

(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
2012 年 1 月 19 日(19.01.2012)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2012/008014 A1

- (51) 国際特許分類:
C02F 1/04 (2006.01) C02F 1/44 (2006.01)
B01D 1/14 (2006.01) F02C 6/18 (2006.01)
C02F 1/16 (2006.01) F02G 5/02 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/061804
- (22) 国際出願日: 2010 年 7 月 12 日(12.07.2010)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社日立製作所 (HITACHI, LTD.) [JP/JP]; 〒1008280 東京都千代田区丸の内一丁目 6 番 6 号 Tokyo (JP). 株式会社サクラ (SASAKURA ENGINEERING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5550012 大阪府大阪市西淀川区御幣島 6 丁目 7 番 5 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 陰山 晃治 (KAGEYAMA Koji) [JP/JP]; 〒3191221 茨城県日立市大みか町七丁目 2 番 1 号 株式会社日立製

作所 エネルギー・環境システム研究所内 Ibaraki (JP). 堀次 睦 (HORITSUGI Mutsumi) [JP/JP]; 〒1018608 東京都千代田区外神田一丁目 1 8 番 1 3 号 株式会社日立製作所内 Tokyo (JP). 久芳 俊一 (KUBA Shunichi) [JP/JP]; 〒3178511 茨城県日立市幸町三丁目 1 番 1 号 株式会社日立製作所 日立事業所内 Ibaraki (JP). 幡宮 重雄 (HATAMIYA Shigeo) [JP/JP]; 〒3191221 茨城県日立市大みか町七丁目 2 番 1 号 株式会社日立製作所 エネルギー・環境システム研究所内 Ibaraki (JP). 原田 康二 (HARADA Koji) [JP/JP]; 〒5550011 大阪府大阪市西淀川区竹島 4 丁目 7 番 3 2 号 株式会社サクラ内 Osaka (JP).

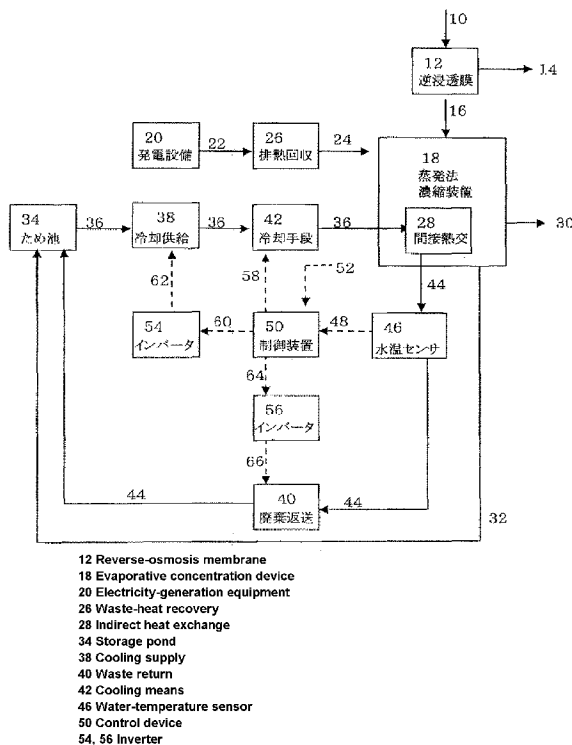
- (74) 代理人: 春日 譲 (KASUGA Yuzuru); 〒1030023 東京都中央区日本橋本町三丁目 4 番 1 号 トリイ日本橋ビル Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO,

[続葉有]

(54) Title: ASSOCIATED-WATER CONCENTRATION SYSTEM AND ASSOCIATED-WATER CONCENTRATION METHOD

(54) 発明の名称: 随伴水濃縮システムおよび随伴水濃縮方法

[図1]



(57) Abstract: Disclosed is an associated-water concentration system provided with an evaporative concentration device (18) that concentrates associated water discharged from a coal bed along with coal-bed gas. A cooling system that cools said evaporative concentration device (18) comprises: an indirect heat exchanger (28) that cools the evaporative concentration device (18); and a closed loop. Said closed loop comprises either: a cooling-water supply means (38) that draws cooling water (36), used in cooling, from a well (68) or storage pond (34) and supplies said cooling water to the indirect heat exchanger (28); or a waste-hot water return means (40) that returns post-cooling waste hot water (44) to the well (68) or storage pond (34). This configuration obviates the need for special equipment for treating cooling water (36) after use in the evaporative concentration device (18).

(57) 要約: 石炭層から炭層ガスと共に排出される随伴水を濃縮する蒸発法濃縮装置 18 を備えた随伴水濃縮システムであって、前記蒸発法濃縮装置 18 を冷却する冷却系統は、前記蒸発法濃縮装置 18 を冷却する間接熱交換器 28 と、冷却に用いる冷却水 36 を井戸 68 又はため池 34 から取水し、前記間接熱交換器 28 に供給する冷却水供給手段 38、または、冷却後の廃棄温水 44 を井戸 68 又はため池 34 に戻す廃棄温水返送手段 40 のいずれか一方からなる閉回路で構成する。これにより、蒸発法濃縮装置 18 で使用した後の冷却水 36 を処理するための特別な設備を必要としない。



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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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.

(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- (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, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： 随伴水濃縮システムおよび随伴水濃縮方法

技術分野

[0001] 本発明は随伴水濃縮システムおよび随伴水濃縮方法に係り、特に石炭採掘時に生じる随伴水を蒸発法で処理する際に必要となる冷却水の循環システムに特徴を有する随伴水濃縮システムおよび随伴水濃縮方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、新たな天然ガスとして石炭層に賦存する炭層メタンガスが注目されている。炭層メタンガスは炭層に含まれる随伴水中に溶解しているため、井戸に設置したスクリーンプンプで随伴水を汲み上げた後に、随伴水からメタンガスを分離することで得られる（非特許文献 1 参照）。

[0003] メタンガス分離後の随伴水には塩分が含まれるため、灌漑用水や緑化への使用や未処理状態での河川への排水等はできず、別途設けたため池に一時的に貯留して自然蒸発によって減容することや、逆浸透膜装置によって濃縮してからため池に貯留して自然蒸発によって減容する処理等が実施されてきた。

[0004] しかし、随伴水をため池で一時的に貯留する方法では、炭層メタンガスの採掘が継続するに伴って広大なため池が必要となるという問題が生じ、炭層メタンガス採掘事業の継続的な実施を難しくする。また、逆浸透膜装置を用いて濃縮処理をして減容化する場合でも、逆浸透膜装置の所要動力は塩濃度が高くなるに従って増加するため、処理コストの点から高い濃縮率を得ることが困難となり、同様の問題が生起する。

[0005] 一方、海水を淡水化する場合に逆浸透膜処理の濃縮水を多重効用蒸発法や多段フラッシュ法などの蒸発法濃縮装置に供給し、全体の濃縮水量を低減する脱塩装置がある（例えば、特許文献 1 参照）。また、蒸発法濃縮装置として水溶液の蒸発濃縮を低コストで効率よく行えるものがある（例えば、特許文献 2 参照）。蒸発法濃縮装置の所要動力や所要エネルギーは塩濃度の影響が

小さいため、このような脱塩装置を用いることで、高い濃縮率を得ることが現実的に可能となる。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2008-100219号公報

特許文献2：特開2010-46571号公報

非特許文献1：坂本茂樹、大野泰伸、「石油・天然ガスレビュー」、独立行政法人、石油天然ガス・金属鉱物資源機構、2008年11月，Vol. 42，No. 6，pp. 31-49

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 上述した特許文献1及び2の技術を用いれば、メタンガス分離後の随伴水を減容化することが可能となる。

