

(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
19. November 2009 (19.11.2009)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2009/138064 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation:
B23B 51/02 (2006.01) *B24B 19/04* (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2009/000653
- (22) Internationales Anmeldedatum:
12. Mai 2009 (12.05.2009)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2008 023 856.2 16. Mai 2008 (16.05.2008) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **GÜHRING OHG**; Herderstrasse 50-54, 72458 Albstadt (DE).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **VON PUTTKAMER, Ingo** [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, 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).

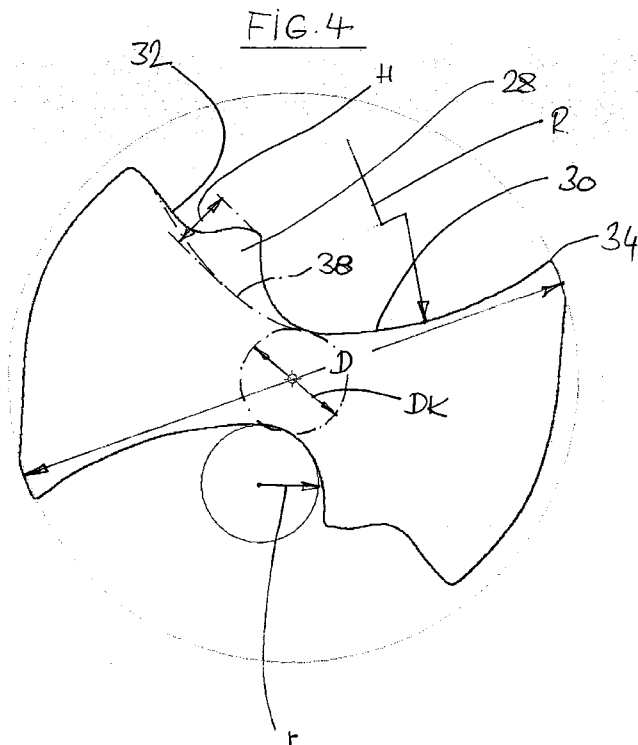
Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: MULTI-BLADE SOLID CARBIDE DRILL

(54) Bezeichnung: MEHRSCHEIDIGES VOLLHARTMETALL-BOHRWERKZEUG



(57) **Abstract:** The invention relates to a multi-blade solid carbide drill for cutting high-strength sandwich materials. The tool comprises a shaft section and an adjoining cutting part, into which a number of chip flutes that corresponds to the number of main blades is incorporated. In order to reinforce the curvature of the resulting chip, the chip flute of the drill comprises a chip flute rib in the region of the chip formation zone, said rib protruding from the chip flute surface (28), and having a substantially wave-shaped cross-section (34), and said rib dividing the chip flute into two sections, a first chip flute section (30) forming the cutting rake and a second chip flute (32) forming the chip flute runout.

(57) **Zusammenfassung:** Beschrieben wird ein mehrscheidiges Vollhartmetall- (VHM) Bohrwerkzeug zur Zerspaltung von hoch festen Sandwich-Materialien. Das Werkzeug hat einen Schaftabschnitt und ein sich daran anschließendes Schneidteil, in das eine der Anzahl der Hauptschneiden entsprechende Anzahl von Spannuten eingearbeitet ist. Zur Verstärkung der Krümmung des entstehenden Spans hat die Spannute des Bohrwerkzeugs im Bereich einer Spanbildungszone einen aus der Spannutenoberfläche vorspringenden und im Querschnitt im Wesentlichen wellenförmigen Spannutensteg (28), der die Spannute in zwei Abschnitte, einen die Schneidbrust bildenden ersten Spannutenabschnitt (30) und einen den Spannutauslauf bildenden zweiten Spannutenabschnitt (32) unterteilt.



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

Mehrschneidiges Vollhartmetall-Bohrwerkzeug

Die Erfindung betrifft ein vorzugsweise mehrschneidiges Vollhartmetall- (VHM) Bohrwerkzeug zur Zerspanung von hochfesten Sandwich-Materialien, insbesondere zum Bohren ins Volle von derartigen Werkstoffen, gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Zum Einbringen von hoch genauen Bohrungen in Sandwich-Materialien, insbesondere von Verbundwerkstoffen, bei denen sich Werkstofflagen mit überwiegendem Anteil von CFK und/oder Aluminium mit Titanlagen bzw. titanhaltigen Schichten abwechseln, werden besonders standfeste und stabile Werkzeuge benötigt, die sich darüber hinaus dadurch auszeichnen müssen, dass die Schneiden dauerhaft in der Lage sind, den Verbundwerkstoff mit guter Oberflächengüte zu zerspanen, wobei über die gesamte Standzeit des Werkzeugs eine Delamination der Verbundschichten verhindert werden soll.

Zu diesem Zweck hat man bislang Sonderwerkzeuge entwickelt, beispielsweise ein Werkzeug, wie es im deutschen Gebrauchsmuster 20 211 592 beschrieben ist. Man hat auch bereits versucht, die Zerspanung mit Vollhartmetall-Bohrwerkzeugen gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 durchzuführen, um eine verbesserte Standzeit der Schneiden und - insbesondere bei tiefen Bohrungen - eine verbesserte Lagegenauigkeit der Bohrungen zu sichern. Diese Lagegenauigkeit und Oberflächengüte der Bohrungen ist insbesondere bei der Zerspanung von Verbundmaterialien erforderlich, die verstärkt im modernen Flugzeugbau Anwendung finden. Die einzelnen Materialschichten, die in unterschiedlichster Reihenfolge angeordnet sein können, verleihen den Materialien bei geringem Gewicht eine hohe Stabilität. Die in derartige Materialien einzubringenden Bohrungen werden häufig benötigt, um derartige Bauteile miteinander zu vernieten. Da hierbei häufig sensorgesteuerte Roboter im Einsatz sind, kommt es auf die Lagegenauigkeit derartiger Bohrungen in besonderem Maße an.

BESTÄTIGUNGSKOPIE

Es hat sich gezeigt, dass mit gattungsgemäßen Vollhartmetall-Bohrwerkzeugen zwar eine ausreichende Stabilität des Werkzeugs und auch qualitativ hochwertige Schneiden bereitgestellt werden. Auf der anderen Seite hat sich aber herausgestellt, dass selbst Vollhartmetallwerkzeuge gängiger Bauart die geforderte Standzeit oftmals nicht erreichen, insbesondere dann nicht, wenn verhältnismäßig tiefe Bohrungen in Verbundwerkstoffe mit sich abwechselnden Schichten von Aluminium, faserverstärktem bzw. kohlefaserverstärktem Kunststoff und Titan eingebracht werden müssen.

Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde, ein Bohrwerkzeug der eingangs beschriebenen Art in der Weise weiterzubilden, dass es bei verbesserter Standzeit in der Lage ist, in den eingangs beschriebenen kritischen Werkstoffen lagegenaue Bohrungen auch größerer Tiefe problemlos einzubringen. Ein weiterer Aspekt der Erfindung besteht in der Bereitstellung eines wirtschaftlichen Verfahrens zur Herstellung solcher Werkzeuge.

