

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4599139号  
(P4599139)

(45) 発行日 平成22年12月15日(2010.12.15)

(24) 登録日 平成22年10月1日(2010.10.1)

(51) Int. Cl.		F I			
<b>F 0 1 K</b>	<b>9/00</b>	<b>(2006.01)</b>	F 0 1 K	9/00	G
<b>G 2 1 D</b>	<b>1/02</b>	<b>(2006.01)</b>	F 0 1 K	9/00	F
			G 2 1 D	1/02	G D P T

請求項の数 4 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2004-330165 (P2004-330165)	(73) 特許権者	000006208
(22) 出願日	平成16年11月15日(2004.11.15)		三菱重工株式会社
(65) 公開番号	特開2006-138278 (P2006-138278A)		東京都港区港南二丁目16番5号
(43) 公開日	平成18年6月1日(2006.6.1)	(74) 代理人	100134544
審査請求日	平成19年10月15日(2007.10.15)		弁理士 森 隆一郎
		(74) 代理人	100108578
			弁理士 高橋 詔男
		(74) 代理人	100064908
			弁理士 志賀 正武
		(74) 代理人	100126893
			弁理士 山崎 哲男
		(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
			三菱重工株式会社高砂製作所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 蒸気タービンプラント

(57) 【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器と、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、前記熱交換器に供給して、前記復水脱塩装置からの液体と熱交換した後に、前記復水器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】

前記熱交換器が、前記復水脱塩装置からの液体を加熱する第1熱交換器と、該第1熱交換器で加熱された液体を更に加熱する第2熱交換器とを備え、

前記第1熱交換器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を、前記復水器に回収するとともに、

前記第2熱交換器で前記第1熱交換器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熱交換器に排出す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熱交換器に供給されることを特

10

20

徴する請求項 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 2 熱交換器に供給されることを特徴する請求項 2 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 3 a 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 1 5 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 1 2 が備えられている。このバイパス路 1 2 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 1 3 を閉じるとともに第 2 弁装置 1 4 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 1 3 を開くとともに第 2 弁装置 1 4 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 1 2 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 1 3 及び復水脱塩装置 7 の間における復水系統 5 との間には排出系統 1 5 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 1 5 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 1 5 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 2 1 と、フラッシュタンク 2 1 内の蒸気を分離して脱気器 1 0 に送るミストセパレータ 2 2 と、ミストセパレータ 2 2 で蒸気が分離されてフラッシュタンク 2 1 に戻された水を冷却する熱交換器 1 7 , 1 8 とを備える。

【0005】

この熱交換器 1 7 , 1 8 には、復水脱塩装置 7 及びバイパス路 1 2 の下流に設けられた抽出ライン 2 0 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 1 7 , 1 8 を通水するフラッシュタンク 2 1 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 1 7 , 1 8 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 1 2 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 2 0 によって分岐されるとともに熱交換器 1 7

10

20

30

40

50

、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。

10

【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器と、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、前記熱交換器に供給して、前記復水脱塩装置からの液体と熱交換した後に、前記復水器に回収することを特徴とする。

20

【0009】

このような冷却制御装置において、前記熱交換器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。

30

【0010】

又、前記熱交換器が、前記復水脱塩装置からの液体を加熱する第1熱交換器と、該第1熱交換器で加熱された液体を更に加熱する第2熱交換器とを備え、前記第1熱交換器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を、前記復水器に回収するとともに、前記第2熱交換器で前記第1熱交換器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熱交換器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熱交換器の下流側に、更に2つの熱交換器を備えるものとして、前記熱交換器が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、前記熱交換器の下流側に、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。

40

【0011】

このように前記熱交換器が構成されるとき、前記蒸気発生器から排液された液体の一部が、前記第1熱交換器又は前記第2熱交換器に供給される。よって、前記蒸気発生器から排液された液体の一部が、前記第1及び第2熱交換器の少なくとも一方で熱交換動作を行った後に、前記復水器に回収されて、前記復水脱塩装置で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器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器

50

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器より排出された液体が、復水器に回収された後、復水脱塩装置に送られるため、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器を、復水系統に設置された熱交換器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。

10

【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。

20

【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。

30

【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。

40

【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、復水系統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

50

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。

【 0 0 1 9 】

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 3 a 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 1 3 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 1 3 を閉じるとともに第 2 弁装置 1 4 を開く。

10

【 0 0 2 0 】

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 9 a ~ 9 d に供給されると、9 a、9 b、9 c、9 d の順に供給されて加熱される。その後、低圧給水加熱器 9 a ~ 9 d で加熱された二次系の水は、更に、脱気器 1 0 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 2 1 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 2 1 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 2 1 で分離された蒸気が更にミストセパレータ 2 2 に供給されて、純粋な蒸気のみが分離されて脱気器 1 0 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 2 1 に回収される。又、フラッシュタンク 2 1 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 1 6 を通じて、低圧給水加熱器 9 b に供給される。

20

【 0 0 2 1 】

このように動作するとき、低圧給水加熱器 9 d 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 9 c に与えられて、低圧給水加熱器 9 c 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 9 c 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 9 c から排出されると、ドレインポンプ 2 3 によって、低圧給水加熱器 9 c で加熱された復水系統 5 の二次系の水に合流される。

30

【 0 0 2 2 】

又、低圧給水加熱器 9 b 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 9 a に与えられて、低圧給水加熱器 9 a 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 9 b 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 2 1 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、低圧給水加熱器 9 a 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 9 a から排出されると、復水器 4 に排出される。

40

【 0 0 2 3 】

よって、フラッシュタンク 2 1 からのブローダウン水は、まず、排出ライン 1 6 より低圧給水加熱器 9 b 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 9 b 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 9 a に供給される。そして、低圧給水加熱器 9 a 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 9 a 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 1 3 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。

【 0 0 2 4 】

50

尚、本実施形態において、フラッシュタンク 2 1 からのブローダウン水が低圧給水加熱器 9 b 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 2 1 からの排出ライン 1 6 が低圧給水加熱器 9 a に接続されて、フラッシュタンク 2 1 からのブローダウン水が低圧給水加熱器 9 a 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 9 a 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 9 a 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 9 a 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】

【 0 0 2 5 】

10

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】

【 0 0 2 6 】

【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、本発明に対する参考例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】

20

【 0 0 2 7 】

- 1 原子炉
- 2 蒸気発生器
- 3 蒸気タービン
- 3 a 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
- 9 a ~ 9 d 低圧給水加熱器
- 1 0 脱気器
- 1 2 バイパス路
- 1 3 第 1 弁装置
- 1 4 第 2 弁装置
- 1 5 , 1 5 a 排出系統
- 1 6 排出ライン
- 1 7 , 1 8 熱交換器
- 2 0 抽出ライン
- 2 1 フラッシュタンク
- 2 2 ミストセパレータ
- 2 3 供給ポンプ

30

40



---

フロントページの続き

審査官 寺町 健司

- (56)参考文献 特開2002-372599(JP,A)  
特開2001-296389(JP,A)  
特開2000-292589(JP,A)  
特開2004-092408(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F01K	9/00
G21D	1/02
G21D	3/00
G21C	19/30