しかしながら、蒸発法濃縮装置の凝縮装置を作動させるためには、例えば河川や海等から冷却水を取り込み供給すると共に、熱交換後の温排水を河川や海等に排出して戻すことが必要となる。蒸発法濃縮装置で用いる冷却水を使用後に河川や海へ戻すと、水温が取水時より高いこと、あるいは成分に化学薬品が添加されること等が原因となり、河川や海の生態系や環境に悪影響を及ぼす場合がある。

[0008] これらの悪影響を抑制するため、海水や河川水を冷却水に利用して使用後に海や河川へ戻す場合に、水温差や含有物質に対する環境規制をかけることが多くの地域で行われている。この環境規制を遵守するためには、使用後の冷却水を冷却する設備や化学薬品を除去する設備が必要となり、設備コストやランニングコストが増大するという課題があった。

[0009] 本発明は上述の事柄に基づいてなされたもので、その目的は、炭層メタンガスを得る際に発生する随伴水を減容し、ため池に貯める濃縮水水量を低減できる蒸発法濃縮装置を用いた随伴水濃縮システムにおいて、蒸発法濃縮装

置で使用した後の冷却水进行处理するための特別な設備を必要としない随伴水濃縮システム及び随伴水濃縮方法を提供するものである。

課題を解決するための手段

- [0010] 上記の目的を達成するために、第1の発明は、石炭層から炭層ガスと共に排出される随伴水を濃縮する蒸発法濃縮装置を備えた随伴水濃縮システムであって、前記蒸発法濃縮装置を冷却する冷却系統は、前記蒸発法濃縮装置を冷却する間接熱交換器と、冷却に用いる前記冷却水を井戸又はため池から取水し、前記間接熱交換器に供給する冷却水供給手段と前記間接熱交換器とからなる閉回路と、冷却後の廃棄温水を前記井戸又は前記ため池に戻す廃棄温水返送手段と前記間接熱交換器とからなる閉回路とのうちのいずれか一方からなる閉回路で構成するものとする。
- [0011] 上記の目的を達成するために、第2の発明は、石炭層から炭層ガスと共に排出される随伴水を濃縮する蒸発法濃縮装置を備えた随伴水濃縮システムであって、前記蒸発法濃縮装置を冷却する冷却系統は、前記蒸発法濃縮装置を冷却する間接熱交換器と、冷却に用いる冷却水を井戸又はため池から取水し、前記間接熱交換器に供給する冷却水供給手段と、冷却後の廃棄温水を前記井戸又は前記ため池に戻す廃棄温水返送手段とからなる閉回路で構成するものとする。
- [0012] また、第3の発明は、第1又は第2の発明において、前記蒸発法濃縮装置の熱源として排熱を利用できる発電設備と、排熱回収ボイラとを備えることを特徴とする。
- [0013] 更に、第4の発明は、第1乃至第3の発明のいずれかにおいて、前記蒸発法濃縮装置の前段に逆浸透膜式濃縮装置を備え、前記逆浸透膜式濃縮装置からの濃縮水を前記蒸発法濃縮装置の原水として供給することを特徴とする。
- [0014] また、第5の発明は、第1乃至第4の発明のいずれかにおいて、前記間接熱交換器で冷却後に排出される前記廃棄温水の水温を計測する水温計測手段と、前記水温計測手段で計測した前記廃棄温水の水温があらかじめ設定した所定の値以下となるように前記冷却水供給手段の流量及び／または前記廃棄

温水返送手段の流量を制御する制御装置とを備えることを特徴とする。

[0015] 更に、第 6 の発明は、第 5 の発明において、前記冷却水供給手段の流量及び／または前記廃棄温水返送手段の流量を制御する為に、前記制御装置の出力に応じて前記冷却水供給手段及び／または前記廃棄温水返送手段に動力を出力するインバータを用いることを特徴とする。

[0016] また、第 7 の発明は、第 1 乃至第 6 の発明のいずれかにおいて、前記蒸発法濃縮装置に供給する前段に前記冷却水を冷却する冷却手段を備えることを特徴とする。

[0017] 更に、第 8 の発明は、第 1 乃至第 7 の発明のいずれかにおいて、前記ため池で所定の水深範囲を設け、前記水深範囲より下部に前記冷却水の取水口を設けることを特徴とする。

[0018] また、第 9 の発明は、第 1 乃至第 8 の発明のいずれかにおいて、前記井戸から前記冷却水を取水するための装置として、電動浸漬ポンプを用いることを特徴とする。

[0019] 更に、第 10 の発明は、第 9 の発明において、前記随伴水の液中において固形微粒子の量を検出する液中微粒子検出器と、前記液中微粒子検出器の出力である固形微粒子信号に基づいて前記電動浸漬ポンプを停止あるいは吸込み流量を減少させる電動浸漬ポンプ制御装置とを備えることを特徴とする。

[0020] また、第 11 の発明は、第 9 の発明において、前記随伴水の液中において気泡の量を検出する液中気泡検出器と、前記液中気泡検出器の出力である気泡信号に基づいて前記電動浸漬ポンプを停止あるいは吸込み流量を減少させる電動浸漬ポンプ制御装置とを備えることを特徴とする。

[0021] 更に、第 12 の発明は、石炭層から炭層ガスと共に排出される随伴水を濃縮する蒸発法濃縮装置による随伴水濃縮方法であって、前記蒸発法濃縮装置を冷却する冷却工程は、冷却に用いる冷却水を井戸又はため池から取水し、前記蒸発法濃縮装置を冷却する間接熱交換器に供給する冷却水供給工程と、冷却後の廃棄温水を前記井戸又は前記ため池に戻す廃棄温水返送工程とを有するものとする。

発明の効果

[0022] 本発明によれば、蒸発法によって随伴水の容積を低減できるため、随伴水の廃棄が容易となる。また、井戸やため池などから取水した蒸発法濃縮装置の冷却水を取水元へ戻す場合に冷却や化学薬品の処理を必要としないので、河川や海水に冷却水を戻す場合に比べて設備コスト及びランニングコストを低減できる。

図面の簡単な説明

[0023] [図1]本発明の随伴水濃縮システムの第1の実施の形態を示すシステム構成図である。

[図2]本発明の随伴水濃縮システムの第1の実施の形態におけるため池の取水部を示す概略断面図である。

[図3]本発明の随伴水濃縮システムの第2の実施の形態を示すシステム構成図である。

[図4]本発明の随伴水濃縮システムの第3の実施の形態を示すシステム構成図である。

[図5]本発明の随伴水濃縮システムの第4の実施の形態を示すシステム構成図である。

[図6]本発明の随伴水濃縮システムの第5の実施の形態を示すシステム構成図である。

発明を実施するための形態

[0024] <第1の実施の形態>

以下、本発明の随伴水濃縮システムの第1の実施の形態を図面を用いて説明する。図1は本発明の随伴水濃縮システムの第1の実施の形態を示すシステム構成図、図2は本発明の随伴水濃縮システムの第1の実施の形態におけるため池の取水部を示す概略断面図である。

[0025] 図1において、炭層から取水して炭層ガスを分離した後に不要となった随伴水は、随伴水濃縮システムにとっての原水10となる。この原水10は、逆浸透膜式濃縮装置12に流入して淡水14と濃縮水16とに分離される。

淡水 14 の用途は規定しないが、塩濃度が低いため、河川放流や灌漑用水として用いることができる。

[0026] 逆浸透膜式濃縮装置 12 の濃縮水 16 は蒸発法濃縮装置 18 に供給される。蒸発法濃縮装置 18 には、発電設備 20 の排ガス 22 の排熱を蒸気 24 に転換する排熱回収ボイラ 26 から蒸気 24 が与えられる。この蒸気 24 の熱エネルギーを利用し、蒸発法濃縮装置 18 の中に備えられ、地下水層に影響を与えないために冷却水 36 の水質を変化させずに蒸発法濃縮装置 18 を冷却する間接熱交換器 28 で逆浸透膜式濃縮装置 12 の濃縮水 16 を淡水 30 と高濃縮水 32 とに分離する。

