

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2013 年 4 月 25 日(25.04.2013)



(10) 国際公開番号

WO 2013/057761 A1

- (51) 国際特許分類:
F04C 18/16 (2006.01) *F04C 29/00* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/005857
- (22) 国際出願日: 2011 年 10 月 19 日(19.10.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): 国立
大学法人東北大学(NATIONAL UNIVERSITY
CORPORATION TOHOKU UNIVERSITY) [JP/JP];
〒9808577 宮城県仙台市青葉区片平二丁目 1 番
1 号 Miyagi (JP). 株式会社飯塚鉄工所(HIZUKA &
CO., LTD.) [JP/JP]; 〒9450812 新潟県柏崎市半田 3
丁目 1 5 - 1 6 Niigata (JP).
- (72) 発明者: および
- (75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 大見 忠弘
(OHMI, Tadahiro) [JP/JP]; 〒9808577 宮城県仙台市
青葉区片平二丁目 1 番 1 号国立大学法人東北大
学内 Miyagi (JP). 大山 健二(OHYAMA, Kenji)
[JP/JP]; 〒9808577 宮城県仙台市青葉区片平二丁
目 1 番 1 号国立大学法人東北大学内 Miyagi (JP).
飯塚 肇(HIZUKA, Hajime) [JP/JP]; 〒9450812 新潟

県柏崎市半田 3 丁目 1 5 - 1 6 株式会社飯塚鉄
工所内 Niigata (JP).

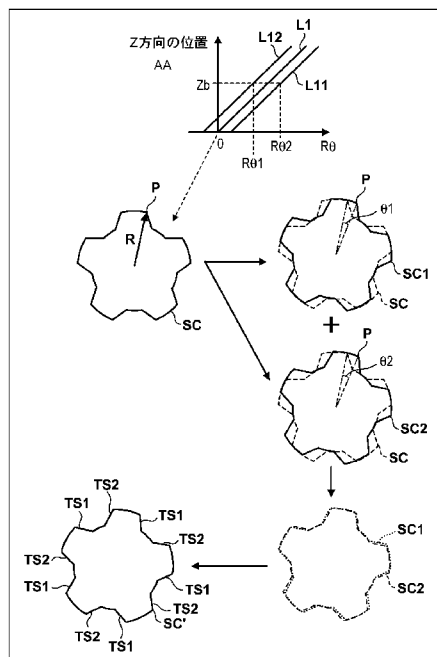
- (74) 代理人: 大塚 康德, 外(OHTSUKA, Yasunori et
al.); 〒1020094 東京都千代田区紀尾井町 3 番 6 号
紀尾井町パークビル 7 F Tokyo (JP).
- (81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,
BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO,
CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,
GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, 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,
QA, RO, RS, RU, RW, 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) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,
MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシ
ア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨー
ロッパ (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),

[続葉有]

(54) Title: SCREW PUMP AND ROTOR FOR SCREW PUMP

(54) 発明の名称: スクリューポンプ、及びスクリューポンプ用ロータ

[図7]



AA Position in Z-direction

(57) Abstract: The present invention provides a screw pump provided with a screw-shaped first rotor, and a screw-shaped second rotor having tooth spaces that engage with teeth of the first rotor. The first rotor has a first variable lead part, and the second rotor has a second variable lead part that engages with the first variable lead part. Two tooth surfaces that form a tooth of the first variable lead part and/or two tooth surfaces that form a tooth space of the second variable lead part are formed on the basis of tooth trace curves different from each other.

(57) 要約: 本発明は、スクリュー状の第1ロータと、前記第1ロータの歯と噛み合う歯溝を有するスクリュー状の第2ロータと、を備えたスクリューポンプを提供する。前記第1ロータが第1不等リード部を有し、前記第2ロータが前記第1不等リード部に噛み合う第2不等リード部を有する。前記第1不等リード部の歯を形成する二つの歯面、及び、前記第2不等リード部の歯溝を形成する二つの歯面、のうちの少なくともいずれかが、互いに異なる歯筋曲線に基づき形成されている。

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： スクリューポンプ、及びスクリューポンプ用ロータ
技術分野

[0001] 本発明はスクリューポンプに関する。

背景技術

[0002] より高い圧縮比を得るため、不等リード部及び等リード部を有する一対のスクリュー状のロータを用いたスクリューポンプが提案されている（例えば特許文献1）。また、このようなロータはその加工が複雑化する。そこで、ロータの生産性を向上させる工作機械も提案されている（例えば特許文献2）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2008-45422号公報

特許文献2：特開2011-161535号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] スクリューポンプにおいては、一対のロータの周速を相互に異ならせたい場合がある。例えば、スクリューポンプによって圧送する流体に粉塵が含まれる場合、ロータの歯面上に粉塵が付着する場合がある。一対のロータの周速を互いに異ならせることで、一方のロータの歯面と他方のロータの歯面との移動速度が異なるため、粉塵の除去効率を向上できる。一対のロータの周速を異ならせる方法としては、例えば、一対のロータ間で歯数及び歯溝数を異ならせること、ロータ径を異ならせる（回転数は同一）こと、或いは、これらの併用が挙げられる。

[0005] しかし、一対のロータ間で歯数及び歯溝数やロータ径を異ならせると、一対のロータ間でそれらの不等リード部における歯面間の隙間が大きくなりすぎたり、逆に隙間がほとんどなくなってしまう場合がある。その結果、目的

とするポンプ性能が得られない場合がある。

[0006] 本発明の目的は、より好適な隙間が形成され得る歯面形状を有するロータを備えたスクリーポンプを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明によれば、スクリー状の第1ロータと、前記第1ロータの歯と噛み合う歯溝を有するスクリー状の第2ロータと、を備えたスクリーポンプにおいて、前記第1ロータが第1不等リード部を有し、前記第2ロータが前記第1不等リード部に噛み合う第2不等リード部を有し、前記第1不等リード部の歯を形成する二つの歯面、及び、前記第2不等リード部の歯溝を形成する二つの歯面、のうちの少なくともいずれかが、互いに異なる歯筋曲線に基づき形成されていることを特徴とするスクリーポンプが提供される。

発明の効果

[0008] 本発明によれば、より好適な隙間が形成され得る歯面形状を有するロータを備えたスクリーポンプを提供することができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]本発明の一実施形態に係るスクリーポンプの断面図。

[図2]上記スクリーポンプの断面図。

[図3]互いに噛み合うロータの斜視図。

[図4]ロータの製造手順例を示すフローチャート。

[図5]歯筋曲線の説明図。

[図6]3次元モデルの作成方法の説明図。

[図7]3次元モデルの作成方法の説明図。

発明を実施するための形態

[0010] <全体の構成>

図1及び図2は本発明の一実施形態に係るスクリーポンプ100の断面図であり、互いに切断面が異なる断面図である。スクリーポンプ100は、吐出口111及び吸入口112を有するハウジング110を備える。ハウ

