

(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
2020年12月24日(24.12.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/255692 A1

- (51) 国際特許分類:
F01K 3/02 (2006.01) *F01K 13/02* (2006.01)
F01D 17/20 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/021638
- (22) 国際出願日: 2020年6月1日(01.06.2020)
- (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 2019-114080 2019年6月19日(19.06.2019) JP
特願 2020-010388 2020年1月24日(24.01.2020) JP
- (71) 出願人: 三菱パワー株式会社 (MITSUBISHI POWER, LTD.) [JP/JP]; 〒2208401 神奈川県

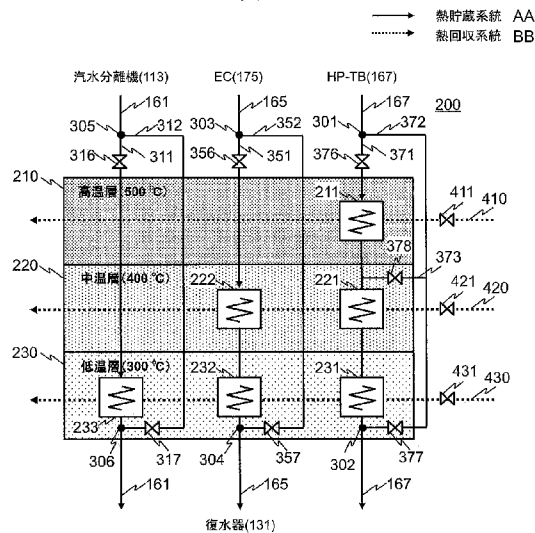
横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 Kanagawa (JP).

- (72) 発明者: 山本 健次郎 (YAMAMOTO Kenjiro); 〒2208401 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内 Kanagawa (JP). 金子 ▲祥▼三 (KANEKO Shozo); 〒2208401 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内 Kanagawa (JP). 菅 瞭介 (KAN Ryosuke); 〒2208401 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内 Kanagawa (JP). 小林 優太 (KOBAYASHI Yuta); 〒2208401 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内 Kanagawa (JP).

(54) Title: POWER GENERATION PLANT AND METHOD FOR STORING EXCESS ENERGY IN POWER GENERATION PLANT

(54) 発明の名称: 発電プラントおよび発電プラントにおける余剰エネルギー蓄熱方法

図4



- 113 Steam separator
131 Condenser
210 High-temperature layer
220 Intermediate-temperature layer
230 Low-temperature layer
AA Heat preservation system
BB Heat recovery system

(57) Abstract: The purpose of the present invention is to efficiently store (preserve) and utilize excess heat energy generated in a power generation plant. A power generation plant (100) is provided with: a boiler (110); a steam turbine (120); a heat storage device (200) for recovering and storing internally passing excess energy; and a control device (150) which effects control so that excess energy generated during an operation including when started and stopped is stored in the heat storage device (200). The excess energy comprises excess heat energy comprising an excess portion of heat energy



川水 努(**KAWAMIZU Tsutomu**); 〒1088215 東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 山名 崇裕(**YAMANA Takahiro**); 〒1088215 東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 小阪 健一郎(**KOSAKA Kenichiro**); 〒2208401 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目 3 番 1 号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内 Kanagawa (JP). 甘利 猛(**AMARI Takeshi**); 〒2208401 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目 3 番 1 号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内 Kanagawa (JP). 平崎 大二郎(**HIRASAKI Daijiro**); 〒2208401 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目 3 番 1 号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内 Kanagawa (JP). 中村 眞二(**NAKAMURA Shinji**); 〒2208401 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目 3 番 1 号 三菱日立パワーシステムズ株式会社内 Kanagawa (JP).

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：

一 国際調査報告（条約第21条(3)）

(74) 代理人：特許業務法人 武和国際特許事務所 (**THE PATENT BODY CORPORATE TAKEWA INTERNATIONAL PATENT OFFICE**); 〒1050003 東京都港区西新橋 3 丁目 1 3 番 3 号 ユニゾ西新橋三丁目ビル 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, 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, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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,

of superheated steam generated in the boiler (110), and/or excess power energy comprising excessive power energy.

(57) 要約：発電プラントで発生する余剰熱エネルギーを効率よく蓄熱（貯蔵）、利用する。発電プラント（100）は、ボイラ（110）と、蒸気タービン（120）と、内部を通過する余剰エネルギーを回収して蓄熱する蓄熱装置（200）と、起動時および停止時を含む運転中に発生した余剰エネルギーが蓄熱装置（200）に蓄熱されるよう制御する制御装置（150）と、を備える。余剰エネルギーは、ボイラ（110）で生成した過熱蒸気のうち、余剰分の熱エネルギーである余剰熱エネルギーおよび余剰の電力エネルギーである余剰電力エネルギーの少なくとも一方である。

明 細 書

発明の名称：

発電プラントおよび発電プラントにおける余剰エネルギー蓄熱方法

技術分野

[0001] 本発明は、各種燃料の燃焼熱を利用する汽力発電プラントに関し、特に、蒸気の熱の一部や余剰電力の一部を熱エネルギーとして貯蔵（蓄熱）し、必要に応じて貯蔵（蓄熱）した熱エネルギーを発電プラントに供給する技術に関する。

背景技術

[0002] 熱エネルギーを有効に利用し、発電プラントの起動から停止までの発電プラント性能を向上させたり、発電プラントの運転状態にかかわらず、必要な熱エネルギーを供給したりする火力発電プラントがある。例えば、特許文献1には、「蒸気を発生させるためのボイラと、蒸気タービンと、復水器と、給水ポンプと、蒸気加減弁と、タービンバイパス配管と、タービンバイパス弁と、タービンバイパス減温器と、タービンバイパス配管に設置された蓄熱装置と、補供水タンクと、補供水タンクと蓄熱装置とを結ぶ配管と、補助ボイラとを具備」する火力発電プラントが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開平8－319805号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献1に開示の技術によれば、発電プラントの起動・停止時に捨てられていた熱エネルギーである余剰熱エネルギーを、蓄熱材に蓄え、起動時の熱源として利用できる。また、異なる融点の蓄熱材を備える蓄熱装置を備え、融点の高い方から順に蒸気を通過させて余剰熱エネルギーを蓄熱する。従って、余剰熱エネルギーを高温熱エネルギーと、低温熱エネルギーとに分けて回収するこ

とが可能となり、熱を有効に利用できる。

[0005] しかしながら、起動時等は、ボイラから出力される蒸気の温度は、徐々に上昇する。従って、常に融点の高い蓄熱材を有する蓄熱装置から蒸気を通して余剰熱エネルギーを蓄熱する手法は、必ずしも適切ではなく、効率的に熱エネルギーを蓄熱できるとは限らない。

[0006] また、例えば、太陽光、風力等の再生可能エネルギーによる発電装置が電力網に組み込まれた場合、電力系統の安定維持のため、発電プラント側の出力を調整する必要がある。しかしながら、急速負荷変動に対応可能とするため、発電プラントは最低負荷を維持することが望まれる。但し、発電プラントが最低負荷を維持する場合、余剰電力が発生することがあり、現状ではこの余剰電力を活用しきれていない。

[0007] 本発明は、上記事情に鑑みてなされたもので、発電プラントで発生する余剰エネルギーを効率よく蓄熱、利用する技術を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明の発電プラントは、供給された水を加熱して過熱蒸気を生成するボイラと、前記ボイラで過熱した過熱蒸気により回転駆動され、発電機を駆動する蒸気タービンと、内部を通過する余剰エネルギーを回収して蓄熱する蓄熱装置と、起動時および停止時を含む運転中に発生した前記余剰エネルギーが前記蓄熱装置に蓄熱されるよう制御する制御装置と、を備えることを特徴とする。

[0009] また、本発明の発電プラントは、供給された水を加熱して過熱蒸気を生成するボイラと、前記ボイラで過熱した過熱蒸気により回転駆動され、発電機を駆動する蒸気タービンと、余剰エネルギーを蓄熱する蓄熱装置と、を備え、前記ボイラは、熱交換により第一温度域の温度を有する流体を生成する第一ボイラ熱交換部を備え、前記蓄熱装置は、前記第一温度域の熱エネルギーを蓄熱する第一蓄熱部と、前記第一ボイラ熱交換部で生成された前記流体の一部を前記第一蓄熱部へ導き、前記第一蓄熱部で前記熱エネルギーを回収後、前記第一ボイラ熱交換部の出口側へ導く第一熱回収管と、を備えることを特徴と

する。

発明の効果

[0010] 本発明によれば、発電プラントで発生する余剰エネルギーを効率よく貯蔵、利用できる。上記した以外の課題、構成および効果は、以下の実施形態の説明により明らかにされる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1] (a) は、発電プラント起動時の、(b) は、発電プラント停止時の、それぞれの時間変化における、タービン発電機負荷、ボイラ出熱および蒸気温度の関係を説明するための説明図である。

[図2] 発電プラントの揚水的運転時の時間変化におけるタービン発電機負荷、ボイラ出熱および蒸気温度の関係を説明するための説明図である。

[図3] (a) は、第一実施形態の発電プラントの系統構成図であり、(b) は、第一実施形態の制御装置の構成図である。

[図4] 第一実施形態の蓄熱装置の構成を説明するための説明図である。

[図5] 第一実施形態の発電プラントの起動時および停止時の、制御装置による各開閉弁の開閉状態の制御を説明するための説明図である。

[図6] 第一実施形態の発電プラントの揚水的運転時の、制御装置による各開閉弁の開閉状態の制御を説明するための説明図である。

[図7] (a) は、第一起動運転モード時の (b) は、第二起動運転モード時の、それぞれ、第一実施形態の発電プラントの開閉弁の開閉状態を説明するための説明図である。

[図8] (a) は、第三起動運転モード時の、(b) は、第一停止運転モード時の、それぞれ、第一実施形態の発電プラントの開閉弁の開閉状態を説明するための説明図である。

[図9] 揚水運転モード時の、第一実施形態の発電プラントの開閉弁の開閉状態を説明するための説明図である。

[図10] (a) は、第一起動運転モード時の (b) は、第二起動運転モード時の、それぞれ、第一実施形態の蓄熱装置の各開閉弁の開閉状態を説明するた

めの説明図である。

[図11] (a) は、第一停止運転モード時の、(b) は、揚水運転モード時の、それぞれ、第一実施形態の蓄熱装置の各開閉弁の開閉状態を説明するための説明図である。

[図12] 非常時運転モード時の、第一実施形態の蓄熱装置の各開閉弁の開閉状態を説明するための説明図である。

[図13] (a) は、第二実施形態の発電プラントの系統構成図であり、(b) は、第二実施形態の蓄熱装置の構成を説明するための説明図である。

[図14] 第二実施形態の発電プラントの起動時および停止時の、制御装置による各開閉弁の開閉状態の制御を説明するための説明図である。

[図15] 第二実施形態の発電プラントの揚水的運転時の、制御装置による各開閉弁の開閉状態の制御を説明するための説明図である。

[図16] (a) は、第一起動運転モード時の (b) は、第二起動運転モード時の、それぞれ、第二実施形態の蓄熱装置の各開閉弁の開閉状態を説明するための説明図である。

[図17] (a) は、第一停止運転モード時の、(b) は、揚水運転モード時の、それぞれ、第二実施形態の蓄熱装置の各開閉弁の開閉状態を説明するための説明図である。

[図18] 非常時運転モード時の、第二実施形態の蓄熱装置の各開閉弁の開閉状態を説明するための説明図である。

[図19] (a) は、本発明の変形例の蓄熱装置の構成を説明するための説明図であり、(b) および (c) は、本発明の変形例 1 の制御装置による各開閉弁の制御を説明するための説明図である。

[図20] 本発明の変形例の発電プラント起動時の、時間変化における、タービン発電機負荷、ボイラ出熱および蒸気温度の関係の一例を説明するための説明図である。

[図21] (a) および (b) は、本発明の変形例の蓄熱装置の構成を説明するための説明図である。

[図22] (a) および (b) は、本発明の変形例の蓄熱装置の構成を説明するための説明図である。

[図23] 本発明の変形例の発電プラント停止時の、時間変化における、タービン発電機負荷、ボイラ出熱および蒸気温度の関係の一例を説明するための説明図である。

[図24] (a) は、第三実施形態の発電プラントのボイラの各熱交換器の設計温度を、(b) は、第三実施形態の蓄熱装置からの熱回収時の接続の一例を、それぞれ、説明するための説明図である。

[図25] (a) および (b) は、第三実施形態の、蓄熱装置に蓄熱した熱エネルギーの回収機会をそれぞれ説明するための説明図である。

[図26] 第三実施形態の蓄熱装置に蓄熱した熱エネルギーの回収時の他の例を説明するための説明図である。

[図27] 第三実施形態の変形例の蓄熱装置からの熱回収時の他の接続例を説明するための説明図である。

[図28] 第四実施形態の発電プラントの系統構成図を含む蓄熱装置への接続を説明するための説明図である。

[図29] (a) は、第四実施形態の、(b) は、その変形例の、それぞれ、蓄熱装置の構成例を説明するための説明図である。

[図30] (a) ～ (c) は、第四実施形態の電気ヒーターのON/OFF制御を説明するための説明図である。

[図31] (a) は、第四実施形態の、(b) は、その変形例の、それぞれ、熱回収時の接続例を説明するための説明図である。

[図32] 第四実施形態の変形例の蓄熱装置の構成例を説明するための説明図である。

[図33] 第五実施形態の発電プラントの系統構成図である。

[図34] 第五実施形態の蓄熱装置の構成例を説明するための説明図である。

[図35] 第五実施形態の熱回収時の接続例を説明するための説明図である。

[図36] 第五実施形態の変形例の蓄熱装置の構成例を説明するための説明図で

ある。

[図37]第五実施形態の変形例の熱回収時の接続例を説明するための説明図である。

[図38]第五実施形態の変形例の発電プラントの系統構成図を含む蓄熱装置への接続を説明するための説明図である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、本発明の実施形態を、図面を用いて説明する。

[0013] 各実施形態の詳細な説明に先立ち、本発明の第一～第三実施形態の概要を説明する。これらの実施形態では、発電プラントにおける余剰熱エネルギーを有効に活用するため、余剰熱エネルギーの温度帯に応じた蓄熱層に蓄熱する。そして、蓄熱した熱を、発電プラント運用時の適切なタイミングで最適な温度域から回収し、利用する。なお、以下、本明細書に記載の具体的な温度等は、説明のための一例である。

[0014] 一般に、発電プラントは、燃料を燃焼させて得られる熱によって蒸気を発生させるボイラと、ボイラが発生させた蒸気を用いてタービンを回転させることにより発電をする蒸気タービンとを備える。実施形態の余剰熱エネルギーは、ボイラが発生させた蒸気による熱量（ボイラ出熱またはボイラ負荷と呼ぶ。）と、蒸気タービンが必要とする熱量（タービン発電機負荷と呼ぶ。）との差により発生する。

[0015] 例えば、発電プラント起動時は、図1（a）に示すように、ボイラの点火後、ボイラが貫流運転を開始する前は、ボイラ出熱は、蒸気タービンに全量使用されない。これは、蒸気サイクルを構成する機器の暖気や、各機器の始動から巡行運転までの安定化を図るためである。この間、余剰熱エネルギーが発生する。

[0016] また、発電プラント停止時も、図1（b）に示すように、同様に、ボイラ出熱と蒸気タービン発電機負荷との差が発生し、余剰熱エネルギーが発生する。これは、発電プラント停止時であっても、ボイラ負荷は、所定期間20％程度を維持しなければならない一方、タービン発電機負荷は単調に低減する

。従って、この間に余剰熱エネルギーが発生する。

[0017] また、図2に示すように、発電プラントは、タービン発電機負荷をボイラの最低負荷より所定量 α だけ小さい状態で運転することがある。このような運転状態は、例えば、系統側で自然エネルギーによる発電量の変動を吸収する際等に発生する。以下、本明細書では、発電プラントのこのような運転状態を揚水的運転と呼ぶ。この揚水的運転時も、本図に示すように、ボイラ出熱と蒸気タービン発電機負荷との差による余剰熱エネルギーが発生する。

[0018] 以下に説明する本発明の第一～第三実施形態では、ボイラから蒸気の状態で出力され、蒸気タービンで未使用の余剰熱エネルギーを、発生時の蒸気温度に応じた蓄熱層に蓄熱する。また、使用時は、最適な温度域から回収し、利用する。これにより、効率よく余剰熱エネルギーを蓄熱、利用する。

[0019] <<第一実施形態>>

本発明の第一実施形態を説明する。まず、本実施形態の蓄熱装置が適用される発電プラントの一例を説明する。本実施形態の蓄熱装置200は、例えば、図3(a)に示す発電プラント100で用いられる。図3(a)は、本実施形態の発電プラント100の流体系統図である。

[0020] 本実施形態の発電プラント100は、燃料を燃焼させ、該燃焼の熱によって蒸気（過熱蒸気）を発生させるボイラ110と、ボイラ110が発生した蒸気を用いてタービンを回転させることにより発電機109を駆動させて発電する蒸気タービン120と、蒸気タービン120からの排気蒸気を水に戻してボイラ110に供給する給水ライン130と、ボイラ110で過熱された蒸気の熱エネルギーのうち、余剰な熱エネルギーを蓄熱する蓄熱装置200と、制御装置150（図3(b)参照）と、を備える。

[0021] ボイラ110は、節炭器（ECO）111と、火炉水冷壁112と、汽水分離器113と、過熱器114と、再熱器115と、を備える。本実施形態では、過熱器114および再熱器115は、下流から上流に複数段備える。なお、過熱器114および再熱器115は、1つであってもよい。

[0022] 蒸気タービン120は、それぞれ、発電機109を回転駆動させるための

所定の仕事を行う、高圧蒸気タービン（HPT）１２１と、中圧蒸気タービン（IPT）１２２と、低圧蒸気タービン（LPT）１２３と、を備える。
なお、中圧蒸気タービン１２２および低圧蒸気タービン１２３は、両者を合わせて中低圧蒸気タービンとも呼ぶ。

[0023] 給水ライン１３０上には、復水器１３１と、復水ポンプ１３２と、低圧給水加熱器（低圧ヒーター）１３３と、脱気器１３４と、給水ポンプ１３５と、高圧給水加熱器（高圧ヒーター）１３６とが設けられる。

[0024] 上記構成を有する発電プラント１００では、節炭器１１１で、供給された水を燃焼ガスとの熱交換により予熱する。節炭器１１１で予熱された水は、火炉水冷壁１１２において、壁に形成された不図示の炉壁管を通すことにより水－蒸気２相流体を生成する。火炉水冷壁１１２において生成された水－蒸気２相流体は、汽水分離器１１３に送られて、飽和蒸気と飽和水とに分離される。ここで、飽和蒸気は過熱器１１４へ、飽和水は飽和水管１６１を通り復水器１３１へ、それぞれ、導かれる。

[0025] 汽水分離器１１３で分離された飽和蒸気は、燃焼ガスとの熱交換により過熱器１１４で過熱され、生成された過熱蒸気は、主蒸気管１６２を経由して高圧蒸気タービン１２１に導入される。なお、過熱器１１４は、上述のように、複数段設けられる。最終段の過熱器１１４の手前から、一部の蒸気は、ボイラ抽気管１６５を通り復水器１３１へ導かれる。なお、ボイラ抽気管１６５には、ボイラ起動抽気調整弁（加熱器バイパス弁；EC）１７５が設けられる。

[0026] 高圧蒸気タービン１２１で所定の仕事を行った蒸気は、低温再熱蒸気管１６３を経由して再熱器１１５に導かれる。再熱器１１５では、高圧蒸気タービン１２１で所定の仕事を行った蒸気を再過熱する。再熱器１１５で過熱された蒸気は、高温再熱蒸気管１６４を経由して中圧蒸気タービン１２２および低圧蒸気タービン１２３に供給され、そこで、それぞれ仕事を行い、発電機１０９を駆動する。主蒸気管１６２には、主蒸気開閉弁１７２が設けられる。また、高温再熱蒸気管１６４には、再熱蒸気開閉弁１７４が設けられる。

。

[0027] 低圧蒸気タービン１２３で仕事を終えた蒸気は、タービン排気管１６６によって復水器１３１に導入される。復水器１３１で凝縮した復水は、汽水分離器１１３から送られた飽和水とともに復水ポンプ１３２によって低圧ヒーター１３３を通過した後、脱気器１３４に送られ、復水中のガス成分が除去される。脱気器１３４を経た復水は、さらに給水ポンプ１３５によって昇圧された後、高圧ヒーター１３６に送給されて加熱され、最終的には、ボイラ１１０へ還流される。

[0028] さらに、発電プラント１００は、主蒸気管１６２から分岐し、当該蒸気を、高圧蒸気タービン１２１をバイパスして復水器１３１に導く主蒸気バイパス管１６７を備える。主蒸気バイパス管１６７には、主蒸気バイパス開閉弁１７７が設けられる。

[0029] 本実施形態の蓄熱装置２００は、飽和水管１６１、ボイラ抽気管１６５および主蒸気バイパス管１６７上に配置される。蓄熱装置２００は、飽和水管１６１、ボイラ抽気管１６５および主蒸気バイパス管１６７内を流れる蒸気または飽和水の熱エネルギーを熱交換により蓄熱する。蓄熱装置２００で熱交換後の蒸気または飽和水は、それぞれの配管を経て復水器１３１に導入される。

[0030] また、飽和水管１６１、ボイラ抽気管１６５および主蒸気バイパス管１６７の内部を通過する蒸気の温度を検出する温度センサ１８１、１８５、および１８７（図３（ｂ）参照）がそれぞれ適正に設けられる。

[0031] 制御装置１５０は、図３（ｂ）に示すように、外部（発電所に置かれる制御卓１５１等）からの指示、あるいは、発電プラント１００内に設置される、上記温度センサ１８１、１８５、および１８７を含む各種のセンサからの信号に従って、発電プラント１００内の各開閉弁の開閉を制御する。例えば、本実施形態の主蒸気開閉弁１７２、再熱蒸気開閉弁１７４、ボイラ起動抽気調整弁１７５、および主蒸気バイパス開閉弁１７７は、運転モードに応じて開閉される。各開閉弁の開閉のタイミングの詳細は、後述する。なお、制

御装置 150 が開閉を制御する開閉弁には、後述する蓄熱装置 200 が備える開閉弁も含む。

[0032] 制御装置 150 は、例えば、CPU とメモリ と記憶装置 とを備え、予め記憶装置に格納したプログラムを、CPU がメモリにロードして実行することにより、上記制御を実現する。

[0033] [蓄熱装置]

次に、本実施形態の蓄熱装置 200 を、図 4 を用いて説明する。以下、本明細書では、発電プラント 100 内を還流する蒸気、水等に関し、区別する必要がない場合は、流体と称する。

[0034] 本実施形態の蓄熱装置 200 は、制御装置 150 からの指示に従って、発電プラント 100 内の流体の余剰熱エネルギーを蓄熱する。本実施形態の蓄熱装置 200 は、それぞれ異なる温度域に温度特性（融点）を持つ蓄熱材で構成される複数の蓄熱層と、各蓄熱層内に設けられた熱交換部と、蓄熱装置 200 に接続し、配管内の流体を熱交換部に導いたり、蓄熱装置 200 をバイパスして配管内の流体を復水器 131 に導いたりする流路と、各流路への流体の流入を規制する開閉弁（バルブ）と、を備える。

[0035] 本実施形態では、蓄熱装置 200 に蓄熱する場合、蓄熱装置 200 に流入する流体の温度に応じて、流体が通過する経路を変更する。これにより、効率的に蓄熱する。経路変更は、後述する各流路に設けられた開閉弁（バルブ）に対する制御装置 150 からの指令により実現する。

[0036] 以下、本実施形態では、蓄熱装置 200 が、蓄熱層として、高温蓄熱層 210（以下、単に高温層 210 とも呼ぶ。）と、中温蓄熱層 220（中温層 220）と、低温蓄熱層 230（低温層 230）と、の 3 つの蓄熱層を備える場合を例にあげて説明する。

[0037] なお、高温層 210 は、500℃を中心とする温度域（第一温度域）に温度特性（融点）を有する蓄熱材で構成される蓄熱層である。中温層 220 は、400℃を中心とする温度域（第二温度域）に温度特性を有する蓄熱材で構成される蓄熱層である。また、低温層 230 は、300℃を中心とする温

度域（第三温度域）に温度特性を有する蓄熱材で構成される蓄熱層である。

[0038] また、本実施形態の蓄熱装置 200 は、熱交換部として、図 4 に示すように、高温層 210 内に配置される高温熱交換部 211 と、中温層 220 内に配置される第一中温熱交換部 221 および第二中温熱交換部 222 と、低温層 230 内に配置される第一低温熱交換部 231、第二低温熱交換部 232 および第三低温熱交換部 233 と、を備える。

[0039] 各熱交換部（高温熱交換部 211 と、第一中温熱交換部 221 と、第二中温熱交換部 222 と、第一低温熱交換部 231 と、第二低温熱交換部 232 と、第三低温熱交換部 233）は、流入した流体と熱交換を行う。それぞれ、配置された蓄熱層の融点以上の温度の流体が流入した場合、当該蓄熱層に熱エネルギーを蓄熱する蓄熱部として機能する。一方、配置された蓄熱層の融点未満の温度の流体が流入した場合、当該蓄熱層に蓄えられている熱エネルギーを放熱する。

[0040] 蓄熱装置 200 は、熱貯蔵時に用いられる流路として、主蒸気第一流路 371 と、主蒸気バイパス流路 372 と、主蒸気第三流路 373 と、ボイラ排気流路 351 と、ボイラ排気バイパス流路 352 と、飽和水流路 311 と、飽和水バイパス流路 312 と、を備える。

[0041] 主蒸気第一流路 371 は、主蒸気バイパス管 167 に接続される。本実施形態では、主蒸気バイパス管 167 から分岐点 301 で分岐し、高温熱交換部 211、第一中温熱交換部 221 および第一低温熱交換部 231 を、この順に接続し、合流点 302 で主蒸気バイパス管 167 に接続する。これにより、主蒸気第一流路 371 は、主蒸気バイパス管 167 から蓄熱装置 200 に流入する流体を、高温熱交換部 211、第一中温熱交換部 221 および第一低温熱交換部 231 の順に通過させ、蓄熱装置 200 から排出する。この間、主蒸気第一流路 371 を通過する流体は、各蓄熱層で熱交換を行い、各蓄熱層に蓄熱する。供給される流体の温度が高温層 210 の融点より高い場合、当該流体が有する熱エネルギーは、高温層 210、中温層 220、低温層 230 の順に蓄熱される。なお、蓄熱装置 200 から排出された流体は、主

蒸気バイパス管 167 を経て、復水器 131 に戻る。

[0042] 主蒸気バイパス流路 372 は、主蒸気バイパス管 167 内の流体を、蓄熱装置 200 をバイパスさせる。なお、蓄熱装置 200 をバイパスした流体は、主蒸気バイパス管 167 を経て復水器 131 に戻る。主蒸気バイパス流路 372 は、分岐点 301 で分岐し、高温熱交換部 211、第一中温熱交換部 221 および第一低温熱交換部 231 をバイパスし、合流点 302 で主蒸気バイパス管 167 に合流する。

[0043] 主蒸気第三流路 373 は、主蒸気バイパス流路 372 から分岐し、高温熱交換部 211 をバイパスし、主蒸気第一流路 371 に合流する。これにより、主蒸気第三流路 373 は、主蒸気バイパス管 167 から蓄熱装置 200 に流入する流体を、第一中温熱交換部 221 および第一低温熱交換部 231 の順に通過させ、蓄熱装置 200 から排出する。供給される流体の温度が中温層 220 の融点より高い場合、当該流体が有する熱エネルギーは、中温層 220、低温層 230 の順に蓄熱される。なお、蓄熱装置 200 から排出された流体は、主蒸気バイパス管 167 を経て、復水器 131 に戻る。

[0044] ボイラ排気流路 351 は、ボイラ抽気管 165 に接続される。ボイラ排気流路 351 は、ボイラ抽気管 165 から分岐点 303 で分岐し、第二中温熱交換部 222 および第二低温熱交換部 232 をこの順に接続し、合流点 304 でボイラ抽気管 165 に接続する。これにより、ボイラ排気流路 351 は、ボイラ抽気管 165 から蓄熱装置 200 に流入する流体を、第二中温熱交換部 222 および第二低温熱交換部 232 の順に通過させ、蓄熱装置 200 から排出する。ボイラ排気流路 351 を通過する流体は、各蓄熱層で熱交換を行い、各蓄熱層に蓄熱する。なお、蓄熱装置 200 から排出された流体は、ボイラ抽気管 165 を経て、復水器 131 に戻る。

[0045] ボイラ排気バイパス流路 352 は、ボイラ抽気管 165 内の流体を、蓄熱装置 200 をバイパスさせる。なお、蓄熱装置 200 をバイパスした流体は、ボイラ抽気管 165 を経て復水器 131 に戻る。ボイラ排気バイパス流路 352 は、分岐点 303 で分岐し、第二中温熱交換部 222 および第二低温

熱交換部 232 をバイパスし、合流点 304 でボイラ排気流路 351 に合流する。

[0046] 飽和水流路 311 は、飽和水管 161 に接続される。飽和水管 161 から分岐点 305 で分岐し、第三低温熱交換部 233 を介して合流点 306 で飽和水管 161 に接続する。これにより、飽和水流路 311 は、飽和水管 161 から蓄熱装置 200 に流入する流体を、第三低温熱交換部 233 を通過させ、蓄熱装置 200 から排出する。飽和水流路 311 を通過する流体は、低温層 230 で熱交換を行い、低温層 230 に蓄熱する。なお、蓄熱装置 200 から排出された流体は、飽和水管 161 を経て、復水器 131 に戻る。

[0047] 飽和水バイパス流路 312 は、飽和水管 161 内の流体を、蓄熱装置 200 をバイパスして復水器 131 に戻す。飽和水バイパス流路 312 は、分岐点 305 で分岐し、第三低温熱交換部 233 をバイパスし、合流点 306 で飽和水流路 311 に合流する。供給される流体の温度が低温層 230 の融点より高い場合、当該流体が有する熱エネルギーは、低温層 230 に蓄熱される。

[0048] また、各流路は、開閉弁（バルブ）を備える。本実施形態では、開閉弁として、主蒸気第一開閉弁 376 と、主蒸気第二開閉弁 377 と、主蒸気第三開閉弁 378 と、排気第一開閉弁 356 と、排気第二開閉弁 357 と、飽和水第一開閉弁 316 と、飽和水第三開閉弁 317 と、を備える。

[0049] 主蒸気第一開閉弁 376 は、主蒸気第一流路 371 の、分岐点 301 の下流に設けられ、高温熱交換部 211 への流体の流入を制御する。

[0050] 主蒸気第三開閉弁 378 は、主蒸気第三流路 373 の、主蒸気バイパス流路 372 との分岐点の下流に設けられ、主蒸気第三流路 373 への流体の流入を制御する。

[0051] 主蒸気第二開閉弁 377 は、主蒸気バイパス流路 372 の、主蒸気第三流路 373 との分岐点の下流に設けられ、主蒸気バイパス流路 372 への流体の流入を制御する。

[0052] 排気第一開閉弁 356 は、ボイラ排気流路 351 の、分岐点 303 の下流

に設けられ、第二中温熱交換部 2 2 2 への流体の流入を制御する。

[0053] 排気第二開閉弁 3 5 7 は、ボイラ排気バイパス流路 3 5 2 に設けられ、ボイラ排気バイパス流路 3 5 2 への流体の流入を制御する。

[0054] 飽和水第一開閉弁 3 1 6 は、飽和水流路 3 1 1 の、分岐点 3 0 5 の下流に設けられ、第三低温熱交換部 2 3 3 への流体の流入を制御する。

[0055] 飽和水第三開閉弁 3 1 7 は、飽和水バイパス流路 3 1 2 に設けられ、飽和水バイパス流路 3 1 2 への流体の流入を制御する。

[0056] 各開閉弁は、それぞれ、制御装置 1 5 0 からの指令に応じて開閉される。制御装置 1 5 0 は、制御卓 1 5 1 を介して入力される指示に従って、または、蓄熱装置 2 0 0 に流入する流体の温度を検出し、その温度に応じて各開閉弁を開閉することにより、流体の流入経路を制御する。例えば、温度に応じて開閉を制御する場合、流入する流体の温度に応じて、当該温度より低く、かつ、最も近い融点を有する蓄熱材の蓄熱層に蓄熱されるよう、開閉弁の開閉を制御する。開閉弁制御の具体例は、後述する。

[0057] 各蓄熱層に用いる蓄熱材としては、例えば、物質の相変態潜熱を利用した潜熱蓄熱材を用いることができる。蓄熱層の温度特性は、この潜熱蓄熱材の融解温度（融点）に基づいて決定される特性である。また、各蓄熱層に用いる蓄熱材は、蓄熱温度（融点）が 5 0 0 °C を超える合金系素材を用いてもよい。さらに、この合金系素材を、セラミクスまたは金属で包含した構造であってもよい。例えば、国際公開第 2 0 1 7 / 2 0 0 0 2 1 号公報に開示の、潜熱蓄熱体マイクロカプセルを用いることができる。

[0058] 各蓄熱層に潜熱蓄熱材をセラミクス等で包含した構造の蓄熱材を用いることにより、潜熱蓄熱材の相変態を利用した、熱の入出力のみで作動する蓄熱部を得ることができる。融解温度は潜熱蓄熱材の製造時の組成によりコントロール可能なため、より流体の温度域を細かく設定可能となる。

[0059] 各蓄熱層に用いる蓄熱材は、蓄熱装置 2 0 0 に蓄熱する熱エネルギーの温度範囲に応じて、当該温度範囲に融点を持つものが選択される。また、各蓄熱層の蓄熱容量は、想定される余剰熱エネルギー量に基づいて決定される。これ

により、発生する余剰熱エネルギーを無駄にすることなく、効率よく蓄熱することができる。これは、設備投資の最適化にもつながる。

[0060] なお、蓄熱装置200内には、後述する熱回収時に用いる流路として、さらに、同じ蓄熱層内の熱交換部を接続する流路が設けられる。熱回収用の流路として、蓄熱装置200は、高温層210の高温熱交換部211を通過する第一熱回収管410と、中温層220の第一中温熱交換部221および第二中温熱交換部222を通過する第二熱回収管420と、低温層230の第一低温熱交換部231、第二低温熱交換部232および第三低温熱交換部233を通過する第三熱回収管430とを備える。

[0061] 第一熱回収管410は、熱回収時に流体を高温層210のみを通過させることにより、高温層210のみから熱を回収する。第二熱回収管420は、流体を中温層220のみを通過させることにより、中温層220のみから熱を回収する。第三熱回収管430は、流体を低温層230のみを通過させることにより、低温層230のみから熱を回収する。

[0062] 第一熱回収管410、第二熱回収管420および第三熱回収管430には、それぞれ、各蓄熱層の入口側に、第一熱回収開閉弁411と、第二熱回収開閉弁421と、第三熱回収開閉弁431とが、設けられる。これらの熱回収開閉弁411、421、431の開閉は、制御装置150により制御される。制御装置150は、熱回収時、最適な温度域の蓄熱層から熱を回収できるよう、これらの熱回収開閉弁411、421、431の開閉を制御する。

[0063] [制御装置による開閉弁の制御]

以下、本実施形態の蓄熱装置200を備える発電プラント100における制御装置150による開閉弁の制御を説明する。

[0064] 本実施形態の制御装置150は、発電プラント100の起動時、停止時、または、揚水的運転時等に発生する蒸気の状態の余剰熱エネルギーを、温度域毎に蓄熱装置200に蓄熱するよう、各開閉弁の開閉を制御する。

[0065] 例えば、本実施形態の発電プラント100は、起動時の運転モードである起動運転モードと、通常時の運転モードである通常運転モードと、揚水的運

転時の運転モードである揚水運転モードと、停止時の運転モードである停止運転モードと、システム故障時等の運転モードである非常時運転モードとを備える。このうち、蒸気の状態の余剰熱エネルギーが発生するのは、起動運転モード、揚水運転モード、停止運転モードおよび非常時運転モードでの運転時である。

[0066] 以下、これらの起動運転モード、揚水運転モード、停止運転モードおよび非常時運転モード時の、制御装置 150 による、本実施形態の蓄熱装置 200 への蓄熱のための発電プラント 100 内の各開閉弁の開閉制御について説明する。

[0067] 上述のように、本実施形態では、制御装置 150 は、余剰熱エネルギーの温度により、異なる蓄熱層に蓄熱するよう開閉弁を制御する。ここで、起動運転モード時には、図 1 (a) に示すように、ボイラ 110 の点火、蒸気タービン 120 への通気開始、発電機 109 の系統への併入、均衡といったイベントがあり、ボイラ 110 から出力される蒸気の温度は、時間の経過とともに単調に上昇する。また、停止運転モード時は、図 1 (b) に示すように、均衡終了、停止といったイベントがあり、ボイラ 110 から出力される蒸気の温度は、単調に減少する。一方、揚水運転モード時は、図 2 に示すように、均衡終了、均衡というイベントがあり、その間、ボイラ 110 から出力される蒸気温度は、略一定である。

