

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4754090号
(P4754090)

(45) 発行日 平成23年8月24日(2011.8.24)

(24) 登録日 平成23年6月3日(2011.6.3)

(51) Int.Cl.	F 1
FO2C 9/18 (2006.01)	FO2C 9/18
FO1D 17/00 (2006.01)	FO1D 17/00 G
FO1K 23/10 (2006.01)	FO1K 23/10 T
FO2C 6/08 (2006.01)	FO2C 6/08
FO4D 27/02 (2006.01)	FO4D 27/02 Z

請求項の数 8 外国語出願 (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2001-139395 (P2001-139395)
(22) 出願日	平成13年5月10日 (2001.5.10)
(65) 公開番号	特開2002-97970 (P2002-97970A)
(43) 公開日	平成14年4月5日 (2002.4.5)
審査請求日	平成20年5月9日 (2008.5.9)
(31) 優先権主張番号	09/659687
(32) 優先日	平成12年9月11日 (2000.9.11)
(33) 優先権主張国	米国(US)

(73) 特許権者	390041542 ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネ クタディ、リバーロード、1番
(74) 代理人	100137545 弁理士 荒川 智志
(72) 発明者	アショク・クマル・アナンド アメリカ合衆国、ニューヨーク州、ニスカ ユナ、フォックス・ホロウ・ロード、14 49番
(72) 発明者	フィリップ・ファデル・ペロー アメリカ合衆国、ニューヨーク州、ラザム 、カバリエル・ウェイ、4番

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ガスタービン発電設備における圧縮機吐出ブリード空気回路及び関連の方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

圧縮機(12)とタービン構成要素(14)と負荷構成要素(16)とを備えていて、燃料及び圧縮機吐出ブリード空気が燃焼器(20)に供給され、燃焼による気体生成物が前記タービン構成要素(14)に導かれた後大気中に排出される単純サイクルガスタービンシステムであって、前記圧縮機吐出ブリード空気の一部を前記燃焼器(20)に供給し、圧縮機吐出ブリード空気の他の部分をエキスパンダ(68)又は直接前記タービン構成要素(14)の排気筒(58)に切換え可能に供給する流量制御/迂回バルブ(56)を含む圧縮機吐出ブリード空気回路をさらに備えていることを特徴とする単純サイクルガスタービンシステム。

【請求項 2】

前記圧縮機吐出ブリード空気回路が、前記排気筒(58)に直接供給される前記圧縮機吐出ブリード空気の他の部分の流量を制御するための絞りバルブ(62)をさらに備える、請求項1記載の単純サイクルガスタービンシステム。

【請求項 3】

圧縮機(12)とタービン構成要素(14)と負荷構成要素(16)とが単一のシャフト(18)上に配置されている、請求項1又は請求項2記載の単純サイクルガスタービンシステム。

【請求項 4】

前記圧縮機吐出ブリード空気の他の部分が前記エキスパンダ(68)の上流の予熱器(

64)に導入される、請求項1記載の単純サイクルガスタービンシステム。

【請求項5】

前記圧縮機吐出ブリード空気の他の部分が前記予熱器(64)からエキスパンダ(68)を介して排気筒(58)に導入される、請求項4記載の単純サイクルガスタービンシステム。

【請求項6】

前記圧縮機吐出ブリード空気の他の部分が、始動時及び停止時にタービンを運転できるように前記エキスパンダ(68)を迂回する、請求項1記載の単純サイクルガスタービンシステム。

【請求項7】

請求項1記載のガスタービン運転システムにおいて、低い周囲温度条件下での圧縮機サージを避ける方法であって、

a. 前記圧縮機(12)から吐出空気の一部をブリードして、ガスタービンの燃焼器(20)に供給する段階と、

b. 前記圧縮機の吐出空気の他の部分をブリードして、前記流量制御／迂回バルブ(56)を介して、圧縮機入口空気温度を上昇させることなく圧縮機サージを避けるため前記タービン構成要素(14)の排気筒(30)の上流のエキスパンダ(68)に又はエクスパンダ(68)を迂回して直接前記排気筒(30)に切換える供給する段階とを含むことを特徴とする方法。

