



(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2012 108 265.0**

(22) Anmeldetag: **05.09.2012**

(43) Offenlegungstag: **06.03.2014**

(51) Int Cl.: **A61B 17/00 (2006.01)**

A61B 17/32 (2006.01)

A61B 17/16 (2006.01)

F16D 1/10 (2006.01)

(71) Anmelder:

Aesculap AG, 78532, Tuttlingen, DE

(72) Erfinder:

Barth, Jürgen, 78588, Denkingen, DE; Kraft, Florian, 78579, Neuhausen, DE

(74) Vertreter:

WINTER, BRANDL, FÜRNISS, HÜBNER, RÖSS, KAISER, POLTE, Partnerschaft, 80336, München, DE

(56) Ermittelter Stand der Technik:

DE 41 03 663 A1

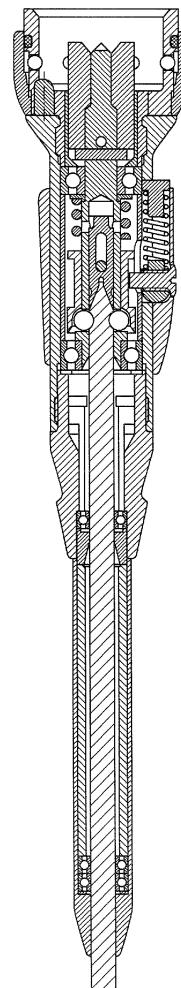
DE 10 2004 006 930 A1

EP 1 598 023 A2

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Chirurgisches, Drehmoment übertragendes Instrument einschließlich zugehöriges Werkzeug**



(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung offenbart ein chirurgisches, Drehmoment übertragendes Instrument mit einem vorzugsweise universellen Handstück, an das ein Handstückschaft mit innen liegender Torsionswelle oder innen liegendem Werkzeugschaft anschließbar ist. Die Torsionswelle ist über eine Steckkupplung mit einem Drehmoment-Übertragungszug oder Antrieb innerhalb des Handstücks verbindbar, welche aus einem axial ineinandersteckbaren männlichen und weiblichen Kupplungsteil besteht. Erfindungsgemäß entspricht die Querschnittsform der beiden Kupplungsteile näherungsweise einem 4-blättrigen Kleeblatt.

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein chirurgisches Instrument für das Bereitstellen eines Drehmoments sowie ein angetriebenes, drehbar im Instrumentenhandstück bzw. daran angeschlossenen Handstückschaft gelagertes Werkzeug, auf das ein möglichst hohes Drehmoment übertragbar ist.

Hintergrund der Erfindung

[0002] In der modernen (minimal invasiven) Chirurgie werden Instrumente beispielsweise zur span-abhebenden bzw. materialabtragenden Bearbeitung von Knochen, Knorpeln etc., beispielsweise bei arthroskopischen Eingriffen, in der Wirbelsäulenchirurgie und dergleichen orthopädischen Behandlungen verwendet, welche ein ergonomisch geformtes Handstück und ein ggf. austauschbares Werkzeug (z.B. ein Fräser, Drehmesser, Polierkopf, etc.) umfassen, das im Handstück an dessen distalem Ende drehbar sowie angetrieben gelagert ist. Als Werkzeugantrieb ist je nach Verwendungszweck und beabsichtigter Werkzeugdrehzahl ein hydraulischer, pneumatischer oder elektromotorischer Antrieb vorgesehen, der über einen Drehmoment-Übertragungszug (beispielsweise ein Getriebe und/oder eine Anzahl ggf. miteinander gekoppelter Wellen) innerhalb des Handstücks mit dem Werkzeug wirkverbunden ist. Die Antriebe können dabei im Handstück integriert sein oder sie sind als externe Antriebseinheiten ausgebildet, welche über Energieversorgungsleitungen oder Drehmoment-Übertragungsstränge (z.B. biege-elastische Wellen) mit dem Handstück gekoppelt sind, wobei in diesem Fall das Handstück im Wesentlichen lediglich zur Unterbringung des Getriebes oder Drehmoment-Übertragungszugs dient.

[0003] An den Handstücken sind an deren körperzugewandten (distalen) Enden in der Regel rohrförmige Handstückschäfte angeschlossen/montiert, die je nach Einsatzzweck unterschiedliche Schaftlängen und -formen haben, um an unterschiedliche Stellen innerhalb eines Patientenkörpers vorzudringen. So existieren beispielsweise gerade, bogenförmig gekrümmte oder vorzugsweise im Montagebereich mit dem Handstück gekröpfte (abgewinkelte) Handstückschäfte, in denen jedoch immer eine Drehmoment-Übertragungswelle oder -schaft (nachfolgend Torsionswelle) gelagert ist. Diese Welle/Schaft muss starr (torsionssteif) genug sein, um das erforderliche Drehmoment an ein daran distal eingesetztes / ausgebildetes Werkzeug übertragen zu können (d.h. die Welle muss eine ausreichende Torsionssteifigkeit besitzen), jedoch biegsam genug sein, d.h. auch eine gewisse Biegeflextilität aufweisen, um den Krümmungen eines (nicht geraden) Handstückschaft-Verlaufs auch bei einer drehenden Bewegung folgen zu können.

[0004] Zur Verbindung des Werkzeugs mit der im Handstückschaft gelagerten Torsionswelle ist eine Wellenkupplung zur lösbarer Aufnahme eines Werkzeugschafts vorgesehen. Eine Schwierigkeit besteht hierbei jedoch darin, eine derartige Wellenkupplung für das ggf. austauschbare Werkzeug innerhalb des kleindurchmessrigen Handstückschafts so zu gestalten, dass auch bei derart kleinen Handstückschaft-Durchmessern und hohen Drehzahlen eine sichere und langlebige Funktion des chirurgischen Instruments insbesondere auch im Fall von langen Handstückschäften gewährleistet ist. Außerdem sollte der Handstückschaft ebenfalls austauschbar am Handstück aufgenommen sein, um unterschiedliche Schaftlängen und -formen mit einem einzigen Handstück realisieren zu können. Entscheidend hierfür ist die weitere lösbarer Drehmomentverbindung zwischen dem im Handstück untergebrachten Getriebe / Drehmomentübertragungszug und der im Schaft gelagerten Torsionswelle, welche zum Einen einfach und sicher schließbar sein muss und zum Anderen ausreichend hohe Drehmomente übertragen sollte. Schließlich sollte die Bedienbarkeit des Instruments einschließlich des Wechsels eines Werkzeugs und/oder eines Handstückschafts einfach und sicher sein.

Stand der Technik

[0005] Beispielsweise aus der EP 1 598 023 A2 ist ein chirurgisches Instrument dieser Gattung und insbesondere ein Handstück eines solchen chirurgischen Instruments bekannt.

[0006] Das bekannte Handstück besteht in diesem besonderen Fall aus einem hülsenförmigen Griffabschnitt (könnte natürlich auch eine andere Griffform haben), an dessen proximalem (körperabgewandtem) Ende ein Leitungspaket zur Energieversorgung (Druckluft, elektrischer Strom oder Hydraulikdruck) anschließbar ist und an dessen distalem (körperzugewandtem) Ende ein Handstückschaft mittels einer Überwurfmutter (ggf. auswechselbar) aufgeschraubt ist. Der Handstückschaft hat eine äußere sowie innere Schafthülle, die auch zur Gleit-Drehführung einer darin eingeführten Torsionswelle dient. Die innere Schafthülle ist in Axialrichtung in mehrere Teilschnitte unterteilt, zwischen denen jeweils ein Kugellager in die äußere Schafthülle eingesetzt ist, welche die Torsionswelle gegen die äußere Schafthülle abstützen. Am distalen Ende der Torsionswelle ist ein Werkzeug, vorzugsweise ein Fräskopf fixiert/ausgebildet.

[0007] Wie aus dieser Druckschrift zu entnehmen ist, wird das Werkzeug grundsätzlich aus einem Griffabschnitt bzw. Schneidkopf und der Torsionswelle gebildet, die einstückig miteinander verbunden sind. Die Kopplung zwischen Werkzeug und Getriebe/ Drehmomentübertragungszug innerhalb des Griffabschnitts erfolgt demnach ausschließlich im Bereich

der Überwurfmutter. Dies bedeutet, dass das Werkzeug eine speziell an diesen einen Handstückschaft längenangepasste Einzelanfertigung ist, die nicht für andere Handstückschäfte unterschiedlicher Längen verwendbar ist. Es ist daher offensichtlich, dass ein solches Konstruktionsprinzip teuer in der Herstellung wie auch in der Bereitstellung ist, da für jeden Handstückschaft passendes Werkzeug vorhanden/vorgehalten sein muss.

[0008] Aus der anliegenden **Fig. 1** ist der Längsschnitt eines solchen bekannten chirurgischen Instruments mit bereits eingesetztem Werkzeug schematisch dargestellt.

[0009] Demnach hat das bekannte Werkzeug den Werkzeugschaft, der aus dem distalen Ende des Instrumenten-/Handstückschafts drehbar herausragt und an dessen distalem Ende ein (nicht weiter dargestellter) Schneidkopf ausgebildet ist. Am in der **Fig. 2** in Vergrößerung dargestellten proximalen Werkzeugschaftende ist der bekannte Werkzeugschaft keilförmig angeschärft, wodurch zwei voneinander abgewandte Schrägläufen zur Drehmomenteinleitung ausgebildet werden (entspricht einem sogenannten Zweiflach). Am distalen Endbereich dieser Keilform ist der Werkzeugschaft mit einer umlaufenden Nut ausgeformt, welche als Axialsicherung dient, wie dies nachfolgend noch beschrieben wird.

[0010] Das bekannte Handstück ist entsprechend der vorstehenden Werkzeugkonstruktion an seinem distalen Ende mit einer axial verschiebbaren Überwurfhülse versehen, über die der Instrumenten-/Handstückschaft am Handstück drehfest ankoppelbar ist. Innerhalb des Handstücks im Bereich der Überwurfhülse ist ein drehbar gelagertes Aufnahmerohr vorgesehen, das an seinem proximalen Endabschnitt wiederum in einer Drehwelle steckt und dort mittels eines Querstifts drehfest gesichert ist. Am distalen Ende des Aufnahmerohrs sind zumindest zwei diametral sich gegenüberliegende Bohrungen ausgeformt, in welche Klemmkugeln beweglich eingesetzt sind. Um die Außenseite des Aufnahmerohrs ist eine Schließ- oder Klemmhülse axialverschiebbar gelagert, die in einer ersten Axialposition die Klemmkugeln für eine Bewegung radial nach Außen freigibt und in einer zweiten Axialposition die Klemmkugeln radial nach innen drückt. Zur manuellen Betätigung der Klemmhülse ist ein weiterer Schieber vorgesehen, der an der Außenseite des Handstücks gelagert und über einen Mitnahmestift mit der Klemmhülse verbunden ist. Dabei sei noch erwähnt, dass der Schieber in Richtung zweiter Axialposition der Klemmhülse federvorgespannt ist.

[0011] Wie ferner aus der **Fig. 1** zu ersehen ist, befindet sich innerhalb des Aufnahmerohrs ein axial relativverschiebbarer Drehmoment-Übertragungsbolzen mit einer distal angeordneten, axial sich er-

streckenden, keilförmigen Kerbe, die mit der Keilform des Werkzeugschafts in Drehmoment-Übertragungseingriff bringbar ist. Der Bolzen ist dabei mittels einer Feder in Richtung distal vorgespannt und durch einen Querstift drehfest im Aufnahmerohr gesichert.

[0012] Gemäß diesem konstruktiven Aufbau muss das bekannte Werkzeug mit seinem Werkzeugschaft voraus an der distalen Spitze des Handstückschafts in diesen eingeführt und in Richtung zum Aufnahmerohr axial darin verschoben werden, bis der proximale Werkzeugschaftskeil (Zweiflach) an den Klemmkugeln anliegt. Jetzt wird die Klemmhülse über den Schieber in deren Freigabeposition axial verschoben, sodass der Werkzeugschaftskeil die Klemmkugeln radial nach Außen verdrängen und so weiter in das Aufnahmerohr einfahren kann, bis er in der Kerbe des Drehmoment-Übertragungsbolzens zu liegen kommt. Wird jetzt der Schieber wieder freigegeben. Dabei bewegt sich die Klemmhülse eigenständig (angetrieben durch die Vorspannfeder) in deren Klemmposition zurück, in welcher die Klemmkugeln radial nach Innen in die Umfangsnut am Werkzeugschaft gedrückt werden und damit den Werkzeugschaft axial verriegeln. Auf diese Weise kann nunmehr ein Drehmoment von der Drehwelle über den Querstift, das Aufnahmerohr, den weiteren Querstift und den Drehmoment-Übertragungsbolzen (Drehmoment-Übertragungszug) auf den Werkzeugschaft gebracht werden.

[0013] Die vorstehend beschriebene, bekannte Konstruktion hat jedoch einige verbesserungswürdige Besonderheiten:

Die beschriebenen Querstiftverbindungen bewirken eine lokale Materialschwächung am Drehmoment-Übertragungsbolzen und an dem Aufnahmerohr wie auch an der Drehwelle innerhalb des Handstücks. Außerdem sind die Querstifte relativ dünn und brechen daher schnell. Insgesamt ist daher das übertragbare Drehmoment eingeschränkt.

[0014] Die Keilform des Werkzeugschafts ist ebenfalls nicht gut geeignet, hohe Drehmomente zu übertragen, da der axial wirkende Kraftanteil ein Lösen der Werkzeugseitigen Keilform von der Kerbe des Drehmoment-Übertragungsbolzens bewirkt. Darüber hinaus ist mit einem Aufspreizen des Aufnahmerohrs im Bereich der Kerbe zu rechnen.

[0015] Schließlich ist die gesamte Kupplungsmechanik zur Verbindung des Werkzeugschafts mit dem Getriebe/Drehmomentübertragungszugs innerhalb des Instrumenten-Handstücks in den Bereich der Überwurfhülse verlagert, wo ggf. noch ausreichend radialer Platz zur Aufnahme der Kupplungselemente besteht. Dadurch müssen aber die Werkzeugschäfte die gesamte Länge der Instrumenten-/Handstückschäfte überbrücken. D.h. für jeden Handstückschaft sind spezielle Werkzeuge erforderlich.

Kurzbeschreibung der Erfindung

[0016] Angesichts dieses Stands der Technik ist es die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein chirurgisches, Drehmoment übertragendes Instrumentenhandstück, ein zugehöriges Werkzeug sowie ein System (chirurgisches Instrument) aus dem Instrumentenhandstück und zumindest einem (oder mehreren) Werkzeug(en) bereit zu stellen, mit welchem jeweils eine höhere Funktionalität erreichbar ist. Vorzugsweise soll das Instrument insgesamt hohe Drehmomente übertragen können und weiter vorzugsweise einfach und sicher bedienbar sein. Vorteilhaft wäre es auch, wenn durch die Verwendbarkeit universeller Werkzeuge für unterschiedliche (auswechselbare) Handstückschäfte die Herstellungs- und Bereithaltungskosten für das System/Instrument gesenkt werden könnten.

[0017] Die vorstehende Aufgabe sowie die weiteren vorteilhaften Ziele der Erfindung werden durch eine Kupplung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 sowie durch ein chirurgisches Instrument mit den Merkmalen des Anspruchs 7 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und/oder Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

[0018] Der Kern der vorliegenden Erfindung besteht demzufolge in der Ausbildung einer Kupplung zwischen der in einem austauschbaren Handstückschaft gelagerten Torsionswelle und einem im universellen Handstück aufgenommenen Drehmoment-Übertragungszug (Getriebe/Antrieb).

