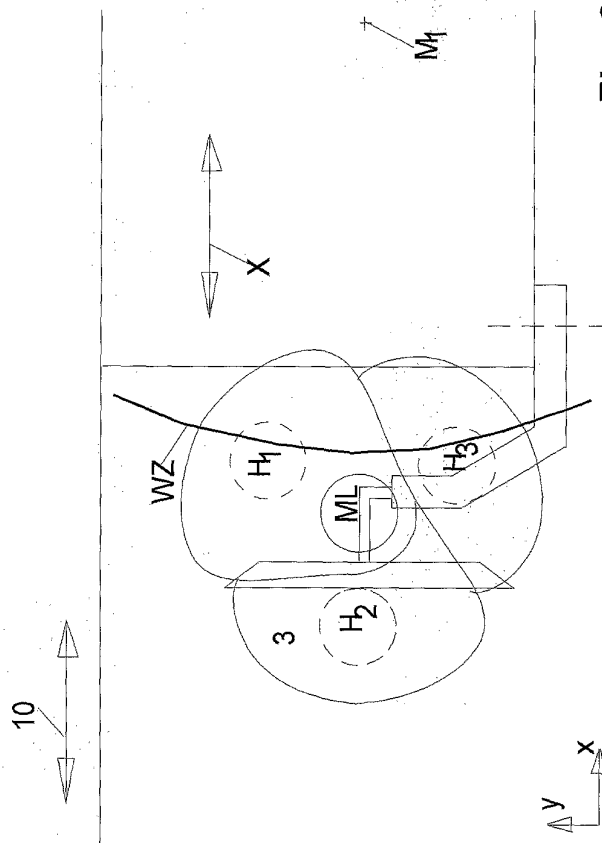


Fig. 2c

WO 01/98847

PCT/EP01/06923

7 / 11

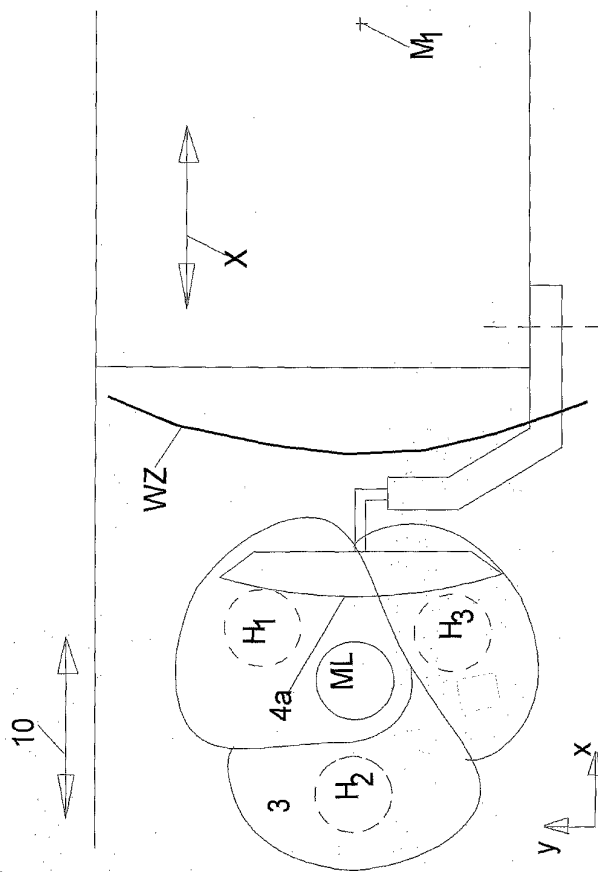


Fig. 3

WO 01/98847

PCT/EP01/06923

8/11

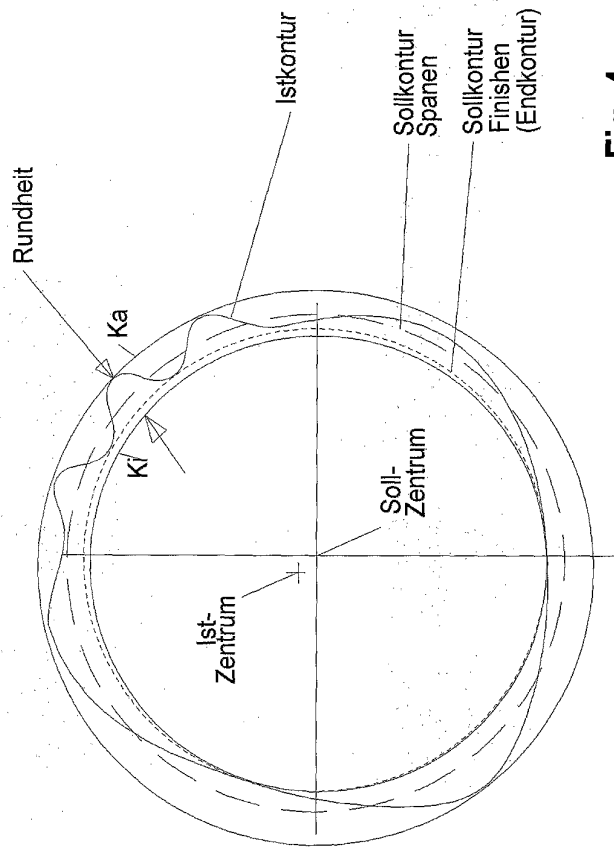


