

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6523940号
(P6523940)

(45) 発行日 令和1年6月5日(2019.6.5)

(24) 登録日 令和1年5月10日(2019.5.10)

(51) Int.Cl.		F I			
FO1D	17/24	(2006.01)	FO1D	17/24	N
FO1D	17/10	(2006.01)	FO1D	17/10	G
FO1D	17/20	(2006.01)	FO1D	17/20	A

請求項の数 6 (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2015-243550 (P2015-243550)	(73) 特許権者	000003078
(22) 出願日	平成27年12月14日 (2015.12.14)		株式会社東芝
(65) 公開番号	特開2017-110512 (P2017-110512A)		東京都港区芝浦一丁目1番1号
(43) 公開日	平成29年6月22日 (2017.6.22)	(73) 特許権者	317015294
審査請求日	平成30年5月31日 (2018.5.31)		東芝エネルギーシステムズ株式会社
			神奈川県川崎市幸区堀川町7番地34
		(74) 代理人	110001092
			特許業務法人サクラ国際特許事務所
		(72) 発明者	井上 翔太
			東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
		(72) 発明者	小野 泰規
			東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 火力発電プラント、および、その運転方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ボイラと、前記ボイラで発生した主蒸気が蒸気室に作動流体として流入する蒸気タービン部と、前記ボイラから前記蒸気室に流れる主蒸気の流量を調整する蒸気加減弁と、前記蒸気加減弁の動作をタービン負荷に応じて制御する制御装置とを有する火力発電プラントであって、

前記蒸気加減弁は、第1弁体と第2弁体とを含み、

前記蒸気室は、第1蒸気室部と第2蒸気室部とを含み、前記第1弁体が開けられることで前記第1蒸気室部に主蒸気が流入し、前記第2弁体が開けられることで前記第2蒸気室部に主蒸気が流入するように構成されており、

前記制御装置は、

前記タービン負荷が第1負荷から前記第1負荷よりも大きい第2負荷までの範囲では、前記第1弁体の開度が全開状態を保持すると共に、前記第2弁体の開度が前記タービン負荷の増加に応じて全閉状態から第1開度になるように、前記蒸気加減弁の動作を制御し、

前記タービン負荷が前記第2負荷であるときには、前記第1弁体の開度が全開状態から第2開度になると共に、前記第2弁体の開度が前記第1開度から前記第2開度になり、前記タービン負荷が前記第2負荷から増加するに伴って、前記第1弁体、および、前記第2弁体が、同じ開度で、前記第2開度から全開状態になるように、前記蒸気加減弁の動作を制御する、

火力発電プラント。

【請求項 2】

前記制御装置は、

前記タービン負荷が前記第 2 負荷から前記第 2 負荷よりも大きい定格負荷までの範囲では、前記タービン負荷が増加するに伴って、前記第 1 弁体の開度、および、前記第 2 弁体の開度が前記第 2 開度から全開状態になるように、前記蒸気加減弁の動作を制御する、

請求項 1 に記載の火力発電プラント。

【請求項 3】

前記第 2 開度は、前記第 1 弁体の開度と前記第 2 弁体の開度とを絞り调速方式で調整する場合において、前記タービン負荷が前記第 2 負荷になるときに調整される開度である、

請求項 2 に記載の火力発電プラント。

10

【請求項 4】

前記タービン負荷が前記第 2 負荷から前記定格負荷に増加するに伴って、前記第 1 弁体の開度と前記第 2 弁体の開度とが増加する割合は、前記第 1 弁体の開度と前記第 2 弁体の開度とが絞り调速方式で調整される場合と同じである、

請求項 3 に記載の火力発電プラント。

【請求項 5】

前記蒸気加減弁は、第 3 弁体を更に含み、

前記蒸気室は、第 3 蒸気室部を更に含み、前記第 3 弁体が開けられることで前記第 3 蒸気室部に主蒸気が流入するように構成されており、

前記制御装置は、

前記タービン負荷が前記第 2 負荷から前記第 2 負荷よりも大きい第 3 負荷に増加するに伴って、前記第 1 弁体、および、前記第 2 弁体が、互いに同じ開度で、前記第 2 開度から全開状態になるように、前記蒸気加減弁の動作を制御し、

前記タービン負荷が前記第 3 負荷から前記第 3 負荷よりも大きい第 4 負荷までの範囲では、前記第 1 弁体の開度および前記第 2 弁体の開度が全開状態を保持すると共に、前記第 3 弁体の開度が前記タービン負荷の増加に応じて全開状態から第 3 開度になるように、前記蒸気加減弁の動作を制御し、

前記タービン負荷が前記第 4 負荷であるときには、前記第 1 弁体の開度および前記第 2 弁体の開度が全開状態から第 4 開度になると共に、前記第 3 弁体の開度が前記第 3 開度から前記第 4 開度になり、前記タービン負荷が前記第 4 負荷から増加するに伴って、前記第 1 弁体、前記第 2 弁体、および、前記第 3 弁体のそれぞれが、同じ開度で、前記第 4 開度から全開状態になるように、前記蒸気加減弁の動作を制御する、

請求項 1 に記載の火力発電プラント。

20

30

【請求項 6】

ボイラと、前記ボイラで発生した主蒸気が蒸気室に作動流体として流入する蒸気タービン部と、前記ボイラから前記蒸気室に流れる主蒸気の流量を調整する蒸気加減弁とを有し、前記蒸気加減弁が第 1 弁体と第 2 弁体とを少なくとも含み、前記蒸気室が第 1 蒸気室部と第 2 蒸気室部とを少なくとも含み、前記第 1 弁体が開けられることで前記第 1 蒸気室部に主蒸気が流入し、前記第 2 弁体が開けられることで前記第 2 蒸気室部に主蒸気が流入するように構成されており、前記蒸気加減弁の動作をタービン負荷に応じて制御する火力発電プラントの運転方法であって、

前記タービン負荷が第 1 負荷から前記第 1 負荷よりも大きい第 2 負荷までの範囲では、前記第 1 弁体の開度が全開状態を保持すると共に、前記第 2 弁体の開度が前記タービン負荷の増加に応じて全開状態から第 1 開度になるように、前記蒸気加減弁の動作を制御し、

前記タービン負荷が前記第 2 負荷であるときには、前記第 1 弁体の開度が全開状態から第 2 開度になると共に、前記第 2 弁体の開度が前記第 1 開度から前記第 2 開度になり、前記タービン負荷が前記第 2 負荷から増加するに伴って、前記第 1 弁体、および、前記第 2 弁体が、同じ開度で、前記第 2 開度から全開状態になるように、前記蒸気加減弁の動作を制御する、

火力発電プラントの運転方法。

40

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、火力発電プラント、および、その運転方法に関する。

【背景技術】

【0002】

図12は、関連技術に係る火力発電プラントの概要を模式的に系統図である。

【0003】

図12に示すように、火力発電プラント1において、ボイラ100は、蒸気発生器101と再熱器102とを有する。蒸気タービン部110は、高圧タービン111と中圧タービン112と低圧タービン113とを有する。主蒸気系120は、主蒸気止め弁121と蒸気加減弁122（流量制御弁）とを有する。再熱蒸気系130は、再熱蒸気止め弁131とインターセプト弁132とを有する。復水給水系140は、復水器141と給水ポンプ142とを有する。低温再熱系150は、逆止弁151を有する。高圧タービンバイパス系160は、高圧タービンバイパス弁161を有する。低圧タービンバイパス系170は、低圧タービンバイパス弁171を有する。

【0004】

火力発電プラント1では、ボイラ100の蒸気発生器101が主蒸気を発生し、その主蒸気が主蒸気系120（主蒸気管）を流れる。主蒸気は、主蒸気止め弁121および蒸気加減弁122を介して、高圧タービン111に作動流体として供給される。そして、主蒸気は、高圧タービン111において膨張して仕事を行い、高圧タービン111から排気蒸気として排出される。高圧タービン111から排気された排気蒸気は、低温再熱系150（低温再熱管）を流れる。その排気蒸気は、逆止弁151を介して、ボイラ100の再熱器102に流れ、再熱器102で再熱される。再熱器102で再熱された蒸気は、再熱蒸気として再熱蒸気系130（再熱蒸気管）を流れる。再熱蒸気は、再熱蒸気止め弁131およびインターセプト弁132を介して、中圧タービン112に作動流体として供給される。そして、再熱蒸気は、中圧タービン112において膨張して仕事を行った後に、低圧タービン113において膨張して仕事を行う。低圧タービン113から排出された排気蒸気は、復水器141で凝縮されて復水になり、給水ポンプ142に供給される。そして、その復水は、給水ポンプ142において加圧され、蒸気発生器101に給水として供給される。給水ポンプ142で加圧された給水は、蒸気発生器101において加熱され、上述したように、主蒸気として高圧タービン111に供給される。火力発電プラント1では、高圧タービン111と中圧タービン112と低圧タービン113とのそれぞれは、回転軸が連結されており、回転軸の回転によって発電機（図示省略）が駆動するように構成されている。

【0005】

低圧タービンバイパス系170は、再熱蒸気系130において再熱蒸気止め弁131よりも上流側に位置する分岐点に配管の一端が接続されていると共に、配管の他端が復水器141に接続されている。低圧タービンバイパス系170においては、たとえば、再熱蒸気の圧力と温度との少なくとも一方が予め定められた値に達していないときに、その再熱蒸気が低圧タービンバイパス弁171を介して復水器141に流れる。

【0006】

高圧タービンバイパス系160は、主蒸気系120において主蒸気止め弁121よりも上流側に位置する分岐点に配管の一端が接続されていると共に、配管の他端が低温再熱系150に接続されている。高圧タービンバイパス系160においては、たとえば、主蒸気の圧力と温度との少なくとも一方が予め定められた値に達していないときに、その主蒸気が高圧タービンバイパス弁161を介して低温再熱系150と低圧タービンバイパス系170とを順次流れた後に、復水器141に流れる。この他に、負荷遮断などのように異常事態が発生して主蒸気の流量が過剰になった場合に、主蒸気が各部を經由して復水器141に流れる。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 7 】

上記の火力発電プラント 1 においては、タービン調速方法として、絞り調速方式（全周噴射方式）とノズル締切調速方式（部分噴射方式）との二つの方式が代表的に広く採用されている。

【 0 0 0 8 】

まず、絞り調速方式の具体的内容について説明する。

【 0 0 0 9 】

図 1 3 , 図 1 4 , 図 1 5 は、関連技術に係る火力発電プラントにおいて、タービン調速方法として、絞り調速方式を説明するための図である。

【 0 0 1 0 】

図 1 3 は、関連技術に係る火力発電プラント 1（図 1 2 参照）において、高圧タービン 1 1 1 と蒸気加減弁 1 2 2 とが設けられた部分の概要を模式的に示す図である。ここでは、蒸気加減弁 1 2 2 が 2 つの弁体を有する場合について示している。

【 0 0 1 1 】

図 1 4 は、関連技術に係る火力発電プラント 1 において、蒸気加減弁 1 2 2 の動作を制御する制御装置 4 0 0 の概要を示すブロック図である。

【 0 0 1 2 】

図 1 5 は、関連技術に係る火力発電プラント 1 において、蒸気加減弁 1 2 2 を構成する複数の弁体の開度を示すグラフ（弁開度特性）である。図 1 5 においては、横軸がタービン負荷 TL（％）（要求蒸気流量）を示し、縦軸が蒸気加減弁 1 2 2 を構成する複数の弁体の開度 K（％）を示している。タービン負荷 TL は、定格負荷を 1 0 0％とした場合の割合を示す。また、弁体の開度 K は、全開状態を 1 0 0％とした場合の割合を示している。それぞれについて、以降、％の表示を省略する。