[0027] 塩濃度が高い高濃縮水 32 は、河川放流や灌漑用水として用いることができないため、ため池 34 に廃棄されるか、あるいは有価物回収のため図示しない結晶化装置へ供給される。本実施の形態においては、随伴水濃縮システムから排出される高濃縮水 32 の量が少ないことから、ため池 34 の小容量化あるいは図示しない結晶化装置の小型化が可能となる。

[0028] 間接熱交換器 28 が必要とする冷却水 36 は、ため池 34 から冷却水供給手段 38 により取水する。なお、冷却水供給手段 38 は、具体的には、例えば、電動ポンプ等で構成しても良い。

[0029] ため池 34 においては、その水面から常に水分が蒸発しているため、その気化熱がため池 34 の水温を低下させている。しかし、日射や気温の影響により十分な冷却ができない場合がある。このため、冷却水 36 の水温を低下させる冷却手段 42 を冷却水供給手段 38 の下流側に設け、水温を低下させた冷却水 36 を間接熱交換器 28 に供給している。この冷却手段 42 としては、ヒートポンプを用いる方法、ペルチェ素子によって電子的に冷却する方法、あるいは冷却水 36 の一部を噴霧装置などにより気化させ、その記過熱で残りの冷却水 36 をさらに冷却する方法、吸収式冷凍機を用いる方法、余剰電力であらかじめ氷などに蓄えていた冷熱を用いる方法などがあり、いずれを用いても良い。なお、ため池 34 等で冷却水 36 の水温を冷却できる場合には、冷却手段 42 を設けなくても良い。

- [0030] 間接熱交換器 28 で冷却水 36 は熱エネルギーを受け取り、廃棄温水 44 となる。この廃棄温水 44 は廃棄温水返送手段 40 によってため池 34 へ循環され、閉回路を構成する。ため池 34 は河川や海洋と異なり、取水温度と廃棄温度の差に関する制約はないため、特別に冷却設備を設ける必要はない。
- [0031] 冷却水 36 はため池から取水する場合、日射量や気温の影響により時間的な水温変動が生じる。冷却水 36 を井戸から取水する場合でもため池の場合よりも時定数は大きい、時間的に水温変動が生じる。間接熱交換器 28 の濃縮能力は冷却水 36 の水温の影響を受けるが、この能力は廃棄温水 44 の水温で評価することができる。廃棄温水 44 の温度は水温センサ 46 で計測し、水温信号 48 として制御装置 50 へ与えられる。制御装置 50 は、あらかじめ設定した廃棄温水水温目標値 52 と水温信号 48 とに基づいて、冷却水供給手段 38 の流量あるいは廃棄温水返送手段 40 の流量を制御するとともに、冷却手段 42 の冷却能力を制御する。この際、制御装置 50 は、冷却水供給手段 38 あるいは廃棄温水返送手段 40 の運転コストと冷却手段 42 の運転コストの総和が最小となる操作条件を算出したうえで、その条件を実現するように冷却水供給手段 38、廃棄温水返送手段 40 および冷却手段 42 の制御を実施する。
- [0032] これらの流量制御は、制御装置 50 から冷却水供給手段用インバータ 54 あるいは廃棄温水返送手段用インバータ 56 にそれぞれ操作信号 60、64 を出力することで冷却水供給手段 38、廃棄温水返送手段 40 のポンプ電動機等への動力である冷却水供給手段動力 62、廃棄温水返送手段動力 66 を制御してなされている。流量制御に弁を用いる場合に比して無駄に消費される圧力損失を低減することができ、さらなるランニングコスト低減が可能となる。
- [0033] 冷却手段 42 を設けていない場合には、制御装置 50 で制御する対象は冷却水供給手段 38 あるいは廃棄温水返送手段 40 のみとなる。この場合であっても、廃棄温水水温信号 48 と廃棄温水水温目標値 52 に基づいてそれぞれの手段の流量を冷却水供給手段用インバータ 54 あるいは廃棄温水返送手

段用インバータ 56 を介して制御することで、ランニングコストの低減が可能となる。

[0034] 図 2 は、本発明の随伴水濃縮システムの第 1 の実施の形態におけるため池の取水部を示す概略図である。図 2 において、図 1 に示す符号と同符号のものは同一部分であるので、その詳細な説明は省略する。

[0035] ため池 34 から冷却水 36 を取水する場合、ため池 34 の水面付近の水は日射や気温の影響を受けるため、水温が高い。一方、ため池 34 の水面から水が蒸発する際に気化熱として熱が奪われるため、水温を低下させる物理現象も同時に起こっている。また、ため池の周囲の大気温度が水温よりも低い場合には水面から熱が大気中へ逃げるため、水温が低下する。水の密度は水温によって変化し、約 4℃で最大となる。ため池 34 内に攪拌装置はないため、一般に水温の低い水はため池 34 の底の方に移動していく。

[0036] 本実施の形態においては、ため池の水深に対する水温の違いに着目し、所定の水深より深い箇所に冷却水 36 の取水口 70 を設け、冷却水 36 を取水している。これにより、より水温の低い冷却水 36 を得ることができる。

[0037] 上述した本発明の随伴水濃縮システムの第 1 の実施の形態によれば、蒸発法によって随伴水の容積を低減できるため、随伴水の廃棄が容易となる。また、ため池から取水した蒸発法濃縮装置の冷却水を取水元へ戻す場合に冷却や化学薬品の処理を必要としないので、河川や海水に冷却水を戻す場合に比べて設備コスト及びランニングコストを低減できる。

[0038] また、上述した本発明の随伴水濃縮システムの第 1 の実施の形態によれば、一般的に河川や海洋から遠い場所に位置している炭層ガスを採取する井戸 68 において、ため池 34 から冷却水 36 を取水することで配管敷設の費用や運転コストを低減することができる。

[0039] また、上述した本発明の随伴水濃縮システムの第 1 の実施の形態によれば、ため池の取水口 70 を所定の水深 D より深い箇所に設けたので、水温の低い冷却水 36 を得られることにより、間接熱交換器 28 で必要な冷熱を得るために必要な冷却水 36 の水量を減らすことができる。この結果、冷却水供

給手段 38 あるいは廃棄温水返送手段 40 の容量や動力費を減らすことが可能となる。

[0040] <第 2 の実施の形態>

以下、本発明の随伴水濃縮システムの第 2 の実施の形態を図面を用いて説明する。図 3 は本発明の随伴水濃縮システムの第 2 の実施の形態を示すシステム構成図である。図 3 において、図 1 及び図 2 に示す符号と同符号のものは同一部分であるので、その詳細な説明は省略する。

[0041] 図 3 においては、第 1 の実施の形態における冷却水供給手段 38 を省略している。冷却水 36 の配管の途中に自由水面が無い場合には、廃棄温水返送手段 40 により取水することが可能となり、冷却水供給手段 38 を省略することができる。廃棄温水返送手段 40 で冷却水 36 をため池 34 から取水する場合には、廃棄温水返送手段 40 における水温が上昇しているため、水の粘性抵抗が低下してランニングコストの低減が可能となる。廃棄温水返送手段 40 とは、具体的には、例えば、電動ポンプ等で構成しても良い。

