

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges
Eigentum

Internationales Büro

(43) Internationales
Veröffentlichungsdatum
27. Juli 2017 (27.07.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/125553 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
B23C 5/00 (2006.01) *B23F 21/12* (2006.01)
B23C 5/20 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2017/051193
- (22) Internationales Anmeldedatum:
20. Januar 2017 (20.01.2017)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2016 101 145.2
22. Januar 2016 (22.01.2016) DE
- (71) Anmelder: **HARTMETALL-WERKZEUGFABRIK
PAUL HORN GMBH** [DE/DE]; Unter dem Holz 33-35,
72072 Tübingen (DE).
- (72) Erfinder: **ZANKL, Max**; Rosenstrasse 14, 82281
Egenhofen (DE). **HOSS, Johannes**; Weidenweg 3, 72131
Ofterdingen (DE).
- (74) Anwalt: **WITTE, WELLER & PARTNER
PATENTANWÄLTE MBB**; Postfach 10 54 62, 70047
Stuttgart (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, DJ, 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, 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.
- (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,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

- (54) Title: MILLING TOOL
(54) Bezeichnung : FRÄSWERKZEUG

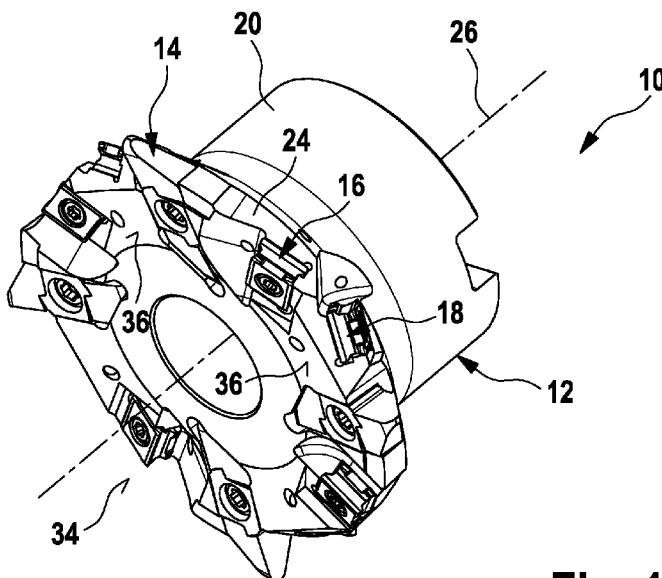


Fig. 1

(57) Abstract: The invention relates to a milling tool (10) which is suitable in particular for producing a cyclo-paloidal toothing. The milling tool (10) has a mounting (12) and multiple first cutting plates (14) which are secured to the mounting (12). The mounting (12) has a clamping section (20) in the region of the rear end of the mounting for clamping the mounting (12) and a mounting head (24) which protrudes outwards radially in comparison to the clamping section (20) in the region of the front end of the mounting, and multiple first cutting plate receiving areas (38) which are distributed in the circumferential direction are provided on the mounting head. The first cutting plates (14) are secured in the first cutting plate receiving areas (38) and protrude radially outwards beyond the mounting head (24) at least in some regions. Each of the radially outermost points of the first cutting plates (14) lies on a common circle, the center of which lies on the central axis (26) of the mounting (12). Additionally, the first cutting plates (14) are inclined relative to an orthogonal plane aligned orthogonally to the central axis of the mounting. Multiple first partial cone surfaces (30) are provided on a mounting head (24) upper face (28) facing the clamping section (20), said surfaces lying on a common imaginary first first enveloping cone, the imaginary tip of which lies on the central axis (26) of the

mounting (12) and the casing line of which forms a first angle together with the orthogonal plane. Multiple second partial cone surfaces (36) are provided on a mounting head end face (34) which faces away from the clamping section (20) and which lies opposite the upper face (28), said surfaces lying on a common imaginary second enveloping cone, the imaginary tip of which lies on the central axis (26) of the mounting (12) and the enveloping line of which forms a second angle together with the orthogonal plane.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2017/125553 A1



RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, **Veröffentlicht:**
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, — *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz*
TG). *3)*

Die Erfindung betrifft ein Fräswerkzeug (10), welcher sich insbesondere zur Herstellung einer Zyκλο-Palloid-Verzahnung eignet. Das Fräswerkzeug (10) hat einen Halter (12) und mehrere erste Schneidplatten (14), welche am Halter (12) befestigt sind. Der Halter (12) weist im Bereich seines hinteren Endes einen Einspannabschnitt (20) zur Einspannung des Halters (12) und im Bereich seines vorderen Endes einen im Vergleich zum Einspannabschnitt (20) radial auskragenden Halterkopf (24) auf, an dem mehrere, in Umfangsrichtung verteilt angeordnete, erste Schneidplattenaufnahmen (38) vorgesehen sind. Die ersten Schneidplatten (14) sind in den ersten Schneidplattenaufnahmen (38) befestigt, und stehen zumindest bereichsweise radial nach außen über den Halterkopf (24) ab, wobei die jeweils radial äußersten Punkte der ersten Schneidplatten (14) auf einem gemeinsamen Kreis liegen, dessen Mittelpunkt auf der Mittelachse (26) des Halters (12) liegt. Zudem sind die ersten Schneidplatten (14) zu einer zur Mittelachse des Halters orthogonal ausgerichteten Orthogonalebene geneigt angeordnet. Auf einer dem Einspannabschnitt (20) zugewandten Oberseite (28) des Halterkopfs (24) sind mehrere erste Teilkegelflächen (30) vorgesehen, die auf einem gemeinsamen, imaginären, ersten Hüllkegel liegen, dessen gedachte Spitze auf der Mittelachse (26) des Halters (12) liegt und dessen Mantellinie mit der Orthogonalebene einen ersten Winkel einschließt. Auf einer vom Einspannabschnitt (20) abgewandten Stirnseite (34) des Halterkopfs, welche der Oberseite (28) gegenüber liegt, sind mehrere zweite Teilkegelflächen (36) vorgesehen, die auf einem gemeinsamen, imaginären, zweiten Hüllkegel liegen, dessen gedachte Spitze auf der Mittelachse (26) des Halters (12) liegt und dessen Mantellinie mit der Orthogonalebene einen zweiten Winkel einschließt.

Fräswerkzeug

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Fräswerkzeug zur spanenden Bearbeitung eines Werkstücks. Die vorliegende Erfindung betrifft insbesondere ein Fräswerkzeug, welches für die Herstellung einer Zyκλο-Palloid-Verzahnung geeignet ist.

Zyκλο-Palloid-Verzahnungen werden häufig auch als Klingelberg-Palloid-Verzahnungen bezeichnet. Derartige Verzahnungen kommen meist an Kegelnrädern oder anderen Getriebeteilen vor. Im Vergleich zu Kegelnrädern mit "regulären", geraden Verzahnungen zeichnen sich Kegelnräder mit Zyκλο-Palloid-Verzahnungen durch ihre größere Laufruhe, bessere Akustik, höhere Belastbarkeit sowie bessere Ausnutzung des Bauraums aus.

Die Zahnform einer Zyκλο-Palloid-Verzahnung entspricht dem Abschnitt einer Spirale. Die Zähne weisen daher jeweils eine konvexe und eine konkave Flanke auf, wobei sich die

Breite jedes Zahns entlang des Zahnkamms aufweitet. Das eine stirnseitige Ende jedes Zahns ist also aufgrund der spiralförmigen Aufweitung schmaler als das andere stirnseitige Ende des gleichen Zahns.

Die Herstellung solcher Zyκλο-Palloid-Verzahnungen ist im Vergleich zu "regulären" Verzahnungen mit geraden Flanken geometrisch bedingt komplexer und damit meist aufwendiger. Üblicherweise werden Zyκλο-Palloid-Verzahnungen mit Hilfe von extra dazu eingerichteten Verzahnungsmaschinen hergestellt. Aufgrund der hohen Anschaffungskosten solcher Verzahnungsmaschinen existiert jedoch vermehrt der Wunsch danach, auch solche geometrisch komplexen Verzahnungen mithilfe von universellen Fräsmaschinen herzustellen. Dies ist insbesondere interessant für Hersteller, die derartige Kegelräder, auch Hypoidkegelräder oder Spiralkegelräder genannt, in kleinen Serien herstellen, da für solche Hersteller die Anschaffung einer extra Verzahnungsmaschine nur wenig lohnenswert erscheint.

Es gibt bereits Ansätze für die Konstruktion spezieller Fräswerkzeuge mittels deren sich oben genannte Verzahnungen auf CNC-Fräsmaschinen mit Fünfachstechnologie herstellen lassen. Die mit den bisher bekannten Lösungen solcher Spezialfräswerkzeuge erzielten Ergebnisse waren bisher aus qualitativer und wirtschaftlicher Sicht jedoch eher mäßig. Dies liegt insbesondere an der relativ hohen Bearbeitungszeit, welche dadurch zustande kommt, dass mit den bisherigen Fräswerkzeugen relativ viele Bearbeitungsschritte notwendig waren, um das am Werkstück herzustellende Zahnprofil auf dessen volle Tiefe zu fräsen. Aufgrund der relativ komplexen Geometrie der Verzahnung war es bisher beispielsweise nicht möglich, zumindest Teile des Verzahnungsprofils direkt in einem Bearbeitungsgang auf die volle Profiltiefe zu fräsen, da die Einstechtiefe geometriebedingt begrenzt ist, um Kollisionen zwischen Werkzeughalter und Werkstück zu vermeiden. Zudem ist häufig auch mehr als nur ein Werkzeug erforderlich, um das Zahnprofil einer Zyκλο-Palloid-Verzahnung mittels Fräsen herzustellen.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Fräswerkzeug zur spanenden Bearbeitung eines Werkstücks bereitzustellen, welches sich insbesondere zur Herstellung einer Zyκλο-Palloid-Verzahnung eignet und dabei insbesondere im Bezug auf

die Wirtschaftlichkeit des Werkzeugs im Vergleich zu den bisher bekannten Lösungen verbessert ist.

