

(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
17. Januar 2019 (17.01.2019)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2019/011602 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation: B23F 5/16 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2018/066346
- (22) Internationales Anmeldedatum: 20. Juni 2018 (20.06.2018)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität: 10 2017 006 553.5
11. Juli 2017 (11.07.2017) DE
- (71) Anmelder: GLEASON-PFAUTER MASCHINENFABRIK GMBH [DE/DE]; Daimlerstraße 14, 71636 Ludwigsburg (DE).
- (72) Erfinder: KRESCHEL, Jürgen; Seestraße 28, 71282 Hemmingen (DE).
- (74) Anwalt: LEINWEBER & ZIMMERMANN; Rosental 7, II. Aufgang, 80331 München (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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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.

(54) Title: METHOD FOR MACHINING A TOOTHING AND TOOTHING MACHINE DESIGNED FOR SAME, AS WELL AS COMPUTER PROGRAM PRODUCT FOR SAME

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM BEARBEITEN EINER VERZÄHNUNG UND DAZU HERGERICHTETE VERZÄHNUNGSMASCHINE, SOWIE COMPUTERPROGRAMMPRODUKT DAFÜR

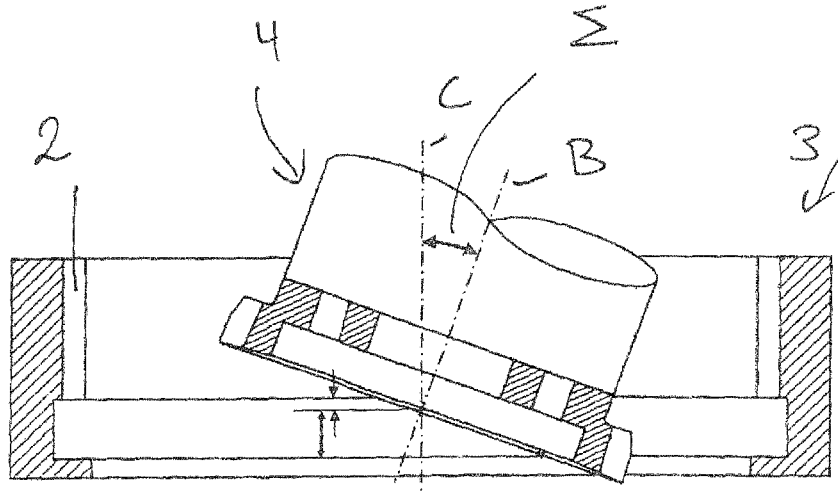


Fig. 2

(57) Abstract: The invention relates to a method for machining a tothing (2) having an axis of rotation (C), in which a machining tool (4), which is rotationally driven about its axis of rotation (B), removes material from the tothing while executing a relative motion between the machining tool and tothing to generate a flank geometry of the tothing, which has been predefined over the full width of the tothing, in a machining operation, wherein the predefined flank geometry matches a motion control that defines a motion path of the tool centre with respect to the tothing axis of rotation, said motion control having a defined, non-vanishing axial advancement with a defined advancing motion between machining tool and tothing, wherein in a first machining process, the relative motion is only



WO 2019/011602 A1

(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)

executed for generating a part (5), more particularly a significant part, of the flank geometry according to this motion control, while a further part (6), more particularly the remaining part, of the flank geometry is generated in a second machining process, in which the distance between the tool centre and the tothing axis of rotation with respect to the fixed motion path changes in a manner wherein the tool centre moves away from the tothing, and in which the change to the machining operation caused **thereby** is counteracted by an additionally executed change in motion of the relative motion with respect to the motion control of the first machining process.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bearbeiten einer Drehachse (C) aufweisenden Verzahnung (2), bei dem ein um seine Drehachse (B) drehend angetriebenes Bearbeitungswerkzeug (4) unter Ausführung einer Relativbewegung zwischen Bearbeitungswerkzeug und Verzahnung zum Erzeugen einer über die volle Verzahnungsbreite vorgegebenen Flankengeometrie der Verzahnung in Bearbeitungseingriff Material von der Verzahnung abnimmt, wobei die vorgegebene Flankengeometrie zu einer Bewegungsbahn der Werkzeugmitte gegenüber der Verzahnungsdrehachse festlegenden Bewegungssteuerung mit definiertem nicht verschwindenden axialen Vorschub bei definierter Zustellung zwischen Bearbeitungswerkzeug und Verzahnung passt, wobei in einer ersten Bearbeitung die Relativbewegung nur für die Erzeugung eines insbesondere überwiegenden Anteils (5) der Flankengeometrie gemäß dieser Bewegungssteuerung ausgeführt wird, wohingegen ein weiterer, insbesondere der verbleibende Anteil (6) der Flankengeometrie in einer zweiten Bearbeitung erzeugt wird, bei welcher der Abstand der Werkzeugmitte von der Verzahnungsdrehachse gegenüber der festliegenden Bewegungsbahn in einer die Werkzeugmitte von der Verzahnung entfernenden Weise geändert ist, und bei der **dadurch** bedingten Änderung des Bearbeitungseingriffs durch eine gegenüber der Bewegungssteuerung der ersten Bearbeitung zusätzlich vorgenommenen Bewegungsänderung der Relativbewegung entgegengewirkt wird.

VERFAHREN ZUM BEARBEITEN EINER VERZÄHNUNG UND
DAZU HERGERICHTETE VERZÄHNUNGSMASCHINE, SOWIE
COMPUTERPROGRAMMPRODUKT DAFÜR

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bearbeiten einer Drehachse aufweisenden Verzahnung, bei dem ein um seine Drehachse drehend angetriebenes Bearbeitungswerkzeug unter Ausführung einer Relativbewegung zwischen Bearbeitungswerkzeug und Verzahnung zum Erzeugen einer über die volle Verzahnungsbreite vorgegebenen Flankengeometrie der Verzahnung in Bearbeitungseingriff Material von der Verzahnung abnimmt, wobei die vorgegebene Flankengeometrie zu einer Bewegungsbahn der Werkzeugmitte gegenüber der Verzahnungsdrehachse festlegenden Bewegungssteuerung mit definiertem nicht verschwindendem axialen Vorschub bei definierter Zustellung zwischen Bearbeitungswerkzeug und Verzahnung passt, sowie eine zur Ausübung dieses Verfahrens gesteuerte Verzahnungsmaschine.

Derartige Verfahren sind in einer Vielzahl von unterschiedlichen Verfahrensgestaltungen bekannt, beispielsweise wird hierzu im Folgenden das Wälzschälen herangezogen.

Beim Wälzschälen trägt ein Schälrad in wälzendem Bearbeitungseingriff Material von einem Verzahnungsrohling ab und erzeugt dabei üblicherweise in mehreren Durchgängen eine Verzahnung mit einer vorgegebenen Flankengeometrie, wobei Verzahnung und Werkzeug in jedem Durchgang eine axiale Vorschubbewegung ausführen, bis alle Flankenbereiche bearbeitet sind. Nach dem letzten Durchgang wird eine angestrebte (End)geometrie für die (Schäl-)Bearbeitung erreicht. Gegenüber der Endgeometrie des späteren fertiggestellten Werkstücks weist diese üblicherweise noch ein Aufmaß auf, um trotz Härteverzügen nach der üblicherweise nachfolgenden Hart-/Feinbearbeitung die korrekte Endgeometrie zuzulassen. Der letzte Durchgang des Wälzschälens wird oftmals als Schlichtschnitt ausgeführt, um eine möglichst glatte Flankenfläche zu erzeugen.

Im Wälzeingriff entsprechen die kinematischen Verhältnisse des Schälrads zu der Verzahnung denen eines Schraubradgetriebes. Das heißt, die Drehachse des Schälrads ist gegenüber der Verzahnungsdrehachse in einer Normalenebene zur Achsabstandsachse um einen Achskreuzwinkel geneigt, und die Schnittgeschwindigkeit hängt von dem Achskreuzwinkel ab. Die Wahl des Achskreuzwinkels und die Werkzeugauslegung werden in Abhängigkeit der Geometrie des zu bearbeitenden Werkstücks ausgelegt, um, die Flankengeometrie der Verzahnung mit der passenden Bewegungssteuerung auf einer Verzahnungsmaschine zu erzeugen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren der eingangs genannten Art insbesondere im Hinblick auf eine flexible und schnelle Verzahnungsbearbeitung zu verbessern.