[0068] なお、本明細書において、均衡は、単位時間当たりのボイラ出熱量と、タービン発電機負荷とが均衡した状態をいう。また、均衡終了は、停止の指示を受けてから、均衡していたボイラ出熱量とタービン発電機負荷とにおいて、ボイラ出熱量が優勢になり、差が発生した時点进行いう。

[0069] 本実施形態では、制御装置 150 は、温度域に応じた蓄熱を実現するため、起動運転モードおよび停止運転モードを、蒸気温度に応じて複数の運転モードに区分けし、運転モード毎に異なる開閉制御を行う。なお、揚水運転モードは、蒸気温度が略一定であるため、1つの運転モードとして開閉制御を行う。

[0070] 例えば、本実施形態では、起動運転モードでは、図1(a)に示すように、ボイラ110の点火から蒸気タービン120への通気開始までを第一起動運転モード、通気開始から均衡までを第二起動運転モード、均衡から通常運転までを第三起動運転モードとする。また、停止時運転モードでは、図1(b)に示すように、均衡終了から停止までを、第一停止運転モードとする。

[0071] なお、各運転モードには、制御卓151を介して、操作者からの指示を受け付けることにより、移行する。なお、制御装置150が、各配管に配置された温度センサが検出した温度に基づいて、判断してもよい。例えば、起動運転モードにおいて、第一起動運転モードから第二起動運転モードへは、主蒸気バイパス管167等に配置された温度センサ187で検出された温度が、予め定めた閾値（例えば、500℃）以上となった時点で移行するよう構成してもよい。

[0072] 本実施形態では、発電プラント100の各配管に設けられた開閉弁の開閉は、運転モードに応じて制御される。また、蓄熱装置200の各流路に設けられた開閉弁の開閉は、温度センサ181、185、187で検出された各流路の入口側の流体の温度に応じて制御される。

[0073] 運転モード毎の、各開閉弁の開閉状態は、予め、制御装置150の記憶装置に、開閉状態テーブルとして記憶しておく。

[0074] なお、以下の説明では、各開閉弁は、初期状態では、特に断らない限り閉状態であるものとする。

[0075] 運転モード、イベント毎の、制御装置150による各開閉弁の開閉のタイムチャートを、図5および図6に示す。また、図7(a)～図9は、運転モード毎の発電プラント100内の開閉弁の開閉状態を説明する図である。

[0076] 制御卓151等から起動の指令、すなわち、第一起動運転モードでの運転の指令を受け取ると、制御装置150は、図5および図7(a)に示すように、ボイラ起動抽気調整弁175と、主蒸気バイパス開閉弁177とに開指令を出力し、これらの開閉弁を開状態とする。これにより、ボイラ110で生成された蒸気は、ボイラ抽気管165および主蒸気バイパス管167を介

して蓄熱装置 200 に導かれる。

[0077] 次に、第二起動運転モードでの運転の指令を受け取ると、制御装置 150 は、図 5 および図 7 (b) に示すように、ボイラ起動抽気調整弁 175 に閉指令を出し、一方、主蒸気開閉弁 172 および再熱蒸気開閉弁 174 には開指令を出す。これにより、ボイラ 110 で生成された蒸気は、蒸気タービン 120 に供給される。このとき、一部の余剰分の蒸気が、主蒸気バイパス管 167 を介して蓄熱装置 200 に導かれる。

[0078] その後、第三起動運転モードでの運転の指令を受け取ると、制御装置 150 は、図 5 および図 8 (a) に示すように、主蒸気バイパス開閉弁 177 に閉指令を出力し、閉状態とする。これにより、ボイラ 110 で生成された蒸気は、蒸気タービン 120 に供給される。その後、通常運転モードに移行すると、蒸気、水は、ボイラ 110、蒸気タービン 120、給水ライン 130 間で循環し、発電機 109 が駆動される。

[0079] また、第一停止運転モードでの運転の指令を受け取ると、制御装置 150 は、図 5 および図 8 (b) に示すように、主蒸気バイパス開閉弁 177 に開指令を出力し、開状態とする。これにより、第二起動運転モード時と同様に、ボイラ 110 で生成された蒸気は、蒸気タービン 120 に供給される。このとき、一部の余剰分の蒸気が、主蒸気バイパス管 167 を介して蓄熱装置 200 に導かれる。

[0080] また、通常運転を行っている時に、揚水運転モードでの運転の指令を受け取ると、制御装置 150 は、図 6 および図 9 に示すように、主蒸気開閉弁 172、再熱蒸気開閉弁 174 はそのまま開状態とする。また、主蒸気バイパス開閉弁 177 に開指令を出力し、開状態とする。そして、ボイラ起動抽気調整弁 175 は、そのまま閉状態とする。これにより、ボイラ 110 で生成された蒸気は、蒸気タービン 120 に供給される。また、余剰分の蒸気は、主蒸気バイパス管 167 を介して蓄熱装置 200 に導かれる。

[0081] 次に、蓄熱装置 200 に流体が導かれる、第一起動運転モード、第二起動運転モード、第一停止運転モードおよび揚水運転モードにおける、制御装置

150による蓄熱装置200の開閉弁の制御を説明する。上述のように、制御装置150は、各運転モードにおいて、発生する余剰熱エネルギーの温度に応じて各開閉弁の開閉を制御する。各開閉弁の開閉は、発生する余剰熱エネルギーが、流体の態様で、その温度が属する温度域に温度特性を有する蓄熱部を最初に通過する流路に流入するよう制御される。

[0082] ここでは、併せて、非常時運転モードにおける蓄熱装置200の開閉弁の制御も説明する。なお、非常時運転モードは、システム故障等の非常時の運転モードである。

[0083] なお、ここでは、蓄熱時の蓄熱装置200の開閉弁の制御を説明するものであるため、熱回収開閉弁411、421、431は省略する。蓄熱時は、これらの熱回収開閉弁411、421、431は、基本的に閉状態に保たれる。

[0084] 第一起動運転モード時、図1(a)に示すように、蒸気温度は、400℃以上かつ500℃未満である。従って、制御装置150は、この温度域に温度特性を有する蓄熱部を最初に通過する流路に流入するよう開閉弁の開閉を制御する。

[0085] すなわち、制御装置150は、図5および図10(a)に示すように、主蒸気第三開閉弁378、排気第一開閉弁356および飽和水第一開閉弁316を開とし、他の主蒸気第一開閉弁376、主蒸気第二開閉弁377、排気第二開閉弁357および、飽和水第三開閉弁317を閉とする。これにより、本図に太線で示すように、蓄熱装置200に流入する500℃未満の流体は、中温層220および低温層230内の熱交換部に導かれる。

[0086] 主蒸気バイパス管167から流入した流体は、主蒸気バイパス流路372および主蒸気第三流路373を経て第一中温熱交換部221に入る。第一中温熱交換部221で熱交換後、温度の下がった流体は、第一低温熱交換部231に流入する。第一低温熱交換部231で熱交換後、さらに温度の下がった流体は、蓄熱装置200から主蒸気バイパス管167を経て、復水器131へ排出される。

[0087] ボイラ抽気管 1 6 5 からボイラ排気流路 3 5 1 に流入した流体は、第二中温熱交換部 2 2 2 に入る。第二中温熱交換部 2 2 2 で熱交換後、温度の下がった流体は、第二低温熱交換部 2 3 2 に流入する。第二低温熱交換部 2 3 2 で熱交換後、さらに温度の下がった流体は、蓄熱装置 2 0 0 からボイラ抽気管 1 6 5 を経て、復水器 1 3 1 へ排出される。

[0088] なお、汽水分離器 1 1 3 から復水器 1 3 1 に水を導く飽和水管 1 6 1 には、常に、水が流れる。すなわち、1 0 0℃以下の流体が流れる。従って、飽和水管 1 6 1 に接続される飽和水流路 3 1 1 に流入した流体は、第三低温熱交換部 2 3 3 に入る。第三低温熱交換部 2 3 3 で熱交換後、温度の下がった流体は、蓄熱装置 2 0 0 から飽和水管 1 6 1 を経て、復水器 1 3 1 へ排出される。

[0089] 第二起動運転モード時、図 1 (a) に示すように、蒸気温度は、5 0 0℃以上である。また、ボイラ起動抽気調整弁 1 7 5 が閉じられる。従って、制御装置 1 5 0 は、図 5 および図 1 0 (b) に示すように、主蒸気第一開閉弁 3 7 6 および飽和水第一開閉弁 3 1 6 を開とし、主蒸気第二開閉弁 3 7 7、主蒸気第三開閉弁 3 7 8、排気第一開閉弁 3 5 6、排気第二開閉弁 3 5 7、および飽和水第三開閉弁 3 1 7 を閉とする。これにより、本図に太線で示すように、蓄熱装置 2 0 0 に流入する 5 0 0℃以上の流体は、高温層 2 1 0、中温層 2 2 0 および低温層 2 3 0 内の熱交換部に導かれる。また、汽水分離器から流入する 1 0 0℃未満の水は、第一起動運転モード時同様、低温層 2 3 0 に導かれる。

[0090] 主蒸気バイパス管 1 6 7 から主蒸気第一流路 3 7 1 に流入した流体は、高温熱交換部 2 1 1 に入る。高温熱交換部 2 1 1 にて熱交換後、温度の下がった流体は、第一中温熱交換部 2 2 1 に入る。第一中温熱交換部 2 2 1 で熱交換後、温度の下がった流体は、第一低温熱交換部 2 3 1 に流入する。第一低温熱交換部 2 3 1 で熱交換後、さらに温度の下がった流体は、蓄熱装置 2 0 0 から主蒸気バイパス管 1 6 7 を経て、復水器 1 3 1 へ排出される。

[0091] なお、汽水分離器 1 1 3 から復水器 1 3 1 に水を導く飽和水管 1 6 1 から

飽和水流路 3 1 1 に流入した流体は、第一起動運転モードと同様に、第三低温熱交換部 2 3 3 に入り、第三低温熱交換部 2 3 3 で熱交換後、飽和水管 1 6 1 を経て、復水器 1 3 1 へ排出される。

[0092] 第一停止運転モード時の開閉弁の様子を図 1 1 (a) に示す。図 1 (b) に示すように、第一停止運転モード時、蒸気温度は、5 0 0℃以上である。従って、制御装置 1 5 0 は、図 5 および図 1 1 (a) に示すように、第二起動運転モード時と同様に、各開閉弁の開閉を制御する。

[0093] 揚水運転モード時の開閉弁の様子を、図 1 1 (b) に示す。図 2 に示すように、揚水運転モード時は、蒸気温度は、5 0 0℃以上である。従って、制御装置 1 5 0 は、図 6 および図 1 1 (b) に示すように、基本的に第二起動運転モード時と同様に、各開閉弁の開閉を制御する。ただし、飽和水第一開閉弁 3 1 6 は閉状態にする。

[0094] 非常時運転モード時の開閉弁の様子を図 1 2 に示す。非常時運転モードでは、蒸気温度に関わらず、できる限り速やかに復水器 1 3 1 に流体を流し、発電プラント 1 0 0 内全体の温度を低下させる必要がある。従って、この場合、制御装置 1 5 0 は、蓄熱装置 2 0 0 に流体を導くことなく、蓄熱装置 2 0 0 をバイパスさせて復水器 1 3 1 に導くよう制御する。

[0095] すなわち、図 1 2 に示すように、主蒸気第二開閉弁 3 7 7、排気第二開閉弁 3 5 7 および飽和水第三開閉弁 3 1 7 を開とし、他の開閉弁である主蒸気第一開閉弁 3 7 6、主蒸気第三開閉弁 3 7 8、排気第一開閉弁 3 5 6 および飽和水第一開閉弁 3 1 6 を閉とする。これにより、本図に太線で示すように、流体は、蓄熱装置 2 0 0 内の熱交換部に流入せず、復水器 1 3 1 に排出される。

[0096] なお、各蓄熱層の温度域は、それぞれ、各運転モード時の、点火、通気開始、併入、均衡、均衡終了、停止等のイベント時の蒸気温度に従って決定する。また、各蓄熱層の蓄熱容量は、それぞれの蓄熱期間に発生する余剰熱エネルギー量を蓄熱可能な容量とする。

[0097] 以上説明したように、本実施形態の発電プラント 1 0 0 は、熱エネルギーを

有する流体を蓄熱装置 200 に導く配管と、余剰熱エネルギーが発生する場合のみ流体を蓄熱装置 200 に導くよう配管に設けられた開閉弁を制御する制御装置 150 とを備える。また、蓄熱装置 200 は、複数の異なる温度域にそれぞれ温度特性を有する複数の蓄熱層と、各蓄熱層へ流体を通過させる流路と、流路に設けられた開閉弁とを備える。制御装置 150 は、蓄熱装置 200 に流体を導くよう制御する際、蓄熱装置 200 に流入する流体の熱エネルギーを当該流体の温度域に応じた蓄熱層に蓄熱するよう制御する。

[0098] 従って、本実施形態によれば、発電プラント 100 で発生する余剰熱エネルギーを、効率よく使用可能な態様で蓄熱できる。

[0099] 特に、本実施形態によれば、発電プラント 100 の起動時、停止時のボイラ出熱がタービン発電機負荷を上回る期間に発生する余剰熱エネルギーを、蒸気温度および飽和水の温度に応じて適切な温度域の蓄熱層に蓄熱できる。

[0100] 起動時の併入までの期間は、余剰蒸気の温度は低いものの、全体の熱量が大きい。従来の発電プラント 100 では、発生する余剰蒸気を全て復水器 131 に戻すことになる。このため、無駄が多いだけでなく、復水器 131 側にも大きな受け入れ容量が必要となる。しかしながら、本実施形態によれば、復水器 131 へ戻す流体の熱量の大部分が蓄熱装置 200 に蓄熱されるため、復水器 131 の容量を抑えることが可能である。このため、設備費用を抑えることができる。

[0101] また、蒸気タービン 120 の発電機負荷を、ボイラ 110 の出熱量以下に抑える揚水的運転時であっても、その間のボイラ 110 による余剰熱エネルギーを、効率よく蓄熱できる。

[0102] また、本実施形態の蓄熱装置 200 では、各蓄熱層の蓄熱材として、物質の相変態潜熱を利用した潜熱蓄熱材であって、異なる融点を持つ潜熱蓄熱材を用いる。これにより、発生した余剰熱エネルギーを、各蓄熱層に、当該蓄熱層を形成する潜熱蓄熱材の融点に応じて蓄えることができる。また、このような潜熱蓄熱材を利用するため、熱の入出力のみで作動する、高密度の蓄熱が可能な蓄熱部を実現できる。また、潜熱蓄熱材として、融点の高い合金系

素材を用いることにより、高い蓄熱温度を実現できる。これにより、例えば、主蒸気等の高温の流体をそのままの高い温度で蓄熱することができる。また、熱回収時に最も高い温度域の蒸気を作ることが可能となる。

[0103] さらに、本実施形態の蓄熱装置 200 では、蓄熱装置 200 に流入する流体の温度に応じて、当該温度より低く、かつ、最も近い融点を有する蓄熱材の蓄熱層に流入するよう流路を設け、開閉弁の開閉を制御する。従って、簡易な構成で、複数の温度域毎の蓄熱を実現できる。

[0104] さらに、蓄熱装置 200 内の各流路は、蓄熱層を通過した流体を、当該蓄熱材の次に融点の高い蓄熱材で構成される蓄熱層が有る場合は、当該蓄熱層も通過させるよう設けられる。すなわち、1つの流路において、高温、中温、低温という順で蓄熱層を配設することで、流体の熱を余すことなく回収することができる。余すことなく回収した熱エネルギーを起動等に利用することも含め、本実施形態の蓄熱装置 200 を有する発電プラント 100 によれば、発電プラント 100 の効率的な運転を実現できる。

[0105] さらに、本実施形態の蓄熱装置 200 によれば、流体の温度域ごとにその温度域に対し過不足ない性能を持つ蓄熱層を配設する。例えば、起動時の余剰熱エネルギーの蓄熱に用いる場合、各蓄熱層の温度域は、それぞれ、ボイラ 110 点火後の所定の時間経過後の蒸気温度に従って決定する。さらに、各蓄熱層の蓄熱容量は、それぞれの時間経過後の余剰熱エネルギー量に応じて決定する。

[0106] これにより、効率的な熱回収が可能となる。例えば、蓄熱装置 200 に流入する流体の、想定される最も高い温度に合わせて蓄熱部を用意すると、中温または低温の流体の熱回収においてオーバースペックとなり無駄が多い。しかし、本実施形態によれば、温度域ごとに適切な蓄熱層に蓄熱するため、このような無駄を回避できる。

[0107] 以上説明したように、本実施形態の蓄熱装置 200 を備える発電プラント 100 では、蓄熱装置 200 で、流体の熱を余すことなく回収するため、蓄熱装置 200 から復水器 131 に排出される流体の温度は低くなる。従って

、復水器１３１に戻される熱量を抑えることができる。

[0108] <<第二実施形態>>

次に、本発明の第二実施形態を説明する。第一実施形態では、主蒸気管１６２から分岐する主蒸気バイパス管１６７を備え、蓄熱装置２００は、その主蒸気バイパス管１６７を通過する流体の熱を蓄熱する。しかしながら、本実施形態では、さらに、高温再熱蒸気管１６４から分岐する再熱蒸気バイパス管を備える。そして、蓄熱装置２００は、この再熱蒸気バイパス管を通過する流体の熱も蓄熱する。

[0109] 以下、本実施形態について、第一実施形態と異なる構成に主眼をおいて説明する。

[0110] 図１３（ａ）は、本実施形態の発電プラント１０１の流体系統図である。本実施形態の発電プラント１０１は、第一実施形態の発電プラント１００の構成に、さらに、高温再熱蒸気管１６４から分岐する再熱蒸気バイパス管１６８と、主蒸気管１６２から分岐し、高圧蒸気タービン１２１をバイパスして低温再熱蒸気管１６３に接続する高圧蒸気タービンバイパス管１６９と、を備える。すなわち、本実施形態では、主蒸気管１６２と、低温再熱蒸気管１６３とは、高圧蒸気タービンバイパス管１６９を介して互いに接続される。

[0111] 再熱蒸気バイパス管１６８には、再熱蒸気バイパス開閉弁１７８が設けられる。高圧蒸気タービンバイパス管１６９には、高圧蒸気タービンバイパス開閉弁１７９が設けられる。また、再熱蒸気バイパス管１６８には、内部を通過する蒸気の温度を検出する温度センサ１８８が設けられる。

[0112] また、本実施形態の蓄熱装置２０１は、飽和水管１６１、ボイラ抽気管１６５、主蒸気バイパス管１６７および再熱蒸気バイパス管１６８上に配置される。蓄熱装置２０１で熱交換後の蒸気は、復水器１３１に導入される。

[0113] 本実施形態に置いても、第一実施形態と同様に、制御装置１５０は、外部（発電所に置かれる制御卓１５１等）からの指示、あるいは、発電プラント１０１内に設置される、上記温度センサ１８１、１８５、１８７、および１

８８を含む各種のセンサからの信号に従って、各開閉弁の開閉を制御する。

[0114] その他の構成は、第一実施形態の同名の構成と同じであるため、ここでは、説明を省略する。以下、本実施形態において、同様とする。

[0115] [蓄熱装置]

次に、本実施形態の蓄熱装置２０１を、図１３（ｂ）を用いて説明する。

[0116] 本実施形態の蓄熱装置２０１も、第一実施形態の蓄熱装置２００同様、それぞれ異なる温度域に温度特性（融点）を持つ蓄熱材で構成される複数の蓄熱層と、各蓄熱層内に設けられた熱交換部と、蓄熱装置２０１に接続し、配管内の流体を熱交換部に導いたり、蓄熱装置２００をバイパスして配管内の流体を復水器１３１に導いたりする流路と、各流路への流体の流入を規制する開閉弁（バルブ）と、を備える。

[0117] そして、第一実施形態と同様に、蓄熱装置２０１では、蓄熱装置２０１に流入する流体の温度に応じて、流体が通過する経路を、制御装置１５０からの指令により開閉弁を開閉することにより変更し、適切な温度域に蓄熱する。

[0118] 本実施形態においても、第一実施形態と同様に、蓄熱層として、高温層２１０と、中温層２２０と、低温層２３０と、を備える場合を例にあげて説明する。

[0119] また、熱交換部として、第一実施形態と同様に、高温層２１０内に配置される高温熱交換部２１１と、中温層２２０内に配置される第一中温熱交換部２２１および第二中温熱交換部２２２と、低温層２３０内に配置される第一低温熱交換部２３１、第二低温熱交換部２３２および第三低温熱交換部２３３と、を備える。さらに、本実施形態では、高温層２１０に再熱高温熱交換部２１４と、中温層２２０に再熱中温熱交換部２２４と、低温層２３０に、再熱低温熱交換部２３４と、を備える。

[0120] また、熱貯蔵時に用いられる流路として、第一実施形態と同様に、主蒸気第一流路３７１と、主蒸気バイパス流路３７２と、主蒸気第三流路３７３と、ボイラ排气流路３５１と、ボイラ排気バイパス流路３５２と、飽和水流路

３１１と、飽和水バイパス流路３１２と、を備える。本実施形態の蓄熱装置２０１は、さらに、再熱蒸気第一流路３８１と、再熱蒸気バイパス流路３８２と、再熱蒸気第三流路３８３と、を備える。

[0121] 再熱蒸気第一流路３８１は、再熱蒸気バイパス管１６８に接続される。本実施形態では、再熱蒸気バイパス管１６８から分岐点３０７で分岐し、再熱高温熱交換部２１４、再熱中温熱交換部２２４および再熱低温熱交換部２３４を、この順に接続し、合流点３０８で再熱蒸気バイパス管１６８に接続する。これにより、再熱蒸気第一流路３８１は、再熱蒸気バイパス管１６８から蓄熱装置２０１に流入する流体を、再熱高温熱交換部２１４、再熱中温熱交換部２２４および再熱低温熱交換部２３４の順に通過させ、蓄熱装置２０１から排出し、再熱蒸気バイパス管１６８を経て、復水器１３１に戻る。この間、再熱蒸気第一流路３８１を通過する流体は、各蓄熱層で熱交換を行い、各蓄熱層に蓄熱する。供給される流体の温度が高温層２１０の融点より高い場合、当該流体が有する熱エネルギーは、高温層２１０、中温層２２０、低温層２３０の順に蓄熱される。

[0122] 再熱蒸気バイパス流路３８２は、再熱蒸気バイパス管１６８を流れてきた流体を、蓄熱装置２０１をバイパスして復水器１３１に戻る。再熱蒸気バイパス流路３８２は、分岐点３０７で分岐し、再熱高温熱交換部２１４、再熱中温熱交換部２２４および再熱低温熱交換部２３４をバイパスし、合流点３０８で再熱蒸気バイパス管１６８に合流する。

[0123] 再熱蒸気第三流路３８３は、再熱蒸気バイパス流路３８２から分岐し、再熱高温熱交換部２１４をバイパスし、再熱蒸気第一流路３８１に合流する。これにより、再熱蒸気第三流路３８３は、再熱蒸気バイパス管１６８から蓄熱装置２０１に流入する流体を、再熱中温熱交換部２２４および再熱低温熱交換部２３４の順に通過させ、蓄熱装置２０１から排出し、再熱蒸気バイパス管１６８を経て、復水器１３１に戻る。供給される流体の温度が中温層２２０の融点より高い場合、当該流体が有する熱エネルギーは、中温層２２０、低温層２３０の順に蓄熱される。

[0124] また、蓄熱装置 201 は、開閉弁として、第一実施形態同様、主蒸気第一開閉弁 376 と、主蒸気第二開閉弁 377 と、主蒸気第三開閉弁 378 と、排気第一開閉弁 356 と、排気第二開閉弁 357 と、飽和水第一開閉弁 316 と、飽和水第三開閉弁 317 と、を備える。さらに、再熱蒸気第一開閉弁 386 と、再熱蒸気第二開閉弁 387 と、再熱蒸気第三開閉弁 388 と、第一熱回収開閉弁 411 と、第二熱回収開閉弁 421 と、第三熱回収開閉弁 431 と、を備える。

[0125] 再熱蒸気第一開閉弁 386 は、再熱蒸気第一流路 381 の、分岐点 307 の下流に設けられ、再熱高温熱交換部 214 への流体の流入を制御する。

[0126] 再熱蒸気第三開閉弁 388 は、再熱蒸気第三流路 383 の、再熱蒸気バイパス流路 382 との分岐点の下流に設けられ、再熱蒸気第三流路 383 への流体の流入を制御する。

[0127] 再熱蒸気第二開閉弁 387 は、再熱蒸気バイパス流路 382 の、再熱蒸気第三流路 383 との分岐点の下流に設けられ、再熱蒸気バイパス流路 382 への流体の流入を制御する。

[0128] 本実施形態においても、各開閉弁は、それぞれ、第一実施形態同様、設置された流路を流れる流体の温度に応じて出される制御装置 150 からの指令に応じて開閉される。なお、各蓄熱層に用いる蓄熱材等は、第一実施形態と同様であるため、ここでは、説明を省略する。

[0129] また、熱回収時に用いられる各流路、第一熱回収管 410、第二熱回収管 420 および第三熱回収管 430 は、それぞれ、さらに、再熱高温熱交換部 214、再熱中温熱交換部 224、および、再熱低温熱交換部 234 も通過する。

[0130] [制御装置による開閉弁の制御]

以下、本実施形態の蓄熱装置 201 を備える発電プラント 101 における制御装置 150 による開閉弁の制御を説明する。各運転モードは、第一実施形態と同様である。

[0131] 本実施形態においても、発電プラント 101 の各配管に設けられた開閉弁

の開閉は、運転モードに応じて制御される。また、蓄熱装置 201 の各流路に設けられた開閉弁の開閉は、各流路の入口側の流体の温度に応じて制御される。また、運転モード毎の、各開閉弁の開閉状態は、予め、制御装置 150 の記憶装置に、開閉状態テーブルとして記憶しておく。各開閉弁は、初期状態において、特に断らない限り閉状態である。

[0132] 各開閉弁の、運転モード、イベント毎の開閉のタイムチャートを、図 14 および図 15 に示す。

[0133] 第一実施形態の発電プラント 100 が備える開閉弁の開閉タイミングは、第一実施形態と同じである。本実施形態の再熱蒸気バイパス開閉弁 178 と、再熱蒸気第一開閉弁 386 と、再熱蒸気第二開閉弁 387 と、再熱蒸気第三開閉弁 388 と、は、第一実施形態の 177、376、377、378 と同じである。また、高圧蒸気タービンバイパス開閉弁 179 は、蓄熱装置 201 に蓄熱する際、開状態とされる。すなわち、再熱蒸気バイパス開閉弁 178 と同様のタイミングで開閉される。

[0134] 本実施形態においても、制御卓 151 等からの指示に従って、制御装置 150 は、各開閉弁の開閉を制御する。本実施形態においても、第一実施形態同様、制御装置 150 は、各温度センサの検出結果に応じて開閉を制御してもよい。運転モード毎の、各開閉弁の開閉状態は、予め、制御装置 150 の記憶装置に、開閉状態テーブルとして記憶しておく。

[0135] 次に、蓄熱装置 201 に流体が導かれる、第一起動運転モード、第二起動運転モード、第一停止運転モードおよび揚水運転モードにおける蓄熱装置 201 の開閉弁の制御を説明する。ここでは、併せて、非常時運転モードにおける蓄熱装置 201 の開閉弁の制御も説明する。

[0136] なお、本実施形態においても、蓄熱時の蓄熱装置 201 の開閉弁の制御を説明するものであるため、熱回収開閉弁 411、421、431 は省略する。蓄熱時は、これらの熱回収開閉弁 411、421、431 は、基本的に閉状態に保たれる。

[0137] 第一起動運転モード時、制御装置 150 は、図 14 および図 16 (a) に

示すように、主蒸気第三開閉弁 378、再熱蒸気第三開閉弁 388、排気第一開閉弁 356 および飽和水第一開閉弁 316 を開とし、他の主蒸気第一開閉弁 376、主蒸気第二開閉弁 377、再熱蒸気第一開閉弁 386、再熱蒸気第二開閉弁 387、排気第二開閉弁 357 および、飽和水第三開閉弁 317 を閉とする。これにより、本図に太線で示すように、蓄熱装置 200 に流入する 500℃未満の流体は、中温層 220 および低温層 230 内の熱交換部に導かれる。

[0138] 再熱蒸気バイパス管 168 から流入した流体は、再熱蒸気バイパス流路 382 および再熱蒸気第三流路 383 を経て再熱中温熱交換部 224 に入る。再熱中温熱交換部 224 で熱交換後、温度の下がった流体は、再熱低温熱交換部 234 に流入する。再熱低温熱交換部 234 で熱交換後、さらに温度の下がった流体は、蓄熱装置 201 から再熱蒸気バイパス管 168 を経て、復水器 131 へ排出される。

[0139] 第二起動運転モード時、制御装置 150 は、図 14 および図 16 (b) に示すように、主蒸気第一開閉弁 376、再熱蒸気第一開閉弁 386 および飽和水第一開閉弁 316 を開とし、主蒸気第二開閉弁 377、主蒸気第三開閉弁 378、再熱蒸気第二開閉弁 387、再熱蒸気第三開閉弁 388、排気第一開閉弁 356、排気第二開閉弁 357、および飽和水第三開閉弁 317 を閉とする。これにより、本図に太線で示すように、蓄熱装置 201 に流入する 500℃以上の流体は、高温層 210、中温層 220 および低温層 230 内の熱交換部に導かれる。また、汽水分離器から流入する 100℃未満の水は、第一起動運転モード時同様、低温層 230 に導かれる。

[0140] 再熱蒸気バイパス管 168 から再熱蒸気第一流路 381 に流入した流体は、再熱高温熱交換部 214 に入る。再熱高温熱交換部 214 にて熱交換後、温度の下がった流体は、再熱中温熱交換部 224 に入る。再熱中温熱交換部 224 で熱交換後、温度の下がった流体は、再熱低温熱交換部 234 に流入する。再熱低温熱交換部 234 で熱交換後、さらに温度の下がった流体は、蓄熱装置 201 から再熱蒸気バイパス管 168 を経て、復水器 131 へ排出

される。

- [0141] 第一停止運転モード時の開閉弁の様子を図 17 (a) に示す。制御装置 150 は、図 14 および図 17 (a) に示すように、第二起動運転モード時と同様に、各開閉弁の開閉を制御する。
- [0142] 揚水運転モード時の開閉弁の様子を、図 17 (b) に示す。制御装置 150 は、図 15 および図 17 (b) に示すように、基本的に第二起動運転モード時と同様に、各開閉弁の開閉を制御する。ただし、飽和水第一開閉弁 316 は閉状態にする。
- [0143] 非常時運転モードの開閉弁の様子を図 18 に示す。非常時運転モードでは、制御装置 150 は、蒸気温度に関わらず、蓄熱装置 201 に流体を導くことなく、蓄熱装置 201 をバイパスさせて復水器 131 に導くよう制御する。
- [0144] すなわち、図 18 に示すように、主蒸気第二開閉弁 377、再熱蒸気第二開閉弁 387、排気第二開閉弁 357 および飽和水第三開閉弁 317 を開とし、他の開閉弁である主蒸気第一開閉弁 376、主蒸気第三開閉弁 378、再熱蒸気第一開閉弁 386、再熱蒸気第三開閉弁 388、排気第一開閉弁 356 および飽和水第一開閉弁 316 を閉とする。これにより、本図に太線で示すように、流体は、蓄熱装置 201 内の熱交換部に流入せず、復水器 131 に排出される。
- [0145] 各運転モードにおいて、主蒸気バイパス管 167、ボイラ抽気管 165、飽和水管 161 から蓄熱装置 201 へ流入した流体の流れは、第一実施形態と同様である。
- [0146] 以上説明したように、本実施形態の発電プラント 101 は、第一実施形態の発電プラント 100 に加え、高温再熱蒸気管 164 から余剰熱エネルギーを取得し、蓄熱装置 201 に蓄熱する。
- [0147] 従って、第一実施形態による効果に加え、本実施形態によれば、例えば、FCB (Fast Cut Back) 運転時も効率よく余剰蒸気を蓄熱できる。

[0148] 一般に、F C B 運転時は、通常の停止時よりも速い負荷変化が必要とされ、余剰蒸気の熱量が大きい。従来の発電プラント 100 では、F C B 機能を備えると、発生する余剰蒸気を全て復水器 131 に戻すことになる。このため、無駄が多いだけでなく、復水器 131 側にも大きな受け入れ容量が必要となる。復水器 131 の大きな受け入れ容量を実現するためには、大掛かりな工事が必要である。しかしながら、本実施形態によれば、復水器 131 へ戻す流体の熱量の大部分が蓄熱装置 201 に蓄熱されるため、復水器 131 の性能は、F C B 機能なしの場合に用いる復水器 131 と略同等でよい。このため、本実施形態によれば、さらに設備費用を抑えることができる。

[0149] <変形例 1>

[蓄熱装置の変形例]

上記各実施形態では、蓄熱装置 200、201 は、予め定めたイベントに応じて開閉弁の開閉を制御している。しかしながら、これに限定されない。例えば、逆に、蓄熱層の温度域に応じて温度閾値を設定し、制御装置 150 は、その温度閾値に従って開閉弁の開閉を制御してもよい。

[0150] 第一実施形態の発電プラント 100 および蓄熱装置 200 を例に、本変形例を説明する。

[0151] 本変形例の蓄熱装置 202 は、図 19 (a) に示すように、第一実施形態の蓄熱装置 200 の構成に、さらに、主蒸気第四流路 374 と、主蒸気第四開閉弁 379 と、ボイラ排気第四流路 354 と、排気第四開閉弁 359 と、を備える。なお、ここでは、熱回収開閉弁 411、421、431 は省略する。以下、蓄熱装置 200 の各変形例において、同様とする。

[0152] 主蒸気第四流路 374 は、主蒸気バイパス流路 372 から分岐し、高温熱交換部 211 および第一中温熱交換部 221 をバイパスし、主蒸気第一流路 371 に合流する。これにより、主蒸気第四流路 374 は、主蒸気バイパス管 167 から蓄熱装置 202 に流入する流体を、第一低温熱交換部 231 を通過させ、蓄熱装置 202 から排出し、主蒸気バイパス管 167 を経て、復水器 131 に戻す。

- [0153] 主蒸気第四開閉弁 379 は、主蒸気第四流路 374 の、主蒸気バイパス流路 372 との分岐点の下流に設けられ、主蒸気第四流路 374 への流体の流入を制御する。
- [0154] ボイラ排気第四流路 354 は、ボイラ排気バイパス流路 352 から分岐し、第二中温熱交換部 222 をバイパスし、ボイラ排気流路 351 に合流する。これにより、ボイラ排気第四流路 354 は、ボイラ抽気管 165 から蓄熱装置 202 に流入する流体を、第二低温熱交換部 232 を通過させ、蓄熱装置 202 から排出し、ボイラ抽気管 165 を経て、復水器 131 に戻す。
- [0155] 排気第四開閉弁 359 は、ボイラ排気第四流路 354 の、ボイラ排気バイパス流路 352 との分岐点の下流に設けられ、ボイラ排気第四流路 354 への流体の流入を制御する。
- [0156] 制御装置 150 は、主蒸気バイパス管 167 に備えられた温度センサ 187 およびボイラ抽気管 165 に備えられた温度センサ 185 の検出結果に応じて、各開閉弁の開閉を制御する。例えば、蒸気温度が単調増加時の開閉制御のタイミングを、図 19 (b) および図 19 (c) に示す。なお、蓄熱時の説明であるため、これらの図では、主蒸気第二開閉弁 377 および排気第二開閉弁 357 は省略する。
- [0157] 図 19 (b) に示すように、温度センサ 187 で検出された温度が 400℃未満の場合、主蒸気バイパス管 167 に接続された各流路において、主蒸気第四開閉弁 379 を開とし、他の開閉弁である主蒸気第一開閉弁 376 と、主蒸気第二開閉弁 377 と、主蒸気第三開閉弁 378 を閉とする。これにより、蒸気温度が 400℃未満の場合、当該流体は、第一低温熱交換部 231 に導かれ、第一低温熱交換部 231 で熱交換を行い、主蒸気第一流路 371 から主蒸気バイパス管 167 を経て復水器 131 に排出される。
- [0158] 温度センサ 187 で検出された温度が 400℃以上かつ 500℃未満の場合、主蒸気バイパス管 167 に接続された各流路において、主蒸気第三開閉弁 378 を開とし、他の開閉弁である主蒸気第一開閉弁 376 と、主蒸気第二開閉弁 377 と、主蒸気第四開閉弁 379 を閉とする。これにより、蒸気

