

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Werkzeug zum Herstellen eines Gewindes umfassend einen Werkzeugschaft, der dazu ausgelegt ist, das Werkzeug in einer Werkzeugaufnahme einer Werkzeugmaschine aufzunehmen, wobei der Werkzeugschaft eine Längsachse aufweist, und einen Werkzeugkopf, der sich an den Werkzeugschaft anschliesst und in mindestens einem einzigen, zur Längsachse senkrecht stehenden Umfangskreis wenigstens einen Schneidzahn mit jeweils zwei geradlinigen Schneidflanken aufweist.

[0002] Darüber hinaus betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Fräsen eines Gewindes mit einem solchen Werkzeug. Im Folgenden wird das Werkzeug auch zur Verbesserung der Klarheit zuweilen als «Gewindefräser» bezeichnet, was jedoch nicht zwingend als Einschränkung zu verstehen ist.

[0003] Werkzeuge zur Fertigung von Gewinden sind im Stand der Technik bekannt. Der Fachmann wählt bei verschiedenen Fertigungsverfahren, z.B. Gewindebohren, Gewindeschneiden, Gewindedrehen oder Gewindefräsen, jeweils unterschiedliche Werkzeuge aus.

[0004] Werkzeuge der eingangs genannten Art sind beispielsweise aus der JP 2007-105 819 A und der DE 20 2007 010 616 U1 bekannt geworden.

[0005] Oftmals müssen die eingebrachten Gewinde hochpräzise sein, insbesondere bei Anwendungen im Medizin- und Dentalbereich, und/oder bei sehr kurzer Gewindelänge. Die Präzision bei Innengewinden betrifft dabei insbesondere die Toleranzen für die Zylindrizität und die Toleranzen bei den Abmessungen der eingebrachten Nuten. Die Präzision wird aber auch durch Grate beeinflusst, da beim Einschrauben eines Gegenstandes in das Gewinde Teile der Grate abbrechen und dadurch Werkstoffspäne in dem Gewinde lösen können.

[0006] Die vorliegende Erfindung liegt auf dem technischen Gebiet des Einbringens eines Gewindes in ein Werkstück mittels Gewindefräsen oder zumindest einem ähnlich wirkenden spanabhebenden Verfahren.

[0007] Beim Gewindefräsen dreht sich das Werkzeug um seine mittlere Längsachse und zusätzlich noch um eine weitere Achse exzentrisch zu dieser Längsachse relativ zu dem betreffenden Werkstück. Gewindefräser können eingängig sein, d.h., dass sich ein oder mehrere Schneidzähne auf einem einzigen Umfangskreis des Werkzeugkopfes befinden, oder mehrgängig sein, d.h., dass sich Schneidzähne auf mindestens zwei parallel verlaufenden Umfangskreisen eines Werkzeugkopfes befinden. Bei mehrgängigen Gewindefräsern ist in der Regel das Negativ des zu formenden Gewindes auf dem Fräskopf ausgebildet, was eine Gratbildung im oder am Gewinde reduzieren kann.

[0008] In Fig. 1 ist ein solcher Umfangskreis anhand einer perspektivischen Abbildung eines Gewindefräasers und zweier Seitenansichten dargestellt. Bei eingängigen Gewindefräsern liegt die Mittelsenkrechte aller Schneidzähne auf einem einzigen Umfangskreis (siehe insbesondere die Abbildung unten rechts in Fig. 1).

[0009] Bei der Herstellung eines Gewindes führen die um ihre Längsachse rotierenden Gewindefräser zusätzlich insbesondere eine helikale Bewegung aus, wobei der Gewindefräser und das Werkstück relativ zueinander eine laterale Bewegung ausführen, so dass das Gewinde entsteht. Es ist an Stelle der helikalen Bewegung auch möglich, dass das Werkstück exzentrisch zur Rotationsachse des Gewindefräasers rotiert.

[0010] Ein Nachteil der Gewindefräser bzw. der dazu benutzten Wendeplatten nach dem Stand der Technik ist die oben genannte Ausformung von Graten in den Gewinden nach dem Einbringen, insbesondere bei der Verwendung eingängiger Gewindefräser oder eingängiger Wendeplatten.

[0011] Aufgabe der vorliegenden Erfindung war es, die Nachteile des Standes der Technik zu überwinden und ein Werkzeug zum Herstellen eines Gewindes und ein Verfahren zum Herstellen eines Gewindes zur Verfügung zu stellen, das in der Lage ist, ein nahezu gratfreies Gewinde zu erzeugen.

[0012] Diese Aufgabe wird durch ein Werkzeug der eingangs genannten Art erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass an jede der Schneidflanken des zumindest einen Schneidzahnes eine Längsschneide angrenzt, welche konvex oder konkav gebogen ist oder aus mindestens zwei geradlinigen Teilschneiden besteht, wobei die erste Teilschneide gegenüber der Längsachse des Werkzeugs parallel verläuft, wobei an diese erste Teilschneide eine weitere Teilschneide grenzt, die gegenüber einer zur Längsachse des Werkzeugs parallelen Achse um einen Neigungswinkel von zwischen 2° und 5.5° zur Längsachse hin geneigt ist.

[0013] Bei metrischen Gewinden nach DIN 13 entspricht die minimale Länge der betreffenden Teilschneide, $1/8$ der herzustellenden Gewindesteigung. An diese Teilschneide grenzt eine weitere Teilschneide, die gegenüber einer zur Längsachse des Gewindefräasers parallelen Achse um einen Winkel von ungefähr 2° – 5.5° zur Längsachse hin geneigt ist. Die Längsschneide hat somit einen quasi konvexen Verlauf.

[0014] Dies hat den Vorteil, dass mit zunehmendem Abstand zur betreffenden Schneidflanke die Längsschneide sich von der zu fräsenden Oberfläche entfernt und nicht einen bereits gefrästen Teil beschädigen kann. Es entsteht auf diese Weise automatisch eine Freistellung am Ende der Längsschneide. Die erste Teilschneide kann in diesem Falle auch als Formschneide bezeichnet werden, zumindest, wenn sie zum Schneiden der Form des Gewindes verwendet werden soll. Die weitere Teilschneide, die unter Umständen aufgrund der Herstellungsart des Werkzeugs bzw. der Fertigungsverfahren als

Schneide ausgebildet ist, jedoch bei der Herstellung der mit diesem Werkzeug herstellenden Gewinde keine formgebende Wirkung am Gewinde hat, könnte auch als Freischneide bezeichnet werden.

