

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2020-525670  
(P2020-525670A)

(43) 公表日 令和2年8月27日(2020.8.27)

(51) Int.Cl.

E02B 9/00 (2006.01)  
F03B 13/08 (2006.01)

F 1

E 02 B 9/00  
F 03 B 13/08

A

テーマコード(参考)

3 H 074

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 29 頁)

(21) 出願番号 特願2019-510408 (P2019-510408)  
 (86) (22) 出願日 平成30年4月30日 (2018.4.30)  
 (85) 翻訳文提出日 令和1年6月11日 (2019.6.11)  
 (86) 國際出願番号 PCT/US2018/030310  
 (87) 國際公開番号 WO2019/005286  
 (87) 國際公開日 平成31年1月3日 (2019.1.3)  
 (31) 優先権主張番号 PCT/US2017/048769  
 (32) 優先日 平成29年8月26日 (2017.8.26)  
 (33) 優先権主張国・地域又は機関  
米国(US)  
 (31) 優先権主張番号 62/664,849  
 (32) 優先日 平成30年4月30日 (2018.4.30)  
 (33) 優先権主張国・地域又は機関  
米国(US)

(71) 出願人 504381342  
オバーマイヤー, ヘンリー ケイ.  
アメリカ合衆国 コロラド 80549,  
ウェリントン, ウエスト カウンティ  
ロード 74 303  
 (74) 代理人 100078282  
弁理士 山本 秀策  
 (74) 代理人 100113413  
弁理士 森下 夏樹  
 (72) 発明者 オバーマイヤー, ヘンリー ケイ.  
アメリカ合衆国 コロラド 80549,  
ウェリントン, ウエスト カウンティ  
ロード 74 303

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 改良された可逆ポンプタービン敷設

## (57) 【要約】

本発明は、電動発電機を伴う可逆ポンプタービンを、略垂直の掘削孔内の、概して、放水部レベルのかなり下方に位置付けることによって、要求されるプラントキャビテーション係数を確立する。本発明は、従来の地下発電所または深部コンクリート発電所の代わりとしての、垂直シャフト内の可逆ポンプタービン敷設位置である。要求されるプラントキャビテーション係数は、深部に埋設された発電所へおよびそこから水流を経路指定するのではなく、単に、要求される深度に垂直シャフトを掘削することによって達成され得る。空気圧制御式の圧力逃し弁が、本発明の中に組み込まれ得る。

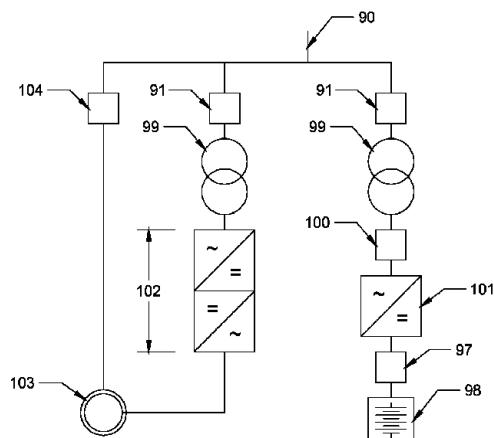


Fig. 36

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

上側水貯蔵槽と、下側水貯蔵槽と、導水路導管によって前記上側水貯蔵槽に接続され、また、放水導管を用いて前記下側水貯蔵槽に接続される、可逆ポンプタービンとを有する、揚水システムであって、前記ポンプタービンは、前記下側水貯蔵槽の表面のある深さに垂直シャフト内に位置付けられ、前記ポンプタービンは、前記垂直シャフトから軸方向に除去可能である、揚水システム。

**【請求項 2】**

前記ポンプタービンは、複数の段を備える、請求項 1 に記載のシステム。

**【請求項 3】**

前記導水路導管および前記放水導管は、前記ポンプタービンの上方の前記垂直シャフト内に同軸に位置付けられる、請求項 1 に記載のシステム。

**【請求項 4】**

前記ポンプタービンに動作可能に接続される電動発電機をさらに備える、請求項 1 に記載のシステム。

**【請求項 5】**

前記電動発電機は、前記ポンプタービンの下方に位置付けられる、請求項 4 に記載のシステム。

**【請求項 6】**

前記電動発電機は、ポンプ発電機の上方にあり、かつ垂直駆動シャフトを用いてそれに動作可能に接続される、請求項 4 に記載のシステム。

**【請求項 7】**

同軸導管は、内部導管と、外部導管とを備え、前記内部導管内の水を前記下側水貯蔵槽に指向させるために、および、水を前記上側水貯蔵槽から前記導水路導管に指向させるために、除去可能なマニホールドをさらに備える、請求項 3 に記載のシステム。

**【請求項 8】**

前記マニホールドは、前記導水路導管内のサージ圧力を低減するために、空気圧制御式圧力逃がし弁をさらに備える、請求項 7 に記載のシステム。

**【請求項 9】**

前記垂直シャフト内で前記ポンプタービンを選択的に上昇および降下させるために、前記ポンプタービンの下方に位置付けられるホイストピストンをさらに備える、請求項 1 に記載のシステム。

**【請求項 10】**

上側水貯蔵槽と、下側水貯蔵槽と、導水路導管によって前記上側水貯蔵槽に接続され、また、放水導管を用いて前記下側水貯蔵槽に接続される、可逆ポンプタービンとを有する、揚水システムであって、前記ポンプタービンは、前記下側水貯蔵槽の表面のある深さに垂直シャフト内に位置付けられ、前記ポンプタービンは、前記垂直シャフトから軸方向に除去可能であり、前記導管は、前記垂直シャフトと同軸に位置付けられる、揚水システム。

**【請求項 11】**

垂直シャフト内に位置する可逆ポンプタービンであって、前記可逆ポンプタービンは、前記垂直シャフトから除去可能である、可逆ポンプタービン。

**【請求項 12】**

水中電動発電機をさらに備える、請求項 11 に記載の装置。

**【請求項 13】**

前記電動発電機は、1つ以上のポンプタービンステージの真下に位置する、請求項 12 に記載の装置。

**【請求項 14】**

動作の間に、前記シャフトの上部に固定される除去可能なマニホールドをさらに備える、請求項 11 に記載の装置。

10

20

30

40

50

**【請求項 1 5】**

前記除去可能なマニホールドは、過剰な引水圧力を前記放水導管に解放するために、圧力逃がし弁を含む、請求項 1 4 に記載の装置。

**【請求項 1 6】**

前記圧力逃がし弁は、引水圧力を含有する 1 つ以上のオリフィスに対して制御されるガス圧力によって保持される弾性振動板から成る、請求項 1 5 に記載の装置。

**【請求項 1 7】**

前記電動発電機は、前記引水を前記垂直シャフトに接続する取水口の上方に位置する、請求項 1 1 に記載の装置。

**【請求項 1 8】**

前記ポンプタービンは、複数の段から成る、請求項 1 1 に記載の装置。

**【発明の詳細な説明】****【背景技術】****【0 0 0 1】**

本発明は、電気エネルギーの貯蔵のために使用される、可逆ポンプタービンに関する。図 1 b に示されるような従来の揚水設備は、概して、地下発電所を使用し、破壊的なキャビテーションを防止するために、ランナにおいて十分な絶対圧力を提供する。ランナの深さは、例えば、放水部の 100 メートル下方にあり得る。そのような地下設備を建設し、維持することは、高価であり、より小さい設備の場合でも、費用は、サイズに準じて減少しない。したがって、北米には、100 MW を下回る非常に少ない揚水設備が、存在する。典型的な従来のポンプタービンの断面立面図が、図 1 b に示される。子午面に 90° の曲げ角度を伴う先行技術のポンプタービン流路が、図 1 c に図示され、これは、従来のフランシスター ビンの子午面における流路と同様である。本発明は、専用タービンおよびポンプおよび可逆ポンプタービンに関する。先行技術の多段ポンプに関して、子午面におけるインペラと拡散器との間の関係が、図 2 に示され、図中、ランナ（インペラ）によって加えられる流体への加速は、外向きかつ下向きであり、これは、この場合、拡散器内に生じる最大の水路直径と比較して、不必要に小さいランナ先端直径をもたらす。この不必要に小さい直径は、各段を横断する限定される水頭差、ひいては、より多くの段およびより低い全体的効率をもたらす。

10

20

**【発明の概要】**

30

**【課題を解決するための手段】****【0 0 0 2】**

本発明は、電動発電機を伴う可逆ポンプタービンを、略垂直の掘削孔内の、概して、放水部レベルのかなり下方に位置付けることによって、要求されるプラントキャビテーション係数を確立する。電動発電機を伴う可逆ポンプタービンは、本明細書では、単に、「ポンプタービン」または「機械」と称されるであろう。本明細書では、その中に位置するポンプタービンの回転シャフトとの混同を回避するために、用語「シャフト」ではなく「掘削孔」が、使用される。

**【0 0 0 3】**

40

従来の揚水設備は、ランナを放水部深さのかなり下方に位置付け、機関出力および比速度を高く保ちながらキャビテーションを抑制する。可逆ポンプタービンに関する臨界キャビテーション係数は、水理断面が、揚水と発電との間で損なわれ、いずれに関しても最適化されていないため、タービンまたはポンプのいずれか一方に関するものよりも高い。放水部の下方へのランナの位置付けは、従来、機械サイズおよび定格にかかわらず、深部かつ高価な掘削を要求した。掘削および地下建設の費用は、例えば、100 MW を下回る小規模敷設に関しても、法外な費用がかかった。大規模敷設に好適な用地は、地質、地理、競合する土地使用、および十分な伝送ラインによって限定される。多くの好適なより小規模の用地が、存在するが、たとえサイズおよび定格において規模縮小されても、既存の可逆ポンプタービンが、依然として、法外な掘削および建設のコストを要求する。

**【0 0 0 4】**

50

提案される構成は、おそらく、直径1～3メートルの単純かつ安価な掘削孔を使用し、高比速度出力の可逆ポンプタービンを放水部深さの十分に下方に位置付け、キャビテーションを抑制する。そのような掘削孔は、合理的な価格で汎用建設業務として日常的に穿孔される。例えば、揚水用の鋼製ライナおよび導管、電気ケーブルおよび制御ケーブルが、掘削孔内の定位置に配索され得る。このタイプの敷設に適合されたポンプタービンは、単段機械として構成され得る、または多段水中ポンプ上で使用されるものに機能が類似する、特別に構成される「拡散器鉢」を利用する、多段機械として構成され得る。これらのポンプタービンは、通常は、従来の渦巻ケーシングを使用しないであろう。したがって、これらのポンプタービンの段は、標準的な水圧式設計が、広範囲の水頭条件にわたって使用されることを可能にするようにスタック可能であり得る。標準的なポンプタービン段の使用はさらに、要求されるプラントキャビテーション係数が、単に、要求される垂直の掘削孔深度を確立することによって達成されることができるという事実によって促進される。従来の地下発電所のポンプタービン敷設と比較して、大部分の場所における小さい揚水発電設備の敷設と併せて法外な費用がかかるであろう、用地特有の機械を設計かつ製造する必要性の頻度はより少なくなり、導水路導管も放水路も並外れた深部まで搬送する必要はない。標準的な構成要素の使用は、低減されたコストで同様部分の増加された数量をもたらす。低減されたコストは、ひいては、より大きい数のプロジェクトが、増加された部分の数量を用いて建設されることを可能にする。

