

(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
12. März 2015 (12.03.2015)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2015/032459 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
B23C 5/06 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2014/001970

(22) Internationales Anmeldedatum:
19. Juli 2014 (19.07.2014)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2013 014 761.1
5. September 2013 (05.09.2013) DE

(71) Anmelder: AUDI AG [DE/DE]; 85045 Ingolstadt (DE).

(72) Erfinder: KOPTON, Peter; Am Eixelberg 3, 85092
Kösching (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, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,

HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR,
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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.

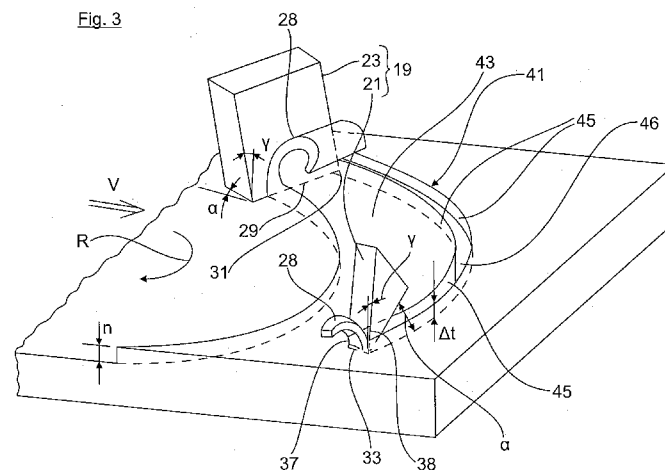
(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ,
TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR,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

Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz
3)

(54) Title: FACE MILLING TOOL

(54) Bezeichnung : STIRNFRÄSWERKZEUG



(57) Abstract: The invention relates to a milling tool for the face milling of a substantially planar workpiece surface (3), having a rotary movement (R) about a tool axis (W) at right angles to the workpiece surface (3) and having a feed movement (V) transversely to the tool axis (W) and along the workpiece surface (3), said milling tool (1) having at least one main cutting-lip element (23) having a face cutting lip (29) which extends as far as a radially outer cutting-lip corner (31) and by way of which material is removed to a nominal degree (n). According to the invention, the milling tool (1) has at least one clearance-groove cutting-lip element (21) which leads the main cutting-lip element (23) in the direction of rotation (R), said clearance-groove cutting-lip element (21) producing a clearance groove (41) in the workpiece surface (3), in which the radially outer cutting-lip corner (31) of the main cutting-lip element (23) is guided substantially without cutting load.

(57) Zusammenfassung:

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2015/032459 A1



Die Erfindung betrifft ein Fräswerkzeug zum Stirnfräsen einer im Wesentlichen ebenen Werkstückoberfläche (3), mit einer Rotationsbewegung (R) um eine zur Werkstückoberfläche (3) rechtwinkligen Werkzeugachse (W) und mit einer Vorschubbewegung (V) quer zur Werkzeugachse (W) sowie entlang der Werkstückoberfläche (3), welches Fräswerkzeug (1) zumindest ein Hauptschneidenelement (23) mit einer Stirnschneide (29) aufweist, die sich bis zu einer radial äußeren Schneidenecke (31) erstreckt und mit der ein Materialabtrag bis auf ein Nennmaß (n) erfolgt. Erfindungsgemäß weist das Fräswerkzeug (1) zumindest ein in der Rotationsrichtung (R) dem Hauptschneidenelement (23) voreilendes Freiraumnut-Schneidenelement (21) auf, das eine Freiraumnut (41) in der Werkstückoberfläche (3) erzeugt, in der die radial äußere Schneidenecke (31) des Hauptschneidenelements (23) im Wesentlichen ohne Schneidbelastung geführt ist.

Beschreibung

Stirnfräswerkzeug

Die Erfindung betrifft ein Fräswerkzeug zum Stirnfräsen einer Werkstückoberfläche nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1 sowie ein Verfahren zum
10 Stirnfräsen nach dem Patentanspruch 11.

Die Erzeugung ebener Werkstückoberflächen erfolgt mit dem sogenannten Stirnfräsen, das in ein Umfangsstirnfräsen und in ein Umfangsstirnplanfräsen unterteilt werden kann. Beim Umfangsstirnplanfräsen (Walzfräsen) liegt die
15 Werkzeugachse parallel zur bearbeitenden Werkstückoberfläche. Der Fräser arbeitet nur mit seinen Umfangsschneiden.

Beim Umfangsstirnfräsen steht dagegen die Werkzeugachse rechtwinklig zur Werkstückoberfläche. Die Schneiden des Fräasers sind aufgeteilt in Umfangs-
20 schneiden und Stirnschneiden. Die Umfangsschneiden zerspanen in einer Vorschubbewegung quer zur Werkzeugachse den Oberflächenwerkstoff, während die Stirnschneiden des Fräswerkzeuges die bearbeitete Werkstückoberfläche glattschaben.

Aus der DE 195 16 946 A1 ist ein gattungsgemäßes Werkzeug bekannt, das zum Stirnfräsen einer im Wesentlichen ebenen Werkstückoberfläche einsetzbar ist. Beim Fräsbetrieb ist das Fräswerkzeug mit einer Rotations-
bewegung um eine zur Werkstückoberfläche rechtwinklige Werkzeugachse sowie mit einer Vorschubbewegung quer zur Werkzeugachse sowie entlang
30 der Werkstückoberfläche antreibbar. Das Fräswerkzeug weist stirnseitig

Hauptschneidenelemente auf, deren Stirnschneide das oberflächenseitige Werkstückmaterial bis auf ein Nennmaß abträgt.

Bei diesem Fräsvorgang werden zwischen Frei-, Keil- und Spanwinkel der
5 Schneidenelemente unterschieden. Die Größe dieser Winkel hängt von der jeweiligen Werkzeug-/Werkstück-Kombination ab. Speziell der Freiwinkel der Umfangsschneiden begrenzt die fertigungstechnisch relevante Vorschubgeschwindigkeit des Stirnfräasers. Bei einer Erhöhung des Freiwinkels kann die Vorschubgeschwindigkeit gesteigert werden. Jedoch geht die Freiwinkel-
10 Erhöhung einher mit einer entsprechenden Reduzierung des Keilwinkels der Umfangsschneide, wodurch die Gefahr von Werkzeugbruch oder zumindest eines vorzeitigen Verschleißes besteht.

