(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2006-138278
(P2006-138278A)
(43)公開日　平成18年6月1日(2006.6.1)

(51)Int.Cl.		F I		テーマコード（参考）
F01K 9/00	(2006.01)	F01K 9/00	G	
G21D 1/02	(2006.01)	F01K 9/00	F	
		G21D 1/02	GDPT	

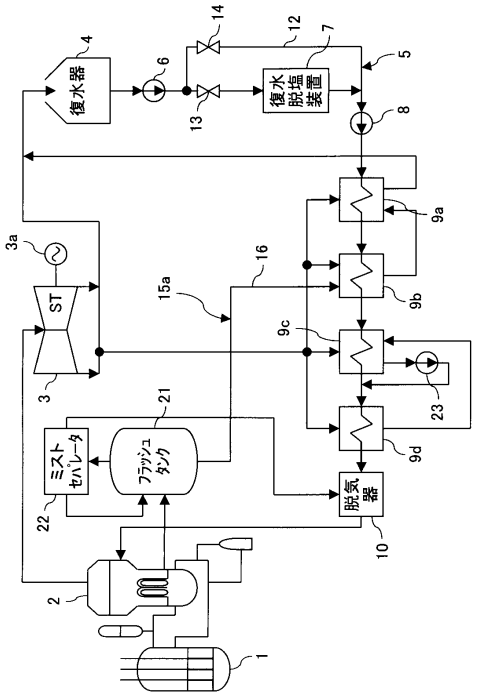
審査請求 未請求　請求項の数 5　ＯＬ　（全 8 頁）

(21)出願番号　特願2004-330165 (P2004-330165)
(22)出願日　平成16年11月15日 (2004.11.15)

(71)出願人　000006208
三菱重工業株式会社
東京都港区港南二丁目１６番５号
(74)代理人　100085501
弁理士　佐野　静夫
(72)発明者　今治　義典
兵庫県高砂市荒井町新浜２丁目１番１号
三菱重工業株式会社高砂製作所内

