

(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
27. Oktober 2011 (27.10.2011)

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2011/131357 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation:
A61B 17/16 (2006.01)
- (21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2011/002013
- (22) Internationales Anmeldedatum:
20. April 2011 (20.04.2011)
- (25) Einreichungssprache: Deutsch
- (26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
- (30) Angaben zur Priorität:
10 2010 018 245.1
23. April 2010 (23.04.2010) DE
- (72) Erfinder; und
- (71) Anmelder : **HATZLHOFFER, Herbert, R.** [DE/DE];
Ettlinger Str. 67, 76337 Waldbronn (DE).
- (74) Anwalt: **JANY, Peter**; Karlstrasse 87, 76137 Karlsruhe
(DE).
- (81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: SURGICAL TOOL, IN PARTICULAR FOR DRILLING BONE FOR INSERTING A DENTAL IMPLANT

(54) Bezeichnung : CHIRURGISCHES WERKZEUG, INSBESONDERE ZUM BOHREN VON KNOCHEN FÜR DAS EINSETZEN EINES ZAHNIMPLANTATS

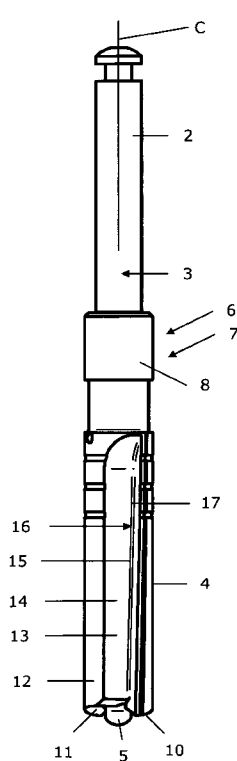


Fig. 2

(57) Abstract: The invention relates to a surgical tool (1) for treating bone, in particular for drilling bone for inserting a dental implant, comprising a tool shaft (2), which is embodied to be mounted into a rotatable tool holder and has a channel (3) for passing through a cooling or rinsing liquid, a treatment part (4) that can rotate about an axial rotational axis (C), can be driven by the tool shaft (2) and is arranged at the proximal axial end of the tool shaft (2), and a guiding element (5) that extends in the axial direction of the tool (1), is arranged at the proximal axial end of the treatment part (4) and designed for insertion into a pilot bore. In order to be able to drill sparingly, it is proposed that the treatment part (4) is axially moveable relative to the guiding element (5) and the tool (1) has a spring element (6) that generates a restoring force that moves the treatment part (4) in the proximal direction, wherein the treatment part (4) is axially moveable against the restoring force between an extended and compressed position.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein chirurgisches Werkzeug (1) zum Bearbeiten von Knochen, insbesondere zum Bohren von Knochen für das Einsetzen eines Zahnimplantats, umfassend einen Werkzeugschaft (2), der zum Einspannen in eine rotierbare Werkzeugaufnahme ausgebildet ist und einen Kanal (3) zum Durchleiten einer Kühl- oder Spülflüssigkeit aufweist, einen um eine axiale Rotationsachse (C) rotierbaren Bearbeitungsteil (4), der von dem Werkzeugschaft (2) antreibbar und an dem proximalen axialen Ende des Werkzeugschafts (2) angeordnet ist, und ein sich in axialer Richtung des Werkzeugs (1) erstreckendes Führungselement (5), das an dem proximalen axialen Ende des Bearbeitungsteils (4) angeordnet und zum Einführen in eine Pilotbohrung ausgebildet ist. Um eine schonende Bohrung

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2011/131357 A2

Veröffentlicht:

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

durchführen zu können, wird vorgeschlagen, dass der Bearbeitungsteil (4) relativ zu dem Führungselement (5) axial bewegbar ist und das Werkzeug (1) ein Federelement (6) aufweist, das eine Rückstellkraft erzeugt, die den Bearbeitungsteil (4) in proximaler Richtung bewegt, wobei der Bearbeitungsteil (4) gegen die Rückstellkraft axial zwischen einer ausgefederten und einer eingefederten Stellung bewegbar ist.

5

Chirurgisches Werkzeug, insbesondere zum Bohren von Knochen
für das Einsetzen eines Zahnimplantats

10

Die Erfindung betrifft ein chirurgisches Werkzeug zum Bearbeiten von Knochen, insbesondere zum Bohren von Knochen für das Einsetzen eines Zahnimplantats.

15

Das erfindungsgemäße Werkzeug kann in allen Bereichen der Knochenchirurgie eingesetzt werden. Es kann aber auch allgemein bei der zerspannenden Bearbeitung beliebiger anderer Materialien als Knochen, beispielsweise Holz oder Kunststoff, verwendet werden. Es wird im folgenden ohne Beschränkung der Allgemeinheit anhand des Beispiels von Implantatbohrungen für die Kieferchirurgie beschrieben.

20

Zahnimplantate sind in den Kieferknochen eingesetzte Fremdkörper. Das Teilgebiet der Zahnheilkunde, das sich mit dem Einpflanzen von Zahnimplantaten in den Kieferknochen befasst, wird als Implantologie bezeichnet. Durch ihre Verwendbarkeit als Träger von Zahnersatz übernehmen Zahnimplantate die Funktion künstlicher Zahnwurzeln. Zum Bohren der Löcher für das Setzen der Zahnimplantate in den Kiefer wird eine Bohrschablone verwendet.

30

Zwischenzeitlich hat sich die Technik, einen verloren gegangenen Zahn durch ein Zahnimplantat und eine darauf befestigte Zahnprothese oder

Brücke zu ersetzen durchgesetzt. Man verwendet dabei ein aus keramischer Masse oder Metall hergestelltes, im Knochen verankertes Implantat. Dieses dient als Implantatwurzel, auf der die künstliche Zahnkrone befestigt wird. Hierzu muss an der Stelle des verloren gegangenen Zahns eine Bohrung für die Implantatwurzel in den Kiefer eingebracht werden. Da sich die künstliche Zahnkrone harmonisch in die Zahnreihe eingliedern und die Implantatwurzel zur besseren Kaudruckaufnahme einen möglichst großen Durchmesser haben soll und das Knochenangebot im Kiefer begrenzt ist, muss die Position und Winkelorientierung der Bohrung exakt vorherberechnet und eingehalten werden.

Um dies zu gewährleisten, wird üblicherweise zunächst eine Bohrschablone erstellt, die an dem vorherbestimmten Ort eine winkellagemäßig justierte Bohrhülse aufweist, deren Innendurchmesser dem Durchmesser eines Pilotbohrers für die Kieferbohrung entspricht. Die Bohrschablone wird von dem Patienten beim Bohren der Pilotbohrung getragen. Diese Bohrschablone kann anhand eines Kiefermodells des Patienten oder rein aus röntgenologischen oder computertomografisch gewonnenen Daten hergestellt werden. Weiterhin werden die für die Festlegung der Bohrrichtung notwendigen Informationen über die Ausdehnung des Kieferknochens mittels einer Computertomografie gewonnen, wobei verschiedene Schnittdarstellungen durch den Kiefer möglich sind. Andere Verfahren, die zum Vermessen des Kiefers für das Herstellen einer Bohrschablone verwendet werden, sind z.B. das sogenannte Bone Mapping, die Knochenmessung mit einer Sonde oder andere Messverfahren.

Bohrschablonen sind also Hilfsvorrichtungen, um dem Implantologen das Einbringen einer Bohrung in den Kieferknochen eines Patienten, in die das Implantat eingesetzt werden soll, zu erleichtern. Die Bohrschablone weist ein am Kiefermodell erstelltes Bohrloch auf, das beim Einbringen der Bohrung bzw. Pilotbohrung in den Kieferknochen als Führung für den Boh-

rer dient. Sie ermöglicht minimal-invasives Vorgehen. Das Bohrloch soll die richtige Position und Winkellage aufweisen.

5 Vor dem Einbringen eines Implantats in einen Knochen findet zunächst eine Bearbeitung des Knochenmaterials mit speziellen chirurgischen Werkzeugen statt. Häufig wird zunächst eine Vorbohrung, die sogenannte Pilotbohrung, mit einem verhältnismäßig dünnen Bohrer vorgenommen, bei der die Präparationstiefe durch Tiefenbegrenzungselemente gewährleistet wird. Danach wird mit Hilfe eines sogenannten Formbohrers der
10 Vorbohrungskanal aufgebohrt und erhält dadurch die für das Implantat notwendige Gestalt. In einem nächsten Schritt zur Präparation des Knochens wird die Formbohrung mit einem Gewinde versehen. Dazu wird ein Gewindeschneider in die Bohrung hineingedreht.

15 Der Formbohrer dient also zum Bohren der Bohrung in den Kiefer, nachdem die Pilotbohrung mit einem Pilotbohrer (und ggf. den Führungshülsen einer Bohrschablone) durchgeführt wurde. Beim Bohren mit dem Formbohrer wird in der Regel keine Führungshülse verwendet. Die Führungshülsen werden beispielsweise in die Bohrschablone eingeschraubt und
20 sind bevorzugt knochengestützt. Hierzu wird das Zahnfleisch entfernt, z.B. geschnitten oder gestanzt, und die Führungshülse wird bis zum Knochenkontakt in die Bohrschablone geschraubt.

Beim Bohren mit dem Formbohrer kann es mit den herkömmlichen
25 Bearbeitungswerkzeugen zu erheblichen Schwierigkeiten kommen. Es besteht stets die Gefahr, dass man den vorgegebenen Bohrkanal während der Bearbeitung verlässt und umliegendes Knochenmaterial in Mitleidenschaft zieht. Dies gilt insbesondere bei der Präparation von Kieferknochen, weil sich die Implantatbohrung in das porös aufgebaute
30 schwammartige Knochenmaterial der Spongiosa erstreckt und das Werkzeug unter Umständen in die Hohlräume des Knochengewebes eindringt. Dadurch würde der Kiefer des Patienten stark in Mitleidenschaft gezogen

und gegebenenfalls sogar der Einsatz von Implantaten unmöglich machen.

5 Eine weitere Gefahr besteht darin, dass die Bearbeitung über die vorgegebene Tiefe der Bohrung hinausgeht und dabei den Bohrungsboden durchschlägt, wobei sowohl Kiefermaterial als auch Nerven in Mitleidenschaft gezogen werden.

10 Bei gebräuchlichen Implantatwerkzeugen sind kostenintensive Bohrersets und weitere Instrumente bei der Operation erforderlich. Beispielsweise werden im Durchmesser abgestufte Osteotomiesets verwendet, die für den Front- und Seitenzahnbereich unterschiedlich geformt sind.

15 Im Stand der Technik ist aus der EP 1 304 087 A2 ein chirurgisches Werkzeug zum Präparieren von Knochen, insbesondere zum Bearbeiten von Knochen für das Einsetzen eines Zahnimplantats, bekannt, das

- einen Werkzeugschaft, der zum Einspannen in eine rotierbare Werkzeugaufnahme ausgebildet ist und einen Kanal zum Durchleiten einer Kühl- oder Spülflüssigkeit aufweist,
- 20 - einen um eine axiale Rotationsachse rotierbaren Bearbeitungsteil, der von dem Werkzeugschaft antreibbar und an dem proximalen axialen Ende des Werkzeugschafts angeordnet ist, und
- ein sich in axialer Richtung des Werkzeugs erstreckendes Führungselement, das an dem proximalen axialen Ende des Bearbeitungsteils angeordnet, relativ zu dem Bearbeitungsteil axial bewegbar und zum
- 25 Einführen in eine Pilotbohrung ausgebildet ist und an seiner Oberfläche eine oder mehrere sich in axialer Richtung erstreckende Spülungsnuten zum Leiten der Kühl- oder Spülflüssigkeit aufweist,

umfasst.

30

Nach der Pilotbohrung erfolgt mit einem solchen Formbohrer die endgültige Bohrung (sogenannte "Finishbohrung") vor dem Inserieren des

Implantatskörpers in den Kiefer. Der bekannte Formbohrer, der auch als Teleskopbohrer bezeichnet werden könnte, verfügt über die Eigenschaft, dass er durch das an der aktiven Schneide angebrachte, teleskopartig in axialer Richtung aus- und einfahrbare Führungselement, das auf Druck ins
5 Innere des Bohrkopfes verschwindet, geführt wird. Bei der Anwendung wird der Bohrer in die Pilotbohrung gedrückt, ohne ihn dabei zu kippen. Erreicht das Führungselement den Boden der Pilotbohrung, drückt es sich gegen eine Federkraft in den Bohrerkopf, bis es einen Anschlag erfährt. Wenn das Führungselement in dieser Anschlagstellung aus dem Bohrkopf
10 herausragt, beispielsweise um 0,5 mm, und nicht schneidend ist, bleibt der Bohrkopf in seiner Bohrbewegung im Sackloch der Pilotbohrung stehen und kann nicht mehr aktiv weiter geführt werden. Die "Finishbohrung" ist somit durchgeführt.

15 Wenngleich mit diesem bekannten Werkzeug gute Ergebnisse erzielt werden konnten, hat es sich in der Praxis herausgestellt, dass sowohl die Kühlung des Bearbeitungsteils durch die Kühlflüssigkeit als auch das Entfernen der Knochenspäne, Gewebeteile und Blut von der Bohrstelle während der Bearbeitung nicht optimal sind und verbessert werden sollten.

20 Ein in dieser Hinsicht verbessertes Werkzeug ist aus der WO 2009/135514 A1 bekannt. Es hat sich jedoch gezeigt, dass es auch bei diesem Werkzeug zu einer zu starken Erwärmung des Knochens beim Bohren kommen kann. Die Knochen- und Gewebeschonung ist beim Bohren von Knochen
25 sehr wichtig. Die Ausgangstemperatur beträgt 37 °C, und beim Bohren sollte keine Erwärmung über 41 °C auftreten, da sonst eine dauerhafte Schädigung des gebohrten Knochens und darin eingebetteter Nerven im Bereich der Bohrung resultieren kann, die zu Entzündungen und häufig nach einigen Monaten zu einem Ausfallen des Implantats führt.

30 Der vorliegenden Erfindung liegt hiervon ausgehend die Aufgabe zugrunde, ein verbessertes chirurgisches Werkzeug zu schaffen, mit dem

gewebeschonend Knochenmaterial bearbeitet werden kann, ohne dass das Werkzeug aus dem Bohrungskanal ausbricht bzw. den Bohrungskanal durchstößt, wobei eine verbesserte Kühlung und ein verbessertes Entfernen von Knochenspänen, Gewebeteilen und Blut ermöglicht werden.

5 Dabei soll es ferner möglich sein, die eine Führung und einen Bohrloch-tiefenstopp zu realisieren und beliebige Schneidgeometrien zu ermöglichen.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein chirurgisches Werkzeug mit

10 den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Bevorzugte Ausgestaltungen ergeben sich aus den abhängigen Patentansprüchen und der nachfolgenden Beschreibung mit zugehörigen Zeichnungen. Es wird angemerkt, dass die in den abhängigen Patentansprüchen und der nachfolgenden Beschreibung mit zugehörigen Zeichnungen beschriebenen Merkmale

15 nicht nur bei erfindungsgemäßen, sondern auch bei gattungsgemäßen Werkzeugen gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 angewendet werden können.

Ein erfindungsgemäßes chirurgisches Werkzeug zum Bearbeiten von Kno-

20 chen, insbesondere zum Bohren von Knochen für das Einsetzen eines Zahnimplantats, umfasst also einen Werkzeugschaft, der zum Einspannen in eine rotierbare Werkzeugaufnahme ausgebildet ist und einen Kanal zum Durchleiten einer Kühl- oder Spülflüssigkeit aufweist, einen um eine axiale Rotationsachse rotierbaren Bearbeitungsteil, der von dem Werk-

25 zeugschaft antreibbar und an dem proximalen axialen Ende des Werkzeugschafts angeordnet ist, und ein sich in axialer Richtung des Werkzeugs erstreckendes Führungselement, das an dem proximalen axialen Ende des Bearbeitungsteils angeordnet und zum Einführen in eine Pilotbohrung ausgebildet ist, und weist die Besonderheit auf, der Bearbeitungsteil relativ zu dem Führungselement axial bewegbar ist und das

30 Werkzeug ein Federelement aufweist, das eine Rückstellkraft erzeugt, die den Bearbeitungsteil in proximaler Richtung bewegt, wobei der Bearbei-

tungsteil gegen die Rückstellkraft axial zwischen einer ausgefederten und einer eingefederten Stellung bewegbar ist.

