

(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2009-62906

(P2009-62906A)

(43) 公開日 平成21年3月26日(2009.3.26)

(51) Int.Cl.

F02G 1/053 (2006.01)

F1

F02G 1/053

テーマコード (参考)

G

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2007-232265 (P2007-232265)
 (22) 出願日 平成19年9月7日(2007.9.7)

(71) 出願人 506065725
 株式会社 e スター
 大阪府大阪市中央区見2丁目1番61号
 (71) 出願人 501204525
 独立行政法人海上技術安全研究所
 東京都三鷹市新川6丁目38番1号
 (74) 代理人 100098545
 弁理士 阿部 伸一
 (74) 代理人 100087745
 弁理士 清水 善廣
 (74) 代理人 100106611
 弁理士 辻田 幸史
 (72) 発明者 赤澤 輝行
 大阪府大阪市中央区見2丁目1番61号
 株式会社 e スター内

最終頁に続く

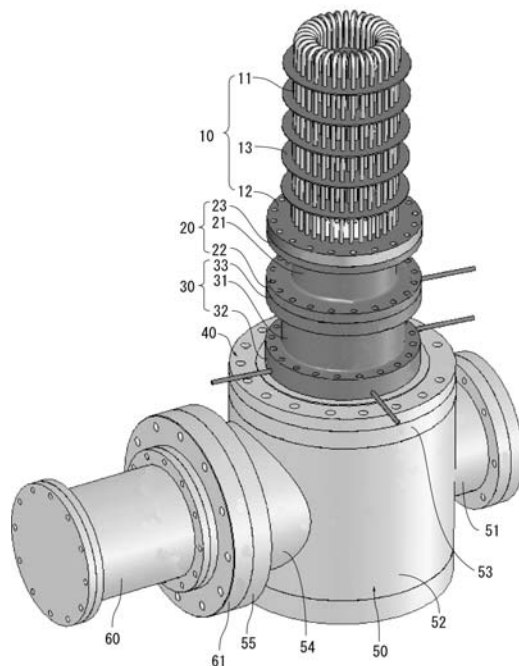
(54) 【発明の名称】 スターリングエンジン

(57) 【要約】

【課題】スコッチ・ヨーク機構を備えたスターリングエンジンにおいて、組立作業が容易で、組立精度がよいスターリングエンジンを提供すること。

【解決手段】本発明のスターリングエンジンは、ディスプレイサピストン71とパワーピストン72とをスコッチ・ヨーク機構90を介してクランクシャフト80に連結し、スコッチ・ヨーク機構90及びクランクシャフト80を高圧雰囲気下に維持するクランクケース50と、クランクシャフト80の両端のクランクシャフト軸受123、124及びヨーク94a、94bの動作方向を規制するガイドシャフト95a、95bを固定するクランクボックス100とを備え、クランクボックス100を、クランクケース50とは別部材で構成したことを特徴とする。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ディスプレイサピストンとパワーピストンとを備え、
 前記ディスプレイサピストンと前記パワーピストンとをスコッチ・ヨーク機構を介してクランクシャフトに連結し、
 前記クランクシャフトの両端にはクランクシャフト軸受を備え、
 前記スコッチ・ヨーク機構を、
 前記クランクシャフトに偏心して取り付けられたクランクピンと、
 前記クランクピンのまわりに設けた軸受と、
 長溝を形成したヨークと、
 前記ヨークの動作方向を前記ディスプレイサピストン及び前記パワーピストンの動作方向に規制するガイドシャフトとで構成し、
 前記軸受が前記長溝内を転がることで前記ヨークが前記ガイドシャフトに沿って往復動するスターリングエンジンであって、
 前記スコッチ・ヨーク機構及び前記クランクシャフトを高圧雰囲気下に維持するクランクケースと、
 前記クランクシャフト軸受及び前記ガイドシャフトを固定するクランクボックスとを備え、
 前記クランクボックスを、前記クランクケースとは別部材で構成したことを特徴とするスターリングエンジン。

10

20

【請求項 2】

前記ディスプレイサピストンと前記パワーピストンとが摺動するシリンダと、前記シリンダを固定するベースフランジと、前記シリンダの外周部に配置する筒状の冷却部とを備え、
 前記冷却部の一方の端部に形成した冷却部用フランジを前記ベースフランジの一方の面に固定し、
 前記クランクボックスの天板に形成した耳部を前記ベースフランジの他方の面に固定することを特徴とする請求項 1 に記載のスターリングエンジン。

【請求項 3】

前記シリンダの一端側の外周面に前記冷却部の内周面が当接し、前記シリンダの他端側の外周面に前記天板に形成した開口部の内周面が当接することを特徴とする請求項 2 に記載のスターリングエンジン。

30

【請求項 4】

前記クランクボックスと前記シリンダとを同一部材で一体成型したことを特徴とする請求項 2 に記載のスターリングエンジン。

【請求項 5】

前記クランクボックスと前記ベースフランジとを同一部材で一体成型したことを特徴とする請求項 2 に記載のスターリングエンジン。

【請求項 6】

前記クランクボックス、前記ベースフランジ、及び前記シリンダを同一部材で一体成型したことを特徴とする請求項 2 に記載のスターリングエンジン。

40

【請求項 7】

前記クランクボックスを、前記クランクシャフトを貫通させるための開口部を形成した一对の側板と、前記ガイドシャフトの固定面を形成する天板及び底板とによって形成し、前記天板には、前記パワーピストンの摺動空間となる開口部を形成し、一对の前記側板に設けた前記開口部にはそれぞれベアリングホルダを固定し、前記クランクシャフト軸受を、前記ベアリングホルダ内に収めることで、前記クランクシャフトを前記クランクボックスに取り付けることを特徴とする請求項 1 に記載のスターリングエンジン。

【請求項 8】

前記クランクケースの胴部側面には発電機接続筒部を備え、前記発電機接続筒部の端部

50

には発電機接続フランジを設け、発電機ケースの一端には発電機ケース側フランジを備え、前記発電機接続フランジと前記発電機ケース側フランジとを接続し、前記クランクシャフトの一端を、カップリングを介して発電機用シャフトに接続することを特徴とする請求項1に記載のスターリングエンジン。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、廃熱やバイオマスなどの熱源を活用できるスターリングエンジンに関する。

【背景技術】

【0002】

廃熱やバイオマスなどの熱源を有効に活用することは、環境問題及びエネルギー問題の解決に繋がる。スターリングエンジンは熱源を選ばず、温度差があれば運転できるという特徴を持つことから、それら熱源の有効活用に適している。

スターリングエンジンは、低い温度にも熱源できることから、その目標性能を達成するにはピストンシールや機構の摩擦に起因する機械損失の軽減が開発課題の一つである。

スターリングエンジンに用いられるスコッチ・ヨーク機構は、出力軸に偏心して取り付けられたクランクピン軸受が長円形の溝の中を転がることにより、ヨークを往復動させる機構であり、ピストンおよび出力軸に垂直な方向に直動軸受等のガイドを設けることによって、ピストンに作用するサイドスラストを打ち消すことができる。

そして、スコッチ・ヨーク機構は、クロスヘッド機構や通常のクランク機構に比べて高さを短縮しやすく、また、各部にグリース封入式の軸受を用いることによって潤滑装置を簡単化できるため、比較的 low 出力の小型エンジンに適している。

一方、スコッチ・ヨーク機構は、ヨークの往復部の質量増大による機械損失の増加、クランクピンとヨーク部の接点の強度や耐摩耗性に問題があり、本発明者らは、摺動損失を低減し、信頼性の高いスコッチ・ヨーク機構とするスターリングエンジンを既に提案している（特許文献1）。

【特許文献1】特願2006-283323号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

しかし、従来のスターリングエンジンでは、スコッチ・ヨーク機構をクランクケースに取り付ける構成であるため、精度が要求される組立作業が極めて困難であり、熟練を要するという問題を有していた。特にクランクケースは、耐圧部材によって耐圧構造をとらなければならないため、組立精度を高めることが極めて困難であった。

【0004】

そこで本発明は、スコッチ・ヨーク機構を備えたスターリングエンジンにおいて、組立作業が容易で、組立精度がよいスターリングエンジン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】

【0005】

請求項1記載の本発明のスターリングエンジンは、ディスプレイサピストンとパワーピストンとを備え、前記ディスプレイサピストンと前記パワーピストンとをスコッチ・ヨーク機構を介してクランクシャフトに連結し、前記クランクシャフトの両端にはクランクシャフト軸受を備え、前記スコッチ・ヨーク機構を、前記クランクシャフトに偏心して取り付けられたクランクピンと、前記クランクピンのまわりに設けた軸受と、長溝を形成したヨークと、前記ヨークの動作方向を前記ディスプレイサピストン及び前記パワーピストンの動作方向に規制するガイドシャフトとで構成し、前記軸受が前記長溝内を転がることで前記ヨークが前記ガイドシャフトに沿って往復動するスターリングエンジンであって、前記スコッチ・ヨーク機構及び前記クランクシャフトを高圧雰囲気下に維持するクランクケースと、前記クランクシャフト軸受及び前記ガイドシャフトを固定するクランクボックスとを備え、前記クランクボックスを、前記クランクケースとは別部材で構成したことを特

10

20

30

40

50

徴とする。

請求項 2 記載の本発明は、請求項 1 に記載のスターリングエンジンにおいて、前記ディスプレイサピストンと前記パワーピストンとが摺動するシリンダと、前記シリンダを固定するベースフランジと、前記シリンダの外周部に配置する筒状の冷却部とを備え、前記冷却部の一方の端部に形成した冷却部用フランジを前記ベースフランジの一方の面に固定し、前記クランクボックスの天板に形成した耳部を前記ベースフランジの他方の面に固定することを特徴とする。

