



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH

703 692 B1

(51) Int. Cl.: A61F 2/46 (2006.01)

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 01316/11

(22) Anmeldedatum: 09.08.2011

(43) Anmeldung veröffentlicht: 15.03.2012

(30) Priorität: 31.08.2010 AT GM 535/2010

(24) Patent erteilt: 15.03.2016

(45) Patentschrift veröffentlicht: 15.03.2016

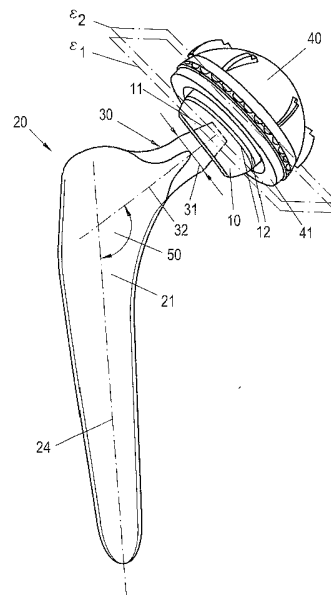
(73) Inhaber:
Implantech Medizintechnik Ges.m.b.H.,
Im Rebengrund 13
2344 Maria Enzersdorf (AT)

(72) Erfinder:
Karl-Heinz Widmer, 79249 Merzhausen (DE)

(74) Vertreter:
Schmauder & Partner AG Patent- und Markenanwälte
VSP, Zwängiweg 7
8038 Zürich (CH)

(54) Navigationskugelpfanne mit Messmarkierungen.

(57) Die Erfindung betrifft einen Navigationskugelpfanne (10) zur Auswahl und Positionierung einer Gelenkendoprothese für kugelige Gelenke eines menschlichen oder tierischen Körpers, insbesondere einer Hüftgelenkendoprothese, wobei die Gelenkendoprothese einen in eine Markhöhle eines Knochens einsetzbaren Prothesenhals (20), von dem sich ein Prothesenhals (30) erstreckt, einen am freien Ende des Prothesenhalses (30) befestigten Gelenkskopf und eine in einen Knochen einsetzbare Gelenkspfanne (40), die zusammen mit dem Gelenkskopf ein Kugelgelenk bildet, umfasst, wobei der Navigationskugelpfanne (10) mit einem zum Innendurchmesser der Gelenkspfanne (40) korrespondierenden Aussendurchmesser und mit einer Ausnehmung (11) zum Aufstecken an das freie Ende des Prothesenhalses (30) sowie mit an seiner Oberfläche vorgesehenen, zumindest teilweise umlaufenden Messmarkierungen (12) ausgestattet ist. Die Messmarkierungen (12) am Navigationskugelpfanne (10) sind ein dreidimensionales Abbild eines mathematischen Berechnungsmodells, welches einen für die Beweglichkeit der Gelenkendoprothese idealen, als «Safe Zone» bezeichneten Wertebereich der Relativposition von Prothesenhals (20) und Gelenkspfanne (40) zueinander angibt. Die Messmarkierungen (12) sind in zwei oder mehreren Markierungsebenen (E_1 , E_2) parallel zueinander derart angebracht, dass für eine optimale Relativposition der Komponenten der Gelenkendoprothese die Messmarkierungen (12) in Einbaulage parallel zum Rand (41) der Gelenkspfanne (40) angeordnet sind.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Navigationskugelpfopf zur Auswahl und Positionierung einer Gelenkendoprothese für kugelige Gelenke eines menschlichen oder tierischen Körpers, insbesondere einer Hüftgelenkendoprothese, gemäss dem Oberbegriff von Anspruch 1.

[0002] Insbesondere betrifft die Erfindung einen Navigationskugelpfopf, welcher als universelles Messinstrument zur visuellen Auswahl und idealen Positionierung unterschiedlicher Modelle von Hüftgelenkendoprothesen, sowohl von Modellen mit einem einteilig symmetrisch oder einteilig anatomisch geformten Prothesenschaft mit daran befestigtem Prothesenhals, als auch von mehrteiligen modular aufgebauten Modellen mit einem modularen Prothesenschaft, der mit einem separaten austauschbaren Prothesenhals verbindbar ist, dient.

[0003] Endoprothesen für Schulter- oder Hüftgelenke sind in vielfältigen Formen und Ausführungen seit langem bewährte Hilfsmittel zum Ersatz eines durch einen Unfall oder durch Abnutzungerscheinungen, wie beispielsweise Arthrose, geschädigten Gelenks. Hierbei wird meist ein Fixier- oder Schaftteil in die Markhöhle des entsprechend vorbereiteten Knochens eingesetzt, welches sich in einem Gelenkteil fortsetzt, welches mit einem weiteren Prothesenteil zusammenwirkt, welcher in den anderen Knochen des prothetisch zu versorgenden Gelenks eingesetzt ist. Eine solche Endoprothese für ein Hüftgelenk ist beispielsweise aus dem Dokument WO 95/13 757 bekannt.

[0004] Aus DE 4 407 227 A1 ist weiterhin eine Gelenkprothese bekannt, die mittels modulartigem Aufbau des Prothesenhalses zwischen einem Oberschenkelchaft und einem Oberschenkelkopf eine kontrollierte winkelige Ausrichtung des Halsstückes in Bezug auf den Schaft bietet.

[0005] Eine ähnlich gestaltete Prothese ist auch aus dem Dokument WO 00/64 384 bekannt. Diese beschreibt eine Endoprothese in Form eines an seinen Enden jeweils konisch geformten Implantats, welches in den Knochen eingesetzt wird, wobei das Implantat aus zwei Teilen besteht. Der eine Teil ist als Vielkeilprofil mit meander- oder wellenförmigen Erhöhungen ausgebildet, die damit eine formschlüssige Fixierung in der komplementär geformten Einstecköffnung im Oberschenkelchaft ermöglichen. Der andere Teil besteht aus einem konischen Halsabschnitt mit glatter Oberfläche, an dessen freiem Ende ein Hüftkopf aufgesetzt werden kann. Die Achse dieses Halsabschnittes steht in einem definierten Winkel zur Achse des Endabschnittes, welcher formschlüssig im Oberschenkelchaft fixiert ist. Durch Verdrehen des Endabschnittes im Oberschenkelchaft entsprechend den Erhöhungen sowie durch Austausch unterschiedlich langer Halsabschnitte lässt sich die Prothese stufenweise an die anatomischen Gegebenheiten anpassen.

[0006] Weiters ist aus der DE 9 216 094 U1 ein Oberschenkelteil einer Hüftgelenkendoprothese bekannt, wobei die Längsachsen der beiden konisch geformten Endteile einen parallelen Versatz haben. Zur Fixierung der Lage der Prothese sind am Endteil, der im Oberschenkelchaft aufgenommen wird, Befestigungsmittel wie Schrauben vorgesehen, oder dieser Endteil ist aufgrund seiner speziellen geometrischen Ausformung formschlüssig in der Ausnehmung des Oberschenkelchaftes zu fixieren. Das freie andere Ende der Prothese ragt in eine entsprechende Konusausnehmung des Gelenkkopfes.

[0007] Nachteilig an den aus dem Stand der Technik bekannten Prothesen ist dabei, dass sie dem Chirurgen keine Hilfestellung zur Bestimmung der optimalen Einbaulage von Gelenkspfanne und Oberschenkelchaft bzw. deren Relativlage zueinander entsprechend den individuellen anatomischen Gegebenheiten des Patienten bieten.

[0008] Aus der EP 0 363 019 A2 ist ein Probiergelenkspfopf mit teilweise umlaufenden Markierungen bekannt, der in eine künstliche Gelenkspfanne eingelegt werden kann. Der etwa halbkugelförmige Probiergelenkspfopf ist an einer Seite, die beim Einlegen aus der künstlichen Gelenkspfanne ragt, zur leichteren Handhabung abgeplattet.

[0009] Nachteilig an diesem Probiergelenkspfopf ist, dass dieser nicht mit den benachbarten bzw. daran anschliessenden Teilen der Gelenkendoprothese verbindbar ist. Somit kann nicht festgestellt werden, ob ein anstelle des Probiergelenkspfopfes später eingesetzter Gelenkspfopf mit einem daran angrenzenden Zwischen- bzw. Verbindungsstück in der jeweils optimalen Einbaulage verbindbar ist.

[0010] In der WO 2003/057 087 A2 wird ein Hilfsmittel zur Implantation einer Hüftgelenkendoprothese, umfassend eine Manipulierpfanne, einen Manipulier-Gelenkspfopf sowie eine Einrichtung zum Festhalten der ausgerichteten Lage der Manipulierpfanne, gezeigt. Mit dieser Einrichtung sind dann ein Knochenfräser und ein Einschlaginstrument für die Platzierung der Hüftpfanne entsprechend ausrichtbar.

[0011] Bei diesem Hilfsmittel handelt es sich um eine Ausrichtlehre zur Bestimmung der ausgerichteten Lage der Manipulierpfanne in Bezug auf deren Winkel gegenüber dem Acetabulum. Nachteilig an dieser Ausführung ist, dass während der Operation ein Führungsstab, auf dem die Ausrichtlehre aufgeschoben wird, in den Beckenknochen des Patienten eingeschraubt werden muss. Der Führungsstab wird nach dem Einsetzen der Gelenkendoprothese wieder operativ aus dem Beckenknochen entfernt. Weiters ist von Nachteil, dass nur ein vorgegebener, nicht austauschbarer Prothesenhals zum Ansetzen an den Gelenkspfopf vorgesehen ist. Eine individuelle Verbindung des Prothesenhalses mit dem Gelenkspfopf mit jeweils unterschiedlichem Antetorsionswinkel ist hier nicht möglich.