ジング１１０には、互いに平行に延設された一对の回転軸１０１、１０１が設けられている。回転軸１０１、１０１は、それぞれ、軸受部１３０、１３０により回転自在に支持されている。また、圧送する流体の漏れを防止すると共に、外部から粉塵等がハウジング１１０内部へ侵入することを防止するため、ハウジング１１０と回転軸１０１、１０１との間にはシール部材１５０が設けられている。

[0011] 一对の回転軸１０１、１０１の一方には歯車（タイミングギア）１４０が、他方には歯車（タイミングギア）１４１がそれぞれ固定されている。歯車１４０と歯車１４１とは互いに噛み合う。歯車１４１には、更に、不図示の駆動源（例えばモータ）により回転される歯車１４２が噛み合っている。駆動源の駆動により歯車１４２が回転し、その回転力が歯車１４０、１４１を介して一对の回転軸１０１、１０１に伝達される。これにより一对の回転軸１０１、１０１が回転することになる。

[0012] ハウジング１１０内には相互に噛み合うスクリー状のロータ１２０、１２１が収容されている。ロータ１２０は一方の回転軸１０１に同軸で固定されている。また、ロータ１２１は他方の回転軸１０１に同軸で固定されている。ロータ１２０、１２１は回転軸１０１、１０１と一体的に回転する。そして、ロータ１２０、１２１の回転により、吸入口１１２から吐出口１０１へ、圧送対象の流体が圧送される。

[0013] ＜ロータの構成＞

図３は互いに噛み合った状態のロータ１２０、１２１を示す。ロータ１２０には複数の歯溝が周面に形成されている。各歯溝は歯底１２０２、歯面１２０３、１２０４、隣接歯溝間の外周部１２０１から構成されている。ロータ１２１には、ロータ１２０の歯溝に噛み合う複数の歯が周面に形成されている。各歯は歯先１２１１、歯底１２１２、歯面１２１３、１２１４から構成されている。

[0014] なお、ロータ１２０の一つの歯底１２０２に対する一对の歯面１２０３、１２０４のうち、吸入側に位置している歯面１２０４を上歯面、吐出側に位

置している歯面1203を下歯面と呼び、ロータ121の一つの歯先1211に対する一对の歯面1213、1214のうち、吸入側に位置している歯面1213を上歯面、吐出側に位置している歯面1214を下歯面と、それぞれ呼ぶ場合がある。

[0015] ロータ120は歯溝数が6つの雌型ロータであり、ロータ121は歯数が5つの雄型ロータである。このようにロータ120の歯溝数と、ロータ121の歯数を異ならせることで、ロータ120、121の周速を互いに異ならせることができる。周速を互いに異ならせることで、互いに向かい合う歯面1203と歯面1214との移動速度、及び、互いに向かい合う歯面1204と歯面1213との移動速度を異ならせることができる。この結果、歯面1203、1204、1213、1214上の粉塵の除去効率を向上できる。

[0016] なお、ロータ120、121で外径を異ならせることで、同じ回転数でもこれらの周速を互いに異ならせることもできる。また、ロータ120の歯溝数とロータ121の歯数を異ならせると共に、ロータ120、121の外径を異ならせてもよい。

[0017] ロータ120は吸入側に、歯溝が不等リード・不等傾斜角で形成された不等リード部120Aを、吐出側に歯溝が等リード・等傾斜角で形成された等リード部120Bを、それぞれ有している。また、ロータ121は吸入側に、不等リード部120Aと噛み合う、歯が不等リード・不等傾斜角で形成され不等リード部121Aを、吐出側に等リード部120Bと噛み合う、歯が等リード・等傾斜角で形成された等リード部121Bを、それぞれ有している。

[0018] 不等リード部120A、121Aは吸入側の方が吐出側よりもリード角（傾斜角）が大きくなっており、しかも、吸入側から吐出側に向かってリード角が徐々に小さくなっている部分である。等リード部120A、121Aは吸入側から吐出側に向かってリード角（傾斜角）が等しい部分である。本実施形態では、ロータ120、121に不等リード部と等リード部との双方を

設けたが、不等リード部のみを設けるようにしてもよい。

[0019] このように不等リード部 120A、121A を設け、かつ、不等リード部 120A の歯溝数と不等リード部 121A の歯数が異なる場合、互いに向かい合う歯面 1203 と歯面 1214 との間の隙間、或いは、互いに向かい合う歯面 1204 と歯面 1213 との隙間が大きすぎたり、小さすぎたりする場合がある。そこで、この隙間が適切になるように設計する方法について説明する。

[0020] <ロータ設計方法>

図4はロータの製作手順例を示すフローチャートである。まず、全体の流れを概説する。S1ではスクリーポンプ100の仕様を決定する。ここではポンプの要求能力等を決定する。S2ではS1の仕様を満足するロータ120、121の設計を行う。S3ではS2で設計した内容に従い、ロータ120、121の3次元形状モデルを作成する。3次元形状モデルの作成は、3次元CADソフトウェアがインストールされたコンピュータ（以下、CADシステムという。）上で行うことができる。

[0021] S4ではS3で作成したロータ120、121の3次元形状モデルに基づいて、ロータ120とロータ121の歯面の隙間の評価を行う。詳細には、不等リード部120A、121Aについて、ロータ120の下歯面1203とロータ121の下歯面1214との間の隙間、及び、ロータ120の上歯面1204とロータ121の上歯面1213との間の隙間が適切であるかを評価する。隙間の評価はCADシステム上で行う。

[0022] つまり、CADシステム上で、ロータ120、121の各3次元形状モデルを仮想的に組み付け、互いに噛み合った状態とする。そして、隙間を評価する歯面と歯面を指定し、CADシステムに歯面間の距離を演算させる。演算された距離が適切であればS5へ進み、不適切であればS10へ進む。

[0023] 不等リード部120A、121Aにおける歯面間の隙間は、例えば、以下の条件の場合、吸入側始点近傍では300～500ミクロン、特に350～450ミクロンが好ましく、吐出側に進むに従い、滑らかに漸減して等リー

ドの始点では200ミクロン程度であることが好ましい。

[0024] 不等リード部120A

ロータ径：約21cm、歯溝数：6、不等リード部の吸入側の入口角度：45度、不等リード部の吐出側の出口角度（等リード部の傾斜角度）：5度

不等リード部121A

ロータ径：約25cm、歯数：5、不等リード部の吸入側の入口角度：35度、不等リード部の吐出側の出口角度（等リード部の傾斜角度）：3.5度

ロータ（121）回転数：7200rpm

不等リード部120A、121Aにおける歯面間の隙間はロータ軸方向に渡って必ずしも均一である必要はなく、むしろ、吸入側の方が吐出側よりも隙間が大きいことが好ましい。例えば、吸入側の隙間は、吐出側の隙間の1.5倍～2.5倍、特に1.8倍～2.3倍であることが好ましい。スクリーンプンプ100の動作時には、温度上昇や遠心力により、歯が外側に膨張する場合がある。吸入側においては、歯の傾斜角が大きいため、歯の膨張により歯面間が干渉する場合がある。吸入側の歯面間の隙間を相対的に大きくしておくことで、このような歯面間の干渉を回避できる。

