

(19)



(11)

EP 1 930 595 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
11.06.2008 Patentblatt 2008/24

(51) Int Cl.:
F04C 2/10 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **07117869.3**

(22) Anmeldetag: **04.10.2007**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR
 HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE
 SI SK TR**
 Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK RS

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

(72) Erfinder: **Siegel, Heinz
70435, Stuttgart (DE)**

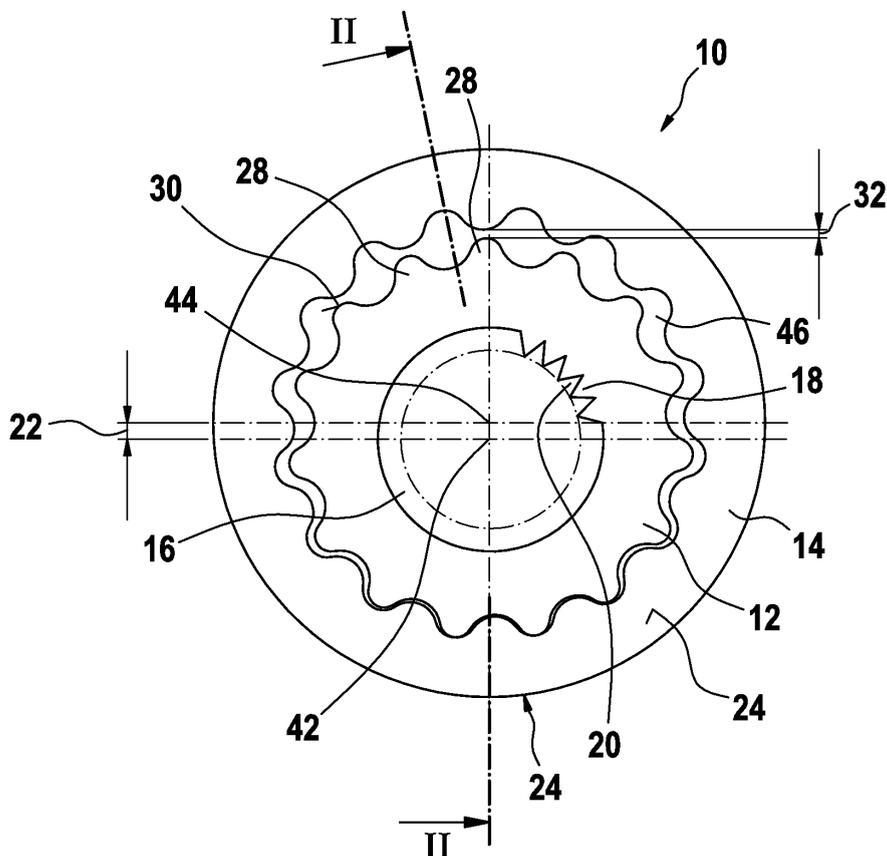
(30) Priorität: **01.12.2006 DE 102006056845**

(54) **Förderaggregat**

(57) Die Erfindung bezieht sich auf ein Förderaggregat mit mindestens einem Zahnradpaar (10), ein Innenzahnrad (12) und ein Außenzahnrad (14) umfassend,

wobei das Innenzahnrad (12) in einer Exzentrizität (22) zum Außenzahnrad (14) angeordnet ist. Das Innenzahnrad (12) und das Außenzahnrad (14) kämmen über eine konische Verzahnung (46) miteinander.

Fig. 1



EP 1 930 595 A2

Beschreibung

Stand der Technik

[0001] Aus der Publikation "Ölpumpen für Verbrennungsmotoren" Pierburg AG, Alfred Pierburg Straße 1, 41460 Neuss, vgl. Seite 2 ist eine innenverzahnte Zahnradpumpe in Normalbauweise sowie in extrem flachbauender Bauweise bekannt. Innenverzahnte Zahnradpumpen werden als Ölpumpen für Verbrennungskraftmaschinen eingesetzt. Die Ölpumpe kann als außenverzahnte Pumpe und als innenverzahnte Pumpe von der Kurbelwelle der Verbrennungskraftmaschine direkt angetrieben werden oder mittels eines Nebenantriebs, so zum Beispiel elektrisch angetrieben werden. Verbrennungskraftmaschinen benötigen im unteren Drehzahlpektrum durch öhydraulische Aufgaben, so zum Beispiel hydraulischen Ventilspielausgleich, Kolbenkühlung, Nockenwellenverstellung usw. sowie auf Grund von Drehzahlabsenkungen im Leerlauf größere Ölvolumenströme. Diese werden bei unregelmäßigen Pumpen im hohen Drehzahlbereich zu erheblichen Verlustleistungen führen, so dass bei heute eingesetzten Ölpumpen diese in der Regel geregelt ausgelegt sind.