Die Aufgabe der Erfindung besteht darin, ein Fräswerkzeug sowie ein
15 Verfahren zum Stirnfräsen im Wesentlichen ebener Werkstückoberflächen bereitzustellen, bei dem im Vergleich zum Stand der Technik größere Vorschubgeschwindigkeiten erreicht werden können.

Die Aufgabe ist durch die Merkmale des Patentanspruches 1 oder 11 gelöst.
20 Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen offenbart.

Die Erfindung beruht auf dem Sachverhalt, dass bei bekannten Stirnfräs-Verfahren eine Erhöhung der Vorschubgeschwindigkeit stets durch einen
25 maximal zulässigen Freiwinkel der Umfangsschneiden des Fräswerkzeuges begrenzt ist, um die Gefahr von Werkzeugbruch oder eines vorzeitigen Werkzeug-Verschleißes zu minimieren. Vor diesem Hintergrund weist das Fräswerkzeug gemäß dem kennzeichnenden Teil des Patentanspruches 1 zumindest ein, dem Hauptschneidenelement voreilendes Freiraumnut-
30 Schneidenelement auf. Mit Hilfe des Freiraumnut-Schneidenelementes wird

eine Freiraumnut in der Werkstückoberfläche erzeugt, die dem Hauptschneidenelement vorseilt. In dieser Freiraumnut ist die radial äußere Schneidenecke des Hauptschneidenelementes geführt, und zwar im Wesentlichen ohne Schneidbelastung. Erfindungsgemäß geht die Stirnschneide des Hauptschneidenelementes an der radial äußeren Schneidenecke nicht mehr in eine Umfangsschneide über, deren Freiwinkel im Hinblick auf einen vorzeitigen Verschleiß oder auf Werkzeugbruch kritisch ist. Vielmehr ist die radial äußere Schneidenecke der Stirnschneide um einen lichten Freiraum von der radial äußeren Nut-Seitenwand der Freiraumnut beabstandet. Es ist daher auf die Auslegung einer Umfangsschneide mit entsprechendem Freiwinkel verzichtet, und anstelle dessen die Freiraumnut vorgesehen.

Zur Erzeugung der Freiraumnut ist speziell ein, dem Hauptschneidenelement voreilendes Freiraumnut-Schneidenelement vorgesehen. Das Freiraumnut-Schneidenelement weist ebenfalls eine Stirnschneide auf, die an radial inneren und äußeren Schneidenecken jeweils in radial innere und äußere Umfangsschneiden übergeht. Mit Hilfe der Stirnschneide sowie der beiden Umfangsschneiden kann das Freiraumnut-Schneidenelement jeweils den Nutboden sowie die beiden Nutseitenwände der Freiraumnut erzeugen. Um die Schneidbelastung des Freiraumnut-Schneidenelementes zu minimieren, ist die Nutbreite der erzeugten Freiraumnut stark reduziert, zum Beispiel auf 2 bis 3 mm.

Zudem ist es bevorzugt, wenn das in der Rotationsrichtung nacheilende Hauptschneidenelement das Freiraumnut-Schneidenelement mit einem vorgegebenen Überstand radial nach innen überragt bzw. überlappt. Dadurch kann nach der Erzeugung der Freiraumnut ein radial innen an der Werkstückoberfläche verbleibender, noch unbearbeiteter Materialsteg vom nacheilenden Hauptschneidenelement bis auf das Nennmaß abgetragen werden.

Sowohl die Stirnschneide des Hauptschneidenelementes als auch die Stirnschneide des Freiraumnut-Schneidenelementes sind entgegen der Rotationsrichtung um einen Spanwinkel geneigt. Zudem spannt die jeweilige Stirnschneide jeweils einen Freiwinkel mit der bearbeitenden Werkstück-
5 oberfläche auf.

Das zumindest eine Hauptschneidenelement und das Freiraumnut-Schneidenelement bilden zusammen einen Schneidensatz. Zumindest ein solcher Schneidensatz ist an der Stirnseite des Fräswerkzeugs vorgesehen, bevorzugt
10 jedoch mehrere Schneidensätze, die gleichmäßig umfangsverteilt am Fräswerkzeug angeordnet sind.

In einer Ausführungsform kann der Schneidensatz nicht nur ein einziges Hauptschneidenelement aufweisen, sondern vielmehr in der Rotationsrichtung betrachtet zumindest zwei hintereinander angeordnete Hauptschneiden-
15 elemente, die beide dem voreilenden Freiraumnut-Schneidenelement in der Rotationsrichtung nacheilen. Die vom Freiraumnut-Schneidenelement erzeugte Nuttiefe kann bevorzugt bereits dem Nennmaß entsprechen oder alternativ um ein Aufmaß kleiner als das Nennmaß sein. Von den obigen genannten zwei
20 Hauptschneidenelementen kann ein erstes Element bereits auf das Nennmaß abtragen und ein zweites Element um ein Aufmaß kleiner als das Nennmaß das Oberflächenmaterial abtragen.

Bevorzugt ist es jedoch, wenn bereits das Freiraumnut-Schneidenelement eine
25 Nuttiefe erzeugt, die dem Nennmaß entspricht. Auf diese Weise kann das Hauptschneidenelement gänzlich auf eine Umfangsschneide verzichten, die ansonsten das noch verbleibende Aufmaß abtragen müsste.

Bevorzugt ist die beim Fräsprozess aktive Stirnschneiden-Länge des
30 Freiraumnut-Schneidenelementes wesentlich kleiner bemessen als die Stirn-

schneidenlänge des nachteilenden Hauptschneidenelementes. Auf diese Weise kann die Fräsbelastung des Freiraumnut-Schneidenelementes insbesondere auf dessen Hauptfunktion reduziert werden, nämlich die Schaffung eines lichten Freiraums, in dem sich die radial äußere
5 Schneidenecke des nachteilenden Hauptschneidenelementes belastungsfrei bewegen kann.

