



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 102 47 204 B4** 2004.12.16

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **102 47 204.1**  
(22) Anmeldetag: **10.10.2002**  
(43) Offenlegungstag: **22.04.2004**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **16.12.2004**

(51) Int Cl.7: **F16C 11/00**

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden.

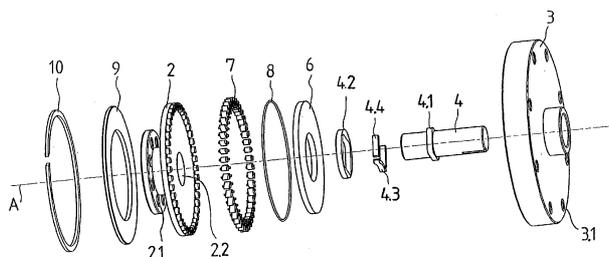
(71) Patentinhaber:  
**Klindworth, Jan, 82418 Murnau, DE**

(72) Erfinder:  
**gleich Patentinhaber**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:  
**DE 195 08 328 A1**

(54) Bezeichnung: **Verstellvorrichtung**

(57) Hauptanspruch: Verstellvorrichtung zum Verstellen zweier Bauteile (2, 3) relativ zueinander, wobei die Verstellvorrichtung aufweist eine Eingangswelle (4), ein durch die Eingangswelle antreibbares exzentrisches Antriebsglied (4.2, 6), ein erstes Bauteil (2) mit in Umfangsrichtung beabstandeten Stegen (2.3, 22.3), zwischen denen Kammern (2.4) ausgebildet sind, ein zweites Bauteil (3) mit einer Innenverzahnung (3.2, 13.2), und mehrere Zähne (7, 27), die in Umfangsrichtung zueinander beabstandet in den Kammern (2.4) angeordnet sind, jeweils eine innere Anlagefläche (7.4) zur Anlage an dem Antriebsglied (6) und eine äußere Anlagefläche (7.5) zum Eingriff in die Innenverzahnung (3.2, 13.2) aufweisen und bei Drehung der Eingangswelle (4) in radialer Richtung verstellbar sind, wobei bei Drehung der Eingangswelle (4) die Bauteile (2, 3) unter Eingriff der Zähne (7, 27) in die Stege (22.3) und in die Innenverzahnung (3.2) selbsthemmend relativ zueinander verdrehbar sind, dadurch gekennzeichnet, dass bei Drehung der Eingangswelle (4) von den Zähnen...



## Beschreibung

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Verstellvorrichtung zum Verstellen zweier Bauteile gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 1. Derartige Verstellvorrichtungen werden unter anderem zum Verstellen einer Nockenwelle oder zum Verstellen von Gelenkteilen und als Untersetzungsgetriebe verwendet.

**[0002]** Als Verstellvorrichtungen können unter anderem Schrittmotoren verwendet werden, die eine Selbsthemmung und eine exakte, jedoch lediglich diskrete, d.h. nicht stufenlose Verstellung ermöglichen. Weiterhin kann zur Erreichung einer Selbsthemmung und hohen Untersetzung ein Schneckengetriebe verwendet werden. Schneckengetriebe weisen jedoch bei relativ großer Reibung einen niedrigen Wirkungsgrad auf und erfordern abriebfeste und wärmebeständige Materialien.

## Stand der Technik

**[0003]** Die DE 195 08 328 A1 zeigt eine selbsthemmende Verstellvorrichtung zur Verdrehung zweier Beschlagteile relativ zueinander. Eines der beiden Beschlagteile weist eine Innenverzahnung auf, in die Riegel bzw. Zähne entlang einer geradlinigen, radialen Richtung einschiebbar sind. Die Zähne sind in Kammern zwischen Stegen des anderen Beschlagteils derartig geführt, dass genau die radiale Ein- und Auswärtsbewegung ermöglicht ist. Nach innen werden die Zähne auf einer Steuerfläche abgestützt, die als Außenfläche eines eiförmigen Steuergliedes ausgebildet ist. Bei Drehung des Steuergliedes werden die Zähne somit periodisch in radialer Richtung nach außen verschoben, wobei jeweils ein Eingriff einiger der Zähne in Zahnlücken erfolgt. Die äußeren Endabschnitte der Zähne und die Vertiefungen bzw. Zahnlücken der Innenverzahnung laufen nach außen hin sich verjüngend zu, so dass die Zähne beim äußermittigen Einschleiben in eine Vertiefung ein Drehmoment zwischen den Stegen des zweiten Beschlagteils und der Innenverzahnung des ersten Beschlagteils übertragen.

**[0004]** Nachteilhaft an dieser Verstellvorrichtung ist zum einen jedoch, dass nur eine teilweise Selbsthemmung erreicht wird. Wenn auf das die Innenverzahnung aufweisende Beschlagteil ein Drehmoment einwirkt, tragen zur selbsthemmenden Wirkung lediglich – je nach Eingriffssituation der Zähne – diejenigen ein oder zwei Zähne bei, die von den Zähnen der Innenverzahnung gegen den exzentrischen Bereich des Steuergliedes gedrückt werden. Die gegenüberliegenden Zähne tragen ebenso wenig zur Selbsthemmung bei wie diejenigen Zähne, die in radial äußerer Stellung, d. h. formschlüssig in der Vertiefung, sind, und diejenigen Zähne, die in radial innerer Stellung sind, d. h. nicht in die Zahnlücken der Innenverzahnung eingreifen. Der eventuell nur eine Zahn, der

zur selbsthemmenden Wirkung beitragen soll, kann jedoch zwischen dem Angriffspunkt der Innenverzahnung an seiner äußeren Anlagefläche und seiner an dem Steuerglied anliegenden inneren Anlagefläche eine nicht auf die Drehachse gerichtete Kraft von der Innenverzahnung auf das Steuerglied übertragen, die somit zur Übertragung eines Drehmomentes führt. Hierbei wird insbesondere bei Verwendung nur weniger Zähne auch keine formschlüssige Verriegelung zwischen der Innenverzahnung und den Stegen und somit – zumindest bei ungünstiger Eingriffssituation der Zähne – auch keine vollständige Selbsthemmung erreicht.

**[0005]** Weiterhin ist eine spielfreie Ausgestaltung einer derartigen Verstellvorrichtung problematisch. Die in radialer Richtung linear verschiebbaren Zähne gleiten mit ihren Seitenflächen an den Seitenflächen der Stege des zweiten Beschlagteils. Eine spielfreie Anordnung der Zähne zwischen den Stegen ist jedoch praktisch nicht möglich; zur Erreichung einer reibungsarmen Führung der Zähne zwischen den Stegen ist vielmehr ein gewisses Übermaß erforderlich. Auch bei dem formschlüssigen Eingriff eines Zahnes in seiner radial äußeren Stellung in eine Vertiefung der Innenverzahnung wird letztlich aufgrund der fertigungstechnisch bedingten Toleranzen ein Spiel zwischen der Steuerfläche und dem Zahn verbleiben.

**[0006]** Nockenwellenverstellungen dienen insbesondere der drehzahl- und lastabhängigen Anpassung der Öffnungs- und Schließzeiten der Einlassventile einer Innverbrennungsmaschine, insbesondere eines Fahrzeugmotors, um die Füllung zu verbessern. Der Antrieb der Nockenwelle erfolgt von der Kurbelwelle – z. B. über Zahnriemen, eine Rollenketten- oder Stirnräder – auf ein Nockenwellenrad, mit dem die Nockenwelle verbunden ist. Die Nockenwellenverstellung erfolgt durch eine Verdrehung der Nockenwelle gegenüber dem Nockenwellenrad, wobei während der Verstellung weiterhin die Drehmomentübertragung gewährleistet sein muss. Daher sind Verstellvorrichtungen mit hoher, stufenloser Einstellgenauigkeit und sicherer Selbsthemmung in sämtlichen Stellungen erforderlich. Hierzu wird bei herkömmlichen Nockenwellenverstellvorrichtungen ein Steuerkolben in einer mit der Nockenwelle verbundenen Flanschswelle durch z. B. einen Hydraulikantrieb gegen eine Federkraft verstellt, wobei die Flanschswelle mit dem Nockenwellenrad und ggf. einem Stellkolben über Schrägverzahnungen verbunden sind. Eine derartige Ausbildung ist jedoch aufwendig, kostspielig und wartungsanfällig. Weiterhin sind aufwändige Zuführungsleitungen von einer zentralen Hydraulikpumpe im Fahrzeug erforderlich.

## Aufgabenstellung

**[0007]** Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde,

eine Verstellvorrichtung zu schaffen, die bei einfacher und leichtgängiger Bedienbarkeit eine Selbsthemmung und zumindest weitgehend spielfreie, stufenlose Verstellung der zwei Bauteile gewährleistet. Vorteilhafterweise soll eine hohe Untersetzung erreichbar sein.

**[0008]** Diese Aufgabe wird durch eine Verstellvorrichtung nach Anspruch 1 gelöst. Die Unteransprüche beschreiben bevorzugte Weiterbildungen. Hierbei ist insbesondere eine Nockenverstellvorrichtung vorgesehen.

**[0009]** Erfindungsgemäß führen die Zähne somit bei der Verstellbewegung Drehbewegungen durch. Diese Bewegungen der Zähne können im allgemeinen Überlagerungen einer in radialer Richtung aus- und einwärts gerichteten linearen Bewegung und einer Rotationsbewegung der Zähne um jeweils eine zu der Drehachse der Bauteile parallelen Drehachse sein. Auf besonders bevorzugte Weise laufen die Zähne jeweils auf einer Kreisbogenbahn von ihrer inneren Anlage an dem Antriebsglied zu der äußeren Anlage an der Innenverzahnung und auf einer weiteren Kreisbogenbahn zurück.

**[0010]** Durch die erfindungsgemäßen Drehbewegungen der Zähne wird eine gute Anpassung der Form der Zähne und Stege sowie der Innenverzahnung an den Bewegungsablauf ermöglicht, der einen selbsthemmenden Eingriff eines Teils der Zähne ermöglicht. Hierbei wird insbesondere ein günstiger Übertragungswinkel zwischen dem beweglichen Zahn und der Innenverzahnung erreicht, bei dem die Kraftübertragung von dem beweglichen Zahn auf die Innenverzahnung mit einer kleinen radialen Komponente erfolgt, so dass ein hoher Wirkungsgrad erreichbar ist. Weiterhin wird insbesondere eine definierte Anlage eines Zahns an den beiden benachbarten Stegen ermöglicht, die zu einer Verringerung des Spiels führt.

