

(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
02. November 2017 (02.11.2017)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2017/186207 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
Nicht klassifiziert

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2017/000117

(22) Internationales Anmeldedatum:
28. April 2017 (28.04.2017)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2016 107 881.6
28. April 2016 (28.04.2016) DE

(71) Anmelder: GÜHRING KG [DE/DE]; Herderstraße 50-54,
72458 Albstadt (DE).

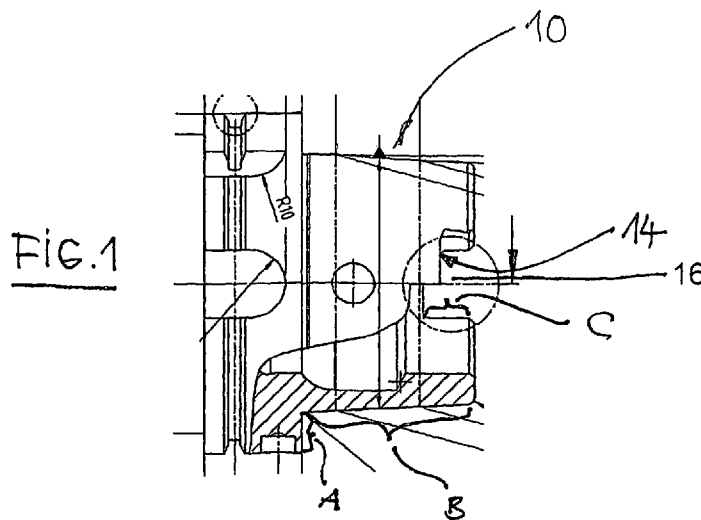
(72) Erfinder: BITZER, Jochen; Hans-Sachs-Straße 3, 72461
Albstadt-Trochtelfingen (DE). LANG, Steffen, Klaus;
Waldmeisterstrasse 1, 72461 Albstadt-Tailfingen (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST,

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING A TOOL MODULE AND TOOL MODULE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES WERKZEUGMODULS UND WERKZEUGMODUL



(57) Abstract: The invention relates to a method for producing a tool module having a clamping portion from a blank, wherein the clamping portion is formed as a hollow shaft cone (HSK), in particular according to the DIN 69893 standard. It is provided that at least a partial surface portion of the blank is hardened at least on the clamping portion by means of a melting laser beam hardening method. The invention further relates to a tool module having a clamping portion formed as a hollow shaft cone (HSK), in particular according to the DIN 69893 standard, wherein at least a partial surface portion of the tool module is hardened at least on the clamping portion by means of a melting laser beam hardening method, in particular according to the aforementioned method.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines einen Spannabschnitt aufweisenden Werkzeugmoduls aus einem Rohling, wobei der Spannabschnitt als Hohlenschaftkegel (HSK), insbesondere gemäß der Norm DIN 69893, ausgebildet ist. Es ist vorgesehen, dass zumindest an dem Spannabschnitt zumindest ein partieller Oberflächenabschnitt des Rohlings mittels eines schmelzenden Laserstrahlhärteverfahrens gehärtet wird. Die Erfindung betrifft ferner ein Werkzeugmodul mit einem als Hohlenschaftkegel (HSK), insbesondere gemäß der Norm DIN 69893, ausgebildeten Spannabschnitt, wobei zumindest an dem Spannabschnitt zumindest ein partieller Oberflächenabschnitt des Werkzeugmoduls mittels eines schmelzenden Laserstrahlhärteverfahrens, insbesondere



WO 2017/186207 A2

SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- *Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)*

Veröffentlicht:

- *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe g)*

Verfahren zur Herstellung eines Werkzeugmoduls und Werkzeugmodul

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Herstellung eines einen Spannabschnitt
5 aufweisenden Werkzeugmoduls aus einem Rohling, wobei der Spannabschnitt als
Hohlschaftkegel (HSK), insbesondere gemäß der Norm DIN 69893 (Mai 2003),
ausgebildet ist. Des Weiteren betrifft die Erfindung ein diesbezügliches Werk-
zeugmodul.

STAND DER TECHNIK

10 Unter einem Werkzeugmodul wird im Rahmen dieses Textes insbesondere ein
Werkzeug verstanden, bei dem ein Bearbeitungsabschnitt oder Werkzeugkopf, der
Spannabschnitt und ggf. ein Schaftabschnitt eine integrale oder zumindest fest
verbundene Einheit bilden. Des Weiteren kann ein Werkstückmodul auch als ein
Werkzeugträger oder Werkzeughalter ausgebildet sein, an dem ein eigentliches
15 Werkzeug lösbar oder unlösbar befestigt werden kann.

Bei der Werkzeugspannung hat sich in jüngerer Zeit die sogenannte Hohlschaft-
kegel-Schnittstelle (HSK-Schnittstelle) immer mehr durchgesetzt. Diese Schnitt-
stelle ist in der DIN 69893 (Mai 2003) genormt und zeichnet sich dadurch aus,
dass das über die Schnittstelle an eine Werkzeugaufnahme angeschlossene
20 Werkzeugmodul radial besonders exakt positioniert wird und dass zwischen Auf-
nahme und angeschlossenem Werkzeugmodul besonders hohe Drehmomente
übertragen werden können. Dabei entsteht durch die Konstruktion des genormten
Hohlschaftkegels in Verbindung mit den innerhalb des Hohlschaftkegels (HSK)
angreifenden Spannelementen über die gesamte Kegelmantelfläche einerseits
25 und die zusätzlich an einem Bund des Hohlschaftkegels vorgesehene Plananlage-
fläche ein extrem hoher Reibschluss. In den meisten Fällen - mit Ausnahme der
Bauform E nach DIN 69893-5 - greifen zwei Nutensteine am Schaftende einer
Werkzeugaufnahme in Mitnehmernuten des Hohlschaftkegels ein und sorgen auf
diese Weise für eine formschlüssige und definierte radiale Positionierung.

Bestätigungskopie

Im Vergleich zum herkömmlichen sogenannten "Steilkegel" hat die HSK-Schnittstelle, besondere Vorteile hinsichtlich Genauigkeit, Steifigkeit sowie der Eignung für sehr hohe Drehzahlen, wobei als weiterer Vorteil hinzukommt, dass auch schnelle Werkzeugwechsel möglich sind. Aufgrund der besonderen Kon-
5 struktionsmerkmale der HSK-Schnittstelle ist jedoch bei der Herstellung genaues-
tens darauf zu achten, dass die Grenzbelastbarkeit im gesamten Einsatzspektrum
der Schnittstelle nicht überschritten wird. Dabei kommt erschwerend hinzu, dass
beispielsweise dann, wenn der Hohlschaftkegel direkt an einem Werkzeug (bei-
spielsweise an einem Werkzeug mit erodiertem oder geschliffenem Plattensitz o-
10 der an einem Werkzeug mit gelöteten Schneiden (PKD, CBN, Hartmetall (HM))
ausgebildet ist, nur spezielle Werkstoffe, wie z. B. vergütete oder einsatzgehärtete
Stähle verwendet werden können, so dass der herstellungstechnische Aufwand
beachtlich werden kann.

