

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3863605号
(P3863605)

(45) 発行日 平成18年12月27日(2006.12.27)

(24) 登録日 平成18年10月6日(2006.10.6)

(51) Int. Cl.	F I
FO1K 23/10 (2006.01)	FO1K 23/10 T
FO1K 23/16 (2006.01)	FO1K 23/10 U
FO2C 6/18 (2006.01)	FO1K 23/16
FO2C 7/27 (2006.01)	FO2C 6/18 A
	FO2C 7/27

請求項の数 4 (全 7 頁)

(21) 出願番号	特願平8-267500	(73) 特許権者	500001035
(22) 出願日	平成8年10月8日(1996.10.8)		アルストム
(65) 公開番号	特開平9-133007		ALSTOM
(43) 公開日	平成9年5月20日(1997.5.20)		フランス 92300 レヴァロワール
審査請求日	平成15年7月25日(2003.7.25)		アブニュ アンドレ マルロー 3
(31) 優先権主張番号	19537637.4		3, avenue Andre Malraux, F-92300 Levallois Perret Cedex, France
(32) 優先日	平成7年10月10日(1995.10.10)		
(33) 優先権主張国	ドイツ(DE)	(74) 代理人	100061815
			弁理士 矢野 敏雄
		(74) 代理人	100094798
			弁理士 山崎 利臣
		(74) 代理人	100099483
			弁理士 久野 琢也

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発電所設備の運転法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

主としてガスターボ装置団と、蒸気回路と、蒸気タービンとから構成された発電所設備の運転法であって、ガスターボ装置団の始動のための出力を生ぜしめるために蒸気回路に関連して第1の蒸気量(28)を発生せしめ、この蒸気量を蒸気タービン(14)へ供給し、蒸気タービンへのこの蒸気量の供給の結果得られる出力を直接又は間接的にガスターボ装置団へ伝達して所要の始動出力を提供する形式の運転法において、中間過熱器(22)により熱ガス(31)を生成し、この熱ガスを蒸気回路に付属する廃熱蒸気発生器(20)を通して案内し、かつ、この廃熱蒸気発生器内で生成された第1の蒸気量(28)を蒸気タービン(14)内へ導入することを特徴とする、発電所設備の運転法。

10

【請求項2】

蒸気タービン(14)からガスターボ装置団内への始動出力の伝達を、ガスターボ装置団に付属するロータ軸(12)と蒸気タービン(14)との連結により行う、請求項1記載の運転法。

【請求項3】

ガスターボ装置団に対して蒸気タービン(14)を解離して自主的に運転する際には、第1の蒸気量(28)により蒸気タービン(14)に付属する発電機(15)内で発生した電流をガスターボ装置団に付属する電気機械の運転のために伝達する、請求項1記載の運転法。

【請求項4】

20

ガスターボ装置団を逐次燃焼方式で運転する、請求項 1 記載の運転法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は主としてガスターボ装置団と、蒸気回路と、蒸気タービンとから構成された発電所設備 (power station) の運転法に関する。

【0002】

【従来の技術】

ガスターボ装置団を備えた発電所設備では、ガスターボ装置団の始動 (black start) が所要電流の獲得に関して理論的な理由で若干の困難を生じる場合がある。発電所設備がアイランドモード (island mode) で運転される場合、かつそれに依拠してこのインフラストラクチャ (infrastructure) の範囲内で始動されなければ成らない場合には常にこの困難が生じる。それゆえ、この種の発電所設備では、始動時に著しく大きな電氣的出力が要求されてはならない。それというのは、このような大きな電氣的出力は付加的な独立した電流発生機械を介してしか得ることができないからである。小型又は中型のガスターボ装置団では、このことのために必要な始動出力は一般的な補助電流発生機械により容易に得られるが、比較的大型のガスターボ装置団が始動されなければならない場合には、所要の始動出力が急激に増大し、そのため、発電所設備全体の設備費用に対して不釣り合いになりやすい高い比率の費用を要する補助装置を備えなければならない。ガスターボ装置団が複合電流供給装置を介して所要の始動出力を獲得できる場合ですら、この種のピーク電流を給電ネットワークから容易には受け取ることができない危険がある。さらに、150MW以上の比出力を有すると共に、逐次燃焼方式 (sequentielle Verbrennung) で運転され1軸式のロータ軸を有する現代の発電所設備では、所要の始動出力が大きく、ほぼ15MVA程度である。このような条件ではこの種の発電所設備の採用は最終的に電氣的なインフラストラクチャの存在に依存しない。インフラストラクチャが存在しない場合又は不十分なインフラストラクチャしか存在しない場合には、まずこの種の発電所設備の商業的な可能性が制限される。停止状態から例えばディーゼル駆動方式のモータを介して始動出力を獲得することは経済的には全く意味がない。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

