

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

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
17. Dezember 2009 (17.12.2009)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2009/149694 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B23C 5/10 (2006.01) B23Q 11/00 (2006.01)
B23C 5/28 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2009/000788

(22) Internationales Anmeldedatum:
5. Juni 2009 (05.06.2009)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:

10 2008 028 302.9 13. Juni 2008 (13.06.2008) DE
10 2008 034 784.1 25. Juli 2008 (25.07.2008) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme
von US): **GÜHRING OHG** [—/DE]; Herderstrasse
50-54, 72458 Albstadt (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **LANGE, Jens, Mario**
[DE/DE]; Rubensstr. 3, 72461 Albstadt (DE). **HART-
MANN, Günther** [DE/DE]; Silberdistelstr. 98, 72458
Albstadt (DE). **PUTTKAMER, Ingo v.** [DE/DE]; Auf
Strangen 26, 72469 Messstetten (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, 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, IS, JP, KE, KG, KM, 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, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE,
SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,
TJ, TM), europäisches (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, SE, SI,
SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

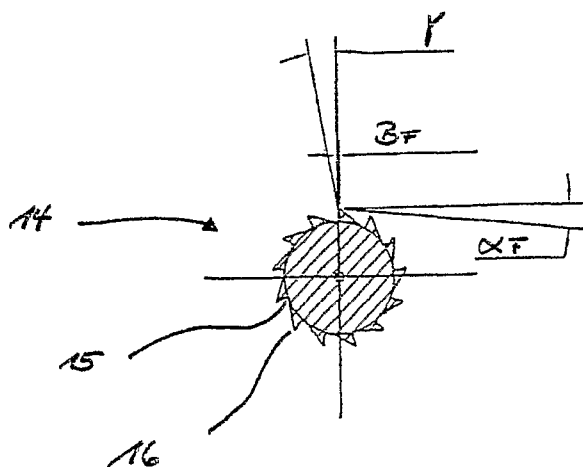
Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)

(54) Title: MILLING CUTTER FOR MILLING FIBRE-REINFORCED PLASTICS

(54) Bezeichnung: FRÄSWERKZEUG ZUM FRÄSEN FASERVERSTÄRKTER KUNSTSTOFFE

Fig. 2



(57) Abstract: The invention relates to a milling cutter (10) for milling fibre-reinforced plastics, comprising a shaft (12) and a cutting part (14) with a plurality of main cutting edges (16) located around the periphery. According to the invention, a bevel (18) with a width (B_F) of between 0.1 and 0.3 mm, preferably 0.2 mm, said bevel forming a relief angle (α_F) of between 4° and 8° , preferably $6^\circ \pm 1^\circ$ and being situated in front of the main free surface (17), is formed along each main cutting edge (16).

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Fräswerkzeug (10) zum Fräsen faserverstärkter Kunststoffe, mit einem Schaft (12) und einem Schneidteil (14) mit einer Vielzahl von am Umfang ausgebildeten Hauptschneiden (16). Erfindungsgemäß soll entlang jeder Hauptschneide (16) eine der Hauptfreifläche (17) vorgeschaltete, einen Fasenfreiwinkel (α_F) von 4° bis 8° , vorzugsweise $6^\circ \pm 1^\circ$, bildende Fase (18) mit einer Breite (B_F) von 0,1 bis 0,3 mm, vorzugsweise 0,2 mm, ausgebildet sein.

BeschreibungFräswerkzeug zum Fräsen faserverstärkter Kunststoffe

Die Erfindung betrifft ein Fräswerkzeug zum Fräsen faserverstärkter Kunststoffe (CFK).

Kohlenstofffaserverstärkter Kunststoff (CFK) bezeichnet einen Faser-Kunststoff-Verbundwerkstoff, bei dem in eine Matrix (z. B. aus Kunststoff) Kohlenstofffasern, meist in mehreren Lagen, als Verstärkung eingebettet werden. Die Matrix besteht meist aus Duromeren, zum Beispiel Epoxidharz oder aus Thermoplasten. Für thermisch sehr hochbelastete Bauteile (z. B. Bremsscheiben) kann die Kohlenstofffaser auch in einer Matrix aus Keramik (siehe keramische Faserverbundwerkstoffe) gebunden werden. In extrem hochbelasteten Sonderfällen wird zum Teil auch auf meist kurzfaserverstärkte Metalle, sog. Metall Matrix Composites (mmc), zurückgegriffen. Aufgrund der Vorteile einer hohen Zugfestigkeit bei gleichzeitig einem geringen Gewicht kommen faserverstärkte Kunststoffe speziell in der Luft- und Raumfahrtindustrie, mittlerweile aber auch in anderen Branchen, z.B. in der Fahrzeugindustrie, zum Einsatz.

Faserverstärkte Kunststoffe lassen sich allerdings nur relativ schwer bearbeiten. Bei Einsatz herkömmlicher Fräswerkzeuge kam es häufig zu einer Ausfransung, Auswurfung und Delamination der Deckschichten oder einer Temperaturschädigung der faserverstärkten Verbundwerkstoffe. Delamination bezeichnet das Herauslösen einzelner Fasern aus dem Faserverbund infolge einer Zerstörung desselben durch die Fräsbearbeitung. Mit zunehmendem Verschleiß des Fräswerkzeugs werden im Bereich der Schnittfläche hervorstehende Fasern des Faserverbunds dann nicht mehr richtig geschnitten, sondern infolge des Schnittimpulses nur mehr abgeschlagen. Diese Krafteinwirkung auf den Faserverbund führt letztlich zu einem Ausfransen der Ränder der bearbeiteten Bohrlöcher. Neben der Delamination erfährt die Werkstoffverbundplatte darüber hinaus im Bereich der Schnittflächen des Faserverbundes bedingt durch die Schnittkräfte bzw. bei zunehmendem Verschleiß des Fräswerkzeugs durch Reibung zwischen dem Fräswerkzeug und dem Werkstück eine

lokale Erwärmung. Diese Erwärmung kann im schlimmsten Fall zu einem Fließen des Expoxidharzes der Matrix des Faserverbunds und damit zu einem Verkleben des bei der Fräsbearbeitung entstehenden Staubes an den Schnittflächen des Faserverbundes führen. Des Weiteren gehen derartige Fräsbedingungen zu Lasten der Standzeit der Fräswerkzeuge.