請求項 3 記載の本発明は、請求項 2 に記載のスターリングエンジンにおいて、前記シリンダの一端側の外周面に前記冷却部の内周面が当接し、前記シリンダの他端側の外周面に前記天板に形成した開口部の内周面が当接することを特徴とする。

請求項 4 記載の本発明は、請求項 2 に記載のスターリングエンジンにおいて、前記クランクボックスと前記シリンダとを同一部材で一体成型したことを特徴とする。

請求項 5 記載の本発明は、請求項 2 に記載のスターリングエンジンにおいて、前記クランクボックスと前記ベースフランジとを同一部材で一体成型したことを特徴とする。

請求項 6 記載の本発明は、請求項 2 に記載のスターリングエンジンにおいて、前記クランクボックス、前記ベースフランジ、及び前記シリンダを同一部材で一体成型したことを特徴とする。

請求項 7 記載の本発明は、請求項 1 に記載のスターリングエンジンにおいて、前記クランクボックスを、前記クランクシャフトを貫通させるための開口部を形成した一对の側板と、前記ガイドシャフトの固定面を形成する天板及び底板とによって形成し、前記天板には、前記パワーピストンの摺動空間となる開口部を形成し、一对の前記側板に設けた前記開口部にはそれぞれベアリングホルダを固定し、前記クランクシャフト軸受を、前記ベアリングホルダ内に収めることで、前記クランクシャフトを前記クランクボックスに取り付けることを特徴とする。

請求項 8 記載の本発明は、請求項 1 に記載のスターリングエンジンにおいて、前記クランクケースの胴部側面には発電機接続筒部を備え、前記発電機接続筒部の端部には発電機接続フランジを設け、発電機ケースの一端には発電機ケース側フランジを備え、前記発電機接続フランジと前記発電機ケース側フランジとを接続し、前記クランクシャフトの一端を、カップリングを介して発電機用シャフトに接続することを特徴とする。

【発明の効果】

【0006】

本発明によれば、耐圧を考慮することなくクランクボックスを構成することができ、このクランクボックスにクランクシャフト軸受及びガイドシャフトを固定する構成を容易に設計することができるスターリングエンジンを提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0007】

本発明の第 1 の実施の形態によるスターリングエンジンは、スコッチ・ヨーク機構及びクランクシャフトを高圧雰囲気下に維持するクランクケースと、クランクシャフト軸受及びガイドシャフトを固定するクランクボックスとを備え、クランクボックスを、クランクケースとは別部材で構成したものである。本実施の形態によれば、高圧雰囲気下に維持するクランクケースとは別部材としてクランクボックスを設けることで、耐圧を考慮することなくクランクボックスを構成することができ、このクランクボックスにクランクシャフト軸受及びガイドシャフトを固定する構成を容易に設計することができる。そして、このクランクボックスにクランクシャフト軸受及びガイドシャフトを固定した状態で、組立を行うことが可能であるため、組立を精度よく容易に行うことができる。

本発明の第 2 の実施の形態は、第 1 の実施の形態によるスターリングエンジンにおいて、ディスプレイサピストンとパワーピストンとが摺動するシリンダと、シリンダを固定するベースフランジと、シリンダの外周部に配置する筒状の冷却部とを備え、冷却部の一方の端部に形成した冷却部用フランジをベースフランジの一方の面に固定し、クランクボックスの天板に形成した耳部をベースフランジの他方の面に固定するものである。本実施の

10

20

30

40

50

形態によれば、ベースフランジの一方の面に冷却部を取り付け、ベースフランジの他方の面にクランクボックスを取り付けるため、ベースフランジを基準に精度を確保することができる。

本発明の第3の実施の形態は、第2の実施の形態によるスターリングエンジンにおいて、シリンダの一端側の外周面に冷却部の内周面が当接し、シリンダの他端側の外周面に天板に形成した開口部の内周面が当接するものである。本実施の形態によれば、シリンダをベースフランジの両面から突出させ、このシリンダの外周面に冷却部の内周面とクランクボックスの開口部内周面を当接させることで、それぞれの軸心調整を容易に行うことができる。

本発明の第4の実施の形態は、第2の実施の形態によるスターリングエンジンにおいて、クランクボックスとシリンダとを同一部材で一体成型したものである。本実施の形態によれば、クランクボックスとシリンダとを同一部材で一体成型することで、組立作業を容易にし、組立精度を高めることができる。

本発明の第5の実施の形態は、第2の実施の形態によるスターリングエンジンにおいて、クランクボックスとベースフランジとを同一部材で一体成型したものである。本実施の形態によれば、クランクボックスとベースフランジとを同一部材で一体成型することで、組立作業を容易にし、組立精度を高めることができる。

本発明の第6の実施の形態は、第2の実施の形態によるスターリングエンジンにおいて、クランクボックス、ベースフランジ、及びシリンダを同一部材で一体成型したものである。本実施の形態によれば、クランクボックス、ベースフランジ、及びシリンダを同一部材で一体成型することで、組立作業を容易にし、組立精度を高めることができる。

本発明の第7の実施の形態は、第1の実施の形態によるスターリングエンジンにおいて、クランクボックスを、クランクシャフトを貫通させるための開口部を形成した一对の側板と、ガイドシャフトの固定面を形成する天板及び底板とによって形成し、天板には、パワーピストンの摺動空間となる開口部を形成し、一对の側板に設けた開口部にはそれぞれベアリングホルダを固定し、クランクシャフト軸受を、ベアリングホルダ内に収めることで、クランクシャフトをクランクボックスに取り付けるものである。本実施の形態によれば、クランクボックスを直方体に形成し、直方体を形成するそれぞれの面を利用してクランクシャフトやパワーピストンを固定するため、それぞれの部材の取り付け角度のずれを最小限に抑えることができる。

本発明の第8の実施の形態は、第1の実施の形態によるスターリングエンジンにおいて、クランクケースの胴部側面には発電機接続筒部を備え、発電機接続筒部の端部には発電機接続フランジを設け、発電機ケースの一端には発電機ケース側フランジを備え、発電機接続フランジと発電機ケース側フランジとを接続し、クランクシャフトの一端を、カップリングを介して発電機用シャフトに接続するものである。本実施の形態によれば、クランクシャフトだけでなく発電機用シャフトについてもクランクケースに固定しないので、組立精度を高めるとともに組立作業を容易に行うことができる。

【実施例】

【0008】

以下本発明の一実施例によるスターリングエンジンについて説明する。

まず、図1を用いて同スターリングエンジンの外觀構成について説明する。

図1は本実施例によるスターリングエンジンの構成を示す斜視図である。

図1に示すように、本実施例によるスターリングエンジンは、加熱部10、再生部20、冷却部30を、ベースフランジ40の一方に積み重ねて構成している。また、同スターリングエンジンは、ベースフランジ40の他方にクランクケース50を備えている。クランクケース50には、発電機ケース60とエンコーダケース51とを備えている。

同スターリングエンジンは、加熱部10を、例えば船舶のディーゼルエンジンから発生する排気ガスを排出する熱源ガス流路内に設置して用いる。

冷却部30は、筒状の冷却部用胴部31と、この冷却部用胴部31の両端に形成した冷却部用フランジ32、33とを備える。一方の冷却部用フランジ32は、ベースフランジ

10

20

30

40

50

40の一方の面に固定される。

再生部20は、筒状の再生部用胴部21と、この再生部用胴部21の両端に形成した再生部用フランジ22、23とを備える。一方の再生部用フランジ22は、他方の冷却部用フランジ33に固定される。

加熱部10は、U字状に曲げられた複数のヒーター管11と、これらのヒーター管11の開口端部を固定する加熱部用フランジ12とを備える。この加熱部用フランジ12は、他方の再生部用フランジ23に固定される。なお、ヒーター管11には、多数の熱交換フィン13を設けている。

クランクケース50は、筒状のクランクケース胴部52と、このクランクケース胴部52の一端に形成したクランクケース胴部フランジ53とを備える。また、クランクケース胴部52の側面には、筒状のエンコーダケース51と同一軸線上に、発電機接続筒部54を備える。この発電機接続筒部54の端部には、発電機接続フランジ55を設けている。

発電機ケース60の一端には、発電機ケース側フランジ61を備えており、発電機ケース側フランジ61と発電機接続フランジ55とが接続される。なお、クランクケース50内は、高圧雰囲気下に維持され、本実施例においては、発電機ケース60内もクランクケース50内と同じ高圧雰囲気下に維持される。

【0009】

次に、図2から図11を用いて同スターリングエンジンの内部構成について説明する。

図2は同スターリングエンジンの構成を示す一部断面斜視図、図3は同スターリングエンジンの構成を示す側面断面図である。

同スターリングエンジンは、ディスプレイサピストン71とパワーピストン72とを有している。ディスプレイサピストン71及びパワーピストン72は、それぞれクランクシャフト80に連結されている。クランクシャフト80の一端は、カップリング81を介して発電機用シャフト62と接続され、他端は、カップリング82を介してエンコーダ63と接続されている。また、クランクシャフト80の一端側には、フライホイール64を設けている。ここでカップリング81、82は、クランクシャフト80と発電機用シャフト62との軸心ずれを許容できるゴムカップリングが適している。

