

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
25. August 2011 (25.08.2011)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2011/101064 A2

(51) Internationale Patentklassifikation:
F04C 18/107 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2010/070875

(22) Internationales Anmeldedatum:
29. Dezember 2010 (29.12.2010)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2010 002 135.0
18. Februar 2010 (18.02.2010) DE

(72) Erfinder; und

(71) Anmelder : STEFFENS, Ralf [DE/DE]; Abt-Fulrad-Str.
4, 73728 Esslingen (DE).

(74) Anwälte: BAUER VORBERG KAYSER et al.; Golt-
steinstr. 87, 50968 Köln (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,
AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,

DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM,
GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN,
KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA,
MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG,
NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC,
SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ,
UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD,
RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS,
IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,
RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu
veröffentlichen nach Erhalt des Berichts (Regel 48 Absatz
2 Buchstabe g)

(54) Title: DRIVE FOR A SPINDLE COMPRESSOR

(54) Bezeichnung : ANTRIEB FÜR EINEN SPINDEL-KOMPRESSOR

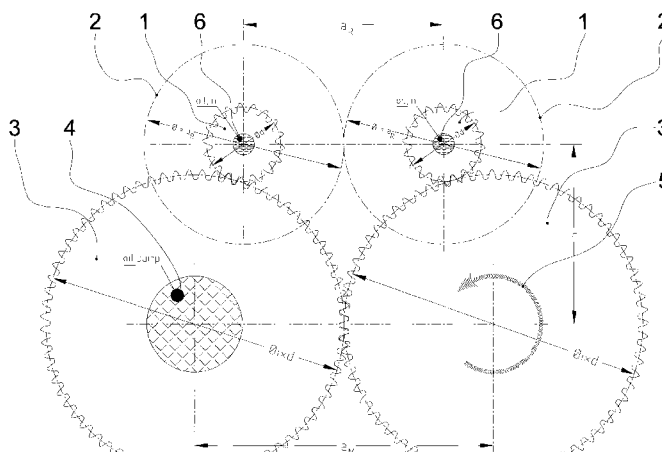


FIG. 1

(57) Abstract: The invention relates to dry-compressing twin-shaft rotary displacement machines, preferably in the form of screw spindle compressors for delivering and compressing gases. In order to achieve both the synchronisation and the desired increase in rotational speed of the spindle rotor pair with the smallest possible installation space and with a simple overall design, according to the invention the sum of the toothing outside radii of the two rotor-fixed spur gears (1) to be driven is designed to be less than the axial spacing a_R of the screw spindle rotor pair (16) and thus the rotor-fixed spur gears (1) are no longer in toothed engagement with one another. Simultaneously a pair of larger additional spur gears (3), which are directly in toothed engagement with one another, engage individually with each rotor-fixed spur gear (1) in such a way that the rotor-fixed spur gears (1) are driven in opposite directions in synchronization with one another and at a higher rotational speed than said additional spur gear pair (3). Direct gearbox-side access (6) at the end face to the end of each spindle rotor shaft for the coolant for internal cooling of the rotor is easily achieved, and auxiliary units such as the coolant delivery pump (4) are disposed on one of the shafts of the additional spur gear pair. In at least one (preferably of course in each) toothed engagement, the lubricant cooled via an external heat exchanger is deliberately injected, and the drive motor for driving one of the

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2011/101064 A2



two shafts of the additional spur gear pair (3) is disposed parallel to or in alignment with the spindle machine. A belt drive is optionally disposed between the additional spur gear (3) to be driven and the motor shaft.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung bezieht sich auf trockenverdichtende 2-Wellen-Rotations-Verdrängermaschinen, vorzugsweise als Schraubenspindel-Kompressoren zur Förderung und Verdichtung von Gasen. Um für das Spindelrotorpaar sowohl die Synchronisation als auch die gewünschte Drehzahl-Erhöhung bei möglichst geringem Bauraum sowie einen einfachen Gesamtaufbau zu erreichen, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, dass die Summe der Verzahnungs-Außenradien von den beiden rotorfesten anzutreibenden Stirnzahnrädern (1) kleiner als der Achsabstand a_R vom Schraubenspindelrotorpaar (16) ausgeführt wird und somit die rotorfesten Stirnzahnräder (1) miteinander nicht mehr im Verzahnungs-Eingriff sind, und dass gleichzeitig ein Paar von größeren Zusatz-Stirnzahnrädern (3), die direkt im Verzahnungs-Eingriff miteinander sind, jeweils einzeln in jedes rotorfeste Stirnzahnrad (1) derart eingreift, dass die rotorfesten Stirnzahnräder (1) sowohl in entgegengesetzter Richtung synchronisiert zueinander als auch mit höherer Drehzahl als dieses Zusatz-Stirnzahnradpaar (3) angetrieben werden, und dass der direkte Getriebe-seitige Zugang (6) stirnseitig an jedem Spindelrotorwellende für das Kühlmittel zur Rotorinnenkühlung bequem erreicht wird, und dass Hilfsaggregate wie die Kühlmittel-Förderpumpe (4) auf einer der Wellen vom Zusatz-Stirnzahnradpaar angeordnet sind, dass in mindestens einen (vorzugsweise natürlich in jeden) Zahneingriff das über einen externen Wärmetauscher gekühlte Schmiermittel gezielt eingespritzt wird, und dass der Antriebsmotor zum Antreiben einer der beiden Wellen von dem Zusatz-Stirnzahnradpaar (3) parallel oder fluchtend zur Spindelmaschine angeordnet wird, und dass optional ein Riemenantrieb zwischen dem anzutreibenden Zusatz-Stirnzahnrad (3) und der Motorwelle angeordnet wird.

Antrieb für einen Spindel-Kompressor

Stand der Technik:

Trockenverdichtende Kompressoren gewinnen in der industriellen Verdichtertechnik verstärkt an Bedeutung, denn durch zunehmende Verpflichtungen bei Umweltschutzvorschriften und steigende Betriebs- und Entsorgungskosten sowie erhöhte Ansprüche an die Reinheit des Fördermediums werden die bekannten nasslaufenden Verdichter, wie Flüssigkeitsringmaschinen, Drehschieberpumpen und Öl- oder Wasser-eingespritzte Schraubenkompressoren, immer häufiger durch trockenverdichtende Maschinen ersetzt. Zu diesen Maschinen gehören trockene Schraubenverdichter, Klauenpumpen, Membranpumpen, Kolbenpumpen, Scroll-Maschinen sowie Wälzkolbenpumpen. Diesen Maschinen ist jedoch gemeinsam, dass sie die heutigen Ansprüche hinsichtlich Zuverlässigkeit und Robustheit sowie Baugröße und Gewicht bei gleichzeitig niedrigem Preisniveau und befriedigendem Verdichter-Wirkungsgrad immer noch nicht erreichen.

