

(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2014-530115

(P2014-530115A)

(43) 公表日 平成26年11月17日(2014.11.17)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B 2 3 P 13/00 (2006.01)	B 2 3 P 13/00	3 C 0 2 2
B 2 3 C 3/06 (2006.01)	B 2 3 C 3/06	3 C 0 4 3
B 2 3 B 5/18 (2006.01)	B 2 3 B 5/18	3 C 0 4 5
B 2 3 P 23/02 (2006.01)	B 2 3 P 23/02	A
B 2 3 P 23/04 (2006.01)	B 2 3 P 23/04	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 25 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2014-530267 (P2014-530267)
 (86) (22) 出願日 平成24年9月18日 (2012. 9. 18)
 (85) 翻訳文提出日 平成26年5月1日 (2014. 5. 1)
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2012/068311
 (87) 国際公開番号 W02013/038025
 (87) 国際公開日 平成25年3月21日 (2013. 3. 21)
 (31) 優先権主張番号 102011113757.6
 (32) 優先日 平成23年9月18日 (2011. 9. 18)
 (33) 優先権主張国 ドイツ (DE)

(71) 出願人 514058669
 エムアーゲー イーアーエス ゲーエムベ
 ーハー
 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
 ーセ 50
 (74) 代理人 110001416
 特許業務法人 信栄特許事務所
 (72) 発明者 シュライバー レオ
 ドイツ連邦共和国 73529, シュベピ
 シュ グムンド, フィルスタル シュトラ
 ーセ 58

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 工作物を仕上げるための方法及び装置

(57) 【要約】

本発明によれば、特に、荒削り後及び特に焼き入れ後に特にクランクシャフトの材料除去加工のプロセスチェーンを短縮するために、第1工程として周囲旋削フライス削りと、その後の第2工程として乾式研削の組み合わせを特に提案する。

【選択図】 図1 a

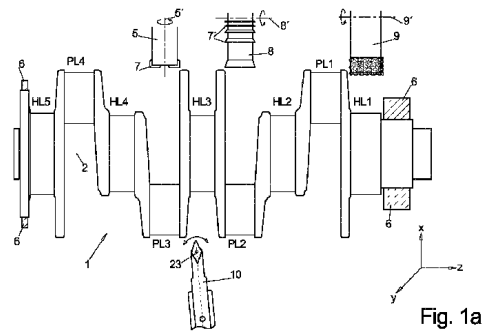


Fig. 1a

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

回転対称及び必要に応じて非回転対称、同心及び必要に応じて偏心の周面及び隣接する側面を有する工作物、特にクランクシャフトの仕上げ加工に使用される方法であって、

前記周面の荒削り加工とその後の任意の部分的な焼き入れ後に、前記周面の微細加工は、規定切刃による前記第 1 の微細加工工程の直後に、乾式研削又は微細乾式研削が行なわれ、規定切刃による第 1 の微細加工工程で、 $25\ \mu\text{m}$ の精度の真円度と $30\ \mu\text{m}$ の精度の直径になるように行なわれる方法。

【請求項 2】

同心及び必要に応じて偏心した回転対称及び必要に応じて非回転対称の周面、及び隣接側面を有する工作物、特にクランクシャフトを仕上げるために使用される方法であって、前記周面の微細加工が、前記周面のチップ除去荒削りとその後の任意の部分焼き入れ後に、

外フライス削り又は直交フライス削りの形態の旋削フライス削り、又は、特に一点旋削の形態の旋削と、による規定切刃による第 1 の微細加工工程と、

必要に応じて、乾式研削、タンジェンシャル旋削、寸法形状仕上げの荒削り工程、一点旋削による工程、又は、刃が $5\ \mu\text{m}$ より正確に位置決めされた旋削フライス削りによる工程と、による、微細中間工程と、

微細乾式研削、特に寸法形状仕上げの微細工程の仕上げ、又は、特に前記電極 (PCM) のパルス負荷による電気化学エッチング (ECM) による、第 2 の微細加工工程と、

必要に応じて、レーザ衝撃、又は、電気化学エッチング (ECM) による、空隙の表面を構造化するための微細完了工程と、によって行われる方法。

【請求項 3】

外フライス削り又は直交フライス削りの形態の旋削フライス削りが、第 1 の微細加工工程として使用される、請求項 1 ~ 2 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 4】

乾式研削後に、第 2 の微細加工工程が、電気化学エッチング (ECM) のための仕上げにより行なわれる、請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 5】

前記第 1 の微細加工工程の直後の微細乾式研削のために、前記第 1 の微細加工工程において、真円度の精度が $15\ \mu\text{m}$ 以上、直径の精度が $15\ \mu\text{m}$ 以上になるように機械加工が行われ、微細乾式研削後にバンド仕上げが行なわれない、請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 6】

微細完成工程が、レーザ衝撃によって行われ、かつ / 又は前記加工物への空隙の導入が、ECMによって行われる、請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 7】

機械加工が、例えば内燃機関で使用されるときに前記主負荷が適用される前記軸受の前記周面部分だけに、ECMかつ / 又はバンド仕上げによって行われる、請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 8】

前記第 1 の微細加工工程が、規定切刃によって行われ、乾式研削及び / 又は微細乾式研削及び / 又は仕上げが、同一機械で、前記工作物の同一締付け工程で行われる、請求項 1 ~ 7 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 9】

前記第 1 の微細加工工程の外フライス削り又は直交フライス削りによる乾式研削及び / 又は微細乾式研削及び / 又は旋削フライス削りが、前記工作物の様々な機械加工位置で同時に行われる、請求項 1 ~ 8 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 10】

前記第 1 の微細機械加工工程として外フライス削りが実行されるときの前記ディスクカ

10

20

30

40

50

ッターの直径に少なくとも対応する、前記乾式研削または微細乾式研削のための直径が選択され、または、最大でも20%より大きい研削ディスクの直径が選択される、請求項1から9のいずれか一項に記載の方法。

【請求項11】

前記研磨ディスクの速度及び/又は切削速度が、ディスクカッターの値の最大3倍、より好ましくは最大2倍であり、ディスクカッターと研削ディスクに同一形状の支持体が使用される、請求項1～10のいずれか一項に記載の方法。

【請求項12】

前記第1の微細加工工程が、
 一点旋削によって主軸受(HL)を機械加工することと、
 周面フライス削りの形態の旋削フライス削りによってリフト軸受又はロッド軸受(PL)を機械加工する工程とを含み、
 前記旋削フライス削りが、150～400m/分の切削速度を使用し、かつ/又は機械加工が、仕上げ又はECMが行われるときに、真円度が10μm以上の精度、直径が10μmの精度になるまで行われ、
 一点旋削は、250～400m/分の切削速度を使用し、かつ/又は機械加工は、真円度が少なくとも10μm以上の精度、直径が10μm以上の精度になるまで行われる、請求項1～11のいずれか一項に記載の方法。

10

【請求項13】

前記第2の微細加工工程が、電気化学エッチング(ECM)の場合に、電極が、その有効面上に規定の分布の突起を有し、前記突起は、前記工作物表面に空隙を導入するために、最大10μm、好ましくは最大6μm、より好ましくは最大2μmの高さを有する、請求項1～12のいずれか一項に記載の方法。

20

【請求項14】

複数工程仕上げが前記最終仕上げ工程後のレーザ衝撃を含む、請求項1～13のいずれか一項に記載の方法。

【請求項15】

直交フライス削りが、円周に沿って不均等に分散されている1～10個の切刃、特に4～6個の切刃を備えたカッターを使用する、請求項1～14のいずれか一項に記載の方法。

30

【請求項16】

フライス削りが、例えばウェッジシステムによって前記ツールのベース要素に対して5μm以上の微調整を容易にする切刃付きツールを使用する、請求項1～15のいずれか一項に記載の方法。

【請求項17】

直交フライス削りが、前記係合カッターを、Y方向に、その直径の少なくとも20%、好ましくは少なくとも50%、特に最大60%前進させることを含み、前記工作物が、その期間中に少なくとも5回転、好ましくは少なくとも10回転、より好ましくは少なくとも20回転する、請求項1～16のいずれか一項に記載の方法。

