



(12) **Patentschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2019 217 458.2**  
(22) Anmeldetag: **12.11.2019**  
(43) Offenlegungstag: **20.05.2020**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **29.02.2024**

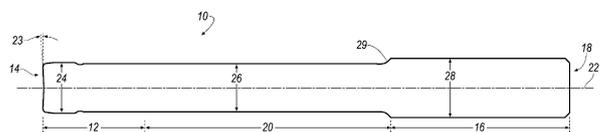
(51) Int Cl.: **B23B 51/00 (2006.01)**

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität: <b>16/191,488</b> <b>15.11.2018</b> <b>US</b>	(72) Erfinder: <b>Davis, Danny R., Asheboro, NC., US; Pritchard, Stephen G., Asheboro, NC., US</b>
(73) Patentinhaber: <b>Kennametal Inc., Latrobe, PA, US</b>	(56) Ermittelte Stand der Technik: <b>US</b> <b>2013 / 0 294 852</b> <b>A1</b> <b>US</b> <b>2014 / 0 348 604</b> <b>A1</b>
(74) Vertreter: <b>FDST Patentanwälte Freier Dörr Stammler Tschirwitz Partnerschaft mbB, 90411 Nürnberg, DE</b>	

(54) Bezeichnung: **ORBITALBOHRER MIT LINKSGÄNGIGEN UND RECHTSGÄNGIGEN HOHLKEHLEN und Verfahren zum Bearbeiten**

(57) Hauptanspruch: Schneidwerkzeug (10) zum Bilden eines Lochs in einem Material, umfassend:  
einen Bohrabschnitt (12); und  
einen Schaftabschnitt (16),  
wobei der Bohrabschnitt (12) eine erste Hohlkehle (30) mit einer rechtsgängigen Spiralkonfiguration mit einer ersten Schneidkante (34), die einen positiven axialen Spanwinkel (42) für eine positive Schneidwirkung aufweist, während sie kreisend in ein Material eindringt, um ein Loch in dem Material zu bilden, und eine zweite Hohlkehle (32) umfasst, die sich hinter der ersten Hohlkehle (30) befindet und eine linksgängige Spiralkonfiguration mit einer zweiten Schneidkante (36), die einen positiven axialen Spanwinkel (44) für eine positive Schneidwirkung aufweist, während sie sich kreisend herausbewegt und jegliches Restmaterial in dem Loch aufgrund einer Auslenkung des Schneidwerkzeugs (10), wenn es kreisend in das Material eindringt, entfernt, wodurch ein separater Reibvorgang eliminiert wird, wobei die erste Hohlkehle (30) und die zweite Hohlkehle (32) die gleiche Schneidrichtung aufweisen.



**Beschreibung**

## ALLGEMEINER STAND DER TECHNIK

**[0001]** Faserverstärkte Kunststoff- (FRP) -Materialien sind in der Luft- und Raumfahrtindustrie aufgrund ihrer hohen spezifischen Festigkeit und hohen spezifischen Steifigkeit weit verbreitet. FRP-Materialien sind Verbundmaterialien, die aus einer Weichharzmatrix und einer hochfesten Faserverstärkung bestehen. Typische Faserverstärkungen umfassen Kohlenstofffasern (CFRP), Glasfasern (GFRP), Kevlarfasern und dergleichen. FRP-Materialien werden häufig in eine Schichtstruktur verarbeitet. FRP-Materialien weisen eine hervorragende Festigkeit in der Ebene, aber eine niedrige interlaminaire Festigkeit auf.

**[0002]** Konventionelles Bohren auch bekannt als „Druckbohren“ ist eine bei Metallen verwendete übliche Praxis. Der Bohrer wird nach unten entlang der Achse des Werkzeugs gedrückt, um ein Loch zu erzeugen. Das Bohren mit diesem Verfahren reduziert eine Seite-zu-Seite-Auslenkung in den Metallschichten. Druckbohr- CFRP -Materialien sind jedoch typischerweise problematisch und eine Faserablösung und andere Schäden stellen ein Problem dar.

**[0003]** Ein Ansatz zum Reduzieren der Faserablösung besteht daraus, einen Orbitalbohrprozess zu verwenden. Orbitalbohren ist ein Vorgang zum Herstellen eines Lochs durch Fräsen, bei dem die Spitze eines Schafffräasers um die Mitte des beabsichtigten Lochs kreist, während er sich um seine eigene Achse dreht und sich in der axialen Richtung bewegt. Orbitalbohren wird auch „Rundfräsen“ oder „Helixinterpolation“ genannt.

**[0004]** Orbitalbohrer werden verwendet, um eine Bearbeitung durch Stapel aus mehreren Arten von Materialien, wie beispielsweise Titan und kohlenstofffaserverstärkter Kunststoff (CFRP), hindurch auszuführen. Da alle diese Materialien eine unterschiedliche Bearbeitungseigenschaften aufweisen, reagieren sie unterschiedlich, wenn sie bearbeitet werden, und machen es schwierig, eine Lochtoleranz über die gesamte Bohrlochtiefe aufrechtzuerhalten. Infolgedessen muss das Loch nach dem Bohren gerieben werden, was die Herstellungskosten erhöht.

**[0005]** Ein Orbitalbohrer ist beispielsweise aus der US 2014/0348604 A1 zu entnehmen.

**[0006]** Aus der US 2013/0294852 A1 ist ein Schneidwerkzeug zu entnehmen, welches zwei in Längsrichtung aufeinanderfolgende Schneidabschnitte mit gegenläufig gewendelten Spannuten aufweist.

**KURZDARSTELLUNG DER ERFINDUNG**

**[0007]** Das Problem des Bohrens durch Stapel von mehreren Arten von Materialien, ohne das Loch reiben zu müssen, wird durch das Bereitstellen eines Orbitalbohrers mit rechtsgängigen spiralförmigen Hohlkehlen, die einen positiven axialen Spanwinkel aufweisen, um die Materialien beim Eintritt (d. h., kreisen in die Materialien) frei zu schneiden, und linksgängigen spiralförmigen Hohlkehlen, die sich hinter den rechtsgängigen spiralförmigen Hohlkehlen befinden und einen positiven axialen Spanwinkel aufweisen, um die Materialien beim Austritt (d. h., kreisend herausbewegen aus den Materialien) frei zu schneiden, gelöst, wodurch die Notwendigkeit eines separaten Reibvorgangs eliminiert wird.

**[0008]** Bei einem Aspekt umfasst ein Schneidwerkzeug einen Bohrabschnitt und einen Schaftabschnitt. Der Bohrabschnitt umfasst eine erste Hohlkehle mit einer rechtsgängigen Spiralkonfiguration mit einer ersten Schneidkante, die einen positiven axialen Spanwinkel für eine positive Schneidwirkung aufweist, während sie kreisend in ein Material eindringt, um ein Loch in dem Material zu bilden, und eine zweite Hohlkehle, die sich hinter der ersten Hohlkehle befindet und eine linksgängige Spiralkonfiguration mit einer zweiten Schneidkante aufweist, die einen positiven axialen Spanwinkel für eine positive Schneidwirkung aufweist, während sie sich kreisend herausbewegt und jegliches Restmaterial in dem Loch aufgrund einer Auslenkung des Schneidwerkzeugs, wenn es kreisend in das Material eindringt, entfernt, wodurch ein separater Reibvorgang eliminiert wird.