10

## 【0005】

可逆ポンプタービンへのおよびそれからの水流は、ポンプタービンアセンブリの上方のシャフト内に位置付けられる、同軸の導水路を通してよい。関連付けられる電動発電機は、浸水可能であり、ある好ましい実施形態では、ポンプタービンの下方に位置してもよい。電動発電機をポンプタービンの下方に位置付けることは、所与の掘削孔サイズに関して、より大きな直径、したがって、より経済的な電動発電機を可能にする。実質的に全ての掘削孔横断面積を、電動発電機のための空間へではなく（上方および下方への）水運搬に割り当てるることは、掘削孔の所与の直径に関する最大電力定格を可能にする。

20

## 【0006】

発電機は、代替として、水路の外側に位置し、シャフトを用いてランナに接続されてもよい。そのような配列は、容易に利用可能な空冷発電機の使用を可能にしながら、渦巻ケーシングを組み込むために十分に大きい地下発電所を提供するよりも安価であり得る。

30

## 【0007】

好ましい実施形態では、除去可能なマニホールドが、内部パイプを放水部に接続し、外部パイプを引水部につながる導水路に接続するために使用され得る。概して、より小さい直径のポンプ入口／タービン出口を同軸パイプのより小さいものに接続する一方で、より大きいポンプ出口／タービン入口を2つの同軸パイプのより大きいものに接続することが、より効率的である。本発明の代替実施形態は、複数のポンプタービンが、一般的な掘削孔内の隔壁上に敷設され得るときに該当し得るように、別の配列を利用し得る。除去可能なマニホールドは、一体型の空気圧制御式圧力逃がし弁を含み得る。この一体型の圧力逃がし弁は、それ自体、調圧立坑の必要性を排除することによって、かつ導水路サージ圧力および導水路コストを低減させることによって、土木工事コストを低減させるであろう。加えて、または代替として、エアクッションが、掘削孔のカバーの下に残されてもよい。マニホールドの除去は、掘削孔からの機械類の除去を可能にする。専用の揚水機器は、限局空間作業の必要性のない敷設、点検、および保守を促進するであろう。可逆ポンプタービンの底部に取り付けられる水圧作動ピストンが、上昇および降下させるために使用され得る。ピストンと機械との間のスペーサが、機械が、上昇され、掘削孔を完全に乗り越えることを可能にするために使用され得る。

40

## 【0008】

可変速度動作が、風力産業のために開発された電力制御電子機器の入手しやすさによって促進される。風力タービンパワーコンバータの場合におけるように、フルパワーコンバータは、永久磁石電動発電機と併用されてもよく、部分的パワーコンバータは、（概して

50

、より大きな）二重給電誘導発電機と併用されてもよい。

【0009】

可逆ポンプタービンが敷設される掘削孔は、保守および修理のための機器を水圧を用いて揚上し、機器を動作位置に制御可能に降下させるための主掘削孔と別個である導管を通して、シャフトの底部への加圧水の送達のための供給部を含み得る。電力接続は、好ましくは、機械が降下されると、自動的に係合し、かつ機械が上昇されると、自動的に係合解除するように構成される。そのようなコネクタは、従来の「湿潤啮合」海洋電気コネクタ技術を使用してもよい、または圧縮ガス、絶縁油、および膨張可能シールの組み合わせを使用し、例えば、接地電位から絶縁されるロバストな電気接続を確立してもよい。

【0010】

機器が位置する掘削孔は、上側ポータル、下側ポータル、または任意の便宜的な中間場所において終端し得る。既存のパイプラインと併せての敷設の場合、垂直シャフトは、動作、負荷遮断、および他の考慮点から結果として生じる、所望される圧力プロファイルに従って位置し得る。シャフトカバーは、圧力逃がし弁を組み込んでもよく、空気を含有する調圧立坑を覆うために使用されてもよい。

【0011】

複数の機械が、単一のシャフト内に、例えば、一般的な隔壁上に敷設されてもよい。本発明による可逆ポンプタービンは、例えば、要求される場合、低い動力レベルで発電を促進するために、ペルトンタービンと併用されてもよい。可逆ポンプタービンは、その一次目的が、高い流動周期の間に貯水リザーバまで水を上昇させ、貯蔵された水が下流に要求されると、水を戻しながらエネルギーを回収することである、操業外季節変動貯水リザーバと併用されてもよい。

【0012】

本発明のある実施形態によると、ガス圧平衡圧力逃し弁が、水撃からの過剰圧力を限定するために使用されてもよい。

【0013】

作動可能シールを伴う屈曲部が、動作の間にドラフトチューブを放水路に接続するために使用されてもよい。膨張可能シールが、屈曲部をその動作位置にシールしながら、それが揚上および降下動作の間に自由に移動することを可能にするために使用されてもよい。膨張可能シールまたは支持部はまた、機械を動作の間に定位置に固定し、それが保守のために上昇されることを可能にするように解放するように使用されてもよい。

【0014】

本発明のさらなる側面によると、流動に上向きの速度成分を加える可逆ポンプタービンランナまたはポンプインペラが、提供される。この上向きの速度成分は、流動が、拡散器、または可逆ポンプタービンの場合、案内羽根と拡散器との組み合わせを通して真上に、または多段ポンプの場合、直接的に拡散器（固定子）の段に進行しながら、最大水路径に対するインペラの先端径の比率を最大限にすることを可能にする。本発明の場合、この比率は1.00であってもよい。これは、段毎の水頭を最大限にし、より大きい水頭が、単段機械を用いて達成されることを可能にする。図19a、19b、および19cは、子午面における流動および後端に向かって見られたときのインペラの羽根のX形状の外観を図示する。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】図1は、従来（先行技術）の揚水設備の概略図である。

【図1b】図1bおよび1cは、従来のポンプタービンの断面立面図である。

【図1c】図1bおよび1cは、従来のポンプタービンの断面立面図である。

【図3a】図3aは、部分的に除去されたポンプタービンアセンブリを伴って示される、図3aの揚水設備の立面図である。

【図3b】図3aおよび図3bを参照すると、本発明による可逆ポンプタービン敷設が、示される。

10

20

30

40

50

【図4a】図4aおよび4bは、本発明と併用するために構成される、圧力逃がし弁の断面立面図である。

【図4b】図4aおよび4bは、本発明と併用するために構成される、圧力逃がし弁の断面立面図である。

【図5a】図5a-cは、本発明による、可逆ポンプタービンの断面立面図である。

【図5b】図5a-cは、本発明による、可逆ポンプタービンの断面立面図である。

【図5c】図5a-cは、本発明による、可逆ポンプタービンの断面立面図である。

【図6】図6は、本発明による、可逆ポンプタービンおよび関連付けられる揚水設備の断面レンダリングである。

【図7】図7は、本発明による、それを固着かつシールするための膨張可能シールを伴う放水路トンネルへの屈曲接続部の断面図である。 10

【図8】図8は、本発明による、頭首工と併置する垂直の掘削孔へのポンプタービン敷設の断面立面図である。

【図9】図9は、本発明による、放水路ポータルと併置する垂直の掘削孔へのポンプタービン敷設の断面立面図である。

【図10】図10は、本発明による、頭首工と放水路ポータルとの間に位置する垂直の掘削孔へのポンプタービン敷設の断面立面図である。

【図11】図11は、「上側」リザーバの役割を果たす地下の加圧水貯蔵空洞と関連して位置する、垂直の掘削孔へのポンプタービン敷設の断面立面図である。

【図12】図12は、大概は地下にある空気/水アキュムレータ、およびガスタービンに関連する、本発明によるポンプの概略図である。 20

【図13】図13は、大概は地下にある空気/水アキュムレータ、およびガスタービンに関連する、本発明によるポンプの概略図であり、空気は、水噴霧冷却の補助を用いて略等温圧縮され得る。

【図14】図14は、調節可能な圧力逃し要素としての役割も果たす膨張可能シールを組み込む、本発明による、放水路接続屈曲部を図示する。膨張可能シール(63)は、動作の間に振動を低減させるための流動分離制御フィン51を特徴とする。

【図15】図15は、放水路接続屈曲部を含む、本発明による、揚水システム敷設を図示する。 30

【図16】図16は、放水路接続屈曲部と、放水路トンネルより高い高さで掘削孔に進入する導水路とを含む、本発明による、揚水システム敷設を図示する。

【図17】図17は、放水路接続屈曲部を含む、本発明による、揚水システム敷設を図示する。

【図18】図18は、放水路接続屈曲部を含む、本発明による、揚水システム敷設を図示する。

【図19a】図19aおよび19bは、本発明による、多段ポンプインペラの子午面断面図である。

【図19b】図19aおよび19bは、本発明による、多段ポンプインペラの子午面断面図である。

【図20】図20は、単一の導水路および単一の放水路トンネルに関連して敷設される、3つのポンプタービンの平面概略図である。 40

【図21】図21-23を参照すると、種々の圧力逃がし弁構成が、示される。

【図22a】図22aは、圧力逃がし弁を含むポンプタービン敷設である。

【図22b】図22bは、ポンプタービンの意図しない回転を防止する目的のため、掘削孔の底部に位置付けられるトルクキーの概略図である。

【図23】図23は、本発明による、圧力逃がし弁である。

【図24a】図24aおよび24bは、それぞれ、閉鎖および開放されて示される、本発明による、圧力逃がし弁である。

【図24b】図24aおよび24bは、それぞれ、閉鎖および開放されて示される、本発明による、圧力逃がし弁である。 50

【図25a】図25aおよび25bは、それぞれ、閉鎖および開放されて示される、本発明による、圧力逃がし弁である。

【図25b】図25aおよび25bは、それぞれ、閉鎖および開放されて示される、本発明による、圧力逃がし弁である。

【図26a】図26aおよび26bは、それぞれ、閉鎖および開放されて示される、本発明による、圧力逃がし弁である。

【図26b】図26aおよび26bは、それぞれ、閉鎖および開放されて示される、本発明による、圧力逃がし弁である。

【図27】図27aおよび27bは、単一の掘削孔内への複数のポンプタービン／電動発電機の敷設を示す。

10

【図28】図28は、本発明のポンプタービンの1つの型を図式的に示す。

【図29】図29は、本発明のポンプタービンの別の型を示す。

【図30】図30は、改札型ゲートではなく、円柱型ゲートを組み込む、本発明のポンプタービンの別の型を示す。

【図31】図31-37は、種々の敷設代替例を示す。

【図32】図31-37は、種々の敷設代替例を示す。

【図33】図31-37は、種々の敷設代替例を示す。

【図34】図31-37は、種々の敷設代替例を示す。

【図35】図31-37は、種々の敷設代替例を示す。

【図36】図31-37は、種々の敷設代替例を示す。

20

【図37】図31-37は、種々の敷設代替例を示す。

【図38】図38-43は、可逆ポンプタービンの種々の実施形態を示す。

【図39】図38-43は、可逆ポンプタービンの種々の実施形態を示す。

【図40】図38-43は、可逆ポンプタービンの種々の実施形態を示す。

【図41】図38-43は、可逆ポンプタービンの種々の実施形態を示す。

【図42a】図38-43は、可逆ポンプタービンの種々の実施形態を示す。

【図42b】図38-43は、可逆ポンプタービンの種々の実施形態を示す。

【図43】図38-43は、可逆ポンプタービンの種々の実施形態を示す。

【図44a】図44a-bは、流動インバータ区分を示す。

【図44b】図44a-bは、流動インバータ区分を示す。

30

【図45a】(記載なし)

【図45b】(記載なし)

【図46】(記載なし)

【発明を実施するための形態】

#### 【0016】

図1a、1b、および1cを参照すると、可逆ポンプタービンを伴う従来の揚水プラントが、示される。そのような従来の敷設において、いくつかのとりわけ高価な特徴が、存在する。これらは、以下を含む。