温度が400℃以上かつ500℃未満の場合、当該流体は、第一中温熱交換部221に導かれ、第一中温熱交換部221で熱交換後、温度の下がった流体は、第一低温熱交換部231に流入する。第一低温熱交換部231で熱交換後、さらに温度の下がった流体は、蓄熱装置200から主蒸気バイパス管167を経て、復水器131へ排出される。

[0159] 温度センサ187で検出された温度が500℃以上の場合、主蒸気バイパス管167に接続された各流路において、主蒸気第一開閉弁376を開とし、他の開閉弁である主蒸気第二開閉弁377と、主蒸気第三開閉弁378と、主蒸気第四開閉弁379と、を閉とする。これにより、蒸気温度が500℃以上の場合、当該流体は、高温熱交換部211に導かれ、高温熱交換部211で熱交換後、温度の下がった流体は、第一中温熱交換部221に導かれ、第一中温熱交換部221で熱交換後、温度の下がった流体は、第一低温熱交換部231に流入する。第一低温熱交換部231で熱交換後、さらに温度の下がった流体は、蓄熱装置200から主蒸気バイパス管167を経て、復水器131へ排出される。

[0160] また、図19(c)に示すように、温度センサ185で検出された温度が400℃未満の場合、ボイラ抽気管165に接続された各流路において、排気第四開閉弁359を開とし、他の開閉弁である排気第一開閉弁356と、排気第二開閉弁357と、を閉とする。これにより、蒸気温度が400℃未満の場合、当該流体は、第二低温熱交換部232に導かれ、第二低温熱交換部232で熱交換を行い、ボイラ排気流路351からボイラ抽気管165を経て復水器131に排出される。

[0161] 温度センサ185で検出された温度が400℃以上かつ500℃未満の場合、ボイラ抽気管165に接続された各流路において、排気第一開閉弁356を開とし、他の開閉弁である排気第二開閉弁357および排気第四開閉弁359を閉とする。これにより、蒸気温度が400℃以上かつ500℃未満の場合、当該流体は、第二中温熱交換部222に導かれ、第二中温熱交換部222で熱交換後、温度の下がった流体は、第二低温熱交換部232に流入

する。第二低温熱交換部 232 で熱交換後、さらに温度の下がった流体は、蓄熱装置 200 からボイラ抽気管 165 を経て、復水器 131 へ排出される。

[0162] 例えば、発電プラント 100 の停止から、起動までの期間が空くと、図 20 に示すように、ボイラ 110 から出力される初期の蒸気温度は、500℃ から大幅に低下する。本変形例の蓄熱装置 202 は、このような場合にも効率よく最適な温度域の蓄熱層に蓄熱できる。

[0163] なお、ここでは、第一実施形態の発電プラント 100 および蓄熱装置 200 を例に説明したが、第二実施形態の発電プラント 101 および蓄熱装置 201 でも同様である。再熱蒸気バイパス管 168 に設置された温度センサ 188 の検出結果に応じて、各開閉弁の開閉を制御し、検出結果に対応する温度帯の蓄熱層の熱交換部に、流体を最初に導く。

[0164] <変形例 2>

[蓄熱装置の変形例]

なお、図 21 (a) に示すように、各蓄熱層内の熱交換部は、直列かつ並列に接続されるよう流路が設けられていてもよい。なお、図 21 (a) では、主蒸気バイパス流路 372、ボイラ排気バイパス流路 352 および飽和水バイパス流路 312 の各バイパス流路は省略する。

[0165] 本変形例では、主蒸気第三流路 373 は、蓄熱装置 203 に流入する流体を、第一並列中温熱交換部 221b および第一並列低温熱交換部 231b にこの順に通過させ、蓄熱装置 203 から排出する。

[0166] また、主蒸気第四流路 374 は、蓄熱装置 203 に流入する流体を、第二並列低温熱交換部 231c を通過させ、蓄熱装置 203 から排出する。

[0167] また、ボイラ排気第三流路 353 は、蓄熱装置 203 に流入する流体を、第三並列低温熱交換部 232b を通過させ、蓄熱装置 203 から排出する。

[0168] 制御装置 150 による、温度センサ 187、185 の検出値に応じた各開閉弁の開閉制御は、変形例 1 と同じである。

[0169] <変形例 3>

[蓄熱装置の変形例]

また、図 2 1 (b) に示すように、各蓄熱層内の熱交換部は、並列に接続されるよう流路が設けられていてもよい。なお、図 2 1 (b) では、主蒸気バイパス流路 3 7 2、ボイラ排気バイパス流路 3 5 2 および飽和水バイパス流路 3 1 2 の各バイパス流路は省略する。

[0170] 本変形例では、主蒸気第三流路 3 7 3 は、蓄熱装置 2 0 4 に流入する流体を、第一並列中温熱交換部 2 2 1 b を通過させ、蓄熱装置 2 0 3 から排出する。

[0171] また、主蒸気第四流路 3 7 4 は、蓄熱装置 2 0 3 に流入する流体を、第二並列低温熱交換部 2 3 1 c を通過させ、蓄熱装置 2 0 3 から排出する。

[0172] また、ボイラ排気第三流路 3 5 3 は、蓄熱装置 2 0 3 に流入する流体を、第三並列低温熱交換部 2 3 2 b を通過させ、蓄熱装置 2 0 3 から排出する。

[0173] 制御装置 1 5 0 による、温度センサ 1 8 7、1 8 5 の検出値に応じた各開閉弁の開閉制御は、変形例 1 と同じである。

[0174] <変形例 4>

[蓄熱装置の変形例]

また、蓄熱装置 2 0 5 の各熱交換部は、各流入経路につき、各蓄熱層に 1 つ設けられていてもよい。この場合の蓄熱装置 2 0 5 の例を、図 2 2 (a) に示す。

[0175] 本図に示すように、主蒸気バイパス管 1 6 7、ボイラ抽気管 1 6 5 および飽和水管 1 6 1 毎に、各蓄熱層に熱交換部が 1 つ設けられ、直列かつ並列に接続される。

[0176] 制御装置 1 5 0 による、温度センサ 1 8 7、1 8 5 の検出値に応じた各開閉弁の開閉制御は、変形例 1 と同じである。

[0177] <変形例 5>

[蓄熱装置の変形例]

さらに、蓄熱装置 2 0 5 の各熱交換部は、図 2 2 (b) に示すように、各蓄熱層に 1 つ設けられていてもよい。この場合の温度センサ 1 8 7、1 8 5

の検出値に応じた各開閉弁の開閉制御は、変形例 1 と同じである。ただし、この場合は、蓄熱装置 205 から排出される流体は、流入経路によらず、主蒸気バイパス管 167、ボイラ抽気管 165 および飽和水管 161 のいずれかを經由して復水器 131 にもどされる。

[0178] 変形例 4 および変形例 5 に示すように、蓄熱部を共有化することにより、より簡易な構成で、他の蓄熱装置 200 と同様の効果を得ることができる。

[0179] なお、上述の各実施形態および各変形例では、蓄熱装置 200 として、高温蓄熱層 210 と、中温蓄熱層 220 と、低温蓄熱層 230 の 3 つの蓄熱層を備える場合を例にあげて説明しているが、蓄熱層の数はこれに限定されない。2 層以上であれば、その数は問わない。また、各流路に関し、必ずしも、各蓄熱層に熱交換部（蓄熱部）を備えなくてもよい。

[0180] 例えば、蓄熱装置 200 が、高温層 210 と中温層 220 との 2 層構成の場合、高温層 210 内に設けられる熱交換部が第一蓄熱部に、中温層 220 内に設けられる熱交換部が第二蓄熱部に、それぞれ対応する。また、蓄熱装置 200 がさらに低温層 230 を有する 3 層構成の場合、低温層 230 内に設けられる熱交換部が第三蓄熱部に対応する。また、蓄熱装置 200 が中温層 220 と低温層 230 との 2 層構成の場合、中温層 220 内に設けられる熱交換部が第一蓄熱部に、低温層 230 内に設けられる熱交換部が第二蓄熱部に対応する。

[0181] <変形例 6>

また、上記各実施形態では、プラント停止時は、図 1（b）に示すように、蒸気タービン 120 の発電機負荷を、ボイラ 110 の出力の低下に合わせて減少させている。そして、ボイラ 110 が最低負荷に到達した時点を均衡終了時とし、以降に発生する余剰熱エネルギーを蓄熱している。しかしながら、プラント停止時の各構成の運転態様および蓄熱はこれに限定されない。

[0182] 例えば、蒸気タービン 120 の発電機負荷の減少率をボイラ 110 の出力低下以上に高めてもよい。この場合、図 23 に示すように、ボイラ 110 が最低負荷に到達する前に均衡状態が終了する。そして、この均衡終了時以降

に発生する余剰熱エネルギーを蓄熱してもよい。

[0183] これにより、ボイラ 110 の出力低下率とは独立して、蒸気タービン 120 の発電機負荷の減少率を制御できる。すなわち、ボイラ 110 の出力低下に合わせて蒸気タービン 120 の発電機負荷を減少させる場合に比べ、その発電機負荷の減少率を高めることができる。従って、発電プラント 100 の停止までの期間を短縮でき、効率よく運用できる。また、均衡終了以降に発生する余剰熱エネルギーは、効率よく利用可能な態様で、上記各実施形態および各変形例のいずれかの蓄熱装置に蓄熱できる。

[0184] <<第三実施形態>>

次に、本発明の第三実施形態を説明する。本実施形態は、複数の異なる温度域の蓄熱層を有する蓄熱装置からの熱エネルギーの回収の実施形態である。なお、蓄熱装置としては、上記各実施形態および各変形例いずれかの蓄熱装置（以下、蓄熱装置 200 で代表する。）を用いることができる。しかしながら、用いる蓄熱装置は、これに限定されない。以下、蓄熱装置 200 を用いる場合を例にあげて本実施形態を説明する。

[0185] 上述のように、蓄熱装置 200 では、熱エネルギーを、複数の温度域で蓄熱する。従って、蓄熱装置 200 からの熱回収時も、温度域毎に回収でき、利用先に提供できる。ここでは、一例として、ボイラ 110 内の各熱交換器（ボイラ熱交換部）およびボイラ 110 の前段の高圧ヒーター 136 に、その設計温度に応じて各蓄熱層から回収した熱エネルギーを供給する場合の例を示す。

[0186] ボイラ 110 の各熱交換器の設計温度の一例を図 24（a）に示す。ここでは、ボイラ 110 は、1 次過熱器 114 a および 2 次過熱器 114 b を備えるものとする。

[0187] 本図に示すように高圧ヒーター 136 および節炭器 111 それぞれの、出口側の設計温度は、290℃、340℃である。また、1 次過熱器 114 a の入口側および出口側の設計温度を、それぞれ、430℃および 470℃である。

- [0188] 本実施形態では、高圧ヒーター１３６に供給される流体の一部を、低温層２３０を通すことにより加温し、高圧ヒーター１３６の出口側もしくは節炭器１１１の出口側に供給する。また、節炭器１１１に供給される流体の一部を、中温層２２０を通すことにより加温し、節炭器１１１の出口側もしくは火炉水冷壁１１２の出口側に供給する。さらに、１次過熱器１１４ａに供給される流体の一部を、高温層２１０を通すことにより加温し、１次過熱器１１４ａの出口側もしくは２次過熱器１１４ｂの出口側に供給する。
- [0189] この場合、図２４（ｂ）に示すように、蓄熱装置２００の低温層２３０から熱エネルギーを回収する第三熱回収管４３０の入口側は、高圧ヒーター１３６の入口側の配管に接続される。また、第三熱回収管４３０の出口側は、２つに分岐し、高圧ヒーター１３６の出口側の配管および節炭器１１１の出口側にそれぞれ接続される。分岐後の第三熱回収管４３０には、それぞれ、熱回収開閉弁４３３、４３４が設けられる。これらの熱回収開閉弁４３３、４３４は、低温層２３０から熱回収後、運転状態（流体温度等）に応じて、制御装置１５０により開閉制御される。具体的には、第三熱回収管４３０には、その出口側の流体の温度を検出する温度センサが設けられる。制御装置１５０は、その温度センサの検出値により、低温層２３０から熱回収後の流体温度を得る。そして、得られた流体温度よりも高い設計温度を有するボイラ熱交換部に戻すよう、開閉を制御する。
- [0190] 蓄熱装置２００の中温層２２０から熱エネルギーを回収する第二熱回収管４２０の入口側は、節炭器１１１の入口側の配管に接続される。また、第二熱回収管４２０の出口側は、２つに分岐し、節炭器１１１の出口側の配管および火炉水冷壁１１２の出口側配管にそれぞれ接続される。分岐後の第二熱回収管４２０には、それぞれ、熱回収開閉弁４２３、４２４が設けられる。これらの熱回収開閉弁４２３、４２４は、中温層２２０から熱回収後、運転状態（流体温度等）に応じて、制御装置１５０により開閉制御される。具体的には、第二熱回収管４２０には、その出口側の流体の温度を検出する温度センサが設けられる。制御装置１５０は、その温度センサの検出値により、中

高温層 220 から熱回収後の流体温度を得る。そして、得られた制御装置 150 は、その流体温度よりも高い設計温度を有するボイラ熱交換部に戻すよう、開閉を制御する。

[0191] 蓄熱装置 200 の高温層 210 から熱エネルギーを回収する第一熱回収管 410 の入口側は、1 次過熱器 114 a の入口側の配管に接続される。第一熱回収管 410 の出口側は、2 つに分岐し、1 次過熱器 114 a の出口側の配管および 2 次過熱器 114 b の出口側配管にそれぞれ接続される。分岐後の第一熱回収管 410 には、それぞれ、熱回収開閉弁 413、414 が設けられる。これらの熱回収開閉弁 413、414 は、高温層 210 から熱回収後、運転状態（流体温度等）に応じて、制御装置 150 により開閉制御される。具体的には、第一熱回収管 410 には、その出口側の流体の温度を検出する温度センサが設けられる。制御装置 150 は、その温度センサの検出値により、高温層 210 から熱回収後の流体温度を得る。そして、得られた制御装置 150 は、その流体温度よりも高い設計温度を有するボイラ熱交換部に戻すよう、開閉を制御する。

[0192] 第三熱回収管 430 を通過する流体は、低温層 230 の第一低温熱交換部 231、第二低温熱交換部 232 および第三低温熱交換部 233 を通過し、これらの熱交換部で熱を回収する。これにより、低温層 230 の温度域の温度を有する流体が生成される。また、第二熱回収管 420 を通過する流体は、中温層 220 の第一中温熱交換部 221 および第二中温熱交換部 222 を通過し、これらの熱交換部で熱を回収する。これにより、中温層 220 の温度域の温度を有する流体が生成される。第一熱回収管 410 を通過する流体は、高温熱交換部 211 を通過し、熱を回収する。これにより、高温層 210 の温度域の温度を有する流体が生成される。

[0193] なお、前述したように、熱回収時、制御装置 150 は、第一熱回収開閉弁 411 と、第二熱回収開閉弁 421 と、第三熱回収開閉弁 431 とを開状態に制御する。発電プラント 100、101 は、各蓄熱層の温度を検出する温度センサを備える。制御装置 150 は、これらの温度センサが検出する各蓄

熱層の温度を監視し、それらが、予め定めた各蓄熱層の設定温度未満となった時点で熱回収完了と判別する。そして、熱回収完了と判別した際、制御装置 150 は、これらの熱回収開閉弁 411、421、431 を、それぞれ閉じるよう制御する。

[0194] また、熱回収時、制御装置 150 は、第一実施形態の発電プラント 100 においては、主蒸気開閉弁 172 と、再熱蒸気開閉弁 174 とを、開状態とする。また、ボイラ起動抽気調整弁 175 および主蒸気バイパス開閉弁 177 を、閉状態とする。また、第二実施形態の発電プラント 101 においては、さらに、再熱蒸気バイパス開閉弁 178 と高圧蒸気タービンバイパス開閉弁 179 とを閉状態とする。

[0195] 以上説明したように、本実施形態の蓄熱装置 200 によれば、熱回収時に各蓄熱層に融点に応じた複数の異なる温度の熱エネルギーをそれぞれ別個独立して回収することができる。そして、回収した異なる温度の熱エネルギーを、それぞれ、要求される温度に応じた利用先に提供できる。すなわち、本実施形態の蓄熱装置 200 によれば、用途に応じた熱の使い分けを実現できる。

[0196] また、本実施形態の蓄熱装置 200 を備える発電プラント 100 では、余剰熱エネルギーが温度帯毎に独立して蓄熱装置 200 に蓄熱される。従って、蓄熱装置 200 から熱回収する場合、利用先のボイラ熱交換部が要求する温度に応じた熱エネルギーが蓄熱される蓄熱層から熱を回収することにより、効率よく余剰熱エネルギーを利用できる。

[0197] 例えば、図 25 (a) に、「蓄熱エネルギーの放出」として示すように、起動時にこの余剰熱エネルギーを利用することにより、ボイラ 110 の各熱交換器に最適な熱エネルギーを提供することができ、素早く立ち上げることができる。

[0198] また、起動時だけでなく、例えば、通常稼働時に蓄熱装置 200 に蓄熱した余剰熱エネルギーを回収しつつ発電プラント 100 を稼働させてもよい。

[0199] 例えば、図 25 (b) に示すように、蒸気タービン 120 の出力を一定に保ちつつボイラ 110 の負荷を低下させる（ボイラ出熱抑制）。また、同図

に示すように、ボイラ 110 の負荷を一定に保ちつつ蒸気タービン 120 の負荷を上昇させる（蒸気タービン駆動促進）。蓄熱装置 200 に蓄熱した余剰熱エネルギーをこのように利用することにより、ボイラ 110 の燃焼に用いる燃料を節約することができる。

[0200] また、図 26 に示すように、揚水運転モードにおいて、発電プラント 100 の停止時に、上述のように、蒸気タービン 120 の発電機負荷の減少率を、ボイラ 110 の出力低下率以上とし、その間に発生する余剰熱エネルギーを蓄熱装置 200 に蓄熱する。また、蒸気タービン 120 停止期間中、ボイラ 110 による余剰熱エネルギーを蓄熱装置 200 に蓄熱する。そして、起動時に、蓄熱装置 200 に蓄熱したこれらの余剰熱エネルギーを回収してもよい。これにより、起動効率が高まる。

[0201] 揚水運転モードにおいて、このように蓄熱装置 200 を活用することにより、熱エネルギーを効率よく利用できるだけでなく、停止に要する期間、起動に要する期間を、それぞれ短縮することができる。これにより、通常運転モードから揚水運転モードへのスムーズな移行および揚水運転モードから通常運転モードへのスムーズな復帰を実現できる。

[0202] 例えば、本実施形態の蓄熱装置 200 を、DSS (Daily Start & Stop) での汽力発電プラントの起動停止に利用することにより、起動停止時間の短縮が可能となる。また、本実施形態の蓄熱装置 200 を用いることにより、当該汽力発電プラントと再生エネルギー発電プラントの併用時においても、再生エネルギーに由来する電力供給量の変動をトータルで平準化できる。これにより、全体的な電力供給量が系統の要求を超える状態の発生回数が低減する。

[0203] さらに、本実施形態によれば、通常の起動時のみならず、FCB後の系統復帰時や急速な発電プラント 100 の負荷上昇時に蓄熱装置 200 に蓄えられた蓄熱エネルギーを活用することができる。これにより、系統復帰時間や負荷上昇時間を短縮することができる。

[0204] なお、急速な負荷上昇時とは、例えば、通常運転時の起動／負荷変化／停

止時よりも速い負荷変化が必要とされる場合である。例えば、システムが不安定になった後の復帰時等、通常起動よりも高い負荷上昇をシステム側が要求する場合などである。例えば、ボイラ 110 であれば、5%/分以上、ガスタービンであれば、10~20%/分以上の上昇率である。

[0205] また、発電プラント 100 を構成する機器であって、蒸気タービン 120 以外の機器の熱量変化に対応する限界によって規定される負荷変化率を超える場合や、ボイラ 110 がシステムの要求に対応できない負荷変化が要求される場合等も含まれる。

[0206] なお、各蓄熱層の温度域によっては、各熱回収管（第一熱回収管 410、第二熱回収管 420 および第三熱回収管 430）の接続は、上述の配管に限定されない。例えば、給水ライン 130 およびボイラ 110 が備える各ボイラ熱交換部に関し、当該ボイラ熱交換部の入口側温度より高くかつ最も近い温度域の蓄熱層を通る熱回収管が入口側配管から分岐し、出口側温度より低くかつ最も近い温度域の蓄熱層を通過した熱回収管が出口側配管に接続されればよい。

[0207] 例えば、ボイラ 110 が、熱交換により第一温度域の温度を有する流体を生成する第一ボイラ熱交換部と、熱交換により第一温度域より低い温度域である第二温度域の温度を有する流体を生成する第二ボイラ熱交換部（または、給水ライン 130 の高圧ヒーター 136）と、を備え、また、蓄熱装置 200 が、第一温度域の熱エネルギーを蓄熱する第一蓄熱部（高温層 210 内の熱交換部）と、第二温度域の熱エネルギーを蓄熱する第二蓄熱部（中温層 220 内の熱交換部）と、を備える場合、第二熱回収管 420 は、第二ボイラ熱交換部で生成された流体の一部を第二蓄熱部へ導き、第二蓄熱部で熱エネルギーを回収後、第一ボイラ熱交換部または、ボイラ 110 内の第一ボイラ熱交換部以上の設計温度を有するボイラ熱交換部へ導く。また、第一熱回収管 410 は、第二熱回収管 420 が導いた流体が流入するボイラ熱交換部（例えば、第一ボイラ熱交換部または第一ボイラ熱交換部以上の設計温度を有するボイラ熱交換部）で生成された流体の一部を第一蓄熱部へ導き、第一蓄熱部

で熱エネルギーを回収後、そのボイラ熱交換部の出口側へ導く。

[0208] <変形例 7>

[熱回収時の変形例]

上記実施形態の発電プラント 100、101（以下、発電プラント 100 で代表する。）では、蓄熱装置 200～206（以下、蓄熱装置 200 で代表する。）に蓄熱された熱エネルギーを、蓄熱層ごとに、当該蓄熱層の温度域に対応するボイラ 110 の熱交換器に供給することで、ボイラ 110 の負荷上昇時のエネルギー供給を効率的に支援している。

[0209] しかしながら、蓄熱装置 200 からの熱回収手法は、これに限定されない。例えば、図 27 に示すように、低温層 230 より順に流体を層毎に通過させ、蓄熱装置 200 に蓄熱された熱エネルギー全体を回収後、発電プラント 100 の系統に戻すよう構成してもよい。

[0210] 熱エネルギー回収後の流体の戻し先は、例えば、主蒸気管 162 とする。また、蓄熱装置 200 への流体は、例えば、給水ライン 130 から供給する。この場合、例えば、給水ライン 130 と主蒸気管 162 とを接続する第四熱回収管 440 を設け、蓄熱装置 200 を、第四熱回収管 440 上に配置する。

[0211] このように配管することにより、蓄熱装置 200 に投入された水は、低温層 230、中温層 220、高温層 210 の順に加温される。これにより、蓄熱装置 200 内のみで高温、高圧の蒸気が生成され、それを、高圧蒸気タービン 121 に直接投入できる。

[0212] なお、本変形例では、高負荷運転時は、蓄熱装置 200 での熱エネルギー回収後の流体の戻し先は、低温再熱蒸気管 163 であってもよい。

[0213] <<第四実施形態>>

次に、本発明の第四実施形態を説明する。本実施形態では、上記第一～第三実施形態とは異なり、余剰電力を蓄熱装置に蓄熱する。余剰電力は、風力や太陽光など再生可能エネルギー（以下、再生エネルギーと呼ぶ。）による発電装置が電力網に組み込まれることにより発生する。

[0214] これらの再生エネルギー発電は、天候等の自然現象に依存し、その発電量が急激に変動する。火力発電の電力網に再生エネルギー発電を組み入れる場合、電力系統の安定維持のため、火力発電プラントの発電量を調整することにより、再生エネルギー発電による発電量の変動を吸収する。このため、再生エネルギー発電による給電量が増加すると、火力発電プラントへ発電量を抑制する給電指令が出される。しかしながら、火力発電プラントには、運用上の最低負荷（例えば、30%等）が定められている。火力発電プラントでは、この、最低負荷を下回る発電量を指示されても火力発電プラント側では、応じられず、発電量に余剰が生じる場合がある。本実施形態では、この余剰電力を蓄熱する。

[0215] 電気エネルギーを熱エネルギーとして蓄積し、必要に応じて放出するシステムがある。例えば、特開2016-142272号公報（引用文献2）には、「電気エネルギーを熱エネルギーとして蓄積するための電気エネルギー蓄積および放出システムは、第1作動流体を含むヒートポンプサイクルと、第2作動流体を含む水蒸気サイクルと、第1熱流体を含む第1蓄熱システムと、第2熱流体を含む第2蓄熱システムと、電気ヒーターと、電力調整装置とを含み、これらは互いに流体的に接続されている。第1蓄熱システムは、流体的に接続された第1の低温蓄熱タンクと高温蓄熱タンクとを含み、第2蓄熱システムは、流体的に接続された第2の低温蓄熱タンクと高温蓄熱タンクとを含む。電気ヒーターは、蓄熱タンク間で作動的に接続されている。電力調整装置は、電源の過剰電気エネルギーの一部を、電気ヒーターおよびヒートポンプサイクルへ供給するように調整する（要約抜粋）」技術が開示されている。

[0216] しかしながら、引用文献2に開示の技術は、電力網に組み込まれた再生エネルギー発電を想定していないため、電力網内での余剰電力の蓄熱や、蓄熱した熱エネルギーを発電プラントの起動時等のボイラ110の負荷上昇時に利用することについては言及がない。

[0217] 本発明の第四実施形態では、給電指令による発電量が、発電プラント100の最低負荷を下回った際に発生する余剰電力を、蓄熱装置に蓄熱する。そ

して、上記の他の実施形態同様、蓄熱した熱を、発電プラント運用時の適切なタイミングで最適な温度域から回収し、利用する。

[0218] 本実施形態の発電プラント100の流体系統は、基本的に第一実施形態と同様の構成を有する。ただし、本実施形態の蓄熱装置207は、図28に示すように、再生エネルギー発電装置600または発電機109による電力の、余剰電力を蓄熱する。したがって、発電機109または再生エネルギー発電装置600による発電で発生する余剰電力を蓄熱装置207に給電する給電線が設けられる。なお、本実施形態では、飽和水管161、ボイラ抽気管165、主蒸気バイパス管167、ボイラ起動抽気調整弁175、主蒸気バイパス開閉弁177を備えなくてもよい。

[0219] [蓄熱装置]

図29(a)に、本実施形態の蓄熱装置207の一例を示す。本実施形態の蓄熱装置207は、制御装置150からの指示に従って、発電プラント100および再生エネルギー発電装置600による余剰電力を余剰熱エネルギーとして蓄熱する。

[0220] 蓄熱装置207は、それぞれ異なる温度域に温度特性（融点）を持つ蓄熱材で構成される複数の蓄熱層と、各蓄熱層内に設けられた熱交換部と、を備える。

[0221] 以下、本実施形態では、第一実施形態と同様に、蓄熱装置207が、蓄熱層として、高温蓄熱層210（高温層210）と、中温蓄熱層220（中温層220）と、低温蓄熱層230（低温層230）と、の3つの蓄熱層を備える場合を例にあげて説明する。

[0222] なお、第一実施形態と同様に、高温層210は、500℃を中心とする温度域（第一温度域）に温度特性（融点）を有する蓄熱材で構成される蓄熱層である。中温層220は、400℃を中心とする温度域（第二温度域）に温度特性を有する蓄熱材で構成される蓄熱層である。また、低温層230は、300℃を中心とする温度域（第三温度域）に温度特性を有する蓄熱材で構成される蓄熱層である。

[0223] また、本実施形態の蓄熱装置 207 は、熱交換部として、図 29 (a) に示すように、抵抗に電流を流して発熱させて、対象物を加熱する電気ヒーター 510 を用いる。電気ヒーター 510 は、高温層 210 内に配置される高温層用電気ヒーター 511 と、中温層 220 内に配置される中温層用電気ヒーター 521 と、低温層 230 内に配置される低温層用電気ヒーター 531 と、を備える。なお、コイルに電流を流して誘導加熱により対象物を加熱する機器であってもよい。電気ヒーター 510 は、電力を用いて対象物を加熱することができれば、どのような機器であってもよい。

[0224] 高温層用電気ヒーター 511 と、中温層用電気ヒーター 521 と、低温層用電気ヒーター 531 は、それぞれ、給電線 512、522、532 により供給される余剰電力を用いて各蓄熱層（高温層 210、中温層 220、低温層 230）を加熱する。

[0225] 各蓄熱層に用いる蓄熱材は、基本的に第一実施形態と同様である。例えば、物質の相変態潜熱を利用した潜熱蓄熱材を用いることができる。蓄熱層の温度特性は、この潜熱蓄熱材の融解温度（融点）に基づいて決定される特性である。また、各蓄熱層に用いる蓄熱材は、蓄熱温度（融点）が 500℃を超える合金系素材を用いてもよい。さらに、この合金系素材を、セラミクスまたは金属で包含した構造であってもよい。例えば、国際公開第 2017/200021 号公報に開示の、潜熱蓄熱体マイクロカプセルを用いることができる。

[0226] また、蓄熱材は、塩（固体）が溶融状態（液体）になった、溶融塩であってもよい。溶融塩は、高温に加熱することで、非常に大きな容量の熱を蓄熱することができる。溶融塩としては、例えば、硝酸カリウムと硝酸ナトリウムとの混合物を用いることができる。ただし、これに限定されない。必要な蓄熱容量、温度等に応じて適宜選択できる。

[0227] なお、蓄熱装置 207 内は、第一実施形態同様、熱回収時に用いる流路として、さらに、同じ蓄熱層内の熱交換部を接続する流路（第一熱回収管 410 と、第二熱回収管 420 と、第三熱回収管 430）をその内部に備える。

[0228] 第一熱回収管 4 1 0、第二熱回収管 4 2 0 および第三熱回収管 4 3 0 には、それぞれ、各蓄熱層の入口側に、第一熱回収開閉弁 4 1 1 と、第二熱回収開閉弁 4 2 1 と、第三熱回収開閉弁 4 3 1 とが、設けられる。これらの熱回収開閉弁 4 1 1、4 2 1、4 3 1 の開閉は、制御装置 1 5 0 により制御される。制御装置 1 5 0 は、熱回収時、最適な温度域の蓄熱層から熱を回収できるように、これらの熱回収開閉弁 4 1 1、4 2 1、4 3 1 の開閉を制御する。

[0229] [制御装置による電気ヒーターの ON/OFF 制御]

一般に発電プラントは、管轄の電力系統を監視する給電指令所などから受け取る給電指令に応じて発電を行う。なお、給電指令所は、管轄の全発電所の総発電量と電気の使用量（需要量）とが等しくなるよう各発電プラントに給電指令を送信し、コントロールする。

[0230] 以下、再生エネルギー発電として太陽光発電が用いられ、電気の需要量を一定と仮定し、電気ヒーター 5 1 0 の ON/OFF 制御を、図 3 0 (a) ~ 図 3 0 (c) を用いて説明する。

[0231] 太陽光発電では、日の出、日没等のイベントにより、図 3 0 (b) に示すように、給電量が大きく変化する。ここでは、時刻 T A が日の出、時刻 T D が日没である。太陽光発電による給電量は、当初 0 であったものが、時刻 T A から増加に転じ、最大値に至る。そして、所定期間、最大値を維持した後、減少に転じ、時刻 T D において、最小 (0) となる。

[0232] このような太陽光発電による給電量の変化に応じて、電力網からの供給電力量が需要量に一致するよう、火力発電プラントに対し給電指令が出される。給電指令による発電量の時間的変化を図 3 0 (a) に点線で示す。発電プラント 1 0 0 には、太陽光発電による給電量が最大になるまで、発電量を低下させるよう給電指令が出される。その後、太陽光発電による発電量が減少に転じるとともに、発電量を増加させるよう給電指令が与えられる。

[0233] この給電指令に応じて変化する発電プラント 1 0 0 のタービン発電機負荷を図 3 0 (a) に示す。発電プラント 1 0 0 では、給電指令による発電量に応じたボイラの負荷が、最低負荷に到達すると、それ以上は、タービン発電

機の負荷を低下させることができない。よって、このタイミングで、余剰電力が発生する。

[0234] 制御装置 150 は、図 30 (c) に示すように、給電指令とそれに応じたボイラ発電機の負荷とをモニタし、給電指令がボイラ発電機の最低負荷を下回った時点で、電気ヒーター 510 に ON 指令を出力する。また、給電指令がボイラ発電機の最低負荷以上となった時点で、電気ヒーター 510 に OFF 指令を出力する。

[0235] すなわち、時刻 TA (例えば、日の出) において、再生エネルギー発電からの給電量の増加とともに、再生エネルギー受入のため火力の給電指令の抑制が始まる。そして、時刻 TB において、給電指令が、最低負荷を下回る。ところが、火力の発電プラント 100 は、プラント毎に最低負荷が予め定められる。このため、この最低負荷を下回る給電指令を受けても、それ以上、負荷を下げることはできない。すなわち、発電プラント 100 は、最低負荷で稼働を続けるため、電力網内で、最低負荷での稼働による給電量が給電指令による給電量を上回り、余剰電力が生じる。

[0236] この時点 (時刻 TB) で、余剰電力を蓄熱装置 207 に蓄熱するため、電気ヒーター 510 は、ON される。その後、再生エネルギーの給電量が減少に転じ、余剰電力が生じなくなる時点、言い換えると、火力の発電プラント 100 への給電指令が最低負荷に達した時点 (時刻 TC) で、電気ヒーター 510 は、OFF される。

[0237] なお、制御装置 150 は、給電指令を受信するごとに、受信した給電指令と発電プラント 100 の最低負荷とを比較し、給電指令による給電量が、最低負荷を下回った場合、電気ヒーター 510 に ON 指令を出力する。一方、給電指令による給電量が、最低負荷以上となった場合、電気ヒーター 510 に OFF 指令を出力する。

[0238] ON 指令を受け取ると、電気ヒーター 510 による蓄熱が開始され、OFF 指令を受け取ると、電気ヒーター 510 による蓄熱が停止する。

[0239] なお、本実施形態では、高温層用電気ヒーター 511 と、中温層用電気ヒ

ーター５２１と、低温層用電気ヒーター５３１は、それぞれ、高温層２１０、中温層２２０、低温層２３０を加熱する。このため、制御装置１５０は、各蓄熱層の温度もモニタし、当該蓄熱層の融点に達した時点で、当該ヒーター５１０をＯＦＦするよう制御してもよい。例えば、低温層２３０が、３００℃に達した場合、低温層用電気ヒーター５３１をＯＦＦし、中温層２２０が、４００℃に達した場合、中温層用電気ヒーター５２１をＯＦＦするよう制御を行う。

[0240] [熱回収]

熱回収時の接続を、図３１（ａ）に示す。各熱回収管の接続は、第一実施形態と同じであるため、ここでは、説明を省略する。また、熱回収開閉弁の開閉制御も同様である。

[0241] 以上説明したように、本実施形態の発電プラント１００は、供給された水を加熱して過熱蒸気を生成するボイラ１１０と、ボイラ１１０で過熱した過熱蒸気により回転駆動され、発電機１０９を駆動する蒸気タービン１２０と、内部を通過する余剰エネルギーを回収して蓄熱する蓄熱装置２０７と、起動時および停止時を含む運転中に発生した余剰エネルギーが蓄熱装置２０７に蓄熱されるよう制御する制御装置１５０と、を備える。

[0242] そして、余剰エネルギーは、余剰の電力エネルギーである余剰電力エネルギーを含み、蓄熱装置２０７は、内部に設けられた、それぞれ、異なる温度域に温度特性を持つ複数の蓄熱部（高温層２１０、中温層２２０、低温層２３０）に、余剰電力エネルギーにより加熱される電気ヒーター５１０を備え、制御装置１５０は、発電プラント１００の予め定めた負荷（例えば、最低負荷）を下回る給電指令を受信した場合、電気ヒーター５１０を作動させる。

[0243] このように、本実施形態では、余剰電力エネルギーを蓄熱する。余剰熱（蒸気）を余剰エネルギーとして蓄熱する場合は、蒸気以上の温度を蓄熱材へ蓄熱できないため、余剰熱を供給する蓄熱層が限定される場合がある。しかしながら、余剰電力を余剰エネルギーとして蓄熱する場合は、電気ヒーター５１０にその電力を供給することにより蓄熱するため、余剰電力エネルギーがある限り制

