

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5901397号
(P5901397)

(45) 発行日 平成28年4月6日(2016.4.6)

(24) 登録日 平成28年3月18日(2016.3.18)

(51) Int.Cl.

F O 1 K 9/00 (2006.01)
G 2 1 D 1/02 (2006.01)

F 1

F O 1 K 9/00
G 2 1 D 1/02G
T

請求項の数 4 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2012-85313 (P2012-85313)
 (22) 出願日 平成24年4月4日 (2012.4.4)
 (65) 公開番号 特開2013-213474 (P2013-213474A)
 (43) 公開日 平成25年10月17日 (2013.10.17)
 審査請求日 平成27年4月2日 (2015.4.2)

(73) 特許権者 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 100134544
 弁理士 森 隆一郎
 (74) 代理人 100064908
 弁理士 志賀 正武
 (74) 代理人 100108578
 弁理士 高橋 詔男
 (74) 代理人 100126893
 弁理士 山崎 哲男
 (74) 代理人 100149548
 弁理士 松沼 泰史

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】発電プラント

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

蒸気発生器と、
 該蒸気発生器により生成される蒸気が導入されるタービンと、
 該タービンを駆動した蒸気を復水として回収する復水器と、
 前記復水器から導出される前記復水が導入される第一脱塩装置と、
 前記蒸気発生器、前記タービン、前記復水器及び前記第一脱塩装置の間で前記蒸気又は前記復水を流通させる主流路とを備える発電プラントであって、
 前記主流路をバイパスするように接続され、前記蒸気が外気と接触する外気接触ラインを備え、

該外気接触ラインは、前記蒸気が導入される第二脱塩装置を有することを特徴とする発電プラント。

【請求項 2】

請求項1に記載の発電プラントにおいて、
 前記外気接触ラインは、前記復水器から導入された前記蒸気に前記外気を混入させて流通させるエジェクタ装置と、該エジェクタ装置の下流側に設けられ前記蒸気中のガスを除去する排ガス洗浄装置とを有する第一外気接触ラインで構成され、

前記第二脱塩装置は、前記排ガス洗浄装置の下流側に設けられていることを特徴とする発電プラント。

【請求項 3】

10

20

請求項 2 に記載の発電プラントにおいて、

前記復水器から導入される前記復水を熱交換する熱交換器を有し、

前記外気接触ラインは、前記タービンから漏出した前記蒸気に前記外気が混入されて前記熱交換器に導入する蒸気導入ラインと、該熱交換器で前記蒸気を熱交換して生成した凝縮水を前記排ガス洗浄装置の下流側に導入する洗浄装置側導出ラインとを有する第二外気接触ラインで構成されていることを特徴とする発電プラント。

【請求項 4】

請求項 1 または請求項 2 のいずれか一項に記載の発電プラントにおいて、

前記復水器から導出される前記復水を熱交換する熱交換器を有し、

前記外気接触ラインは、前記タービンから漏出した前記蒸気に前記外気が混入されて前記熱交換器に導入する蒸気導入ラインと、該熱交換器で前記蒸気を熱交換して生成した凝縮水を前記復水器に導入する復水器側導出ラインとを有する第三外気接触ラインで構成されていることを特徴とする発電プラント。 10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、発電プラントに関するものである。

【背景技術】

【0002】

一般に、火力発電所や原子力発電所等の発電プラントでは、蒸気発生器で発生した蒸気でタービンを駆動させて発電し、排出された蒸気を復水器で回収し、熱交換器で再度加熱して高温状態で蒸気発生器に戻すように循環経路が設けられている。 20

【0003】

ここで、例えば原子力発電所の発電プラントにおいて、循環経路を循環する流体中に Na , Cl , SO_4 等不純物が混入していると、該発電プラントを構成する設備を腐食する虞がある。よって、不純物濃度を抑えるために、復水器の下流側に浄化装置が設置されていることが一般的である。

