

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6320063号
(P6320063)

(45) 発行日 平成30年5月9日(2018.5.9)

(24) 登録日 平成30年4月13日(2018.4.13)

(51) Int.Cl.			F I		
FO2C	7/18	(2006.01)	FO2C	7/18	A
FO2C	6/08	(2006.01)	FO2C	6/08	
FO2C	9/00	(2006.01)	FO2C	9/00	A
FO2C	9/18	(2006.01)	FO2C	9/18	
FO1D	25/12	(2006.01)	FO1D	25/12	E

請求項の数 7 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2014-18877 (P2014-18877)
 (22) 出願日 平成26年2月3日(2014.2.3)
 (65) 公開番号 特開2015-145644 (P2015-145644A)
 (43) 公開日 平成27年8月13日(2015.8.13)
 審査請求日 平成28年11月7日(2016.11.7)

(73) 特許権者 514030104
 三菱日立パワーシステムズ株式会社
 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目3
 番1号
 (74) 代理人 100089118
 弁理士 酒井 宏明
 (74) 代理人 100118762
 弁理士 高村 順
 (72) 発明者 森本 一毅
 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 田中 克則
 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、ガスタービンの制御装置、ガスタービンの冷却方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

空気を圧縮する圧縮機と、
 前記圧縮機が圧縮した圧縮空気と燃料を混合して燃焼する燃焼器と、
 前記燃焼器が生成した燃焼ガスにより回転動力を得るタービンと、
 前記圧縮機から抽気した空気を前記タービンのディスクキャビティに供給する冷却空気供給経路と、

前記冷却空気供給経路に設けられる開閉弁と、
 前記ディスクキャビティの雰囲気温度を計測する温度計測部と、
 前記温度計測部が計測した雰囲気温度に基づいて前記開閉弁の開度を調整する制御装置と、

を有するガスタービンにおいて、
 前記制御装置は、前記開閉弁における第1弁開度設定値と、前記第1弁開度設定値よりも大きい第2弁開度設定値とを有し、

第1切替温度と前記第1切替温度よりも高い第2切替温度を有し、前記雰囲気温度が前記第2切替温度より高くなると前記第2弁開度設定値を適用し、前記雰囲気温度が前記第1切替温度より低くなると前記第1弁開度設定値を適用し、

前記制御装置は、前記第1弁開度設定値から前記第2弁開度設定値に切り替える速度を、前記第2弁開度設定値から前記第1弁開度設定値に切り替える速度より速く設定すること、
 ことを特徴とするガスタービン。

【請求項 2】

前記制御装置は、起動後に負荷が予め設定された所定負荷に到達したら、前記第 2 弁開度設定値から前記第 1 弁開度設定値に切り替えることを特徴とする請求項 1に記載のガスタービン。

【請求項 3】

前記制御装置は、前記所定負荷に到達したら、予め設定された所定時間を経過した後、前記第 2 弁開度設定値から前記第 1 弁開度設定値に切り替えることを特徴とする請求項 2に記載のガスタービン。

【請求項 4】

前記所定負荷は、全負荷の少なくとも 90%以上の負荷であることを特徴とする請求項 2または請求項 3に記載のガスタービン。

10

【請求項 5】

前記第 1 弁開度設定値と前記第 2 弁開度設定値のうちの少なくとも一方は、前記ガスタービンの吸気温度の上昇に応じて増加することを特徴とする請求項 1 から請求項 4 のいずれか一項に記載のガスタービン。

【請求項 6】

空気を圧縮する圧縮機と、
前記圧縮機が圧縮した圧縮空気と燃料を混合して燃焼する燃焼器と、
前記燃焼器が生成した燃焼ガスにより回転動力を得るタービンと、
前記圧縮機から抽気した圧縮空気を前記タービンのディスクキャビティに供給する冷却
空気供給経路と、

20

前記冷却空気供給経路に設けられる開閉弁と、
前記ディスクキャビティの雰囲気温度を計測する温度計測部と、
を有するガスタービンにおいて、
前記温度計測部が計測した雰囲気温度に基づいて前記開閉弁の開度を調整可能であり、
前記開閉弁における第 1 弁開度設定値と前記第 1 弁開度設定値よりも大きい第 2 弁開度
設定値を設定可能であり、

第 1 切替温度と前記第 1 切替温度よりも高い第 2 切替温度を有し、前記雰囲気温度が前
記第 2 切替温度より高くなると前記第 2 弁開度設定値を適用し、前記雰囲気温度が前記第
1 切替温度より低くなると前記第 1 弁開度設定値を適用し、

30

前記第 1 弁開度設定値から前記第 2 弁開度設定値に切り替える速度を、前記第 2 弁開度
設定値から前記第 1 弁開度設定値に切り替える速度より速く設定する、

ことを特徴とするガスタービンの制御装置。

【請求項 7】

空気を圧縮する圧縮機と、
前記圧縮機が圧縮した圧縮空気と燃料を混合して燃焼する燃焼器と、
前記燃焼器が生成した燃焼ガスにより回転動力を得るタービンと、
前記圧縮機から抽気した圧縮空気を前記タービンのディスクキャビティに供給する冷却
空気供給経路と、

40

前記冷却空気供給経路に設けられる開閉弁と、が設けられ、
前記ディスクキャビティの雰囲気温度に応じて前記開閉弁の開度を調整するガスタービ
ンの冷却方法において、

前記ディスクキャビティの雰囲気温度を計測する工程と、
前記雰囲気温度が予め設定された切替温度よりも低いときに前記開閉弁の開度として予
め設定された第 1 弁開度設定値を適用する工程と、

