

(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
2015年3月19日(19.03.2015)



(10) 国際公開番号

WO 2015/037645 A1

- (51) 国際特許分類:
C02F 1/44 (2006.01) B01D 61/10 (2006.01)
B01D 61/02 (2006.01) B01D 61/12 (2006.01)
B01D 61/06 (2006.01) H02P 27/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/074021
- (22) 国際出願日: 2014年9月11日(11.09.2014)
- (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 2013-187942 2013年9月11日(11.09.2013) 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 1 1 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 後藤 彰(GOTO, Akira); 〒1448510 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社荏原製作所内 Tokyo (JP). 滝田 茂雄(TAKITA, Shigeo); 〒1448510 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社荏原製作所内 Tokyo (JP). 高橋 圭瑞(TAKAHASHI, Tamami); 〒1448510 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社荏原製作所内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 小野 新次郎, 外(ONO, Shinjiro 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 2 0 6 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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), ユーラシア (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))

(54) Title: SEAWATER DESALINATION SYSTEM

(54) 発明の名称: 海水淡水化システム

(57) Abstract: Provided is a seawater desalination system using a reverse osmosis separation device, wherein in order to make it possible to control, according to the characteristics of a reverse osmosis membrane, the pressure change rate or flow rate change rate of seawater with respect to the reverse osmosis membrane at the start and stop of a high-pressure pump, a drive power source control device (300) composed of a parallel circuit of a reduced voltage starter (12) and a switch (13) is connected between an electric motor (3) for driving a high-pressure pump (4) and an alternating current power source (100). Control of the reduced voltage starter (12) causes an alternating current voltage that is supplied to the electric motor (3) to increase continuously during a start-up adjustment duration so as to asymptotically approach an alternating current power source voltage from a zero voltage with an upwardly-convex monotonically-increasing function, and to decrease continuously during a stop adjustment duration as far as a zero voltage from the state of having asymptotically approached the alternating current power source voltage in an upwardly-convex monotonically-decreasing function. The switch (13) is closed when the alternating current voltage supplied to the electric motor (3) via the reduced voltage starter (12) is equal to the alternating current voltage of the alternating current power source (100) so that the alternating current voltage from the alternating current power source (100) is supplied directly to the electric motor.

(57) 要約: 逆浸透圧分離装置を用いた海水淡水化システムにおいて、高圧ポンプの始動・停止時の逆浸透膜への海水の圧力変化率や流量変化率を逆浸透膜の特性にあわせることができるようにするために、高圧ポンプ 4 を駆動する電動機 3 と交流電源 1 0 0 との間に、減電圧始動器 1 2 及び開閉器 1 3 の並列回路からなる駆動電源制御装置 3 0 0 が接続されている。そして、減電圧始動器 1 2 を制御することにより、電動機 3 に供給する交流電圧を、起動調整期間は、上に凸の単調増加関数でゼロ電圧から交流電源電圧に漸近するように連続的に増大させ、停止調整期間は、上に凸の単調減少関数で交流電源電圧に漸近した状態からゼロ電圧まで連続的に減少させる。開閉器 1 3 は、減電圧始動器 1 2 を介して電動機 3 に供給される交流電圧が交流電源 1 0 0 の交流電圧と等しいときに閉鎖されて、交流電源 1 0 0 からの交流電圧を電動機に直接供給する。

WO 2015/037645 A1

明 細 書

発明の名称： 海水淡水化システム

技術分野

[0001] 本発明は、海水から塩分を除去して海水を淡水化する海水淡水化システム（海水淡水化プラント）に関するものである。

背景技術

[0002] 海水を淡水化するシステムとして、海水を逆浸透膜分離装置に通水して脱塩する海水淡水化システムが知られている。図1は、このような従来の海水淡水化プラントの海水から淡水を造水するシステム回路の模式図である。この海水淡水化システムにおいては、取水された海水は、前処理装置1により一定水質の条件に整えられたのち、フィードポンプ2により海水供給ラインを介して電動機（M）3が直結された高圧ポンプ4へ供給される。高圧ポンプ4により加圧された海水は、逆浸透膜（RO膜）を備えた逆浸透膜分離装置5へと圧送され、逆浸透膜分離装置5内で高圧海水の一部は、逆浸透圧力に打ち勝って逆浸透膜を通過し、塩分が除去されまたは低減された淡水6として取り出される。その他の海水は、塩分濃度が高くなり濃縮された状態で逆浸透膜分離装置5から高圧濃縮海水（ブライン）7として排出される。

[0003] 高圧濃縮海水（ブライン）7は、依然として高い圧力を有しており、エネルギー回収装置8に導かれる。また、エネルギー回収装置8には、フィードポンプ2の吐出ラインから分岐した海水があらかじめ供給されており、そこで、高圧濃縮海水7の圧力を利用して、海水の圧力が昇圧される。

[0004] エネルギー回収装置8により昇圧された高圧の海水は、高圧ポンプ4の吐出圧力と同じ圧力になるように、更にブースターポンプ9によって昇圧され、高圧ポンプ4から吐き出される高圧海水と合流して、逆浸透膜分離装置5に供給される。

[0005] ここで、高圧ポンプ4の始動・停止により引起される海水の急激な圧力変動や流量変動が逆浸透膜へ及ぼす影響や、海水温の変動や、逆浸透膜の経時

的な性能の変化による逆浸透膜の淡水造水率の変動などに対応する必要がある。高圧ポンプ4の電動機3は、インバータ200によって交流電源100の周波数を変換し、これにより電動機3の回転数が制御されている。インバータ200による電動機3の回転数制御により、高圧ポンプ4の始動・停止時の圧力変動や流量変動を緩やかにし、海水温の変動や、逆浸透膜の経時的な性能の変化による逆浸透膜の淡水造水率の変動があっても、逆浸透膜に供給する海水量や海水の圧力の増減を調整して淡水の造水量を一定にしている。

[0006] ところで、逆浸透膜分離装置5は、供給された海水のうち、例えば約4割を淡水とし残りの約6割を濃縮海水として排出する。単純に、エネルギー回収装置8へ供給される6割の濃縮海水がすべて海水の昇圧に利用されたとすると、逆浸透膜分離装置5へ供給される海水のうち6割はエネルギー回収装置8とブースターポンプ9によって、4割が高圧ポンプ4から供給されることになる。そして、4割の淡水が逆浸透膜分離装置5から得ることになる。

[0007] すなわち、逆浸透膜分離装置5から得ることができる淡水の量は高圧ポンプ4の吐出流量とほぼ同じとなる。従って、淡水の量を多く得るには、高圧ポンプ4の容量を大きくしなければならず、高圧ポンプ4の容量を大きくするに従って、高圧ポンプ4を駆動する電動機3の容量を大きくしなければならない。尚、海水淡水化プラントの造水量すべてを1機の高圧ポンプ4でまかなうのではなく、数万トン／日の個別の系統を複数構成する場合が多いが、その場合においても、1台の高圧ポンプの大容量化が求められているため、各電動機の容量は数百kW～数千kWの容量が必要となる。

[0008] 更に、電動機3の容量が大きくなると、インバータ200の容量も大きくする必要があるが、インバータの価格は、一定の容量を超えると電動機の容量増加に比べて指数関数的に上昇する。このため、淡水を多く得るためにプラント規模を大きくすると、プラントを構成する個別の系統が大きくなるに従い、プラントの建設費用における逆浸透膜分離装置5や高圧ポンプ4などの構成機器のうち、インバータ200のコストの割合が大きくなってしま

。

[0009] ところで、インバータ２００は、交流電源１００の周波数を変換して電動機３に電力を供給するので、電動機３の運転中は常時、インバータ２００内の周波数変換回路は作動している。インバータ２００で用いられる電子部品の中には、ポンプや電動機に比べて寿命が短いものが含まれているので、インバータ２００のメンテナンス頻度は、他の機器に比べて高い。また、容量が大きいほどインバータの用途は限られており、それに用いられる電子部品も汎用性のないものが多くなるため、メンテナンスに要するコストがかかるということになる。

[0010] 従って、高圧ポンプの運転電源の制御装置には、メンテナンス頻度を低減し長寿命化する必要がある。

[0011] 一方、図２に示すように、インバータを使わず、交流電源１００から定格周波数の交流電流を高圧ポンプ４に直接供給する、所謂「電源直入れ」を行い、高圧ポンプ４の吐出ラインに自動弁１１を配置し、始動時に、自動弁１１の下流を低圧になるように絞った状態で高圧ポンプ４を起動し、徐々に自動弁１１の開度をコントローラからの信号によって調整しながら開くことにより、逆浸透膜へかかる圧力変化率を小さくするといったことも考えられている。

[0012] しかし、この場合、自動弁１１が全開になるまでの間、高圧ポンプ４による吐出し流れは自動弁１１により絞られるので、高圧ポンプ４内で滞留する海水が次第に高温化してしまい、ポンプの安定した運転が損なわれる虞があった。また、自動弁１１は、高圧まで耐圧を有し、大流量を流す必要があるため、流量が大きくなるにつれ大型化し、かつ、海水の腐食性に耐食性のある材料を自動弁１１の接液部分に施すので、大型化するとともに高価なものとなっていた。

[0013] 更に、「電源直入れ」を行う場合、電源投入時に定格電力の約６倍の電力が瞬間的に消費されるため、電源設備として定格の６倍の電力を許容できる設備にする必要があり、これも自動弁１１とともにスペースの大型化とコス

トアップに繋がっていた。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0014] 本発明は、上述の従来例の問題に鑑みなされたもので、本発明の第1の目的は、海水淡水化システムにおいて、逆浸透圧分離装置へ海水を供給する高圧ポンプの始動・停止時の逆浸透膜への海水の圧力変化率や流量変化率を逆浸透膜の特性にあわせることができるようにするとともに、システムを長寿命化及び安定化することである。

[0015] 本発明の第2の目的は、海水淡水化システムにおいて、海水温の変化による逆浸透膜の淡水造水率の変化や逆浸透膜の経時変化などによらず、淡水の造量を安定化することができるようにすることである。

課題を解決するための手段

[0016] 上記した第1の目的を達成するために、本発明は、海水から塩分を除去して淡水化する海水淡水化システムであって、

淡水化すべき海水の圧力を昇圧する高圧ポンプと、

逆浸透膜を備え、該逆浸透膜により、高圧ポンプからの海水を塩濃度の低い淡水と塩濃度の高い濃縮海水に分離する分離装置と、

高圧ポンプを駆動する電動機と、

電動機と交流電源との間に接続された駆動電源制御装置であって、

電動機の始動調整期間に電動機に供給する交流電圧を連続的に増加させ、かつ、電動機の停止調整期間に電動機に供給する交流電圧を連続的に減少させる始動・停止調整器と、

始動・停止調整器に並列接続され、該始動・停止調整器を介して電動機に供給される交流電圧値が交流電源の交流電圧と等しいときに閉鎖されて、交流電源からの交流電圧を電動機に直接供給する開閉器とからなる駆動電源制御装置とを備えていることを特徴とする海水淡水化システムを提供する。

