

(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
29. September 2016 (29.09.2016)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2016/150986 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
G05B 19/404 (2006.01) *B23Q 15/22* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2016/056310
- (22) Internationales Anmeldedatum:
23. März 2016 (23.03.2016)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
102015104289.4 23. März 2015 (23.03.2015) DE
- (71) Anmelder: **KLINGELNBERG AG** [CH/CH];
Binzmühlestrasse 171, 8050 Zürich (CH).
- (72) Erfinder: **WEBER, Jürgen**; Weststrasse 3, 42499
Hückeswagen (DE). **RIBBECK, Karl-Martin**;
Heidestrasse 17, 42897 Remscheid (DE). **BLASBERG,**
Herbert; Lindenbergstrasse 30, 42499 Hückeswagen (DE).
- (74) Anwalt: **HEUSCH, Christian**; Ant-IP GmbH, Kirchplatz
2, 82387 Antdorf (DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): 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, UZ, VC, VN, ZA, ZM,
ZW.

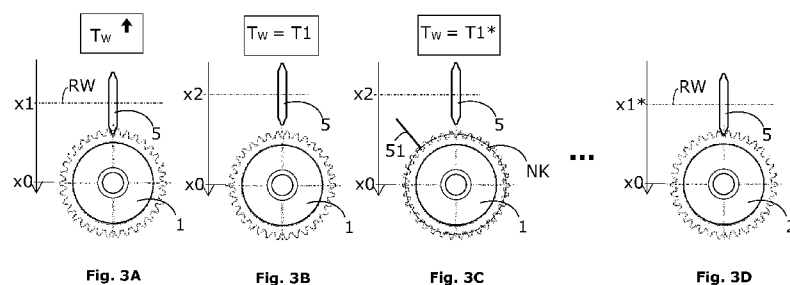
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,
SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG,
KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH,
CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE,
IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: METHOD FOR OPERATING A GEAR CUTTING MACHINE

(54) Bezeichnung : VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER VERZÄHNUNGSBEARBEITENDEN MASCHINE



(57) Abstract: Method for operating a gear cutting machine comprising the following steps: - machining a first workpiece (1) in the machine, wherein the first workpiece (1) heats up due to the machining, - determining at least one characteristic workpiece variable in the first workpiece (1) in the heated state, wherein a measuring device of the machine is used for the determination, - determining a compensation on the basis of the at least one characteristic workpiece variable of the first workpiece (1) and at least one characteristic workpiece variable of a reference workpiece, wherein - the characteristic workpiece variable of the reference workpiece is determined in the machine after a steady-state temperature has been reached, - at least one compensation value is determined in the course of determining the compensation, - adjusting of the machine setting by taking into account the at least one compensation value, - and machining a further workpiece (2) in the machine.

(57) Zusammenfassung: Verfahren zum Betreiben einer verzahnungsbearbeitenden Maschine mit den folgenden Schritten: - Durchführen der Bearbeitung eines ersten Werkstücks (1) in der Maschine, wobei sich das erste Werkstück (1) aufgrund

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



WO 2016/150986 A1



der Bearbeitung erwärmt, - Ermitteln mindestens einer charakteristischen Werkstückgröße an dem ersten Werkstück (1) im erwärmten Zustand, wobei zum Ermitteln eine Messvorrichtung der Maschine zum Einsatz kommt, - Durchführen einer Kompensationsermittlung anhand der mindestens einen charakteristischen Werkstückgröße des ersten Werkstücks (1) und mindestens einer charakteristischen Werkstückgröße eines Referenzwerkstücks, wobei - die charakteristische Werkstückgröße des Referenzwerkstücks in der Maschine nach dem Erreichen einer Beharrungstemperatur ermittelt wurde, - im Rahmen der Kompensationsermittlung mindestens ein Kompensationswert ermittelt wird, - Anpassen der Maschineneinstellung unter Berücksichtigung des mindestens einen Kompensationswerts, - Durchführen der Bearbeitung eines weiteren Werkstücks (2) in der Maschine.

5

10

15 **Verfahren zum Betreiben einer verzahnungsbearbeitenden Maschine**

Gebiet der Erfindung

[0001] Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren zum Betreiben einer verzahnungsbearbeitenden Maschine. Insbesondere geht es um ein Verfahren zur
20 Temperaturkompensation in einer verzahnungsbearbeitenden Maschine.

Hintergrund der Erfindung, Stand der Technik

[0002] Es gibt verschiedene Verfahren zum spanabhebenden Bearbeiten von Zahnrädern. Die entsprechend ausgelegten Maschinen werden hier als verzahnungsbearbeitende Maschinen bezeichnet.

25

[0003] Es ist bekannt, dass aufgrund verschiedener Vorgänge in einer verzahnungsbearbeitenden Maschine mit der Zeit die Temperatur der Maschine zunimmt. Im Dauerbetrieb einer Maschine erreicht diese eine sogenannte Beharrungstemperatur. Die Beharrungstemperatur ergibt sich in einen thermisch stationären Zustand. In diesem Zustand hat sich die Temperatur der Maschine
30 thermisch eingeschwungen. Es stellt sich mit der Zeit also eine Stabilisierung der Wärmeflüsse ein, was zu dem stationären Zustand führt.

[0004] Es ist auch bekannt, dass es aufgrund thermischer Ausdehnungsprozesse zu Ungenauigkeiten in einem Bearbeitungsprozess kommen kann. Das liegt unter anderem daran, dass die verschiedensten Elemente der Maschine mit zunehmender Temperatur eine thermische Expansion erfahren. Beim
5 Abkühlen kommt es zu einer entsprechenden thermischen Kontraktion. Einerseits verändern sich bei ansteigender Temperatur der Maschine die Dimensionen der einzelnen Maschinenelemente. Da in einer Maschine zahlreiche Elemente miteinander verbunden sind, kann es aufgrund unterschiedlicher Expansionskoeffizienten zu (Ver-)Spannungen kommen, die sich in einem nicht-
10 linearen und nicht genau berechenbaren Ausdehnungsverhalten der Maschine zeigen.

