(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
7. März 2013 (07.03.2013)

WIPO | PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2013/029069 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
*A61B 19/00* (2006.01) *B25J 9/10* (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/AT2012/000209

(22) Internationales Anmeldedatum:
6. August 2012 (06.08.2012)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2011 111 482.7
30. August 2011 (30.08.2011) DE
10 2012 002 402.9
9. Februar 2012 (09.02.2012) DE

(71) Anmelder *(für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US)*: **EB-INVENT GMBH** [DE/DE]; Sommerhalde 36, 72213 Altensteig-Walddorf (DE).

(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder *(nur für US)*: **EHRENLEITNER, Franz** [AT/DE]; Sommerhalde 36, 72213 Altensteig-Walddorf (DE).

(74) Anwalt: **PATENTANWÄLTE BARGER, PISO & PARTNER**; Mahlerstraße 9, A-1010 Wien (AT).

(81) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart)*: AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten *(soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart)*: ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Veröffentlicht**:

— *mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)*

*[Fortsetzung auf der nächsten Seite]*

(54) **Title**: MANIPULATOR

(54) **Bezeichnung** : MANIPULATOR

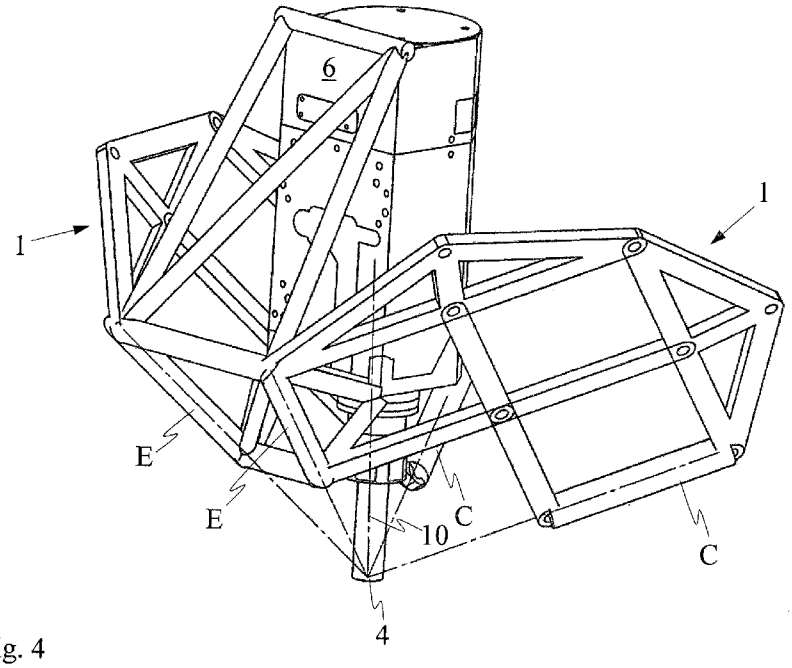



Fig. 4

(57) **Abstract**: The invention relates to a device by means of which a tool, a medical appliance, or another object can be pivoted about a virtual pivot point (4) fixed in space and about a virtual axis (4') fixed in space. The pivoting movement is achieved in that the device comprises at least two flat movement grids (1), each of which comprises two parallelogram linkages (8:CKGF; 9; HIED) and optionally a four-bar linkage (10; ABHG). The planes of the movement grids can be arranged parallel to one another or intersect one another in a straight line that includes the pivot point. If three movement grids are provided, said grids intersect preferably in a common straight line. The invention also relates to a novel kind of the flat movement grids used.

(57) **Zusammenfassung**: Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung, mit deren Hilfe ein Werkzeug, ein medizinisches Gerät, oder ein anderer Gegenstand um einen im Raum festen virtuellen Drehpunkt (4) bzw. um eine im Raum feste, virtuelle Achse (4') geschwenkt werden kann. Die Schwenkbewegung wird dadurch erreicht, dass die Vorrichtung, zumindest zwei ebene Bewegungsgitter (1) umfasst, die jeweils zwei Gelenkparallelogramme (8:CKGF; 9; HIED) und gegebenenfalls

*[Fortsetzung auf der nächsten Seite]*

WO 2013/029069 A1

— *vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eingehen (Regel 48 Absatz 2 Buchstabe h)*

ein Gelenkviereck (10; ABHG) aufweisen. Die Ebenen der Bewegungsgitter können parallel zueinander angeordnet sein, oder einander in einer Gerade, die den Schwenkpunkt umfasst, schneiden. Wenn drei Bewegungsgitter vorgesehen sind, schneiden sich diese bevorzugt in einer gemeinsamen Geraden. Die Erfindung betrifft auch eine neue Art der verwendeten ebenen Bewegungsgitter.

# Manipulator

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung, mit deren Hilfe ein Werkzeug, ein medizinisches Instrument, eine Probe, ein Werkstück oder ein anderer Gegenstand um einen im Raum festen Drehpunkt bzw. um eine im Raum feste Drehachse geschwenkt werden kann, entsprechend dem Oberbegriff des Anspruches 1 und dem DE 94 16 957 U.

Bei einer Vielzahl von Vorrichtungen, insbesondere bei Bearbeitungsmaschinen, aber auch in der Medizin, beispielsweise bei Mikrooperationen, bei verschiedenen Diagnoseverfahren und ähnlichem ist es notwendig, dass ein Werkzeug oder eine Kamera oder ein Sensor, ein Fräskopf, eine Düse, ein Laserstrahl, ein Spiegel, eine Poliervorrichtung, eine Schweißvorrichtung, ein Spielzeug, eine Probe, etc., nicht nur entlang einer vorgegebenen Bahn bewegt wird, bzw. stets auf einen fixen Punkt gerichtet wird, sondern auch, dass sich die Bearbeitungsvorrichtung, Beobachtungsvorrichtung, etc. in einem vorgegebenen Winkel zur jeweiligen Bearbeitungsstelle befindet. Da es dabei, abhängig von den unterschiedlichsten Parametern, die auch mit der durchzuführenden Arbeit zu tun haben, zu Änderungen der gewünschten Winkellage an vorbestimmten Stellen bzw. zu teils vorbestimmten, teils spontan sich ergebenden Zeiten kommt, besteht die Notwendigkeit, Vorrichtungen zu schaffen, die in der Lage sind, dem Werkzeug, worunter in der Folge alles nur Mögliche verstanden wird, die notwendigen Winkeländerungen zu übertragen, ohne dabei den Arbeitspunkt zu ändern. Eine Drehachse bzw. ein Drehpunkt, um den herum eine solche Bewegung erfolgt, wird in der Beschreibung und den Ansprüchen als „virtuell" bezeichnet, da sie bzw. er an der Vorrichtung nicht materiell verwirklicht ist.

Dabei wird eine Reihe von Anforderungen an derartige Vorrichtungen gestellt:
Einerseits sollen diese Vorrichtungen leicht und mit wenig Masse gebaut sein, um rasche Änderungen der Lage ohne große motorische Kräfte und damit ohne großen Energieaufwand bewirken zu können.
Trotz der verlangten Leichtigkeit sollen die Vorrichtungen so steif sein, dass merkliche Reaktionskräfte und Massenkräfte übernommen und abgeleitet werden können, ohne dass es zu schädlichen Deformationen, die das Arbeitsergebnis beeinträchtigen könnten, kommt.

Es soll um den Arbeitspunkte, den virtuellen Drehpunkt, genügend Raum frei zur Verfügung stehen, um den Zugang zum Werkstück, dessen Einbringung, Ausbringung und unter Umständen Bewegung während der Arbeit leicht und problemlos zu ermöglichen.

Es soll die Steuerung und Regelung der Bewegung der Vorrichtung rasch und genau erfolgen können, es sollen insbesondere rekursive Berechnungen vermieden werden, die Berechnung in Form geschlossener Lösungen soll möglich sein.

Eine ebene Vorrichtung entsprechend dem Oberbegriff des Anspruches 1, die in der Lage ist, in der Ebene eine Bewegung um einen virtuellen Drehpunkt zu vollführen, ist aus der eingangs genannten DE 94 16 957 U bekannt. Diese Vorrichtung besteht aus zwei Gelenksparallelogrammen, wobei das eine Gelenksparallelogramm mit einer Seite ortsfest gelagert ist und das andere Gelenksparallelogramm entweder auf dem ersten Parallelogramm quasi aufsitzt und mit ihm die der festen Seite gegenüberliegende Seite gemeinsam hat, die darüber hinaus, so wie das ganze zweite Gelenksparallelogramm, verlängert ist, wobei auch die anderen Seiten des Gelenksparallelogramms parallel zu den andern Seiten des ersten Gelenksparallelogramms verlaufen bzw. aus deren Verlängerung bestehen.

Aus der EP 595 291 ist eine ähnliche Vorrichtung, bestehend aus einer Aneinanderreihung von Gelenksparallelogrammen bekannt, ebenso aus der DE 100 15 510, entsprechend der US 2003/0109825, nunmehr US 5,882,294. Diese genannten Druckschriften betreffen medizinische Geräte und dienen insbesondere zur Durchführung komplexer chirurgischer Eingriffe, die gegebenenfalls nicht mehr von Hand, sondern mittels Stellmotoren durch Fernsteuerung oder automatisch nach einem vorgegebenen Programm durch einen Computer bewerkstelligt werden.

