

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B1)

(11) 特許番号

特許第4203531号
(P4203531)

(45) 発行日 平成21年1月7日(2009.1.7)

(24) 登録日 平成20年10月17日(2008.10.17)

(51) Int.Cl. F I
G O 1 F 3/10 (2006.01) G O 1 F 3/10 A

請求項の数 5 (全 8 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2008-13529 (P2008-13529)</p> <p>(22) 出願日 平成20年1月24日 (2008.1.24)</p> <p>審査請求日 平成20年2月6日 (2008.2.6)</p> <p>早期審査対象出願</p>	<p>(73) 特許権者 000103574 株式会社オーバル 東京都新宿区上落合3丁目10番8号</p> <p>(74) 代理人 100153110 弁理士 岡田 宏之</p> <p>(74) 代理人 100079843 弁理士 高野 明近</p> <p>(72) 発明者 小野 精悟 東京都新宿区上落合3丁目10番8号 株式会社オーバル内</p> <p>(72) 発明者 内田 勝一 東京都新宿区上落合3丁目10番8号 株式会社オーバル内</p> <p>審査官 岸 智史</p>
--	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 容積流量計

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ケーシング内に一对の非円形歯車が設けられた容積流量計であって、
 前記一对の非円形歯車は、ピッチライン上に接触点の軌跡を有するオーバルピッチ曲線
 自体を歯形曲線とし、

$$r_1 + r_2 = K = \text{const.}$$

$$r_1 \cdot d_1 = r_2 \cdot d_2$$

の条件を満たし、前記オーバルピッチ曲線の動径は、

$$r_i = a / (1 - b \cos n \theta_i) \quad (i = 1, 2)$$

(但し、 r_i ($i = 1, 2$) は動径で回転中心からオーバルピッチ曲線までの距離、 a は
 相似係数、 b は扁平度、 n は葉数、 θ_i ($i = 1, 2$) は動角) で表され、葉数 n を 6、
 扁平度 b を 0.5 としたことを特徴とする容積流量計。

10

【請求項2】

ケーシング内に一对の非円形歯車が設けられた容積流量計であって、
 前記一对の非円形歯車は、ピッチライン上に接触点の軌跡を有するオーバルピッチ曲線
 自体を歯形曲線とし、

$$r_1 + r_2 = K = \text{const.}$$

$$r_1 \cdot d_1 = r_2 \cdot d_2$$

の条件を満たし、前記オーバルピッチ曲線の動径は、

$$r_i = a / (1 - b \cos n \theta_i) \quad (i = 1, 2)$$

20

(但し、 r_i ($i = 1, 2$) は動径で回転中心からオーバルピッチ曲線までの距離、 a は相似係数、 b は扁平度、 n は葉数、 α_i ($i = 1, 2$) は動角) で表され、葉数 n を 8、扁平度 b を 0.34 としたことを特徴とする容積流量計。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 に記載の容積流量計において、前記一对の非円形歯車は、スパー形状であることを特徴とする容積流量計。

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の容積流量計において、前記一对の非円形歯車が等径位置で噛み合い状態にあるときに、一方の非円形歯車の長径側と他方の非円形歯車の短径側との歯形間に隙間を設けたことを特徴とする容積流量計。

10

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の容積流量計において、前記一对の非円形歯車は、同一形状の非円形歯車で構成されていることを特徴とする容積流量計。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、容積流量計に関し、より詳細には、非円形歯車のピッチ曲線自体を回転子歯形として用いた容積流量計に関する。

【背景技術】

【0002】

一般に連続接触を行う外接歯車歯形の接触点の軌跡は、レムニスケート型のループ状の曲線となるが、このループが軸間中心線に関して扁平となり中心線と一致した場合は、接触点が両方の歯車の中心上を移動することになる。このため、歯形はコロガリ運動が成立する輪郭となり、これは不等速歯車（非円形歯車）のピッチ曲線に相等するものとなる。