本発明の課題とするところは、冒頭に記載した運転法において、ガスターボ装置団の運転のために必要な始動出力を獲得することのできる自主的な解決手段を提供することにある。

【0004】

【課題を解決するための手段】

上記課題は本発明によれば、請求項 1 に記載のように、ガスターボ装置団の始動のための出力を発生させるために蒸気回路に関連して第 1 の蒸気量を生ぜしめ、この蒸気量を蒸気タービンへ供給し、蒸気タービンへのこの蒸気量の供給の結果得られる出力を直接又は間接的にガスターボ装置団へ伝達して所要の始動出力を提供することにより解決される。

【0005】

【発明の効果】

本発明の主たる利点とするところは、ガスターボ装置団に関連して行われる蒸気発生が直接又は間接的に発電所設備の内部でガスターボ装置団の始動のために役立てられることにある。その場合の出発条件は、最後のタービンから到来する排ガスのポテンシャルが利用されないまま廃棄される形式の、換言すればこの排ガスが煙突内へ誘導される形式の単純なガスターボ装置団は今日では運転されていないということである。現代ではこの高出力ガスタービンが組合せプラントいわゆるコンビプラントとして運転されるか、又はガスターボ装置団の下流でこの排ガスの熱量的なポテンシャルの充分な利用により蒸気が発生させられ、この蒸気が例えば、熱量的に応力を受ける装置の冷却、又はガスターボ装置団の比出力増大のために使用されている。さらに、本発明の枠内で、廃熱蒸気発生器が多くの

10

20

30

40

50

場合付加的な燃焼装置を備えることができる。

【0006】

従ってこの出発条件は、第1の蒸気量により始動出力を獲得する可能性を提供する。このことのための最も簡単なサーキットは発電所設備がコンピプラントとして設計されている場合に得られる。それというのは、この場合にはいずれにせよ蒸気タービンが運転されるからである。この場合、廃熱蒸気発生器の付加的な燃焼装置を介してまず第1の蒸気量が生成され、この蒸気量が蒸気タービンへ供給される。機械的な直接的な駆動又は獲得された電氣的な出力を介してガスターボ装置団が始動される。廃熱蒸気発生器が設けられていない場合には、蒸気発生のためにインフラストラクチャが供用されるが、その際には、同様に必要な蒸気タービンが最小の所要始動出力に応じて設計されることができる。

10

【0007】

本発明に基づく有利かつ効果的な構成がその他の請求項に記載されている。

【0008】

【発明の実施の形態】

次ぎに本発明の実施の形態を図面につき説明する。

【0009】

図面には本発明の直接的な理解に不必要なすべてのエレメントは省かれている。媒体の流れ方向は矢印により示されている。

【0010】

図面はコンピプラントを示し、これはガスタービンと、これの下流に接続された廃熱蒸気発生器と、この廃熱蒸気発生器から到来する蒸気により運転される蒸気タービンと、少なくとも1つの電気機械とから成る。

