

(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
2017 年 4 月 6 日(06.04.2017)



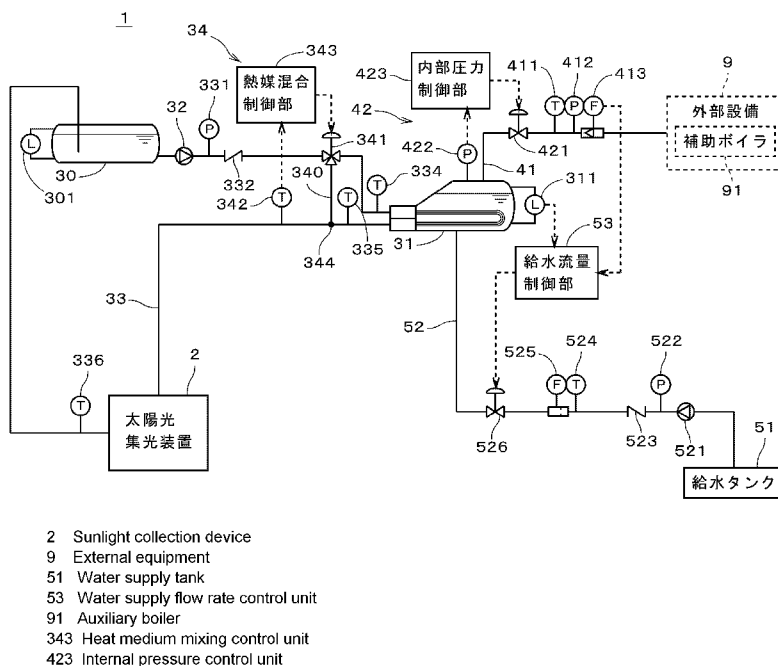
(10) 国際公開番号

WO 2017/057261 A1

- (51) 国際特許分類:
F24J 2/42 (2006.01) F24J 2/34 (2006.01)
F22B 1/16 (2006.01) F24J 2/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/078240
- (22) 国際出願日: 2016 年 9 月 26 日(26.09.2016)
- (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 2015-192596 2015 年 9 月 30 日(30.09.2015) JP
- (71) 出願人: 日立造船株式会社 (HITACHI ZOSEN CORPORATION) [JP/JP]; 〒5598559 大阪府大阪市住之江区南港北 1 丁目 7 番 8 9 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 小坂 浩史 (KOSAKA, Hiroshi); 〒5598559 大阪府大阪市住之江区南港北 1 丁目 7 番 8 9 号 日立造船株式会社内 Osaka (JP). 片山 紘基 (KATAYAMA, Hiroki); 〒5598559 大阪府大阪市住之江区南港北 1 丁目 7 番 8 9 号 日立造船株式会社内 Osaka (JP). 岡▲崎▼ 泰英 (OKAZAKI, Yasuhide); 〒5598559 大阪府大阪市住之江区南港北 1 丁目 7 番 8 9 号 日立造船株式会社内 Osaka (JP). 井本 浩一 (IMOTO, Hirokazu); 〒5598559 大阪府大阪市住之江区南港北 1 丁目 7 番 8 9 号 日立造船株式会社内 Osaka (JP).
- (74) 代理人: 松阪 正弘, 外 (MATSUSAKA, Masahiro et al.); 〒5420081 大阪府大阪市中央区南船場 1 丁目 1 番 9 号 長堀八千代ビル 6 階 Osaka (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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, 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, 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: STEAM GENERATION DEVICE

(54) 発明の名称: 蒸気発生装置



- 2 Sunlight collection device
9 External equipment
51 Water supply tank
53 Water supply flow rate control unit
91 Auxiliary boiler
343 Heat medium mixing control unit
423 Internal pressure control unit

(57) Abstract: In this steam generation device (1), a heat medium circulates continuously along a circulation route (33) from a heat medium tank (30), through a steam generator (31) and a sunlight collection device (2) in this order, and back to the heat medium tank (30). The sunlight collection device (2) uses collected sunlight to heat the heat medium. The steam generator (31) generates steam from a liquid by using the heat medium to heat the liquid. The steam generation device (1) is additionally provided with a bypass flow path (340) that connects a branching position between the heat medium tank (30) and the heat generator (31) in the circulation route (33) with a merging position (344) between the steam generator (31) and the sunlight collection device (2). The portion of the heat medium that has passed through the steam generator (31) is mixed with the portion of the heat medium that has passed through the bypass flow path (340) and the result is transmitted to the sunlight collection device (2). As a result, it is possible to generate steam in the steam generator (31) while increasing the temperature of a heat medium oil within the heat medium tank (30) and storing heat in a short amount of time when the amount

of solar radiation is high.

(57) 要約:

[続葉有]



蒸気発生装置（１）では、熱媒タンク（３０）から蒸気発生器（３１）および太陽光集光装置（２）を順に経由して熱媒タンク（３０）に戻る循環経路（３３）に沿って熱媒が連続的に循環する。太陽光集光装置（２）は、集光させた太陽光により熱媒を加熱し、蒸気発生器（３１）は、熱媒を利用して液体を加熱することにより液体の蒸気を発生させる。循環経路（３３）における熱媒タンク（３０）と蒸気発生器（３１）との間の分岐位置と、蒸気発生器（３１）と太陽光集光装置（２）との間の合流位置（３４４）とを接続するバイパス流路（３４０）が設けられ、蒸気発生器（３１）を通過した熱媒が、バイパス流路（３４０）を通過した熱媒と混合されて太陽光集光装置（２）へと送られる。これにより、日射量が多い場合に、蒸気発生器（３１）において蒸気を発生しつつ、熱媒タンク（３０）内の熱媒油の温度を短時間に上昇させて蓄熱することができる。

明 細 書

発明の名称： 蒸気発生装置

技術分野

[0001] 本発明は、太陽光を利用する蒸気発生装置に関する。

背景技術

[0002] 近年、太陽光を集光して熱媒体を加熱することにより太陽熱エネルギーを回収する技術の実用化が進められている。当該技術に係る蒸気発生装置では、集光させた太陽光を利用して蒸気を発生させ、当該蒸気が様々な用途に用いられる。

[0003] 一方、熱源である日射は、天候や時間帯等により変化するため、蒸気発生装置では、蓄熱器等が利用される。例えば、国際公開第2012/120556号（文献1）では、集熱器、蓄熱器、給水加熱器、蒸発器等を有する太陽熱蒸気サイクルシステムが開示されている。当該システムでは、蓄熱器における蓄熱量が予め定めた基準よりも大きい場合に、蓄熱器から蒸発器への熱媒体の流量が蓄熱器から給水加熱器への流量よりも大きくなるように流量調整弁の開度指令値が決定される。また、蓄熱量が予め定めた基準よりも小さい場合は、蓄熱器から蒸発器への熱媒体の流量が蓄熱器から給水加熱器への流量よりも小さくなるように流量調整弁の開度指令値が決定される。

[0004] なお、Rafael Osuna Gonzalez-Aguillarらによる"Concentrating solar power - From research to implementation" (European Commission, 2007) の18頁に記載の太陽熱発電プラントでは、太陽光集光装置、高温溶融塩貯溜タンク、蒸気発生器、および、低温溶融塩貯溜タンクが設けられ、溶融塩がこれらの構成を循環する。

