



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

**EP 1 249 311 A2**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
**16.10.2002 Patentblatt 2002/42**

(51) Int Cl.7: **B25B 5/06**

(21) Anmeldenummer: **02007636.0**

(22) Anmeldetag: **04.04.2002**

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE TR**  
Benannte Erstreckungsstaaten:  
**AL LT LV MK RO SI**

(72) Erfinder: **Tomczyk, Hubert.G.**  
**40237 Düsseldorf (DE)**

(74) Vertreter: **Gerstein, Hans Joachim, Dipl.-Ing. et al**  
**Gramm, Lins & Partner**  
**Theodor-Heuss-Strasse 1**  
**38122 Braunschweig (DE)**

(30) Priorität: **04.04.2001 DE 20105925 U**

(71) Anmelder: **Diro Konstruktions GmbH & Co. KG**  
**38471 Rühren-Brechtorf (DE)**

### (54) **Spannvorrichtung**

(57) Die Erfindung betrifft eine Spannvorrichtung, die zum Beispiel zum Verspannen zweier Bleche vor dem Schweißen verwendet wird. Probleme herkömmlicher Spannvorrichtungen liegen insbesondere im festen Öffnungswinkel, der zu einer schlechten Zugänglichkeit führt.

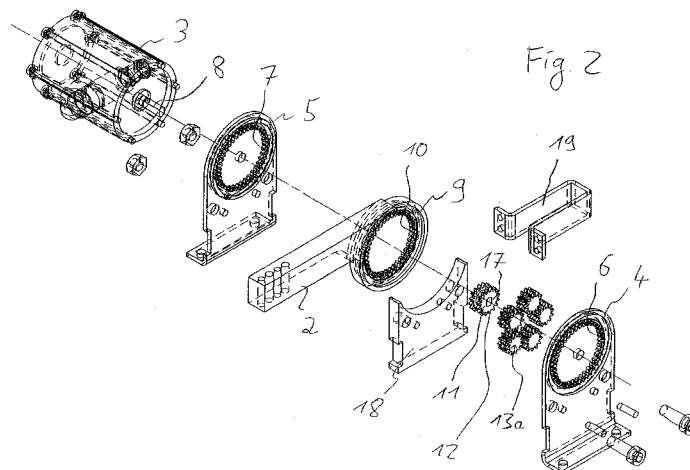
Um diese Probleme zu vermeiden und insbesondere unterschiedliche Öffnungswinkel einstellen zu können, wird eine Spannvorrichtung geschaffen, mit einem Spannarm (2, 32), der von einer Abtriebswelle eines mechanischen Untersetzungsgetriebes antreibbar ist, das aufweist:

- eine Antriebsverzahnung (12, 48) aufweisende Abtriebswelle (8, 43),
- ein erstes Verstellzahnrad (4, 34) mit mindestens

einem ersten Verstellverzahnungsbereich (6, 36, 37),

- ein zweites Verstellzahnrad (9, 35) mit mindestens einem zweiten Verstellverzahnungsbereich (10, 38, 39),
- mehrere Umlaufzahnräder (13a-e, 41), die in Eingriff mit den mindestens zwei Verstellzahnraden sind,

wobei ein erster Verstellverzahnungsbereich des ersten Verstellzahnrades und ein zweiter Verstellverzahnungsbereich des zweiten Verstellzahnrades unterschiedliche Zähnezahlen aufweisen und/oder mit den ersten und zweiten Verstellverzahnungsbereichen in Eingriff befindliche Umlaufverzahnungsbereiche unterschiedliche Zähnezahlen aufweisen.



EP 1 249 311 A2

## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Spannvorrichtung. Derartige Spannvorrichtungen werden im industriellen Einsatz insbesondere zum gegenseitigen Verspannen zweier Teile, zum Beispiel zweier Bleche, verwendet. Die beiden verspannten Teile können anschließend miteinander verbunden, zum Beispiel verschweißt werden. Hierzu weist die Spannvorrichtung einen Spannhebel auf, der um das Gehäuse der Spannvorrichtung verschwenkt werden kann. Der Spannhebel kann hierbei von einer geöffneten Stellung unter Beaufschlagung eines geeigneten Drehmomentes von zum Beispiel 100 bis 150 Nm gegen einen gehäuseseitigen Amboss verspannt werden.

**[0002]** Bei herkömmlichen Spannvorrichtungen wird der Spannhebel über zum Beispiel einen Kniehebel gedreht, der über einen hydraulischen oder pneumatischen Zylinder betätigt wird. Hierzu muss die herkömmliche Spannvorrichtung eine Hydraulikpumpe oder einen Kompressor aufweisen, der das benötigte Fluid unter Druck setzt und befördert. Die Spannvorrichtung wird hierdurch relativ unhandlich und schwer, oder sie muss mit einer entsprechenden Versorgungseinrichtung verbunden werden.

**[0003]** Weiterhin ist bei herkömmlichen Spannvorrichtungen problematisch, dass der Hub des Kolbens des hydraulischen oder pneumatischen Zylinders vorgegeben ist und somit der Spannhebel bei Betätigung von der Ruhestellung in die gespannte Stellung jeweils den gleichen Schwenkwinkel durchfährt. Herkömmliche Spannvorrichtungen weisen somit eine einheitliche Ruhestellung und eine einheitliche Betriebsstellung auf, wobei der Schwenkwinkel so gewählt werden muss, dass zum einen auch weiter abstehende Teile, zum Beispiel Bleche, ergriffen und verspannt werden können. Hierbei besteht jedoch oftmals das Problem, dass zum Beispiel bei Verschweißungen im Innenraum eines Kraftfahrzeuges der zur Verfügung stehende Einstiegsfreiraum zum Einbringen der Spannvorrichtung in den Innenraum des Kraftfahrzeuges begrenzt ist. Eine herkömmliche Spannvorrichtung mit einem in Ruhestellung weit aufgeschwenkten Spannhebel ist hierbei oftmals zu unhandlich, um sie in geeigneter Weise an die erforderlichen Stellen zu bringen, an denen der Spannhebel eine freie Wegstrecke für den Schwenkwinkel zur Verfügung hat.

**[0004]** Ein weiteres Problem bei herkömmlichen Spannvorrichtungen liegt darin, dass beim Verspannen eines Bleches und gegebenenfalls weiterer Bearbeitung, Handhabung oder Verschweißung die elastischen Bleche zurückfedern können. Problematisch ist weiterhin, dass der hydraulische oder pneumatische Antrieb schlagartig wirkt, wodurch es zu Gefährdungen und Verletzungen des Bedienungspersonals kommen kann. Während der Verpressung müssen herkömmliche Spannvorrichtungen fortlaufend, zum Beispiel durch Zuführung des unter Druck stehenden Fluids, betätigt

werden, was zu einem erhöhten Energieverbrauch und gegebenenfalls größerer Geräuschentwicklung führen kann.

**[0005]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, Verbesserungen gegenüber dem Stand der Technik zu schaffen und insbesondere eine Spannvorrichtung zu schaffen, die eine vielseitige Verwendung, insbesondere auch eine Einstellung unterschiedlicher Spannwinkel, und eine sichere Handhabung gewährleistet. Die erfindungsgemäße Spannvorrichtung soll insbesondere kleinbauend und vorzugsweise relativ kostengünstig herstellbar sein. Hierdurch soll insbesondere eine schnelle, leichte und problemlose Handhabung der Spannvorrichtung und eine Zugänglichkeit auch schwer zu erreichender Stellen, zum Beispiel durch engere Öffnungen und in begrenztem Raum, möglich sein.

**[0006]** Diese Aufgabe wird durch eine Spannvorrichtung nach Anspruch 1 gelöst. Die Unteransprüche beschreiben bevorzugte Weiterbildungen.

**[0007]** Erfindungsgemäß wird somit eine Spannvorrichtung mit einem mechanischen Untersetzungsgetriebe geschaffen. Durch dieses mechanische Untersetzungsgetriebe wird zum einen der erforderliche Energieaufwand minimiert. Zum anderen weist das erfindungsgemäße Untersetzungsgetriebe eine Selbstblockade auf, so dass aufgrund der Elastizität der verpressten Teile oder einer weiteren Handhabung oder Verschweißung erzeugte Rückstellmomente blockiert werden. Somit kann der Spannarm in der Betriebsstellung, das heißt mit eingeklemmten bzw. verspannten Teilen, auch über einen längeren Zeitraum ohne zusätzlichen Aufwand von Energie sicher gehalten werden.

**[0008]** Erfindungsgemäß wird ein Untersetzungsgetriebe verwendet, das sehr kleinbauend ist und somit eine kompakte Ausbildung einer erfindungsgemäßen Spannvorrichtung gewährleistet. Somit wird eine kleinbauende und kompakte Spannvorrichtung mit einfacher Handhabung geschaffen. Da auf zusätzliche Aggregate, zum Beispiel eine Hydraulikpumpe oder einen Kompressor, verzichtet werden kann, ist die erfindungsgemäße Spannvorrichtung zum einen kostengünstig und zum anderen von geringem Gewicht und leicht handhabbar.

**[0009]** Das mechanische Untersetzungsgetriebe erlaubt eine Verstellung in jeden Winkel innerhalb des maximal zulässigen Schwenkwinkels. Somit kann die erfindungsgemäße Spannvorrichtung mit teilweise umgelegtem Spannarm, der lediglich einen geringen Öffnungswinkel gegenüber dem Amboss aufweist, durch kleinere Öffnungen, zum Beispiel das Fenster einer Kraftfahrzeug-Karosserie, verfahren und auch bei engem Raum eine sichere Aufnahme zweier Teile gewährleistet werden.

**[0010]** Erfindungsgemäß wird ein Untersetzungsgetriebe verwendet, bei dem zwei Umlaufzahnradssysteme miteinander gekoppelt sind. Hierbei weisen die ähnlich aufgebauten beiden Umlaufzahnradssysteme einen Unterschied in den Zähnezahlen auf, der erfindungsge-

mäß insbesondere relativ klein gewählt werden kann. Hierdurch wird eine Verstimmung der beiden Zahnradsysteme zueinander ermöglicht, die durch die Kopplung zu einer sehr geringen Relativverdrehung eines Systems gegenüber dem anderen führt, wodurch eine sehr hohe Untersetzung erreicht werden kann.

**[0011]** Die Kopplung der beiden Umlaufzahnradssysteme kann zum einen über gehäusefeste Umlaufzahnradräder mit unterschiedlichen Verzahnungsbereichen erfolgen. Eine derartige Kopplung ist insbesondere bei Verwendung von Kegelzahnradern sinnvoll, wobei bei einem Verstellzahnrad ein radial innerer und ein radial äußerer Kegelverzahnungsbereich unterschiedlich verzahnt sind. Zum anderen kann eine Kopplung auch über die Umlaufzahnradräder erfolgen, die unterschiedliche Umlaufverzahnungsbereiche aufweisen. Dies ist insbesondere bei Verwendung von Hohlradern als Verstellzahnradräder sinnvoll.

**[0012]** Bei den Ausführungsformen mit Innen- und Außenzahnradern wird eine relative Verstellung der Verstellzahnradräder bzw. Hohlzahnradräder mit Innenverzahnung erreicht, indem diese über gemeinsame Umlaufzahnradräder verbunden sind, die von einer Antriebswelle angetrieben werden. Die Umlaufzahnradräder weisen hierbei axial voneinander getrennte Bereiche auf, von denen jeweils ein Bereich mit einem der beiden Verstellzahnradräder mit Innenverzahnung im Eingriff ist. Erfindungsgemäß können hierbei insbesondere zwei gehäuseseitig feste Hohlradräder, das heißt ein erstes und ein drittes Hohlrad mit erster bzw. dritter Innenverzahnung, verwendet werden, zwischen denen das zweite Hohlrad mit zweiter Innenverzahnung drehbar angeordnet ist. Indem nunmehr die Zähnezahlen der Innenverzahnungen und/oder die Zähnezahlen der axial voneinander getrennten Außenverzahnungen bzw. Außenverzahnungsbereiche jedes Umlaufzahnrades verschieden sind, weisen das aus der ersten Innenverzahnung und dem ersten Außenverzahnungsbereich gebildete erste Innenradpaarsystem und das aus der zweiten Innenverzahnung und dem zweiten Außenradverzahnungsbereich gebildete zweite Innenradpaarsystem unterschiedliche Übersetzungen auf. Durch die starre Kopplung über die Umlaufzahnradräder werden die Verstellzahnradräder mit Innenverzahnung zu einer Relativverdrehung gezwungen. Durch einen geringen Zähnezahlunterschied wird eine hohe Untersetzung erreicht, wodurch schnelllaufende, kleine und kostengünstige Elektromotoren verwendet werden können, die direkt in einem an der Spannvorrichtung vorgesehenen Gehäuse untergebracht werden können. Hierdurch wird eine linear aufgebaute Spannvorrichtung erreicht.

