

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-98268

(P2005-98268A)

(43) 公開日 平成17年4月14日(2005.4.14)

(51) Int. Cl.⁷

F04C 2/10

F04B 39/00

F04C 15/00

F I

F04C 2/10

F04B 39/00

F04C 15/00

341Z

106Z

J

テーマコード(参考)

3H003

3H041

3H044

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2003-335844 (P2003-335844)

(22) 出願日 平成15年9月26日(2003.9.26)

(71) 出願人 000001247

光洋精工株式会社

大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号

(74) 代理人 100090608

弁理士 河▲崎▼ 眞樹

(72) 発明者 行竹 康博

大阪府大阪市中央区南船場3丁目5番8号

光洋精工株式会社内

Fターム(参考) 3H003 AA05 AB06 AC00 CF01

3H041 AA02 BB04 CC15 CC21 DD10

DD34

3H044 AA02 BB03 BB08 CC14 CC21

DD18 DD24

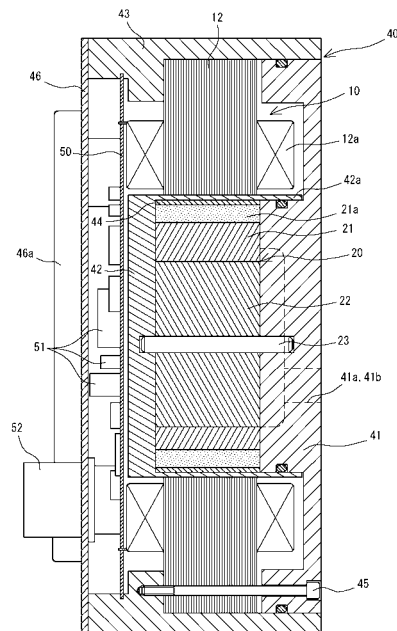
(54) 【発明の名称】 電動内接ギアポンプ

(57) 【要約】

【課題】 ブラシレスモータ10のドライバ回路51をハウジング40に取り付けた回路基板50上に実装することにより、使用上便利な電動内接ギアポンプを提供する。

【解決手段】 ポンプ用アウトロータ21の内周側にポンプ用インナロータ22を噛み合わせてハウジング40の内部で偏心して回転自在に配置することにより内接ギアポンプ20を構成すると共に、インポート41aとアウトポート41bを第1ハウジング41に形成して、この内接ギアポンプ20のポンプ用アウトロータ21の外周部に永久磁石21aを配置し、この外周面の外側にモータ用ステータ12を配置することによりブラシレスモータ10を構成した電動内接ギアポンプにおいて、第2ハウジング42の外側端面付近にこのブラシレスモータ10のドライバ回路51を実装した回路基板50を取り付けた構成とする。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

内歯を備えたポンプ用アウトロータの内周側に外歯を備えたポンプ用インナロータを噛み合わせて、これらのロータをハウジングの内部で偏心して回転自在に配置することにより内接ギアポンプを構成すると共に、この内接ギアポンプに流体を供給するインポートとこの流体を吐出するアウトポートをこれらのロータの一方の端面を封止するハウジングに形成して、この内接ギアポンプのポンプ用アウトロータの外周部にモータ用ロータ部を形成し、このポンプ用アウトロータの外周面の外側にモータ用ステータを配置することにより電動モータを構成した電動内接ギアポンプにおいて、この内接ギアポンプのロータの他方の端面を封止するハウジングの外側端面付近に、この電動モータのドライバ回路を実装した回路基板を取り付けたことを特徴とする電動内接ギアポンプ。

10

【請求項 2】

前記電動モータのモータ用ロータ部が、内接ギアポンプのポンプ用アウトロータの外周部に配置され又は形成された永久磁石であり、この電動モータのモータ用ステータがコイルを巻回したコアによって構成されたことを特徴とする請求項 1 に記載の電動内接ギアポンプ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、内接ギアポンプを電動モータと一体化した電動内接ギアポンプに関するものである。