【請求項8】

前記圧縮機の吐出空気の他の部分を、始動時及び停止時に前記エキスパンダ(68)を迂回して直接前記排気筒(30)に供給する、請求項7記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ガスタービン発電設備における圧縮機吐出ブリード空気回路及びその作動方法に関する。

【0002】

【従来技術】

ガスタービンの応用には、ガスタービン発電設備の運転でガスタービンの圧力比が圧縮機の作動圧力比の限界に達し、その結果圧縮機サージを起こす事例がある。このような事例は、低Btu燃料又はその他大量の稀釈物が注入された他の何らかの燃料が用いられる場合、及び／又は寒冷な周囲温度条件において起きている。タービン圧力比はタービン燃焼器内での圧力損失の影響下にあるところから、圧縮機圧力比は一般的にタービン圧縮比より大きい。

【0003】

圧縮機圧力比を維持するために一般的に用いられてきた1つの解決法は、圧縮機の吐出空気を抽気(ブリード)し、そのブリード空気を圧縮機入口に再循環させるものである。入口ブリード熱(IGH)制御として知られているこのガスタービン運転の方法は、より低温の周囲空気に高温の圧縮機吐出空気のブリード部分を混合することによって、圧縮機入口空気の入口温度を上昇させ、それによってガスタービンに流れる空気密度と質量流量を減少させるものである。この解決法では、圧縮機サージは解消されるが、これはまた単純サイクル運転でも複合サイクル運転でもタービン出力を減少させる。複合サイクルの場合には、減少したガスタービン排出流量が、熱回収蒸気発生器(HRSG)で生成される蒸気を減少させ、その結果蒸気タービン出力も減少する。IGHは、圧縮空気を絞ることによるエネルギー損失によりガスタービンの熱効率をも低下させる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

本発明は、圧縮機圧力比の維持を行なうための改善された圧縮機ブリード空気法を提供し、それにより単純あるいは複合サイクルガスタービン発電設備の出力及び効率の改善(I

10

20

30

40

50

B H 方式と比較して)をもたらす。本発明は主として、特にではないが、標準型拡散炎燃焼器を用いるガスタービンに適用できる。

【 0 0 0 5 】

本明細書では 2 つの実施形態を示す。どちらの形態も、単純及び複合サイクルシステムのいずれにも適用できる。

【 0 0 0 6 】

【課題を解決するための手段】

第 1 の実施形態では、本発明は、圧縮機圧力比の限界を維持するのに十分なガスタービン圧縮機吐出空気を抽気(ブリード)する段階と、ブリードした空気を単純サイクルシステムではガスタービン(GT)排出ガスと混合し、複合サイクルシステムにおいては適切な位置(例えば 2 つの流れの温度差が最小である H R S G の排気筒)で混合する段階を含む。この技術では、圧縮機入口温度の上昇がなく、I B H 方式のように出力の低下がない。

10

【 0 0 0 7 】

第 2 の実施形態ではガスタービンの運転時間のうちの大きな部分において圧縮機のブリード機能が活動しているが、この方法は、圧縮機の空気吐出圧力と GT 排気筒(あるいは H R S G)圧力の差に関連する余剰エネルギーを回収するための空気エキスパンダ装置を用いている点を除いて、上記のものに類似している。出力の増加に加えて、この方法はまた発電設備のより高い効率をもたらす。この第 2 実施形態では、圧縮機吐出ブリード空気の一部を絞り装置を介してエキスパンダを迂回させ、エキスパンダから吐出される流路に結合して、それによって始動時、停止時及びエキスパンダが作動していない他の故障時に設備の運転を可能にしている。