[0012] Aus dem Dokument WO 2010/046 470 A1 ist ein Manipuliersystem zur visuellen Auswahl und Positionierung von Bestandteilen einer mehrteiligen Gelenkendoprothese, vorzugsweise einer Hüftgelenkendoprothese, bekannt. Dabei wird eine Navigationskugel, welche an ihrer Oberfläche mit Markierungen versehen ist, während der Operation an das freie Ende eines austauschbaren Verbindungshalses angesetzt, um anhand der Markierungen entscheiden zu können, welcher

von mehreren unterschiedlich geformten, austauschbaren Verbindungshälsen mit dem Prothesenschaft in unterschiedlichen Winkellagen idealerweise kombinierbar ist.

[0013] Durch Computer-assistierte Verfahren (engl.: «Computer assisted implantation»), die allerdings einen sehr hohen apparativen Aufwand erfordern, können neuerdings die komplette Vermessung und Positionierung aller Komponenten der Prothese durchgeführt und so ein verbessertes Ergebnis des Range of Motion erzielt werden. Als Navigationseinrichtungen werden dabei Roboter eingesetzt. [Widmer et.al: «The impact of the CCD-angle on range of motion and cup positioning in total hip arthroplasty». Clinical Biomechanics 20, (2005), S. 723–728]; [Haaker et.al: «Comparison of Conventional Versus Computer-Navigated Acetabular Component Insertion». J. Arthroplasty 22 (2), (2007), S. 151–159]

[0014] Von Nachteil ist dabei, dass nicht alle Spitäler mit derartigen computergesteuerten Robotern zur Vermessung der Körpergeometrie bzw. zur Computer-assistierten Implantation ausgestattet sind und derartige Mess- und Operationsmethoden apparativ und zeitlich sehr aufwendig sind. Nachteilig ist weiters, dass das medizinische Personal für die Bedienung dieser Computer-assistierten Operationsverfahren eigene Schulungen benötigt.

[0015] Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein universelles Messinstrument zu schaffen, welches eine einfache visuelle Hilfestellung zur Auswahl eines bestimmten Gelenkendoprothesenmodells bietet sowie zur Ermittlung der optimalen dreidimensionalen Positionierung von Komponenten unterschiedlicher Gelenkendoprothesenmodelle dient. Die Anwendung eines derartigen zu schaffenden universellen Messinstruments soll daher keinesfalls auf den Einsatz zur visuellen Beurteilung eines einzelnen, bestimmten Prothesenmodells beschränkt sein.

[0016] Die optimale Positionierung der Prothesenkomponenten ist typischerweise prothesenspezifisch. Die Erfindung soll dem Operateur somit zur visuellen Beurteilung der idealen Relativposition von Prothesenschaft und Gelenkspalte sowohl für einteilig symmetrisch geformte und für einteilig anatomisch geformte Prothesenschäfte mit daran befestigtem Prothesenhals, als auch für mehrteilige modulare Prothesenschäfte mit separatem Prothesenhals dienen.

[0017] Damit soll es möglich werden, auch ohne grossen apparativen Aufwand eine bestmögliche Rekonstruktion des defekten Kugelgelenkes für den Patienten zu erreichen. Eine weitere Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, durch eine visuelle Beurteilung und Einstellen einer optimalen Position der Prothese mögliche postoperative Komplikationen nach dem Totalersatz eines kugeligen Gelenkes weitestgehend zu vermeiden. Damit sollen einerseits Folgekosten durch weitere Behandlungen minimiert und andererseits ein wesentlicher Beitrag zum Wohl des Patienten geleistet werden.

[0018] Generelles Ziel der Rekonstruktion eines Kugelgelenkes, insbesondere eines Hüftgelenkes, muss sein, intraoperativ die ursprüngliche Beweglichkeit (engl: «Range of Motion») weitestgehend wieder herzustellen. Nur wenn diese erreicht wird, ist die Gefahr von Impingement (FAI, Femoro-Acetabuläres Impingement bei Hüftgelenken; ein knöcherner Anschlag zwischen dem gelenknahen Anteil des Oberschenkels und der Gelenkspalte) oder Dislokation gebannt. Für eine erfolgreiche Rekonstruktion des Kugelgelenkes erfährt die individuelle Einstellung des CCD-Winkels (Abkürzung für Caput-Collum-Diaphysen-Winkel; beschreibt den Winkel zwischen dem Schenkelhals und dem Schaft des Oberschenkelknochens) sowie des Antetorsionswinkels zunehmende Bedeutung. Es ist somit ebenfalls Aufgabe der gegenständlichen Erfindung, dem Operateur eine Hilfestellung zur individuellen Einstellung des CCD-Winkels und Antetorsionswinkels zu bieten, um die ursprüngliche Beweglichkeit des Kugelgelenkes wieder herzustellen.

[0019] Diese Aufgaben werden mit einem Navigationskugelpf gemäss dem Oberbegriff des Anspruches 1 mit den Merkmalen des kennzeichnenden Teiles des Anspruchs 1 gelöst. Die abhängigen Ansprüche betreffen besonders vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung.

[0020] Bei einem erfindungsgemässen Navigationskugelpf gemäss dem Oberbegriff von Anspruch 1 sind die Messmarkierungen an seiner Oberfläche ein dreidimensionales Abbild eines mathematischen Berechnungsmodells, welches einen für die Beweglichkeit der Gelenkendoprothese idealen Wertebereich der Relativposition von Prothesenschaft und Gelenkspalte zueinander angibt.

[0021] Der erfindungsgemässe Navigationskugelpf dient dem Operateur dabei intraoperativ als universelles Messinstrument zur visuellen Beurteilung seiner Auswahl, mit welchem Prothesenmodell, jeweils individuell auf den jeweiligen Patienten abgestimmt, die bestmögliche Rekonstruktion des defekten Gelenkes sowie die maximale Beweglichkeit (Range of Motion) erreicht werden kann.

[0022] Der erfindungsgemässe Navigationskugelpf ist weiters auch besonders vielseitig zur visuellen Beurteilung der idealen Relativposition von Prothesenschaft und Gelenkspalte des jeweils ausgewählten Prothesenmodells geeignet.

[0023] Somit dient der erfindungsgemässe Navigationskugelpf zur Auswahl und Positionierung unterschiedlicher Prothesenmodelle sowohl mit symmetrisch oder anatomisch geformtem einteiligen Prothesenschaft und daran befestigtem Prothesenhals, als auch für mehrteilige modulare Prothesenschäfte mit einem separaten austauschbaren Prothesenhals.

[0024] Ebenso ist der erfindungsgemässe Navigationskugelpf geeignet, sowohl bei der Realisierung der sogenannten «Stem first»-Methode, bei der zuerst der Prothesenschaft implantiert wird und danach die Gelenkspalte, als auch bei der «Femur first»-Methode als Messinstrument eingesetzt zu werden.

[0025] Der mittels Messmarkierungen gekennzeichnete ideale Wertebereich der Relativposition von Prothesenschaft und Gelenkspalte ist dabei ein Abbild der «Safe Zone», wie sie in der einschlägigen Fachliteratur beschrieben ist.

[0026] Als Optimierungskriterium des Bewegungsumfangs des zu rekonstruierenden Gelenks dient dabei die Grösse der «Safe Zone» mit dem Ziel, einen möglichst grossen Spielraum bis zum prothetischen Impingement zu erreichen.

[0027] Mit Hilfe der Markierung auf dem Navigationskugelpopf wird während des Einbaus der Ist-Zustand der Relativposition von Prothesenschaft und Gelenkspfanne festgestellt. Dadurch wird eine visuelle Beurteilung von Inklination (Neigung) und Anteversion (Vorbeugen) der Pfanne sowie des CCD-Winkels und Antetorsionswinkels des Schaftes möglich.

[0028] Der genaue Winkel bzw. die genaue Ausrichtung der Markierungen auf dem Navigationskugelpopf ist für jedes Prothesenmodell spezifisch und wird für jede Kombination von Prothesenschaft bzw. Prothesenhals, Gelenkspfanne der Prothese und Gelenkspfanne jeweils als dreidimensionales Abbild eines mathematischen Berechnungsmodells ermittelt bzw. festgelegt.

[0029] Besonders zweckmässig stellt ein erfindungsgemässer Navigationskugelpopf im mit seiner Ausnehmung an das freie Ende des jeweiligen Prothesenhalses aufgesetzten Zustand anhand seiner Messmarkierungen ein Mass für die Relativposition von Prothesenschaft und Gelenkspfanne bereit.

[0030] Bei einem Navigationskugelpopf gemäss der Erfindung ist besonders vorteilhaft die Anordnung der Messmarkierungen am Navigationskugelpopf gemäss einer Berechnung des idealen Wertebereichs der Relativposition von Prothesenschaft und Gelenkspfanne zueinander anhand einer mathematischen Funktion enthaltend zumindest einen der folgenden Berechnungsparameter:

- Prothesen-CCD-Winkel,
- Antetorsionswinkel des Prothesenschafts,
- Anteversionswinkel der Gelenkspfanne,
- Inklinationswinkel der Gelenkspfanne,
- Offset-Abstand des Oberschenkelknochens zum Hüftknochen,
- Durchmesser Verhältnis von Gelenkspfanne und Prothesenhals getroffen.

