



(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2014 016 823.9**  
(22) Anmeldetag: **14.11.2014**  
(43) Offenlegungstag: **19.05.2016**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **29.06.2017**

(51) Int Cl.: **A61B 34/20** (2016.01)  
**F16M 11/14** (2006.01)  
**B25J 18/06** (2006.01)  
**B25J 9/06** (2006.01)  
**A61B 34/30** (2016.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(62) Teilung in:  
**10 2014 019 752.2**

(73) Patentinhaber:  
**medineering GmbH, 81829 München, DE**

(74) Vertreter:  
**Eisenführ Speiser Patentanwälte Rechtsanwälte  
PartGmbH, 80335 München, DE**

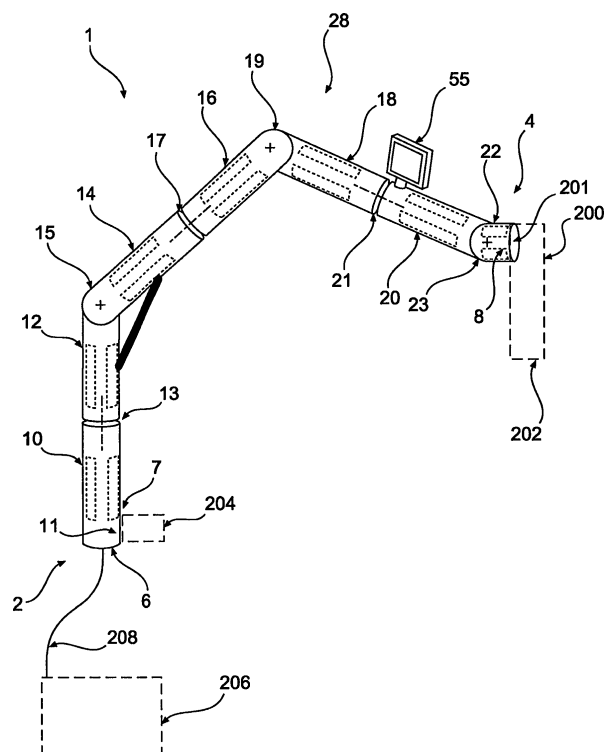
(72) Erfinder:  
**Krinninger, Maximilian, Dr., 82234 Weßling, DE;  
Nowatschin, Stephan, Dr., 81677 München, DE**

(56) Ermittelter Stand der Technik:  
**US 7 841 979 B2**

(54) Bezeichnung: **Verfahren zum Steuern eines an einem Haltearm gekoppelten mechatronischen Assistenzsystems**

(57) Hauptanspruch: Verfahren (1000) zum Steuern eines an einem Haltearm (1) gekoppelten mechatronischen Assistenzsystems (200), zur Navigation während einer chirurgischen Behandlung, mit den Schritten:

- Koppeln (1004) eines mechatronischen Assistenzsystems (200) mit einer zweiten Schnittstelle (8) des Haltearms (1) an seinem distalen Ende (4);
- Übertragen (1006, 1008) von elektrischer Energie und Signalen von einer ersten Schnittstelle (6) des Haltearms (1) an seinem proximalen Ende (2);
- wobei das Übertragen (1006, 1008) mittels einer Übertragungseinrichtung (76, 78), welche innerhalb des Haltearms (1) angeordnet ist und die erste Schnittstelle (6) mit der zweiten Schnittstelle (8) zum Übertragen von Energie und Signalen zwischen den Schnittstellen (6, 8) verbindet, ausgeführt wird, gekennzeichnet durch die Schritte:
- Erkennen, mittels einer Erkennungseinheit, ein in einen Operationsbereich eingeführtes Instrument;
- Bereitstellen von Daten an der ersten Schnittstelle (6), die das Instrument repräsentieren und indizieren, dass das Instrument in den Operationsbereich eingeführt wurde;
- Erkennen, mittels einer Erkennungseinheit, ein aus dem Operationsbereich ausgeführtes Instrument; und
- Bereitstellen von Daten an der ersten Schnittstelle (6), die das Instrument repräsentieren und indizieren, dass das Instrument aus dem Operationsbereich ausgeführt wurde; zum Feststellen, zu welchem Zeitpunkt welches Instrument in den Operationsbereich eingeführt wird, und ob dieses den Operationsbereich wieder verlassen hat.



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Steuern eines an einem Haltearm gekoppelten mechatronischen Assistenzsystems, insbesondere unter Verwendung eines derartigen Haltearms.

**[0002]** Haltearme der eingangs genannten Art sind bereits seit längerem bekannt und werden in der Chirurgie insbesondere dazu eingesetzt, einen Operateur von statischer Haltearbeit zu entlasten. Ein derartiger Haltearm wird eingesetzt, um ein mechatronisches Assistenzsystem und/oder ein chirurgisches Instrument zu halten, wie etwa einen Manipulator, ein Endoskop, eine Klemme und dergleichen. Insbesondere zum Halten von Endoskopen haben sich die eingangs genannten Haltearme bewährt. Bei der endoskopischen Chirurgie bedient ein Operateur in der Regel mit beiden Händen ein Instrument, während ein Assistent das Endoskop hält, um das Operationsfeld über einen Bildschirm sichtbar zu machen. Das Halten des Endoskops über einen längeren Zeitraum, ist sehr ermüdend. Aus diesem Grund werden vermehrt Haltearme eingesetzt.

**[0003]** Eine solcher Haltearm ist beispielsweise aus DE 195 26 915 B4 bekannt. Die dort offenbarte Haltevorrichtung für medizinische Zwecke weist ein Anschlussteil und einen Halter für chirurgische Werkzeuge sowie einen zwischen dem Halter und dem Anschlussteil angeordneten Arm auf. Der Arm ist mit dem Halter und dem Anschlussteil oder mit einem benachbarten Arm über ein Gelenk verbunden und mit einer pneumatisch betätigbaren Vorrichtung zur wahlweisen Festlegung und Lösung der Gelenke gekoppelt, wobei diese Vorrichtung die Gelenke unter Einwirkung einer Bremskraft auf das Gelenk ausübenden mechanischen Feder festlegt und wobei die Vorrichtung gegen die Kraft dieser Feder pneumatisch in einen das Gelenk freigebenden Zustand überführbar ist. An dem Halter am proximalen Ende des Arms ist ein Betätigungsorgan angeordnet, mittels dessen Hilfe ein Ventil offenbar ist, sodass die einzelnen Gelenke des Arms verstellt werden können. Bei Loslassen des Betätigungsorgans wird das Ventil wieder geschlossen, sodass die Gelenke festgelegt sind.

**[0004]** Ein ähnlicher Haltearm ist in EP 1 958 587 B1 offenbart. Der dort offenbarte Haltearm weist ebenfalls mehrere Gelenke auf, und zur Betätigung der Gelenke ist ein berührungssensitiver Sensor vorgesehen. Dieser Sensor ist am Haltearm benachbart zum medizinischen Instrument angeordnet, sodass bei Ergreifen des medizinischen Instruments der Operator in Kontakt mit dem berührungssensitiven Sensor kommt, wodurch die Gelenke des Haltearms freigegeben werden.

**[0005]** Beide oben genannten Haltearme sind sogenannte passive Haltearme, die ausschließlich gebremste Gelenke aufweisen, jedoch keine aktiven Antriebe in den Gelenken. Die Gelenke sind aufgrund der Betätigung der Bedieneinrichtung freigebbar und bei Loslassen dieser wieder arretiert.

**[0006]** Ein weiterer derartiger Haltearm ist in DE 10 2011 004 926 A1 offenbart. Der Haltearm weist mehrere Armsegmente sowie mehrere Gelenke auf, mittels derer die einzelnen Armsegmente miteinander gekoppelt sind. Der Haltearm gemäß DE 10 2011 004 926 A1 weist ferner eine erste Schnittstelle an dem proximalen Ende auf, um den Haltearm mit einer Normschiene eines Operationstisches zu koppeln. Die erste Schnittstelle ist im Wesentlichen gemäß einer Klemme ausgebildet. Darüber hinaus weist der Haltearm eine Schnittstelle am distalen Ende auf, die ebenfalls als Klemme ausgebildet ist und dazu dient, ein Endoskop aufzunehmen. Auch wenn sich dieser Arm grundsätzlich gut zum reinen Halten von Endoskopen eignet, besteht dennoch ein Bedarf, den Einsatzbereich solcher Haltearme flexibler zu gestalten, insbesondere an verschiedene Aufgaben anzupassen. Ferner ist es wünschenswert, die Sicherheit derartiger Haltearme dahingehend zu verbessern, dass ein Verletzungsrisiko eines Patienten während einer Operation, bei der der Haltearm eingesetzt wird, verringert wird.

**[0007]** Ein weiterer Haltearm ist in US 7,841,979 B2 offenbart. Der Haltearm hält an seinem vorderen Ende ein Endoskop und ist in einem mittleren Abschnitt mit einem Bildschirm gekoppelt. Durch Bewegen des Haltearms und/oder des Bildschirms werden Endoskop und Bildschirm gleichsinnig verschwenkt, sodass die Ausrichtung des Bildschirms der Orientierung des Endoskops entspricht.

**[0008]** Folglich ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein Verfahren anzugeben, dessen Einsatzbereich größer ist, das insbesondere flexibel einsetzbar ist und das in Bezug auf Sicherheitsaspekte verbessert ist.

**[0009]** Es wird ein Haltearm der eingangs genannten Art offenbart, der eine erste Schnittstelle an dem proximalen Ende zum Verbinden des Haltearms mit einer Energiequelle sowie eine externe Steuereinheit zum Übertragen von Signalen an den und von dem Haltearm aufweist; eine zweite Schnittstelle an dem distalen Ende zum Koppeln des Haltearms mit dem Assistenzsystem zum Steuern des Assistenzsystems aufweist; und eine Übertragungseinrichtung aufweist, welche innerhalb des Haltearms angeordnet ist und die erste Schnittstelle mit der zweiten Schnittstelle zum Übertragen von Energie und Signalen zwischen den Schnittstellen verbindet.

**[0010]** Als Assistenzsysteme in dem erfindungsgemäßen Sinn werden jegliche Art von mechatronischen Manipulatoren, die in der Chirurgie eingesetzt werden, verstanden, so wie insbesondere Endoskope, Exoskope, Laparoskope, Trokare und dergleichen. Die zweite Schnittstelle am distalen Ende des Haltearms ist dazu ausgebildet, sowohl mechanisch mit dem Assistenzsystem zu koppeln, um dieses in einer definierten Position zum Haltearm zu halten, als auch die notwendigen weiteren Anschlüsse, wie insbesondere einen Anschluss für elektrische Energie und einen Anschluss zum Übertragen von Signalen, insbesondere Stellsignalen, bereitzustellen. Innerhalb des Haltearms ist eine Übertragungseinrichtung ausgebildet, die vorzugsweise ein Bussystem aufweist. Ferner weist die Übertragungseinrichtung Mittel zum Übertragen von elektrischer Energie auf. Dadurch sind sämtliche Kabel, die zur Übertragung von elektrischer Energie und/oder Daten von der ersten Schnittstelle zur zweiten Schnittstelle erforderlich sind, im Inneren des Haltearms angeordnet und dadurch während des Betriebs des Haltearms geschützt. An der ersten Schnittstelle sind weiterhin Mittel vorgesehen, um den Haltearm mit einer Energiequelle und einer externen Steuereinheit, wie etwa einem Computer und/oder einem OP-System, zu koppeln. Hierdurch ist der Einsatzbereich des Haltearms vergrößert, und dieser kann flexibel für verschiedene Assistenzsysteme eingesetzt werden. Gleichzeitig ist die Sicherheit verbessert, da das Anbringen zusätzlicher Kabel oder dergleichen nicht erforderlich ist, sondern das Assistenzsystem ist lediglich mit der zweiten Schnittstelle am distalen Ende zu koppeln und der Haltearm selbst wiederum über die erste Schnittstelle am proximalen Ende mit einer Energiequelle und einer externen Steuereinheit koppelbar.

**[0011]** Besonders bevorzugt weist die erste Schnittstelle einen Anschluss für einen externen Akkumulator auf. Dadurch ist der Haltearm unabhängig von einer stationären Stromversorgung, und Kabel können weiterhin vermieden werden. Auch ist der Haltearm so im Falle eines Stromausfalls weiterhin betriebsbereit, wodurch die Sicherheit verbessert ist. Die erste Schnittstelle weist vorzugsweise einen Anschluss zur Anbindung des Haltearms an eine Navigationseinrichtung, insbesondere eine OP-Navigationseinrichtung, auf. In modernen Operationssälen werden meist mehrere robotische Systeme eingesetzt. Indem der Haltearm eine Anbindung zu einem solchen Navigationssystem aufweist, ist es möglich, dass dieser Positionsdaten übergibt und empfängt, und so kann eine Kollision mit anderen robotischen Systemen vermieden werden. Weiterhin weist die erste Schnittstelle vorzugsweise einen Bluetooth<sup>®</sup>-, einen USB-, einen RS-232, und/oder einen optischen Anschluss auf. Mittels eines Bluetooth<sup>®</sup>-Anschlusses ist es beispielsweise möglich, Signale an den Haltearm zu übertragen und diese über die Übertragungseinrichtung an der zweiten Schnittstelle bereitzustellen,

wo diese dann an ein chirurgisches mechatronisches Assistenzsystem, wie etwa einen Manipulator, übergeben werden. Das gleiche gilt für USB- und RS-232-Schnittstellen. USB- und RS-232-Schnittstellen eignen sich besonders, um herkömmliche PCs oder OP-Systeme an den Haltearm anzuschließen.

**[0012]** In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung weist die erste Schnittstelle einen Anschluss für ein Röntgengerät, ein Ultraschallgerät oder einen medizinischen Laser auf, und die Übertragungseinrichtung ist dazu ausgebildet, Röntgenstrahlen, Ultraschallsignale und/oder einen medizinischen Laserstrahl zu übertragen, und die zweite Schnittstelle ist dazu eingerichtet, Röntgenstrahlen, Ultraschallsignale und/oder Laserstrahlen auf ein Operationsfeld abzugeben, oder an ein chirurgisches mechatronisches Assistenzsystem bereitzustellen. Hierdurch ist es weiterhin möglich, den Haltearm flexibel einzusetzen, und eine Verkabelung im Operationsbereich kann weitgehend vermieden werden. Röntgengeräte, Ultraschallgeräte und medizinische Laser können distal zum Patienten angeordnet werden und mittels des Haltearms zum Operationsfeld hin übertragen und bereitgestellt werden.

**[0013]** Der Haltearm weist mehrere Armsegmente und mehrere Gelenke auf, mittels derer die Armsegmente gelenkig miteinander verbunden sind. Vorzugsweise weist der Haltearm wenigstens sechs Armsegmente und wenigstens sechs Gelenke auf. Die Armsegmente selbst sind im Wesentlichen starr und vorzugsweise im Wesentlichen stabförmig. Der Begriff „stabförmig“ umfasst hier sowohl im Wesentlichen gerade Armsegmente als auch leicht bis stark gekrümmte Armsegmente. Bei einem derartigen Haltearm wechseln sich Armsegmente und Gelenke stets ab. Der Haltearm ist vorzugsweise als sogenannter passiver Haltearm ausgebildet und weist daher ausschließlich aktiv gebremste Gelenke auf, jedoch keine angetriebenen Gelenke, wie dies bei robotischen Haltearmen häufig der Fall ist. Jedes Gelenk ist daher nur freigeb- und arretierbar, allerdings nicht antreibbar. Hierdurch ist der Haltearm einfach aufgebaut und bedarf keiner komplexen Steuerung zu seinem Betrieb. Der Haltearm kann manuell verstellbar sein, indem die einzelnen Gelenke gegen die Bremskraft der Bremsen verstellt werden.

**[0014]** Vorzugsweise weist der Haltearm eine Bedieneinrichtung zum Verbringen des Haltearms in eine gewünschte Pose auf, wobei die Bedieneinrichtung dazu eingerichtet ist, bei Kontakt zwischen einer Bedienperson und einem der ersten und zweiten Armsegmente das zugehörige Gelenk freizugeben. Bevorzugt ist daher vorgesehen, dass die Bedieneinrichtung dazu eingerichtet ist, bei Kontakt zwischen einer Bedienperson und dem ersten Armsegment das erste Gelenk freizugeben und bei Kontakt zwischen einer Bedienperson und dem zweiten Arm-

segment das zweite Gelenk freizugeben. Es ist also vorzugsweise vorgesehen, dass bei Kontakt einer Bedienperson mit einem entsprechenden Armsegment nur das zugeordnete Gelenk freigegeben wird. Dadurch ist es möglich, intuitiv einzelne Gelenke zu bewegen und den Haltearm so segmentweise zu verstellen und in eine gewünschte Pose zu bringen. Dadurch ist eine genauere Positionierung möglich, da inkrementell jedes Segment separat verstellt werden kann. Es ist ebenso möglich, mehrere Segmente auf einmal zu kontaktieren, sodass mehrere Gelenke gleichzeitig freigegeben werden und so verstellbar sind. Dadurch ist es möglich, den Haltearm auf einfache Art und Weise, insbesondere intuitiv, in eine gewünschte Pose zu überführen. Dazu kann an dem Haltearm, insbesondere an den Segmenten, ein Kontaktmittel vorgesehen sein, welches mit der Bedieneinrichtung derart zusammenwirkt, dass die Bedieneinrichtung bei einem Kontakt zwischen dem Bediener und dem Kontaktmittel ein zugeordnetes Gelenk freigibt.

**[0015]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weisen die Gelenke Bremsen auf, mittels derer die Gelenke freigebbar und arretierbar sind. Die Bremsen dienen dazu, eine Bewegung der Armsegmente relativ zueinander, also eine Bewegung der Gelenke zu bremsen beziehungsweise zu verhindern. Sind die Bremsen gelöst, sind die Gelenke freigegeben.

