

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4243498号
(P4243498)

(45) 発行日 平成21年3月25日(2009.3.25)

(24) 登録日 平成21年1月9日(2009.1.9)

(51) Int. Cl. F I
FO4C 2/10 (2006.01) FO4C 2/10 321A
FO3C 2/08 (2006.01) FO3C 2/08 A

請求項の数 18 外国語出願 (全 21 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2003-55043 (P2003-55043) (22) 出願日 平成15年2月28日(2003.2.28) (65) 公開番号 特開2003-254258 (P2003-254258A) (43) 公開日 平成15年9月10日(2003.9.10) 審査請求日 平成17年12月5日(2005.12.5) (31) 優先権主張番号 02004344.4 (32) 優先日 平成14年3月1日(2002.3.1) (33) 優先権主張国 欧州特許庁(EP)</p>	<p>(73) 特許権者 503082103 ヘルマン ヘアレ Hermann Haerle ドイツ国 88326 アウレンドルフ, コンヘシュトラーセ 23 Conchestr. 23, 8832 6 Aulendorf, German y (73) 特許権者 593009468 ジークフリート アー. アイゼンマン Siegfried A. Eisenm ann ドイツ連邦共和国 88326 アウレン ドルフ, コンヘシュトラーセ 25</p> <p style="text-align: right;">最終頁に続く</p>
---	--

(54) 【発明の名称】 リング歯車マシンクリアランス

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

移動型リング歯車マシン(ポンプまたはモータ)であって、a) 作動流体用の少なくとも一つの供給ポート(10)と少なくとも一つの排出ポート(11)とを含む歯車チャンバ(4)を備えたケーシング(3)と、

b) 該歯車チャンバ(4)内に収容された内歯車(1)であって、回転軸(D₁)回りに回転し、外歯部(1a)を含む、内歯車(1)と、

c) 該内歯車(1)の回転軸(D₁)に対して偏心的な回転円軸(D₂)と、該外歯部(1a)よりも少なくとも一つ多い歯を有し該外歯部(1a)と噛み合う、該回転円軸(D₂)回りの内歯部(2i)とを含む歯車(2)であって、該歯車(1)および(2)の一方が他方に対して回転動作を行ったときに、該作動流体を該少なくとも一つの供給ポート(10)から該少なくとも一つの排出ポート(11)へと方向づける伸縮自在の流体セル(7)を構成する、歯車(2)と、

d) 固定円上でのピッチ円の回転作用によって生成され得るサイクロイドから引き出されるプロファイルを含む、該二つの歯部(1a、2i)のうちの少なくとも一方の歯先または歯元と、

e) 半径方向クリアランス(P_R)と接線方向クリアランス(P_T)とを含む噛合歯部(1a、2i)と、

を備えた移動型リング歯車マシンであって、

f) 該接線方向クリアランス(P_T)が該半径方向クリアランス(P_R)よりも小さく、

10

20

g) 該二つの歯部 (1 a、2 i) のうちの該少なくとも一方の歯先または歯元が、歯先の場合は頂点部の二つの側部から連続的に減少する半径を有するピッチ円の円周、歯元の場合は頂点部の二つの側部から連続的に増加または減少する半径を有するピッチ円の円周上の点の軌跡により、または該軌跡から形成される、移動型リング歯車マシン。

【請求項 2】

前記歯先のプロファイルが、前記歯先の頂点部の二つの側部から連続的に減少する半径を有する第 1 のピッチ円の円周上の点の軌跡により、または該軌跡から形成され、前記歯元のプロファイルが、前記歯元の頂点部の二つの側部から連続的に増大する半径を有する第 2 のピッチ円の円周上の点の軌跡により、または該軌跡から形成される、請求項 1 に記載のリング歯車マシン。

10

【請求項 3】

前記二つの歯部 (1 a、2 i) のうちの他方の歯先のプロファイルが、該歯先の頂点部の二つの側部から連続的に減少する半径を有する第 3 のピッチ円の円周上の点の軌跡により、または該軌跡から形成される、請求項 1 または 2 に記載のリング歯車マシン。

【請求項 4】

前記二つの歯部 (1 a、2 i) のうちの他方の歯元のプロファイルが、該歯元の頂点部の二つの側部から連続的に増大する半径を有する第 4 のピッチ円の円周上の点の軌跡により、または該軌跡から形成される、請求項 1 から 3 のいずれかに記載のリング歯車マシン。

【請求項 5】

前記二つの歯部 (1 a、2 i) のうちの前記少なくとも一方の歯先のプロファイルが、該歯先の頂点部の二つの側部から連続的に減少する半径を有するピッチ円の円周上の点の軌跡により、または該軌跡から形成され、該二つの歯部 (1 a、2 i) のうちの他方の歯元のプロファイルが、該歯元の頂点部の二つの側部から連続的に減少する半径を有する前記第 4 のピッチ円の円周上の点の軌跡により、または該軌跡から形成される、請求項 1 から 3 のいずれかに記載のリング歯車マシン。

20

【請求項 6】

前記回転作用において、前記ピッチ円の半径が、線関数、または正弦関数または余弦関数、または少なくとも二次関数、好適には円錐曲線関数または多項式にしたがって変化する、請求項 1 から 5 のいずれかに記載のリング歯車マシン。

30

【請求項 7】

前記回転作用において、前記ピッチ円の半径が、経験によって得られた関数にしたがって変化する、請求項 1 から 6 のいずれかに記載のリング歯車マシン。

【請求項 8】

前記接線方向クリアランス (P_T) が、前記半径方向クリアランス (P_R) の 20% ~ 60% にのぼる、請求項 1 から 7 のいずれかに記載のリング歯車マシン。

【請求項 9】

前記二つの歯部 (1 a、2 i) のうちの前記少なくとも一方のプロファイルが、該軌跡を形成するプロファイルを生成する仕様に比較して等距離にオフセットし、それにより該接線方向クリアランス (P_T) の一部分または好適には該接線方向クリアランス (P_T) の全体を、回転円 (W_1 、 W_2) で測定された状態を得る、請求項 1 から 8 のいずれかに記載のリング歯車マシン。

40

【請求項 10】

前記二つの歯部 (1 a、2 i) の前記歯先のプロファイルおよび前記歯元のプロファイルがサイクロイドであるか、またはサイクロイドから引き出されており、該プロファイルの生成ピッチ円は互いにマッチして、前記回転円 (W_1 、 W_2) で測定された前記接線方向クリアランス (P_T) の一部分または好適には該接線方向クリアランス (P_T) の全体が、該ピッチ円の円周上の点の軌跡から得られる、請求項 1 から 9 のいずれかに記載のリング歯車マシン。

【請求項 11】

50

前記二つの歯部 (1 a、2 i) の前記歯先および前記歯元のプロファイルが、交点において互いに接線方向を指している、請求項 1 から 1 0 のいずれかに記載のリング歯車マシン。

【請求項 1 2】

前記二つの歯部 (1 a、2 i) のうちの一方のみが、前記歯先のピッチ円および/または前記歯元のピッチ円を生成するプロファイルを含む、請求項 1 から 1 1 のいずれかに記載のリング歯車マシン。

【請求項 1 3】

前記二つの歯部 (1 a、2 i) の前記歯先および/または前記歯元のプロファイルが各々、該歯先および/または該歯元の頂点部から二つの側部へと連続的に変化する半径を有するピッチ円の円周上の点の軌跡により、または該軌跡から形成される、請求項 1 から 1 1 のいずれかに記載のリング歯車マシン。

10

【請求項 1 4】

前記外歯部 (1 a) の歯間部と前記内歯部 (2 i) の歯の、対応する回転円上で測定された円周方向の大きさが、該外歯部 (1 a) の歯と該内歯部 (2 i) の歯間部の、対応する回転円上で測定された円周方向の大きさの 1 . 5 倍 ~ 3 倍にのぼる、請求項 1 から 1 3 のいずれかに記載のリング歯車マシン。

【請求項 1 5】

前記外歯部 (1 a) の歯と前記内歯部 (2 i) の歯間部の、対応する回転円上で測定された円周方向の大きさが、該外歯部 (1 a) の歯間部と該内歯部 (2 i) の歯の、対応する回転円上で測定された円周方向の大きさの 1 . 5 倍 ~ 3 倍にのぼる、請求項 1 から 1 3 のいずれかに記載のリング歯車マシン。

20

【請求項 1 6】

前記歯部 (1 a、2 i) のうちの少なくとも一方の歯元において、前記流体を圧搾する中空部 (8) が設けられている、請求項 1 から 1 5 のいずれかに記載のリング歯車マシン。

【請求項 1 7】

前記歯車 (1、2) の一方、好適には外歯車 (2) が、モータ動作用に、前記ケーシング (3) に対して回転しないステータを構成する、請求項 1 から 1 6 のいずれかに記載のリング歯車マシン。

【請求項 1 8】

移動型リング歯車マシン、好適には請求項 1 から 1 6 のいずれかに記載のリング歯車マシンの作動セットであって、

30

- a) 外歯部 (1 a) を備えた内歯車 (1) と、
- b) 内歯部 (2 i) を備えた外歯車 (2) であって、該内歯部 (2 i) が該外歯部 (1 a) よりも少なくとも一つ多い歯を有し、該内歯部 (2 i) と該外歯部 (1 a) との噛合動作により伸縮自在の流体セルが構成され、該歯車 (1、2) の一方の回転軸 (D_1) が該歯車 (1、2) の他方の回転軸 (D_2) に対して偏心的である、外歯車 (2) と、
- c) 固定円上でピッチ円の回転作用によって生成され得るサイクロイドから引き出されるプロファイルを含む、該二つの歯部 (1 a、2 i) のうちの少なくとも一方の歯先または歯元と、