Zur Verbesserung dieser Situation bieten sich die bekannten trockenverdichtenden Schraubenspindelpumpen an, weil sie als typische 2-Wellenverdrängermaschinen ein hohes Kompressionsvermögen einfach dadurch realisieren, dass sie die notwendige Mehrstufigkeit als sogen. "Fördergewinde" durch Hintereinanderschaltung mehrerer abgeschlossener Arbeitskammern über die Anzahl der Umschlingungen je Verdrängerrotor äußerst unkompliziert erreichen. Zudem wird durch die berührungslose Abwälzung der beiden gegensinnig drehenden Schraubenspindelrotore eine erhöhte Rotordrehzahl ermöglicht, so dass bezogen auf die Baugröße gleichzeitig Nennsaugvermögen sowie Liefergrad ansteigen.

In der PCT-Schrift **WO 00/12899** wird für eine trockenverdichtende Schraubenspindelpumpe eine einfache Rotorkühlung beschrieben, indem in eine konisch Rotorbohrung bei jedem Rotor ein Kühlmittel, vorzugsweise Öl, eingebracht wird, um einen Teil der während des Verdichtungs Vorgangs entstehenden Kompressionswärme permanent abzuführen. In dem Schutzrecht **PCT/EP2008/068364** wird in Fortsetzung dieses Ansatzes das Kühlmittel mit einer internen (Öl-)Pumpe des weiteren noch zur Kühlung des Pumpengehäuses verwendet, um in einem Kühlmittel-Kreislauf dann über einen separaten Wärmetauscher die aufgenommenen Wärmemengen aus der Verdichtung des Fördermediums sowie der Verlustleistungen derart abzuführen, dass die Abstands-Spielwerte zwischen dem Rotorpaar und dem umgebenden Pumpengehäuse für alle Betriebszustände erhalten bleiben. Außerdem wird in dem PCT-Schutzrecht **WO 01/57401** eine Ausführung zum Antrieb für einen derartigen Schraubenspindelverdichter beschrieben.

Für höhere Anforderungen hinsichtlich der Kompaktheit der Gesamtmaschine sowie für spezielle Ansprüche hinsichtlich der Positionierung für den Antrieb (Motor) eines derartigen trockenverdichtenden Spindel-Kompressors fehlt jedoch noch eine vorteilhafte Lösung.

Die **Aufgabe der vorliegenden Erfindung** besteht darin, für trockenverdichtende 2-Wellen-Rotations-Verdrängermaschinen zur Förderung und Verdichtung gasförmiger Fördermedien den Antrieb für die Verdrängerrotore derart zu gestalten, dass die Rotor-Synchronisation und die Rotor-Drehzahl-Erhöhung gleichzeitig erfolgen, dass der für den Antrieb erforderliche Bauraum minimiert wird, dass verschiedene Positionierungen für den Antriebsmotor ermöglicht werden, dass Hilfsaggregate, wie Kühlmittel-(Öl-)Förderpumpe und Kühllüfter etc., mit geeigneter Drehzahl vorteilhaft angetrieben werden, dass die Verdrängerrotore komplett wuchtbare separate Einheiten bilden, dass die Kühlmittel-/Öl-Zuführung für jeden Rotor stirnseitig an jedem Rotorwellenende auf der ölgeschmierten Getriebeseite einfach realisierbar wird, dass unterschiedliche Rotor-Drehzahlen bei gleichem Rotorachsabstand im modularen Verdrängermaschinen-Baukasten bequem zu realisieren sind und dass die Verzahnungs-Geräusche effektiv minimiert werden.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, dass bei einer trockenverdichtenden Schraubenspindelmaschine mit einer Rotorinnenkühlung für das Spindelrotorpaar die Summe der Verzahnungs-Außenradien von den beiden rotorfesten anzutreibenden Stirnzahnradern kleiner als der Achsabstand vom Spindelrotorpaar ausgeführt wird und die rotorfesten Zahnräder somit nicht mehr im direkten Eingriff miteinander sind, und dass ein zusätzliches Paar von größeren Stirnzahnradern, die miteinander im unmittelbaren Eingriff sind, derart in jedes rotorfeste Stirnzahnrad einzeln eingreift, dass die rotorfesten Stirnzahnradern sowohl in entgegengesetzter Richtung synchronisiert zueinander drehen als auch mit höherer Drehzahl als dieses Zusatz-Stirnzahnradpaar angetrieben werden, dass der direkte Getriebe-seitige Zugang stirnseitig an jedem Spindelrotorwellende für das Kühlmittel zur Rotorinnenkühlung bequem erreicht wird, und dass Hilfsaggregate wie die Kühlmittel-Förderpumpe auf einer der Wellen vom Zusatz-Stirnzahnradpaar angeordnet ist, dass in mindestens einen (vorzugsweise natürlich in jeden) Zahneingriff das über einen externen Wärmetauscher gekühlte Schmiermittel gezielt eingespritzt wird, dass der Antriebsmotor zum Antreiben einer der beiden Wellen von dem Zusatz-Stirnzahnradpaar parallel oder fluchtend zur Spindelmaschine angeordnet wird, und dass optional ein Riemenantrieb zwischen dem anzutreibenden Zusatz-Stirnzahnrad-Wellenende und der Motorwelle angeordnet wird.

In den nachfolgenden Fig.-Darstellungen und Erläuterungen wird die vorliegende Erfindung ausführlich erklärt.