**[0013]** Bei Verwendung von Kegelverzahnungen wird vorteilhafterweise ein kleinbauendes Winkelgetriebe gebildet, bei dem ebenfalls der Motor in einem Gehäuse direkt an der Spannvorrichtung untergebracht werden kann. Auch bei dieser Ausführungsform werden zwei Zahnradsysteme ausgebildet, die sich in den Zähnezahlen unterscheiden, wobei bei kleinen Zähnezahlen-

terschieden eine sehr hohe Untersetzung erreicht werden kann. Hierbei wird eine relative Verstellung zweier koaxialer Verstellzahnradräder mit Kegelverzahnungen erreicht, in denen diese von einer gemeinsamen, vorzugsweise gehäuseseitig gelagerten Antriebswelle mit Antriebskegelverzahnung angetrieben werden. Die Verstellzahnradräder weisen hierbei im Allgemeinen jeweils mindestens zwei radial zueinander versetzte, vorzugsweise aneinander angrenzende Kegelverzahnungsbereiche auf. Die Antriebskegelverzahnung ist hierbei mit dem vorzugsweise radial äußeren Kegelverzahnungsbereich jedes Verstellzahnrades im Eingriff. Die Kopplung der Verstellzahnradräder erfolgt über gemeinsame Umlaufzahnradräder, die jeweils mit dem anderen, vorzugsweise radial inneren Kegelverzahnungsbereich jedes Verstellzahnrades im Eingriff sind. Die Umlaufzahnradräder mit Umlaufkegelverzahnungen sind jeweils drehbar auf einem Stift einer zu den Verstellzahnradrädern koaxialen Antriebswelle gelagert. Somit wird ein radial äußeres Zahnradsystem aus Antriebskegelverzahnung und radial äußeren Kegelverzahnungsbereichen und ein radial inneres Zahnradsystem aus Umlaufkegelverzahnungen und radial inneren Kegelverzahnungsbereichen gebildet, wobei die Zahnradsysteme über die Verstellzahnradräder miteinander gekoppelt sind.

**[0014]** Hierbei können Zwischenräder oder Gelegräder zur Abstützung der radial äußeren Bereiche der Verstellzahnradräder verwendet werden. Aufgrund des Zähnezahlunterschiedes eines der Zahnradsysteme sind vorteilhafterweise die Winkelabstände entweder der radial inneren Stiftachsen mit aufgenommenen Umlaufzahnradrädern oder der radial äußeren Zwischenrädern mit Antriebszahnrad etwas ungleichmäßig. Bei Verwendung von zum Beispiel sechs Umlaufzahnradrädern, fünf Zwischenrädern (und einem Antriebszahnrad) können somit die äußeren Winkelabstände und/oder die inneren Winkelabstände der Stiftachsen jeweils etwas von 60° abweichen, so dass ein Eingriff in die inneren bzw. äußeren Zahnradsysteme gewährleistet wird.

**[0015]** Der Abgriff von der Abtriebswelle erfolgt zum Beispiel über eine formschlüssige Aufnahme durch den Spannarm, zum Beispiel über eine Gabel, die einen Vierkantenbereich der Abtriebswelle ergreift. Die Kegelverzahnungsbereiche weisen vorteilhafterweise eine Palloidalverzahnung auf.

**[0016]** Bei der erfindungsgemäßen mechanischen Spannvorrichtung wird ein leichtgängiges, kleinbauendes System mit geringer Masse geschaffen, das robust ist, hinreichend große Drehmomente erreicht und eine präzise Positionsverstellung gewährleistet. Bei hohem Wirkungsgrad wird hierbei eine Selbstblockade gegenüber Rückstellmomenten gewährleistet.

**[0017]** Die Erfindung wird im Folgenden anhand der beiliegenden Zeichnungen an einigen Ausführungsformen näher erläutert. Es zeigen:

Figur 1 - eine perspektivische Ansicht einer Spannvorrichtung gemäß einer ersten

- Ausführungsform der Erfindung;
- Figur 2 - eine Explosionsansicht der Vorrichtung aus Figur 1;
- Figur 3 - eine Detailansicht des Zahnradsystems aus Figur 2;
- Figur 4 - eine Detailansicht des Zahnradsystems einer abgewandelten Ausführungsform mit anderen Zähnezahlen und anderer Übersetzung;
- Figur 5 - eine weitere abgewandelte Ausführungsform mit anderen Zähnezahlen und anderer Übersetzung;
- Figur 6 - eine Spannvorrichtung gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung unter Verwendung eines Winkelgetriebes;
- Figur 7 - eine Darstellung der Spannvorrichtung aus Figur 6 bei verschiedenen Schwenkwinkeleinstellungen;
- Figur 8 - eine Explosionsdarstellung der Spannvorrichtung aus Figur 6, 7;
- Figur 9 - Detailvergrößerungen des Getriebes aus Figur 8;
- Figur 10 - eine weitere Detailvergrößerung des Getriebes aus Figur 8, 9;
- Figur 11 - verschiedene Ansichten der Spannvorrichtung aus Figur 6;
- Figur 12 - eine perspektivische Ansicht einer Spannvorrichtung gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung;
- Figur 13 - eine teilweise auseinandergezogene Darstellung der Spannvorrichtung aus Figur 12;
- Figur 14 - verschiedene Ansichten der Spannvorrichtung aus Figur 12;
- Figur 15 - Ansichten eines Gehäuseteils der Vorrichtung von Figur 12, 13;
- Figur 16, 17 - verschiedene Ansichten des Getriebes der Spannvorrichtung aus Figur 12;
- Figur 18 - den Spannarm der Spannvorrichtung aus Figur 12.

**[0018]** Eine Spannvorrichtung 1 weist gemäß Figur 1 ein Gehäuse 3 zur Aufnahme eines Motors, insbesondere Elektromotors und einen um das Gehäuse 3 schwenkbaren Spannhebel 2 auf. Über einen unteren Flansch kann das Gehäuse in geeigneter Weise befestigt, zum Beispiel verschraubt werden.

**[0019]** Gemäß Figur 2 sind an dem zylindrischen Gehäuse 3 ein, zum Beispiel als Blechpressteil hergestelltes, drittes Hohlrad 5 mit dritter Innenverzahnung 7, ein zweites Hohlrad 9 mit zweiter Innenverzahnung 10 und starr angebrachtem Spannhebel 2, das auf einem Lager 18 drehbar bzw. schwenkbar angeordnet ist, und ein erstes Hohlrad 4 mit erster Innenverzahnung 6, das baugleich mit dem dritten Hohlrad 5 sein kann und ebenfalls als Blechpressteil ausgeführt sein kann, in axialer Richtung befestigt. Die Befestigung kann zum Beispiel durch eine Klammer 19 um das erste und dritte Hohlrad und mittels Schrauben, Bolzen und ähnlichen Befestigungen erfolgen. Diese Teile werden hierbei starr mit dem Gehäuse 3 verbunden, wobei das zweite Hohlrad 9 gegenüber dieser gehäuseseitigen Anordnung verschwenkbar ist.

**[0020]** Gemäß der Figuren 2, 3 sind Umlaufzahnräder 13a bis 13e in Umfangsrichtung verteilt, vorzugsweise gleichmäßig verteilt, in den Innenverzahnungen vorgesehen. Die einzelnen Umlaufzahnräder 13a bis 13e sind aus mindestens drei Einzelzahnradern, vorzugsweise vier Einzelzahnradern, zusammengesetzt, wobei die Einzelzahnräder miteinander zum Beispiel verklebt, verschweißt, verschraubt, verkeilt oder als einteiliges Spritzgussteil ausgebildet werden können.

**[0021]** Gemäß Figur 3 weisen die Umlaufzahnräder jeweils axial außen einen ersten Außenverzahnungsbereich 15 und einen dritten Außenverzahnungsbereich 14 auf, die vorteilhafterweise ohne einen Winkelversatz zueinander angeordnet sein können. Der erste Außenverzahnungsbereich 15 ist hierbei in Eingriff mit der ersten Innenverzahnung 6, und der dritte Außenverzahnungsbereich 14 ist in Eingriff mit der dritten Innenverzahnung 7. Der gemäß Figur 3 zum Beispiel aus zwei aneinander gesetzten Einzelzahnradern gebildete, mittlere zweite Außenverzahnungsbereich 16 jedes der Umlaufzahnräder ist in Eingriff mit der zweiten Innenverzahnung 10. Durch die gabelartige Aufnahme der ersten und dritten Außenverzahnungsbereiche jedes Umlaufzahnrades in einer gehäuseseitigen Innenverzahnung werden Kippmomente senkrecht zur Rotationsachse vermieden.

**[0022]** Ein Antriebszahnrad 11 mit Antriebsverzahnung bzw. Antriebsverzahnung 12 ist coaxial zu den Hohlrädern angeordnet, wobei die Antriebsverzahnung 12 gemäß Figuren 3, 2 axial voneinander getrennte Bereiche aufweisen kann, die mit jeweils dem ersten und dritten Außenverzahnungsbereich in Eingriff sind. Zwischen diesen Bereichen kann ein Freiraum vorgesehen sein, damit keine Wechselwirkung mit dem zweiten Außenverzahnungsbereich stattfindet. Das Antriebszahnrad 11 ist drehstarr mit einer Antriebswelle 8 verbunden,

was zum Beispiel über einen geeigneten Vierkantbereich auf der Antriebswelle und ein passendes Langloch 17 in dem Antriebszahnrad 11 gewährleistet werden kann.

**[0023]** Erfindungsgemäß wird somit ein erstes Zahnradsystem (das dem dritten Zahnradsystem entspricht) mit einem zweiten Zahnradsystem über die gemeinsamen Umlaufzahnäder starr gekoppelt. Alternativ zu der hier gezeigten Ausführungsform kann ein Antrieb auch über die mittleren zweiten Außenverzahnungsbereiche der Umlaufzahnäder erfolgen.

**[0024]** Erfindungsgemäß unterscheiden sich entweder die Zähnezahlen der ersten Außenverzahnungsbereiche und der zweiten Außenverzahnungsbereiche und/oder es unterscheiden sich die Zähnezahlen der ersten Innenverzahnung 6 und der zweiten Innenverzahnung 10.

**[0025]** Bei Betätigung der Antriebswelle 8 führen die Umlaufzahnäder 13a bis 13e eine Umlaufbewegung in beiden Hohlzahnädern durch, wodurch aufgrund der unterschiedlichen Zähnezahlen der Zahnradsysteme eine Relativverdrehung der Hohlzahnäder zueinander erzwungen wird.

**[0026]** In der Ausführungsform der Figur 3 weisen der erste und dritte Außenverzahnungsbereich jeweils die gleiche Zähnezahl wie der zweite Außenverzahnungsbereich auf. Dies ist insbesondere aus dem Zahnrad 13c ersichtlich, bei dem die Einzelzahnäder bzw. Außenverzahnungsbereiche ohne Winkelversatz zueinander angebracht sind; dieses Umlaufzahnrad kann somit einteilig gefertigt werden. In Umfangsrichtung um die gemeinsame Achse umlaufend ändert sich der Winkelversatz des ersten (und dritten) Außenverzahnungsbereiches gegenüber dem zweiten Außenverzahnungsbereich 16 stetig, vorzugsweise proportional zu der Winkelposition um die gemeinsame Achse. Somit beträgt der Winkelversatz bei Zahnrad 13d sowie Zahnrad 13b jeweils  $1/5$  eines Winkelabstandes zweier Zähne der Umlaufzahnäder. Bei den Umlaufzahnädern 13e, 13a beträgt der Winkelversatz entsprechend jeweils  $\pm 2/5$  des Winkelabstandes. Hierdurch wird ein gleichmäßiger Eingriff der verschiedenen Außenverzahnungsbereiche in die jeweiligen Innenverzahnungen sowie in die Antriebsverzahnung 12 sichergestellt. Eine Korrektur erfolgt somit - anders als bei herkömmlichen Zahnradsystemen - nicht über die Modulgröße bzw. den Arbeitsteilungsdurchmesser der verschiedenen Zahnradsysteme, sondern über den Winkelversatz. Erfindungsgemäß kann eine derartige Anpassung des Winkelversatzes auch bei Zahnradsystemen vorgenommen werden, bei denen die Zähnezahlen der verschiedenen Außenverzahnungsbereiche ungleich sind, wobei in diesem Fall die Zähnezahlen der ersten Innenverzahnung und zweiten Innenverzahnung gleich oder ungleich sein können.

**[0027]** Durch diese Korrektur des Winkelversatzes der verschiedenen Außenverzahnungsbereiche der Umlaufzahnäder kann insbesondere ein geringer Zäh-

nezahlunterschied erreicht werden, der vorteilhafterweise lediglich 1 oder auch 2 beträgt. Hierdurch können sehr hohe Untersetzungen und dennoch ein leichtgängiges Zahnradsystem ermöglicht werden.

**[0028]** Bei der Ausführungsform der Figur 3 beträgt die Zähnezahl der verschiedenen Außenverzahnungsbereiche jeweils 12, die Zähnezahlen der Innenverzahnungen betragen 39 bzw. 40 und die Zähnezahl der Antriebsverzahnung beträgt 16, wodurch eine Untersetzung von 137,5 erreicht werden kann.

**[0029]** Entsprechend kann in Figur 4 eine Übersetzung von  $i = 459$  erreicht werden mit Zähnezahlen der Innenverzahnungen von 56 und 51, einer Zähnezahl 14 der Antriebsverzahnung sowie Zähnezahlen 18 und 20 der Außenverzahnungsbereiche.

**[0030]** Weiterhin wird eine Übersetzung  $i = 206,666$  erreicht, in dem die Zähnezahlen der ersten und zweiten Außenverzahnungsbereiche 10 bzw. 9 betragen, die Zähnezahl der Antriebsverzahnung 15 beträgt und die Zähnezahlen der ersten bzw. zweiten Innenverzahnungen betragen 35 bzw. 31.

**[0031]** Bei der in Figur 5 gezeigten Ausführungsform wird eine Übersetzung  $i = 759,6$  erreicht, indem die Zähnezahlen der Innenverzahnungen 102 bzw. 103 sind, die Zähnezahlen der verschiedenen Antriebsverzahnungsbereiche jeweils gleich 43 sind, wobei bei dem Zahnrad 13c wieder eine Deckung der Außenverzahnungsbereiche ohne Winkelversatz und bei den anderen beiden Zahnädern 13a, 13b ein Winkelversatz von  $\pm 1/3$  eines Zahnes vorliegt. Die Zähnezahl des Antriebszahnades beträgt 16, wodurch eine hohe Untersetzung gewährleistet wird.