【 0 0 1 3 】

図 1 3 に示すように、高圧タービン 1 1 1 においては、蒸気室 2 0 から作動蒸気が供給された後に、複数段のタービン段落 2 1（第 1 段タービン段落 2 1 a , 第 2 段タービン段落 2 1 b）に供給され、タービンロータ（図示省略）が回転する。図示を省略しているが、複数段のタービン段落 2 1 は、タービンロータの回転軸に沿った軸方向に配列されている。複数段のタービン段落 2 1 のそれぞれは、ノズル部 2 1 1（静翼部）と動翼部 2 1 2 とを有する。図示を省略しているが、ノズル部 2 1 1 においては、複数の静翼（図示省略）が回転方向に配列されており、動翼部 2 1 2 においては、複数の動翼（図示省略）が回転方向に配列されている。

【 0 0 1 4 】

図 1 3 に示すように、蒸気加減弁 1 2 2 は、複数の弁体 3 1 を有する。ここでは、蒸気加減弁 1 2 2 は、複数の弁体 3 1 として、第 1 弁体 3 1 a と第 2 弁体 3 1 b とが設けられている。蒸気加減弁 1 2 2 は、弁ケーシング（図示省略）の内部において、第 1 弁体 3 1 a の移動により開度を調整すると共に、第 2 弁体 3 1 b の移動により開度を調整することによって、主蒸気の流量を調整する。

【 0 0 1 5 】

図 1 4 に示すように、制御装置 4 0 0 は、速度制御回路 4 0 1 と負荷制御回路 4 0 2 と加減算器 4 0 3 と演算信号分配器 4 0 4 と第 1 関数器 4 0 5 a と第 2 関数器 4 0 5 b とを有する。制御装置 4 0 0 の各部は、たとえば、メモリ装置が記憶しているプログラムを用いて演算器が演算処理を行うように構成されており、第 1 弁体 3 1 a の開度と第 2 弁体 3 1 b の開度とのそれぞれを制御する。

【 0 0 1 6 】

制御装置 4 0 0 においては、速度制御回路 4 0 1 がタービン回転数制御信号 S 4 0 1 を加減算器 4 0 3 に出力し、負荷制御回路 4 0 2 がタービン負荷設定信号 S 4 0 2 を加減算器 4 0 3 に出力する。加減算器 4 0 3 は、タービン回転数制御信号 S 4 0 1 とタービン負荷設定信号 S 4 0 2 とを突き合わせた結果に応じて、タービン回転数制御信号 S 4 0 1 とタービン負荷設定信号 S 4 0 2 との間において加算処理または減算処理を行うことで、加

10

20

30

40

50

減算演算信号 S 4 0 3 を求め、演算信号分配器 4 0 4 に出力する。演算信号分配器 4 0 4 は、その加減算演算信号 S 4 0 3 をタービン負荷信号 S 4 0 4 (流量要求信号)として第 1 関数器 4 0 5 a と第 2 関数器 4 0 5 b とのそれぞれに分配する。

【 0 0 1 7 】

第 1 関数器 4 0 5 a は、第 1 の関数 K 4 0 5 a を記憶しており、その第 1 の関数 K 4 0 5 a を用いて、タービン負荷信号 S 4 0 4 に応じた第 1 の弁開度演算信号 S 4 0 5 a (第 1 弁リフト信号)を演算する。第 1 の関数 K 4 0 5 a は、タービン負荷信号 S 4 0 4 を入力信号(独立変数)とし、第 1 の弁開度演算信号 S 4 0 5 a を出力信号(従属変数)とした関数である。

【 0 0 1 8 】

同様に、第 2 関数器 4 0 5 b は、予め記憶された第 2 の関数 K 4 0 5 b を用いて、タービン負荷信号 S 4 0 4 に応じた第 2 の弁開度演算信号 S 4 0 5 b (第 2 弁リフト信号)を演算し出力する。

【 0 0 1 9 】

絞り調速方式においては、第 1 の弁開度演算信号 S 4 0 5 a の信号値および第 2 の弁開度演算信号 S 4 0 5 b の信号値の両者は、タービン負荷信号 S 4 0 4 の信号値に対して、同じ割合で増加する。

【 0 0 2 0 】

第 1 の弁開度演算信号 S 4 0 5 a は、第 1 弁体 3 1 a を駆動する駆動装置(図示省略)に出力され、第 1 弁体 3 1 a の開度が第 1 の弁開度演算信号 S 4 0 5 a に応じた開度に調整される。第 2 の弁開度演算信号 S 4 0 5 b は、第 2 弁体 3 1 b を駆動する駆動装置(図示省略)に出力され、第 2 弁体 3 1 b の開度が第 2 の弁開度演算信号 S 4 0 5 b に応じた開度に調整される。

【 0 0 2 1 】

このため、絞り調速方式においては、図 1 3 および図 1 5 に示すように、タービン負荷 T L (タービン負荷信号 S 4 0 4 の信号値)に応じて、第 1 弁体 3 1 a の開度 K と第 2 弁体 3 1 b の開度 K とが互いに同じになるように、制御される。したがって、絞り調速方式では、複数の蒸気入口管のそれぞれに主蒸気が均一に割り振られるので、蒸気室 2 0 の内部においては温度差が生じない。

【 0 0 2 2 】

しかしながら、定格負荷運転でなく、部分負荷運転が行われる場合には、複数の弁体 3 1 (第 1 弁体 3 1 a , 第 2 弁体 3 1 b) の開度 K のそれぞれが全開状態よりも小さい開度に絞られた弁体を含む。このため、蒸気加減弁 1 2 2 において、絞り損失が発生する。その結果、絞り調速方式で部分負荷運転を行う場合には、タービン内部効率が低下する。

【 0 0 2 3 】

つぎに、図 1 6 , 図 1 7 , 図 1 8 を用いてタービン調速方法としてノズル締切調速方式を説明する。

【 0 0 2 4 】

ノズル締切調速方式においては、蒸気室 2 0 は、図 1 6 に示すように、絞り調速方式の場合(図 1 3 参照)と異なり、仕切り(図示省略)によって、第 1 蒸気室部 2 0 1 と第 2 蒸気室部 2 0 2 とに区画されている。そして、第 1 蒸気室部 2 0 1 は、第 1 弁体 3 1 a が開けられることで主蒸気が流れ、第 2 蒸気室部 2 0 2 は、第 2 弁体 3 1 b が開けられることで主蒸気が流れる。ノズル締切調速方式では、第 1 段タービン段落 2 1 a のノズル部 2 1 1 は、調速段と呼ばれており、第 1 蒸気室部 2 0 1 に連通する調速段を通過した蒸気と第 2 蒸気室部 2 0 2 に連通する調速段を通過した蒸気とが合流し、第 2 段タービン段落 2 1 b へ流れる。

【 0 0 2 5 】

また、図 1 7 に示すように、ノズル締切調速方式では、第 1 の関数 K 4 0 5 a および第 2 の関数 K 4 0 5 b が、絞り調速方式の場合(図 1 4 参照)と異なっている。

【 0 0 2 6 】

10

20

30

40

50

具体的には、第1の関数K405aにおいては、タービン負荷信号S404の信号値(タービン負荷TL)が0から増加するに伴って、第1の弁開度演算信号S405aの信号値が0から増加して100になる。

【0027】

これに対して、第2の関数K405bにおいては、タービン負荷信号S404の信号値が0から所定値までの範囲では、第2の弁開度演算信号S405bの信号値が0である。第2の関数K405bでは、タービン負荷信号S404の信号値が所定値から増加するに伴って、第2の弁開度演算信号S405bの信号値が0から増加して100になる。

【0028】

このため、ノズル締切調速方式においては、図18に示すように、タービン負荷TLに
10
応じて、第1弁体31aの開度Kが第2弁体31bの開度Kよりも先に大きくなる。そして、第1弁体31aの開度Kが全開状態になった後に、第2弁体31bの開度Kが大きくなって全開状態になる。したがって、部分負荷運転の際には、第1弁体31aが全開状態である時間が、絞り調速方式の場合よりも長くなるので、絞り損失が小さく、タービン内部効率が大きい。

【0029】

しかしながら、蒸気室20が仕切りで第1蒸気室部201と第2蒸気室部202とに区
20
画されているので、定格負荷運転の際には、蒸気室20において周方向の流れが阻害される。その結果、ノズル締切調速方式で定格負荷運転を行う際には、タービン内部効率が低下する。

【0030】

さらに、火力発電プラント1においては、ボイラ100が発生する主蒸気の圧力を制御する圧力制御方式として、定圧方式と変圧方式との二つの方式がある。

【0031】

図19は、関連技術において、圧力制御方式(定圧方式, 変圧方式)を説明するための図である。図19において、縦軸は、ボイラ100が発生する主蒸気の圧力Pを示しており、横軸は、タービン負荷TLを示している。

【0032】

定圧方式は、タービン負荷TLの増加に関わらずに、主蒸気の圧力Pを一定に保持させる圧力制御方式である。たとえば、図19の線DR1で示すように、定圧方式では、ター
30
ビン負荷TLが0から100(定格負荷)までの範囲において、主蒸気の圧力Pが第2の圧力P2で一定になるように、ボイラ100の動作が制御される。この他に、図19の線DR2で示すように、定圧方式では、タービン負荷TLが0から100より小さい所定値TL1までの範囲において、主蒸気の圧力Pが第1の圧力P1で一定になるように、ボイラ100の動作が制御される。定圧方式においては、蒸気加減弁122の絞り損失が大きい。

【0033】

これに対して、変圧方式は、タービン負荷TLがある一定値以上になると、タービン負
40
荷の増加に伴って主蒸気の圧力Pを増加させる圧力制御方式である。たとえば、図19の線DR2で示すように、変圧方式では、タービン負荷TLが所定値TL1から100までの範囲において、主蒸気の圧力Pが第1の圧力P1から第2の圧力P2に増加するように、ボイラ100の動作が制御される。変圧方式においては、蒸気加減弁122の絞り損失が定圧方式よりも小さい。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0034】

【特許文献1】特開2005-291113号公報

【特許文献2】特開昭61-167102号公報

【特許文献3】特開平1-6606号公報

【発明の概要】

10

20

30

40

50

【発明が解決しようとする課題】

【0035】

火力発電プラントは、発電効率の向上が求められている。このため、上記したタービン調速方法、および、圧力制御方式を適宜組み合わせ、火力発電プラント1の運転を行うことが提案されている。その組合せの一例を、図20以降の図を用いて説明する。

【0036】

図20では、蒸気室20に関して、タービンロータ（図示省略）の回転軸が沿った軸方向に対して直交する面を示している。

【0037】

本関連技術では、蒸気室20は、仕切り20pによって第1蒸気室部201と第2蒸気室部202とに区画されている。第1蒸気室部201は、第1弁体31aが開けられることで主蒸気が流れ、第2蒸気室部202は、第2弁体31bが開けられることで主蒸気が流れる。ここでは、第1蒸気室部201から第1段タービン段落21aへ主蒸気が流れる流路の第1段ノズル面積と、第2蒸気室部202から第1段タービン段落21aへ主蒸気が流れる流路の第1段ノズル面積とが、互いに同じになるように構成されている（図16参照）。

10

【0038】

図21に示すように、本関連技術では、ボイラ100（図12参照）は、タービン負荷TLに応じて、定圧方式CD1、CD2と変圧方式VDとを切り替えるように制御される。図示を省略しているが、ボイラ100の動作は、蒸気加減弁122と同様に、制御装置400がタービン負荷TLに応じて制御する。

20

【0039】

具体的には、タービン負荷TLが0からL11（たとえば、 $L11 = 30\%$ ）までの範囲においては、定圧方式CD1（第1の定圧方式）で運転を行う。タービン負荷TLがL11からL12（ $L12 > L11$ ，たとえば、 $L12 = 70\%$ ）までの範囲においては、変圧方式VDで運転を行う。タービン負荷TLがL12から100までの範囲においては、定圧方式CD2（第2の定圧方式）で運転を行う。