ディスプレイサピストン71及びパワーピストン72の移動範囲には、シリンダ73が設けられている。

シリンダ73の外周部には、冷却部30とベースフランジ40が位置する。

ディスプレイサピストン71には、ディスプレイサキャップ71aが設けられている。

加熱部10には、加熱部用フランジ12の中央部に、加熱部ヘッド14を形成している。

この加熱部ヘッド14は、ディスプレイサキャップ71aの頂部と同形状に形成されている。そして、加熱部ヘッド14とディスプレイサキャップ71aとの間にディスプレイサピストン71の一方の空間が形成され、ディスプレイサピストン71とパワーピストン72との間にディスプレイサピストン71の他方の空間が形成される。

ヒーター管11の一端側端部11aは、ディスプレイサピストン71の一方の空間に連通している。またヒーター管11の他端側端部11bは、再生部20と連通し、再生部20は冷却部30と連通し、冷却部30はディスプレイサピストン71の他方の空間に連通している。

再生部20の内部には、シリンダ73と同心円状の筒材24が配置されている。そして再生部20の内周面と筒材24との間には、複数の円管が再生部20の軸方向に配置される。各円管の隙間にはオーステナイト系ステンレス鋼や黄銅等の金網のマトリックス材を詰めている。作動ガスは、マトリックス材を通り抜けて、ヒーター管11又は冷却部30に流れる。作動ガスは、この再生部20を通り抜けるときに、マトリックス材から吸熱し、又はマトリックス材に放熱する。なお、円管及びマトリックス材については図示を省略する。

冷却部30内は、冷却水が流れる通路と作動ガスが流れる通路に区分され、作動ガスは冷却水で冷却される。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 0 】

ディスプレイサピストン 7 1 とパワーピストン 7 2 とは、スコッチ・ヨーク機構 9 0 を介してクランクシャフト 8 0 に連結している。なお、ディスプレイサピストン 7 1 とパワーピストン 7 2 とは位相を所定角度ずらしている。

ここでスコッチ・ヨーク機構 9 0 について、図 4 から図 9 を用いて説明する。

図 4 は、本実施例によるスコッチ・ヨーク機構の構成を示す要部正面図、図 5 は、同スコッチ・ヨーク機構を示す要部斜視図、図 6 は、パワーピストンとクランクシャフトとの連結を示すスコッチ・ヨーク機構の要部斜視図、図 7 は、ディスプレイサピストンとクランクシャフトとの連結を示すスコッチ・ヨーク機構の要部斜視図、図 8 は、クランクシャフトにおける連結を示すスコッチ・ヨーク機構の要部斜視図である。

パワーピストン 7 2 とクランクシャフト 8 0 とを連結するスコッチ・ヨーク機構 9 0 a は、クランクシャフト 8 0 に偏心して取り付けられたピストン用クランクピン 9 1 a と、ピストン用クランクピン 9 1 a のまわりに設けたピストン用軸受 9 2 a と、長溝 9 3 a を形成したピストンヨーク 9 4 a とで構成され、ピストン用軸受 9 2 a が長溝 9 3 a 内を転がることでピストンヨーク 9 4 a が往復動する。なお、スコッチ・ヨーク 9 0 a は、図 6 に示すようにパワーピストンボート 7 4 によってパワーピストン 7 2 と連結している。また、ピストンヨーク 9 4 a の両側部には、パワーピストン 7 2 の動作方向にガイドシャフト 9 5 a が設けられている。ピストンヨーク 9 4 a は、リニアベアリングを介してガイドシャフト 9 5 a に設けている。ガイドシャフト 9 5 a は、ピストンヨーク 9 4 a の動作方向をパワーピストン 7 2 の動作方向に規制する。

ピストンヨーク 9 4 a の長溝 9 3 a の内周面には 2 枚のプレート 9 6 a、9 7 a を設けている。長溝 9 3 a のパワーピストン 7 2 側の内周面には上側プレート 9 6 a が、長溝 9 3 a のパワーピストン 7 2 と反対側の内周面には下側プレート 9 7 a が設けられている。ピストン用軸受 9 2 a は、上側プレート 9 6 a と下側プレート 9 7 a とを摺動面としている。

ピストンヨーク 9 4 a にはアルミニウム合金を用い、プレート 9 6 a、9 7 a には炭素鋼を用いる。このように、プレート 9 6 a、9 7 a を、ピストンヨーク 9 4 a の材料よりも硬い材料で構成することで、プレート 9 6 b、9 7 b のみをピストン用軸受 9 2 a 外周壁面との接触面であるプレート 9 6 b、9 7 b に摺動性を高めるための最適な材料、硬度、表面処理等を施すことで、耐摩耗性を高めることができる。さらに、万一、磨耗等で交換する場合もピストンヨーク 9 4 a を交換することなく、プレート 9 6 b、9 7 b のみの交換で済み、メンテナンス性のよいスターリングエンジンとなる。なお、ピストン用軸受 9 2 a にはボールベアリングを用いて外輪を回転させる。

【 0 0 1 1 】

特に図 4 及び図 7 に示すように、ディスプレイサピストン 7 1 とクランクシャフト 8 0 とを連結するスコッチ・ヨーク機構 9 0 b は、クランクシャフト 8 0 に偏心して取り付けられたディスプレイサ用クランクピン 9 1 b と、ディスプレイサ用クランクピン 9 1 b のまわりに設けたディスプレイサ軸受 9 2 b と、長溝 9 3 b を形成したディスプレイサヨーク 9 4 b とで構成され、ディスプレイサ用軸受 9 2 b が長溝 9 3 b 内を転がることでディスプレイサ用ヨーク 9 4 b が往復動する。なお、スコッチ・ヨーク 9 0 b は、ディスプレイサロッド 7 5 によってディスプレイサピストン 7 1 と連結している。また、ディスプレイサヨーク 9 4 b の両側部には、ディスプレイサピストン 7 1 の動作方向にガイドシャフト 9 5 b が設けられている。ディスプレイサヨーク 9 4 b は、リニアベアリングを介してガイドシャフト 9 5 b に設けている。ガイドシャフト 9 5 b は、ディスプレイサヨーク 9 4 b の動作方向をディスプレイサピストン 7 1 の動作方向に規制する。

ディスプレイサヨーク 9 4 b の長溝 9 3 b の内周面には 2 枚のプレート 9 6 b、9 7 b を設けている。長溝 9 3 b のディスプレイサピストン 7 1 側の内周面には上側プレート 9 6 b が、長溝 9 3 b のディスプレイサピストン 7 1 と反対側の内周面には下側プレート 9 7 b が設けられている。ディスプレイサ用軸受 9 2 b は、上側プレート 9 6 b と下側プレート 9 7 b とを摺動面としている。

ディスプレイサヨーク 94b にはアルミニウム合金を用い、プレート 96b、97b には炭素鋼等を用いる。このように、プレート 96b、97b を、ディスプレイサヨーク 94b の材料よりも硬い材料で構成することで、プレート 96b、97b のみをピストン用軸受 92a 外周壁面との接触面であるプレート 96b、97b に摺動性を高めるための最適な材料、硬度、表面処理等を施すことで、耐摩耗性を高めることができる。さらに、万一、磨耗等で交換する場合もディスプレイサヨーク 94b を交換することなく、プレート 96b、97b のみの交換で済み、メンテナンス性のよいスターリングエンジンとなる。なお、ディスプレイサ用軸受 92b にはボールベアリングを用いて外輪を回転させる。

【0012】

次に、スコッチ・ヨーク機構を収容するクランクボックスについて、図 2 から図 10 を用いて説明する。

図 9 は、本実施例によるクランクボックスの斜視図、図 10 は、同クランクボックスをベースフランジに取り付けた状態を示す要部斜視図である。

図 9 に示すように、クランクボックス 100 は、クランクシャフト 80 を貫通させるための開口部 101、102 を形成した側板 103、104 と、スコッチ・ヨーク機構 90 のガイドシャフト 95a、95b の固定面を形成する天板 105 及び底板 106 によって形成されている。一方の側板 103 は、他方の側板 104 と対向する位置にあり、天板 105 は底板 106 と対向する位置にある。

天板 105 には、パワーピストン 72 の摺動空間となる開口部 107 を形成し、底板 106 には、開口部 108 を形成している。また、天板 105 には、一对の耳部 109 が設けられ、この耳部 109 にはベースフランジ取付孔 110 が形成されている。

また、天板 105 及び底板 106 には、ガイドシャフト取付孔 111 が形成されている。図 5 に示すように、ガイドシャフト取付孔 111 に、ガイドシャフト 95a、95b が固定される。

また、図 3 及び図 10 に示すように、開口部 101 にはベアリングホルダ 121 が、開口部 102 にはベアリングホルダ 122 が固定される。そして、図 8 に示すクランクシャフト 80 の両端に備えたクランクシャフト軸受 123、124 を、それぞれベアリングホルダ 121、122 内に収めることで、クランクシャフト 80 がクランクボックス 100 に取り付けられる。

ガイドシャフト取付孔 111 へのガイドシャフト 95a、95b の取り付けによって、図 6 に示すパワーピストン 72 側のスコッチ・ヨーク機構 90a と、図 7 に示すディスプレイサピストン 71 側のスコッチ・ヨーク機構 90b とをクランクボックス 100 に取り付ける。そして、図 8 に示すクランクシャフト 80 を挿入し、開口部 101 にはベアリングホルダ 121 を、開口部 102 にはベアリングホルダ 122 を取り付け、このようにして、クランクボックス 100 にクランクシャフト 80 を取り付けけた状態を図 5 に示す。