Fig. 1 zeigt beispielhaft die Ausführung der vorliegenden Erfindung mit einer Draufsicht auf den Antrieb in einer vereinfachten Darstellungsform. Die beiden anzutreibenden rotorfesten Stirnzahnradern (1) haben den dargestellten Achsabstand a_R voneinander und gehören fest zum jeweiligen Verdrängerrotor, der hier über den Wälzkreis (2) des äußeren Spindelrotor-Fördergewindes dargestellt ist, dessen Durchmesserwert bei vorzugsweise spiegelbildlich identischem Spindelrotorpaar ebenso groß ist wie der Achsabstand a_R der Schraubenspindelmaschine. Die als $\varnothing d$ eingetragenen Verzahnungs-Durchmesser für die

beiden anzutreibenden rotorfesten Stirnzahnräder (1) sind erfindungsgemäß so gering gewählt, dass sie nicht miteinander im Eingriff stehen. Mit diesem Merkmal ist jeder Spindelrotor als vollständige Rotationseinheit separat vormontierbar und kann endgültig und abschließend komplett final gewuchtet werden. Die beiden Zusatz-Stirnzahnräder (3) haben einen um den Faktor i größeren Verzahnungs-Durchmesser, wie in der Bemaßung als Produkt $\varnothing i x d$ gezeigt ist und sind beim Achsabstand a_M vorzugsweise gleich groß. Jedes Zusatz-Stirnzahnrad (3) steht erfindungsgemäß mit genau einem anzutreibenden rotorfesten Stirnzahnrad (1) und zusätzlich zueinander im Verzahnungseingriff, so dass sich insgesamt die dargestellten 3 Verzahnungseingriffe ergeben, wie in der Fig. 3 auch noch gezeigt ist. An einem Zusatz-Stirnzahnrad (3) wird die (Kühlmittel-)Förderpumpe (4) vorzugsweise über die Zahnradwelle mit einer Drehzahl angetrieben, die um den Faktor i wunschgemäß geringer ist als die Spindelrotor-Drehzahl. Eine technisch detailliertere Ausführungsform zur Kühlmittel-(Öl-)Förderpumpe (4) ist in der Fig. 4 noch dargestellt. Mit dem Antreiben (5) an einem der beiden Zusatz-Stirnzahnrädern werden erfindungsgemäß über die genannten Verzahnungseingriffe die beiden anzutreibenden rotorfesten Stirnzahnräder (1) sowohl in entgegengesetzter Drehrichtung als auch mit erhöhter Drehzahl synchron angetrieben. Über den als (6) gekennzeichneten stirnseitigen Zugang an jedem Spindelrotorwellende kann für die Spindelrotor-Innenkühlung das Kühlmittel bequem zugeführt werden, was in der Fig. 4 als Ausführungsbeispiel noch detaillierter dargestellt ist.

In Fig. 2 ist für die vorliegende Erfindung beispielhaft das Antreiben (5) an einem Zusatz-Stirnzahnrad (3) über einen vorgeschalteten Riemenantrieb (9) dargestellt. Die mit dem Zusatz-Stirnzahnrad (3) fest verbundene anzutreibende Riemenscheibe (12) wird über den Riementrieb (9) von der treibenden Riemenscheibe (13) vom Antriebsmotor (10) angetrieben. Mit Variation des Übersetzungsverhältnisses zwischen den beiden Riemenscheiben (12 und 13) wird die Spindelrotor-Drehzahl einfach anpassbar ohne aufwändig das gezeigte Stirnzahnräder-Getriebe wechseln zu müssen. Selbstredend kann der Antriebsmotor (10) zur Spindel-Kompressormaschine auch anders positioniert werden, also sowohl parallel, als auch oberhalb oder unterhalb oder auch fluchtend in Verlängerung der Spindel-Kompressormaschine. Dabei ist der Antriebsmotor (10) vorzugsweise so zu positionieren, dass die Riemenkräfte und die Verzahnungskräfte in ihrer Ausrichtung sich gegenseitig kompensieren anstatt sich zu verstärken. Bei fluchtender Position des Antriebsmotors (10) kann bei direktem Antrieb das Zusatz-Stirnzahnrad (3) auch direkt auf die Motorwelle des Antriebsmotors (10) gesetzt werden.

Fig. 3 zeigt wie Fig. 1 beispielhaft die Ausführung der vorliegenden Erfindung mit einer Draufsicht auf den Antrieb in einer vereinfachten Darstellungsform. Zur effektiven Minderung der Verzahnungsgeräusche erfolgt die Einspritzung (11) von gekühltem Schmiermittel (Öl) gezielt vorzugsweise in jeden einzelnen Zahneingriff, indem die Kühlmittel-Einspritzrichtung konform zur dargestellten Drehrichtung der eingreifenden Zahnräder ist. Die technisch genaue Ausführungsform ist in Fig. 4 zu sehen.

Trotz hoher Drehzahlen für die Spindelrotore werden zur weiteren Verzahnungsgeräusch-Reduzierung zudem durch die geringeren Durchmesserwerte der Zahnräder gegenüber dem Stand der Technik deutlich geringere Zahneingriff-Geschwindigkeiten realisiert. Dies ist bei derzeitigen Schrauben-Kompressoren signifikant ungünstiger gelöst, weil deren Zahnräder deutlich größer sind und dementsprechend mehr Geräusche verursachen.

Fig. 4 zeigt für die vorliegende Erfindung beispielhaft eine detailliertere Schnittzeichnung als praktisch vollständiger Konstruktionsentwurf. Die Kühlmittel-(Öl-)Förderpumpe (4) ist über die Zwischenwelle (25) fest mit einem Zusatz-Stirnzahnrad (3) verbunden und fördert das Kühlmittel (Öl) in einem Kreislauf über den Wärmetauscher (21) als "Kühler" sowohl über die beiden Rotorstirnseitigen-Zugänge (6) in jeden Spindelrotor (16) zur Rotorinnenkühlung (18) als auch über die dargestellten 3 Einspritzungen (11) in jeden Zahneingriff entsprechend der Darstellung wie in Fig. 3 gezeigt.

Die technisch detaillierte Darstellung in dieser Fig. 4 ist für jeden Fachmann einwandfrei aussagekräftig.

In **Fig. 5** und **Fig. 6** sind für die vorliegende Erfindung exemplarisch unterschiedliche Ausrichtungen der Achsabstände zueinander für das anzutreibende rotorfeste Stirnzahnradpaar (1) und für das Zusatz-Stirnzahnradpaar (3) in Ergänzung zu der Ausführung in **Fig. 1** dargestellt, wenn beispielsweise spezielle Anforderungen hinsichtlich Bauvolumen und/oder verschiedene Antriebspositionen zu erfüllen sind. Die Eingriffskontakte zwischen den Stirnzahnradern sind in **Fig. 5** und **Fig. 6** mit dem Buchstaben C und einem Kreisring gekennzeichnet.

