(19) österreichisches patentamt

(10) **AT 501 265 A4 2006-08-15**

(12) Österreichische Patentanmeldung

(21) Anmeldenummer: **A 661/2005**
(22) Anmeldetag: **20.04.2005**
(43) Veröffentlicht am: **15.08.2006**

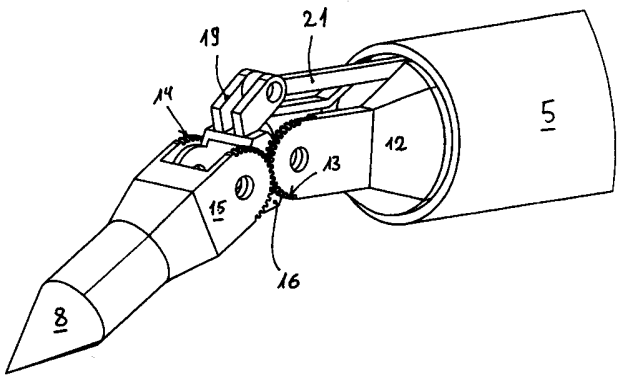
(51) Int. Cl.[8]: ***B25J 17/00*** (2006.01)

(73) Patentanmelder:

EHRENLEITNER FRANZ
A-4905 THOMASROITH (AT)

(54) HAND BZW. FINGER FÜR EINEN ROBOTER

(57) Die Erfindung bezieht sich auf eine Hand bzw. Finger für einen Roboter, mit zumindest zwei miteinander gelenkig verbundenen Abschnitten.
Um die Abschnitte um wesentlich größere Winkel knicken zu können und ausreichend Raum für Medienleitungen zu schaffen, stehen die beiden Abschnitte mittels eines Führungsteils (16), mit dem sie um zueinander parallele Achsen verschwenkbar verbunden sind, und mittels einer Drehsynchronisierung (13,14) in Verbindung zueinander.



AT 501 265 A4 2006-08-15

Zusammenfassung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Hand bzw. Finger für einen Roboter, mit zumindest zwei miteinander gelenkig verbundenen Abschnitten.

Um die Abschnitte um wesentlich größere Winkel knicken zu können und ausreichend Raum für Medienleitungen zu schaffen, stehen die beiden Abschnitte mittels eines Führungsteils (16), mit dem sie um zueinander parallele Achsen verschwenkbar verbunden sind, und mittels einer Drehsynchronisierung (13, 14) in Verbindung zueinander.

(Fig. 3)

NACHGEREICHT

Die Erfindung betrifft eine Hand bzw. einen Finger für einen Roboter.

Als Roboterhand wird in dieser Anmeldung in Analogie zum menschlichen Körper das vordere, freie Ende eines Roboterarms, somit der Bereich, an dem sich das eigentliche Werkzeug befindet, bezeichnet. Dieses Werkzeug kann eine Klaue, ein Laser, eine Farbsprühvorrichtung, eine Schweißeinrichtung etc. sein. Üblicherweise ist das Werkzeug auf einem Träger befestigt, der bezüglich der Roboterhand entweder fest oder in einer Richtung verschwenkbar angeordnet ist, sodass, um beim obigen Modell zu bleiben, der Werkzeugträger als Finger anzusehen wäre. Wenn es sich beim Werkzeug um Klauen handelt, stellen diese unmittelbar die Finger dar, da ja zumindest eine der beiden Klauen gegenüber dem Arm beweglich, zumeist verschwenkbar, sein muss.

Es ist aus dem Vorgesagten klar ersichtlich, dass der Roboterarm auf der dem Werkzeug abgewandten Seite auf passende Weise mit dem eigentlichen Roboter verbunden ist, diese Verbindung kann auf unterschiedliche Weise erfolgen und unterschiedliche Ausmaße an Freiheitsgraden umfassen, üblicherweise ist zumindest eine Verschwenkbarkeit vorgesehen, in vielen Fällen auch eine Teleskopierbarkeit um mehr als eine Achse. Art und Aufbau des Roboters an dem der Arm befestigt ist, hängen vom Anwendungsgebiet ab und gehören nicht direkt zur Erfindung, sodass an dieser Stelle nicht weiter darauf eingegangen wird.

Wesentliche Vorraussetzungen für die Verwendbarkeit eines Roboterarmes sind unter anderem die möglichst vollständige Erfüllung folgender Punkte:

Rasche und dabei genaue und wiederholbar Beweglichkeit des Werkzeugträgers;
Hohes Verhältnis von Nutzlast (Masse des Werkzeugs) zur toten Last (Masse des Roboterarmes);
großer zugänglicher Arbeitsbereich;
Möglichkeit, innerhalb des Arbeitsbereiches die einzelnen Arbeitspunkte aus möglichst stark unterschiedlichen Winkeln anzufahren;
Leichte Montierbarkeit der zum Werkzeug durchzuführenden Medienleitungen, wie Stromkabel, Lichtleiter, Druckluftleitungen, Wasserleitungen, Hydraulikleitungen, etc.

Wenn man im Lichte dieser Prämissen den Stand der Technik auf seine Tauglichkeit untersucht, findet man beispielsweise die US 2005/0040664 A, die den vordersten Teil, somit den Finger, einer Roboterhand betrifft. Dieser Finger weist drei Abschnitte, die durch zwei Gelenke miteinander verbunden sind, auf, dabei liegen die Achsen der beiden Gelenke parallel zueinander und schneiden die im gestreckten Zustand des Fingers zusammenfallenden Längsachsen der Abschnitte. Im Inneren der rohrförmigen Abschnitte sind Stellmotoren angeordnet, die mittels Kegelrädern die Verschwenkung jeweils zweier benachbarter Abschnitte um die ihnen gemeinsame Achse bewirken. Die Motoren sind dabei im Inneren der rohrförmigen Abschnitte angeordnet und füllen diese so gut wie vollständig aus.

Das bedeutet, dass die Stromversorgung für die Elektromotoren außerhalb der Gliedmaßen angeordnet sein muss, eben so wie alle Arten von Medienleitungen, über die in der Beschreibung aber nichts ausgesagt wird und die genauso wenig beschrieben bzw. dargestellt sind, wie die Versorgungsleitungen für die elektrischen Stellmotoren. Die Kegelradgetriebe sind teuer und aufwendig und in der dargestellten, geradeverzahnten Form weder genau noch leise, sodass die oben genannten Anforderungen an eine Roboterhand bzw. deren Spitze, die Finger, nur sehr rudimentär erfüllt sind.

Die Erfindung schlägt zum Erreichen der genannten Ziele und zum Vermeiden der Nachteile des Standes der Technik ein Gelenk zwischen benachbarten Abschnitten einer Roboterhand bzw. eines Roboterfingers vor, bei dem die einander zugewandten Enden benachbarter Abschnitte die Form von miteinander kämmenden Zahnradsegmenten aufweisen, bei dem der Abstand zwischen den zwei Mittelpunkten kämmender Zahnradsegmente durch einen Führungsteil, der mit beiden benachbarten Abschnitten um Achsen durch die Mittelpunkte der Zahnradsegmente verschwenkbar gelagert ist, festgelegt ist, und bei dem der Antrieb, der das Verschwenken der beiden benachbarten Abschnitte in diesem Gelenk bewirkt, am Führungsteil angreift.

Auf diese Weise erreicht man es, dass bei symmetrischem Aufbau zwischen den beiden Führungsteilen ausreichend Raum bleibt, um Medienleitungen im Inneren der Abschnitte führen zu können, durch die Verschwenkung benachbarter Abschnitte um zwei zueinander parallele Achsen, die durch die jeweiligen Mittelpunkte der Zahnradsegmente gehen, wird

es einerseits möglich, den Arm im jeweiligen Gelenk um wesentlich größere Winkel zu knicken, als es der Stand der Technik erlaubt und es wird andererseits dennoch die Biegebelastung der durchgeführten Medienleitungen gegenüber dem Stand der Technik deutlich herabgesetzt, da diese sowohl nahe der neutralen Achse verlaufen, als auch um zwei, wenn auch relativ nahe beieinander angeordnete, Achsen gebogen werden, so dass sie passend aus der Mittellage, die sie in der gestreckten Konfiguration einnehmen, ausweichen können.

Die Erfindung wird im folgenden anhand der Zeichnung näher erläutert. Dabei zeigt
die Fig. 1 einen erfindungsgemäß ausgerüsteten Roboter in schematischer Seitenansicht,
die Fig. 2 eine vergrößerte und detailliertere Darstellung der erfindungsgemäßen Hand entsprechend dem Kreis II der Fig. 1,
die Fig. 3 eine perspektivische Ansicht der Fig. 2,
die Fig. 4 die Betätigungsvorrichtung für die Hand in einer Ansicht gemäß der der Fig. 1, teilweise im Schnitt,
die Fig. 5 das vergrößerte Detail V der Fig. 4,
die Fig. 6 eine Darstellung nahe der maximalen Krümmung, die die erfindungsgemäße Hand ausführen kann,
die Fig. 7 ein perspektivische Ansicht der Darstellung der Fig. 6,
die Fig. 8 eine zweite Variante eines erfindungsgemäßen Roboters in Seitenansicht,
die Fig. 9 eine Seitenansicht des Details IX der Fig. 8 teilweise im Schnitt,
die Fig. 10 die Situation Fig. 9 in perspektivische Ansicht,
die Fig. 11 eine perspektivische Ansicht nahe der am stärksten abgewinkelten Krümmung der Hand,
die Fig. 12 die Situation der Fig. 11 in schematischer, geschnittener Seitenansicht, und
die Fig. 13, 14 und 15 eine dritte Variante in drei verschiedenen Darstellungen.

Die Fig. 1 zeigt einen Roboter 1 in schematischer Seitenansicht. In diesem rein illustrativen Anwendungsfall besteht der Roboter 1 im wesentlichen aus einer Säule 2 , die um eine waagrechte Schwenkachse 3 verschwenkbar auf einem Sockel 4 montiert ist. Am oberen Ende der Säule 2 ist ein Arm 5 um eine Schwenkachse 6, die ohne Beschränkung der Allgemeinheit parallel zur Schwenkachse 3 verläuft, verschwenkbar befestigt. An seinem einen Ende, vorderes Ende 7 genannt, trägt der Arm 5 ein Werkzeug 8, dessen

Werkzeugträger 9 mit dem eigentlichen Arm 5 über ein erfindungsgemäß ausgestaltetes Gelenk 10 verbunden ist. Ob nun nur der vorderste Teil des Armes 5 als Hand bezeichnet wird oder die gesamte Anordnung, die um die Achse 6 verschwenkbar ist, und ob und wie man Finger, Hand und Arm unterscheidet, ist letztlich eine Frage der Nomenklatur, auch spielt der Teil des Roboters 1, der vom Werkzeug 8 her gesehen „hinter" der Achse 6 liegt, für die Erfindung praktisch keine Rolle, wenn er auch bevorzugt den Antrieb trägt

Auf der dem Werkzeug 8 abgewandten Seite des Armes 5 jenseits der Schwenkachse 6 ist, in Fig. 1 durch eine Abdeckung 11 unsichtbar, der Antrieb für die Bewegung um das Gelenk 10 angeordnet.