[0017] 上記した本発明に係る海水淡水化システムの一実施形態においては、始動

・停止調整器は、電動機に供給する交流電圧を、始動調整期間では、線形ではなく上に凸の単調増加関数に沿って増大させ、停止調整期間では、線形ではなく上に凸の単調減少関数に沿って減少させるよう構成されており、上に凸の単調増加関数は、交流電源の交流電圧まで増大し、上に凸の単調減少関数は、交流電源の交流電圧からゼロ電圧まで減少する。また、始動調整期間及び停止調整期間の時間幅は、分離装置の逆浸透膜に必要な単位時間当たりの許容される最大上昇勾配及び常用運転圧力によって決定される時間幅以上で、始動・停止調整器の設定可能最大時間以下に設定される。

[0018] 上記した構成を有する海水淡水化システムにおいて、さらに、高圧ポンプの前段に備えられ、海水を高圧ポンプに送るフィードポンプを駆動する電動機を、分離装置から得られた淡水の流量及び温度、並びに、分離装置の吸い込み口での海水の圧力に基づいて制御することにより、フィードポンプから出力される海水の量を調整して、分離装置から得られる淡水の流量が安定化するように制御する制御手段を備えていることが好ましい。また、この海水淡水化システムにおいて、さらに、エネルギー回収装置のフィードポンプからの海水吸込み流量または該回収装置から外部に排出される濃縮水の流量を調整する自動弁を備え、該自動弁の開度を、フィードポンプからエネルギー回収装置に供給される海水吸込み流量、及び、エネルギー回収装置から分離装置に供給される流量に基づいて制御することにより、エネルギー回収装置から分離装置に供給される海水の量が安定化するように制御する制御手段を備えていることが好ましい。これにより、第1の目的に加えて、第2の目的も達成することができる。

[0019] また、上記した第2の目的を達成するために、本発明は、海水から塩分を除去して淡水化する海水淡水化システムであって、
淡水化すべき海水を提供するフィードポンプと、
フィードポンプから提供された海水の圧力を昇圧する高圧ポンプと、
逆浸透膜を備え、該逆浸透膜により、高圧ポンプからの海水を塩濃度の低い淡水と塩濃度の高い濃縮海水に分離する分離装置と、

フィードポンプ及び高圧ポンプを駆動する第 1 及び第 2 の電動機と、
分離装置から得られた淡水の流量及び温度、並びに、分離装置の吸い込み
口での海水の圧力に基づいて、第 1 の電動機を制御することにより、フィー
ドポンプから出力される海水の量を調整して、分離装置から得られる淡水の
流量が安定化するように制御する第 1 の制御手段と
を備えていることを特徴とする海水淡水化システムを提供する。

[0020] この海水淡水化システムはさらに、エネルギー回収装置のフィードポンプ
からの海水吸込み流量または該回収装置から外部に排出される濃縮水の流量
を調整する自動弁を備え、該自動弁の開度を、フィードポンプからエネルギ
ー回収装置に供給される海水吸込み流量、及び、エネルギー回収装置から分
離装置に供給される流量に基づいて制御することにより、エネルギー回収装
置から分離装置に供給される海水の量が安定化するように制御することが好
ましい。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]図 1 は、従来の海水淡水化システムの概略構成を示す模式図である。

[図2]図 2 は、従来の別の海水淡水化システムの概略構成を示す模式図である。
。

[図3]図 3 は、本発明の海水淡水化システムの第 1 の実施例の模式図である。

[図4]図 4 は、図 3 に示した本発明の海水淡水化システムにおける、高圧ポン
プを駆動するための電源を制御するための駆動電源制御装置を示す回路図で
ある。

[図5]図 5 は、図 4 に示した駆動電源制御装置の動作説明図である。

[図6]図 6 は、高圧ポンプの種々のポンプ回転数に対応して示した流量・揚程
線図である。

[図7]図 7 は、高圧ポンプのポンプ回転数・揚程線図である。

[図8]図 8 の (A) 及び (B) は、高圧ポンプのポンプ回転数を一定時間ごと
に一定の増加をした場合に、時間・揚程線図がどのようなになるかを説明する
図である。

[図9]図 9 の (A) は、始動時に図 3 に示した駆動電源制御装置により供給される電源電圧を示すグラフであり、(B) 及び (C) は、(A) に示した電圧が供給される場合の高圧ポンプの回転数及び揚程をそれぞれ示すグラフである。

[図10]図 10 の (A) は、停止時に図 3 に示した駆動電源制御装置により供給される電源電圧を示すグラフであり、(B) 及び (C) は、(A) に示した電圧が供給される場合の高圧ポンプの回転数及び揚程をそれぞれ示すグラフである。

[図11]図 11 は、本発明の海水淡水化システムの第 2 の実施例の模式図である。

[図12]図 12 は、本発明の海水淡水化システムの第 3 の実施例の模式図である。

[図13]図 13 は、本発明の海水淡水化システムの第 4 の実施例の模式図である。

[図14]図 14 は、本発明の海水淡水化システムの第 5 の実施例の模式図である。

発明を実施するための形態

[0022] 以下、図 3 ～図 14 を参照して、本発明に係る海水淡水化システムおよび該システムに含まれる装置の実施形態を説明する。なお、図 1 ～図 14 において、同一または相当する構成要素には、同一の符号を付しており、重複した説明を省略する。

[0023] 図 3 は、本発明の海水淡水化システムの第 1 の実施例を示す模式図である。該海水淡水化システムは、図 1 に示した従来例のシステムと対比して、電動機 3、すなわち逆浸透膜分離装置 5 へ高圧の海水を供給する高圧ポンプ 4 を回転駆動する電動機 3 を運転する駆動電源制御装置 300 の構成が相違している点で、図 1 に示した従来例の海水淡水化システムと相違している。本発明の駆動電源制御装置 300 は、減電圧始動器 12、開閉器 13、及び、これらを制御するコントローラ 30 (図 4) で構成され、該駆動電源制御装置 3

00を介して電源100の電力を電動機3に印加するものである。なお、後述するように、電動機3を停止する際にも減電圧始動器12を用いるので、減電圧始動器12は、電動機3の起動時及び停止時において電圧調整を行う機能を有する始動・停止電圧調整器である。

[0024] 減電圧始動器12は、交流電源100側を1次側、減電圧始動器の電動機3への出力側を2次側とし、2次側の交流出力電圧を設定したパターンに従って上昇あるいは降下させることにより、2次側に接続された電動機3を緩やかに始動あるいは停止する装置である。交流電源100は、電動機3の定格電圧と等しく設定されている。

[0025] 図4及び図5を参照して、本発明の駆動電源制御装置300の構成及び動作をより詳細に説明する。図4に示すように、駆動電源制御装置300において、交流電源100からの3相電源ラインが減電圧始動器12の1次側に接続され、減電圧始動器12の2次側が電動機3に接続されている。減電圧始動器12は、1次側及び2次側の間に、一对のサイリスタ14が逆並列接続された3つの並列回路を備え、該3つの並列回路を介して、交流電源100の3相電源ラインと電動機3側の3相電源ラインとが接続されている。サイリスタ14のゲートG1～G6は、内部のゲートドライバ15に接続されている。ゲートドライバ15からサイリスタ14へのトリガパルスの供給及び開閉器13のオンオフは、コントローラ30により制御される。開閉器13は、電動機3の起動期間及び停止期間は、非駆動期間と同様にオフ状態である。

[0026] 例えば、図5に示すタイミングで、ゲートドライバ15からゲートG1～G6にトリガパルスを印加することによりサイリスタ14がターンオンして、正弦波状のライン入力電圧（電源電圧）が斜線で示した鋸歯状波として2次側に出力される。そして、ゲートG1～G6へのトリガパルスの位相を制御することにより、ゼロから最大電圧（1次側からの供給電圧）までの交流出力電圧を制御する位相角制御を行う。これにより、減電圧始動器12から出力される交流電圧を連続的又は段階的に増加または減少させることができ、緩やか

に増加、減少させることで、２次側に接続された負荷機器、すなわち電動機３を緩やかに始動、停止することができる。

[0027] 減電圧始動器１２の電圧上昇パターン及び下降パターンは、減電圧始動器１２の動作を制御するコントローラ３０に入力設定され、その設定された上昇パターン及び下降パターンとなるように、サイリスタ１４のゲートをトリガするトリガパルスの印加タイミングがコントローラ３０に予め設定される。該設定されたタイミングで、コントローラ３０はゲートドライバ１５に指令を送り、ゲートドライバ１５がそのタイミングでサイリスタ１４にトリガパルスを印加する。これにより、電圧の所定の上昇パターン及び下降パターンが得られる。

[0028] 電動機３への電源投入時に、低電圧始動器１２の上記した機能により、２次側の交流出力電圧が徐々に増大され、そして、２次側の電圧が１次側の電圧と等しくなるまで、減電圧始動器１２を介して２次側に電力供給がされる。そして、２次側の交流出力電圧が１次側からの供給電圧と等しくなる（すなわち最大電圧の時）と、これは、コントローラ３０がゲートドライバ１５を制御して、ゼロ交差点でサイリスタ１４にトリガパルスを供給することにより達成されるので、コントローラ３０は、その時点で開閉器１３をオン状態とするとともに、その後のトリガパルスの発生を停止するようにゲートドライバ１５の駆動を制御する。これにより、減電圧始動器１２を介しての電力供給が停止されるとともに、開閉器１３を介して、交流電源１００からの交流電圧が電動機３に直接供給される。必要に応じて、コントローラ３０が低電圧始動器１２の２次側の電圧を監視し、それに応じて開閉器１３を制御しても良い。

[0029] 逆に、電動機３の運転を停止する場合は、コントローラ３０が、それを検知して、開閉器１３をオフ状態とするとともに、減電圧始動器１２により２次側の電圧を徐々に低下させて、最終的に２次側電圧がゼロとなるよう制御する。

[0030] なお、図１に示した従来例の海水淡水化システムにおいては、インバータ

200を用いた電源周波数の変換によって高圧ポンプを運転しているが、高圧ポンプの通常運転時にも常にインバータ内の周波数変換回路が作動していたので、インバータに内蔵される電子部品が消耗し、部品の寿命が短いという問題があった。本発明においては、減電圧始動器12は、始動・停止時のみ動作し、高圧ポンプ4の定常運転時には減電圧始動器12を介さないで開閉器13を介して電力を供給しているので、電子部品の負担は少なく、長寿命化が実現できる。

[0031] ところで、減電圧始動器12で設定できる始動時間には制限があり、該減電圧始動器を構成する電子部品（サイリスタ14）の容量で制限されている[条件1]。例えば、始動時間の設定ができる範囲は、0秒～90秒程度までのものが一般的であり、長くても100秒程度までであり、このような範囲に始動時間を設定する必要がある。