第 1 切替温度と前記第 1 切替温度よりも高い第 2 切替温度を設定する工程と、
前記雰囲気温度が前記第 2 切替温度より高くなると前記第 2 弁開度設定値を適用し、前
記雰囲気温度が前記第 1 切替温度より低くなると前記第 1 弁開度設定値を適用する工程と

を有し、

50

前記第1弁開度設定値から前記第2弁開度設定値に切り替える速度を、前記第2弁開度設定値から前記第1弁開度設定値に切り替える速度より速く設定する、

ことを特徴とするガスタービンの冷却方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば、圧縮した高温・高圧の空気に対して燃料を供給して燃焼し、発生した燃焼ガスをタービンに供給して回転動力を得るガスタービン、このガスタービンの制御装置、ガスタービンの冷却方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

一般的なガスタービンは、圧縮機と燃焼器とタービンにより構成されている。圧縮機は、空気取入口から取り込まれた空気を圧縮することで高温・高圧の圧縮空気とする。燃焼器は、この圧縮空気に対して燃料を供給して燃焼させることで高温・高圧の燃焼ガスを得る。タービンは、この燃焼ガスにより駆動し、同軸上に連結された発電機を駆動する。

【0003】

このガスタービンにおけるタービンは、車室内に複数の静翼と動翼が燃焼ガスの流動方向に沿って交互に配設されて構成されており、燃焼器で生成された燃焼ガスが、複数の静翼と動翼を通過することでロータを駆動回転し、このロータに連結された発電機を駆動する。

【0004】

ところで、ガスタービンにて、圧縮機で圧縮した圧縮空気は、一部が抽気されてタービンの静翼を冷却する。また、この圧縮空気は、一部が外部に導かれて空気冷却器により冷却されてから、タービンディスクや動翼を冷却する。更に、タービンの静翼を冷却した空気は、一部が翼表面や翼後縁から流出し、他の一部が前段と後段のタービンディスクの間であってラビリンスシールが設けられたディスクキャビティに流入し、シール部や動翼根部を冷却する。

【0005】

このようなガスタービンとしては、例えば、特許文献1に記載されたものがある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開平4-292530号公報

【特許文献2】特開平5-171958号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

上述した従来ガスタービンにあつては、冷却空気の外部配管に設けられた流量制御弁と、ディスクキャビティ内の空気温度を計測する温度検出器と、温度検出器からの検出信号に基づいて流量制御弁の開度を調節する弁調節手段とを設けている。従つて、ディスクキャビティ内の空気温度に基づいて流量制御弁の開度を調節することで、ガスタービン冷却空気量を正確に必要な最少量に保持することができる。ところが、このような制御では、ガスタービンの起動時などに出力（負荷）が上昇する過渡期に、適正にディスクキャビティ内の空気温度を適正温度に維持することが困難となる。即ち、ディスクキャビティ内の空気温度に基づいて流量制御弁の開度をPI制御すると、開度を変更することに空気温度が変動（上昇及び下降）することから、流量制御弁が短時間で開閉動作することとなり、制御が複雑なものとなってしまう。

【0008】

本発明は、上述した課題を解決するものであり、ディスクキャビティの空気温度を適正に制御可能とすると共に制御の簡素化を可能とするガスタービン、ガスタービンの制御装

10

20

30

40

50

置、ガスタービンの冷却方法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】

【0009】

上記の目的を達成するための本発明のガスタービンは、空気を圧縮する圧縮機と、前記圧縮機が圧縮した圧縮空気と燃料を混合して燃焼する燃焼器と、前記燃焼器が生成した燃焼ガスにより回転動力を得るタービンと、前記圧縮機から抽気した空気を前記タービンのディスクキャビティに供給する冷却空気供給経路と、前記冷却空気供給経路に設けられる開閉弁と、前記ディスクキャビティの雰囲気温度を計測する温度計測部と、前記温度計測部が計測した雰囲気温度に基づいて前記開閉弁の開度を調整する制御装置と、を有するガスタービンにおいて、前記制御装置は、前記開閉弁における第1弁開度設定値と、前記第1弁開度設定値よりも大きい第2弁開度設定値とを有し、前記雰囲気温度が予め設定された切替温度よりも低いときに前記第1弁開度設定値を適用し、前記雰囲気温度が前記切替温度よりも高いときに前記第2弁開度設定値を適用する、ことを特徴とするものである。

10

【0010】

従って、制御装置は、ディスクキャビティの雰囲気温度が切替温度よりも低いときには第1弁開度設定値を適用し、ディスクキャビティの雰囲気温度が切替温度よりも高いときには第2弁開度設定値を適用する。即ち、2種類の弁開度設定値を切り替えて使用することから、ディスクキャビティの空気温度を適正に制御することができると共に、開閉弁が短時間で開閉動作することがなく制御を簡素化することができる。

【0011】

20

本発明のガスタービンでは、前記制御装置は、前記第1弁開度設定値から前記第2弁開度設定値に切り替える速度を、前記第2弁開度設定値から前記第1弁開度設定値に切り替える速度より速く設定することを特徴としている。

【0012】

従って、開閉弁の開度を大きくするときには、この開閉弁を早く作動し、開閉弁の開度を小さくするときには、この開閉弁をゆっくりと作動する。そのため、ディスクキャビティの雰囲気温度が上昇した場合は、速やかにその温度を低下させることができるから、ガスタービンに損傷を与えることなく運転を継続できる。また、ディスクキャビティの雰囲気温度が低下した場合は、ゆっくりとその温度を上昇させていくので、開閉弁のハンチングを抑制することができる。

