(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第5721447号
(P5721447)

(45)発行日　平成27年5月20日(2015.5.20)　(24)登録日　平成27年4月3日(2015.4.3)

(51)Int.Cl.			F I		
F02C	7/228	(2006.01)	F02C	7/228	
F23R	3/34	(2006.01)	F23R	3/34	
F23R	3/28	(2006.01)	F23R	3/28	A

請求項の数 7　(全 12 頁)

(21)出願番号　特願2011-7344(P2011-7344)
(22)出願日　平成23年1月17日(2011.1.17)
(65)公開番号　特開2012-149543(P2012-149543A)
(43)公開日　平成24年8月9日(2012.8.9)
審査請求日　平成25年10月7日(2013.10.7)

(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　100112737
弁理士　藤田　考晴
(74)代理人　100118913
弁理士　上田　邦生
(72)発明者　赤松　真児
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　斉藤　圭司郎
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】ガスタービン燃焼器、これを備えたガスタービン、これを備えたガスタービンプラントおよびこの制御方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

外筒と、

該外筒の内部に設けられる内筒と、

該内筒内に設けられる複数のメインノズルと、

前記外筒と前記内筒との間の空間に周方向に沿って設けられる複数のトップハットノズルと、を備え、

複数の該トップハットノズルは、周方向に複数のトップハットノズル用グループに分割され、

全トップハットノズル用グループから燃料を噴射した場合に前記トップハットノズルから噴射される燃料噴射量は、前記トップハットノズル用グループ毎に異なることを特徴とするガスタービン燃焼器。

【請求項２】

複数の前記メインノズルは、周方向に複数のメインノズル用グループに分割されて、

前記メインノズルから噴射される燃料噴射量は、前記メインノズル用グループ毎に異なることを特徴とする請求項１に記載のガスタービン燃焼器。

【請求項３】

前記トップハットノズル用グループは、前記メインノズル用グループと周方向において同位相の位置で分割され、

各前記メインノズル用グループから噴射される燃料噴射量と各該メインノズル用グルー

プと同位相の各前記トップハットノズル用グループから噴射される燃料噴射量との合計噴射量が、周方向において一定であることを特徴とする請求項１または請求項２に記載のガスタービン燃焼器。
【請求項４】
複数の各前記トップハットノズル用グループは、前記外筒と前記内筒との間の空間において軸方向に異なる位置に配設されることを特徴とする請求項１から請求項３のいずれかに記載のガスタービン燃焼器。
【請求項５】
請求項１から請求項４のいずれに記載のガスタービン燃焼器を備えたことを特徴とするガスタービン。
【請求項６】
請求項５に記載のガスタービンを備えたことを特徴とするガスタービンプラント。
【請求項７】
外筒と、
該外筒の内部に設けられる内筒と、
該内筒内に設けられる複数のメインノズルと、
前記外筒と前記内筒との間の空間に周方向に沿って設けられる複数のトップハットノズルと、を備えるガスタービン燃焼器の制御方法であって、
複数の前記トップハットノズルを周方向に複数のトップハットノズル用グループに分割して、
全トップハットノズル用グループから燃料を噴射した場合に前記トップハットノズルが噴射する燃料噴射量を前記トップハットノズル用グループ毎に異なるように制御することを特徴とするガスタービン燃焼器の制御方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、ガスタービン燃焼器に関し、特に、燃料をステージング方式で供給するガスタービン燃焼器に関するものである。
【背景技術】
【０００２】
従来のガスタービン燃焼器の概要について図３および図４を用いて説明する。図３は、従来のガスタービン燃焼器の縦断面概略構成を模式的に示す図であり、図４は図３の横断面概略構成図である。
ガスタービン燃焼器１００は、燃焼室としての内部空間を備えている外筒２と、予混合気を形成するための機構を備えて外筒２に同心状に囲まれている内筒３と、内筒３の下流側に接続されている尾筒５とを有しており、内筒３の軸心位置には、パイロットノズル４が配置されている。パイロットノズル４の周辺部には、図４に示すように、メインノズルＭが、パイロットノズル４を中心に等角度間隔に例えば８本配設されている。
【０００３】
メインノズルＭに供給される燃料は、予混合気を形成する。一方、パイロットノズル４に供給される燃料は、パイロットノズル４によりパイロット火炎（拡散火炎）を生成する。メインノズルＭから供給される燃料による予混合気は、内筒３の下流側に噴射され、尾筒５内でパイロット火炎により着火されて予混合火炎を生成する。
【０００４】
また、内筒３とこれを囲んでいる外筒２との間には、空気流入部１２が形成されており、外筒２の内壁面の周方向には、トップハットノズルＴが設けられている。これにより、メインノズルＭで利用されない燃焼用の空気および冷却フィルムなどにも燃料を混合することができる。そのため、メインノズルＭから噴射される燃料濃度を低くして燃焼温度を低下することができるので、ＮＯｘの低減が可能となっている。
【０００５】

特許文献１または特許文献２には、トップハットノズルが外筒の軸方向に１段設けられていることが開示されている。

特許文献３には、ガスタービンの低負荷運転の際に、図４に示すようにメインノズルＭのうちメインノズルＭ２～Ｍ６と、メインノズルＭ１、Ｍ７、Ｍ８とに分割して行うフューエルステージングし、部分負荷から定格負荷までメインノズルＭの本数を切り替えて運転することにより、部分負荷において燃焼安定性を向上するとともに未燃分を低減出来ることが開示されている。