20

【0003】

すなわち、中心距離が一定で角速度比が回転中に変化するコロガリ接触車の輪郭は非円形曲線となり、この非円形曲線をピッチ曲線として歯を設けて、確実に伝達が得られるようにした歯車が非円形歯車である。一般的にはピッチ曲線上に伝達可能な歯形が設けられる。この歯形としては、インポリュート、サイクロイド/トロコイド、ノビコフ、あるいはこれらを組み合わせたものが用いられるが、いずれも一長一短がある。

30

【0004】

また、例えば、特許文献 1 に記載のヘリカルギア式容積流量計には単一曲線の一点連続接触歯形が用いられている。流量計の回転子歯形として一点連続接触歯形は、歯面同士が凸凹の接触を行うことで高い面圧強度が期待でき、なおかつ流量計として不利な閉込み現象がないため理想的である。しかしながら、サインカーブ歯車に代表される一点連続接触歯形は、噛合率の関係からヘリカル形状となり、また歯高率も単一曲線で構成するならば、0.785 m 、すなわち、 $m/4$ (m : モジュール) が限界となる。このことは、流量計の回転子として機能上あるいは生産上において不利となる。

【0005】

一方、歯車歯形として連続接触、かつ、歯形間に滑り接触ではなくコロガリ接触可能な理想的な歯形曲線として非円形歯車のピッチ曲線が考えられる。ここで、非円形歯車の一環であるオーバル歯車のピッチ曲線（コロガリ接触曲線）を流量計の回転子の歯形として構成した場合について想定する。この場合、回転を確実に伝達するための歯形を有していないため、歯車として成立しないことがわかる。

40

【特許文献 1】特許第 3310239 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、流量計の計量室に一对で収められ、流体のエネルギーにより回転伝達を行う容積流量計の回転子として考えた場合、理論的にはトルクが均等になる等径の位置で

50

トルク伝達が切り替わり、反対側の歯面が接触することになるが、そこに見かけ上のバックラッシュといえる適当な隙間を構成できれば、異常な噛み合いを軽減でき、コロガリ接触を行う歯形を実現することができる。しかし、従来の容積流量計においては、コロガリ接触曲線を持つ歯形を回転子として用いるという上記のような技術的思想はなく、これまで実現されていない。

【0007】

本発明は、上述のごとき実情に鑑みてなされたものであり、ピッチライン上で滑りのないコロガリ接触を行う一对の非円形歯車を持つ容積流量計を提供すること、を目的とする。

【課題を解決するための手段】

10

【0008】

上記課題を解決するために、本発明の第1の技術手段は、ケーシング内に一对の非円形歯車が設けられた容積流量計であって、前記一对の非円形歯車は、ピッチライン上に接触点の軌跡を有するオーバルピッチ曲線自体を歯形曲線とし、

$$r_1 + r_2 = K = \text{const.}$$

$$r_1 \cdot d_1 = r_2 \cdot d_2$$

の条件を満たし、前記オーバルピッチ曲線の動径は、

$$r_i = a / (1 - b \cos n \theta_i) \quad (i = 1, 2)$$

(但し、 r_i ($i = 1, 2$) は動径で回転中心からオーバルピッチ曲線までの距離、 a は相似係数、 b は扁平度、 n は葉数、 θ_i ($i = 1, 2$) は動角) で表され、葉数 n を 6、扁平度 b を 0.5 としたことを特徴としたものである。

20

【0009】

第2の技術手段は、ケーシング内に一对の非円形歯車が設けられた容積流量計であって、前記一对の非円形歯車は、ピッチライン上に接触点の軌跡を有するオーバルピッチ曲線自体を歯形曲線とし、

$$r_1 + r_2 = K = \text{const.}$$

$$r_1 \cdot d_1 = r_2 \cdot d_2$$

の条件を満たし、前記オーバルピッチ曲線の動径は、

$$r_i = a / (1 - b \cos n \theta_i) \quad (i = 1, 2)$$

(但し、 r_i ($i = 1, 2$) は動径で回転中心からオーバルピッチ曲線までの距離、 a は相似係数、 b は扁平度、 n は葉数、 θ_i ($i = 1, 2$) は動角) で表され、葉数 n を 8、扁平度 b を 0.34 としたことを特徴としたものである。