[0031] Dabei ist zu beachten, dass nicht die isolierte Platzierung einer einzelnen Prothesenkomponente, sondern die korrekte Orientierung von Prothesenschaft und Gelenkspfanne zueinander wesentlich ist. Es müssen jeweils die Summenwinkel für die kombinierte Anteversion und für die kombinierte Inklination von Gelenkspfanne und Prothesenschaft unter Berücksichtigung der Beckenkipfung innerhalb des idealen Wertebereichs, der «Safe Zone», liegen. Die optimale, in der «Safe Zone» liegende Pfannenorientierung lässt sich anhand der genannten Berechnungsparameter für jede Prothesenhalsausrichtung, d.h. für jede Schaftantetorsion und jeden Hals-/Schaftwinkel bzw. Prothesen-CCD-Winkel berechnen. Weiters sollte das Verhältnis der Durchmesser von Gelenkspfanne und Prothesenhals so gross wie möglich gestaltet werden.

[0032] Erfindungsgemäss sind bei einem Navigationskugelpopf die Messmarkierungen an seiner Oberfläche in zwei oder mehreren Markierungsebenen parallel zueinander derart angebracht, dass für eine optimale Relativposition der Komponenten der Gelenkendoprothese die Messmarkierungen des Navigationskugelpopfes in Einbaulage parallel zum Rand der Gelenkspfanne angeordnet sind und vorzugsweise eine der Messmarkierungen mit diesem in einer Ebene liegt.

[0033] Besonders vorteilhaft schliessen bei einem Navigationskugelpopf gemäss der Erfindung die Markierungsebenen an der Oberfläche des Navigationskugelpopfes in einer Frontalebene mit der Achse des Prothesenhalses einen Frontalebene Winkel von 50° bis 130°, vorzugsweise von 60° bis 110°, ein.

[0034] Zweckmässig schliessen bei einem Navigationskugelpopf die Markierungsebenen an der Oberfläche des Navigationskugelpopfes in einer Transversalebene mit der Achse des Prothesenhalses einen Transversalebene Winkel von 70° bis 150°, vorzugsweise von 80° bis 120°, ein.

[0035] In einer zweckmässigen Variante der Erfindung sind bei einem Navigationskugelpopf die Messmarkierungen auf seiner Oberfläche in drei Markierungsebenen parallel zueinander vorgesehen, wobei die mittlere Markierungsebene in idealer Einbaulage parallel zum Rand der Gelenkspfanne angeordnet ist und vorzugsweise mit diesem in einer Ebene liegt.

[0036] In einer Weiterbildung der Erfindung sind die Messmarkierungen auf der Oberfläche des Navigationskugelpopfes in drei Markierungsebenen parallel zueinander vorgesehen, wobei die mittlere Markierungsebene in idealer Einbaulage vorzugsweise mit dem Rand der Gelenkspfanne in einer Ebene liegt und die beiden randseitigen Markierungsebenen ein Toleranzintervall von $\pm 5^\circ$ -Winkelabweichung um die Mittellage angeben.

[0037] Bei einem Navigationskugelpopf, der beispielsweise mit umlaufenden Rillen als Messmarkierungen gestaltet ist, zeigt dabei die mittlere Rille die Soll-Orientierung der Ebene des Randes der Gelenkspfanne für das jeweils spezifische Prothesenmodell an. Die parallelen äusseren Rillen der Messmarkierung geben die 5°-Toleranzzone an. Stimmt beispielsweise die Orientierung einer präliminar eingesetzten Gelenkspfanne nicht mit den Rillen der Messmarkierung überein, so kann die Gelenkspfanne erforderlichenfalls reorientiert und dann in den Hüftknochen des Patienten eingeschlagen werden.

[0038] In einer alternativen Ausführungsform sind die Messmarkierungen auf der Oberfläche des Navigationskugelpopfes als Vertiefungen, insbesondere als Kerben, oder als Linien, ausgeführt.

[0039] In einer weiteren alternativen Ausführung sind die Messmarkierungen auf der Oberfläche des Navigationskugelpopfes als farblich abgesetzte, umlaufende Farbbänder ausgeführt.

[0040] In einer Weiterbildung der Erfindung sind bei einem Navigationskugelpopf die Messmarkierungen auf der Oberfläche des Navigationskugelpopfes als unterschiedlich farbige Kugelteile, insbesondere Halbkugeln, ausgeführt, wobei der in Einbaulage ausserhalb der Gelenkspfanne befindliche Kugelpopf des Navigationskugelpopfes, insbesondere eine Kugelhälfte, in einer anderen Farbe, als der sich in Einbaulage innerhalb der Gelenkspfanne befindliche Kugelpopf, gestaltet ist.

[0041] Zweckmässig sind die Messmarkierungen auf der Oberfläche des Navigationskugelpopfes als mindestens ein Absatz ausgeführt, wobei der in Einbaulage ausserhalb der Gelenkspfanne liegende Kugelpopf des Navigationskugelpopfes, insbesondere eine Kugelhälfte, einen kleineren Radius gegenüber dem sich in Einbaulage innerhalb der Gelenkspfanne befindlichen Kugelpopf besitzt und sich dadurch absetzt.

[0042] Besonders vorteilhaft weist ein erfindungsgemässer Navigationskugelpopf eine Ausnehmung zum Ansetzen an das freie Ende eines Prothesenhalses auf, wobei durch eine entsprechende Formgebung dieser Ausnehmung, vorzugsweise durch eine Ausformung mit einer Nut-Feder, die Rotationsstellung des Navigationskugelpopfes gegenüber dem Prothesenhals fixiert wird.

[0043] Vorzugsweise ist die Ausnehmung des Navigationskugelpopfes zum Ansetzen an das freie Ende des Prothesenhalses derart gestaltet, dass der Navigationskugelpopf leichtgängig und möglichst von Hand auf den Prothesenhals aufgesetzt werden bzw. auch wieder von diesem getrennt werden kann. In einer besonderen Ausführung ist eine derartige Navigationskugel aus einem Kunststoff, der auch üblicherweise beim Bau von Prothesen eingesetzt wird und auf seine Verträglichkeit für den menschlichen Organismus getestet ist, gefertigt.

[0044] Eine Variante der Erfindung umfasst einen Navigationskugelpopf, welcher im mit seiner Ausnehmung an das freie Ende des jeweiligen Prothesenhalses aufgesetzten Zustand anhand seiner Messmarkierungen ein Mass für die Relativposition von Gelenkspfanne und einem symmetrischen Prothesenschaft, welcher mit einem Prothesenhals einteilig zu einem symmetrischen Monoblockschaft ohne integrierten Antetorsionswinkel verbunden ist, bereitstellt.

[0045] Ein symmetrischer Monoblockschaft, bei dem Prothesenschaft und Prothesenhals einteilig miteinander verbunden sind, bietet aufgrund seiner symmetrischen Gestaltung ohne integrierten Antetorsionswinkel den Vorteil, dass ein und derselbe Monoblockschaft sowohl für die prothetische Rekonstruktion eines rechten, als auch eines linken Kugelgelenks eingesetzt werden kann.

[0046] Eine weitere Variante der Erfindung betrifft einen Navigationskugelpopf, welcher im mit seiner Ausnehmung an das freie Ende des jeweiligen Prothesenhalses aufgesetzten Zustand anhand seiner Messmarkierungen ein Mass für die Relativposition von Gelenkspfanne und einem anatomisch geformten Prothesenschaft, welcher mit einem Prothesenhals einteilig zu einem anatomischen Monoblockschaft mit integriertem Antetorsionswinkel verbunden ist, bereitstellt.

[0047] Ein anatomisch geformter Monoblockschaft, bei dem Prothesenschaft und Prothesenhals einteilig miteinander verbunden sind, bietet den Vorteil, dass aufgrund seiner Gestaltung mit integriertem Antetorsionswinkel bereits eine individuelle prothetische Rekonstruktion eines Kugelgelenks möglich ist. Ein derartiger anatomisch geformter Monoblockschaft ist für die Rekonstruktion eines linken oder rechten Kugelgelenks jeweils individuell geformt.

[0048] Im Vergleich zu einem mehrteiligen Modulschaft, welcher einen Prothesenschaft mit einer Ausnehmung zum Befestigen eines austauschbaren separaten Prothesenhalses umfasst, bieten Monoblockschaften neben dem Vorteil, dass diese in der Lagerhaltung kostengünstiger sind, weiters den Vorteil, dass während der Operation nicht ein separater Prothesenhals ausgewählt und mit dem Prothesenschaft verbunden werden muss.

[0049] Zweckmässig ist in einer weiteren Ausführungsform ein erfindungsgemässer Navigationskugelpopf im mit seiner Ausnehmung an das freie Ende des jeweiligen Prothesenhalses aufgesetzten Zustand geeignet, anhand seiner Messmarkierungen ein Mass für die Relativposition von Gelenkspfanne und einem modularen Prothesenschaft, welcher mit einem modularen austauschbaren Prothesenhals zu einem mehrteiligen Modulschaft mit variabel verstellbarem Antetorsionswinkel verbindbar ist, bereitzustellen.