[0025] S5ではS3で作成した3次元形状モデルから、ロータ120、121の加工プログラムを作成する。加工プログラムの作成は、CAMソフトウェアがインストールされたコンピュータ上で行うことができる。S6ではS5で作成した加工プログラムをCNC工作機械に入力し、実際にロータ120、121を作成する。S10ではロータの設計を変更してS3へ戻り、同様の処理を繰り返す。

[0026] <3次元形状モデル>

ロータ120、121の3次元形状モデルは、ロータの軸直角断面形状と、歯筋曲線とが決めれば作成できる。軸直角断面形状とはロータをその軸方向と直交する面で切断したときの断面形状である。歯筋曲線は、ロータの基準位置からの円弧長と、軸方向の位置とを規定し、歯面、歯先、歯底の各面

を規定することになる。

[0027] 図5は歯筋曲線の一例を示し、図6は3次元形状モデルの作成方法の説明図である。ロータの軸方向をZ方向とし、また、ロータの吸入側の端面を座標の原点としている。

[0028] 図5に示す歯筋曲線L1、L2はロータ毎に規定する。例えば、歯筋曲線L1はロータ121の各歯を規定し、歯筋曲線L2はロータ120の各歯溝を規定する。歯筋曲線は不等リード部では弧状をなし、等リード部で直線となる。図5中、Rは軸直角断面形状の輪郭線上から選択された点と、ロータ軸心との距離、 θ はロータの回転角度、Zはロータ軸である。

[0029] 図6を参照して、形状SCは原点におけるモデル作成対象のロータの軸直角断面形状を示している。形状SCの輪郭上に点Pを取り、点Pから形状SCの軸心までの距離をRとすると、同図に示す歯筋曲線L1はロータの回転角度に対する点PのZ方向の位置を示すことになる。

[0030] 回転角度が θ_a のときの軸直角断面形状SC'は、形状SCをその軸心回りに θ_a だけ回転させたものとなる。そして、3次元空間上における形状SC'のZ方向の座標は、歯筋曲線L1からZ_aとなる。Z方向の座標を微小量ずつ変化させて、そのときの回転角度から軸直角断面形状SC'を求めてゆき、これらをZ方向に積み重ねてゆくと、ロータの3次元形状モデルができあがることになる。上述したS3の工程ではこのようにしてロータの3次元形状モデルを作成することができる。

[0031] <軸直角断面形状と歯筋曲線の設計>

上述したS2の工程では、主として軸直角断面形状と歯筋曲線とを設計することになる。歯筋曲線の設計には、例えば、ロータの外径、不等リード部のZ方向の長さ、不等リード部のリード数（巻き数）、不等リード部の入口角度、不等リード部の出口角度（等リード部角度）、等リード部のZ方向の長さ、及び等リード部のリード数（巻き数）等が必要となる。

[0032] これらの数値を織り込んだ歯筋曲線のうち不等リード部については

$$Z = \tan \xi \times R \times \Theta - \xi \times (R \times \Theta)^n \quad \text{— (式1)}$$

で表わすことが出来る。等リード部については式 1 で $\xi = \xi_0$ 、 $\eta = 0$ として表わすことが出来る。

ここで、 Z : ロータの軸方向の位置、 ξ 、 η : 不等リード部の出口座標の条件により決まる定数、 R : 半径、 Θ : 回転角、 ζ : 入口角、 ζ_0 : 出口角である。

[0033] そして、上記式 1 や、各ロータの歯底外径、各ロータの歯数、ロータ間の軸間距離等から軸直角断面形状を決定し、スクリーポンプを設計することができる。

[0034] <設計変更>

図 4 の S 1 0 の設計変更について説明する。S 4 での歯面間での隙間が不適切であった場合、適切となるようにロータの設計変更を行う。変更の対象は、歯筋曲線である。

[0035] 設計変更は、当初の仕様 (S 1) を大きく損なわない範囲で行う必要がある。設計変更は、2 つのロータのうちの一方にのみ行ってもよいし、双方に行ってもよいが、一方のみに行う方が簡便になる。以下、一方のロータについてその歯筋曲線を変更する例について説明する。

[0036] 本実施形態では、変更後の歯筋曲線として、上歯面と下歯面とで異なる歯筋曲線を設定する。図 7 はロータ 1 2 1 の上歯面 1 2 1 3 及び下歯面 1 2 1 4 の各歯筋曲線の例と、これらの歯筋曲線に基づく 3 次元形状モデルの作成方法を示している。

[0037] 変更後の 2 種類の歯筋曲線は、変更前の歯筋曲線から導かれる。図 7 の歯筋曲線 L 1 1、L 1 2 は例えば図 6 に示した歯筋曲線 L 1 から導かれる。歯筋曲線 L 1 1、L 1 2 は、まず、不等リード部の入口 (吸入側の端部) での、上歯面間の補正隙間、下歯面間の補正隙間を設定する。そして、これらの補正隙間が実現されるように上記式 1 の $R \times \Theta$ の項を変形する。その際、これらの補正隙間が、不等リード部の入口側 (吸入側) から出口側 (吐出側) へ向かって滑らかに漸減するようにしてもよい。具体的には、上記式 1 の $R \times \Theta$ の項に、 $R \times \Theta + C \times f(R \cdot \Theta)$ を代入する。ここで、 $f(R \cdot \Theta)$ は、不等リード部の終点 (等リード部の始点) で零になるような関数である

。そして補正隙間が適切なものになるようにCの値を決める。

[0038] このようにして得られた上記式1の変形式が、変更後の歯筋曲線となる。こうして、隙間を考慮して、上記式1から上歯面、下歯面用の2種類の不等リード部の歯筋曲線を作成することが出来る。なお、上歯面用及び下歯面用の歯筋曲線のうちの一方は、変更前の歯筋曲線としてもよい。つまり、上歯面用及び下歯面用の歯筋曲線の一方を歯筋曲線L1とし、他方を歯筋曲線L1から変更した歯筋曲線としてもよい。

[0039] 次に、引き続き図7を参照して上歯面用及び下歯面用の歯筋曲線L11、L12から一つの3次元形状モデルを作成する方法について説明する。

[0040] 図7において、形状SCは原点におけるロータの軸直角断面形状を示している。形状SCの輪郭上に点Pを取り、点Pから形状SCの軸心までの距離をRとすると、同図に示す歯筋曲線L11、L12はロータの回転角度に対する点PのZ方向の位置を示すことになることは図6の場合と同様である。