Von besonderer Bedeutung ist dabei zusätzlich, dass die Beanspruchung des
15 Hohlschaftkegels, insbesondere in einem Übergangsbereich zu einem Werkzeug-
schaft, schon bedingt durch die unterschiedliche Schaftlänge von Werkzeug zu
Werkzeug variiert. Je nachdem, welches Werkzeug zur Anwendung kommt, vari-
iert das durch die Schnittkraft hervorgerufene Biegemoment, so dass die Quer-
kraftbelastbarkeit des Hohlschaftkegels in Abhängigkeit von der Auskraglänge der
20 Werkzeugschneiden relativ stark variiert. Auch die Torsionsdauerfestigkeit der
Schnittstellenkonstruktion ist ein wesentliches Kriterium für den Erfolg der Schnitt-
stelle.

Im realen Zerspanprozess wird die Schnittstelle einer dynamischen Anregung un-
terworfen, welche über einen langen Zeitraum hinweg das übertragbare und er-
25 tragbare Torsionsmoment verringert. Es kommt deshalb bei der Herstellung der
Komponenten für die HSK-Schnittstelle darauf an, die in Funktionseingriff stehen-
den Funktionsoberfläche sehr formgenau herzustellen, und zwar auch derart, dass
sich über die Lebensdauer der Komponenten keine unzulässigen Formabweichungen
ergeben. Aus diesem Grund schreibt die DIN 69893 unter anderem vor,
30 an welchen Stellen eine Härtung der Oberfläche vorgenommen werden muss.

Beim herkömmlichen Herstellungsprozess geht man so vor, dass zunächst ein zylindrischer Rohling aus Werkzeugstahl zur Ausbildung des Hohlschaftkegels mit vorbestimmtem Übermaß bearbeitet wird. Dieses Halbzeug wird dann aus dem Zerspanungs-Prozess genommen und - häufig extern - zum Härten gegeben. Die
5 im Bereich des HSK gehärteten Werkstücke werden dann wieder in den zerspannenden Fertigungsprozess eingegliedert und auf Endmaß bearbeitet.

Abgesehen davon, dass dieser Prozess zeit- und kostenintensiv ist, hat sich Folgendes gezeigt:

Es kommt hin und wieder vor, dass Hohlschaftkegel beim Einsatz des Werkzeugs
10 zu Bruch gehen, wobei die Ursache des Materialversagens in vielen Fällen nicht geklärt werden kann. Ein Problem besteht dabei darin, dass für die Werkzeuge und damit auch für den Hohlschaftkegel eine Vielzahl von Werkstoffen verwendet werden müssen und dass dem Bauteil, das nach dem Härten wieder in den Zerspan-Fertigungsprozess eingegliedert wird, die Verteilung des Gefüges über den
15 Querschnitt nicht "angesehen" werden kann. Dementsprechend kann bei der nachfolgenden Endbearbeitung, wie z. B. beim Schleifen der Funktionsoberflächen des Hohlschaftkegels, eine thermische Beanspruchung des Werkstoffs erfolgen, die in Bezug auf Dauerfestigkeit und Rissempfindlichkeit schädlich sein kann.

Weiterhin ist aus dem Stand der Technik eine Vielzahl von Drehwerkzeugen be-
20 kannt, die einen Grundkörper mit einem Spannabschnitt und einem Bearbeitungsabschnitt oder Werkzeugkopf aufweisen. Der Spannabschnitt ist für die Aufnahme in eine spezielle Spannvorrichtung, wie etwa eine HSK-Spannvorrichtung, ausgebildet und in der Regel am Werkzeugschaft an einem axial dem Werkzeugkopf gegenüberliegenden Endbereich des Drehwerkzeugs angeordnet. Bei einer Viel-
25 zahl von Drehwerkzeugen ist das metallische Material des Werkzeugkopfs gehärtet, um den hohen mechanischen Ansprüchen einer Spanbearbeitung zu genügen. Derartige Drehwerkzeuge können Bohr-, Reib-, Fräs- oder Polierwerkzeuge sein. In der Regel weisen derartige Drehwerkzeuge im Werkzeugkopf zumindest eine Span- oder Schneidkante auf, durch die in einem spanabhebenden Arbeitsgang
30 Material von einem Werkstück entfernt wird. Insbesondere bei Hochleistungsdrehwerkzeugen, beispielsweise HPC- (High Performance Cutting) oder HSC-

(High Speed Cutting) Drehwerkzeugen, sind im Drehwerkzeug ein oder mehrere Kühlmittelkanäle vorgesehen, um ein Kühl- oder Schmierfluid in den Bereich des Werkzeugkopfs einzubringen, um den Werkzeugkopf und die umfasste Spankante zu kühlen und Materialabraum aus dem Spanbereich abzuführen. Hierzu wird in
5 jüngster Zeit eine Minimalmengenschmierung (MMS) eingesetzt.

Zur Erhöhung der Lebensdauer und der Funktionseigenschaft eines Drehwerkzeugs wird in der Regel der Werkzeugkopf gehärtet, um die mechanische Widerstandsfähigkeit zu erhöhen. Dies erfolgt durch eine Änderung oder Umwandlung des Metallgefüges des Werkzeugkopfs, wobei dies durch eine Wärmebehandlung
10 mit einer anschließenden schnellen Abkühlung bewirkt wird. Üblicherweise wird hierbei der gesamte Werkzeugkopf gehärtet, um die gewünschte Widerstandsfähigkeit zu erreichen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zur Herstellung eines Werkzeugmoduls mit verbesserter Qualität und Standzeit und ein derartiges
15 Werkzeugmodul bereitzustellen.

OFFENBARUNG DER ERFINDUNG

Diese Aufgabe wird durch ein Herstellverfahren und ein Werkzeugmodul nach den unabhängigen Ansprüchen gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind
20 Gegenstand der Unteransprüche.

Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren zur Herstellung eines einen Spannabschnitt aufweisenden Werkzeugmoduls aus einem Rohling, wobei der Spannabschnitt als Hohlchaftkegel (HSK), insbesondere gemäß der Norm DIN 69893, ausgebildet ist. Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass zumindest an dem Spannabschnitt
25 zumindest ein partieller Oberflächenabschnitt des Rohlings mittels eines schmelzenden Laserstrahlhärteverfahrens gehärtet wird.

Durch ein schmelzendes Laserstrahlhärteverfahren können selektiv verschleißbedrohte Oberflächenbereiche des Werkzeugmoduls konturgenau und mit präziser Kontrolle der Ausdehnung der Härtungsbereiche gegenüber dem umgebenden