40

- d) 半径方向クリアランス (P_R) と接線方向クリアランス (P_T) とを含む噛合歯部 (1 a、2 i) と、

を備えた移動型リング歯車マシンの作動セットであって、

- e) 該接線方向クリアランス (P_T) が該半径方向クリアランス (P_R) よりも小さく、
- f) 該二つの歯部 (1 a、2 i) のうちの該少なくとも一方の歯先または歯元が、歯先の場合は頂点部の二つの側部から連続的に減少する半径を有するピッチ円の円周、歯元の場合は頂点部の二つの側部から連続的に増加または減少する半径を有するピッチ円の円周上の点の軌跡により、または該軌跡から形成される、

移動型リング歯車マシンの作動セット。

【発明の詳細な説明】

50

【 0 0 0 1 】

本発明は、移動型リング歯車ポンプとモータとの作動セットのクリアランスに関する。

【 0 0 0 2 】

リング歯車ポンプは、低圧側から高圧側に作動流体を送達する際に作動流体を圧縮し、リング歯車モータは、リング歯車モータの高圧側で供給されて低圧側で排出される圧縮された作動流体によってパワーを与えられる。両方のタイプのリング歯車マシンが、外歯部を備えた内スパー歯車と内歯部を備えた外スパー歯車とを含む、作動セットを含む。内歯部は概して、外歯部よりも一つ多い歯を有するという特徴を持つ。二つの歯部は噛み合っている。一方の歯車が他方の歯車に対して回転すると、内歯車の歯と外歯車の歯との間に、循環、伸張、縮小する流体セルが実現する。これによりポンプモードにおいては、流体が
10
リング歯車マシンの低圧側から高圧側に方向づけられ、モータモードにおいては、高圧側から低圧側に方向づけられる。

【 0 0 0 3 】

このような作動セットに関して、内歯車の歯先および外歯車の歯元を外サイクロイドとして構成し、内歯車の歯元および外歯車の歯先を内サイクロイドとして構成することは価値がある。外サイクロイドは、小さいピッチ円の回転動作によって形成される。このピッチ円は、それぞれ内歯車および外歯車の回転円上において、内歯車および外歯車にとって同一であり得るが、同一である必要はない。内サイクロイドは、これにしたがって形成される。この場合も、内歯車上のピッチ円と外歯車上のピッチ円は好適には同一であるが同一
20
である必要はない。

【 0 0 0 4 】

二つの歯車のクリアランスは、作動流体の速度および圧力レベルに応じて変化すべきである。歯車の速度が比較的高速である場合は、二つの歯車間の摩擦および温度差のために大きなクリアランスが望ましい。低速で高圧側に高い作動圧力がかかっている場合は、容量損失（漏洩損失）を最小限に抑えるために、小さいクリアランスが望ましい。しかし、クリアランスの大きさを設定する際には、影響を与える他の要因も考慮すべきである。影響を与える他の要因とは特に、製造が完璧であることは決してないという事実により歯部が完全な円にならないことが避けられないこと、一方または両方の歯車を回転可能に取り付ける際の正確さ、歯車の実際の偏心度と計算された歯部の基本となる偏心度との差である。
30
この場合の偏心とは通常通り、歯車の回転円軸の間隔を意味する。

【 0 0 0 5 】

DE 4 2 0 0 8 8 3 は、外サイクロイドまたは内サイクロイド、あるいはその回転円の方
40
向にある程度組み合わせ、その両方を平坦化することにより、半径方向クリアランスの問題を解決している。平坦化のために、各サイクロイドについて、比較的小さいピッチ円を比較的大きい固定円上で回転させる。しかし、歯部のプロファイルは、小さいピッチ円の円周上の点ではなく、小さいピッチ円の円周からその中心に向かってシフトする点によって描かれる。得られた歯部のサイクロイドは、直線部によって相互連結されている。完全な噛合点、すなわちバックラッシュ点で必要とされる接線方向クリアランスは、歯部の少なくとも一方の輪郭を等距離にオフセットすることによって得られる。この輪郭はピッチ円の回転動作によって得られる。この公知のタイプの歯部において、外サイクロイドから内サイクロイドへの遷移点を計算することが重要な位置を占める。これがなされないと、不連続位置のせいで機械的ノイズが発生する。

【 0 0 0 6 】

EP 1 0 1 6 7 8 4 A は、半径の異なる四つの小さいピッチ円の回転動作によって内部ロータおよび外部ロータのサイクロイドを生成することを推奨している。この手法は、不連続位置を回避しながら半径方向クリアランスを調整することを可能にするが、外サイクロイドおよび内サイクロイドを生成する仕様のために、接線方向クリアランスが半径方向クリアランスよりも大きくなるという欠点がある。完全な噛合点において、対をなす二つの歯部の一方の歯先の頂点から他方の歯部の側部までの間隔が広がる。これにより歯部が問題をかかえるという結果になる。円周方向においてバックラッシュが大きすぎると、回転
50

円の領域において円周方向にチャタリングが起こる。これは、液圧力および動的力が側部のコンタクトに対する変化を引き起こすからである。接線方向クリアランスが大きすぎると、歯車のスライド回転する側部の間の流体フィルムが厚くなりすぎ、側部のコンタクトの変化による衝撃が不適切にも低減される。チャタリングは特に、作動流体が高速で粘度が低く、作動セットの直径が大きい場合は、不可避である。さらに、側部方向のクリアランスを増加させることは、リング歯車マシンの容量効率にとって好ましくない。

【 0 0 0 7 】

本発明の目的は、リング歯車マシンの内部軸作動セットの噛合歯部を構成して、容量効率を向上させ、作動によるノイズを低減することである。同時に、単純な数学的仕様に基づいて歯部を形成することも目的とする。

10

【 0 0 0 8 】

本発明によるリング歯車マシンは、作動流体の供給および排出を含む歯車チャンバを備えたケーシングを含む。作動流体は好適には液体、特に潤滑油または油圧油である。リング歯車マシンはさらに、外側に歯を有する少なくとも一つの内歯車および内側に歯を有する一つの外歯車を有する作動セットを含む。内歯車と外歯車とは互いに噛み合っている。両方の歯車がケーシングに対して回転すると、作動セットは歯車チャンバ内に収容される。一方の歯車がステータである場合、その歯車は好適には歯車チャンバをも構成する。上記少なくとも二つの歯車は、互いに偏心的な回転円軸を有する。外歯車の内歯部は、内歯車の外歯部よりも少なくとも一つ多い歯を有し、好適には内歯車の外歯部よりも一つだけ多い歯を有する。一方の歯車の回転駆動動作において、噛合歯部が、伸縮する、すなわち、作動流体を供給側から排出側へと方向づけるために大きくなったり小さくなったりする流体セルを構成する。

20

【 0 0 0 9 】

ほとんどの用途において、作動セットの少なくとも二つの歯車の各々が、それ自体の回転円軸回りに回転する。ケーシングは通常、二つの歯車の一方の回転マウントを構成し、他方の歯車は回転駆動または出力部材に対して非回転に連結される。しかし、ケーシングに関しては、少なくとも二つの歯車が両方ともそれ自体の回転軸回りに回転する必要はない。ケーシングに対して静的である外歯車、すなわち所謂外ステータが、所謂軌道マシンでは公知である。軌道マシンとは、内歯車が、ケーシングに対して静的である外ステータ内で二つの軌道動作を行い（すなわち、ケーシングに対して固定された回転軸回りに回転軌道動作を行い）、それ自体の回転円軸回りに回転動作を行うものである。

30

【 0 0 1 0 】

噛合歯部のうちの少なくとも一つの形状に関して、歯先または歯元、あるいは、歯先および歯元の組合せは、サイクロイドから得られる。すなわち、関連する歯先または歯元の外形は、固定された円の上のピッチ円の回転動作によって生成され得る。この固定された円は、対応する歯部の回転円軸に対して同軸である。従って、以下で名付けられる導出されるサイクロイドは、固定された円上の可変の半径のピッチ円の回転動作によって生成され得るサイクロイドとして理解されるべきである。噛合歯部は、半径方向クリアランスおよび接線方向クリアランスを有して動作する。半径方向クリアランスは、歯部が、互いに関連して、その生成の中心を偏心的に形成することを特徴付けると、一方の歯部の歯先円と、他方の歯部の歯元円との間の間隔であると理解される。同じ条件下の接線方向クリアランスは、後方側面のバックラッシュである。すなわち、完全噛合点において、歯車のうちの一つの回転円上でゲーjingされた円周クリアランスである。

40

【 0 0 1 1 】

本発明は、上記のクリアランスの定義に関する。しかし、具体的には、ゲーjingは、作動セットの歯車のそれぞれを、歯先円および歯元円について個別にゲーjingし、得られるデータからクリアランスを計算することによって、ゲーjing機械で行われることが好ましい。