20

【背景技術】

【0002】

内接ギアポンプは、効率が多少低いものの簡易な構造で低騒音であるため、例えば自動車のトランスミッション用のオイルポンプ等に広く利用されている。また、この内接ギアポンプと電動モータを回転駆動軸を兼用することにより一体化した電動内接ギアポンプも従来から種々提案されている（例えば、特許文献 1 参照。）。

【0003】

上記電動内接ギアポンプには、図 3 に示すように、ブラシレスモータ 10 と内接ギアポンプ 20 とを組み合わせたものがある。ブラシレスモータ 10 は、回転するモータ用ロータ 11 と、このモータ用ロータ 11 の外周面の外側に固定されたモータ用ステータ 12 とで構成される。モータ用ロータ 11 は、回転駆動軸 30 の軸径を太くした部分の外周面に複数個の永久磁石 11a を周方向に沿って並べて配置したものである。回転駆動軸 30 は、ブラシレスモータ 10 と内接ギアポンプ 20 とで共用する回転軸であり、両端部を電動内接ギアポンプのハウジング 40 の内部に軸受 31, 32 によって回転自在に軸支されている。モータ用ステータ 12 は、モータ用ロータ 11 の外周面の外側に僅かなエアギャップを介してコアの内向き突極を複数配置したものであり、このコアの各突極にはそれぞれコイル 12a が巻回されている。

30

【0004】

内接ギアポンプ 20 は、ここではトロコイドポンプを用いていて、内歯を備えたポンプ用アウトロータ 21 の内周側に、外歯を備えたポンプ用インナロータ 22 を噛み合わせ、これらのロータ 21, 22 を偏心して回転自在としたものである。ポンプ用インナロータ 22 は、回転駆動軸 30 におけるモータ用ロータ 11 を形成した部分より一方（図 3 の右側）に寄った部分に外嵌固着されて、この回転駆動軸 30 と共に回転するようになっている。ポンプ用アウトロータ 21 は、このポンプ用インナロータ 22 の外歯よりも 1 歯多い内歯を備え、回転駆動軸 30 に対して偏心した位置を中心にハウジング 40 内で回転自在となるように配置されている。また、ポンプ用インナロータ 22 は、外歯がこのポンプ用アウトロータ 21 の内歯に全周の一部で噛み合うと共に、各外歯がこのポンプ用アウトロータ 21 の内面に全周の各所でそれぞれほぼ内接しながら回転するようになっている。従って、ブラシレスモータ 10 により回転駆動軸 30 が回転駆動されると、この内接ギアポ

50

ンプ20のロータ21, 22の間隙の容積がこの回転駆動軸30の1回転の間に拡大と縮小を繰り返すので、これらの間隙に通じる図示しないインポートからアウトポートに向けて流体を送り出すポンプ動作が行われることになる。

【0005】

ここで、上記ブラシレスモータ10を回転駆動させるためには、図示しないホール素子等のセンサによってモータ用ロータ11の回転位置を検出し、この回転位置に応じてモータ用ステータ12の各コイル12aに交番電流を供給して回転磁界を発生させなければならないので、この回転位置に応じた交番電流を供給するためのドライバ回路に接続して駆動する必要がある。そこで、従来は、このドライバ回路と電動内接ギアポンプとの接続を少ない本数の配線と小型のコネクタ等を用いて簡易に行えるようにするために、ハウジング40のブラシレスモータ10側(図3の左側)の外側端面に回路基板を取り付けて、この回路基板上で各コイル12a間の相間配線を行う場合があった。例えば、三相Y型4極の場合、6個のコイル12aを対角線方向のもの同士で直列に接続すると共に、これら2個ずつ直列に接続されたコイル12aを中性点で互いに接続するための配線パターンを回路基板上に形成し、この配線パターンと各コイル12aとを接続する。このようにすれば、コイル同士の配線を簡便にすることができる。しかも、この回路基板にドライバ回路も実装できれば、外部からは直流電源を供給するだけで電動内接ギアポンプが駆動可能となるので、使用上極めて便利なものとなる。

