

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号
特許第5959861号
(P5959861)

(45) 発行日 平成28年8月2日(2016.8.2)

(24) 登録日 平成28年7月1日(2016.7.1)

(51) Int.Cl.			F 1		
FO2C	7/143	(2006.01)	FO2C	7/143	
FO2C	7/00	(2006.01)	FO2C	7/00	A
FO2C	7/08	(2006.01)	FO2C	7/08	Z
FO2C	9/00	(2006.01)	FO2C	9/00	A
FO1D	15/10	(2006.01)	FO1D	15/10	A
請求項の数 5 (全 13 頁) 最終頁に続く					

(21) 出願番号	特願2012-19926 (P2012-19926)	(73) 特許権者	514030104
(22) 出願日	平成24年2月1日(2012.2.1)		三菱日立パワーシステムズ株式会社
(65) 公開番号	特開2013-160052 (P2013-160052A)		神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3番1号
(43) 公開日	平成25年8月19日(2013.8.19)	(74) 代理人	100112737
審査請求日	平成26年12月18日(2014.12.18)		弁理士 藤田 考晴
		(74) 代理人	100118913
			弁理士 上田 邦生
		(72) 発明者	日▲高▼ 孝平
			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	朝▲来▼野 二郎
			東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 ガスタービン発電設備

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

吸気ダクトの入口から取り込まれ、前記吸気ダクトを介して導かれた空気を圧縮する圧縮機、前記圧縮機で圧縮された空気に燃料を混合して燃焼させる燃焼器、および前記燃焼器で発生した燃焼ガスによって駆動されるタービンを有するガスタービンと、

前記ガスタービンにより駆動される発電機と、

吸気冷却兼加熱装置と、を備え、

前記吸気冷却兼加熱装置は、

前記発電機を冷却する媒体と熱交換する第1の熱交換器と、

前記第1の熱交換器により昇温した媒体を降温する冷凍機と、

前記冷凍機により降温した媒体と前記吸気ダクトの入口から取り込まれ前記吸気ダクトを介して前記圧縮機の吸気入口に導かれる空気とを熱交換する前記吸気ダクト内に設けられた第2の熱交換器と、

前記第1の熱交換器により昇温された媒体を前記冷凍機に導き、前記冷凍機により降温された媒体を前記第2の熱交換器に導くとともに前記第2の熱交換器により昇温された媒体を前記第1の熱交換器に導く第1の流路と、

前記第1の熱交換器において昇温した媒体を前記第2の熱交換器に導き、前記吸気ダクトの入口から取り込まれ前記吸気ダクトを介して前記圧縮機の吸気入口に導かれる空気を加熱し前記第2の熱交換器において降温した媒体を前記第1の熱交換器に導く第2の流路と、を備えていることを特徴とするガスタービン発電設備。

【請求項 2】

前記第 1 の熱交換器により昇温された媒体を、前記冷凍機をバイパスさせて前記第 2 の熱交換器に導くバイパス管を有し、前記吸気ダクトの入口から取り込まれた空気の温度に応じて、前記第 1 の熱交換器により昇温された媒体を前記バイパス管に流す請求項 1 に記載のガスタービン発電設備。

【請求項 3】

吸気ダクトの入口から取り込まれ、前記吸気ダクトを介して導かれた空気を圧縮する圧縮機、前記圧縮機で圧縮された空気に燃料を混合して燃焼させる燃焼器、および前記燃焼器で発生した燃焼ガスによって駆動されるタービンを有するガスタービンと、

前記ガスタービンにより駆動される発電機と、

吸気冷却兼加熱装置と、を備え、

前記吸気冷却兼加熱装置は、

前記発電機を冷却する媒体と熱交換する第 1 の熱交換器と、

前記第 1 の熱交換器により昇温した媒体を降温する冷凍機と、

前記冷凍機により降温した媒体と前記吸気ダクトの入口から取り込まれ前記吸気ダクトを介して前記圧縮機の吸気入口に導かれる空気とを熱交換する前記吸気ダクト内に設けられた第 2 の熱交換器と、

前記第 1 の熱交換器により昇温された媒体を前記冷凍機に導き、前記冷凍機により降温された媒体を前記第 2 の熱交換器に導くとともに前記第 2 の熱交換器により昇温された媒体を前記第 1 の熱交換器に導く第 1 の流路と、

前記第 1 の熱交換器において昇温した媒体を前記第 2 の熱交換器に導き、前記吸気ダクトの入口から取り込まれ前記吸気ダクトを介して前記圧縮機の吸気入口に導かれる空気を加熱し前記第 2 の熱交換器において降温した媒体を前記第 1 の熱交換器に導く第 2 の流路と、を備えたガスタービン発電設備の運転方法であって、

前記吸気ダクトの入口から取り込まれた空気の温度が第 1 の温度よりも高い場合、前記第 1 の流路を介して、前記冷凍機において降温した媒体を前記吸気ダクト内に設けられた前記第 2 の熱交換器に導き、前記吸気ダクトの入口から取り込まれ、前記吸気ダクトを介して前記圧縮機の吸気入口に導かれる空気を冷却し、

