



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

⑤① Int. Cl.³: B 25 J

1/00

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978



⑫ **PATENTSCHRIFT** A5

⑪

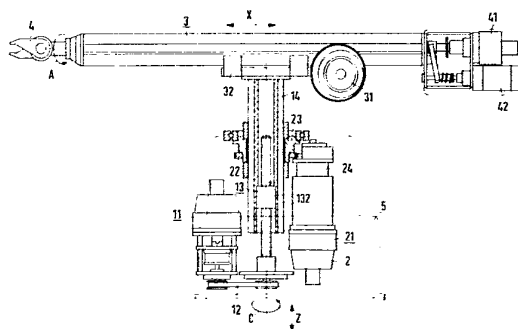
624 337

②① Gesuchsnummer:	13846/77.	⑦③ Inhaber:	Siemens Aktiengesellschaft, Berlin und München, München 2 (DE)
②② Anmeldungsdatum:	14.11.1977		
③③ Priorität(en):	01.12.1976 DE 2654517	⑦② Erfinder:	Hans-Dieter Schlegel, Bremen (DE) Jochen Becker, Hannover-Isernhagen (DE) Jürgen Sandkuhl, Weyhe b. Bremen (DE)
②④ Patent erteilt:	31.07.1981		
④⑤ Patentschrift veröffentlicht:	31.07.1981	⑦④ Vertreter:	Siemens-Albis Aktiengesellschaft, Zürich

⑤④ **Manipulator.**

⑤⑦ Der Arm des Greifers wird von einer elektromotorisch angetriebenen Hub- und Schwenkeinheit getragen. Zudem ist die Hubsäule der Hubeinheit über einen zentral angeordneten Spindelantrieb bewegbar.

Damit eine gleichzeitige Dreh- und Hubbewegung bei möglichst kleinem Trägheitsmoment mit einfachen Mitteln erreicht werden kann, wird der Spindelantrieb (13) mit einem ausserhalb der Hubsäule (14) angeordneten Elektroantrieb (11) gekuppelt. Zudem ist die Hubsäule (14) über einen in Vertikalrichtung relativ zur Hubsäule (14) verschiebbaren Zahnkranz (22) schwenkbar, auf den die Drehbewegung eines weiteren Elektroantriebes (21) über ein Getriebe (24) übertragbar ist.



PATENTANSPRÜCHE

1. Manipulator, bei dem der Arm des Greifers von einer elektromotorisch angetriebenen Hub- und Schwenkeinheit getragen ist und wobei die Hubsäule der Hubeinheit über einen zentral angeordneten Spindeltrieb bewegbar ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Spindeltrieb (13) mit einem ausserhalb der Hubsäule (14) angeordneten Elektroantrieb (11) gekuppelt ist und die Hubsäule (14) über einen in Vertikalrichtung relativ zur Hubsäule (14) verschiebbaren Zahnkranz (22) schwenkbar ist, auf den die Drehbewegung eines weiteren Elektroantriebes (21) über ein Getriebe (24) übertragbar ist.

2. Manipulator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der der Hubbewegung zugeordnete Elektroantrieb (11) über ein Getriebe am unteren Ende der Hubsäule (14) mit der Mutter (132) des Spindeltriebes (13) gekuppelt ist und die Hubsäule (14) trägt.

3. Manipulator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Hubsäule (14) in einem den Zahnkranz (22) tragenden Schwenkkörper (23) geführt ist, der sich über einen Kugeldrehverbinder auf das Manipulatorgehäuse (5) abstützt.

4. Manipulator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass für die Elektroantriebe Scheibenläufermotoren vorgesehen sind.

5. Manipulator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrischen Antriebe für Hub- und Schwenkeinheit in etwa parallel zur Hubsäule in unmittelbarer Nähe angeordnet sind.

6. Manipulator nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass jedem Elektroantrieb (11, 21) eine Federdruckbremse zugeordnet ist.

7. Manipulator nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Arm (3) an dem dem Greifer (4) abgewandten Ende mit Antrieben (41, 42) für Dreh- und Schliessbewegung des Greifers (4) versehen ist.