[0005] Das thermische Verhalten einer Maschine wird von der Einwirkung von Wärmequellen und -senken beeinflusst. Man unterscheidet bei der thermischen
15 Einwirkung zwischen internen und externen Einflüssen. Als interner Einfluss wird zum Beispiel die Wärmeabgabe von Motoren angesehen. Ein weiterer interner Einfluss ergibt sich aus der spanabhebenden Wechselwirkung eines Werkzeugs mit einem Werkstück, da hier mechanische Energie in Wärme umgewandelt wird. Externe Einflüsse sind zum Beispiel die Umgebungstemperatur in einer
20 Maschinenhalle.

[0006] Es ist unmittelbar ersichtlich, dass sich die Länge zum Beispiel eines Kragarms, der an einer Seite mit z.B. einem Maschinenständer verbunden ist, mit zunehmender Temperatur vergrößert. Ein solcher Kragarm erfährt eine lineare
25 Ausdehnung in Längsrichtung. Bei komplizierten Maschinenelementen und komplexeren Geometrien, wie z.B. einem Spindellager, sind die Zusammenhänge deutlich komplexer.

[0007] Die Arbeitsgenauigkeit spanender Maschinen hängt im Wesentlichen
30 davon ab, wie genau die Bewegungen im 3-dimensionalen Raum zwischen dem Werkzeug und dem Werkstück ausgeführt werden können. Letztendlich ergeben sich aufgrund aller temperaturbedingter Effekte Relativabweichungen beim Bewegen des Werkzeugs relativ zum Werkstück. Diese Relativabweichungen führen zu Abweichungen am Werkstück.

[0008] Die Produktivität und Genauigkeit sind wichtige Aspekte von Werkzeugmaschinen. Im Hinblick auf stark gestiegene Forderungen in Sachen Fertigungspräzision, gewinnt die thermische Genauigkeit von Maschinen immer mehr an Bedeutung. Besonders bei kleinen Fertigungslosen und damit wechselnden
5 Maschinenaufträgen kann kein thermisch stabiler Zustand erreicht werden. Bei Maschinen, die im Dauereinsatz sind, gewinnt die Genauigkeit vor allem nach einer Unterbrechung an Bedeutung. Außerdem möchte man den Ausschuss reduzieren, der üblicherweise nach einer Unterbrechung anfällt bis die Maschine wieder einigermaßen die Beharrungstemperatur erreicht hat. Es geht neben der
10 Genauigkeit also auch um Fragen der Wirtschaftlichkeit.

[0009] Ein gängiger Ansatz ist es, Maschine und Umgebung auf einem konstanten Temperaturniveau zu halten. Durch eine gleichbleibende Temperatur lässt sich die Verformung der Maschine vermeiden. Dazu müssen einerseits die
15 Maschinenhalle klimatisiert und andererseits die Maschine dauerhaft betrieben werden. Der Kosten- und Energieaufwand ist entsprechend hoch.

[0010] Ein anderer Ansatz ist die Überwachung der Verformung der Maschine durch integrierte Sensoren. Anhand eines mathematischen Modells, in dem die
20 Daten der Sensoren weiterverarbeitet werden, kann die Grundlage für eine näherungsweise Vorhersage der Fehler bilden, die am Werkstück entstehen würden. Sind diese Fehler bekannt, so kann die Maschine die Bearbeitung entsprechend anpassen und die Fehler kompensieren. Auch hier ist der Aufwand groß. Außerdem gibt es bisher keine technologischen Ansätze, die den hohen
25 Genauigkeitsanforderungen genügen.

[0011] Es stellt sich in Anbetracht der obigen Ausführungen die folgende Aufgabe. Es geht darum einen Ansatz zu finden, der es ermöglicht temperaturbedingte Veränderungen einer Maschine zu kompensieren. Vor allen
30 geht es darum die Genauigkeit eines Bearbeitungsprozesses in einer Maschine unmittelbar nach einer Unterbrechung zu verbessern, um so den Ausschuss zu reduzieren. Als Unterbrechung wird eine Pause bezeichnet, die vorzugsweise mehr als 15 Minuten beträgt.

[0012] Gemäß Erfindung wird ein Verfahren zur Verfügung gestellt, dessen Merkmale dem Anspruch 1 zu entnehmen sind.

[0013] Weitere bevorzugte Ausführungsformen sind den jeweiligen
5 Unteransprüchen zu entnehmen.

ZEICHNUNGEN

[0014] Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung werden im Folgenden anhand von Ausführungsbeispielen und mit Bezug auf die Zeichnung beschrieben.

- 10 **FIG. 1** zeigt eine schematische Vorderansicht einer Verzahnungsmaschine, in der das erfindungsgemäße Verfahren eingesetzt werden kann;
- FIG. 2A** zeigt eine Perspektivansicht eines Teils einer beispielhaften Verzahnungsmaschine mit Messvorrichtung, in der das erfindungsgemäße Verfahren eingesetzt werden kann, wobei im
15 gezeigten Moment ein Werkstück bearbeitet wird;
- FIG. 2B** zeigt eine Perspektivansicht eines Teils der Verzahnungsmaschine der Fig. 2A, wobei im gezeigten Moment die Messvorrichtung der Maschine zum Einsatz kommt (es handelt sich hier um einen Aufbau mit einem Messtaster, der vor dem Messen referenziert wird);
- 20 **FIG. 3A** zeigt eine Draufsicht eines Werkzeugs und eines Werkstücks einer beispielhaften Verzahnungsmaschine mit Messvorrichtung, wobei im gezeigten Moment das Werkstück mit dem Werkzeug bearbeitet wird;
- FIG. 3B** zeigt eine Draufsicht des Werkzeugs und des Werkstücks der Fig. 3A, wobei im gezeigten Moment das Werkzeug relativ zum Werkstück
25 entfernt wird;
- FIG. 3C** zeigt eine Draufsicht des Werkzeugs und des Werkstücks der Fig. 3A, wobei im gezeigten Moment die Messvorrichtung der Maschine zum Einsatz kommt;
- FIG. 3D** zeigt eine Draufsicht des Werkzeugs und eines zweiten Werkstücks,
30 wobei im gezeigten Moment das Werkstück mit dem zweiten Werkzeug bearbeitet wird.