**[0009]** Bei einem weiteren Aspekt umfasst ein Orbitalbohrer einen Bohrabschnitt, einen Schaftabschnitt und einen Halsabschnitt zwischen dem Bohrabschnitt und dem Schaftabschnitt. Der Bohrabschnitt umfasst eine erste Hohlkehle mit einer rechtsgängigen Spiralkonfiguration mit einer ersten Schneidkante, die einen positiven axialen Spanwinkel für eine positive Schneidwirkung aufweist, während sie kreisend in ein Material eindringt, um unter Verwendung eines ersten Bohrvorgangs ein Loch in dem Material zu bilden, und eine zweite Hohlkehle umfasst, die sich hinter der ersten Hohlkehle befindet und eine linksgängige Spiralkonfiguration mit einer zweiten Schneidkante aufweist, die einen positiven axialen Spanwinkel für eine positive Schneidwirkung aufweist, während sie sich unter Verwendung eines zweiten Bohrvorgangs kreisend aus dem Material herausbewegt und dadurch jegliches Restmaterial in dem Loch aufgrund einer Auslenkung des Schneidwerkzeugs, wenn es unter Verwendung des ersten Orbitalbohrvorgangs kreisend in das Material eindringt, entfernt, wodurch ein separater Reibvorgang eliminiert wird.

**[0010]** Bei noch einem weiteren Aspekt, ein Verfahren zum Bearbeiten eines Werkstücks unter Verwendung eines Orbitalbohrers, wobei der Orbitalbohrer einen Bohrabschnitt und einen Schaftabschnitt umfasst, wobei der Bohrabschnitt eine erste Hohlkehle, die eine rechtsgängige Spiralkonfiguration mit einer ersten Schneidkante aufweist, die einen positiven axialen Spanwinkel aufweist, und eine zweite Hohlkehle umfasst, die sich hinter der ersten Hohlkehle befindet und eine linksgängige Spiralkonfiguration mit einer zweiten Schneidkante aufweist, die einen positiven axialen Spanwinkel aufweist, wobei das Verfahren umfasst:

Positionieren des Orbitalbohrers in Bezug auf ein Werkstück, um einen Bearbeitungszyklus zu beginnen; und

Bilden eines Lochs in dem Werkstück mit der Schneidkante der ersten Hohlkehle mit der rechtsgängigen Spiralkonfiguration unter Verwendung eines ersten Orbitalbohrvorgangs; und

Bewegen des Orbitalbohrers aus dem Loch in dem Werkstück unter Verwendung eines zweiten Orbitalbohrvorgangs,

wobei Restmaterial aufgrund der Auslenkung des Orbitalbohrers, wenn er unter Verwendung des ersten Orbitalbohrvorgangs das Loch in dem Werkstück bildet, aus dem Loch unter Verwendung der Schneidkante der linksgängigen spiralförmigen Hohlkehlen entfernt wird, wenn der Orbitalbohrer unter Verwendung des zweiten Orbitalbohrvorgangs aus dem Werkstück bewegt wird.

#### KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

**[0011]** Während verschiedene Ausführungsformen der Erfindung veranschaulicht sind, sollten die bestimmten gezeigten Ausführungsformen nicht derart ausgelegt werden, dass sie die Ansprüche begrenzen. Es wird antizipiert, dass verschiedene Änderungen und Modifikationen ausgeführt werden können, ohne vom Umfang dieser Erfindung abzuweichen.

**Fig. 1** ist eine Seitenansicht des Schneideinrichtungsprofils eines Orbitalbohrers zum Bearbeiten durch Stapel aus mehreren Arten von Materialien hindurch gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung;

**Fig. 2** ist eine Seitenansicht eines Orbitalbohrers zum Bearbeiten durch Stapel aus mehreren Arten von Materialien hindurch gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung;

**Fig. 3** ist eine vergrößerte Seitenansicht des Bohrabschnitts des Orbitalbohrers von **Fig. 2**, welche die rechtsgängigen spiralförmigen Hohlkehlen und die linksgängigen spiralförmigen

Hohlkehlen zeigt, die sich hinter den rechtsgängigen spiralförmigen Hohlkehlen befinden;

**Fig. 4** ist eine vergrößerte Endansicht des Orbitalbohrers von **Fig. 2**, welche die rechtsgängigen spiralförmigen Hohlkehlen und die linksgängigen spiralförmigen Hohlkehlen zeigt, die sich hinter den rechtsgängigen spiralförmigen Hohlkehlen befinden;

**Fig. 5** ist ein Schnitt entlang der Linie 5-5 von **Fig. 2** durch die rechtsgängigen spiralförmigen Hohlkehlen; und

**Fig. 6** ist ein Schnitt entlang der Linie 6-6 von **Fig. 2** durch die linksgängigen spiralförmigen Hohlkehlen.

#### AUSFÜHRLICHE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

**[0012]** Nachstehend befinden sich Veranschaulichungen und Erklärungen für eine Version eines Schneidwerkzeugs, wie beispielsweise einem Orbitalbohrer und dergleichen, sowohl mit rechtsgängigen schraubenförmigen oder spiralförmigen Hohlkehlen als auch mit linksgängigen schraubenförmigen oder spiralförmigen Hohlkehlen zum Bearbeiten eines Werkstücks (nicht gezeigt), das aus mehreren Materialien hergestellt ist. Es versteht sich jedoch, dass das Schneidwerkzeug derart konfiguriert sein kann, dass es sich für jede spezifische Anwendung, wie beispielsweise Reiben, Stirnräsen und dergleichen eignet und nicht nur auf das Beispiel in den Veranschaulichungen beschränkt ist.

**[0013]** Die Beschreibung spezifischer Anwendungen herein sollte keine Beschränkung des Umfangs und Ausmaßes des Gebrauchs des Schneidwerkzeugs sein.

**[0014]** Die Annäherungssprache, wie sie hierin überall in der Beschreibung und den Ansprüchen verwendet wird, kann angewendet werden, um irgendeine quantitative Darstellung zu modifizieren, die zulässig variieren könnte, ohne in einer Änderung der grundlegenden Funktion zu resultieren, auf die sie sich bezieht. Dementsprechend soll ein Wert, der durch einen Begriff oder Begriffe wie „ungefähr“, „annähernd“ und „im Wesentlichen“ modifiziert ist, nicht auf den exakten angegebenen Wert begrenzt werden. Zumindest bei einigen Fällen kann die Annäherungssprache der Präzision eines Instruments zum Messen des Werts entsprechen. Hier und in der gesamten Patentschrift und den Ansprüchen können Bereichsgrenzen kombiniert und/oder untereinander ausgetauscht werden und solche Bereiche werden identifiziert und umfassen alle Unterbereiche, die darin enthalten sind, es sei denn, dass Kontext oder Sprache es anderweitig angeben.

