

(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

2020年10月1日(01.10.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/195792 A1

(51) 国際特許分類:

H02K 9/19 (2006.01) F04D 29/58 (2006.01)
F01D 25/24 (2006.01) H02K 5/20 (2006.01)
F01D 25/26 (2006.01) H02K 7/14 (2006.01)
F02K 9/46 (2006.01) H02K 9/08 (2006.01)
F04D 13/06 (2006.01)

(21) 国際出願番号 :

PCT/JP2020/010287

(22) 国際出願日 :

2020年3月10日(10.03.2020)

(25) 国際出願の言語 :

日本語

(26) 国際公開の言語 :

日本語

(30) 優先権データ :

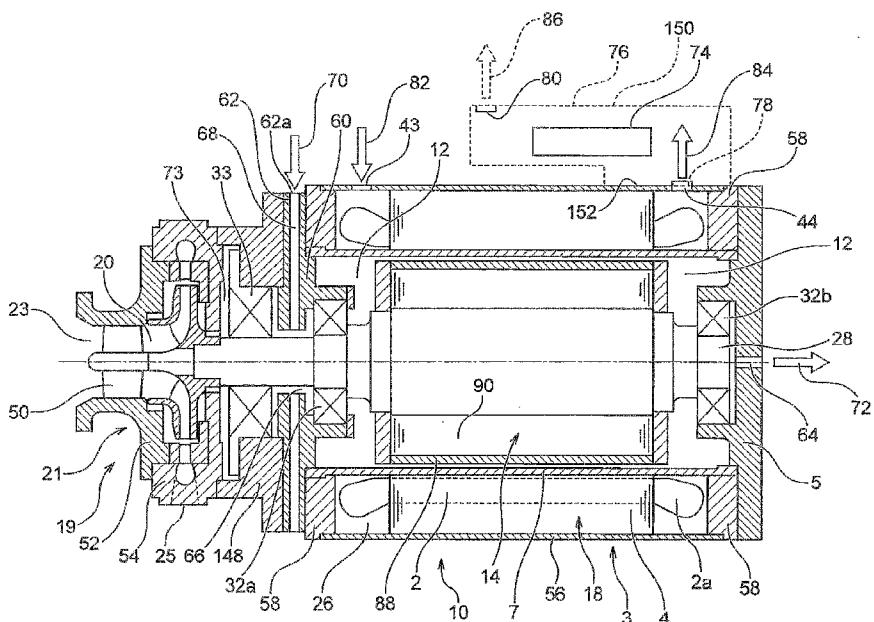
特願 2019-059127 2019年3月26日(26.03.2019) JP

(71) 出願人: 株式会社荏原製作所 (EBARA CORPORATION) [JP/JP]; 〒1448510 東京都大田区羽田旭町 11 番 1 号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 本田修一郎 (HONDA, Shuichiro); 〒1448510 東京都大田区羽田旭町 11 番 1 号 株式会社荏原製作所内 Tokyo (JP). 真武幸三 (MATAKE, Kozo); 〒1448510 東京都大田区羽田旭町 11 番 1 号 株式会社荏原製作所内 Tokyo (JP). 渡邊啓悦 (WATANABE, Hiroyoshi); 〒1448510 東京都大田区羽田旭町 11 番 1 号 株式会社荏原製作所内 Tokyo (JP). 茨田敏光 (BARADA, Toshimitsu); 〒1448510 東京都大田区羽田旭町 11 番 1 号 株式会社荏原製作所内 Tokyo (JP). 池田隼人 (IKEDA, Hayato);

(54) Title: CANNED MOTOR AND PUMP DRIVEN BY SAME, AND ROCKET ENGINE SYSTEM AND LIQUID FUEL ROCKET EMPLOYING SAME

(54) 発明の名称: キャンドモータとそれにより駆動するポンプ、及びそれを用いたロケットエンジンシステムと液体燃料ロケット



(57) Abstract: Provided is a canned motor in which gasification of a liquid being handled, occurring when a rotor is rotating at high speed, is reduced. A canned motor 10 includes: a stator 18 disposed in a stator chamber 26; a rotor 14 disposed in a rotor chamber 12; and a stator can 7 enclosing the rotor 14. The canned motor 10 also includes: a stator chamber inlet portion 43 configured such that a cooling liquid for cooling the stator 18 flows into the stator chamber 26;

WO 2020/195792 A1

[続葉有]



〒1448510 東京都大田区羽田旭町 11 番 1 号
株式会社荏原製作所内 Tokyo (JP).

- (74) 代理人: 宮前 徹, 外 (MIYAMAE, Toru et al.);
〒1000004 東京都千代田区大手町二丁目 2
番 1 号 新大手町ビル 206 区 ユアサハ
ラ法律特許事務所 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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, 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, ST, SZ, TZ, UG, ZM,
ZW), ヨーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, 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), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類 :

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

and a stator chamber outlet portion 44 configured such that the cooling liquid flows out from the stator chamber 26.

- (57) 要約 : ロータが高速回転する場合に、取扱い液がガス化することを低減したキャンドモータを提供す
る。キャンドモータ 10 は、ステータ室 26 に配置されるステータ 18 と、ロータ室 12 に配置される
ロータ 14 と、ロータ 14 を囲むステータキャップ 7 とを有する。さらにキャンドモータ 10 は、ステータ
18 を冷却するための冷却液がステータ室 26 に流入するように構成されたステータ室入口部 43 と、
冷却液がステータ室 26 から流出するように構成されたステータ室出口部 44 とを有する。

明 細 書

発明の名称 :

キャンドモータとそれにより駆動するポンプ、及びそれを用いたロケットエンジンシステムと液体燃料ロケット

技術分野

[0001] 本発明は、キャンドモータとそれにより駆動するポンプ、及びそれを用いたロケットエンジンシステムと液体燃料ロケットに関するものである。

背景技術

[0002] 液体燃料ロケットは、液体水素や液体メタンなどの低沸点の推進剤（燃料）と液体酸素などの低沸点の酸化剤（ともに液体）をそれぞれのタンクから高圧の燃焼室へと送りこみ、燃焼室で燃焼させて発生した高温のガスを、ノズルから噴射することで推力を得るロケットである。ポンプで推進剤と酸化剤を燃焼室に送りこむポンプ方式が液体燃料ロケットにおいて用いられる場合がある。

[0003] ポンプを駆動するために電動モータ、例えばキャンドモータを使用することができます。従来のキャンドモータを用いたポンプでは、ポンプのポンプ羽根によりが搬送される液体（取扱い液）に、モータのロータ自身が浸っている。モータのステータの内側には金属製または樹脂性キャン（以下では、「ステータキャン」と呼ぶ。）が気密にはめこまれる。ロータの外周には、ロータの一部である金属製または樹脂性キャン（以下では、「ロータキャン」と呼ぶ。）が配置される。ステータはステータキャンにより、ポンプが搬送する液体と絶縁されている。モータ内部のロータの外周に液体が入り、冷却の作用をする。キャンドモータは従来、取扱い液の漏洩が望ましくない化学用液体、有毒液体等の搬送に使われている。

[0004] 従来のキャンドモータを用いたポンプは、通常3600rpm程度の回転数で、ポンプの取扱い液をキャンドモータの冷却液として利用するために、取扱い液をロータの周囲（ロータキャンとステータキャンとの間の隙間）に流して

いた。取扱い液をロータの周囲に流すことにより、ステータおよびロータを冷却する。すなわち、ステータはロータを駆動させる電磁気的な力を生じさせるため、電線が巻線されたモータコイルが備えられており、モータ駆動時には、モータコイルに電流が供給されるので、モータコイルにジュール熱が生じる。モータコイルはステータのケイ素鋼板に巻かれている。ステータの発熱は、ケイ素鋼板の渦電流損失による発熱が支配的である。このジュール熱と渦電流損失によりステータの温度が上がると、コイルや絶縁物の焼損を招く恐れがある。また、ロータはステータにより生じた電磁気的な作用を受けて駆動力を生じるが、ロータもステータ同様に電気的損失により発熱する。発熱による温度上昇により、磁石が減磁し（温度と磁石の種類による）、力率や効率低下を招く虞がある。そこで、取扱い液をロータの周囲に流すことで、ステータおよびロータを冷却し、モータとしての効率の低下を回避することができる。しかし、ステータの一部でモータコイルの末端部分であるコイルエンドは、ロータキャンとステータキャンとの間の隙間から離れているため、すなわち冷却液から離れているため、従来でも冷えにくい位置である。

[0005] ところで、ロータを高速回転（1万～10万rpm）させる場合、従来の冷却方法では、以下のような問題がある。すなわち、ロータを高速回転させるためにステータで発生して、ステータからロータ周囲の取扱い液に入る多量の熱と、ロータの高速回転により流体との間に発生する回転摩擦損失熱とによりロータ周囲の低沸点の取扱い液がガス化しやすくなる。ガス化すると、コイルエンドは、より冷えにくくなり、ステータの温度が上がるという問題が生じる。さらに、ガス化によりロータや、その他の回転体の振動が生じ易くなるという問題が生じる。

[0006] ロータが高速回転（1万～10万rpm）する場合、従来の冷却方法では、以下のような別の問題もある。すなわち、ロータキャンとステータキャンとの間の隙間を流れる取扱い液、すなわち冷却液による回転摩擦損失が非常に大きくなり、ポンプ効率が低下する。回転摩擦損失とは、ロータ表面にあるロー

タキャンと取扱い液（流体）との間に発生する摩擦力（流体に作用するせん断力）によるエネルギー損失である。回転摩擦損失とは、モータの出力トルクのうち摩擦力に消費される量のようなものである。取扱い液の粘度が高いほど、またロータと取扱い液の回転方向の相対流速が大きいほど回転摩擦損失は大きい。場合によっては、ポンプに要求される仕様値である運転回転数まで、回転数があがらないこともあります。