Die Begriffe proximal und distal werden dabei in der in der Medizintechnik gebräuchlichen Bedeutung verwendet. Proximal bedeutet körpernah, zum Körper hin gelegen, distal bedeutet körperfern, vom Körper weg gelegen. Dementsprechend wird im vorliegenden Zusammenhang eines Knochenbearbeitungswerkzeugs das proximale Ende des Werkzeugs von der dem bearbeiteten Knochen zugewandten Werkzeugspitze und das distale Ende des Werkzeugs vom Werkzeugschaft gebildet, die proximale Richtung weist vom Werkzeugschaft zur Werkzeugspitze und die distale Richtung von der Werkzeugspitze zum Werkzeugschaft.

Es hat sich herausgestellt, dass mit einem solchen chirurgischen Werkzeug mit einem teleskopierenden, d.h. axial verschiebbaren Bearbeitungsteil eine optimale Knochenbearbeitung möglich ist. Das liegt daran, dass der Bearbeitungsteil axial gefedert ist und so durch die Ausübung einer kleinen proximalen Vorschubkraft mit dem Werkzeug ermöglicht wird, dass sich der Bearbeitungsteil und damit das Werkzeug langsam in das bearbeitete Material einarbeitet. Der Werkzeugschaft und das Führungselement bilden eine in axialer Richtung fest zueinander orientierte Einheit, entlang der der Bearbeitungsteil (teleskopartig) axial zwischen seiner eingefederten und ausgefederten Position verschiebbar ist.

Zwischen dem Werkzeugschaft und dem Führungselement findet somit keine axiale Bewegung statt. Der Werkzeugschaft kann gegenüber dem Führungselement und der Bearbeitungsteil kann gegenüber dem Führungselement rotierbar sein. Das Führungselement muss sich nicht in dem Bohrloch drehen oder drehen können, kann sich aber drehen. In einer ersten Ausführungsform kann sich der Bearbeitungsteil um das Führungselement drehen, wobei das Führungselement ohne eigene Drehbewegungen in seiner Position verharrt und nur der Bearbeitungsteil Rotationsbe-

wegungen ausführt. In einer anderen, bevorzugten Ausführungsform ist das Führungselement mit dem Bearbeitungsteil rotierbar, wozu das Führungselement drehfest mit dem Bearbeitungsteil oder dem Werkzeugschaft verbunden ist.

5

Der Bearbeitungsteil schneidet im Prinzip axial pulsierend gefedert gegen die Federvorspannung des Federelements, wobei er in proximaler und distaler Richtung hin und her schwingen kann und die Maximalauslenkungen durch die ausgefederte und eingefederte Stellung vorgegeben sind. Das verhindert, dass man einen zu hohen Druck auf das Werkzeug bzw. den Knochen aufbringt, denn die von dem Bearbeitungsteil auf den Knochen ausgeübte Vorschubkraft wird nicht von dem Benutzer des Werkzeugs, sondern von der Stärke des Federelements bestimmt. Die Wärmeentwicklung beim Bearbeiten wird dadurch sehr stark reduziert. Ein solches Federelement kann beispielsweise eine Druckfeder mit einer Federkraft von ca. 0,5 N bis 2,0 N sein.

10
15

Wenn die Vorschubkraft des Werkzeugs jedoch erhöht wird, indem der Benutzer einen größeren proximalen Druck damit ausübt, kann der Bearbeitungsteil die maximal eingefederte Stellung einnehmen, bei der beispielsweise das Federelement auf Block geht oder ein sonstiger Anschlag zwischen dem Werkzeugschaft und dem Bearbeitungsteil die distale Verschiebung des Bearbeitungsteils auf dem Werkzeug begrenzt. In diesem Fall wird die Federwirkung des Federelements aufgehoben und mit dem Werkzeug kann mit dem größerem, von dem Benutzer vorgegebenen Druck gebohrt werden.

20
25

Der Bearbeitungsteil bzw. das Werkzeug kann in jeder beliebigen Form (Geometrie) gefertigt werden, beispielsweise zylindrisch, konisch oder kegelförmig, und beispielsweise als Gewindeschneider oder als Fräser ausgebildet sein. Eine bevorzugte Ausbildung besteht in einem Bohrer, ähnlich einem Spiralbohrer oder Senkbohrer. In diesem Fall ergibt sich ein

30

Bohrer mit einer axial teleskopierenden bzw. pulsierenden Bohrkronen, wobei die Bohrkronen durch den Bearbeitungsteil gebildet wird.

Der Bearbeitungsteil hat vorzugsweise einen Außendurchmesser zwischen
5 1,8 mm und 15 mm, bevorzugt zwischen 2,0 mm und 12 mm, besonders bevorzugt zwischen 2,5 mm und 10 mm. Die Untergrenze ergibt sich aus dem Erfordernis, dass die verbleibende Wandstärke für die Schneide groß genug sein muss. Die Obergrenze ergibt sich aus zweckmäßigen Bereichen allgemeiner orthopädischer Anwendungen.

10

Gemäß einem vorteilhaften Merkmal weist somit der Bearbeitungsteil an seinem proximalen Ende mindestens eine Schneide auf. Unter dem Begriff Bohren werden spanende Bearbeitungsverfahren zur Herstellung von Durchgangs- oder Sacklöchern verstanden. Diese Verfahren unterscheiden sich insbesondere in der Art der verwendeten Werkzeuge sowie in
15 den zu bearbeitenden Bohrtiefen. Die besonderen Probleme des Bohrens werden durch die Erfindung vermieden. Die bis auf null abfallende Schnittgeschwindigkeit in der Bohrermitte ist aufgrund der Pilotbohrung und dem darin eindringenden Führungselement unproblematisch. Der mit
20 zunehmender Bohrtiefe schwierigere Abtransport der Späne wird durch eine Spülung gewährleistet. Die ungünstige Wärmeverteilung in der Schnittstelle wird verbessert. Mit einem erfindungsgemäßen Bohrwerkzeug ist es möglich, eine Bohrung in der Pilotbohrung eines Knochens in einem einzigen und schonenden Bohrvorgang mit dem gewünschten End-
25 durchmesser herzustellen, ohne dass ein sukzessives Aufbohren mit Bohrern mit wachsendem Durchmesser erforderlich ist, um eine zu starke Erwärmung des Knochens zu vermeiden.

Im Stand der Technik werden bei Knochenbohrern Schneidengeometrien
30 aus dem Metallbereich verwendet, insbesondere Spiralbohrer mit wellenförmig verlaufenden Spannuten. Eine im Rahmen der Erfindung oder bei einem gattungsgemäßen Werkzeug verwendbare, neuartige, verbesserte

Schneidgeometrie besteht darin, dass die proximale Schneide des Bearbeitungsteils eine konkave Freifläche aufweist. Dabei verfügt der Bearbeitungsteil (die Bohrkronen) über eine "inverse" aktive Schneide, bei der die radial außen liegenden Ränder der Schneide weiter proximal als der Kern des Bearbeitungsteils liegen, der Kern des Bearbeitungsteils also weiter distal als die radial außen liegenden Ränder der Schneide angeordnet ist. Das proximale Ende des Bearbeitungsteils hat somit zur Achse hin und in distaler Richtung eine Vertiefung (negativer Spitzenwinkel) und steht nicht wie die Spitze bei einem Spitzenanschliff eines herkömmlichen Spiralbohrers zur Achse hin proximal heraus.

Die Werkzeugschneide an dem Bearbeitungsteil (der Bohrkronen) ergibt sich entlang der Linie, an der Spanfläche und Freifläche aufeinander treffen. Im Gegensatz zur klassischen Schneidgeometrie ist gemäß einem bevorzugten Merkmal die Freifläche konkav ausgeführt, wodurch sich an der Schneide ein zunächst kleiner Keilwinkel ergibt (gute Schneideeigenschaft). Bedingt durch die konkave Form der Freifläche vergrößert sich im weiteren Verlauf der Keilwinkel (hohe Stabilität). Der Spanwinkel des Werkzeugs kann positiv oder negativ ausgeführt sein.

Nach einem weiteren vorteilhaften Merkmal kann vorgesehen sein, dass der Bearbeitungsteil mindestens einen als Spanraum dienenden Auswurfkanal aufweist, der auf der Mantelfläche des Bearbeitungsteils angeordnet ist und im Wesentlichen axial verläuft. Der Spanraum wird auch als Spannut bezeichnet und ist eine Rille in einem Bohrkörper, die an der Schnittstelle mit der Hauptfreifläche eine Hauptschneide vorsieht, wodurch die Abfuhr von Spänen aus dem Bohrloch ermöglicht wird. Im Unterschied zu der schraubenlinienförmigen Spannut eines konventionellen Spiralbohrers verläuft die Spannut bevorzugt im Wesentlichen axial, d.h. die Spannut weist keine oder nur eine minimale Drallsteigung auf, wobei der Drallwinkel zwischen -15° und $+15^\circ$ beträgt.

Der mindestens eine Auswurfkanal kann parallele Längskanten aufweisen. Vorzugsweise ist er jedoch mit einem Öffnungswinkel von bis zu 15° in distaler Richtung geöffnet. Dabei kann eine der Längskanten des Auswurfkanals, vorzugsweise die in Drehrichtung vorauseilende Längskante, parallel zur Drehachse des Werkzeugs sein. In diesem Fall ist die in Drehrichtung nacheilende Längskante des Auswurfkanals, insbesondere die Spanfläche einer Nebenschneide, um den Öffnungswinkel gegen die Drehachse des Werkzeugs geneigt. Durch die Öffnung des Auswurfkanals in distaler Richtung wird verhindert, dass das abgespannte Knochenmaterial auf dem Bohrer verklebt, so dass es sicher aus dem Bohrloch gefördert wird.

Ein weiteres vorteilhaftes Merkmal kann darin bestehen, dass der Bearbeitungsteil mindestens eine Nebenschneide mit sehr geringer oder ohne Drallsteigung aufweist. Die Nebenschneide ist bevorzugt an der Spanfläche des Spanraumes ausgebildet. Im Unterschied zu der schraubenlinienförmigen Nebenschneide eines konventionellen Spiralbohrers verläuft die Nebenschneide bevorzugt im Wesentlichen axial, d.h. die Nebenschneide weist keine oder nur eine minimale Drallsteigung auf, wobei der Drallwinkel zwischen -15° und $+15^\circ$ beträgt.

In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung kann vorgesehen sein, dass die mindestens eine Nebenschneide als Reibe ausgebildet ist. Reiben zählt zu den Feinbearbeitungsverfahren, dient zur Verbesserung der Bohrungsqualität und entspricht dem Aufbohren mit geringer Spanungsdicke. Der Bearbeitungsteil dient bei dieser Ausbildung als ein- oder mehrschneidige Reibe oder Reibahle. Der Bearbeitungsteil schneidet mit seinem proximalen Ende den Boden des Bohrlochs und reibt mit seiner Außenseite die Innenwand des Bohrloches. Bevorzugt sind zwei gegenüberliegenden Reibschneiden vorgesehen.

Vorteilhafterweise kann vorgesehen sein, dass das Führungselement oder zumindest der in eine Pilotbohrung einführbare proximale Teil des Führungselements stiftartig ausgebildet ist. Ferner ist es vorteilhaft, wenn das Führungselement oder zumindest der in eine Pilotbohrung einführbare proximale Teil des Führungselements nicht zum spanabtragenden Bearbeiten von Knochen ausgebildet ist, insbesondere nicht zum Bohren, Schneiden oder Fräsen ausgebildet ist. Ein nicht schneidendes Führungselement gewährleistet dem Anwender, dass er ein genau rundes Loch bohren kann, ohne hinsichtlich Tiefe und/oder Winkel aus der Pilotbohrung abzuweichen.

Der Außendurchmesser des Führungselements ist vorteilhafterweise so groß wie, geringfügig größer als oder geringfügig kleiner als der Innendurchmesser der Pilotbohrung. Zweckmäßige Werte liegen zwischen 0,5 mm und 6,0 mm, bevorzugt zwischen 0,8 mm und 4,0 mm, besonders bevorzugt zwischen 1,0 mm und 2,5 mm.

Eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung kann darin bestehen, dass die maximale Bearbeitungstiefe von dem Führungselement vorgebbar ist. Dadurch wird gewährleistet, dass die Bearbeitungsteile nicht über die vorgegebene Bohrung hinaus in den Knochen eindringen können. Der Bearbeitungsraum für den rotierbaren Bearbeitungsteil wird exakt vorgegeben und es besteht weder die Gefahr eines seitlichen Ausweichens noch eines Überschreitens der Bohrungstiefe. Fehlerquellen bei der Bearbeitung werden also weitestgehend ausgeschlossen.

Wenn das Führungselement die maximale Arbeitstiefe des Bearbeitungsteils in dem Bohrloch vorgibt, bringt dies viele Vorteile mit sich. So müssen nicht in umständlicher Weise sogenannte Tiefenstoppringe oberhalb des Bohrers angebracht werden. Weiterhin erfolgt ein automatischer Bearbeitungsstopp in der gewünschten Bearbeitungstiefe und es muss nicht an einer Längenskala die Eindringtiefe zuvor bzw. während des

gesamten Bearbeitungsvorganges abgemessen werden. Durch das Führungselement kann eine maximale Bearbeitungstiefe auch dann vorgegeben werden, wenn der Bearbeitungsteil noch nicht vollständig in die Bohrung eingedrungen ist. Dies ist bei Verwendung von herkömmlichen
5 Tiefenstoppringen nicht möglich, da diese in der Regel oberhalb des Bearbeitungsteils befestigt werden müssen und dadurch gar nicht zum Anschlag an der Bohrungsmündung kämen.

Die maximale Bearbeitungstiefe kann entweder von dem Führungselement fertigungsgemäß vorgegeben sein oder bei Bedarf vom Benutzer
10 entsprechend seinen Wünschen am Werkzeug selbst eingestellt werden. Die maximale Bearbeitungstiefe kann beliebig wählbar sein, so dass beispielsweise nur der obere Teil der Knochenbohrung bearbeitet wird oder die Bearbeitung fast bis zum Ende der Bohrung erfolgt.

15 Wenn die maximale Bearbeitungstiefe vom Führungselement vorgegeben wird, ist es beispielsweise zweckmäßig, wenn die Bearbeitungstiefe durch einen Anschlag vorgebar ist. In diesem Fall kann der Bearbeitungsteil nur bis zu diesem Anschlag in die ausgefederte Position axial am Führungselement
20 verschoben werden. Eine Bearbeitung über den Anschlag hinaus ist dann nicht möglich.

Dementsprechend ragt das Führungselement in der ausgefederten Stellung des Bearbeitungsteils vorteilhafterweise an dem proximalen Ende
25 des Bearbeitungsteils heraus, bezogen auf die Schneidlinie des proximalen Endes des Bearbeitungsteils. Der Überstand, um den die Spitze des Führungselements proximal gegenüber der aktiven Schneide aus beispielsweise einem Bohrkopf oder einer Bohrkrone heraussteht, beispielsweise um einen Wert zwischen 0,1 mm und 1,0 mm, bevorzugt zwischen
30 0,2 mm und 0,5 mm, hat dann auch eine Stoppfunktion, die verhindert, dass der Bohrer tiefer bohren kann, als die Pilotbohrung tief gebohrt wurde. Der Bohrvorgang endet im Sackloch der Pilotbohrung.

Nach einem weiteren vorteilhaften Merkmal wird vorgeschlagen, dass das Führungselement an seiner Oberfläche mindestens eine axiale Spülungsnut, axiale Abflachung, axiale Ansträgung, einen axialen Einschnitt oder einen axialen Flächenschliff aufweist, mittels der die Kühl- oder Spülflüssigkeit in Richtung zu dem proximalen Ende des Bearbeitungsteils und/oder zu dem proximalen Ende des Führungselements leitbar ist. Die Flüssigkeit strömt dann durch den Kanal in dem Werkzeugschaft sowie den Raum zwischen der Spülungsnut oder dergleichen und der Innenseite des Bearbeitungsteils zu dem proximalen Ende des Führungselements. Die Kühl- oder Spülflüssigkeit fließt somit in den Spülungsnuten oder dergleichen bevorzugt in Richtung zu dem proximalen Ende des Führungselements.

Der Vorteil einer Abflachung, einer Ansträgung oder eines Flächenschliffs gegenüber einer schmalen Spülungsnut oder einem schmalen Einschnitt besteht darin, dass in dem Bohrloch ein größerer Querschnitt für das Strömen der Kühlflüssigkeit zur Verfügung steht, wodurch einer Überhitzung besser entgegengewirkt werden kann und die Knochenspäne besser herausgespült werden können, sodass es weniger zu einem Verstopfen kommt.