Die Werkzeugindustrie ist daher ständig bestrebt, speziell für die Bearbeitung faserverstärkter Kunststoffe geeignete Werkzeuge zu entwickeln. Zum Stand der Technik zählen heute folgende Werkzeugtechnologien:

1. Vielzahnfräser mit kleinen Spannuten
2. Schleifstifte (Rundmaterial mit aufgewachsenem grobkristallinem Diamanten)
3. PKD-Fräser
4. Kompressionsfräser

Herkömmliche Vielzahnfräser und Schleifstifte erfüllen in der Regel die hohen Anforderungen hinsichtlich Oberflächengüte nicht. PKD-Fräser sind sehr teuer und leiden unter einer geringen Standzeit. Kompressionsfräser, wie sie beispielsweise in der DE 102006022572 A1 gezeigt und beschrieben sind, sind bislang die vielversprechendsten Werkzeuge. Diese Fräswerkzeuge zeichnen sich durch Umfangsschneiden mit gegensinnigen Schneidengeometrien aus. Konkret ändert sich bei diesen Fräswerkzeugen der Richtungssinn der Schneidengeometrien der Umfangsschneiden so, dass ein faserverstärkter Verbundwerkstoff während des Zerspanungsprozesses, d.h. bei gleichbleibender Schnittrichtung, gegensinnig axial wirkende Schnittkräfte erfährt. Die Schnittkraft je Umfangsschneide lässt sich bezüglich der Drehachse des Fräswerkzeugs in einen in Axialrichtung wirkenden Schnittkraftanteil und einen in Schnittrichtung wirkenden Schnittkraftanteil zerlegen. Die Schneidengeometrien der Umfangsschneiden des Fräswerkzeugs sind nun so ausgelegt, dass die in Axialrichtung wirkenden Schnittkraftanteile zweier Umfangsschneiden mit gegensinniger Schneidengeometrie gegensinnig, vorzugsweise gegeneinander gerichtet, orientiert sind. Dadurch wird erreicht, dass der faserverstärkte Verbundwerkstoff sowohl in die eine als auch in die andere Axialrichtung des Fräswerkzeugs wirkende Schnittkräfte erfährt, wodurch einzelne Fasern aus dem

3 / 10

Faserverbund der faserverstärkten Kunststoffschicht zuverlässig abgeschnitten werden. Ein Herauslösen und Abschlagen einzelner Fasern aus dem Faserverbund und damit ein Ausfransen der Werkstoffverbundplatte kann daher eingeschränkt werden. Als nachteilig wird bei Kompressionsfräsern allerdings eine begrenzte Schneidenzahl im Vergleich zu Vielzahnfräsern angesehen. Zudem erfordern die gegensinnigen Schneidengeometrien einen gewissen Fertigungsaufwand, was in höheren Kosten resultiert.

Hiervon ausgehend liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Fräswerkzeug für die Fräsbearbeitung faserverstärkter Kunststoffe mit einer für die Bearbeitung faserverstärkter Kunststoffe optimierten Schneidengeometrie zu schaffen.

Gelöst wird diese Aufgabe durch ein Fräswerkzeug mit den Merkmalen des Anspruchs 1. Vorteilhafte und/oder bevorzugte Weiterbildungen sind Gegenstand abhängiger Ansprüche.

Ein erfindungsgemäßes Fräswerkzeug, das vorzugsweise aus Vollhartmetall gefertigt ist, weist einen Schaft und einen vorzugsweise geradegenuteten Schneidteil mit einer Vielzahl von am Umfang ausgebildeten Hauptschneiden auf. Entlang jeder Hauptschneide soll eine der Hauptfreifläche vorgeschaltete, einen Fasenfreiwinkel von 4° bis 8° , vorzugsweise $6^\circ \pm 1^\circ$, bildende Fase mit einer Breite von 0,1 bis 0,3 mm ausgebildet sein.

Durch die entlang jeder Hauptschneide verlaufende Fase wird der Freiwinkel in dem an die Hauptschneide angrenzenden Hauptfreiflächenbereich um 4° bis 8° reduziert. Die dadurch bewirkte Entschärfung des Schneidkeils resultiert in einer Stabilisierung der Hauptschneide und damit in einer Erhöhung der Standzeit des Fräswerkzeugs. Eine Begrenzung der Fasenbreite der Fase auf 0,1 bis 0,3 mm stellt sicher, dass die Bildung einer Aufbauschneide durch CFK-Materialanbackungen unterbleibt.

Eine in Abhängigkeit vom jeweiligen Fräsdurchmesser zunehmende Anzahl von Hauptschneiden, auf beispielsweise 10 bis 13 Hauptschneiden bei einem

Fräsdurchmesser von 8 mm im Vergleich zu bislang üblichen 2 bis 6 Hauptschneiden, trägt dazu bei, dass der Verschleiß je Hauptschneide gering gehalten wird. Bereits dadurch wird das eingangs erwähnte Problem der Delamination gering gehalten, welches auf eine verschleißbedingte Kantenverrundung der Hauptschneiden zurückzuführen ist. Zwar resultiert eine in Abhängigkeit vom Fräsdurchmesser erhöhte Anzahl von Hauptschneiden in einer entsprechenden Verkleinerung des Volumens der zwischen den Hauptschneiden ausgebildeten Spannuten. Da bei der Zerspanung faserverstärkter Kunststoffe allerdings nur pulverartige Späne entstehen, stellen die aus einer großen Hauptschneidenzahl resultierenden kleinen Spannuten kein Problem dar. Vielmehr kann bei einer maximalen Vielzahl von Hauptschneiden das Fräswerkzeug mit einem relativ großem Vorschub durch das zu bearbeitende Werkstück gefahren werden. Aus diesem Grund weist das erfindungsgemäße Fräswerkzeug vorzugsweise einen gegenüber dem Schneidteil im Durchmesser verstärkten Schaft auf. Aufgrund der durch einen größeren Vorschub resultierenden kürzeren Einwirkzeit jeder Hauptschneide lässt sich eine allzu starke Erwärmung des zu bearbeitenden Werkstücks kurz halten, was in einer verringerten Temperaturschädigung des zu bearbeitenden Materials und folglich zu einer verringerten Aufbauschneidenbildung in dem an die Hauptschneiden angrenzenden Freiflächenbereich resultiert.

Durch das Zusammenspiel der die Hauptschneidengeometrie bestimmenden Parameter wird somit erreicht, dass die Hauptschneiden nicht nach hinten weg brechen. Zum Anderen wird die Bildung von Aufbauschneiden in dem an die Hauptschneiden angrenzenden Freiflächenbereich verhindert. Insgesamt werden durch das Zusammenspiel der die Hauptschneidengeometrie bestimmenden Parameter somit stabile aber dennoch scharfe Hauptschneiden erhalten. Die Reduzierung des Freiwinkels im Bereich der räumlich begrenzten Fase resultiert daher vorteilhaft in der Erhaltung einer gleichbleibenden Zerspanungsleistung und damit in einer hohen Oberflächengüte und hohen Fräswerkzeugstandzeiten.