Diese Aufgabe wird hinsichtlich des Werkzeugs durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 und hinsichtlich des Verfahrens durch den Anspruch 9 gelöst.

Erfindungsgemäß wurde erkannt, dass die Standzeit des Werkzeugs ganz wesentlich angehoben werden kann, wenn der beim Bohren ins Volle entstehende Span im Nutgrund eine besonders starke Krümmung erfährt. Es hat sich bei langwierigen Versuchen gezeigt, dass diese starke Spankrümmung bei der Zerspanung von Verbundwerkstoffen der eingangs beschriebenen Art dazu führt, dass der Span frühzeitig bricht, so dass am Ausgang der Spanbildungszone im Wesentlichen Bröckelspäne vorliegen, die sich selbst dann einfach aus der Spannut entfernen lassen, wenn Bohrungen mit großer Tiefe, beispielsweise größer als $10 \times D$, in den Werkstoff eingebracht werden. Ein Spanstau, wie er mit herkömmlichen Werkzeugen bei der Zerspanung dieser schwierig zu bearbeitenden Werkstoffe zu beobachten war, kann erfindungsgemäß wirksam vermieden werden, so dass auch ein plötzlicher Werkzeugbruch zuverlässig ausgeschlossen wird. Dabei ergibt sich der zusätzliche Vorteil, dass der im Wesentlichen wellenförmige, zwischen dem ersten und dem zweiten Spannutenabschnitt liegende Spannutensteg eine Vergrößerung des Flächenträgheitsmoments des Bohrerquerschnitts mit sich bringt und somit zur

Erhöhung der Stabilität des Werkzeugs genutzt werden kann. Dies bedeutet gleichzeitig aber auch, dass der Kernquerschnitt des Bohrwerkzeugs in der Spanbildungszone weiter herabgesetzt werden kann, so dass trotz der vorgesehenen Spannutenstege ein großer Spanraum zur Verfügung gestellt werden kann. Der Abtransport der Späne kann durch die Verkürzung der Spanlänge insbesondere dann weiter verbessert werden, wenn das Werkzeug mit innenliegenden Kühl-/Schmiermittelkanälen ausgestattet ist. Die Verbesserung der Zerspanungseigenschaften ergibt sich gleichermaßen für gerade- und wendelgenutete Werkzeuge.

Das Vollhartmetall-Bohrwerkzeug kann dabei gemäß Anspruch 9 dennoch wirtschaftlich, d. h. mit vertretbarem Zeitaufwand, hergestellt werden. Die ersten und zweiten Spannutenabschnitte mit dazwischen liegendem Spannutensteg können dabei entweder im Rahmen einer Serienbearbeitung mit zwei oder mehr unterschiedlichen Profil-Schleifscheiben auf Endmaß in einen Hartmetall-Rohling eingeschliffen werden, oder aber - was Gegenstand des Anspruchs 10 ist - mittels einer einzigen Profil-Schleifscheibe hergestellt werden. Es ist in diesem Zusammenhang auch möglich, den Hartmetall-Sinterrohling bereits mit einer Form zu extrudieren, der der Querschnittsform des Schneidteils im Gebrauchszustand unter Berücksichtigung eines bestimmten Bearbeitungsausmaßes, das sich im Millimeterbereich bewegen kann, im Wesentlichen entspricht.

Eine vorteilhafte Weiterbildung des Verfahrens ist Gegenstand des Anspruchs 11. Mit diesem Verfahren gelingt es, den Spanraum des Bohrwerkzeugs an das betreffende Einsatzgebiet des Werkzeugs optimal anzupassen, beispielsweise den Spanraum an den Stellen zu vergrößern, an denen das Bohrwerkzeug in das Werkstück eintaucht bzw. von einer Führungshülse umgeben ist, wenn das Werkzeug als Tieflochbohrwerkzeug verwendet wird.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

Wenn das Werkzeug mit einer Ausspitzung versehen wird, wird der Span zum Bohrerzentrum hin verlängert, so dass der oben beschriebene, durch die erfindungsgemäße Gestaltung der Spannuten begründete, vorteilhafte

Spanbildungsprozess auf ein größeres Zerspanungsvolumen ausgedehnt werden kann. Es wird somit in vorteilhafter Weise und zuverlässig vermieden, dass nahe des Zentrums des Bohrwerkzeugs längere Späne entstehen, die zu einem Spanstau und letztlich zu einem Gewaltbruch des Bohrwerkzeugs führen könnten.

Es hat sich gezeigt, dass durch die Umgestaltung des Bohrerprofils, d. h. durch die Neugestaltung der Spannuten im Bereich der Spanbildungszone auch eine Verringerung des Kernquerschnitts des Bohrwerkzeugs zumindest in diesem Bereich möglich wird. Diese Verringerung des Kernquerschnitts ist insbesondere deshalb möglich, weil das Werkzeug aus Vollhartmetall besteht. Die bei der Verringerung des Kernquerschnitts sich zwangsläufig ergebenden kleinen Krümmungsradien der Spannuten im Bereich des ersten Spannutenabschnitts können selbst bei der Bearbeitung von extrem harten und zähen Werkstoffen, wie z. B. bei der Bearbeitung von Titan, in Kauf genommen werden, da das Hartmetall den aufgrund der Spankrümmung erhöhten Abtriebskräften ohne weiteres gewachsen ist. Verbessert kann die Standzeit selbstverständlich dadurch werden, dass die Bohrerspitze mit einer geeigneten Beschichtung, beispielsweise einer Hartstoffschicht, einer Weichstoffschicht oder aber einer kombinierten Hart- und Weichschicht ausgestattet wird.

Besonders gute Ergebnisse lassen sich mit kleinsten Krümmungsradien des ersten Spannutenabschnitts gemäß Anspruch 4 erzielen, wobei der betreffende optimale kleinste Krümmungsradius in Abhängigkeit vom zu zerspanenden Material bzw. von der verwendeten Qualität des für das Werkzeug verwendeten Vollhartmetalls, d. h. der physikalischen Parameter des Vollhartmetalls, gewählt wird.

Wie eingangs bereits erwähnt, führt die erfindungsgemäße Gestaltung des Bohrwerkzeugs zu einer extremen Spankrümmung und somit zu einem frühen Spanbruch, selbst wenn bruchfeste und zähe Werkstoffe, wie z. B. Titan oder Verbundwerkstoffe mit Titanschichten bearbeitet werden. Grundsätzlich kann die Querschnittsform bzw. Spannutenform über die gesamte Länge des Schneidteils beibehalten werden. Eine weitere Verbesserung des Spanabtransports kann allerdings mit der Weiterbildung des Anspruchs 4 erzielt werden.

Die erfindungsgemäßen Effekte lassen sich dann erzielen, wenn die besondere Gestaltung des Bohrerquerschnitts zumindest in der Spanbildungszone eingehalten wird. Es kann jedoch - in Abhängigkeit von den physikalischen Eigenschaften des zu zerspanenden Werkstoffs - sinnvoll sein, diese besondere Querschnittsgestaltung des Bohrwerkzeugs auch über die Spanbildungszone hinaus über eine vorbestimmte axiale Länge, d.h. bis zu einem vorbestimmten Mindestabstand von der Bohrspitze aufrecht zu erhalten und erst dann den Spannutensteg in eine durchgehende Spannut auslaufen zu lassen. Es hat sich gezeigt, dass bei hoch festen Sandwich-Materialien dieser Mindestabstand im Bereich zwischen 2 und 5 x D, vorzugsweise zwischen 2 und 3 x D eingestellt wird.