8. Manipulator nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Arm über einen Zahnstangenantrieb (31) in Längsrichtung in einer Transferführung (32) auf der Hubsäule (14) verschiebbar ist.

Die Erfindung bezieht sich auf einen Manipulator, bei dem der Arm des Greifers von einer elektromotorisch angetriebenen Hub- und Schwenkeinheit getragen ist und wobei die Hubsäule der Hubeinheit über einen zentral angeordneten Spindeltrieb bewegbar ist.

Eine Anordnung der vorgenannten Art ist beispielsweise in der deutschen Offenlegungsschrift 2 341 133 beschrieben.

Im Zuge der zunehmenden Automatisierung werden heute in verstärktem Masse Manipulatoren, sogenannte Industrieroboter zur Beschickung von Werkzeugen, Maschinen und/oder zur Montage einfacher Bauteile eingesetzt.

Ein besonderes Problem ist hierbei der verhältnismässig trägheitsarme und dennoch robuste Aufbau des Manipulators, insbesondere im Hinblick auf die relativ schweren elektrischen Antriebsmotoren.

Bei der Anordnung nach der vorgenannten deutschen Offenlegungsschrift 2 341 133 ist die Hubeinheit folgendermassen ausgebildet: In einem aufrecht stehenden Gehäuse ist ein Elektromotor mit vertikaler Läuferwelle fest angeordnet, die Läuferwelle ist als Hohlwelle ausgebildet und umgibt eine Spindel, die von einer fest auf der Hohlwelle sitzenden Spindelmutter angetrieben ist und eine die Transfereinheit aufnehmende Platte trägt, die ihrerseits mit Führungsbolzen versehen ist, welche in Führungen geführt sind. Für die Schwenkbewegung sind die Führungsbolzen in einem Rotationstopf geführt, der auf dem Hubgehäuse drehbar und dieses umge-

bend sitzt und wahlweise mit dem Gehäuse oder mit der Spindelmutter fixierbar ist.

Eine derartige Konstruktion erlaubt nur aufeinanderfolgende Hub- und Drehbewegungen und hat verhältnismässig grosses Trägheitsmoment, was durch das Anbringen eines gesonderten Antriebes für die Schwenkbewegung noch erhöht würde.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, einen Manipulator mit relativ geringem Trägheitsmoment zu schaffen, bei dem eine gleichzeitige Dreh- und Hubbewegung möglich ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass der Spindeltrieb mit einem ausserhalb der Hubsäule angeordneten Elektromotor gekuppelt ist und die Hubsäule über einen in Vertikalrichtung relativ zur Hubsäule verschiebbaren Zahnkranz schwenkbar ist, auf den die Drehung eines weiteren Elektromotors über ein Getriebe übertragbar ist.

Auf diese Weise brauchen die relativ schweren Elektromotoren nicht bewegt zu werden, so dass sich sehr hohe Beschleunigungen und Verzögerungen in beiden Achsen erreichen lassen.

Konstruktiv lässt sich das vorstehend erwähnte Problem vorteilhafterweise in der Weise lösen, dass der der Hubbewegung zugeordnete Elektromotor über einen Zahnriemenantrieb oder über ein Getriebe am unteren Ende der Hubsäule mit der Spindel des Spindeltriebes gekuppelt ist und die Mutter des Spindeltriebes die Hubsäule trägt und dass ferner die Hubsäule in einem den Zahnkranz tragenden Schwenkkörper geführt ist, der sich über einen Kugeldrehverbinder auf das Manipulatorgehäuse abstützt.

Als dynamisch hochwertiger elektromotorischer Antrieb mit geringem Gewicht werden ferner vorteilhafterweise Scheibenläufermotoren verwendet.

Damit es bei den mit relativ grosser Schnelligkeit ausgeführten Bewegungen bei Spannungsausfall nicht zu Schäden kommt, ist ferner vorteilhafterweise jedem Elektromotor eine Federdruckbremse zugeordnet.