Diese auf der Kombination von zwei Parallelogrammen, die linear mit zwei gemeinsamen, unknickbar durchlaufenden Seiten versehen sind, beruhen, sind einfach aufgebaut, benötigen aber, wenn ein großer Schwenkwinkel vorgesehen werden soll, solche Proportionen, dass ihre mechanische Stabilität darunter leidet.

Eine weitere Vorrichtung, die eine ebene Schwenkbewegung um einen virtuellen Drehpunkt erlaubt und dabei mechanisch deutlich stabiler ist als die bisher abgehandelten, ist erfindungsgemäß die Folgende, für die es im Stand der Technik kein Vorbild gibt:

Es weist diese ebene Kinematik, im Folgenden gemeinsam mit den zuvor abgehandelten Kinematiken zumeist „Bewegungsgitter" genannt, zwei Gelenkparallelogramme auf, die einen ihrer Eckpunkte gemeinsam haben und deren nicht durch diesen gemeinsamen Eckpunkt gehenden Seiten, die Basis und die freie Stirnseite, mit dem Schnittpunkt ihrer Verlängerungen den virtuellen Drehpunkt definieren und deren andere, nicht durch den gemeinsamen Drehpunkt gehenden Seiten starr bis zur ihrem Schnittpunkt verlängert sind und so ein mit jedem der Parallelogramme an einer Seite übereinstimmendes Gelenkviereck schaffen. Ein solches ebenes Bewegungsgitter ist nun durch die gelenkige Verbindung an den Eckpunkten beim Festhalten der Basis so deformierbar, dass die freie Stirnseite stets zum virtuellen Drehpunkt gerichtet ist. Letztlich besteht dieses Bewegungsgitter aus den beiden Gelenksparallelogrammen und einem Gelenkviereck, wodurch die Steifigkeit und die Gelenkigkeit erhöht werden. Es stellt die Ausbildung, bei der das Gelenkviereck zu einem (dritten) Gelenkparallelogramm mutiert, einen Sonderfall dar, der zu den eingangs genannten Bewegungsgittern überleitet, wenn dann auf eine der inneren Verbindungen verzichtet wird.

Um aus der ebenen Schwenkbewegung all dieser Bewegungsgitter um den virtuellen Drehpunkt eine räumliche (sphärische) Bewegung zu machen, ist es im Stand der Technik bekannt, die ortsfeste Seite des ersten Parallelogramms um ihre Längsachse schwenkbar zu gestalten, wodurch ganz einfach die gesamte Arbeitsfläche des Parallelogramms um diese Gerade, die ja den virtuellen Drehpunkt enthält, verdreht wird.

Eine solche Ausgestaltung ist auch beim neuen Bewegungsgitter möglich, doch haben alle derartigen Konstruktionen den Nachteil, gegenüber Kräften, die nicht innerhalb der Ebene des Bewegungsgitters liegen, ausgesprochen weich zu sein, so dass es rasch zu merklichen Abweichungen vom geraden Zustand der einzelnen Stäbe des Bewegungsgitters kommt, wodurch eine weitere Auslenkung in der Folge auch durch

die im Wesentlichen innerhalb der Ebene des Bewegungsgitters liegenden Kräfte zustande kommt, da ja die belasteten Stäbe bereits auf Biegung beansprucht sind und bereits zum Beulen neigen. Dass auch dies für die Gelenke in den Drehpunkten nachteilig ist, braucht hier nur am Rande erwähnt zu werden.

Es besteht somit ein Bedarf, eine eingangs genannte Konstruktion, auch tauglich für den räumlichen Bereich anzugeben, die die genannten Nachteile nicht aufweist; auch für die weiterhin ebene Anwendung ist die erfindungsgemäße Lösung vorteilhaft anwendbar, da alle von außen wirkenden Kräfte, die nicht innerhalb der Ebene des Bewegungsgitters liegen, ebenso wie alle Momente, deren Achsen nicht normal auf diese Ebene stehen, von der erfindungsgemäßen Konstruktion bestmöglich aufgenommen werden.

Eine Ausgestaltung der Erfindung besteht nun in der Kombination von zumindest zwei derartigen Bewegungsgittern, seien sie erfindungsgemäß oder nicht, die gemäß einer ersten Variante im Raum so angeordnet werden, dass die Schnittgerade ihrer Ebenen parallel zu den freien Stirnseiten der beiden Bewegungsgitter verläuft und die beiden freien Stirnseiten durch eine starre Plattform verbunden werden, so ermöglicht dies eine sphärische Bewegung der Plattform um einen virtuellen Drehpunkt und jede plattformfeste Achse parallel zu den beiden Stirnseiten beschreibt um den virtuellen Drehpunkt eine sphärische Bewegung. Im Zuge dieser Bewegung vollführen die beiden Bewegungsgitter nicht nur ihre Bewegungen innerhalb ihrer jeweiligen Ebene, sondern auch eine Verdrehung um ihre jeweilige Basis bzw. um die durch die Basis definierte Achse.

In einer Ausgestaltung werden die beiden Stirnseiten der beiden Bewegungsgitter zusammenfallend ausgebildet, wodurch die bewegliche Plattform zu einer Achse degeneriert, die durch eine Hülse, an der die beiden Bewegungsgitter angreifen, repräsentiert sein kann. Dieser Fall tritt dann ein, wenn geometrisch gesehen, die Verlängerungen der beiden Basen und die Verlängerungen der (zusammenfallenden) freien Seiten einen gemeinsamen Schnittpunkt aufweisen.

Die Erfindung wird im Folgenden anhand der Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigt bzw. zeigen

die Fig. 1 eine schematische Darstellung eines neuen ebenen Bewegungsgitters, wie es für die erfindungsgemäße Vorrichtung benutzt werden kann,
die Fig. 2 eine rein schematische Darstellung der Beweglichkeit eines ebenen Bewegungsgitters entsprechend der Fig. 1,
die Fig. 3 eine erfindungsgemäße Vorrichtung mit zwei fluchtenden Bewegungsgittern,
die Fig. 4 eine erfindungsgemäße Vorrichtung mit zwei einander schneidenden ebenen Bewegungsgittern,
die Fig. 5 eine Variante mit zwei einander schneidenden ebenen Bewegungsgittern,
die Fig. 6 eine weitere Variante mit zwei einander schneidenden ebenen Bewegungsgittern,
die Fig. 7 noch eine Variante mit zwei einander schneidenden, mechanisch verstärkten Bewegungsgittern,
die Fig. 8 verschiedene Bewegungsmöglichkeiten der Vorrichtung nach Fig. 7,
die Fig. 9 eine Variante mit drei einander schneidenden ebenen Bewegungsgittern und
die Fig. 10 ein ebenes Bewegungsgitter entsprechend dem Stand der Technik, wie es für die erfindungsgemäße Vorrichtung benutzt werden kann.

Die Fig. 1 zeigt ein Beispiel für ein Bewegungsgitter 1, wie es für eine erfindungsgemäße Vorrichtung verwendet werden kann. Dieses Bewegungsgitter weist ein erstes Parallelogramm, ein Basisparallelogramm 8, mit den Seiten C, K, G, F und ein zweites Parallelogramm, ein Stirnparallelogramm 9, mit den Seiten D, H, I, E auf; mit einem gemeinsamen Drehpunkt 2 am Schnittpunkt der Seiten F und D. Die „äußeren" Seiten K und I sind über ihre gelenkigen Verbindungspunkte mit den Seiten G und H starr verlängert, was durch die schraffierten Dreiecke angedeutet ist, bis zu ihrem Schnittpunkt 3, in dieser vollen Länge werden diese Seiten mit A bzw. B bezeichnet. Die Verlängerungen der Seiten K und I in ihrer Form A bzw. B bilden gemeinsam mit den Seiten G und H der beiden Gelenkparallelogramme ein Gelenkviereck 10.

Wenn man nun die Seite C als ortsfest, somit als Basis, betrachtet, so ist das Bewegungsgitter in der Ebene (Zeichenebene) durch die gelenkige Verbindung durch die einzelnen Schnittpunkte in der beschriebenen Weise deformierbar, stets aber so, dass, unabhängig von der momentanen Konfiguration des Bewegungsgitters, die Verlängerung der Basis C die Verlängerung der freien Stirnseite E stets an gleicher

Stelle, dem virtuellen Drehpunkt 4, schneidet. Dabei bleiben, wie ein gedankliches Vertauschen der Parallelogramme bzw. der Beweglichkeiten unmittelbar zeigt, die Längen J und L stets erhalten, die freie Stirnseite E vollführt um den Schnittpunkt 4" der Verlängerung der Basis C mit der Verlängerung der freien Stirnseite E eine echte sphärische Bewegung. Schnittpunkt 4" und Achse 4 fallen dabei stets zusammen, ebenso wie gegebenenfalls die Spur einer virtuellen Achse 4'.

Diese Bedingung wird immer erfüllt, wenn die folgenden geometrischen Voraussetzungen eingehalten werden, wobei hier die für die einzelnen Stäbe stehenden Buchstaben deren Länge bedeuten:

$I = (B*L)/(L+E)$ $K = (J*A)/(J+C)$

$D = (B*L)/(L+E)$ $F = (J*A)/(J+C)$

$E = H$ $G = C$

Die in Fig. 1 dargestellten und auch bemaßten Größen X und Y dienen nur zur Symbolisierung der starren Ausführung der Kanten bzw. Stäbe A und B, um anzudeuten, dass diese Stäbe zufolge der Angriffspunkte der Stäbe G bzw. H auch auf Biegung beansprucht werden und daher entsprechend zu dimensionieren sind. Es soll noch festgehalten werden, dass bei diesen Relationen die Punkte 4", 2 und 3 stets auf einer (gedachten) Geraden 11 liegen.