20

【0011】

図示のガスターボ装置団は逐次燃焼方式で構成されている。図示されていないが、種々の燃焼室の運転に必要な燃料の調整は例えばガスターボ装置団と協働する炭素ガス化により行われる。使用燃料を1次ネットワークから取り出すことが可能であるのは勿論である。ガスターボ装置団の運転のためのガス燃料がパイプラインを介して供給される場合には、1次ネットワークとコンシューマネットワークとの間の圧力差及び又は温度差に基づくポテンシャルがガスターボ装置団又は一般にサーキットの要求のために熱的に回収される。本ガスターボ装置団は、独立したユニットとして見なすと、圧縮機1と、これの下流に接続された第1の燃焼室2と、さらにこれの下流に接続された第1のタービン3と、さらにこれの下流に接続された第2の燃焼室4と、さらにこれの下流に接続された第2のタービン5とから構成されている。流体機械である圧縮機1と第1のタービン3と第2のタービン5は共通の1つのロータ軸12を有している。このロータ軸12は有利には圧縮機1のヘッド側と第2のタービン5の下流とに位置する図示されていない2つの軸受に支承されている。圧縮機1はその設計に応じて例えば比出力を高めるために図示されていない2つ又はそれ以上の部分圧縮機に分割されることができる。この種の構成では、第1の部分圧縮機の下流で第2の部分圧縮機の上流に中間冷却器が配置され、この中間冷却器内で部分圧縮空気が中間冷却される。同様に図示されていないこの中間冷却器内で回収された熱は最適に、要するに有効にプロセス内に戻し案内される。圧縮機1の吸込空気6は圧縮空気7となって、圧縮機出口と第1のタービン3とを囲む詳細には図示されていないケーシング内に流入する。このケーシング内には第1の燃焼室2も設けられており、この第1の燃焼室は有利には組み合わされた環状燃焼室として構成されている。当然ながら、圧縮空気7は図示されていないエアアキュムレータから第1の燃焼室2へ供給されてもよい。環状燃焼室はヘッド側でその周方向に分配された多数の詳細には図示されていないバーナを備えており、これらのバーナは有利には予混合バーナとして形成されている。この場合、ディフュージョンバーナが使用されることができる。この燃焼に由来する有害物質放出の削減、特にNO_x放出の削減のために、本発明と同じ内容のヨーロッパ特許公開第0321809号明細書に基づく予混合バーナが設けられると有利であり、かつさらに同ヨーロッパ特許明細書に記載された燃料の供給形式が有利である。環状燃焼室として形成された第