**[0011]** Vorteilhafterweise wird hierbei in der radial äußersten Stellung eines Zahns keine Anlage an der Innenverzahnung erreicht, um auch in dieser Position eine definierte Anlage an den benachbarten Stegen zu gewährleisten. Die Kopplung der Zähne an die Innenverzahnung erfolgt somit an den bevorzugt schräg verlaufenden Zahnflanken der Innenverzahnung, wobei jeweils mindestens ein Zahn an einer in Drehrichtung vorderen bzw. hinteren Zahnflanke anliegt.

**[0012]** Als Antriebsglied für die Verstellung der Zähne ist vorteilhafterweise ein Exzenter vorgesehen. Hierzu kann an der Eingangswelle direkt eine außermittig angebrachte Kreisscheibe starr angebracht sein, an deren Außenfläche die Zähne mit ihren inneren Anlageflächen anliegen. Vorteilhafterweise ist jedoch ergänzend ein Exzentering zwischen der Ex-

zenterischeibe und den inneren Anlageflächen der Zähne vorgesehen. Der Exzentering führt hierbei im Wesentlichen eine Taumelbewegung ohne Rotation durch, so dass ein Antrieb der Zähne im Wesentlichen ohne Reibschluss ihrer inneren Anlagefläche an dem Exzentering ermöglicht wird. Die Zähne wälzen lediglich mit einer geringen Wälzreibung auf dem Exzentering ab, so dass ein hoher Wirkungsgrad erreicht wird.

**[0013]** Um eine definierte Anlage der Zähne an dem Antriebsglied zu erreichen, sind diese vorteilhafterweise radial vorgespannt. Dies kann zum einen durch eine Vorspannung zur Drehachse hin erfolgen, die z. B. durch einen vorgespannten elastischen O-Ring, z. B. einen Gummiring, ausgeübt wird. Der O-Ring kann hierbei axiale Vorsprünge bzw. Bereiche der Zähne umgeben, wobei er z. B. auch durch Ausnehmungen der Zähne gelegt sein kann. Weiterhin kann eine Vorspannung nach außen erfolgen. Diese Vorspannung kann z. B. durch ein vorgespanntes Federelement erfolgen, das auf der Welle sitzt und die Exzenterischeibe in einer Richtung radial nach außen drückt. Das Federelement kann hierbei rein elastisch verformt werden oder unter teilweise plastischer Verformung in die Verstellvorrichtung eingebracht werden. Weiterhin ist eine radiale Vorspannung nach außen auch z. B. durch ein Übermaß möglich. Eine Vorspannung ist jedoch grundsätzlich nicht erforderlich.

**[0014]** Die Drehbewegung der Zähne kann in ihrem als unteren Totpunkt wirkenden radial inneren Umkehrpunkt vorteilhafterweise durch eine Steuerfläche eingeleitet werden. Die Steuerfläche kommt an den inneren Anlageflächen der Zähne zur Anlage, wenn diese in ihren radial inneren Positionen sind. Hierdurch wird insbesondere eine Verklemmwirkung der Zähne in dem unteren Totpunkt ihrer Bewegung vermieden. Die Steuerfläche kann insbesondere ein Steuerverzahnungsbereich eines mit dem zweiten Bauteil drehfest verbundenen bzw. mit diesem einteilig ausgebildeten Steuerzahnrades sein. Als Steuerverzahnung kann insbesondere eine Außenverzahnung dienen. Hierbei kommt die innere Anlagefläche eines Zahns mit Zahnlücken bzw. Vertiefungen der Außenverzahnung des zweiten Bauteils in Eingriff. Anstelle einer Außenverzahnung kann entsprechend auch eine Innenverzahnung vorgesehen sein.

**[0015]** Der Zahn kann gemäß einer Ausführungsform um einen an dem ersten Bauteil definierten Drehpunkt verdreht werden, indem eine Nase des Zahns in eine entsprechende Führung in der Kammer zwischen den Stegen des anderen Bauteils eingreift. Die Führung verjüngt sich in radialer Richtung nach innen, um bei der radial inneren Stellung des Zahns den definierten Drehpunkt zu gewährleisten und bei radial äußeren Stellungen sowohl die einwärts gerichtete als auch die auswärts gerichtete Kreisbogenbahn zu ermöglichen, denen die Seitenflächen der

Zähne in definierter Weise an Seitenflächen der Stege gleiten.

**[0016]** Alternativ hierzu können die Zähne und Stege auch Schulterbereiche aufweisen, die bei der Gleitbewegung der Zähne an den Stegen für die definierte Drehbewegung sorgen.

**[0017]** Weiterhin hierzu kann auch eine Steuerscheibe mit einer einen Reibschluss mit inneren Anlageflächen der Zähne bewirkenden Steuerfläche vorgesehen sein, die z. B. drehstarr mit der Eingangswelle bzw. dem Antriebsglied verbunden ist.

**[0018]** Die erfindungsgemäße Verstellvorrichtung ist robust und kann bei sicherer Selbsthemmung hohe Drehmomente übertragen und eine präzise Positionsverstellung gewährleisten. Durch den günstigen Übertragungswinkel zwischen dem bewegtem Zahn und der Innenverzahnung können hohe Wirkungsgrade erreicht werden. Vorteilhafterweise wird eine hohe Untersetzung erreicht, so dass sie die Verwendung von schnelllaufenden, kleinbauenden und kostengünstigen Motoren mit geringem Ausgangsdrehmoment möglich ist.

**[0019]** Die erfindungsgemäße Verstellvorrichtung kann insbesondere in einer Nockenwellen-Verstellvorrichtung vorgesehen sein und die Nockenwelle gegenüber einem von der Kurbelwelle angetriebenen Nockenwellenrad verstellen. Hierbei ist lediglich für den Verstellvorgang eine Betätigung der Eingangswelle erforderlich; aufgrund der Selbsthemmung ist keine Betätigung oder Bestromung in den jeweiligen Stellungen erforderlich.

**[0020]** Weiterhin kann die erfindungsgemäße Verstellvorrichtung zum Verstellen von Gelenkteilen wie zum Beispiel Roboterarmteilen verwendet werden, sodass ein Roboterarm verwirklicht werden kann, bei dem vorteilhafterweise die Motoren und/oder die Verstellvorrichtungen in den Gelenkteilen bzw. Roboterarmteilen untergebracht werden können. Weitere Verwendungen sind die Verstellung einer Seiltrommel eines Seilzuges, z. B. eines Festerhebers oder Schiebedachs, in einer Spannvorrichtung zum Niederhalten eines Spannarms z. B. zum Zusammenhalten von Blechen bei Schweißarbeiten und als Untersetzungsgetriebe in einem Motor oder einer Turbine.

#### Ausführungsbeispiel

**[0021]** Die Erfindung wird im Folgenden anhand der beiliegenden Zeichnungen an einigen Ausführungsformen näher erläutert. Es zeigen:

**[0022]** **Fig. 1** eine Explosionsdarstellung einer Verstellvorrichtung gemäß einer Ausführungsform der Erfindung;

**[0023]** **Fig. 2** einen Querschnitt der Verstellvorrichtung;

**[0024]** **Fig. 3** einen Längsschnitt der Verstellvorrichtung;

**[0025]** **Fig. 4** eine perspektivische Ansicht der Verstellvorrichtung;

**[0026]** **Fig. 5a,5b** eine Vorderansicht und Seitenansicht eines Zahns;

**[0027]** **Fig. 6** einen Querschnitt mit Darstellung insbesondere der in die Innenverzahnung eingreifenden Zähne;

**[0028]** **Fig. 7** einen Querschnitt bzw. überlagerte Darstellung, insbesondere die in die Außenverzahnung eingreifenden Zähne zeigt;

**[0029]** **Fig. 8a–8d** die Darstellung der Bewegung eines Zahns zwischen benachbarten Stegen;

**[0030]** **Fig. 9a–9d** die Darstellung der Bewegung eines Zahns zwischen der Innen- und Außenverzahnung;

**[0031]** **Fig. 10a–10c** Vorder-, Seiten- und Rückansicht des zweiten Bauteils;

**[0032]** **Fig. 11a–11c** Vorder-, Seiten- und Rückansicht des ersten Bauteils;

**[0033]** **Fig. 12** auseinander gezogene Darstellung einer Ausführungsform zur Verstellung einer Nockenwelle;

**[0034]** **Fig. 13** einen Querschnitt einer Verstellvorrichtung gemäß einer weiteren Ausführungsform.

**[0035]** Eine Verstellvorrichtung **1** weist gemäß **Fig. 1** als erstes Bauteil ein erstes Flanschteil **2** auf, das über Befestigungslöcher **2.1** mit einer Nockwelle verbindbar ist. Das erste Flanschteil **2** weist ein mittleres Loch **2.2** und in Umfangsrichtung zueinander beabstandete, in axialer Richtung vorstehende Stege **2.3** auf, zwischen denen Kammern **2.4** definiert sind. Ein als zweites Bauteil dienendes zweites Flanschteil **3** weist Befestigungslöcher **3.1** zur Anbringung, an einem Nockenwellenrad und eine Innenverzahnung **3.2** mit Zähnen **3.3** und zwischen den Zähnen **3.3** ausgebildeten Vertiefungen **3.4** auf. Eine Eingangswelle **4** weist einen Vierkantbereich **4.1** auf, auf den an zwei gegenüberliegenden Seiten Abstandshalter **4.4** und an einer weiteren Seite ein elastisch (eventuell auch mit zusätzlicher plastischer Vorbiegung) gespanntes Spannfederelement **4.3** aufgesetzt ist. Eine kreisförmige Scheibe **4.2** mit vierkantförmigem mittlerem Loch **4.5** ist auf die Abstandshalter **4.4** und das Spannfederelement **4.3** gesetzt. Die Scheibe **4.2** wird

durch das Spannfederelement **4.3** radial nach außen gedrückt und dient in ihrer außermittigen Stellung als Exzentrerscheibe **4.2**. Die Abstandshalter **4.4** gleiten an dem Vierkantbereich **4.1** und/oder der Exzentrerscheibe **4.2**.