【 0 0 1 2 】

ある特に簡略的なゲーjing方法は、同様に実用に適しているが、半径方向クリアランス

50

P_R を、最小噛合点における対向する歯先との間の間隔として、歯車が移動され、完全噛合点において、歯部によって、互いに半径方向に駆り立てられた状態で、ゲージングを行う工程を含む。この状態にあるとき、二つの歯部は、互いに対して半径方向のみに正確に駆り立てられ、バックラッシュは、円周上で、完全噛合点において、接合する歯先の頂点の両側で、二つの歯部の間に残る。歯車のうちの一つの回転円の両側のバックラッシュの各々の和は、第1の近似において、接線方向クリアランスを表す。実際に歯を互いに駆り立てることによって、半径方向クリアランスも、同様に、第1の近似において、最小噛合点において、歯部の対向する歯先の間、単にすきまゲージを挿入することによってゲージングされることができる。

【0013】

ゲージクリアランスについてのこれらの指示は、実際には、補助的な注記について行われるに過ぎない。なぜなら、二つのクリアランスは、既に上述したように、生成の根拠となる条件、特に、正確な偏心性などに関係するからである。すなわち、歯車の生成がより正確になればなるほど、実際にゲージングによって得られるクリアランスは、本発明の意味において、数学的なクリアランスにより近似する。

【0014】

本発明によると、噛合スパーク部は、接線方向クリアランスが、半径方向クリアランスよりも小さくなるように構成される。本発明の詳細に従って、この歯部の少なくとも一つを形成する場合、この歯部の歯先または歯元の輪郭は、軌跡によって形成されるか、あるいは、二つの側面部分から頂点部分に向かって、連続的に小さくなって歯先の輪郭を生成するか、連続的に大きくなって歯元の輪郭を生成する、小さいピッチ円の円周上の点の軌跡から形成される。さらに有用な点は、軌跡によって形成されるか、または、二つの側面部分から各歯元の頂点部分に向かって連続的に小さくなって歯元の輪郭を生成する、小さいピッチ円の円周上の点の軌跡から形成される、歯元の輪郭である。このような歯元の輪郭は、本発明に従って、対応する歯車の回転円の方向に平坦化されるが、数学的に生成され得、実際にも簡略的な方法および手段で生成され得、特に、一方の歯車の他方の歯車の上での支持を改善し、噛合平坦化された歯先の無駄な容量を低減する役割を果たし得る。歯元の平坦化に関連して、このような平坦化された歯先は、具体的には、本発明による歯先であってもよいし、それを生成する他の規格による平坦化された歯先でもよい。本発明者は、本発明による、より大きい半径方向クリアランスの形状なしでも、ピッチ円、および、リング歯車機械用の、このような歯車を含む作動セットを変化させるため、本発明による生成のための規格による歯部を有する歯車について請求する権利を留保する。

【0015】

好ましくは、対応するピッチ円の半径は、各歯先の歯元のポイントの両方から、または、歯部の回転円上の歯元から、連続的に変化する。この規格によって、生成された軌跡または生成可能な軌跡は、対応する輪郭を直接形成し得る。しかし、輪郭は、例えば、対応する軌跡から等距離を隔てて後にオフセットになることによって、このような軌跡のみに基づき得る。しかし、それを生成するための規格に従って生成された軌跡からの輪郭のずれは、本発明による、小さい接線方向クリアランスを設定することを可能にするずれよりも大きくなることはない。

【0016】

ピッチ円は、より大きな固定された円を囲まず、固定された円上の外部で回転する、小さい円であってもよい。しかし、ピッチ円は、固定された円上の外部で回転する大きいピッチ円であり、この場合においては、より小さい固定された円を囲んでもよい。数学的には、これには、生成される、歯部の回転円の平面における、二つのクランクの動きが含まれる。二つのクランクは、ピボットで、相互接続される。二つのクランクのうちの一つは、回転円の軸上の固定された支点の周りを回転し、二つのクランクの外部は、固定された支点から見て、共通のピボットの周りを回転する。二つのクランクの角速度は異なるが、それぞれ一定である。大きい固定された円上の囲んでいない小さいピッチ円の回転動作において、固定された支点の周りの内側クランクは、共通のピボットの支点の周りを回転する

10

20

30

40

50

外側クランクよりも長い。小さい固定された円上の囲んでいる大きいピッチ円の回転動作に関しては、内側クランクは、外側クランクよりも小さい。いずれの場合においても、同じ回転動作によって、すなわち、両方のクランク関係によって、同じ歯部が生成され得るということが、例えば、O. Baierによって、German paper on rotary and orbital piston engines as internal combustion engines (1960年発行、VDIのReport No. 45)において、説明されてきた。本発明は、ピッチ円が二つの円よりも小さいか、大きいかについて規定されていない点において、これに関する。さらに、ピッチ円の円周上の点の軌跡としての歯先および/または歯元の輪郭の規定は、関係する輪郭を生成するため、実際に変化する、対応するピッチ円の半径に、本発明を限定しない。円上で一定の半径を有し、回転円の軸と同心であり、半径が連続的に変化するピッチ円の回転動作によって、または何らかの他の規格によって、同じ軌跡が生成され得る場合、このような規格に従って生成される輪郭も、本発明によるものであると理解される。

10

【0017】

小さい接線方向クリアランスは、第1に、二つの歯部の側面間のショックパルス距離を小さくするために役立つ。第2に、側面間の流体膜をより薄くするために役立ち、圧搾圧力をより高くし、側面の接触を、公知の歯部における接触よりも良好に保つ。

【0018】

本発明はここで、歯部を構成する際に高い自由度を可能にしながら、任意の特定のアプリケーションにおいて特定のクリアランス要求を考慮することを簡単することが容易に理解される。突出した噛合点でクリアランスを予め規定するだけでなく、例えば、熱歪み、焼結コンポーネントをキャリプレートする際の歪み、または歯車ブランクをブローチ (broach) または焼結する際の器具の変形などの製造時の特定の要求を同時に考慮することが可能である。数百パールの高さの作動圧力での本発明のリング歯車マシンは、歯車の弾性変形を考慮する必要があり、同様に選択された歯形状を補正する必要がある。そのような補正をすることは、一定の半径のピッチ円および固定円の助けにより生成される従来のサイクロイド歯部では可能でない。本発明で提案されるような体系的に改変されたサイクロイドは、簡単な生成仕様の利点を、特定のアプリケーションにしたがってクリアランスを変更する新たに得られた自由と組み合わせる。

20

【0019】

本発明はまた歯車を製造する点で利点がある。なぜなら、歯厚にわたって (すなわち、円周方向に) 測定されるような製造許容度は、歯車直径にわたって (すなわち、半径方向に) 測定されるような製造許容度よりも実質的に小さくあり得る。これは、歯車が円からどれだけ外れるか、および歯車の楕円度による。特に、リング歯車ポンプがどこで関係するか、どの内歯車がピストンエンジンのクランクシャフト上に直接取り付けられるか、および主ベアリングにおいて目立つ半径方向の動きを生成するのが公知なのはどれかという点で、噛合歯車の半径方向クリアランスが増加することは有利である。これは通常、本発明のリング歯車ポンプの好適な使用を表す、自動車の内燃エンジン上の潤滑ポンプにアセンブルする場合がある。

30

【0020】

本発明にしたがって、軌跡上の点は、X軸と進行ビーム (すなわち内部クランク) との間を中心角度として好ましくは選択される動作パラメータを使用して簡単に計算される。X軸および進行ビームは対応する歯車の回転円の中心点、すなわち、回転円軸で出会う。動作パラメータは、通常の方法によって、歯先/歯元遷移に不連続を全く生じさせずに簡単にインクリメントされる。本発明にしたがって生成された外歯部の歯先は、したがって、接線方向に、例えば、本発明にしたがって生成された内サイクロイド歯元または歯元に平行移動する。当然ながら、本発明にしたがって生成された外歯部の歯元も同様である。これは、本発明にしたがって同様に生成された外サイクロイドの歯先または外歯部の歯先に接線方向に平行移動する。本発明にしたがって生成された歯部が内歯部である場合、これは同じ意味で、例えば、本発明にしたがう外サイクロイド歯元または外サイクロイドか

40

50

ら得られる歯元およびに本発明にしたがう内サイクロイド歯先または内サイクロイドから得られる歯先に適用される。

【0021】

歯部の歯先および/または歯元に対するピッチ円の可変半径に対して、 $r =$ 一定はしたがって適用されないが、むしろ $r = r(\quad)$ である。 r_0 が本発明にしたがって歯先を生成するためのピッチ円の最大半径を表し、かつ r_0 が本発明にしたがって歯元を生成するためのピッチ円の最小半径を表す場合、 $r(\quad) = r_0 \pm r(\quad)$ である、ここで歯先または歯元側部の最も外側において $r(\quad) = r_0$ であり、かつ $r(\quad)$ が連続であり、好ましくは連続的に微分可能である。

【0022】

本発明にしたがってピッチ円半径が変化するときの関数は、適宜選択され得る。ピッチ円半径は、特に線形関数または少なくとも2次関数、好ましくは円錐曲線関数(例えば、放物線関数または多項式など)にしたがって変化し得る。特に好ましくは、特に簡単であるため、正弦または余弦関数である。ピッチ円の変化はまた、支持点において経験から得られた値をもとに特定され得、かつ支持点上の補間関数の助けで近似され得る。このように得られる補間関数は本発明の意味で経験関数と称される。

【0023】

$\theta = 0$ においてかつ $\theta = 2\pi$ (ここで π は頂点の中心角度を特定する) において本発明にしたがって生成される歯先または歯元の頂点の両側のゼロの傾きを特徴とする関数 $r(\quad)$ から始まる r_0 からピッチ円半径を変更することが特に好適である。

【0024】

各歯先または各歯元の頂点の両側上のピッチ円半径における変化は、好ましくは同じであるので、本発明にしたがって生成される歯先および/または歯元は頂点の両側上の対称なプロフィールを特徴とする。