Die erfindungsgemäße Gestaltung des Bohrwerkzeugs hat besondere Vorteile dann, wenn das Werkzeug mit einer innenliegenden Kühl-/Schmiermittelversorgung ausgestattet wird und wenn gegebenenfalls die Zerspanung mit einer Minimalmengenschmierung (MMS-Technologie) durchgeführt wird. Der Kühlmittelstrom kann in diesem Fall wirksam zur Verbesserung des Späne-Abtransports genutzt werden.

In Werkstücke der eingangs beschriebenen Art müssen oftmals verhältnismäßig tiefe Löcher mit einer Bohrtiefe von größer 10 x D (wobei D der Nenndurchmesser der Bohrung ist) eingebracht werden. In diesem Fall werden die Bohrwerkzeuge oftmals mittels einer Führungsbuchse am Werkstück zusätzlich positioniert. Insbesondere dann, wenn ein solches Einsatzgebiet des Werkzeugs angestrebt ist, ist es von Vorteil, den Kernquerschnitt des Bohrwerkzeugs gemäß Anspruch 7 auszugestalten. In diesem Fall erhalten die Späne in den entscheidenden Bereichen einen zusätzlichen Freiraum, durch den sie - gegebenenfalls unterstützt durch den Kühl-/Schmiermittelstrom, der verhältnismäßig hohe Strömungsgeschwindigkeiten in der Spannut hat - wirksam und schnell und vor allen Dingen ohne die Gefahr von Spänestau aus dem Bohrloch abtransportiert werden können.

Vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand der übrigen Unteransprüche.

Nachstehend wird anhand schematischer Zeichnungen ein Ausführungsbeispiel der Erfindung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Seitenansicht eines erfindungsgemäßen Bohrwerkzeugs;

Fig. 1A in etwas vergrößerter Darstellung die Draufsicht des Bohrwerkzeugs gemäß Fig. 1 bei einer Blickrichtung "IA" gemäß Fig. 1;

Fig. 2 in vergrößerter Darstellung eine perspektivische Schrägansicht der Spitze des Bohrwerkzeugs gemäß Fig. 1;

Fig. 3 in einer der Fig. 2 entsprechenden Ansicht die Darstellung der Entstehung des Spans, wenn das Werkzeug gemäß Fig. 1 und 2 in das Werkstück eintaucht;

Fig. 4 in stark vergrößertem Maßstab den Querschnitt des Bohrwerkzeugs im Bereich der Spanbildungszone, d.h. im Bereich einer der Bohrerspitze nahen Querschnittsebene, beispielsweise bei einer Schnitfführung gemäß IV-IV in Fig. 1;

Fig. 5 eine schematische Darstellung der Späne, wie sie beim Bohren mit herkömmlichen Werkzeugen in schwer zu zerspanende Werkstücke aufgetreten sind; und

Fig. 6 eine schematische Darstellung der Bohrspäne, wie sie mit der erfindungsgemäßen Gestaltung des Bohrwerkzeugs erzielbar sind.

Das in den Figuren dargestellte Werkzeug besteht aus Vollhartmetall, und zwar vorzugsweise aus einem Hartmetall mit feiner Körnung. Hartmetallsorten dieser Art sind hinlänglich bekannt, so dass auf eine nähere Beschreibung des Werkstoffs verzichtet werden kann. Entscheidend ist, dass das Hartmetall im gesinterten Zustand eine hohe Zähigkeit aufweisen soll und aufgrund der Feinkörnigkeit die Möglichkeit bieten soll, stabile und feine Schneidkanten auszubilden.

Das Werkzeug dient in besonderem Maße zur Zerspanung von hoch festen Sandwich-Materialien, und zwar insbesondere zum Bohren ins Volle derartiger Materialien, die in der Regel einen Verbundaufbau mit sich abwechselnden Schichten von kohlefaserverstärktem Kunststoff (CFK), Aluminium und Titan haben, wobei die Reihenfolge der Schichten je nach Verwendungszweck unterschiedlich sein kann. Diese Schichten erfordern beim Einbringen von Löchern, insbesondere von tiefen Löchern, bei denen die Lochtiefe ein Mehrfaches des Nenndurchmessers des herzustellenden Bohrlochs beträgt, extrem scharfe Schneidkanten einerseits, aber auch einen zuverlässigen Abtransport der entstehenden Späne. Insbesondere bei den eingangs beschriebenen hoch festen Sandwich-Verbundmaterialien, die titanhaltige Werkstoffschichten enthalten, hat sich bei Verwendung gewöhnlicher Vollhartmetallwerkzeuge herausgestellt, dass sich Späne in den Spannuten stauen und so genannte "Zierharmonika-Späne" entstehen, wie sie beispielsweise in Fig. 5 angedeutet sind. Derartige Späne können selbst dann nicht mehr wirksam und vollständig aus den Spannuten abtransportiert werden, wenn mit sehr hohen Kühl-/Schmiermitteldrücken einer innenliegenden Kühl-/Schmiermittelversorgung gearbeitet wird, wie sie die bei der so genannten Minimal- oder Mindermengenschmierung (MMS-Technologie) zur Anwendung kommen. Letztlich führt ein derartiger Spänestau zu einem frühzeitigen Gewaltbruch des Bohrwerkzeugs, was mit erheblichen wirtschaftlichen Konsequenzen verbunden ist.

Das erfindungsgemäße Bohrwerkzeug hat demgegenüber einen neuartigen Aufbau, der im Folgenden beschrieben wird.

Das mit dem Bezugszeichen 10 bezeichnete Werkzeug mit innenliegenden Kühlkanälen 40 hat einen Schaftabschnitt 12 und ein sich daran anschließendes Schneidteil 14, in das eine der Anzahl der Hauptschneiden 16 entsprechende Anzahl von Spannuten 18 eingearbeitet ist. Da das Werkzeug aus Vollhartmetall besteht, sind diese Nuten 18 in der Regel in einen zylindrischen Vollhartmetall-Rohling eingeschliffen, der oftmals mit innenliegenden Kühlkanälen ausgestattet ist. Die Bohrerspitze, die in vergrößertem Maßstab in Fig. 2 perspektivisch dargestellt ist, hat einen herkömmlichen Spitzenanschliff mit Hauptfreiflächen 20 und einer Querschneide 22. Der Spitzenanschliff selbst, d.h. die Ausbildung der Hauptfreiflächen, kann nach allen

gängigen Methoden angebracht und gestaltet werden, so dass eine nähere Beschreibung der Geometrie dieser Flächen hier nicht erforderlich ist.

