



(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2013 108 036.7**

(22) Anmeldetag: **26.07.2013**

(43) Offenlegungstag: **29.01.2015**

(51) Int Cl.: **A61B 17/70 (2006.01)**

(71) Anmelder:

**Kraus, Kilian, 97440 Werneck, DE**

(72) Erfinder:

**gleich Anmelder**

(74) Vertreter:

**Meissner Bolte & Partner GbR, 90491 Nürnberg,  
DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

**US 2010 / 0 249 856 A1**

**US 2011 / 0 313 464 A1**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Der Inhalt dieser Schrift weicht von den am Anmeldetag eingereichten Unterlagen ab.

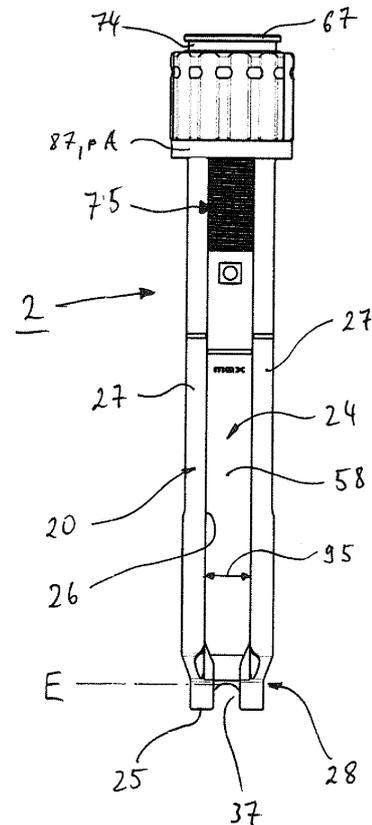
(54) Bezeichnung: **Instrumentensatz für die perkutane Wirbelsäulenstabilisierung mit Hilfe von Pedikelschrauben und Stäben**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft einen Instrumentensatz für die perkutane Wirbelsäulenstabilisierung mit Hilfe von Stäben (8) und einen Schraubenkopf (3) und einen Schraubenschaft (4) aufweisenden Pedikelschrauben (1) mit einer distal offenen Ausnehmung (13) zur Aufnahme eines Stabs (8), mit einem von einem zentralen Hohlraum (11) axial durchsetzten, eine zylindrische Hülse (20) und einen Schieber (24) umfassenden Schraubenmanipulator (2), wobei

– die Wand der zylindrischen Hülse (20) von zwei diametral gegenüberliegenden, axial verlaufenden und in die proximale Stirnseite der Hülse (20) ausmündenden Fenstern (26) in zwei erste Wandsegmente (27) unterteilt ist,

– die proximalen Enden der ersten Wandsegmente (27) bilden Greifelemente (28), welche bei einer Schraubenmanipulation zumindest einen Längsabschnitt des Schraubenkopfes (3) zwischen sich aufnehmen, und

– der Schieber (24) in Axialrichtung an der Hülse (20) verschiebbar und so mit den ersten Wandsegmenten (27) verbunden ist, dass er diese – zumindest in einer proximalen Verschiebe-Endlage (E) gegen ein radiales Auseinanderweichen sichert.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft einen Instrumentensatz für die perkutane Wirbelsäulenstabilisierung mit Hilfe von Pedikelschrauben und Stäben. Diese Art der Wirbelsäulenstabilisierung wird nicht über einen offenen Schnitt am Rücken vorgenommen, sondern über punktuelle Öffnungen der Haut, wobei für jede zu implantierende Pedikelschraube eine Öffnung erforderlich ist. Zunächst werden mehrere Pedikelschrauben in die rechten und linken Pedikel der Wirbelsäule eingebracht und die Pedikelschrauben der jeweiligen Seite mit einem Stab verbunden. Die Stäbe werden dabei in eine distal, d. h. in einer sich vom Patientenkörper weg weisenden Richtung öffnende Ausnehmung im Kopf der Pedikelschrauben eingesetzt und mit Hilfe von Fixierschrauben fixiert. Wegen der eingeschränkten Zugänglichkeit des Operationsgebietes und der trotz der Anwendung bildgebender Verfahren eingeschränkten visuellen Kontrolle der Operationsdurchführung sind Instrumente für die am offenen Rücken ausgeführte Wirbelsäulenstabilisierung nicht oder allenfalls nur eingeschränkt verwendbar.

**[0002]** Aufgabe der Erfindung ist es, einen Instrumentensatz anzugeben, mit dem eine perkutane Wirbelsäulenstabilisierung sicher und zuverlässig durchführbar ist.

**[0003]** Diese Aufgabe wird durch einen Instrumentensatz nach Anspruch 1 gelöst. Dieser umfasst einen von einem zentralen Hohlraum axial durchsetzten, eine zylindrische Hülse und einen Schieber aufweisenden Schraubenmanipulator. Die Wand der zylindrischen Hülse ist von zwei diametral gegenüberliegenden, axial verlaufenden und in die proximale Stirnseite der Hülse ausmündenden Fenstern in zwei erste Wandsegmente unterteilt. Die proximalen Enden der ersten Wandsegmente bilden Greifelemente, welche bei einer Schraubenmanipulation zumindest einen Längsabschnitt des Schraubenkopfes zwischen sich aufnehmen. Aufgrund dieser Ausgestaltung lassen sich die Freienden bzw. proximalen Enden der Wandsegmente – auch bei relativ mechanisch fester Auslegung – quasi wie Federzungen zumindest geringfügig radial aufbiegen, so dass der Schraubenmanipulator in Axialrichtung bzw. mit einer in dieser Richtung, also axial verlaufenden Fügebewegung durch eine Haut- bzw. Gewebeöffnung am Rücken des Patienten hindurch und unter Aufweitung der ersten Wandsegmente auf den Kopf aufgesteckt werden kann. Die sich diametral gegenüberliegenden, Greifelemente umgreifen dabei den Kopf, mit anderen Worten ragt der Kopf in einen von den proximalen Enden der ersten Wandsegmente bzw. von den Greifelemente seitlich begrenzten Aufnahmebereich zumindest mit einem Längsabschnitt hinein. Die in Rede stehenden radiale Aufweitbarkeit der Greifelemente ist dann besonders vorteilhaft, wenn an den einander zugewandten Innenflächen der Grei-

felemente ein radial nach innen vorstehendes, insbesondere einstückig mit den Greifelementen ausgebildetes Rast- oder Formschlusselement vorhanden ist, welches in eine vorzugsweise komplementäre Ausnehmung in der Kopfaußenseite eingreift und dabei eine axial und drehfeste Verbindung zwischen Kopf und Schraubenmanipulator gewährleistet.

**[0004]** Ein weiteres Merkmal des Schraubenmanipulators ist der oben genannte Schieber. Er ist in Axialrichtung des Schraubenmanipulators an der Hülse verschiebbar gehalten und so mit den ersten Wandsegmenten verbunden, dass er diese – zumindest in einer proximalen Verschiebe-Endlage gegen ein radiales Auseinanderweichen sichert. Durch diese Ausgestaltung ist gewährleistet, dass ein Schraubenkopf sicher und fest zwischen den Greifelementen eingeklemmt wird. In der proximalen Verschiebe-Endlage des Schiebers kann somit eine Pedikelschraube bzw. deren Kopf mit Hilfe des Schraubenmanipulators mit einer sich quer zur Schraubenlängsachse gerichteten Kraft beaufschlagt und dabei ein Wirbel reponiert, d. h. aus einer dislozierten in eine korrekte Lage gebracht werden.

**[0005]** Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung gehen aus der folgenden Beschreibung hervor, die auf die beigefügten Zeichnungen Bezug nimmt. Es zeigen:

**[0006]** Fig. 1A eine Pedikelschraube in Seitenansicht,

**[0007]** Fig. 1B ein Fixierschraube in perspektivischer Darstellung,

**[0008]** Fig. 2 mit Hilfe von Stäben und Pedikelschrauben stabilisierte Wirbelkörper einer Wirbelsäule, wobei die Wirbel in stark schematisierter Form dargestellt sind,

**[0009]** Fig. 3 eine Seitenansicht eines Schraubenmanipulators, der eine Hülse, einen Schieber und eine Verstellmutter umfasst,

**[0010]** Fig. 4 eine Seitenansicht des Schraubenmanipulators, wobei dieser gegenüber Fig. 3 um 90° um seine Mittellängsachse gedreht ist,

**[0011]** Fig. 5 einen Längsschnitt durch den Schraubenmanipulator entspricht Linie V-V in Fig. 4,

**[0012]** Fig. 6 eine Seitenansicht der Hülse des Schraubenmanipulators,

**[0013]** Fig. 7 eine Seitenansicht der Hülse, gegenüber Fig. 6 um 90° um ihre Mittellängsachse gedreht,

**[0014]** Fig. 8 einen Längsschnitt entsprechend Linie VIII-VIII in Fig. 6,

- [0015]** Fig. 9 eine perspektivische Ansicht des Schiebers des Schraubenmanipulators,
- [0016]** Fig. 10 eine teilweise geschnittene Seitenansicht einer Pedikelschraube haltenden Schraubenmanipulators,
- [0017]** Fig. 11 der Schraubenmanipulator von Fig. 10, jedoch um 90° um seine Mittellängsachse gedreht,
- [0018]** Fig. 12 einen Längsschnitt durch den eine Pedikelschraube haltenden Schraubenmanipulator entsprechend Linie XII-XII in Fig. 11,
- [0019]** Fig. 13 einen eine Pedikelschraube haltenden Schraubenmanipulator, in den ein Schraubendreher eingesetzt ist,
- [0020]** Fig. 14 den Schraubenmanipulator von Fig. 13, jedoch gedreht um 90° um seine Mittellängsachse,
- [0021]** Fig. 15 einen Längsschnitt entsprechend Linie XV-XV in Fig. 13,
- [0022]** Fig. 16 einen Querschnitt entsprechend Linie XVI-XVI in Fig. 12,
- [0023]** Fig. 17 den Ausschnitt XVII von Fig. 15 in vergrößerter Darstellung,
- [0024]** Fig. 18 die Verstellmutter des Schraubenmanipulators in perspektivischer Darstellung,
- [0025]** Fig. 19 einen zur axialen Fixierung der Verstellmutter am Schraubenmanipulator dienenden, als Anschlagring ausgebildeten proximalen Anschlag, in perspektivischer Darstellung,
- [0026]** Fig. 20 den Verstellring in einer Draufsicht in Richtung des Pfeils XX in Fig. 19,
- [0027]** Fig. 21 den Verstellring in Richtung des Pfeils XXI in Fig. 19 gesehen,
- [0028]** Fig. 22 einen Querschnitt entsprechend Linie XXII-XXXII in Fig. 20
- [0029]** Fig. 23 den Schraubendreher in perspektivischer Darstellung,
- [0030]** Fig. 24 ein zur axialen Fixierung des Schraubendrehers am Schraubenmanipulator dienendes Verriegelungselement, in perspektivischer Darstellung,
- [0031]** Fig. 25 eine perspektivische Ansicht des Verriegelungselements, jedoch aus einem anderen Blickwinkel gesehen,
- [0032]** Fig. 26 einen Querschnitt entsprechend Linie XXVI-XXVI in Fig. 24
- [0033]** Fig. 27 einen Querschnitt entsprechend Linie XXVII-XXVII in Fig. 24,
- [0034]** Fig. 28 eine Draufsicht auf die distale Stirnseite der Hülse in Richtung des Pfeils XXVIII in Fig. 6,
- [0035]** Fig. 29 ein zur Handhabung eines Stabs dienendes, ein Antriebs- und ein Abtriebsselement umfassendes Greifwerkzeug in Seitenansicht,
- [0036]** Fig. 30 das Greifwerkzeug in Richtung des Pfeils XXX in Fig. 29 gesehen,
- [0037]** Fig. 31 einen Schnitt durch das Greifwerkzeug von Fig. 30, wobei die Schnittebene in der Papierebene verläuft,
- [0038]** Fig. 32 den Ausschnitt XXXIII von Fig. 31 in größerem Maßstab,
- [0039]** Fig. 33 einen Schnitt entsprechend Linie XXXIII-XXXIII in Fig. 31,
- [0040]** Fig. 34 eine Fig. 31 entsprechende Darstellung, wobei sich das Greifwerkzeug jedoch in einer anderen Betriebssituation befindet,
- [0041]** Fig. 35 den Ausschnitt XXXV von Fig. 35 in vergrößertem Maßstab,
- [0042]** Fig. 36 einen Schnitt entsprechend Linie XXXVI-XXXVI in Fig. 34,
- [0043]** Fig. 37 einen ausschnittweisen Längsschnitt durch das Antriebswerkzeug,
- [0044]** Fig. 38 einen Schnitt entsprechend Linie XXXVIII-XXXVIII in Fig. 30,
- [0045]** Fig. 39 eine ausschnittsweise perspektivische Darstellung des An- und Abtriebsselements,
- [0046]** Fig. 40 den vergrößerten Ausschnitt XL von Fig. 31
- [0047]** Fig. 1 zeigt ein Beispiel für eine Pedikelschraube **1**, die mit Hilfe des erfindungsgemäßen Schraubenmanipulators **2** im Zuge einer perkutanen Wirbelsäulenstabilisierung handhabbar ist. Die Pedikelschraube **1** setzt sich im Wesentlichen aus einem Schraubenkopf **3**, einem mit einem Gewinde versehenen Schraubenschaft **4**, und einer Fixierschraube **5** zusammen. Der Schraubenkopf **3** weist an seinem dem Schraubenschaft **4** zugewandten unteren Ende eine Kopfbasis **6** auf, an der zwei sich distal erstreckende Wandabschnitte **7** angeformt sind. Wenn hier und weiter unten im Zusammenhang mit Rich-

tungs- und Lageangaben von distal und proximal gesprochen ist, so bezieht sich dies auf die Operationssituation. Die Wandabschnitte **7** liegen sich diametral gegenüber, erstrecken sich jeweils nur über einem Umfangsabschnitt der Kopfbasis **6** und bilden eine seitliche Begrenzung für eine zur Aufnahme eines Stabs **8** dienende, sich in die distale Stirnseite des Schraubenkopfes **3** öffnende Ausnehmung **13**. Die Breite **9** der zwischen den sich parallel zur Mittellängsachse **10** des Schraubenkopfes **3** erstreckenden Seitenkanten der Wandabschnitte **7** vorhandenen Zwischenräume **14** entspricht im Wesentlichen dem Durchmesser **15** eines Stabs **8** (Fig. 2) bzw. ist geringfügig größer als dieser.

**[0048]** Der Schraubenschaft **4** ist entweder fest mit dem Schraubenkopf **3** verbunden, um eine Achse **16** schwenkbar am Schraubenkopf **3** gehalten, wie dies bei dem gezeigten Schraubenbeispiel der Fall ist, oder polyaxial am Schraubenkopf **3** gelagert. Die zum Festklemmen des Stabs **8** in der Ausnehmung **13** dienende Fixierschraube **5** ist von der distalen Stirnseite des Schraubenkopfes **3** her in die Ausnehmung **13** eingesetzt. Sie weist etwa die Form einer Madenschraube auf und umfasst ein Außengewinde **12**, welches mit einem Innengewinde **16**, welches an der Innenseite der Wandabschnitte **7** angeordnet ist, zusammenwirkt. Das Innengewinde **16** erstreckt sich zumindest annähernd vom Freie Ende der Wandabschnitte **7** in proximaler Richtung weg, wobei seine Gewindelänge **17**, also seine axiale Erstreckung, beispielsweise so bemessen ist, dass es mit Axialabstand vor dem Grund der Ausnehmung **13** endet.

**[0049]** Bei einer Wirbelsäulenstabilisierung beispielsweise unter Einbeziehung von drei Wirbelkörpern werden sechs Pedikelschrauben und zwei Stäbe **8** benötigt. Die Pedikelschrauben werden in den rechten und linken Pedikeln der Wirbelkörper **18** mit Hilfe eines in den Schraubenmanipulator axial eingesteckten Schraubendrehers **48**, was weiter unten noch näher erläutert wird, eingeschraubt. Die Ausnehmungen **13** der einer Seite zugeordneten Schraubenköpfe **3** sind so ausgerichtet, dass die Zwischenräume **14** alle im Wesentlichen in ein und dieselbe Richtung weisen, was einfacher zu gewährleisten ist, wenn Schraubenkopf **3** und Schraubenschaft **4** gelenkig miteinander verbunden sind. Wenn ein oder mehrere Wirbelkörper **18** des zu stabilisierenden Bereichs der Wirbelsäule disloziert sind, wird mit Hilfe des den Schraubenkopf **3** greifenden Schraubenmanipulators der Wirbelkörper **18** unter entsprechender Schwenkung der Pedikelschrauben **1** reponiert. Auch das Einführen der Stäbe **8** in die Ausnehmungen der Pedikelschrauben **1** wird durch den Schraubenmanipulator erleichtert (siehe weiter unten).

**[0050]** Der Schraubenmanipulator **2** ist von einem zentralen Hohlraum **19** axial durchsetzt und umfasst eine zylindrische Hülse **20** und einen Schieber **24**.

Die Wand der Hülse **20** ist von zwei sich diametral gegenüberliegenden, axial verlaufenden und in die proximale Stirnseite der Hülse **20** ausmündenden Fenstern **26** in zwei erste Wandsegmente **27** unterteilt. Die proximalen Enden der ersten Wandsegmente **27** bilden Greifelemente **28**, welche bei einer Schraubenmanipulation zumindest einen Längsabschnitt des Schraubenkopfes **3** einer Pedikelschraube **1** zwischen sich aufnehmen und festklemmen. Der Schraubenmanipulator **2** ist in Axialrichtung so bemessen, dass er bei seiner Handhabe, beispielsweise beim Reponieren eines Wirbelkörpers **18** mit einer Hand umgriffen werden kann und die zum Reponieren erforderlichen Kräfte aufgebracht werden können. Beispielsweise ist der Manipulator so bemessen, dass die ersten Wandsegmente **27** eine Länge von etwa 15 cm aufweisen. Die ersten Wandsegmente **27** sind so ausgelegt, dass sie so in gewissem Maße radial aufweitbar bzw. etwa radial voneinander weg bewegt werden können und aufgrund elastischer Rückstellkräfte wieder in die Ausgangslage zurückkehren. Die Greifelemente **28** können daher in einfacher Weise auf den Schraubenkopf **3** aufgesteckt werden. Eine derartige radiale Aufweitbarkeit oder Flexibilität der ersten Wandsegmente **27** ist insbesondere dann vorteilhaft, wenn an den Innenseiten der Greifelemente **28** ein Hintergriffelement **29** radial nach innen vorsteht, welches eine jeweils an den Wandabschnitten **7** des Schraubenkopfes **3** vorhandene, radial nach innen vorspringende, zum Schraubenschaft **4** weisende Gegenfläche **30** (Fig. 1, Fig. 2 und Fig. 10) hintergreift. Die Gegenfläche **30** ist beispielsweise eine sich in Umfangsrichtung des Schraubenkopfes **3** erstreckende Wandung einer in den Wandabschnitten **7** des Schraubenkopfes **3** eingebrachten Ausnehmung **34**. Durch die genannte Ausgestaltung wird die Festigkeit, mit der ein Schraubenkopf **3** von den Greifelementen **28** gehalten werden kann, insbesondere beim Reponieren eines Wirbelkörpers **18**, wesentlich erhöht.

**[0051]** Ein Auseinanderweichen der Greifelemente **28**, was zwar beim Aufstecken des Schraubenmanipulators auf einen Schraubenkopf **3** vorteilhaft, nicht jedoch bei der Manipulation der Pedikelschraube etwa während der Reponierung eines Wirbelkörpers **18**, wird durch den Schieber **24** verhindert. Dieser ist mit den ersten Wandsegmenten **27** so verbunden, dass er diese zumindest in einer proximalen Verschiebe-Endlage gegen ein radiales Auseinanderweichen sichert. Wie dies bei einer bevorzugten Ausführungsvariante bewerkstelligt wird, wird weiter unten näher erläutert.

**[0052]** Während bei der am offenen Rücken vorgenommenen Wirbelsäulenstabilisierung ein Stab **8** von oben her in die Kopf-Ausnehmungen **13** einer Reihe von Pedikelschrauben **1** eingelegt werden kann, wird bei der perkutanen Operationstechnik der Stab **8** über eine Operationsöffnung in eine Ausnehmung **13** der

der Operationsöffnung zugeordneten Pedikelschraube eingeführt und dann so in Längsrichtung der Wirbelsäule weiter geschoben werden, dass er die Aufnahmen **13** nachfolgender Pedikelschrauben durchsetzt. Wenn ein Stab **8** zu nahe an der Kopfstirnseite positioniert ist, weil er beispielsweise durch Körpergewebe in Distalrichtung gedrückt wird, ist das Einschrauben der Fixierschraube **5** in die Ausnehmung **13** behindert oder gar nicht möglich, weil das Außengewinde **12** der Fixierschraube **5** nicht oder nur unzureichend in das Innengewinde **16** der Pedikelschraube **1** eingreifen kann. Um dieses Problem zu vermeiden, weist der Schieber **24** an seinem proximalen Ende wenigstens ein Niederhalteelement **35** auf, welches in der proximalen Verschiebe-Endlage des Schiebers **24** den in einer Ausnehmung **13** eingeführten Stab **8** innerhalb der Aufnahme nut hält, so dass die Fixierschraube **5** behinderungsfrei in den Schraubenkopf **3** eingeschraubt und der Stab **8** fixiert werden kann.