Diese Aufgabe wird in verfahrenstechnischer Hinsicht durch eine Weiterbildung des Verfahrens gelöst, die im Wesentlichen dadurch gekennzeichnet ist, dass in einer ersten Bearbeitung die Relativbewegung nur für die Erzeugung eines insbesondere überwiegenden Anteils der Flankengeometrie gemäß dieser Bewegungssteuerung ausgeführt wird, wohingegen ein weiterer, insbesondere der verbleibende Anteil der Flankengeometrie in einer zweiten Bearbeitung erzeugt wird, bei welcher der Abstand der Werkzeugmitte von der Verzahnungsdrehachse gegenüber der festliegenden Bewegungsbahn in einer die

Werkzeugmitte von der Verzahnung entfernenden Weise geändert ist, und bei der der dadurch bedingten Änderung des Bearbeitungseingriffs durch eine gegenüber der Bewegungssteuerung der ersten Bearbeitung zusätzlich vorgenommene Bewegungsänderung der Relativbewegung entgegengewirkt wird.

Dabei beruht die Erfindung zunächst auf der Erkenntnis, dass das Schälrad aufgrund des eingestellten Achskreuzwinkels und den den Fortschritt der Zahnflankenbearbeitung bestimmenden Verlauf der Hüllschnitte des Schälrads an linker und rechter Zahnflanke nach Beendigung eines Arbeitsdurchgangs in Axialrichtung der bearbeiteten Verzahnung gesehen über das axiale Verzahnungsende hinausragt, auf welches sich die axiale Vorschubrichtung bei der Bearbeitung zubewegt. Während bei scheibenartigen Verzahnungen eine solche Werkstückendlage gegenüber der Verzahnung weniger beachtlich ist, ist dieser Endlage bei der Fertigung von Verzahnungen Rechnung zu tragen, die neben der Verzahnung selbst noch weitere axial von der Verzahnung angeordnete Strukturen aufweisen, die bezüglich der Bearbeitung der Verzahnung als potentielle Störkonturen anzusehen sind. Befinden sich die Störkonturen zu nahe an der Verzahnung selbst, so käme ggf. das Wälzschälen als Bearbeitungsverfahren nicht mehr in Betracht und die entsprechende Verzahnung wäre dann beispielsweise durch Wälzstoßen herzustellen. Gegebenenfalls besteht jedoch auch noch die Möglichkeit, durch Einstellen eines möglichst geringen Achskreuzwinkels eine günstigere Endlagenpositionierung zu erreichen, so dass gerade noch keine Kollision mit der Störkontur entstehen kann.

Weiter beruht die Erfindung auf der Erkenntnis, dass sich die Endlage des Bearbeitungswerkzeugs gegenüber der Verzahnung nach Fertigstellung der angestrebten Flankenengeometrie im Wesentlichen gleicher Verzahnungstiefe über die Verzahnungsbreite aus zwei unterschiedlichen Komponenten zusammensetzt, zum einen aus einer axialen Überlaufbewegung des Werkzeugs, der nach Vollendung der Bearbeitung einer der Links- und Rechtsflanke bis zur Vollendung der Bearbeitung der anderen Flanke erforderlich ist, da die Hüllschnitte mit der Flankenengeometrie der Links- und Rechtsflanke nicht symmetrisch bezüglich der Normalenebene auf die Verzahnungsachse sind. Die andere Komponente ist eine rein geometrische Komponente, die sich daraus ergibt, dass aufgrund des Achskreuzwinkels die Hüllkurve des rotierenden Bearbeitungswerkzeugs auch in der Position, in der die vollständige Bearbeitung an beiden Flanken abgeschlossen ist, axial weiter ragt als die Normalenebene zur Verzahnungsachse, in welcher der Bearbeitungskontakt am Ende

des Überlaufs liegt. Die Bewegung der Hüllkurve während der Relativbewegung folgt der Bewegungsbahn der Werkzeugmitte.

Durch die Erfindung kann diejenige Komponente, die sich aus dem Überlauf ergibt, verringert oder sogar ganz vermieden werden, indem die übliche Bearbeitung mit dem axialen Vorschub bei beibehaltener Zustellung nicht bis zur Fertigstellung der Herstellung der Flankengeometrie ausgeführt wird, sondern nur über einen Teil der Flankengeometrieerzeugung, bevorzugt wenigstens soweit, dass eine der Links- und Rechtsflanken auf die vorgegebene Flankengeometrie bearbeitet ist. Von dieser ersten Bearbeitung wird für einen anderen, insbesondere den verbleibenden Zahnflankenanteil abgewichen, die vorherige Bewegung also nicht wie üblich bis zum Erreichen der herkömmlichen Endlage nach Durchfahren des Überlaufs fortgesetzt. Vielmehr ändert man die Relativbewegung zwischen Bearbeitungswerkzeug und Verzahnung beispielsweise derart, dass der Axialvorschub verringert oder sogar gestoppt wird und sich das Werkzeug beispielsweise radial von der Verzahnung entfernt. Die vorgegebene Flankengeometrie auf dem anderen Anteil, die in der ersten Bearbeitung nicht erreicht wird, wird aber dennoch dadurch erreicht, dass in der zweiten Bearbeitung eine entgegengewirkende und im Wesentlichen kompensierende Korrekturbewegung ausgeführt wird, welche eine gegenüber der ersten Bearbeitung zusätzlich geänderte Bewegung wenigstens einer nicht mit der axialen Vorschubachse übereinstimmender Bewegungsachse ausgeführt wird. Die Zahnflanke in der zweiten Bearbeitung entsteht somit beispielsweise durch eine Überlagerungsbewegung in Form einer Zusatzdrehung um die Verzahnungsdrehachse (oder auch die Werkzeugdrehachse) (zusätzliche Bewegungsachse), mit der Bewegung über die radiale Bewegungsachse. Das Bearbeitungswerkzeug entfernt sich von der bearbeiteten Verzahnung gegenüber einer üblicherweise beibehaltenen konstanten Zustellung bis zum Ende der üblicherweise vorgenommenen Überlaufbewegung. Beide (erste und zweite) Bearbeitungen gehören dem gleichen Durchgang an.

Somit gelingt es, vorgegebene Flankengeometrien auch mit über die Verzahnungsbreite im Wesentlichen gleichbleibender Verzahnungstiefe zu erzeugen, obwohl das Bearbeitungswerkzeug dazu nicht den herkömmlichen Überlauf voll ausführen muss, sondern sich in dem kritischen Bereich auf einer anderen Bewegungsbahn gegenüber der Verzahnung bewegt, welche an einer Störkontur eines die Verzahnung tragenden Werkstücks vorbeiführbar ist. Am bewegungsauslaufenden Ende kann die Verzahnung ohne Ausbildung eines Sackendes offen abschließen.

Insbesondere wird von dem Bearbeitungswerkzeug nicht mehr die Endlage gegenüber der Verzahnung eingenommen, welche andernfalls in Fortführung der ersten Bearbeitung bis hin zum Durchlaufen auch des Überlauf erreicht worden wäre. Der radiale ($[(x^2+y^2)^{1/2}]$) Abstand ist in der Endlage größer. Die erfindungsgemäße Bearbeitung erfolgt bevorzugt jedenfalls im letzten (tiefsten) Bearbeitungsdurchgang (Schäldurchgang).

Die Erfindung erlaubt somit, wenn beispielsweise für das Wälzschälens eingesetzt, die Bearbeitung von Werkstücken mit einem größeren Achskreuzwinkel als bei herkömmlicher Bearbeitung aufgrund Störkonturen zulässig, und dadurch höhere Schnittgeschwindigkeiten und kürzere Bearbeitungszeiten. Zum anderen erlaubt die Erfindung auch eine flexiblere Anwendung beispielsweise des Wälzschälens auf eine Klasse von Werkstücken, die andernfalls nur noch im Wälzstoßen zu bearbeiten wären.

Die erste Bearbeitung erfolgt bevorzugt im Zweiflankenverfahren. Die zweite Bearbeitung erfolgt bevorzugt im Einflankenverfahren, der Übergang von erster zu zweiter Bearbeitung erfolgt somit bevorzugt dann, wenn eine der Links- und Rechtsflanken hinsichtlich der vorgegebenen Flankengeometrie fertigbearbeitet ist.

Der werkzeugseitige Bearbeitungseingriffsbereich ist in beiden Bearbeitungen bevorzugt derselbe.

Grundsätzlich ist nicht ausgeschlossen, dass man die zweite Bearbeitung vor der ersten Bearbeitung vornimmt (kinematische Bewegungsumkehr). Besonders bevorzugt schließt die zweite Bearbeitung jedoch zeitlich an die erste Bearbeitung an.