Die Fig. 2 zeigt das Detail II der Fig. 1, somit das vordere Ende 7, die Fingerseite, des Armes 5. Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist ein Handteil 12 des Armes 5 um die Längsachse des Armes 5 verdrehbar in der Hülle des Armes untergebracht, in der Darstellung selbst sind aber die Achsen des erfindungsgemäßen Gelenkes 10 in einer Drehlage der Hand 12 bezüglich des Armes 5 dargestellt, in der sie zu den Achsen 2 und 6 des Roboters 1 parallel verlaufen.

Wie aus Fig. 2 ersichtlich ist, weist das vordere Ende der Hand 12 die Kontur eines Zahnradsegmentes 13 auf. Mit diesem Zahnradsegment 13 kämmt ein Zahnradsegment 14 des Fingers 15, der im dargestellten Ausführungsbeispiel auch als Werkzeugträger 9 für das Werkzeug 8 dient. Der mechanische Zusammenhalt zwischen der Hand 12 und dem Finger 15 wird durch einen Führungsteil 16 gesichert, der einerseits um eine Achse, die normal zum Kreissegment 13 verlauft und durch den Mittelpunkt 17 dieses Kreissegmentes geht, bezüglich der Hand 12 verschwenkbar ist, andererseits um eine Achse, die normal zum Kreissegment 14 verlauft und durch den Mittelpunkt 18 dieses Kreissegmentes geht, bezüglich des Fingers 15 verschwenkbar ist.

Wie kinematisch leicht einsehbar, ist der Führungsteil 16 stets um genau den halben Winkel, um den der Finger 15 gegenüber der Hand 12 verschwenkt ist, verschwenkt. An diesem Führungsteil 16 ist ein Ansatzteil 19 fest, unter Umständen einstückig mit ihm ausgebildet, der an seinem der Fingerachse bzw. der Handachse abgewandten Endbereich ein Lager aufweist, dessen Drehachse 20 parallel zu den Achsen durch die Mittelpunkte 17

und 18 liegt. An diesem Lager greift, um die Achse 20 verschwenkbar, eine Betätigungsstange 21 an, die im inneren der Hülse des Armes 5 verläuft und zu einem Antrieb führt, der die Betätigungsstange 21 annähernd parallel zum eingezeichneten Doppelpfeil B, somit annähernd parallel zu sich selbst, verschiebt und so die Winkellage zwischen dem Finger 15 und der Hand 12 festlegt.

Die Verschiebung erfolgt im allgemeinen nicht exakt entlang der eingezeichneten Richtung des Doppelpfeils B, da durch die Verschwenkung des Führungsteils 16 um die (als festgehalten gedachte) Hand 12 die Lage der Achse 20 sich entlang eines Kreisbogens um den Mittelpunkt 17 ändert, und damit auch die Winkellage der Betätigungsstange 21. Doch dies ist für den Fachmann auf dem Gebiet der Kinematik selbstverständlich, spielt für die Zwecke der Erfindung auch keine Rolle und bedarf daher keiner weiteren Erläuterung.

Die Fig. 3 ist eine Darstellung der Situation der Fig. 2, allerdings in perspektivischer Ansicht, woraus hervorgeht, dass die einzelnen in Fig. 2 erkennbaren Elemente bei der dort gewählten Lage der Hand 12 und des Fingers 15 paarweise und symmetrisch zur Zeichenebene zu denken sind, wodurch sich ausreichende Stabilität sowohl innerhalb als auch normal zu dieser Zeichenebene ergibt. Aus Fig. 3 ist weiters ersichtlich, dass im inneren des Armes 12 und auch des Fingers 15, zwischen dem ebenfalls paarweise ausgebildeten Führungsteil 16 ausreichend Platz für die Durchführung von Medienleitungen verbleibt. Wie bereits eingangs erwähnt, werden unter Medienleitungen jede Form von Leitung, Rohr, Lichtwellenleiter, Drehmomentübertragungsorgan, etc. verstanden, die bei Robotern zum Einsatz kommen oder zum Einsatz kommen könnten.

Um die Übersichtlichkeit nicht zu stören, sind in Fig. 3 nur einige der an Hand der Fig. 2 besprochenen Bezugszeichen eingetragen. Deutlicher als aus Fig. 2 ist insbesondere auch zu erkennen, dass die Hand 12 im inneren des rohrförmigen Armes 5 um dessen Längsachse verdrehbar ausgebildet ist bzw. ausgebildet sein kann.

Die Fig. 4 zeigt in einer Ansicht ähnlich der Fig. 1, aber teilweise im Schnitt und mit entfernter Abdeckung 11, den Antrieb für die Betätigungsstange 21, die über die ganze Länge des Armes 5 bis in den Antriebsbereich des Armes führt, der jenseits der Schwenkachse 6 liegt. Diese Anordnung ist nicht unbedingt notwendig, sie ermöglicht aber eine

leichte Durchführung der Medienleitungen von der Säule 2 in den Arm 5 und durch die Anordnung des Antriebes 22 jenseits der Schwenkachse wird auch für mechanische Ausgewogenheit der Konstruktion gesorgt.

Der Antrieb 22 ist in Fig. 5 in vergrößertem Maßstab dargestellt, dabei erkennt man, dass die Betätigungsstange 21 antriebsseitig in einer Lagerung 23 verschwenkbar gelagert ist. Diese Lagerung 23 wiederum sitzt auf einer Halterung 24, die sich mit der Hand 12 (Fig. 3) im Arm 5 verdrehen kann und die entlang der Achse A, die parallel zur Achse des Armes 5 verläuft, verschieben kann. Diese Verschiebung wird durch einen Linearantrieb 25 bewirkt, der mit einem Ende an der Halterung 24 und mit dem anderen Ende am Arm 5 (nicht dargestellt) montiert ist. Weiters zeigt die Fig. 5 einen Drehantrieb 26, der die Hand gegenüber dem Arm verdreht.

Es gibt selbstverständlich eine ganze Reihe von anderen Möglichkeiten, um diese Verdrehung und/oder Verschiebung zu bewirken, so kann der Linearantrieb an der Hand befestigt werden und sich mit dieser mit drehen, statt der dargestellten hydraulischen Kolben-Zylinder-Einheit kann ein elektrischer Linearantrieb vorgesehen sein, etc..

Die Fig. 6 zeigt in einer Darstellung analog zur Darstellung der Fig. 2, um welch großen Winkel der Finger 15 bezüglich der Hand 12 verschwenkt werden kann, auch ist aus einem Vergleich der beiden Figuren gut zu erkennen, wie sich die Lage der Betätigungsstange 21 verändert, und dass der Führungsteil 16 bei dieser Bewegung nur um den halben Schwenkwinkel des Fingers 15 bewegt wird.

Die Fig. 7 zeigt die Situation der Fig. 6 wiederum in perspektivischer Ansicht, hier erkennt man besonders deutlich, dass trotz des großen Schwenkwinkels keine Knickgefahr für (nicht dargestellte) Medienleitungen besteht, da diese durch das Vorsehen der beiden von einander Abstand aufweisenden Schwenkachsen durch die Mittelpunkte 17, 18 die Möglichkeit haben, den Winkel mit ausreichend großer Krümmung auszubilden, um das Knicken zu vermeiden. Der Führungsteil 16 dient dabei auch zur Führung der Medienleitungen, wenn dies gewünscht wird.

Aus einer Zusammenschau der Figuren ist auch deutlich zu sehen, dass bei der Durchführung von Medienleitungen durch die Säule 2 und im Bereich der Schwenkachse 6 in den Arm 5 die Länge des Armes 5 es erlaubt, die Hand 12 im Arm 5 drehbar auszubilden, ohne dass Gefahr besteht, dass die Medienleitungen unzulässig tordiert werden. Es muss nur ein freies Durchdrehen des Armes 12 verhindert werden, aber es ist, bei entsprechender Länge des Armes 5 zwischen der Schwenkachse 6 und der Schwenkachse um den Mittelpunkt 17, durchaus möglich, dass die Hand sich um mehr als eine Drehung (360 °) verdreht, bevor ein mechanischer oder durch die Steuerung vorgegebener Anschlag eine weitere Verdrehung verhindert. Ein solches „Überdrehen" ohne dass es dabei zum vollständigen Durchdrehen kommt, ist in vielen Fällen wünschenswert, da dadurch ein zeitaufwendiges Absetzen und Umgreifen des Werkzeuges oder eines vom Werkzeug ergriffenen Gegenstandes vermieden werden kann.

Aus den Fig. 8 bis 12 ist eine zweite Variante eines erfindungsgemäßen Roboterarmes ersichtlich. Bei dieser Variante ist statt der Säule 2 eine Parallelkinematik 2' vorgesehen auf deren oberer, beweglicher Plattform 6' der Arm 5 fest montiert ist. Das werkzeugseitige Ende bzw. vordere Ende 7 ist in Fig. 9 näher dargestellt. Dabei werden gleiche bzw. gleichwirkende Teile wie bei der ersten Ausgestaltung der Erfindung mit gleichen Bezugszeichen versehen, um das Verständnis zu erleichtern. Wie aus Fig. 9 und insbesondere dem Zusammenhalt mit Fig. 10 hervorgeht, sind bei dieser Variante der Erfindung zwischen dem vorderen Ende der Hand 12 und dem Werkzeugträger 9 zwei Gelenke vorgesehen, der Finger 15 besteht somit aus zwei Segmenten und den beiden zugehörigen Gelenken.

Beide Gelenke sind gleich aufgebaut und entsprechen dem Gelenk, das anhand der Fig. 1 bis 7 ausführlich dargelegt wurde. Es wurden die entsprechenden Bauteile des Zwischengliedes 27 mit den Bezugszeichen versehen, die einerseits der Finger 15, anderseits die Hand 12 aufweist, doch wurden diese Bezugszeichen zur Unterscheidung von jenen mit einem Apostroph versehen.

Das Besondere, wodurch bei dieser Variante die einfache Betätigung des Krümmens des Fingers 15' möglich wird, ist eine Verbindungsstange 28, die die beiden Führungsteile 16, 16' im Zwischenglied 27 des Fingers 15' miteinander verbindet und die an beiden

Führungsteilen gelenkig befestigt ist. Wenn daher durch Verschieben der Betätigungsstange 21 der Führungsteil 16 verschwenkt wird und über die Zahnsegmente 13, 14' das Zwischenglied 27 um den doppelten Winkel verschwenkt wird, so wird durch die Verbindungsstange 28 der Führungsteil 16', der zwischen dem Zwischenglied 27 und dem Werkzeugträger 9 angeordnet ist, ebenfalls verschwenkt, und zwar bezüglich des Zwischengliedes 27. Das führt, über die Zahnsegmente 13', 14 zu einer doppelt so starken Verschwenkung des Werkzeugträgers 9 bezüglich des Zwischengliedes 27. Diese Situation ist in Fig. 10 in perspektivischer Ansicht dargestellt, woraus auch entnehmbar ist, dass auch hier zwischen den einzelnen Bauteilen ausreichend Platz verbleibt, um Medienleitungen, die vom Arm 5 kommen, bis zum Werkzeug 8 zu führen.

