

(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2007-85310

(P2007-85310A)

(43) 公開日 平成19年4月5日(2007.4.5)

(51) Int. Cl.

F I

テーマコード (参考)

F O 4 D 13/08 (2006.01)

F O 4 D 13/08 G

F O 4 D 29/58 (2006.01)

F O 4 D 13/08 U

F O 4 D 7/02 (2006.01)

F O 4 D 13/08 H

F O 4 D 29/58 D

F O 4 D 7/02 A

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2005-278344 (P2005-278344)

(22) 出願日 平成17年9月26日 (2005.9.26)

(71) 出願人 000152170

株式会社西島製作所

大阪府高槻市宮田町1丁目1番8号

(74) 代理人 100062144

弁理士 青山 稔

(74) 代理人 100073575

弁理士 古川 泰通

(74) 代理人 100100170

弁理士 前田 厚司

(74) 代理人 100111039

弁理士 前堀 義之

(72) 発明者 村田 仁志

大阪府高槻市宮田町1丁目1番8号 株式会社西島製作所内

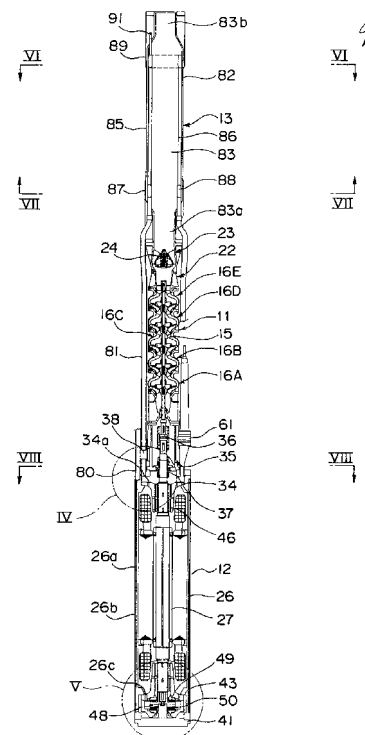
(54) 【発明の名称】 液中モータポンプ

(57) 【要約】

【課題】 水封封入式の液中モータポンプの外径を縮小する。

【解決手段】 熱交換器13は、一端がポンプ部11の吐出側に接続されて他端が揚液管4に接続され、揚液が通る吐出流路83を備える直管状の吐出管82と、吐出流路83内に配管されて、一次冷却液が通る伝熱管群84を備える。液中モータ12の全長を覆うモータフレーム26内からの一次冷却液出口26cと伝熱管群84の入口側とを接続する、ポンプ部11に沿って延びる直管状の一次冷却液出口管81が設けられている。モータフレーム26の周壁部26aの内部には、一端がモータフレーム26内への一次冷却液入口26cに接続された一次冷却液流路26bが設けられている。伝熱管群84の出口側と一次冷却液流路26cの他端とを接続する、ポンプ部11に沿って延びる直管状の一次冷却液入口管80が設けられている。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ポンプ部と、このポンプ部と直列に配置された前記ポンプ部を駆動するための液中モータと、前記液中モータのモータフレーム内に封入された一次冷却液と前記ポンプ部の揚液である二次冷却液との熱交換を行うための熱交換器とを備える液中モータポンプにおいて、

前記熱交換器は、一端が前記ポンプ部の吐出側に接続されて他端が揚液管に接続され、前記ポンプ部が吐出する揚液が通る吐出流路を備える直管状の吐出管と、前記吐出流路内に配管され、前記一次冷却液が通る伝熱管群とを備え、

前記モータフレームは、前記液中モータの全長を覆い、

前記モータフレーム内からの一次冷却液出口と前記伝熱管群の入口側とを接続する、前記ポンプ部に沿って延びる直管状の一次冷却液出口管と、

前記モータフレームの周壁部の内部にこの周壁部の長さ方向に延びるように形成され、一端が前記モータフレーム内への一次冷却液入口に接続された一次冷却液流路と、

前記伝熱管群の出口側と前記一次冷却液流路の他端とを接続する、前記ポンプ部に沿って延びる直管状の一次冷却液入口管と

を備えることを特徴とする液中モータポンプ。

10

【請求項 2】

前記液中モータの駆動軸と連動して回転して前記一次冷却液を加圧し、前記モータフレーム内から、前記一次冷却液出口、前記一次冷却液出口管、前記伝熱管群、前記一次冷却液入口管、前記一次冷却液経路、及び前記一次冷却液入口を経て前記モータフレーム内に戻る流路で前記一次冷却水を循環させる回転体を備えることを特徴とする、請求項 1 に記載の液中モータポンプ。

20

【請求項 3】

前記伝熱管群は、

前記吐出流路内に配置され、前記揚液の流れ方向に沿って延びる直管状であり、かつ前記液中ポンプ側の端部が前記一次冷却液出口管に接続された複数の往路側伝熱管と、

前記吐出流路内に配置され、前記揚液の流れ方向に沿って延びる直管状であり、かつ前記液中ポンプ側の端部が前記一次冷却液入口管と接続された複数の復路側伝熱管と、

前記往路側伝熱管及び前記復路側伝熱管の前記液中ポンプとは反対側の端部が接続された第 1 の冷却液共通管と

を備えることを特徴とする、請求項 2 に記載の液中モータポンプ。

30

【請求項 4】

前記伝熱管群は、

前記複数の往路側伝熱管の前記液中ポンプ側の端部と前記一次冷却液出口管とが接続された第 2 の冷却液共通管と、

前記複数の復路側伝熱管の前記液中ポンプ側の端部と前記一次冷却液入口管とが接続された第 3 の冷却液共通管と

を備えることを特徴とする請求項 3 に記載の液中モータポンプ。

【請求項 5】

前記液中モータは、

共通の前記モータフレーム内に直列配置された複数組の固定子及び回転子を備えることを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれか 1 項に記載の液中モータポンプ。

