



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 0 879 962 A1**

(12)

## EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:  
25.11.1998 Patentblatt 1998/48

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: **F04C 2/08**

(21) Anmeldenummer: **98106648.3**

(22) Anmeldetag: **09.04.1998**

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

(71) Anmelder: **ROBERT BOSCH GMBH**  
**70442 Stuttgart (DE)**

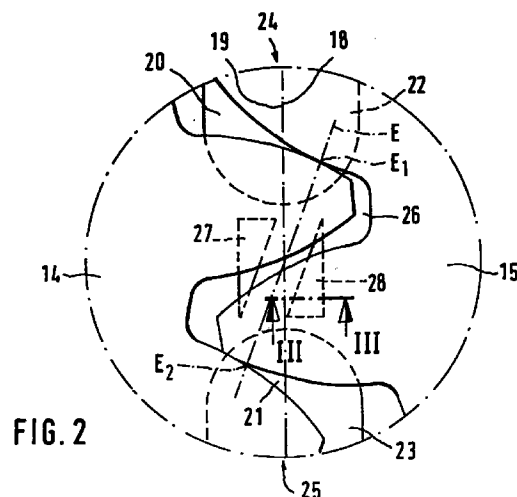
(72) Erfinder:  
• **Keuper, Gerhard**  
**71229 Leonber (DE)**  
• **Bredenfeld, Guido**  
**71706 Möglingen (DE)**

(30) Priorität: **23.05.1997 DE 19721621**

### (54) **Zahnradmaschine**

(57) Es wird eine Zahnradmaschine vorgeschlagen, die sich durch ein geringes Betriebsgeräusch bei gleichzeitig hohem volumetrischen Wirkungsgrad auszeichnet. Zur Glättung von Druckschwankungen im Quetschölraum (26) weist die Zahnradmaschine Tilgerelemente (30) auf, die bei einer Drucküberhöhung im Quetschölraum (26) Zusatzvolumen schaffen und

dadurch Druckspitzen abdämpfen. Die Tilgerelemente (30) lassen sich in jeder der den Quetschölraum (26) begrenzenden Wandungen plazieren und sind in einer mit dem Quetschölraum (26) verbundenen Ausnehmung (27, 28) angeordnet.



**EP 0 879 962 A1**

## Beschreibung

### Stand der Technik

Die Erfindung geht von einer Zahnradmaschine (Pumpe oder Motor) nach der Gattung des Anspruchs 1 aus. Bei derartigen bekannten Zahnradmaschinen wird während des Doppeleingriffs der Zahnräder das zwischen den jeweiligen Eingriffspunkten in den Zahnkammern eingeschlossene Druckmittelvolumen im Verlauf der Drehung der Zahnräder einer Kompression mit anschließender Dekompression unterworfen. Die damit verbundene Druckpulsation führt zu einer relativ hohen Geräuschentwicklung. Um diese Geräuschentwicklung zu reduzieren, ist es bekannt, den bei dieser Druckpulsation entstehenden Quetschöl Druck zu begrenzen. Dazu sind in den seitlich angeordneten Dichtelementen der Zahnkammern Vorsteuernuten angeordnet, die so ausgelegt sind, daß der Quetschölraum möglichst lange mit der Ablaufseite der Zahnradmaschine verbunden ist. Kompression und Dekompression des eingeschlossenen Quetschöls finden so nicht im abgeschlossenen Volumen statt. Damit sinkt der auftretende Druckgradient und das daraus resultierende Geräusch.

Nachteiligerweise führt diese Ausbildung der Vorsteuernuten zu einer kurzzeitigen Verbindung der Hochdruckseite mit der Niederdruckseite der Zahnradmaschine, die das volumetrische Verhalten bzw. den volumetrischen Wirkungsgrad der Zahnradmaschine verschlechtert.