(54)【発明の名称】蒸気タービンプラント

(57)【要約】
【課題】　本発明は、蒸気発生器からのブローダウン水を復水器からの二次系の水を加熱する熱交換機に供給することで熱回収を行う蒸気タービンプラントを提供することを目的とする。
【解決手段】　フラッシュタンク２１からのブローダウン水を低圧給水加熱器９ａ，９ｂに供給して、低圧給水加熱器９ａ，９ｂを通過する復水系統５の二次系の水を加熱した後、低圧給水加熱器９ａから排出されると、復水器４に回収する。そして、復水脱塩装置７で不純物を除去した後、復水系統５の二次系の水として回収する。
【選択図】　図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
液体を加熱して高温の蒸気を発生する蒸気発生器と、該蒸気発生器で発生した蒸気によって回転駆動する蒸気タービンと、該蒸気タービンから排出された蒸気を回収して復水する復水器と、該復水器で復水された液体より不純物を除去する復水脱塩装置と、該復水脱塩装置で不純物が除去された液体を加熱して前記蒸気発生器に供給する熱交換機と、を備える蒸気タービンプラントにおいて、
前記蒸気発生器から排液された液体の一部を前記熱交換機に供給して、前記復水脱塩装置からの液体と熱交換した後に、前記復水脱塩装置に回収することを特徴とする蒸気タービンプラント。
【請求項２】
前記熱交換機において冷却された前記蒸気発生器から排液された液体の一部が、前記復水器に回収されることを特徴する請求項１に記載の蒸気タービンプラント。
【請求項３】
前記熱交換機が、前記復水脱塩装置からの液体を加熱する第１熱交換機と、該第１熱交換機で加熱された液体を更に加熱する第２熱交換機とを備え、
前記第１熱交換機で前記復水脱塩装置からの液体と熱交換して冷却された液体が前記復水脱塩装置に回収されるとともに、
前記第２熱交換機で前記第１熱交換機からの液体と熱交換して冷却された液体を、前記復水脱塩装置からの液体と熱交換するために、前記第１熱交換機に排出することを特徴する請求項１又は請求項２に記載の蒸気タービンプラント。
【請求項４】
前記蒸気発生器から排液された液体の一部が、前記第１熱交換機に供給されることを特徴する請求項３に記載の蒸気タービンプラント。
【請求項５】
前記蒸気発生器から排液された液体の一部が、前記第２熱交換機に供給されることを特徴する請求項３に記載の蒸気タービンプラント。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、蒸気発生器装置からブローダウンされる水より熱を回収する蒸気タービンプラントに関する。
【背景技術】
【０００２】
従来より、原子力発電プラントは、図４に示すように、原子炉１で発生する熱により一次系の水を加熱し、この加熱された一次系の水を蒸気発生器２に導入して二次系の水を蒸気に換える。この二次系の水より得られた蒸気によって蒸気タービン３を回転駆動して発電機３ａを作動させて発電を行う。そして、蒸気タービン３を回転させた後に蒸気タービン３から排出される蒸気は、復水器４で海水によって冷却されて復水され、蒸気発生器２に供給される。このとき、復水器４で復水された水から不純物を除去するために復水脱塩装置７が設けられる。この復水脱塩装置７では、復水器４からの水をイオン交換することで不純物の除去を行う。又、蒸気発生器２に不純物が蓄積して濃縮されるのを防止するために、二次系の水の一部をブローダウンして蒸気発生器２から排出系統１５に排出する。このブローダウンした二次系の水は復水系統５に回収される（特許文献１参照）。
【０００３】
又、復水器４で復水された二次系の水が蒸気発生器２に供給される復水系統５には、復水脱塩装置７をバイパスするためのバイパス路１２が備えられている。このバイパス路１２を設けることで、機器配管内の鉄成分などの溶出を防ぐために二次系の水の循環系統にアンモニアを投入して高ｐＨとして運用する場合に、復水脱塩装置７における不純物除去能力の低下を防ぐことができる。即ち、復水脱塩装置７より下流でアンモニアが投入され

る場合は、第１弁装置１３を閉じるとともに第２弁装置１４を開くことで、復水器４から復水脱塩装置７への通水をなくし、又、起動時などのようにアンモニアの投入がない場合は、第１弁装置１３を開くとともに第２弁装置１４を閉じることで、復水器４から復水脱塩装置７へ通水させる。このとき、復水器４の水が、復水ポンプ６によって復水脱塩装置７又はバイパス路１２に供給される。

【０００４】

又、蒸気発生器２からブローダウンされた二次系の水は復水系統５に回収されるが、このとき、蒸気発生器２と第１弁装置１３及び復水脱塩装置７の間における復水系統５との間に排出系統１５が構成され、ブローダウンした二次系の水の一部が排出系統１５によって復水系統５に投入されることとなる。この排出系統１５には、蒸気発生器２からブローダウンした二次系の水の一部が導入されるフラッシュタンク２１と、フラッシュタンク２１内の蒸気を分離して脱気器１０に送るミストセパレータ２２と、ミストセパレータ２２で蒸気が分離されてフラッシュタンク２１に戻された水を冷却する熱交換器１７，１８とを備える。

【０００５】

この熱交換器１７，１８には、復水脱塩装置７及びバイパス路１２の下流に設けられた抽出ライン２０によって分岐される復水器からの二次系の水が冷却媒体（以下、この冷却媒体となる二次系の水を「冷却水」と呼ぶ）として供給されて、熱交換器１７，１８を通水するフラッシュタンク２１からの二次系の水（以下、このフラッシュタンクからの二次系の水を「ブローダウン水」と呼ぶ）を冷却する。このようにして熱交換器１７，１８で冷却されたブローダウン水は、復水脱塩装置７へ供給される。又、復水脱塩装置７及びバイパス路１２からの二次系の水は、復水ブースタポンプ８によって低圧給水加熱器９に供給されて加熱されるとともに、抽出ライン２０によって分岐されるとともに熱交換器１７，１８においてフラッシュタンク２１からのブローダウン水によって加熱された冷却水と合流されて、脱気器１０に供給される。