[0050] Der mit einem solchen mehrteiligen Modulschaft korrespondierende Navigationskugelpopf unterscheidet sich in der Anordnung seiner Messmarkierungen als Abbild des idealen Wertebereichs, der sogenannten «Safe Zone», gegenüber Navigationskugelpöpfen, welche zum Aufsetzen auf einem einteiligen symmetrischen oder einem einteiligen anatomischen Monoblockschaft vorgesehen sind.

[0051] Der Aussendurchmesser des Navigationskugelpopfes ist dabei jeweils auf den Wölbungsdurchmesser der korrespondierenden Gelenkspfanne abzustimmen. Je nach den anatomischen Gegebenheiten des Patienten wird eine Gelenkspfanne mit einer bestimmten Grösse ausgewählt. Der Aussendurchmesser des Navigationskugelpopfes wird durch diese Auswahl somit vorgegeben. Vorteilhafterweise steht dem Operateur somit ein Set von mehreren erfindungsgemässen Navigationskugelpöpfen mit unterschiedlichen, zueinander abgestuften Aussendurchmessern zur Verfügung.

[0052] Die Erfindung wird nun anhand von beispielhaften Ausführungsformen unter Bezugnahme auf die schematischen Zeichnungen näher erläutert.

[0053] Es zeigen:

- Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäss ausgestalteten Navigationskugelskopfs zur optimalen Positionierung einer Hüftgelenkendoprothese in einer perspektivischen Darstellung;
- Fig. 1A im Detail eine schematische Ansicht eines erfindungsgemässen Navigationskugelskopfs mit seiner Ausnehmung zum Aufstecken auf einen Prothesenhals;
- Fig. 1B in einer Seitenansicht einen Navigationskugelskopf mit einer besonderen Ausführung einer Markierung an seiner Oberfläche in Form eines Absatzes;
- Fig. 2A eine erste Ausführungsform eines einteiligen symmetrischen Monoblockschafts in einer Frontalebeneansicht;
- Fig. 2B den in Fig. 2A gezeigten einteiligen symmetrischen Monoblockschaft in einer Transversalebeneansicht;
- Fig. 3A einen einteiligen anatomisch geformten Monoblockschaft in einer Frontalebeneansicht;
- Fig. 3B den in Fig. 3A gezeigten einteiligen anatomisch geformten Monoblockschaft in einer Transversalebeneansicht;
- Fig. 4A einen mehrteiligen Modulschaft in einer Frontalebeneansicht;
- Fig. 4B den in Fig. 4A gezeigten mehrteiligen Modulschaft in einer Transversalebeneansicht;
- Fig. 5 in einer Explosionsdarstellung in Frontalebeneansicht eine Hüftgelenkendoprothese mit aufgestecktem Gelenkskopf;
- Fig. 6 in einer Explosionsdarstellung in Transversalebeneansicht eine Hüftgelenkendoprothese mit aufgestecktem Gelenkskopf;
- Fig. 7 in einer Explosionsdarstellung in Frontalebeneansicht eine Hüftgelenkendoprothese mit aufsteckbarem erfindungsgemässen Navigationskugelskopf;
- Fig. 8 in einer Explosionsdarstellung in Transversalebeneansicht eine Hüftgelenkendoprothese mit aufsteckbarem erfindungsgemässen Navigationskugelskopf.

[0054] Fig. 1 zeigt in einer schematischen perspektivischen Darstellung ein erstes Ausführungsbeispiel einer an einem menschlichen Körper bereits implantierten Hüftgelenkendoprothese, wobei jedoch die menschlichen Körperteile wie z.B. Knochen nicht dargestellt sind. Die Hüftgelenkendoprothese umfasst einen Prothesenschaft 20, von dem sich ein Prothesenhals 30 erstreckt. Prothesenschaft 20 und Prothesenhals 30 sind hier miteinander zu einem einteiligen symmetrischen Monoblockschaft 21 verbunden. Der Prothesenhals 30 ragt mit seinem anderen vorzugsweise konisch geformten freien Ende 33 in die dafür vorgesehene korrespondierende Ausnehmung 11 eines erfindungsgemässen Navigationskugelskopfs 10, der modellhaft während der Operation eingesetzt wird und später bei optimaler Positionierung des Prothesenmodells gegen einen hier nicht dargestellten, kugelförmigen Gelenkskopf mit vergleichbarer Geometrie ausgetauscht und durch diesen ersetzt wird. Der Navigationskugelskopf 10 ragt in eine Gelenkspfanne 40, welche eine innere Wölbung mit einem Innendurchmesser 43 aufweist, der mit dem Aussendurchmesser 13 des Navigationskugelskopfes 10 korrespondiert. Der Navigationskugelskopf 10 stösst dabei idealerweise in der Wölbungsmitte auf die Gelenkspfanne 40.

[0055] Wie in Fig. 1 dargestellt, sind auf der Oberfläche des Navigationskugelskopfs 10 mehrere zueinander parallele Messmarkierungen 13 als umlaufende Linien vorgesehen. Die in Fig. 1 beiden sichtbaren Markierungsebenen ε_1 , ε_2 stehen parallel zum Rand 41 der Gelenkspfanne 40, wobei die mittlere von vorzugsweise drei Markierungsebenen ε_1 , ε_2 , ε_3 in der Ebene 42 des Rands 41 der Gelenkspfanne 40 liegt. Bei Verwendung eines solchen prothesenspezifischen Navigationskugelskopfes 10 ist bei neutral eingestelltem Gelenk für den Fachmann erkennbar, dass hier der Prothesen-CCD-Winkel 50 und der Gesamt-Antetorsionswinkel stimmen und die Gelenkendoprothese somit ideal positioniert ist.

[0056] In Fig. 1A ist in einer Detailansicht eine weitere Ausführung eines erfindungsgemässen Navigationskugelskopfs 10 von der Prothesenhalsseite aus dargestellt. Zu sehen sind die umlaufenden Messmarkierungen 12 sowie eine Ausnehmung 11, die zum Aufstecken auf einen in Fig. 1A nicht dargestellten Prothesenhals korrespondiert. Die Ausnehmung 11 ist hier mit einer Nut 14 ausgeführt, mit deren Hilfe die Rotationsstellung des Navigationskugelskopfs 10 gegenüber dem Prothesenhals fixiert wird.

[0057] Fig. 1B stellt den in Fig. 1A gezeigten Navigationskugelskopf 10 in einer weiteren Detailansicht von der Seite dar. In diesem speziellen Fall ist die Messmarkierung 12 als Absatz zwischen dem Kugelteil mit grösserem Radius bzw. grösserem Aussendurchmesser 13, welcher in Einbaulage des Navigationskugelskopfs 10 innerhalb der Gelenkspfanne liegt, und dem Kugelteil mit kleinerem Radius, welcher in Einbaulage ausserhalb der Gelenkspfanne liegt, ausgeführt. In Fig. 1B ist die Ausnehmung 11 für die Aufnahme des hier nicht dargestellten Prothesenhalses strichliert eingezeichnet.

[0058] Die Abbildungen Fig. 2A bis Fig. 4B zeigen Komponenten unterschiedlicher Prothesenmodelle jeweils in verschiedenen Betrachtungsebenen. Der erfindungsgemässe Navigationskugelpopf ist als universelles Messinstrument jeweils zur Auswahl und Positionierung all dieser unterschiedlichen Prothesenmodelle geeignet und kann in seiner Rotationsstellung gegenüber dem Prothesenhals 30 fixiert jeweils am freien Ende 33 eines Prothesenhalses 30 aufgesteckt werden.

[0059] Fig. 2A zeigt eine erste Ausführungsform eines einteiligen symmetrischen Monoblockschafts 21 in einer Frontalebeneansicht. Bei diesem symmetrischen Monoblockschaft 21 sind der Prothesenschaft 20 sowie der Prothesenhals 30 einteilig miteinander ohne integrierten Antetorsionswinkel verbunden. An das freie Ende 33 des Prothesenhalses 30 ist intraoperativ ein erfindungsgemässer Navigationskugelpopf aufsteck- und auch wieder abnehmbar.

[0060] Fig. 2B stellt den in Fig. 2A gezeigten einteiligen symmetrischen Monoblockschaft 21 in einer Transversalebeneansicht dar. Die Achse 32 des Prothesenhalses 30 liegt dabei in der horizontalen Frontalebene. Ein Antetorsionswinkel ist bei diesem symmetrischen Monoblockschaft 21 nicht vorgesehen, weshalb dieses einteilige Schaftmodell gleichermaßen sowohl für die Rekonstruktion eines rechten, als auch eines linken Hüftgelenks verwendet werden kann. Antetorsionspositionen können bei Einsatz dieses Monoblockschaftes 21 nur durch eine leichte Verdrehung während der Implantation im Femurrohr erzielt werden.

[0061] Fig. 3A stellt eine zweite Ausführungsform eines einteiligen anatomisch geformten Monoblockschafts 22 in einer Frontalebeneansicht dar. Bei diesem anatomisch geformten Monoblockschaft 21 sind der Prothesenschaft 20 sowie der Prothesenhals 30 einteilig mit einem vorgegebenen, integrierten Antetorsionswinkel miteinander verbunden. An das freie Ende 33 des Prothesenhalses 30 ist intraoperativ ein nicht dargestellter erfindungsgemässer Navigationskugelpopf aufsteckbar.