[0032] 一方、ポンプの揚程（圧力）Hはポンプ回転数Nの二乗に比例して上昇するという条件[条件2]があり、逆浸透膜の圧力の上昇勾配の上限は、膜毎に設定されているという条件[条件3]がある。

[0033] したがって、海水を高圧ポンプで高圧にして逆浸透膜分離装置5に供給して脱塩する海水淡水化システムにおいては、高圧ポンプ4の起動条件としては上記した3つの条件を満たすように動作をさせなければならないという、固有の課題がある。

[0034] 以下に、条件2及び3について、より詳細に説明する。

図6は、高圧ポンプ4の軸の回転数すなわちポンプ回転数N(N0、N1、N2、N3)毎の流量Q（横軸）と揚程（圧力）H（縦軸）との関係を示す特性曲線である。なお、高圧ポンプ4の軸が電動機3の軸と直接つながっている場合は、ポンプ回転数Nは電動機3の回転数に等しい。図6において、ポンプ回転数N0は定格回転数であり、 $N0 > N1 > N2 > N3$ である。

[0035] 定常運転時には、定格回転数N0で運転され、図6のグラフ上の運転点Sにて、流量Q0、揚程H0にて高圧ポンプ4が運転される。各回転数における流量Qおよび揚程Hは定格回転数N0時のQ0、H0に対して次の関係が成り立ち、流量Qは

ポンプ回転数に比例し、揚程Hはポンプ回転数の二乗に比例する。

$$Q = Q_0(N/N_0) \quad (1)$$

$$H = H_0(N/N_0)^2 \quad (2)$$

[0036] 図7は、横軸をポンプ回転数N、縦軸を揚程Hとした特性図、すなわち、式(2)のグラフである。この時の流量Qは図6に示した特性曲線によって決まる。図7及び式(2)から明らかなように、回転数Nを一定の上昇率で上げていくと、揚程(圧力)Hはポンプ回転数Nの二乗に比例して上昇する[条件2]。

[0037] 続いて、条件3である、逆浸透膜分離装置5で用いられる逆浸透膜(RO膜)の性質上の、膜への圧力条件の制限について説明する。既に、背景技術において触れたように、高圧ポンプの始動・停止により引起される海水の急激な圧力変動や流量変動は、逆浸透膜の性能や寿命を含めて悪影響を及ぼすので、逆浸透膜には徐々に圧力をかけなければならない。具体的な例として、ある逆浸透膜では、単位時間あたりの圧力の上昇率は、1秒につき0.7bar(約0.07MPa、水頭7m)以下、すなわち、単位時間当たりの圧力の上昇勾配は0.7bar/s以下としなければならない、という制限があり、上昇勾配の制限は、膜毎に設定されている。

[0038] 即ち、逆浸透膜が定常で作動する70bar(約7MPa、水頭700m)程度にまで、高圧ポンプ4により海水の圧力を大気圧から上昇させるには、仮に、膜の圧力上昇率に0.7bar/s以下の制限があるとする、100秒以上の時間をかけて、ゆっくりと高圧ポンプを運転点の圧力(揚程)まで起動することが必要になる。

[0039] しかしながら、条件1～3をすべて満足させることは必ずしも単純ではない。条件3に着目した場合を、図8を参照して説明する。高圧ポンプ4の定常運転の揚程を70barとし、逆浸透膜にかける圧力上昇率の制限を0.7bar/sとすると、100秒間で70barまで昇圧すればよく、減電圧始動器の最大設定時間が100秒のものを選定すればよいことになる。しかしながら、図8の(A)に示すように、時間tに対してポンプ回転数Nを一定の上昇率で上げていくと、

ポンプ回転数 N に関する揚程（圧力） H の関係が２次関数の関係（図 7 参照）にあるため、揚程（圧力） H は、時間 t に対する２次関数として、図 8 の（B）の実線で示すカーブのように上昇してしまう。

[0040] 図 8 の（B）二点破線は、一定の圧力上昇率の場合を示しており、この一定の上昇率 dh/dt を逆浸透膜の圧力上昇率の限度制限に設定し、揚程 H_0 まで昇圧する時間を T_0 として示している。 dh/dt は、曲線で示した２次関数のカーブの変化率であり、時間経過とともに次第に増大し、要求仕様より大きくなって、最大揚程に到達するあたりで最大となる。

[0041] したがって、時間に対して減電圧始動器 1 2 の出力を一定変化率で出力すると、条件 3 が成り立たない。また、条件 1、すなわち、減電圧始動器 1 2 に設定できる始動時間の制限によっては、すべての条件を成り立たせることができない場合がある。

[0042] 本発明者は、検討を重ねた結果、ポンプのより良い始動条件として、ポンプ始動時から、ポンプ定格運転になるまでの間の時間で、時間 t とポンプ回転数 N との関係が、時間 t のべき乗の関数 $N \propto k \cdot t^\alpha$ （ k は常数）で表すとき、べき乗の値 α を 1 より小さくすることが好ましいということが分かった。

[0043] 即ち、理想的な状況を例にすれば、図 7 に示したように、ポンプの特性である揚程 H がポンプ回転数 N の 2 乗に比例することから、ポンプ回転数 N が時間 t の 0.5 乗に比例するようにすればよい。ここで、ポンプ回転数 N は電動機 3 に供給される電圧 V に 1 次比例をするので、電圧 V の上昇パターンを時間の 0.5 乗にすれば、ポンプ回転数 N が時間 t の 0.5 乗に比例することになる。したがって、減電圧始動器 1 2 に、その出力電圧 V の上昇パターンが時間の 0.5 乗となるように設定することにより、圧力変化率 dh/dt をほぼ一定にすることができる。

[0044] 以上の内容を図 9 に示すと、まず、機器や、逆浸透膜の特性により選ばれる単位時間当たりの圧力上昇勾配と、高圧ポンプ 4 により決められる定常運転圧力 H_0 から、減電圧始動器 1 2 の始動開始時間から最大電圧 V_0 に到達するまでの到達時間 T_0 を決定する。そして、図 9 の（A）に示すように、始動か

ら T_0 までの電圧が、 T_0 時点の最大電圧 V_0 まで一定勾配で上昇させる場合の上昇直線（二点破線）を想定し、該上昇直線よりも、上に凸で且つ最大電圧 V_0 に漸近するカーブ（実線）で電圧を上昇させる。

[0045] 減電圧始動器 1 2 の交流出力電圧 V を図 9 の（A）の実線の上昇カーブに沿って上昇させると、それに伴って、図 9 の（B）に実線で示すように、ほぼ同じカーブに沿って高圧ポンプの回転数 N が時間 t に対して定格回転数 N_0 に漸近的に上昇する。その結果、図 9 の（C）に示すように、ポンプの吐出揚程 H の上昇率はほぼ一定となる。

[0046] 以上の操作で、ポンプの吐出揚程 H の上昇率 dh/dt が一定となるように制御することができる。また、到達時間 T_0 を逆浸透膜の最大圧力上昇率を考慮して決定しているので、吐出揚程の上昇率 dh/dt は最大上昇率を超えることはない。例えば、図 9 の（A）のグラフにおいて、時間 T_0 は、二点破線上で定格電圧 V_0 に対応する時間として設定したが、該時間 T_0 を $T_0 + \Delta t$ に設定することにより、図 9 の dh/dt を最大圧力上昇率よりも小さくすることができる。したがって、許容される最大圧力上昇率と同じか、またはそれより小さい圧力上昇率で運転することができる。なお、最短な立ち上がりは、逆浸透膜の最大圧力上昇率で一定の傾きとして昇圧することにより達成できる。

[0047] システムの停止時においても、図 10 の（A）に示すように、停止開始時点 0 から停止時点 T_0 までの電圧が、停止開始時点の最大電圧 V_0 から時点 T_0 のゼロ電圧 V_z まで一定勾配で下降する場合の下降直線（二点破線）を想定し、該下降直線よりも上に凸でゼロ電圧 V_z となるカーブ（実線）で電圧を減少させる。減電圧始動器 1 2 の交流出力電圧 V を図 10 の（A）の実線で示す下降カーブに沿って下降させると、それに伴って、図 10 の（B）に実線で示すように、ほぼ同じカーブに沿って高圧ポンプの回転数が時間 t に対して定格回転数 N_z に漸近した状態から減少する。その結果、図 10 の（C）に示すように、ポンプの吐出揚程 H の下降率はほぼ一定となる。このように、高圧ポンプ 3 の回転数を減電圧始動器 1 2 により低下させることにより、停止時の急峻な圧力変化を防止して緩やかに下降させることができ、これにより、流体機器や

逆浸透膜を保護し、プラントを安全に停止することができる。

[0048] 実際には、機械的なロスや、配管の流体力学的なロス、あるいは機器の始動時間の上限の条件(条件1)や、逆浸透膜の要求する最大許容圧力上昇率(条件3)により、上記の理想的な0.5乗で運転できない場合がある。そのような場合でも、1乗より小さい乗数で電圧を上昇させるパターンを減電圧始動器12の始動制御に設定することで、逆浸透膜に悪影響を及ぼす圧力の急上昇を緩和し、逆浸透膜を長寿命化することができる。また、図2に示した従来例のシステムのように、巨大で高価な自動弁を用いる必要がなくなり、高圧ポンプ内で滞留する海水が次第に高温化することもなく、ポンプの安定した運転を継続できる。

[0049] 図11は、本発明の海水淡水化システムの第2の実施例を示す模式図である。この海水淡水化システムに具備される高圧ポンプ装置16は、図1、図2、図3における高圧ポンプ4、それを駆動する電動機3、逆浸透膜にポンプの始動・停止時に急激な圧力変動を与えないための制御装置を含んでいる。該制御装置として、図3に示した駆動電源制御装置300の他、例えば図1におけるインバータ10や、図2における自動弁11を用いてもよい。ただし、高圧ポンプ装置16は、逆浸透膜に起動・停止時に急激な圧力変動を与えないための制御装置により、高圧ポンプ4が定格運転に至ったあとは、図3における実施例のように、開閉器13により、電源100の交流電力が高圧ポンプ4の電動機3を直接駆動するように切り替わるように構成することが好ましい。このようにすれば、ポンプの定格運転中、逆浸透膜に始動・停止時に急激な圧力変動を与えないための制御装置が作動しないので、制御装置内の電子部品に過大な負荷がかからず、長寿命化することができる。

[0050] 次に、高圧ポンプ装置16の駆動を改良したことにより、起動時等に逆浸透膜に急激な圧力変動が加わらないようにする前述の発明に加え、さらに実際のプラントでの運用に配慮した実施形態について説明する。実際のプラントにおいては、海水温の変化による逆浸透膜の淡水造水率の変化や、逆浸透膜の経時変化が生じた場合に、得られる淡水量が一定にならず淡水の生産量

の低下を招いてしまう場合があり、また、このようなシステム変動に対処せずに運転を継続すると、システム内の機器が過負荷状態となって損傷又は短命化してしまう場合がある。