**[0053]** Diese weitere Funktion des Schiebers **24** ist besonders dann gewährleistet, wenn das wenigstens eine Niederhalteelement **35** in der proximalen Verschiebe-Endstellung des Schiebers **24** einen Axialabstand **38** zur Stirnseite **25** der Hülse **20** beziehungsweise der ersten Wandsegmente **27** aufweist, der kleiner ist als die Eintauchtiefe **39**, mit welcher der Schraubenkopf **3** in einen von den Greifelementen **28** seitlich begrenzten Aufnahmeraum **37** des Schraubenmanipulators **2** axial hineinragt (siehe **Fig. 10**). Dabei ist es besonders zweckmäßig, wenn der Axialabstand **38** kleiner oder gleich ist der Differenz  $D$  aus der Eintauchtiefe **39** des Schraubenkopfs **3** und der Gewindelänge **17** des Innengewindes **16**. Die Fixierschraube **5** kann dann zunächst praktisch vollständig in das Innengewinde **16** eingeschraubt werden, bevor gegen Ende des Einschraubvorgangs die Fixierschraube **5** den Stab **8** beaufschlagt und gegen den Grund der Ausnehmung **13** drückt.

**[0054]** Eine Behinderung des Einschraubens der Fixierschraube **5** in den Schraubenkopf **3** mit Hilfe eines in den Hohlraum des Schraubenmanipulators **2** eingesteckten Schraubendrehers (nicht gezeigt) wird dadurch verhindert, dass das wenigstens eine Niederhalteelement **35** außerhalb eines gedachten, koaxial zur Mittellängsachse **40** der Hülse **20** verlaufenden gedachten Zylinders **44** angeordnet ist, wobei dessen Durchmesser **45** (**Fig. 12**) dem Kerndurchmesser des Innengewindes **16** des Schraubenkopfes **3** beziehungsweise dem Durchmesser **46** des Außengewindes **12** der Fixierschraube **5** im Wesentlichen entspricht. Wenn das Niederhalteelement **35** noch weiter radial außerhalb, nämlich außerhalb eines gedachten Zylinders **40** angeordnet ist, dessen Durchmesser **45** dem Außendurchmesser **49** des Schraubenkopfs **3** entspricht ist es möglich, eine Fixierschraube einzusetzen, an deren Unterseite eine über deren Außengewinde **47** hinausragende,

die Umfangsfläche des Stabes **8** beaufschlagende Druckplatte **50** angeordnet ist. Die Druckplatte **50** ist vorzugsweise so mit der Fixierschraube **5** verbunden, dass sie um deren Mittellängsachse **54** drehbar und außerdem hinsichtlich dieser Achse in jeder Drehstellung verkippbar ist. Auf ihrer proximalen Seite weist die Druckplatte **50** eine komplementär zur Oberflächenkrümmung des Stabes **8** ausgestaltete rinnenförmige Ausnehmung **55** auf. Die Druckplatte **50** steht mit zwei sich diametral gegenüberliegenden Fortsätzen **56** über das Außengewinde **47** der Fixierschraube **5** hinaus, wobei sich die rinnenförmige Ausnehmung in die proximale Seite der Fortsätze **56** hinein erstreckt.

**[0055]** Der Schieber **24** ist ein Hohlzylinder, dessen Wand von zwei diametral gegenüberliegenden, axial verlaufenden und in die proximale Stirnseite des Hohlzylinders ausmündenden Fenstern **57** in zwei zweite Wandsegmente **58** unterteilt ist. Die zweiten Wandsegmente **58** sind in den Fenstern **26** der Hülse **20** axial verschiebbar geführt. Die proximalen Stirnseiten bilden jeweils ein Niederhalteelement **35**. In der proximalen Endstellung  $E$  nehmen die Niederhaltelemente **35** die oben beschriebene axiale Position gegenüber der Stirnseite **25** der Hülse **20** ein. Die Krümmung der ersten und zweiten Wandsegmente **27**, **58** ist so gewählt, dass deren Außenflächen in einer gemeinsamen Zylinderhüllfläche verlaufen, so dass sich insgesamt eine kreisrunde Umfangsform des Schraubenmanipulators **2** ergibt. Außerdem erstrecken sich die ersten Wandsegmente **27** über eine größere Bogenlänge als die zweiten Wandsegmente **58**. Diese Abmessungsrelation ist vorteilhaft, weil beispielsweise bei der Reponierung eines Wirbelkörpers **18** relativ große Kräfte in die ersten Wandsegmente **27** beziehungsweise in die von deren Freienden gebildeten Greifelemente **28** eingeleitet werden müssen. Die zweiten Wandsegmente **58** weisen außerdem eine solche Länge auf, dass in der proximalen Verschiebe-Endlage des Schiebers **24** der Schraubenmanipulator **2** insgesamt ein in Umfangsrichtung geschlossener Hohlzylinder ist. Die ersten Wandsegmente **27** können, beispielsweise aus Gründen der Gewichtseinsparung, von Ausnehmungen **59** durchsetzt sein. Gleiches ist auch für die zweiten Wandsegmente **58** denkbar.

**[0056]** Ein radiales Aufweiten der Greifelemente **28** in der proximalen Verschiebe-Endlage  $E$  des Schiebers **24** wird bei einer bevorzugten Ausführungsvariante dadurch bewerkstelligt, dass aus den in Umfangsrichtung **60** des Schraubenmanipulators **2** weisenden Seitenkanten der zweiten Wandsegmente **58** eine Rippe **64** vorsteht, welche sich in Axialrichtung erstreckt, wobei in den Seitenkanten der ersten Wandsegmente **27** eine Nut **65** vorhanden ist, in welche die Rippen **64** mit einem in Umfangsrichtung **60** wirksamen Formschluss axial verschiebbar eingreifen. Je weiter sich also der Schieber **24** seiner pro-

ximalen Endstellung E nähert, beziehungsweise je kürzer die vom Schieber **24** nicht erfassten Längsabschnitte der ersten Wandsegmente **27** sind, desto geringer ist deren radiale Aufweitbarkeit. In der proximalen Endstellung E ist eine radiale Aufweitbarkeit nicht mehr gegeben, so dass die Greifelemente **28** den Schraubenkopf **3** mit hoher Festigkeit zwischen sich einklemmen beziehungsweise im Aufnahmeraum **37** festhalten.

**[0057]** Die distalen Enden der ersten Wandsegmente **27** sind über einen ersten Zylinderabschnitt **66** und die distalen Enden der zweiten Wandsegmente **58** über einen zweiten Zylinderabschnitt **67** miteinander verbunden. Die ersten und zweiten Wandsegmente **27**, **58** sind mit dem jeweiligen Zylinderabschnitt einstückig ausgebildet, wobei sie mit dem proximalen Ende der Zylinderabschnitte verbunden sind. Der Innendurchmesser **68** (Fig. 8) des ersten Zylinderabschnitts **66** ist größer als der Außendurchmesser **69** (Fig. 9) des zweiten Zylinderabschnitts **67**. Die Axiallängen der Zylinderabschnitte sind so bemessen, dass der zweite Zylinderabschnitt **67** mit einem Axialüberstand **70** über den ersten Zylinderabschnitt **66** hinaussteht (Fig. 5). In der Umfangsfläche des Axialüberstands **70** ist eine Ringnut **74** vorhanden.

**[0058]** Der Schieber **24** ist von der distalen Stirnseite der Hülse **20** her in diese einsteckbar. Wie insbesondere aus Fig. 8 und Fig. 28 hervorgeht, sind die ersten Wandbereiche **27** der Hülse **20** gegenüber der Außenumfangsfläche des ersten Zylinderabschnitts **66** radial nach innen versetzt, wobei sie mit einer Schulter **61**, die vorzugsweise Teil einer sich distal erweiternden Konusfläche ist, in die Innenwandung des ersten Zylinderabschnitts **66** übergeht. In der Verschiebeendlage E steht der Schieber mit der proximalen Stirnseite des zweiten Zylinderabschnitts, die gegebenenfalls komplementär zur Konusform der Schulter **61** ausgebildet ist, an dieser an. Die sich in Umfangsrichtung zwischen den Schultern **61** erstreckenden Zwischenräume **62** nehmen die zweiten Wandsegmente **58** des Schiebers **24** auf.

**[0059]** Die axiale Bewegung des Schiebers **24** gegenüber der Hülse **20** erfolgt über ein Schraubgetriebe. Dieses ist dadurch bewerkstelligt, dass aus der Außenfläche der zweiten Wandsegmente **58** des Schiebers **24** ein Außengewinde **75** vorsteht, welches mit einem Innengewinde **76** einer die Hülse **20** koaxial umgreifenden axial fixierten, jedoch drehbaren Verstellmutter **77** zusammenwirkt. Der Außendurchmesser **78** (Fig. 4) des Außengewindes **75** ist kleiner als der Innendurchmesser **68** (Fig. 8) des ersten Zylinderabschnitts **66** der Hülse **20**. Aufgrund dieser Abmessungsrelation kann der Schieber **24** behinderungsfrei durch den ersten Zylinderabschnitt **66** hindurch geschoben werden. Das Außengewinde **75** des Schiebers **24** erstreckt sich nicht über die gesamte Länge der zweiten Wandsegmente **58**, sondern

nur über einen sich an den zweiten Zylinderabschnitt **67** anschließenden Längsabschnitt **79** (Fig. 12). Der Längsabschnitt **79** entspricht etwa einem Viertel der Gesamtlänge der zweiten Wandsegmente **58**.

**[0060]** Das Innengewinde **76** erstreckt sich nur über einen Teilbereich der gesamten axialen Länge der Verstellmutter **77**. Zwischen dem Innengewinde **76** und der distalen Stirnseite der Verstellmutter **77** ist ein gewindefreier Innenwandbereich **80** vorhanden, wobei dessen Innendurchmesser **84** geringfügig kleiner ist als der Außendurchmesser **85** des ersten Zylinderabschnitts **66** der Hülse **20**. Der Innenwandbereich **80** ist in Axialrichtung so bemessen, dass er den ersten Zylinderabschnitt **66** im Wesentlichen vollständig oder zumindest einen Längsabschnitt davon aufnimmt bzw. umgreift.

**[0061]** Die axiale Fixierung der Verstellmutter **77** am Schraubenmanipulator **2** wird dadurch bewerkstelligt, dass an den Außenflächen der ersten Wandsegmente **27** mit Axialabstand zueinander ein proximales Anschlagelement pA (z. B. Fig. 3) und ein distales Anschlagelement dA (Fig. 7) vorstehen, welche ein aus der Innenfläche der Verstellmutter **77** radial nach innen ragendes Gegenanschlagenelement GA (Fig. 18), welches von dem Innengewinde **76** gebildet ist, zwischen sich einschließen und radial überlappen. Das distale Anschlagenelement dA wird von dem ersten Zylinderabschnitt **66** gebildet, wobei dieser mit einer Schulter **86** die Außenflächen der ersten Wandsegmente **27** radial überragt. Das proximale Anschlagenelement pA ist ein die Hülse **20** beziehungsweise den Außenumfang des Schraubenmanipulators **2** umgreifender Anschlagring **87**, der axialfest mit den ersten Wandsegmenten **27** lösbar verbunden ist. Der Anschlagring **86** greift mit einem in Umfangsrichtung **60** verlaufenden, aus seiner Innenwandung vorstehenden Vorsprung **88** in eine ebenfalls in Umfangsrichtung verlaufende Nut **89** in den Außenflächen der ersten Wandsegmente **27** ein. Eine lösbare Dreh- und Axialfixierung des Anschlagrings **86** erfolgt mit Hilfe einer den Anschlagring **86** radial durchsetzenden Schraube **90**, welche im festgezogenen Zustand gegen die Außenfläche der ersten Wandsegmente **27** drückt.

**[0062]** Das proximale, die Greifelemente **28** umfassende Ende der Hülse **20** ist ein radial verengter Längsabschnitt **96**, der über einen Konusabschnitt **97** in den sich bis zu dem ersten Zylinderabschnitt **66** erstreckenden Hauptbereich **98** der Hülse **20** übergeht. Die Breite **94** der Vorsprünge **88**, deren Innenwandung **99** Teil einer Zylinderfläche ist, ist geringer als die lichte Weite **100** der Fenster **26** im Hauptbereich **98** der Hülse **20**. Bei der Montage des Schraubenmanipulators **2**, kann daher der Anschlagring **87** auf den Hauptbereich **98** aufgeschoben werden, wenn er sich in einer Drehlage befindet, in der sich seine Vorsprünge **88** in dem von den Fenstern eingenommenen Um-

fangsabschnitt der Hülse **20** befinden. Die Vorsprünge **88** erstrecken sich in Axialrichtung von der distalen Stirnseite des Anschlagrings **87** weg, jedoch nur über eine Teillänge des Anschlagrings **87**. Ein sich proximal von einem der beiden Vorsprünge **88** weg erstreckender Innenwandbereich ist von der Schraube **90** durchgriffen.

**[0063]** Der Anschlagring **87** weist einen proximalen Längsabschnitt **104** und einen gegenüber diesem radial verengten Längsabschnitt **105** auf. Dessen Außendurchmesser **106** ist geringfügig kleiner als der Innendurchmesser **107** eines sich proximal an das Innengewinde **76** anschließenden Innenwandbereichs **108** der Verstellmutter **77** (Fig. 17, Fig. 18). Die Axiallänge des verengten Längsabschnitts **105** ist so gewählt, dass dieser vollständig in den Innenwandbereich **108** der Verstellmutter **77** eintaucht. Die Verstellmutter **77** liegt dabei mit ihrer proximalen Stirnseite auf einer Radialschulter **109** auf, welche den Übergang zwischen den Längsabschnitten **104** und **105** bildet.

**[0064]** Der Instrumentensatz umfasst weiterhin den oben schon erwähnten Schraubendreher **48**. Dieser ist stabförmig ausgebildet und ist in den zentralen Hohlraum **11** des Schraubenmanipulators **2** einführbar bzw. im Anwendungsfall darin eingeführt. Am proximalen Ende des Schraubendrehers ist ein drehfest in die Ausnehmung **13** des Schraubenkopfes **3** einsteckbares Drehbetätigungselement **114** angeordnet. Dieses weist etwa die Form einer Platte auf, deren Breite **115** geringfügig kleiner ist als die Breite **9** der Zwischenräume **16** des Schraubenkopfes **3**. Optional steht aus der proximalen Stirnseite des Schraubendrehers **48** bzw. des Drehbetätigungselements **114** ein Zapfen **116** axial vor, welcher vorgesehen ist, um in eine Bohrung **117** (Fig. 16) im distalen Ende des Schraubenschafts **4** eingesteckt zu werden und dabei den Schraubenschaft in einer koaxialen Ausrichtung bezüglich der Mittellängsachse **10** des Schraubenkopfes **3** zu fixieren.

**[0065]** Damit der Schraubendreher **48** zuverlässig in der Ausnehmung **13** des Schraubenkopfes **3** gehalten wird bzw. mit ausreichender Eintauchtiefe in die Ausnehmung **13** hinein ragt, ist eine Arretiereinrichtung vorgesehen, mit welcher der in den Hohlraum **11** des Schraubenmanipulators **2** eingeführte Schraubendreher **48** in einer entsprechenden axialen Sollposition gehalten wird. Zu diesem Zweck umfasst die Arretiereinrichtung vorzugsweise einen aus der Umfangsfläche des Schraubendrehers **48** vorstehenden Vorsprung **117** und ein diesen in der Sollposition des Schraubendrehers **48** auf seiner Distalseite radial überlappendes, gegenüber dem Schraubenmanipulator axialfestes Arretierelement umfasst. Die axiale Position des Vorsprungs **117** am Schraubendreher **48** ist dabei so gewählt, dass die arretierende Radialüberlappung des Vorsprungs **117** durch das Arre-

tierelement nur dann herstellbar ist, wenn sich der Schraubendreher **48** in seiner Sollposition befindet.

**[0066]** Der Vorsprung **117** erstreckt sich über den gesamten Umfang des stabförmigen Schraubendrehers **48**, ist also als Ringvorsprung ausgebildet. Aufgrund dieser Ausgestaltung ist das Zusammenwirken mit dem Arretierelement unabhängig von der jeweiligen Drehstellung des Schraubendrehers **48** bezüglich seiner Mittellängsachse möglich. Vorzugsweise ist das Arretierelement AE eine von einer Radialnut **118** durchsetzte Scheibe **119**, insbesondere eine Kreisscheibe. Die lichte Weite **120** der Radialnut **118** ist größer als die Dicke oder der Durchmesser **122** eines sich distal vom Vorsprung **117** weg erstreckenden Längsabschnitts **121** des Schraubendrehers **48**. Die lichte Weite **120** ist aber kleiner als die Abmessung des Vorsprungs **117** in einer sich quer zur Mittellängsachse des Schraubendrehers **48** erstreckenden Richtung. Im Falle eines ringförmig ausgebildeten Vorsprungs **117** ist somit die lichte Weite **120** der Radialnut **118** kleiner als der Durchmesser **124** des Vorsprungs **117**. Eine lösbare axialfeste Verbindung zwischen Schraubenmanipulator **2** und der Scheibe **119** erfolgt über eine in Radialrichtung, also einer sich rechtwinklig zur Mittellängsachse **40** des Schraubendrehers **48** erstreckenden Richtung, wirksame Rastverbindung zwischen der Scheibe **119** und dem Schraubenmanipulator **2**. Zu diesem Zwecke steht aus der proximalen Seite der Scheibe **119** ein in Rastrichtung federnd beaufschlagtes Rastelement RE hervor, das beispielsweise als Kugel ausgebildet ist. Das Rastelement RE ist in einer in die proximale Seite der Scheibe **119** mündenden Bohrung **130** gehalten, wobei es aus dieser herausragt, ausgebildet ist. Das Rastelement RE greift in eine Ringnut **127** (Fig. 9, Fig. 17) in der distalen Stirnseite des Schiebers **24** ein.

**[0067]** Auf der proximalen Seite der Scheibe **119** ist ein Hintergriffselement HE angeordnet, welches zur axialen Arretierung des Schraubendrehers **48** am Schraubenmanipulators **2** mit einer sich quer zu dessen Mittellängsachse **40** erstreckenden Fügerrichtung auf den Schraubenmanipulator **2** aufsteckbar ist, wobei es im aufgesteckten Zustand ein am Schraubenmanipulator **2** angeordnetes Gegenelement GE hintergreift. Das Gegenelement GE ist die zum proximalen Ende des Schraubenmanipulators **2** weisende Nutwand **125** der im zweiten Zylinderabschnitt **67** vorhandenen Ringnut **74**. Das Hintergriffselement HE ist beispielsweise ein mit Axialabstand zur proximalen Seite der Scheibe **119** angeordneter u-förmig verlaufender Flansch **128**. Dieser öffnet sich in die gleiche Richtung wie die Radialnut **118** und ist an einer u-förmigen Schürze **129** angeformt, welche sich von der proximalen Seite der Scheibe **117** wegerstreckt. Der Vorsprung **117** hat neben seiner Arretierfunktion auch noch die Aufgabe, den Schraubendreher kippfest im Innenraum **11** des Schraubenmanipulators **2**

zu halten. Seine Abmessung in einer quer zur Mittellängsachse **40** des Schraubendrehers **48** verlaufenden Richtung sind, um dazu so gewählt, dass zwischen dem Vorsprung **117** und der Innenwand des Innenraums **11** kein oder nur ein geringes Spiel vorhanden ist. Ebenfalls zu dem genannten Zweck ist am Schraubendreher **48** ein weiterer Vorsprung **134** angeformt und zwar mit Axialabstand in Proximalrichtung zum Vorsprung **117**. Der Vorsprung **134** ist beispielsweise als Ringvorsprung ausgebildet, wobei sein Durchmesser **135** dem Durchmesser **124** des Vorsprungs **117** entspricht.

**[0068]** Der Schraubendreher **48** weist schließlich noch einen weiteren, beispielsweise ringförmigen Vorsprung **136** auf, der mit Axialabstand zum Vorsprung **117** am Längsabschnitt **121** angeordnet ist. Die Abmessung des Vorsprungs **136** in einer sich quer zur Mittellängsachse des Schraubendrehers **48** erstreckenden Richtung bzw. sein Durchmesser **137** ist kleiner als der Durchmesser **124** des Vorsprungs **117** jedoch größer als die lichte Weite **120** der Radialnut **118** des Arretierelements AE bzw. der Scheibe **119**. Der sich zwischen den Vorsprüngen **117** und **134** erstreckende Längsabschnitt **138** hat einen Durchmesser **139**, der größer ist als die lichte Weite **120** der Radialnut **118**. Das Arretierelement AE bzw. die Scheibe **119** kann somit nicht versehentlich auf den sich vom Vorsprung **117** proximal weg erstreckenden Längsabschnitt **138** aufgesteckt werden.

