



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 100 35 487 B4** 2005.01.27

(12)

Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **100 35 487.4**
(22) Anmeldetag: **21.07.2000**
(43) Offenlegungstag: **07.02.2002**
(45) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: **27.01.2005**

(51) Int Cl.7: **A61B 17/56**
A61F 2/46, B25J 11/00, F15B 21/00

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

(71) Patentinhaber:

**URS Universal Robot Systems GmbH & Co. KG,
19061 Schwerin, DE**

(74) Vertreter:

Jaap, R., Pat.-Anw., 19370 Parchim

(72) Erfinder:

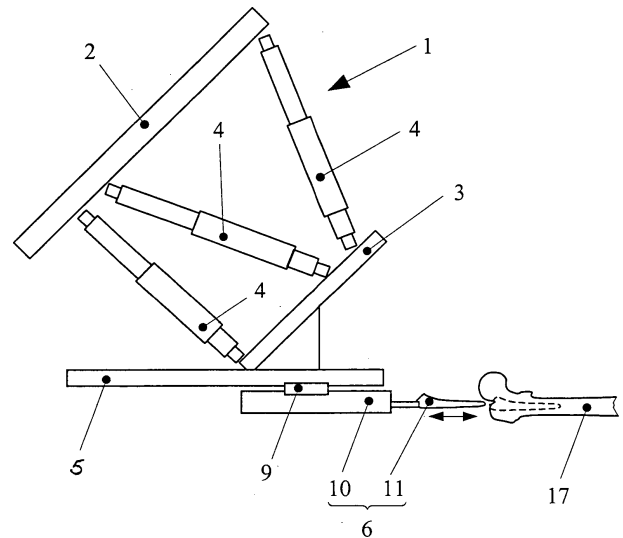
**Szpannek, Martin, Dipl.-Ing., 19063 Schwerin, DE;
Wapler, Matthias, Dipl.-Ing., 22926 Ahrensburg,
DE; Weisener, Thomas, Dr.-Ing., 71254 Ditzingen,
DE; Andersen, Knut, Dr.-med., 78476 Allensbach,
DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 38 02 033 C1
DE 43 04 570 A1
DE 42 19 939 A1
US 52 99 288 A

(54) Bezeichnung: **Chirurgisches Instrument zum Bearbeiten einer knöchernen Struktur**

(57) Hauptanspruch: Chirurgisches Instrument zum Bearbeiten einer knöchernen Struktur, bestehend aus einem oszillierenden Linearantrieb (10) und einem linear beweglichen Bearbeitungswerkzeug (11), die beide über eine Schnellverschlusskupplung (12) verbunden sind, dadurch gekennzeichnet, dass der Linearantrieb (10) für eine rückstoßgedämpfte Bewegung ausgelegt ist und über eine Instrumentenaufnahmeeinheit (5) mit einer Instrumententrägereinheit (1) eines Roboters verbunden ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf ein chirurgisches Instrument nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Derartige Instrumente werden in chirurgischen Kliniken zur Herstellung definierter Konturen in knöchernen Strukturen am Mensch oder Tier verwendet. Insbesondere werden solche Instrumente für die Vorbereitung des Femurs bei der Hüftendoprothetik eingesetzt.

[0003] Bei einer krankhaften Veränderung oder bei einer Beschädigung beispielsweise eines Hüftgelenkes muss in vielen Fällen eine Prothese als künstliches Hüftgelenk eingesetzt werden. Eine solche Prothese besteht aus einem Gelenkfuß mit einem starren Gelenkkopf und einer zum Gelenkkopf passenden Gelenkpfanne. Dabei sind die Gelenkpfanne passgerecht im Sitzbein und der Gelenkfuß passgerecht im Femur eingesetzt.

[0004] Für das Einsetzen der Gelenkpfanne und des Gelenkfußes sind entsprechende Kavitäten in den jeweiligen Knochenteilen auszuarbeiten, die eine hohe Passgenauigkeit besitzen müssen, um ein schnelles Einwachsen der Prothese in den Knochen und damit eine schnelle Rehabilitation des Patienten und eine hohe Stabilität des künstlichen Hüftgelenkes in allen Belastungsrichtungen zu gewährleisten. Dabei soll möglichst eine Kontaktfläche von mindestens 85% zwischen dem Implantat und dem Knochenteil geschaffen werden.