30

【0013】

本発明のガスタービンでは、前記制御装置は、起動後に負荷が予め設定された所定負荷に到達したら、前記第2弁開度設定値から前記第1弁開度設定値に切り替えることを特徴としている。

【0014】

従って、ディスクキャビティの雰囲気温度の制御をガスタービンの負荷が所定負荷に到達してから開始することで、ディスクキャビティの雰囲気温度を高精度に調整することができる。

【0015】

本発明のガスタービンでは、前記制御装置は、前記所定負荷に到達したら、予め設定された所定時間を経過した後、前記第2弁開度設定値から前記第1弁開度設定値に切り替えることを特徴としている。

40

【0016】

従って、ディスクキャビティの雰囲気温度の制御をガスタービンの負荷が所定負荷に到達した後に所定時間を経過してから開始することで、ディスクキャビティの雰囲気温度の急激な上昇を抑制することができる。

【0017】

本発明のガスタービンでは、前記所定負荷は、全負荷の少なくとも90%以上の負荷であることを特徴としている。

【0018】

50

従って、ディスクキャビティの雰囲気温度の制御をガスタービンの全負荷到達時前から開始することで、ディスクキャビティの雰囲気温度を高精度で、且つ、安全に調整することができる。

【0019】

本発明のガスタービンでは、前記切替温度は、第1切替温度と前記第1切替温度よりも高い第2切替温度を有し、前記雰囲気温度が前記第2切替温度より高くなると前記第2弁開度設定値を適用し、前記雰囲気温度が前記第1切替温度より低くなると前記第1弁開度設定値を適用することを特徴としている。

【0020】

従って、ディスクキャビティの雰囲気温度の上昇及び下降に対する弁開度の切替温度を相違させることで、短時間での開閉弁の開閉動作をなくして安定した温度管理を行うことができる。

【0021】

また、本発明のガスタービンの制御装置は、空気を圧縮する圧縮機と、前記圧縮機が圧縮した圧縮空気と燃料を混合して燃焼する燃焼器と、前記燃焼器が生成した燃焼ガスにより回転動力を得るタービンと、前記圧縮機から抽気した圧縮空気を前記タービンのディスクキャビティに供給する冷却空気供給経路と、前記冷却空気供給経路に設けられる開閉弁と、前記ディスクキャビティの雰囲気温度を計測する温度計測部と、を有するガスタービンにおいて、前記温度計測部が計測した雰囲気温度に基づいて前記開閉弁の開度を調整可能であり、前記開閉弁における第1弁開度設定値と前記第1弁開度設定値よりも大きい第2弁開度設定値を設定可能であり、前記雰囲気温度が予め設定された切替温度よりも低いときに前記第1弁開度設定値を適用し、前記雰囲気温度が前記切替温度よりも高いときに前記第2弁開度設定値を適用する、ことを特徴とするものである。

【0022】

従って、2種類の弁開度設定値を切り替えて使用することから、ディスクキャビティの空気温度を適正に制御することができると共に、開閉弁が短時間で開閉動作することがなく制御を簡素化することができる。

【0023】

また、本発明のガスタービンの冷却方法は、空気を圧縮する圧縮機と、前記圧縮機が圧縮した圧縮空気と燃料を混合して燃焼する燃焼器と、前記燃焼器が生成した燃焼ガスにより回転動力を得るタービンと、前記圧縮機から抽気した圧縮空気を前記タービンのディスクキャビティに供給する冷却空気供給経路と、前記冷却空気供給経路に設けられる開閉弁と、が設けられ、前記ディスクキャビティの雰囲気温度に応じて前記開閉弁の開度を調整するガスタービンの冷却方法において、前記ディスクキャビティの雰囲気温度を計測する工程と、前記雰囲気温度が予め設定された切替温度よりも低いときに前記開閉弁の開度として予め設定された第1弁開度設定値を適用する工程と、前記雰囲気温度が前記切替温度よりも高いときに前記開閉弁の開度として前記第1弁開度設定値よりも大きい第2弁開度設定値を適用する工程と、を有することを特徴とするものである。

【0024】

従って、2種類の弁開度設定値を切り替えて使用することから、ディスクキャビティの空気温度を適正に制御することができると共に、開閉弁が短時間で開閉動作することがなく制御を簡素化することができる。

【発明の効果】

【0025】

本発明のガスタービン、ガスタービンの制御装置、ガスタービンの冷却方法によれば、開閉弁における第1弁開度設定値とこの第1弁開度設定値よりも大きい第2弁開度設定値とを設定し、キャビティの雰囲気温度が予め設定された切替温度よりも低いときに第1弁開度設定値を適用し、雰囲気温度が切替温度よりも高いときに第2弁開度設定値を適用するので、2種類の弁開度設定値を切り替えて使用することから、ディスクキャビティの空気温度を適正に制御することができると共に、開閉弁が短時間で開閉動作することがなく

10

20

30

40

50

制御を簡素化することができる。

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】図1は、本実施形態のガスタービンを表す概略構成図である。

【図2】図2は、ガスタービンの吸気温度に対する開閉弁の開度を表すグラフである。

【図3】図3は、ガスタービンの吸気温度に対するバイパス弁の開度を表すグラフである。

【図4】図4は、ガスタービンの冷却制御を表すフローチャートである。

【図5】図5は、ガスタービンの冷却制御を表すタイムチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0027】