[0042] <第 3 の実施の形態>

以下、本発明の随伴水濃縮システムの第 3 の実施の形態を図面を用いて説明する。図 4 は本発明の随伴水濃縮システムの第 3 の実施の形態を示すシステム構成図である。図 4 において、図 1 乃至図 3 に示す符号と同符号のものは同一部分であるので、その詳細な説明は省略する。

[0043] 図 4 においては、第 1 の実施の形態における廃棄温水返送手段 40 を省略している。冷却水 36 の配管の途中に自由水面が無い場合には、冷却水供給手段 38 のみにより取水／返送することが可能となり、廃棄温水返送手段 40 を省略することができる。

[0044] <第 4 の実施の形態>

以下、本発明の随伴水濃縮システムの第 4 の実施の形態を図面を用いて説明する。図 5 は本発明の随伴水濃縮システムの第 4 の実施の形態を示すシステム構成図である。図 5 において、図 1 乃至図 4 に示す符号と同符号のものは同一部分であるので、その詳細な説明は省略する。

- [0045] 図5において、炭層から取水して炭層ガスを分離した後に不要となった随伴水は、随伴水濃縮システムにとっての原水10となる。この原水10は、逆浸透膜式濃縮装置12に流入して淡水14と濃縮水16に分離される。このうち淡水14の用途は規定しないが、塩濃度が低いため、河川放流や灌漑用水として用いることができる。
- [0046] 逆浸透膜式濃縮装置12の濃縮水16は蒸発法濃縮装置18に供給される。蒸発法濃縮装置18には、発電設備20の排ガス22の排熱を蒸気24に転換する排熱回収ボイラ26から蒸気24が与えられる。この蒸気24の熱エネルギーを利用し、蒸発法濃縮装置18の中に備えられた間接熱交換器28で逆浸透膜式濃縮装置12の濃縮水16を淡水30と高濃縮水32に分離する。
- [0047] 塩濃度が高い高濃縮水32は、放流や灌漑に利用できないため、ため池34に廃棄されるか、あるいは有価物回収のため図示しない結晶化装置へ供給される。本実施の形態においては、随伴水濃縮システムから排出される高濃縮水32の量が少ないことから、ため池34の小容量化あるいは図示しない結晶化装置の小型化が可能となる。
- [0048] 間接熱交換器28が必要とする冷却水36は、井戸68から冷却水供給手段38あるいは廃棄温水返送手段40で取水する。炭層ガスを採取する井戸は一般的に河川や海洋から遠い場所に位置しているため、井戸68から冷却水36を取水することで配管敷設の費用や運転コストを低減できる。
- [0049] 井戸68から取水する井戸水は一般に水温が安定しており、かつ気温の影響や日射の影響を受けないため、冷却水36として適している。しかし、十分な冷却ができない場合には冷却手段42を冷却水供給手段38の下流側に設け、水温を低下させた冷却水36を間接熱交換器28に供給している。この冷却手段42としては、ヒートポンプを用いる方法、ペルチェ素子によって電子的に冷却する方法、あるいは冷却水36の一部を噴霧装置などにより気化させ、その気化熱で残りの冷却水36をさらに冷却する方法、吸収式冷凍機を用いる方法、余剰電力であらかじめ氷などに蓄えていた冷熱を用いる

方法などがあり、いずれを用いても良い。なお、井戸 6 8 で冷却水 3 6 の水温を冷却できる場合には、冷却手段 4 2 を設けなくても良い。

[0050] 間接熱交換器 2 8 で冷却水 3 6 は熱エネルギーを受け取り、廃棄温水 4 4 となる。この廃棄温水 4 4 は廃棄温水返送手段 4 0 により井戸 6 8 へ循環され、閉回路を構成する。井戸 6 8 は河川や海洋と異なり、取水温度と廃棄温度の差に関する制約はないため、特別に冷却設備を設ける必要はない。また、冷却水 3 6 は間接熱交換器 2 8 で温度が変化するのみで化学的性状は変化しないため、廃棄温水 4 4 として井戸 6 8 に循環しても問題は生じない。

[0051] 図 5 では井戸 6 8 から取水して冷却に用いた後の廃棄温水 4 4 を井戸 6 8 へ戻すフローを図示しているが、この廃棄温水 4 4 をため池 3 4 へ戻しても良い。

[0052] 間接熱交換器 2 8 の濃縮能力は冷却水 3 6 の水温の影響を受けるが、この能力は廃棄温水 4 4 の水温で評価することができる。廃棄温水 4 4 の温度は水温センサ 4 6 で計測し、水温信号 4 8 として制御装置 5 0 へ与えられる。制御装置 5 0 は、あらかじめ設定した廃棄温水水温目標値 5 2 と水温信号 4 8 とに基づいて、冷却水供給手段 3 8 の流量あるいは廃棄温水返送手段 4 0 の流量を制御するとともに、冷却手段 4 2 の冷却能力を制御する。この際、制御装置 5 0 は、冷却水供給手段 3 8 あるいは廃棄温水返送手段 4 0 の運転コストと冷却手段 4 2 の運転コストの総和が最小となる操作条件を算出したうえで、その条件を実現するように冷却水供給手段 3 8、廃棄温水返送手段 4 0 および冷却手段 4 2 の制御を実施する。

[0053] これらの流量制御は、制御装置 5 0 から冷却水供給手段用インバータ 5 4 あるいは廃棄温水返送手段用インバータ 5 6 にそれぞれ操作信号 6 0、6 4 を出力することで冷却水供給手段 3 8、廃棄温水返送手段 4 0 のポンプ電動機等への動力である冷却水供給手段動力 6 2、廃棄温水返送手段動力 6 6 を制御してなされている。

[0054] 冷却手段 4 2 を設けていない場合には、制御装置 5 0 で制御する対象は冷却水供給手段 3 8 あるいは廃棄温水返送手段 4 0 のみとなる。この場合であ

っても、廃棄温水水温信号 4 8 と廃棄温水水温目標値 5 2 に基づいてそれぞれの手段の流量を冷却水供給手段用インバータ 5 4 あるいは廃棄温水返送手段用インバータ 5 6 を介して制御することで、ランニングコストの低減が可能となる。

[0055] 上述した本発明の随伴水濃縮システムの第 4 の実施の形態によれば、蒸発法によって随伴水の容積を低減できるため、随伴水の廃棄が容易となる。また、井戸から取水した蒸発法濃縮装置の冷却水を取水元へ戻す場合に冷却や化学薬品の処理を必要としないので、河川や海水に冷却水を戻す場合に比べて設備コスト及びランニングコストを低減できる。

[0056] また、上述した本発明の随伴水濃縮システムの第 4 の実施の形態によれば、一般的に河川や海洋から遠い場所に位置している炭層ガスを採取する井戸 6 8 において、井戸 6 8 から冷却水 3 6 を取水することで配管敷設の費用や運転コストを低減することができる。

[0057] <第 5 の実施の形態>

以下、本発明の随伴水濃縮システムの第 5 の実施の形態を図面を用いて説明する。図 6 は本発明の随伴水濃縮システムの第 5 の実施の形態を示すシステム構成図である。図 6 において、図 1 乃至図 5 に示す符号と同符号のものは同一部分であるので、その詳細な説明は省略する。

[0058] 図 6 においては、上述した第 4 の実施の形態における炭層の井戸 6 8 から冷却水 3 6 を取水する冷却水供給手段 3 8 として電動浸漬ポンプ 7 2 を用いている。炭層に含まれる随伴水を汲み上げる際に電動浸漬ポンプ 7 2 を用いると、従来から用いられているスクリーump に比べて機械的に損失となる割合が少なくなり、メンテナンスも容易となる。その結果、ランニングコストを低減することが可能となる。