40

【請求項 6】

前記モータフレーム内に配置され、互いに隣接する前記固定子及び回転子の組の間で前記駆動軸を支持する中間軸受と、

前記中間軸受を保持し、かつ前記一次冷却液流路の一部を構成する流路が形成された中間軸受ブラケットと

をさらに備えることを特徴とする請求項 5 に記載の液中モータポンプ。

【発明の詳細な説明】

50

【技術分野】

【0001】

本発明は液中モータポンプに関し、特に液中モータの冷却液がポンプの揚液に対して密封された水封式の液中モータポンプに関する。

【背景技術】

【0002】

保護管内に配置して吊り下げて設置され、地下岩盤内に備蓄された液化天然ガス類の払い出しや底水排出等を使用される液中モータポンプが知られている。特に、ポンプ揚液が液化天然ガス類等で腐食性を有する場合、液中モータの冷却液がポンプの揚液に対して密封された水封式の液中モータポンプが使用される。この水封式の液中モータポンプには、液中ポンプの冷却液を地上に設置した熱交換器に強制循環させる水封循環式と、液中ポンプの冷却液を冷却するための熱交換器を液中モータポンプ自体に設ける水封封入式とに大別される。

10

【0003】

水封封入式の液中モータポンプとしては、ポンプや液中モータに対して熱交換器を直列に配置した構成が知られている。例えば、特許文献1には、液中モータの一次冷却液がその内部を通るつる巻き状の伝熱管をポンプの吐出口側に配置し、ポンプの揚液を二次冷却液として使用する液中モータポンプが開示されている。この特許文献1の液中モータポンプでは、伝熱管と液中モータの間で一次冷却液を循環させるための配管が液中モータの周囲に設けられている。

20

【0004】

【特許文献1】特開2002-130191号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献1に記載の液中モータポンプのように伝熱管と液中モータの間で一次冷却液を循環させるための配管が液中モータの周囲に設けられていると、液中モータポンプの外径が大きくなる。そのため、内径の小さい保護管内に配置して使用することができない。また、特許文献1に記載の液中モータポンプでは、つる巻き状の伝熱管が揚液の流れ中に配置されるので、管内流速による損失水頭が大きくなり、その分効率が低下する。

30

【0006】

かかる従来の問題に鑑み、本発明は、水封封入式の液中モータポンプの外径を縮小することを課題とする。また、本発明は、水封封入式の液中モータポンプにおいて管内流速による損失水頭を低減することを課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明は、ポンプ部と、このポンプ部と直列に配置された前記ポンプ部を駆動するための液中モータと、前記液中モータのモータフレーム内に封入された一次冷却液と前記ポンプ部の揚液である二次冷却液との熱交換を行うための熱交換器とを備える液中モータポンプにおいて、前記熱交換器は、一端が前記ポンプ部の吐出側に接続されて他端が揚液管に接続され、前記ポンプ部が吐出する揚液が通る吐出流路を備える直管状の吐出管と、前記吐出流路内に配管され、前記一次冷却液が通る伝熱管群とを備え、前記モータフレームは、前記液中モータの全長を覆い、前記モータフレーム内からの一次冷却液出口と前記伝熱管群の入口側とを接続する、前記ポンプ部に沿って延びる直管状の一次冷却液出口管と、前記モータフレームの周壁部の内部にこの周壁部の長さ方向に延びるように形成され、一端が前記モータフレーム内への一次冷却液入口に接続された一次冷却液流路と、前記伝熱管群の出口側と前記一次冷却液流路の他端とを接続する、前記ポンプ部に沿って延びる直管状の一次冷却液入口管とを備えることを特徴とする液中モータポンプを提供する。

40

【0008】

50

モータフレームの周壁部の内部に一次冷却液流路を形成しているので、液中モータと熱交換器の間で一次冷却液を循環させるための配管を液中モータの周囲に配置する必要がなく、液中モータの外径をその全長にわたって縮小できる。また、液中モータと熱交換器の間に配置される一次冷却液出口管と一次冷却液入口管はいずれもポンプ部に沿って延びる直管状であるので、ポンプ部の外径も最小化される。従って、本発明の液中モータポンプは、長さ方向全体にわたって外径を縮小でき、より内径の小さい保護管に挿通して使用することができる。また、モータフレームは液中モータの全長を覆うので、熱変換効率が高く、かつ一次冷却液流路により冷却液を液中モータの最下部まで導いて効率的な冷却が可能である。

【0009】

10

具体的には、前記液中モータの駆動軸と連動して回転して前記一次冷却液を加圧し、前記モータフレーム内から、前記一次冷却液出口、前記一次冷却液出口管、前記伝熱管群、前記一次冷却液入口管、前記一次冷却液経路、及び前記一次冷却液入口を経て前記モータフレーム内に戻る流路で前記一次冷却水を循環させる回転体を備える。

【0010】

また、前記伝熱管群は、前記吐出流路内に配置され、前記揚液の流れ方向に沿って延びる直管状であり、かつ前記液中ポンプ側の端部が前記一次冷却液出口管に接続された複数の往路側伝熱管と、前記吐出流路内に配置され、前記揚液の流れ方向に沿って延びる直管状であり、かつ前記液中ポンプ側の端部が前記一次冷却液入口管と接続された複数の復路側伝熱管と、前記往路側伝熱管及び前記復路側伝熱管の前記液中ポンプとは反対側の端部が接続された第1の冷却液共通管とを備える。吐出流路内に配置された往路側伝熱管と復路側伝熱管は、いずれも揚液の流れ方向に沿って延びる直管状であるので、管内流速による損失水頭を低減できる。

20

【0011】

さらに具体的には、前記伝熱管群は、前記複数の往路側伝熱管の前記液中ポンプ側の端部と前記一次冷却液出口管とが接続された第2の冷却液共通管と、前記複数の復路側伝熱管の前記液中ポンプ側の端部と前記一次冷却液入口管とが接続された第3の冷却液共通管とを備える。

【0012】

前記液中モータは、共通の前記モータフレーム内に直列配置された複数組の固定子及び回転子を備えていてもよい。共通のモータフレーム内に複数組の固定子及び回転子を直列配置することで、外径を拡大することなく液中モータを高出力化できる。

30

【0013】

この場合、前記モータフレーム内に配置され、互いに隣接する前記固定子及び回転子の組の間で前記駆動軸を支持する中間軸受と、前記中間軸受を保持し、かつ前記一次冷却液流路の一部を構成する流路が形成された中間軸受ブラケットとを備える。