[0007] このように、ロータが高速回転（1万～10万rpm）する場合、取扱い液のガス化を低減したいときと、冷却液による回転摩擦損失を低減したいときがある。どちらの課題を解決することを優先するかは、キャンドモータの使用状態や使用目的に依存する。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：特開昭52-137611号

特許文献2：特開平2-193546号

特許文献3：特開平8-200274号

特許文献4：特開2012-213272号

特許文献5：特表2016-52744号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] 本発明の一形態は、このような問題点を解消すべくなされたもので、その目的は、ロータが高速回転する場合に、取扱い液がガス化することを低減したキャンドモータを提供することである。

[0010] また、本発明の他の一形態の目的は、ロータが高速回転する場合に、冷却液による回転摩擦損失を低減あるいは冷却液による回転摩擦損失を回避したキャンドモータを提供することである。

課題を解決するための手段

[0011] 上記課題を解決するために、形態1では、ステータ室に配置されるステー

タと、ロータ室に配置されるロータと、前記ロータを囲むキャンとを有し、前記ロータを冷却するための冷却液が前記ロータ室に流入するように構成されたロータ室入口部と、前記冷却液が前記ロータ室から流出するように構成されたロータ室出口部とを有するキャンドモータにおいて、前記ステータを冷却するための冷却液が前記ステータ室に流入するように構成されたステータ室入口部と、前記ステータ室入口部から流入した冷却液が前記ステータ室から流出するように構成されたステータ室出口部とを有することを特徴とするキャンドモータという構成を探っている。

[0012] 本実施形態では、ステータ室に冷却液、推進剤（燃料）例えば液体メタンや液体水素等の電気絶縁性を有する液体を供給する。この結果、ステータのコイルエンドが冷却される。これにより、ステータで発生して、ステータからロータ周囲の取扱い液に入る熱を低減して、ロータ周囲の取扱い液が高速回転時にガス化することを低減する。なお、ステータ室とは、ステータが配置される部屋または空間を意味する。ロータ室とは、ロータが配置される部屋または空間を意味する。

[0013] 上記他の課題を解決するために、形態2では、ステータ室に配置されるステータと、ロータ室に配置されるロータと、前記ロータを囲むキャンとを有するキャンドモータにおいて、前記ロータを冷却するための冷却ガスが前記ロータ室に流入するように構成されたロータ室入口部と、前記冷却ガスが前記ロータ室から流出するように構成されたロータ室出口部とを有することを特徴とするキャンドモータという構成を探っている。

[0014] 本実施形態では、冷却ガスがロータ室に流入する。このため、ロータの外周（例えば、ロータキャンとステータキャンとの間の隙間）には、ヘリウムや水素、メタンなどのロータを冷却するための冷却ガスが供給される。ガスによる回転摩擦損失は、液体による回転摩擦損失よりも小さいため、ロータの高速回転により生じる摩擦損失を低減しつつ、ロータを冷却することができる。

[0015] 形態3では、前記ステータを冷却するための冷却液が前記ステータ室に流

入するように構成されたステータ室入口部と、前記冷却液が前記ステータ室から流出するように構成されたステータ室出口部とを有することを特徴とする請求項 2 記載のキャンドモータという構成を探っている。

- [0016] 本実施形態によると、ロータを冷却するために冷却ガスを用いている場合に、ロータを冷却ガスで冷却するだけではステータの冷却が十分に行えないときに、ステータを適切に冷却することができる。冷却ガスは冷却液と比較して熱量が小さいため、冷却能力が低くなり、直接、冷却液でステータを冷却することが望ましい場合があるからである。なお、ロータを冷却ガスで冷却するだけでステータの冷却が十分に行えるときには、ステータを冷却しなくてもよい。
- [0017] 形態 4 では、前記ロータは、毎分 1 万回から 10 万回、回転するように構成されたことを特徴とする形態 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載のキャンドモータという構成を探っている。
- [0018] 形態 5 では、前記冷却液は、前記キャンドモータの取扱い液であることを特徴とする形態 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載のキャンドモータという構成を探っている。
- [0019] 形態 6 では、前記キャンドモータは、駆動回路室に配置されて前記ロータを駆動するように構成された駆動回路と、前記駆動回路を冷却するための冷却液が前記駆動回路室に流入するように構成された駆動回路室入口部と、該冷却液が前記駆動回路室から流出するように構成された駆動回路室出口部とを有することを特徴とする形態 1 ないし 5 のいずれか 1 項に記載のキャンドモータという構成を探っている。
- [0020] 形態 7 では、前記ステータ室と前記駆動回路室は、前記冷却液の流れに関して直列に接続されることを特徴とする形態 6 記載のキャンドモータという構成を探っている。
- [0021] 形態 8 では、形態 1 ないし 7 のいずれか 1 項に記載のキャンドモータを複数個有し、さらに、前記複数個のキャンドモータのうちの 1 つにより駆動されるように構成された燃料供給ポンプと、前記複数個のキャンドモータのう

の他の 1 つにより駆動されるように構成された酸化剤供給ポンプと、前記燃料供給ポンプにより燃料が供給され、かつ前記酸化剤供給ポンプにより酸化剤が供給されるように構成された燃焼室とを有することを特徴とするロケットエンジンシステムという構成を探っている。

- [0022] 形態 9 では、形態 1 ないし 7 のいずれか 1 項に記載のキャンドモータを複数個有し、さらに、前記複数個のキャンドモータのうちの 1 つにより駆動されるように構成された燃料供給ポンプと、前記燃料供給ポンプにより前記燃料が、前記複数個のキャンドモータに供給されるように構成されたことを特徴とするロケットエンジンシステムという構成を探っている。
- [0023] 形態 10 では、キャンドモータを複数個有し、前記複数個のキャンドモータのうちの 1 つにより駆動されるように構成された燃料供給ポンプと、前記燃料供給ポンプにより前記燃料が、前記複数個のキャンドモータに供給されるように構成されたことを特徴とするロケットエンジンシステムという構成を探っている。
- [0024] 形態 11 では、形態 8 ないし 10 のいずれか 1 項に記載のロケットエンジンシステムを有することを特徴とする液体燃料ロケットという構成を探っている。
- [0025] また、前記ステータを冷却するための冷却液が前記ステータ室に流入する場合に、前記複数個のキャンドモータの各々の前記ステータ室は、前記ステータを冷却するための冷却液の流れに関して直列または並列に接続されることを特徴とする形態 7 記載のロケットエンジンシステムという構成を探ることができる。
- [0026] なお、ロータを冷却するための冷却ガスもしくは冷却液が前記ロータ室に流入する場合に、複数個のキャンドモータの各々の前記ロータ室は、前記ロータを冷却するための冷却ガスもしくは冷却液の流れに関して直列または並列に接続されることを特徴とする形態 7 記載のロケットエンジンシステムという構成を探ることができる。

図面の簡単な説明

[0027] [図1]図1は、本発明の一実施形態に係るキャンドモータを示す図である。

[図2]図2は、本発明の一実施形態に係るロケットエンジンシステムの全体構成を示すブロック図である。

[図3]図3は、本発明の他の一実施形態に係るキャンドモータを示す図である。

[図4]図4は、本発明の他の一実施形態に係るロケットエンジンシステムの全体構成を示すブロック図である。

[図5]図5は、本発明のさらに他の一実施形態に係るロケットエンジンシステムの全体構成を示すブロック図である。

発明を実施するための形態

[0028] 以下、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。なお、以下の各実施形態において、同一または相当する部材には同一符号を付して重複した説明を省略することがある。また、各実施形態で示される特徴は、互いに矛盾しない限り他の実施形態にも適用可能である。

[0029] 図1は、本発明の一実施形態に係るキャンドモータと、このキャンドモータにより駆動されるポンプを示す図である。このような形態のポンプをキャンドモータポンプと呼ぶ。本実施形態に係るキャンドモータは、ロータが高速回転（1万～10万rpm）する場合に、ロータ室における取扱い液がガス化することを低減したキャンドモータである。以下では、キャンドモータをモータ部10と呼び、ポンプをポンプ部19と呼ぶ。

[0030] 本実施形態に係るモータ部10とポンプ部19を備えたポンプは、ロケットエンジンシステムに用いられる。従って、ポンプ部19の取扱い液は、ロケットエンジンの燃料や酸化剤である。なお、本実施形態に係るキャンドモータは、ロケットエンジンシステム以外の、ロータが高速回転（1万～10万rpm）する用途に用いることもできる。なお、キャンドモータポンプは、高速回転する場合に限らず、ポンプ部19の羽根車20にて昇圧した取扱い液の一部が吐出しケーシング54とモータ部10の間の主軸28の周囲に形成された空間を通過し、ロータ室12に供給され、モータ部10が冷却されるのが

一般的である。ただし、これは取扱い液が液体水素や液体メタンといった燃料などのロータ室12に供給されても差し支えない場合に限られる。なお、この場合、メカニカルシール33を設ける必要は必ずしもない。一方、キャンドモータポンプの取扱い液が、ロータ14と反応し着火する可能性のある酸化剤（液体酸素）などの危険液である場合は、ポンプ部19とモータ部10の間にメカニカルシールなどの軸封装置を設け、取扱い液のロータ室12への流入を防ぐ必要がある。その場合は、モータ部10の冷却のために、ロータ室12に冷却液が流入するように構成されたロータ室入口部62を設け、そこから別の冷却液をロータ室12に供給する。尚、モータの取扱い液（冷却液）は燃料、ポンプの取扱い液は燃料と酸化剤がある。