Die Querschneide 22 ist bei der gezeigten Ausführungsform des Werkzeugs durch Einschleifen einer Ausspitzung 24 verkürzt. Bei der gezeigten Ausführungsform nach Fig. 2 ist eine Ausspitzung nach DIN 1412 Form A dargestellt. Es ist jedoch gleichermaßen möglich, andere Ausspitzungen vorzusehen, beispielsweise Ausspitzungen, mit denen gleichzeitig eine Korrektur der Hauptschneide 16 vorgenommen wird.

Die Besonderheit des in den Figuren dargestellten Werkzeugs besteht darin, dass im Bereich der in Fig. 2 dargestellten Spanbildungszone, d.h. in dem Bereich, in dem an der Hauptschneide ein zusammenhängender Span entsteht und auf der Spannute abgeleitet, eine besondere Gestaltung des Bohrerquerschnitts vorgesehen ist. Die Spanbildungszone kann - je nach zu zerspanendem Material und nach Verlauf der Hauptschneide, insbesondere nach Wahl des von den Hauptschneiden 16 des Bohrwerkzeugs eingeschlossenen Spitzenwinkels WSP (siehe Fig. 1) - variieren. In der Regel ist die Spanbildung in einem Abstand AM von der Bohrerspitze 26 abgeschlossen, wobei das Maß AM zwischen 2 und 5 x D liegt, wenn D den Nenndurchmesser des Bohrwerkzeugs bezeichnet.

In dieser Spanbildungszone hat das Bohrwerkzeug einen Querschnitt, wie er in Fig. 4 in vergrößertem Maßstab dargestellt ist. Man erkennt, dass das Bohrwerkzeug in diesem Bereich eine in zwei Abschnitte unterteilte Spannute hat. Aus einer ansonsten durchgehenden, in Fig. 4 oben mit strichpunktierter Linie angedeuteten Spannutoberfläche springt ein im Querschnitt im Wesentlichen wellenförmiger Spannutensteg 28 vor. Dieser Spannutensteg unterteilt somit in diesem Bereich die Spannute in zwei Abschnitte, nämlich einen die Schneidbrust bildenden ersten Spannutenabschnitt 30 und einen den Spannutauslauf bildenden zweiten Spannutenabschnitt 32. Die mit H bezeichnete Höhe des Spannutenstegs 28 richtet sich nach der Krümmung des ersten Spannutenabschnitts 30 und sie liegt vorzugsweise im Bereich zwischen 0,05 und 0,15 x D, wobei als zusätzlicher Parameter für die Auswahl des Maßes H der Kernquerschnitt des Bohrwerkzeugs im Bereich der

Spanbildungszone eingeht. Dieser Durchmesser ist in Fig. 4 mit dem Bezugszeichen DK bezeichnet und er liegt im Bereich zwischen $0,15$ und $0,25 \times D$, vorzugsweise zwischen $0,16$ und $0,2 \times D$.

Man erkennt aus der Darstellung gemäß Fig. 4, dass im Querschnitt betrachtet der Krümmungsradius R des ersten Spannutenabschnitts 30 mit zunehmendem Abstand zum Schneideneck 34 stetig abnimmt, bis er im Nutgrund den kleinsten Krümmungsradius r vor dem Spannutensteg 28 ausbildet. Dieser kleinste Krümmungsradius r liegt vorzugsweise im Bereich zwischen $0,15$ und $0,25 \times D$, vorzugsweise zwischen $0,18$ und $0,22 \times D$, wobei das Maß wiederum den Nenndurchmesser des Bohrwerkzeugs bezeichnet.

Mit dem vorstehend beschriebenen Aufbau des mehrschneidigen Vollhartmetall-Bohrwerkzeugs ergibt sich bei der Zerspanung folgender Effekt, der anhand der Fig. 3 näher erläutert werden soll. In Fig. 3 ist mit dem Bezugszeichen 36 der an der Hauptschneide 16 entstehende Span bezeichnet.

Bei der schematisierten Darstellung gemäß Fig. 3 entspricht die Breite des Spans der Länge der Hauptschneide 16. Es soll jedoch hervorgehoben werden, dass der Span - je nach Gestaltung der Ausspitzung 24 - auch bis zur verkürzten Querschneide 22 reichen kann. Entscheidend ist, dass der entstehende Span 36 durch die besondere Gestaltung des ersten Spannutenabschnitts 30, d.h. durch das Vorsehen des wellenförmigen Spannutenstegs 28 eine stark verstärkte Krümmung erfährt, die zu einem frühzeitigen Spänebruch, d.h. zur Erzeugung von so genannten Bröckelspänen, führt, die in Fig. 6 schematisch dargestellt sind. Dieser Spanbruch tritt selbst dann ein, wenn extrem zähe und feste Werkstoffe, wie z. B. Titan zerspant wird, welches beispielsweise in einer Verbundstruktur von Flugzeug-Sandwich-Materialien auftritt.

Der vom Span 36 auf den Spannutensteg 28 einwirkende Spandruck ist selbstverständlich bei der erfindungsgemäßen Gestaltung des Bohrwerkzeugs größer. Durch die Materialwahl, d.h. dadurch, dass das Werkzeug aus Vollhartmetall hergestellt wird, kann diese verstärkte Beanspruchung des Materials ohne weiteres aufgefangen werden. Gegebenenfalls wird das Bohrwerkzeug in diesem Bereich mit einer

geeigneten Beschichtung ausgestattet, wie sie im Stand der Technik vielfach bekannt ist. In diesem Zusammenhang wird beispielsweise auf Beschichtungen verwiesen, die beispielsweise im Werkzeugkatalog der Anmelderin (Gühring - Wer Bietet Mehr?: "The Tool Company", Ausgabe Deutsch 2006, Preisliste Nr. 40) im Einzelnen beschrieben sind. Derartige Beschichtungen dienen zur Reibungsverminderung und/oder zur Verschleißminderung. Es kann eine Hartstoffschicht, wie z. B. eine Schicht aus Diamant, vorzugsweise nanokristallinem Diamant, aus TiN oder aus (Ti, Al) N oder aber auch eine Mehrlagen-Schicht verwendet werden. Auch eine Kombination aus Hartstoffschicht und Weichschicht ist - je nach Bedarf und in Abhängigkeit von dem zu zerspanenden Material - anwendbar. Die Schicht richtet sich auch nach der jeweils verwendeten Hartmetallsorte und kann vom Fachmann unter Heranziehung der veröffentlichten Kataloge ausgewählt werden.

Ab einem Mindestabstand AM von der Bohrerspitze 26 ist der Spannutensteg 28 nicht mehr erforderlich. In diesem Bereich (siehe Fig. 1 und Fig. 2) läuft der Spannutensteg 28 allmählich in den Nutgrund 38 aus, der in Fig. 4 mit strichpunktierter Linie bereits angedeutet ist. Der Kernquerschnitt im Bereich der Spannut außerhalb der Spanbildungszone kann unverändert beibehalten werden, oder aber sogar kleiner werden, um den Abtransport der Späne 36 zu verbessern, was insbesondere durch das durch die innenliegenden Kühlkanäle zugeführte Kühl-/Schmiermittel, besonders bei Anwendung der MMS-Technologie, unterstützt werden kann. Insbesondere dann, wenn das Werkzeug zum Einbringen tiefer Löcher mit einer Bohrtiefe größer $10 \times D$ eingesetzt wird, kann es von Vorteil sein, die Spannuntutiefe in den Bereichen, in denen das Werkzeug in das Material eintaucht, zu vergrößern. Diese Vergrößerung der Spannuntutiefe kann auf den Bereich ausgedehnt werden, der bei Verwendung des Werkzeugs als Tieflochbohrwerkzeug außerhalb des Werkstücks in einer Führungsbuchse geführt bleibt. Zur Erhöhung der Stabilität des Werkzeugs kann die Spannuntutiefe außerhalb dieser von Räumen umschlossenen Bereiche allmählich oder sprunghaft ansteigen.