【0013】

次にクランクボックス 100 のベースフランジ 40 への取り付けについて説明する。

図 10 に示すように、クランクボックス 100 は、ベースフランジ 40 の他方の面に取り付けられる。また、シリンダ 73 は、フランジ部 73a をベースフランジ 40 の他方の面に当接させボルト結合する。なお、クランクボックス 100 のベースフランジ 40 への取り付け前に、ベースフランジ 40 に、シリンダ 73 を取り付けしておくことが好ましい。シリンダ 73 の一方の端部は、ベースフランジ 40 の一方の面よりも突出しており、クランクボックス 100 の組み付け状態では、クランクボックス 100 内に位置する。従って、シリンダ 73 をベースフランジ 40 に取り付けることで、クランクボックス 100 のベースフランジ 40 への取り付け調整を、シリンダ 73 を基準面として行うことができる。

クランクボックス 100 のベースフランジ 40 への取り付けは、ベースフランジ取付孔 110 にボルトを挿入して取り付けられる。

【0014】

次にクランクケースについて説明する。

図 11 は、クランクケースの一部断面斜視図である。

10

20

30

40

50

クランクケース胴部フランジ 5 3 には、ボルト孔 5 3 a が形成され、また、発電機接続フランジ 5 5 にも、ボルト孔 5 5 a が形成されている。

クランクケース 5 0 は、クランクケース胴部フランジ 5 3 をベースフランジ 4 0 の一方の面に、ボルト孔 5 3 a を用いてボルト固定する。また、発電機ケース 6 0 は、発電機接続フランジ 5 5 と発電機ケース側フランジ 6 1 とをボルト孔 5 5 a を用いてボルト固定する。

上記構成において、スタート時には発電機を動力源としてディスプレイサピストン 7 1 を動作させることで、ディスプレイサピストン 7 1 の一方の空間と他方の空間内の作動ガスが移動する。作動ガスは、加熱部 1 0 で加熱・膨張して一方の空間に導入され、冷却部 3 0 で冷却・収縮して他方の空間に導入されることで、一方の空間及び他方の空間内に圧力変動が生じる。この作動空間内の圧力変動によってパワーピストン 7 2 が動作することで出力を得ることができる。

10

【 0 0 1 5 】

上記説明の通り、本実施例によれば、スコッチ・ヨーク機構 9 0 及びクランクシャフト 8 0 を高圧雰囲気下に維持するクランクケース 5 0 と、クランクシャフト軸受 1 2 3、1 2 4 及びガイドシャフト 9 5 a、9 5 b を固定するクランクボックス 1 0 0 とを備え、クランクボックス 1 0 0 をクランクケース 5 0 とは別部材で構成し、スコッチ・ヨーク機構 9 0 をクランクボックス 1 0 0 内に収めるとともに、クランクシャフト 8 0 もクランクボックス 1 0 0 で支持する構成とし、クランクケース 5 0 は、単なるカバーとして機能させている。従って、耐圧構造をとらなければならないクランクケース 5 0 では、組立精度を必要とせず、組立精度が必要となるクランクボックス 1 0 0 は、耐圧構造とする必要がないため、クランクボックス 1 0 0 を精度良く製造できるとともに、組立精度を高めることができる。

20

また本実施例によれば、ディスプレイサピストン 7 1 とパワーピストン 7 2 とが摺動するシリンダ 7 3 と、シリンダ 7 3 を固定するベースフランジ 4 0 と、シリンダ 7 3 の外周部に配置する筒状の冷却部 3 0 とを備え、冷却部 3 0 の一方の端部に形成した冷却部用フランジ 3 2 をベースフランジ 4 0 の一方の面に固定し、クランクボックス 1 0 0 の天板 1 0 5 に形成した耳部 1 0 9 をベースフランジ 4 0 の他方の面に固定することで、ベースフランジ 4 0 を基準に精度を確保することができる。

また本実施例によれば、シリンダ 7 3 の一端側の外周面に冷却部 3 0 の内周面が当接し、シリンダ 7 3 の他端側の外周面に天板 1 0 5 に形成した開口部 1 0 7 の内周面が当接する。従って、シリンダ 7 3 をベースフランジ 4 0 の両面から突出させ、このシリンダ 7 3 の外周面に冷却部 3 0 の内周面とクランクボックス 1 0 0 の開口部 1 0 7 の内周面を当接させることで、それぞれの軸心調整を容易に行うことができる。

30

また本実施例によれば、クランクボックス 1 0 0 を、クランクシャフト 8 0 を貫通させるための開口部 1 0 1、1 0 2 を形成した一对の側板 1 0 3、1 0 4 と、ガイドシャフト 9 5 a、9 5 b の固定面を形成する天板 1 0 5 及び底板 1 0 6 とによって形成し、天板 1 0 5 にはパワーピストン 7 2 の摺動空間となる開口部 1 0 7 を形成し、一对の側板 1 0 3、1 0 4 に設けた開口部 1 0 1、1 0 2 にはそれぞれベアリングホルダ 1 2 1、1 2 2 を固定し、クランクシャフト軸受 1 2 3、1 2 4 をベアリングホルダ 1 2 1、1 2 2 内に収めることで、クランクシャフト 8 0 をクランクボックス 1 0 0 に取り付けている。従って、クランクボックス 1 0 0 を直方体に形成し、直方体を形成するそれぞれの面を利用してクランクシャフト 8 0 やパワーピストン 7 2 を固定するため、それぞれの部材の取り付け角度のずれを最小限に抑えることができる。

40

また本実施例によれば、クランクケース 5 0 の胴部 5 2 側面には発電機接続筒部 5 4 を備え、発電機接続筒部 5 4 の端部には発電機接続フランジ 5 5 を設け、発電機ケース 6 0 の一端には発電機ケース側フランジ 6 1 を備え、発電機接続フランジ 5 5 と発電機ケース側フランジ 6 1 とを接続し、クランクシャフト 8 0 の一端を、カップリング 8 1 を介して発電機用シャフト 6 2 に接続している。従って、クランクシャフト 8 0 だけでなく発電機用シャフト 6 2 についてもクランクケース 5 0 に固定しないので、組立精度を高めること

50

ができるとともに組立作業を容易に行うことができる。

【 0 0 1 6 】

なお、本実施例では、クランクボックス 1 0 0 とシリンダ 7 3 とを別部材として説明したが、クランクボックス 1 0 0 とシリンダ 7 3 とを同一部材で一体成型してもよい。クランクボックス 1 0 0 とシリンダ 7 3 とを同一部材で一体成型することで、組立作業を容易にし、組立精度を高めることができる。

また、本実施例では、クランクボックス 1 0 0 とベースフランジ 4 0 とを別部材として説明したが、クランクボックス 1 0 0 とベースフランジ 4 0 とを同一部材で一体成型してもよい。クランクボックス 1 0 0 とベースフランジ 4 0 とを同一部材で一体成型することで、組立作業を容易にし、組立精度を高めることができる。

10

また、クランクボックス 1 0 0、ベースフランジ 4 0、及びシリンダ 7 3 を同一部材で一体成型してもよい。クランクボックス 1 0 0、ベースフランジ 4 0、及びシリンダ 7 3 を同一部材で一体成型することで、組立作業を容易にし、組立精度を高めることができる。

【産業上の利用可能性】

【 0 0 1 7 】

本発明のスターリングエンジンは、廃熱やバイオマスなどの熱源ガスを活用した発電装置や動力装置として利用することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 8 】