[0005] Gerade der Gelenkfuß besitzt eine solche komplizierte Kontur, dass die geforderte Passgenauigkeit der zu schaffenden Kavität im Femur nur schwer zu erreichen ist.

[0006] Diese Kontur ist im wesentlichen durch eine Querschnittsform bestimmt, die wegen der erforderlichen Rotationsstabilität von einer Rotationssymmetrie abweicht und die durch ovale oder anders gerundete oder eckige Formen gekennzeichnet ist.

Stand der Technik

[0007] Es gehört zur allgemeinen Praxis, solche komplizierten Kavitäten im Femur durch einen mit der Prothese mitgelieferten Satz formgerechter Raspeln mit unterschiedlichen Größen herzustellen, die nacheinander von Hand in den Knochen eingetrieben werden. Diese Arbeitsweise ist körperlich aufwendig. Außerdem ist diese Verfahrensweise sehr ungenau, weil der Eindringverlauf jedes einzelnen Raspelinstrumentes nicht vorbestimmt und nicht gesichert werden kann. Dadurch kann der Gelenkfuß eine gänzlich falsche Stellung bekommen oder ein oder mehrere Raspelinstrumente brechen aus der Sollform aus, so-

dass nicht erwünschte Hohlräume entstehen, die die Kontaktfläche zwischen dem Implantat und dem Knochen zusätzlich verringern.

[0008] Es ist auch bekannt, bei diesem Verfahren ein als „Specht“ bezeichnetes pneumatisches Schlagwerk einzusetzen. Damit wird der körperliche und der zeitliche Aufwand verringert, die Passgenauigkeiten und die Fehlstellungen des Implantates werden damit aber nicht abgestellt. Diese Passgenauigkeiten und die Lageabweichungen werden sogar noch dadurch verstärkt, dass das pneumatische Schlagwerk wegen der im erheblichen Maße auftretenden Rückstöße gegenüber einem Handhammer noch schwerer und unkontrollierter zu handhaben ist.

[0009] Die US 5,294,288 beschreibt nun zum Beispiel ein robotergeführtes Fräsinstrument, mit dem eine definierte Kavität im Femur hergestellt werden kann. Dabei wird eine idealisierte und im Prozessrechner abgelegte Form der Kavität realisiert, in dem das Fräsinstrument der vom Computer vorgegebenen Idealform folgt und dabei mit einer hohen Drehzahl von etwa 65000 Umdrehungen arbeitet. Mit diesem Fräsinstrument können solche gewünschte Kavitäten schnell und mit genauester Präzision eingearbeitet werden. Nachteilig ist lediglich, dass mit diesem robotergeführten Fräsinstrument nur Kavitäten mit einem solchen gerundeten Querschnitt herzustellen sind, dessen kleinster Radius mindestens so groß ist wie der kleinstmögliche Fräserradius. Kavitäten mit engeren Radien oder gar mit einem eckigen Querschnitt können damit jedoch nicht hergestellt werden. Das macht das Fräsverfahren nur begrenzt einsatzfähig, zumal wegen der größeren Rotationsstabilität der Großteil der eingesetzten Gelenkprothesen über eine eckige Querschnittsform verfügt.

[0010] Auch erfordert dieser Operationsablauf sehr viel Zeit, was die Operationskosten erhöht und den Patienten in unnötiger Weise belastet.

Aufgabenstellung

[0011] Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zu Grunde, ein chirurgisches Instrument der vorliegenden Gattung zu entwickeln, das universell einsetzbar ist und die Herstellung von innen- und außenliegenden Konturen einer knöchernen Kontur unterschiedlichster Querschnittskonturen mit höchster Genauigkeit ermöglicht.

[0012] Diese Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Zweckmäßige Ausgestaltungsmöglichkeiten ergehen sich aus den Unteransprüchen 2 bis 5.

[0013] Dabei liegt der besondere Vorteil der Erfindung in der Möglichkeit, Konturen und dabei insbesondere Kavitäten in knöchernen Strukturen in einer

hohen Form- und Lagegenauigkeit herzustellen. Das ermöglicht ein schnelleres Einwachsen der Prothese, bereitet weniger postoperative Schmerzen und verhindert eine Änderung der Geometrie gegenüber dem präoperativen Zustand, was sich in ihrer Gesamtheit auf die Verlängerung der Standzeit der Prothese beim Patienten auswirkt.