限なく温度上昇が可能なため、設置する／蓄熱する蓄熱層を任意に選択できる。したがって、本実施形態によれば、発電プラント１００で発生する余剰電力エネルギーを、効率よく使用可能な態様で蓄熱できる。

[0244] また、本実施形態の蓄熱装置２０７によれば、熱回収時に各蓄熱層に融点に応じた複数の異なる温度の熱エネルギーをそれぞれ別個独立して回収することができる。そして、回収した異なる温度の熱エネルギーを、それぞれ、要求される温度に応じた利用先に提供できる。すなわち、本実施形態の蓄熱装置２０７によれば、用途に応じた熱の使い分けを実現できる。

[0245] また、本実施形態の蓄熱装置２０７を備える発電プラント１００では、余剰熱エネルギーが温度帯毎に独立して蓄熱装置２０７に蓄熱される。従って、蓄熱装置２００から熱回収する場合、利用先のボイラ熱交換部が要求する温度に応じた熱エネルギーが蓄熱される蓄熱層から熱を回収することにより、効率よく余剰熱エネルギーを利用できる。

[0246] <変形例８>

なお、上記実施形態では、蓄熱装置２０７は、それぞれ異なる温度域に温度特性を有する蓄熱材で構成される複数の蓄熱層を備え、当該温度域までしか蓄熱しない。しかしながら、蓄熱装置２０７への蓄熱はこれに限定されない。

[0247] 例えば、図２９（ｂ）に示す蓄熱装置２０７ａのように、全て同じ温度まで蓄熱可能に構成し、当該温度まで蓄熱するよう構成してもよい。ここでは、一例として、全ての蓄熱層に、上記実施形態の高温層２１０に相当する温度まで蓄熱する場合を例示する。

[0248] 蓄熱装置２０７ａを用いる場合の、熱回収時の接続を、図３１（ｂ）に示す。本変形例では、各熱回収管（第一熱回収管４１０、第二熱回収管４２０および第三熱回収管４３０）の入り口側は、１次過熱器１１４ａの入口側の配管に接続される。１次過熱器１１４ａと各熱回収管との間には、熱回収開閉弁４１１が設けられる。また、出口側は、２つに分岐し、１次過熱器１１４ａの出口側の配管および２次過熱器１１４ｂの出口側配管にそれぞれ接続

される。分岐後の第一熱回収管 410 には、それぞれ、熱回収開閉弁 413、414 が設けられる。各熱回収開閉弁の制御は、第三実施形態と同様である。

[0249] 本変形例の場合、全ての蓄熱層に高温層 210 に相当する温度まで蓄熱するため、上記実施形態のように、各蓄熱層の温度をモニタし、各蓄熱層の電気ヒーターの OFF 制御を行う必要はない。

[0250] 本変形例によれば、簡易な構成で、効率よく余剰電力エネルギーを、熱エネルギーとして蓄熱できる。

[0251] なお、本変形例では、蓄熱装置 207 の蓄熱層の数は問わない。例えば、図 32 に示す蓄熱装置 207b のように、単層であってもよい。

[0252] <<第五実施形態>>

次に、本発明の第五実施形態を説明する。本実施形態では、余剰電力エネルギーと余剰熱エネルギーとを余剰エネルギーとして蓄熱装置に蓄熱する。

[0253] 余剰熱エネルギーは、第一実施形態同様、発電プラント 100 の起動時や停止時に発生する、ボイラ 110 が発生した蒸気であって、蒸気タービン 120 で使用されない熱エネルギーである。また、余剰電力エネルギーは、第四実施形態同様、給電指令値が、発電プラント 100 の最低負荷を下回った際に発生する電力である。

[0254] 本実施形態の発電プラント 100 の流体系統図を、図 33 に示す。本実施形態の流体系統は、基本的に第一実施形態と同様の構成を有する。そして、本実施形態では、余剰電力エネルギーも蓄熱装置 208 に蓄熱するため、さらに、発電機 109 または再生エネルギー発電装置 600 による発電で発生する余剰電力エネルギーを蓄熱装置 208 に給電する給電線が設けられる。

[0255] [蓄熱装置]

図 34 に、本実施形態の蓄熱装置 208 の一例を示す。本実施形態の蓄熱装置 208 の一例を示す。本実施形態の蓄熱装置 208 は、第一実施形態同様、制御装置 150 からの指示に従って、発電プラント 100 および再生エネルギー発電装置 600 による余剰電力エネルギーを余剰熱エネルギーとして蓄熱

する。

[0256] 本実施形態の蓄熱装置 208 は、図 4 に示す、第一実施形態の蓄熱装置 200 と同じ構成を有する。さらに、本実施形態の蓄熱装置 208 は、熱交換部として第四実施形態で説明した電気ヒーター 510 を備える。電気ヒーター 510 は、第四実施形態同様、高温層 210 内に配置される高温層用電気ヒーター 511 と、中温層 220 内に配置される中温層用電気ヒーター 521 と、低温層 230 内に配置される低温層用電気ヒーター 531 と、を有する。また、高温層用電気ヒーター 511 と、中温層用電気ヒーター 521 と、低温層用電気ヒーター 531 にそれぞれ余剰電力を供給する給電線 512、522、532 を備える。

[0257] 各蓄熱層に用いる蓄熱材は、第四実施形態と同じである。

[0258] また、本実施形態の制御装置 150 による開閉弁の制御および電気ヒーター 510 の ON/OFF 制御は、それぞれ、独立して行われ、第一実施形態および第四実施形態と同じである。本実施形態においても、制御装置 150 は、各蓄熱層の温度もモニタし、当該蓄熱層の融点に達した時点で、当該ヒーター 510 を OFF するよう制御してもよい。

[0259] [熱回収]

本実施形態の熱回収時の接続を、図 35 に示す。熱回収は、蓄熱層の温度特性に依存する。よって、各熱回収管の接続は、第一実施形態と同じであるため、ここでは、説明を省略する。また、熱回収開閉弁の開閉制御も同様である。

[0260] 以上説明したように、本実施形態の発電プラント 100 は、供給された水を加熱して過熱蒸気を生成するボイラ 110 と、ボイラ 110 で過熱した過熱蒸気により回転駆動され、発電機 109 を駆動する蒸気タービン 120 と、内部を通過する余剰エネルギーを回収して蓄熱する蓄熱装置 208 と、起動時および停止時を含む運転中に発生した余剰エネルギーが蓄熱装置 208 に蓄熱されるよう制御する制御装置 150 と、を備える。

[0261] そして、余剰エネルギーは、ボイラ 110 で生成した過熱蒸気のうち、余剰

分の熱エネルギーである余剰熱エネルギーを含み、蓄熱装置 208 は、内部に設けられた流路を通過する流体から熱を回収して蓄熱する、それぞれ、異なる温度域に温度特性を持つ複数の蓄熱部（高温層 210、中温層 220、低温層 230）と、制御装置 150 からの指示に従って動作し、流路への流体の流入を制御する開閉弁と、を備え、制御装置 150 は、起動時および停止時の少なくとも一方において発生する余剰熱エネルギーが、流体の状態で、余剰熱エネルギーの温度が属する温度域に温度特性を有する蓄熱部を最初に通過する流路に流入するよう、開閉弁の開閉を制御する。また、余剰エネルギーは、余剰の電力エネルギーである余剰電力エネルギーをさらに含み、各蓄熱部は、それぞれ、余剰電力エネルギーにより加熱される電気ヒーター 510 を備え、制御装置 150 は、発電プラント 100 の予め定めた負荷（例えば、最低負荷）を下回る給電指令を受信した場合、電気ヒーター 510 を作動させる。

[0262] したがって、本実施形態によれば、発電プラント 100 で発生する余剰熱エネルギーおよび余剰電力エネルギーを、効率よく使用可能な状態で蓄熱できる。すなわち、第一実施形態と第四実施形態と同様の効果が得られる。

[0263] なお、ここでは、余剰熱エネルギーを蓄熱する構成として、第一実施形態の蓄熱装置 200 を例に挙げて説明したが、これに限定されない。例えば、第二実施形態の蓄熱装置 201 や、他の変形例の蓄熱装置 200、201、202、203、204、205 であってもよい。

[0264] <変形例 9>

また、第四実施形態同様、図 36 に示す蓄熱装置 208a のように、全て同じ温度まで蓄熱可能に構成し、当該温度まで蓄熱するよう構成してもよい。ここでは、一例として、全ての蓄熱層に、上記実施形態の高温層 210 に相当する温度まで蓄熱する場合を例示する。

[0265] 一方、全ての蓄熱層に高温層 210 に相当する温度まで蓄熱するため、本変形例においては、制御装置 150 は、各蓄熱層の温度をモニタし、電気ヒーター 510 の OFF 制御を行う必要はない。

[0266] [熱回収]

蓄熱装置 208a を用いる場合の、熱回収時の接続を、図 37 (a) に示す。上述のように、熱回収時の配管、熱回収開閉弁の制御は、蓄熱層の温度特性に依存する。よって、この場合は、第四実施形態の図 31 (b) と同様である。

[0267] 本変形例によれば、簡易な構成で、効率よく余剰電力エネルギーおよび余剰熱エネルギーを、熱エネルギーとして蓄熱できる。

[0268] なお、余剰熱エネルギーを蓄熱する場合は、その蒸気の温度にあった蓄熱材を各層に配置し、相変化域（潜熱領域、一定温度）で蓄熱／放熱する。余剰電力エネルギーを電気ヒーター 510 で蓄熱する場合は、電気ヒーター 510 の上限温度まで蓄熱材を加熱可能であるため、相変化域より高い温度まで蓄熱可能である。この場合は、顕熱領域での蓄熱が行われる。

[0269] <変形例 10>

なお、上記変形例では、全ての蓄熱層に高温層 210 に相当する温度まで蓄熱する場合を例示したが、各蓄熱層への蓄熱温度は、これに限定されない。蓄熱温度の組み合わせは任意である。さらに、蓄熱層の数も問わない。

[0270] 例えば、上 2 層に高温層 210 に相当する温度まで蓄熱し、最下層に中温層 220 に相当する温度まで蓄熱してもよい。また、最上層に高温層に相当する温度まで蓄熱し、下 2 層に中温層 220 に相当する温度まで蓄熱してもよい。この場合、放熱（熱回収）においては、第一熱回収管 410 を中温層 220 および低温層 230 にも接続し、また、第二熱回収管 420 を低温層 230 にも接続し、それぞれのラインにバルブを設けておく。これらのバルブを開閉することにより、蓄熱時の状況に応じた放熱が可能になる。

[0271] また、余剰熱エネルギーを蓄熱する蓄熱装置 200 と余剰電力エネルギーとを蓄熱する蓄熱装置 207 とは、図 38 に示すように、それぞれ、別個に設けられてもよい。この場合、余剰電力エネルギーを蓄熱する蓄熱装置 207 は、配置位置を自由に設定できる。特に、余剰電力エネルギーを蓄熱する蓄熱装置 207 は、蓄熱層毎に、任意の位置に配置してもよい。さらに、余剰電力エネルギーと余剰熱エネルギーとを蓄熱する蓄熱装置 208 も、これらの蓄熱装置

200、207の少なくとも一方と、適宜、組み合わせて配置可能である。なお、蓄熱装置200には、上記同様、第二実施形態の蓄熱装置201や、他の変形例の蓄熱装置200、201、202、203、204、205であってもよい。また、蓄熱装置207は、蓄熱装置207a、207bであってもよい。さらに、蓄熱装置208は、蓄熱装置208aであってもよい。また、各蓄熱装置の蓄熱層の数も問わない。

[0272] なお、本発明は、上記実施形態および変形例に限定されず、本発明に係る技術的思想を逸脱しない範囲であれば、設計等に応じて種々の変更が可能である。例えば、蓄熱装置200～208a内の熱貯蔵時に用いられる流路および給電線、ならびに、熱回収時に用いられる流路は、必ずしも全て備えなくてもよい。

符号の説明

[0273] 100：発電プラント、101：発電プラント、109：発電機、
110：ボイラ、111：節炭器、112：火炉水冷壁、113：汽水分離器、114：過熱器、114a：1次過熱器、114b：2次過熱器、115：再熱器、
120：蒸気タービン、121：高圧蒸気タービン、122：中圧蒸気タービン、123：低圧蒸気タービン、
130：給水ライン、131：復水器、132：復水ポンプ、133：低圧ヒーター、134：脱気器、135：給水ポンプ、136：高圧ヒーター、
150：制御装置、151：制御卓、
161：飽和水管、162：主蒸気管、163：低温再熱蒸気管、164：高温再熱蒸気管、165：ボイラ抽気管、166：タービン排気管、167：主蒸気バイパス管、168：再熱蒸気バイパス管、169：高圧蒸気タービンバイパス管、
172：主蒸気開閉弁、174：再熱蒸気開閉弁、175：ボイラ起動抽気調整弁、177：主蒸気バイパス開閉弁、178：再熱蒸気バイパス開閉

弁、１７９：高圧蒸気タービンバイパス開閉弁、

１８１：温度センサ、１８５：温度センサ、１８７：温度センサ、１８８：温度センサ、

２００：蓄熱装置、２０１：蓄熱装置、２０２：蓄熱装置、２０３：蓄熱装置、２０４：蓄熱装置、２０５：蓄熱装置、２０６：蓄熱装置、

２０７：蓄熱装置、２０７ａ：蓄熱装置、２０７ｂ：蓄熱装置、２０８：蓄熱装置、２０８ａ：蓄熱装置、

２１０：高温蓄熱層（高温層）、２１１：高温熱交換部、２１４：再熱高温熱交換部、

２２０：中温蓄熱層（中温層）、２２１：第一中温熱交換部、２２１ｂ：第一並列中温熱交換部、２２２：第二中温熱交換部、２２４：再熱中温熱交換部、

２３０：低温蓄熱層（低温層）、２３１：第一低温熱交換部、２３１ｂ：第一並列低温熱交換部、２３１ｃ：第二並列低温熱交換部、２３２：第二低温熱交換部、２３２ｂ：第三並列低温熱交換部、２３３：第三低温熱交換部、２３４：再熱低温熱交換部、

３０１：分岐点、３０２：合流点、３０３：分岐点、３０４：合流点、３０５：分岐点、３０６：合流点、３０７：分岐点、３０８：合流点、

３１１：飽和水流路、３１２：飽和水バイパス流路、３１６：飽和水第一開閉弁、３１７：飽和水第三開閉弁、

３５１：ボイラ排気流路、３５２：ボイラ排気バイパス流路、３５３：ボイラ排気第三流路、３５４：ボイラ排気第四流路、３５６：排気第一開閉弁、３５７：排気第二開閉弁、３５９：排気第四開閉弁、

３７１：主蒸気第一流路、３７２：主蒸気バイパス流路、３７３：主蒸気第三流路、３７４：主蒸気第四流路、３７６：主蒸気第一開閉弁、３７７：主蒸気第二開閉弁、３７８：主蒸気第三開閉弁、３７９：主蒸気第四開閉弁、

３８１：再熱蒸気第一流路、３８２：再熱蒸気バイパス流路、３８３：再

熱蒸気第三流路、386：再熱蒸気第一開閉弁、387：再熱蒸気第二開閉弁、388：再熱蒸気第三開閉弁、

410：第一熱回収管、411：第一熱回収開閉弁、413：熱回収開閉弁、414：熱回収開閉弁、420：第二熱回収管、421：第二熱回収開閉弁、423：熱回収開閉弁、424：熱回収開閉弁、430：第三熱回収管、431：第三熱回収開閉弁、433：熱回収開閉弁、434：熱回収開閉弁、440：第四熱回収管

510：電気ヒーター、511：高温層用電気ヒーター、512：給電線、521：中温層用電気ヒーター、522：給電線、531：低温層用電気ヒーター、532：給電線、600：再生エネルギー発電装置

請求の範囲

- [請求項1] 供給された水を加熱して過熱蒸気を生成するボイラと、
前記ボイラで過熱した過熱蒸気により回転駆動され、発電機を駆動する蒸気タービンと、
内部を通過する余剰エネルギーを回収して蓄熱する蓄熱装置と、
起動時および停止時を含む運転中に発生した前記余剰エネルギーが前記蓄熱装置に蓄熱されるよう制御する制御装置と、
を備えることを特徴とする発電プラント。
- [請求項2] 請求項1記載の発電プラントであって、
前記余剰エネルギーは、前記ボイラで生成した過熱蒸気のうち、余剰分の熱エネルギーである余剰熱エネルギーであり、
前記蓄熱装置は、
内部に設けられた流路を通過する流体から熱を回収して蓄熱する、それぞれ、異なる温度域に温度特性を持つ複数の蓄熱部と、
前記制御装置からの指示に従って動作し、前記流路への前記流体の流入を制御する開閉弁と、を備え、
前記制御装置は、前記起動時および前記停止時の少なくとも一方において発生する前記余剰熱エネルギーが、流体の態様で、前記余剰熱エネルギーの温度が属する温度域に温度特性を有する前記蓄熱部を最初に通過する前記流路に流入するよう、前記開閉弁の開閉を制御することを特徴とする発電プラント。
- [請求項3] 請求項2記載の発電プラントであって、
前記蒸気タービンからの排気蒸気を水にもどして前記ボイラに供給する給水ラインと、
前記ボイラから前記蒸気タービンへ前記過熱蒸気を供給する主蒸気管から分岐し、前記過熱蒸気を前記給水ラインに排出する主蒸気バイパス管と、をさらに備え、
前記蓄熱部は、

第一温度域に温度特性を持つ第一蓄熱部と、

前記第一温度域より低い温度域である第二温度域に温度特性を持つ第二蓄熱部と、を備え、

前記流路は、

前記主蒸気バイパス管に接続され、当該蓄熱装置に流入する前記流体を、前記第一蓄熱部および前記第二蓄熱部の順に通過させて当該蓄熱装置から当該主蒸気バイパス管に排出する主蒸気第一流路を備え、

前記制御装置は、通気開始から前記ボイラの負荷が前記蒸気タービンの発電機負荷に一致するまでの間、および、前記蒸気タービンの発電機負荷が前記ボイラの最低負荷より所定量小さい状態で運転される間の少なくとも一方において、前記主蒸気第一流路に前記流体が流入するよう前記開閉弁の開閉を制御すること

を特徴とする発電プラント。

[請求項4]

請求項3記載の発電プラントであって、

前記ボイラが備える過熱器内の配管から分岐し、当該ボイラ内の過熱蒸気を前記給水ラインに排出するボイラ抽気管をさらに備え、

前記流路は、

前記主蒸気バイパス管に接続され、当該蓄熱装置に流入する前記流体を、前記第一蓄熱部をバイパスして前記第二蓄熱部を通過させて当該蓄熱装置から前記主蒸気バイパス管に排出する主蒸気第三流路と、

前記ボイラ抽気管に接続され、当該蓄熱装置に流入する前記流体を、前記第二蓄熱部を通過させて前記ボイラ抽気管に排出するボイラ排気流路と、をさらに備え、

前記制御装置は、前記ボイラへの点火から通気開始までの間、前記主蒸気第三流路および前記ボイラ排気流路に前記流体が流入し、前記主蒸気第一流路には前記流体が流入しないよう前記開閉弁の開閉を制御すること

を特徴とする発電プラント。

- [請求項5] 請求項3または4記載の発電プラントであって、
前記制御装置は、当該発電プラントの停止時に、前記蒸気タービンの発電機負荷が前記ボイラの負荷未満の場合、前記主蒸気第一流路に前記流体が流入するよう前記開閉弁の開閉を制御すること
を特徴とする発電プラント。
- [請求項6] 請求項3記載の発電プラントであって、
前記蒸気タービンは、高圧蒸気タービンと、中低圧蒸気タービンとを備え、
前記ボイラは、前記高圧蒸気タービンを回転駆動後の蒸気を再過熱する再熱器を備え、
前記主蒸気管は、前記過熱蒸気を前記高圧蒸気タービンに供給し、
前記発電プラントは、
前記回転駆動後の蒸気を前記再熱器に供給する低温再熱蒸気管と、
前記再熱器で再過熱後の蒸気を前記中低圧蒸気タービンに供給する高温再熱蒸気管と、
前記主蒸気管から分岐し、前記過熱蒸気を、前記高圧蒸気タービンをバイパスして、前記低温再熱蒸気管に供給する高圧蒸気タービンバイパス管と、
前記高温再熱蒸気管から分岐し、当該高温再熱蒸気管内の蒸気を前記給水ラインに排出する再熱蒸気バイパス管と、をさらに備え、
前記流路は、
前記再熱蒸気バイパス管に接続され、当該蓄熱装置に流入する前記流体を、前記第一蓄熱部および前記第二蓄熱部の順に通過させて当該蓄熱装置から当該再熱蒸気バイパス管に排出する再熱蒸気第一流路と、
前記再熱蒸気バイパス管に接続され、当該蓄熱装置に流入する前記流体を、前記第一蓄熱部をバイパスして前記第二蓄熱部を通過させて当該蓄熱装置から前記再熱蒸気バイパス管に排出する再熱蒸気第三流

路と、をさらに備え、

前記制御装置は、通気開始から前記ボイラの負荷が前記蒸気タービンの発電機負荷に一致するまでの間、および、前記蒸気タービンの発電機負荷が前記ボイラの最低負荷より所定量小さい状態で運転される間の少なくとも一方において、前記再熱蒸気第一流路に前記流体が流入するよう前記開閉弁の開閉を制御すること

を特徴とする発電プラント。

[請求項7] 請求項6記載の発電プラントであって、

前記制御装置は、前記ボイラへの点火から通気開始までの間、前記再熱蒸気第三流路に前記流体が流入し、前記再熱蒸気第一流路には前記流体が流入しないよう前記開閉弁の開閉を制御すること

を特徴とする発電プラント。

[請求項8] 請求項6または7記載の発電プラントであって、

前記制御装置は、当該発電プラントの停止時に、前記蒸気タービンの発電機負荷が前記ボイラの負荷未満の場合、前記主蒸気第一流路および前記再熱蒸気第一流路に前記流体が流入するよう前記開閉弁の開閉を制御すること

を特徴とする発電プラント。

[請求項9] 請求項3記載の発電プラントであって、

前記蓄熱部は、前記第二温度域より低い温度域である第三温度域に温度特性を持つ第三蓄熱部をさらに備え、

前記制御装置は、前記第二蓄熱部を通過させた流体を、前記第三蓄熱部を通過させて前記蓄熱装置から排出するよう前記開閉弁の開閉を制御すること

を特徴とする発電プラント。

[請求項10] 請求項9記載の発電プラントであって、

前記ボイラが備える汽水分離器で生成された飽和水を、前記給水ラインに排出する飽水管をさらに備え、

前記流路は、

前記飽和水管に接続され、当該蓄熱装置に流入する前記飽和水を、
前記第三蓄熱部を通過させて前記飽和水管に排出する飽和水流路をさらに備えること

を特徴とする発電プラント。

[請求項11]

請求項3記載の発電プラントであって、

前記主蒸気管内の前記過熱蒸気の温度を検出する温度センサをさらに備え、

前記制御装置は、前記温度センサの出力により、前記開閉弁の開閉を制御するイベントを特定すること

を特徴とする発電プラント。

[請求項12]

請求項11記載の発電プラントであって、

前記第一温度域および前記第二温度域は、それぞれ、特定される前記イベント時の温度に対応づけて決定されること

を特徴とする発電プラント。

[請求項13]

請求項11記載の発電プラントであって、

前記第一蓄熱部および前記第二蓄熱部それぞれの容量は、前記イベント間に発生する前記熱エネルギーに応じて決定されること

を特徴とする発電プラント。

[請求項14]

供給された水を加熱して過熱蒸気を生成するボイラと、

前記ボイラで過熱した過熱蒸気により回転駆動され、発電機を駆動する蒸気タービンと、

熱エネルギーを蓄熱する蓄熱装置と、を備え、

前記ボイラは、

熱交換により第一温度域の温度を有する流体を生成する第一ボイラ熱交換部と、

熱交換により前記第一温度域より低い温度域である第二温度域の温度を有する流体を生成する第二ボイラ熱交換部と、を備え、

前記蓄熱装置は、

前記第一温度域の熱エネルギーを蓄熱する第一蓄熱部と、

前記第二温度域の熱エネルギーを蓄熱する第二蓄熱部と、

前記第二ボイラ熱交換部で生成された前記流体の一部を前記第二蓄熱部へ導き、前記第二蓄熱部で前記熱エネルギーを回収後、前記第一ボイラ熱交換部へ導く第二熱回収管と、

前記第一ボイラ熱交換部で生成された前記流体の一部を前記第一蓄熱部へ導き、前記第一蓄熱部で前記熱エネルギーを回収後、前記第一ボイラ熱交換部の出口側へ導く第一熱回収管と、を備えること

を特徴とする発電プラント。

[請求項15]

請求項14記載の発電プラントであって、

制御装置をさらに備え、

前記蓄熱装置は、

前記制御装置からの指示に従って動作し、前記第一熱回収管および前記第二熱回収管それぞれへの前記流体の流入を制御する熱回収開閉弁をさらに備え、

前記制御装置は、

当該発電プラントの起動時、前記ボイラの出熱抑制時、および、前記蒸気タービンの駆動促進時の少なくとも1のイベント時に、前記第一熱回収管および前記第二熱回収管に前記流体が流入するよう前記熱回収開閉弁の開閉を制御すること

を特徴とする発電プラント。

[請求項16]

請求項1または2記載の発電プラントであって、

前記余剰エネルギーは、余剰の電力エネルギーである余剰電力エネルギーを含み、

前記蓄熱装置は、内部に設けられた蓄熱部に、前記余剰電力エネルギーにより加熱されるヒーターを備え、

前記制御装置は、前記発電プラントの予め定めた負荷を下回る給電

指令を受信した場合、前記ヒーターを作動させること
を特徴とする発電プラント。

[請求項17] 請求項16記載の発電プラントであって、
前記蓄熱装置は、前記蓄熱部を複数備え、
各蓄熱部は、それぞれ、異なる温度域に温度特性を有すること
を特徴とする発電プラント。

[請求項18] 供給された水を加熱して過熱蒸気を生成するボイラと、
前記ボイラで過熱した過熱蒸気により回転駆動され、発電機を駆動
する蒸気タービンと、
余剰エネルギーを蓄熱する蓄熱装置と、を備え、
前記ボイラは、熱交換により第一温度域の温度を有する流体を生成
する第一ボイラ熱交換部を備え、
前記蓄熱装置は、前記第一温度域の熱エネルギーを蓄熱する第一蓄熱
部と、
前記第一ボイラ熱交換部で生成された前記流体の一部を前記第一蓄
熱部へ導き、前記第一蓄熱部で前記熱エネルギーを回収後、前記第一ボ
イラ熱交換部の出口側へ導く第一熱回収管と、を備えること
を特徴とする発電プラント。

[請求項19] 請求項18記載の発電プラントであって、
前記ボイラは、熱交換により前記第一温度域より低い温度域である
第二温度域の温度を有する流体を生成する第二ボイラ熱交換部をさら
に備え、
前記蓄熱装置は、
前記第二温度域の熱エネルギーを蓄熱する第二蓄熱部と、
前記第二ボイラ熱交換部で生成された前記流体の一部を前記第二蓄
熱部へ導き、前記第二蓄熱部で前記熱エネルギーを回収後、前記第一ボ
イラ熱交換部へ導く第二熱回収管と、をさらに備えること
を特徴とする発電プラント。

[請求項20] 供給された水を加熱して過熱蒸気を生成するボイラと、
前記ボイラで過熱した過熱蒸気により回転駆動され、発電機を駆動する蒸気タービンと、
内部を通過する余剰エネルギーを回収して蓄熱する蓄熱装置と、を備える発電プラントにおける余剰エネルギー蓄熱方法であって、
起動時および停止時を含む運転中に前記余剰エネルギーが発生すると、当該余剰エネルギーを前記蓄熱装置に蓄熱するように制御することを特徴とする発電プラントにおける余剰エネルギー蓄熱方法。

[請求項21] 請求項20記載の発電プラントにおける余剰エネルギー蓄熱方法であって、
前記余剰エネルギーは、前記ボイラで生成した過熱蒸気のうち、余剰分の熱エネルギーである余剰熱エネルギーであり、
前記蓄熱装置は、
内部に設けられた流路を通過する流体から熱を回収して蓄熱する、それぞれ、異なる温度域に温度特性を持つ複数の蓄熱部と、
制御装置からの指示に従って動作し、前記流路への前記流体の流入を制御する開閉弁と、を備え、
前記発電プラントの前記起動時および前記停止時の少なくとも一方において発生する前記余剰熱エネルギーが、流体の態様で、前記余剰熱エネルギーの温度が属する温度域に温度特性を有する前記蓄熱部を最初に通過する前記流路に流入するよう、前記開閉弁の開閉を制御すること
を特徴とする発電プラントにおける余剰エネルギー蓄熱方法。

[請求項22] 請求項20または21記載の発電プラントにおける余剰エネルギー蓄熱方法であって、
前記余剰エネルギーは、余剰の電力エネルギーである余剰電力エネルギーを含み、
前記蓄熱装置は、内部に設けられた蓄熱部に、前記余剰電力エネルギー

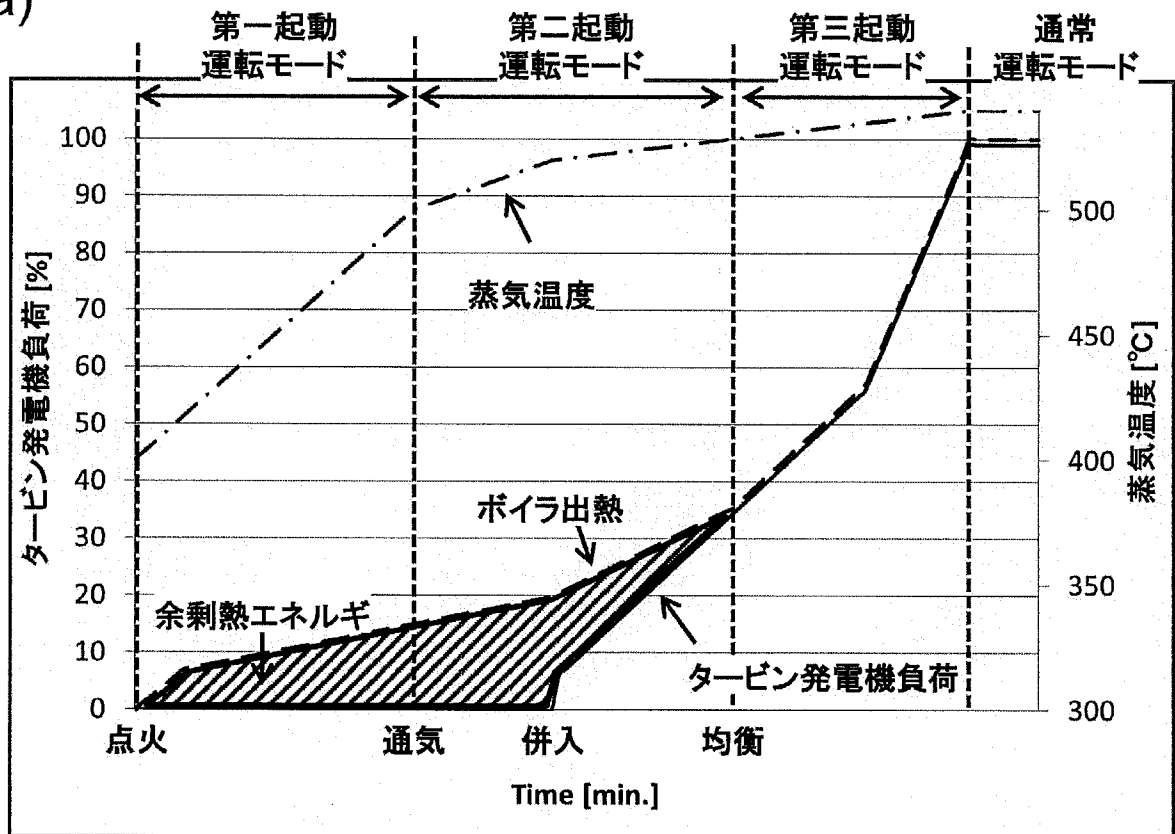
ギにより加熱されるヒーターを備え、

前記発電プラントの予め定めた負荷を下回る給電指令を受信した場合、前記ヒーターを作動させるよう当該ヒーターを制御することを特徴とする発電プラントにおける余剰エネルギー蓄熱方法。

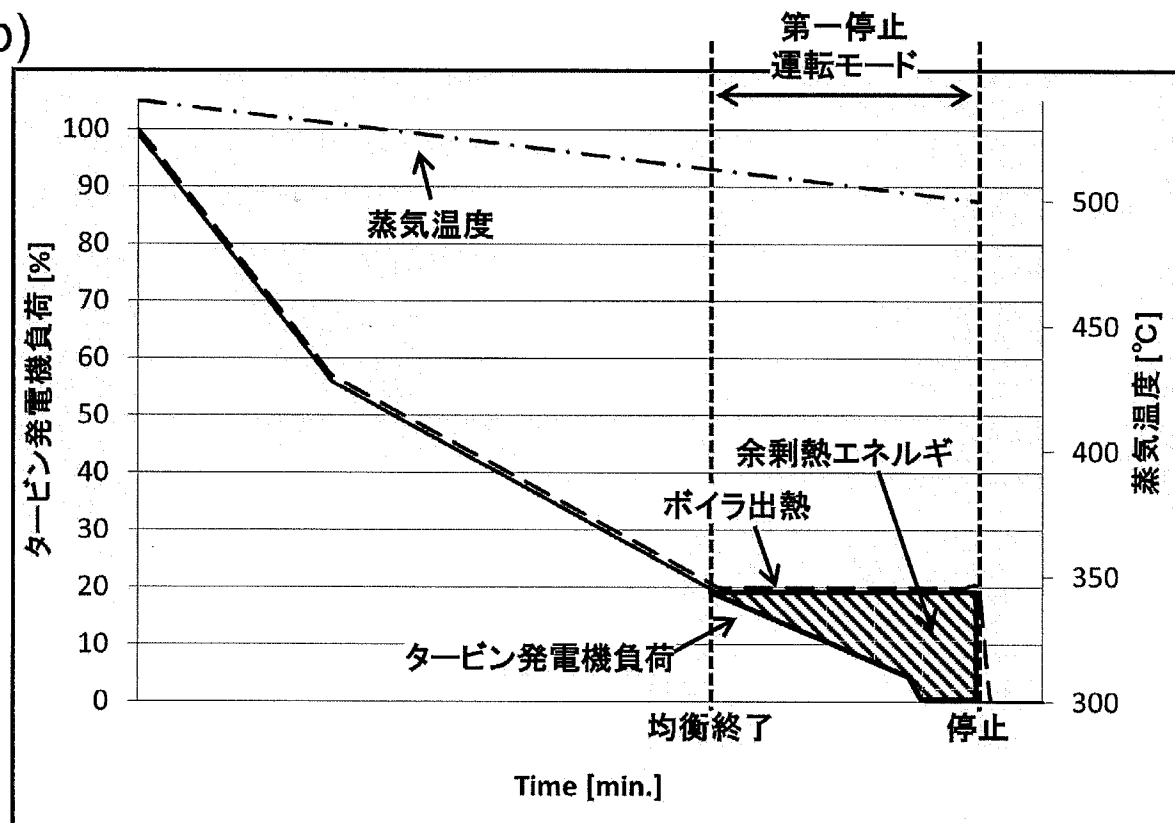
[図1]

図1

(a)