【発明の効果】

【0014】

モータフレームの周壁部の内部に一次冷却液流路を形成しているので、一次冷却液を液中モータと熱交換器の間で一次冷却液を循環させるための配管を液中モータの周囲に配置する必要がなく、液中モータの外径をその全長にわたって縮小できる。また、液中モータと熱交換器の間に配置される一次冷却液出口管と一次冷却液入口管はいずれもポンプ部に沿って延びる直管状であるので、ポンプ部の外径も最小化される。従って、本発明の液中モータポンプは、長さ方向全体にわたって外径を縮小でき、より内径の小さい保護管に挿通して使用することができる。さらに、モータフレームは液中モータの全長を覆うので、熱変換効率が高く、かつ一次冷却液流路により冷却液を液中モータの最下部まで導いて効率的な冷却が可能である。

40

【0015】

熱交換器における伝熱管群を構成する吐出流路内に配置された往路側伝熱管と復路側伝熱管は、いずれも揚液の流れ方向に沿って延びる直管状であるので、管内流速による損失

50

水頭を低減できる。

【0016】

共通のモータフレーム内に複数組の固定子及び回転子を直列配置することで、外径を拡大することなく液中モータを高出力化できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0017】

次に、添付図面を参照して本発明の実施形態を説明する。

【0018】

(第1実施形態)

図1から図2Bは、本発明の第1実施形態に係る水封封入式の高深度用の液中モータポンプ1を示す。図3に示すように、地表から地中に設けられた地下タンク2まで延びる両端開口の直管状の保護管3内に液中モータポンプ1が配置されている。液中モータポンプ1の上端には揚液管4が接続されており、保護管3内を通過して地表まで延びた揚液管4の上端は下流側の配管5に接続されている。 10

【0019】

液中モータポンプ1は、ポンプ部11、このポンプ部11を駆動するための液中モータ12、及び熱交換器13を備える。液中モータ12は、ポンプ部11の下側に直列に配置されている。また、熱交換器13は、ポンプ部11の上側に直列に配置されている。ポンプ部11、液中モータ12、及び熱交換器13の外径は保護管3の内径よりも小さく設定されており、液中モータポンプ1全体として細長い形状を呈する。液中モータ12の内部に密閉された一次冷却液は、熱交換器13との間で循環し、熱交換器13内でポンプ部11の揚液である二次冷却液との熱交換によって冷却される。 20

【0020】

次に、ポンプ部11について説明する。図2Aに最も明瞭に示すように、本実施形態におけるポンプ部11は、共通のポンプ軸15を有する5段のポンプ16A～16Eを備える。各ポンプ16A～16Eはポンプケーシング17、ポンプ軸15のすべり軸受18、及びポンプ軸15に固定された羽根車19を備える。5段のポンプ16A～16Eのポンプケーシング17は、吸込側が下側で吐出側が上側となる姿勢で直列に連結されている。第1段目(図において最も下側)のポンプ16Aのポンプケーシング17の吸込側には接続ケーシング21が連結されており、この接続ケーシング21には吸込口21aが設けられている。一方、第5段目(図において最も上側)のポンプ16Eのポンプケーシング17の吐出側には中間ケーシング22を介して逆止弁ケーシング23が連結されている。この逆止弁ケーシング23内には本実施形態ではばね式である逆止弁24が収容されている。逆止弁ケーシング23には熱交換器13の一部を構成する吐出管82が連結されている。吐出管82の上端側は揚液管4に連結されている。吸込口21aから吸い込まれた地下タンク2内の液体(例えば、液化天然ガス類)は、5段のポンプ16A～16Eで順次加圧された後、中間ケーシング22、逆止弁ケーシング23、及び吐出管82を介して揚液管4へ吐出され、揚液管4を通過して地表に配置された下流側の配管5に送られる。 30

【0021】

次に、図5をさらに参照して、液中モータ12について説明する。図2Bに最も明瞭に示すように、液中モータ12は上下両端が開口した筒状のモータフレーム26を備える。このモータフレーム26は液中モータ12の全長を覆っており、その内部には回転子27が固定されたモータ軸28が収容されている。モータフレーム26の内面には回転子27と対向するように固定子29が固定されている。固定子29には固定子巻線31が巻回されている。 40

【0022】

モータフレーム26の上端側の開口は上側端部プレート39で密閉されており、その下側には上部軸受ブラケット34が配置されている。上側端部プレート39の上にはシールケーシング35が固定されている。上部軸受ブラケット34及び上側端部プレート39を貫通してシールケーシング35内に突出したモータ軸28の上端は、スリーブカップリン 50

グ 3 6 によってポンプ軸 1 5 の下端に連結されている。また、シールケーシング 3 5 の部分でモータ軸 2 8 が軸封されている。本実施形態では、地下タンク 2 内の液中に析出する可能性のある炭酸カルシウム等の付着物の付着防止とモータ軸 2 8 及びポンプ軸 1 5 の上下移動を考慮して、軸封装置としてタンデム式のメカニカルシール 3 7 を採用している。さらに、シールケーシング 3 5 は圧力調整装置 3 8 を備える。

【0023】

一方、モータフレーム 2 6 の下端側の開口は下側端部プレート 4 1 で密閉されている。下側端部プレート 4 1 付近のモータフレーム 2 6 の内部には、下側部品 4 2 と上側部品 4 3 からなる下部軸受ブラケット 4 4 が配置されている。下側端部プレート 4 1 の上方に間隔をあけて下側部品 4 2 が固定され、その上に上側部品 4 3 が固定されている。

10

【0024】

ここでモータ軸 2 8 の軸受構造について説明すると、上部軸受ブラケット 3 4 及び下部軸受ブラケット 4 4 にそれぞれすべり軸受からなる上部ラジアル軸受 4 6 と下部ラジアル軸受 4 7 が取り付けられている。これら上部ラジアル軸受 4 6 と下部ラジアル軸受 4 7 によりモータ軸 2 8 のラジアル荷重が支承される。また、モータ軸 2 8 の下端付近にはスラストカラー 4 8 が設けられており、このスラストカラー 4 8 の上下面に対応して下部軸受ブラケット 4 4 の下側部品 4 2 と上側部品 4 3 にそれぞれチルティングパッド式の下部スラスト軸受 4 9 と上部スラスト軸受 5 0 が取り付けられている。これら下部スラスト軸受 4 9 と上部スラスト軸受 5 0 によってモータ軸 2 8 のスラスト荷重が支承される。