In einer besonders bevorzugten Ausführungsform ändert man die Bewegungsbahn der Werkzeugmitte über die radiale (Zustell-)Achse. Auf diese Weise lässt sich die entgegenwirkende Zusatzbewegung mit einer radialen Austauschbewegung kombinieren. Es sind jedoch (primär bei Außenverzahnungen) auch tangentielle Austauschbewegungen grundsätzlich denkbar, ggf. auch in Überlagerung mit einer radialen Austauschbewegung.

In einer weiteren besonders bevorzugten Gestaltung ist eine der/die zusätzlich entgegenwirkenden Bewegungsachsen durch eine relative Zusatzdrehung von Verzahnungsdrehachse und/oder Bearbeitungsdrehachse realisiert. Diese Zusatzdrehung zum

Ausgleichen des durch die Ausweichbewegung von zweiter zu erster Bearbeitung geänderten Eingriffs ist besonders einfach umsetzbar, da maschinenseitig ohnehin Zusatzdrehungen zu der reinen synchronen Wälzkopplung der Drehachsen einstellbar und eingestellt sind, um beispielsweise die Wälzverzahnung bei Schrägverzahnungen und axialem Vorschub aufrechtzuerhalten.

Gegebenenfalls können auch andere Bewegungsachseinstellungen von der ersten zur zweiten Bearbeitung geändert werden, wie etwa eine Tangentialachse (orthogonal zu Achsabstandsachse (d.h. radialer Zustellachse) und mit Orthogonal-Komponente oder senkrecht zur Verzahnungsdrehachse). Es kann auch daran gedacht werden, den Achskreuzwinkel bzw. die Bewegungsachse zu dessen Einstellung an der ausgleichenden Änderungsbewegung zu beteiligen.

Zweckmäßig ist vorgesehen, dass die Verzahnung und das Bearbeitungswerkstück während der Relativbewegung in Wälzeingriff miteinander stehen, insbesondere dass eine kontinuierliche Bearbeitung erfolgt. Dies sorgt weiter für kurze Bearbeitungszeiten.

In einer weiteren besonders bevorzugten Ausgestaltung ist vorgesehen, dass die Drehachsen von Verzahnung und Bearbeitungswerkzeug unter einem von Null verschiedenen Achskreuzwinkel angeordnet sind. Damit kommt zum Ausdruck, dass sich die Erfindung besonders für Verfahren eignet, deren zugrundeliegende Kinematik das des Schraubradgetriebes ist, und die Verfahrensarten Wälzschälen umfasst, jedoch auch die Hartbearbeitungsverfahren des Honens oder des Hartschälens. In diesem Zusammenhang werden auch genau diese Bearbeitungsverfahren bevorzugt, bei denen die Schnittgeschwindigkeit bei den Bearbeitungen von dem Achskreuzwinkel abhängt.

Die Erfindung ist sowohl für die Weich- als auch für die Hartbearbeitung nutzbar. In bevorzugten Anwendungen ist das Bearbeitungswerkzeug ein Werkzeug mit geometrisch bestimmter Schneide, insbesondere ein Schährad. Eine besonders bevorzugte Anwendung der Erfindung liegt im Wälzschälverfahren. Das Schährad könnte als Einzelwerkzeug vorliegen. Es ist jedoch auch daran gedacht, dass es Teil eines Kombi- oder Tandemwerkzeugs ist, welches beispielsweise ein weiteres Schährad koaxial trägt, mit welchem zusätzliche Bearbeitungen vorgenommen werden können, wie etwa Entgraten, Anfasen oder das Einarbeiten von Hinterlegungen.

Wie oben erläutert, kann bei der Erfindung der axiale Vorschub der ersten Bearbeitung in der zweiten Bearbeitung gestoppt werden (nicht mehr weitergeführt werden). Dies bietet sich besonders bei radial stark ausgedehnten Störkonturen an. Es ist jedoch dessen Weiterführung denkbar, einerseits in geringerem Maße (etwa weniger als 70%, bevorzugt weniger als 40%, insbesondere weniger als 20% gegenüber dem der ersten Bearbeitung), was letztlich in einer entsprechenden Verringerung des Überlaufs resultiert. Je nach radialer Ausdehnung einer Störkontur könnte in axialer Richtung gesehen die Vorschubbewegung auch zu Ende geführt werden, wenn sich dazu die Zustellung gegenüber der Zustellung in der ersten Bearbeitung ausreichend ändert. So kann ggf. allein durch Änderung der radialen und/oder tangentialen Zustellposition eine Veränderung der Relativbewegung herbeigeführt werden, die an einer Störkontur vorbeigeführt werden kann. Anders als bei einer gewollten Verringerung der Verzahnungstiefe durch Ausführung einer Austauschbewegung während eines beibehaltenen Axialvorschubs wird bei der Erfindung die angestrebte Flankengeometrie insbesondere mit im Wesentlichen gleichmäßiger Verzahnungstiefe jedoch weiterhin erzeugt, da sie in der zweiten Bearbeitung über zusätzliche entgegenwirkende Einstellungen der Maschinenachsen erfolgt. Der Ausdruck „wesentlich“ bedeutet an dieser Stelle, dass etwaige minimale Änderungen der Verzahnungstiefe durch Flankenmodifikationen, wie Balligkeit, der Einstellung von Verschränkungen oder ggf. vorgesehenen weiteren Flankenmodifikationen, die ohnehin innerhalb des Bearbeitungsverfahrens implementiert sind, nicht zu berücksichtigen sind. Die vorgegebene Flankengeometrie selbst ist bevorzugt die einer Evolventenverzahnung, die Erfindung lässt sich jedoch auch auf komplexere Flankenformen anwenden.

Eine Verfahrensgestaltung, bei der die Erfindung besondere Vorteile liefert, ist die, bei der die Verzahnung Teil eines wellenartigen Werkstücks mit einer weiteren Struktur ist, die in einem axialen Abstand von einem der axialen Verzahnungsenden eine radiale Ausdehnung aufweist, die insbesondere weiter reicht als die der Verzahnung selbst. Bei entsprechend großer radialer Ausdehnung wäre die Kontur als im Sinne eines herkömmlichen Verfahrens zu berücksichtigende Störkontur ansehbar.

Durch Anwendung des erfindungsgemäßen Verfahrens lässt sich der Abstand/Sicherheitsabstand von einer solchen Störkontur positiv beeinflussen. Dabei ist durchaus vorgesehen, dass das Bearbeitungswerkzeug und/oder der Achskreuzwinkel derart ausgelegt/eingestellt ist, dass das Bearbeitungswerkzeug im Falle einer Erzeugung des weiteren Anteils der Flankengeometrie unter einer Beibehaltung der Relativbewegung

der ersten Bearbeitung einen Sicherheitsabstand von der weiteren Struktur nicht mehr einhalten und insbesondere mit dieser kollidieren würde.

In einer bevorzugten Verfahrensgestaltung beträgt der Achskreuzwinkel der ersten und/oder zweiten Bearbeitung wenigstens 8° , bevorzugt wenigstens 12° , insbesondere wenigstens 16° . Damit lassen sich ordentliche Schnittgeschwindigkeiten erreichen, Werkstücke, die andernfalls bei herkömmlichen Verfahren nur mit sehr geringen Achskreuzwinkeln überhaupt noch bearbeitbar wären, können in kürzerer Zeit hergestellt werden. Die Erfindung ist jedoch ausdrücklich nicht auf derart hohe Achskreuzwinkel eingeschränkt und kann auch bei geringeren Achskreuzwinkeln von 5° oder mehr durchgeführt werden, beispielsweise dann, um ein Werkstück auch unter Ausnutzung der erfindungsgemäß erreichbaren Vorteile überhaupt noch im Wälzschälen erzeugen zu können, um nicht auf das langsamere Bearbeitungsverfahren wie das Wälzstoßen ausweichen zu müssen. Auch Achskreuzwinkel von 20° oder höher sind denkbar.

Das Verfahren ist sowohl für die Bearbeitung von Außenverzahnungen als auch für die Bearbeitung von Innenverzahnungen anwendbar.

In vorrichtungstechnischer Hinsicht wird die Erfindung geschützt durch entsprechend ausgelegte Verzahnungsmaschinen und -steuerungen, etwa ein Computerprogrammprodukt, welches wenn auf einer Verzahnungsmaschine ausgeführt, diese zu einem Verfahren nach einem der vorhergehenden Aspekte steuert.