Um Vibrationen bei schlechter Spannung und ein Rattern des Fräswerkzeugs zu verhindern ist ferner eine ungleiche Hauptschneidenteilung vorteilhaft.

Um zu Verhindern, dass sich Spanpulver im Nutgrund der Spannuten ansammelt, ist der Nutgrund vorteilhaft gerundet ausgebildet.

Zur Maximierung der Standzeit weist zumindest der Schneidteil vorteilhaft eine Verschleißschutzbeschichtung, vorzugsweise eine Diamantbeschichtung, auf.

In einer bevorzugten Weiterbildung erfolgt eine Kühl- und/oder Schmiermittelzufuhr zum Schneidteil. Je nach Anwendung weist das Fräswerkzeug zur Kühl- und/oder Schmiermittelzufuhr einen zentral durchlaufenden, stirnseitig austretenden Kanal, am Schaft ausgebildete Längsschlitze oder einen zentralen Kanal auf, der in einem vorgegebenen Abstand von der Stirnseite des Fräswerkzeugs in eine Vielzahl von, vorzugsweise zwei, Zweigkanälen übergeht, die jeweils unter einem spitzen Winkel zur Drehachse des Fräswerkzeugs von dessen Stirnseite weg in Richtung Schaft hin ausgerichtet sind.

Werden CFK-Teile auf eine Vakuum-Vorrichtung gespannt, dann fährt das Fräswerkzeug üblicherweise eine Kontur auf dem CFK-Teil ab. Diese Kontur ist als eine Nut in einer das CFK-Teil stützenden Halterung der Vakuum-Vorrichtung eingebracht. Bei dieser Anwendung wird vorteilhaft die Variante mit dem das Fräswerkzeug zentral durchlaufenden, stirnseitig austretenden Kanal verwendet. Durch die zentrale Kühl- und/oder Schmiermittelzufuhr wird unterhalb des CFK-Teils in der Nut ein im Vergleich zum Bereich oberhalb des CFK-Teils ein erhöhter Druck erzeugt. In Verbindung mit der oberhalb des CFK-Teils erfolgenden Absaugung kann verhindert werden, dass durch die Fräsbearbeitung entstandene CFK-Pulverspäne in die Nut fallen, sich dort anstauen und im schlimmsten Fall das Fräswerkzeug blockieren.

Wenn das CFK-Teil dagegen z.B. auf einer variablen Vorrichtung mit Saugnäpfen gespannt wird, dann wird nur ein Überhang gefräst. In diesem Fall ist die Schaftkühlung vorteilhafter.

Die oben erwähnte Kühl- und/oder Schmiermittelzufuhr über einen zentralen Kanal, der sich nicht über die volle Länge des Fräswerkzeugs erstreckt, sondern in einem vorgegebenen Abstand von der Stirnseite des Fräswerkzeugs in eine Vielzahl

von, vorzugsweise zwei, Zweigkanäle übergeht, die unter einem spitzen Winkel zur Drehachse des Fräswerkzeugs von dessen Stirnseite weg in Richtung Schaft hin ausgerichtet sind, ist unabhängig davon geeignet, ob das zu bearbeitende CFK-Teil auf der oben beschriebenen Vakuum-Vorrichtung oder der der variablen Vorrichtung mit Saugnäpfen gespannt wird. Durch die in Richtung Schaft weisenden Zweigkanäle kann sich bei einer Fräsbearbeitung eines CFK-Teils durch die Rotation des Fräswerkzeugs unterhalb des CFK-Teils ein schirm- oder kegelmantelartiger Kühl- und/oder Schmiermitteltrichter erhöhten Drucks über 360° um das Fräswerkzeug herum bilden. Dieser schirm- oder kegelmantelartige Kühl- und/oder Schmiermitteltrichter erhöhten Drucks trägt wirksam dazu bei, dass bei der Fräsbearbeitung entstehende CFK-Pulverspäne über das im CFK-Teil gebildete Fräsloch von der oberhalb des CFK-Teils erfolgenden Absaugung erfasst werden. In Versuchen konnte bereits bestätigt werden, dass der über 360° verteilte dynamische Austrittsdruck des Kühl- und/oder Schmiermittels die bei der Fräsbearbeitung anfallenden CFK-Pulverspäne zuverlässig in Richtung einer oberhalb des CFK-Teils angeordneten Saugvorrichtung mitnimmt.

Bei Bedarf kann das Fräswerkzeug zusätzlich mit an der Stirnseite des Schneidteils ausgebildeten Nebenschneiden versehen sein. Den Nebenschneiden können analog zu den entlang der Hauptschneiden verlaufenden Fasen jeweils eine der Nebenfreifläche vorgeschaltete Fase zugeordnet sein, die einen Fasenfreiwinkel von 4° bis 8° bildet und eine Breite von 0,1 bis 0,3 mm hat.

Weitere konstruktive Einzelheiten ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen in Verbindung mit der Zeichnung, in der:

Fig. 1 eine Seitenansicht eines erfindungsgemäßen Fräswerkzeugs gemäß einer bevorzugten Ausführungsform zeigt;

Fig. 2 einen Querschnitt durch den Schneidteil des erfindungsgemäßen Fräswerkzeugs gemäß der bevorzugten Ausführungsform zeigt;

Fig. 3 eine vergrößerte Stirnansicht eines in Fig. 1 eingekreisten Eckbereichs Z zeigt;

Fig. 4 schematisch ein Kühl- und/oder Schmiermittelzufuhrsystem für das erfindungsgemäße Fräswerkzeug zeigt;

Fig. 5 schematisch ein anderes Kühl- und/oder Schmiermittelzufuhrsystem für das erfindungsgemäße Fräswerkzeug zeigt; und

Fig. 6. schematisch ein weiteres Kühl- und/oder Schmiermittelzufuhrsystem für das erfindungsgemäße Fräswerkzeug zeigt.

Nachfolgend wird anhand der Zeichnung eine Ausführungsform erläutert.

Fig. 1 zeigt ein geradegenutetes, rechtsschneidendes Fräswerkzeug 10 mit einem zylindrischen Schaft 12 und einem Schneidteil 14. Das um eine Drehachse 11 drehantreibbare Fräswerkzeug 10 ist einstückig aus Vollhartmetall hergestellt und weist eine reibungs- und/oder verschleißmindernde Oberflächenschutzbeschichtung, im Besonderen eine Diamantbeschichtung mit einer Schichtdicke von $0,008 \pm 0,002$ mm auf.