[0015] Dabei ist zu berücksichtigen, dass es von Vorteil sein kann, die Länge der Formschnelden, die unmittelbar jeweils an die beiden Schneidflanken anschliessen, aufeinander abzustimmen. Darunter ist zu verstehen, dass zu berücksichtigen ist, dass die an die in Vorschubrichtung nacheilende Schneidflanke anschliessende Formschneide den Übergangsbereich zwischen dieser Schneidflanke und dem Kerndurchmesser bzw. die zwischen den beiden Flanken angeordnete Übergangsfläche des Gewindeganges, die den Kerndurchmesser zumindest tangiert – also jener Bereich, der durch die vorauseilende Schneidflanke und der an diese anschliessende Formschneide bereits bearbeitet wurde – nicht mehr verändert wird. Das Werkzeug ist insbesondere ein Gewindefräser oder ein Drehwerkzeug für Innengewinde. Es ist eingängig oder mehrgängig ausgelegt, wobei die Eingängigkeit bevorzugt ist. In einer bevorzugten Ausführungsform weist dieses Werkzeug statt einem starr mit diesem Werkzeug verbundenen Werkzeugkopf einen abnehmbaren Werkzeugkopf bzw. Schneideinsatz, insbesondere eine Wendeplatte, auf.

[0016] Die Längsachse des Werkzeugschaftes ist in der Regel die Achse der längsten räumlichen Ausdehnung des Werkzeugs. Im Falle von Gewindefräsern ist dies insbesondere die Achse, um die der Gewindefräser während seiner Benutzung rotiert. Im Falle eines Gewindedrehers ist es insbesondere diejenige Achse, die dem Zug des Gewindes folgt.

[0017] Der Schneidzahn umfasst die beiden Schneidflanken. Dabei wird die dem Werkzeugschaft abgewandte Schneidflanke in der Regel als «Vorauseilende Schneidflanke» und die dem Werkzeugschaft zugewandte als «Nacheilende Schneidflanke» bezeichnet. Ein solcher Schneidzahn kann die Form eines geometrischen Prismas haben (mit der Basisfläche als eine Seitenfläche) oder sich auch konisch nach oben hin verjüngen.

[0018] Im Falle einer gekrümmten Längsschneide liegt der Radius der Krümmung zwischen 0.1 und 10 mm.

[0019] Bevorzugt liegt die Länge jeder Teilschneide zwischen 1/10 und dem 10fachen einer einer Zahnbreite entsprechenden Basisbreite der aus den Schneidflanken gebildeten Schneide des Werkzeugs, insbesondere zwischen 1/4 und dem 4fachen dieser Basisbreite.

[0020] Gemäss einer bevorzugten Ausführungsform kann die erste Teilschneide eine vorbestimmte Länge aufweisen, die im Minimum der halben Distanz der Länge der am Kerndurchmesser des herzustellenden Gewindes sich befindenden, zur Gewindeachse parallelen Gerade entspricht.

[0021] Das erfindungsgemässe Verfahren zum Herstellen eines Innengewindes mit bestimmtem Kerndurchmesser in einem Werkstück mit einem erfindungsgemässen Werkzeug umfasst die Schritte:

- Herstellen eines Lochs in dem Werkstück mit einem vorbestimmten tiefer gewählten Bohrungsdurchmesser als dem Kerndurchmesser des herzustellenden Innengewindes,
- Vorfräsen des herzustellenden Innengewindes mit dem Gewindefräser derart, dass nur die Schneidflanken des Gewindefräasers über ihre gesamte Länge mit dem Werkstück in Eingriff gelangen,
- Fertigfräsen des herzustellenden Innengewindes mit demselben Gewindefräser, der auch zum Vorfräsen verwendet wurde, derart, dass nunmehr auch die zu den Schneidflanken angrenzenden Schnelden und gegebenenfalls Teil- oder Formschnelden, zum Erreichen des vorbestimmten Kerndurchmessers, in Eingriff gelangen.

[0022] In einer bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens wird der Gewindefräser auf einer helikalen Bahn entsprechend dem herzustellenden Gewinde bewegt.

[0023] Gemäss einer weiteren vorteilhaften Ausführungsform wird das Werkstück um eine zur Längsachse des Werkzeugs parallelen Achse dreht, während gleichzeitig das Werkzeug um die Längsachse rotiert und in Richtung der Längsachse entsprechend der vorbestimmten Steigung des herzustellenden Gewindes bewegt.

[0024] Zum besseren Verständnis der Erfindung wird diese anhand der nachfolgenden Figuren näher erläutert.

Fig. 1 zeigt einen Fräskopf mit einem eingezeichneten Umfangskreis und den Mittelschichten der Schneidzähne in schaubildlicher, schematischer Darstellung;

Fig. 2 zeigt schematisch einen Gewindefräser in Seitenansicht;

Fig. 3 zeigt schematisch den Fräskopf eines Gewindefräasers mit gekrümmten Längsschnelden in Seitenansicht;

Fig. 4 zeigt schematisch den Fräskopf eines Gewindefräasers mit geradlinigen Teilschnelden in Seitenansicht;

Fig. 5 zeigt schematisch einen Schneidzahn des Fräskopfes mit angrenzenden konvex gekrümmten Längsschnelden;

Fig. 6 zeigt schematisch einen Schneidzahn des Fräskopfes mit angrenzenden quasi konvex verlaufenden Teilschnelden;

Fig. 7 zeigt schematisch einen Schneidzahn des Fräskopfes mit angrenzenden quasi konkav verlaufenden Teilschnelden;

Fig. 8 zeigt schematisch einen Teil eines Werkstückes mit einem in Eingriff mit diesem befindlichen Schneidzahn des Fräskopfes in Seitenansicht geschnitten.

[0025] Einführend sei festgehalten, dass in den unterschiedlich beschriebenen Ausführungsformen gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen versehen werden, wobei die in der gesamten Beschreibung enthaltenen Offenbarungen sinngemäss auf gleiche Teile mit gleichen Bezugszeichen bzw. gleichen Bauteilbezeichnungen übertragen werden können.

[0026] Jede der Längsschneiden 5, 6 ist in den Fig. 6 bis 8 aus Teilschneiden 7, 8 bzw. 9 und 10 zusammengesetzt, wobei der Übersicht halber das Referenzzeichen für den Zusammenschluss aus 7, 8 und 6 für den Zusammenschluss von 9 und 10 nicht mehr aufgeführt sind.

[0027] Des Weiteren sind die in der Beschreibung gewählten Lageangaben, wie z.B. oben, unten, seitlich usw. auf die unmittelbar beschriebene sowie dargestellte Figur bezogen und sind diese Lageangaben bei einer Lageänderung sinngemäss auf die neue Lage zu übertragen.

[0028] Fig. 1 zeigt einen perspektivisch dargestellten eingängigen Fräskopf 3 mit einem eingezeichneten Umfangskreis 4. Deutlich ist zu erkennen, dass dessen Schneidzähne 11 alle auf den einzigen Umfangskreis 4 liegen. Der Umfangskreis 4 steht senkrecht zu einer Längsachse 12 eines Werkzeugs bzw. des Gewindefräasers 1.

[0029] In Fig. 2 ist der komplette Gewindefräser 1 in Seitenansicht schematisch dargestellt. Der Werkzeugschaft 2 befindet sich dabei rechts im Bild, die mittlere Längsachse 12 verläuft von rechts nach links und der Werkzeugkopf bzw. Fräskopf 3 ist mit einer mit A gekennzeichneten Ellipse umringt.