Aus der DE 42 17 160 A1 ist es diesbezüglich bekannt, an den die Zahnkammern seitlich begrenzenden Dichtkörpern Vertiefungen anzubringen, die das Volumen des eingeschlossenen Quetschölraums vergrößern. Dies verringert den Quotienten aus der Volumenänderung und dem nichtkomprimierten Ausgangsvolumen und damit die Geschwindigkeit, mit der sich im zeitlichen Verlauf der Zahnradrotation der Druck im Quetschölraum verändert. Obwohl sich damit das Betriebsgeräusch der Zahnradmaschine senken läßt, ist diese Lösung unbefriedigend, weil die Vertiefungen hydraulische Kapazitäten bilden, die den Förderstrom und damit den Wirkungsgrad der Zahnradmaschine geringfügig verschlechtern. Außerdem ist die geräuschsenkende Wirkung dieser Maßnahme relativ gering, weil lediglich die Amplitude der Druckerhöhung vermindert, die Amplitude selbst aber nicht vermieden wird.

### Vorteile der Erfindung

Eine erfindungsgemäße Zahnradmaschine mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruchs 1 hat demgegenüber den Vorteil, daß sie ein weiter reduziertes Betriebsgeräusch bei besserem volumetrischem Wirkungsgrad aufweist. Hierzu sind an der Zahnradmaschine relativ einfach und preisgünstig realisierbare Tilgerelemente ausgebildet, die mit dem Quetschölraum

in Wirkverbindung treten. Die Tilgerelemente nehmen das Kompressionsvolumen auf und geben es im Laufe der Zahnradrotation wieder frei, so daß keine Quetschöl Drucküberhöhung entsteht. Dies ermöglicht bei unverändertem Geräuschniveau eine höhere Umsteuerüberdeckung mit der Folge eines besseren volumetrischen Wirkungsgrades der Zahnradmaschine bzw. eine größere Tolerierung der Umsteuerung, verbunden mit geringeren Teilekosten für die Lagerbuchsen/-brillen.

Weitere Vorteile oder vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen oder der Beschreibung.

### Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der nachfolgenden Beschreibung und der Zeichnung näher erläutert. Letztere zeigt in Figur 1 einen nur teilweise dargestellten Schnitt durch eine vereinfacht dargestellte Zahnradmaschine, in Figur 2 in vergrößerter Darstellung ein Detail nach Figur 1. Figur 3 zeigt einen Schnitt entlang der Linie III-III nach Figur 2 durch eine der Lagerbuchsen mit einem ersten Ausführungsbeispiel für ein Tilgerelement, während Figur 4 ein zweites Ausführungsbeispiel eines Tilgerelements darstellt.

### Beschreibung des Ausführungsbeispiels

In Figur 1 ist mit 10 das nur angedeutete Gehäuse einer Zahnradmaschine beschrieben, in dessen Innenraum 11 einander gegenüberliegend ein Zulaufkanal 12 und ein Ablaufkanal 13 münden. Im Innenraum 11 kämmen zwei Zahnräder 14 und 15 im Außeneingriff miteinander. Die Zahnradmaschine ist in diesem Ausführungsbeispiel als Zahnradpumpe ausgebildet, wobei das Zahnrad 15 auf hier nicht näher dargestellte Weise im Gegenuhrzeigersinn angetrieben ist. Die Zahnräder 14 und 15 sind mit ihren nicht dargestellten Wellenzapfen in vier Lagerbuchsen gelagert, von denen in Figur 1 die Lagerbuchsen 16 und 17 dargestellt sind. Die nicht gezeichneten, gegenüberliegenden Lagerbuchsen sind entsprechend symmetrisch ausgebildet. Diese Lagerbuchsen liegen auf an sich bekannte Weise an den Zahnradseitenflächen dichtend an. An den aneinanderliegenden Flachseiten 18, 19 der Lagerbuchsen 16, 17 sind in den den Zahnradseitenflächen zugewandten Stirnseiten jeweils einander gegenüberliegende Vertiefungen 20, 21 bzw. 22, 23 ausgebildet, die paarweise eine Vorsteuernut bilden. Die beiden Vertiefungen 20 und 22 bilden die ablaufseitige Vorsteuernut 24 und die beiden Vertiefungen 21, 23 die zulaufseitige Vorsteuernut 25. Die beiden Vorsteuernuten 24, 25 ragen bis in den Eingriffsbereich der beiden Zahnräder 14, 15, ohne einander zu berühren.