- [0031] モータ部10は、ステータ室26に配置されるステータ18と、ロータ室12に配置されるロータ14と、ロータ14を囲むステータキャン7とを有する。モータ部10は、ステータ18を冷却するための冷却液がステータ室26に流入するように構成されたステータ室入口部43と、冷却液がステータ室26から流出するように構成されたステータ室出口部44とを有する。
- [0032] ロータ14は、毎分1万回から10万回、回転する。高速回転するためにモータ部10の各部は発熱が大きくなる。そのために種々の対策が行われている。一例として、主軸28を支える2個のラジアル軸受32（玉軸受）においては、高速回転下の発熱は、ロータ室26を通過する燃料で冷却される。このように、本実施形態では冷却液は、ポンプ部19の取扱い液である。
- [0033] 本実施形態ではステータ18とロータ14の冷却はいずれも液体の供給により行われる。ステータ18の冷却は液体により行い、ロータ14の冷却は気体により行う実施形態については後述する。
- [0034] ポンプ部19は、羽根車20とポンプケーシング21で構成されている。ポンプケーシング21は、吸込カバー52と吐出ケーシング54とを有する。カバー52に吸込口23が設けられ、吐出ケーシング54に吐出口25が設けられる。取扱い液はポンプケーシング21の吸込口23から羽根車20に吸引され、羽根車20の回転により昇圧されて、ポンプケーシング21の

吐出口25からポンプ外部に圧送される。なお、ポンプ部19は高速回転であるため、燃料や酸化剤の吸込性能の向上を目的として、ポンプ部19には、インデューサ50を羽根車20の直前に配置している。

- [0035] 羽根車20は、モータ部10によって回転される。モータ部10は、ロータ14と、ステータ18と、モータケーシング3と、ステータキャン7と、主軸28とを有している。羽根車20は、ロータ14が固定されている主軸28に結合されている。この主軸28は、モータケーシング3に設けられているラジアル軸受32で回転可能に支承されている。
- [0036] モータケーシング3は、モータハウジングまたはモータフレームとも呼ばれる。モータケーシング3は、円筒状の第1モータフレーム56と、第1モータフレーム56の両端を塞ぐ軸受カバー5、第2モータフレーム58、軸受ケーシング60とを有する。円筒状のステータキャン7は、第1モータフレーム56の内側に配置される。第1モータフレーム56、軸受カバー5、第2モータフレーム58、軸受ケーシング60は、本実施形態では、別箇の部品であるが、これらの部品の任意の組み合わせを、一体化した部品とすることができる。例えば、軸受カバー5と第1モータフレーム56と第2モータフレーム58を、一体化した部品とすることができます。
- [0037] 円筒状のステータキャン7は、軸受カバー5と、第2モータフレーム58と、軸受ケーシング60により固定されている。ステータ室26は、モータケーシング3の第1モータフレーム56と第2モータフレーム58、およびステータキャン7により形成されている。このステータ室26には取扱い液が流入している。モータケーシング3の軸受カバー5と軸受ケーシング60には、ラジアル軸受32が固定されている。
- [0038] モータケーシング3と主軸28との間には軸封装置としてメカニカルシール33が設けられている。ポンプ部19からロータ室12への液体の流入は、メカニカルシール33によって防止されている。本図においては、メカニカルシール33の右側（モータ部10のロータ側）にラジアル軸受32aが配置されているが、メカニカルシール33の左側（ポンプ部19側）にラジ

アル軸受32aを配置してもよい。この場合、軸受32aの冷却は羽根車20が吐出す取扱い液でなされる。なおメカニカルシール33の代わりに、もしくはメカニカルシール33とともにフローティングリングやラビリンスシールを用いてもよい。

- [0039] ロータ14は、ステータ室26の内部に設けられているステータ18が発生する電磁気的な作用により回転力を発生している。ロータ14は、回転軸である主軸28の周りに配置されたロータコア90と、ロータコア90の周りに配置されたロータキャン88とを有する。
- [0040] ステータ18は、略円筒形状で、多数の軸方向スロットを有するステータコア4と、これら軸方向スロットの内部に収められたモータコイル2を有している。モータコイル2の軸方向の両端部にコイルエンド部2aがある。モータコイル2に、例えば後述する駆動回路74から電力が供給されることで、ステータ18は回転磁界を発生する。
- [0041] ロータ14とステータ18の間には、非磁性かつ比抵抗の大きな薄肉円筒状の金属製または樹脂性のステータキャン7が設けてある。ロータ14はステータキャン7の内部に配置されており、ロータ14は冷却液中に浸漬される。この冷却液は本実施形態では、ポンプ部19によって昇圧された流体の一部である。
- [0042] モータ部10は、ロータ14を冷却するための冷却液がロータ室12に流入するように構成されたロータ室入口部62と、冷却液がロータ室12から流出するように構成されたロータ室出口部64とを有する。ロータ室入口部62は、軸受ケーシング60内に形成されている。ロータ室入口部62は、入口62aと流路68を有する。流路68は、メカニカルシール33とラジアル軸受32aの位置関係の如何にかかわらず、メカニカルシール33の右側（モータ部10のロータ側）にあり、ロータコア90の左側（ポンプ部19側）にある空間に連通している。言い換えると、メカニカルシール33とロータコア90の間に連通している。図1においては、軸受ケーシング60と主軸28との間に設けられている空間66に連通している。空間66は、

ロータ室12の一部である。

- [0043] ロータ室入口部62の入口62aは、軸受ケーシング60に複数設けてよい。流路68も、軸受ケーシング60に複数設けてよい。入口62aと流路68との対応は、1対1に限られず、1対多、多対1、多対多でもよい。1対多の場合、例えば流路68は、主軸28(回転軸)から見て半径方向に放射状に複数個設けられる。複数個の流路68と接続される1個の入口62aは、軸受ケーシング60の外周に周方向に開口している。多対1の場合、例えば1個の流路68が、複数の入口62aと接続している。
- [0044] ロータ室入口部62は、軸受ケーシング60以外の部品、例えば、第2モータフレーム58に設けてよい。この場合本図では、ロータ室入口部62は、第2モータフレーム58とステータキャン7とを貫通して、ロータ室12に連通する。
- [0045] 流路68は、軸受ケーシング60内を半径方向に直線状に設けてよいし、螺旋状に設けてよい。ロータ室出口部64は、軸受カバー5に設けられ、ロータコア90とロータ室出口部64の間にラジアル軸受32bが備えられる。本実施形態では、ロータ室出口部64は、軸受カバー5の中心部に設けられる。ロータ室出口部64は、軸受カバー5の中心部以外に設けてよい。また、ロータ室出口部64は、軸受カバー5に複数個設けてよい。ロータ室出口部64は、場合によっては軸受カバー5以外の部品、例えば、第2モータフレーム58に設けてよい。
- [0046] ロータ室12は、ステータキャン7と、軸受カバー5と、軸受ケーシング60によって形成されている。ロータ室入口部62から、矢印70で示すように流入した冷却液は、空間66、ラジアル軸受32aを通り抜けて、ステータキャン7の内部(ラジアル軸受32aの右側のロータ室12)に流入する。冷却液は、さらにステータキャン7の内部(ロータ14の外周(例えば、ロータキャン88とステータキャン7との間の隙間)等)およびラジアル軸受32bを通り抜ける。冷却液は、その後、ロータ室出口部64から、矢印72で示すように流出し、その後、燃焼室に送られる。

- [0047] 冷却液は、本図とは逆に流入してもよい。すなわち冷却液は、ロータ室出口部64から流入し、ロータ室入口部62から流出してもよい。冷却液が本図1のようにロータ室入口部62から流入する場合、以下の利点がある。ロータ室入口部62から空間66に流入した冷却液の圧力が、空間73（メカニカルシール33を介して空間66に対向する空間）に存在する流体の圧力よりも高い場合、空間73内の流体が空間66に漏れてくることを防止できる。
- [0048] ステータキャン7とモータケーシング3との間には、密閉空間であるステータ室26が形成されている。ステータ18はこの密閉空間内に配置される。隔壁として機能するステータキャン7をステータ18の内側に設けることで、ロータ室12内の冷却液がステータ18へ浸入することを防止している。
- [0049] キャンドモータポンプは、ロータ14が、冷却液に浸漬された状態で回転するため、冷却液とロータ14との間で摩擦損失が発生する。そのため、キャンドモータポンプは危険液体など特にその外部への漏出を嫌う場合など特殊な用途に用いられることが多い。
- [0050] キャンドモータポンプでは通常、ロータ14、軸受32、ステータキャン7等で発生する機械的、電磁気的損失により発生する熱は、ロータ14の周囲に存在する冷却液に伝達される。本図の例では羽根車20で加圧された取扱い液の一部を、ロータ14等の冷却液としてロータ室入口部62からロータ室12に導いている。
- [0051] ロータ室12内の冷却液は、本図の左側のラジアル軸受32aを冷却した後、ロータ14とステータキャン7の内周面との隙間を通過する時にその部分の発生熱を取り去る。次に、本図の右側のラジアル軸受32bを通過して最終的にロータ室出口部64から流出する。ステータコア4やモータコイル2で発生した電気的損失に起因する発熱の一部は、ステータコア4の内側に配置されたステータキャン7を介してロータ室12内の冷却液で除去される。
- [0052] しかしロータ14が高速回転（1万～10万rpm）する場合、ステータ18で

発生した電気的損失が従来のキャンドモータポンプに比べ大きくなる。このため、従来のようにステータからロータ周囲の取扱い液に熱を逃がすと、ロータ周囲の取扱い液が低沸点の液体水素や液体メタンなどの液体燃料であるので、ステータ18から受ける多量の熱により、ステータとロータの間を流れる取扱い液のガス化（気化）が促進されてしまう。このことにより、ステータとロータの間を取扱い液は流れにくくなり、ステータのコイルエンドの冷却が困難となり、結果的に、ステータとロータの温度が急上昇して機能停止に至る虞がある。そこまでいかなくても、ステータとロータの間を流れる取扱い液のガス化（気化）によりロータや、その他の回転体が振動を起こすという虞がある。