**[0015]** Im gesamten Text und den Ansprüchen soll der Gebrauch des Wortes „ungefähr“ in Bezug auf einen Wertebereich (z. B. „ungefähr 22 bis 35 Gew.-%“) sowohl die angegebenen hohen als auch niedrigen Werte modifizieren und reflektiert die Penumbra der Variation, die mit Messung, bedeutsamen Stellen und Austauschbarkeit verbunden ist, alles, wie es von einem Durchschnittsfachmann verstanden wird, den diese Erfindung betrifft.

**[0016]** Zum Zwecke dieser Patentschrift (außer in den Betriebsbeispielen) sollen, sofern nicht anders angegeben, alle Zahlen, die Quantitäten und Bereiche von Bestandteilen, Prozessbedingungen usw. ausdrücken, in allen Fällen als durch den Begriff „ungefähr“ modifiziert verstanden werden. Dementsprechend sind die in dieser Spezifikation und den beigefügten Ansprüchen angegebenen numerischen Parameter Annäherungen, die abhängig von den gewünschten Resultaten variieren können, die mit der vorliegenden Erfindung erlangt werden sollen. Zumindes, und nicht als ein Versuch, die Anwendung der Äquivalenzlehre auf den Umfang der Ansprüche zu begrenzen, sollte jeder numerische Parameter mindestens angesichts der Anzahl an angegebenen signifikanten Stellen und durch Anwenden gewöhnlicher Rundungstechniken ausgelegt werden. Wie in dieser Spezifikation und den angefügten Ansprüchen verwendet, sollen ferner die Singularformen „ein“, „eine“ und „der/die/das“ die Pluralformen einschließen, soweit sie nicht ausdrücklich und eindeutig auf eine Form begrenzt sind.

**[0017]** Ungeachtet dessen, dass die numerischen Bereiche und Parameter, die den breiten Umfang der Erfindung darlegen, Annäherungen sind, werden die in den spezifischen Beispielen dargelegten numerischen Werte so präzise wie möglich berichtet. Jeder numerische Wert enthält jedoch grundsätzlich bestimmte Fehler, die sich zwangsläufig aus der Standardabweichung ergeben, die in den jeweiligen entsprechenden Testmessungen gefunden werden, einschließlich der in dem Messinstrument gefundenen. Es versteht sich außerdem, dass jeder hierin aufgeführte numerische Bereich alle darin zusammengefassten Unterbereiche umfassen soll. Ein Bereich von „1 bis 10“ soll beispielsweise alle Unterbereiche dazwischen einschließlich des aufgeführten Minimalwerts von 1 und des aufgeführten Maximalwerts von 10 umfassen, d. h., ein Bereich mit einem Minimalwert gleich oder größer als 1 und einem Maximalwert gleich oder kleiner als 10. Da die offenbarten numerischen Bereiche kontinuierlich sind, umfassen sie jeden Wert zwischen den Minimal- und Maximalwerten. Soweit es nicht ausdrücklich anders angegeben ist, sind die verschiedenen in dieser Anwendung spezifizierten numerischen Bereiche Annäherungen.

**[0018]** In der folgenden Patentschrift und den Ansprüchen wird auf eine Anzahl an Begriffen Bezug genommen, welche die folgenden Bedeutungen aufweisen.

**[0019]** Die Singularformen „ein“, „eine“ und „der/die/das“ umfassen den Plural es sei denn, dass der Kontext eindeutig etwas anderes diktiert.

**[0020]** „Optional“ bedeutet, dass das anschließend beschriebene Ereignis oder der Umstand erfolgen kann oder auch nicht, und dass die Beschreibung Beispiele umfasst, bei denen das Ereignis erfolgt und Beispiele bei denen es nicht erfolgt.

**[0021]** Wie hierin verwendet, ist eine linke Schneidrichtung (d. h., Linksdrehung) als ein Schneidwerkzeug, wie beispielsweise ein Orbitalbohrer und dergleichen, definiert, das sich vom Schneidende des Werkzeugs aus gesehen im Uhrzeigersinn drehen muss, um zu schneiden.

**[0022]** Wie hierin verwendet, ist eine rechte Schneidrichtung (d. h., Rechtsdrehung) als ein Schneidwerkzeug, wie beispielsweise ein Orbitalbohrer und dergleichen, definiert, das sich vom Schneidende des Werkzeugs aus gesehen im Gegenuhrzeigersinn drehen muss, um zu schneiden.

**[0023]** Wie hierin verwendet, weist eine Hohlkehle eine linksgängige spiralförmige oder schraubenförmige Konfiguration auf, wenn sich die Hohlkehlen von beiden Enden des Schneidwerkzeugs aus gesehen im Gegenuhrzeigersinn von dem Betrachter weg drehen. Die Hohlkehlen mit einer linksgängigen spiralförmigen oder schraubenförmigen Konfiguration schieben die Späne vor dem Schneidwerkzeug her und aus der anderen Seite eines im Werkstück zu bearbeitenden Lochs heraus.

**[0024]** Wie hierin verwendet, weist eine Hohlkehle eine rechtsgängige spiralförmige oder schraubenförmige Konfiguration auf, wenn sich die Hohlkehlen von beiden Enden des Schneidwerkzeugs aus gesehen im Uhrzeigersinn von dem Beobachter weg drehen. Die Hohlkehlen mit einer rechtsgängigen spiralförmigen oder schraubenförmigen Konfiguration ziehen die Späne zur Rückseite des Schneidwerkzeugs und aus dem in dem Werkstück zu bearbeitenden Loch heraus.

**[0025]** Wie hierin verwendet, sind eine Spirale oder mehrere Spiralen eine Art glatte Raumkurve, d. h., eine Kurve in dreidimensionalem Raum. Sie weist die Eigenschaft auf, dass die Tangentenlinie an einem beliebigen Punkt einen konstanten Winkel mit einer feststehenden Linie bildet, die als Achse (d. h., Längsachse) bezeichnet wird.

**[0026]** Unter Bezugnahme auf **Fig. 1**, bei der gleiche Bezugszeichen gleiche Elemente darstellen, ist ein beispielhaftes Schneidwerkzeug für Orbitalbohren bei 10 allgemein gezeigt. Das Schneidwerkzeug 10 der Erfindung ist besonders zum Bearbeiten eines Werkstücks (nicht gezeigt) nützlich. Das Werkstück kann aus einem einzigen oder aus mehreren Materialien mit unterschiedlichen Materialeigenschaften hergestellt sein. Das Werkstück kann beispielsweise eine einzelne Schicht aus kohlenstofffaserverstärktem Kunststoff- (CFRP) -Material oder Metallmaterial sein. Das Werkstück kann bei einem weiteren Beispiel eine Oberschicht aus CFRP-Material und eine Unterschicht aus Metallmaterial, wie beispielsweise Titan und dergleichen, umfassen.