30

【0010】

第3の技術手段は、第1又は第2の技術手段において、前記一对の非円形歯車は、スパ-ー形状であることを特徴としたものである。

【0011】

第4の技術手段は、第1乃至第3のいずれか1の技術手段において、前記一对の非円形歯車が等径位置で噛み合い状態にあるときに、一方の非円形歯車の長径側と他方の非円形歯車の短径側との歯形間に隙間を設けたことを特徴としたものである。

【0012】

40

第5の技術手段は、第1乃至第4のいずれか1の技術手段において、前記一对の非円形歯車は、同一形状の非円形歯車で構成されていることを特徴としたものである。

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、容積流量計の一对の非円形歯車がピッチライン上で滑りのないコロガリ接触を行うために耐摩耗性に優れ、また、歯高率を大きくとることができるためにトルク効率が大きく、また、見かけ上のバックラッシュを設けたことにより、異常噛み合いを回避しながら、ヘリカル形状ではなくスパ-ー形状で構成することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

50

以下、添付図面を参照しながら、本発明の容積流量計に係る好適な実施の形態について説明する。

【0016】

図1は、本発明の一実施形態に係る容積流量計の構成例を示す図である。図中、1, 2は非円形歯車で構成される一对の回転子、3はケーシング、4, 5はそれぞれ回転子1, 2の軸心、6は回転子1の仮想のピッチ円、7は回転子2の仮想のピッチ円、8は回転子1の歯先円、9は回転子2の歯先円を示す。一对の回転子1, 2は容積流量計のケーシング3内で軸心4, 5を中心として回転可能に収容されている。この回転子1, 2は、スパイラ形状で構成され、軸心4, 5を結んだピッチライン上に接触点Pの軌跡を有するオーバルピッチ曲線自体を歯形曲線とし、下記のコロガリ接触条件を満たすものとする。

$$r_1 + r_2 = K = \text{const.}$$

$$r_1 \cdot d_1 = r_2 \cdot d_2$$

但し、 r_1, r_2 は動径で回転中心からオーバルピッチ曲線までの距離、 d_1, d_2 は動角である。

【0017】

コロガリ接触曲線（閉曲線）であるオーバルピッチ曲線の動径は、動径を r_i 、相似係数を a 、扁平度を b 、葉数を n 、動角を d_i とすると、下記の式(1)で表される。

$$r_i = a / (1 - b \cos n d_i) \quad (i = 1, 2) \quad \dots \text{式(1)}$$

また、長径 r_L 、短径 r_S は下記の式(2), (3)で表される。

$$r_L = a / (1 - b) \quad \dots \text{式(2)}$$

$$r_S = a / (1 + b) \quad \dots \text{式(3)}$$

【0018】

容積流量計の場合、一回転当りの吐出量を多くしたいので、歯数は極力少ないほうが望ましく、また、トルク効率を高めるために長短径比(r_L / r_S)が大きいほうが望ましい。しかし、歯数を少なくすると第2干渉による異常噛合いを引き起こすという問題があり、長短径比を大きくすると歯車の強度が劣化するという問題があるため、歯数と長短径比のバランスをとる必要がある。ここで、第2干渉とは、接触点Pが与えられた軌跡に沿って移動する途中で、接触点P以外の関係のない場所で歯形の実質部同士が干渉することをいう。

【0019】

以下の例において、葉数 n を偶数とし、 $n = 6$ の場合を代表例としてシミュレーションを行った結果について示すものとする。なお、軸心4, 5間の距離である軸間距離 K を10mmとして定め、扁平度 b を0.5とすると、相似係数 a は下記の式(4)により3.75と求められる。この場合、長短径比 $r_L / r_S = 3.0$ となる。

$$a = K(1 - b^2) / 2 \quad \dots \text{式(4)}$$

【0020】

図1, 図2に基づいて、軸間距離 $K = 10$ mmとし、式(1)のパラメータを、葉数 $n = 6$ 、扁平度 $b = 0.5$ 、相似係数 $a = 3.75$ とした場合におけるシミュレーション結果について説明する。なお、本例の場合、回転子1, 2は同一形状の非円形歯車で構成されているものとする。