【請求項18】

直交フライス削りが、前記工作物の速度の少なくとも80倍、より好ましくは少なくとも100倍、より好ましくは少なくとも130倍の前記直交カッターの速度で行なわれる、請求項1～17のいずれか一項に記載の方法。

40

【請求項19】

前記フライスカッターの切刃が、0.2μm～0.5μmの粗粒による微小粒度硬質合金から作成された、請求項1～18のいずれか一項に記載の方法。

【請求項20】

電気化学エッチング(ECM)が、最大30μm、好ましくは20μmのみ、より好ましくは10μmのみ、かつ特に少なくとも5μmの材料除去を含む、請求項1～19のいずれか一項に記載の方法。

50

【請求項 2 1】

第 1 の微細加工工程で、リフト軸受とロッド軸受が、同一締め付け工程、特に先に行われる粗機械加工と同じ締め付け工程で機械加工され、特に前記クランクシャフトが前記フランジ及びピニオンで締め付けチャックによって支持されている、請求項 1 ~ 2 0 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 2 2】

前記第 2 の微細加工工程で、前記クランクシャフトがそれぞれ、第 1 の工程で既に微細加工された軸受に垂直支持によって支持されており、

前記垂直支持が、機械加工される前記軸受のすぐ隣りにある主軸受で行なわれ、

最終微細加工工程で、前記機械加工された軸受に形成された前記垂直支持の刻印が除去され、前記支持が、常に、この最終工程で前進方向に側面で提供される、請求項 1 ~ 2 1 のいずれか一項に記載の方法。

10

【請求項 2 3】

前記第 1 の微細加工工程で、中心軸受とリフト軸受に加えて、前記フランジと前記ピニオンも機械加工され、前記クランクシャフトが、機械加工位置に近い端で、特に反対側で後退した締め付けチャックの芯出し先端によって支持され、他の側で締め付けチャック内に支持された、請求項 1 ~ 2 2 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 2 4】

回転対称及び必要に応じて非回転対称、同心及び必要に応じて偏心の周面及び隣接する側面を有する工作物、特にクランクシャフトを仕上げるために使用される旋盤であって、

20

機械ベッド(11)と、

締め付けチャック(13)を備えた主軸台(12)と、

締め付けチャック(13)を有する反対の主軸台(14)と、

制御されたC軸と、

少なくとも1つの垂直支持体と、

ディスクカッター又は直交カッターを備え、前記直交カッターがX軸に加えてY軸を有する旋削ユニット又はフライス削りユニットと、

研磨ユニットと、

必要に応じて、仕上げユニット及びノ又はC軸のまわりに回転する研磨ディスク(9)とを有する旋盤。

30

【請求項 2 5】

前記旋盤が、前記工作物の周面にインパクトを与えるレーザユニットを含み、及びノ又は、

アクティブ化及び非アクティブ化可能な測定ユニット(22)とを有する、請求項 2 4 に記載の旋盤。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、回転対称及び非回転対称構成要素、特にクランクシャフト及び大量生産品に関する。本発明は特に、更なる材料除去なしにクランクシャフトをエンジン内に取り付けることができる「使用状態」に、クランクシャフトの(クランクピン軸受及びジャーナル軸受の)軸受面を機械加工するための方法及び装置に関する。

40

【0002】

軸受面は、包絡面、したがって軸受の幅と、いわゆるトランサム面、例えば軸支持に使用される軸受幅に隣接した面である。

【背景技術】

【0003】

クランクシャフト、特に多数のシリンダを有する自動車エンジン用のクランクシャフトは、機械加工の際に不安定であり、したがって加工し難い工作物であることが知られてい

50

る。完成したクランクシャフトの寸法適合性の決定は、主に、軸方向の軸受幅に加えて、以下のパラメータを評価することにより提供される。

【 0 0 0 4 】

- 直径偏移が、軸受ピニオンの所定の公称径からの最大偏移と等しい。
- 真円が、外側及び内側包絡円の距離によって決まる軸受ピンの円基準形状からの巨視的偏移と等しい。
- 偏心が、回転軸受の偏心及び / 又は理想的円形状からの軸受の形状偏差によって生じる回転工作物の半径寸法偏移と等しい。
- 個々の粗さによって表わされる粗さ R_z = 軸受の表面の微小粗さを表す計算値。
- 支持部分 = 接触反対面と接触し更にクランクピン軸受のための微視的表面構造の支持面部分。
- ストローク偏移 = 公称ストロークからの実ストロークの寸法偏移 (クランクジャーナルの実中心からクランクピンの実中心までの距離)。
- 角度偏移 = ジャーナル軸に対するクランクピンの実角度位置のその公称角度位置からの偏移。また、ストロークに対して円周方向に提供された角度又は長手方向寸法として指定された残りのクランクピンの角度位置に対する偏移。

10

【 0 0 0 5 】

これらのパラメータの所定公差の維持は、利用できる機械加工法と、また工作物と加工力の不安定さによって制限される。また、方法の効率と経済性は、実際の用途、特にサイクルタイムと生産コストが極めて重要な大量生産にはきわめて重要なものであるが、単一部品又は試作品は、そのような制限を受けない。

20

【 0 0 0 6 】

典型的には、鋳物又は鍛造クランクシャフトの軸受からの材料除去は、3つの材料除去機械加工工程で行われている。

【 0 0 0 7 】

工程 1。荒削り

規定切刃によるチップ除去機械加工

旋削、回転 - ブローチ加工、回転 - 回転 - ブローチ加工、内回しフライス削りと外回しフライス削り、直交フライス削り (特に、高速フライス削りとして行われる) 又はこれらの方法の組み合わせが使用される。除去される余剰材料は、数ミリメートルの範囲である。

30

【 0 0 0 8 】

工程 2。微細加工

工作物の事前焼き入れ後の、特に堅くて重厚な研削ツールによる湿式研削。研削ツールは、例えば典型的には機械加工されるクランクシャフトの回転軸と平行な回転軸で回転する研磨ディスクである。除去される余剰材料は、10分の数mmの範囲である。

【 0 0 0 9 】

余剰寸法が大きいときには、複数工程、例えば予備研磨と仕上研磨による2工程で実行される。

【 0 0 1 0 】

工程 3：主表面構造形成：

回転軸受の外周に当てられた一般に振動研削ツール (研磨バンド又は研磨石) による仕上げ。除去される余剰材料は、典型的には $1 / 100 \text{ mm}$ の範囲、更には $\mu \text{ m}$ 程度である。

40

【 0 0 1 1 】

この処理は、クランクシャフトの材料 (鋼又は鋳鉄) により差別化され、特に、高負荷構成要素に使用されることが好ましい鋼クランクシャフトは、第1のチップ除去加工工程後に軸受の表面が焼き入れされる。これにより、研磨と仕上げによって補償されなければならないクランクシャフトの反りが回復される。鋳鉄クランクシャフトの焼き入れは、現在、典型的には省略されており、より高い硬さ (例えば、GGG 60又は70) を有し

50

強度値が改善された鋳込材料を使用することによって完全に回避することができる。

【 0 0 1 2 】

クランクシャフトの機械加工のコストを削減するため、軸受の機械加工を3つの異なる機械加工工程から2つの異なる機械加工工程に減らすことが望ましい。

【 0 0 1 3 】

後で微細加工しか必要ないほど十分な精度の成形（典型的には、鍛造）を提供することによって荒削り工程を省略することは、これまで少なくとも連続生産では成功しなかった。少なくともこれは、特に、研削によって提供される材料除去が、これまで行なわれてきた研削工程の材料除去より多くなるという効果を有することになる。

【 0 0 1 4 】

しかしながら、湿式研削により材料を除去する欠点は、次の通りである。 - 追加の冷却潤滑剤によって生じる研磨かすが破棄し難い。 - 冷却潤滑剤に含まれる油のため爆発の危険がある（例えば、CBN研磨中）。 - 大量のエネルギーを必要とする高圧噴霧によって研磨ディスクの表面から研削屑を除去するために更に冷却潤滑剤が使用されるので、使用される冷却潤滑剤の量が、チップ除去機械加工法よりも多い。 - 以上の全てにも増して、工作物を過熱させる危険がきわめて高い。