【0025】

本発明にしたがって歯先および/または歯元プロフィールを生成するために、多くの異なる関数、好ましくは上記の群からの関数は、これらの関数が連続に、好ましくは連続に微分可能かつしたがって接線方向に互いに平行移動する限り使用され得る。半径の変化は単調であるべきであり、すなわち、歯先を生成する際に、例えば、半径は回転作用において歯先の頂点から単調に二つの側部に向かって大きくなるべきである。しかし、半径の変化は回転作用の全体にわたって連続に生じる必要はないが、連続変化は有利である。したがって、半径は、例えば歯先から頂点へ向かってより小さくなるように連続である特に側部の領域において全体にわたって部分的に一定である。しかし、半径関数は各歯先または歯元に対して至るところで連続である。

【0026】

本発明にしたがって生成される歯部の片方の歯部は、好ましくは同様に本発明にしたがって生成される、すなわち、好ましくは、本発明にしたがって同様に生成される歯先または/および歯元を含む。しかし、片方の歯部はまた、純粋に外サイクロイドまたは内サイクロイド歯部であり得る、すなわち、好ましくは正確または長くされたもしくは短くされた外サイクロイドおよび好ましくは正確または長くされたもしくは短くされた内サイクロイドである歯先または歯元を含む。したがって、外歯部の歯先および内歯部の歯先は特に、本発明にしたがってそれぞれ生成され得、他方外歯部の歯元は内サイクロイドであり、かつ内歯部の歯元は外サイクロイドである。しかし、片方の歯部は必ずしも外サイクロイドおよび内サイクロイドを含む必要はないが、例えば、歯部法則に従って同様に形成され得る。しかし、両方の歯部は、本発明にしたがってサイクロイドであるかまたはサイクロイドから得られる歯先および歯元のみを含む。ここで上記のようなかつ請求の範囲でさらに記載するような組み合わせが可能である。

【0027】

本発明にしたがって生成される少なくとも一つの歯部において、歯先だけまたは歯元だけが本発明にしたがってサイクロイドから得られる場合、本発明にしたがって歯先を生成す

10

20

30

40

50

ることが好ましいが、本発明にしたがって歯元を生成することも有利である。本発明にしたがって歯先を平坦化することによって、最小噛合の点で必要な半径方向クリアランスおよび最大噛合の点での圧搾液体に対するスペースが同時に得られる。本発明にしたがって歯元だけがピッチ円を増加することによって生成される場合、少なくとも最大噛合の点で圧搾液体に対するスペースがまた生成され、他方最大噛合の点で必要な半径方向クリアランスが公知であり得る他の手段によって達成され得る。

【 0 0 2 8 】

半径方向クリアランスを生成するために、二つの歯部の一つのピッチ円半径一つだけを、歯先プロフィールを形成するための対応の固定円に対する回転作用において連続に変化させる。しかし、有害なスペースを削減し、かつ歯車の互いについての最適半径方向ガイダンスのために、本発明にしたがって片方の歯部の歯先および歯元は、歯部にできるだけ正確に適合される場合、本発明にしたがって片方の歯部を形成するのも容易である。したがって、ロータの相互半径方向サポートが、本発明にしたがって形成された歯先に半径方向においてより近い片方の歯部の歯元を「フェッチ」することは有利であり得る。これは、最も有利には本発明にしたがってそれらは同様に生成されることによってなされるが、歯先のようにそれらのピッチ円半径を各歯元の頂点に低減することによってなされる。

10

【 0 0 2 9 】

接線方向クリアランスは半径方向クリアランスの 20 ~ 60 % となるべきであり、これが示すところは再度、数学的なクリアランスに関し、かつ正確な偏心率を仮定する。接線方向クリアランスは半径方向クリアランスの約半分の大きさであれば特に好ましい。

20

【 0 0 3 0 】

非常に小さなクリアランスに対して、相対的速度が増加するので、いわゆる変位圧搾圧力が最大噛合の点で噛合歯車の間に発生し得る。これにより大きなノイズが生じ得、かつ歯車のさらなる摩耗が生じ得る。これを防止するために、本発明にしたがって構成されたリング歯車マシンにおける一つ（必要ならば両方の）歯車のギャップ中に中空（好ましくは、狭い軸方向溝）が提供され得る。特に、これらは、大きなピーク圧搾圧力が係合およびクリアランス状態を乱すことなく低減されるようにディスチャージに接続される。

【 0 0 3 1 】

リング歯車ポンプの瞬時変位における変動を最小限にするために、対応の基準円または回転円において測定されるような歯車のギャップおよび歯の円周範囲は請求項 14 または 15 のいずれかにしたがって構成されるべきである。

30

【 0 0 3 2 】

接線方向クリアランスは、二つの歯部が軌跡を生成するための数学的仕様にしたがって接線方向クリアランスがゼロとなるように製造された後で二つの歯部の一つを等距離にオフセットすることによって有利に得られ得る。しかし、同様に有利に、半径方向および接線方向クリアランスは、歯部の一つの歯先だけに対するピッチ円半径を単に変更することによって得られ得る。片方の歯部はサイクロイド歯部である場合、接線方向クリアランスはまた、片方の歯部の歯元をピッチ円が、ゼロの接線方向クリアランスを有するピッチ円半径よりも大きな接線方向クリアランスの半分となるように選択することによって得られ得、他方片方の歯部の歯先のピッチ円は、ゼロの接線方向クリアランスを有するピッチ円半径よりも小さな接線方向クリアランスの半分となるように選択される。回転円上で測定されるような片方の歯部の歯ギャップの範囲は接線方向クリアランスだけ大きく、かつ回転円上で測定されるような片方の歯部の歯先の厚さは、回転円上のギャップおよび歯先の各々が本発明の歯部と同じ範囲および厚さを有する片方の歯部よりも接線方向クリアランスだけ小さい。当然ながら、サイクロイドの片方の歯部を公称寸法に生成し、かつ本発明の歯部を所望の接線方向クリアランスの設定に生成することの逆の状況も可能である。必要ならば、接線方向クリアランスは、歯部の一つまたは必要ならば両方の歯部を等距離にオフセットすることと組み合わせてピッチ円半径を変更することによって形成され得る。

40

【 0 0 3 3 】

完全のために、歯部を生成するための本発明の仕様はまた、いわゆるジェロータ (ger

50

otor) 歯部に適用可能である。この場合、正確な円状の歯先形状が、外歯車において提供され、一定の側面半径を特徴とする。この一定の側面半径は、通常の円筒形にマッチングさせることは特に制御が簡単なので、歴史的に歯車開発から始まった。外歯車の歯先は回転可能に歯車に取り付けられたローラによって形成される場合、一定の半径は実際に必須である。円歯先に係合する片方の歯部、すなわち、内歯車の外歯部は、本発明にしたがって形成される。しかし、この場合、これは固定円上を回転するピッチ円の変形ではない。その代わりに、ジェネレータプロセス(エンベロッププロセスともいう)において、変更されるのはジェネレータ歯部の円弧の半径)であるが、その目的は二つの歯部における係合問題、すなわち、二つの歯部の対向歯先の間隔付けが最大および最小噛合の点の側面で側面接触するために最小噛合の点で望ましくない程度に大きくなり、容積効率の低下を生じる問題を防止することである。

10

【0034】

ジェネレータ歯部(すなわち、外歯車の内歯部)の円弧の変更は、内歯車の外歯部の歯先がエンベロッププロセスにおける通常の場合よりも細くなるように行われる。本発明にしたがって、内歯部の歯先の円弧の半径は、外歯部の歯先の頂点が生成される場合に最小となる。外歯部の歯先の頂点から二つの側部にかけて、内歯部の歯先の円弧の半径は増加し、その結果、回転円上の外歯部の歯先が一定の半径の円弧を有するエンベロッププロセスにしたがう場合よりも細くなるので、したがって、歯の側部の係合(すなわち、側面接触)による係合問題の恐れを回避または少なくとも低減する。本発明のこの構成は、液体セル間の漏れ問題および/または高い使用圧力による内歯車の変形の恐れがある場合に特に有利である。

20

【0035】

ここで、さらなる有利な実施形態が従属請求項に記載される場合は、従属請求項にしたがって参照がなされる。

【0036】

リング歯車マシンに加えて、本発明はまた、本発明にしたがって生成される少なくとも一つの歯部を有する噛合歯車を含み、またはこれら二つの歯車によって単に形成される作動セットに関する。

【0037】

本発明は、以下のことを提供する：

30

1. 移動型リング歯車マシン(ポンプまたはモータ)であって、
 - a) 作動流体用の少なくとも一つの供給ポート(10)と少なくとも一つの排出ポート(11)とを含む歯車チャンバ(4)を備えたケーシング(3)と、
 - b) 該歯車チャンバ(4)内に収容された内歯車(1)であって、回転軸(D_1)回りに回転し、外歯部(1a)を含む、内歯車(1)と、
 - c) 該内歯車(1)の回転軸(D_1)に対して偏心的な回転円軸(D_2)と、該外歯部(1a)よりも少なくとも一つ多い歯を有し該外歯部(1a)と噛み合う、該回転円軸(D_2)回りの内歯部(2i)とを含む歯車(2)であって、該歯車(1)および(2)の一方が他方に対して回転動作を行ったときに、該作動流体を該少なくとも一つの供給ポート(10)から該少なくとも一つの排出ポート(11)へと方向づける伸縮自在の流体セル(7)を構成する、歯車(2)と、
 - d) 固定円上でのピッチ円の回転作用によって生成され得るサイクロイドから引き出されるプロファイルを含む、該二つの歯部(1a、2i)のうちの少なくとも一方の歯先または歯元と、
 - e) 半径方向クリアランス(P_R)と接線方向クリアランス(P_T)とを含む噛合歯部(1a、2i)と、
- を備えた移動型リング歯車マシンであって、
- f) 該接線方向クリアランス(P_T)が該半径方向クリアランス(P_R)よりも小さく、
 - g) 該二つの歯部(1a、2i)のうちの該少なくとも一方の歯先または歯元が、歯先の場合は頂点部の二つの側部から連続的に減少する半径を有するピッチ円の円周、歯元の場合