前記吸気ダクトの入口から取り込まれた空気の温度が前記第 1 の温度よりも低い第 2 の温度よりも低い場合、前記第 2 の流路を介して、前記第 1 の熱交換器において前記発電機を冷却する媒体と熱交換されて昇温した媒体を前記第 2 の熱交換器に導き、前記吸気ダクトの入口から取り込まれ、前記吸気ダクトを介して前記圧縮機の吸気入口に導かれる空気を加熱するようにしたことを特徴とするガスタービン発電設備の運転方法。

【請求項 4】

部分負荷で運転される場合、前記第 2 の流路を介して、前記第 1 の熱交換器において前記発電機を冷却する媒体と熱交換されて昇温した媒体を前記第 2 の熱交換器に導き、前記吸気ダクトの入口から取り込まれ、前記吸気ダクトを介して前記圧縮機の吸気入口に導かれる空気を加熱するようにしたことを特徴とする請求項 3 に記載のガスタービン発電設備の運転方法。

【請求項 5】

前記吸気ダクトの入口から取り込まれた空気の温度が前記第 1 の温度よりも低い第 2 の温度よりも低い場合、前記第 1 の熱交換器において前記発電機を冷却する媒体と熱交換されて昇温した媒体を、前記冷凍機をバイパスさせて前記第 2 の熱交換器に導く請求項 3 又は 4 に記載のガスタービン発電設備の運転方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、大気から導入した空気（以下、「吸気」という。）を予め冷却あるいは加熱し、冷却あるいは加熱された吸気を圧縮して圧縮空気を生成し、その圧縮空気と別系統から導入した燃料とを燃焼させて生成した高温燃焼ガスの作用によりガスタービンを駆動し

10

20

30

40

50

、ガスタービンのロータ軸に連結した発電機を同軸の回転により駆動することで発電を行うガスタービン発電設備に関するものである。

【背景技術】

【0002】

吸気を予め冷却し、冷却された空気を圧縮して圧縮空気を生成し、その圧縮空気と別系統から導入した燃料とを燃焼させて生成した高温燃焼ガスの作用によりガスタービンを駆動し、ガスタービンのロータ軸に連結した発電機を同軸の回転により駆動することで発電を行うガスタービン発電設備としては、例えば、特許文献1に開示されたものが知られている。

【先行技術文献】

10

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開平4-69649号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

また、近年では、図6および図7に示すようなガスタービン発電設備51が提案されている。

ガスタービン発電設備51は、発電機2を駆動するガスタービン3と、発電機冷却装置4と、吸気冷却装置5と、吸気加熱装置6（図7参照）と、を備えている。

20

【0005】

ガスタービン3は、圧縮機11と、燃焼器12と、タービン13と、を備えており、発電機2、圧縮機11、およびタービン13は、一本のロータ軸（回転軸）14を介して連結されている。

圧縮機11の吸気入口11aには、ダクト15を介して吸気が導かれるようになっている。

【0006】

発電機冷却装置4は、（第1の）熱交換器21と、（第2の）熱交換器22と、（第3の）熱交換器23と、配管24と、を備えている。

熱交換器21は、配管24内を循環する媒体（例えば、水）と、発電機2内に封入されている窒素ガスとを熱交換させて、発電機2で発生した熱を吸収して（奪い去って）、発電機2を冷却するものである。発電機2で発生した熱を吸収した（奪い去った）媒体（ここでは40の媒体）は、配管24を介して熱交換器22に導かれる。

30

【0007】

熱交換器22は、配管24を介して熱交換器21から導かれた媒体と、ファン25から送出された空気とを熱交換させて、熱交換器21から導かれた媒体が持っている熱を（一次的に）吸収して、熱交換器21から導かれた媒体を（一次的に）冷却するものである。熱交換器22で（一次的に）放熱された媒体は、配管24を介して熱交換器23に導かれる。

熱交換器23は、配管24を介して熱交換器22から導かれた媒体と、後述する冷凍機31から送出されてバイパス管32を循環する媒体とを熱交換させて、熱交換器22から導かれた媒体が持っている熱を（二次的に）吸収して、熱交換器22から導かれた媒体を（二次的に）冷却するものである。熱交換器23で（二次的に）放熱された媒体（ここでは30の媒体）は、配管24を介して熱交換器21に導かれる。

40

【0008】

配管24は、熱交換器21を通過した媒体を熱交換器22に導き、熱交換器22を通過した媒体を熱交換器23に導いて、熱交換器23を通過した媒体を熱交換器21に導く配管であり、その途中には、媒体を循環させる循環ポンプ（図示せず）が設けられている。