[0041] 図6の場合と異なるのは、Z方向の座標に応じて歯筋曲線L11、L12毎に軸直角断面形状が得られる点である。本実施形態では、2つの軸直角断面形状を重ねてこれらの図形の論理和（OR論理）を取ることで一つの軸直角断面形状を作成する。

[0042] 例えば、図7に示すように、Z方向の座標がZbの位置においては、歯筋曲線L12からは回転角度が θ_1 の軸直角断面形状SC1が得られる。また、歯筋曲線L11からは回転角度が θ_2 の軸直角断面形状SC2が得られる。そして、軸直角断面形状SC1と軸直角断面SC2との論理和をとった図形である、軸直角断面形状SC'を座標Zbにおける対象ロータの軸直角断面形状とする。

[0043] 軸直角断面形状SC'が規定する歯面のうち、一方の歯面TS1は歯筋曲線L11に基づく歯面となり、他方の歯面TS2は歯筋曲線L12に基づく歯面となる。Z方向の座標を微小量ずつ変化させて、軸直角断面形状SC'を順次求めてゆき、これらをZ方向に積み重ねてゆくと、上歯面と下歯面とが、異なる歯筋曲線に基づき形成されたロータの3次元形状モデルができあ

がることになる。

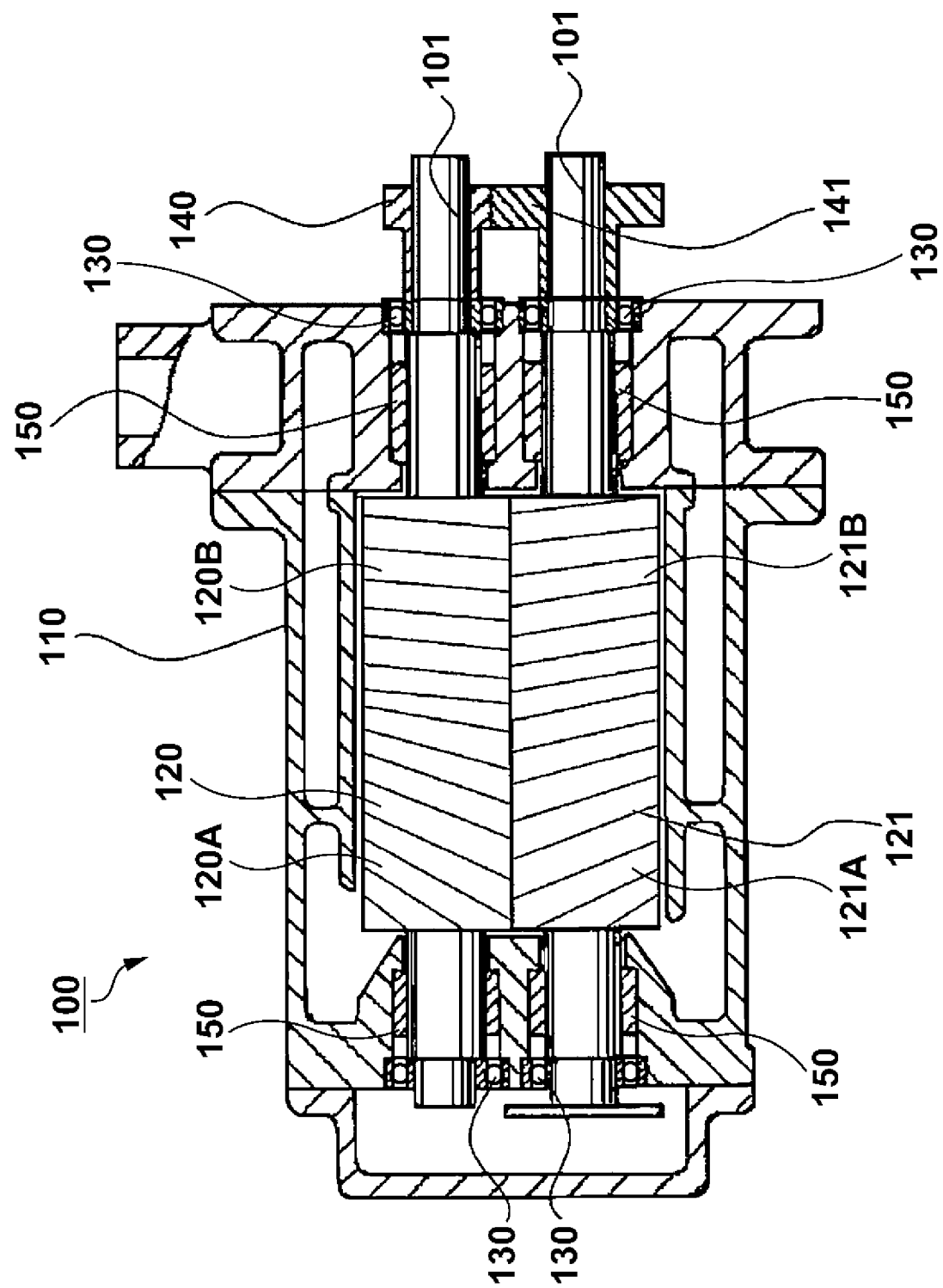
[0044] このように、上歯面と下歯面とで、異なる歯筋曲線を設定可能とすることで、相手ロータの上歯面、下歯面に、それぞれの歯面単位で、歯面間の隙間を小さくしたり、大きくしたりすることができる。したがって、より好適な隙間が形成され得る歯面形状を提供することができる。

[0045] 本発明は上記実施の形態に制限されるものではなく、本発明の精神及び範囲から離脱することなく、様々な変更及び変形が可能である。例えば、歯筋曲線の変更は雄ロータ（１２１）の歯面についてではなく、雌ロータ（１２０）の歯面を変更するようにしてもよく、或いは雄雌両方のロータの歯面について変更するようにしてもよい。従って、本発明の範囲を公にするために、以下の請求項を添付する。