In dem in Figur 2 vergrößert dargestellten Eingriffsbereich der beiden Zahnräder 14, 15 befinden sich zwei Zahnpaare im Eingriff, und zwar in einem Eingriffspunkt E1 und einem zweiten Eingriffspunkt E2. Diese Ein-

griffspunkte E1 und E2 liegen auf einer gemeinsamen Eingriffslinie E, die bei an sich bekannten Evolventenverzahnungen einen Eingriffswinkel von beispielsweise 20 Grad hat. Zwischen den beiden Eingriffspunkten E1 und E2 wird von den beiden Zahnrädern 14, 15 ein Quetschölraum 26 eingeschlossen, dessen Volumen sich über den Drehwinkel ändert. Der Quetschölraum 26 wird beim Einlaufen eines Zahnpaars geschlossen, mit der Drehung der Zahnräder 14, 15 zunächst verkleinert, bei fortschreitender Drehung vergrößert und beim Auseinanderlaufen des anderen Zahnpaars wieder geöffnet. Dieser Kompressions-/Dekompressionsvorgang ist an sich bekannt und läuft jeweils zwischen zwei im Eingriff befindlichen Zahnpaaren ab. Im Eingriffsbereich der beiden Zahnräder 14, 15 ist in jeder der Lagerbuchsen 16, 17 eine Ausnehmung 27, 28 ausgebildet, in die ein Tilgerelement 30 eingesetzt ist. Die Ausnehmungen 27, 28 sind zwischen den Vorsteuernuten 25, 24 angeordnet, ohne diese zu berühren und liegen seitlich von der Eingriffslinie E.

Wie Figur 3 zeigt, durchdringen die Ausnehmungen 27, 28 die Lagerbuchsen 16, 17 vollständig. In ihrem Inneren ist das Tilgerelement 30 angeordnet, das aus einem Stützkörper 32 und einer Membran 31 besteht. Der Stützkörper 32 wird von einem plattenartigen Stahlkörper gebildet, dessen Umfangskontur auf die Form der Ausnehmung 27, 28 abgestimmt ist. Dieser Stützkörper 32 ist mit Vorspannung im wesentlichen bündig in die Ausnehmung 27, 28 eingepreßt und befindet sich auf der den Zahnrädern 14, 15 (Fig. 1) zugewandten Seite der Lagerbuchse 16, 17. Der Stützkörper 32 ist im wesentlichen ringförmig ausgebildet und umschließt eine durchgehende Öffnung 34. In Richtung der von den Zahnrädern 14, 15 abgewandten Seite der Lagerbuchse 16, 17 schließt sich dem Stützkörper 32 die Membran 31 an. Diese Membran 31 erstreckt sich über die gesamte Breite des Stützkörpers 32 und deckt dessen Öffnung 34, die unmittelbar mit dem Quetschölraum 26 verbunden ist, ab. Die Membran 31 ist aus einem Elastomer hergestellt und ist an den Stützkörper 32 anvulkanisiert, so daß das Tilgerelement 30 ein einteiliges Bauteil ausbildet. Die vom Stützkörper 32 abgewandte Seite der Membran 31 ist exemplarisch mit Hochdruck beaufschlagt. Hierzu mündet die Ausnehmung 27, 28, in die das Tilgerelement 30 eingesetzt ist, in ein Druckfeld 33, das auf der dem Tilgerelement 30 gegenüberliegenden Seite der Lagerbuchse 16, 17 ausgebildet und mit dem Ablaufkanal 13 der Zahnradmaschine verbunden ist.

Bei der Drehung der Zahnräder 14, 15 wird das zunächst unkomprimierte Ölvolumen im Quetschölraum 26 (Fig. 1) bis auf ein Minimalvolumen komprimiert und anschließend wieder dekomprimiert. Der sich ergebende Quotient aus der Volumenveränderung und dem Ausgangsvolumen des Quetschölraums 26 ist ohne den Einfluß der Vorsteuernuten der daraus resultierenden Druckdifferenz proportional. Der sich aus dem entsprechenden Druckquotienten über die Zeit ergebende

Druckgradient ist proportional zum dabei entstehenden Geräusch der Zahnradmaschine.