Am Schneidteil 14 sind, wie aus Fig. 2 ersichtlich wird, eine Vielzahl von in Umfangsrichtung durch Spannnuten 15 getrennte, in ungleicher Teilung ($1^\circ/\text{Zahn}$) angeordnete Hauptschneiden 16 auf. In der gezeigten Ausführungsform weist das Fräswerkzeug 10 13 Zähne bzw. Hauptschneiden 16 auf. Entlang der Hauptschneiden 10 ist jeweils eine der Hauptfreifläche 17 vorgeschaltete Fase 18 ausgebildet. Die Fase 18 bildet, wie in Fig. 3 angegeben, einen Fasenfreiwinkel α_F von $6^\circ \pm 1^\circ$ und hat eine Breite B_F von $0,2 \pm 0,05$ mm.

Das in Fig. 1 bis 3 gezeigte Fräswerkzeug 10 ist ohne Stirnschneiden ausgebildet. Es weist weiter eine in den Figuren nicht zu erkennende an der Stirnseite 13 ausgebildete Eckenschutzfase auf, die mit einer Breite von 1 mm unter einem Winkel von $45^\circ \pm 2^\circ$ bezüglich der Drehachse 11 in Umfangsrichtung verläuft. Ferner ist der Nutgrund 19, wie in Fig. 3 gezeigt, gerundet ausgebildet.

8 / 10

In der nachfolgenden Tabelle sind die die Schneidengeometrie bestimmenden Parameter für die in Fig. 1 bis 3 gezeigte Ausführungsform zusammengefasst:

L	100 mm
L1	40 mm
L2	42 mm
D1	10 mm
D2	8 mm
B _F	0,2 ± 0,05 mm
α _F	6° ± 1°
γ	12° ± 1°

Das Fräswerkzeug 10 weist weiter einen über die gesamte Länge L das Fräswerkzeug 10 zentral durchlaufenden, stirnseitig austretenden Kanal 20 zur Kühl- und/oder Schmiermittelzufuhr (im Besonderen reine Luft oder ein übliches Minimalmengenschmierung (MMS)-Kühl-/Schmiermittel) auf. Das in den Fig. 1 bis 3 gezeigte Fräswerkzeug 10 wird, wie in Fig. 4 schematisch dargestellt ist, zur Bearbeitung von auf einer Vakuum-Haltevorrichtung 40 gespannten CFK-Teilen eingesetzt, um eine bestimmte Kontur auf dem CFK-Teil abzufahren.

Wie aus Fig. 4 ersichtlich, weist die Vakuum-Haltevorrichtung 40 eine das zu bearbeitende CFK-Teil CFK stützende Halterung 41 auf, in die eine Nut 42 eingebracht ist, die der zu fräsenden Kontur im CFK-Teil CFK entsprechend verläuft, sowie eine oberhalb des CFK-Teils CFK angeordnete, maschinenseitig vorgesehene Absaugvorrichtung 44, die oberhalb des CFK-Teils CFK einen Bereich niedrigen Drucks (P₂) erzeugt. Wie es in Fig. 4 gezeigt ist, wird das Fräswerkzeug 10 zur Fräsbearbeitung eines CFK-Teils CFK so geführt, dass sich die Stirnseite 13 in einem Abstand zum Nutboden der Nut 42 befindet. Bei dieser Anwendung des erfindungsgemäßen Fräswerkzeugs 10 erfolgt die Kühl- und/oder Schmiermittelzufuhr durch den zentralen Kanal 20 in die Nut 42. Durch die Zufuhr von Kühl- und/oder Schmiermittel in die Nut 42 baut sich unterhalb des CFK-Teils CFK ein Druck P₁ (P₂<P₁) auf, der bewirkt, dass bei der Fräsbearbeitung entstehende Pulverspäne mit dem weiter zugeführtem Kühl- und/oder Schmiermittel über das Fräsloch FL aus der Nut 42 heraus in Richtung der Absaugvorrichtung 44 mitgenommen werden, wie es in Fig. 4 angedeutet ist. Dadurch wird eine Stauung von CFK-Pulverspänen in der Nut 42 zuverlässig verhindert.

Selbstverständlich sind Abwandlungen zu dem in Fig. 1 bis 3 gezeigten Fräswerkzeug möglich.

Beispielsweise kann der Schneidteil einen leichten Links- oder Rechtsdrall aufweisen.

Die Zahl der am Umfang ausgebildeten Zähne bzw. Hauptschneiden kann in Abhängigkeit vom Fräsdurchmesser variieren, so dass für einen größeren Fräsdurchmesser die Zahl der Zähne bzw. Hauptschneiden größer ist als für einen kleineren Fräsdurchmesser.

Bei Bedarf kann das Fräswerkzeug zusätzlich mit an seiner Stirnseite ausgebildeten Nebenschneiden versehen sein. Den Nebenschneiden können analog zu den entlang der Hauptschneiden verlaufenden Fasen jeweils eine der Nebenfreifläche vorgeschaltete Fase zugeordnet sein, die einen Fasenfreiwinkel von 4° bis 8° bildet und eine Breite von 0,1 bis 0,3 mm hat.

Anstelle der in Fig. 4 veranschaulichten zentralen Kühl- und/oder Schmiermittelzufuhr kann das Fräswerkzeug 10, wie in Fig. 5 gezeigt, am Schaft 12 ausgebildete Längsschlitze 50 aufweisen, über die Kühl- und/oder Schmiermittelzufuhr in Richtung des Schneidteils 14 gefördert wird. Diese Art der Kühl- und/oder Schmiermittelzufuhr ist in fertigungstechnischer Hinsicht relativ einfach und kostengünstig zu realisieren und bewirkt eine gute Kühlung des Fräswerkzeugs 10. Je nach Anwendung kann es aber zu einer stärkeren Verwirbelung der CFK-Pulverspäne kommen, weshalb sich eine Absaugung der CFK-Pulverspäne schwieriger gestalten kann.