**[0036]** Ein Exzenterring **6** ist um die Exzentrerscheibe **4.2** gelegt und führt bei Drehung der Eingangswelle **4** eine Taumelbewegung durch. Zähne **7** sind in Umfangsrichtung verteilt derartig angeordnet, dass sie mit inneren Anlageflächen **7.4** an dem Exzenterring **6** anliegen und sich von der Drehachse A weg erstrecken. Äußere Anlageflächen **7.5** der Zähne **7** greifen bei Drehung der Eingangswelle **4** in die Innenverzahnung **3.2** des zweiten Bauteils **3** ein. Durch die Vorspannung des Spannfederelementes **4.3** werden die Zähne **7** in die Innenverzahnung **3.2** gedrückt. Ein O-Ring **8** ist mit Vorspannung um axial vorstehende Vorsprünge **7.1** der Zähne **7** gelegt und bewirkt eine Anlage jedes Zahns **7** mit seiner inneren Anlagefläche **7.4** an der Außenseite des Exzenterrings **6**. Grundsätzlich kann auch die Vorspannung durch den O-Ring **8** oder durch das Spannfederelement **4.3** (und die Vorsprünge **7.1**) entfallen, da eine der beiden Vorspannungen ausreichend ist. Ein Spannring **10** dient zur Verpressung der Bauteile in axialer Richtung.

**[0037]** Die Führung der Zähne **7** in den Kammern **2.4** zwischen den Stegen **2.3** ist insbesondere aus **Fig. 2** und den **Fig. 8** und **9** ersichtlich, da die Zähne **7** bei umlaufender Exzentrerscheibe **4.2** jeweils in verschiedenen, aufeinander folgenden Eingriffspositionen sind. Der in **Fig. 2** unterste Zähne **7** ist in der in radialer Richtung innersten Position, bei der er mit seiner äußeren Anlagefläche **7.5** an dem Scheitelpunkt eines Zahns **3.3** der Innenverzahnung **3.2** anliegt. Hierbei erstreckt sich der Zahn **7** genau in radialer Richtung. Der in **Fig. 2** oberste Zahn **7** ist in seiner in radialer Richtung äußersten Position, bei der er in Eingriff mit einer Vertiefung **3.4** (Zahnlücke) der Innenverzahnung **3.2** ist. Dieser Zahn **7** sowie die anderen Zähne etwa der unteren Hälfte, die in **Fig. 7** dargestellt sind, erfahren ein Drehmoment durch die Außenverzahnung **5.2**, die in der als unteren Totpunkt der Ein- und Auswärtsbewegung der Zähne wirkenden innersten Position eine definierte Verkipfung des Zahns bewirkt. Zwischen der innersten und äußersten Position bewegen sich die Zähne **7** auf Kreisbogenbahnen. Die Zähne **7** verjüngen sich gemäß **Fig. 5** von der inneren Anlagefläche **7.4** zu der äußeren Anlagefläche **7.5**, die wie gezeigt flach oder auch gewölbt ausgebildet sein kann. Seitenflächen **7.6** der Zähne weisen vorteilhafterweise konkave Seitenflächenbereiche **7.7** auf. Die Zähne **7** gleiten gemäß **Fig. 8** mit ihren Seitenflächen **7.6**, im Wesentlichen mit dem konkaven Seitenflächenbereich **7.7** an den Stegen **2.3**. Die Stege **2.3** verjüngen sich zur Drehachse A hin, sind im wesentlichen dreieckig bzw. keilförmig ausgebildet und weisen vorteilhafterweise

ebenfalls konkave Seitenflächenbereiche **2.6** auf.

**[0038]** In den Kammern **2.4** sind weiterhin Führungen **2.7** als Vertiefungen ausgebildet, in die axial vorstehende Nasen **7.9** der Zähne **7** eingreifen. Die Nasen **7.9** sind etwa in der Mitte der Zähne **7** angeordnet und erstrecken sich in axialer Richtung entgegen gesetzt zu den am unteren Ende der Zähne **7** angeordneten Vorsprüngen **7.1**. Die Führungen **2.7** verjüngen sich zur Drehachse A hin, so dass die Nasen **7.9** in der innersten Position der Zähne **7** im Wesentlichen spielfrei aufgenommen sind und einen definierten Drehpunkt für die Zähne **7** bilden. Die kreisbogenförmigen Auswärts- und Einwärtsbewegungen der Zähne **7** werden durch die Verbreiterung der Führungen **2.7** nach außen hin ermöglicht.

**[0039]** Das Außenzahnrad **5** ist drehsteif oder einteilig mit dem zweiten Flanschteil **3** ausgebildet. In den Darstellungen der **Fig. 2** und **7** sind das Außenzahnrad **5** und der Exzenterring **6** überlagert eingezeichnet. Der Außenverzahnungsbereich **5.2** des Außenzahnrades **5** mit Zähnen **5.3** und dazwischen ausgebildeten Vertiefungen **5.4** (Zahnlücken) dient als Steuerfläche. Die Anzahl der Zahnlücken **5.4** der Außenverzahnung **5** kann z. B. um eins höher als die Anzahl der Zähne **7** und die Anzahl der Zähne **7** wiederum gleich der Anzahl der Stege **12.3** und um eins weniger als die Anzahl der Zähne **3.3** der Innenverzahnung **3.2** des zweiten Flanschteils **3** sein. Die inneren Anlageflächen **7.4** der Zähne **7** kommen nahe ihrer radial inneren Position, d.h. bei den unteren Zähnen der **Fig. 2** bzw. den in **Fig. 7** gezeigten Zähnen **7**, in Anlage an Seitenflanken der Zähne **5.3** des Außenzahnrades **5**.

**[0040]** Durch die formschlüssige Aufnahme der inneren Anlageflächen **7.4** der Zähne **7** an dem Außenzahnrad **5** wird eine definierte Drehung der Zähne **7** in ihrer einem unteren Totpunkt entsprechenden innersten Position erreicht; alternativ hierzu ist auch eine reibschlüssige Anlage der Zähne **7** an einer mit z. B. der Eingangswelle **4** drehsteif verbundenen Steuerscheibe möglich. Es erfolgt eine fortwährende Abstützung der Zähne **7** auf dem als Antriebsglied wirkenden Exzenterring **6**, durch die eine funktionelle Trennung der Antriebwirkung und der das Verdrehen bzw. Verkippen der Zähne bewirkenden Steuerfläche erreicht wird.

**[0041]** Gemäß der Ausführungsform der **Fig. 12** ist das zweite Bauteil **20** einteilig mit der Nockenwelle und das erste Bauteil **30** einteilig mit dem Nockenwellenrad **30** ausgebildet.

**[0042]** Bei der in **Fig. 18** gezeigten Ausführungsform entsprechen wesentliche Teile der ersten Ausführungsform und sind daher nicht detaillierter beschrieben. Die Verstellvorrichtung weist Zähne **27** mit seitlichen Schulterbereichen **27.1** und Stege **22.3** mit

seitlichen Schulterbereichen **22.4** auf, die bei der Gleitbewegung der Zähne **27** aneinander zur Anlage kommen. Durch die Formgebung mit den Schulterbereichen kann die Bewegung der Zähne hinreichend definiert werden, so dass gegenüber der Ausführungsform der **Fig. 1** bis **11** die Schlitz-Zapfen-Führung entfällt. Somit findet die gesamte Führung und Kraftübertragung in einer Ebene statt, wodurch z. B. auf die Zähne einwirkende Kippmomente aus der Ebene heraus vermieden werden. Auch bei dieser Ausführungsform ist als Steuerzahnrad ein Außenzahnrad **15** vorgesehen. Dieses erfasst mit seiner Außenverzahnung **15.2** die unteren Bereiche der Zähne **27**.

**[0043]** Erfindungsgemäß kann das Außenzahnrad **5** bzw. **15** auch von der Abtriebswelle entkoppelt sein und z. B. frei drehend gelagert sein. Bei einer derartigen Anordnung treiben die Zähne **7** bzw. **27** das frei drehende Außenzahnrad **5** bei ihrer Einwärtsbewegung an und werden durch das Außenzahnrad gedreht.

### Patentansprüche

1. Verstellvorrichtung zum Verstellen zweier Bauteile (**2, 3**) relativ zueinander, wobei die Verstellvorrichtung aufweist eine Eingangswelle (**4**), ein durch die Eingangswelle antreibbares exzentrisches Antriebsglied (**4.2, 6**), ein erstes Bauteil (**2**) mit in Umfangsrichtung beabstandeten Stegen (**2.3, 22.3**), zwischen denen Kammern (**2.4**) ausgebildet sind, ein zweites Bauteil (**3**) mit einer Innenverzahnung (**3.2, 13.2**), und mehrere Zähne (**7, 27**), die in Umfangsrichtung zueinander beabstandet in den Kammern (**2.4**) angeordnet sind, jeweils eine innere Anlagefläche (**7.4**) zur Anlage an dem Antriebsglied (**6**) und eine äußere Anlagefläche (**7.5**) zum Eingriff in die Innenverzahnung (**3.2, 13.2**) aufweisen und bei Drehung der Eingangswelle (**4**) in radialer Richtung verstellbar sind, wobei bei Drehung der Eingangswelle (**4**) die Bauteile (**2, 3**) unter Eingriff der Zähne (**7, 27**) in die Stege (**22.3**) und in die Innenverzahnung (**3.2**) selbsthemmend relativ zueinander verdrehbar sind, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei Drehung der Eingangswelle (**4**) von den Zähnen (**7, 27**) in den Kammern (**2.4**) Drehbewegungen um zu der Drehachse (A) der Bauteile (**2, 3**) parallele Drehachsen durchführbar sind.

2. Verstellvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass bei Drehung der Eingangswelle (**4**) jeder Zahn (**7, 27**) jeweils auf einer ersten kreisbogenförmigen Bahn radial nach innen und nachfolgend auf einer zweiten kreisbogenförmigen Bahn radial nach außen führbar ist.

3. Verstellvorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass eine Steuerfläche (**5.2**) zum Eingriff in die Zähne (**7, 27**) vorgesehen ist, wobei durch die Steuerfläche (**5.2**) Drehmomente auf die Zähne (**7**) zur Durchführung der Drehbewegungen ausübbar sind.

4. Verstellvorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Zähne (**7, 27**) radial nach innen durch das Antriebsglied (**6**) abgestützt sind und die Steuerfläche (**5.2**) nur in radial inneren Stellungen eines Zahns (**7, 27**) in Eingriff mit einer inneren Anlagefläche (**7.4**) des Zahns (**7, 27**) gelangt.

5. Verstellvorrichtung nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerfläche ein Steuerverzahnungsbereich (**5.2, 15.2**) eines Steuerzahnrades (**5, 15**), vorzugsweise eines Außenzahnrades, ist.

6. Verstellvorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Steuerverzahnungsbereich ein Außenverzahnungsbereich (**5.2, 15.2**) eines mit dem zweiten Bauteil (**13**) drehfest verbundenen Außenzahnrades (**5, 15**) ist.

7. Verstellvorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Steuerzahnrad (**5, 15**) um die Drehachse (A) der Bauteile frei drehbar gelagert ist.

8. Verstellvorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass an dem Zahn (**7, 27**) eine axial vorstehende Nase (**7.9**) ausgebildet ist, die in einer Führung (**2.7**) des ersten Bauteils (**2**) aufgenommen ist.

9. Verstellvorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Führung eine in dem ersten Bauteil (**2**) zwischen den Stegen (**22.3**) ausgebildete Vertiefung (**2.7**) ist.

10. Verstellvorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Führung (**2.7**) sich zur Drehachse hin verjüngt.

11. Verstellvorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Zahn (**7, 27**) in einer radial inneren Position um eine durch die Nase (**7.9**) definierte Drehachse drehbar ist.

12. Verstellvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Zähne (**27**) und Stege (**22**) an ihren als Gleitflächen dienenden Seitenflächen Schulterbereiche (**22.4, 27.1**) aufweisen, die an einander zur Anlage gelangen.

13. Verstellvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Stege **2.3, (22.3)** sich zur Drehachse hin verjün-

gen.

14. Verstellvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerfläche (15.2, 5.2) an einer durch die Eingangswelle (4) drehbaren Steuerscheibe (5, 15) ausgebildet ist, vorzugsweise mit Reibschluss zwischen Steuerfläche (5.2, 15.2) und den radial inneren Anlageflächen (7.4) der Zähne in deren radial inneren Positionen.

15. Verstellvorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerscheibe (5) nur in der Steuerfläche (5.2) in Eingriff mit den inneren Anlageflächen (7.4) der Zähne (7, 27) gelangt.

16. Verstellvorrichtung nach Anspruch 14 oder 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerscheibe (6) auf der Antriebswelle (4) starr befestigt ist, vorzugsweise durch eine Verriegelungsnase der Antriebswelle (4), die durch eine Verriegelungs-Ausnehmung der Steuerscheibe (5) geführt ist.

17. Verstellvorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Stege (2.3, 22.3) in einem radial mittleren Bereich (2.6) eine Verjüngung mit konkaven Seitenflächen (2.5) aufweisen.

18. Verstellvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Zähne (7, 27) jeweils zwischen einem die innere Anlagefläche (7.4) aufweisenden radial inneren Bereich (7.2) und einem die äußere Anlagefläche (7.5) aufweisenden radial äußeren Bereich (7.3) einen die Bereiche (7.2, 7.3) verbindenden Mittelbereich (7.6) mit zumindest teilweise konkaven Seitenflächen (7.7) zur gleitenden und/oder abrollenden Anlage an den Stegen (2.4) aufweisen.

19. Verstellvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Antriebsglied ein Exzenterring (6) ist, der gleitfähig auf einer Exzentrerscheibe (4.2) der Antriebswelle (4) geführt ist.

20. Verstellvorrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass der Exzenterring (6) eine Taumelbewegung, vorzugsweise im wesentlichen ohne Rotation, durchführt, wobei die inneren Anlageflächen der Zähne (7, 27) auf dem Exzenterring (6) abwälzen.

21. Fahrzeugsitz mit einer Verstellvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Zähne (7, 17, 27) in radialer Richtung vorgespannt sind.

22. Fahrzeugsitz mit einer Verstellvorrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass die Zähne (7, 17, 27) zur Drehachse hin vorgespannt

sind und axial vorstehende Vorsprünge (7.1, 17.1) oder Bereiche aufweisen, um die ein zur Drehachse hin vorgespannter elastischer Ring (8, 18) gelegt ist.

23. Fahrzeugsitz mit einer Verstellvorrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass die Zähne (7, 17, 27) radial nach außen vorgespannt sind, und zwischen einer Exzentrerscheibe (4.2, 14.2) und der Eingangswelle (4, 14) ein Spannfederelement (4.3) angeordnet ist, das die Exzentrerscheibe (4.2, 14.2) von der Eingangswelle (4, 14) weg radial nach außen drückt.

24. Fahrzeugsitz mit einer Verstellvorrichtung nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, dass das Spannfederelement (4.3) durch zumindest teilweise plastische Verformung zwischen die Eingangswelle (4), vorzugsweise einen abgeflachten Bereich (4.1) der Eingangswelle (4), und die Exzentrerscheibe (4.2, 14.2) eingebracht ist.