Werkzeugmaterial gehärtet oder nachgehärtet werden, um insbesondere die Standfestigkeit des Werkzeugmoduls zu erhöhen. Durch den schnellen Wärmeeintrag mittels Laser bei praktisch gleichzeitiger Selbstabschreckung können kurze Härtezeiten und damit eine hohe Produktionsgeschwindigkeit beim Herstellen von
5 Werkzeugmodulen zumindest im Bereich des Spannabschnitts erreicht werden. Durch die Anwendung von schmelzenden Laserhärteverfahren können den zu härtenden Oberflächenabschnitten Eigenschaften verliehen werden, die mit anderen, nur erwärmenden Härteverfahren wie Laser- oder Induktionshärteverfahren, bei denen kein Aufschmelzen erfolgt, nicht oder zumindest nicht mit der gleichen
10 Qualität und/oder Präzision erzielbar sind.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens wird ferner an zumindest einem Bearbeitungsabschnitt des Werkzeugmoduls, insbesondere einem Schneidenabschnitt und/oder einem Kühlkanalbegrenzungsabschnitt und/oder einem Kühlkanalaustrittsabschnitt, zumindest ein partieller Oberflächenabschnitt mittels
15 eines schmelzenden Laserstrahlhärteverfahrens gehärtet. Hier ergibt sich der Vorteil, dass ein ohnehin zur Härtung des Spannabschnitts in der Fertigungslinie vorhandener Laser auch zum Oberflächenhärten eines Bearbeitungsabschnitts des Werkzeugmoduls eingesetzt werden kann. Auch weitere Abschnitte oder Bereiche des Werkzeugmoduls, z. B. ein Schaftabschnitt oder auch Austrittsbereiche von im
20 Inneren des Werkzeugmoduls vorgesehenen Kühlmittelkanälen, können entsprechend mittels eines schmelzenden Laserstrahlhärteverfahrens gehärtet werden. Die verschiedenen Oberflächenabschnitte können, müssen aber nicht, mit dem gleichen schmelzenden Laserstrahlhärteverfahren bearbeitet werden. Somit können Kühlkanäle aufgrund verminderter Wandstärke mit vergrößertem Querschnitt
25 ausgeführt werden, um die Kühlleistung zu erhöhen und die Standzeit zu verlängern.

Vorteilhafterweise umfasst das schmelzende Laserstrahlhärteverfahren ein Laser-auftragsschweißverfahren, bei dem das Härten des Oberflächenabschnitts durch einen Oberflächenauftrag mittels lokalen Aufschmelzens des Oberflächenabschnitts und gleichzeitigem Aufbringen eines Zusatzwerkstoffs oder eines Zusatzwerkstoffgemisches, insbesondere eines Hartstoffs, erfolgt. Als Zusatzwerkstoff
30

kann insbesondere ein keramischer Zusatzwerkstoff aufgetragen werden, der als Verschleißschutz dient.

Weiterhin kann das schmelzende Laserstrahlhärteverfahren ein Laserlegierverfahren umfassen, bei dem das Härten des Oberflächenabschnitts durch lokales Aufschmelzen des Oberflächenabschnitts und gleichzeitiges Einbringen eines härten-
5 den Zusatzwerkstoffs oder Zusatzwerkstoffgemisches in die entstehende Schmelze zum Ausbilden einer aus dem Material des Rohlings und dem Zusatzwerkstoff oder dem Zusatzwerkstoffgemisch bestehenden Legierung erfolgt. Hierdurch lassen sich ebenfalls besonders harte und verschleißfeste Oberflächenabschnitte er-
10 zeugen.

Das schmelzende Laserstrahlhärteverfahren kann gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung ein Laserumschmelzverfahren umfassen, bei dem das Härten des Oberflächenabschnitts durch lokales Erhitzen des Oberflächenabschnitts über dessen Schmelztemperatur hinaus erfolgt. Auch hierdurch kann das Gefüge des
15 Oberflächenabschnitts in vorteilhafter Weise gehärtet werden.

Gemäß einer weiteren einer vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens wird der Verfahrensschritt des Härtens mittels eines schmelzenden Laserstrahlhärteverfahrens mit einem weiteren Wärmebehandlungsschritt kombiniert, um ausgewählte Bereiche des Werkzeugmoduls gefügemäßig an eine dort zu erwartende Beanspruchung anzupassen.
20

Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, wenn der Rohling aus einer Stahllegierung hergestellt ist, und der zumindest eine gehärtete Oberflächenabschnitt durch eine selektive Randschichtaustenitisierung des Oberflächenmaterials ausgebildet ist.

Vorteilhafterweise bietet es sich an, dass zur partiellen Oberflächenhärtung des
25 Werkzeugmoduls dieses relativ zu einer selektiv härtenden Härtungsvorrichtung bewegt wird, um den partiellen Oberflächenbereich zu härten, insbesondere zu austenitisieren. Es wird vorgeschlagen, dass zum Randschichthärten der partiellen Oberflächenabschnitte entweder das Werkzeugmodul gegen eine Laserstrahlquelle bewegt wird, oder dass die Härtungsvorrichtung gegenüber dem Werkzeugmo-
30 dul bewegt wird. In der Regel wird es vorteilhaft sein, das Werkzeugmodul, das

eine geringe Masse und eine freie Beweglichkeit aufweist, gegenüber einer feststehenden Härtungsvorrichtung zu bewegen, um selektiv die partiellen Oberflächenabschnitte zu härten, insbesondere zu austenitisieren.

Die Erfindung betrifft ferner ein Werkzeugmodul mit einem als Hohlschaftkegel (HSK), insbesondere gemäß der Norm DIN 69893, ausgebildeten Spannabschnitt, wobei zumindest an dem Spannabschnitt zumindest ein partieller Oberflächenabschnitt des Werkzeugmoduls mittels eines schmelzenden Laserstrahlhärteverfahren, insbesondere gemäß einem der vorstehend genannten Verfahren, gehärtet ist.

Das Werkzeugmodul kann beispielsweise ein Drehwerkzeug für eine spanende Bearbeitung von Werkstücken sein.

Der zumindest eine gehärtete Oberflächenabschnitt kann zum Beispiel an einer Mitnehmernut des Spannabschnitts vorgesehen sein.

15 ZEICHNUNGEN

Weitere Vorteile ergeben sich aus der vorliegenden Zeichnungsbeschreibung. In den Zeichnungen sind Ausführungsbeispiele der Erfindung dargestellt. Die Zeichnung, die Beschreibung und die Ansprüche enthalten zahlreiche Merkmale in Kombination. Der Fachmann wird die Merkmale zweckmäßigerweise auch einzeln betrachten und zu sinnvollen weiteren Kombinationen zusammenfassen.

Es zeigen:

Fig. 1 eine teilweise im Schnitt gezeigte Seitenansicht eines Hohlschaftkegels nach DIN 69893-1;

Fig. 2 eine Schnittansicht eines weiteren Hohlschaftkegels nach DIN 69893;

Fig. 3 die Einzelheit „III“ in Fig. 2;

- Fig. 4** eine schematische Teil-Schnittansicht eines Hohlschaftkegels nach dem Härtingsprozess;
- Fig. 5** eine perspektivische Ansicht eines Hohlschaftkegels nach dem Härtingsprozess;
- 5 **Fig. 6** schematisch einen Werkzeugkopf eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäßen als Drehwerkzeug aus gebildeten Werkzeugmoduls mit Härtingsbereichen; und
- Fig. 7** perspektivisch ein Ausführungsbeispiel eines als Bohrwerkzeug aus gebildeten Werkzeugmoduls mit partiell gehärteten Oberflächenbereichen.
- 10

In Fig. 1 ist eine maßstabsgetreue Ansicht eines Hohlschaftkegels 10 mit der Bezeichnung HSK-A100 nach DIN 69893-1 (Mai 2003) dargestellt. Der Hohlschaftkegel 10 ist hier beispielsweise an einem drehangetriebenen Zerspanungswerkzeug mit erodiertem oder geschliffenem Plattensitz mit Spanngewinde, an einem
15 Werkzeug mit gefrästen Plattensitz oder an einem Werkzeug mit gelöteten Schneiden ausgebildet, die von PKD-, CBN oder Hartmetall (HM)- Schneiden gebildet sein können. Es soll jedoch an dieser Stelle bereits hervorgehoben werden, dass der Hohlschaftkegel an auch Werkzeughaltern ohne Schneiden oder auch an sogenannten „Grundaufnahmen“ wie Flanschen oder Reduzierungen oder Verlängerungen ausgebildet sein kann. Schließlich ist es auch möglich, derartige Hohl-
20 schaftkegel an Plattenwerkzeugen mit anderen Schäften auszubilden.

