

19



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



11 Veröffentlichungsnummer: **0 686 771 A2**

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **95107368.3**

51 Int. Cl.⁶: **F04C 2/10**

22 Anmeldetag: **16.05.95**

30 Priorität: **08.06.94 DE 4419975**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
13.12.95 Patentblatt 95/50

84 Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH DE DK ES FR GB IT LI NL SE

71 Anmelder: **J.M. Voith GmbH**
St. Pöltener Strasse 43
D-89522 Heidenheim (DE)

72 Erfinder: **Arbogast, Franz**
Germanenstr. 77
D-89522 Heidenheim (DE)
Erfinder: **Peiz, Peter**
Schnaitheimer Str. 145
D-89520 Heidenheim (DE)

74 Vertreter: **Weitzel, Wolfgang, Dr.-Ing.**
Patentanwalt
Friedenstrasse 10
D-89522 Heidenheim (DE)

54 **Sichellose Innenzahnradpumpe mit in die Zahnköpfe eingesetzten Dichtelementen**

57 In Verbindung mit einer sichellosten Innenzahnradpumpe mit einem innenverzahnten Hohlrad (6) und einem mit dem Hohlrad (6) kämmenden Ritzel (5), die in einem gemeinsamen Gehäuse (19) drehbar gelagert sind, wobei das Hohlrad (6) radiale Durchbrüche (17) für das zu pumpende Medium aufweist, wobei in den Zahnköpfen (14) des Hohlrads (6) oder des Ritzels (5) je ein in einer entsprechend ausgebildeten Profilnut (34) radial bewegliches Dichtelement (30) eingesetzt ist, das am gegenüberliegenden Zahnkopf des Ritzels (5) oder des Hohlrads (6) gleitet, und wobei die Dichtelemente (30) rückseitig druckbeaufschlagte Stellräume (35) aufweisen, ist vorgesehen, daß zur Druckbeaufschlagung der Stellräume (35) im Bereich der Druckaufbauzone (Z) auf mindestens einer Seite des Hohlrads (6) und das Ritzel (5) seitlich begrenzenden Teils des Gehäuses (19) mindestens ein axialer Stellerschlit (40, 41; 45) eingearbeitet ist.

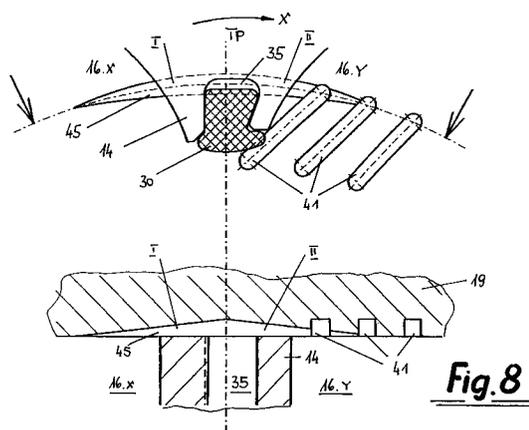


Fig.8

EP 0 686 771 A2

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine sichellose Innenzahnradpumpe mit in die Zahnköpfe eingesetzten, rückseitig über Druckkanäle angesteuerten Dichtelementen nach dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Eine Pumpe der gattungsgemäßen Art ist als besonderes Ausführungsbeispiel aus der DE 41 40 293 A1 bekannt, die ihrerseits von einem Stand der Technik gemäß der DE 41 04 397 A1 ausgeht. In der älteren Anmeldung P 43 01 104.7 wurde im Hinblick auf die genannten Erfindungen in Verbindung mit der Optimierung des Druckaufbaus zwischen den sich gegenüberliegenden Zahnköpfen von Hohlrad und Ritzel bereits eine rückseitige Druckbeaufschlagung der Dicht- (beziehungsweise Radial-) Elemente vorgeschlagen. Die konstruktive Umsetzung dieses Vorschlags beruht darauf, daß das Dichtelement eine Mehrzahl von Bohrungen oder eine seitliche Nut aufweist, über die die Rückseite des Dichtelements mit einem Teildruck des Arbeitsdrucks beaufschlagt wird.

Diese in der älteren Anmeldung P 43 01 104.7 vorgeschlagene offenbarte hydraulische Entlastung der Dichtelemente hat konzeptionell beziehungsweise fertigungstechnisch den Nachteil, daß jedes einzelne dieser Dichtelemente die genannten Bohrungen beziehungsweise Nuten aufweisen muß. Die (Steuer-) Bohrungen beziehungsweise (Steuer-) Nuten müssen schließlich mechanisch eingearbeitet werden und dies bedingt relativ hohe Fertigungskosten.

Die der vorliegenden Erfindung zugrunde liegende Aufgabe besteht darin, eine einfachere und damit kostengünstigere Lösung für die rückseitige Druckbeaufschlagung der Radialelemente anzugeben.

Die Lösung dieser Aufgabe besteht darin, daß zur Druckbeaufschlagung der Steuerräume im Bereich der Druckaufbauzone auf mindestens einer Seite des das Hohlrad und das Ritzel seitlich begrenzenden Teils des Gehäuses mindestens ein axialer Steuerschlitz eingearbeitet ist.