- [0053] 本願発明では、以上の現象の発生の虞を想定し、ロータ室12内の冷却液には、極力ステータからの熱を供給することなく、ロータの高速回転により発生する回転摩擦等の損失熱の除去の担当を担わせ、一方、ステータ室26内の冷却液には優先的にステータおよびステータのコイルエンドの冷却を行い、極力ステータからの熱をロータに供給しないようにすることで、キャンドモータのロータとステータの冷却を効率的に行うこと目的としたものである。
- [0054] ステータ18とポンプ部19の間のモータケーシング3の外壁に備えたステータ室入口部43から、矢印82で示すように冷却液がステータ室26に流入して、ステータ18のポンプ部19とは反対の側のモータケーシング3の外壁に備えたステータ室出口部44から、矢印84で示すように流出する。
- [0055] ステータ室の熱を極力ロータ室に供給しないために、ステータ室に供給する冷却液の温度は、ロータ室に供給する冷却液の温度以下とすることが好ましい。このようにすることで、ステータ室の熱がロータ室に伝熱しにくくなる。また、ステータ室に供給する冷却液とロータ室に供給する冷却液の関係が上流と下流の関係（シリーズ）にならないように、供給源から分岐してパラレルにステータ室とロータ室に個別に供給することが好ましい。ステータ室、ロータ室に個別に冷却液を供給することで、各冷却液が、各々の冷却対

象に集中した冷却ができる。あるいは、ステータ室に供給する液の流れの向きは、ロータ室に供給する液の流れの向きと軸方向には同じ向きに流すことが好ましい。このようにすると、両者が互いに対面流（カウンターフロー）の場合に比べて熱交換がしにくくなる。また、あるいは、構造的にステータキャンの素材を熱伝導率の低い材料（樹脂材、樹脂材（膜）と金属材の併用）にしたり、ステータキャンの二重側壁構造とし壁間を真空とするなど断熱効果を高めることも好ましい。このようにするとステータ室の熱がロータ室に伝熱しにくくなり、各冷却液が、各々の冷却対象に集中した冷却ができる。尚、以上いずれかの方策、あるいは複数の組み合わせからなる対策を行うことが好ましい。このことにより、例えば、ステータ室に供給する液の流れの向きがロータ室に供給する液の流れの向きと軸方向には逆向き流すとしても、その他の例えば、ステータ室に供給する冷却液の温度は、ロータ室に供給する冷却液の温度以下とすることなどによって本発明は実施される。

- [0056] 以上の様に、熱的な意味でロータ室12内の冷却液とは別の冷却液により直接的にステータ18を冷却する。ステータ室26内において冷却液は、ステータコア4およびコイルエンド部2aの外周面に直接的に接触しており、ステータ18の冷却を効率的に行うことができる。ステータ室入口部43およびステータ室出口部44は複数設けてもよい。
- [0057] なお、ステータ室26内の冷却液の流れる方向は、本図と逆でもよい。すなわち、ステータ室出口部44から、矢印84と反対方向に冷却液がステータ室26に流入して、ステータ室入口部43から、矢印82と反対方向に流出してもよい。なお、モータ部10には、メカニカルシール33を装着するためのスタッティングボックス148が設けられている。
- [0058] 次に、モータ部10が駆動回路室を有する場合に、駆動回路室を冷却することについて図1により説明する。モータ部10は、駆動回路室76に配置されてロータ14を駆動するように構成された駆動回路74と、駆動回路74を冷却するための冷却液が駆動回路室76に流入するように構成された駆動回路室入口部78と、冷却液が駆動回路室76から流出するように構成され

た駆動回路室出口部 80 とを有する。駆動回路 74 としては、ロータ 14 の回転速度を連続的に制御できるインバータ等がある。なお、駆動回路室 76 は、発熱量が少ない場合は冷却しなくてもよい。冷却しなくてもよい場合があることを示すために、本図では、駆動回路室 76 は点線で表示してある。

[0059] 本図の実施形態では駆動回路室 76 は、駆動回路室 76 の筐体 150 が、ねじ等の固定具により第 1 モータフレーム 56 に固定されている。筐体 150 は、取付部 152 において、第 1 モータフレーム 56 に固定されている。駆動回路室 76 は、第 1 モータフレーム 56 以外のモータ部 10 の部品に固定されていてもよい。駆動回路室 76 の形状は、直方体、もしくは第 1 モータフレーム 56 の外形に合わせたシリンダ形状が可能である。

[0060] さらに、駆動回路室 76 は、モータ部 10 とは別箇独立の装置でもよい。本図では、駆動回路室入口部 78 は、第 1 モータフレーム 56 への取付部に配置している。さらに、駆動回路室入口部 78 はステータ室出口部 44 と同一の位置に設けられている。駆動回路室入口部 78 は直接、ステータ室出口部 44 と接続されている。駆動回路室入口部 78 とステータ室出口部 44 は、異なる位置に設けてもよい。その場合は、配管で接続されていてもよい。

[0061] 駆動回路室 76 内の冷却液は、駆動回路室入口部 78 から、矢印 84 で示すように駆動回路室 76 に流入する。冷却液は駆動回路 74 の表面を流れ、駆動回路 74 を冷却する。その後、冷却液は駆動回路室出口部 80 から、矢印 86 で示すように流出する。本図に示すように、ステータ室 26 と駆動回路室 76 は、冷却液の流れに関して直列に接続されている。すなわち、ステータ室 26 内を冷却した冷却液が駆動回路室 76 内に流入している。なお、駆動回路室 76 内を冷却した冷却液がステータ室 26 内に流入することとしてもよい。また、ステータ室 26 と駆動回路室 76 は、冷却液の流れに関して並列に接続されてもよい。

[0062] 本実施形態では、ロータ室 12 とステータ室 26 と駆動回路室 76 を流れる冷却液は同一種類の液体であり、ポンプ部 19 の取扱い液である。取扱い液はたとえば、液体燃料口ケットの燃料である液体メタン、ケロシン、液体

水素等の電気絶縁性を有する液体である。なお、ロータ室12とステータ室26とを流れる冷却液として同一種類の液体を用いることができる場合、ステータキャン7に貫通孔を設けて、ロータ室12からステータ室26を直結してもよい場合がある。このようなときは、ロータ室12からステータ室26へ、もしくはステータ室26からロータ室12へ貫通孔を介して冷却液を流す。

- [0063] なお、ロータ室12とステータ室26に冷却液を供給するときに、後述の図3に示すように、ステータ室26に冷却液を供給してもよい。すなわち、モータコイル2の軸方向の両端部であってコイルエンド部2aの各々近傍のモータケーシング3に、ステータ室入口部431とステータ室入口部432を設ける。また、これらの略間の位置のモータケーシング3にステータ室出口部441を設けて、ステータ室入口部431とステータ室入口部432からステータ室に矢印82のように液体燃料を供給する。
- [0064] 供給した液体燃料は、ステータ4の隙間154を通ってステータ室入口部441から矢印84のように回収される。これにより、ステータ室入口部431とステータ室入口部432から矢印82のように供給された液体燃料がコイルエンド2aに優先的に接触してはじめに冷却するので、金属などの固体の伝熱では冷却しにくいコイルエンド2aの冷却を、軸方向の両端部で効率的に行うことができる。供給された液体燃料が、矢印154のようにステータ4の隙間を通してステータ室入口部441から矢印84のように回収される過程で、ステータコア全域を冷却できる。
- [0065] 次に、ロータ14を冷却するための冷却ガスがロータ室12に流入するよう構成されたロータ室入口部62と、冷却ガスがロータ室12から流出するよう構成されたロータ室出口部64とを有するキャンドモータの別の実施形態について図1により説明する。
- [0066] 本実施形態では、ステータ18の冷却は液体を供給することにより行い、ロータ14の冷却は気体を供給することにより行う。この実施形態は、ロータ14が高速回転（1万～10万rpm）する場合に、ロータ14を冷却液で冷却

すると、冷却液による回転摩擦損失が大きくなり、高速回転に支障が生じるという問題を解決するために、冷却ガスによって回転摩擦損失を低減したキヤンドモータを提供するものである。

- [0067] 本実施形態では、冷却ガスがロータ室入口部 6 2 からロータ室 1 2 に流入して、ロータ室 1 2 を流れて、ロータ室出口部 6 4 から流出する。このため、ロータ 1 4 の外周（例えば、ロータキャン 8 8 とステータキャン 7 との間の隙間）には、ヘリウムや水素、メタンなどのロータを冷却するための冷却ガスが供給される。ガスによる回転摩擦損失は、液体による回転摩擦損失よりも小さいため、ロータ 1 4 の高速回転により生じる摩擦損失を低減しつつ、ロータ 1 4 を冷却することができる。この場合、ロータ 1 4 の高速回転により生じる摩擦損失が減少するのでモータに入力する電力量を低減でき、ステータにおける発熱ロスも低減できる。
- [0068] 既述の実施形態では、冷却液がロータ室 1 2 に流入する。しかし本実施形態では、冷却ガスがロータ室 1 2 に流入する。ここで、既述の実施形態と本実施形態では、冷却に用いられる物質が液体であるか、ガスであるかという違いがあるが、ポンプ部 1 9 とモータ部 1 0 の構成は同一とすることができる。このため、図 1 を用いて既述した部分で本実施形態と重複する部分は説明を省略し、新たな内容に関して本実施形態を説明する。
- [0069] 冷却ガスは、例えば、ヘリウムガスである。ヘリウムガスはロケットにおいてバルブの操作、軸シール用のパージガス等に用いられるため、ロケットに搭載されている場合がある。ヘリウムガスがバルブの操作、軸シール用のパージガス等としてロケットに搭載されていない場合は、冷却のためにヘリウムガスをロケットに搭載する。冷却ガスは、ロケットエンジンの燃料をガス化したものを用いることもできる。
- [0070] ロータ室入口部 6 2 から、矢印 7 0 で示すように流入した冷却ガスは、空間 6 6 とラジアル軸受 3 2 a を通り抜けてステータキャン 7 の内部（ロータ室 1 2 ）に流入する。冷却ガスは、さらにステータキャン 7 の内部およびラジアル軸受 3 2 b を通り抜けて、ロータ室出口部 6 4 から、矢印 7 2 で示す