【0040】

図22に示すように、第1の関数K405aおよび第2の関数K405bは、ノズル締切調速方式で火力発電プラントを運転するように設定されている。

30

【0041】

具体的には、第1の関数K405aは、タービン負荷信号S404の信号値が0からL11まで増加するに伴って、第1の弁開度演算信号S405aの信号値が0から100に増加するように設定されている。そして、第1の関数K405aは、タービン負荷信号S404の信号値がL11から100である範囲では、第1の弁開度演算信号S405aの信号値が100を保持するように設定されている。

【0042】

これに対して、第2の関数K405bは、タービン負荷信号S404の信号値が0からL12（ $L12 > L11$ ）である範囲では、第2の弁開度演算信号S405bの信号値が0を保持するように設定されている。そして、第2の関数K405bは、タービン負荷信号S404の信号値がL12から100に増加するに伴って、第2の弁開度演算信号S405bの信号値が0から100に増加するように設定されている。

40

【0043】

このため、本関連技術では、図21および図23に示すように、定圧方式CD1で運転を行う際には、タービン負荷TLが0からL11に増加するに伴って、第1弁体31aの開度Kが大きくなり、第1弁体31aが全閉状態（ $K = 0$ ）から全開状態（ $K = 100$ ）になる。このとき、第2弁体31bは、全閉状態（ $K = 0$ ）を保持する。

【0044】

変圧方式VDで運転を行う際には、タービン負荷TLがL11からL12までの範囲において、第1弁体31aは、全開状態（ $K = 100$ ）を保持する。このとき、第2弁体3

50

1 b は、上記と同様に、全閉状態 ($K = 0$) を保持する。

【0045】

定圧方式 CD2 で運転を行う際には、タービン負荷 TL が L12 から 100 までの範囲において、第 1 弁体 31 a は全閉状態 ($K = 100$) を保持する。これに対して、第 2 弁体 31 b は、上記と異なり、タービン負荷 TL に応じて開度 K が大きくなり、全閉状態 ($K = 0$) から全開状態 ($K = 100$) になる。

【0046】

上記のように、本関連技術では、火力発電プラントの発電効率を向上するために、ノズル締切調速方式の運転において、定圧方式 CD1, CD2 と変圧方式 VD とを組み合わせ

10

ている。

【0047】

しかしながら、本関連技術では、火力発電プラントの発電効率を十分に向上させることが容易でない。

【0048】

具体的には、本関連技術では、定圧方式 CD2 で運転を行う際には、上記したように、先行弁である第 1 弁体 31 a が全開状態であるときに、後行弁である第 2 弁体 31 b の開度 K がタービン負荷 TL に応じて大きくなる。このため、第 2 弁体 31 b が開いて流れる蒸気において、圧力損失が大きくなる。

【0049】

この他に、定圧方式 CD2 で運転を行う際には、第 1 弁体 31 a が開いて第 1 蒸気室部 201 (図 16 参照) に流れる蒸気の流量と、第 2 弁体 31 b が開いて第 2 蒸気室部 202 (図 16 参照) に流れる蒸気の流量とが、互いに異なる。これにより、第 1 段タービン段落 21 a のノズル部 211 を通過後においては、第 1 蒸気室部 201 と第 2 蒸気室部 202 とのそれぞれから、流量が互いに異なる蒸気が合流するので、蒸気室 20 において周方向に蒸気が移動するときの速度エネルギーについて損失 (周方向エネルギー損失) が生ずる。初段ノズルを通過する蒸気の流量が設計値から乖離した場合、ノズルの段落効率が低下する。

20

【0050】

その結果、本関連技術では、タービン内部効率 (タービン調速段効率) が低下し、エネルギーを効率的に利用することが容易でない。

30

【0051】

したがって、本発明が解決しようとする課題は、タービン内部効率を向上可能な、火力発電プラント、および、その運転方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0052】

実施形態の火力発電プラントは、ボイラと蒸気タービン部と蒸気加減弁と制御装置とを有する。蒸気タービン部は、ボイラで発生した主蒸気が蒸気室に作動流体として流入する。蒸気加減弁は、ボイラから蒸気室に流れる主蒸気の流量を調整する。制御装置は、蒸気加減弁の動作をタービン負荷に応じて制御する。ここでは、蒸気加減弁は、第 1 弁体と第 2 弁体とを含む。蒸気室は、第 1 蒸気室部と第 2 蒸気室部とを含み、第 1 弁体が開けられることで第 1 蒸気室部に主蒸気が流入し、第 2 弁体が開けられることで第 2 蒸気室部に主蒸気が流入する。制御装置は、タービン負荷が第 1 負荷から当該第 1 負荷よりも大きい第 2 負荷までの範囲では、第 1 弁体の開度が全開状態を保持すると共に、第 2 弁体の開度がタービン負荷の増加に応じて全閉状態から第 1 開度になるように、蒸気加減弁の動作を制御する。制御装置は、タービン負荷が第 2 負荷であるときには、第 1 弁体の開度が全開状態から第 2 開度になると共に、第 2 弁体の開度が第 1 開度から第 2 開度になるように、蒸気加減弁の動作を制御する。制御装置は、タービン負荷が第 2 負荷から増加するに伴って、第 1 弁体および第 2 弁体が同じ開度で第 2 開度から全開状態になる部分を含むように、蒸気加減弁の動作を制御する。

40

【図面の簡単な説明】

50

【 0 0 5 3 】

【図 1】図 1 は、第 1 実施形態に係る火力発電プラントを説明するための図である。

【図 2】図 2 は、第 1 実施形態に係る火力発電プラントを説明するための図である。

【図 3】図 3 は、第 1 実施形態に係る火力発電プラントにおいて、蒸気加減弁で生ずる圧力損失（絞り損失）のシミュレーション結果を示すグラフである。

【図 4】図 4 は、第 1 実施形態に係る火力発電プラントにおいて、周方向エネルギー損失のシミュレーション結果を示すグラフである。

【図 5】図 5 は、第 1 実施形態に係る火力発電プラントにおいて、タービン内部効率のシミュレーション結果を示すグラフである。

【図 6】図 6 は、第 2 実施形態に係る火力発電プラントを説明するための図である。

10

【図 7】図 7 は、第 2 実施形態に係る火力発電プラントを説明するための図である。

【図 8】図 8 は、第 2 実施形態に係る火力発電プラントを説明するための図である。

【図 9 A】図 9 A は、第 2 実施形態に係る火力発電プラントを説明するための図である。

【図 9 B】図 9 B は、第 2 実施形態に係る火力発電プラントを説明するための図である。

【図 9 C】図 9 C は、第 2 実施形態に係る火力発電プラントを説明するための図である。

【図 9 D】図 9 D は、第 2 実施形態に係る火力発電プラントを説明するための図である。

【図 1 0】図 1 0 は、第 2 実施形態に係る火力発電プラントを説明するための図である。

【図 1 1】図 1 1 は、第 2 実施形態に係る火力発電プラントについて、タービン内部効率を示す図である。

【図 1 2】図 1 2 は、関連技術に係る火力発電プラントを示す系統図である。

20

【図 1 3】図 1 3 は、関連技術に係る火力発電プラントにおいて、タービン調速方法として、絞り調速方法を説明するための図である。

【図 1 4】図 1 4 は、関連技術に係る火力発電プラントにおいて、タービン調速方法として、絞り調速方法を説明するための図である。

【図 1 5】図 1 5 は、関連技術に係る火力発電プラントにおいて、タービン調速方法として、絞り調速方法を説明するための図である。

【図 1 6】図 1 6 は、関連技術に係る火力発電プラントにおいて、タービン調速方法としてノズル締切調速方法を説明するための図である。

【図 1 7】図 1 7 は、関連技術に係る火力発電プラントにおいて、タービン調速方法としてノズル締切調速方法を説明するための図である。

30

【図 1 8】図 1 8 は、関連技術に係る火力発電プラントにおいて、タービン調速方法としてノズル締切調速方法を説明するための図である。

【図 1 9】図 1 9 は、関連技術において、圧力制御方式（定圧方式，変圧方式）を説明するための図である。

【図 2 0】図 2 0 は、関連技術に係る火力発電プラントを説明するための図である。

【図 2 1】図 2 1 は、関連技術に係る火力発電プラントを説明するための図である。

【図 2 2】図 2 2 は、関連技術に係る火力発電プラントを説明するための図である。

【図 2 3】図 2 3 は、関連技術に係る火力発電プラントを説明するための図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 5 4 】

40

実施形態について、図面を参照して説明する。

【 0 0 5 5 】

< 第 1 実施形態 >

図 1，図 2 は、第 1 実施形態に係る火力発電プラントを説明するための図である。

【 0 0 5 6 】

図 1 は、第 1 実施形態に係る火力発電プラントにおいて、制御装置 4 0 0 の概要を示すブロック図である。図 1 では、図 2 2 と異なり、制御装置 4 0 0 のうち、速度制御回路 4 0 1 と負荷制御回路 4 0 2 と加減算器 4 0 3 との図示を省略し、演算信号分配器 4 0 4 と第 1 関数器 4 0 5 a と第 2 関数器 4 0 5 b とを拡大して図示している。

【 0 0 5 7 】

50

図 1 においては、第 1 関数器 4 0 5 a が有する第 1 の関数 K 4 0 5 a と、第 2 関数器 4 0 5 b が有する第 2 の関数 K 4 0 5 b について、本実施形態の場合に関して太い実線で示している。この他に、図 1 において、第 1 関数器 4 0 5 a および第 2 関数器 4 0 5 b には、第 1 弁体 3 1 a の開度と第 2 弁体 3 1 b の開度との両者を絞り調速方式で調整するとき用いる関数 K F の一部を太い一点鎖線で併記している。また、第 1 関数器 4 0 5 a には、第 1 弁体 3 1 a の開度と第 2 弁体 3 1 b の開度との両者をノズル締切調速方式で調整する場合において、第 1 弁体 3 1 a の開度について調整するとき用いる関数 K P a の一部を太い破線で併記している（関数 K P a は、図 2 2 に示した第 1 の関数 K 4 0 5 a と同じである）。また、第 2 関数器 4 0 5 b には、第 1 弁体 3 1 a の開度と第 2 弁体 3 1 b の開度との両者をノズル締切調速方式で調整する関数のうち、第 2 弁体 3 1 b の開度について調整するとき用いる関数 K P b の一部を太い破線で併記している（関数 K P b は、図 2 2 に示した第 2 の関数 K 4 0 5 b と同じである）。

10

【 0 0 5 8 】

図 2 は、第 1 実施形態に係る火力発電プラントにおいて、蒸気加減弁 1 2 2 を構成する複数の弁体の開度を示すグラフである。図 2 では、図 2 3 と同様に、横軸がタービン負荷 T L を示しており、縦軸が蒸気加減弁 1 2 2 を構成する複数の弁体の開度 K を示している。

【 0 0 5 9 】

図 2 では、第 1 弁体 3 1 a の開度 K と第 2 弁体 3 1 b の開度 K について、本実施形態の場合に関して太い実線で示している。この他に、図 2 では、第 1 弁体 3 1 a の開度 K と第 2 弁体 3 1 b の開度 K との両者を絞り調速方式で調整する場合に関して、太い一点鎖線 F A で併記している。

20

【 0 0 6 0 】

本実施形態において、蒸気室 2 0 は、上記の関連技術の場合（図 2 0 参照）と同様に、仕切り 2 0 p によって第 1 蒸気室部 2 0 1 と第 2 蒸気室部 2 0 2 とに区画されている。