[0030] Fig. 3 und 4 zeigen bevorzugt gestaltete Fräsköpfe 2 als eine Vergrösserung des vorangehend mit A bezeichneten Teils. Der in den Ansprüchen näher ausgeführte Bereich um einen Schneidzahn des Fräskopfes 3 herum ist als Bereich B von einer weiteren Ellipse umringt. Deutlich ist hier anhand des senkrechten Striches, welcher den Umfangskreis 4 aus dieser Perspektive darstellt, die Orthogonalität des Umfangskreises 4 zur Längsachse 12 zu erkennen.

[0031] Fig. 5 bis 8 zeigen eine Vergrösserung des Bereichs B der Fig. 3 bzw. 4. Der Vergrösserungsfaktor bezüglich Fig. 2 kann ungefähr als das 300fache angenommen werden. Im Zentrum dieser Abbildungen ist ein aus zwei Schneidflanken 14 und 15 gebildeter Schneidzahn 11 des Fräskopfes 3 zu sehen, wobei die bei der Herstellung des Gewindes in Vorschubrichtung 13 vorausseilende Schneidflanke 14 links und die nacheilende Schneidflanke 15 rechts im Bild dargestellt ist. Die Schneidflanken 14, 15 stehen unter einem Winkel 16 zueinander, der in der Zeichnung ungefähr 60° beträgt. Links und rechts von den Schneidflanken 14, 15 erstrecken sich Längsschneiden 5, 6. Üblicherweise ist dieser Winkel bei der Herstellung von Normgewinden vordefiniert.

[0032] Dabei stellt Fig. 5 den Fall konvex gekrümmter Längsschneiden 5 und 6 dar. Deutlich ist zu erkennen, dass die Längsschneiden 5 und 6 zunächst nahezu parallel zu der Längsachse 12 des Gewindefräasers ausgerichtet sind, die unter dem Schneidzahn 11 von rechts nach links verlaufen würde, und sich dann zu der Längsachse hin biegen. Die Längsschneiden können unterschiedlicher Belastung ausgesetzt sein oder unterschiedliche Formen aufweisen, daher werden die vorausseilende Längsschneide 5 und die nacheilende Längsschneide 6 mit unterschiedlichen Referenzzeichen benannt.

[0033] Fig. 6 zeigt den Fall eines Fräskopfes 3, bei dem die Längsschneide 5, 6 quasi konvex verläuft. Dies wird durch Anordnung der zwei Teilschneiden 7 und 8 bzw. 9 und 10 erreicht, die zusammen diese Längsschneide 5 oder 6 ergeben würden. Die erste Teil- und/oder Formschneide, 7 bzw. 9, verläuft dabei parallel zur Längsachse 12, die zweite Teilschneide, 8 bzw. 10 – die auch die Funktion einer Freistellung erfüllen kann – ist von einem Neigungswinkel 18 zur Längsachse 12 hin geneigt.

[0034] Fig. 7 zeigt den Fall eines Fräskopfes 3, bei dem die Längsschneiden 5, 6 quasi konkav verlaufen. Dies wird durch Anordnung der zwei Teilschneiden 7 und 8 bzw. 9 und 10 erreicht, die zusammen diese Längsschneide 5, 6 bilden. Die erste Teilschneide, 7 bzw. 9, verläuft dabei beispielsweise unter einem Neigungswinkel 19 zum Beispiel von 6° zur Längsachse 12, die zweite Teilschneide, 8 bzw. 10 – die auch die Funktion einer Freistellung erfüllen kann – neigt sich mit einem Neigungswinkel 18 von zum Beispiel nur noch 4° zur Längsachse hin.

[0035] Fig. 8 zeigt schematisch in Seitenansicht geschnitten ein Werkstück 17, in welches ein Gewinde 20 mit dem Gewindefräser 1 gefräst wird. Aus dieser Darstellung ist ersichtlich, dass die dreidimensionale Gestaltung des Schneidzahns 11 bzw. der Schneidzähne der tatsächlichen Gewindeform hinsichtlich der Ausgestaltung des Gewindegrundes und einer einen Teil des Kerndurchmessers 21 bildenden Stirnfläche 22 bzw. die zumindest den Kerndurchmesser 21 tangierende Stirnfläche gebildet wird. Im vorliegenden Ausführungsbeispiel weist die Stirnfläche 22 eine Zahnbreite 23 auf, die mit einer als Formschneide wirkenden Teilschneide 7 hergestellt bzw. bearbeitet wird. Eine Länge 24 dieser Teilschneide 7 ist üblicherweise kürzer als die Länge der Zahnbreite 23. Bevorzugt endet die als Formschneide wirkende Teilschneide 7 vor dem Übergangsbereich zwischen der Stirnfläche 22 und einer Gewindeflanke 25 des herzustellenden Gewindes 20. Es ist aber auch möglich, dass bei Verwendung von Schneidzähnen 11, gemäss der Darstellung in Fig. 7, die Teilschneide 7 eine grössere Länge 24 aufweist, jedoch ihre Neigung bzw. der Neigungswinkel 19 so bemessen ist, dass bei der Herstellung des gewünschten Gewindes 20 nur ein Teil der Länge 24 der als Formschneide wirkenden Teilschneide 7 zum Eingriff mit dem Werkstück 17 gelangt.

[0036] Eine derartige Ausgestaltung der Länge 24 der Teil- bzw. Formschneide 7 erfolgt bevorzugt für die Ausgestaltung der Teilschneide 7, 8, die der nacheilenden Schneidflanke 14 im vorliegenden Ausführungsbeispiel unmittelbar nachgeordnet sind, um zu verhindern, dass der schon bearbeitete Übergangsbereich zwischen der Gewindeflanke 25 und der Stirnfläche 22 des Gewindes 20 nachteilig verändert wird.

[0037] Wie aus dieser Darstellung weiter zu ersehen ist, ist es auch möglich, dass ein Bohrungsdurchmesser 26 kleiner sein kann als der Kerndurchmesser 21. In diesem Fall kann es bei einer Ausführungsform des Schneidzahns 11 bzw. der daran anschliessenden Teilflächen 7, 8; 9, 10 auch zu einer Vergrösserung des Bohrungsdurchmessers 26 auf den Kerndurchmesser 21 durch einen Teil oder die gesamte Teilschneide 9 und gegebenenfalls auch noch zumindest einen Teil der Teilschneide 10, die der vorseilenden Schneidflanke 15 in Vorschubrichtung 13 unmittelbar vorgeordnet sind, kommen, wie dies in der Zeichnung schematisch angedeutet ist.

[0038] Bei bestimmten Ausbildungen der Stirnfläche 22 des Gewindes kann es auch vorteilhaft sein, dass die Teilschneiden 7 und/oder 9 über eine Länge 24, über welche sie während der Herstellung des gewünschten Gewindes 20 mit dem Werkstück 17 in Eingriff kommen, konkav gekrümmt, zum Beispiel als Kreisabschnitt, Kurvenabschnitt einer sonstigen geometrischen Form ausgebildet sein können. Damit kann erreicht werden, dass auch Rundgewinde hergestellt werden können und insbesondere eine Umsetzung senkrecht zur Längsachse 12 aufgrund einer Toleranz zwischen der Lage der Schneidflächen 6 und 9 in ihrer Distanz zur Längsachse 12 zwischen den Gewindeflanken 25 bevorzugt mittig zwischen den Gewindeflanken 25 positioniert werden kann.