ように流出する。その後、冷却ガスは、大気中もしくは宇宙空間に放出される。なお、冷却ガスが、ロケットエンジンの燃料をガス化したものである場合は、冷却ガスを燃焼室に送ってもよい。

[0071] 次に、ステータ2のコイルエンド2aに直ちに冷却液が当たるように2個のステータ室入口部431, 432と、1個のステータ室出口部441を設けて、ステータ室入口部431, 432からステータ室26内に冷却液を供給する実施形態について図3により説明する。本図に示す実施形態では図1に示すステータ室入口部43と、ステータ室出口部44のほぼ中間の位置に設けたステータ室出口部441からステータ室内の冷却液を取り出す。ステータ室入口部431とステータ室入口部432の位置は、それぞれステータ室入口部43とステータ室出口部44の位置とほぼ同じである。ステータ室出口部441は、ステータ室入口部43とステータ室出口部44のほぼ中間の位置である。なお、図3に示すステータ室入口部431、ステータ室入口部432、ステータ室出口部441の位置は一例であり、他の位置でもよい。ステータ室入口部431とステータ室入口部432が、モータの軸方向においてステータ18の両側に、かつコイルエンド2aの近傍に位置することが好ましい。

[0072] 冷却液は、矢印82で示すように、ステータ室入口部431とステータ室入口部432から流入し、矢印154のようにステータ室出口部441に向かって流れる。冷却液はステータ18を冷却した後に、ステータ室出口部441から矢印84で示すように流出する。

[0073] 次に、既述のロータをガスで冷却を行う実施形態のキャンドモータを用いたロケットエンジンシステムについて図2により説明する。図2は、ロケットエンジンシステム92の全体構成を示すブロック図である。ロケットエンジンシステム92は、ガス冷却を行う実施形態のキャンドモータを2個有する。すなわち、ロケットエンジンシステム92は、2個のモータ部10のうちの1つ（モータ部10a）により駆動されるように構成された燃料供給ポンプであるポンプ部19aと、2個のモータ部10のうちの他の1つ（モ-

タ部 10 b) により駆動されるように構成された酸化剤供給ポンプであるポンプ部 19 b を有する。

[0074] また、ロケットエンジンシステム 92 は、ポンプ部 19 a により燃料が供給され、かつポンプ部 19 b により酸化剤が供給されるように構成された燃焼室 94 と、燃焼室 94 での燃焼により生成されたガスを噴出するためのノズル 96 とを有する。液体水素や液体メタン 等の燃料は、燃料タンク 98 から配管 100 によりポンプ部 19 a に送られて、ポンプ部 19 a により高圧にされた後に、配管 102 に送られる。

[0075] 燃料は配管 102 から分岐部 104 により、ノズル 96 に向かう配管 106 と、モータ部 10 に向かう配管 108 とに分配される。分岐部 104 は例えば、配管 102 から配管 106 と配管 108 に分岐する分岐配管と、配管 106 と配管 108 にそれぞれ設けられた制御弁とを有する。各制御弁により配管 106 と配管 108 に燃料を流すかどうかが制御される。以下に示す分岐部についても同様の構成とすることができます。

[0076] なお本実施形態では分岐部の上流側は分岐部の下流側よりも高圧であるため、分岐部において制御弁なしとしてもよい。配管 106 により燃料はノズル 96 と燃焼室 94 の冷却のために、ノズル 96 と燃焼室 94 の外周を経由して、燃焼室 94 内に送られる。

[0077] 一方、燃料は配管 108 から、分岐部 110 により、モータ部 10 a に向かう配管 112 と、モータ部 10 b に向かう配管 114 とに分配される。燃料は配管 112 によりモータ部 10 a に送られて、モータ部 10 a のステータ 18 を冷却した後に、配管 116 から流出する。流出した燃料は配管 116 から、合流部 118 により、配管 106 から来た燃料と合流されて、配管 120 に送られて、その後、燃焼室 94 に送られる。

[0078] また一方、燃料は配管 114 によりモータ部 10 b に送られて、モータ部 10 b のステータ 18 を冷却した後に、配管 122 から流出する。流出した燃料は配管 122 から、合流部 124 により、配管 120 から来た燃料と合流されて、配管 126 に送られて、その後、燃焼室 94 に送られる。

- [0079] モータ部10のロータ14を冷却するためのヘリウムガスの搬送経路について説明する。ヘリウムガスは、ヘリウムガスタンク128から配管130により分岐部132に送られる。ヘリウムガスは配管130から分岐部132により、モータ部10aに向かう配管134とモータ部10bに向かう配管136とに分配される。ヘリウムガスは配管134によりモータ部10aに送られて、モータ部10aのロータ14を冷却した後に、配管138から流出する。流出したヘリウムガスは、大気中もしくは宇宙空間に放出される。ヘリウムガスは配管136によりモータ部10bに送られて、モータ部10bのロータ14を冷却した後に、配管140から流出する。流出したヘリウムガスは、大気中もしくは宇宙空間に放出される。
- [0080] 次に、酸化剤の搬送経路について説明する。酸化剤は、酸化剤タンク142から配管144によりポンプ部19bに送られて、ポンプ部19bにより高圧にされた後に、配管146に送られる。酸化剤は、配管146を経由して燃焼室94内に送られる。
- [0081] 本図において、モータ部10を冷却するための冷却液（燃料）は、モータ部10aのステータ室26とモータ部10bのステータ室26に並列に供給されている。同様にモータ部10を冷却するためのヘリウムガスは、モータ部10aのロータ室12とモータ部10bのロータ室12に並列に供給されている。
- [0082] 冷却液は、モータ部10aとモータ部10bのステータ室26に直列に供給してもよい。同様にヘリウムガスは、モータ部10aとモータ部10bのロータ室12に直列に供給してもよい。すなわち、冷却液をモータ部10aのステータ室26に供給した後にモータ部10bのステータ室26に、または逆に、モータ部10bのステータ室26に供給した後にモータ部10aのステータ室26に供給してもよい。
- [0083] 同様にヘリウムガスをモータ部10aのロータ室12に供給した後にモータ部10bのロータ室12に、または逆に、モータ部10bのロータ室12に供給した後にモータ部10aのロータ室12に、供給してもよい。

[0084] 図2においては、ヘリウムガスをロータ14の冷却に用いているが、既述のように燃料をロータ14の冷却に用いてもよい。これについて、図4、5により説明する。図4、5は本発明の他の一実施形態に係るロケットエンジンシステムの全体構成を示すブロック図である。本図は、燃料ポンプによって加圧された燃料を、酸化剤用、燃料用の各キャンドモータのロータ室に供給する場合（すなわち図1）のキャンドモータの冷却方法を示す。

[0085] 図4、5において、酸化剤用ポンプを駆動するモータ部10bでは、燃料をロータ室12用に入口62aに供給する。燃料を、モータ部10bのステータ室26用にステータ室入口部43に供給する。燃料は配管114から、分岐部158により、入口62aに向かう配管160と、ステータ室入口部43に向かう配管162とに分配される。燃料は、ロータ室12とステータ室26を通過した後に、図示しない配管と、この配管の合流部を経て配管122へと流出する。

[0086] 燃料用ポンプを駆動するモータ部10aでは燃料を、酸化剤ポンプと同じ方法、もしくは入口62aを用いないでメカニカルシール33の隙間からもしくはメカニカルシール33を設けず、吐出しケーシング54とロータ室12の間の主軸28の周囲に形成された空間を通過させ、ロータ室12に供給する。酸化剤ポンプと同じ方法の場合、燃料は配管112から、分岐部168により、入口62aに向かう配管170と、ステータ室入口部43に向かう配管172とに分配される。配管170は、燃料をロータ室12用に入口62aに供給する。配管172は燃料をステータ室26用にステータ室入口部43に供給する。燃料は、ロータ室12とステータ室26を通過した後に、図示しない配管と、この配管の合流部を経て配管116へと流出する。

[0087] 図5の実線156は、入口62aを用いないでメカニカルシール33の隙間からもしくはメカニカルシール33を設けず、吐出しケーシング54とロータ室12の間の主軸28の周囲に形成された空間を通過し、ロータ室12に供給される燃料の流れを示す。燃料は、ステータ室26用にステータ室入口部43に配管112から供給される。燃料は、ロータ室12とステータ室26を通

過した後に、図示しない配管と、この配管の合流部を経て配管 116 へと流出する。液体燃料ロケットは、図 2, 4, 5 に示すロケットエンジンシステムを有することができる。

[0088] 以上、本発明の実施形態の例について説明してきたが、上記した発明の実施形態は、本発明の理解を容易にするためのものであり、本発明を限定するものではない。本発明は、その趣旨を逸脱することなく、変更、改良され得るとともに、本発明には、その均等物が含まれることはもちろんである。また、上述した課題の少なくとも一部を解決できる範囲、または、効果の少なくとも一部を奏する範囲において、特許請求の範囲および明細書に記載された各構成要素の任意の組み合わせ、または、省略が可能である。