【0025】

20

次に、液中モータ 1 2 の冷却について説明する。液中モータ 1 2 の内部、すなわちモータフレーム 2 6、上側端部プレート 3 9、メカニカルシール 3 7、及び下側端部プレート 4 1 で密閉された空間内には一次冷却液が充填されている。前述のように、この一次冷却液は液中モータ 1 2 と熱交換器 1 3 の間を循環し、熱交換器 1 3 において揚液との熱交換により冷却される。

【0026】

まず、一次冷却液の循環方式を説明する。図 2 B、図 4、及び図 5 に示すように、モータフレーム 2 6 の筒状の周壁部 2 6 a に一次冷却液流路 2 6 b が形成されている。この一次冷却液経路 2 6 b は周壁部 2 6 a の内部に形成された円筒状の空間であり、周壁部 2 6 a の長さ方向に延びている。詳細には、一次冷却液経路 2 6 b の下端側は閉鎖端となっており、周壁部 2 6 a に形成された一次冷却液入口 2 6 c を介してモータフレーム 2 6 内の空間（端部プレート 4 1 と下部軸受ブラケット 4 4 との間の空間）と連通している。一方、一次冷却液経路 2 6 b の上端側には、後述する一次冷却液入口管 8 0 が接続されており、図 4 において二点鎖線 L 1 で示すように、熱交換器 1 3 からの一次冷却液が一次冷却液入口管 8 0 から一次冷却液流路 2 6 b に流入する。

30

【0027】

一次冷却液を循環させるために、スラストカラー 4 8 に羽根車としての機能を持たせている。図 5 を参照すると、スラストカラー 4 8 にはその下端から延びる軸方向流路 4 8 a と、軸方向流路 4 8 a から放射状に延びる径方向流路 4 8 b が形成されている。軸方向流路 4 8 a は、端部プレート 4 1 と下部軸受ブラケット 4 4 の下側部品 4 2 の間の空間に開口している。一方、径方向流路 4 8 b は、スラストカラー 4 8 の外周と下部軸受ブラケット 4 4 の下側部品 4 2 及び上側部品 4 3 により形成される円環状の空間に開口している。また、下部軸受ブラケット 4 4 の上側部品 4 3 には、前述のスラストカラー 4 8 の外周と下部軸受ブラケット 4 4 の下側部品 4 2 及び上側部品 4 3 により形成された円環状の空間と回転子 2 7 及び固定子 2 9 が収容された空間とを連通させる流路 4 3 a が形成されている。従って、図 5 において二点鎖線 L 2 で示すように、一次冷却液入口 2 6 c から流入した一次冷却液は、スラストカラー 4 8 を経て回転子 2 と固定子 2 9 が収容された空間に達する。

40

【0028】

一方、図 4 に最も明瞭に示すように、モータフレーム 2 6 の上端側では、上側端部プレ

50

ート 39 に液中モータ 12 の内部と連通する一次冷却液出口 39 a が穿設されており、この一次冷却液出口 39 a は後述する一次冷却液出口管 81 が接続されている。また、上部軸受ブラケット 34 には回転子 27 及び固定子 29 が収容された空間と一次冷却液出口 39 a 側を連通させる流路 34 a が形成されている。従って、図 4 において二点鎖線 L3 で示すように、回転子 27 及び固定子 29 が収容された空間から一次冷却液出口 39 a へ向けて一次冷却液が流れる。

【0029】

液中モータ 12 と熱交換器 13 との間で一次冷却液を循環させるために、いずれもポンプ部 11 に沿って延びる直管状である一次冷却液入口管 80 と一次冷却液出口管 81 が設けられている。一次冷却液入口管 80 は、下端側がモータケーシング 26 に形成された一次冷却液流路 26 b に接続され、上端側が後述する熱交換器 13 の出口部冷却液共共管 88 (熱交換器 13 の出口側) に接続されている。この一次冷却液入口管 80 を通って熱交換器 13 で冷却済みの一次冷却液が一次冷却液流路 26 b へ流れる。一方、一次冷却液出口管 81 は、下端側が上側端部プレート 39 に形成された一次冷却液出口 39 a に接続され、上端側が後述する熱交換器 13 の入口部冷却液共共管 87 (熱交換器 13 の入口側) に接続されている。この一次冷却液出口管 81 を通ってモータフレーム 26 の内部から熱交換器 13 へ一次冷却液が流れる。

【0030】

次に、熱交換器 13 について説明する。図 1、図 2 A、及び図 3 を参照すると、熱交換器 13 は一端が逆止弁ケーシング 23 (ポンプ部 11 の吐出側) に連結され、他端が揚液管 4 に連結された直管状の吐出管 82 を備える。吐出管 82 内にはポンプ部 11 が吐出する揚液が揚液管 4 に向けて流れる吐出流路 83 が形成されている。この吐出流路 83 内には、一次冷却液がその内部を通る伝熱管群 84 が配置されている。伝熱管群 84 は、複数本 (本実施形態では 8 本) の往路側伝熱管 85、複数本 (本実施形態では 8 本) の復路側伝熱管 86、入口部冷却液共共管 (第 2 の冷却液共共管) 87、出口部冷却液共共管 (第 3 の冷却液共共管) 88、及び上部冷却液共共管 (第 1 の冷却液共共管) 89 からなる。

【0031】

往路側伝熱管 85 と復路側伝熱管 86 は、揚液の流れ方向に沿って延びる直管状であり、吐出管 82 の管壁に沿って配置されている。

【0032】

入口部冷却液共共管 87 は吐出流路 83 の入口 83 a 側に吐出管 82 の管壁に沿って配置されており、図 7 に示すように半円環状の閉鎖された管である。入口部冷却液共共管 87 の底壁 (ポンプ部 11 側の壁) には、一次冷却液出口管 81 の上端側が連結されている。また、図 7 に示すように、入口部冷却液共共管 87 の上壁 (揚液管 4 側の壁) には、8 本の往路側伝熱管 85 の下端側が連結されている。