Vorteilhafterweise kann sich der Kanal aus dem Werkzeugschaft in einem axialen Sackloch oder einer axialen Bohrung in dem distalen Ende des Führungselements fortsetzen, um dann in einer gewissen Tiefe durch eine Querbohrung in dem Führungselement mit der Spülungsnut oder dergleichen verbunden zu werden. Das Führungselement weist somit eine Bohrung auf, die den Kanal aus dem Werkzeugschaft weiterführt, um die um die Spül- oder Kühlflüssigkeit bis zu einer Querbohrung zu leiten und zu kanalisieren. Durch die Querbohrung kann die Flüssigkeit aus dem Innern des Werkzeugschaftes in das Innere des Bearbeitungsteils austreten. Das Führungselement verfügt bevorzugt an den Stellen oder Seiten, an denen

die Querbohrung austritt bzw. die Querbohrungen austreten, über die Spülungsnut oder dergleichen, wie oben erläutert. Zwischen dem Innendurchmesser des Bearbeitungsteils und dem Grund der Spülungsnut oder dergleichen, beispielsweise der Schlieffläche eines Anschliffs, kann die Flüssigkeit in Richtung des proximalen Endes des Bearbeitungsteils, beispielsweise einer aktiven proximalen Schneide eines Bohrkopfes oder einer Bohrkrone, entweichen.

Vorteilhafterweise kann dabei ferner vorgesehen sein, dass das Werkzeug und die Spülungsnut bzw. Abflachung, axiale Anschrägung, der axiale Einschnitt oder axiale Flächenschliff derart ausgebildet sind, dass die Austrittsstelle, an der die Kühl- oder Spülflüssigkeit aus dem Kanal in die Spülungsnuten austritt, im Bereich des Übergangs zwischen dem proximalen axialen Ende des Bearbeitungsteils und dem Führungselement angeordnet ist. Dies hat den Vorteil, dass die zum Kühlen bzw. Spülen verwendete Flüssigkeit direkt an der proximalen Schneide des Bearbeitungsteils austritt, und nicht an der Spitze des Führungselements am Boden der Pilotbohrung. Hieraus resultiert der Vorteil einer besseren Kühlung der Schneide und damit eines kiefer- und gewebeschonenden Bearbeitungs- bzw. Bohrvorgangs, weil die Kühlflüssigkeit nicht erst durch eine am proximalen Ende des Führungselements befindliche Öffnung austreten, durch den engen Spalt zwischen dem proximalen Ende des Führungselements und dem daran anliegenden Boden der Pilotbohrung fließen und durch die Spülungsnuten zum proximalen Ende des Bearbeitungsteils zurückfließen muss, sondern unmittelbar am proximalen Ende des Bearbeitungsteils austreten kann.

Dementsprechend kann vorteilhafterweise vorgesehen sein, dass das Führungselement keinen durchgehenden inneren Kanal zum Durchleiten der Kühl- oder Spülflüssigkeit bzw. für deren Austreten aus der Spitze des Führungselements bzw. das Führungselement an seinem proximalen Ende keine Öffnung aufweist, aus der Kühl- oder Spülflüssigkeit austritt. Die

Spülungsnuten können sich vorteilhafterweise bis zum proximalen Ende des Führungselements erstrecken.

5 Eine bessere Spülung von Knochenspänen, Gewebeteilen und Blut ergibt sich dabei dadurch, dass die Strömung radial von innen nach außen gerichtet ist und damit die abgetragenen Knochenspäne von der Bohrstelle radial nach außen abtransportiert. Dadurch verstopfen die Austritte der Kühlkanäle und die Kühlkanäle bzw. Spülungsnuten selbst weniger.

10 Ein weiteres, in diesem Zusammenhang vorteilhaftes Merkmal kann sein, dass das chirurgische Werkzeug und die Spülungsnuten derart ausgebildet sind, dass die Kühl- oder Spülflüssigkeit in den Spülungsnuten in Richtung zu dem proximalen Ende des Führungselements fließt. Das Führungselement weist also ein oder mehrere axial verlaufende außen
15 liegende Nuten, die auch als Schlitze oder Rillen bezeichnet werden können, auf, in denen die Kühlflüssigkeit in Richtung zur proximalen Spitze des Führungselements fließt. Im Stand der Technik dagegen tritt die Kühlflüssigkeit an der proximalen Spitze des Führungselements aus und läuft in den Spülungsnuten außen an dem Führungselement zurück. Bei
20 der Erfindung ist also die Strömung der Kühl- bzw. Spülflüssigkeit in den Spülungsnuten des Führungselements proximal gerichtet, wogegen sie im Stand der Technik distal gerichtet ist.

25 Dementsprechend kann in vorteilhafter Ausgestaltung vorgesehen sein, dass das Führungselement keinen Kanal zum Durchleiten der Kühl- oder Spülflüssigkeit aufweist und/oder dass das Führungselement an seinem proximalen Ende keine Öffnung aufweist, aus der Kühl- oder Spülflüssigkeit austritt.

30 Eine zusätzliche vorteilhafte Ausbildung kann darin bestehen, dass die Summe der Querschnittsflächen der Spülungsnuten oder dergleichen in dem Führungselement mindestens so groß wie der Querschnitt des Kanals

in dem Werkzeugschaft ist. Der Vorteil dabei ist, dass eine Reduktion des Strömungsquerschnitts für das Fließen der Kühl- oder Spülflüssigkeit durch einen querschnittsverengten Übergang von dem Kanal in die Spül-
nuten und somit eine Verringerung des Kühlmittelflusses verhindert wird.

5

Das Werkzeug und seine Komponenten können aus jedem geeigneten Material gefertigt werden. Eines, mehrere oder alle Teile des Werkzeug-
schafts, des Bearbeitungsteils und des Führungselements oder der
Schneiden können beispielsweise aus Stahl, Industriestahl Nr. 1.4301,
10 1.4303, 1.4305, 1.4034 oder 1.4197, Schnellarbeitsstahl (HSS, hoch-
legierte Stähle, die als Hauptlegierungselemente Wolfram, Molybdän,
Vanadium, Kobalt und Chrom enthalten), konventionellem Schnellarbeits-
stahl, pulvermetallurgischem Schnellarbeitsstahl, Sinterwerkstoff, Hart-
metall (unbeschichtet oder beschichtet), Keramik, Schneidkeramik, Misch-
15 keramik, Siliciumnitridkeramik, Korund, Titan, Titanitrit, Titanitrid, Zir-
konium, Zirkonoxid oder Bornitrid bestehen.

Nach einem bevorzugten weiteren Merkmal kann jedoch vorgesehen sein,
dass das Werkzeug ein Kunststoffteil aufweist, das aus einem Kunststoff
20 besteht, der sich bei einer Temperatur verformt, die unterhalb der Sterili-
sationstemperatur des Werkzeugs liegt. Üblicherweise beträgt die Sterili-
sationstemperatur 137 °C, so dass es vorteilhaft ist, wenn sich das Kunst-
stoffteil bei einer Temperatur verformt und damit das Kunststoffteil zer-
stört, die dicht darunter liegt, beispielsweise etwa 130 °C beträgt. Hier-
25 durch wird das Werkzeug zu einem einmal verwendbaren Produkt, das
beispielsweise nur bei einer Implantatbohrung bzw. für mehrere Implan-
tatbohrungen, die bei einem Patienten gleichzeitig durchgeführt werden,
verwendet werden kann, weil das Sterilisieren für die erneute Verwen-
dung bei einem anderen Patienten durch eine visuell sichtbare Verfor-
30 mung oder Zerstörung des Kunststoffteils angezeigt wird.

Das Werkzeug wird ab Werk sterilisiert geliefert, beispielsweise mittels radioaktiver Bestrahlung sterilisiert, und ist nach dem Gebrauch nicht wieder durch eine beim Benutzer übliche thermische Sterilisation sterilisierbar und daher gegen eine Wiederverwendung geschützt. Die Hygiene wird somit deutlich verbessert. In Feingewinden, Spalten, Nuten u.s.w. in dem Werkzeug können sich nämlich beim Bohren Knochenspäne, Gewebeteile und Blut ansammeln, die durch eine Reinigung und thermische Sterilisation nur unzureichend entfernt werden. Daher sollte ein Werkzeug nur im Rahmen einer Operation bei nur einem Patienten verwendet werden.

In weiterer Ausgestaltung kann dabei vorgesehen sein, dass das Kunststoffteil eine Kappe ist, die derart über oder um eine das Federelement enthaltende Federkammer angeordnet ist, dass es beim Verformen in die Federkammer eindringt. Hierdurch wird eine eventuelle thermische Sterilisation nicht nur visuell sichtbar gemacht, sondern das Schmelzen des Kunststoffes blockiert das Federelement in der Federkammer und macht das Werkzeug unbrauchbar.

Das Kunststoffteil kann aber auch noch weitere Funktionen ausüben. Es kann beispielsweise bei unterschiedlichen Werkzeugen in verschiedenen Farben ausgebildet sein, sodass es eine Farbcodierung für die Werkzeuge bildet. Ferner kann das Kunststoffteil in der Fertigung eine günstige, einfache und schnelle Möglichkeit darstellen, um eine oder mehrere Teile des Werkzeugs, insbesondere Werkzeugschaft und Führungselement, durch eine Steckverbindung mittels des Kunststoffteils oder in dem Kunststoffteil zusammenzufügen. Wenn der Werkzeugschaft und das Führungselement nicht zusammen ein einstückiges Teil bilden, sondern zusammengesetzt werden, können die Teile aber auch auf andere Weise verbunden werden, beispielsweise mittels einer geschraubten Gewindeverbindung.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand in den Figuren dargestellter Ausführungsbeispiele näher erläutert. Die darin beschriebenen Besonderheiten können einzeln oder in Kombination miteinander eingesetzt werden, um bevorzugte Ausgestaltungen der Erfindung oder eines gattungsgemäßen Werkzeugs zu schaffen. Es zeigen:

- Figur 1 eine Seitenansicht eines ersten erfindungsgemäßen Bohrers mit zylindrischem Bohrkopf in der ausgefederten Stellung,
- Figur 2 eine erste Seitenansicht eines zweiten erfindungsgemäßen Bohrers mit konischem Bohrkopf in der ausgefederten Stellung,
- Figur 3 einen axialen Längsschnitt zu Figur 2,
- Figur 4 einen weiteren axialen Längsschnitt zu Figur 2,
- Figur 5 eine zweite Seitenansicht gemäß Figur 2 in der eingefederten Stellung,
- Figur 6 eine dritte Seitenansicht gemäß Figur 2 in der eingefederten Stellung,
- Figur 7 eine Seitenansicht des Bearbeitungsteils zu Figur 6,
- Figur 8 eine Seitenansicht des Bearbeitungsteils zu Figur 2,
- Figur 9 eine Seitenansicht des Bearbeitungsteils zu Figur 5,
- Figur 10 eine vereinfachte perspektivische Ansicht des Bearbeitungsteils zu Figur 2,
- Figur 11 eine Schnittdarstellung zu Figur 7,
- Figur 12 eine Schnittdarstellung zu Figur 8,
- Figur 13 eine vereinfachte perspektivische Ansicht des Bearbeitungsteils zu Figur 2,
- Figur 14 eine perspektivische Ansicht eines dritten erfindungsgemäßen Bohrers mit teilweise zylindrischem Bohrkopf in der eingefederten Stellung,
- Figur 15 eine Explosionsdarstellung zu Figur 14,
- Figur 16 einen Längsschnitt zu Figur 14,
- Figur 17 eine erste Seitenansicht zu Figur 14 in der ausgefederten Stellung,

- Figur 18 einen Längsschnitt A-A zu Figur 17,
Figur 19 eine zweite Seitenansicht zu Figur 14 in der eingefederten Stellung,
Figur 20 eine dritte Seitenansicht zu Figur 14 in der eingefederten Stellung,
5
Figur 21 einen Längsschnitt B-B zu den Figuren 19 und 20,
Figur 22 eine Aufsicht zu Figur 17,
Figur 23 einen Schnitt C-C zu Figur 17,
Figur 24 einen Schnitt D-D zu Figur 20,
10
Figur 25 eine Aufsicht zu Figur 19,
Figur 26 eine erste Seitenansicht des Bearbeitungsteils von Figur 14,
Figur 27 eine zweite Seitenansicht des Bearbeitungsteils von Figur 14,
Figur 28 eine dritte Seitenansicht des Bearbeitungsteils von Figur 14
Figur 29 einen Längsschnitt A-A zu Figur 26,
15
Figur 30 eine Einzelheit B von Figur 26,
Figur 31 eine Aufsicht zu Figur 26,
Figur 32 eine Einzelheit zu Figur 31,
Figur 33 einen Schnitt C-C zu Figur 27 und
Figur 34 einen Schnitt F-F zu Figur 27.

20

In der Figur 1 ist ein erstes Ausführungsbeispiel, in den Figuren 2 bis 13 ist ein zweites Ausführungsbeispiel und in den Figuren 14 bis 34 ist ein drittes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Werkzeugs 1 in Form einer Bohrvorrichtung zum Bohren eines Loches in einen Kiefer für
25 das Einsetzen eines Zahnimplantats dargestellt. Einander entsprechende Elemente sind jeweils mit demselben Bezugszeichen bezeichnet. Die Bohrvorrichtung umfasst einen Werkzeugschaft 2, der zum Einspannen in eine rotierbare Werkzeugaufnahme ausgebildet ist und einen Kanal 3 zum Durchleiten einer Kühl- oder Spülflüssigkeit aufweist, sowie einen um eine
30 axiale, rechtsdrehende Rotationsachse C rotierbaren Bearbeitungsteil 4, der von dem Werkzeugschaft 2 antreibbar und an dem proximalen axialen Ende des Werkzeugschafts 2 angeordnet ist. Das Ausführungsbeispiel von

Figur 2 entspricht dem ersten Ausführungsbeispiel der Figur 1, mit dem Unterschied, dass der Bearbeitungsteil 4 nicht konisch, sondern zylindrisch ausgebildet ist. Das Ausführungsbeispiel von Figur 14 entspricht dem Ausführungsbeispiel der Figur 2, mit dem Unterschied, dass der Bearbeitungsteil 4 teilweise konisch oder doppelt konisch ausgebildet ist und eine außenseitige Durchmesserschneide aufweist.

Der Bearbeitungsteil 4 kann beispielsweise ein Bohrkopf oder eine Bohrkronen sein. Ferner umfasst das Werkzeug 1 ein sich in axialer Richtung des Werkzeugs 1 erstreckendes Führungselement 5, das an dem proximalen axialen Ende des Bearbeitungsteils 4 angeordnet und zum Einführen in eine Pilotbohrung ausgebildet ist.

Bei dem distalen Endstück des Werkzeugschaftes 2, der in eine Werkzeugaufnahme eingespannt wird, handelt es sich beispielsweise um ein DIN-genormtes Teil oder Fertigteil. Der Werkzeugschaft 2 wird nach dem Einspannen in einen nicht dargestellten Antrieb, beispielsweise ein Winkelstück, in Rotation versetzt und überträgt die Rotationsbewegung auf den Bearbeitungsteil 4, der sich als rotierender Bearbeitungsteil um die Achse C dreht. Der Bearbeitungsteil kann auf einem Träger, beispielsweise einem Bohrkopf- oder Bohrkronenträger befestigt sein. Die Übertragung der Rotationsbewegung von dem Werkzeugschaft 2 auf den Bearbeitungsteil 4 kann beispielsweise durch eine in Rotationsrichtung formschlüssige Verbindung erfolgen.

25

Der Bearbeitungsteil 4 ist relativ zu dem Führungselement 5 (und zu dem Werkzeugschaft 2) axial bewegbar. Entsprechende Schnittansichten des Aufbaus des Werkzeugs 1, durch den dies ermöglicht wird, sind in den Figuren 3 und 4 dargestellt. Dabei weist das Werkzeug 2 als Federelement 6 eine Spiraldruckfeder auf, die eine Rückstellkraft erzeugt, die den Bearbeitungsteil 4 in proximaler Richtung bewegt, wobei der Bearbeitungsteil 4 gegen die Rückstellkraft axial zwischen einer in den Figuren 2 bis 4 dar-

30

gestellten ausgefederten und einer in den Figuren 5 und 6 dargestellten eingefederten Stellung bewegbar ist. Das Federelement 6 drückt also mit seiner Rückstellkraft den Bearbeitungsteil 4 in proximaler Richtung in die ausgefederte Stellung, und durch einen Gegendruck auf das proximale
5 Ende des Bearbeitungsteils 4 in distaler Richtung kann das Bearbeitungsteil 4 in distaler Richtung bis in eine eingefederte Stellung verschoben werden.