**[0016]** Vorzugsweise sind die Bremsen in einem Ruhezustand derart vorgespannt, dass die Gelenke arretiert sind. Dadurch befindet sich der Haltearm, wenn dieser in einem Ruhezustand ist, in einem arretierten Zustand, wodurch die Sicherheit des Haltearms bei der Verwendung im medizinischen Bereich verbessert ist. Kommt es beispielsweise aufgrund einer Störung zu einem Ausfall einer Energieversorgung, befindet sich der Haltearm in einem arretierten Zustand, und die Pose des Haltearms bleibt bestehen. Ferner ist durch eine derartige Gestaltung der Vorspannung ein Energiebedarf des Haltearms reduziert.

**[0017]** Besonders bevorzugt sind die Bremsen als elektromagnetische Bremsen ausgebildet und weisen jeweils einen Permanentmagneten auf, der die Bremsen im unbestromten Zustand in den arretierten Zustand vorspannt. Dies ist eine besonders zweckdienliche Gestaltung der Bremsen. Zum Freigeben sind die Bremsen zu bestromen, sodass ein Bremsenelement entgegen der Kraft des Permanentmagneten gelöst wird. Bei Ausfall einer Stromversorgung schließt die Bremse aufgrund des Permanentmagneten wieder, sodass das Gelenk dann im arretierten Zustand ist. Elektromagnetische Bremsen haben den Vorteil, dass sie im Verhältnis zu ihrem Gewicht eine hohe Haltekraft bzw. ein hohes Haltemoment ausüben können, verglichen mit Federdruckbremsen.

**[0018]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung weist der Haltearm sechs Freiheitsgrade auf. Besonders bevorzugt weist der Haltearm sieben Freiheitsgrade auf. Während sechs Freiheitsgrade ausreichen, um jeden Punkt im Raum zu erreichen, ist es bei sieben Freiheitsgraden möglich, jeden Punkt mit verschiedenen Posen zu erreichen, sodass der Haltearm stets so ausrichtbar ist, dass beispielsweise das Operationsfeld leicht zugänglich ist. Daher ist es besonders bevorzugt, dass der Haltearm sieben Freiheitsgrade aufweist.

**[0019]** Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform weist der Haltearm sieben Armsegmente und sieben Gelenke auf, wobei jedem Armsegment ein Gelenk zugeordnet ist. Jedes Gelenk weist gemäß diesem Ausführungsbeispiel vorzugsweise einen Freiheitsgrad auf, sodass der Haltearm insgesamt sieben Freiheitsgrade aufweist. Es ist auch möglich, dass jedes Gelenk zwei oder mehr Freiheitsgrade hat, wobei Gelenke mit einem Freiheitsgrad aufgrund ihrer Stabilität bevorzugt sind. Vorzugsweise sind sämtliche Gelenke als rotatorische Gelenke ausgebildet. Vorzugsweise sind einige der Gelenke als rotatorische Gelenke und einige als translatorische Gelenke ausgebildet. Vorzugsweise sind die Gelenke, wenn diese sämtlich rotatorisch ausgebildet sind, derart in dem Haltearm angeordnet, dass Achsen von entlang des Haltearms aufeinanderfolgenden Gelenken, vom proximalen zum distalen Ende des Haltearms hin, jeweils senkrecht aufeinander stehen.

**[0020]** In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist der Haltearm in wenigstens einem Gelenk einen Lagesensor auf, zum Erfassen einer Stellung des Gelenks. Vorzugsweise ist in jedem Gelenk ein Lagesensor zum Erfassen der Stellung eines Gelenks angeordnet. Ein derartiger Lagesensor kann beispielsweise als kapazitiver Wegaufnehmersensor ausgebildet sein, der mechanisch einen Bewegungsweg des Gelenks aufnimmt, und so eine Winkelstellung bestimmt, oder als Beschleunigungssensor, der eine Bewegung des Gelenks im Raum bestimmt. Zusätzlich oder alternativ sind Bewegungssensoren in den Armsegmenten vorgesehen, sodass die Lage der Armsegmente im Raum bestimmbar ist. Hierdurch ist eine Pose des Haltearms bestimmbar, welche wiederum über die erste und/oder zweite Schnittstelle an das Assistenzsystem und/oder an die externe Steuereinheit bereitgestellt werden kann. Dies ist insbesondere vorteilhaft, wenn ein OP-Navigationssystem verwendet wird und dieses die Informationen über die Pose des Haltearms verwendet, um eine Navigation zu koordinieren. Weiterhin ist über die Pose des Haltearms ermittelbar, ob eine Kollision mit weiteren Geräten oder dem Haltearm selbst droht. Hierdurch ist die Sicherheit des Haltearms weiter verbessert.

**[0021]** Wird ein Beschleunigungssensor als Lage-sensor verwendet, ist es auch möglich, eine Bewegung des Haltearms insgesamt, ohne Veränderung der Pose zu detektieren. Wird beispielsweise der Operationstisch während der Operation bewegt, kann der Haltearm diese Bewegung erfassen. Es kann vorgesehen sein, dass der Haltearm bei einer bestimmten Neigung des Operationstisches, beispielsweise ab 15 Grad, dazu eingerichtet ist, ein Warnsignal auszugeben. Wird eine Neigung des Operationstisches zu steil eingestellt, ist es möglich, dass ein Patient auf dem Operationstisch verrutscht, wodurch Verletzungen hervorgerufen werden können. Ist beispielsweise an der distalen Schnittstelle des Haltearms ein Endoskop angeordnet, welches beispielsweise in die Nase eines Patienten eingeführt ist, und wird dann die Neigung des Tisches verstellt, so detektiert der Haltearm mittels der Bewegungssensoren einerseits die Neigung des Tisches, andererseits aufgrund von Drehmomentsensoren in den Gelenken auch eine Belastungsänderung an dem Endoskop, was ebenfalls ein Verrutschen des Patienten auf dem Operationstisch andeuten kann. Vorzugsweise ist der Haltearm dazu eingerichtet, bei Überschreiten vorbestimmter Grenzwerte ein Signal, beispielsweise einen Signalton auszugeben. Es kann auch vorgesehen sein, dass der Haltearm ein Signal, beispielsweise an ein OP-System oder direkt an einen Operationstisch, ausgibt wenn der Haltearm mittels der proximalen Schnittstelle an ein OP-System oder den Operationstisch gekoppelt ist, derart, dass eine Bewegung des Tisches blockiert wird, wenn sich ein an der distalen Schnittstelle angeordnetes Endoskop in dem Situs befindet. Ferner kann vorgesehen sein, dass nach einer detektierten Patientenbewegung oder einer Tischbewegung relativ zu dem Haltearm, eine zuvor angefahrne Position eines Assistenzsystems, insbesondere eines Endoskops, relativ zum Patienten nun nicht mehr angefahren werden darf. Auch dadurch kann eine Verletzung vermieden werden.

**[0022]** Ist zusätzlich ein OP-Navigationssystem vorhanden, ist es mittels des erfindungsgemäßen Haltearms zudem möglich, auch nicht navigierte Instrumente, die keine dem Navigationssystem zugeordneten Lokalisatoren aufweisen, über den Haltearm in das Navigationssystem zu integrieren. Mittels des Haltearms ist es möglich, die Position eines nicht navigierten Instruments, welches an der distalen Schnittstelle des Haltearms angeordnet ist, zu bestimmen. Dazu ist an dem Haltearm oder an der Basis, mit der der Haltearm gekoppelt ist, ein Lokalisator angeordnet, sodass die Position des Haltearms in dem Navigationssystem bekannt ist. Der Haltearm kann über die proximale Schnittstelle Daten, die die Lage des Instruments repräsentieren, an das Navigationssystem übergeben, dieses kann die Daten verarbeiten und so das nicht navigierte Instrument in die Navigation integrieren. Neben Beschleunigungssensoren

soren sind auch andere Positions- und Gyroskopsensoren bevorzugt. Indem Instrumente, die selber über keine Sensorik oder dergleichen verfügen (wie etwa chirurgische Klemmen und dergleichen) mittels des Haltearms gehalten werden, ist deren Position relativ zum Tisch bekannt. Häufig bestehen Operationstische aus einzelnen Segmenten, die manuell verstellt werden können. Beispielsweise kann eine Kopfplatte angehoben, geneigt oder verschoben werden. Hierdurch ändert sich häufig die relative Lage des Patienten zu Instrumenten, wodurch Verletzungen hervorgerufen werden können. Indem der Haltearm Lage-sensoren aufweist, kann dieser eine Bewegung des Operationstisches oder Segmente des Operationstisches detektieren und so vor einer Relativbewegung des Patienten zum Assistenzsystem (beispielsweise der chirurgischen Klemme) warnen, indem bei einer derartigen detektierten Relativbewegung ein Signal ausgegeben wird. Es ist auch möglich, dass der Haltearm über die proximale Schnittstelle Daten über seine Pose an weitere Systeme wie etwa C-Bögen (beispielsweise das System Artis zeego der Firma Siemens AG, Erlangen, Deutschland), wodurch Kollisionen vermieden werden können.

**[0023]** In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung ist in wenigstens einem Gelenk ein Drehmomentsensor zum Erfassen eines auf das Gelenk wirkenden Drehmoments angeordnet. Vorzugsweise ist in allen Gelenken ein derartiger Drehmomentsensor angeordnet. Über das Erfassen von auf die Gelenke wirkenden Drehmomenten ist es möglich, eine Kraft, die am distalen Ende des Haltearms wirkt, zu bestimmen. Dadurch ist einerseits ein Gewicht eines Assistenzsystems bestimmbar, welches an dem distalen Ende gekoppelt ist. Andererseits sind auch bei der Verwendung des Haltearms auf diesen wirkende Kräfte bestimmbar. So ist es beispielsweise denkbar, dass an der zweiten Schnittstelle ein Endoskop angeordnet ist. Beim Handhaben des Endoskops, beispielsweise Einführen des Endoskops in eine Körperöffnung eines Patienten, kann so ein Widerstand bestimmt werden, auf den das Endoskop stößt. Dadurch ist erkennbar, ob eine Verletzung des Patienten droht. Hierdurch ist die Sicherheit weiter verbessert. Vorzugsweise werden die erfassten Drehmomentdaten an der ersten und/oder zweiten Schnittstelle bereitgestellt.

**[0024]** Dadurch können die Drehmomentdaten an der externen Steuereinheit verarbeitet werden, und diese kann, beispielsweise im oben genannten Fall der Kollision eines Endoskops mit einem Widerstand im Körper eines Patienten, ein Warnsignal oder dergleichen ausgeben.

**[0025]** Mittels der Drehmomentsensoren ist ferner ein Gewicht eines an der distalen Schnittstelle angeordneten Assistenzsystems bestimmbar. Der Haltearm ist vorzugsweise so ausgelegt, dass er Posen,

in denen ein bestimmter Drehmoment-Schwellwert eines Gelenks, aufgrund eines Gewichts des Assistenzsystems überschritten werden würde, blockiert. Wird beispielsweise ein relativ schweres Endoskop an dem distalen Ende des Haltearms angeordnet, wird eine Pose, bei der der Haltearm sehr weit von der Basis ausragt, und demnach ein sehr hohes Moment in einem proximalen Drehgelenk wirkt, blockiert. Ein Operateur kann den Haltearm nicht in eine solche Pose bewegen, da zuvor Bremsen in Gelenken das Verbringen des Haltearms in eine derartige Pose verhindern. Dadurch ist die Sicherheit des Haltearms weiter verbessert. Es ist auch denkbar, dass das Gewicht des Assistenzsystems nicht von dem Haltearm bestimmt wird, sondern das Assistenzsystem sein eigenes Gewicht an die zweite Schnittstelle am distalen Ende übermittelt und der Haltearm Daten, die dieses Gewicht repräsentieren, speichert und entsprechend verarbeitet. Zusätzlich oder alternativ ist vorzugsweise vorgesehen, dass bei Überschreitung bestimmter Schwellwerte ein Signalton ausgegeben wird. Zudem ist bevorzugt, dass an den Gelenken Leuchtmittel vorgesehen sind, die aufleuchten, wenn ein vorbestimmter Schwellwert eines Gelenks überschritten wird. Wird also ein Gelenk mit einem zu hohen Drehmoment belastet, wird ein Leuchtmittel an diesem Gelenk ausgelöst und ein Operateur kann auf diese Weise wahrnehmen, welches Gelenk einer Entlastung bedarf, um eine stabile Pose zu erreichen.

**[0026]** Zum Übertragen dieser Daten weisen die erste und/oder zweite Schnittstelle vorzugsweise Übertragungsmittel auf zum Übertragen der von dem Sensor oder den Sensoren erfassten Daten. Diese Übertragungsmittel umfassen vorzugsweise die eingangs genannten Schnittstellen, wie insbesondere Bluetooth®, USB, RS-232 oder ähnliche.

**[0027]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung weist der Haltearm eine Erkennungseinheit zum Erkennen eines mit der zweiten Schnittstelle gekoppelten Assistenzsystems auf, wobei die Bedieneinrichtung dazu angepasst ist, die Gelenke in Abhängigkeit des mit der zweiten Schnittstelle gekoppelten Assistenzsystems freizugeben oder zu arretieren. Eine derartige Erkennungseinheit weist vorzugsweise einen Barcode-Scanner, einen QR-Code-Scanner oder einen RFID-Scanner auf. Vorzugsweise ist ein an der zweiten Schnittstelle gekoppeltes Assistenzsystem mit einem entsprechenden Barcode, QR-Code oder einem RFID-Chip ausgestattet, welcher eine Identifikation des Assistenzsystems sowie vorzugsweise Informationen über dieses enthält. Hierdurch ist der Haltearm in der Lage, zu erkennen, welches Assistenzsystem an der zweiten Schnittstelle gekoppelt ist und so ein Freigeben bestimmter Gelenke teilweise oder vollständig zu verhindern. Beispielsweise ist an der zweiten Schnittstelle ein Endoskop angeordnet. Der RFID-Chip des Endoskops enthält Informationen über dieses Endoskop, wie insbe-

sondere die geometrischen Abmaße des Endoskops. Diese Informationen werden von der Erkennungseinheit erkannt und an die Bedieneinrichtung des Haltearms und/oder die externe Steuereinheit weitergegeben. Die Bedieneinrichtung ist dazu ausgebildet, solche Posen des Haltearms zu verhindern, in welchen das Endoskop mit dem Haltearm kollidieren würde. Ferner kann die Bedieneinrichtung zusätzlich dazu ausgebildet sein, solche Positionen des Haltearms zu verhindern, indem das Endoskop mit beispielsweise einem Operationstisch oder weiteren Gegenständen kollidiert.

**[0028]** Die Erkennungseinheit ist vorzugsweise ferner dazu ausgebildet, ein Instrument, welches in den Operationsbereich eingeführt wird, zu erkennen und Daten, die dieses Instrument repräsentieren, an der ersten Schnittstelle bereitzustellen. Die Erkennungseinheit ist vorzugsweise ferner dazu ausgebildet, ein Instrument, welches aus dem Operationsbereich entfernt wird, zu erkennen, und Daten, die dieses Instrument repräsentieren, an der ersten Schnittstelle bereitzustellen. Das Instrument weist dazu bevorzugt einen Sender, etwa einen RFID-Chip auf, der mittels eines entsprechenden Empfängers, etwa RFID-Sensors, der in der Erkennungseinheit vorgesehen ist, kommuniziert. Dadurch ist es möglich festzustellen, zu welchem Zeitpunkt welches Instrument in den Operationsbereich eingeführt wird, und ob dieses den Operationsbereich wieder verlassen hat. Wird beispielsweise am Ende eines Operationsvorgangs festgestellt, dass sieben Instrumente zum Operationsbereich hingeführt wurden, jedoch nur sechs aus diesem entfernt wurden, kann dies ein Indiz dafür sein, dass sich noch ein Instrument im Operationsbereich befindet, wodurch ein Risiko für den Patienten hervorgerufen werden kann.

**[0029]** Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform weist der Haltearm eine Kamera auf, die vorzugsweise am distalen Ende angeordnet ist, wobei die Kamera dazu vorgesehen ist, ein Operationsfeld zu beobachten und mit der ersten Schnittstelle zum Übertragen von Bilddaten an der ersten Schnittstelle gekoppelt ist. Dadurch ist auf vorteilhafte Art und Weise das Operationsfeld beobachtbar. Die Kamera ist durch die Kopplung an dem Haltearm besonders nah am Operationsfeld angeordnet und hat „freie Sicht“ auf das Operationsfeld. Zudem ist ihre Position mittels des Haltearms verstellbar. Die Kamera kann auch dazu eingesetzt werden, Gegenstände wie etwa weitere chirurgische Instrumente und dergleichen in der Nähe des Haltearms zu beobachten und so eine Kollision mit diesen zu verhindern. Nimmt die Kamera beispielsweise wahr, dass der Haltearm zu nah an ein im Operationsfeld befindliches Instrument gebracht wird, kann vorgesehen sein, dass die Bedieneinrichtung ein oder mehrere Gelenke arretiert, sodass eine Kollision verhindert wird. In einem solchen Fall ist es bevorzugt, dass die Bedieneinrich-

tung einen Controller aufweist, der mit einer dafür eingerichteten Bilderkennungssoftware ausgestattet ist. Die Kamera kann in den Haltearm selbst integriert und fest mit diesem verbunden sein, oder die Kamera ist Teil eines Exoskops, welches mit der zweiten Schnittstelle gekoppelt ist. Die Kamera ist vorzugsweise als Full-HD Kamera oder als 3D-Kamera ausgebildet. Ist die Kamera Teil eines Exoskops, ist diese an der zweiten Schnittstelle an eine Spannungschnittstelle, eine Lichtleiterschnittstelle und eine Datenschnittstelle angeschlossen. In der Verwendung wird die Kamera eines Exoskops typischerweise etwa 25 cm bis 75 cm von einem Operationsfeld entfernt angeordnet. Indem die Kamera des Exoskops direkt an der distalen Schnittstelle gekoppelt ist, können Daten an der proximalen Schnittstelle übertragen werden, beispielsweise an ein OP-System. Nun kann ein Anwender Bilder, welche mittels der Kamera aufgenommen werden, über einen entsprechenden 2D- oder 3D-Monitor des OP-Systems betrachten. Da es möglich ist, mittels des Haltearms die Kamera beziehungsweise die Linse der Kamera relativ nah am Operationsfeld zu positionieren, sind bei Verwendung entsprechender Monitore große Vergrößerungen von beispielsweise 12facher Vergrößerung einfach zu realisieren. Dadurch ist es nicht mehr erforderlich, ein großes und umständliches Operationsmikroskop einzusetzen, allein der Haltearm, welcher mit einer Kamera oder ein Exoskop ausgestattet ist, reicht aus, um das Operationsfeld zu beobachten. Indem der Haltearm zusätzlich Sensoren zur Bestimmung der Pose des Haltearms aufweist, ist bei Verwendung des erfindungsgemäßen Haltearms auch die Position bekannt, aus der die Bilder mittels der Kamera beziehungsweise der Kamera des Exoskops aufgenommen werden. Den aufgenommenen Bilddaten können so zeitliche Lageinformation zugeordnet werden. Somit ist es möglich, nach Abschluss der Operation Blickwinkel und Blickposition jedem einzelnen Bild zuzuordnen. Hieraus können postoperativ Schlussfolgerungen für die Dokumentation gezogen werden, aus welcher Perspektive welche operative Strategie gewählt wurde.