Es folgen 13 Blatt Zeichnungen

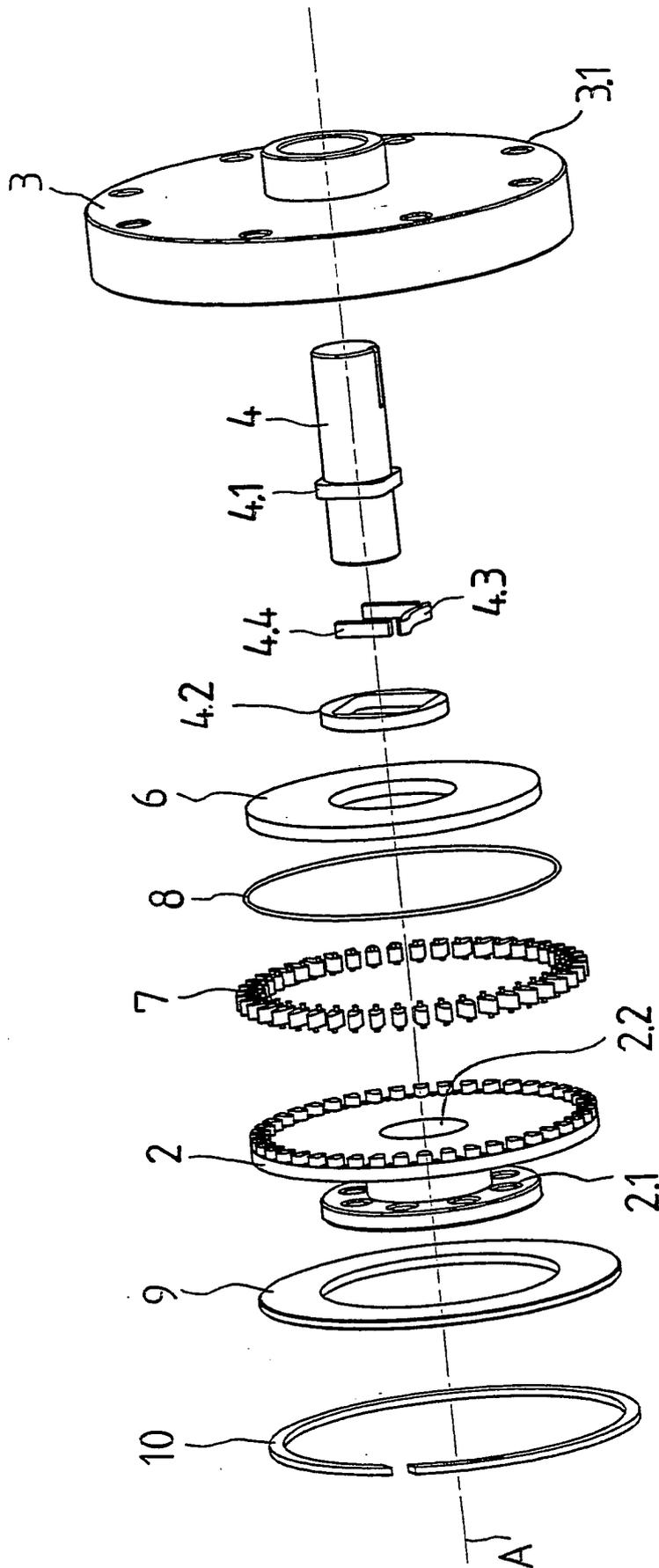


Fig. 1

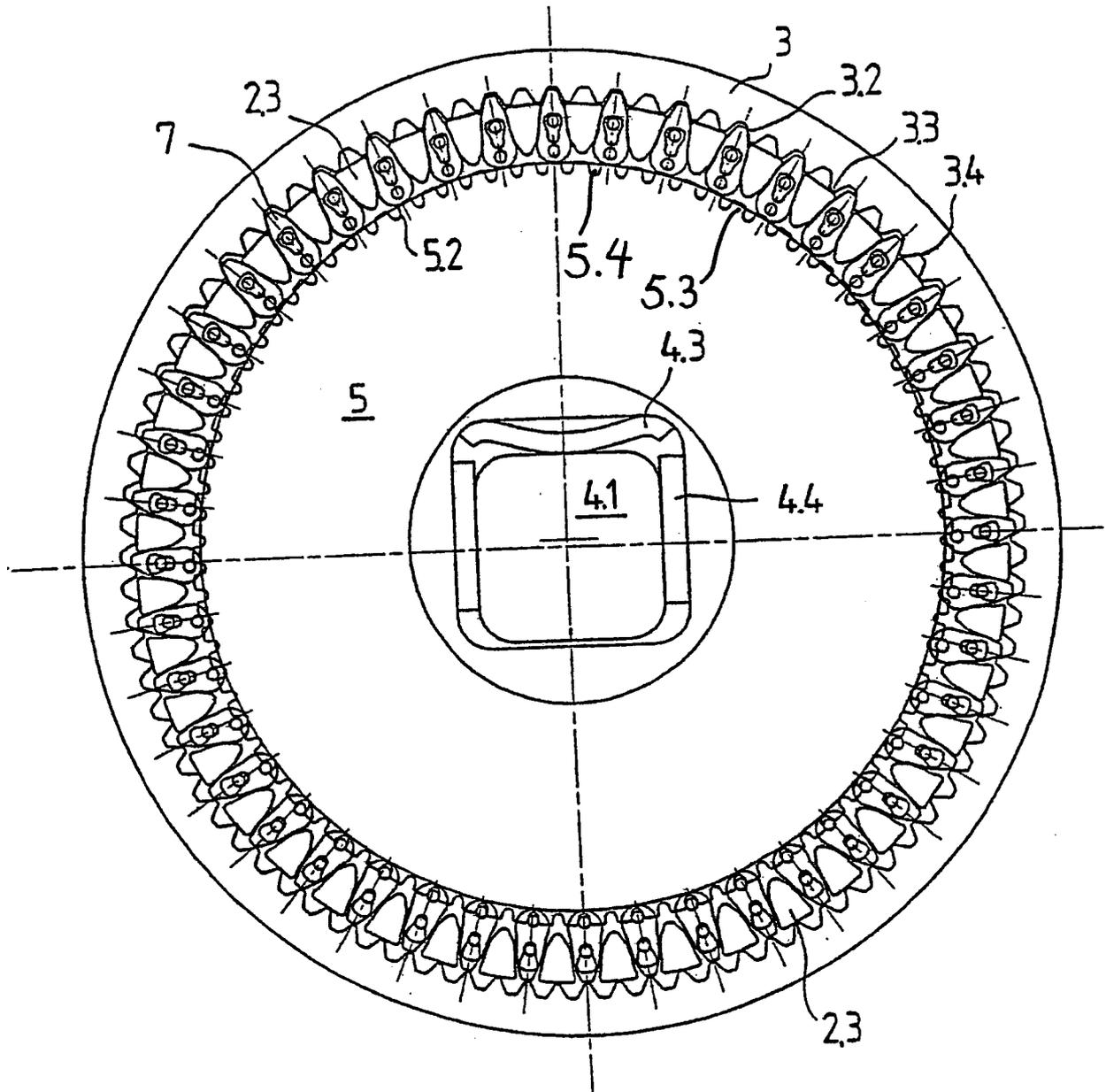


Fig. 2

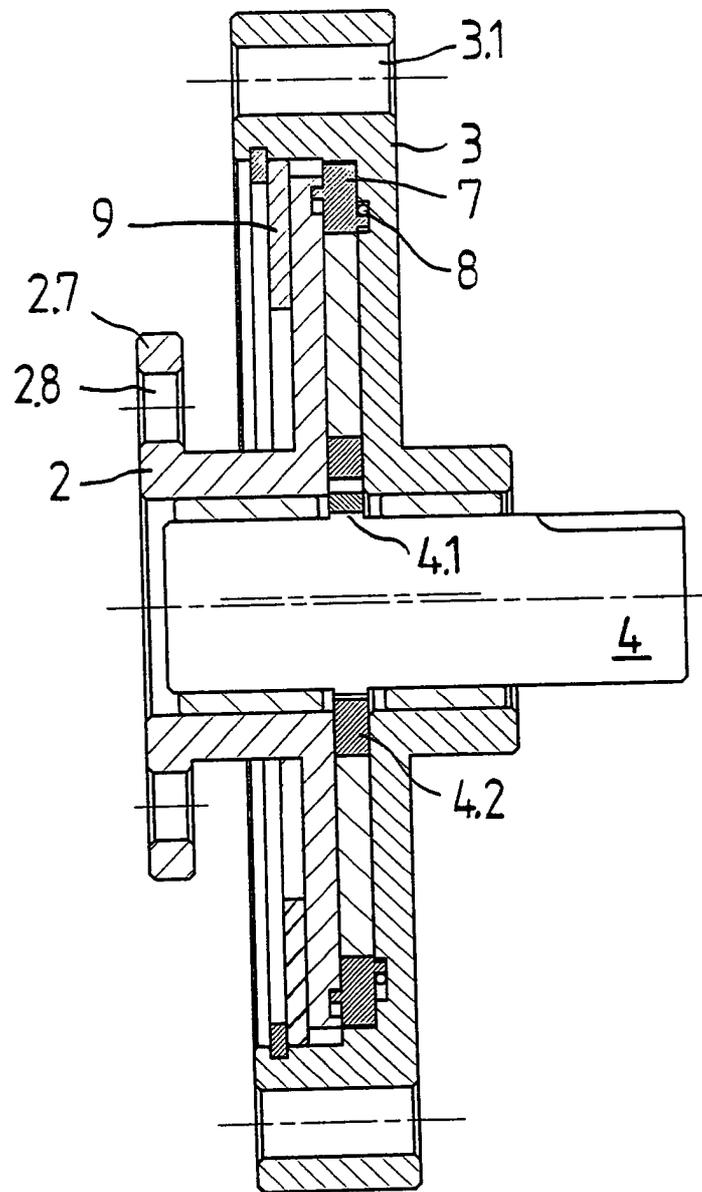
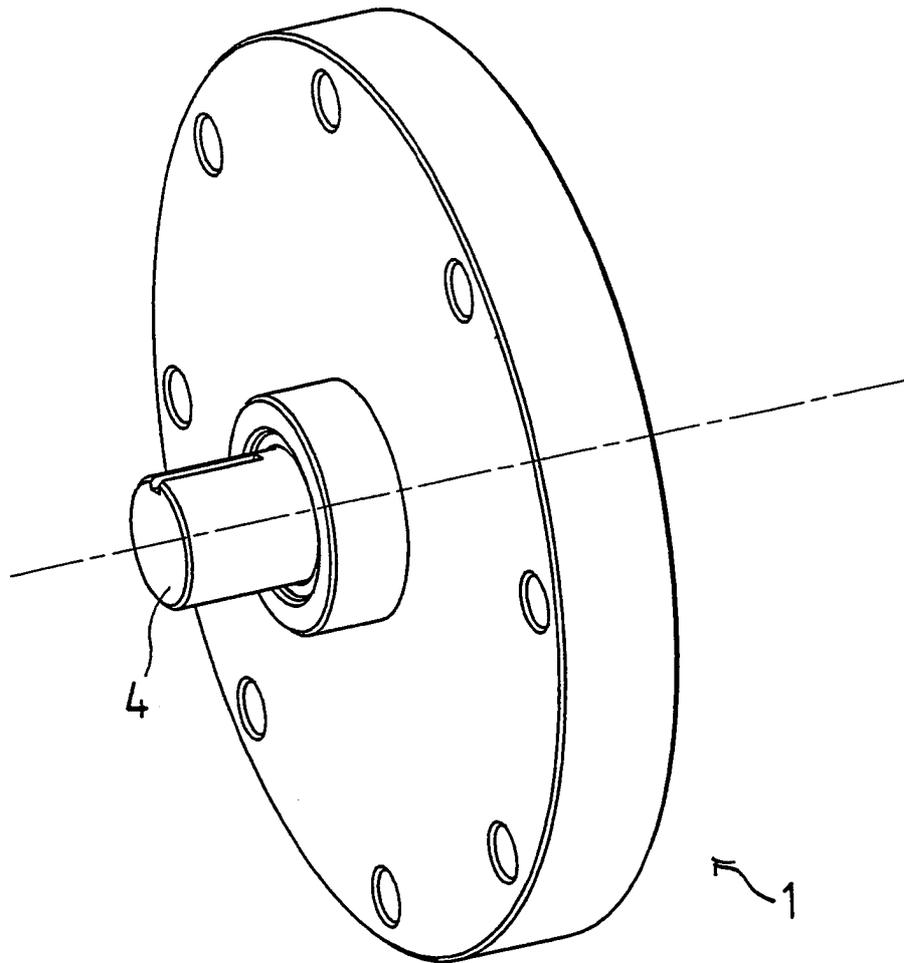