符号の説明

- [0089]
- 2 …モータコイル
 - 2 a …コイルエンド部
 - 3 …モータケーシング
 - 4 …ステータコア
 - 5 …軸受カバー
 - 6 …ロータ
 - 7 …ステータキャン
 - 10 …モータ部
 - 10 a …モータ部
 - 10 b …モータ部
 - 12 …ロータ室
 - 14 …ロータ
 - 18 …ステータ
 - 19 …ポンプ部
 - 19 a …ポンプ部
 - 19 b …ポンプ部
 - 20 …羽根車

- 2 1 …ポンプケーシング
2 3 …吸込口
2 5 …吐出口
2 6 …ステータ室
2 8 …主軸
3 2 …ラジアル軸受
4 3 …ステータ室入口部
4 4 …ステータ室出口部
5 2 …吸込カバー
5 4 …吐出ケーシング
5 6 …第1モータフレーム
5 8 …第2モータフレーム
6 0 …軸受ケーシング
6 2 …ロータ室入口部
6 2 a …入口
6 4 …ロータ室出口部
6 6 …空間
6 8 …流路
7 4 …駆動回路
7 6 …駆動回路室
7 8 …駆動回路室入口部
8 0 …駆動回路室出口部
8 8 …ロータキャン
9 0 …ロータコア
9 2 …ロケットエンジンシステム
9 4 …燃焼室
9 6 …ノズル
9 8 …燃料タンク

128…ヘリウムガスタンク

142…酸化剤

請求の範囲

- [請求項1] ステータ室に配置されるステータと、
ロータ室に配置されるロータと、
前記ロータを囲むキャンとを有し、前記ロータを冷却するための冷却液が前記ロータ室に流入するように構成されたロータ室入口部と、
前記冷却液が前記ロータ室から流出するように構成されたロータ室出口部とを有するキャンドモータにおいて、
前記ステータを冷却するための冷却液が前記ステータ室に流入するように構成されたステータ室入口部と、
前記ステータ室入口部から流入した冷却液が前記ステータ室から流出するように構成されたステータ室出口部とを有することを特徴とするキャンドモータ。
- [請求項2] ステータ室に配置されるステータと、
ロータ室に配置されるロータと、
前記ロータを囲むキャンとを有するキャンドモータにおいて、
前記ロータを冷却するための冷却ガスが前記ロータ室に流入するように構成されたロータ室入口部と、
前記冷却ガスが前記ロータ室から流出するように構成されたロータ室出口部とを有することを特徴とするキャンドモータ。
- [請求項3] 前記ステータを冷却するための冷却液が前記ステータ室に流入するように構成されたステータ室入口部と、
前記冷却液が前記ステータ室から流出するように構成されたステータ室出口部とを有することを特徴とする請求項2記載のキャンドモータ。
- [請求項4] 前記ロータは、毎分1万回から10万回、回転するように構成されたことを特徴とする請求項1ないし3のいずれか1項に記載のキャンドモータ。
- [請求項5] 前記冷却液は、前記キャンドモータの取扱い液であることを特徴と

する請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載のキャンドモータ。

[請求項6] 前記キャンドモータは、駆動回路室に配置されて前記ロータを駆動するように構成された駆動回路と、

前記駆動回路を冷却するための冷却液が前記駆動回路室に流入するよう構成された駆動回路室入口部と、

該冷却液が前記駆動回路室から流出するよう構成された駆動回路室出口部とを有することを特徴とする請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項に記載のキャンドモータ。