30

40

50

1の燃焼室の周方向に予混合バーナを配置することが望まれる場合、必要ならば同一バーナの一般的な構成を廃し、その代わりに種々異なる大きさの予混合バーナを使用することができる。このことは、例えばそれぞれ2つの大きな予混合バーナの間に、同一構造の小さな予混合バーナを配置することにより実現される。主バーナの機能を満たす大きな予混合バーナは、この燃焼室のパイロットバーナを形成する小さい予混合バーナに対して、この燃焼室を通流する燃焼空気、要するに圧縮機1から到来した圧縮空気に関連して、場合により固定することのできる寸法比を有することができる。燃焼室の全負荷運転範囲内でパイロットバーナは独立した予混合バーナとして作動し、その際、空気過剰率はほぼコンスタントに保たれる。主バーナの接続又は遮断はプラントに特有の所定の条件に基づいて行われる。パイロットバーナが全負荷運転範囲内で理想的な混合気で運転されることができ10るので、部分負荷運転の場合でもNOx放出は極めてわずかである。このような状況では、環状燃焼室としての第1の燃焼室2のフロント領域内の循環する流線がパイロットバーナの渦中心の極めて近くに位置し、その結果、これらのパイロットバーナにより点火が可能である。高負荷運転時には、パイロットバーナを介して供給される燃料量は、パイロットバーナがフル稼働されるまで、換言すれば全燃料量が供給されるまで増大される。このポイントがガスターボ装置団の負荷切り離し条件に対応するように設計が行われる。それ以上の出力増大は主バーナにより行われる。ガスターボ装置団のピーク負荷時には主バーナもフル稼働される。パイロットバーナにより誘発される「小さな」熱い渦中心の形成が、主バーナにより誘発される「大きな」冷えた渦中心の間で極めて不安定となるために、主バーナが貧で運転される場合ですら部分負荷運転範囲内では、NOx放出に対して付20加的に低いCO放出及びUHC放出を伴う極めて良好な燃焼が生じ、換言すればパイロットバーナの熱い渦が直ちに主バーナの小さい渦内へ侵入する。第1の燃焼室2は個々の管状の多数の燃焼室から構成されることができるのは勿論であるが、その場合には、これらの燃焼室は同様に斜め環状、場合により螺旋状にロータ軸を中心として配置される。環状燃焼室としての第1の燃焼室はその設計に無関係にロータの長さを実際になんの影響を及ぼさないようなジオメトリで配置される。この環状燃焼室から到来した熱ガス8は、環状燃焼室の直後に配置された第1のタービンに供給される。その熱量的に膨張する作用は意識的に最小に保たれ、換言すればこのタービン3は単に2列の回転羽根列から成っている。この種のタービンでは、軸方向スラストの安定化を目的とした端面における圧力補償が必要とされる。第1のタービン3内で部分膨張して第2の燃焼室4内へ流入する熱ガス309は前述した理由で著しく高い温度を有しており、有利にはこの熱ガスは確実に1000となるように運転技術的に設計される。この第2の燃焼室4はほぼ組み合わされた環状の軸方向又はある程度軸方向に延びる環状円筒の形状を有している。この燃焼室4は勿論軸方向又はある程度軸方向又は螺旋状に配置された自体閉鎖された多数の燃焼室から成ることもできる。1つの燃焼室から成る環状の燃焼室4のこの構成に関連して、この環状の円筒体には、周方向及び半径方向に、詳細には図示されていない多数の燃料ノズル管が配置されている。この燃焼室4はバーナを備えていない。第1のタービン3から到来した部分膨張した熱ガス9内に噴入された燃料の燃焼はこの箇所では自己着火で、温度レベルがこの種の運転形式を許容する限りにおいて行われる。燃焼室4がガス燃料、例えば天然ガスで運転されることを前提とすれば、部分膨張した熱ガス9の、第1のタービン3からの40流出温度は依然として著しく高く、例えばすでに説明したように1000程度でなければならない。従って、燃焼室4内での天然ガスの自己着火を保証するためには、タービン3から到来した部分膨張した熱ガス9の流出温度は著しく高く、上述したように1000でなければならない。このことは部分負荷運転においても同じであり、このことはタービン2の設計上根本的な役割を果たす。自己着火が行われるように設計された燃焼室での運転確実性及び高い効率を保証するためには、火炎フロントが局部的に安定を保つことが極めて重要である。この目的のために、この燃焼室4内には、有利には内壁又は外壁のところに、詳細に図示されていない1列のエレメントが周方向に配置されており、このエレメントは軸方向で有利には燃料ノズル管の上流に配置されている。このエレメントの役割は、すでに述べた予混合バーナ内の逆流区域と同様な逆流区域を形成する渦を発生させるこ50