10

【0006】

ところが、上記ドライバ回路は、直流電源から交番電流を作るインバータ回路と、モータ用ロータ11の回転位置に応じてこのインバータ回路を制御する制御回路とで構成されることから、パワートランジスタ等の種々の回路素子を使用するために広い実装面積が必要となる。また、従来の電動内接ギアポンプは、ブラシレスモータ10と内接ギアポンプ20で共用する回転駆動軸30がハウジング40の内部の両端部で軸支されるので、この回転駆動軸30がモータ用ステータ12の側端よりもさらに側方(図3の左側)に大きく突出することになる。

20

【0007】

このため、従来の電動内接ギアポンプに取り付ける回路基板は、回転駆動軸30の突出部を貫通させて逃がすためにリング状に形成してハウジング40の外側端面に取り付けざるを得ないので、中央部分の大きな孔によって基板面積が狭くなるために、コイル12aの配線等に加えてドライバ回路までここに実装することはできないという問題があった。また、中央部に孔のない回路基板が取り付け可能となるように、電動内接ギアポンプのハウジング40のブラシレスモータ10側の外側端面を平坦にすると、このハウジング40の内部に無駄な空間が生じ、電動内接ギアポンプの小型化が阻害されるという別の問題が生じる。

30

【特許文献1】特開平9-32738号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

本発明は、内接ギアポンプと電動モータを一体化した従来の電動内接ギアポンプに、この電動モータのドライバ回路を実装した回路基板を取り付けることが困難であるという問題を解決しようとするものである。

40

【課題を解決するための手段】

【0009】

請求項1の電動内接ギアポンプは、内歯を備えたポンプ用アウトロータの内周側に外歯を備えたポンプ用インナロータを噛み合わせて、これらのロータをハウジングの内部で偏心して回転自在に配置することにより内接ギアポンプを構成すると共に、この内接ギアポンプに流体を供給するインポートとこの流体を吐出するアウトポートをこれらのロータの一方の端面を封止するハウジングに形成して、この内接ギアポンプのポンプ用アウトロータの外周部にモータ用ロータ部を形成し、このポンプ用アウトロータの外周面の外側にモ

50

ータ用ステータを配置することにより電動モータを構成した電動内接ギアポンプにおいて、この内接ギアポンプのロータの他方の端面を封止するハウジングの外側端面付近に、この電動モータのドライバ回路を実装した回路基板を取り付けたことを特徴とする。

【0010】

請求項2の電動内接ギアポンプは、前記電動モータのモータ用ロータ部が、内接ギアポンプのポンプ用アウトロータの外周部に配置され又は形成された永久磁石であり、この電動モータのモータ用ステータがコイルを巻回したコアによって構成されたことを特徴とする。

【発明の効果】

【0011】

請求項1の発明によれば、内接ギアポンプのポンプ用アウトロータの外周部に電動モータのモータ用ロータ部が形成されて回転駆動されるので、このポンプ用アウトロータとポンプ用インナロータとを電動内接ギアポンプのハウジング内に回転自在に配置するだけで足りるようになる。即ち、電動モータが回転駆動する回転駆動軸を内接ギアポンプのポンプ用インナロータの回転駆動軸と兼用する従来の電動内接ギアポンプであれば、ハウジング内に軸方向に並んで配置された電動モータと内接ギアポンプを長尺な回転駆動軸が貫通することになる。しかも、この回転駆動軸は、一端側の電動モータによって回転駆動されると共に、他端側の内接ギアポンプが負荷となるので、回転駆動に伴う振動等を防ぐために、ハウジングの両端部で確実に軸支する必要がある。これに対して、本発明の電動内接ギアポンプは、電動モータによって回転駆動されるポンプ用アウトロータとこれに従動するポンプ用インナロータが軸方向には同じ位置で回転することになるので、回転駆動軸を両端部で軸支するような必要がなくなる。従って、この電動内接ギアポンプのハウジングは、インポートとアウトポートが形成された側の外側端面にはこれらのポートが開口することになるが、反対側の外側端面にはこのようなポートが開口したり回転駆動軸の端部が突出するようなことがなくなるので、この外側端面に取り付けた広い回路基板に電動モータのドライバ回路を実装することができるようになる。