以下に添付図面を参照して、本発明に係るガスタービン、ガスタービンの制御装置、ガスタービンの冷却方法の好適な実施形態を詳細に説明する。なお、この実施形態により本発明が限定されるものではなく、また、実施形態が複数ある場合には、各実施形態を組み合わせるものも含むものである。

【0028】

図1は、本実施形態のガスタービンを表す概略構成図である。

【0029】

本実施形態において、図1に示すように、ガスタービン10は、圧縮機11と燃焼器12とタービン13により構成されている。このガスタービン10は、同軸上に発電機14が連結されており、この発電機14を電動機として使用することで、ガスタービン10を起動可能であると共に、起動後の動力によりこの発電機14を駆動することで、発電可能となっている。

【0030】

圧縮機11は、空気を取り込む空気取入口21を有し、圧縮機車室22内に図示しない入口案内翼（IGV：Inlet Guide Vane）と複数の静翼と複数の動翼が空気の流動方向（後述するロータの軸方向）に交互に配設されてなり、その外側に抽気室23が設けられている。この圧縮機11は、空気取入口21から取り込まれた空気を圧縮することで高温・高圧の圧縮空気を生成することができる。

【0031】

燃焼器12は、圧縮機11で圧縮された高温・高圧の圧縮空気に対して燃料を供給し、燃焼することで、燃焼ガスを生成する。タービン13は、タービン車室24内に複数の静翼25と複数の動翼26が燃焼ガスの流動方向（後述するロータの軸方向）に交互に配設されている。そして、このタービン車室24は、図示しないが、下流側に排気車室を介して排気室が配設されている。このタービン13は、燃焼器12からの燃焼ガスにより駆動し、同軸上に連結された発電機14を駆動する。

【0032】

圧縮機11と燃焼器12とタービン13は、その中心部を貫通するようにロータ軸27が配置されている。ロータ軸27は、圧縮機11側の端部が軸受部28により回転自在に支持され、タービン13側の端部が軸受部29により回転自在に支持されている。そして、このロータ軸27は、圧縮機11にて、各動翼が装着されたディスクが複数重ねられて固定されると共に、タービン13にて、各動翼26が装着されたディスクが複数重ねられて固定されている。

【0033】

従って、圧縮機11にて、空気取入口21から取り込まれた空気が、入口案内翼、複数の静翼と動翼を通過して圧縮されることで高温・高圧の圧縮空気となる。燃焼器12にて、この圧縮空気に対して所定の燃料が供給され、燃焼する。タービン13にて、燃焼器12で生成された高温・高圧の燃焼ガスが、タービン13における複数の静翼25と動翼26を通過することでロータ軸27を駆動回転し、このロータ軸27に連結された発電機14を駆動する。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 4 】

このように構成されたタービン 1 3 にて、タービン車室 2 4 の内壁部に周方向に沿って複数の静翼 2 5 が等間隔で固定されている。また、ロータ軸 2 7 の外周部に周方向に沿って複数の動翼 2 6 が等間隔で固定されている。この静翼 2 5 と動翼 2 6 は、燃焼ガス通路にて、ロータ軸 2 7 に軸方向に沿って交互に配置されている。そして、各静翼 2 5 の先端部とロータ軸 2 7 の外周部との間に隙間、つまり、ディスクキャビティ 3 1 が設けられ、ロータ軸 2 7 の外周部から静翼 2 5 の先端部に向けてシール部材が設けられている。そして、静翼 2 5 内の供給された冷却空気をこの静翼 2 5 の先端部から燃焼ガス通路の上流側に排出することで、シール部材によりシール性を確保している。

【 0 0 3 5 】

ところで、ガスタービン 1 0 の起動時は、燃焼ガスが燃焼ガス通路に流れ込むことで静翼 2 5 及び動翼 2 6 が加熱されて熱伸びが発生する。しかし、静翼 2 5 を含むタービン車室 2 4 側の方が早く加熱されることから先に熱伸びが発生し、各静翼 2 5 の先端部とロータ軸 2 7 の外周部との間に隙間が大きくなる。そのため、ディスクキャビティ 3 1 におけるシール性能が低下し、ディスクキャビティの雰囲気温度が上昇する傾向がある。

【 0 0 3 6 】

本実施形態は、これを防止するものであり、ディスクキャビティ 3 1 に供給する冷却空気の供給量を調整することで、ディスクキャビティ 3 1 の雰囲気温度を適正に保つ。

【 0 0 3 7 】

即ち、圧縮機 1 1 の抽気室 2 3 から抽気した圧縮空気を冷却空気としてタービン 1 3 のディスクキャビティ 3 1 に供給する冷却空気供給経路 4 1 が設けられている。この冷却空気供給経路 4 1 は、並列をなす主通路 4 2 と分岐通路 4 3 とを有しており、主通路 4 2 にクーラ側弁 4 4 とクーラ 4 5 が設けられ、分岐通路 4 3 にバイパス弁 4 6 が設けられている。また、冷却空気供給経路 4 1 における主通路 4 2 及び分岐通路 4 3 より下流側にオリフィス 4 7 が設けられている。

【 0 0 3 8 】

なお、図 1 では、圧縮機 1 1 の抽気室 2 3 から抽気した圧縮空気を冷却空気としてタービン 1 3 のディスクキャビティ 3 1 に供給する冷却空気供給経路 4 1 が一つだけ表されているが、圧縮機 1 1 の各段の抽気室 2 3 から抽気した圧縮空気を冷却空気としてタービン 1 3 の各段のディスクキャビティ 3 1 に供給する複数の冷却空気供給経路 4 1 が設けられている。