Die Fig. 11 und 12, die eine besonders stark abgewinkelte Position des Fingers 15' zeigen, machen auch deutlich, dass selbst bei derart großen Winkeln ausreichend Platz und ausreichend Krümmungsradius für die Medienleitungen zur Verfügung gestellt wird. Die kaum Platz benötigende und mit hoher Genauigkeit herstellbare und führbare Kinematik ermöglicht es, zu diesem Ergebnis zu kommen. Es soll noch erwähnt werden, dass in den Fig. 11 und 12 der Arm 5 selbst nicht dargestellt ist, sodass man die Hand 12 auch in dem Bereich sieht, in dem sie auf den bisherigen Figuren vom Arm 5 verdeckt war.

Eine Besonderheit bei Robotern ist der Begriff der Singularität, der aber nicht die Situation meint, die vorliegt, wenn beispielsweise in Fig. 2 durch Verschieben der Betätigungsstange 21 nach rechts diese, definiert durch ihre Verschwenkachsen 20 und 23 (Fig. 5), fluchtend zu der Verbindung der Verschwenkachsen 17 und 18 des Fingers 15 liegt. Diese mechanische Singularität entspricht einem sogenannten Totpunkt, einer kinematischen Situation, in der durch noch so große Kraftanwendung auf den als Betätigungsorgan gedachten Bauteil eine Bewegung der anderen Bauteile nicht bewirkt werden kann.

In der Robotik versteht man unter einer Singularität des Roboters die Lage seiner Glieder, in der es notwendig ist, zumindest einen seiner Bauteile (Glieder) um einen großen Winkel zu verschwenken, da bei einem Fortfahren der Bewegung, die das Werkzeug in den Bereich der Singularität geführt hat, entweder ein Anschlag erreicht wird, sodass die Bewegung nicht weitergeführt werden kann, oder eine Winkellage des Werkzeuges bezüglich des Werkstücks erreicht wird, in der es seine Aufgabe nicht erfüllen kann.

Mit anderen Worten, es müssen verschiedene Teile des Roboters „herumgeklappt" werden um mit der Tätigkeit fortfahren zu können. Da dieses Herumklappen nicht mit beliebiger Geschwindigkeit erfolgen kann, führt dies dazu, dass die Bewegungen und besonders die Geschwindigkeit der Bewegungen des Werkzeuges im Bereich der Singularität nicht von der Tätigkeit des Roboters (schneiden, lackieren, Lasten heben etc.) abhängt und nach deren Vorgaben optimiert wird, sondern dass sich die Geschwindigkeit ausschließlich nach den mechanischen Gegebenheiten und Randbedingungen des Roboters richtet, was oft nachteilig ist.

Es gibt verschiedene Möglichkeiten, diese Probleme zu minimieren, so kann beim Durchgang durch eine solche Singularität zusätzlich zur Bewegung des Roboters eine Bewegung des Werkstückes durchgeführt werden und es werden vor allem die Arbeitsgänge und Bewegungen und die Position zwischen Roboter und Werkstück beim Festlegen des Arbeitsablaufes so bestimmt, dass ein Erreichen einer Singularität im Zuge des Arbeitens tunlichst vermieden wird.

Es ist trotz dieser im Stand der Technik bekannten Möglichkeiten sehr wünschenswert, einen Roboter bzw. einen Roboterarm zur Verfügung zu haben, der möglichst frei von derartigen Singularitäten ist. Die Variante der Erfindung, die in den Fig. 13 bis 15 dargestellt ist, erfüllt diese Voraussetzungen:

Der Roboterfinger 15'' der aus diesen Figuren ersichtlich ist, entspricht im Wesentlichen dem Finger 15' mit dem Unterschied, dass die Achse des Werkzeugträgers 9 und der Hand 12 dann parallel zueinander verlaufen, wenn die Achse des Zwischengliedes 27 schräg zu diesen beiden Achsen verläuft. Weiters sind die Zahnsegmente 13, 14 bzw. 13', 14' entfallen und durch Synchronstangen 29, die die Hand 12 mit dem Zwischenglied 27 einerseits und das Zwischenglied 27 mit dem Werkzeughalter 9 anderseits verbinden, ersetz. Diese Verbindung ist analog zur Verbindung der beiden Führungsteile 16, 16' durch die Verbindungsstange 28 ausgebildet. Die Synchronstangen und die Verbindungsstange 28 durchstoßen jeweils die Verbindungsebene der zugehörigen Drehachsen und bewirken so die Synchronisierung der Verschwenkung der Fingerabschnitte.

Zusätzlich zu den kinematischen Vorteilen ist auch die Verbindung durch solche Synchronstangen und durch den Verzicht auf die Zahnsegmente eine weitere Erhöhung der Genauigkeit durch eine entsprechende Verringerung der Toleranzen und des unvermeidlichen Spiels bei der Bewegung des Werkzeughalters 9 bzw. des Werkzeuges 8 erreicht.

Die Erfindung ist nicht auf das dargestellte Ausführungsbeispiel beschränkt sondern kann verschiedentlich abgewandelt werden. So ist es möglich, statt der Säule 2 oder der Parallelkinematik 2' andere Grundgebilde als Körper des erfindungsgemäßen Roboterarmes vorzusehen, es ist möglich die Hand 12 im Arm 5 auch längsverschieblich zu lagern, dann empfiehlt sich ein Antrieb der Betätigungsstange 21, der fest mit der Hand 12 verbunden ist, und mit ihm sowohl die Verschiebebewegung als auch die Drehbewegung bezüglich des Armes 5 mitmacht. In Spezialfällen ist es möglich, statt der Betätigungsstange 21 ein nur auf Zug wirkendes Element, beispielsweise ein Seil oder einen Draht, vorzusehen und die Fingerkinematik durch eine Feder entsprechend vorzubelasten, um dieses Zugelement stets in gespanntem Zustand zu halten. Selbstverständlich kann bei Anwendungen des Roboters, bei denen stets eine entsprechende Last auf den Werkzeugträger 9 wirkt, auch auf das Vorsehen einer solchen Feder verzichtet werden.

Es sind Spezialfälle denkbar in denen nicht nur ein Zwischenglied 27 vorgesehen ist sondern deren mehrere, und auch Fälle, in denen eines der Gelenke so ausgebildet ist, wie das in Fig. 2 dargestellte Gelenk, mit Zahnsegmenten 13, 14 und ein anderes mit Synchronis ngen 29.

Selbstver ndlich ist es möglich, insbesondere bei hochgenauen Anwendungen, alle zueinander beweglichen Teile unter entsprechende Vorspannung zu setzen, um jedes Spiel auszuschließen, aber dies und andere aus dem Stand der Technik bekannte Maßnahmen sind für den Fachmann auf dem Gebiete der Robotik in Kenntnis der Erfindung leicht auf diese anwendbar und bedürfen hier keiner näheren Erläuterung.

Patentansprüche:

1. Hand bzw. Finger für einen Roboter, mit zumindest zwei miteinander gelenkig verbundenen Abschnitten (12, 9; 12, 27, 9), dadurch gekennzeichnet, dass die beiden Abschnitte (12, 9; 12, 27, 9) mittels eines Führungsteils (16; 16'), mit dem sie um zueinander parallele Achsen verschwenkbar verbunden sind, und mittels einer Drehsynchronisiervorrichtung (13, 14; 13', 14'; 29, 28) in Verbindung zueinander stehen.
2. Hand bzw. Finger nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Drehsynchronisiervorrichtung aus miteinander zusammenwirkenden Zahnsegmenten (13, 14; 13', 14') an den gelenkig miteinander verbundenen Abschnitten (12, 9; 12, 27, 9) bestehen, deren Mittelpunkte (17, 18) auf den jeweiligen Schwenkachsen liegen.
3. Hand bzw. Finger nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Drehsynchronisiervorrichtung aus Synchronstangen (29; 28) bestehen, die jeweils benachbarte Abschnitte (12, 9; 12, 27, 9) bzw. benachbarte Führungsteile (16, 16') miteinander verbinden.
4. Hand bzw. Finger nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Synchronstangen die Verbindungsebene der zugehörigen Drehachsen durchstoßen.
5. Hand bzw. Finger nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Antrieb (22) für die Verschwenkbewegung über eine Antriebsstange (21) auf einen Führungsteil (16) wirkt.
6. Hand bzw. Finger nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Antriebsstange (21) auf einen Ansatzteil (19 des Führungsteils (16) wirkt.
7. Hand bzw. Finger nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Ansatzteil (19) in einer Richtung normal zur Verbindungslinie der Drehachsen des Führungsteils (16) über den Umriss des Führungsteils ragt.
8. Hand bzw. Finger nach einem der voranstehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sie drehbar in einem Arm (5) gelagert ist.
9. Hand bzw. Finger nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass ihr Antrieb (22) auf dem von ihr abgewandten Ende des Armes (5) angeordnet ist und dass die Antriebsstange (21) im wesentlichen über die gesamte Länge des Armes (5) verläuft.