Diese Aufgabe wird durch ein Fräswerkzeug gelöst, mit:

- einem Halter, welcher bei einem Einsatz des Fräswerkzeugs um eine Mittelachse rotiert wird, wobei der Halter im Bereich seines hinteren Endes einen Einspannabschnitt zur Einspannung des Halters aufweist und im Bereich seines vorderen Endes einen im Vergleich zum Einspannabschnitt radial auskragenden Halterkopf aufweist, an dem mehrere, in Umfangsrichtung verteilt angeordnete, erste Schneidplattenaufnahmen vorgesehen sind, und
- mehreren ersten Schneidplatten, welche in den am Halter vorgesehenen ersten Schneidplattenaufnahmen befestigt sind, und zumindest bereichsweise radial nach außen über den Halterkopf abstehen, wobei die jeweils radial äußersten Punkte der ersten Schneidplatten auf einem gemeinsamen Kreis liegen, dessen Mittelpunkt auf der Mittelachse des Halters liegt,

wobei auf einer dem Einspannabschnitt zugewandten Oberseite des Halterkopfs mehrere erste Teilkegelflächen vorgesehen sind, die auf einem gemeinsamen, imaginären, ersten Hüllkegel liegen, dessen gedachte Spitze auf der Mittelachse des Halters liegt und dessen Mantellinie mit einer zur Mittelachse des Halters orthogonal ausgerichteten Orthogonalebene einen ersten Winkel α_1 einschließt,

wobei auf einer vom Einspannabschnitt abgewandten Stirnseite des Halterkopfs, welche der Oberseite gegenüber liegt, mehrere zweite Teilkegelflächen vorgesehen sind, die auf einem gemeinsamen, imaginären, zweiten Hüllkegel liegen, dessen gedachte Spitze auf der Mittelachse des Halters liegt und dessen Mantellinie mit der Orthogonalebene einen zweiten Winkel α_2 einschließt,

wobei die ersten Schneidplattenaufnahmen jeweils eine erste Anlagefläche zur Anlage der ersten Schneidplatten am Halter haben, wobei die erste Anlagefläche

zwischen der Oberseite und der Stirnseite des Halterkopfs angeordnet ist und mit der Orthogonalebene einen dritten Winkel α_3 einschließt,

wobei die Mantellinie des ersten Hüllkegels mit der Mantellinie des zweiten Hüllkegels einen vierten Winkel α_4 einschließt, und

wobei ferner gilt: (i) $\alpha_1 > \alpha_3 \geq \alpha_2$ und (ii) $\alpha_4 \leq \alpha_1$.

Das erfindungsgemäße Fräswerkzeug zeichnet sich insbesondere durch die oben beschriebenen geometrischen Eigenschaften des Halterkopfs sowie die Anordnung der ersten Schneidplatten am Halter bzw. Halterkopf aus.

Wie oben bereits beschrieben, sind auf der Oberseite des Halterkopfs mehrere erste Teilkegelflächen sowie auf der gegenüberliegenden Unter- bzw. Stirnseite des Halterkopfs mehrere zweite Teilkegelflächen vorgesehen. Die an der Oberseite des Halterkopfs vorgesehenen ersten Teilkegelflächen liegen auf einem gemeinsamen, imaginären, ersten Hüllkegel, welcher rotationssymmetrisch zur Mittelachse des Halters ist. Die auf der Stirnseite des Halterkopfs angeordneten zweiten Teilkegelflächen liegen auf einem gemeinsamen, imaginären, zweiten Hüllkegel, welcher ebenfalls rotationssymmetrisch zur Mittelachse des Halters ist. Dabei sei angemerkt, dass die gedachten Hüllkegel, jedoch nicht notwendigerweise die Teilkegelflächen selbst, rotationssymmetrisch zur Mittelachse des Halters sind.

Der Winkel, welchen die Mantellinie des ersten Hüllkegels mit einer zur Mittelachse des Halters orthogonal ausgerichteten Orthogonalebene einschließt (vorliegend bezeichnet als Winkel α_1) ist größer ausgeführt als der Winkel, den die Mantellinie des zweiten Hüllkegels mit der Orthogonalebene einschließt (vorliegend bezeichnet als Winkel α_2). Der Winkel, den die Mantellinien der beiden Hüllkegel miteinander einschließen (vorliegend bezeichnet als Winkel α_4), ist allerdings kleiner als der Winkel α_1 .

Eine weitere Besonderheit des erfindungsgemäßen Fräswerkzeug liegt in der "gekippten" Anordnung der ersten Schneidplatten am Halter bzw. Halterkopf. Die ersten Anlageflä-

chen, an denen die ersten Schneidplatten am Halter anliegen, sind ebenfalls unter einem Winkel zur Orthogonalebene geneigt. Dieser Winkel wird vorliegend als dritter Winkel α_3 bezeichnet, wobei gilt $\alpha_1 > \alpha_3 \geq \alpha_2$. Der Neigungswinkel der ersten Anlageflächen ist also so gewählt, dass dieser betragsmäßig kleiner als der erste Winkel α_1 (Winkel zwischen Mantellinie des ersten Hüllkegels und Orthogonalebene) ist, aber größer oder gleich groß ist wie der zweite Winkel α_2 (Winkel zwischen der Mantellinie des zweiten Hüllkegels und der Orthogonalebene).

Die genannten geometrischen Verhältnisse führen dazu, dass die ersten Schneidplatten radial relativ weit nach außen über den Halterkopf abstehen können, ohne dass es bei der Bearbeitung des Werkstücks zu unerwünschten Kollisionen zwischen dem Halterkopf und dem Werkstück kommt. Dies liegt u.a. auch daran, dass die Form des Werkzeugkopfs zumindest zum Teil an die am Werkstück herzustellende Verzahnungskontur angepasst ist. Wie bereits erwähnt, hat jeder Zahn einer Zyκλο-Palloid-Verzahnung eine konvexe und eine konkave Flanke. Die am Halterkopf vorgesehenen ersten und zweiten Teilkegelflächen ahmen diese Form etwas nach. Die geneigte Anordnung der ersten Schneidplatten wirkt sich diesbezüglich ebenfalls positiv aus.

Das weite, radiale Auskragen der ersten Schneidplatten ermöglicht es wiederum, das Verzahnungsprofil bereits im ersten Bearbeitungsgang auf die gesamte Profiltiefe (Zahnhöhe) zu fräsen. Dies wiederum führt zu einer enormen Zeitersparnis und damit auch zu einer erhöhten Wirtschaftlichkeit des erfindungsgemäßen Werkzeugs.

Im Übrigen hat sich das erfindungsgemäße Werkzeug durch seinen Aufbau bedingt auch als mechanisch sehr robust erwiesen. Zudem lässt sich die Bauweise mit den oben genannten Geometrieigenschaften auch als durchaus kompakt bezeichnen.

Das erfindungsgemäße Werkzeug kann problemlos in universellen Fräsmaschinen, beispielsweise in Fünffachs-Bearbeitungszentren eingesetzt werden.

Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung ist die Differenz zwischen dem dritten Winkel α_3 (Winkel zwischen erster Anlagefläche und Orthogonalebene) und dem zweiten Winkel α_2

(Winkel zwischen Mantellinie des zweiten Hüllkegels und der Orthogonalebene) kleiner als 6° . Es ist nämlich insbesondere bevorzugt, dass die Hauptschneidkanten der ersten Schneidplatten zumindest näherungsweise parallel zu den Mantellinien des ersten bzw. zweiten Hüllkegels verlaufen. Aus fertigungstechnischen Gründen sollte sich daher der dritte Winkel α_3 nicht all zu sehr von dem zweiten Winkel α_2 unterscheiden, da es ansonsten zu einem erhöhten Schleifaufwand der Schneidkanten der ersten Schneidplatten käme.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausgestaltung ist der dritte Winkel α_3 gleich groß gewählt wie der zweite Winkel α_2 . Die ersten Anlageflächen der ersten Schneidplatten sind somit unter dem gleichen Winkel im Bezug zur Orthogonalebene geneigt wie die Mantellinie des zweiten Hüllkegels der an der Unter- bzw. Stirnseite des Halterkopfs angeordneten zweiten Teilkegelflächen.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung weisen die ersten Schneidplatten jeweils eine erste Hauptschneidkante und eine zweite Hauptschneidkante auf, welche untereinander einen fünften Winkel α_5 einschließen, wobei gilt: $\alpha_5 \geq \alpha_4$. Wenn der Winkel α_5 zwischen den beiden Hauptschneidkanten der ersten Schneidplatten größer ist als der Winkel α_4 zwischen der Mantellinie des ersten Hüllkegels und der Mantellinie des zweiten Hüllkegels, so ist sichergestellt, dass der Halterkopf auch bei einer Bearbeitung von tieferen Verzahnungsprofilen freiläuft.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausgestaltung ist der fünfte Winkel α_5 gleich groß wie der vierte Winkel α_4 . Dies ist aus geometrischer Sicht besonders bevorzugt, da die erste Hauptschneidkante der ersten Schneidplatten in diesem Fall jeweils parallel zur Mantellinie des ersten Hüllkegels verläuft und die zweite Hauptschneidkante der ersten Schneidplatten jeweils parallel zur Mantellinie des zweiten Hüllkegels verläuft. Die ersten Hauptschneidkanten verlaufen also, anders ausgedrückt, parallel zu den auf der Oberseite des Halterkopfs vorgesehenen ersten Teilkegelflächen und die zweiten Hauptschneidkanten verlaufen parallel zu den auf der Unter- bzw. Stirnseite des Halterkopfs vorgesehenen zweiten Teilkegelflächen.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung ist es bevorzugt, dass die ersten Hauptschneidkanten mit der Orthogonalebene einen sechsten Winkel α_6 einschließen, welcher gleich groß ist wie der erste Winkel α_1 , und dass die zweiten Hauptschneidkanten mit der Orthogonalebene einen siebten Winkel α_7 einschließen, welcher gleich groß ist wie der zweite Winkel α_2 .

In einer weiteren Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Werkzeugs sind am Halter ferner mehrere, in Umfangsrichtung verteilt angeordnete, zweite und dritte Schneidplattenaufnahmen vorgesehen, wobei in den zweiten Schneidplattenaufnahmen jeweils eine zweite Schneidplatte befestigt ist und in den dritten Schneidplattenaufnahmen jeweils eine dritte Schneidplatte befestigt ist, wobei die zweiten Schneidplattenaufnahmen, in Umfangsrichtung des Halters betrachtet, jeweils zwischen einer ersten Schneidplattenaufnahme und einer dritten Schneidplattenaufnahme angeordnet sind, und wobei sich die zweiten und dritten Schneidplatten von den ersten Schneidplatten unterscheiden.

In der zuletzt genannten Ausgestaltung sind vorzugsweise gleich viele erste Schneidplatten wie zweite und dritte Schneidplatten vorgesehen. Beispielsweise können drei erste Schneidplatten, drei zweite Schneidplatten und drei dritte Schneidplatten vorgesehen sein. Ebenso ist es möglich jeweils zwei, vier oder fünf der ersten, zweiten und dritten Schneidplatten vorzusehen. Dies hängt zum einen von der Größe des Fräskopfs und des zu erreichenden Verzahnungsprofils ab. Zum anderen hängt dies von den Erfordernissen an den Bearbeitungsprozess ab.