【0004】

ここで、浄化装置としては、 Na イオン、 Cl イオン及び SO_4 イオンの吸着が可能なカチオン交換樹脂及びアニオン交換樹脂からなるイオン交換樹脂で構成されている技術が提案されている（下記特許文献 1 参照）。これにより、不純物を吸着除去することで、発電プラント中の不純物濃度を低減させることができる。 30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献 1】特許第 3760033 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、上記の復水器の下流側に浄化装置を設ける構成の発電プラントでは、循環経路を流通する流体の量が膨大であるために、不純物を十分に除去すべく大規模な浄化装置を設ける必要がある。よって、設備の大規模化に伴いイニシャルコストが嵩むという問題点がある。 40

【0007】

また、イオン交換樹脂は不純物を吸着し、又は不純物が無い場合でも循環する流体中に添加されたアンモニア等の pH 調整剤を吸着するため、吸着量の増加にともないイオン交換樹脂の吸着性能は低下する。よって、定期的に該イオン交換樹脂を強アルカリや強酸で浄化し又は純水で洗浄して再生する必要があるため、ランニングコストが増大するという問題点がある。

さらに、イオン交換樹脂は熱や酸化により劣化するため、定期的にイオン交換樹脂自体 50

を交換する必要があり、これもランニングコストを一層増大させる問題点となっている。

【0008】

本発明は、このような事情を考慮してなされたものであり、発電プラント内における不純物を低減することができるとともに、コストを抑えることができる発電プラントを提供するものである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

ここで、本発明の発明者らがこのような発電プラントの不純物濃度について鋭意研究を重ねたところ、発電プラントの内における不純物濃度の変動と、大気中の浮遊物量との間に相関関係があるという知見を得るに至った。

10

【0010】

そこで、前記課題を解決するため、この発明は上記知見に基づき以下の手段を提案している。

すなわち、本発明に係る発電プラントは、蒸気発生器と、該蒸気発生器により生成される蒸気が導入されるタービンと、該タービンを駆動した蒸気を復水として回収する復水器と、前記復水器から導出される前記復水が導入される第一脱塩装置と、前記蒸気発生器、前記タービン、前記復水器及び前記第一脱塩装置の間で前記蒸気又は前記復水を流通させる主流路とを備える発電プラントであって、前記主流路をバイパスするように接続され、前記蒸気が外気と接触する外気接触ラインを備え、該外気接触ラインは、前記蒸気が導入される第二脱塩装置を有することを特徴とする。

20

【0011】

このような発電プラントによれば、外気が混入された蒸気中に不純物がある場合でも、該蒸気を外気接触ラインにおける第二脱塩装置に導入して、該第二脱塩装置により不純物を除去することができる。よって、不純物濃度が減少した流体を主流路に戻すことができるため、発電プラントにおける不純物を低減することができる。

また、第二脱塩装置に導入される蒸気量は大量でないため、イニシャルコスト及びランニングコストを抑えた第二脱塩装置を採用することができる。

【0012】

また、本発明に係る発電プラントは、前記外気接触ラインは、前記復水器から導入された前記蒸気に前記外気を混入させて流通させるエジェクタ装置と、該エジェクタ装置の下流側に設けられ前記蒸気中のガスを除去する排ガス洗浄装置とを有する第一外気接触ラインで構成され、前記第二脱塩装置は、前記排ガス洗浄装置の下流側に設けられていることが好ましい。

30

【0013】

このような発電プラントによれば、復水器から導入されガスが除去された蒸気から、第二脱塩装置により不純物を確実に除去することができる。よって、不純物濃度が減少した流体を主流路に戻すことができるため、発電プラントにおける不純物を確実に低減することができる。

【0014】

また、本発明に係る発電プラントは、前記復水器から導入される前記復水を熱交換する熱交換器を有し、前記外気接触ラインは、前記タービンから漏出した前記蒸気に前記外気が混入されて前記熱交換器に導入する蒸気導入ラインと、該熱交換器で前記蒸気を熱交換して生成した凝縮水を前記排ガス洗浄装置の下流側に導入する洗浄装置側導出ラインとを有する第二外気接触ラインで構成されていてもよい。

