



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 20 2006 014 930 U1** 2008.03.20

(12)

Gebrauchsmusterschrift

(21) Aktenzeichen: **20 2006 014 930.9**
(22) Anmeldetag: **28.09.2006**
(47) Eintragungstag: **14.02.2008**
(43) Bekanntmachung im Patentblatt: **20.03.2008**

(51) Int Cl.⁸: **F04C 2/16** (2006.01)
F01C 1/16 (2006.01)

(73) Name und Wohnsitz des Inhabers:
TRW Automotive GmbH, 73553 Alfdorf, DE

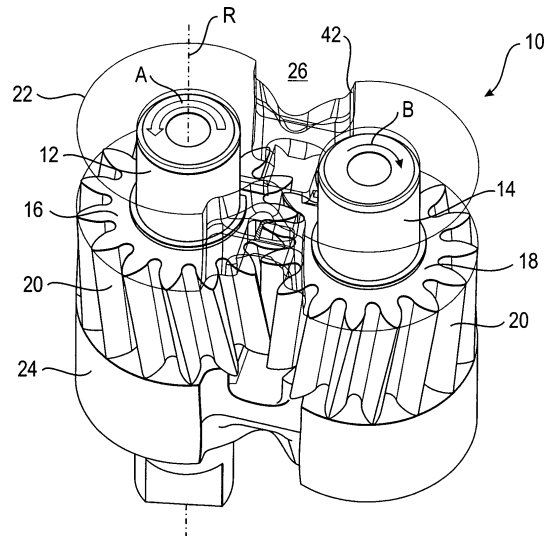
(56) Recherchenergebnisse nach § 7 Abs. 2 GebrMG:
US 26 20 968 A
EP 07 69 104 B1

(74) Name und Wohnsitz des Vertreters:
Prinz und Partner GbR, 80335 München

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Hydraulische Vorrichtung**

(57) Hauptanspruch: Hydraulische Vorrichtung, mit zwei kämmenden Zahnrädern (16, 18), die jeweils eine außenliegende Schrägverzahnung aufweisen und zwischen einer Einlaßseite und einer Auslaßseite angeordnet sind, wobei an einer Stirnseite der Zahnräder (16, 18) wenigstens eine Steuernut (46) vorgesehen ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuernut (46) während der Drehung der Zahnräder (16, 18) periodisch eine Druckausgleichsverbindung herstellt.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine hydraulische Vorrichtung mit zwei kämmenden Zahnrädern, die jeweils eine außenliegende Schrägverzahnung aufweisen und zwischen einer Einlaßseite und einer Auslaßseite angeordnet sind, wobei an einer Stirnseite der Zahnräder wenigstens eine Steuernut vorgesehen ist.

[0002] Allgemein weisen Zahnräder in einem Getriebe einen deutlich leiseren Lauf auf, wenn abgesehen von der Zahnradqualität und einer guten Lagerung (Achsabstand, Lagerspiel) eine größtmögliche Sprungüberdeckung erzielt wird. Deshalb wird vermehrt angestrebt, Vorrichtungen einzusetzen, bei denen während der Drehung der kämmenden Zahnräder immer wenigstens zwei Zähne des einen Zahnrads gleichzeitig mit zwei Zähnen des anderen Zahnrads in Eingriff stehen.