Während in **Fig. 1** der Achsabstand für das anzutreibende rotorfeste Stirnzahnradpaar (1) parallel zu dem Achsabstand für das Zusatz-Stirnzahnradpaar (3) liegt, stehen in **Fig. 5** diese Achsabstände schräg zueinander und in **Fig. 6** kreuzen sie einander. Dabei ist die in **Fig. 6** dargestellte Ausführung besonders klein bauend.

Damit im Verdichter-Arbeitsraum die Spindelverdrängerrotore ohne Berührung gegenläufig zueinander rotieren können, muss das beschriebene Getriebe aus den beiden rotorfesten Stirnzahnradern (1) und beiden Zusatz-Stirnzahnradern (3) die Synchronisation für das Spindelrotorpaar (16) ständig gewährleisten. Durch die insgesamt 3 Verzahnungseingriffe addieren sich jedoch die unvermeidlichen Zahneingriff-Verdrehflankenspiele und ergeben eine entsprechend schlechtere Synchronisationsgenauigkeit für das Spindelrotorpaar (16). Zur Kompensation dieser erhöhten Verdrehspiele wird die Steigung am Spindelrotorpaar (16) möglichst gering gehalten, wobei die Verdrehflankenspiele je Zahneingriff gleichfalls minimiert werden.

Bezugszeichenliste:

1. anzutreibendes rotorfestes Stirnzahnrad
2. Wälzkreis des Spindelrotor-Fördergewindes
3. Zusatz-Stirnzahnrad
4. Kühlmittel-(Öl-)Förderpumpe (als Hilfsaggregat)
5. Antreiben an einem Zusatz-Stirnzahnrad
6. stirnseitiger Zugang am Spindelrotorwellenende zur Kühlmittel-Einführung für die Rotor-Innenkühlung, vorzugsweise gemäß WO 00/12899
7. Arbeitsraum-Gehäuse (kann mehrteilig ausgeführt sein)
8. äußerer Kühlmantel für den Spindel-Kompressor
9. Riementrieb
10. Antriebsmotor
11. Einspritzung von gekühltem Schmiermittel in den Zahneingriff
12. anzutreibende Riemenscheibe
13. treibende Riemenscheibe
14. Einlass-seitige Spindelrotor-Lagerung
15. Einlass für das Fördermedium in den Verdichter-Arbeitsraum
16. Schraubenspindelrotorpaar mit äußerem Fördergewinde als gegensinnig drehende Verdrängerrotore
17. Auslass-Sammelraum für das Fördermedium
18. Innenkühlung für jeden Schraubenspindelrotor, vorzugsweise gemäß WO 00/12899
19. Getriebe-seitige Spindelrotor-Lagerung
20. Kühl- und Schmiermittel (hier in einem Verteiler nach dem Wärmetauscher)
21. Wärmetauscher ("Kühler") für das Kühl- und Schmiermittel (vorzugsweise Öl)
22. Kühllüfter für den Wärmetauscher ("Kühler")
23. Kühlmittel-Austritt aus dem Wärmetauscher
24. Kühlmittel-Eintritt in den Wärmetauscher
25. Zwischenwelle mit Wälzlagerung für Zusatz-Stirnzahnrad

Antrieb für einen Spindel-Kompressor

PATENTANSPRÜCHE

1. Antrieb für eine trockenverdichtende 2-Wellen-Rotations-Verdrängermaschine zur Förderung und Verdichtung gasförmiger Fördermedien mit einer über ein Kühlmittel (20) arbeitenden Rotorinnenkühlung (18) für das berührungslos und gegensinnig drehende Schraubenspindelrotorpaar (16) in einem Pumpengehäuse (7) sowie mit einem Einlass (15) und einem Auslass-Sammelraum (17) für das Fördermedium
dadurch gekennzeichnet, dass
die Summe der Verzahnungs-Außenradien von den beiden rotorfesten anzutreibenden Stirnzahnrädern (1) kleiner als der Achsabstand a_R vom Schraubenspindelrotorpaar (16) ausgeführt wird und die rotorfesten Stirnzahnräder (1) miteinander somit nicht mehr im Verzahnungs-Eingriff sind, und dass zudem ein Paar von größeren Zusatz-Stirnzahnrädern (3), die miteinander im unmittelbaren Verzahnungs-Eingriff sind, jeweils einzeln in jedes rotorfeste Stirnzahnrad (1) so eingreift, dass die rotorfesten Stirnzahnräder (1) sowohl in entgegengesetzter Richtung synchronisiert zueinander als auch mit höherer Drehzahl als dieses Zusatz-Stirnzahnradpaar (3) angetrieben werden.
2. Schraubenspindelpumpe nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
der direkte Zugang (6) für das Kühlmittel (20) zur Rotorinnenkühlung (18) für jeden Schraubenspindelrotor (16) stirnseitig an dem Wellenende mit dem anzutreibenden rotorfesten Stirnzahnrad (1) erfolgt.
3. Schraubenspindelpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
die Kühlmittel-Förderpumpe (4) über eine Zwischenwelle (25) fest mit einem Zusatz-Stirnzahnrad (3) verbunden und angetrieben wird.
4. Schraubenspindelpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
in mindestens einen der drei Verzahnungseingriffe der Stirnzahnräder (1 und 3) gekühltes Schmiermittel (20) derart gezielt eingespritzt wird, dass Einspritzrichtung und Stirnzahnrad-Rotationsorientierung im Eingriffsgebiet gleichgerichtet sind.
5. Schraubenspindelpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, dass
das Kühl- und Schmiermittel (20) Öl ist.

6. Schraubenspindelpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass der Antriebsmotor (10) zum Antreiben (5) von einem Zusatz-Stirnzahnrad (3) parallel oder fluchtend zur Ausrichtung des äußeren Kühlmantels (8) des Schraubenspindel-Kompressors positioniert wird.
7. Schraubenspindelpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass ein Riementrieb (9) zwischen einem Zusatz-Stirnzahnrad (3) und dem Antriebsmotor (10) mit einer treibenden Riemenscheibe (13) und einer anzutreibenden Riemenscheibe (12), welche mit einem Zusatz-Stirnzahnrad (3) verbunden ist, angeordnet wird.
8. Schraubenspindelpumpe nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Antriebsmotor (10) derart angeordnet wird, dass sich die Riemenkräfte an der anzutreibenden Riemenscheibe (12) und die Verzahnungskräfte an dem Zusatz-Stirnzahnrad (3), welches mit der anzutreibenden Riemenscheibe (12) verbunden ist, in ihrer Ausrichtung gegenseitig zumindest teilweise kompensieren anstatt sich zu verstärken.
9. Schraubenspindelpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass die applikationsspezifische Anpassung der gewünschten Spindelrotor-Drehzahlen durch Änderung der Durchmesser-Verhältnisse für die Riemenscheiben (12 und 13) erfolgt.
10. Schraubenspindelpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass bei fluchtender Anordnung des Antriebsmotors (10) ein Zusatz-Stirnzahnrad (3) als Option direkt auf die Motorwelle des Antriebsmotors (10) gesetzt wird.
11. Schraubenspindelpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass jeder Spindelrotor des Schraubenspindelrotorpaars (16) als vollständige Rotations-einheit separat vormontiert sowie endgültig und abschließend gänzlich final gewuchtet wird.
12. Schraubenspindelpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche dadurch gekennzeichnet, dass das äußere Fördergewinde des Schraubenspindelrotorpaars (16) eine geringe Steigung aufweist.

13. Schraubenspindelpumpe nach Anspruch 12
dadurch gekennzeichnet, dass
der Flankensteigungswinkel für das zweigängige Fördergewinde des Schraubenspindelrotorpaars (16) am Wälzkreis unter 20° liegt.
14. Schraubenspindelpumpe nach einem der vorhergehenden Ansprüche
dadurch gekennzeichnet, dass
die Orientierung der Achsabstände von dem anzutreibenden rotorfesten Stirnzahnradpaar (1) als a_R -Wert und dem Zusatz-Stirnzahnradpaar (3) als a_M -Wert zueinander wahlweise in paralleler (Fig. 1) oder schräger (Fig. 5) oder sich kreuzender (Fig. 6) Ausrichtung ausgeführt wird.