[0019] Im Konkreten hat die Kupplung zwei Kupplungssteile, nämlich ein männliches Kupplungsteil vorzugsweise auf Seiten des Drehmoment-Übertragungszugs im Handstück und ein weibliches Kupplungsteil am proximalen Ende der im Handstückschaft gelagerten Torsionswelle mit miteinander kompatibler Querschnittsform, derart, dass das männliche Kupplungsteil in Axialrichtung der Torsionswelle in das weibliche Kupplungsteil drehfest, jedoch axial verschiebbar einführbar ist. Die Querschnittsform der beiden Kupplungssteile entspricht dabei näherungsweise einem 4-blättrigen Kleeblatt. Dadurch kann die Kerbwirkung in Umfangsrichtung vermindert und die Gefahr einer Selbsthemmung reduziert werden. Dies trägt dazu bei, höhere maximale Drehmomente auf die Torsionswelle sicher übertragen zu können und gleichzeitig die axiale Verschiebbarkeit beider Kupplungssteile relativ zueinander zu erhalten. D.h. mit der erfindungsgemäß angenäherteren 4-blättrigen Kleeblattform lässt sich eine Kupplung für eine ausreichende Drehmomentübertragung von einem chirurgischen Handstück auf ein chirurgisches Werkzeug sowie mit einem bleibenden axialen Freiheitsgrad realisieren.

[0020] Außerdem hat sich gezeigt, dass sich durch eine solche Querschnittsform prinzipiell die Radialführung der Torsionswelle verbessert, sodass im Kupplungsbereich auf zusätzliche Radiallager zur radialen Abstützung der Kupplung verzichtet werden kann. Dadurch steht nunmehr ausreichend radialer Bauraum für die Kupplung selbst sowie für diverse Anschlüsse zum Fixieren des Handstückschafts am Handstück zur Verfügung.

[0021] Vorzugsweise ist die erfindungsgemäße Querschnittsform der Kupplungssteile durch vier gleiche Kreise mit kleinerem Radius aufgebaut, welche die vier Ecken der Kupplungs-Querschnittsform definieren, die jeweils um 90° winkelversetzt zueinander angeordnet sind, wodurch sich eine achssymmetrische Form ergibt. Jeweils zwei benachbarte Kreise sind durch einen weiteren Kreis mit größerem Radius geometrisch miteinander verbunden, dessen Mittelpunkt jedoch im Gegensatz zu den Eckkreisen außerhalb der Querschnittsform liegt. Dadurch erhält die jeweils zwei benachbarte Kreise verbindende Seitenkreislinie eine (langgestreckte) konkave Kontur, die im Bereich der Eckkreise jeweils in eine (gestauchte) konvexe Kontur übergeht, wodurch letztlich die Kleeblattform angenähert wird.

[0022] Weiter vorzugsweise berührt die Seitenkreislinie die beiden benachbarten Eckkreise tangential, sodass die dadurch erzeugte Kupplungsgesamtkontur eine kontinuierliche Umfangslinie (ohne Kanten und Ecken) ergibt.

[0023] Geometrisch erfüllt die Querschnittskontur vorzugsweise die folgenden Bedingungen: Wenn ein Wert A den Durchmesser eines Unfangskreises mit querschnittsform-zentrischen Kreismittelpunkt und radial äußeren Berührpunkten an allen Eckkreisen bedeutet und ein Wert B das lichte Maß (Abstand) zwischen zwei sich gegenüberliegenden (konkaven) Seitenkreislinien betrifft, dann sind die folgenden Berechnungsformeln zur Querschnittsoptimierung anwendbar.

$$B = k_B \cdot A \text{ mit } 0,6 < k_B < 0,9 \quad (1)$$

[0024] Der Radius R_e jedes Eckkreises steht vorzugsweise in einem nachfolgenden Verhältnis zum Wert A.

$$R_e = k_{R_e} \cdot A \text{ mit } 0,6 < k_{R_e} < 0,9 \quad (2)$$

[0025] Der Radius R_i jedes Seitenkreises steht vorzugsweise in einem nachfolgenden Verhältnis zum Wert A.

$$R_i = k_{R_i} \cdot A \text{ mit } 0,8 < k_{R_i} < 1,5 \quad (3)$$

[0026] Die Erfindung wird nachstehend anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels sowie unter-

schiedlicher Varianten unter Bezugnahme auf die begleitenden Figuren näher erläutert.

Figurenbeschreibung

[0027] **Fig. 1** zeigt den Längsschnitt eines chirurgischen Instruments dieser Gattung (einschließlich Handstück, Handstückschaft und Werkzeug) wie es auch aus dem Stand der Technik bekannt ist und welches als Referenz zur besseren Darstellung der Erfindung dienen soll,

[0028] **Fig. 2** zeigt in Vergrößerung den proximalen Schaft-Endabschnitt eines Werkzeugs für das chirurgische Instrument nach **Fig. 1**,

[0029] **Fig. 3** zeigt den Längsschnitt eines chirurgischen Instruments/Systems einschließlich Handstück, Handstückschaft und Werkzeug gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung,

[0030] **Fig. 4a, Fig. 4b** zeigen in Vergrößerung den proximalen Schaft-Endabschnitt eines erfindungsgemäßen Werkzeugs für ein chirurgisches Instrument nach **Fig. 3**,

[0031] **Fig. 5** zeigt eine vergrößerte Längsschnittdarstellung des erfindungsgemäßen Instruments im Bereich des Werkzeugschlosses (der Werkzeugaufnahme / Werkzeugschloss),

[0032] **Fig. 6** zeigt eine vergrößerte Querschnittsdarstellung der Werkzeugaufnahme entlang der Schnittlinie A-A gemäß der **Fig. 5** mit bereits eingesetztem Werkzeug,

[0033] **Fig. 7a** und **Fig. 7b** zeigen jeweils eine Längsschnittsdarstellung einer ersten und zweiten erfindungsgemäßen Variante der Lagerung des Werkzeugs bzw. der Werkzeugaufnahme in einer Gegenüberstellung,

[0034] **Fig. 8** zeigt in Vergrößerung den proximalen Werkzeugschaft-Endabschnitt gemäß einer zu **Fig. 4** alternativen Variante,

[0035] **Fig. 9** zeigt ein erfindungsgemäßes Beispiel einer Kodierungsmöglichkeit von unterschiedlichen Werkzeugschäften zur Verwechslungssicheren Verwendung in unterschiedlichen Werkzeugaufnahmen (unterschiedlichen erfindungsgemäßen Handstückschäften/Handstücken),

[0036] **Fig. 10** stellt zwei Beispiele für eine korrekte und eine inkorrekte Auswahl eines Werkzeugs für jeweils ein erfindungsgemäßes Instrumentenhandstück/Handstückschaft (mit bestimmter Aufnahme) entsprechend der erfindungsgemäßen Kodierung nach **Fig. 9** dar,

[0037] **Fig. 11** zeigt den Längsschnitt des erfindungsgemäßen chirurgischen Instrumentenhandstücks (nach **Fig. 1**) im Bereich des Werkzeugschlosses (Werkzeugaufnahme/-kupplung) ohne Werkzeug,

[0038] **Fig. 12** und **Fig. 13** beschreiben (chronologisch) den Montagevorgang zur Bereitstellung des Werkzeugschlosses (Werkzeugaufnahme) gemäß der **Fig. 12**

[0039] **Fig. 14** zeigt den Querschnitt einer Kleeblattkupplung gemäß der Erfindung zur (lösbarer) (Drehmoment-Übertragungs-)Verbindung zwischen dem Werkzeugschloss (Werkzeugaufnahme oder Torsionswelle) und einer Abtriebswelle innerhalb des chirurgischen Instrumentenhandstücks für das Wechseln des distalen Handstückschafts,

[0040] **Fig. 15** zeigt ein männliches und weibliches Teil der Kleeblattkupplung gemäß der **Fig. 14** und

[0041] **Fig. 16** zeigt schrittweise den Einführvorgang eines erfindungsgemäßen Werkzeugs in eine erfindungsgemäße Werkzeugaufnahme.

[0042] Das erfindungsgemäße chirurgische Instrument bzw. Instrumentensystem bestehend aus einem austauschbaren (Dreh-)Werkzeug, einem (universellen) Instrumentenhandstück und einem ggf. austauschbaren Handstückschaft (einschließlich darin gelagerter Torsionswelle) beinhaltet im Wesentlichen vier erfindungsgemäße Teilespekte, welche im Rahmen dieser Erfindung unabhängig oder in Kombination miteinander beanspruchbar sind und welche nachfolgend im Einzelnen beschrieben werden. Dazu zählen

- die Gestaltung des proximalen Schaft-Endabschnitts des erfindungsgemäßen Werkzeugs des vorliegenden Instrumentensystems,
- die Schaffung einer Einsteksicherung in Form einer Werkzeugkodierung zur Vermeidung eines Werkzeug-Auswahl-/Anwendungsfehlers,
- die Konstruktion des erfindungsgemäßen Werkzeugschlosses (oder auch Werkzeugaufnahme) innerhalb des Handstückschafts des Instrumentenhandstücks als Teil des Drehmomentübertragungszugs auf das Werkzeug (zur Kopplung von Werkzeug mit Torsionswelle innerhalb des Handstückschafts) sowie die Werkzeugschlosskonstruktion in seinem Bedienabschnitt und
- die Ausbildung einer Kupplung/drehmomentfesten Verbindung zwischen Werkzeugschloss (Werkzeugaufnahme) bzw. Torsionswelle innerhalb des Handstückschafts und einer Abtriebswelle innerhalb des Handstücks zur Ermöglichung der Auswechselung des distalen Handstückschafts (einschließlich des darin gelagerten Werkzeugschlosses und der Torsionswelle).

[0043] Erfindungsgemäßes Werkzeug mit axial getrennter Drehmomentübertragung, Werkzeugeindrehung/Ausrichtung und axialer Verriegelung

[0044] Gemäß der **Fig. 4a**, **Fig. 4b** und **Fig. 8** besteht das erfindungsgemäße Werkzeug **1** grundsätzlich aus einem distalen (körperzugewandten) Eingriffssegment oder -abschnitt beispielsweise einem Bohr-, Fräs-, Schleif- oder Polierkopf **2**, an den ein Werkzeugschaft **4** vorzugsweise stoffeinstückig (oder gelötet, geschweißt, gepresst, etc.) angesetzt ist, der sich in Richtung proximal (körperabgewandt) erstreckt. Dieser Werkzeugschaft **4** hat einen proximalen Endabschnitt **6** für das drehfeste Einsetzen des Werkzeugs **1** in eine Werkzeugaufnahme (Werkzeugschloss) eines chirurgischen Instrumentenhandstücks bzw. eines daran angeschlossenen Handstückschafts sowie für eine axiale Sicherung in der Werkzeugaufnahme.

[0045] Der Werkzeugschaft **1** ist hierfür in seinem proximalen Endabschnitt **6** in drei Funktionsbereiche unterteilt, welche axial voneinander (seriell) beabstandet sind und nachfolgend in chronologischer Reihenfolge ausgehend vom distalen Ende des Werkzeugschaft-Endabschnitts **6** (gemäß der **Fig. 4a**, **Fig. 4b** und **Fig. 8** das linke Ende des proximalen Endabschnitts **6**) beschrieben werden.

[0046] Wie aus den **Fig. 4a**, **Fig. 4b** und **Fig. 8** zu entnehmen ist, besteht der gesamte Werkzeugschaft **4** gemäß der vorliegenden Erfindung zunächst aus einem distalen, im Wesentlichen unprofilierten Schaftabschnitt (schließt sich unmittelbar an das Eingriffssegment **2** an), sowie dem daran sich anschließenden proximalen Schaft-Endabschnitt **6**, der wiederum in einen distalen Abschnitt **6a** mit großem Schaftdurchmesser sowie einer Außenprofilierung und einem proximalen Abschnitt **6b** mit kleinem Schaftdurchmesser seriell unterteilt ist. Das Durchmesser-Verhältnis zwischen großem und kleinem Schaftdurchmesser D:d innerhalb des proximalen Schaft-Endabschnitts **6** beträgt in etwa 2:1. D.h., der kleine Schaftdurchmesser d ist im Wesentlichen kleiner/gleich der Hälfte des großen Schaftdurchmessers D. Konkreter ausgedrückt soll gelten: $d \leq 0,6D$. Dabei verjüngt sich der große Schaftdurchmesser D nicht kontinuierlich zum kleinen Schaftdurchmesser d sondern es bildet sich ein Radialabsatz **6c** zwischen beiden Schaftabschnitten **6a**, **6b** unterschiedlichen Durchmessers ggf. mit einem geringen Innenradius zur Verminderung einer Kerbwirkung.

[0047] Im Bereich des Radialabsatzes **6c** ist der großdurchmessrige Schaftabschnitt **6a** gemäß der **Fig. 4a** mit zwei diametral sich gegenüberliegenden Angriffsflächen **8** oder -ebenen ausgebildet (sogenannter Zweiflach), die sich keilförmig in Richtung hin zum Radialabsatz **6c** annähern und zur Einleitung eines Drehmoments in den Werkzeugschaft **4** dienen.

Diese Angriffsebenen **8** können insbesondere durch Anschleifen/-fräsen oder durch Pressen/Schmieden des zunächst unprofilierten, runden Werkzeugschafts **4** gebildet sein. An den axialen Seitenkanten jeder Angriffsfläche **8** sind (im Bereich des Radialabsatzes **6c**) zusätzliche Abgleitflächen oder -ebenen **10** ausgebildet (vorzugsweise hergestellt wie die Angriffsflächen **8**), die jeweils in einem Winkel zur zugehörigen Angriffsfläche **8** ausgerichtet sind und ausgehend von einem axialen Mittenbereich jeder Angriffs-ebene-Seitenkante in Richtung hin zum Radialabsatz **6c** keilförmig zulaufen. Dadurch entsteht im Bereich des Radialabsatzes **6c** ein Schaftprofil mit sechs Flächen bestehend aus den zwei diametral gegenüberliegenden Angriffsebenen **8** (Zweiflach) sowie in Umfangsrichtung zu beiden Seiten jeder Angriffsebene **8** jeweils einer Abgleit- oder Eindreh-ebene **10**, welche die entsprechende Seitenkante der jeweiligen Angriffsfläche **8** im Bereich des Radialabsatzes **6c** bricht und damit die Breite der jeweiligen Angriffs-ebene **8** in Richtung hin zum Radialabsatz **6c** zunehmend verringert.

[0048] Am proximalen Ende des kleindurchmessrigen Schaft-Endabschnitts **6b** sind gemäß der **Fig. 4a** und **Fig. 4b** zwei diametral am Schaftumfang angeordnete Kerben oder Taschen **12** ausgeformt (vorzugsweise eingefräst), wodurch sich axial wirkende Hinterschneidungen an der Schaftoberfläche bilden. Alternativ zu diesen Kerben **12** ist es aber gemäß der **Fig. 8** auch möglich, am proximalen Ende des kleindurchmessrigen Schaft-Endabschnitts **6c** eine umlaufende Nut **12a** auszudrehen, deren Nutentiefe im Wesentlichen der Kerbtiefe gemäß der **Fig. 4a**, **Fig. 4b** entspricht. Diese Kerben **12** oder Umfangsnut **12a** dienen zur axialen Verriegelung des Werkzeugschafts **4** innerhalb einer Werkzeugaufnahme, wie sie nachfolgend noch beschrieben wird.

[0049] Durch die vorstehend beschriebene Schaftkonstruktion insbesondere im profilierten Werkzeugschaft-Endabschnitt **6** lassen sich gegenüber dem Stand der Technik gemäß der **Fig. 1** und **Fig. 2** einige Vorteile erzielen, welche zur Steigerung des maximal übertragbaren Drehmoments von der Torsionswelle innerhalb des Handstückschafts auf das Werkzeug **1** beitragen:

- Durch die prinzipielle Trennung von axialer Sicherung/Verriegelung und Drehmomentmitnahme (mit dazwischen angeordneter Eindrehhilfe) in zwei (ggf. drei) axial beabstandete Schaftabschnitte können diese Funktionsabschnitte unabhängig voneinander optimiert werden.
- Entscheidend dabei ist, dass der Funktionsabschnitt „Verriegelung“ **6b** bezüglich des Funktionsabschnitts „Drehmomentmitnahme“ **6a** proximal angeordnet ist. Dies ermöglicht es, den Verriegelungsabschnitt **6b**, der nicht auf Torsion/Drehmoment belastet wird, gegenüber dem Drehmomentmitnahmabschnitt **6a** kleindurchmessrig

auszustalten und dadurch den Radialabsatz **6c** zu bilden.