40

50

合は頂点部の二つの側部から連続的に増加または減少する半径を有するピッチ円の円周上の点の軌跡により、または該軌跡から形成される、
移動型リング歯車マシン。

【 0 0 3 8 】

2 . 前記歯先のプロファイルが、前記歯先の頂点部の二つの側部から連続的に減少する半径を有する第 1 のピッチ円の円周上の点の軌跡により、または該軌跡から形成され、前記歯元のプロファイルが、前記歯元の頂点部の二つの側部から連続的に増大する半径を有する第 2 のピッチ円の円周上の点の軌跡により、または該軌跡から形成される、前記項目 1 に記載のリング歯車マシン。

【 0 0 3 9 】

3 . 前記二つの歯部 (1 a 、 2 i) のうちの他方の歯先のプロファイルが、該歯先の頂点部の二つの側部から連続的に減少する半径を有する第 3 のピッチ円の円周上の点の軌跡により、または該軌跡から形成される、前記項目 1 または 2 に記載のリング歯車マシン。

【 0 0 4 0 】

4 . 前記二つの歯部 (1 a 、 2 i) のうちの他方の歯元のプロファイルが、該歯元の頂点部の二つの側部から連続的に増大する半径を有する第 4 のピッチ円の円周上の点の軌跡により、または該軌跡から形成される、前記項目 1 から 3 のいずれかに記載のリング歯車マシン。

【 0 0 4 1 】

5 . 前記二つの歯部 (1 a 、 2 i) のうちの前記少なくとも一方の歯先のプロファイルが、該歯先の頂点部の二つの側部から連続的に減少する半径を有するピッチ円の円周上の点の軌跡により、または該軌跡から形成され、該二つの歯部 (1 a 、 2 i) のうちの他方の歯元のプロファイルが、該歯元の頂点部の二つの側部から連続的に減少する半径を有する前記第 4 のピッチ円の円周上の点の軌跡により、または該軌跡から形成される、前記項目 1 から 3 のいずれかに記載のリング歯車マシン。

【 0 0 4 2 】

6 . 前記回転作用において、前記ピッチ円の半径が、線関数、または正弦関数または余弦関数、または少なくとも二次関数、好適には円錐曲線関数または多項式にしたがって変化する、前記項目 1 から 5 のいずれかに記載のリング歯車マシン。

【 0 0 4 3 】

7 . 前記回転作用において、前記ピッチ円の半径が、経験によって得られた関数にしたがって変化する、前記項目 1 から 6 のいずれかに記載のリング歯車マシン。

【 0 0 4 4 】

8 . 前記接線方向クリアランス (P_T) が、前記半径方向クリアランス (P_R) の 20 % ~ 60 % にのぼる、前記項目 1 から 7 のいずれかに記載のリング歯車マシン。

【 0 0 4 5 】

9 . 前記二つの歯部 (1 a 、 2 i) のうちの前記少なくとも一方のプロファイルが、該軌跡を形成するプロファイルを生成する仕様に比較して等距離にオフセットし、それにより該接線方向クリアランス (P_T) の一部分または好適には該接線方向クリアランス (P_T) の全体を、回転円 (W_1 、 W_2) で測定された状態で得る、前記項目 1 から 8 のいずれかに記載のリング歯車マシン。

【 0 0 4 6 】

10 . 前記二つの歯部 (1 a 、 2 i) の前記歯先のプロファイルおよび前記歯元のプロファイルがサイクロイドであるか、またはサイクロイドから引き出されており、該プロファイルの生成ピッチ円は互いにマッチして、前記回転円 (W_1 、 W_2) で測定された前記接線方向クリアランス (P_T) の一部分または好適には該接線方向クリアランス (P_T) の全体が、該ピッチ円の円周上の点の軌跡から得られる、前記項目 1 から 9 のいずれかに記載のリング歯車マシン。

【 0 0 4 7 】

11 . 前記二つの歯部 (1 a 、 2 i) の前記歯先および前記歯元のプロファイルが、交点

10

20

30

40

50

において互いに接線方向を指している、前記項目 1 から 10 のいずれかに記載のリング歯車マシン。

【0048】

12. 前記二つの歯部 (1 a、2 i) のうちの一方のみが、前記歯先のピッチ円および/または前記歯元のピッチ円を生成するプロファイルを含む、前記項目 1 から 11 のいずれかに記載のリング歯車マシン。

【0049】

13. 前記二つの歯部 (1 a、2 i) の前記歯先および/または前記歯元のプロファイルが各々、該歯先および/または該歯元の頂点部から二つの側部へと連続的に変化する半径を有するピッチ円の円周上の点の軌跡により、または該軌跡から形成される、前記項目 1 から 11 のいずれかに記載のリング歯車マシン。

10

【0050】

14. 前記外歯部 (1 a) の歯間部と前記内歯部 (2 i) の歯の、対応する回転円上で測定された円周方向の大きさが、該外歯部 (1 a) の歯と該内歯部 (2 i) の歯間部の、対応する回転円上で測定された円周方向の大きさの 1.5 倍 ~ 3 倍にのぼる、前記項目 1 から 13 のいずれかに記載のリング歯車マシン。

【0051】

15. 前記外歯部 (1 a) の歯と前記内歯部 (2 i) の歯間部の、対応する回転円上で測定された円周方向の大きさが、該外歯部 (1 a) の歯間部と該内歯部 (2 i) の歯の、対応する回転円上で測定された円周方向の大きさの 1.5 倍 ~ 3 倍にのぼる、前記項目 1 から 13 のいずれかに記載のリング歯車マシン。

20

【0052】

16. 前記歯部 (1 a、2 i) のうちの少なくとも一方の歯元において、前記流体を圧搾する中空部 (8) が設けられている、前記項目 1 から 15 のいずれかに記載のリング歯車マシン。

【0053】

17. 前記歯車 (1、2) の一方、好適には外歯車 (2) が、モータ動作用に、前記ケーシング (3) に対して回転しないステータを構成する、前記項目 1 から 16 のいずれかに記載のリング歯車マシン。

【0054】

18. 移動型リング歯車マシン、好適には請求項 1 から 16 のいずれかに記載のリング歯車マシンの作動セットであって、

30

- a) 外歯部 (1 a) を備えた内歯車 (1) と、
- b) 内歯部 (2 i) を備えた外歯車 (2) であって、該内歯部 (2 i) が該外歯部 (1 a) よりも少なくとも一つ多い歯を有し、該内歯部 (2 i) と該外歯部 (1 a) との噛合動作により伸縮自在の流体セルが構成され、該歯車 (1、2) の一方の回転軸 (D_1) が該歯車 (1、2) の他方の回転軸 (D_2) に対して偏心的である、外歯車 (2) と、
- c) 固定円上でピッチ円の回転作用によって生成され得るサイクロイドから引き出されるプロファイルを含む、該二つの歯部 (1 a、2 i) のうちの少なくとも一方の歯先または歯元と、
- d) 半径方向クリアランス (P_R) と接線方向クリアランス (P_T) とを含む噛合歯部 (1 a、2 i) と、

40

を備えた移動型リング歯車マシンの作動セットであって、

- e) 該接線方向クリアランス (P_T) が該半径方向クリアランス (P_R) よりも小さく、
- f) 該二つの歯部 (1 a、2 i) のうちの該少なくとも一方の歯先または歯元が、歯先の場合は頂点部の二つの側部から連続的に減少する半径を有するピッチ円の円周、歯元の場合は頂点部の二つの側部から連続的に増加または減少する半径を有するピッチ円の円周上の点の軌跡により、または該軌跡から形成される、移動型リング歯車マシンの作動セット。

【0055】

50

本発明の好ましい例示的な実施形態は、図面を参照しながら以下に詳細に説明される。例示的な実施形態によって開示される特徴は、特許請求の範囲の主題を、それぞれ個別に、また、任意の開示された組合せで、有用に発展させる。実施例のうちの1つにおいてのみ開示されている特徴は、そうでないことが開示されているか、そのような場合のみが存在し得る場合でない限り、それぞれ、他の例を発展させるか、または、個別の特徴もしくは特徴の組合せの代替例を開示する。

【0056】

(発明の詳細な説明)

図1に、ポンプケーシング3の歯車チャンバ4に回転可能に取り付けられた、作動セットに対して垂直方向から見たリング歯車ポンプの図を示す。ポンプケーシング3のカバーは、歯車チャンバ4が作動セットとともに露出されるように、省略される。リング歯車ポンプの作動セットは、それ自体だけで、図2に再度示される。

10

【0057】

リング歯車ポンプは、作動セットを形成する、外歯部1aを有する内歯車1と、内歯部2iを有する外歯車2とを含む。外歯部1aは、内歯部2iよりも、歯が一つ少ない。内側軸作動セットに関しては、概して、内歯部2iの数は、好ましくは、4以上15以下であり、より好ましくは、少なくとも5である。例示的な実施形態においては、内歯部2iは、12の歯を有する。

