

(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2018-514399
(P2018-514399A)

(43) 公表日 平成30年6月7日(2018.6.7)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B 2 3 F 23/12 (2006.01)	B 2 3 F 23/12	3 C 0 0 1
G 0 5 B 19/404 (2006.01)	G 0 5 B 19/404	E 3 C 0 2 5
B 2 3 Q 15/18 (2006.01)	B 2 3 Q 15/18	3 C 0 2 9
B 2 3 Q 17/00 (2006.01)	B 2 3 Q 17/00	A 3 C 2 6 9

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2017-549756 (P2017-549756)
 (86) (22) 出願日 平成28年3月23日 (2016. 3. 23)
 (85) 翻訳文提出日 平成29年11月20日 (2017. 11. 20)
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2016/056310
 (87) 国際公開番号 WO2016/150986
 (87) 国際公開日 平成28年9月29日 (2016. 9. 29)
 (31) 優先権主張番号 102015104289. 4
 (32) 優先日 平成27年3月23日 (2015. 3. 23)
 (33) 優先権主張国 ドイツ (DE)

(71) 出願人 596043494
 クリンゲルンベルク・アクチェンゲゼルシ
 ャフト
 Klingelberg AG
 スイス8050チューリッヒ、ピンツミュ
 ーレシュトラーセ171番
 (74) 代理人 100101454
 弁理士 山田 卓二
 (74) 代理人 100112911
 弁理士 中野 晴夫
 (72) 発明者 ユルゲン・ウェーバー
 ドイツ42499ヒュッケスヴァーゲン、
 ヴェストシュトラーセ3番

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 歯車加工装置を駆動する方法

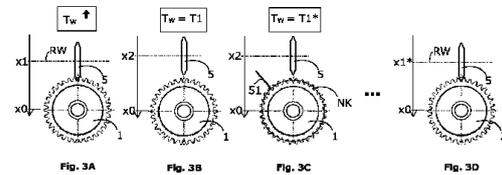
(57) 【要約】

【課題】

加工装置の温度関連変化を相殺し得る手法を提供する。

【解決手段】

歯車加工装置を駆動する方法であって、この方法は、加工装置で、第1のワークピース(1)の加工を実施する工程であって、その加工により第1のワークピース(1)は高温になる第1の工程と、高温状態で第1のワークピース(1)について少なくとも1つの固有ワークピース変量を決定する工程であって、決定のために加工装置の測定装置が用いられる第2の工程と、第1のワークピース(1)の少なくとも1つの固有ワークピース変量と参照ワークピースの少なくとも1つの固有ワークピース変量に基づいて、補正決定を行う第3の工程を有し、定常温度に到達した後、加工装置において参照ワークピース(R)の固有ワークピース変量が決定され、補正決定の範囲で少なくとも1つの補正值が決定され、少なくとも1つの補正值を考慮して装置の設定を調節し、加工装置でさらなるワークピース(2)の加工を実施する方



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

歯車加工装置（100）を駆動する方法であって、この方法は、
前記装置（100）で、第1のワークピース（1）の加工を実施する工程であって、
その加工により前記第1のワークピース（1）は高温になる第1の工程と、
高温状態で前記第1のワークピース（1）について少なくとも1つの固有ワークピース変
量（W・1）を決定する工程であって、
その決定のために、前記加工装置（100）の測定装置（50）が用いられる第2の工程
と、

前記第1のワークピース（1）の少なくとも1つの前記固有ワークピース変量（W・1）と

参照ワークピース変量（R）の少なくとも1つの固有ワークピース変量（W・R）
に基づいて、補正決定を行う第3の工程を有し、

定常温度（ T_{VH} ）に到達した後、

前記加工装置（100）において、

前記参照ワークピース（R）の前記固有ワークピース変量（W・R）が決定され、

前記補正決定の範囲で少なくとも1つの補正值が決定され、

前記少なくとも1つの補正值を考慮して装置の設定を調節し、

前記加工装置（100）でさらなるワークピース（n）の加工を実施する方法。

【請求項 2】

前記参照ワークピース（R）は、前記加工装置（100）において、
停止（t）前に加工されたワークピースの1つであることを特徴とする
請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記第1のワークピース（1）の加工を実施する第1の工程と、
少なくとも1つの前記固有ワークピース変量（W・1）の決定する第2の工程が、
前記停止（t）後直ぐに前記加工装置（100）内で実施されることを特徴とする
請求項 1 又は 2 に記載の方法。

【請求項 4】

定常温度は、結果的に連続稼働中の前記加工装置（100）となる前記加工装置（100）
の温度であることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載の方法。