20

【 0 0 0 8 】

以下は、追加の随意選択的な変更形態であり、所定の適用例の経済的利点に基づいて選択(単純サイクル及び複合サイクル運転の両方において、単独にあるいは適切な組み合わせで)することができる。圧縮機からの高圧力のブリード空気は、必要に応じ、エキスパンダの出力を改善するために空気エキスパンダに導く前に、予熱器によってさらに加熱される。この熱源は、例えば高温冷却器を備えたガス化装置の場合のように上流から、もしくは廃熱ボイラ内のガスタービン排気から回収される排気ガス熱のように下流から回収される熱エネルギーとすることができる。代わりに、熱源は、予熱器に別個に供給される空気と燃料の燃焼を含むこともできる。

30

【 0 0 0 9 】

従ってより広い態様において、本発明は、圧縮機、タービン構成要素及び負荷構成要素を含み、燃料及び圧縮機吐出ブリード空気が燃焼器に供給され、燃焼による気体生成物がタービン構成要素内に導かれその後大気に排出され、さらに、圧縮機からブリード空気を取り出し、ブリード空気の一部を燃焼器に供給し、またブリード空気の他の部分をタービン構成要素の排気筒に供給する圧縮機吐出ブリード空気回路を含む単純サイクルガスタービンシステムに関する。

【 0 0 1 0 】

【発明の実施の形態】

図 1 について、単純サイクルガスタービンシステム 10 は、单一のロータ又はシャフト 18 上に配置された圧縮機 12、タービン構成要素 14 及び負荷構成要素(例えば発電機)16 を備えている。ガスタービンの燃焼器 20 は、流路 22 及び制御弁 24 を介して燃料を、また流路 26 を介して圧縮機 12 からのブリードされた高温吐出空気を受入れる。燃焼ガスは、流路 28 を介してタービン構成要素 14 内に導かれる。

40

【 0 0 1 1 】

圧縮機サージの可能性がある状態では、圧縮機の吐出ブリード空気回路が用いられる。この回路は、圧縮機吐出ブリード空気の一部を燃焼器を迂回させ、ブリード空気を流路 32 及び絞りバルブ 34 を介して直接ガスタービン排気筒 30 へ導く。また、バルブ 34 は、燃焼器 20 内に導かれるブリード空気の量を制御する。

【 0 0 1 2 】

50

十分な圧縮機吐出ブリード空気を取出しそれを直接ガスタービン排気筒 30 に供給することによって、圧縮機圧力比限界は維持され、同時に、圧縮機入口空気温度の上昇がなく、従ってタービン出力の損失もない。

【0013】

図 2 において、圧縮機ブリード空気機能がガスタービン運転時間のうちの大きな部分にわたって使用される場合に、特に有利な配置が示されている。この実施形態においては、ガスタービンシステム 36 は、単一のロータ又はシャフト 44 上に配置された圧縮機 38、タービン構成要素 40 及び負荷構成要素（例えば発電機）42 を備えている。燃焼器 46 は、流路 48 及び燃料制御弁 50 を介して燃料を、また流路 52 を介して圧縮機 38 からの圧縮機吐出ブリード空気を受入れる。燃焼ガスは、流路 54 を介してタービン構成要素 40 内へと導かれる。予め定められた比率の圧縮機吐出ブリード空気が、流量制御／迂回バルブ 56 に導かれる。圧縮機サージの可能性がある状態においては、バルブ 56 は圧縮機吐出ブリード空気を流路 70 を介して空気エキスパンダ 68 に供給し、圧縮機空気吐出圧力とガスタービン排出圧力との差を示す空気が、第 2 の負荷構成要素 72（例えば発電機）をシャフト 74 を介して駆動するのに用いられる。随意選択的に、バルブ 56 は、流路 60 及び流量制御絞りバルブ 62 を介して圧縮機吐出ブリード空気をガスタービン排気筒 58 に調節可能に切換え流すことも可能である。これは、始動時、停止時及びエキスパンダが作動していない他の故障時に、設備の運転を継続する迂回方式（エキスパンダ 68 を迂回する）として有用である。