**[0030]** Vorzugsweise weist der Haltearm ferner ein Mikrofon auf, welches mit dem Controller und/oder Bedieneinrichtung gekoppelt ist, und der Controller und/oder die Bedieneinrichtung weist eine entsprechende Spracherkennungssoftware auf, sodass durch das Mikrofon empfangene Audiosignale in Stell- und Steuersignale für den Haltearm umgesetzt werden. So ist es bevorzugt, bei Empfang eines entsprechenden Audiosignals über das Mikrofon eine an dem Haltearm angeordnete oder an diesem integriert vorgesehene Kamera so zu steuern, dass diese ein Standbild, einen sogenannten Snapshot, aufnimmt und an der zweiten Schnittstelle an den Haltearm übergibt, sodass Daten, die diesen Snapshot repräsentieren, an der ersten Schnittstelle des Haltearmes in ein System übertragen werden können. Dadurch ist

es möglich, dass der Operateur während der Operation einen Befehl gibt, etwa das Wort „Snapshot ausspricht und durch eine Spracherkennungssoftware, welche in dem Controller vorgesehen ist, ein Signal von dem Controller an die Kamera gesendet wird, einen Snapshot aufzunehmen und Daten, die diesen repräsentieren, an der zweiten Schnittstelle bereitzustellen. Zu diesen Snapshots können durch den Haltearm ferner Positionsdaten übergeben werden.

**[0031]** Ist ferner in einem Operationssaal, in dem der Haltearm eingesetzt wird, ein Navigationssystem vorhanden, kann der Haltearm über die erste Schnittstelle mit diesem Navigationssystem verbunden werden. Solche Navigationssysteme sind beispielsweise von der Fa. Karl Storz GmbH & Co. KG, Tuttlingen, Deutschland oder auch der Fa. Olympus Deutschland GmbH, Hamburg, Deutschland erhältlich. In einem solchen Fall wird vorzugsweise an der Basis des Haltearms ein optischer Lokalisator befestigt, der mit dem Navigationssystem zusammenwirkt. Die Navigationskamera des Navigationssystems erfasst so den Haltearm und auch das Operationsfeld. Auch der Patient ist mit Lokalisatoren ausgestattet, sodass eine Patientenlage im Raum durch das Navigationssystem erfassbar ist. Allerdings sind die definierten Arbeitsräume eines Navigationssystems in der Regel begrenzt. Wird nun eine Kamera oder ein Exoskop an dem Haltearm vorgesehen, ist es möglich, die Kamera bzw. das Exoskop auch außerhalb des Arbeitsraums des Navigationssystems zu positionieren und die Lage der Kamera bzw. des Exoskops mittels des Haltearms zu bestimmen. Dadurch kann der begrenzte Arbeitsraum des Navigationssystems von zusätzlichen Werkzeugen freigehalten werden und das Navigationssystem verbessert genutzt werden. Ferner können Positionsdaten der Kamera zu den Daten, die aufgenommene Bilder repräsentieren, abgespeichert und mit Daten des Navigationssystems verknüpft werden. In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung ist an der zweiten Schnittstelle ein Sicherungselement vorgesehen, welches mit der Bedieneinrichtung gekoppelt ist, derart, dass die Bedieneinrichtung alle Gelenke arretiert, wenn das Sicherungselement eine fehlerhafte Kopplung zwischen dem Assistenzsystem und der zweiten Schnittstelle anzeigt. Ein derartiges Sicherungselement kann als elektronisches Sicherungselement oder als mechanisches Sicherungselement ausgebildet sein. Beispielsweise kann vorgesehen sein, dass bei korrekter Kopplung zwischen dem Assistenzsystem und der zweiten Schnittstelle ein Stromkreis geschlossen wird. In einer Alternative ist an dem Assistenzsystem ein Magnet angeordnet, und die zweite Schnittstelle weist einen entsprechenden Sensor auf, der dazu eingerichtet ist, das Magnetfeld des an dem Assistenzsystem angeordneten Sensors zu detektieren. Weitere Alternativen sind hier denkbar. Auch hierdurch wird die Sicherheit des Haltearms weiter verbessert. Ist ein Assistenzsystem nicht korrekt mit der zweiten Schnitt-

stelle gekoppelt, werden alle Gelenke arretiert, und der Haltearm kann nicht bewegt werden. Die Gefahr, dass ein Haltearm mit einem nicht korrekt gekoppelten Assistenzsystem während einer Operation verwendet wird, kann dadurch verringert werden.

**[0032]** Erfindungsgemäß wird die eingangs genannte Aufgabe durch ein Verfahren zum Steuern eines an einem Haltearm gekoppelten mechatronischen Assistenzsystems, zur Navigation während einer chirurgischen Behandlung, mit den Schritten gelöst: Kopplern eines mechatronischen Assistenzsystems mit einer zweiten Schnittstelle des Haltearms an seinem distalen Ende; Übertragen von elektrischer Energie und Signalen von einer ersten Schnittstelle des Haltearms an seinem proximalen Ende; wobei das Übertragen mittels einer Übertragungseinrichtung, welche innerhalb des Haltearms angeordnet ist und die erste Schnittstelle mit der zweiten Schnittstelle zum Übertragen von Energie und Signalen zwischen den Schnittstellen verbindet, ausgeführt wird; und wobei das Verfahren ferner die Schritte aufweist: Erkennen, mittels einer Erkennungseinheit, ein in einen Operationsbereich eingeführtes Instrument; Bereitstellen von Daten an der ersten Schnittstelle, die das Instrument repräsentieren und indizieren, dass das Instrument in den Operationsbereich eingeführt wurde, Erkennen, mittels einer Erkennungseinheit, ein aus dem Operationsbereich ausgeführtes Instrument; und Bereitstellen von Daten an der ersten Schnittstelle, die das Instrument repräsentieren und indizieren, dass das Instrument aus dem Operationsbereich ausgeführt wurde; zum Feststellen, zu welchem Zeitpunkt welches Instrument in den Operationsbereich eingeführt wird, und ob dieses den Operationsbereich wieder verlassen hat (Anspruch 1).

**[0033]** Es soll verstanden werden, dass der hierin offenbarte Haltearm sowie das Verfahren gemäß der Erfindung gleiche und ähnliche Unter Aspekte haben. Insofern wird für einzelne Ausgestaltungen des Haltearms sowie für die Vorteile des Verfahrens auf die obige Beschreibung zu der Offenbarung des Haltearms vollumfänglich verwiesen.

**[0034]** Durch ein derartiges Verfahren zum Steuern eines an einem Haltearm gekoppelten mechatronischen Assistenzsystems sind insbesondere die Sicherheit eines verwendeten Haltearms und die Sicherheit von mit diesem ausgeführten chirurgischen Schritten verbessert.

**[0035]** Vorzugsweise umfasst das Verfahren ferner die Schritte: Erfassen von Stellungen von Gelenken des Haltearms; Bestimmen einer Pose des Haltearms unter Verwendung der erfassten Stellung der Gelenke; und Bereitstellen von Daten, die die bestimmte Pose repräsentieren, an der ersten Schnittstelle. Die an der ersten Schnittstelle bereitgestellten Daten werden vorzugsweise mittels dieser an eine

externe Steuereinheit übergeben, in welcher die Daten weiter verarbeitet und/oder ausgewertet werden. Eine derartige externe Steuereinheit kann beispielsweise als üblicher PC ausgebildet sein, oder als OP-System.

**[0036]** Weiterhin ist bevorzugt, dass das Verfahren die Schritte aufweist: Erfassen von auf Gelenke des Haltearms wirkende Drehmomenten; Bestimmen einer an dem distalen Ende des Haltearms angreifenden Kraft; und Bereitstellen von Daten die die bestimmte Kraft repräsentieren, an der ersten Schnittstelle. Auch diese Daten werden vorzugsweise an eine externe Steuereinheit übergeben. Die externe Steuereinheit kann diese Daten weiter verarbeiten und/oder auswerten. Beispielsweise kann die externe Steuereinheit ein Signal ausgeben, wenn ein Grenzwert einer auf den Haltearm wirkenden Kraft überschritten wird.

**[0037]** In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung weist das Verfahren die Schritte auf: Erkennen eines mit der zweiten Schnittstelle gekoppelten Assistenzsystems; Freigeben und Arretieren von Gelenken des Haltearms in Abhängigkeit des erkannten Assistenzsystems; Bereitstellen von Daten, die das erkannte Assistenzsystem repräsentieren, an der ersten Schnittstelle. Durch diese Schritte sind die Sicherheit des Haltearms und die Verwendung dieses Haltearms in einem chirurgischen Verfahren weiter verbessert. Sobald eine kritische und/oder „unzulässige“ Pose mit dem Haltearm erreicht wird beziehungsweise der Haltearm in eine derartige Pose bewegt wird, werden entsprechende Gelenke arretiert, so dass diese kritische beziehungsweise „unzulässige“ Pose nicht erreicht werden kann. Dadurch ist die Sicherheit des Haltearms weiter verbessert.

**[0038]** Erfindungsgemäß weist das Verfahren die Schritte auf: Erkennen, mittels einer Erkennungseinheit, ein in einen Operationsbereich eingeführtes Instrument; Bereitstellen von Daten an der proximalen Schnittstelle, die das Instrument repräsentieren und indizieren, dass das Instrument in den Operationsbereich eingeführt wurde. Gemäß diesen Verfahrensschritten werden Instrumente, die nicht an dem distalen Ende des Haltearms gekoppelt werden, mittels der Erkennungseinheit erkannt.

**[0039]** Die Erkennungseinheit weist dazu vorzugsweise einen Empfänger, etwa einen RFID-Sensor auf, während das oder die in den Operationsbereich gebrachten Instrumente einen Sender, etwa ein RFID-Tag, aufweisen. Es ist auch möglich, dass der Haltearm ein Near-Field-Sensor aufweist, und das Instrument ein Near-Field-Chip aufweist. Ebenso sind andere Sender-Empfänger-Modelle möglich. Durch dieses Verfahren wird folglich erkannt, wann ein Instrument in den Operationsbereich eingeführt wird. Dabei werden an der ersten Schnittstelle Daten be-



reitgestellt, die das Instrument repräsentieren und angeben, um welches Instrument es sich handelt, als auch Daten, die angeben, dass das Instrument in den Operationsbereich eingeführt wurde. Vorzugsweise werden diese Daten gespeichert.

**[0040]** Weiterhin ist vorgesehen, dass das Verfahren die Schritte aufweist: Erkennen, mittels einer Erkennungseinheit, eines aus dem Operationsbereich ausgeführtes Instruments; Bereitstellen von Daten an der ersten Schnittstelle, die das Instrument repräsentieren und indizieren, dass das Instrument aus dem Operationsbereich ausgeführt wurde. Hier gilt die obige Beschreibung entsprechend. Allerdings wird hier gemäß diesen Verfahrensschritten erkannt, ob und wann das entsprechende Instrument aus dem Operationsbereich ausgeführt wurde. Ergibt sich nach Abschluss der Operation eine Diskrepanz zwischen eingeführten und ausgeführten Instrumenten, deutet dies darauf hin, dass sich Instrumente noch im Operationsbereich befinden. Hierdurch kann ein Risiko bei der Operation verringert werden.

**[0041]** In einer bevorzugten Ausgestaltung weist das Verfahren die Schritte: Erfassen von Bilddaten eines Operationsfelds; und Bereitstellen der Bilddaten an der ersten Schnittstelle auf. Die Bilddaten umfassen sowohl zweidimensionale als auch dreidimensionale Bilddaten und werden vorzugsweise mittels einer Kamera erfasst, die am distalen Ende des Haltearms angeordnet ist.

**[0042]** In einer bevorzugten Weiterbildung sind die Bilddaten mit Positionsdaten des Assistenzsystems verknüpft. Das Assistenzsystem weist vorzugsweise eine Kamera auf. Indem die Bilddaten mit Positionsdaten des Assistenzsystems verknüpft sind, insbesondere Metadaten des Bildes Daten über die Position der Kamera umfassen, ist es möglich zu bestimmen, aus welcher Position das entsprechende Bild aufgenommen wurde.

**[0043]** In einer bevorzugten Weiterbildung des Verfahrens weist dieses die Schritte auf: Erfassen eines Audiosignals mittels eines Mikrofons; Erkennen eines Sprachbefehls in dem Audiosignal; Wandeln des Sprachbefehls in ein Stellsignal für das Assistenzsystem; und Bereitstellen des Stellsignals an der zweiten Schnittstelle. Vorzugsweise wird zur Verarbeitung des Audiosignals eine bekannte Spracherkennungssoftware eingesetzt. Bestimmte Sprachbefehle können mit bestimmten Stellsignalen verknüpft sein. So ist es beispielsweise möglich, dass ein Sprachbefehl: „Screenshot“ einem Stellsignal zugeordnet ist, welches eine an der zweiten Schnittstelle angeordnete Kamera veranlasst, ein Bild aufzunehmen. Weitere Stellsignale sind denkbar und bevorzugt.

**[0044]** Weiterhin ist bevorzugt, dass das Verfahren ferner die folgenden Schritte aufweist: Bestimmen, ob

das Assistenzsystem korrekt mit der zweiten Schnittstelle gekoppelt ist; Arretieren aller Gelenke des Haltearms, wenn das Assistenzsystem nicht korrekt mit der zweiten Schnittstelle gekoppelt ist. Auch hierdurch ist die Sicherheit weiter verbessert. Zusätzlich kann vorgesehen sein, dass das Verfahren den Schritt aufweist: Ausgeben eines Alarmsignals, wenn das Assistenzsystem nicht korrekt mit der zweiten Schnittstelle gekoppelt ist. Ein solches Alarmsignal kann beispielsweise als Audiosignal oder visuelles Signal ausgebildet sein.

**[0045]** In einer bevorzugten Ausgestaltung des Verfahrens weist dieses ferner den Schritt auf: Anzeigen einer Repräsentation von an der ersten und/oder zweiten Schnittstelle übergebenen Daten. Eine derartige Repräsentation kann beispielsweise die Anzeige einer Identifikation eines Assistenzsystems, welches an dem distalen Ende angeordnet ist, umfassen. Es können Informationen über dieses Assistenzsystem angezeigt werden, wie beispielsweise Fähigkeiten, Restriktionen, Stellparameter und dergleichen. Ferner ist es auch möglich, eine Pose des Haltearms darzustellen oder auf einzelne Gelenke wirkende Kräfte.

**[0046]** In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung weist das Verfahren die Schritte auf: Speichern der an der ersten Schnittstelle bereitgestellten Daten; Erstellen eines Operationsprotokolls unter Verwendung der gespeicherten Daten. Vorzugsweise werden sämtliche erfassten und bereitgestellten Daten gespeichert und auf Basis dieser Daten das Operationsprotokoll erstellt. Die erfassten Daten umfassen Positions- und Lagedaten der Gelenke, sowie auf das distale Ende wirkende Kräfte. Auf Basis dieser Daten ist es möglich, jede einzelne Pose des Haltearms während einer Operation nachzuvollziehen und so die Lage eines an dem Haltearm angeordneten Assistenzsystems im Raum während des gesamten Operationsprozesses zu kennen. Hieraus ist nachvollziehbar, wie das Assistenzsystem relativ zum Patienten bewegt wurde und dadurch, welche Schritte vorgenommen worden sind. Gemäß diesem Aspekt der Erfindung ist es also nicht erforderlich, dass ein Operateur jeden einzelnen Schritt mit protokolliert, dies kann im Nachhinein durch Auslesen der Daten und Verarbeiten dieser Daten erfolgen. Hierdurch ist weiterhin die Sicherheit verbessert, da die Gefahr von Protokollfehlern verringert wird.

**[0047]** Ferner umfasst das Verfahren vorzugsweise die Schritte: Speichern aller an der ersten Schnittstelle bereitgestellten Daten; Erzeugen einer DICOM-Datei auf Basis der gespeicherten Daten. Eine DICOM-Datei ist ein bekanntes Datenaustauschformat für OP-Systeme und kann durch eine Vielzahl von Systemen verwendet werden, um eine Operation im Nachhinein zu analysieren und nachzubereiten. Eine DICOM-Datei kann zudem verwendet werden, um in

einer elektronischen Patientenakte abgelegt zu werden. Vorzugsweise werden diese Schritte automatisch nach Abschluss eines Operationsvorgangs ausgeführt.