Bei der Herstellung des vorstehend beschriebenen Bohrwerkzeugs geht man vorteilhafter Weise so vor, dass das in Fig. 4 gezeigte Spannutenprofil entweder mit einer einzigen Profil-Schleifscheibe durchgehend eingeschliffen wird oder aber das

mehrere Profil-Schleifscheiben verwendet werden, die hintereinander zur Ausbildung des in Fig. 4 gezeigten Profils nacheinander benutzt werden. Anschließend können die Spannutenstege 28 im Bereich außerhalb des in Fig. 1 mit dem Maß AM bezeichneten Bereich weggeschliffen werden. Es ist auch denkbar, das Spannutenprofil gemäß Fig. 4 mit entsprechendem Übermaß bereits zusammen mit dem Vollhartmetallrohling zu extrudieren, um Material einzusparen und das Zerspanungsvolumen zu minimieren.

Selbstverständlich sind Abweichungen von dem beschriebenen Ausführungsbeispiel denkbar, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen.

So kann beispielsweise das Vollhartmetallbohrwerkzeug mehrteilig aufgebaut sein, wobei ein die Bohrspitze ausbildendes Vollhartmetall-Teil mit dem oben beschriebenen Aufbau auf ein anderes Teil aufgesetzt wird, das aus einem anderen Material besteht.

Das Bohrwerkzeug kann auch mit innenliegenden Kühlkanälen ausgestattet werden. Anstelle der in den Ausführungsformen gezeigten wendelförmigen Spannuten können auch geradlinige Nuten verwendet werden.

Das Werkzeug kann auch mit mehr als zwei Schneiden ausgebildet werden, wobei dann jede Spannut einen vorstehend beschriebenen Spannutensteg im Bereich einer Spanbildungszone aufweist.

Die Erfindung schafft somit ein mehrschneidiges Vollhartmetall- (VHM) Bohrwerkzeug zur Zerspanung von hoch festen Sandwich-Materialien. Das Werkzeug hat einen Schaftabschnitt und ein sich daran anschließendes Schneidteil, in das eine der Anzahl der Hauptschneiden entsprechende Anzahl von Spannuten eingearbeitet ist. Zur Verstärkung der Krümmung des entstehenden Spans hat die Spannut des Bohrwerkzeugs im Bereich einer Spanbildungszone einen aus der Spannutenoberfläche vorspringenden und im Querschnitt im Wesentlichen wellenförmigen Spannutensteg, der die Spannut in zwei Abschnitte, einen die Schneidbrust bildenden ersten Spannutenabschnitt und einen den Spannutauslauf bildenden zweiten Spannutenabschnitt unterteilt.

Ansprüche

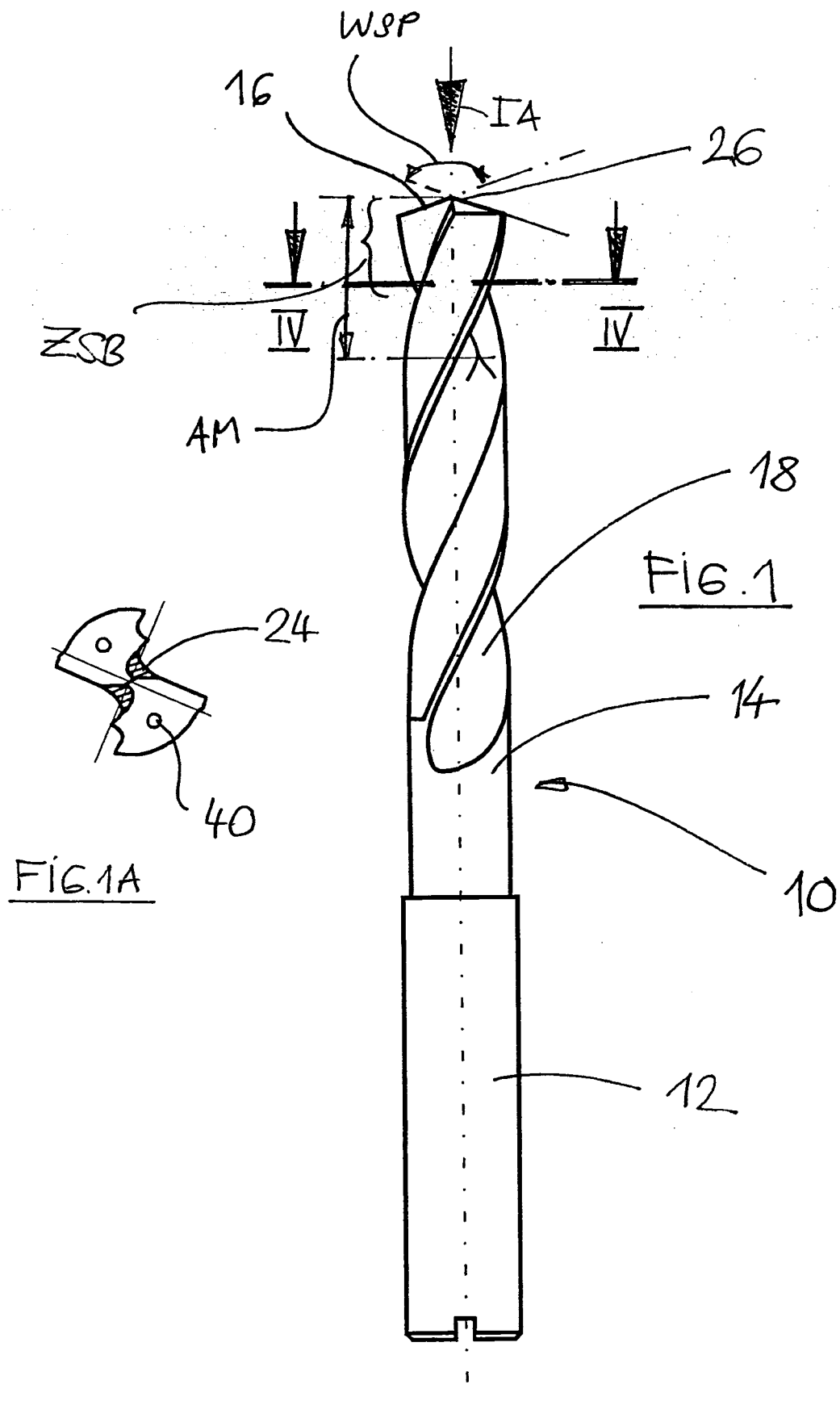
1. Vollhartmetall(VHM)-Bohrwerkzeug, insbesondere mehrschneidiges Vollhartmetall(VHM)-Bohrwerkzeug zur Zerspanung von hochfesten Sandwich-Materialien, insbesondere zum Bohren ins Volle von derartigen Werkstoffen mit einem Verbundaufbau, bei dem sich Werkstofflagen mit überwiegendem Anteil von CFK und/oder Aluminium mit Titanlagen abwechseln, mit einem Schaftabschnitt (12) und einem sich daran anschließenden Schneidteil (14), in das eine der Anzahl der Hauptschneiden entsprechende Anzahl von Spannuten (18) eingearbeitet ist und eine mit einem Spitzenanschliff (20, 24) versehene Bohrerspitze hat, dadurch gekennzeichnet, dass zur Verstärkung der Krümmung des entstehenden Spans (36) die jeweilige Spannut (18) des Bohrwerkzeugs zumindest im Bereich einer Spanbildungszone (ZSB) einen aus der Spannutoberfläche (38) vorspringenden, im Querschnitt im Wesentlichen wellenförmigen Spannutensteg (28) aufweist, durch den die Spannut in zwei Abschnitte, einen die Schneidbrust bildenden ersten Spannutenabschnitt (30) und einen den Spannutauslauf bildenden zweiten Spannutenabschnitt (32) unterteilt ist.
2. Bohrwerkzeug nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Bohrerspitze eine Ausspitzung (24) aufweist.
3. Bohrwerkzeug nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Kernquerschnitt (DK) des Bohrwerkzeugs zumindest in der Spanbildungszone (ZSB) im Bereich zwischen $0,15$ und $0,25 \times D$, vorzugsweise zwischen $0,16$ und $0,20 \times D$ liegt, wobei D dem Nenndurchmesser des Bohrwerkzeugs (10) entspricht.
4. Bohrwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass im Querschnitt betrachtet der kleinste Krümmungsradius (r) des ersten Spannutenabschnitts (30) vor dem Spannutensteg (28) im Bereich zwischen $0,15$ und $0,25 \times D$, vorzugsweise zwischen $0,18$ und $0,22 \times D$ liegt, wobei D dem Nenndurchmesser des Bohrwerkzeugs (10) entspricht.
5. Bohrwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Spannutensteg (28) in einem vorbestimmten