Unabhängig davon wie viele der ersten, zweiten und dritten Schneidplatten jeweils vorgesehen sind, sind diese vorzugsweise in Dreiergruppen am Halter angeordnet. Dies bedeutet, dass diese, in Umfangsrichtung betrachtet, jeweils abwechselnd angeordnet sind, wobei zwischen einer ersten und einer dritten Schneidplatte jeweils eine zweite Schneidplatte am Halter angeordnet ist und zwischen einer zweiten Schneidplatte und einer ersten Schneidplatte jeweils eine dritte Schneidplatte angeordnet ist. Dementsprechend ist auch, in Umfangsrichtung betrachtet, zwischen einer dritten und einer zweiten Schneidplatte jeweils eine erste Schneidplatte angeordnet.

Es versteht sich, dass die Begriffe "erste", "zweite", "dritte" Schneidplatte vorliegend nur zur Differenzierung der verschiedenen Arten von Schneidplatten verwendet wird. Dies soll weder eine Anzahl noch eine darüber hinausgehende strukturelle Bedeutung implizieren.

In der zuletzt genannten Ausgestaltung ist es besonders bevorzugt, wenn die zweiten Schneidplatten im Vergleich zu den dritten Schneidplatten geometrisch spiegelverkehrt ausgeführt sind. In diesem Fall spricht man dann von einer linken und einer rechten Schneidplatte.

Weiterhin ist es bevorzugt, dass die ersten und die zweiten Schneidplatten von der Stirnseite des Halterkopfs aus mit dem Halter verschraubt sind, und die dritten Schneidplatten von der Oberseite des Halterkopfs aus mit dem Halter verschraubt sind. Die dritten Schneidplatten sind damit also von der Oberseite des Halterkopfs aus zugänglich, wohingegen die ersten und zweiten Schneidplatten von der Unter- bzw. Stirnseite des Halterkopfs aus zugänglich sind. Dabei stehen vorzugsweise lediglich die ersten Schneidplatten radial nach außen vom Halterkopf ab.

Die ersten Schneidplatten übernehmen während der Bearbeitung die Funktion, den Profilgrund sowie die an den Profilgrund angrenzenden unteren Teile der Zahnflanken zu bearbeiten. Die zweiten und dritten Schneidplatten bearbeiten hingegen die oberen Teile der Zahnflanken. Während die ersten Schneidplatten sowohl bei der Bearbeitung der konvexen als auch bei der Bearbeitung der konkaven Flanken der Verzahnung zum Einsatz kommen, kommen die zweiten Schneidplatten nur bei der Bearbeitung der konvexen Zahnflanken und die dritten Schneidplatten nur bei der Bearbeitung der konkaven Zahnflanken zum Einsatz. Es versteht sich, dass beim erstem Einschnitt in das Werkstück zunächst alle drei Schneidplatten-Arten mit Werkstück in Eingriff kommen.

Insgesamt kommt es also bei der oben genannten Verwendung von drei verschiedenen Schneidplatten zu einer Schnittaufteilung während der Fräsbearbeitung. Dies führt zu einer reduzierten Leistungsaufnahme. Dadurch ist ein höherer Vorschub pro Schneide möglich und der Verschleiß reduziert.

In einer weiteren Ausgestaltung ist es bevorzugt, dass die zweiten Schneidplatten jeweils eine dritte Hauptschneidkanten aufweisen, welche mit der Orthogonalebene einen achten Winkel α_8 einschließt, welcher gleich groß ist wie der zweite Winkel α_2 , und dass die dritten Schneidplatten jeweils eine vierte Hauptschneidkanten aufweisen, welche mit der Orthogonalebene einen neunten Winkel α_9 einschließt, welcher gleich groß ist wie der erste Winkel α_1 . Dabei ist es besonders bevorzugt, dass der achte Winkel α_8 gleich groß ist wie der siebte Winkel α_7 , und dass der neunte Winkel α_9 gleich groß ist wie der sechste Winkel α_6 .

Die vierten Hauptschneidkanten der dritten Schneidplatten sind also vorzugsweise exakt parallel ausgerichtet zu den ersten Hauptschneidkanten der ersten Schneidplatten. Genauso sind die dritten Hauptschneidkanten der zweiten Schneidplatten vorzugsweise parallel zu den zweiten Schneidkanten der ersten Schneidplatten ausgerichtet. Besonders bevorzugt bewegen sich die vierten Hauptschneidkanten der dritten Schneidplatten während der Rotation des Werkzeugs um die Mittelachse auf einem gemeinsamen Hüllkegel, auf dem sich auch die ersten Hauptschneidkanten der ersten Schneidplatten während der Rotation des Werkzeugs bewegen. Genauso bewegen sich die dritten Hauptschneidkanten der zweiten Schneidplatte während der Rotation des Werkzeugs um die Mittelachse vorzugsweise auf dem gleichen Hüllkegel, auf dem sich auch die zweiten Hauptschneidkanten der ersten Schneidplatten während der Rotation des Werkzeugs bewegen.

Gemäß einer weiteren Ausgestaltung sind die ersten Schneidplatten mit Hilfe einer Schraube am Halter befestigt, wobei die Schrauben jeweils in ein Gewinde eingreifen, wobei die Gewinde jeweils orthogonal zu den ersten Anlageflächen in den Halterkopf eingebracht sind.

Weiterhin ist es bevorzugt, dass der Halter zumindest teilweise aus Stahl und die ersten Schneidplatten zumindest teilweise aus Hartmetall sind. Bei den Ausgestaltungen, bei denen drei verschiedene Schneidplatten eingesetzt werden, sind die zweiten und dritten Schneidplatten vorzugsweise ebenfalls zumindest teilweise aus Hartmetall. Auch diese werden dann vorzugsweise mit Hilfe von Schrauben am Halter einzeln befestigt.

Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

Ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Fräswerkzeugs ist in den nachfolgenden Zeichnungen dargestellt und wird in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert. Es zeigen:

- Fig. 1 eine perspektivische Ansicht eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Fräswerkzeugs von schräg unten;
- Fig. 2 eine perspektivische Ansicht des in Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Fräswerkzeugs von schräg oben;
- Fig. 3 eine Draufsicht von unten auf das in Fig. 1 gezeigte Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Fräswerkzeugs;
- Fig. 4 eine erste Schnittansicht des in den Fig. 1-3 gezeigten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Fräswerkzeugs;
- Fig. 5 eine zweite Schnittansicht des in den Fig. 1-3 gezeigten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Fräswerkzeugs;
- Fig. 6 eine dritte Schnittansicht des in den Fig. 1-3 gezeigten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Fräswerkzeugs;
- Fig. 7a-7c drei verschiedene Ansichten eines Ausführungsbeispiels einer in dem erfindungsgemäßen Fräswerkzeug verwendbaren ersten Schneidplatte;
- Fig. 8a-8b zwei Ansichten eines in dem erfindungsgemäßen Fräswerkzeug verwendbaren zweiten Schneideinsatzes; und

Fig. 9a-9b zwei Ansichten eines in dem erfindungsgemäßen Werkzeug verwendbaren dritten Schneideinsatzes.

Die Fig. 1-3 zeigen ein Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Fräswerkzeugs in einer perspektivischen Ansicht von schräg unten, einer perspektivischen Ansicht von schräg oben, sowie in einer Draufsicht von unten. Das erfindungsgemäße Fräswerkzeug ist darin in seiner Gesamtheit mit der Bezugsziffer 10 bezeichnet.

Das Fräswerkzeug weist einen Halter 12 sowie mehrere daran befestigte Schneidplatten 14, 16, 18 auf.

Der Halter 12 weist im Bereich seines hinteren Endes einen Einspannabschnitt 20 auf, mittels dessen der Halter 12 an einer Werkzeugmaschine oder einem Verlängerungsschaft eingespannt werden kann. Der Einspannabschnitt 20 hat üblicherweise eine im Wesentlichen zylindrische Form und besitzt stirnseitig eine Werkzeugschnittstelle 22. Am gegenüberliegenden vorderen Ende des Halters 12 weist der Halter 12 einen Halterkopf 24 auf, welcher im Vergleich zum Einspannabschnitt 20 radial auskragt.

Während der Bearbeitung wird das Fräswerkzeug 10 um seine Mittelachse 26 rotiert. Bei dieser Rotation kommen die Schneidplatten 14, 16, 18 nacheinander in Eingriff mit dem Werkstück, um dieses spanend zu bearbeiten.

Bei dem in den Fig. 1-3 gezeigten Ausführungsbeispiel weist das Fräswerkzeug 10 drei unterschiedlich ausgestaltete Schneidplatten 14, 16, 18 auf, welche am Halterkopf 24 in entsprechend dafür vorgesehenen Schneidplattenaufnahmen befestigt sind. Bei den Schneidplatten 14, 16, 18 handelt es sich vorzugsweise um Wendeschneidplatten aus Hartmetall.

Es sei jedoch angemerkt, dass erfindungsgemäß lediglich die ersten Schneidplatten 14 obligatorisch sind, wohingegen die zweiten Schneidplatten 16 und die Schneidplatten 18 optional verwendbar sind. Grundsätzlich wäre daher auch ein Ausführungsbeispiel denkbar, bei dem lediglich mehrere erste Schneidplatten 14 verwendet werden. Es

versteht sich, dass in diesem Fall die Schneidplattenaufnahmen für die zweiten und dritten Schneidplatten entfallen würden.

Ebenso sei angemerkt, dass das erfindungsgemäße Werkzeug 10 nicht auf die in den Fig. 1-3 gezeigte Anzahl von Schneidplatten 14, 16, 18 (hier vier pro Schneidplatten-Art) begrenzt ist. Grundsätzlich wäre es auch denkbar, das erfindungsgemäße Fräswerkzeug 10 bei Erhaltung des nachfolgend vorgestellten erfinderischen Prinzips mit 2, 3, 5 oder mehr Schneidplatten pro Schneidplatten-Art auszustatten.

Wesentliche Merkmale des erfindungsgemäßen Fräswerkzeugs 10 betreffen die Form des Halterkopfs 24 sowie die "gekippte" Anordnung der ersten Schneidplatten 14 am Halterkopf 24.

Der Halterkopf 24 weist auf seiner dem Einspannabschnitt 20 zugewandten Oberseite 28 mehrere erste Teilkegelflächen 30 auf, die auf einem gemeinsamen, imaginären, Hüllkegel liegen, welcher vorliegend als erster Hüllkegel bezeichnet wird. Wie insbesondere in Fig. 2 ersichtlich ist, sind diese ersten Teilkegelflächen 30 im Wesentlichen durch Aussparungen 32 und Schneideinsatzaufnahmen für die dritten Schneidplatten 18 voneinander getrennt. Sie liegen jedoch, wie bereits erwähnt, alle auf einem gemeinsamen Hüllkegel und werden daher als Teilkegelflächen bezeichnet.