Die erfindungsgemäßen Tilgerelemente 30 der Zahnradmaschine werden bei einem Druckanstieg im Quetschölraum 26 elastisch verformt und dämpfen dadurch diese Drucküberhöhung ab. Als Folge davon verringert sich die Geschwindigkeit, mit der sich der Druck im Quetschölraum 26 verändert, was sich in einer Senkung des Betriebsgeräuschs der Zahnradmaschine auswirkt. Durch die elastische Verformung der Tilgerelemente 30 während eines Kompressions-/Dekompressionszyklus des Quetschölraums 26 wird demnach eine hydraulische Kapazität gebildet, die die Druckschwankungen im Quetschölraum 26 glättet. Im Unterschied zu bekannten Lösungen baut sich diese hydraulische Kapazität allerdings im Verlauf eines Kompressions-/Dekompressionszyklus auf und auch wieder ab, so daß sich bezüglich des Fördervolumens und des volumetrischen Wirkungsgrads der Zahnradmaschine keine Verschlechterung gegenüber Zahnradmaschinen ohne Tilgerelemente 30 einstellen. Dieser Vorteil wird u.a. auch von der Funktion des Stützkörpers 32 bestimmt, die in diesem Zusammenhang darin besteht, daß der Stützkörper 32 in der Dekompressionsphase ein Auswölben der Membran 31 in Richtung der Zahnräder 14, 15 verhindert. Dadurch wird ein der Druckmittelförderrichtung entgegengesetzt strömender Rückfluß von Druckmedium verhindert, der ansonsten die Fördermenge der Zahnradmaschine verringern würde.

Die erzielbare Geräuschreduzierung läßt sich auch in Optimierungen an der Mechanik der Zahnradmaschine umsetzen, die ansonsten einen Anstieg des Betriebsgeräusches hervorrufen würden. So können beispielsweise die Vorsteuernuten 24, 25 der Zahnradmaschine verkürzt ausgeführt werden, wodurch der in Kauf genommene Kurzschluß zwischen der Hoch- und der Niederdruckseite der Zahnradmaschine verringert bzw. vermieden werden kann. Dies wirkt sich ebenso positiv auf den volumetrischen Wirkungsgrad der Zahnradmaschine aus. Die Vermeidung eines hydraulischen Kurzschlusses ist der Grund dafür, daß die Tilgerelemente 30 bzw. die diese Tilgerelemente 30 aufnehmenden Ausnehmungen 27, 28 so angeordnet sind, daß sie von der Eingriffslinie E der Zahnradanordnung nicht geschnitten werden.

Im Übrigen ist die Anordnung und die Ausführung der Ausnehmungen 27, 28 nicht auf die hier beschriebene Art und Weise beschränkt. So ist es beispielsweise auch möglich, die Ausnehmungen 27, 28 als Sacklochbohrungen auszubilden. Ebenso sind verschiedene Ausführungsvarianten für die Tilgerelemente 30 denkbar.

So ist gemäß Figur 4 das Tilgerelement 30 als Kolben 35 ausgebildet, der verschiebbar in einer Zylinderbohrung 37 angeordnet ist. Exemplarisch ist diese Zylinderbohrung 37 als Sacklochbohrung bzw. als einseitig geschlossene Durchgangsbohrung ausgebildet,