【請求項 5】

前記固有ワークピース変量（W・1、W・2、W・R）の決定が前記測定装置（50）
の測定プローブ（51）を用いて行われ、

前記測定装置（50）は前記加工装置（100）の一部であり、

前記固有ワークピース変量（W・1、W・2、WR）の決定中は、前記ワークピース（1
、2、R）は再度固定されない

ことを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれかに記載の方法。

【請求項 6】

シャットダウンによる前記加工装置（100）の停止、
メンテナンス又は修繕による前記加工装置（100）の停止及び
修理による前記加工装置（100）の停止

の3つの理由のうちの1つにより、前記停止（t）が生じるということの特徴とする
請求項 1 から 5 のいずれかに記載の方法。

【請求項 7】

前記停止（t）が少なくとも15分以上続くことを特徴とする請求項 1 から 5 のい
ずれかに記載の方法。

【請求項 8】

前記加工装置（100）で測定された温度が前記定常状態温度（ T_{VH} ）より10%以上
低ければ、

10

20

30

40

50

前記加工装置（１００）の休止が前記停止（ t ）として数えられ、結果的に連続稼働中の前記加工装置（１００）となることを特徴とする請求項１から３のいずれかに記載の方法。

【請求項９】

前記第１のワークピース（１）の加工を実施する第１の工程の前に、前記加工装置（１００）で別のワークピース（０）の切加工を実施する工程であって、この前記別のワークピース（０）は加工中に高温になる第４の工程と冷却状態でこの前記別のワークピース（０）の１つまたは１つ以上の固有変量を決定する工程であって、この前記別のワークピース（０）が目標値と一致するかどうか決定する第５の工程を、この前記別のワークピース（０）で実施されることを特徴とする請求項１から３のいずれかに記載の方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明の主題は、歯車加工装置を駆動する方法である。特に、歯車加工装置における温度補正の方法に関する。

【背景技術】

【０００２】

歯車の切りくず除去処理にはさまざまな方法がある。それに対応して設計された機械を本明細書では歯車加工機械をいう。

20

【０００３】

装置内の様々な工程により、歯車加工装置の温度が時間とともに上昇することが知られている。装置を連続運転していると、それはいわゆる定常温度に達する。定常温度になることで、熱的に安定状態になる。この状態で、装置の温度は熱的に安定している。従って、徐々に熱流が安定し、定常状態となる。

【０００４】

熱膨張することで加工工程に不正確さが生じることにも知られている。これは、とりわけ、温度上昇に伴い、非常にさまざまな加工装置の構成要素が熱膨張するからである。対応する熱収縮が、冷却する際に生じる。一方で、加工装置構成要素のそれぞれの大きさは、加工装置の温度上昇とともに変化する。装置内では、数多くの構成要素が互いにつながっているため、熱膨張率のちがいによって応力（及びねじれ）が生じる。それらは装置の非線形膨張特性で示されるが、正確には計算できない。

30

【０００５】

装置の熱挙動は、熱源と吸熱器の効果による影響を受ける。熱効果に関して、内的作用と外的作用の間に違いが生じる。例えば、モータの熱放出は内的作用と考えられる。さらなる内的作用が工具とワークピースの切削に伴う相互作用から生じるのは、機械エネルギーが熱に変換されるからである。外的作用とは、例えば、機械工場の雰囲気温度である。

【０００６】

例えば、温度上昇に伴い、片側を加工機械台に連結した片持ち張りの長さが長くなることは直ぐに分かることである。そのような片持ち梁は長軸方向に線形膨張をする。複雑な加工装置構成要素とさらに複雑な幾何学的形状、例えばスピンドルベアリングの場合、それらの関係はより一層、非常に複雑である。

40

【０００７】

加工装置の運転精度は、三次元空間における工具とワークピースの間の移動がどれほど正確に行われるかにかなり依存する。最後に、あらゆる温度に関連する影響により、ワークピースに対する工具の移動中に（ワークピースに対して工具が移動する間に）相対偏差が生じる。これらの相対偏差は、ワークピース上の偏差となる。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

50

【 0 0 0 8 】

生産効率と精度は工作機械の重要な特徴である。製造精度に関する著しく高い要求を考慮すると、装置の熱的正確性がますます重要性を増している。特に、少量の製品をバッチ処理し、そのために機械の作業を変更する場合、熱的安定状態を得ることは難しい。連続使用する加工装置の場合、とりわけ中断後の精度が重要性である。さらに、中断後から加工装置が再びある程度の定常温度に達するまでに製造された物を廃棄（このような廃棄が一般的に発生している）することは減らしたいものである。従って精度に加えて、これは費用対効果の問題にも関係する。