【 0 0 1 5 】

過去において、部分的に焼き入れした工作物、したがって特に焼き入れ後の機械加工で、複雑さ、投資額、機械加工時間などを最小にする試みが行われてきた。

【 0 0 1 6 】

個々の寸法パラメータに対する規定の移行条件を予め決めながら、DE 197 146 677 A1によって提案されたように湿式研削をなくし、チップ除去加工から、例えば仕上げに直接移行する試みが行われた。

【 0 0 1 7 】

しかしながら、また、EP 2 338 625 A1は、湿式研削の工程に置き換わる規定切刃による特定の微細加工を提案しているが、後で必要に応じて、形状と表面を改善しないだけでなく寸法精度もほとんど改善しない仕上げが提供される。

【 0 0 1 8 】

しかしながら、従来の最適化の試みは、選択肢、特に規定された刃による方法、規定されていない刃による方法、及び刃のない方法の新しい機械加工方法の可能な組み合わせを十分に考慮しておらず、一方、これらの方法は、硬質機械加工用と、したがって焼き入れ工作物表面用に様々な形で提供され、したがって焼き入れ後に工作物で使用することができる。

【 0 0 1 9 】

旋削フライス削り、つまり、回転工作物のフライス削りにおいて、特に微調整可能（1 μm以上の精度）な切削板が外フライス削りに使用され、円盤形で周囲にギザギザのついたフライス削りビットによるフライス削りにおいて、切削板は、例えばフライス削りビットの基本要素のウェッジシステム上に配列され、切削板は、フライス削りビット上の20～50本の歯の場合に工作物に優れた真円度と直径精度を達成できる精度で調整可能である。

【 0 0 2 0 】

一方、直交フライス削りビットの場合は、許容可能な材料除去性能が、表面品質を過度に悪影響を及ぼすことなく表面の1～10個の切刃を使用して達成される。その理由は、切削歯を互いに対して完全に調整又は研削できないからである。このことは、切刃が例えばきわめて細かい粒構造で最も細かい粒度硬質材料から作成される外フライス削りビットにも当てはまる。これは、特に、切刃の剛性と弾性の事前の相互排他性を克服するのに役立つ。

【 0 0 2 1 】

軸受位置を長手方向に微小旋削する際、これまで以下のような問題があった。左側及び右側角部分を旋削するために様々なエルボを備えた旋削ツールが必要とされて、典型的に

10

20

30

40

50

は、2つの機械加工位置の遷移部分に10～30マイクロメートルの避けられない段が形成されてしまっていた。この段差は、仕上げツールの自動案内支持が比較的不正確なので、段差を除去するために何度も材料除去を行わなければならない、仕上げに長時間かかるので、仕上げだけでは効率的に除去できない。

【0022】

軸受を、X方向に送り、Z方向に移動し、更にB軸のまわりに回転できる一点旋削ツールによって機械加工することができ、それにより、肩部を作成せずに軸受を旋削することができる。

【0023】

一方、切刃が工作物の回転軸に対して斜めに向けられ、接線方向又はアーチ形に沿って動かされるタンジェンシャル旋削は、中心軸受だけでなくロッド軸受にも連続生産で使用することができる。作成面に回転溝がないことが主目的でないときは、高い表面品質が高効率で作成される。

10

【0024】

特に研磨ディスク又は研削砥石を使用し冷却液と潤滑剤を除外する乾式研削は、ツールの冷却と洗浄が圧縮空気のみによって行なわれるときでも、特に10～30μm、特に例えば200μm～50μmの研削砥石の粗粒子によって、きわめて小さい材料除去を達成する。

【0025】

仕上げの際、寸法形状仕上げと呼ばれる多工程が使用され、例えば200μm～50μmの粗粒子による第1の工程は、最大30μmの大きい材料除去を行い、測定後に終了するか継続されることがある。

20

【0026】

例えば50μm～10μmの微粒子による仕上げの第2の工程（形状の仕上げと測定）と第3の工程（表面構造化）は、5～15μmの範囲の材料除去を行い、時間ベースで実行され、最終的には表面構造化に使用される。

【0027】

更に、バリ取りと特殊な表面做い削り、特に微細表面構造のピークの除去に使用される表面の電気化学エッチングがある。

【0028】

ピークを除去する構造化に妥当であるだけでなく、谷を油溜めとして開けたままにすることも重要であることは周知である。これが、仕上げのような既知の方法で十分に達成できない場合、例えばレーザービーム処理を含む既知の方法を積極的に含めることができる。

30

【0029】

顧客側の精度要件は、典型的には真円度が5μmで直径精度がISO品質レベル6、したがって、例えば自動車クランクシャフトは約16μm、同心度に関しては0.05～0.1mmと高まってきていることは確かである。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

40

【0030】

III. 発明の詳細な説明

a) 技術的目的

したがって、本発明の目的は、特に焼き入れ後の利便性を提供する前述の工作物の微細加工を減らし、特に工程工程の数を減らすことである。

【0031】

b) 解決策

目的は、請求項1、2及び24の特徴によって達成される。有利な実施形態は、従属クレームから得ることができる。

【0032】

50

したがって、本発明の目的は、0.1mmの精度を達成するチップ除去粗削りと追加の反りを生じる可能性のあるその後に行う焼き入れ後に、前述の工作物と特にその軸受を機械加工することである。

【0033】

後述する処理工程は、典型的には、同じ機械加工位置に関する。

【0034】

本発明によれば、荒削り後に第1の仕上げ工程が必要とされ、第1の仕上げ工程が、寸法精度を達成するために使用され、第2の仕上げ工程が、それぞれの表面品質を達成するために使用されると考えられる。

【0035】

第1の微細加工工程は、規定切刃による削り取りである。これは、機械加工中に工作物に対して平行に回転する外フライス削りビット、又は回転軸が工作物の回転軸に対して垂直又は斜めに向けられた直交フライス削りビットによる旋削フライス削りによいが、旋削（特に、全て約10μmの公差に機械加工することができる一点旋削の形）は、本発明によるプロセスチェーンに必ず利用されるとは限らない。

10

【0036】

第2の微細加工工程に関して、特に非規定切刃による材料除去（例えば、微細乾式研削又は仕上げ）、したがって特に寸法形状仕上げの微細工程が、使用可能であり、又は電極のパルス負荷を使用するか使用しない電気化学的硬化も使用可能である。

【0037】

理想的には、荒削り後のプロセスチェーンは、第1と第2の微細加工工程だけを含む。

20

【0038】

必要に応じて、微細中間工程が間に実行される（請求項2による）。例えば最大150μmの湿式研削よりもきわめて少量の材料しか除去しない乾式研削、又はタンジェンシャル旋削が使用可能であり、したがって規定切刃による方法、又は寸法形状仕上げの荒削り工程、又は一点旋削は、第1の微細加工工程にまだ選択されていない場合には、別の選択肢となる。

【0039】

表面を構造化するために第2の微細仕上げ工程後に最終微細仕上げ工程が必要かどうかは、顧客要求に大きく依存する。

30

【0040】

このタイプの微細完成工程（特にECM又はバンド仕上げによる）は、例えばクランクシャフトの軸受の事例のように、荷重が他の部分により高い部分があるときに工作物の特定の周辺部分だけに実行できるので好ましい。

【0041】

これは、特に、潤滑と摺動性能を改善するため、工作物の表面に油溜めとして空洞を導入するために使用することができる。

【0042】

この目的のため、特に制御されたレーザ衝撃は、第2の微細加工工程の加工方法としてまだ選択されていない場合には、特に最終仕上げ工程後又は特に最終加工工程全体として、又は電気化学エッチング後に、空隙を作成するために使用されてもよい。

40

【0043】

したがって、この場合、工作物に空隙を彫るためのそれぞれの突起（例えば、高さ最大10μm、好ましくは最大6μm、より好ましくは最大2μm）が、電気化学的エッチング用の電極に既に加工されており、空隙が導入され、微小表面構造のピークが、1工程で切り取られる。