**[0069]** Ein weiterer optionaler Bestandteil des Instrumentensatzes ist ein zur Manipulation eines Stabes **8** dienendes Greifwerkzeug **140**, welches auch unabhängig von dem oben beschriebenen Schraubenmanipulator **2** eingesetzt werden kann. Das Greifwerkzeug **140** weist einen stabförmigen Schaft **144** auf, an dessen proximalem Ende ein zum Festhalten eines Stabes **8** dienendes Greifelement und an dessen anderem Ende ein lang gestreckter Handgriff **145** angeordnet ist. Der Handgriff **145** ist so ausgerichtet, dass seine Längsrichtung **146** mit der Längsrichtung **147** des Schaftes **144** einen Winkel  $\alpha < 180^\circ$  und  $> 190^\circ$  einschließt. Diese Ausgestaltung ist in ergonomischer Hinsicht gegenüber solchen Greifwerkzeugen für den genannten Zweck verbessert, bei denen sich der Handgriff im Wesentlichen koaxial zum Schaft **144** erstreckt. Das Greifwerkzeug **114** erlaubt eine bequemere Handhaltung beim Einführen eines Stabes in die Ausnehmungen **13** von der in der Wirbelsäule implantierten Pedikelschrauben **1**. Insbesondere ist ein Verschwenken des Schaftes **144** etwa in Richtung des Doppelpfeils **145** in **Fig. 30** einfacher und mit entspannter Handhaltung durchführbar. Ein solches Verschwenken des Schaftes **144** kommt etwa dann in Frage, wenn nicht ein geradlinig verlaufender, sondern ein gebogener Stab **8** über eine punktuelle Hautöffnung in das zu stabilisierende Gebiet der Wirbelsäule eingeführt werden soll. Vorzugsweise ist der Winkel zwischen dem Handgriff **141** und

dem Schaft **144** so gewählt, dass der Winkel  $\alpha$  in einem Bereich von  $100^\circ$  bis  $140^\circ$ , besser von  $110^\circ$  bis  $130^\circ$  liegt. Bei dem in

**[0070]** **Fig. 30 ff.** dargestellten Ausführungsbeispiel liegt ein Winkel  $\alpha$  von etwa  $120^\circ$  vor.

**[0071]** Der Schaft **144** und der Handgriff **141** sind jeweils in Längsrichtung **146**, **147** von einem Hohlraum **148**, **149** durchsetzt. Die Hohlräume sind an der Verbindungsstelle **150** von Handgriff und Schaft miteinander verbunden und nehmen eine Betätigungseinrichtung **154** auf, welche dazu vorgesehen ist, ein Greifelement des Werkzeugzuges in eine einen Stab ein-klemmende Greifstellung und in eine den Stab freigebende Freigabestellung zu überführen. Die Betätigungseinrichtung **154** umfasst ein axial beweglich im Hohlraum **148** des Handgriffes **141** angeordnetes stabförmiges Antriebselement **155** und ein axial beweglich im Hohlraum **149** des Schaftes **144** angeordnetes stabförmiges Abtriebselement **156**. An der Verbindungsstelle **150** bilden die dort einander zugewandten Enden der genannten Elemente ein Keilgetriebe. Dabei ist besonders vorteilhaft, dass außer dem Antriebselement **155** und dem Abtriebselement **156** keine weiteren Bauteile erforderlich sind, um eine zur Überführung des Greifelementes in seine Greif- oder Freigabestellung erforderliche längsaxiale Bewegung des Antriebselementes **155** in eine längsaxiale Bewegung des Abtriebselementes **156** umzuwandeln. Für eine möglichst effektive Kraftübertragung ist es dabei zweckmäßig, wenn eine am Antriebselement **155** oder am Abtriebselement **156** vorhandene Schrägfläche **157** so ausgerichtet ist, dass sie mit der Längsrichtung **146**, **147** des jeweiligen Antriebs- bzw. Abtriebselementes einen Winkel  $\beta$  einschließt, welcher mit einer Abweichung von  $20^\circ$  dem halben von den Längsrichtungen **146**, **147** eingeschlossenen Winkel  $\alpha$  entspricht. Der Wert des Winkels  $\beta$  liegt somit in einem Bereich von  $50^\circ$  bis  $70^\circ$ .

**[0072]** Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel ist das Abtriebselement **156** von einer Bohrung **158** durchsetzt, wobei deren Bohrungswand eine erste und eine zweite Schrägfläche **157a**, **157b** bildet (**Fig. 38**). Damit sich die Ausrichtung der Bohrung **158** und der Schrägflächen **157** nicht verändert, ist das Abtriebselement **156** drehfixiert im Hohlraum **149** gelagert. Die erste Schrägfläche **157a** weist etwa in Distalrichtung und wird dann vom Antriebselement **155** beaufschlagt, wenn dieses in Richtung zum Schaft **144** bewegt wird (Pfeil **159** in **Fig. 41**). Dabei wird das Abtriebselement **156** zum Freieinde des Schaftes **144** hin bewegt, was durch den Pfeil **160** in **Fig. 41** angedeutet ist. Die zweite Schrägfläche **157b**, welche etwa in Proximalrichtung weist und die gleiche Ausrichtung aufweist wie die erste Schrägfläche **157a** wird von dem Antriebselement **155** beaufschlagt, wenn dieses in umgekehrter Richtung (entgegen Pfeil **159**) bewegt wird. Als Folge da-

von wird das Abtriebsselement **156** in Richtung zur Verbindungsstelle **150** (entgegen Pfeil **160**) bewegt. Mit der Bewegung des Abtriebsselements in die eine oder andere Richtung kann ein Greifelement gesteuert, d. h. in seine Greif- oder Freigabestellung bewegt werden, was für das vorliegende Ausführungsbeispiel weiter unten näher erläutert wird.

**[0073]** Vorzugsweise hat die Bohrung **158** einen kreisrunden Bohrungsquerschnitt. Durch diese Ausgestaltung ergibt sich die Möglichkeit, ein Antriebsselement **155** zu verwenden, das drehbar und axial verschiebbar im Handgriff gelagert ist, so dass der Vorschub in Richtung des Pfeils **159** und der Rückschub entgegen dem Pfeil **159** durch einen Schraubenantrieb erfolgen bzw. das Antriebsselement **155** als Schraube ausgebildet sein kann. Dabei ist es vorteilhaft, das mit einer Schrägfläche **157a**, **157b** zusammenwirkende Ende des Antriebsselements **155** oder in kinematischer Umkehr das Ende des Abtriebsselements **156** als Kugel **164** auszubilden. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel ragt das die Kugel **164** tragende Ende des Antriebsselements **155** in die Bohrung **158** hinein. Der Durchmesser der Kugel **164** ist so bemessen, dass sie in der Bohrung **158** spielfrei oder mit geringem Radialspiel geführt ist. Um angesichts der gewinkelten Anordnung von An- und Abtriebsselement eine Kollision des sich in die Bohrung **158** hinein erstreckenden Endes des Antriebsselementes **155** mit dem dem Handgriff **141** zugewandten Bohrungsrand zu verhindern, weist dieser in einem distalen Bereich eine Ausnehmung **165** auf. Außerdem ist die Kugel **164** über einen radial verengten Hals **166** mit dem restlichen Längsabschnitt des Antriebsselementes **155** verbunden.

**[0074]** Das Antriebsselement **155** ist als Schraube ausgebildet, weist also ein Außengewinde **177** auf, das mit einem Innengewinde **180**, welches an der Innenwandung des Hohlraums **148** angeordnet ist, zusammen wirkt. Weiterhin ragt das Antriebsselement **155** mit einem Überstand **178** aus dem dem Schaft **144** abgewandten Ende des Handgriffes **144** heraus, wobei an dem Überstand **178** ein zur Drehbetätigung des Antriebsselementes **155** dienendes Handrad **179** angeordnet ist.

**[0075]** Das in dem Bereich der Verbindungsstelle **150** hinein ragende Ende des Abtriebsselements **156**, welches von der Bohrung **158** durchsetzt ist, ist radial verbreitert und geht mit einer sich in Proximalrichtung konisch verjüngenden Schulter **184** in einen radial verengten Längsabschnitt über. Der Hohlraum **149** ist im Bereich der Verdichtungsstelle **150** komplementär zu dem oben beschriebenen Ende des Abtriebsselements **156** ausgebildet, weist also eine in Distalrichtung aufweisende und sich in dieser Richtung konisch erweiternde Schulter **185** auf, welche einen Anschlag für die Schulter **184** bildet und die Bewegung des Ab-

triebsselements **156** in Proximalrichtung bzw. in Richtung des Pfeils **160** begrenzt.

**[0076]** Das oben erwähnte Greifelement wird beim dem vorliegenden Ausführungsbeispiel durch die proximale Stirnseite **186** des Abtriebsselements **156** gebildet. Der Schaft **144** ist an seinem Freieinde von einer zur Aufnahme des Stabes **8** dienenden, mit dem Hohlraum **149** verbundenen Bohrung **187** durchsetzt. Die Mittellängsachse **195** der Bohrung **188** erstreckt sich in der von den Längsrichtungen **146**, **147** des Handgriffes **141** und des Schaftes **144** aufgespannten Ebene. In der Greifstellung (**Fig. 34** bis **Fig. 36**) drückt das Greifelement bzw. die Stirnseite **186** den Stab **8** gegen einen in Distalrichtung weisenden Bereich der Bohrungswandung. In der Freigabestellung ist die Stirnseite **186** mit Axialabstand zum Stab **8** angeordnet (**Fig. 31** bis **Fig. 33**), so dass der Stab **8** in die Bohrung **187** eingeführt oder aus dieser heraus genommen werden kann. Die Stirnseite **186** ist konkav ausgebildet und ist Teil einer Zylinderfläche, wobei deren Oberflächenkrümmung komplementär zur Krümmung des Stabes **8** ausgebildet ist. Auf diese Weise wird der Stab **8** mit einem Formschluss in der Bohrung **187** gehalten. Um eine drehfeste Fixierung des Stabes **8** in der Bohrung **187** zu bewerkstelligen, steht aus der proximalen Stirnseite **186** wenigstens ein Vorsprung **188** vor. Um ein Drehfixierung des Stabes **8** zu erreichen, weist dieser eine zum wenigstens einen Vorsprung **188** komplementäre Ausnehmung auf, in welche der Vorsprung **188** eingreifen kann. Bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel sind zwei rippenförmige, sich in Richtung der Bohrungsachse **189** erstreckende rippenförmige Vorsprünge **188** an der Stirnseite **186** vorhanden. Ein von der Bohrung **188** aufgenommenes Ende eines Stabes **8** weist vorzugsweise eine Vielzahl von Ausnehmungen **190** auf, welche komplementär zu den rippenförmigen Vorsprüngen **188** ausgebildet. Sie erstrecken sich in Richtung der Mittellängsachse **194** des in die Bohrung **188** eingeführten Stabendes und sind in Umfangsrichtung des Stabes gleichmäßig verteilt. Die Ausnehmungen bilden auf dem Stab **8** eine etwa zahnradähnliche Struktur. Aufgrund der in Rede stehenden Ausgestaltung des Stabes **8** kann dieser in beliebiger Drehlage in die Bohrung **187** eingeführt und darin drehfixiert gehalten werden.

### Patentansprüche

1. Instrumentensatz für die perkutane Wirbelsäulenstabilisierung mit Hilfe von Stäben (**8**) und einen Schraubenkopf (**3**) und einen Schraubenschaft (**4**) aufweisenden Pedikelschrauben (**1**) mit einer distal offenen Ausnehmung (**13**) zur Aufnahme eines Stabes (**8**), mit einem von einem zentralen Hohlraum (**11**) axial durchsetzten, eine zylindrische Hülse (**20**) und einen Schieber (**24**) umfassenden Schraubenmanipulator (**2**), wobei

– die Wand der zylindrischen Hülse (20) von zwei diametral gegenüberliegenden, axial verlaufenden und in die proximale Stirnseite der Hülse (20) ausmündenden Fenstern (26) in zwei erste Wandsegmente (27) unterteilt ist,  
 – die proximalen Enden der ersten Wandsegmente (27) bilden Greifelemente (28), welche bei einer Schraubenmanipulation zumindest einen Längsabschnitt des Schraubenkopfes (3) zwischen sich aufnehmen, und  
 – der Schieber (24) in Axialrichtung an der Hülse (20) verschiebbar und so mit den ersten Wandsegmenten (27) verbunden ist, dass er diese – zumindest in einer proximalen Verschiebe-Endlage (E) gegen ein radiales Auseinanderweichen sichert.

2. Instrumentensatz nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schieber (24) an seinem proximalen Ende wenigstens ein Niederhalteelement (35) aufweist, welches in der proximalen Endlage des Schiebers einen in eine distal offene Ausnehmung (13) des Schraubenkopfes (3) eingeführten Stab (8) innerhalb der Ausnehmung (13) hält.

3. Instrumentensatz nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das wenigstens eine Niederhalteelement (35) in der proximalen Schiebe-Endstellung (E) des Schiebers (24) einen Axialabstand (38) zur Stirnseite (25) der Hülse (20) bzw. der ersten Wandsegmente (27) aufweist, der kleiner ist als die Eintauchtiefe (39), mit der der Schraubenkopf (3) in einen von den Greifelementen (28) seitlich begrenzten Aufnahmeraum (37) axial hineinragt.

4. Instrumentensatz nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Axialabstand (38) kleiner oder gleich ist der Differenz aus der Eintauchtiefe (39) und der Gewindelänge (17) eines im Schraubenkopf (3) vorhandenen, zur Fixierung des Stabs (8) mit Hilfe einer Fixierschraube (5) dienenden Innengewindes (16).

5. Instrumentensatz nach Anspruch 2, 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass das wenigstens eine Niederhalteelement (35) außerhalb eines koaxial zur Mittellängsachse (40) der Hülse (20) verlaufenden gedachten Zylinders (44) angeordnet ist, dessen Durchmesser (45) dem Durchmesser (46) des Außengewindes (12) der Fixierschraube (5) entspricht.

6. Instrumentensatz nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Durchmesser (45) des gedachten Zylinders (40) dem Außendurchmesser (49) des Schraubenkopfes (3) entspricht.

7. Instrumentensatz nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schieber (24) ein Hohlzylinder ist, dessen Wand von zwei diametral gegenüberliegenden, axial verlaufenden, in die proximale Stirnseite des Hohlzylinders

ausmündenden Fenstern (57) in zwei zweite Wandsegmente (58) unterteilt ist, welche in den Fenstern (26) der Hülse (20) axial verschiebbar geführt sind und deren proximale Stirnseiten jeweils ein Niederhalteelement (35) bilden.

8. Instrumentensatz nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich die ersten Wandsegmente (27) über eine größere Bogenlänge erstrecken als die zweiten Wandsegmente (58).

9. Instrumentensatz nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein erstes oder zweites Wandsegment (27, 58) eine aus seiner in Umfangsrichtung (60) des Schraubenmanipulators (2) weisenden Seitenkante vorstehende Rippe (64) aufweist, welche sich in Axialrichtung erstreckende und in den Seitenkanten des jeweils anderen Wandsegments (27, 58) jeweils eine sich in Axialrichtung erstreckende Nut (89) vorhanden ist, in welche die Rippen (64) mit einem in Umfangsrichtung wirksamen Formschluss axial verschiebbar eingreifen.

10. Instrumentensatz nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Außenflächen der ersten und zweiten Wandsegmente (27, 58) in einer gemeinsamen Zylinderhüllfläche verlaufen.

11. Instrumentensatz nach einem der Ansprüche 7 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, dass die distalen Enden der ersten Wandsegmente (27) über einen ersten Zylinderabschnitt (66) und die distalen Enden der zweiten Wandsegmente (58) über einen zweiten Zylinderabschnitt (67) miteinander verbunden sind, wobei der Innendurchmesser (68) des ersten Zylinderabschnitts (66) größer ist als der Außendurchmesser (69) des zweiten Zylinderabschnitts (67).

12. Instrumentensatz nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine axiale Bewegung des Schiebers (24) gegenüber der Hülse (20) über ein Schraubgetriebe erfolgt.

13. Instrumentensatz nach Anspruch 12 in Verbindung mit Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass aus der Außenfläche der zweiten Wandsegmente (58) ein Außengewinde (75) vorsteht, welches mit einem Innengewinde (76) einer die Hülse (20) koaxial umgreifenden, axialfixierten Verstellmutter (77) zusammenwirkt.

14. Instrumentensatz nach Anspruch 13, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur Axialfixierung der Verstellmutter (77) aus den Außenflächen der ersten Wandsegmente (27) mit Axialabstand zueinander ein proximales und ein distales Anschlagelement (pA, dA) vorstehen, welche ein aus der Innenfläche der Verstellmutter (77) radial nach innen vorstehendes Gegen-Anschlagelement (GA) zwischen sich einschließen und radial überlappen.

15. Instrumentensatz nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet**, dass das distale Anschlagelement (dA) von dem ersten Zylinderabschnitt (66) gebildet ist, wobei dieser mit einer Schulter (86) die Außenflächen der ersten Wandsegmente (27) radial überragt.

16. Instrumentensatz nach Anspruch 14 oder 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass das proximale Anschlagelement (pA) ein die Hülse (20) umgreifender Anschlagring (87) ist, der axialfest mit den ersten Wandsegmenten (27) lösbar verbunden ist.

17. Instrumentensatz nach einem der Ansprüche 14 bis 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Gegen-Anschlagelement (GA) das Innengewinde (76) der Verstellmutter (77) ist.

18. Instrumentensatz nach einem der Ansprüche 14 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verstellmutter (77) am distalen Ende der Hülse (20) angeordnet ist.

19. Instrumentensatz nach Anspruch 18, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Verstellmutter (77) zumindest einen Längsabschnitt des ersten Zylinderabschnitts (66) umgreift.

20. Instrumentensatz nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass er einen stabförmigen, in den zentralen Hohlraum (11) des Schraubenmanipulators (2) einführbaren Schraubendreher (48) umfasst, an dessen proximalem Ende ein drehfest in die Ausnehmung (13) des Schraubenkopfes (3) drehfest einsteckbares Drehbetätigungselement (114) angeordnet ist.

21. Instrumentensatz nach Anspruch 20, gekennzeichnet durch eine Arretiereinrichtung, mit welcher der in den Hohlraum (11) eingeführte Schraubendreher (48) in einer axialen Sollposition arretierbar ist, in der sein Drehbetätigungselement (114) zumindest teilweise in die Ausnehmung (13) des Schraubenkopfes (3) hineinragt.

22. Instrumentensatz nach Anspruch 21, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Arretiereinrichtung einen aus der Umfangsfläche des Schraubendrehers 48 vorstehende Vorsprung (117) und ein diesen in der Sollposition des Schraubendrehers (48) auf seiner Distalseite radial überlappendes, gegenüber dem Schraubenmanipulator axialfestes Arretierelement umfasst.

23. Instrumentensatz nach Anspruch 22, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Arretierelement ein separates, lösbar und axialfest am Schraubenmanipulator (2) fixierbares Arretierelement (AE) umfasst.

24. Instrumentensatz nach Anspruch 23, **dadurch gekennzeichnet**, dass Arretierelement (AE) eine von

einer Radialnut (118) durchsetzte Scheibe (119), wobei die lichte Weite (120) der Radialnut (118) größer ist als die Dicke oder der Durchmesser (124) eines sich distal an den Vorsprung (117) anschließenden Längsabschnitts 125 des Schraubendrehers (48), aber kleiner ist, als die Abmessung des Vorsprungs 117 in einer sich quer zur Mittellängsachse des Schraubendrehers (48) erstreckenden Richtung.

25. Instrumentensatz nach Anspruch 23 oder 24, gekennzeichnet durch eine in Radialrichtung wirksame Rastverbindung zwischen der Scheibe (119) und dem Schraubenmanipulator (2).

26. Instrumentensatz nach Anspruch 25, **dadurch gekennzeichnet**, dass aus der proximalen Seite der Scheibe (119) ein federnd gelagertes Rastelement (RE) beispielsweise in Form einer Kugel vorsteht, welches in eine Ringnut (127) auf der distalen Stirnseite des Schiebers (24) bzw. des zweiten Zylinderabschnitts (67) einrastet.

27. Instrumentensatz nach einem der Ansprüche 24 bis 26, **dadurch gekennzeichnet**, dass auf der proximalen Seite der Scheibe 119 ein Hintergriffselement HE angeordnet ist, welches zur axialen Arretierung des Schraubendrehers (48) mit einer sich quer zur Mittellängsachse des Schraubendrehers erstreckenden Fügerichtung auf den Schraubenmanipulator (2) aufsteckbar ist, und dabei ein Gegenelement (GE) hintergreift.