– Der Radialabsatz **6c** wiederum erlaubt es, distal zum kleindurchmessrigen Verriegelungsabschnitt **6b** zwei Angriffs- oder Drehmomentübertragungsebenen **8** mit größerer axialer Länge auszuformen (abzufräsen), um dadurch deren jeweilige Fläche gegenüber dem Stand der Technik zu vergrößern. Durch den Radialabsatz **6c** kann zudem (wie insbesondere in der **Fig. 6** dargestellt ist) in dessen Bereich so viel Schaftmaterial zur Ausbildung der Angriffsebenen **8** abgetragen werden, dass sich der verbleibende Schaftdurchmesser (im Radialabsatzbereich) zwischen den beiden (keilförmigen) Ebenen **8** nahezu halbiert. Damit nähert sich gemäß der **Fig. 6** der zur Drehmomentübertragung nutzbare Durchmesser D_m dem großen Schaftdurchmesser D an. Wird somit der so ausgebildete Zweiflach in einen Axialspalt einer Mittnahmewelle geschoben (wird nachfolgend noch beschrieben), ergibt sich gemäß der **Fig. 6** wieder ein Vollkreis mit optimalem Hebelverhältnis zur Drehmomentübertragung.

– Bisher wurde die axiale Verriegelung gemäß der **Fig. 1** und **Fig. 2** zwischen dem Funktionsabschnitt „Drehmomentmitnahme“ und dem Werkzeug-Eingriffssegment angeordnet, wodurch sich die maximal mögliche axiale Ausdehnung des Funktionsabschnitts „Drehmomentmitnahme“ beschränkt. Durch die dadurch sich ergebende steilere Keilform der beiden Angriffsebenen wirken große axiale Kräfte auf die axiale Verriegelung. Zudem wird der im Drehmomentfluss angeordnete Verriegelungsabschnitt materiell geschwächt. Nunmehr ist es vorgesehen, die axiale Verriegelung **6b** proximal zur Drehmomentmitnahme **6a** (also nicht zwischen Drehmomentmitnahme und Eingriffssegment) außerhalb des Drehmomentflusses zu platzieren. Damit kann die Keilform der beiden Angriffsebenen **8** insgesamt abgeflacht werden (unter größerer axialer Ausdehnung), wodurch sich axiale Kräfte bei der Drehmomentübertragung verringern. Somit kann der benötigte (radiale) Bauraum für die axiale Verriegelung **6b** verkleinert werden (kleiner Werkzeug-schaftdurchmesser d möglich).

– Schließlich wird durch die Ausbildung des Radialabsatzes **6c** zwischen den Funktionsabschnitten „Drehmomentübertragung“ **6a** und „axiale Verriegelung“ **6b** die Möglichkeit der Anordnung zusätzlicher Abgleitebenen **10** als Eindrehhilfe im Funktionsabschnitt „Drehmomentübertragung“ **6a** gegeben. Diese Abgleitebenen **10** sind jeweils zu beiden axialen Seiten der beiden Angriffsebenen **8** ebenfalls keilförmig ausgebildet und brechen dabei die Seitenkanten der Angriffsebenen **8** im Bereich des Radialabsatzes **6c** – d.h. sie sind in einem Winkel zur jeweiligen Angriffsebene **8** ausgerichtet. Diese Abgleitebenen **10** dienen dazu, den Werkzeugschaft **4** bei Einführen in eine Werk-

zeugaufnahme des Handstücks in Umfangsrichtung auszurichten, derart, dass die beiden Angriffsebenen **8** korrekt in die Werkzeugaufnahme geleitet werden.

Erfindungsgemäßes Werkzeug mit Werkzeugkodierung

[0050] Wie vorstehend bereits ausgeführt wurde, besteht ein wesentliches Merkmal der vorliegenden Erfindung darin, den Funktionsabschnitt „axiale Verriegelung“ **6b** proximal zum Funktionsabschnitt „Drehmomentübertragung“ **6a** anzugeordnen. Darüber hinaus kann der erfindungsgemäße Werkzeugschaft **4** auch noch alle weiteren Merkmale gemäß der vorstehenden Beschreibung aufweisen, wobei diese jedoch für den nachfolgenden Erfindungsaspekt „Werkzeugkodierung“ nur optional sind.

[0051] Grundsätzlich existiert ein Anwenderwunsch, Behandlungsfehler insbesondere infolge falscher chirurgischer Werkzeuge zu minimieren oder auszuschließen. Dies lässt sich beispielsweise durch optische Kennungen an den einzelnen Werkzeugen bewerkstelligen, wobei jedoch in diesem Fall der Faktor „Mensch“ als Fehlerquelle nicht ausgeschlossen werden kann. D.h., in der Praxis können optische Kenntnisse übersehen oder missverstanden/verwechselt werden, sodass es bei der Auswahl eines bestimmten Werkzeugs zu Fehlern kommen kann, die erst bei deren Einsatz ggf. zu spät erkannt werden. Diese Fehlerquelle ist umso bedeutender, je mehr verschiedene Werkzeuge im Rahmen eines Instruments/Instrumentensystems einem universellen Handstück zugeordnet werden können. In diesem Fall ist es daher vorteilhaft und wünschenswert, wenn für bestimmte chirurgische Einsatzzwecke in Abhängigkeit eines bestimmten, an das Universalhandstück angeschlossenen Handstückschafts (mit innen gelagerter Torsionswelle) nur eine begrenzte Zahl an Werkzeugen eingesetzt werden kann.

[0052] In den **Fig. 9** und **Fig. 10** ist eine vorteilhafte Variante einer erfindungsgemäßen Werkzeugkodierung dargestellt, durch die eine Falschauswahl eines Werkzeugs vermeidbar ist.

[0053] Die drehmomentfreie Anordnung des Funktionsabschnitts „axiale Verriegelung“ **6b** proximal zum Funktionsabschnitt „Drehmomentübertragung“ **6a** bietet die grundsätzlichen (optionalen) Möglichkeiten, die axiale Länge und/oder den (kleindurchmessrigen) Schaftdurchmesser d dieses Funktionsabschnitts **6b** zu verändern, ohne dass hierdurch der Funktionsabschnitt „Drehmomentübertragung“ **6a** (nachteilig) beeinflusst wird. D.h. es wird hierdurch möglich, wenigstens zwei (oder mehrere) unterschiedliche axiale Abschnittslängen (d.h. axialer Abstand zwischen Radialabsatz **6c** und radiale Tasche/Umfangsnu **12/12a** bzw. axial wirkende Hinter-

schniedung) und/oder wenigstens zwei (oder mehrere) unterschiedliche (kleindurchmessrige) Schaftdurchmesser d vorzusehen (bzw. zu kombinieren), die nur mit entsprechend dimensionierten Werkzeugaufnahmen funktionell zusammenwirken können.

[0054] Beispielsweise sind in der **Fig. 9** die beiden Kombinationen „kurzer Verriegelungsabschnitt“ mit „kleinerem Schaftdurchmesser“ und „langer Verriegelungsabschnitt“ mit „größerem Schaftdurchmesser“ bezüglich des Funktionsabschnitts „Verriegelung“ **6b** gezeigt. Demzufolge wird die Werkzeugaufnahme (welche nachfolgend noch detailliert beschrieben wird) gemäß der **Fig. 10** prinzipiell so ausgebildet, dass zwar der kleinere Schaftdurchmesser auch in die Aufnahme für den größeren Schaftdurchmesser für eine Drehmomentübertragung einführbar ist, jedoch keine axiale Verriegelung stattfindet und daher das Werkzeug **1** bei Überprüfung des korrekten Werkzeugsitzes wieder herausgezogen werden kann (obere Darstellung). Wird indessen in diese Werkzeugaufnahme der größere Schaftdurchmesser eingeführt, findet eine axiale Verriegelung statt (zweite Darstellung von oben). Im Gegenzug erlaubt eine Aufnahme für den kleineren Schaftdurchmesser erst gar kein Einführen des größeren Schaftdurchmessers (untere Darstellung), wohingegen der kleinere Schaftdurchmesser eingeführt und axial verriegelt werden kann (zweite Darstellung von unten).

[0055] An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass die Länge und der Schaftdurchmesser des Funktionsabschnitts „axiale Verriegelung“ **6b** nur zwei Kodierparameter darstellen, die besonders einfach erkennbar sind, die jedoch auch durch andere Parameter ersetzt oder ergänzt werden können. Beispielsweise kann die Umfangsposition der Taschen **12** bezüglich der beiden Angriffsebenen **8** dazu dienen, ein Verriegeln nur bei der richtigen vorbestimmten Relativposition (bei entsprechend korrekter Ausrichtung der Angriffsebenen **8** zur Werkzeugaufnahme) zu ermöglichen. Auch die Form der Taschen **12** ist veränderbar, derart, dass nur kompatible Formen auf Seiten der Aufnahme eine sichere axiale Verriegelung ergeben. Schließlich kann der Abschnitt „axiale Verriegelung“ **6b** mit einer zusätzlichen Form ausgestattet sein (nicht dargestellt), die nach dem „Schlüssel-Schlüsselloch-Prinzip“ mit einer entsprechenden Form in der Werkzeugaufnahme zusammenwirkt, um ein Einführen der Werkzeugschafts **4** zu erlauben (z.B. Nut-Feder-Anordnung).

Handstückschaft mit erfindungsgemäßer Werkzeugaufnahme (oder auch Werzeugschloss)

[0056] Eine in einem Handstückschaft unterzubringende Werkzeugaufnahme insbesondere für ein (Einheits-)Werkzeug gemäß dem vorstehend beschriebenen ersten und/oder zweiten Aspekt der Er-

findung hat mehrere Anforderungen zu erfüllen, die im Wesentlichen die Folgenden umfassen:

- Geringe radiale Abmessungen zur Ermöglichung von deren Unterbringung in einem bekanntlich engen Handstückschaft.
- Übertragung eines ausreichenden Arbeitsdrehmoments auf das Werkzeug.
- Ergonomisch günstige und einfache manuelle Betätigung zumindest zur Freigabe des darin eingesetzten Werkzeugs und vorzugsweise automatisches Verriegeln des Werkzeugs (halbautomatische Werkzeugaufnahme).
- Sicherung von Werkzeugaufnahme und Werkzeug im Betrieb gegen selbsttätige Demontage (etwa bei Vibrationen, Stößen und/oder Schlägen) zur Erhöhung der Instrumentenzuverlässigkeit.
- Einfaches und zerstörungsfreies Montieren und Demontieren der Aufnahme beispielsweise zu Reinigungs- oder Wartungszwecken.

[0057] Der Zweck einer solchen Aufnahme innerhalb des Handstückschafts besteht dabei grundsätzlich darin, die Werkzeugaufnahme beliebig (möglichst) weit nach distal zu verlagern und damit den Werkzeugschaft auf eine bezüglich der zu erwartenden Biegekräfte während des Werkzeugeinsatzes optimale (Einheits-)Länge zu beschränken. Damit kann ein solches (Einheits-)Werkzeug für unterschiedliche Schaftröhren und Schaftröhrchen vorgesehen sein, wobei die Schaftröhre zwischen Handstück und Werkzeugaufnahme durch eine im Handstückschaft gelagerte ggf. biegeflexible oder starre Torsionswelle überbrückt wird.

[0058] Die in der **Fig. 1** schematisch dargestellte, bekannte Werkzeugaufnahme hat zwar hinsichtlich ihrer räumlichen (insbesondere radialen) Abmessungen das Potential, innerhalb eines per se bekannten Handstückschafts bekannter Bauform verbaut zu werden. Indessen stellen insbesondere die Querstifte zur Verbindung des Aufnahmerohrs mit der Torsionswelle sowie zur drehfesten Kopplung des Aufnahmerohrs mit dem darin gelagerten, auf das Werkzeug einwirkenden Drehmoment-Übertragungsbolzen jeweils eine Schwachstelle im Drehmoment-Übertragungszug dar, wie dies eingangs bereits beschrieben wurde.

[0059] Wie die **Fig. 1** im Detail nämlich zeigt, ist der innen liegende Drehmoment-Übertragungsbolzen mittels des einen (dünnen) Querstifts, der in einer darin ausgebildeten Längs-Querbohrung lagert, zumindest mit dem äußeren Aufnahmerohr gekoppelt. Ein für alle Anwendungszwecke geeignetes maximales Drehmoment ist mit einem derartigen (dünnen) Querstift nicht sicher übertragbar. Die Bohrungen für den Querstift schwächen zusätzlich die ohnehin sehr kleinen zu verbindenden Bauteile, nämlich Aufnahmerohr und Bolzen. Außerdem ist, wie dies vorstehend bereits ebenfalls geschildert wurde, ein weite-

rer Querstift zur Kopplung des Aufnahmehrohrs mit der Eingangs- bzw. Torsionswelle vorgesehen, der die gleichen Probleme verursacht. Unabhängig davon ist das Verbinden von demnach drei Bauteilen mittels der genannten Querstifte fertigungs- und montagetechnisch besonders bei kleinen Dimensionen wie bei den gattungsgemäßen Handstückschäften einschlägig bekannter Bauart sehr schwierig und zeitraubend. Daher ist es wünschenswert, eine Werkzeugaufnahme insbesondere für ein Werkzeug mit einem vorstehend beschriebenen Aufbau bereit zu stellen, welche diese Probleme löst.

[0060] Die **Fig.** 11 zeigt ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel einer solchen erfindungsgemäßen Werkzeugaufnahme **20**, deren Bauteile nachfolgend im Einzelnen sowie in deren Zusammenwirken mit dem eingangs beschriebenen Werkzeug 1 verläutert werden.

[0061] Zunächst hat die erfindungsgemäße Werkzeugaufnahme oder Werkzeugschloss **20** gemäß dem bevorzugten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung ein radial inneres Werkzeug-Aufnahmehrohr (nachfolgend als Mitnehmerwelle bezeichnet) **22** mit einem an ihrem distalen Ende längsgeschlitzten (schnabelförmigen) distalen Drehmoment-Übertragungs- und Verriegelungsabschnitt **24**, der in seinem geschlitzten Drehmoment-Übertragungsbereich **24a** (siehe auch die **Fig.** 6) einen an den großdurchmessrigen Werkzeugschaftabschnitt **6a** angepassten Außendurchmesser und in seinem daran sich anschließenden Verriegelungsbereich **24b** einen an den kleindurchmessrigen Werkzeugschaftabschnitt **6b** angepassten Innendurchmesser hat. Der Längsschlitz **26** bildet dabei ein Schlitzweite, in die der Werkzeugschaft **1** im Bereich der beiden keilförmigen Angriffsebenen **8** eingeschoben werden kann (siehe **Fig.** 6), sodass die werkzeugseitigen Angriffsebenen **8** an den dadurch entstandenen schnabelförmigen Axialvorsprüngen **28** des Drehmoment-Übertragungsbereichs **24a** flächig anliegen und dabei gemeinsam ein geschlossenes Voll-Rundprofil bilden (siehe **Fig.** 6).

[0062] An den Verriegelungsbereich **24b** schließt sich proximal ein zylindrischer Bolzenaufnahmearnschnitt **24c** mit gegenüber dem Verriegelungsbereich **24b** größerem Innendurchmesser (der darin gelagerte Bolzen **30** wird nachfolgend als Nachfahrelement bezeichnet) unter Ausbildung eines inneren Radialabsatzes an, der als Axialanschlag für das Nachfahrelement **30** in Richtung distal dient. Das Nachfahrelement **30** hat hierfür einen distalen Abschnitt **30a** mit einem Außendurchmesser entsprechend dem kleindurchmessrigen Werkzeugschaftabschnitt „Verriegelung“ **6b**, der somit in den Verriegelungsbereich **24b** der Mitnehmerwelle **22** eingefahren werden kann sowie einen proximalen Abschnitt mit größerem Außendurchmesser **30b**, an dem das Nachfahrelement

30 gleitend in der Mitnehmerwelle **22** geführt ist. Zwischen den beiden Abschnitten **30a**, **30b** des Nachfahrelements **30** bildet sich ebenfalls ein äußerer Ringabsatz aus, der mit dem inneren Ringabsatz der Mitnehmerwelle **22** in Richtung distal zusammenwirkt.