1) 典型的には、負荷遮断から生じ得る水撃を緩和させるために必要とされる、調圧立坑。

40

2) 放水部レベルの下方の地下発電所。そのような発電所は、建設するために高価であり、人的過誤または構成要素故障に起因する洪水のリスクがある。地下発電所の洪水は、設備自体およびそのオペレータへの危険である。

3) 導水路および放水路導管が、多額の費用をかけて、発電所自体と同一の低い高さに経路指定されなければならない。

#### 【0017】

図2は、本発明による、揚水設備の概略図である。図3は、先行技術の多段ポンプの子午面を通した断面図である。図3aおよび図3bを参照すると、本発明による可逆ポンプタービン敷設が、示される。地下発電所は、要求されない。代わりに、垂直の掘削孔またはシャフト4が、ポンプタービンおよび電動発電機アセンブリ1が敷設され、必要に応じ

50

て保守のために除去され、再敷設される一方で、放水部の下方に 3 単位分の所望される低い高さ設定を提供することを可能にする。高さ設定は、プラントキャビテーション係数（プラントシグマ）が臨界キャビテーション係数（クリティカルシグマ）を上回るように実質的に低くなければならず、キャビテーション係数は、水温における水蒸気圧によって計算されるランナの低圧側の絶対圧力の比率として定義される。シャフト 16 は、水中電動発電機 8 をポンプタービンの段 9、10、11、および 12 に接続する。垂直の放水導管 5 は、拡散器 14 を導水路 2 の進入点の上方に接続する。圧力逃がし弁 7 は、好ましくは、除去可能なマニホールド 6 に搭載される。除去可能なマニホールド 6 は、基礎 13 にボルトで留められ、フランジ 15a において放水路導管 3 に接続する。放水路導管 3 は、示されていない下側リザーバにつながる。段数が、水頭、高度設定、速度、敷設定格、および他の因子に従って調節され得ることに留意されたい。導水路 2 は、上側リザーバ 70 に接続する。放水路導管 3 は、下側リザーバ 71 に接続する。水が、掘削孔 4 の外環 17 を通して、ポンプとしての上側リザーバ 70 に向かって、そしてポンプタービン 43 に向かって流動する。

10

## 【0018】

除去可能な部分が、便宜的に分離可能なサブアセンブリ 6、7、14、および 5 にさらに分割され得ることに留意されたい。例えば、マニホールド 6 が、最初に持ち上げられる場合があり、放水路導管 5 の垂直部分が、次いで持ち上げられる場合があり、ポンプタービン段 9、10、11、および 12 が、電動発電機 8 とともに最後に持ち上げられる場合がある。上部の電動発電機の場合では、固定子が、定位置に残されながら、回転部、シャフト、およびアセンブリの残りが、最後に持ち上げられる場合がある。

20

## 【0019】

図 4a および 4b を参照すると、本発明との併用に好適な圧力逃がし弁の断面図が、それぞれ、その開放位置および閉鎖位置に示される。拡散器 14 が、リブ 25 に接続される。リブ 25、リング 23、およびリング 24 がともに、その膨張圧力が、シャフト 17 内の圧力を上回るとき、ブラダ 18 をその内径表面上に半径方向に支持する。膨張可能なブラダ 18 は、フランジ 26 によって下方から、かつエンクロージャ 7 によってその外径上に支持される。ブラダ 18 内の空気圧は、シャフト 17 からマニホールド 6 への（放水圧力での）漏出を停止させるようにのみ精密に調節され得る。

30

## 【0020】

図 5a および 5b を参照すると、本発明によるポンプタービンの断面立面図が、示される。ランナ 27 が、水が子午面において約 180° 方向を逆転するトロイダル型の流路の周囲に設計される。改札型ゲート 28 が、軸方向の流動分散器を構成する。タービン拡散器 29 が、タービンランナ退出エネルギーを回収する。固定羽根 30 が、分散器ハブ 31、タービン拡散器 29、および改札型ゲートサーボシステム 32 に機械的支持を提供する。発電機 33 は、好ましくは、タービンの下方に位置する。ホイストピストン 34 は、水圧を使用して、接続されるドラフトチューブ区画、圧力逃がし弁、および屈曲部を伴うポンプタービンアセンブリ全体を上昇および降下させるために使用され得る。ホイストピストン 34 は、上側シールリング 35 および下側シールリング 36 を組み込み、シールを維持しながら放水路接続を横断して通過し得る。

40

## 【0021】

中空のシャフト 72 が、コンデンサとしての役割を果たすランナ 27 と併せてヒートパイプの蒸発器として使用され得る。機械が降下されると、電気コネクタ 73 が、電気コンセントアセンブリ 74 に係合する。偏移リング 75 および 76 が、改札型ゲート 28 を作動させるためのトルクを提供する。

## 【0022】

掘削孔 4 は、岩面 77、グラウト 78、および鋼製ライナ 79 と関連付けられる。

## 【0023】

シャフトシールアセンブリ 80 は、発電機エンクロージャを乾燥した状態に保つ。

## 【0024】

50

図 6 を参照すると、ピストンアセンブリ 3 4 は、上昇および降下する間に発電機 3 3 およびポンプタービン 3 7 を支持する。弁 3 8 は、導水路 3 9 からの水を遮断するために使用され得る。放水路導管 4 0 は、放水部に接続する。カバーアセンブリ 4 1 は、除去可能である。

【 0 0 2 5 】

図 6 を参照すると、弁 4 2 が、取り付けられたパイプ、屈曲部、および圧力解放アセンブリ 4 4 を伴うポンプタービン電動発電機アセンブリ 4 3 の水圧を用いた上昇と降下の間に、垂直シャフト 4 を充填するために使用され得、下側ポータル 4 5 が、建設段階の間に T B M を起動する役割を果たし、かつ揚水入口作業所としての役割を果たす。頭首工 4 7 が、建設の間に上側ポータルとして、かつ保守の間に点検プラットフォームとしての役割を果たす。クレーン 4 8 が、保守のために、ポンプタービンから、ドラフトチューブ区画、屈曲部アセンブリ、および圧力逃がし弁を分解するために使用されてもよい。

10

【 0 0 2 6 】

図 7 を参照すると、屈曲部アセンブリ 4 9 が、示される。膨張可能シール 5 0 が、上端をシールする。膨張可能シール 5 1 は、下端を閉鎖させる。屈曲部 5 2 が、流動を放水路導管に指向させる。スプール 5 3 が、保守の移動の間に、ポンプタービンとともに進行する。

20

【 0 0 2 7 】

図 8 を参照すると、機械シャフト 5 4 が頭首工 5 5 の下に位置する敷設が、示される。

【 0 0 2 8 】

図 9 を参照すると、機械シャフト 5 4 が、放水路ポータル 5 6 の下方に位置する。

【 0 0 2 9 】

図 1 0 を参照すると、機械シャフト 5 4 が、頭首工 5 5 と放水路ポータル 5 6 との間に位置する。

【 0 0 3 0 】

図 1 1 を参照すると、機械シャフト 5 4 が、加圧されるリザーバ 5 8 および放水路トンネル 5 9 に接続を提供する。

【 0 0 3 1 】

図 1 2 を参照すると、加圧水リザーバ 5 8 が、加圧空気カラム 5 9 と併せて示される。ポンプまたはポンプ／タービン 6 0 は、本発明によるもの、または従来のものであってもよい。空気 5 9 が、ガスタービン発電機セット 6 1 に給送されてもよい。

30

【 0 0 3 2 】

図 1 3 を参照すると、圧縮されている空気の噴霧冷却が、等温空気圧縮を提供するために使用されてもよい。

【 0 0 3 3 】

図 6、7、1 6、および 1 7 は、多くの可能性として考えられる建設シーケンスのうちの 1 つを描写する。

【 0 0 3 4 】

図 1 7 を参照すると、膨張可能シール 6 3 が圧力逃がし弁としての役割もまた果たし得る、別の実施形態が、示される。

40

【 0 0 3 5 】

図 1 8 を参照すると、機械シャフト 5 4 内に位置付けられた組み合わせられたシールおよび P R V 6 3 が、屈曲部 5 2 および放水路導管 4 0 と併せて示される。機械シャフトライナ 6 4 が、示される。

【 0 0 3 6 】

図 1 7 を参照すると、膨張可能シール 6 3 が圧力逃がし弁としての役割もまた果たし得る、別の実施形態が、示される。

【 0 0 3 7 】

図 1 8 を参照すると、屈曲部 5 2 内に羽根 6 5 を伴う、別の実施形態が、示される。

【 0 0 3 8 】

50

図 19 a および 19 b を参照すると、ポンプまたは可逆ポンプタービンのためのランナが、示され、流動は、子午面内の平滑な正弦波経路に沿って指向される。ブレード（羽根）は、円周方向の加速ベクトルおよび子午面内の加速ベクトルを加え、水を水通路を通して誘導する。ブレードシーケンスは、ベクトル和に対して法線方向であってもよい。インペラは、大きいほど、より効率的であり、段毎のより高い水頭を提供する。インペラは、3 次元印刷によって最も良好に作製され得る。図 19 c は、図 19 b のインペラの放出縁の中が見える、端面図である。

## 【0039】

図 21 - 23 を参照すると、種々の圧力逃がし弁構成が、示される。

## 【0040】

図 24 を参照すると、中間羽根が、使用される。

## 【0041】

図 27 を参照すると、複数のポンプタービンが、共通導水路 2 および放水路導管 3 を共有して示される。

## 【0042】

図 27 a および 27 b を参照すると、同一の機械シャフト 54 内にともに敷設された複数の水中ポンプタービン 62 a - 62 f が、示される。

## 【0043】

図 28 から 30 は、共通機械シャフト内の隔壁上への敷設のために構成される、ポンプタービンを示す。

## 【0044】

図 31 を参照すると、中 / 高電圧永久磁石モータ / 発電機 95 およびバッテリ貯蔵アレイ 98 が、単一のカスケードマルチレベルパワーコンバータを介して電力系統 90 に接続される。パワーコンバータは、位相偏移入力変圧器 92 と、回生可能フロントエンドを組み込むパワーセル 93 と、絶縁された DC バス 95 と、負荷側インバータ 94 とを備える。各パワーセルの DC バスは、接続解除スイッチ 97 を介してバッテリバンク 98 に接続される。

## 【0045】

個々の DC バス 96 の電圧は、動作の間に能動的に管理され、モータ / 発電機 95 による電力消費または発電から独立して、バッテリバンク 98 を充電または放電する。

## 【0046】

図 32 を参照すると、低電圧永久磁石モータ / 発電機 95 およびバッテリ貯蔵アレイ 98 が、単一の 2 レベルパワーコンバータを介して電力系統 90 に接続される。パワーコンバータは、ライン側リアクタを伴うアクティブフロントエンド 93 と、中間 DC バス 96 と、モータ側 2 レベルインバータ 94 とを備える。パワーコンバータは、接続解除器 100 および昇圧変圧器 99 を通して電力系統に接続される。パワーコンバータ DC バス 96 は、接続解除スイッチ 97 を通してバッテリアレイ 98 に取り付けられる。DC バス 96 の電圧は、動作の間に能動的に管理され、モータ / 発電機 95 による電力消費または発電から独立して、バッテリアレイ 98 を充電または放電する。