28. Instrumentensatz nach Anspruch 27, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Gegenelement (GE) die zum proximalen Ende des Schraubenmanipulator (2) weisende Nutwand (125) der am zweiten Zylinderabschnitt (67) vorhandenen Ringnut (74) ist.

29. Instrumentensatz nach Anspruch 27 oder 28, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Hintergriffselement (HE) ein mit Axialabstand zur proximalen Seite der Scheibe (119) angeordneter U-förmig verlaufender Flansch (128) ist.

30. Instrumentensatz nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass er ein Greifwerkzeug (140) mit einem stabförmigen Schaft (144) aufweist, an dessen proximalem Ende ein zum Festhalten eines Stabs (8) dienendes Greifelement und an dessen anderem Ende ein langgestreckter Handgriff (141) angeordnet ist, wobei der Handgriff (141) so ausgerichtet ist, dass seine Längsrichtung (146) mit der Längsrichtung (147) des Schafts (144) einen Winkel ( $\alpha$ ) kleiner  $180^\circ$  und größer  $90^\circ$  einschließt.

31. Instrumentensatz nach Anspruch 30, gekennzeichnet durch einen Winkel ( $\alpha$ ) von  $100^\circ$  bis  $140^\circ$ .

32. Instrumentensatz nach Anspruch 31, gekennzeichnet durch einen Winkel ( $\alpha$ ) von  $110^\circ$  bis  $130^\circ$ .

33. Instrumentensatz nach einem der Ansprüche 30 bis 32, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schaft (144) und der Handgriff (141) jeweils in Längsrichtung (146, 147) von einem Hohlraum (148, 149) durchsetzt sind, wobei die Hohlräume an der Verbindungsstelle (150) von Handgriff und Schaft miteinander verbunden sind, und wobei in den Hohlräumen ein das Greifelement in eine den Stab (8) einklemmende Greifstellung und in eine den Stab frei gebenden Freigabestellung überführende Betätigungseinrichtung (154) angeordnet ist.

34. Instrumentensatz nach Anspruch 33, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Betätigungseinrichtung (154) ein axial beweglich im Hohlraum (148) des Handgriffs (141) angeordnetes stabförmiges Antriebselement (155) und ein axial beweglich im Hohlraum (149) des Schafts (144) angeordnetes stabförmiges Abtriebsselement (156) umfasst, wobei die an der Verbindungsstelle (150) einander zugewandten Enden des Antriebselements und des Abtriebsselements ein Keilgetriebe bilden.

35. Instrumentensatz nach Anspruch 34, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine am Antriebselement (155) oder am Abtriebsselement (156) vorhandene Schrägfläche (157) so ausgerichtet ist, dass sie mit der Längsrichtung (146, 147) des jeweiligen Antriebs- bzw. Abtriebsselements (155) einen Winkel ( $\beta$ ) einschließt, welcher mit einer Abweichung von  $20^\circ$  dem halben von den Längsrichtungen (146, 147) eingeschlossenen Winkel ( $\alpha$ ) entspricht.

36. Instrumentensatz nach Anspruch 34 oder 33, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Antriebselement (155) oder das Abtriebsselement (156) von einer Bohrung (158) durchsetzt sind, deren Bohrungswand wenigstens eine Schrägfläche (157a, 157b) bildet, wobei das jeweils andere Element (155, 156) in die Bohrung (158) hinein ragt und mit der wenigstens einen Schrägfläche in Sinne eines Keilgetriebes zusammenwirkt.

37. Instrumentensatz nach Anspruch 36, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Bohrung (158) einen kreisrunden Bohrunqsquerschnitt hat, wobei das Antriebselement (155) oder das Abtriebsselement (156) mit einer Kugel (164) in die Bohrung (158) hinein ragt.

38. Instrumentensatz nach einem der Ansprüche 34 bis 37, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Antriebselement (155) ein mit einem Innengewinde (180) des Handgriffs (141) zusammenwirkendes Außengewinde (177) aufweist, wobei das Antriebselement (155) mit einem Überstand (178) aus dem Handgriff (141) heraus ragt, an dem ein Handrad (179) angeordnet ist.

39. Instrumentensatz nach einem der Ansprüche 34 bis 38, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Greifelement von der proximalen Stirnseite (186) des Abtriebsselements (156) gebildet ist.

40. Instrumentensatz nach Anspruch 39, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Schaft (144) an seinem Freieende von einer zur Aufnahme des Stabs (8) dienenden, mit dem Hohlraum (149) verbundenen Bohrung (187) durchsetzt ist, wobei in der Greifstellung das Greifelement bzw. die Stirnseite (186) des Abtriebsselements (156) den Stab (8) gegen einen in Distalrichtung weisenden Bereich der Bohrungswandung drückt.

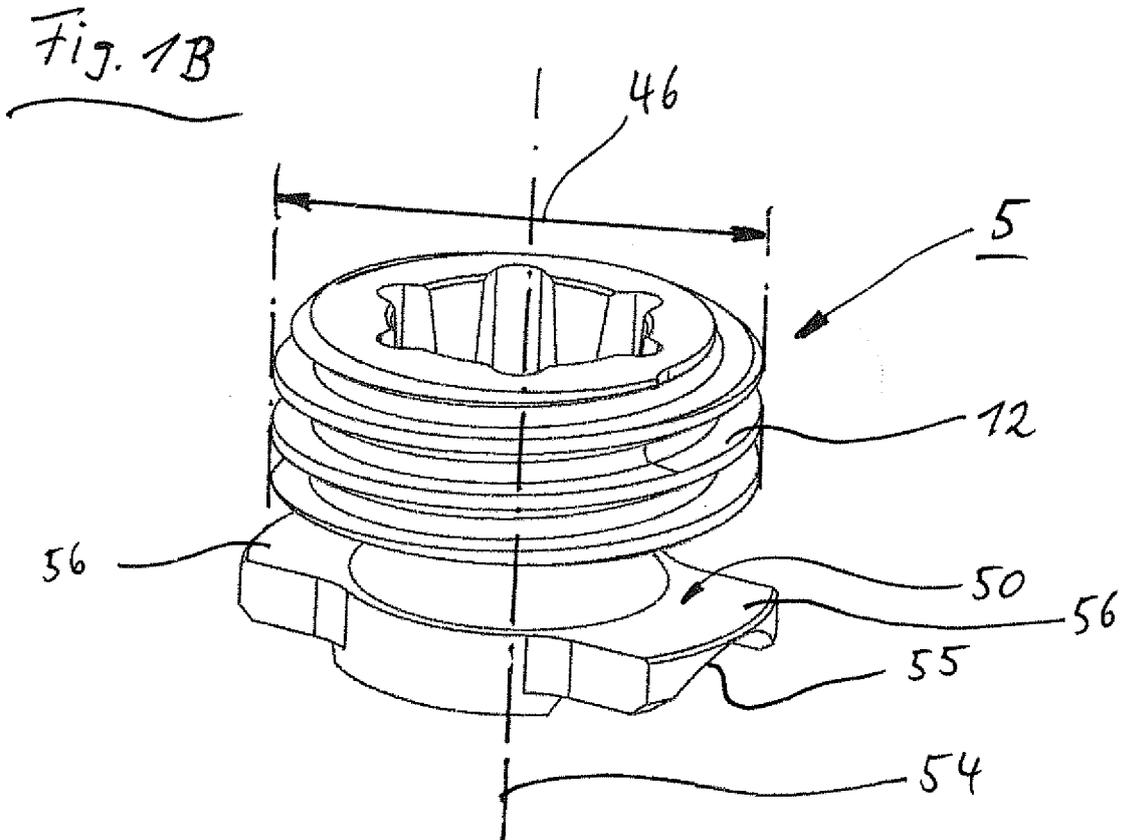
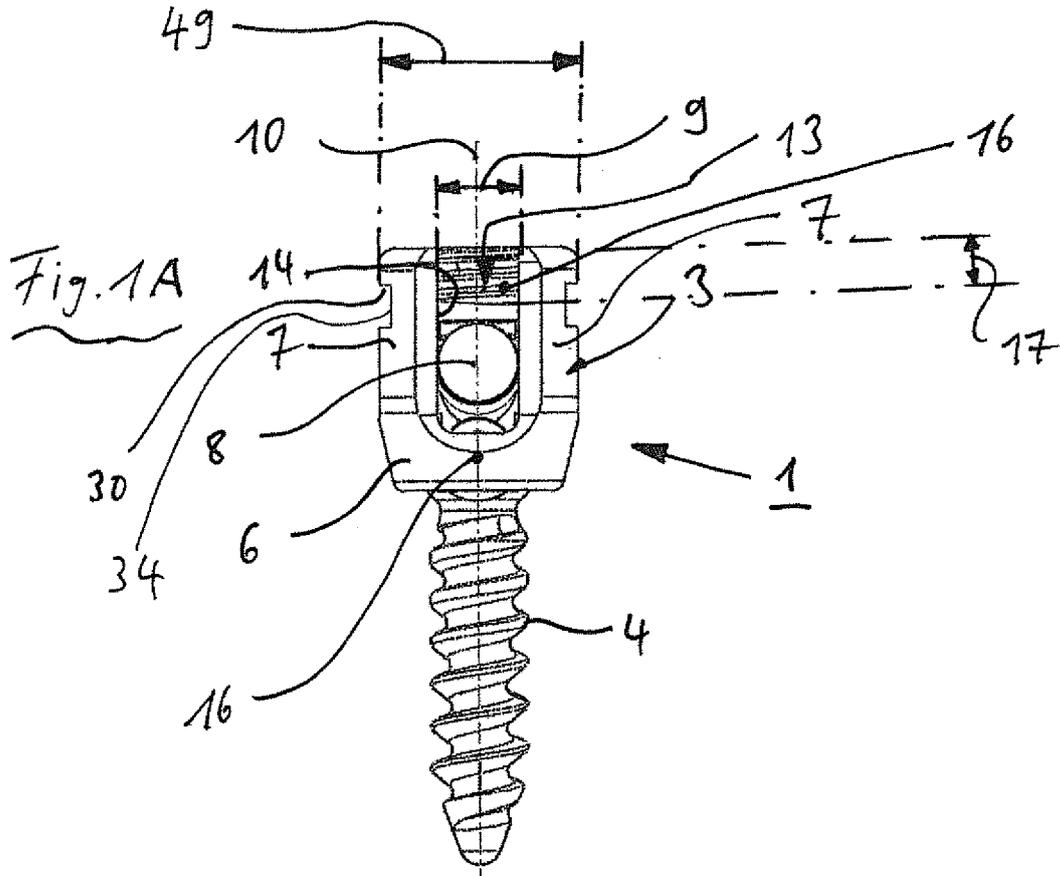
41. Instrumentensatz nach Anspruch 40, **dadurch gekennzeichnet**, dass die proximale Stirnseite (186) des Abtriebsselements (156) konkav ausgebildet ist und Teil einer Zylinderfläche ist, die eine zur Oberflächenkrümmung des Stabs (8) komplementäre Krümmung aufweist.

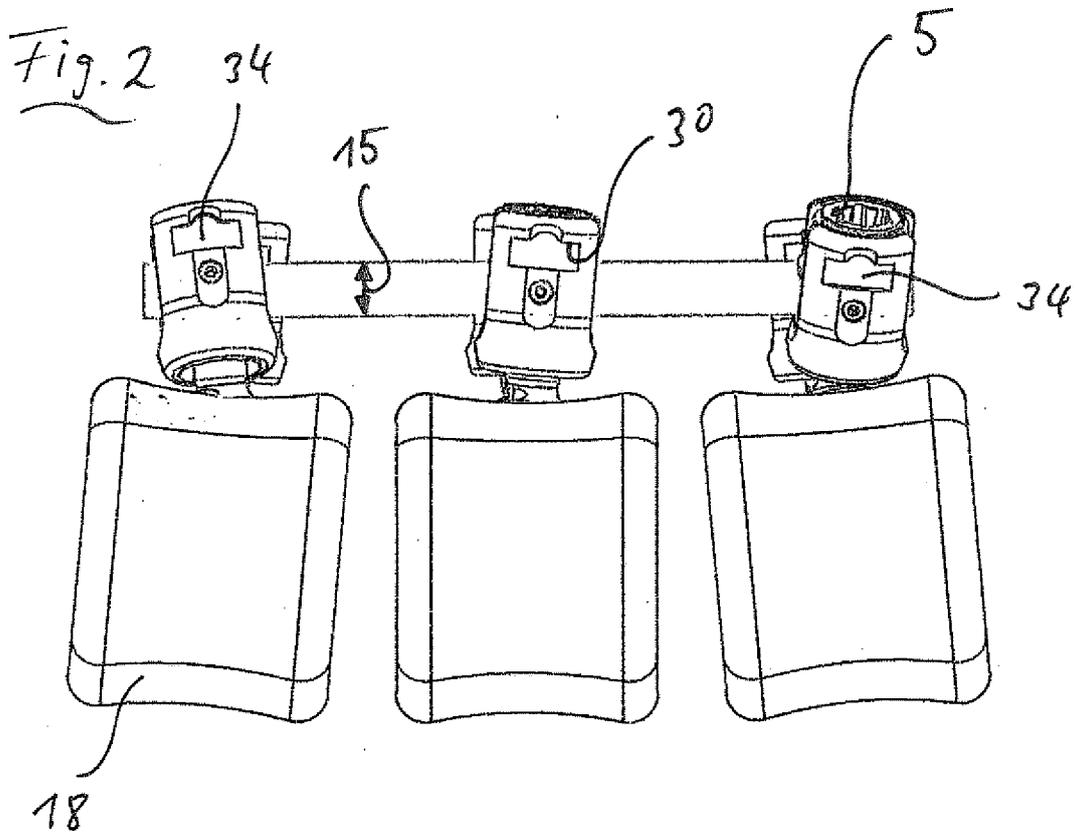
42. Instrumentensatz nach Anspruch 40, **dadurch gekennzeichnet**, dass zur drehfesten Fixierung des Stabs (8) in der Bohrung (187) aus der proximalen Stirnseite (186) des Abtriebsselements (156) wenigstens ein Vorsprung (188) heraus ragt.

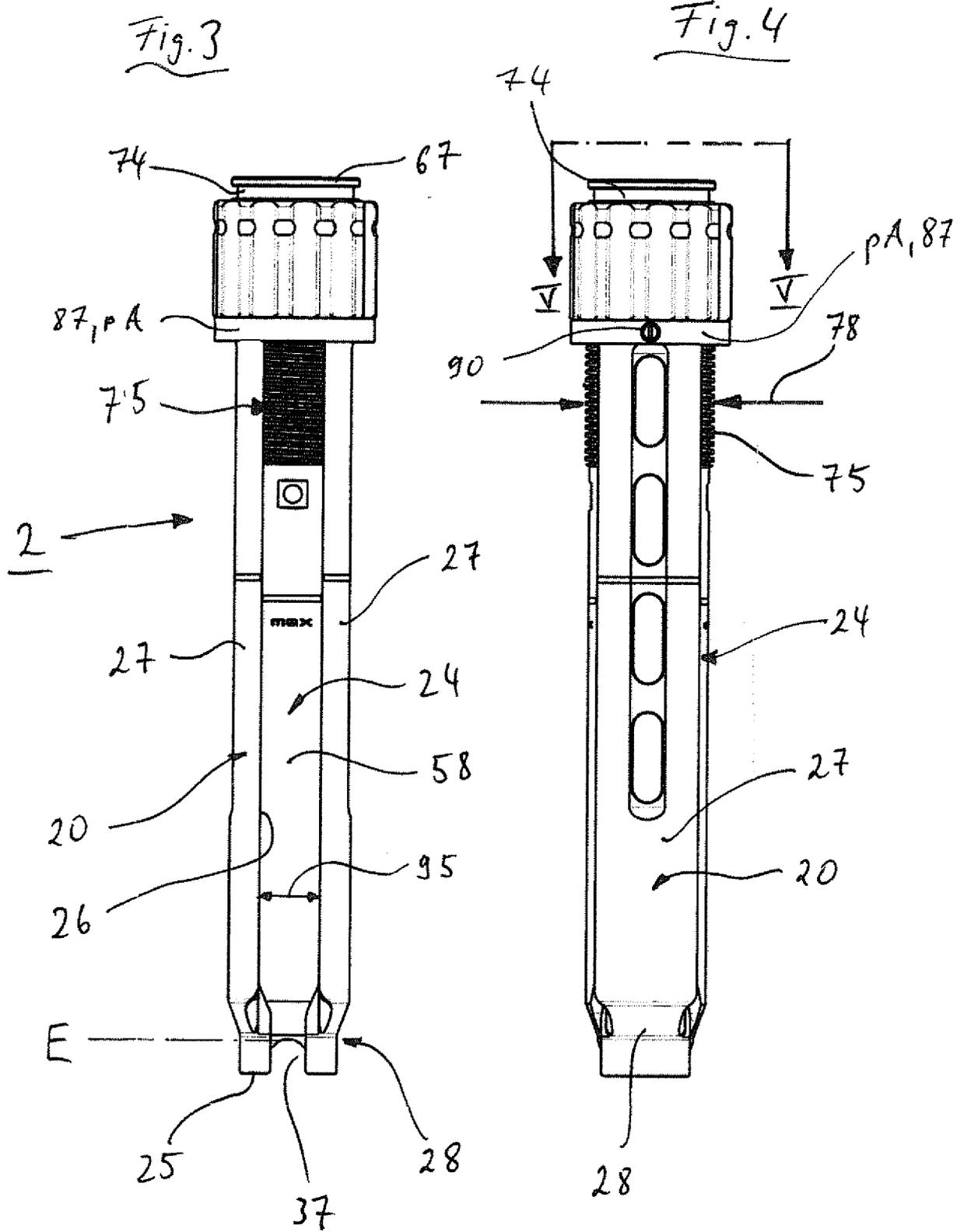
43. Instrumentensatz nach einem der Ansprüche 40 bis 42, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Mittel-längsachse (195) der Bohrung (188) in der von den Längsrichtungen (146, 147) des Handgriffs (141) und des Schafts (144) aufgespannten Ebene verläuft.