DETAILLIERTE BESCHREIBUNG

[0015] Im Zusammenhang mit der vorliegenden Beschreibung werden Begriffe verwendet, die auch in einschlägigen Publikationen und Patenten Verwendung finden. Es sei jedoch angemerkt, dass die Verwendung dieser Begriffe lediglich dem besseren Verständnis dienen soll. Der erfinderische Gedanke und der Schutzbereich der Patentansprüche soll durch die spezifische Wahl der Begriffe nicht in der Auslegung eingeschränkt werden. Die Erfindung lässt sich ohne weiteres auf andere Begriffssysteme und/oder Fachgebiete übertragen. In anderen Fachgebieten sind die Begriffe sinngemäß anzuwenden.

[0016] In Fig. 1 ist eine schematisierte Ansicht einer erfindungsgemäß ausgestatteten (Zahnrad-)Maschine 100 gezeigt. Bei der Maschine 100 handelt es sich um eine Verzahnungsmaschine. Der eigentliche Bearbeitungsraum - in dem Zahnräder (entsprechende Rohlinge 4 sind rechts im Bereich einer Werkstück-Zufuhr 10 gezeigt) bearbeitet werden - befindet sich hinter einer Verkleidung 11, die beispielsweise mit Sichtfenstern 12 versehen sein kann. Eine (CNC-)Steuerung 41 kann in dem Gehäuse derselben Maschine 100 oder in einem separaten Gehäuse 40 untergebracht sein.

[0017] Die Maschine 100 ist speziell zum spanenden Bearbeiten (z.B. Schleifen oder Fräsen) der Zahnflanken von Zahnrädern ausgelegt. Da es hier primär um die Serienproduktion von Zahnrädern geht, ist im Folgenden von einem ersten Werkstück 1, einem zweiten Werkstück 2 und einem dritten Werkstück 3 die Rede. Es werden hier Zahlwörter verwendet, um eine zeitliche Abfolge vorzugeben. Das erste Werkstück 1 wird in zeitlicher Reihenfolge vor dem zweiten und jedem weiteren Werkstück bearbeitet. Das zweite Werkstück 2 wird nach dem ersten Werkstück 1 und vor dem dritten Werkstück 3 bearbeitet. Es ist im Zusammenhang mit der vorliegenden Erfindung wichtig zu beachten, dass das zweite Werkstück 2 nicht direkt nach dem ersten Werkstück 1 und das dritte Werkstück 3 nicht direkt nach dem zweiten Werkstück 2 bearbeitet werden muss.

[0018] In den Figuren 2A und 2B sind beispielhafte Details des Arbeitsbereichs einer Maschine 100 gezeigt. Es handelt sich in dem gezeigten Beispiel um eine

Maschine 100, die eine Schleifschnecke als Werkzeug 5 umfasst und die zum Wälzschleifen von Stirnrädern ausgelegt ist. Die Erfindung kann auch in anderen Maschinen zum Einsatz kommen (z.B. in einer Maschine zum Schleifen von Kegelrädern). Der Drehantrieb (Spindelantrieb) des Werkzeugs 5 ist mit dem Bezugszeichen 6 gekennzeichnet. In Fig. 2A ist das spanabhebende Bearbeiten des Werkstücks 1 mit dem Werkzeug 5 gezeigt. Im gezeigten Moment befindet sich das Werkzeug 5 in Wirkverbindung mit dem Werkstück 1.

[0019] Aus den Figuren 2A und 2B ist zu entnehmen, dass die Maschine 100 Aufspannmittel zum Aufspannen eines zu bearbeitenden Werkstücks (z.B. eines Rohlings 4) aufweist. In Fig. 2A und 2B ist das Werkstück 1 an der Werkstückspindel 7 aufgespannt. Die Aufspannmittel sind nicht direkt zu erkennen. Außerdem umfasst die Maschine 100 ein Werkzeugspannmittel zum Einspannen eines Verzahnwerkzeugs 5 (z.B. eines Schleif- oder Fräswerkzeugs) für die spanende Bearbeitung der Zahnflanken des Werkstücks 1. Die Werkzeugspannmittel sind in den Figuren nicht zu erkennen, da sie im Bereich zwischen dem Werkzeug 5 und dem Drehantrieb 6 sitzen.

[0020] Zusätzlich umfasst die Maschine 100 eine Messvorrichtung 50, wie in den Figuren 2A und 2B in stark schematisierter Form gezeigt. Diese Messvorrichtung 50 ist bei allen Ausführungsformen Bestandteil der Maschine 100, d.h. die Messvorrichtung 50 ist an der Maschine 100 befestigt. Die Messvorrichtung 50 nach Fig. 2A und 2B ist so ausgelegt, dass sie referenziert werden kann. Das Referenzieren ermöglicht trotz temperaturbedingter Änderungen, die auch die Messvorrichtung 50 betreffen können, ein möglichst genaues Messen am Werkstück 1.

[0021] Vorzugsweise ist die Messvorrichtung 50 bei allen Ausführungsformen so ausgelegt, dass sie wegbewegbar ist, um beim Bearbeiten des Werkstücks 1 mit dem Werkzeug 5 keinen Schaden zu nehmen. In Fig. 2A und Fig. 2B ist beispielhaft angedeutet, dass die Messvorrichtung 50 einen Teleskopaufbau haben kann. In Fig. 2A ist der Teleskopaufbau zusammengezogen und der eigentliche Sensor 51 ist weggeklappt oder weggeschwenkt. In Fig. 2B ist der Teleskopaufbau ausgefahren und der Sensor 51 ist in eine Zahnflanke geklappt oder geschwenkt worden.