[0014] Sehr vorteilhaft ist das sehr breite Einsatzgebiet dieses chirurgischen Instrumentes, das sowohl für innere als auch für äußere Konturen an knöchernen Strukturen einsetzbar ist. Mit diesem chirurgischen Instrument können auch Konturen mit äußerst komplizierten Querschnittsformen hergestellt werden, was insbesondere bei der Hüftendoprothetik von Bedeutung ist, da hier im verstärkten Maße, Prothesen mit von der Rotationssymmetrie abweichenden Querschnittsformen eingesetzt werden, um die Rotationsstabilität zu verbessern.

Ausführungsbeispiel

[0015] Die Erfindung soll anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert werden.

[0016] Dazu zeigen:

[0017] **Fig. 1:** eine vereinfachte Ansicht einer Roboterereinheit mit dem erfindungsgemäßen chirurgischen Instrument zum Bearbeiten einer knöchernen Struktur in der Ausgangslage gegenüber einem Femur und

[0018] **Fig. 2:** das chirurgische Instrument zum Bearbeiten einer knöchernen Struktur und der Femur in einer vergrößerten Ansicht.

[0019] Ein Präzisionsroboter, wie er in der Medizintechnik allgemein zur Anwendung kommt, besteht im wesentlichen aus einer Robotereinheit, einem Steuerungsrechner und einer Bedieneinheit, die zu einer Geräteeinheit ausgeführt sind. Ein solcher Roboter ist in seinem Aufbau so bekannt, dass an dieser Stelle auf eine zeichnerische Darstellung verzichtet wurde.

[0020] Kernstück der Robotereinheit ist eine Instrumententrägereinheit **1**, die beispielhaft gemäß der **Fig. 1** als ein Hexapod mit einer parallelen Kinematik und sechs Freiheitsgraden ausgerüstet ist. Diese Instrumententrägereinheit **1** symbolisiert in der nachfolgenden Ausführungsbeschreibung den gesamten Roboter.

[0021] Die Instrumententrägereinheit **1** besteht bekanntermaßen aus einer Gestellplatte **2** mit einem nicht dargestellten Führungsschlitten für den Anschluss an die Robotergeräteeinheit und aus einer Arbeitsplatte **3**. Die Gestellplatte **2** und die Arbeitsplatte **3** sind über sechs Linearantriebe **4** gelenkig miteinander verbunden, die in einer derartigen Weise

ausgerichtet und an der Gestellplatte **2** und der Arbeitsplatte **3** befestigt sind, dass sie eine geschlossene Gelenkkette ausbilden.

[0022] Die einzelnen Linearantriebe **4** eines in der Medizintechnik eingesetzten Präzisionsroboters werden in der Regel elektrisch betrieben und besitzen demnach eine einerseits angelenkte Gewindespindel mit einer definierten Länge und eine andererseits angelenkten Gewindemutter und einen gesteuerten Elektromotor. Mit diesem elektrischen Antriebs- und Steuersystem kann ein kontrollierter Bewegungsablauf jedes einzelnen Linearantriebes **4** erzeugt werden. Im Zusammenspiel aller sechs Linearantriebe **4** ist so eine von der Bedieneinheit des Roboters signalisierte Bewegung der Arbeitsplatte **3** mit höchster Genauigkeit möglich.

[0023] Diese Bewegung der Arbeitsplatte **3** wird durch ein zusätzliches Überwachungssystem kontrolliert, dass aus mindestens drei nicht extra kenntlich gemachten, längenveränderlichen Messstrecken gebildet wird, die unabhängig von den Linearantrieben **4** und in besonderer Weise an der Gestellplatte **2** und der Arbeitsplatte **3** angelenkt sind. Die Längenveränderungen der einzelnen Messstrecken werden sensorisch erfasst, ausgewertet und mit dem gewollten Bewegungsablauf der Arbeitsplatte **3** verglichen.