[0059] 一方、汲み上げる随伴水の中に電動浸漬ポンプ 7 2 を詰まらせる固形物が含まれると、電動浸漬ポンプ 7 2 の性能低下あるいは最悪の場合故障するケースが発生する。ポンプが故障した場合、電動浸漬ポンプ 7 2 は井戸 6 8 の下方に備え付けるため、その引き上げやメンテナンスに時間やコストが費や

されることになる。

[0060] 随伴水の中に含まれ得る固形物としては、例えば、石炭粉や岩石粒や砂粒等が考えられ、これらが微粒子状になるとポンプ構成物の間に混入しやすくなり、故障を誘発する。

[0061] そこで、本実施の形態においては、随伴水の液中において固形微粒子の量を検出する液中微粒子検出器 7 4 と、液中微粒子検出器 7 4 の検出信号に基づいて電動浸漬ポンプ 7 2 を停止させたり、吸込み流量を減少させたりする電動浸漬ポンプ制御装置 8 2 とを備えている。随伴水の液中の固形微粒子の量が増加した場合には、電動浸漬ポンプ 7 2 の吸込み流量を減らしたり、停止したりすることにより、これらの固形微粒子が下方に沈下するのを待ち、その後汲み上げを開始することによって、電動浸漬ポンプ 7 2 の性能低下等を抑制できる。

[0062] また、汲み上げる随伴水の中に例えばメタンなどの気体が気泡状に多く含まれている場合には、電動浸漬ポンプ 7 2 は空走し、性能低下や最悪の場合故障するケースが発生する。ポンプが故障した場合、電動浸漬ポンプ 7 2 は井戸 6 8 の下方に備え付けるため、その引き上げやメンテナンスに時間やコストが費やされることになる。

[0063] そこで、本実施の形態においては、随伴水の液中において気泡の量を検出する液中気泡検出器 7 8 と、液中気泡検出器 7 8 の検出信号に基づいて電動浸漬ポンプ 7 2 を停止させたり、吸込み流量を減少させたりする電動浸漬ポンプ制御装置 8 2 とを備えている。

[0064] 上述した本発明の随伴水濃縮システムの第 5 の実施の形態によれば、上述した第 4 の実施の形態と同様な効果を得ることができるとともに、スクリーンプンプに替えて電動浸漬ポンプ 7 2 を用いたので、機械的に損失となる割合が少なくなり、メンテナンスも容易となる。この結果、ランニングコストを低減することが可能となる。

[0065] また、上述した本発明の随伴水濃縮システムの第 5 の実施の形態によれば、液中微粒子検出器 7 4 と液中気泡検出器 7 8 と電動浸漬ポンプ制御装置と

を備えたので、随伴水の中の固形微粒子や気泡を原因とする電動浸漬ポンプ 7 2 の性能低下や故障を早い段階で抑制することができる。この結果として、電動浸漬ポンプ 7 2 の引上げ作業やメンテナンスに費やされる時間やコストを低減することが可能となる。

[0066] なお、本発明の実施の形態においては、逆浸透膜式濃縮装置 1 2 で濃縮された濃縮水 1 6 が供給される蒸発法濃縮装置 1 8 について説明したが、これに限るものではない。例えば、直接随伴水が原水 1 0 として供給される蒸発法濃縮装置 1 8 であっても良い。

符号の説明

- [0067] 1 0 原水
1 2 逆浸透膜式濃縮装置
1 4 淡水
1 6 濃縮水
1 8 蒸発法濃縮装置
2 0 発電設備
2 2 排ガス
2 4 蒸気
2 6 排熱回収ボイラ
2 8 間接熱交換器
3 0 淡水
3 2 高濃縮水
3 4 ため池
3 6 冷却水
3 8 冷却水供給手段
4 0 廃棄温水返送手段
4 2 冷却手段
4 4 廃棄温水
4 6 水温センサ

- 4 8 水温信号
- 5 0 制御装置
- 5 2 廃棄温水水温目標値
- 5 4 冷却水供給手段用インバータ
- 5 6 廃棄温水返送手段用インバータ
- 5 8 冷却手段操作信号
- 6 0 冷却水供給手段操作信号
- 6 2 冷却水供給手段動力
- 6 4 廃棄温水返送手段操作信号
- 6 6 廃棄温水返送手段動力
- 6 8 井戸
- 7 0 取水口
- 7 2 電動浸漬ポンプ
- 7 4 液中微粒子検出器
- 7 6 微粒子信号
- 7 8 液中気泡検出器
- 8 0 気泡信号
- 8 2 電動浸漬ポンプ制御装置
- 8 4 電動浸漬ポンプ動力

請求の範囲

- [請求項1] 石炭層から炭層ガスと共に排出される随伴水を濃縮する蒸発法濃縮装置（１８）を備えた随伴水濃縮システムであって、
- 前記蒸発法濃縮装置（１８）を冷却する冷却系統は、前記蒸発法濃縮装置（１８）を冷却する間接熱交換器（２８）と、
- 冷却に用いる前記冷却水（３６）を井戸（６８）又はため池（３４）から取水し、前記間接熱交換器（２８）に供給する冷却水供給手段（３８）と前記間接熱交換器（２８）とからなる閉回路と、
- 冷却後の廃棄温水（４４）を前記井戸（６８）又は前記ため池（３４）に戻す廃棄温水返送手段（４０）と前記間接熱交換器（２８）とからなる閉回路とのうちのいずれか一方からなる閉回路で構成することを特徴とする随伴水濃縮システム。
- [請求項2] 石炭層から炭層ガスと共に排出される随伴水を濃縮する蒸発法濃縮装置（１８）を備えた随伴水濃縮システムであって、
- 前記蒸発法濃縮装置（１８）を冷却する冷却系統は、前記蒸発法濃縮装置（１８）を冷却する間接熱交換器（２８）と、
- 冷却に用いる冷却水（３６）を井戸（６８）又はため池（３４）から取水し、前記間接熱交換器（２８）に供給する冷却水供給手段（３８）と、
- 冷却後の廃棄温水（４４）を前記井戸（６８）又は前記ため池（３４）に戻す廃棄温水返送手段（４０）とからなる閉回路で構成することを特徴とする随伴水濃縮システム。
- [請求項3] 請求項１または２記載の随伴水濃縮システムにおいて、
- 前記蒸発法濃縮装置（１８）の熱源として排熱を利用できる発電設備（２０）と、排熱回収ボイラ（２６）とを備える
- ことを特徴とする随伴水濃縮システム。
- [請求項4] 請求項１乃至３のいずれか１項に記載の随伴水濃縮システムにおいて、

前記蒸発法濃縮装置（１８）の前段に逆浸透膜式濃縮装置（１２）を備え、前記逆浸透膜式濃縮装置（１２）からの濃縮水（１６）を前記蒸発法濃縮装置（１８）の原水（１０）として供給することを特徴とする随伴水濃縮システム。

[請求項5] 請求項１乃至４のいずれか１項に記載の随伴水濃縮システムにおいて、

前記間接熱交換器（２８）で冷却後に排出される前記廃棄温水（４４）の水温を計測する水温計測手段（４６）と、

前記水温計測手段（４６）で計測した前記廃棄温水（４４）の水温があらかじめ設定した所定の値以下となるように前記冷却水供給手段（３８）の流量及び／または前記廃棄温水返送手段（４０）の流量を制御する制御装置（５０）とを備える

ことを特徴とする随伴水濃縮システム。

[請求項6] 請求項５に記載の随伴水濃縮システムにおいて、

前記冷却水供給手段（３８）の流量及び／または前記廃棄温水返送手段（４０）の流量を制御する為に、前記制御装置（５０）の出力に応じて前記冷却水供給手段（３８）及び／または前記廃棄温水返送手段（４０）に動力を出力するインバータ（５４）、（５６）を用いることを特徴とする随伴水濃縮システム。