【0033】

出口部冷却液共共管 88 も吐出流路 83 の入口 83 a 側に吐出管 82 の管壁に沿って配置されており、図 7 に示すように半円環状の閉鎖された管である。出口部冷却液共共管 88 と入口部冷却液共共管 87 は、吐出流路 83 内の同一位置 (揚液の流れ方向の位置) に配置されている。出口部冷却液共共管 88 の底壁には、一次冷却液出口管 81 の上端側が連結されている。また、図 7 に示すように、出口部冷却液共共管 88 の上壁には、8 本の復路側伝熱管 86 の下端側が連結されている。

【0034】

上部冷却液共共管 89 は吐出流路 83 の出口 83 b 側に吐出管 82 の管壁に沿って配置されており、図 6 に示すように円環状の閉鎖された管である。上部冷却液共共管 89 の底壁には、8 本の往路側伝熱管 85 及び 8 本の復路側伝熱管 86 の上端が連結されている。上部冷却液共共管 89 には吐出管 82 と同方向に延びる空気抜き管 90 が接続されており、この空気抜き管 90 を介して地表に設置されたヘッドタンク 91 に接続されている。

【0035】

熱交換器 13 内で一次冷却液が流れる経路を説明すると、まず液中モータ 12 からの一

10

20

30

40

50

次冷却液は一次冷却液出口管 8 1 を介して入口部冷却液共通管 8 7 に流入し、入口部冷却液共通管 8 7 から往路側伝熱管 8 5 に流入する。一次冷却液は往路側伝熱管 8 5 を通って吐出流路 8 3 の出口 8 3 b 側へ流れ、上部冷却液共通管 8 9 へ流入する。さらに、一次冷却液は、上部冷却液共通管 8 9 から復路側伝熱管 8 6 に流入して吐出流路 8 3 の入口側 8 3 a に向かって流れ、出口部冷却液共通管 8 8 に流入する。往路側伝熱管 8 5 及び復路側伝熱管 8 6 を通る際に、一次冷却液と吐出流路 8 3 を流れる揚液（二次冷却液）との間で熱交換が行われ、それによって一次冷却液が冷却される。一次冷却液は、出口部冷却液共通管 8 8 から一次冷却液入口管 8 0 に流入し、一次冷却液入口管 8 0 を通って液中ポンプ 1 2 に戻る。

【0036】

図 2 A、図 4、及び図 5 を参照すると、液中モータ 1 2 によってポンプ部 1 1 のポンプ 1 6 A ~ 1 6 E が駆動されると、スラストカラー 4 8 の羽根車効果により一次冷却液が二点鎖線 L 1 ~ L 4 で示す経路で循環する。詳細には、スラストカラー 4 8 の羽根車効果で加圧された一次冷却液は、下部軸受ブラケット 4 4、下部ラジアル軸受 4 7、固定子巻線 3 1、及び上部軸受ラジアル軸受ブラケット 3 4 を通って一次冷却液出口 3 9 a から一次冷却液出口管 8 1 に流入する（図 5 の二点鎖線 L 2 及び図 4 の二点鎖線 L 3 参照）。次に、一次冷却液は、一次冷却液出口管 8 1 を通って熱交換器 1 3 に流入し、熱交換器 1 3 を経て一次冷却液入口管 8 0 に流入する（図 2 A の二点鎖線 L 4 参照）。前述のように、熱交換器 1 3 内では、一次冷却液は入口部冷却液共通管 8 7、往路側伝熱管 8 5、上部冷却液共通管 8 9、復路側伝熱管 8 6、及び出口部冷却液共通管 8 8 の順に流れ、往路側伝熱管 8 5 及び復路側伝熱管 8 6 における揚液との熱交換によって冷却される。さらに、一次冷却液は、一次冷却液入口管 8 0 からモータフレーム 2 6 の周壁部 2 6 a に形成された一次冷却液流路 2 6 b に流入し、一次冷却液入口 2 6 c からモータフレーム 2 6 内に流入してスラストカラー 4 8 に戻る（図 4 の二点鎖線 L 1 及び図 5 の二点鎖線 L 2 参照）。

【0037】

以上のように、本実施形態の液中モータポンプ 1 では、モータフレーム 2 6 の周壁部 2 6 a の内部に一次冷却液流路 2 6 b を形成しているので、一次冷却液を液中モータ 1 2 と熱交換器 1 3 の間で一次冷却液を循環させるための配管を液中モータ 1 2 の周囲に配置する必要がなく、液中モータ 1 2 の外径をその全長にわたって縮小できる。また、液中モータ 1 2 と熱交換器 1 3 の間に配置される一次冷却液出口管 8 1 と一次冷却液入口管 8 0 はいずれもポンプ部 1 1 に沿って延びる直管状であるので、ポンプ部の外径も最小化される。従って、液中モータポンプ 1 の長さ方向全体にわたって外径を縮小でき、より内径の小さい保護管に挿通して使用することができる。また、モータフレーム 2 6 は液中モータの全長を覆うので、熱変換効率が高く、かつ一次冷却液流路 2 6 b により一次冷却液を液中モータ 1 1 の最下部まで導いて効率的な冷却が可能である。さらに、熱交換器 1 3 が備える吐出流路 8 3 内に配置された往路側伝熱管 8 5 と復路側伝熱管 8 6 は、いずれも揚液の流れ方向に沿って延びる直管状であるので、管内流速による損失水頭を低減できる。

【0038】

次に、液中モータ 1 2 への給電方式について説明する。図 1 に示すように、液中モータ 1 2 に動力ケーブル 6 4 から給電するために、複数の複数の水密構造のコネクタ 6 1（本実施形態では図 8 に示すように 3 個）を液中モータポンプ 1 に設けている。このコネクタ 6 1 は液中モータ 1 2 の固定子巻線 3 1 に電氣的に接続されたレセプタクル 6 2 と、保護管（図 3 参照）内を通して地表側の電源ないしは電力系統まで延びる動力ケーブル 6 4 に設けられた、かつレセプタクル 6 2 の嵌め込まれるプラグ 6 3 とからなる。このコネクタにより液中モータポンプ 1 から動力ケーブル 6 4 を分離できるので、取扱性、運搬性が向上する。