**[0027]** Das Schneidwerkzeug 10 umfasst im Allgemeinen einen festen Körper mit einem Bohrabschnitt 12 an einem Ende 14 (d. h., das vordere Schneidende) und einem Schaftabschnitt 16 am anderen gegenüberliegenden Ende 18 (d. h., das hintere Nichtschneidende). Wie in **Fig. 1** gezeigt, sind der Bohrabschnitt 12 und der Schaftabschnitt 16 sequenziell entlang einer sich in Längsrichtung erstreckenden Drehachse 22 mit dem Bohrabschnitt 12 nahe dem vorderen Schneidende 14 des Orbitalbohrers 10 und dem Schaftabschnitt 16 nahe dem hinteren Nichtschneidende 18 des Orbitalbohrers 10 angeordnet. Das vordere Schneidende 14 kann einen Tellerwinkel 23 umfassen, der zwischen ungefähr zwei (2) Grad bis zu etwa sechs (6) Grad liegen kann. Der Orbitalbohrer 10 kann auch einen Halsabschnitt 20 zwischen dem Bohrabschnitt 12 und dem Schaftabschnitt 16 umfassen. Eine Aufgabe des Halsabschnitts 20 besteht darin, einen Spielraum des Orbitalbohrers 10 während eines Bearbeitungsvorgangs zu ermöglichen. Eine weitere Aufgabe des Halsabschnitts 20 ist es, zu ermöglichen, dass Späne während des Bearbeitungsvorgangs ausgestoßen werden. Gewöhnlich ist der Halsabschnitt 20 derart dimensioniert, dass seine Länge größer ist als die gesamte Dicke des Werkstücks (nicht gezeigt), das zu bearbeiten ist.

**[0028]** Der Bohrabschnitt 12 weist einen Schneiddurchmesser 24 auf, der Halsabschnitt 20 weist einen Halsdurchmesser 26 auf und der Schaftabschnitt 16 weist einen Schaftdurchmesser 28 auf. Im Allgemeinen ist der Halsdurchmesser 26 kleiner als der Schneiddurchmesser 24 und der Schneiddurchmesser 24 kann kleiner als, gleich dem oder größer als der Schaftdurchmesser 28 sein. Der Halsdurchmesser 26 kann beispielsweise ungefähr 65 bis 95 Prozent des Schneiddurchmessers 24 sein und der Schneiddurchmesser 24 kann größer als 50 des Schaftdurchmessers 28 sein. Der Orbitalbohrer 10 kann auch eine Umfangskegelfläche 29 zwischen dem Halsabschnitt 20 und dem Schaftabschnitt 16 umfassen. Es versteht sich jedoch, dass die Kegelfläche 29 weggelassen werden kann und der Halsab-

schnitt 20 und der Schaftabschnitt 16 ungefähr den gleichen Durchmesser aufweisen können.

**[0029]** Wie in den **Fig. 2 bis 4** gezeigt, umfasst der Bohrabschnitt 12 des Orbitalbohrers 10 mindestens eine Hohlkehle 30 mit einer ersten spiralförmigen Konfiguration und mindestens eine Hohlkehle 32, die sich hinter (d. h., zum Schaftabschnitt 16) der mindestens einen Hohlkehle 30 befindet und die eine zweite, unterschiedliche spiralförmige Konfiguration aufweist. Die mindestens eine Hohlkehle 30 weist bei einer Ausführungsform eine rechtsgängige spiralförmige Konfiguration auf und die mindestens eine Hohlkehle 32 weist eine linksgängige spiralförmige Konfiguration auf. Wie früher erwähnt ziehen die Hohlkehlen 30, die eine rechtsgängige spiralförmige Konfiguration aufweisen, die Späne zur Rückseite des Orbitalbohrers 10 und aus dem Loch, das in dem Werkstück (nicht gezeigt) herzustellen ist, und die Hohlkehlen 32, die eine linksgängige spiralförmige Konfiguration aufweisen, schieben die Späne vor dem Orbitalbohrer 10 her und aus der anderen Seite eines in dem Werkstück herzustellenden Lochs heraus. Infolgedessen weist der Orbitalbohrer 10 eine positive Schneidwirkung auf, während er sich während eines Bearbeitungsvorgangs kreisend in das Material hinein- und daraus herausbewegt (d. h., sich zurückzieht).

**[0030]** Bei der veranschaulichten Ausführungsform weist der Orbitalbohrer 10 insgesamt vier (4) Hohlkehlen 30 mit einer rechtsgängigen spiralförmigen Konfiguration und insgesamt vier (4) Hohlkehlen 32 mit einer linksgängigen spiralförmigen Konfiguration auf. Es versteht sich jedoch, dass die Erfindung nicht durch die Gesamtzahl an rechtsgängigen spiralförmigen Hohlkehlen 30 und linksgängigen spiralförmigen Hohlkehlen 32 beschränkt wird, und dass die Erfindung entsprechend unter Verwendung jeder wünschenswerten Anzahl an rechtsgängigen und linksgängigen spiralförmigen Hohlkehlen 30, 32, wie beispielsweise zwei (2), sechs (6), acht (8) und dergleichen praktiziert werden kann, solange der Orbitalbohrer 10 mindestens eine rechtsgängige spiralförmige Hohlkehle 30 und mindestens eine linksgängige spiralförmige Hohlkehle 32 hinter der mindestens einen rechtsgängigen spiralförmigen Hohlkehle 30 aufweist.

**[0031]** Wie in **Fig. 3** gezeigt ist die Schneidkante jeder rechtsgängigen spiralförmigen Hohlkehle 30 in Bezug auf die Längsachse 22 des Orbitalbohrers 10 in einem positiven axialen Spanwinkel 42 gebildet. Bei der veranschaulichten Ausführungsform beträgt der axiale Spanwinkel 42 ca. dreißig (30) Grad. Ähnlich ist die Schneidkante jeder linksgängigen spiralförmigen Hohlkehle 32 in Bezug auf die Längsachse 22 des Orbitalbohrers 10 in einem positiven axialen Spanwinkel 44 gebildet. Bei der veranschaulichten Ausführungsform beträgt der axiale Spanwinkel 44

ca. dreißig (30) Grad. Es ist offensichtlich, dass die Erfindung derart ausgeführt werden kann, dass sich der axiale Spanwinkel 42 der rechtsgängigen spiralförmigen Hohlkehlen 30 von dem axialen Spanwinkel 44 der linksgängigen spiralförmigen Hohlkehlen 32 unterscheidet.

**[0032]** Unter jetziger Bezugnahme auf die **Fig. 5** und **6** definiert jede der vier Hohlkehlen 30 mit der rechtsgängigen spiralförmigen Konfiguration eine Schneidkante 34, die das Werkstück (nicht gezeigt) schneidet, wenn der Orbitalbohrer 10 in das Werkstück eindringt. Ähnlich definiert jede der vier Hohlkehlen 32 mit der linksgängigen spiralförmigen Konfiguration eine Schneidkante 36, die das Werkstück (nicht gezeigt) schneidet, wenn der Orbitalbohrer 10 aus dem Werkstück austritt.