【 0 0 0 9 】

一般的な手法は加工装置と周囲を一定の温度に保つことである。一様な温度のため、加工装置の変形は避けられる。この目的のため、一方で機械工場は制御された環境でなければならず、もう一方で加工装置は連続的に稼働させられるべきである。費用とエネルギー消費はそれ相応に高くなる。

10

【 0 0 1 0 】

別の手法は、統合された複数のセンサを使って加工装置の変形を監視することである。数学的モデルに基づいて、センサのデータはさらに処理され、ワークピースに生じる得る欠陥をおおよそ予測するために基準が作られる。従って、これらの欠陥が分かれば、装置はそれに応じて適合して欠陥を補正できる。この場合も費用は高くなる。さらに、そこまで高精度の要求を満足する技術的手法は存在しなかった。

【 課題を解決するための手段 】

20

【 0 0 1 1 】

上述の説明を考慮して、以下の目的が生じる。それは、加工装置の温度関連変化を相殺し得る手法を見つけることに関する。とりわけ、これは中断直後の加工装置における加工処理の精度を改善し、それにより廃棄を減らすことに関する。15分以上の中断は、停止と呼ばれる。

【 0 0 1 2 】

本発明によると、ある方法が提供され、その方法の特徴は請求項1から推測されうる。

【 0 0 1 3 】

さらなる好ましい実施形態は、従属請求項から推測できる。

【 図面の簡単な説明 】

30

【 0 0 1 4 】

以降、本発明のさらなる詳細と効果が、典型的な実施形態に基づき、図面を参照して説明される。

【 図 1 】 図 1 は、本発明による方法が用いられる歯車加工装置の概略的正面図を示す。

【 図 2 A 】 図 2 A は、測定装置を備える典型的な歯車加工装置の部分透視図を示しており、そこでは発明による方法を用いて部品が加工されている。

【 図 2 B 】 図 2 B は、図 2 A の歯車加工装置の透視図の一部を示しており、そこでは加工装置の測定装置が使われている。（加工装置は、測定前に基準化された測定用プローブを有する構造に関係している。）

【 図 3 】 図 3 は図 3 A、図 3 B、図 3 C 及び図 3 D を含む。図 3 A は、測定装置を有する典型的な歯車加工装置の工具とワークピースの平面図を示しており、そこではワークピースが工具を使いながら加工されている。図 3 B は、図 3 A の工具とワークピースの平面図を示しており、そこでは工具が部品から離れている。図 3 C は、図 3 A の工具とワークピースの平面図を示しており、そこでは加工装置の測定装置が使われている。図 3 D は、工具と第 2 のワークピースの平面図を示しており、そこではワークピースが第 2 の工具を使いながら加工されている。

40

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 5 】

用語は本発明に合せて使われており、関連文献と特許においてもまた使われる。しかしながら、これらの用語を用いることは、単によりよい理解に役立つだけではないというこ

50

とに留意すべきである。それらの解釈において、用語の選択により、本発明の概念と請求項の保護範囲が限定されるべきではない。本発明は別の用語系と技術分野の両方、又はそれらのいずれか一方へ容易に移行される。用語は別の技術分野に適切に用いられる。

【0016】

図1は本発明に従って装備された(歯車)加工装置100の概略図を示す。加工装置100は歯車加工装置である。例えば、歯車(対応するブランク4は、右側のワークピース供給部10の領域に示されている)が加工される実際の加工空間は、パネル11の後方に位置し、このパネルは例えばのぞき窓12が設けられている。(CNC)制御装置41は、同じ加工装置100の筐体内又は別の筐体40の中に収められ得る。

【0017】

装置100は、歯車の歯面の切削加工装置(例えば、研磨又はフライス削り)用に特別に設計されている。ここで、これは主に歯車の大量生産に関係しており、以降、第1のワークピース1、第2のワークピース2、第3のワークピース3について説明する。数字はここでは、経時的順序を明示するために使われる。第1のワークピース1は時間的順序において第2のワークピース、かつさらなるワークピースより前に加工される。第2のワークピース2は第1のワークピース1の後、第3のワークピース3の前に加工される。第2のワークピース2は第1のワークピース1の後すぐに加工される必要はなく、また、第3のワークピース3は第2のワークピース2の後すぐに加工される必要がないことを本発明とあわせて留意することが重要である。