【0039】

図 9 を参照すると、コネクタ 6 1 のレセプタクル 6 2（液中モータ 1 2 側）は、シェル 6 6 内に雄型コンタクト 6 7 とピンインシュレータ 6 8 を備える。一方、コネクタ 6 1（動力ケーブル 6 4 側）のプラグ 6 3 は、エンドベル 6 9、70 内で動力ケーブル 6 4 に電

10

20

30

40

50

氣的に接続された雌型コンタクト 7 1 とソケットインシュレータ 7 2 を備える。雌型コネクタ 6 1 とソケットインシュレータ 7 2 はエンドベル 6 9 の先端から突出している。また、エンドベル 6 9 は先端にカップリングナット 7 3 を備えている。レセプタクル 6 2 にプラグ 6 3 を差し込むと、雄型コンタクト 6 7 が雌型コンタクト 7 1 に差し込まれて液中モータ 1 2 側と動力ケーブル 6 4 側が電氣的に接続されると共に、ピンインシュレータ 6 8 がソケットインシュレータ 7 2 に差し込まれる。レセプタクル 6 2 とプラグ 6 3 の結合完了後、カップリングナット 7 3 がレセプタクル 6 2 のシェル 6 8 に螺合され、さらにプラグ 6 3 の内部にレジンが充填される。

【0040】

動力ケーブル 6 4 は浸透性、浸水性、及び腐食性を考慮してステンレス等からなる波付金属外装 7 6 を施している。この波付金属外装 7 6 を採用することにより、液化天然ガス、海水等の動力ケーブル内への侵入を防止しつつ良好な屈曲性も確保できる。さらに動力ケーブル 6 4 の外部に特殊ポリエチレン層 7 7 を設けることにより、液化天然ガス、海水等に直接設置できるようにしている。

【0041】

(第 2 実施形態)

図 10 から図 12 は、本発明の第 2 実施形態に係る水封封入式の高深度用の液中モータポンプ 1 を示す。

【0042】

本実施形態では、液中モータ 1 2 は、共通のモータフレーム 2 6 内に直列配置された 2 組の固定子 2 9 A, 2 9 B 及び回転子 2 7 A, 2 7 B を備える。また、モータフレーム 2 6 内には、互いに隣接する固定子 2 9 A, 2 9 B 及び回転子 2 7 A, 2 7 B の組の間でモータ軸 2 8 を支持する中間軸受 1 0 1 と、この中間軸受 1 0 1 を保持する中間軸受ブラケット 1 0 2 が配置されている。図 12 に最も明瞭に示すように、中間軸受ブラケット 1 0 2 には、一次冷却液流路 2 6 b の一部を構成する流路 1 0 2 a が形成されている。共通のモータフレーム 2 6 内に 2 組の固定子 2 9 A, 2 9 B 及び回転子 2 7 A, 2 7 B を直列配置することで、外径を拡大することなく液中モータ 1 2 を高出力化できる。モータフレーム 2 6 内に 3 組以上の固定子と回転子を配置してもよい。

【0043】

第 2 実施形態のその他の構成及び作用は第 1 実施形態と同様であるので、同一の要素には同一の符号を付して説明を省略する。

【図面の簡単な説明】

【0044】

【図 1】 本発明の第 1 実施形態に係る液中モータポンプを示す縦断面図。

【図 2 A】 本発明の第 1 実施形態に係る液中モータポンプの上側部分を示す縦断面図。

【図 2 B】 本発明の第 1 実施形態に係る液中モータポンプの下側部分を示す縦断面図。

【図 3】 本発明の第 1 実施形態に係る液中モータポンプの据付状態を示す縦断面図。

【図 4】 図 1 の部分 IV の部分拡大図。

【図 5】 図 1 の部分 V の部分拡大図。

【図 6】 図 1 の VI-VI 線での断面図。

【図 7】 図 1 の VII-VII 線での断面図。

【図 8】 図 1 の VIII-VIII 線での断面図。

【図 9】 コネクタを示す部分断面正面図。

【図 10】 本発明の第 2 実施形態に係る液中モータポンプを示す縦断面図。

【図 11 A】 本発明の第 2 実施形態に係る液中モータポンプの上側部分を示す縦断面図。

【図 11 B】 本発明の第 2 実施形態に係る液中モータポンプの下側部分を示す縦断面図。

【図 12】 図 11 B の部分 XII の部分拡大図。

【符号の説明】

【0045】

1 液中モータポンプ

10

20

30

40

50

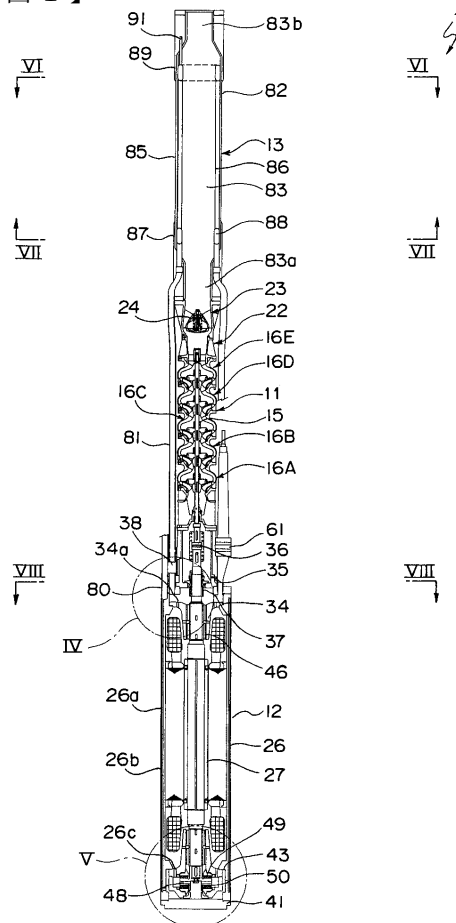
2	地下タンク	
3	保護管	
4	揚液管	
5	配管	
1 1	ポンプ部	
1 2	液中モータ	
1 3	熱交換器	
1 5	ポンプ軸	
1 6 A ~ 1 6 E	ポンプ	
1 7	ポンプケーシング	10
1 8	すべり軸受	
1 9	羽根車	
2 1	接続ケーシング	
2 1 a	吸込口	
2 2	中間ケーシング	
2 3	逆止弁ケーシング	
2 4	逆止弁	
2 6	モータフレーム	
2 6 a	周壁部	
2 6 b	一次冷却液流路	20
2 6 c	一次冷却液入口	
2 7, 2 7 A, 2 8 b	回転子	
2 8	モータ軸	
2 9, 2 9 A, 2 9 B	固定子	
3 1	固定子巻線	
3 4	上部軸受ブラケット	
3 4 a	流路	
3 5	シールケーシング	
3 6	スリーブカップリング	
3 7	メカニカルシール	30
3 8	圧力調整装置	
3 9	上側端部プレート	
3 9 a	一次冷却液出口	
4 1	下側端部プレート	
4 2	下側部品	
4 3	上側部品	
4 3 a	流路	
4 4	下部軸受ブラケット	
4 6	上部ラジアル軸受	
4 7	下部ラジアル軸受	40
4 8	スラストカラー	
4 8 a	軸方向流路	
4 8 b	径方向流路	
4 9	下部スラスト軸受	
5 0	上部スラスト軸受	
6 1	コネクタ	
6 2	レセプタクル	
6 3	プラグ	
6 4	動力ケーブル	
6 6	シェル	50