【特許文献１】特開２００１－２９６３８９号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００６】

この図４に示す原子力発電プラントにおいては、フラッシュタンク２１からのブローダウン水による熱を二次系の水の循環系統に回収するために、熱交換機１７，１８による及び抽出ライン２０を設置する必要がある。即ち、復水器４から下流側における復水系統５を分岐して抽出ライン２０を設けるとともに、この抽出ライン２０によって分岐された二次系の水で熱回収するように、ブローダウン水が供給される熱交換機１７，１８が構成される。このように、ブローダウン水による熱を回収するために、新たに設備を構成する必要がある。

【０００７】

このような問題を鑑みて、本発明は、蒸気発生器からのブローダウン水を復水器からの二次系の水を加熱する熱交換機に供給することで熱回収を行う蒸気タービンプラント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】

上記目的を達成するために、本発明の蒸気タービンプラントは、液体を加熱して高温の蒸気を発生する蒸気発生器と、該蒸気発生器で発生した蒸気によって回転駆動する蒸気タービンと、該蒸気タービンから排出された蒸気を回収して復水する復水器と、該復水器で復水された液体より不純物を除去する復水脱塩装置と、該復水脱塩装置で不純物が除去された液体を加熱して前記蒸気発生器に供給する熱交換機と、を備える蒸気タービンプラントにおいて、前記蒸気発生器から排液された液体の一部を前記熱交換機に供給して、前記復水脱塩装置からの液体と熱交換した後に、前記復水脱塩装置に回収することを特徴とする。

【０００９】
このような冷却制御装置において、前記熱交換機において冷却された前記蒸気発生器から排液された液体の一部が、前記復水器に回収されるものとし、該復水器で冷却された後に前記復水脱塩装置に回収されるものとしても構わない。又、前記蒸気発生器から排液された液体の一部が前記熱交換機から排出されたとき、前記復水脱塩装置における許容温度範囲内の液体となる場合、前記復水脱塩装置に直接回収されるものとしても構わない。
【００１０】
又、前記熱交換機が、前記復水脱塩装置からの液体を加熱する第１熱交換機と、該第１熱交換機で加熱された液体を更に加熱する第２熱交換機とを備え、前記第１熱交換機で前記復水脱塩装置からの液体と熱交換して冷却された液体が前記復水脱塩装置に回収されるとともに、前記第２熱交換機で前記第１熱交換機からの液体と熱交換して冷却された液体を、前記復水脱塩装置からの液体と熱交換するために、前記第１熱交換機に排出するものとしても構わない。更に、前記第１及び第２熱交換機の下流側に、更に２つの熱交換機を備えるものとして、前記熱交換機が３ヒータドレンアップ方式を採用するものとしても構わない。又、前記熱交換機の下流側に、前記蒸気発生器から排液されたときに得られた気体により液体を加熱する脱気器を備えるものとしても構わない。
【００１１】
このように前記熱交換機が構成されるとき、前記蒸気発生器から排液された液体の一部が、前記第１熱交換機又は前記第２熱交換機に供給される。よって、前記蒸気発生器から排液された液体の一部が、前前記第１及び第２熱交換機の少なくとも一方で熱交換動作を行った後に、前記腹水脱塩装置に回収されて、その不純物が除去されて復水系統の液体とともに循環される。
【発明の効果】
【００１２】
本発明によると、蒸気発生器から排液された液体の一部が復水系統に設置された熱交換機に供給されて熱回収が成されるため、従来のように、復水系統を分岐して別の熱交換機を設置する必要がない。又、復水系統の液体を加熱して熱交換機より排出された液体が、復水脱塩装置に回収されるため、不純物濃度の高い蒸気発生器から排液された液体から不純物を取り除いて復水系統に回収することができる。このように、蒸気発生器から排液された液体の一部を冷却するための熱交換機を、復水系統に設置された熱交換機と別に設置することがなくなり、従来のプラント設備を拡大する必要がなくなる。又、循環させる液体の不純物濃度を低く保った状態で、プラント内の熱効率を上げることができる。
【発明を実施するための最良の形態】
【００１３】
本発明の実施形態について、図面を参照して説明する。図１は、本実施形態における蒸気タービンプラントの構成を示すブロック図である。尚、図１の蒸気タービンプラントにおいて、図４と同一の部分については、同一の符号を付してその詳細な説明は省略する。又、本実施形態において、蒸気タービンプラントとして、原子力発電プラントを例に挙げて説明する。
【００１４】
図１の蒸気タービンプラントは、核分裂の熱エネルギーにより一次系の水を加熱する原子炉１と、原子炉１で加熱された水が導入されて二次系の水を加熱して蒸気を発生する蒸気発生器２と、蒸気発生器２で発生した蒸気により回転駆動する蒸気タービン３と、蒸気タービン３の回転により発電動作を行う発電機３ａと、蒸気タービン３の回転駆動に使用されて蒸気タービン３より排出された蒸気を海水などにより復水する復水器４と、復水器４で復水された二次系の水を蒸気発生器２に供給する復水系統５と、蒸気発生器２からブローダウンされた二次系の水の一部を復水系統５に排出する排出系統１５ａと、を備える。
【００１５】
又、復水系統５は、復水器４で復水された二次系の水を復水系統５に供給する復水ポン