[0024] Die Arbeitsplatte **3** ist mit einer Instrumentenaufnahmeeinheit **5** für ein chirurgisches Instrument **6** ausgerüstet. Diese Instrumentenaufnahmeeinheit **5** ist starr mit der Arbeitsplatte **3** verbunden. Auf der Instrumentenaufnahmeeinheit **5** befindet sich ein linear verfahrbarer Instrumentenschlitten **9**, auf dem das chirurgische Instrument **6** mittels nicht dargestellter Befestigungselemente in gesicherter Weise aufgesetzt ist.

[0025] Mit der Drehbarkeit und der Schwenkbarkeit der Arbeitsplatte **3** und mit der linearen Verfahrbarkeit des Instrumentenschlittens **9** gegenüber der Instrumentenaufnahmeeinheit **5** kann das chirurgische Instrument **6** in eine optimale Grundposition gebracht werden.

[0026] Das chirurgische Instrument **6** besteht aus einem oszillierenden Linearantrieb **10** und einem zerpannenden Bearbeitungswerkzeug **11**, die beide über eine Schnellverschlusskupplung **12** miteinander verbunden sind. Dabei ist der oszillierende Linearantrieb **10** mit einer Rückstoßdämpfung ausgerüstet.

[0027] Wie insbesondere die **Fig. 2** näher zeigt, ist der oszillierende Linearantrieb **10** einerseits mit der Schnellverschlusskupplung **12** ausgerüstet und besitzt andererseits einen Handgriff **13** und einen Bedienhebel **14**. Der Bedienhebel **14** kann natürlich auch mit einer Fernbedienung verbunden sein. Im Bereich des Handgriffes **13** befindet sich ein An-

schluss **15** für die Druckluftzuführung und eine Auslassöffnung **16** für die verbrauchte Druckluft. In besonderer Weise ist diese Auslassöffnung **16** vom zu operierenden Patienten weggerichtet.

[0028] Das zerspanende Bearbeitungswerkzeug **11** ist vorzugsweise als eine Raspel ausgebildet und besitzt auf dem ganzen Umfang verteilte Bearbeitungszähne. Dabei ist das Bearbeitungswerkzeug **11** äußerlich in der Form des später in den Femur **17** einzusetzenden Gelenkfußes ausgebildet und als ein Satz von mehreren einzelnen, in ihrer Größe gestaffelten Bearbeitungswerkzeugen **11** zusammengestellt.

[0029] Zur Herstellung einer Kavität in einem Femur für die Hüftendoprothetik wird zunächst die vorbereitete Position und Lage des Femurs ausgemessen und vom Rechner des Roboters erfasst und gespeichert. Danach wird die Tiefe der einzubringenden Kavität bestimmt und ebenfalls erfasst und gespeichert. Mit diesen Datenspeicherungen wird anschließend das chirurgische Instrument **6** mit Hilfe der Instrumententrägereinheit **1** des Präzisionsroboters und dem einstellbaren Instrumentenschlitten **9** in seine optimale Ausgangsposition positioniert und auf die vorprogrammierte Bearbeitungslinie ausgerichtet. Danach befindet sich der Instrumentenschlitten **9** auf einer Mittellinie mit dem Femur und in einem solchen Abstand vom Femur, dass eine problemlose Bestückung bzw. ein Wechsel des Bearbeitungswerkzeuges **11** möglich ist.

[0030] Der oszillierende Pneumatikantrieb **10** des chirurgischen Instruments **6** wird zunächst mit der kleinsten Ausföhrung des Bearbeitungswerkzeuges **11** bestückt.

[0031] Mit der Oszillationsbewegung des Linearantriebes **10** und der vom Instrumentenschlitten **9** ausgehenden Vorschubbewegung des Pneumatikantriebes **10** wird das Bearbeitungswerkzeug **11** in einem ersten Arbeitsgang in das Knochenmark des Femurs **17** eingetrieben. Dabei wird die Vorschubbewegung vom Rechner des Roboters überwacht und gesteuert und gegebenenfalls korrigiert.

[0032] Diesem ersten Arbeitsgang folgen in gleicher Weise weitere Arbeitsgänge mit jeweils größeren Bearbeitungswerkzeugen **11**, bis mit dem am Größten ausgeführten Bearbeitungswerkzeug **11** die gewünschte Kavität in der erforderlichen Größe und Länge hergestellt ist.