【0014】

別の配置として、バルブ 56 は、流路 66 を介して圧縮機吐出ブリード空気を予熱器 64 に供給することができる。予熱器 64 は、流路 66 を介して予熱器 64 に供給されるタービン排出空気との熱交換によってブリード空気を加熱する。加熱されたブリード空気は、次に上記に説明したように膨張させられる。随意選択的に、予熱器 64 は、流路 76 を介して別個に導かれた燃料を用いて燃焼させることも可能である。エキスパンダ 68 からの余剰空気は、流路 78 を介して流路 60 へと導かれ、その後ガスタービン排気筒 58 に導かれる。この余剰空気のある比率のものは、排気筒 58 を迂回させて、流路 80 及びバルブ 82 を介して排気筒 58 の上流で大気に放出される。

【0015】

次ぎに図 3 を参照すると、複合サイクルシステム 84 は、単一のシャフト 92 上に配置された、圧縮機 86、タービン構成要素 88 及び負荷構成要素（例えば発電機）90 を備えたガスタービンを含む。燃焼器 94 は、流路 100 を介して圧縮機 86 からブリードされる圧縮機吐出空気と共に、流路 96 及び燃料制御弁 98 を介して燃料を受入れる。ガスタービンの排気は、流路 102 を介して熱回収蒸気発生器（H R S G）104 に供給され、蒸気タービン 106 からの蒸気を再加熱する。蒸気タービン 106 からの復水された蒸気は、流路 108 を介して H R S G 104 に供給され、再加熱された蒸気は流路 110 を介して蒸気タービンに還流される。蒸気タービン 106 は、シャフト 112 を通して第 2 発電機 107 を駆動する。

【0016】

圧縮機サージの可能性がある状態においては、圧縮機吐出ブリード空気の一部が、流路 114 及び流量制御／絞りバルブ 116 を介して H R S G 104 に供給され、そこでガスタービン排気と混合された後 H R S G 排気筒 118 を介して大気に放出される。図 1 に示す実施形態のように、この配置は、圧縮機入口空気温度の上昇をもたらさず、従って圧縮機は低い周囲温度（あるいは圧縮機サージも引き起こす他の要因）の利点を十分に受けることが可能になる。

【0017】

次ぎに図 4 には、複合サイクルシステムに適用可能であり、圧縮機吐出空気圧力と H R S G 圧力の差に関連するエネルギーを回収するために空気エキスパンダを用いる配置が示されている。この複合サイクルシステム 120 は、単一のシャフト 128 上に配置された、圧縮機 122、タービン構成要素 124 及び負荷構成要素（例えば発電機）126 を備え

10

20

30

40

50

るガスタービンを含む。燃焼器 130 は、流路 136 を介して圧縮機 122 からブリードされる圧縮機吐出空気と共に、流路 132 及び燃料制御弁 134 を介して燃料を受入れる。燃焼器 130 からの燃焼ガスは、流路 131 を介してタービン 124 内へ導かれる。ガスタービンの排気は、流路 136 を介して H R S G 140 に供給され、蒸気タービン 142 からの蒸気を再加熱する。蒸気タービン 142 からの復水された蒸気は、流路 144 を介して H R S G 140 に供給され、再加熱された蒸気は、流路 146 を介して蒸気タービン 142 に還流される。蒸気タービン 142 は発電機 145 を駆動する。