[0003] Für hydraulische Außenzahnradpumpen ist neben der Geräuschoptimierung vor allem der Wirkungsgrad von entscheidender Bedeutung. Um einen guten mechanischen und volumetrischen Wirkungsgrad zu erzielen, sollten der Zahnradaußendurchmesser und der Achsabstand so gewählt sein, daß ein optimales Verhältnis von Zahnradaußendurchmesser zu (radialer) Zahnlänge gewährleistet ist. Das führt dazu, den Zahnradaußendurchmesser klein auszulegen. Ein kleiner Zahnradaußendurchmesser begrenzt aber die maximale Anzahl der Zähne. Bei Zahnrädern mit Geradverzahnung erlaubt die geringe Zähneanzahl in vielen Fällen keinen permanenten Kontakt zwischen zwei Zahnpaaren. Um einen Doppelkontakt dennoch zu ermöglichen, ist es deshalb notwendig, eine Schrägverzahnung mit ausreichender Neigung der Zähne vorzusehen. Zu den Vorteilen einer Schrägverzahnung gegenüber einer Geradverzahnung gehören zudem eine bessere Laufruhe und eine geringere Geräuscentwicklung, da jedes Zahnpaar mit einem kontinuierlichen Übergang in und aus dem Eingriff läuft und somit die Übertragung des Drehmoments gleichmäßiger verläuft. Außerdem kann im Vergleich zu einem gerade verzahnten Rad gleicher Größe eine höhere Kraft übertragen werden, da die Angriffsflächen der Zähne größer sind. Es ist jedoch zu beachten, daß bei größeren Neigungswinkeln auch die Axialkräfte auf die Zahnräder größer werden, was sich ungünstig auf die Lebensdauer der Lager auswirken kann.

[0004] Selbst bei einer optimalen Auslegung der kämmenden Zahnräder kommen bei hydraulischen Vorrichtungen durch das Arbeitsmedium weitere Einflüsse hinzu, die sich negativ auf die Geräuscentwicklung und den Wirkungsgrad auswirken. Die bei hydraulischen Zahnradpumpen typischen Druckpulsationen, die vor allem von der Anzahl der Zähne, der Druckdifferenz zwischen Einlaßseite und Auslaßseite und dynamischen lokalen Druckdifferenzen abhängig sind, können zu einem Rückschlagen oder Vibrieren der Zähne und damit sowohl zu einer unerwünschten Geräuscentwicklung als auch zu einem unnötigen Fluidrückfluß von der Auslaßseite zur Einlaßseite der Pumpe führen.

[0005] Aus der EP 0 769 104 B1 ist eine gattungsgemäße hydraulische Vorrichtung bekannt, bei der auf beiden Stirnseiten der Zahnräder Überdruckausparungen (Steuernuten) und Fluid-Zuführaussparungen vorgesehen sind, die jeweils entsprechend dem Schrägverzahnungssprung versetzt zueinander angeordnet sind. Die Überdruckausparungen stehen permanent mit Zwischenräumen zwischen den Zähnen der beiden Zahnräder in Verbindung. Dadurch soll erreicht werden, daß Fluid von den sich während der Drehung der Zahnräder verkleinernden Zwischenräumen zur Auslaßseite hin entweichen kann, um einen Fluidrückfluß zur Einlaßseite zu vermeiden.

[0006] Aufgabe der Erfindung ist es, eine hydraulische Vorrichtung mit kämmenden Zahnrädern insbesondere hinsichtlich Laufruhe und Geräuscentwicklung zu optimieren.

[0007] Gelöst wird diese Aufgabe gemäß der Erfindung durch eine hydraulische Vorrichtung der eingangs genannten Art, bei der die Steuernut während der Drehung der Zahnräder periodisch eine Druckausgleichsverbinding herstellt. Die durch die Steuernut hergestellte Druckausgleichsverbinding ermöglicht einen Ausgleich von Druckdifferenzen und -schwankungen. Um aber die Funktion der hydraulischen Vorrichtung weiterhin zu gewährleisten, darf der zusätzliche Strömungsweg den ursprünglich vorgesehenen Hydraulikfluß der Vorrichtung nicht zu stark beeinflussen, d. h. der Volumenstromverlust sollte entsprechend begrenzt sein. Die Erfindung sieht daher keine permanente, sondern eine periodisch wiederkehrende Druckausgleichsverbinding vor, so daß ein kontinuierlicher Bypassstrom vermieden wird. Durch geeignete Positionierung und Auslegung der Steuernut kann somit weiterhin ein ausreichend guter volumetrischer Wirkungsgrad erzielt werden.