[0051] 図 1 1 に示した海水淡水化システムは、このような問題点を解消することができるものであり、フィードポンプ 2 の電動機の電源ラインにインバータ 2 1 を接続し、フィードポンプ 2 の吐出の圧力や流量を変化させることによって、フィードポンプ 2 の下流に直列に接続された高圧ポンプ 4 の吐出の流量、揚程を変化させることができるようにしたものである。

[0052] より詳細に説明すると、フィードポンプ 2 の電動機に供給される電源を、逆浸透膜装置 5 につながる海水供給ラインあるいは逆浸透膜装置 5 から得られる造水（淡水）のラインの温度や流量、あるいは逆浸透膜にかかる圧力を、センサ（またはスイッチ）、すなわち、淡水の流量を検出する流量センサ（または流量スイッチ） 1 7、淡水の温度を検出する温度センサ（または温度スイッチ） 1 8、逆浸透膜分離装置 5 に流入する流体の圧力を測定する圧力センサ（または圧力スイッチ） 1 9 で検出し、それにより得られたデータや信号をコントローラ 2 0 に送り、コントローラ 2 0 において、得られたデータや信号から判断して、インバータ 2 1 に対して、フィードポンプ 2 の電動機のポンプ回転数が適性になるように、電動機に供給される電力を制御する指示を出力することにより、フィードポンプ 2 の吐出の圧力や流量を適切に調整することができる。これにより、高圧ポンプの吸込みの圧力を変化させることができるので、高圧ポンプの吐出の流量、揚程を変化させることにつながる。

[0053] なお、図 1 1 に示した圧力、温度、流量を検出するセンサ（またはスイッチ）は、図 1 1 に示す箇所限定するものではなく、等価な圧力、温度、流量を検出することができる箇所であれば、任意の箇所に配置することができる。例えば、海水供給ラインの圧力は、高圧ポンプ 4 の吐出ライン、ブースターポンプ 9 の吐出ラインと同圧であるから、圧力センサ（またはスイッチ） 1 9 を、高圧ポンプ 4 またはブースターポンプ 9 の吐出ラインに設けても良い。

[0054] 例えば、海水温度が上昇した場合、逆浸透膜分離装置 5 へ供給される海水流量に対して、逆浸透膜分離装置 5 から出力される淡水(造水)の流量が減少する傾向となる。これは、逆浸透膜の温度特性によるものである。そこで、逆浸透膜分離装置 5 から得られる淡水の温度及び流量を温度センサ 18 及び流量センサ 17 で検知し、淡水の温度が上昇した場、又は淡水の流量が減少した場合に、フィードポンプ 2 からの流量を増大させるように、インバータ 21 を介して電動機の回転数を上昇制御し、これにより、高圧ポンプ装置 14 (高圧ポンプ 4) から逆浸透膜分離装置 5 へ供給する海水の圧力を高くする。逆浸透膜は、圧力が高くなると分離する淡水の割合が増加する特性があるので、供給される海水の圧力が上昇すると、減少傾向にある淡水の流量を上昇させることができ、したがって、出力される淡水の流量をほぼ一定に保持することができる。

[0055] これにより、水温の変化だけでなく、逆浸透膜に経時変化が生じた場合であっても、得られる淡水量を安定化することができる。

[0056] また、フィードポンプ 2 は高圧ポンプ 4 に比べ 0.3MPa 程度の揚程であり、流量は高圧ポンプ 4 とエネルギー回収装置 8 に海水を送るために大きい、吐出圧力が低圧なので電動機の容量は高圧ポンプの数十分の一となる。このため、フィードポンプ 2 の電動機をインバータ 21 で駆動しても、数十 kW 程度の比較的汎用的な容量でよいので、インバータ 21 は小型で済み、メンテナンスも容易であり、価格も圧倒的に安価である。

[0057] 図 12 は、本発明の第 3 の実施例を示す海水淡水化システムの構成例を示す模式図であり、該第 3 の実施例は、図 11 に示した第 2 の実施例のシステムをさらに変形したものである。第 2 の実施例のように、フィードポンプ 2 をインバータ 21 で駆動制御することは、フィードポンプの運転点、すなわち流量、圧力を変化させることにほかならないが、これにより、フィードポンプ吐出で分岐してエネルギー回収装置 8 へ供給する圧力、流量も変化する。

[0058] 一方、エネルギー回収装置 8 は、フィードポンプ 2 から供給された海水を

、逆浸透膜からの高圧濃縮海水 7 で加圧し吐出するのであるが、フィードポンプ 2 の回転数制御により流量が変化すると、海水の吸込み量が増減してしまう。例えば、海水の吸込み量が少なくなり、少なくなる前と同じ量の海水を吐出すると、濃縮海水によって塩濃度が濃くなった海水がエネルギー回収装置 8 から吐出されてしまう。逆に、海水の吸込みが多くなり、多くなる前と同じ量の海水を吐出すると、余分な海水を装置に吸込み、エネルギー回収装置 8 からは増えた分は吐出されなくなる。前者の状態となると、逆浸透膜へ供給する海水の塩濃度が高くなり、淡水の生産水量が減少してしまう。また後者の状態になると、前処理した海水を無駄に消費してしまうことになり、淡水生産水量に対する前処理コストがアップすることになる。

[0059] このため、図 1 2 に示すように、エネルギー回収装置 8 の海水吸込みラインに流量センサ 2 2、および海水吐出ラインに流量センサ 2 3 を設置し、濃縮水排水ラインに自動弁 2 5 を設置する。そして、コントローラ 2 0 により、流量センサ 2 2 及び 2 3 で検出された海水吸込みと海水吐出の流量に応じて、濃縮水排水ラインの自動弁 2 5 で流れ抵抗を変化させて濃縮水排水流量を調整することにより、結果として、エネルギー回収装置 8 へのフィードポンプ 2 からの海水の吸込み流量を、海水の吐出ラインに設置した流量センサ 2 3 に応じて調整できるように構成している。その結果、エネルギー回収装置 8 から逆浸透膜分離装置 5 へフィードバックされる海水の流量を、ほぼ一定となるように制御することができる。

[0060] なお、自動弁 2 5 は、図 1 2 の構成では濃縮水排水ラインに設置したが、フィードポンプ 2 から分岐してエネルギー回収装置 8 への海水吸込みラインに設置してもよい。それにより、エネルギー回収装置 8 の上流で海水の吸込み流量を、海水の吐出ラインに設置した流量センサ 2 3 に応じて調整するように構成することができる。自動弁 2 5 を、エネルギー回収装置 8 への海水吸込みライン、及び該装置 8 からの濃縮水排水ラインのいずれに設置した場合でも、同様に海水吸込み流量を調整することができ、エネルギー回収装置 8 から逆浸透膜分離装置 5 への海水の流量を安定化することができる。この

ように、エネルギー回収装置側に海水の吸込みと吐出の流量を制御する機能を持たせることで、フィードポンプ2の回転数制御によって圧力及び流量を変化させても、エネルギー回収装置8の海水吸込み量と濃縮水の給排水量をエネルギー回収装置側で自動調整し、淡水の生産水量の減少や、前処理した海水のロスを少なくする事ができ、結果としてのコストダウンにつながる。

[0061] 図13及び図14はそれぞれ、図11及び図12に示した海水淡水化システムにおいて、高圧ポンプ装置16内で、図3に示した減電圧始動器12及び開閉器13からなる駆動電源制御装置300を用いて、逆浸透膜にポンプの始動・停止時に急激な圧力変動を与えないようにした実施例である。これら図中、インバータ21及び自動弁25を制御するためのコントローラ等は図示を省略している。図13及び図14に示した海水淡水化システムはいずれも、高圧ポンプを大容量化しても、システムを長寿命化しかつ安定して駆動することができるとともに、高圧ポンプの始動・停止時の逆浸透膜への海水の圧力変化率や流量変化率を逆浸透膜の特性にあわせることができ、かつ、海水温の変化による逆浸透膜の淡水造水率の変化や逆浸透膜の経時変化などによらず、淡水の造水量を一定にすることができる。

[0062] 上述した実施形態は、本発明が属する技術分野における通常の知識を有する者が本発明を実施できることを目的として記載されたものである。上記実施形態の種々の変形例は、当業者であれば当然になしうることであり、本発明の技術的思想は他の実施形態にも適用し得る。したがって、本発明は、記載された実施形態に限定されることはなく、特許請求の範囲によって定義される技術的思想に従った最も広い範囲に解釈されるものである。

符号の説明

- [0063] 1 前処理装置
2 フィードポンプ
3 電動機
4 高圧ポンプ
5 逆浸透膜分離装置

- 6 淡水
- 7 高圧濃縮水
- 8 エネルギー回収装置
- 9 ブースターポンプ
- 1 2 減電圧始動器
- 1 3 開閉器
- 1 0 0 電源
- 3 0 0 駆動電源制御装置

請求の範囲

- [請求項1] 海水から塩分を除去して淡水化する海水淡水化システムであって、
淡水化すべき海水の圧力を昇圧する高圧ポンプと、
逆浸透膜を備え、該逆浸透膜により、高圧ポンプからの海水を塩濃度の低い淡水と塩濃度の高い濃縮海水に分離する分離装置と、
高圧ポンプを駆動する電動機と、
電動機と交流電源との間に接続された駆動電源制御装置であって、
電動機の始動調整期間に電動機に供給する交流電圧を連続的に増加させ、かつ、電動機の停止調整期間に電動機に供給する交流電圧を連続的に減少させる始動・停止調整器と、
始動・停止調整器に並列接続され、該始動・停止調整器を介して電動機に供給される交流電圧値が交流電源の交流電圧と等しいときに閉鎖されて、交流電源からの交流電圧を電動機に直接供給する開閉器と
からなる駆動電源制御装置と
を備えていることを特徴とする海水淡水化システム
- [請求項2] 請求項1記載の海水淡水化システムにおいて、始動・停止調整器は、電動機に供給する交流電圧を、始動調整期間では、線形ではなく上に凸の単調増加関数に沿って増大させ、停止調整期間では、線形ではなく上に凸の単調減少関数に沿って減少させるよう構成されていることを特徴とする海水淡水化システム。
- [請求項3] 請求項2記載の海水淡水化システムにおいて、上に凸の単調増加関数は、交流電源の交流電圧に漸近するよう増大し、上に凸の単調減少関数は、交流電源の交流電圧に漸近した状態からゼロ電圧まで減少することを特徴とする海水淡水化システム。
- [請求項4] 請求項1記載の海水淡水化システムにおいて、始動調整期間及び停止調整期間の時間幅は、分離装置の逆浸透膜に必要な単位時間当たりの許容される最大圧力上昇勾配及び常用運転圧力によって決定される時

間幅以上で、始動・停止調整器の設定可能最大時間以下に設定されることを特徴とする海水淡水化システム。

[請求項5] 請求項1～4いずれかに記載の海水淡水化システムにおいて、該システムはさらに、

高圧ポンプの前段に備えられ、海水を高圧ポンプに送るフィードポンプと、

フィードポンプを駆動する別の電動機と、

分離装置から得られた淡水の流量及び温度、並びに、分離装置の吸い込み口での海水の圧力に基づいて、別の電動機を制御することにより、フィードポンプから出力される海水の量を調整して、分離装置から得られる淡水の流量が安定化するように制御する第1の制御手段とを備えていることを特徴とする海水淡水化システム。