【0018】

加工装置100の稼働領域(範囲)の典型的な詳細は、図2Aと2Bに示されている。示されている例は加工装置100であり、その装置は工具5としてウォーム研削加工ホイールを有し、平歯車の回転式研削加工用に設計されている。本発明は、別の加工装置にもまた使われうる(例えば、傘歯車研削加工用の装置)。工具5の回転駆動装置(軸駆動装置)は、参照符号6で示される。工具5を使用したワークピース1の切削加工が、図2Aに示されている。開示する状態で、工具5は動作可能なようにワークピース1と接続されている。

【0019】

加工装置100が加工されるべきワークピース(例えば、ブランク4)を固定するための固定装置を有していることは、図2Aと2Bから推測できる。図2Aと2Bにおいて、ワークピース1はワークスピンドル7上に固定されている。その固定装置を直接見ることはできない。さらに、ワークピース1の歯面を切削加工するための歯車加工工具5(例えば研磨、フライス加工工具)を固定するために、加工装置100は工具締付け装置を備える。工具締付け装置は、工具5と回転駆動装置6の間の領域に設けられているので、図では見ることができない。

【0020】

さらに、図2Aと2Bで非常に概略的な形で示されているように、加工装置100は測定装置50を備える。すべての実施形態において、この測定装置50は加工装置100の構成部品である。つまり、測定装置50は加工装置100に固定されている。図2Aと2Bに係る測定装置50は、基準化(初期化)されるように設計される。測定装置50にも影響を与えうる温度関連変化にも関わらず、その基準化によってワークピース1上で正確な測定が行われる。

【0021】

すべての実施形態において、測定装置50は、工具5を使いながらワークピース1を加工する際に損傷を与えられることがないように、離れたところに移動できるように設計されることが望ましい。測定装置50がテレスコープ(入れ子)構造を有していることは、図2Aと図2Bに例として示されている。図2Aでは、伸縮自在な構造は縮められており、実際のセンサ51は折りたたまれているか、又は離れて回転させられている。図2Bではテレスコープ構造は伸ばされており、センサ51は折りたたまれているか、又は歯溝の中へ入れられて回転させられている。

10

20

30

40

50

【0022】

すべての実施形態で、加工装置100は、図2Aと2Bに示されている基準点又は基準面13を有することが望ましい。この基準点又は基準面13は、安定温度時又は中立温度時（温度の影響を受けにくい時）の点又は面として設計されるので、基準値は加工装置100内で使用可能である。そしてその基準値は温度に関連した変位又は変化に依存しない。基準点又は基準面13からの可変的な基準値を得ることをここでは基準化と呼ぶ。

【0023】

すべての実施形態で、測定装置50は中立温度時に設計され、温度変化のせいで歪められた測定結果が取得されないようにすることが望ましい。

【0024】

すべての実施形態で、測定装置50はワークピーススピンドル7のできるだけ近くで、工具5の領域外（ワークピース1に関して温度影響を受けない位置）に位置付けすることが望ましい、又は測定装置50は、測定の前に基準化されるべきである（図2A、2B参照）。さもなければ、中断（冷却）後の測定中に測定が不正確に行われることになる。

【0025】

すべての実施形態で測定装置50は温度の影響を受けにくい固い構造を有し、さまざまな温度影響の下でもまた安定していることが望ましい。測定装置50の不可欠な構成要素は、例えば、（最小重量と高水準の堅さのために）カーボンファイバー複合材料とセラミックの組み合わせから構成されうる。使用される測定標準器は、例えば、温度影響を受けにくいセラミックから製造されうる。さらに又はその代わりに、測定装置50は温度補正（例えば、有効な動的な温度補正を行いながら）されるように構成される。

【0026】

基準点又は基準面13を備える加工装置100において、例えば、基準点又は基準面13を走査するセンサ51による基準化の間に、測定装置50は空間的な基準を得ることができる。基準点又は基準面13の座標値は、例えば、その後の計算中に計算基準値として使われうる。

【0027】

切削加工により、ワークピース温度 T_w が生じる。その温度は図2Aに表示されている値 T_1 に達する。加工が完了すると、工具5をワークピース1から離すために、加工装置100内で相対移動が行われる。その状態が図2Bに示される。ワークピース1は徐々に冷える。ワークピース温度 T_w が生じる。その T_w を図2Bに示されている値 T_1^* とする。以下の説明は、この $T_1 > T_1^*$ の場合である。

【0028】

図2Bに示される計測装置50が使われている。少なくとも1つのワークピース1の固有ワークピース変量 W_1 は計測装置50を用いて確認される。本発明によると、これは、ワークピース1の加工後可能な限り速やかに実施される。これは、固有ワークピース変量 W_1 の確認の際に、ワークピース1がまだ高温状態であることを意味する。