【0044】

こうして、従来のプロセスチェーンよりも優れ、また高い顧客要求にもかかわらず、プロセスチェーンが短縮される。これは、特に湿式研削が防止され、更に特定の組み合わせにより、幾つかの工程工程を同じ機械で同じ締め付け工程で実行できるという利点を有す

50

る。

【0045】

したがって、電気化学エッチングに加えて第1と第2の微細処理工程の機械加工法を、1台の機械でまとめて実施することができ、これにより工作物を1つの締め付け工程で機械加工することができる。

【0046】

更に、この微細中間工程のための機械加工方法の実際の選択に関係なく、追加の微細中間工程を含めることができる。

【0047】

更に、工作物表面に衝撃を与えるためのレーザユニットは、原理的には旋盤である機械で、したがって、加工中に駆動可能であり回転位置（C軸）に対して設定された工作物に使用されてもよい。

10

【0048】

本発明によれば、規定切刃によって行なわれる第1の微細加工工程の直後に、乾式研削又は微細乾式研削が行なわれなければならない、これは、好ましくは、規定切刃による第1の微細加工工程と同じ機械及び締め付け工程で行なわれてもよい。

【0049】

したがって、規定切刃による機械加工は、真円度が $25\mu\text{m}$ 、直径が $30\mu\text{m}$ の精度まで行われることが好ましく、したがってこの機械加工工程では、最大可能精度までは試みられない。

20

【0050】

旋削フライス削りは、外フライス削り又は直交フライス削りとして実行される第1の微細加工工程として使用されることが好ましい。

【0051】

特に好ましい方法は、第1の微細加工工程を使用し、

- 主軸受が、一点旋削によって機械加工され、したがって、特に、切削速度が $250\sim 400\text{m}/\text{分}$ でかつ/又は真円度と直径の精度が最大 $10\mu\text{m}$ で機械加工される。

- リフト軸受は、特に円周フライス削り（circumferential milling）の形態の旋削フライス削りによって機械加工され、旋削フライス削りは、 $150\sim 400\text{m}/\text{分}$ の切削速度を使用し、かつ/又は機械加工は、仕上げ又はECMが行われるとき、真円度と直径が $10\mu\text{m}$ 以上の精度で行われる。

30

【0052】

乾式研削又は微細乾式研削は、特に、機械加工中に旋削軸に平行な回転軸回りに回転する研磨ディスクによって行なわれる。したがって、きわめて類似又は更には同一の研磨ディスクとディスクカッター用の駆動ユニットを使用することができる。

【0053】

微細乾式研削が、第1の微細処理工程の直後に行なわれるとき、機械加工は、第1の微細加工工程で、真円度が $15\mu\text{m}$ 以上、直径が $15\mu\text{m}$ 以上の精度まで行われる。研磨ディスクの $70\mu\text{m}\sim 100\mu\text{m}$ （粗粒子をふるいにかけるときの公称メッシュ幅）の微粒子によってまだ除去できる余剰寸法があり、したがって必要とされる最終精度により、仕上げ工程として微細乾式研削を残すことができ、したがって、特にバンド仕上げにかけることはできないが、表面構造化（例えば、レーザ衝撃）又は工作物内に空隙の導入又は電気化学エッチングによる表面ピークの平坦化のための最大1つの微細仕上げ工程を行うことができる。

40

【0054】

別の選択肢は、研磨ディスクの粗粒子（例えば、粒形が $140\mu\text{m}\sim 200\mu\text{m}$ （粗粒子をふるいにかける公称メッシュ幅））による乾式研削を実行して、より大きい材料除去を行い、次に仕上げ又は電気化学的エッチングを第2の微細加工工程として行なうことである。

【0055】

50

したがって、この場合、規定切刃による第1の微細加工工程は、真円度が $25\mu\text{m}$ 、直径が $30\mu\text{m}$ の精度になるまでしか行われず、その理由は、そのようなより過剰な寸法は、より粗い粒子を使用することにより乾式研削によって除去できるからである。

【0056】

微細乾式研削の際、またより粗い乾式研削の際、加工位置又はその近くに、例えば圧縮空気による研磨装置の乾式冷却及び洗浄が提供される。

【0057】

本事例では、特定の選択された処理の組み合わせに関係なく、電気化学エッチングだけが湿式加工なので、他の全ての加工工程を、工作物に、同一機械で、したがって同一締付け工程の個々の加工位置で行なうことができる。更に、これにより、様々な処理工程で異なる機械加工位置の同時機械加工が容易になる。

10

【0058】

したがって、処理の投資が減るだけでなく、特に、機械加工を前述の精度で行うときに工作物を締め付け及び再締め付けするときに必然的に生じる追加の寸法不正確さの発生が回避される。

【0059】

外フライス削りを乾式研削と組み合わせる別の利点は、両方のツールが、それらの基本円板形状とZ方向のまわりの回転により、同じように構成されるだけでなく、類似更には同一のツール支持体で使用できることである。

【0060】

したがって、典型的には研磨ディスクの切削速度がディスクカッターより高速であることを除き、この利点を使用することができる。したがって、例えば、研磨ディスクの速度及び/又は切削速度をディスクカッターの値の最大3倍、好ましくはわずか2倍に設定することができ、これにより、部分的又は完全に同じ形状の支持体の使用が容易になる。

20

【0061】

特に、この目的のため、研磨ディスクの直径をディスクカッターの直径とほぼ同じ、最大でも約20%大きく定義することが有効である。

【0062】

第1の微細加工工程での精度を更に改善するために、例えばウェッジシステムによってツールの基本要素に対して切刃を微調整することができるツールが使用され、この微調整は、 $10\mu\text{m}$ 以下の範囲の精度を達成するために精度が $5\mu\text{m}$ を超える。

30

【0063】

更に、直交カッターを使用するとき、面に1~10個の切刃、特に4~6個の切刃を有するカッターが使用されるが、切刃は、共振を引き起こさないように周囲に不均等に分散されてもよい。

【0064】

更に、直交カッターは、処理される包絡面と接触して移動され、典型的には、接触中に工作物の回転軸に対してY方向の直交カッターの面の外周で始まり、直交カッターの直径の少なくとも20%、より好ましくは少なくとも50%、特に最大60%まで移動され、したがって、連続実行される軸オフセットによって軸受の全長部分が十分な精度で機械加工されるので、直交カッターの中心で減少するか切刃がないために全く存在しない切削性能と切削方向の問題が解決される。

40

【0065】

この目的のため、工作物は、直交カッターの軸オフセットの実行中に少なくとも5回回転し、工作物は、好ましくは少なくとも10回、更に好ましくは少なくとも20回回転する。

【0066】

したがって、直交カッターの速度は、工作物の速度の少なくとも80倍、より好ましくは100倍、又は更に好ましくは130倍でなければならない。

【0067】

50

焼き入れ面を加工するとき、規定切刃による削り取りツールの切刃は、典型的には、C B M又は硬質合金から作成される。しかしながら、硬質合金は、 $0.2 \sim 0.5 \mu\text{m}$ の粗粒子で、したがって十分な硬さを有するが多少弾性のある粗粒子で作成されることが好ましい。

【0068】

第2の微細処理工程で電気化学エッチングが選択された場合は、これにより、最大 $30 \mu\text{m}$ 、好ましくは $20 \mu\text{m}$ だけ、ただし少なくとも $2 \mu\text{m}$ の材料除去が行なわれ、その理由は、これにより、第2の微細加工工程の一般的な目標である少なくとも50%でかつ85%を超えない、支持体部分に対して微視的表面構造の十分な平滑化が達成されるからである。

10

【0069】

第2の微細加工工程、特に電気化学エッチングは、リフト軸受の周面部分、したがって点火時に常に同一の周面部分であり連結ロッドの圧力がかかるクランクシャフトのロッド軸受だけを加工するので、生産工程を更に加速させることができる。