In ähnlicher Weise weist der Halterkopf 24 auch auf seiner Unter- bzw. Stirnseite 34 mehrere, in Umfangsrichtung verteilt angeordnete Teilkegelflächen 36 auf, welche vorliegend als zweite Teilkegelflächen bezeichnet werden. Auch diese zweiten Teilkegelflächen 36 liegen allesamt auf einem gemeinsamen, imaginären Hüllkegel, welcher vorliegend als zweiter Hüllkegel bezeichnet wird. Eine gedachte Spitze des ersten Hüllkegels liegt genauso wie eine gedachte Spitze des zweiten Hüllkegels auf der Mittelachse des Halters 12.

Die Fig. 4-6 zeigen mehrere Schnittansichten des in den Fig. 1-3 gezeigten Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Werkzeugs 10. Fig. 4 zeigt den in Fig. 3

angedeuteten Schnitt IV. Fig. 5 zeigt den in Fig. 3 angedeuteten Schnitt V. Fig. 6 zeigt den in Fig. 3 angedeuteten Schnitt VI.

In den in den Fig. 4-6 dargestellten Schnittansichten sind mehrere Winkel α_1 - α_9 dargestellt, um die geometrische Lage im Raum der einzelnen Elemente am Halter 12 sowie an den Schneidplatten 14, 16, 18 zu verdeutlichen.

Der erste Winkel α_1 (siehe Fig. 4) bezeichnet den Winkel zwischen der Mantellinie des ersten Hüllkegels (der ersten Teilkegelflächen 30) und einer Orthogonalebene, welche orthogonal zur Mittelachse 26 des Halters 12 ausgerichtet ist.

Der zweite Winkel α_2 (siehe Fig. 5) bezeichnet den Winkel zwischen der Mantellinie des zweiten Hüllkegels (der zweiten Teilkegelflächen 36) und der Orthogonalebene.

Der dritte Winkel α_3 (siehe Fig. 4) bezeichnet den Winkel, um den die ersten Schneidplatten 14 in ihren Halterungen am Halter 12 gegenüber der Orthogonalebene geneigt sind. Die ersten Schneidplatten 14 sind jeweils in Aufnahmen 38 am Halter 12 angeordnet, welche vorliegend als erste Schneidplattenaufnahmen 38 bezeichnet werden. Diese ersten Schneidplattenaufnahmen 38 weisen jeweils eine erste Anlagefläche 40 sowie eine zweite Anlagefläche 42 auf. Der Winkel α_3 bezeichnet also den Winkel zwischen den ersten Anlageflächen 40 und der Orthogonalebene (siehe Fig. 4).

Zur Befestigung der ersten Schneidplatten 14 am Halter 12 ist in jeder ersten Schneidplattenaufnahme 38 vorzugsweise ein Gewinde vorgesehen, welches orthogonal zu den ersten Anlageflächen 40 in den Halterkopf 24 eingebracht ist. Die ersten Schneidplatten 14 können daher mit Hilfe von Schrauben befestigt werden, welche in diese Gewinde eingreifen.

Der vierte Winkel α_4 (siehe Fig. 6) bezeichnet den Winkel zwischen der Mantellinie des ersten Hüllkegels (der ersten Teilkegelflächen 30) und der Mantellinie des zweiten Hüllkegels (der zweiten Teilkegelflächen 36). Der vierte Winkel α_4 entspricht somit der Differenz zwischen erstem Winkel α_1 und zweitem Winkel α_2 , wobei jeweils nur mit positiven

Winkeln gerechnet wird. Da der zweite Winkel α_2 vorzugsweise größer als 0° ist, gilt also grundsätzlich $\alpha_4 \leq \alpha_1$.

Eine für das erfindungsgemäße Werkzeug 10 weiterhin wesentliche geometrische Beziehung zwischen den o.g. Winkeln ist: $\alpha_1 > \alpha_3 \geq \alpha_2$. Der Winkel α_3 unter dem die ersten Anlageflächen 40 relativ zur Orthogonalebene geneigt sind, ist mit anderen Worten also kleiner als die Neigung der auf der Oberseite 28 des Halterkopfs 24 angeordneten ersten Teilkegelflächen 30, jedoch größer oder gleich wie die Neigung der auf der Unter- bzw. Stirnseite 34 des Halterkopfs 24 angeordneten zweiten Teilkegelflächen 36.

Der dritte Winkel α_3 sollte allerdings nur geringfügig von dem zweiten Winkel α_2 abweichen, um die geometrischen Besonderheiten des erfindungsgemäßen Werkzeugs 10 bewahren zu können. Es ist daher bevorzugt, dass die Differenz zwischen dem dritten Winkel α_3 und dem zweiten Winkel α_2 kleiner als 6° ist. Besonders bevorzugt ist es, dass der dritte Winkel α_3 gleich groß ist wie der zweite Winkel α_2 .

Wie in Fig. 4 ferner ersichtlich ist, weisen die ersten Schneidplatten 14 jeweils eine erste Hauptschneidkanten 44 und eine zweite Hauptschneidkanten 46 auf. An dem in Radialrichtung des Werkzeugs 10 betrachtet äußersten Ende der ersten Schneidplatten 14 ist ein Radius 48 vorgesehen, welcher die beiden Hauptschneidkanten 44, 46 miteinander verbindet. Dieser Radius 48 fungiert ebenfalls als Schneide, welche während des Einsatzes des Fräswerkzeugs 10 den Profilgrund bearbeitet.

Ein Ausführungsbeispiel der ersten Schneidplatten 14 ist im Detail in drei verschiedenen Ansichten in den Fig. 7a-7c dargestellt. Bei den ersten Schneidplatten 14 handelt es sich vorzugsweise um sogenannte Zweischneider, welche in zwei unterschiedlichen Positionen am Halter 12 befestigt werden können. Bei Verschleiß einer Schneidkante kann die Schneidplatte 14 somit zumindest einmal gewendet werden.

Der fünfte Winkel α_5 (siehe Fig. 4 und 7c) bezeichnet den Winkel, welche die ersten und zweiten Hauptschneidkanten 44, 46 der ersten Schneidplatten 14 untereinander einschließen. Dieser fünfte Winkel α_5 ist vorzugsweise größer oder gleich groß wie der vierte

Winkel α_4 . Sofern der fünfte Winkel α_5 gleich groß ist wie der vierte Winkel α_4 , verlaufen die ersten Hauptschneidkanten 44 parallel zur Mantellinie des ersten Hüllkegels (der ersten Teilkegelflächen 30). Ebenso verlaufen dann die zweiten Hauptschneidkanten 46 parallel zu der Mantellinie des zweiten Hüllkegels (der zweiten Teilkegelflächen 36).

Der sechste Winkel α_6 (siehe Fig. 4) bezeichnet den Winkel, welchen die ersten Hauptschneidkanten 44 mit der Orthogonalebene einschließen. Der sechste Winkel α_6 ist vorzugsweise gleich groß wie der erste Winkel α_1 .

Der siebte Winkel α_7 (siehe Fig. 4) bezeichnet den Winkel, welchen die zweiten Hauptschneidkanten 46 mit der Orthogonalebene einschließen. Der siebte Winkel α_7 ist vorzugsweise gleich groß wie der zweite Winkel α_2 .

Aufgrund der am Halterkopf 24 angeordneten ersten und zweiten Teilkegelflächen 30, 36 sowie der geneigten Lage der ersten Anlageflächen 40 und der zwischen diesen Flächen bestehenden, oben beschriebenen Winkelbeziehungen können die ersten Schneidplatten 14 relativ weit radial nach außen auskragen, ohne dass es bei der Fräsbearbeitung, insbesondere bei der Herstellung von Zyκλο-Palloid-Verzahnungen, zu Kollisionen zwischen dem Werkstück und dem Halter 12 kommt. Somit ist es möglich, direkt beim ersten Bearbeitungsdurchgang auf die volle Tiefe des Verzahnungsprofils zu fräsen. Dies führt zu einer enormen Zeitersparnis.

Um die Bearbeitungsqualität und Bearbeitungsgeschwindigkeit zu erhöhen, können bei dem erfindungsgemäßen Werkzeug 10 zusätzlich zu den ersten Schneidplatten 14 weitere Schneidplatten 16 und 18 zum Einsatz kommen, wie dies in dem vorliegend gezeigten Ausführungsbeispiel der Fall ist.

Die zweiten und dritten Schneidplatten 16 und 18 unterscheiden sich geometrisch von den ersten Schneidplatten 14. Die zweiten Schneidplatten 16 sind vorzugsweise spiegelverkehrt zu den dritten Schneidplatten 18 ausgestaltet. Es handelt sich dabei also um linke und rechte Schneidplatten.

Ein Ausführungsbeispiel der zweiten und dritten Schneidplatten 16, 18 ist im Detail jeweils in einer perspektivischen Ansicht und einer Draufsicht in den Fig. 8a, 8b sowie 9a, 9b gezeigt. Wie aus den in Fig. 8a und 9a dargestellten Draufsichten erkennbar ist, weisen die zweiten und dritten Schneidplatten 16, 18 in der Draufsicht eine im Wesentlichen rhombische Form auf. Die zweiten und dritten Schneidplatten 16, 18 sind vorzugsweise als Wendeschneidplatten ausgeführt mit vier gleichen Schneidkanten 54 bzw. 56, so dass diese in vier verschiedenen Positionen im Halter einsetzbar sind. Die Schneidkanten 54 der zweiten Schneidplatten 16 werden vorliegend als dritte Hauptschneidkanten bezeichnet und die Schneidkanten 56 der dritten Schneidplatten 18 werden vorliegend als vierte Hauptschneidkanten bezeichnet. Details zu dieser Arten von Wendeschneidplatten sind der DE 10 2012 108 752 B3 zu entnehmen.

Wie insbesondere aus dem Vergleich von Fig. 1 und Fig. 2 ersichtlich ist, werden die ersten und zweiten Schneidplatten bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Werkzeugs 10 von der Stirnseite 34 des Haltekopfs 24 aus mit dem Halter 12 verschraubt. Die dritten Schneidplatten werden dagegen von der Oberseite 28 des Haltekopfs 24 aus mit dem Halter 12 verschraubt.

Wie bereits erwähnt, ist zwischen einer ersten Schneidplatte 14 und einer zweiten Schneidplatte 16 in Umfangsrichtung betrachtet jeweils eine dritte Schneidplatte 18 am Halter 12 angeordnet. Die zweiten Schneidplatten 16 sind jeweils in einer, auf der Unterseite des Haltekopfs 24 vorgesehenen zweiten Schneidplattenaufnahme 50 befestigt (siehe Fig. 3). Die dritten Schneidplatten 18 sind jeweils in einer, auf der Oberseite 28 des Haltekopfs 24 angeordneten dritten Schneidplattenaufnahme 52 befestigt.