[請求項7] 請求項１乃至６のいずれか１項に記載の随伴水濃縮システムにおいて、

前記蒸発法濃縮装置（１８）に供給する前段に前記冷却水（３６）を冷却する冷却手段（４２）を備える

ことを特徴とする随伴水濃縮システム。

[請求項8] 請求項１乃至７のいずれか１項に記載の随伴水濃縮システムにおいて、

前記ため池（３４）で所定の水深範囲を設け、前記水深範囲より下部に前記冷却水（３６）の取水口（７０）を設ける

ことを特徴とする随伴水濃縮システム。

[請求項9] 請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の随伴水濃縮システムにおいて、

前記井戸（68）から前記冷却水（36）を取水するための装置として、電動浸漬ポンプ（72）を用いる

ことを特徴とする随伴水濃縮システム。

[請求項10] 請求項 9 に記載の随伴水濃縮システムにおいて、

前記随伴水の液中において固形微粒子の量を検出する液中微粒子検出器と、前記液中微粒子検出器の出力である固形微粒子信号に基づいて前記電動浸漬ポンプを停止あるいは吸込み流量を減少させる電動浸漬ポンプ制御装置とを備える

ことを特徴とする随伴水濃縮システム。

[請求項11] 請求項 9 に記載の随伴水濃縮システムにおいて、

前記随伴水の液中において気泡の量を検出する液中気泡検出器と、前記液中気泡検出器の出力である気泡信号に基づいて前記電動浸漬ポンプを停止あるいは吸込み流量を減少させる電動浸漬ポンプ制御装置とを備える

ことを特徴とする随伴水濃縮システム。

[請求項12] 石炭層から炭層ガスと共に排出される随伴水を濃縮する蒸発法濃縮装置（18）による随伴水濃縮方法であって、

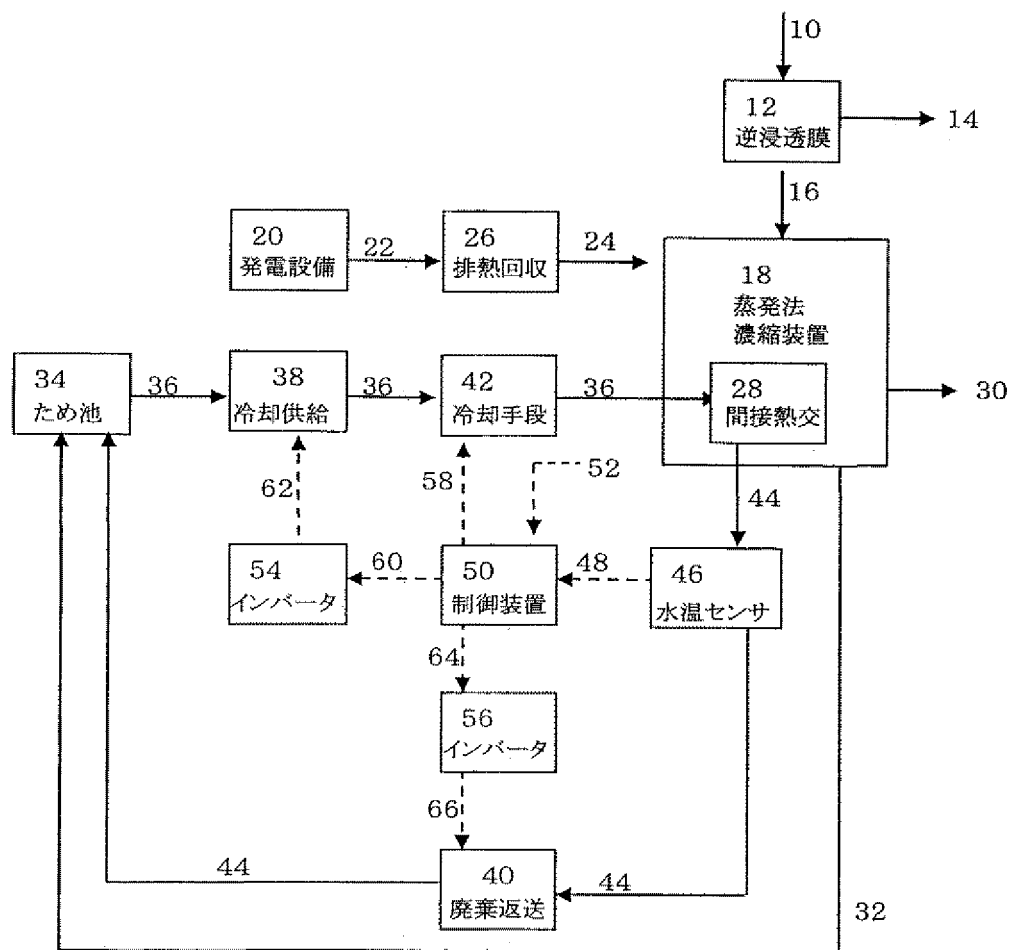
前記蒸発法濃縮装置（18）を冷却する冷却工程は、

冷却に用いる冷却水（36）を井戸（68）又はため池（34）から取水し、前記蒸発法濃縮装置（18）を冷却する間接熱交換器（28）に供給する冷却水供給工程と、

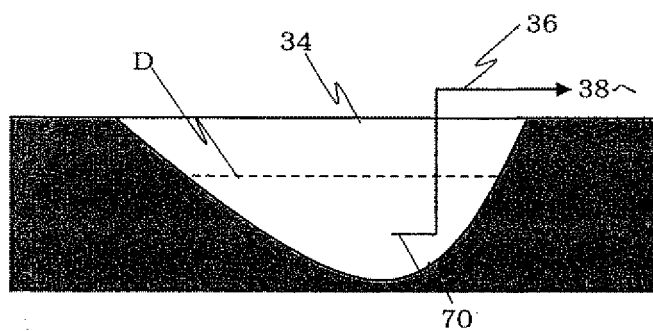
冷却後の廃棄温水（44）を前記井戸（68）又は前記ため池（34）に戻す廃棄温水返送工程とを有する