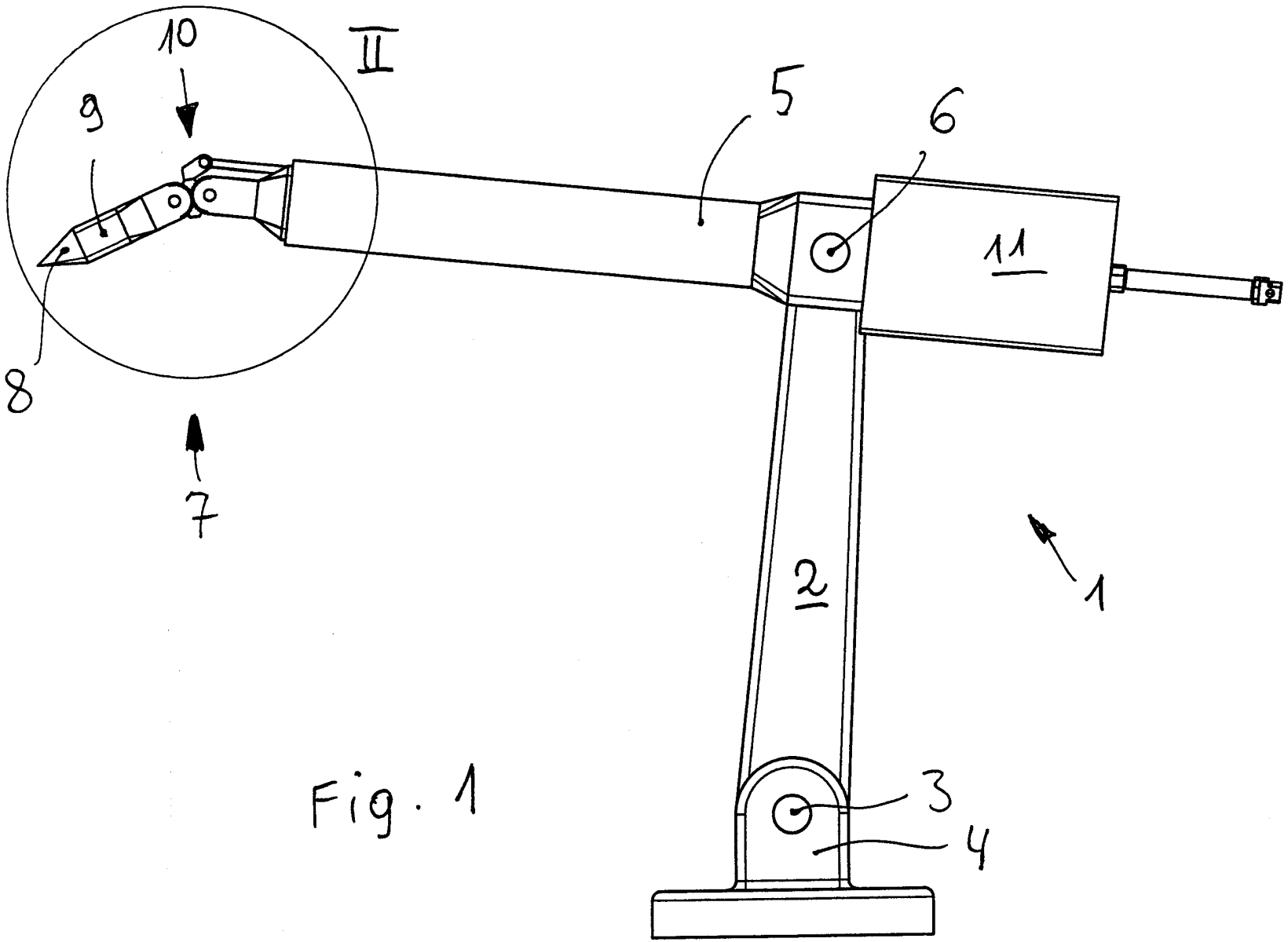
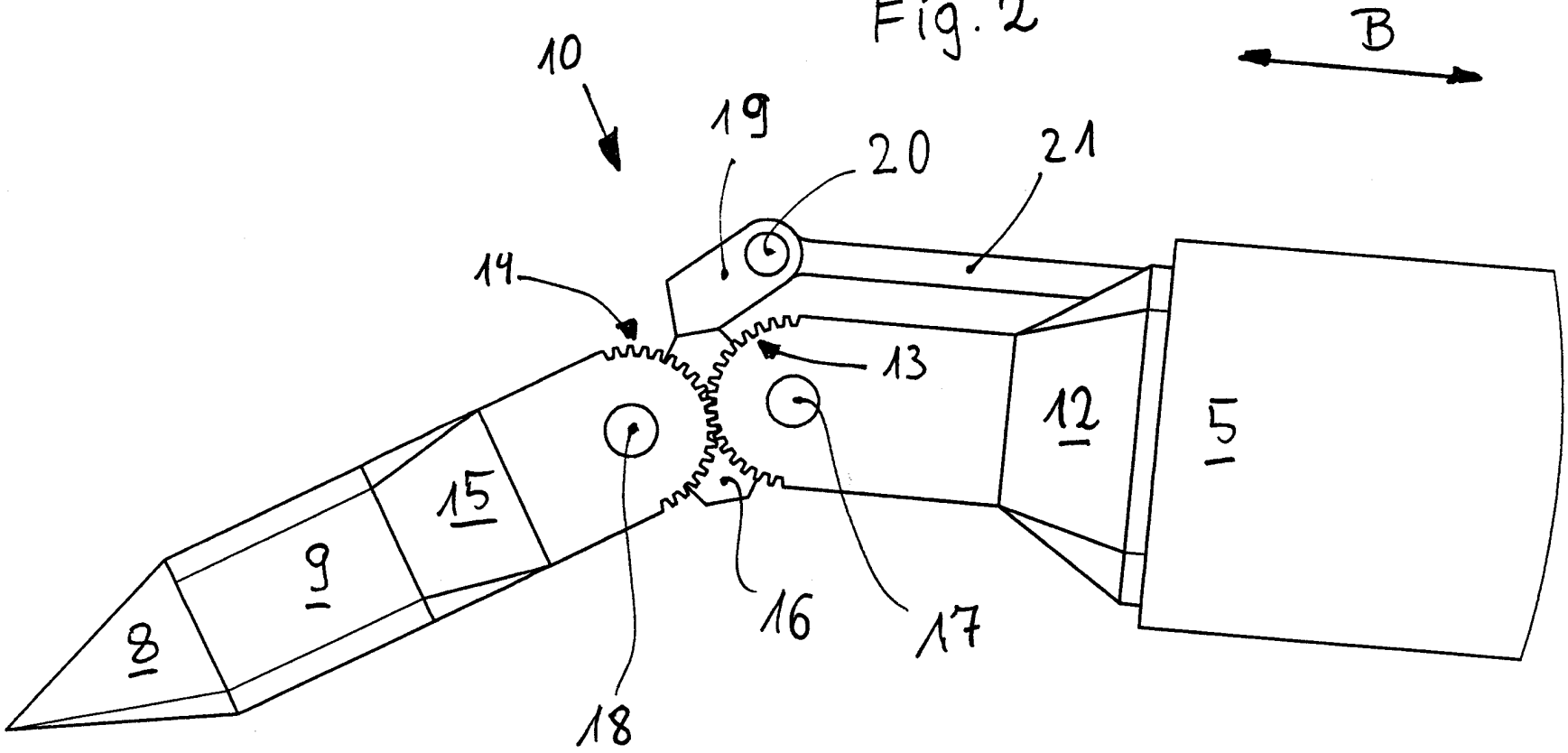