【 0 0 6 1 】

また、本実施形態において、ボイラ 1 0 0（図 1 2 参照）は、上記の関連技術の場合（図 2 1 参照）と同様に、タービン負荷 T L に応じて、定圧方式 C D 1、C D 2 と変圧方式 V D とを切り替えるように制御される。つまり、タービン負荷 T L が 0 から L 1 1（たとえば、L 1 1 = 3 0 %）までの範囲においては、定圧方式 C D 1（第 1 の定圧方式）で運転を行う。そして、タービン負荷 T L が L 1 1 から L 1 2（たとえば、L 1 2 = 7 0 %）までの範囲においては、変圧方式 V D で運転を行う。そして、タービン負荷 T L が L 1 2 から 1 0 0 までの範囲においては、定圧方式 C D 2（第 2 の定圧方式）で運転を行う。

30

【 0 0 6 2 】

しかし、図 1 に示すように、本実施形態の火力発電プラントは、制御装置 4 0 0 のうち、第 1 関数器 4 0 5 a が有する第 1 の関数 K 4 0 5 a、および、第 2 関数器 4 0 5 b が有する第 2 の関数 K 4 0 5 b が、上記の関連技術の場合（図 2 2 参照）と異なる。

【 0 0 6 3 】

具体的には、本実施形態において、第 1 関数器 4 0 5 a が有する第 1 の関数 K 4 0 5 a、および、第 2 関数器 4 0 5 b が有する第 2 の関数 K 4 0 5 b が、関連技術の場合と異なる。

40

【 0 0 6 4 】

図 1 に示すように、第 1 の関数 K 4 0 5 a、および、第 2 の関数 K 4 0 5 b は、タービン負荷信号 S 4 0 4 の信号値が 0 から L 1 3（たとえば、L 1 3 = 9 0）である範囲においては、上記の関連技術の場合（図 2 2 参照）と同じである。

【 0 0 6 5 】

具体的には、第 1 の関数 K 4 0 5 a は、タービン負荷信号 S 4 0 4 の信号値が 0 から L 1 1 に増加するに伴って、第 1 の弁開度演算信号 S 4 0 5 a の信号値が 0 から 1 0 0 に増加するように設定されている。そして、第 1 の関数 K 4 0 5 a は、タービン負荷信号 S 4 0 4 の信号値が L 1 1 から L 1 3 である範囲では、第 1 の弁開度演算信号 S 4 0 5 a の信

50

号値が100を保持するように設定されている。

【0066】

一方、第2の関数K405bは、タービン負荷信号S404の信号値が0からL12(L13>L12>L11)である範囲では、第2の弁開度演算信号S405bの信号値が0を保持するように設定されている。そして、第2の関数K405bは、タービン負荷信号S404の信号値がL12からL13に増加するに伴って、第2の弁開度演算信号S405bの信号値が0からK11に増加するように設定されている。

【0067】

しかしながら、本実施形態では、タービン負荷信号S404の信号値がL13から100である範囲においては、第1の関数K405a、および、第2の関数K405bは、上記の関連技術の場合(図22参照)と異なっている。

10

【0068】

具体的には、タービン負荷信号S404の信号値がL13であるとき、第1の関数K405aは、第1の弁開度演算信号S405aの信号値が100からK12に減少するように、設定されている。これに対して、第2の関数K405bは、タービン負荷信号S404の信号値がL13であるとき、第2の弁開度演算信号S405bの信号値がK11からK12に増加するように、設定されている。つまり、タービン負荷信号S404の信号値がL13であるときには、第1の弁開度演算信号S405aの信号値と第2の弁開度演算信号S405bの信号値との両者は、K12であって、互いに同じになる。

【0069】

20

そして、タービン負荷信号S404の信号値がL13から100に増加するに伴って、第1の関数K405aは、第1の弁開度演算信号S405aの信号値がK12から100に増加するように設定されている。同様に、第2の関数K405bは、タービン負荷信号S404の信号値がL13から100に増加するに伴って、第2の弁開度演算信号S405bの信号値がK12から100に増加するように設定されている。つまり、タービン負荷信号S404の信号値がL13から100に増加するに伴って、第1の弁開度演算信号S405aの信号値と第2の弁開度演算信号S405bの信号値との両者は、K12から100に増加する。このように、タービン負荷信号S404の信号値がL13から100の範囲においては、第1の関数K405aと第2の関数K405bとの両者は、互いに同じである。

30

【0070】

本実施形態では、K12は、第1弁体31aの開度と第2弁体31bの開度との両者を絞り调速方式で調整するとき用いる関数KF(太い一点鎖線)において、タービン負荷信号S404の信号値がL13であるときに求められる値である(たとえば、K12=80%)。そして、第1の関数K405aと第2の関数K405bとの両者において、タービン負荷信号S404の信号値がL13から100に増加するに伴って、第1の弁開度演算信号S405aの信号値と第2の弁開度演算信号S405bの信号値とが増加する割合は、関数KF(太い一点鎖線)の場合と同じである。

【0071】

つぎに、本実施形態において、第1弁体31aの開度Kおよび第2弁体31bの開度Kと、タービン負荷TLとの関係に関して、図2を用いて説明する。

40

【0072】

図2に示すように、定圧方式CD1で運転を行う際には、タービン負荷TLが0からL11に増加するに伴って、第1弁体31aの開度Kが大きくなり、第1弁体31aが全閉状態(K=0)から全開状態(K=100)になる。このとき、第2弁体31bは、全閉状態(K=0)を保持する。

【0073】

変圧方式VDで運転を行う際には、第1弁体31aは、タービン負荷TLがL11からL12までの範囲において、全開状態(K=100)を保持する。このとき、第2弁体31bは、全閉状態(K=0)を保持する。

50

【 0 0 7 4 】

定圧方式 C D 2 で運転を行う際において、タービン負荷 T L が L 1 2 から L 1 3 までの範囲では、第 1 弁体 3 1 a は、全開状態 (K = 1 0 0) を保持する。これに対して、第 2 弁体 3 1 b は、タービン負荷 T L の増加に応じて開度 K が大きくなり、開度 K が全閉状態 (K = 0) から K 1 1 になる。

【 0 0 7 5 】

定圧方式 C D 2 で運転を行う際において、タービン負荷 T L が L 1 3 から 1 0 0 までの範囲では、第 1 弁体 3 1 a は、関連技術の場合 (図 2 3 参照) と異なり、全開状態 (K = 1 0 0) を保持しない。第 1 弁体 3 1 a は、タービン負荷 T L が L 1 3 であるときに、開度 K が全開状態 (K = 1 0 0) から K 1 2 になる (K 1 2 < 1 0 0) 。第 2 弁体 3 1 b は、タービン負荷 T L が L 1 3 であるときに、開度 K が K 1 1 から K 1 2 になる (K 1 2 > K 1 1) 。そして、タービン負荷 T L が L 1 3 から 1 0 0 に増加するに伴って、第 1 弁体 3 1 a の開度 K 、および、第 2 弁体 3 1 b の開度 K は、 K 1 2 から全開状態 (K = 1 0 0) に同じ割合で大きくなる。

10

【 0 0 7 6 】

本実施形態では、 K 1 2 は、第 1 弁体 3 1 a の開度 K と第 2 弁体 3 1 b の開度 K との両者を絞り调速方式で調整する場合 (太い一点鎖線 F A) において、タービン負荷 T L が L 1 3 になるときに調整する開度である。タービン負荷 T L が L 1 3 から 1 0 0 に増加するに伴って第 1 弁体 3 1 a の開度 K と第 2 弁体 3 1 b の開度 K との両者が増加する割合は、第 1 弁体 3 1 a の開度 K と第 2 弁体 3 1 b の開度 K との両者を絞り调速方式で調整する場合 (太い一点鎖線 F A の延長線) と同じである。

20

【 0 0 7 7 】

このように、本実施形態においては、タービン負荷 T L が 0 から L 1 3 までの範囲ではノズル締切调速方式で運転を行い、タービン負荷 T L が L 1 3 から 1 0 0 までの範囲では、絞り调速方式で運転を行う。

【 0 0 7 8 】

図 3 は、第 1 実施形態に係る火力発電プラントにおいて、蒸気加減弁 1 2 2 で生ずる圧力損失 (絞り損失) のシミュレーション結果を示すグラフである。図 3 においては、縦軸が圧力損失 (絞り損失) の値 P (対数值) を示し、横軸がタービン負荷 T L を示している。

30

【 0 0 7 9 】

圧力損失の値 P は、下記式 (A) で求められる。式 (A) において、 P 1 は、第 1 弁体 3 1 a の圧力損失の値であり、 P 2 は、第 2 弁体 3 1 b の圧力損失の値である。 G 1 は、第 1 弁体 3 1 a が開いて通過する蒸気の流量であり、 G 2 は、第 2 弁体 3 1 b が開いて通過する蒸気の流量である。式 (A) から判るように、圧力損失 (絞り損失) の値 P は、第 1 弁体 3 1 a の圧力損失の値 P 1 と、第 2 弁体 3 1 b の圧力損失の値 P 2 との加重平均値である。

【 0 0 8 0 】

$$P = (G 1 \times P 1 + G 2 \times P 2) / (G 1 + G 2) \quad \cdot \cdot \cdot (A)$$

【 0 0 8 1 】

図 3 のうち、太い一点鎖線 F A は、絞り调速方式 (全周噴射方式 , F u l l A r c) の結果であって、タービン負荷 T L に応じて第 1 弁体 3 1 a の開度と第 2 弁体 3 1 b の開度との両者が互いに同じ開度で大きくなる場合について示している。これに対して、太い破線 P A は、ノズル締切调速方式 (部分噴射方式 , P a r t i a l A r c) の結果であって、タービン負荷 T L に応じて第 1 弁体 3 1 a が全開状態になった後に第 2 弁体 3 1 b の開度が開く場合について示している。

40

【 0 0 8 2 】

図 3 に示すように、蒸気加減弁 1 2 2 で生ずる圧力損失の値 P は、タービン負荷 T L が L 1 3 よりも小さい範囲では、ノズル締切调速方式 (太い破線 P A) の方が絞り调速方式 (太い一点鎖線 F A) の場合よりも小さい。この理由について説明する。ノズル締切調

50

速方式（PA）の場合に第2弁体31bにおいて生ずる圧力損失の値 P_2 は、絞り調速方式（FA）の場合に第1弁体31aと第2弁体32bとにおいて生ずる圧力損失の値よりも大きい。しかし、タービン負荷 TL が L_{13} よりも小さい範囲では、ノズル締切調速方式（PA）の場合には第2弁体31bの開度が小さく、第2弁体31bが開くことで通過する蒸気の流量 G_2 が小さい。このため、第2弁体31bで生ずる圧力損失の値 P_2 の影響が、上記式（A）において小さい。その結果、本範囲では、ノズル締切調速方式（PA）の方が絞り調速方式（FA）の場合よりも圧力損失の値 P が小さくなる。

【0083】

これに対して、タービン負荷 TL が L_{13} よりも大きい範囲では、蒸気加減弁122で生ずる圧力損失の値 P は、絞り調速方式（太い一点鎖線FA）の場合の方がノズル締切調速方式（太い破線PA）の場合よりも小さい。この理由について説明する。絞り調速方式（PA）の場合、タービン負荷 TL が定格負荷に近づくに伴って、蒸気量 G_1 , G_2 は、漸近線的に等しくなる。そして、絞り調速方式（PA）の場合、第2弁体31bにおける圧力損失の値 P_2 の影響が上記式（A）において大きくなる。その結果、本範囲では、絞り調速方式（FA）の方がノズル締切調速方式（PA）の場合よりも圧力損失の値 P が小さくなる。

10

【0084】

タービン負荷 TL が L_{13} である場合、蒸気加減弁122で生ずる圧力損失の値 P は、絞り調速方式（太い一点鎖線FA）の場合とノズル締切調速方式（太い破線PA）の場合との間において同じである。

20

【0085】

本実施形態においては、圧力損失の値 P が、 L_{13} のときに逆転することを利用して、タービン負荷 TL が L_{13} よりも小さい範囲では、ノズル締切調速方式（太い破線PA）を採用し、タービン負荷 TL が L_{13} よりも大きくなる範囲では、絞り調速方式（太い一点鎖線FA）を採用している。このため、本実施形態は、蒸気加減弁122の圧力損失を低減可能である。