【0009】

吸気冷却装置5は、冷凍機31と、バイパス管32と、（第3の）熱交換器23と、（

50

第４の）熱交換器３４と、配管３５と、を備えている。

冷凍機３１は、バイパス管３２を介して熱交換器２３から導かれた媒体（例えば、水）、および配管３５を介して熱交換器３４から導かれた媒体を冷却する（ここでは２５で戻ってきた（流入してきた）媒体を５に冷却して送出する）装置である。

バイパス管３２は、一端（上流端）が冷凍機３１の出口近傍に位置する配管３５に接続され、他端（下流端）が冷凍機３１の入口近傍に位置する配管３５に接続されており、熱交換器２３よりも上流側に位置するバイパス管３２の途中には、媒体を循環させる循環ポンプＰ１が設けられている。

【００１０】

熱交換器（第１の熱交換器）２３は、バイパス管３２を介して導かれた媒体と、配管２４を介して導かれた媒体（熱交換器２３を通過する媒体）とを熱交換させて、配管２４を介して導かれた媒体が持つ熱を吸収して（奪い去って）、配管２４を介して導かれた媒体を冷却するものである。配管２４を介して導かれた媒体が持つ熱を吸収した（奪い去った）媒体は、バイパス管３２および配管３５を介して冷凍機３１に導かれる。

熱交換器（第２の熱交換器）３４は、吸気の温度が高い場合（ここでは吸気の温度が３５のとき）に、配管３５を介して冷凍機３１から導かれた媒体と、ダクト１５の入口１５ａから取り込まれた吸気（ここでは３５の吸気）とを熱交換させて、ダクト１５の入口１５ａから取り込まれた吸気が持っている熱を吸収して、ダクト１５の入口１５ａから取り込まれた吸気を（ここでは１５まで）冷却する熱交換器である。吸気を持つ熱を吸収した（奪い去った）媒体は、配管３５を介して冷凍機３１に導かれる。

【００１１】

配管３５は、冷凍機３１で冷却された媒体を熱交換器３４に導き、熱交換器３４を通過した媒体を冷凍機３１に導く配管であり、熱交換器３４よりも上流側に位置し、かつ、バイパス管３２の一端との接続点（分岐点）よりも下流側に位置する配管３５の途中には、媒体を循環させる循環ポンプＰ２および（オンオフ）弁Ｂが設けられている。また、熱交換器３４よりも下流側に位置し、かつ、バイパス管３２の他端との接続点（合流点）よりも上流側に位置する配管３５の途中には、（オンオフ）弁Ａが設けられている。

【００１２】

吸気加熱装置６は、加熱器４１と、配管４２と、を備えている。

加熱器４１は、吸気の温度が低い場合（ここでは吸気の温度が０のとき）に、配管４２を介して熱交換器３４に暖かい（熱い）媒体を供給する装置である。

配管４２は、加熱器４１で加熱された媒体を熱交換器３４に導く配管である。

【００１３】

そして、吸気の温度が低い場合（ここでは吸気の温度が０のとき）、熱交換器３４は、配管４２を介して加熱器４１から導かれた媒体と、ダクト１５の入口１５ａから取り込まれた吸気（ここでは０の吸気）とを熱交換させて、ダクト１５の入口１５ａから取り込まれた吸気に熱を与えて、ダクト１５の入口１５ａから取り込まれた吸気を（ここでは１０まで）加熱する熱交換器として機能する。

【００１４】

なお、図７に示すように、吸気加熱装置６の代わりに抽気管４５を備えているものもある。

抽気管４５は、圧縮機１１で圧縮された吸気の一部を熱交換器３４に導く配管であり、吸気加熱装置６の代わりに抽気管４５を備えているものでは、抽気管４５を介して熱交換器３４に暖かい（熱い）吸気が供給され、抽気管４５を介して圧縮機１１から導かれた吸気と、ダクト１５の入口１５ａから取り込まれた吸気（ここでは０の吸気）とを熱交換させて、ダクト１５の入口１５ａから取り込まれた吸気に熱を与えて、ダクト１５の入口１５ａから取り込まれた吸気が（ここでは１０まで）加熱されることになる。

【００１５】

ここで、図８に示すように、上記のように構成されたガスタービン発電設備５１では、吸気の温度 t が T_1 （例えば、２０）よりも高くなった場合、閉じられていた弁Ａおよ

10

20

30

40

50

び弁 B が開かれるとともに、停止されていた循環ポンプ P 1 , P 2 および冷凍機 3 1 が運転され、冷凍機 3 1 で冷却された媒体（ここでは 5 の媒体）が熱交換器 3 4 に導かれて、ダクト 1 5 の入口 1 5 a から取り込まれた吸気が（例えば、1 5 まで）冷却されることになる。

なお、吸気の温度 t が $T 1$ （例えば、20）以下になると、開かれていた弁 A および弁 B が閉じられるとともに、運転されていた循環ポンプ P 1 , P 2 および冷凍機 3 1 が停止され、冷凍機 3 1 で冷却された媒体の熱交換器 2 3 , 3 4 への供給が停止されることになる。