Die Fig. 2 zeigt, unter Hinweglassung fast aller Bezugzeichen, verschiedene Stellungen eines Bewegungsgitters 1 nach Fig. 1 und somit den großen Winkelbereich, den ein solches Bewegungsgitter bei der Führung eines Werkzeuges in der Achse der freien Stirnseite E bezüglich eines weit außerhalb der Vorrichtung liegenden virtuellen Drehpunktes 4 zu liefern vermag. Dieses Bewegungsgitter ist auch einzeln für sich verwendbar, nicht nur naheliegender Weise als ebene Kinematik, sondern auch dreidimensional, beispielsweise, wenn es um die Achse seiner Basis C drehbar angeordnet ist.

Die Fig. 10 zeigt ein ebenes Bewegungsgitter gemäß dem Stand der Technik, wie es insbesondere aus dem oben genannten DE-U bekannt ist. Die beiden Gelenkparallelogramme und ihre Verbindung sind gut zu erkennen, ebenso die Drehbarkeit um die

Basisachse, mittels der die sphärische Bewegung des Werkzeuges 14 um den Drehpunkt „D“ erreicht wird.

Gemäß der bereits genannten vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung werden zumindest zwei solcher ebenen Bewegungsgitter, egal nach welchem Aufbau, miteinander kombiniert, um zu der gewünschten Beweglichkeit um eine Achse bzw. um einen Drehpunkt zu kommen. Bei einer ersten Variante entsprechend der Fig. 3 werden zwei derartige Bewegungsgitter fluchtend zueinander vorgesehen und entsprechend miteinander verstrebt, bilden somit einen Fachwerkskörper, der eine Drehung um eine Achse erlaubt. Bei den Fig. 1 und 2 entspricht der Verlauf dieser Achse dem virtuellen Drehpunkt 4, die Achse verläuft normal zur Darstellungsebene.

In Fig. 3 ist ein solcher Fachwerkskörper in drei verschiedenen Stellungen jeweils in Seitenansicht und in perspektivischer Ansicht dargestellt, die diagonalen Versteifungen 5 zur Aufnahme von Kräften bzw. Kraftkomponenten in Richtung normal zur Ebene der Bewegungsgitter 1 und zur Sicherung der fluchtenden Lage der Bewegungsgitter sind deutlich zu sehen. Die virtuelle Achse 4’ ist nur in den Seitenansichten eingezeichnet, ihr Zusammenfallen mit dem Schnittpunkt 4“ ist evident.

In einer in Fig. 4 dargestellten zweiten Ausgestaltung werden die beiden Bewegungsgitter 1 so angeordnet, dass die die Verlängerungen der beiden Basen C und der beiden freien Stirnseiten E einander im virtuellen Drehpunkt 4 schneiden, die eigentliche Werkzeugspindel kann dann an einer Plattform 6, die von den beiden freien Stirnseiten E gebildet bzw. mit diesen fest verbunden ist, passend angebracht werden und bleibt in der Folge bei jeder Bewegung der Vorrichtung auf den virtuellen Drehpunkt 4 gerichtet; sie vollführt eine sphärische Bewegung um den virtuellen Drehpunkt 4.

In einer weiteren, in Fig. 5 gezeigten, Ausgestaltung ist es möglich, wie bereits oben kurz erwähnt, zwischen den beiden freien Stirnseiten E auch dann, wenn die Schnittpunkte 4“ ihrer Verlängerung und der Verlängerung der Basen C nur für jeweils ein Bewegungsgitter 1 zusammenfällt, eine feste Plattform 6 an den freien Stirnseiten E anzubringen und auf dieser wiederum die Werkzeugachse so zu positionieren, dass sie stets auf den virtuellen Drehpunkt 4, der dann zwischen den genannten Schnittpunkten

liegt, gerichtet ist. In Fig. 5 ist in der perspektivischen Ansicht die Basis C des „hinteren" Bewegungsgitters verdeckt, ihre Drehachse ist im Bereich des Schnittpunktes 4" sichtbar und dort mit „C" bezeichnet.

Die Fig. 6 zeigt eine wieder andere Variante, bei der die beiden Basen C der beiden Bewegungsgitter 1 zusammenfallen. Gezeigt ist ein entsprechender Fachwerkskörper in drei verschiedenen Stellungen jeweils in vereinfachter Seitenansicht und in perspektivischer Ansicht Die Bewegung der beiden Bewegungsgitter 1 um die der Basis C zugehörige Drehachse ist von außen, beispielsweise einen (nicht dargestellten) Aktuator zu bewirken, gegebenenfalls ist die Basis C auch das Ende eines Roboterarms oder ähnliches. Wiederum sind diagonal verlaufende Versteifungen 5 vorgesehen, um Querkräfte aufzunehmen. Eine feste Plattform 6 ist zwischen den freien Stirnseiten E ausgebildet, die zum virtuellen Drehpunkt 4 gerichtete Achse ist rein schematisch eingetragen. Die „Seitenansichten" zeigen eines der beiden Bewegungsgitter 1 ohne Rücksicht auf das zweite oder die Versteifungen zu nehmen, deshalb die Gänsefüßchen.

Um nun Kräfte bzw. Kraftkomponenten, die normal auf die Ebene eines der Bewegungsgitter wirken, aufnehmen zu können, ist es einerseits möglich, dieses Bewegungsgitter entsprechend massiv auszugestalten, doch ist es vorteilhaft, es mit seitlichen Verstrebungen zu versehen, wobei die Verstrebung die Bewegungen des Gitters mit macht, dabei aber die Seitenkräfte ableitet.

Ein Beispiel für eine derartige Verstrebung ist bei einer interessanten Ausgestaltung einer Vorrichtung ähnlich der der Fig. 5 in den Fig. 7 und 8 dargestellt: Die Ebenen der beiden Bewegungsgitter 1 fallen in einer Stellung, die in Fig. 7 gezeigt ist, zusammen. Die Achsen der beiden Basen C schneiden einander in einem Punkt, durch den auch die Werkzeugachse 10 geht. Es ist möglich, die Werkzeugachse entlang der Verbindungslinie der beiden Drehpunkte zu verschieben und dabei dennoch eine Bewegung um einen virtuellen Drehpunkt (der dann exzentrisch liegt) zu erhalten. Dies ermöglicht ein Durchschwenken der Vorrichtung durch den ebenen Zustand, da beide ebenen Bewegungsgitter 1 mit seitlichen Verstrebungen 7 versehen sind, ohne dass es zur Ausbildung einer Singularität kommt. Die Fig. 8 zeigt sechs verschiedene Stellungen dieser Vorrichtung in perspektivischer Ansicht, woraus der große Schwenkbereich in

allen Richtungen ersichtlich ist. In diesen Stellungen tritt durch die zweifache Ausbildung der seitlichen Verstrebungen eine Überbestimmung auf, doch spielt dies keine nachteilige Rolle.

In Fig. 7 ist sind beide Bewegungsgitter mit jeweils einer seitlichen Verstrebung 7 versehen, die normal zur Gitterebene wirkende Kraftkomponenten aufnimmt und ableitet. Diese Verstrebung macht die Verformung der Gelenkvierecke selbstverständlich mit und ist entsprechend ausgebildet. Dabei gilt, dass die Verstrebung aus einem Stabwerk über zumindest einer der Seiten A, B, F+H, D+G besteht, mit der Maßgabe, dass Versteifungen über F+H, bzw. D+G in den Gelenkpunkten gelenkig ausgebildet sind, wie dies die Figur andeutet. Als seitliche Verstrebung 7 wird dabei die Gesamtheit des Stabwerkes verstanden.

Eine in Fig. 9 gezeigte, wieder andere Ausgestaltung mit Ableitung von Querkräften besteht darin, drei Bewegungsgitter 1, deren Ebenen bevorzugt um 180° verdreht um eine Zentralachse angeordnet sind (dies in einer „Normalstellung", da sich während des Betriebes die Winkellagen der Ebenen um deren Basen ändert), vorzusehen, wodurch auch in sehr extremen Positionen jede der auftretenden Kraftkomponenten innerhalb eines der Gitter abgeleitet werden kann. In diesem Fall wird bevorzugt, dass die Achsen der drei Basen C nicht in einer Normalebene zur gedachten Zentralsymmetrieachse verlaufen, sondern auf einen Punkt „unterhalb" dieser Normalebene, da dadurch eine Vergrößerung des Kegelwinkel, in dem die Werkzeugachse 10 anzustellen ist, erreicht wird.

In den dargestellten und beschriebenen Ausführungsformen sind die bei einer Vorrichtung verwendeten Bewegungsgitter stets untereinander gleich (deckungsgleich), doch ist dies nicht notwendig, solange nur die oben angegebenen geometrischen Bedingungen für jedes einzelne Bewegungsgitter erfüllt sind. Aus Gründen der Herstellungskosten und der Lagerhaltung wird im allgemeinen die Verwendung solcher untereinander gleichen Bewegungsgitter bevorzugt, nur bei Vorrichtungen für spezielle gestaltete Oberflächen ist es denkbar, dass die Verwendung ungleicher Bewegungsgitter Vorteile mit sich bringt.