【0086】

図4は、第1実施形態に係る火力発電プラントにおいて、周方向エネルギー損失のシミュレーション結果を示すグラフである。図4においては、縦軸が周方向エネルギー損失の値 EL （対数值）を示し、横軸がタービン負荷 TL を示している。

30

【0087】

図4に示すように、周方向エネルギー損失の値 EL は、絞り調速方式（太い一点鎖線FA）の場合の方がノズル締切調速方式（太い破線PA）の場合よりも小さい。本実施形態では、タービン負荷 TL が L_{13} 以上では、絞り調速方式を用いるので、ノズル締切調速方式に比べて、周方向エネルギー損失を低減可能である。

【0088】

図5は、第1実施形態に係る火力発電プラントにおいて、タービン内部効率のシミュレーション結果を示すグラフである。図5においては、縦軸がタービン内部効率 TE （対数值）を示し、横軸がタービン負荷 TL を示している。

【0089】

図5に示すように、タービン内部効率 TE は、タービン負荷 TL が L_{13} よりも小さい範囲では、ノズル締切調速方式（太い破線PA）の方が絞り調速方式（太い一点鎖線FA）の場合よりも高い。タービン負荷 TL が L_{13} よりも大きい範囲では、タービン内部効率 TE は、絞り調速方式（太い一点鎖線FA）の場合の方がノズル締切調速方式（太い破線PA）の場合よりも高い。タービン負荷 TL が L_{13} である場合、タービン内部効率 TE は、絞り調速方式（太い一点鎖線FA）の場合とノズル締切調速方式（太い破線PA）の場合との間において同じである。

40

【0090】

本実施形態においては、タービン内部効率 TE は、蒸気加減弁122で生ずる圧力損失の値 P の場合と同様に、タービン負荷 TL が L_{13} よりも小さい範囲では、ノズル締切

50

調速方式（太い破線 P A）が絞り調速方式（太い一点鎖線 F A）より大きくなる。そして、タービン負荷 T L が L 1 3 よりも大きくなる範囲では、タービン内部効率 T E は、蒸気加減弁 1 2 2 で生ずる圧力損失の値 P の場合と同様に、絞り調速方式（太い一点鎖線 F A）がノズル締切調速方式（太い破線 P A）より大きくなる。このため、本実施形態は、タービン内部効率 T E を向上可能である。

【 0 0 9 1 】

なお、ボイラの制御方式（定圧、変圧）を切り替えるときの負荷は、上記に限定されず、蒸気室 2 0 の仕切り方により、変えられる。

【 0 0 9 2 】

< 第 2 実施形態 >

図 6 , 図 7 , 図 8 , 図 9 A ~ 図 9 D , 図 1 0 は、第 2 実施形態に係る火力発電プラントを説明するための図である。

【 0 0 9 3 】

図 6 は、第 2 実施形態に係る火力発電プラントにおいて、高圧タービン 1 1 1 と蒸気加減弁 1 2 2 とが設けられた部分の概要を模式的に示す図である（図 1 2 参照）。

【 0 0 9 4 】

図 7 は、第 2 実施形態に係る火力発電プラントにおいて、蒸気室 2 0（図 1 6 参照）を示している。

【 0 0 9 5 】

図 8 は、第 2 実施形態に係る火力発電プラントにおいて、ボイラ 1 0 0 の圧力制御方式を説明するための図である。

【 0 0 9 6 】

図 9 A は、第 2 実施形態に係る火力発電プラントにおいて、制御装置 4 0 0 の概要を示すブロック図である。制御装置 4 0 0 は、演算信号分配器 4 0 4 と第 1 関数器 4 0 5 a と第 2 関数器 4 0 5 b との他に、第 3 関数器 4 0 5 c を更に有する。図 9 B、図 9 C、図 9 D のそれぞれは、第 1 関数器 4 0 5 a、第 2 関数器 4 0 5 b、第 3 関数器 4 0 5 c のそれぞれを拡大して示している。

【 0 0 9 7 】

図 9 B では、本実施形態において、第 1 関数器 4 0 5 a が有する第 1 の関数 K 4 0 5 a について太い実線で示している。図 9 C では、本実施形態において、第 2 関数器 4 0 5 b が有する第 2 の関数 K 4 0 5 b について太い実線で示している。図 9 D では、本実施形態において、第 3 関数器 4 0 5 c が有する第 3 の関数 K 4 0 5 c について太い実線で示している。

【 0 0 9 8 】

また、図 9 B、図 9 C、図 9 D には、タービン負荷信号 S 4 0 4 の信号値が 0 から L 3 2 b である範囲で、第 1 弁体 3 1 a の開度と第 2 弁体 3 1 b の開度との両者を絞り調速方式で調整するとき用いる関数 K F 1 の一部を太い一点鎖線で併記している。また、図 9 B、図 9 C、図 9 D には、タービン負荷信号 S 4 0 4 の信号値が 0 から 1 0 0 である範囲で、第 1 弁体 3 1 a の開度と第 2 弁体 3 1 b の開度と第 3 弁体 3 1 c の開度とを絞り調速方式で調整するとき用いる関数 K F 2 の一部を太い一点鎖線で併記している。

【 0 0 9 9 】

この他に、図 9 B には、第 1 弁体 3 1 a の開度と第 2 弁体 3 1 b の開度と第 3 弁体 3 1 c の開度をノズル締切調速方式で調整する場合において、第 1 弁体 3 1 a の開度について調整するとき用いる関数 K P a の一部を太い破線で併記している。図 9 C には、上記のノズル締切調速方式で調整する場合において、第 2 弁体 3 1 b の開度について調整するとき用いる関数 K P b の一部を太い破線で併記している。図 9 D には、上記のノズル締切調速方式で調整する場合において、第 3 弁体 3 1 c の開度について調整するとき用いる関数 K P c の一部を太い破線で併記している。

【 0 1 0 0 】

図 1 0 は、第 2 実施形態に係る火力発電プラントにおいて、蒸気加減弁 1 2 2 を構成す

10

20

30

40

50

る複数の弁体の開度を示すグラフである。

【0101】

本実施形態は、図6に示すように、蒸気加減弁122の構成が、第1実施形態の場合(図16参照)と異なっている。本実施形態は、図7に示すように、蒸気室20の構成が、第1実施形態の場合(図20参照)と異なっている。本実施形態は、図8に示すように、ボイラ100の圧力制御方式が、第1実施形態の場合(図21参照)と異なっている。そして、図9Aから図9Dに示すように、本実施形態においては、制御装置400のうち、第1関数器405aが有する第1の関数K405a、および、第2関数器405bが有する第2の関数K405bが、第1実施形態の場合(図1参照)と異なっている。また、制御装置400は、第3関数器405cを更に有している。このため、図10に示すように、本実施形態では、タービン負荷TLと、蒸気加減弁122を構成する複数の弁体の開度Kとの関係が、第1実施形態の場合(図2参照)と異なっている。これらの点、および、関連する点を除き、本実施形態は、上述した第1実施形態の場合と同様である。このため、本実施形態において、上記記載と重複する個所については、適宜、説明を省略する。

10

【0102】

まず、本実施形態の蒸気加減弁122について、図6を用いて説明する。

【0103】

本実施形態において、蒸気加減弁122は、図6に示すように、複数の弁体31を有する。ここでは、蒸気加減弁122は、第1実施形態の場合(図16参照)と異なり、第1弁体31aと第2弁体31bとの他に、第3弁体31cが複数の弁体31として設けられている。第3弁体31cの開度は、第1弁体31aの開度および第2弁体31bの開度と第3弁体31cの開度と同様に、制御装置400によって制御される。

20

【0104】

つぎに、本実施形態の蒸気室20について、図6と図7とを用いて説明する。

【0105】

本実施形態において、蒸気室20は、図6と図7とに示すように、第1実施形態の場合と異なり、仕切り20pによって、第1蒸気室部201と第2蒸気室部202と第3蒸気室部203とに区画されている。

【0106】

第1蒸気室部201は、第1弁体31aが開けられることで主蒸気が流れる。第2蒸気室部202は、第2弁体31bが開けられることで主蒸気が流れる。第3蒸気室部203は、第3弁体31cが開けられることで主蒸気が流れる。

30

【0107】

ここでは、第1蒸気室部201から第1段タービン段落21aへ主蒸気が流れる流路の第1段ノズル面積と、第2蒸気室部202から第1段タービン段落21aへ主蒸気が流れる流路の第1段ノズル面積とが、たとえば、同じになるように構成されている。また、第3蒸気室部203から第1段タービン段落21aへ主蒸気が流れる流路の第1段ノズル面積は、第1蒸気室部201の第1段ノズル面積および第2蒸気室部202の第1段ノズル面積よりも、たとえば、大きくなるように構成されている。たとえば、第1蒸気室部201の第1段ノズル面積と、第2蒸気室部202の第1段ノズル面積と、第3蒸気室部203の第1段ノズル面積との比は、3:3:4の関係である。

40

【0108】

つぎに、本実施形態におけるボイラ100の圧力制御方式について、図8を用いて説明する。

【0109】

図8に示すように、ボイラ100は、第1実施形態の場合(図21参照)と同様に、タービン負荷TLに応じて、定圧方式CD1、CD2と変圧方式VDとを切り替えるように制御される。

【0110】

具体的には、タービン負荷TLが0からL31(たとえば、L31=20%)までの範

50

囲においては、定圧方式CD1で運転を行う。タービン負荷TLがL31からL32(L32 > L31, たとえば、L32 = 50%)までの範囲においては、変圧方式VDで運転を行う。タービン負荷TLがL32から100までの範囲においては、定圧方式CD2で運転を行う。

【0111】

つぎに、本実施形態の制御装置400について、図9Aを用いて説明する。

【0112】

図9Aに示すように、本実施形態においては、制御装置400は、第1関数器405aと第2関数器405bとの他に、第3関数器405cを更に有している。演算信号分配器404は、タービン負荷信号S404(流量要求信号)を第1関数器405aおよび第2関数器405bと共に、第3関数器405cに出力する。

10

【0113】

第3関数器405cは、第3の関数K405cを記憶しており、第3の関数K405cを用いて、タービン負荷信号S404に応じた第3の弁開度演算信号S405cを演算する。第3の関数K405cは、タービン負荷信号S404を入力信号とし、第3の弁開度演算信号S405cを出力信号とした関数である。第3の弁開度演算信号S405cは、第3弁体31cを駆動する駆動装置(図示省略)に出力され、第3弁体31cの開度が第3の弁開度演算信号S405cに応じた開度に調整される。

【0114】

本実施形態において、第1関数器405aが記憶する第1の関数K405aと、第2関数器405bが記憶する第2の関数K405bと、第3関数器405cが記憶する第3の関数K405cとについて、図9B, 図9C, 図9Dを用いて、詳細に説明する。

20

【0115】

第1の関数K405aは、図9Bに示すように、タービン負荷信号S404の信号値が0からL31に増加するに伴って、第1の弁開度演算信号S405aの信号値が0から100に増加するように設定されている。そして、第1の関数K405aは、タービン負荷信号S404の信号値がL31からL33(たとえば、L33 = 70%)である範囲では、第1の弁開度演算信号S405aの信号値が100を保持するように設定されている。

【0116】

第2の関数K405bは、図9Cに示すように、タービン負荷信号S404の信号値が0からL32(L33 > L32 > L31)である範囲では、第2の弁開度演算信号S405bの信号値が0を保持するように設定されている。そして、第2の関数K405bは、タービン負荷信号S404の信号値がL32からL33に増加するに伴って、第2の弁開度演算信号S405bの信号値が0からK31に増加するように設定されている。