**[0032]** Eine Übersetzung  $i = 382,5$  wird mit Zähnezahlen 16 der Außenverzahnung 20 und 18 der Außenverzahnungsbereiche, 56 und 51 der Innenverzahnungen erreicht.

**[0033]** Bei allen Ausführungsformen wird der Winkelversatz der einzelnen Außenverzahnungsbereiche zueinander an die Stellung der Innenverzahnungen angepasst, so dass sich der Winkelversatz vorteilhafterweise gleichmäßig vom Umlaufzahnrad zum nächsten Umlaufzahnrad ändert, insbesondere linear ändert.

**[0034]** Bei der Spannvorrichtung 31 der Figur 6 wird ein Spannhebel 32 gegenüber einem Gehäuse 33 verschwenkt. Der Spannhebel 32 kann hierbei gegen einen Amboss 52 geführt werden und zu verpressende Bleche dazwischen aufnehmen. Gemäß Figur 7 kann ein Schwenkbereich von zum Beispiel  $180^\circ$  oder mehr erreicht werden, wobei eine sichere Position in jedem Schwenkwinkel gewährleistet wird, wie dies auch bei der ersten Ausführungsform der Fall ist.

**[0035]** Gemäß Figur 8 wird hierbei ein Winkelgetriebe mit Kegelverzahnungen verwendet. Ein erstes Verstellzahnrad 34 weist eine erste Kegelverzahnung 36 auf. Hierbei sind ein radial innerer und ein radial äußerer Bereich 36, 37 mit einheitlicher Kegelverzahnung 36 ausgebildet. Ein zweites Verstellzahnrad 35 weist einen zweiten radial äußeren Kegelverzahnungsbereich 38

und einen zweiten radial inneren Kegelverzahnungsbereich 39 auf, die lediglich der Anschauung halber in der Explosionsansicht getrennt gezeigt sind und tatsächlich starr miteinander verbunden sind. Die beiden zweiten Kegelverzahnungsbereiche 38, 39 weisen unterschiedliche Zähnezahlen auf und sind somit nicht als einheitlicher Kegelverzahnungsbereich ausgebildet. Die beiden Verstellzahnäder sind auf einer gemeinsamen Achse mit zueinander zugewandten Kegelverzahnungsbereichen angeordnet.

**[0036]** Auf einer gehäuseseitig gelagerten Antriebswelle 43 ist eine Antriebskegelverzahnung 48 ausgebildet, die mit den radial äußeren Kegelverzahnungsbereichen in Eingriff ist. Hierbei sind in Umfangsrichtung verteilt weitere Zwischenräder 49 mit Zwischenräderkegelverzahnungen 50 lediglich zur Verhinderung von Kippmomenten, das heißt als Zwischenräder oder Gelegeräder vorgesehen. Achsen 44 dieser Zwischenräder 50 sind - wie die Antriebswelle 43 - in runden Ausnehmungen 52 einer gehäuseseitigen Aufnahme 53 gelagert, die gemäß Figur 8 durch zwei miteinander verbundene Schalen 53a, 53b gebildet werden kann. Die Antriebswelle 43 ist rechtwinklig zu der Achse der Verstellzahnäder angeordnet.

**[0037]** Radial innerhalb dieses äußeren Zahnradsystems ist ein radial inneres Zahnradsystem ausgebildet, bei dem eine Abtriebswelle 45 coaxial zu den Verstellzahnädern 34, 35 angeordnet ist und sich, beispielsweise wie in der Figur gezeigt, durch beide Verstellzahnäder hindurch erstrecken kann. An der Abtriebswelle 45 sind zum Beispiel sechs radial nach außen abstehende Stiftachsen 40 angebracht, die wie gezeigt in Umfangsrichtung beabstandet sind. Auf den Stiftachsen 40 sind Umlaufzahnäder 41 drehbar gelagert und radial nach außen durch Sicherungsscheiben 54 verliersicher gehalten. Die Umlaufzahnäder weisen Umlaufkegelverzahnungen 42 auf, die mit den beiden radial inneren Kegelverzahnungsbereichen 39, 37 der Verstellzahnäder in Eingriff sind und ein radial inneres Zahnradsystem bilden. Die in den Figuren 8, 9 und 10 gezeigte fluchtende Anordnung der Stiftachsen 40 und der Achsen 44 ist hierbei lediglich beispielhaft und zufällig gezeigt, da die Umlaufbewegungen dieser Systeme getrennt sind und die Verstellzahnäder nicht mit den Zwischenrädern verbunden sind.

**[0038]** Erfindungsgemäß weisen die beiden radial inneren Kegelverzahnungsbereiche und/oder die beiden radial äußeren Kegelverzahnungsbereiche unterschiedliche Zähnezahlen auf. Gemäß der gezeigten Ausführungsform sind die ersten radial äußeren und inneren Kegelverzahnungsbereiche einheitlich mit gleicher Zähnezahl und die zweiten Kegelverzahnungsbereiche 38, 39 mit unterschiedlicher Zähnezahl ausgebildet. Hierbei können zum Beispiel die Zähnezahlen der ersten Kegelverzahnungsbereiche und der zweiten radial inneren Kegelverzahnungsbereiche gleich sein, oder es können die Zähnezahlen des zweiten radial äußeren Kegelverzahnungsbereiches und der ersten Ke-

gelverzahnungsbereiche gleich sein.

**[0039]** Es ergeben sich für folgende Zähnezahlen  $z_9$  der Umlaufzahnäder,  $z_{14}$  der Antriebsverzahnung und Zwischenradverzahnung,  $z_4$  der zweiten inneren Kegelverzahnung 39 sowie  $z_5 = z_6 = z_7$  der betreffenden Kegelverzahnungsbereiche 36, 37, 38 und  $z_9 = z_{14}$  folgende Untersetzungen i:

Mit  $z_9 = 14$ ,  $z_4 = 36$ ,  $z_5 = z_6 = z_7 = 35$  eine Untersetzung von ca.  $i = 180$ ,

Mit  $z_9 = 14$ ,  $z_4 = 44$ ,  $z_5 = z_6 = z_7 = 43$  eine Untersetzung von ca.  $i = 270$ ,

Mit  $z_9 = 14$ ,  $z_4 = 50$ ,  $z_5 = z_6 = z_7 = 49$  eine Untersetzung von ca.  $i = 350$ ,

Mit  $z_9 = 14$ ,  $z_4 = 62$ ,  $z_5 = z_6 = z_7 = 61$  eine Untersetzung von ca.  $i = 540$ .

**[0040]** Erfindungsgemäß führen hierbei die Verstellzahnäder 34, 35 gegenüber der zwischen ihnen liegenden, gehäuseseitig gelagerten Antriebswelle eine gegenläufige Drehbewegung durch. Falls die Zähnezahlen der beiden äußeren Kegelverzahnungsbereiche gleich sind, drehen die Verstellzahnäder gegenseitig mit gleicher Drehzahl. Sind diese Zähnezahlen ungleich, dreht das Verstellzahnäder, dessen äußerer Kegelverzahnungsbereich eine größere Zähnezahl aufweist, entsprechend langsamer. Weiterhin führen die Umlaufzahnäder gegenüber der zwischen ihnen liegenden Antriebswelle eine gegenläufige Drehbewegung durch. Bei gleichen Zähnezahlen der inneren Kegelverzahnungsbereiche drehen die Verstellzahnäder auch gegenüber den Umlaufzahnädern gegensinnig mit gleicher Drehzahl, bei einer ungleichen Zähnezahl drehen sie entsprechend unsymmetrisch.

**[0041]** Falls sowohl die beiden inneren Kegelverzahnungsbereiche als auch die beiden äußeren Kegelverzahnungsbereiche jeweils gleiche Zähnezahlen aufweisen würden, würden die Umlaufzahnäder - wie die Antriebswelle und die Zwischenräder - lediglich als Gelegeräder um ihre eigenen Achsen rotieren und somit keine Umlaufbewegung um die gemeinsame Achse durchführen. Aufgrund des genannten unsymmetrischen Zähnezahlunterschiedes zwischen dem inneren und dem äußeren Kegelverzahnungssystem werden die Umlaufzahnäder jedoch zu einer Umlaufbewegung um die gemeinsame Achse gezwungen, wodurch eine hohe Untersetzung gewährleistet wird.

**[0042]** Die erfindungsgemäß lediglich bevorzugt verwendeten Zwischenräder sind in der Aufnahme 53 bei der gezeigten Ausführungsform mit ungleichmäßigem Winkelabstand zueinander angebracht. Somit sind sie nicht gleichmäßig mit jeweils  $60^\circ$  zueinander beabstandet, sondern in geeigneter Weise etwas zueinander versetzt, so dass ein guter Eingriff jedes Zwischenzahnades in die radial äußeren Kegelverzahnungsbereiche gewährleistet wird. Hierdurch können sich Winkel von zum Beispiel  $\pm 59,14^\circ$ ,  $\pm 118,28^\circ$  und  $177,42^\circ$  ergeben, wodurch diese Zwischenräder oder Gelegeräder

einen sicheren Eingriff und eine Abstützung gegenüber Kippmomenten gewährleisten. Alternativ hierzu ist es grundsätzlich auch möglich, das die ungleichmäßigen Winkelabstände an den Stiftachsen 40 bzw. den Umlaufzahnradern eingestellt wird. Vorteilhafterweise wird der ungleichmäßige Winkelabstand jedoch radial außen angebracht. Hierzu sind die Ausnehmungen 52 in der Aufnahme 53 ebenfalls entsprechend in ungleichmäßigen Winkelabständen angebracht.

**[0043]** Die Aufnahmen 53a, 53b sind in gehäuseseitigen Schalen 54 angebracht, die miteinander und zusammen mit dem Gehäuse 33 verschraubt werden können. Der Spannhebel 32 ergreift mit einer Gabel 57 einen Vierkantbereich 46 der Abtriebswelle 45 und kann somit sicher, mit hoher Untersezung und unter Selbstblockade verschwenkt werden.

**[0044]** Erfindungsgemäß kann mit den oben gezeigten Getrieben auch ein Unterbauspanner geschaffen werden, bei dem ein Spannarm in einer bogenförmigen Bahn bewegbar, vorzugsweise translatorisch bewegbar ist. In den Figuren 12 bis 19 ist eine Ausführungsform mit dem oben bereits erläuterten Winkelgetriebe gezeigt. Hierbei ist auf einen mit der Abtriebswelle verbundenen Fortsatz 55 ein Kupplungsstück 60 drehstarr aufgesetzt. An dem Kupplungsstück ist ein exzentrischer Fortsatz 61 ausgebildet, der in eine Aussparung 64 des Spannarms eingreift. Der Spannarm 62 ist gleitfähig in einer Aussparung 65 eines Aufnahmeteils 66 gelagert und kann somit je nach Ausbildung der Aussparung eine Taumelbewegung oder eine lineare, schräg verlaufende Bewegung durchführen. Ein hakenartiges Ende 63 des Spannarms 62 kann somit zum Verspannen z. B. zweier Bleche verwendet werden.

**[0045]** Statt des gezeigten Winkelgetriebes kann für den Unterbauspanner auch das in den ersten Ausführungsformen gezeigte koaxiale Getriebe verwendet werden.

## Patentansprüche

1. Spannvorrichtung, mit einem Spannarm (2, 32), der von einer Abtriebswelle eines mechanischen Untersezungstriebes antreibbar ist, das aufweist:
  - eine Antriebsverzahnung (12, 48) aufweisende Abtriebswelle (8, 43),
  - ein erstes Verstellzahnrad (4, 34) mit mindestens einem ersten Verstellverzahnungsbereich (6; 36, 37),
  - ein zweites Verstellzahnrad (9, 35) mit mindestens einem zweiten Verstellverzahnungsbereich (10; 38, 39),
  - mehrere Umlaufzahnradern (13a-e, 41), die in Eingriff mit den mindestens zwei Verstellzahn-

radern sind,

wobei ein erster Verstellverzahnungsbereich des ersten Verstellzahnrades und ein zweiter Verstellverzahnungsbereich des zweiten Verstellzahnrades unterschiedliche Zähnezahlen aufweisen und/oder mit den ersten und zweiten Verstellverzahnungsbereichen in Eingriff befindliche Umlaufverzahnungsbereiche unterschiedliche Zähnezahlen aufweisen.

2. Spannvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Verstellverzahnungsbereich als erste Innenverzahnung (6) und der zweite Verstellverzahnungsbereich als zweite Innenverzahnung (10) ausgebildet ist, die Abtriebswelle (8) konzentrisch zu dem ersten Verstellzahnrad (4) und dem zweiten Verstellzahnrad (9) angeordnet ist, und die Abtriebswellenverzahnung als Wellenaußenverzahnung (12) ausgebildet ist, die Umlaufzahnradern (13a-e) mindestens zwei axial zueinander versetzte Außenverzahnungsbereiche (14, 15, 16) aufweisen, die erste Innenverzahnung (6) in Eingriff mit einem ersten Außenverzahnungsbereich (15) jedes Umlaufzahnrades und die zweite Innenverzahnung (10) in Eingriff mit einem zweiten Außenverzahnungsbereich (16) jedes Umlaufzahnrades ist, und die Wellenaußenverzahnung (12) in Eingriff mit mindestens einem, vorzugsweise zwei der Außenverzahnungsbereiche (14, 15) jedes Umlaufzahnrades ist, und die erste Innenverzahnung (6) und die zweite Innenverzahnung (10) unterschiedliche Zähnezahlen (n, n-x) und/oder die ersten Außenverzahnungsbereiche (14) und die zweiten Außenverzahnungsbereiche (16a-e) unterschiedliche Zähnezahlen (m) aufweisen.
3. Spannvorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Innenverzahnung (6) und die zweite Innenverzahnung (10) unterschiedliche Zähnezahlen (n, n-x) aufweisen und die ersten Außenverzahnungsbereiche (15a) und die zweiten Außenverzahnungsbereiche (16) gleiche Zähnezahlen (m) aufweisen, wobei zumindest bei einem Umlaufzahnrad (13a, b, d, e) die erste Außenverzahnung und die zweite Außenverzahnung einen Winkelversatz zueinander aufweisen und eine Relativstellung der Außenverzahnungsbereiche zueinander über die Umlaufzahnradern variiert.
4. Spannvorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zähnezahlen der ersten Innenverzahnung und zweiten Innenverzahnung gleich oder ungleich sind und die Zähnezahl des ersten Außenverzahnungsbereiches anders als die

Zähnezahl des zweiten Außenverzahnungsbereiches ist, wobei eine Relativstellung der Außenverzahnungsbereiche zueinander über die Umlaufzahnäder variiert.

5. Spannvorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Umlaufzahnäder (13a-e) jeweils mindestens drei, vorzugsweise genau drei, axial zueinander versetzte Außenverzahnungsbereiche (14, 15, 16) aufweisen, wobei ein erster und dritter Außenverzahnungsbereich (14, 15) jedes Umlaufzahnades in Eingriff mit einer ersten und dritten Innenverzahnung (6, 7) gehäusefester Verstellzahnäder (4, 5) ist und ein zweiter Außenverzahnungsbereich (16 a-e) jedes Umlaufzahnades in Eingriff mit der zweiten Innenverzahnung (10) des abtriebsseitigen zweiten Verstellzahnades (9) ist.

6. Spannvorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zähnezahlen (n, n-1) der Innenverzahnungen (6, 10, 7) und die Zähnezahlen (m) der Außenverzahnungsbereiche (14, 15, 16) in einem Verhältnis von 3:1 bis 12:1, vorzugsweise 5:1 bis 8:1 stehen.

7. Spannvorrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** sich die Zähnezahl (n) der ersten Innenverzahnung (6) von der Zähnezahl (n-1) der zweiten Innenverzahnung (10) und/oder die Zähnezahl der ersten Außenverzahnungsbereiche (15) von der Zähnezahl der zweiten Außenverzahnungsbereiche um 1 unterscheidet.

8. Spannvorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass**

- das erste Verstellzahnrad (34) mindestens einen ersten radial äußeren Kegelverzahnungsbereich (36) und einen ersten radial inneren Kegelverzahnungsbereich (37) aufweist,
- das zweite Verstellzahnrad (35) mindestens einen zweiten radial äußeren Kegelverzahnungsbereich (38) und einen zweiten radial inneren Kegelverzahnungsbereich (39) aufweist,
- die Antriebswelle (43) eine Antriebskegelverzahnung (48) aufweist;
- eine Abtriebswelle (45) vorgesehen ist, die konzentrisch zu dem ersten Verstellzahnrad (34) und dem zweiten Verstellzahnrad (35) angeordnet ist und radial nach außen abstehende Stiftachsen (40) aufweist,
- die mindestens zwei Umlaufzahnäder (41) drehbar auf Stiftachsen (40) gelagert sind und

Umlaufkegelverzahnungen (42) aufweisen;

- der erste radial innere Kegelverzahnungsbereich (37) und der zweite radial innere Kegelverzahnungsbereich (39) in Eingriff mit den Umlaufkegelverzahnungen (42) der Umlaufzahnäder (41) sind und die Antriebskegelverzahnung (48) in Eingriff mit dem ersten und zweiten radial äußeren Kegelverzahnungsbereich (36, 38) ist, und

- der erste radial innere Kegelverzahnungsbereich (37) und der zweite radial innere Kegelverzahnungsbereich (39) unterschiedliche Zähnezahlen und/oder der erste radial äußere Kegelverzahnungsbereich (36) und der zweite radial äußere Kegelverzahnungsbereich (38) unterschiedliche Zähnezahlen aufweisen.

9. Spannvorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste radial innere Kegelverzahnungsbereich (37) und der erste radial äußere Kegelverzahnungsbereich (36) unterschiedliche Zähnezahlen und der zweite radial innere Kegelverzahnungsbereich (39) und der zweite radial äußere Kegelverzahnungsbereich (38) gleiche Zähnezahlen aufweisen.

10. Spannvorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste radial innere Kegelverzahnungsbereich (37) und der zweite radial innere Kegelverzahnungsbereich (39) gleiche Zähnezahlen aufweisen.

11. Spannvorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** Zwischenräder (49) mit einer Zwischenradkegelverzahnung (50) in Eingriff mit den radial äußeren Kegelverzahnungsbereichen vorgesehen sind, die mit der Antriebskegelverzahnung in Umfangsrichtung verteilt angeordnet sind.

12. Spannvorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Winkelabstand zweier benachbarter Zwischenräder (49) oder ein Winkelabstand zweier benachbarter Umlaufzahnäder (41) ungleichmäßig ist und die ungleichmäßigen Winkelabstände um einen durchschnittlichen Winkelabstand von lediglich kleiner/gleich 2°, vorzugsweise kleiner/gleich 1° variieren.

13. Spannvorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Unterschied in den Zähnezahlen der inneren und äußeren Kegelverzahnungsbereiche (36, 37) eines der Verstellzahnäder 1 beträgt.

14. Spannvorrichtung nach einem der Ansprüche 8 bis

13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Antriebskegelverzahnung, die Umlaufkegelverzahnungen und die Zwischenradkegelverzahnungen gleiche Zähnezahlen aufweisen.

5

15. Spannvorrichtung nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Antriebswelle mit einem Kupplungsstück (60) verbunden ist, das einen exzentrischen und/oder rotationsunsymmetrischen Bereich (61) aufweist, durch den der Spannarm antreibbar ist.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

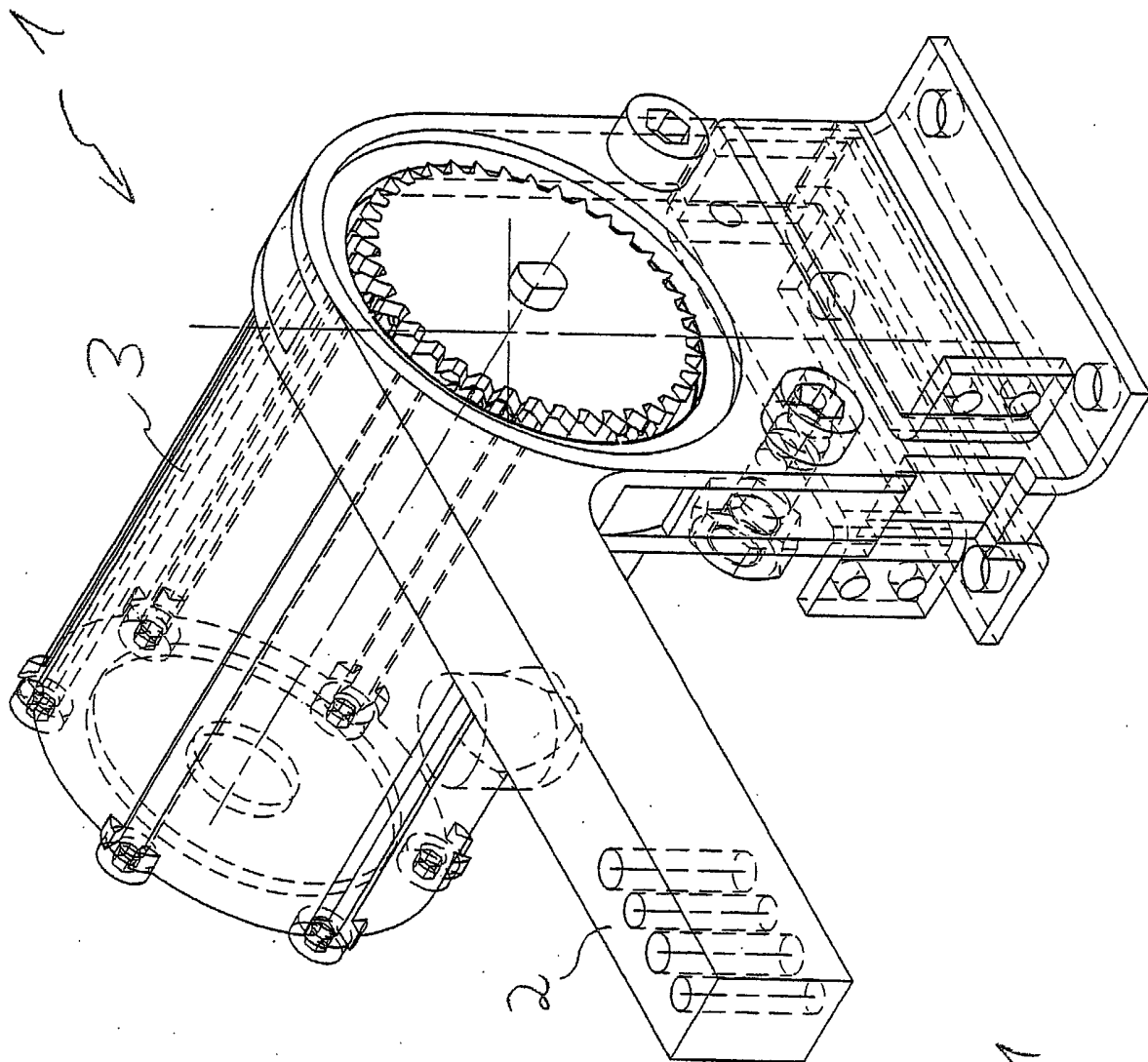
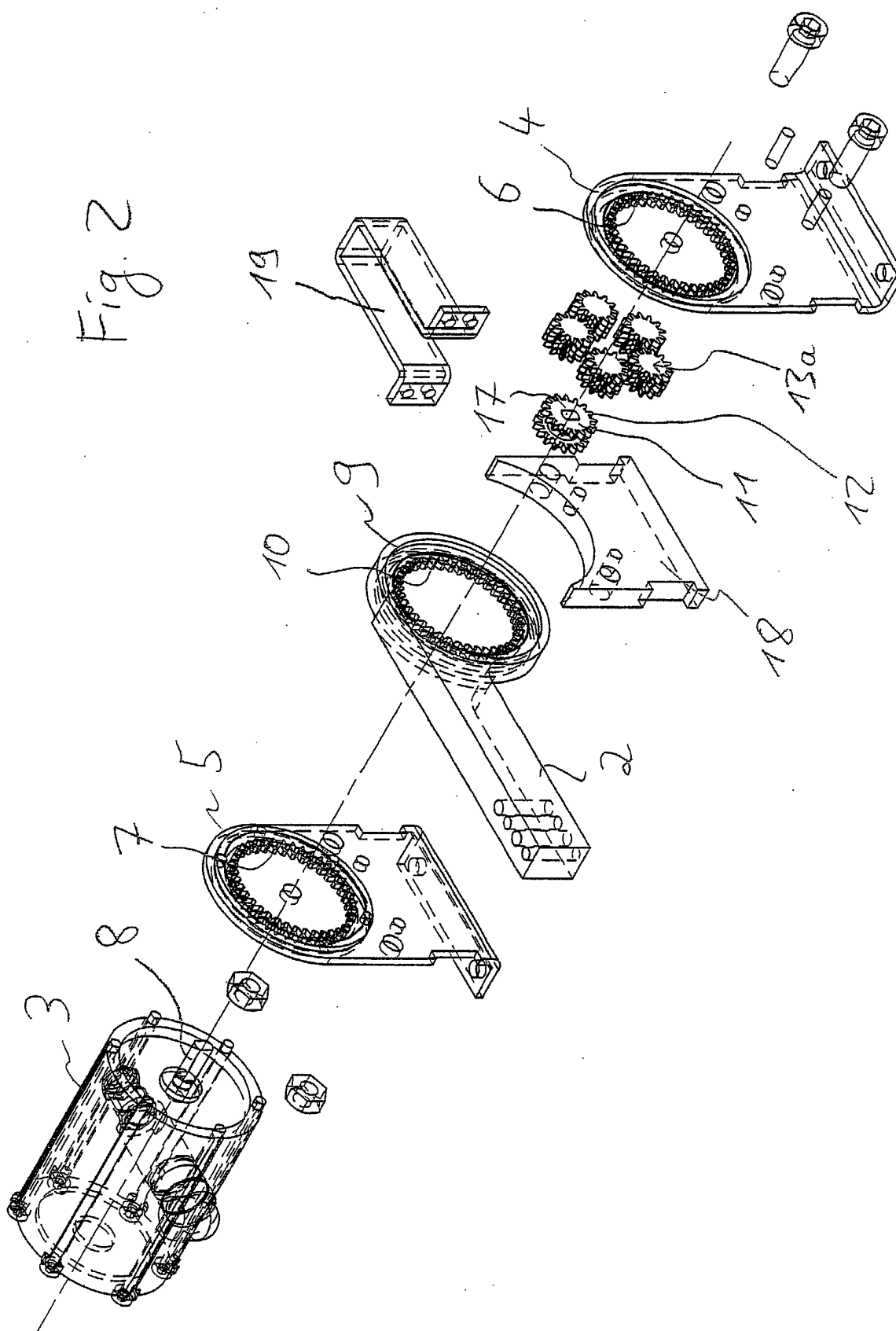