Mit anderen als im vorstehend zitierten Anspruch 1 gebrauchten Worten besteht der Kern der vorliegenden Erfindung darin, die "Steuernuten" zum Entlasten der Anpreßkraft des Radialelements in der Druckaufbauzone nicht mehr in die Radialelemente selbst einzuarbeiten, sondern über im räumlichen Bereich der Druckaufbauzone in dem an die rotierenden Verzahnungsteile (Hohlrad und Ritzel) angrenzenden Bereich des Gehäuses eingearbeitete axiale Nuten oder Schlitze zu verifizieren.

Besondere Ausgestaltungen dieses Grundgedankens sind einerseits im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 2 und andererseits im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 3 spezifiziert.

Gemäß dem Ausführungsbeispiel nach Anspruch 2 wird der "Steuerraum" im Hohlrad über

einen relativ zur Steuerraumbreite größeren Wirkbereich durch zwei Gruppen von parallel zueinander im Gehäuse eingearbeiteten axialen Nuten einerseits mit der voreilenden und andererseits mit der nacheilenden Zahnücke verbunden, und zwar ohne daß zwischen den benachbarten Zahnücken eine (kommunizierende) Verbindung entsteht.

Gemäß dem Ausführungsbeispiel nach Anspruch 5 wird der hydraulische Druck im "Steuerraum" durch einen axialen Steuerschlitz im Gehäuse gesteuert, der zeitweise zwei Zahnücken miteinander verbindet und der durch seine über den Drehwinkel variable Querschnittsform eine beliebige Druckeinstellung im Steuerraum ermöglicht.

Weitere Ausgestaltungen der in den Ansprüchen 2 beziehungsweise 5 charakterisierten Merkmale sind in den rückbezogenen Ansprüchen 3 und 4, sowie 6 bis 9 angegeben.

Die Einzelheiten der vorliegenden Erfindung, deren Vorteile insbesondere darin zu sehen sind, daß eine so ausgestattete Innenzahnradpumpe für höhere Arbeitsdrücke verwendbar wird, werden im Folgenden anhand der Zeichnung näher erläutert. Diese zeigt in

- 25 Fig. 1 einen Querschnitt durch eine sichellose Innenzahnradpumpe im Bereich der beiden Zahnräder;
- Fig. 2 einen Ausschnitt der Innenzahnradpumpe nach Fig. 1 im Bereich der Druckaufbauzone (nach dem Totpunkt) mit (Steuer-) Nuten zur Verbindung der voreilenden Zahnücke mit dem nachfolgenden Radialelement;
- 35 Fig. 3 einen Ausschnitt der Innenzahnradpumpe nach Fig. 1 im Bereich der Druckaufbauzone (nach dem Totpunkt) mit (Steuer-) Nuten zur Verbindung des voreilenden Radialelements mit der nacheilenden Zahnücke;
- 40 Fig. 4 eine Schnittdarstellung entsprechend der Schnittlinie A-B nach Fig. 2 beziehungsweise Fig. 3;
- Fig. 5 einen Ausschnitt der Innenzahnradpumpe nach Fig. 1 im Bereich der Druckaufbauzone (nach dem Totpunkt) mit einem axialen Steuerschlitz in der Arbeitsstellung, in der der Steuerraum und die voreilende Zahnücke verbunden sind;
- 50 Fig. 6 einen Ausschnitt der Innenzahnradpumpe nach Fig. 1 im Bereich der Druckaufbauzone (nach dem Totpunkt) mit einem Steuerschlitz in der Arbeitsstellung, in der zwei Zahnücken miteinander verbunden sind;
- 55 Fig. 7 eine Schnittdarstellung entsprechend der Schnittlinie C-D nach Fig. 6;
- Fig. 8 einen Ausschnitt der Innenzahnrad-

pumpe entsprechend Fig. 4 und Fig. 7 mit (Steuer-) Nuten zur Verbindung des voreilenden Radialelements mit der nacheilenden Zahnücke und einem axialen Steuerschlitz in der Stellung, in der der Steuerraum und die voreilende Zahnücke verbunden sind.