【0070】

特に、第2の微細加工工程では、ロッド軸受のそれぞれの周囲半分だけが処理される。

【0071】

このように、第1の微細加工工程を使用して、リフト軸受を機械加工し、したがって同じ締め付け工程、特に先行する粗機械加工と同じ締め付け工程でロッド軸受を機械加工し、これは、特に、焼き入れが間で行われないとき、又は同じ機械の同じ締め付け工程で誘導焼き入れた行われるときに対象となる。

20

【0072】

特に第2の微細加工工程において、これは、第1の微細加工工程で確実に提供されてもよく、クランクシャフトは、垂直支持体によって、したがって第1の工程で既に微細加工された軸受に、特に加工される軸受のすぐ隣りに支持される。

【0073】

これにより、支持された軸受の周面に静止支持体の刻印が生成され、刻印は、寸法と表面品質に対して必ずしも関連するものではないが、刻印は、最終微細加工工程で除去されるので、光学的理由のために仕上げられるべきであり、これは、隣接静止支持体による支持が、常に最終微細加工工程の前進方向の側にあるので容易になる。

30

【0074】

第1の微細加工工程で、フランジとピニオンは、中心に位置決めピンを有するチャックとそれに対して後退した顎部とによってクランクシャフトを支持しながら処理されることが好ましいが、クランクシャフトは、一方の側がチャックによって支持され、別の側が位置決めピンによって支持される。

【0075】

ピニオンは、典型的には、微細加工工程にかけられないが、第2の微細加工工程でフランジに空回り面を作成することが試みられる。

【0076】

本発明による方法を実行できるようにするため、機械ベッドに加えてC軸、それぞれ締め付けチャックを備えた主軸台及び反対側主軸台、及び一方の側の垂直支持体を備えた使用旋盤が、ディスクカッター又は直交カッターを備えた旋削ユニット又はフライス削りユニットを必要とし、直交カッターは、X軸の他にY軸を有し、旋盤は、C軸に平行に回転する仕上げユニット又は研磨ディスクを有する。

40

【0077】

有利な実施形態では、旋盤は、更に、工作物の周面に衝撃を与えるためのレーザユニット、並びにノ又は真円度及びノ若しくは直径の測定装置とを必要とする。

【0078】

c) 実施形態

本発明の実施形態は、以下で図面を参照してより詳しく説明される。

50

【図面の簡単な説明】

【0079】

[図1a] 典型的なクランクシャフトの側面図と個別軸受の拡大図を示す。

[図1b] 典型的なクランクシャフトの側面図と個別軸受の拡大図を示す。

[図2a] 支持体が旋削軸の上と下に配置された旋盤を示す図である。

[図2b] 支持体が旋削軸の上と下に配置された旋盤を示す図である。

[図3] 支持体が旋削軸の上だけに配置された旋盤の図である。

[図4a] 工作物の様々な処理状況を示す模式図である。

[図4b] 工作物の様々な処理状況を示す模式図である。

【図5】軸受の断面の寸法誤差を示す図である。

10

【図6】工作物表面の微細表面構造を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0080】

図1aは、4気筒内燃機関、つまり、隣り合って配置された4つの偏心リフト又はロッド軸受PL1～PL4と合計5つの主軸受HL1～HL5を有する典型的なクランクシャフト1の側面図を示す。主軸受は、クランクシャフト1が、詳細に示されていない旋盤内に留められた後続回転軸（クランクシャフトのZ軸）上に配置される。また、この回転軸は、図1の説明図では回転軸2とも呼ばれる。クランクシャフト1の一端のフランジ4と他端のピニオン3とにある掴み部6による半径方向の締め付けによって留められる。

【0081】

20

本発明は、特に、軸受の包絡面の機械加工に関し、したがって主軸受とロッド軸受は、ミラー面と呼ばれる隣接側面を有する。

【0082】

クランクシャフト1の上と下に、次のような機械加工ツールを左上から右に例示的に示す。

【0083】

一方の側には、典型的には旋盤の三寸法座標系でZ軸として定義された回転軸2に垂直な回転軸5'を有するミル5が示されている。

【0084】

- エンドミルの表面には、エンドミル5の周面に延在する1つ又は複数（好ましくは2～8個）の切刃7が配置されている。軸受は、回転軸受の包絡面で回転エンドミル5と接触することによって、チップ除去され、機械加工される。

30

【0085】

切刃7の隣りには円盤カッター8が配置されている。円盤カッター8の回転軸8'はZ軸と平行であり、その周面には多数の切刃7'が配置されている。切刃7'は、周面の幅全体に沿って、円盤カッター8の円盤形のベース要素の外縁部分に径方向に延在している。

【0086】

例えば直径700mmの円盤カッター8には調整しなければならない切刃又は切削板23が多数（典型的には80個）あるので、全ての切削板で整合した半径方向と軸方向の正確な調整は、きわめて時間がかかる。

40

【0087】

その右隣りには、Z方向に定められた回転軸9'回りに回転する研磨ディスク9が示され、研磨ディスク9は、包絡部分との隣接面部分が研磨砂（典型的には、硬質合金、セラミック又はCBN）で覆われ、典型的には円盤カッター8と同じようにZ方向に区分された軸方向拡張部を有し、この軸方向拡張部は、それぞれの軸受に対応する。

【0088】

クランクシャフトの下には、一点旋削ツールとして構成された旋削ツール10が示され、旋削ツールは、正確にX方向ではなく、軸受の方向にわずかな傾斜角で延在し、軸受と接触して、軸受の角部の1つを旋削することができる。

50

【0089】

包絡面を有する両方の角部を、同じ旋削ツール10で、停止することなく、肩部を形成することなく、旋削するために、この旋削ツール10は、図1bに詳細に示されたように、X方向に動くだけでなくB軸のまわりに旋回可能であり、特に軸受内で動くのに十分に細長い。

【0090】

主軸受軸のまわりに回転するクランクシャフトのロッド軸受PL1~PL4のうちの1つを機械加工するとき、係合ツールは、更に、X方向の送り運動を行わなければならない、エンドミル7と切削工具10の場合は、旋回するロッド軸受に従うことができるように、Y方向の追加の送り運動が必要であることが分かる。

10

【0091】

図2aと図2bは、本発明の方法によるクランクシャフトのような工作物の機械加工に使用できる旋盤の一実施形態をZ方向の正面図で示す。

【0092】

図2bに示されたように、主軸台12は、マシンベッド11の垂直前面の上側部分に配置される。主軸台12は、回転駆動することができ掴み具6を備えた締付けチャック13を支持する。反対主軸台14は、主軸台12の反対側に配置され、反対主軸台14はやはり締付けチャック13を支持し、それにより、工作物(例えば、クランクシャフト1)をその両端で回転軸2(Z方向に延在する)上に、それぞれの締付けチャック13内に収容し回転駆動させることができる。

20

【0093】

ベッド11の前側には、回転軸より下でベッド11の平坦上面に、それぞれZ方向に対で延在する長手方向ガイド15が配置され、ツールユニットが、長手方向ガイド上で移動可能であり、この場合、下側の長手方向ガイド上に1つのツールユニットがあり、上側の長手方向ガイド15上に2つのツールユニットがある。

【0094】

各ツールユニットは、長手方向ガイド15に沿って移動可能なZスライド16と、Zスライド上に延在しX方向に移動可能なXスライド17とからなり、ツール又はツールユニットは、Xスライドに取り付けられる。

【0095】

回転軸2の下のユニットには、旋削ツール10が挿入されスターリボルバとして構成され、Z方向に延在する枢動軸を有する典型的なツールリボルバ18がある。

30

【0096】

左上ユニットは、一点構成の個別旋削ツール10である。個別旋削ツール10は、ほぼX方向に延在するB軸のまわりに枢動できかつ枢動によってX方向にも動くことができる。

【0097】

右上ユニットは、工作物の周面を滑らかにできる仕上げツール19である。

【0098】

図2bでは、この仕上げツール19が、Z方向から示されている。このツールが、取り付けられる工作物の凸状周面(例えば、半円として構成された)に応じた空洞を有する仕上げ形状部品20と、形状部品20の接触面の上に延在し、それぞれの貯蔵用ロールに端が巻き付けられた仕上げバンド21とを有することは明らかである。