[0039] Des Weiteren sind in Verbindung mit der vorliegenden Erfindung noch weitere vorteilhafte Ausbildungen eines Werkzeugs, insbesondere eines Gewindefräasers 1 oder eines Drehwerkzeugs, vorteilhaft für Innengewinde möglich. Es kann eingängig oder mehrgängig ausgelegt sein, wobei die Eingängigkeit bevorzugt ist. In einer bevorzugten Ausführungsform weist dieses Werkzeug statt einem starr mit diesem Werkzeug verbundenen Werkzeugkopf einen abnehmbaren Werkzeugkopf bzw. Schneideinsatz, insbesondere eine Wendeplatte, auf.

[0040] Die Längsachse 12 des Werkzeugschaftes 2 ist in der Regel die Achse der längsten räumlichen Ausdehnung des Werkzeugs. Im Falle von Gewindefräsern 1 ist dies insbesondere die Achse, um die der Gewindefräser 1 während seiner Benutzung rotiert. Im Falle eines Gewindedrehers ist es insbesondere diejenige Achse, die dem Zug des Gewindes 20 folgt.

[0041] Der Schneidzahn umfasst die beiden Schneidflanken 14, 15. Dabei wird die dem Werkzeugschaft 2 abgewandte Schneidflanke in der Regel als «Vorseilende Schneidflanke» und die dem Werkzeugschaft 2 zugewandte als «Nacheilende Schneidflanke» bezeichnet. Ein solcher Schneidzahn kann die Form eines geometrischen Prismas haben (mit der Basisfläche als eine Seitenfläche) oder sich auch konisch nach oben hin verjüngen.

[0042] In einer bevorzugten Ausführungsform entspricht die Form eines Schneidzahnes dem Gewinde 20. Der Winkel 16, der durch die Schneidflanken 14, 15 eingeschlossen ist, ist in diesem Fall durch das herzustellende Gewinde 20 vorbestimmt.

[0043] In einer anderen bevorzugten Ausführungsform entspricht die Form eines Schneidzahnes nicht der Form des Gewindes 20, wobei der Gewindefräser 1 dann in der Praxis mehrfach in wechselnden Ausrichtungen geführt wird, um das Gewinde 20 zu fräsen.

[0044] Im Falle einer gekrümmten Längsschneide liegt der Radius der Krümmung zwischen 0.1 und 10 mm. Was die Länge 24 einer Längsschneide betrifft, liegt diese zwischen 1/5 und dem 100fachen der Basisbreite der aus den Schneidflanken 14, 15 gebildeten Schneide, insbesondere zwischen 1/2 und dem 8fachen dieser Basisbreite.

[0045] In dem Falle, in dem die Längsschneide aus unterschiedlich geneigten Teilschneiden besteht, nimmt der Winkel 16 zwischen der Ausrichtung der Teilschneide und der Längsachse 12 («Neigungswinkel») entweder kontinuierlich zu, was einem quasi konvexen Verlauf der resultierenden Längsschneide entspricht, oder kontinuierlich ab, was einem quasi konkaven Verlauf der resultierenden Längsschneide entspricht. Auch wenn im allgemeinen Fall eine solche Teilschneide eine konvexe oder konkave Krümmung aufweisen kann, sind in einem bevorzugten Fall die Teilschneiden (insbesondere alle) jeweils geradlinig ausgebildet.

[0046] Bevorzugt unterscheidet sich der Neigungswinkel von zwei benachbarten Teilschneiden um 1° oder mehr.

[0047] Was die Länge 24 einer Teilschneide betrifft, liegt diese zwischen 1/10 und dem 10fachen der Basisbreite der aus den Schneidflanken 14, 15 gebildeten Schneide, insbesondere zwischen 1/4 und dem 4fachen dieser Basisbreite.

[0048] In einer bevorzugten Ausführungsform sind die Neigungswinkel 18, 19 und Abmessungen der Teilschneiden so gewählt, dass sie eine Längsschneide ergeben, die, obwohl sie (insbesondere gerade) Teilschneiden und Ecken aufweist, einer Schneide mit dem oben genannten Krümmungsradius folgen würde.

[0049] In einer bevorzugten Ausführungsform, in der die Längsschneide konvex gebogen ist oder deren Teilschneiden mit zunehmendem Abstand zu der Schneidflanke einen zunehmenden Neigungswinkel aufweisen, ist die Ausrichtung der gebogenen Längsschneide direkt nach dem Übergang von den Schneidflanken 14, 15, bzw. die Ausrichtung der ersten Teilschneide bezüglich der Längsachse 12 parallel.

[0050] Die Schneide verläuft also nach der betreffenden Schneidflanke zunächst parallel zur Längsachse 12 und krümmt oder neigt sich dann zu dieser hin. Bei einer solchen Längsschneide gibt es somit bezüglich eines Referenzpunktes keinen

Punkt, der weiter von der Schneidflanke entfernt ist als der Referenzpunkt und weiter von der mittleren Achse radial entfernt ist als der Referenzpunkt.

[0051] Dies hat den Vorteil, dass mit zunehmenden Abstand zur betreffenden Schneidflanke die Längsschneide sich von der zu fräsenden Oberfläche entfernt und nicht einen bereits gefrästen Teil beschädigen kann. Es entsteht auf diese Weise automatisch eine Freistellung am Ende der Längsschneide. Die erste Teilschneide kann in diesem Falle auch als Formschneide bezeichnet werden, zumindest, wenn sie zum Schneiden der Form des Gewindes 20 verwendet werden soll. Die weitere Teilschneide, die unter Umständen aufgrund der Herstellungsart des Werkzeugs bzw. der Fertigungsmethoden als Schneide ausgebildet ist, jedoch bei der Herstellung der mit diesem Werkzeug herstellenden Gewinde 20 keine formgebende Wirkung am Gewinde 20 hat, könnte auch als Freischneide bezeichnet werden.

[0052] Dabei ist zu berücksichtigen, dass es von Vorteil sein kann, die Länge 24 der Formschneiden, die unmittelbar jeweils an die beiden Schneidflanken 14, 15 anschliessen, aufeinander abzustimmen. Darunter ist zu verstehen, dass zu berücksichtigen ist, dass die an die in Vorschubrichtung 13 nacheilende Schneidflanke anschliessende Formschneide den Übergangsbereich zwischen dieser Schneidflanke und dem Kerndurchmesser 21 bzw. die zwischen den beiden Flanken angeordnete Übergangsfläche des Gewindeganges, die den Kerndurchmesser 21 zumindest tangiert – also jener Bereich, der durch die vorausseilende Schneidflanke und der an diese anschliessende Formschneide bereits bearbeitet wurde – nicht mehr verändert wird.