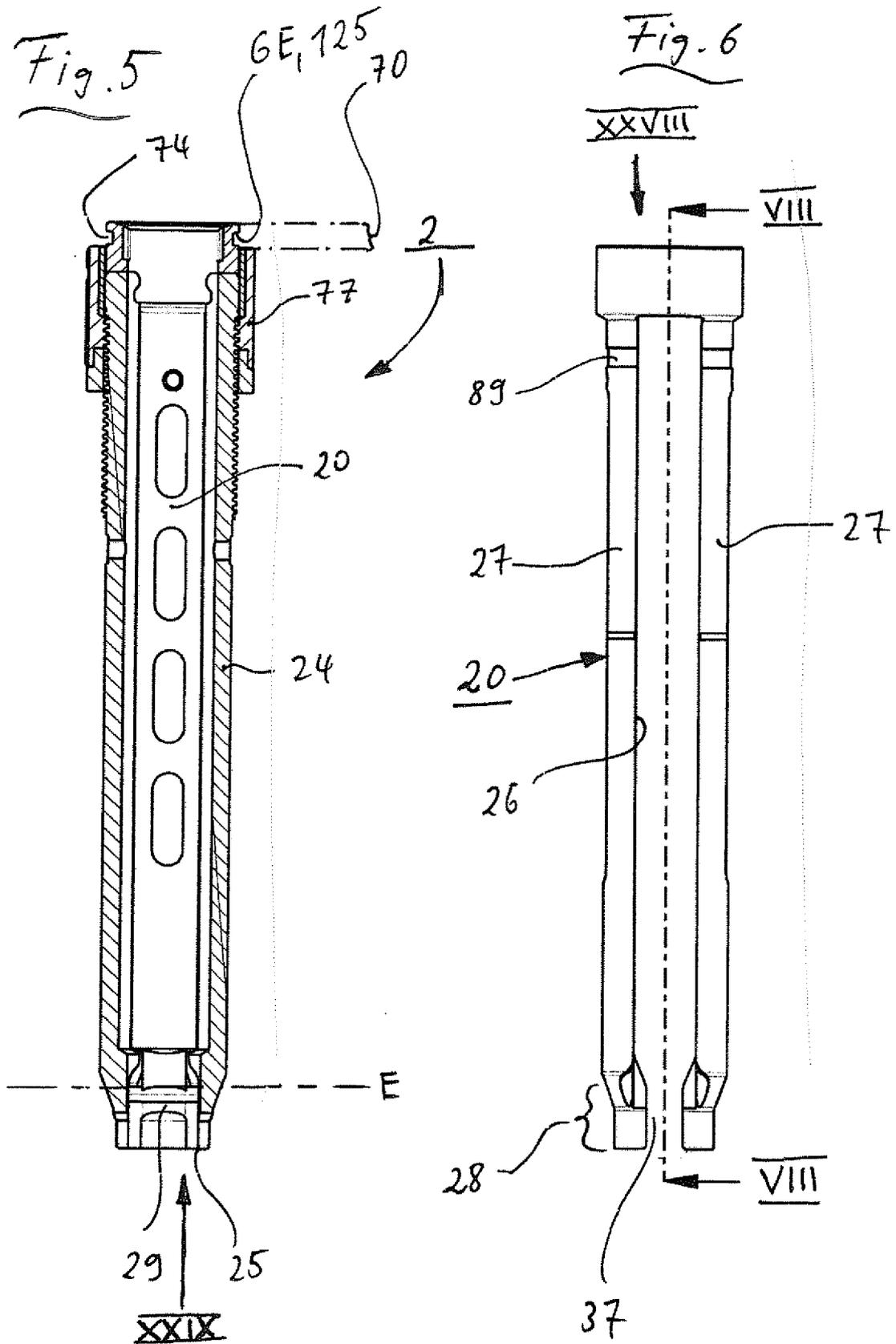
Es folgen 23 Seiten Zeichnungen

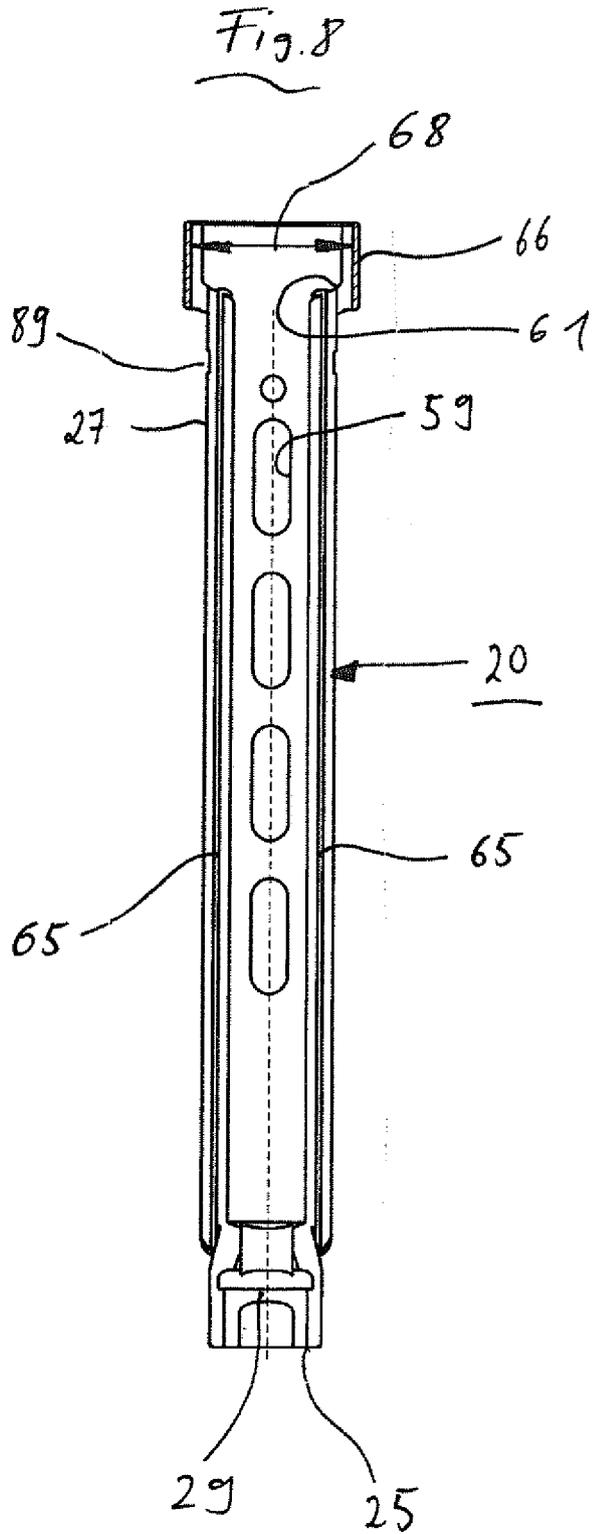
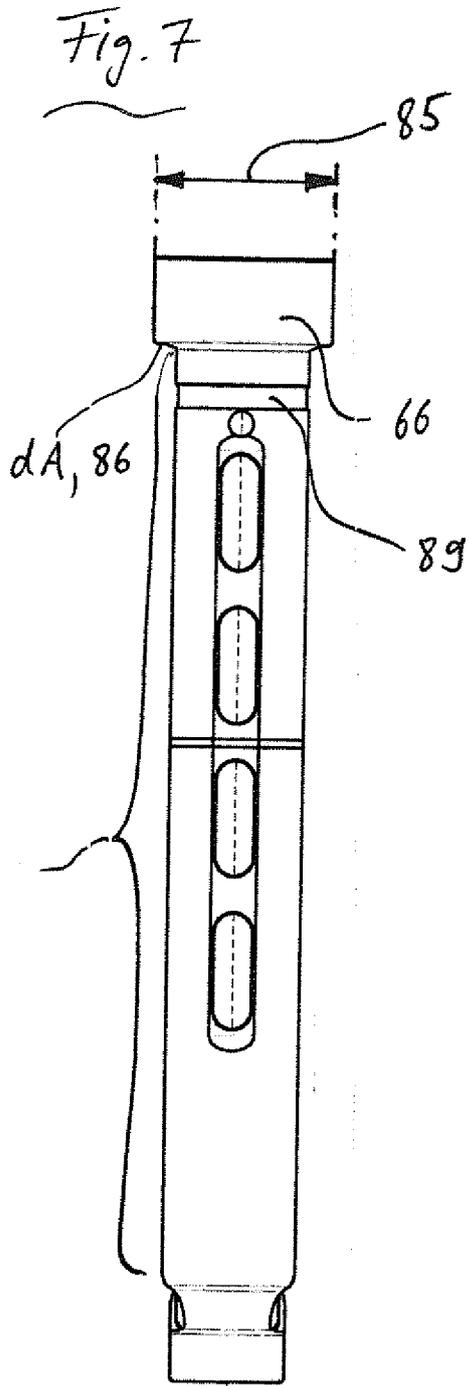
Anhängende Zeichnungen

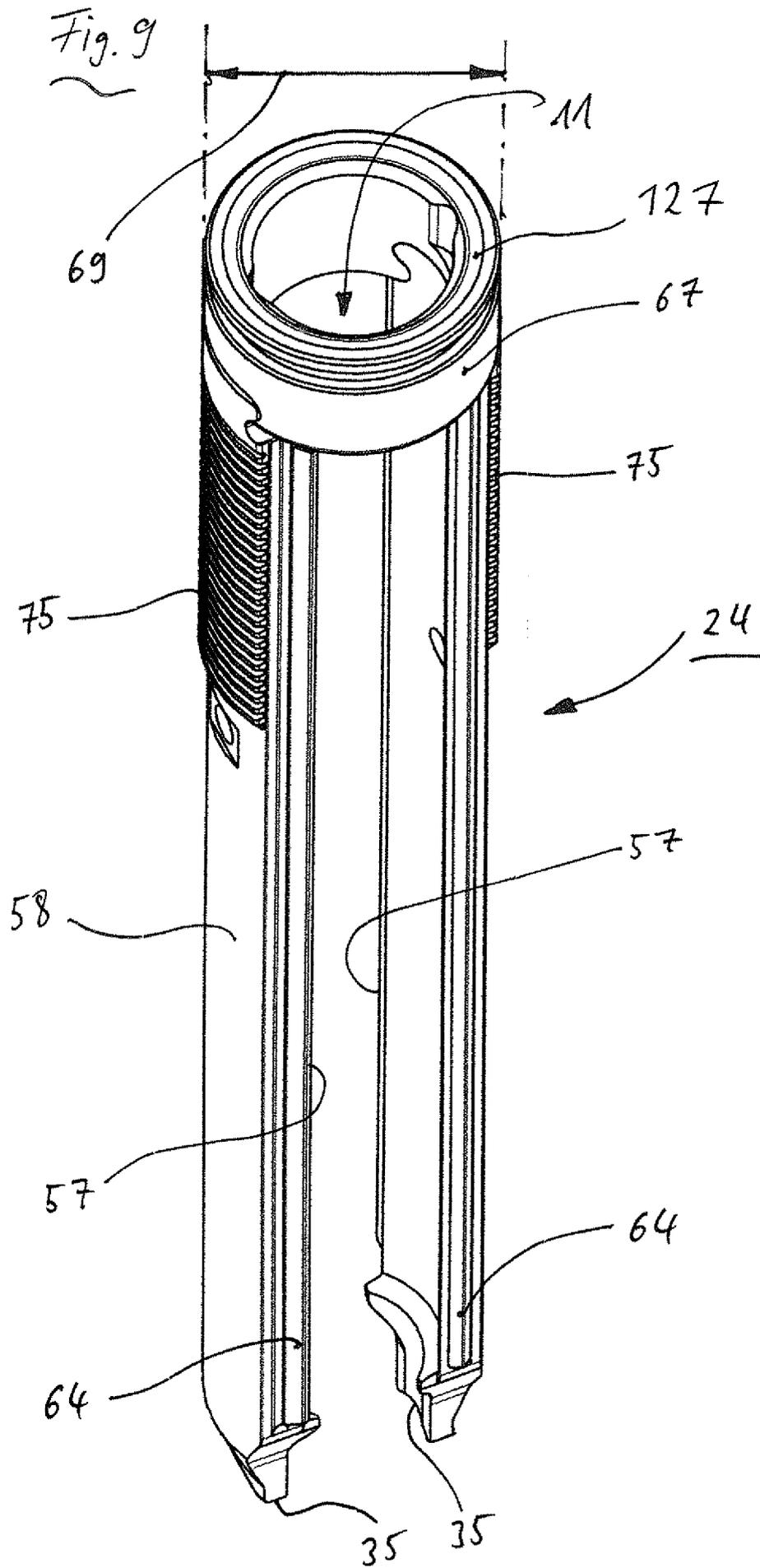


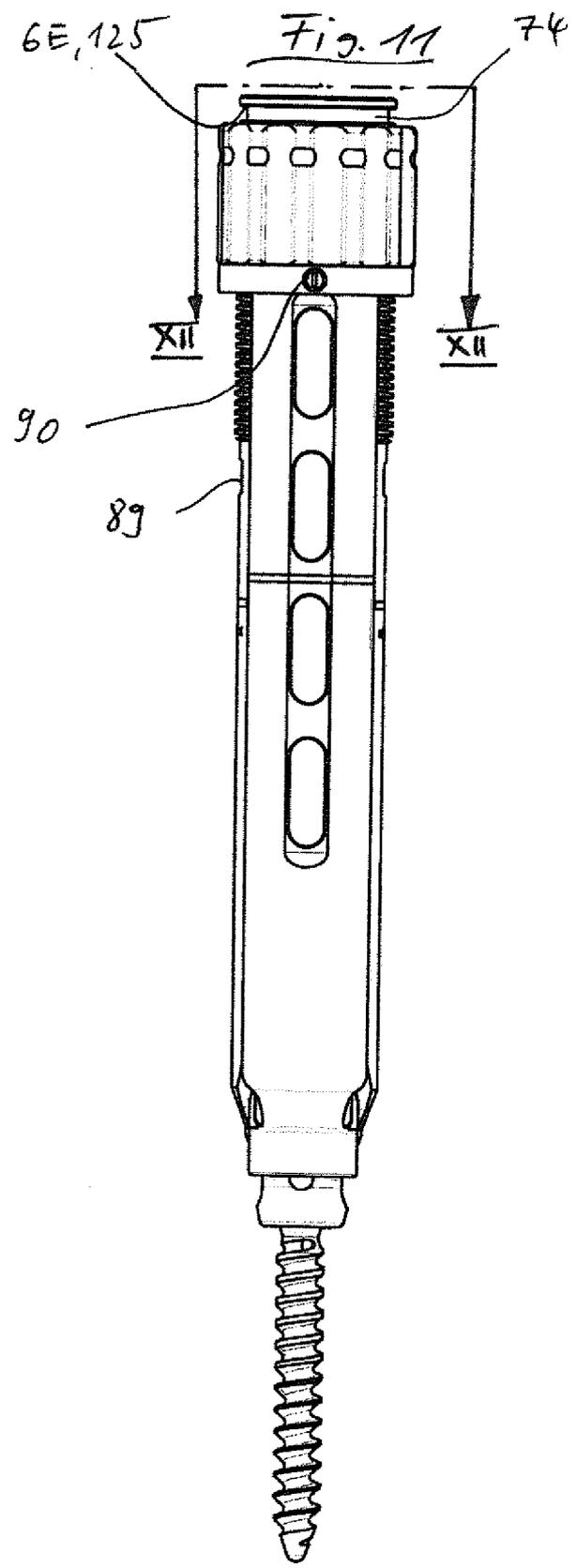
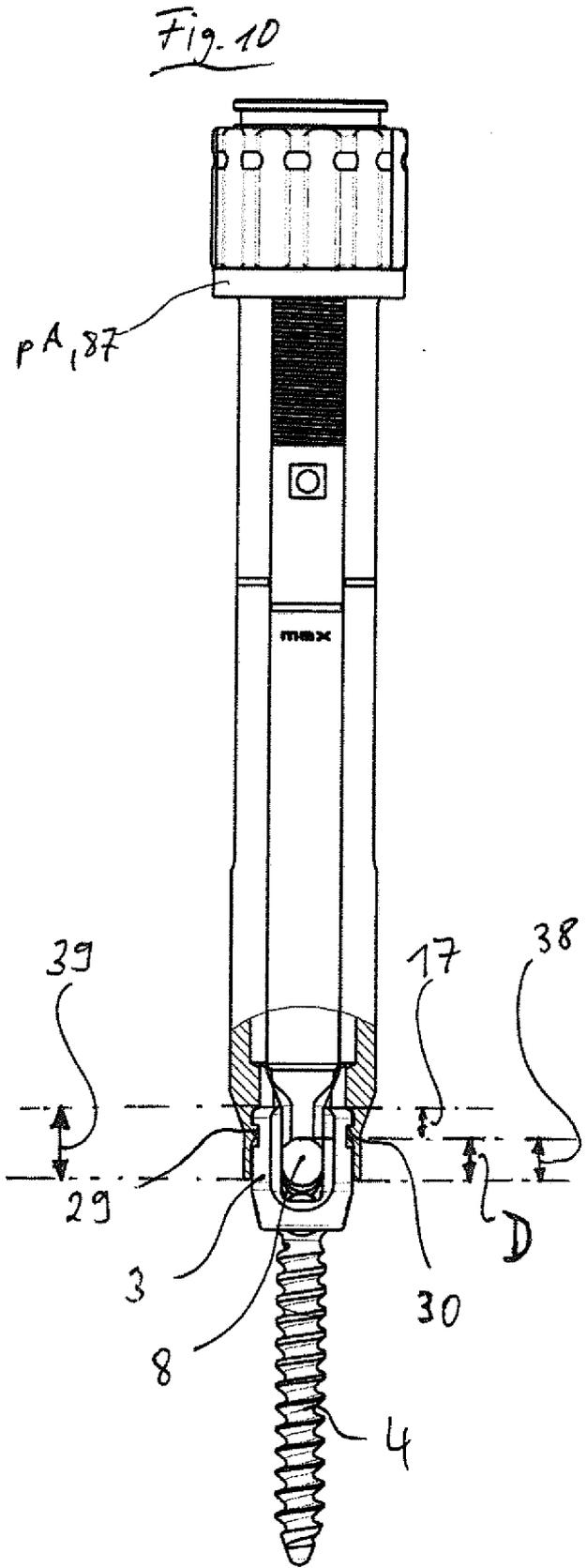












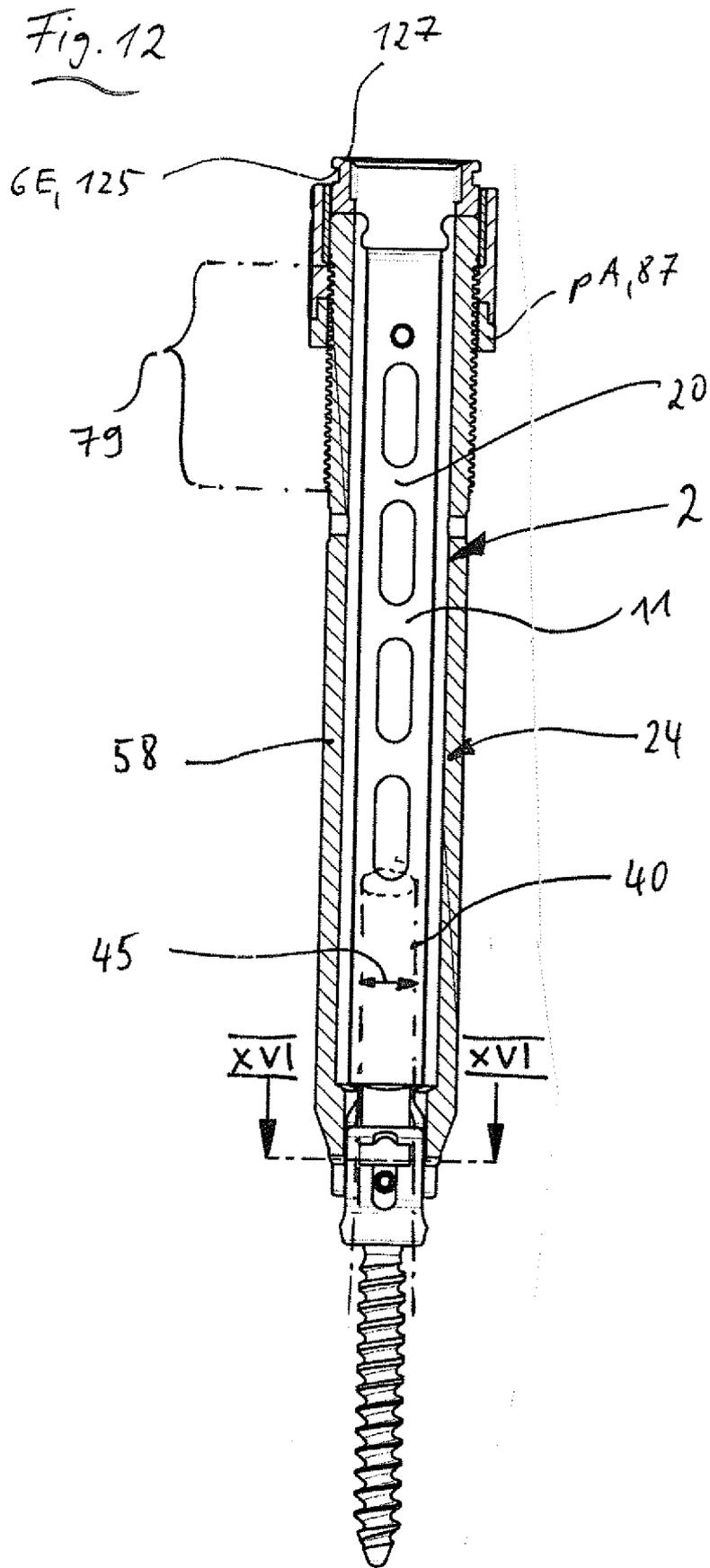
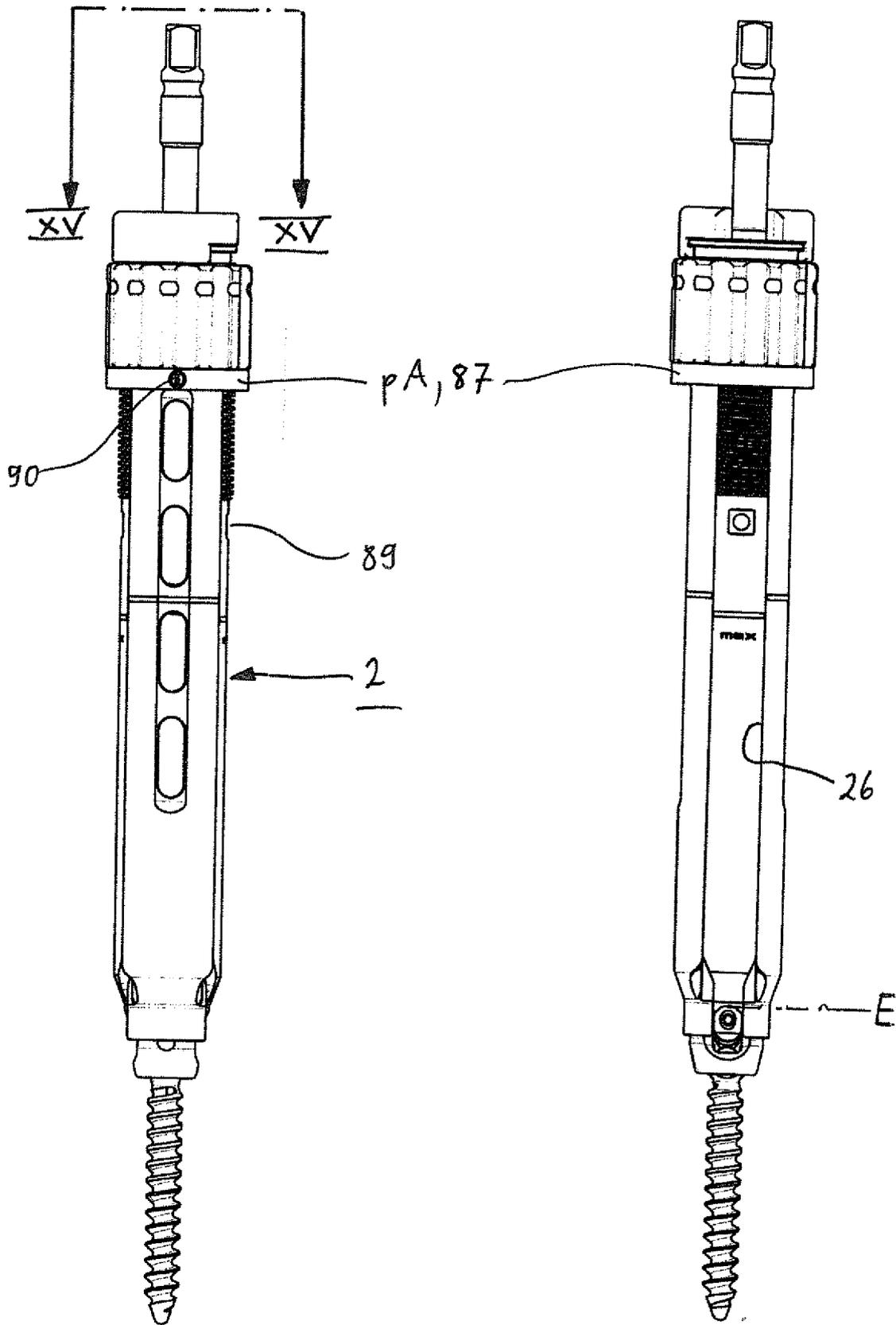