In der DIN 69882-1 sind die allgemeinen Anforderungen zum Einwechseln von Werkzeughalter mit Hohlschaftkegel nach DIN 69893-1, Form A und Form C in die Arbeitsspindel von Werkzeugmaschinen, wie zum Beispiel Bearbeitungszentren, Dreh-, Bohr-, Fräs- und Schleifmaschinen, festgelegt. Soweit in der betreffenden
25 Produktnorm nicht anders angegeben ist, liegt die Zugfestigkeit des verwendeten Stahls bei mindestens 800 N/mm². Ferner sind die Härten der gehärteten Oberflächenabschnitte mit 56 + 4 HRC bzw. 590 + 80 HV 30 angegeben.

Die Besonderheit des Hohlchaftkegels 10 dieser Bauart besteht darin, dass verschiedene Funktionsoberflächen, die in den Figuren 1 bis 5 mit A, B, C, D, E und F bezeichnet sind, unterschiedlichen Beanspruchungen unterworfen sind:

5 An den Radialstirnflächen A erfolgt eine feste axiale Plananlage zum Gegenstück der HSK-Schnittstelle. Im Bereich des Außenkonus B liegt der Radial-
Flächenkontakt vor, wobei durch das Übermaß zwischen Kegel und Aufnahme eine radiale elastische Vorspannung des Kegelabschnitts auftritt. Im Bereich des in
einer jeweiligen Mitnehmernut 16 (Fig. 1, 2 und 5) vorgesehenen Abschnitts C greifen nicht gezeigte Nutensteine mit Passung ein, um das maximale übertragbare
10 Drehmoment weiter anzuheben.

Nach DIN 69893-1 müssen mindestens 75% der Spannkraft, die über ebenfalls nicht gezeigte innenliegende Spannzangen auf die innenliegende Keilfläche D einwirken, auf die Plananlagefläche A wirken. Schließlich ist im Bereich E, das
15 heißt im Bereich einer Greiferrille, ebenfalls eine bestimmte Oberflächenqualität erforderlich, um Abnutzung durch Werkzeugwechselsysteme klein zu halten.

Sämtliche Funktionsflächen A bis F sind gehärtet auszuführen, um über die Standzeit des Werkzeugs keinen übermäßigen Verschleiß auftreten zu lassen.

Allerdings liegt im Bereich der Funktionsflächen A bis F ein grundsätzlich unterschiedliches Beanspruchungsprofil vor, so dass es wünschenswert ist, die gehärteten Oberflächen in der Weise auszubilden, dass der dort jeweils vorliegende
20 Querschnitt den Beanspruchungen optimal gewachsen ist.

Spannungsmaxima unter Drehzahleinfluss bilden sich in der Regel im Bereich eines Übergangsradius 12 zwischen Spanschräge und Schaftinnendurchmesser sowie im Nutgrundradius 14 der tiefen Mitnehmernut 16 aus. Die Grenzdrehzahl
25 der HSK-Schnittstelle wird somit unter anderem von der Länge des tragenden Aufnahmekegels, vom radialen Übermaß zwischen Schaft und Aufnahme sowie von dem Abmaßen der Aufnahme und vom jeweils eingesetzten Spansystem bestimmt. Dementsprechend ist es von Fall zu Fall entscheidend, dass der Fertigungsprozess des Hohlchaftkegels 10 optimal an das betreffende spätere Ein-
30 satzgebiet angepasst ist.

Dies gelingt erfindungsgemäß dadurch, dass zumindest ausgewählte Oberflächenabschnitte der Funktionsoberflächen A bis F durch ein schmelzendes Laserhärteverfahren oberflächengehärtet werden. Bei schmelzenden Laserhärteverfahren dient als Wärmequelle ein Laser hoher Leistung, vornehmlich Diodenlaser oder Faserlaser, aber auch CO₂- und NdYAG-Laser.

Ein erstes Beispiel für ein schmelzendes Laserhärteverfahren ist das Laserauftragsschweißverfahren. Das Härten des Oberflächenabschnitts erfolgt durch einen Oberflächenauftrag mittels lokalen Aufschmelzens des Oberflächenabschnitts und gleichzeitigem Aufbringen eines Zusatzwerkstoffs, insbesondere eines Hartstoffs. Der Zusatzwerkstoff kann in Pulverform z. B. als Metallpulver oder auch mit einem Schweißdraht bzw. -band zugeführt werden. Beim Laserauftragsschweißen mit Pulver erhitzt der Laser das Werkstück meist defokussiert und schmilzt es lokal auf. Gleichzeitig wird ein inertes Gas gemischt mit feinem Metallpulver zugeführt. Die Versorgung des Wirkbereichs mit dem Metall-/Gasgemisch kann über Schlepp- oder Koaxialdüsen erfolgen. An der erhitzten Stelle schmilzt das Metallpulver auf und verbindet sich mit dem Metall des Hohlchaftkegels. Neben Metallpulver können auch keramische Pulverwerkstoffe, speziell Hartstoffe, verwendet werden. Das Laserauftragsschweißen mit Draht bzw. Band funktioniert analog zum Verfahren mit Pulver, jedoch mit Draht bzw. Band als Zusatzwerkstoff.

Hierdurch entsteht beim richtigen Einstellen der Parameter Laserleistung, Vorschub, Massenstrom des Pulvers oder alternativ des Draht- bzw. Bandvorschubes, und der Fokusslage ein Materialauftrag auf dem Werkstück, der bei mehrmaligen Überfahrten - nebeneinander oder übereinander - zu einer Fläche mit den gewünschten Oberflächenhärte geformt werden kann. Die Anbindung an das Grundmaterial des Werkzeugmodul-Rohlings kann z. B. durch die Ausbildung einer Zwischenschicht über die Parameter beeinflusst werden. Zum Herstellen der endgültigen Form des Werkzeugmodul-Rohlings sind anschließende Nachbearbeitungsschritte wie Fräsen, Drehen, oder Schleifen notwendig. In der Regel wird der Werkzeugmodul-Rohling zumindest im Bereich der zu härtenden Oberflächenabschnitte mit Untermaß gefertigt, anschließend wird die Hartbeschichtung mit Übermaß aufgetragen und schließlich wird das Werkzeugmodul auf Maß gebracht.

Ein zweites Beispiel für ein schmelzendes Laserhärteverfahren ist das Laserlegierverfahren, bei dem das Härten des Oberflächenabschnitts durch lokales Aufschmelzen des Oberflächenabschnitts und gleichzeitiges Einbringen eines härten-
5 Material des Rohlings und dem Zusatzwerkstoff bestehenden Legierung erfolgt. Während beim Laserauftragschweißen das Eigenschaftsprofil der bearbeiteten Oberfläche ausschließlich vom eingesetzten Zusatzmaterial bestimmt wird, spielt beim Laserlegieren der Grundwerkstoff, in dem das Zusatzmaterial einlegiert wird, eine wesentliche Rolle. Der Laserstrahl wird Laserlegierverfahren kontinuierlich
10 über den Werkzeugmodul-Rohling bewegt und schmilzt dabei das Grundmaterial örtlich auf. Es bildet sich ein stabiles Schmelzbad, in das mit Hilfe einer Pulverdüse der Zusatzwerkstoff gezielt eingeblasen wird. Die Pulverpartikel lösen sich im überhitzten Schmelzbad vollkommen auf und führen zu einer Änderung der chemischen Zusammensetzung des Schmelzbades. Die Homogenisierung des
15 Schmelzbades erfolgt durch die starken Schmelzbadkonvektionen, die mit Hilfe oberflächenaktiver Substanzen in ihrem Strömungsverhalten gezielt beeinflusst werden können. Ein typisches Kennzeichen des Laserlegierverfahrens ist das aufgrund der raschen Erstarrung erzeugte sehr feine Gefüge. Auch hier kann eine abschließende Bearbeitung auf Maß erfolgen.