Die Fig. 1 zeigt in einem Querschnitt eine sichellose, kopfdichtende und spielbehaftete, jeweils mit einer Flanke dichtenden Innenzahnradpumpe und zwar im Bereich eines Gehäusemittelteils, dem sich - in Axialrichtung betrachtet - weitere Gehäuseteile anschließen. Ein auf einer Ritzelwelle 4 befestigtes außenverzahntes Ritzel 5 steht im Eingriff mit einem innenverzahnten Hohlrad 6. Die Verzahnung 12 des Ritzels 5 und des Hohlrads 6 habe eine axiale Breite, die größer ist als der Wälzkreisdurchmesser des Ritzels 5. Dieses Ritzel 5 und das Hohlrad 6 sind nicht koaxial, sondern exzentrisch zueinander gelagert; ferner weist das Ritzel 5 einen Zahn weniger auf als das Hohlrad 6, so daß jeweils die Außenseite eines Zahnkopfes 13 am Ritzel 5 mit der Innenseite eines Zahnkopfes 14 am Hohlrad 6 in Berührung kommt. Zu erkennen ist ferner ein Sauganschluß 7 in der Zone, bei der unter Drehung in Pfeilrichtung X die Zähne am Ritzel 5 beziehungsweise am Hohlrad 6 außer Eingriff geraten. Dem Sauganschluß 7 im Gehäusemittelteil, in dem das Hohlrad 6 und das Ritzel 5 gelagert sind, schließt sich in axialer Richtung jeweils zu dem benachbarten Gehäuseteil eine Saugtasche an, die sich über einen Teil der Mantelfläche 20 des Hohlrads 6 erstreckt. Ein Druckanschluß 10 befindet sich, ebenfalls ausgehend von einer sich über einen Umfangsbereich am Hohlrad 6 erstreckenden Drucktasche auf der gegenüberliegenden Seite der Pumpe. Die Zuströmung vom Druckmedium zum Innenraum der Pumpe, also zu den Zahnücken 15 beziehungsweise 16 im Ritzel 5 und im Hohlrad 6, welche die Förderung des Druckmediums bewirken, erfolgt über - vergleiche Fig. 2 / 3 beziehungsweise 5 / 6 - radiale Durchbrüche (radiale Bohrungen) 17 im Hohlrad 6. Diese Durchbrüche gehen von einer Mantelfläche 20 aus und münden im Zahngrund des Hohlrades 6.

Die soweit beschriebene sichellose Innenzahnradpumpe ist Stand der Technik. Gemäß der Darstellung nach Fig. 1 sind nun - in an sich bekannter, aber keineswegs einschränkender Art und Weise - an den Zahnköpfen des Hohlrads 6 jeweils radial bewegliche (Pfeil Y), im Querschnitt vorzugsweise pilzförmige Dichtelemente 30 eingesetzt, die in einer komplementären Profilnut 34 gelagert beziehungsweise gehalten sind.

Fig. 2 und Fig. 3 zeigen einen Ausschnitt der in Fig. 1 dargestellten und vorstehend erläuterten Innenzahnradpumpe, und zwar im Bereich der an den sogenannten Totpunkt TP der Pumpe anschlie-

ßenden Druckaufbauzone Z. Den Darstellungen nach Fig. 2 und Fig. 3 ist dabei klar zu entnehmen, wie über die Relativbewegung zwischen dem Hohlrad 6 und dem Ritzel 5 und über die Dichtelemente 30 die funktionale Separation des Ansaug- und Druckraums der Innenzahnradpumpe erfolgt.

Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist die Ansteuerung der sogenannten Steuerräume 35 der Dichtelemente 30, d.h. des rückseitigen Freiraums zwischen der Unterseite der Dichtelemente 30 und dem Grund der Profilnuten 34. Diese Ansteuerung erfolgt hierbei über in dem die Verzahnungsteile (Hohlrad 6 und Ritzel 5) seitlich begrenzenden Gehäuse 19 (vergleiche Fig. 4) eingearbeitete axiale Nuten - und zwar über eine Mehrzahl von Nuten 40, die im Bereich des Totpunkts TP schräg liegend mit negativem Anstellwinkel eingearbeitet sind (Fig. 2) und über eine (zweite) Mehrzahl von Nuten 41, die in Drehrichtung X betrachtet hinter dem Totpunkt TP schräg liegend mit positivem Anstellwinkel eingearbeitet sind (Fig. 3).

Funktional betrachtet wird (vergleiche Fig. 2) dabei der Steuerraum 35 des in Drehrichtung X nacheilenden Dichtelements 30.n mit der voreilenden Zahnücke 16.v verbunden, während gleichzeitig (vergleiche Fig. 3) der Steuerraum 35 des voreilenden Dichtelements 30.v mit der nacheilenden Zahnücke 16.n verbunden wird. Der Klarheit halber soll nochmals angemerkt werden, daß die in Fig. 2 dargestellten Nuten 40 und die in Fig. 3 dargestellten Nuten 41 gemeinsam vorgesehen sind, so daß nach dem Totpunkt TP ein wirklich optimaler Druckaufbau entsteht.

Im Hinblick auf die zeichnerische Darstellung nach Fig. 2 und Fig. 3 ist noch anzumerken, daß durch die axiale Nuten 40 beziehungsweise 41 keine (kommunizierende) Verbindung zwischen den Zahnücken entsteht. Da nun aber der Druckbeziehungsweise Drehwinkel für den Steuerraum 35 größer ist als er der Zahnbreite entspricht, kann die optimale Ansteuerung nur über mehrere (in Fig. 2 / Fig. 3 / Fig. 4 vier) parallel zueinander angeordnete Nuten 40 beziehungsweise 41 erfolgen. Diese Nuten sind bezüglich ihres Abstands zueinander so dimensioniert, daß jeweils die in Drehrichtung X folgende Nut die Steuerung kurz vor dem Austreten der jeweils voreilenden wirksamen Nut übernimmt.