Es ist somit zwischen Werkzeugschaft 2 und Bearbeitungsteil 4 ein in
10 Axialrichtung wirkendes Federelement 6 vorgesehen, das den Bearbeitungsteil 4 entlang des Führungselements 5 in proximaler Richtung drückt. Das Werkzeug 1 weist damit ein Federelement 6 auf, das eine Rückstellkraft erzeugt, die den Bearbeitungsteil 4 in proximaler Richtung gegenüber dem Werkzeugschaft 2 bewegt, wobei der Bearbeitungsteil 4
15 gegen die Rückstellkraft axial bewegbar ist. Der Vorteil besteht darin, dass der Bearbeitungsteil 4 beim Bohren in axialer Richtung schwingen kann.

Das Federelement 6 sitzt an seinem einen Ende auf einem Federsitz des
20 Bearbeitungsteils 4 auf. An seinem anderen Ende sitzt das Federelement 6 auf einem Federsitz des Werkzeugschaftes 2, der gleichzeitig als Werkzeugträger dient, auf. In dem Werkzeugschaft 2 wird die Feder 6 in einer Innenbohrung oder Federkammer 7 des Werkzeugschaftes 2 geführt.

25 Um die Federkammer 7 ist ein als Kappe ausgebildetes Kunststoffteil 8 angeordnet. Sie enthält durch eine bestimmte Farbgebung eine für den Benutzer erkennbare Typcodierung des Werkzeugs 1 und verformt sich ab einer bestimmten Temperatur, wobei sie in die Federkammer 7 eindringt. Hierdurch wird eine eventuelle thermische Sterilisation nicht nur
30 visuell sichtbar gemacht, sondern das Schmelzen des Kunststoffes blockiert das Federelement 6 in der Federkammer 7 und macht das Werkzeug 1 unbrauchbar.

Während der Bearbeitungsvorgänge wird Knochenmaterial abgetragen. Außer den Knochenspänen sind auch Gewebeteile und Blut vorhanden. Diese Verschmutzungen sollten bereits während des Arbeitsvorgangs aus
5 der Bohrung entfernt werden, da es sonst zu einem Verschmieren kommt. Hierzu wird durch eine Eintrittsöffnung in dem Werkzeugschaft 2 Kühl- oder Spülflüssigkeit zugeführt. Durch das Innere des Werkzeugschafts 2 läuft ein Kühlwasserkanal 3, der sich in dem distalen Ende des Führungselements 5 fortsetzt und dann über eine Querbohrung 9 in zwei
10 gegenüberliegende Flächenanschliffe auf dem stiftartigen Führungselement 5 mündet, die sich von der Querbohrung 9 bis zum proximalen Ende des Führungselements 5 erstrecken. Durch diesen Kanal 3 wird während des Bearbeitungsvorganges Kühl- oder Spülflüssigkeit eingeleitet, beispielsweise eine isotone Kochsalzlösung. Die wässrige Lösung
15 dient zum einen der Kühlung des Bearbeitungswerkzeugs; zum anderen werden dadurch die abgetragenen Knochenteile aus der Bohrung im Knochen herausschwemmt. Die Flüssigkeit tritt während des Bearbeitungsvorganges an dem proximalen Ende des Bearbeitungsteils 4 aus. Dadurch wird gewährleistet, dass die Flüssigkeit an der Stelle austritt, an der die
20 proximale Schneide 10 des Bearbeitungswerkzeugs 4 am aktivsten ist.

Die Flüssigkeit läuft dann in radialer Richtung von der Austrittsstelle seitlich nach außen sowie entlang der Flächenanschliffe des Führungselements 5 in proximaler Richtung zur Spitze des Führungselements 5. Die
25 Flächenanschliffe, entsprechende Spülungsnuten oder der dergleichen auf dem Führungselement 5 können sich bis zum proximalen Ende des Führungselements 5 erstrecken, um auch das Führungselement 5 und die Pilotbohrung zu kühlen oder zu spülen. Für die Flüssigkeit ist es zwar schwierig, in die Pilotbohrung im Knochen einzuströmen und wieder
30 daraus zu entweichen, da das Führungselement 5 in der Regel nur mit geringem Spiel in der Pilotbohrung sitzt. Es hat sich jedoch herausgestellt, dass das auf diese Weise erzielte Kühlen oder Spülen der Pilot-

bohrung ausreicht, weil es wichtiger ist, das schneidaktive proximale Ende des Bearbeitungsteils 4 als das schneidinaktive Führungselement 5 in der Pilotbohrung zu kühlen und zu spülen. Es baut sich beim Durchleiten einer wässrigen Lösung dennoch kein Druck auf, der im ungünstigsten Fall dazu führen könnte, dass das Werkzeug 1 aus der Bohrung oder Pilotbohrung herausgedrückt wird bzw. der dazu führen kann, dass der Kühlkanal 3 im Werkzeug 1 nicht mehr durchströmt wird und es dadurch zu einer unerwünschten Erwärmung kommt.

10 In den Figuren 5 und 6 sind die am proximalen Ende des Bearbeitungsteils 4 angeordnete Schneide 10 bzw. Hauptschneide, die konkave Freifläche 11, die zwei auf der Mantelfläche 12 des Bearbeitungsteils 4 gegenüberliegend angeordneten, als Spanraum 13 dienenden Auswurfkanäle 14, die in distaler Richtung um einen Öffnungswinkel geöffnet sind, und die zwei gegenüberliegenden Nebenschneiden 15, die jeweils an der Spanfläche 16 eines Spanraums 13 angeordnet und als Reibe 17 ausgebildet sind, veranschaulicht.

Der Bohrkopf 4, der auch als Bohrkrone bezeichnet werden kann, hat keine aktiv schneidende zentrale Spitze, sondern in diesem Bereich wird der Bohrkopf 4 durch das Führungselement 5 in der Pilotbohrung geführt, wenn man das Werkzeug 1 proximal drückt. Das Führungselement 5 ist schneidinaktiv und dient sowohl zum Leiten der Kühlflüssigkeit als auch zum Führen des Bohrers 1 in der vorgebohrten Pilotbohrung.

25 Ein Bohrvorgang mit einem Werkzeug 1 zum Bohren eines Bohrloches in einen Kieferknochen zum Einsetzen eines Implantats läuft wie folgt ab. Zuerst wird in dem Kiefer eine Pilotbohrung mit einem Bohrer vorgenommen, dessen Durchmesser etwa dem Durchmesser des Führungselements 5 entspricht. Die Pilotbohrung wird mit einer vorher bestimmten, definierten Tiefe gebohrt. Danach erfolgt die Bohrung mit dem Werkzeug 1, wobei das Bohrloch vorzugsweise auf einmal auf seinen

gewünschten Enddurchmesser gebohrt wird. Vor dem Ansetzen des Werkzeugs 1 an die Pilotbohrung befindet sich der Bearbeitungsteil 4 in der ausgefederten Stellung, wobei die Spitze des Führungselements proximal ein wenig gegenüber der aktiven Schneide heraussteht. Dieser Überstand reicht jedoch aus, um den Bohrer 1 an der Pilotbohrung anzu-
5 setzen, ohne dass er seitlich ausweicht.

Nach dem Ansetzen des Führungselements 5 an die Pilotbohrung wird mit der Werkzeughalterung eine Vorschubkraft in distaler Richtung auf das
10 Werkzeug ausgeübt. Durch Ausübung einer Vorschubkraft wird der rotierende Bearbeitungsteil 4 proximal in Richtung der Pilotbohrung gedrückt. Dabei muss die von der Feder 6 aufgebrachte Gegenkraft überwunden werden. Die Feder 6 staucht sich während dieses Vorgangs zusammen. Die proximale Hauptschneide 10 des Bearbeitungsteils 4 liegt dann mit
15 der vom Benutzer ausgeübten Vorschubkraft bzw. der Rückstellkraft der Feder 6 auf dem Knochen bzw. dem gerade gebohrten Grund des Bohrloches an. Wenn diese Vorschubkraft kleiner als die Rückstellkraft des Federelements 6 ist, kann sich der Bearbeitungsteil 4 gegen die Rückstellkraft des Federelements 6 axial relativ zu dem Führungselement 5
20 bzw. das Führungselement 5 axial relativ zu dem Bearbeitungsteil 4 bewegen, ohne dass der Bearbeitungsteil 4 die durch einen axialen Anschlag oder eine Blockbildung der Feder 6 gegebene eingefederte distale Endstellung einnimmt. In diesem Bereich der Vorschubkraft kann sich der Bohrkopf 4 in axialer Richtung hin und her schwindend bzw. axial
25 pulsierend schonend in den Knochen einarbeiten.

Wird die vom Benutzer ausgeübte Vorschubkraft jedoch erhöht, erreicht der Bearbeitungsteil 4 die in distaler Richtung gelegene eingefederte Stellung, die durch einen axialen Anschlag oder eine Blockbildung der
30 Feder 6 gegeben ist. In dieser Position kann der Benutzer eine Vorschubkraft auf den Bohrkopf 4 ausüben, die größer als die Rückstellkraft der Feder 6 ist, und der Bohrkopf 4 kann nicht in axialer Richtung schwingen.

Dies kann zweckmäßig sein, um kurzzeitig eine höhere Vorschubkraft auszuüben, beispielsweise beim Ansetzen des Bohrers 1 an die Pilotbohrung.

- 5 Das Bohrloch wird dann weiter gebohrt, vorzugsweise mit axial schwingendem Bohrkopf 4, bis die proximale Spitze des Führungselements 5 den Boden der Pilotbohrung erreicht. In dieser Stellung des Führungselements 5 muss einen kurzen Moment abgewartet werden, bis sich der axial schwingende Bohrkopf 5 in seine proximale ausfederte Stellung vor-
- 10 gearbeitet hat. In dieser stoppt die Bohrung dann von selbst, weil die proximal herausragende Spitze des Führungselements 5 einen Bohrtiefenanschlag bildet. Der Bohrer 1 kann dann aus dem Bohrloch herausgezogen werden, wobei der Bohrkopf 4 in der ausgefederten Stellung verbleibt, und das Bohrloch ist mit definierter Tiefe schonend fertiggestellt.
- 15 Bei dem gesamten Bohrvorgang wird der Bohrkopf 4 definiert axial entlang des Führungselements 5 geführt und es besteht zu keinem Zeitpunkt die Gefahr, dass er seitlich ausbricht.

Die Figuren 7 bis 13 veranschaulichen die am proximalen Ende des Bearbeitungsteils 4 angeordnete Schneide 10 bzw. Hauptschneide, die konkave Freifläche 11, die zwei auf der Mantelfläche 12 des Bearbeitungsteils 4 gegenüberliegend angeordneten, als Spanraum 13 dienenden Auswurfkanäle 14, die in distaler Richtung um einen Öffnungswinkel geöffnet sind, und die zwei gegenüberliegenden Nebenschneiden 15, die jeweils

25 an der Spanfläche 16 eines Spanraums 13 angeordnet und als Reibe 17 ausgebildet sind. Ferner zeigen sie eine konvexe Ansicht 18, einen Spitzenwinkel (negativ) 19, einen Spanwinkel 20, einen Keilwinkel (variabel) 21 und einen Freiwinkel (variabel) 22.

- 30 In Figur 10 ist ferner zu erkennen, dass die zwei Freiflächen-Segmente 23 an dem proximalen Ende des Bearbeitungsteils 4 eine Abschrägung 24 aufweisen, mit der sie gegen die Drehrichtung abgeschrägt sind. Die

Abschrägung 24 führt von der Freifläche 11 zu dem Auswurfkanal 14 und zu der Nebenschneide 15 des entgegen der Drehrichtung folgenden Schneidsegments. Die Schneiden 15 sind so orientiert, dass ein sauberer Span entsteht, der durch den Flüssigkeitsdruck leicht in distaler Richtung
5 über die Auswurfkanäle 14 transportiert werden kann.

Die Figuren 14 bis 34 zeigen ein drittes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Bohrers in verschiedenen Ansichten, Schnitten und Details. Er entspricht dem Ausführungsbeispiel der Figur 2, mit dem
10 Unterschied, dass der Bearbeitungsteil 4 teilweise konisch oder doppelt konisch ausgebildet ist und eine außenseitige Durchmesserschneide 25 aufweist. Das in Figur 15 dargestellte Befestigungsteil 26 ist beispielsweise ein Splint oder eine Madenschraube und dient der Montage des Werkzeugs 1.

15

Die Figur 14 zeigt eine perspektivische Ansicht in der eingefederten Stellung, die Figur 15 eine Explosionsdarstellung zu Figur 14, die Figur 16 einen Längsschnitt zu Figur 14, die Figur 17 eine erste Seitenansicht zu Figur 14 in der ausgefederten Stellung, die Figur 18 einen Längsschnitt
20 A-A zu Figur 17, die Figur 19 eine zweite Seitenansicht zu Figur 14 in der eingefederten Stellung, die Figur 20 eine dritte Seitenansicht zu Figur 14 in der eingefederten Stellung, die Figur 21 einen Längsschnitt B-B zu den Figuren 19 und 20, die Figur 22 eine Aufsicht zu Figur 22, die Figur 23 einen Schnitt C-C zu Figur 22, die Figur 24 einen Schnitt D-D zu Figur 20,
25 die Figur 25 eine Aufsicht zu Figur 19, die Figur 26 eine erste Seitenansicht des Bearbeitungsteils von Figur 14, die Figur 27 eine zweite Seitenansicht des Bearbeitungsteils von Figur 14, die Figur 28 eine dritte Seitenansicht des Bearbeitungsteils von Figur 14 die Figur 29 einen Längsschnitt A-A zu Figur 26, die Figur 30 eine Einzelheit B von Figur 26, die
30 Figur 31 eine Aufsicht zu Figur 26, die Figur 32 eine Einzelheit zu Figur 31, die Figur 33 einen Schnitt C-C zu Figur 27 und die Figur 34 einen Schnitt F-F zu Figur 27.

Der Bearbeitungsteil 4 weist außenseitig eine Durchmesserschneide 25 auf. Sie befindet sich vorzugsweise an einem konischen proximalen Abschnitt des Bearbeitungsteils 4, der eine konische Steigung aufweist, d.h. sich vom distalen zum proximalen Ende hin verjüngt. Der Öffnungswinkel 27 des Konus kann dabei vorteilhafterweise beispielsweise zwischen 1° und 25° , bevorzugt zwischen 5° und 15° betragen. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel beträgt der Öffnungswinkel 10° (siehe Figur 27). Die Durchmesserschneide 25 weist eine Drallsteigung auf, die in der Drehrichtung des Bearbeitungsteils 4 zu dem proximalen Ende des Werkzeugs 1 verläuft. Mit der Durchmesserschneide 25 auf dem Konus kann der Durchmesser einer mit dem Werkzeug 2 gebohrten Bohrung beim Bohren vergrößert bzw. eine konische Bohrung in einen Knochen eingebracht werden. Durch die Steigung der Durchmesserschneide 25 wird dabei abgespanntes Material in distaler Richtung aus dem Bohrloch abtransportiert.

Das Bearbeitungsteil 4 kann auch zwei- oder mehrfach konisch ausgebildet sein, d.h. aufeinanderfolgende konische Abschnitte aufweisen, die jeweils unterschiedliche Öffnungswinkel haben. An den Übergängen zwischen diesen Abschnitten können die Öffnungswinkel stetig oder unstetig wechseln bzw. ineinander übergehen, und es können auch ein oder mehrere zylindrische Abschnitte vorgesehen sein, die zwischen konischen Abschnitten oder an einem distalen oder proximalen Ende angeordnet sind. Entsprechend können auch konische Abschnitte mit negativem Öffnungswinkel 27 vorgesehen sein. Ein negativer Öffnungswinkel wird als Freistellung 28 bezeichnet. Die Freistellung 28 kann den Abtransport von abgespanntem Material erleichtern, indem der freie Raum zum Bohrlochinnenrand vergrößert wird. Sie kann vorteilhafterweise beispielsweise zwischen $0,1^\circ$ und 5° , bevorzugt zwischen $0,5^\circ$ und $2,5^\circ$ betragen. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel schließt sich in distaler Richtung an den proximalen konusförmigen Abschnitt ein Abschnitt mit einer Frei-

stellung von $1,5^\circ$ (siehe Figur 28) an. Allgemein ist es vorteilhaft, wenn die Freistellung an dem distalen Ende des Bearbeitungsteils angeordnet ist.