Fig. 3



**Fig. 4**

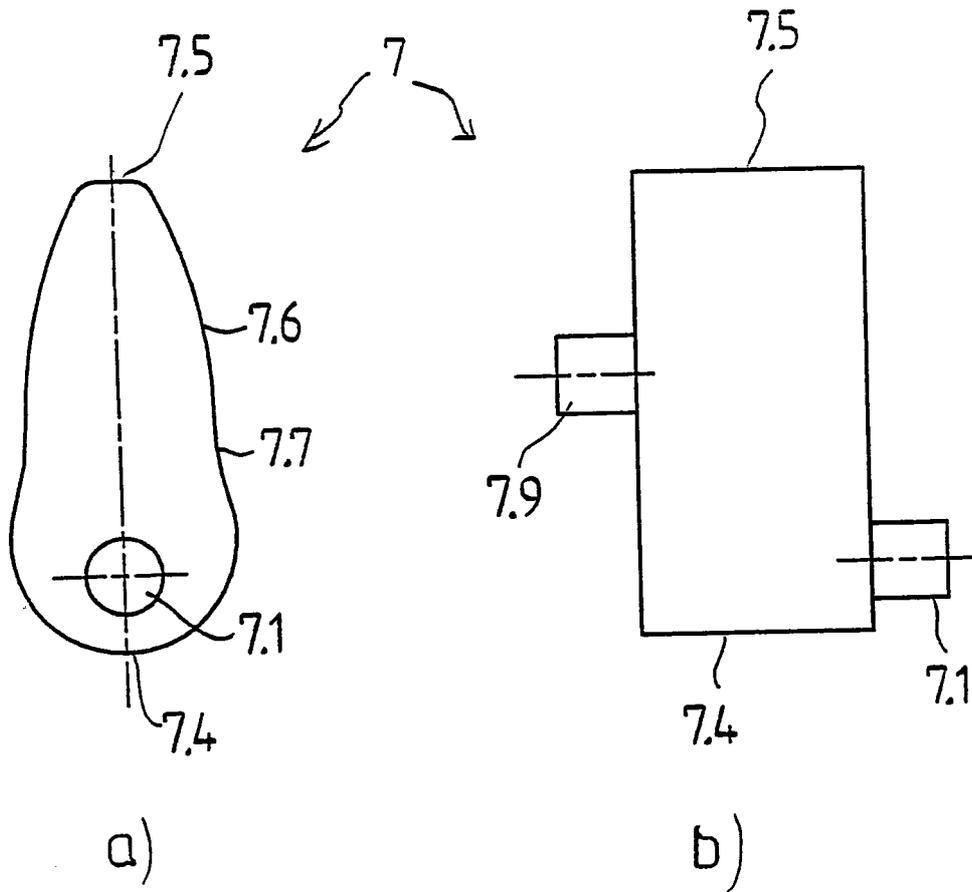


Fig. 5

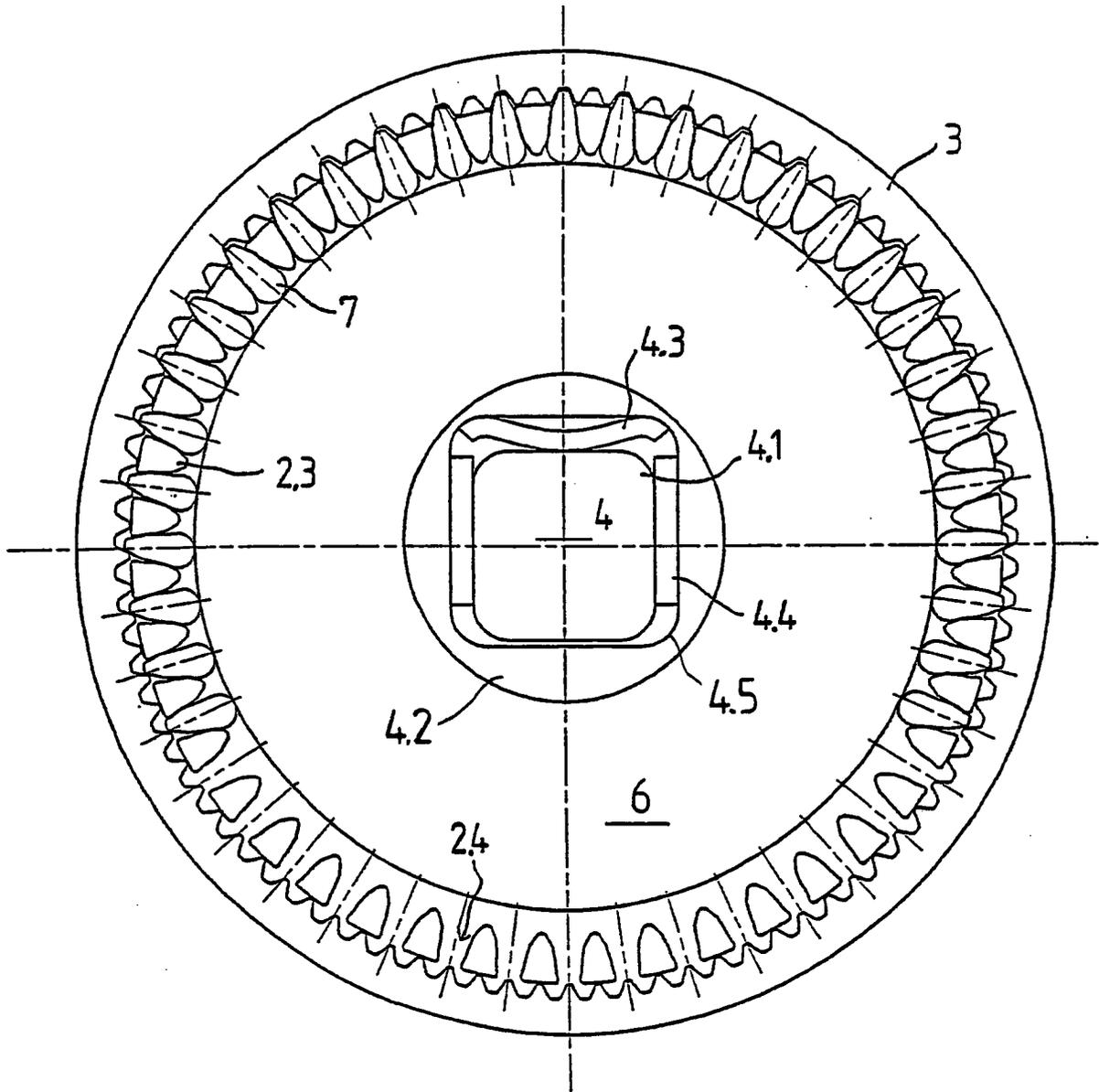


Fig. 6

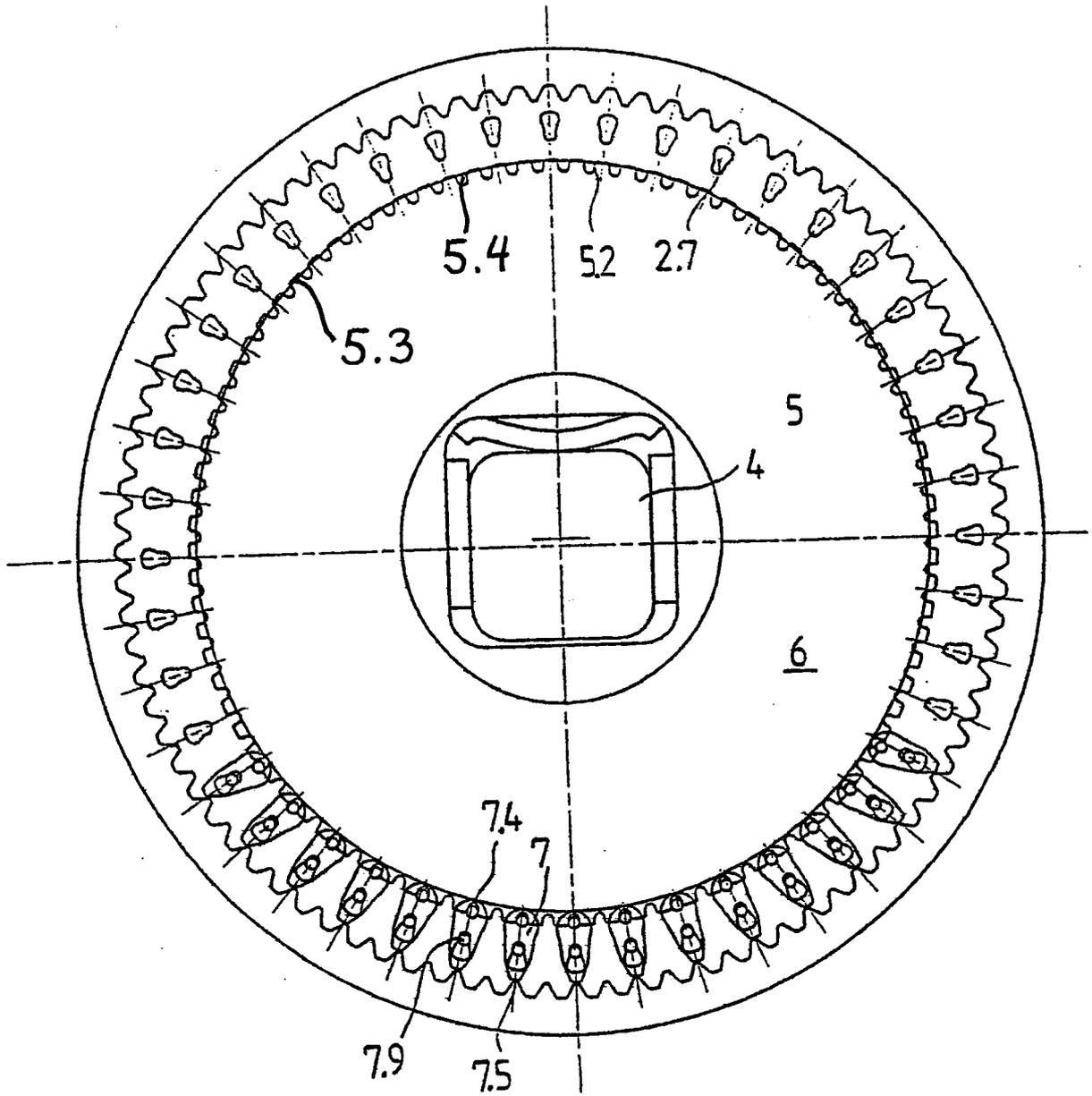
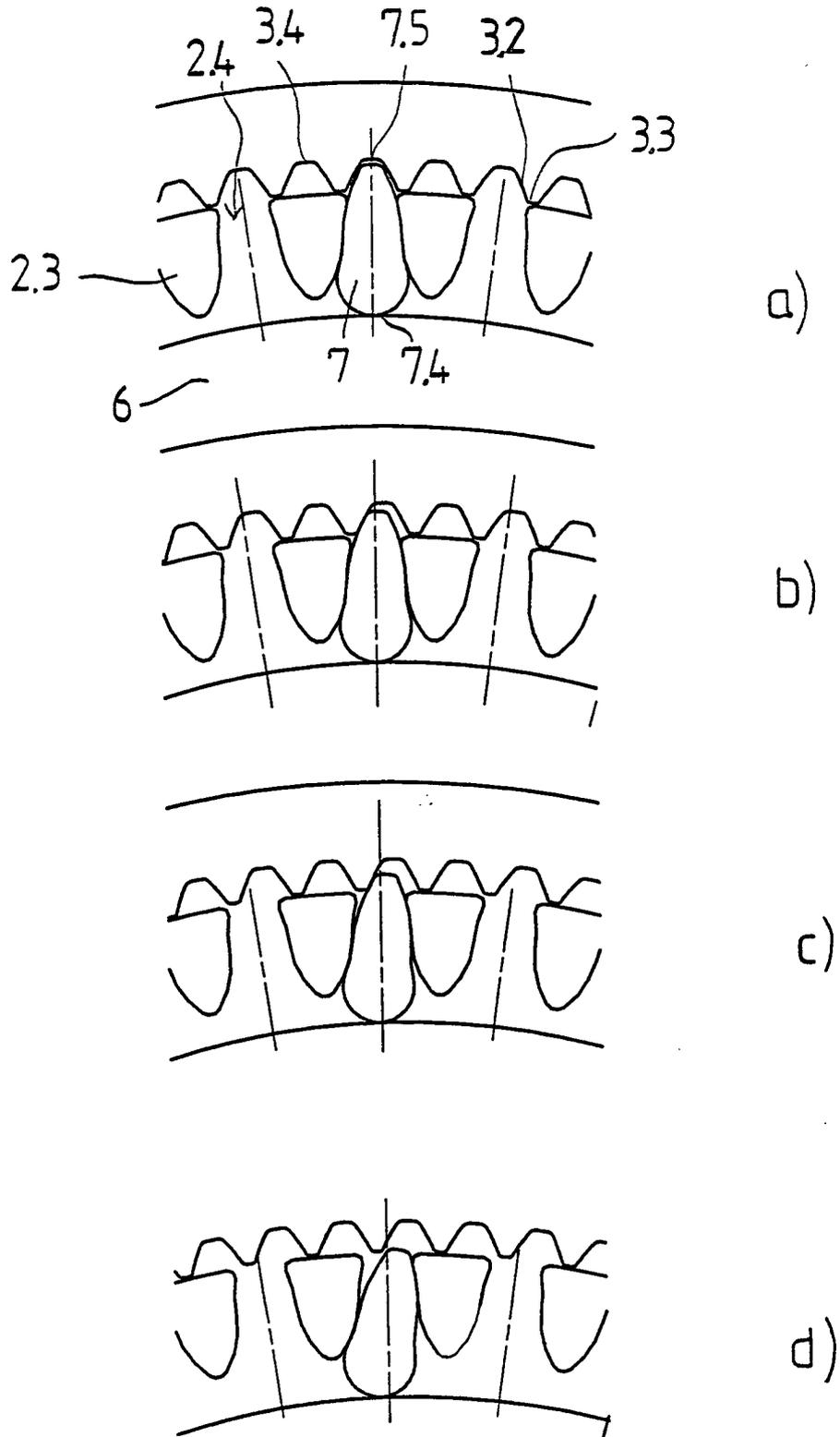