Damit herrscht nun im Steuerraum 35 des den Totpunkt TP überschreitenden Dichtelements 30 stets der gleiche Druck wie der der angesteuerten Zahnücke.

In Fig. 4 ist eine Schnittdarstellung entsprechend der Schnittlinie A-B nach Fig. 3 dargestellt, um einerseits die Anordnung der Nuten 41 im Gehäuse 19 und andererseits deren Form als beispielsweise rechteckige Ausfräsung aufzuzeigen. Wie anhand von Fig. 3 erläutert wird dabei nacheinander über die Nuten 41 eine kommunizierende

Verbindung zwischen dem Steuerraum 35 des voreilenden Dichtelements (30.v in Fig. 3) und der nacheilenden Zahnücke 16.n geöffnet.

Fig. 5 und Fig. 6 zeigen (gleichermaßen wie Fig. 2 / Fig. 3) einen Ausschnitt der in Fig. 1 dargestellten Innenzahnradpumpe im Bereich der einem Totpunkt TP anschließenden Druckaufbauzone Z. Den Darstellungen nach Fig. 5 / Fig. 6 ist der im Bereich des Totpunkts TP in dem an die Verzahnungsteile (Hohlrad 6 und Ritzel 5) angrenzenden Gehäuse (19 in Fig. 7) eingearbeitete Steuerschlitz 45 zu entnehmen. Dieser Steuerschlitz 45 liegt auf dem Durchmesser der Steuerräume 35 der Dichtelemente 30 und hat folgende Funktionen:

- Zu Beginn des Druckaufbaus - vergleiche Fig. 5 - wird der Steuerraum 35 des nacheilenden Dichtelements 30.n mit der voreilenden Zahnücke 16 verbunden.
- Liegt dann - vergleiche Fig. 6 - der Zahnkopf 14 des Hohlrads 6 infolge Drehung in Drehrichtung X über dem Steuerschlitz 45, so herrscht zwischen den Zahnücken 15 und 16.y ein Druckgefälle, da in der voreilenden Zahnücke ein höherer Arbeitsdruck ansteht, während die nacheilende Zahnücke drucklos ist. Der Druck im Steuerraum 35 des Dichtelements stellt sich dann entsprechend den anteiligen überlappenden Flächenbereichen des Steuerschlitzes 45 ein.

Der Steuerschlitz 45 kann in Umfangsrichtung betrachtet gebogen (vergleiche Darstellung) oder gerade verlaufen; bezüglich seiner Querschnittsform ist der Steuerschlitz 45 variabel gestaltbar, so daß der im Steuerraum 35 wirkende Teildruck über die je nach Winkelstellung wirksamen Querschnitte (vergleiche I und II) optimiert werden kann.

Die vorgenannten geometrischen Verhältnisse sind anhand von Fig. 7 noch entsprechend der Schnittlinie C-D nach Fig. 6 vergrößert dargestellt. Der Steuerschlitz 45 im Gehäuse 19 verbindet die benachbarten Zahnücken 16.x und 16.y und initiiert im Steuerraum 35 des konjugierten Dichtelements 30 einen dem Querschnitt I und II entsprechenden Teildruck.

Die anhand der Fig. 2 / 3 / 4 einerseits und der Fig. 5 / 6 / 7 andererseits dargestellten Konstruktionen sind je für sich geeignet, die der vorliegenden Erfindung zugrunde liegende Aufgabe zu lösen. In weiterer Ausgestaltung der vorliegenden Erfindung ist es jedoch auch möglich, beide Konzeptionen insoweit zu kombinieren, als die in Fig. 3 (und Fig. 4) gezeigten axialen Nuten 41 und der Steuerschlitz 45 nach Fig. 6 (und Fig. 7) gemeinsam vorgesehen sind. In Fig. 8 ist in zwei - teilweise geschnittenen - Ansichten diese Konfiguration dargestellt.

Der im Zahnkopf 14 des Hohlrads 6 am Grund des Dichtelements 30 ausgebildete Steuerraum 35

wird dabei einmal über eine in Umfangsrichtung eingearbeiteten Steuerschlitz 45 analog zu dem anhand von Fig. 5 / 6 / 7 beschriebenen Ausführungsbeispiel druckbeaufschlagt; andererseits wird der Steuerraum 35 auch über die (hier drei) Nuten 41 mit der nacheilenden Zahnücke 16.n verbunden.

Die letztgenannten Nuten 41 haben auch hierbei zum Beispiel eine rechteckige Querschnittsform. Der Steuerschlitz 45 ist gebogen längs der Umfangslinie der Steuerräume 35 eingearbeitet und über seine Gesamtlänge als beidseitig spitz auslaufende konische Kehlnut ausgebildet.

Mit der in Fig. 8 dargestellten Konfiguration läßt sich so der Druckaufbau der Innenzahnradpumpe nach dem Totpunkt TP ganz optimal steuern.