[0002] Bei aus dem Stand der Technik bekannten Ölpumpen, die zum Beispiel im Rahmen von ESP-Regelsystemen, die zur Fahrdynamikregelung dienen, eingesetzt werden, kommen als Ölpumpen eine innenverzahnte Vorladepumpe, die nach dem Gerotorprinzip ausgelegt ist, zum Einsatz.

[0003] Das bei dieser Vorladepumpe mit Innenverzahnung eingesetzte Zahnradpaar umfasst ein Ritzel sowie ein dieses umschließendes Hohlrad. Sowohl das Ritzel als auch das Hohlrad stellen gesinterte Bauteile dar, die nach dem Sintern einem Härtungsvorgang unterzogen werden. Aufgrund des Fertigungsverfahrens Sintern stellt sich jedoch zwischen den Zahnköpfen bzw. Zahnflanken aufgrund der herrschenden Sintertoleranzen ein unterschiedlich stark streuendes Radialspiel ein. Dieses hat Einfluss auf den Wirkungsgrad und die erzielbare Förderleistung dieser an ESP-Systemen zum Beispiel eingesetzten Vorladepumpe, die als Innenzahnradpumpe ausgelegt ist. Schwanken die Sintertoleranzen sehr stark, so schwankt zwangsläufig auch die Förderleistung der innenverzahnten Vorladepumpe sehr stark, was insgesamt gesehen einen recht unbefriedigenden Zustand darstellt.

Offenbarung der Erfindung

[0004] Der erfindungsgemäß vorgeschlagenen Lösung folgend werden das Ritzel und das dieses umgebende Hohlrad eines Förderaggregates, wie zum Beispiel einer Vorladepumpe für ESP-Systeme oder einer Ölpumpe für Verbrennungskraftmaschinen gesintert oder alternativ dazu im Wege des Metallpulverspritzgusses gefertigt. Sowohl das Ritzel als auch das Hohlrad werden anschließend einem Härtungsprozess unterzo-

gen. Die Verzahnung zwischen dem gesinterten und gehärteten Ritzel und dem dieses umschließenden ebenfalls gesinterten und gehärteten Hohlrad verläuft konisch. Dies bedeutet, dass die an den Stirnseiten liegenden Enden der Zahnköpfe bzw. der Zahnflanken auf unterschiedlichen Teilkreisen in Bezug auf das Ritzel und das Hohlrad liegen.

[0005] Zum Schleifen des Ritzels und des Hohlrades an den Stirnflächen wird das Ritzel spielfrei in das Hohlrad hineingesteckt und danach eine Schleifoperation an beiden Stirnseiten der beiden Werkstücke durchgeführt. Dabei wird ein erstes Maß H_1 erhalten. Anschließend kann das innenliegend angeordnete Ritzel (Innenzahnrad) um ein geringes Spiel in der Größenordnung zwischen 3 und 6 μm auf ein geringeres Maß H_2 , welches in Bezug auf das Maß H_1 geringer ist, geschliffen werden. Dadurch entsteht ein Axialspiel zwischen Ritzel und Hohlrad. Durch die konisch ausgebildete Verzahnung an Ritzel und Hohlrad entsteht ein geringes Radialspiel in der Größenordnung weniger μm . Mit dieser Maßnahme lässt sich ein sehr guter hydraulischer Wirkungsgrad einer derart gefertigten innenverzahnten Pumpe erreichen, der auch bei höheren Drücken in der Größenordnung von 50 bar aufrechterhalten werden kann. Auf das Zurückschleifen des Ritzels, d.h. der Ausbildung des Untermaßes H_2 am Ritzel in Bezug auf das Maß H_1 des Verbundes aus Ritzel und Hohlrad kann dann verzichtet werden, wenn ein Radialspiel zwischen den sich drehenden Zahnrädern, d.h. dem relativ zum Hohlrad rotierenden Ritzel sowie dem Pumpengehäuse in axialer Richtung und ausreichend Radialspiel an den Zahnköpfen gewährleistet ist und ein Klemmen der miteinander kämmenden Zahnräder ausgeschlossen ist.