40

【0015】

このような発電プラントによれば、蒸気タービンから導入された蒸気及び復水器から導入されガスが除去された蒸気から、第二脱塩装置により不純物を確実に除去することができる。よって、不純物濃度が減少した流体を洗浄装置側導出ラインにより主流路に戻すことができるため、発電プラントにおける不純物を確実に低減することができる。

【0016】

50

また、本発明に係る発電プラントは、前記復水器から導出される前記復水を熱交換する熱交換器を有し、前記外気接触ラインは、前記タービンから漏出した前記蒸気に前記外気が混入されて前記熱交換器に導入する蒸気導入ラインと、該熱交換器で前記蒸気を熱交換して生成した凝縮水を前記復水器に導入する復水器側導出ラインとを有する第三外気接触ラインで構成されていてもよい。

【0017】

このような発電プラントによれば、蒸気タービンから導入された蒸気から、第二脱塩装置により不純物を確実に除去することができる。よって、不純物濃度が減少した流体を復水器側導出ラインにより主流路に戻すことができるため、発電プラントにおける不純物を確実に低減することができる。

10

【発明の効果】

【0018】

本発明に係る発電プラントによれば、第二脱塩装置により不純物を除去し、不純物濃度が減少した流体を主流路に戻すことができるため、発電プラント内における不純物を低減することができるとともに、コストを抑えることができる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】本発明の第一実施形態に係る発電プラントの系統図である。

【図2】本発明の第二実施形態に係る発電プラントの系統図である。

【図3】本発明の第二実施形態の変形例に係る発電プラントの系統図である。

20

【発明を実施するための形態】

【0020】

(第一実施形態)

以下、図面を参照し、本発明の第一実施形態に係る発電プラントについて説明する。

図1は、本実施形態に係る発電プラントの系統図である。

【0021】

(発電プラント)

発電プラント1は、蒸気発生器2と、タービン3と、復水器4と、グランドコンデンサ5(熱交換器)と、第一脱塩装置6と、加熱器7と、主流路10と、第一外気接触ライン11(外気接触ライン)と、第三外気接触ライン13(外気接触ライン)とを備えている。

30

【0022】

蒸気発生器2は、熱交換により蒸気を発生する機器である。発電プラント1が原子力発電所の場合、原子炉から取り出した熱に基づき該蒸気発生器2にて蒸気を発生させる。また、発電プラント1が火力発電所の場合には、該蒸気発生器2はボイラーに相当する。

【0023】

タービン3は、蒸気発生器2により生成される蒸気が導入されることで回転駆動する。

このタービン3が回転駆動すると、図示しない発電機に伝達され該発電機が発電動作を行う。

【0024】

40

復水器4は、タービン3を駆動した蒸気を、海水等の冷却水を用いて冷却し復水として回収する。この復水器4には、冷却水を導入する冷却水導入ライン51と、使用した冷却水を放出する放出ライン52とが設けられている。

【0025】

グランドコンデンサ5は、復水器4から導出された復水と、後述する第三外気接触ライン13から導入される蒸気とを熱交換する。

【0026】

第一脱塩装置6は、グランドコンデンサ5から導出された復水が導入され、該復水中に含まれる不純物を除去する。

なお、不純物としては、例えば、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Na^+ 、 Mg^{2+} 、 Cl^- 、 SO_4^{2-}

50

² 等が挙げられる。

【0027】

加熱器7は、第一脱塩装置6から導出される復水と、図示しないタービン3から導入される抽気とを熱交換して、該復水の温度を上昇させて蒸気発生器2に導入する。

【0028】

主流路10は、蒸気発生器2とタービン3とを接続する第一接続管21と、復水器4とグランドコンデンサ5とを接続する第二接続管22と、該グランドコンデンサ5と第一脱塩装置6とを接続する第三接続管23と、該第一脱塩装置6と加熱器7とを接続する第四接続管24と、該加熱器7と蒸気発生器2とを接続する第五接続管25とを有している。

【0029】

この第一接続管21、第二接続管22、第三接続管23、第四接続管24及び第五接続管25において、蒸気及び復水を流通させている。

【0030】

第一外気接触ライン11及び第三外気接触ライン13は、主流路10をバイパスするよう接続され、蒸気が外気と接触する構成となっている。

【0031】

(第一外気接触ライン)