[0008] Eine besonders vorteilhafte Möglichkeit für die periodische Herstellung der Druckausgleichsverbinding wird durch einen Aufbau ermöglicht, bei dem die Steuernut von einem Zahn der Schrägverzahnung vollständig abdeckbar ist. Auf diese Weise wird eine drehzahlabhängiges Öffnen und Schließen der Druckausgleichsverbinding erreicht.

[0009] Gemäß der bevorzugten Ausführungsform der Erfindung steht die Steuernut in Verbindung mit der Auslaßseite, so daß in einem bestimmten Bereich, mit dem die Steuernut in Verbindung steht, der Fluiddruck erhöht werden kann.

[0010] Im Falle einer hydraulischen Außenzahradpumpe mit Doppelkontakt, wenn also während der Drehung der Zahnräder jederzeit wenigstens zwei Kontaktstellen zwischen den Zahnrädern bestehen, ergibt sich ein besonders ruhiges Laufverhalten durch einen Aufbau, bei dem die Druckausgleichsverbinding während ihres Bestehens zu einem Zwischenraum zwischen den Zahnrädern führt, der zunächst zwischen den beiden Kontaktstellen liegt und im weiteren Verlauf der Drehung der Zahnräder in Verbindung mit der Einlaßseite gelangt. Auf diese Weise wird über definierte Zeitspannen ein im wesentlichen konstanter Druck zwischen den Zähnen unter Beibehaltung des Doppelkontakts ermöglicht.

[0011] Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung und aus den beigefügten Zeichnungen, auf die Bezug genommen wird. In den Zeichnungen zeigen:

[0012] [Fig. 1](#) eine perspektivische Ansicht einer Zahradpumpe ohne Gehäuse und mit transparenter oberer Lagerbrille;

[0013] [Fig. 2](#) eine Draufsicht auf die Pumpe aus [Fig. 1](#); und

[0014] [Fig. 3](#) eine vergrößerte Darstellung des Eingriffsbereichs der Zahnräder der Pumpe.

[0015] In den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) ist eine Hydraulik-Zahradpumpe **10** ohne Gehäuse dargestellt, die zwei Wellen **12**, **14** mit drehfest darauf angebrachten Zahnrädern **16**, **18** umfaßt, wobei die Zahnräder **16**, **18** auch einstückig mit der jeweiligen Welle **12** bzw. **14** ausgebildet sein können. Die Zahnräder **16**, **18** weisen außenliegende Schrägverzahnungen auf, die bezüglich der Rotationsachse R gegensätzlich geneigt sind. Beim dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Schrägverzahnung des in [Fig. 1](#) linken Zahnrads **16**, das im folgenden als erstes Zahnrad **16** bezeichnet wird, linksgewunden und die des rechten Zahnrads **18** (zweites Zahnrad) rechtsgewunden. Die Flanken der Zähne **20** der Verzahnungen haben die Form von Evolventen.

[0016] Die beiden Wellen **12**, **14** sind in Lagerbrillen **22**, **24** drehbar gelagert, die entsprechend der in [Fig. 1](#) gezeigten Einbaulage der Pumpe **10** als obere Lagerbrille **22** und untere Lagerbrille **24** bezeichnet werden. Die erste Welle **12** ist nach unten verlängert und an einen (nicht dargestellten) Antrieb gekoppelt. Der Antrieb treibt das auf der ersten Welle **12** angebrachte erste Zahnrad **16** in Richtung des Pfeils A an. Das mit dem ersten Zahnrad **16** kämmende zweite Zahnrad **18** dreht sich in entgegengesetzter Richtung (Pfeil B). Diese Drehung der Zahnräder **16**, **18** bewirkt in bekannter Weise, daß Fluid von einem einlaßseitigen Saugbereich **26** der Pumpe **10** zu einem auslaßseitigen Druckbereich **28** gefördert wird. Die Neigung der Zähne **20** beider Zahnräder **16**, **18** führt dazu, daß das der unteren Lagerbrille **24** zugewandte (antriebsseitige) Ende der Zähne **20** bei einer Drehung der Zahnräder **16**, **18** in Richtung des Pfeils A bzw. B dem oberen Ende der Zähne **16**, **18** vorseilt.