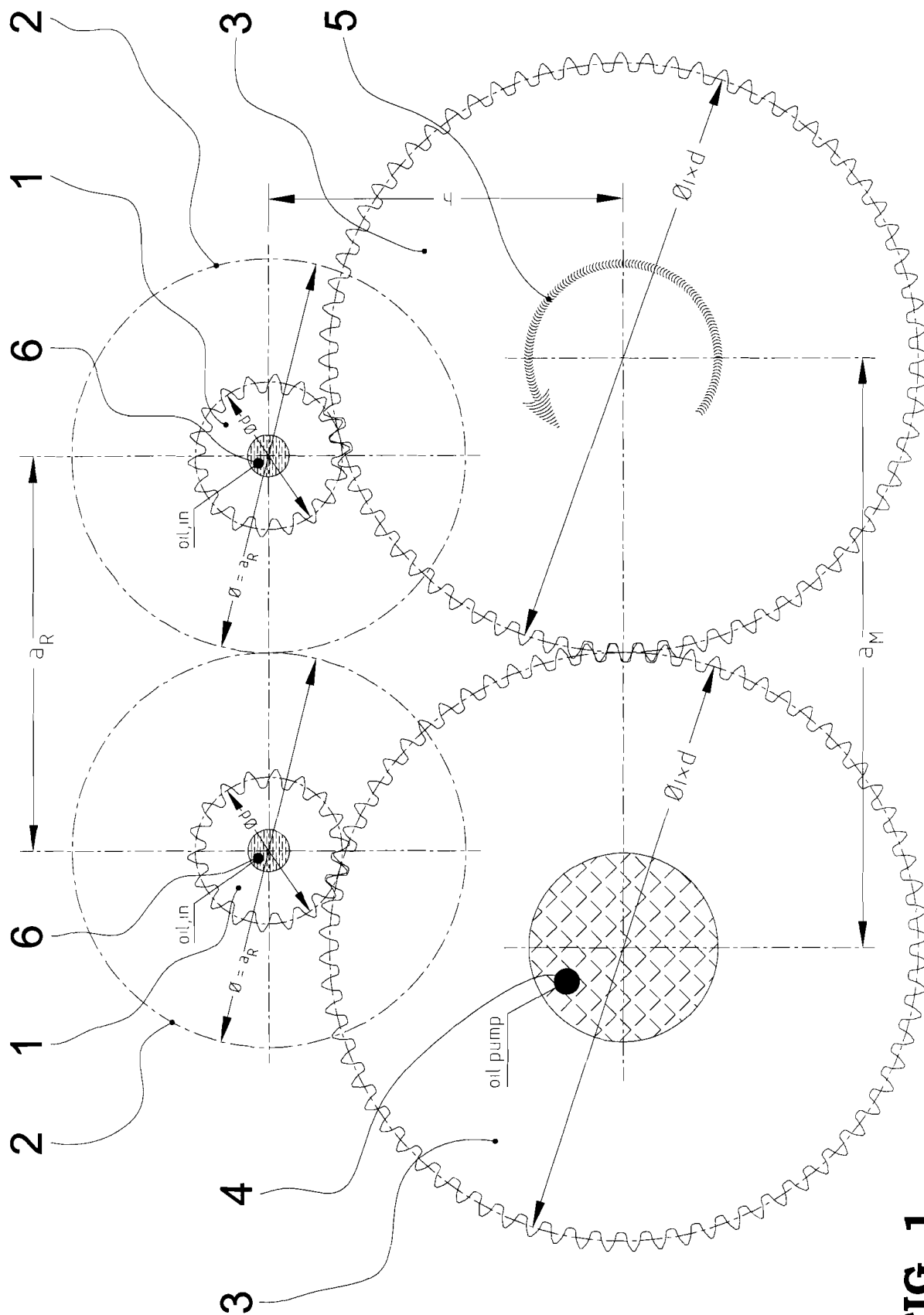


FIG. 1

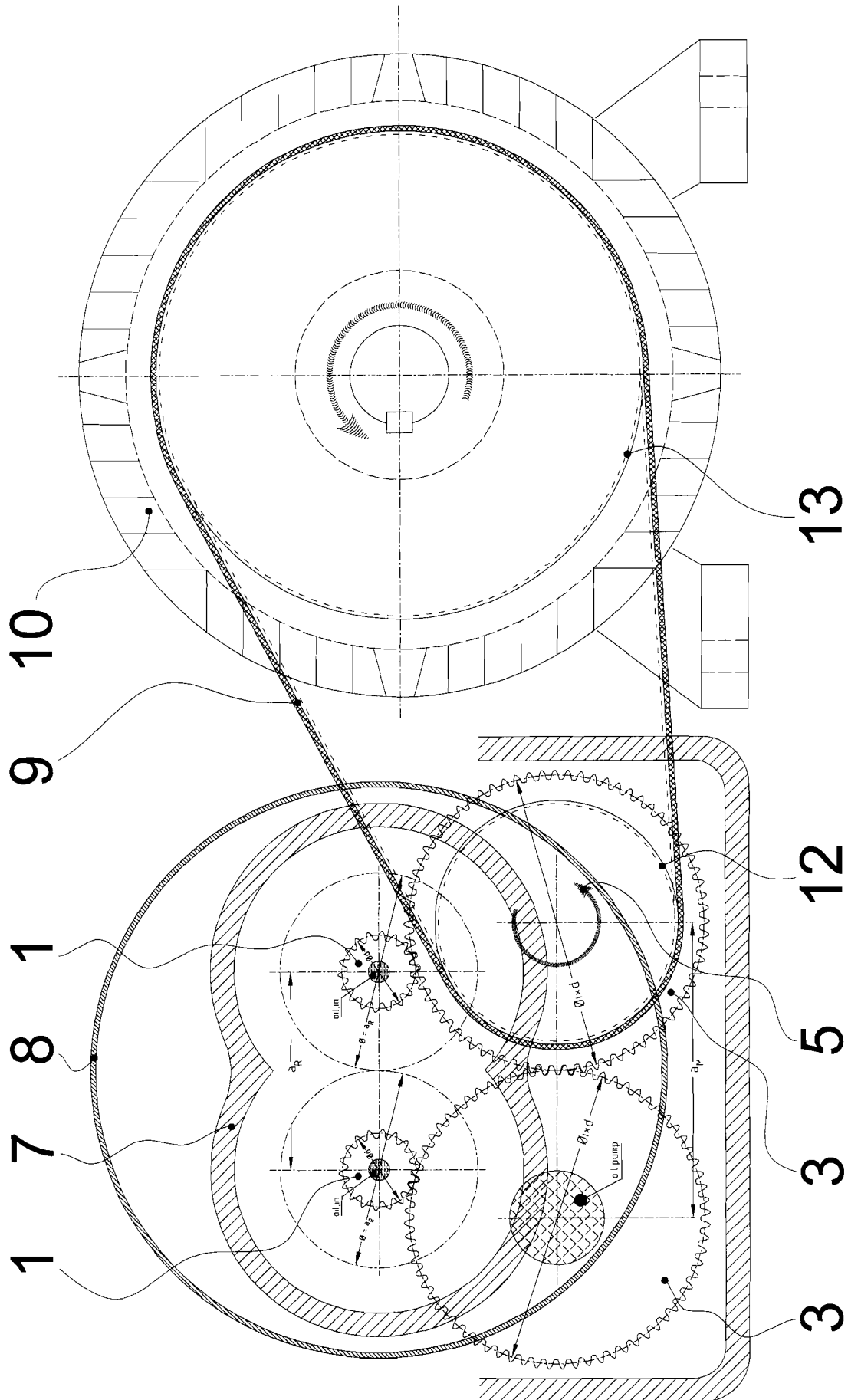


FIG. 2