[請求項6] 請求項5記載の海水淡水化システムにおいて、該システムはさらに、

フィードポンプの吐出ラインから分岐して海水を吸込み、該海水を分離装置から排出される高圧濃縮海水で昇圧して吐出するエネルギー回収装置と、

エネルギー回収装置のフィードポンプからの海水吸込み流量または該回収装置から外部に排出される濃縮水の流量を調整する自動弁と、

フィードポンプからエネルギー回収装置に供給される海水吸込み流量、及び、エネルギー回収装置から分離装置に供給される流量に基づいて、自動弁の開度を制御することにより、エネルギー回収装置から分離装置に供給される海水の量が安定化するように制御する第2の制御手段と

を備えたことを特徴とする海水淡水化システム。

[請求項7] 海水から塩分を除去して淡水化する海水淡水化システムであって、

淡水化すべき海水を提供するフィードポンプと、

フィードポンプから提供された海水の圧力を昇圧する高圧ポンプと

、

逆浸透膜を備え、該逆浸透膜により、高圧ポンプからの海水を塩濃度の低い淡水と塩濃度の高い濃縮海水に分離する分離装置と、

フィードポンプ及び高圧ポンプを駆動する第 1 及び第 2 の電動機と、

分離装置から得られた淡水の流量及び温度、並びに、分離装置の吸い込み口での海水の圧力に基づいて、第 1 の電動機を制御することにより、フィードポンプから出力される海水の量を調整して、分離装置から得られる淡水の流量が安定化するように制御する第 1 の制御手段と

を備えていることを特徴とする海水淡水化システム。

[請求項 8]

請求項 7 記載の海水淡水化システムにおいて、該システムはさらに、

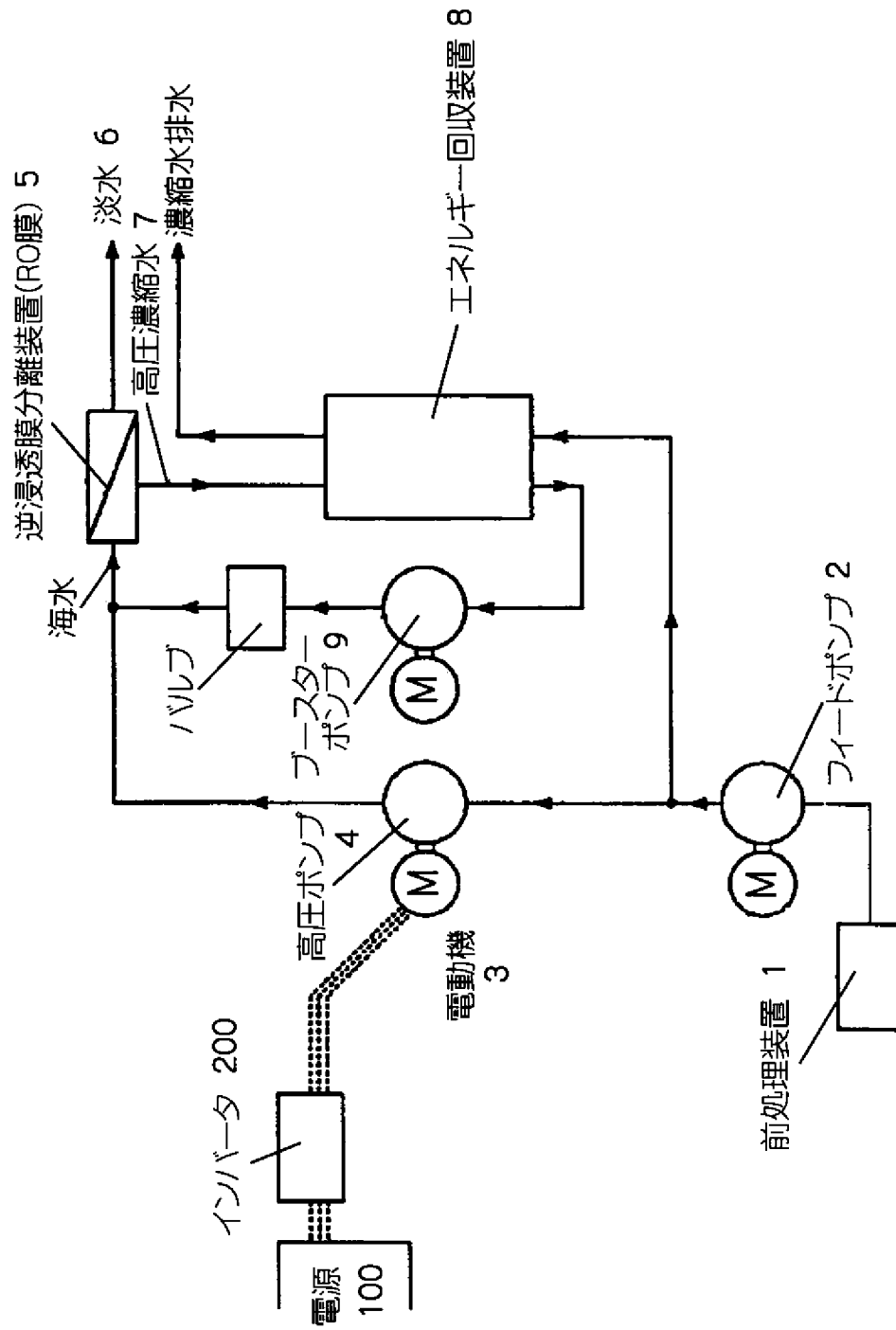
フィードポンプの吐出ラインから分岐して海水を吸込み、該海水を分離装置から排出される高圧濃縮海水で昇圧して吐出するエネルギー回収装置と、

エネルギー回収装置のフィードポンプからの海水吸込み流量または該回収装置から外部に排出される濃縮水の流量を調整する自動弁と、

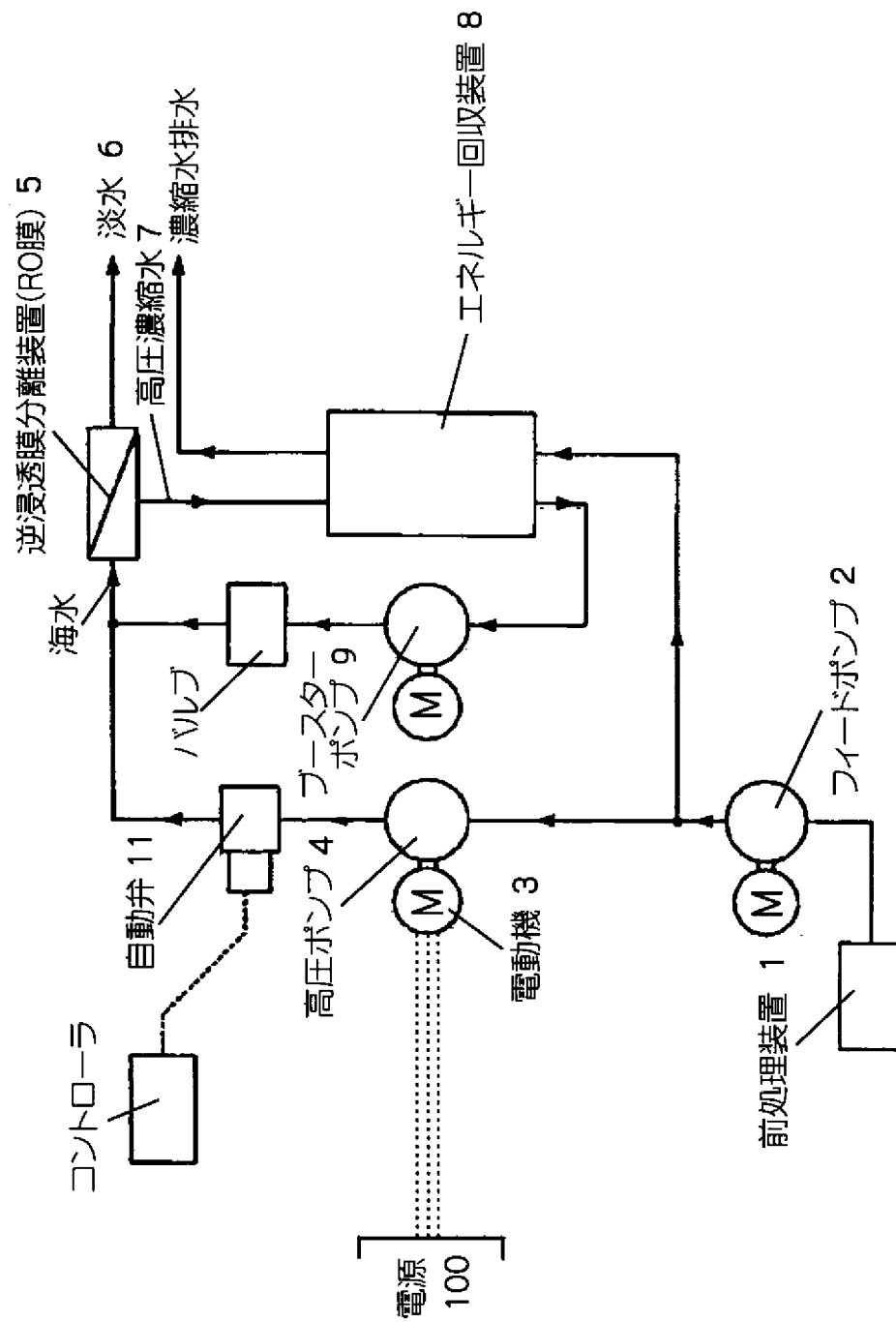
フィードポンプからエネルギー回収装置に供給される海水吸込み流量、及び、エネルギー回収装置から分離装置に供給される流量に基づいて、自動弁の開度を制御することにより、エネルギー回収装置から分離装置に供給される海水の量が安定化するように制御する第 2 の制御手段と