[0062] Fig. 3B stellt den in Fig. 3A gezeigten einteiligen anatomisch geformten Monoblockschaft 22 in einer Transversalebeneansicht dar. Die Achse 32 des Prothesenhalses 30 befindet sich hier um einen vorgegebenen Antetorsionswinkel 70, beispielsweise einem Antetorsionswinkel 70 von 5° bis 15° , gegenüber der horizontalen Frontalebene verschwenkt. Somit ist dieser einteilige Monoblockschaft 22 entweder für die Rekonstruktion eines rechten, oder eines linken Hüftgelenks vorgesehen.

[0063] Fig. 4A zeigt einen mehrteiligen Modulschaft 23 in einer Frontalebeneansicht. Prothesenschaft 20 und Prothesenhals 30 bilden hier zwei separate, modularartig austauschbare Prothesenkomponenten des Modulschaftes 23, die miteinander in unterschiedlichen Lagen bzw. mit unterschiedlichem Antetorsionswinkel verbindbar sind.

[0064] Fig. 4B stellt den in Fig. 4A gezeigten mehrteiligen Modulschaft 23 in einer Transversalebeneansicht dar. Die Achse 32 des Prothesenhalses 30 ist hier in unterschiedlichen Antetorsionswinkeln 70 verstellbar und kann wahlweise in Antetorsionswinkeln 70.1, 70.2, 70.3, 70.4 usw. gegenüber dem Prothesenschaft 20 fixiert werden. Die Variationsmöglichkeiten erstrecken sich dabei üblicherweise für Antetorsionswinkel 70 von -5° bis $+30^\circ$. Ein solcher mehrteiliger Modulschaft 23 bietet daher intraoperativ eine sehr hohe Flexibilität, eine Gelenkendoprothese individuell an die anatomischen Gegebenheiten des Patienten anzupassen und somit ein Höchstmass an Beweglichkeit zu erzielen. Auch bei diesem mehrteiligen Modulschaft 23 kann ein erfindungsgemässer Navigationskugelpopf an das freie Ende 33 des austauschbaren Prothesenhalses 30 angesetzt werden.

[0065] Die beiden Zeichnungen Fig. 5 und Fig. 6 dienen im Wesentlichen der Darstellung der Winkellagen der einzelnen Prothesenkomponenten zueinander und somit zur Illustrierung der Berechnungsparameter zur mathematischen Bestimmung der «Safe Zone».

[0066] Fig. 5 zeigt in einer stark vereinfachten Explosionsdarstellung eine Hüftgelenkendoprothese in Frontalebeneansicht mit einem anatomisch geformten einteiligen Monoblockschaft 22, bei dem Prothesenschaft 20 und Prothesenhals 30 in einem integrierten Antetorsionswinkel einteilig miteinander verbunden sind. Prothesenschaft 20 und Prothesenhals 30 stehen weiters in einem bestimmten CCD-Winkel 50 zueinander. Der CCD-Winkel ist einerseits vom Design des Prothesenschafts, andererseits von Geschlecht sowie Alter des Patienten abhängig. Üblicherweise werden CCD-Winkel 50 meist von 120° bis 140° realisiert. Am freien Ende des Prothesenhalses 30 ist hier anstelle eines erfindungsgemässen Navigationskugelpopfes ein im Schnitt dargestellter Gelenkskopf 19 aufgesteckt, wie er nach erfolgter Positionierung der Prothesenkomponenten im Körper des Patienten verbleibt. Der Gelenkskopf 19 weist im Unterschied zum erfindungsgemässen Navigationskugelpopf keine Messmarkierungen an seiner Oberfläche auf. Der Inklinationswinkel 80 der Gelenkspfanne 40 wird in Frontalebeneansicht als Winkel zwischen der Horizontalen und der Ebene 42 des Rands 41 der Gelenkspfanne 40 bestimmt. Üblicherweise werden Inklinationswinkel 80 von 40° bis 55° angestrebt. Der Innendurchmesser 43 der Gelenkspfanne 40, der auch den Wölbungsradius der Gelenkspfanne 40 festlegt, korrespondiert mit dem Aussendurchmesser von Gelenkskopf 19 bzw. des nicht dargestellten Navigationskugelpopfes.

[0067] Fig. 6 zeigt in einer Explosionsdarstellung in Transversalebeneansicht die in Fig. 5 dargestellte Hüftgelenkendoprothese mit in Schnittansicht gezeigtem, aufgestecktem Gelenkskopf 19. Der Antetorsionswinkel 70 des einteiligen anatomisch geformten Monoblockschaftes 22, der hier beispielsweise als Winkel von 12° gewählt ist, sowie der Antetorsionswinkel 60 der Gelenkspfanne 40 sind in dieser Ansicht deutlich zu erkennen.

[0068] Fig. 7 stellt in einer Explosionsdarstellung in Frontalebeneansicht eine Hüftgelenkendoprothese mit einem am Prothesenhals 30 rotationsfest aufsteckbaren erfindungsgemässen Navigationskugelpopf 10 dar. Die Ausnehmung 11 zum rotationsfesten Aufstecken auf das freie Ende 33 des Prothesenhalses 30 eines hier gezeigten, symmetrisch geformten

einteiligen Monoblockschafts 21 ist dazu beispielsweise mit einer Nut-Feder versehen. An der Oberfläche des Navigationskugelskopfs 10 sind hier drei Messmarkierungen 12 jeweils als umlaufende Linien vorgesehen. Die einzelnen Messmarkierungen 12 befinden sich jeweils in zueinander parallelen Markierungsebenen ε_1 , ε_2 , ε_3 , die gleichmässig voneinander beabstandet sind. Die Markierungsebenen ε_1 , ε_2 , ε_3 bilden dabei in Frontalebeneansicht mit der Achse 32 des Prothesenhalses 30 jeweils einen Frontalebene Winkel 90.

[0069] Fig. 8 stellt in einer Explosionsdarstellung die in Fig. 7 gezeigte Hüftgelenkendoprothese in Transversalebeneansicht mit dem am Prothesenhals 30 rotationsfest aufsteckbaren erfindungsgemässen Navigationskugelskopf 10 dar. Die Markierungsebenen ε_1 , ε_2 , ε_3 bilden dabei in Transversalebeneansicht mit der Achse 32 des Prothesenhalses 30 jeweils einen Transversalebene Winkel 100.

[0070] Liste der Positionsnummern:

- 10 Navigationskugelskopf
- 11 Ausnehmung
- 12 Messmarkierungen
- ε_1 , ε_2 Markierungsebenen
- 13 Aussendurchmesser des Navigationskugelskopfs
- 14 Nut
- 19 Gelenkskopf
- 20 Prothesenschaft
- 21 symmetrischer Monoblockschaft
- 22 anatomischer Monoblockschaft
- 23 mehrteiliger Modulschaft
- 24 Achse des Prothesenschafts
- 30 Prothesenhals
- 31 Durchmesser des Prothesenhalses
- 32 Achse des Prothesenhalses
- 33 freies Ende des Prothesenhalses
- 40 Gelenkspfanne
- 41 Rand der Gelenkspfanne
- 42 Ebene des Rands der Gelenkspfanne
- 43 Innendurchmesser der Gelenkspfanne
- 50 Prothesen-CCD-Winkel
- 60 Anteversionswinkel der Gelenkspfanne
- 70 Antetorsionswinkel des Prothesenschafts
- 80 Inklinationswinkel der Gelenkspfanne
- 90 Frontalebene Winkel der Markierungsebenen mit der Achse des Prothesenschafts
- 100 Transversalebene Winkel der Markierungsebenen mit der Achse des Prothesenschafts

Patentansprüche

1. Navigationskugelskopf (10) zur Auswahl und Positionierung einer Gelenkendoprothese für kugelige Gelenke eines menschlichen oder tierischen Körpers, insbesondere einer Hüftgelenkendoprothese, wobei die Gelenkendoprothese

einen in eine Markhöhle eines Knochens einsetzbaren Prothesenschaft (20), von dem sich ein Prothesenhals (30) erstreckt, einen am freien Ende (33) des Prothesenhalses (30) befestigbaren Gelenkskopf (19) und eine in einen Knochen einsetzbare Gelenkspfanne (40), die zusammen mit dem Gelenkskopf (19) ein Kugelgelenk bildet, umfasst, wobei der Navigationskugelkopf (10) mit einem zum Innendurchmesser (43) der Gelenkspfanne (40) korrespondierenden Aussendurchmesser (13) und mit einer Ausnehmung (11) zum Aufstecken an das freie Ende (33) des Prothesenhalses (30) sowie mit an seiner Oberfläche vorgesehenen, zumindest teilweise umlaufenden Messmarkierungen (12) ausgestattet ist, dadurch gekennzeichnet, dass die Messmarkierungen (12) am Navigationskugelkopf (10) ein dreidimensionales Abbild eines mathematischen Berechnungsmodells, welches einen für die Beweglichkeit der Gelenkendoprothese idealen Wertebereich der Relativposition von Prothesenschaft (20) und Gelenkspfanne (40) zueinander gemäss Safe Zone angibt, sind, wobei die Messmarkierungen (12) an der Oberfläche des Navigationskugelkopfes (10) in zwei oder mehreren Markierungsebenen (ϵ_1 , ϵ_2 , ϵ_3) parallel zueinander derart angebracht sind, dass für eine gemäss Safe Zone optimale Relativposition der Komponenten der Gelenkendoprothese die Messmarkierungen (12) des Navigationskugelkopfes (10) in Einbaulage parallel zum Rand (41) der Gelenkspfanne (40) angeordnet sind und vorzugsweise eine der Messmarkierungen (12) mit diesem in einer Ebene (42) liegt.