プ６と、復水器４からの二次系の水の不純物除去を行う復水脱塩装置７と、復水器４からの二次系の水に対して復水脱塩装置７をバイパスさせるバイパス路１２と、復水脱塩装置７及びバイパス路１２からの二次系の水を下流に通水させる復水ブースタポンプ８と、復水ブースタポンプ８によって供給される二次系の水を加熱する低圧給水加熱器９ａ～９ｄと、低圧給水加熱器９ａ～９ｄで加熱された二次系の水をミストセパレータ２２で分離された蒸気で更に加熱して蒸気発生器２に供給する脱気器１０と、復水ポンプ６より供給される二次系の水の復水脱塩装置７への通水を制御する第１弁装置１３と、復水ポンプ６より供給される二次系の水のバイパス路１２への通水を制御する第２弁装置１４と、を備える。

【００１６】

又、排出系統１５ａは、蒸気発生器２でブローダウンされた二次系の水が排出されるフラッシュタンク２１と、フラッシュタンク２１にブローダウンされた二次系の水から蒸気を分離して脱気器１０に排出するミストセパレータ２２と、フラッシュタンク２１より排出されるブローダウン水を低圧給水加熱器９ｂに供給するための排出ライン１６と、を備える。

【００１７】

このように構成されるとき、低圧給水加熱器９ａ～９ｄによって、３ヒータドレンアップ方式が採用されている。この低圧給水加熱器９ａ～９ｄが、復水系統５における復水ブースタポンプ８から脱気器１０に向かって、９ａ、９ｂ、９ｃ、９ｄの順に、設置されるとき、複数系統５における二次系の水を加熱するために、蒸気タービン３から排気された蒸気の一部が低圧給水加熱器９ａ～９ｄに与えられる。

【００１８】

この蒸気タービンプラントの動作について、以下に説明する。まず、原子炉１において核分裂反応より得られる熱で冷却材となる一次系の水を加熱すると、加熱された一次系の水を蒸気発生器２に導入することで、一次系の水の循環系統とことなる循環系統により循環している二次系の水を加熱し、二次系の水を蒸気に変換する。このとき、二次系の水を加熱した一次系の水は蒸気発生器２より再び原子炉１に導入されることで、原子炉１と蒸気発生器２との間を循環する。