**[0048]** Nachstehend wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels und unter Bezugnahme auf die beiliegenden Figuren genauer erläutert werden. Dabei zeigen:

**[0049]** Fig. 1 eine Seitenansicht eines Haltearms, bei dem die Kontaktmittel zu sehen sind;

**[0050]** Fig. 2 eine teilweise aufgebrochene Ansicht des Haltearms aus Fig. 1;

**[0051]** Fig. 3 eine schematische Darstellung des vierten Armsegments;

**[0052]** Fig. 4 eine weitere schematische Darstellung des vierten Armsegments;

**[0053]** Fig. 5 den Haltearm aus Fig. 1, mit einer externen Steuereinheit gekoppelt;

**[0054]** Fig. 6 eine Draufsicht auf die Schnittstelle am proximalen Ende des Haltearms;

**[0055]** Fig. 7 eine perspektivische Ansicht eines externen Energiespeichers;

**[0056]** Fig. 8 eine perspektivische schematische Darstellung des ersten Armsegments mit einer mechanischen Schnittstelle zur Kopplung des Haltearms an eine Normschiene eines Operationstisches;

**[0057]** Fig. 9 eine perspektivische Darstellung des siebten Armsegments samt Schnittstelle am distalen Ende;

**[0058]** Fig. 10 eine Draufsicht auf die Schnittstelle am distalen Ende des Haltearms;

**[0059]** Fig. 11a ein Ausführungsbeispiel des Haltearms mit einer teilweise strukturierten Oberfläche;

**[0060]** Fig. 11b ein Ausführungsbeispiel eines Haltearms mit einer teilweise farblich gestalteten Oberfläche;

**[0061]** Fig. 12 einen Teilschnitt durch eine Bremse in einem Gelenk des Haltearms;

**[0062]** Fig. 13 ein Flussdiagramm eines Verfahrens gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel; und

**[0063]** Fig. 14 ein Flussdiagramm eines Verfahrens gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel.

**[0064]** Fig. 1 zeigt einen Haltearm 1 für medizinische Zwecke, insbesondere zum Halten eines chirurgischen mechatronischen Assistenzsystems und/oder chirurgischen Instruments. Der Haltearm 1 weist ein proximales Ende 2 und ein distales Ende 4 auf. An dem proximalen Ende 2 sind eine erste Schnittstelle 6 und eine mechanische Schnittstelle 7 ausgebildet, welche mit Bezug auf die Fig. 6 und Fig. 8 genauer beschrieben werden. Die Schnittstelle 7 dient dazu, den Haltearm 1 an einer Basis, wie insbesondere an einem Operationstisch, zu befestigen. Die Schnittstelle 7 dient zur Übergabe von Energie sowie zur Kopplung des Haltearms 1 mit einer externen Steuereinheit (vgl. Fig. 5). An dem distalen Ende 4 ist eine zweite Schnittstelle 8 vorgesehen, über die ein mechatronisches Assistenzsystem und/oder ein chirurgisches Instrument, wie insbesondere ein Manipulator, an den Haltearm 1 koppelbar ist. Vorzugsweise wird hier ein Manipulator zum Halten und Manipulieren eines Endoskops angeordnet.

**[0065]** Der Haltearm 1 gemäß Fig. 1 weist sieben Armsegmente 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22 auf, die jeweils im Wesentlichen stabförmig sind und bis auf das letzte Armsegment 22 alle im Wesentlichen eine gleiche Länge aufweisen. Die sieben Armsegmente 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22 sind jeweils mit Gelenken 11, 13, 15, 17, 19, 21, 23 miteinander gekoppelt, wobei das nullte Gelenk 11 den Haltearm 1 mit der Basis (in Fig. 1 nicht gezeigt, s. Fig. 7) koppelt. Die Gelenke 13, 15, 17, 19, 21, 23 sind gemäß diesem Ausführungsbeispiel sämtlich als rotatorische Gelenke mit jeweils einem Freiheitsgrad ausgebildet. Gemäß diesem Ausführungsbeispiel ist dem nullten Segment 10 das nullte Gelenk 11 zugeordnet, dem ersten Armsegment 12 das erste Gelenk 13 zugeordnet, dem zweiten Armsegment 14 das zweite Gelenk 15 zugeordnet, dem dritten Armsegment 16 das dritte Gelenk 17 zugeordnet, dem vierten Armsegment 18 das vierte Gelenk 19 zugeordnet, dem fünften Armsegment 20 das fünfte Gelenk 21 zugeordnet, und dem sechsten Armsegment 22 ist das sechste Gelenk 23 zugeordnet. Das Gelenk 11 ist als translatorisches Gelenk ausgebildet, sodass das Armsegment 10 teleskopartig verlängerbar ist, um so den Haltearm 1 in der Höhe zu verstellen, wie später mit Bezug auf Fig. 8 erläutert werden wird. Die Gelenke 13, 15, 17, 19, 21, 23 weisen jeweils Schwenkachsen  $A_1, A_2, A_3, A_4, A_5, A_6$  auf, wobei jeweils benachbarte Gelenke Schwenkachsen haben, die senkrecht zueinander sind. Hierdurch wird eine einfache Positionierung des distalen Endes 4 im Raum erreicht.

**[0066]** Der Haltearm 1 gemäß Fig. 1 weist ferner eine Bedieneinrichtung 28 auf. Mittels der Bedieneinrichtung 28 ist der Haltearm 1 in eine gewünschte Pose verbringbar, wobei die Bedieneinrichtung 28 dazu eingerichtet ist, bei Kontakt zwischen einer Bedienerperson und einem der sieben Armsegmente das zugeordnete Gelenk freizugeben. Dazu weist die Be-

dieneinrichtung **28** gemäß diesem Ausführungsbeispiel sieben Kontaktabschnitte **30, 32, 34, 36, 38, 40, 42** auf, wobei an jedem Armsegment **10, 12, 14, 16, 18, 20, 22** jeweils ein Kontaktmittel **30, 32, 34, 36, 38, 40, 42** angeordnet ist. So ist am nullten Armsegment **10** ein nulltes Kontaktmittel **30** angeordnet, am ersten Armsegment **12** ein erstes Kontaktmittel **32**, am zweiten Armsegment **14** ein zweites Kontaktmittel **34**, am dritten Armsegment **16** ein drittes Kontaktmittel **36**, am vierten Armsegment **18** ein viertes Kontaktmittel **38**, am fünften Armsegment **20** ein fünftes Kontaktmittel **40** und am sechsten Armsegment **22** ein sechstes Kontaktmittel **42** angeordnet.

**[0067]** Ferner ist gemäß diesem Ausführungsbeispiel vorgesehen, dass jedes Kontaktmittel **30, 32, 34, 36, 38, 40, 42** jeweils zwei im Wesentlichen gegenüberliegend angeordnete Kontaktmittelelemente **30a, 30b, 32a, 32b, 34a, 34b, 36a, 36b, 38a, 38b, 40a, 40b, 42a, 42b** aufweist. Die Kontaktmittel **30, 32, 34, 36, 38, 40, 42** dienen dazu, einen Kontakt eines Bedieners mit dem entsprechenden Armsegment **10, 12, 14, 16, 18, 20, 22** zu erfassen. Beim Ergreifen eines Armsegments **10, 12, 14, 16, 18, 20, 22** kommt der Bediener in Kontakt mit beiden Kontaktmittelelementen **30a, 30b** bis **42a, 42b**, und nur bei Kontakt mit beiden Kontaktmittelelementen **30a, 30b** bis **42a, 42b** eines Kontaktmittels **30** bis **42** wird das zugeordnete Gelenk freigegeben. Das heißt, beim Ergreifen des ersten Armsegments **12** und gleichzeitigem Inkontaktkommen mit den beiden Kontaktmittelelementen **32a, 32b** wird durch die Bedieneinrichtung **28** das erste Gelenk **13** freigegeben. Dadurch ist es möglich, dass der Bediener den Haltearm **1** beziehungsweise die Armsegmente **12** bis **22** um die Achse  $A_1$  verschwenken kann. Bei Loslassen eines der beiden oder beider Kontaktmittelelemente **32a, 32b** wird das Gelenk **13** wieder arretiert, und ein Verschwenken um die Achse  $A_1$  ist nicht mehr möglich. Auch bei einer unbeabsichtigten Berührung nur eines der beiden Kontaktmittelelemente **32a, 32b**, beispielsweise mit einem Arm oder Ellenbogen des Bedieners, wird das Gelenk **13** nicht freigegeben, und der Haltearm **1** bleibt im arretierten Zustand und hält seine Pose.

**[0068]** Entsprechendes gilt für das zweite Armsegment **14**. Auch hier weist das zweite Kontaktmittel **34** zwei Kontaktmittelelemente **34a, 34b** auf, die im Wesentlichen gegenüberliegend umfänglich an dem Armsegment **14** vorgesehen sind. Bei Ergreifen dieses Armsegments **14** und Inkontaktkommen mit den beiden Kontaktmittelelementen **34a, 34b** wird dieser Kontakt durch die Bedieneinrichtung **28** erfasst, und das dem Armsegment **14** zugeordnete Gelenk **15** freigegeben. Nun ist ein Verschwenken um die Achse  $A_2$  möglich, sodass das distale Ende **4**, bezogen auf **Fig. 1**, nach oben beziehungsweise unten verschwenkt werden kann. Gleichzeitig bleiben alle weiteren Gelenke **13, 17, 19, 21, 23** arretiert, sodass in diesen keine Bewegung stattfindet.

**[0069]** Die Bedieneinrichtung **28** kann dazu einen Controller oder Mikroprozessor aufweisen, der dazu eingerichtet ist, einen Kontakt zwischen Kontaktmittelelementen **30a, 30b** bis **42a, 42b** zu erfassen und in elektrische Signale zu übertragen.

**[0070]** Die Kontaktmittel **30** beziehungsweise die Kontaktmittelelemente **30a, 30b** bis **42a, 42b** sind gemäß diesem Ausführungsbeispiel als berührungsempfindliche Sensoren ausgebildet und erfassen einen Druck eines Kontakts zwischen dem Bediener und dem entsprechenden Kontaktmittelelement **30a, 30b** bis **42a, 42b**. Vorzugsweise sind die Kontaktmittelelemente **30a, 30b** bis **42a, 42b** als kapazitive berührungsempfindliche Sensoren ausgebildet.

**[0071]** Bei dem dargestellten Haltearm **1** ist es auch möglich, dass ein Bediener zwei Armsegmente, beispielsweise das Armsegment **14** und das Armsegment **18**, gleichzeitig ergreift und so gleichzeitig die Kontaktmittelelemente **34a, 34b** und **38a, 38b** kontaktiert. Folglich werden die Gelenke **15** und **19** freigegeben, und ein Verschwenken sowohl um die Achse  $A_2$  als auch um die Achse  $A_4$  ist möglich. Bei dieser gleichzeitigen Freigabe ist es möglich, eine Winkelorientierung der Armsegmente **18** und **20** im Raum beizubehalten, während nur die Armsegmente **34, 36** verschwenkt werden. So ist auch eine translatorische Bewegung des distalen Endes **4** möglich. In einer bevorzugten Ausgestaltung des Haltearms werden bei dem gleichzeitigen Kontaktieren von zwei Armsegmenten, gemäß diesem Beispiel der Armsegmente **14** und **18** nicht die Gelenke **15** und **19** freigegeben, sondern alle zwischen diesen Armsegmenten **14** und **18** liegenden Gelenke, also gemäß diesem Ausführungsbeispiel die Gelenke **17** und **19**. Das Gelenk **15** bleibt arretiert. Der Haltearm **1** kann nun so in seiner Pose verändert werden, dass eine Rotation um die Achse  $A_3$  und die Achse  $A_4$  möglich ist. Dies ist eine besonders intuitive Bedienung des Haltearms. Entsprechend werden, beispielsweise bei dem Kontakt zwischen Bediener und den Haltearmsegmenten **12** und **20**, die Gelenke **15, 17, 19** und **21** freigegeben.

**[0072]** Weiterhin ist in der **Fig. 1** zu erkennen, dass der Haltearm **1** über eine Gewichtskompensationseinrichtung **50** verfügt. Die Gewichtskompensationseinrichtung **50** weist gemäß diesem Ausführungsbeispiel ein Gasdruckfederelement auf, welches mit dem Armsegment **14** und dem Armsegment **12** gekoppelt ist. Alternativ kann die Gewichtskompensationseinrichtung auch einen Seilzug und/oder ein ausbalanciertes Gegengewicht aufweisen. Bei dem Haltearm **1** gemäß **Fig. 1** lastet auf dem Gelenk **15** um seine Rotationsachse  $A_2$  das größte Moment. Folglich ist es bevorzugt, genau dieses Gelenk **15** mittels der Gewichtskompensationseinrichtung **50** abzustützen. Bei Freigabe des Gelenks **15**, durch Kontaktieren des Armsegments **14**, wird also ein Gewicht, welches auf dem Armsegment **14** lastet, aufgrund der weiteren

Armsegmente **16, 18, 20, 22** und eines an der Schnittstelle **8** angeordneten Manipulators durch die Gewichtskompensationseinrichtung **50** abgestützt, so dass das distale Ende **4** bei Ergreifen des Segments **14** nicht sofort „absackt“.

**[0073]** Der Haltearm **1** (vgl. **Fig. 2**) weist eine Erkennungseinheit **52** zum Erkennen eines mit der zweiten Schnittstelle **8** gekoppelten Assistenzsystems auf, wobei die Bedieneinrichtung **28** dazu angepasst ist, die Gelenke **11, 13, 15, 17, 19, 21, 23** in Abhängigkeit des mit der zweiten Schnittstelle **8** gekoppelten Assistenzsystems freizugeben oder zu arretieren. Eine derartige Erkennungseinheit **52** weist vorzugsweise einen Barcode-Scanner, einen QR-Code-Scanner oder einen RFID-Scanner auf. Vorzugsweise ist ein an der zweiten Schnittstelle **8** gekoppeltes Assistenzsystem mit einem entsprechenden Barcode, QR-Code oder einem RFID-Chip ausgestattet, welcher eine Identifikation des Assistenzsystems sowie vorzugsweise Informationen über dieses enthält. Hierdurch ist der Haltearm **1** in der Lage, zu erkennen, welches Assistenzsystem an der zweiten Schnittstelle **8** gekoppelt ist und so ein Freigeben bestimmter Gelenke **11, 13, 15, 17, 19, 21, 23** teilweise oder vollständig zu verhindern. Beispielsweise ist an der zweiten Schnittstelle **8** ein Endoskop angeordnet. Der RFID-Chip des Endoskops enthält Informationen über dieses Endoskop, wie insbesondere die geometrischen Abmaße des Endoskops. Diese Informationen werden von der Erkennungseinheit erkannt und an die Bedieneinrichtung **28** des Haltearms **1** und/oder die externe Steuereinheit weitergegeben. Die Bedieneinrichtung **28** ist dazu ausgebildet, solche Posen des Haltearms **1** zu verhindern, in welchen das Endoskop mit dem Haltearm kollidieren würde. Ferner kann die Bedieneinrichtung **28** zusätzlich dazu ausgebildet sein, solche Posen des Haltearms **1** zu verhindern, in denen das Endoskop mit beispielsweise einem Operationstisch oder weiteren Gegenständen kollidieren würde.

**[0074]** In **Fig. 2** sind bei dem Haltearm **1** zusätzlich zu den bereits in **Fig. 1** gezeigten Elementen die Bremsen **60, 62, 64, 66, 68, 70, 72** dargestellt, mittels derer die Gelenke **11, 13, 15, 17, 19, 21, 23** freigebbar und arretierbar sind. Gleiche und ähnliche Elemente sind mit gleichen Bezugszeichen wie in **Fig. 1** versehen, und insofern wird vollumfänglich auf die obige Beschreibung Bezug genommen. Auch wenn in **Fig. 2** die Bezugszeichen an den Kontaktmittelelementen der Kontaktmittel **30, 32, 34, 36, 38, 40, 42** aus Klarheitsgründen nicht gezeigt sind, sind diese gleichwohl vorhanden, wie sich aus einem Vergleich der **Fig. 1** und **Fig. 2** ergibt.

**[0075]** Jedem Gelenk **11, 13, 15, 17, 19, 21, 23** ist jeweils eine Bremse **60, 62, 64, 66, 68, 70, 72** zugeordnet. Dem Gelenk **11** ist die Bremse **60** zugeordnet, dem Gelenk **13** die Bremse **62**, dem Gelenk **15** die

Bremse **64**, dem Gelenk **17** die Bremse **66**, dem Gelenk **19** die Bremse **68**, dem Gelenk **21** die Bremse **70** und dem Gelenk **23** die Bremse **72**. Alle Bremsen **60 bis 72** sind als elektromagnetische Bremsen mit einem Permanentmagnet ausgebildet, derart, dass diese unbestromt in einen arretierten Zustand vorgespannt sind. Der Permanentmagnet ist derart ausgelegt, dass dieser das jeweilige Gelenk alleine arretieren kann und die Pose des Haltearms **1** gehalten wird. In dem nullten Armsegment **10** ist eine elektronische Steuereinheit **74** vorgesehen. Diese ist über ein Bussystem **76** (in **Fig. 2** nur im Armsegment **10** gezeigt; vgl. **Fig. 3** und **Fig. 4**) mit allen Kontaktmitteln **30 bis 42** der Bedieneinrichtung **28** sowie mit allen Bremsen **60 bis 72** gekoppelt. Zur Energieversorgung der Bremsen **60 bis 72** sowie der Kontaktmittel **30 bis 42** ist ferner eine Energieleitung **78** vorgesehen, die über die Schnittstelle **6** am proximalen Ende **2** des Haltearms **1** mit einer Energiequelle koppelbar ist.

**[0076]** Die **Fig. 3** und **Fig. 4** zeigen zwei verschiedene Ausführungsformen eines Armsegments, wobei in den **Fig. 3** und **Fig. 4** jeweils exemplarisch das vierte Armsegment **18** dargestellt ist. Es soll erkannt werden, dass auch die anderen Armsegmente **10, 12, 14, 16, 20, 22** ebenso ausgebildet sein können.