【0058】

内歯車1の回転軸 D_1 は、外歯車2の回転軸 D_2 と、平行に並び、間隔が開けられている。すなわち、内歯車1の回転軸 D_1 は、外歯車2の回転軸 D_2 に対して偏心である。この偏心性、すなわち、回転軸 D_1 と D_2 との間の間隔は、「e」で識別される。さらに、内歯車1の回転円および外歯車2の回転円が示され、参照符号 W_1 および W_2 で示されている。回転軸 D_1 と D_2 は、歯車1および2の回転円の軸と一致する。

20

【0059】

内歯車1および外歯車2は、互いの間に、流体送達空間を形成する。この流体送達空間は、流体セル7に分割され、各々は、互いから、耐圧的に閉じられている。個々の流体セル7は、外歯部1aの二つの連続的な歯の歯先または側面を、内歯部2iの二つの連続的な半径方向に対向する歯と接触させることによって、外歯部1aと、内歯部2iの二つの連続的な歯との間に形成される。二つの歯部1aおよび2iの歯先の間で、最小噛合点において、より少ない半径方向クリアランスが存在する。回転軸 D_1 および D_2 が、歯部1aおよび2iの生成の基盤となる、理論上の偏心率「e」を表す場合、このクリアランスは、 P_R と名付けられる。半径方向クリアランス P_R に対応するギャップは、避けられない損失が最小限になるように、必要な大きさにされる。

30

【0060】

最小噛合点と直径に沿って反対の、完全噛合点から、流体セル7は、最小噛合点に縮小するまで、回転方向Dに向かって徐々に大きくなる。ポンプ動作中、拡大する流体セル7は、低圧側を形成し、縮小する流体セル7は、高圧側を形成する。低圧側は、ポンプ源に接続され、高圧側は、ポンプ出口に接続される。軸方向に隣接する腎臓形のポート10および11は、ウェブによって分離され、流体セル7の領域内で、ケーシング1に収容される。ポート10は、低圧側で、流体セル7を覆う。他のポート11は、対応的に、ポンプ動作中高圧ポートである、排出ポートを形成する。このようなリング歯車マシンを用いて同様に可能であるモーター動作中、この関係は、当然、反転される。完全噛合点、および最小噛合点において、ケーシングは、隣接する、供給および排出ポート10および11の間で、密閉するウェブを形成する。

40

【0061】

歯車1および2のうちの一つが回転的に駆動される場合、流体は、低圧側の上の拡大する流体セル7によって、ポート10を介して引き込まれ、最小噛合点を介して送達され、高圧側で、高い圧力で、ポート11を介して、ポンプ排出に排出される。例示的な実施形態において、ポンプは、回転駆動部材5から、ドライブシャフトによって形成される回転駆

50

動を受け取る。内歯車 1 は、回転駆動部材 5 に非回転可能に接続される。

【 0 0 6 2 】

内燃機関用の石油ポンプ、すなわち、モーターオイルポンプとしてのポンプの好適な適用例において、回転駆動部材 5 は、通常は、直接クランクシャフトであるか、または、入力シャフトがエンジンのクランクシャフトである伝達の出力シャフトである。同様に、回転駆動部材 5 は、エンジンの力またはトルクを等しくする出力シャフトによって形成され得る。しかし、特に、ポンプの他の適用例、例えば、自動推進のサーボ駆動用の液圧ポンプにおいて、他の回転駆動部材も同様に考えられる。内歯車 1 が駆動される代わりに、外歯車 2 が回転的に駆動され、内歯車 1 を回転的な運動に従事させることができる。しかし、例示的な実施形態において、外歯車 2 は、ほとんどの適用例において、通常そうであるように、その外周を介して、ケーシング 3 に回転可能に取り付けられる。

10

【 0 0 6 3 】

外歯部 1 a および内歯部 2 i は、半径方向クリアランス P_R が、歯車 1 および 2 のうちの一つの回転円上で完全噛合点において、駆動歯車のリーディング側面が駆動歯車の接合側面と接触する場合のトレーリング側面の間の間隔として、円周上で、すなわち、接線方向で測定される、すなわち、接線方向クリアランスよりも大きくなるように構成される。外歯部 1 a の輪郭と内歯部 2 i の輪郭は、それぞれ、サイクロイドによって形成されるか、または、サイクロイドから得られる。すなわち、外歯部 1 a および内歯部 2 i の歯先および歯元は、固定された円の上のピッチ円の回転動作によって生成され得る。接線方向クリアランスよりも大きい半径方向クリアランス P_R を得るため、外歯部 1 a および内歯部 2 i のうちの少なくとも一つの歯先の輪郭が、固定された円の上の一定の半径のピッチ円の回転動作によって、サイクロイドと比較して特定の方法で、半径方向に平坦化される。対応する歯部 1 a または 2 i の歯先の輪郭は、同様に平坦化されてもよいし、例えば、一定の半径の固定された円の上の一定の半径のピッチ円の回転動作によって入手されるサイクロイドから形成されてもよい。原理として、好ましくはないが、歯部 1 a および 2 i は、半径方向クリアランス P_R が接線方向クリアランスよりも大きいことが保証される限り、サイクロイドの歯先の輪郭よりも鋭い歯先の輪郭を含むことさえある。

20

【 0 0 6 4 】

例示的な実施形態において、外歯部 1 a の歯元の輪郭は、内サイクロイドであり、内歯部 2 i の歯元の輪郭は、外サイクロイドである。両方のサイクロイドは、そのピッチ円の回転動作によって生成される。ピッチ円は、それぞれ、半径が一定であり、対応する歯車 1 または 2 の上の回転円 W_1 または W_2 の上にあり、外サイクロイドのピッチ円は、内サイクロイドのピッチ円と同じでないことが好ましい。

30

【 0 0 6 5 】

図 3 に、内歯車 1 についてどのように歯先が生成されるかを、例示のために示す。しかし、例示の目的のため、歯の厚さ対歯車の直径の比は、図 1 に示す内歯車 1 よりも大きく示す。

【 0 0 6 6 】

図 3 において、 R は、回転円 W_1 の半径を示す。回転円 W_1 は、回転軸 D_1 と同心である、大きな固定された円と、この固定された円上で回転動作する、より小さいピッチ円 B とを形成し、歯先を外側で生成する。小さいピッチ円 B は、回転動作の間、連続的に変化する半径 b を有する。例示のために示されているように、図 3 における一つの歯先において、内歯車 1 の歯先のそれぞれは、全く同様に形成される。半径 r における変化に起因して、小さいピッチ円 B は、技術的には、ピッチ円ではないが、例示のため、用語「ピッチ円」を使用し続ける。

40

【 0 0 6 7 】

数学的には、回転動作は、特に、固定された円および/または回転円 W_1 の平面における二つのクランクの運動によって、処理され得る。これらの二つのクランクのうちの一つは、固定された円 W_1 の中心点 O と、ピッチ円 B の中心点 M とを結ぶ直線 F である。固定された円 W_1 の中心点 O は、回転円軸 D_1 上に位置する。他のクランクは、ピッチ円 B の半

50

径 b と同じ長さの直線である。直線 b は、ピッチ円 B の円周上の点を、中心点 M と結ぶ。支点 O から見ると、直線 F は、内側クランクを形成し、直線 b は、外側クランクを形成する。二つのクランク F および b は、中心点 M において、互いに回転的に接続される。

【0068】

また、図3に、歯車1に固定的に接続され、固定された円 W_1 の中心点 O から発する、デカルト X/Y 座標系も示す。 X 軸上で一方の上に他方があるように、二つのクランク F および b が位置する出発位置において、外側クランク b の終点は、 A で示される。ピッチ円 B の円周上のこの点 A は、固定された円 W_1 上にも位置し得る。上記の X 軸と、内側クランク F との間の中心角 θ は、クランク運動の作動パラメータとして機能を果たす。従って、中心角 θ は、出発位置において 0 と等しい。ピッチ円 B の回転動作は、固定された円 W_1 の中心点 O の周りの内側クランク F の回転運動と対応する。ここに、外側クランク b のピッチ円 B の中心点 M の周りの回転運動が上に重ねられる。図3に、ピッチ円 B を、開始位置、二つの中間位置、および最終位置で示す。最終位置において、外側クランク b の点 A は、固定された円 W_1 に戻っている。二つの中間位置のうちの一つにおいて、ピッチ円 B の円周上の点 A は、歯先の輪郭の頂点 S と一致する。このピッチ円 B の位置において、外側クランク b は、内側クランク F のインラインの伸びを形成する。外側クランク b は、この位置において、最小の長さであり、これは、ピッチ円 B の最小半径 b_{min} に対応する。対応する中心角は同様に入れられ、 θ_s で示される。ピッチ円 B は、開始位置において、 $\theta = 0$ であり、終了位置において $\theta = 2\theta_s$ である最も大きい半径 b_0 を表す。点 A が、刃先の頂点 S と一致する中心点 $\theta = \theta_s$ から始まり、ピッチ円 B の半径 b は、頂点 S の両側で、固定された円 W_1 上の最高値 b_0 に達するまで、単調、かつ、対称的に増大する。回転動作の間、内側クランク F の長さは一定である。外側クランク b の長さは、以下の式によって求められる。