2. Navigationskugelkopf (10) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Navigationskugelkopf (10) im mit seiner Ausnehmung (11) an das freie Ende (33) des jeweiligen Prothesenhalses (30) aufgesetzten Zustand anhand seiner Messmarkierungen (12) ein Mass für die Relativposition von Prothesenschaft (20) und Gelenkspfanne (40) bereitstellt.
3. Navigationskugelkopf (10) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Anordnung der Messmarkierungen (12) am Navigationskugelkopf (10) gemäss einer Berechnung des idealen Wertebereichs der Relativposition von Prothesenschaft (20) und Gelenkspfanne (40) zueinander anhand einer mathematischen Funktion enthaltend zumindest einen der folgenden Berechnungsparameter:
 - Prothesen-CCD-Winkel (50),
 - Anteversionswinkel (60) der Gelenkspfanne (40),
 - Antetorsionswinkel (70) des Prothesenschafts (20),
 - Inklinationswinkel (80) der Gelenkspfanne (40),
 - Offset-Abstand des Oberschenkelknochens zum Hüftknochen,
 - Durchmesser Verhältnis von Prothesenhals (30) und Gelenkskopf (19) getroffen ist.
4. Navigationskugelkopf (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Markierungsebenen (ϵ_1 , ϵ_2 , ϵ_3) an der Oberfläche des Navigationskugelkopfes (10) im aufgesetzten Zustand in einer Frontalebeneansicht mit der Achse (24) des Prothesenhalses (20) einen Frontalebene Winkel (90) von 50° bis 130°, vorzugsweise von 60° bis 110°, einschliessen.
5. Navigationskugelkopf (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Markierungsebenen (ϵ_1 , ϵ_2 , ϵ_3) an der Oberfläche des Navigationskugelkopfes (10) im aufgesetzten Zustand in einer Transversalebeneansicht mit der Achse (24) des Prothesenhalses (20) einen Transversalebene Winkel (100) von 70° bis 150°, vorzugsweise von 80° bis 120°, einschliessen.
6. Navigationskugelkopf (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Messmarkierungen (12) auf der Oberfläche des Navigationskugelkopfes (10) im aufgesetzten Zustand in drei Markierungsebenen (ϵ_1 , ϵ_2 , ϵ_3) parallel zueinander vorgesehen sind, wobei die mittlere Markierungsebene (ϵ_2) in idealer Einbaulage gemäss Safe Zone parallel zum Rand (41) der Gelenkspfanne (40) angeordnet ist und vorzugsweise mit diesem in einer Ebene (42) liegt.
7. Navigationskugelkopf (10) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die beiden randseitigen Markierungsebenen (ϵ_1 , ϵ_3) ein Toleranzintervall von $\pm 5^\circ$ Winkelabweichung um die Mittellage angeben.
8. Navigationskugelkopf (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Messmarkierungen (12) auf der Oberfläche des Navigationskugelkopfes (10) als Vertiefungen, insbesondere als Kerben, oder als Linien ausgeführt sind.
9. Navigationskugelkopf (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 8 dadurch gekennzeichnet, dass die Messmarkierungen (12) auf der Oberfläche des Navigationskugelkopfes (10) als farblich abgesetzte, umlaufende Farbbänder ausgeführt sind.
10. Navigationskugelkopf (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Messmarkierungen (12) auf der Oberfläche des Navigationskugelkopfes (10) als unterschiedlich farbige Kugelteile, insbesondere Halbkugeln, ausgeführt sind, wobei der in Einbaulage ausserhalb der Gelenkspfanne (40) befindliche Kugelteil des Navigationskugelkopfes (10), insbesondere eine Kugelhälfte, in einer anderen Farbe als der sich in Einbaulage innerhalb der Gelenkspfanne (40) befindliche Kugelteil gestaltet ist.
11. Navigationskugelkopf (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Messmarkierungen (12) auf der Oberfläche des Navigationskugelkopfes (10) als mindestens ein Absatz ausgeführt sind, wobei der in Einbaulage ausserhalb der Gelenkspfanne (40) liegende Kugelteil des Navigationskugelkopfes (10), insbesondere eine

Kugelhälfte, einen kleineren Radius gegenüber dem sich in Einbaulage innerhalb der Gelenkspfanne (40) befindlichen Kugelteil besitzt und sich dadurch absetzt.

12. Navigationskugelpopf (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Navigationskugelpopf (10) eine Ausnehmung (11) zum Ansetzen an das freie Ende (33) eines Prothesenhalses (30) aufweist, wobei durch eine entsprechende Formgebung dieser Ausnehmung (11), vorzugsweise durch eine Ausformung mit einer Nut (14), die Rotationsstellung des Navigationskugelpopfs (10) gegenüber dem Prothesenhals (20) fixiert wird.
13. Set mit einem Navigationskugelpopf (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 12 und mit einer Gelenkendoprothese, umfassend einen Prothesenhals (3) sowie einen symmetrischen Prothesenschaft (20), dadurch gekennzeichnet, dass der Navigationskugelpopf (10) im mit seiner Ausnehmung (11) an das freie Ende (33) des jeweiligen Prothesenhalses (30) aufgesetzten Zustand anhand seiner Messmarkierungen (12) ein Mass für die Relativposition von Gelenkspfanne (40) und dem symmetrischen Prothesenschaft (20), welcher mit einem Prothesenhals (30) zu einem symmetrischen Monoblockschaft (21) ohne integrierten Antetorsionswinkel (70) einteilig verbunden ist, bereitstellt.
14. Set mit einem Navigationskugelpopf (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 12 und mit einer Gelenkendoprothese umfassend einen modularen Prothesenhals (30) sowie einen anatomisch geformten Prothesenschaft (20), dadurch gekennzeichnet, dass der Navigationskugelpopf (10) im mit seiner Ausnehmung (11) an das freie Ende (33) des jeweiligen Prothesenhalses (30) aufgesetzten Zustand anhand seiner Messmarkierungen (12) ein Mass für die Relativposition von Gelenkspfanne (40) und dem anatomisch geformten Prothesenschaft (20), welcher mit einem Prothesenhals (30) zu einem anatomischen Monoblockschaft (22) mit integriertem Antetorsionswinkel (70) einteilig verbunden ist, bereitstellt.
15. Set mit einem Navigationskugelpopf (10) nach einem der Ansprüche 1 bis 12 und mit einer Gelenkendoprothese umfassend einen modularen Prothesenhals (30) sowie einen modularen Prothesenschaft (20), dadurch gekennzeichnet, dass der Navigationskugelpopf (10) im mit seiner Ausnehmung (11) an das freie Ende (33) des jeweiligen Prothesenhalses (30) aufgesetzten Zustand anhand seiner Messmarkierungen (12) ein Mass für die Relativposition von Gelenkspfanne (40) und dem modularen Prothesenschaft (20), welcher mit einem modularen Prothesenhals (30) zu einem mehrteiligen Modulschaft (23) mit variabel verstellbarem Antetorsionswinkel (70) verbindbar ist, bereitstellt.