Mindestabstand (AM) von der Bohrerspitze (26) allmählich in den Nutgrund (38) ausläuft.

6. Bohrwerkzeug nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Mindestabstand (AM) im Bereich zwischen 2 und $5 \times D$, vorzugsweise zwischen 2 und $3 \times D$ liegt, wobei D dem Nenndurchmesser des Bohrwerkzeugs (10) entspricht.
7. Bohrwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass bei Verwendung des Bohrwerkzeugs zum Bohren tiefer Bohrungen der Kernquerschnitt (DK) des Bohrwerkzeugs (10) im Anschluss an die Spanbildungszone (ZSB) in dem Bereich, der beim Bohren entweder von der Bohrungswand oder einer Führungsbuchse abgedeckt bleibt, weiter reduziert ist.
8. Bohrwerkzeug nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass im Querschnitt betrachtet der Krümmungsradius (R) des ersten Spannutenabschnitts (30) mit zunehmendem Abstand zum Schneideneck (34) stetig abnimmt.
9. Verfahren zur Herstellung eines Bohrwerkzeugs nach einem der Ansprüche 1 bis 8, bei dem in einen Vollhartmetall(VHM)-Rohling Spannuten mittels einer Profil-Schleifscheibe eingeschliffen werden, dadurch gekennzeichnet, dass zunächst über das gesamte Schneidteil (14) hinweg die Spannuten mit erstem und zweitem Spannutenabschnitt (30, 32) und dazwischen liegendem Steg (28), gegebenenfalls mit sich in axialer Richtung ändernder Spannutentiefe eingebracht werden, und dass anschließend die Spannutenstege (28) außerhalb der Spanbildungszone (ZSB) zur Vereinigung der beiden Spannutenabschnitte (30, 32) zu einer durchgehenden Spannut (18) weggeschliffen werden.
10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten und zweiten Spannutenabschnitte (30, 32) und der dazwischenliegende Steg (28) mittels einer einzigen Profilschleifscheibe geschliffen werden.
11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Eintauchtiefe der zur Herstellung der Spannuten dienenden Profil-

Schleifscheiben über die axiale Länge des Bohrwerkzeugs (10) verändert wird.