【0012】

このため、請求項1の発明は、電動内接ギアポンプの小型化を阻害することなく、ドライバ回路を実装した回路基板を取り付けて一体化することができるので、この電動内接ギアポンプを使用する際に、ドライバ回路を別途取り付けて配線を施す等の手間やスペースが不要となり、使い易い電動内接ギアポンプを提供することができるようになる。

【0013】

請求項2の発明によれば、電動モータがブラシレスモータやセンサレスモータによって構成されるので、これらの電動モータを駆動するための回路規模が大きいドライバ回路を電動内接ギアポンプに一体化することにより、より使い易いものとすることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0014】

以下、本発明の最良の実施形態について、図1～図2を参照して説明する。なお、この図1～図2においても、図3に示した従来例と同様の機能を有する構成部材には同じ番号を付記する。

【0015】

本実施形態では、図3に示した従来例と同様に、ブラシレスモータ10と内接ギアポンプ20とを組み合わせた電動内接ギアポンプについて説明する。ただし、この電動内接ギアポンプは、図1及び図2に示すように、内接ギアポンプ20のポンプ用アウトロータ21の外周部にブラシレスモータ10のモータ用ロータ部(永久磁石21a)を形成したものである。なお、このような電動内接ギアポンプの本体構成は、出願人が先に出願した特願2003-23524号と同様のものである。

【0016】

この電動内接ギアポンプの内接ギアポンプ20は、図3に示した従来例と同様のトロコイドポンプであって、内歯を備えたポンプ用アウトロータ21の内周側に、外歯を備えた

10

20

30

40

50

ポンプ用インナロータ 22 を噛み合わせ、ハウジング 40 内にこれらのロータ 21, 22 を偏心して回転自在に配置したものである。ハウジング 40 は、第 1 ハウジング 41 と第 2 ハウジング 42 と第 3 ハウジング 43 とからなり、一方側 (図 1 左側) の第 1 ハウジング 41 と他方側 (図 1 右側) の第 2 ハウジング 42 との間にポンプ用アウトロータ 21 とポンプ用インナロータ 22 の両端面が挟まれるようになっている。また、ポンプ用インナロータ 22 は、回転中心部に貫通したインナロータ軸 23 に回転自在に外嵌されていて、このインナロータ軸 23 の両端部がこれら第 1 ハウジング 41 と第 2 ハウジング 42 に圧入等により嵌入固定されている。さらに、第 2 ハウジング 42 は、外周端縁部 42 a が第 1 ハウジング 41 側に突出していて、この外周端縁部 42 a の内周側に軸受ブッシュ 44 を介してポンプ用アウトロータ 21 が回転自在に嵌合している。このポンプ用アウトロータ 21 は、ポンプ用インナロータ 22 の外歯よりも 1 歯多い内歯を備え、外周部に全周にわたって複数の永久磁石 21 a がリング状に固着されている。従って、このポンプ用アウトロータ 21 は、実際には、外周部のリング状の永久磁石 21 a が第 2 ハウジング 42 の外周端縁部 42 a の内周面に軸受ブッシュ 44 を介して嵌合することにより回転自在となる。そして、このポンプ用アウトロータ 21 の回転中心は、ポンプ用インナロータ 22 の回転中心となるインナロータ軸 23 とは偏心した位置 (図 1 及び図 2 では上方の位置) となる。また、第 1 ハウジング 41 には、これらポンプ用アウトロータ 21 とポンプ用インナロータ 22 の外歯と内歯の間隙に通じるインポート 41 a とアウトポート 41 b が形成されている。