本実施形態では、第一外気接触ライン11は、両端が復水器4に接続されており、エジェクタ装置31と、該エジェクタ装置31の下流側に設けられた排ガス洗浄装置32と、該排ガス洗浄装置32の下流側に設けられた洗浄側脱塩装置33(第二脱塩装置)と、該洗浄側脱塩装置33の下流側に設けられた復水を貯留する復水タンク34とを有している。

【0032】

さらに、第一外気接触ライン11は、復水器4とエジェクタ装置31とを接続する第一バイパス管41と、該エジェクタ装置31と排ガス洗浄装置32とを接続する第二バイパス管42と、該排ガス洗浄装置32と洗浄側脱塩装置33とを接続する第三バイパス管43と、該洗浄側脱塩装置33と復水タンク34とを接続する第四バイパス管44と、該復水タンク34と復水器4とを接続する第五バイパス管45とを有している。

【0033】

エジェクタ装置31は、復水器4から導出され第一外気接触ライン11に導入された蒸気に、フィルター(不図示。以下同じ。)で浄化された外気を混入させて真空状態として、排ガス洗浄装置32に向かって流通させる装置である。

【0034】

このエジェクタ装置31では、機械式ポンプと空気エジェクタとが組み合わされた構成(不図示。以下同じ。)であり、低真空域では機械式ポンプによるホギング運転により大容量の空気を抽出し、高真空域では空気エジェクタを併用したホールディング運転により高真空状態を維持可能とされている。

【0035】

排ガス洗浄装置32は、エジェクタ装置31から導出された蒸気を、水等の液体の洗浄液と接触させて、該蒸気中からアンモニア等の揮発性ガスを除去するものである。

【0036】

(洗浄側脱塩装置)

洗浄側脱塩装置33は、例えばH-OH型のイオン交換樹脂で構成され、排ガス洗浄装置32から導出された蒸気中に含まれる不純物を除去する。

【0037】

(第三外気接触ライン)

本実施形態では、第三外気接触ライン13は、タービン3とグランドコンデンサ5とを接続する蒸気導入ライン61と、グランドコンデンサ5と復水器4とを接続する復水器側導出ライン62と、該復水器側導出ライン62に設けられたコンデンサ側脱塩装置63(第二脱塩装置)とを有している。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 8 】

蒸気導入ライン 6 1 は、タービン 3 におけるロータと軸受けとの間のシール部分（不図示。以下同じ。）から漏出する蒸気に外気が混入されて、グランドコンデンサ 5 に導入している。

【 0 0 3 9 】

復水器側導出ライン 6 2 は、グランドコンデンサ 5 にて生成された凝縮水を復水器 4 に導入しており、グランドコンデンサ 5 とコンデンサ側脱塩装置 6 3 とを接続する第六バイパス管 4 6 と、該コンデンサ側脱塩装置 6 3 と復水器 4 とを接続する第七バイパス管 4 7 とを有している。

【 0 0 4 0 】

10

（コンデンサ側脱塩装置）

コンデンサ側脱塩装置 6 3 は、例えば H - OH 型のイオン交換樹脂で構成され、グランドコンデンサ 5 から導出された蒸気中に含まれる不純物を除去する。

【 0 0 4 1 】

次に、本実施形態に係る発電プラントにおける蒸気及び復水の流路について説明する。

【 0 0 4 2 】

蒸気発生器 2 で発生した蒸気は、第一接続管 2 1 を経由してタービン 3 に導入されて該タービン 3 を稼動する。該タービン 3 を駆動した蒸気は、復水器 4 にて冷却水導入ライン 5 1 を介して導入された冷却水により冷却されて復水として回収される。該復水器 4 より導出した復水は、第二接続管 2 2 を経由してグランドコンデンサ 5 に導入される。

20

【 0 0 4 3 】

一方、タービン 3 から蒸気導入ライン 6 1 を経由して外気と混ざってグランドコンデンサ 5 に導入された蒸気は、第二接続管 2 2 から導入された復水と熱交換されて、温度低下した凝縮水として第六バイパス管 4 6 に導出される。