【0029】

以下、複数の代表的な数値を説明する。加工装置100の定常温度 T_{VH} は、とりわけ周囲の温度に依存する。駆動し始めたばかりの加工装置と稼働中で高温の加工装置の間には、例えばフライス加工中、20 から30 以上の温度差が生じる。フライス加工後、ワークピース1の温度は60 まで上昇しうる、つまり、機械加工により、およそ40 温度が上昇する。研削加工装置の温度変化は、これらの数値をかなり下回る。

【0030】

ブランク4又はワークピース1は回転しながら加工装置100で加工されるので、それらの外周表面（平歯車の円筒側面又は傘歯車の円錐台状側面）は、正確に測ることができない。それゆえ、たとえ測定装置50が温度変化時に正確に作動するとしても、又は、温度補正された方法で測定するとしても、測定装置50を使用して外周表面を走査することは使用できるワークピース変量を結果的にもたらさない。本発明によれば、すべての実施形態において、固有ワークピース変量 W_1 は、加工装置100で加工直後の表面又は点で

10

20

30

40

50

求められることが望ましい。例えば、図 2 B の例では、センサ 5 1 は歯溝に入り、そこで溝幅を走査する。溝幅は、例えば、ワークピース 1 のピッチ円 N K 上で走査され、後の処理のための固有ワークピース変量 W_1 として供される。

【0031】

以下、本発明のさらなる態様を、歯車切削装置 100 の稼働中に実施される方法工程に基づいて記述する。本発明に係る加工装置 100 は、以下により詳細に説明する方法を実施するために設計されたという点で特徴付けられる。適当な加工装置 100 は、必要な軸、固定手段、駆動装置に加えて、上述の測定装置 50 を有する。さらに加工装置 100 に、又は加工装置 100 に接続可能なシステムにインストールされたソフトウェアが使われる。

10

【0032】

その方法は以下の工程を有することが望ましい。

第 1 のワークピース 1 の加工は、加工装置 100 で実施され（図 2 A 参照）、加工により第 1 のワークピース 1 は高温になる。ワークピース 1 は温度 $T_w = T_1$ に達する。

少なくとも 1 つの固有ワークピース変量 W_1 が高温状態（ここでは $T_w = T_1^*$ ）の第 1 のワークピース 1 上で決められ、加工装置内 100 のセンサ 5 1 がその決定に用いられる。その状態が図 2 B に示されている。そしていわゆる補正決定が行われる。これは第 1 のワークピース 1 の少なくとも 1 つの固有ワークピース変量 W_1 に基づいて、また、基準ワークピース R の少なくとも 1 つの固有ワークピース変量 W_R に基づいて行われる。例えば上述の例において、 $T_w = T_1^*$ での第 1 のワークピース 1 の溝幅が、基準ワークピース R の溝幅と比較される。この場合、基準ワークピース R の固有ワークピース変量 W_R もまた高温状態で決められたことに留意すべきである。基準ワークピース R の固有ワークピース変量 W_R もまた、 T_1^* にほぼ一致する温度で決められることが望ましい。すべての実施形態で、基準ワークピース R の固有ワークピース変量 W_R は定常温度 T_{vH} に達した後、加工装置内で決められることが望ましい。これは、加工装置 100 が長時間にわたって稼働され、それゆえ熱的に安定した状態になった後、この固有ワークピース変量 W_R が決められることを意味している。少なくとも 1 つの補正值は、補正決定の範囲で決定される。上述の例では、例えば、以下の状況が考えられる。第 1 のワークピース 1 の加工中、加工装置 100 の温度はまだ定常温度 T_{vH} 以下だったことから、ワークピース 1 は基準ワークピース R とは幾分異なった大きさを有する。例えば、上述の例では、基準ワークピース R の溝幅は第 1 のワークピース 1 の溝幅よりいくぶん大きい。2 つの溝幅の差（つまり、2 つの固有ワークピース変量 W_R と W_1 の差）は補正決定の範囲で計算される。加工装置 100 で第 2 のワークピース 2 を加工するための補正值は、それから決定される。工具 5 の輪郭がワークピース上の歯溝の形を定める仕上げの方法では、補正值は、次のワークピース 2 の加工中に、加工されるべき歯溝に工具 5 がいくぶん深く突き刺さるなければならないことを示し得る。

20

30

少なくとも 1 つの加工装置の設定は、補正值に基づいて合わせられる。例えば、上述の例では、突き刺す深さは補正值を考慮して変更される。

次に、例えば、加工装置 100 において第 2 のワークピース $n = 2$ の加工が行われている。従って、ワークピース 1 上で、極端に小さくなるよう測定された歯溝はワークピース 2 上で補正される。