**[0033]** Ein Aspekt der Erfindung ist, dass jede Schneidkante 34 einen positiven radialen Spanwinkel 38 und einen positiven axialen Spanwinkel 42 definiert und jede Schneidkante 36 einen positiven radialen Spanwinkel 40 und einen positiven axialen Spanwinkel 44 definiert. Speziell schneiden die rechtsgängigen spiralförmigen Hohlkehlen 30 mit dem positiven radialen Spanwinkel 38 und dem positiven axialen Spanwinkel 42 die Materialien beim Eintritt (d. h., in die Materialien kreisen) frei und die linksgängigen spiralförmigen Hohlkehlen 32, die sich hinter den rechtsgängigen spiralförmigen Hohlkehlen 30 mit dem positiven radialen Spanwinkel 40 und dem positiven axialen Spanwinkel 44 befinden, schneiden die Materialien beim Austritt (d. h., kreisend aus den Materialien herausbewegen) frei, wodurch die Notwendigkeit eines separaten Reibvorgangs eliminiert wird.

**[0034]** Wie in den **Fig. 5** und **6** gezeigt, weisen alle Hohlkehlen 30, 32 die gleiche Schneidrichtung auf. Insbesondere weisen alle Hohlkehlen 30, 32 des beispielhaften Orbitalbohrers 10 eine rechte Schneidrichtung auf (d. h., eine rechtsgängige Drehbewegung). Der Orbitalbohrer 10 dreht sich daher entgegen dem Uhrzeigersinn in der Richtung R um die Längsachse 22, um vom Schneidende 14 des Orbitalbohrers 10 aus gesehen zu schneiden, wie es in **Fig. 4** gezeigt ist. Es versteht sich jedoch, dass die Erfindung mit den Hohlkehlen 30, 32 mit einer linken Schneidrichtung (d. h., Linksdrehung) praktiziert werden kann, sodass sich der Orbitalbohrer 10 vom Schneidende 14 aus gesehen zum Schneiden im Uhrzeigersinn dreht.

**[0035]** Im Betrieb ist der Orbitalbohrer 10 an einem gewünschten Ort positioniert, um den Bearbeitungszyklus zu beginnen. An diesem Ort ist die zentrale Längsachse 22 des Orbitalbohrers 10 im Wesentlichen mit einem Loch (nicht gezeigt) ausgerichtet, das in einem Werkstück herzustellen ist. Das Werkstück kann beispielsweise ein einzelnes Material

oder ein Verbundmaterial mit zwei oder mehr Schichten aus Material mit unterschiedlichen Materialeigenschaften umfassen. Das Werkstück kann beispielsweise eine Oberschicht aus kohlenstofffaserverstärkten Kunststoff- (CFRP)-Material und eine Unterschicht aus Metallmaterial, wie beispielsweise Titan und dergleichen, umfassen.

**[0036]** Sobald es im Wesentlichen ausgerichtet ist, wird mit dem Bohrabschnitt 12 des Orbitalbohrers 10 unter Verwendung eines Orbitalbohrvorgangs (Helixinterpolation oder kreisförmig) ein Loch in dem Werkstück (nicht gezeigt) hergestellt. Bei dem Orbitalbohrvorgang wird die zentrale Längsachse 22 des Orbitalbohrers 10 in einer spiralförmigen oder kreisförmigen Richtung um eine Mittelachse des Lochs bewegt. Das Loch kann nur am Eintritt den vollen Durchmesser aufweisen oder zu einem vollständigen Durchmesser fertiggestellt sein oder es kann einen abzuschließenden Bestand am Innendurchmesser (ID) des Lochs aufweisen. Zu beachten ist, dass während des Orbitalbohrvorgangs das Entfernen des Materials unter Verwendung der Schneidkanten 34 der rechtsgängigen spiralförmigen Hohlkehlen 30 des Bohrabschnitts 12 des Orbitalbohrers 10 erreicht wird, welche die Späne zur Hinterseite des Orbitalbohrers 10 und aus dem Loch herausziehen, wodurch eine Beschädigung des Materials verhindert wird.

**[0037]** Dann wird der Orbitalbohrer 10 aus dem Loch im Werkstück herausbewegt (d. h., erneut unter Verwendung eines Orbitalbohrvorgangs zurückgezogen), sodass die Schneidkanten 36 der linksgängigen spiralförmigen Hohlkehlen 32 jedes Restmaterial in dem Loch bis zum Fertigdurchmesser entfernen, wodurch der Reibvorgang, der bei der Verwendung konventioneller Orbitalbohrer erforderlich ist, eliminiert wird. Es sollte beachtet werden, dass die Hohlkehlen 32 mit einer linksgängigen spiralförmigen Konfiguration die Späne vor dem Orbitalbohrer 10 her und aus der anderen Seite eines Lochs, das in dem Werkstück herzustellen ist, herauschieben, wodurch jeglicher Schaden an dem Werkstück verhindert wird. An diesem Punkt ist der Bearbeitungsvorgang abgeschlossen.

**[0038]** Wie vorstehend erwähnt, kann das Werkstück ein Verbundmaterial mit zwei von mehr Schichten aus Material mit unterschiedlichen Materialeigenschaften umfassen. In diesem Fall wird der Orbitalbohrer 10 weiter unter Verwendung eines Orbitalbohrvorgangs in das Werkstück bewegt, bis der Bohrabschnitt 12 vollständig durch alle Materialschichten des Werkstücks gebohrt ist. Zu beachten ist, dass die Schneidkanten 34 der rechtsgängigen spiralförmigen Hohlkehlen 30 des Bohrabschnitts 12 des Orbitalbohrers 10 verwendet werden, wenn der Orbitalbohrer 10 in das Werkstück bewegt wird, welche die Späne zu der Hinterseite des Orbitalboh-

gers 10 und aus dem Loch heraus ziehen, wodurch ein Schaden an dem Werkstück verhindert wird.

**[0039]** Dann wird der Orbitalbohrer 10 unter Verwendung eines Orbitalbohrvorgangs in einer spiralförmigen oder kreisförmigen Richtung um die Mittelachse des Lochs von dem Werkstück wegbewegt. Wenn der Orbitalbohrer 10 von dem Werkstück wegbewegt wird, entfernen die Schneidkanten 36 der linksgängigen spiralförmigen Hohlkehlen 32 jedes Restmaterial bis zum fertigen Durchmesser, wodurch der Reibvorgang, der bei der Verwendung konventioneller Orbitalbohrer erforderlich ist, eliminiert wird. Es sollte beachtet werden, dass die Hohlkehlen 32 mit einer linksgängigen spiralförmigen Konfiguration die Späne vor dem Orbitalbohrer 10 her und aus der anderen Seite eines Lochs, das in dem Werkstück herzustellen ist, heraus schieben, wodurch ein Schaden an dem Werkstück verhindert wird. An diesem Punkt ist der Bearbeitungsvorgang abgeschlossen.