Die Angriffspunkte bzw. Verbindungspunkte zwischen den Bewegungsgittern und der das Werkzeug tragenden Plattform, wenn es sich nicht um eine mit den freien Stirnseiten fest verbundene Plattform handelt, somit bei den Varianten gemäß Fig. 7-9 verfügen über passende Beweglichkeit, wie speziell in Fig. 7 angedeutet. Bei der Variante nach Fig. 9 muss jede Verbindung 11 unabhängig von den anderen um die Werkzeugachse 10 drehbar sein, jede Verbindung 11 soll mit der zugehörigen Verbindung 11' fluchtend montiert sein (beispielsweise wie in Fig. 7 durch die im Abstand vom Werkzeugträger vorgesehene stabartig Verbindung angedeutet).

Die Fig. 10, die ein Beispiel eines ebenen Bewegungsgitters gemäß dem Stand der Technik zeigt, wurde bereits oben näher erläutert. Gut erkenntlich ist, dass der erreichbare Schwenkwinkel deutlich kleiner ist, als bei den neuen Bewegungsgittern.

Für den Fachmann ist die entsprechende Ausgestaltung der Verbindungen und der Bewegungsgitter, die jeweils unabhängig voneinander angewandt und auf unterschiedlichste Weise miteinander kombiniert bzw. auch einzeln angewandt werden können, in Kenntnis der Erfindung leicht möglich. Als Materialien kommen je nach Anwendungsgebiet alle dort üblichen Materialien in Frage.

Bei Verwendung der neuen Bewegungsgitter ist es notwendig, dass die beiden Gelenkparallelogramme (8, 9) an ihren Ecken (F,G; D,H) einen gemeinsamen Drehpunkt (2) aufweisen, dass die beiden benachbarten Parallelogrammseiten (G, H) mit den stets gerade verlängerten Seiten (AB) das Gelenkviereck (10: ABHG) bilden, dass die Seite (C) die Basis darstellt und dass deren Verlängerung mit der Verlängerung der freien Stirnseite (E) stets den festen virtuellen Drehpunkt (4) bzw. die feste, virtuelle Achse (4') schneidet.

Bevorzugt erfüllen dabei die Längen der Seiten die folgenden Maßgaben:

$I = (B*L)/(L+E)$ $\quad\quad$ $K = (J*A)/(J+C)$
$D = (B*L)/(L+E)$ $\quad\quad$ $F = (J*A)/(J+C)$
$E = H$ $\quad\quad$ $G = C$

wobei A bis I und K die Längen der im Anspruch 1 mit gleichem Buchstaben bezeichneten Seiten sind und L bzw. J die Abstände vom festen virtuellen Drehpunkt (4) bzw.

von der festen, virtuellen Achse (4') bis zum Schnittpunkt (FC) bzw. dem Schnittpunkt (ED) bedeuten.

Weitere Anwendungsgebiete der Erfindung betreffen, beispielsweise:

- Untersuchungsstühle (mit speziellem virtuellem Drehpunkt um den zu behandelnden Bereich) z.B. Zahnarztstuhl mit virtuellem Drehpunkt um Mund oder für z.B. für Darmspiegelungen usw.
- Krankenbetten mit dieser Kinematik zum Umlagern von liegenden Patienten, somit hat das Pflegepersonal weniger Aufwand
- Kinematik als Tisch für die Untersuchung von Proben aller Art. Bei der optischen Inspektion, der Stereomikroskopie will man die Proben unter dem Mikroskop um den fokussierten (virtuellen) Punkt drehen. Auch die Aufnahme von 3D Bildern durch gesteuerte Achsen des Tisches ist hierdurch möglich
- Bearbeiten und Löten von Platinen unter dem Mikroskop (miniaturisierte Bauteile)
- Diffraktionstechnik, hierbei wird mit Röntgenstrahlung auf eine Probe geschossen um dabei die chemische Analyse/Zusammensetzung der Probe durchzuführen. Dabei ist es denkbar entweder den Tisch mit der Probe virtuell zu drehen, oder aber die Detektoren und Strahlquelle selber um den Probenpunkt mit der Kinematik zu drehen.

Liste der Bezugszeichen:

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1 | ebenes Bewegungsgitter | 8 | Basisparallelogramm |
| 2 | gemeinsamer Drehpunkt | 9 | Stirnparallelogramm |
| 3 | Schnittpunkt AB | 10 | Gelenkviereck |
| 4 | Virtueller Drehpunkt | 11 | Werkzeugachse |
| 4' | virtuelle Achse | 12 | Leer |
| 4" | Schnittpunkt CE | 13 | Leer |
| 5 | diagonale Versteifung | 14 | Werkzeug |
| 6 | Plattform | D | Drehpunkt |
| 7 | Seitliche Verstrebung | | |

Patentansprüche:

1. Vorrichtung, mit deren Hilfe ein Werkzeug, ein Werkstück, ein medizinisches Gerät, oder ein anderer Gegenstand um einen im Raum festen virtuellen Drehpunkt (4) bzw. um eine im Raum feste, virtuelle Achse (4') geschwenkt werden kann, dadurch gekennzeichnet, dass sie zumindest zwei ebene Bewegungsgitter (1) umfasst, die jeweils zwei Gelenkparallelogramme (8: CKGF; 9: HIED) und gegebenenfalls ein Gelenkviereck (10: ABHG) aufweisen.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Ebenen der beiden ebenen Bewegungsgitter parallel zueinander verlaufen und die beiden Schnittpunkte (LJ) eine gemeinsame raumfeste virtuelle Achse (4') definieren.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Ebenen der beiden ebenen Bewegungsgitter einander in einer Geraden parallel zu den beiden Basen schneiden und der gemeinsame Schnittpunkte (LJ) einen gemeinsamen raumfesten virtuelle Drehpunkt (4) definiert.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die freien Stirnflächen (E) der Bewegungsgitter eine Plattform (6) tragen, die um den raumfesten virtuellen Drehpunkt (4) verschwenkt wird.
5. Vorrichtung nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eines ihrer ebenen Bewegungsgitter (1) über eine Verstrebung (7) verfügt.
6. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Verstrebung aus einem Stabwerk über zumindest einer der Seiten (A, B, F+H, D+G) besteht, mit der Maßgabe, dass Versteifungen über (F+H, D+G) in den Gelenkpunkten gelenkig ausgebildet sind.
7. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass sie drei ebene Bewegungsgitter (1) aufweist, deren Ebenen eine gemeinsame Schnittachse aufweisen.