20

【図 1】本実施例によるスターリングエンジンの構成を示す斜視図

【図 2】同スターリングエンジンの構成を示す一部断面斜視図

【図 3】同スターリングエンジンの構成を示す側面断面図

【図 4】本実施例によるスコッチ・ヨーク機構の構成を示す要部正面図

【図 5】同スコッチ・ヨーク機構を示す要部斜視図

【図 6】パワーピストンとクランクシャフトとの連結を示すスコッチ・ヨーク機構

【図 7】ディスプレイサピストンとクランクシャフトとの連結を示すスコッチ・ヨーク機構の要部斜視図

【図 8】クランクシャフトにおける連結を示すスコッチ・ヨーク機構の要部斜視図

【図 9】本実施例によるクランクボックスの斜視図

30

【図 10】同クランクボックスをベースフランジに取り付けた状態を示す要部斜視図

【図 11】クランクケースの一部断面斜視図

【符号の説明】

【 0 0 1 9 】

1 0 加熱部

1 1 ヒーター管

1 2 加熱部用フランジ

1 3 熱交換フィン

2 0 再生部

2 1 再生部用胴部

40

2 2、2 3 再生部用フランジ

3 0 冷却部

3 1 冷却部用胴部

3 2、3 3 冷却部用フランジ

4 0 ベースフランジ

5 0 クランクケース

5 1 エンコーダケース

5 2 胴部

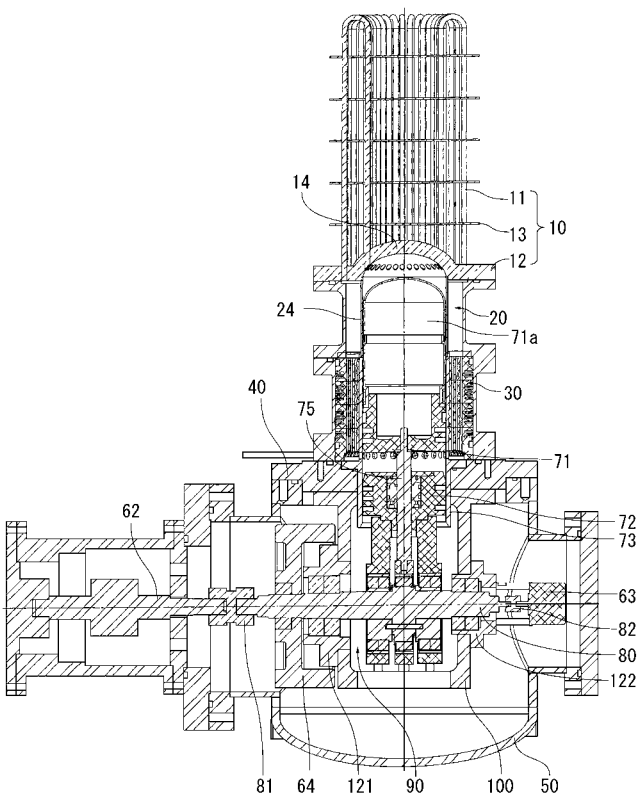
5 3 クランクケース胴部フランジ

5 4 発電機接続筒部