30

【0117】

タービン負荷信号S404の信号値がL33であるとき、第1の関数K405aは、図9Bに示すように、第1の弁開度演算信号S405aの信号値が100からK32に減少するように、設定されている。これに対して、第2の関数K405bは、図9Cに示すように、タービン負荷信号S404の信号値がL33であるとき、第2の弁開度演算信号S405bの信号値がK31からK32に増加するように、設定されている。つまり、タービン負荷信号S404の信号値がL33であるときには、第1の弁開度演算信号S405aの信号値と第2の弁開度演算信号S405bの信号値との両者は、K32であって、互いに同じになる。

40

【0118】

そして、タービン負荷信号S404の信号値がL33からL32bに増加するに伴って、第1の関数K405aは、図9Bに示すように、第1の弁開度演算信号S405aの信号値がK32から100に増加するように設定されている。同様に、第2の関数K405bは、図9Cに示すように、タービン負荷信号S404の信号値がL33からL32bに増加するに伴って、第2の弁開度演算信号S405bの信号値がK32から100に増加するように設定されている。つまり、タービン負荷信号S404の信号値がL33からL

50

3 2 b に増加するに伴って、第 1 の弁開度演算信号 S 4 0 5 a の信号値と第 2 の弁開度演算信号 S 4 0 5 b の信号値との両者は、K 3 2 から 1 0 0 に増加する。このように、タービン負荷信号 S 4 0 4 の信号値が L 3 3 から L 3 2 b の範囲においては、第 1 の関数 K 4 0 5 a と第 2 の関数 K 4 0 5 b によって、それぞれ決まる開度は、互いに同じである。

【 0 1 1 9 】

本実施形態では、K 3 2 は、関数 K F 1 (太い一点鎖線)において、タービン負荷信号 S 4 0 4 の信号値が L 3 3 であるときに求められる値である。そして、第 1 の関数 K 4 0 5 a と第 2 の関数 K 4 0 5 b との両者において、タービン負荷信号 S 4 0 4 の信号値が L 3 3 から L 3 2 b に増加するに伴って、第 1 の弁開度演算信号 S 4 0 5 a の信号値と第 2 の弁開度演算信号 S 4 0 5 b の信号値とが増加する割合は、関数 K F 1 の場合と同じである。

10

【 0 1 2 0 】

第 3 の関数 K 4 0 5 c は、図 9 D に示すように、タービン負荷信号 S 4 0 4 の信号値が 0 から L 3 2 b である範囲では、第 3 の弁開度演算信号 S 4 0 5 c の信号値が 0 を保持するように設定されている。

【 0 1 2 1 】

タービン負荷信号 S 4 0 4 の信号値が L 3 2 b から L 3 3 b である範囲では、第 1 の関数 K 4 0 5 a は、図 9 B に示すように、第 1 の弁開度演算信号 S 4 0 5 a の信号値が 1 0 0 を保持するように設定されている。同様に、第 2 の関数 K 4 0 5 a は、図 9 C に示すように、第 2 の弁開度演算信号 S 4 0 5 b の信号値が 1 0 0 を保持するように設定されている。これに対して、第 3 の関数 K 4 0 5 c は、図 9 D に示すように、タービン負荷信号 S 4 0 4 の信号値が L 3 2 b から L 3 3 b に増加するに伴って、第 3 の弁開度演算信号 S 4 0 5 c の信号値が 0 から K 3 1 b に増加するように設定されている。

20

【 0 1 2 2 】

タービン負荷信号 S 4 0 4 の信号値が L 3 3 b であるとき、第 1 の関数 K 4 0 5 a は、図 9 B に示すように、第 1 の弁開度演算信号 S 4 0 5 a の信号値が 1 0 0 から K 3 2 b に減少するように、設定されている。同様に、第 2 の関数 K 4 0 5 b は、図 9 C に示すように、タービン負荷信号 S 4 0 4 の信号値が L 3 3 b であるとき、第 2 の弁開度演算信号 S 4 0 5 b の信号値が 1 0 0 から K 3 2 b に減少するように、設定されている。これに対して、第 3 の関数 K 4 0 5 c は、図 9 D に示すように、タービン負荷信号 S 4 0 4 の信号値が L 3 3 b であるとき、第 3 の弁開度演算信号 S 4 0 5 c の信号値が K 3 1 b から K 3 2 b に増加するように、設定されている。つまり、タービン負荷信号 S 4 0 4 の信号値が L 3 3 であるときには、第 1 の弁開度演算信号 S 4 0 5 a の信号値と第 2 の弁開度演算信号 S 4 0 5 b の信号値と第 3 の弁開度演算信号 S 4 0 5 c の信号値とのそれぞれは、K 3 2 b であって、互いに同じになる。

30

【 0 1 2 3 】

そして、タービン負荷信号 S 4 0 4 の信号値が L 3 3 b から 1 0 0 に増加するに伴って、第 1 の関数 K 4 0 5 a は、図 9 B に示すように、第 1 の弁開度演算信号 S 4 0 5 a の信号値が K 3 2 b から 1 0 0 に増加するように設定されている。同様に、第 2 の関数 K 4 0 5 b は、図 9 C に示すように、タービン負荷信号 S 4 0 4 の信号値が L 3 3 b から 1 0 0 に増加するに伴って、第 2 の弁開度演算信号 S 4 0 5 b の信号値が K 3 2 b から 1 0 0 に増加するように設定されている。また、同様に、第 3 の関数 K 4 0 5 c は、図 9 D に示すように、タービン負荷信号 S 4 0 4 の信号値が L 3 3 b から 1 0 0 に増加するに伴って、第 3 の弁開度演算信号 S 4 0 5 c の信号値が K 3 2 b から 1 0 0 に増加するように設定されている。つまり、タービン負荷信号 S 4 0 4 の信号値が L 3 3 b から 1 0 0 に増加するに伴って、第 1 の弁開度演算信号 S 4 0 5 a の信号値と第 2 の弁開度演算信号 S 4 0 5 b の信号値と第 3 の弁開度演算信号 S 4 0 5 c の信号値とのそれぞれは、K 3 2 b から 1 0 0 に増加する。このように、タービン負荷信号 S 4 0 4 の信号値が L 3 3 b から 1 0 0 の範囲においては、第 1 の関数 K 4 0 5 a と第 2 の関数 K 4 0 5 b と第 3 の関数 K 4 0 5 c によって決まる開度は、同じである。

40

50

【 0 1 2 4 】

本実施形態では、 K_{32b} は、関数 K_{F2} （太い一点鎖線）において、タービン負荷信号 S_{404} の信号値が L_{33b} であるときに求められる値である。そして、第1の関数 K_{405a} と第2の関数 K_{405b} と第3の関数 K_{405c} とのそれぞれにおいて、タービン負荷信号 S_{404} の信号値が L_{33b} から100に増加するに伴って、第1の弁開度演算信号 S_{405a} の信号値と第2の弁開度演算信号 S_{405b} の信号値と第3の弁開度演算信号 S_{405c} の信号値とが増加する割合は、関数 K_{F2} の場合と同じである。

【 0 1 2 5 】

つぎに、本実施形態において、第1弁体 $31a$ の開度 K 、第2弁体 $31b$ の開度 K 、および、第3弁体 $31c$ の開度 K と、タービン負荷 TL との関係に関して、図10を用いて説明する。

10

【 0 1 2 6 】

定圧方式 $CD1$ で運転を行う際には、図10に示すように、タービン負荷 TL が0から L_{31} に増加するに伴って、第1弁体 $31a$ の開度 K が大きくなり、第1弁体 $31a$ が全閉状態（ $K = 0$ ）から全開状態（ $K = 100$ ）になる。このとき、第2弁体 $31b$ と第3弁体 $31c$ は、全閉状態（ $K = 0$ ）を保持する。

【 0 1 2 7 】

変圧方式 VD で運転を行う際には、タービン負荷 TL が L_{31} から L_{32} までの範囲において、第1弁体 $31a$ は、全開状態（ $K = 100$ ）を保持する。このとき、第2弁体 $31b$ と第3弁体 $31c$ は、全閉状態（ $K = 0$ ）を保持する。

20

【 0 1 2 8 】

定圧方式 $CD2$ で運転を行う際において、タービン負荷 TL が L_{32} から L_{33} までの範囲では、第1弁体 $31a$ は、全開状態（ $K = 100$ ）を保持する。第2弁体 $31b$ は、上記と異なり、タービン負荷 TL に応じて開度 K が大きくなり、開度 K が全閉状態（ $K = 0$ ）から K_{31} になる。これに対して、第3弁体 $31c$ は、上記と同様に、全閉状態（ $K = 0$ ）を保持する。

【 0 1 2 9 】

定圧方式 $CD2$ で運転を行う際において、タービン負荷 TL が L_{33} から L_{32b} までの範囲では、第1弁体 $31a$ は、全開状態（ $K = 100$ ）を保持しない。第1弁体 $31a$ は、タービン負荷 TL が L_{33} であるときに、開度 K が全開状態（ $K = 100$ ）から K_{32} になる（ $K_{32} < 100$ 、たとえば、 $K_{32} = 80$ ）。同様に、第2弁体 $31b$ は、タービン負荷 TL が L_{33} であるときに、開度 K が K_{31} から K_{32} になる（ $K_{32} > K_{31}$ ）。そして、タービン負荷 TL が L_{33} から L_{32b} に増加するに伴って、第1弁体 $31a$ の開度 K 、および、第2弁体 $31b$ の開度 K は、 K_{32} から全開状態（ $K = 100$ ）になる。これに対して、第3弁体 $31c$ は、上記と同様に、全閉状態（ $K = 0$ ）を保持する。

30

【 0 1 3 0 】

K_{32} は、タービン負荷 TL が0から L_{33} である範囲で、第1弁体 $31a$ の開度 K と第2弁体 $31b$ の開度 K との両者を絞り调速方式で調整する場合（太い一点鎖線 $FA1$ ）において、タービン負荷 TL が L_{33} になるときに調整する開度である。タービン負荷 TL が L_{33} から L_{32b} に増加するに伴って第1弁体 $31a$ の開度 K と第2弁体 $31b$ の開度 K との両者が増加する割合は、第1弁体 $31a$ の開度 K と第2弁体 $31b$ の開度 K との両者を絞り调速方式で調整したときに両者が増加する割合（太い一点鎖線 $FA1$ の延長線）と同じである。

40

【 0 1 3 1 】

定圧方式 $CD2$ で運転を行う際において、タービン負荷 TL が L_{32b} から L_{33b} までの範囲では、第1弁体 $31a$ と第2弁体 $31b$ との両者は、全開状態（ $K = 100$ ）を保持する。第3弁体 $31c$ は、上記と異なり、タービン負荷 TL に応じて開度 K が大きくなり、開度 K が全閉状態（ $K = 0$ ）から K_{31b} になる。

【 0 1 3 2 】

50

定圧方式CD2で運転を行う際において、タービン負荷TLがL33bから100までの範囲では、第1弁体31aと第2弁体31bとの両者は、全開状態($K = 100$)を保持しない。第1弁体31aと第2弁体31bとの両者は、タービン負荷TLがL33bであるときに、開度Kが全開状態($K = 100$)からK32bになる($K32b < 100$)。同様に、第3弁体31cは、タービン負荷TLがL33bであるときに、開度KがK31bからK32bになる($K32b > K31b$)。そして、タービン負荷TLがL33bから100に増加するに伴って、第1弁体31aの開度K、第2弁体31bの開度K、および、第3弁体31cの開度Kは、K32bから全開状態($K = 100$)になる。

【0133】

K32bは、タービン負荷TLが0から100である範囲で、第1弁体31aの開度Kと第2弁体31bの開度Kと第3弁体31cの開度Kとのそれぞれを絞り调速方式で調整する場合(太い一点鎖線FA2)において、タービン負荷TLがL33bになるときの開度である。タービン負荷TLがL33bから100に増加するに伴って第1弁体31aの開度Kと第2弁体31bの開度Kと第3弁体31cの開度Kとのそれぞれが増加する割合は、絞り调速方式で調整する場合(太い一点鎖線FA2の延長線)と同じである。