【 0 0 4 4 】

第六バイパス管 4 6 に導出された凝縮水はコンデンサ側脱塩装置 6 3 に導入され、該コンデンサ側脱塩装置 6 3 において不純物が除去されて、第七バイパス管 4 7 を介して復水器 4 に導入される。

【 0 0 4 5 】

30

他方、グランドコンデンサ 5 にて熱交換された復水は、グランドコンデンサ 5 における熱交換により温度上昇した状態で第三接続管 2 3 を経由して第一脱塩装置 6 に導入される。該第一脱塩装置 6 において不純物を除去された復水は、第四接続管 2 4 を経由して加熱器 7 に導入され、該加熱器 7 にて温度上昇されて蒸気発生器 2 に導入される。

【 0 0 4 6 】

また、復水器 4 から第一バイパス管 4 1 を経由してエジェクタ装置 3 1 に導入された蒸気は、外気と混ざり第二バイパス管 4 2 を経由して排ガス洗浄装置 3 2 に導入される。該排ガス洗浄装置 3 2 においてガスが除去された蒸気は、第三バイパス管 4 3 を経由して洗浄側脱塩装置 3 3 に導入される。

【 0 0 4 7 】

40

そして、洗浄側脱塩装置 3 3 において不純物が除去された蒸気は、第四バイパス管 4 4 を経由して復水タンク 3 4 に貯留され、第五バイパス管 4 5 を経由して復水器 4 に導入される。

【 0 0 4 8 】

次に、このように構成され発電プラント 1 の作用・効果について説明する。

このように構成された発電プラント 1 では、外気が混入された蒸気中に不純物がある場合でも、該蒸気を第一外気接触ライン 1 1 における洗浄側脱塩装置 3 3 及び第三外気接触ライン 1 3 におけるコンデンサ側脱塩装置 6 3 に導入することができる。そして、洗浄側脱塩装置 3 3 及びコンデンサ側脱塩装置 6 3 において、不純物を確実に除去することができる。よって、不純物濃度が減少した流体を主流路 1 0 に戻すことができるため、発電プラント 1 における不純物を確実に低減することができる。

50

【0049】

また、洗浄側脱塩装置33及びコンデンサ側脱塩装置63に導入される蒸気量は大量でないため、イニシャルコスト及びランニングコストを抑えることができる。

【0050】

(第二実施形態)

以下、本発明の第二実施形態に係る発電プラント201について、図2を用いて説明する。

この実施形態において、前述した実施形態で用いた部材と共通の部材には同一の符号を付して、その説明を省略する。

【0051】

10

第一実施形態における外気接触ラインは、第一外気接触ライン11と第三外気接触ライン13とで構成されている。一方、本実施形態における外気接触ラインは、第一外気接触ライン11と第二外気接触ライン12とで構成されている。

【0052】

すなわち、第二外気接触ライン12は、タービン3とグランドコンデンサ5とを接続する蒸気導入ライン61と、グランドコンデンサ5と第一外気接触ライン11とを接続する洗浄装置側導出ライン64とを有している。

【0053】

20

洗浄装置側導出ライン64は、一端がグランドコンデンサ5に接続され、他端が第一外気接触ライン11における第三バイパス管43に接続されている。この洗浄装置側導出ライン64は、グランドコンデンサ5にて生成された凝縮水を、排ガス洗浄装置32の下流側に導入している。

【0054】

このように構成された発電プラント201では、外気が混入された蒸気中に不純物がある場合でも、該蒸気を第一外気接触ライン11における洗浄側脱塩装置33に導入することができる。そして、洗浄側脱塩装置33において、不純物を確実に除去することができる。よって、不純物濃度が減少した流体を主流路10に戻すことができるため、発電プラント201における不純物を確実に低減することができる。

【0055】

30

さらに、外気が混入される系統は第一外気接触ライン11と第二外気接触ライン12との2系統であるものの、設置される脱塩装置としては洗浄側脱塩装置33のみであるため、第一実施形態よりも一層コストを抑えることができる。