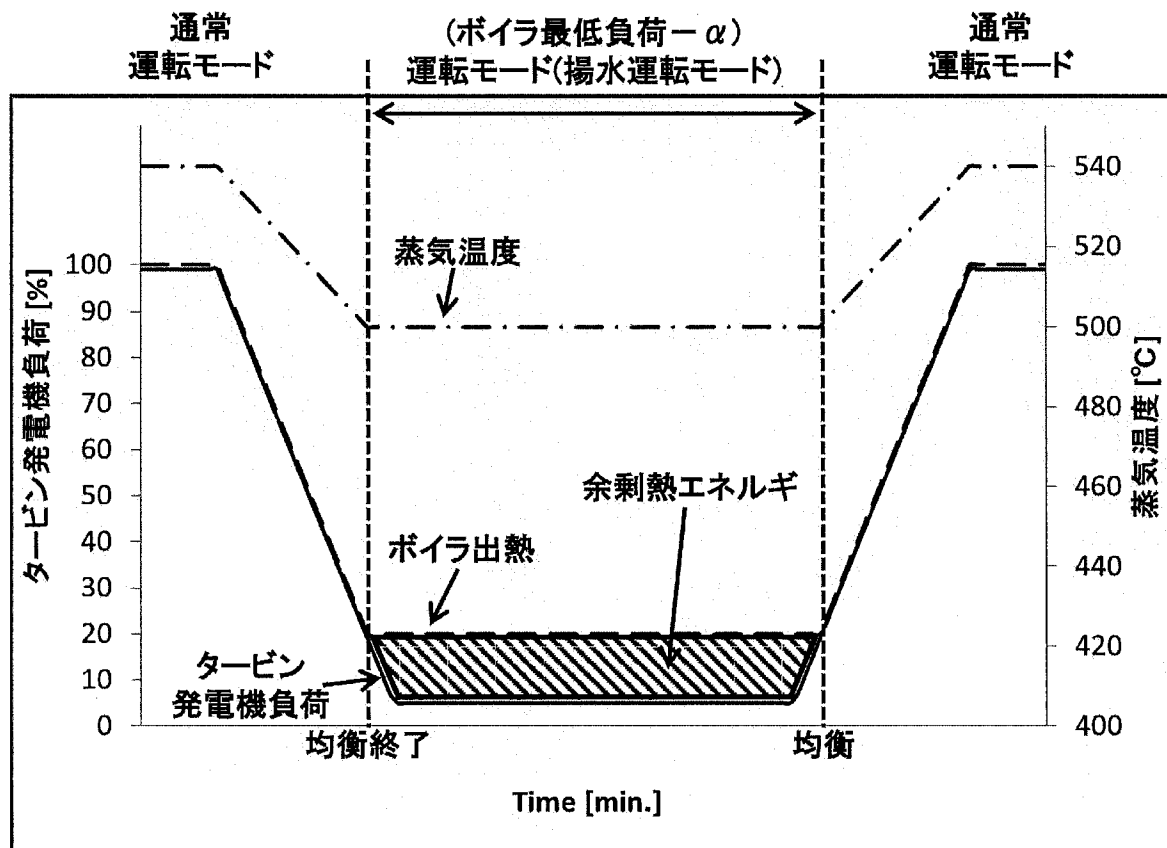


(b)

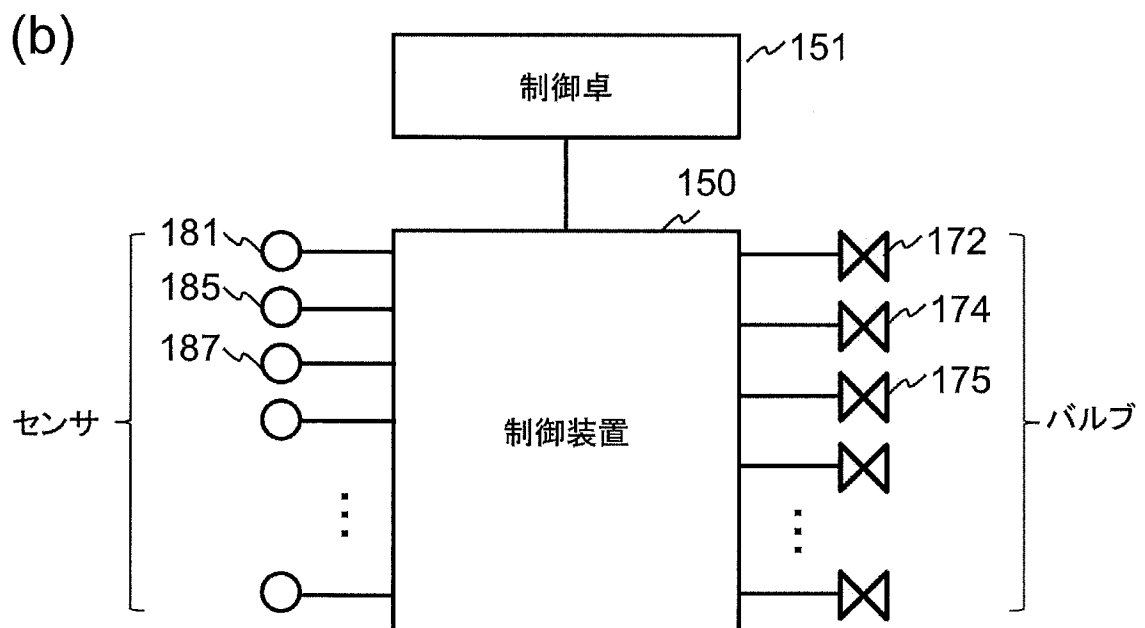
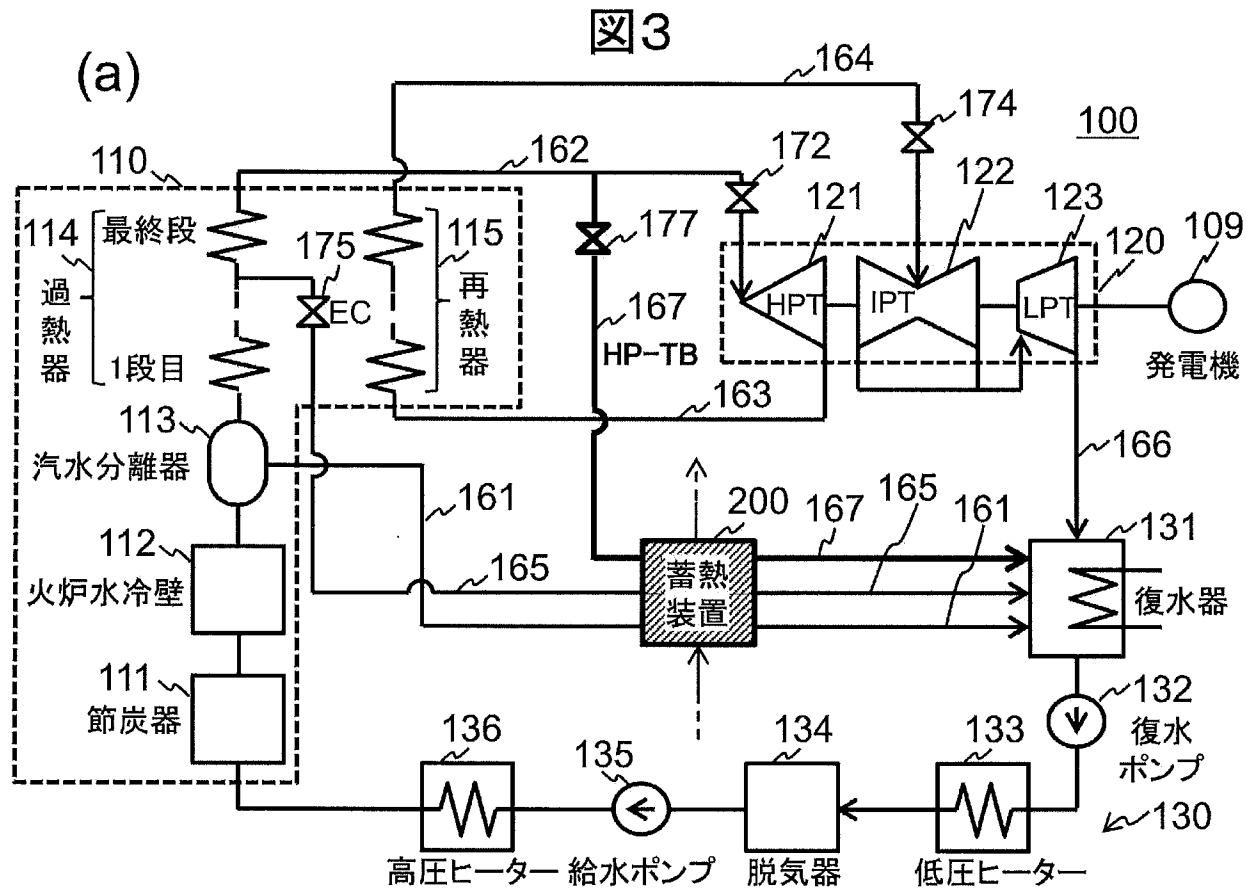


[図2]

図2

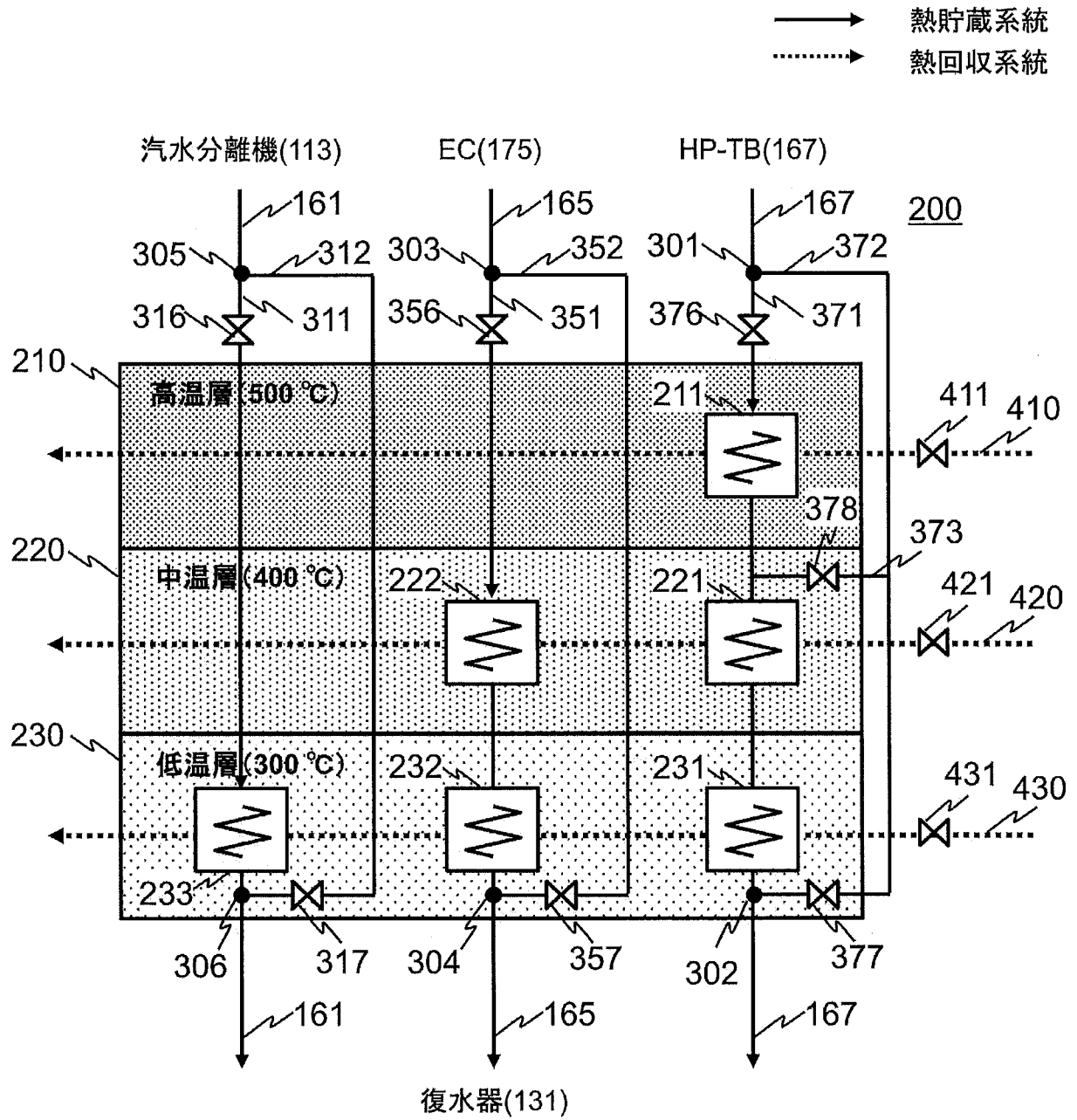


[図3]



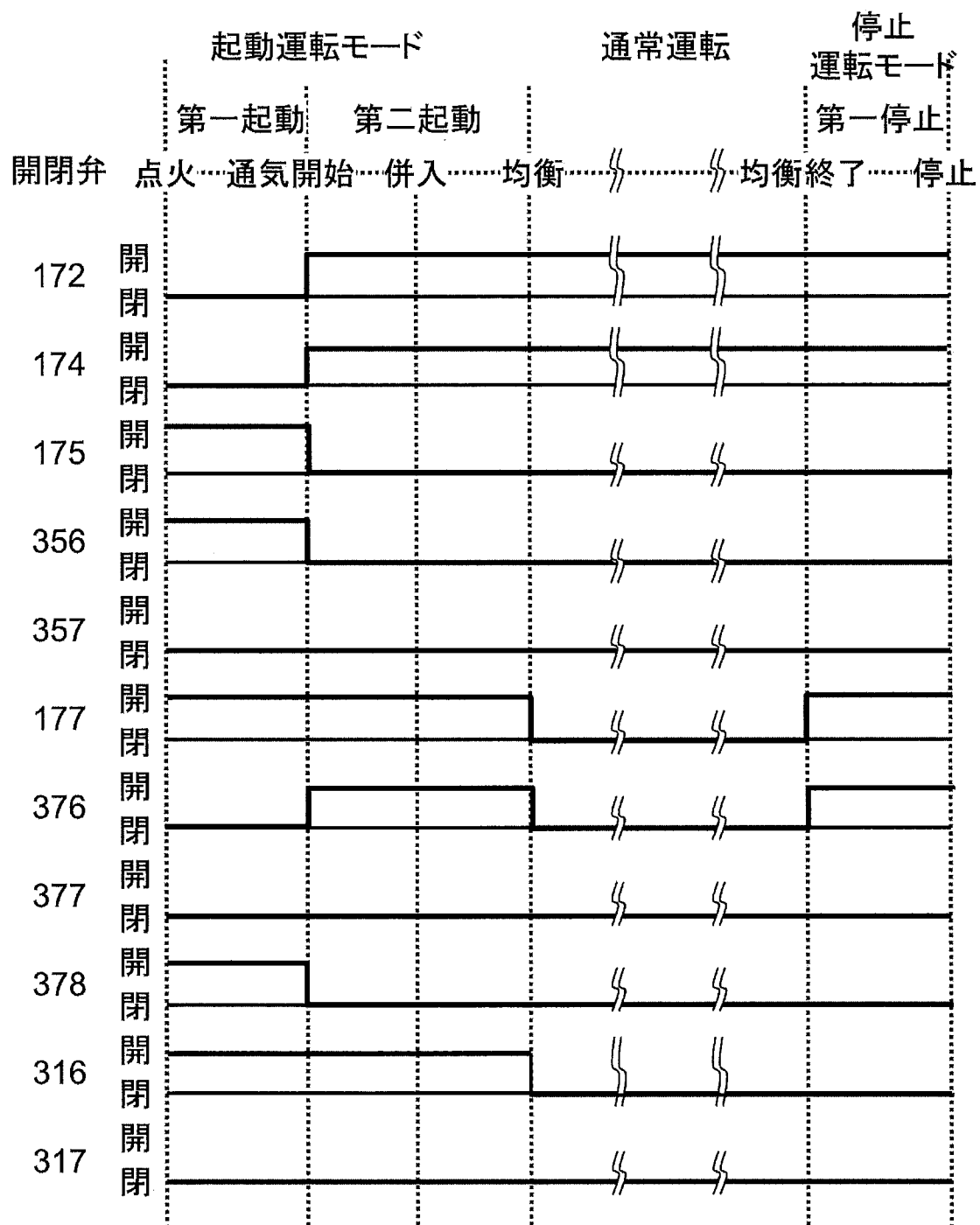
[図4]

図4



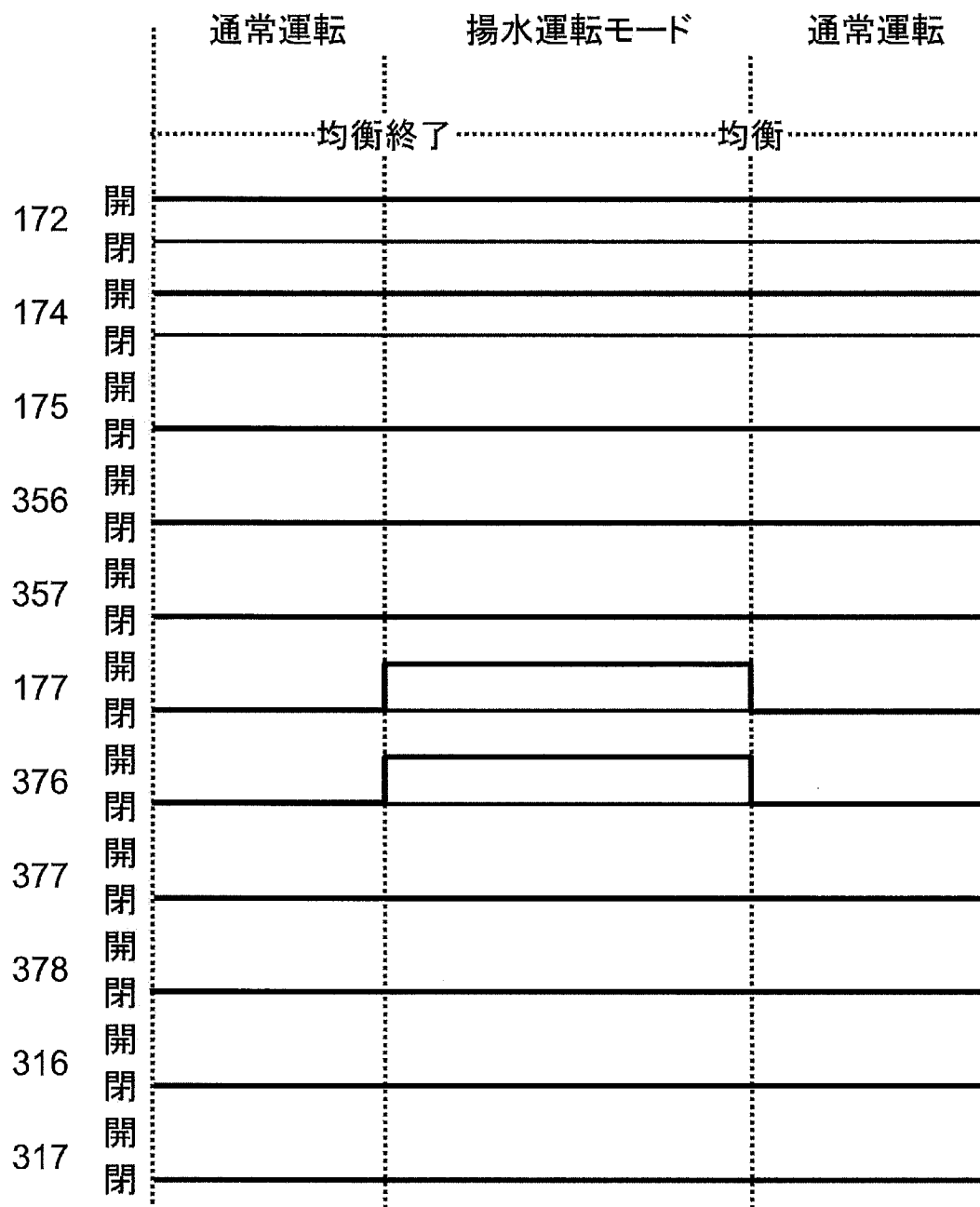
[図5]

図5



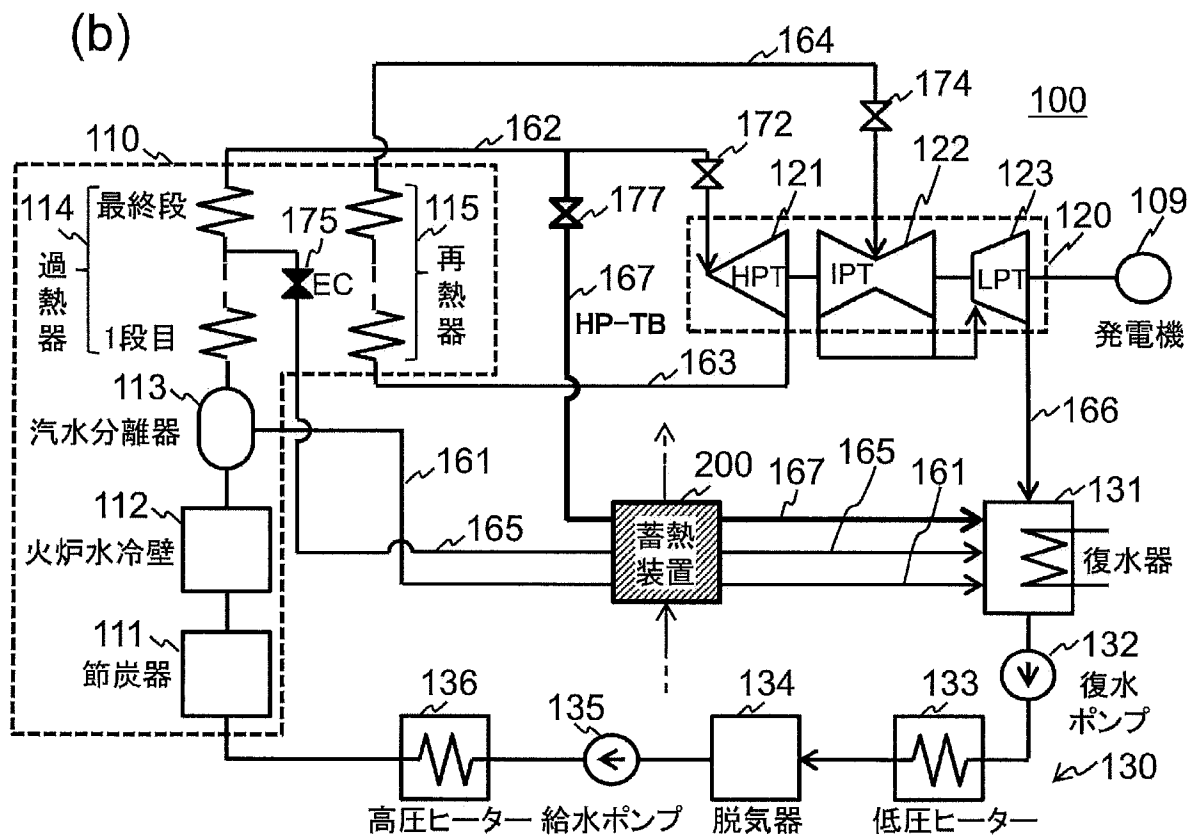
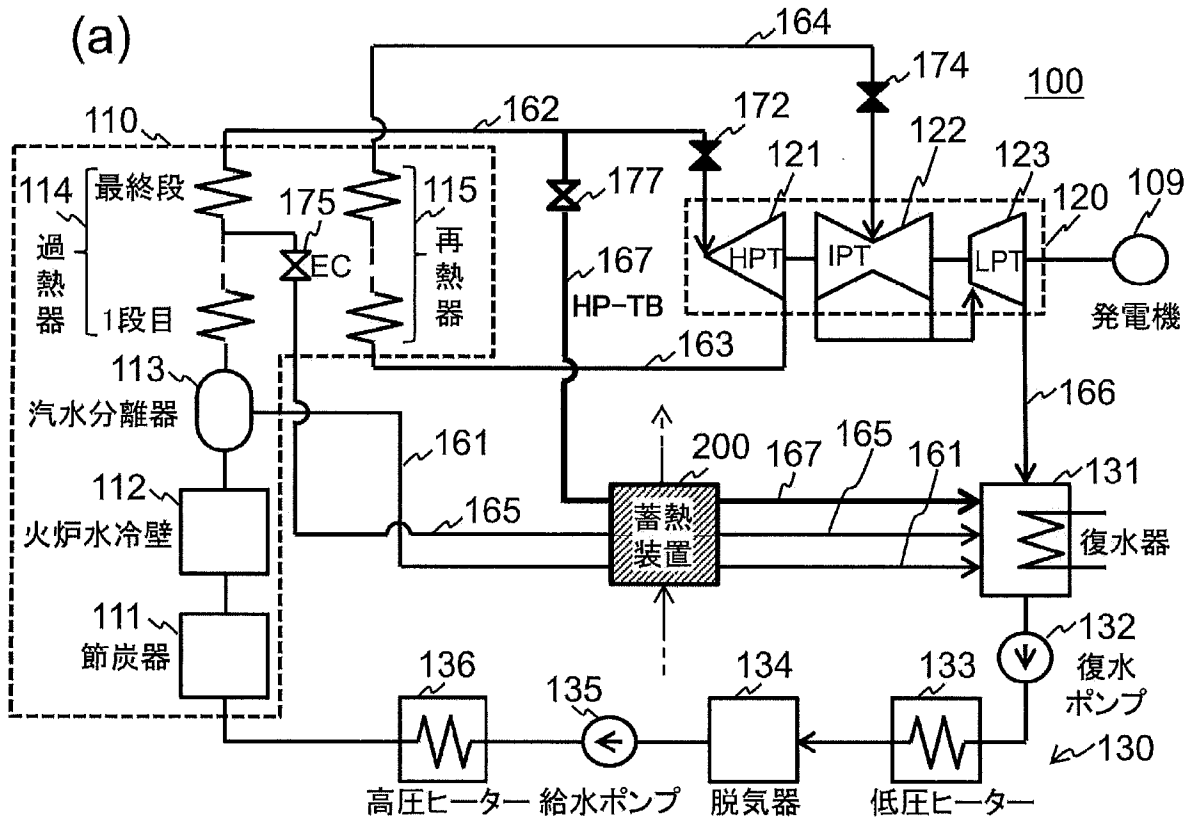
[図6]

図6



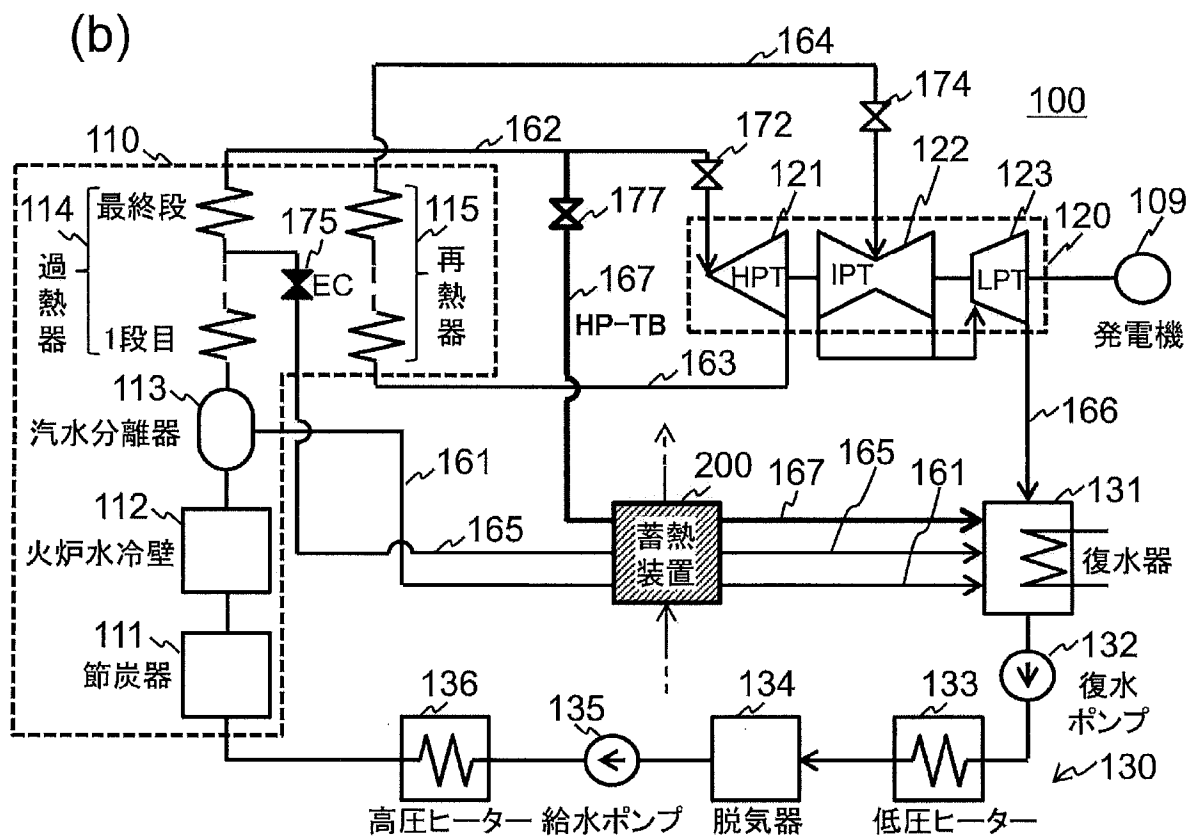
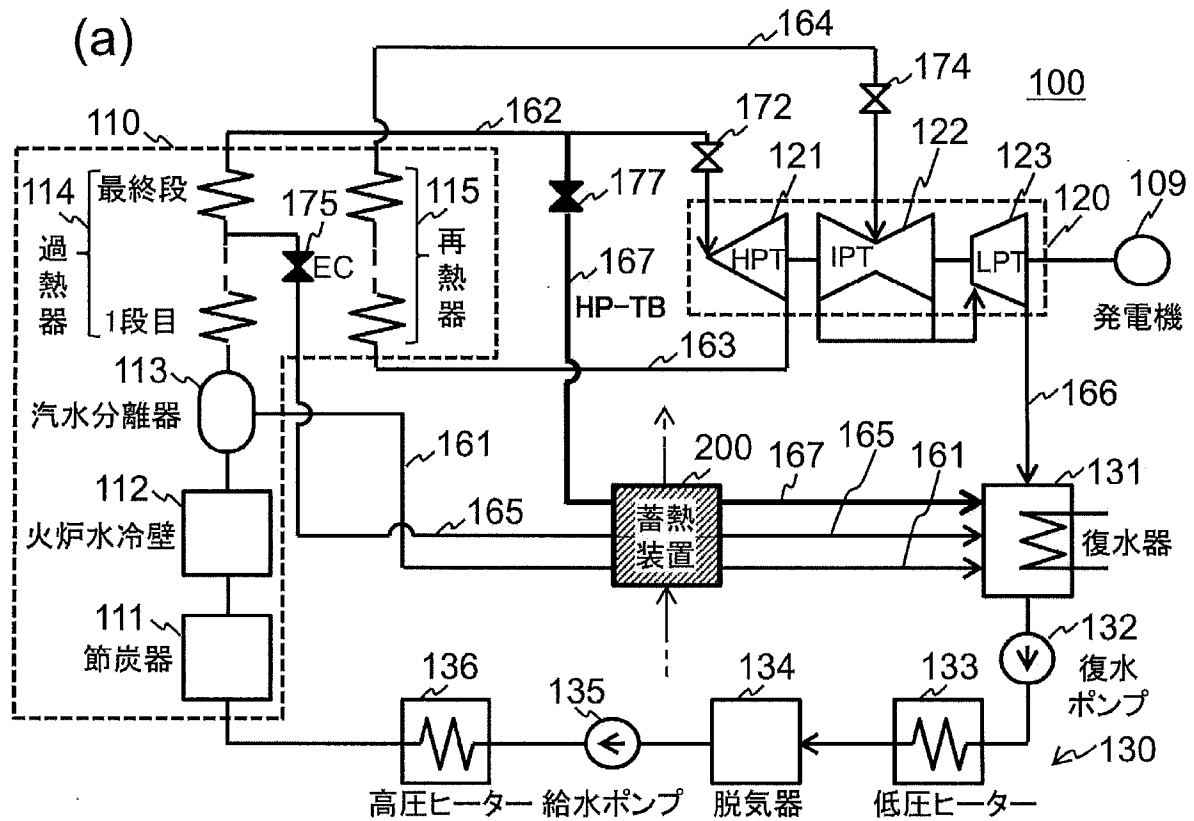
[図7]

図7



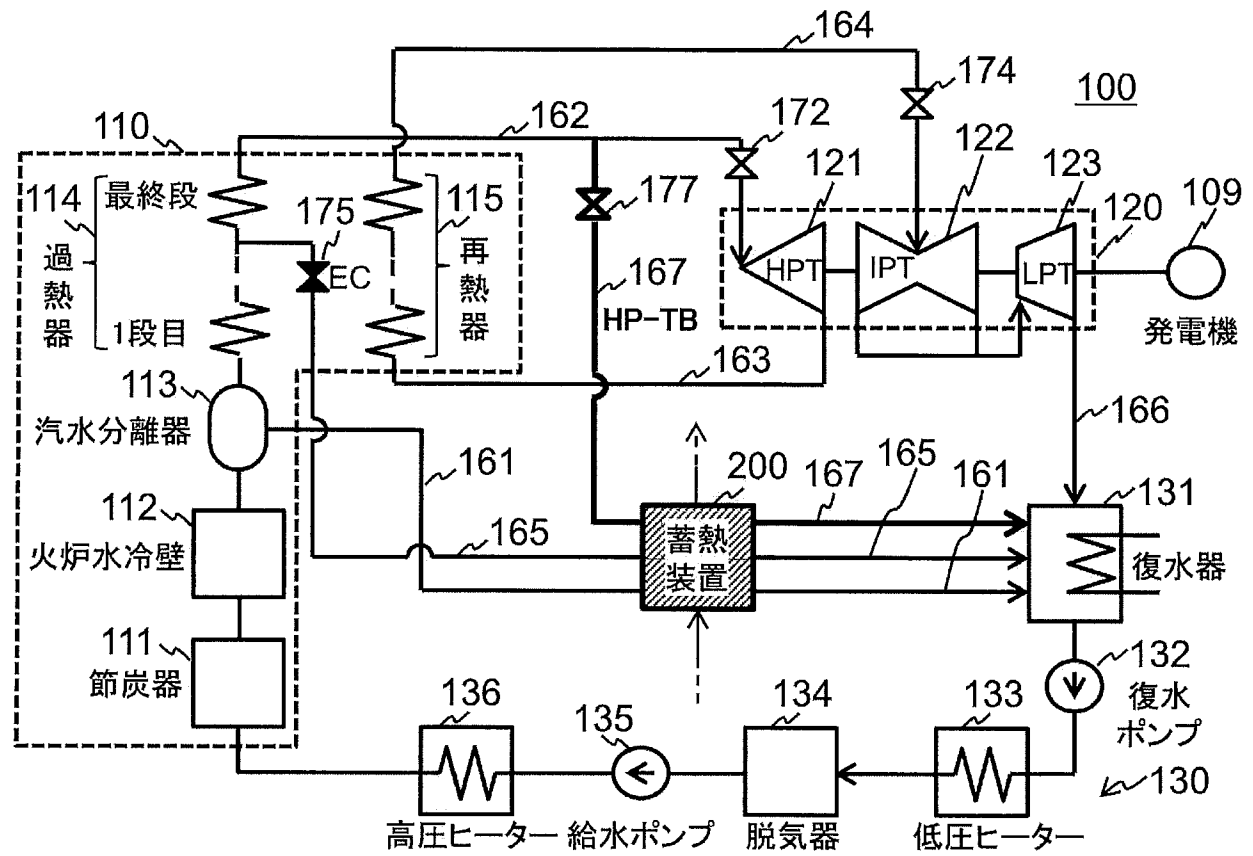
[図8]

図8

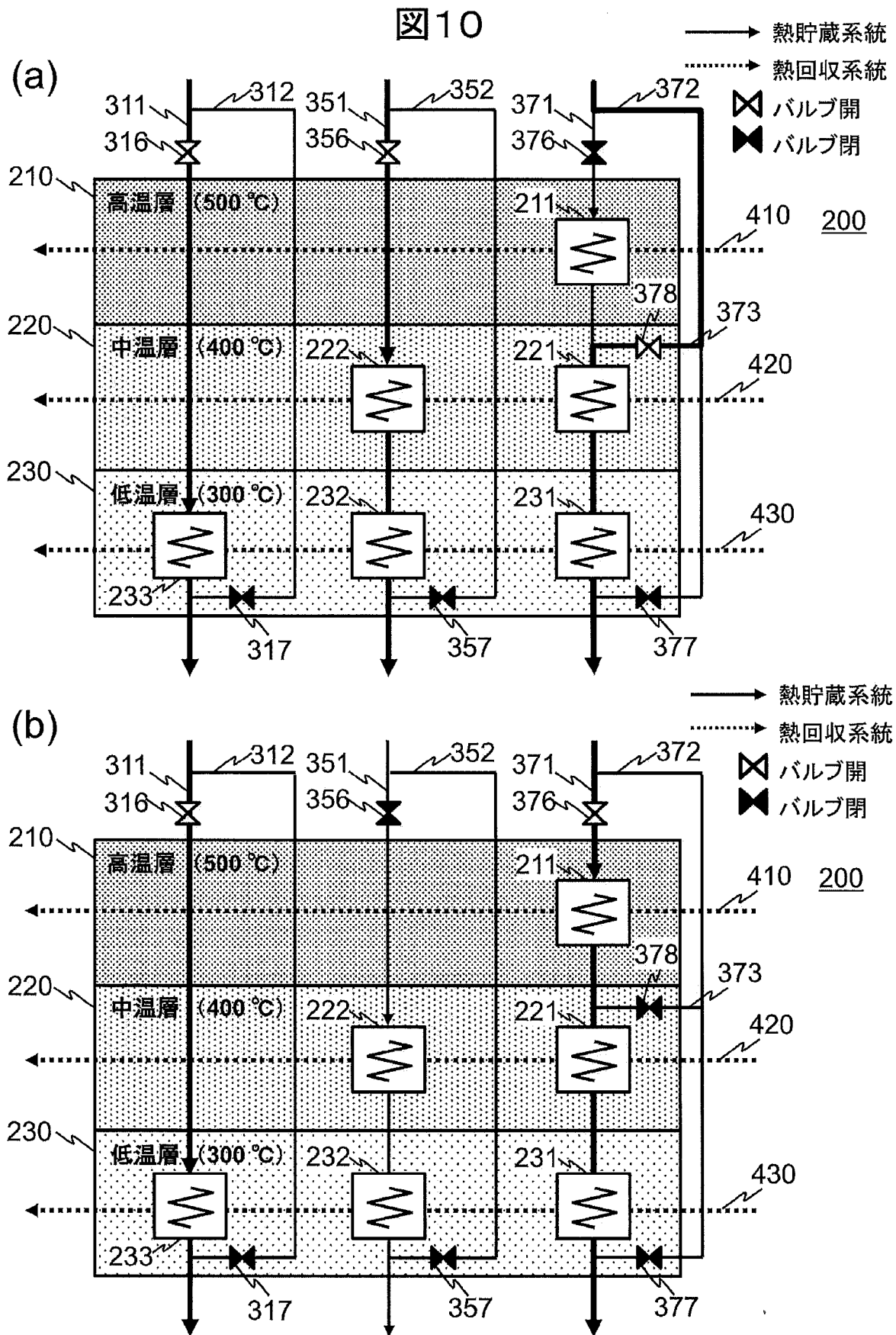


[図9]