【0016】

一方、図 9 に示すように、上記のように構成されたガスタービン発電設備 5 1 では、吸気の温度 t が $T 2$ （例えば、10）よりも低い場合、弁 A および弁 B は閉じられたまま、循環ポンプ P 1 , P 2 および冷凍機 3 1 は停止されたままで、配管 4 2 または抽気管 4 5 を介して熱交換器 3 4 に暖かい（熱い）媒体が導かれて、ダクト 1 5 の入口 1 5 a から取り込まれた吸気が（例えば、1 5 まで）加熱されることになる。

なお、吸気の温度 t が $T 2$ （例えば、10）以上になると、弁 A および弁 B は閉じられたまま、循環ポンプ P 1 , P 2 および冷凍機 3 1 は停止されたままで、暖かい（熱い）媒体の熱交換器 3 4 への供給が停止されることになる。

【0017】

しかしながら、上記のように構成されたガスタービン発電設備 5 1 では、ダクト 1 5 の入口 1 5 a から取り込まれた吸気を加熱するのに、吸気加熱装置 6 や抽気管 4 5 が必要となる。そして、吸気加熱装置 6 を設置する場合には、ガスタービン発電設備 5 1 全体の設備費が高騰するといった問題が発生し、抽気管 4 5 を設置する場合には、ガスタービン発電設備 5 1 全体のプラント効率が低下するといった問題が発生するため、何らかの改善を図る必要があった。

【0018】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたものであって、従来必要とされた吸気加熱装置や抽気管を不要とすることができるガスタービン発電設備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】

【0019】

本発明は、上記課題を解決するため、以下の手段を採用した。

本発明に係るガスタービン発電設備は、吸気ダクトの入口から取り込まれ、前記吸気ダクトを介して導かれた空気を圧縮する圧縮機、前記圧縮機で圧縮された空気に燃料を混合して燃焼させる燃焼器、および前記燃焼器で発生した燃焼ガスによって駆動されるタービンを有するガスタービンと、前記ガスタービンにより駆動される発電機と、吸気冷却兼加熱装置と、を備え、前記吸気冷却兼加熱装置は、前記発電機を冷却する媒体と熱交換する第 1 の熱交換器と、前記第 1 の熱交換器により昇温した媒体を降温する冷凍機と、前記冷凍機により降温した媒体と前記吸気ダクトの入口から取り込まれ前記吸気ダクトを介して前記圧縮機の吸気入口に導かれる空気とを熱交換する前記吸気ダクト内に設けられた第 2 の熱交換器と、前記第 1 の熱交換器により昇温された媒体を前記冷凍機に導き、前記冷凍機により降温された媒体を前記第 2 の熱交換器に導くとともに前記第 2 の熱交換器により昇温された媒体を前記第 1 の熱交換器に導く第 1 の流路と、前記第 1 の熱交換器において昇温した媒体を前記第 2 の熱交換器に導き、前記吸気ダクトの入口から取り込まれ前記吸気ダクトを介して前記圧縮機の吸気入口に導かれる空気を加熱し前記第 2 の熱交換器において降温した媒体を前記第 1 の熱交換器に導く第 2 の流路と、を備えている。

【0020】

本発明に係るガスタービン発電設備によれば、例えば、吸気の温度が高いときや、ベース負荷付近で運転するときには、第 1 の流路を介して、冷凍機において降温した媒体が吸気ダクト内に設けられた第 2 の熱交換器に導かれ、吸気ダクトの入口から取り込まれ、吸気ダクトを介して圧縮機の吸気入口に導かれる空気が冷却されることにより、プラントの

10

20

30

40

50

効率が向上することになる。

また、例えば、吸気の温度が低いときや、部分負荷で運転するときには、第2の流路を介して、第1の熱交換器において発電機を冷却する媒体と熱交換されて昇温した媒体を第2の熱交換器に導き、吸気ダクトの入口から取り込まれ、吸気ダクトを介して圧縮機の吸気入口に導かれる空気が加熱されることにより、アイシングが防止されることになる。

これにより、従来必要とされた吸気加熱装置や抽気管を不要とすることができ、設備費の高騰やプラント効率の低下を回避することができる。

また、本発明に係るガスタービン発電設備によれば、部分負荷（ベース負荷の30%～70%の負荷）で運転するときにも、第2の流路を介して、第1の熱交換器において発電機を冷却する媒体と熱交換されて昇温した媒体が第2の熱交換器に導かれ、吸気ダクトの入口から取り込まれ、吸気ダクトを介して圧縮機の吸気入口に導かれる空気が加熱されることになる。