【 0 0 1 8 】

圧縮機サージの可能性がある状態においては、予め定められた比率の圧縮機吐出ブリード空気が、流路 150 を介して流量制御 / 迂回バルブ 148 に導かれる。バルブ 148 は、流路 164 を介してブリード空気をエキスパンダ 162 に供給する。隨意選択的に、ブリード空気は、最初に流路 158 を介して予熱器 156 に供給されることができる。予熱器 156 は、流路 160 を介しての H R S G 内のガスタービン排気との熱交換を通して圧縮機吐出ブリード空気を加熱する。隨意選択的に、予熱器 156 は、流路 170 を介して導かれた燃料を使って燃焼させることもできる。加熱された圧縮機吐出ブリード空気は、次に空気エキスパンダ 162 内で膨張させられ、余剰空気はシャフト 168 を通して第 3 の負荷構成要素(例えば発電機) 166 を駆動するのに用いられる。始動時、停止時又はエキスパンダが作動していない他の故障時に、バルブ 148 は、流路 152 及び流量制御 / 絞りバルブ 154 を介して圧縮機吐出ブリード空気を H R S G 140 に切換え流し、従つて予熱器 156 及びエキスパンダ 162 を迂回させることが可能である。作動中にあっては、エキスパンダ 162 からの空気は、流路を介して H R S G 140 の上流で流路 152 の中に廃棄される。それは最終的には H R S G 排気筒 172 を介して大気に排出される。この空気のある比率部分は、H R S G 140 を迂回し、流路 174 及びバルブ 176 を介して大気に放出される。

【 0 0 1 9 】

上記に説明した圧縮機吐出ブリード空気回路は、圧縮機サージを生じる条件、即ち、低い周囲空気温度、タービンへの過剰流量、低熱含量の燃料の使用等のもとで有用であることは意義深い。圧縮機ブリード空気を圧縮機の下流に導くことによって、I B H 方式で起きるような圧縮機入口温度の上昇及びそれに伴う導入損失がない。高い周囲温度の場合は、流量が減少し、一般的に圧縮機サージの危険がないため、本発明のブリード空気技術は必要ない。

【 0 0 2 0 】

本発明を現在最も実用的で好ましいと考えられる実施形態に関連して説明してきたが、本発明は開示した実施形態に限定されのではなく、むしろ特許請求の範囲の技術思想及び技術的範囲に含まれる種々の変形形態及び均等構造を保護しようとするものであることを理解されたい。

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 本発明により圧縮機ブリード空気を排気筒に導く単純サイクルガスタービンの概略図。