[0005] ところで、文献1の装置では、蓄熱器からの熱媒体の全てが、蒸気の発生または給水の加熱に利用されるため、蒸気を発生しつつ短時間に蓄熱することが困難である。

発明の概要

- [0006] 本発明は、太陽光を利用する蒸気発生装置に向けられており、蒸気発生装置において蒸気を発生しつつ短時間に蓄熱することを目的としている。
- [0007] 本発明に係る蒸気発生装置は、集光させた太陽光により熱媒を加熱する太陽光集光装置と、前記熱媒を貯溜する熱媒タンクと、液体を貯溜し、前記熱媒を利用して前記液体を加熱することにより、前記液体の蒸気を発生させる蒸気発生器と、前記熱媒タンクから前記蒸気発生器および前記太陽光集光装置を順に経由して前記熱媒タンクに戻る循環経路に沿って前記熱媒を連続的に循環させるポンプと、前記循環経路における前記熱媒タンクと前記蒸気発生器との間の分岐位置と、前記蒸気発生器と前記太陽光集光装置との間の合流位置とを接続するバイパス流路を有し、前記蒸気発生器を通過した前記熱媒を、前記バイパス流路を通過した前記熱媒と混合して前記太陽光集光装置へと送る熱媒混合部とを備える。
- [0008] 本発明によれば、日射量が多い場合に蒸気を外部設備に供給しつつ熱媒タンクにおいて短時間に蓄熱することができ、日射量が少ない場合にもある程度の期間、蒸気を外部設備に供給することができる。
- [0009] 本発明の一の好ましい形態では、前記熱媒混合部が、前記循環経路における前記熱媒の温度を測定する温度センサと、前記分岐位置から前記蒸気発生器に流れる前記熱媒の第1流量と、前記バイパス流路を流れる前記熱媒の第2流量とを、前記温度センサの測定値に基づいて調整する流量調整部とをさらに備える。
- [0010] この場合に、より好ましくは、前記温度センサが、前記合流位置から前記太陽光集光装置に向かう前記熱媒の温度を測定し、前記流量調整部が、前記温度センサの測定値が所定の温度となるように、前記第1流量と前記第2流量とを調整する。
- [0011] 本発明の一の局面では、前記太陽光集光装置を通過した前記熱媒の温度が、前記熱媒タンク内の前記熱媒の温度よりも低い場合でも、前記太陽光集光装置から前記熱媒タンク内に前記熱媒が流入する。
- [0012] 例えば、前記熱媒タンクが、前記循環経路における前記熱媒用の唯一のタ

ンクである。

[0013] 好ましくは、前記蒸気発生器にて発生した前記蒸気が供給される外部設備において、燃料により蒸気を発生させる補助ボイラが設けられている。

[0014] 上述の目的および他の目的、特徴、態様および利点は、添付した図面を参照して以下に行うこの発明の詳細な説明により明らかにされる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]蒸気発生装置の構成を示す図である。

[図2]太陽光集光装置の構成を示す図である。

[図3]熱媒混合部の動作の流れを示す図である。

[図4]熱媒タンクにおける蓄熱の際の熱媒油の温度変化を示す図である。

[図5]熱媒タンクにおける放熱の際の熱媒油の温度変化を示す図である。

[図6]比較例の蒸気発生装置を示す図である。

発明を実施するための形態

[0016] 図1は、本発明の一の実施の形態に係る蒸気発生装置1の構成を示す図である。蒸気発生装置1は、太陽光を利用して所定の熱媒（HTF：Heat Transfer Fluids）を加熱し、当該熱媒を利用して水の蒸気を発生させる装置である。蒸気発生装置1は、例えば、海水の蒸気加熱により淡水を生成する海水淡水化プラント（造水プラント）に用いられる。

[0017] 蒸気発生装置1は、太陽光集光装置2と、熱媒タンク30と、蒸気発生器31と、ポンプ32と、熱媒混合部34と、蒸気供給路41と、圧力調整部42とを備える。熱媒タンク30は、熱媒である熱媒油を貯溜する。好ましい熱媒タンク30では、熱媒油の酸化を抑制するために、窒素ガス等の不活性ガスが封入される。必要に応じて、熱媒タンク30内が加圧されてもよい。蒸気発生器31は、水の液体を貯溜し、熱媒油を利用して当該水を加熱することにより、水の蒸気を発生させる。熱媒タンク30および蒸気発生器31は、熱媒タンク30、蒸気発生器31および太陽光集光装置2の間で熱媒油を循環させるための循環経路33に設けられる。

[0018] ポンプ32は、循環経路33において熱媒タンク30と蒸気発生器31と

の間に設けられる。ポンプ 32 が、熱媒タンク 30 内の熱媒油を蒸気発生器 31 に向けておよそ一定の流量にて送液し、蒸気発生器 31 および太陽光集光装置 2 を通過した熱媒油が熱媒タンク 30 へと戻る。このように、ポンプ 32 は、熱媒タンク 30 から蒸気発生器 31 および太陽光集光装置 2 を順に経由して熱媒タンク 30 に戻る循環経路 33 に沿って熱媒油を連続的に循環させる。後述するように、一部の熱媒油が蒸気発生器 31 を通過しない場合がある。なお、熱媒油の循環が可能であるならば、ポンプ 32 は、循環経路 33 における他の位置に配置されてよい。

[0019] 循環経路 33 において、熱媒タンク 30 と蒸気発生器 31 との間（図 1 では、ポンプ 32 と蒸気発生器 31 との間）には、熱媒混合部 34 の流量調整弁 341 が設けられる。流量調整弁 341 は、三方弁であり、流量調整弁 341 の位置が、循環経路 33 における分岐位置となる。循環経路 33 において蒸気発生器 31 と太陽光集光装置 2 との間には合流位置 344 が設定される。熱媒混合部 34 は、流量調整弁 341（分岐位置）と当該合流位置 344 とを接続するバイパス流路 340 をさらに有する。流量調整弁 341 は、ポンプ 32 により送液される熱媒油が、循環経路 33 に沿って分岐位置から蒸気発生器 31 へと流れる流量（以下、「第 1 流量」という。）と、蒸気発生器 31 を避けてバイパス流路 340 を流れる流量（以下、「第 2 流量」という。）との比を調整することが可能である。熱媒混合部 34 により、蒸気発生器 31 を通過した熱媒油が、バイパス流路 340 を通過した熱媒油と混合されて太陽光集光装置 2 へと送られる。

[0020] 循環経路 33 において、流量調整弁 341 と蒸気発生器 31 との間には、温度センサ 334 が設けられ、蒸気発生器 31 と合流位置 344 との間には、温度センサ 335 が設けられ、合流位置 344 と太陽光集光装置 2 との間には温度センサ 342 が設けられる。温度センサ 334 により、蒸気発生器 31 に流入する直前の熱媒油の温度が測定され、温度センサ 335 により、蒸気発生器 31 からの流出直後の熱媒油の温度が測定される。温度センサ 342 により合流位置 344 から太陽光集光装置 2 に向かう熱媒油の温度（後