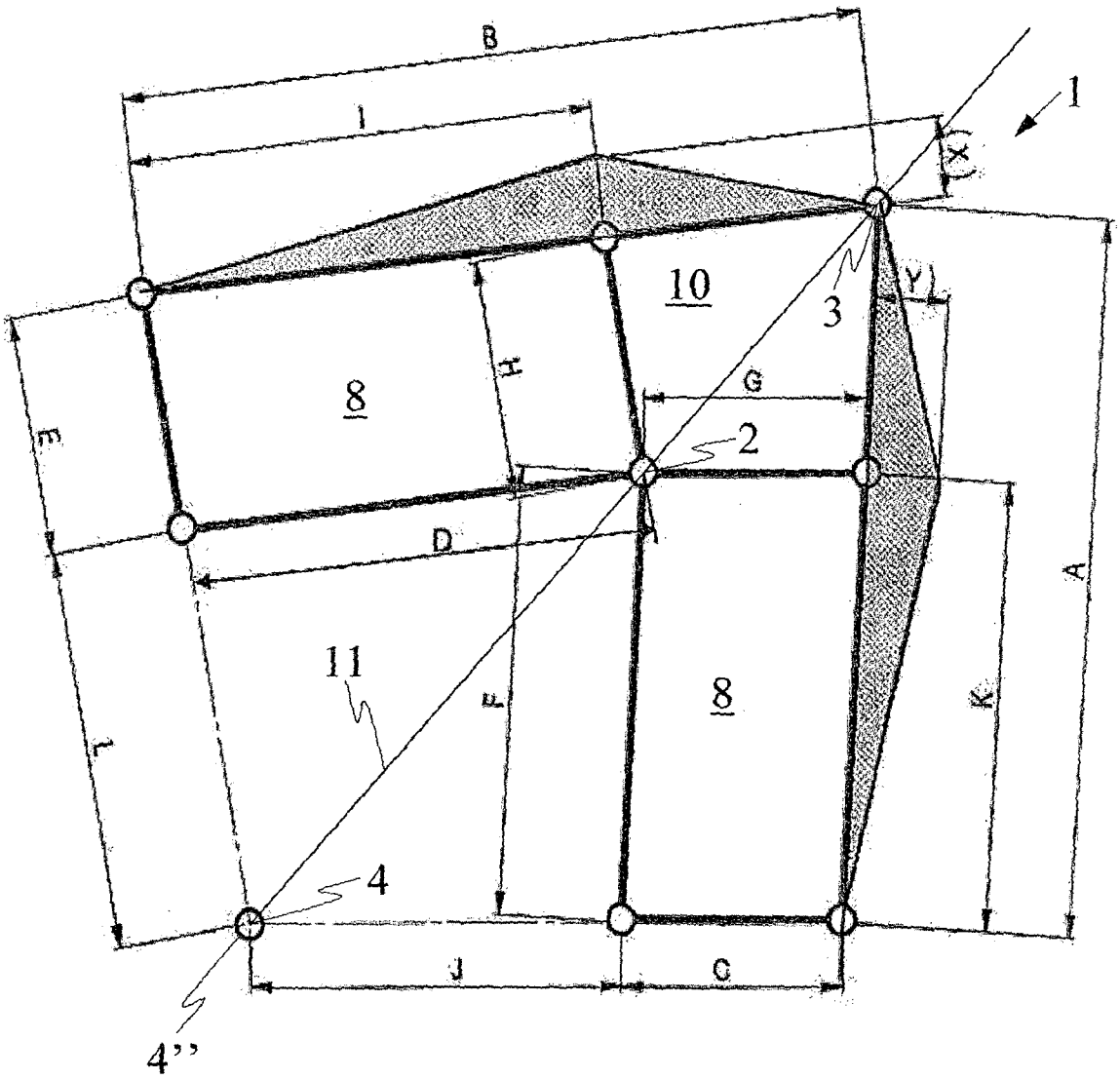



Fig. 1

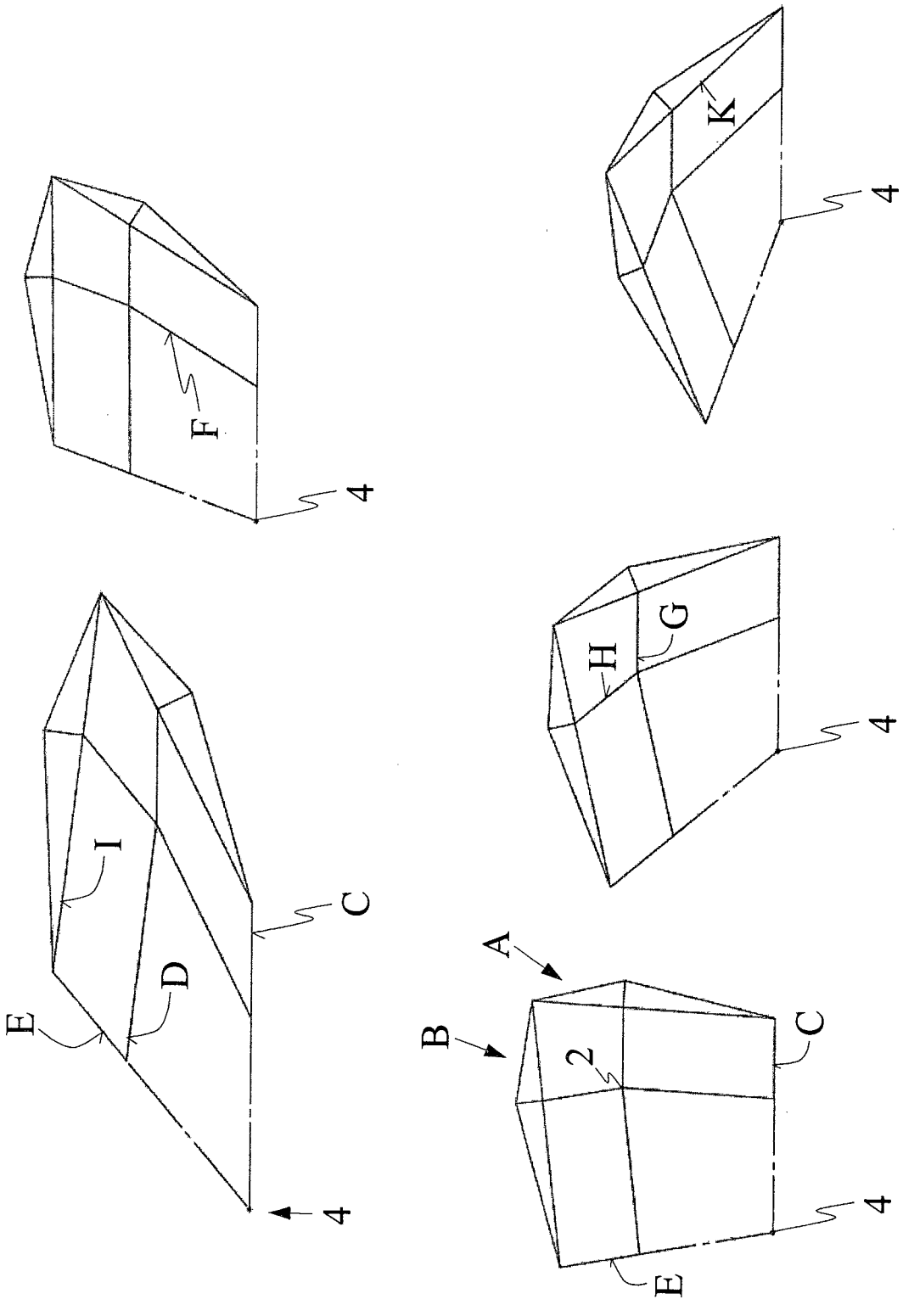



Fig. 2

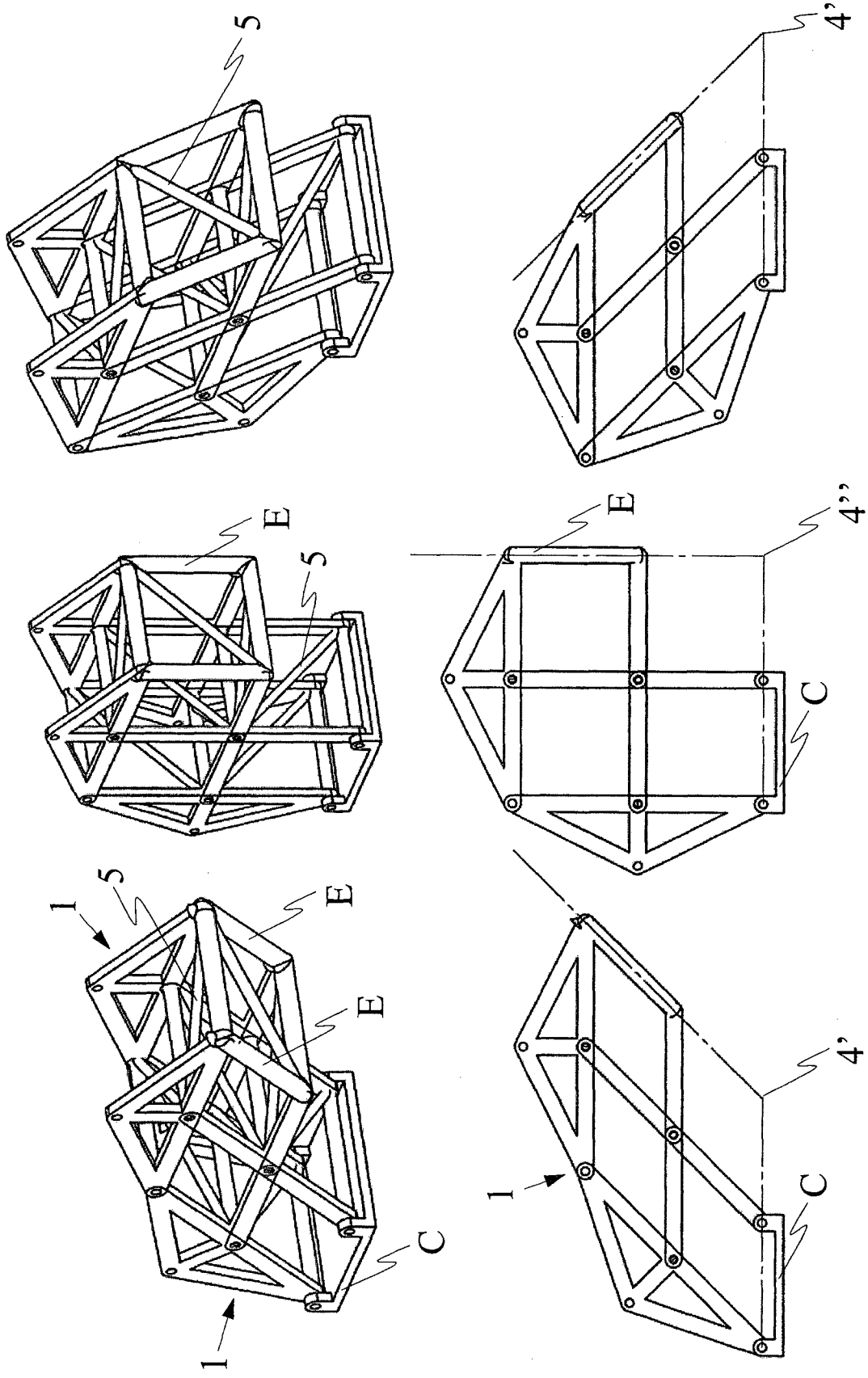



Fig. 3

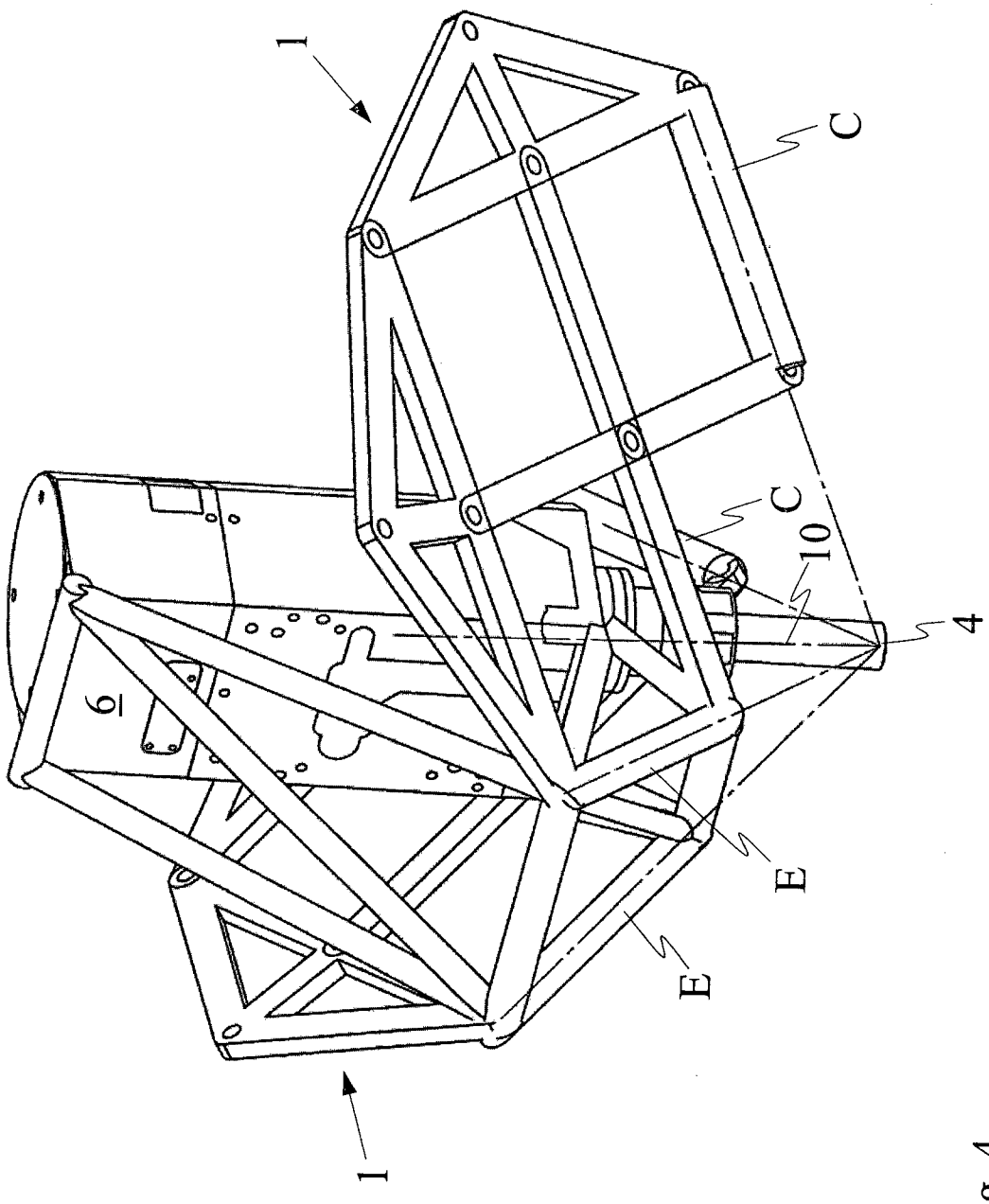



Fig. 4

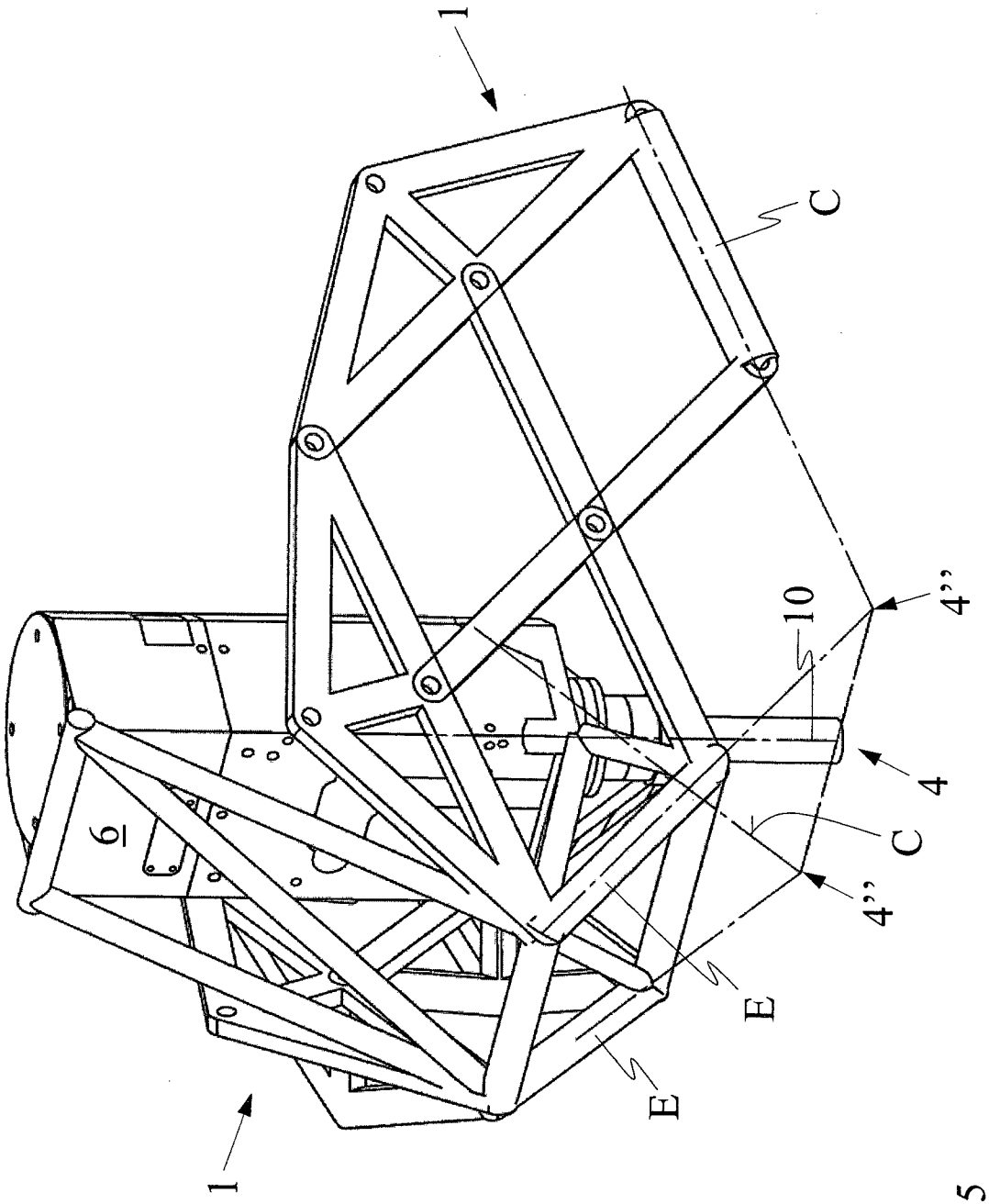



Fig. 5

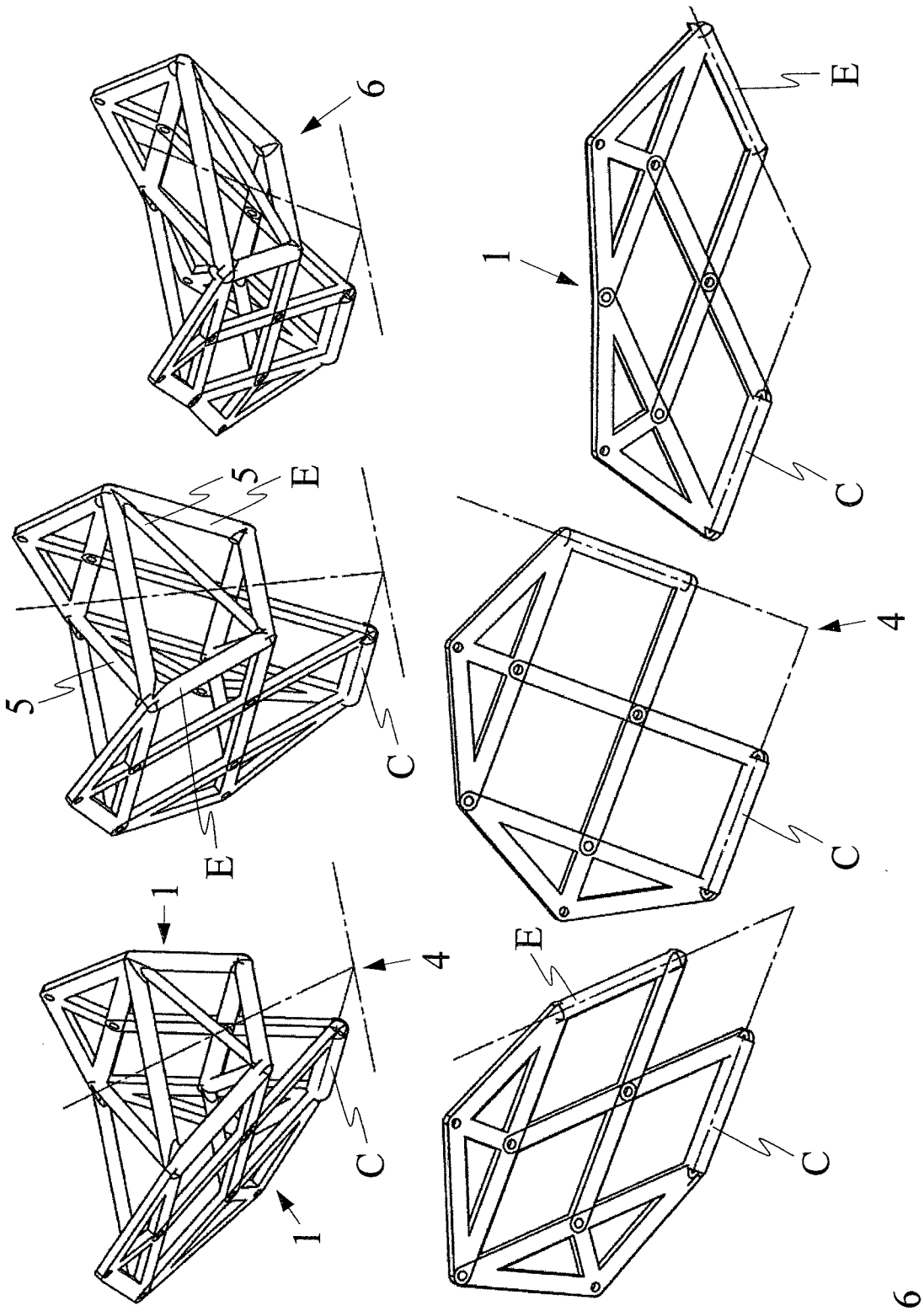



Fig. 6

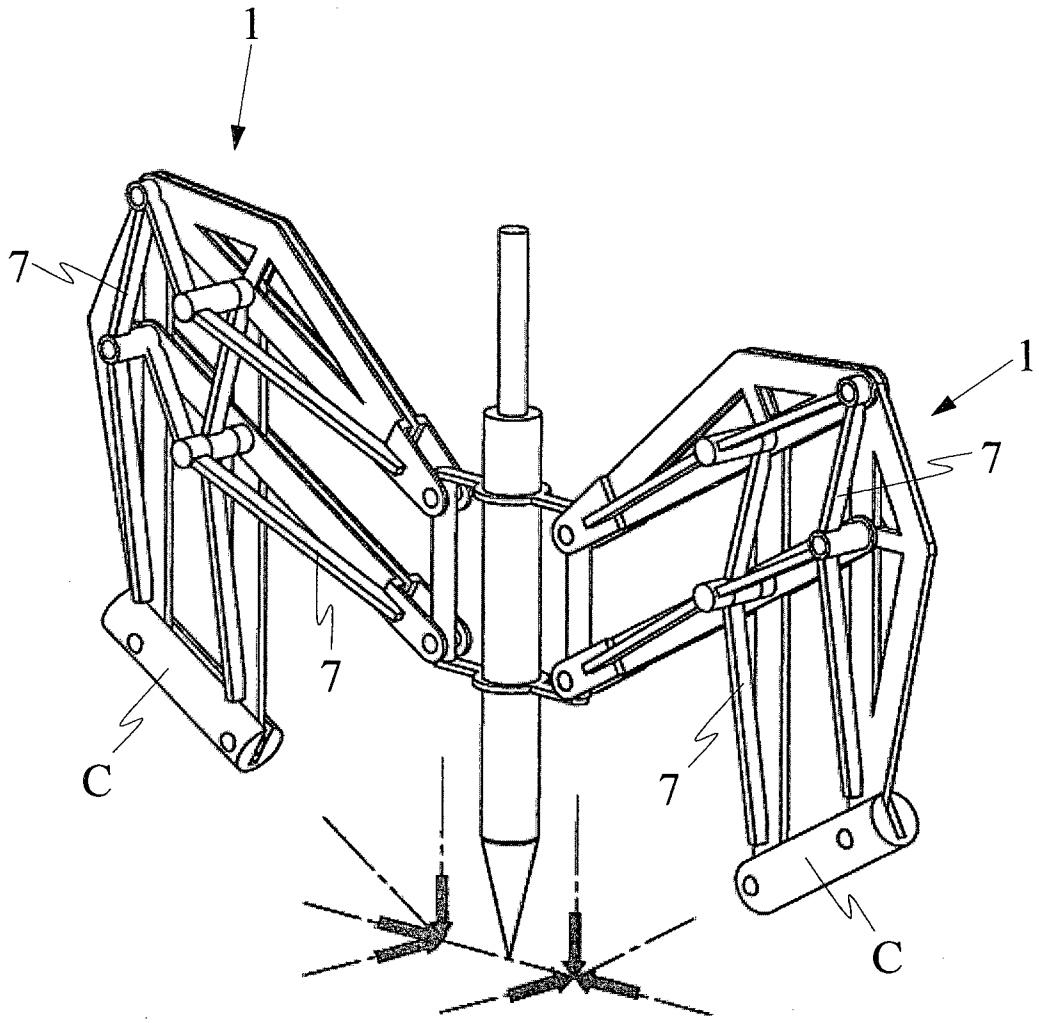



Fig. 7

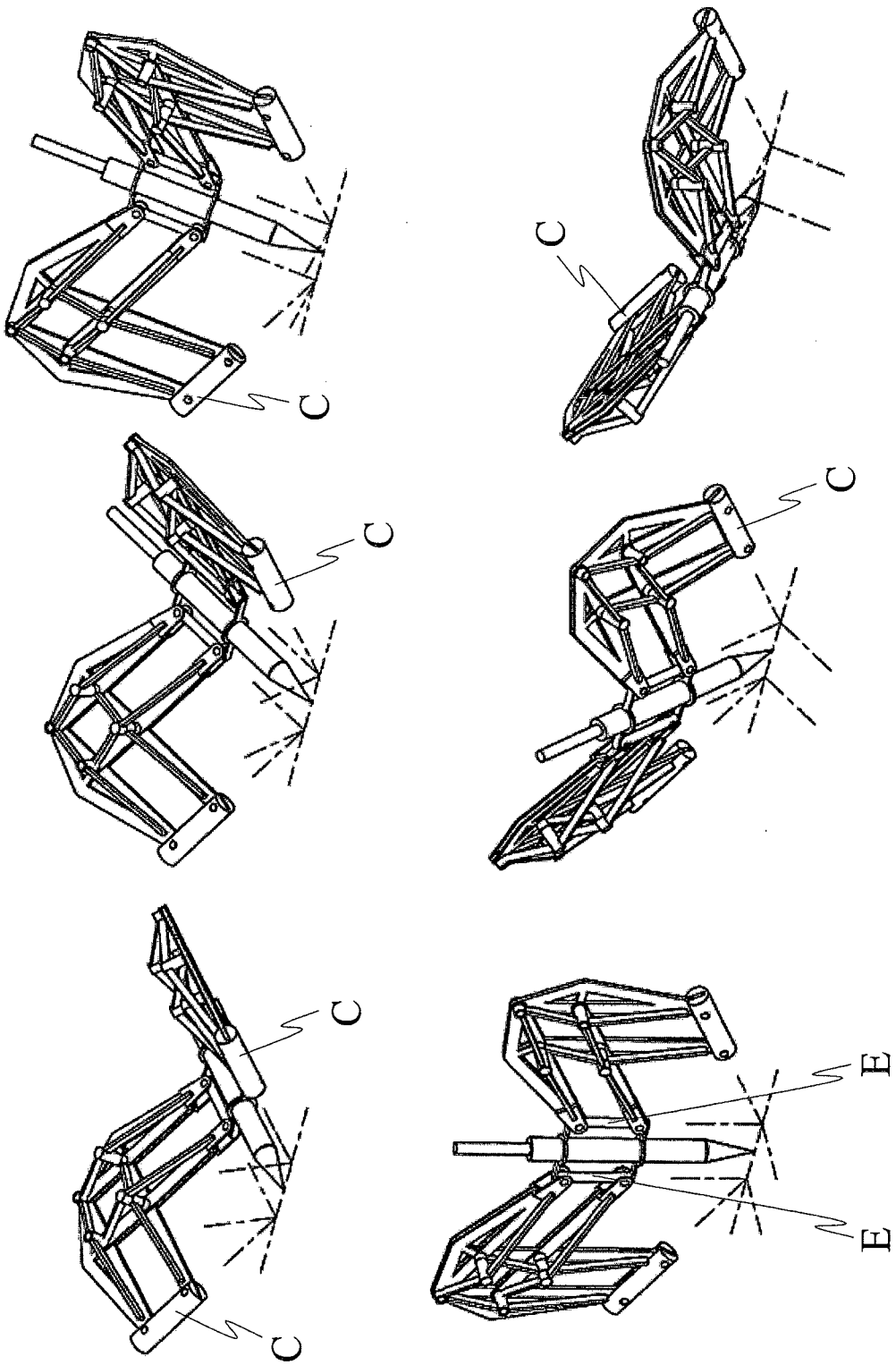



Fig. 8

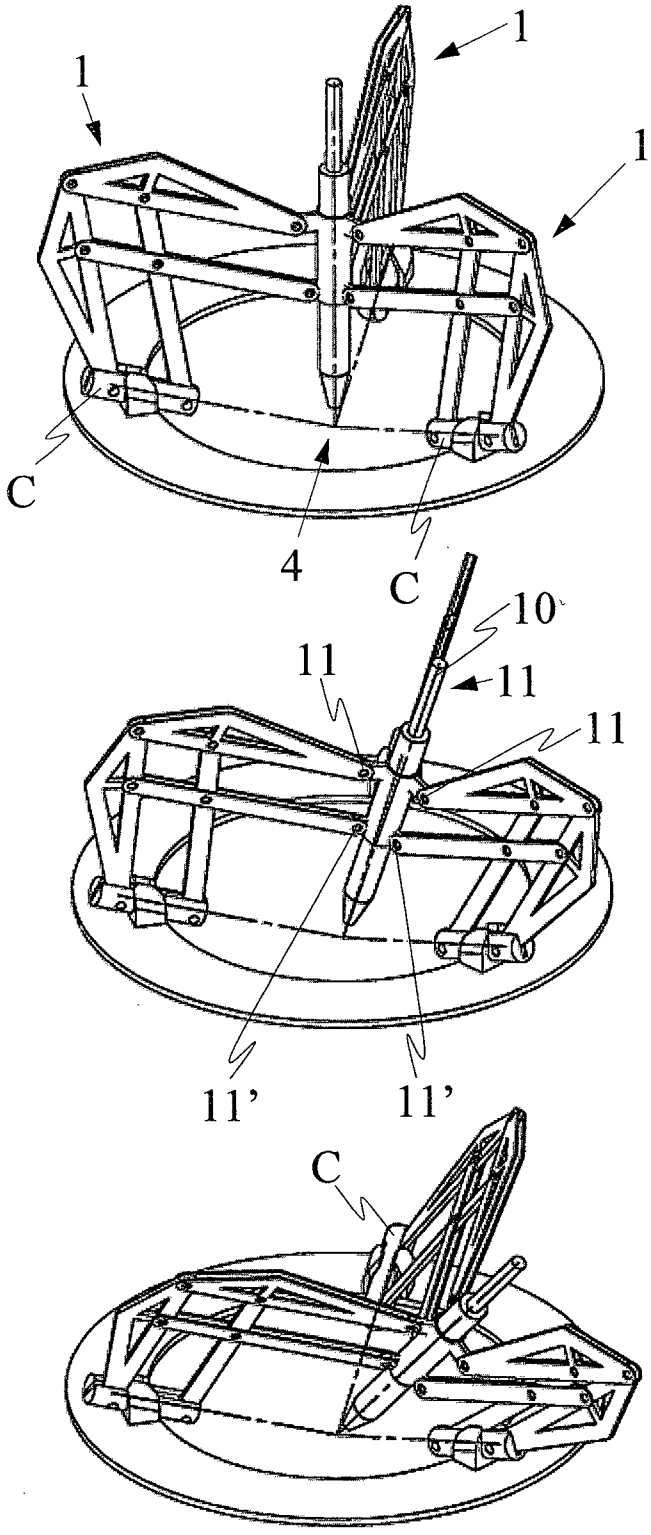



Fig. 9

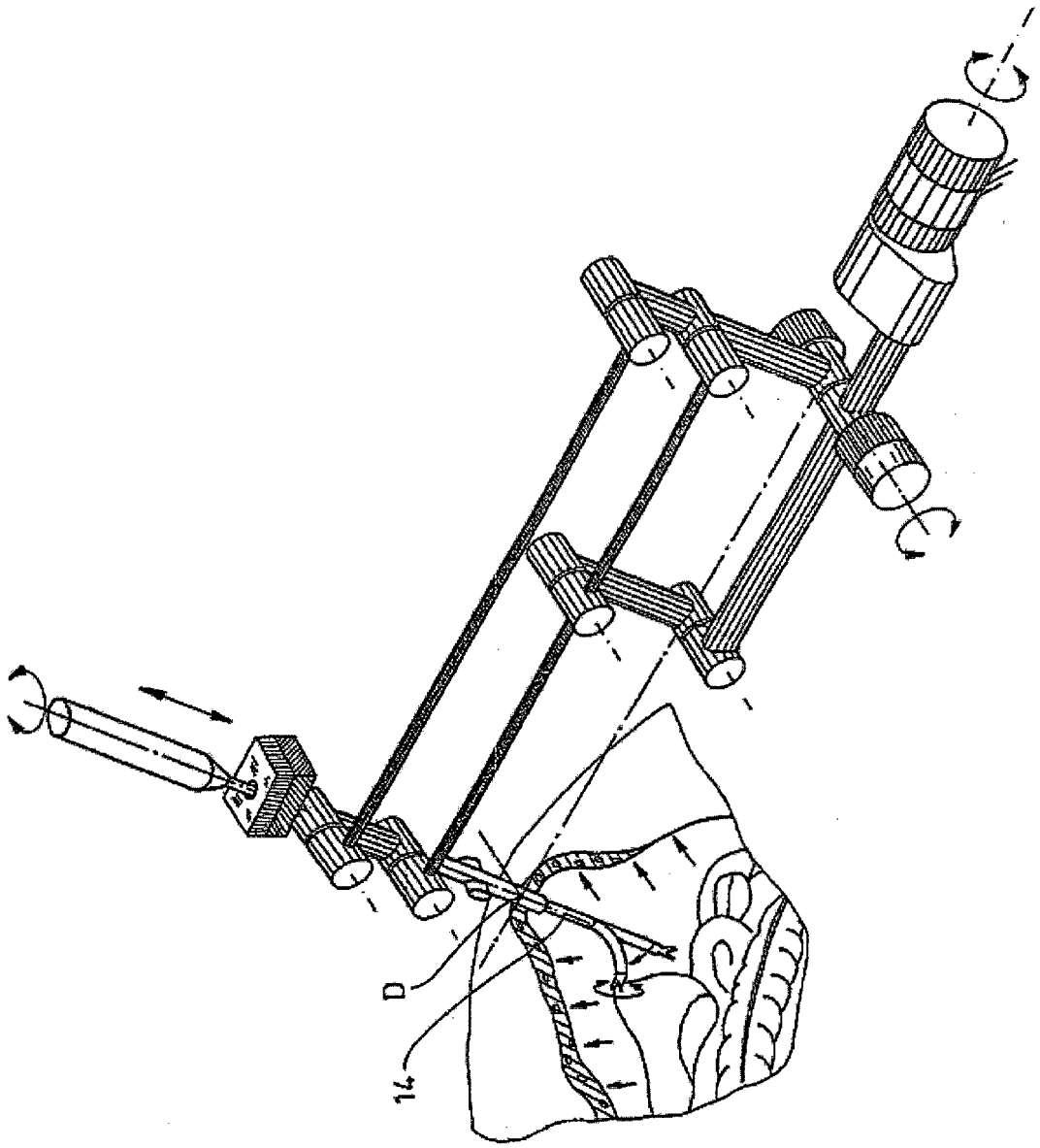



Fig. 10

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/AT2012/000209

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. A61B19/00 B25J9/10
ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
A61B B25J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|---|---|---|
| X | US 2004/024385 A1 (STUART J MICHAEL [US]) 5 February 2004 (2004-02-05) figure 7 paragraphs [0003], [0054] | 1,2,5,6 |
| X | US 2005/183532 A1 (NAJAFI FARSHID [CA] ET AL) 25 August 2005 (2005-08-25) figures 1-3 paragraphs [0090], [0092] | 1,3-5 |