Die vorstehend erläuterten und/oder in den Unteransprüchen wiedergegebenen vorteilhaften Aus- und/oder Weiterbildungen der Erfindung können –
10 außer zum Beispiel in den Fällen eindeutiger Abhängigkeiten oder unvereinbarer Alternativen – einzeln oder aber auch in beliebiger Kombination miteinander zur Anwendung kommen.

Die Erfindung und ihre vorteilhaften Aus- und Weiterbildungen sowie deren
15 Vorteile werden nachfolgend anhand von Zeichnungen näher erläutert.

Es zeigen:

Fig. 1 in einer perspektivischen Darstellung ein Fräswerkzeug zum
20 Stirnfräsen;

Fig. 2 die einer Werkzeugoberfläche zugewandte Stirnseite des Fräswerkzeugs;

25 Fig. 3 in einer grob schematischen perspektivischen Darstellung das erfindungsgemäße Fräsverfahren;

Fig. 4 eine schematische Teilansicht von oben, anhand der ein aus einem Hauptschneidenelement und einem Freiraumnut-

Schneidenelement bestehender Schneidensatz während eines Fräsprozesses gezeigt ist;

Fig. 5 ein weiteres Ausführungsbeispiel in einer Ansicht entsprechend der Fig. 4; und

Fig. 6 eine Ansicht von oben zur Veranschaulichung eines aus dem Stand der Technik bekanntes Stirnfräsverfahren.

10 Anhand der Fig. 6 wird zunächst zum einfacheren Verständnis der Erfindung ein herkömmliches Stirnfräsverfahren (das heißt Umfangsstirnfräsen) beschrieben, das den Ausgangspunkt der Erfindung bildet. In dem in der Fig. 6 gezeigten Stirnfräsverfahren kommt ein Fräswerkzeug 1 zum Einsatz, dessen Werkzeugachse W senkrecht zu einer zu bearbeitenden Werkstückoberfläche
15 3 ausgerichtet ist. Das Fräswerkzeug 1 weist umfangsseitig eine Reihe von gleichmäßig verteilten Schneidenelementen 5 auf. Diese weisen am Außenumfang vorgesehene Umfangsschneiden 7 sowie stirnseitig am Fräswerkzeug 1 vorgesehene Stirnschneiden (in der Fig. 5 nicht gezeigt) auf, die der Werkzeugoberfläche zugewandt sind. Das Fräswerkzeug 1 zerspannt
20 den Werkstoff ausschließlich mit den Umfangsschneiden 7, während die Stirnschneiden lediglich die bearbeitete Werkstückoberfläche 9 glattschaben. Im dargestellten Fräsbetrieb wird das Fräswerkzeug 1 mit einer Rotationsbewegung R um die Werkzeugachse W angetrieben. Zudem wird das Fräswerkzeug 1 mit einer Vorschubbewegung V quer zur Werkzeugachse W
25 sowie entlang der Werkstückoberfläche 3 angetrieben.

Bei den Schneidenelementen 5 wird in gängiger Praxis zwischen einem Freiwinkel α , einem Keilwinkel β und einem Spanwinkel γ unterschieden. Der Freiwinkel α ist in der Fig. 6 zwischen einer Schneiden-Rückseite 11 und einer
30 gedachten Kreislinie aufgespannt, entlang der sich die Umfangsschneiden 7

bewegen. Der Keilwinkel β ist zwischen einer Schneiden-Vorderseite 13 und der Schneiden-Rückseite 11 aufgespannt. Der Spanwinkel γ ist zwischen einer Radiuslinie, auf der die Umfangsschneide 7 liegt, und der Schneiden-Vorderseite 13 aufgespannt. Im Hinblick auf die Auslegung der Vorschubgeschwindigkeit ist unter Anderem der Freiwinkel α von Bedeutung. Für eine Erhöhung der Vorschubgeschwindigkeit ist entsprechend auch der Freiwinkel α zu erhöhen. Dies geht jedoch mit einer entsprechenden Reduzierung des Keilwinkels β der Schneidenelemente 5 einher, wodurch die Gefahr von vorzeitigem Verschleiß sowie von Werkzeugbruch an den Umfangsschneiden 7 erhöht wird.

Die in den Fig. 1 bis 4 gezeigte Erfindung beschreitet dagegen mit Hilfe des in der Fig. 1 gezeigten Fräswerkzeuges 1 einen alternativen Lösungsweg, um die Vorschubgeschwindigkeit zu erhöhen. Demzufolge weist das Fräswerkzeug 1 gemäß der Fig. 1 einen Grundkörper 17 auf, der um die Werkzeugachse W rotierbar ist. An der Stirnseite des Grundkörpers 17 sind insgesamt vier gleichmäßig umfangsverteilter Schneidensätze 19 vorgesehen. Jeder dieser Schneidensätze 19 weist ein in der Rotationsrichtung R voreilendes Freiraumnut-Schneidenelement 21 sowie ein in der Rotationsrichtung R nacheilendes Hauptschneidenelement 23 auf. Den beiden Schneidenelementen 21, 23 ist jeweils eine Spankammer 25 vorgelagert, um entstehende Späne 28 (Fig. 3) abzuführen. Die Stirnschneiden 29, 33 (Fig. 3) des Hauptschneidenelementes 23 und des Freiraumnut-Schneidenelementes 21 sind gemäß der Fig. 3 entgegen der Rotationsrichtung R um einen Spanwinkel γ geneigt ist, so dass die Späne 28 nicht umfangsseitig nach außen, sondern vielmehr nach oben abgeschält werden. Zudem sind die Freiraumnut-Schneidenelemente 21 und die Hauptschneidenelemente 23 als separate Auswechselteile mittels angedeuteter Spannschrauben 27 am Grundkörper 17 befestigt.