40

【0099】

また、図2bでは、一点旋削ツール10が、隣りに示されている。

【0100】

図3は、旋削フライス盤を示し、この場合も、図2の旋盤と同じように、クランクシャフト1が、工作物として、互い向かい合わされた2つの締付けチャックの間に、C軸として構成された回転軸2のまわりに回転可能に、主軸台と反対主軸台14とによって支持される。

50

【0101】

この場合、長手方向ガイド15は、マシンベッド11の回転軸2の上のみ配置され、Zスライド16とXスライド17が上に延在する2つのツールユニットが提供される。

【0102】

この場合、右側Xスライド17は、図1に示されたように回転軸と平行に回転する円盤カッター8を支持し、左側Zスライド17は、やはりZ軸と平行な軸のまわりに回転する研磨ディスク9を支持する。

【0103】

更に、右側Xスライド17には測定ユニット22が提供され、測定ユニットは、旋回によってアクティブ化/非アクティブ化(de-active)され、X方向に近づく測定プローブが周面と接触するので、工作物を解放したり締め付け直したりすることなく、周面で、トランサム面の直径、真円度、長手方向位置を測定することができる。

10

【0104】

図4aは、クランクシャフトに対してではなくリフト軸受又はロッド軸受の周面の周辺工作物に対する周面の一部を、タンジェンシャル旋削によって加工する工程を示す。

【0105】

回転工作物の回転軸に対して斜めに配置された直線又は凹状切刃が、接線移動方向24に移動して工作物の周面と接触し、接線直線方向の真っ直ぐな縁と、回転軸2に平行に延在する旋回軸のまわりの接線円弧方向の凸状縁を作成する。

【0106】

したがって、きわめて小さい過剰寸法しか除去できないが、機械加工結果は、きわめて正確であり、優れた面を有する。

20

【0107】

図4cでは、電気化学エッチングが示される。

【0108】

これにより、作成される工作物の周囲の形状に有利に適合され、それぞれ空洞を有する接触面を有するEMC電極25が、工作物の方に近づけられ、一方の側の工作物と他方の側の電極25との間に電流又は電圧が印加され、更に、それら両方の間に食塩水又は酸が導入される。

【0109】

これらのパラメータが適切に選択されたとき、表面に近づく部分、特に工作物の微細表面構造のピークが、食塩水でエッチング除去される。改良のため、電極25をパルス式に半径方向と軸方向に移動させて、食塩水又は酸による抽出を最適化することができる。

30

【0110】

原理的には、工作物を回転軸2のまわりに回転させることができる。

【0111】

しかしながら、図示した事例のように、複数の小さい微小突起26が、電極表面25の接触面に提供され、微小突起26が、工作物の表面に後で油溜めとして使用されるそれぞれの微小空洞を作成するために使用されるときは、工作物は、必ず静止状態のまま機械加工されなければならない。

40

【0112】

他の状況では、そのような微小空洞(典型的には深さがわずかに数 μm)は、レーザ衝撃によって作成されてもよい。

【0113】

したがって、図6は、規定切刃による様々なチップ除去機械加工法に一般的な様々な微細表面構造を有する。

【0114】

長手方向旋削は、粗さRzが3~10 μm の範囲のほぼ均一な鋸歯形状を生成する。

【0115】

タンジェンシャル旋削後の表面構造は、長手方向旋削の周期よりも構造を不均一にし、

50

ピークと谷との距離が R_z の約 $1.5 \sim 5 \mu\text{m}$ と小さくなる。

【0116】

しかしながら、外回しフライス削りの場合、典型的には、表面構造は、工作物に次々とかかる個別フライス削り歯の衝撃による様々なレベルの微視的な部分と、これにより形成された工作物上の微小面を含む。

【0117】

図6の下側部分は、軸受にほぼ望ましい、ピークを除去した後の拡大微小構造と望ましい50%支持部分とを示す。

【0118】

したがって、また、特に仕上げの際に、ピークの除去が増え、支持部分が増え、ツールによって機械加工される面積が次第に大きくなり、したがって半径方向の除去が次第に遅くなることが明らかになる。

【0119】

図5は、例えば基準形状が正確に円形状のクランクシャフトの軸受の断面図をZ軸方向から示す。しかしながら、実際には、特定の干渉パラメータのインパクトにより、少なくとも規定切刃によるチップ除去機械加工後に非円形形状が作成される。

【0120】

したがって、真円度を決定するために、内側包絡円 K_i と外側包絡円 K_a が、実形状に適用され、2つの包絡円の距離が真円度を定義する。

【0121】

更に、それぞれの軸受の実中心は、公称中心と正確に一致しないことがあり、これは、特にリフト軸受ピンに当てはまり、同心度に悪影響を与える。

【0122】

更に、仕上げ後の基準形状が定義され、これにより、規定切刃による削り取り後に半径方向に基準形状内の最終形状が完成する。

【符号の説明】

【0123】

- 1 クランクシャフト
- 1' 工作物
- 2 回転軸
- 3 ピニオン
- 4 フランジ
- 5 エンドミル
- 5' 回転軸
- 6 掴み具
- 7, 7' 切刃
- 8 円盤カッター
- 8' 回転軸
- 9 研磨ディスク
- 9' 回転軸
- 10 旋削ツール
- 11 マシンベッド
- 12 主軸台
- 13 締付けチャック
- 14 反対主軸台
- 15 長手方向ガイド
- 16 Zスライド
- 17 Xスライド
- 18 ツールリボルバ
- 19 仕上げツール

10

20

30

40

50

- 2 0 仕上げ形成部品
- 2 1 仕上げバンド
- 2 2 測定ユニット
- 2 2 a 測定プローブ
- 2 3 切削板
- 2 4 接線移動方向
- 2 5 E C M 電極
- 2 6 突起
- 2 7 タンジェンシャルツール