Die vorstehend geschilderte Stabilität bei gleichzeitig trägheitsarmem Aufbau wird dadurch verstärkt, wenn der von der Hub- und Schwenkeinheit getragene Arm an dem dem Greifer abgewandten Ende mit den Antrieben für Dreh- und Schliessbewegungen des Greifers versehen ist.

Anhand einer Zeichnung sei die Erfindung beispielsweise näher erläutert; es zeigen:

Fig. 1 das Schema des Manipulators,
Fig. 2 die Hubeinheit im einzelnen,
Fig. 3 die Schwenkeinheit,
Fig. 4 die Transferführung für den Transferarm und
Fig. 5 den Transferantrieb zur Bewegung des Transferarmes.

Der in Fig. 1 gezeigte Manipulator ist in Art eines Baukastensystems aus verschiedenen Einheiten zusammengesetzt. Die Hubeinheit zur Bewegung des Manipulators in Z-Richtung besteht im wesentlichen aus dem vertikal angeordneten elektrischen Antrieb 11 mit Zubehör, der über einen Zahnriemenantrieb 12 mit einem Spindeltrieb 13 verbunden ist, auf dessen Spindelmutter 132 sich eine vertikale Hubsäule 14 abstützt.

Die Schwenkeinheit zur Drehung des Manipulators um die C-Achse besteht im wesentlichen aus dem vertikal angeordneten elektrischen Antrieb 21, dessen Drehbewegung über ein Getriebe 24 und einen Zahnkranz 22 auf einen Schwenkkörper 23 übertragen wird, in dem die Hubsäule 14 längsverschieblich geführt ist.

Hub- und Schwenkeinheit sind dabei von einem Gehäuse 5 umgeben. Auf dem oberen Ende der Hubsäule 14 ist in einer Transferführung 32 ein Transferarm 3 angeordnet, der durch einen Transferantrieb 31 in X-Richtung verschiebbar ist. Der

Transferarm 3 trägt an einem Ende einen Greifer 4, dessen Drehbewegung in A-Richtung durch einen Rotationsantrieb 41 und dessen Schliessbewegung durch einen Greifantrieb 42 erreichbar ist.

Durch diese vorstehend geschilderte Anordnung ist ein sehr kompakter und gleichzeitig trägheitsarmer Aufbau des Manipulators möglich.

Die in Fig. 2 gezeigte Hubeinheit dient zur Bewegung in der Z-Richtung. Der Antrieb dieser Baueinheit wird durch einen Scheibenläufermotor 111 vorgenommen. Die hier gewählte Ausführung des Scheibenläufers hat zwei herausragende Wellenenden. Das eine Wellenende wird zum Antrieb einer Tachometermaschine 112 und eines inkrementellen Weggebers 113 benutzt. Der Tachogenerator 112 hat eine Hohlwelle und wird durch Klemmring kraftschlüssig mit der Motorwelle verbunden. Der Weggeber 113 ist auf dem Tachogenerator 112 aufgef lanscht und über eine torsionssteife Balgkupplung ebenfalls mit der Motorwelle gekuppelt. Durch diese Anordnung wird eine denkbar günstige Verbindung der drei Regelgrößen des Regelantriebes geschaffen.

Der Scheibenläufermotor 111 ist über den Zwischenflansch 114 mit dem Antriebsständer 115 verschraubt. Durch Weglassen des Zwischenflansches 114 besteht die Möglichkeit, ohne weiteren Aufwand auch grössere Antriebe anbringen zu können. Das andere Wellenende des Motors 111 stellt die eigentliche Abtriebsseite dar und wird durch die formschlüssige Klauenkupplung 116 mit der Getriebewelle 117 verbunden. Beide Hälften der Klauenkupplung 116 sind durch Druckhülsen auf den Wellen kraftschlüssig gehalten, wodurch eine spielfreie winkeltgenaue Übertragung der Drehbewegung auch im Reversierbetrieb möglich ist. Die Getriebewelle 117 ist in zwei Schulterlager 118 abgelagert und über eine Stellmutter spielfrei einstellbar. Eine derartige Ablagerung ist vorteilhaft, weil alternativ zum Zahnriemenantrieb 12 auch eventuell schräg verzahnte Zahnräder verwendet werden können. Die Getriebewelle 117 führt durch die Federdruckbremse 119, die an einem Zwischenboden des Antriebsständers 115 geschraubt ist. Über eine Keilverbindung ist ihre Bremsscheibe mit der Getriebewelle 117 verbunden. Die Federdruckbremse 119 ist ausschliesslich ein Sicherheitsinstrument. Im spannungsführenden Zustand ist sie gelüftet und wird bei Betätigung des Notausschalters oder im Falle einer Kollision einer der vier Achsen spannungslos, wodurch es dann zur schnellen Abbremsung des Antriebes kommt.