Des Weiteren wird von der Erfindung unter Schutz gestellt eine Verzahnungsmaschine mit einer Werkstückaufnahme zur drehbaren Lagerung einer Drehachse aufweisenden Verzahnung und mit einer Werkzeugaufnahme zur um seine Drehachse drehend angetriebenen Lagerung eines Bearbeitungswerkzeugs, und mit Maschinenachsen, die eine radiale Zustellbewegung zwischen Bearbeitungswerkzeug und Verzahnung, eine axiale Vorschubbewegung mit Bewegungskomponente parallel zur Verzahnungsdrehachse erlauben sowie eine Steuereinrichtung, die dazu ausgelegt und programmiert ist, ein Verfahren nach einem der vorgenannten Aspekte auf der Verzahnungsmaschine auszuführen.

Weitere Merkmale, Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung mit Bezug auf die beigefügten Figuren, von denen

Fig. 1 schematisch eine Berührlinie einer Verzahnungsbearbeitung zeigt,

Fig. 2 ein eine Verzahnung bearbeitendes Schälrad zeigt,

Fig. 3 Hüllschnittabläufe beim Wälzschälen zeigt,

Fig. 4 eine zu Fig. 3 passende Abfolge von Zahnflankendarstellungen zeigt,

Fig. 5 Bahnabweichungen in verschiedenen Ausführungsformen zeigt, und

Fig. 6 eine Wälzschälmaschine zeigt.

In Fig. 1 ist eine schematische Ansicht auf eine Zahnücke einer Verzahnung dargestellt, mit LF ist die linke und mit RF eine rechte Zahnflanke bezeichnet, zwischen denen der Lückengrund abgebildet ist. Der darin enthaltene Kreis mit den zwei schwarz ausgefüllten Viertelkreissektoren symbolisiert einen Nullpunkt N im Werkzeugsystem, beispielsweise die (Werkzeugmittenachse auf Höhe einer) Axialposition der Zahnspitze eines Zahns einer Schälradverzahnung. Die mit K bezeichnete Linie in Fig. 1 ist die Berührlinie, wie sie sich in der Profilbildung der Verzahnung beim Power-Skiven ergibt, und welche sich in radialer wie auch in axialer Länge erstreckt. Die Berührlinie entspricht dem Kontakt zwischen Bearbeitungswerkzeug und Verzahnung in einem festgehaltenen Moment des Bearbeitungseingriffs und ist somit einer definierten Axialposition des Werkzeug-Nullpunkts zuzuordnen. Man erkennt bei der eingezeichneten Position des Werkzeug-Nullpunkts, dass (bei axialem Vorschub in Fig. 1 von oben nach unten) die Erzeugung der Flankengeometrie der Linksflanke LF weiter fortgeschritten ist als die der Rechtsflanke RF. Betrachtet man die horizontale durch den Werkzeug-Nullpunkt gehende Linie als axiales Ende E der Verzahnung, so wäre in der dargestellten Lage die Linksflanke bereits fertig ausgebildet, die Bearbeitung der Rechtsflanke allerdings in dem Bereich zwischen der Berührlinie und dem axialen Verzahnungsende E jedoch noch nicht. Der rechts in Fig. 1 dargestellte Doppelpfeil zeigt an, welche zusätzliche axiale Relativbewegung Werkzeug und Verzahnung ausführen müssten, damit auch die Rechtsflanke fertig bearbeitet wird. Diese axiale Strecke ist der Überlaufweg, der bei herkömmlicher Bearbeitung zum Ende eines jeweiligen Bearbeitungsdurchgangs durch weiteren axialen Vorschub zurückgelegt wird, bis die Verzahnungsbearbeitung auch an der Rechtsflanke abgeschlossen ist.

In Fig. 2 ist schematisch ein Schälrad 4 und eine Innenverzahnung 2 dargestellt, die mit dem Schälrad 4 erzeugt wird. Die Blickrichtung auf Fig. 2 ist die einer radialen (Zustell)achse. Man erkennt, dass die Drehachse B des Schälrads gegenüber der Verzahnungsdrehachse C um einen Achskreuzwinkel Σ geneigt ist. Die in Fig. 2 dargestellte Lage entspricht der, bei welcher die Verzahnungsbearbeitung mit herkömmlichen Wälzschälern abgeschlossen ist, der Werkzeug-Nullpunkt liegt unterhalb des axialen Endes der Verzahnung, um den Überlauf S axial von dieser beabstandet.

Das dargestellte, die Verzahnung 2 tragende Werkstück 3 hat axial unterhalb des Verzahnungsendes noch eine weitere Kontur, die im Folgenden als Störkontur bezeichnet wird. Der in Fig. 2 eingezeichnete doppelseitige Pfeil gibt den Abstand ZS von der Werkzeugmitte in Axialrichtung an, der eingehalten werden muss, damit es trotz der Störkontur zu einer störungsfreien Bearbeitung kommen kann.

Fig. 3a-d zeigt in einem Schnitt orthogonal zur Verzahnungsachse eine Zahnlückenkontur und des Weiteren Hüllschnitte der Schneidbewegung des Schälrads, die in einer Ausgestaltung der Erfindung in der zweiten Bearbeitung herangezogen werden, bei der der Axialvorschub in der in Fig. 1 dargestellten Lage des Werkzeug-Nullpunkts gestoppt wird und das Bearbeitungswerkzeug einflankig schneidend radial aus der Zahnlücke der Verzahnung austaucht.

In Fig. 4a-d ist synchron zur Darstellung von Fig. 3a-d dargestellt, wie sich das Profil der Verzahnung in der zweiten Bearbeitung ändert. Der Bereich oberhalb der in Fig. 4a-c erkennbaren diagonalen Berührlinie K_a , K_b , K_c gibt dabei den Flankenbereich an, der bereits entsprechend der angestrebten Flankengeometrie fertig erzeugt ist, der darunterliegende Bereich, der, in dem noch ein Aufmaß gegenüber der angestrebten Flankengeometrie vorhanden ist. So zeigt die Abbildung a) von Fig. 4 die Aufmaßsituation unterhalb der Berührlinie passend zu der Situation von Fig. 1. In dieser Darstellung, die dem Übergang von der ersten zur zweiten Bearbeitung entspricht, besteht noch volle radiale Zustellungstiefe der ersten Bearbeitung, wie aus der Darstellung a) von Fig. 3 erkennbar ist.

Bei dem dargestellten Bearbeitungsbeispiel findet nun eine radiale Austauschbewegung statt, wie aus der relativen Verschiebung der Hüllkurven in Radialachsrichtung X von der Darstellung links a) bis zur Darstellung rechts d) in Fig. 3 erkennbar ist. Des Weiteren ist jedoch auch erkennbar, dass sich die Lage der Hüllkurven zur Lage der Zahnlücke in

Tangentialrichtung Y aufgrund einer entsprechend ausgelegten Zusatzbewegung ändert. Die Überlagerung der radialen Austauschbewegung und der Zusatzbewegung ist dabei so aufeinander abgestimmt, dass die Hüllkurve entlang der zu erzeugenden Flankengeometrie entlangbewegt wird, und die Zahnflanke somit fertiggebildet wird, ohne dass es dazu eines weiteren axialen Vorschubs bedarf. Der Vorschub in der zweiten Bearbeitung ist somit in diesem Ausführungsbeispiel ein radial/tangentialer Vorschub. Ohne die tangentielle Zusatzbewegung verbliebe ein Aufmaß und somit eine erhebliche Abweichung von der angestrebten Flankengeometrie.

Auf diese Weise kann der in Fig. 2 erkennbare Überlaufweg insbesondere vollständig eingespart werden, wodurch axialer Spielraum gegenüber eines erforderlichen axialen Abstands ZS zur Vermeidung einer Kollision mit einer Störkontur erhalten wird. Bevorzugt wird dieser axiale Spielraum maximal erstellt, ein entsprechend verringerter Spielraum bleibt erhalten, wenn zwar eine axiale Vorschubbewegung noch ausgeführt wird, aber mit geringerer Rate, die radiale Austauschbewegung somit bei früherer Axialposition einsetzt als herkömmlich. Mit anderen Worten lässt sich eine Bearbeitung wie in den Figuren 3 und 4 skizziert auch erreichen, wenn bei der zweiten Bearbeitung noch ein (geringerer) Axialvorschub gegeben ist. Die Verzahnungstiefe bleibt bis zum axialen Verzahnungsende E erhalten.