[0017] Während der Drehung der Zahnräder **16**, **18** sind zu jeder Zeit wenigstens zwei Zähne **20** des ersten Zahnrads **16** in Eingriff mit zwei Zähnen **20** des zweiten Zahnrads **18**. In [Fig. 3](#), die den Eingriffsbereich der Zahnräder **16**, **18** in vergrößerter Ansicht zeigt, sind die entsprechenden Kontaktstellen **30**, **32** markiert. Es gibt also immer eine bezüglich der Drehrichtung vorseilende Kontaktstelle **30** und eine nacheilende Kontaktstelle **32**. Sobald die vorseilende Kontaktstelle **30** nicht mehr existiert, wird die bis dahin nacheilende Kontaktstelle **32** zur nächsten vorseilenden Kontaktstelle usw. Zwischen den beiden Kontaktstellen **30**, **32** bilden die Bäuche der kämmenden Zähne **20** regelmäßig eine Engstelle **34**. Die Engstelle **34** unterteilt einen temporären Zwischenraum **36** zwischen den Zahnrädern **16**, **18**, der durch die beiden Kontaktstellen **30**, **32** begrenzt ist, in zwei Teilräume **38**, **40**.

[0018] Wie in den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) angedeutet, sind sowohl in der oberen Lagerbrille **22** als auch in der unteren Lagerbrille **24** auf der den Zahnrädern **16**, **18** zugewandten Innenseite zwei Aussparungen **42**, **44** gebildet, die im folgenden als Saugaussparung **42** bzw. Druckaussparung **44** bezeichnet werden. Die Saugaussparung **42** steht mit dem Saugbereich **26**, die Druckaussparung **44** mit dem Druckbereich **28** der Pumpe **10** in Verbindung. Abhängig davon, ob ein Zahnzwischenraum von einer der Aussparungen **42** oder **44** (in der oberen oder der unteren Lagerbrille **22** bzw. **24**) überdeckt wird, kann Fluid in den Zwischenraum ein- oder aus diesem herausströmen.

[0019] Eine Ausnahme bildet die gemäß der Erfindung vorgesehene Steuernut **46**, die sich in der oberen La-

gerbrille **22** von der Druckausparung **44** erstreckt. Die Lage und die Abmessungen der Steuernut **46** sind genau auf die geometrischen Verhältnisse der kämmenden Zahnräder **16**, **18** abgestimmt, wie aus der folgenden Funktionsbeschreibung der Steuernut **46** unter Bezugnahme auf die [Fig. 3](#) hervorgeht.

[0020] In [Fig. 3](#) ist eine Momentaufnahme der Drehung der Zahnräder **16**, **18** gezeigt, in der die voreilende Kontaktstelle **30** an der Grenze zur Saugausparung **42** liegt, während die nacheilende Kontaktstelle **32** im Bereich zwischen den beiden Ausparungen **42**, **44** liegt. In diesem Moment sorgt die Steuernut **46** für eine Strömungsverbindung zwischen der Druckausparung **44** und dem an die nacheilende Kontaktstelle **32** angrenzenden Teilraum **40** des Zwischenraums **36**. Die Steuernut **46** schafft eine Druckausgleichsverbindung und ermöglicht einen Steuerfluß des Fluids, der hauptsächlich von der oberen Lagerbrille **22** entlang der Zähne **20** zur unteren Lagerbrille **24** führt. Da in der unteren Lagerbrille **24** keine Steuernut oder dergleichen vorgesehen ist, ergibt sich dort kein Leckagefluß. Auf diese Weise wird im Zwischenraum **36** ein konstanter Druck gehalten.