an deren Grund sich eine den Kolben 35 beaufschlagende Druckfeder 36 abstützt. Der in Richtung der nicht gezeichneten Zahnräder 14, 15 gerichtete Hub des Kolbens 35 wird von einem Anschlagring 38 begrenzt, der vergleichbar zum Stützkörper 32 des elastischen Tilgerelements 30 eine Öffnung 34 begrenzt und auf der den Zahnrädern 14, 15 zugewandten Seite der Zylinderbohrung 37 bündig in diese eingepreßt ist. Zur Druckbeaufschlagung der Unterseite des Kolbens 35 ist die Zylinderbohrung 37 exemplarisch über einen Radialkanal 39 mit der Hochdruckseite der Zahnradmaschine verbunden. Um eine an den Einsatzfall angepaßte Druckschwelle einzustellen, ab der der Kolben 35 auf Druckveränderungen im Quetschölraum 26 (Fig. 1) reagiert, lassen sich im Radialkanal 39 nicht dargestellte Drosseln einsetzen, die beispielsweise den Einfluß der Druckfeder 36 auf die Kolbenhubbewegung kompensieren können. Bei einer Druckerhöhung im Quetschölraum 26 über einen vom Druckniveau auf der Unterseite des Kolbens 35 abhängigen Schwellwert hinaus, führt dieser eine Hubbewegung aus und schafft dadurch ein Zusatzvolumen, das diese Drucküberhöhung mildert. In der Dekompressionsphase des Quetschölraums 26 wird die dabei gebildete hydraulische Kapazität wieder abgebaut, so daß sich auch bei diesem beweglichen Tilgerelement 30 die selben Wirkungen einstellen, wie sie bereits beim ortsfesten elastischen Tilgerelement 30 beschrieben wurden. Maßgeblich für die Wirkungsweise der Tilgerelemente 30 ist, daß ein Kurzschluß von der Hochdruckseite zur Niederdruckseite der Zahnradmaschine vermieden werden muß. Hierzu ist es notwendig, daß die Ausnehmungen 27, 28 abseits der Eingriffslinie E angeordnet sind und nicht von dieser geschnitten werden.

Selbstverständlich sind weitere Verbesserungen oder Ergänzungen am beschriebenen Ausführungsbeispiel möglich, ohne vom Grundgedanken der Erfindung abzuweichen. So eignen sich die beschriebenen Ausführungsbeispiele sowohl für Zahnradmaschinen mit Lagerbuchsen, mit Lagerbrillen, als auch für solche mit Dichtplatten. Desweiteren zu erwähnen ist, daß die Ausnehmungen 27, 28 der Tilgerelemente 30 grundsätzlich in allen die Zahnkammern begrenzenden Wänden angebracht werden können. Beispielsweise ist es durchaus vorstellbar, die Tilgerelemente 30 auch in den Zahnflanken der Zahnräder 14, 15 anzuordnen, falls dies aufgrund der Anforderungen an die Festigkeit der Zahnräder 14, 15 möglich ist.

#### Patentansprüche

1. Zahnradmaschine (Pumpe oder Motor) mit einem Gehäuse (10), in dessen Innenraum (11) eine Zahnradanordnung aus wenigstens zwei Zahnrädern (14, 15) angeordnet ist, die unter Ausbildung eines Quetschölraums (26) miteinander kämmen, dadurch gekennzeichnet, daß die Zahnradmaschine wenigstens ein Tilgerelement (30) aufweist,

das vom Druck im Quetschölraum (26) beaufschlagt ist.

2. Zahnradmaschine (Pumpe oder Motor) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das wenigstens eine Tilgerelement (30) im nicht druckbeaufschlagten Zustand im wesentlichen bündig auf der dem Quetschölraum (26) zugewandten Seite einer Ausnehmung (27, 28) angeordnet ist, und daß die Ausnehmung (27, 28) abseits der Eingriffslinie (E) der Zahnradanordnung positioniert ist.
3. Zahnradmaschine (Pumpe oder Motor) nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Tilgerelement (30) infolge der Druckbeaufschlagung eine Auslenkung erfährt, die kleiner ist, als die Tiefe der das Tilgerelement (30) aufnehmenden Ausnehmung (27, 28).
4. Zahnradmaschine (Pumpe oder Motor) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Tilgerelement (30) aus einer elastischen Membran (31) besteht, die mit einem ortsfesten Stützelement (32) zusammenwirkt, und daß das Tilgerelement (30) die Ausnehmung (27, 28) verschließt.
5. Zahnradmaschine (Pumpe oder Motor) nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Membran (31) aus einem Elastomer gefertigt ist, und daß das Tilgerelement (30) durch Anvulkanisieren der Membran (31) an das Stützelement (32) als einteiliges Bauteil ausgebildet ist, das in die Ausnehmung (27, 28) eingepreßt ist.
6. Zahnradmaschine (Pumpe oder Motor) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Tilgerelement (30) ein Kolben (35) ist, der gegen die Kraft einer Druckfeder (36) in einer Zylinderbohrung (37) beweglich geführt ist.
7. Zahnradmaschine (Pumpe oder Motor) nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Tilgerelement (30) auf seiner vom Quetschölraum (26) abgewandten Seite mit Druck, insbesondere mit Systemdruck der Zahnradmaschine, beaufschlagt ist.
8. Zahnradmaschine (Pumpe oder Motor) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die das Tilgerelement (30) aufnehmenden Ausnehmungen (27, 28) an den Zahnflanken der Zahnräder (14, 15) ausgebildet sind.
9. Zahnradmaschine (Pumpe oder Motor) nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die das Tilgerelement (30) aufnehmenden Ausnehmungen (27, 28) in den Bauteilen der Zahn-