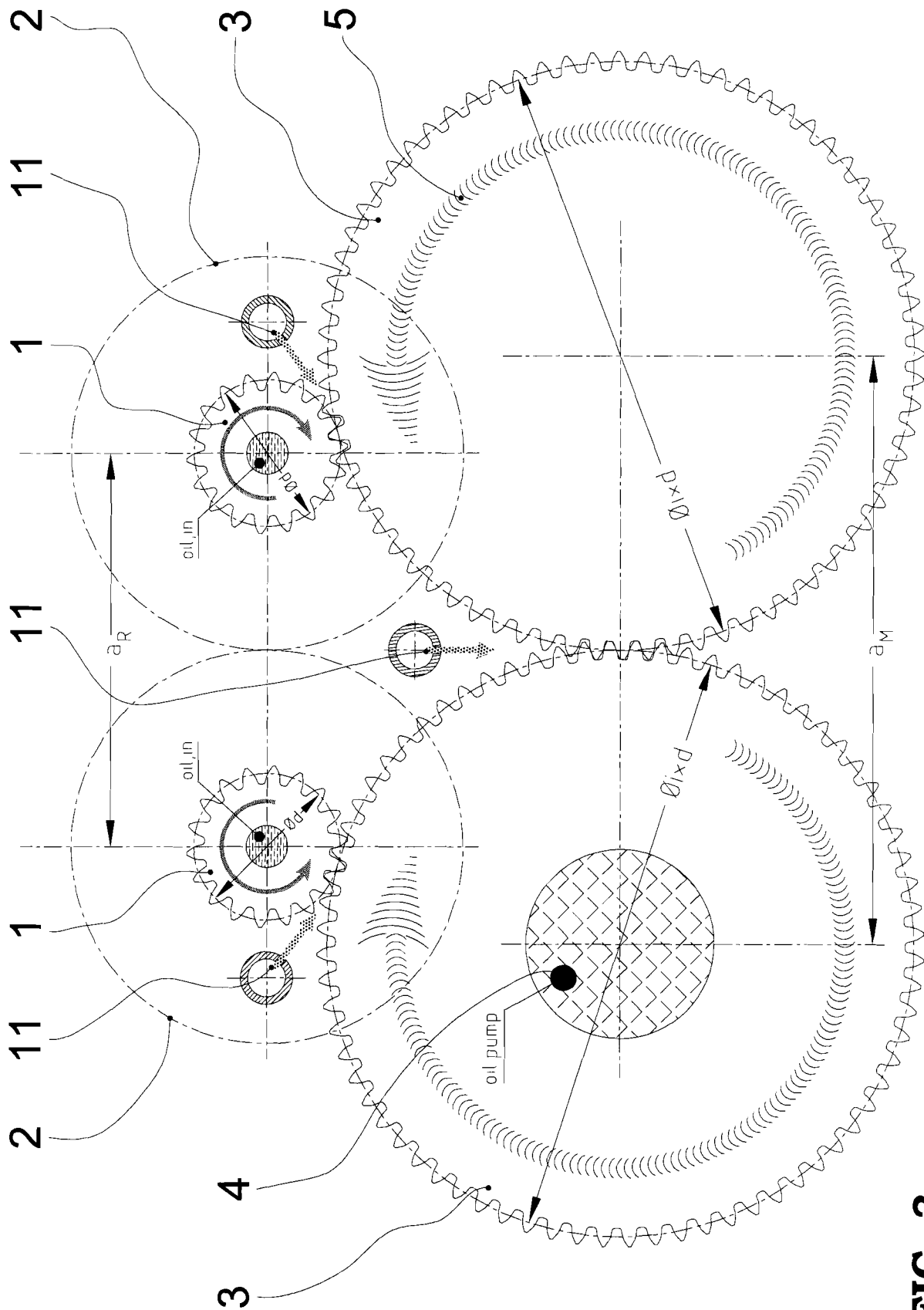


FIG. 3

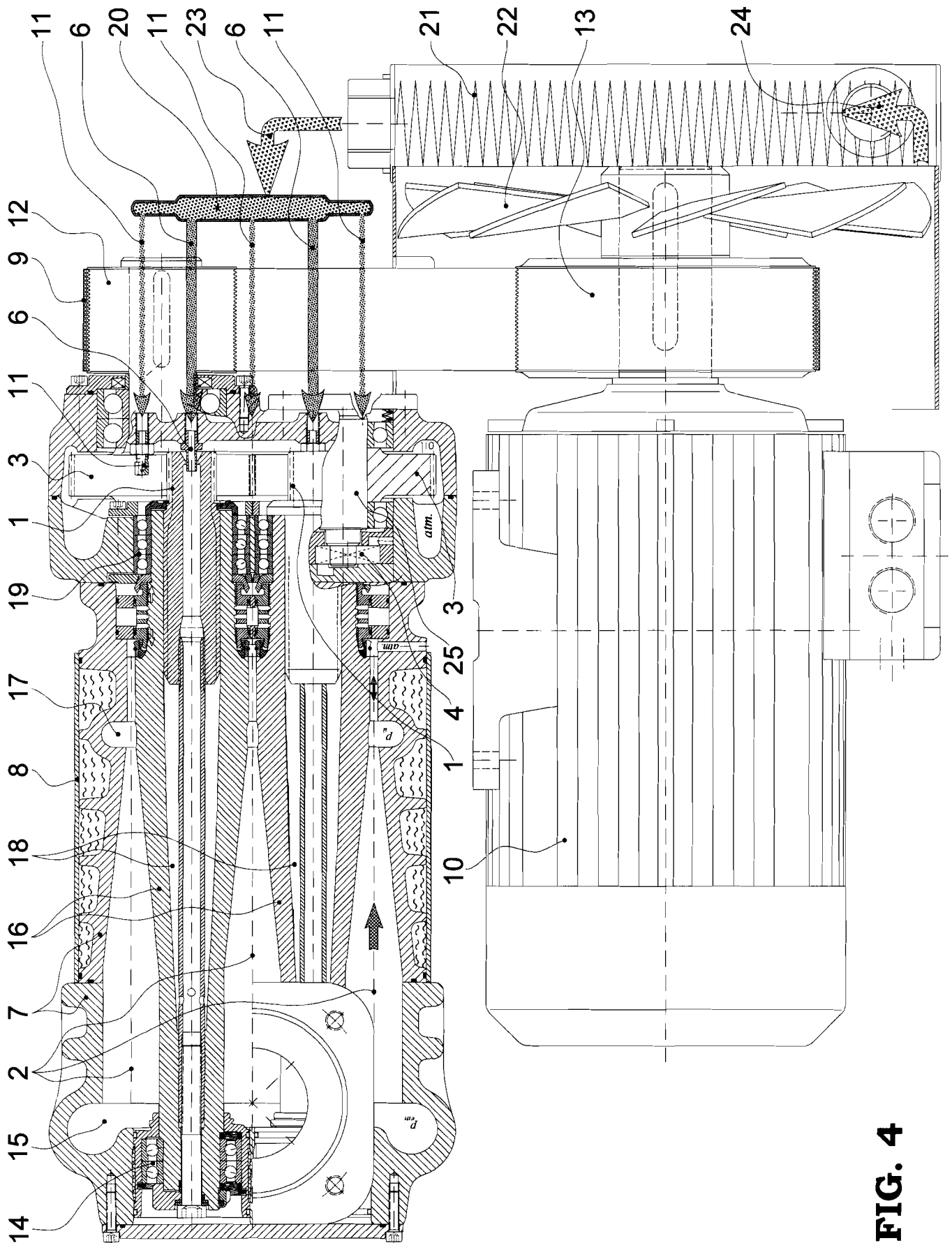


FIG. 4