**[0040]** Wie vorstehend beschrieben stellen die eine oder die mehreren rechtsgängigen spiralförmigen Hohlkehlen 30 mit einem positiven radialen Spanwinkel 38 und einer positiven axialen Neigung 42 während des Einsenkens des Orbitalbohrers 10 in das Werkstück eine positive Schneidwirkung bereit, und die eine oder die mehreren linksgängigen spiralförmigen Hohlkehlen 32 mit einem positiven radialen Spanwinkel 40 und einer positiven axialen Neigung 44, die sich hinter den rechtsgängigen spiralförmigen Hohlkehlen 30 befinden, stellen während des Zurückziehens des Orbitalbohrers 10 aus dem Werkstück eine positive Schneidwirkung bereit.

### Patentansprüche

1. Schneidwerkzeug (10) zum Bilden eines Lochs in einem Material, umfassend: einen Bohrabschnitt (12); und einen Schaftabschnitt (16), wobei der Bohrabschnitt (12) eine erste Hohlkehle (30) mit einer rechtsgängigen Spiralkonfiguration mit einer ersten Schneidkante (34), die einen positiven axialen Spanwinkel (42) für eine positive Schneidwirkung aufweist, während sie kreisend in ein Material eindringt, um ein Loch in dem Material zu bilden, und eine zweite Hohlkehle (32) umfasst, die sich hinter der ersten Hohlkehle (30) befindet und eine linksgängige Spiralkonfiguration mit einer zweiten Schneidkante (36), die einen positiven axialen Spanwinkel (44) für eine positive Schneidwirkung aufweist, während sie sich kreisend herausbewegt und jegliches Restmaterial in dem Loch aufgrund einer Auslenkung des Schneidwerkzeugs (10), wenn es kreisend in das Material eindringt, entfernt, wodurch ein separater Reibvorgang eliminiert wird,

wobei die erste Hohlkehle (30) und die zweite Hohlkehle (32) die gleiche Schneidrichtung aufweisen.

2. Schneidwerkzeug (10) nach Anspruch 1, wobei sowohl die erste Hohlkehle (30) als auch die zweite Hohlkehle (32) eine rechte Schneidrichtung aufweisen.

3. Schneidwerkzeug (10) nach Anspruch 1, wobei sowohl die erste Schneidkante (34) der ersten Hohlkehle (30) als auch die zweite Schneidkante (36) der zweiten Hohlkehle (32) einen positiven radialen Spanwinkel (38, 40) aufweisen.

4. Schneidwerkzeug (10) nach Anspruch 1, wobei der Bohrabschnitt (12) einen Durchmesser (24) aufweist, der kleiner ist als ein Durchmesser (28) eines Schaftabschnitts (16).

5. Schneidwerkzeug (10) nach Anspruch 1, ferner umfassend einen Halsabschnitt (20) zwischen dem Bohrabschnitt (12) und dem Schaftabschnitt (16).

6. Schneidwerkzeug (10) nach Anspruch 5, wobei der Halsabschnitt (20) einen Durchmesser (26) aufweist, der kleiner ist als ein Durchmesser (24) des Bohrabschnitts (12).

7. Schneidwerkzeug (10) nach Anspruch 4, ferner umfassend eine Kegelfläche zwischen dem Halsabschnitt (20) und dem Schaftabschnitt (16).

8. Schneidwerkzeug (10) nach Anspruch 1, ferner umfassend eine Umfangskegelfläche zwischen dem Halsabschnitt (20) und dem Schaftabschnitt (16).

9. Schneidwerkzeug (10) nach Anspruch 1, wobei das Schneidwerkzeug (10) einen Orbitalbohrer umfasst.

10. Schneidwerkzeug (10) nach Anspruch 1, wobei das Material ein Verbundmaterial aus kohlenstoffaserverstärktem Kunststoff (CFRP) und einem Metallmaterial umfasst.

11. Orbitalbohrer, umfassend: einen Bohrabschnitt (12); und einen Schaftabschnitt (16); und einen Halsabschnitt (20) zwischen dem Bohrabschnitt (12) und dem Schaftabschnitt (16), wobei der Bohrabschnitt (12) eine erste Hohlkehle (30) mit einer rechtsgängigen Spiralkonfiguration mit einer ersten Schneidkante (34) aufweist, die einen positiven axialen Spanwinkel (40) für eine positive Schneidwirkung aufweist, während sie kreisend in ein Material eindringt, um unter Verwendung eines ersten Bohrvorgangs ein Loch in dem Material zu bilden, und eine zweite

Hohlkehle (32) umfasst, die sich hinter der ersten Hohlkehle (30) befindet und eine linksgängige Spiralkonfiguration mit einer zweiten Schneidkante (36) aufweist, die einen positiven axialen Spanwinkel (44) für eine positive Schneidwirkung aufweist, während sie sich unter Verwendung eines zweiten Bohrvorgangs kreisend aus dem Material herausbewegt, wobei die erste Hohlkehle (30) und die zweite Hohlkehle (32) die gleiche Schneidrichtung aufweisen, und dabei jegliches Restmaterial in dem Loch aufgrund einer Auslenkung des Schneidwerkzeugs (10), wenn es unter Verwendung des ersten Orbitalbohrvorgangs kreisend in das Material eindringt, entfernt, wodurch ein separater Reibvorgang eliminiert wird.

12. Orbitalbohrer nach Anspruch 11, wobei sowohl die erste Hohlkehle (30) als auch die zweite Hohlkehle (32) eine rechte Schneidrichtung aufweisen.

13. Orbitalbohrer nach Anspruch 11, wobei sowohl die erste Schneidkante (34) der ersten Hohlkehle (30) als auch die zweite Schneidkante (36) der zweiten Hohlkehle (32) einen positiven radialen Spanwinkel (40) aufweisen.

14. Orbitalbohrer nach Anspruch 11, wobei der Bohrabschnitt (12) einen Durchmesser (24) aufweist, der kleiner ist als ein Durchmesser (28) eines Schaftabschnitts (16).

15. Orbitalbohrer nach Anspruch 11, wobei der Halsabschnitt (20) einen Durchmesser (26) aufweist, der kleiner ist als ein Durchmesser (24) des Bohrabschnitts (12).

16. Orbitalbohrer nach Anspruch 11, ferner umfassend eine Kegelfläche (29) zwischen dem Halsabschnitt (20) und dem Schaftabschnitt (16).

17. Orbitalbohrer nach Anspruch 11, ferner umfassend eine Umfangskegelfläche zwischen dem Halsabschnitt (20) und dem Schaftabschnitt (16).

18. Orbitalbohrer nach Anspruch 11, wobei das Material ein Verbundmaterial aus kohlenstoffaserverstärktem Kunststoff (CFRP) und einem Metallmaterial umfasst.