述するように、太陽光集光装置 2 の入口における熱媒油の温度、すなわち、太陽光集光装置 2 により加熱される前の熱媒油の温度であり、以下、「加熱前温度」という。) が測定される。熱媒混合部 3 4 は、熱媒混合制御部 3 4 3 をさらに有する。熱媒混合部 3 4 では、温度センサ 3 4 2 により取得される熱媒油の加熱前温度（すなわち、混合後の熱媒油の温度）の測定値が熱媒混合制御部 3 4 3 に入力され、熱媒混合制御部 3 4 3 により当該測定値に応じて流量調整弁 3 4 1 が制御される。熱媒混合部 3 4 における流量調整弁 3 4 1 の制御の詳細については後述する。

[0021] 循環経路 3 3 において、ポンプ 3 2 と流量調整弁 3 4 1 との間には、圧力センサ 3 3 1 および弁（逆止弁） 3 3 2 が設けられる。圧力センサ 3 3 1 により、ポンプ 3 2 の送液による熱媒油の圧力が測定される。例えば、循環経路 3 3 において、ポンプ 3 2、圧力センサ 3 3 1 および逆止弁 3 3 2 の組合せを含む部分に対して、並列に配置された他の経路が設けられ、当該経路に上記組合せと同様の組合せが設けられてもよい。この場合、一方のポンプ 3 2 のメンテナンス時等において、他方のポンプ 3 2 を利用して蒸気発生装置 1 を継続して稼働させることが可能である（後述のポンプ 5 2 1 において同様）。

[0022] 熱媒タンク 3 0 には、レベルセンサ 3 0 1 が設けられる。レベルセンサ 3 0 1 により、熱媒タンク 3 0 内の液面の位置が測定される。蒸気発生器 3 1 には、圧力センサ 4 2 2 と、レベルセンサ 3 1 1 とが設けられる。圧力センサ 4 2 2 は、圧力調整部 4 2 の一部であり、圧力センサ 4 2 2 により、蒸気発生器 3 1 の内部圧力（蒸気の圧力）が測定される。レベルセンサ 3 1 1 により、蒸気発生器 3 1 内の液面の位置が測定される。蒸気発生器 3 1 の上部には、蒸気供給路 4 1 の一端が接続される。

[0023] 蒸気供給路 4 1 は、蒸気発生器 3 1 と外部設備 9 とを接続する。蒸気発生装置 1 が海水淡水化プラントにて用いられる場合には、外部設備 9 は海水の加熱器等を含み、蒸気供給路 4 1 は、当該加熱器に接続される。外部設備 9 は、燃料により蒸気を発生させる補助ボイラ 9 1 を有し、補助ボイラ 9 1 か

らの蒸気を当該加熱器に供給することが可能である。外部設備 9 の制御部（図示省略）には、蒸気発生装置 1 における各センサの測定値等の情報が入力されており、当該情報に従って補助ボイラ 9 1 等が制御される。

[0024] 蒸気供給路 4 1 には、蒸気発生器 3 1 から外部設備 9 に向かって、圧力制御弁 4 2 1、温度センサ 4 1 1、圧力センサ 4 1 2 および流量センサ 4 1 3 が設けられる。温度センサ 4 1 1、圧力センサ 4 1 2 および流量センサ 4 1 3 により、蒸気供給路 4 1 を流れる蒸気の温度、圧力および流量がそれぞれ測定される。圧力制御弁 4 2 1 は、圧力調整部 4 2 の一部である。圧力調整部 4 2 は、内部圧力制御部 4 2 3 をさらに有する。圧力センサ 4 2 2 により取得される蒸気発生器 3 1 の内部圧力の測定値は、内部圧力制御部 4 2 3 に入力される。内部圧力制御部 4 2 3 では、蒸気発生器 3 1 の内部圧力が所定の設定圧力（例えば 1.0 MPa（メガパスカル））を維持するように、当該測定値に応じて圧力制御弁 4 2 1 が制御される。設定圧力は、外部設備 9 にて蒸気を使用するために設定された圧力である。なお、蒸気供給路 4 1 に設けられる複数の構成の順序は適宜変更されてよい。

[0025] 蒸気発生装置 1 は、給水タンク 5 1 と、給水路 5 2 と、給水流量制御部 5 3 とをさらに備える。給水タンク 5 1 は、給水用の水を貯溜する。給水路 5 2 は、給水タンク 5 1 を蒸気発生器 3 1 に接続する。給水路 5 2 には、給水タンク 5 1 から蒸気発生器 3 1 に向かって順に、ポンプ 5 2 1、圧力センサ 5 2 2、弁（逆止弁） 5 2 3、温度センサ 5 2 4、流量センサ 5 2 5 および流量制御弁 5 2 6 が設けられる。圧力センサ 5 2 2 により、ポンプ 5 2 1 の送液による水の圧力が測定される。温度センサ 5 2 4 および流量センサ 5 2 5 により、給水路 5 2 を流れる水の温度および流量がそれぞれ測定される。

[0026] 給水流量制御部 5 3 には、流量センサ 4 1 3 およびレベルセンサ 3 1 1 から、蒸気供給路 4 1 を流れる蒸気の流量の測定値、および、蒸気発生器 3 1 内の液面位置の測定値がそれぞれ入力される。給水流量制御部 5 3 では、これらの測定値に基づいて、蒸気発生器 3 1 内の液面の位置が一定となるように、流量制御弁 5 2 6 が制御される。

[0027] 図2は、太陽光集光装置2の構成を示す図である。図2では、循環経路33に設けられる熱媒タンク30およびポンプ32をブロックにて示している。太陽光集光装置2は、いわゆるフレネル型の集光装置であり、集光させた太陽光により熱媒油を加熱する。太陽光集光装置2は、多数のミラー21と、熱回収管22とを備える。熱回収管22の内部には、ポンプ32により熱媒タンク30から送液された熱媒油が流れており、多数のミラー21が太陽光を熱回収管22に集光することにより、熱回収管22内の熱媒油が加熱される。太陽光集光装置2にて加熱された熱媒油は、循環経路33を介して熱媒タンク30に戻される。太陽光集光装置2を通過した熱媒油の温度は、温度センサ336により測定される。好ましい蒸気発生装置1では、複数の太陽光集光装置2が設けられており、複数の太陽光集光装置2により熱媒油が加熱される。太陽光集光装置2は、トラフ型、タワー型またはディッシュ型等の集光装置であってもよい。

[0028] 図3は、蒸気発生装置1の蒸気発生処理における熱媒混合部34の動作の流れを示す図である。熱媒混合部34では、蒸気発生処理中、図1の温度センサ342により熱媒油の加熱前温度の測定値が、所定の時間間隔にて繰り返し取得され、図3の動作が常時行われる。以下、熱媒混合部34の動作に注目しつつ、蒸気発生装置1における蒸気発生処理について説明する。

[0029] 蒸気発生処理では、ポンプ32の駆動により熱媒タンク30から一定の流量にて熱媒油が連続的に送液される。また、熱媒混合部34では、熱媒油の加熱前温度（の測定値）が、設定温度未満であるか否かが所定の時間間隔にて確認される。ここで、設定温度は、蒸気発生器31において設定圧力の蒸気を発生させることが可能な最低の温度（例えば200℃）である。設定温度は、蒸気発生器31において発生する蒸気の用途等に応じて任意に決定されてよい。