[0063] Schließlich ist in dem Aufnahmearnschnitt **24c** für das Nachfahrelement **30** eine Nachfahrfeder **32** angeordnet, welche das Nachfahrelement **30** in Richtung distal vorspannt und so gegen den inneren Ringabsatz in der Mitnehmerwelle **22** drückt. In dieser Position ist der kleiner durchmessrige distale Abschnitt **30a** des Nachfahrelements **30** vollständig in den Verriegelungsbereich **24b** der Mitnehmerwelle **22** eingefahren.

[0064] An dieser Stelle sei erwähnt, dass die Mitnehmerwelle **22** in deren Verriegelungsbereich **24b** eine Anzahl (mindestens eine) von gleichmäßig umfangsbeabstandeten radialen Durchgangsbohrungen **34** hat, die zur Aufnahme von Verriegelungskugeln **36** für das eingesetzte Werkzeug **1** dienen, wie dies nachfolgend noch beschrieben wird.

[0065] In proximaler Verlängerung des Aufnahmearnschnitts **24c** für das Nachfahrelement **30** bildet die Mitnehmerwelle **22** einen Kopplungs-/Einstekabschnitt **24d** für eine Antriebs-/Torsionswelle **60**, welche in einem in der **Fig.** 11 nicht dargestellten Handstückschaft (siehe beispielsweise **Fig.** 3) eines (universalen) Handstücks drehbar gelagert ist.

[0066] In diesem Einstekabschnitt **24d** hat die Mitnehmerwelle **22** ebenfalls eine Anzahl (wenigstens eine) gleichmäßig umfangsbeabstandeter sowie auf einer Kreisebene liegender Radialöffnungen oder Durchbrüche **38** von in etwa ovalen Querschnitt, der sich jeweils in Axialrichtung der Mitnehmerwelle **22** ausdehnt. Diese Radialöffnungen **38** dienen zur Aufnahme von vorzugsweise ovalen Wälzkörpern **40** (nachfolgend als Mitnahmeelemente bezeichnet), über welche die Mitnehmerwelle **22** dreh- und axialfest mit der eingesteckten Torsionswelle **60** gekoppelt ist, was nachfolgend noch näher beschrieben wird. Dabei sei noch erwähnt, dass anstelle ovaler (zylindrischer) Walzkörper mit abgerundeten Stirnseiten auch Kugeln verwendet werden können.

[0067] Am proximalen Ende des Einstekabschnitts **24d** hat die Mitnehmerwelle **22** ferner einen umlaufenden Radialvorsprung **42**, der als Federsitz einer äußeren Schließfeder **44** dient.

[0068] Um die Mitnehmerwelle **22** herum ist eine Schließhülse **46** dreh- und axial verschiebbar gelagert. Diese hat einen distalen Kugel-Freigabebereich **46a** mit großem Innenradius und einen daran proximal sich anschließenden Kugel-Sperrbereich **46b** mit kleinem Innenradius, der auch gleitend an der Außenseite der Mitnehmerwelle **22** geführt ist.

[0069] In einem proximalen Endabschnitt der Schließhülse **46** sind eine Anzahl (vorzugsweise zwei) von radialen Durchgangsöffnungen **48** mit längsovalem (und runden) Querschnitt ausgeformt, die zur Befüllung der in der Mitnehmerwelle **22** vorgesehenen Durchbrüche **38** mit den ovalen/ tonnenförmigen, abgerundeten Wälzkörpern **40** dienen. Jede dieser ovalen (größere Länge als Breite) Durchgangsöffnungen **48** der Schließhülse **46** ist am Innenumfang der Schließhülse **46** zu einer Aufnahmetasche verlängert, sodass die Schließhülse **46** die bereits eingelegten Wälzkörper/Mitnahmeelemente **40** axial überfahren und gegen ein Herausfallen verriegeln kann. Gleichzeitig sind die Aufnahmetaschen so geformt, dass die Schließhülse **46** bezüglich der Mitnehmerwelle **22** um einen bestimmten Winkel gedreht werden kann, sodass auch bei einem Zurückfahren der Schließhülse **46** in eine axiale Freigabeposition die Wälzkörper **40** und auch die Verriegelungskugeln gemäß nachfolgender Beschreibung nicht mehr herausfallen können.

[0070] Schließlich ist axial zwischen der Schließhülse **46** und dem äußeren Radialvorsprung **42** der Mitnehmerwelle **22** die Schließfeder **44** angeordnet, welche die Schließhülse **46** in Richtung distal in eine axiale Verriegelungsposition drückt.

[0071] Die Montage und Funktionsweise der erfindungsgemäßen Werkzeugaufnahme **20** wird nachfolgend anhand der **Fig. 11** bis **Fig. 13** in Verbindung mit der **Fig. 5** näher erläutert.

[0072] Gemäß der **Fig. 12** und **Fig. 13** wird für eine Montage der Werkzeugaufnahme **20** an einer Torsionswelle **60** zunächst die äußere Schließfeder **44** über die Mitnehmerwelle **22** gestreift und anschließend die Schließhülse **46** auf die Mitnehmerwelle **22** aus der Richtung distal aufgesteckt, sodass die äußere Schließfeder **44** zwischen der Schließhülse **46** und dem äußeren Radialvorsprung **42** an der Mitnehmerwelle **22** zu liegen kommt (siehe **Abb. 1** und **Abb. 2** der **Fig. 12**).

[0073] Anschließend wird die Schließhülse **46** gegen die äußere Schließfeder **44** in ihre axiale Befüll- bzw. Freigabeposition gedrückt, wodurch die Durchgangsbohrungen **34** im Verriegelungsbereich **24b** der Mitnehmerwelle **22** freigelegt werden. Jetzt können in diese Durchgangsbohrungen **34** die Verriegelungskugeln **36** über eine Montagenut an der Innenseite der Schließhülse **46** eingesetzt werden, die radial nach Innen vorragen (siehe **Abb. 3** bis **Abb. 6** der **Fig. 12**). Abschließend kann die Schließhülse **46** freigegeben werden, wodurch diese durch die äußere Schließfeder **44** axial in Kugelsperrposition verschoben wird, in der die Schließhülse **46** die Verriegelungskugeln **36** überfährt und somit gegen ein radiales Herausfallen sichert. Die Verriegelungskugeln **36** dienen dabei gleichzeitig als Axialanschlag

für die Schließhülse **46**, die hierfür an ihrem distalen Innenumfang einen kleinen Innen-Radialabsatz hat, der in Sperr-/Verriegelungsposition der Schließhülse **46** axial an den Verriegelungskugeln **36** anliegt (siehe **Abb. 7** der **Fig. 12**). Damit ist die Vormontage der erfindungsgemäßen Werkzeugaufnahme **20** abgeschlossen.

[0074] In der **Fig. 13** ist nunmehr die Montage der Werkzeugaufnahme **20** an einer Torsionswelle **60** dargestellt.

[0075] Zunächst wird in die Mitnehmerwelle **22** aus der Richtung proximal das Nachfahrelement **30** und daraufhin die innere Nachfahrfeder **32** eingesetzt, wobei der distale Abschnitt **30a** des Nachfahrelements **30** an den Verriegelungskugeln **36** axial anliegt. Anschließend wird die Torsionswelle **60** in die Mitnehmerwelle **22** aus der Richtung proximal eingesteckt. Die Torsionswelle **60** bildet an ihrem distalen Ende einen radialen Absatz **62** als Federsitz für die bereits eingelegte innere Nachfahrfeder **32**. Des Weiteren hat die Torsionswelle **60** an ihrem distalen Endabschnitt eine Anzahl von gleichmäßig umfangsbeabstandeten Außentaschen **64** zur Aufnahme der Mitnahmeelemente (ovale Wälzkörper) **40**. Schließlich bildet die Torsionswelle **60** umfangsseitig optional einen Wellenabsatz **66** als Axialanschlag für die Mitnehmerwelle **22**.

[0076] Sobald die Mitnehmerwelle **22** am optionalen Axialanschlag **66** der Torsionswelle **60** anliegt, überlappen sich die radialen Außentaschen **64** der Torsionswelle **60** genau mit den proximalen Durchbrüchen **38** der Mitnehmerwelle **22** sowie den Befüllöffnungen **48** der in die axiale Befüll-/Freigabeposition geschobenen Schließhülse **46** (siehe die **Abb. 8** bis **Fig. 10** der **Fig. 13**). Jetzt können die ovalen Mitnahmeelemente **40** über die Befüllöffnungen **48** der Schließhülse **46** in die Durchbrüche **38** der Mitnehmerwelle **22** sowie die Außentaschen **64** der Torsionswelle **60** eingesetzt werden (siehe **Abb. 11** der **Fig. 13**). Abschließend wird die Schließhülse **46** freigegeben, die selbsttätig durch die Schließfeder **44** in die Verriegelungsposition axial in Richtung distal verschoben wird, in welcher die Verriegelungskugeln **36** wie auch die Mitnahmeelemente **40** von der Schließhülse **46** überfahren und somit gegen ein radiales Herausfallen gesichert werden. Abschließend wird die Schließhülse **46** um einen bestimmten Winkel bezüglich der Mitnehmerwelle **22** gedreht. Dadurch wird verhindert, dass auch bei einem erneuten Zurückziehen der Schließhülse **46** in die Kugel-Freigabeposition während eines normalen Betriebs die Kugeln **36** und vorzugsweise die Mitnahmeelemente **40** über die Befüllöffnungen **48** der Schließhülse **46** unbeabsichtigt herausfallen können. D.h. die Axialposition der Schließhülse **46** für ein Befüllen mit den Mitnahmeelementen **40** sowie für ein radiales Freigeben der Kugeln **36** beim Einsticken eines Werkzeugs **1** ist

vorzugsweise gleich. Die Winkelposition der Schließhülse **46** bezüglich der Mitnehmerwelle **22** in der Befüllposition ist jedoch zur Winkelposition in der Freigabeposition unterschiedlich.

[0077] Damit ist der Montagevorgang der Werkzeugaufnahme **20** an der Torsionswelle **60** abgeschlossen.

[0078] Wie die vorstehende Beschreibung des Montagevorgangs verdeutlicht, sind radial äußere Mitnahmeelemente **40** vorzugsweise in Form von ovalen Wälzkörpern für eine Drehmomentübertragung von der Torsionswelle **60** auf die Mitnehmerwelle **22** vorgesehen. Diese Elemente besitzen folglich eine große wirksame Kraftangriffsfläche und können daher erhebliche Drehmomente übertragen, ohne abzuscheren. Gleichzeitig dienen die Mitnahmeelemente zur Axialsicherung der Werkzeugaufnahme auf der Torsionswelle. Durch die radial äußere Positionierung wird zudem ein maximaler Hebel zur Drehmomentübertragung erreicht.

[0079] Das Drehmoment wird erfindungsgemäß nicht wie im genannten Stand der Technik über das Nachfahrelement (Bolzen) **30** sondern unmittelbar über die Mitnehmerwelle **22** auf den Werkzeugschaft **4** übertragen. Dadurch reduzieren sich die in den Drehmoment-Übertragungszug eingebundenen Bauteile, wodurch die Montage insgesamt vereinfacht wird.

[0080] Die Funktionsweise der erfindungsgemäßen Werkzeugaufnahme **20** wird nachstehend anhand der **Fig. 5**, **Fig. 7a**, **Fig. 7b** und **Fig. 16** näher erläutert.

[0081] Zunächst ist darauf hinzuweisen, dass die Werkzeugaufnahme **20** innerhalb eines an ein universelles Handstück ankoppelbaren Handstückschafts drehbar gelagert sein muss. Zu diesem Zweck ist vorzugsweise ein Radiallager **50** beispielsweise ein Kugel-, Walz- oder Nadellager mit Innen- und Außenring vorgesehen, das im längsgeschlitzten Drehmoment-Übertragungsbereich **24a** auf die Mitnehmerwelle **22** aufgezogen ist und somit gleichzeitig einem Aufspreizen der schnabelförmigen Axialvorsprünge **28** bei einer Drehmomentübertragung auf die Angriffsebenen **8** des Werkzeugschafts **4** entgegenwirkt. Zudem verbessert ein solches Kugellager **50** im längsgeschlitzten Drehmoment-Übertragungsbereich **24a** das Einspann-/Ausspannverhältnis am Werkzeugschaft **4**, wie dies insbesondere in den **Fig. 7a** und **Fig. 7b** gezeigt wird.

[0082] In der **Fig. 7a** ist die Einbausituation eines Werkzeugs **1** in einer erfindungsgemäßen Werkzeugaufnahme **20** mit Radiallager **50** im Drehmoment-Übertragungsbereich **24a** der Mitnehmerwelle **22** gezeigt. Wie hieraus zu entnehmen ist, wird der

distal aus dem Handstückschaft **70** herausragende Werkzeugschaft **4** an wenigstens einem distalen Lager (vorzugsweise zwei distale Lager) **72** und an wenigstens einem proximalen Lager **50, 74** abgestützt, um so Werkzeugaufstands Kräfte und Schnittkräfte aufzunehmen, die als Biegekräfte auf den Werkzeugschaft **4** wirken. Wird demnach das wenigstens eine proximale Radiallager **50** in den Drehmoment-Übertragungsbereich **24a** der Werkzeugaufnahme **22** gelegt, ergibt sich eine Einspannlänge zwischen distalem und proximalem Lager **72, 50** die deutlich größer ist als die Ausspannlänge zwischen distalem Lager **72** und Werkzeugeingriffssegment **2**.

[0083] In der **Fig. 7b** ist hingegen ein Bezugsbispiel gezeigt, dann, wenn als proximal letztes Radiallager das Lager **74** distal zum Drehmoment-Übertragungsbereich **24a** angenommen wird. In diesem Fall verkürzt sich die Einspannlänge gegenüber der Ausspannlänge. Es ist offensichtlich, dass im letzten Fall gemäß der **Fig. 7b** die Belastung auf die Radiallager **72, 74** vergrößert sind und daher schneller verschleißt. Auch ist die maximal zulässige Belastung kleiner.

[0084] Der Einsetzvorgang des erfindungsgemäßen Werkzeugs **1** in die erfindungsgemäße Werkzeugaufnahme **20** ist im Einzelnen in der **Fig. 16** dargestellt.

[0085] Zunächst wird der Werkzeugschaft **4** an den Drehmoment-Übertragungsbereich **24a** der Werkzeugaufnahme **20** ggf. in einer inkorrekt Relativ-Drehposition herangeführt, wobei in diesem Fall die werkzeugseitigen Abgleitflächen **10** mit den beiden schnabelförmigen Axialvorsprünge **28** der Werkzeugaufnahme **20** zuerst in Kontakt kommen. Infolge deren Ausrichtung wird die Mitnehmerwelle **22** automatisch gedreht, solange, bis die beiden Angriffsebenen **8** zu den radial äußeren Axialvorsprünge **28** hinweisen. Jetzt kann der Werkzeugschaft **4** weiter in die Werkzeugaufnahme **20** eingeführt werden, wobei die werkzeugseitigen Angriffsflächen/-ebenen **8** gleitend zwischen den schnabelförmigen Axialvorsprünge **8** geführt werden. Das in der **Fig. 16** ebenfalls gezeigte Radiallager **50** verhindert dabei ein radiales Aufspreizen der schnabelförmigen Axialvorsprünge/Laschen **28**.

[0086] Für ein Einsetzen des Werkzeugschafts **4** befindet sich die Schließhülse **46** zunächst in ihrer zurückgezogenen Freigabeposition, in der die Verriegelungskugeln **36** radial nach Außen gedrückt werden können. Letzteres bewerkstelligt das Nachfahrelement **30** (Bolzen), das mit seinem distalen Abschnitt **30a** radial zwischen die Verriegelungskugeln **36** durch die Nachfahrfeder **32** gedrückt wird und diese daher radial nach Außen hält. Die radial nach Außen gedrückten Kugeln **36** hält dann auch die Schließhülse **46** axial in ihrer Freigabeposition.