Fig. 6 veranschaulicht in schematischer Darstellung eine weitere zu der in Fig. 4 veranschaulichten zentralen Kühl- und/oder Schmiermittelzufuhr Alternative. Bei der in Fig. 6 veranschaulichten Alternative erfolgt die Kühl- und/oder Schmiermittelzufuhr zunächst ebenfalls über einen im Fräswerkzeug 10 ausgebildeten zentralen Kanal 60. Anders als bei dem in Fig. 1 bis 4 gezeigten Ausführungsbeispiel erstreckt sich der

10 / 10

zentrale Kanal 60 aber nicht über die volle Länge des Fräswerkzeugs 10, sondern geht in einem vorgegebenen Abstand T_1 von der Stirnseite 13 in eine Vielzahl von, vorzugsweise zwei, Zweigkanälen 61, 62 über, die unter einem spitzen Winkel δ zur Drehachse des Fräswerkzeugs von dessen Stirnseite 13 weg in Richtung Schaft 12 hin ausgerichtet sind. Anders ausgedrückt liegen die Austrittsöffnungen der Zweigkanäle 61, 62 in einem größeren Abstand T_2 zur Stirnseite 13 des Schneidteils 14 als die Verzweigung des zentralen Kanals 60 in die Zweigkanäle 61, 62 ($T_2 > T_1$). Abweichend von der Darstellung in Fig. 6, in der lediglich zwei, bezüglich der Drehachse des Fräswerkzeugs spiegelbildlich angeordnete Zweigkanäle 61, 62 gezeigt sind, können auch mehr als zwei Zweigkanäle äquidistant um die Drehachse des Fräswerkzeugs herum angeordnet sein. In jedem Fall bildet sich durch die in Richtung Schaft 12 weisenden Zweigkanäle 61, 62 bei einer Fräsbearbeitung eines CFK-Teils durch die Rotation des Fräswerkzeugs unterhalb des CFK-Teils ein schirm- oder kegelmantelartiger Kühl- und/oder Schmiermitteltrichter 63 erhöhten Drucks (P_1) über 360° um das Fräswerkzeug herum, wie es in Fig. 6 schematisch dargestellt ist. Dieser schirm- oder kegelmantelartige Kühl- und/oder Schmiermitteltrichter 63 erhöhten Drucks (P_1) trägt wirksam dazu bei, dass bei der Fräsbearbeitung entstehende CFK-Pulverspäne über das im CFK-Teil CFK gebildete Fräsloch FL von der oberhalb des CFK-Teils CFK erfolgenden Absaugvorrichtung 64 erfasst werden. Wie bei der in Fig. 4 veranschaulichten Kühl- und/oder Schmiermittelzufuhr erzeugt die Absaugvorrichtung 64 einen oberhalb des CFK-Teils CFK einen Bereich niedrigen Drucks P_2 ($P_2 < P_1$) (Vakuum).

Ansprüche

1. Fräswerkzeug zum Fräsen faserverstärkter Kunststoffe, mit einem Schaft (12) und einem Schneidteil (14) mit einer Vielzahl von am Umfang ausgebildeten Hauptschneiden (16), dadurch gekennzeichnet, dass
entlang jeder Hauptschneide (16) eine der Hauptfreifläche (17) vorgeschaltete, einen Fasenfreiwinkel (α_F) von 4° bis 8° , vorzugsweise $6^\circ \pm 1^\circ$, bildende Fase (18) mit einer Breite (B_F) von 0,1 bis 0,3 mm, vorzugsweise 0,2 mm, ausgebildet ist.
2. Fräswerkzeug nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Schneidteil (14) geradegenutet ist.
3. Fräswerkzeug nach einem Anspruch 1 oder 2, gekennzeichnet durch eine ungleiche Hauptschneidenteilung.
4. Fräswerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Zahl der Hauptschneiden (16) mit zunehmendem Fräswerkzeugdurchmesser (D_2) zunimmt.
5. Fräswerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die zwischen den Hauptschneiden (16) ausgebildeten Spannuten (15) einen gerundeten Spanraumgrund (19) aufweisen.
6. Fräswerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Fräswerkzeug aus Vollhartmetall gefertigt ist.
7. Fräswerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest der Schneidteil (14) eine Verschleißschutzbeschichtung, vorzugsweise Diamantbeschichtung, aufweist.
8. Fräswerkzeug (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, gekennzeichnet durch einen gegenüber dem Schneidteil (14) im Durchmesser verstärkten Schaft (12).

9. Fräswerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 8, gekennzeichnet durch ein Kühl- und/oder Schmiermittelzufuhrsystem (20).
10. Fräswerkzeug nach Anspruch 9, gekennzeichnet durch einen das Fräswerkzeug zentral durchsetzenden, stirnseitig austretenden Kanal (20) zur Kühl- und/oder Schmiermittelzufuhr.
11. Fräswerkzeug nach Anspruch 9, gekennzeichnet durch einen das Fräswerkzeug zentral durchsetzenden Kanal (60) zur Kühl- und/oder Schmiermittelzufuhr, der sich in einem Abstand (T1) vor der Stirnseite (13) des Schneidteils (14) in eine Vielzahl von unter einem spitzen Winkel (δ) zur Drehachse des Fräswerkzeugs verlaufende, von der Stirnseite (13) weg in Richtung Schaft (12) gerichtete Zweigkanäle (61, 62) verzweigt.
12. Fräswerkzeug nach Anspruch 9, gekennzeichnet durch einen oder mehrere am Schaft ausgebildete Längsschlitze (50) zur Kühl- und/oder Schmiermittelzufuhr.
13. Fräswerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 12, gekennzeichnet durch an der Stirnseite (13) des Schneidteils (14) ausgebildete Nebenschneiden.