[0030] 例えば、日の出と同時に蒸気発生装置1の駆動が開始された直後では、熱媒油の加熱前温度が設定温度未満であり（ステップS11）、この場合、流量調整弁341により熱媒油の第1流量が0とされる（ステップS12）。

すなわち、熱媒タンク 30 からポンプ 32 により送液される全ての熱媒油が、バイパス流路 340 を流れる。第 1 流量が既に 0 である場合には、ステップ S 12 では、この状態が維持される。バイパス流路 340 を通過した熱媒油は、循環経路 33 に沿って太陽光集光装置 2 に流入する。循環経路 33 は主に断熱管により形成されるため、バイパス流路 340 を通過した熱媒油は、温度がほとんど低下することなく、太陽光集光装置 2 に流入する。

[0031] このとき、蒸気発生器 31 に熱媒油が供給されないため、蒸気発生器 31 の内部圧力（の測定値）は設定圧力未満である。圧力調整部 42 では、内部圧力が設定圧力未満である場合には、圧力制御弁 421 が閉状態とされ、蒸気発生器 31 から外部設備 9 に蒸気は供給されない。外部設備 9 では、補助ボイラ 91 を利用して必要な量の蒸気が生成される。これにより、蒸気発生装置 1 からの蒸気の供給流量が 0 である間における外部設備 9 の稼働が可能となる。なお、蒸気供給路 41 には逆止弁が設けられており、補助ボイラ 91 からの蒸気が蒸気供給路 41 を逆流することはない。

[0032] バイパス流路 340 を利用して太陽光集光装置 2 および熱媒タンク 30 を循環する熱媒油の温度は、太陽光集光装置 2 による加熱により漸次上昇する。熱媒油の加熱前温度が設定温度以上となると（ステップ S 11）、熱媒混合部 34 では、熱媒油の加熱前温度が設定温度を維持するように、流量調整弁 341 を調整する一定温度制御が開始される（ステップ S 13）。一定温度制御では、熱媒油の第 1 流量を 0 よりも大きくして蒸気発生器 31 への熱媒油の供給を確保しつつ、第 1 流量と第 2 流量との比を温度センサ 342 の測定値に基づいて変更することにより、熱媒油の加熱前温度がおおよそ設定温度に保たれる。例えば、熱媒油の加熱前温度が設定温度よりもある程度高い場合には、第 1 流量が増大され、第 2 流量が低減される。また、熱媒油の加熱前温度が設定温度よりもある程度低い場合には、第 2 流量が増大され、第 1 流量が低減される。なお、一定温度制御が開始されると、熱媒油の加熱前温度が設定温度未満である状態が、予め定められた継続解除時間以上続かない限り、一定温度制御が継続される（後述の圧力調整部 42 による定圧制御

において同様）。

[0033] 蒸気発生器 31 では、内部に配置された伝熱管を熱媒油が流れることにより、内部に貯溜される水が加熱され、蒸気が発生する。換言すると、熱媒油の熱が蒸気発生器 31 において放熱される。蒸気発生器 31 の内部圧力が設定圧力以上となると、圧力制御弁 421 がゆっくりと開かれ、内部圧力がおよそ設定圧力に保たれるように圧力制御弁 421 の開度が調整される。すなわち、圧力調整部 42 による内部圧力の定圧制御が開始される。定圧制御では、蒸気発生器 31 内の蒸気（飽和蒸気）が、圧力制御弁 421 の開度に応じた供給流量にて蒸気供給路 41 を流れ、外部設備 9 に供給される。外部設備 9 では、補助ボイラ 91 を利用して、外部設備 9 において不足する蒸気が補充される。

[0034] 日射量が多くなるに従って、太陽光集光装置 2 から熱媒タンク 30 に流入する熱媒油の温度が漸次上昇する。熱媒混合部 34 では、第 1 流量を増大し、第 2 流量を低減することにより、熱媒油の加熱前温度の一定温度制御が行われる。蒸気発生器 31 では、第 1 流量の増大に従って蒸気が発生量（単位時間当たりの発生量）が多くなり、圧力制御弁 421 の開度および外部設備 9 への蒸気の供給流量も漸次増大する。このとき、外部設備 9 において一定量の蒸気を利用する場合には、補助ボイラ 91 にて生成する蒸気の量が漸次低減される。

[0035] 本実施の形態における蒸気発生器 31 では、熱媒タンク 30 に貯溜される熱媒油の温度が、想定される最高の温度（例えば、熱媒油の使用上限近傍である 340℃であり、以下、「使用最高温度」という。）よりも低い温度、例えば約 250℃となる際に、第 2 流量が 0 となる。すなわち、熱媒タンク 30 からポンプ 32 により送液される全ての熱媒油が、蒸気発生器 31 に供給される。熱媒タンク 30 に貯溜される熱媒油の温度が、使用最高温度まで上昇すると、蒸気発生器 31 における蒸気が発生量（および、給水タンク 51 からの給水量）が最大となる。熱媒タンク 30 内の熱媒油の温度が、使用最高温度となることにより、使用最高温度と設定温度との差（ここでは、1

4 0℃) に相当する量の蓄熱が実質的に完了する。

[0036] 例えば、太陽光が雲等により遮られ、日射量が少なくなると、太陽光集光装置 2 から熱媒タンク 3 0 に流入する熱媒油の温度が漸次低下し、熱媒タンク 3 0 に貯溜される熱媒油の温度も使用最高温度から低下する。熱媒油の加熱前温度が（一時的に）設定温度未満となると、一定温度制御として、第 1 流量が低減され、第 2 流量が増大される。日射量が少ない状態においても、熱媒タンク 3 0 に貯溜される高温の熱媒油により、熱媒油の加熱前温度が、暫くの間、設定温度近傍に保たれる（熱媒タンク 3 0 における放熱と捉えることができる。）。また、第 1 流量は 0 とはならず、蒸気発生器 3 1 から外部設備 9 への蒸気の供給は継続される。もちろん、第 1 流量の低減に従って蒸気発生器 3 1 の蒸気の発生量は少なくなり、圧力制御弁 4 2 1 の開度および外部設備 9 への蒸気の供給流量も漸次減少する。このとき、外部設備 9 において一定量の蒸気を利用する場合には、補助ボイラ 9 1 にて生成する蒸気の量が漸次増大される。

[0037] 日射量が少ない状態が長くなると、熱媒タンク 3 0 に貯溜される熱媒油の温度は、設定温度近傍まで漸次低下する。そして、熱媒油の加熱前温度が設定温度未満である状態が継続解除時間以上続くと（ステップ S 1 1 ）、熱媒油の第 1 流量が 0 とされる（ステップ S 1 2 ）。また、圧力制御弁 4 2 1 が最小開度の状態でも蒸気発生器 3 1 の内部圧力が設定圧力未満となると、圧力制御弁 4 2 1 がゆっくりと閉じられて、閉状態となる。これにより、蒸気発生装置 1 から外部設備 9 への蒸気の供給流量が 0 となる。