[0006] Die Zahnradpaare, d.h. die Kombination aus Hohlrad und Ritzel, im Bedarfsfall auch die Ritzel, können zusammen auf geeigneten Schleifmaschinen gleichzeitig bearbeitet werden, da die im Wege des Sinterverfahrens oder im Wege der Metallpulverspritzgusstechnik hergestellten Teile in der Regel werkzeugfallende Teile darstellen. Eine weitere Möglichkeit, mit welcher der hydraulische Wirkungsgrad hin zu höheren Drücken in die Größenordnung von 50 bar und mehr verschoben werden kann, stellt das Einlaufen der miteinander kämmenden Zahnräder, d.h. des gesinterten und gehärteten Ritzels und des gesinterten und gehärteten Hohlrades mit einem Verschleißmittel so zum Beispiel einer Lapppaste dar.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0007] Anhand der Zeichnung wird die Erfindung nachstehend eingehender beschrieben. Es zeigt:

- Figur 1 eine Draufsicht auf die konisch verzahnten Bauteile Ritzel und Hohlrad mit Schnittverlauf A - B und
- Figur 2 den Schnittverlauf A - B entsprechend Figur 1 in gesonderter Darstellung.

Ausführungsformen

[0008] Figur 1 ist eine Draufsicht auf ein Zahnradpaar, ein Innenzahnrad und ein Außenzahnrad umfassend, zu entnehmen.

[0009] Ein Zahnradpaar 10 gemäß der Darstellung in Figur 1, welches zum Beispiel innerhalb einer Ölpumpe eingesetzt werden kann, umfasst ein Innenzahnrad 12 sowie ein Außenzahnrad 14. Das Innenzahnrad 12 weist eine Mitnahmeverzahnung 18 auf, die mit einer Gegenverzahnung 20 der Welle 16 kämmt. Die Welle 16 und das Innenzahnrad 12 sind in einer Exzentrizität e , vgl. Bezugszeichen 22 in Bezug auf eine Achse 44 des Außenzahnrades 14 gelagert. In der Darstellung gemäß Figur 1 ist eine Draufsicht auf eine erste Planseite 24 des miteinander gefügten Zahnradpaares 10, d.h. des Innenzahnrades 12 und des Außenzahnrades 14 dargestellt. Das Innenzahnrad 12 ist spielfrei im das Hohlräum darstellenden Außenzahnrad 14 gefügt. Das Innenzahnrad 12 weist eine Anzahl von Zähnen 28 auf, die jeweils Zahnköpfe 30 aufweisen. Ein sich zwischen den Zahnköpfen 30 und korrespondierenden Zahnköpfen am Innenumfang des Außenzahnrades 14 einstellendes Radialspiel ist durch Bezugszeichen 32 gekennzeichnet. Eine erste Planseite 24 des Zahnradpaares 10 wird durch die erste Planseite 34 des Innenzahnrades 12 sowie die erste Planseite 36 des Außenzahnrades 14 gebildet.

[0010] Analog verhält es sich mit einer in Figur 1 aus zeichnerischen Gründen nicht dargestellten zweiten Planseite 26 des gefügten Zahnradpaares 10 (vgl. Figur 2).