を備えていることを特徴とする海水淡水化システム。

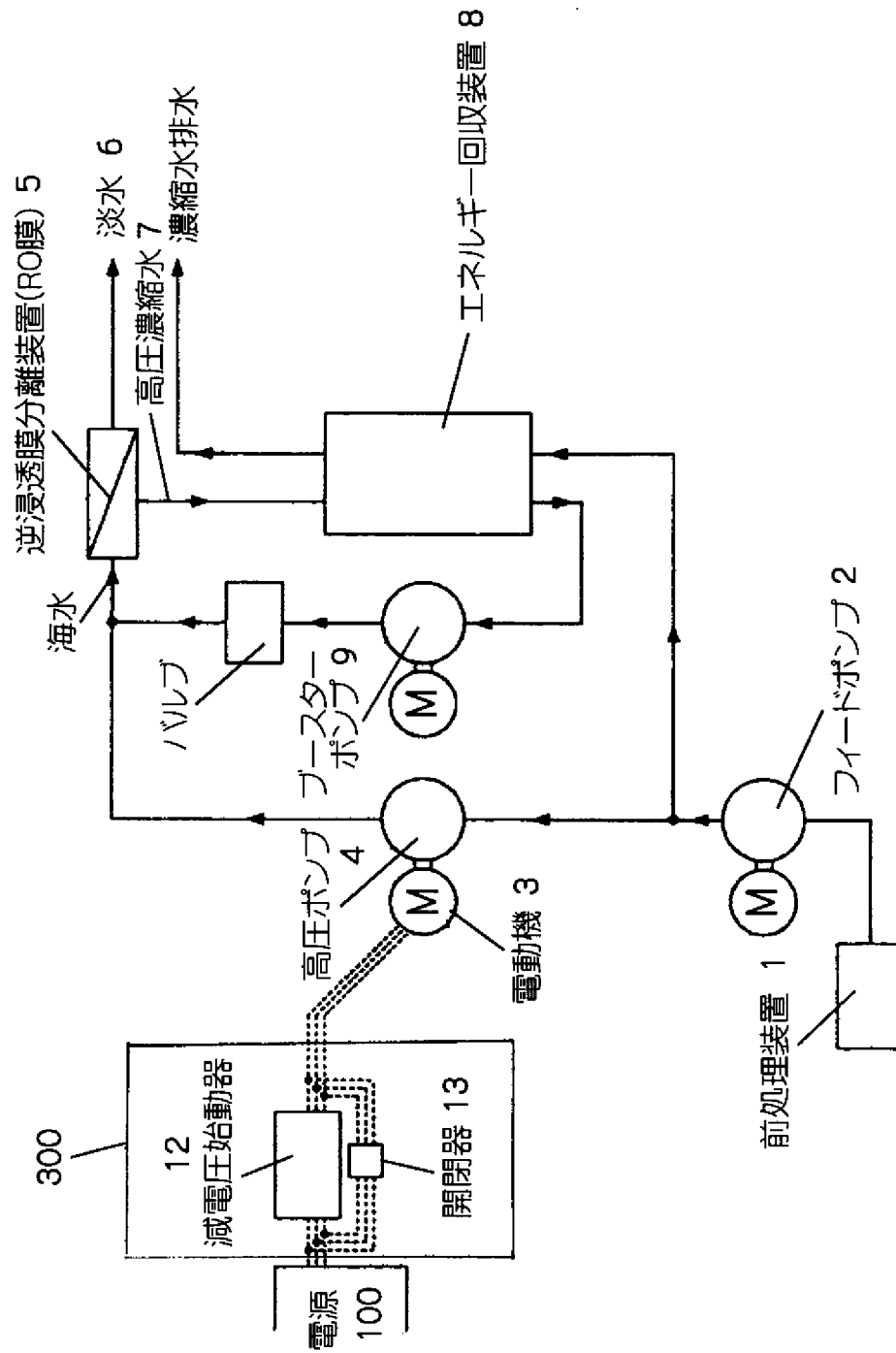
[図1]



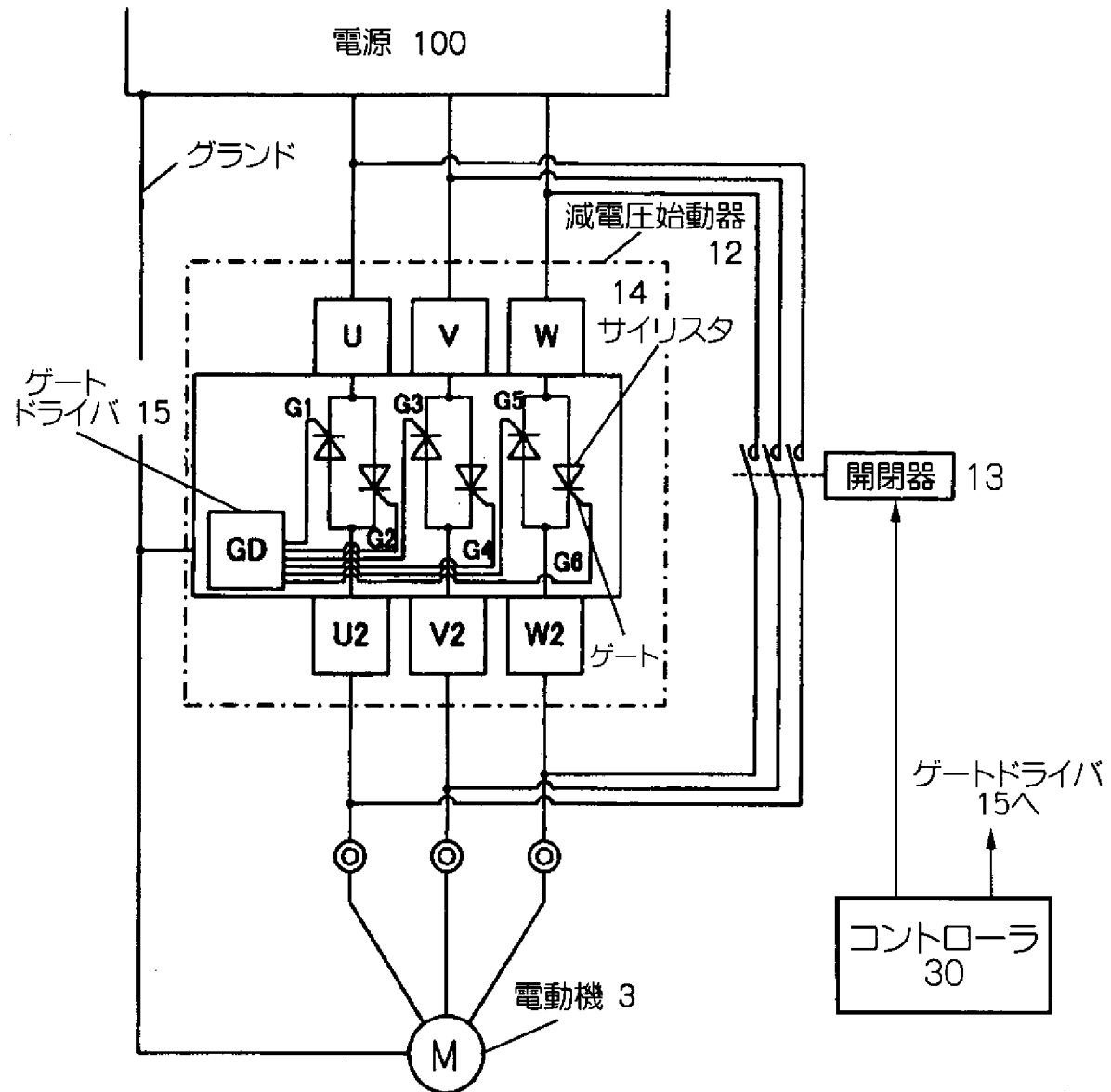
[図2]



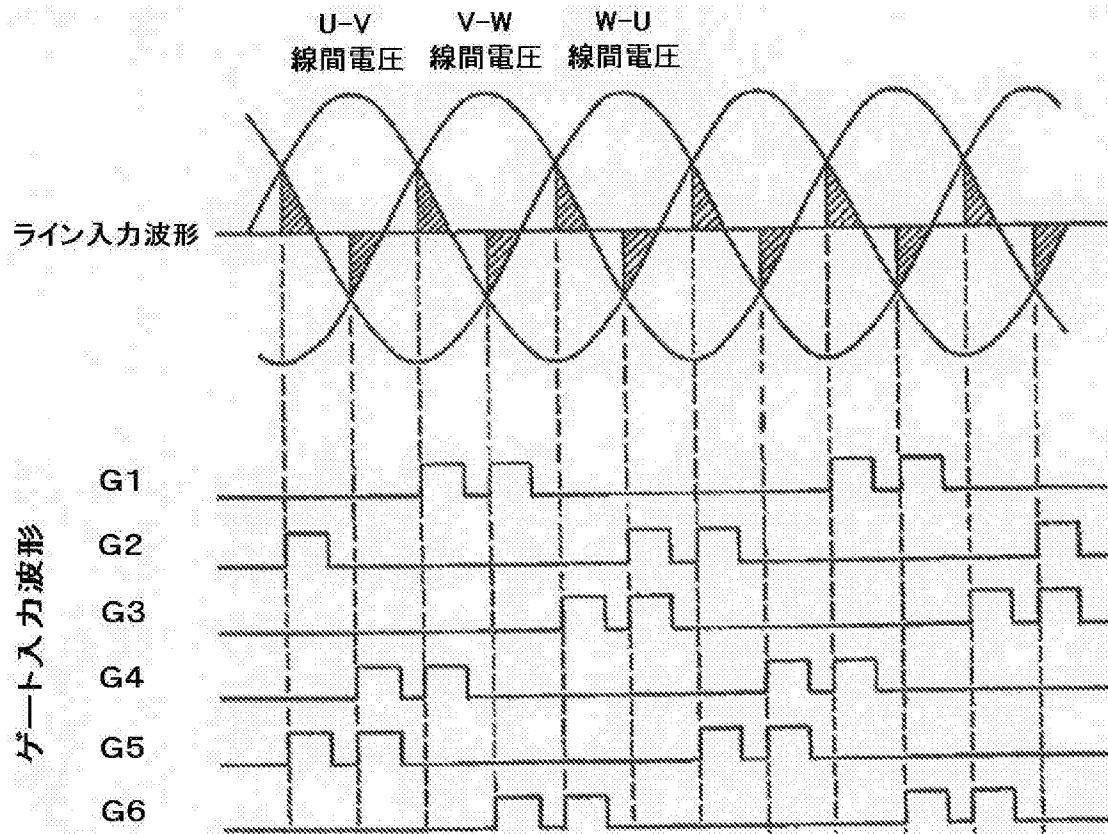
[図3]



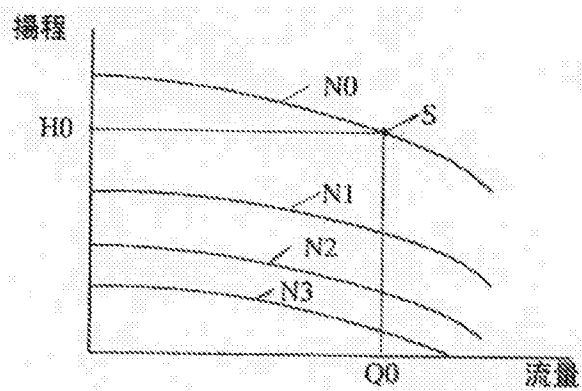
[図4]