【0021】

図1に葉数 $n = 6$ とした場合の長短径の位置での噛合いの状態を例示する。ここで、一对の回転子1, 2を流体Fの中に設置すると、両方の回転子1, 2に回転トルクが発生する。一般に、噛合（接触）が短径 r_S から長径 r_L にかけてより多くのトルクが発生し、その切り替えポイントは図2(A)に示す等径位置、すなわち、お互いのトルクが等しくなる等径($r_1 = r_2$)の位置となる。従って、流体Fが矢印の方向（下から上）に流れているとすると、図1の状態では、右側の回転子2のほうが左側の回転子1と比べてトルクが大きいため、右側の回転子2が駆動側となり、左側の回転子1を図中矢印の方向に回転させる。

【0022】

10

20

30

40

50

図2(A)は葉数 $n = 6$ とした場合の等径位置での噛合いの状態の一例を示す図である。また、図2(B)は図2(A)のX部を拡大した拡大図である。

図2(A)に示すように、回転子1, 2の噛合(接触)が等径の位置($r_1 = r_2$)になると、回転子1, 2のトルクが等しくなり、この状態より瞬間的に左側の回転子1が駆動側に切り替わることになる。このように、葉数 $n = 6$ とした場合、図1に示す長短径の位置($r_L \cdot r_S$)での接触状態、図2(A)に示す等径位置($r_1 = r_2$)での接触状態のいずれにおいても実質側に第2干渉を起こしていないことがわかる。

【0023】

また、図2(B)に示すように、一对の回転子1, 2が等径位置($r_1 = r_2$)で噛み合い状態にあるときに、回転子2の長径側と回転子1の短径側との間に隙間を設けて構成している。この隙間を見かけ上のバックラッシ(以下、見かけのバックラッシ t)という。この等径位置での噛合い状態で、見かけのバックラッシ t を計測したところ約0.12 mmであった。なお、この際の軸間距離 K は10 mmである。

10

【0024】

このように、容積流量計の一对の非円形歯車がピッチライン上で滑りのないコロガリ接触を行うために耐摩耗性に優れ、また、歯高率を大きくとることができるためにトルク効率が高く、また、見かけ上のバックラッシを設けたことにより、異常噛み合いを回避しながら、ヘリカル形状ではなくスパア形状で構成することが可能となる。

【0025】

図3は、葉数 $n = 6$ とした場合の一对の回転子1, 2の噛合い状態の遷移例を示す図である。図3(A)から図3(F)の順に、回転子1, 2が 0° から 30° まで回転する際の噛合い状態の遷移を示す。図中、 P は回転子1, 2の接触点、 t は回転子1, 2間の見かけのバックラッシを示す。なお、回転子1, 2は軸心4, 5を中心として回転可能にケーシング3内に収容されているが、ケーシング3の記載は省略する。

20

【0026】

図3(A)は回転子1の角度 θ_1 を 0° 、回転子2の角度 θ_2 を 0° の場合を示し、図3(B)は回転子1の角度 θ_1 を 10.00° 、回転子2の角度 θ_2 を 20.00° の場合を示し、図3(C)は回転子1の角度 θ_1 を 15.00° 、回転子2の角度 θ_2 を 23.86° の場合を示す。

【0027】

さらに、図3(D)は回転子1の角度 θ_1 を 18.00° 、回転子2の角度 θ_2 を 25.46° の場合を示し、図3(E)は回転子1の角度 θ_1 を 24.00° 、回転子2の角度 θ_2 を 27.94° の場合を示し、図3(F)は回転子1の角度 θ_1 を 30.00° 、回転子2の角度 θ_2 を 30.00° の場合を示す。図3(D)において、見かけのバックラッシ t が最小となり、その計測値は約0.07 mmとなる。