20 Ein drittes Beispiel für ein schmelzendes Laserhärteverfahren ist das Laserumschmelzverfahren, bei dem das Härten des Oberflächenabschnitts durch lokales Erhitzen des Oberflächenabschnitts über dessen Schmelztemperatur hinaus erfolgt. Der Werkstoff des Werkzeugmodul-Rohlings wird unter Einwirkung des Laserstrahls an der Oberfläche lokal aufgeschmolzen. Analog zum Laserhärten erfolgt durch „Selbstabschreckung“ eine rasche Wärmeabfuhr in das Werkstückinnere oder die Randschicht wird mittels einer mit Kühlmedium gespülten Brause abgeschreckt Infolge dessen kommt es durch Kornfeinung zu einem veränderten
25 Oberflächengefüge mit veränderten Eigenschaften. Laserumschmelzen ist, wie das Laserhärten, ein Verfahren zur Randschichthärtung. Der wesentliche Unterschied der beiden Verfahren liegt darin, dass der Grundwerkstoff beim Laserumschmelzen, im Gegensatz zum Laserhärten, über die Schmelztemperatur hinaus
30 erhitzt wird.

Beim Aufheizen bildet sich aus dem ursprünglich vorliegenden Zementit-Ferrit-Kristallgemisch ein homogener Mischkristall, das Austenit, aus. Der Kohlenstoff, der im Zementit (Fe_3C) gebunden war, ist im Austenit atomar gelöst. Die nachfolgende Abkühlung muss also so schnell erfolgen, dass der Kohlenstoff auch nach
5 der Kristallumwandlung gelöst bleibt und die Umwandlung des Austenits zu Perlit und Ferrit unterdrückt wird, wodurch das Härtingsgefüge Martensit entsteht.

Die erfindungsgemäßen Härteverfahren können in den gesamten Fertigungsprozess des Werkzeugmoduls integriert werden. Mit anderen Worten, die Materialparameter ebenso wie die Geometrieparameter werden in ein Prozesssteuersystem
10 eingegeben. Eine entsprechende Härtevorrichtung zum Durchführen des Härteprozesses, beispielsweise in Form eines Roboters, verfügt also über diese systemimmanenten Daten entweder von Anfang an oder durch Datentransfer. Dementsprechend liegen für jedes gerade der Bearbeitung unterliegende Werkstück exakte Werte für das zu erreichende Gefüge an ausgewählten Positionen
15 des Werkzeugmoduls fest. Dementsprechend kann der Laser hinsichtlich Bewegung und Leistung so gesteuert werden, dass das Zielgefüge an jeder gewünschten Stelle erreicht wird.

Es gelingt auf diese Weise beispielsweise, die Härtetiefe TH im Bereich der Funktionsoberflächen des Hohlschaftkegels wie in Fig. 4 schematisch angedeutet zu
20 steuern. Mit strichpunktierter Linie ist dabei die Grenze zwischen dem gehärteten Gefüge und der wärmeunbeeinflussten Zone gekennzeichnet. Man erkennt, dass sich diese Härtetiefe TH über die Oberfläche des Hohlschaftkegels in weiten Grenzen ändern kann. Während sie im Bereich der Greiferrille E verhältnismäßig groß sein kann, liegt sie im Bereich des Außenkegels B lediglich im 1/10-tel mm-Bereich. Im Bereich der Mitnehmernuten 16 für den Eingriff der nicht gezeigten
25 Mitnehmer-Nutensteine kann sie ebenso wie im Bereich der Konusfläche D größer sein, während sie im Bereich des Übergangsradius 12 ganz verschwinden kann.

Mit anderen Worten, der mit dem Doppelpfeil Q in Fig. 4 bezeichnete Bereich des durch den Härteprozess unbeeinflussten Werkstoffgefüges kann entsprechend
30 den individuellen im späteren Einsatz des Werkzeugmoduls zu erwartenden Spannungsverläufen und Belastungsgegebenheiten gesteuert werden, um auf

diese Weise dort, wo es erforderlich ist, die Duktilität des Werkstoffs voll auszunutzen, damit die Standzeit des Werkzeugs bzw. Werkzeugmoduls reproduzierbar angehoben werden kann.

In Fig. 6 ist ein Werkzeugkopf 112 eines als Drehwerkzeug 110 ausgebildeten Werkzeugmoduls dargestellt. Der Werkzeugkopf 112 umfasst zwei Hauptschneidkanten 114a und 114b, die durch eine Querschneide 116 miteinander verbunden sind. Zwischen den beiden Hauptschneidkanten 114a, 114b erstreckt sich eine Spannute 120, die die Flanken der Schneidkanten 114a, 114b voneinander trennt. Die Spannute 120 ist von Sekundärschneidkanten der Schneidphase 122a, 122b begrenzt. In den Nutenflächen sind Auslassbereiche eines Kühlmittelkanals 124a (gestrichelt gezeichnet) und 124b eingelassen, die von einem Hauptkühlmittelkanal, der sich entlang der Achse des Drehwerkzeugs 110 erstreckt, abzweigen. Im konzentrischen Oberflächenbereich um die Auslässe 124a, 124b ist die Freifasenfläche als Härtungsbereich 126a und 126b mit lokal gehärteter Oberfläche ausgebildet, um bei hoher thermischer und mechanischer Belastung ein Durchbrechen der relativ dünnen Werkstoffwand gegenüber dem Kühlmittelkanal 124a, 124b zu verhindern. Die Härtungsbereiche 126a, 126b können insbesondere durch eines der vorstehend beschriebenen erfindungsgemäßen schmelzenden Laserstrahlhärteverfahren erzeugt werden, aber auch durch ein anderes Laserhärteverfahren selektiv erhitzt und anschließend abgeschreckt werden, um eine erhöhte Härte gegenüber dem restlichen Bereich des Werkzeugkopfes 112 auszubilden.