1/5

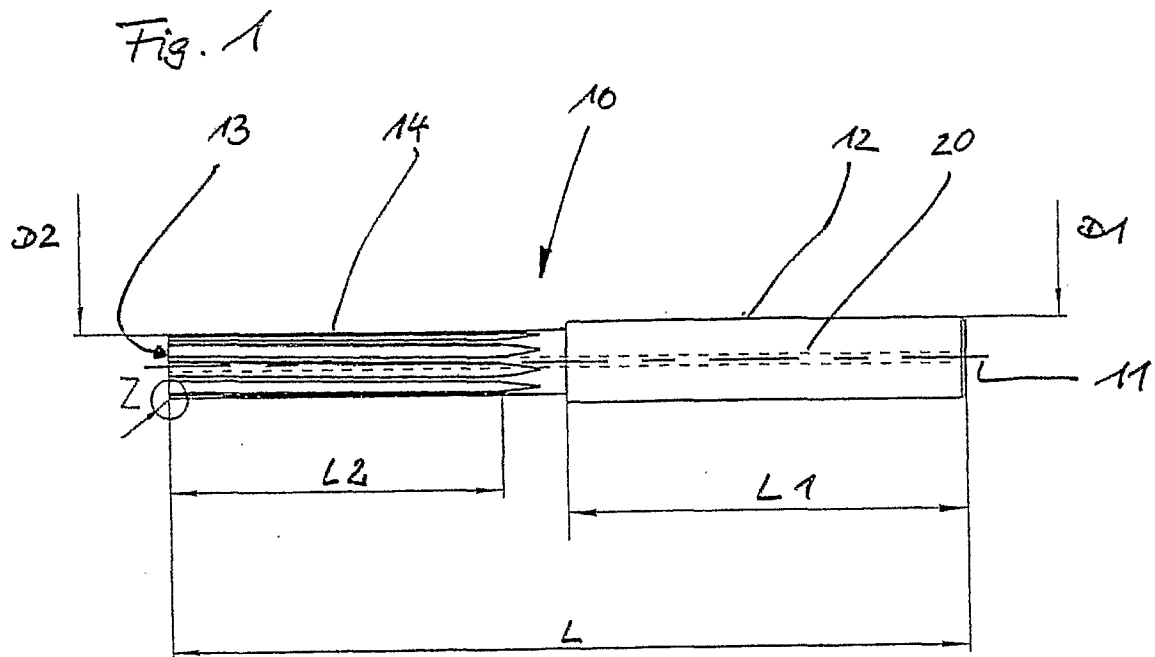
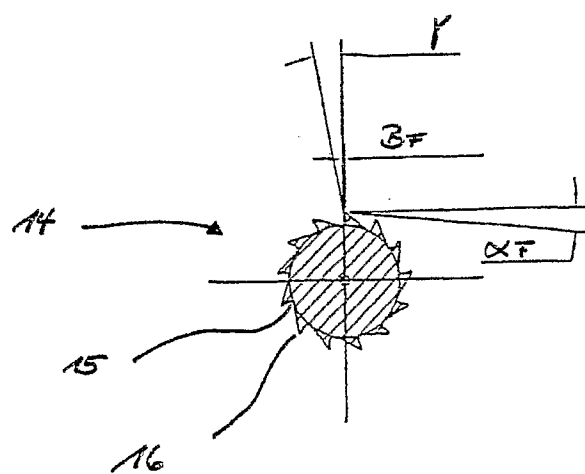
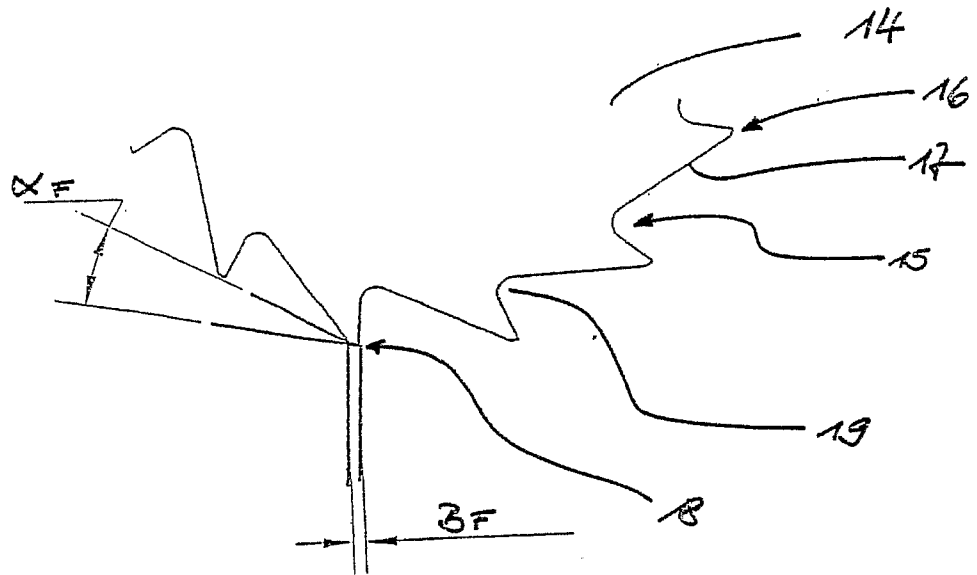