[0033] Anschließend folgen in bekannter Weise die weiteren erforderlichen Operationshandlungen der Hüftendoprothetik.

Bezugszeichenliste

1	Instrumententrägereinheit
2	Gestellplatte
3	Arbeitsplatte
4	Linearantrieb
5	Instrumentenaufnahmeeinheit
6	chirurgisches Instrument
7	
8	
9	Instrumentenschlitten
10	oszillierender Linearantrieb
11	Bearbeitungswerkzeug
12	Schnellverschlusskupplung
13	Handgriff
14	Bedieneinheit
15	Anschluss für die Druckluftzuführung
16	Auslassöffnung
17	Femur

Patentansprüche

1. Chirurgisches Instrument zum Bearbeiten einer knöchernen Struktur, bestehend aus einem oszillierenden Linearantrieb (**10**) und einem linear beweglichen Bearbeitungswerkzeug (**11**), die beide über eine Schnellverschlusskupplung (**12**) verbunden sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Linearantrieb (**10**) für eine rückstoßgedämpfte Bewegung ausgelegt ist und über eine Instrumentenaufnahmeeinheit (**5**) mit einer Instrumententrägereinheit (**1**) eines Roboters verbunden ist.

2. Chirurgisches Instrument nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Linearantrieb (**10**) pneumatisch betrieben wird.

3. Chirurgisches Instrument nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der pneumatische Linearantrieb (**10**) eine vom Patienten weggerichtete Auslassöffnung (**16**) für die verbrauchte Druckluft besitzt.

4. Chirurgisches Instrument nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Linearantrieb (**10**) über einen linear verfahrenbaren Instrumentenschlitten (**9**) mit der Arbeitsplatte (**3**) der Instrumententrägereinheit (**1**) verbunden ist.

5. Chirurgisches Instrument nach den Ansprüchen 3 und 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Instrumententrägereinheit (**1**) des Roboters als ein Hexapod mit sechs Freiheitsgraden ausgestattet ist.