**[0077]** Das Armsegment **18** weist einen Armsegmentkörper **90** auf (in den **Fig. 1** und **Fig. 2** nicht gezeigt; es soll verstanden werden, dass jedes Armsegment **10 bis 22** einen Armsegmentkörper hat), der gemäß den **Fig. 3** und **Fig. 4** im Wesentlichen stabförmig beziehungsweise zylindrisch ausgebildet ist. Im Inneren weist der Armsegmentkörper **90** einen Hohlraum **92** auf, in dem verschiedene Elemente, wie etwa die Bremse **70**, angeordnet sind. Schematisch dargestellt in den **Fig. 3** und **Fig. 4** sind die Gelenke **19, 21** sowie die beiden Schwenkachsen  $A_4, A_5$  der Gelenke **19, 21**, die jeweils mit dem Haltearmsegment **18** zusammenwirken. Dem Haltearmsegment **18** ist das Gelenk **19** zugeordnet (vgl. obige Beschreibung zu den **Fig. 1** und **Fig. 2**). Der Armsegmentkörper **90** weist eine äußere Oberfläche **93** auf, die im Wesentlichen zylindrisch ausgebildet ist. Der Armsegmentkörper **90** ist beispielsweise aus einem Metall wie insbesondere Aluminium oder Titan einer Legierung auf Basis von Aluminium oder Titan, oder einem Faserverbundwerkstoff, wie etwas GFK oder CFK, gebildet und vorzugsweise in Leichtbauweise ausgelegt.

**[0078]** Das Armsegment **18** weist gemäß den **Fig. 3** und **Fig. 4** das Kontaktmittel **38** auf, welches Teil der Bedieneinrichtung **28** ist (vgl. **Fig. 1** und **Fig. 2**). Das Kontaktmittel **38** weist zwei Kontaktmittelelemente **38a, 38b** auf, die als berührungsempfindliche Sensoren ausgebildet sind und flächenbündig in der äußeren Oberfläche **93** des Armsegments **18** angeordnet sind. Die beiden Kontaktmittelelemente **38a, 38b** sind

im Wesentlichen gegenüberliegend bezogen auf die Achse  $A_5$  angeordnet, sodass ein Bediener beim Ergreifen des Armsegments **18** in Kontakt mit beiden Kontaktmittelelementen **38a**, **38b** kommt, wie dies oben beschrieben ist.

**[0079]** Die beiden Kontaktmittelelemente **38a**, **38b** sind mittels Leitungen **94a**, **94b** mit dem Bussystem **76** gekoppelt. Über das Bussystem **76** sind die Kontaktmittelelemente **38a**, **38b** mit der elektronischen Steuereinheit **74** (vgl. **Fig. 2**) gekoppelt und über diese wiederum mit der Bremse **70**, sodass die Bremse **70** durch die Bedieneinrichtung **28** freigegeben wird, wenn ein Bediener mit den Kontaktmittelelementen **38a**, **38b** in Kontakt kommt.

**[0080]** Neben dem Bussystem **76** sind innerhalb des Armsegmentkörpers **90** ein Energieübertragungssystem **78** sowie ein Kabelkanal **80** und ein Arbeitskanal **82** angeordnet. Mittels des Energieübertragungssystems **78** sind die Kontaktmittelelemente **38a**, **38b** sowie die Bremse **70** an eine Energieversorgung angeschlossen.

**[0081]** Alternativ oder zusätzlich ist in jedem Armsegment ein Elektronikmodul **96** angeordnet, welches über eine Leitung **96a** mit dem Bussystem **76** gekoppelt ist. In einem solchen Fall wirken die Kontaktmittelelemente **38a**, **38b**, welche über die Leitung **94a**, **94b** mit dem Datenbussystem **76** verbunden sind, nur mit dem Elektronikmodul **96** zusammen, welches den durch die Kontaktmittelelemente **38a**, **38b** erfassten Kontakt in ein Stellsignal für die Bremse **70** umwandelt und dieses Stellsignal über das Bussystem **76** an die Bremse **70** sendet zum Freigeben des Gelenks **19**. Ist in jedem Armsegment ein derartiges Elektronikmodul **96** angeordnet, ist ein im Wesentlichen modularer Aufbau des Haltearms **1** realisiert, und die einzelnen Armsegmente **10** bis **22** sind unabhängig von der elektronischen Steuereinheit **74**, welche im proximalen Armsegment **10** angeordnet ist.

**[0082]** Der Kabelkanal **80** dient dazu, Kabel, die vom proximalen Ende **2** bis zum distalen Ende **4** verlaufen, um insbesondere die Schnittstelle **8** zu versorgen, führen zu können. Der Arbeitskanal **82** dient dazu, Schläuche oder Lichtleiter und dergleichen aufzunehmen, die je nach Art des Manipulator, der an der Schnittstelle **8** angeordnet ist, benötigt werden. Ist beispielsweise an der Schnittstelle **8** ein Endoskop angeordnet, wird vorzugsweise durch den Arbeitskanal **82** ein Lichtleiter geführt, der ein Bild, welches eine Endoskopkamera aufnimmt, übertragen kann. Der Arbeitskanal **82** dient demnach dazu, je nach Anwendungsgebiet entsprechende Übertragungsmittel aufzunehmen.

**[0083]** Weiterhin ist in dem Armsegment **18** ein Sensor **98** angeordnet. Vorzugsweise ist in jedem Arm-

segment **10** bis **22** ein Sensor angeordnet, und es soll verstanden werden, dass die Sensoren in den Armsegmenten **10**, **12**, **14**, **16**, **20** und **22** ebenso ausgebildet sein können wie der Sensor **98** im Armsegment **18**. Der Sensor **98** ist vorzugsweise als Beschleunigungssensor ausgebildet. Indem in jedem Armsegment ein solcher Beschleunigungssensor vorgesehen ist, ist es möglich, zu jeder Zeit die Pose des Haltearms **1** zu bestimmen. Dazu ist der Sensor **98** über eine Leitung **98a** mit dem Datenbussystem **76** gekoppelt, sodass die von dem Sensor **98** erfassten Daten an die elektronische Steuereinheit **74** übertragen werden, welche dann aus allen Sensordaten aus allen Armsegmenten die Pose des Haltearms **1** bestimmt. Ferner ist durch das Vorsehen eines derartigen Sensors **98** auch die absolute und relative Position eines an der Schnittstelle **8** angeordneten Endeffektors beziehungsweise Manipulators bestimmbar. Auch ist es möglich, wenn der Haltearm **1** an einem Operationstisch angeordnet ist, eine Bewegung dieses Operationstisches zu erkennen. Erfassen alle Sensoren in allen Armsegmenten eine Bewegung in dieselbe Richtung, ist dies ein Indikator dafür, dass der gesamte Haltearm **1** unter Beibehaltung seiner Pose bewegt wurde, beispielsweise dadurch, dass der Operationstisch oder eine Operationstischplatte relativ zu einer Säule der Operationstisches rotiert oder verschoben wurde. Auch eine solche Bewegung ist mittels der Sensoren **98** erfassbar. Ferner können äußere Impulse, wie etwa Stöße auf den Haltearm **1**, erfasst werden.

**[0084]** Gemäß **Fig. 4** ist zusätzlich in dem Armsegment **18** gemäß **Fig. 3** ein Speicherelement **100** vorgesehen sowie eine Energieerzeugungseinrichtung **102**. Das Speicherelement dient dazu, elektrische Energie zu speichern, sodass Sensoren, die in dem spezifischen Armsegment vorgesehen sind, auch in einem vom Stromnetz abgekoppelten Zustand mit einem Strom versorgt werden können. Dies ist insbesondere dann erforderlich, wenn beispielsweise Bump-Sensoren einer Kamera oder dergleichen vorgesehen sind, die auch in einem Ruhezustand des Haltearms funktionieren müssen, um einen möglichen Schaden am Haltearm **1** zu detektieren. Die Energieerzeugungseinrichtung **102** dient dazu, eine Energie für beispielsweise einen Laser, ein Ultraschallgerät oder dergleichen, welche am Haltearm gekoppelt sind, bereitzustellen. Zusätzlich oder alternativ kann die Energieerzeugungseinrichtung **102** auch eine Einrichtung zum Versorgen des Speicherelements **100** aufweisen, beispielsweise ein Energy harvesting element, welches Bewegungsenergie oder Energie aufgrund eines Magnetfelds, beispielsweise induktiv, in elektrische Spannung für das Speicherelement **100** wandelt.

**[0085]** **Fig. 5** illustriert erneut den Haltearm **1**, welcher bereits mit Bezug auf die **Fig. 1** und **Fig. 2** beschrieben worden ist. In **Fig. 5** ist der Haltearm **1** in

ein System eingebunden dargestellt. An dem distalen Ende **4** ist mittels der Schnittstelle **8** ein chirurgisches mechatronisches Assistenzsystem **200** angeordnet, welches mit der Schnittstelle **8** über eine Schnittstelle **201** gekoppelt ist. Sowohl das chirurgische mechatronische Assistenzsystem **200** als auch die Schnittstelle **201** sind in **Fig. 5** nur schematisch dargestellt. Es soll verstanden werden, dass das chirurgische mechatronische Assistenzsystem **200** beispielsweise als Endoskop oder Laparoskop oder dergleichen ausgebildet sein kann. Das Assistenzsystem **200** weist einen Arbeitsabschnitt **202** auf, der beispielsweise die Spitze des Endoskops sein kann. An dem proximalen Ende **2** ist der Haltearm **1** gemäß **Fig. 5** über die mechanische Schnittstelle **7** mit einer Basis **204** gekoppelt. Die Basis **204** ist hier ebenfalls nur schematisch dargestellt. Sie kann beispielsweise als eine Normschiene eines Operationstisches ausgebildet sein.

**[0086]** Die erste Schnittstelle **6** ist gemäß diesem Ausführungsbeispiel mit einer externen Steuereinheit **206** gekoppelt. Dazu ist die Schnittstelle **6** mittels eines Kabels **208** mit der externen Steuereinheit **206** verbunden. Die externe Steuereinheit **206** ist gemäß diesem Ausführungsbeispiel als OP-System ausgebildet, welches beispielsweise einen herkömmlichen Computer aufweist sowie eine Eingabe-Ausgabe-Schnittstelle zur Bedienung des OP-Systems. Das OP-System weist vorzugsweise Software-Komponenten auf, die dazu ausgebildet sind, Daten, die von dem Haltearm **1** an der Schnittstelle **6** übergeben werden, zu speichern und zu verarbeiten.

**[0087]** Je nach Ausgestaltung der Schnittstelle **6** kann auch vorgesehen sein, dass diese drahtlos mit dem OP-System **206** kommuniziert, beispielsweise über Bluetooth®, Wi-Fi® oder Ähnliches.

**[0088]** Gemäß diesem Ausführungsbeispiel weist der Haltearm **1** ferner ein Anzeigemittel **55** auf, welches gemäß diesem Ausführungsbeispiel als LCD Display ausgebildet ist. Das Anzeigemittel **55** ist mit einer Steuereinheit verbunden und zeigt Repräsentationen von Daten an, die an der ersten Schnittstelle **6** oder zweiten Schnittstelle **8** übergeben werden. Beispielsweise werden auf dem Anzeigemittel ein Gewicht eines Assistenzsystems **200**, welches an der Schnittstelle **8** gekoppelt ist, angezeigt. Alternativ wird auf dem Anzeigemittel eine Repräsentation der Pose des Haltearms dargestellt, mit entsprechenden Belastungen an einzelnen Gelenken. Weitere Möglichkeiten sind hier denkbar. Es ist auch denkbar, dass hier Warnhinweise angezeigt werden.

**[0089]** Die Schnittstelle **6** (s. **Fig. 6**) weist einen Anschluss **77** für das Bussystem **76** auf. Über diesen Anschluss **77** sind Daten, welche von Sensoren (vgl. **Fig. 3** u. **Fig. 4**) sowie den Kontaktmittelelementen (vgl. **Fig. 2–Fig. 4**) an das Bussys-

tem **76** gegeben werden, an die externe Steuereinheit **206** übertragbar. Der Anschluss **77** kann dazu als USB-Schnittstelle, RS-232-Schnittstelle, Bluetooth®-Schnittstelle, Wi-Fi®-Schnittstelle oder dergleichen ausgebildet sein. Mittig an der Schnittstelle **6** ist ferner ein Anschluss **79** zum Übertragen von elektrischer Energie vorgesehen. Mittels dieses Anschlusses **79** ist der Haltearm **1** mit einer Energiequelle, beispielsweise dem Stromnetz, koppelbar. Weiterhin sind an der Schnittstelle **6** drei Auslässe **80a**, **80b**, **80c** des Kabelkanals **80** (vgl. obige Beschreibung zu den **Fig. 2**, **Fig. 3**, u. **Fig. 4**) vorgesehen. Über diese Auslässe **80a**, **80b**, **80c** sind Kabel, welche in den Kabelkanal **80** geführt sind, zugänglich. Zudem sind in der Schnittstelle **6** drei Auslässe **82a**, **82b**, **82c** des Arbeitskanals **82** vorgesehen. Über die Auslässe **82a**, **82b**, **82c** ist der Arbeitskanal **82** zugänglich. So ist beispielsweise mittels der Schnittstelle **6** ein Schlauch durch den Auslass **82b** in den Arbeitskanal **82** führbar und durch diesen bis zur distalen Schnittstelle **8** (vgl. **Fig. 10**) führbar.

**[0090]** An einem umfänglichen Bereich des Armsegments **10** sind im Bereich der Schnittstelle **6** mechanische Kopplungsmittel **210a**, **210b** vorgesehen. Die Kopplungsmittel **210a**, **210b** korrespondieren mit Kopplungsmitteln **212a**, **212b** eines externen Energiespeichers **214** (s. **Fig. 7**). Der externe Energiespeicher **214** weist ein Gehäuse **216** auf, welches so gebildet ist, dass es sich proximal an das Armsegment **10** anfügen lässt. Der externe Energiespeicher **214** weist im Inneren Zellen zur Speicherung elektrischer Energie auf (in **Fig. 7** nicht gezeigt). Der externe Energiespeicher **214** weist eine Schnittstelle **218** auf, die mit der Schnittstelle **6** des Haltearms **1** korrespondiert. Die Schnittstelle **218** weist einen Anschluss **220** auf, mittels dessen die in dem externen Energiespeicher **214** gespeicherte elektrische Energie über den Anschluss **79** der Schnittstelle **6** an den Haltearm **1** übertragbar ist. Ferner weist die Schnittstelle **218** einen Anschluss **221** auf, der mit der Schnittstelle **77** korrespondiert, zum Durchleiten von Signalen des Bussystems **76**. Weiterhin weist der externe Energiespeicher Durchlässe **222a**, **b**, **c**, **224a**, **b**, **c**, auf, die mit den Auslässen **80a**, **b**, **c** und **82a**, **b**, **c** der Schnittstelle **6** korrespondieren, sodass durch den Kabelkanal **80** geführte Kabel auch durch den Energiespeicher **214** führbar sind sowie die Auslässe **82a**, **82b**, **82c** des Arbeitskanals **80** ebenso an dem Energiespeicher **214** zugänglich sind.

**[0091]** **Fig. 8** illustriert das Armsegment **10**, welches das proximale Ende **2** des Haltearms bildet, sowie insbesondere die mechanische Schnittstelle **7**. An der ersten Schnittstelle **6** ist der externe Energiespeicher **214** (vgl. **Fig. 7**) angeordnet, sodass der Haltearm **1** gemäß diesem Ausführungsbeispiel (**Fig. 8**) autark betrieben werden kann, ohne die Notwendigkeit, diesen mit einer externen Energiequelle zu verbinden. Eine Verbindung zu einer Steuereinheit **206**

kann dennoch vorgesehen sein und ist bevorzugt. Das Armsegment **10** weist ein Kontaktmittel **30**, welches zwei Kontaktmittelabschnitte **30a**, **30b** hat, auf (vgl. auch **Fig. 2**). Die Schnittstelle **7** ist gemäß diesem Ausführungsbeispiel als eine Ausnehmung **226** gebildet, die an der äußeren Kontur der Basis **204**, die hier als Normschiene eines Operationstisches ausgebildet ist, entspricht. Die Basis **204** ist in die Ausnehmung **226** führbar, und an dem Armsegment **10** sind mechanische Klemmmittel **228** vorgesehen, zum Klemmen des Armsegments **10** gegen die Basis **204**. Die Klemmmittel weisen einen linear geführten Klemmkörper **230** auf, der über ein Gestänge **232** mit einem Hebel **224** antreibbar ist. Das Gelenk **11**, welches über das Kontaktmittel **30** der Bedieneinrichtung **28** freigebbar ist, ist folglich als translatorisches Gelenk **11** ausgerichtet. Die Bedieneinrichtung ist dazu über ein elektrisches Stellmittel, welches in **Fig. 8** nicht gezeigt ist, mit dem Hebel **228** gekoppelt, sodass das Klemmmittel **230** außer Eingriff von der Basis **204** bringbar ist.

**[0092]** Die **Fig. 9** und **Fig. 10** schließlich illustrieren die zweite Schnittstelle **8** am distalen Ende **2** des Haltearms **1**. Während **Fig. 9** die Schnittstelle **8** in einer perspektivischen Ansicht samt dem Armsegment **22** zeigt, zeigt **Fig. 10** die Schnittstelle **8** in einer Frontalansicht.

**[0093]** Die Schnittstelle **8** ist im Wesentlichen korrespondierend zur Schnittstelle **6** ausgebildet. An seitlichen Abschnitten von dieser, an dem Armsegment **22**, sind zwei Sicherungselemente **240a**, **240b** angeordnet. Mittels der Sicherungselemente ist bestimmbar, ob ein an der Schnittstelle **8** gekoppeltes Assistenzsystem **200** (s. **Fig. 5**) korrekt mit der Schnittstelle **8** gekoppelt ist. Die Sicherungselemente **240a**, **240b** dienen gleichzeitig als mechanische Kopplungsmittel zum mechanischen Koppeln mit dem Assistenzsystem **200**, beispielsweise mittel Klemmung oder Verastung.