[0087] Beim Eindringen des Werkzeugschafts **4** in die Werkzeugaufnahme **20** stößt jedoch der werkzeugschaftsseitige Verriegelungsabschnitt **6b** stirnseitig an das Nachfahrelement **30** an und verdrängt dieses in Axialrichtung gegen die Vorspannkraft der Nachfahr Feder **32**, solange, bis sich die Taschen/Umfangsnut **12/12a** im Verriegelungsabschnitt **6b** des Werkzeugschafts **4** im Bereich der Verriegelungskugeln **36** befinden. In diesem Moment werden die Kugeln **36** durch die Schließhülse **46** infolge der axial wirkenden Federvorspannung und einer entsprechenden konischen Formgebung an der Innenumfangsseite der Schließhülse **46** (nicht weiter dargestellt) nach innen gedrückt und kommen somit in der Umfangsnut **12a** bzw. den Taschen **12** des Werkzeugschafts **4** zu liegen. Gleichzeitig bewegt sich die Schließhülse **46** durch die Federvorspannung weiter in Richtung nach distal in ihre Verriegelungsposition. Damit ist das Werkzeug **1** axial gesichert und es kann ein Drehmoment von der Torsionswelle **60** über die Mitnahmeelemente **40** und die Mitnehmerwelle **22** auf die Angriffsebenen **8** des Werkzeugschafts **4** übertragen werden.

[0088] Um das Werkzeug **1** zu entnehmen, wird die Schließhülse **46** (manuell) gegen die Schließfeder **44** in die Freigabeposition nach proximal zurück gezogen, um die Verriegelungskugeln **36** radial freizugeben. Wird dann der Werkzeugschaft **4** aus der Aufnahme **20** herausgezogen folgt das Nachfahrelement **30** selbsttätig dem Werkzeugschaft **4** infolge der Nachfahr Feder **32** und gelangt so radial zwischen die Verriegelungskugeln **36**, um diese radial nach Außen gedrückt zu halten. Die Werkzeugaufnahme **20** verharrt somit in dieser Freigabeposition, um automatisch einen neu eingeführten Werkzeugschaft **4** axial zu verriegeln. Die vorliegende erfindungsgemäße Werkzeugaufnahme **20** kann daher auch als halbautomatische Werkzeugaufnahme (automatisches Verriegeln und manuelles Freigeben) bezeichnet werden.

Kupplung zwischen Werkzeugaufnahme bzw. Torsionswelle und handstückseitigem Getriebebezug

[0089] Wie bereits eingangs erläutert wurde, besteht ein Aspekt der vorliegenden Erfindung darin, für unterschiedliche Handstückschäfte immer das gleiche Werkzeug verwenden zu können. Die Handstückschäfte sind dabei so konstruiert, dass sie an ein einziges, universelles Handstück ankuppelbar sind, in welchem der Werkzeugantrieb und/oder der Drehmoment-Übertragungszug/Getriebe untergebracht ist. Dies bedeutet, dass innerhalb des jeweiligen Handstückschäfts eine Torsionswelle vormontiert sein muss, an deren distalem Ende die Werkzeugaufnahme vorzugsweise gemäß der vorstehenden Beschreibung und an deren proximalem Ende eine Kupplung vorgesehen sein muss, die zusammen mit dem festen Ankuppeln des Handstückschäfts an

das Handstück (vorzugsweise an dessen Gehäuse) gleichzeitig mit dem Drehmoment-Übertragungszug in Wirkung tritt kommt, um eine Drehmomentübertragung auf die Torsionswelle zu ermöglichen.

[0090] Eine solche Kupplung muss in erster Linie Drehmomente übertragen, aber auch eine axiale Verschiebung der Antriebswelle ermöglichen, damit beispielsweise die Werkzeugaufnahme entriegelt/demontiert werden kann. Außerdem sollte die Kupplung ausreichende Führungseigenschaften besitzen, um zumindest in diesem Bereich weitere Radiallager (Kugellager) zur Abstützung der Kupplung einsparen zu können.

[0091] Bisher wurde die betreffende Kupplung zwischen Torsionswelle (innerhalb des auswechselbaren Handstückschäfts) und Drehmomentzug (innerhalb des Handstücks) durch einen sogenannten Zweiflach vergleichbar zum vorstehend beschriebenen erfindungsgemäßen Drehmoment-Übertragungsabschnitt zwischen Werkzeugschaft und Werkzeugaufnahme gebildet. Eine solche Kupplung (ohne umgebendes Radiallager) hat jedoch das grundsätzlich Problem einer zu geringen Torsionssteifigkeit im vorgegebenen (engen) Bauraum, was schnell zu einem Versagen der zusammenwirkenden Kupplungsbauteile führen kann. Außerdem sind mit dieser Konstruktion nur unzureichende Führungseigenschaften erreichbar.

[0092] Eine Alternative zu dem genannten Zweiflach bildet die allgemein bekannte Kreuzlösung. In diesem Fall ist der männliche Kupplungsteil auf Seiten der Torsionswelle mit achszentral sich kreuzenden Stegen versehen, die in ein entsprechend geformtes weibliches Kupplungsteil einführbar sind, wodurch die für die Drehmomentübertragung nutzbare Fläche an den Seitenflanken jedes Stegs insgesamt vergrößert wird. Jedoch erweist sich diese Lösung ebenfalls als problematisch, in sofern, als dass hierdurch keine optimale Verteilung der Torsionssteifigkeit zwischen dem männlichen und weiblichen Kupplungsteil vorhanden ist, sodass auch hier das maximal übertragbare Drehmoment begrenzt ist.

[0093] Um dieses Problem zu lösen, ist demnach eine Querschnittsgeometrie für die Kupplungsteile (männlich und weiblich) erforderlich, welche den gegebenen Bauraum im Fall eines chirurgischen Handstücks der einschlägigen Gattung optimal bezüglich Torsionsträgheitsmoment ausnutzt, gleichzeitig eine axiale Verschiebung der beiden Kupplungsbauteile relativ zueinander ermöglicht und durch die besondere Form nicht in eine Selbsthemmung gerät.

[0094] Bei der Entwicklung der erfindungsgemäßen Kupplung hat sich dabei ergeben, dass je kreisähnlicher die Mitnehmerkontur wird, desto weniger Formschluss ist für eine Drehmomentübertragung vorhan-

den. Aber auch je weniger Ecken die Mitnehmerkontur hat, desto formschlüssiger verbleibt die Kupplungspaarung (bei abnehmendem Widerstandsmoment). Insgesamt erweist sich daher bei einem chirurgischen Instrument dieser Gattung eine Kleeblattkupplung **80** mit vier Blättern als besonders vorteilhafte Kupplungsquerschnittsform. In der **Fig. 14** ist ein optimierter Querschnitt einer vierblättrigen Kleeblattform gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel der Erfindung dargestellt.

[0095] Demzufolge wird die erfindungsgemäße Querschnittsform der Kupplung **80** durch vier gleiche Kreise **82** mit kleinerem Radius Re aufgebaut, welche die vier Ecken der Kupplungsform definieren und die jeweils um 90° winkelversetzt zueinander angeordnet sind. Der Abstand der jeweils benachbarten innerhalb der Kupplungsform liegenden Kreismittelpunkte ist geringfügig kleiner als der einheitliche Kreisdurchmesser Re , sodass sich die jeweils benachbarten Kreise **82** schneiden.

[0096] Auf einer Mittelachse zwischen zwei benachbarten, sich schneidenden Kreisen **82** ist außerhalb der Kupplungsform jeweils ein weiterer Kreismittelpunkt gesetzt, wobei um diesen ein Kreis **84** mit größerem Radius Ri gezogen ist. Die jeweilige Position dieses äußeren, weiteren Kreismittelpunkts sowie der größere Radius Ri sind so gewählt, dass die Kontur des äußeren Kreises **84** kontinuierlich in die Kontur der beiden eckseitigen inneren Kreise **82** übergeht und somit unter Ausbildung einer Kavität beide jeweils benachbarten Eckkreise **82** miteinander verbindet. D.h. der äußere Kreis **84** verläuft in den Kontaktstellen zu den beiden inneren Eckkreisen **82** jeweils tangential, wodurch eine stetige (ecken-/kantenlose) Querschnittskontur mit vier ausgeprägt konvexen Eckkreisen **82** und vier sanft konkaven Seitenkreisen **84** entsteht.

[0097] Geometrisch lässt sich die Querschnittskontur gemäß dem bevorzugten Ausführungsbeispiel wie Folgt definieren:

Gemäß der **Fig. 14** bedeutet der Wert A den Durchmesser eines Ufangskreises mit querschnittsformzentrischen Kreismittelpunkt und radial äußeren Beührungspunkten an allen Eckkreisen. Der Wert B bedeutet das lichte Maß zwischen zwei sich gegenüberliegenden Seitenkreisen, d.h. der Diagonalabstand der querschnittsforminnersten Punkte zweier gegenüberliegender Seitenkreise.

[0098] Demnach stehen diese Werte A , B in einem Verhältnis zueinander gemäß der Formel (1):

$$B = kB \cdot A \text{ mit } 0,6 < kB < 0,9 \quad (1)$$

[0099] Der Radius Re jedes Eckkreises steht in einem Verhältnis zum Wert A gemäß der Formel (2):

$$Re = kRe \cdot A \text{ mit } 0,6 < kRe < 0,9 \quad (2)$$

[0100] Der Radius Ri jedes Seitenkreises steht in einem Verhältnis zum Wert A gemäß der Formel (3):

$$Ri = kRi \cdot A \text{ mit } 0,8 < kRi < 1,5 \quad (3)$$

[0101] Wie die **Fig. 15** zeigt, weisen sowohl der männliche wie auch der weibliche Kupplungsteil eine entsprechende Querschnittsform auf, mit einem bestimmten Übermaß des weiblichen Kupplungsteils.

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- EP 1598023 A2 [0005]

Patentansprücheund R_i = gleicher Radius jeder Seitenkreislinie

1. Kupplung zur Verbindung einer in einem Werkzeugschaft gelagerten Torsionswelle oder eines Werkzeugs mit einem in einem chirurgischen Handstück untergebrachten Drehmoment-Übertragungszug oder Antrieb bestehend aus zwei axial ineinandersteckbaren männlichen und weiblichen Kupplungsteilen, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Querschnittsform der beiden Kupplungsteile näherungsweise einem 4-blättrigen Kleeblatt entspricht.

2. Kupplung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die erfundungsgemäße Querschnittsform der Kupplungsteile durch vier gleiche Kreislinien mit kleinerem Radius aufgebaut ist, welche die vier Ecken der Kupplungs-Querschnittsform definieren, wobei immer jeweils zwei benachbarte Kreislinien durch eine weiteren Kreislinie mit größerem Radius miteinander verbunden sind, deren Mittelpunkte im Gegensatz zu den Eckkreislinien außerhalb der Querschnittsform liegen.

3. Kupplung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die die jeweils zwei benachbarten Eckkreislinien verbindenden Seitenkreislinien eine konkave Querschnittskontur ergeben, die im Bereich der Eckkreislinien jeweils in eine konvexe Kontur übergeht, wodurch die Kleeblattform angenähert wird.

4. Kupplung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die konkaven Seitenkreislinien jeweils die beiden benachbarten Eckkreislinien tangential berühren, sodass die dadurch erzeugte Kupplungsgesamtkontur eine kontinuierliche Umfangslinie ergibt.

5. Kupplung nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Querschnittskontur zumindest die folgende Bedingung erfüllt:

$$B = k_B \cdot A \text{ mit } 0,6 < k_B < 0,9 \quad (1)$$

wobei der Wert A der Durchmesser eines Unfangskreises mit Querschnittsform-zentrischen Kreismittelpunkt und radial äußeren Berührpunkten an allen Eckkreisen ist und der Wert B der Abstand zwischen zwei sich gegenüberliegenden konkaven Seitenkreislinien ist.

6. Kupplung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Querschnittskontur die weiteren Bedingungen erfüllt:

$$Re = k_{Re} \cdot A \text{ mit } 0,6 < k_{Re} < 0,9 \quad (2)$$

und Re = gleicher Radius jeder Eckkreislinie und

$$R_i = k_{Ri} \cdot A \text{ mit } 0,8 < k_{Ri} < 1,5 \quad (3)$$

7. Chirurgisches, Drehmoment übertragendes Instrument mit einem vorzugsweise universellen Handstück, an das ein Handstückschaft mit innen liegender Torsionswelle oder innen liegendem Werkzeugschaft anschließbar ist, die/der über eine Steckkuppung mit einem Drehmoment-Übertragungszug oder Antrieb innerhalb des Handstücks verbindbar ist, welche aus einem axial ineinandersteckbaren männlichen und weiblichen Kupplungsteil besteht, gekennzeichnet, durch eine Querschnittsform der beiden Kupplungsteile gemäß einem der Ansprüche 1 bis 6.

Es folgen 15 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

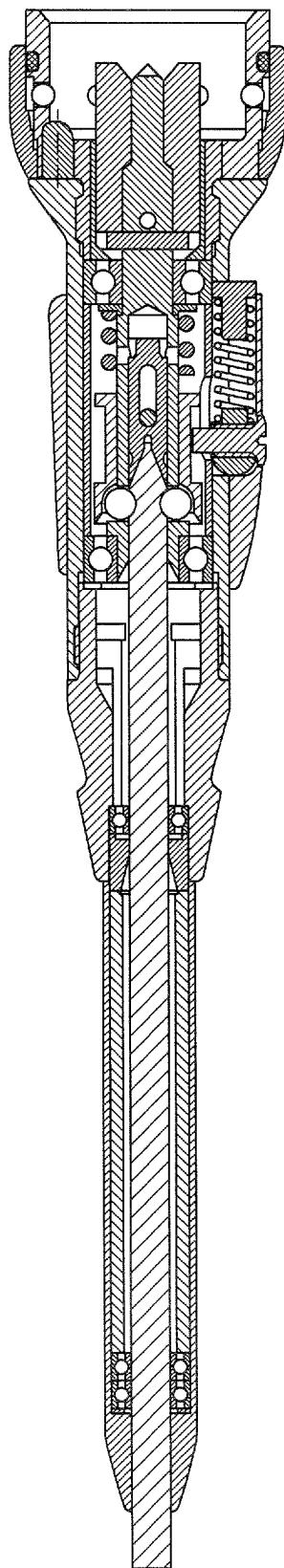


FIG. 1

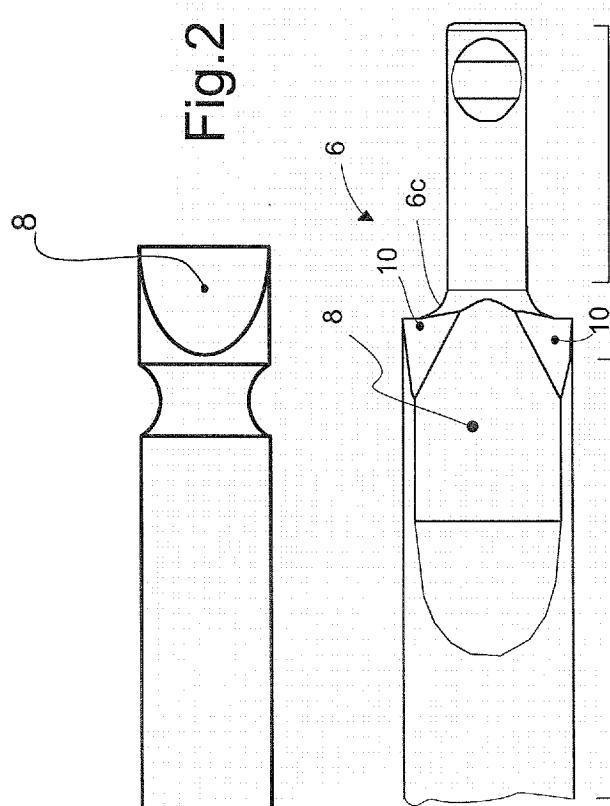
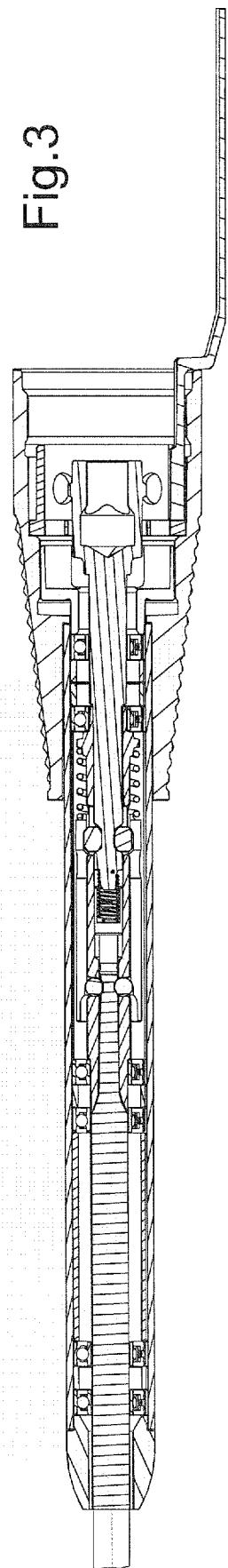