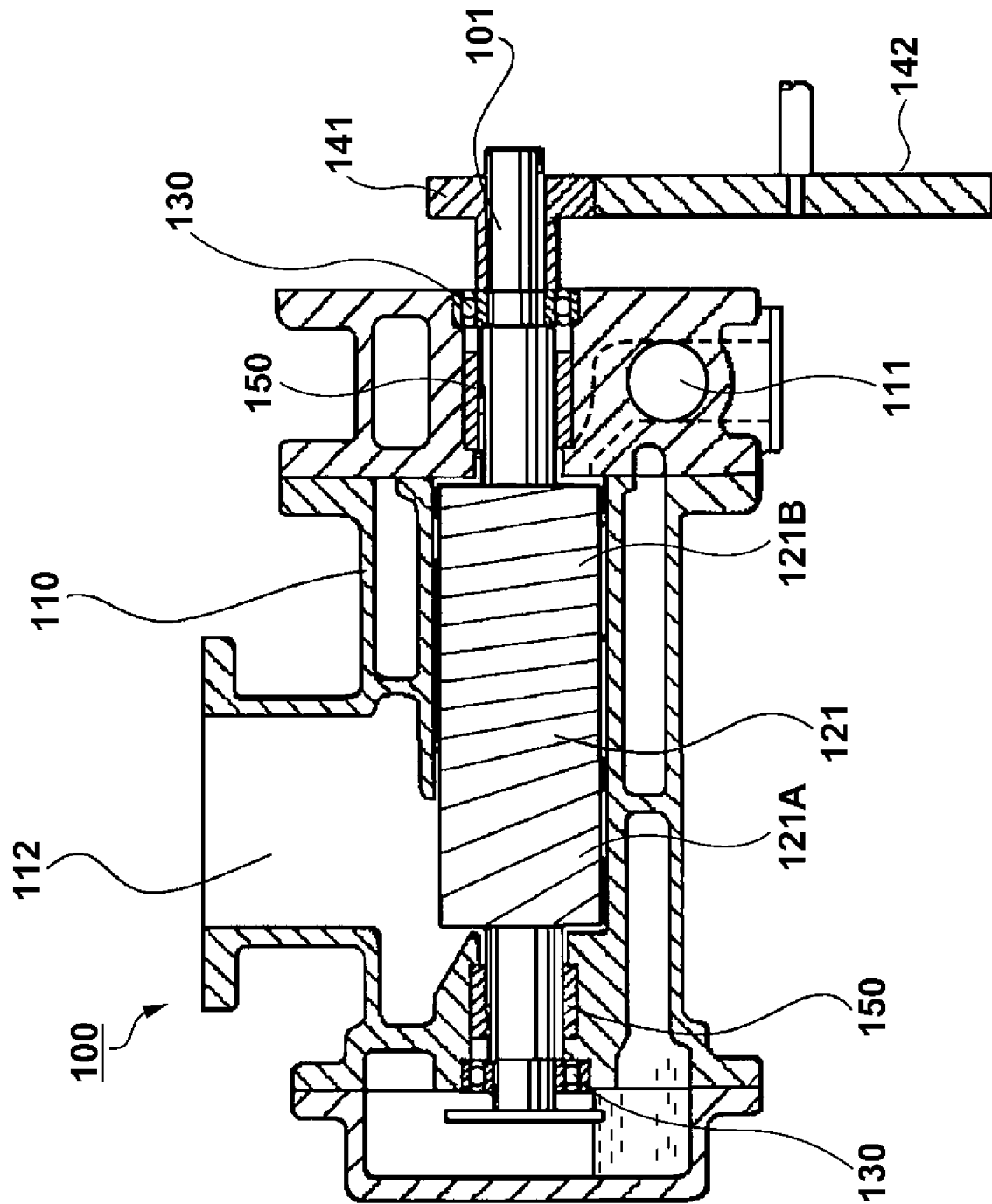
請求の範囲

- [請求項1] スクリュー状の第1ロータと、前記第1ロータの歯と噛み合う歯溝を有するスクリュー状の第2ロータと、を備えたスクリューポンプにおいて、
- 前記第1ロータが第1不等リード部を有し、
- 前記第2ロータが前記第1不等リード部に噛み合う第2不等リード部を有し、
- 前記第1不等リード部の歯を形成する二つの歯面、及び、前記第2不等リード部の歯溝を形成する二つの歯面、のうちの少なくともいずれかが、互いに異なる歯筋曲線に基づき形成されていることを特徴とするスクリューポンプ。
- [請求項2] 前記第1不等リード部の歯数と、前記第2不等リード部の歯溝数とが異なることを特徴とする請求項1に記載のスクリューポンプ。
- [請求項3] 前記第1不等リード部と、前記第2不等リード部とは、外径が異なることを特徴とする請求項1に記載のスクリューポンプ。
- [請求項4] 前記第1及び第2不等リード部は、それぞれ、吸入側の方が吐出側よりもリード角が大きく、
- 前記第1不等リード部の歯の歯面と、前記第2不等リード部の歯溝の歯面との隙間が、吸入側の方が吐出側よりも大きいことを特徴とする請求項1に記載のスクリューポンプ。
- [請求項5] 歯又は歯溝を有し、スクリューポンプを構成するスクリュー状のロータにおいて、
- 不等リード部を有し、
- 前記不等リード部の歯又は歯溝を形成する二つの歯面が、互いに異なる歯筋曲線に基づき形成されていることを特徴とするロータ。

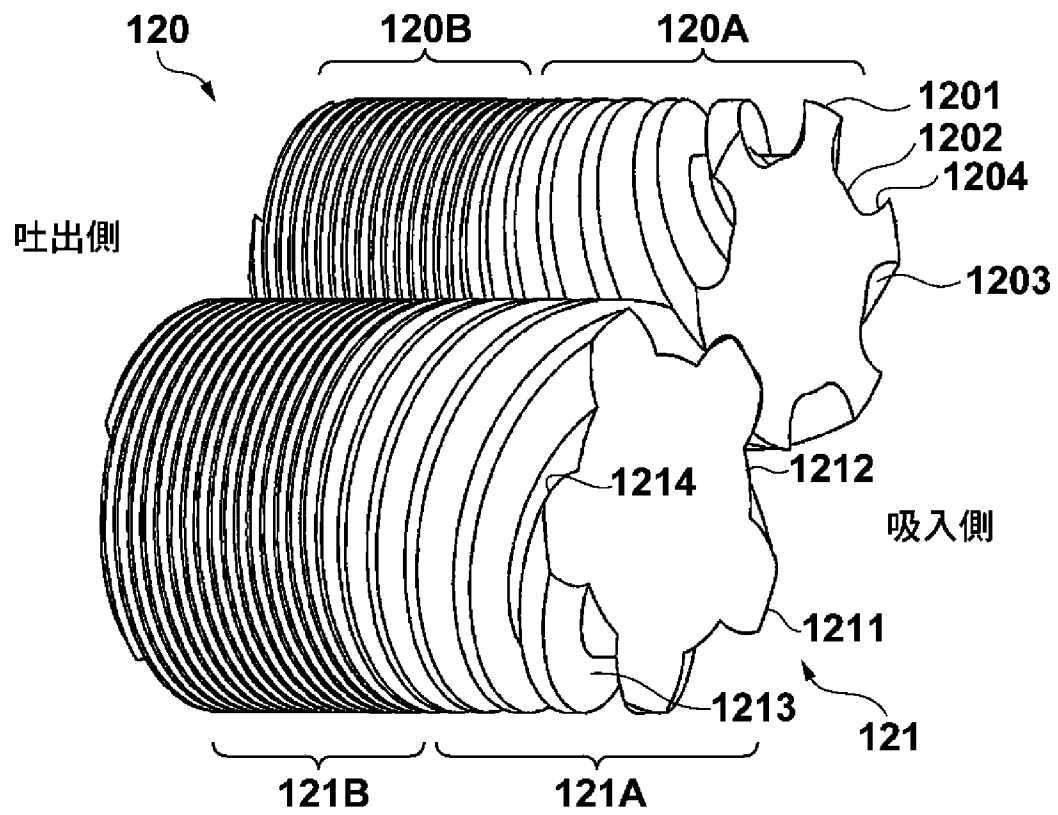
[図1]