[0022] Vorzugsweise umfasst die Maschine 100 bei allen Ausführungsformen einen Referenzpunkt oder einen Referenzfläche 13, die in den Figuren 2A und 2B andeutungsweise gezeigt ist. Dieser Referenzpunkt bzw. diese Referenzfläche 13 ist temperaturstabil bzw. -neutral ausgelegt, damit eine Referenz innerhalb der Maschine 100 zur Verfügung steht, die keinen temperaturbedingten Verlagerungen oder Veränderungen unterliegt. Das Beziehen einer Referenzgrösse von einem Referenzpunkt oder einer Referenzfläche 13 wird hier als Referenzieren bezeichnet.

[0023] Vorzugsweise ist auch die Messvorrichtung 50 bei allen Ausführungsformen temperaturneutral ausgelegt, damit man aufgrund von Temperaturänderungen keine verfälschten Messergebnisse erhält.

[0024] Die Messvorrichtung 50 ist vorzugsweise bei allen Ausführungsformen möglichst nahe an der Werkstückspindel 7 und nicht im Bereich des Werkzeugs 5 positioniert (temperaturneutral hinsichtlich ihre Relativlage zum Werkstück 1) oder die Messvorrichtung 50 sollte vor der Messung referenziert werden (siehe Figuren 2A und 2B). Sonst würde bei einer Messung nach einer Pause (Abkühlung) falsch gemessen werden.

[0025] Vorzugsweise umfasst die Messvorrichtung 50 bei allen Ausführungsformen eine temperaturneutrale und biegesteife Konstruktion, damit sie auch unter verschiedenen Temperatureinflüssen stabil bleibt. Die wesentlichen Elemente der Messvorrichtung 50 können z.B. aus einer Kombination von Kohlefaserverbundstoffen und Keramik (für ein minimales Gewicht und hohe für eine hohe Biegesteifigkeit) aufgebaut sein. Die Massstäbe, die zum Einsatz kommen, können z.B. aus einer temperaturneutralen Keramik gefertigt sein. Zusätzlich oder alternativ kann die Messvorrichtung 50 temperaturkompensiert (z.B. mit einer aktiven dynamischen Temperaturkompensation) ausgeführt sein.

[0026] Bei Maschinen 100, die mit einem Referenzpunkt oder einer Referenzfläche 13 ausgestattet sind, kann sich die Messvorrichtung 50 beim Referenzieren einen räumlichen Bezug holen, indem z.B. der Sensor 51 den Referenzpunkt oder die Referenzfläche 13 antastet. Die Koordinatenwerte des

Referenzpunkts oder der Referenzfläche 13 können dann z.B. bei anschliessenden Berechnungen als rechnerischer Bezug dienen.

[0027] Aufgrund der spanabhebenden Bearbeitung ergibt sich eine Werkstücktemperatur T_w , die den in Fig. 2A angegebenen Wert T_1 erreicht. Nachdem den Bearbeitung abgeschlossen ist, wird eine Relativbewegung in der Maschine 100 ausgeführt, um das Werkzeug 5 von dem Werkstück 1 zu trennen. Der entsprechende Zustand ist in Fig. 2B gezeigt. Das Werkstück 1 kühlt langsam ab. Es ergibt sich eine Werkstücktemperatur T_w , die den in Fig. 2B angegebenen Wert T_1^* annimmt. Dabei gilt die folgende Aussage: $T_1 > T_1^*$.

[0028] Nun kommt die Messvorrichtung 50 zum Einsatz, wie in Fig. 2B angedeutet. Mittels der Messvorrichtung 50 wird mindestens eine charakteristische Werkstückgröße $W.1$ des Werkstücks 1 ermittelt. Das geschieht gemäss Erfindung möglichst unmittelbar nach dem Bearbeiten des Werkstücks 1. D.h. das Werkstück 1 ist beim Ermitteln der charakteristischen Werkstückgröße $W.1$ immer noch warm.

[0029] Im Folgenden sind einige beispielhafte Zahlenwerte aus der Praxis gegeben. Die Beharrungstemperatur T_{vh} einer Maschine 100 hängt unter anderem von der Umgebungstemperatur ab. Üblicherweise ergeben sich z.B. beim Fräsen Temperaturdifferenzen zwischen einer gerade in Betrieb genommenen Maschine und einer betriebswarmen Maschine von 20° bis über 30° . Die Temperaturen der Werkstücke 1 nach einer Fräsbearbeitung können bis auf 60°C ansteigen, d.h. sie erfahren eine Temperaturerhöhung durch die Bearbeitung um ca. 40°C . Die Temperaturänderungen an einer Schleifmaschine liegen deutlich unter diesen Werten.

[0030] Da in der Maschine 100 Rohlinge 4 oder Werkstücke 1 bearbeitet werden, bei denen es sich um Drehteile handelt, ist zum Beispiel deren Umfangsfläche (Zylindermantelfläche bei einem Stirnrad oder Kegelstumpffläche bei einem Kegelrad) nicht genau masshaltig. Das Antasten der Umfangsfläche mit der Messvorrichtung 50 ergibt somit keine brauchbaren Werkstückgrößen, selbst wenn die Messvorrichtung 50 bei sich verändernden Temperaturen genau arbeitet oder temperaturkompensiert misst. Gemäß Erfindung wird daher die charakteristische

Werkstückgröße W.1 vorzugsweise bei allen Ausführungsformen an Flächen oder Punkten ermittelt, die soeben in der Maschine 100 bearbeitet wurden. Im Beispiel der Fig. 2B dringt der Sensor 51 in eine Zahnlücke ein, um dort z.B. die Lückenweite abzutasten. Die Lückenweite kann beispielsweise auf dem Nennkreis
5 NK des Werkstücks 1 abgetastet und als charakteristische Werkstückgröße W.1 einer Weiterverarbeitung zugeführt werden.