radmaschine angeordnet sind, die die Zahnkammern der Zahnräder (14, 15) seitlich verschließen.

10. Zahnradmaschine (Pumpe oder Motor) nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die die Zahnkammern der Zahnräder (14, 15) verschließenden Bauteile der Zahnradmaschine Lagerbuchsen (16, 17) oder Lagerbrillen sind, die auf ihren von den Zahnrädern (14, 15) abgewandten Seiten mit Systemdruck beaufschlagte Druckflächen (33) ausbilden, und daß die die Tilgerelemente (30) aufnehmenden Ausnehmungen (27, 28) Durchgangsbohrungen sind, die die Lagerbuchsen (16, 17) oder die Lagerbrillen durchdringen und im Bereich der Druckflächen (33) münden.
11. Zahnradmaschine (Pumpe oder Motor) nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse (10) der Zahnradmaschine mehrteilig ausgebildet ist und aus einem Antriebsdeckel, einem Ringkörper und einem Verschlußdeckel besteht.

25

30

35

40

45

50

55

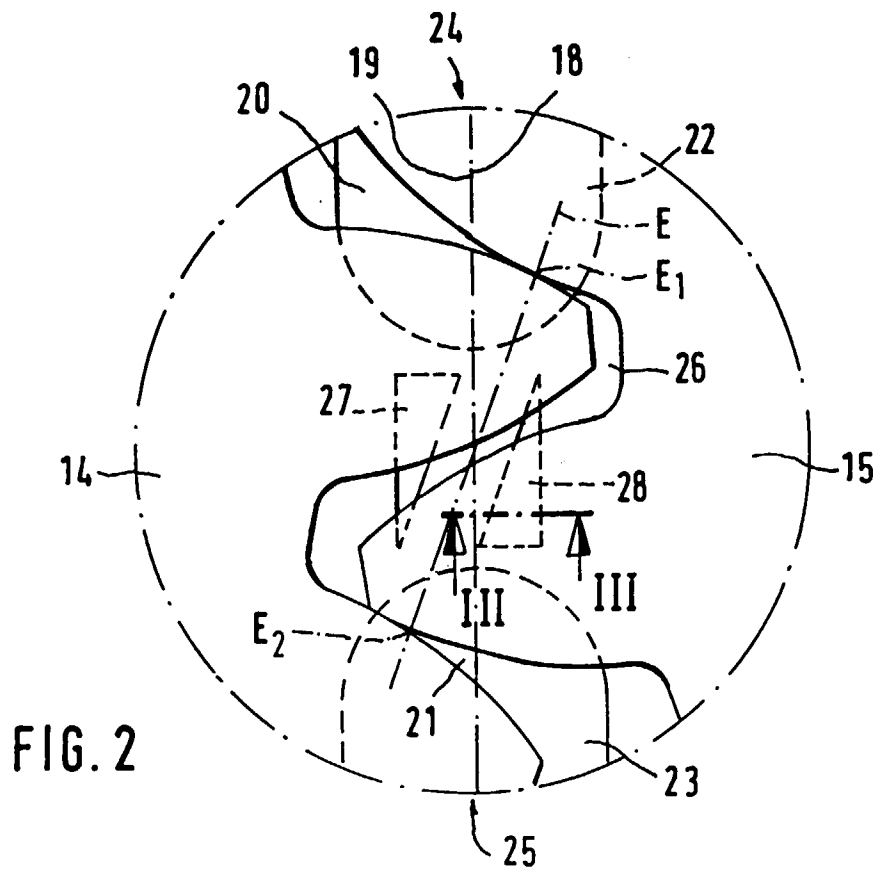
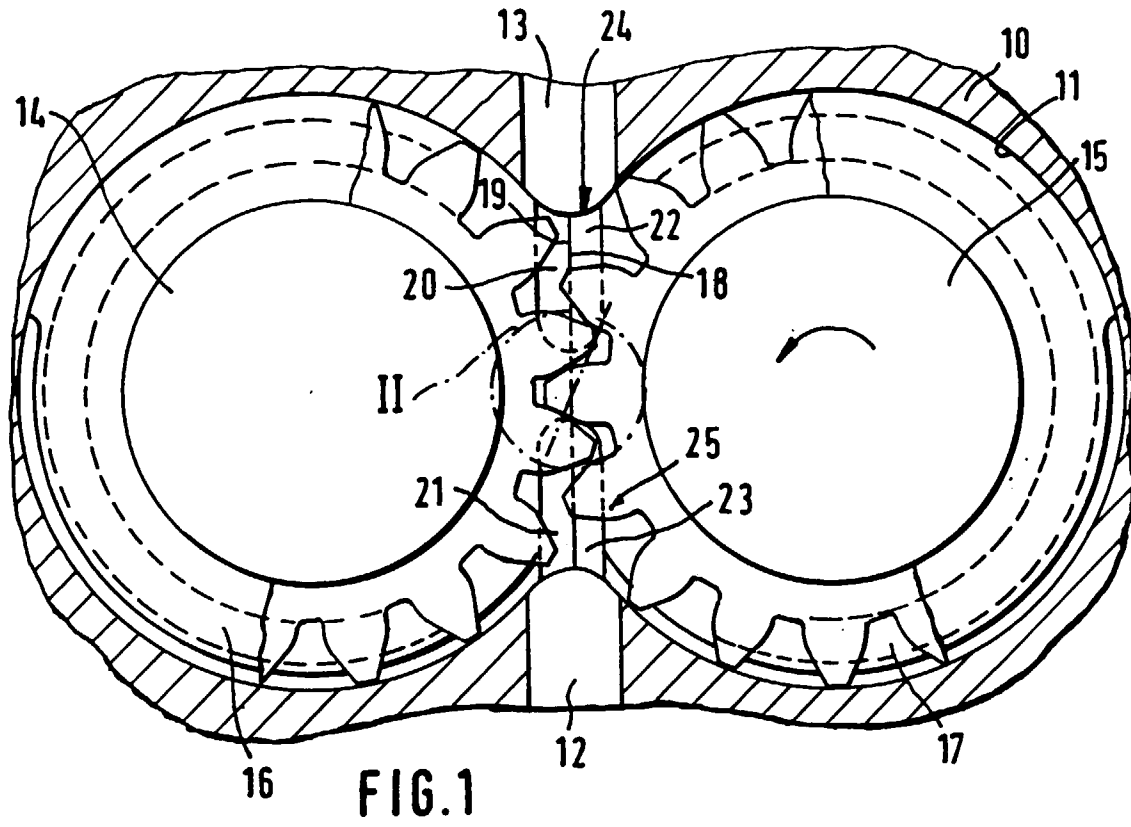