【００１９】

そして、蒸気発生器２で発生した高温高圧の蒸気が蒸気タービン３に供給されると、この蒸気によって蒸気タービン３が回転駆動されることにより、発電機３ａが、この回転エネルギーを電気エネルギーに変換することによって発電動作を行う。この蒸気タービン３を回転させた蒸気が復水器４に排出されると、海水によって冷却されて復水される。この復水器４で復水された二次系の水は、復水ポンプ６によって復水系統５に導入される。そして、復水ポンプ６によって復水系統５に導入された二次系の水が第１弁装置１３を介して復水脱塩装置７に供給されると、イオン交換することによって、復水された二次系の水に含まれる不純物が復水脱塩装置７を通過することによって除去される。尚、背景技術で記載したように、アンモニアを投入して高ｐＨで運用する場合は、第１弁装置１３を閉じるとともに第２弁装置１４を開く。

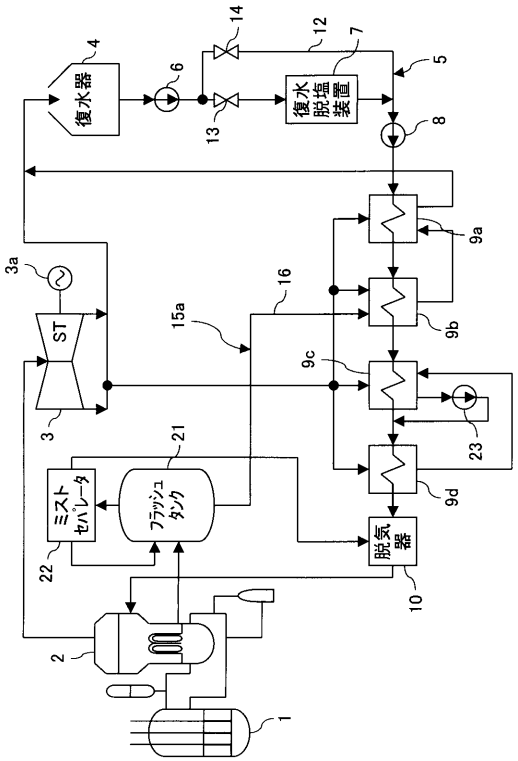
【００２０】

このようにして、復水脱塩装置７で不純物が除去された二次系の水が復水ブースタポンプ８を介して低圧給水加熱器９ａ～９ｄに供給されると、９ａ、９ｂ、９ｃ、９ｄの順に供給されて加熱される。その後、低圧給水加熱器９ａ～９ｄで加熱された二次系の水は、更に、脱気器１０に供給されて加熱された後、蒸気発生器２に供給される。又、ブローダウンされてフラッシュタンク２１に導入される蒸気発生器２の一部の二次系の水は、フラッシュタンク２１において蒸気と水とに分離される。このフラッシュタンク２１で分離された蒸気が更にミストセパレータ２２に供給されて、純粋な蒸気のみが分離されて脱気器１０に供給されるとともに、蒸気が分離されることで残った水がフラッシュタンク２１に回収される。又、フラッシュタンク２１で分離されることで得られたブローダウン水は、排出ライン１６を通じて、低圧給水加熱器９ｂに供給される。