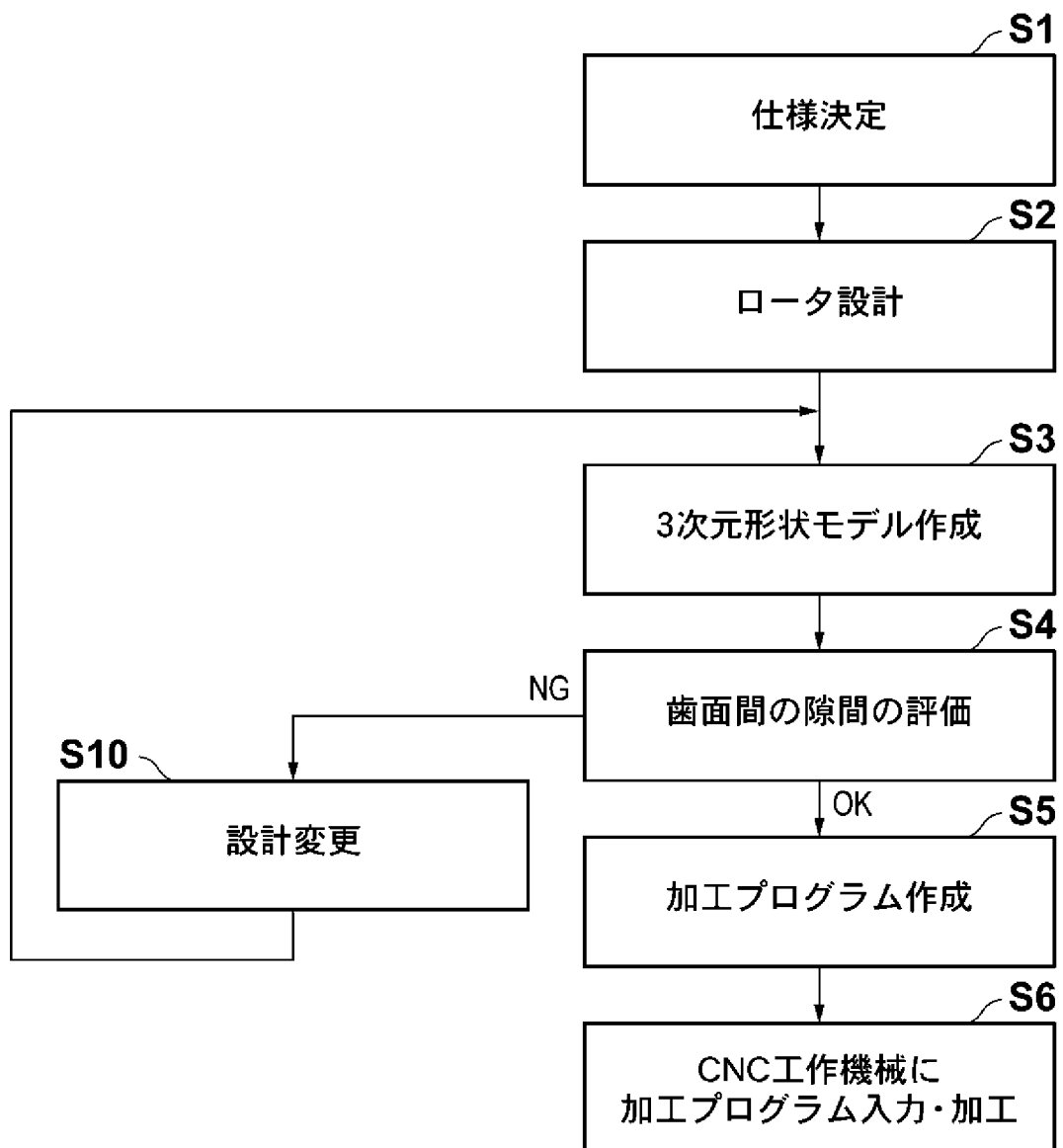
[図2]



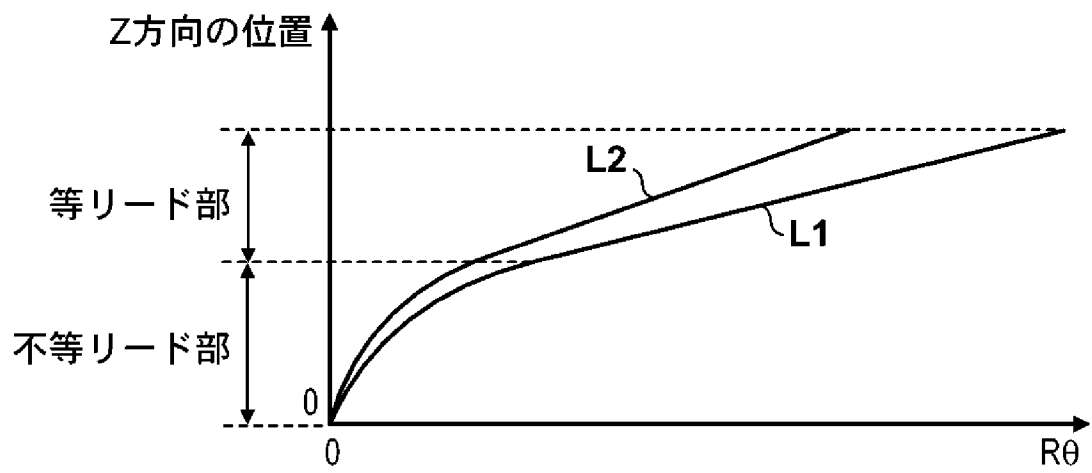
[図3]