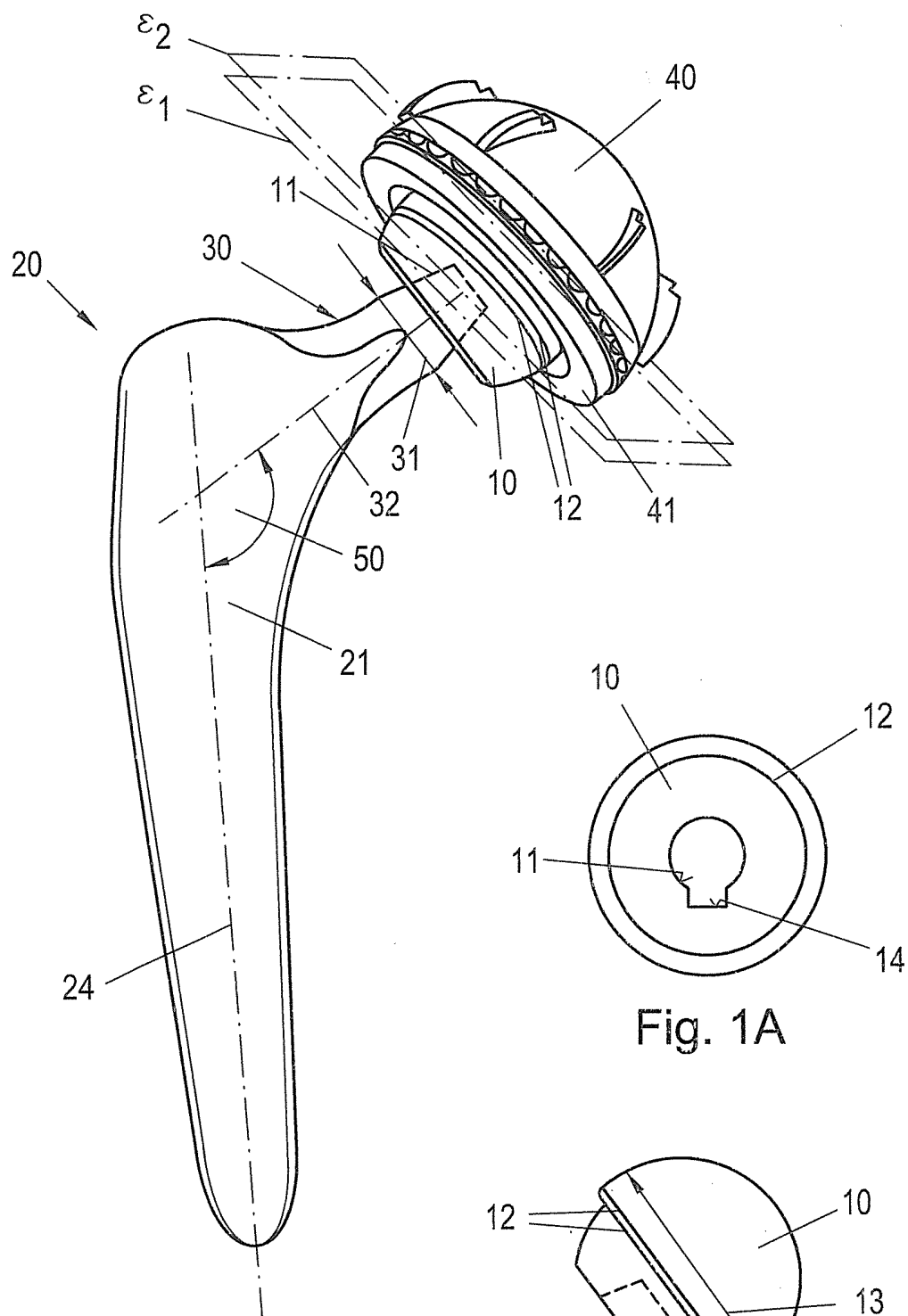


Fig. 1

Fig. 1A

Fig. 1B

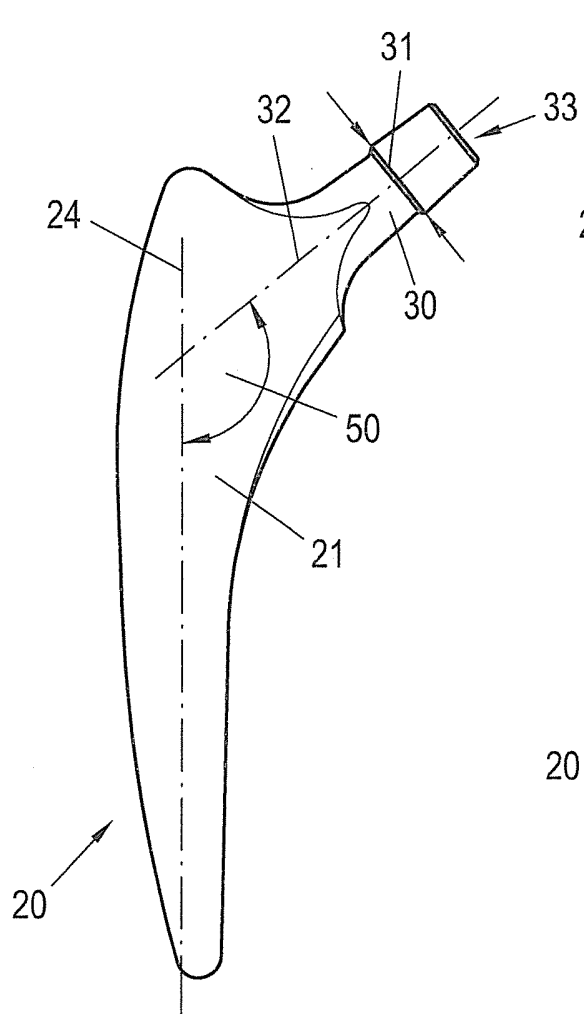


Fig. 2A

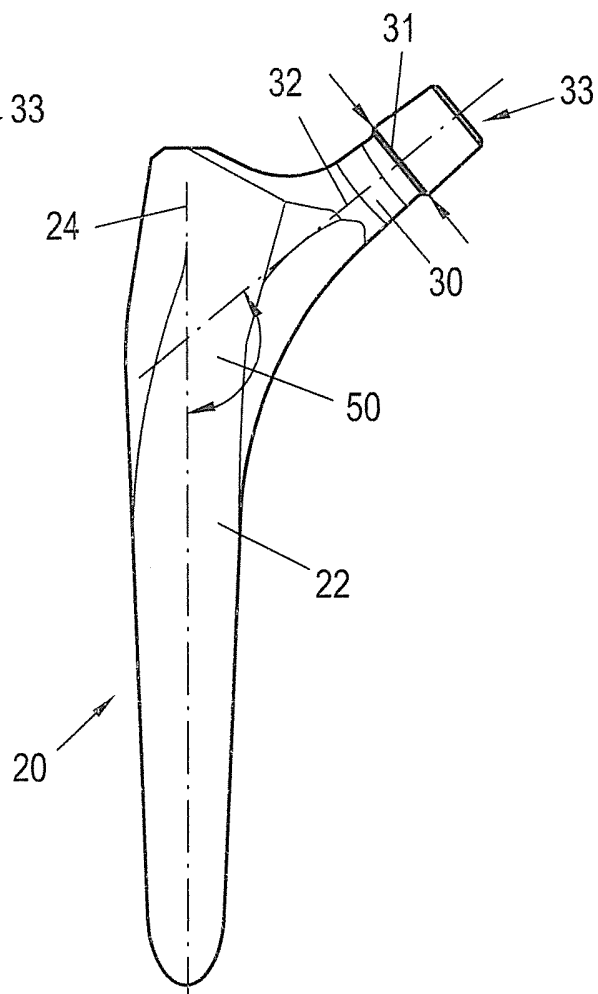


Fig. 3A

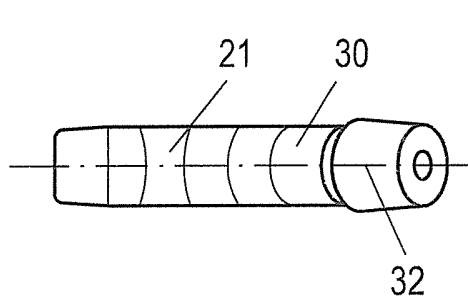


Fig. 2B