[0031] Weitere Aspekte der Erfindung werden im Folgenden anhand der Verfahrensschritte beschrieben, die beim Betreiben der verzahnungsbearbeitenden
10 Maschine 100 ausgeführt werden. Die erfindungsgemäße Maschine 100 zeichnet sich dadurch aus, dass sie zum Durchführen des im Folgenden näher beschriebenen Verfahrens ausgelegt ist. Vorzugsweise umfasst eine geeignete Maschine 100 neben den erforderlichen Achsen, Spannmitteln und Antrieben auch die erwähnte Messvorrichtung 50. Weiterhin kommt eine Software zum Einsatz, die in der
15 Maschine 100 oder in einem mit der Maschine 100 verbindbaren System installiert ist.

[0032] Das Verfahren umfasst vorzugsweise die folgenden Schritte:

- Es wird die Bearbeitung eines ersten Werkstücks 1 in der Maschine 100 durchgeführt (siehe Fig. 2A), wobei sich das erste Werkstück 1 aufgrund der Bearbeitung erwärmt. Das Werkstück 1 erreicht eine Temperatur von $T_w = T1$.
20
- Es wird dann mindestens eine charakteristische Werkstückgröße W.1 an dem ersten Werkstück 1 im erwärmten Zustand ermittelt (hier bei $T_w = T1^*$), wobei zum Ermitteln der Sensor 51 der Maschine 100 zum Einsatz kommt. Eine entsprechende Momentaufnahme ist in Fig. 2B gezeigt.
25
- Dann wird eine sogenannte Kompensationsermittlung durchgeführt. Dies geschieht anhand der mindestens einen charakteristischen Werkstückgröße W.1 des ersten Werkstücks 1 und anhand mindestens einer charakteristischen Werkstückgröße W.R eines Referenzwerkstücks R. Im zuvor erwähnten Beispiel wird z.B. die Lückenweite des ersten Werkstücks 1 bei $T_w = T1^*$ mit der Lückenweite des Referenzwerkstücks R verglichen. Dabei ist festzuhalten, dass die charakteristische Werkstückgröße W.R des Referenzwerkstücks R auch im warmen Zustand ermittelt worden ist. Vorzugsweise wurde die charakteristische Werkstückgröße W.R des Referenzwerkstücks R auch bei einer Temperatur
30

- ermittelt, die in etwa der Temperatur $T1^*$ entspricht. Vorzugsweise wird bei allen Ausführungsformen die charakteristische Werkstückgröße $W.R$ des Referenzwerkstücks R in der Maschine 100 nach dem Erreichen der Beharrungstemperatur T_{VH} ermittelt. D.h. diese charakteristische
- 5 Werkstückgröße $W.R$ wurde ermittelt nachdem die Maschine 100 längere Zeit betrieben wurde und sich somit im thermisch eingeschwungenen Zustand befand. Im Rahmen der Kompensationsermittlung wird mindestens ein Kompensationswert ermittelt. Im genannten Beispiel ist z.B. die folgende Situation denkbar. Aufgrund der Tatsache, dass die Temperatur der Maschine
- 10 100 beim Bearbeiten des ersten Werkstücks 1 noch unterhalb der Beharrungstemperatur T_{VH} lag, hat das Werkstück 1 etwas andere Dimensionen als das Referenzwerkstück R . Im beschriebenen Beispiel ist z.B. die Lückenweite des Referenzwerkstücks R etwas grösser als die Lückenweite des ersten Werkstücks 1. Die Differenz der beiden Lückenweiten (d.h. die Differenz der
- 15 beiden charakteristischen Werkstückgröße $W.R$ und $W.1$) wird im Rahmen der Kompensationsermittlung errechnet. Daraus kann für die Bearbeitung des nächsten Werkstücks 2 in der Maschine 100 ein Kompensationswert ermittelt werden. Bei einem Completing-Verfahren, bei dem das Profil des Werkzeugs 5 die Form der Zahnücken am Werkstück vorgibt, kann der Kompensationswert
- 20 vorgeben, dass beim Bearbeiten des nächsten Werkstücks 2 das Werkzeug 5 ein Stück weit tiefer in die zu bearbeitende Zahnücke eintauchen muss.
- Es wird nun anhand des Kompensationswerts mindestens eine Maschineneinstellung angepasst. Im genannten Beispiel wird zum Beispiel die Eintauchtiefe unter Berücksichtigung des Kompensationswerts geändert.
 - 25 - Dann erfolgt die Bearbeitung z.B. des zweiten Werkstücks $n = 2$ in der Maschine 100. Dadurch wird die zuvor am Werkstück 1 als zu gering ermittelte Lückenweite am Werkstück 2 ausgeglichen.

[0033] Anhand der Figuren 3A bis 3D wird dieses Beispiel weiter

30 veranschaulicht. In diesen Figuren ist ein Stirnrad als erstes Werkstück 1 gezeigt. Es kommt im Rahmen eines Completing-Verfahrens eine Schleifscheibe als Werkzeug 5 zu Einsatz. Das Profil des Werkzeugs 5 bestimmt die Form der Zahnücken am Werkstück 1.

[0034] In den Figuren 3A bis 3D ist jeweils links eine ortsfeste Koordinatenachse x eingezeichnet. Diese Koordinatenachse x dient rein zur Veranschaulichung der Zusammenhänge.

- 5 [0035] Die Rotationsachse des Werkzeugs RW liegt in den Figuren 3A bis 3D in der Zeichenebene. In Fig. 3A ist zu erkennen, dass das Werkzeug 5 mit seiner Rotationsachse RW bis zu einer Position x_1 in die Zahnücke des Werkstücks 1 eingetaucht wird. Die Rotationsachse RA des Werkstücks 1 steht senkrecht zur Zeichenebene und liegt hier fix bei der Position $x = x_0$.