【0069】

$$b(\theta) = b_0 - b(\theta) \quad \text{ただし、} \quad (0, 2\theta_s)$$

b は、好ましくは、正弦または余弦関数である。

【0070】

$$b(\theta) = (C/2) \sin((\theta) / (2\theta_s))$$

ただし、定数 $C/2$ は、歯先または歯元の頂点におけるピッチ円の半径が、 b_0 からずれる長さである。上記の関数 $b(\theta)$ によると、外側クランク b の長さは、正弦関数の二つの連続的な 0 の間の部分の量に従って変化する。しかし、外側クランク b の長さが、正弦または余弦関数の最小の対応する関数と隣接する最大の関数との間に位置する部分に従って変化する場合、より有用である。なぜなら、歯先の側面における外側クランク b の長さが、一定の半径 r_0 を有するピッチ円の外サイクロイドの近似により近いからである。従って、 $b(\theta)$ は、特に、二つの以下の式のうちの一つを満たし得る。

【0071】

$$b(\theta) = (C/2) \left| \sin((\theta) / (2\theta_s)) - 1/2 \right| - 1$$

$$b(\theta) = (C/2) \left| \cos((\theta) / (2\theta_s)) - 1 \right|$$

ここで、垂直な線は、通常通り、絶対量を表す。

【0072】

図4および続く図5および6に、2本の回転軸 D_1 および D_2 が、歯部 $1a$ および $2i$ を生成する基盤となる互いに対する偏心性 e を示し、外歯部 $1a$ の歯先の頂点 S_1 、および内歯部 $2i$ の歯先の頂点 S_2 が同じ半径方向上に位置する歯部 $1a$ および $2i$ を示す。作動セットの進路において、二つの歯部 $1a$ および $2i$ は、歯車1および2のうちの一つが、他方の回転駆動装置であるので、この理論上の位置を自然に取るわけではない。しかし、図4~6に、例示的な歯部の対を示す。

【0073】

図4に、内歯車1の外歯部 $1a$ のみが、本発明に従って構成されている、図1および2に示す例示的な実施形態の完全噛合点を示す。図3を参照しながら説明されるように、外歯部 $1a$ のそれぞれの歯先は、外サイクロイドから得られ、 $E_{1m,d}$ によって対応するよ

10

20

30

40

50

うに識別される。対照的に、外歯部 1 a の歯元の輪郭は、回転する円 W_1 の内側の一定半径の小さいピッチ円の回転動作によって生成され得る、内サイクロイド H 1 である。内歯車 1 の回転円 W_1 上において、外歯部 1 a の歯先および歯元は、接線方向に合流している。外歯車 2 の内歯部 2 i は、外歯車 2 の回転円 W_2 上の小さいピッチ円の回転動作によって生成され得る内サイクロイドの歯先 H 2 および外サイクロイドの歯元 E 2 を含む従来のサイクロイド輪郭を示している。内サイクロイドの歯先 H 2 を生成するピッチ円は、内歯車 1 の内サイクロイドの歯元 H 1 を生成するピッチ円と、同じ一定の半径を含む。外サイクロイド E 2 は、外歯車 2 の回転円 W_2 上で測定されるように、外サイクロイドから導出される、内歯車 1 の $E_{1m \circ d}$ の厚さと同じである。

【 0 0 7 4 】

外サイクロイド E 2 を生成する一定のピッチ円の半径に基づいて、外歯部 1 a の歯先の輪郭を生成する変更関数 b は、回転円 W_1 または内歯車 1 の基準円上で回転される可変のピッチ円 B の長さが、内歯部 2 i の外サイクロイド E 2 の厚さと等しくなるように構成される必要がある。歯部 1 a および 2 i を生成する規格によって、実際には、実現され得ない 0 の接線方向クリアランス P_T が得られる。歯車 1 および 2 の間の接線方向クリアランス P_T を可能な限り小さくするが、相対運動のためには十分な大きさにするため、上述したように生成される二つの歯部 1 a および 2 i のうち一方は、例えば、生成するための規格に従って焼結された歯車ブランクのワイヤ浸食によってワイヤオフセット全体にわたって等距離的に、すなわち、輪郭に対して正常にオフセットされる。この実施例における等距離オフセットの量は、外サイクロイド E 2 および導出される外サイクロイド $E_{1m \circ d}$ の各回転円の上で測定された厚さが同じであるとすると、 $P_T / 2$ である。従って、完全噛合点において、二つの頂点 S_1 および S_2 は、 $\quad = P_T / 2 + 2 (b_2 - b_{m \ i \ n})$ に従う、半径方向の間隔を示す。ただし、 b_2 は、外サイクロイド E 2 のピッチ円の一定の半径である。この半径方向の間隔は、半径方向クリアランスに対応する。すなわち、 P_R は、 $P_R = 2 (b_2 - b_{m \ i \ n}) + \quad$ から求められる。

【 0 0 7 5 】

同じ半径方向クリアランス P_R が、図 4 に示す実施例において、二つの歯部 1 a および 2 i の歯先の間の最小噛合点で得られる。

例えば、本発明による内歯車 1 の歯先の輪郭を生成することと、等距離でオフセットすることとの組み合わせによって、接線方向クリアランス P_T は、等距離でオフセットすることによって形成されることができ、半径方向クリアランス P_R は、本発明による、等距離のオフセットおよび半径 $b (\quad_s)$ の変化を上重ねることによって形成されることができる。これによって、本発明による、歯部 1 a および 2 i のうちの少なくとも一つの輪郭を生成することのみによって可能になる方法を越えて変化させるさらなる方法が得られる。

【 0 0 7 6 】

図 4 の例示的な実施形態において、例えば、0 . 0 2 mm の接線方向クリアランス P_T 、および 0 . 0 6 mm の接線方向クリアランス P_R が所望される場合、等距離オフセットは、 $\quad = 0 . 0 1$ mm であり、上記の半径の差は、 $(b_2 - b_{m \ i \ n}) = b_2 - (b_0 - b (\quad_s)) = 0 . 0 5$ mm である。

【 0 0 7 7 】

図 5 に、外歯部 1 a および内歯部 2 i の両方とも本発明に従って生成された作動セットの完全噛合点を示す。外歯部 1 a の歯先および内歯部 2 i の歯先の両方ともが、図 3 に関連して説明したように、本発明による、それぞれの回転円 W_1 および W_2 の方向に平坦化される。サイクロイドから導出される歯先の輪郭 $E_{1m \circ d}$ および $H_{2m \circ d}$ として識別される。歯先の輪郭の平坦化が、ピッチ円の変化に起因するので、一方で外歯部 1 a であり、他方で内歯部 2 i である場合、おそらく同一であるが、必ずしも同一でなくともよい半径方向の歯先および歯元の頂点の間の半径方向の間隔は、区別をして、 P_R および P'_R で識別される。ここで、H 1 および $H_{2m \circ d}$ は、完全噛合点へとイメージされる必要がある。図 4 の作動セットと同様に、接線方向クリアランス P_T は、オフセット生成によっ

10

20

30

40

50

て、すなわち、二つの歯部 1 a および 2 i のうちの少なくとも一つ、好ましくは、一つだけを、量を用いて、等距離でオフセットすることによって入手される。図 5 の歯部 1 a および 2 i の場合、最小噛合点における対向する歯先の間隔は、 P_R ではなく、 $P_R + P'_R$ である。

【0078】

図 6 に、第 3 の例示的な実施形態による作動セットの完全噛合点を示す。歯先の輪郭 $H_{1m,d}$ および $E_{2m,d}$ は、本発明に従って形成される。二つの歯元の輪郭 $E_{1m,d}$ および $H_{2m,d}$ は、外歯車 2 の回転円 W_1 の上の半径が変化し得るピッチ円、および回転円 W_2 の上の半径が変化し得るピッチ円回転動作によって生成される。歯元の輪郭の生成において、対応するピッチ円の半径は、歯元の頂点から二つの側面へと拡張されて、圧縮流体の受け取りおよび/または排出のために十分な、一つの圧縮流体空間を除いて、歯元と接合する歯先との間の無駄な空間が低減される。半径方向クリアランス全体が、図 5 に示す例示的な実施形態のクリアランスと対応することが仮定される。

10

【0079】

図 7 に、少なくとも一つが本発明に従って生成される、歯部 1 a および 2 i を有する二つの噛合歯車 1 および 2 を示す。完全噛合点において、圧縮流体のための空間を作り出すため、または、既に存在する空間を拡張するため、軸方向の溝 8 が、内歯車 1 の歯元のそれぞれのベース部分に機械加工される。歯車 1 および 2 が、リング歯車ポンプの作動セットを形成する場合、軸方向の溝 8 のそれぞれは、リング歯車ポンプの排出口と連絡する。歯部 1 a および 2 i は、請求項 14 の教示内容に対応する。請求項 14 によると、内歯車 1 の歯は、基準円または歯車 1 の回転円でゲージングされ、歯のギャップよりも薄い。回転円または基準円の上でゲージングされる、歯のギャップの円周上の長さの歯に対する比を、1.5 ~ 3 の範囲になるように選択することによって、ポンプ送達において避けられない瞬間脈流を最小限にする。

20

【0080】

図 8 は、送達における脈流が、円周上の長さの逆比によっても最小限にされ得る、請求項 15 の教示内容を示す。図 8 に示す例示的な実施形態において、外歯部 1 a は、歯のギャップよりも、相応して厚い。