10

これにより、部分負荷運転における（プラント）効率を向上させることができる。

【0021】

本発明に係るガスタービン発電設備の運転方法は、吸気ダクトの入口から取り込まれ、前記吸気ダクトを介して導かれた空気を圧縮する圧縮機、前記圧縮機で圧縮された空気に燃料を混合して燃焼させる燃焼器、および前記燃焼器で発生した燃焼ガスによって駆動されるタービンを有するガスタービンと、前記ガスタービンにより駆動される発電機と、吸気冷却兼加熱装置と、を備え、前記吸気冷却兼加熱装置は、前記発電機を冷却する媒体と熱交換する第1の熱交換器と、前記第1の熱交換器により昇温した媒体を降温する冷凍機と、前記冷凍機により降温した媒体と前記吸気ダクトの入口から取り込まれ前記吸気ダクトを介して前記圧縮機の吸気入口に導かれる空気を熱交換する前記吸気ダクト内に設けられた第2の熱交換器と、前記第1の熱交換器により昇温された媒体を前記冷凍機に導き、前記冷凍機により降温された媒体を前記第2の熱交換器に導くとともに前記第2の熱交換器により昇温された媒体を前記第1の熱交換器に導く第1の流路と、前記第1の熱交換器において昇温した媒体を前記第2の熱交換器に導き、前記吸気ダクトの入口から取り込まれ前記吸気ダクトを介して前記圧縮機の吸気入口に導かれる空気を加熱し前記第2の熱交換器において降温した媒体を前記第1の熱交換器に導く第2の流路と、を備えたガスタービン発電設備の運転方法であって、前記吸気ダクトの入口から取り込まれた空気の温度が第1の温度よりも高い場合、前記第1の流路を介して、前記冷凍機において降温した媒体を前記吸気ダクト内に設けられた第2の熱交換器に導き、前記吸気ダクトの入口から取り込まれ、前記吸気ダクトを介して前記圧縮機の吸気入口に導かれる空気を冷却し、前記吸気ダクトの入口から取り込まれた空気の温度が前記第1の温度よりも低い第2の温度よりも低い場合、前記第2の流路を介して、前記第1の熱交換器において前記発電機を冷却する媒体と熱交換されて昇温した媒体を前記第2の熱交換器に導き、前記吸気ダクトの入口から取り込まれ、前記吸気ダクトを介して前記圧縮機の吸気入口に導かれる空気を加熱するようにした。

20

30

【0022】

本発明に係るガスタービン発電設備の運転方法によれば、例えば、吸気の温度が高いときや、ベース負荷付近で運転するときには、第1の流路を介して、冷凍機において降温した媒体が吸気ダクト内に設けられた第2の熱交換器に導かれ、吸気ダクトの入口から取り込まれ、吸気ダクトを介して圧縮機の吸気入口に導かれる空気が冷却されることにより、プラントの効率が向上することになる。

40

また、例えば、吸気の温度が低いときや、部分負荷で運転するときには、第2の流路を介して、第1の熱交換器において発電機を冷却する媒体と熱交換されて昇温した媒体を第2の熱交換器に導き、吸気ダクトの入口から取り込まれ、吸気ダクトを介して圧縮機の吸気入口に導かれる空気が加熱されることにより、アイシングが防止されることになる。

これにより、従来必要とされた吸気加熱装置や抽気管を不要とすることができ、設備費の高騰やプラント効率の低下を回避することができる。

【0023】

50

上記ガスタービン発電設備の運転方法において、部分負荷で運転される場合、前記第2の流路を介して、前記第1の熱交換器において前記発電機を冷却する媒体と熱交換されて昇温した媒体を前記第2の熱交換器に導き、前記吸気ダクトの入口から取り込まれ、前記吸気ダクトを介して前記圧縮機の吸気入口に導かれる空気を加熱するとさらに好適である。

【0024】

このようなガスタービン発電設備の運転方法によれば、部分負荷（ベース負荷の30%～70%の負荷）で運転するときにも、第2の流路を介して、第1の熱交換器において発電機を冷却する媒体と熱交換されて昇温した媒体が第2の熱交換器に導かれ、吸気ダクトの入口から取り込まれ、吸気ダクトを介して圧縮機の吸気入口に導かれる空気が加熱されることになる。

10

これにより、部分負荷運転における（プラント）効率を向上させることができる。

【発明の効果】

【0025】

本発明によれば、従来必要とされた吸気加熱装置や抽気管を不要とすることができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】本発明の一実施形態に係るガスタービン発電設備の概略構成図であって、吸気の温度が高いとき、あるいはベース負荷付近で運転するときの状態を示す図である。

20

【図2】本発明の一実施形態に係るガスタービン発電設備の概略構成図であって、吸気の温度が低いとき、あるいは部分負荷で運転するときの状態を示す図である。

【図3】吸気の温度が高いとき、あるいはベース負荷付近で運転するときの各弁および各機器のON-OFF状態を示す図表である。

【図4】吸気の温度が低いとき、あるいは部分負荷で運転するときの各弁および各機器のON-OFF状態を示す図表である。

【図5】本発明の一実施形態に係るガスタービン発電設備（コンバインドサイクル）の（プラント）効率と、（プラント）出力と、圧縮機の吸気入口に導かれる吸気の温度との関係を示す図表である。