[0053] Vorteilhaft kann es daher sein, wenn eine Länge 24 der als Formschneide ausgebildeten Teilschneide in Richtung der Längsachse 12 des Werkzeugs zumindest, wenn diese der nacheilenden Zahnflanke nachgeordnet ist, kleiner ist als die Zahnbreite 23 des Gewindeganges am Kerndurchmesser 21. Eine der vorteilhaften Ausführungsformen liegt daher darin, dass die Länge 24 zumindest der der nacheilenden Schneidflanke zugeordnete Formschneide zwischen 75 und 50% der Zahnbreite 23 am Kerndurchmesser 21 entspricht.

[0054] In einer bevorzugten Ausführungsform, in der die Längsschneide konkav gebogen ist oder deren Teilschneiden mit zunehmendem Abstand zu der Schneidflanke einen abnehmenden Neigungswinkel aufweisen, ist die Ausrichtung der gebogenen Längsschneide direkt nach dem Übergang von den Schneidflanken 14, 15 bzw. die Ausrichtung der ersten Teilschneide 5° oder mehr zur Längsachse 12 hin geneigt.

[0055] Die Schneide verläuft also nach der betreffenden Schneidflanke zunächst schräg zur Längsachse 12 hin, wobei die Krümmung, bzw. Neigung mit zunehmendem Abstand nachlässt.

[0056] Bevorzugt geht die Krümmung, bzw. die Neigung, jedoch nicht über einen Winkel 16 von 0° hinaus, was einer Parallelen zur Längsachse 12 entspricht. Die Längsschneide entfernt sich somit mit zunehmendem Abstand zum Schneidezahn stetig von einem Werkstück 17. Bei einer solchen Längsschneide gibt es somit bezüglich eines Referenzpunktes keinen Punkt, der weiter von der Schneidflanke entfernt ist als der Referenzpunkt und weiter von der mittleren Achse radial entfernt ist als der Referenzpunkt.

[0057] Dies hat ebenfalls den Vorteil, dass mit zunehmendem Abstand zur betreffenden Schneidflanke die Längsschneide sich von der zu fräsenden Oberfläche entfernt und nicht einen bereits gefrästen Teil beschädigen kann. Es entsteht auf diese Weise automatisch eine Freistellung am Ende der Längsschneide. Die erste Teilschneide kann in diesem Falle auch als Formschneide bezeichnet werden, zumindest, wenn sie zum Schneiden der Form des Gewindes 20 verwendet werden soll. Die Länge 24 der Teil- bzw. Formschneide, über die diese in Schneideingriff mit dem Werkstück 17 kommt, kann ebenfalls auf die Zahnbreite 23 des Gewindeganges am Kerndurchmesser 21 abgestimmt bzw. festgelegt werden, wie dies zuvor für geradlinige Teil- bzw. Formschneiden bereits vorstehend im Detail erläutert worden ist.

[0058] Letztendlich ist es jedoch von der Verwendung des Werkzeugs abhängig, ob die Längsschneide das zu formende Gewinde 20 überhaupt berührt. Dennoch rechtfertigt alleine schon die Ausgestaltung der Längsschneide, diese so zu bezeichnen.

[0059] In einer bevorzugten Ausführungsform grenzt an jede Schneidflanke eine aus geradlinigen Teilschneiden bestehende Längsschneide, deren erste Teilschneide (die benachbarte zur betreffenden Schneidflanke) gegenüber der Längsachse 12 des Gewindefräasers 1 parallel verläuft, wobei diese Teilschneide insbesondere eine vorbestimmte Länge 24 aufweist, die im Minimum der halben Distanz der Länge 24, der am Kerndurchmessers 21s des herzustellenden Gewindes 20 sich befindende, zur Gewindeachse parallelen Geraden, die auch als Zahnbreite 23 des Gewindeganges am Kerndurchmesser 21 bezeichnet wird, oder der Breite zwischen den Tangentenpunkten, in welchen eine konvexe Abrundung des Gewindeganges im Bereich des Kerndurchmessers 21 die beiden Schneidflanken 14, 15 des Werkzeugs tangierend entspricht. Bei metrischen Gewinden 20 nach DIN 13 entspricht die minimale Länge 24 der betreffenden Teilschneide, 1/8 der herzustellenden Gewindesteigung. An diese Teilschneide grenzt eine weitere Teilschneide, die gegenüber einer zur Längsachse 12 des Gewindefräasers 1 parallele Achse um einen Winkel 16 von ungefähr 2°–5.5° zur Längsachse 12 hin geneigt ist. Die Längsschneide hat somit einen quasi konvexen Verlauf.

[0060] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform grenzt an jede Schneidflanke eine aus geradlinigen Teilschneiden bestehende Längsschneide, deren erste Teilschneide (die benachbarte zur betreffenden Schneidflanke) gegenüber der Längsachse 12 des Gewindefräasers 1 um einen Winkel 16 von mehr als 5°, insbesondere zwischen 6° und 10°, zur Längsachse 12 hin geneigt ist. An die betreffende Teilschneide schliesst eine weitere Teilschneide an, die bezüglich der Längsachse 12 um einen Winkel 16 zwischen 1° und 9°, bevorzugt zwischen 2° und 4°, zur Längsachse 12 hin geneigt

ist, wobei die Neigung kleiner ist als die der ersten Teilschneide. Die Längsschneide weist also einen quasi konkaven Verlauf auf.

[0061] In einer bevorzugten Ausführungsform ist der Übergang zwischen einer Längsschneide und einer angrenzenden Schneidflanke, wie auch der Übergang zwischen einzelnen Teilschneiden unabhängig vom zu fräsenden Gewinde 20 gemäss den verfügbaren technischen Mitteln möglichst scharfkantig gewählt. Dies gilt sowohl für geradlinige Teilschneiden als auch für gekrümmte Längsschneiden. Da jeder Übergang zwischen zwei miteinander verbundenen, stofflichen Ebenen immer einen bestimmten Radius aufweist, sei hier darauf hingewiesen, dass der Bereich des Übergangs nicht als Längsschneide angesehen wird.

[0062] In einer bevorzugten Ausführungsform bilden die zwei Schneidflanken 14, 15 eine Spitze des Schneidzahns, die eine Gerade parallel zur Grundachse des Fräasers aufweist, deren Länge 24 kleiner ist als das vorgegebene theoretische Ideal des herzustellenden Gewindeprofils.

[0063] Bevorzugt ist die letzte Teilschneide, also diejenige, die am weitesten von der Schneidflanke angeordnet ist, als Freistellung ausgestaltet.