- 10 [0036] Nachdem das Werkstück 1 bearbeitet wurde, werden Werkstück 1 und Werkzeug 5 relativ voneinander getrennt. Dieser Schritt ist in Fig. 3B gezeigt. Im gezeigten Beispiel verharrt das Werkstück 1 in der vorherigen Position $x = x_0$ und die Rotationsachse RW des Werkzeugs 5 wird samt dem Werkzeug 5 zurückbewegt
15 (hier von der Position x_1 zur Position x_2). Nun folgt das Ermitteln der charakteristischen Werkstückgröße $W.1$ des ersten Werkstücks 1. Zu diesem Zweck wird ein Sensor 51 in eine Zahnücke des Werkstücks 1 eingetaucht und gegen die linke und gegen die rechte Zahnflanke dieser Zahnücke bewegt. Dies kann z.B. am Nennkreis NK geschehen. Die Kompensationsermittlung wird nun durchgeführt
20 (vorzugsweise auf rechnerischem Wege mittels Software), um festzustellen, ob und inwieweit die Lückenweite des ersten Werkstücks 1 von einer als Referenzgröße $W.R$ dienenden Lückenweite eines Referenzwerkstücks R abweicht.

- [0037] Im beschriebenen Beispiel ist z.B. die Lückenweite des
25 Referenzwerkstücks R etwas kleiner als die Lückenweite des ersten Werkstücks 1. Die Differenz der beiden Lückenweiten (d.h. die Differenz der beiden charakteristischen Werkstückgröße $W.R$ und $W.1$) wird im Rahmen der Kompensationsermittlung errechnet.

- 30 [0038] In einem nachgelagerten Verfahrensschritt wird, wie in Fig. 3D gezeigt, ein weiteres Werkstück bearbeitet. Im gezeigten Beispiel geht es um das zweite Werkstück 2. Da die gemessene Lückenweite am warmen Werkstück 1 grösser war als am warmen Referenzwerkstück R, muss nun im Schritt der Fig. 3D das Werkzeug 5 weniger weit in das Material des Werkstücks 2 eintauchen als die in

Fig. 3A der Fall war. Als Kompensationswert kann z.B. ein Wert $x1^*$ ermittelt werden. Die Differenz (parallel zur x-Achse) zwischen dem Wert $x1$ und dem Wert $x1^*$ ergibt sich aus einer Transformationsrechnung. D.h. der Wert $x1^*$ wird nun so ermittelt, dass (falls die Temperatur der Maschine 100 und des Werkstücks 2 gleich sind wie in Fig. 3A) trotz temperaturbedingter Abweichungen das Werkzeug 5 etwas weniger weiter eintaucht. So wird nun in Fig. 3D ein Werkstück 2 gefertigt, dessen Werte in Sachen Temperaturfehler kompensiert wurden. In Fig. 3D gilt: $|x0 - x1^*| > |x0 - x1|$.

[0039] Gemäss Erfindung kann das Ermitteln von charakteristischen Werkstückgrössen von Zeit zu Zeit wiederholt werden während sich die Maschine 100 weiter erwärmt. So können z.B. das dritte Werkstück 3 und das vierte bis zehnte Werkstück mit demselben Kompensationswert gefertigt werden wie im Zusammenhang mit Fig. 3D beschrieben. Das zehnte Werkstück kann erneut (wie zuvor das erste Werkstück 1) im warmen Zustand vermessen werden (wie in Fig. 3C gezeigt). Für das elfte Werkstück kann dann ein Kompensationswert ermittelt werden. Das elfte Werkstück wird dann unter Anwendung dieses Kompensationswerts bearbeitet. So kann bis zum Erreichen der Beharrungstemperatur T_{vh} sichergestellt werden, dass die im Zwischenzeitraum bearbeiteten Werkstücke relativ genau formhaltig sind.

[0040] Um nach einer Unterbrechung Fehler auszuschließen (z.B. weil ein fehlerhaftes Werkzeug eingespannt wurde), können vor dem Durchführen der Bearbeitung des ersten Werkstücks 1 an einem anderen Werkstück 0 die folgenden Schritte durchgeführt werden:

- Durchführen der Bearbeitung dieses anderen Werkstücks 0 in der Maschine 100, wobei sich dieses andere Werkstück 0 während der Bearbeitung erwärmt,
- Ermitteln einer oder mehrerer Kenngrößen dieses anderen Werkstücks 0 im abgekühlten Zustand, zum Feststellen ob dieses andere Werkstück 0 Sollwerten entspricht,
- Falls dieses andere Werkstück 0 den Sollwerten entspricht, so kann mit dem Bearbeiten des ersten Werkstücks 1 begonnen werden, wie beschrieben. Falls dieses andere Werkstück 0 nicht den Sollwerten entsprechen sollte, so muss eine Überprüfung (z.B. durch den Bediener der Maschine 100) durchgeführt werden.

[0041] Dies kann in einer separaten Messmaschine durchgeführt werden, die über einen closed-loop mit der Maschine 100 verbindbar ist.

Bezugszeichen

Werkstück	0
erstes Werkstück	1
zweites Werkstück	2
drittes Werkstück	3
Rohlinge	4
Werkzeug	5
Werkzeug-Antrieb	6
Werkstückspindel	7
Werkstück-Zufuhr	10
Verkleidung	11
Sichtfenster	12
Referenzpunkt/Referenzfläche	13
separates Gehäuse	40
(CNC-)Steuerung	41
Messvorrichtung	50
Sensor	51
Maschine	100
Weiteres Werkstück	n
Nennkreis	NK
Referenzwerkstück	R
Rotationsachse des Werkstücks	RA
Charakteristische Werkstückgröße des ersten Werkstücks	W.1
Charakteristische Werkstückgröße des zweiten Werkstücks	W.2
charakteristischen Werkstückgröße des Referenzwerkstücks	W.R
Unterbrechung	Δt
Rotationsachse des Werkzeugs	RW
Bearbeitungstemperatur	T1
Temperatur kurz nach der Bearbeitung	T1*
Beharrungstemperatur	T _{VH}
Werkstücktemperatur	T _W
Koordinatenachse	x
Werte auf der Koordinatenachse	x0, x1, x2
Korrigierter Wert auf der Koordinatenachse	x1*

PATENTANSPRÜCHE:

1. Verfahren zum Betreiben einer verzahnungsbearbeitenden Maschine (100) mit den folgenden Schritten:
 - 5 - Durchführen der Bearbeitung eines ersten Werkstücks (1) in der Maschine (100), wobei sich das erste Werkstück (1) aufgrund der Bearbeitung erwärmt,
 - Ermitteln mindestens einer charakteristischen Werkstückgröße (W.1) an dem ersten Werkstück (1) im erwärmten Zustand, wobei zum Ermitteln
10 eine Messvorrichtung (50) der Maschine (100) zum Einsatz kommt,
 - Durchführen einer Kompensationsermittlung anhand der mindestens einen charakteristischen Werkstückgröße (W.1) des ersten Werkstücks (1) und mindestens einer charakteristischen Werkstückgröße (W.R) eines Referenzwerkstücks (R), wobei
 - 15 o die charakteristische Werkstückgröße (W.R) des Referenzwerkstücks (R) in der Maschine (100) nach dem Erreichen einer Beharrungstemperatur (T_{VH}) ermittelt wurde,
 - o im Rahmen der Kompensationsermittlung mindestens ein Kompensationswert ermittelt wird,
 - 20 - Anpassen der Maschineneinstellung unter Berücksichtigung des mindestens einen Kompensationswerts,
 - Durchführen der Bearbeitung eines weiteren Werkstücks (n) in der Maschine (100).
- 25 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei dem Referenzwerkstück (R) um eines der Werkstücke handelt, die vor einer Unterbrechung (Δt) in der Maschine (100) bearbeitet wurden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das
30 Durchführen der Bearbeitung des ersten Werkstücks (1) und das Ermitteln mindestens einer charakteristischen Werkstückgröße (W.1) in der Maschine (100) unmittelbar nach einer Unterbrechung (Δt) erfolgen.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass es sich bei der Beharrungstemperatur (T_{VH}) um die Temperatur der Maschine (100) handelt, die sich an oder in der Maschine (100) im Dauerbetrieb einstellt.
- 5 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Ermitteln der charakteristischen Werkstückgrößen (W.1, W.2, W.R) mittels eines Messtasters (51) der Messvorrichtung (50) erfolgt, wobei die Messvorrichtung (50) Teil der Maschine (100) ist und wobei beim Ermitteln der charakteristischen Werkstückgrößen (W.1, W.2, W.R) das entsprechenden
10 Werkstück (1, 2, R) nicht umgespannt wird.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Unterbrechung (Δt) aus einem der folgenden Gründe erfolgte:
- 15 - Stillstand der Maschine (100) aufgrund einer Abschaltung,
- Stillstand der Maschine (100) aufgrund von Wartung oder Reparatur,
- Stillstand der Maschine (100) aufgrund von Umrüstung.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Unterbrechung (Δt) mindestens 15 Minuten dauert.
- 20 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass ein Stillstand der Maschine (100) als Unterbrechung (Δt) zählt, wenn eine an oder in der Maschine (100) gemessene Temperatur um mehr als 10 Prozent geringer ist als die Beharrungstemperatur (T_{VH}), die sich an oder in der Maschine (100)
25 im Dauerbetrieb einstellt.
9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass vor dem Durchführen der Bearbeitung des ersten Werkstücks (1) an einem anderen Werkstück (0) die folgenden Schritte durchgeführt werden:
- 30 - Durchführen der Bearbeitung dieses anderen Werkstücks (0) in der Maschine (100), wobei sich dieses andere Werkstück (0) während der Bearbeitung erwärmt,

- Ermitteln einer oder mehrerer Kenngrößen dieses anderen Werkstücks (0) im abgekühlten Zustand, zum Ermitteln ob dieses andere Werkstück (0) Sollwerten entspricht.