Patentansprüche

1. Sichellose Innenzahnradpumpe mit einem innenverzahnten Hohlrad (6) und einem mit dem Hohlrad (6) kämmenden Ritzel (5), die in einem gemeinsamen Gehäuse (19) drehbar gelagert sind, dessen axiale Erstreckung der Breite der Verzahnung (12) des Hohlrads (6) und des Ritzels (5) entspricht und welches einen Sauganschluß (7) und einen Druckanschluß (10) aufweist, wobei das Hohlrad (6) radiale Durchbrüche (17) für das zu pumpende Medium aufweist, wobei in den Zahnköpfen (14) des Hohlrads (6) oder des Ritzels (5) je ein in einer entsprechend ausgebildeten Profilnut (34) radial bewegliches Dichtelement (30) eingesetzt ist, das am gegenüberliegenden Zahnkopf des Ritzels (5) oder des Hohlrads (6) gleitet, und wobei die Dichtelemente (30) rückseitig druckbeaufschlagte Steuerräume (35) aufweisen, dadurch gekennzeichnet, daß zur Druckbeaufschlagung der Steuerräume (35) im Bereich der Druckaufbauzone (Z) auf mindestens einer Seite des das Hohlrad (6) und das Ritzel (5) seitlich begrenzenden Teils des Gehäuses (19) mindestens ein axialer Steuerschlitz (40, 41; 45) eingearbeitet ist.
2. Innenzahnradpumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der axiale Steuerschlitz durch eine Mehrzahl parallel zueinander angeordnete axiale Nuten (40, 41) realisiert ist, die so ausgebildet sind, daß sie zu Beginn des Druckaufbaus (vergleiche Z) einerseits (vergleiche 40) den Steuerraum (35) des nacheilenden Dichtelements

- (30.n) mit der voreilenden Zahnücke (16.v) und
andererseits (vergleiche 41) den Steuerraum (35) des voreilenden Dichtelements (30.v) mit der nacheilenden Zahnücke (16.n) verbinden (vergleiche Fig. 2 und 3). 5
3. Innenzahnradpumpe nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils vier parallel zueinander verlaufende Nuten (40, 41) vorgesehen sind. 10
4. Innenzahnradpumpe nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Nuten als Rechtecknut mit gegebenenfalls rundem Grund ausgebildet sind. 15
5. Innenzahnradpumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der axiale Steuerschlitz (45) in räumlicher Zuordnung zu den Steuerräumen (35) auf mindestens einer Seite des das Hohlrad (6) und das Ritzel (5) seitlich begrenzenden Teils des Gehäuses (19) eingearbeitet, und so ausgebildet ist, daß er zu Beginn des Druckaufbaus (vergleiche Z) zunächst den Steuerraum (35) des nacheilenden Dichtelements (30.n) mit der voreilenden Zahnücke (16) verbindet (vergleiche Fig. 5) und anschließend zwei benachbarte Zahnücken (16.x, 16.v) miteinander verbindet (vergleiche Fig. 6). 20
25
30
35
6. Innenzahnradpumpe nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Steuerschlitz (45) einen über den Drehwinkel (vergleiche X) variablen Querschnitt hat. 40
7. Innenzahnradpumpe nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Steuerschlitz (45) einen über den Drehwinkel konstanten Querschnitt hat. 45
8. Innenzahnradpumpe nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Steuerschlitz (45) in Umfangsrichtung gebogen ist. 50
9. Innenzahnradpumpe nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Steuerschlitz (45) in Umfangsrichtung betrachtet gerade verläuft. 55