**[0094]** An der Schnittstelle **8** ist ferner ein Anschluss **277** angeordnet, der mit dem Anschluss **77** der Schnittstelle **6** korrespondiert. Der Anschluss **277** ist mit dem Bussystem **76** gekoppelt, sodass Daten und Signale von dem Anschluss **77** über das Bussystem **76** zum Anschluss **77** übertragbar sind und umgekehrt. Ebenso ist ein Anschluss **279** an der Schnittstelle **8** vorgesehen, mittels dessen elektrische Energie von der Schnittstelle **8** auf das Assistenzsystem **200** übertragbar ist. Der Anschluss **279** korrespondiert mit dem Anschluss **79** der Schnittstelle **6**, und die beiden Anschlüsse **279** und **79** sind mittels des Übertragungsmittels **78** gekoppelt, zum Übertragen von elektrischer Energie zwischen diesen beiden Anschlüssen **79**, **279**.

**[0095]** Ferner sind an der Schnittstelle **8** Auslässe **280a**, **280b**, **280c** des Kabelkanals **80** vorgesehen,

sodass durch diesen geführte Kabel an der Schnittstelle **8** zugänglich sind. Das Gleiche gilt für den Arbeitskanal **82**, von dem an der Schnittstelle **8** drei Auslässe **282a**, **282b**, **282c** vorgesehen sind. Durch diese Schnittstelle **8** ist ein Assistenzsystem **200** auf vorteilhafte Art und Weise mit dem Haltearm **1** koppelbar, ohne dass zusätzliche Übertragungsmittel oder Verkabelung an dem Haltearm **1** vorgesehen sein muss.

**[0096]** Die **Fig. 11a** und **Fig. 11b** zeigen zwei weitere Ausführungsbeispiele des Haltearms **1**, der im Wesentlichen entsprechend dem ersten Ausführungsbeispiel gemäß den **Fig. 1** und **Fig. 2** ausgebildet ist. Zusätzlich zu den dort beschriebenen Merkmalen weist der Haltearm gemäß den **Fig. 11a**, **Fig. 11b** jeweils Ausrichtungsindikatoren **310**, **312**, **314**, **316**, **318**, **320**, **322**, **330**, **332**, **334**, **336**, **338**, **340**, **342** auf. Gemäß **Fig. 11a** sind die Ausrichtungsindikatoren **310**, **312**, **314**, **316**, **318**, **320**, **322** als eine Oberflächenstruktur ausgebildet. Die einzelnen Armsegmente **10**, **12**, **14**, **16**, **18**, **20**, **22**, welche im Wesentlichen eine zylindrische Grundform aufweisen, weisen etwa entlang einer halben Zylindermantelfläche eine Strukturierung auf. Die Strukturierung ist gemäß diesem Ausführungsbeispiel so angeordnet, dass die Ausrichtungsindikatoren **310**, **312**, **314**, **316**, **318**, **320**, **322** des Haltearms **1** in einer Grundpose des Haltearms **1**, wie sie in **Fig. 11a** dargestellt ist, zum Operationsfeld hin ausgerichtet sind. Durch die Strukturierung, die als Ausrichtungsindikator **310**, **312**, **314**, **316**, **318**, **320**, **322**, wirkt, kann ein Bediener taktil feststellen, ob ein Armsegment **10**, **12**, **14**, **16**, **18**, **20**, **22** in der Grundpose ausgerichtet ist, oder ob der Haltearm invertiert, das heißt, mit der strukturierten Oberfläche vom Operationsfeld weg ausgerichtet ist. Dies kann für eine Gewichtskompensation wichtig sein.

**[0097]** Alternativ dazu zeigt **Fig. 11b** ein Ausführungsbeispiel, bei dem die Ausrichtungsindikatoren **330**, **332**, **334**, **336**, **338**, **340**, **342** als farbliche Markierung ausgebildet sind. An den zum Operationsfeld hingewandten Seiten der Armsegmente **10**, **12**, **14**, **16**, **18**, **20**, **22** ist ein Farbverlauf vorgesehen, der durch einen Operateur visuell wahrnehmbar ist. Hierdurch kann der Operateur direkt erkennen, in welcher Orientierung sich der Haltearm **1** befindet.

**[0098]** **Fig. 12** zeigt schematisch eine Teilschnittdarstellung einer beispielhaften Bremse, wie sie beispielsweise als Bremse **64** in Gelenk **15** vorgesehen ist. Es soll verstanden werden, dass auch die weiteren Bremsen **60**, **62**, **66**, **68**, **70**, **72** entsprechend ausgebildet sein können. Die Bremse **74** ist gemäß diesem Ausführungsbeispiel (**Fig. 12**) als elektromagnetische Permanentmagnetbremse ausgebildet. Ein erstes Gelenkelement **400**, hier als Welle ausgebildet, ist starr mit dem Armsegment **12** verbunden, und ein zweites Gelenkelement **402** ist starr mit dem

Armsegment **14** verbunden. Es soll verstanden werden, dass dies auch genau umgekehrt sein kann. Das zweite Gelenkelement **402** ist über eine Schraube **404** fest mit einem Gehäuse **406** der Bremse **64** gekoppelt. Eine Flanschnabe **408** ist entsprechend fest mit dem ersten Gelenk **400** gekoppelt. In dem Gehäuse **406** ist ein Permanentmagnet **410** angeordnet, der dazu dient einen Anker **412**, der wiederum fest mit dem Flansch **408** verbunden ist, gegen das Gehäuse **406** zu pressen. Hierdurch wird eine Haftreibung hervorgerufen, die als Bremskraft wirkt. Im Gehäuse **406** ist ferner eine Erregerwicklung **414** angeordnet, die im bestromten Zustand ein dem Feld des Permanentmagneten **410** entgegenwirkendes Feld hervorruft. Durch ein Federelement **416**, welches den Anker **412** in einem belüfteten Zustand vorspannt, wird dieser von dem Gehäuse **406** abgehoben und so wird die Bremse **64** belüftet. Eine Rotation des zweiten Gelenkelements **402** um das erste Gelenkelement **400** um die Achse A2 ist so möglich.

**[0099]** Fig. 13 zeigt ein Verfahren **1000** zum Steuern eines an einem Haltearm **1** gekoppelten mechatronischen Assistenzsystems **200** gemäß am ersten Ausführungsbeispiel. Das Verfahren **1000** umfasst gemäß diesem Ausführungsbeispiel fünf Schritte, die nacheinander oder teilweise gleichzeitig ausgeführt werden. Beim ersten Schritt **1002** wird der Haltearm **1** an einer Normschiene eines Operationstischs befestigt und in Betrieb genommen. Dazu wird die erste Schnittstelle **4** mit einem OP-System **206** (siehe auch Fig. 5) verbunden, sodass Daten und elektrische Energie an der ersten Schnittstelle **6** an den Haltearm **1** übertragen werden. In Schritt **1004** wird ein mechatronisches Assistenzsystem **200** mit einer zweiten Schnittstelle **8** des Haltearms **1** an seinem distalen Ende **4** gekoppelt. Die nachfolgenden Schritte **1006** bis **1010** werden dann vorzugsweise gleichzeitig ausgeführt. In Schritt **1006** werden elektrische Energie und Signale von der ersten Schnittstelle **6** des Haltearms **1** an einem proximalen Ende an den Haltearm übertragen. Von der ersten Schnittstelle **6** aus werden die Daten und elektrische Energie mittels einer Übertragungseinrichtung **76, 78** innerhalb des Haltearms **1** zu der zweiten Schnittstelle **8** übertragen. An der zweiten Schnittstelle am distalen Ende werden dann Daten und elektrische Energie bei Schritt **1010** an das Assistenzsystem übertragen, sodass das Assistenzsystem **200** betrieben werden kann.

**[0100]** In Fig. 14 ist ein weiteres Ausführungsbeispiel des Verfahrens **1000** dargestellt. Die Schritte **1002** bis **1010** sind entsprechend dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 13 ausgebildet und insofern wird vollumfänglich auf die obige Beschreibung Bezug genommen. Nach Schritt **1004** führt nun eine Abzweigung bei diesem Verfahren (siehe Fig. 14) zu Schritt **1012**. In Schritt **1012** werden Stellungen von Gelenken des Haltearms erfasst. Aus den erfassten Stellungen der Gelenke wird in Schritt **1014** eine Po-

se des Haltearms unter Verwendung der erfassten Stellung der Gelenke bestimmt. Anschließend werden Daten, die die bestimmte Pose repräsentieren, bei Schritt **1016** bereitgestellt, und zwar an der ersten Schnittstelle **6** und werden in Schritt **1006** übertragen. Dadurch ist die Pose des Haltearms an der ersten Schnittstelle an ein OP-System übertragbar und kann dort verwendet werden.

**[0101]** Auf ähnliche Art und Weise werden die weiteren oben beschriebenen bevorzugten Ausführungsformen des Verfahrens ausgebildet, wobei die Schritte jeweils im Wesentlichen gleichzeitig und kontinuierlich ausgeführt werden können.

## Patentansprüche

1. Verfahren (**1000**) zum Steuern eines an einem Haltearm (**1**) gekoppelten mechatronischen Assistenzsystems (**200**), zur Navigation während einer chirurgischen Behandlung, mit den Schritten:

- Koppeln (**1004**) eines mechatronischen Assistenzsystems (**200**) mit einer zweiten Schnittstelle (**8**) des Haltearms (**1**) an seinem distalen Ende (**4**);

- Übertragen (**1006, 1008**) von elektrischer Energie und Signalen von einer ersten Schnittstelle (**6**) des Haltearms (**1**) an seinem proximalen Ende (**2**);

- wobei das Übertragen (**1006, 1008**) mittels einer Übertragungseinrichtung (**76, 78**), welche innerhalb des Haltearms (**1**) angeordnet ist und die erste Schnittstelle (**6**) mit der zweiten Schnittstelle (**8**) zum Übertragen von Energie und Signalen zwischen den Schnittstellen (**6, 8**) verbindet, ausgeführt wird, gekennzeichnet durch die Schritte:

- Erkennen, mittels einer Erkennungseinheit, ein in einen Operationsbereich eingeführtes Instrument;

- Bereitstellen von Daten an der ersten Schnittstelle (**6**), die das Instrument repräsentieren und indizieren, dass das Instrument in den Operationsbereich eingeführt wurde,

- Erkennen, mittels einer Erkennungseinheit, ein aus dem Operationsbereich ausgeführtes Instrument; und

- Bereitstellen von Daten an der ersten Schnittstelle (**6**), die das Instrument repräsentieren und indizieren, dass das Instrument aus dem Operationsbereich ausgeführt wurde; zum Feststellen, zu welchem Zeitpunkt welches Instrument in den Operationsbereich eingeführt wird, und ob dieses den Operationsbereich wieder verlassen hat.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei die Erkennungseinheit einen Empfänger, insbesondere einen RFID-Sensor oder einen Near-Field-Sensor, und das in den Operationsbereich eingeführte Instrument einen Sender, insbesondere ein RFID-Tag oder einen Near-Field-Chip, aufweist.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, aufweisend die Schritte:



- Erfassen (**1012**) von Stellungen von Gelenken (**11, 13, 15, 17, 19, 21, 23**) des Haltearms (**1**);
- Bestimmen (**1014**) einer Pose des Haltearms (**1**) unter Verwendung der erfassten Stellungen der Gelenke (**11, 13, 15, 17, 19, 21, 23**);
- Bereitstellen (**1016**) von Daten, die die bestimmte Pose repräsentieren, an der ersten Schnittstelle (**6**).

4. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 3, aufweisend die Schritte:

- Erfassen von auf Gelenken (**11, 13, 15, 17, 19, 21, 23**) des Haltearms (**1**) wirkenden Drehmomenten;
- Bestimmen einer an dem distalen Ende (**4**) des Haltearms (**1**) angreifenden Kraft;
- Bereitstellen von Daten, die die bestimmte Kraft repräsentieren, an der ersten Schnittstelle (**6**).

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, aufweisend die Schritte:

- Erkennen eines mit der zweiten Schnittstelle (**8**) gekoppelten Assistenzsystems (**200**);
- Freigeben und Arretieren von Gelenken (**11, 13, 15, 17, 19, 21, 23**) des Haltearms (**1**) in Abhängigkeit des erkannten Assistenzsystems (**200**);
- Bereitstellen von Daten, die das erkannte Assistenzsystem (**200**) repräsentieren, an der ersten Schnittstelle (**6**).

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, aufweisend die Schritte:

- Erfassen von Bilddaten eines Operationsfeldes;
- Bereitstellen der Bilddaten an der ersten Schnittstelle (**6**).

7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei die Bilddaten mit Positionsdaten des Assistenzsystems (**200**) verknüpft sind.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, aufweisend die Schritte:

- Erfassen eines Audiosignals mittels eines Mikrophons;
- Erkennen eines Sprachbefehls in dem Audiosignal;
- Wandeln des Sprachbefehls in ein Stellsignal für das Assistenzsystem (**200**); und
- Bereitstellen des Stellsignals an der zweiten Schnittstelle (**8**).

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, aufweisend die Schritte:

- Bestimmen, ob das Assistenzsystem (**200**) korrekt mit der zweiten Schnittstelle (**8**) gekoppelt ist;
- Arretieren aller Gelenke (**11, 13, 15, 17, 19, 21, 23**) des Haltearms (**1**), wenn das Assistenzsystem (**200**) nicht korrekt mit der zweiten Schnittstelle (**8**) gekoppelt ist.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, aufweisend den Schritt:

- Anzeigen einer Repräsentation von an der ersten und/oder zweiten Schnittstelle (**6, 8**) übergebenen Daten.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, aufweisend die Schritte:

- Speichern der an der ersten Schnittstelle (**6**) bereitgestellten Daten;
- Erstellen eines Operationsprotokolls unter Verwendung der gespeicherten Daten.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, aufweisend die Schritte:

- Speichern aller an der ersten Schnittstelle (**6**) bereitgestellten Daten;
- Erzeugen einer DICOM Datei auf Basis der gespeicherten Daten.