Bezugszeichenliste

| | |
|----|--------------------------|
| 5 | |
| | 1 Chirurgisches Werkzeug |
| | 2 Werkzeugschaft |
| | 3 Kanal |
| 10 | 4 Bearbeitungsteil |
| | 5 Führungselement |
| | 6 Federelement |
| | 7 Federkammer |
| | 8 Kunststoffteil |
| 15 | 9 Querbohrung |
| | 10 (Haupt)Schneide |
| | 11 konkave Freifläche |
| | 12 Mantelfläche |
| | 13 Spanraum |
| 20 | 14 Auswurfkanal |
| | 15 Nebenschneide |
| | 16 Spanfläche |
| | 17 Reibe |
| | 18 konvexe Ansicht |
| 25 | 19 Spitzenwinkel |
| | 20 Spanwinkel |
| | 21 Keilwinkel |
| | 22 Freiwinkel |
| | 23 Freiflächen-Segment |
| 30 | 24 Abschrägung |
| | 25 Durchmesserschneide |
| | 26 Befestigungsteil |

- 27 Öffnungswinkel
- 28 Freistellung
- C Rotationsachse

Patentansprüche

5

1. Chirurgisches Werkzeug (1) zum Bearbeiten von Knochen, insbesondere zum Bohren von Knochen für das Einsetzen eines Zahnimplantats, umfassend
10 einen Werkzeugschaft (2), der zum Einspannen in eine rotierbare Werkzeugaufnahme ausgebildet ist und einen Kanal (3) zum Durchleiten einer Kühl- oder Spülflüssigkeit aufweist,
einen um eine axiale Rotationsachse (C) rotierbaren Bearbeitungsteil (4), der von dem Werkzeugschaft (2) antreibbar und an dem proximalen axialen Ende des Werkzeugschafts (2) angeordnet ist, und
15 ein sich in axialer Richtung des Werkzeugs (1) erstreckendes Führungselement (5), das an dem proximalen axialen Ende des Bearbeitungsteils (4) angeordnet und zum Einführen in eine Pilotbohrung ausgebildet ist,
20 dadurch gekennzeichnet, dass
der Bearbeitungsteil (4) relativ zu dem Führungselement (5) axial bewegbar ist und
das Werkzeug (1) ein Federelement (6) aufweist, das eine Rückstellkraft erzeugt, die den Bearbeitungsteil (4) in proximaler Richtung
25 bewegt, wobei der Bearbeitungsteil (4) gegen die Rückstellkraft axial zwischen einer ausgefederten und einer eingefederten Stellung bewegbar ist.
- 30 2. Chirurgisches Werkzeug (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Bearbeitungsteil (4) an seinem proximalen Ende mindestens eine Schneide (10) aufweist.

3. Chirurgisches Werkzeug (1) nach dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass die proximale Schneide (10) des Bearbeitungsteils (4) eine konkave Freifläche (11) aufweist.
- 5 4. Chirurgisches Werkzeug (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Bearbeitungsteil (4) mindestens einen als Spanraum (13) dienenden Auswurfkanal (14) aufweist, der auf der Mantelfläche (12) des Bearbeitungsteils (4) angeordnet ist und im Wesentlichen axial verläuft.
- 10 5. Chirurgisches Werkzeug (1) nach dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass der Auswurfkanal (14) in distaler Richtung um einen Öffnungswinkel geöffnet ist.
- 15 6. Chirurgisches Werkzeug (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Bearbeitungsteil (4) mindestens eine Nebenschneide (15) mit sehr geringer oder ohne Drallsteigung aufweist, vorzugsweise an der Spanfläche (16) des Spanraumes (13).
- 20 7. Chirurgisches Werkzeug (1) nach dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Nebenschneide (15) als Reibe (17) ausgebildet ist.
- 25 8. Chirurgisches Werkzeug (1) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Führungselement (5) an seiner Oberfläche mindestens eine axiale Spülungsnut, axiale Abflachung, axiale Anchrägung, einen axialen Einschnitt oder einen axialen Flächenschliff aufweist, mittels der die Kühl- oder Spülflüssigkeit in Richtung zu dem proximalen Ende des Bearbeitungsteils (4) und/oder zu dem proximalen
30 Ende des Führungselements (5) leitbar ist.

9. Chirurgisches Werkzeug (1) nach dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass das Werkzeug (1) und die Spülungsnut bzw. Abflachung, axiale Anschrägung, der axiale Einschnitt oder axiale Flächenschliff derart ausgebildet sind, dass die Austrittsstelle, an der die Kühl- oder Spülflüssigkeit aus dem Kanal (3) in die Spülungsnut austritt, im Bereich des Übergangs zwischen dem proximalen axialen Ende des Bearbeitungsteils (4) und dem Führungselement (5) angeordnet ist.
10. Chirurgisches Werkzeug (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Führungselement (5) in der ausgefederten Stellung des Bearbeitungsteils (4) an dem proximalen Ende des Bearbeitungsteils (4) herausragt.
11. Chirurgisches Werkzeug (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass es ein Kunststoffteil (8) aufweist, das aus einem Kunststoff besteht, der sich bei einer Temperatur verformt, die unterhalb der Sterilisationstemperatur des Werkzeugs liegt.
12. Chirurgisches Werkzeug (1) nach dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass das Kunststoffteil (8) eine Kappe ist, die derart über oder um eine das Federelement (6) enthaltende Federkammer (7) angeordnet ist, dass es beim Verformen in die Federkammer (7) eindringt.
13. Chirurgisches Werkzeug (1) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der Bearbeitungsteil (4) einen oder mehrere konische Abschnitte aufweist.

14. Chirurgisches Werkzeug (1) nach dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass der Bearbeitungsteil (4) eine Durchmesserschneide (25) aufweist.
- 5 15. Chirurgisches Werkzeug (1) nach dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass die Durchmesserschneide (25) in einem konischen Abschnitt des Bearbeitungsteils (4) ausgebildet ist.