Fig. 13

Fig. 14



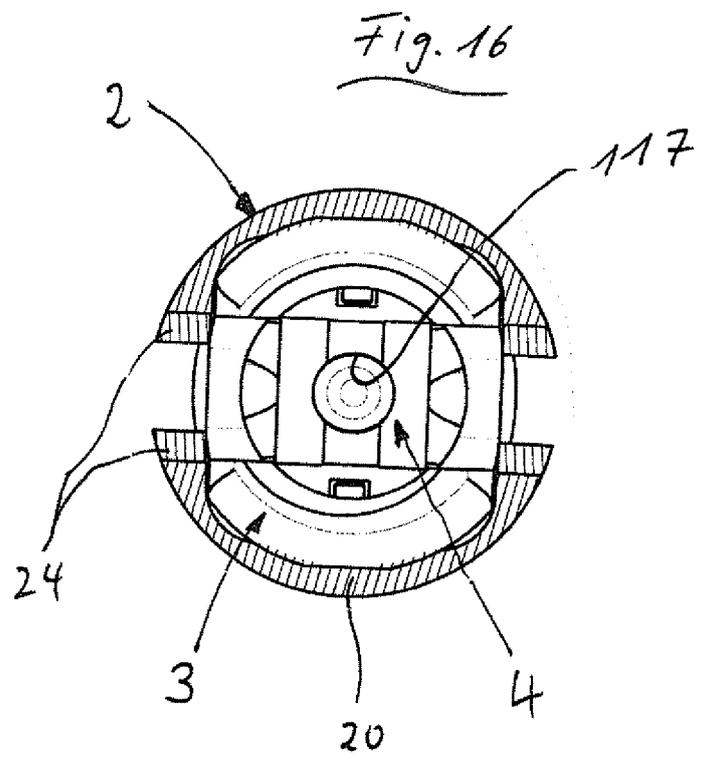
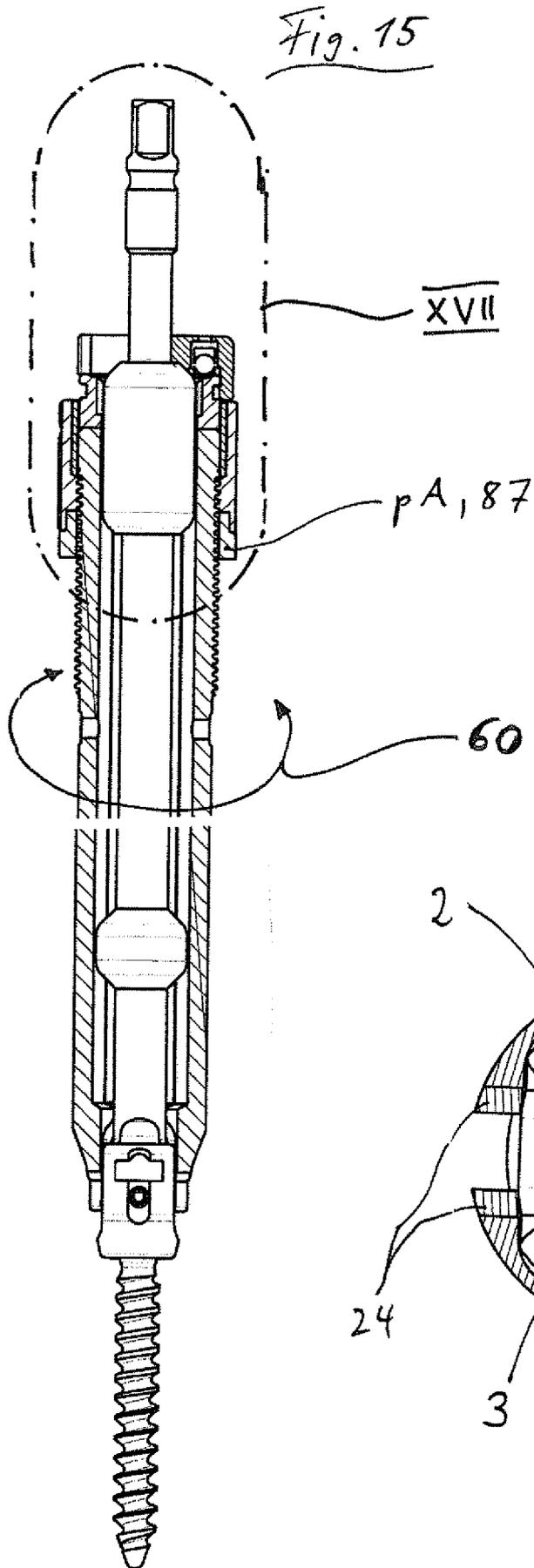


Fig. 17

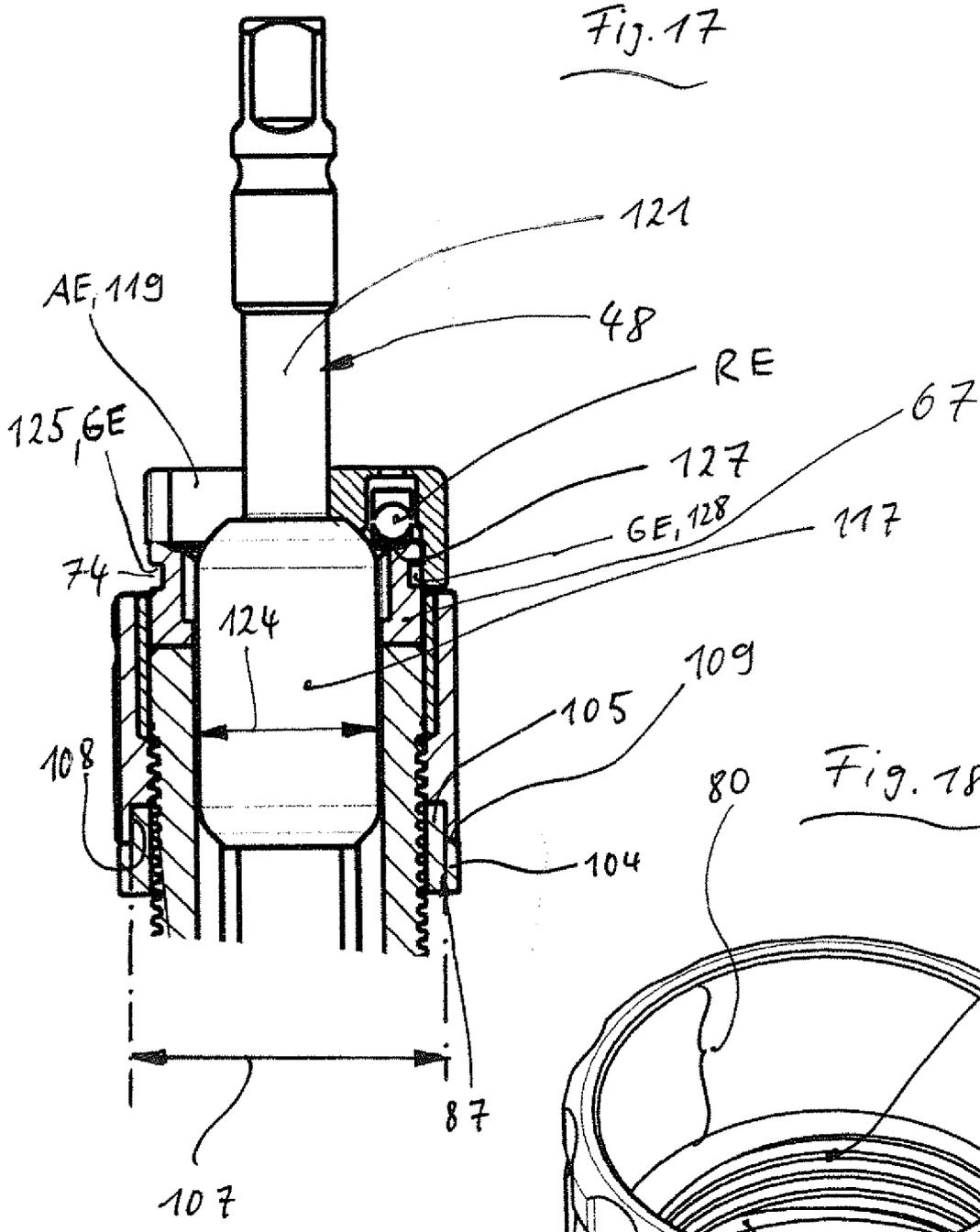
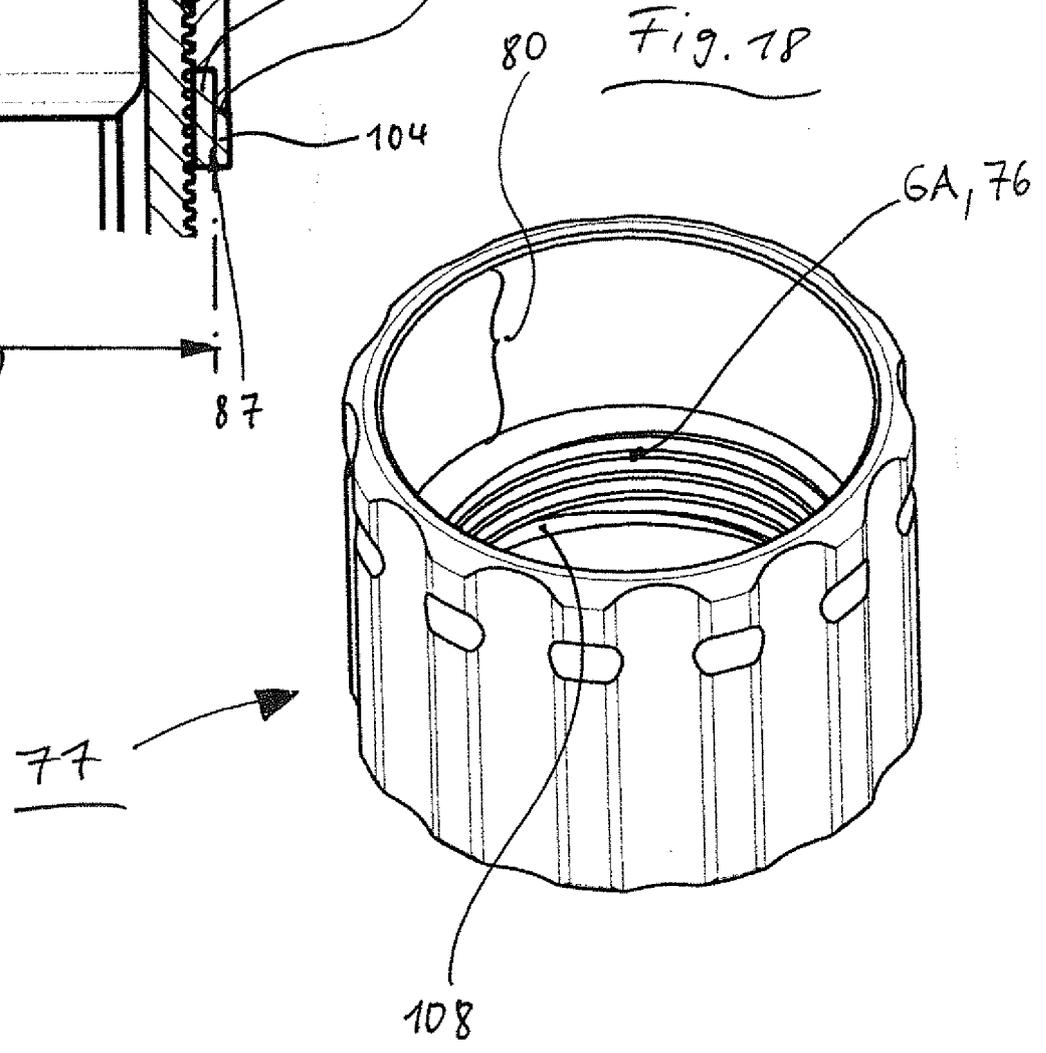


Fig. 18



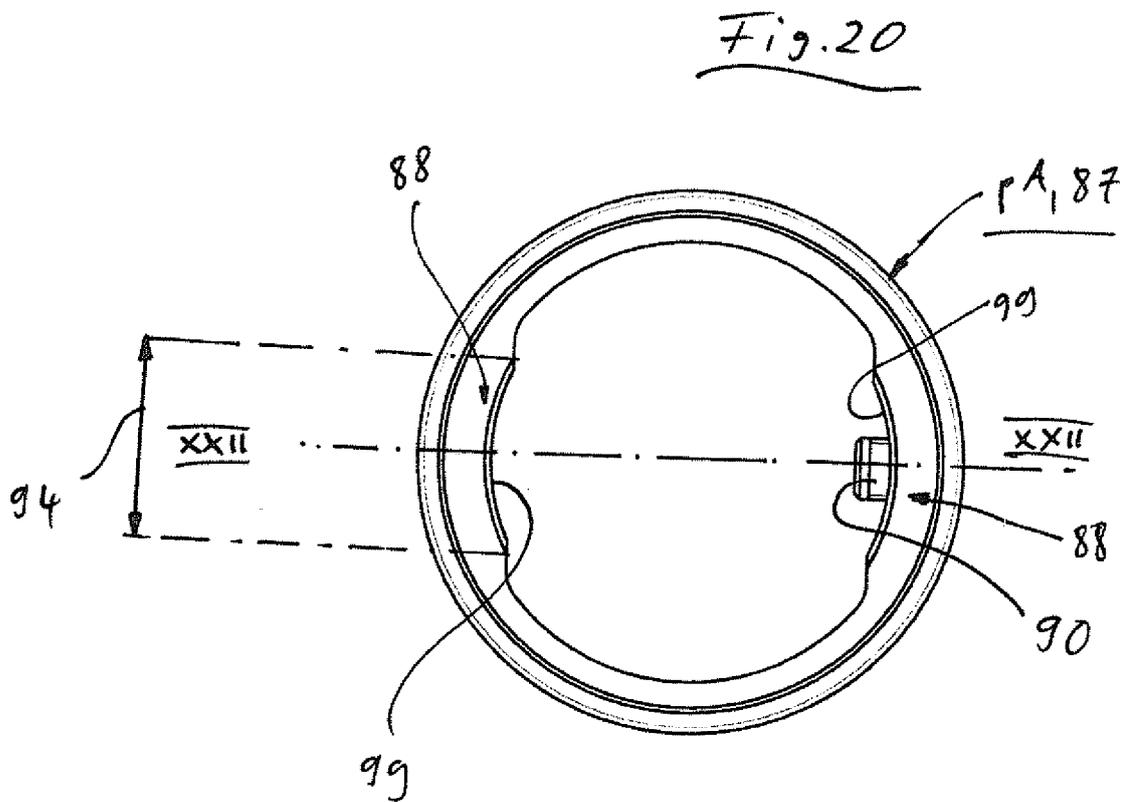
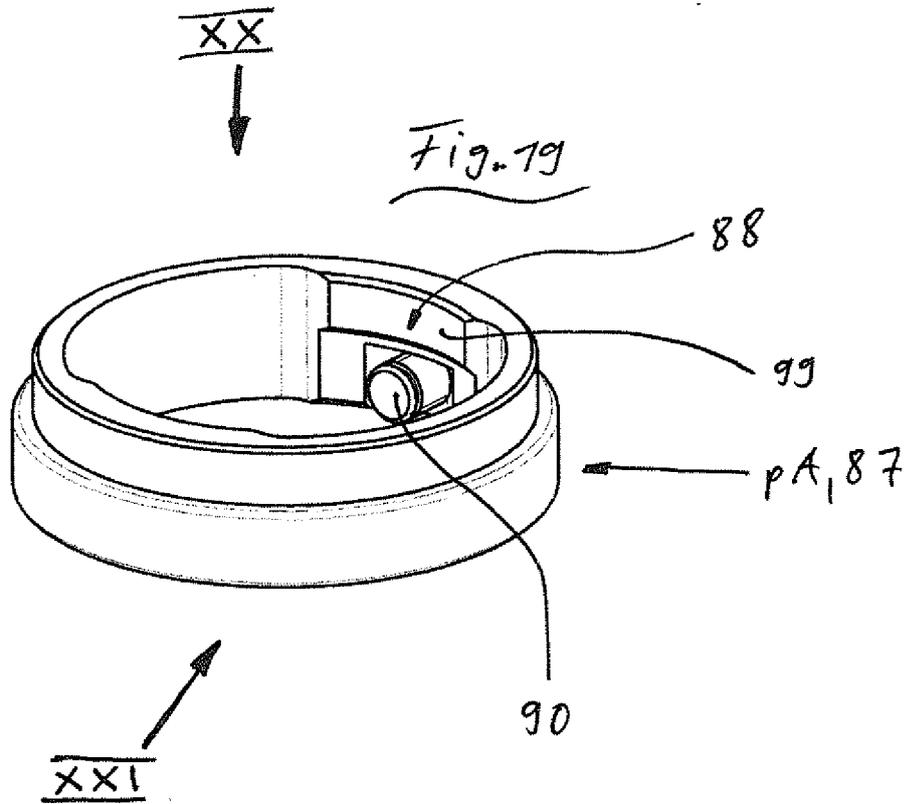