Fig. 1



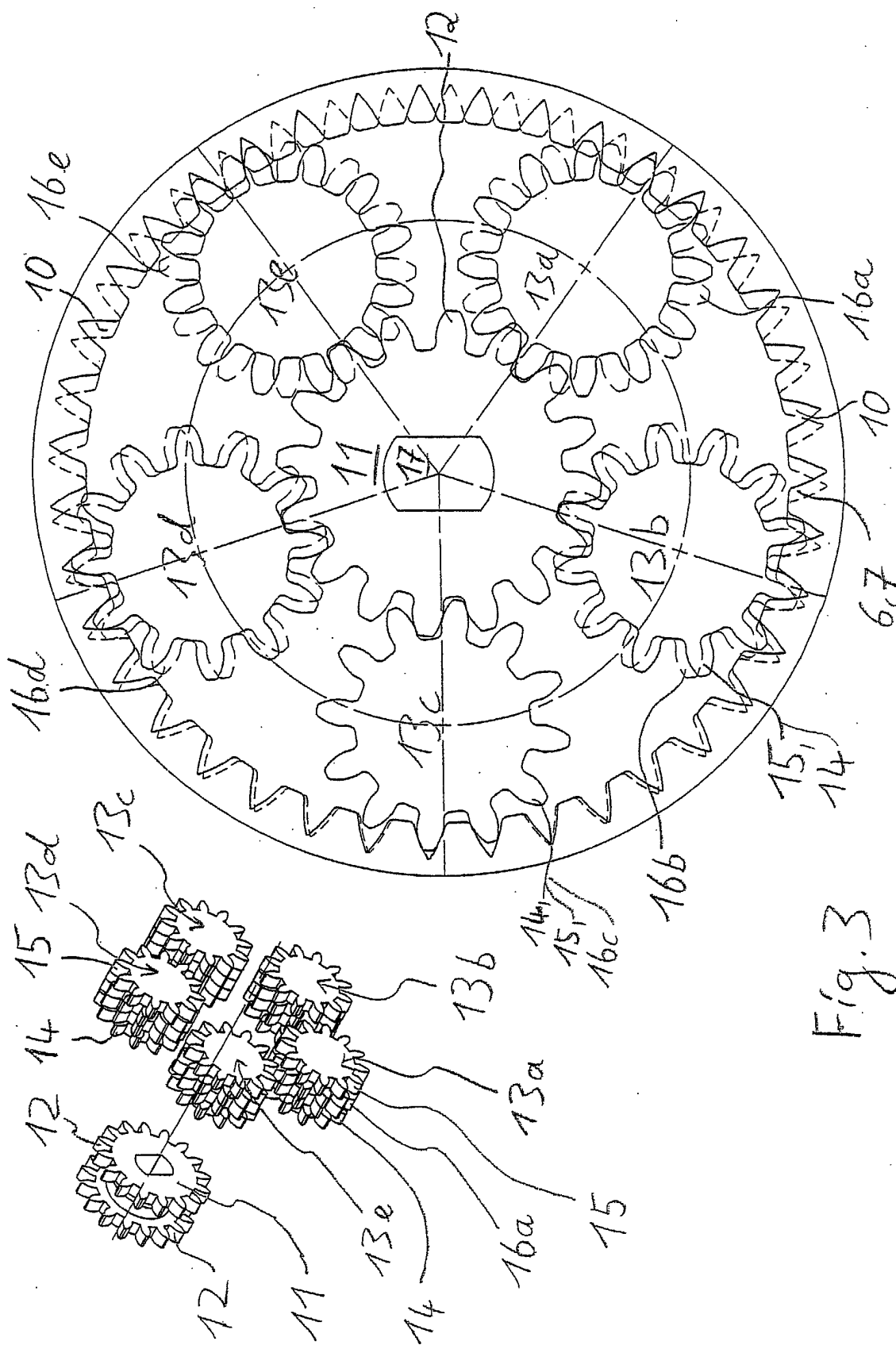


Fig. 3

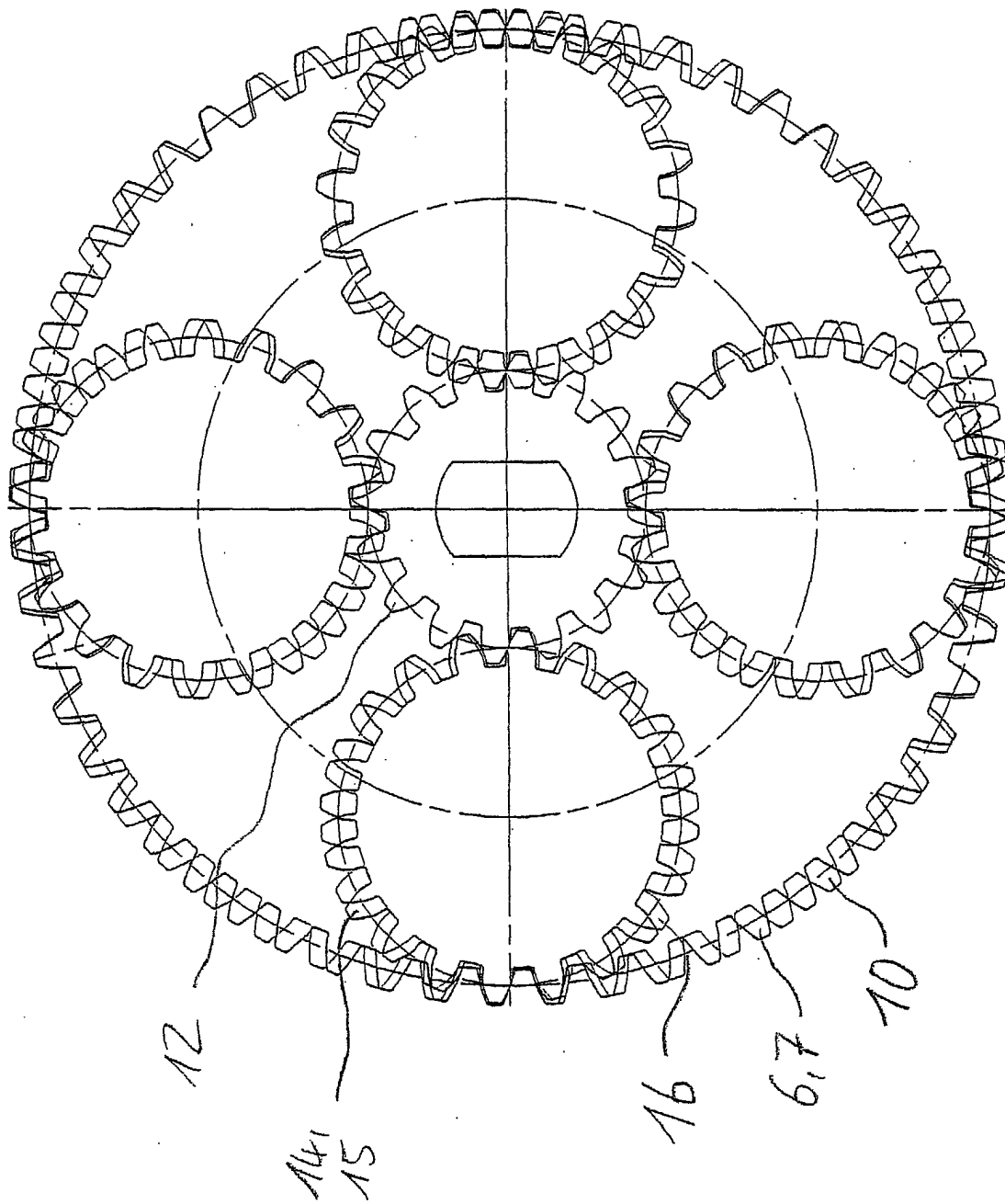
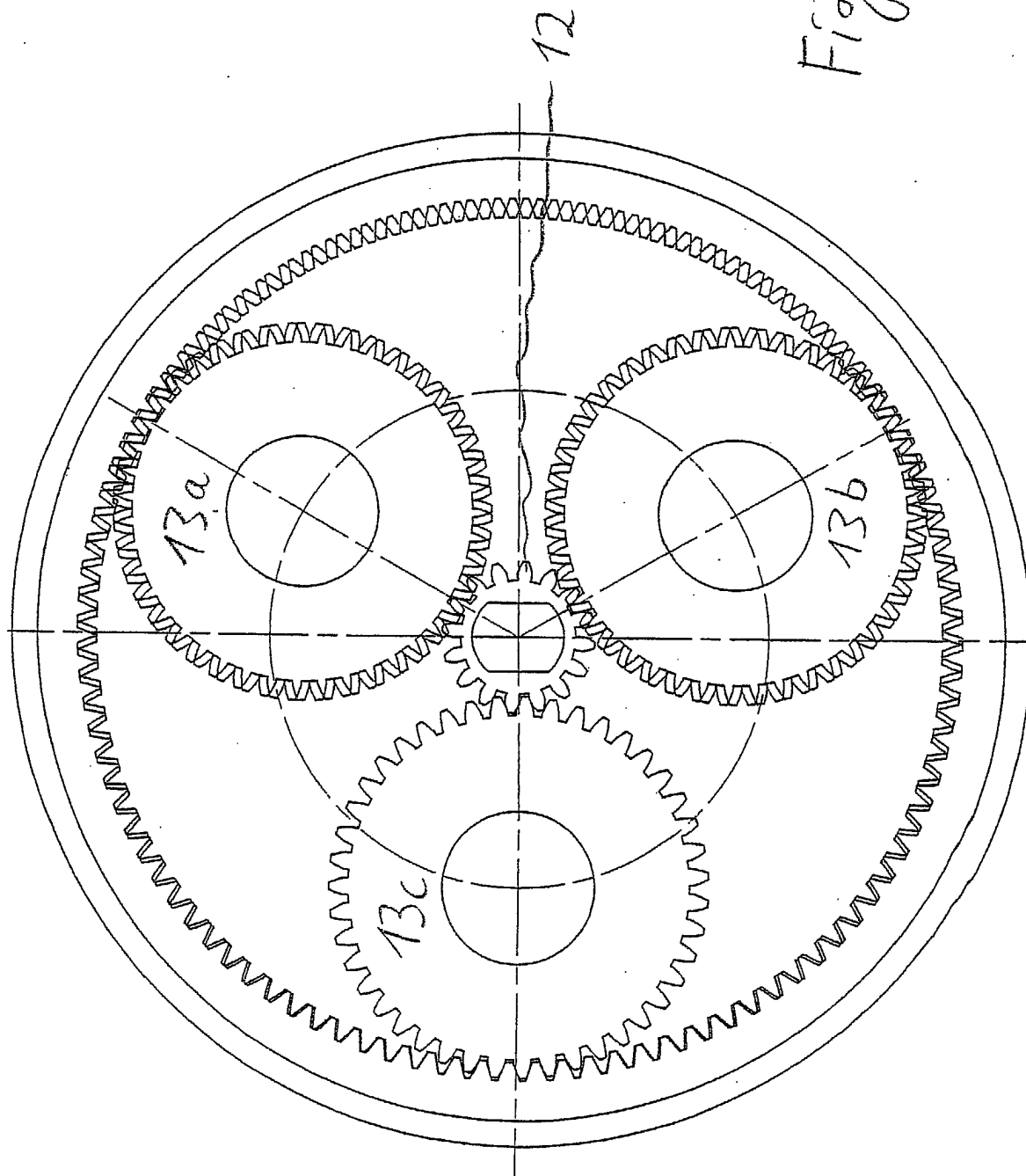
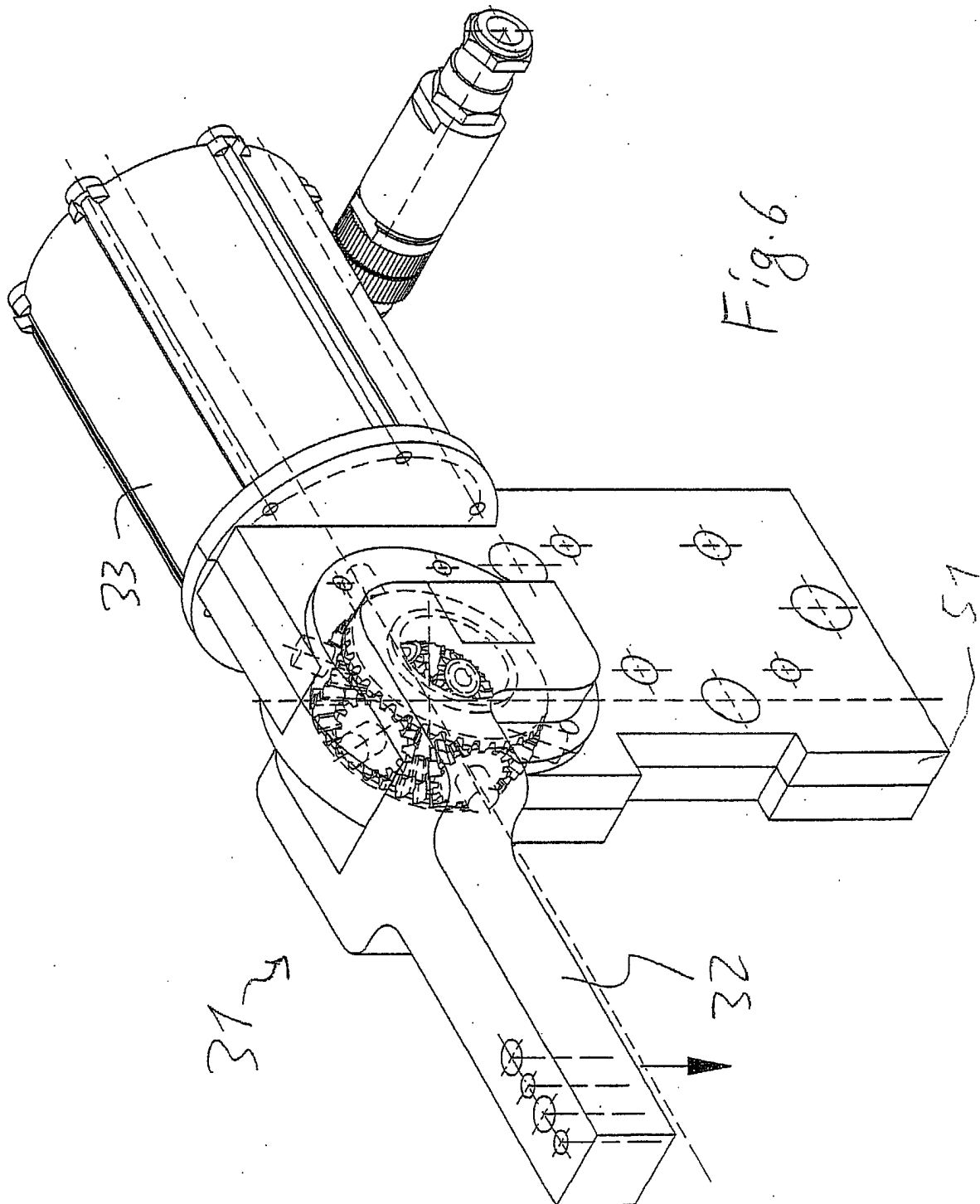
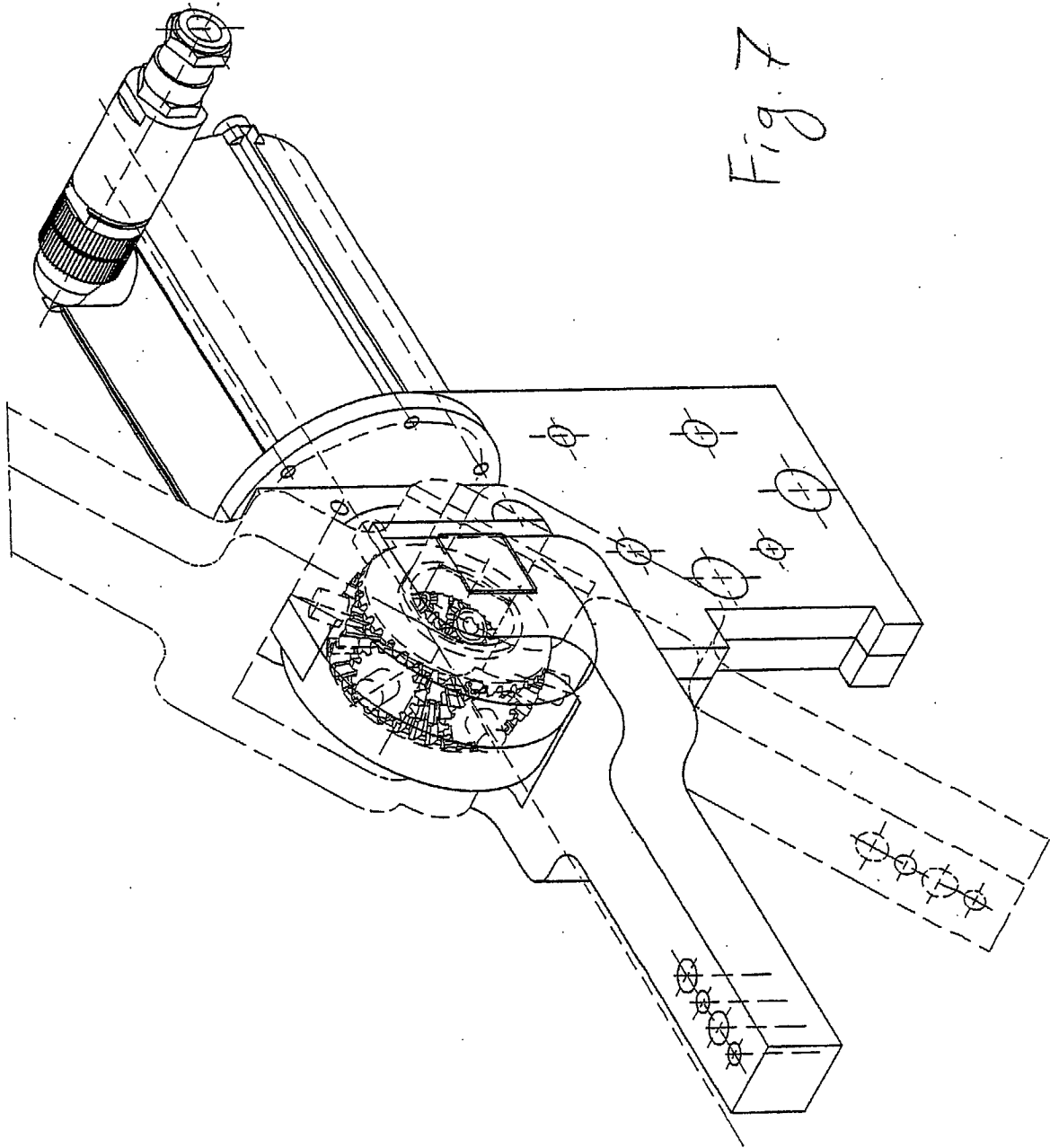