1/5



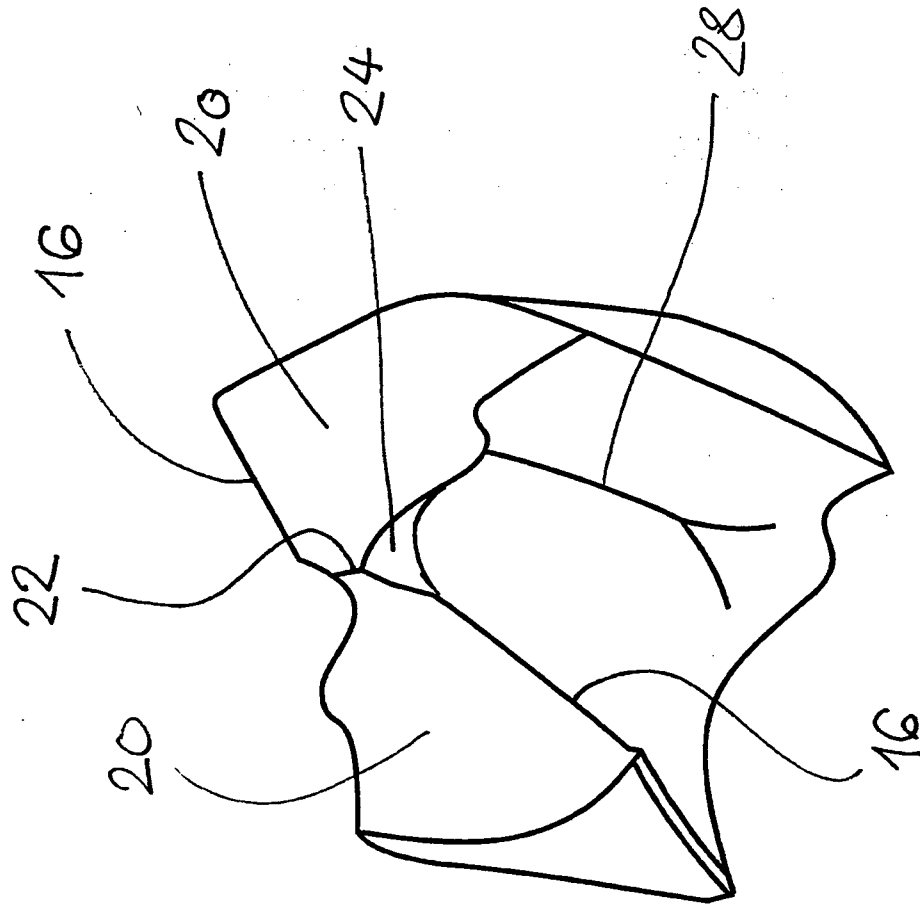


FIG. 2

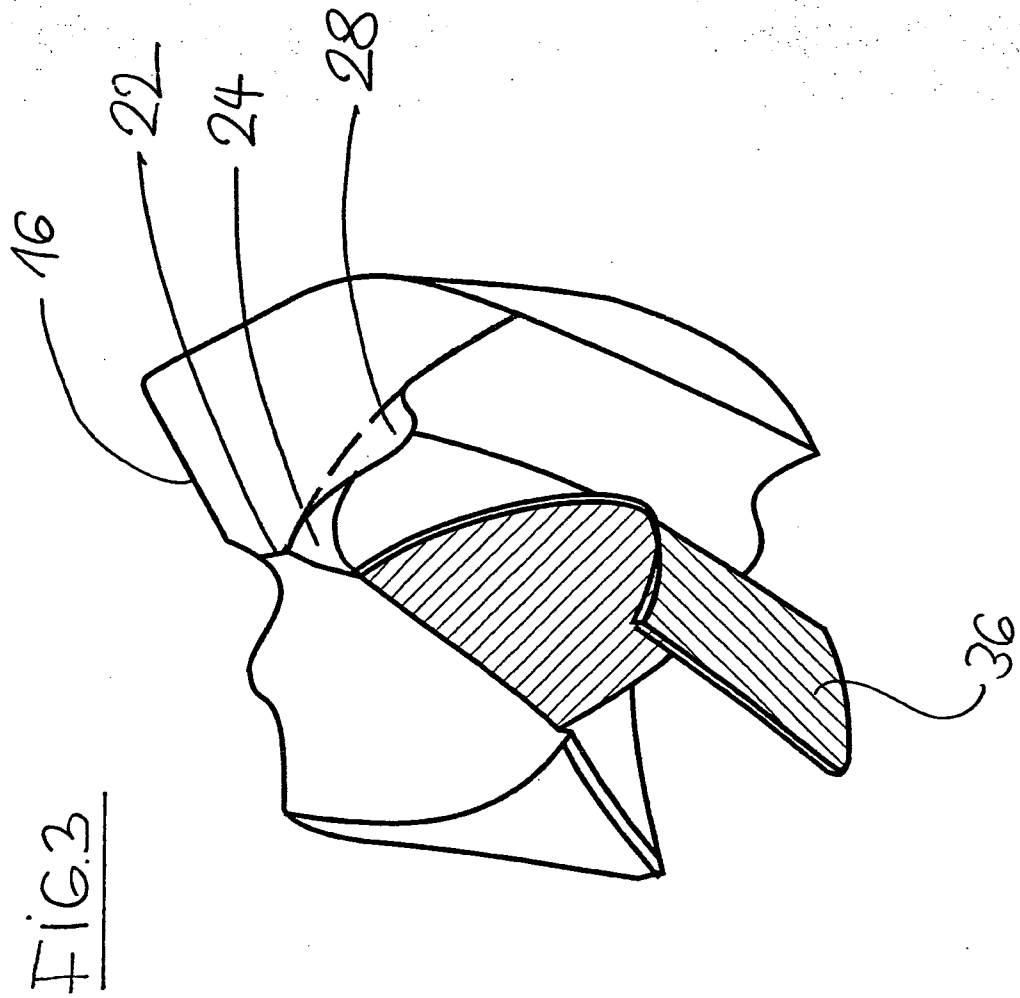


FIG. 4

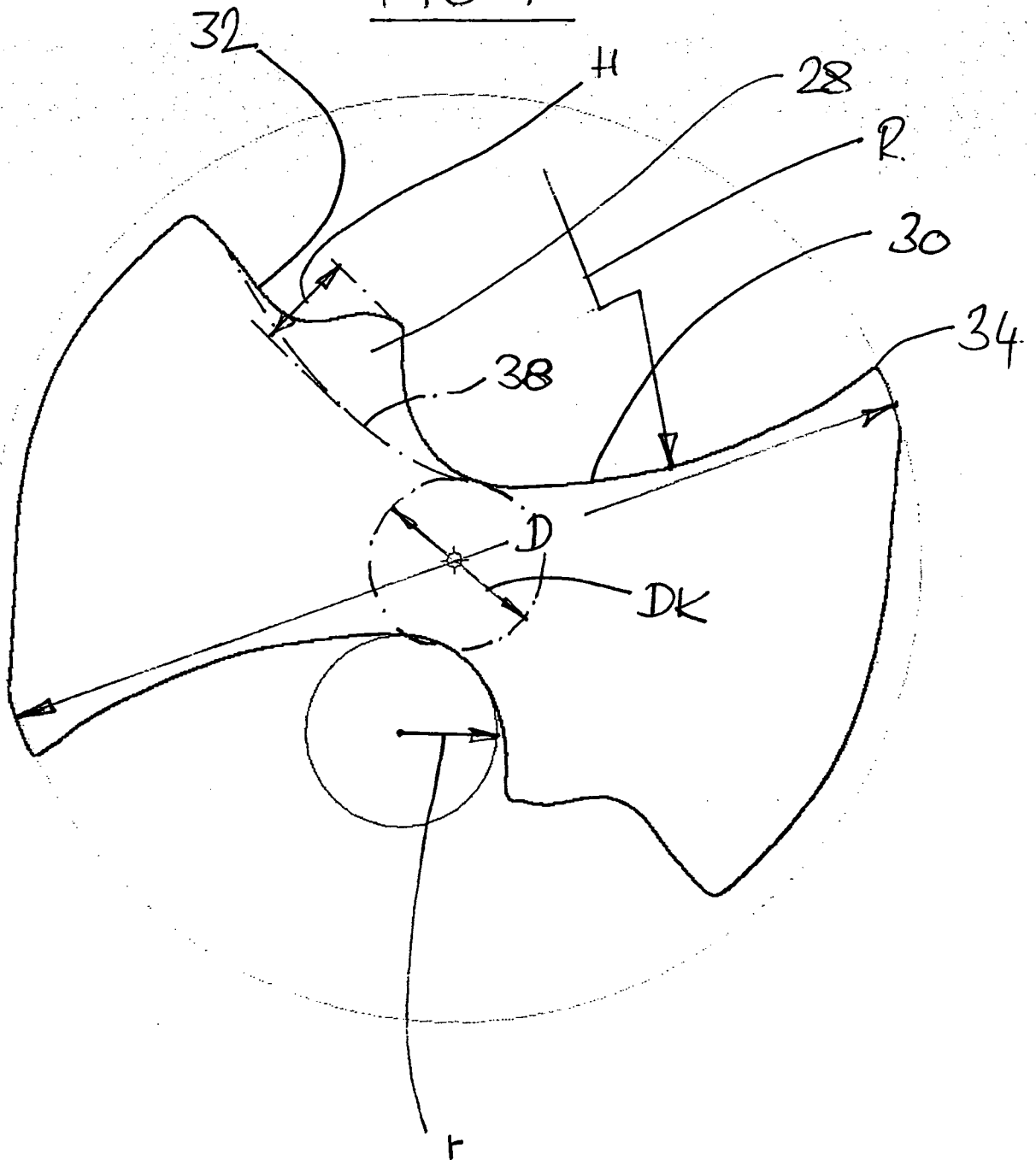


FIG. 5

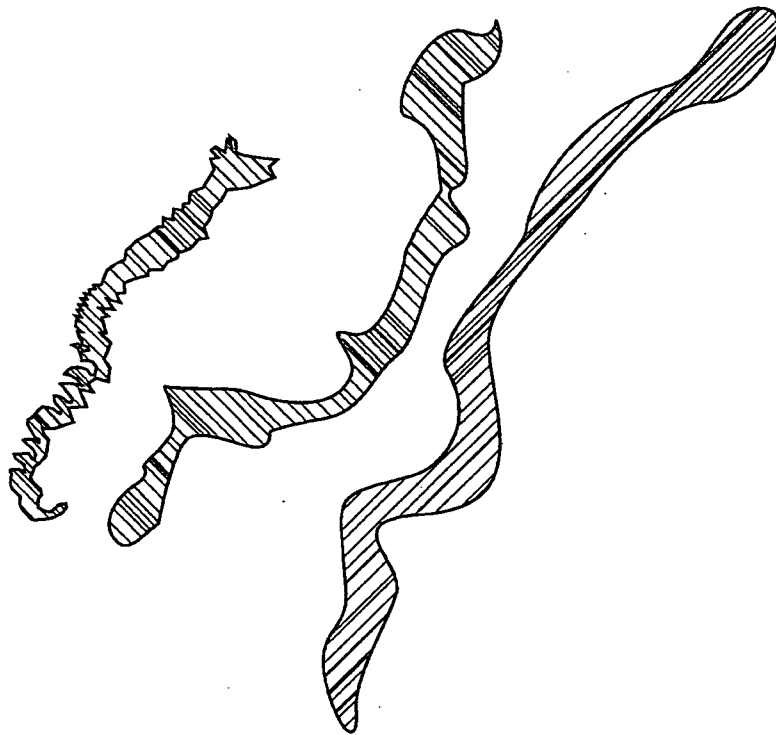
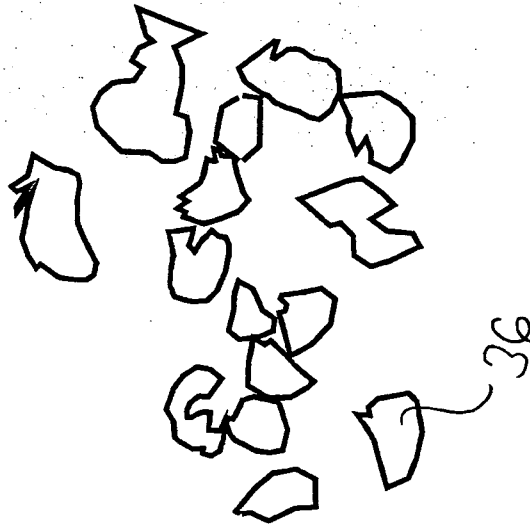


FIG. 6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2009/000653

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. B23B51/02 B24B19/04

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)

B23B B24B

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 28 51 183 A1 (HOSOI RYOSUKE) 13 June 1979 (1979-06-13)	1, 3, 4, 8
Y	page 2, paragraph 2 page 6, paragraph 1 page 8, paragraph 1 - page 9, paragraph 1; figures 12-15	2, 7
Y	DE 36 24 617 A1 (ALMUE PRAEZISIONSWERKZEUGE GMB [DE]) 28 January 1988 (1988-01-28) column 2, line 48 - column 3, line 6; figure 2	2
Y	US 5 678 960 A (JUST WERNER [DE] ET AL) 21 October 1997 (1997-10-21) column 4, line 47 - column 5, line 59; figures 2-5	7
	----- -/--	

☒ 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.

& document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

9 Oktober 2009

Date of mailing of the international search report

19/10/2009

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

Frisch, Ulrich

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/DE2009/000653

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 1 632 301 A (MITSUBISHI MATERIALS CORP [JP]) 8 March 2006 (2006-03-08) paragraph [0066]; figure 7 -----	9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/DE2009/000653

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 2851183	A1	13-06-1979	BR 7807813 A 31-07-1979 CA 1086995 A1 07-10-1980 FR 2410526 A1 29-06-1979 GB 2010142 A 27-06-1979 IN 149349 A1 31-10-1981 IT 1192615 B 27-04-1988 SE 440324 B 29-07-1985 SE 7812393 A 04-06-1979 US 4381162 A 26-04-1983 US 4222690 A 16-09-1980
DE 3624617	A1	28-01-1988	NONE
US 5678960	A	21-10-1997	AT 175139 T 15-01-1999 CA 2168889 A1 16-02-1995 WO 9504624 A1 16-02-1995 EP 0712343 A1 22-05-1996 ES 2127407 T3 16-04-1999 JP 3071466 B2 31-07-2000 JP 9501109 T 04-02-1997