10

【0134】

図11は、第2実施形態に係る火力発電プラントについて、タービン内部効率を示す図である。

【0135】

図11において、縦軸は、タービン内部効率TEを示し、横軸は、タービン負荷TLを示している。図11において、太い実線EX3は、本実施形態の結果を示している。これに対して、太い破線CXは、蒸気加減弁122を構成する第1弁体31aと第2弁体31bと第3弁体31cとのそれぞれをタービン負荷TLに応じてノズル締切调速方式で開けた場合の結果を示している。

20

【0136】

図11に示すように、タービン負荷TLがL33からL32bである範囲においては、本実施形態の場合(太い実線EX3)の方が、蒸気加減弁122をノズル締切调速方式で開けた場合(太い破線CX)よりも、タービン内部効率TEが高い。同様に、タービン負荷TLがL33bから100である範囲においては、本実施形態の場合(太い実線EX3)の方が、蒸気加減弁122をノズル締切调速方式で開けた場合(太い破線CX)よりも、タービン内部効率TEが高い。

30

【0137】

タービン負荷TLがL33からL32bである範囲、および、L33bから100である範囲では、本実施形態のタービン内部効率TE(太い実線EX3)は、絞り调速方式の場合(太い破線CX)と同じであって、ノズル締切调速方式の場合よりも高い。タービン負荷TLがL33からL32bである範囲と、L33bから100である範囲とを除く範囲では、本実施形態のタービン内部効率TEは、ノズル締切调速方式で開けた場合と同じである。このため、本実施形態は、タービン内部効率TEを向上可能である。

【0138】

したがって、本実施形態は、タービン内部効率(タービン调速段効率)を向上し、エネルギーを効率的に利用可能である。

40

【0139】

なお、第1弁体31a、第2弁体31b、および、第3弁体31cとして機能する弁体、および、第1蒸気室部201、第2蒸気室部202、および、第3蒸気室部203として機能する蒸気室部が、複数であってもよい。

【0140】

本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や

50

要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

【符号の説明】

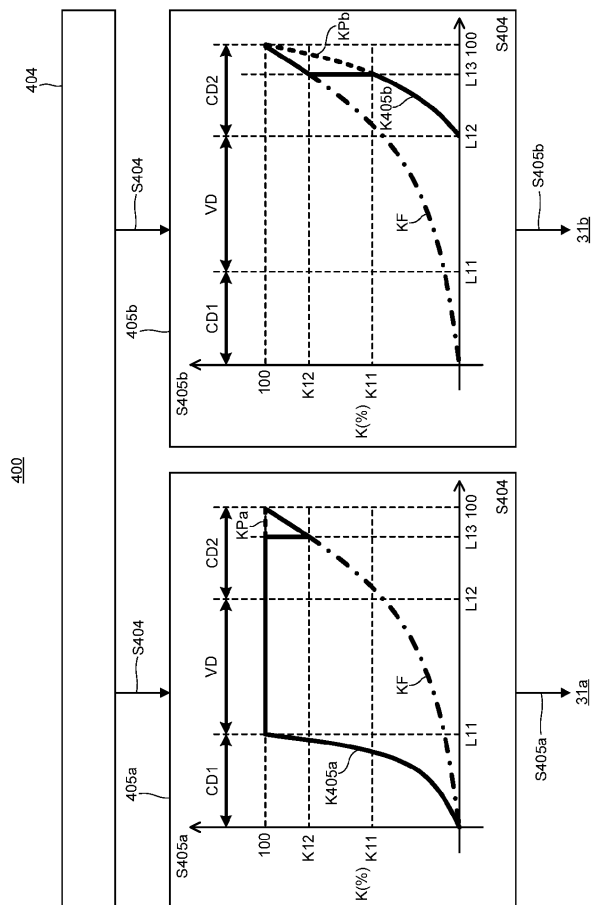
【0141】

1 ...火力発電プラント、20 ...蒸気室、21 ...タービン段落、31 ...弁体、31a ...第1弁体、31b ...第2弁体、31c ...第3弁体、100 ...ボイラ、101 ...蒸気発生器、102 ...再熱器、110 ...蒸気タービン部、111 ...高圧タービン、112 ...中圧タービン、113 ...低圧タービン、120 ...主蒸気系、121 ...蒸気止め弁、122 ...蒸気加減弁、130 ...再熱蒸気系、131 ...再熱蒸気止め弁、132 ...インターセプト弁、140 ...復水給水系、141 ...復水器、142 ...給水ポンプ、150 ...低温再熱系、151 ...逆止弁、160 ...高圧タービンバイパス系、161 ...高圧タービンバイパス弁、170 ...低圧タービンバイパス系、171 ...低圧タービンバイパス弁、201 ...第1蒸気室部、202 ...第2蒸気室部、203 ...第3蒸気室部、211 ...ノズル部、212 ...動翼部、400 ...制御装置、401 ...速度制御回路、402 ...負荷制御回路、403 ...加減算器、404 ...演算信号分配器、405a ...第1関数器、405b ...第2関数器、405c ...第3関数器、K405a ...第1の関数、K405b ...第2の関数、K405c ...第3の関数、KF ...関数、KF1 ...関数、KF2 ...関数、KPa ...関数、K Pb ...関数、K Pc ...関数、S401 ...タービン回転数制御信号、S402 ...タービン負荷設定信号、S403 ...加減算演算信号、S404 ...タービン負荷信号、S405a ...第1の弁開度演算信号、S405b ...第2の弁開度演算信号、S405c ...第3の弁開度演算信号