[0064] Das erfindungsgemässe Verfahren zum Herstellen eines Innengewindes mit bestimmtem Kerndurchmesser 21 in einem Werkstück 17 mit einem erfindungsgemässen Gewindefräser 1 umfasst die Schritte:

- Herstellen eines Lochs in dem Werkstück 17 mit einem vorbestimmten tiefer gewählten Bohrungsdurchmesser 26 als dem Kerndurchmesser 21 des herzustellenden Innengewindes,
- Vorfräsen des herzustellenden Innengewindes mit dem Gewindefräser 1, derart, dass nur die Schneidflanken 14, 15 des Gewindefräasers 1 über ihre gesamte Länge 24 mit dem Werkstück 17 in Eingriff gelangen,
- Fertigfräsen des herzustellenden Innengewindes mit demselben Gewindefräser 1, der auch zum Vorfräsen verwendet wurde, derart, dass nunmehr auch die zu den Schneidflanken 14, 15 angrenzenden Schneiden und gegebenenfalls Teil- oder Formschneiden zum Erreichen des vorbestimmten Kerndurchmessers 21 in Eingriff gelangen.

[0065] In einer bevorzugten Ausführungsform des Verfahrens wird der Gewindefräser 1 auf einer helikalen Bahn entsprechend dem herzustellenden Gewinde 20 bewegt, und/oder es dreht sich das Werkstück 17 relativ zu dem Gewindefräser 1 exzentrisch zur Rotationsachse des Gewindefräasers 1, so dass der rotierende Gewindefräser 1 eine Nut in die sich durch die Drehung des Werkstücks 17 bewegende Wand fräst. Der Gewindefräser 1 wird dabei relativ zu dem Werkstück 17 in Richtung der Längsachse 12 entsprechend der vorbestimmten Steigung des herzustellenden Gewindes 20 bewegt.

[0066] In einer bevorzugten Ausführungsform ist das Werkzeug dazu ausgelegt, Gewinde 20 einer Grösse von MO.6 bis M8 herzustellen. Das Werkzeug ist insbesondere dazu geeignet, Feingewinde und/oder ein/mehrgängige mit exakter Gewindegeometrie Gewinde 20 herzustellen.

[0067] In einer bevorzugten Ausführungsform sind alle Schneidzähne, die auf demselben Umkreis liegen, erfindungsgemäss ausgestaltet. Bei mehrgängigen Ausführungsformen können die Schneidzähne und deren angrenzende Längsschneiden auf anderen Umkreisen anders gestaltet sein, bevorzugt ist aber auch die Ausführungsform, bei der jeder der Schneidzähne (und die betreffenden angrenzenden Längsschneiden) erfindungsgemäss ausgestaltet sind.

[0068] Die Ausführungsbeispiele zeigen mögliche Ausführungsvarianten des Gewindefräasers 1. In anderen Ausführungsvarianten kann z.B. eine der Schneidflanken 14, 15 an eine gekrümmte Längsschneide anschliessen und die andere Schneidflanke an eine aus geradlinig verlaufenden Teilschneiden bestehende Längsschneide. Ebenso ist es möglich, dass an eine Schneidflanke eine (quasi) konkav verlaufende Längsschneide anschliesst und an die andere eine (quasi) konvex verlaufende Längsschneide.

[0069] Sämtliche Angaben zu Wertebereichen in gegenständlicher Beschreibung sind so zu verstehen, dass diese beliebige und alle Teilbereiche daraus mitumfassen, z.B. ist die Angabe 1/10 bis 10 so zu verstehen, dass sämtliche Teilbereiche, ausgehend von der unteren Grenze 1/10 und der oberen Grenze 10 mit umfasst sind, d.h., sämtliche Teilbereiche beginnen mit einer unteren Grenze von 1/10 oder grösser und enden bei einer oberen Grenze von 10 oder weniger, z.B. 1/4 bis 1, oder 0,5 bis 2 oder 5 bis 10.

[0070] Der Ordnung halber sei abschliessend darauf hingewiesen, dass zum besseren Verständnis des Aufbaus diese bzw. deren Bestandteile teilweise unmassstäblich und/oder vergrössert und/oder verkleinert dargestellt sein können.

Bezugszeichenliste

[0071]

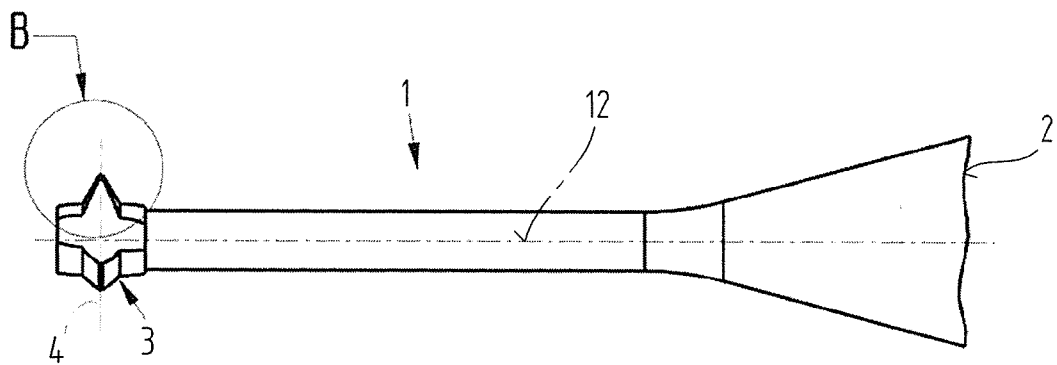
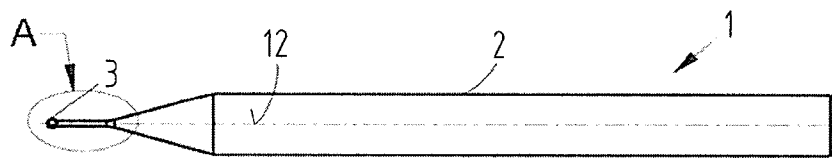
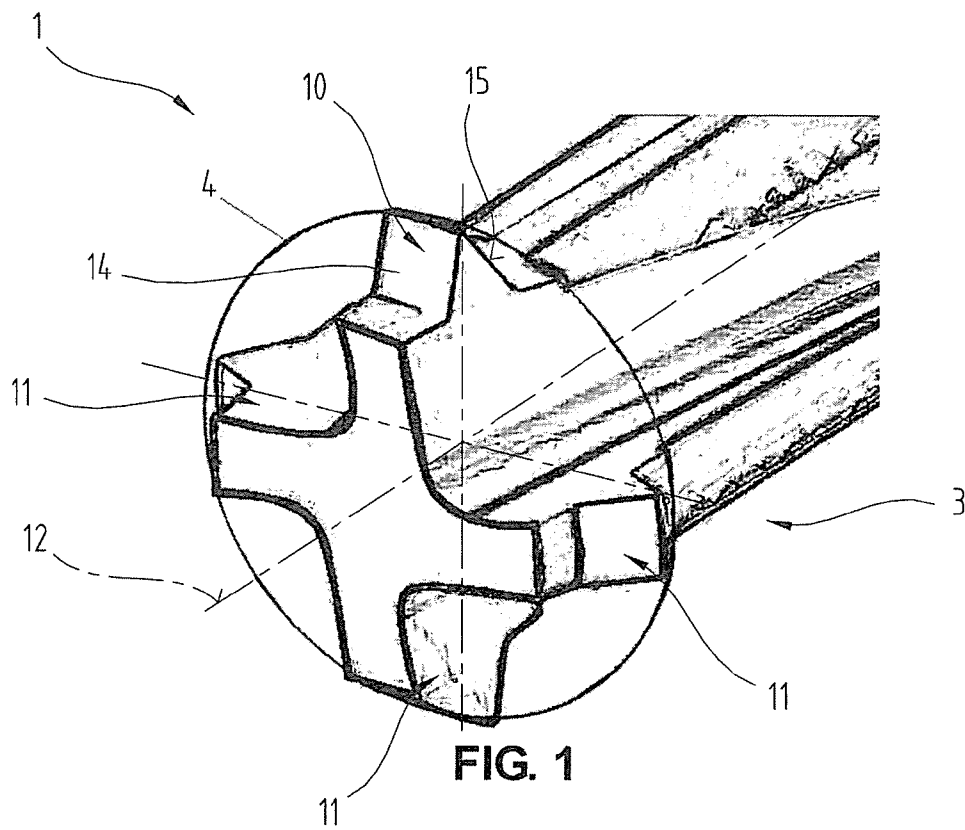
- 1 Gewindefräser
- 2 Werkzeugschaft
- 3 Fräskopf
- 4 Umfangskreis
- 5 Längsschneide