40

【0033】

この例はさらに、図 3 A から図 3 D に基づいて明らかにされる。これらの図において、平歯車は第 1 のワークピース 1 として示される。仕上げの方法の範囲で、研削盤が工具 5 として使われる。工具 5 の輪郭はワークピース 1 上の歯溝の形を決定する。

【0034】

固定座標軸 x は図 3 A から 3 D のそれぞれ左側に示されている。この座標軸 x は相関関係を説明するためだけに使用する。

【0035】

図 3 A から 3 D において、工具 RW の回転軸は図の水平面にある。図 3 A では工具 5 が

50

その回転軸 RW を位置 x_1 に位置させてワークピース 1 の歯溝に差し込まれている。ワークピース 1 の回転軸 RA は図の水平面に対し垂直であり、ここでは $x = x_0$ の位置に固定されている。

【0036】

ワークピース 1 が加工された後、ワークピース 1 と工具 5 は互いに関連して離される。この工程は図 3 B に示されている。示された例では、ワークピース 1 は先の位置 $x = x_0$ にとどまり、工具 5 の回転軸 RW は工具 5 とともに後方に移動させられる。(ここでは位置 x_1 から位置 x_2 に)。第 1 のワークピース 1 の固有ワークピース変数 W_1 の決定がここで行われる。そのために、センサ 5 1 はワークピース 1 の歯溝に差し込まれ、この歯溝の左右の歯面に向かって動かされる。これは、たとえば、ピッチ円 NK 上で実施される。ここで補正決定は(できればソフトウェアを使用したコンピュータによって)実施され、第 1 のワークピース 1 の溝幅が、基準変数 WR として使われる基準ワークピース R の溝幅からずれているか否か、また、どれほどずれているかを決定する。

10

【0037】

記載された例において、例えば、基準ワークピース R の溝幅は第 1 のワークピース 1 の溝幅よりもやや小さい。2 つの溝幅の差(つまり、2 つの固有ワークピース変数 WR と W_1 の差)は補正決定の範囲で計算される。

【0038】

続く方法工程では、図 3 D に示されるように、さらなるワークピースが加工される。示された例は第 2 のワークピース 2 に関する。高温状態のワークピース 1 上で測定された溝幅は、高温状態の基準ワークピース R 上で測定されたものよりも大きいため、図 3 D の工程で、工具 5 はワークピース 2 の材料に図 3 A の場合ほど深く突き刺さる必要はない。例えば、補正值として値 x_1^* が決定されうる。値 x_1 と x_1^* の間の(x 軸と平行した)差は計算によって得られる。これは、(図 3 A におけるように、加工装置 100 とワークピース 2 の温度が同じならば、)温度に関連した偏差にもかかわらず、工具 5 がいくぶん浅く突き刺さるように値 x_1^* が決定されることを意味している。

20

図 3 D では、ワークピース 2 が製造される。その値は、温度にまつわる不具合が補正されている。図 3 D では $|x_0 - x_1^*| > |x_0 - x_1|$ である。

【0039】

本発明によると加工装置 100 がさらに高温になっている間は、固有ワークピース変数の測定は随時繰り返される。従って、例えば、第 3 のワークピース 3 と第 4 から第 10 のワークピースは図 3 D に描かれているように同じ補正值で製造されうる。(図 3 C に示すように)第 10 のワークピースは、(これまでの第 1 のワークピース 1 のように)高温状態で再び測定されうる。第 11 のワークピースのために補正值が決められうる。第 11 のワークピースはこの補正值を適用して加工される。従って、それまでの間に処理されるワークピースは比較的三次元的に精密であることが定常温度 T_{VH} に達するまで確かめられうる。

30

【0040】

(例えば、正しくない工具が固定されていたせいで)中断後に不具合が起こらないようにするため、第 1 のワークピース 1 の加工を実施する前に、以下の工程が別のワークピース 0 上で実施されうる。

40

加工装置 100 でこの別のワークピース 0 の加工を行う。この別のワークピース 0 は加工中に熱を帯びる。

冷却状態でこの別のワークピース 0 の 1 つまたはそれ以上の特性変数を決定し、この別のワークピース 0 が目標値と一致するかを確認する。

この別のワークピース 0 が目標値と一致すれば、記載したような第 1 のワークピース 1 の加工を開始することが可能である。この別のワークピース 0 が目標値と一致しなければ、(例えば、加工装置 100 の操作者によって)停止が行われなければならない。