Fig.4a



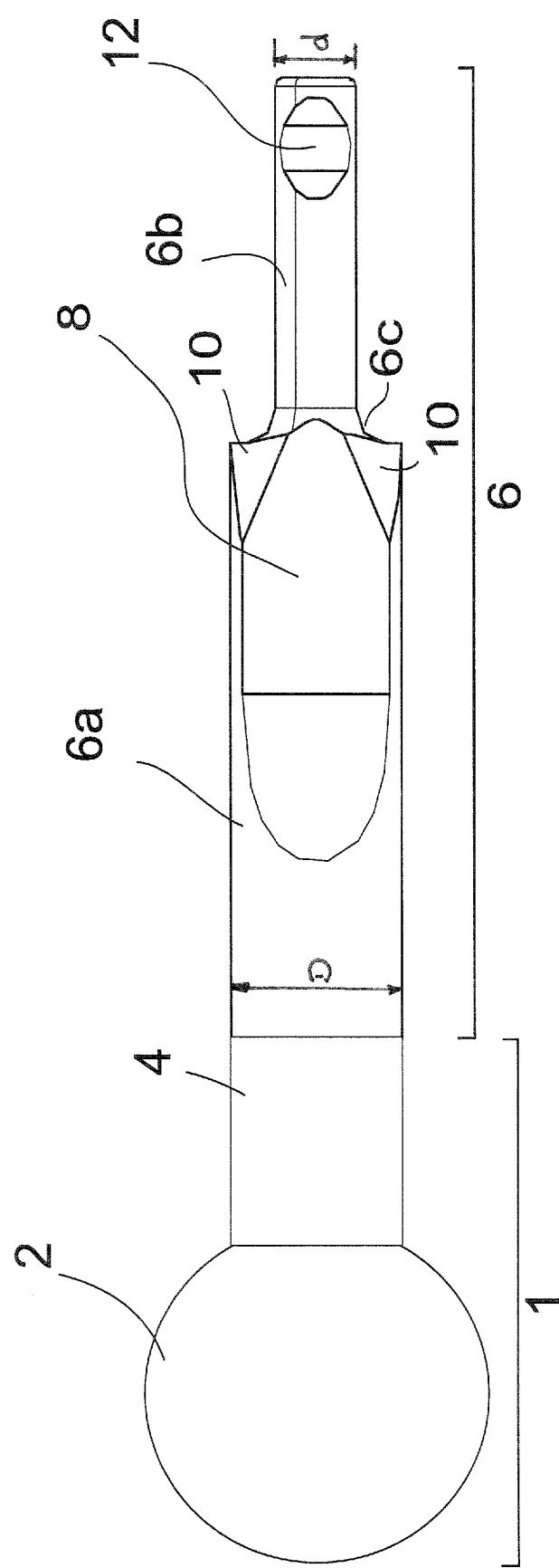


Fig. 4b

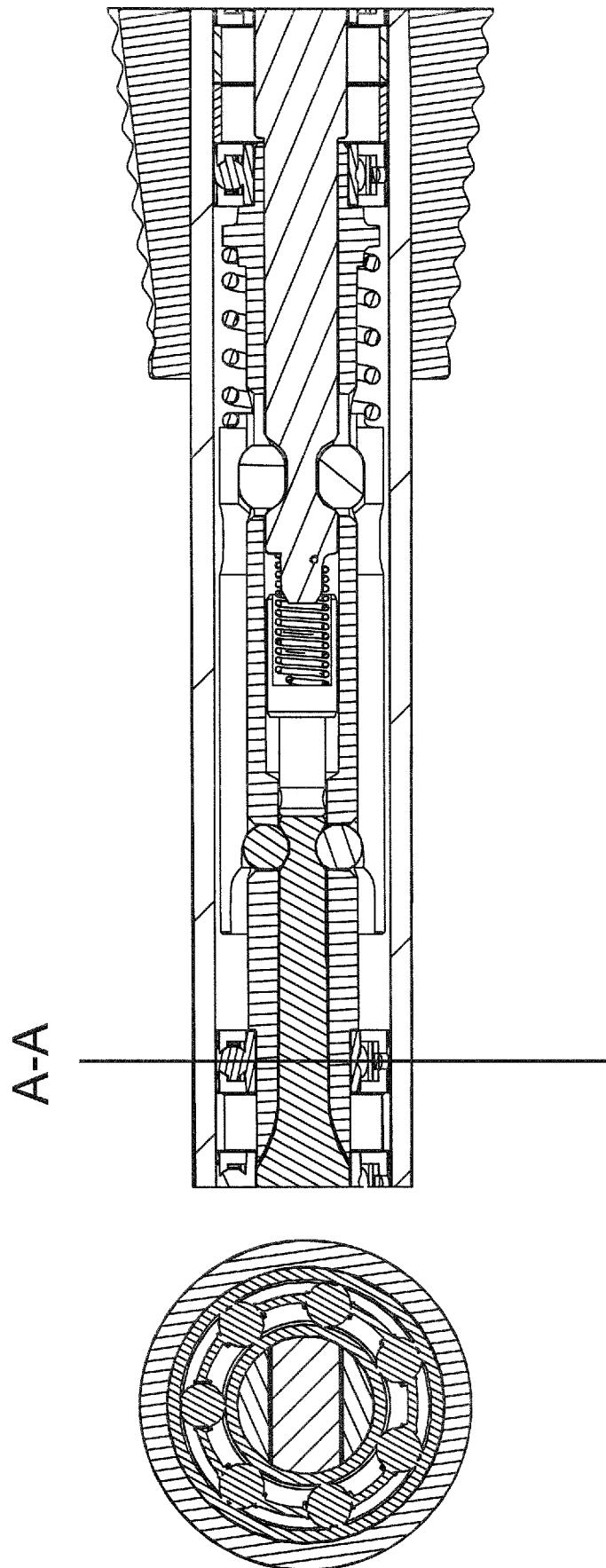


Fig.5

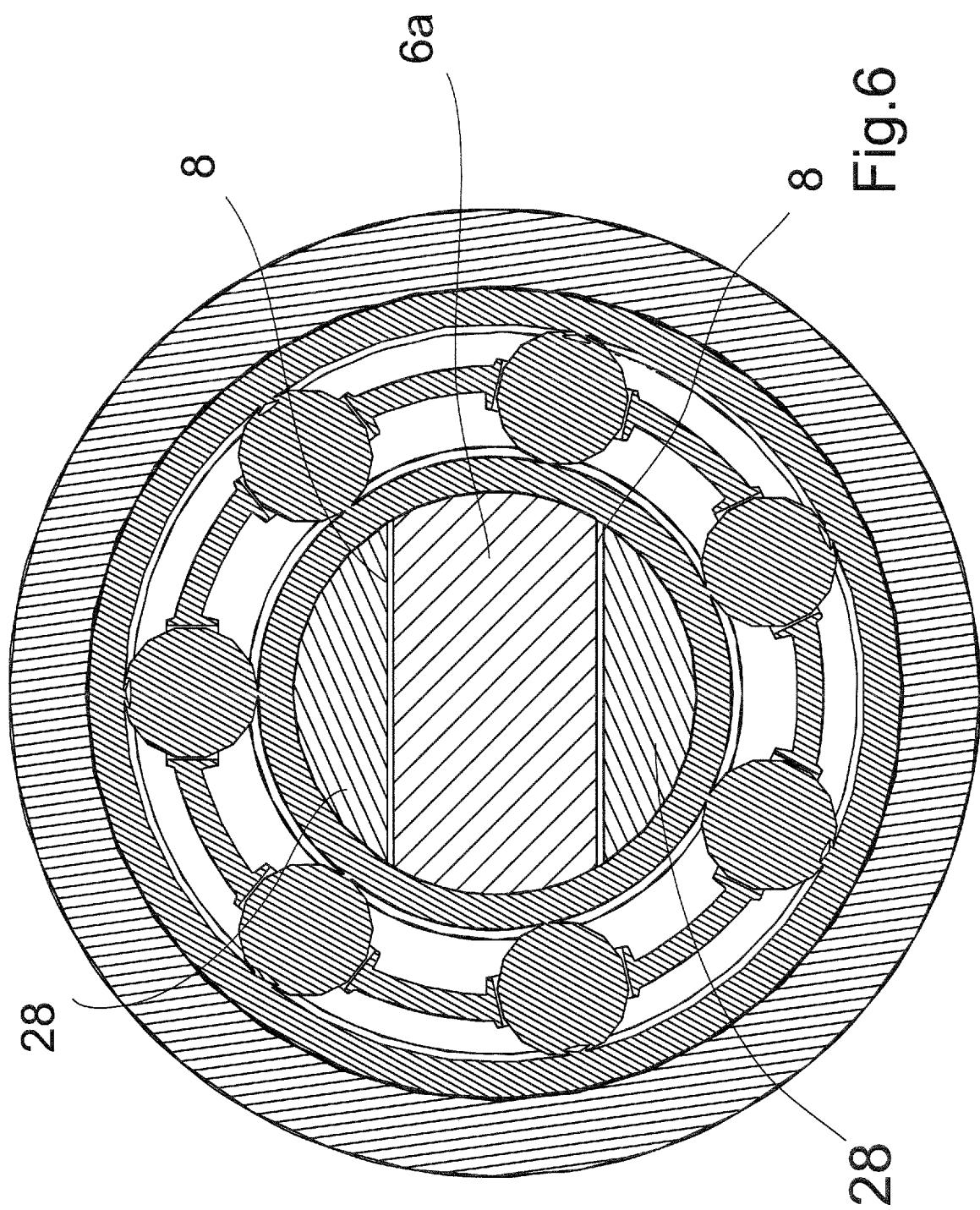


Fig. 6

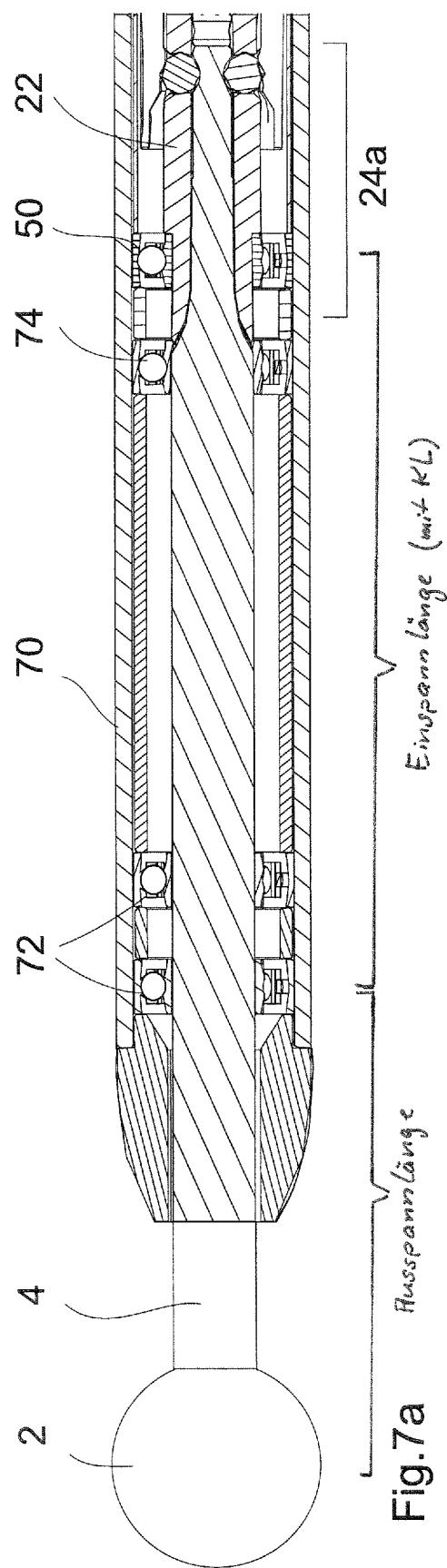


Fig. 7a Flusspannlänge