Die zum Erreichen der in Fig. 3b-c dargestellten Hüllschnittverläufe gegenüber der Verzahnung herangezogene Anteile der Überlagerungsbewegung betreffend die Tangentialachse Y ist auf mehrere Arten erreichbar. Zum einen könnte dies durch eine Zusatzdrehung ΔC der Verzahnungsdrehachse erreicht werden, jedoch auch durch eine Zusatzdrehung ΔB um die Werkzeugdrehachse, oder eine Überlagerung dieser. Es könnte jedoch auch eine tangentielle Maschinenachse Y gegenüber der ersten Bearbeitung geändert eingestellt werden. Gegebenenfalls kann auch eine Änderung des Achskreuzwinkels Σ miteinbezogen werden.

Die bevorzugte Variante liegt jedoch in einer Überlagerung eines Radialvorschubs, der für eine gegenüber der ersten Bearbeitung fortlaufend geänderte radiale Zustellung sorgt, mit einer Zusatzdrehung insbesondere der Verzahnungsdrehachse C.

Insbesondere bei der Bearbeitung von Außenverzahnungen kann auch daran gedacht werden, eine tangentielle Austauschbewegung über Maschinenachse Y zu realisieren,

und als zusätzliche entgegenwirkende Bewegungsachse zur Herstellung der Flankengeometrie wiederum Zusatzdrehung von Verzahnungs- (B) und/oder Verzahnungsdrehachse (C) heranzuziehen.

In Fig. 5 sind noch Beispiele für die Änderung der Bewegungsbahn der Werkzeugmitte gegenüber der Bewegungsbahn der ersten Bearbeitung bei angenommener Fortsetzung der Bearbeitung gemäß der Bewegungssteuerung der ersten Bearbeitung dargestellt. Fig. 5a entspricht dabei dem bevorzugten Ausführungsbeispiel einer Austauschbewegung ohne weiteren axialen Vorschub. Die Ausgestaltung von Fig. 5b zeigt dagegen eine Variante, bei der zwar ein axialer Vorschub beibehalten wird, diesem jedoch eine radiale Austauschbewegung überlagert wird. Diese Variante kann z.B. dann eingesetzt werden, wenn die Störkontur nur eine radiale Ausdehnung insoweit hat, dass die Kollisionsgefahr im Wesentlichen nur gegeben ist, wenn das Werkzeug nach Durchlaufen des Überlaufs noch mit voller radialer Tiefe zugestellt ist. Fig. 5c zeigt eine weitere Variation mit vorhandenem aber verringertem Überlauf.

Der gewonnene Spielraum durch Einsparung des Überlaufs kann auf mehrfache Weise genutzt werden. Zum einen kann für die Bearbeitung eines Werkstücks mit einer Störkontur ein größerer Achskreuzwinkel Σ herangezogen werden und die Werkzeugauslegung für den größeren Achskreuzwinkel erfolgen. Eine herkömmliche Bearbeitung mit einem derart ausgelegten Werkzeug würde dann bei Bearbeitung des Werkstücks über die volle axiale Breite mit der Bewegungsachssteuerung der ersten Bearbeitung einen Sicherheitsabstand zur Störkante entweder nicht mehr einhalten oder bereits zu einer Kollision mit der Störkontur führen, der aber tatsächlich durch den Übergang zur zweiten Bearbeitung gemäß der Erfindung vermieden wird. Aufgrund des größer eingestellten Achskreuzwinkels erhöht sich die Schnittgeschwindigkeit und es können verkürzte Bearbeitungszeiten erreicht werden.

Eine andere Möglichkeit besteht darin, den Spielraum nicht zu einer Änderung der Werkzeugauslegung und für höhere Achskreuzwinkel und Schnittgeschwindigkeiten heranzuziehen, sondern ihn dafür zu nutzen, Werkstücke mit geringem axialen Abstand zwischen axialem Verzahnungsende und Störkontur im Wälzschälens zu bearbeiten, die andernfalls nicht mehr durch Wälzschälens bearbeitbar wären, sondern nur noch durch Wälzstoßen.

Fig. 6 zeigt noch eine Wälzschälmaschine 100 mit einer schematisch angedeuteten Steuerung 99. Die Maschinenachsen X (Radial), Y (Tangential), Z (Axial), A (Schwenkachse zur Einstellung von Achskreuzwinkel Σ , C2 (Werkzeugdrehachse und C (Werkstückdrehachse) erlauben die erforderlichen Relativbewegungen, damit die Steuereinrichtung 99 die Wälzschälmaschine 100 zur Ausführung der oben erläuterten Verfahren steuern kann. Der an dem Tangentialschlitten (für Y) angeordnete Werkzeugkopf ist mit Tangentialschlitten schwenkbar an einer Kreuzschlittenanordnung (für X und Z) angeordnet. Fig. 6 ist lediglich ein Beispiel für eine geeignete Maschine, andere Gestaltungen sind denkbar, z.B. hängende Spindeln, Pick-up Systeme etc..

Die Erfindung ist nicht auf die in den zuvor dargestellten Beispielen aufgeführten Spezifikationen eingeschränkt. Vielmehr können für die Erfindung die Merkmale der nachstehenden Ansprüche wie auch der vorstehenden Beschreibung für die Verwirklichung der Erfindung in ihren verschiedenen Ausführungsformen wesentlich sein.

A n s p r ü c h e

1. Verfahren zum Bearbeiten einer Drehachse (C) aufweisenden Verzahnung (2), bei dem ein um seine Drehachse (B) drehend angetriebenes Bearbeitungswerkzeug (4) unter Ausführung einer Relativbewegung zwischen Bearbeitungswerkzeug und Verzahnung zum Erzeugen einer über die volle Verzahnungsbreite vorgegebenen Flankengeometrie der Verzahnung in Bearbeitungseingriff Material von der Verzahnung abnimmt, wobei die vorgegebene Flankengeometrie zu einer Bewegungsbahn der Werkzeugmitte gegenüber der Verzahnungsdrehachse festlegenden Bewegungssteuerung mit definiertem nicht verschwindenden axialen Vorschub bei definierter Zustellung zwischen Bearbeitungswerkzeug und Verzahnung passt,

dadurch gekennzeichnet, dass in einer ersten Bearbeitung die Relativbewegung nur für die Erzeugung eines insbesondere überwiegenden Anteils (5) der Flankengeometrie gemäß dieser Bewegungssteuerung ausgeführt wird, wohingegen ein weiterer, insbesondere der verbleibende Anteil (6) der Flankengeometrie in einer zweiten Bearbeitung erzeugt wird, bei welcher der Abstand der Werkzeugmitte von der Verzahnungsdrehachse gegenüber der festliegenden Bewegungsbahn in einer die Werkzeugmitte von der Verzahnung entfernenden Weise geändert ist, und bei der der dadurch bedingten Änderung des Bearbeitungseingriffs durch eine gegenüber der Bewegungssteuerung der ersten Bearbeitung zusätzlich vorgenommene Bewegungsänderung der Relativbewegung entgegengewirkt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, bei dem eine der gegenüber der Bewegungssteuerung der ersten Bearbeitung geänderte Relativbewegungsachse eine radiale Achse (X) ist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, bei dem die zusätzliche Bewegungsänderung wenigstens teilweise durch eine relative Zusatzdrehung von Verzahnungsdrehachse (C) und/oder Bearbeitungsdrehachse (B) realisiert ist.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem eine Einstellung einer tangentialen Achse (Y) und/oder einer Drehung um die Achsabstandsachse zwischen den Drehachsen bei der zweiten Bearbeitung gegenüber der ersten Bearbeitung geändert ist.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Verzahnung und das Bearbeitungswerkzeug während der Relativbewegung in Wälzeingriff miteinander stehen.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Drehachsen von Verzahnung und Bearbeitungswerkzeug unter einem von Null verschiedenen Achskreuzwinkel (Σ) angeordnet sind.
7. Verfahren nach Anspruch 6, bei dem die Schnittgeschwindigkeit bei den Bearbeitungen von dem Achskreuzwinkel abhängt.
8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem das Bearbeitungswerkzeug ein Werkzeug mit geometrisch bestimmter Schneide und insbesondere ein Schälrad (4) ist.
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem der axiale Vorschub in der zweiten Bearbeitung auf weniger als 70%, bevorzugt weniger als 40%, insbesondere weniger als 20% gegenüber dem axialen Vorschub der ersten Bearbeitung verringert wird und insbesondere gestoppt wird.
10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Flankengeometrie an der Links- oder Rechtsflanke vollständig in der ersten Bearbeitung erzeugt wird, und der weitere Anteil der Flankengeometrie zu der anderen Flanke gehört.
11. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei dem die Verzahnung Teil eines Werkstücks (3) mit einer weiteren Struktur ist, die in einem axialen Abstand von einem der axialen Verzahnungsenden eine radiale Ausdehnung aufweist.
12. Verfahren nach Anspruch 11, bei dem das Bearbeitungswerkzeug und/oder der Achskreuzwinkel derart ausgelegt/eingestellt ist, dass das Bearbeitungswerkzeug im Falle einer Erzeugung des weiteren Anteils der Flankengeometrie unter einer Beibehaltung der Relativbewegung der ersten Bearbeitung einen Sicherheitsabstand von der weiteren Struktur nicht mehr einhalten und insbesondere mit dieser kollidieren würde.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 11, bei dem der Achskreuzwinkel in der ersten und/oder zweiten Bearbeitung wenigstens 8° , bevorzugt wenigstens 12° , insbesondere wenigstens 16° beträgt.
14. Computerprogrammprodukt, welches wenn auf einer Verzahnungsmaschine ausgeführt, diese zu einem Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche steuert.
15. Verzahnungsmaschine mit einer Werkstückaufnahme zur drehbaren Lagerung einer eine Drehachse aufweisenden Verzahnung und mit einer Werkzeugaufnahme zur um seine Drehachse drehend angetriebenen Lagerung eines Bearbeitungswerkzeugs, und mit Maschinenachsen, die eine radiale Zustellbewegung zwischen Bearbeitungswerkzeug und Verzahnung, eine axiale Vorschubbewegung mit Bewegungskomponente parallel zur Verzahnungsdrehachse erlauben sowie einer Steuereinrichtung, die dazu ausgelegt und programmiert ist, ein Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13 auf der Verzahnungsmaschine auszuführen.