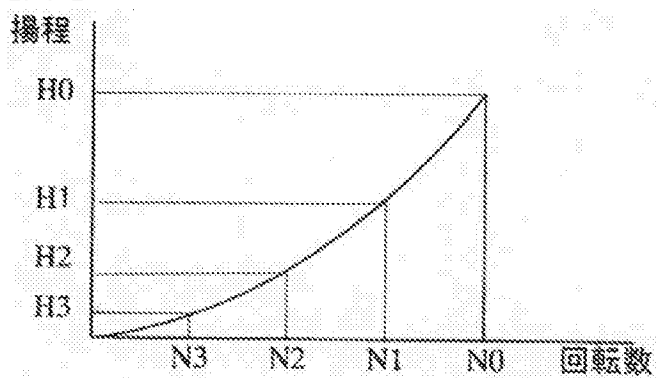
[図5]



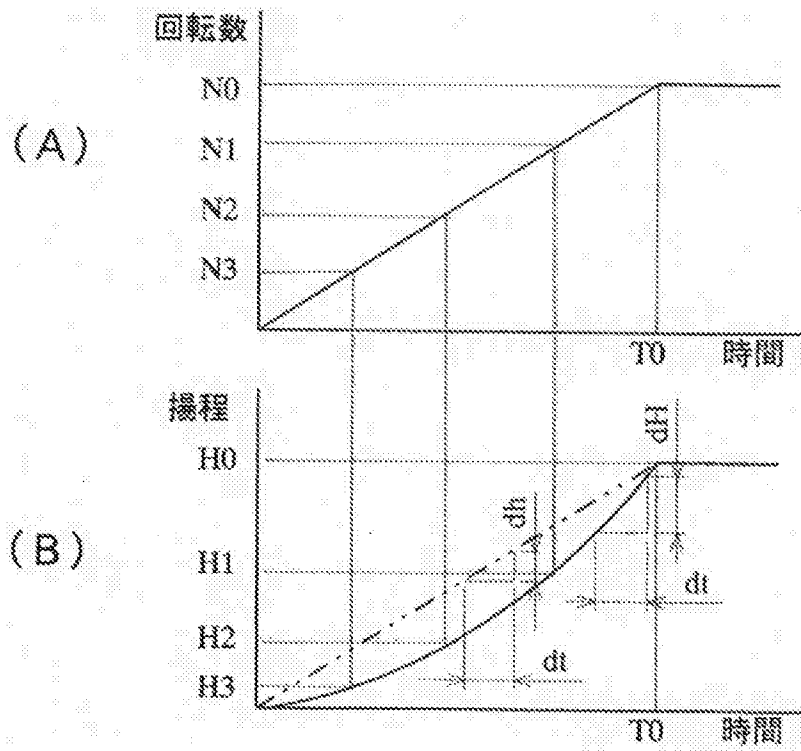
[図6]



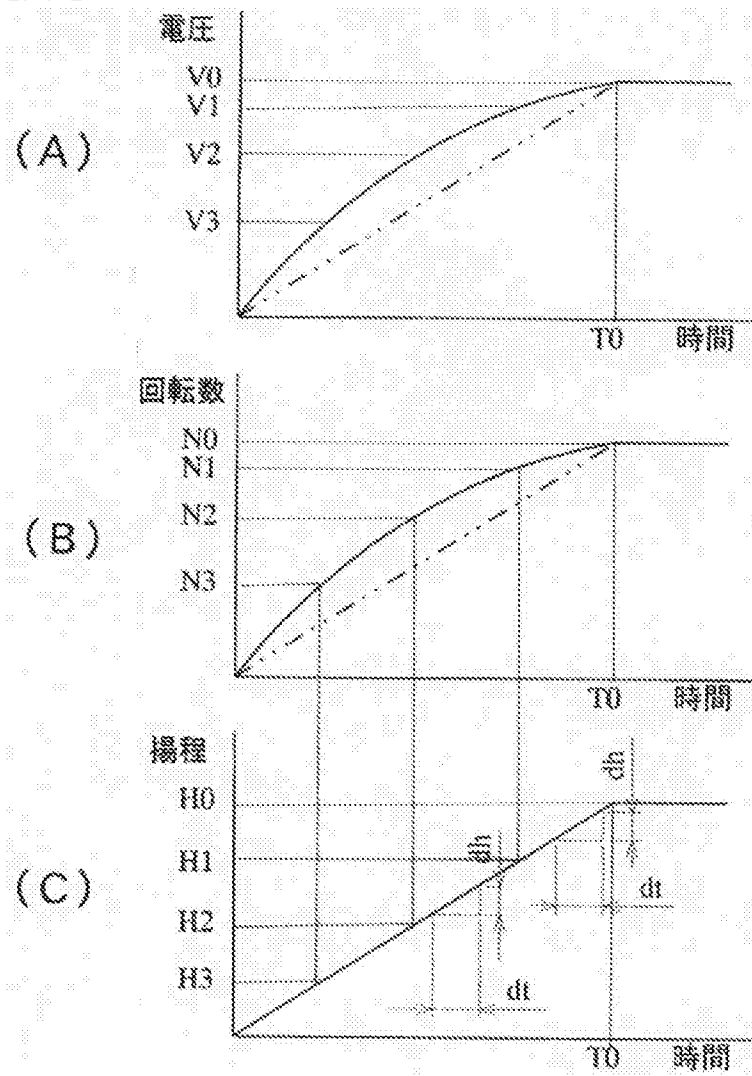
[図7]



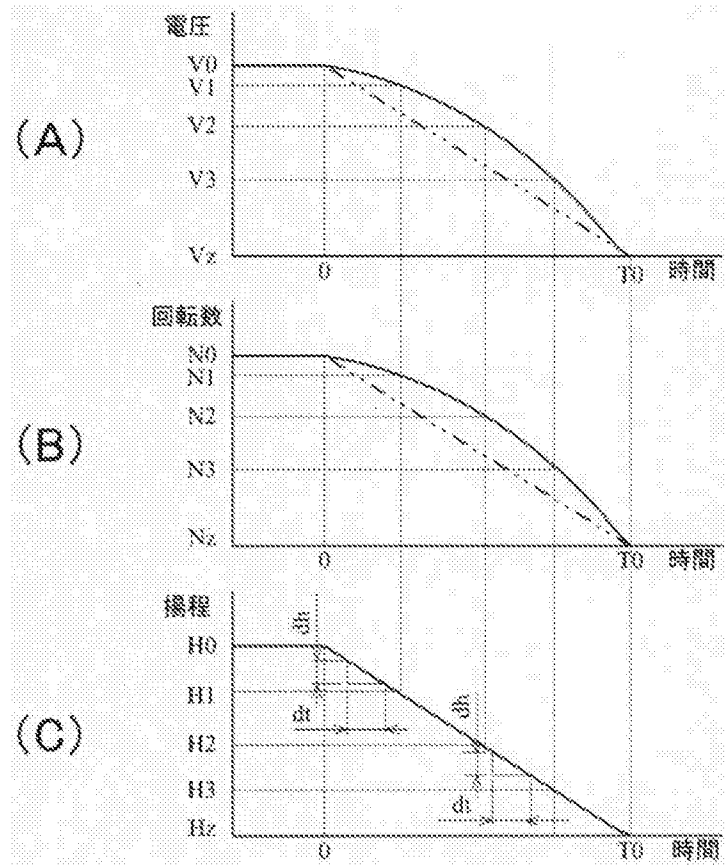
[図8]



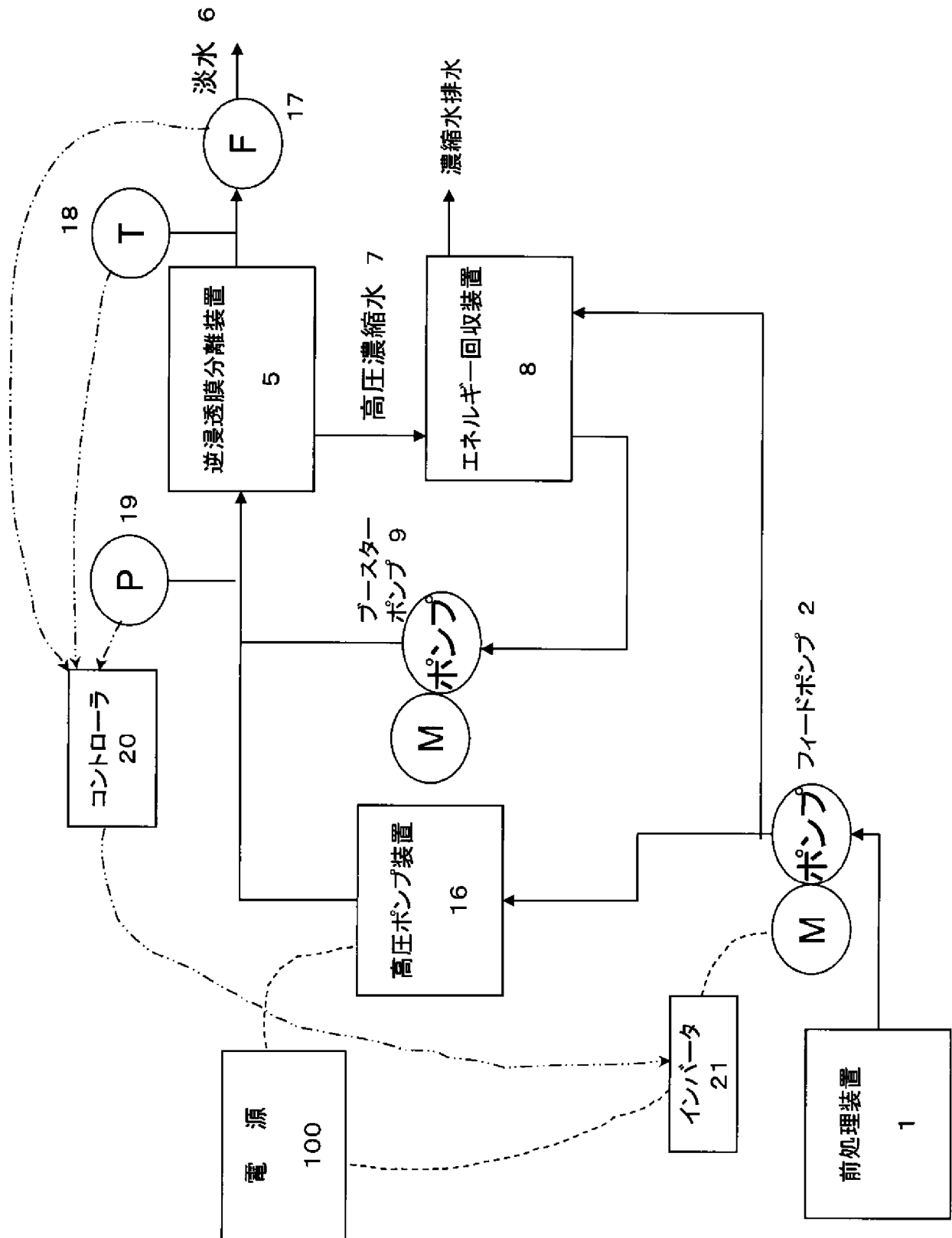
[図9]