Der Zahnriementrieb 12 mit den Riemenscheiben 120 ist mittels Druckhülsen kraftschlüssig auf der Getriebewelle 117 bzw. Rollenspindel 131 befestigt. Die Rollenspindel 131 ist in den Kegelrollenlagern 133 abgelagert und wird über eine Stellmutter spielfrei eingestellt. Die Kegelrollenlager 133 werden ihrerseits wieder von dem Lagerbock 134 aufgenommen, der mit dem Gehäuse 5 des Roboters verschraubt ist.

Die rotatorische Bewegung der Rollenspindel 131 wird in der Spindelmutter 132 in eine lineare Bewegung in Form der Hubbewegung umgesetzt. Die Mutter 132 der Rollenspindel 131 ist durch eine Keilverbindung mit der Hubsäule 14 verbunden, die wiederum zwei um 180° versetzte Prismenleisten

141 aufnimmt. Auf jeder Prismenfläche der Prismenleisten 141 wälzen zwei Paar Kugelschuhe (Fig. 3), die mit dem Schwenkkörper 23 der Schwenkeinheit verschraubt sind. Die Abschlussplatte 142 nimmt über zwei Fixierstifte und vier Schrauben die Baugruppe Transfer auf; gleichzeitig bildet sie den Abschluss der Hubsäule 14.

Die in Fig. 3 gezeigte Schwenkeinheit dient zur Bewegung in der C-Achse. Als Antrieb dient ein Scheibenläufermotor 211 mit zwei Wellenenden. An dem einen Wellenende sind Tachogenerator 212 und Weggeber 213 angeordnet.