【 図 1 a 】

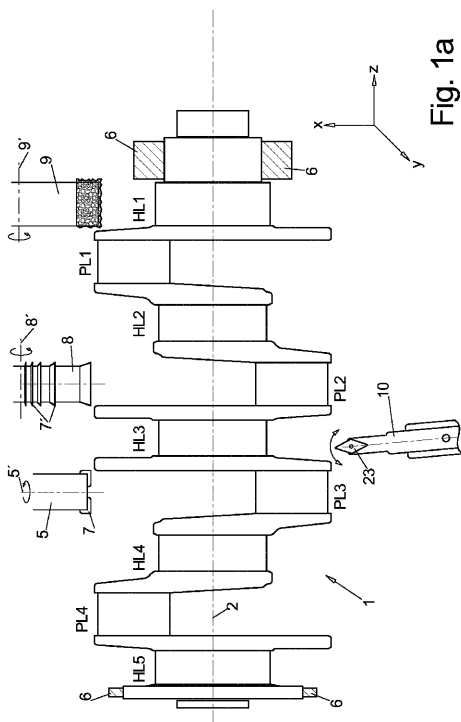


Fig. 1a

【 図 1 b 】

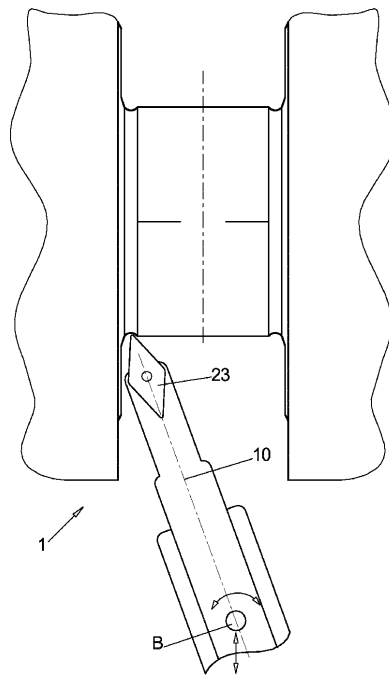


Fig. 1b

【 図 2 a 】

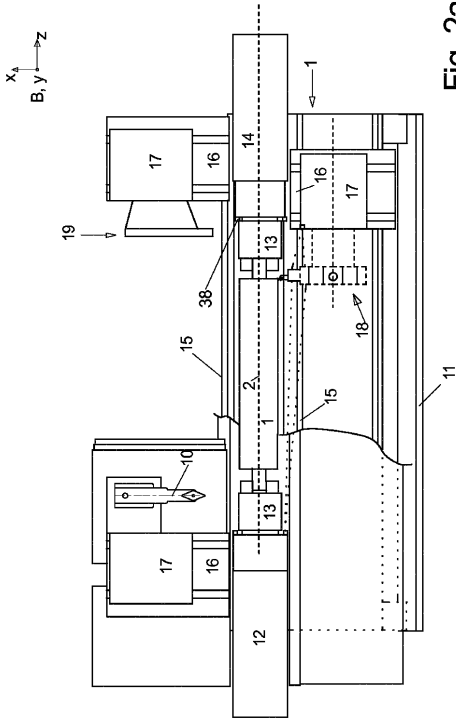


Fig. 2a

【 図 2 b 】

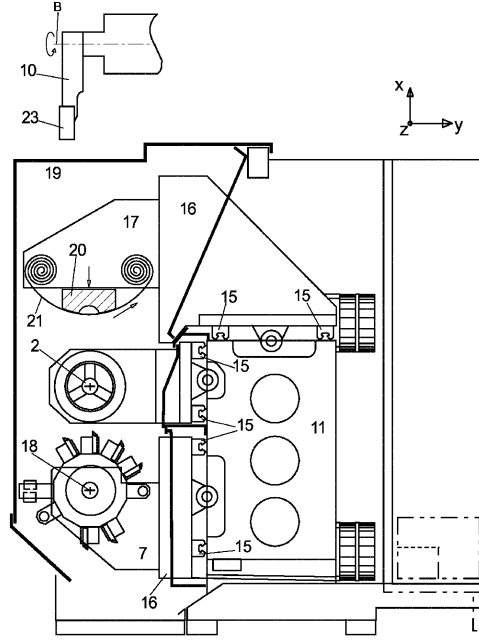


Fig. 2b

【 図 3 】

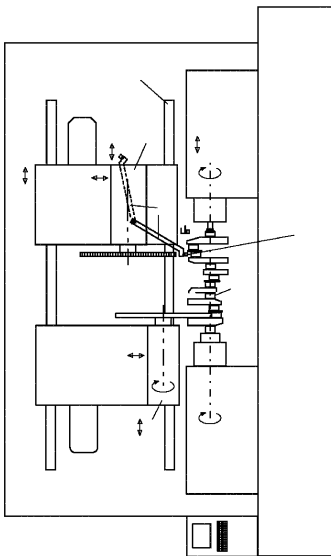
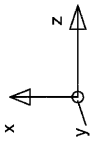


Fig. 3

【 図 4 a 】

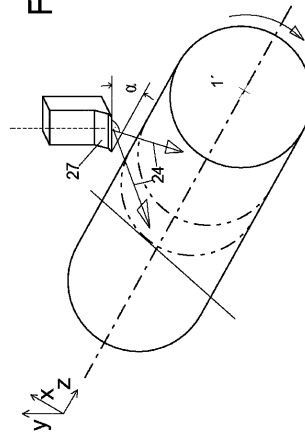


Fig. 4a

【 図 4 b 】

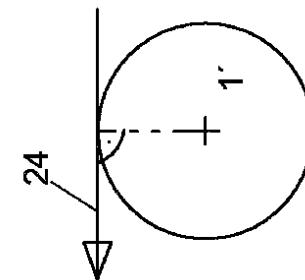


Fig. 4b

【 図 4 c 】

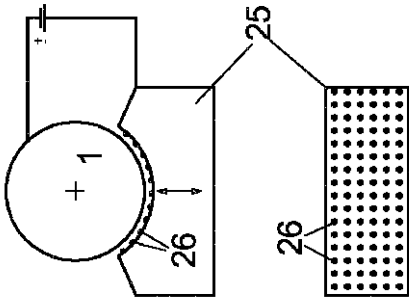


Fig. 4c

【 図 5 】

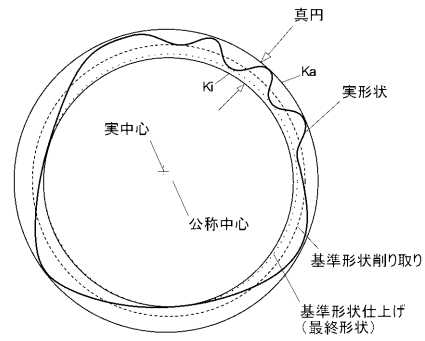


Fig. 5

【 図 6 】

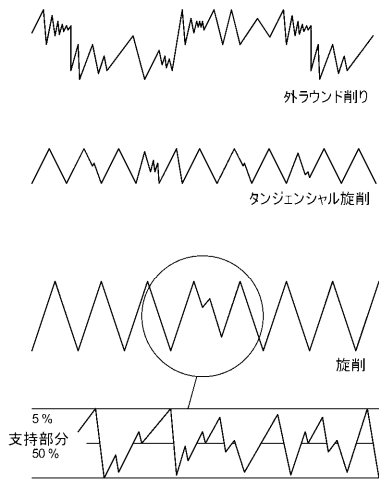


Fig. 6

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/EP2012/068311

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
INV. B23P13/00	B23P23/04	B23Q39/02
ADD. B24B5/42	B23H9/00	B23H3/00
B23D37/00	B23K26/00	B23B5/18
		B23C3/06
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) B24B B23C B23P B23B B23D B23Q B23H B23K		
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 practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 10 2006 014972 A1 (HELLER GEB GMBH MASCHF [DE]) 21 June 2007 (2007-06-21)	1-5, 7-11, 15-19, 21-24
Y	paragraphs [0006] - [0011], [0015], [0016], [0038] - [0040], [0044]; claims 1,30,35,36; figures 1-5 the whole document	12,13,20
X	DE 197 49 940 A1 (BOEHRINGER WERKZEUGMASCHINEN [DE]) 20 May 1999 (1999-05-20) column 3, line 27 - line 29 column 5, line 2 - line 47 column 6, line 12 - line 38 claims 1,6,13-18; figures ----- -/--	1-3,7, 15-18, 21,23,24
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family 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 application or patent 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 12 December 2012		Date of mailing of the international search report 02/01/2013
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Sérgio de Jesus, E

2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/EP2012/068311

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 197 49 939 A1 (BOEHRINGER WERKZEUGMASCHINEN [DE]) 20 May 1999 (1999-05-20) column 3, line 33 - line 41 column 4, line 30 - line 55 column 7, line 14 - line 32 column 8, line 23 - line 41 -----	2,3,5,6, 14,21-23
X	DE 198 46 944 A1 (REFORM MASCHINENFABRIK A RABEN [DE]) 13 April 2000 (2000-04-13) column 1, line 45 - line 61 column 2, line 9 - line 46 figures 1-7 -----	24,25
Y	US 2003/150302 A1 (SHIMOMURA MASUMI [JP]) 14 August 2003 (2003-08-14) paragraph [0013]; figures 1,6 the whole document -----	12
Y	DE 10 2006 046765 A1 (DAIMLER AG [DE]) 3 April 2008 (2008-04-03) paragraphs [0011], [0020], [0024], [0029]; claims 1-5 -----	13,20
X	DE 197 14 677 A1 (BOEHRINGER WERKZEUGMASCHINEN [DE]) 15 October 1998 (1998-10-15) cited in the application claims 1,4,10,11,14,15 the whole document -----	1-3,7
X	EP 2 338 625 A1 (NILES SIMMONS INDUSTRIEANLAGEN [DE]) 29 June 2011 (2011-06-29) cited in the application paragraphs [0018] - [0027] -----	2,3,5, 15-18,23
A	US 2006/138100 A1 (BUSTAMANTE ANTHONY T [US] ET AL) 29 June 2006 (2006-06-29) paragraph [0005]; figures 1-6 -----	1-25
A	WO 02/34466 A1 (BOEHRINGER WERKZEUGMASCHINEN [DE]; HORSKY ANTON [DE]; SCHARPF PAUL DIE) 2 May 2002 (2002-05-02) page 3, line 15 - line 29 page 5, line 13 - line 19; figures 1a,1b -----	1-25