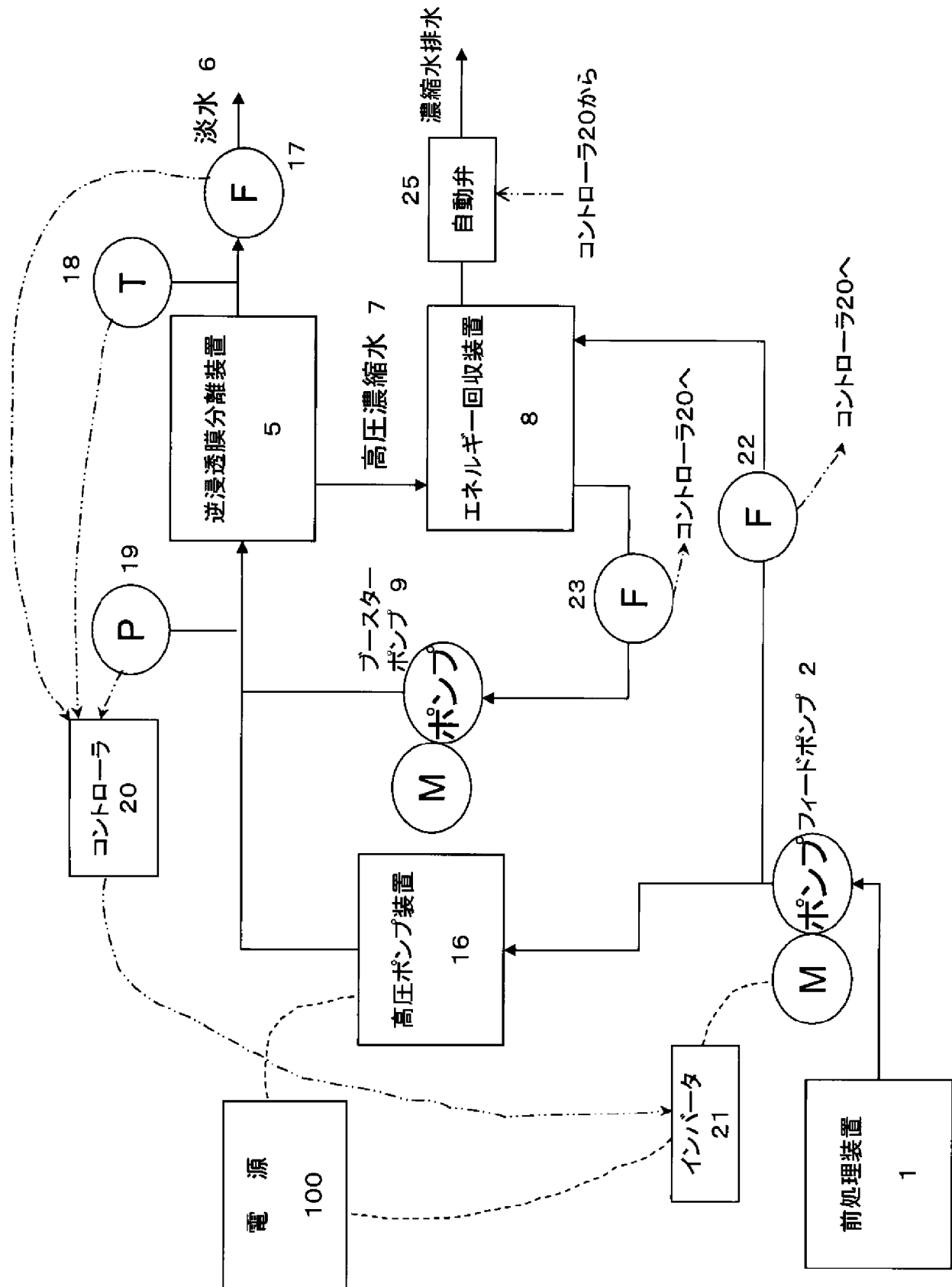
[図10]



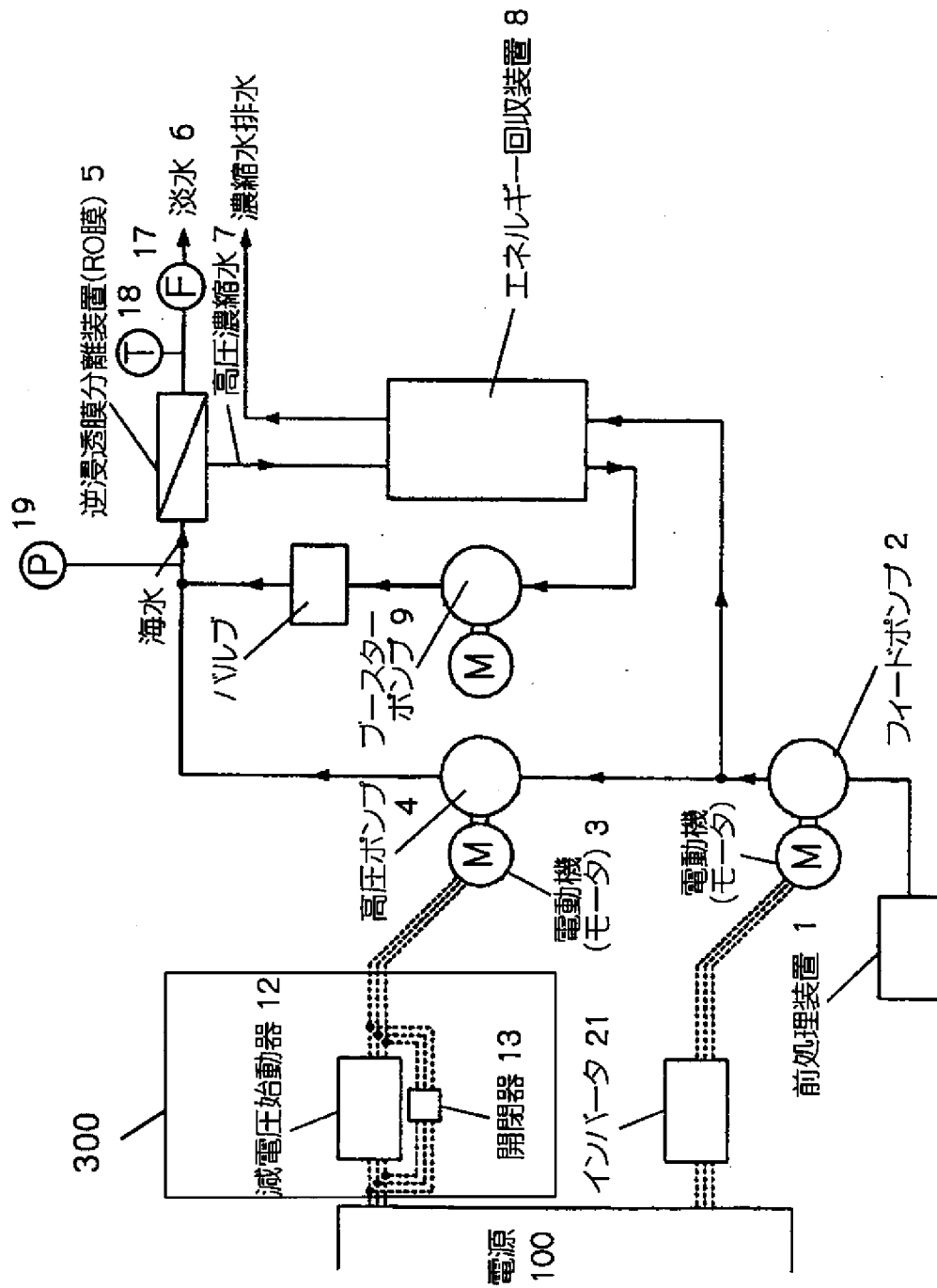
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/074021

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C02F1/44(2006.01)i, B01D61/02(2006.01)i, B01D61/06(2006.01)i, B01D61/10(2006.01)i, B01D61/12(2006.01)i, H02P27/02(2006.01)i

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)

C02F1/44, B01D61/02, B01D61/06, B01D61/10, B01D61/12, H02P27/02

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

Thomson Innovation

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2001-137848 A (Toray Industries, Inc.), 22 May 2001 (22.05.2001), abstract; paragraphs [0020], [0021], [0034]; fig. 1 (Family: none)	1-6
Y	JP 2006-057567 A (Kubota Corp.), 02 March 2006 (02.03.2006), paragraphs [0001], [0027], [0028]; fig. 2 (Family: none)	1-6
Y	JP 2006-191725 A (Toshiba Mitsubishi-Electric Industrial Systems Corp.), 20 July 2006 (20.07.2006), paragraph [0001]; fig. 1 (Family: none)	1-6

☒ 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
18 November, 2014 (18.11.14)

Date of mailing of the international search report
02 December, 2014 (02.12.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/074021

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2007-267481 A (Daikin Industries, Ltd.), 11 October 2007 (11.10.2007), claim 18; fig. 1 (Family: none)	1-6
Y	WO 2012/073693 A1 (Toray Industries, Inc.), 07 June 2012 (07.06.2012), paragraphs [0025], [0027], [0035] to [0037]; fig. 7 & AU 2011338029 A1	5-8
Y	JP 2006-187719 A (Toray Industries, Inc.), 20 July 2006 (20.07.2006), claim 1; paragraph [0025] (Family: none)	5-8

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. C02F1/44(2006.01)i, B01D61/02(2006.01)i, B01D61/06(2006.01)i, B01D61/10(2006.01)i, B01D61/12(2006.01)i, H02P27/02(2006.01)i

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（I P C））

Int.Cl. C02F1/44, B01D61/02, B01D61/06, B01D61/10, B01D61/12, H02P27/02

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 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）

Thomson Innovation

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	JP 2001-137848 A（東レ株式会社）2001.05.22, 要約、 【0020】、【0021】、【0034】、図1（ファミリーなし）	1-6
Y	JP 2006-057567 A（株式会社クボタ）2006.03.02, 【0001】、【0027】、【0028】、図2（ファミリーなし）	1-6
Y	JP 2006-191725 A（東芝三菱電機産業システム株式会社） 2006.07.20, 【0001】、図1（ファミリーなし）	1-6

☒ 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）
「O」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矛盾するものではなく、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って、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って、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

1 8 . 1 1 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

0 2 . 1 2 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

大島 彰公

4 D

4 8 6 9

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 2 1

C (続き) . 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	JP 2007-267481 A (ダイキン工業株式会社) 2007. 10. 11, 請求項 1 8、図 1 (ファミリーなし)	1-6
Y	WO 2012/073693 A1 (東レ株式会社) 2012. 06. 07, [0 0 2 5]、[0 0 2 7]、[0 0 3 5] ~ [0 0 3 7]、図 7 & AU 2011338029 A1	5-8
Y	JP 2006-187719 A (東レ株式会社) 2006. 07. 20, 請求項 1、【 0 0 2 5 】 (ファミリーなし)	5-8