図9

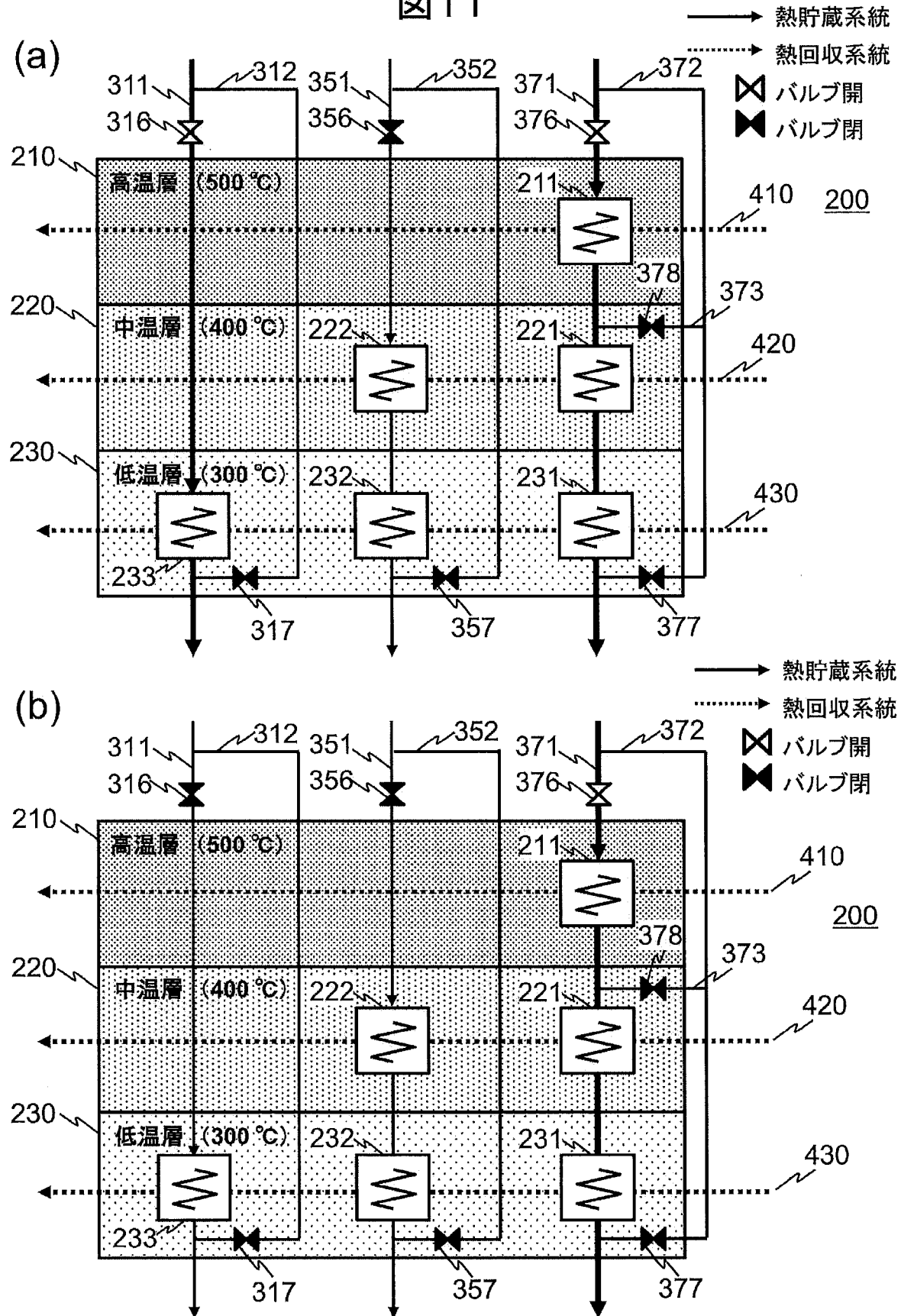


[図10]



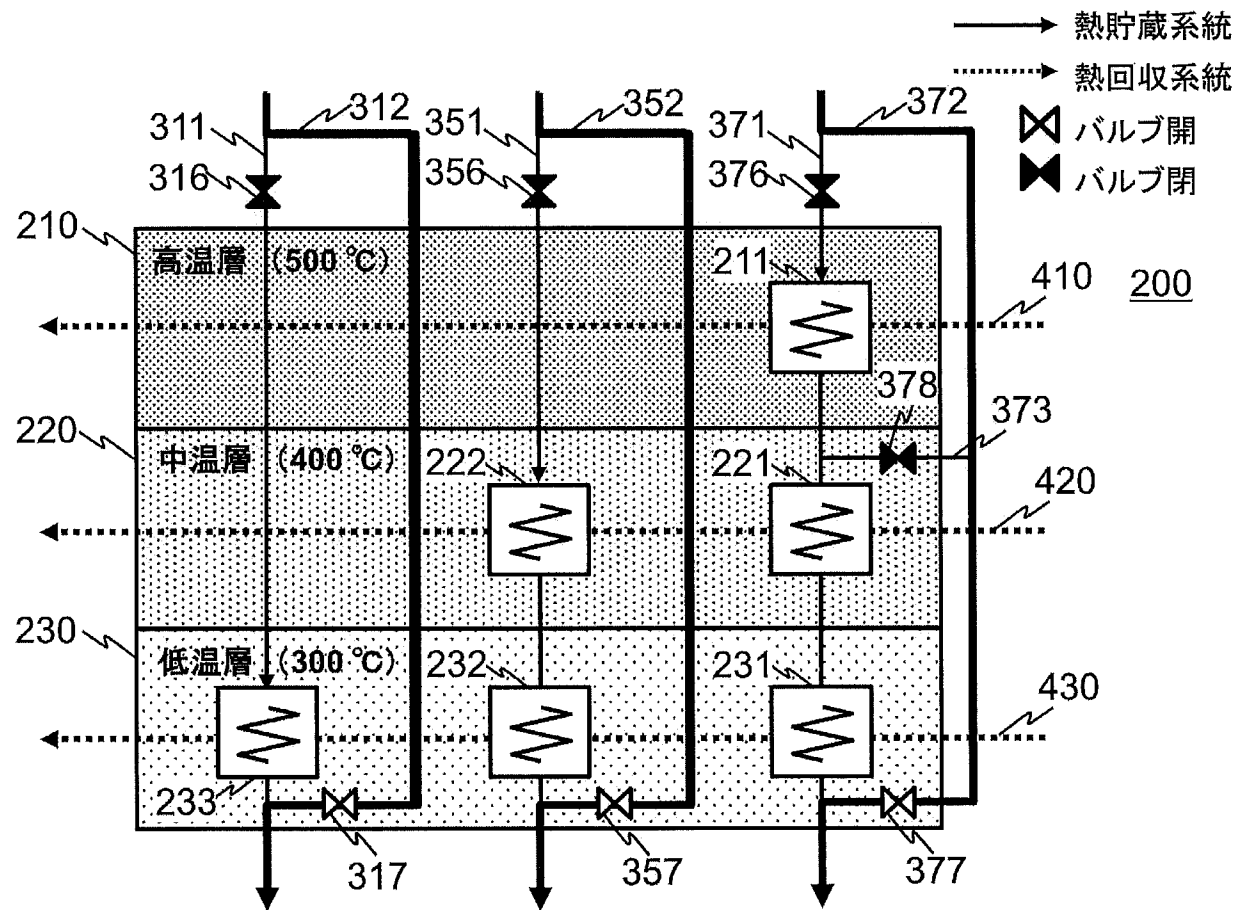
[図11]

図 11



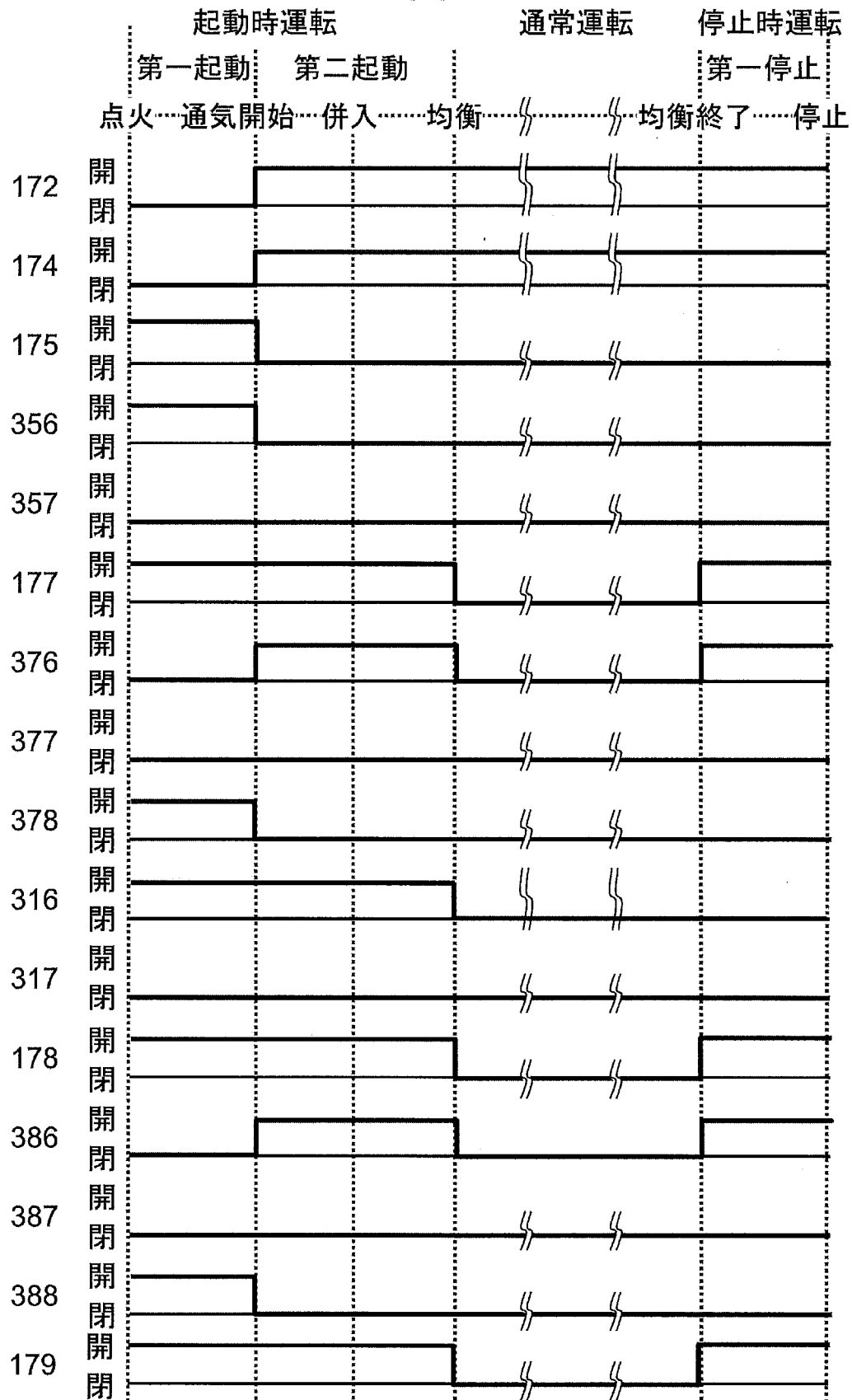
[図12]

図12



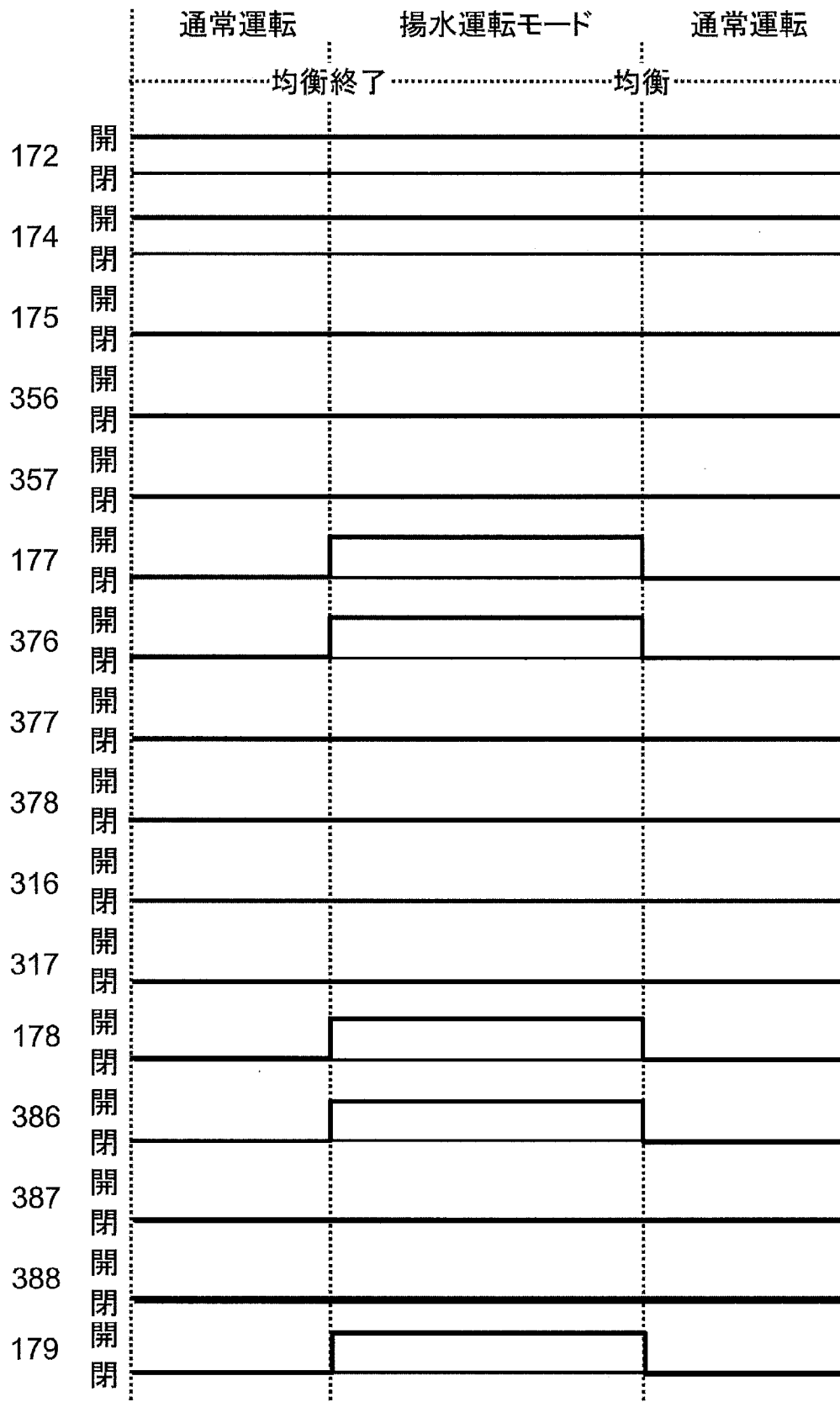
[図14]

図14



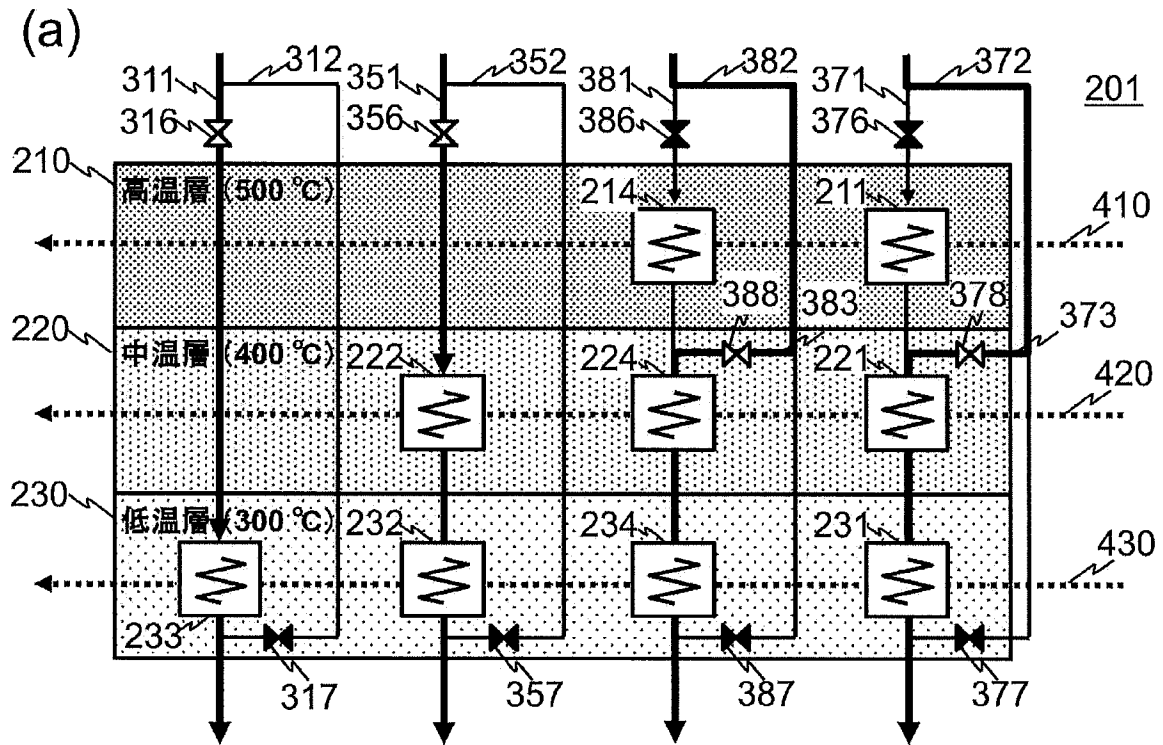
[図15]

図15

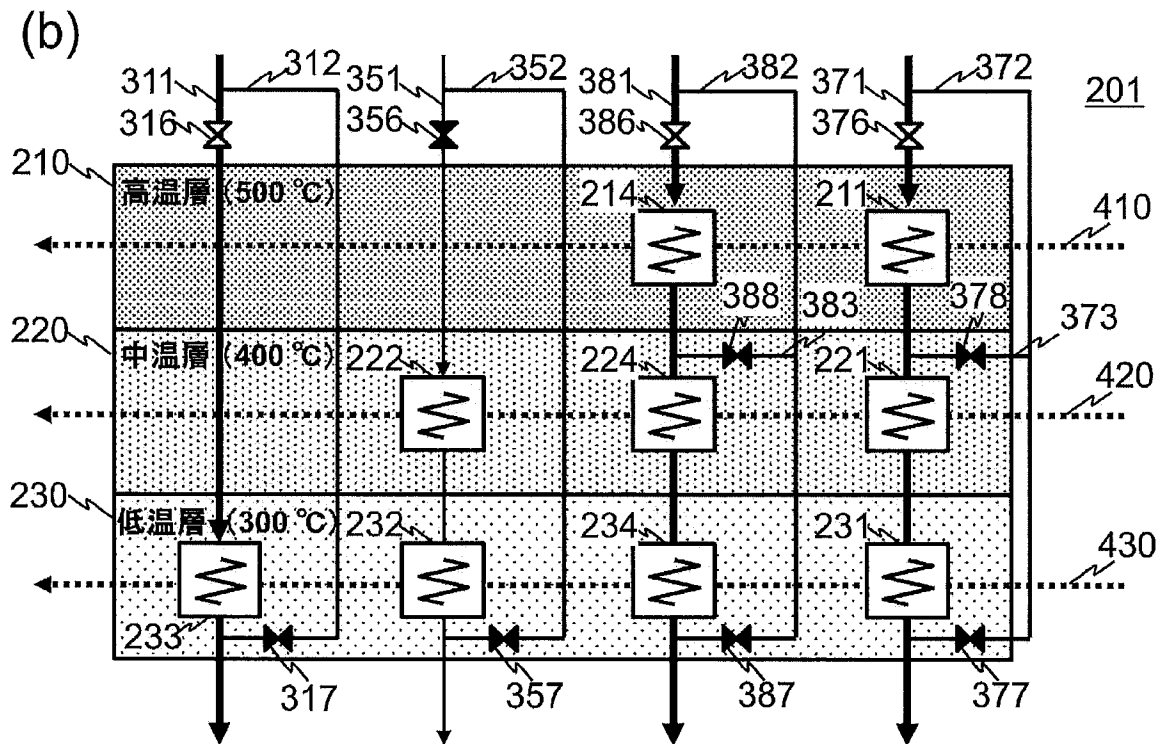


[図16]

図16



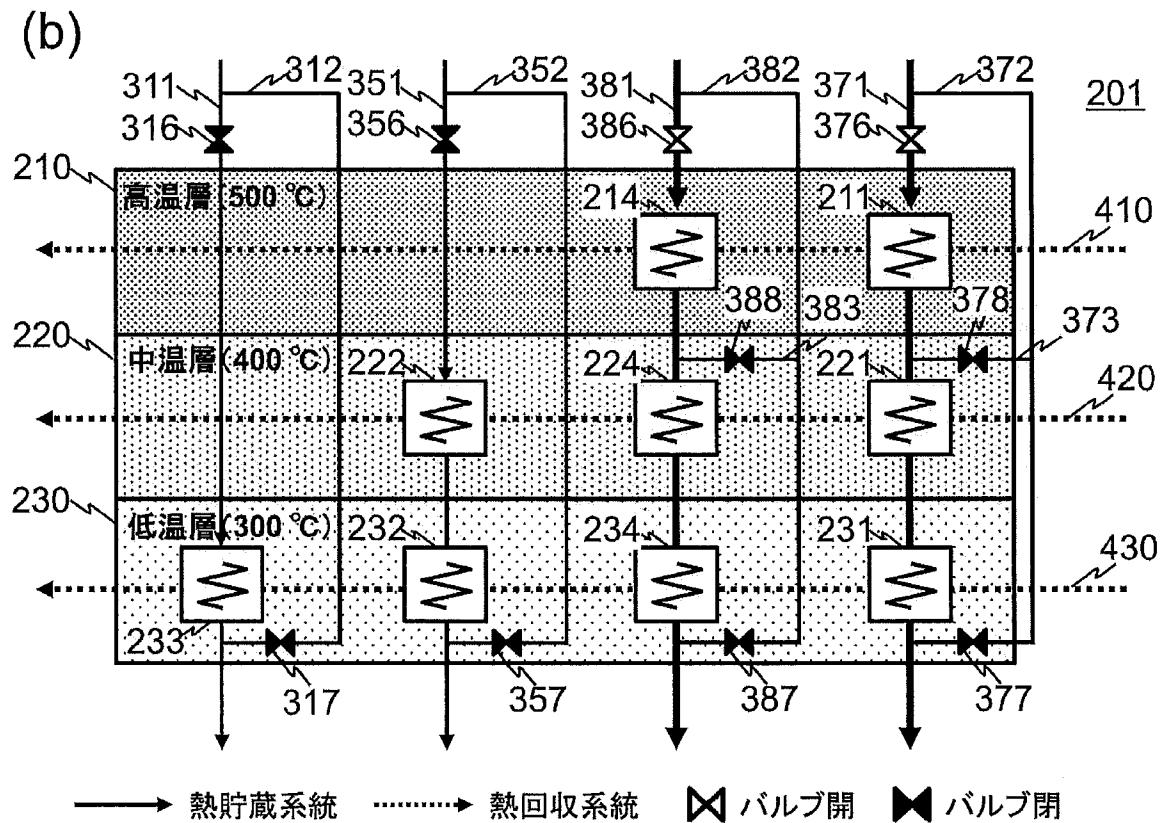
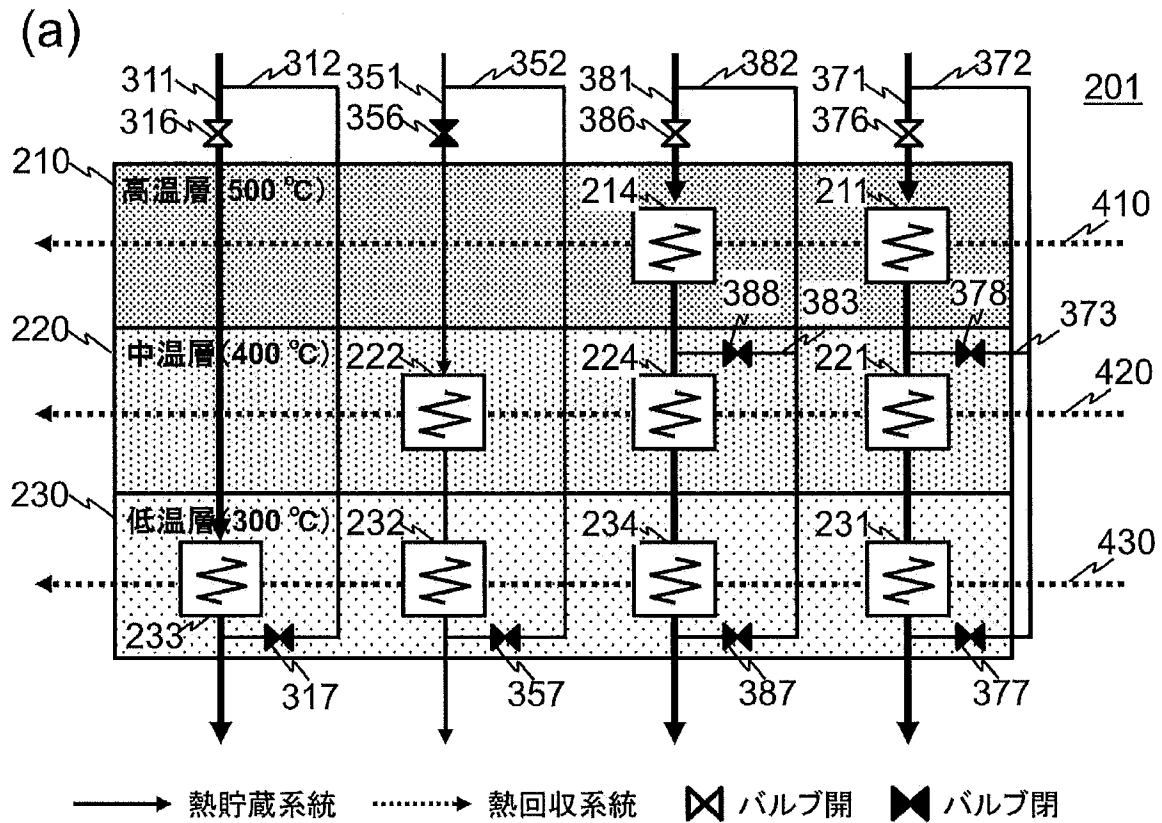
——→ 熱貯蔵系統 → 熱回収系統 ☒ バルブ開 ☒ バルブ閉



——→ 熱貯蔵系統 → 熱回収系統 ☒ バルブ開 ☒ バルブ閉

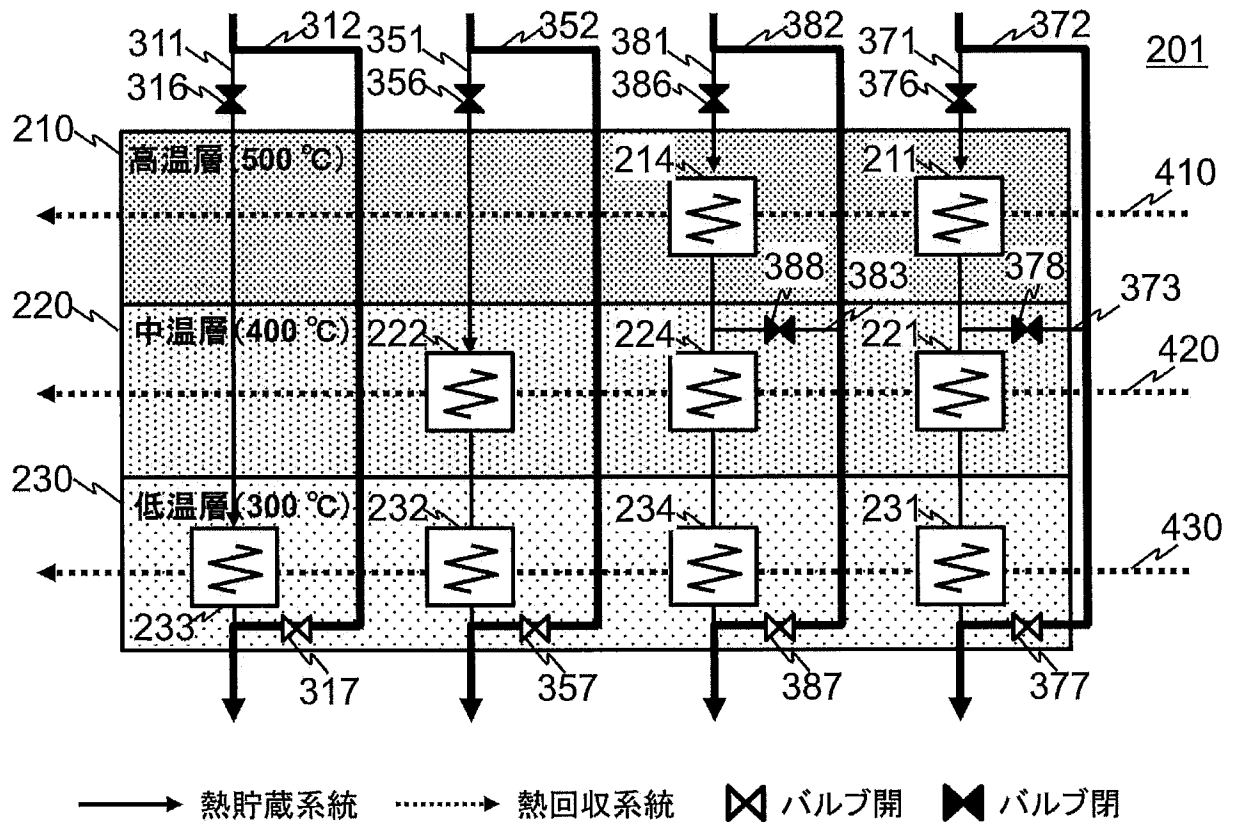
[図17]

図17

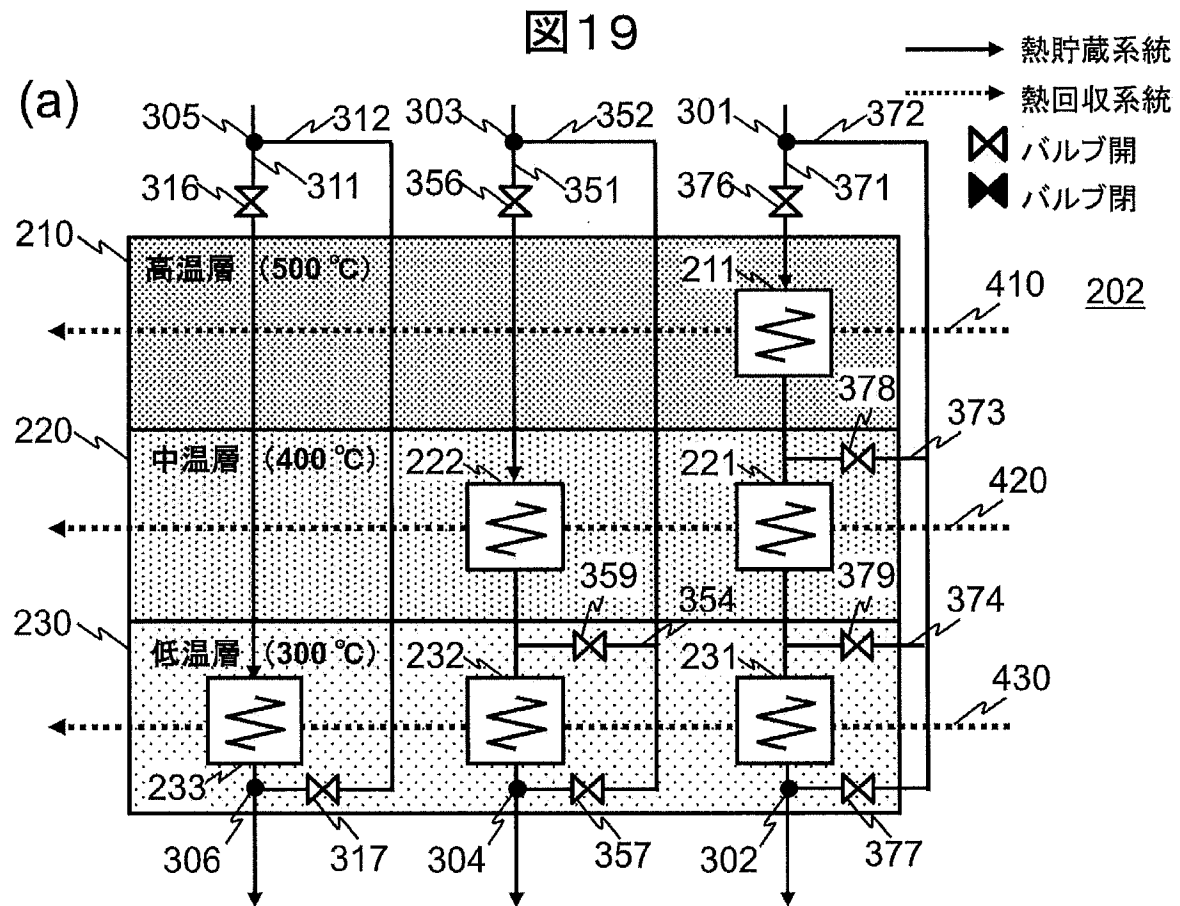


[図18]

図18



[図19]



[図20]