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2012/068311

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 102006014972 A1	21-06-2007	NONE	
DE 19749940 A1	20-05-1999	AT 217825 T DE 19749940 A1 EP 1030755 A1 ES 2175838 T3 JP 2001522727 A US 6470775 B1 WO 9924197 A1	15-06-2002 20-05-1999 30-08-2000 16-11-2002 20-11-2001 29-10-2002 20-05-1999
DE 19749939 A1	20-05-1999	AT 212887 T DE 19749939 A1 EP 1030754 A1 ES 2172935 T3 JP 2001522726 A US 6684500 B1 WO 9924196 A1	15-02-2002 20-05-1999 30-08-2000 01-10-2002 20-11-2001 03-02-2004 20-05-1999
DE 19846944 A1	13-04-2000	NONE	
US 2003150302 A1	14-08-2003	DE 10303239 A1 JP 4024051 B2 JP 2003225803 A US 2003150302 A1	07-08-2003 19-12-2007 12-08-2003 14-08-2003
DE 102006046765 A1	03-04-2008	NONE	
DE 19714677 A1	15-10-1998	AT 254010 T DE 19714677 A1 EP 1007276 A1 ES 2210743 T3 JP 2001518851 A US 6742252 B1 WO 9845086 A1	15-11-2003 15-10-1998 14-06-2000 01-07-2004 16-10-2001 01-06-2004 15-10-1998
EP 2338625 A1	29-06-2011	DE 102009060926 A1 EP 2338625 A1	30-06-2011 29-06-2011
US 2006138100 A1	29-06-2006	NONE	
WO 0234466 A1	02-05-2002	AT 276070 T DE 10052443 A1 EP 1330338 A1 JP 2004512185 A US 2004023600 A1 WO 0234466 A1	15-10-2004 08-05-2002 30-07-2003 22-04-2004 05-02-2004 02-05-2002

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/068311

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES		
INV. B23P13/00	B23P23/04 B23Q39/02	
ADD. B24B5/42	B23H9/00 B23H3/00 B23B5/18 B23C3/06	
	B23D37/00 B23K26/00	
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)		
B24B B23C B23P B23B B23D B23Q B23H B23K		
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)		
EPO-Internal, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	
	Betr. Anspruch Nr.	
X	DE 10 2006 014972 A1 (HELLER GEB GMBH MASCHF [DE]) 21. Juni 2007 (2007-06-21)	1-5, 7-11, 15-19, 21-24
Y	Absätze [0006] - [0011], [0015], [0016], [0038] - [0040], [0044]; Ansprüche 1,30,35,36; Abbildungen 1-5 das ganze Dokument	12,13,20
X	DE 197 49 940 A1 (BOEHRINGER WERKZEUGMASCHINEN [DE]) 20. Mai 1999 (1999-05-20) Spalte 3, Zeile 27 - Zeile 29 Spalte 5, Zeile 2 - Zeile 47 Spalte 6, Zeile 12 - Zeile 38 Ansprüche 1,6,13-18; Abbildungen	1-3,7, 15-18, 21,23,24
	----- -/-	
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> 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 frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. 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 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	Absenddatum des internationalen Recherchenberichts	
12. Dezember 2012	02/01/2013	
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde	Bevollmächtigter Bediensteter	
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Sérgio de Jesus, E	

2

Formblatt PCT/ISA/210 (Blatt 2) (April 2005)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/EP2012/068311

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 197 49 939 A1 (BOEHRINGER WERKZEUGMASCHINEN [DE]) 20. Mai 1999 (1999-05-20) Spalte 3, Zeile 33 - Zeile 41 Spalte 4, Zeile 30 - Zeile 55 Spalte 7, Zeile 14 - Zeile 32 Spalte 8, Zeile 23 - Zeile 41 -----	2,3,5,6, 14,21-23
X	DE 198 46 944 A1 (REFORM MASCHINENFABRIK A RABEN [DE]) 13. April 2000 (2000-04-13) Spalte 1, Zeile 45 - Zeile 61 Spalte 2, Zeile 9 - Zeile 46 Abbildungen 1-7 -----	24,25
Y	US 2003/150302 A1 (SHIMOMURA MASUMI [JP]) 14. August 2003 (2003-08-14) Absatz [0013]; Abbildungen 1,6 das ganze Dokument -----	12
Y	DE 10 2006 046765 A1 (DAIMLER AG [DE]) 3. April 2008 (2008-04-03) Absätze [0011], [0020], [0024], [0029]; Ansprüche 1-5 -----	13,20
X	DE 197 14 677 A1 (BOEHRINGER WERKZEUGMASCHINEN [DE]) 15. Oktober 1998 (1998-10-15) in der Anmeldung erwähnt Ansprüche 1,4,10,11,14,15 das ganze Dokument -----	1-3,7
X	EP 2 338 625 A1 (NILES SIMMONS INDUSTRIEANLAGEN [DE]) 29. Juni 2011 (2011-06-29) in der Anmeldung erwähnt Absätze [0018] - [0027] -----	2,3,5, 15-18,23
A	US 2006/138100 A1 (BUSTAMANTE ANTHONY T [US] ET AL) 29. Juni 2006 (2006-06-29) Absatz [0005]; Abbildungen 1-6 -----	1-25
A	WO 02/34466 A1 (BOEHRINGER WERKZEUGMASCHINEN [DE]; HORSKY ANTON [DE]; SCHARPF PAUL DIE) 2. Mai 2002 (2002-05-02) Seite 3, Zeile 15 - Zeile 29 Seite 5, Zeile 13 - Zeile 19; Abbildungen 1a,1b -----	1-25

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2012/068311

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 102006014972 A1	21-06-2007	KEINE	
DE 19749940 A1	20-05-1999	AT 217825 T DE 19749940 A1 EP 1030755 A1 ES 2175838 T3 JP 2001522727 A US 6470775 B1 WO 9924197 A1	15-06-2002 20-05-1999 30-08-2000 16-11-2002 20-11-2001 29-10-2002 20-05-1999
DE 19749939 A1	20-05-1999	AT 212887 T DE 19749939 A1 EP 1030754 A1 ES 2172935 T3 JP 2001522726 A US 6684500 B1 WO 9924196 A1	15-02-2002 20-05-1999 30-08-2000 01-10-2002 20-11-2001 03-02-2004 20-05-1999
DE 19846944 A1	13-04-2000	KEINE	
US 2003150302 A1	14-08-2003	DE 10303239 A1 JP 4024051 B2 JP 2003225803 A US 2003150302 A1	07-08-2003 19-12-2007 12-08-2003 14-08-2003
DE 102006046765 A1	03-04-2008	KEINE	
DE 19714677 A1	15-10-1998	AT 254010 T DE 19714677 A1 EP 1007276 A1 ES 2210743 T3 JP 2001518851 A US 6742252 B1 WO 9845086 A1	15-11-2003 15-10-1998 14-06-2000 01-07-2004 16-10-2001 01-06-2004 15-10-1998
EP 2338625 A1	29-06-2011	DE 102009060926 A1 EP 2338625 A1	30-06-2011 29-06-2011
US 2006138100 A1	29-06-2006	KEINE	
WO 0234466 A1	02-05-2002	AT 276070 T DE 10052443 A1 EP 1330338 A1 JP 2004512185 A US 2004023600 A1 WO 0234466 A1	15-10-2004 08-05-2002 30-07-2003 22-04-2004 05-02-2004 02-05-2002

フロントページの続き

(51) Int.Cl. F I テーマコード(参考)
B 2 4 B 5/42 (2006.01) B 2 4 B 5/42

(81) 指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN

(72) 発明者 ウェバー マシアス

ドイツ連邦共和国 7 3 0 3 3 ゲッピンゲン, ネルドリチェ リングシュトラッセ 6 7

Fターム(参考) 3C022 CC02

3C043 AC21 CC02

3C045 CA12