Fig. 4

WO 01/98847

PCT/EP01/06923

9 / 11

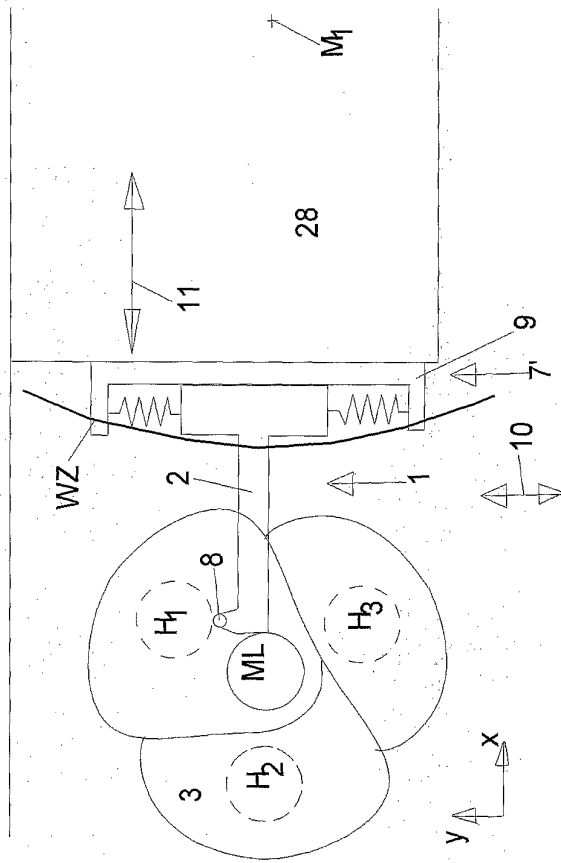


Fig. 5

WO 01/98847

PCT/EP01/06923

10 / 11

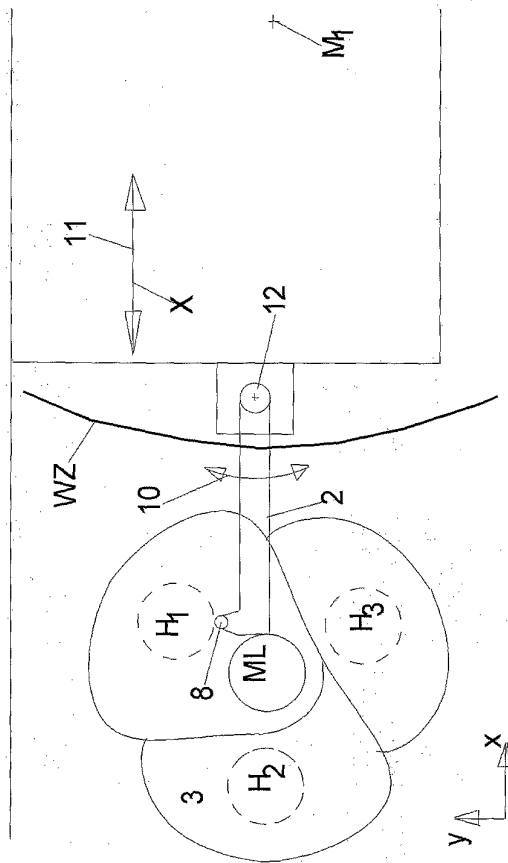
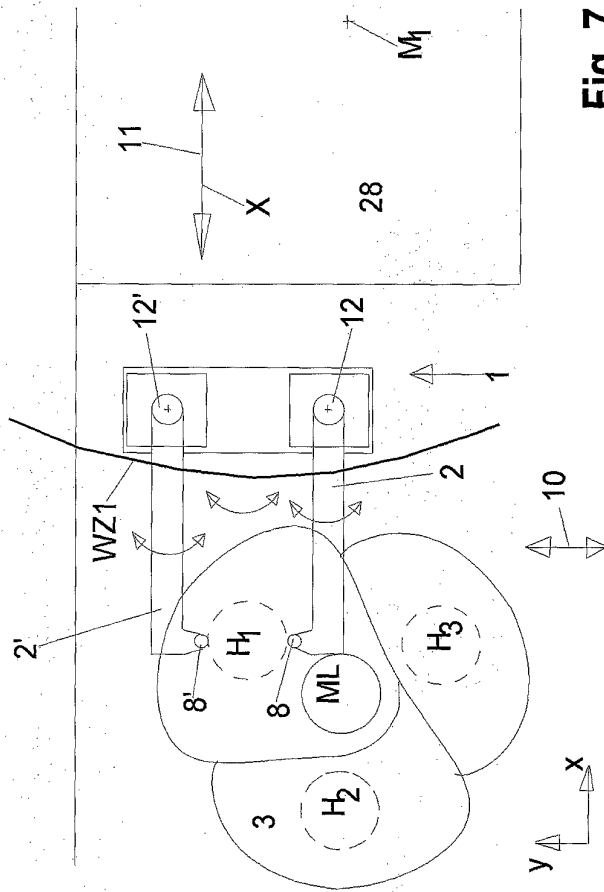