[0038] 既述のように、蒸気発生装置 1 では、日射量がほとんど無い状態となっても、熱媒タンク 3 0 における蓄熱により蒸気の供給を、ある程度の時間継続することが可能である。したがって、この間に、補助ボイラ 9 1 の出力を漸次増大させることにより、蒸気の供給流量が 0 となる際に、外部設備 9 において必要な量の蒸気を確保することが可能である。蒸気発生装置 1 では、日没により日射量が無くなると、ポンプ 3 2 の駆動が停止され、蒸気発生処理が終了する。

[0039] 図4は、熱媒タンク30における蓄熱の際の熱媒油の温度変化を示す図であり、所定の演算により求めた結果を示している。図4の縦軸は熱媒タンク30内の熱媒油の温度を示し、横軸は時間を示す（後述の図5において同様）。ここでは、熱媒タンク30の容量を3000リットル、熱媒タンク30内の熱媒油の初期温度を200℃とし、340℃の熱媒油が太陽光集光装置2から毎秒2.78リットルの流量で熱媒タンク30内に流入する場合を示している。図4の例では、340℃の熱媒油の流入開始から50分で熱媒タンク30内の熱媒油の温度が約330℃となり、90分で熱媒油の温度が約340℃となる。実際には、熱媒タンク30内の熱媒油の温度上昇に伴って、蒸気発生器31における蒸気の発生量も多くなる。

[0040] 図5は、熱媒タンク30における放熱の際の熱媒油の温度変化を示す図であり、図4と同様に、演算により求めた結果を示している。ここでは、熱媒タンク30の容量を3000リットル、熱媒タンク30内の熱媒油の初期温度を340℃とし、設定温度である200℃の熱媒油が太陽光集光装置2から毎秒2.78リットルの流量で熱媒タンク30内に流入する場合を示している。図5の例では、200℃の熱媒油の流入開始から40分で熱媒タンク30内の熱媒油の温度が約215℃となる。既述のように、蒸気発生器31に供給される熱媒油の温度が200℃以上である場合に、蒸気発生器31において設定圧力の蒸気を発生させることが可能である。したがって、熱媒タンク30内の熱媒油の温度が200℃以上である状態が維持されている間（少なくとも40分の間）では、蒸気発生器31における蒸気の発生が可能となる。なお、熱媒タンク30内の熱媒油の温度低下に伴って、蒸気発生器31における蒸気の発生量も少なくなる。

[0041] 以上に説明したように、蒸気発生装置1では、循環経路33における熱媒タンク30と蒸気発生器31との間の分岐位置と、蒸気発生器31と太陽光集光装置2との間の合流位置344とを接続するバイパス流路340が設けられる。そして、蒸気発生器31を通過した熱媒油が、バイパス流路340を通過した熱媒油と混合されて太陽光集光装置2へと送られる。これにより

、日射量が多い場合に、蒸気発生器 31 から蒸気を外部設備 9 に供給しつつ、熱媒タンク 30 内の熱媒油の温度を短時間に上昇させて、顕熱として蓄熱することが可能となる。また、日射量が少ない場合にも、熱媒タンク 30 内の高温の熱媒油を利用して、ある程度の期間、蒸気を外部設備 9 に継続して供給することができる。その結果、蒸気発生装置 1 では、簡易な構造により、日射量の変化による蒸気の供給流量の急激な変動（主として低下）を防止する、すなわち、外部設備 9 への蒸気の供給流量を緩やかに変化させることができる。

[0042] 熱媒混合部 34 では、流量調整部である流量調整弁 341 が設けられるとともに、温度センサ 342 により、合流位置 344 から太陽光集光装置 2 に向かう熱媒油の温度が測定される。そして、温度センサ 342 の測定値が設定温度となるように、分岐位置から蒸気発生器 31 に流れる熱媒油の第 1 流量と、バイパス流路 340 を流れる熱媒油の第 2 流量とが、流量調整弁 341 により調整される。これにより、日射量が十分にある場合に、熱媒タンク 30 にて継続して蓄熱しつつ、第 1 流量を増大して蒸気を比較的高い供給流量にて外部設備 9 に供給することができる。また、日射量が少ない場合に、第 1 流量を低減することにより（蒸気発生器 31 による蒸気の供給流量は低くなる。）、蒸気を外部設備 9 に継続して供給可能となる期間を長くすることができる。

[0043] 図 6 は、比較例の蒸気発生装置 8 の一部を示す図である。比較例の蒸気発生装置 8 では、熱媒油が、太陽光集光装置 81、高温熱媒タンク 82、蒸気発生器 83、および、低温熱媒タンク 84 を順に循環する。また、太陽光集光装置 81 と高温熱媒タンク 82 との間には、三方弁 85 が設けられ、三方弁 85 と低温熱媒タンク 84 とがバイパス流路 86 により接続される。比較例の蒸気発生装置 8 では、太陽光集光装置 81 により 340℃ に加熱された熱媒油が高温熱媒タンク 82 において貯溜され、340℃ の熱媒油が蒸気発生器 83 に供給される。蒸気発生器 83 にて放熱した熱媒油は低温熱媒タンク 84 に貯溜され、低温熱媒タンク 84 内の熱媒油が太陽光集光装置 81 に

送られて太陽光の集光により加熱される。

[0044] ここで、比較例の蒸気発生装置 8 では、日射量が少ない場合等に、太陽光集光装置 8 1 を通過した熱媒油の温度が 3 4 0℃よりも低いときには、バイパス流路 8 6 を介して熱媒油が低温熱媒タンク 8 4 に戻される。これにより、高温熱媒タンク 8 2 内の熱媒油の温度が 3 4 0℃近傍にて維持される。高温熱媒タンク 8 2 内の熱媒油は、一定温度かつ一定流量にて蒸気発生器 8 3 に供給される。したがって、日射量が少ない状態が長くなると、高温熱媒タンク 8 2 内の熱媒油がなくなり、蒸気発生器 8 3 において水の蒸気の発生が突然停止する（すなわち、蒸気の発生量が急激に 0 まで低下する。）。

[0045] これに対し、蒸気発生装置 1 では、日射量が少ない状態において、一部の熱媒油がバイパス流路 3 4 0 を流れて蒸気発生器 3 1 にて消費される熱量が制限されることにより、外部設備 9 への蒸気の供給流量を緩やかに変化させることができる。また、蒸気発生装置 1 では、太陽光集光装置 2 を通過した熱媒油の温度が、熱媒タンク 3 0 内の熱媒油の温度よりも低い場合でも、太陽光集光装置 2 からの全ての熱媒油が熱媒タンク 3 0 内に流入する。このように、熱媒タンク 3 0 内の熱媒油の温度の低下（変動）を許容することにより、比較例の蒸気発生装置 8 における低温熱媒タンク 8 4 を省略することができる。さらに、熱媒タンク 3 0 が、循環経路 3 3 における熱媒用の唯一のタンクであることにより、比較例の蒸気発生装置 8 に比べて、熱媒油の使用量を少なくするとともに、蒸気発生装置 1 の構成を簡素化することができる。

[0046] ところで、外部設備 9 において、燃料により蒸気を発生させる補助ボイラ 9 1 が設けられるが、補助ボイラ 9 1 では、蒸気の発生量を急激に変化させることは困難である。しかしながら、蒸気発生装置 1 では、既述のように外部設備 9 への蒸気の供給流量を緩やかに変化させることができるため、外部設備 9 において、蒸気発生装置 1 および補助ボイラ 9 1 による一定量の蒸気を安定して利用することができる。