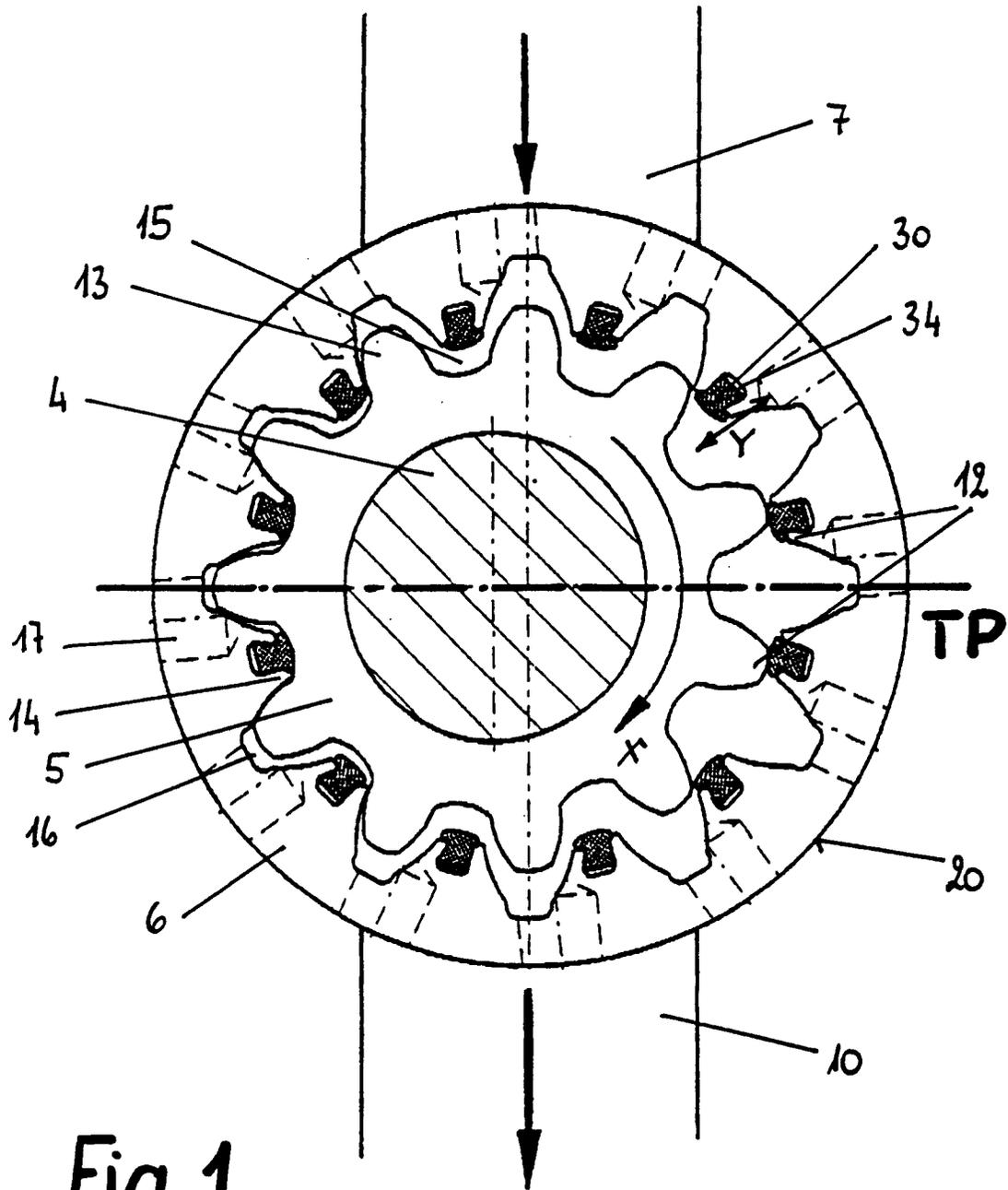


Fig. 1

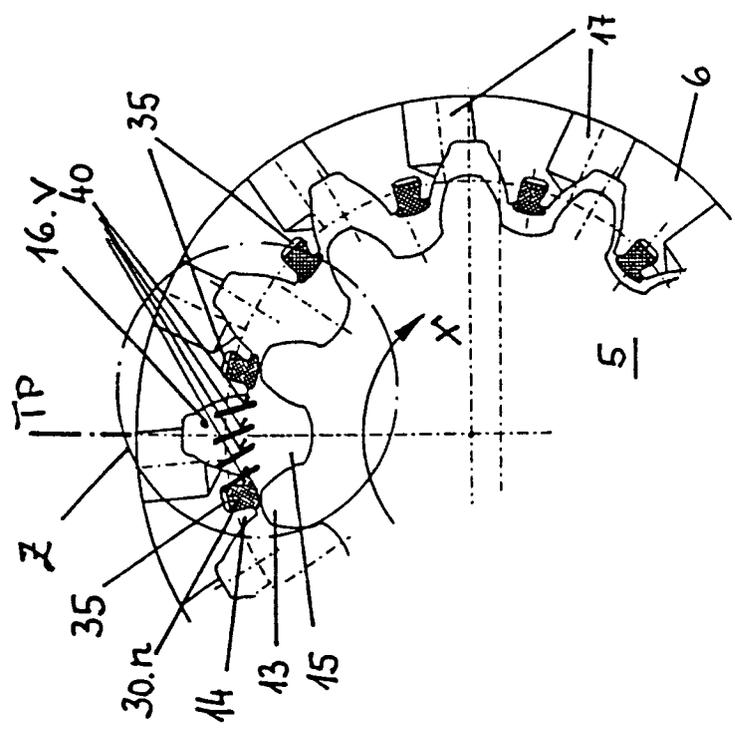
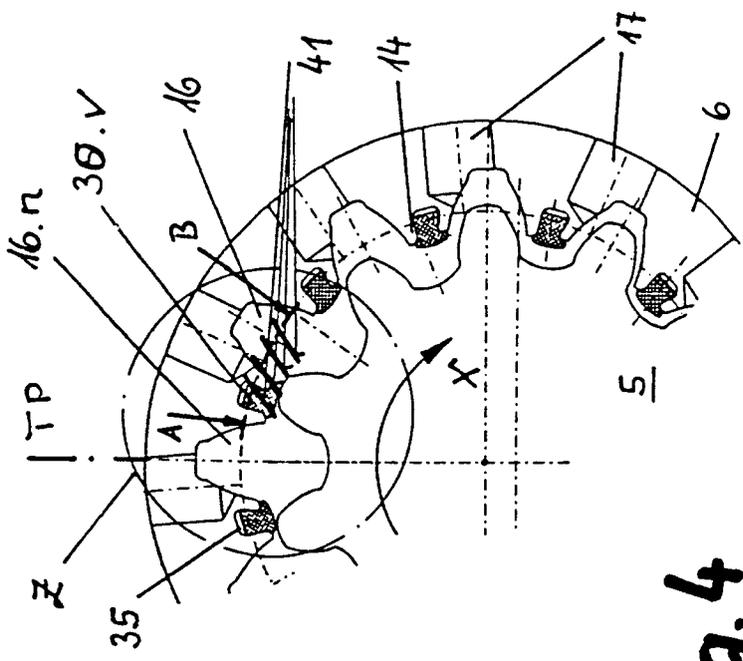
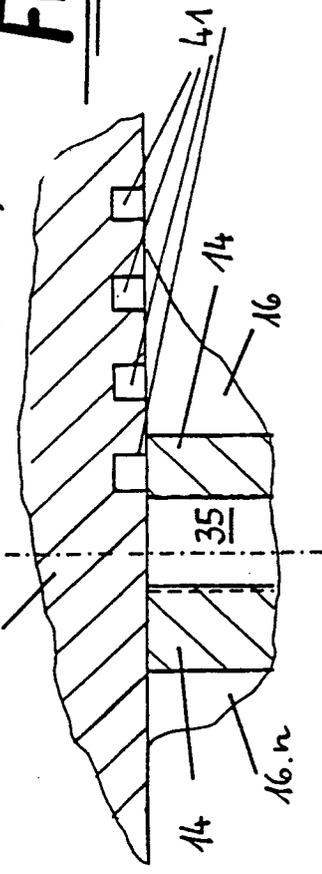