Gemäß der Fig. 2, 3 und 4 weist jedes der Hauptschneidenelemente 23 jeweils eine Stirnschneide 29 auf. Diese erstreckt sich gemäß der Fig. 2 bis zu einer radial äußeren Schneidenecke 31. Mit Hilfe der Stirnschneide 29 des jeweiligen Hauptschneidenelementes 23 erfolgt an der Werkstückoberfläche 3 ein Materialabtrag um ein Nennmaß n (Fig. 3). Das in der Rotationsrichtung R voreilende Freiraumnut-Schneidenelement 21 weist ebenfalls eine Stirnschneide 33 (Fig. 3) auf. Die Stirnschneide 33 des jeweiligen Freiraumnut-Schneidenelementes 21 geht an den radial inneren und äußeren Schneidenecken 35, 36 (Fig. 3) jeweils in eine radial innere und radial äußere Umfangsschneide 37, 38 über. Die beiden Umfangsschneiden 37, 38 sind in der Fig. 4 mit Freiwinkeln α versehen. In der Fig. 2 liegt beispielhaft die radial äußere Schneidenecke 36 des voreilenden Freiraumnut-Schneidenelementes 21 auf einem Radius r_1 , der hier beispielhaft größer ist als der Radius r_2 , auf dem die radial äußere Schneidenecke 31 des nacheilenden Hauptschneidenelementes 23 liegt.

Zudem überragt das jeweilige Hauptschneidenelement 23 mit einem Überstand Δr (Fig. 4) radial nach innen das jeweilige Freiraumnut-Schneidenelement 21.

Anhand der Fig. 3 und 4 ist das mit dem erfindungsgemäßen Fräswerkzeug 1 durchführbare Stirnfräs-Verfahren angedeutet. Aus Gründen der Übersichtlichkeit ist in der Fig. 3 oder 4 lediglich ein einziger Schneidensatz 19, bestehend aus einem Hauptschneidenelement 23 und einem Freiraumnut-Schneidenelement 21, des Fräswerkzeugs 1 dargestellt, und zwar ohne den Fräswerkzeug-Grundkörper 17. Demzufolge erzeugt das voreilende Freiraumnut-Schneidenelement 21 eine Freiraumnut 41 mit gemäß der Fig. 3 einem Nutboden 46 sowie seitlich hochgezogenen Nutwänden 45. Die dabei abgetragenen Späne 28 werden über die in der Fig. 1 gezeigten Spankammern 25 nach oben abgeführt. Die Erzeugung der Freiraumnut 41

erfolgt mit Hilfe der Stirnschneide 33 sowie der beiden Innen-/Außen-Umfangsschneiden 37, 38 des Freiraumnut-Schneidenelementes 21. Die hierbei erzeugte Nuttiefe Δt (Fig. 3) kann beispielhaft identisch mit dem von der Werkstückoberfläche 3 abzutragenden Nennmaß n (Fig. 3) sein. Gemäß der
5 Fig. 3 verbleibt radial innerhalb der Freiraumnut 41 ein Materialsteg 43, der vom nacheilenden Hauptschneidenelement 23 abgetragen wird, und zwar bis auf das vorgenannte Nennmaß n .

Die radial äußere Schneidenecke 31 des Hauptschneidenelementes 23 geht –
10 im Unterschied zum Freiraumnut-Schneidenelement 21 nicht in eine zusätzliche Umfangsschneide über. Vielmehr endet die Stirnschneide 29 des jeweiligen Hauptschneidenelementes 23 an der radial äußeren Schneidenecke 31, und zwar ohne eine solche Umfangsschneide. Die radial äußere Schneidenecke 31 des Hauptschneidenelementes 23 ist gemäß der Fig. 4 über
15 einen lichten Freiraum f von der radial äußeren Nut-Seitenwand 45 beabstandet und somit im Wesentlichen ohne Schneidbelastung in der Freiraumnut 41 geführt. Erfindungsgemäß kann daher die Vorschubgeschwindigkeit erhöht werden, und zwar ohne die Gefahr, dass das Hauptschneidenelement 23 an der äußeren Schneidenecke 31 vorzeitig verschleißt oder bricht.

20 Die Erfindung ist nicht auf das dargestellte Ausführungsbeispiel beschränkt. Vielmehr kann der Schneidensatz 19 nicht nur ein einziges Hauptschneidenelement 23 aufweisen, sondern in der Rotationsrichtung R betrachtet zumindest zwei hintereinander angeordnete Hauptschneidenelemente 23, die
25 beide dem voreilenden Freiraumnut-Schneidenelement 21 in der Rotationsrichtung R nacheilen. Die vom Freiraumnut-Schneidenelement 21 erzeugte Nuttiefe Δt kann bevorzugt bereits dem Nennmaß n entsprechen oder alternativ um ein Aufmaß kleiner als das Nennmaß n sein. Von den obigen genannten zwei Hauptschneidenelementen 23 kann beispielhaft ein erstes

Element das Oberflächenmaterial bis auf das Nennmaß n abtragen und ein zweites Element um ein Aufmaß kleiner als das Nennmaß abtragen.

Die Figuren 1 bis 4 betreffen ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel, in dem das
5 Hauptschneidenelement 23 und das Freiraumnut-Schneidenelement 21 zwei voneinander separate Bauteile sind. Die Erfindung ist jedoch nicht auf dieses Ausführungsbeispiel beschränkt. Vielmehr können das Hauptschneidenelement 23 und das Freiraumnut-Schneidenelement 21 auch in einem gemeinsamen Schneidenelement integriert sein, wie es in der Fig. 5 gezeigt
10 ist. In der Fig. 5 geht die Stirnschneide 29 des Hauptschneidenelements 23 an der Schneidenecke 35 unmittelbar in die Stirnschneide 33 des Freiraumnut-Schneidenelements 21 über, die im Gegenuhrzeigersinn geneigt ist. Im weiteren Verlauf radial nach außen schließt sich an die Stirnschneide 33 des Freiraumnut-Schneidenelements 21 ein Freiwinkel α an.