FIG. 3

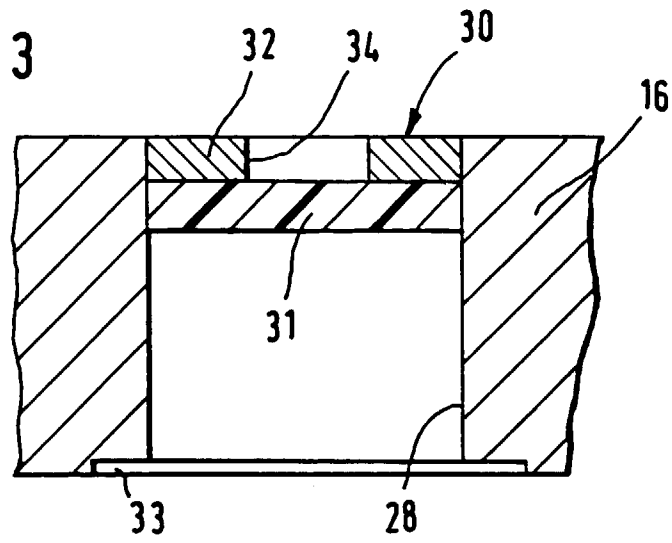
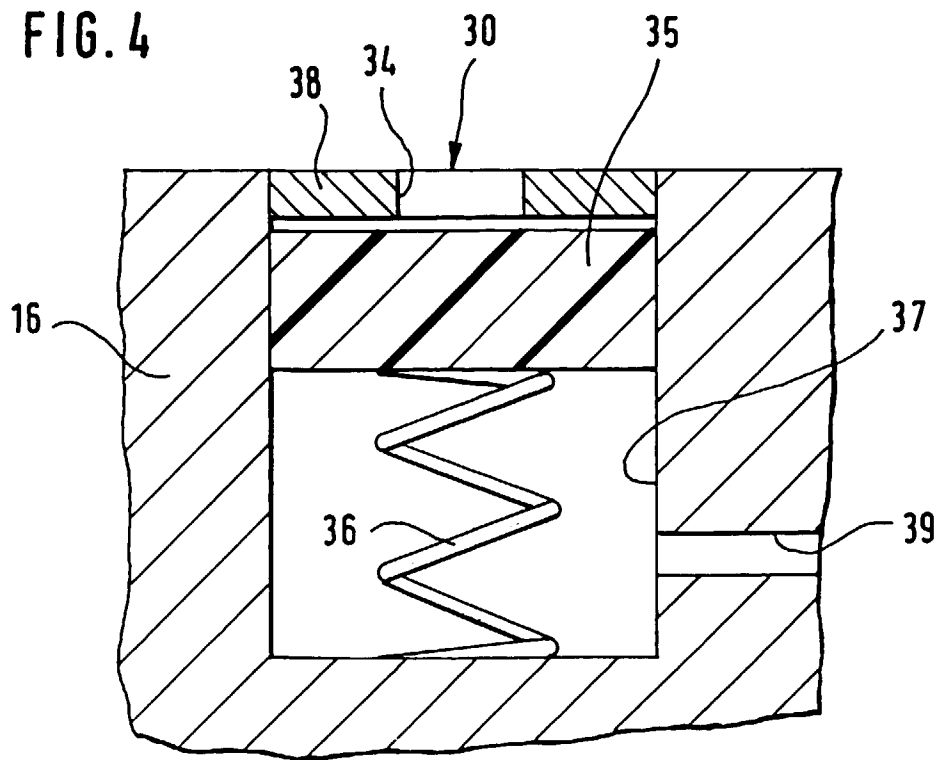


FIG. 4





Europäisches  
Patentamt

# EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 98 10 6648

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
D,A	DE 42 17 160 A (BOSCH GMBH ROBERT) 25.November 1993 * das ganze Dokument *	1,8-11	F04C2/08
A	US 5 380 240 A (STAUDENRAUSCH GEORG) 10.Januar 1995 * Spalte 2, Zeile 36 - Spalte 4, Zeile 69; Abbildung 9 *	1-3,6	
A	FR 2 465 907 A (RENAULT) 27.März 1981 * Seite 2, Zeile 32 - Seite 6, Zeile 8; Abbildung 4 *	1,8-10	
A	US 3 145 661 A (MARIETTA) 25.August 1964 * Spalte 3, Zeile 16 - Spalte 4, Zeile 39; Abbildungen 4,5 *	1	
A	US 3 833 317 A (RUMSEY R) 3.September 1974 * Spalte 6, Zeile 5 - Spalte 6, Zeile 41; Abbildungen 7,9 *	1,4	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
			F04C F01C
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort <b>DEN HAAG</b>		Abschlußdatum der Recherche <b>10.Juli 1998</b>	Prüfer <b>Ingelbrecht, P</b>
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03 82 (P04C03)