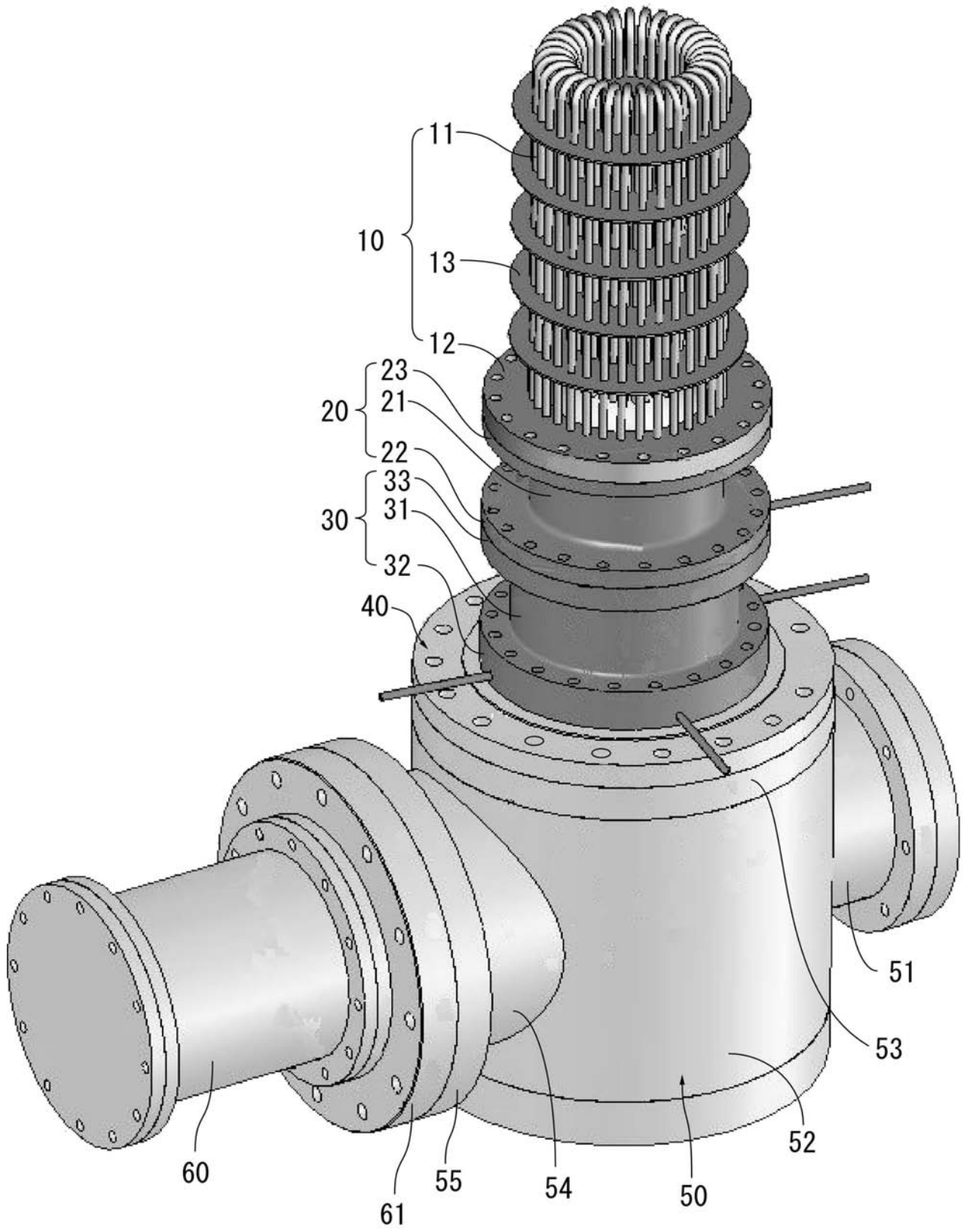
50

- 5 5 発電機接続フランジ
- 6 0 発電機ケース
- 6 1 発電機ケース側フランジ

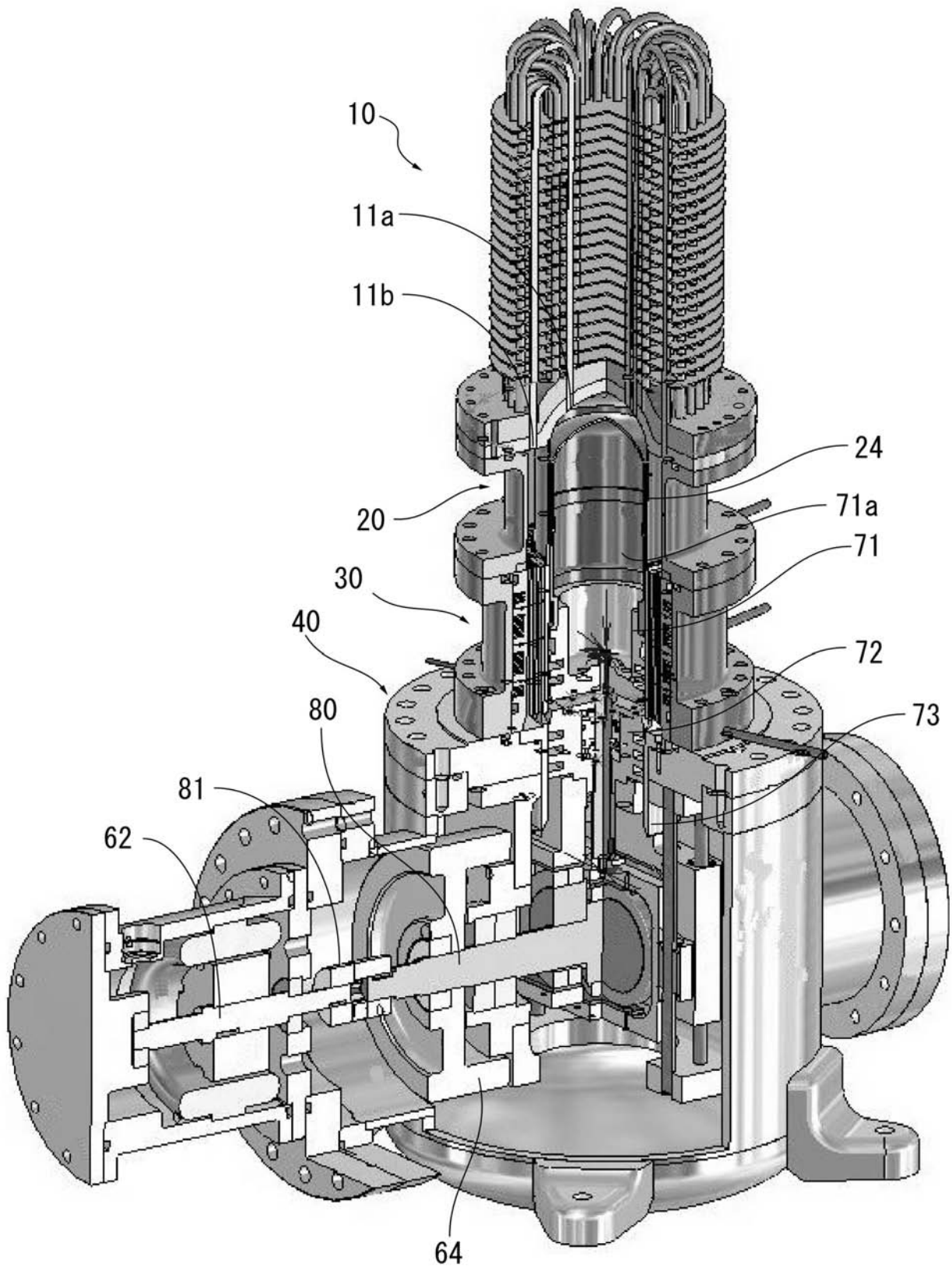
【 図 3 】



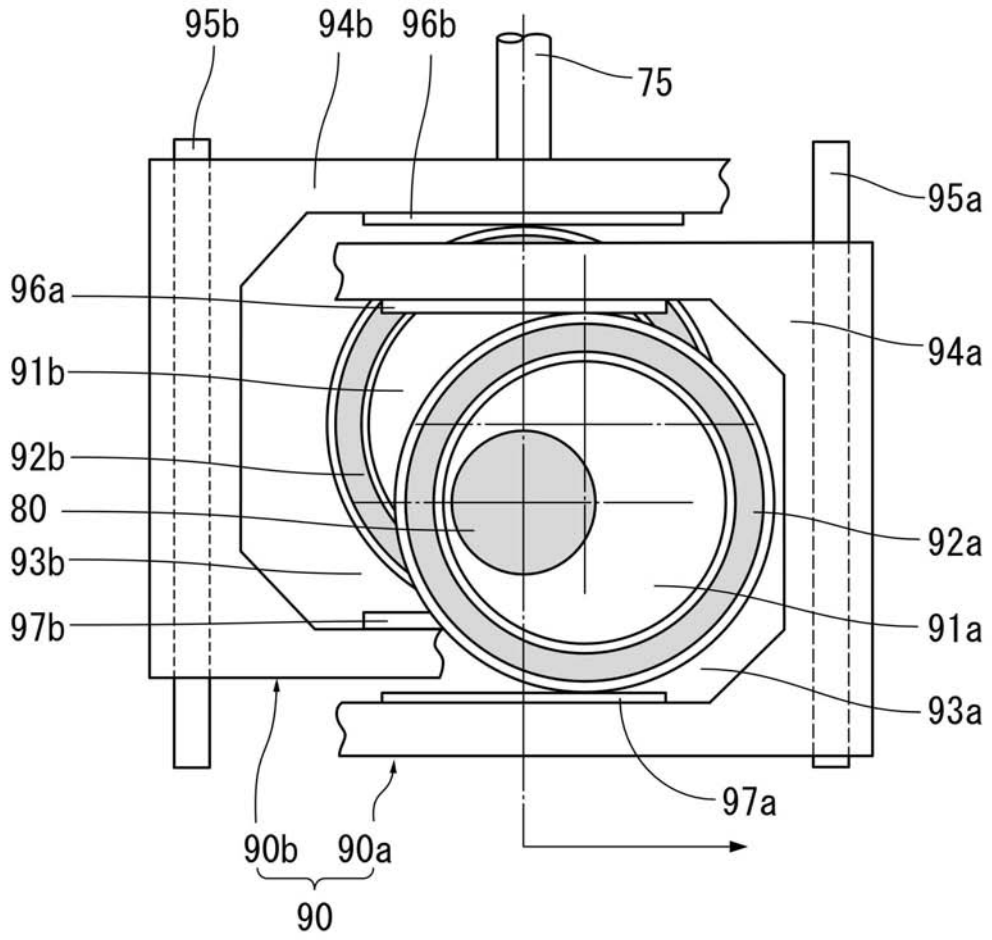
【 図 1 】



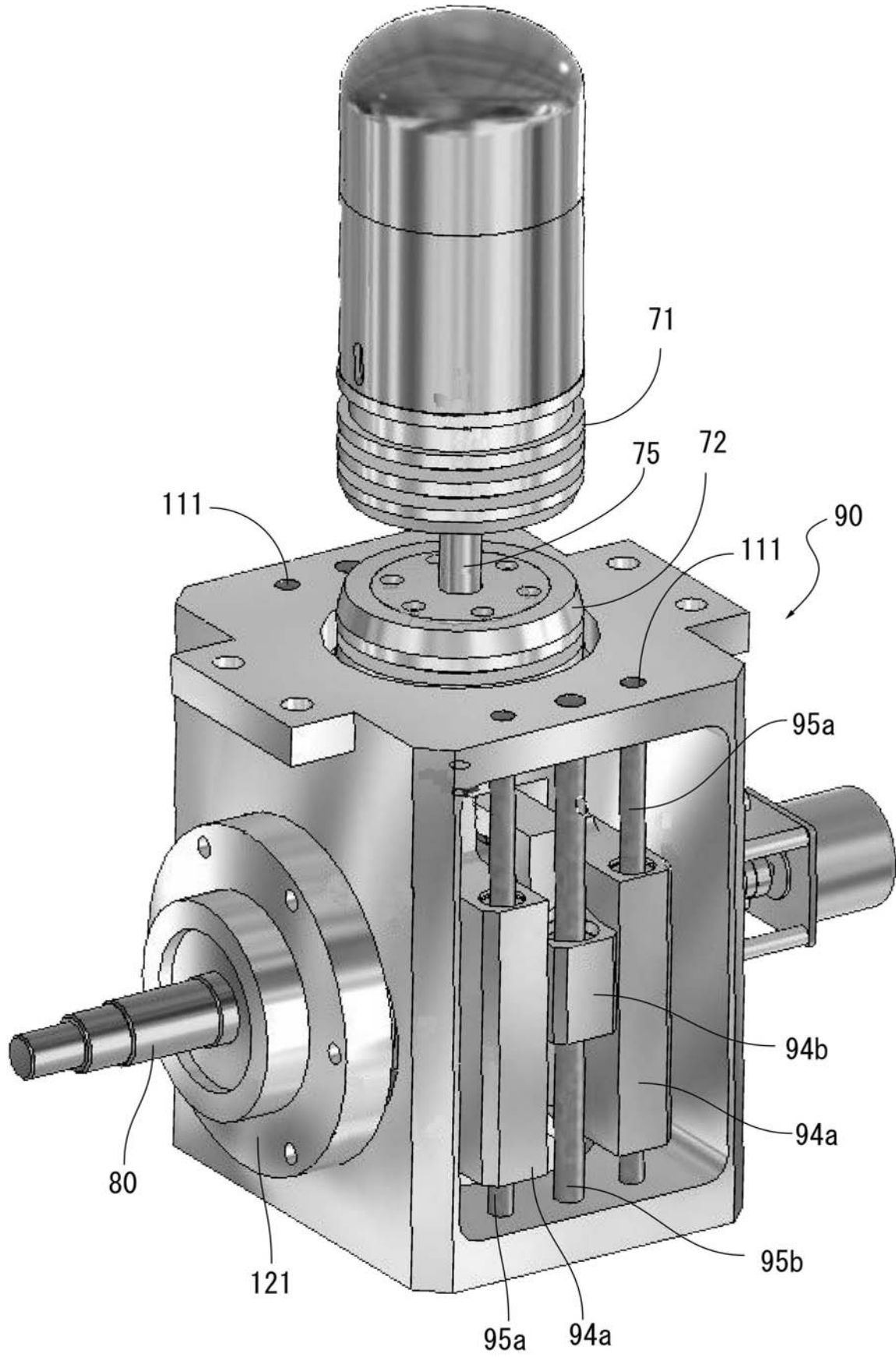
【 図 2 】



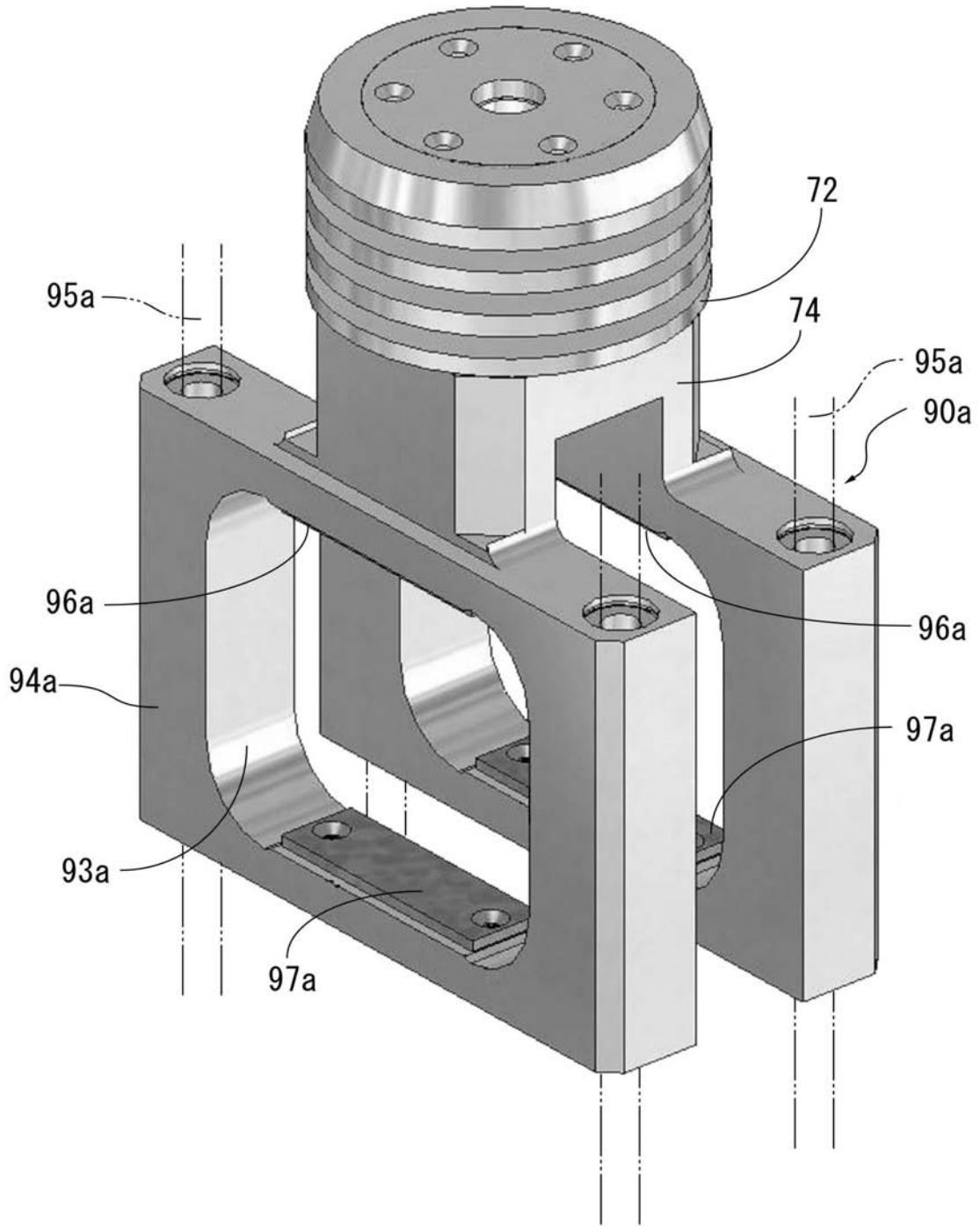
【 図 4 】