Fig. 1

Fig. 2



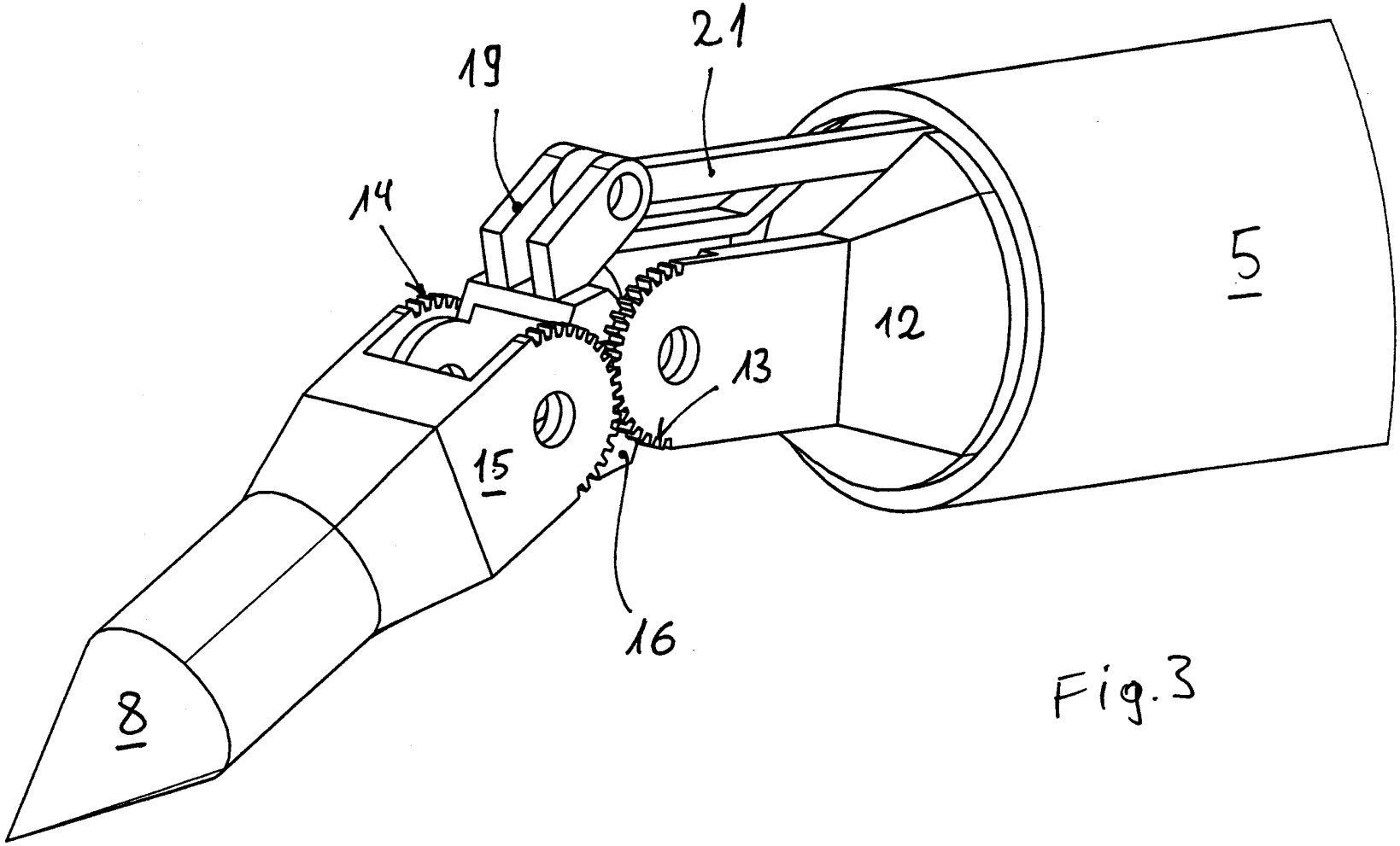


Fig.3

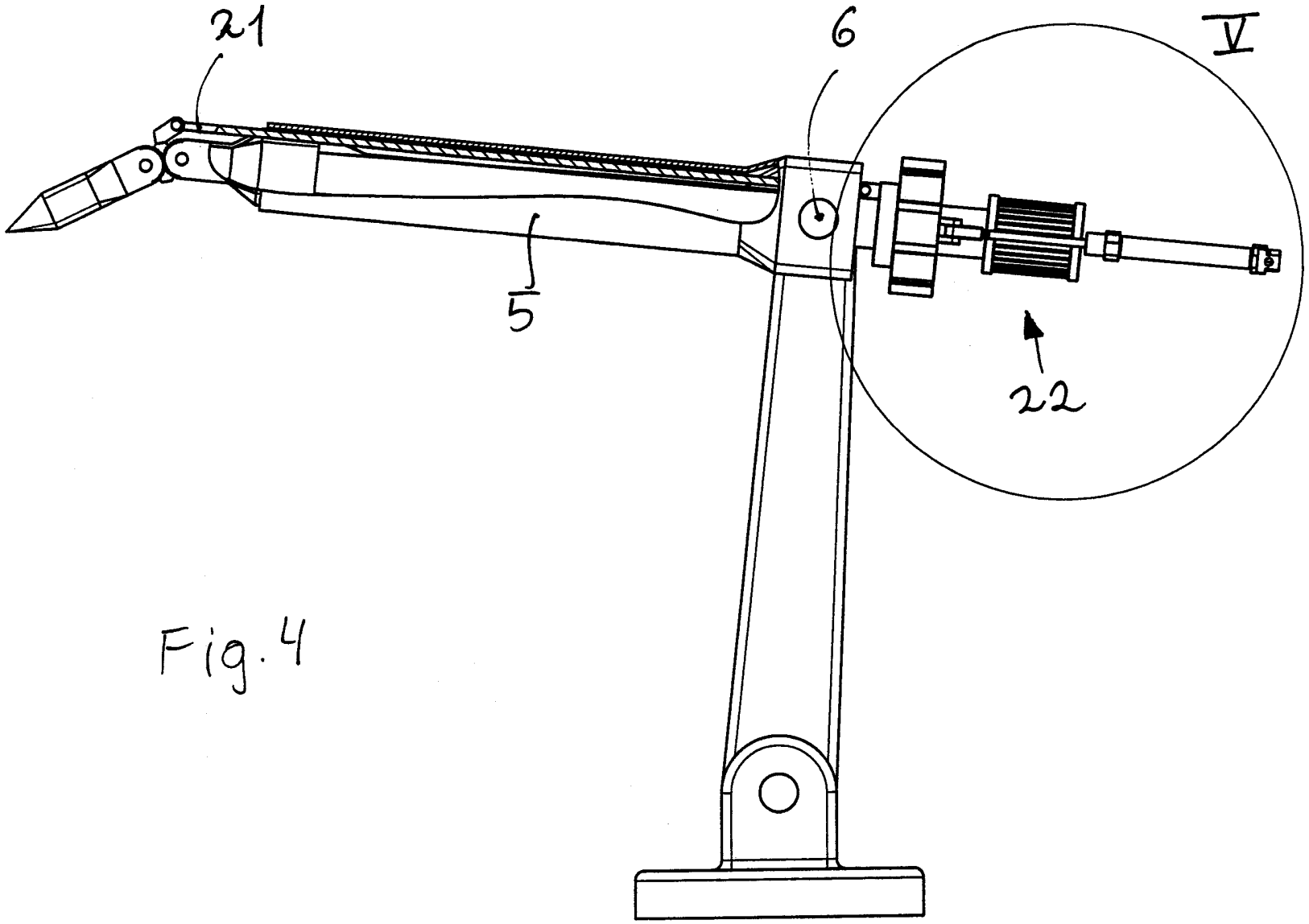
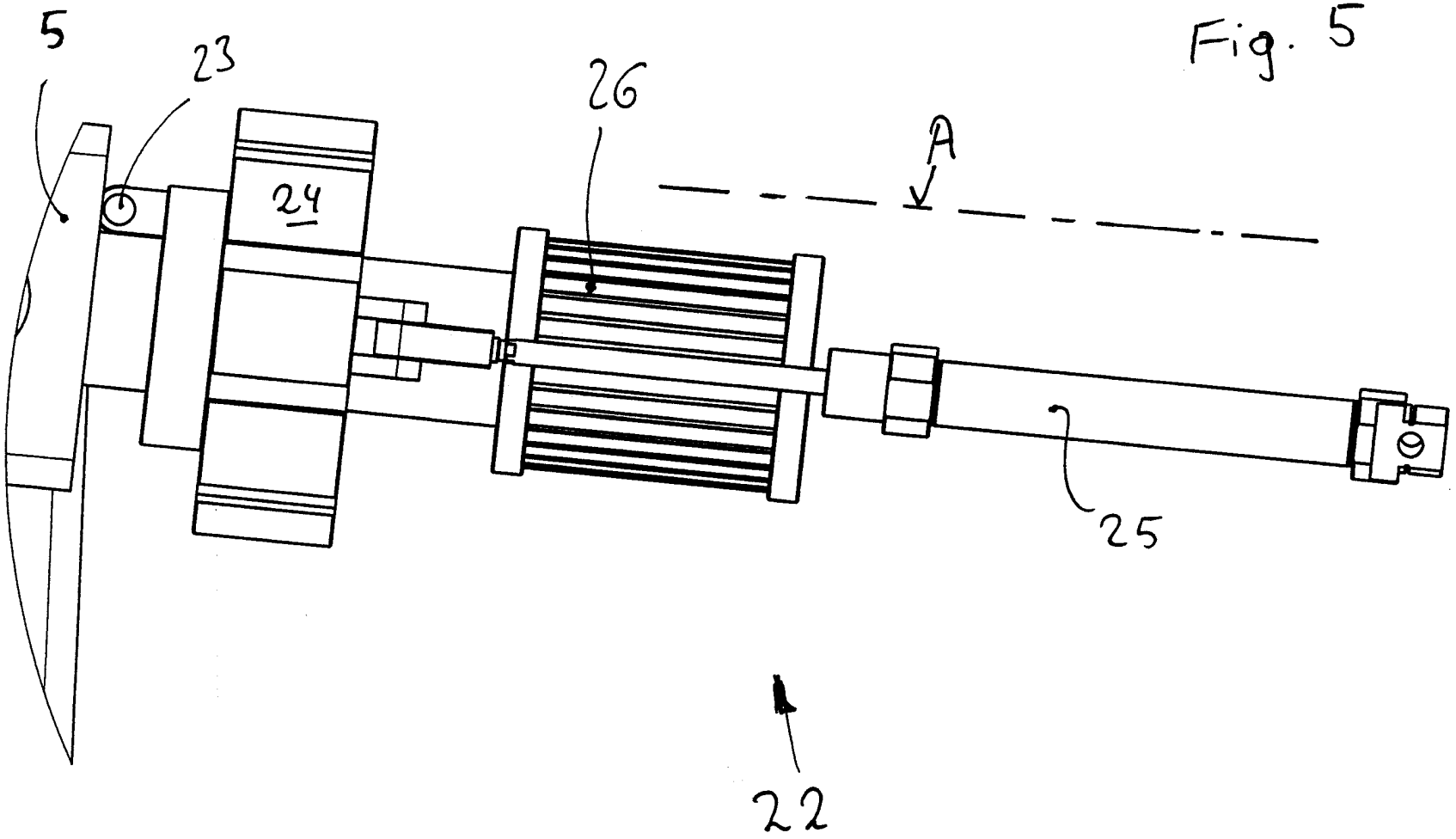