Fig. 4







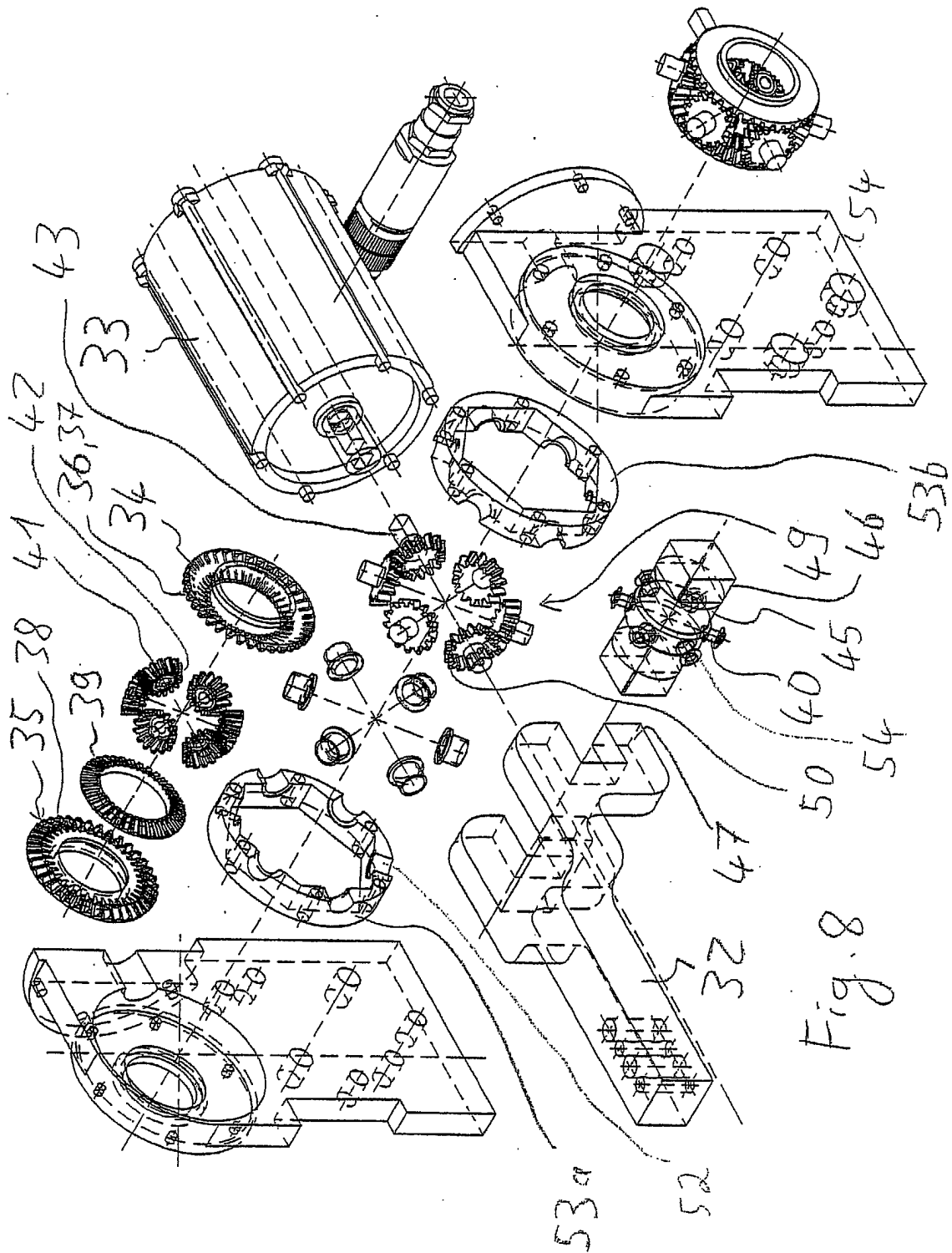


Fig. 8

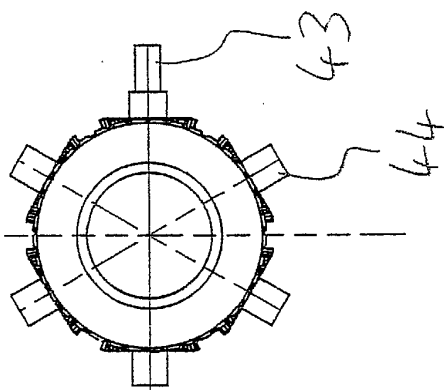
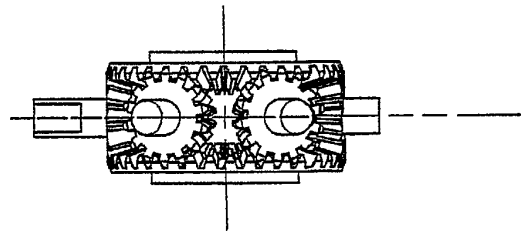
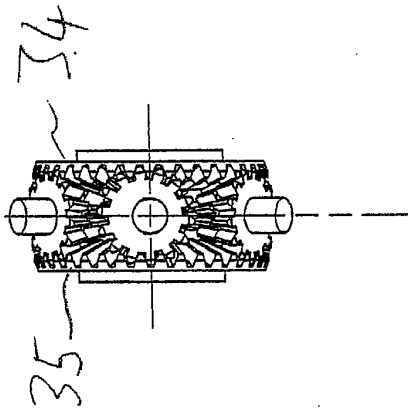
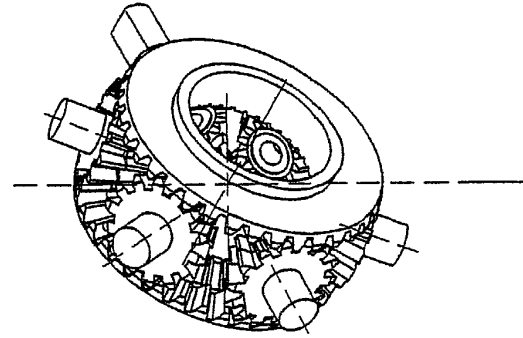
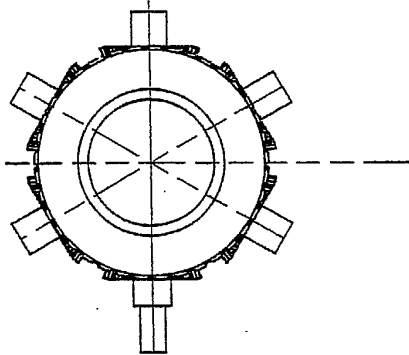