Die Anordnung der zweiten und dritten Schneidplatten 16, 18 erfolgt vorzugsweise derart, dass sich die zum Einsatz kommenden dritten Hauptschneidkanten 54 der zweiten Schneidplatten 16 während der Rotation des Fräswerkzeugs 10 um die Mittelachse 26 auf einer gemeinsamen Hüllkurve bewegen, welche auf dem zweiten, imaginären Hüllkegel liegt, auf dem auch die zweiten Teilkegelflächen 36 liegen. Ebenso ist es bevorzugt, dass sich die in Einsatz befindenden vierten Hauptschneidkanten 56 der dritten Schneidplatten 18 während der Rotation des Fräswerkzeugs 10 um die Mittelachse 26 auf einer Hüllkurve bewegen, welche auf dem ersten imaginären Hüllkegel liegt, auf dem auch die ersten

Teilkegelflächen 30 liegen. Hierzu sind die zweiten Schneidplatten 16 derart am Halter 12 angeordnet, dass die zum Einsatz kommenden dritten Hauptschneidkanten 54 mit der Orthogonalebene einen achten Winkel α_8 einschließen (siehe Fig. 6), welcher gleich groß ist wie der zweite Winkel α_2 . Vorzugsweise ist dieser achte Winkel α_8 auch gleich groß wie der siebte Winkel α_7 . In ähnlicher Weise sind die dritten Schneidplatten 18 derart am Halter 12 angeordnet, dass die zum Einsatz kommenden vierten Hauptschneidkanten 56 mit der Orthogonalebene einen neunten Winkel α_9 einschließen (siehe Fig. 5), welcher gleich groß ist wie der erste Winkel α_1 . Vorzugsweise ist der neunte Winkel α_9 auch gleich groß wie der sechste Winkel α_6 .

Eine in der oben beschriebenen Weise ausgeführte Anordnung der ersten, zweiten und dritten Schneidplatten 14, 16, 18 ermöglicht es, eine der beiden Flanken einer Zyκλο-Palloid-Verzahnung mit den ersten und vierten Hauptschneidkanten 44, 56 zu bearbeiten und die jeweils gegenüberliegende Flanke der Verzahnung mit den zweiten und dritten Hauptschneidkanten 46, 54 zu bearbeiten. Die ersten Schneidplatten 14 fräsen dabei jeweils den Zahngrund sowie die unteren beiden Teile der gegenüberliegenden Zahnflanken. Die zweiten und dritten Schneidplatten 16, 18 fräsen die daran anschließenden, oberen Teile der gegenüberliegenden Zahnflanken der Verzahnung.

Insgesamt bietet das erfindungsgemäße Fräswerkzeug 10 somit die Möglichkeit, eine Zyκλο-Palloid-Verzahnung mittels Fräsbearbeitung auf vergleichsweise wirtschaftliche Art und Weise mit vergleichsweise hoher Qualität herzustellen. Insbesondere ist es dabei möglich, das gesamte Profil der Zyκλο-Palloid-Verzahnung mit ein und demselben Werkzeug zu fräsen. Grundsätzlich können auch andere Palloid-Verzahnung mit dem erfindungsgemäßen Werkzeug hergestellt werden. In der Praxis wird das Werkzeug lediglich zum Schruppen verwendet und das Werkstück nachfolgend mit einem Schlichtwerkzeug nachbearbeitet. Die oben beschriebenen Geometrieigenschaften des erfindungsgemäßen Fräswerkzeugs 10 ermöglichen bereits beim ersten Schnitt die Zustellung des Werkzeugs auf die volle Profiltiefe, ohne dass es zu unerwünschten Kollisionen kommt. Die optionale Verwendung der zweiten und dritten Schneidplatten ermöglicht eine optimale Schnittaufteilung, wodurch höhere Vorschübe möglich sind.

Abschließend sei darauf hingewiesen, dass grundsätzlich auch anders ausgestaltete Schneidplatten als die vorliegend gezeigten verwendet werden könne, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen.

Patentansprüche

1. Fräswerkzeug (10) zur spanenden Bearbeitung eines Werkstücks, mit:
 - einem Halter (12), welcher bei einem Einsatz des Fräswerkzeugs um eine Mittelachse (26) rotiert wird, wobei der Halter (12) im Bereich seines hinteren Endes einen Einspannabschnitt (20) zur Einspannung des Halters (12) aufweist und im Bereich seines vorderen Endes einen im Vergleich zum Einspannabschnitt (20) radial auskragenden Halterkopf (24) aufweist, an dem mehrere, in Umfangsrichtung verteilt angeordnete, erste Schneidplattenaufnahmen (38) vorgesehen sind, und
 - mehreren ersten Schneidplatten (14), welche in den am Halter (12) vorgesehenen ersten Schneidplattenaufnahmen (38) befestigt sind, und zumindest bereichsweise radial nach außen über den Halterkopf (24) abstehen, wobei die jeweils radial äußersten Punkte der ersten Schneidplatten (14) auf einem gemeinsamen Kreis liegen, dessen Mittelpunkt auf der Mittelachse (26) des Halters (12) liegt,

wobei auf einer dem Einspannabschnitt (20) zugewandten Oberseite (28) des Halterkopfs (24) mehrere erste Teilkegelflächen (30) vorgesehen sind, die auf einem gemeinsamen, imaginären, ersten Hüllkegel liegen, dessen gedachte Spitze auf der Mittelachse (26) des Halters (12) liegt und dessen Mantellinie mit einer zur Mittelachse des Halters orthogonal ausgerichteten Orthogonalebene einen ersten Winkel α_1 einschließt,

wobei auf einer vom Einspannabschnitt (20) abgewandten Stirnseite (34) des Halterkopfs, welche der Oberseite (28) gegenüber liegt, mehrere zweite Teilkegelflächen (36) vorgesehen sind, die auf einem gemeinsamen, imaginären, zweiten Hüllkegel liegen, dessen gedachte Spitze auf der Mittelachse (26) des Halters (12) liegt und dessen Mantellinie mit der Orthogonalebene einen zweiten Winkel α_2 einschließt,

wobei die ersten Schneidplattenaufnahmen (38) jeweils eine erste Anlagefläche (40) zur Anlage der ersten Schneidplatten (14) am Halter (12) haben, wobei die erste Anlageflächen (40) zwischen der Oberseite (28) und der Stirnseite (34) des Halterkopfs (24) angeordnet sind und mit der Orthogonalebene einen dritten Winkel α_3 einschließt,

wobei die Mantellinie des ersten Hüllkegels mit der Mantellinie des zweiten Hüllkegels einen vierten Winkel α_4 einschließt, und

wobei ferner gilt: (i) $\alpha_1 > \alpha_3 \geq \alpha_2$ und (ii) $\alpha_4 \leq \alpha_1$.

2. Fräswerkzeug nach Anspruch 1, wobei die Differenz zwischen dem dritten Winkel α_3 und dem zweiten Winkel α_2 kleiner als 6° ist.
3. Fräswerkzeug nach Anspruch 1, wobei der dritte Winkel α_3 gleich groß ist wie der zweite Winkel α_2 .
4. Fräswerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die ersten Schneidplatten (14) jeweils eine erste Hauptschneidkante (44) und eine zweite Hauptschneidkante (46) aufweisen, welche untereinander einen fünften Winkel α_5 einschließen, wobei gilt: $\alpha_5 \geq \alpha_4$.
5. Fräswerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die ersten Schneidplatten (14) jeweils eine erste Hauptschneidkante (44) und eine zweite Hauptschneidkante (46) aufweisen, welche untereinander einen fünften Winkel α_5 einschließen, wobei der fünfte Winkel α_5 gleich groß ist wie der vierte Winkel α_4 .
6. Fräswerkzeug nach Anspruch 5, wobei die erste Hauptschneidkanten (44) mit der Orthogonalebene einen sechsten Winkel α_6 einschließen, welcher gleich groß ist wie der erste Winkel α_1 , und wobei die zweiten Hauptschneidkanten (46) mit der Orthogonalebene einen siebten Winkel α_7 einschließen, welcher gleich groß ist wie der zweite Winkel α_2 .

7. Fräswerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 6, wobei am Halter (12) ferner mehrere, in Umfangsrichtung verteilt angeordnete, zweite und dritte Schneidplattenaufnahmen (50, 52) vorgesehen sind, wobei in den zweiten Schneidplattenaufnahmen (50) jeweils eine zweite Schneidplatte (16) befestigt ist, und in den dritten Schneidplattenaufnahmen (52) jeweils eine dritte Schneidplatte (18) befestigt ist, wobei die zweiten Schneidplattenaufnahmen (50), in Umfangsrichtung des Halters betrachtet, jeweils zwischen einer ersten Schneidplattenaufnahme (38) und einer dritten Schneidplattenaufnahme (52) angeordnet sind, und wobei sich die zweiten und dritten Schneidplatten (16, 18) von den ersten Schneidplatten (14) unterscheiden.
8. Fräswerkzeug nach Anspruch 7, wobei die zweiten Schneidplatten (16) im Vergleich zu den dritten Schneidplatten (18) geometrisch spiegelverkehrt ausgeführt sind.
9. Fräswerkzeug nach Anspruch 7 oder 8, wobei die ersten und die zweiten Schneidplatten (14, 16) von der Stirnseite (34) des Halterkopfs (24) aus mit dem Halter (12) verschraubt sind, und wobei die dritten Schneidplatten (18) von der Oberseite (28) des Halterkopfs (24) aus mit dem Halter (12) verschraubt sind.
10. Fräswerkzeug nach einem der Ansprüche 7 bis 9, wobei die zweiten Schneidplatten (16) jeweils eine dritte Hauptschneidkante (54) aufweisen, welche mit der Orthogonalebene einen achten Winkel α_8 einschließt, welcher gleich groß ist wie der zweite Winkel α_2 , und wobei die dritte Schneidplatten (18) jeweils eine vierte Hauptschneidkante (56) aufweisen, welche mit der Orthogonalebene einen neunten Winkel α_9 einschließt, welcher gleich groß ist wie der erste Winkel α_1 .
11. Fräswerkzeug nach den Ansprüchen 6 und 10, wobei der achte Winkel α_8 gleich groß ist wie der siebte Winkel α_7 , und wobei der neunte Winkel α_9 gleich groß ist wie der sechste Winkel α_6 .
12. Fräswerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 11, wobei die ersten Schneidplatten (14) jeweils mit Hilfe (12) einer Schraube am Halter befestigt sind, wobei die

Schrauben jeweils in ein Gewinde eingreifen, wobei die Gewinde jeweils orthogonal zu den ersten Anlageflächen (40) in den Halterkopf (12) eingebracht sind.

13. Fräswerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 12, wobei der Halter (12) zumindest teilweise aus Stahl und die ersten Schneidplatten (14) zumindest teilweise aus Hartmetall sind.
14. Fräswerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 13, wobei das Fräswerkzeug (10) zur Herstellung einer Zylo-Palloid-Verzahnung geeignet ist.