図20

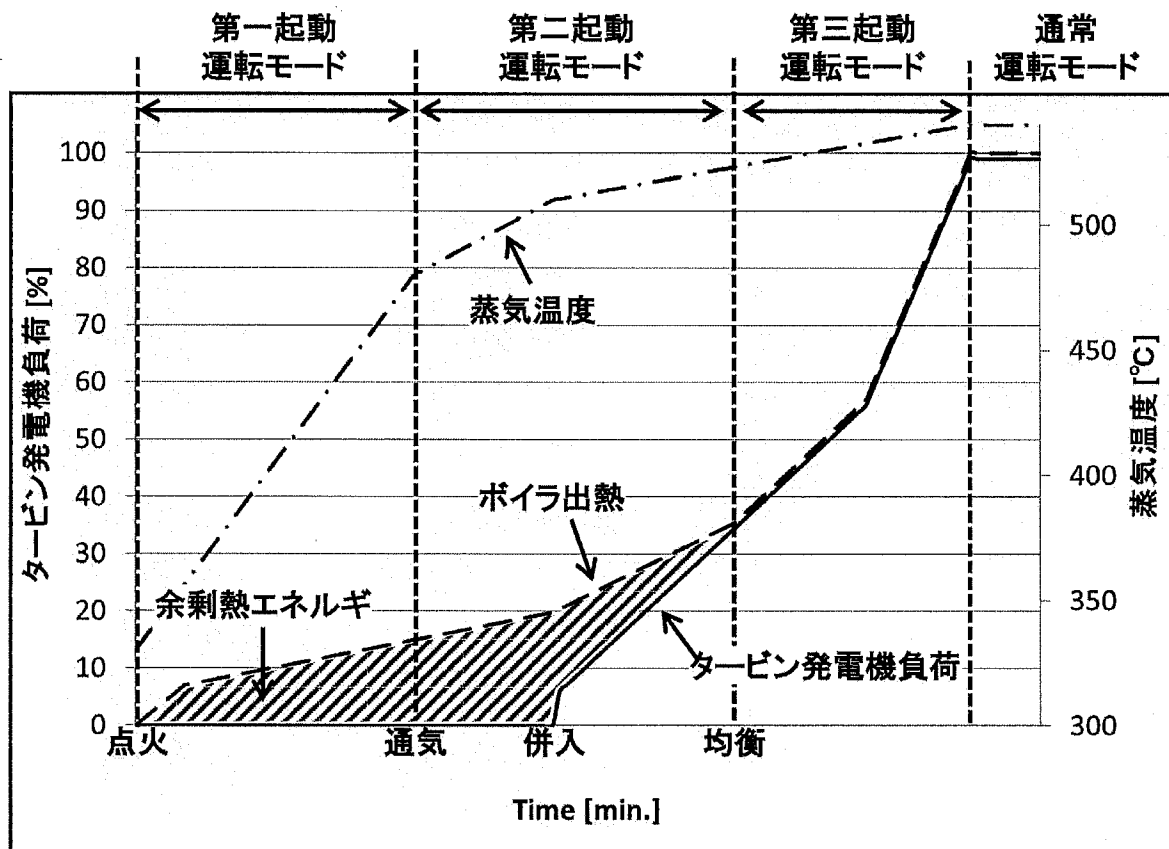
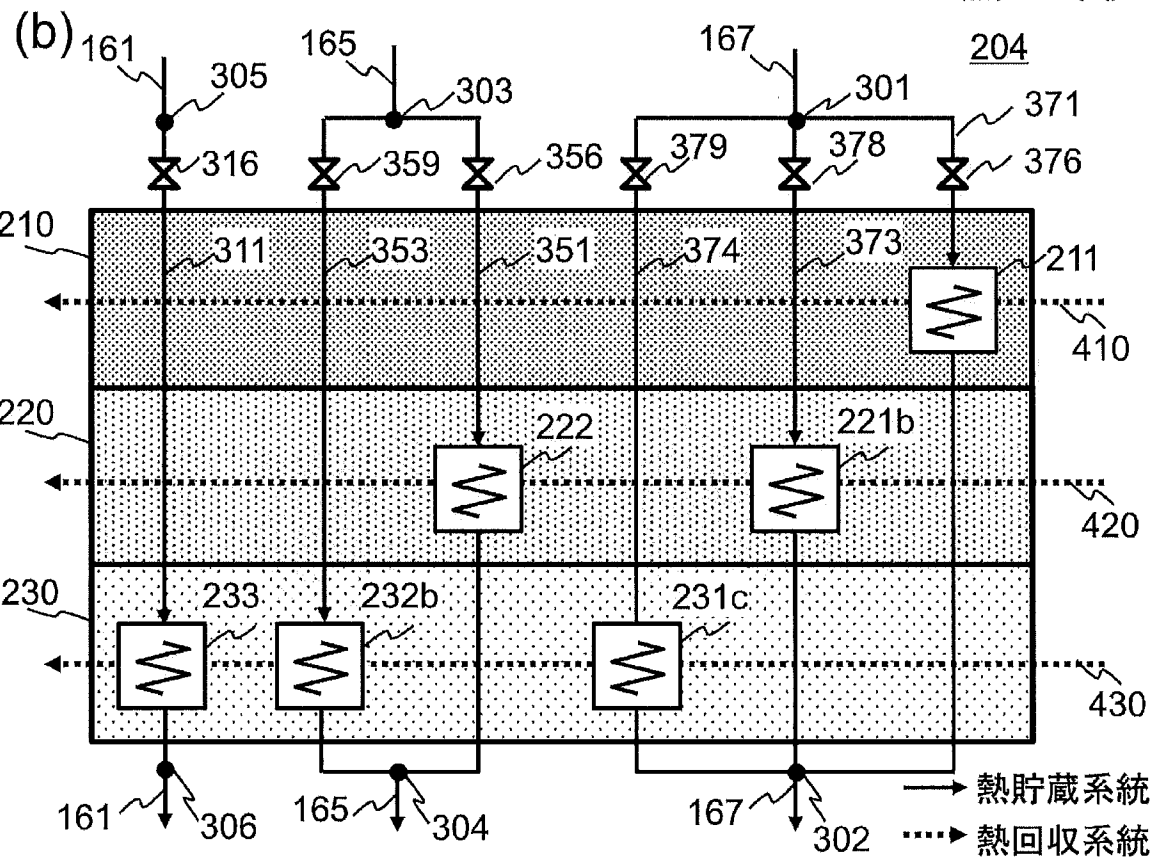
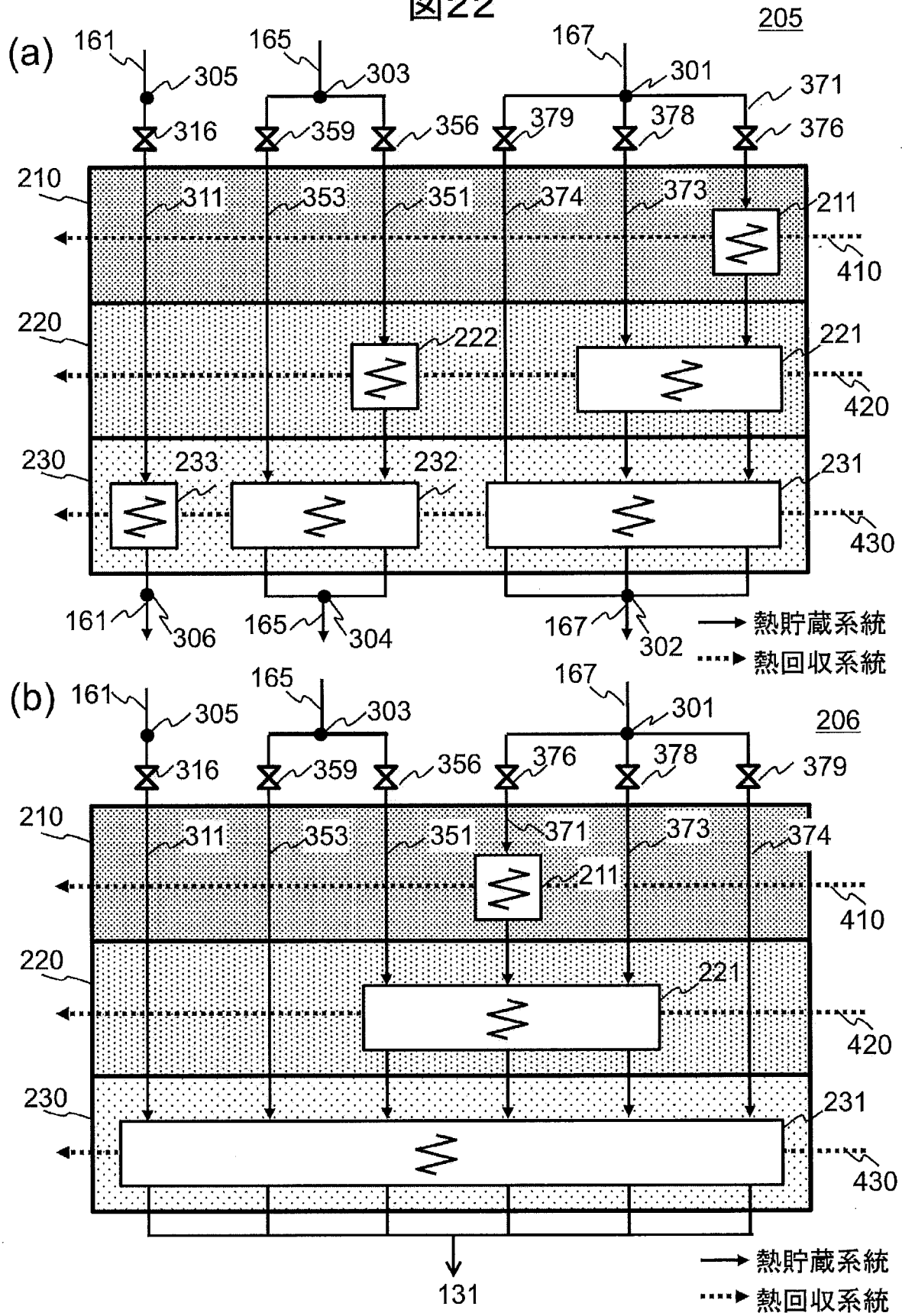


図21



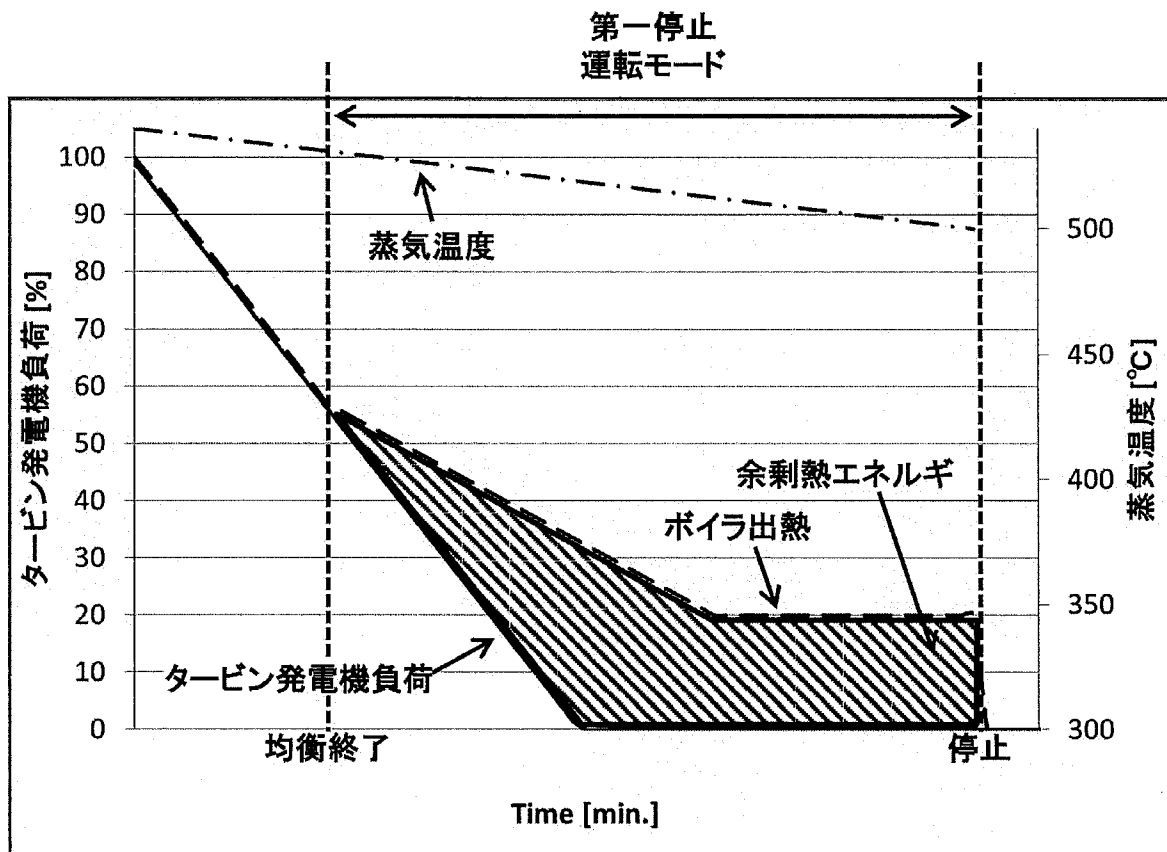
[図22]

図22



[図23]

図23

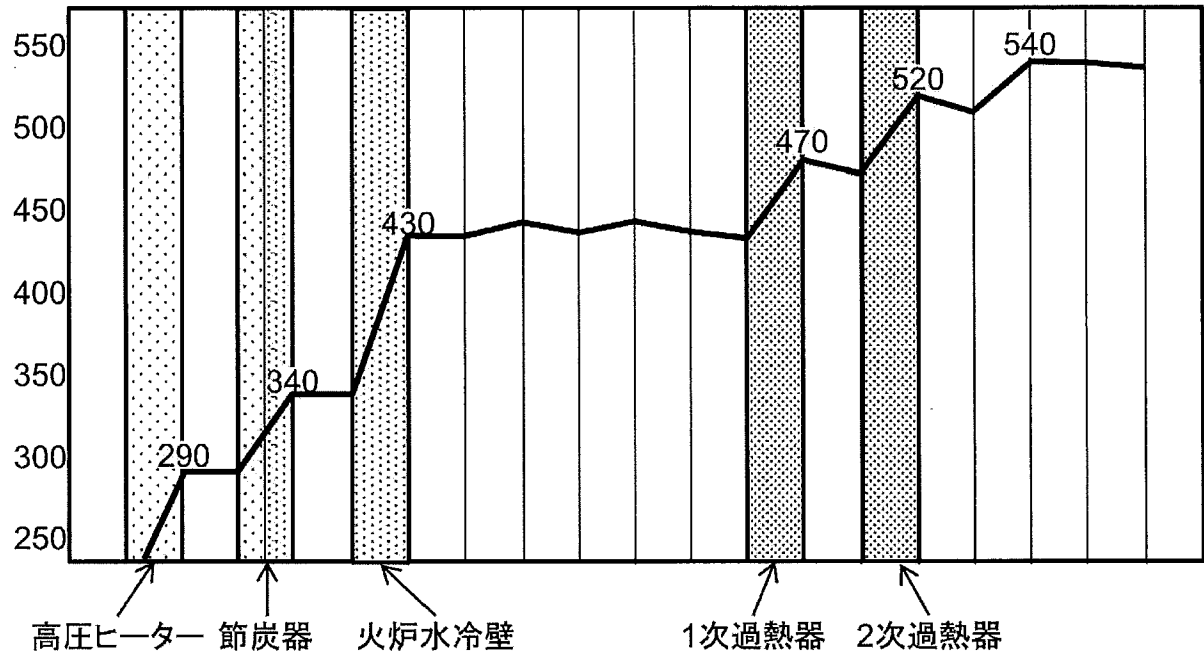


[図24]

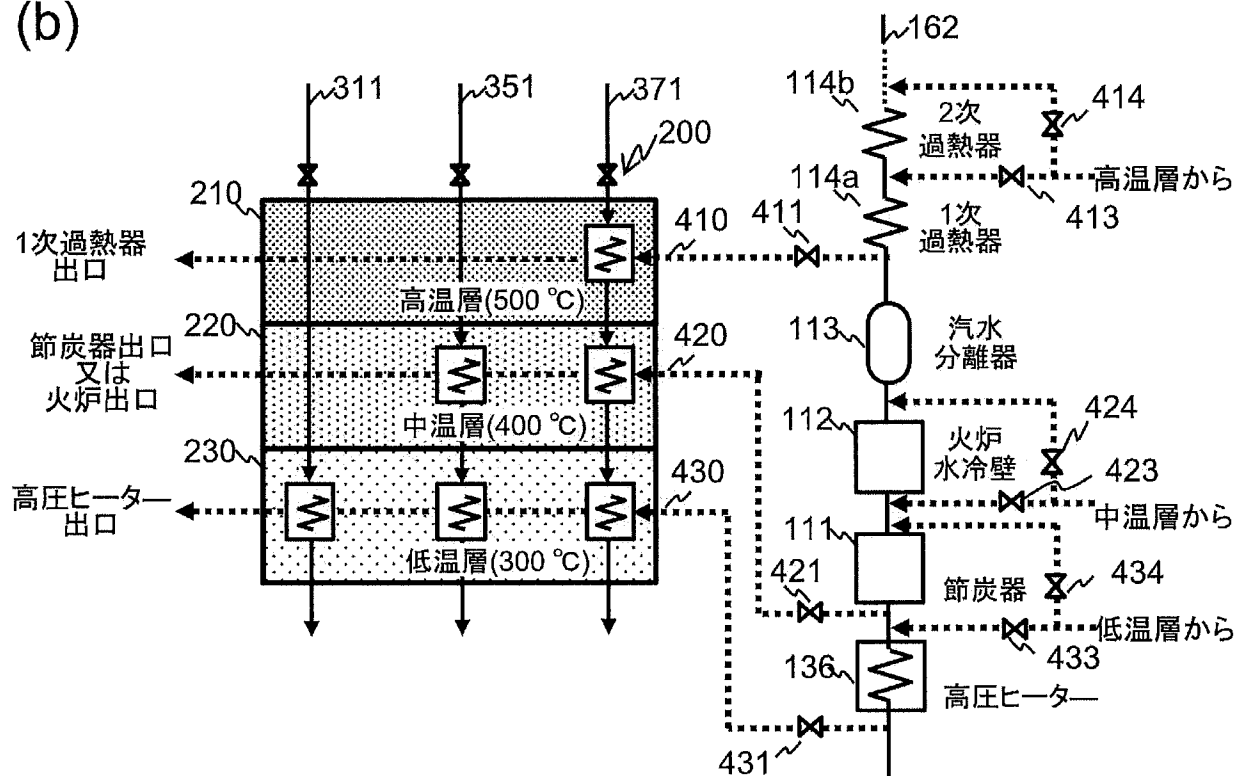
図24

(a)

水・蒸気温度[°C]



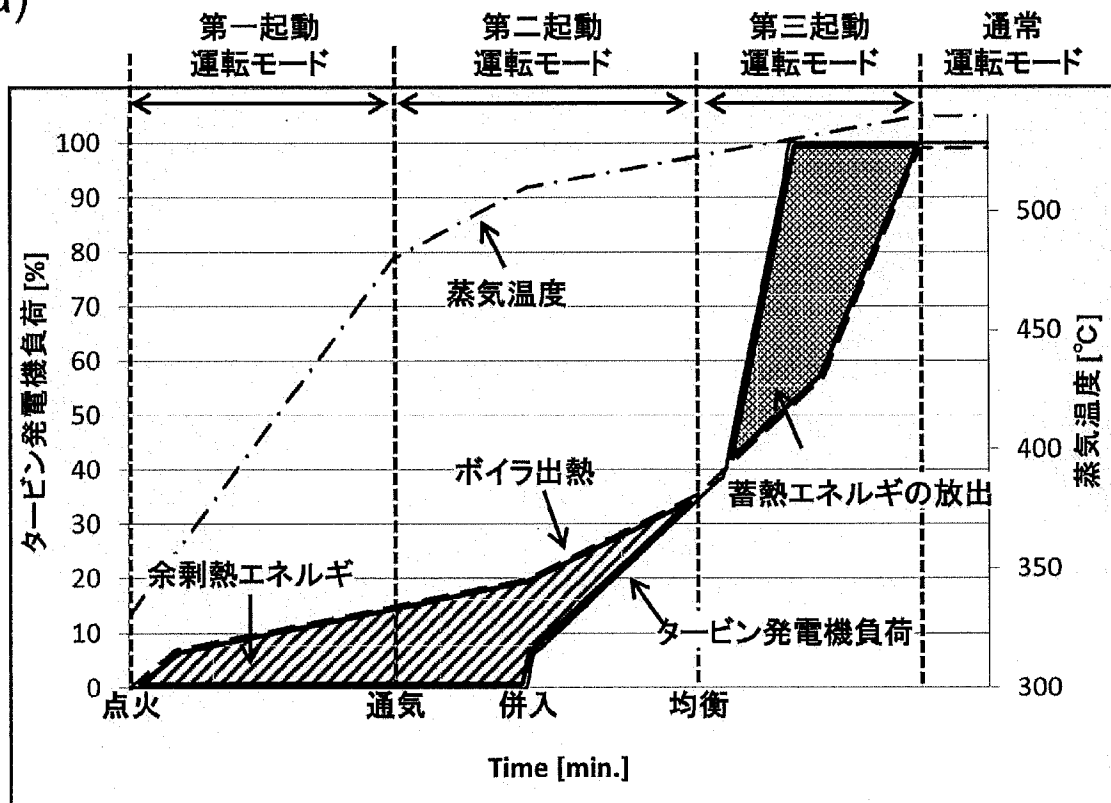
(b)



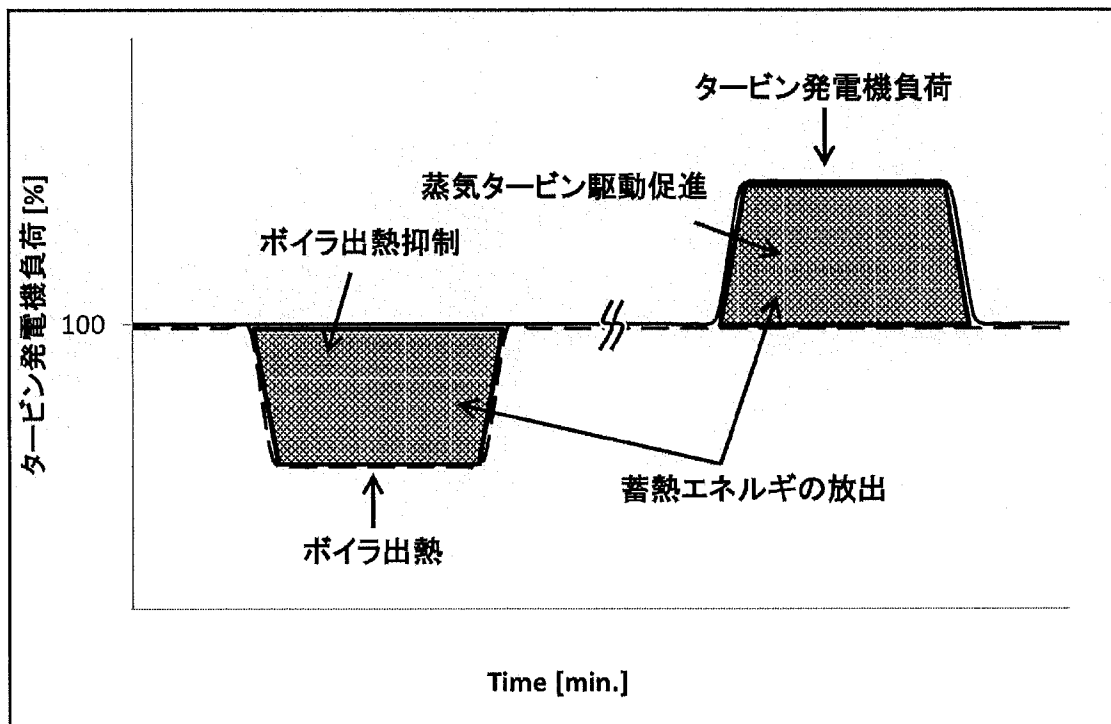
[図25]

図25

(a)

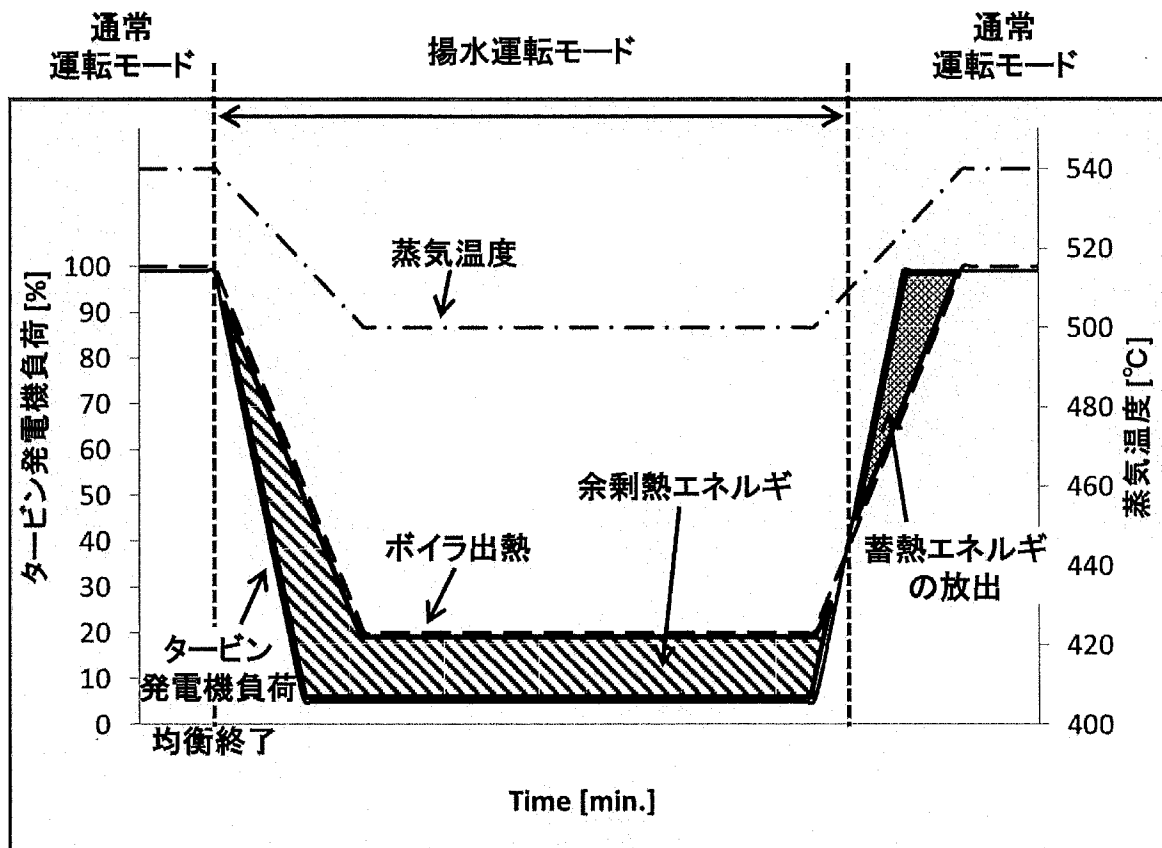


(b)



[図26]

図26



[図27]

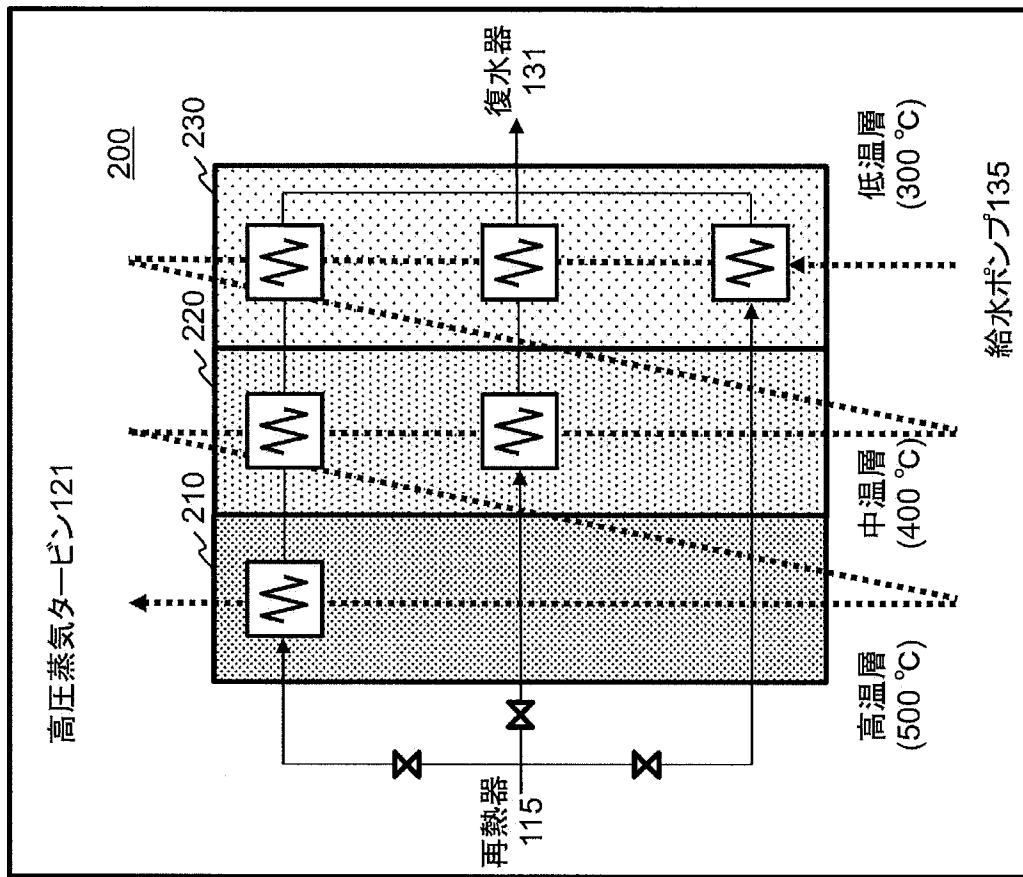


図27

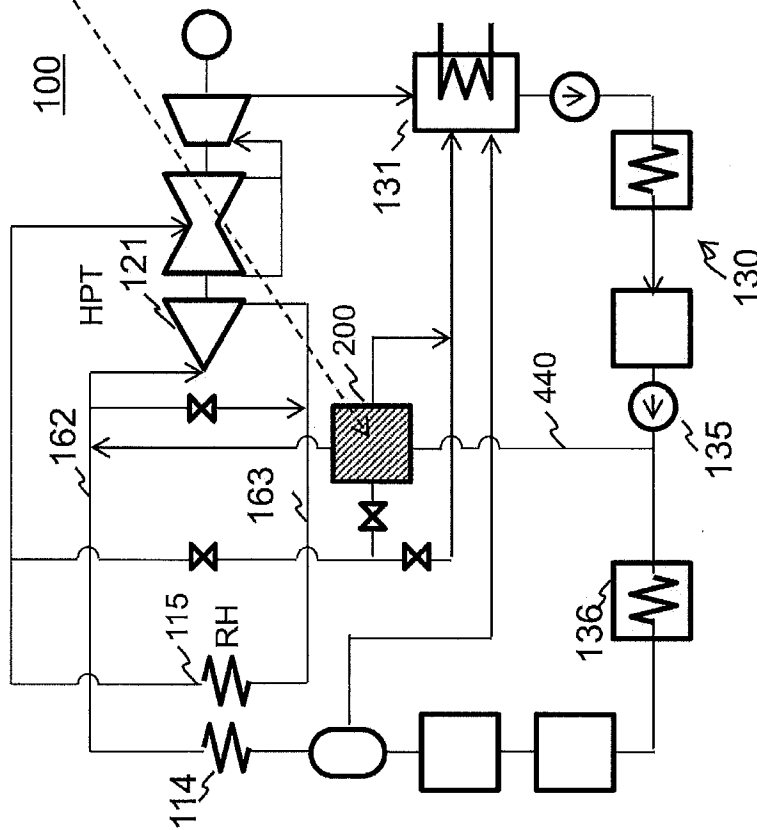
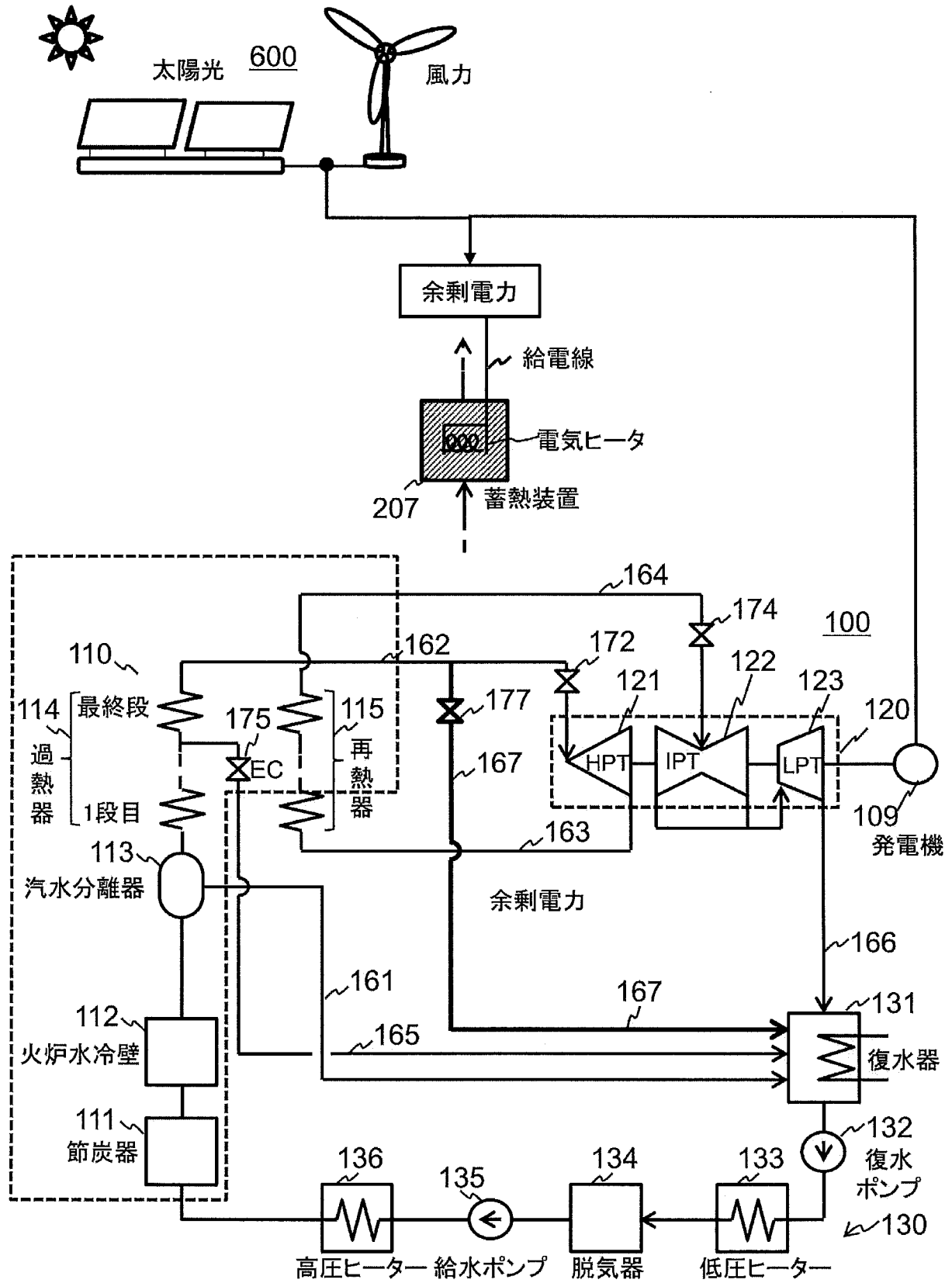
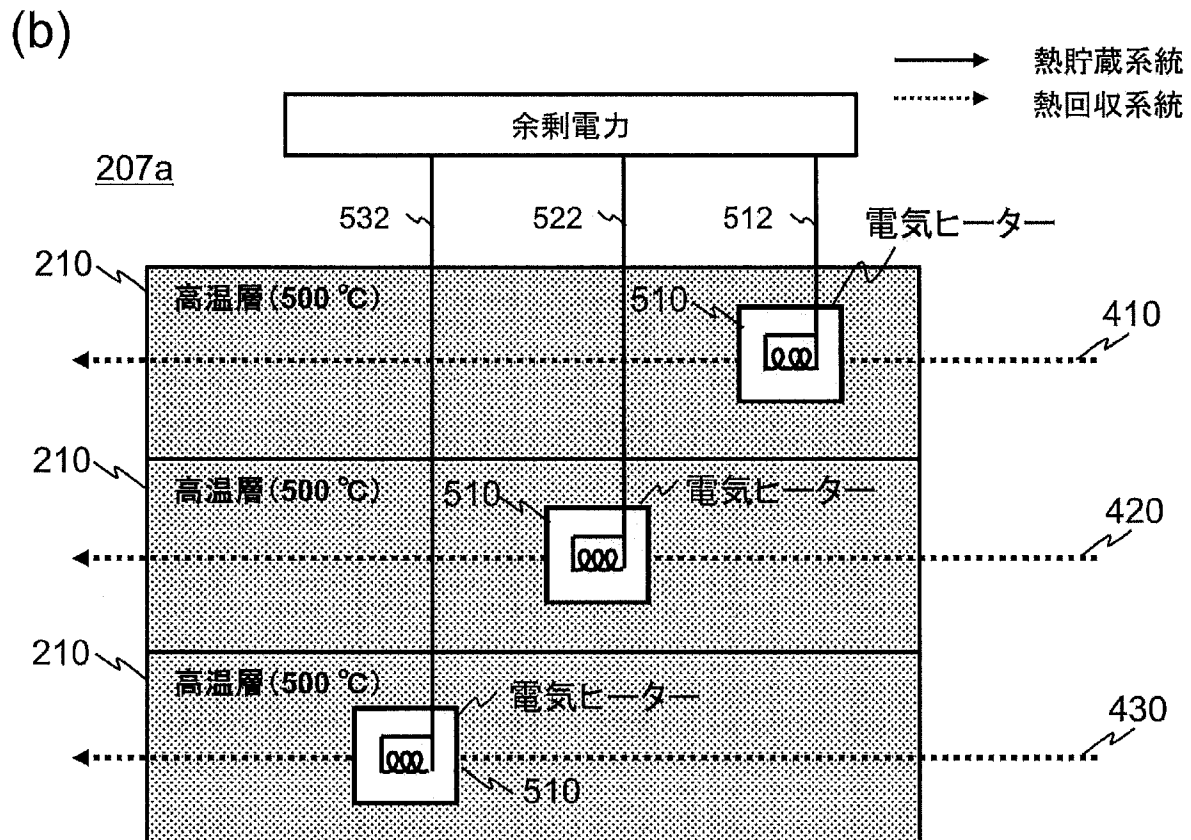
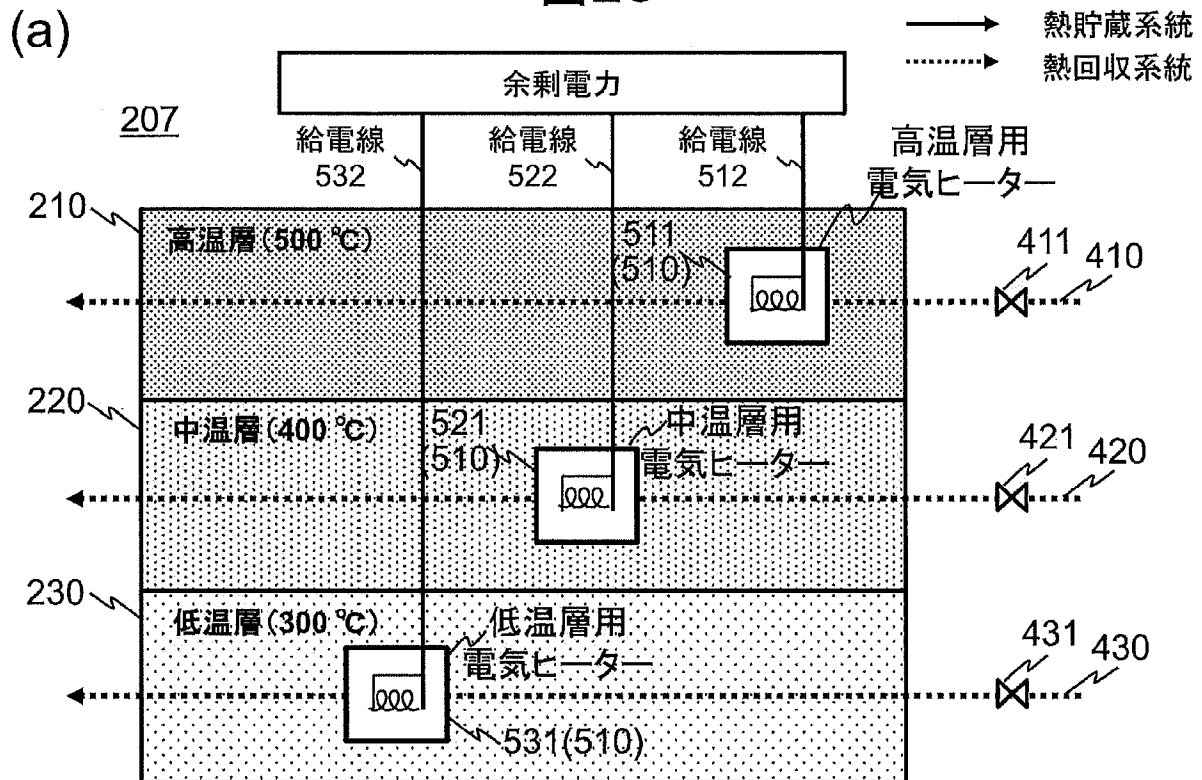