## 【0047】

図 33 を参照すると、永久磁石モータ / 発電機 95 およびバッテリ貯蔵アレイ 98 が、並列かつ独立したパワーコンバータを使用して電力系統 90 に接続される。コンバータは、保護機能を組み込む個々の接続解除器 91 を使用して接続され得る。モータ / 発電機 95 が、回生 AC / AC パワーコンバータ 102 を使用して接続される。バッテリアレイ 98 が、DC バス接続解除器 97 を通してグリッドタイインバータ 101 に接続される。昇圧変圧器 99 が、インバータ 101 の出力をグリッド電圧まで増加させる。随意に、接続解除器 100 が、変圧器 99 とバッテリインバータ 101 との間に設置される。

## 【0048】

図 34 を参照すると、中 / 高電圧二重給電誘導機 103 およびバッテリ貯蔵アレイ 98 が、電力系統 90 に接続される。発電機の回転子巻線が、図 31 に説明されるように接続

10

20

30

40

50

されたバッテリ貯蔵部を伴うカスケードマルチレベルA C / A C 駆動部に接続される。発電機の固定子巻線が、接続解除器 104 を通して電力系統に接続される。

#### 【0049】

図 35 を参照すると、中／高電圧二重給電誘導機 103 およびバッテリ貯蔵アレイ 98 が、電力系統 90 に接続される。発電機の回転子巻線が、図 32 に説明されるように接続されたバッテリ貯蔵部を伴う低電圧 2 レベル A C / A C 駆動部に接続される。発電機の固定子巻線が、接続解除器 104 を通して電力系統に接続される。

#### 【0050】

図 36 を参照すると、中／高電圧二重給電誘導機 103 およびバッテリ貯蔵アレイ 98 が、電力系統 90 に接続される。発電機の回転子巻線が、回生 A C / A C 駆動部 102 に接続される。発電機の回転子巻線が、接続解除器 104 を通して電力系統に接続される。バッテリ貯蔵アレイが、図 33 に説明されるような別個かつ独立した D C / A C インバータ 101 に接続される。

10

#### 【0051】

図 37 を参照すると、複数の中／高電圧永久磁石モータ／発電機 95 が、同時閉鎖を防止するために連動される、直接オンライン接触子 105 と順方向／逆方向選択接触子 106 / 107 を併用して、いずれか一方の直接同期接続を可能にする配列で電力系統 90 に接続される。回生パワーコンバータ 102 が、発電機を揚水モードまたは発電モードのいずれか一方において同期速度に到達させる、または同期速度ではなく可変速度で動作させるために使用することができる。位相偏移入力変圧器 92 が、コンバータ 102 のアクティブフロントエンドを接続解除器 91 を介して電力系統に接続する。接続解除器 108 の行列が、発電機のいずれかがパワーコンバータのいずれかを使用して動作または開始されることを可能にする。

20

#### 【0052】

先述の内容から容易に理解することができるよう、本発明の基本概念は、種々の方法で具現化され得る。それは、水制御およびアクチュエータ技法ならびに適切な水制御または作動を遂行するためのデバイスの両方を伴う。本願では、水制御技法は、説明される種々のデバイスによって達成されることが示される結果の一部として、および利用に固有であるステップとして開示される。それらは単純に、意図および説明される通りにデバイスを利用することの自然な結果である。加えて、いくつかのデバイスが開示されるが、これらは、ある方法を達成するだけでなく、いくつかの点で変動されることができると理解されたい。重要なこととして、前述の内容の全てに関して、これらの様相の全ては、本開示によって包含されると理解されるべきである。

30

#### 【0053】

本願に含まれる議論は、基本的説明としての機能を果たすことを意図されている。読者は、具体的な議論が全ての可能な実施形態を明示的に説明するわけではない場合があり、多くの代替案が暗示的であることを認識するべきである。これはまた、本発明の一般的性質を完全には説明しない場合があり、各特徴または要素がどのようにして、より広義の機能または多種多様の代替的あるいは同等要素を実際に表すことができるかを明示的に示さない場合がある。再度、これらは、本開示に暗示的に含まれる。本発明がデバイス指向の用語で説明される場合、デバイスの各要素は、暗示的に機能を果たす。装置の請求項が、説明されるデバイスについて含まれ得るだけでなく、方法またはプロセスの請求項も、本発明および各要素が果たす機能に対処するように含まれ得る。説明も用語も、本特許出願に含まれるであろう請求項の範囲を限定することを意図していない。

40

#### 【0054】

また、本発明の本質から逸脱することなく、種々の変更が行われ得ることも理解されたい。そのような変更もまた、説明に暗示的に含まれる。それらは、依然として、本発明の範囲内に入る。示される明示的な実施形態と、多種多様の暗示的な代替実施形態の両方を包含する、広義の開示、および広義の方法またはプロセスおよび同等物が、本開示によって包含され、本特許出願のための請求項に依拠され得る。そのような言い回しが、変化し

50

、広義の請求項が、本出願において遂行されることを理解されたい。本特許出願は、出願人の権利の中であると見なされる程度に広義の請求項の基礎の考察を求め、独立しておよび全体的なシステムとしての両方で、本発明の多数の側面を網羅する特許をもたらすように設計されるであろう。

【0055】

さらに、本発明および請求項の種々の要素のそれぞれはまた、種々の様式で達成され得る。本開示は、任意の装置の実施形態、方法またはプロセスの実施形態の変形例であろうと、さらに単にこれらの任意の要素の変形例であろうと、それぞれのそのような変形例を包含すると理解されるべきである。特に、本開示が本発明の要素に関するため、各要素のための言葉は、たとえ機能または結果のみが同一であっても、同等の装置の用語または方法の用語によって表され得ることを理解されたい。そのような同等、より広義、またはさらにより一般的な用語は、各要素または措置の説明に包含されると見なされるべきである。そのような用語は、本発明が権利を得る暗示的に広義の請求範囲を明示的にすることが所望される場合に、置換することができる。一実施例のみとして、全ての措置が、全ての措置を講じるための手段として、またはその措置を引き起こす要素として表され得ることを理解されたい。同様に、開示される各物理的要素は、その物理的要素が促進する措置の開示を包含すると理解されるべきである。この最後の側面に関して、一例のみとして、「作動させるための手段」または「アクチュエータ」の開示は、明示的に議論されていようとなかろうと、「作動する」行為の開示を包含すると理解されるべきであり、逆に、事実上、「作動させる」作用の開示が存在する場合、そのような開示は、「アクチュエータ」およびさらに「作動させるための手段」の開示を包含すると理解されるべきである。そのような変更および代替的な用語は、説明に明示的に含まれると理解されるものである。

10

20

30

【0056】

本特許出願において言及されるいかなる法律、法令、条例、または規則の行為、または本特許出願において言及されるいかなる特許、公開文書、または他の参考文献も、参照することによって本明細書によって組み込まれる。加えて、使用される各用語に関して、本願でのその利用がそのような解釈と矛盾しない限り、参照することにより本明細書に組み込まれる、The Random House Webster's Unabridged Dictionary(第2版)等に含まれる、一般的な辞書定義が、各用語、全ての定義、代替的な用語、および同義語に関して組み込まれるものとして理解されるべきであることを理解されたい。最後に、本特許出願に従って参照することによって組み込まれる参考文献のリストに列挙される全ての参考文献、または本願で申請される他の情報の記述は、本明細書に添付され、参照することにより本明細書に組み込まれるが、しかしながら、上記のそれぞれについて、参照することにより組み込まれるそのような情報または記述が、この／これらの発明の特許と矛盾すると見なされ得る限りでは、そのような記述は、出願人によって行われたと明示的に見なされるものではない。

## 【表1】

## 米国特許

特許番号	種別コード	発行日	引用された文献の特許権所有者または出願人の氏名
4416328		1983-11-22	Baski 5
8823195	B2	2014-11-02	Legacy
6250887	B1	2001-06-26	Kuwabara et al.
7092795	B2	2006-08-15	Kuwabara
4538957		1985-11-03	Yamagata et al.
8215104	B2	2012-07-10	Riley
8193652	B2	2012-06-05	Paoli 10
4272686		1981-06-09	Suzuki
5561358		1986-10-01	Kuwabara et al.
3614268		1971-10-19	Merenda
4275989		1981-06-30	Gutierrez Atencio
6820333	B2	2004-11-23	Shimmei et al.
3810717		1974-05-14	Rakcevic
3794456		1974-02-26	Jelusic 15
4008010		1977-02-15	Fauconnet
8193652	B2	2012-06-05	Paoli
4496845		1985-01-29	Ensign et al.
4217077		1980-08-12	Brear
4431446		1984-02-14	Yamamoto et al.
2246472		1941-06-17	Sharp
9683540	B2	2017-06-20	Winkler et al. 20
4214104		1984-11-18	Kawabara
9494164	B2	2016-11-15	Baski
8485250	B1	2013-07-16	Rose
6311770	B1	2001-11-06	Mullis

10

20

30

## 【表2-1】

## 米国公開

公開番号	種別コード	公開日	引用された文献の特許権所有者または出願人の氏名
------	-------	-----	-------------------------

## 【表2-2】

40

20160341173	A1	2016-11-24	Coulon
2008056083	A3	2008-05-15	Paoli
20170023008	A1	2017-01-26	Kadowaki
20180040226	A1	2018-02-08	Zhang et al.

## 【表3】

## 外国特許

外国特許番号	国コード	種別コード	公開日	引用された文献の特許権所有者または出願人の氏名
2017093016	WO	A1	2017-08-06	VOITH Patent GMBH
103759069	CN	A	2014-04-30	
2013132098	WO	A2	2013-12-09	ABB Technology AG
20040064666	KA	A	2004-07-19	Cho
1289869	CA		1991-10-01	Morizot

10

## 【表4-1】

## 非特許文献

20

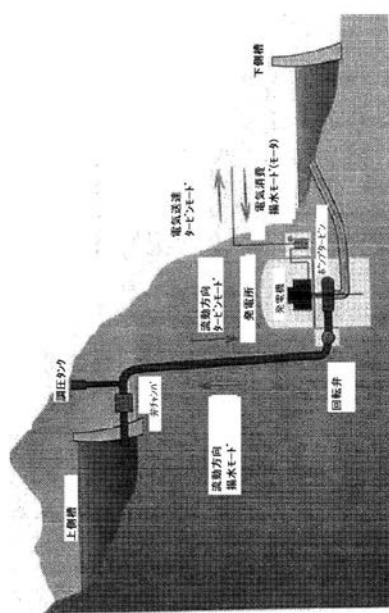
ERICKSON, B, Future Directions in Wind Power Conversion Electronics, ECE Department, University of Colorado, Boulder, Downloaded 04/28/2018
ABB VM1 Medium voltage vacuum circuit breakers with magnetic drive 12...24 kV - 630...4000 A - 16...50 kA, Brochure, copyright 2018
SHUBBRA (MIEEE, LMIETE), MATLAB/Simulink Based Model for 25 kV AC Electric Traction Drive, International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT) ISSN: 2278-0181IJERTV3IS051344, Vol. 3 Issue 5, May - 2014
WANG, D; YANG, J; CHEN, Z; MAO, C; LU, J, A Transformerless Medium Voltage Multiphase Motor Drive System, Energies 2016, 9, 323; doi:10.3390/en9050323, 27 April 2016
Allen-Bradley, Brochure, Understanding Regeneration, Publication 1336R-WP002A-EN-P — February 2001
Getzlaff, Fundamentals of Magnetics, Copyright 2004
Original Faesch & Piccard Design of Wheel-pit for Power House Number One,