Fig. 4

Fig. 5



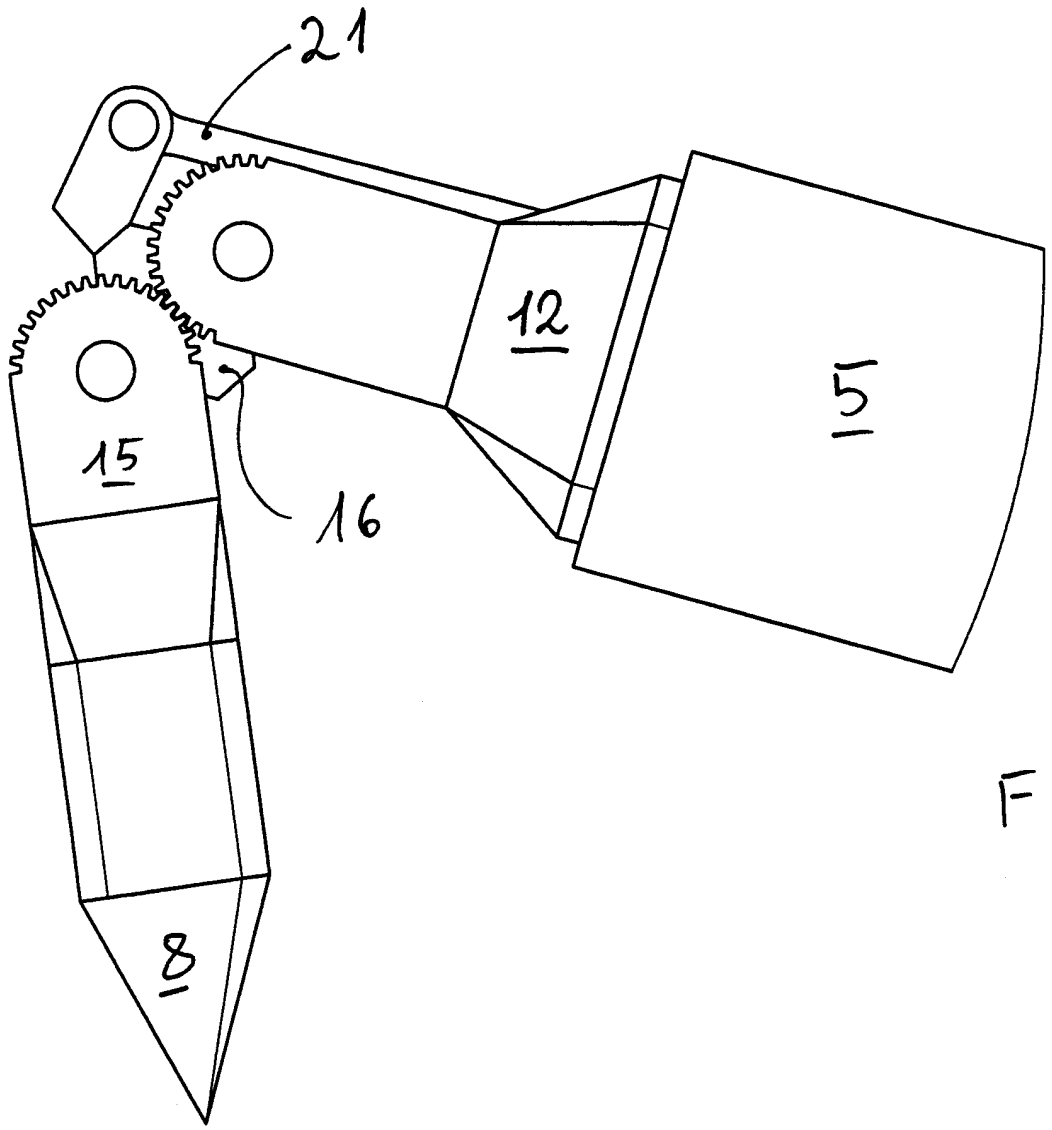


Fig. 6

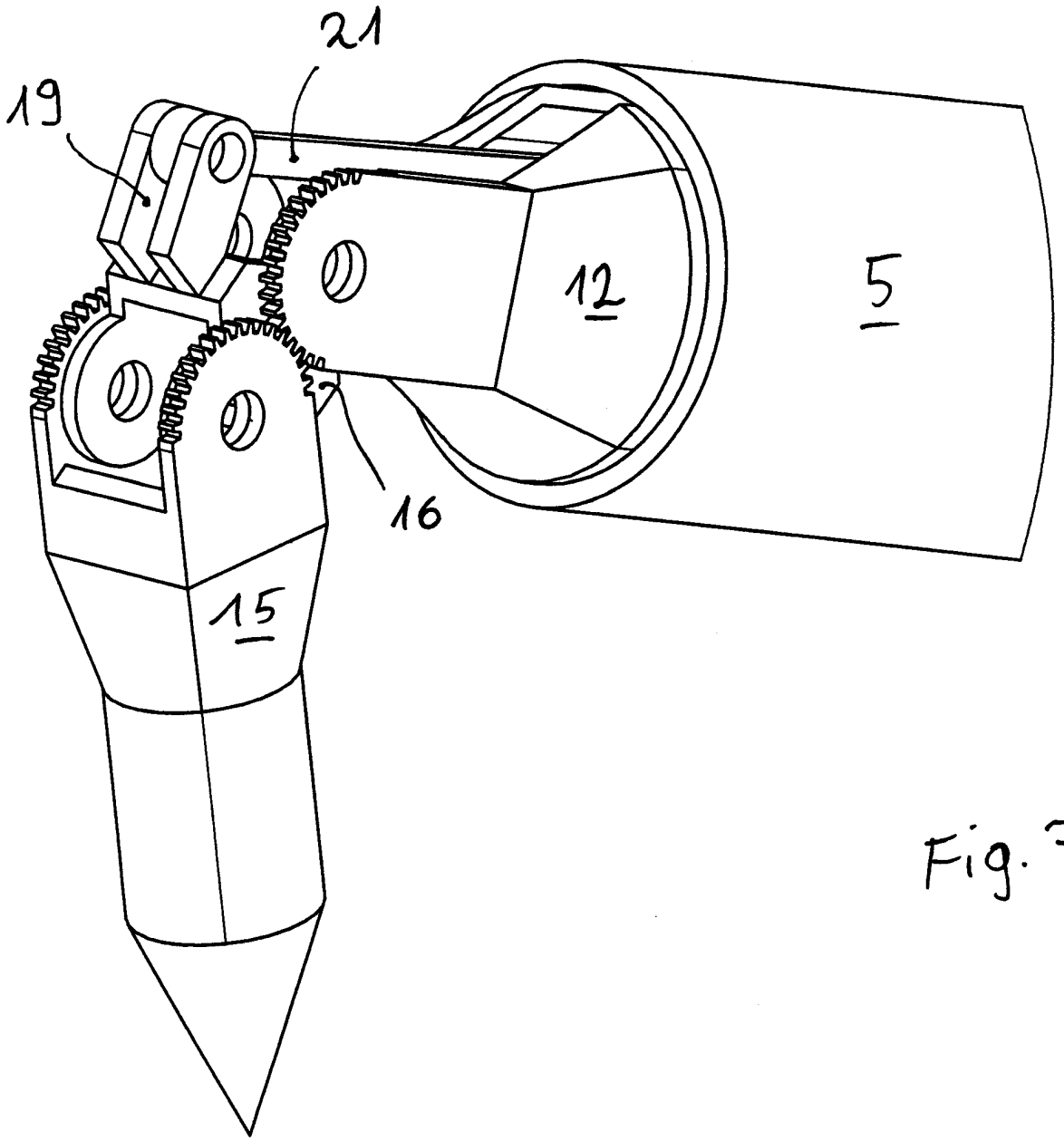


Fig. 7