【図6】近年提案されているガスタービン発電設備の概略構成図であって、吸気の温度が高いときの状態を示す図である。

30

【図7】近年提案されているガスタービン発電設備の概略構成図であって、吸気の温度が低いときの状態を示す図である。

【図8】吸気の温度が高いときの各弁および各機器のON-OFF状態を示す図表である。

。

【図9】吸気の温度が低いときの各弁および各機器のON-OFF状態を示す図表である。

。

【発明を実施するための形態】

【0027】

以下、本発明の一実施形態に係るガスタービン発電設備について、図1から図5を参照しながら説明する。

40

図1は本実施形態に係るガスタービン発電設備の概略構成図であって、吸気の温度が高いとき、あるいはベース負荷付近で運転するときの状態を示す図、図2は本実施形態に係るガスタービン発電設備の概略構成図であって、吸気の温度が低いとき、あるいは部分負荷で運転するときの状態を示す図、図3は吸気の温度が高いとき、あるいはベース負荷付近で運転するときの各弁および各機器のON-OFF状態を示す図表、図4は吸気の温度が低いとき、あるいは部分負荷で運転するときの各弁および各機器のON-OFF状態を示す図表、図5は本実施形態に係るガスタービン発電設備（コンバインドサイクル）の（プラント）効率と、（プラント）出力と、圧縮機の吸気入口に導かれる吸気の温度との関係を示す図表である。

50

なお、図 1 および図 2 において開状態のスイッチ記号は、弁が閉状態（オフ）であることを示し、閉状態のスイッチ記号は、弁が開状態（オン）であることを示している。

【 0 0 2 8 】

図 1 および図 2 に示すように、本実施形態に係るガスタービン発電設備 1 は、吸気冷却装置 5 および吸気加熱装置 6 の代わりに、吸気冷却・加熱装置（吸気冷却兼加熱装置）7 が設けられている、すなわち、発電機 2 を駆動するガスタービン 3 と、発電機冷却装置 4 と、吸気冷却・加熱装置 7 と、を備えているという点で、図 6 から図 9 を用いて説明したガスタービン発電設備 5 1 と異なる。その他の構成要素については図 6 から図 9 を用いて説明したガスタービン発電設備 5 1 のものと同じであるので、ここではそれら構成要素についての説明は省略する。

10

なお、図 6 から図 9 を用いて説明したガスタービン発電設備 5 1 と同一の構成要素には同一の符号を付している。

【 0 0 2 9 】

吸気冷却・加熱装置 7 は、バイパス管 6 1 と、配管 6 2 と、を備えている。

バイパス管 6 1 は、一端（上流端）が冷凍機 3 1 の入口近傍に位置する配管 6 2 に接続され、他端（下流端）が冷凍機 3 1 の出口近傍に位置する配管 6 2 に接続されており、その途中には、（オンオフ）弁 C が設けられている。

配管 6 2 は、冷凍機 3 1 と熱交換器 3 4 とを連通（接続）し、熱交換器 3 4 と熱交換器 2 3 とを連通（接続）するとともに、熱交換器 2 3 と冷凍機 3 1 とを連通（接続）する配管であり、熱交換器 2 3 よりも下流側に位置し、かつ、バイパス管 6 1 の一端との接続点（分岐点）よりも下流側に位置する配管 6 2 の途中には、（オンオフ）弁 A が設けられている。また、冷凍機 3 1 よりも下流側に位置し、かつ、バイパス管 6 1 の他端との接続点（分岐点）よりも上流側に位置する配管 6 2 の途中には、（オンオフ）弁 B が設けられている。さらに、熱交換器 3 4 よりも上流側に位置し、かつ、バイパス管 6 1 の他端との接続点（分岐点）よりも下流側に位置する配管 6 2 の途中には、媒体を循環させる循環ポンプ P が設けられている。

20

【 0 0 3 0 】

なお、本実施形態における熱交換器 2 3 は、配管 6 2 を介して導かれた媒体と、配管 2 4 を介して導かれた媒体（熱交換器 2 3 を通過する媒体）とを熱交換させて、配管 2 4 を介して導かれた媒体が持つ熱を吸収して（奪い去って）、配管 2 4 を介して導かれた媒体を冷却する熱交換器として機能する。配管 2 4 を介して導かれた媒体が持つ熱を吸収した（奪い去った）媒体は、配管 6 2 を介して冷凍機 3 1 に、または配管 6 2、バイパス管 6 1、配管 6 2 を介して熱交換器 3 4 に導かれる。

30

【 0 0 3 1 】

また、本実施形態における熱交換器 3 4 は、吸気の温度が高い場合（ここでは吸気の温度が 3 5 のとき）に、配管 6 2 を介して冷凍機 3 1 から導かれた媒体（ここでは 5 の媒体）と、ダクト 1 5 の入口 1 5 a から取り込まれた吸気（ここでは 3 5 の吸気）とを熱交換させて、ダクト 1 5 の入口 1 5 a から取り込まれた吸気が持っている熱を吸収して、ダクト 1 5 の入口 1 5 a から取り込まれた吸気を（ここでは 1 5 まで）冷却する熱交換器として機能する。吸気が持つ熱を吸収した（奪い去った）媒体（ここでは 1 5 の媒体）は、配管 6 2 を介して熱交換器 2 3 に導かれる。