Fig. 21

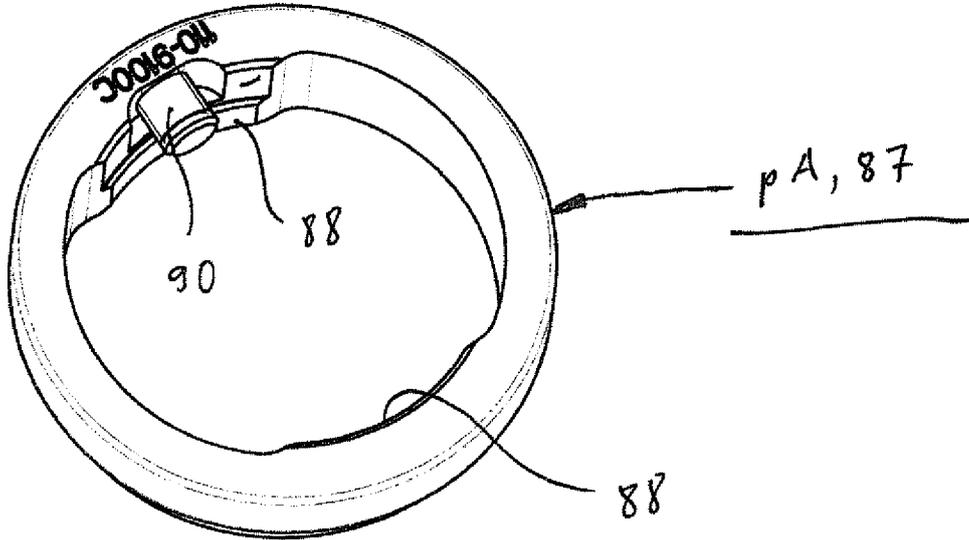
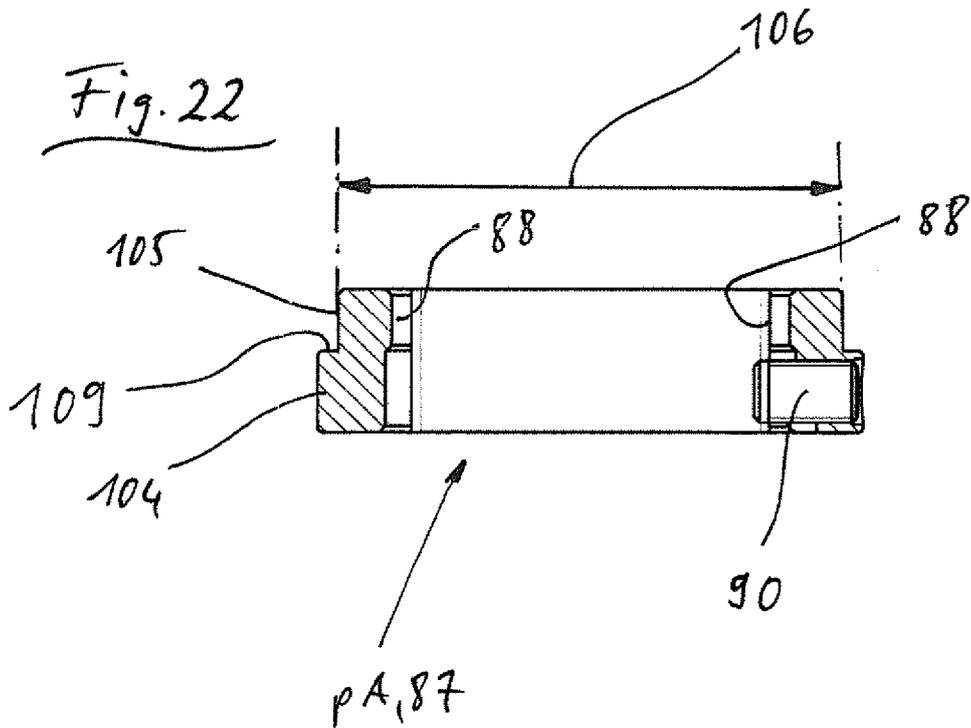
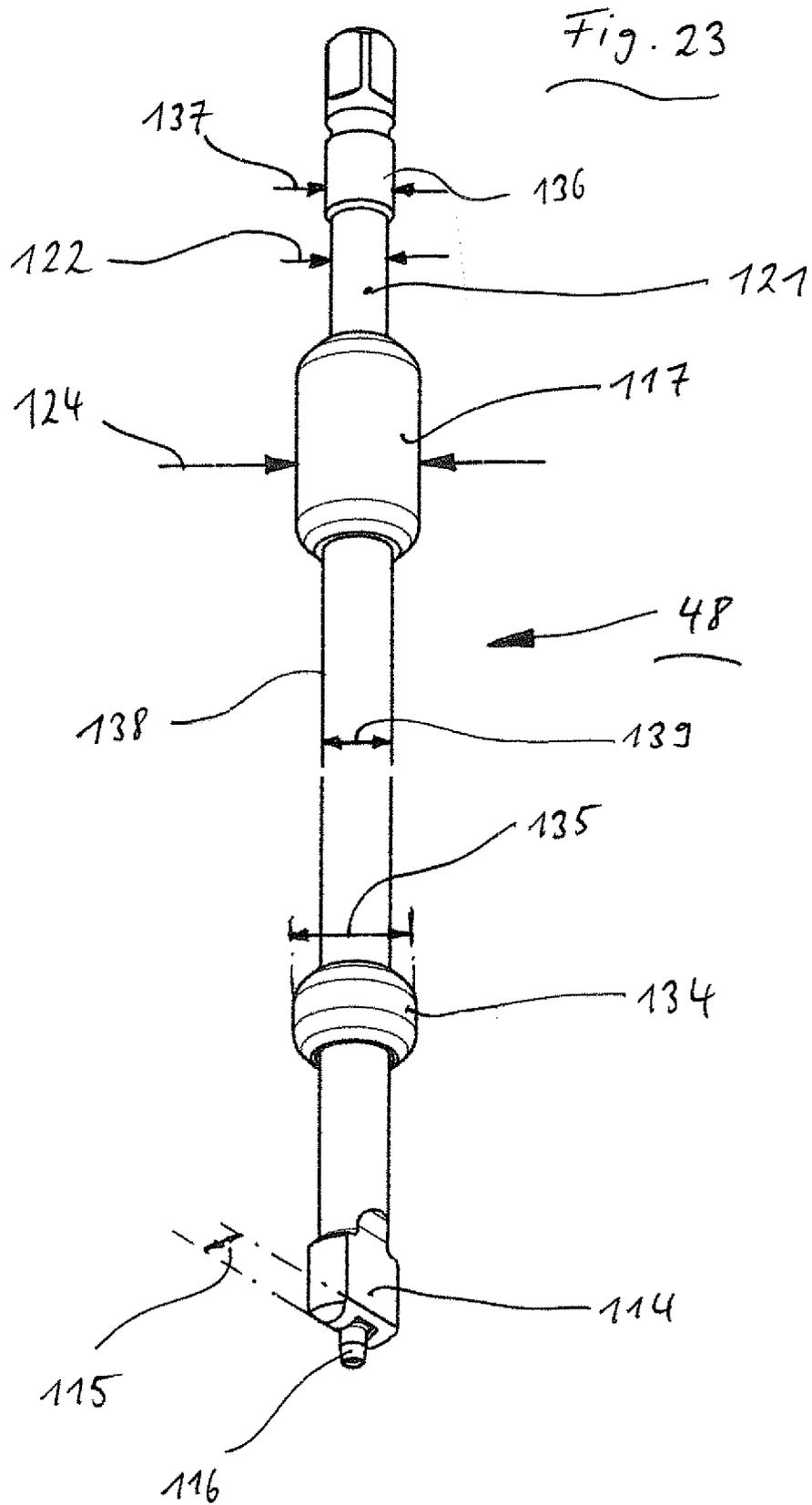
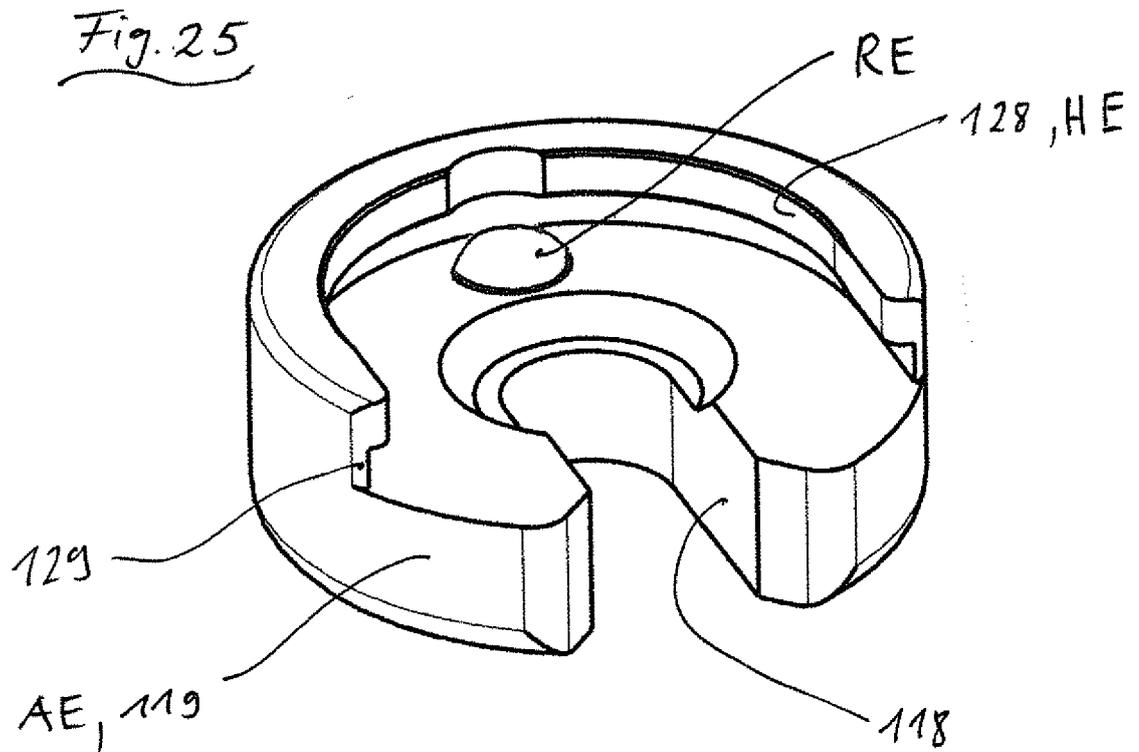
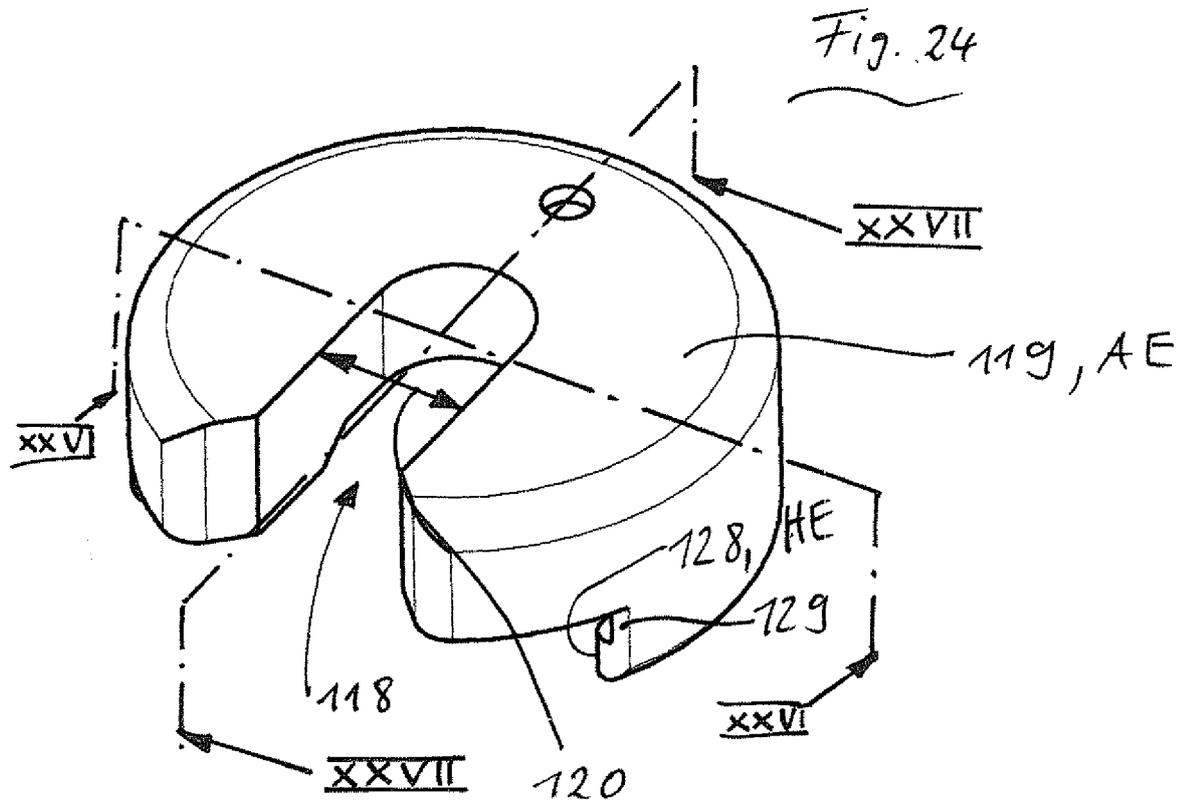
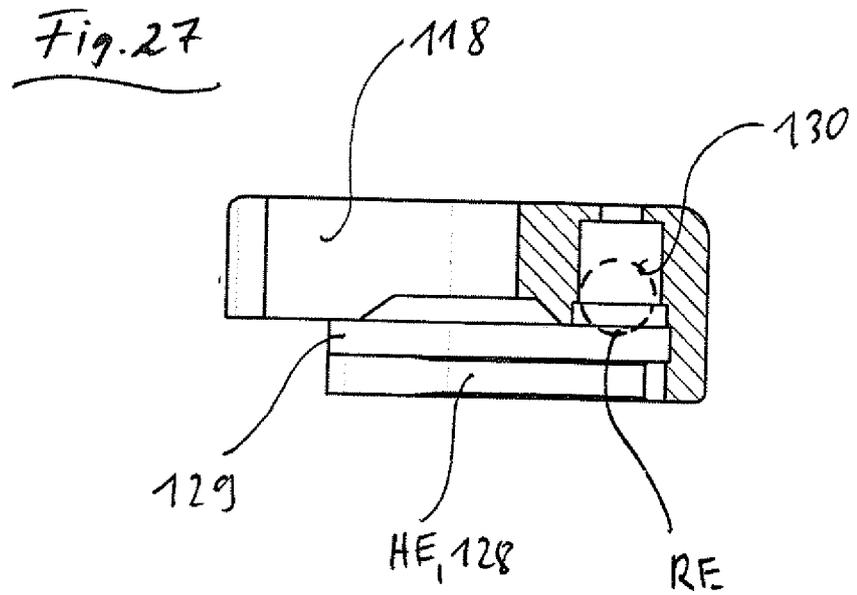
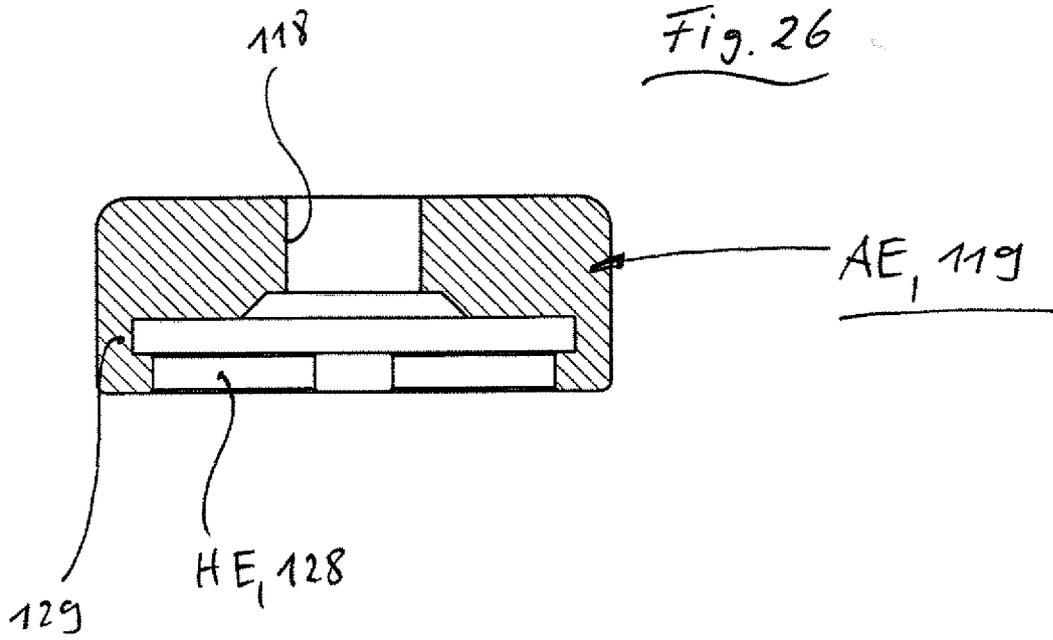