In Fig. 7 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel eines als Bohrwerkzeug 80 ausgestalteten Werkzeugmoduls perspektivisch dargestellt. Das Bohrwerkzeug 80 umfasst einen schematisch dargestellten Schaft als Spannabschnitt 82 und einen Werkzeugkopf 84, der mehrere Schneidkanten 96 und eine gewendelte Fase 92 als Begrenzung einer Spannute 98 trägt. Der Spannabschnitt 82 des Bohrwerkzeugs kann mit einem Hohlschaftkegel 10 (Fig. 1 bis 5), insbesondere mit einem einen Hohlschaftkegel aufweisenden Werkzeugträger oder -halter, lösbar oder fest verbunden sein oder einen Hohlschaftkegel als integralen Bestandteil aufweisen. Die Schneidkanten 96 sind auf einer Stirnfläche 94 des Werkzeugkopfes 84 angeordnet. Zwei Kühlmittelkanäle 88a, 88b weisen konturierte Auslässe auf der Stirn-

fläche 94 auf. Die Auslässe sind durch Stege 86 gegenüber der Umfangsoberfläche des Werkzeugkopfs 84 begrenzt. Konzentrisch um die Auslässe der Kühlmittelkanäle 88a, 88b sind elliptische Härtungsbereiche 90 angeordnet. Entlang der Spannut 98 sind streifenförmig weitere Härtungsbereiche, die gestrichelt dargestellt sind, vorgesehen, die die relativ dünne Materialwand zwischen Kühlkanal 88a, 88b und der Spannutoberfläche 98 begrenzen. Die Härtungsbereiche 90 und/oder die weiteren Härtungsbereiche können insbesondere durch eines der vorstehend beschriebenen erfindungsgemäßen schmelzenden Laserstrahlhärteverfahren erzeugt werden, aber auch durch ein anderes Laserhärteverfahren selektiv erhitzt und anschließend abgeschreckt werden, um eine erhöhte Härte gegenüber dem restlichen Bereich des Bohrwerkzeugs 80 auszubilden.

Das Drehwerkzeug 110 und/oder das Bohrwerkzeug 80 können mit einem Hohlschaftkegel 10 (Fig. 1 bis 5), insbesondere mit einem einen Hohlschaftkegel aufweisenden Werkzeugträger oder -halter, lösbar oder fest verbunden sein oder einen Hohlschaftkegel als integralen Bestandteil aufweisen.

Es liegt auf der Hand, dass sich mit der erfindungsgemäßen Ausgestaltung des Herstellungsverfahrens Prozessfehler minimieren lassen. Weil der Härtevorgang in die Fertigungsprozesslinie eingegliedert werden kann, sind die Parameter hinsichtlich Geometrie und Werkstoffgefüge zu Beginn des Härtevorgangs bereits im System vorhanden. Übertragungsfehler derartiger Daten sind somit ausgeschlossen. Die Prozesssicherheit beim Härten ist auf diese Weise spürbar angehoben, wobei sich der zusätzliche Vorteil ergibt, dass durch geeignete Messsysteme sogar eine Feinabstimmung des Härtevorgangs auf das jeweils vorliegende Ist-Maß des zu härtenden Werkzeugmoduls vorgenommen werden kann.

Selbstverständlich sind Abweichungen von der Ausführungsform möglich, ohne den Grundgedanken der Erfindung zu verlassen. So kann beispielsweise der Härtevorgang mit einem weiteren Wärmebehandlungsschritt kombiniert werden, indem das Gefüge dann gesteuert und an ausgewählten Bereichen zusätzlich beeinflusst wird.

Die Erfindung schafft somit ein Verfahren zur Herstellung eines Werkzeugmoduls, wie z. B. eines Werkzeugs mit gelöteten Schneiden (PKD, CBN oder Hartmetall),

bei dem ein zylindrischer Rohling an einem axialen Ende mit einem Hohlschaftkegel (HSK), insbesondere nach DIN 69893, ausgestattet wird. Ausgewählte Funktionsbereiche werden einem Härteverfahren unterzogen.

Insbesondere bei der Bearbeitung von Aluminiumwerkstoffen mit höherem Siliziumgehalt kann es zu einem hohen Verschleiß eines Dreh- oder Bohrwerkzeugs
5 kommen, wodurch ein unerwünschter Durchbruch einer Kühlmittelkanalwandung erfolgen kann. Zur Verhinderung eines Durchbruchs besteht die Möglichkeit, durch ein selektives Oberflächenhärtungsverfahren, insbesondere eines der erfindungsgemäßen schmelzenden Laserstrahlhärtungsverfahren, die den Kühlmittelkanal abdeckenden Bereiche des Werkzeugkopfs zu härten. Vorteil eines selektiven Här-
10 tungsverfahrens ist, dass man ausgesuchte Bereiche härten kann, und somit flexibel partielle Oberflächenbereiche des Werkzeugkopfs gegenüber mechanischem Verschleiß schützen kann. Als Härtungsverfahren kann auch das Laserstrahlverfahren, aber auch Elektronenstrahlverfahren, Ionenstrahlhärtungsverfahren oder auch
15 ein induktives Härteverfahren eingesetzt werden.

Bezugszeichenliste

	10	Hohlschaftkegel
5	12	Übergangsradius
	14	Nutgrundradius
	16	Mitnehmernut
	A bis F	Funktionsoberfläche, Oberflächenabschnitt
	Q	Doppelpfeil
10	TH	Härtetiefe
	110	Drehwerkzeug
	112	Werkzeugkopf
	114a, 114b	Hauptschneidkante
15	116	Querschneide
	118	Stirnfläche
	120	Spannut
	122a, 122b	Sekundärschneidkante
	124a, 124b	Kühlmittelkanal
20	126a, 126b	Härtungsbereich
	80	Bohrwerkzeug
	82	Schaft, Spannabschnitt
	84	Werkzeugkopf
25	86	Steg
	88a, 88b	Kühlmittelkanal mit Konturauslass
	90a, 90b	Härtungsbereich
	92	Fase
	94	Stirnfläche
30	96	Schneidkante
	98	Spannut

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines einen Spannabschnitt aufweisenden Werkzeugmoduls aus einem Rohling, wobei der Spannabschnitt als Hohlschaftkegel (HSK), insbesondere gemäß der Norm DIN 69893, ausgebildet ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest an dem Spannabschnitt zumindest ein partieller Oberflächenabschnitt des Rohlings mittels eines schmelzenden Laserstrahlhärteverfahrens gehärtet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass ferner an zumindest einem Bearbeitungsabschnitt des Werkzeugmoduls, insbesondere einem Schneideabschnitt und/oder einem Kühlkanalbegrenzungsabschnitt und/oder einem Kühlkanalaustrittsabschnitt, zumindest ein partieller Oberflächenabschnitt mittels eines schmelzenden Laserstrahlhärteverfahrens gehärtet wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das schmelzende Laserstrahlhärteverfahren ein Laserauftragsschweißverfahren umfasst, bei dem das Härten des Oberflächenabschnitts durch einen Oberflächenauftrag mittels lokalen Aufschmelzens des Oberflächenabschnitts und gleichzeitigem Aufbringen eines Zusatzwerkstoffs, insbesondere eines Hartstoffs, erfolgt.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das schmelzende Laserstrahlhärteverfahren ein Laserlegierverfahren umfasst, bei dem das Härten des Oberflächenabschnitts durch lokales Aufschmelzen des Oberflächenabschnitts und gleichzeitiges Einbringen eines härtenden Zusatzwerkstoffs in die entstehende Schmelze zum Ausbilden einer aus dem Material des Rohlings und dem Zusatzwerkstoff bestehenden Legierung erfolgt.