40

【 0 0 3 2 】

一方、本実施形態における熱交換器 3 4 は、吸気の温度が低い場合（ここでは吸気の温度が 0 のとき）に、配管 6 2、バイパス管 6 1、配管 6 2 を介して熱交換器 2 3 から導かれた媒体（ここでは 2 0 の媒体）と、ダクト 1 5 の入口 1 5 a から取り込まれた吸気（ここでは 0 の吸気）とを熱交換させて、ダクト 1 5 の入口 1 5 a から取り込まれた吸気に熱を与えて、ダクト 1 5 の入口 1 5 a から取り込まれた吸気を（ここでは 1 0 まで）加熱する熱交換器として機能する。吸気に熱を与えた媒体（ここでは 1 5 の媒体）は、配管 6 2 を介して熱交換器 2 3 に導かれる。

【 0 0 3 3 】

50

ここで、図 1 に示すように、本実施形態に係るガスタービン発電設備 1 では、吸気の温度 t が $T1$ (例えば、 20) よりも高くなった場合、閉じられていた弁 A および弁 B が開かれ、開かれていた弁 C が閉じられるとともに、停止されていた循環ポンプ P および冷凍機 31 が運転され、冷凍機 31 で冷却された媒体 (ここでは 5 の媒体) が熱交換器 34 に導かれて、ダクト 15 の入口 15a から取り込まれた吸気が (例えば、 15 まで) 冷却されることになる。

なお、吸気の温度 t が $T1$ (例えば、 20) 以下になると、開かれていた弁 A および弁 B が閉じられ、閉じられていた弁 C が開かれるとともに、運転されていた循環ポンプ P および冷凍機 31 が停止され、冷凍機 31 で冷却された媒体の熱交換器 34 への供給が停止されることになる。

10

【0034】

一方、図 2 に示すように、本実施形態に係るガスタービン発電設備 1 では、吸気の温度 t が $T2$ (例えば、 10) よりも低い場合、弁 A および弁 B は閉じられたまま、弁 C は開かれたまま、冷凍機 31 は停止されたまま、循環ポンプ P が運転され、配管 62、バイパス管 61、配管 62 を介して熱交換器 34 に暖かい (熱い) 媒体が導かれて、ダクト 15 の入口 15a から取り込まれた吸気が (例えば、 10 まで) 加熱されることになる。

なお、吸気の温度 t が $T2$ (例えば、 10) 以上になると、弁 A および弁 B は閉じられたまま、弁 C は開かれたまま、冷凍機 31 は停止されたまま、循環ポンプ P が停止され、暖かい (熱い) 媒体の熱交換器 34 への供給が停止されることになる。

20

【0035】

さて、本発明の発明者らは、本発明に至る過程で、図 5 に示すように、部分負荷 (ベース負荷の $30\% \sim 70\%$ の負荷) でガスタービン発電設備 1 が運転される場合、上限はあるものの、吸気の温度が高ければ高い程、ガスタービン発電設備 (コンバインドサイクル) 1 の (プラント) 効率がよくなるという知見を得た。

そこで、本発明では、部分負荷 (ベース負荷の $30\% \sim 70\%$ の負荷) でガスタービン発電設備 1 が運転される場合にも、図 2 に示すように、弁 A および弁 B は閉じたまま、弁 C は開いたまま、冷凍機 31 は停止したまま、循環ポンプ P を運転し、配管 62、バイパス管 61、配管 62 を介して熱交換器 34 に暖かい (熱い) 媒体が導かれるようにして、ダクト 15 の入口 15a から取り込まれた吸気を加熱するようにした。

30

【0036】

本実施形態に係るガスタービン発電設備 1 および本実施形態に係るガスタービン発電設備 1 の運転方法によれば、例えば、吸気の温度が高いときや、ベース負荷付近で運転するときには、第 1 の流路を介して、冷凍機において降温した媒体が吸気ダクト内に設けられた第 2 の熱交換器に導かれ、吸気ダクトの入口から取り込まれ、吸気ダクトを介して圧縮機の吸気入口に導かれる空気が冷却されることにより、プラントの効率が向上することになる。

また、例えば、吸気の温度が低いときや、部分負荷で運転するときには、第 2 の流路を介して、第 1 の熱交換器において発電機を冷却する媒体と熱交換されて昇温した媒体を第 2 の熱交換器に導き、吸気ダクトの入口から取り込まれ、吸気ダクトを介して圧縮機の吸気入口に導かれる空気が加熱されることにより、アイシングが防止されることになる。