[0021] Wenn sich die Zahnräder **16**, **18** weiterdrehen, verschwindet die bis dahin voreilende Kontaktstelle **30**, so daß eine gewisse Menge Fluid aus dem Zwischenraum **36** direkt in den Saugbereich **42** der Pumpe **10** gelangt. Außerdem besteht in diesem Moment eine Strömungsverbindung zwischen dem Druckbereich **28** – über die Steuernut **46**, den ersten Teilraum **40**, die Engstelle **34** und den nun nicht mehr abgeschlossenen zweiten Teilraum **38** – und dem Saugbereich **26** der Pumpe **10**. Die Engstelle **34** wirkt für das Fluid dabei zwar wie eine Drossel, deren Drosselwirkung vom Spiel der Zahnräder **20** abhängt, d. h. je weniger Spiel die Zahnräder **16**, **18** haben, desto größer ist die Drosselwirkung; dennoch besteht in diesem Moment eine Art „Kurzschluß“ zwischen der Einlaßseite und der Auslaßseite der Pumpe **10**.

[0022] Der Kurzschluß besteht zum einen aber nicht kontinuierlich, sondern nur für sehr kurze Zeit, da die Steuernut **46** gleich darauf von einem Zahn **20a** des antreibenden ersten Zahnrads **16** vollständig abgedeckt wird; zum anderen erlaubt die verhältnismäßig klein ausgelegte Steuernut **46** nur einen geringen Volumendurchsatz. Somit strömt in der kurzen Zeitspanne, in der die Druckausgleichsverbindung existiert, gerade soviel Fluid durch die Steuernut **46**, daß einerseits ein Druckausgleich zu beiden Seiten der Engstelle **34** stattfindet, wodurch ein Rückschlagen oder Vibrieren der Zähne **20** des zweiten Zahnrads **18** verhindert wird; andererseits wird aber der Wirkungsgrad der Pumpe **10** durch den Fluidrückfluß zur Einlaßseite nicht entscheidend beeinträchtigt.

[0023] Der oben beschriebene Vorgang wiederholt sich zyklisch während der Drehung der Zahnräder **16**, **18**, d. h. durch die Steuernut **46** entsteht periodisch – mit einer durch die Drehgeschwindigkeit und Anzahl der Zähne **20** der Verzahnung bestimmten Frequenz – ein Bypass. Die Dauer jeder Periode hängt vom Abstand der Zähne **20** und von deren Breite in Umfangsrichtung ab.

[0024] Die Steuernut **46** muß nicht zwingend in einer der Lagerbrillen **22**, **24** gebildet sein. Es ist auch möglich, jeden Zahn **20** des ersten Zahnrads **16** stirnseitig mit einer Steuernut zu versehen, deren Größe und radiale Lage der oben beschriebenen Steuernut **46** entspricht.

[0025] Weitere Ausführungsformen der Erfindung können u.a. eine oder mehrere der folgenden Abweichungen aufweisen:

- die Schrägverzahnung des antreibenden ersten Zahnrads **16** ist linksgewunden, die des angetriebenen zweiten Zahnrads **18** rechtsgewunden;
- die Steuernut **46** ist nicht auf der Seite des antreibenden ersten Zahnrads **16**, sondern auf der Seite des angetriebenen zweiten Zahnrads **18** gebildet und von einem Zahn **20** des zweiten Zahnrads **18** vollständig abdeckbar;
- die Steuernut **46** ist nicht in der oberen Lagerbrille **22**, sondern in der unteren Lagerbrille **24** gebildet;
- es sind wenigstens zwei Steuernuten **46** in einer der Lagerbrillen **22**, **24** vorgesehen;
- es ist wenigstens eine Steuernut **46** in der oberen Lagerbrille **22** und wenigstens eine Steuernut **46** in der unteren Lagerbrille **24** vorgesehen.