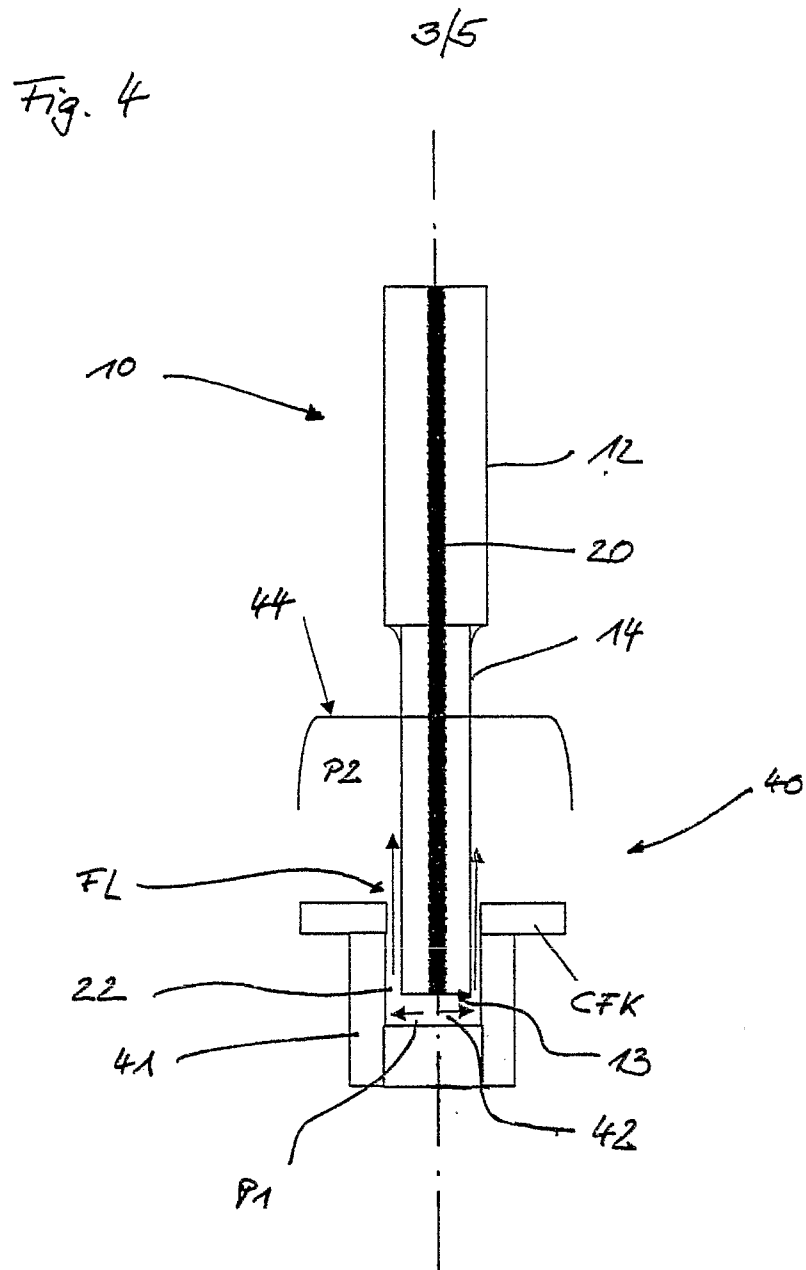
Fig. 2



2/5

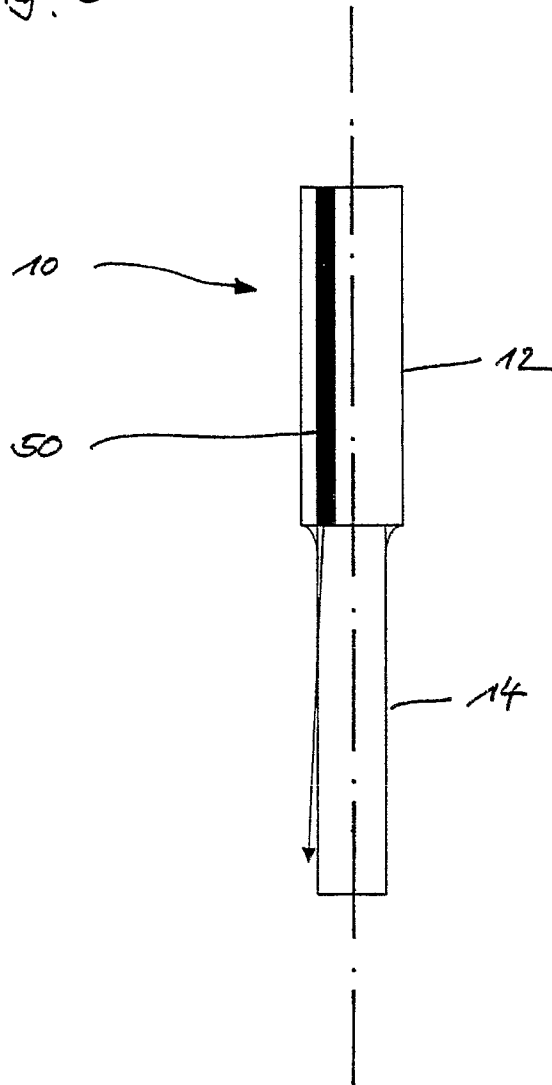
Fig. 3





4/5

Fig. 5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/DE2009/000788

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. B23C5/10 B23C5/28 B23Q11/00

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 practical, 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	DE 20 2006 006114 U1 (GUENTHER WIRTH HARTMETALLWERKZ [DE]) 14 June 2006 (2006-06-14)	1,3-5,8, 13
Y	the whole document	2,6,7, 9-12
X	JP 01 321108 A (NISSHIN KOGU SEISAKUSHO KK) 27 December 1989 (1989-12-27) abstract figures 1,2	1,4,5,13
P,X	EP 2 030 712 A1 (SNECMA [FR]) 4 March 2009 (2009-03-04) paragraph [0026] paragraph [0039] - paragraph [0040] paragraph [0050] figures 1,2,5	1,2,4-6, 9,10,13
	----- -/-- -----	

☒ 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 document 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.

G document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

7 Oktober 2009

Date of mailing of the international search report

22/10/2009

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

Breare, David

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/DE2009/000788

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	GB 1 161 969 A (MARWN CUTTING TOOLS LTD) 20 August 1969 (1969-08-20) page 1, line 30 - line 32 page 1, line 67 - line 69 claim 5 figures 1,4	2
Y	JP 04 210315 A (NAT AEROSPACE LAB) 31 July 1992 (1992-07-31) abstract	6,7
A	figures 14-21	2
Y	WO 2005/025794 A1 (SECO TOOLS AB [SE]; BERGLOEW KARL-ERIK [SE]) 24 March 2005 (2005-03-24) page 2, line 7 - line 12 figure 1c	9,10
Y	JP 63 193615 A (NIPPON ELECTRIC CO) 10 August 1988 (1988-08-10) figures 1,3,4	9,11
Y	EP 0 579 371 A1 (MAKINO MILLING MACHINE [JP]) 19 January 1994 (1994-01-19) column 4, line 34 - line 44 column 4, line 4 - line 33 column 9, line 27 - line 40 figures 1,2a,2b	9,12
A	WO 2007/053171 A1 (BERKSHIRE PREC TOOL LLC [US]) 10 May 2007 (2007-05-10) page 9, line 9 - line 12	2
A	DE 25 33 079 B1 (WEZEL & CO BIAX WERKZEUGE) 5 August 1976 (1976-08-05) column 4, line 29 - line 32; figure 2	1
A	WO 2006/041353 A1 (SANDVIK INTELLECTUAL PROPERTY [SE]; SVENNINGSSON INGE [SE]; LUNDBLAD M) 20 April 2006 (2006-04-20) page 7, line 34 - page 8, line 2 figure 9	1
A	DE 28 51 924 A1 (SIEMENS AG) 26 June 1980 (1980-06-26) page 9, line 17 - line 20 figure 3	1
A	EP 1 285 713 A1 (AIRBUS FRANCE [FR]) 26 February 2003 (2003-02-26) paragraph [0053] - paragraph [0058] figure 3a	1,6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/DE2009/000788