1/16

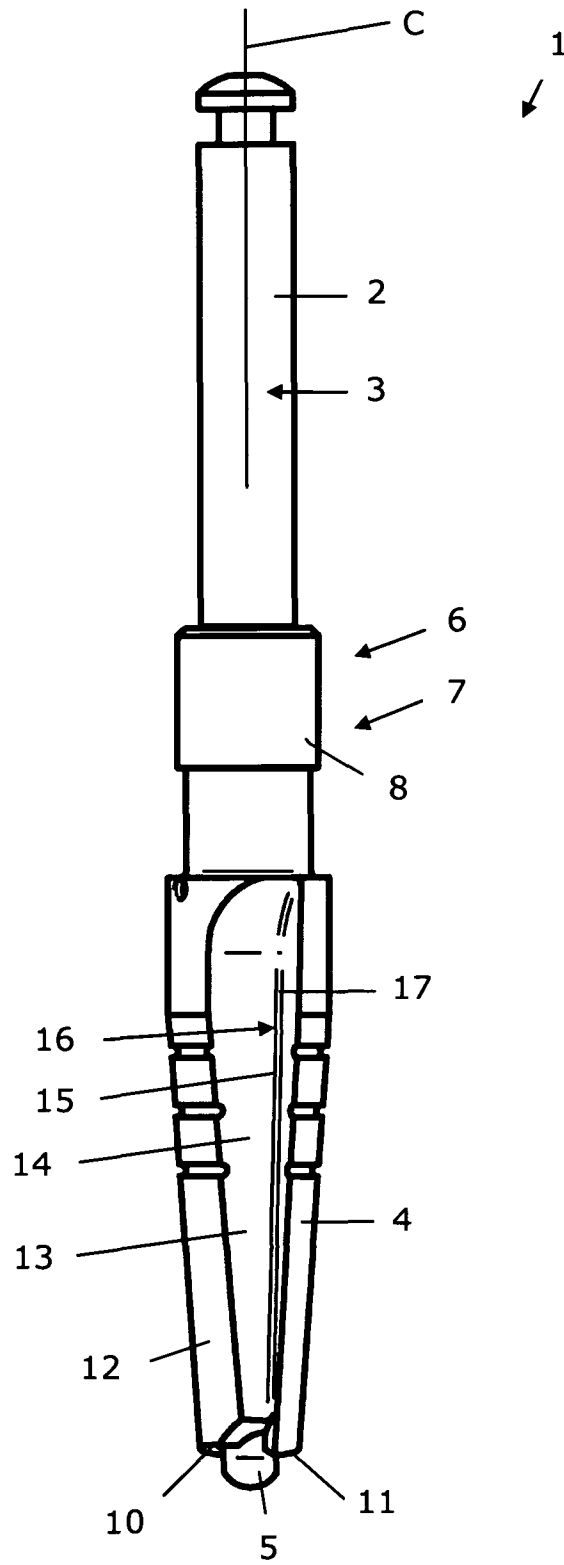


Fig. 1

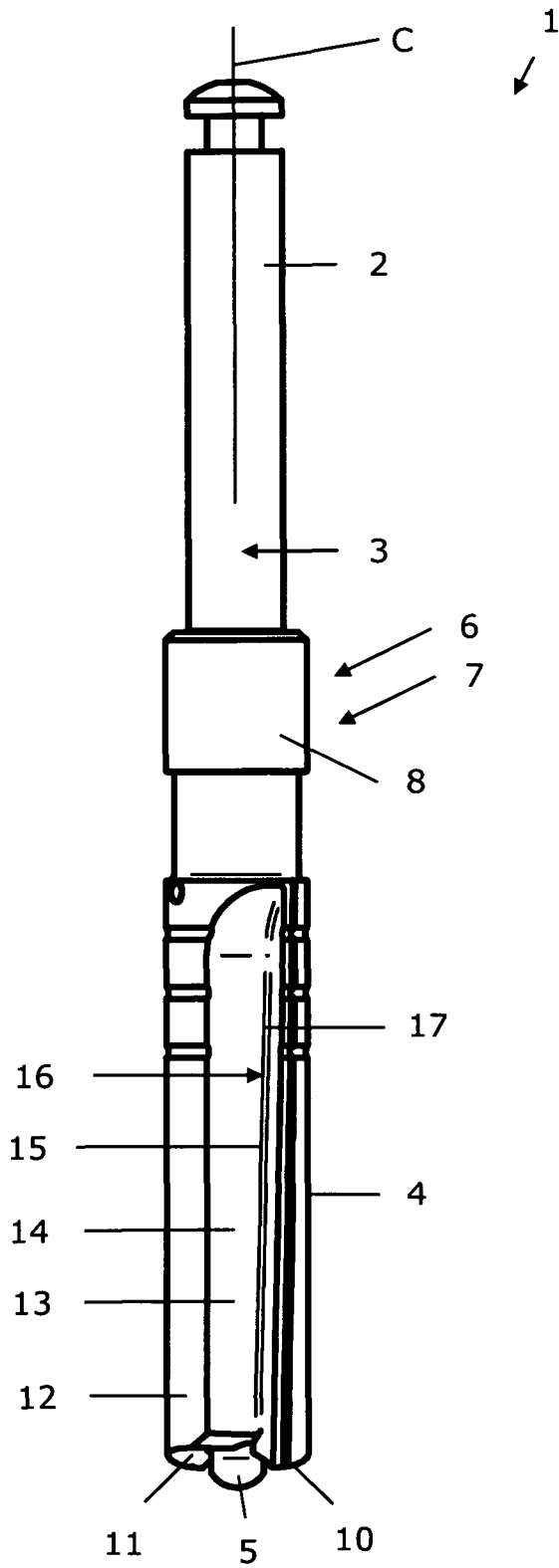


Fig. 2

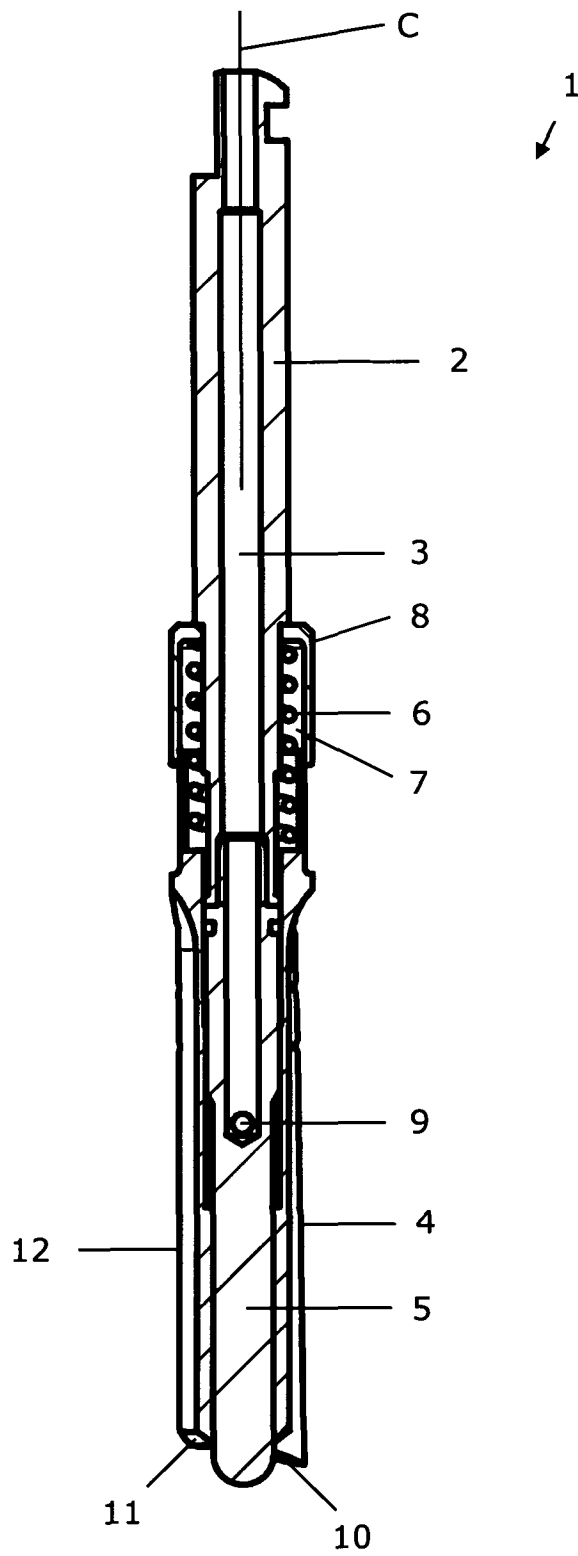


Fig. 3

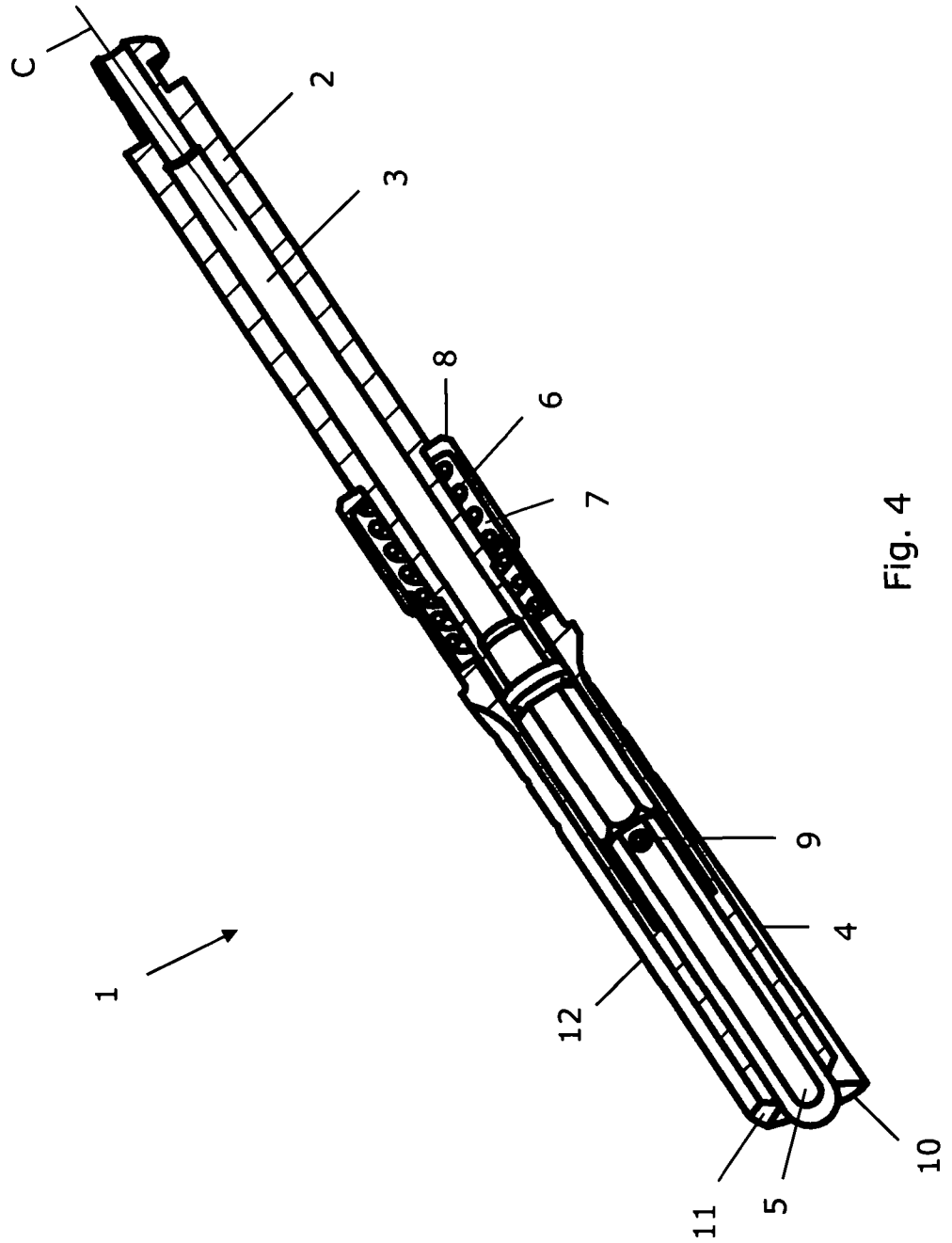


Fig. 4

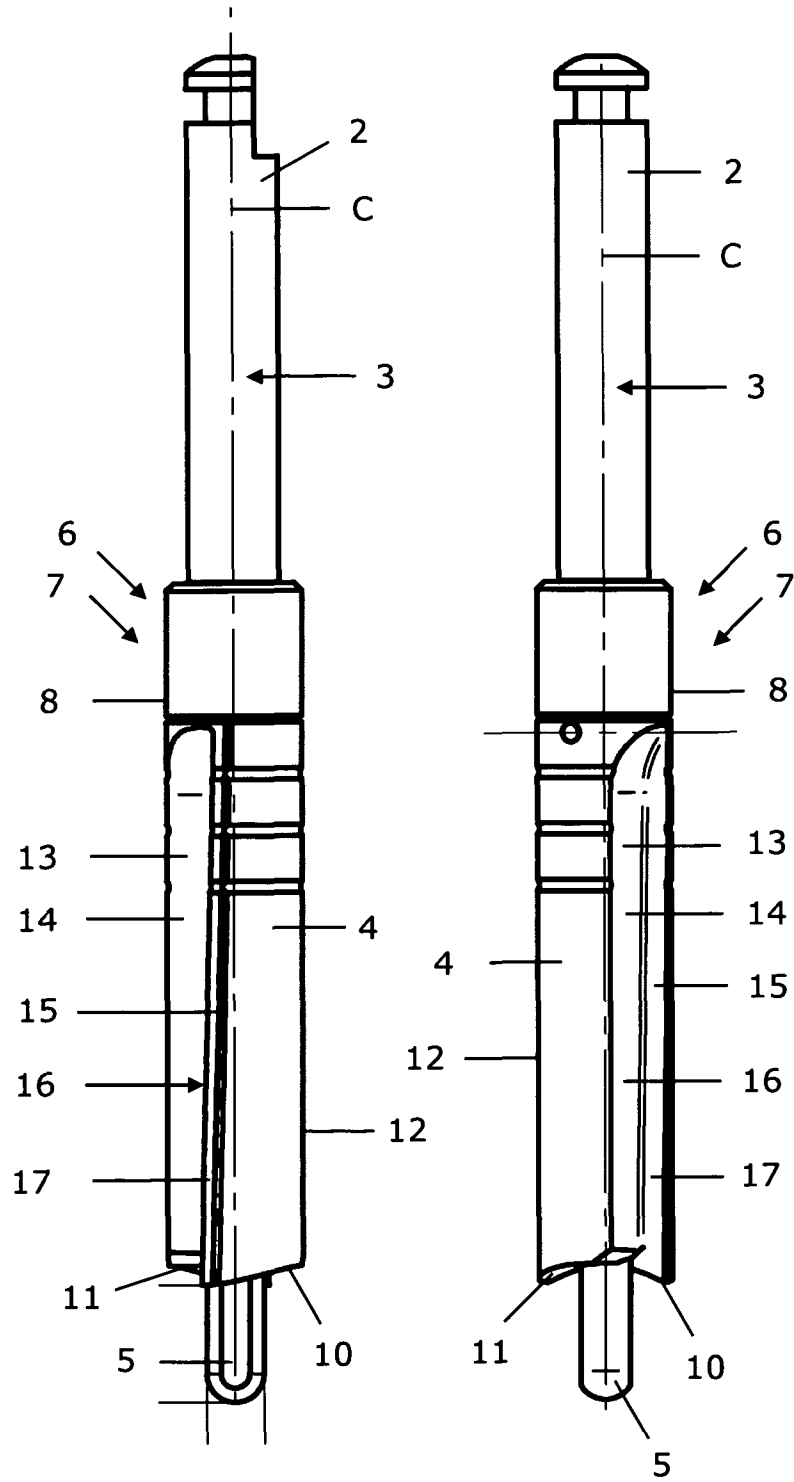


Fig. 5

Fig. 6

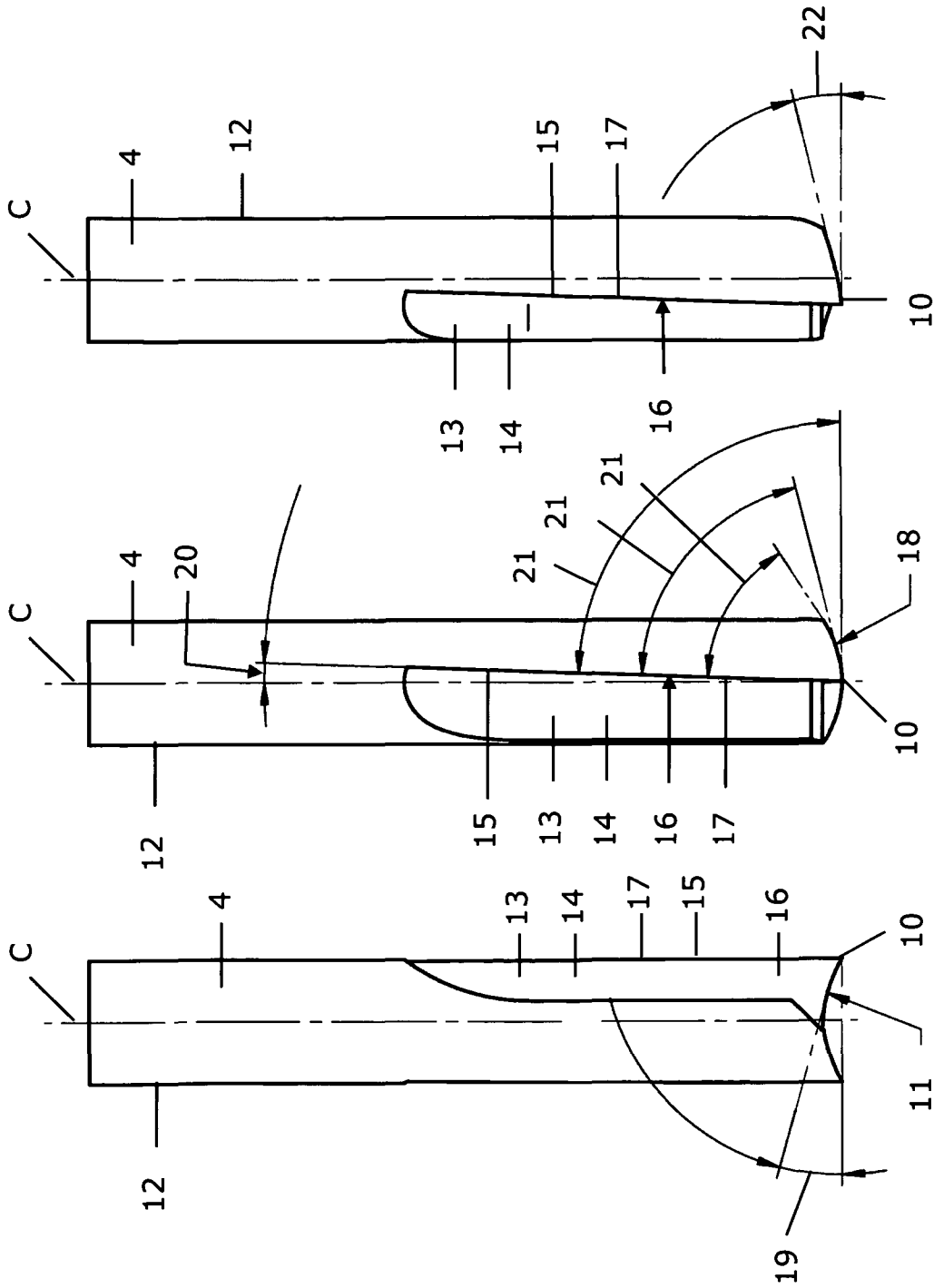
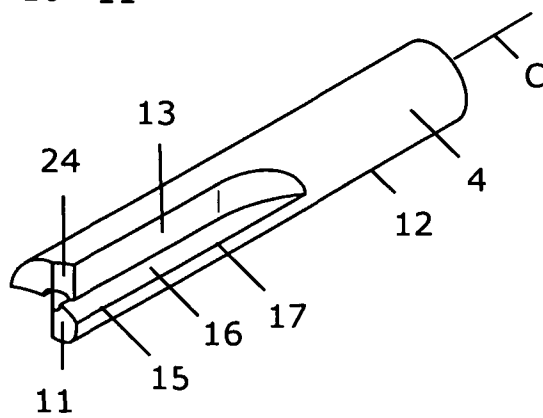
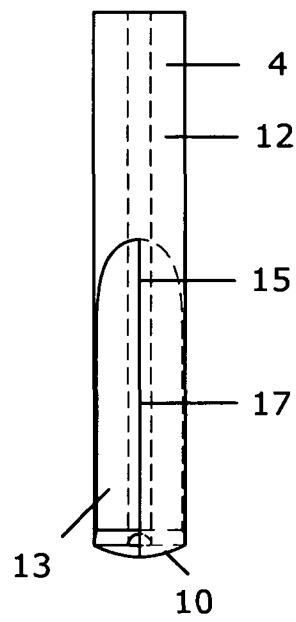
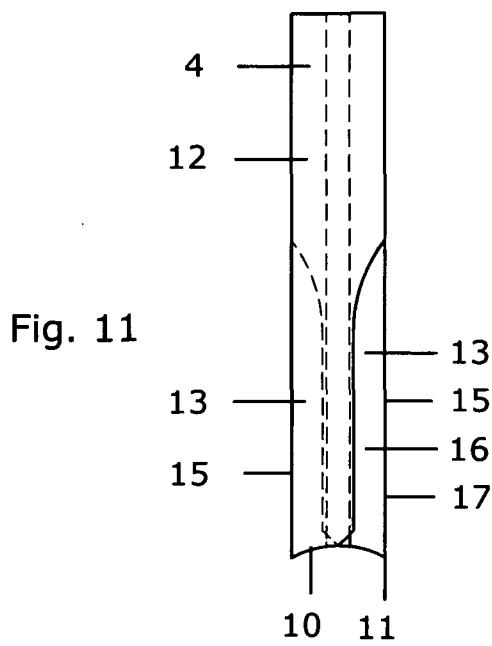
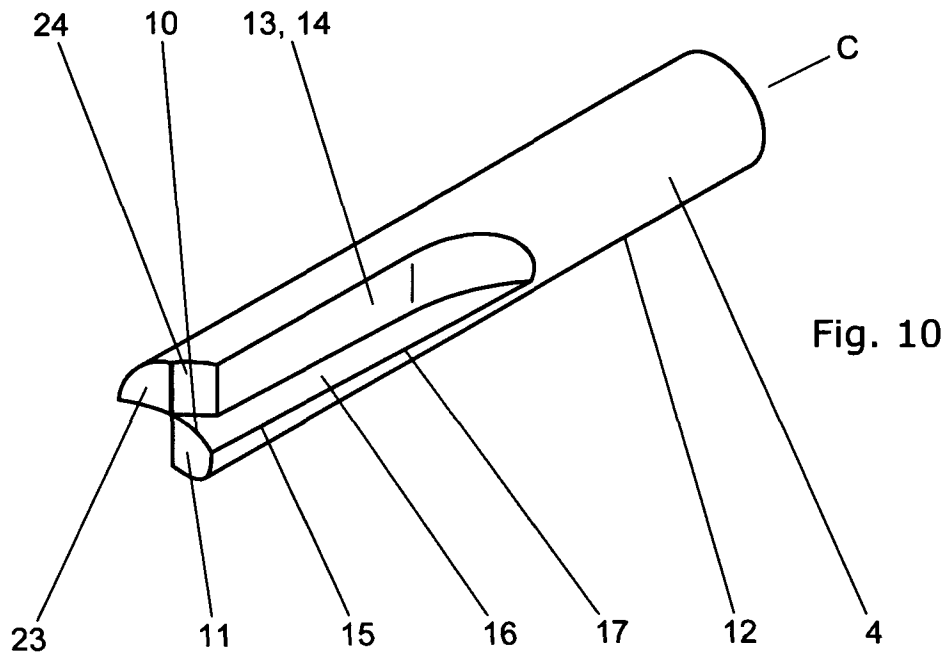