【 0 0 3 9 】

タービン 1 3 は、ディスクキャビティ 3 1 の雰囲気温度 (D C T) を計測する温度計測部 4 8 が設けられている。制御装置 4 9 は、温度計測部 4 8 が計測したディスクキャビティ 3 1 の雰囲気温度に基づいてクーラ側弁 4 4 の開度を調整することができる。即ち、制御装置 4 9 は、温度計測部 4 8 が計測したディスクキャビティ 3 1 の雰囲気温度が高くなると、クーラ側弁 4 4 の開度が大きくなるように調整することで、冷却空気の流量を増加させると共に温度を低下させ、ディスクキャビティ 3 1 の雰囲気温度を低下させる。

【 0 0 4 0 】

また、制御装置 4 9 は、クーラ側弁 4 4 における弁開度設定値として、第 1 弁開度設定値と第 2 弁開度設定値を有している。この場合、第 1 弁開度設定値よりも第 2 弁開度設定値が大きいものである。そして、制御装置 4 9 は、ディスクキャビティ 3 1 の雰囲気温度が、予め設定された切替温度よりも低いときに第 1 弁開度設定値を適用し、ディスクキャビティ 3 1 の雰囲気温度がこの切替温度よりも高いときに第 2 弁開度設定値を適用する。

【 0 0 4 1 】

図 2 は、ガスタービンの吸気温度に対する開閉弁の開度を表すグラフ、図 3 は、ガスタービンの吸気温度に対するバイパス弁の開度を表すグラフである。

【 0 0 4 2 】

ここで、図 2 に示すように、クーラ側弁 4 4 における弁開度設定値は、ガスタービンの吸気温度に対するクーラ側弁 4 4 の開度として設定されたマップであり、ディスクキャビ

10

20

30

40

50

ティ 3 1 の雰囲気温度 (D C T) に応じて第 1 弁開度設定値 A 1 と第 2 弁開度設定値 A 2 として設定されている。第 1 弁開度設定値 A 1 は、ガスタービンの吸気温度の上昇に対してクーラ側弁 4 4 の開度が一定状態から増加するマップである。第 2 弁開度設定値 A 2 は、ガスタービンの吸気温度の上昇に対してクーラ側弁 4 4 の開度が比例的に増加するものである。第 1 弁開度設定値 A 1 より第 2 弁開度設定値 A 2 の方が、クーラ側弁 4 4 の開度が大きく設定されるマップである。

【 0 0 4 3 】

なお、制御装置 4 9 は、クーラ側弁 4 4 における弁開度設定値として、第 1 弁開度設定値と第 2 弁開度設定値を有するものとしたが、この構成に限定されるものではない。例えば、制御装置 4 9 は、図 3 に示すように、バイパス弁 4 6 における弁開度設定値として、第 1 弁開度設定値 B 1 と第 2 弁開度設定値 B 2 を有するものとしてもよい。また、制御装置 4 9 は、クーラ側弁 4 4 及びバイパス弁 4 6 における弁開度設定値として、第 1 弁開度設定値 A 1 , B 1 と第 2 弁開度設定値 A 2 , B 2 を有するものとしてもよい。

10

【 0 0 4 4 】

また、冷却空気供給経路 4 1 に並列をなす主通路 4 2 と分岐通路 4 3 とを有し、主通路 4 2 にクーラ側弁 4 4 とクーラ 4 5 を設け、分岐通路 4 3 にバイパス弁 4 6 が設けたが、この構成に限定されるものではない。例えば、分岐通路 4 3 にバイパス弁 4 6 をなくした構成としてもよい。

【 0 0 4 5 】

また、制御装置 4 9 は、第 1 弁開度設定値 A 1 から第 2 弁開度設定値 A 2 に切り替える速度 (開閉速度の第 2 変化率) を、第 2 弁開度設定値 A 2 から第 1 弁開度設定値 A 1 に切り替える速度 (開閉速度の第 1 変化率) より速く (大きく) 設定している。即ち、第 1 弁開度設定値 A 1 から第 2 弁開度設定値 A 2 に切り替えるときは、ゆっくりと開閉弁 4 5 を閉じていき、第 2 弁開度設定値 A 2 から第 1 弁開度設定値 A 1 に切り替えるときは、速く開く。

20

【 0 0 4 6 】

更に、制御装置 4 9 は、ガスタービン 1 0 の起動後に、負荷が予め設定された所定負荷 (例えば、ガスタービン 1 0 の全負荷の少なくとも 9 0 % 以上の負荷) に到達したら、第 2 弁開度設定値 A 2 から第 1 弁開度設定値 A 1 に切り替えるようにしている。更に、制御装置 4 9 は、所定負荷に到達したら、予め設定された所定時間を経過した後、第 2 弁開度設定値 A 2 から第 1 弁開度設定値 A 1 に切り替えるようにすることが好ましい。

30

【 0 0 4 7 】

そして、制御装置 4 9 は、第 1 弁開度設定値 A 1 と第 2 弁開度設定値 A 2 を切り替えるための切替温度として、第 1 切替温度 T 1 と第 1 切替温度 T 1 よりも高い第 2 切替温度 T 2 を有し、ディスクキャビティ 3 1 の雰囲気温度が第 2 切替温度 T 2 より高くなると第 2 弁開度設定値 A 2 を適用し、ディスクキャビティ 3 1 の雰囲気温度が第 1 切替温度 T 1 より低くなると第 1 弁開度設定値 A 1 を適用するようにしている。