[0026] In allen Fällen erstreckt sich die Steuernut **46** jeweils von einer der Druckausparungen **44**.

[0027] Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht möglicher Ausführungsformen der Erfindung an. Die in den [Fig. 1](#) bis [Fig. 3](#) gezeigte Ausführungsform entspricht der Kombination 2.

Kombination	Windung der Schrägverzahnung des antreibenden Zahnrads	Anzahl der Steuernuten	Zahnrad, dessen Zähne die Steuernut/en abdecken	Lage der Steuernut/en (Lagerbrille)
1	links	1	antreibend	unten
2	links	1	antreibend	oben
3	links	2	antreibend	unten
4	links	2	antreibend	oben
5	links	1	angetrieben	unten
6	links	1	angetrieben	oben
7	links	2	angetrieben	unten
8	links	2	angetrieben	oben
9	links	2	antreibend, angetrieben	unten, oben
10	links	2	antreibend, angetrieben	unten, oben
11	rechts	1	antreibend	unten
12	rechts	1	antreibend	oben
13	rechts	2	antreibend	unten
14	rechts	2	antreibend	oben
15	rechts	1	angetrieben	unten
16	rechts	1	angetrieben	oben
17	rechts	2	angetrieben	unten
18	rechts	2	angetrieben	oben
19	rechts	2	antreibend, angetrieben	unten, oben
20	rechts	2	antreibend, angetrieben	unten, oben

Schutzansprüche

1. Hydraulische Vorrichtung, mit zwei kämmenden Zahnrädern (**16, 18**), die jeweils eine außenliegende Schrägverzahnung aufweisen und zwischen einer Einlaßseite und einer Auslaßseite angeordnet sind, wobei an einer Stirnseite der Zahnräder (**16, 18**) wenigstens eine Steuernut (**46**) vorgesehen ist, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Steuernut (**46**) während der Drehung der Zahnräder (**16, 18**) periodisch eine Druckausgleichsverbinding herstellt.

2. Hydraulische Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuernut (**46**) von einem Zahn (**20**) der Schrägverzahnung vollständig abdeckbar ist.

3. Hydraulische Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuernut (**46**) in Verbindung mit der Auslaßseite steht.

4. Hydraulische Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß während der Drehung der Zahnräder (**16, 18**) jederzeit wenigstens zwei Kontaktstellen (**30, 32**) zwischen den Zahnrädern (**16, 18**) bestehen, und daß die Druckausgleichsverbinding während ihres Bestehens zu einem Zwischenraum (**36**) zwischen den Zahnrädern (**16, 18**) führt, der zunächst zwischen den beiden Kontaktstellen (**30, 32**) liegt und im weiteren Verlauf der Drehung der Zahnräder (**16, 18**) in Verbindung mit der Einlaßseite gelangt.

5. Hydraulische Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß auf einer Stirnseite der Zahnräder (**16, 18**) ein Antrieb für eines der Zahnräder (**16**) angeordnet ist und die Steuernut (**46**) auf der dem Antrieb zugewandten Stirnseite vorgesehen ist.

6. Hydraulische Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß auf einer Stirnseite der Zahnräder (**16, 18**) ein Antrieb für eines der Zahnräder (**16**) angeordnet ist und die Steuernut (**46**) auf der dem Antrieb abgewandten Stirnseite vorgesehen ist.

7. Hydraulische Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuernut (**46**) in einem Lagerbauteil (**22, 24**) gebildet ist.

8. Hydraulische Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Steuernut (**46**) von einer Druckausparung (**44**) des Lagerbauteils (**22, 24**) erstreckt.

9. Hydraulische Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß jeder Zahn (**20**) eines Zahnrads (**16**) auf einer Stirnseite eine Steuernut aufweist.