30

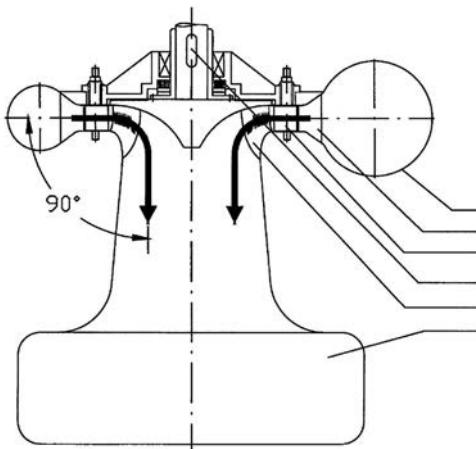
【表 4 - 2】

MAHARJAN, N; CHITRAKAR, S; KOIRALA, R, Design of Reversible Pump Turbine for its prospective application in Nepal, International Journal of Scientific and Research Publications, Volume 4, Issue 7, July 2014	
Five In focus – new pump storage schemes, December 2010	
INGRAM, E, Worldwide Pumped Storage Activity, Sept. 2010	
BEYER, T, Goldisthal Pumped-Storage Plant: More than Power Production, Hydrowprld.com, March 2007	
Estimating Reversible Pump-Turbine Characteristics, US Dept of the Interior Bureau of Reclamation, A Water Resources Technical Publication, Engineering Monograph No. 19, Dec. 1977	10
Analysis of a Static Start-up Control Strategy for Pumped Storage Power Plant Unit, Physics Procedia, Volume 24, 2012	
HydraForce-RVCV56-20 – Relief Direct Acting, Anti-cavitation, 2013	
BUDNIS, A, Using Pumps as Power Recovery Turbines, WaterWorld Transformer and Inductor Design Handbook-Chapter 1	
Eagle Mountain Pumped Storage Project No. 13123	
Final License Application, Volume 1 of 6, Exhibits A and B, Submitted to: Federal Energy Regulatory Commission, Submitted by: Eagle Crest Energy Company, June 2009	
Pumped storage machines, Reversible pump turbines, Ternary sets and Motor-generators, Voith Hydro Holding GmbH & Co. KG	20
LEVETT, D; FRANK, T, Cascade Topology-Based Medium Voltage Motor Drives: Operation Theory and Silicon Options; July 2017	
YANG, X; PATTERSON, D, HUDGINS, J, Digital Communication @ University of Nebraska, Lincoln, permanent Magnet Generator design and Control for LargeWind Turbines, 2012	
GE Power Generators, Brochure, November 2015	
Brochure, Edition 2018-01-15, Infionin Technologies AG	
AN2011-05 Industrial IGBT Modules	
Explanation of Technical Information, V1.2 November 2015,	
Brochure, DC to AC Converters, Introduction to Voltage Source Inverters, Version 2 EE IIT, Kharagpur 14	
Medium Voltage Switchgear & Products on the MV Network, Medium Voltage Switchgear & Products on the MV Network - Catalogue 2015	30
MV7000 Reliable, high performance medium voltage drive, GE Power Conversion 2013	
Challenges and Opportunities For New Pumped Storage Development, White Paper, NHA Pumped Storage Development Council Challenges and Opportunities For New Pumped Storage Development	
Yaskawa, MV1000 Specification Guide, (Rev 1) September 23rd , 2013	
SINAMICS Medium Voltage Drives, Seimens, Drives or Every Demand, Brochure, Published by Siemens AG 2016 Process Industries and Drives	
MORAN, S, Multi-Megawatt Motor Drive Technology, 30 March 2009	
Toshiba Adjustable Speed Drives, Brochure, 2014	
Plueger PM Motor	40

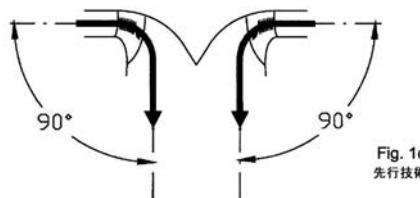
【図 1】

Fig. 1  
先行技術

【図 1 b】

Fig. 1b  
先行技術

【図 1 c】

Fig. 1c  
先行技術

【図 3 a】

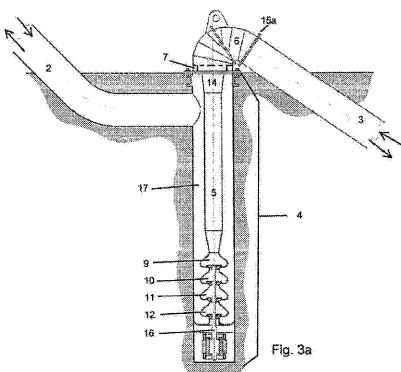


Fig. 3a

【図 3 b】

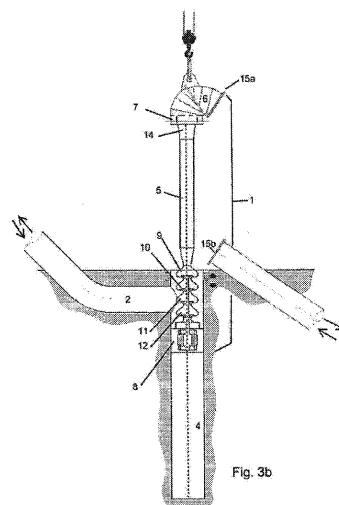
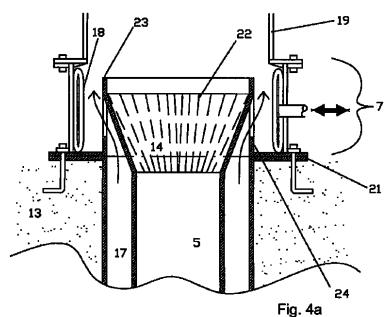
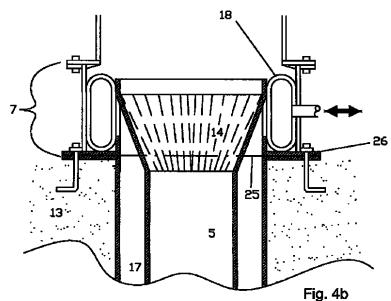