40

これにより、従来必要とされた吸気加熱装置 6 や抽気管 45 (図 7 参照) を不要とすることができ、設備費の高騰やプラント効率の低下を回避することができる。

また、本発明に係るガスタービン発電設備 1 および本実施形態に係るガスタービン発電設備 1 の運転方法によれば、部分負荷 (ベース負荷の $30\% \sim 70\%$ の負荷) で運転するときにも、第 2 の流路を介して、熱交換器 23 において発電機 2 を冷却する媒体と熱交換されて昇温した媒体が熱交換器 34 に導かれ、吸気ダクト 15 の入口 15a から取り込まれ、吸気ダクト 15 を介して圧縮機 11 の吸気入口 11a に導かれる空気が加熱されることになる。

これにより、部分負荷運転における (プラント) 効率を向上させることができる。

50

【 0 0 3 7 】

なお、本発明は上述した実施形態に限定されるものではなく、適宜必要に応じて変形・変更実施可能である。

【符号の説明】

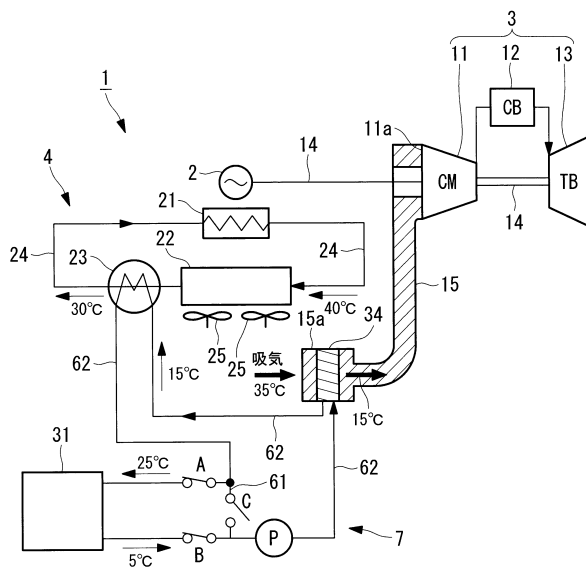
【 0 0 3 8 】

- | | |
|-------|---------------------|
| 1 | ガスタービン発電設備 |
| 2 | 発電機 |
| 3 | ガスタービン |
| 7 | 吸気冷却兼加熱装置 |
| 1 1 | 圧縮機 |
| 1 1 a | 吸気入口 |
| 1 2 | 燃焼器 |
| 1 3 | タービン |
| 1 5 | 吸気ダクト |
| 1 5 a | 入口 |
| 2 3 | 熱交換器（第 1 の熱交換器） |
| 3 1 | 冷凍機 |
| 3 4 | 熱交換器（第 2 の熱交換器） |
| 6 1 | バイパス管（第 2 の流路） |
| 6 2 | 配管（第 1 の流路：第 2 の流路） |

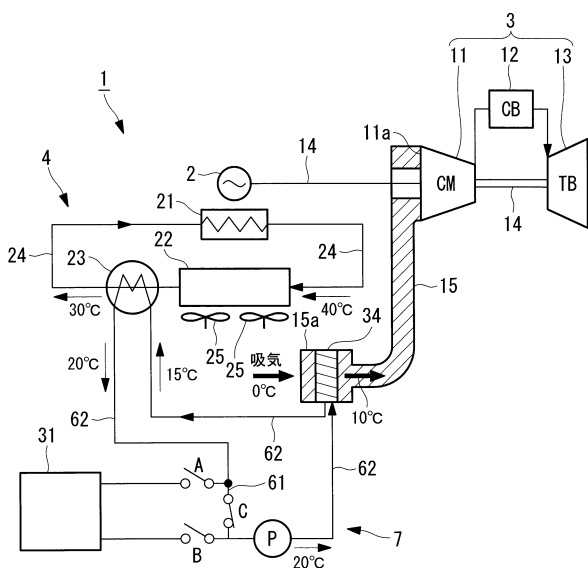
10

20

【 図 1 】



【圖 2】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I		
<i>F 0 1 D</i>	<i>25/00</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>F 0 1 D</i>	<i>25/00</i>	<i>W</i>
<i>F 0 1 D</i>	<i>25/10</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>F 0 1 D</i>	<i>25/10</i>	<i>Z</i>
<i>F 0 1 D</i>	<i>25/12</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>F 0 1 D</i>	<i>25/12</i>	<i>E</i>
<i>H 0 2 K</i>	<i>7/18</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>H 0 2 K</i>	<i>7/18</i>	<i>Z</i>

審査官 橋本 敏行

(56)参考文献 特開平 1 1 - 3 4 1 7 4 0 (J P , A)
特開 2 0 0 3 - 0 7 4 3 7 4 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 3 6 4 3 8 3 (J P , A)
特開 2 0 1 1 - 0 4 7 3 6 5 (J P , A)
特開 2 0 0 8 - 1 8 5 0 3 1 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

F 0 1 D 1 / 0 0 - 1 5 / 1 2
2 3 / 0 0 - 2 5 / 3 6
F 0 2 C 1 / 0 0 - 9 / 5 8
F 2 3 R 3 / 0 0 - 7 / 0 0
H 0 2 K 7 / 0 0 - 7 / 2 0