- 6 Längsschneide
- 7 Teilschneide
- 8 Teilschneide
- 9 Teilschneide
- 10 Teilschneide
- 11 Schneidezahn
- 12 Längsachse
- 13 Vorschubrichtung
- 14 Schneidflanke
- 15 Schneidflanke
- 16 Winkel
- 17 Werkstück
- 18 Neigungswinkel
- 19 Neigungswinkel
- 20 Gewinde
- 21 Kerndurchmesser
- 22 Stirnfläche
- 23 Zahn breite
- 24 Länge
- 25 Gewindeflanke
- 26 Bohrungsdurchmesser

Patentansprüche

1. Werkzeug (1) zum Herstellen eines Gewindes umfassend einen Werkzeugschaft (2), der dazu ausgelegt ist, das Werkzeug (1) in einer Werkzeugaufnahme einer Werkzeugmaschine aufzunehmen, wobei der Werkzeugschaft (2) eine Längsachse (12) aufweist, und einen Werkzeugkopf, der sich an den Werkzeugschaft (2) anschliesst und in mindestens einem einzigen, zur Längsachse (12) senkrecht stehenden Umfangskreis (4) wenigstens einen Schneidezahn (11) mit jeweils zwei geradlinigen Schneidflanken (14, 15) aufweist, dadurch gekennzeichnet, dass an jede der Schneidflanken (14, 15) des zumindest einen Schneidezahnes (11) eine Längsschneide (5, 6) angrenzt, welche konvex oder konkav gebogen ist oder aus mindestens zwei geradlinigen Teilschneiden (7, 8, 9, 10) besteht, wobei die erste Teilschneide (7, 9) gegenüber der Längsachse (12) des Werkzeugs (1) parallel verläuft, wobei an diese erste Teilschneide (7, 9) eine weitere Teilschneide (8, 10) grenzt, die gegenüber einer zur Längsachse (12) des Werkzeugs (1) parallelen Achse um einen Neigungswinkel (18, 19) von zwischen 2° und 5.5° zur Längsachse (12) hin geneigt ist.
2. Werkzeug nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Radius der Krümmung der gebogenen Längsschneide (5, 6) zwischen 0.1 und 10 mm liegt.
3. Werkzeug nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Länge jeder Teilschneide (7, 8, 9, 10) zwischen $1/10$ und dem 10fachen einer einer Zahnbreite (23) entsprechenden Basisbreite der aus den Schneidflanken (14, 15) gebildeten Schneide des Werkzeugs (1) liegt, insbesondere zwischen $1/4$ und dem 4fachen dieser Basisbreite.
4. Werkzeug nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Teilschneide (7, 9) eine vorbestimmte Länge (24) aufweist, die im Minimum der halben Distanz der Länge der am Kerndurchmesser (21) des herzustellenden Gewindes sich befindenden, zur Gewindeachse parallelen Gerade entspricht.
5. Verfahren zum Herstellen eines Innengewindes mit bestimmtem Kerndurchmesser (21) in einem Werkstück (17) mit einem Werkzeug (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, umfassend die Schritte:

- Herstellen eines Lochs in dem Werkstück (17) mit einem vorbestimmten tiefer gewählten Bohrungsdurchmesser als dem Kerndurchmesser (21) des herzustellenden Innengewindes,
 - Vorfräsen des herzustellenden Innengewindes mit dem Werkzeug (1), derart, dass nur die Schneidflanken (14, 15) des Werkzeugs (1) über ihre gesamte Länge mit dem Werkstück (17) in Eingriff gelangen,
 - Fertigfräsen des herzustellenden Innengewindes mit demselben Werkzeug (1), das auch zum Vorfräsen verwendet wurde, derart, dass nunmehr auch die zu den Schneidflanken (14, 15) angrenzenden Schneiden (7, 9) zum Erreichen des vorbestimmten Kerndurchmessers (21) in Eingriff gelangen.
6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Werkzeug (1) auf einer helikalen Bahn entsprechend dem herzustellenden Gewinde bewegt wird.
7. Verfahren nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Werkstück (17) um eine zur Längsachse (12) des Werkzeugs (1) parallelen Achse dreht, während gleichzeitig das Werkzeug (1) um die Längsachse (12) rotiert und in Richtung der Längsachse (12) entsprechend der vorbestimmten Steigung des herzustellenden Gewindes bewegt wird.