【0041】

これは別の測定機械で実施されうる。この別の測定機械は閉回路を介して加工装置 10

50

0 に接続できる。

【符号の説明】

【0042】

- 0 : ワークピース、 1 : 第 1 のワークピース、
- 2 : 第 2 のワークピース、 3 : 第 3 のワークピース、
- 4 : ブランク、 5 : 工具、 6 : 工具駆動装置、
- 7 : ワークピーススピンドル、 10 : ワークピース供給部、
- 11 : パネル、 12 : のぞき窓、 13 : 基準点 / 基準面、
- 40 : 分離した筐体、 41 : (CNC) 制御、
- 50 : 測定装置、 51 : センサ、 100 : 加工装置、
- n : さらなるワークピース、 NK : ピッチ円、
- R : 基準ワークピース、 RA : ワークピースの回転軸、
- W . 1 : 第 1 のワークピースの固有ワークピース変量、
- W . 2 : 第 2 のワークピースの固有ワークピース変量、
- W . R : 基準ワークピースの固有ワークピース変量、
- t : 停止、 RW : 工具の回転軸、
- T 1 : 加工温度、 T 1 * : 機械加工直後の温度、
- T v H : 定常温度、 T w : ワークピース温度、
- x : 座標軸、 x 0 , x 1 , x 2 : 座標軸上の値、 x 1 * : 座標軸上で修正された値