Fig. 3b

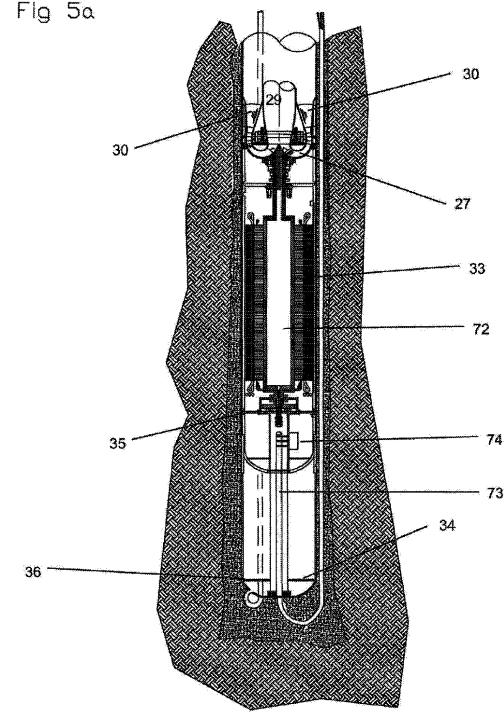
【図 4 a】



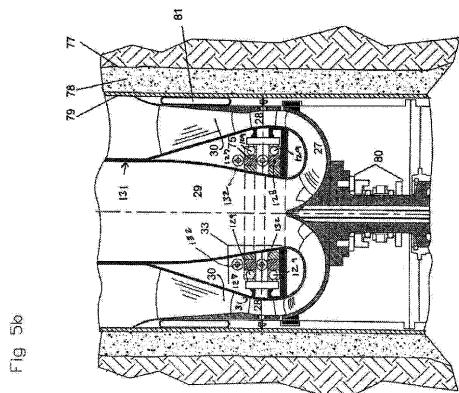
【図 4 b】



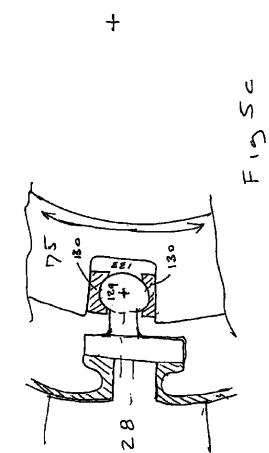
【図 5 a】



【図 5 b】



【図 5 c】



【図 6】

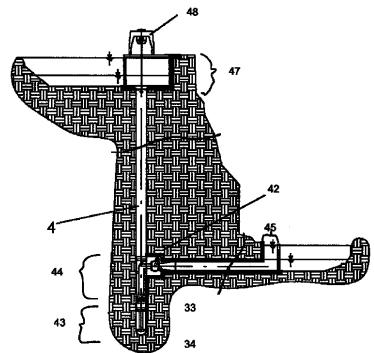


Fig. 6

【図 7】

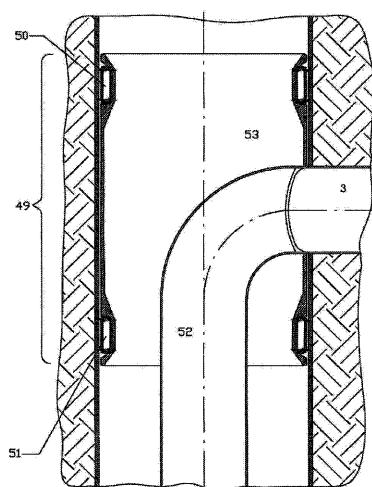


Fig. 7

【図 8】

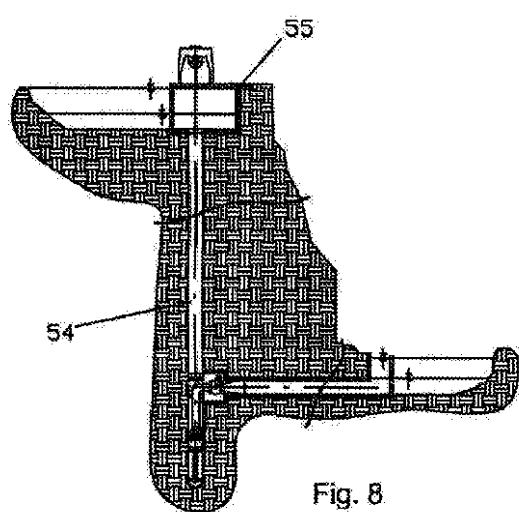


Fig. 8

【図 9】

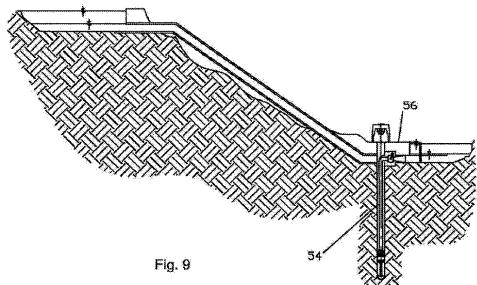


Fig. 9

【図 10】

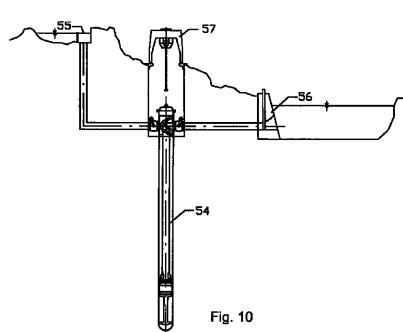


Fig. 10

【図 1 1】

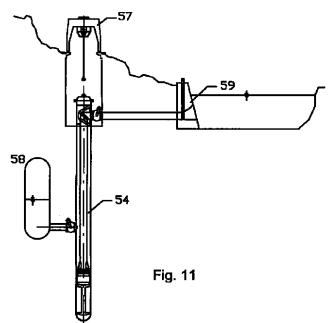


Fig. 11

【図 1 3】

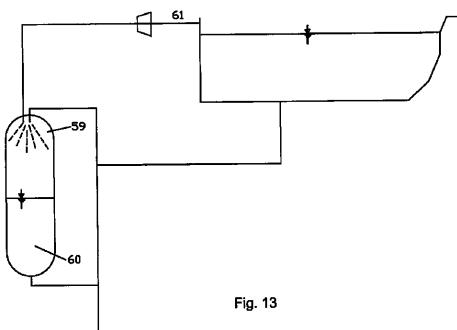


Fig. 13

【図 1 2】

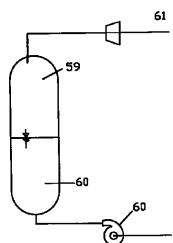


Fig. 12

【図 1 4】

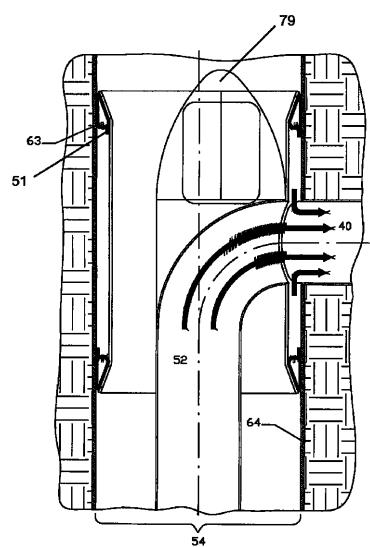


Fig. 14

【図 1 5】

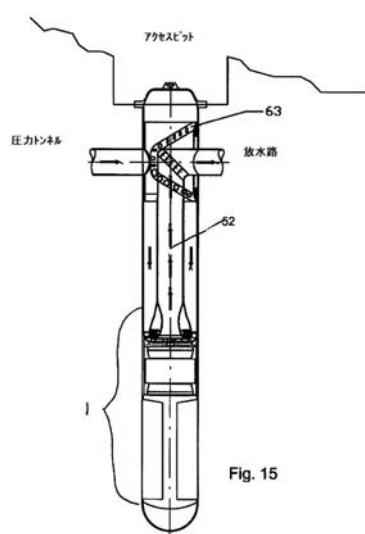


Fig. 15

【図 16】

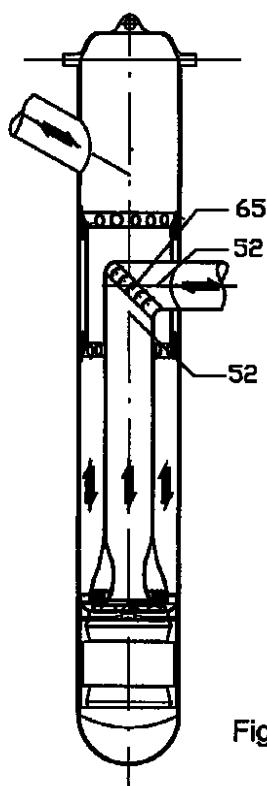


Fig. 16

【図 17】

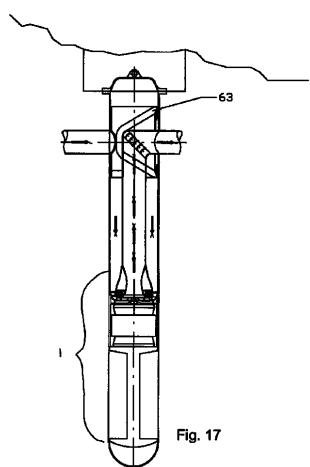


Fig. 17

【図 18】

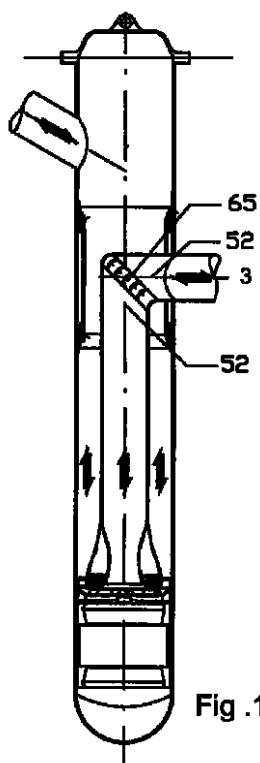


Fig. 18

【図 19 a】

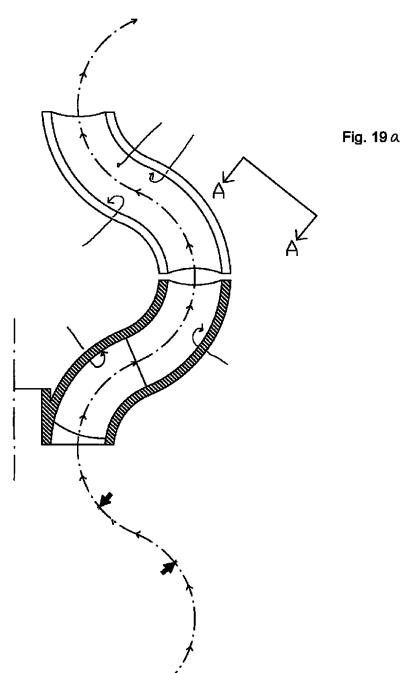
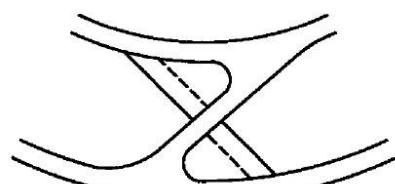


Fig. 19 a

【図 19 b】



線A-Aに沿ったビュー

Fig. 19b

【図 20】

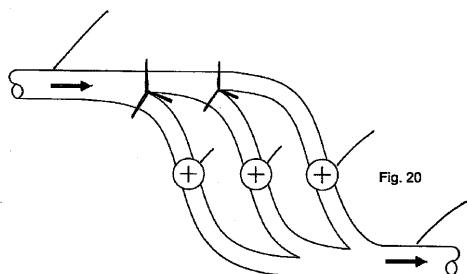


Fig. 20

【図 22 b】

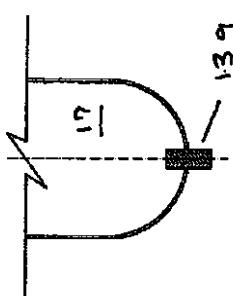
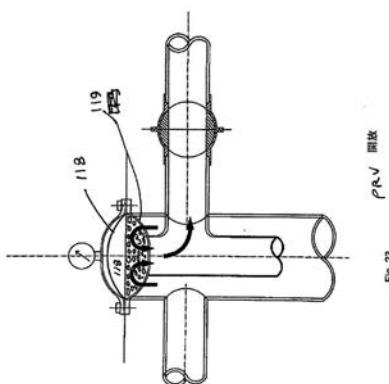


Fig. 22b

【図 23】

PRV 図版  
Fig. 23

【図 21】

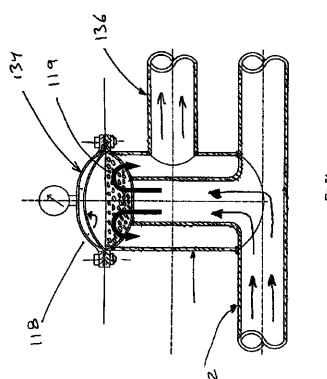


Fig. 21

【図 22 a】

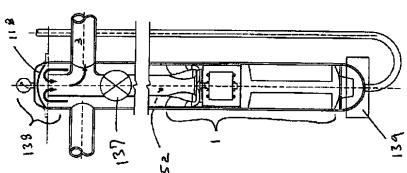
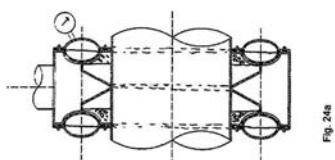
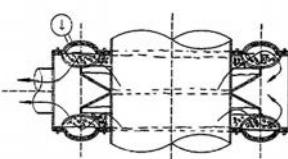