Fig. 2

Fig. 3

(Schnitt A-B)

Fig. 4



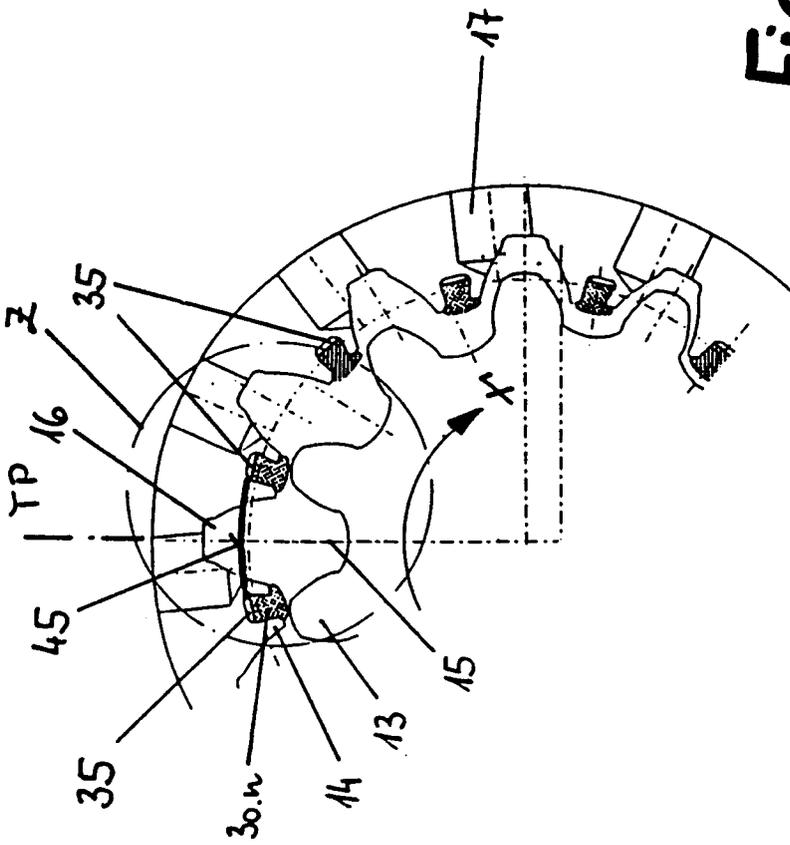
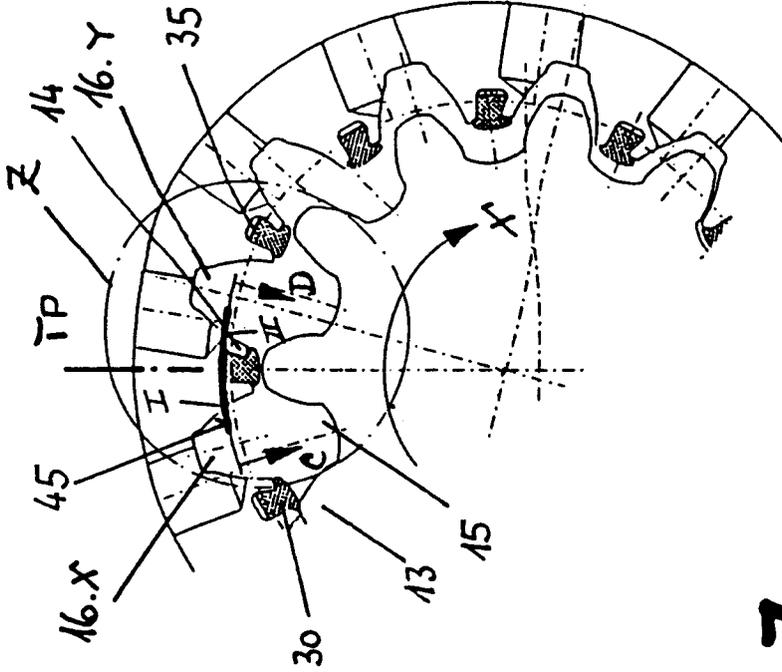