【図 1】

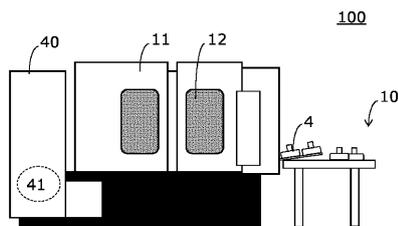


Fig. 1

【図 2 B】

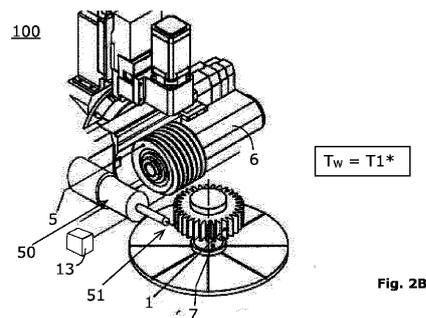


Fig. 2B

【図 2 A】

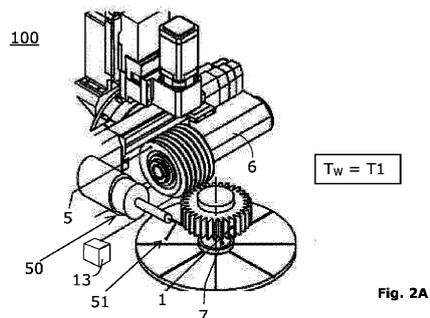


Fig. 2A

【 3 3 】

图 3A

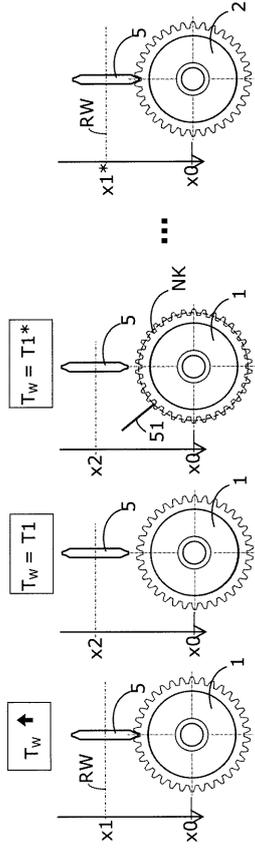


Fig. 3A

图 3B

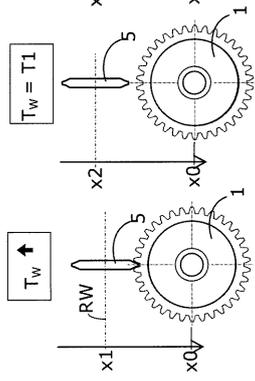


Fig. 3B

图 3C

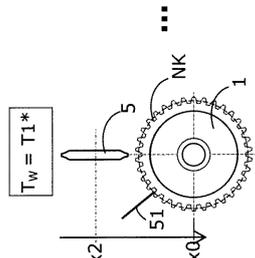


Fig. 3C

图 3D

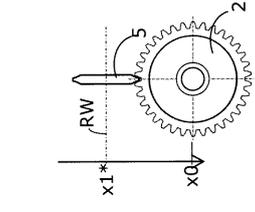


Fig. 3D

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2016/056310

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. G05B19/404 B23Q15/22 ADD.		
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) G05B B23Q B23F		
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		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 2 394 770 A1 (LIEBHERR VERZAHNTECH GMBH [DE]) 14 December 2011 (2011-12-14) paragraph [0001] - paragraph [0015] paragraph [0036] - paragraph [0053] -----	1-9
X	DE 28 33 923 A1 (WERKZEUGMASCH OKT VEB) 1 March 1979 (1979-03-01) the whole document -----	1-9
A	WO 2007/090871 A1 (KLINGELNBERG GMBH [DE]; RIBBECK KARL MARTIN [DE]; KOENIG TORSTEN [DE]) 16 August 2007 (2007-08-16) the whole document -----	1-9
A	US 4 714 387 A (OHNO SEISHICHI [JP]) 22 December 1987 (1987-12-22) the whole document -----	1-9
<input 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		"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date		"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
"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)		"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
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means		"&" document member of the same patent family
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		
Date of the actual completion of the international search 9 June 2016		Date of mailing of the international search report 24/06/2016
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 Ciric, George

1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2016/056310

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
EP 2394770	A1	14-12-2011	CN 102275015 A	14-12-2011
			DE 102010023728 A1	15-12-2011
			EP 2394770 A1	14-12-2011
			US 2012209418 A1	16-08-2012

DE 2833923	A1	01-03-1979	DD 132412 A1	27-09-1978
			DE 2833923 A1	01-03-1979

WO 2007090871	A1	16-08-2007	AT 448900 T	15-12-2009
			CA 2641361 A1	16-08-2007
			CN 101421067 A	29-04-2009
			EP 1981674 A1	22-10-2008
			JP 5091164 B2	05-12-2012
			JP 2009525885 A	16-07-2009
			KR 20080114722 A	31-12-2008
			US 2009028655 A1	29-01-2009
			WO 2007090871 A1	16-08-2007

US 4714387	A	22-12-1987	CN 85108223 A	10-06-1986
			GB 2184966 A	08-07-1987
			JP H0217292 B2	20-04-1990
			JP S61117012 A	04-06-1986
			US 4714387 A	22-12-1987

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/056310

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. G05B19/404 B23Q15/22 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) G05B B23Q B23F		
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		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 2 394 770 A1 (LIEBHERR VERZAHNTECH GMBH [DE]) 14. Dezember 2011 (2011-12-14) Absatz [0001] - Absatz [0015] Absatz [0036] - Absatz [0053] -----	1-9
X	DE 28 33 923 A1 (WERKZEUGMASCH OKT VEB) 1. März 1979 (1979-03-01) das ganze Dokument -----	1-9
A	WO 2007/090871 A1 (KLINGELNBERG GMBH [DE]; RIBBECK KARL MARTIN [DE]; KOENIG TORSTEN [DE]) 16. August 2007 (2007-08-16) das ganze Dokument -----	1-9
A	US 4 714 387 A (OHNO SEISHICHI [JP]) 22. Dezember 1987 (1987-12-22) das ganze Dokument -----	1-9
<input 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
9. Juni 2016		24/06/2016
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Cîric, George

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/056310

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 2394770	A1	14-12-2011	CN 102275015 A	14-12-2011
			DE 102010023728 A1	15-12-2011
			EP 2394770 A1	14-12-2011
			US 2012209418 A1	16-08-2012

DE 2833923	A1	01-03-1979	DD 132412 A1	27-09-1978
			DE 2833923 A1	01-03-1979

WO 2007090871	A1	16-08-2007	AT 448900 T	15-12-2009
			CA 2641361 A1	16-08-2007
			CN 101421067 A	29-04-2009
			EP 1981674 A1	22-10-2008
			JP 5091164 B2	05-12-2012
			JP 2009525885 A	16-07-2009
			KR 20080114722 A	31-12-2008
			US 2009028655 A1	29-01-2009
WO 2007090871 A1	16-08-2007			

US 4714387	A	22-12-1987	CN 85108223 A	10-06-1986
			GB 2184966 A	08-07-1987
			JP H0217292 B2	20-04-1990
			JP S61117012 A	04-06-1986
			US 4714387 A	22-12-1987

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, 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, KM, 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, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US

(72)発明者 カール - マルティン・リベック

ドイツ 4 2 8 9 7 レムシャイト、ハイデシュトラーセ 1 7 番

(72)発明者 ヘルベルト・プラスベルク

ドイツ 4 2 4 9 9 ヒュッケスヴァーゲン、リンデンベルクシュトラーセ 3 0 番

Fターム(参考) 3C001 KA05 KB05 TA02 TB03

3C025 HH07

3C029 EE12

3C269 AB06 BB03 EF10 EF94 JJ18

【要約の続き】

法である。

【選択図】図 3