图 28



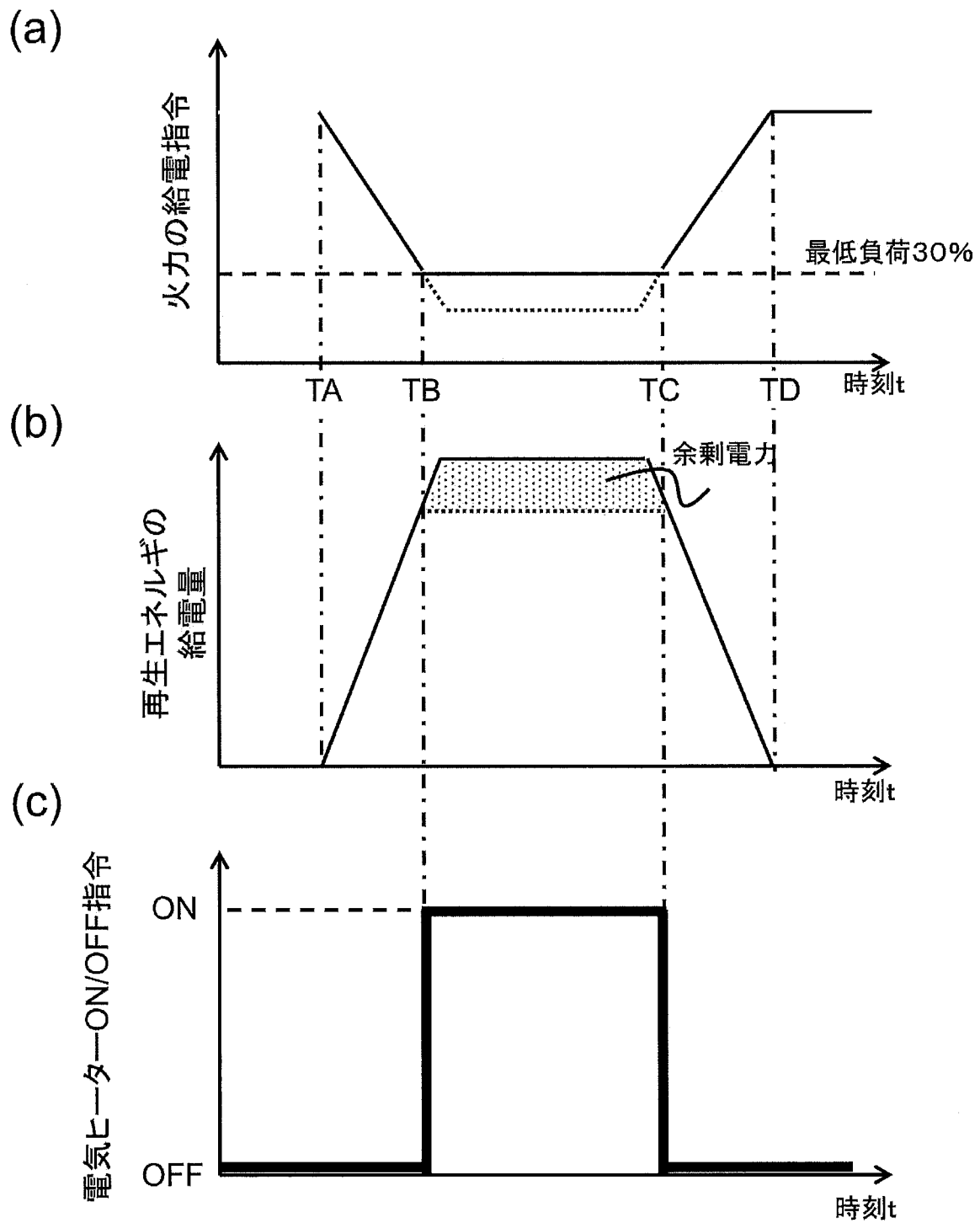
[図29]

図29



[図30]

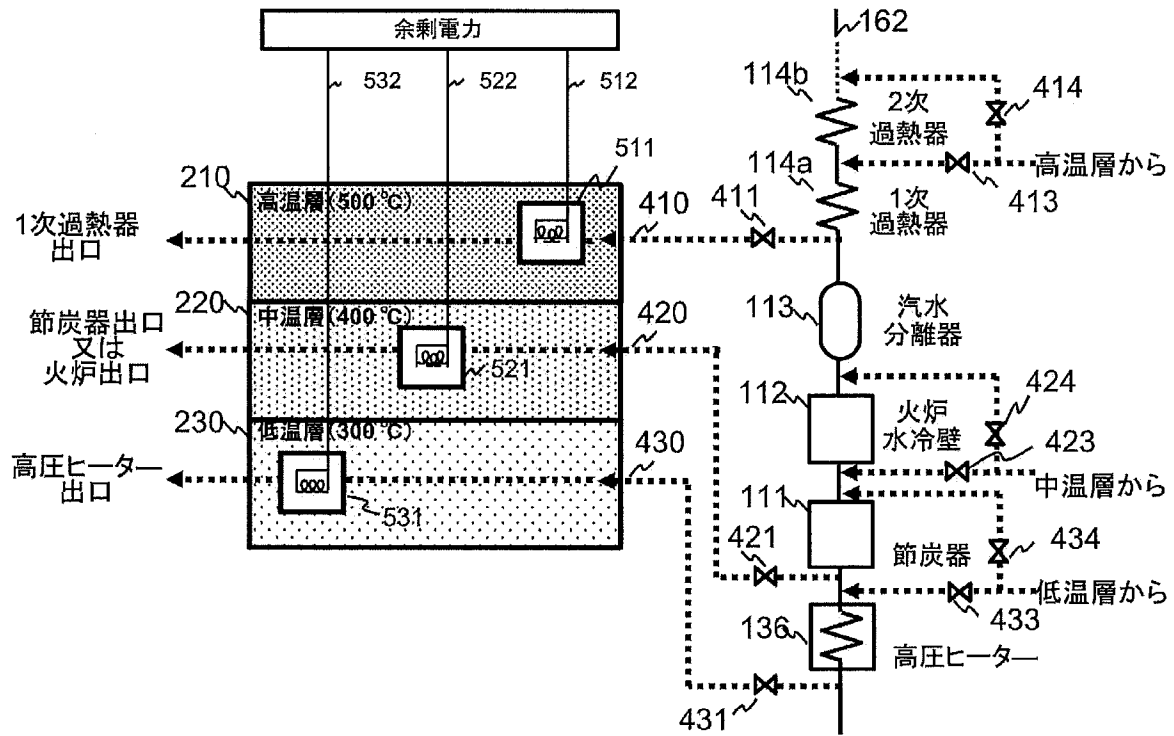
図30



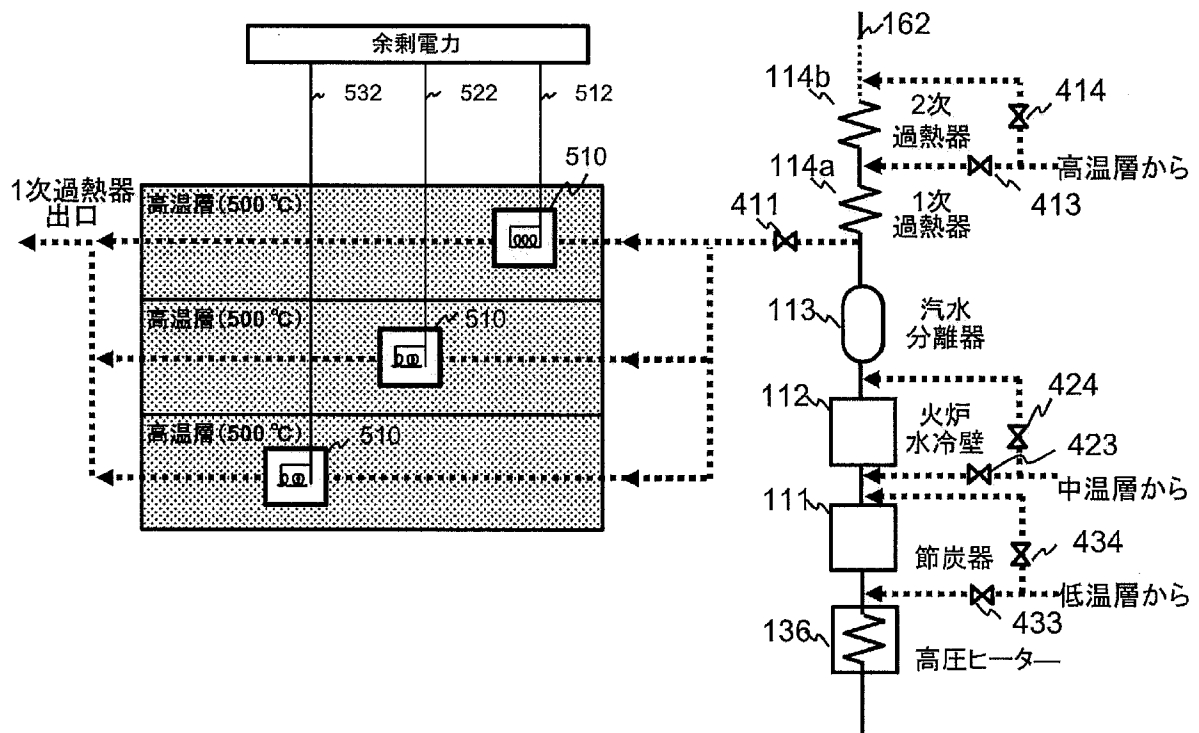
[図31]

図31

(a)



(b)



[図32]

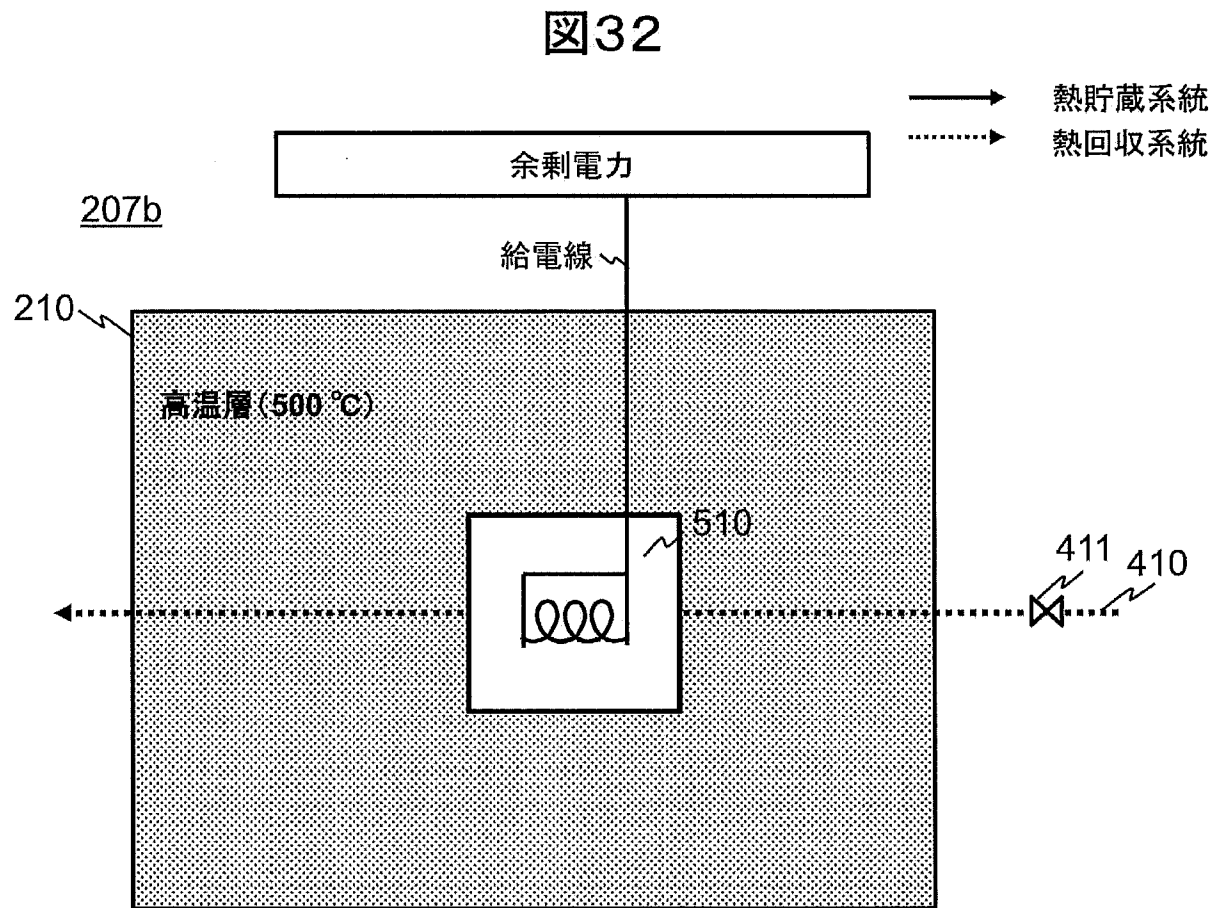
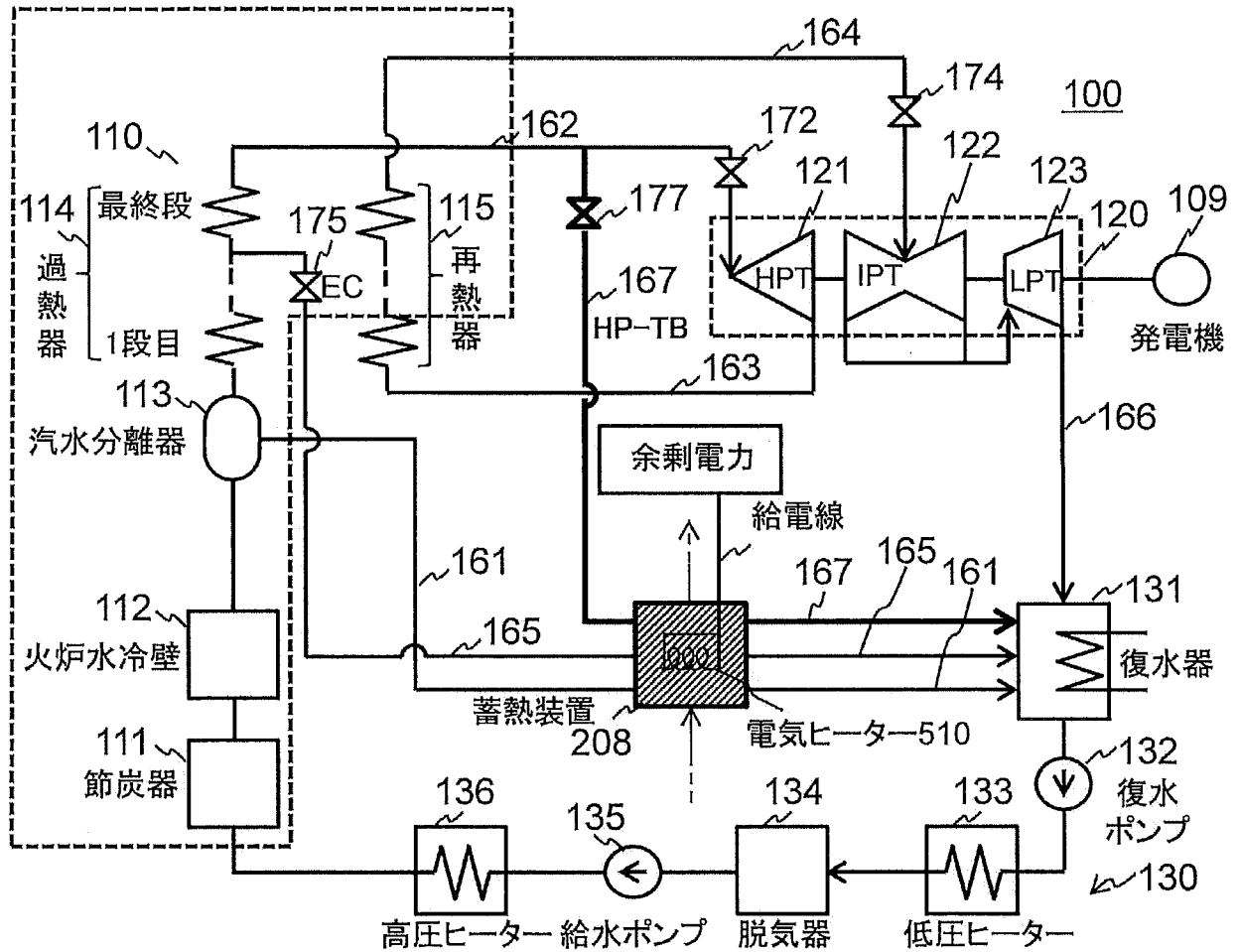
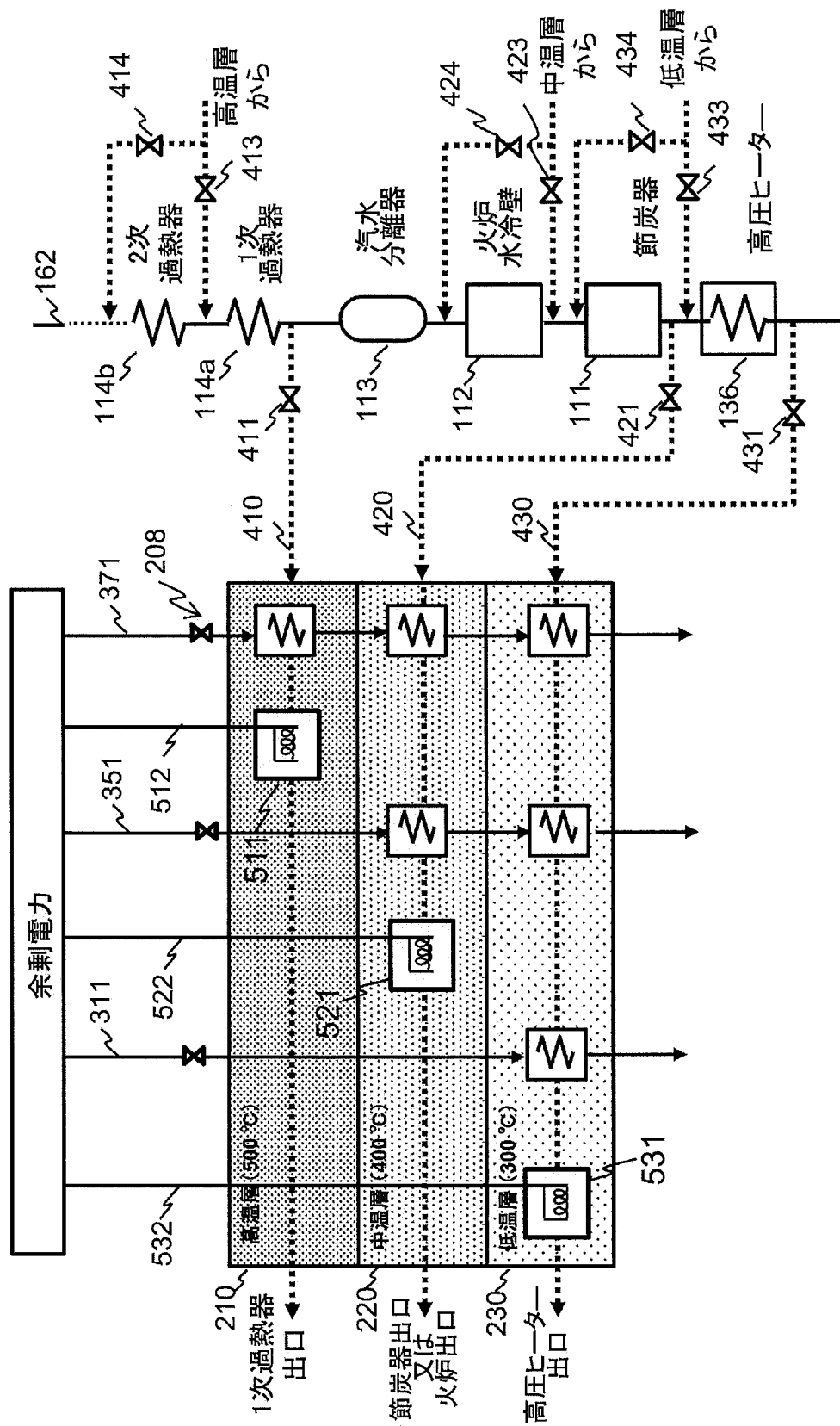


図33



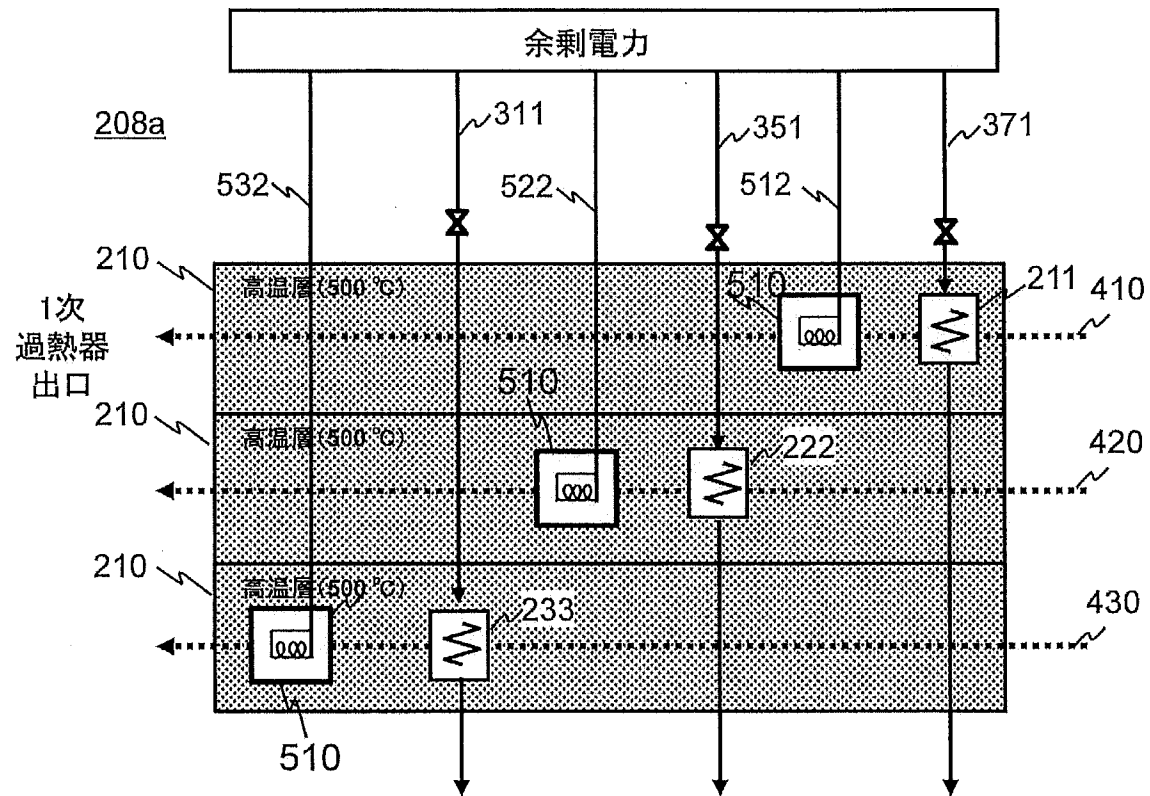
[図35]

図35



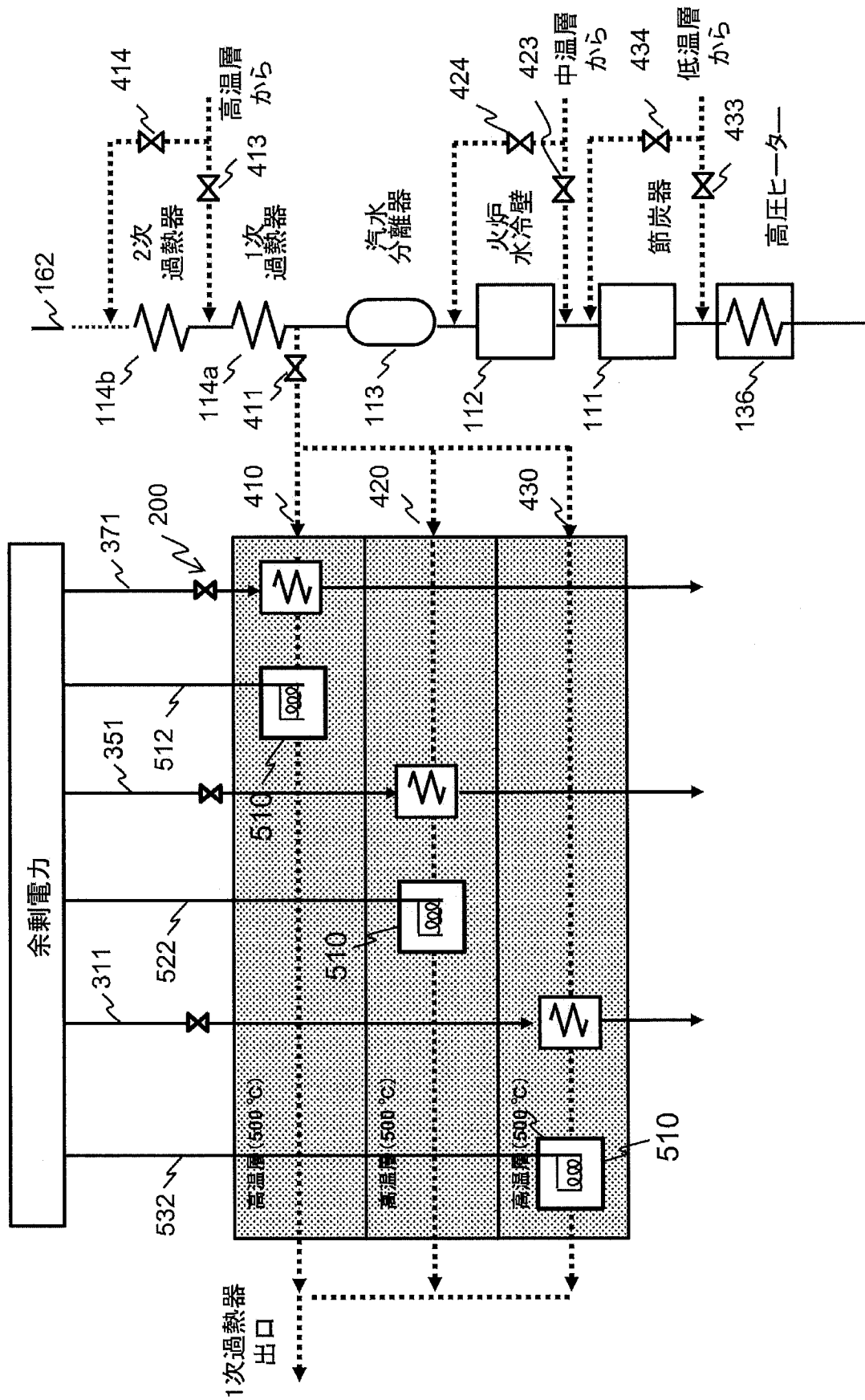
[図36]

図36



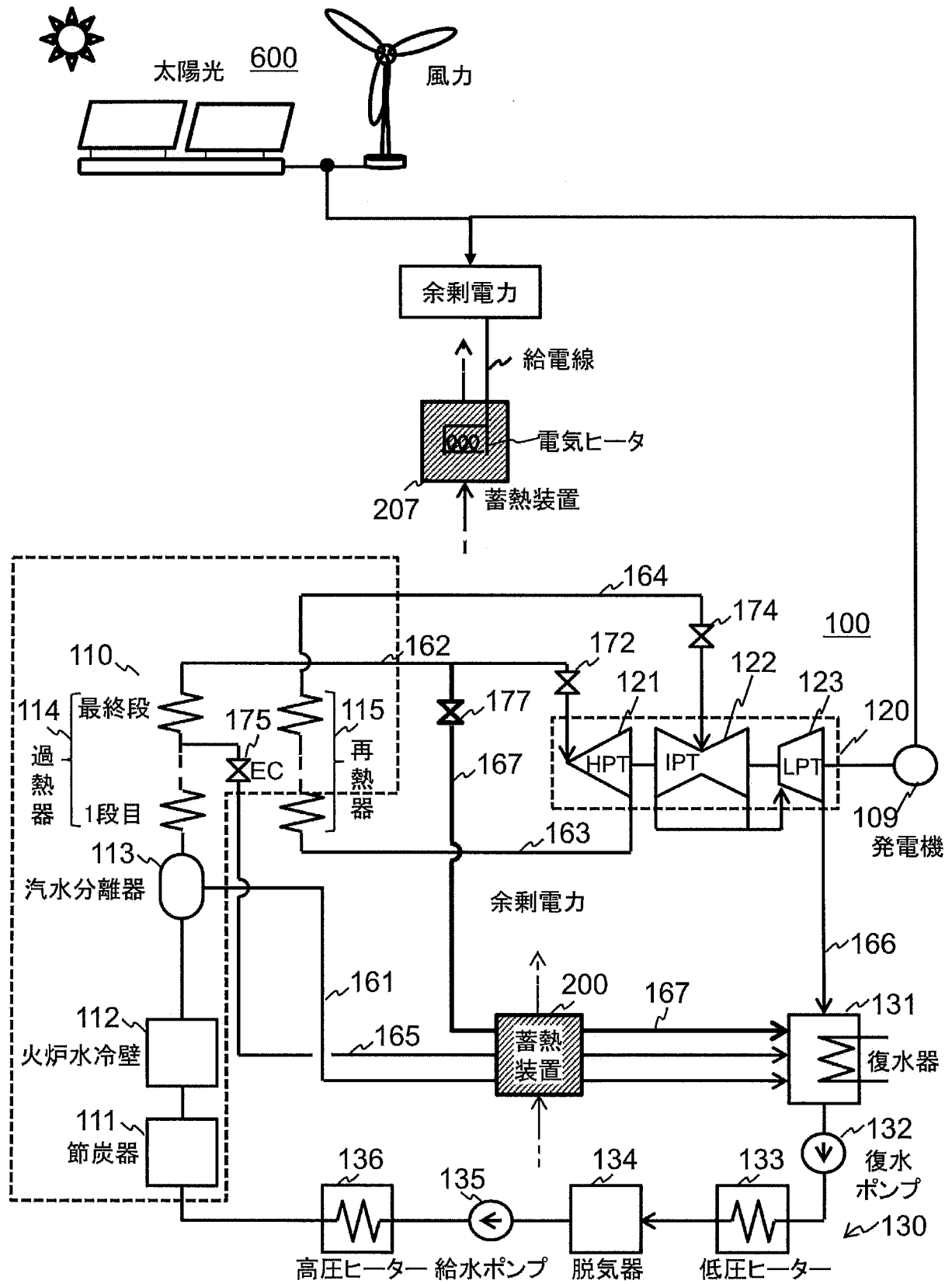
[図37]

図37



[図38]

図38



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/021638

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F01K 3/02 (2006.01) i; F01D 17/20 (2006.01) i; F01K 13/02 (2006.01) i

FI: F01K3/02 C; F01D17/20 H; F01D17/20 N; F01K13/02 F

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)

F01K3/02; F01D17/20; F01K13/02

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2020

Registered utility model specifications of Japan 1996-2020

Published registered utility model applications of Japan 1994-2020

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.
X	JP 8-260912 A (TOSHIBA CORP.) 08.10.1996 (1996-10-08) paragraph [0051]	1, 20
E, A	JP 2020-41449 A (MITSUBISHI HITACHI POWER SYSTEMS, LTD.) 19.03.2020 (2020-03-19) paragraph [0051]	1-2, 20-21

☐ 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
11 August 2020 (11.08.2020)

Date of mailing of the international search report
18 August 2020 (18.08.2020)

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
Information on patent family members

International application no.

PCT/JP2020/021638

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
JP 8-260912 A	08 Oct. 1996	(Family: none)	
JP 2020-41449 A	19 Mar. 2020	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） F01K 3/02(2006.01)i; F01D 17/20(2006.01)i; F01K 13/02(2006.01)i FI: F01K3/02 C; F01D17/20 H; F01D17/20 N; F01K13/02 F														
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）） F01K3/02; F01D17/20; F01K13/02														
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2020年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2020年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2020年				
日本国実用新案公報	1922 - 1996年													
日本国公開実用新案公報	1971 - 2020年													
日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年													
日本国登録実用新案公報	1994 - 2020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												
X	JP 8-260912 A（株式会社東芝）08.10.1996（1996 - 10 - 08） 段落 [0051]	1, 20												
E, A	JP 2020-41449 A（三菱日立パワーシステムズ株式会社）19.03.2020（2020 - 03 - 19） 段落 [0051]	1 - 2, 20 - 21												
☐ 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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	“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	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
* 引用文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの													
“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	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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														
国際調査を完了した日 11.08.2020	国際調査報告の発送日 18.08.2020													
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 所村 陽一 30 9718 電話番号 03-3581-1101 内線 3358													

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2020/021638

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	8-260912	A	08.10.1996	(ファミリーなし)	
JP	2020-41449	A	19.03.2020	(ファミリーなし)	