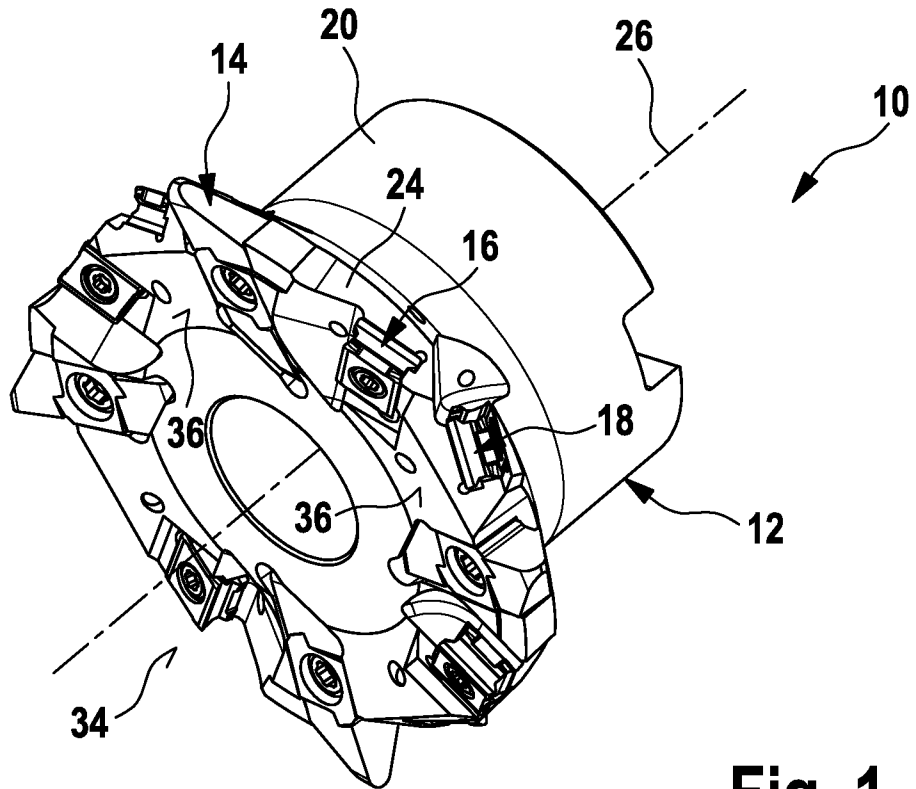


Fig. 1

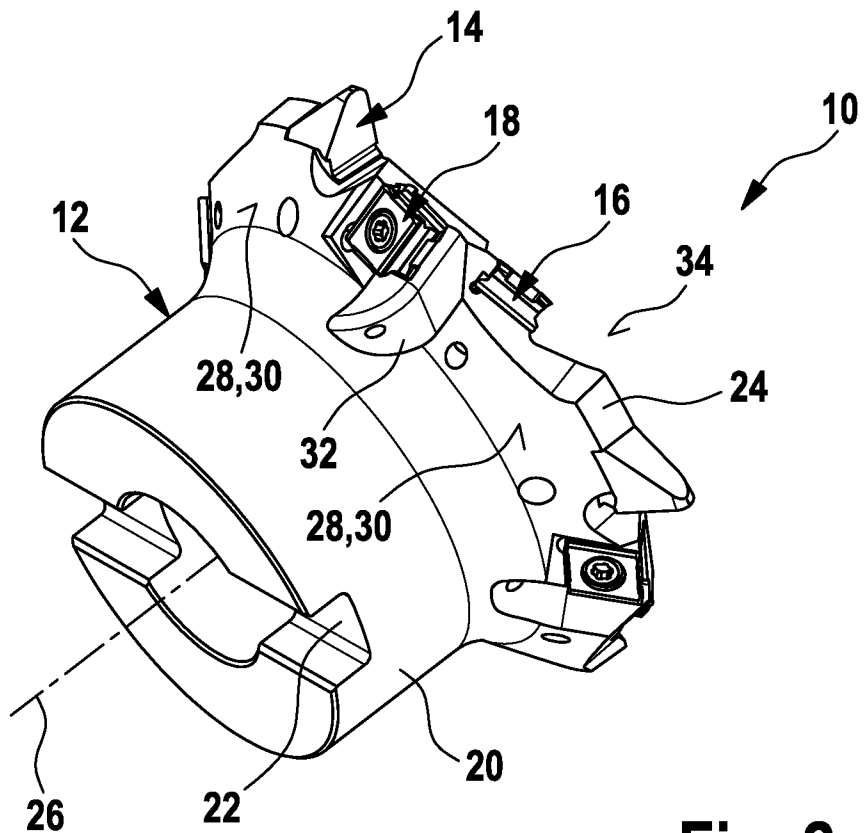


Fig. 2

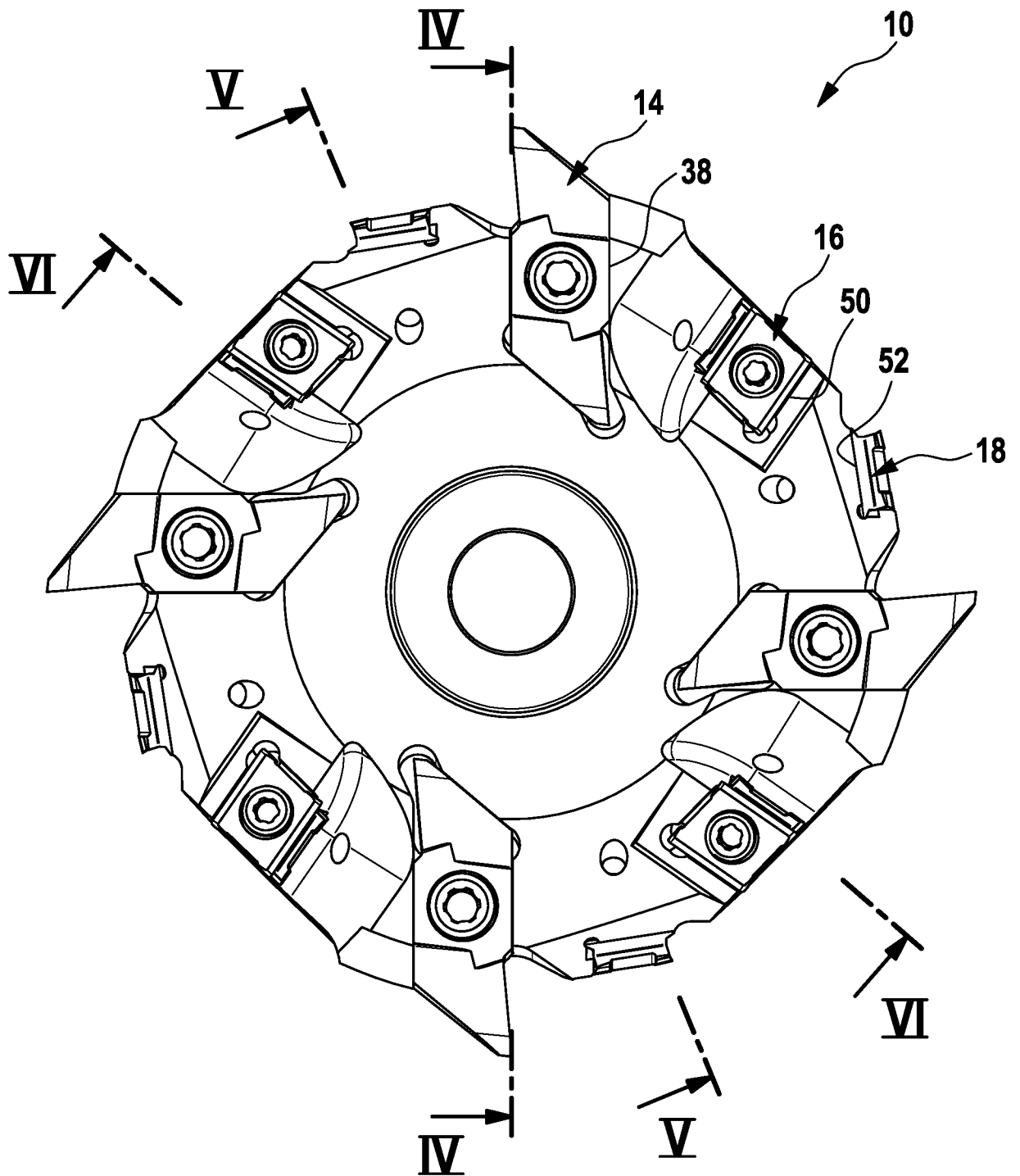


Fig. 3

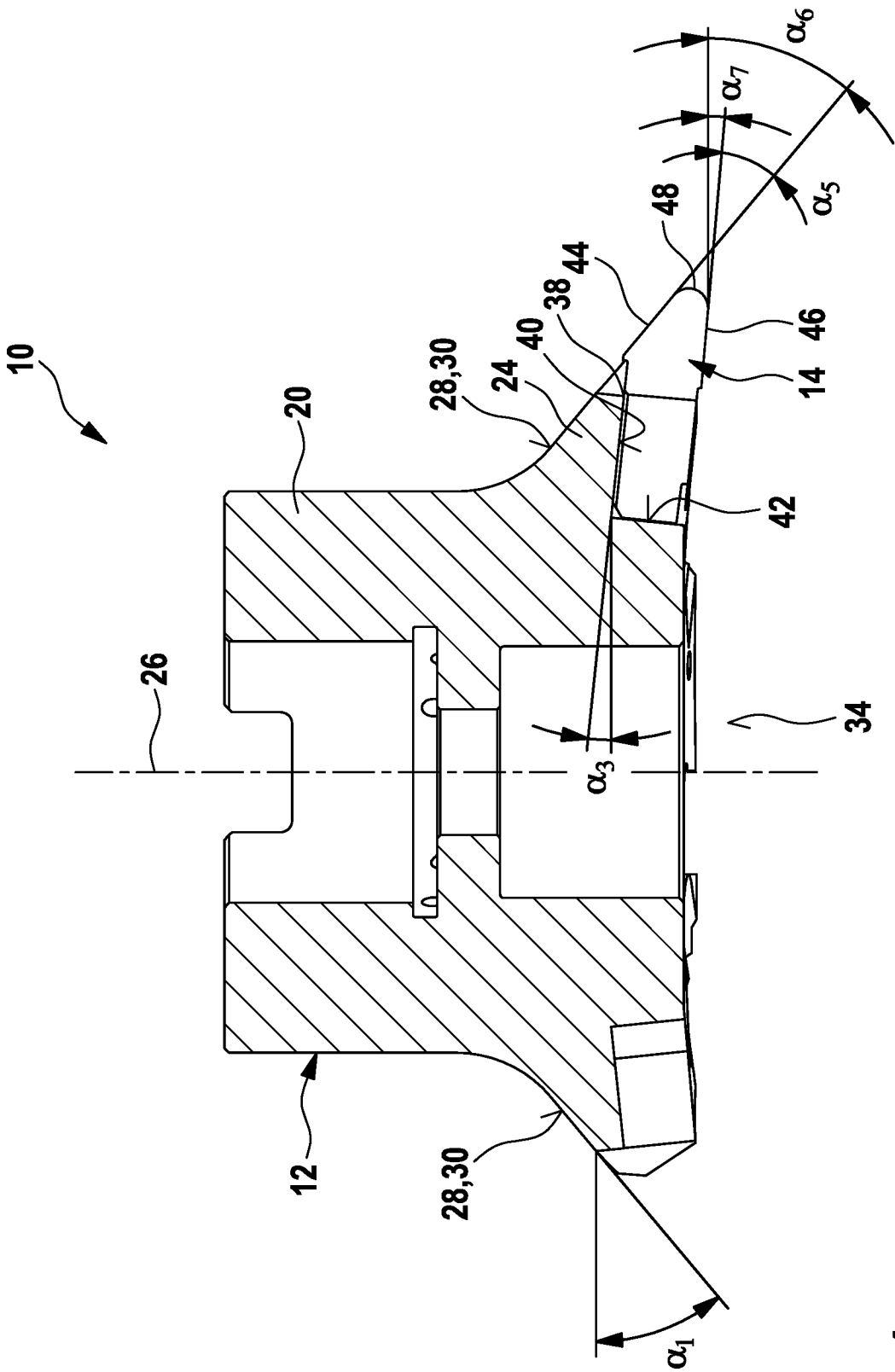


Fig. 4

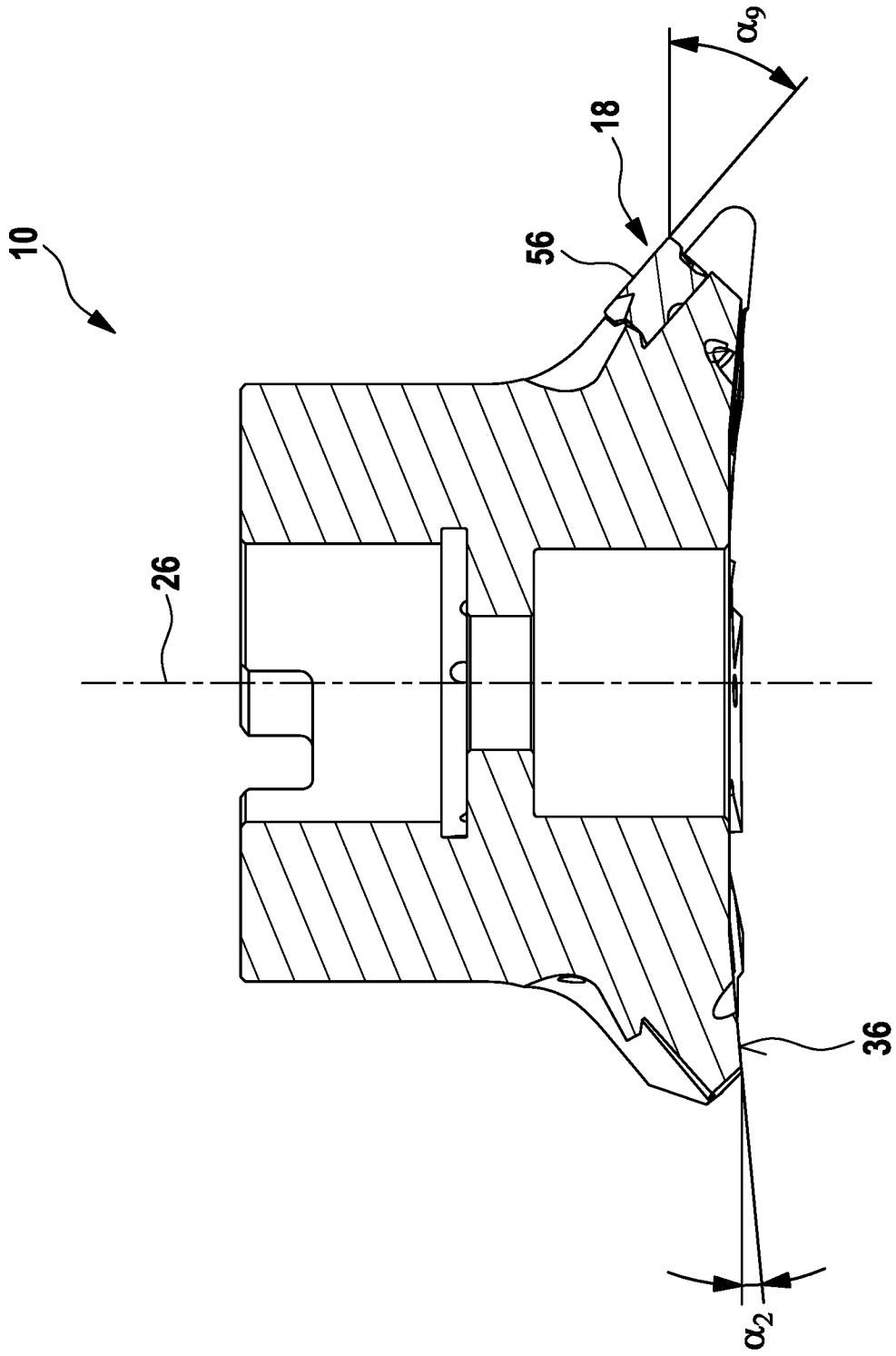


Fig. 5

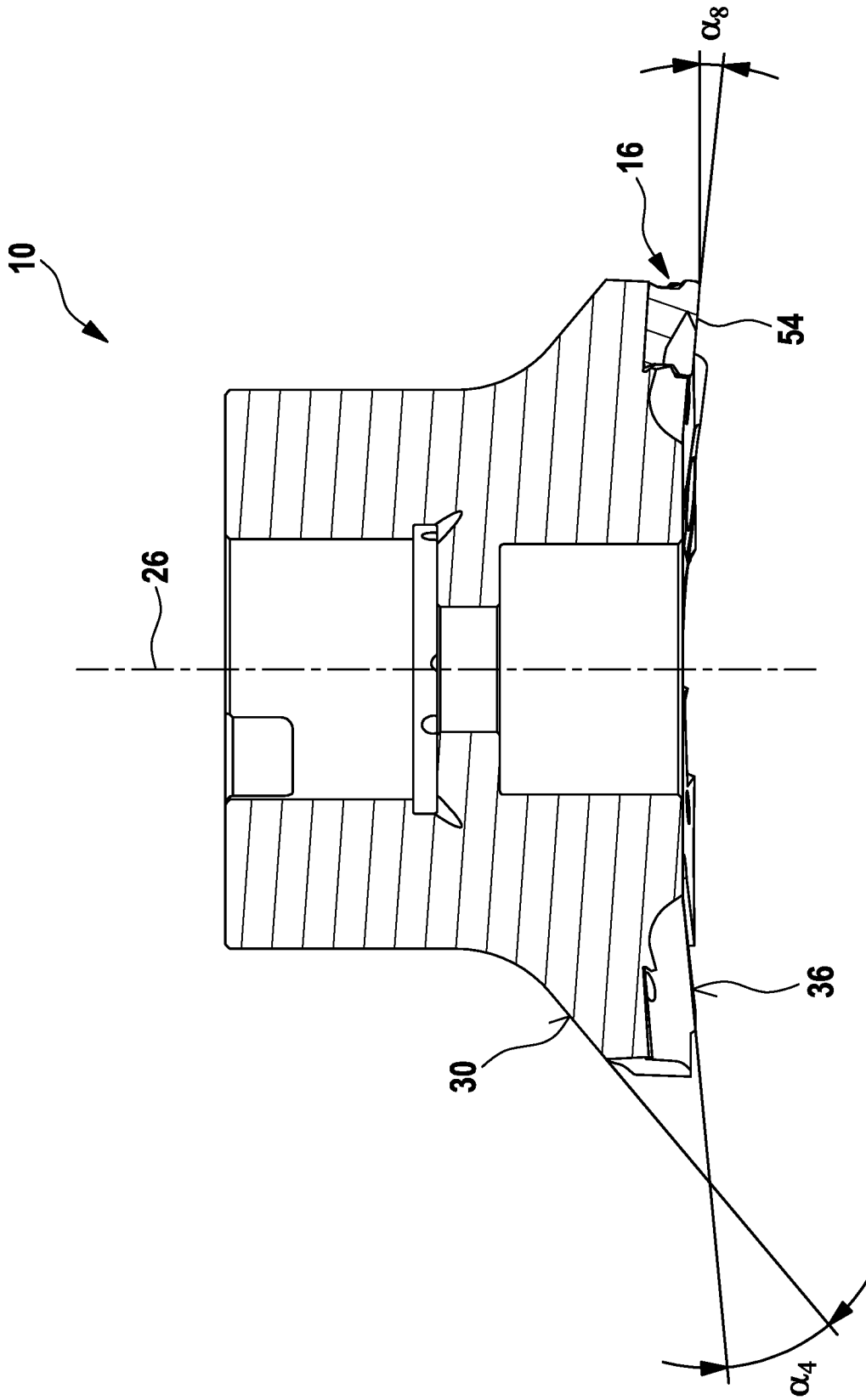


Fig. 6

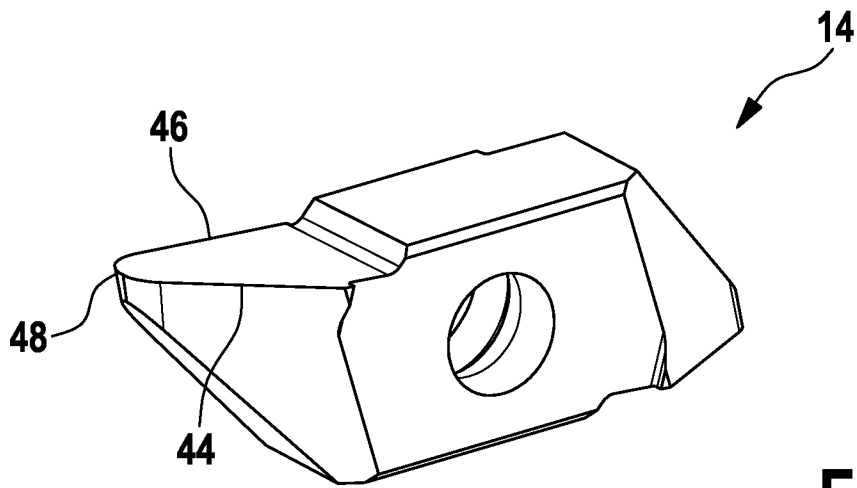


Fig. 7a

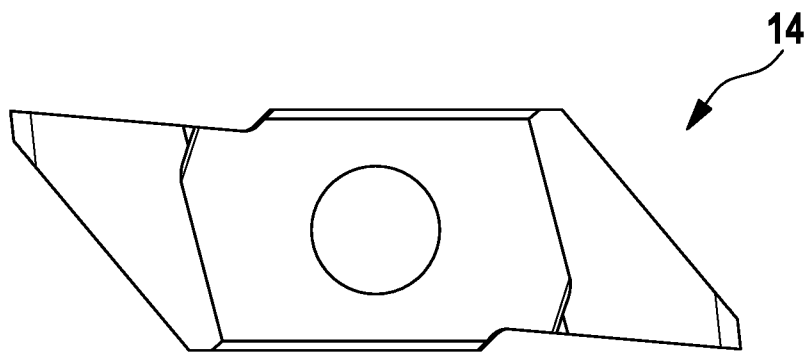


Fig. 7b

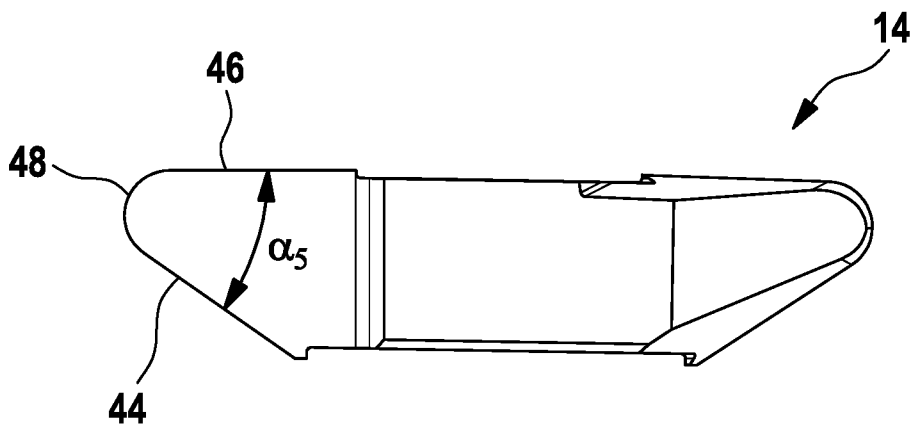


Fig. 7c

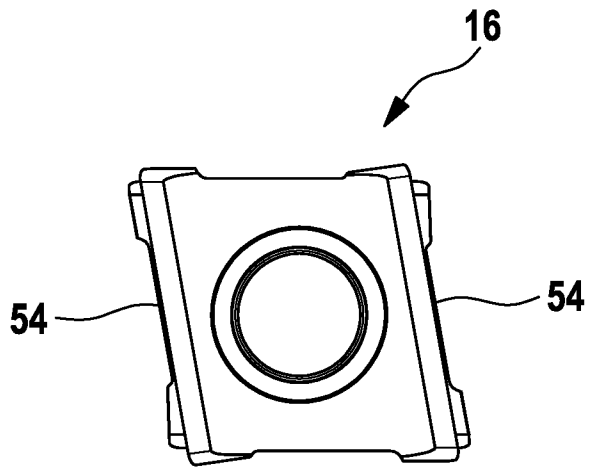


Fig. 8a

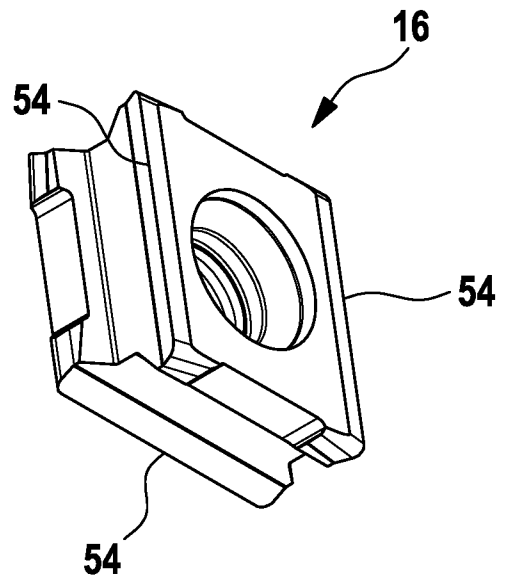


Fig. 8b

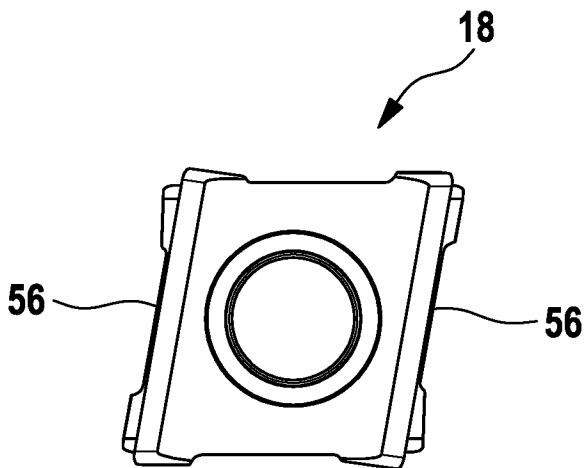


Fig. 9a

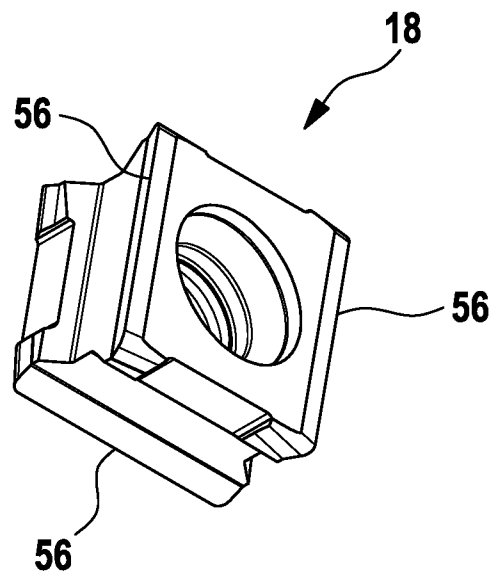


Fig. 9b

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/051193

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B23C5/00 B23C5/20 B23F21/12
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)
B23C 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, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	WO 2015/034699 A1 (GLEASON WORKS [US]) 12 March 2015 (2015-03-12) paragraphs [0003], [0028], [0040] figures 2-6, 10	1,4,13, 14 2,3,5,6
A	----- WO 2012/052367 A1 (SANDVIK INTELLECTUAL PROPERTY [SE]; SCHERBARTH STEFAN [DE]) 26 April 2012 (2012-04-26) page 16, lines 1-29 figures 10a-c	1-14
A	----- JP 2013 202767 A (MITSUBISHI MATERIALS CORP) 7 October 2013 (2013-10-07) figure 3	1-13
	----- -/--	

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 29 March 2017	Date of mailing of the international search report 11/04/2017
---	---

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 Schäfer, Lisa