[0011] Aus der Darstellung gemäß Figur 1 geht darüber hinaus hervor, dass das Innenzahnrad 12 und das Außenzahnrad 14 über eine konische Verzahnung 46 miteinander kämmen. Die in Figur 1 angedeutete konische Verzahnung 46 ist dadurch charakterisiert, dass die konische Verzahnung 46 auf der in Figur 1 angedeuteten ersten Planseite 24 des Zahnradpaares 10 einen anderen, nämlich größeren Teilkreisdurchmesser aufweist, verglichen mit der in Figur 1 nicht dargestellten, auf der Rückseite des dort dargestellten Zahnradpaares 10 liegenden zweiten Planseite 26 (vgl. Figur 2). Die in Figur 1 dargestellten Bauteile Innenzahnrad 12 und Außenzahnrad 14 werden aus Kostengründen im Wege des Sinterverfahrens hergestellt oder alternativ zum Sinterverfahren durch Metallpulverspritzguss. Nachdem das Innenzahnrad 12 und das Außenzahnrad 14 gefertigt sind, werden die beiden genannten Bauteile einem Härungsverfahren unterzogen.

[0012] Dargestellt gemäß Figur 2 ist ein Schnitt durch das in Figur 1 im gefügten Zustand dargestellte Zahnradpaar 10 entlang des Schnittverlaufs II - II.

[0013] Aus der Darstellung gemäß Figur 2 geht hervor, dass das Innenzahnrad 12 in das Außenzahnrad 14 des Zahnradpaares 10 eingesteckt ist. Aus der Schnittdarstellung gemäß Figur 2, die den in Figur 1 dargestellten Schnittverlauf II - II repräsentiert, lässt sich weiterhin entnehmen, dass die erste Planseite 24 des Zahnradpaares

10 die erste Planseite 34 des Innenzahnrades 12 sowie die erste Planseite 36 des Außenzahnrades 14 umfasst. Mithin zerfällt die erste Planseite 24 des Zahnradpaares in zwei Planseiten zweier separater Bauteile. Aus der Darstellung gemäß Figur 2 geht zudem hervor, dass die erste Planseite 34 des Innenzahnrades 12 um einen Überstand c über die erste Planseite 36 des Außenzahnrades 14 übersteht.

[0014] In analoger Weise wird die zweite Planseite 26 des gefügten Zahnradpaares 10 gemäß der Schnittdarstellung in Figur 2 durch eine zweite Planseite 38, des Innenzahnrades 12 dargestellt sowie durch eine zweite Planseite 40, welche durch das Außenzahnrad 14 des Zahnradpaares 10 für eine Ölpumpe im in Figur 1 dargestellten, gefügten Zustand gebildet. Aus der Darstellung gemäß Figur 2 geht darüber hinaus noch hervor, dass das Innenzahnrad 12 mit einem Untermaß d in Bezug auf seine zweite Planseite 38 angeordnet ist. Die zweite Planseite 38 des Innenzahnrades 12 liegt um das Untermaß d unter der zweiten Planseite 40 des Außenzahnrades 14 des Zahnradpaares 10 im gefügten Zustand.

[0015] Der in Figur 2 dargestellte, gefügte Zustand mit den vorstehend beschriebenen Überstand c bzw. dem Untermaß d stellt den Zustand dar, in dem ein gefügtes Zahnradpaar 10, das Innenzahnrad 12 und das Außenzahnrad 14 umfassend, stirnseitig plangeschliffen wird. Vor dem Planschleifvorgang der Planseiten 24, 26 des Zahnradpaares 10 werden die Bauteile Innenzahnrad 12 und Außenzahnrad 14 gehärtet.

[0016] Zunächst erfolgt ein Planschleifen der ersten Planseite 24 des Zahnradpaares 10 im aus Innenzahnrad 12 und Außenzahnrad 14 gefügten, spielfreien Zustand. Die erste Planseite 24 wird um das Schleifmaß a abgetragen, so dass im in Figur 2 dargestellte Zustand eine plangeschliffene, gemeinsame erste Planseite 24 am Zahnradpaar 10, d.h. sowohl am Innenzahnrad 12 als auch am Außenzahnrad 14 erhalten wird. Nach dem Planschleifen der ersten Planseite 24 der miteinander gefügten Bauteile Innenzahnrad 12 und Außenzahnrad 14 zum gefügten Zahnradpaar 10 erfolgt ein Planschleifen der zweiten Planseite 26. Dabei wird eine gemeinsame Planseite 26 erzeugt, d.h. das Untermaß d gemäß der Darstellung in Figur 2 abgetragen, da das Schleifmaß b das Untermaß d übersteigt, ebenso wie das Schleifmaß a den Überstand c an der ersten Planseite 24 des Zahnradpaares 10 im gefügten Zustand übersteigt. Nach dem Planschleifen der ersten Planseite 24 bzw. der zweiten Planseite 26 werden die Bauteile Innenzahnrad 12 und Außenzahnrad 14 voneinander getrennt.