Fig. 6



【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
27. Dezember 2001 (27.12.2001)

PCT

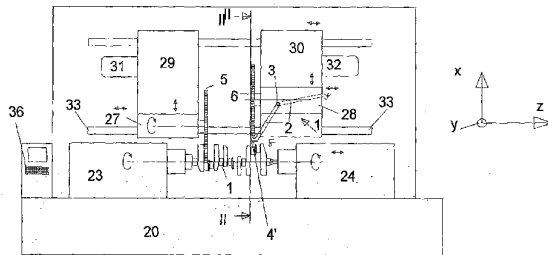
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 01/098847 A3

- (51) Internationale Patentklassifikation: G05B 19/18, 19/401 (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): KAISER, Hans-Jürgen [DE/DE]; Alte Gasse 10, 73072 Donzdorf (DE).
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP01/06923 (74) Anwalt: HANSMANN & VOGESER; Albert-Rosshaupter-Str. 65, 81369 München (DE).
- (22) Internationales Anmeldedatum: 19. Juni 2001 (19.06.2001) (81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.
- (25) Einreichungssprache: Deutsch (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).
- (30) Angaben zur Priorität: 100 30 087.1 19. Juni 2000 (19.06.2000) DE Veröffentlicht: mit internationalem Recherchenbericht
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): BOEHRINGER WERKZEUGMASCHINEN GMBH [DE/DE], Stuttgarter Str. 50, 73033 Göppingen (DE). (88) Veröffentlichungsdatum des internationalen Recherchenberichts: 18. September 2003

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR MEASURING AND MACHINING WORKPIECES

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUM VERMESSEN UND BEARBEITEN VON WERKSTÜCKEN



(57) Abstract: The invention relates to a method and a device for machining workpieces comprising rotationally symmetrical, especially eccentrically rotationally symmetrical surfaces, for example the lift bearing positions of crankshafts. The contour test, especially the workpiece roundness test, and optionally also the lifting height of crankshaft journals, is carried out quickly and precisely, and the determination and angle assignment of correction values for the tools are very simple. The maximum actual distance of the workpiece contour to be measured in a measuring direction of a reference value, for example the centre of rotation, is determined by means of a measuring tracer for each measuring angular position of the workpiece; the measured difference between the actual distance and the nominal distance is determined for each measuring angular position; and the respective tool nominal positions are automatically corrected, at least for the measuring angular positions, by a correction value which is calculated automatically from the respective measured difference.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 01/098847 A3

WO 01/098847 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: Verfahren sowie eine Vorrichtung für die spanende Bearbeitung von Werkstücken mit rotationsymmetrischen, insbesondere exzentrisch rotationsymmetrischen, Flächen, beispielsweise die Hublagerstellen von Kurbelwellen, bei der die Konturprüfung, insbesondere die Rundheitsüberprüfung von Werkstücken und ggf. auch die Hubhöhe von Hublagerzapfen von Kurbelwellen schnell und genau durchgeführt und die Ermittlung und Winkelzuordnung von Korrekturwerten für die Werkzeuge sehr einfach ist, wobei mittels eines Messtasters der maximale Ist-Abstand der zu vermessenden Werkstück-Kontur in einer Messrichtung von einem Bezugswert, z.B. der Drehmitte, für jede Mess-Winkelposition des Werkstückes ermittelt wird, für jede Mess-Winkelposition die gemessene Abweichung zwischen Ist-Abstand und Soll-Abstand ermittelt wird, und wenigstens für die Mess-Winkelpositionen die jeweiligen Werkzeug-Sollpositionen automatisch um einen Korrekturwert, der aus der jeweiligen gemessenen Abweichung automatisch errechnet wird, korrigiert werden.