【0081】

図 9 におけるリング歯車ポンプは、モーターとして動作する。外歯車 2 は、外歯車 2 の円周の周りに均一に分布するように配置された複数のボルト 9 を介して、ケーシング 3 に対して回転しないように接続され、内歯部 2 i とともにステーターを形成する。リング歯車マシンは、オービタルマシンとして構成される。内歯車 1 は、外歯部 1 a に加えて、回転駆動部材 5 に回転しないように固定された駆動小歯車 6 を有する内歯部噛合を含む。歯部 1 a および 2 i の内の少なくとも一つは、本発明に従って構成される。特に、図 3 によって概略的に示したように構成され得る。

30

【0082】

図 10 に、はめられる場合に、オービタルマシンのステーターを形成する外歯車 2 を同様に含む、作動セットのさらなる実施例を示す。図 10 の例示的な実施形態において、外歯車 2 は、ジェローター内歯部 2 i' を含む。内歯部 2 i' の歯、特に、歯先は、個別に、外歯車 2 の残りの部分に、ローラーによって形成される外歯車 2 の回転円軸に対して平行な長手方向の中心線の周りを回転可能に接続される。全てのローラー 12 は、同様に一定の半径を有する。

40

【0083】

対応する歯部、すなわち、内歯車 1 の外歯部 1 a' は、半径を変化させることによって同様に生成されるが、固定円上のピッチ円の回転動作によっては生成されず、生成器におけるローラー 12 の半径を変化させること、または外歯部 1 a' を生成するエンベローププロセスによって、生成される。エンベローププロセスにおいて、しかし、ローラー 12 の半径は、一定であるとして処理されないが、最小値から開始して、連続的により大きくなる。外歯部 1 a' の歯先の各々の頂点が得られる、ローラー 12 の半径は、最小値を示す

50

。二つの側面領域への頂点から、好ましくは、外歯部 $1 a'$ の各々の回転円の上の歯先の側面の二つの歯元の点へと、ローラー 12 の半径は、実際に実現される内歯部 $2 i'$ のローラー 12 によって示される値まで増大する。従って、接線方向クリアランスは、エンベローププロセスから、一定の半径を用いて接線方向クリアランスに対して増大する。

【0084】

結論として以下のことを提供する。

【0085】

移動型リング歯車マシン（ポンプまたはモータ）は、

a) 作動流体用の少なくとも一つの供給ポート（10）と少なくとも一つの排出ポート（11）とを含む歯車チャンバ（4）を備えたケーシング（3）と、

10

b) 該歯車チャンバ（4）内に収容された内歯車（1）であって、回転軸（ D_1 ）回りに回転し、外歯部（ $1 a$ ）を含む、内歯車（1）と、

c) 該内歯車（1）の回転軸（ D_1 ）に対して偏心的な回転円軸（ D_2 ）と、該外歯部（ $1 a$ ）よりも少なくとも一つ多い歯を有し該外歯部（ $1 a$ ）と噛み合う、該回転円軸（ D_2 ）回りの内歯部（ $2 i$ ）とを含む歯車（2）であって、該歯車（1）および（2）の一方が他方に対して回転動作を行ったときに、該作動流体を該少なくとも一つの供給ポート（10）から該少なくとも一つの排出ポート（11）へと方向づける伸縮自在の流体セル（7）を構成する、歯車（2）と、

d) 固定円上でのピッチ円の回転作用によって生成され得るサイクロイドから引き出されるプロファイルを含む、該二つの歯部（ $1 a$ 、 $2 i$ ）のうちの少なくとも一方の歯先または歯元と、

20

e) 半径方向クリアランス（ P_R ）と接線方向クリアランス（ P_T ）とを含む噛合歯部（ $1 a$ 、 $2 i$ ）と、

を備える。

該ギアは、

f) 該接線方向クリアランス（ P_T ）が該半径方向クリアランス（ P_R ）よりも小さく、
g) 該二つの歯部（ $1 a$ 、 $2 i$ ）のうちの該少なくとも一方の歯先または歯元が、歯先の場合は頂点部の二つの側部から連続的に減少する半径を有するピッチ円の円周、歯元の場合は頂点部の二つの側部から連続的に増加または減少する半径を有するピッチ円の円周上の点の軌跡により、または該軌跡から形成される。

30

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、内部軸作動セットを含む内側リング歯車ポンプの図である。

【図2】図2は、図1の作動セットの図である。

【図3】図3は、生成される歯先の図である。

【図4】図4は、第1の例示的な実施形態における作動セットの完全噛合点の図である。

【図5】図5は、第2の例示的な実施形態における作動セットの完全噛合点の図である。

【図6】図6は、第3の例示的な実施形態における作動セットの完全噛合点の図である。

【図7】図7は、圧縮流体空間を含む作動セットの図である。

【図8】図8は、各回転円の上でゲーjingされる、歯およびギャップの厚さが異なる作動セットの図である。

40

【図9】図9は、ケーシングに回転しないように接続された外歯車を含むオービタルマシンの図である。

【図10】図10は、歯がローラーによって形成された外歯車を含む、オービタルマシンの作動セットの図である。

【図5】

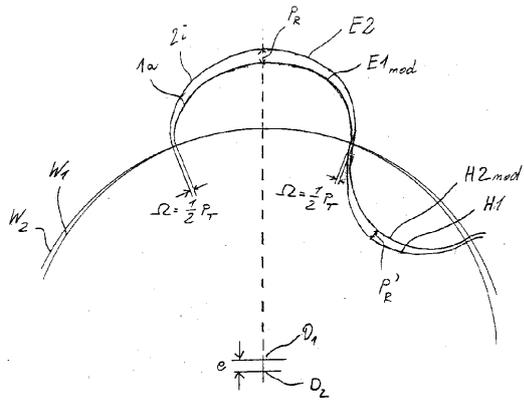


図 5

【図6】

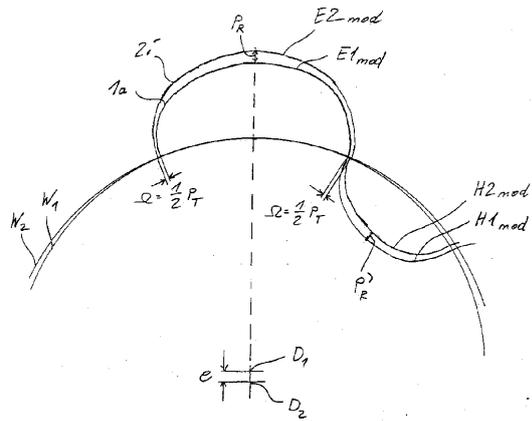


図 6

【図7】

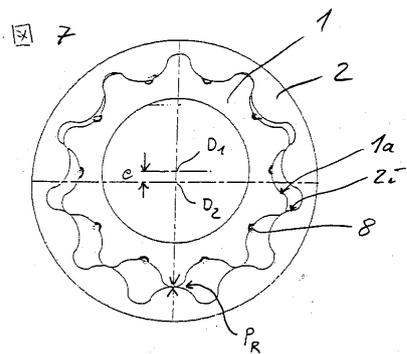


図 7

【図9】

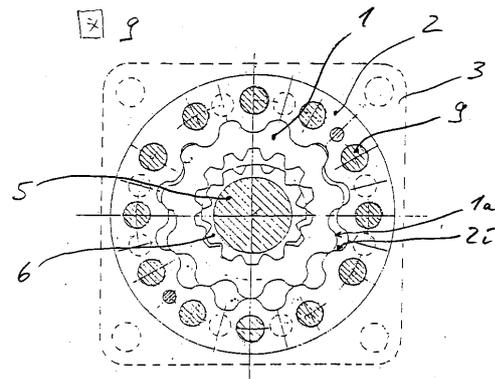


図 9

【図8】

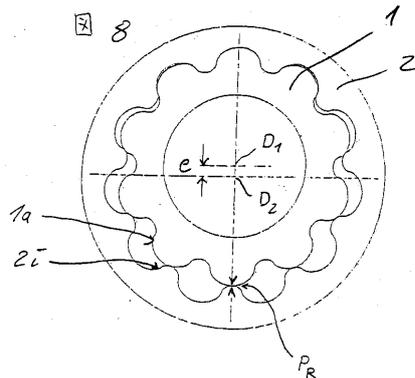


図 8

【図10】

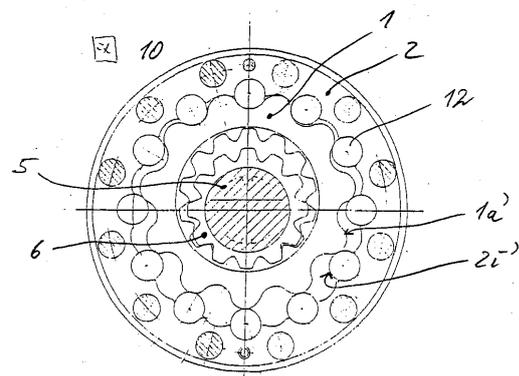


図 10

フロントページの続き

(74)代理人 100078282

弁理士 山本 秀策

(74)代理人 100062409

弁理士 安村 高明

(74)代理人 100113413

弁理士 森下 夏樹

(72)発明者 ジークフリート アー . アイゼンマン

ドイツ国 8 8 3 2 6 アウレンドルフ , コンヘシュトラーセ 2 5

(72)発明者 ヘルマン ヘアレ

ドイツ国 8 8 3 2 6 アウレンドルフ , コンヘシュトラーセ 2 3

審査官 尾崎 和寛

(56)参考文献 国際公開第00/070228(WO, A1)

特開平3-271577(JP, A)

特開2000-265973(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F04C 2/10

F03C 2/08