[0017] Während vor dem Trennen der Bauteile 12 und 14 das gemeinsame Axialmaß dem Axialmaß H_1 entspricht, welches durch den Materialabtrag am gefügten Zahnradpaar 10 durch das Schleifmaß a bzw. das Schleifmaß b entsteht, kann nach dem Trennen der Bauteile 12, 14 nach dem Planschleifen eine weitere Schleifbearbeitung des Innenzahnrades 12 erfolgen. Dabei kann am Innenzahnrad 12 ein Axialspiel in der Größen-

ordnung von wenigen μm , bevorzugt innerhalb des Bereiches zwischen $3 \mu\text{m}$ und $6 \mu\text{m}$ erreicht werden, so dass das ggf. diesem weiteren Schleifvorgang zu unterziehende Innenzahnrad 12 ein auch als Ritzelhöhenmaß bezeichnetes Axialmaß H_2 aufweist, welches vom nach dem Schleifvorgang der Planseiten 24, 26 erhaltenen gemeinsamen Axialmaß H_1 der beiden miteinander gefügten Bauteile Innenzahnrad 12 und Außenzahnrad 14 um die genannten wenigen μm abweicht.

[0018] Aus dem Axialspiel des Innenzahnrad 12 ergibt sich unter Berücksichtigung des Konuswinkels der konischen Verzahnung 46 ein wesentlich kleineres Radialspiel 32 (vgl. Darstellung gemäß Figur 1) zwischen den Zahnköpfen 30 des Innenzahnrad 12 und den Zahnköpfen, die am Innenumfang des Außenzahnrad 14 ausgebildet sind. Je geringer das Radialspiel 32 zwischen den Zahnköpfen des Innenzahnrad 12 und den Zahnköpfen des Außenzahnrad 14 ist, ein desto höherer hydraulischer Wirkungsgrad lässt sich erzielen. Maßgeblich für die Verringerung des Radialspieles sind das Axialmaß und der Konuswinkel der konisch ausgeführten Verzahnung 46, wie in Figur 2 dargestellt. Aus der Darstellung gemäß Figur 2 geht zudem hervor, dass der auf der ersten Planseite 24 des gefügten Zahnradpaares 10 liegende erste Teilkreisdurchmesser 48 den an der Rückseite, d.h. der zweiten Planseite 26 des gefügten Zahnradpaares 10 ausgeführten zweiten Teilkreisdurchmesser 50 übersteigt. Die Durchmesserdiffereenz zwischen den Teilkreisdurchmessern 48, 50 ergibt sich abhängig vom gewählten Konuswinkel der konischen Verzahnung 46 gemäß der Schnittdarstellung in Figur 2.

[0019] Für den Fall, dass das Axialspiel zwischen den bewegten Zahnräder, d.h. dem Innenzahnrad 12 und dem Außenzahnrad 14 und dem das Zahnradpaar 10 umgebenden Pumpengehäuse für ein Freilaufen des Innenzahnrad 12 und des Außenzahnrad 14, d.h. deren Nichtklemmen, ausreichend ist, kann das Zurückschleifen des innenliegend angeordneten Innenzahnrad 12 um das genannte Maß, bevorzugt im Bereich zwischen $3 \mu\text{m}$ und $6 \mu\text{m}$ liegend, auch unterbleiben. Dies bedeutet, dass bei ausreichendem Axialspiel zwischen dem bewegten Innenzahnrad 12 und dem stationären Außenzahnrad 14 des Zahnradpaares 10 das Maß H_2 dem gemeinsamem Axialmaß H_1 der gefügten Bauteilen Innenzahnrad 12 und Außenzahnrad 14 entspricht.