Fig. 9

Fig. 8

Fig. 7



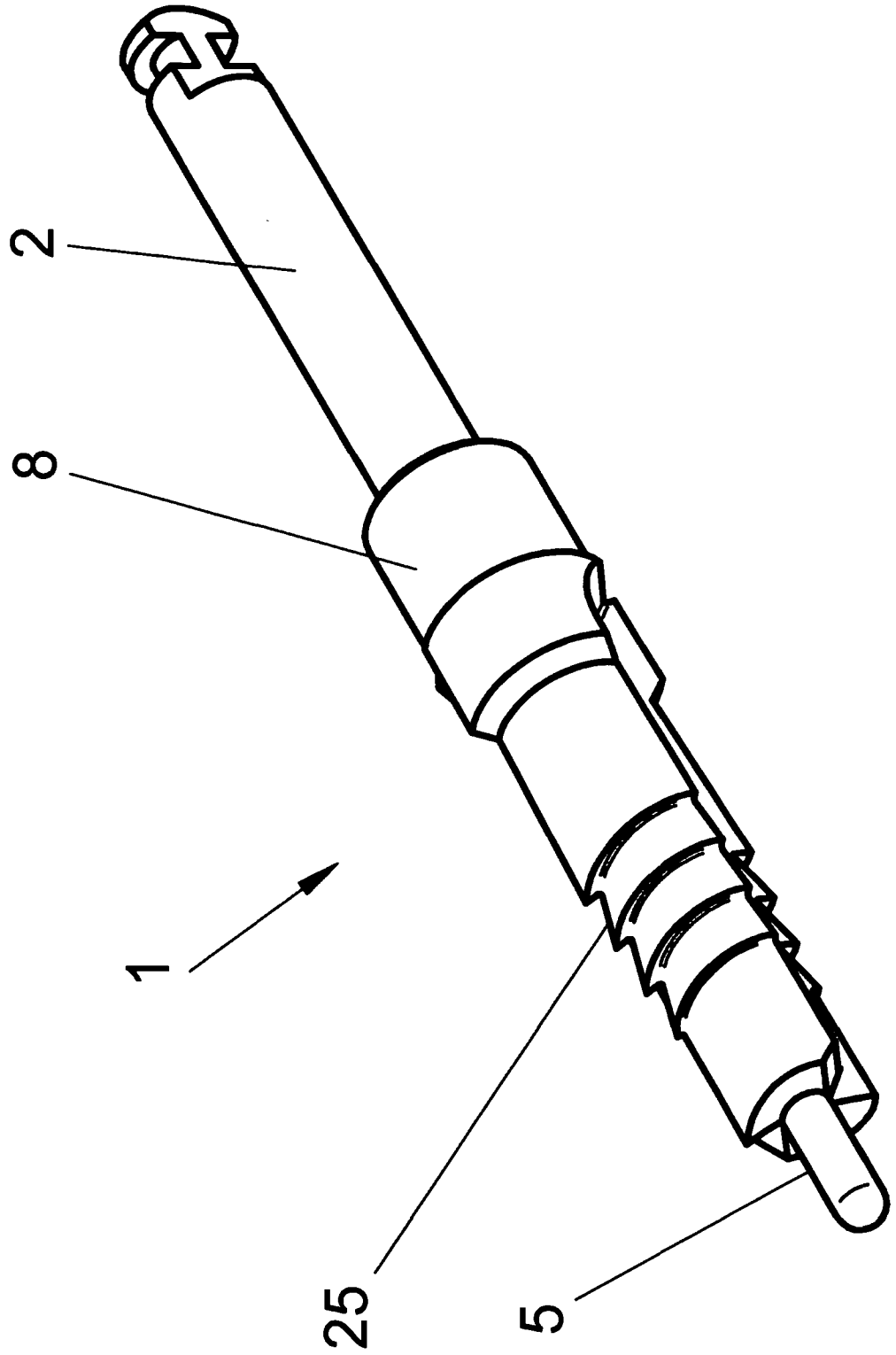


Fig. 14

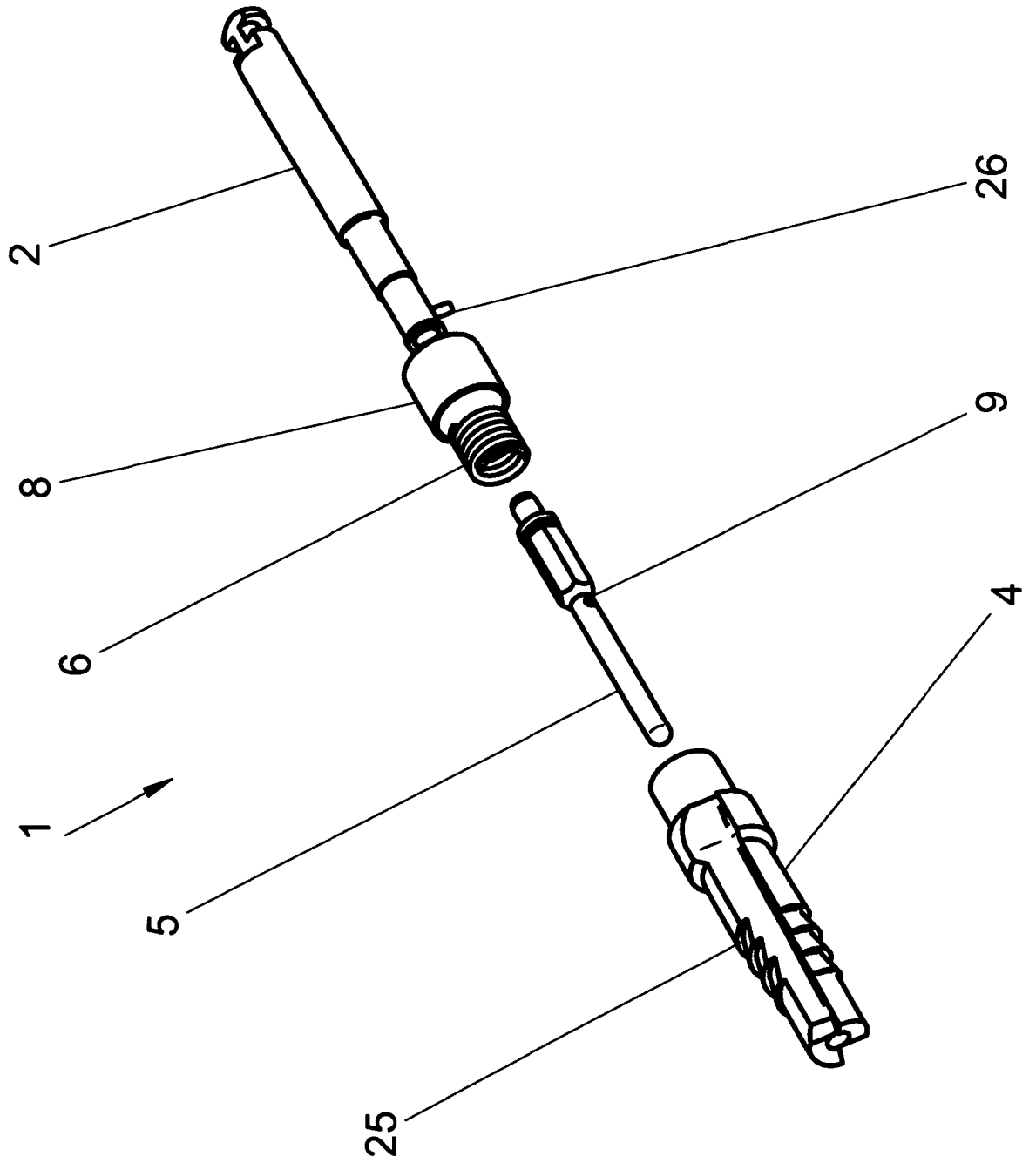


Fig. 15

10/16

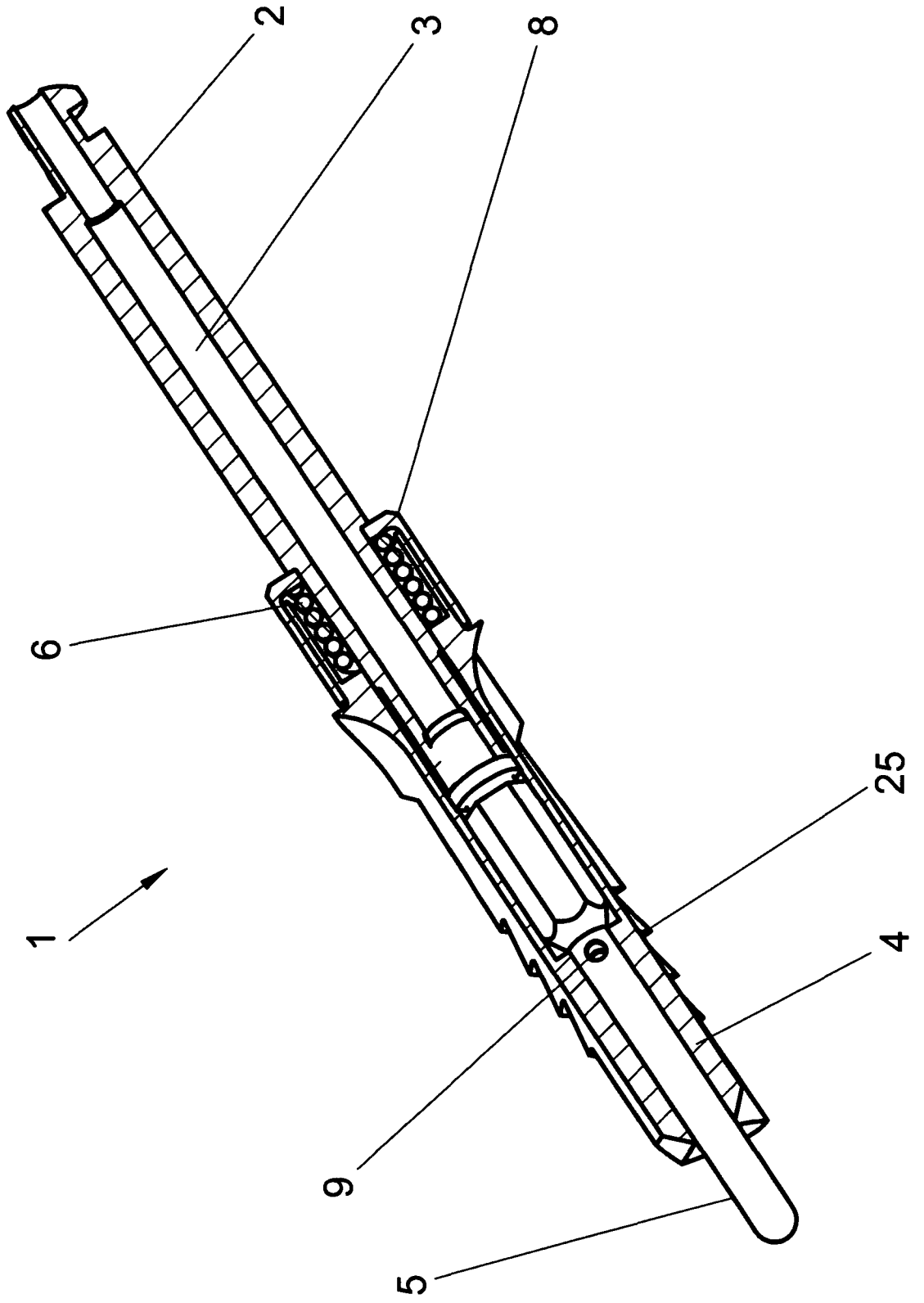


Fig. 16

Fig. 17

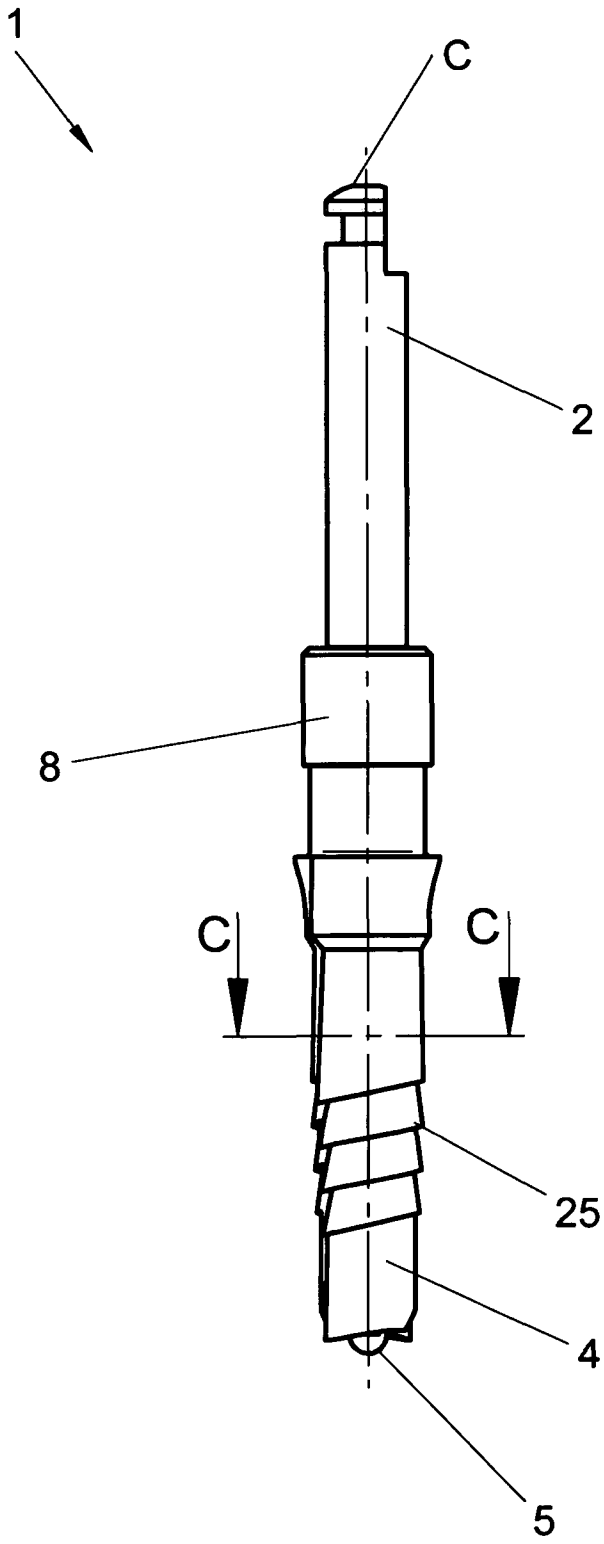


Fig. 18

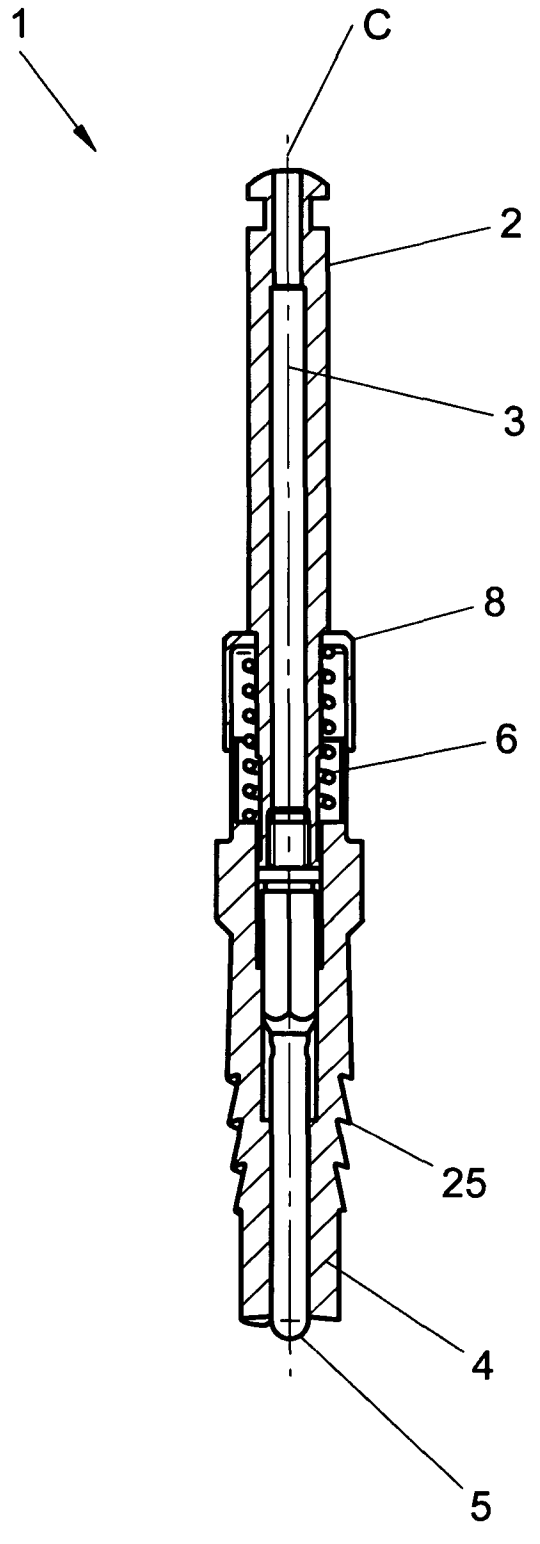


Fig. 19

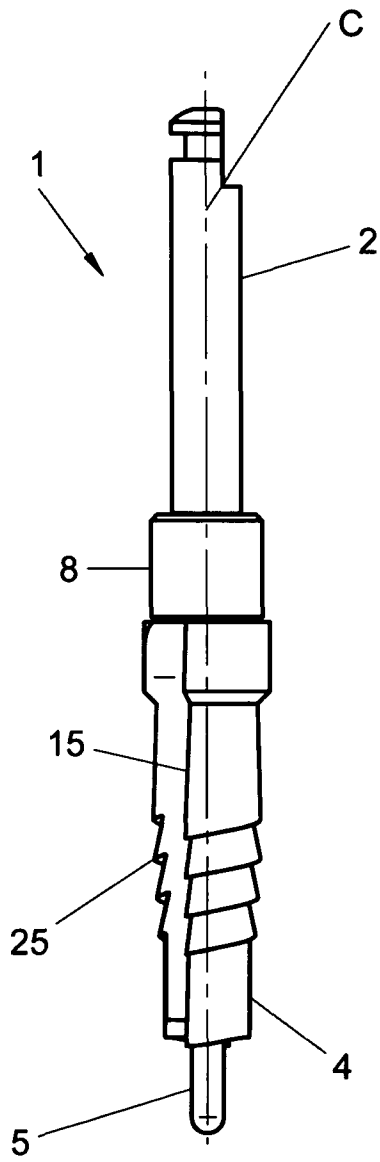


Fig. 20

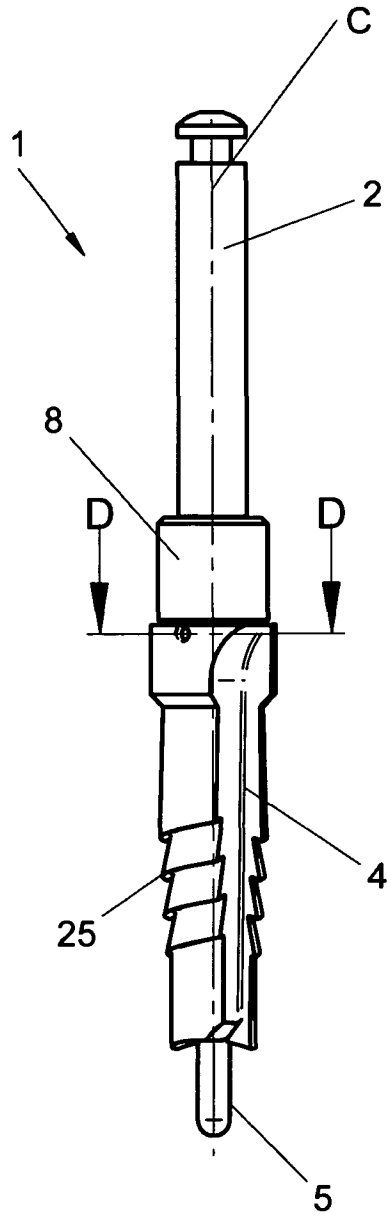


Fig. 21

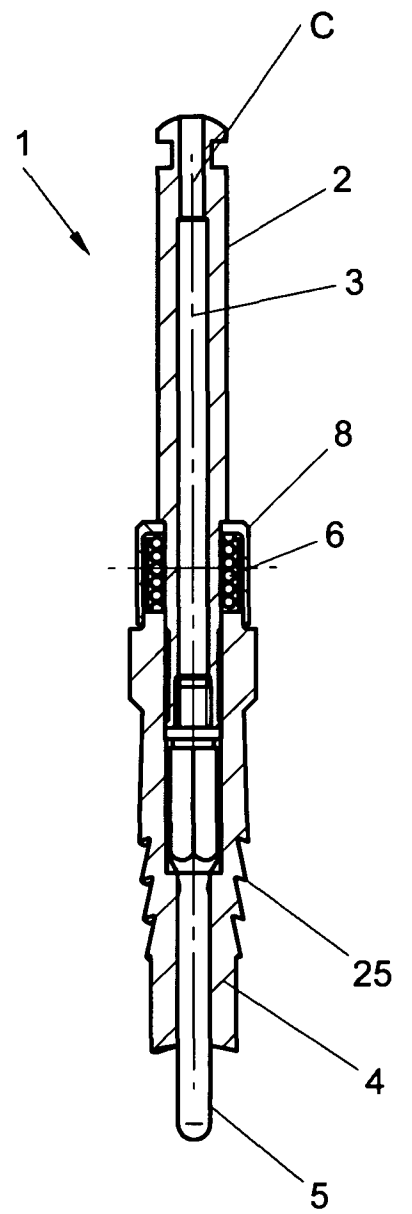


Fig. 22

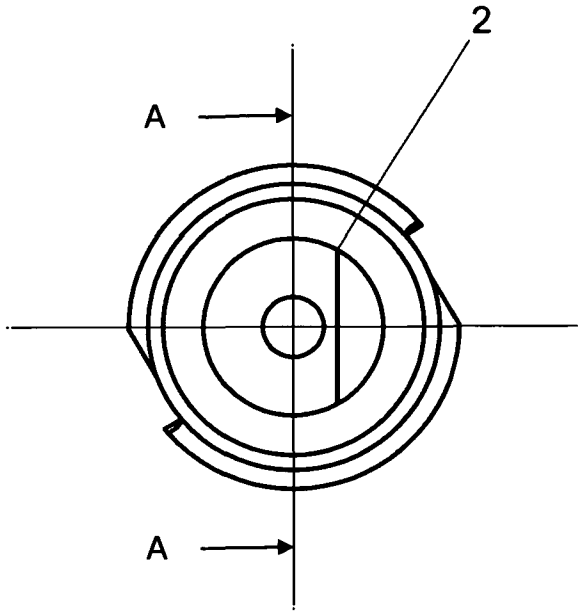