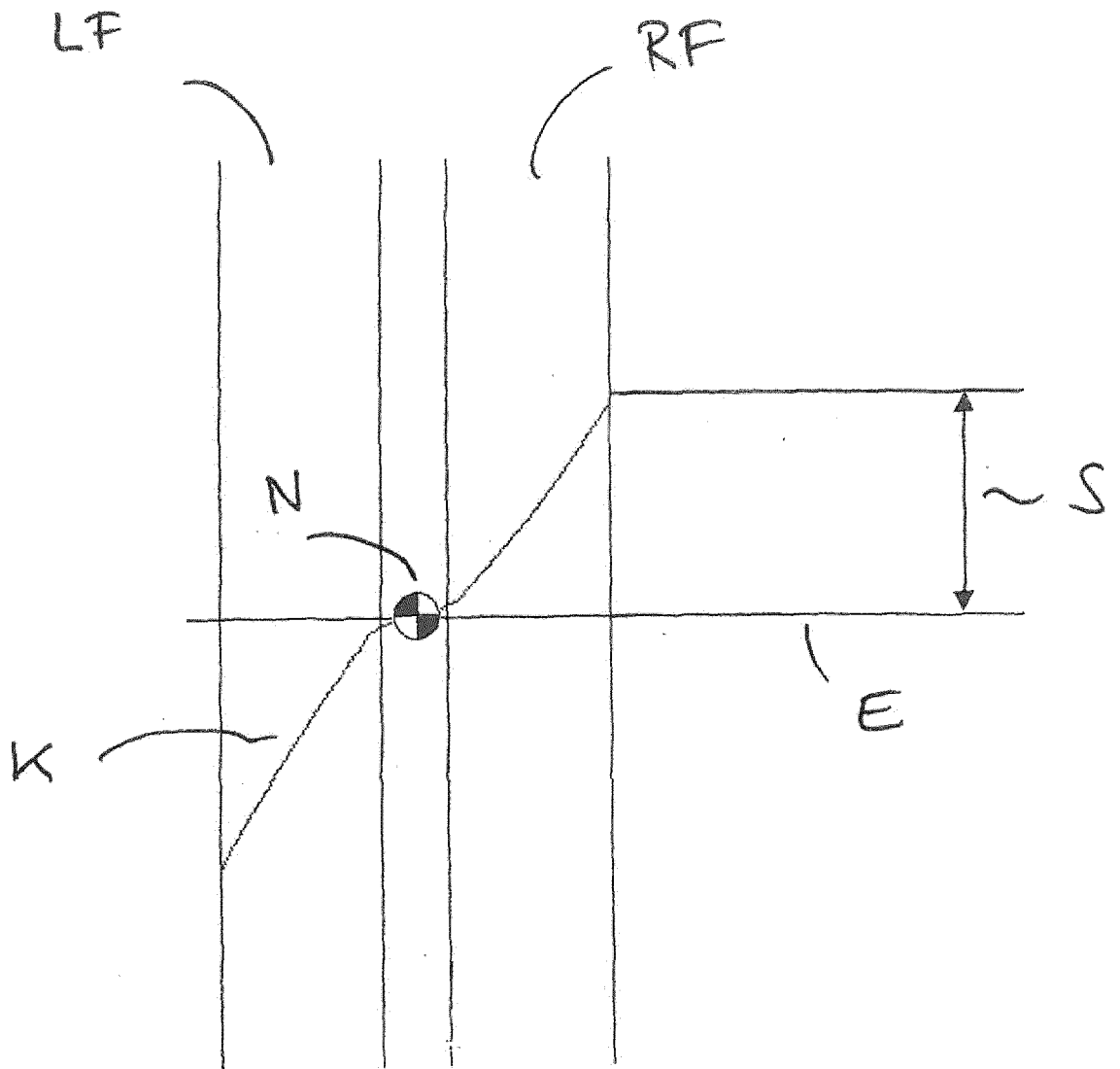


Fig. 1

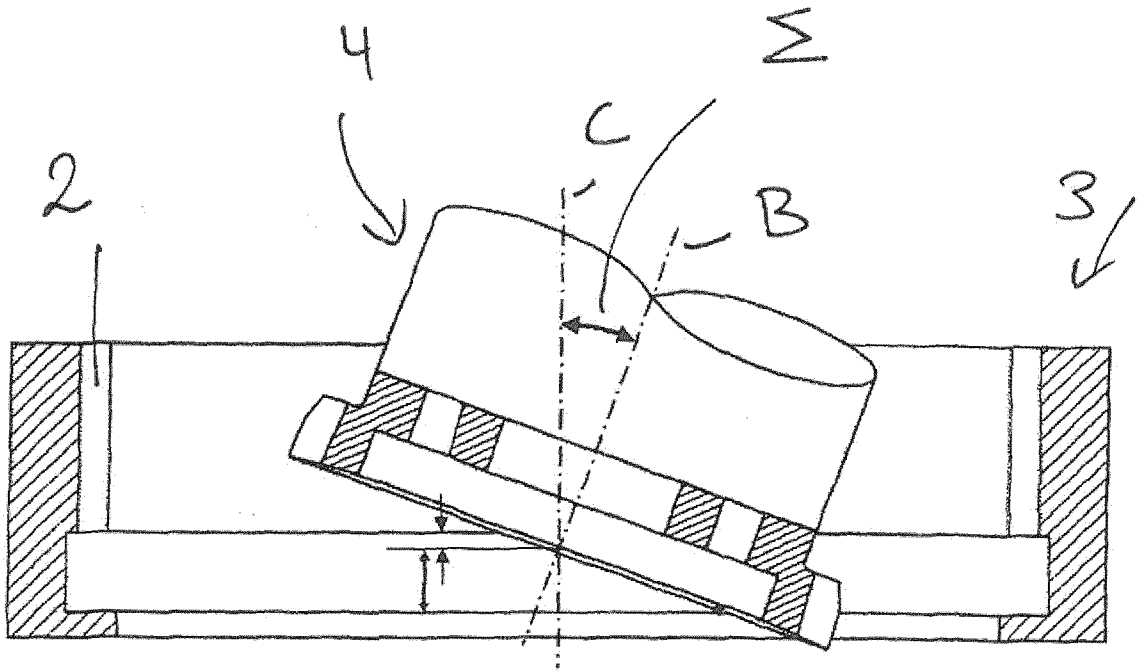
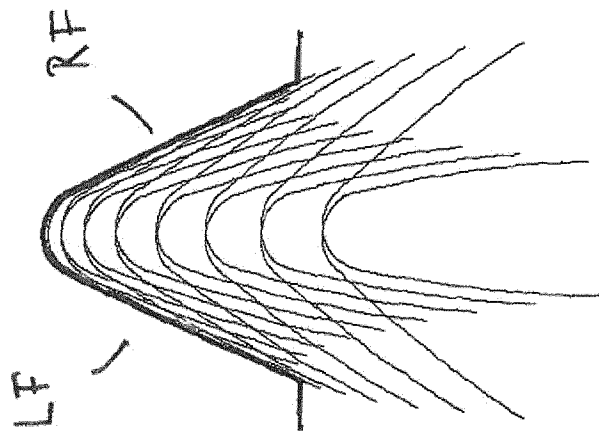
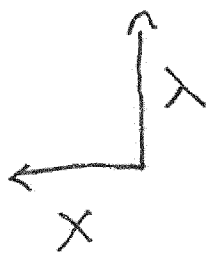
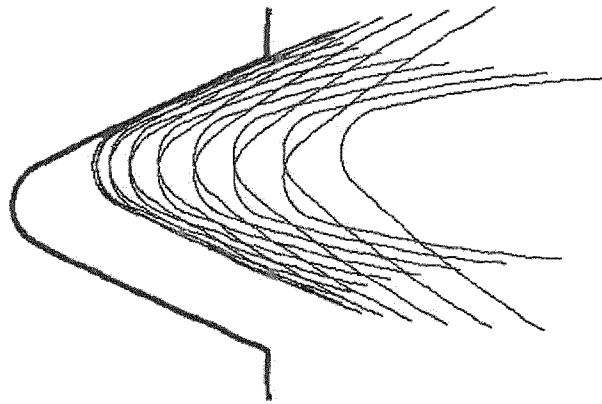