| X | US 2009/095108 A1 (PAYANDEH SHAHRAM [CA] ET AL) 16 April 2009 (2009-04-16) figure 7A paragraph [0060] | 1,7 |

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

| Date of the actual completion of the international search | Date of mailing of the international search report |
|---|---|
| 8 February 2013 | 19/02/2013 |

| Name and mailing address of the ISA/ | Authorized officer |
|---|---|
| European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2<br>NL - 2280 HV Rijswijk<br>Tel. (+31-70) 340-2040,<br>Fax: (+31-70) 340-3016 | Schießl, Werner |

1

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/AT2012/000209

| Patent document cited in search report | Publication date | Patent family member(s) | Publication date |
|---|---|---|---|
| US 2004024385 A1 | 05-02-2004 | US 6702805 B1 | 09-03-2004 |
| | | US 2004024385 A1 | 05-02-2004 |
| US 2005183532 A1 | 25-08-2005 | CA 2492314 A1 | 25-08-2005 |
| | | US 2005183532 A1 | 25-08-2005 |
| US 2009095108 A1 | 16-04-2009 | US 2009095108 A1 | 16-04-2009 |
| | | WO 2006066401 A1 | 29-06-2006 |

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/AT2012/000209

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. A61B19/00 B25J9/10
ADD.

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole )
A61B B25J

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)
EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

| Kategorie* | Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile | Betr. Anspruch Nr. |
|---|---|---|
| X | US 2004/024385 A1 (STUART J MICHAEL [US]) 5. Februar 2004 (2004-02-05) Abbildung 7 Absätze [0003], [0054] | 1,2,5,6 |
| X | US 2005/183532 A1 (NAJAFI FARSHID [CA] ET AL) 25. August 2005 (2005-08-25) Abbildungen 1-3 Absätze [0090], [0092] | 1,3-5 |
| X | US 2009/095108 A1 (PAYANDEH SHAHRAM [CA] ET AL) 16. April 2009 (2009-04-16) Abbildung 7A Absatz [0060] | 1,7 |

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
"E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

| Datum des Abschlusses der internationalen Recherche | Absendedatum des internationalen Recherchenberichts |
|---|---|
| 8. Februar 2013 | 19/02/2013 |

| Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde | Bevollmächtigter Bediensteter |
|---|---|
| Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2<br>NL - 2280 HV Rijswijk<br>Tel. (+31-70) 340-2040,<br>Fax: (+31-70) 340-3016 | Schießl, Werner |

1

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen
PCT/AT2012/000209

| Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument | Datum der Veröffentlichung | Mitglied(er) der Patentfamilie | Datum der Veröffentlichung |
|---|---|---|---|
| US 2004024385 A1 | 05-02-2004 | US 6702805 B1 | 09-03-2004 |
| | | US 2004024385 A1 | 05-02-2004 |
| US 2005183532 A1 | 25-08-2005 | CA 2492314 A1 | 25-08-2005 |
| | | US 2005183532 A1 | 25-08-2005 |
| US 2009095108 A1 | 16-04-2009 | US 2009095108 A1 | 16-04-2009 |
| | | WO 2006066401 A1 | 29-06-2006 |