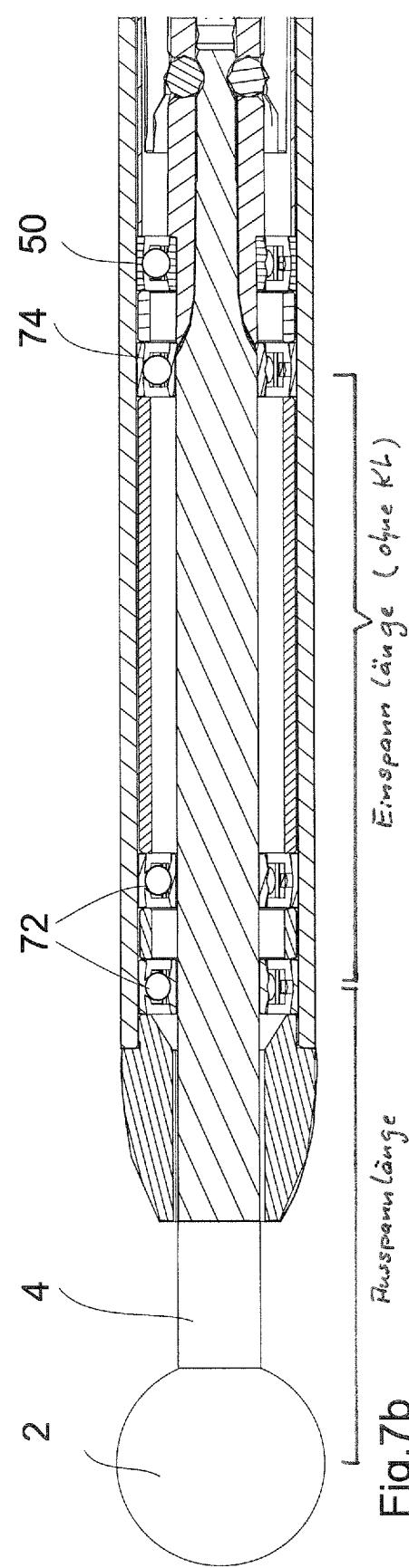


Fig. 7b Flusspannlänge

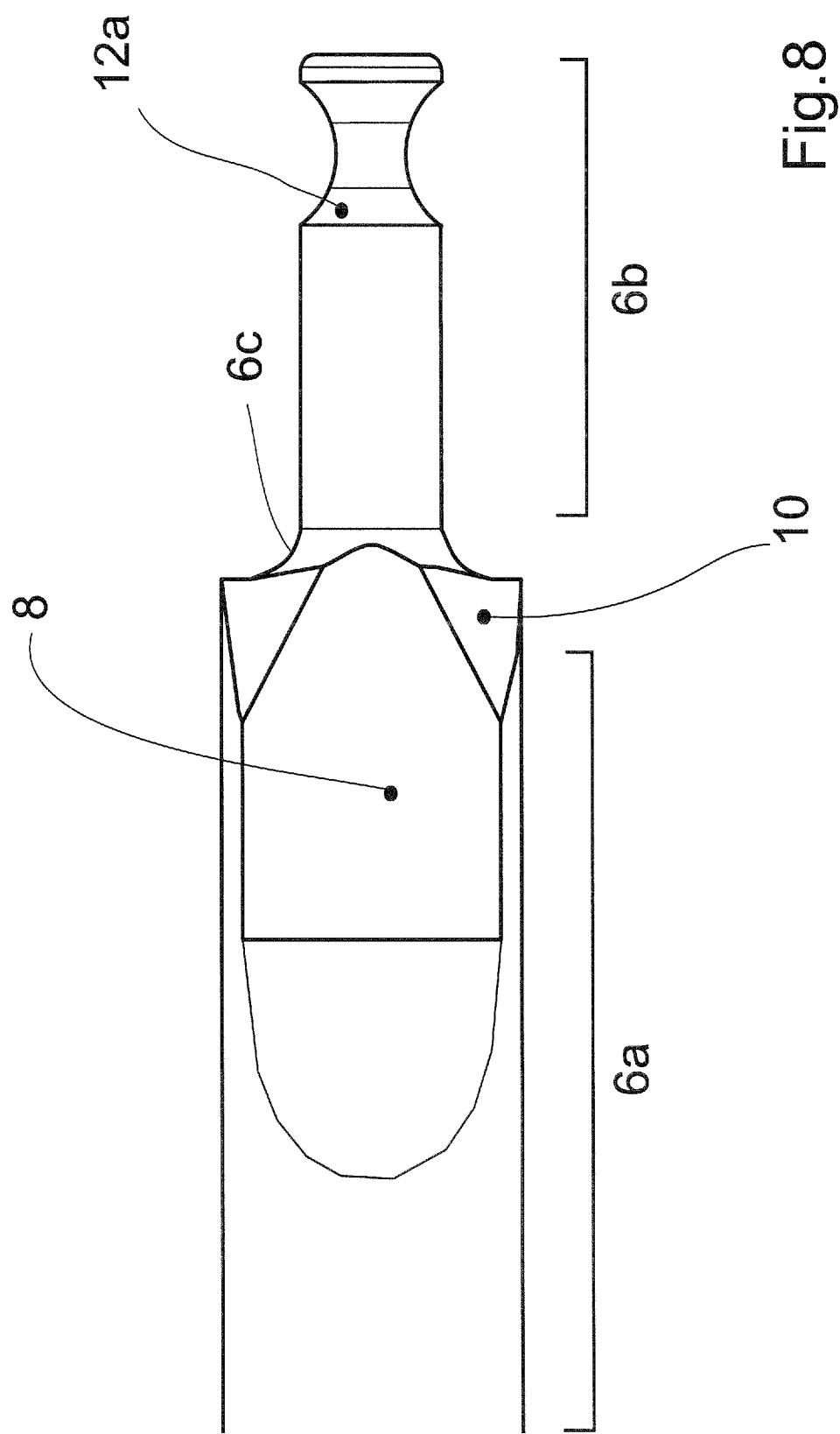


Fig. 8

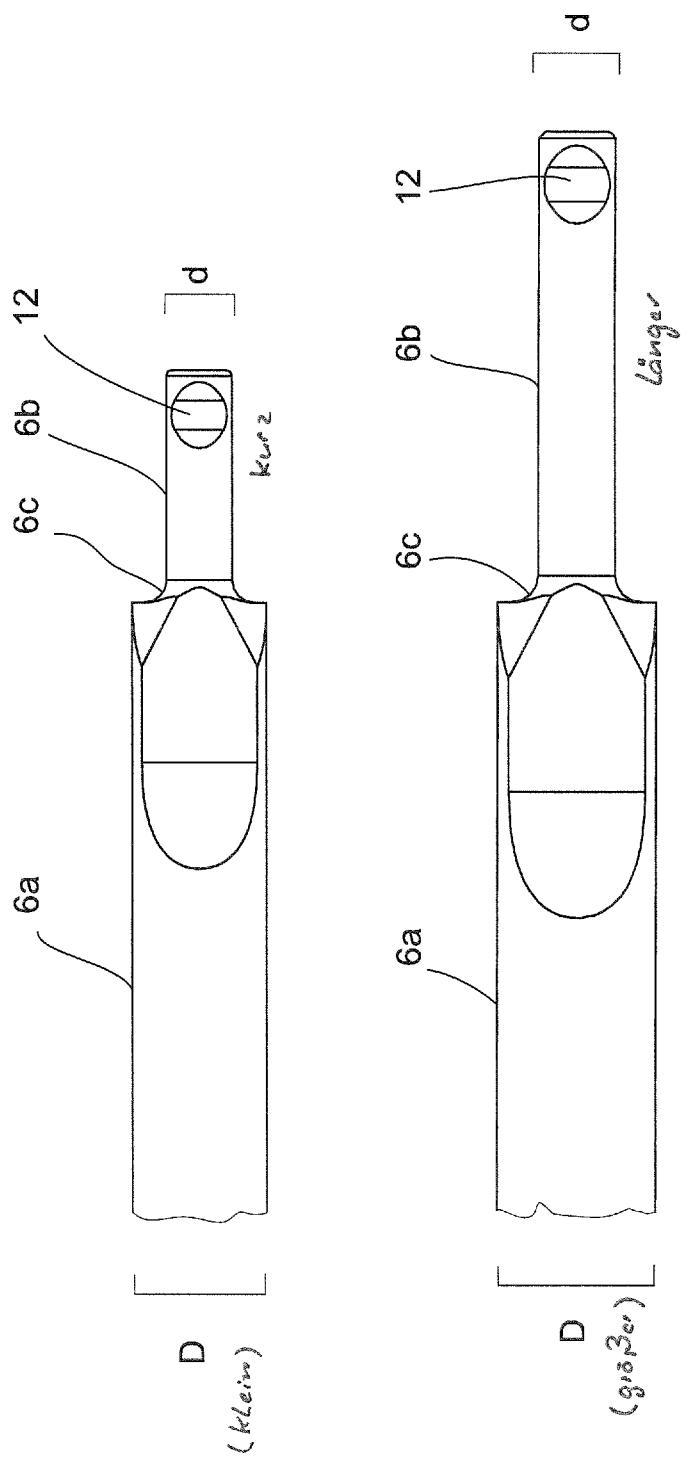


Fig.9

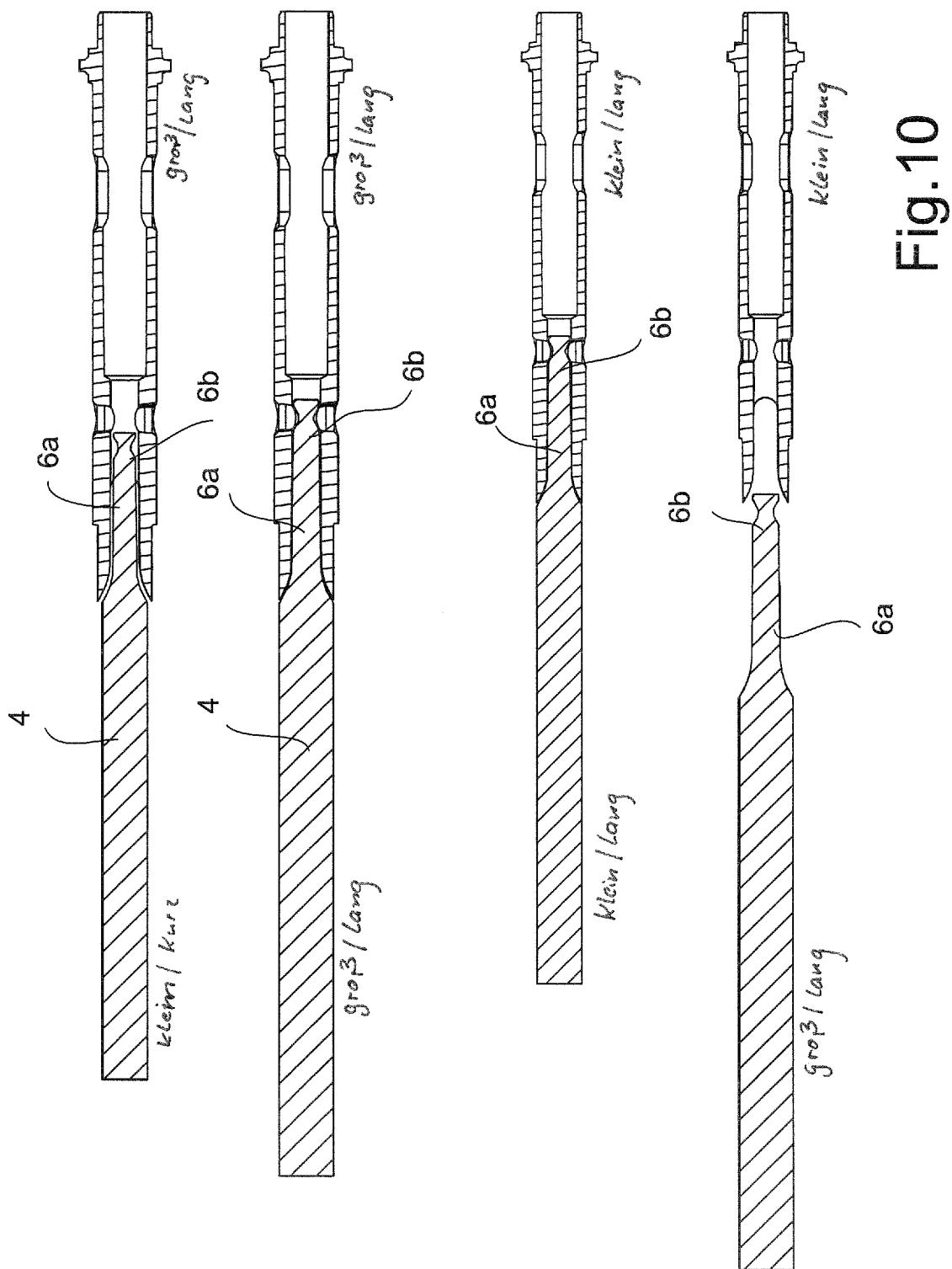
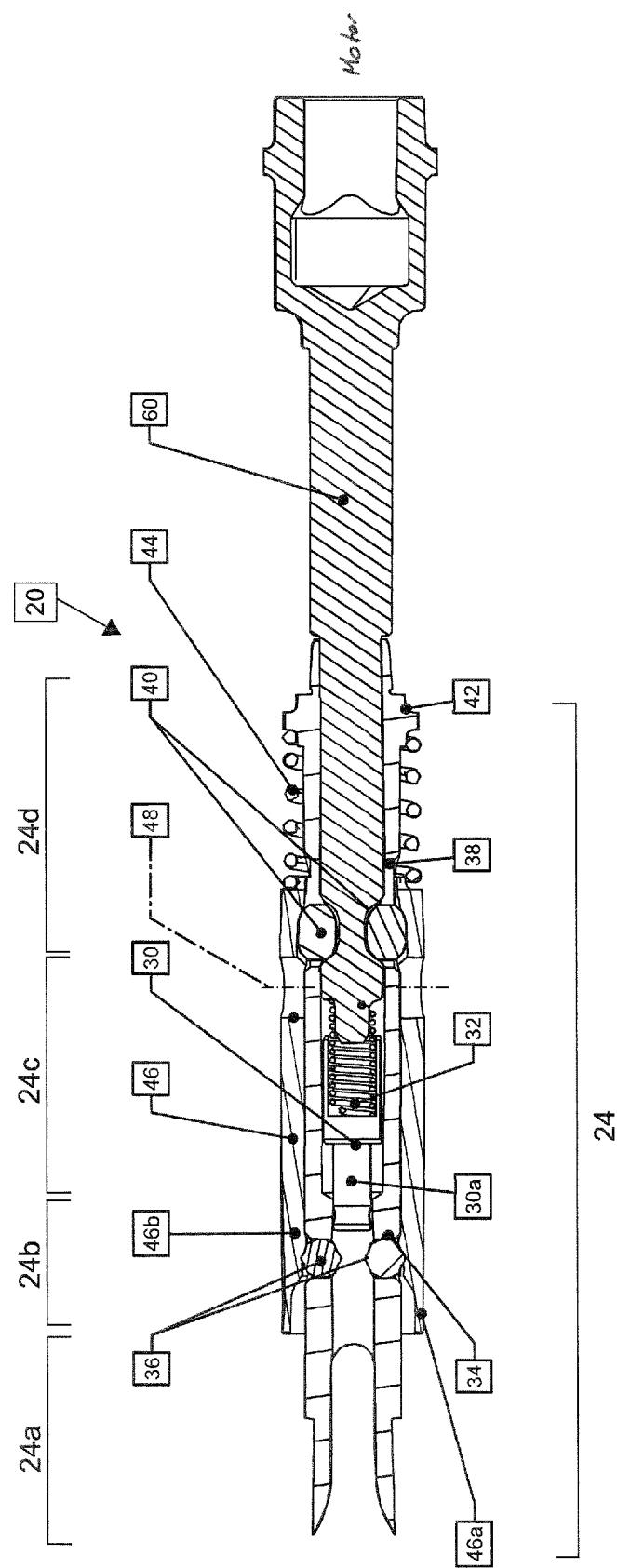