[0047] 上記蒸気発生装置 1 では様々な変形が可能である。

[0048] 流量調整部は、三方弁である流量調整弁 341 以外により実現されてもよい。例えば、分岐位置と蒸気発生器 31 との間に設けられる二方弁と、バイパス流路 340 に設けられる二方弁との組合せが流量調整部として設けられ、第 1 流量と第 2 流量とが調整されてもよい。また、蒸気発生装置 1 の設計によっては、流量調整部が省略されてもよい。例えば、循環経路 33 における熱媒タンク 30 と蒸気発生器 31 との間の分岐位置と、蒸気発生器 31 と太陽光集光装置 2 との間の合流位置 344 とを接続するバイパス流路 340 のみが、熱媒混合部 34 として設けられる。この場合も、日射量が多い場合に、蒸気発生器 31 において蒸気を発生しつつ、熱媒タンク 30 内の熱媒油の温度を短時間に上昇させて蓄熱することができ、日射量が少ない場合にも、熱媒タンク 30 内の高温の熱媒油を利用して、ある程度の期間、蒸気を外部設備 9 に継続して供給することができる。

[0049] 熱媒タンク 30 内の熱媒油の温度を測定する温度センサが設けられ、当該温度センサの測定値に基づいて流量調整部が制御されてもよい。また、循環経路 33 において、太陽光集光装置 2 と熱媒タンク 30 との間に設けられる温度センサ 336 の測定値に基づいて流量調整部が制御されてもよい。熱媒混合部 34 では、温度センサが、循環経路 33 におけるいずれかの位置における熱媒油の温度を測定し、当該温度センサの測定値に基づいて流量調整部を制御することにより、第 1 流量および第 2 流量を適切に調整することが可能である。

[0050] 熱媒タンク 30 において貯溜される熱媒は、熱媒油以外に、熔融塩等であってもよい。上記実施の形態では、蒸気発生器 31 において水が貯溜されるが、例えば、アンモニア等の他の液体が蒸気発生器 31 において貯溜されてもよい。

[0051] 太陽光を利用する蒸気発生装置 1 は、海水淡水化（造水）以外に、製塩や酒造等の様々な用途に利用することが可能である。蒸気発生装置 1 は、ボイラを有する様々な設備に追加することが可能であり、これにより、当該ボイラ（補助ボイラ）にて消費される燃料を削減することができる。もちろん、

蒸気発生装置 1 が発電に利用されてもよい。

[0052] 上記実施の形態および各変形例における構成は、相互に矛盾しない限り適宜組み合わせられてよい。

[0053] 発明を詳細に描写して説明したが、既述の説明は例示的であって限定的なものではない。したがって、本発明の範囲を逸脱しない限り、多数の変形や態様が可能であるといえる。

符号の説明

- [0054]
- | | |
|-----|---------|
| 1 | 蒸気発生装置 |
| 2 | 太陽光集光装置 |
| 9 | 外部設備 |
| 30 | 熱媒タンク |
| 31 | 蒸気発生器 |
| 32 | ポンプ |
| 33 | 循環経路 |
| 34 | 熱媒混合部 |
| 91 | 補助ボイラ |
| 340 | バイパス流路 |
| 341 | 流量調整弁 |
| 342 | 温度センサ |
| 344 | 合流位置 |

請求の範囲

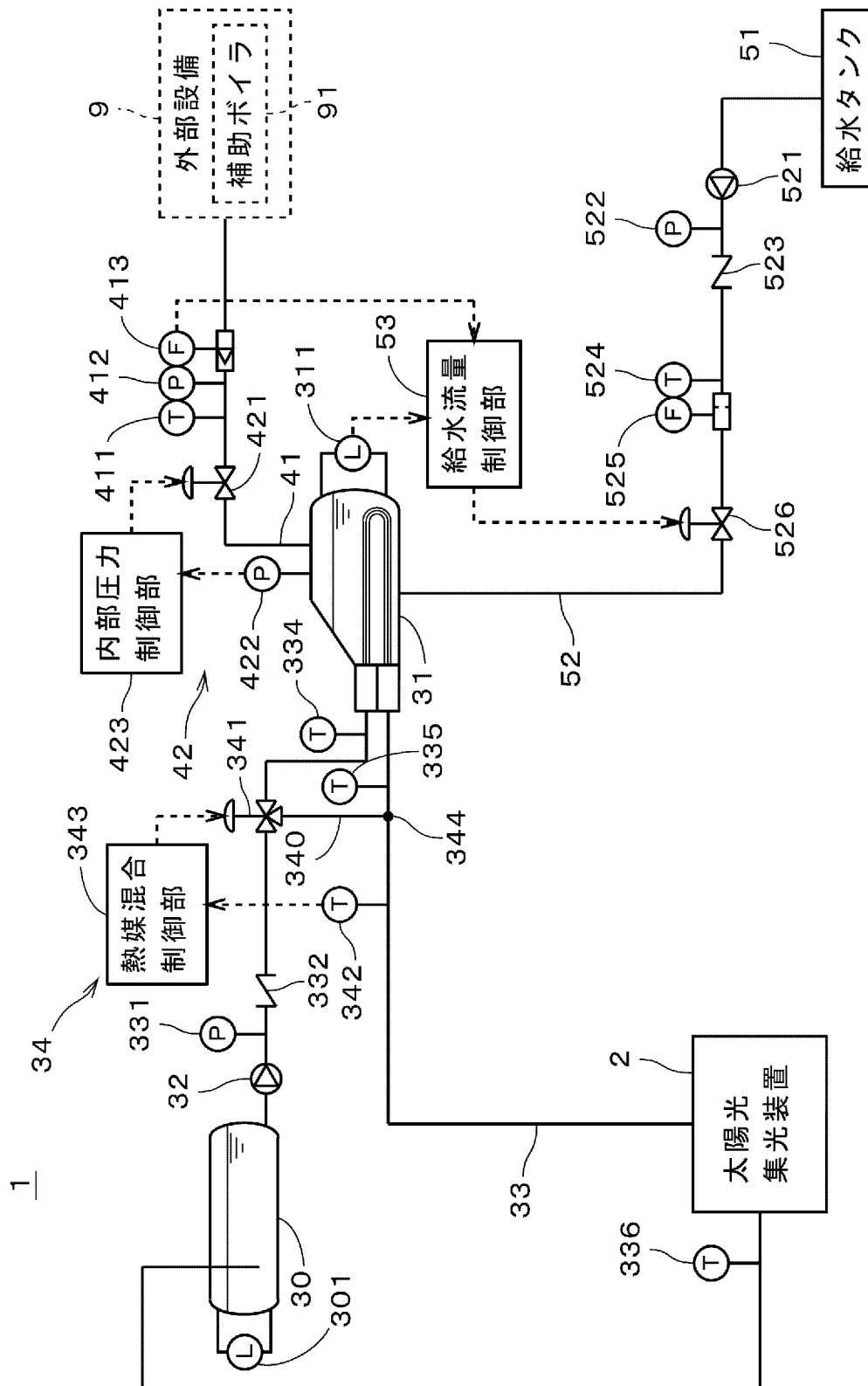
- [請求項1] 太陽光を利用する蒸気発生装置であって、
集光させた太陽光により熱媒を加熱する太陽光集光装置と、
前記熱媒を貯溜する熱媒タンクと、
液体を貯溜し、前記熱媒を利用して前記液体を加熱することにより、
前記液体の蒸気を発生させる蒸気発生器と、
前記熱媒タンクから前記蒸気発生器および前記太陽光集光装置を順
に経由して前記熱媒タンクに戻る循環経路に沿って前記熱媒を連続的
に循環させるポンプと、
前記循環経路における前記熱媒タンクと前記蒸気発生器との間の分
岐位置と、前記蒸気発生器と前記太陽光集光装置との間の合流位置と
を接続するバイパス流路を有し、前記蒸気発生器を通過した前記熱媒
を、前記バイパス流路を通過した前記熱媒と混合して前記太陽光集光
装置へと送る熱媒混合部と、
を備える。
- [請求項2] 請求項1に記載の蒸気発生装置であって、
前記熱媒混合部が、
前記循環経路における前記熱媒の温度を測定する温度センサと、
前記分岐位置から前記蒸気発生器に流れる前記熱媒の第1流量と、
前記バイパス流路を流れる前記熱媒の第2流量とを、前記温度センサ
の測定値に基づいて調整する流量調整部と、
をさらに備える。
- [請求項3] 請求項2に記載の蒸気発生装置であって、
前記温度センサが、前記合流位置から前記太陽光集光装置に向かう
前記熱媒の温度を測定し、
前記流量調整部が、前記温度センサの測定値が所定の温度となるよ
うに、前記第1流量と前記第2流量とを調整する。
- [請求項4] 請求項1ないし3のいずれかに記載の蒸気発生装置であって、