Fig. 23

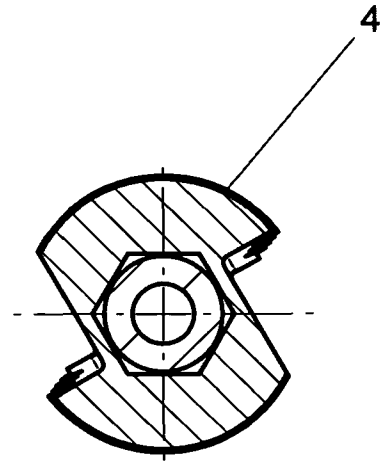


Fig. 24

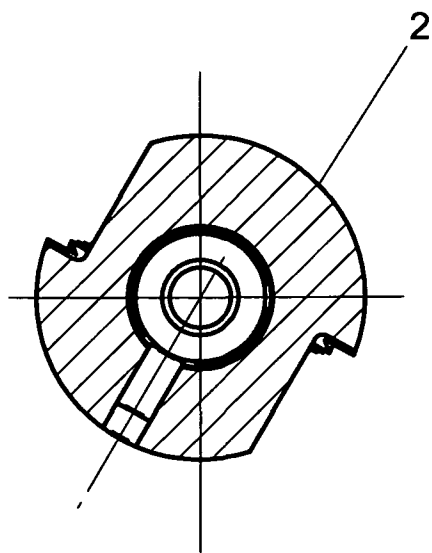


Fig. 25

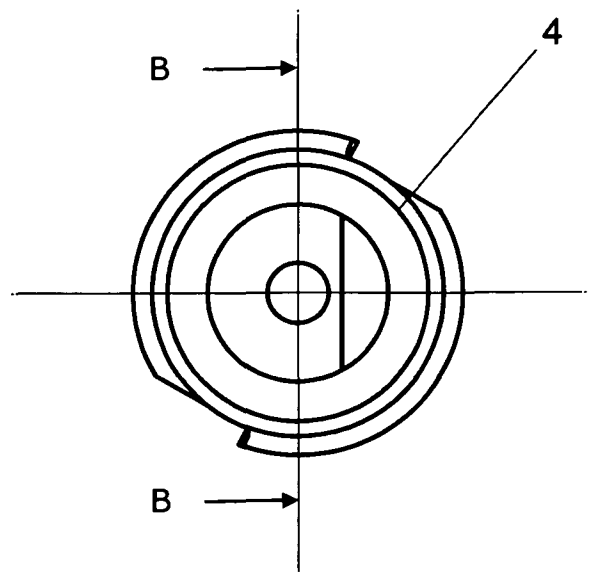


Fig. 26

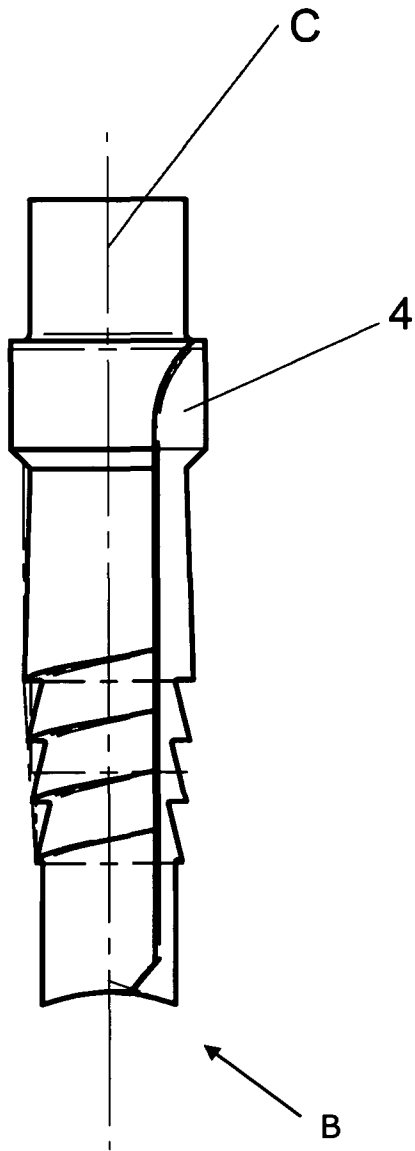


Fig. 27

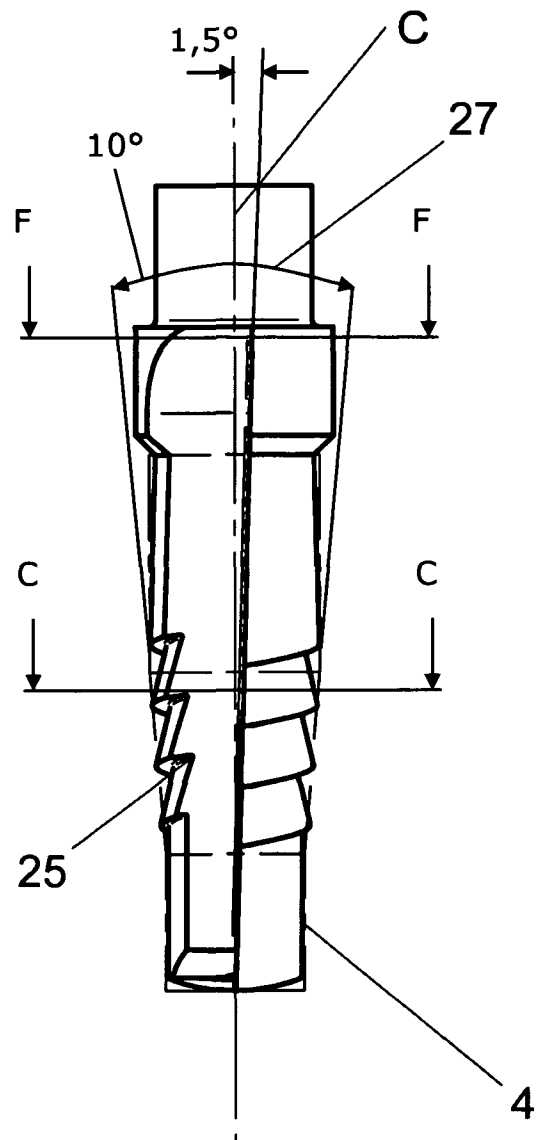


Fig. 28

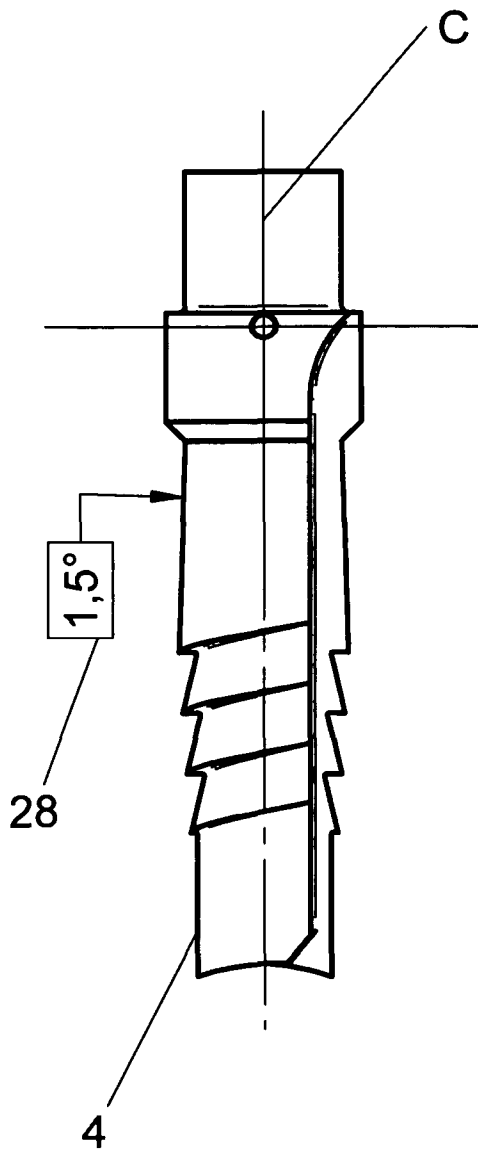
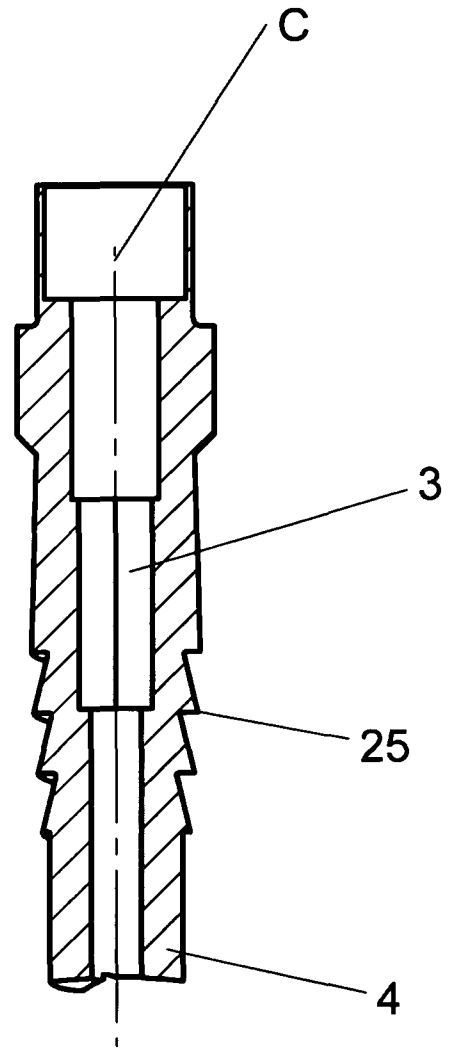


Fig. 29



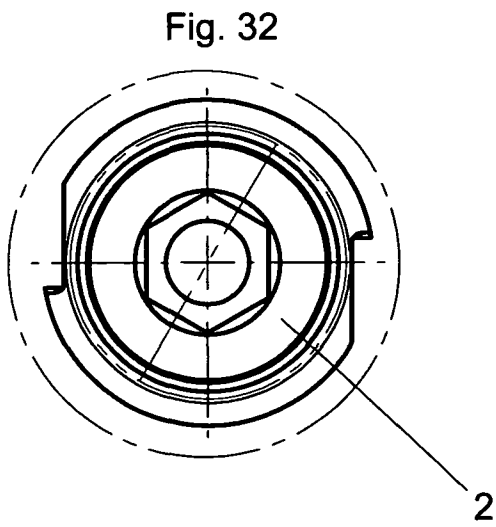
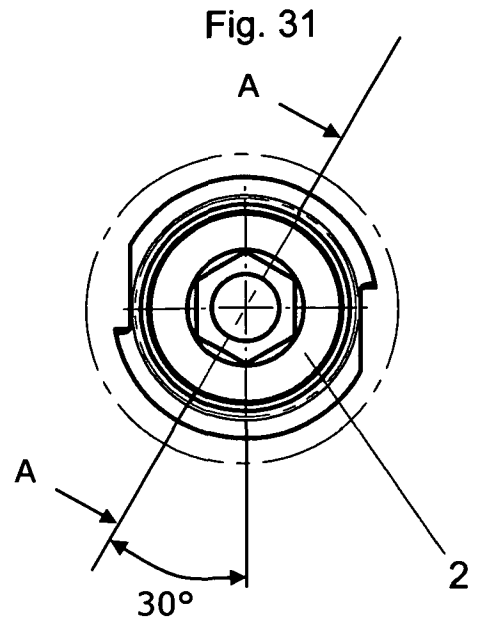
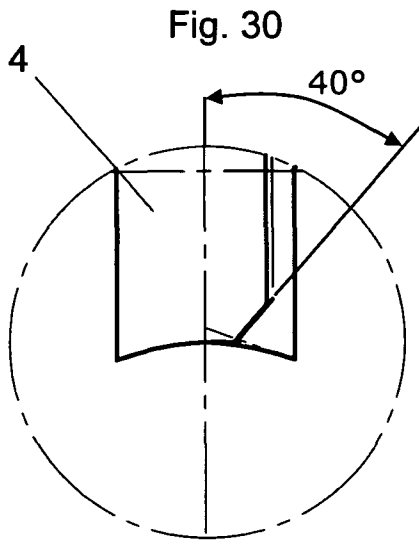


Fig. 33