Fig. 7



**Fig. 8**

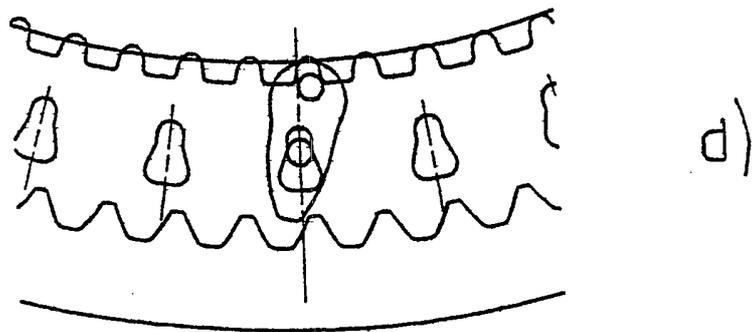
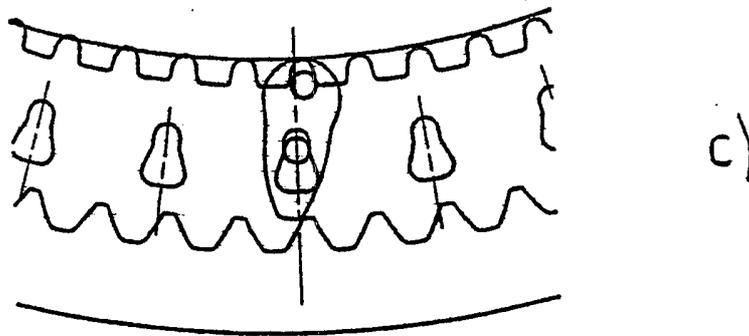
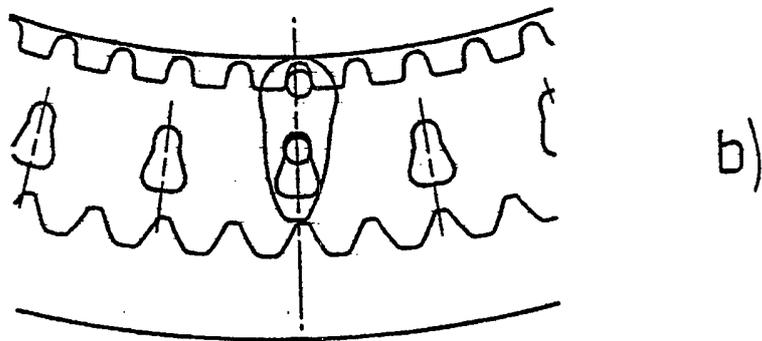
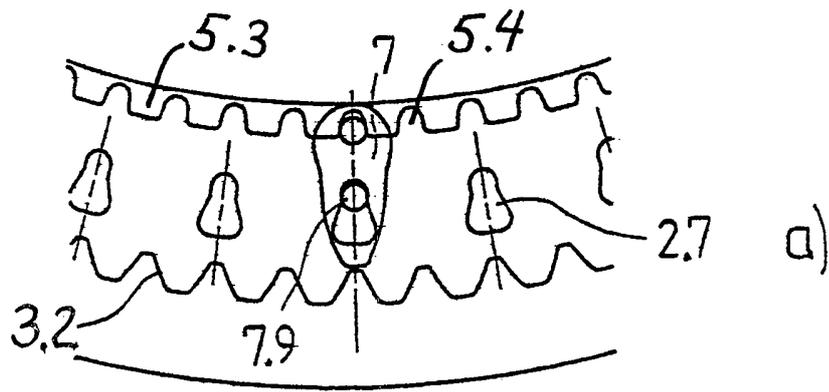