前記太陽光集光装置を通過した前記熱媒の温度が、前記熱媒タンク内の前記熱媒の温度よりも低い場合でも、前記太陽光集光装置から前記熱媒タンク内に前記熱媒が流入する。

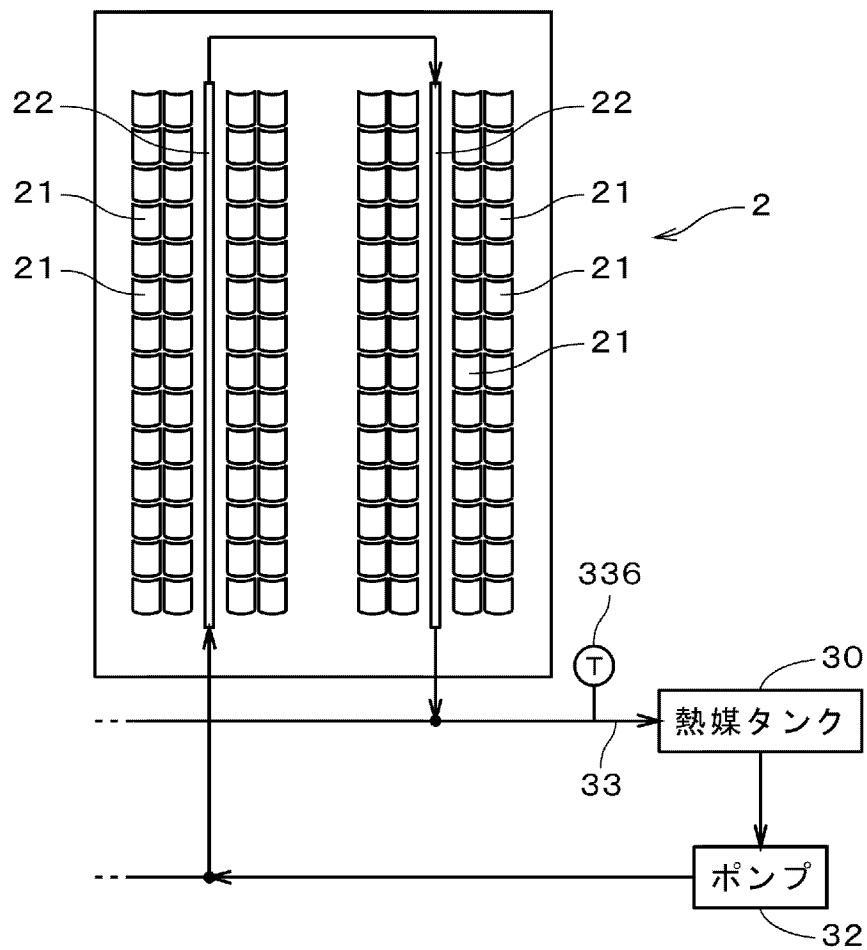
[請求項5] 請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の蒸気発生装置であって、
前記熱媒タンクが、前記循環経路における前記熱媒用の唯一のタンクである。

[請求項6] 請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の蒸気発生装置であって、
前記蒸気発生器にて発生した前記蒸気が供給される外部設備において、燃料により蒸気を発生させる補助ボイラが設けられている。

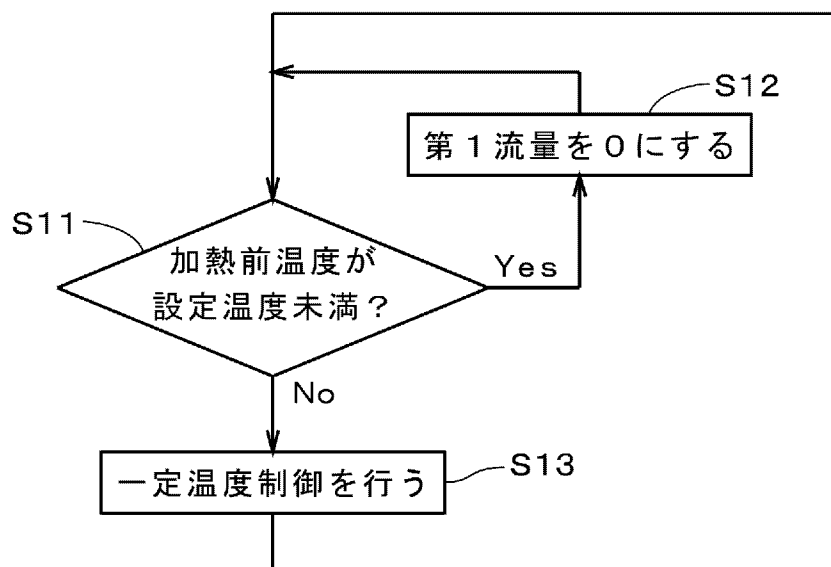
[図1]