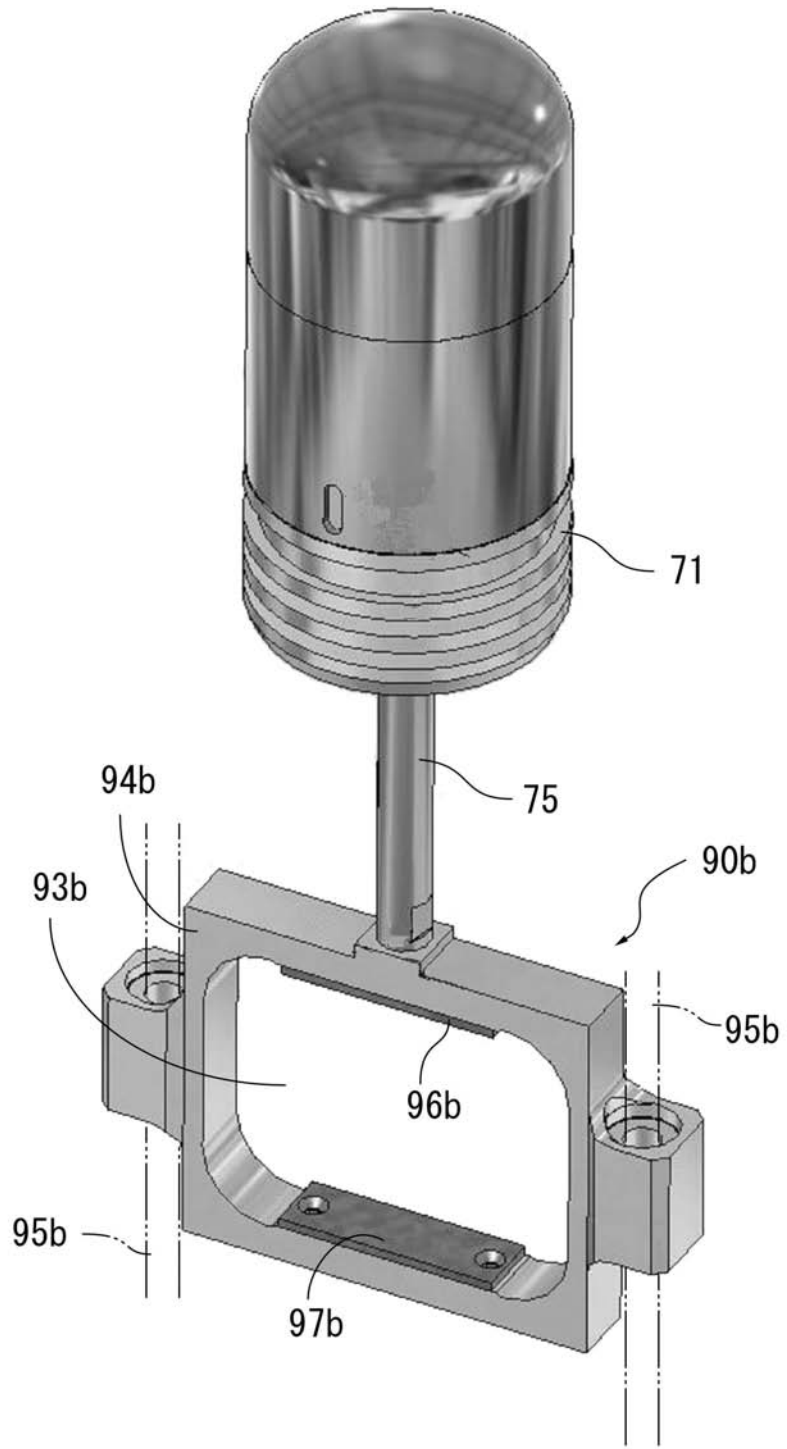
【 図 5 】



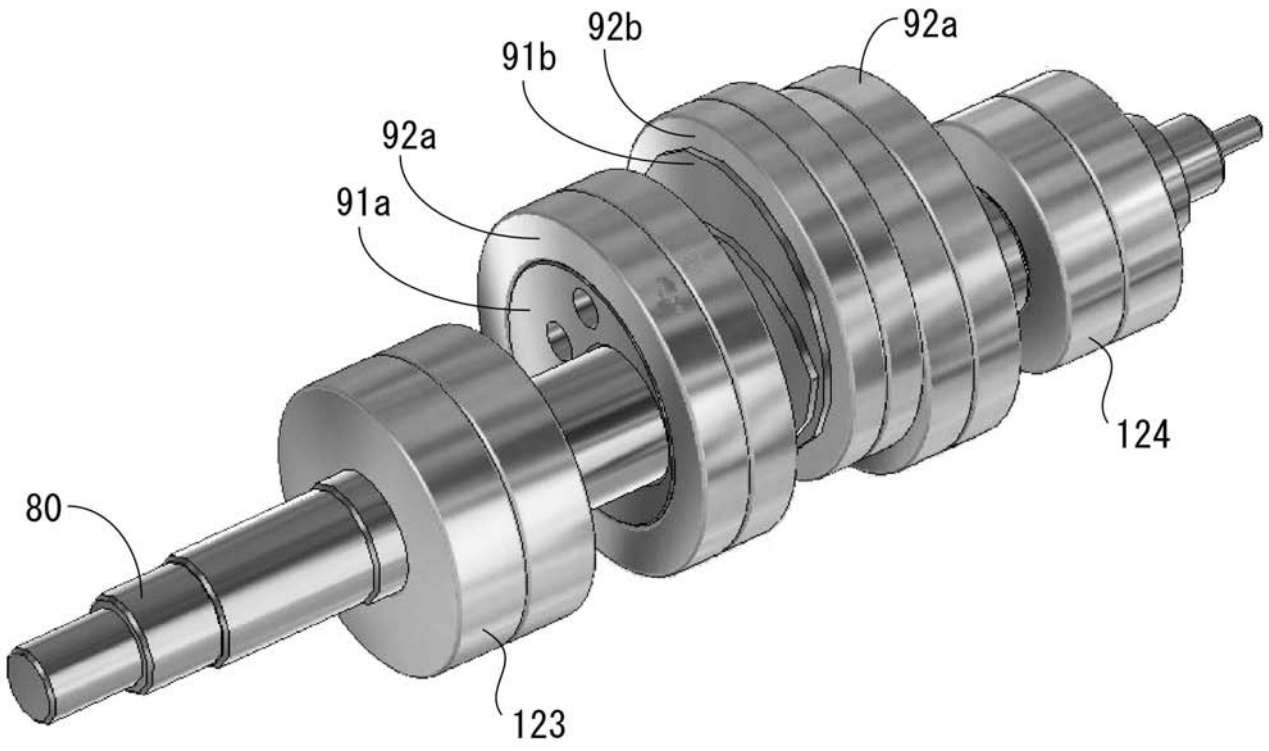
【 図 6 】



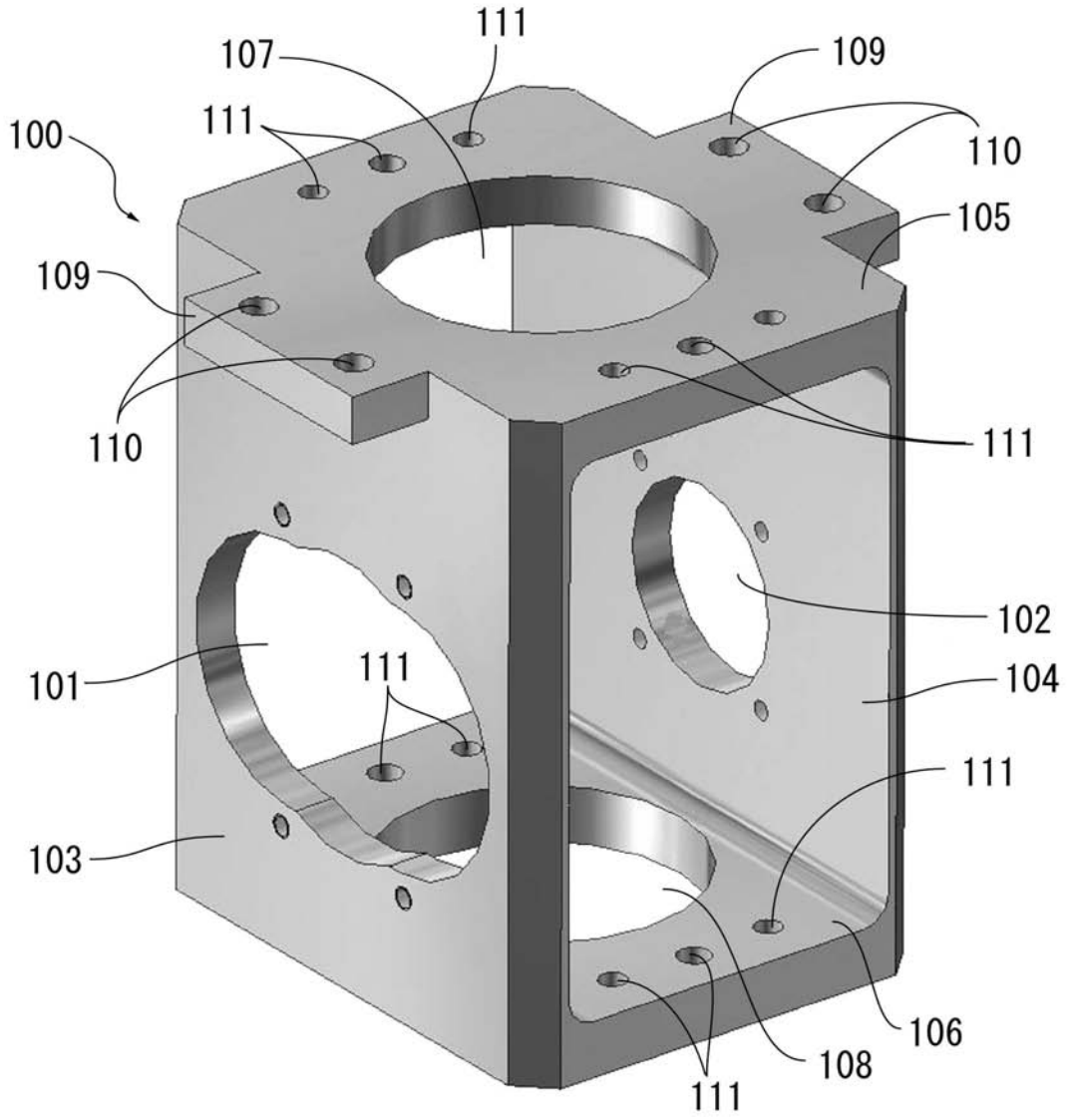
【 図 7 】



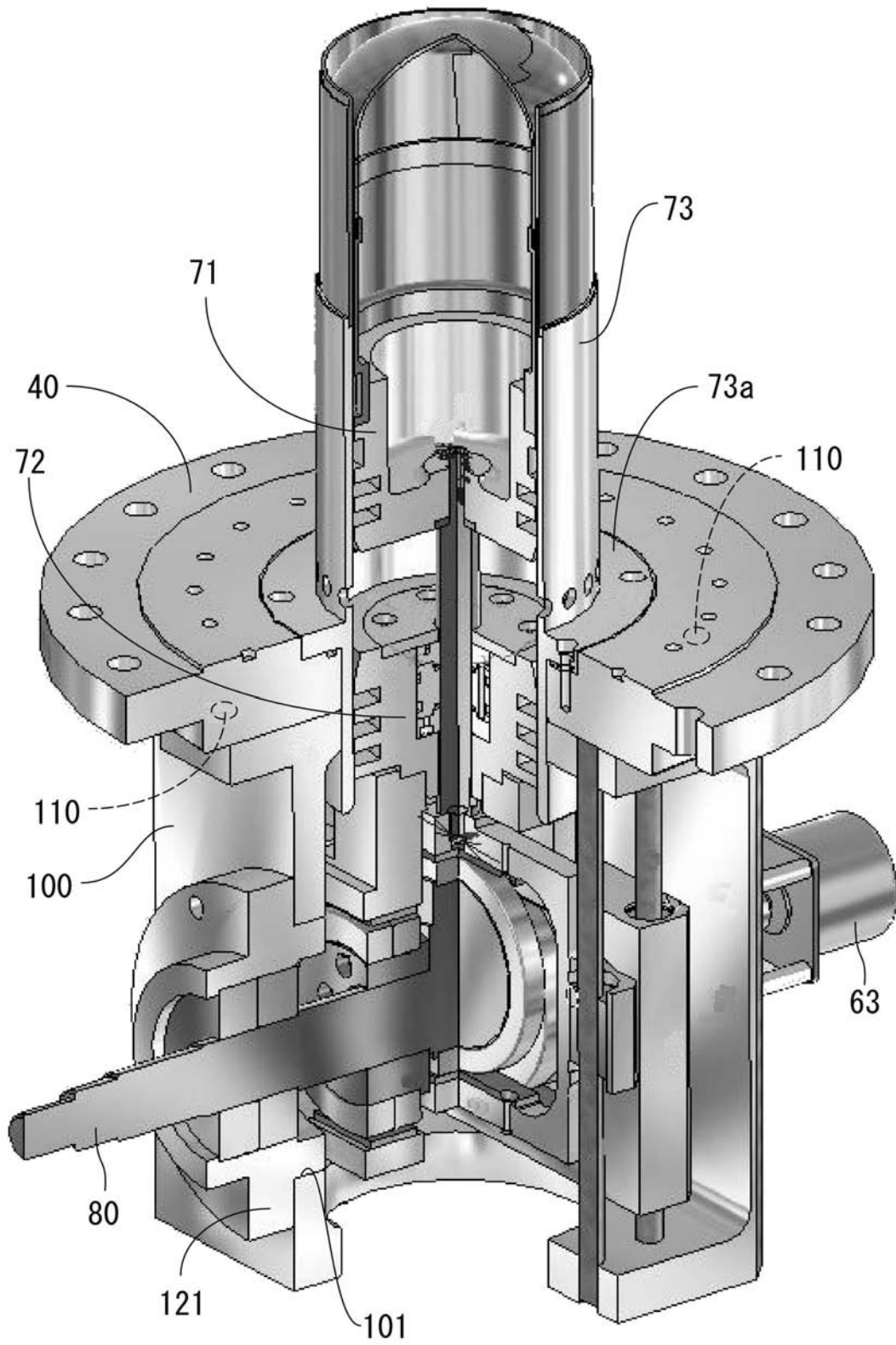
【 図 8 】



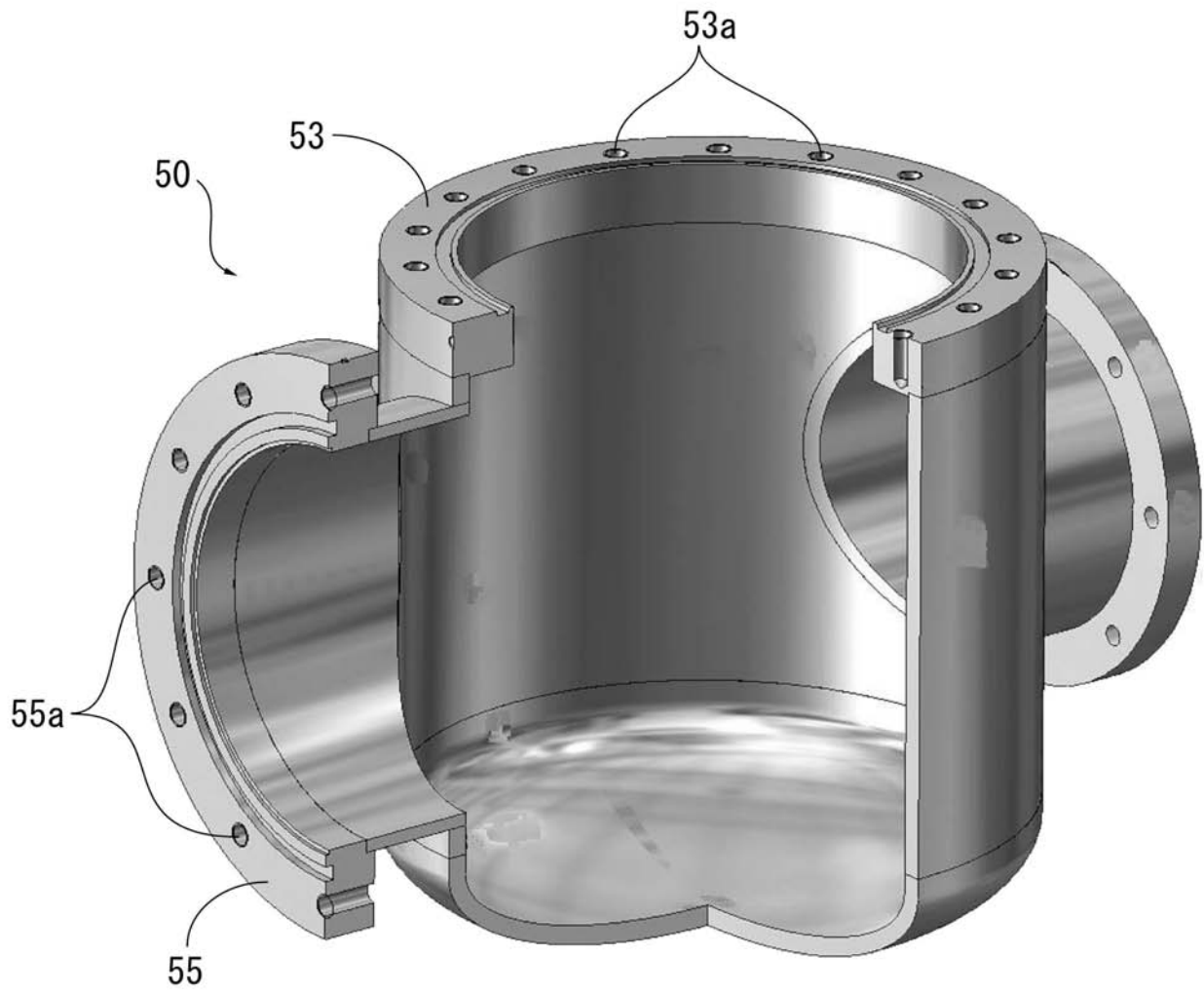
【 図 9 】



【 図 10 】



【 図 1 1 】



フロントページの続き

(72)発明者 平田 宏一

東京都三鷹市新川6丁目3番1号 独立行政法人 海上技術安全研究所内