10. Hydraulische Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß auf beiden Stirnseiten der Zahnräder (**16, 18**) Steuernuten (**46**) vorgesehen sind.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

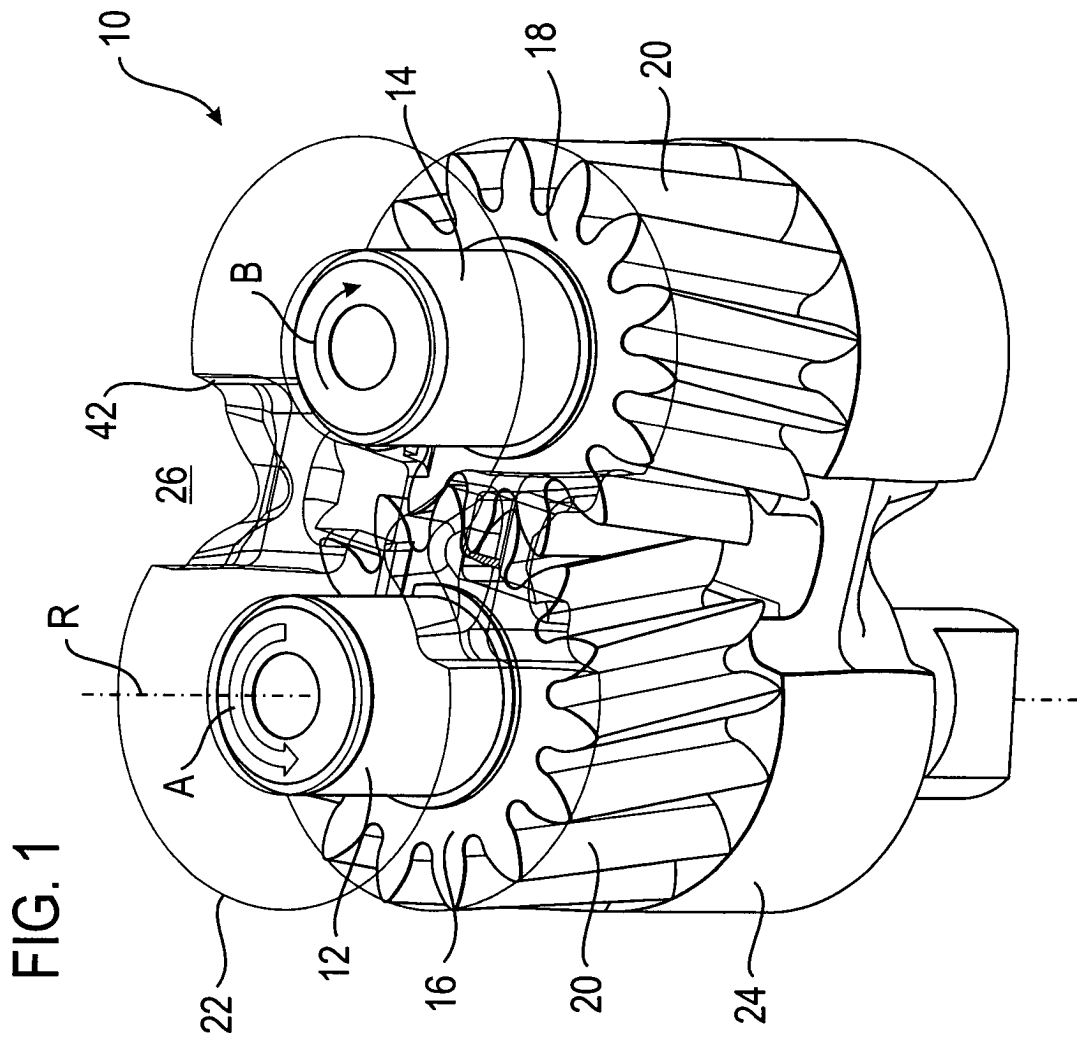


FIG. 3