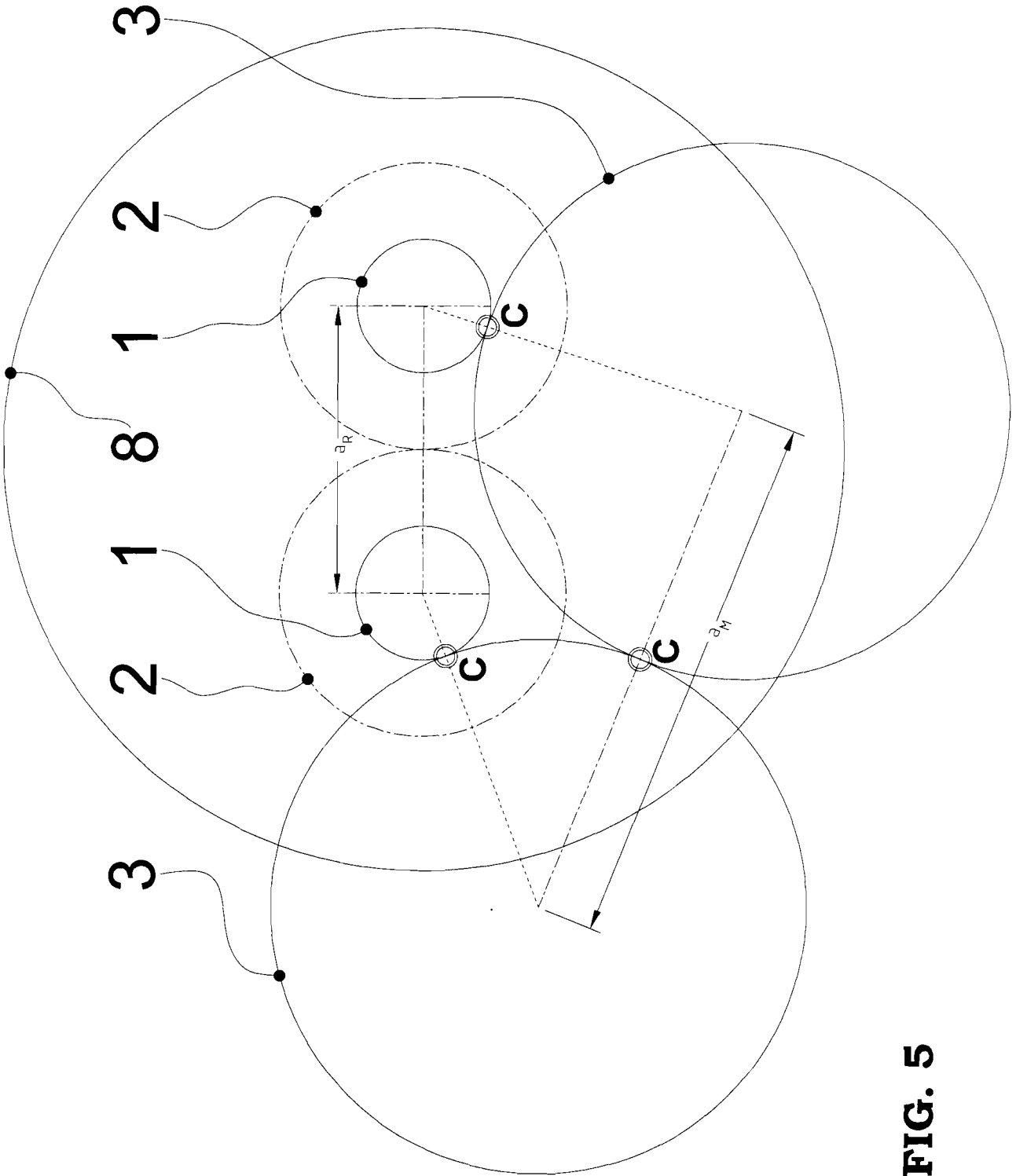


FIG. 5

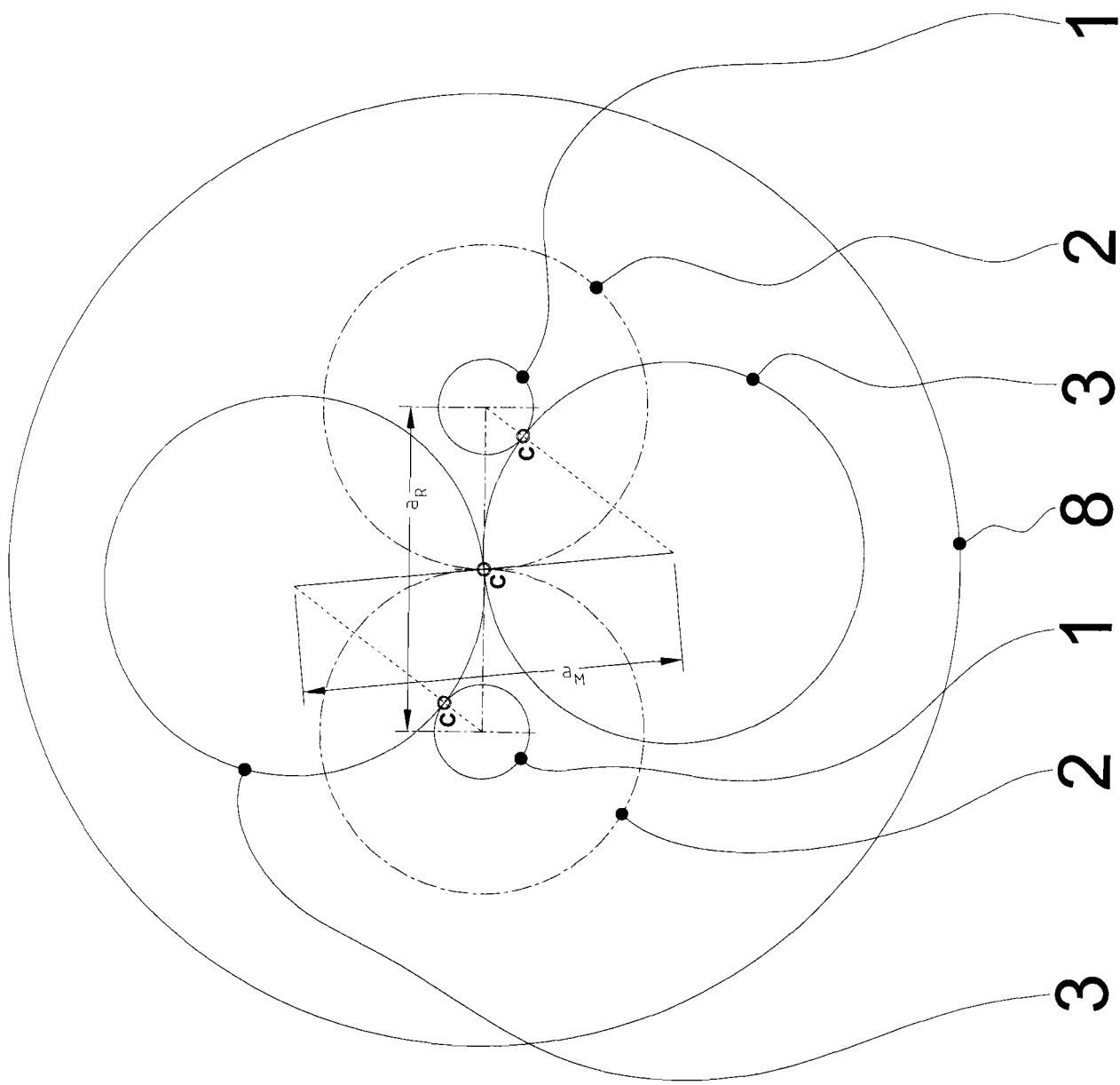


FIG. 6