【0056】

(第二実施形態の変形例)

また、図3に示すように、第二実施形態の変形例として、第一外気接触ライン11における洗浄側脱塩装置35の位置を復水タンク34の下流側に設けた発電プラント301であっても良い。

【0057】

この場合でも、蒸気を第一外気接触ライン11における洗浄側脱塩装置35に導入することができるため、不純物を確実に除去することができる。よって、不純物濃度が減少した流体を主流路10に戻すことができるため、発電プラント301における不純物を確実に低減することができる。

40

【0058】

なお、上述した実施の形態において示した各構成部材の諸形状や組み合わせ等は一例であって、本発明の主旨から逸脱しない範囲において設計要求等に基づき種々変更可能である。

【0059】

例えば、第一外気接触ライン11、第二外気接触ライン12及び第三外気接触ライン13には海水が混入される虞がないため、洗浄側脱塩装置33, 35及びコンデンサ側脱塩装置63をアンモニア型のイオン交換樹脂で構成しても良い。この場合、イオン交換樹脂

50

の交換が不要となるため、ランニングコストを更に低減することができる。

【0060】

さらに、第一外気接触ライン11、第二外気接触ライン12及び第三外気接触ライン13に流通させる蒸気の量を増加させて、洗浄側脱塩装置33，35及びコンデンサ側脱塩装置63で処理する蒸気量を増大させても良い。この場合、第一脱塩装置6で処理する蒸気量を減少させることができるために、該第一脱塩装置6を小規模化して、発電プラント1，201，301全体としてのコストを低減することができる。

【0061】

また、洗浄側脱塩装置33，35及びコンデンサ側脱塩装置63を、ゼオライト型吸着剤の構成を採用することも可能である。この場合、ゼオライト型吸着剤は耐久性が高いため、メンテナンス性を向上させるとともにランニングコストを低減することができる。10

【0062】

また、洗浄側脱塩装置33，35及びコンデンサ側脱塩装置63を、RO膜（逆浸透膜）の構成を採用することも可能である。この場合、樹脂を再生させるために強アルカリや強酸による処理が不要となるため、環境面において良好である。

【0063】

さらに、エジェクタ装置31の入口側やタービン3におけるシール部分にフィルターを多数設けたり、高性能のフィルターも設けたりまたは排ガス洗浄装置32を設けても良い。これにより、第一外気接触ライン11、第二外気接触ライン12及び第三外気接触ライン13に混入される外気量を低減することが可能となり、不純物を低減することができる20。

【符号の説明】

【0064】

- 1 ... 発電プラント
- 2 ... 蒸気発生器
- 3 ... タービン
- 4 ... 復水器
- 5 ... グランドコンデンサ（熱交換器）
- 6 ... 第一脱塩装置
- 10 ... 主流路
- 11 ... 第一外気接触ライン（外気接触ライン）
- 12 ... 第二外気接触ライン（外気接触ライン）
- 13 ... 第三外気接触ライン（外気接触ライン）
- 31 ... エジェクタ装置
- 32 ... 排ガス洗浄装置
- 33 ... 洗浄側脱塩装置（第二脱塩装置）
- 61 ... 蒸気導入ライン
- 62 ... 復水器側導出ライン
- 63 ... コンデンサ側脱塩装置（第二脱塩装置）
- 64 ... 洗浄装置側導出ライン