Fig. 22a

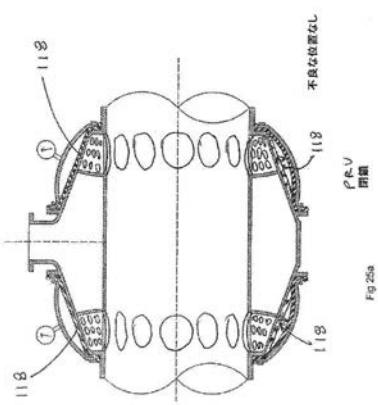
【図 24 a】

Fig. 24a  
PRV 図版

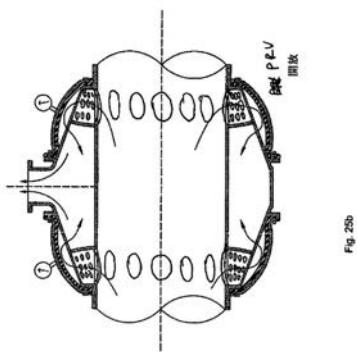
【図 24 b】

Fig. 24b  
PRV 図版

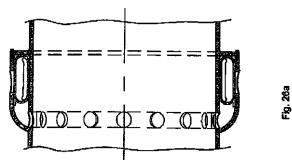
【図 25 a】



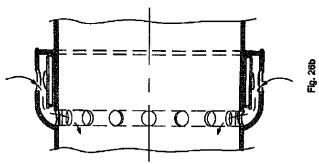
【図 25 b】



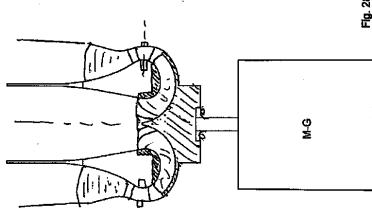
【図 26 a】



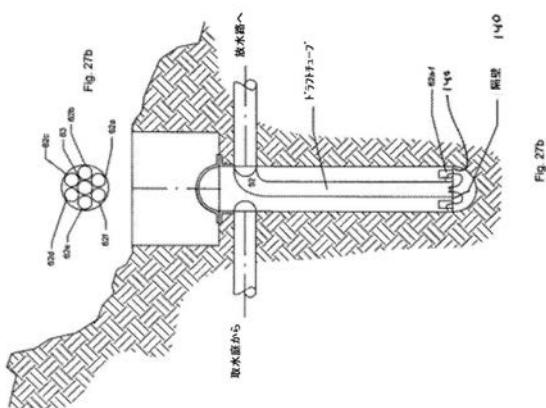
【図 26 b】



【図 28】



【図 27】



【図 29】

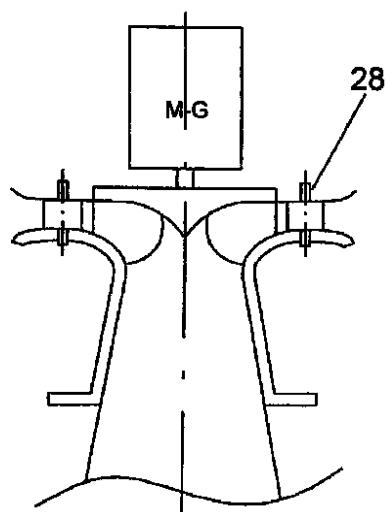


Fig. 29

【図 30】

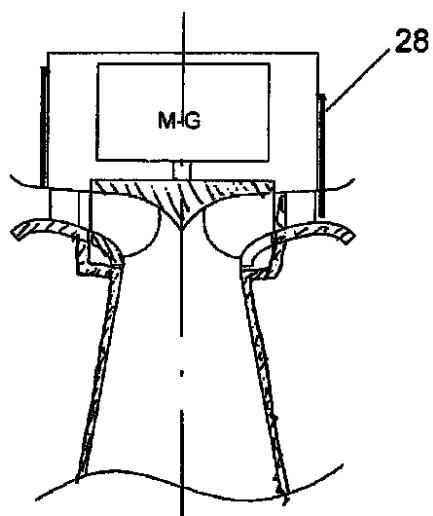


Fig. 30

【図 31】

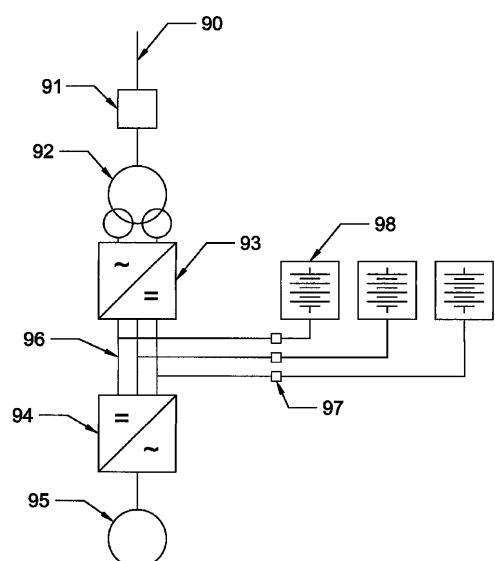


Fig. 31

【図 32】

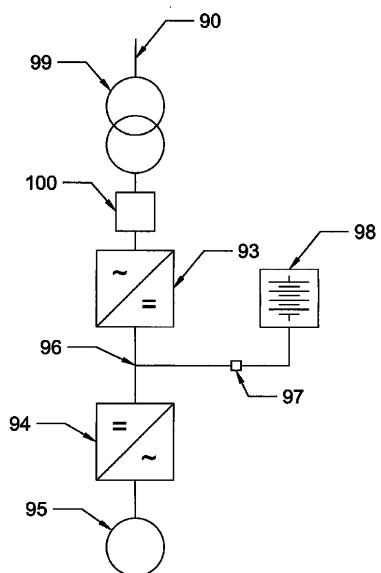


Fig. 32

【図 3 3】

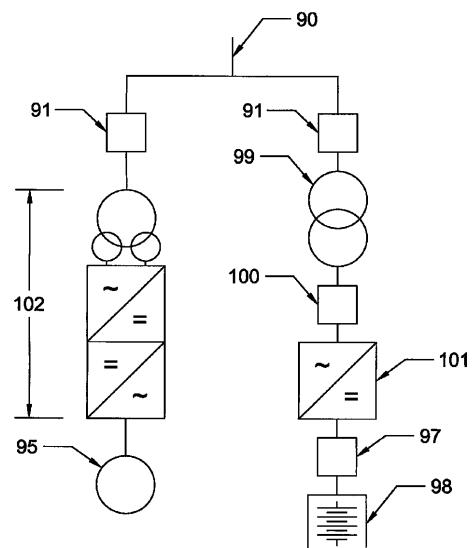


Fig. 33

【図 3 4】

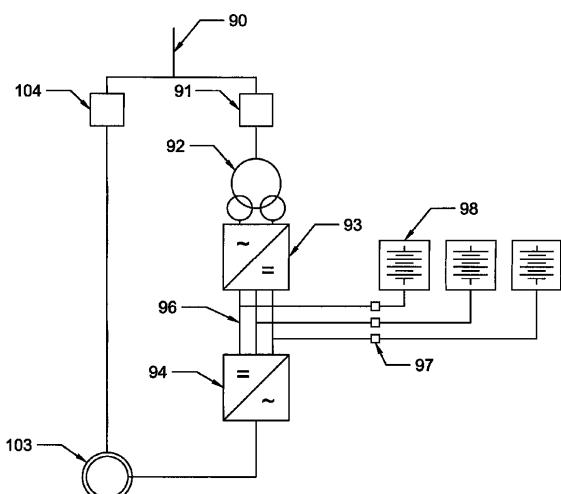


Fig. 34

【図 3 5】

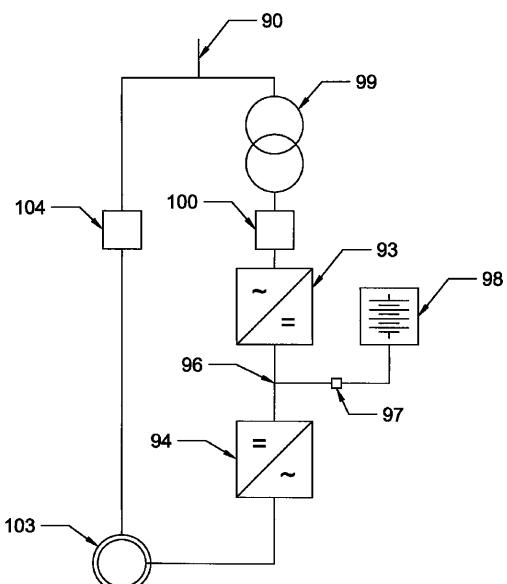


Fig. 35

【図 3 6】

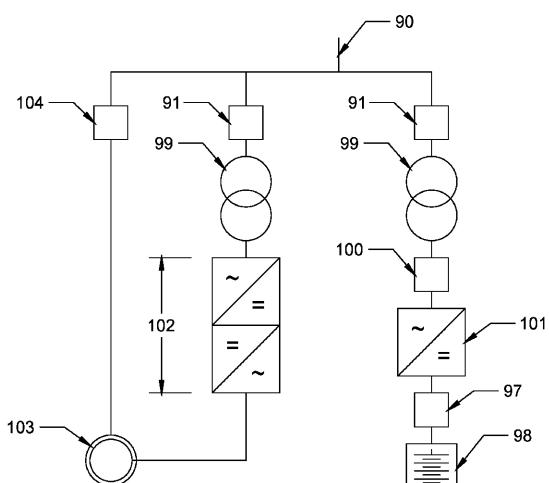


Fig. 36

【図 3 7】

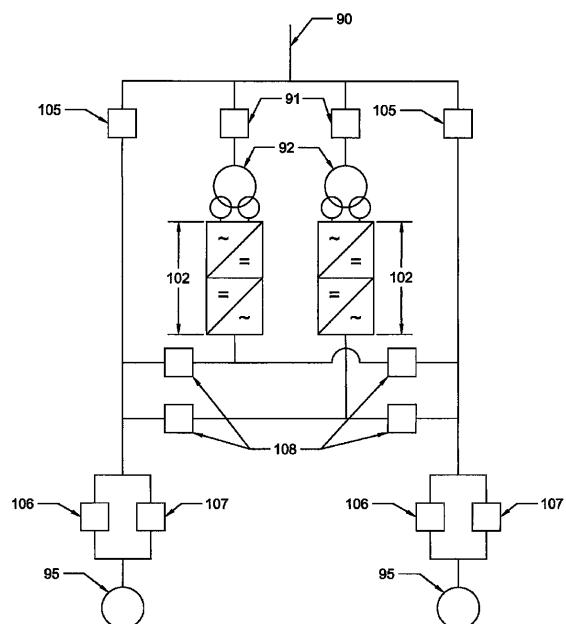
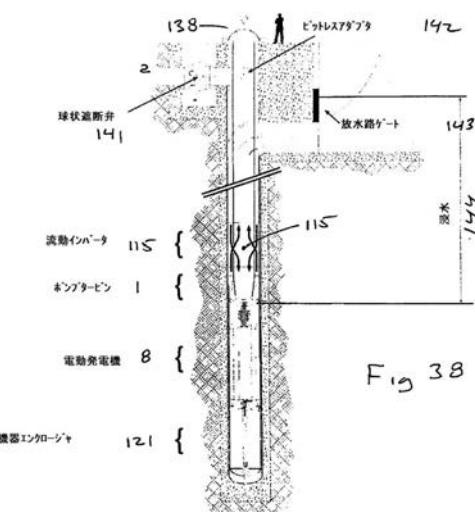


Fig. 37

【図 3 8】



【図 3 9】

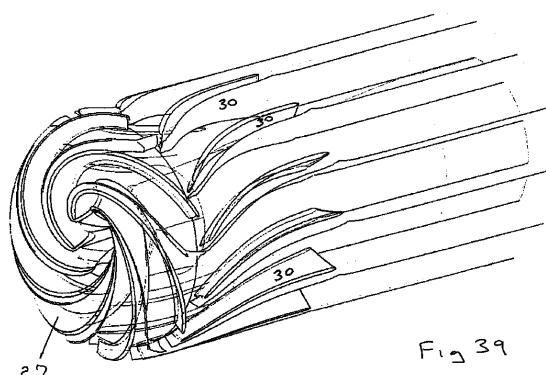
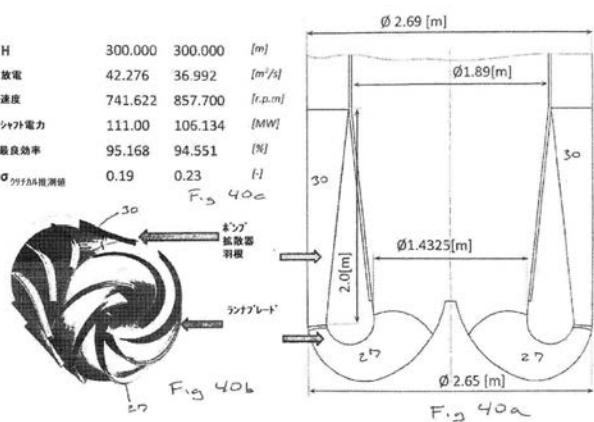
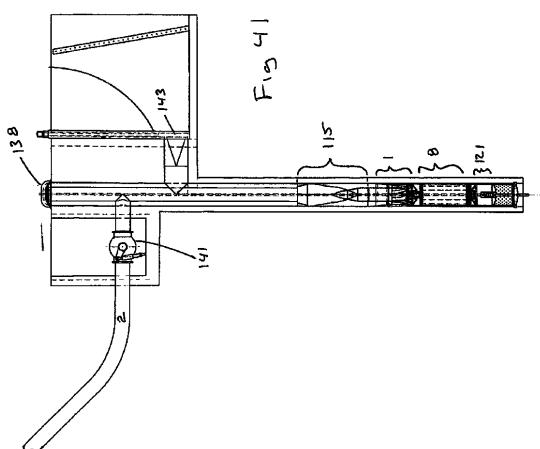