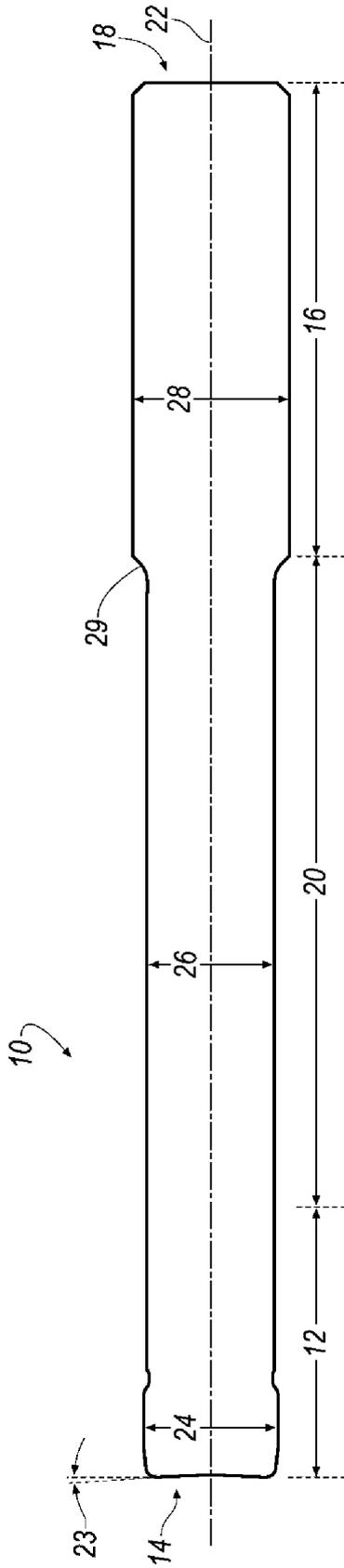
19. Verfahren zum Bearbeiten eines Werkstücks unter Verwendung eines Orbitalbohrers, wobei der Orbitalbohrer einen Bohrabschnitt (12) und einen Schaftabschnitt (16) umfasst, wobei der Bohrabschnitt (12) eine erste Hohlkehle (30), die eine rechtsgängige Spiralkonfiguration mit einer ersten Schneidkante (34), die einen positiven axialen Spanwinkel (42) aufweist, und eine zweite Hohlkehle (32), die sich hinter der ersten Hohlkehle

(30) befindet und eine linksgängige Spiralkonfiguration mit einer zweiten Schneidkante (36) aufweist, die einen positiven axialen Spanwinkel (44) aufweist, umfasst, wobei die erste Hohlkehle (30) und die zweite Hohlkehle (32) die gleiche Schneidrichtung aufweisen und wobei das Verfahren umfasst: Positionieren des Orbitalbohrers in Bezug auf ein Werkstück, um einen Bearbeitungszyklus zu beginnen; und

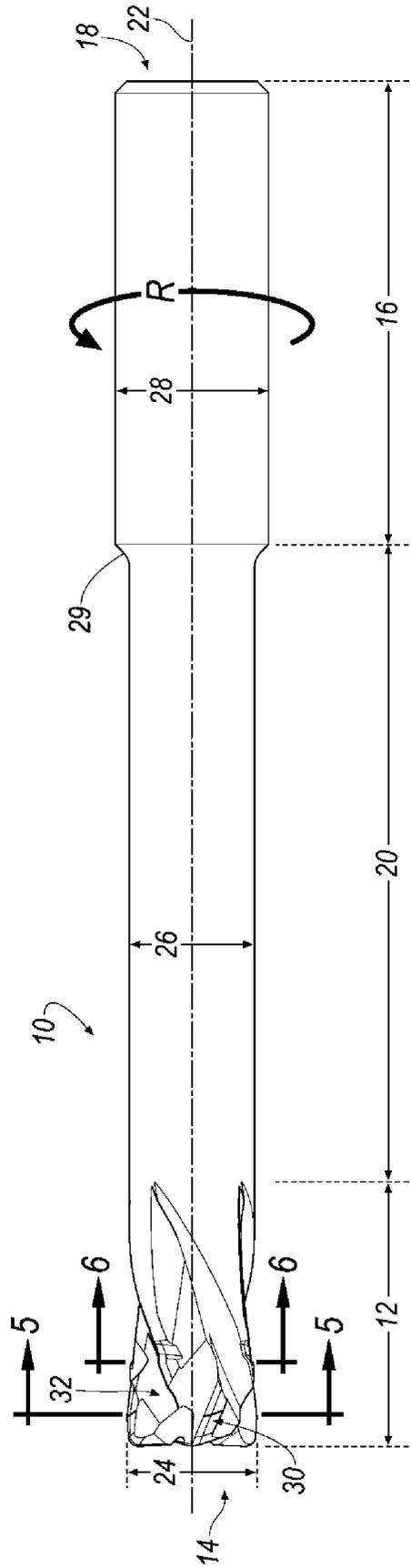
Bilden eines Lochs in dem Werkstück mit der Schneidkante (34) der ersten Hohlkehle (30) mit der rechtsgängigen Spiralkonfiguration unter Verwendung eines ersten Orbitalbohrvorgangs; und Bewegen des Orbitalbohrers aus dem Loch in dem Werkstück unter Verwendung eines zweiten Orbitalbohrvorgangs, wobei Restmaterial aufgrund der Auslenkung des Orbitalbohrers, wenn er unter Verwendung des ersten Orbitalbohrvorgangs das Loch in dem Werkstück bildet, unter Verwendung der Schneidkante (36) der linksgängigen spiralförmigen Hohlkehlen (32) aus dem Loch entfernt wird, wenn der Orbitalbohrer unter Verwendung des zweiten Orbitalbohrvorgangs aus dem Werkstück herausbewegt wird.