とにある。この燃焼室 4 はその軸方向の配置及び全長に基づき高速燃焼室を形成している。この高速燃焼室では作動ガスの速度は大きくほぼ 60 m/s であるので、渦を発生するエレメントは流れと同形に形成されなければならない。このエレメントは向流側で有利には流れに向かった斜面を備えた四面体形状に形成されなければならない。渦を発生するこのエレメントは外面及び又は内面に配置されることができる。勿論、渦を発生するこのエレメントは軸方向で互いにずれていてもよい。渦を発生するこのエレメント（以下渦発生エレメント）の流出側の面はほぼ半径方向に形成されており、その結果、そこより下流に逆流区域が形成される。燃焼室 4 内での自己着火はガスターボ装置団の遷移的な負荷運転範囲並びに部分負荷運転範囲では確実性を保たねばならず、換言すれば燃料の噴入領域内でガス温度の変化が生じた場合でも燃焼室 4 内の自己着火を保証する補助手段が設けられなければならない。燃焼室 4 内へ噴入されたガス燃料の確実な自己着火を保証するために、この燃料に、比較的低い着火温度を有する別の燃料が少量だけ添加される。この「補助燃料」としては例えば燃料オイルが最適である。液体補助燃料は適当に噴入すれば、いわば火縄としての役目を果たし、かつ第 1 のタービン 3 から到来した部分膨張した熱ガス 9 の温度が、目標とする最適な 1000 のレベルを下回った場合でも、燃焼室 4 内での自己着火を可能ならしめる。自己着火の保証のために燃料オイルを添加するこの措置は、ガスターボ装置団が著しく減少した負荷で運転される場合にはいつでも特別に取り入れられる。この措置はさらに、燃焼室 4 が最小の軸方向長さを有することができるための決定的な役割を果たす。燃焼室 4 の短い全長、火災安定化のための渦発生エレメントの作用及び自己着火の継続的な確実性は、迅速な燃焼と、熱い火炎フロントの領域内での燃料の最小の滞留時間とを得るための要因である。このことから結果する燃焼技術的に測定可能な直接的な効果は、 NO_x 放出がもはや問題を残さないほどに削減されることである。この前提条件はさらに、燃焼の場所を規定することを可能にし、このことにより、この燃焼室 4 の構造体を最適に冷却することができる。燃焼室 4 内で生成された熱ガス 10 は次いで下流の第 2 のタービン 5 に供給される。ガスターボ装置団の熱力学的な特性値は、第 2 のタービン 5 から到来した排ガスが、図示された蒸気回路を運転することができるような熱的なポテンシャルを有するように設計されることができる。環状燃焼室として形成された第 1 の燃焼室 2 についてすでに説明したように、この燃焼室は実際上ガスターボ装置団のロータ長さになんら影響を及ぼさないようなジオメトリで配置される。さらに、第 1 のタービン 3 の流出平面と第 2 のタービン 5 の向流平面との間に延びる第 2 の燃焼室 4 は最小の長さを有するように決定されることができる。第 1 のタービン 3 内での熱ガスの膨張が上述の理由でわずかな数の回転羽根列を介して行われるので、ガスターボ装置団のロータ軸 12 がその短い長さに基づき技術的に 2 つの軸受で充分支持可能となるようにガスターボ装置団を構成することができる。ロータ軸 12 はタービン 5 側に、蒸気タービン 14 とガスターボ装置団とを連結するクラッチ 13 を備えている。流体機械の出力伝達は、圧縮機側に連結された、起動モータとしても役立つことのできる発電機 15 を介して行われる。第 2 のタービン 5 内での膨張後でも依然として高い熱量的なポテンシャルを有する排ガス 11 は廃熱蒸気発生器 20 内へ流入し、この廃熱蒸気発生器内で熱交換法により蒸気が発生させられる。この蒸気は下流に接続された蒸気回路の作動媒体を形成する。熱量的に利用し尽くされた排ガスは次いで煙道ガス 32 として大気中に放出される。図示の廃熱蒸気発生器 20 はドラム 21 を備えたシングルプレッシャ方式で形成されている。勿論、マルチプレッシャ方式の廃熱蒸気発生器を設けることも可能である。エコノマイザ 20a、低圧蒸気段 20b 及び過熱蒸気段 20c を介して、前述のドラム 21 との協働により高圧蒸気 28 が発生させられる。この高圧蒸気 28 は次いで蒸気タービン 14 に供給される。膨張した蒸気 23 は水冷式又は空冷式の復水器 16 内で復水される。この復水器 16 の下流で作動する復水ポンプ 17 により、復水 24 は供給水容器兼用脱気装置 18 内へ搬送される。下流で作動する搬送ポンプ 19 は水 25 を廃熱蒸気発生器 20 のエコノマイザ 20a 内に圧送し、これにより、循環が改めて繰り返される。廃熱蒸気発生器 20 は中間過熱器 22 により拡張されており、この中間過熱器はそれぞれの廃熱蒸気発生器 20 と協働するか又は独立して運転される。このことの可能性が図面に示されている。すなわち、燃焼空