Es folgen 12 Seiten Zeichnungen



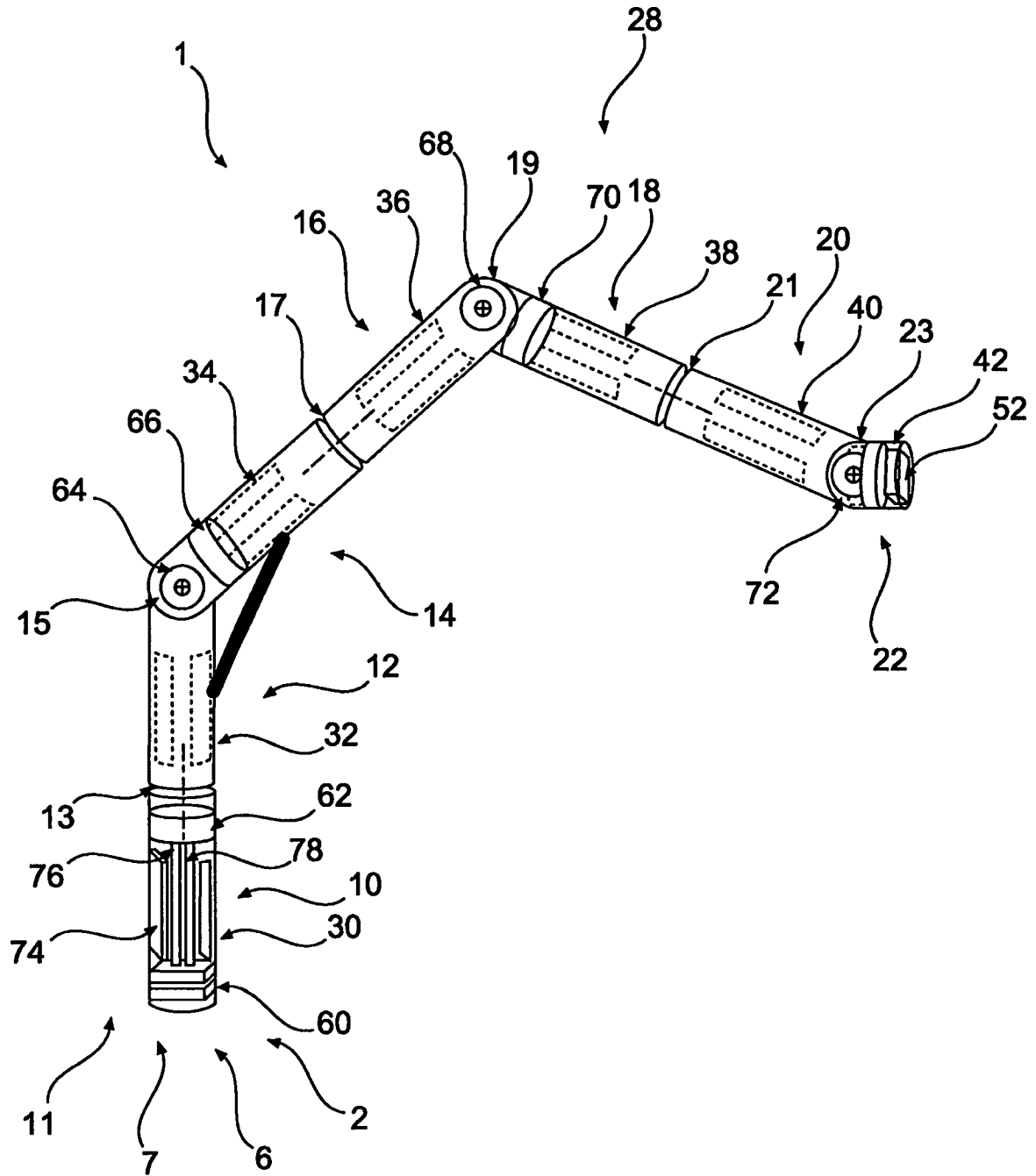


Fig. 2

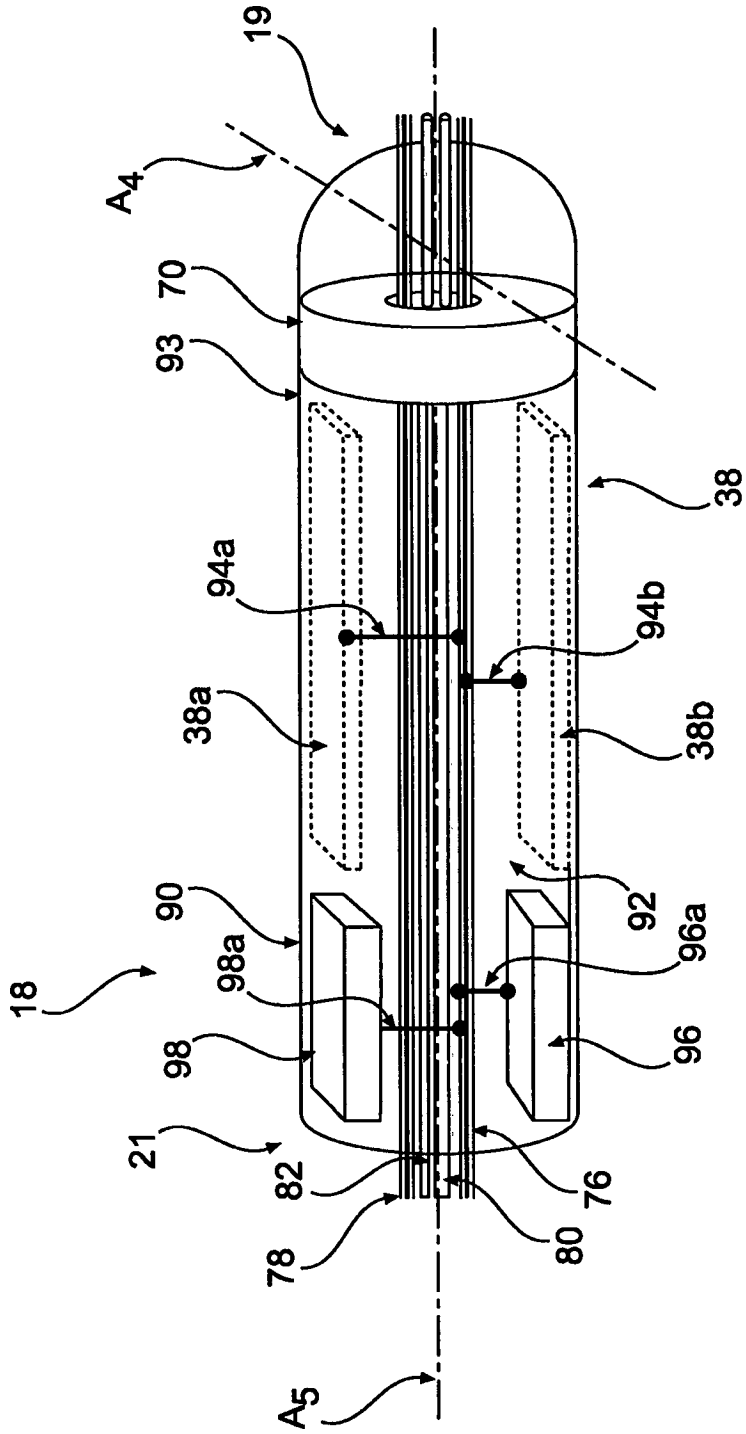


Fig. 3

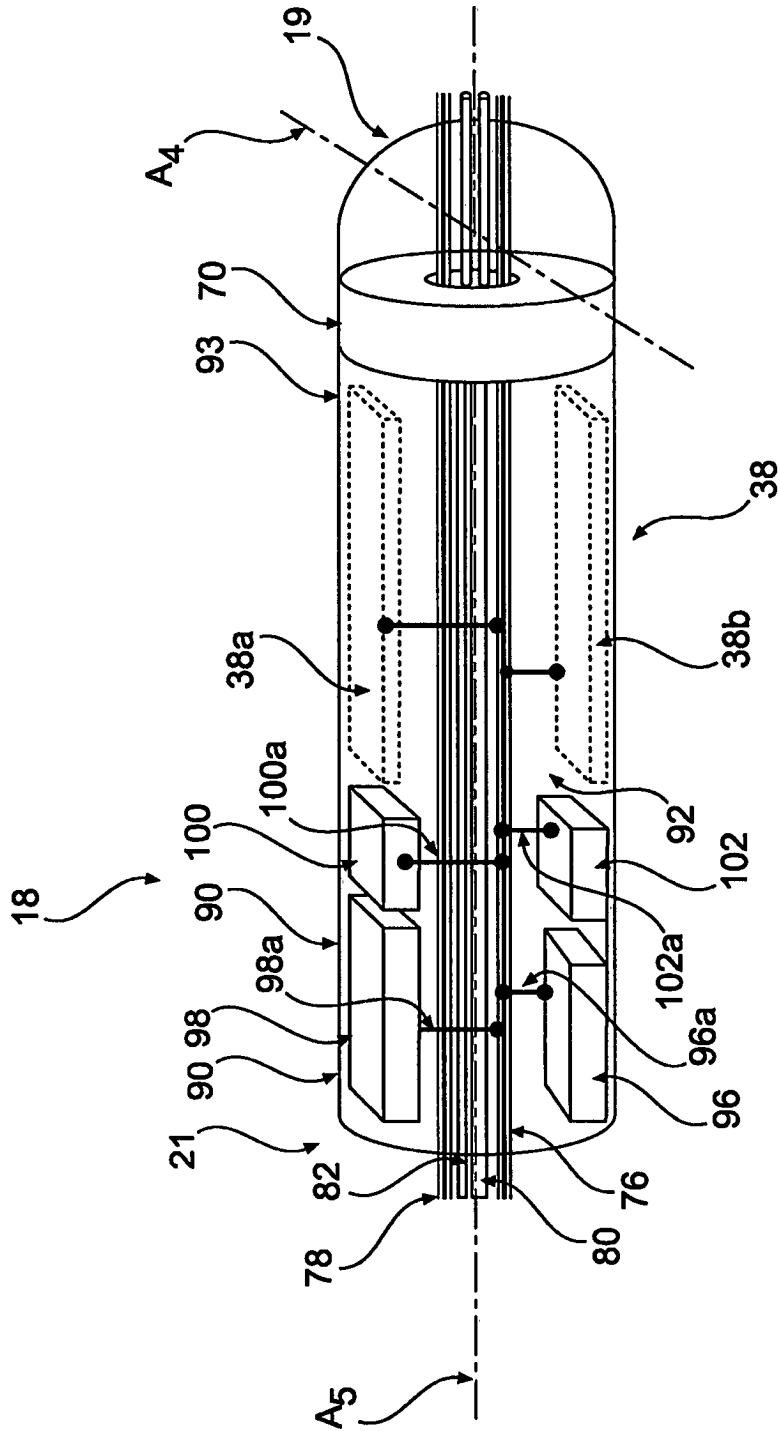
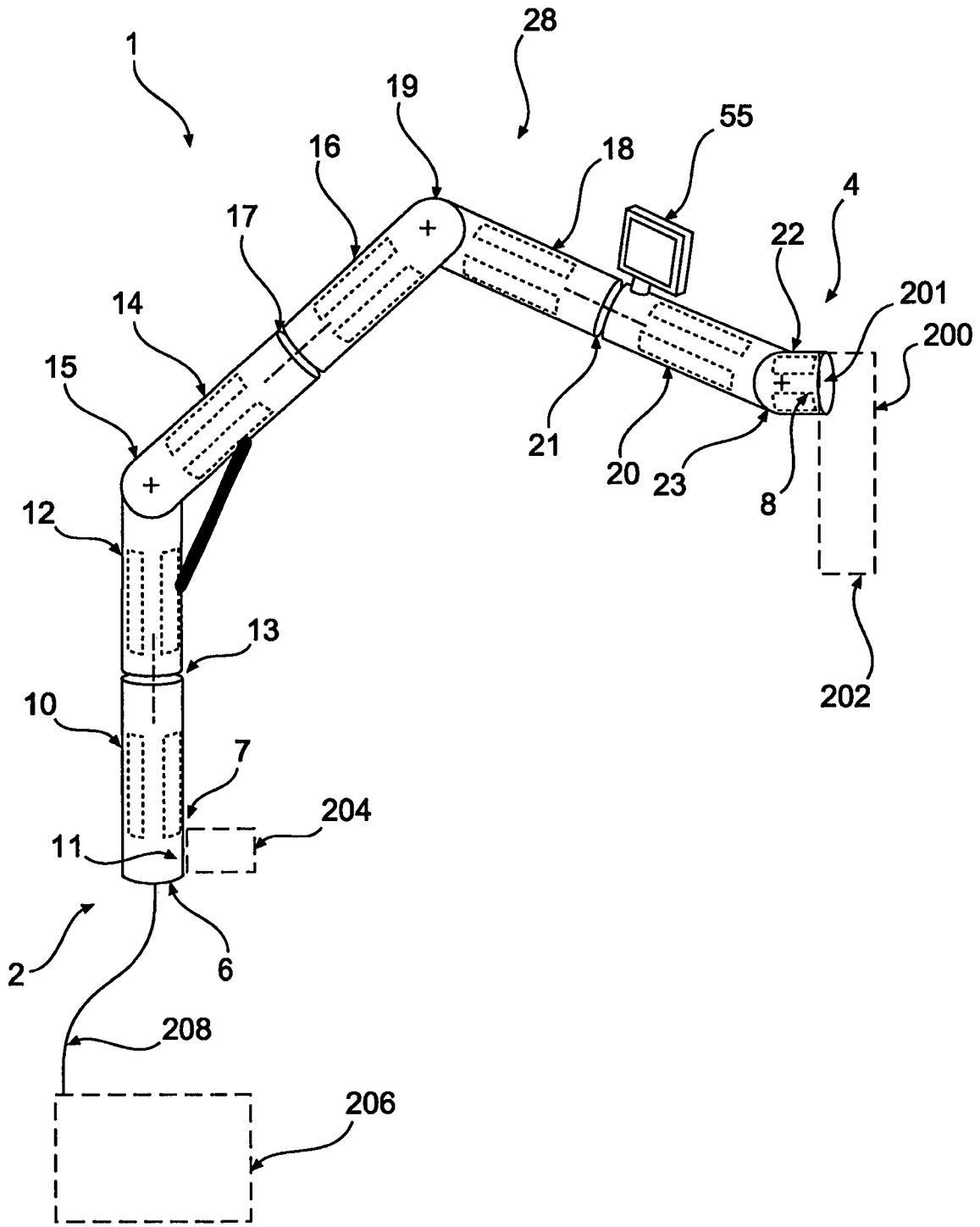
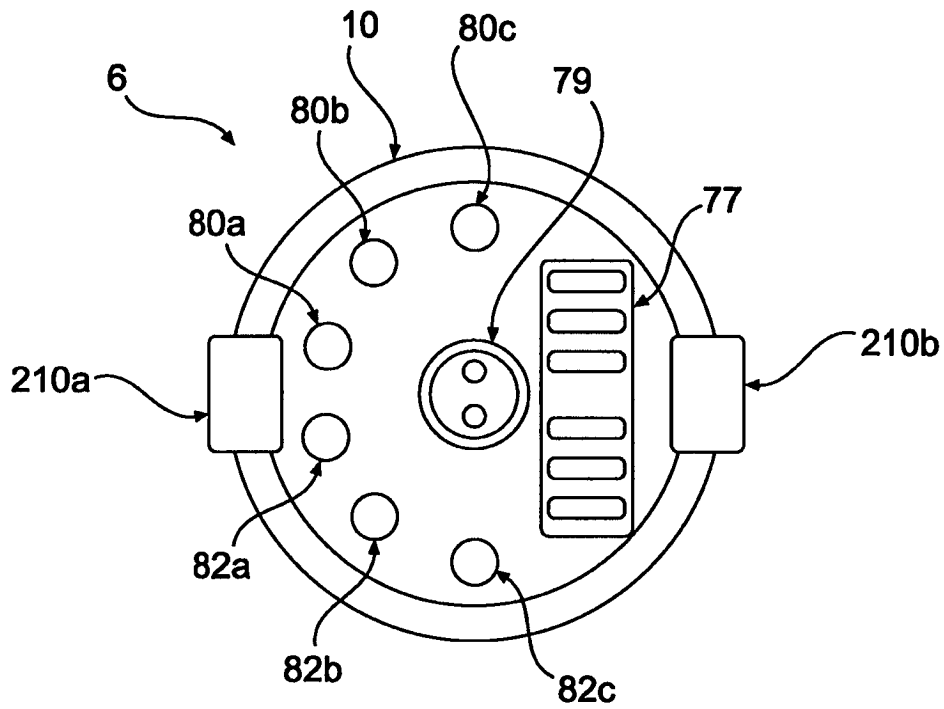