[請求項7] 前記ステータ室と前記駆動回路室は、前記冷却液の流れに関して直列に接続されることを特徴とする請求項 6 記載のキャンドモータ。

[請求項8] 請求項 1 ないし 7 のいずれか 1 項に記載のキャンドモータを複数個有し、さらに、

前記複数個のキャンドモータのうちの 1 つにより駆動されるよう構成された燃料供給ポンプと、

前記複数個のキャンドモータのうちの他の 1 つにより駆動されるよう構成された酸化剤供給ポンプと、

前記燃料供給ポンプにより燃料が供給され、かつ前記酸化剤供給ポンプにより酸化剤が供給されるよう構成された燃焼室とを有することを特徴とするロケットエンジンシステム。

[請求項9] 請求項 1 ないし 7 のいずれか 1 項に記載のキャンドモータを複数個有し、さらに、

前記複数個のキャンドモータのうちの 1 つにより駆動されるよう構成された燃料供給ポンプと、

前記燃料供給ポンプにより前記燃料が、前記複数個のキャンドモータに供給されるよう構成されたことを特徴とするロケットエンジンシステム。

[請求項10] キャンドモータを複数個有し、

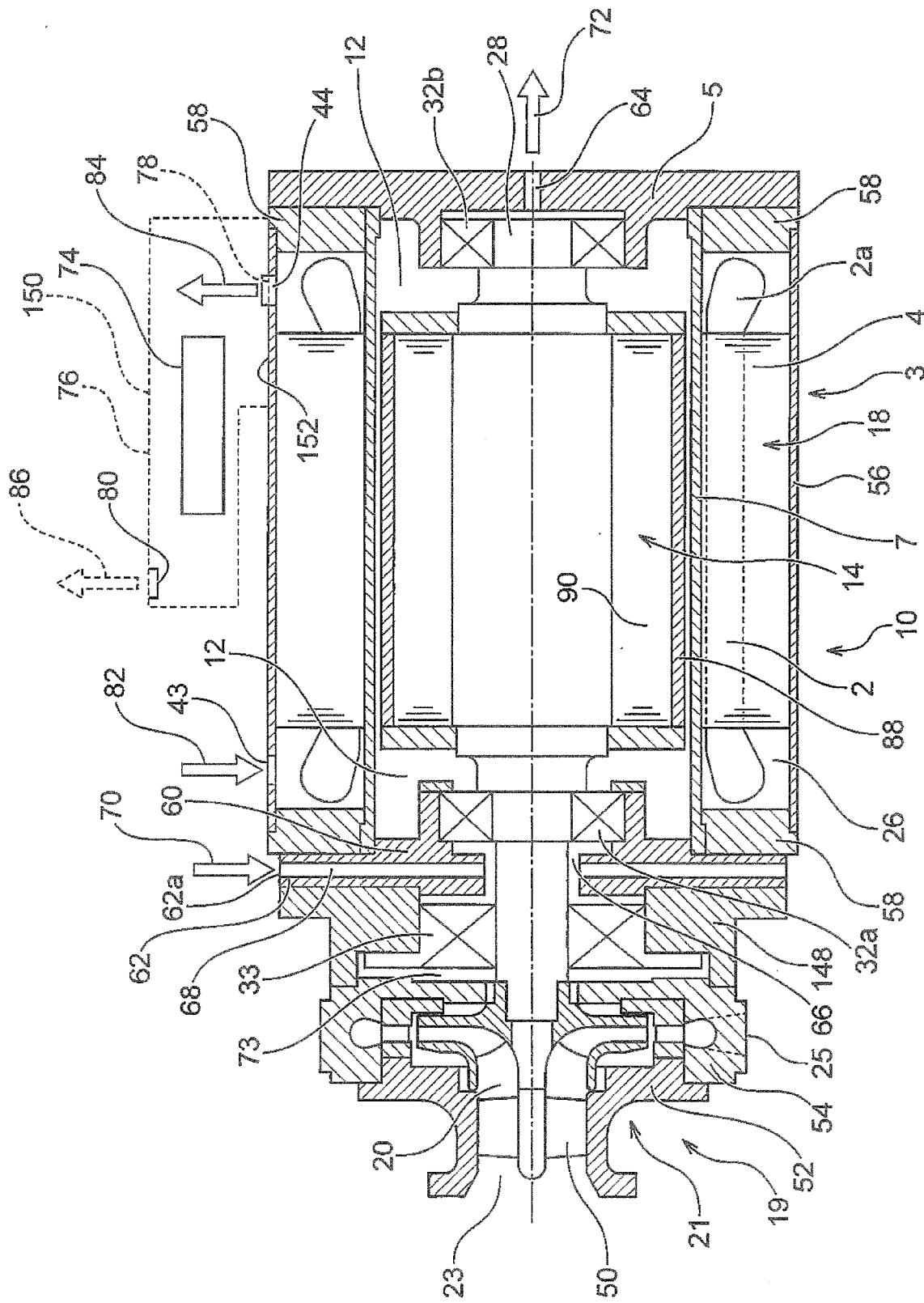
前記複数個のキャンドモータのうちの 1 つにより駆動されるよう

構成された燃料供給ポンプと、

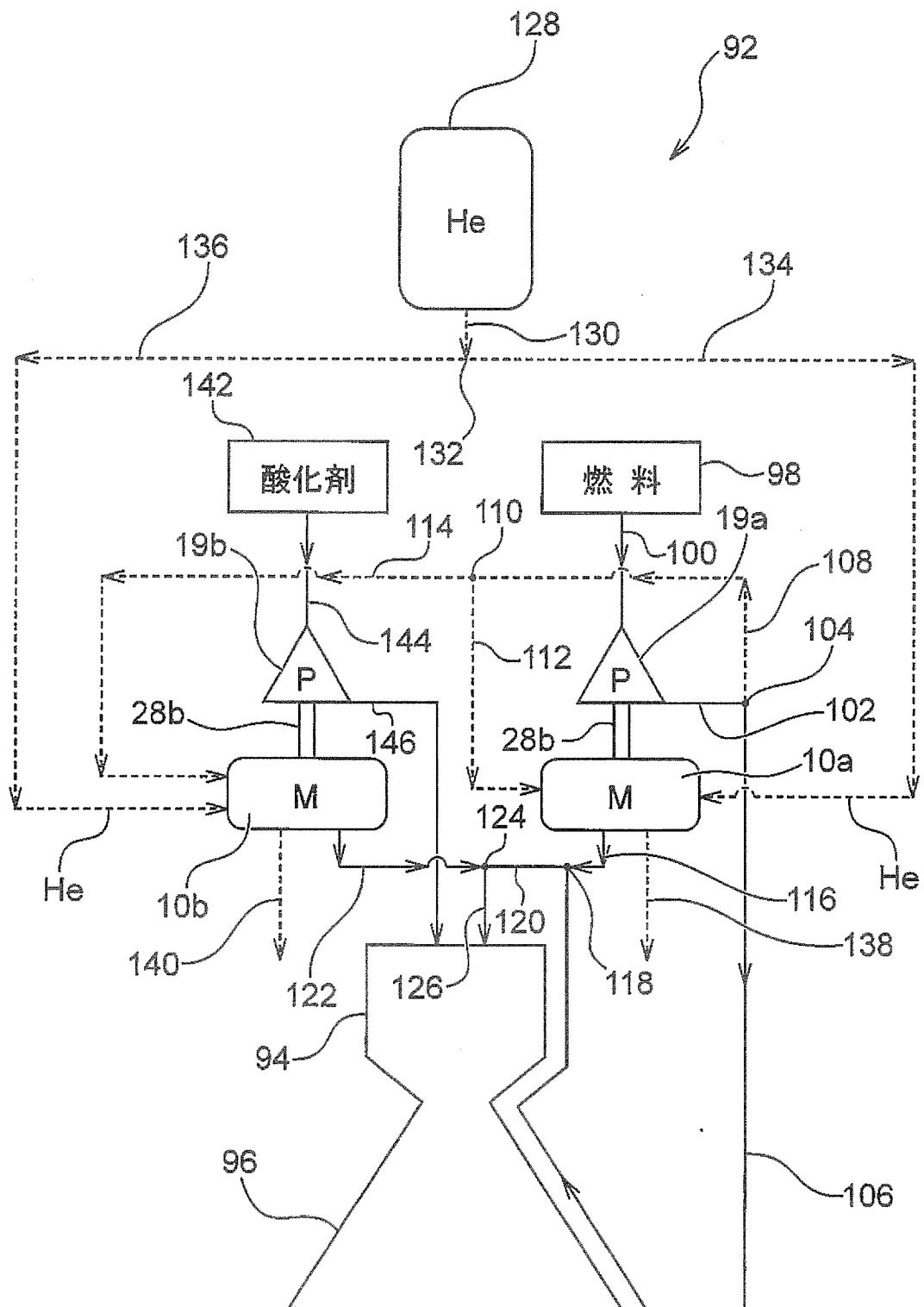
前記燃料供給ポンプにより前記燃料が、前記複数個のキャンドモータに供給されるように構成されたことを特徴とするロケットエンジンシステム。

[請求項11] 請求項8ないし10のいずれか1項に記載のロケットエンジンシステムを有することを特徴とする液体燃料ロケット。

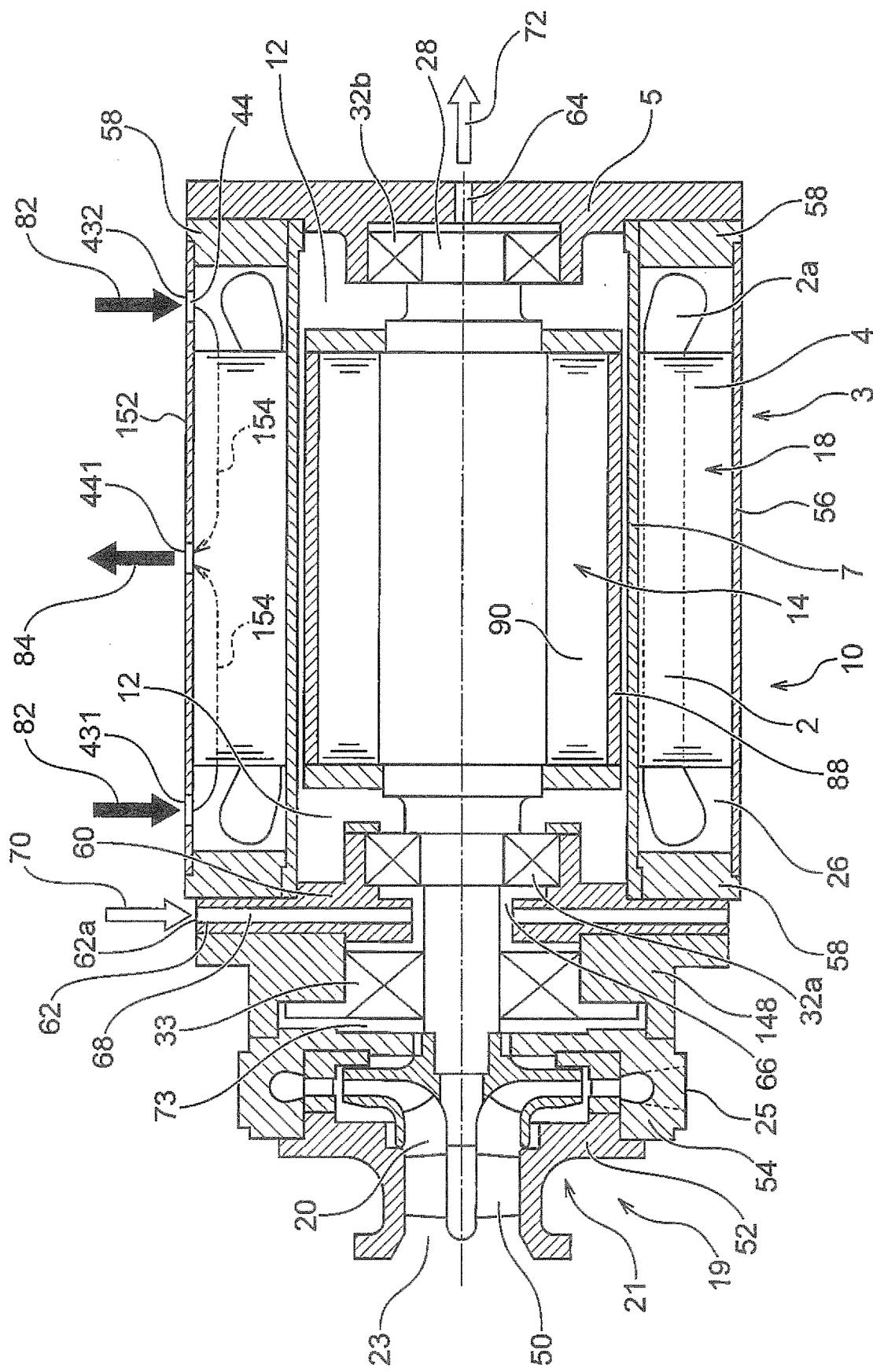
[図1]



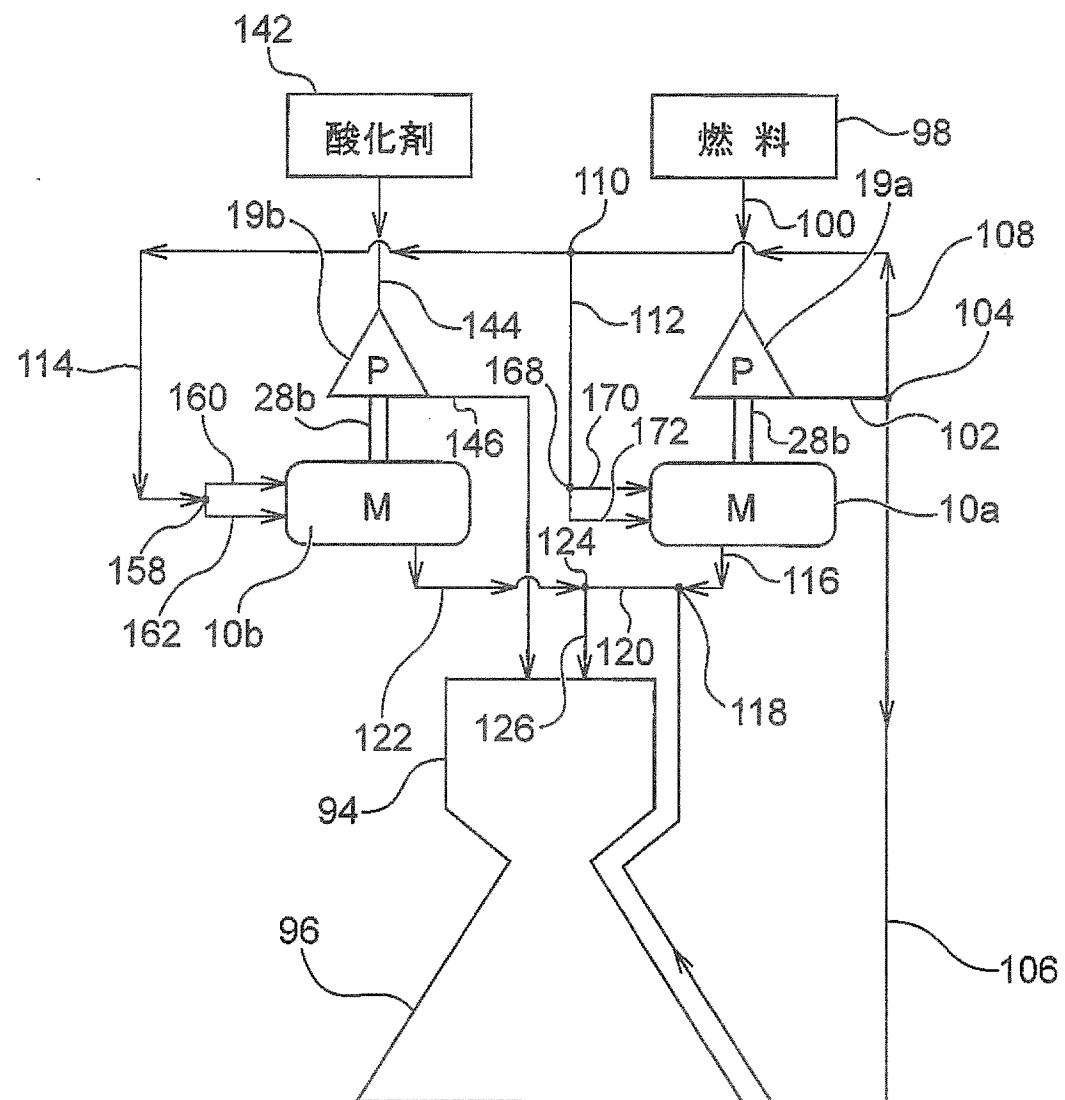
[図2]