Fig.10

Fig. 11



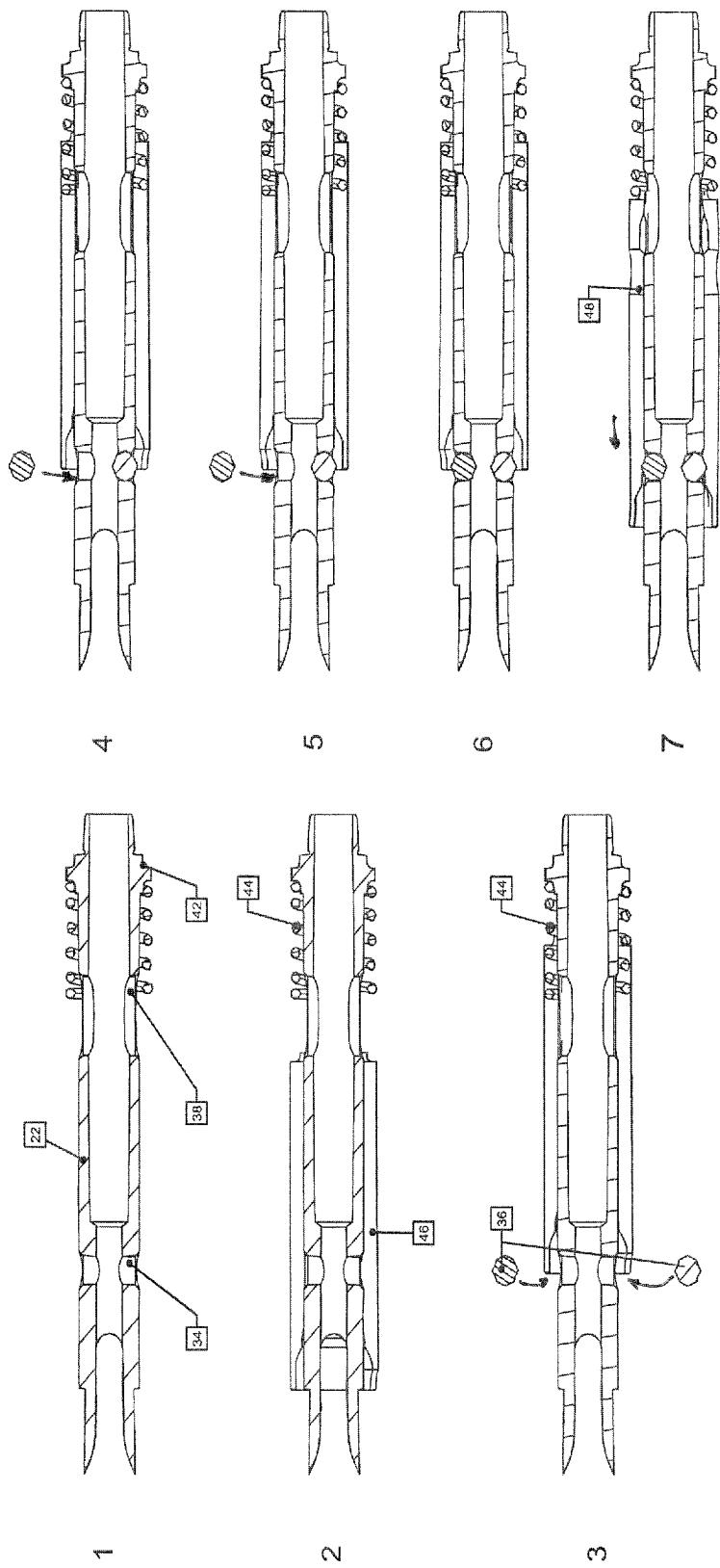


Fig. 12

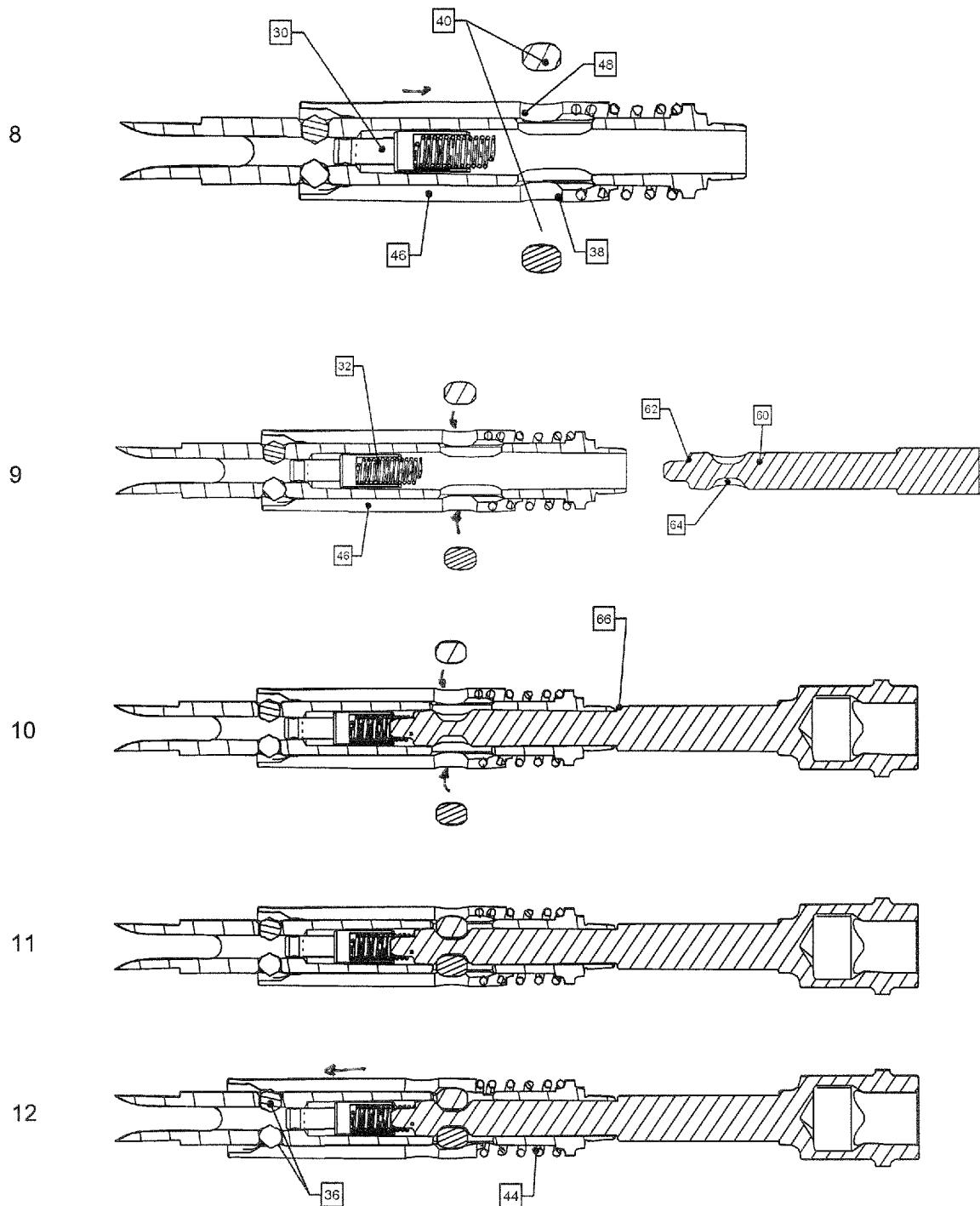
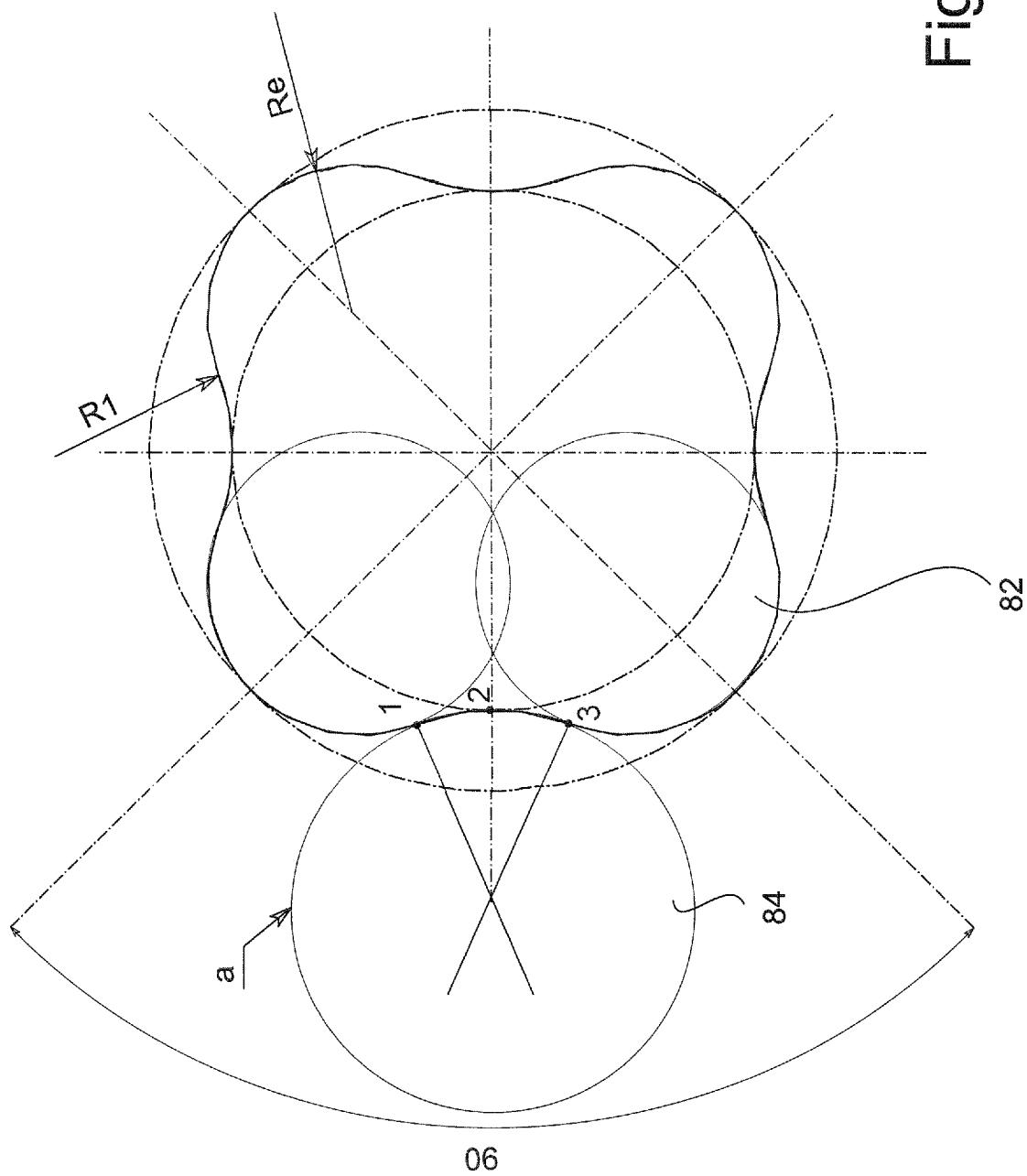


Fig.13

Fig. 14



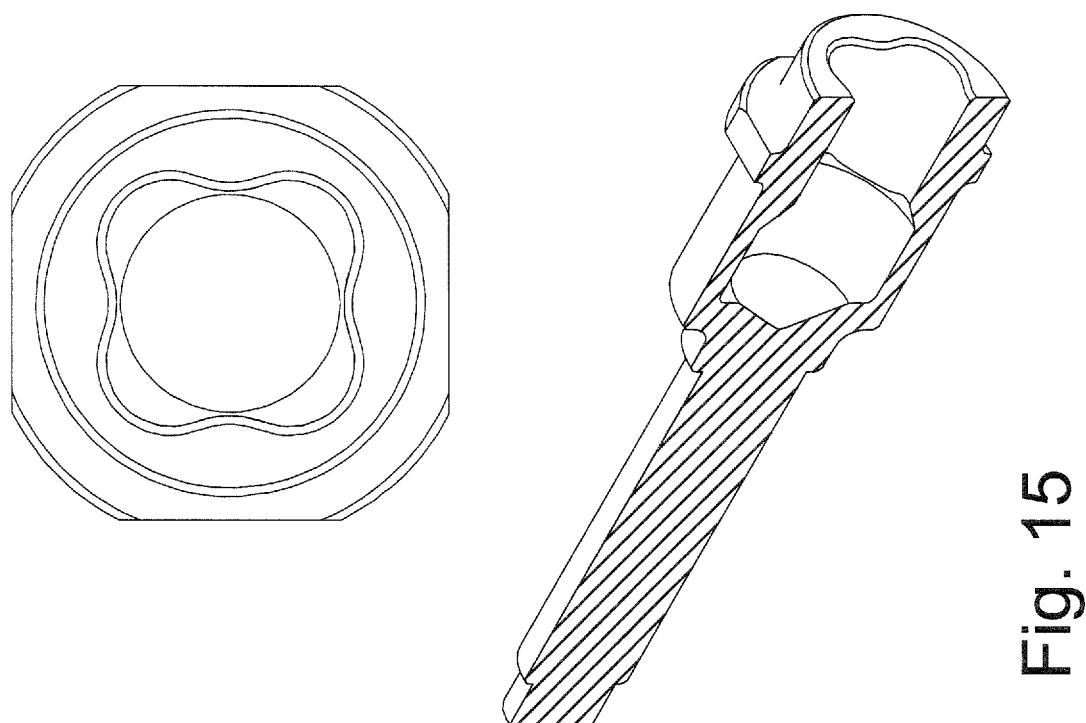
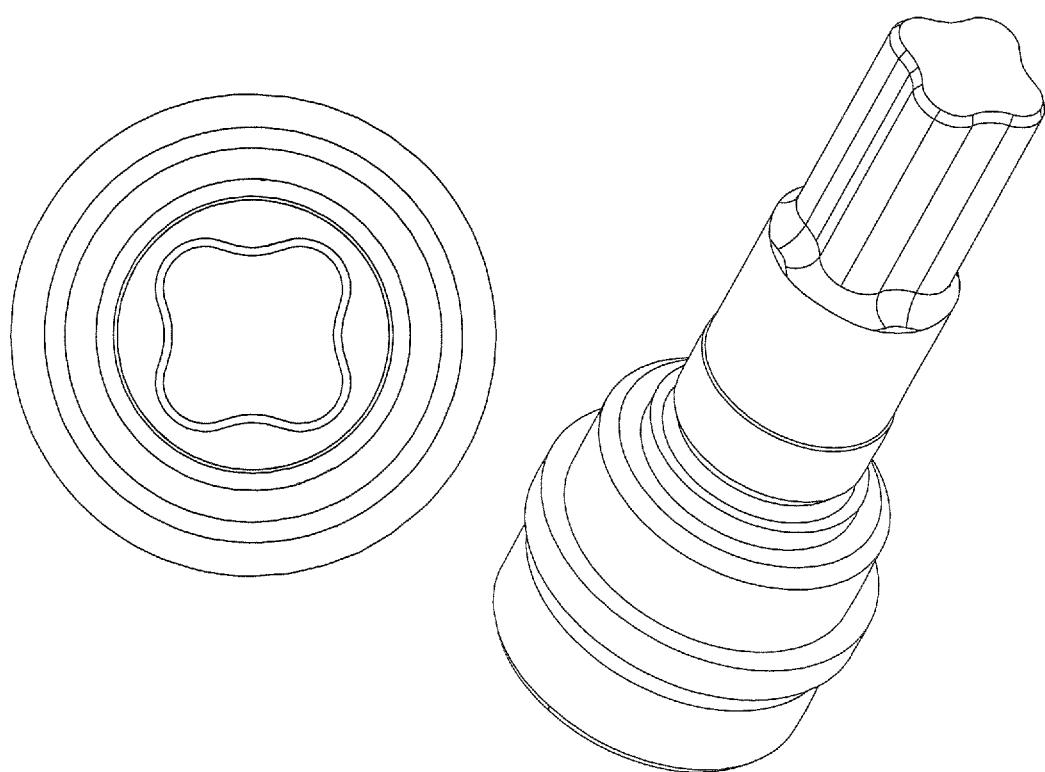


Fig. 15



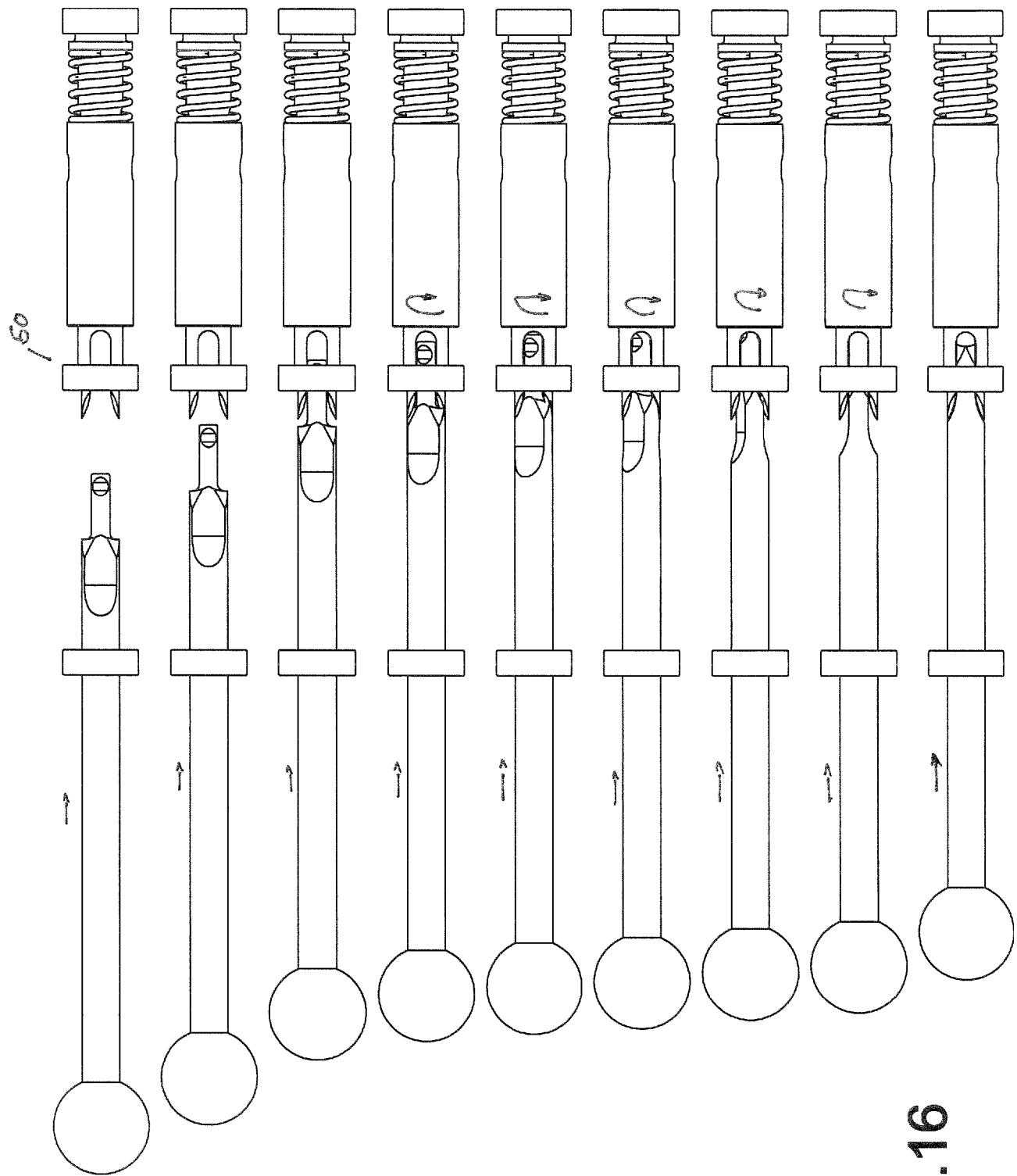


Fig. 16