--	--

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/051193

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 2 659 999 A2 (SANDVIK INTELLECTUAL PROPERTY [SE]) 6 November 2013 (2013-11-06) figures 2-5 paragraphs [0027] - [0029] -----	7-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/051193

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2015034699	A1	12-03-2015	CA 2920743 A1 12-03-2015
			CN 105517744 A 20-04-2016
			EP 3041633 A1 13-07-2016
			JP 2016529128 A 23-09-2016
			KR 20160050035 A 10-05-2016
			US 2016175950 A1 23-06-2016
			WO 2015034699 A1 12-03-2015

WO 2012052367	A1	26-04-2012	BR 112013009764 A2 19-07-2016
			CA 2812861 A1 26-04-2012
			CN 103180078 A 26-06-2013
			DE 102010042835 A1 26-04-2012
			EP 2629917 A1 28-08-2013
			JP 6010038 B2 19-10-2016
			JP 2013543450 A 05-12-2013
			KR 20140005161 A 14-01-2014
			RU 2013123141 A 27-11-2014
			US 2013322974 A1 05-12-2013
			WO 2012052367 A1 26-04-2012

JP 2013202767	A	07-10-2013	NONE

EP 2659999	A2	06-11-2013	CN 103381500 A 06-11-2013
			EP 2659999 A2 06-11-2013
			JP 2013233646 A 21-11-2013
			KR 20130124212 A 13-11-2013
			SE 1250448 A1 05-11-2013
			US 2013294851 A1 07-11-2013

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. B23C5/00 B23C5/20 B23F21/12 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B23C 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, WPI Data		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2015/034699 A1 (GLEASON WORKS [US]) 12. März 2015 (2015-03-12)	1,4,13, 14