- 67 雄型コンタクト
- 68 ピンインシュレータ
- 69, 70 エンドベル
- 71 雌型コンタクト
- 72 ソケットインシュレータ
- 73 カップリングナット
- 76 波付金属外装
- 77 特殊ポリエチレン層
- 80 一次冷却液入口管
- 81 一次冷却液出口管
- 82 吐出管
- 83 吐出流路
- 83a 入口側
- 83b 出口
- 84 伝熱管群
- 85 往路側伝熱管
- 86 復路側伝熱管
- 87 入口部冷却液共通管
- 88 出口部冷却液共通管
- 89 上部冷却液共通管
- 90 空気抜き管
- 91 ヘッドタンク
- 101 中間軸受
- 102 中間軸受ブラケット
- 102a 流路

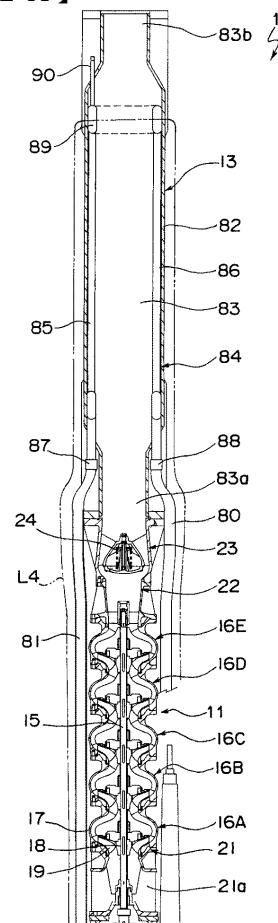
10

20

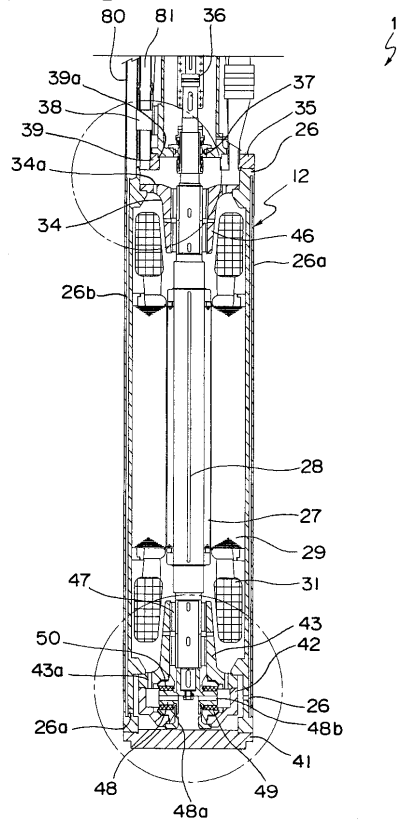
【図 1】



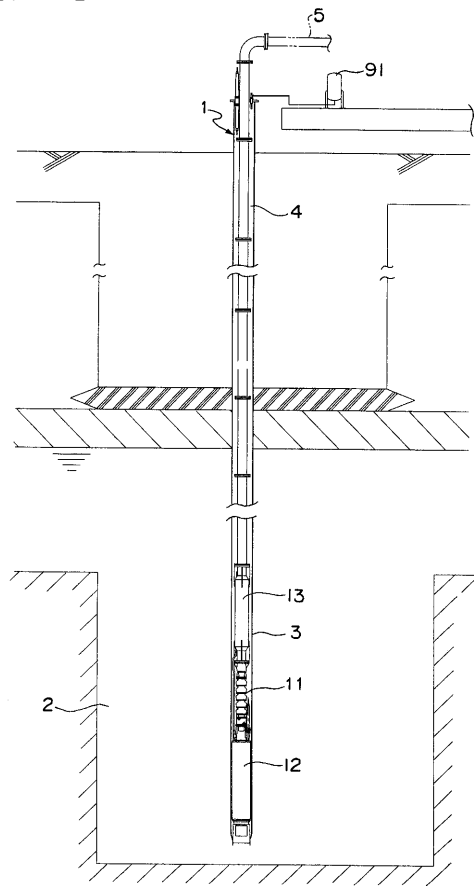
【図 2 A】