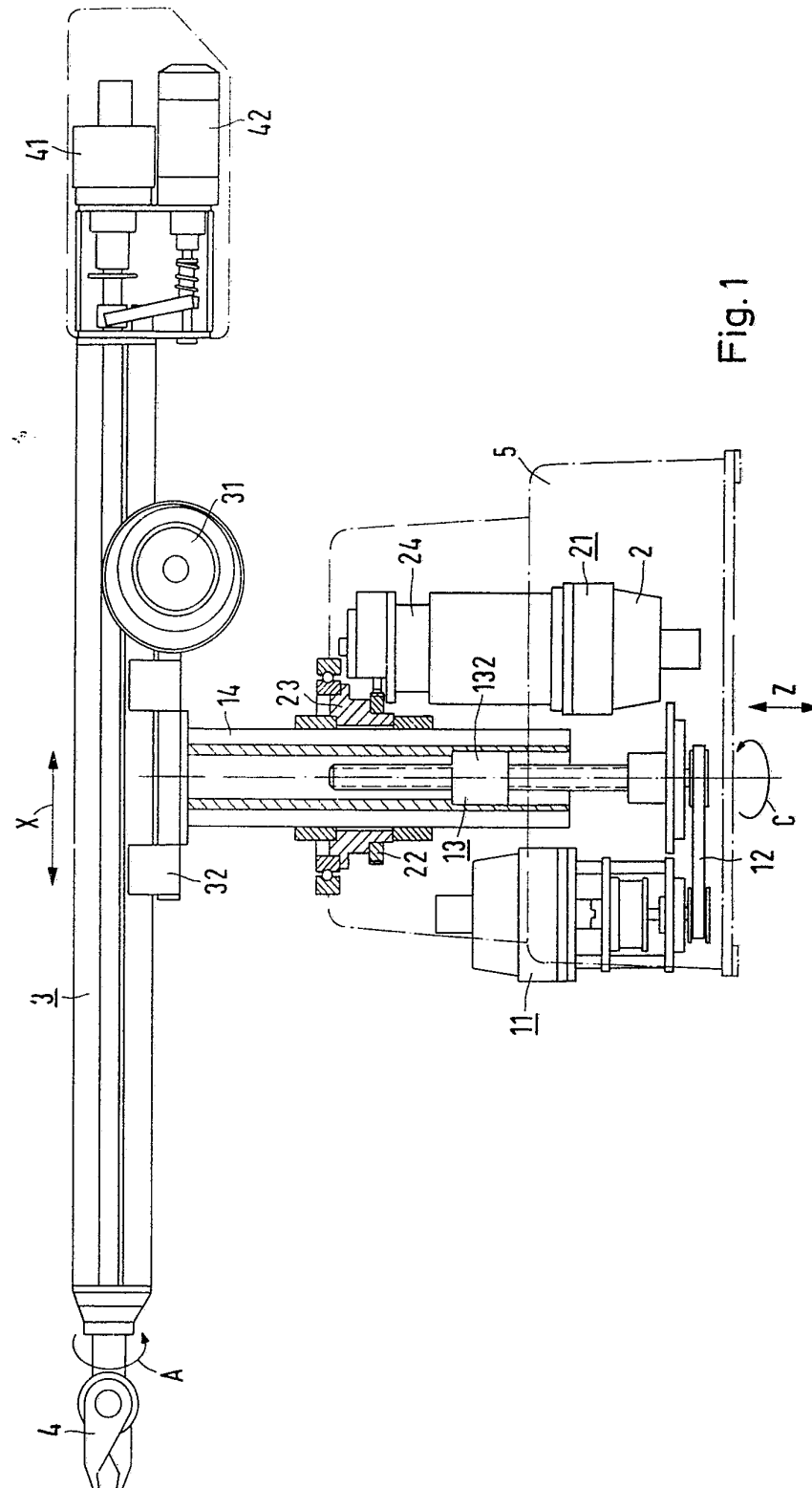
Der Motor 211 selbst ist über den Zwischenflansch 214 mit dem Gehäuse 219 verbunden. Das Gehäuse 219 ist durch einen Haltering 215 mit dem Robotergehäuse 5 verschraubt.

Das andere Wellenende des Scheibenläufermotors 211 stellt die eigentliche Abtriebsseite dar und wird durch formschlüssige Klauenkupplung 216 mit der Getriebewelle 217 verbunden. Beide Hälften der Klauenkupplung 216 sind durch Druckhülsen auf der Welle kraftschlüssig gehalten. Die Getriebewelle 217 ist in zwei Rillen und einem Nadellager abgelagert und führt durch die Federdruckbremse 218. Diese Federdruckbremse stellt ebenfalls ausschliesslich ein Sicherheitsinstrument dar.

Die Getriebewelle 217 treibt über die Keilverbindung 243 das spielfreie Getriebe 24 an. Der Abtrieb des Getriebes 24 erfolgt über die Welle 241 auf das schrägverzahnte Präzisionszahnrad 242. Eine gute Lagefixierung ist hierbei durch zwei Schulterlager gesichert. Mit dem Zahnrad 242 wird der Zahnkranz 22 am Schwenkkörper 23 angetrieben. Eine Rotationsbewegung des Schwenkkörpers 23 wird dabei durch den Kugeldrehverbinder 232 ermöglicht. Der Kugeldrehverbinder 232 ist ebenfalls mit dem Robotergehäuse 5 verschraubt. Der Schwenkkörper 23 nimmt die acht Kugelumlaufschuhe 231 zur Ablagerung und Drehung der Hubsäule 14 in der Hubeinheit auf.