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 202006006114 U1		14-06-2006	NONE	
JP 1321108	A	27-12-1989	JP 7090410 B	04-10-1995
EP 2030712	A1	04-03-2009	CA 2639183 A1	28-02-2009
			CN 101376180 A	04-03-2009
			FR 2920327 A1	06-03-2009
			JP 2009056587 A	19-03-2009
			US 2009060663 A1	05-03-2009
GB 1161969	A	20-08-1969	NONE	
JP 4210315	A	31-07-1992	NONE	
WO 2005025794	A1	24-03-2005	CN 1849191 A	18-10-2006
			EP 1663558 A1	07-06-2006
			HK 1096340 A1	29-05-2009
			KR 20060117908 A	17-11-2006
			SE 527227 C2	24-01-2006
			SE 0302452 A	13-03-2005
			US 2007053755 A1	08-03-2007
JP 63193615	A	10-08-1988	JP 2006558 C	11-01-1996
			JP 7038586 B	26-04-1995
EP 0579371	A1	19-01-1994	DE 69326397 D1	21-10-1999
			DE 69326397 T2	11-05-2000
			US 5378091 A	03-01-1995
WO 2007053171	A1	10-05-2007	CA 2628199 A1	10-05-2007
			EP 1948379 A1	30-07-2008
			US 2007098506 A1	03-05-2007
DE 2533079	B1	05-08-1976	US 4050128 A	27-09-1977
WO 2006041353	A1	20-04-2006	CN 101014439 A	08-08-2007
			EP 1791671 A1	06-06-2007
			JP 2008512252 T	24-04-2008
			KR 20070094884 A	27-09-2007
			SE 527617 C2	25-04-2006
			SE 0402149 A	07-03-2006
			US 2008273930 A1	06-11-2008
DE 2851924	A1	26-06-1980	AT 364222 B	12-10-1981
			SE 439743 B	01-07-1985
			SE 7909654 A	31-05-1980
EP 1285713	A1	26-02-2003	CA 2392965 A1	13-01-2003
			FR 2827204 A1	17-01-2003
			US 2003026666 A1	06-02-2003

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2009/000788

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B23C5/10 B23C5/28 B23Q11/00

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.
X	DE 20 2006 006114 U1 (GUENTHER WIRTH. HARTMETALLWERKZ [DE]) 14. Juni 2006 (2006-06-14)	1,3-5,8, 13
Y	das ganze Dokument	2,6,7, 9-12
X	JP 01 321108 A (NISSHIN KOGU SEISAKUSHO KK) 27. Dezember 1989 (1989-12-27) Zusammenfassung Abbildungen 1,2	1,4,5,13
P,X	EP 2 030 712 A1 (SNECMA [FR]) 4. März 2009 (2009-03-04) Absatz [0026] Absatz [0039] - Absatz [0040] Absatz [0050] Abbildungen 1,2,5	1,2,4-6, 9,10,13
	----- -/--	

☒ 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 älteres Dokument, 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 anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

7. Oktober 2009

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

22/10/2009

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

Breare, David

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2009/000788

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	GB 1 161 969 A (MARWN CUTTING TOOLS LTD) 20. August 1969 (1969-08-20) Seite 1, Zeile 30 - Zeile 32 Seite 1, Zeile 67 - Zeile 69 Anspruch 5 Abbildungen 1,4	2
Y	JP 04 210315 A (NAT AEROSPACE LAB) 31. Juli 1992 (1992-07-31) Zusammenfassung	6,7
A	Abbildungen 14-21	2
Y	WO 2005/025794 A1 (SECO TOOLS AB [SE]; BERGLOEW KARL-ERIK [SE]) 24. März 2005 (2005-03-24) Seite 2, Zeile 7 - Zeile 12 Abbildung 1c	9,10
Y	JP 63 193615 A (NIPPON ELECTRIC CO) 10. August 1988 (1988-08-10) Abbildungen 1,3,4	9,11
Y	EP 0 579 371 A1 (MAKINO MILLING MACHINE [JP]) 19. Januar 1994 (1994-01-19) Spalte 4, Zeile 34 - Zeile 44 Spalte 4, Zeile 4 - Zeile 33 Spalte 9, Zeile 27 - Zeile 40 Abbildungen 1,2a,2b	9,12
A	WO 2007/053171 A1 (BERKSHIRE PREC TOOL LLC [US]) 10. Mai 2007 (2007-05-10) Seite 9, Zeile 9 - Zeile 12	2
A	DE 25 33 079 B1 (WEZEL & CO BIA WERKZEUGE) 5. August 1976 (1976-08-05) Spalte 4, Zeile 29 - Zeile 32; Abbildung 2	1
A	WO 2006/041353 A1 (SANDVIK INTELLECTUAL PROPERTY [SE]; SVENNINGSSON INGE [SE]; LUNDBLAD M) 20. April 2006 (2006-04-20) Seite 7, Zeile 34 - Seite 8, Zeile 2 Abbildung 9	1
A	DE 28 51 924 A1 (SIEMENS AG) 26. Juni 1980 (1980-06-26) Seite 9, Zeile 17 - Zeile 20 Abbildung 3	1
A	EP 1 285 713 A1 (AIRBUS FRANCE [FR]) 26. Februar 2003 (2003-02-26) Absatz [0053] - Absatz [0058] Abbildung 3a	1,6

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2009/000788

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 202006006114 U1	14-06-2006	KEINE	
JP 1321108 A	27-12-1989	JP 7090410 B	04-10-1995
EP 2030712 A1	04-03-2009	CA 2639183 A1	28-02-2009
		CN 101376180 A	04-03-2009
		FR 2920327 A1	06-03-2009
		JP 2009056587 A	19-03-2009
		US 2009060663 A1	05-03-2009
GB 1161969 A	20-08-1969	KEINE	
JP 4210315 A	31-07-1992	KEINE	
WO 2005025794 A1	24-03-2005	CN 1849191 A	18-10-2006
		EP 1663558 A1	07-06-2006
		HK 1096340 A1	29-05-2009
		KR 20060117908 A	17-11-2006
		SE 527227 C2	24-01-2006
		SE 0302452 A	13-03-2005
		US 2007053755 A1	08-03-2007
JP 63193615 A	10-08-1988	JP 2006558 C	11-01-1996
		JP 7038586 B	26-04-1995
EP 0579371 A1	19-01-1994	DE 69326397 D1	21-10-1999
		DE 69326397 T2	11-05-2000
		US 5378091 A	03-01-1995
WO 2007053171 A1	10-05-2007	CA 2628199 A1	10-05-2007
		EP 1948379 A1	30-07-2008
		US 2007098506 A1	03-05-2007
DE 2533079 B1	05-08-1976	US 4050128 A	27-09-1977
WO 2006041353 A1	20-04-2006	CN 101014439 A	08-08-2007
		EP 1791671 A1	06-06-2007
		JP 2008512252 T	24-04-2008
		KR 20070094884 A	27-09-2007
		SE 527617 C2	25-04-2006
		SE 0402149 A	07-03-2006
		US 2008273930 A1	06-11-2008
DE 2851924 A1	26-06-1980	AT 364222 B	12-10-1981
		SE 439743 B	01-07-1985
		SE 7909654 A	31-05-1980
EP 1285713 A1	26-02-2003	CA 2392965 A1	13-01-2003
		FR 2827204 A1	17-01-2003
		US 2003026666 A1	06-02-2003