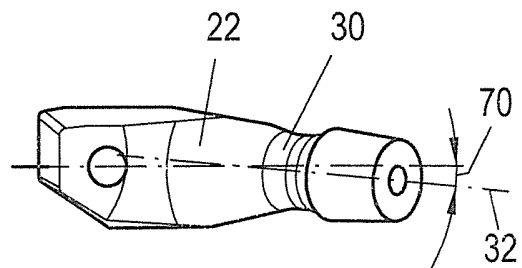


Fig. 3B

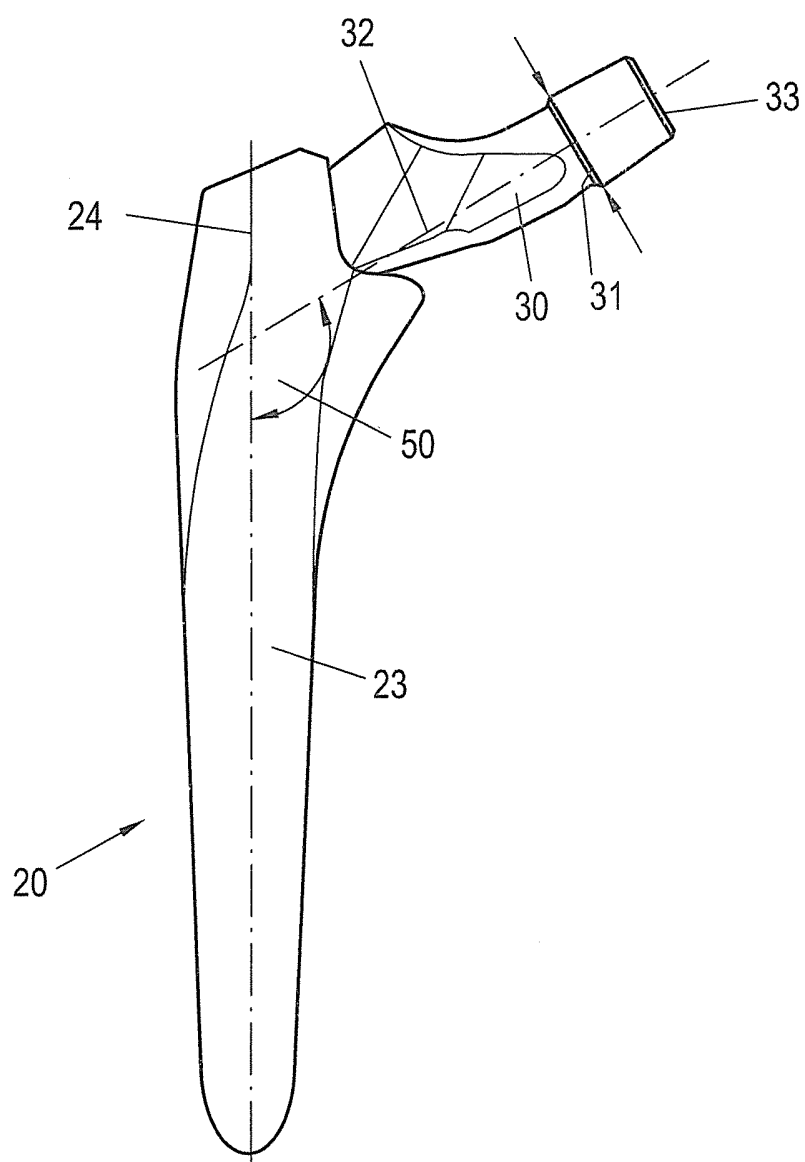


Fig. 4A

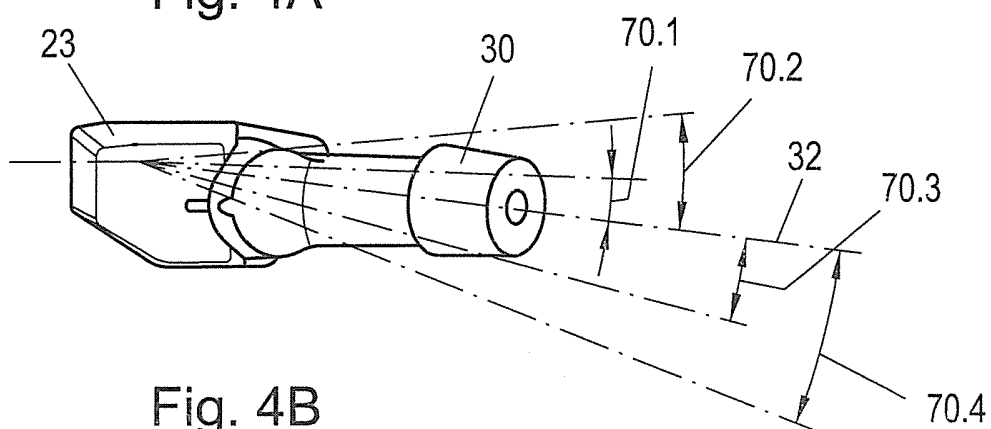


Fig. 4B

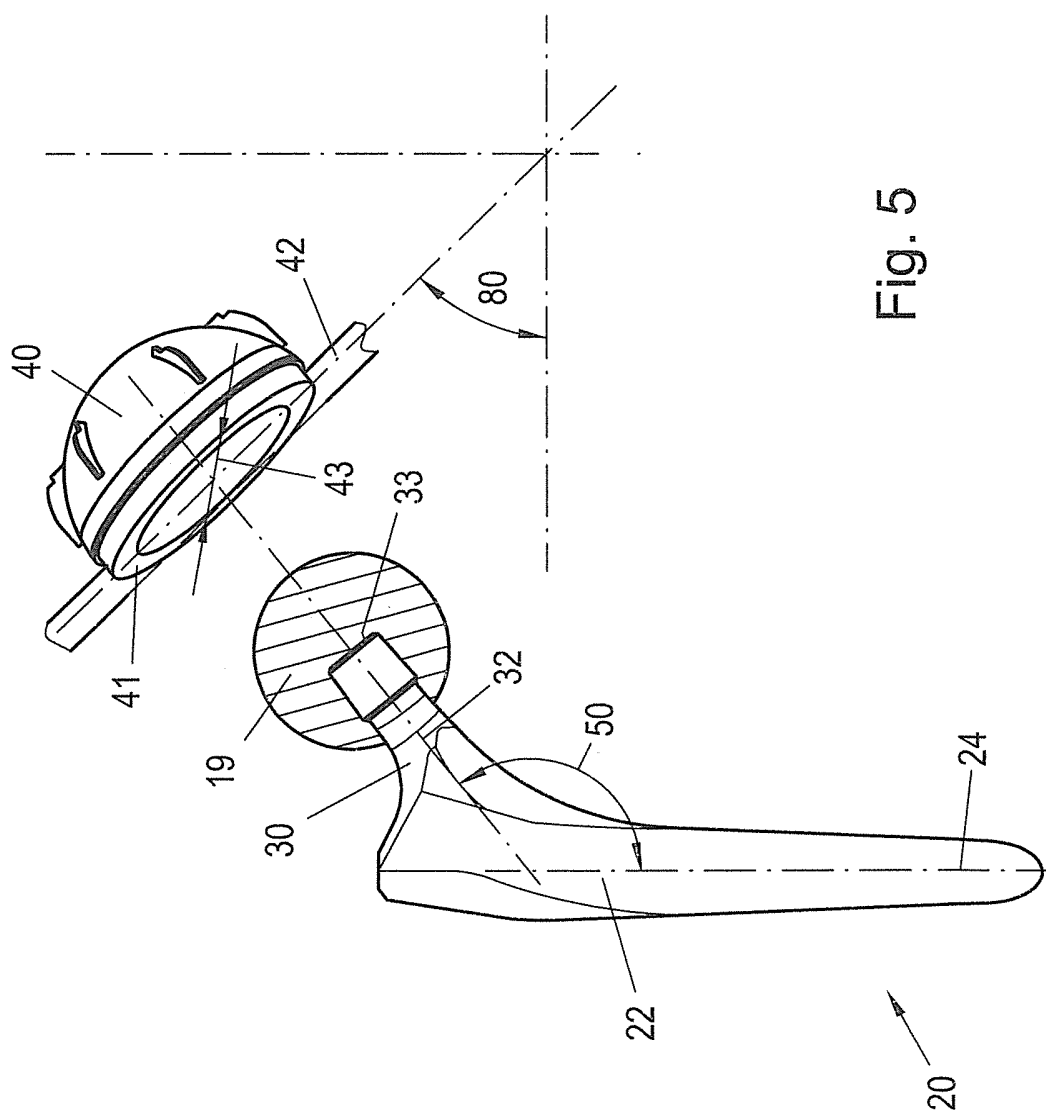


Fig. 5

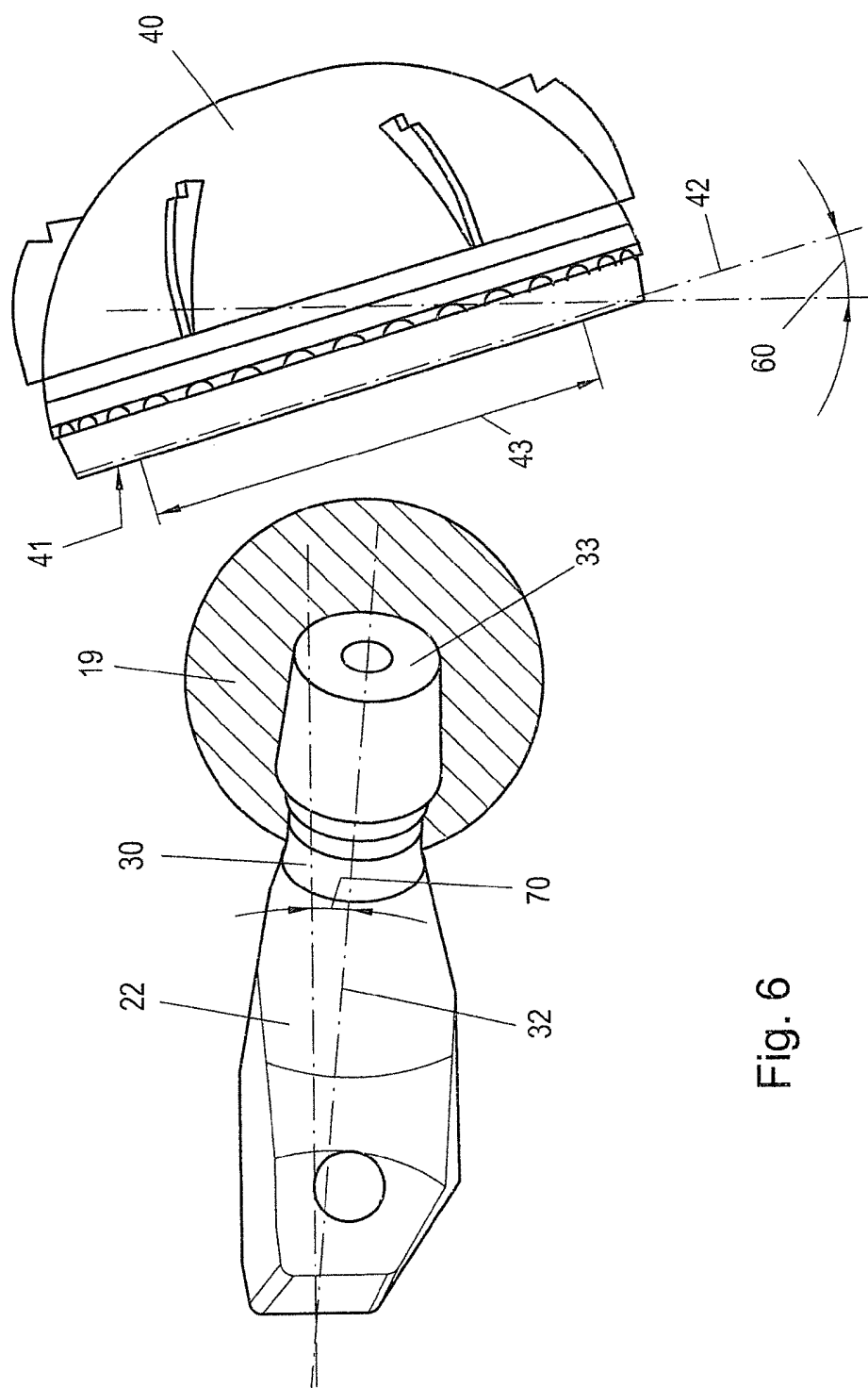


Fig. 6