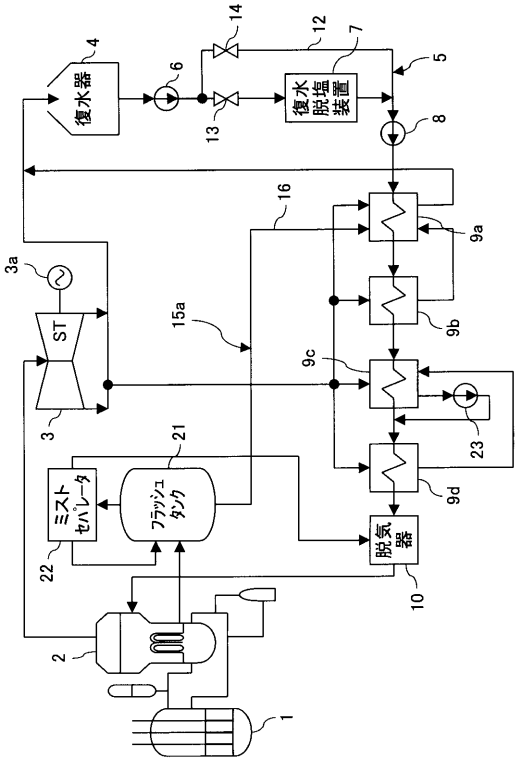
【００２１】
このように動作するとき、低圧給水加熱器９ｄにおいて復水系統５における二次系の水を加熱して冷却された水（以下、「加熱水」とする）が低圧給水加熱器９ｃに与えられて、低圧給水加熱器９ｃを通過する復水系統５における二次系の水を加熱する。そして、低圧給水加熱器９ｃで復水系統５の二次系の水を加熱した加熱水が低圧給水加熱器９ｃから排出されると、ドレインポンプ２３によって、低圧給水加熱器９ｃで加熱された復水系統５の二次系の水に合流される。
【００２２】
又、低圧給水加熱器９ｂにおいて復水系統５における二次系の水を加熱して冷却された加熱水は、低圧給水加熱器９ａに与えられて、低圧給水加熱器９ａを通過する復水系統５における二次系の水を加熱する。このとき、低圧給水加熱器９ｂには、蒸気タービン３から排気される蒸気だけでなく、フラッシュタンク２１からブローダウンされたブローダウン水が供給されて、ともに加熱水として復水系統５における二次系の水を加熱する。そして、低圧給水加熱９ａで復水系統５の二次系の水を加熱した加熱水が低圧給水加熱器９ａから排出されると、復水器４に排出される。
【００２３】
よって、フラッシュタンク２１からのブローダウン水は、まず、排出ライン１６より低圧給水加熱器９ｂに供給されることで、蒸気タービン３から排出される蒸気とともに、低圧給水加熱器９ｂを通過する復水系統５の二次系の水を加熱して冷却された後、低圧給水加熱器９ａに供給される。そして、低圧給水加熱器９ａにおいて、蒸気タービン３から排出される蒸気とともに、低圧給水加熱器９ａを通過する復水系統５の二次系の水を加熱して冷却された後、復水器４に回収される。そのため、復水ポンプ６から第１弁装置１３を通じて復水脱塩装置７に供給されることで、ブローダウン水に含まれる不純物が除去されて、復水系統５に回収される。
【００２４】
尚、本実施形態において、フラッシュタンク２１からのブローダウン水が低圧給水加熱器９ｂに供給されるものとしたが、図２のように、フラッシュタンク２１からの排出ライン１６が低圧給水加熱器９ａに接続されて、フラッシュタンク２１からのブローダウン水が低圧給水加熱器９ａに供給されるものとしても構わない。又、ブローダウン水を含む低圧給水加熱９ａにおける加熱動作を行った加熱水が復水器４に回収されるものとしたが、図３のように、低圧給水加熱９ａから排出される加熱水の温度が復水脱塩装置７で処理可能な許容温度範囲である場合、低圧給水加熱９ａから排出される加熱水を復水脱塩装置７に排出するものとしても構わない。
【産業上の利用可能性】
【００２５】
本発明の蒸気タービンプラントは、原子力発電プラントや火力発電プラントやコンバインドプラントなどの蒸気発生器により高熱の蒸気を発生させる蒸気タービンプラントにおいて適用することができる。
【図面の簡単な説明】
【００２６】
【図１】は、本発明の実施形態の発電プラントの構成を示すブロック図である。
【図２】は、本発明の別の実施形態の発電プラントの構成を示すブロック図である。
【図３】は、本発明の別の実施形態の発電プラントの構成を示すブロック図である。
【図４】は、従来の発電プラントの構成を示すブロック図である。
【符号の説明】
【００２７】
１　原子炉
２　蒸気発生器
３　蒸気タービン
３ａ　発電機