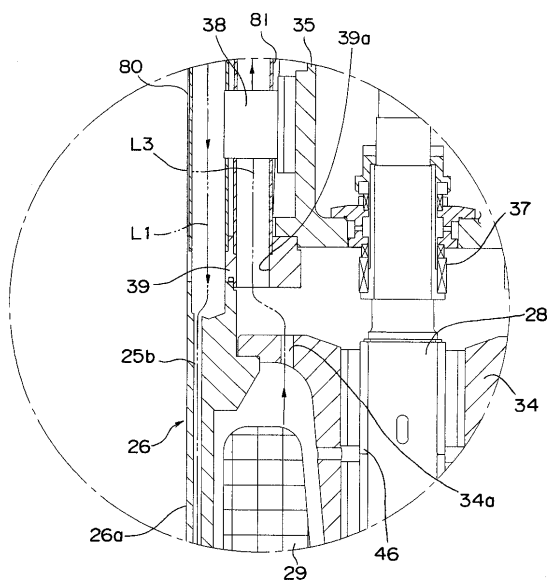
【図 2 B】



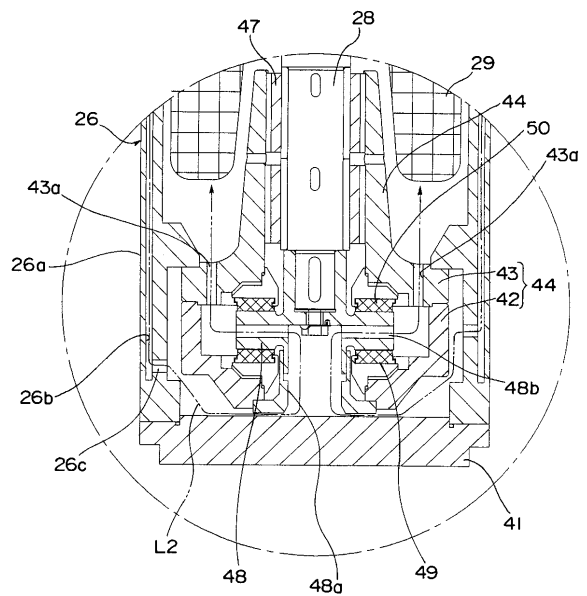
【図 3】



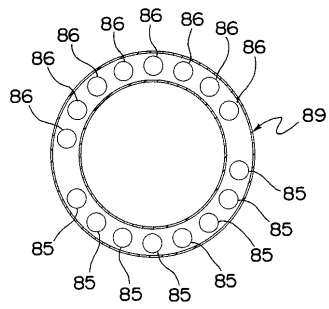
【図 4】



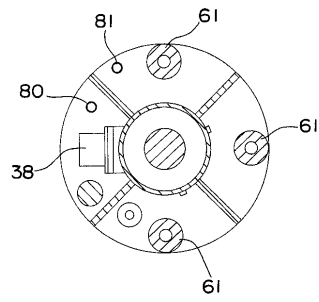
【図 5】



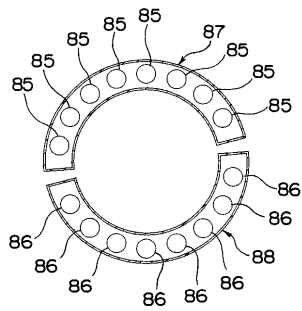
【図 6】



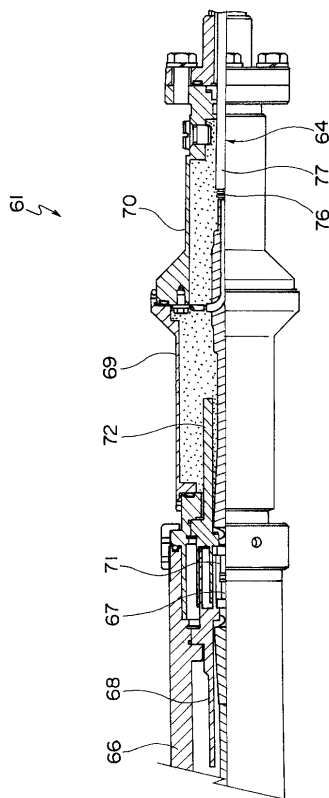
【図 8】



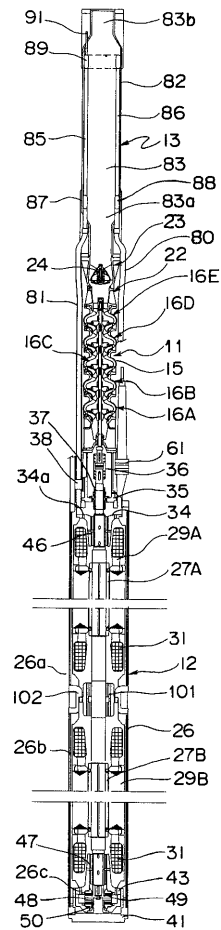
【図 7】



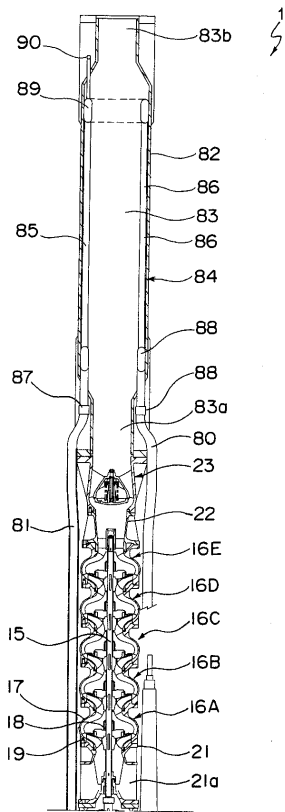
【図 9】



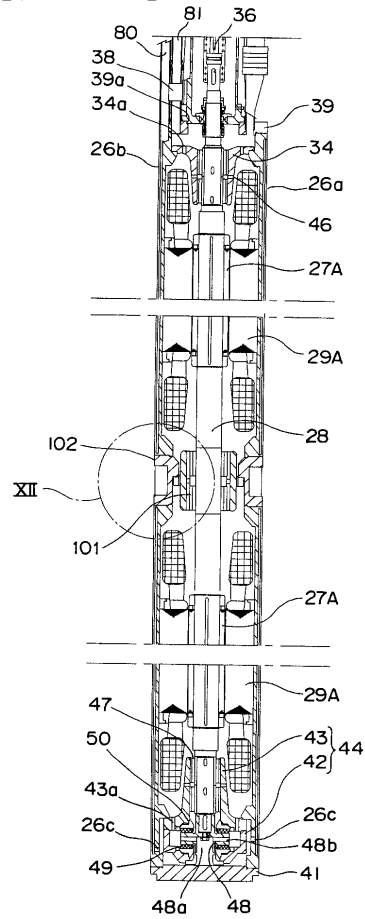
【図 10】



【図 1 1 A】



【図 1 1 B】



【図 1 2】