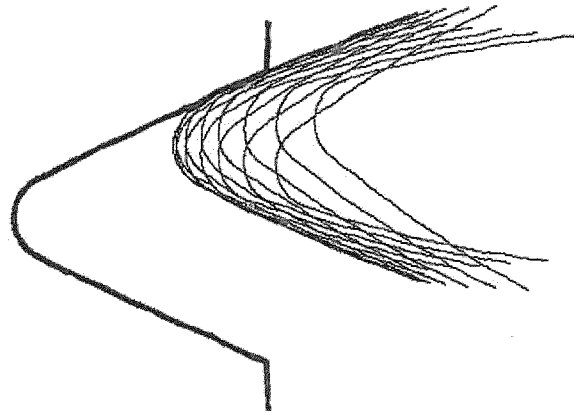
Fig. 2



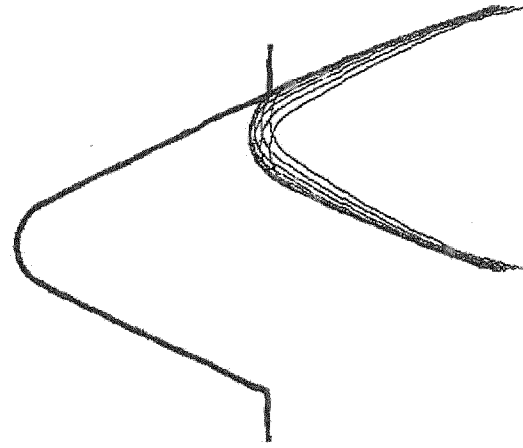
a)



b)



c)



d)