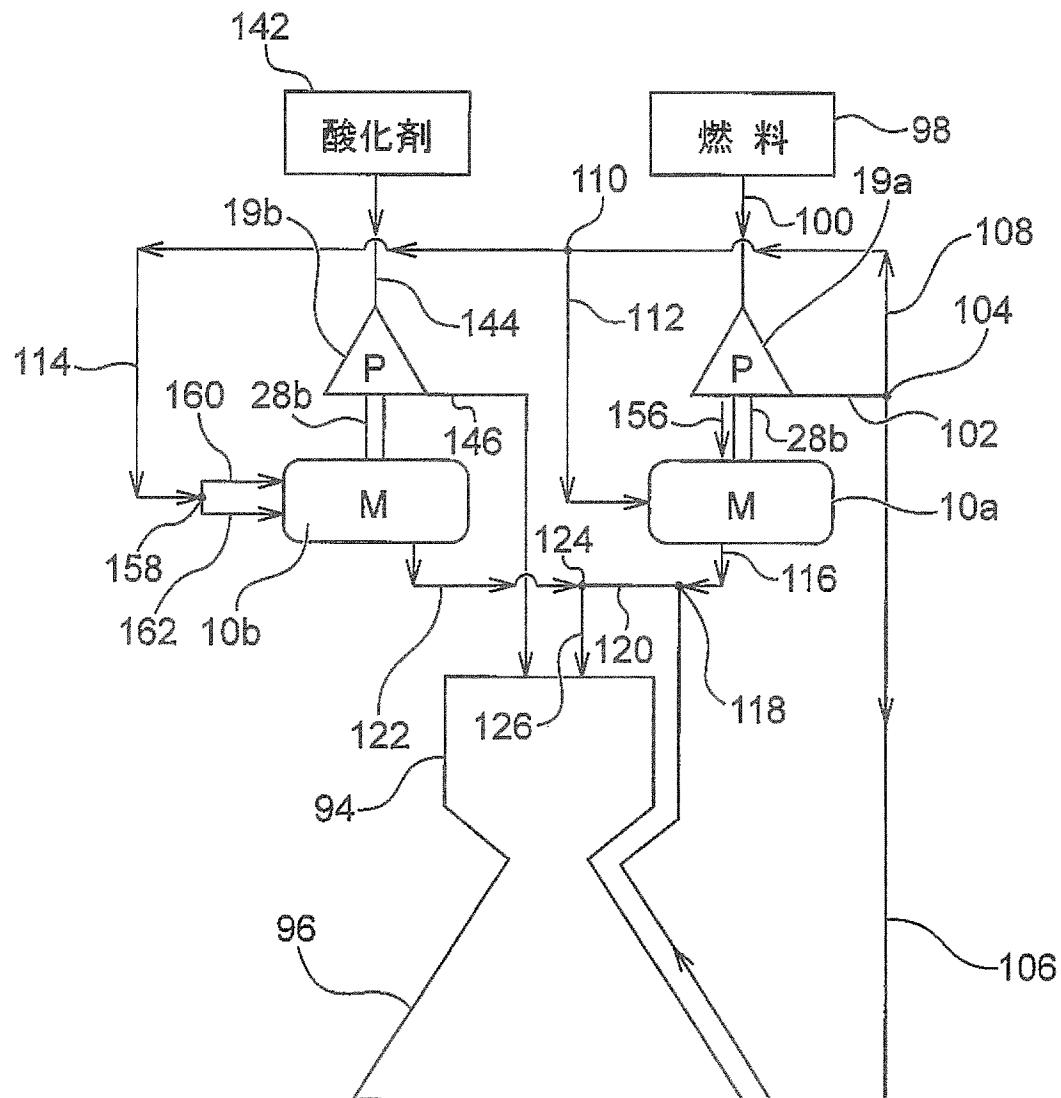
[図3]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/010287

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. H02K9/19(2006.01)i, F01D25/24(2006.01)i, F01D25/26(2006.01)i, F02K9/46(2006.01)i, F04D13/06(2006.01)i, F04D29/58(2006.01)i, H02K5/20(2006.01)i, H02K7/14(2006.01)i, H02K9/08(2006.01)i
FI: H02K9/19 A, H02K9/08 Z, H02K5/20, H02K7/14 B, F04D13/06 E, F04D29/58 D, F01D25/24 E, F01D25/26 A, F02K9/46, H02K9/19 B

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)

Int. Cl. H02K9/19, F01D25/24, F01D25/26, F02K9/46, F04D13/06, F04D29/58, H02K5/20, H02K7/14, H02K9/08

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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.
Y A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 006470/1974 (Laid-open No. 096913/1975) (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO., LTD.) 13 August 1975, claims, fig. 1	1-7 8-11
Y	JP 2-193546 A (MAYEKAWA MFG., CO., LTD.) 31 July 1990, page 2, upper left column, line 9 to page 3, upper left column, line 1, fig. 1, 2	1-7
Y	JP 48-99604 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO., LTD.) 17 December 1973, page 1, right column, line 12 to page 3, upper left column, line 10, fig. 1, 2	1-7



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
22.05.2020

Date of mailing of the international search report
02.06.2020

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer
Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORTInternational application No.
PCT/JP2020/010287

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 1994/027353 A1 (NAKAMURA, Kosei) 24 November 1994, description, page 5, line 5 to page 9, line 26, fig. 1	2-7
A	JP 2013-87738 A (NIKKI CO., LTD.) 13 May 2013, claim 1	10-11
A	CN 202863748 U (NO 704 RESEARCH INSTITUTE CHINA SHIPBUILDING HEAVY INDUSTRY GROUP CORP.) 10 April 2013, paragraph [0005]	10-11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2020/010287

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 50-096913 U1	13.08.1975	(Family: none)	
JP 2-193546 A	31.07.1990	(Family: none)	
JP 48-99604 A	17.12.1973	(Family: none)	
WO 1994/027353 A1	24.11.1994	JP 6-335200 A	
JP 2013-87738 A	13.05.2013	(Family: none)	
CN 202863748 U	10.04.2013	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号

PCT/JP2020/010287

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

H02K 9/19(2006.01)i; F01D 25/24(2006.01)i; F01D 25/26(2006.01)i; F02K 9/46(2006.01)i;
 F04D 13/06(2006.01)i; F04D 29/58(2006.01)i; H02K 5/20(2006.01)i; H02K 7/14(2006.01)i;
 H02K 9/08(2006.01)i
 FI: H02K9/19 A; H02K9/08 Z; H02K5/20; H02K7/14 B; F04D13/06 E; F04D29/58 D; F01D25/24 E; F01D25/26 A;
 F02K9/46; H02K9/19 B

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（IPC））

H02K9/19; F01D25/24; F01D25/26; F02K9/46; F04D13/06; F04D29/58; H02K5/20; H02K7/14; H02K9/08

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	1922 - 1996年
日本国公開実用新案公報	1971 - 2020年
日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年
日本国登録実用新案公報	1994 - 2020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
Y	日本国実用新案登録出願49-006470号(日本国実用新案登録出願公開50-096913号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム(東京芝浦電気株式会社) 13.08.1975 (1975-08-13) 実用新案登録請求の範囲, 図1	1-7
A		8-11
Y	JP 2-193546 A (株式会社前川製作所) 31.07.1990 (1990-07-31) 第2ページ左上欄9行-第3ページ左上欄1行, 図1-2	1-7
Y	JP 48-99604 A (東京芝浦電気株式会社) 17.12.1973 (1973-12-17) 第1ページ右欄12行-第3ページ左上欄10行, 図1-2	1-7
Y	WO 1994/027353 A1 (中村厚生) 24.11.1994 (1994-11-24) 明細書第5ページ5行-第9ページ26行, 図1	2-7
A	JP 2013-87738 A (株式会社ニッキ) 13.05.2013 (2013-05-13) 請求項1	10-11

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)

"0" 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抵触するものではなく、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つて、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つて、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

22.05.2020

国際調査報告の発送日

02.06.2020

名称及びあて先

日本国特許庁(ISA/JP)

〒100-8915

日本国

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

権限のある職員(特許庁審査官)

小林 紀和 3V 4240

電話番号 03-3581-1101 内線 3357

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
A	CN 202863748 U (NO 704 RES INST CHINA SHIPBUILDING HEAVY INDUSTRY GROUP CORP) 10.04.2013 (2013 - 04 - 10) 段落0005	10-11

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2020/010287

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 50-096913 U1	13.08.1975	(ファミリーなし)	
JP 2-193546 A	31.07.1990	(ファミリーなし)	
JP 48-99604 A	17.12.1973	(ファミリーなし)	
WO 1994/027353 A1	24.11.1994	JP 6-335200 A	
JP 2013-87738 A	13.05.2013	(ファミリーなし)	
CN 202863748 U	10.04.2013	(ファミリーなし)	