４　　復水器
５　　復水系統
６　　復水ポンプ
７　　復水脱塩装置
８　　復水ブースタポンプ
９ａ～９ｄ　　低圧給水加熱器
１０　　脱気器
１２　　バイパス路
１３　　第１弁装置
１４　　第２弁装置
１５，１５ａ　　排出系統
１６　　排出ライン
１７，１８　　熱交換器
２０　　抽出ライン
２１　　フラッシュタンク
２２　　ミストセパレータ
２３　　供給ポンプ

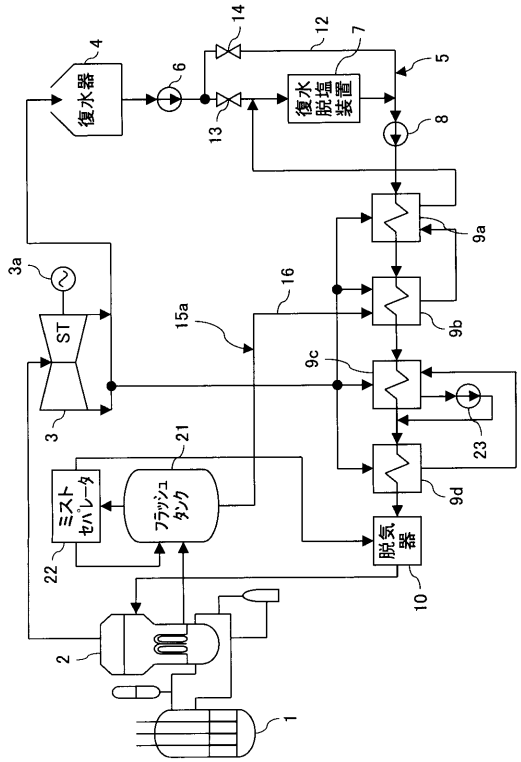
【図１】



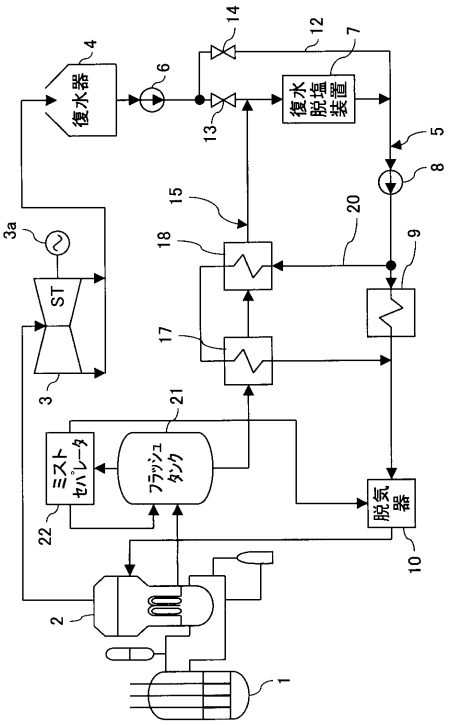
【図２】



【図３】


復水器
4
6
14
12
7
5
13
復水脱塩装置
8
3a
ST
3
16
15a
9a
9b
9c
9d
23
21
ミストセパレータ
フラッシュタンク
22
脱気器
10
2
1

【図４】


復水器
4
6
14
12
7
5
13
復水脱塩装置
8
3a
ST
3
15
18
20
9
17
21
ミストセパレータ
フラッシュタンク
22
脱気器
10
2
1