Fig. 7 (Schnitt C-D)

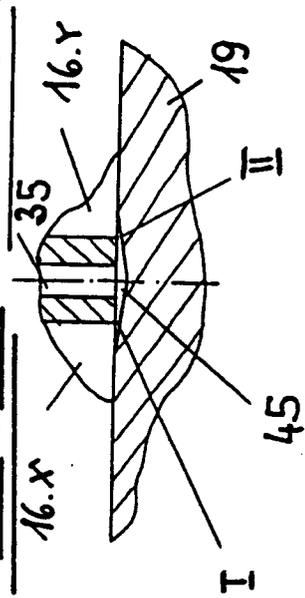


Fig. 5

Fig. 6

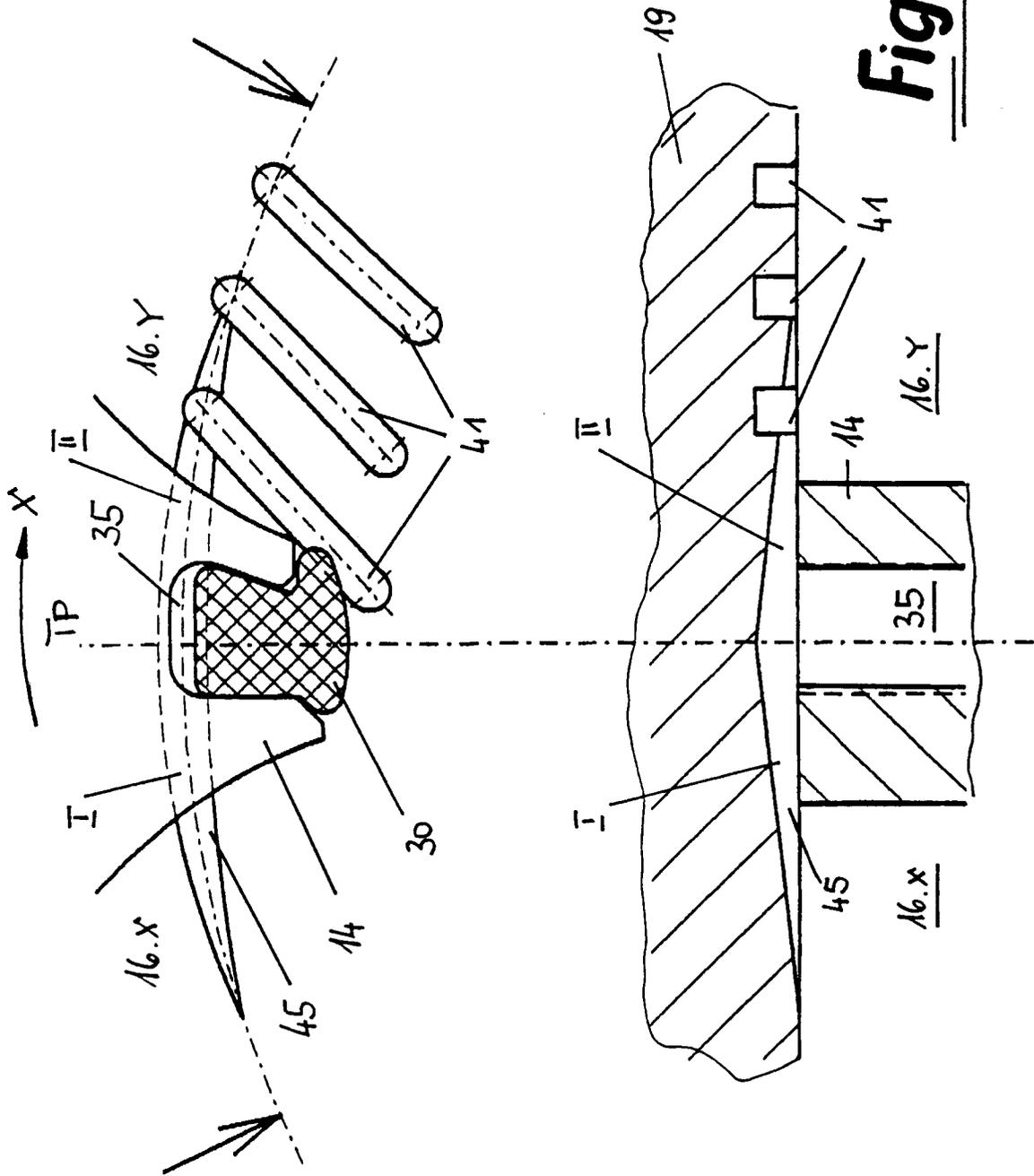


Fig. 8