15

Ferner ist hervorzuheben, dass die Anzahl der Hauptschneidenelemente 23 und der Freiraumnut-Schneidenelemente 21 frei wählbar ist. So kann dem zumindest einem Hauptschneidenelement 23 eine beliebige Anzahl von Freiraumnut-Schneidenelemente 21 vorgeschaltet sein. In diesem Fall wird die
20 Freiraumnut 41 nicht nur durch ein, sondern durch mehrere Freiraumnut-Schneidenelemente 21 erzeugt. Umgekehrt kann dem zumindest einen Freiraumnut-Schneidenelement 21 eine beliebige Anzahl von Hauptschneidenelementen 23 nachgeschaltet werden.

Ansprüche

- 5
1. Fräswerkzeug zum Stirnfräsen einer im Wesentlichen ebenen
Werkstückoberfläche (3), mit einer Rotationsbewegung (R) um eine zur
Werkstückoberfläche (3) rechtwinkligen Werkzeugachse (W) und mit
einer Vorschubbewegung (V) quer zur Werkzeugachse (W) sowie entlang
10 der Werkstückoberfläche (3), welches Fräswerkzeug (1) zumindest ein
Hauptschneidenelement (23) mit einer Stirnschneide (29) aufweist, die
sich bis zu einer radial äußeren Schneidenecke (31) erstreckt und mit der
ein Materialabtrag bis maximal auf ein Nennmaß (n) erfolgt, **dadurch**
gekennzeichnet, dass das Fräswerkzeug (1) zumindest ein in der
15 Rotationsrichtung (R) dem Hauptschneidenelement (23) insbesondere
voreilendes Freiraumnut-Schneidenelement (21) aufweist, das eine
Freiraumnut (41) in der Werkstückoberfläche (3) erzeugt, in der die radial
äußere Schneidenecke (31) des Hauptschneidenelements (23) im
Wesentlichen ohne Schneidbelastung geführt ist.
- 20
2. Fräswerkzeug nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass das
Hauptschneidenelement (23) und das Freiraumnut-Schneidenelement
(21) zwei voneinander separate Bauteile sind oder in einem
gemeinsamen Schneidenelement integriert sind.
- 25
3. Fräswerkzeug nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass
die radial äußere Schneidenecke (31) des Hauptschneidenelements (23)
um einen lichten Freiraum (f) von der radial äußeren Nut-Seitenwand (45)
der Freiraumnut (41) beabstandet ist.
- 30

4. Fräswerkzeug nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Freiraumnut-Schneidenelement (21) zur Erzeugung der Freiraumnut (41) in Radialrichtung betrachtet radial innere und radial äußere Umfangsschneiden (37, 38) aufweist.

5

5. Fräswerkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Hauptschneidenelement (23) mit einem Überstand (Δr) radial nach innen das Freiraumnut-Schneidenelement (21) überragt, und/oder dass ein nach der Erzeugung der Freiraumnut (41) radial innen verbleibender Materialsteg (43) in der Werkstückoberfläche (3) von dem Hauptschneidenelement (23) abtragbar ist.

10

6. Fräswerkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Stirnschneide (29, 33) des Hauptschneidenelementes (23) und/oder des Freiraumnut-Schneidenelements (21) entgegen der Rotationsrichtung (R) um einen Spannwinkel (γ) geneigt ist.

15

7. Fräswerkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass in der Rotationsrichtung (R) betrachtet zumindest zwei hintereinander angeordnete Hauptschneidenelemente (23) vorgesehen sind, die dem voreilenden Freiraumnut-Schneidenelement (21) in der Rotationsrichtung (R) nacheilen.

20

8. Fräswerkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die von dem Freiraumnut-Schneidenelement (21) erzeugte Nuttiefe (Δt) dem Nennmaß (n) entspricht oder um ein Aufmaß kleiner als das Nennmaß (n) ist.

25

9. Fräswerkzeug nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass von den zumindest zwei Hauptschneidenelementen (23) ein in der

30

Drehrichtung betrachtet erstes Element um ein Aufmaß (a) kleiner als das Nennmaß (n) abträgt und ein zweites Element auf das Nennmaß (n) abträgt.

- 5 10. Fräswerkzeug nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das zumindest eine Hauptschneidenelement (23) und das Freiraumnut-Schneidenelement (21) einen Schneidensatz (19) bilden, und dass zumindest ein oder mehrere Schneidensätze (19) umfangsverteilt an der Stirnseite des Fräswerkzeugs (1) vorgesehen sind.
- 10
11. Verfahren zum Stirnfräsen einer im Wesentlichen ebenen Werkstückoberfläche (3), bei dem das Fräswerkzeug (1) mit einer Rotationsbewegung (R) um eine zur Werkstückoberfläche (3) rechtwinklige Werkzeugachse (W) und mit einer Vorschubbewegung (V) quer zur
- 15 Werkzeugachse (W) sowie entlang der Werkstückoberfläche (3) beaufschlägt wird, bei welchem Verfahren das Oberflächenmaterial mittels zumindest einer Stirnschneide (29) des Werkzeugs (1) abgetragen wird und in der Rotationsrichtung (R) voreilend mit Hilfe eines Freiraumnut-Schneidenelements (41) eine Freiraumnut (41) erzeugt wird,
- 20 in der eine radial äußere Schneidecke (31) der Stirnschneide (29) im Wesentlichen ohne Schneidbelastung geführt wird.