Es folgen 3 Seiten Zeichnungen

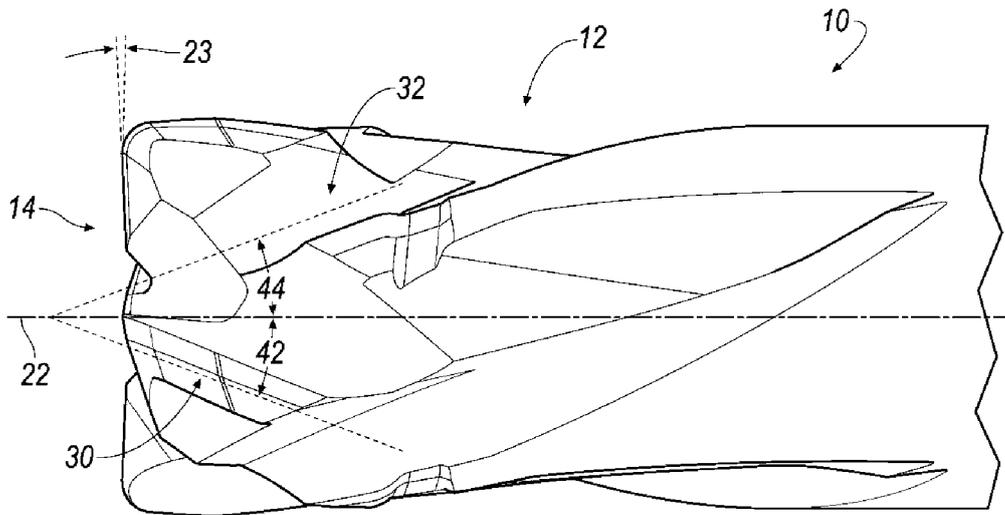
Anhängende Zeichnungen



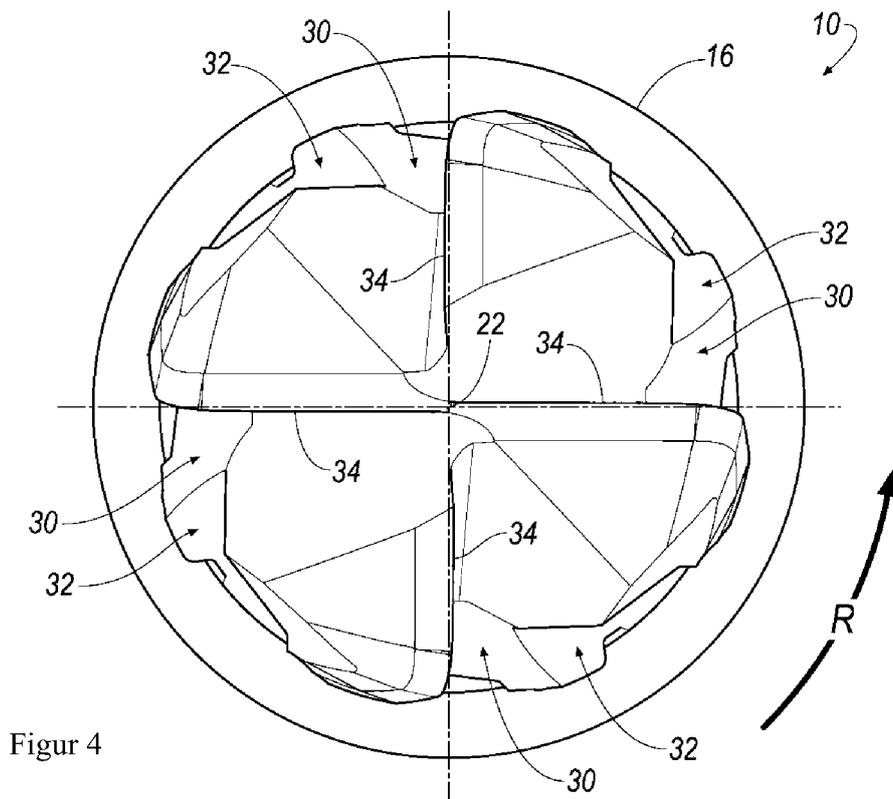
Figur 1



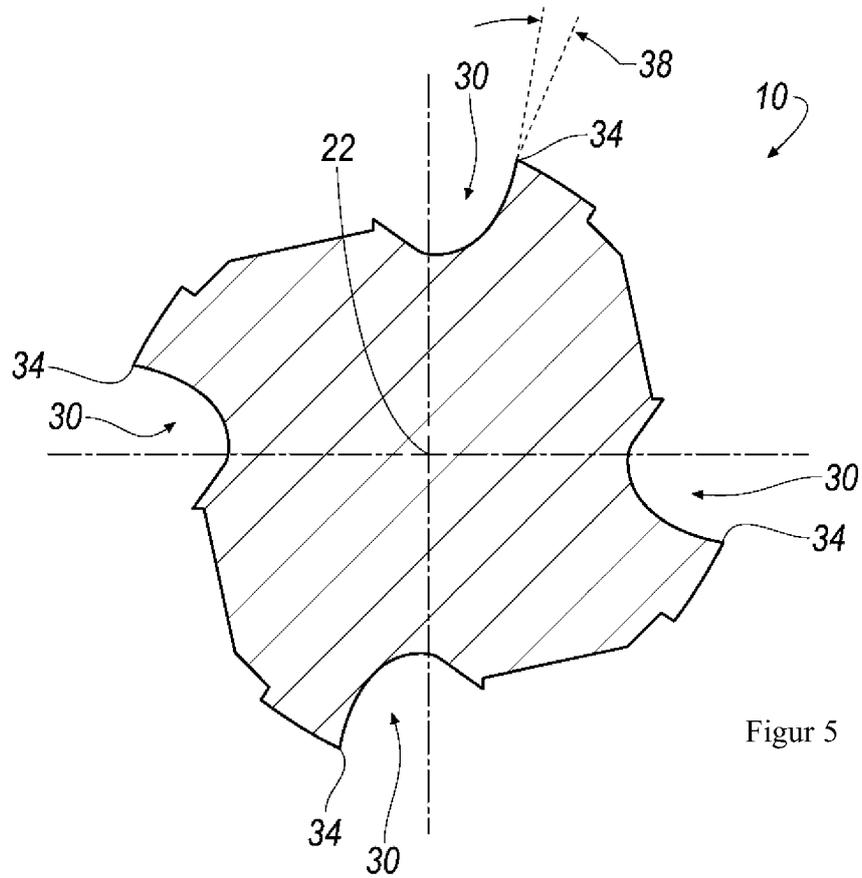
Figur 2



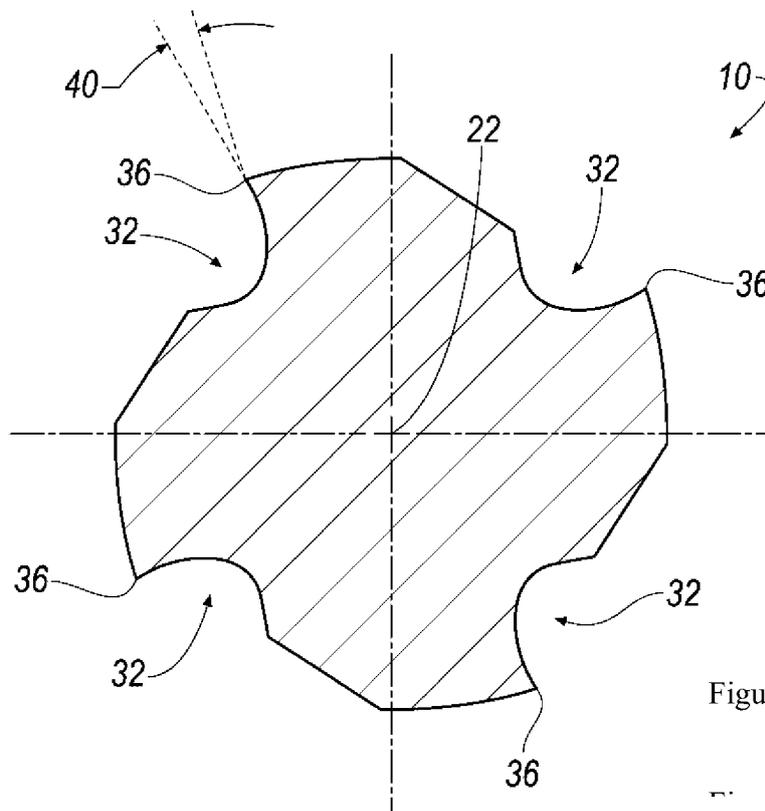
Figur 3



Figur 4



Figur 5



Figur 6