30

【0028】

なお、上記実施例では、葉数 n を6枚とした場合を代表例として説明したが、葉数 n を8枚とした場合でも扁平度 b を適切に設定することで実施することができる。例えば、葉数 $n = 8$ とした場合、扁平度 b を0.34とする。このときの見かけのバックラッシ t の計測値は約0.02 mm(最小値)となる。

40

【0029】

図4は、葉数 $n = 8$ とした場合の一对の回転子1, 2の噛合い状態の遷移例を示す図である。図4(A)から図4(F)の順に、回転子1, 2が 0° から 22.5° まで回転する際の噛合い状態の遷移を示す。図中、 P は回転子1, 2の接触点、 t は回転子1, 2間の見かけのバックラッシを示す。なお、回転子1, 2は軸心4, 5を中心として回転可能にケーシング3内に収容されているが、ケーシング3の記載は省略する。

【0030】

図4(A)は回転子1の角度 θ_1 を 0° 、回転子2の角度 θ_2 を 0° の場合を示し、図4(B)は回転子1の角度 θ_1 を 10.53° 、回転子2の角度 θ_2 を 6.00° の場合を示し、図4(C)は回転子1の角度 θ_1 を 13.97° 、回転子2の角度 θ_2 を 9.00°

50

の場合を示す。

【0031】

さらに、図4(D)は回転子1の角度 θ_1 を 18.53° 、回転子2の角度 θ_2 を 15.00° の場合を示し、図4(E)は回転子1の角度 θ_1 を 20.23° 、回転子2の角度 θ_2 を 18.00° の場合を示し、図4(F)は回転子1の角度 θ_1 を 22.50° 、回転子2の角度 θ_2 を 22.50° の場合を示す。図4(E)において、見かけのバックラッシtが最小となり、その計測値は約 0.02mm となる。

【図面の簡単な説明】

【0032】

【図1】本発明の一実施形態に係る容積流量計の構成例を示す図である。

10

【図2】葉数 $n=6$ とした場合の等径位置での噛合い状態の一例を示す図である。

【図3】葉数 $n=6$ とした場合の一对の回転子の噛合い状態の遷移例を示す図である。

【図4】葉数 $n=8$ とした場合の一对の回転子の噛合い状態の遷移例を示す図である。

【符号の説明】

【0033】

1, 2...回転子、3...ケーシング、4, 5...軸心、6, 7...仮想のピッチ円、8, 9...歯先円。

【要約】

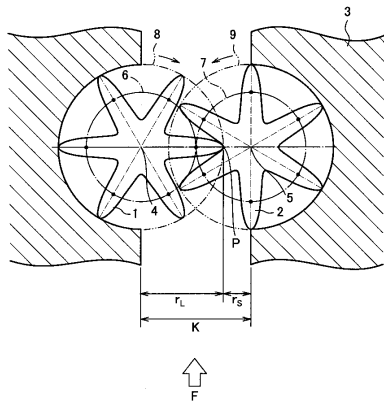
【課題】ピッチライン上で滑りのないコロガリ接触を行う一对の非円形歯車を持つ容積流量計を提供する。

20

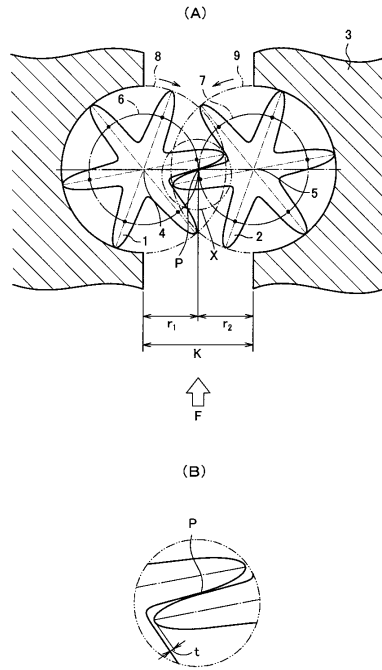
【解決手段】容積流量計は、ケーシング3と、ケーシング3内に軸心4, 5を中心として回転可能に設けられた一对の回転子1, 2とを備える。一对の回転子1, 2は、ピッチライン上に接触点の軌跡を有するオーバルピッチ曲線自体を歯形曲線とし、 $r_1 + r_2 = K = \text{const.}$ 、 $r_1 \cdot d_1 = r_2 \cdot d_2$ の条件を満たし、オーバルピッチ曲線の動径は、 $r_i = a / (1 - b \cos n \theta_i)$ ($i = 1, 2$)、(但し、 r_i ($i = 1, 2$)は動径で回転中心からオーバルピッチ曲線までの距離、 a は相似係数、 b は扁平度、 n は葉数、 θ_i ($i = 1, 2$)は動角)で表される。