【 0 0 4 8 】

ここで、ガスタービンの冷却方法について説明する。

【 0 0 4 9 】

本実施形態のガスタービンの冷却方法は、ディスクキャビティ 3 1 の雰囲気温度 D C T に応じてクーラ側弁 4 4 の開度を調整するものであり、ディスクキャビティ 3 1 の雰囲気温度 D C T を計測する工程と、雰囲気温度 D C T が切替温度よりも低いときにクーラ側弁 4 4 を予め設定された第 1 弁開度設定値 A 1 を適用する工程と、雰囲気温度 D C T が切替温度よりも高いときにクーラ側弁 4 4 を第 1 弁開度設定値 A 1 よりも大きい第 2 弁開度設定値 A 2 を適用する工程とを有する。

40

【 0 0 5 0 】

以下、ガスタービンの冷却方法について、具体的に説明する。図 4 は、ガスタービンの冷却制御を表すフローチャート、図 5 は、ガスタービンの冷却制御を表すタイムチャートである。

50

【 0 0 5 1 】

図 4 に示すように、ステップ S 1 1 にて、ガスタービン (G T) 1 0 を起動する。そして、ステップ S 1 2 にて、クーラ側弁 4 4 を全開とする。すると、ガスタービン 1 0 は、ロータ軸 2 7 の回転数が上昇し、負荷 (出力) が上昇する。ステップ S 1 3 にて、ガスタービン (G T) 負荷が予め設定された所定負荷 (例えば、 9 5 %) に到達したかどうかを判定する。ここで、 G T 負荷が所定負荷 (9 5 %) に到達していないと判定 (N o) されたら、この状態を維持する。

【 0 0 5 2 】

一方、 G T 負荷が所定負荷 (9 5 %) に到達したと判定 (Y e s) されたら、ステップ S 1 4 にて、クーラ側弁 4 4 を全開から所定開度 (第 2 弁開度設定値 A 2) に設定する。そして、ステップ S 1 5 にて、 G T 負荷が所定負荷 (9 5 %) に到達してから所定時間が経過したかどうかを判定する。ここで、 G T 負荷が所定負荷 (9 5 %) に到達してから所定時間が経過していないと判定 (N o) されたら、この状態を維持する。

10

【 0 0 5 3 】

一方、 G T 負荷が所定負荷 (9 5 %) に到達してから所定時間が経過したと判定 (Y e s) されたら、ステップ S 1 6 にて、クーラ側弁 4 4 を第 1 変化率の速度で閉じ、第 2 弁開度設定値 A 2 から第 1 弁開度設定値 A 1 に変更する。ステップ S 1 7 にて、ディスクキャピティ 3 1 の雰囲気温度 D C T が第 2 切替温度 T 2 より高いかどうかを判定する。即ち、クーラ側弁 4 4 を閉じることで、ディスクキャピティ 3 1 への圧縮空気の供給量が増加し、雰囲気温度 D C T が上昇することから、これを監視している。

20

【 0 0 5 4 】

ここで、ディスクキャピティ 3 1 の雰囲気温度 D C T が第 2 切替温度 T 2 より高いと判定 (Y e s) されたら、ステップ S 1 8 にて、クーラ側弁 4 4 を第 2 変化率の速度で開け、第 1 弁開度設定値 A 1 から第 2 弁開度設定値 A 2 に変更する。すると、クーラ側弁 4 4 を開けることで、ディスクキャピティ 3 1 への圧縮空気の供給量が減少し、ディスクキャピティ 3 1 の雰囲気温度 D C T が下降することから、これを監視している。続いて、ステップ S 1 9 にて、ディスクキャピティ 3 1 の雰囲気温度 D C T が第 1 切替温度 T 1 より低いかどうかを判定する。ここで、ディスクキャピティ 3 1 の雰囲気温度 D C T が第 1 切替温度 T 1 以上であると判定 (N o) されたら、この状態を維持する。

【 0 0 5 5 】

一方、ディスクキャピティ 3 1 の雰囲気温度 D C T が第 1 切替温度 T 1 より低いと判定 (Y e s) されたら、ステップ S 2 0 にて、クーラ側弁 4 4 を第 1 変化率の速度で閉じ、第 2 弁開度設定値 A 2 から第 1 弁開度設定値 A 1 に変更する。なお、ステップ S 1 7 にて、ディスクキャピティ 3 1 の雰囲気温度 D C T が第 2 切替温度 T 2 より高くないと判定 (N o) されたら、何もしないでこのルーチンを抜ける。

30

【 0 0 5 6 】

また、図 5 に示すように、ガスタービン 1 0 が起動すると、ロータ軸 2 7 の回転数 N が上昇し、時間 t 1 で定格回転に到達すると、続いて、負荷 (出力) P が上昇する。また、ディスクキャピティ 3 1 の雰囲気温度 D C T も上昇する。

【 0 0 5 7 】

そして、時間 t 2 にて、ガスタービン (G T) 負荷が予め設定された所定負荷 (9 5 %) に到達したら、クーラ側弁 4 4 を全開から第 2 弁開度設定値 A 2 に変更する。そして、所定時間 t 0 が経過した時間 t 3 にて、クーラ側弁 4 4 を第 1 変化率の速度で、つまり、ゆっくりと閉じ、第 2 弁開度設定値 A 2 から第 1 弁開度設定値 A 1 に変更していく。しかし、クーラ側弁 4 4 を閉じることで、ディスクキャピティ 3 1 への圧縮空気の供給量が減少することから、ディスクキャピティ 3 1 の雰囲気温度 D C T が上昇する。そして、時間 t 4 にて、ディスクキャピティ 3 1 の雰囲気温度 D C T が第 2 切替温度 T 2 より高くなったことから、クーラ側弁 4 4 を第 2 変化率の速度で、つまり、速く開け、第 1 弁開度設定値 A 1 から第 2 弁開度設定値 A 2 に変更する。