EP 1632301	A	08-03-2006	EP 1632302 A2 08-03-2006

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2009/000653

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. B23B51/02 B24B19/04

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

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
B23B B24B

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 28 51 183 A1 (HOSOI RYOSUKE) 13. Juni 1979 (1979-06-13)	1, 3, 4, 8
Y	Seite 2, Absatz 2 Seite 6, Absatz 1 Seite 8, Absatz 1 - Seite 9, Absatz 1; Abbildungen 12-15	2, 7
Y	DE 36 24 617 A1 (ALMUE PRAEZISIONSWERKZEUGE GMB [DE]) 28. Januar 1988 (1988-01-28) Spalte 2, Zeile 48 - Spalte 3, Zeile 6; Abbildung 2	2
Y	US 5.678.960 A (JUST WERNER [DE] ET AL) 21. Oktober 1997 (1997-10-21) Spalte 4, Zeile 47 - Spalte 5, Zeile 59; Abbildungen 2-5	7
	-/--	

☒ 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

9. Oktober 2009

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

19/10/2009

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

Frisch, Ulrich

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2009/000653

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 1 632 301 A (MITSUBISHI MATERIALS CORP [JP]) 8. März 2006 (2006-03-08) Absatz [0066]; Abbildung 7 -----	9

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2009/000653

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
DE 2851183	A1	13-06-1979	BR	7807813 A	31-07-1979
			CA	1086995 A1	07-10-1980
			FR	2410526 A1	29-06-1979
			GB	2010142 A	27-06-1979
			IN	149349 A1	31-10-1981
			IT	1192615 B	27-04-1988
			SE	440324 B	29-07-1985
			SE	7812393 A	04-06-1979
			US	4381162 A	26-04-1983
			US	4222690 A	16-09-1980
DE 3624617	A1	28-01-1988	KEINE		
US 5678960	A	21-10-1997	AT	175139 T	15-01-1999
			CA	2168889 A1	16-02-1995
			WO	9504624 A1	16-02-1995
			EP	0712343 A1	22-05-1996
			ES	2127407 T3	16-04-1999
			JP	3071466 B2	31-07-2000
			JP	9501109 T	04-02-1997
EP 1632301	A	08-03-2006	EP	1632302 A2	08-03-2006