ことを特徴とする随伴水濃縮方法。

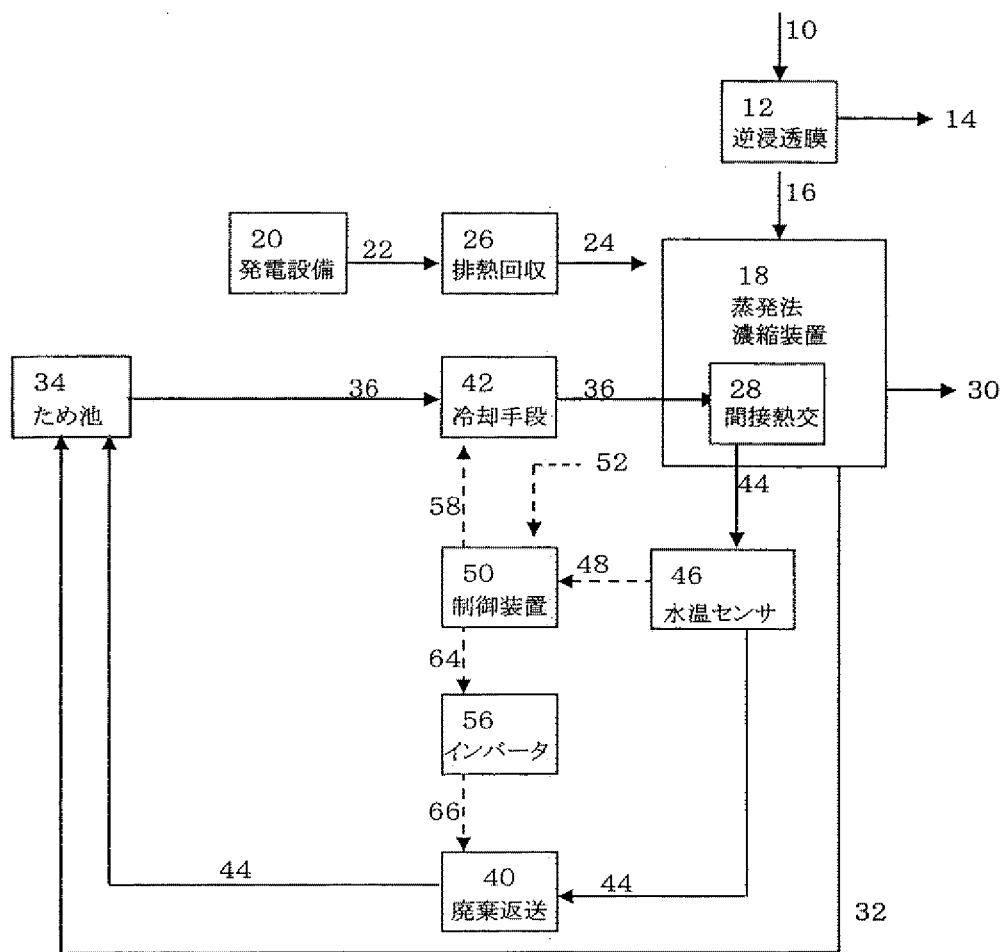
[図1]



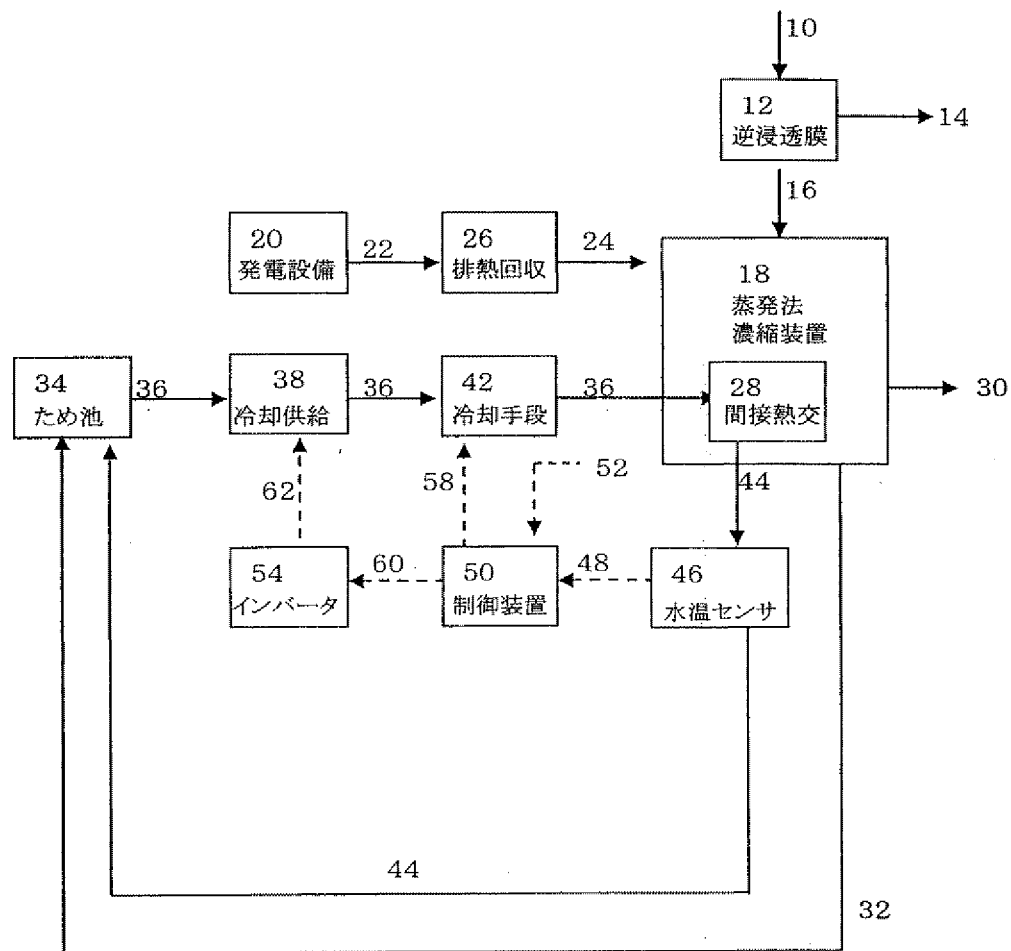
[図2]



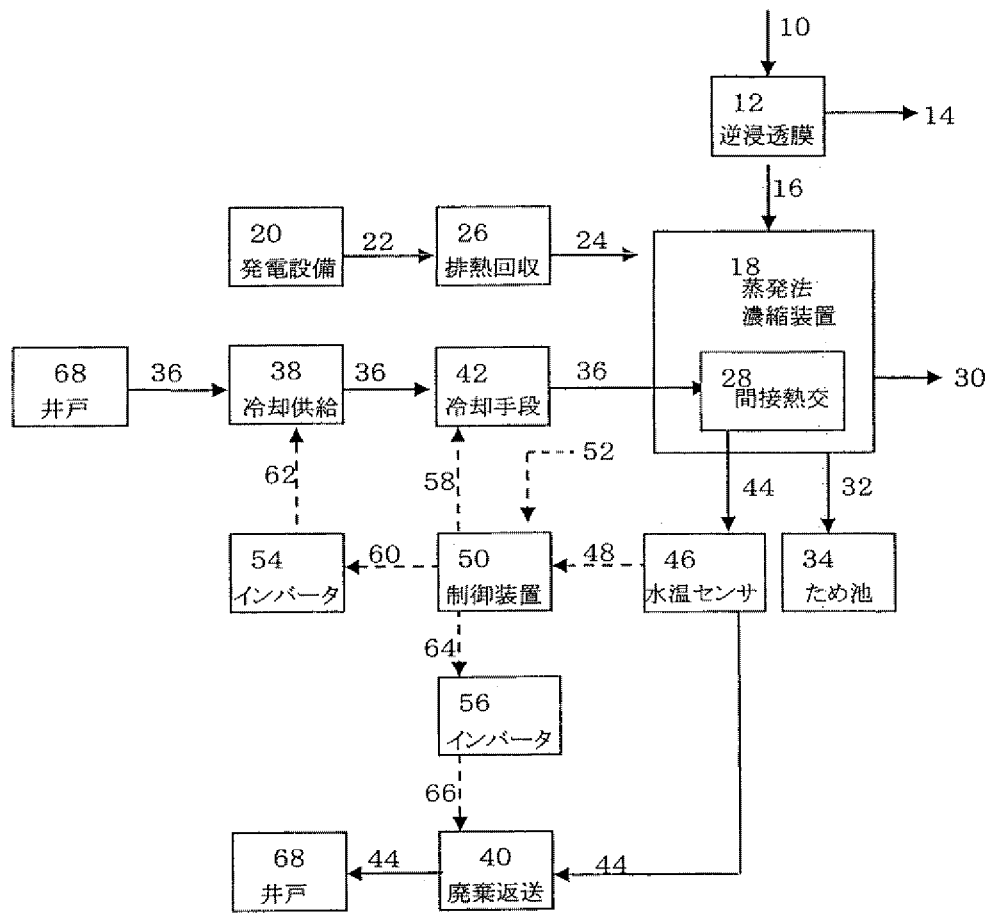
[図3]