10

20

30

40

50

気 29 が燃料 30 と混合され、それに続く燃焼により形成された熱ガス 31 が廃熱蒸気発生器 20 内へ案内され、この廃熱蒸気発生器内ですでに述べた蒸気発生が行われる。発電所設備、換言すればガスターボ装置団が停止状態から始動されなければならない場合、中間過熱器 22 が点火される。すでに説明した回路を介して形成された蒸気量が蒸気タービン 14 に供給される。この蒸気タービンはこれに連結されたガスターボ装置団の始動出力を提供する。タービン 5 から到来した排ガス 11 により発生させられた蒸気 28 がガスターボ装置団の運転の維持を可能ならしめるやいなや、中間過熱器 22 が運転停止される。ガスターボ装置団と蒸気タービン 14 との間の連結が何らかの理由で行われない場合には、第 1 の蒸気量により蒸気タービン 14 内で発生した電流がガスターボ装置団の始動のために使用される。このような事態が生じた場合にはこの目的のために付加的な電気機械が必要である。

10

【図面の簡単な説明】

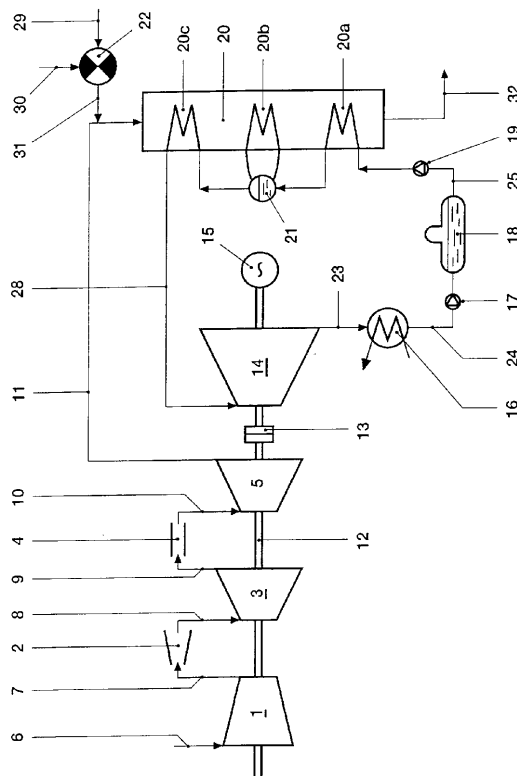
【図 1】ガスタービンと、これの下流に接続された廃熱蒸気発生器と、この廃熱蒸気発生器から到来する蒸気により運転される蒸気タービンと、少なくとも 1 つの電気機械とから成る本発明の 1 実施例のコンビプラントを示す図である。

【符号の説明】

1 圧縮機、2 第 1 の燃焼室、3 第 1 のタービン、4 第 2 の燃焼室、5 第 2 のタービン、6 吸込空気、7 圧縮空気、8 熱ガス、9 部分膨張した熱ガス、10 熱ガス、11 排ガス、12 ロータ軸、13 クラッチ、14 蒸気タービン、15 電気機械（発電機）、16 復水器、17 搬送ポンプ、18 供給水容器兼用脱気装置、19 搬送ポンプ、20 廃熱蒸気発生器、20 a エコノマイザ、20 b 低圧蒸気タービン、20 c 過熱蒸気段、21 ドラム、22 中間過熱器、23 膨張した蒸気、24 復水、25 水、28 高圧蒸気、29 燃焼空気、30 燃料、31 熱ガス、32 煙道ガス

20

【図 1】



フロントページの続き

(74)代理人 100114890

弁理士 アインゼル・フェリックス＝ラインハルト

(72)発明者 ヴィルヘルム クラコヴィッツァー

スイス国 ヴェッティンゲン コルンシュトラーク 2 ベー

審査官 佐藤 正浩

(56)参考文献 特開昭63-230912(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F01K 23/10

F02C 7/277