Fig. 9

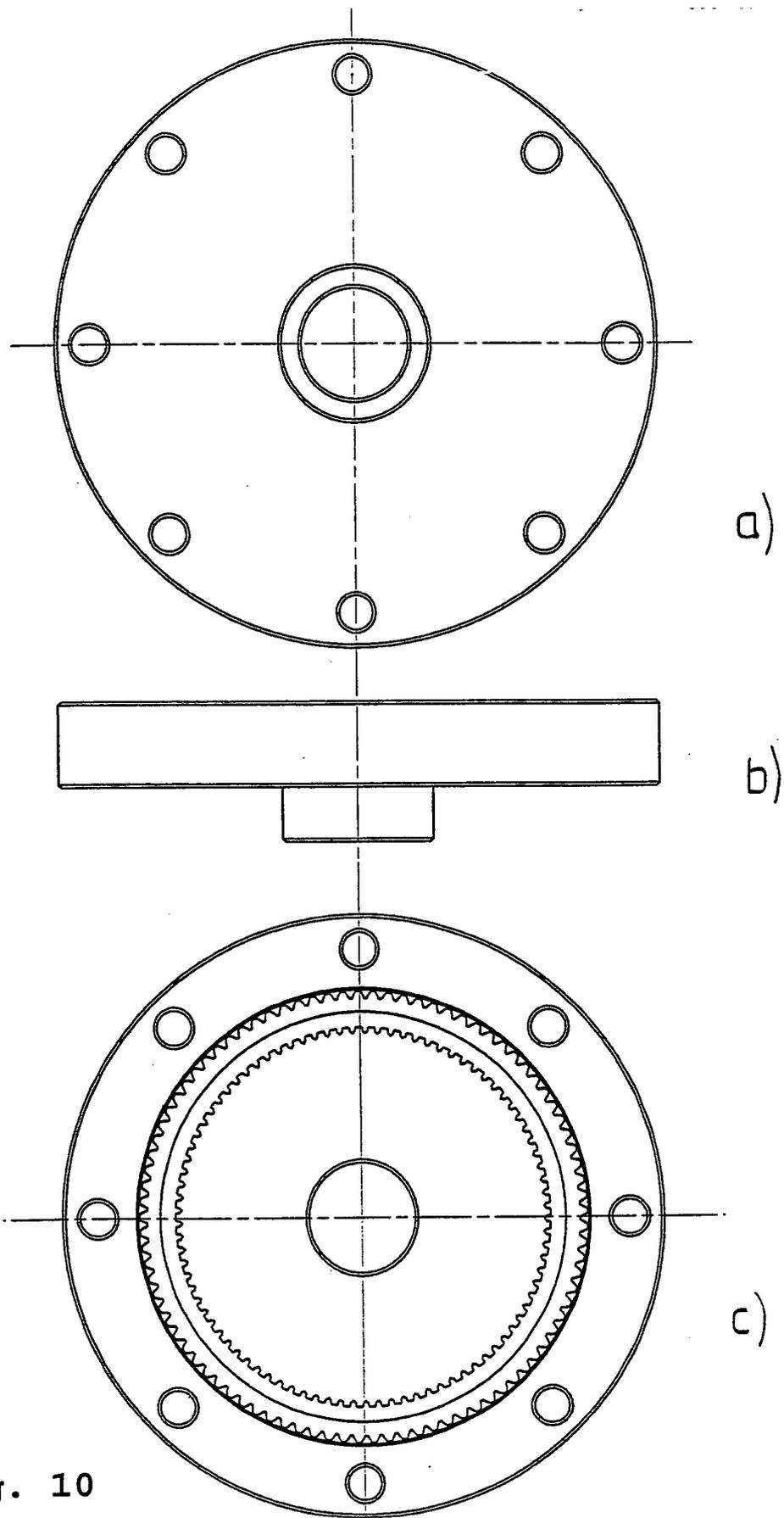
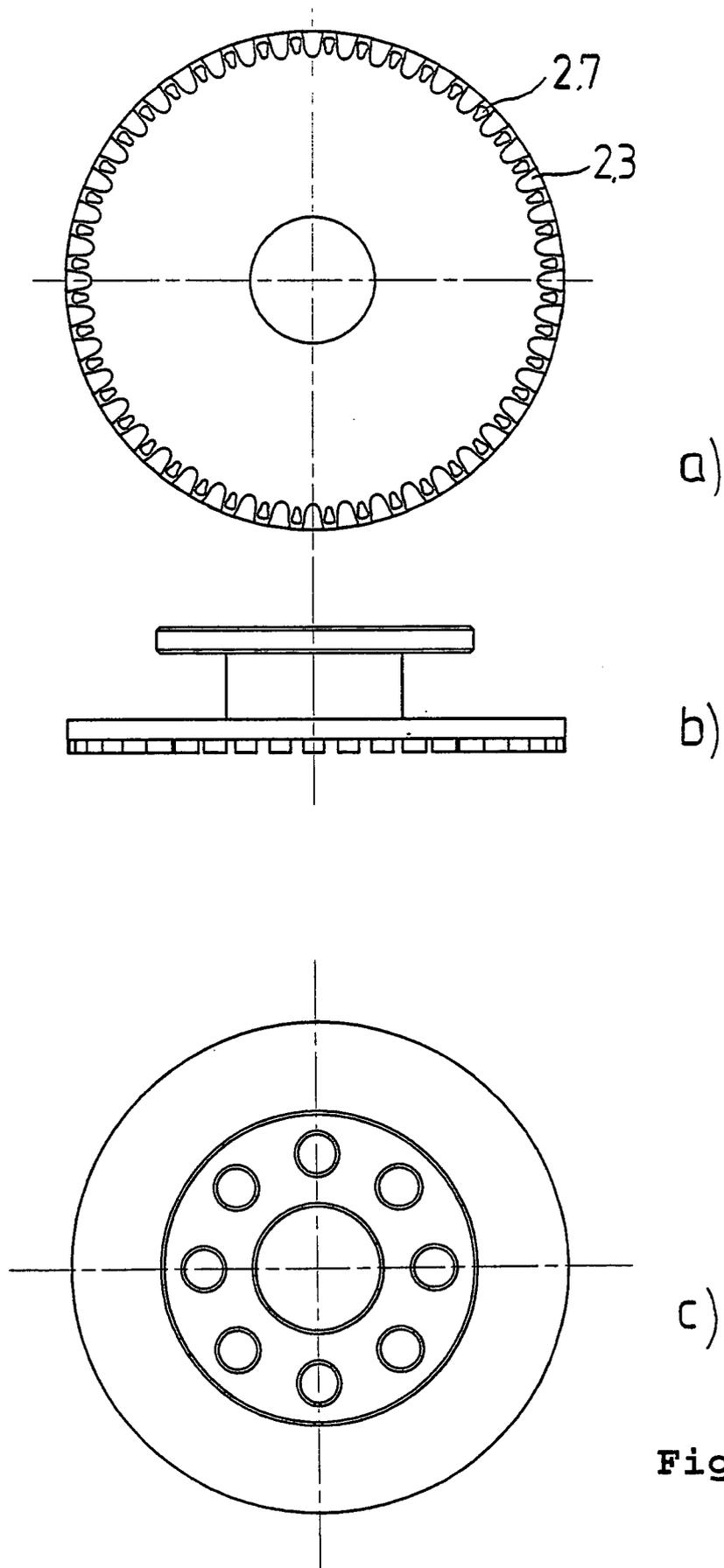
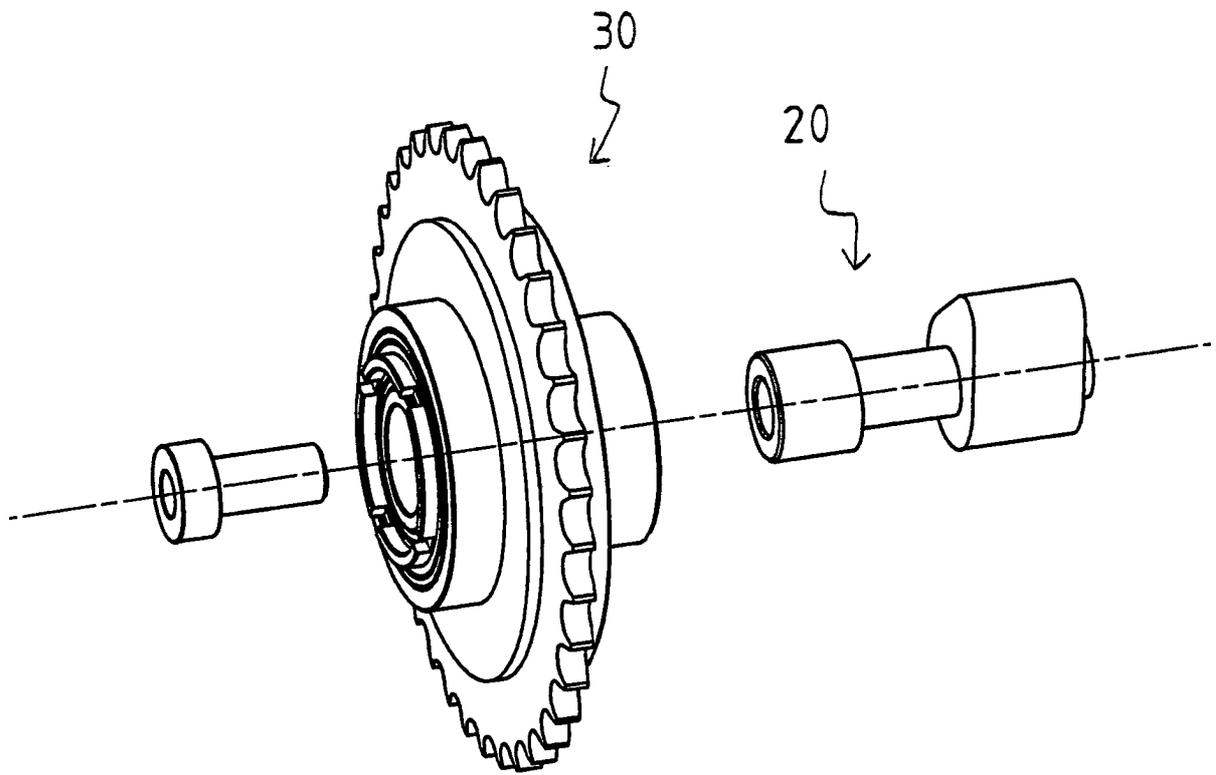


Fig. 10



**Fig. 11**



**Fig. 12**

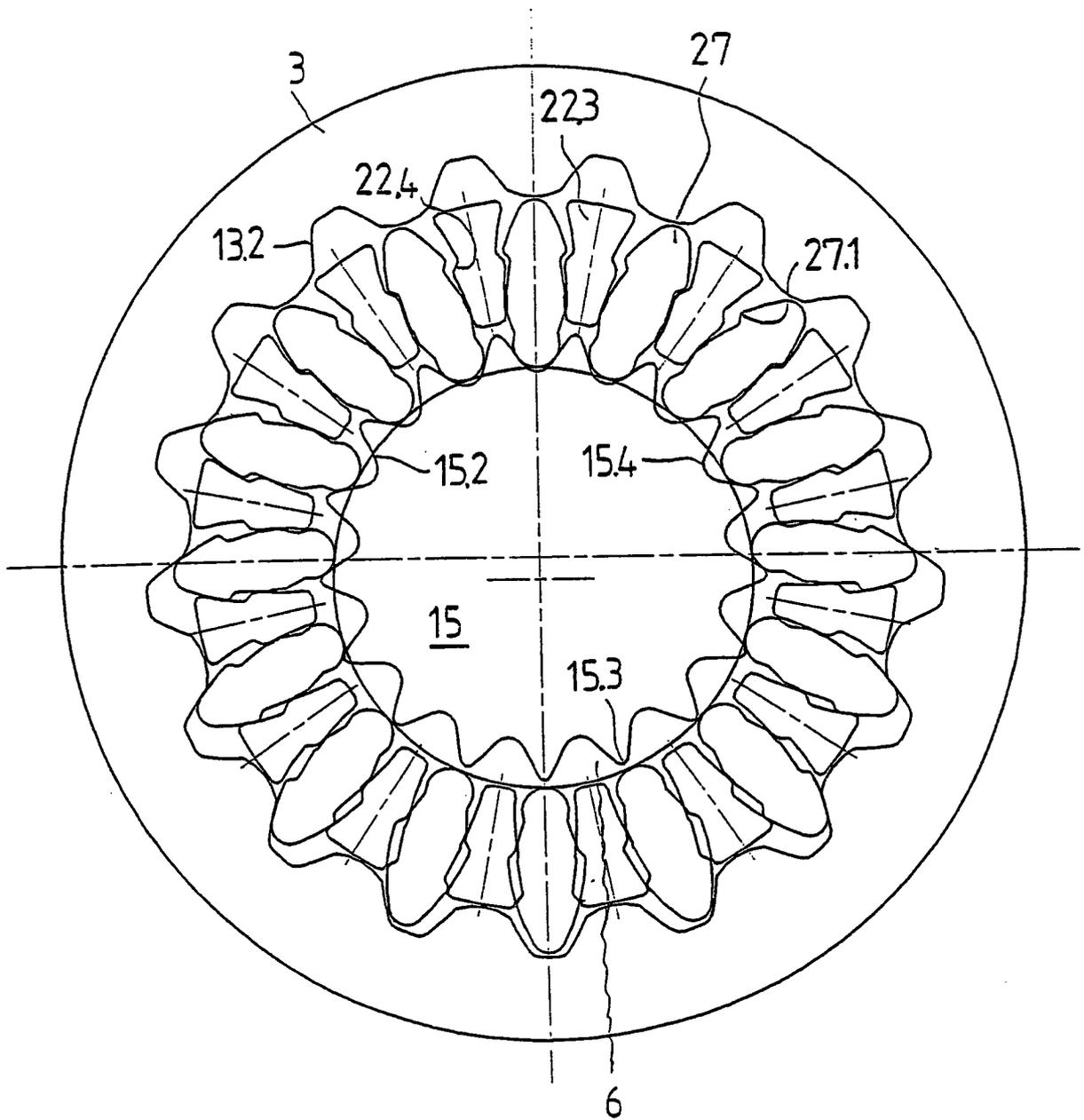


Fig. 13