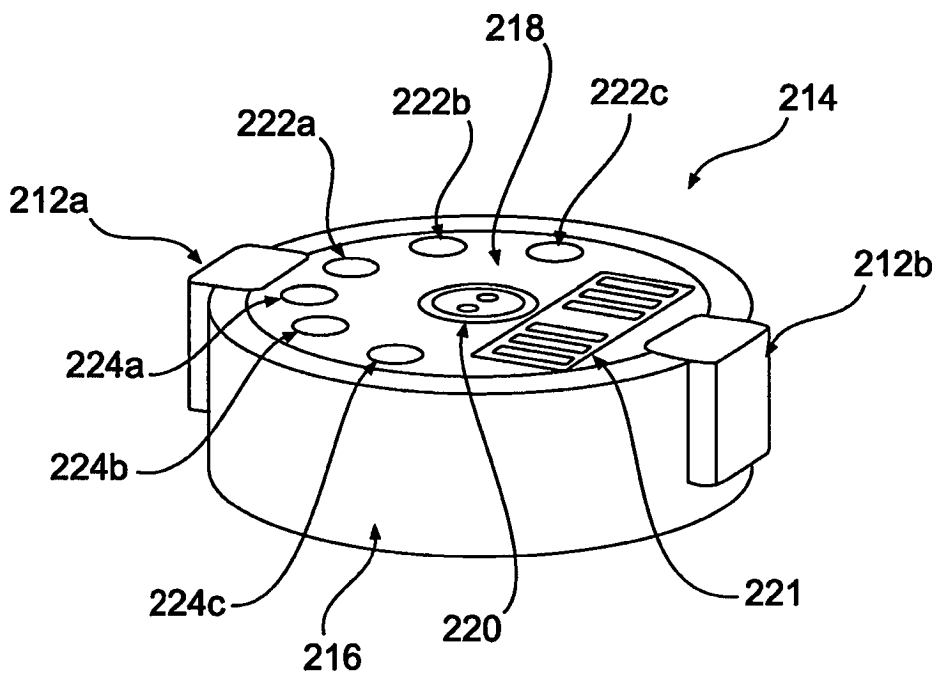
Fig. 4



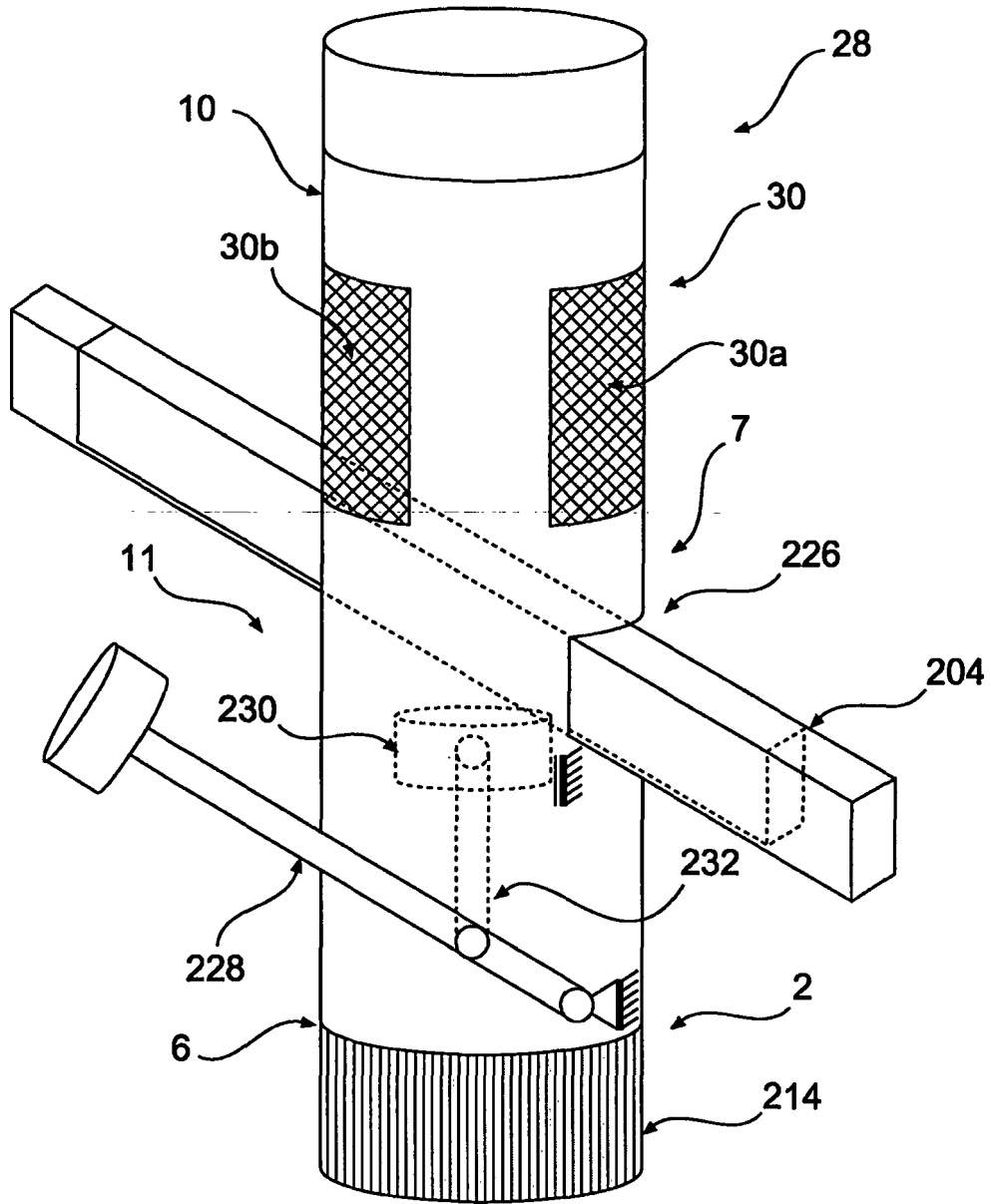
**Fig. 5**



**Fig. 6**

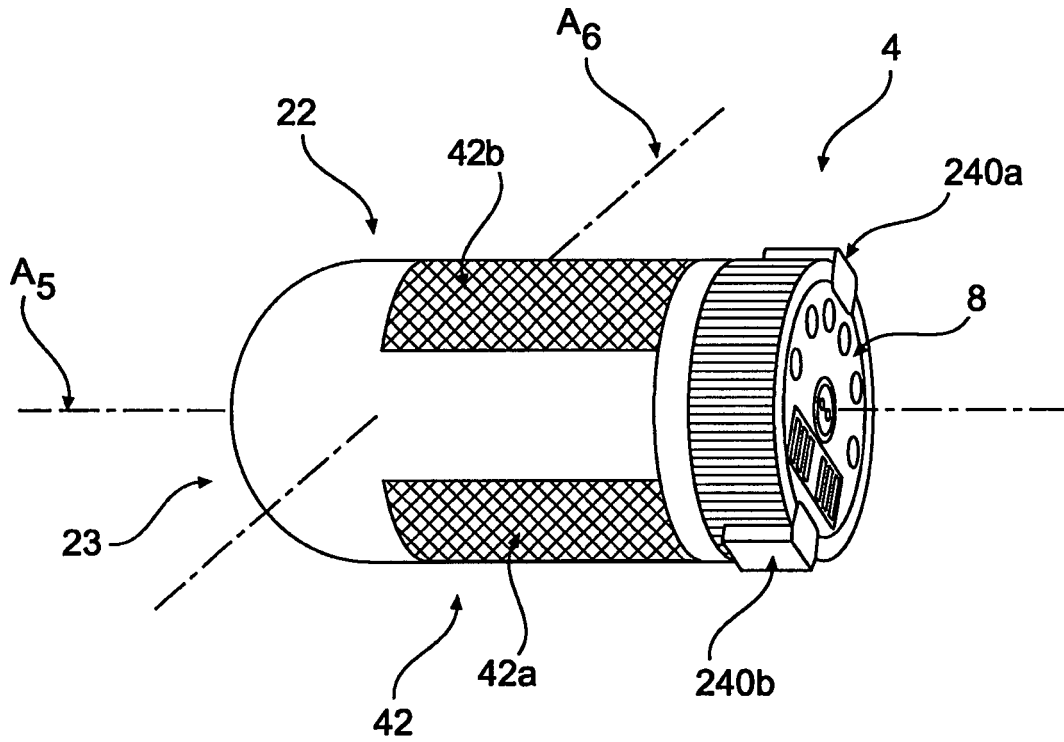


**Fig. 7**

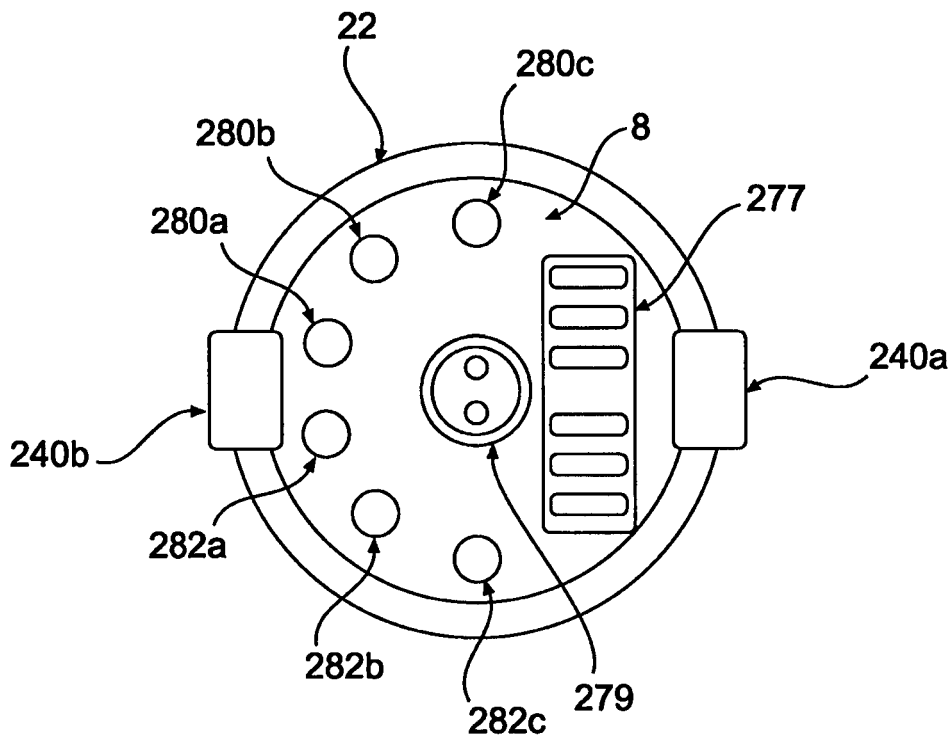


**Fig. 8**

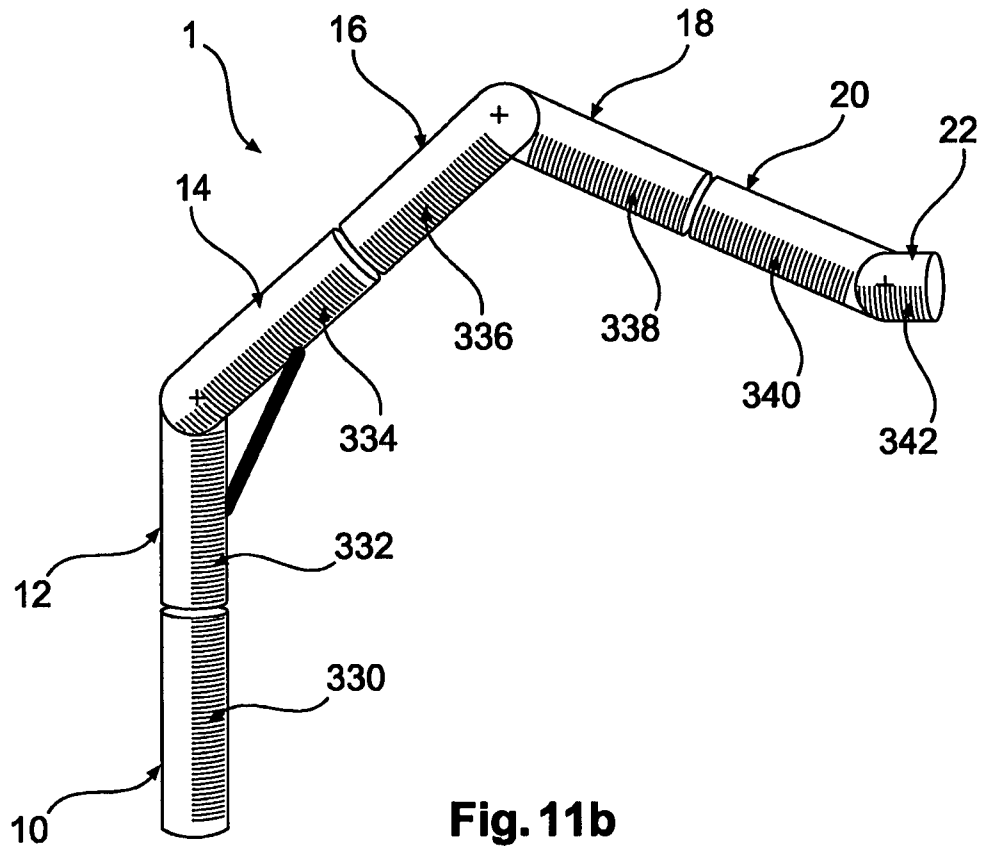
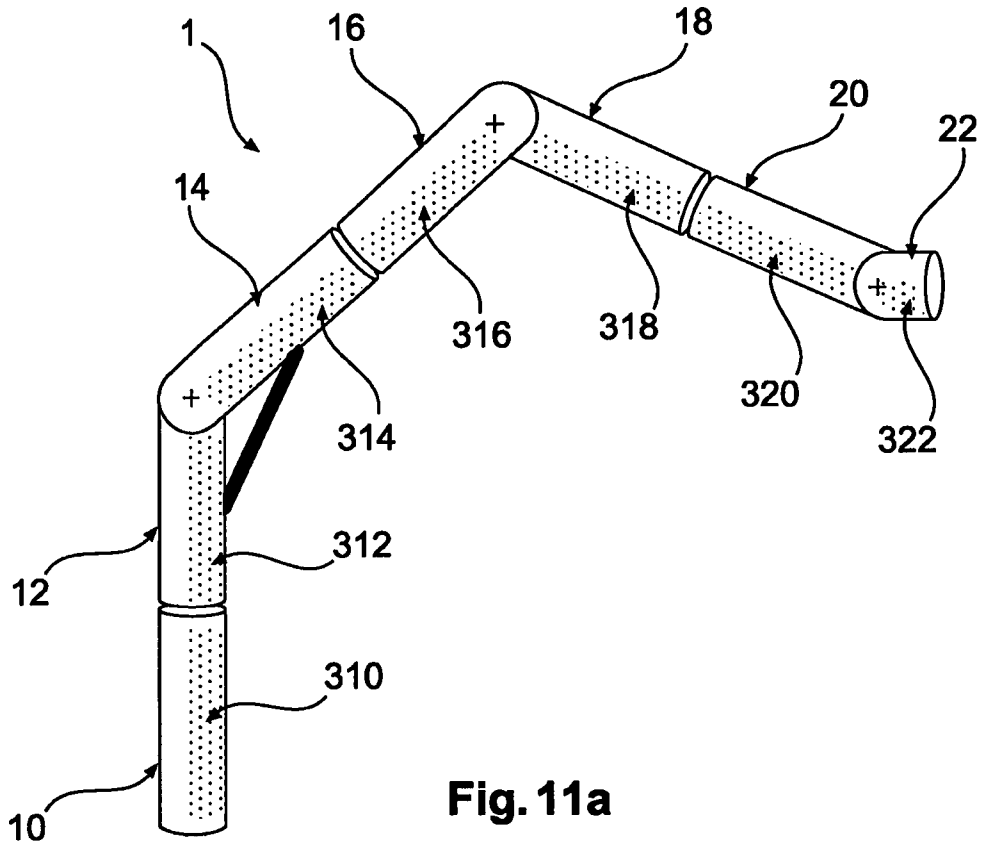


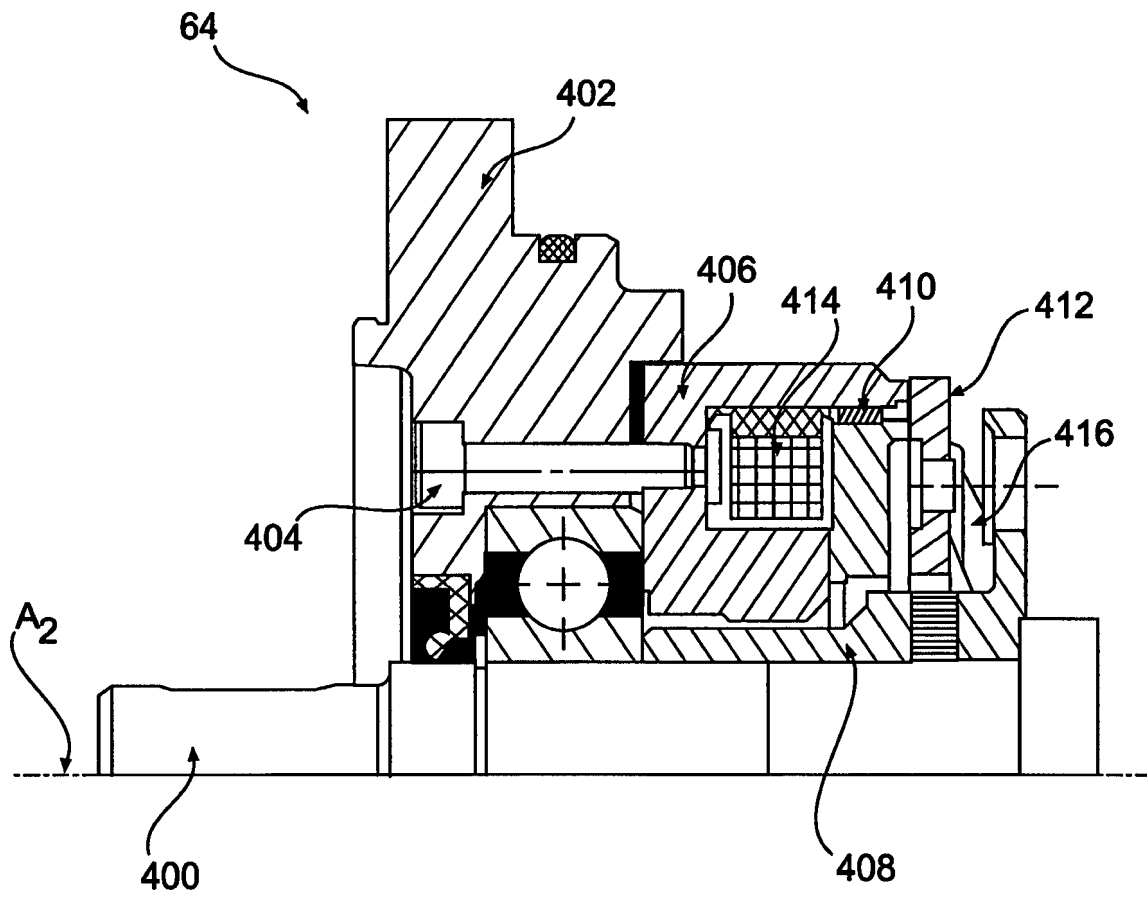


**Fig. 9**

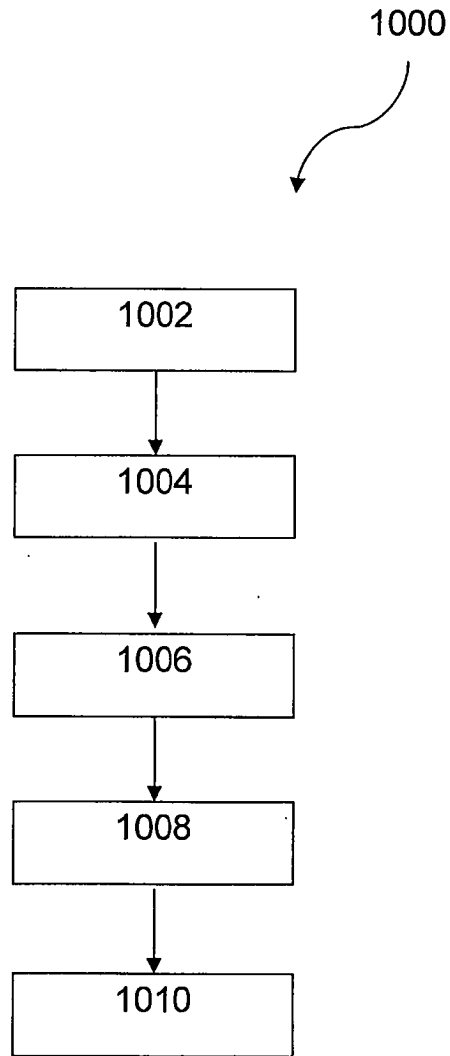


**Fig. 10**

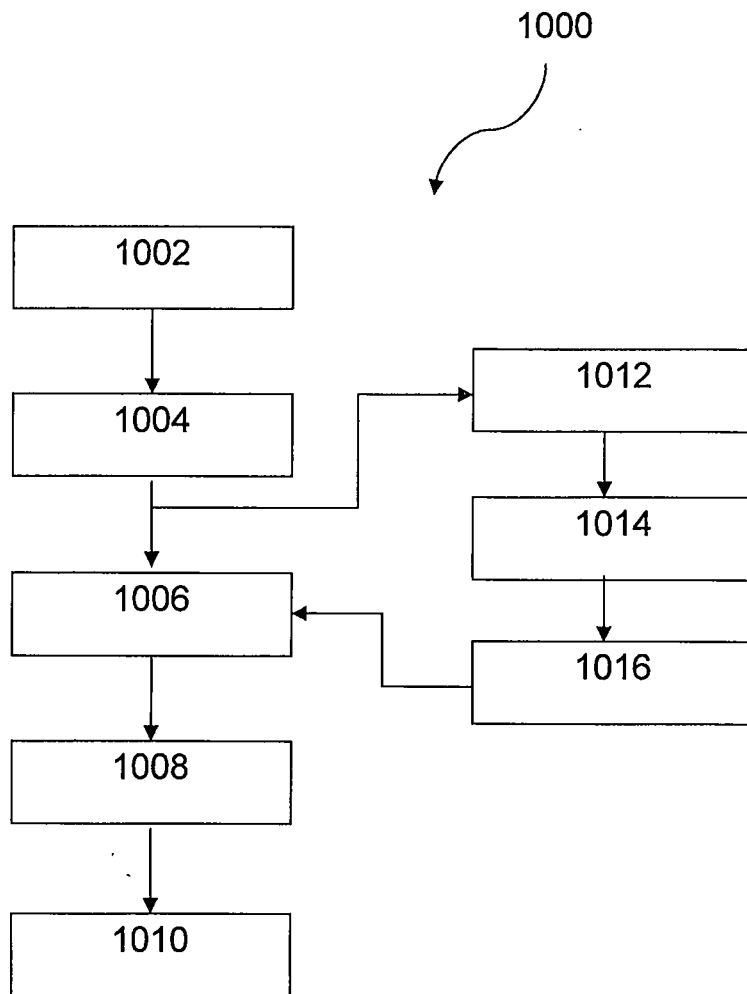




**Fig. 12**



**Fig. 13**



**Fig. 14**