A	Absätze [0003], [0028], [0040] Abbildungen 2-6, 10	2,3,5,6
A	----- WO 2012/052367 A1 (SANDVIK INTELLECTUAL PROPERTY [SE]; SCHERBARTH STEFAN [DE]) 26. April 2012 (2012-04-26) Seite 16, Zeilen 1-29 Abbildungen 10a-c	1-14
A	----- JP 2013 202767 A (MITSUBISHI MATERIALS CORP) 7. Oktober 2013 (2013-10-07) Abbildung 3	1-13
	----- -/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts	
29. März 2017	11/04/2017	
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 Schäfer, Lisa	

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 2 659 999 A2 (SANDVIK INTELLECTUAL PROPERTY [SE]) 6. November 2013 (2013-11-06) Abbildungen 2-5 Absätze [0027] - [0029] -----	7-10

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2017/051193

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 2015034699 A1	12-03-2015	CA 2920743 A1	12-03-2015
		CN 105517744 A	20-04-2016
		EP 3041633 A1	13-07-2016
		JP 2016529128 A	23-09-2016
		KR 20160050035 A	10-05-2016
		US 2016175950 A1	23-06-2016
		WO 2015034699 A1	12-03-2015
WO 2012052367 A1	26-04-2012	BR 112013009764 A2	19-07-2016
		CA 2812861 A1	26-04-2012
		CN 103180078 A	26-06-2013
		DE 102010042835 A1	26-04-2012
		EP 2629917 A1	28-08-2013
		JP 6010038 B2	19-10-2016
		JP 2013543450 A	05-12-2013
		KR 20140005161 A	14-01-2014
		RU 2013123141 A	27-11-2014
		US 2013322974 A1	05-12-2013
		WO 2012052367 A1	26-04-2012
JP 2013202767 A	07-10-2013	KEINE	
EP 2659999 A2	06-11-2013	CN 103381500 A	06-11-2013
		EP 2659999 A2	06-11-2013
		JP 2013233646 A	21-11-2013
		KR 20130124212 A	13-11-2013
		SE 1250448 A1	05-11-2013
		US 2013294851 A1	07-11-2013