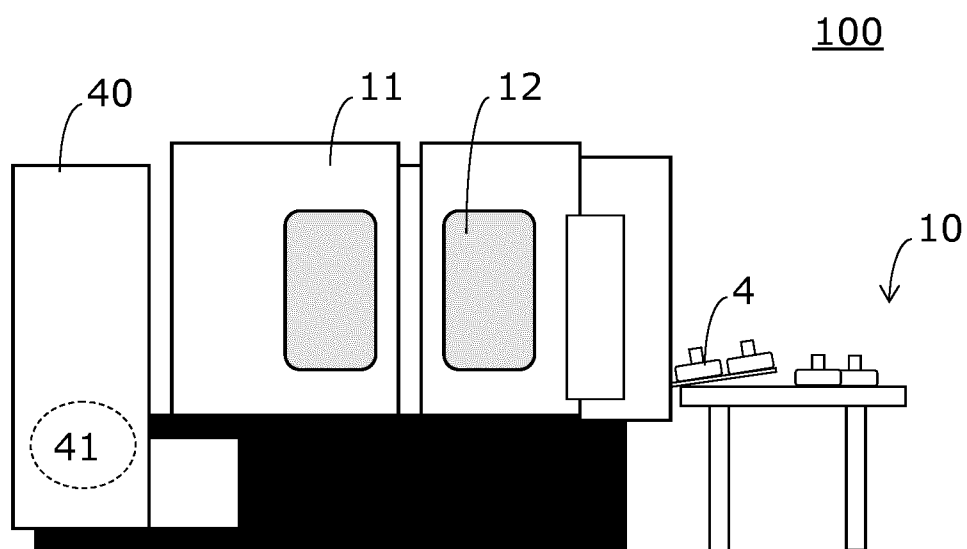


Fig. 1

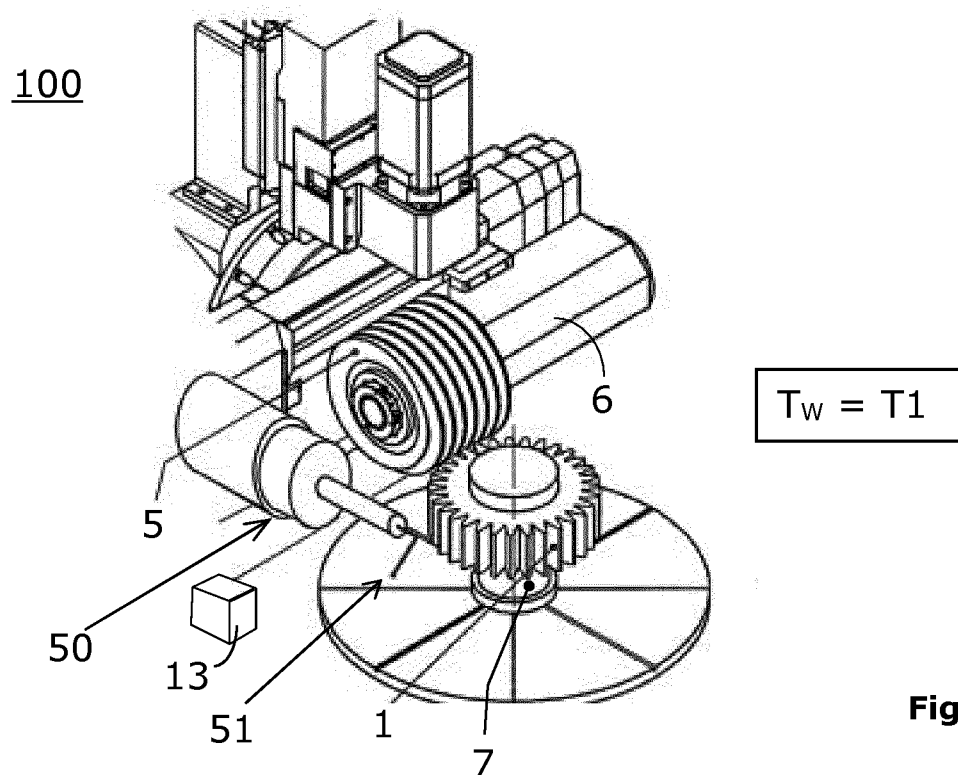
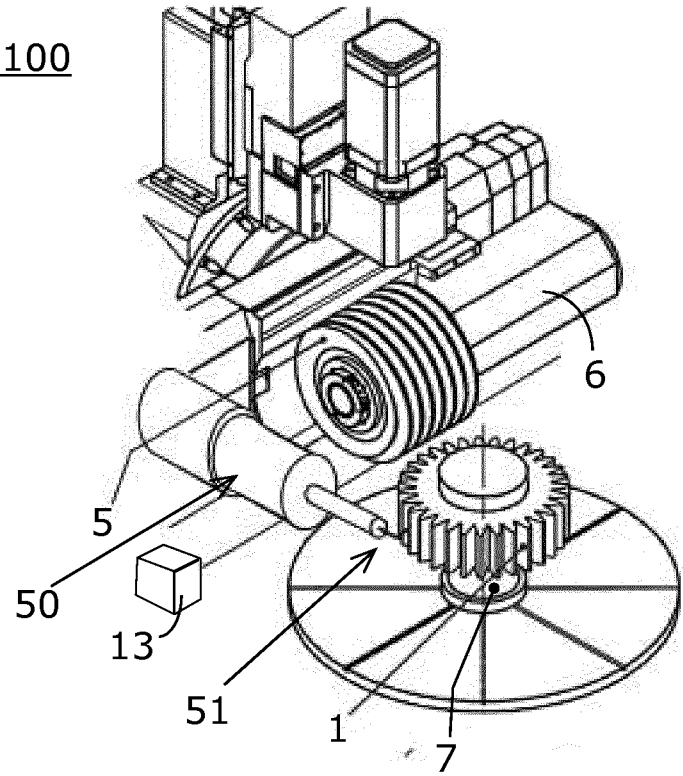
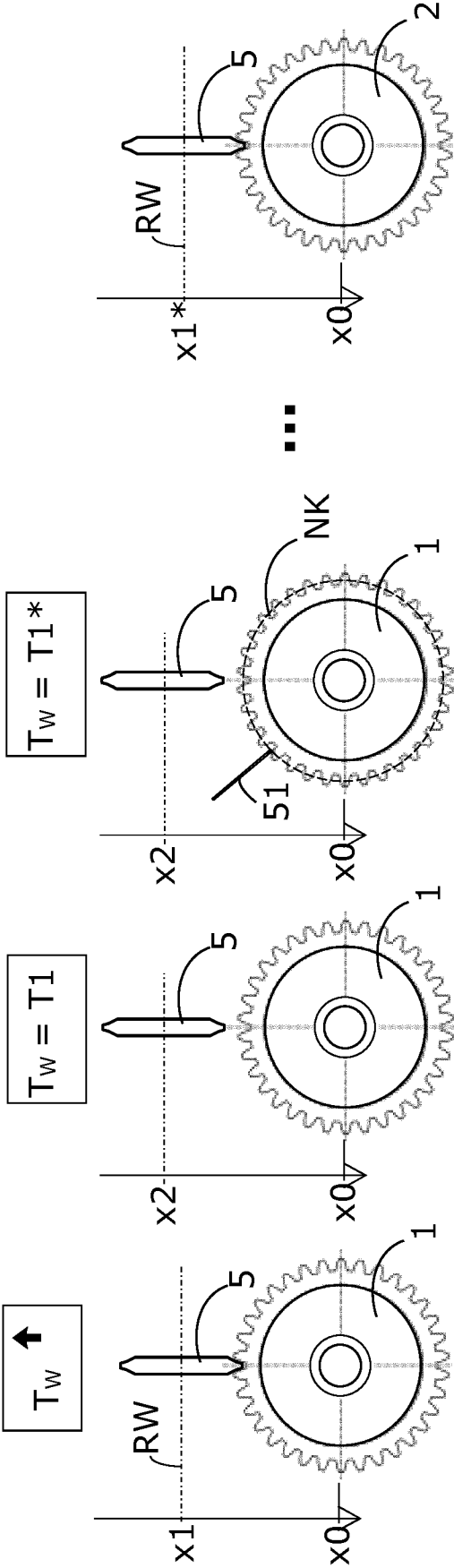


Fig. 2A



$$T_w = T1^*$$

Fig. 2B



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



Further documents are listed in the continuation of Box C.



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

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

Cîrîc, George

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	

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

Recherchierter 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



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" 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

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

9. Juni 2016

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

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

Cîrîc, George

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2016/056310

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	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