Fig. 1

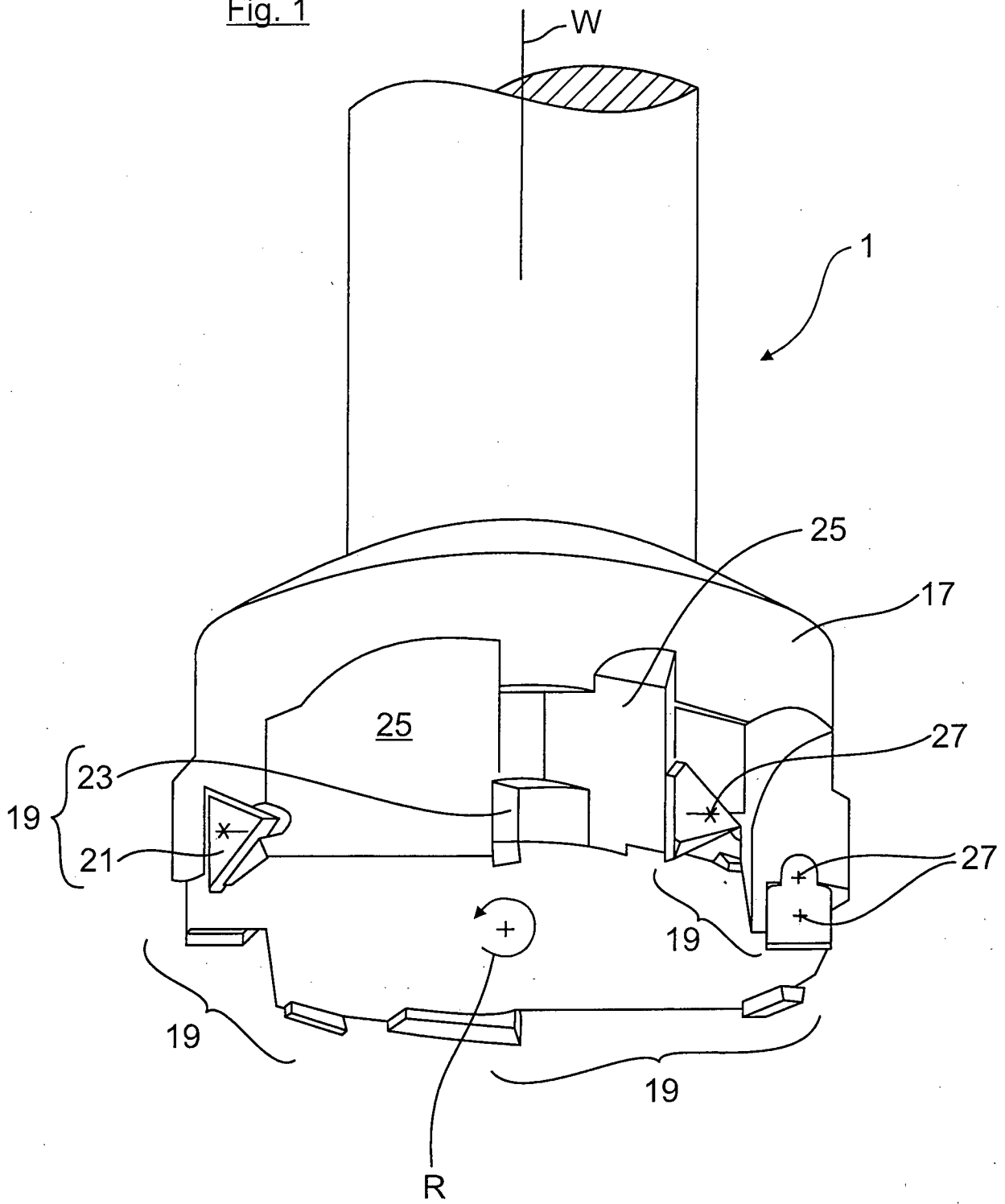


Fig. 2

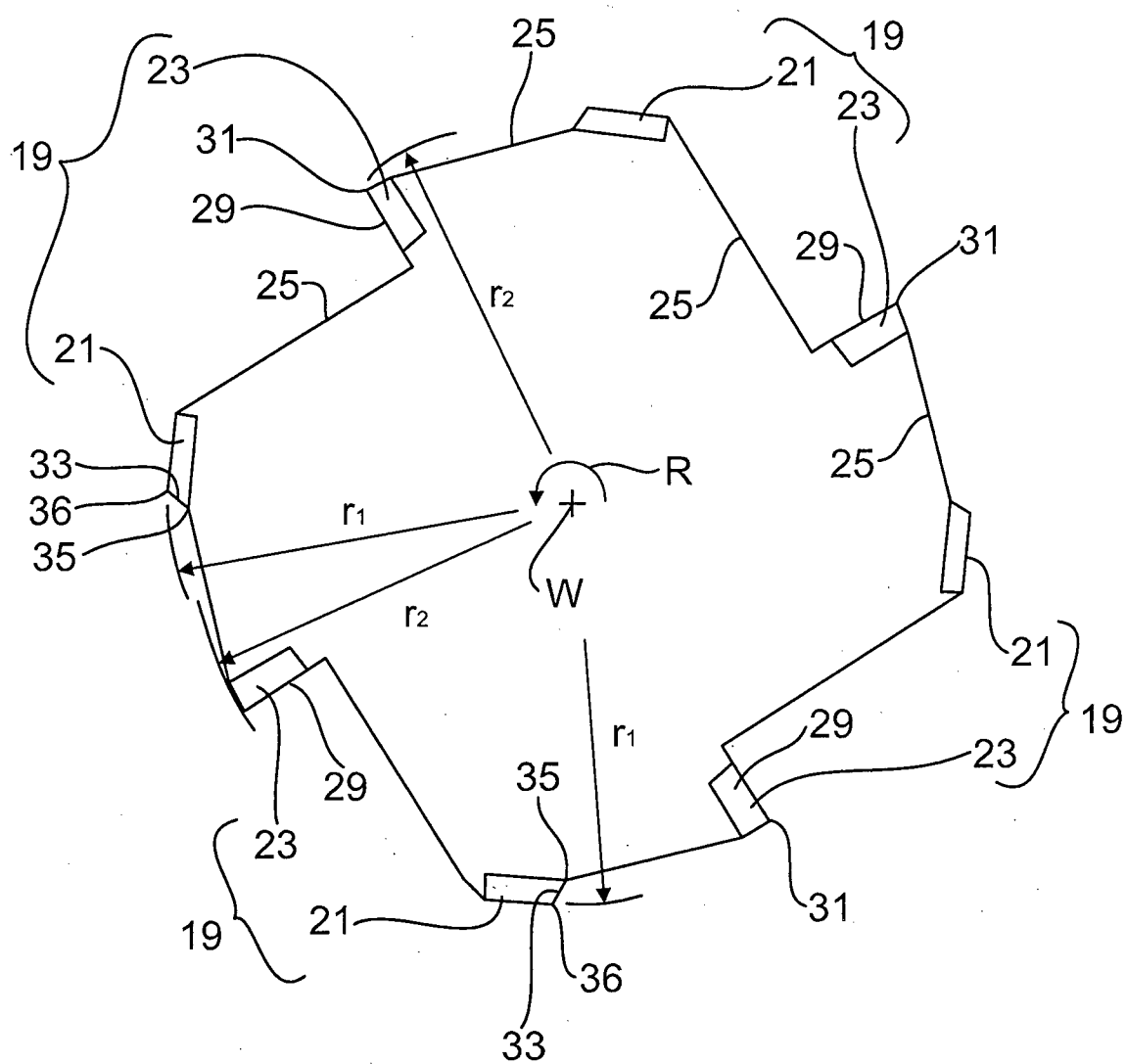


Fig. 4

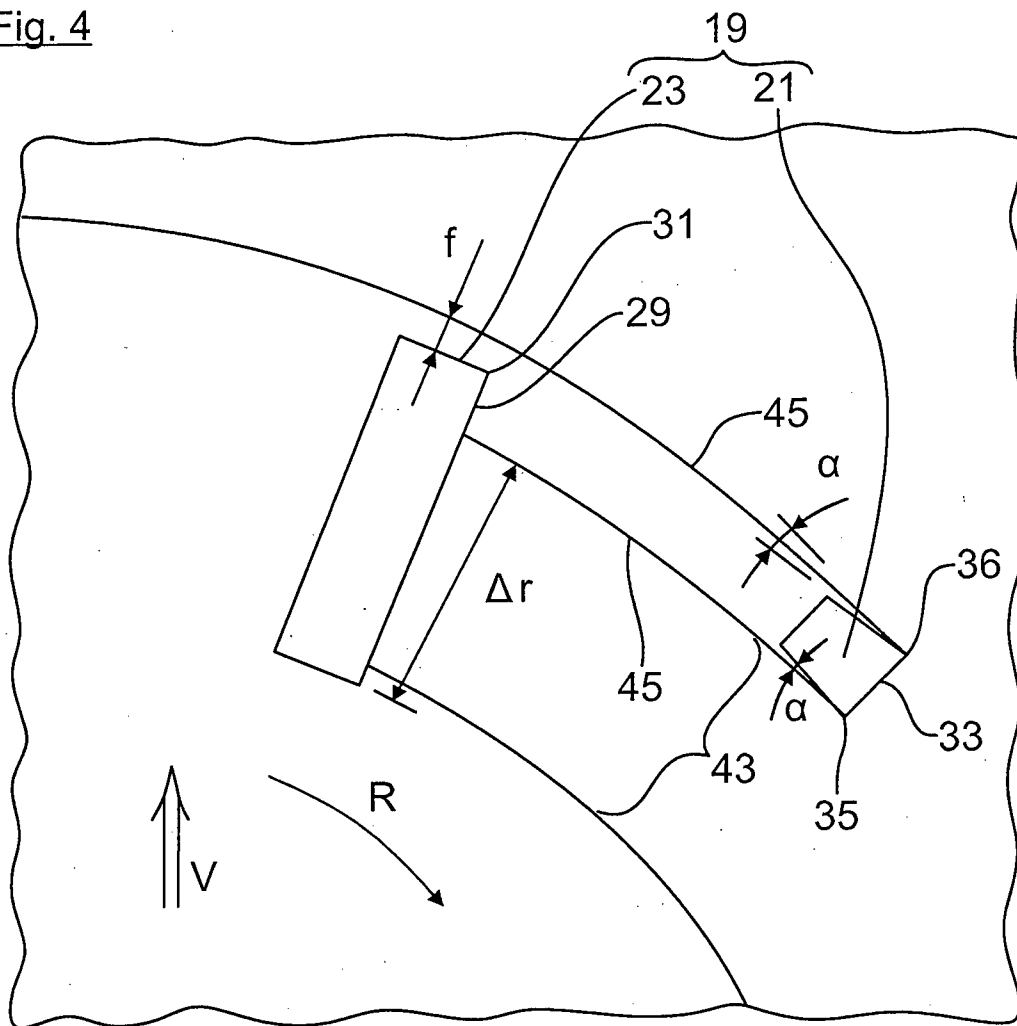


Fig. 6

Stand der Technik

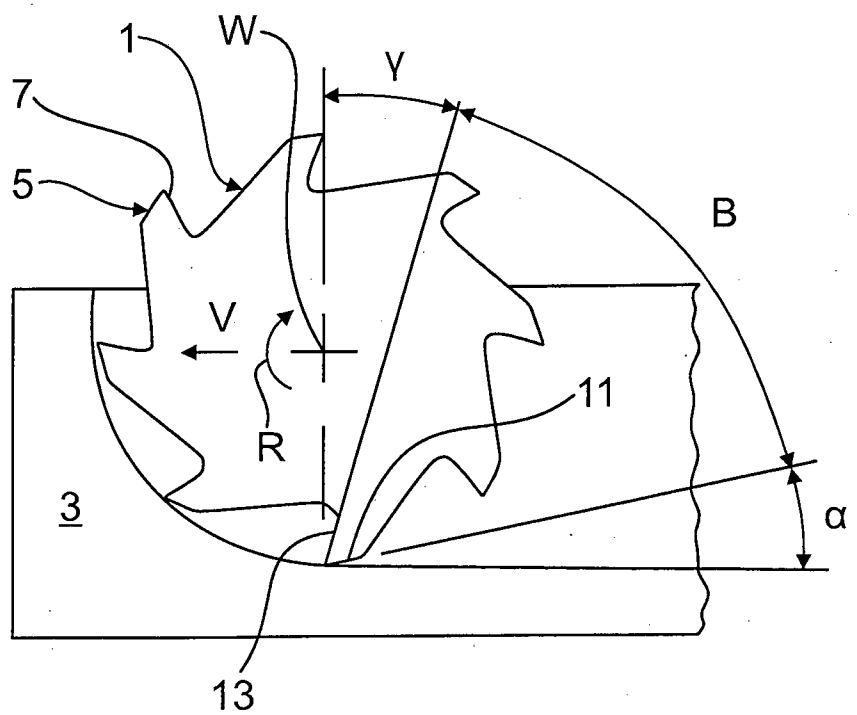
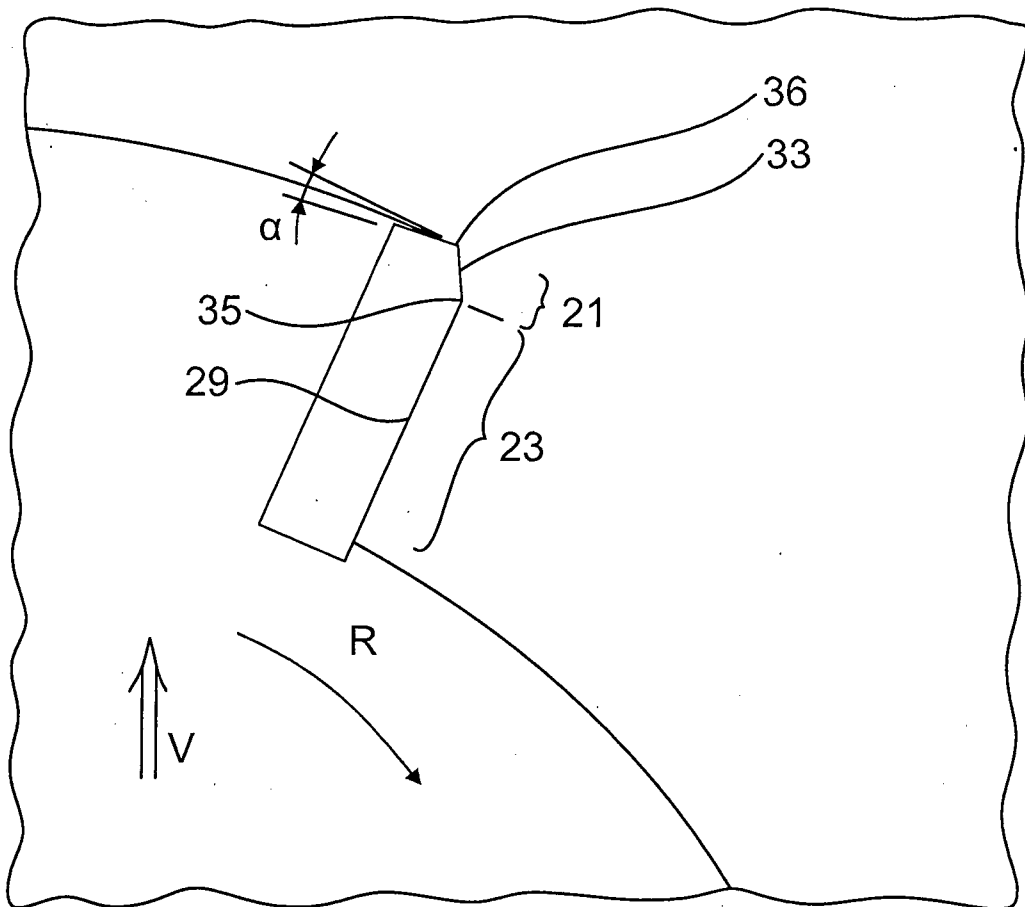


Fig. 5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2014/001970

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B23C5/06
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

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.
A	DE 195 16 946 A1 (WIDIA GMBH [DE]) 14 November 1996 (1996-11-14) cited in the application the whole document	1-11
X	FR 2 894 497 A3 (RENAULT SAS [FR]) 15 June 2007 (2007-06-15) abstract; figures	1-3,5,8, 10 4,7,9,11
A	DE 103 44 549 B3 (FEDERAL MOGUL BURSCHEID GMBH [DE]) 17 March 2005 (2005-03-17) the whole document	1-5,8 6,11
X	JP S60 85816 A (TOSHIBA TUNGALOY CO LTD) 15 May 1985 (1985-05-15) figure 5	1,6
	- / - -	



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

26 September 2014

Date of mailing of the international search report

07/10/2014