Die in Fig. 4 gezeigte Transferführung dient zur Transferbewegung X des Transferarmes 3. Der gezeigte Transferarm 3 besteht aus Vierkant-Hohlprofil 33, das durch Klebung mit einem Aluminiumzwischenstück 34 verbunden ist. Dies dient seinerseits als Träger für die Führungsleisten 35 in der Art einer Schwalbenschwanzführung und der Zahnstange 36 zur Übertragung der Bewegung durch ein Transfergetriebe auf den Transferarm. Die Transferführung 32 trägt ihrerseits zweimal vier Rollenschuh-Führungselemente mit umlaufenden Nadelrollen, die den Führungsleisten 35 des Transferarmes zugeordnet sind.

In Fig. 5 ist der Transferantrieb dargestellt. Der Transferantrieb 31 besteht aus einem Scheibenläufermotor 315, der an dem einen Ende mit einer Tachometermaschine 316 und einem Drehgeber 317 versehen ist. Der Motor ist auf der einen Seite des Transferarmes 3 angeordnet und mit einer durch den Arm hindurchgehenden Getriebeausgleichswelle 114 gekuppelt. Auf der anderen Seite ist die Getriebeantriebswelle mit einer Federdruckbremse 314 versehen. Ein Stirnradgetriebe 312 mit Spielausgleich durch eine Exzenterlagerhülse 313 dient dann zum Antrieb der Welle auf der das Ritzel 311 sitzt, das dann mit der Zahnstange 36 in Eingriff kommt.