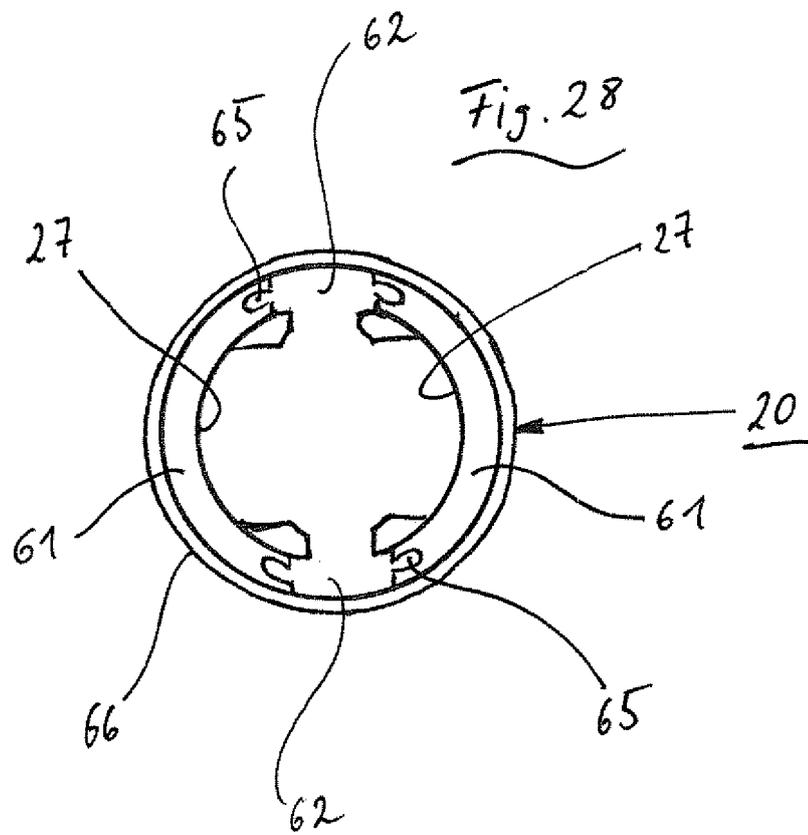
Fig. 22

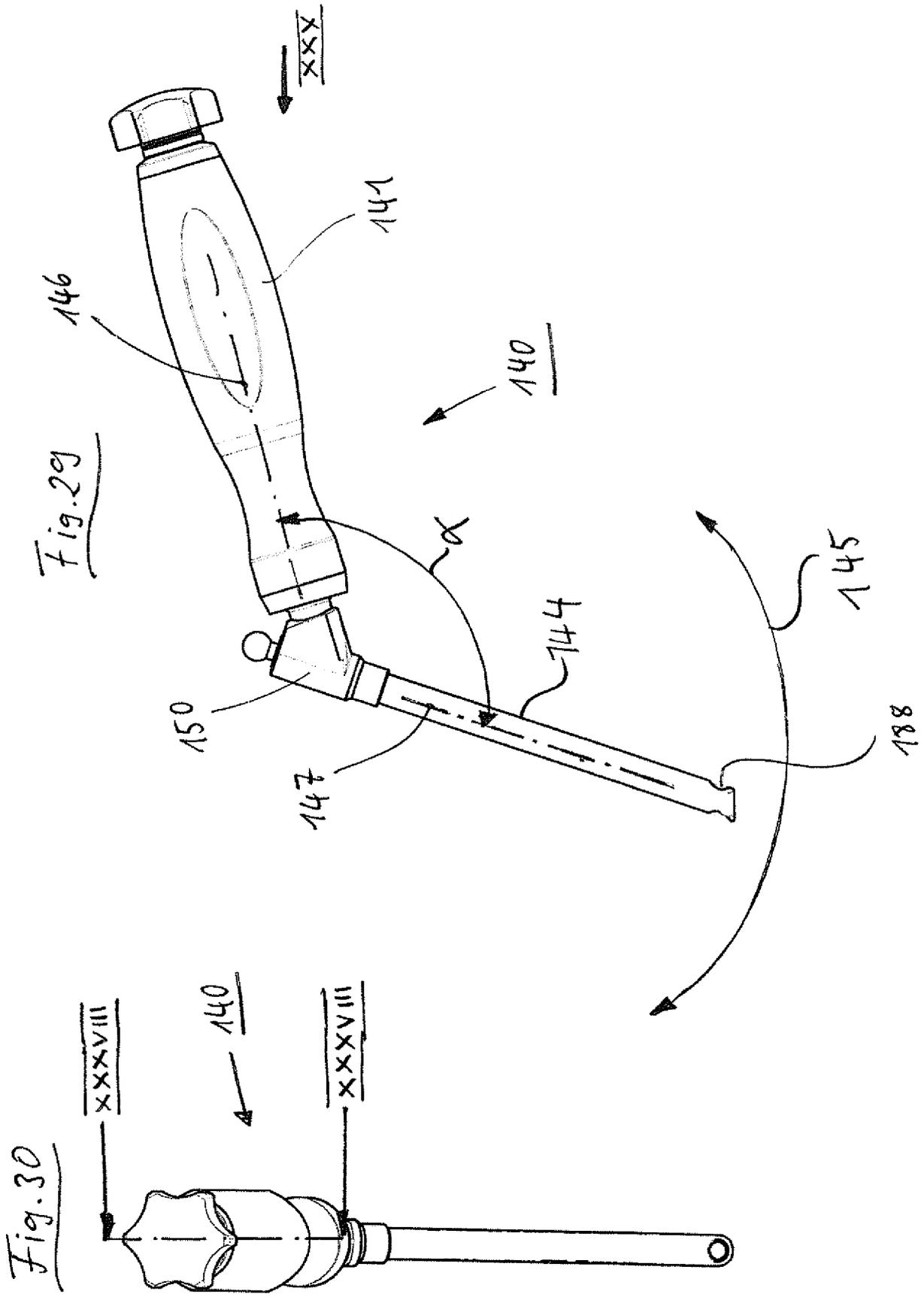












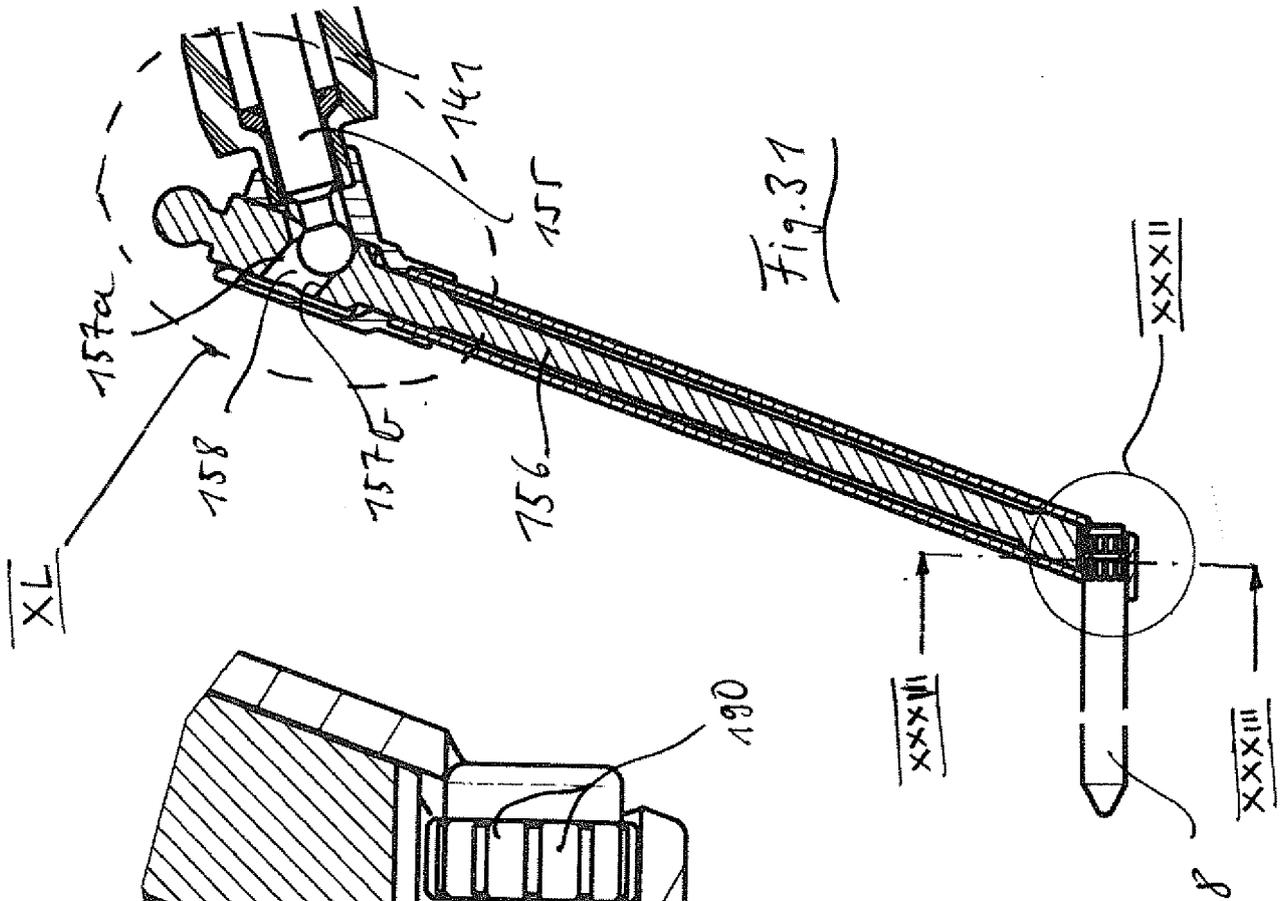


Fig. 32

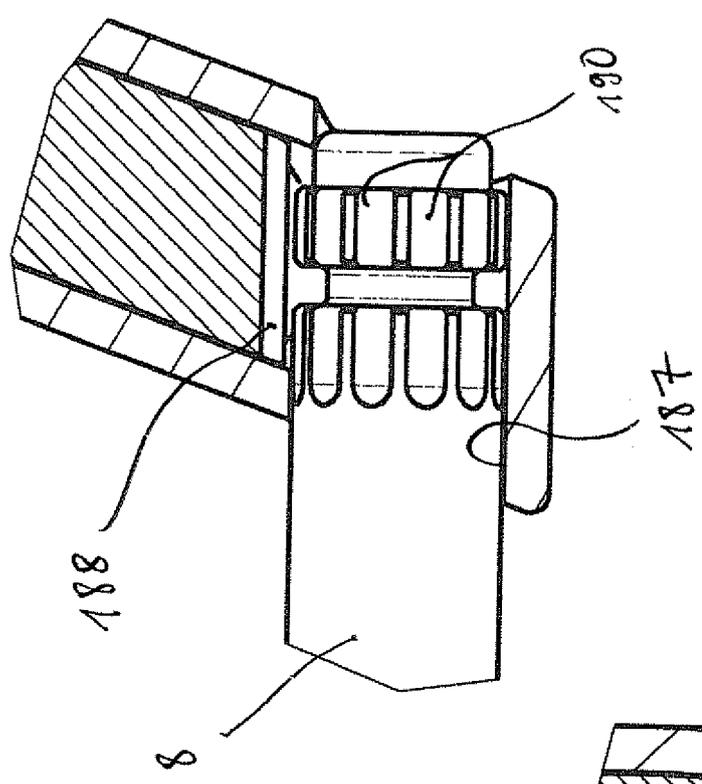
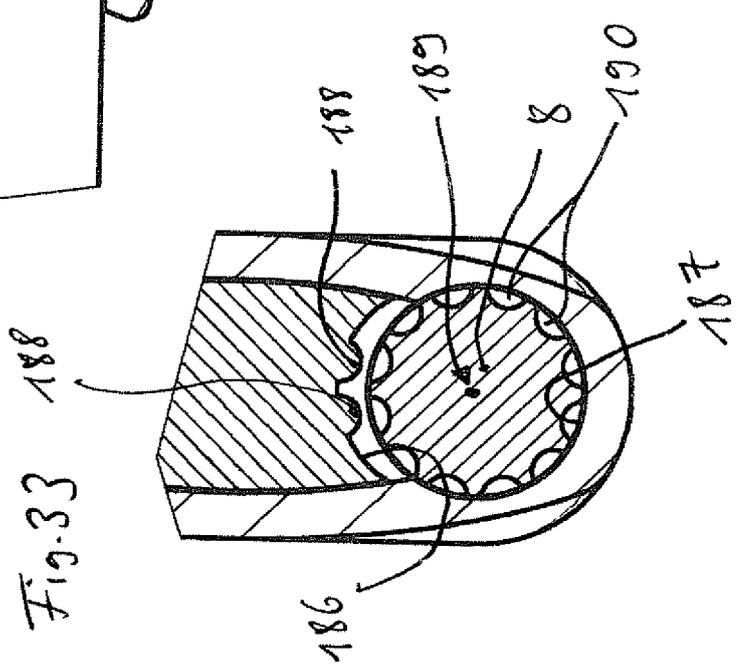


Fig. 33



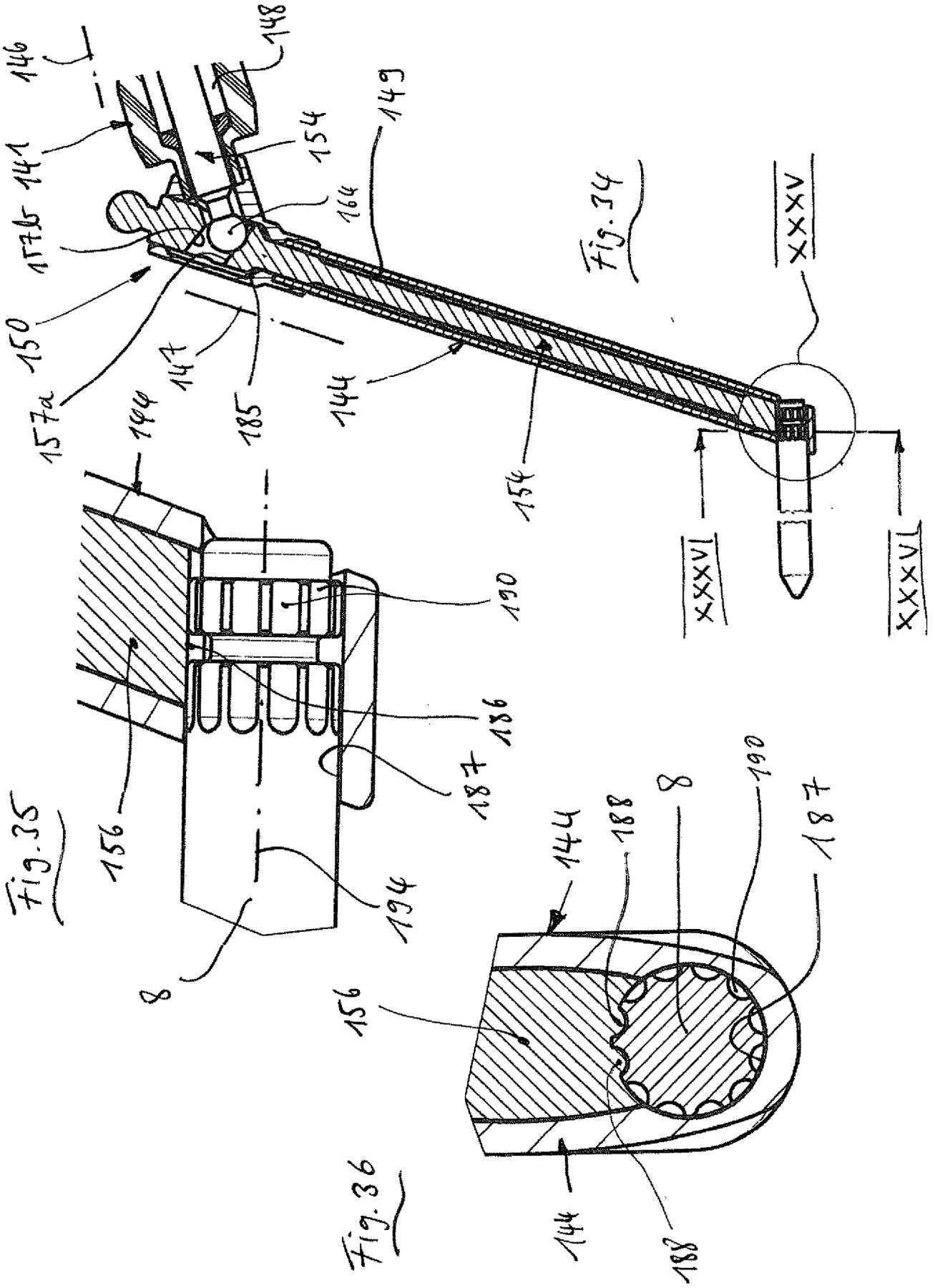


Fig. 37

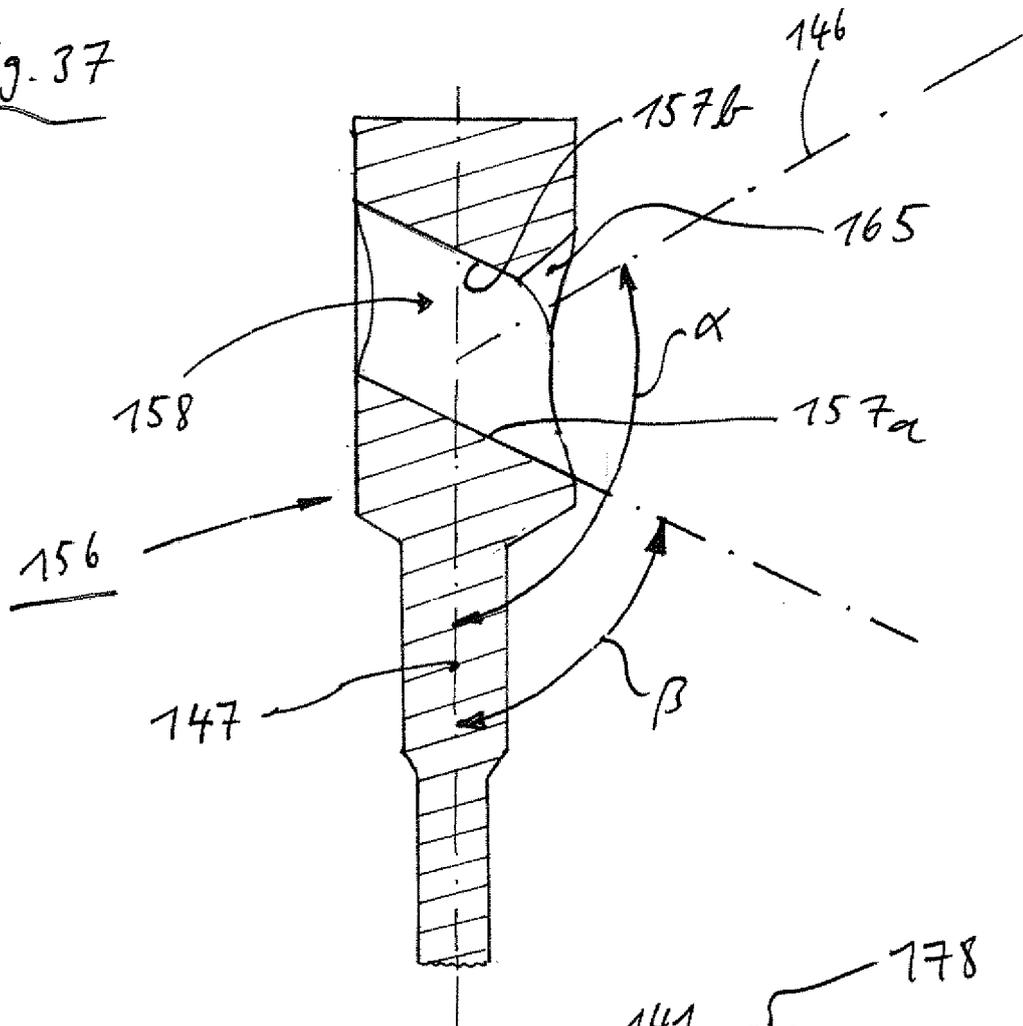


Fig. 38

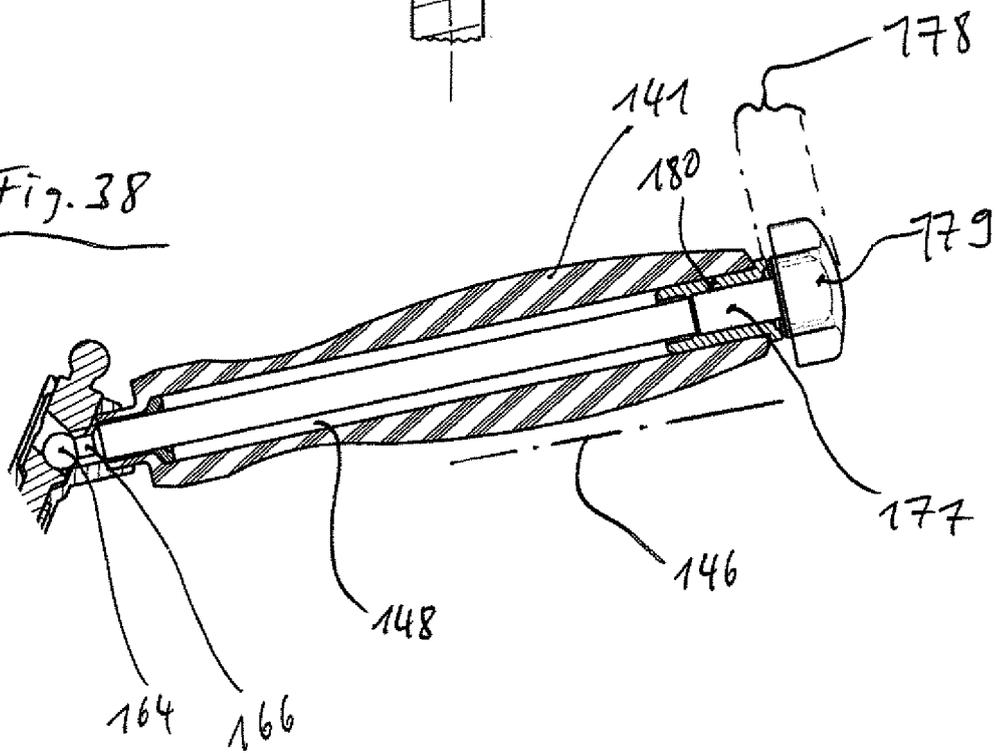


Fig. 39

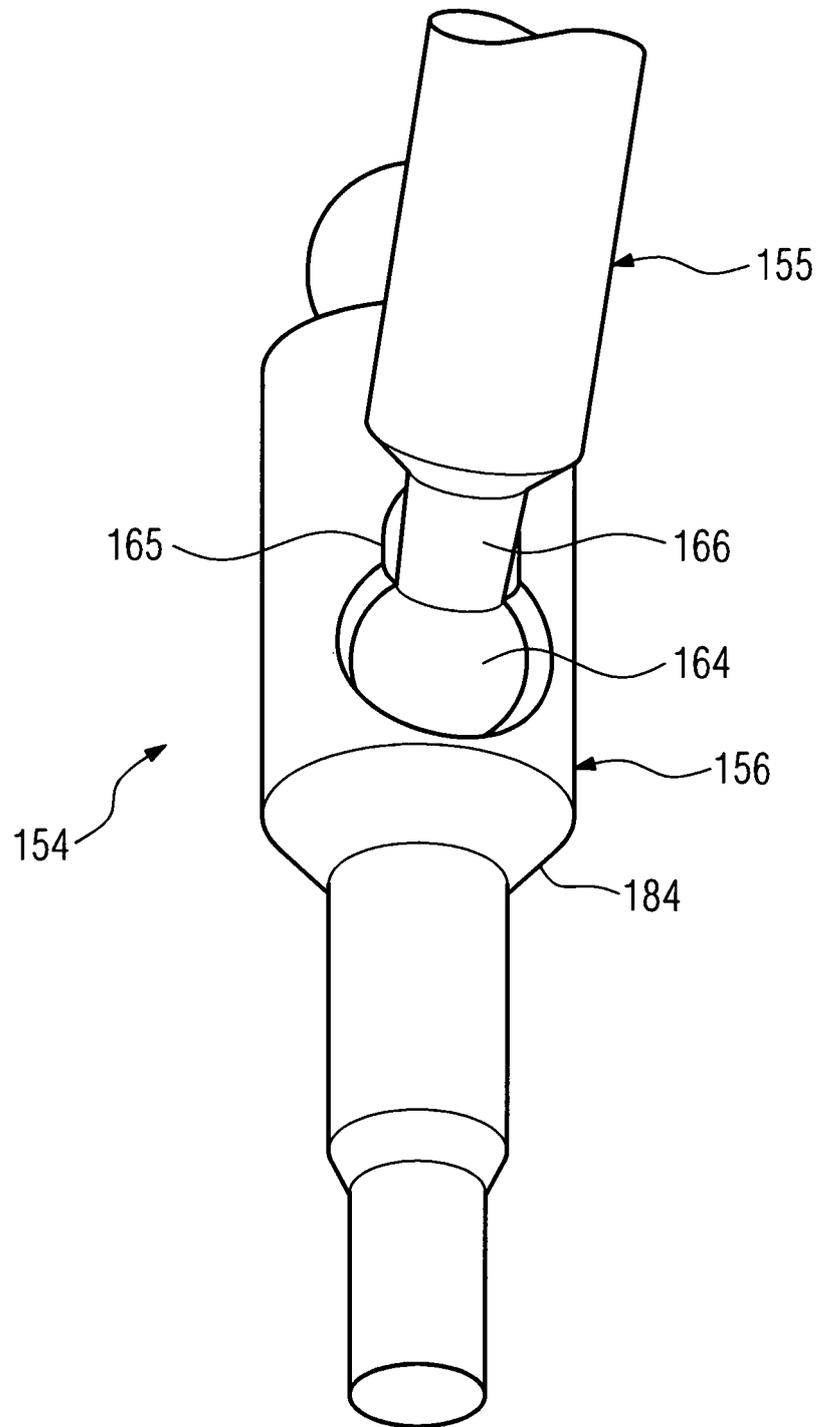


Fig. 40