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass das schmelzende Laserstrahlhärteverfahren ein Laserumschmelzverfahren umfasst, bei dem das Härten des Oberflächenabschnitts durch lokales Erhitzen des Oberflächenabschnitts über dessen Schmelztemperatur hinaus erfolgt.
6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Verfahrensschritt des Härten mittels eines schmelzenden Laserstrahlhärteverfahrens mit einem weiteren, insbesondere nicht schmelzenden Wärmebehandlungsschritt kombiniert wird.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Rohling aus einer Stahllegierung hergestellt ist, und dass der zumindest eine gehärtete Oberflächenabschnitt durch eine selektive Randschichtaustenitisierung des Oberflächenmaterials ausgebildet ist.
8. Werkzeugmodul mit einem als Hohlschaftkegel (HSK) (10), insbesondere gemäß der Norm DIN 69893, ausgebildeten Spannabschnitt, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest an dem Spannabschnitt zumindest ein partieller Oberflächenabschnitt (A bis F) des Werkzeugmoduls (10) mittels eines schmelzenden Laserstrahlhärteverfahrens, insbesondere gemäß einem Verfahren nach zumindest einem der vorgehenden Ansprüche, gehärtet ist.
9. Werkzeugmodul nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Werkzeugmodul ein Drehwerkzeug für eine spanende Bearbeitung von Werkstücken ist.
10. Werkzeugmodul nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass der zumindest eine gehärtete Oberflächenabschnitt an einer Mitnehmernut (16) des Spannabschnitts vorgesehen ist.

FIG.1

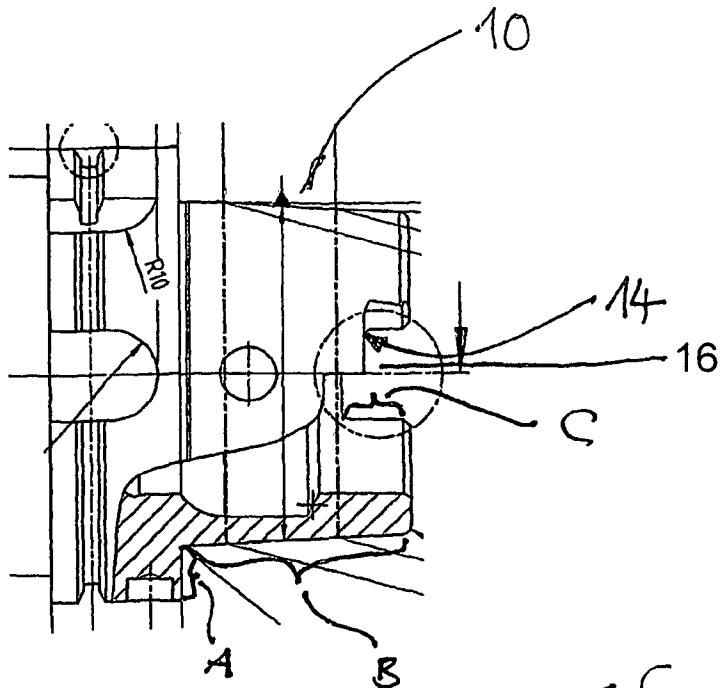
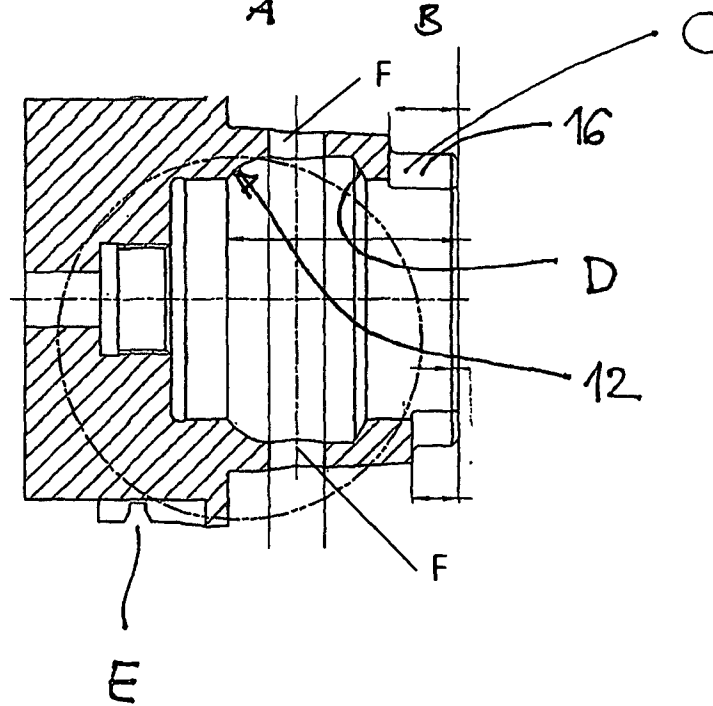
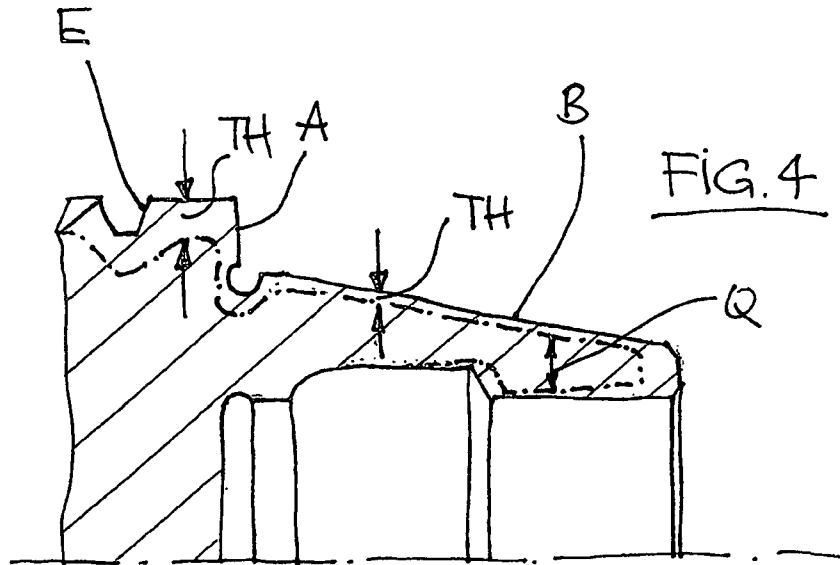
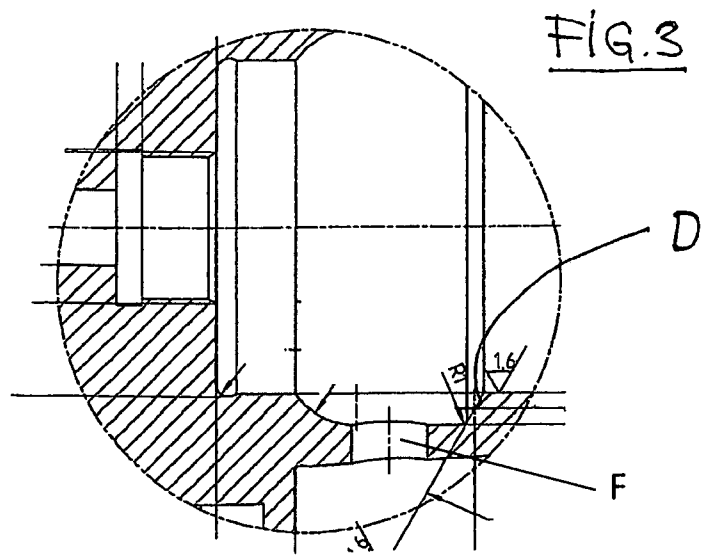