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		Int'l Application No. PCT/EP 01/06923
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 G05B19/18 G05B19/401		
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 G05B B23Q		
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) EPO-Internal, PAJ		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 387 327 A (KRALOWETZ JOHANNA ET AL) 7 June 1983 (1983-06-07) column 3, line 39 -column 6, line 36	1,5
A	US 4 384 333 A (MAECKER KURT) 17 May 1983 (1983-05-17) column 12, line 24 -column 13, line 41	1,5
X	EP 0 314 333 A (OCN PPL S P A) 3 May 1989 (1989-05-03) the whole document	6-9
X	FR 2 024 635 A (PHILIPS NV) 28 August 1970 (1970-08-28) the whole document	6-9
-/--		
☒ 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 "A" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 25 February 2003		Date of making of the international search report 14 03. 2003
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5618 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040; Tx. 31 651 epo nl, Fax. (+31-70) 340-3015		Authorized officer Hauser, L

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		Inte at Application No PCT/EP 01/06923
C (Continuation) 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. 008, no. 270 (M-344), 11 December 1984 (1984-12-11) & JP 59 142045 A (HITACHI SEISAKUSHO KK), 15 August 1984 (1984-08-15) abstract	6-8
X	US 4 576 069 A (BAZUIN JOHANNES) 18 March 1986 (1986-03-18) the whole document	6
X	US 4 382 215 A (BARLOW ALLAN R ET AL) 3 May 1983 (1983-05-03) the whole document	6

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

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. EP01/06923
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:		
On the basis of the prior review under PCT Rule 40.2(e), no additional fees are to be refunded.		
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.:
Remark on Protest		☒ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest. ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
EP01/06923

On the basis of the prior review under PCT Rule 40.2(e), no additional fees are to be refunded.

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

1. Claims 1-5, 10-15

method of measuring workpieces wherein the maximum actual spacing of the contour is determined and deviations are corrected.

2. Claims 6-9

machine tool with at least one spindle and one machining unit, a measuring apparatus being disposed directly on the tool support.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No.

PCT/EP 01/06923

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4387327 A	07-06-1983	AT 351110 B	10-07-1979
		AT 473477 A	15-12-1978
		DE 2825925 A1	11-01-1979
		FR 2397000 A1	02-02-1979
		GB 2000610 A, B	10-01-1979
		JP 54017583 A	08-02-1979
US 4384333 A	17-05-1983	DE 2822346 A1	29-11-1979
		DD 143508 A5	27-08-1980
		FR 2426534 A1	21-12-1979
		GB 2024688 A, B	16-01-1980
		IT 1115196 B	03-02-1986
		JP 54153394 A	03-12-1979
EP 0314333 A	03-05-1989	IT 1211395 B	18-10-1989
		EP 0314333 A2	03-05-1989
FR 2024635 A	28-08-1970	NL 6817197 A	02-06-1970
		BE 742426 A	28-05-1970
		DE 1959962 A1	18-06-1970
		FR 2024635 A5	28-08-1970
JP 59142045 A	15-08-1984	JP 1726802 C	19-01-1993
		JP 3019023 B	14-03-1991
US 4576069 A	18-03-1986	NONE	
US 4382215 A	03-05-1983	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT		Inte. Aktenzeichen PCT/EP 01/06923
A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES IPK 7 G05B19/18 G05B19/401		
Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierte Mindestprüfzettel (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 7 G05B B23Q		
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfzettel gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal, PAJ		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Beitr. Anspruch Nr.
A	US 4 387 327 A (KRALOWETZ JOHANNA ET AL) 7. Juni 1983 (1983-06-07) Spalte 3, Zeile 39 -Spalte 6, Zeile 36	1,5
A	US 4 384 333 A (MAECKER KURT) 17. Mai 1983 (1983-05-17) Spalte 12, Zeile 24 -Spalte 13, Zeile 41	1,5
X	EP 0 314 333 A (OCN PPL S P A) 3. Mai 1989 (1989-05-03) das ganze Dokument	6-9
X	FR 2 024 635 A (PHILIPS NV) 28. August 1970 (1970-08-28) das ganze Dokument	6-9
	--- -/-	
☒ 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 "I" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung beeinträchtigt 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 der Erfindung zugrundeliegenden Prinzipien 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 erfindungsfähiger Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindungsfähiger 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 "Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 25. Februar 2003		Abwendedatum des internationalen Recherchenberichts 14.03.2003
Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-3340, Tx. 31 651 epo nl, Fax. (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bevollmächtigter Hauser, L