10

【0017】

20

電動内接ギアポンプのブラシレスモータ 10 は、回転するモータ用ロータと、このモータ用ロータの外周面の外側に固定されたモータ用ステータ 12 とで構成される。そして、上記内接ギアポンプ 20 のポンプ用アウトロータ 21 をこのブラシレスモータ 10 のモータ用ロータと兼用している。即ち、このポンプ用アウトロータ 21 の外周部の永久磁石 21 a がブラシレスモータ 10 の駆動トルクを発生するモータ用ロータ部となる。モータ用ステータ 12 は、上記第 2 ハウジング 42 の外周端縁部 42 a の外周側を囲むように、コアの内向きの突極を複数配置したものであり、このコアの各突極にはそれぞれコイル 12 a が巻回されている。なお、軸受ブッシュ 44 は、このモータ用ステータ 12 と永久磁石 21 a との間に介在するので、非磁性体によって構成することが好ましい。また、外周端縁部 42 a を有する第 2 ハウジング 42 も、同様にアルミニウム合金等の非磁性体によって構成することが好ましく、他の第 1 ハウジング 41 や第 3 ハウジング 43 も、非磁性体によって構成した方がよい。この第 3 ハウジング 43 は、リング状の内部に上記第 2 ハウジング 42 を収納すると共に、一方の端部を第 1 ハウジング 41 に外嵌し、この第 1 ハウジング 41 から挿入されたボルト 45 を螺着することにより、ブラシレスモータ 10 のモータ用ステータ 12 を固定するようにしたものである。

30

【0018】

上記第 3 ハウジング 43 には、図 1 に示すように、他方の端部の内側に円板状の回路基板 50 が取り付けられている。従って、この回路基板 50 は、第 2 ハウジング 42 の外側端面付近に取り付けられたことになる。この回路基板 50 には、外周部に相間配線の配線パターンが形成されて、ブラシレスモータ 10 のモータ用ステータ 12 の各コイル 12 a と接続することにより、これらのコイル 12 a 間の配線が行われるようになっている。また、この回路基板 50 には、ブラシレスモータ 10 の図示しないホール素子等のセンサに接続された配線パターンも形成されている。さらに、この回路基板 50 の中央部には、ブラシレスモータ 10 のドライバ回路 51 が実装されている。このドライバ回路 51 は、直流電源を交流に変換して、モータ用ステータ 12 の各コイル 12 a に回転磁界を発生させるための交番電流を供給するインバータ回路と、ホール素子等のセンサが検出したポンプ用アウトロータ 21 の回転位置の情報に基づいてこのインバータ回路を制御する制御回路とからなる。さらに、この回路基板 50 には、ドライバ回路 51 に直流電源を供給するためのコネクタ 52 が取り付けられている。なお、このコネクタ 52 には、ブラシレスモータ 10 の回転速度を検出するため等の目的で、ドライバ回路 51 の制御回路との間で制御

40

50

信号の入出力を行ったり、その他の配線を行うようにすることもできる。

【0019】

このようにして回路基板50が取り付けられた第3ハウジング43の他方側の開口端面は、蓋板46によって塞がれている。この蓋板46は、熱伝導性の良いアルミニウム合金製の円板であり、外側面にはさらに外側に突出する放熱フィン46aが形成されている。また、この蓋板46には、回路基板50のコネクタ52の突出端部も貫通している。

【0020】

上記構成により、コネクタ52を介して回路基板50上のドライバ回路51に外部から直流電源を供給すると、ブラシレスモータ10のモータ用ステータ12のコイル12aに交番電流が供給されて回転磁界が発生するので、永久磁石21aにトルクが生じてポンプ用アウトロータ21が回転駆動される。そして、このようにしてポンプ用アウトロータ21が回転駆動されると、ポンプ用インナロータ22がこれに従動して回転し、図3の従来例で示した内接ギアポンプ20の場合と同様に、これらのロータ21, 22の外歯と内歯の間隙が拡大と縮小を繰り返すので、第1ハウジング41に形成されたインポート41aとアウトポート41bを通じてポンプ動作が行われる。また、この際、各コイル12aに供給される交番電流は、ホール素子等のセンサによって検出されたポンプ用アウトロータ21の回転位置に応じて周波数や位相が制御される。