Fig. 3

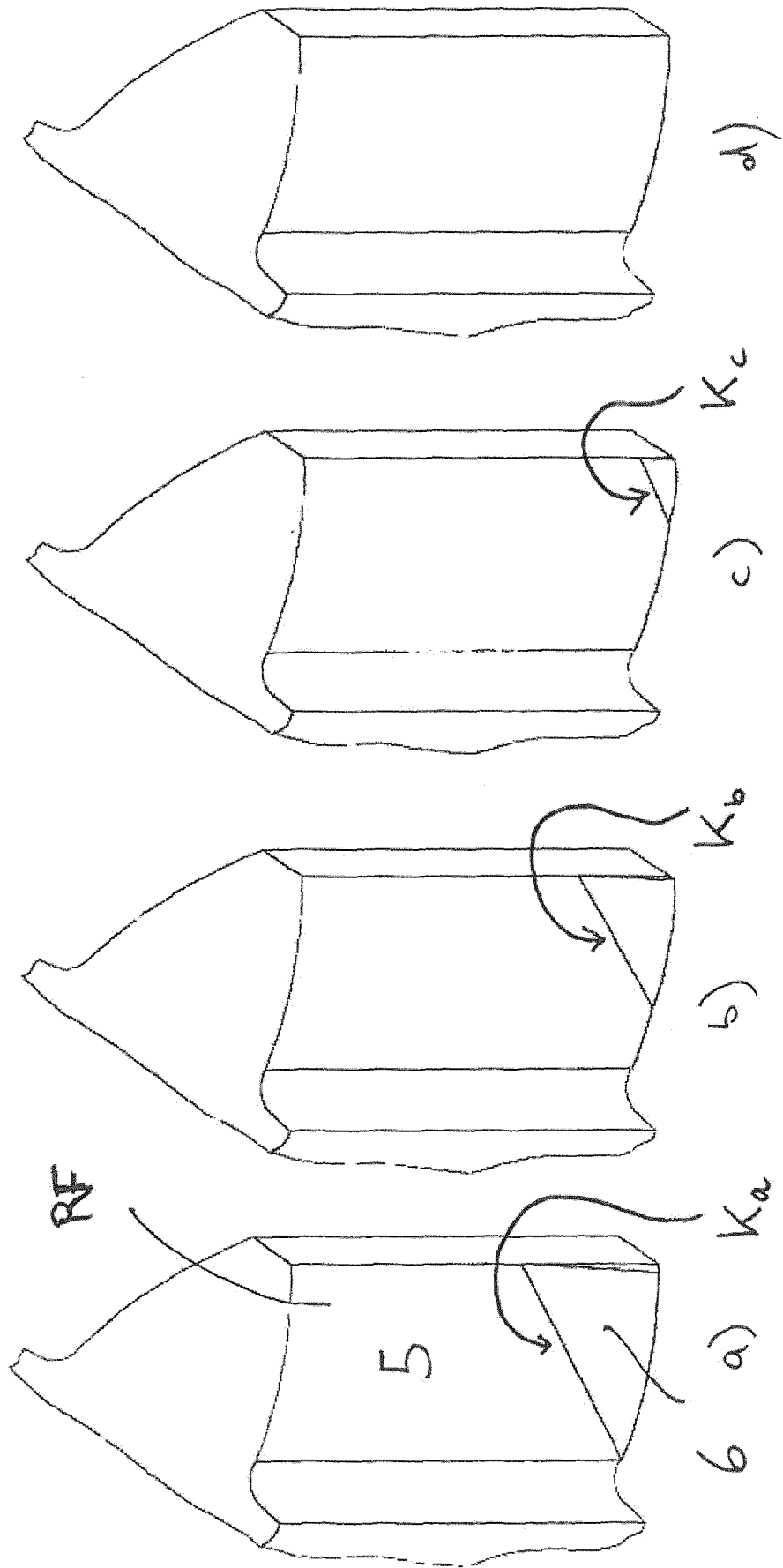


Fig. 4

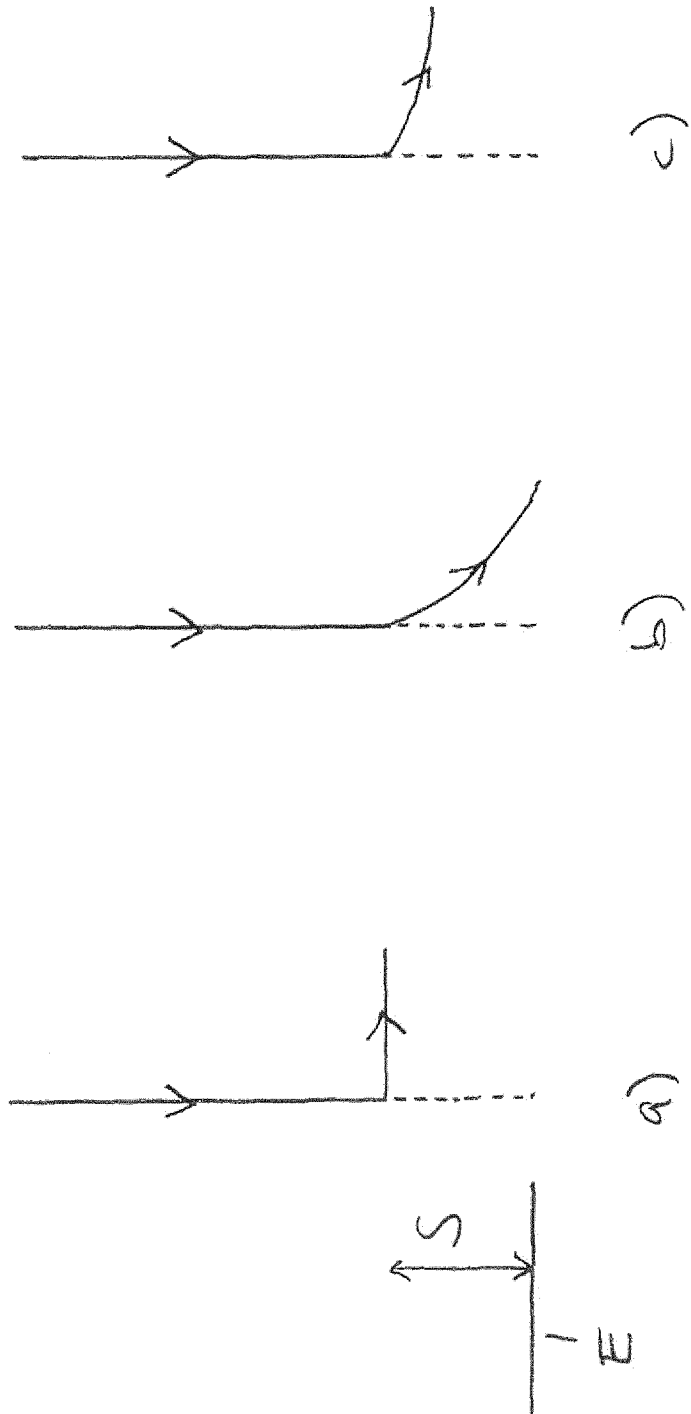


Fig. 5

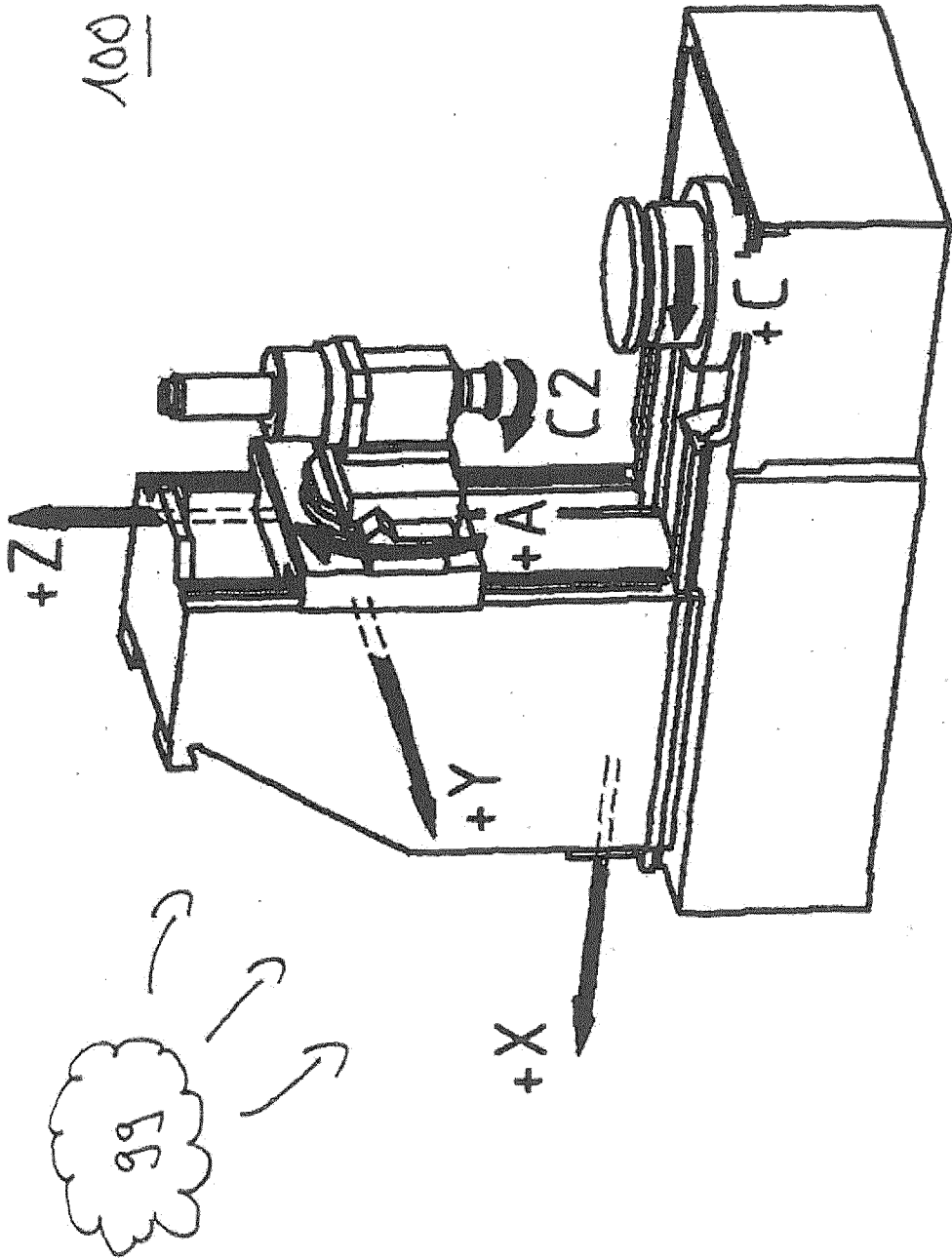


Fig. 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2018/066346

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>B23F 5/16</i> (2006.01)i 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) 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.
A	US 2011268523 A1 (HEINEMANN WOLFGANG [DE] ET AL) 03 November 2011 (2011-11-03) paragraphs [0010], [0036]; figures 2,4,5	1,14,15
A	US 2016158860 A1 (PROCK ERICH [DE] ET AL) 09 June 2016 (2016-06-09) paragraphs [0025], [0030] - [0039], [0068]; figures 1,3-8	1,14,15
A	DE 102014201110 A1 (AISIN SEIKI [JP]) 21 August 2014 (2014-08-21) figures 4-9B	1,14,15
<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 “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 26 September 2018		Date of mailing of the international search report 08 October 2018
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Carmichael, Guy Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2018/066346

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2011268523	A1	03 November 2011	DE	102008037514	A1	06 May 2010
				EP	2364231	A1	14 September 2011
				US	2011268523	A1	03 November 2011
				WO	2010060733	A1	03 June 2010

US	2016158860	A1	09 June 2016	CA	2934939	A1	19 March 2015
				CN	105531059	A	27 April 2016
				EP	3043945	A2	20 July 2016
				US	2016158860	A1	09 June 2016
				WO	2015036172	A2	19 March 2015

DE	102014201110	A1	21 August 2014	DE	102014201110	A1	21 August 2014
				JP	6212876	B2	18 October 2017
				JP	2014155990	A	28 August 2014
				US	2014234043	A1	21 August 2014

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2018/066346

<p>A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. B23F5/16 ADD.</p>		
<p>Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC</p>		
<p>B. RECHERCHIERTE GEBIETE</p>		
<p>Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B23F</p>		
<p>Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen</p>		
<p>Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal</p>		
<p>C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN</p>		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 2011/268523 A1 (HEINEMANN WOLFGANG [DE] ET AL) 3. November 2011 (2011-11-03) Absätze [0010], [0036]; Abbildungen 2,4,5 -----	1,14,15
A	US 2016/158860 A1 (PROCK ERICH [DE] ET AL) 9. Juni 2016 (2016-06-09) Absätze [0025], [0030] - [0039], [0068]; Abbildungen 1,3-8 -----	1,14,15
A	DE 10 2014 201110 A1 (AISIN SEIKI [JP]) 21. August 2014 (2014-08-21) Abbildungen 4-9B -----	1,14,15
<p><input type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie</p>		
<p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"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)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"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</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"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</p> <p>"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p>		
<p>Datum des Abschlusses der internationalen Recherche</p> <p>26. September 2018</p>		<p>Absendedatum des internationalen Recherchenberichts</p> <p>08/10/2018</p>
<p>Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde</p> <p>Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016</p>		<p>Bevollmächtigter Bediensteter</p> <p>Carmichael, Guy</p>

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2018/066346

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 2011268523 A1	03-11-2011	DE 102008037514 A1 EP 2364231 A1 US 2011268523 A1 WO 2010060733 A1	06-05-2010 14-09-2011 03-11-2011 03-06-2010
US 2016158860 A1	09-06-2016	CA 2934939 A1 CN 105531059 A EP 3043945 A2 US 2016158860 A1 WO 2015036172 A2	19-03-2015 27-04-2016 20-07-2016 09-06-2016 19-03-2015
DE 102014201110 A1	21-08-2014	DE 102014201110 A1 JP 6212876 B2 JP 2014155990 A US 2014234043 A1	21-08-2014 18-10-2017 28-08-2014 21-08-2014