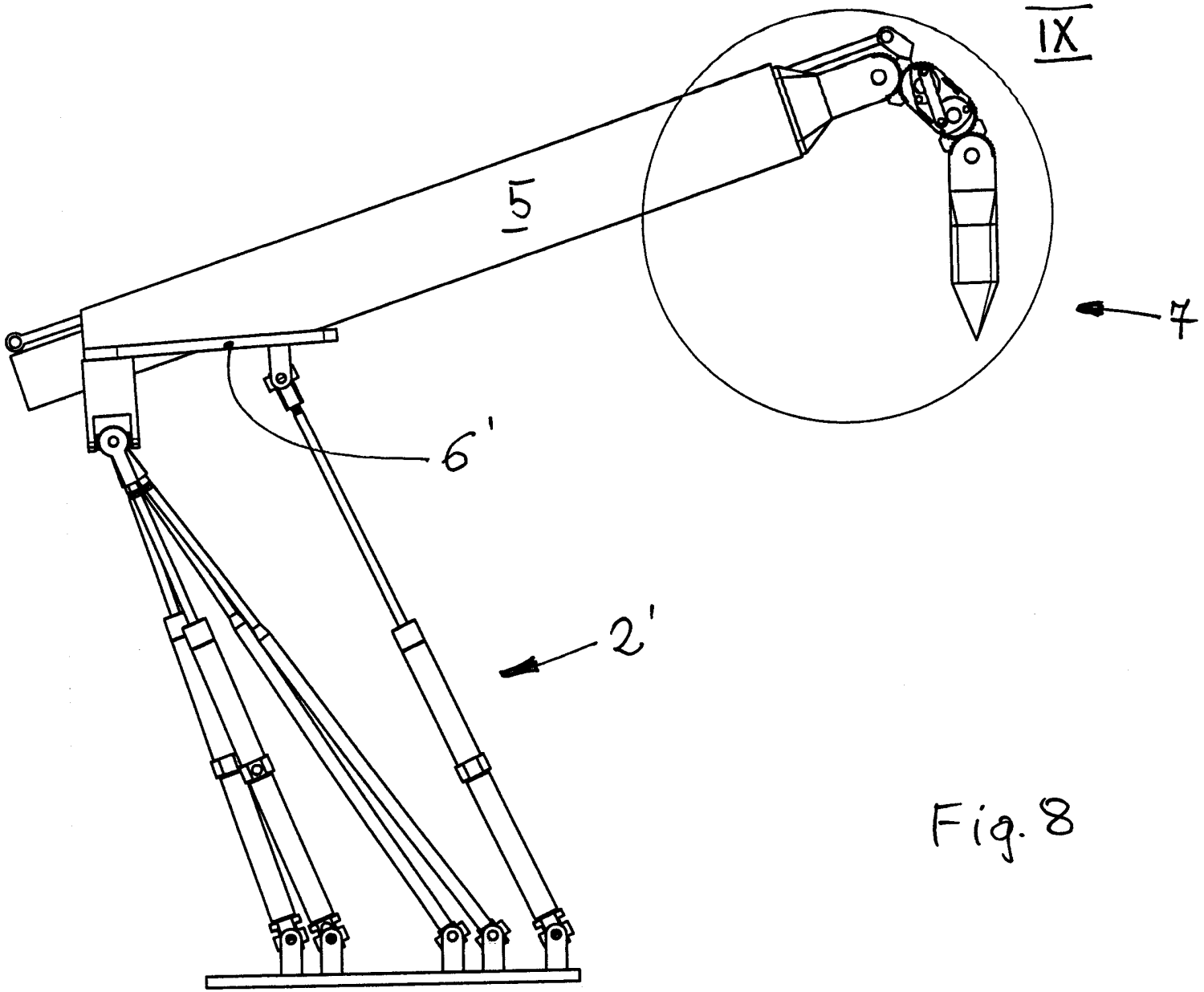


Fig. 8

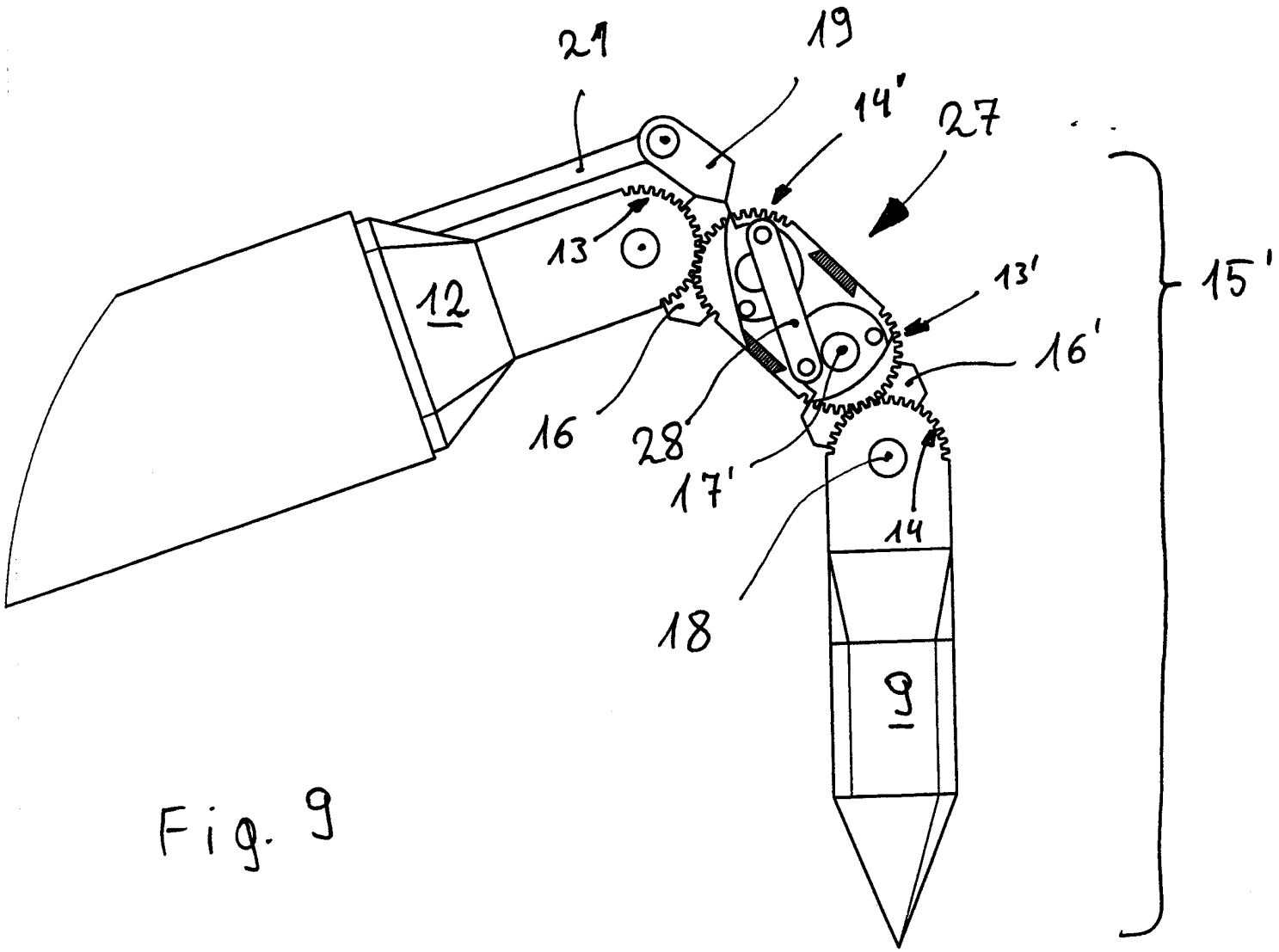
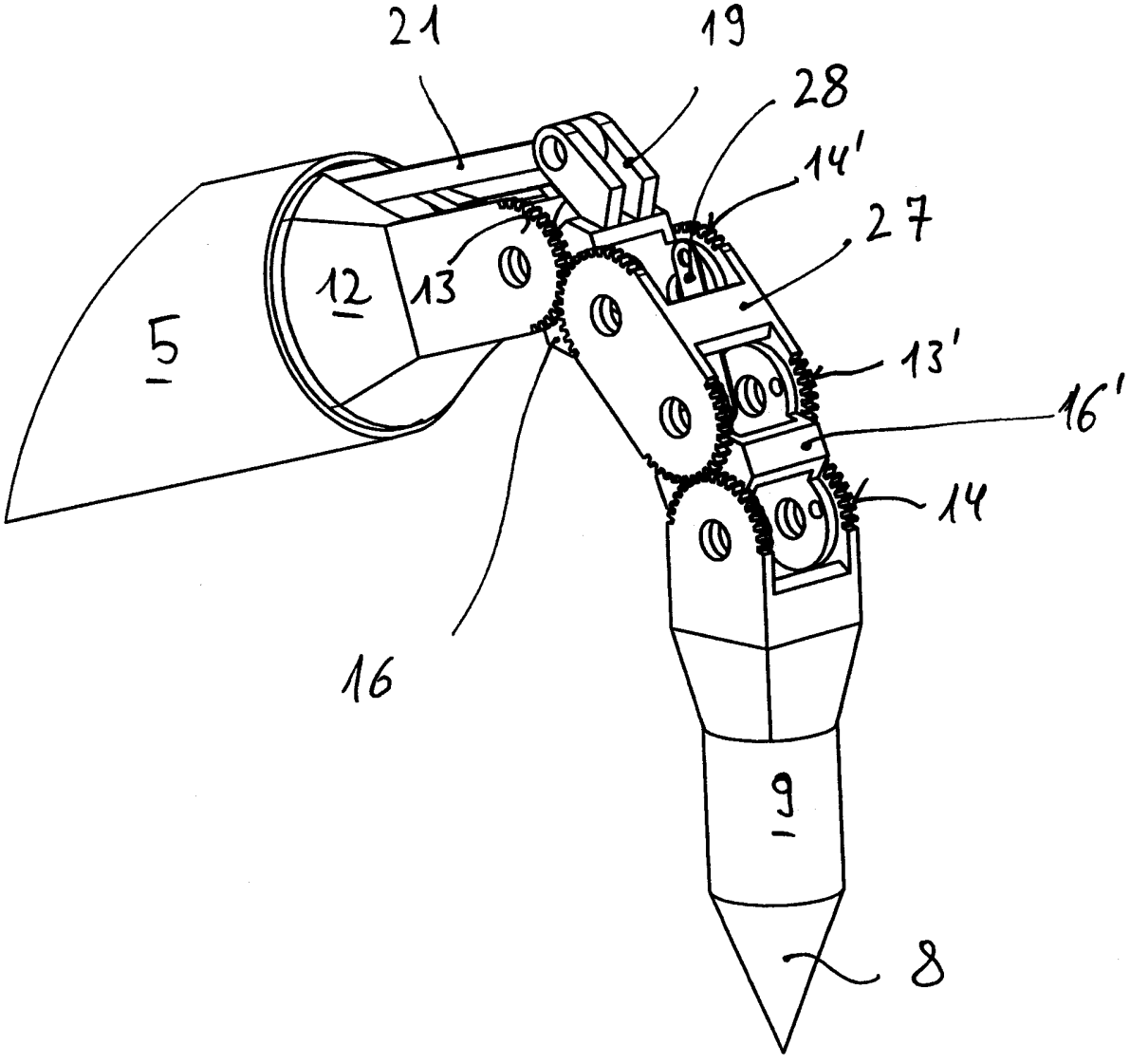