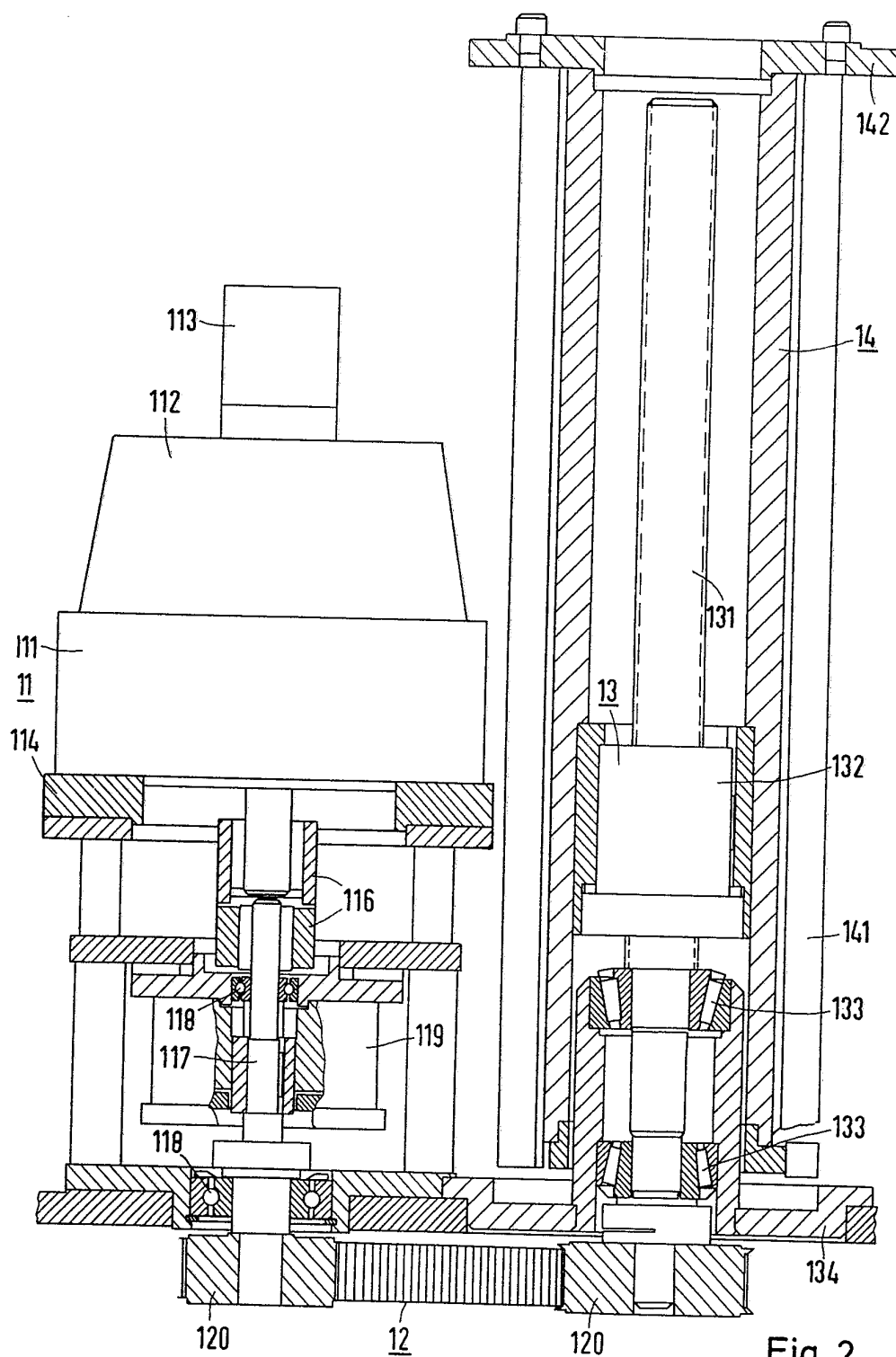


Fig. 2

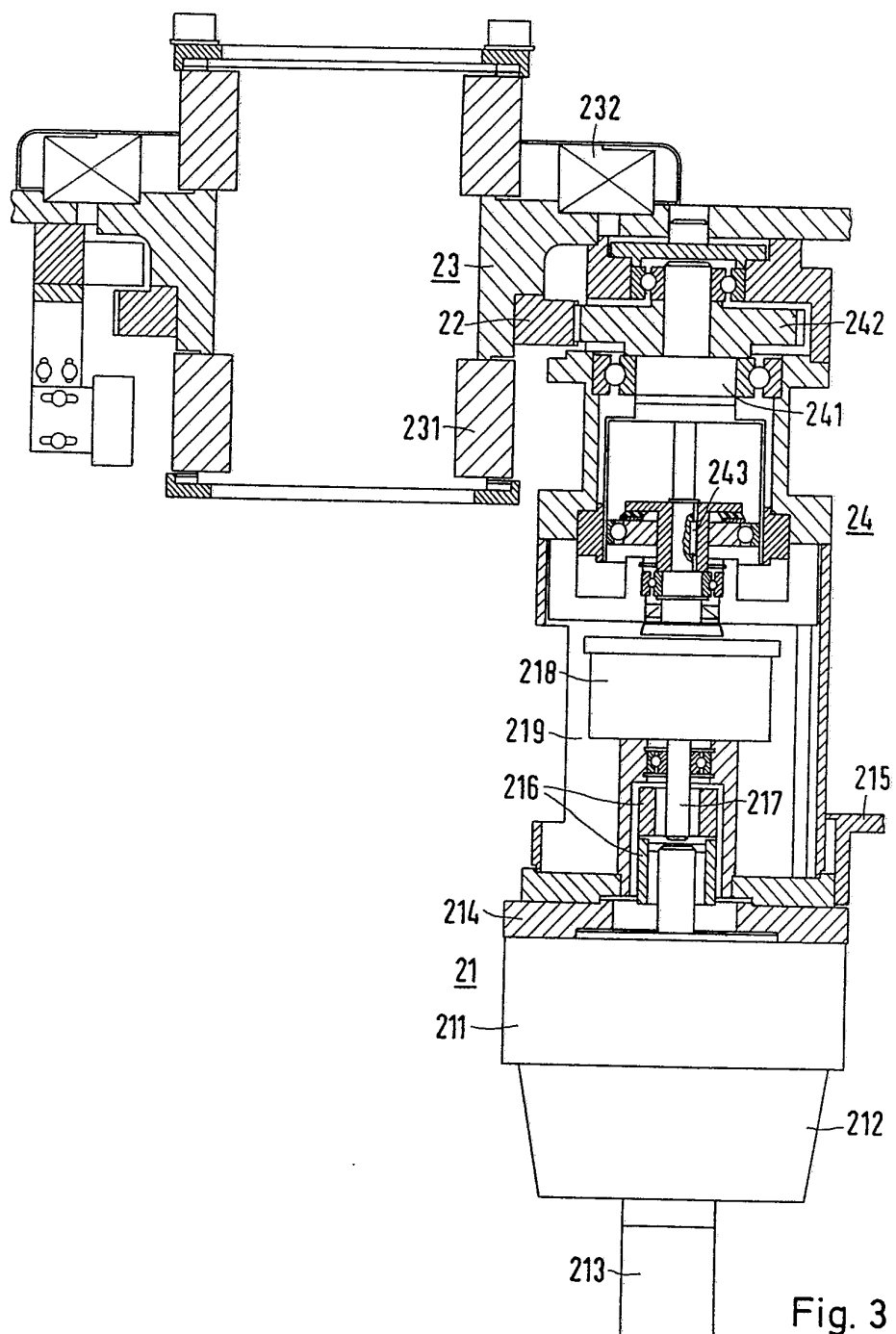


Fig. 3