【 図 2 】 本発明により圧縮機ブリード空気の圧力エネルギーを回収する単純サイクルガスタービンの概略図。

【 図 3 】 圧縮機ブリード空気を熱回収蒸気発生器に導く複合サイクルガスタービンの概略図。

【 図 4 】 縮機ブリード空気の圧力エネルギーを回収する複合サイクルガスタービンの概略図。

【 符号の説明 】

1 0 単純サイクルガスタービンシステム

1 2 圧縮機

1 4 タービン構成要素

1 6 負荷構成要素

10

20

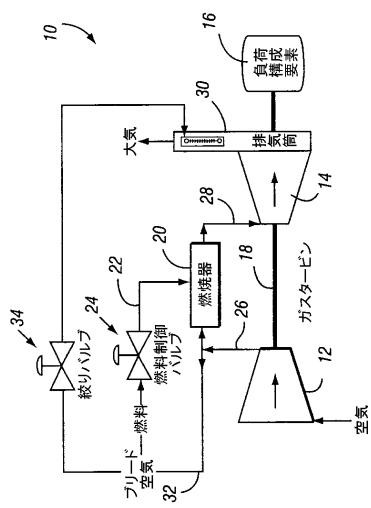
30

40

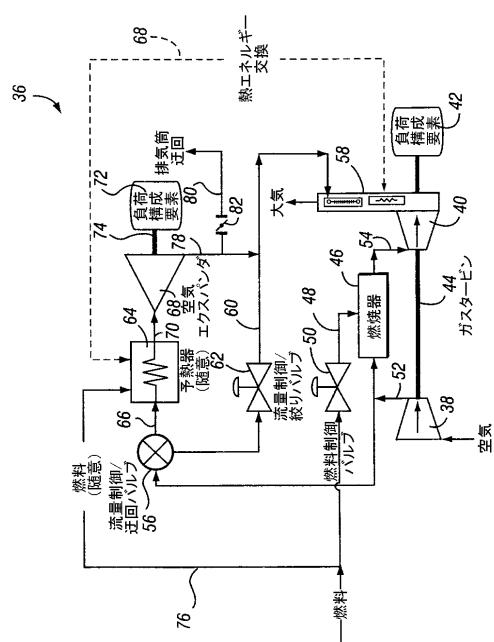
50

- 18 シャフト
 20 燃焼器
 22、26、28、32 流路
 24 制御弁
 30 排気筒
 34 絞りバルブ

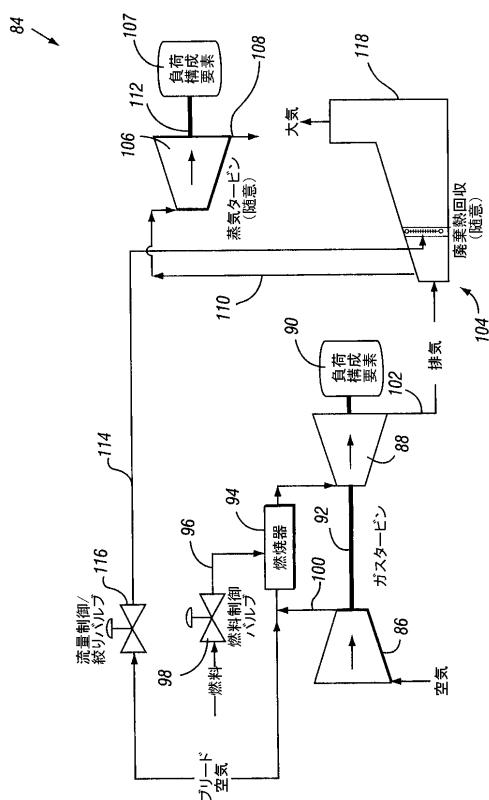
【図1】



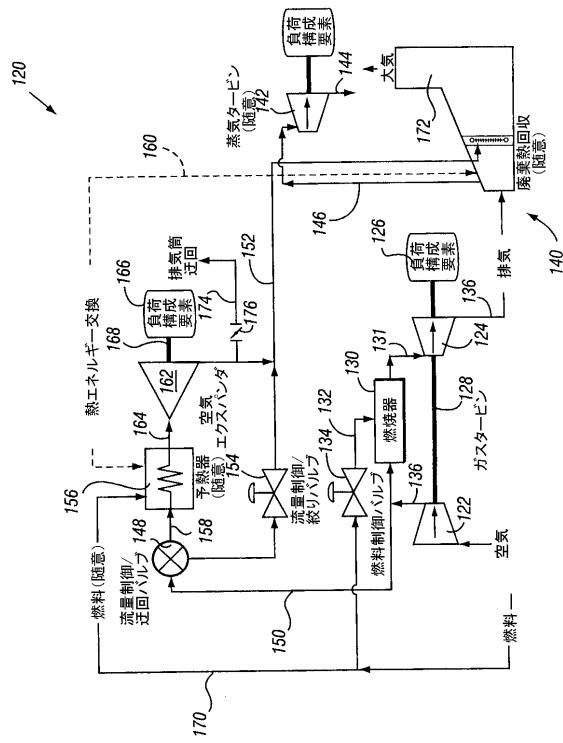
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

(72)発明者 マイケル・ジャンドリセヴィツ
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、クリフトン・パーク、キャッスル・パインズ、31番

審査官 藤原 弘

(56)参考文献 特開平04-214931(JP, A)
特開平08-277724(JP, A)
特開昭64-000326(JP, A)
米国特許第05488823(US, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F01D 17/00

F01K 23/10

F02C 6/08

F02C 9/18

F04D 27/02