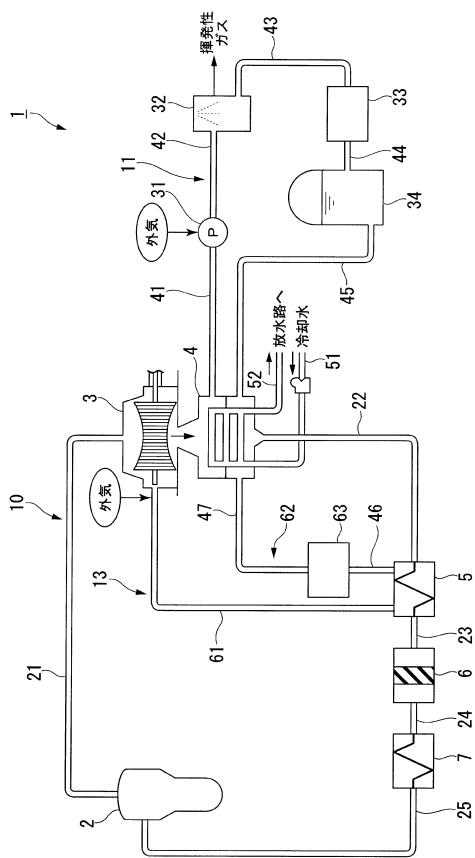
10

20

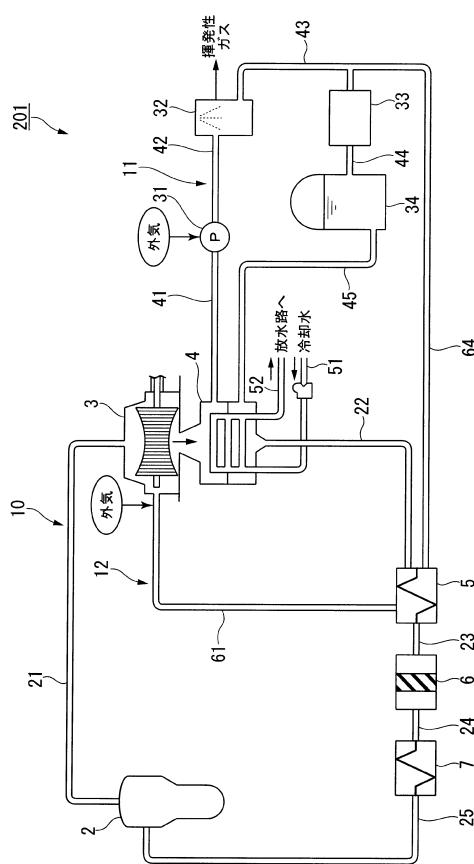
30

40

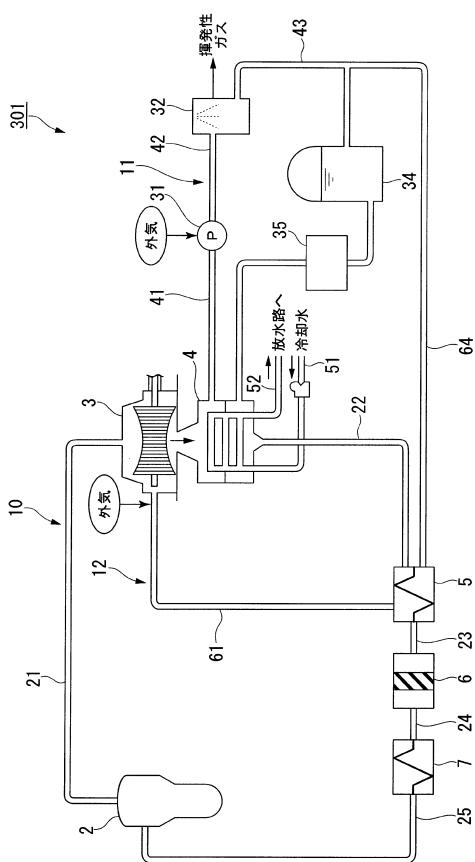
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(72)発明者 石原 伸夫
東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内
(72)発明者 金留 正人
東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内

審査官 米澤 篤

(56)参考文献 特開2004-92408(JP,A)
特開2011-157855(JP,A)
特開昭51-108199(JP,A)
実開平3-38505(JP,U)
特開平11-210410(JP,A)
特開昭58-92997(JP,A)
特開昭56-100204(JP,A)
特開昭57-101285(JP,A)
実開昭63-173607(JP,U)
特開平7-63888(JP,A)
特開2007-147453(JP,A)
特開昭48-87294(JP,A)
特開昭49-35798(JP,A)
特開2001-296061(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 01 K	9 / 00
G 21 D	1 / 02