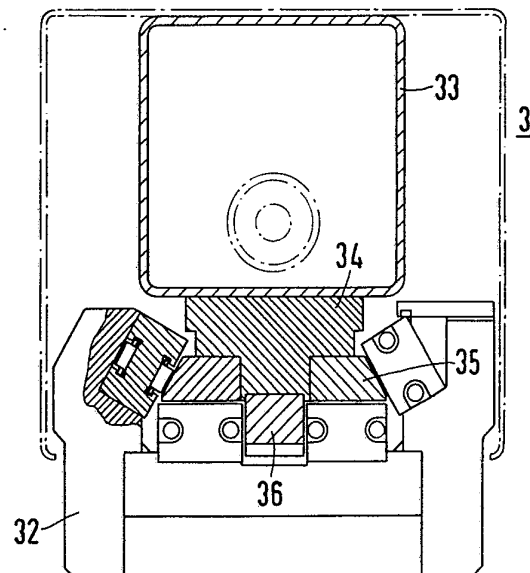


Fig. 4

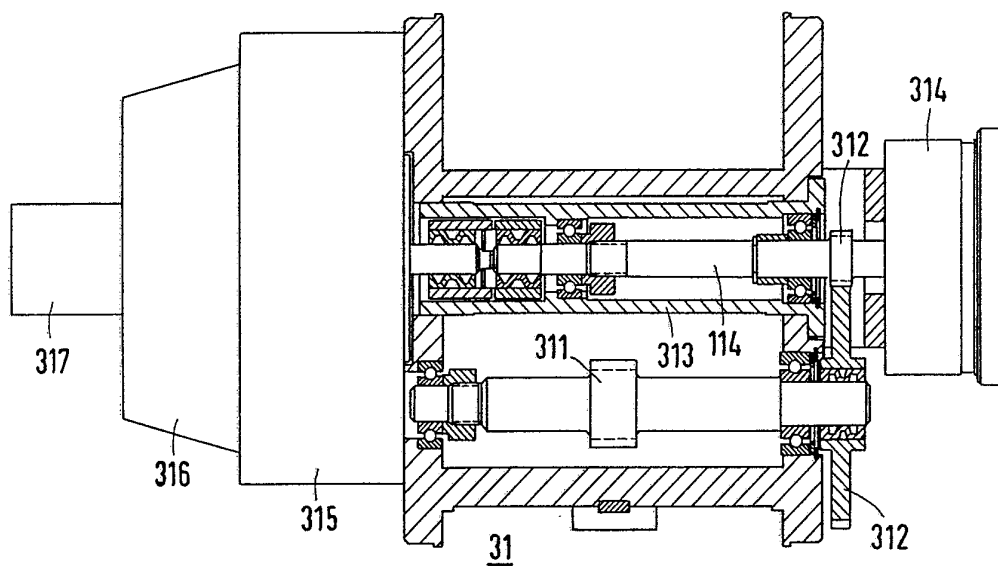


Fig. 5