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

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT		Int. Aktenzeichen PCT/EP 01/06923
C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Beitr. Anspruch Nr.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 008, no. 270 (M-344), 11. Dezember 1984 (1984-12-11) & JP 59 142045 A (HITACHI SEISAKUSHO KK), 15. August 1984 (1984-08-15) Zusammenfassung	6-8
X	US 4 576 069 A (BAZUIN JOHANNES) 18. März 1986 (1986-03-18) das ganze Dokument	6
X	US 4 382 215 A (BARLOW ALLAN R ET AL) 3. Mai 1983 (1983-05-03) das ganze Dokument	6

Formblatt PCTISA210 (Fortsetzung von Blatt 2) (Juli 1992)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT	nationales Aktenzeichen PCT/EP 01/06923
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) abgeteilt 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 Aufgrund des Ergebnisses der vorläufigen Überprüfung gemäß Regel 40.2(e) PCT sind keine zusätzlichen Gebühren zu erstatten. 1. ☒ Da der Anmelder alle erforderlichen zusätzlichen Recherchengebühren rechtzeitig entrichtet hat, erstreckt sich dieser internationale Recherchenbericht auf alle recherchierten Ansprüche. 2. ☐ Da für alle recherchierten Ansprüche die Recherche ohne einen Arbeitsaufwand durchgeführt werden könnte, 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 enthalten: Bemerkungen hinsichtlich eines Widerspruchs ☒ Die zusätzlichen Gebühren wurden vom Anmelder unter Widerspruch gezahlt. ☐ Die Zahlung zusätzlicher Recherchengebühren erfolgte ohne Widerspruch.	

Internationales Aktenzeichen PCT/EP 01 06923

WEITERE ANGABEN	PCT/ISA/ 210
Die internationale Recherchenbehörde hat festgestellt, daß diese internationale Anmeldung mehrere (Gruppen von) Erfindungen enthält, nämlich: 1. Ansprüche: 1-5 10-15 Verfahren zum Vermessen von Werkstücken wobei der maximale Ist-Abstand der Kontur ermittelt wird und Abweichungen korrigiert werden 2. Ansprüche: 6-9 Werkzeugmaschine mit wenigstens einer Spindel und einer Bearbeitungseinheit wobei eine Messvorrichtung direkt am Werkzeugsupport angeordnet ist	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichung die zur selben Patentfamilie gehören

Info
als Aktenzeichen
PCT/EP 01/06923

Im Recherchenbericht angeführtes Patendokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4387327 A	07-06-1983	AT 351110 B AT 473477 A DE 2825925 A1 FR 2397000 A1 GB 2000610 A , B JP 54017583 A	10-07-1979 15-12-1978 11-01-1979 02-02-1979 10-01-1979 08-02-1979
US 4384333 A	17-05-1983	DE 2822346 A1 DD 143508 A5 FR 2426534 A1 GB 2024688 A , B IT 1115196 B JP 54153394 A	29-11-1979 27-08-1980 21-12-1979 16-01-1980 03-02-1986 03-12-1979
EP 0314333 A	03-05-1989	IT 1211395 B EP 0314333 A2	18-10-1989 03-05-1989
FR 2024635 A	28-08-1970	NL 6817197 A BE 742426 A DE 1959962 A1 FR 2024635 A5	02-06-1970 28-05-1970 18-06-1970 28-08-1970
JP 59142045 A	15-08-1984	JP 1726802 C JP 3019023 B	19-01-1993 14-03-1991
US 4576069 A	18-03-1986	KEINE	
US 4382215 A	03-05-1983	KEINE	

Formblatt PCT/ISA210 (Anhang Patentfamilie)(Juli 1992)

フロントページの続き

(72)発明者 ハンスーユルゲン カイサー

ドイツ連邦共和国, 7 3 0 7 2 ドンツドルフ, アルテ ガッセ 1 0

Fターム(参考) 3C001 KA01 KB01 KB04 TA02 TB03

3C022 CC02 CC06

3C029 AA02

5H269 AB02 AB05 AB26 BB03 CC02 EE05 FF05 FF06