Fig. 9

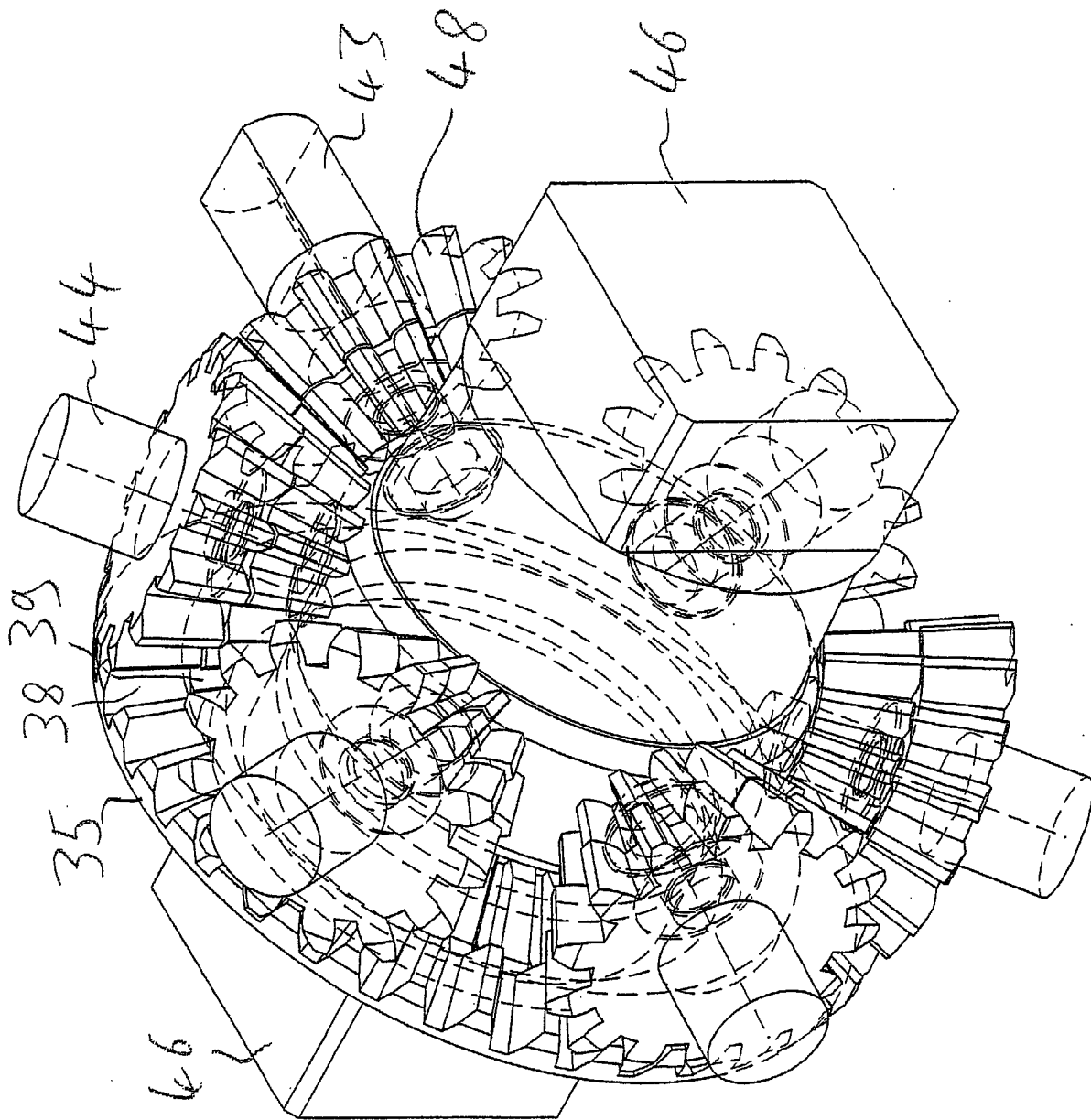


Fig. 10

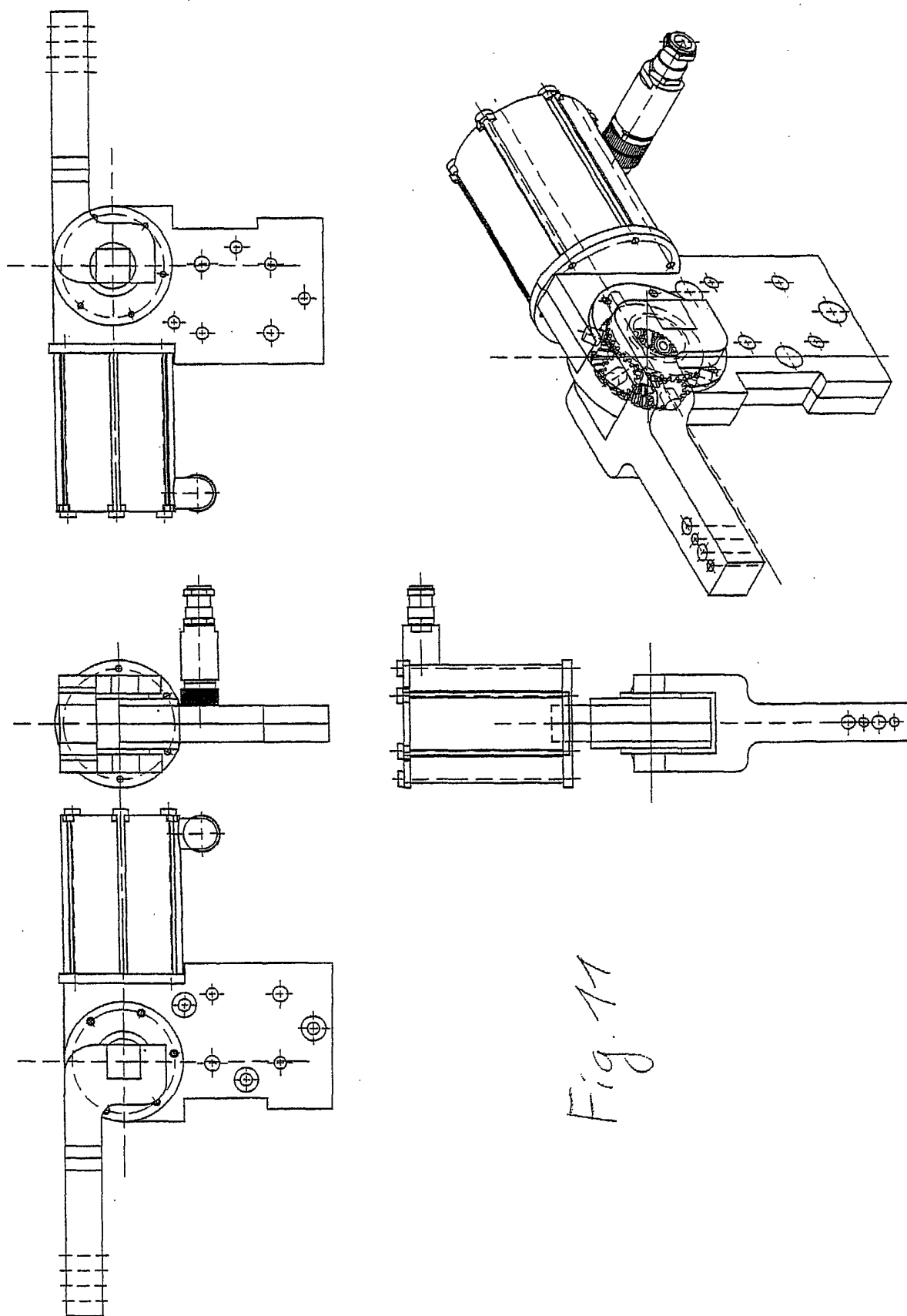


Fig. 11

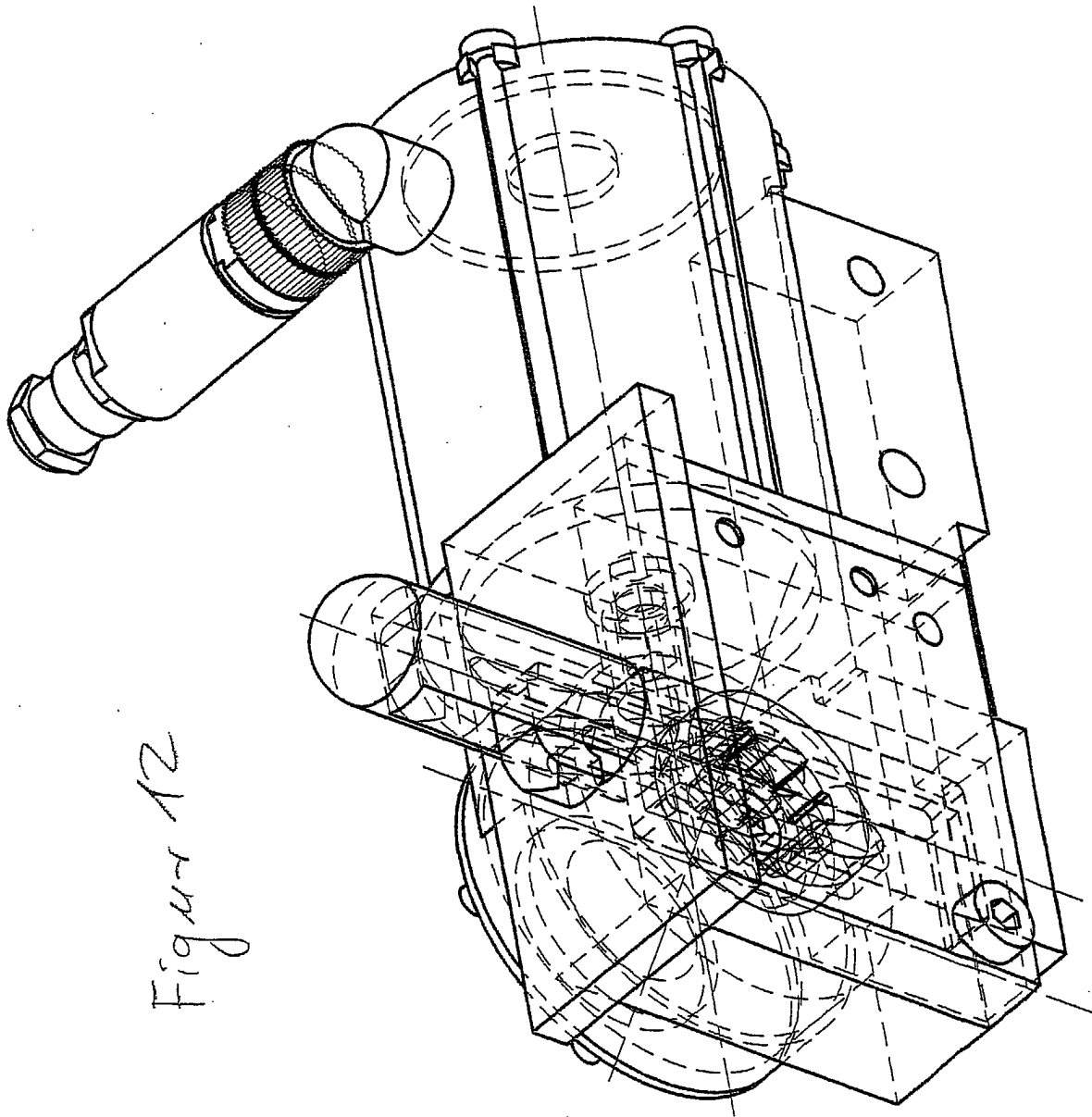


Figure 12

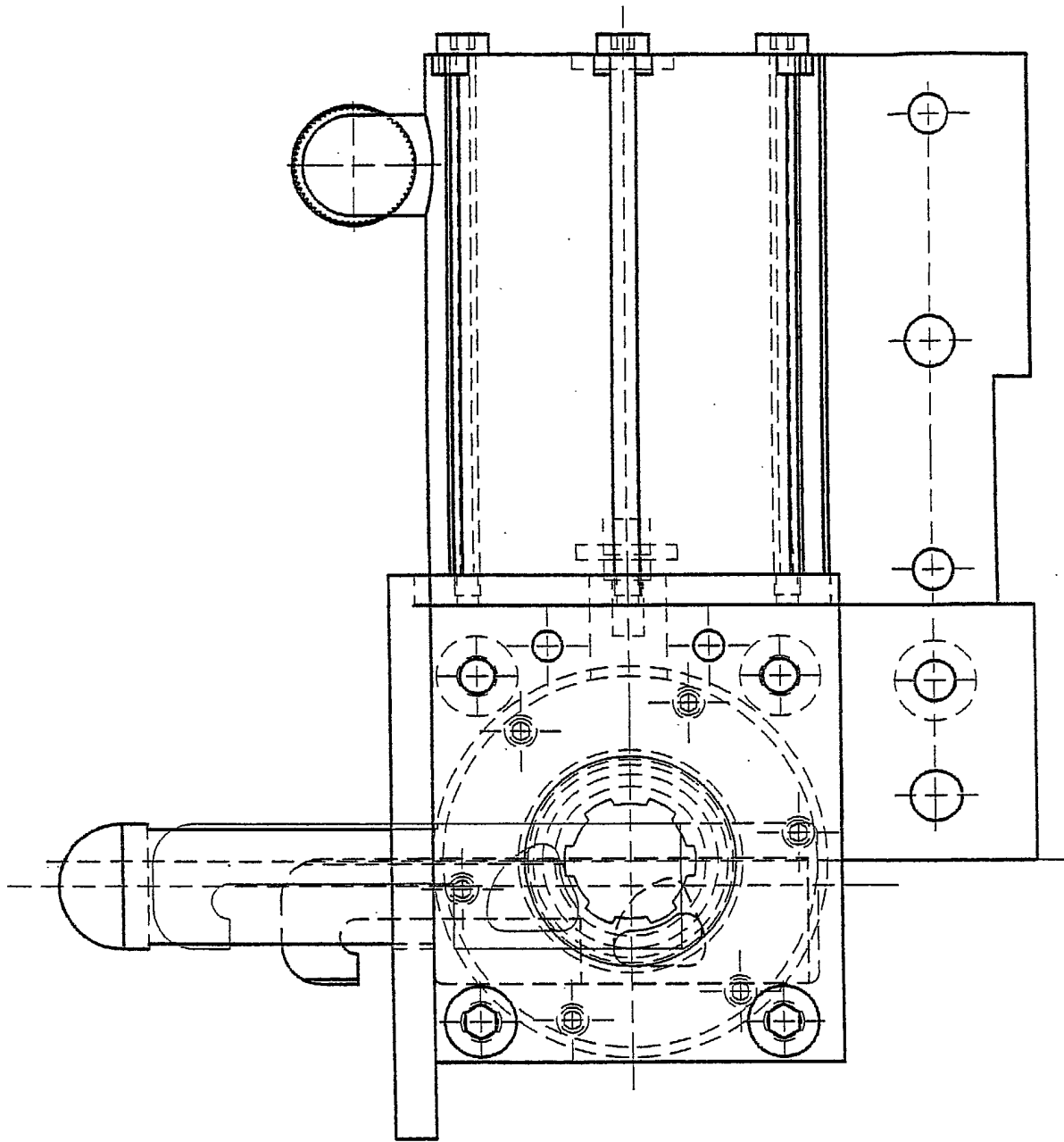
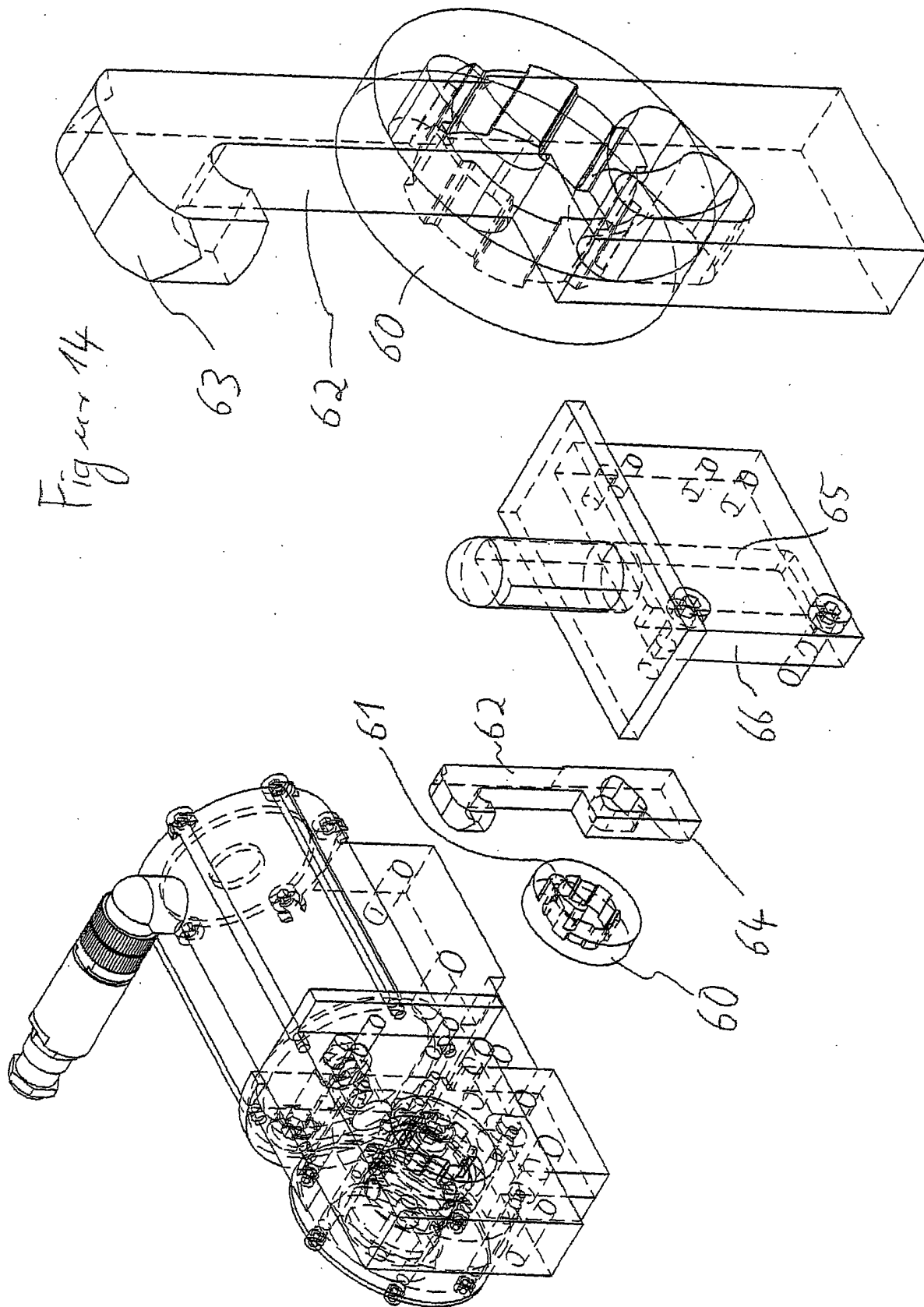