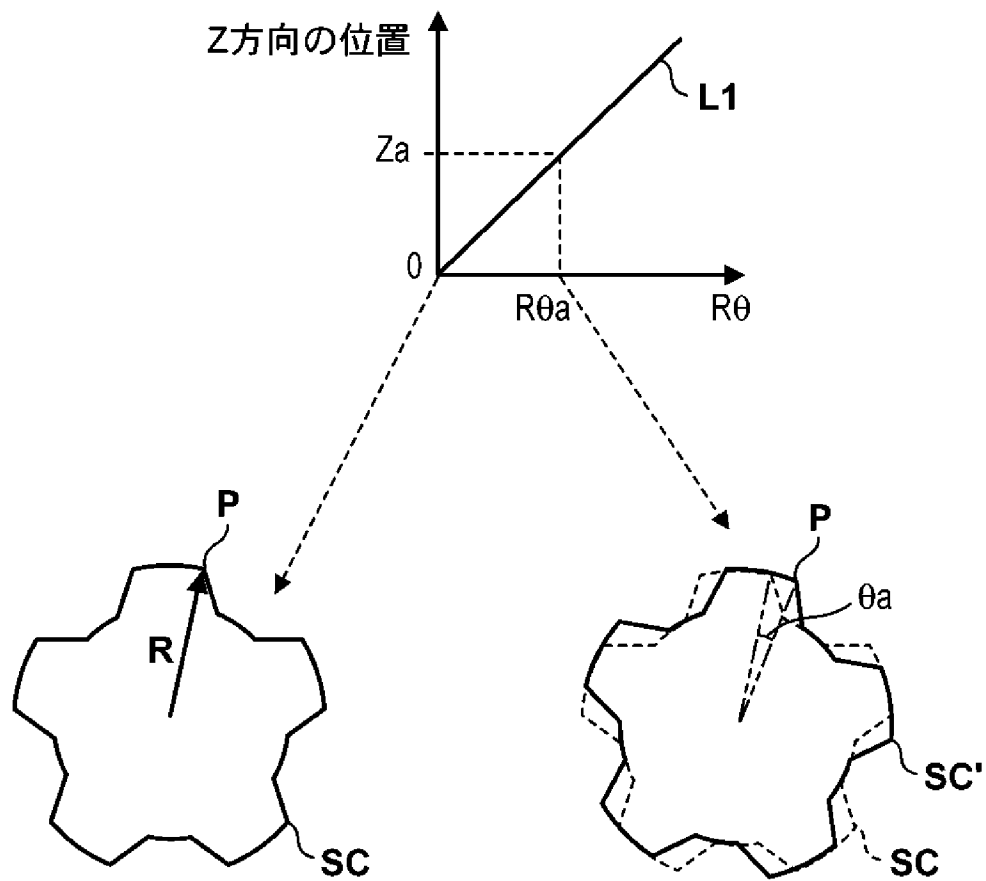
[図4]



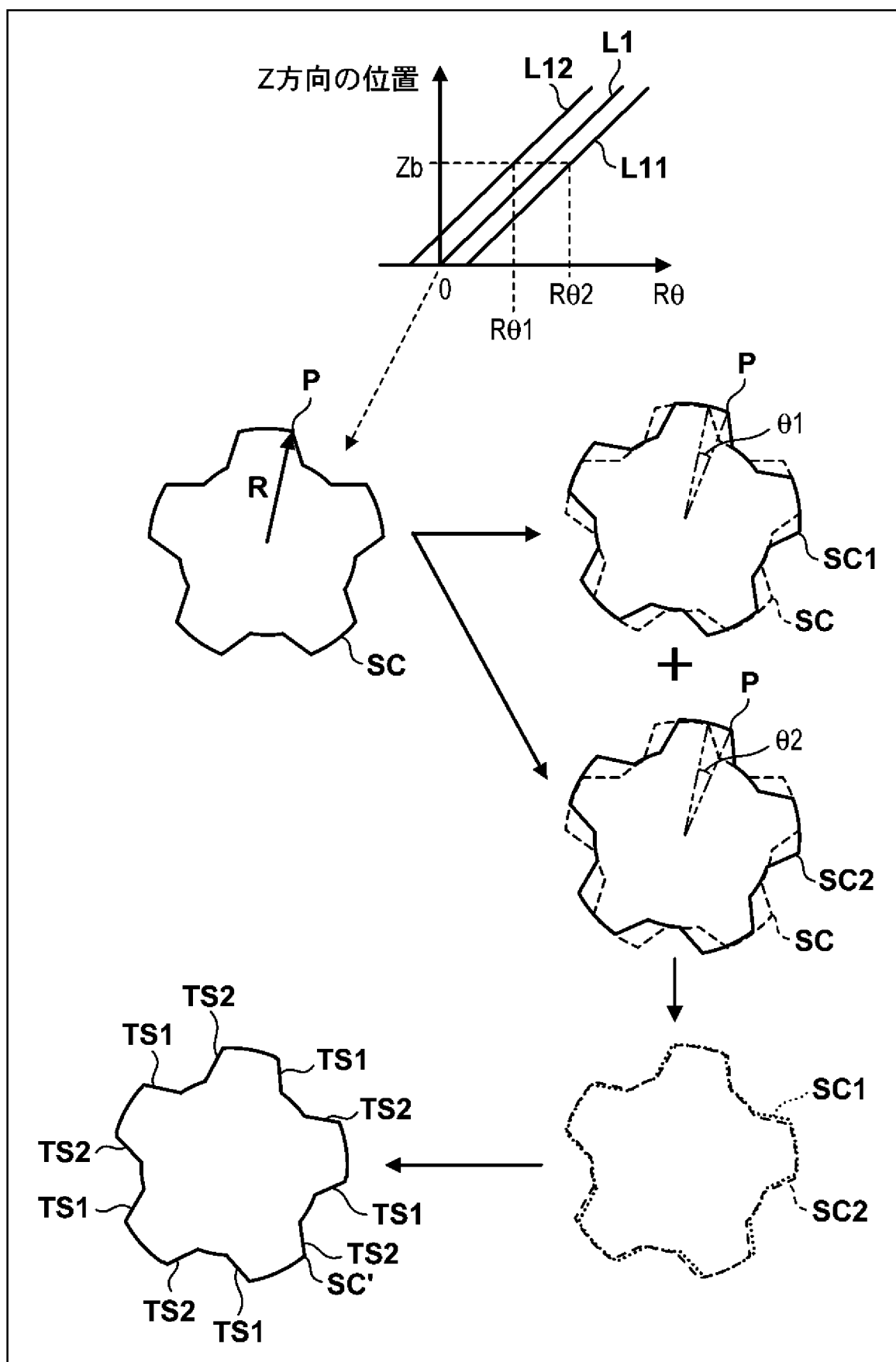
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/005857

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F04C18/16(2006.01) i, F04C29/00(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F04C18/16, F04C29/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2004-263629 A (Tadahiro OMI), 24 September 2004 (24.09.2004), claims 1 to 4; paragraphs [0020] to [0024], [0032] to [0035]; fig. 1 to 4 & WO 2004/079198 A1	1-3, 5
X	WO 2005/124155 A1 (Tohoku University), 29 December 2005 (29.12.2005), paragraphs [0020] to [0027]; fig. 2 to 4 (Family: none)	1-5

☐

Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
10 January, 2012 (10.01.12)

Date of mailing of the international search report
24 January, 2012 (24.01.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/005857

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:
See extra sheet.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet (2)

The invention of claim 1 is disclosed in JP 2004-263629 A (Tadahiro OMI), 24 September 2004 (24.09.2004), claims 1 to 4; paragraphs [0020] to [0024], [0032] to [0035]; fig. 1 to 4 or WO 2005/124155 A1 (Tohoku University), 29 December 2005 (29.12.2005), paragraphs [0020] to [0027]; fig. 2 to 4 and is publicly known, and therefore does not have a special technical feature.