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

Rabolini, Marco

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2014/001970

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 3 163 919 A (WILLIAM TURNER) 5 January 1965 (1965-01-05) figures -----	1,11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2014/001970

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19516946	A1	14-11-1996	DE 19516946 A1	14-11-1996
			EP 0824387 A1	25-02-1998
			JP H11504867 A	11-05-1999
			WO 9635536 A1	14-11-1996

FR 2894497	A3	15-06-2007	NONE	

DE 10344549	B3	17-03-2005	NONE	

JP S6085816	A	15-05-1985	NONE	

US 3163919	A	05-01-1965	GB 1003175 A	02-09-1965
			US 3163919 A	05-01-1965

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B23C5/06
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
B23C

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.
A	DE 195 16 946 A1 (WIDIA GMBH [DE]) 14. November 1996 (1996-11-14) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument -----	1-11
X	FR 2 894 497 A3 (RENAULT SAS [FR]) 15. Juni 2007 (2007-06-15) Zusammenfassung; Abbildungen -----	1-3,5,8, 10
A	-----	4,7,9,11
X	DE 103 44 549 B3 (FEDERAL MOGUL BURSCHEID GMBH [DE]) 17. März 2005 (2005-03-17) das ganze Dokument -----	1-5,8
A	-----	6,11
X	JP S60 85816 A (TOSHIBA TUNGALOY CO LTD) 15. Mai 1985 (1985-05-15) Abbildung 5 -----	1,6
	----- -/-	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

26. September 2014

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

07/10/2014

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

Rabolini, Marco

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 3 163 919 A (WILLIAM TURNER) 5. Januar 1965 (1965-01-05) Abbildungen -----	1,11

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2014/001970

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19516946	A1	14-11-1996	DE 19516946 A1 14-11-1996
			EP 0824387 A1 25-02-1998
			JP H11504867 A 11-05-1999
			WO 9635536 A1 14-11-1996
FR 2894497	A3	15-06-2007	KEINE
DE 10344549	B3	17-03-2005	KEINE
JP S6085816	A	15-05-1985	KEINE
US 3163919	A	05-01-1965	GB 1003175 A 02-09-1965
			US 3163919 A 05-01-1965