Figure 13



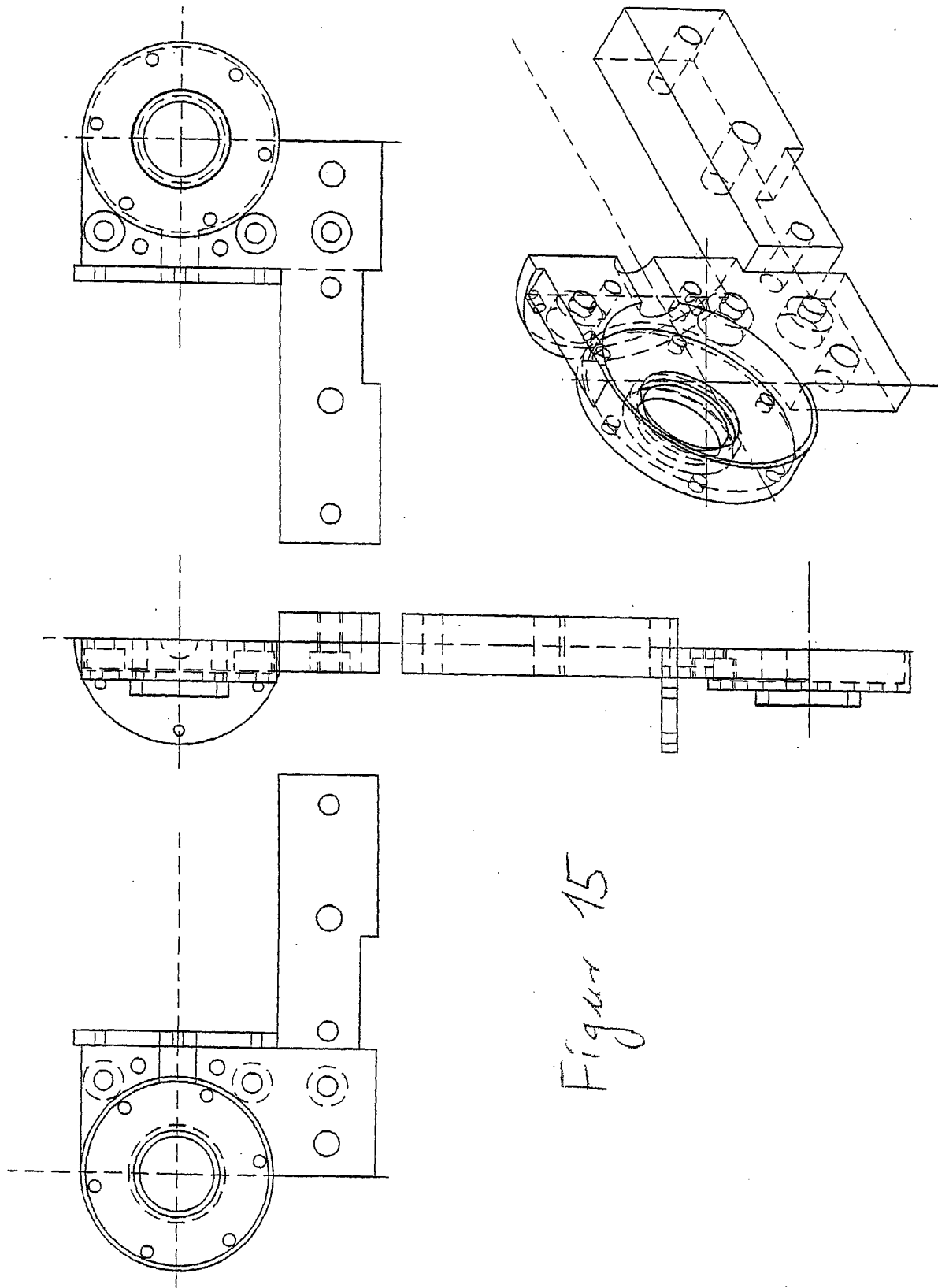


Figure 15

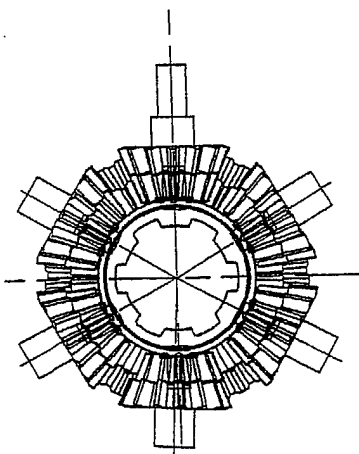
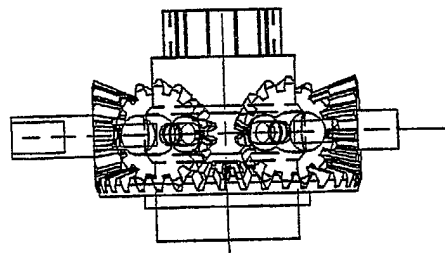
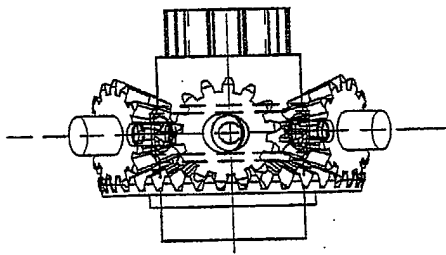
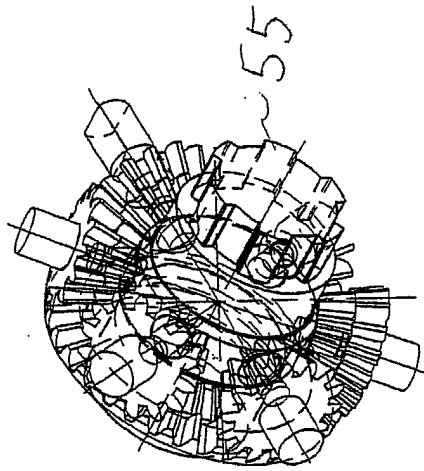
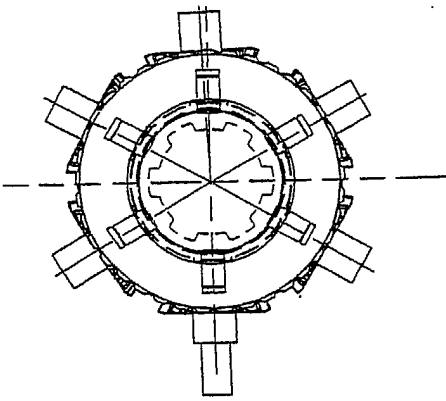


Fig 16

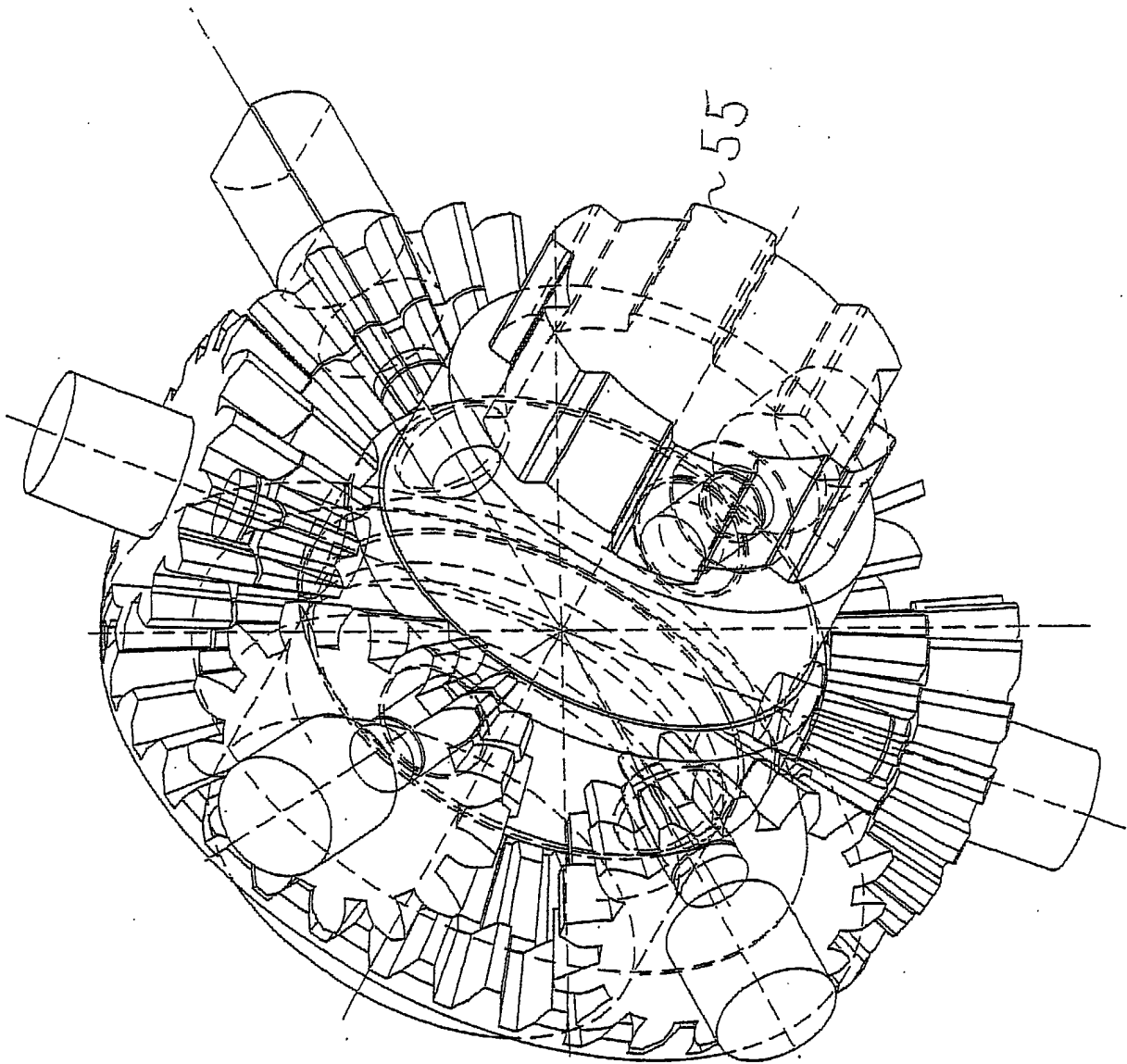


Figure 17