Fig. 39

【図 4 0】



【図 4 1】



【図 4 2 a】

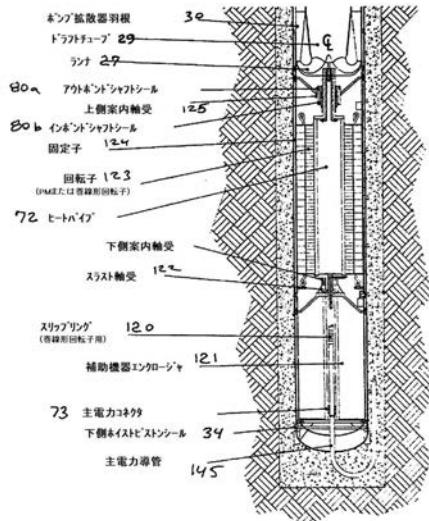


Fig. 42 a

【図 4 2 b】

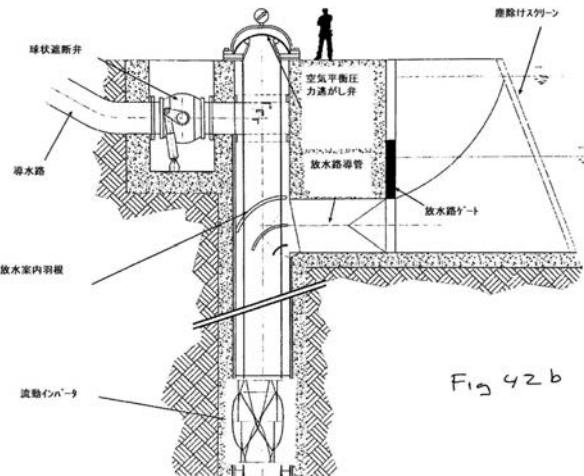


Fig. 42 b

【図 4 3】

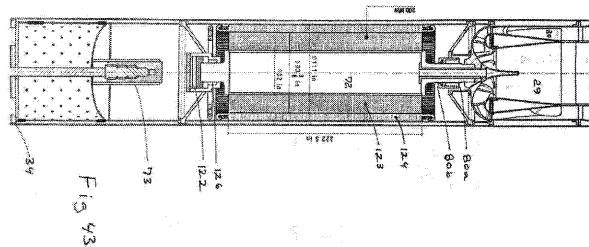


Fig. 43

【図 4 4 a】

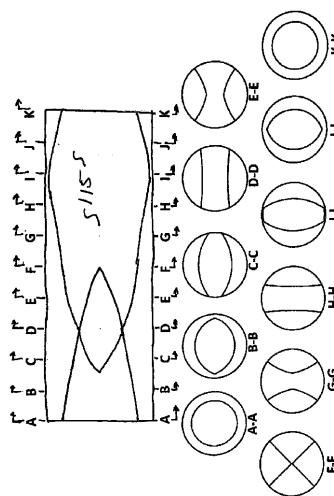


Fig. 44 a

【図 4 4 b】

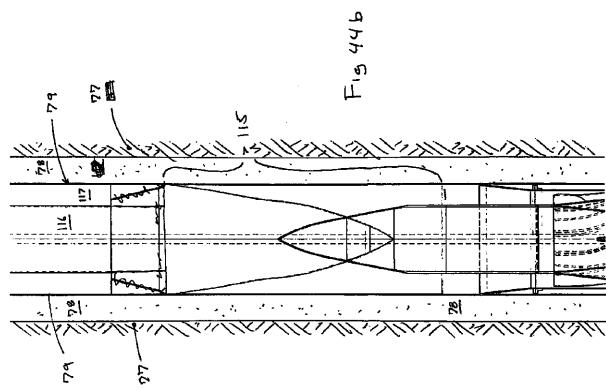


Fig. 44 b

【図 4 5 a】

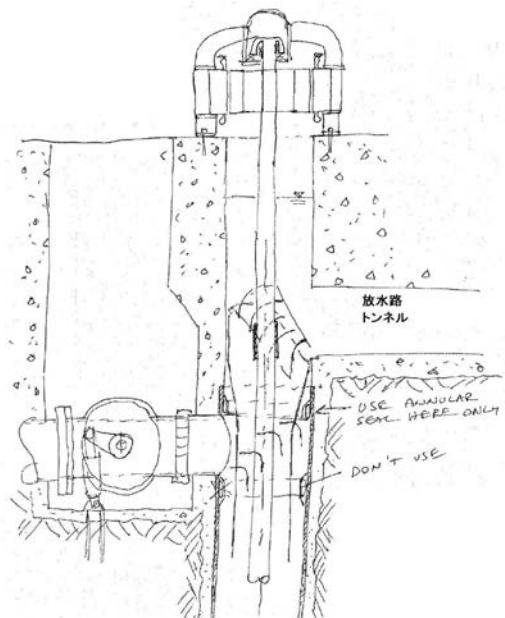


Fig. 45a

【図 4 5 b】

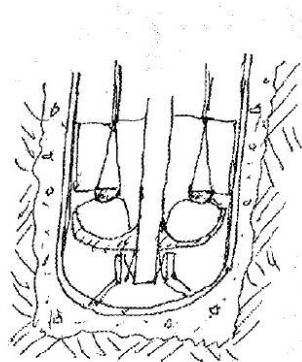


Fig. 45b

【図 4 6】

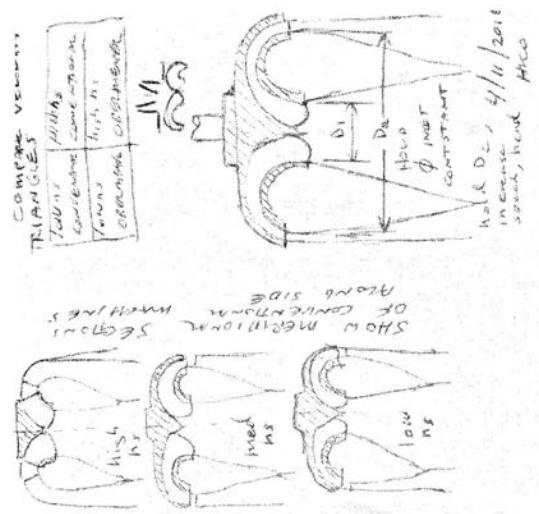


Fig. 46

## 【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US 18/30310																					
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC(8) - E02B 9/00, F03B 13/06, F03B 13/10 (2018.01) CPC - F03B 3/103, Y02E 10/223, Y02E 10/226, Y10S 415/91, Y02E 60/17																							
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC																							
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) See Search History Document Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched See Search History Document Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) See Search History Document																							
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left; padding: 2px;">Category*</th> <th style="text-align: left; padding: 2px;">Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th style="text-align: left; padding: 2px;">Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 2px;">X</td> <td style="padding: 2px;">RU 54379 U1 (Rostislavovich et al.) 27 June 2006 (27.06.2006) Entire document, especially Abstract, Specification, Fig 1.</td> <td style="padding: 2px;">1, 4, 6 — 2, 3, 5, 7-10, 13-18</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">A</td> <td style="padding: 2px;">(US 4,804,855 A (Obermeyer) 14 February 1989 (14.02.1989) Entire document, especially Abstract, Specification, Fig 1A.</td> <td style="padding: 2px;">11, 12</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">A</td> <td style="padding: 2px;">Catalog entitled 'Gould's Pumps - Vertical Turbine Pumps' (ITT Corporation) 2012, pgs 11 &amp; 12. [Retrieved from the Internet] &lt;URL:https://www.gouldspumps.com/itgp/mediabinary/goulds/website/Literature/Brochures/Product%20Bulletins/Alphabetical/Goulds_Vertical_Reader.pdf?ext=.pdf&gt;</td> <td style="padding: 2px;">1-18</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">A</td> <td style="padding: 2px;">Report entitled "Evaluation of the Feasibility and Viability of Modular Pumped Storage Hydro (m-PSH) in the United States" (Adam Witt et al.) September 2015, Entire document. [Retrieved from the internet] &lt;URL:https://hydrowise.ornl.gov/sites/default/files/2017-06/Evaluation_of_the_Feasibility_and_Viability_of_Modular_Pumped.pdf&gt;</td> <td style="padding: 2px;">1-18</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">A</td> <td style="padding: 2px;">US 2,246,472 (Sharp) 17 June 1941 (17.06.1941) Entire document, especially Abstract, Specification, Figs 1-7.</td> <td style="padding: 2px;">1-18</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">A</td> <td style="padding: 2px;">US 9,683,540 B2 (Winkler et al.) 20 June 2017 (20.06.2017) Entire document, especially Abstract, Specification, Figs 1, 2.</td> <td style="padding: 2px;">1-18</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	X	RU 54379 U1 (Rostislavovich et al.) 27 June 2006 (27.06.2006) Entire document, especially Abstract, Specification, Fig 1.	1, 4, 6 — 2, 3, 5, 7-10, 13-18	A	(US 4,804,855 A (Obermeyer) 14 February 1989 (14.02.1989) Entire document, especially Abstract, Specification, Fig 1A.	11, 12	A	Catalog entitled 'Gould's Pumps - Vertical Turbine Pumps' (ITT Corporation) 2012, pgs 11 & 12. [Retrieved from the Internet] <URL:https://www.gouldspumps.com/itgp/mediabinary/goulds/website/Literature/Brochures/Product%20Bulletins/Alphabetical/Goulds_Vertical_Reader.pdf?ext=.pdf>	1-18	A	Report entitled "Evaluation of the Feasibility and Viability of Modular Pumped Storage Hydro (m-PSH) in the United States" (Adam Witt et al.) September 2015, Entire document. [Retrieved from the internet] <URL:https://hydrowise.ornl.gov/sites/default/files/2017-06/Evaluation_of_the_Feasibility_and_Viability_of_Modular_Pumped.pdf>	1-18	A	US 2,246,472 (Sharp) 17 June 1941 (17.06.1941) Entire document, especially Abstract, Specification, Figs 1-7.	1-18	A	US 9,683,540 B2 (Winkler et al.) 20 June 2017 (20.06.2017) Entire document, especially Abstract, Specification, Figs 1, 2.	1-18
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.																					
X	RU 54379 U1 (Rostislavovich et al.) 27 June 2006 (27.06.2006) Entire document, especially Abstract, Specification, Fig 1.	1, 4, 6 — 2, 3, 5, 7-10, 13-18																					
A	(US 4,804,855 A (Obermeyer) 14 February 1989 (14.02.1989) Entire document, especially Abstract, Specification, Fig 1A.	11, 12																					
A	Catalog entitled 'Gould's Pumps - Vertical Turbine Pumps' (ITT Corporation) 2012, pgs 11 & 12. [Retrieved from the Internet] <URL:https://www.gouldspumps.com/itgp/mediabinary/goulds/website/Literature/Brochures/Product%20Bulletins/Alphabetical/Goulds_Vertical_Reader.pdf?ext=.pdf>	1-18																					
A	Report entitled "Evaluation of the Feasibility and Viability of Modular Pumped Storage Hydro (m-PSH) in the United States" (Adam Witt et al.) September 2015, Entire document. [Retrieved from the internet] <URL:https://hydrowise.ornl.gov/sites/default/files/2017-06/Evaluation_of_the_Feasibility_and_Viability_of_Modular_Pumped.pdf>	1-18																					
A	US 2,246,472 (Sharp) 17 June 1941 (17.06.1941) Entire document, especially Abstract, Specification, Figs 1-7.	1-18																					
A	US 9,683,540 B2 (Winkler et al.) 20 June 2017 (20.06.2017) Entire document, especially Abstract, Specification, Figs 1, 2.	1-18																					
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.		<input type="checkbox"/> 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																							
Date of the actual completion of the international search 11 July 2018		Date of mailing of the international search report <b>26 JUL 2018</b>																					
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US, Commissioner for Patents P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. 571-273-8300		Authorized officer: Lee W. Young PCT Helpdesk: 571-272-4300 PCT OSP: 571-272-7774																					

---

フロントページの続き

(31) 優先権主張番号 62/527,010

(32) 優先日 平成29年6月29日(2017.6.29)

(33) 優先権主張国・地域又は機関

米国(US)

(81) 指定国・地域 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, T, J, TM), EP(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, R, O, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), 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, JP, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT

(72) 発明者 イーアヴォーニック, クラウディウ エム.

アメリカ合衆国 コロラド 80549, フォート コリンズ, ウエスト スチュアート ストリート 1930

(72) 発明者 ベイカー, グラント クイン

アメリカ合衆国 バージニア 22204, アーリントン, エス. オールド グリード 口ード 26, アパートメント 203

F ターム(参考) 3H074 AA13 BB13 BB15 CC11 CC28 CC31