【0021】

この結果、本実施形態の電動内接ギアポンプによれば、内接ギアポンプ20のポンプ用インナロータ22を従動回転させるためのインナロータ軸23が第1ハウジング41と第2ハウジング42とに固着されているだけなので、第2ハウジング42の外側端面がさらに他方側に突出するようなことがなくなり、この第2ハウジング42の外側端面の直ぐ外側に取り付けられた回路基板50の中央部にブラシレスモータ10のドライバ回路51を実装することができるようになる。このため、電動内接ギアポンプの小型化を阻害することなく、この回路基板50に直流電源を供給するだけで、ブラシレスモータ10を回転駆動させて内接ギアポンプ20を動作させることができるようになる。従って、この電動内接ギアポンプを用いれば、直流電源と接続するだけで内接ギアポンプ20を動作させることができるので、別途ドライバ回路を取り付けて配線を施す必要がなくなる。

【0022】

なお、上記実施形態では、内接ギアポンプ20のポンプ用インナロータ22をインナロータ軸23上で回転自在とし、ポンプ用アウトロータ21を第1ハウジング41と第2ハウジング42と軸受ブッシュ44とで支持することにより回転自在とする場合を示したが、これらのロータ21, 22は、ハウジング40の内部に偏心して回転自在に配置されていればよいので、軸支構造は任意である。また、上記実施形態では、ハウジング40が第1ハウジング41と第2ハウジング42と第3ハウジング43の組み合わせからなる場合を示したが、このハウジング40の構成も任意であり、本実施形態には限定されない。さらに、上記実施形態では、防湿防塵等のために回路基板50を蓋板46で覆う場合を示したが、特にこのような必要がなければ、ハウジング40の外側端面よりもさらに外側に露出して取り付けられるようになっていてもよい。

【0023】

また、上記実施形態では、内接ギアポンプ20として、トロコイド曲線又はこのトロコイド曲線を修正して歯形を形成したトロコイドポンプを用いる場合を示したが、内歯を備えたポンプ用アウトロータ21の内周側に外歯を備えたポンプ用インナロータ22を噛み合わせて偏心して回転させることにより、これらポンプ用アウトロータ21とポンプ用インナロータ22との間のほぼ内接する部分で仕切られた間隙の容積が拡張変化を繰り返す内接ギアポンプであれば、必ずしもこのようなトロコイドポンプには限定されない。また、ポンプ用アウトロータ21の内歯やポンプ用インナロータ22の外歯は、必ずしも明確な歯形に形成されたものに限らず、突出部、突起部又は係合部であってもよい。

【0024】

また、上記実施形態では、ブラシレスモータ10のモータ用ロータ部となるポンプ用ア

10

20

30

40

50

ウタロータ 2 1 の外周部に永久磁石 2 1 a を固着する場合を示したが、この永久磁石 2 1 a は外れないように取り付けられていればよく、複数の永久磁石 2 1 a は間隙をあけて配置してもよいので、ポンプ用アウトロータ 2 1 の外周部に設けられた凹部に埋め込むようにして固定することもできる。さらに、このような永久磁石 2 1 a を用いる代わりに、ポンプ用アウトロータ 2 1 の外周部を磁石材料によって構成し、この磁石材料に着磁させて永久磁石を形成するようにしてもよい。

【 0 0 2 5 】

また、上記実施形態では、内接ギアポンプ 2 0 を駆動する電動モータとしてブラシレスモータ 1 0 を用いる場合を示したが、モータ用ロータとなるポンプ用アウトロータ 2 1 の回転位置を推定することによりホール素子等のセンサを不要としたセンサレスモータやその他の同期モータを用いることもできる。ただし、センサレスモータを用いる場合には、回路基板 5 0 上のドライバ回路 5 1 には、モータ用ステータ 1 2 のコイル 1 2 a の逆起電力を検出する等してポンプ用アウトロータ 2 1 の回転位置を推定するための検出回路を追加する必要がある。さらに、この電動モータは、インダクションモータを用いることもできる。この場合、ポンプ用アウトロータ 2 1 の外周部には、永久磁石 2 1 a に代えて、渦電流を発生させるために導電性を有し非磁性体からなるモータ用ロータ部を形成する必要がある。即ち、このモータ用ロータ部には、例えばアルミニウム合金製の筒を配置したり、銅線のコイルを配置する。ただし、この場合、ドライバ回路 5 1 は、モータ用ステータ 1 2 のコイル 1 2 a に回転磁界を発生させるための交番電流を供給するインバータ回路だけで構成することができる。即ち、このドライバ回路 5 1 は、電動モータの種類や制御方法、電源の種類等に応じて適宜回路を変更できるが、少なくともコイル 1 2 a に交番電流を供給するためのインバータ回路は必要となる。さらに、いずれの電動モータであっても、モータ用ステータ 1 2 をコイル 1 2 a だけで構成し、コアレスとすることもできる。