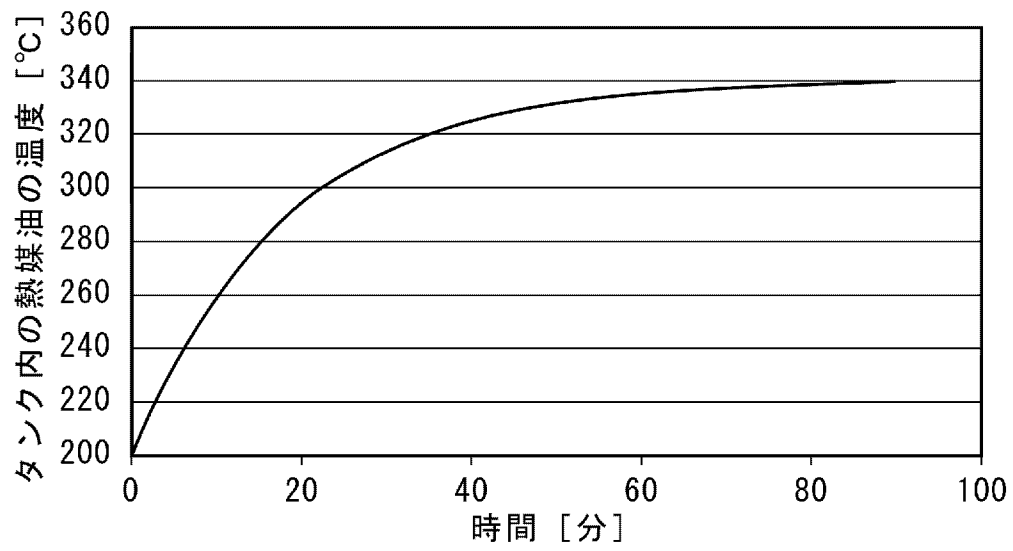
[図2]



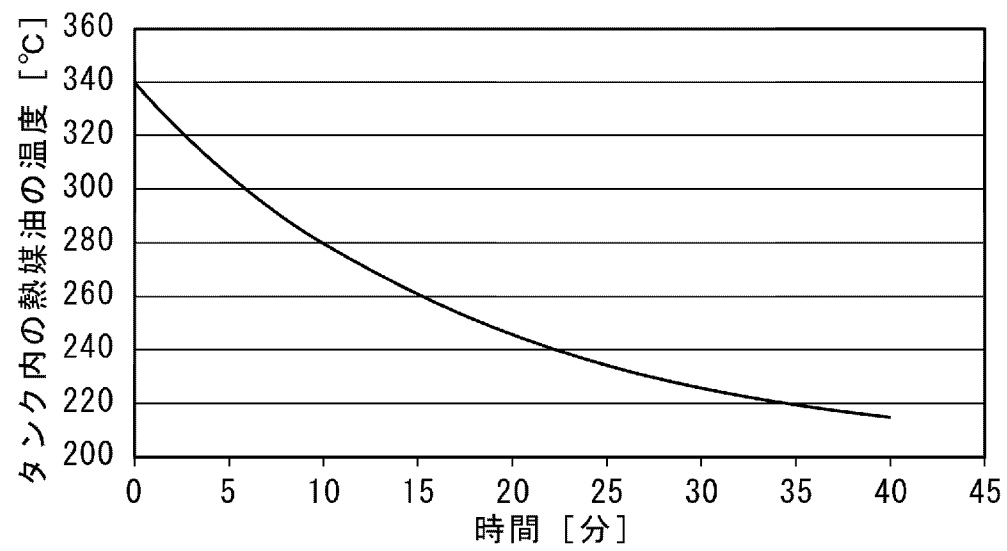
[図3]



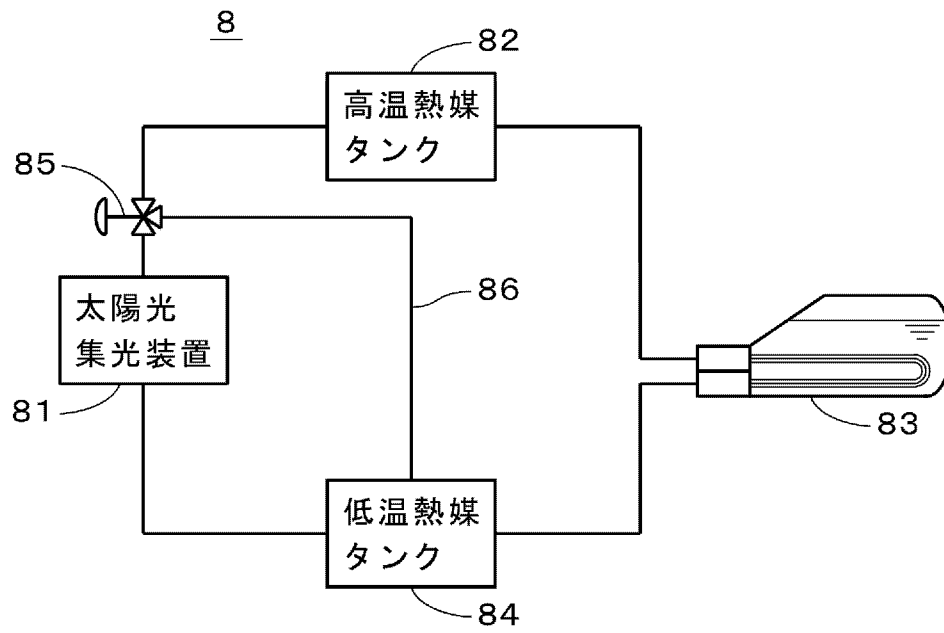
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/078240

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F24J2/42(2006.01)i, F22B1/16(2006.01)i, F24J2/34(2006.01)i, F24J2/04(2006.01)n

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)

F24J2/42, F22B1/00, F22B1/16, F24J2/34, F24J2/04, F03G6/06

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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.
A	EP 2574784 A2 (PRATT & WHITNEY ROCKETDYNE INC.), 03 April 2013 (03.04.2013), abstract; paragraphs [0016] to [0017] & US 2013/0081394 A1 & ZA 201205962 B	1-6
A	US 2011/0297206 A1 (DEVINE, Timothy), 08 December 2011 (08.12.2011), paragraphs [0009] to [0010]; fig. 1 (Family: none)	1-6
A	US 2011/0108020 A1 (MCENERNEY, Bryan William), 12 May 2011 (12.05.2011), paragraphs [0031] to [0034]; fig. 6 (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
10 November 2016 (10.11.16)

Date of mailing of the international search report
22 November 2016 (22.11.16)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/078240

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2014/0033708 A1 (SIEMENS AG), 06 February 2014 (06.02.2014), abstract; paragraph [0070] & WO 2012/143425 A2 & DE 102011007650 A1 & CN 103502639 A	1-6

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. F24J2/42(2006.01)i, F22B1/16(2006.01)i, F24J2/34(2006.01)i, F24J2/04(2006.01)n

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 (IPC))

Int.Cl. F24J2/42, F22B1/00, F22B1/16, F24J2/34, F24J2/04, F03G6/06

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	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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
A	EP 2574784 A2 (PRATT & WHITNEY ROCKETDYNE INC.) 2013.04.03, 要約, 段落[0016]-[0017] & US 2013/0081394 A1 & ZA 201205962 B	1-6
A	US 2011/0297206 A1 (DEVINE, Timothy) 2011.12.08, 段落[0009]-[0010], 図1 (ファミリーなし)	1-6
A	US 2011/0108020 A1 (MCENERNEY, Bryan William) 2011.05.12, 段落[0031]-[0034], 図6 (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

10.11.2016

国際調査報告の発送日

22.11.2016

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

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)

柳本 幸雄

3 L

3 8 2 9

電話番号 03-3581-1101 内線 3337

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
A	US 2014/0033708 A1 (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT) 2014.02.06, 要約, 段落[0070] & WO 2012/143425 A2 & DE 102011007650 A1 & CN 103502639 A	1-6