Fig. 9

Fig. 10



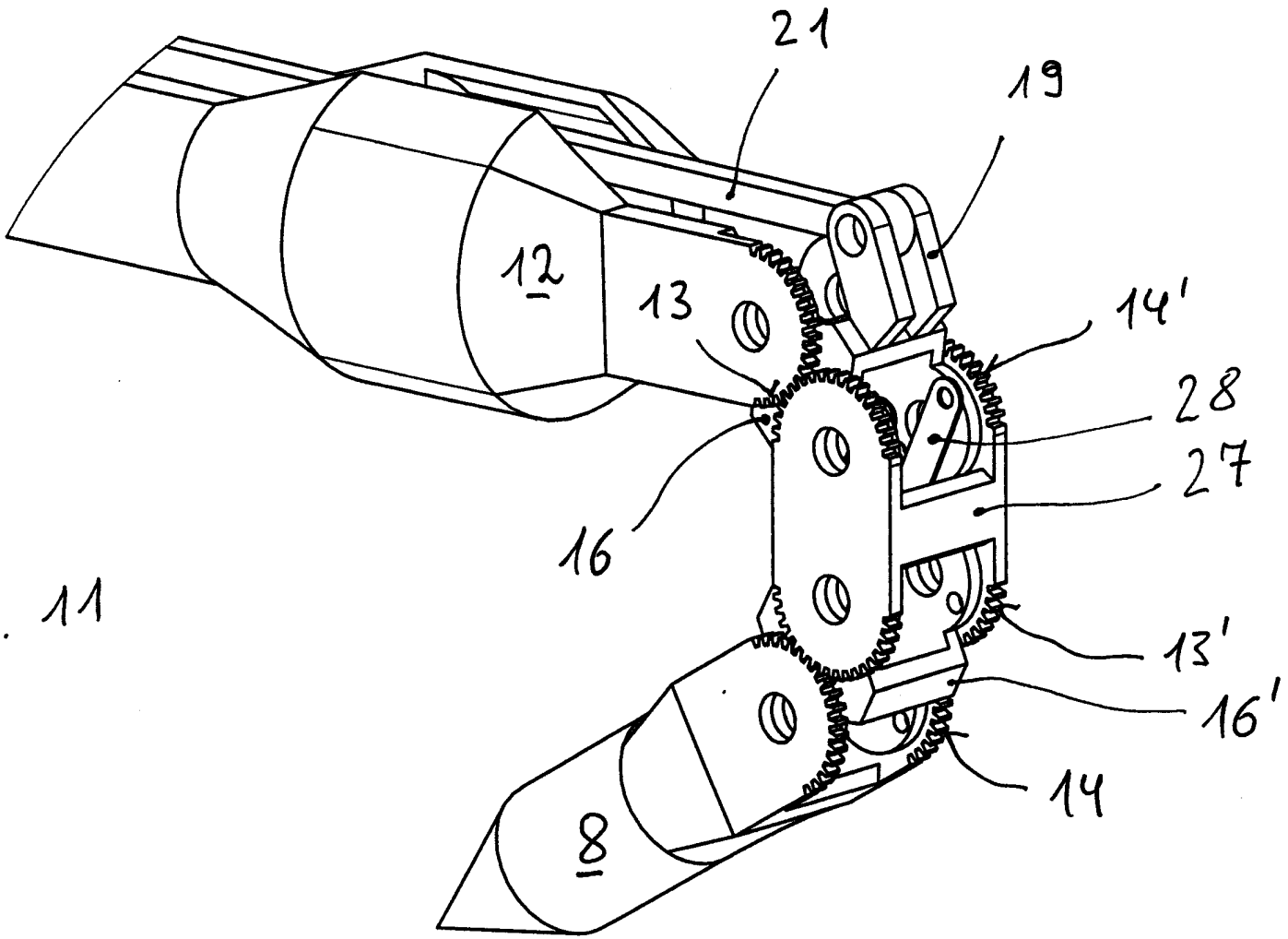


Fig. 11

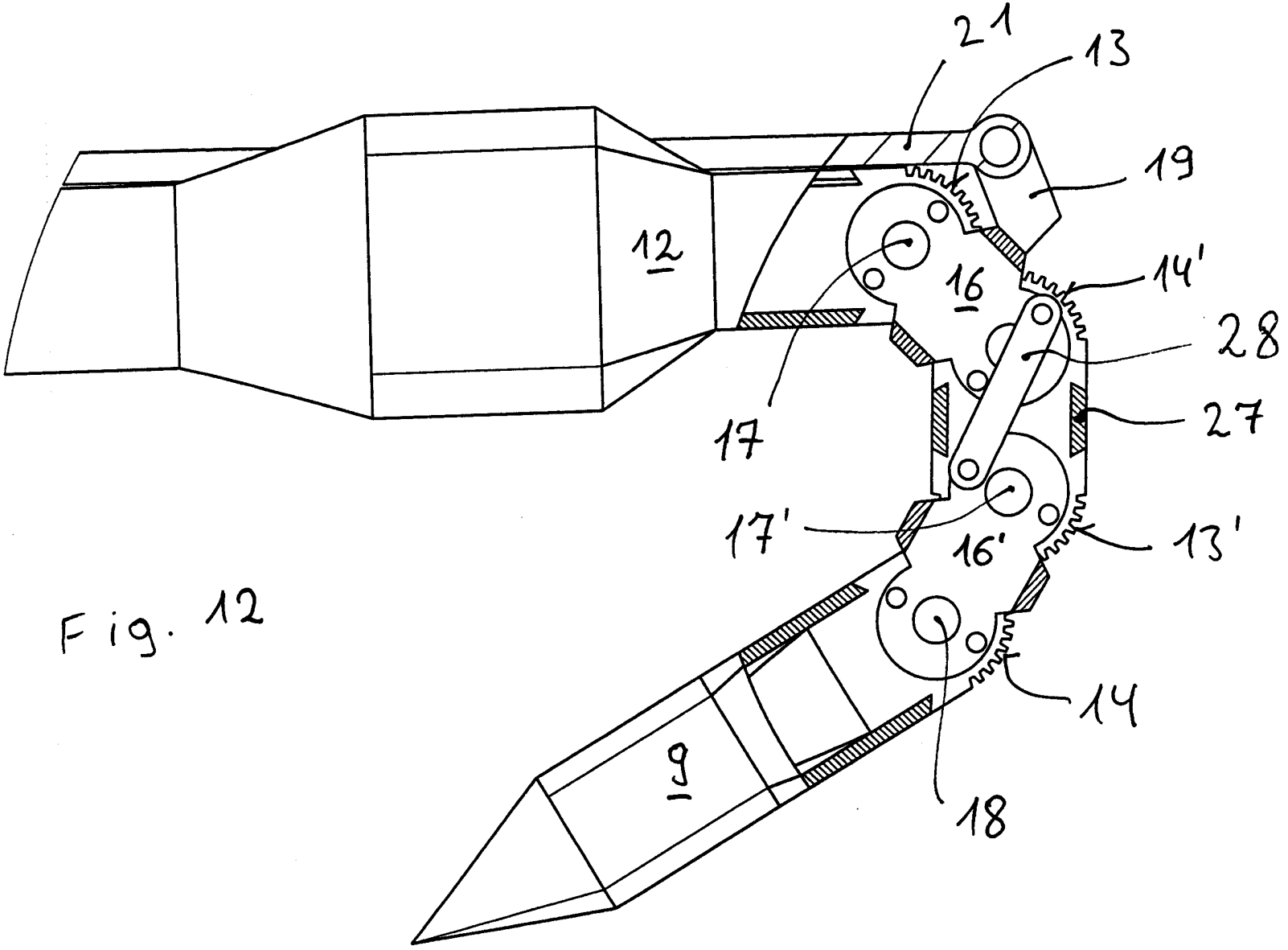


Fig. 12

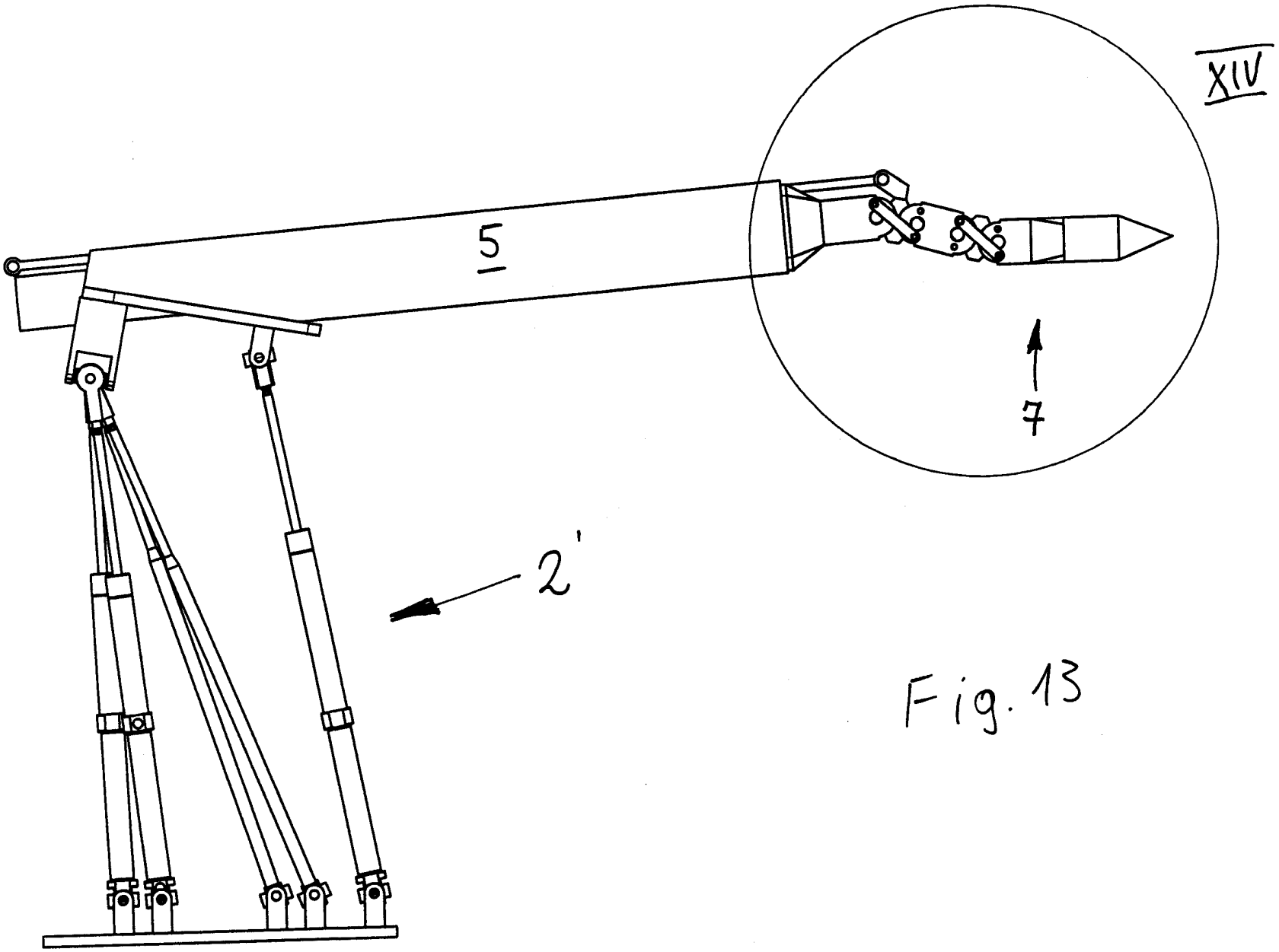
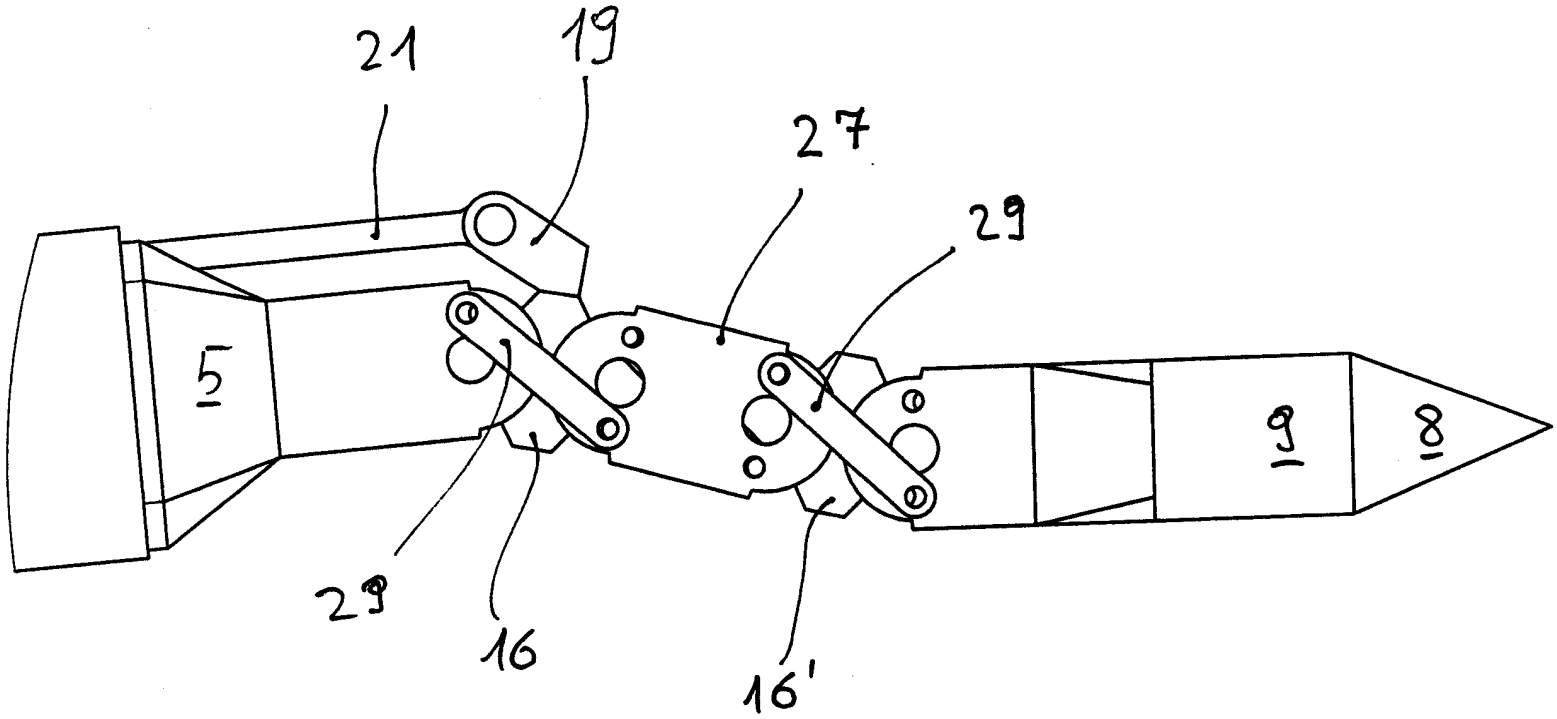


Fig. 13

Fig. 14



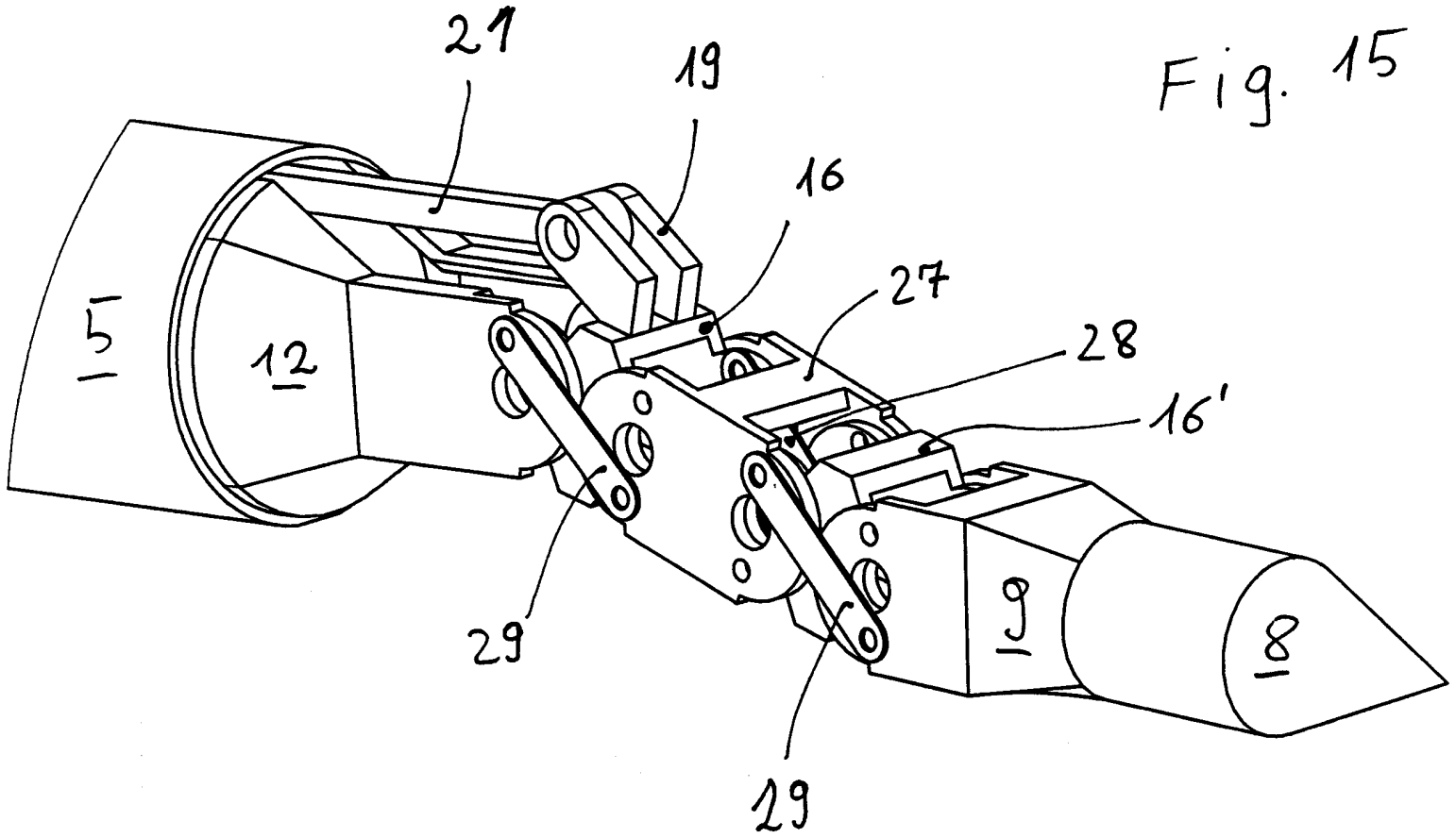


Fig. 15