10

20

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 6 】

【 図 1 】本発明の一実施形態を示すものであって、電動内接ギアポンプの縦断面側面図である。

【 図 2 】本発明の一実施形態を示すものであって、電動内接ギアポンプの縦断面正面図である。

【 図 3 】従来例を示すものであって、回転駆動軸を共用する電動内接ギアポンプの縦断面側面図である。

30

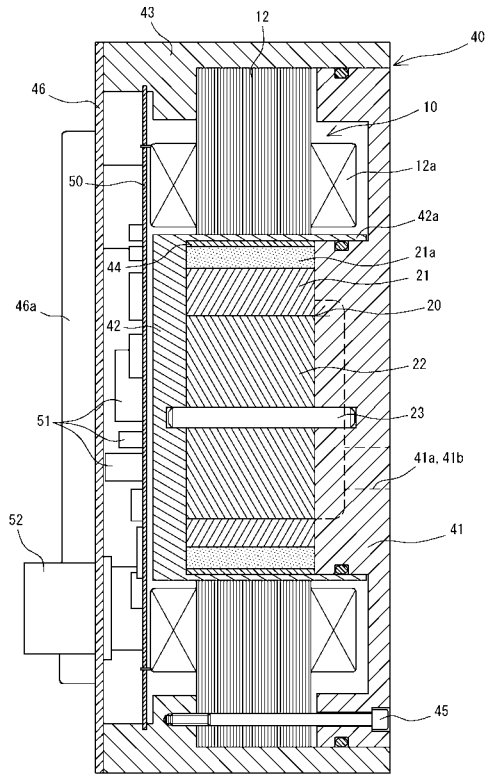
【 符号の説明 】

【 0 0 2 7 】

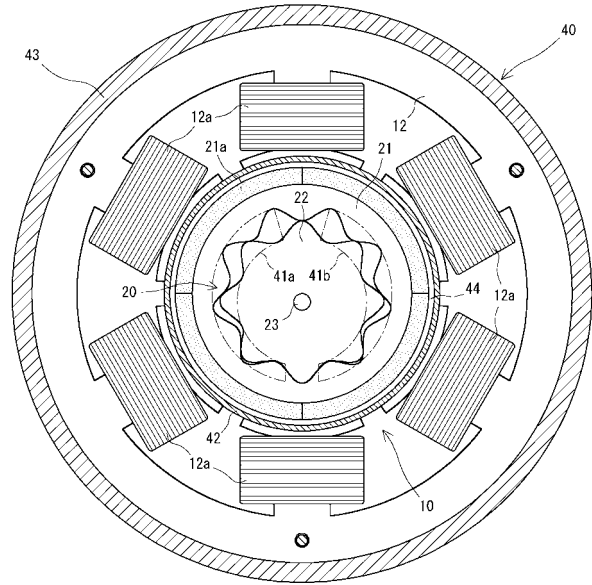
- 1 0 ブラシレスモータ
- 1 2 モータ用ステータ
- 1 2 a コイル
- 2 0 内接ギアポンプ
- 2 1 ポンプ用アウトロータ
- 2 1 a 永久磁石
- 2 2 ポンプ用インナロータ
- 4 0 ハウジング
- 4 1 第 1 ハウジング
- 4 1 a インポート
- 4 1 b アウトポート
- 4 2 第 2 ハウジング
- 4 3 第 3 ハウジング
- 5 0 回路基板
- 5 1 ドライバ回路
- 5 2 コネクタ

40

【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】