Es folgen 2 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

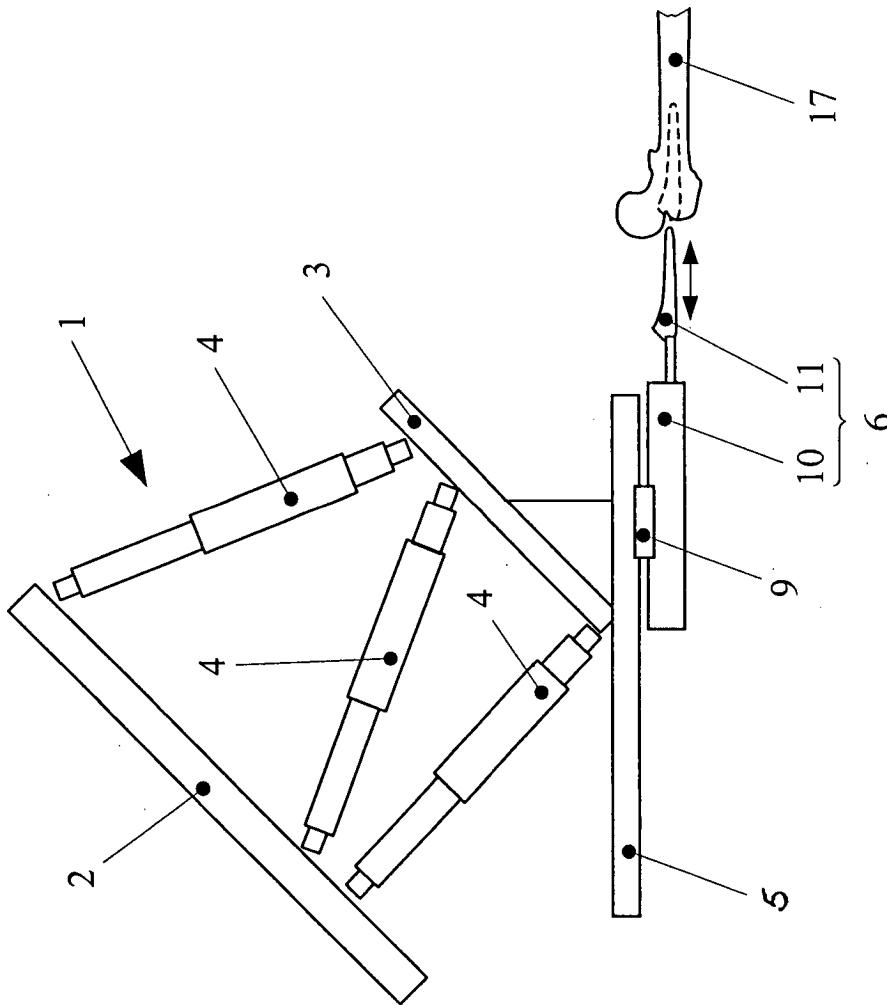


Fig. 1

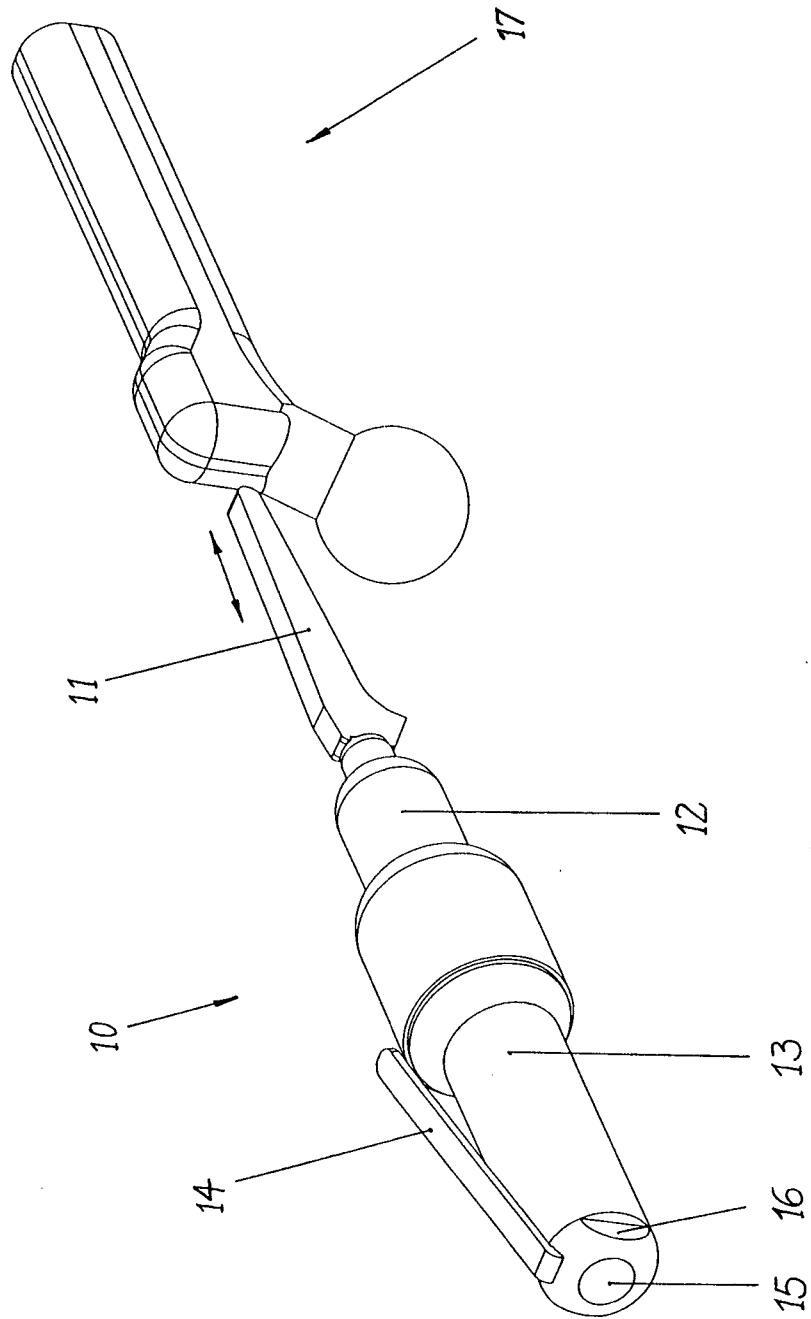


Fig. 2