40

【 0 0 5 8 】

50

すると、クーラ側弁44を開けたことで、ディスクキャビティ31への圧縮空気の供給量が増加し、ディスクキャビティ31の雰囲気温度DC Tが下降する。そして、時間t5にて、ディスクキャビティ31の雰囲気温度DC Tが第1切替温度T1より低くなると、クーラ側弁44を第1変化率の速度で閉じ、第2弁開度設定値A2から第1弁開度設定値A1に変更する。

【0059】

このように本実施形態のガスタービンにあっては、圧縮機11から抽気した圧縮空気をタービン13のディスクキャビティ31に供給する冷却空気供給経路41と、冷却空気供給経路41に設けられるクーラ側弁44と、ディスクキャビティ31の雰囲気温度を計測する温度計測部48と、温度計測部48が計測した雰囲気温度に基づいてクーラ側弁44の開度を調整する制御装置49とを有し、制御装置49は、クーラ側弁44における第1弁開度設定値A1と、第1弁開度設定値A1よりも大きい第2弁開度設定値A2とを有し、雰囲気温度が予め設定された切替温度よりも低いときに第1弁開度設定値A1を適用し、雰囲気温度が切替温度よりも高いときに第2弁開度設定値A2を適用するようにしている。

10

【0060】

従って、制御装置49は、ディスクキャビティ31の雰囲気温度が切替温度よりも低いときには第1弁開度設定値A1を適用し、ディスクキャビティ31の雰囲気温度が切替温度よりも高いときには第2弁開度設定値A2を適用する。即ち、2種類の弁開度設定値A1, A2を切り替えて使用することから、ディスクキャビティ31の空気温度を適正に制御することができると共に、クーラ側弁44が短時間で開閉動作を繰り返すことがなく制御を簡素化することができる。

20

【0061】

本実施形態のガスタービンでは、制御装置49は、第1弁開度設定値A1から第2弁開度設定値A2に切り替える速度を、第2弁開度設定値A2から第1弁開度設定値A1に切り替える速度より速く設定している。従って、クーラ側弁44の開度を大きくするときには、このクーラ側弁44を早く作動し、クーラ側弁44の開度を小さくするときには、このクーラ側弁44をゆっくりと作動する。そのため、ディスクキャビティ31の雰囲気温度が上昇した場合は、速やかにその温度を低下させることができるから、ガスタービンに損傷を与えることなく運転を継続できる。また、ディスクキャビティ31の雰囲気温度が低下した場合は、ゆっくりとその温度を上昇させていくので、クーラ側弁44のハンチングを抑制することができる。

30

【0062】

本実施形態のガスタービンでは、制御装置49は、ガスタービン10の起動後に負荷が予め設定された所定負荷に到達したら、第2弁開度設定値A2から第1弁開度設定値A1に切り替える。従って、ディスクキャビティ31の雰囲気温度の制御をガスタービン10の負荷が所定負荷に到達してから開始することで、ディスクキャビティ31の雰囲気温度を高精度に調整することができる。

【0063】

本実施形態のガスタービンでは、制御装置49は、所定負荷に到達したら、予め設定された所定時間を経過した後、第2弁開度設定値A2から第1弁開度設定値A1に切り替える。従って、ディスクキャビティ31の雰囲気温度の制御をガスタービン10の負荷が所定負荷に到達した後、所定時間を経過してから開始することで、ディスクキャビティ31の雰囲気温度の急激な上昇を抑制することができる。

40

【0064】

本実施形態のガスタービンでは、所定負荷を全負荷の少なくとも90%以上の負荷としている。従って、ディスクキャビティ31の雰囲気温度の制御をガスタービン10の全負荷到達時前から開始することで、ディスクキャビティ31の雰囲気温度を高精度で、且つ、安全に調整することができる。

【0065】

50

本実施形態のガスタービンでは、切替温度は、第1切替温度 T_1 と第1切替温度 T_1 よりも高い第2切替温度 T_2 を有し、雰囲気温度が第2切替温度 T_2 より高くなると第2弁開度設定値 A_2 を適用し、雰囲気温度が第1切替温度 T_1 より低くなると第1弁開度設定値 A_1 を適用する。従って、ディスクキャビティ31の雰囲気温度の上昇及び下降に対する弁開度の切替温度 T_1 ， T_2 を相違させることで、短時間でクーラ側弁44の開閉動作をなくして安定した温度管理を行うことができる。

【0066】

また、本実施形態のガスタービンの制御装置にあつては、温度計測部48が計測した雰囲気温度に基づいてクーラ側弁44の開度を調整可能とし、クーラ側弁44における第1弁開度設定値 A_1 と第1弁開度設定値 A_1 よりも大きい第2弁開度設定値 A_2 を設定可能とし、雰囲気温度が予め設定された切替温度よりも低いときに第1弁開度設定値 A_1 を適用し、雰囲気温度が切替温度よりも高いときに第2弁開度設定値 A_2 を適用する。従って、2種類の弁開度設定値 A_1 ， A_2 を切り替えて使用することから、ディスクキャビティ31の空気温度を適正に制御することができると共に、クーラ側弁44が短時間で開閉動作することがなく制御を簡素化することができる。