FIG.2





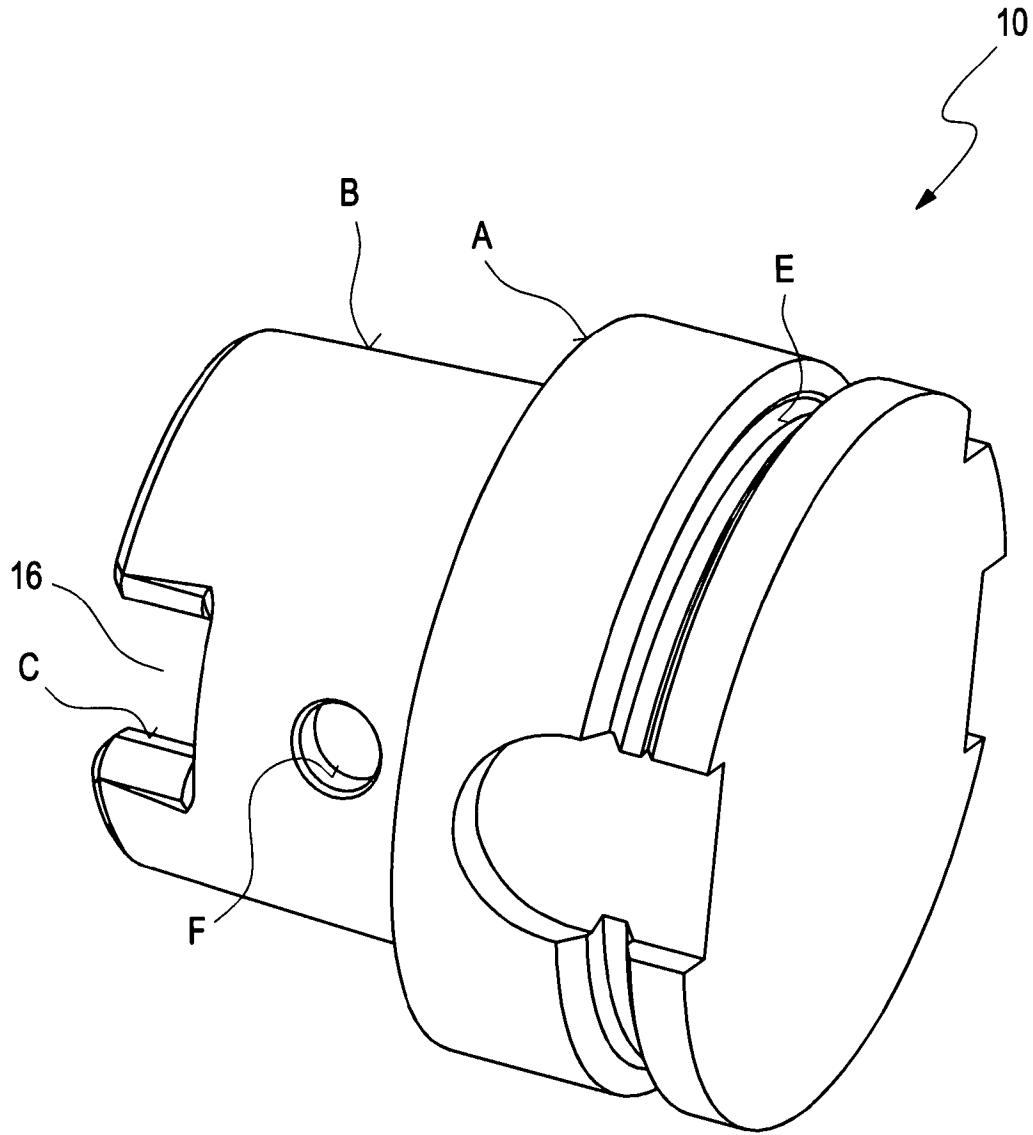


Fig. 5

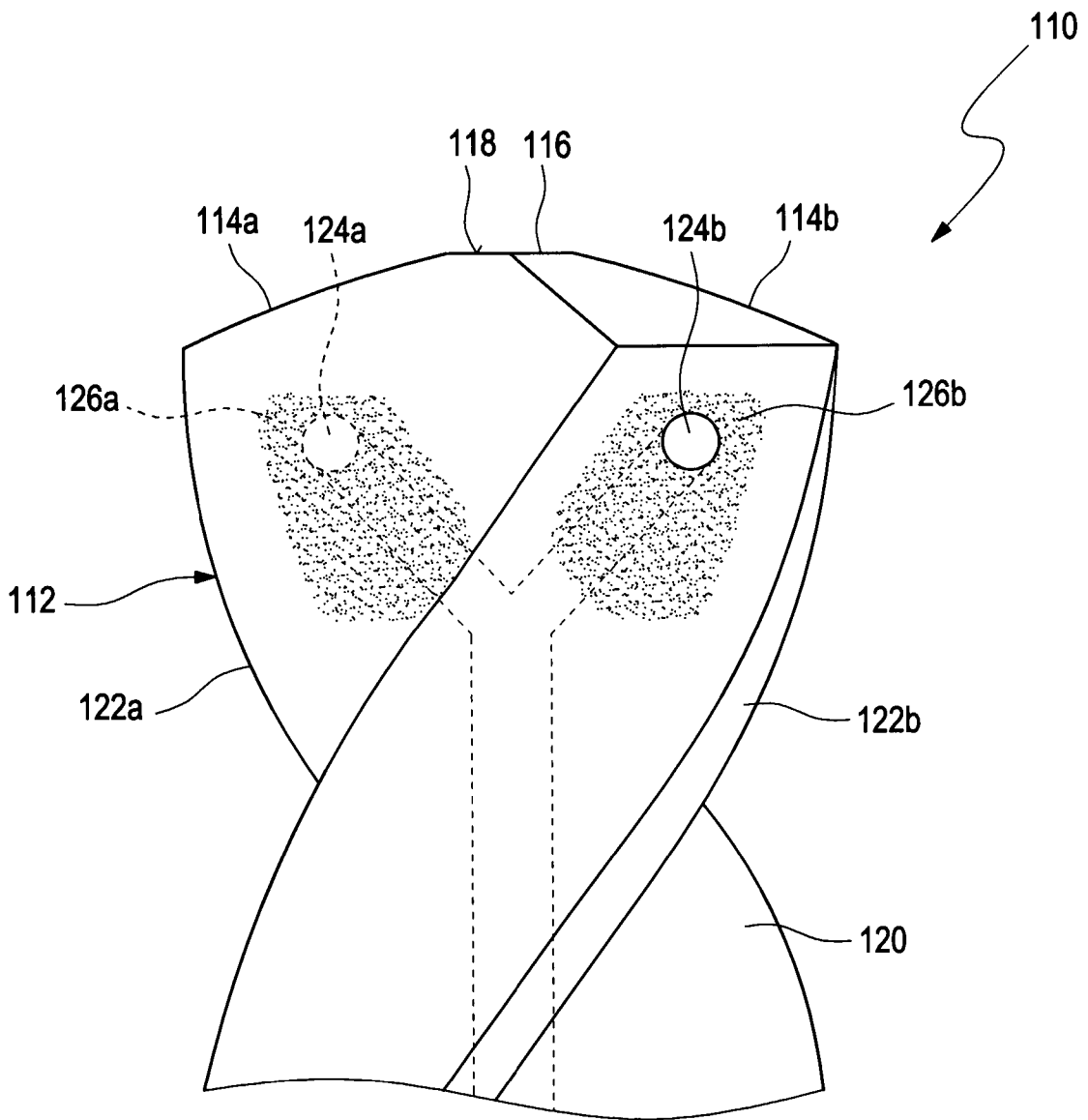


Fig. 6