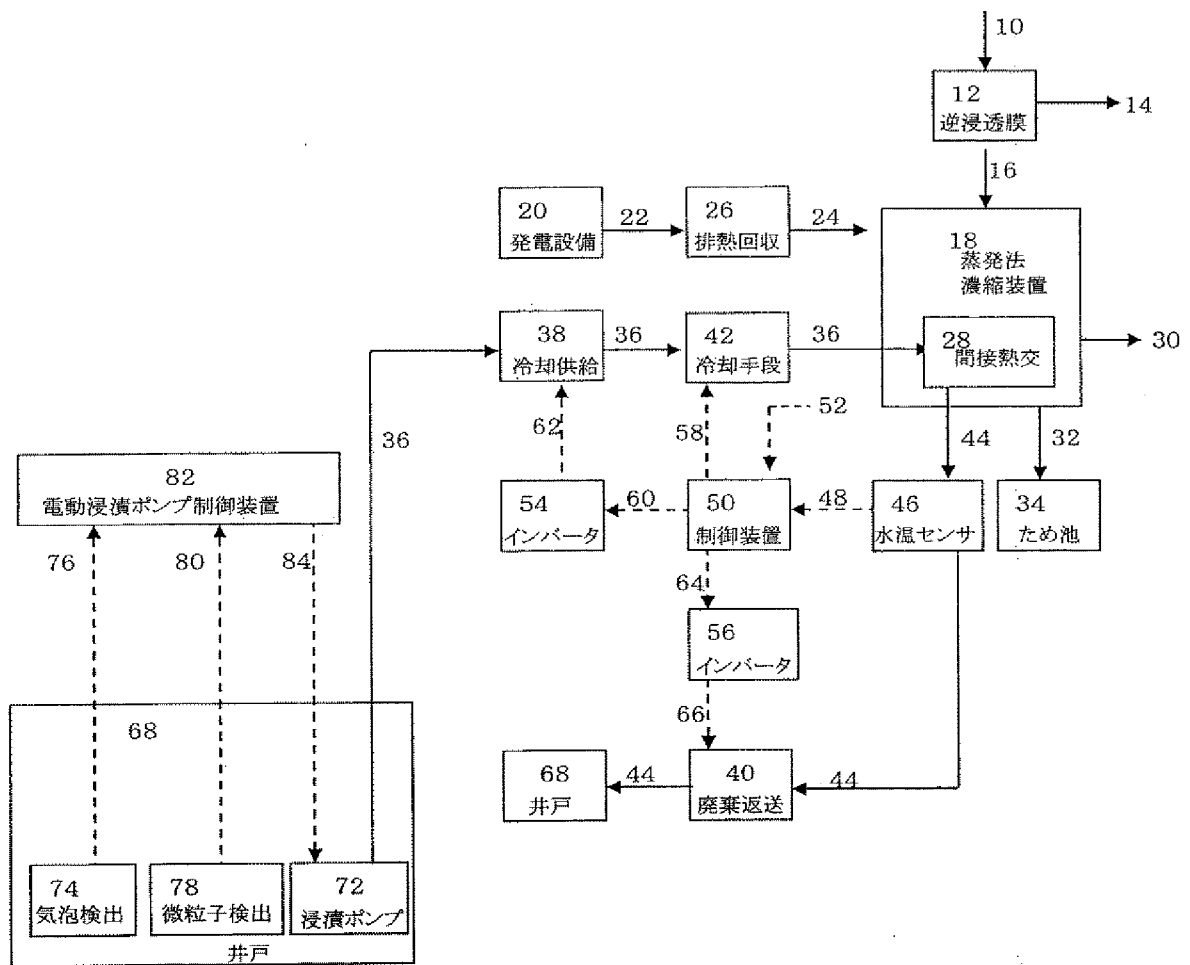
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/061804

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C02F1/04(2006.01)i, B01D1/14(2006.01)i, C02F1/16(2006.01)i, C02F1/44
(2006.01)i, F02C6/18(2006.01)i, F02G5/02(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)

C02F1/04, B01D1/14, C02F1/16, C02F1/44, F02C6/18, F02G5/02

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	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2007-330926 A (Miura Co., Ltd.), 27 December 2007 (27.12.2007), paragraphs [0001], [0018], [0023] to [0028]; fig. 1 (Family: none)	1, 3, 4, 7, 9 2, 5, 6, 8, 10-12
Y	JP 2009-66519 A (Yugen Kaisha Kiriyaama Seisakusho), 02 April 2009 (02.04.2009), paragraph [0022] (Family: none)	1, 3, 4, 7, 9
Y	JP 2006-205513 A (Fuji Photo Film Co., Ltd.), 10 August 2006 (10.08.2006), claims (Family: none)	1, 3, 4, 7, 9

☒ 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
26 July, 2010 (26.07.10)

Date of mailing of the international search report
10 August, 2010 (10.08.10)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/061804

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 2005-161188 A (Mitsubishi Materials Corp.), 23 June 2005 (23.06.2005), paragraph [0075] (Family: none)	1, 3, 4, 7, 9
Y	JP 2006-46087 A (Toshiba Corp.), 16 February 2006 (16.02.2006), paragraph [0002] (Family: none)	3, 4, 7, 9
Y	JP 2006-70889 A (JGC Corp.), 16 March 2006 (16.03.2006), claims (Family: none)	3, 4, 7, 9
Y	JP 4-61983 A (Kawasaki Heavy Industries, Ltd.), 27 February 1992 (27.02.1992), claims; page 5, upper right column, line 7 to lower right column, line 2; fig. 4 (Family: none)	4, 7, 9
A	JP 11-513357 A (Krebs & Co. AG.), 16 November 1999 (16.11.1999), claims; page 6, line 26 to page 7, line 4; fig. 1 & US 6027607 A & EP 854840 A	1-12

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. C02F1/04(2006.01)i, B01D1/14(2006.01)i, C02F1/16(2006.01)i, C02F1/44(2006.01)i, F02C6/18(2006.01)i, F02G5/02(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. C02F1/04, B01D1/14, C02F1/16, C02F1/44, F02C6/18, F02G5/02

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

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2007-330926 A (三浦工業株式会社) 2007.12.27, 【0001】、 【0018】、【0023】 - 【0028】、図1 (ファミリーなし)	1、3、4、 7、9
A		2、5、6、 8、10 - 1 2
Y	JP 2009-66519 A (有限会社桐山製作所) 2009.04.02, 【0022】 (ファミリーなし)	1、3、4、 7、9

☒ 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

2 6 . 0 7 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

1 0 . 0 8 . 2 0 1 0

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)

遠藤 真紀

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

4 D

4 5 0 5

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 2006-205513 A (富士写真フイルム株式会社) 2006.08.10, 特許請求の範囲 (ファミリーなし)	1、3、4、 7、9
Y	JP 2005-161188 A (三菱マテリアル株式会社) 2005.06.23, 【0075】 (ファミリーなし)	1、3、4、 7、9
Y	JP 2006-46087 A (株式会社東芝) 2006.02.16, 【0002】 (ファミリーなし)	3、4、7、 9
Y	JP 2006-70889 A (日揮株式会社) 2006.03.16, 特許請求の範囲 (ファミリーなし)	3、4、7、 9
Y	JP 4-61983 A (川崎重工業株式会社) 1992.02.27, 特許請求の範囲、第5頁右上欄第7行ー右下欄第2行、第4図 (ファミリーなし)	4、7、9
A	JP 11-513357 A (クレープス、ウント、コンパニー、アクチエンゲゼルシャフト) 1999.11.16, 特許請求の範囲、第6頁第26行ー第7頁第4行、図1 & US 6027607 A & EP 854840 A	1ー12