10

【0067】

また、本実施形態のガスタービンの冷却方法にあつては、ディスクキャビティ31の雰囲気温度を計測する工程と、雰囲気温度が予め設定された切替温度よりも低いときにクーラ側弁44を予め設定された第1弁開度設定値 A_1 を適用する工程と、雰囲気温度が切替温度よりも高いときにクーラ側弁44を第1弁開度設定値 A_1 よりも大きい第2弁開度設定値 A_2 を適用する工程とを有している。従って、2種類の弁開度設定値 A_1 ， A_2 を切り替えて使用することから、ディスクキャビティ31の空気温度を適正に制御することができると共に、クーラ側弁44が短時間で開閉動作することがなく制御を簡素化することができる。

20

【符号の説明】

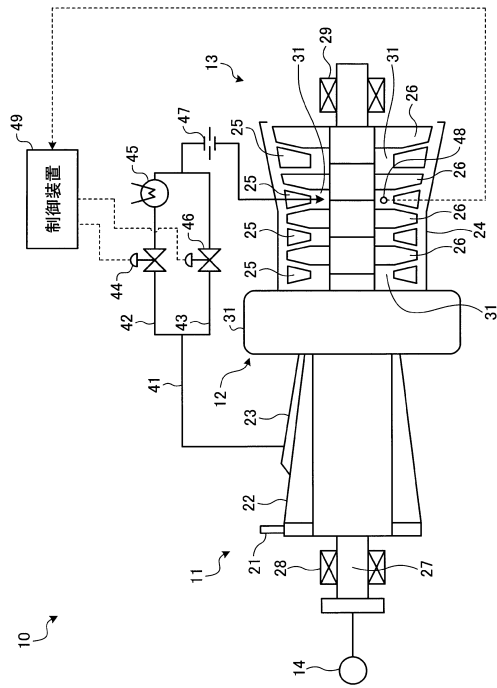
【0068】

- 10 ガスタービン
- 11 圧縮機
- 12 燃焼器
- 13 タービン
- 23 抽気室
- 24 タービン車室
- 25 静翼
- 26 動翼
- 27 ロータ軸
- 31 ディスクキャビティ
- 41 冷却空気供給経路
- 42 主経路
- 43 分岐通路
- 44 クーラ側弁（開閉弁）
- 45 クーラ
- 46 バイパス弁
- 48 温度計測部
- 49 制御装置

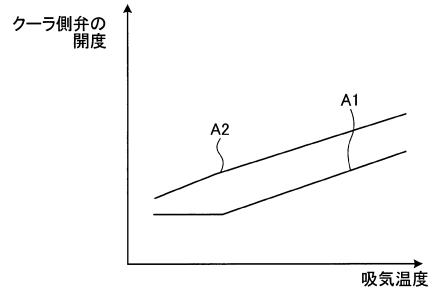
30

40

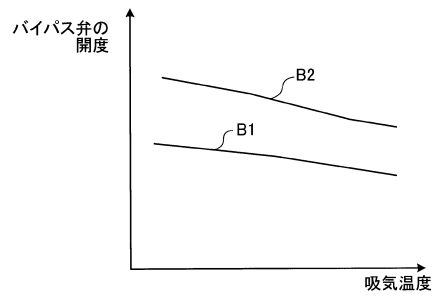
【図1】



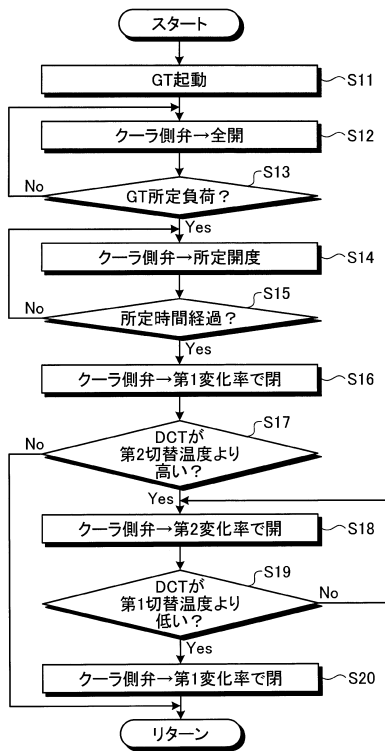
【図2】



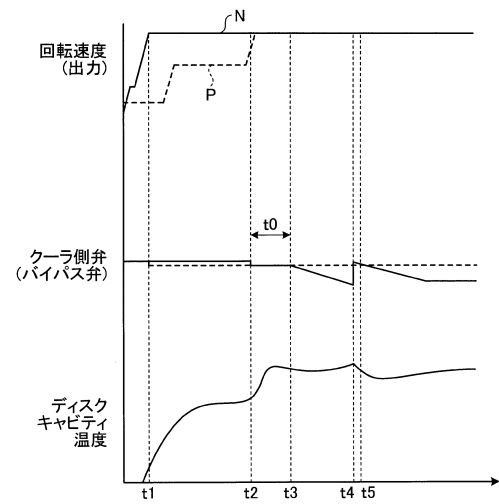
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

審査官 倉田 和博

- (56)参考文献 特開2013-057278(JP,A)
特開2006-283714(JP,A)
実開平03-059440(JP,U)
特開平05-171958(JP,A)
特開平07-019007(JP,A)
特開平08-151901(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02C	7/18
F01D	25/12
F02C	6/08
F02C	9/00
F02C	9/18