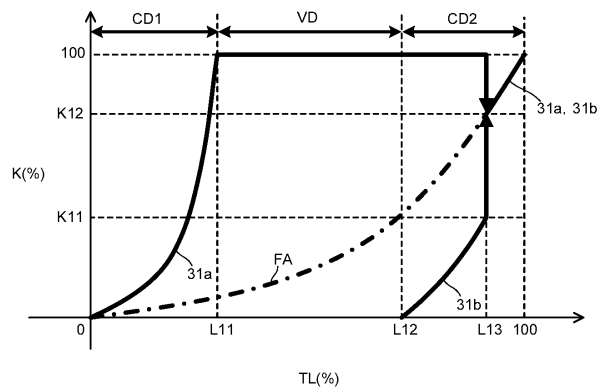
10

20

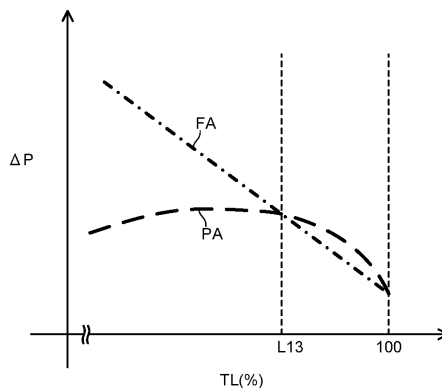
【図1】



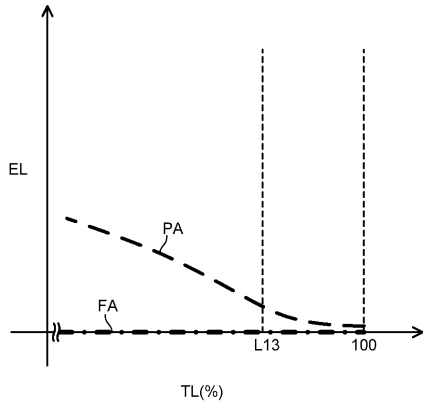
【図2】



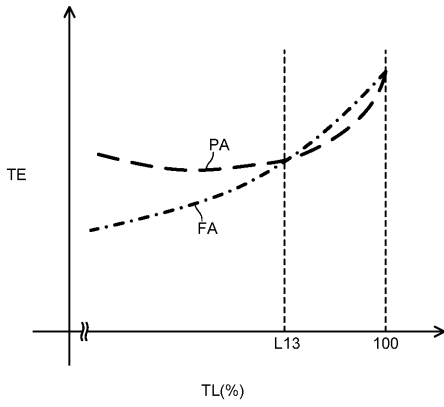
【図3】



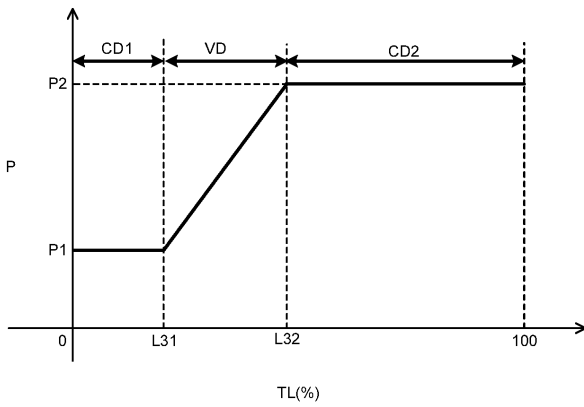
【 4 】



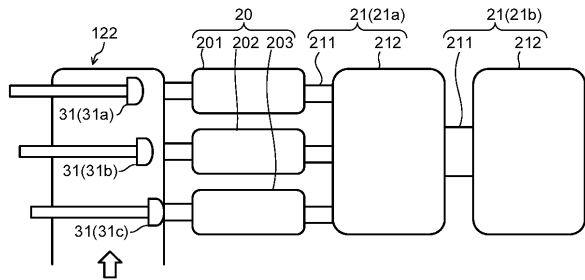
【 5 】



【 8 】

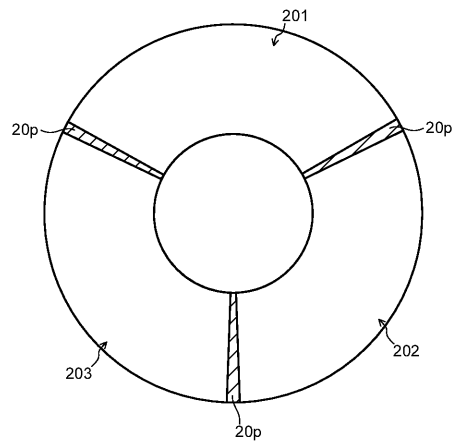


【 6 】

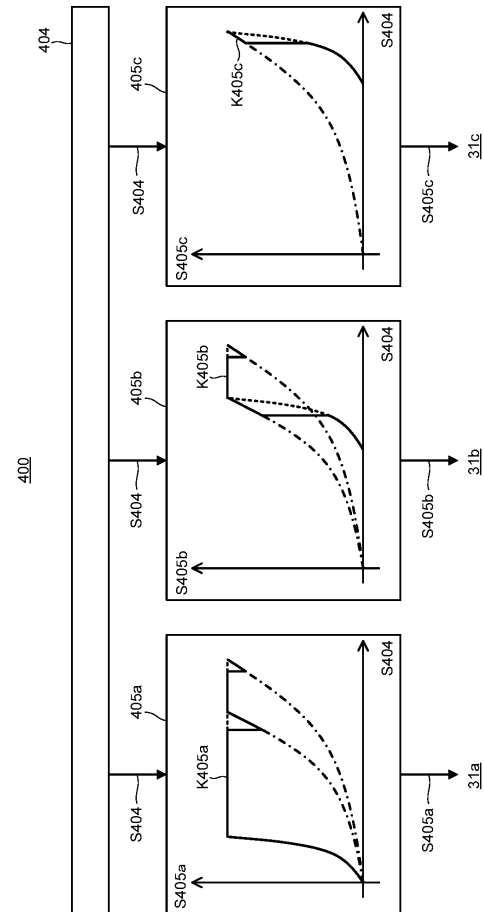


【 7 】

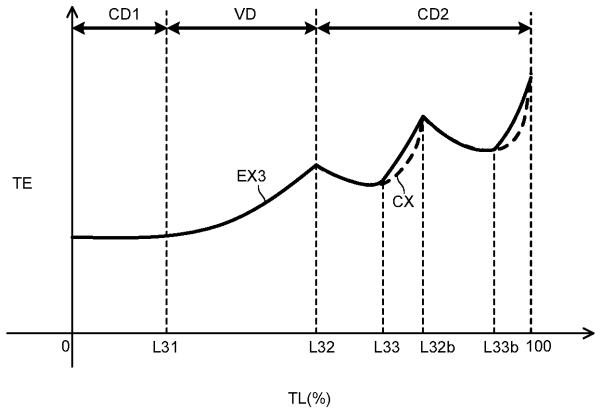
20



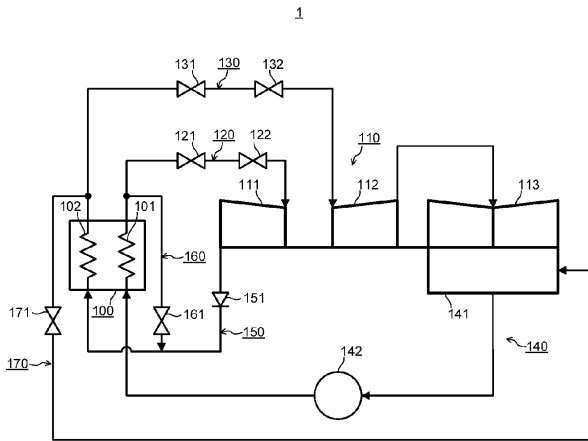
【 9 A 】



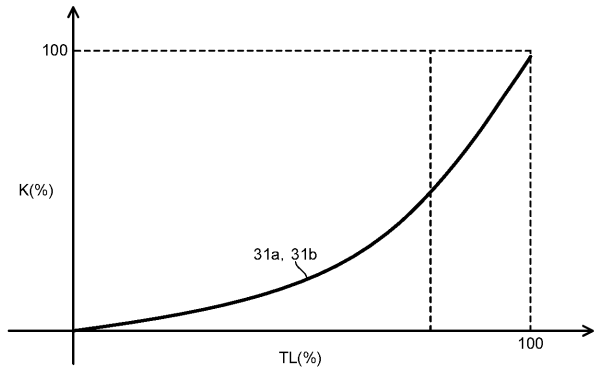
【 1 1 】



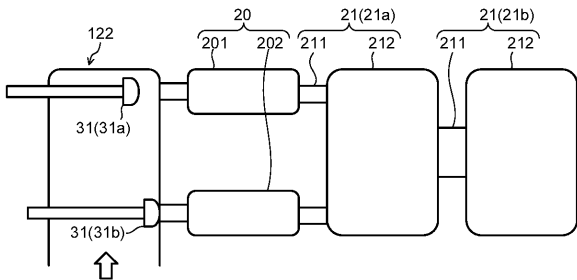
【 1 2 】



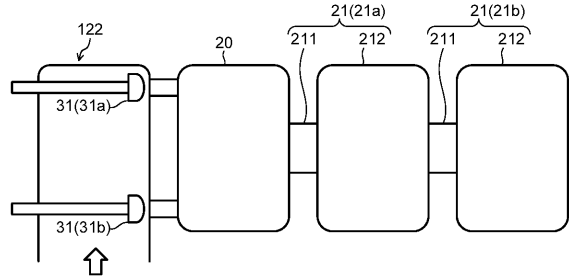
【 1 5 】



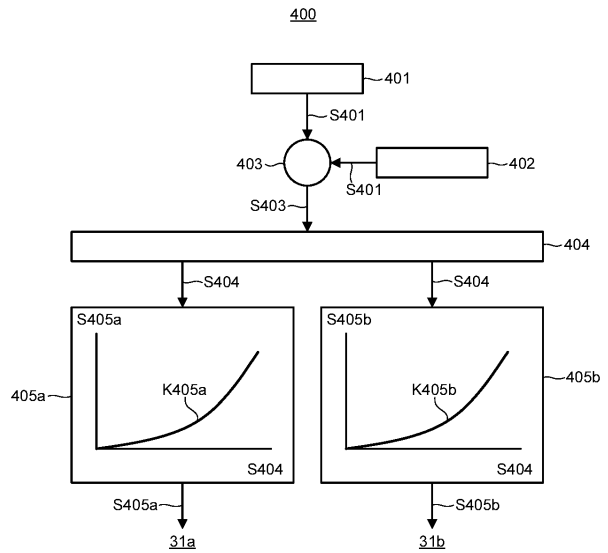
【 1 6 】



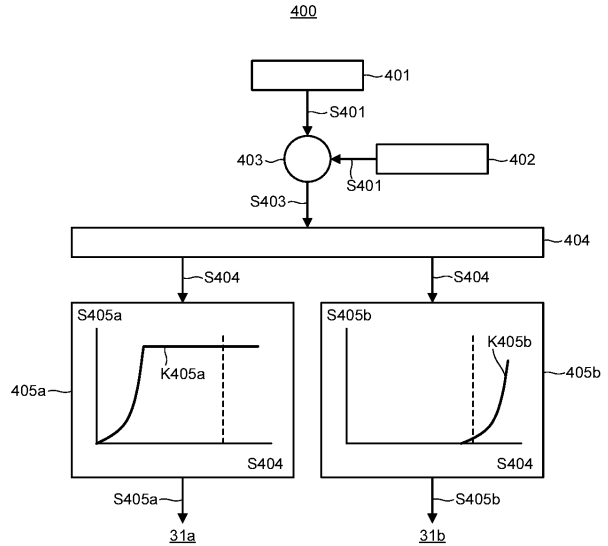
【 1 3 】



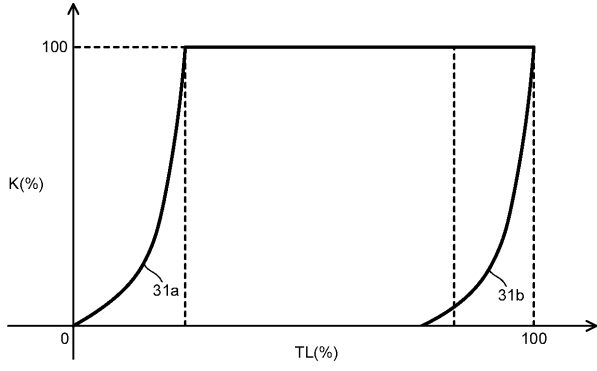
【 1 4 】



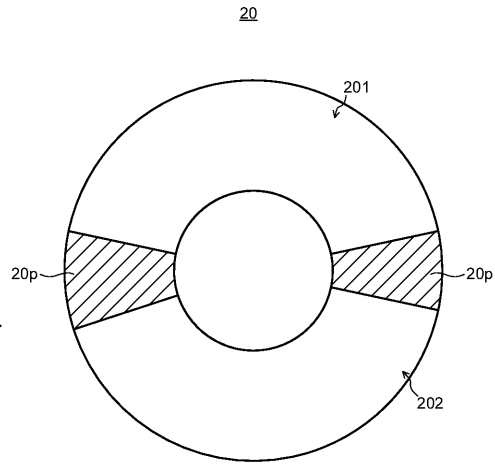
【 1 7 】



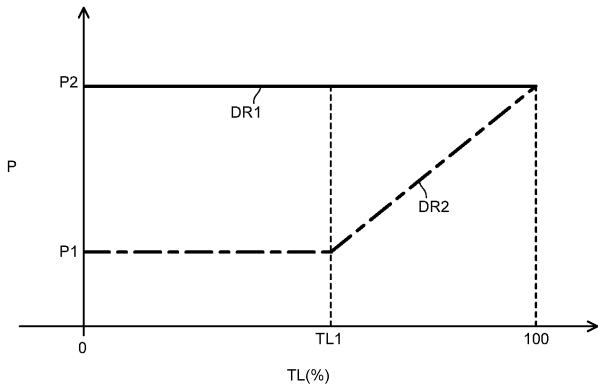
【 18 】



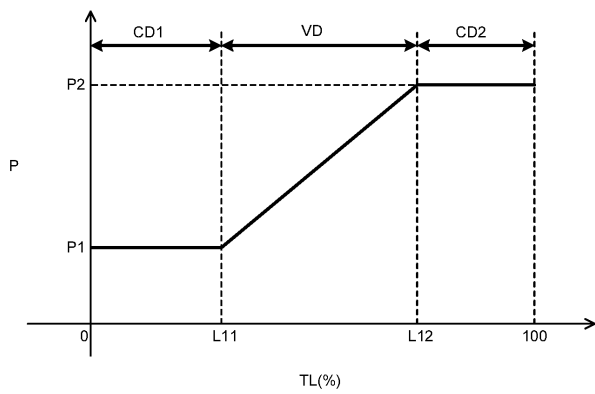
【 20 】



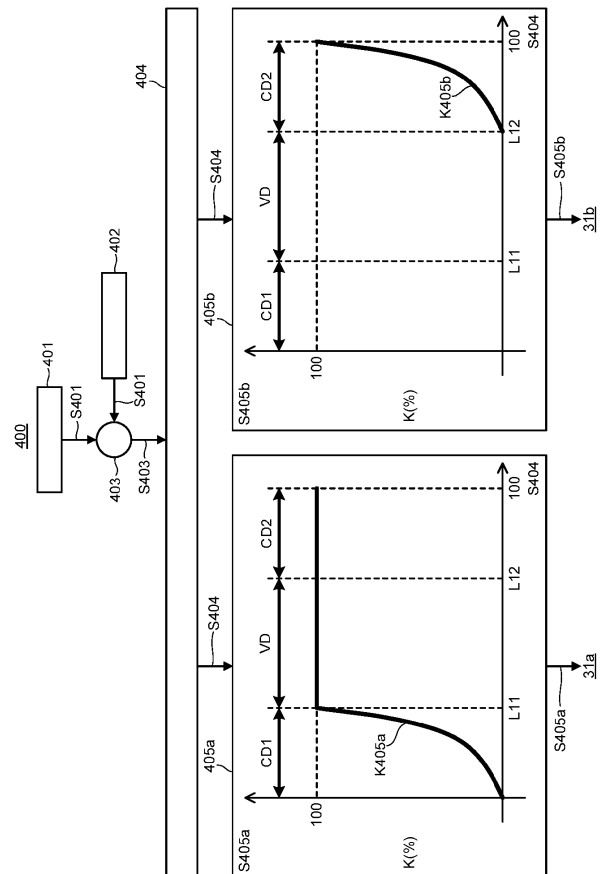
【 19 】



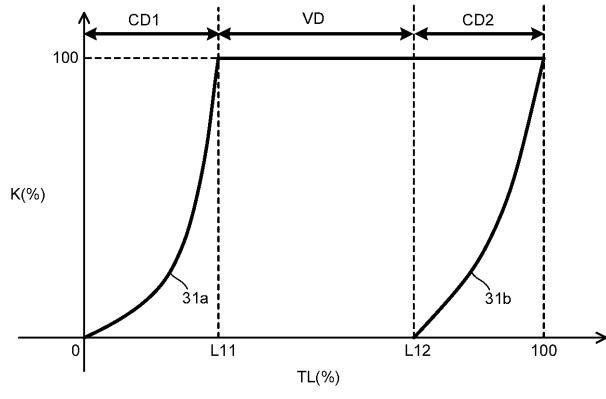
【 21 】



【 22 】



【 2 3 】



フロントページの続き

(72)発明者 高橋 誠

東京都港区芝一丁目12番7号 東芝テクニカルサービスインターナショナル株式会社内

審査官 小林 勝広

(56)参考文献 特開昭61-106903(JP,A)

特開昭61-167102(JP,A)

特開2005-291113(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F01D17/00-21/20