【選択図】図1

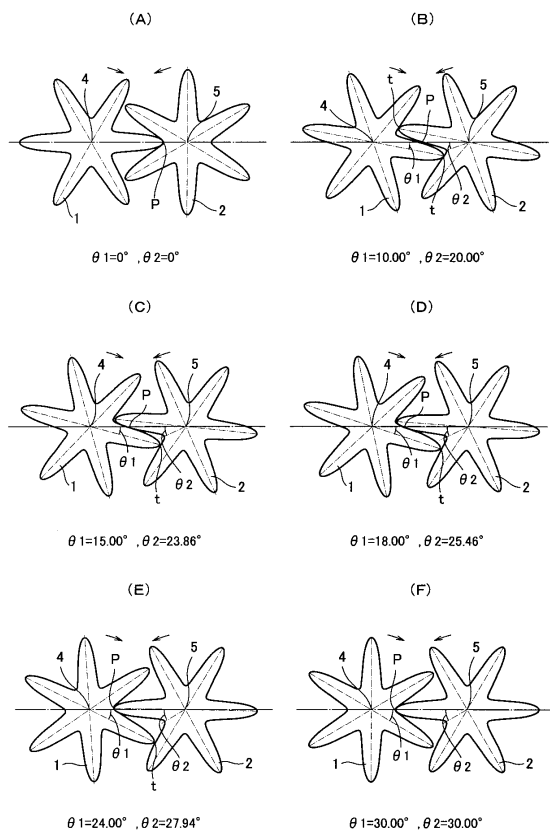
【 図 1 】



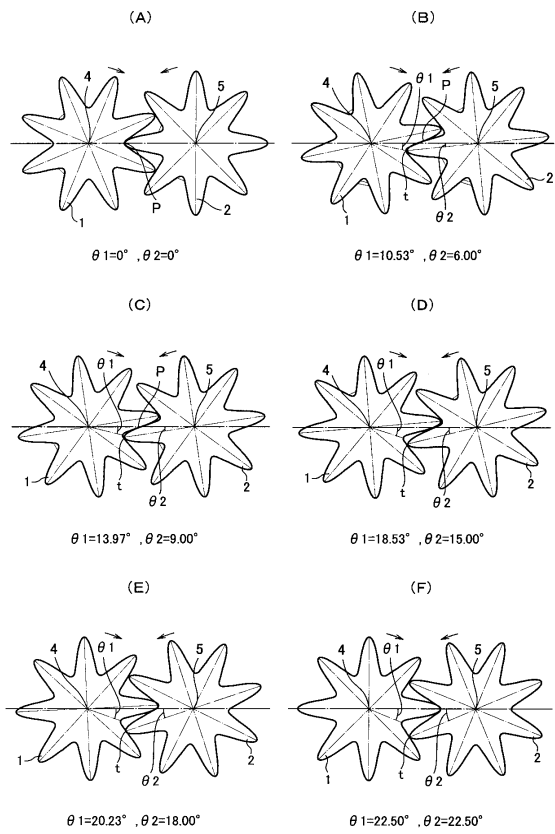
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2000-346689(JP,A)
特開昭60-166775(JP,A)
特開昭63-191923(JP,A)
特開昭57-069211(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01F 3/10