Consequently, any same or corresponding special technical feature cannot be found between the invention of claim 1 and the inventions of claims 2-5.

The following four inventions are involved in claims.

Meanwhile, the invention of claim 1 having no special technical feature is classified into invention 1.

(Invention 1) Invention of claims 1 - 2

A screw pump comprising: a screw-shaped first rotor; and a screw-shaped second rotor having tooth spaces for meshing with the teeth of said first rotor, wherein said first rotor has first unequal lead sections, wherein said second rotor has second unequal lead sections for meshing with said first unequal lead sections, wherein at least either two tooth flanks for forming the teeth of said first unequal lead sections or two tooth flanks for forming the tooth spaces of said second unequal lead sections are formed on the basis of mutually different tooth trace curves, and wherein the tooth number of said first unequal lead sections and the tooth space number of said second unequal lead sections are different from each other.

(Invention 2) Invention of claim 3

A screw pump comprising: a screw-shaped first rotor; and a screw-shaped second rotor having tooth spaces for meshing with the teeth of said first rotor, wherein said first rotor has first unequal lead sections, wherein said second rotor has second unequal lead sections for meshing with said first unequal lead sections, wherein at least either two tooth flanks for forming the teeth of said first unequal lead sections or two tooth flanks for forming the tooth spaces of said second unequal lead sections are formed on the basis of mutually different tooth trace curves, and wherein said first unequal lead sections and said second unequal lead sections are different in external diameters.

(Invention 3) Invention of claim 4

A screw pump comprising: a screw-shaped first rotor; and a screw-shaped second rotor having tooth spaces for meshing with the teeth of said first rotor, wherein said first rotor has first unequal lead sections, wherein said second rotor has second unequal lead sections for meshing with said first unequal lead sections, wherein at least either two tooth flanks for forming the teeth of said first unequal lead sections or two tooth flanks for forming the tooth spaces of said second unequal lead sections are formed on the basis of mutually different tooth trace curves, wherein said first and second unequal lead sections individually have a larger lead angle on the suction side than on the discharge side, and wherein the clearances between the tooth flanks of the teeth of said first unequal lead sections and the tooth flanks of the teeth of said second unequal lead sections are larger on the suction side than on the discharge side.

(continued to next extra sheet)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/005857

(Invention 4) Invention of claim 5

A screw-shaped rotor having teeth or tooth spaces for constituting a screw pump, comprising unequal lead sections, wherein two tooth flanks for forming the teeth or tooth spaces of said unequal lead sections are formed on the basis of mutually different tooth trace curves.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））
Int.Cl. F04C18/16(2006.01)i, F04C29/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F04C18/16, F04C29/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2004-263629 A (大見忠弘) 2004. 09. 24, 請求項 1-4, 段落【0020】 - 【0024】, 【0032】 - 【0035】, 図 1-4 & WO 2004/079198 A1	1-3, 5
X	WO 2005/124155 A1 (国立大学法人東北大学) 2005. 12. 29, 段落【0020】 - 【0027】, 図 2-4 (ファミリーなし)	1-5

☐ C 欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の 1 以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

1 0 . 0 1 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

2 4 . 0 1 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目 4 番 3 号

特許庁審査官（権限のある職員）

柏原 郁昭

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 5 8

3 0

4 6 4 6

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（P C T 17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってP C T規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。
特別ページを参照。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

請求項 1 に係る発明は、JP 2004-263629 A (大見忠弘) 2004. 09. 24, 請求項 1-4, 段落【0020】 - 【0024】, 【0032】 - 【0035】, 図 1-4、あるいは、W0 2005/124155 A1 (国立大学法人東北大学) 2005. 12. 29, 段落【0020】 - 【0027】, 図 2-4 に記載されており、公知であるから、特別な技術的特徴を有しない。

よって、請求項 1 に係る発明と、請求項 2-5 に係る発明との間で、同一の又は対応する特別な技術的特徴を見いだすことができない。

そして、請求の範囲には以下に示す 4 の発明が含まれる。

なお、特別な技術的特徴を有しない請求項 1 に係る発明は、発明 1 に区分する。

(発明 1) 請求項 1-2 に係る発明

スクリュー状の第 1 ロータと、前記第 1 ロータの歯と噛み合う歯溝を有するスクリュー状の第 2 ロータと、を備えたスクリューポンプにおいて、前記第 1 ロータが第 1 不等リード部を有し、前記第 2 ロータが前記第 1 不等リード部に噛み合う第 2 不等リード部を有し、前記第 1 不等リード部の歯を形成する二つの歯面、及び、前記第 2 不等リード部の歯溝を形成する二つの歯面、のうちの少なくともいずれかが、互いに異なる歯筋曲線に基づき形成されており、前記第 1 不等リード部の歯数と、前記第 2 不等リード部の歯溝数とが異なるスクリューポンプ。

(発明 2) 請求項 3 に係る発明

スクリュー状の第 1 ロータと、前記第 1 ロータの歯と噛み合う歯溝を有するスクリュー状の第 2 ロータと、を備えたスクリューポンプにおいて、前記第 1 ロータが第 1 不等リード部を有し、前記第 2 ロータが前記第 1 不等リード部に噛み合う第 2 不等リード部を有し、前記第 1 不等リード部の歯を形成する二つの歯面、及び、前記第 2 不等リード部の歯溝を形成する二つの歯面、のうちの少なくともいずれかが、互いに異なる歯筋曲線に基づき形成されており、前記第 1 不等リード部と、前記第 2 不等リード部とは、外径が異なるスクリューポンプ。

(発明 3) 請求項 4 に係る発明

スクリュー状の第 1 ロータと、前記第 1 ロータの歯と噛み合う歯溝を有するスクリュー状の第 2 ロータと、を備えたスクリューポンプにおいて、前記第 1 ロータが第 1 不等リード部を有し、前記第 2 ロータが前記第 1 不等リード部に噛み合う第 2 不等リード部を有し、前記第 1 不等リード部の歯を形成する二つの歯面、及び、前記第 2 不等リード部の歯溝を形成する二つの歯面、のうちの少なくともいずれかが、互いに異なる歯筋曲線に基づき形成されており、前記第 1 及び第 2 不等リード部は、それぞれ、吸入側の方が吐出側よりもリード角が大きく、前記第 1 不等リード部の歯の歯面と、前記第 2 不等リード部の歯溝の歯面との隙間が、吸入側の方が吐出側よりも大きいスクリューポンプ。

(発明 4) 請求項 5 に係る発明

歯又は歯溝を有し、スクリューポンプを構成するスクリュー状のロータにおいて、不等リード部を有し、前記不等リード部の歯又は歯溝を形成する二つの歯面が、互いに異なる歯筋曲線に基づき形成されているロータ。