[0020] Das wesentlich verringerte Radialspiel 32 an den einander berührenden Zahnköpfen 30 des Innenzahnrad 12 und des Außenzahnrad 14 ist erforderlich, da zwischen den Zahnköpfen 30 eine Linienberührung auftritt und demzufolge keine Spaltüberdeckung eintritt. Eine Spaltüberdeckung stellt sich hingegen an den axialdichtenden Flächen des Zahnradpaares 10, d.h. dessen Stirnseiten 12 und 14 und den diesen jeweils gegenüberliegenden Innenseiten des Pumpengehäuses ein. Je länger die Spaltüberdeckung zwischen den Planseiten 24, 26, gleichbedeutend mit der ersten Planseite 34 des Innenzahnrad 12, der ersten Planseite 36 des

Außenzahnrad 14, welche die erste Planseite 24 darstellen und der zweiten Planseite 38 des Innenzahnrad 12, die zusammen mit der zweiten Planseite 40 des Außenzahnrad 14 die zweite Planseite 26 des Zahnradpaares 10 darstellen und den gegenüberliegenden Flächen des Pumpengehäuses ist, eine umso größere Abdichtwirkung ist erzielbar. Da diese Spaltüberdeckung den miteinander kämmenden Zahnrädern 12 und 14 im Bereich der Förderräume, d.h. im Bereich der miteinander kämmenden Verzahnung fehlt, wird eine Verbesserung des hydraulischen Wirkungsgrads η_{hydr} durch das minimale Radialspiel 32 im Bereich der Innenverzahnung aufgrund der oben stehend skizzierten Maßnahmen erzielt.

[0021] Damit stellt die erfindungsgemäß vorgeschlagene Lösung ein Zahnradpaar 10 zur Verfügung, welches zum Beispiel für eine Ölpumpe oder für eine Förderpumpe für ein Hydraulikfluid für ein Schaltgetriebe, um Anwendungsbeispiele zu nennen, eingesetzt werden kann.

Patentansprüche

1. Förderaggregat mit mindestens einem Zahnradpaar (10), ein Innenzahnrad (12) und ein Außenzahnrad (14) umfassend und das Innenzahnrad (12) in einer Exzentrizität (22) zum Außenzahnrad (14) angeordnet ist, **dadurch kennzeichnet, dass** das Innenzahnrad (12) und das Außenzahnrad (14) eine konische Verzahnung (46) aufweisen.
2. Förderaggregat gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein erster Teilkreisdurchmesser (48) der konischen Verzahnung (46) an der ersten Planseite (24) des Zahnradpaares (10) einen zweiten Teilkreisdurchmesser (50) an der zweiten Planseite (26) des Zahnradpaares (10) übersteigt.
3. Förderaggregat gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Innenzahnrad (12) eine Mitnahmeverzahnung (18) aufweist.
4. Förderaggregat gemäß Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mitnahmeverzahnung (18) des Innenzahnrad 12 mit einer Gegenverzahnung (20) einer Welle (16) kämmt.
5. Förderaggregat gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Zahnradpaar (10) im gefügten Zustand von Innenzahnrad (12) und Außenzahnrad (14) nach einer spanabhebenden Bearbeitung von Planseiten (24, 26) ein gemeinsames Axialmaß H_1 und abhängig vom Konuswinkel der konischen Verzahnung (46) ein reduziertes Radialspiel (32) aufweist.
6. Verfahren zur Herstellung eines Förderaggregates

mit mindestens einem Zahnradpaar (10), ein Innenzahnrad (12) und ein Außenzahnrad (14) umfassend, die exzentrisch zueinander angeordnet sind, mit nachfolgenden Verfahrensschritten:

- 5
- a) das Innenzahnrad (12) und das Außenzahnrad (14) werden im Sinterverfahren oder im Metallpulverspritzgussverfahren hergestellt und anschließend gehärtet,
- b) das Innenzahnrad (12) und das Außenzahnrad (14) werden an einer konischen Verzahnung (46) spielfrei gefügt,
- c) sich nach Verfahrensschritt b) ergebende gemeinsame Planseiten (24, 26) des Zahnradpaares (10) werden spanabhebend bearbeitet bis ein gemeinsames Axialmaß H_1 erreicht ist. 10
7. Verfahren gemäß Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** gemäß Verfahrensschritt b) im gefügten Zustand von Innenzahnrad (12) und Außenzahnrad (14) an der ersten gemeinsamen Planseite (24) ein Überstand c zwischen dem Innenzahnrad (12) und dem Außenzahnrad (14) und an der zweiten gemeinsamen Planseite (26) ein Untermaß d zwischen dem Innenzahnrad (12) und dem Außenzahnrad (14) vorliegt. 15
8. Verfahren gemäß Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** nach Verfahrensschritt c) eine Trennung von Innenzahnrad (12) und Außenzahnrad (14) erfolgt und das Innenzahnrad (12) auf ein Axialmaß H_2 bearbeitet wird, welches das gemeinsame Axialmaß H_1 unterschreitet. 20
9. Verfahren gemäß Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Axialmaß H_2 das gemeinsame Axialmaß H_1 um $2\ \mu\text{m}$ bis $20\ \mu\text{m}$, bevorzugt um $3\ \mu\text{m}$ bis $6\ \mu\text{m}$ unterschreitet. 25
10. Verfahren gemäß Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** in die konische Verzahnung (46) zwischen dem Innenzahnrad (12) und dem Außenzahnrad (14) während einer Einlaufphase des Zahnradpaares (10) ein oberflächenfeinbearbeitendes Medium, insbesondere eine Läpppaste, eingebracht wird. 30
- 35
- 40
- 45
- 50
- 55

Fig. 1

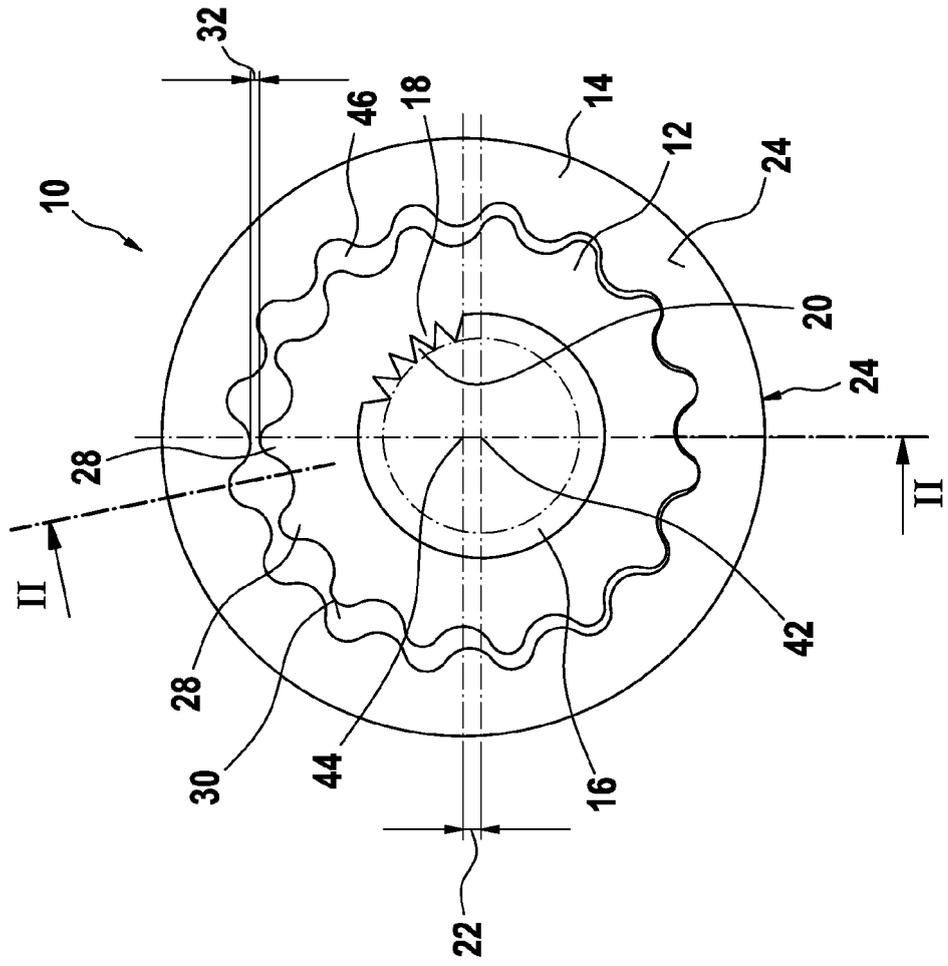


Fig. 2