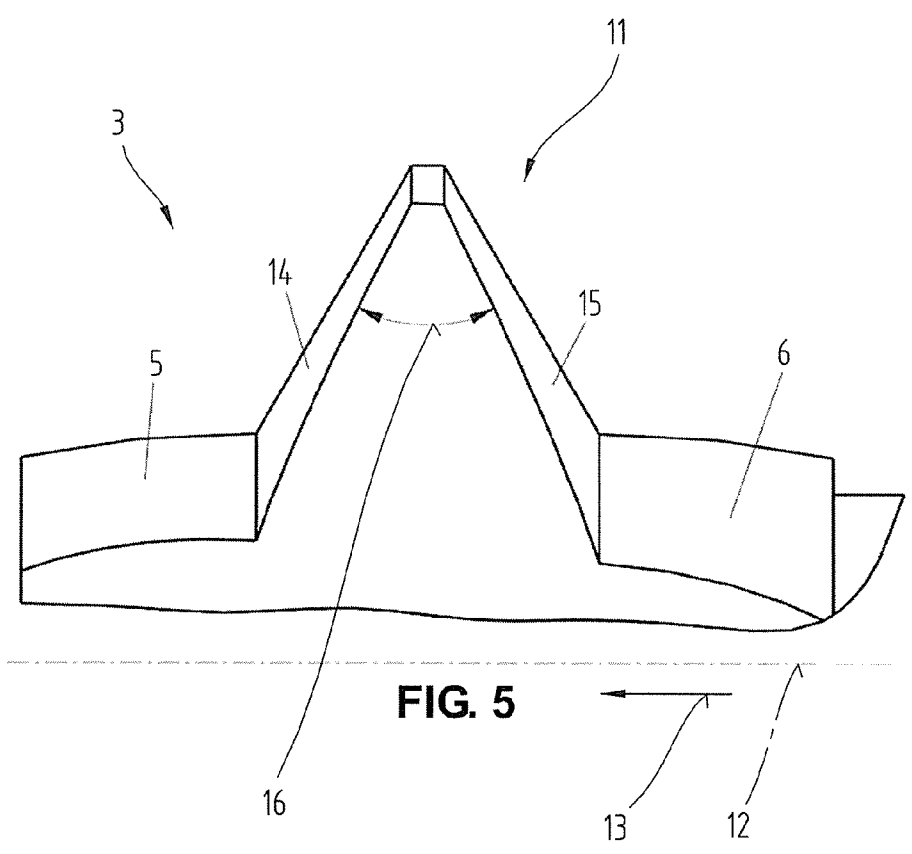
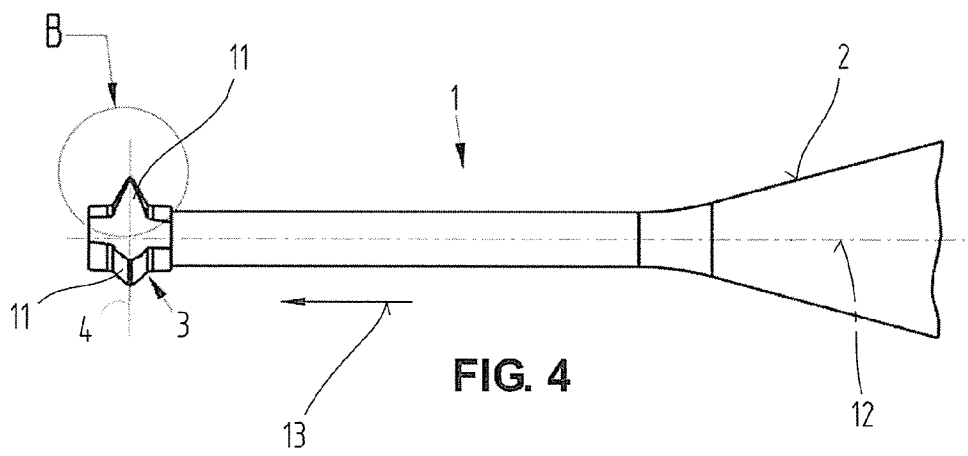


FIG. 6

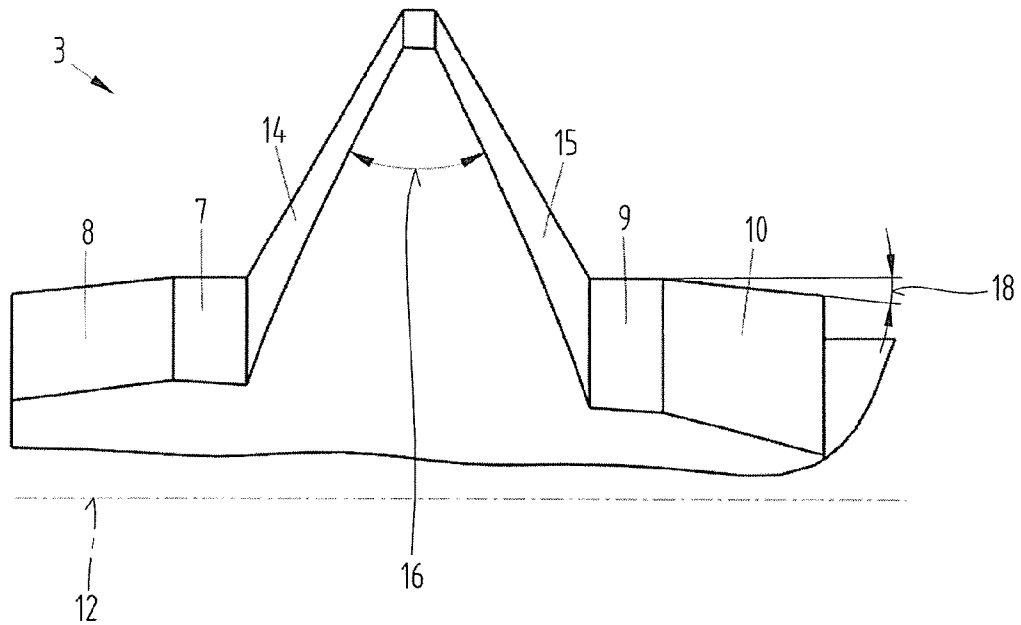
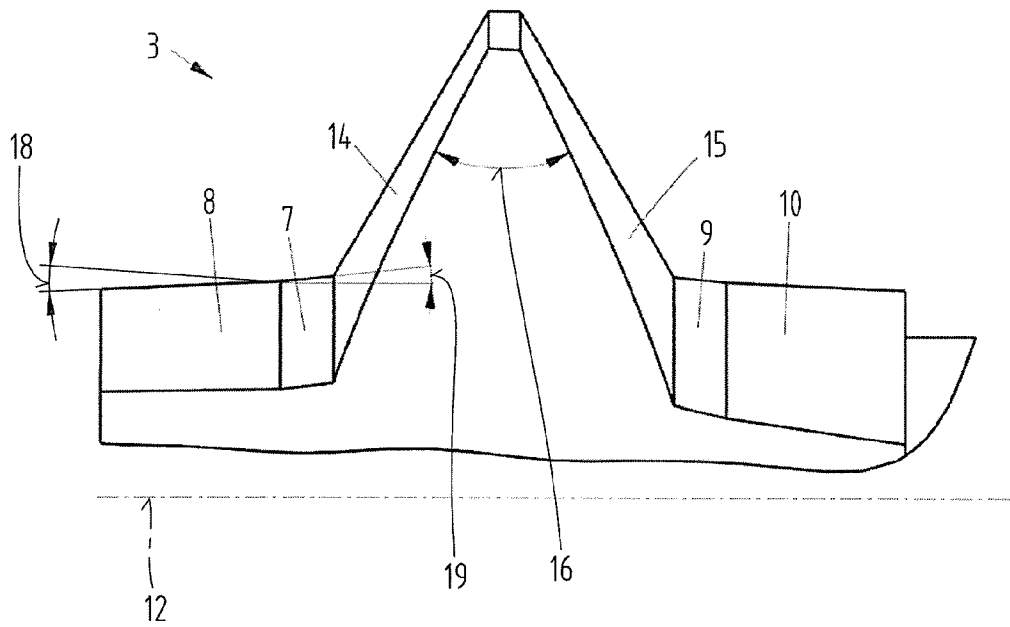


FIG. 7



DC SWISS S.A.

Fig.8