【０００６】

特許文献４には、外筒の軸方向に異なる位置にトップハットノズルを２段になるように設けて、図３に示すように、軸方向に異なる位置のトップハットノズルＴＨ－Ａ、ＴＨ－Ｂを切り替えて燃料を噴射することによって、燃焼振動を抑制することが開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００７】

【特許文献１】特開２００４－７７０７６号公報

【特許文献２】特開２００１－１４１２４３号公報

【特許文献３】特開２００６－１４５０７３号公報

【特許文献４】特開２００５－２３３５７４号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００８】

しかし、特許文献３、特許文献４、図３および図４に開示されているガスタービン燃焼器１００は、ガスタービン（図示せず）の所定の負荷以上（例えば２０～２５％負荷以上）では２段のトップハットノズルＴＨ－Ａ、ＴＨ－Ｂの全てから燃料を噴射して運転している。これにより、トップハットノズルＴＨ－Ａ、ＴＨ－Ｂから噴射される燃料が各メインノズルＭに到達する時間は異なる（時間遅れが生じる）こととなるが、トップハットノズルＴＨ－Ａ、ＴＨ－Ｂの周方向の燃料の噴射分布が均一であるため制御上の自由度が小さい。さらに、トップハットノズルＴＨ－Ａ、ＴＨ－Ｂの全てから燃料を噴射するため、単位ノズル当たりの燃料差圧が低下してしまう。そのため、燃焼不安定となり燃焼振動が生じやすいという問題があった。

【０００９】

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、燃焼振動の発生を抑制することが可能なガスタービン燃焼器、これを備えたガスタービン、これを備えたガスタービンプラントおよびこの制御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】

【００１０】

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燃焼器によれば、外筒と、該外筒の内部に設けられる内筒と、該内筒内に等中心角度間隔で設けられる複数のメインノズルと、前記外筒と前記内筒との間の空間に周方向に沿って設けられる複数のトップハットノズルと、を備え、複数の該トップハットノズルは、周方向に複数のトップハットノズル用グループに分割され、全トップハットノズル用グループから燃料を噴射した場合に前記トップハットノズルから噴射される燃料噴射量は、前記トップハットノズル用グループ毎に異なることを特徴とする。

【００１１】

ガスタービン燃焼器において燃料と空気との予混合を促進するために、メインノズルに加えてトップハットノズルから燃料を噴射してより効果的に局所火炎温度を低下させてＮＯｘの低減を行っている。従来は、この際に生じる燃焼振動を低減するために、トップハットノズルを外筒の軸方向に複数段に分割して設けて、燃焼領域における時間遅れを生じさせていた。しかし、複数段に分割したトップハットノズルの全段から同時に燃料を噴射

した場合には、トップハットノズルにおける燃料差圧が低下して、燃焼振動を誘因することとなっていた。

【００１２】

そこで、本発明では、複数のトップハットノズルを周方向に複数のトップハットノズル用グループに分割して、トップハットノズルから噴射される燃料噴射量をトップハットノズル用グループ毎に異なるように噴射することとした。このように、周方向においてトップハットノズルから噴射される燃料噴射量の割合を変えることにより、燃料噴射量の割合の低いトップハットノズルの下流側に設けられるメインノズルに流入する予混合気の濃度が薄くなり、燃料噴射量の割合の高いトップハットノズルの下流側に設けられるメインノズルに流入する予混合気の濃度が濃くなる。そのため、内筒の周方向に、メインノズルから噴射される燃料と、トップハットノズルから噴射される燃料との比率を変えることができ、内筒の周方向に火炎の長さを変えることができる。これは、予混合気の濃度が薄い燃焼領域の火炎は、内筒の軸方向の長さが長くなり、燃焼混合気の濃度が濃い燃焼領域の火炎は、内筒の軸方向の長さが短くなるためである。これにより、全トップハットノズル用グループから燃料を噴射した場合に燃料差圧低下を生じさせることなく、内筒の周方向に遅れ時間（燃料を噴射してから火炎に到達するまでの時間）をバラつかせることができる。したがって、内筒の周方向の圧力分布がバラつき、燃焼振動を抑制することができる。

【００１３】

本発明に係るガスタービン燃焼器によれば、複数の前記メインノズルは、周方向に複数のメインノズル用グループに分割されて、前記メインノズルから噴射される燃料噴射量は、前記メインノズル用グループ毎に異なることを特徴とする。

【００１４】

複数のメインノズルを周方向に複数のメインノズル用グループに分割して、各メインノズルから噴射される燃料噴射量をメインノズル用グループ毎に異なるように噴射することとした。これにより、各燃料濃度をバラつかせることができる。したがって、燃焼振動を抑制することができる。

【００１５】

本発明に係るガスタービン燃焼器によれば、前記トップハットノズル用グループは、前記メインノズル用グループと周方向において同位相の位置で分割され、各前記メインノズル用グループから噴射される燃料噴射量と各該メインノズル用グループと同位相の各前記トップハットノズル用グループから噴射される燃料噴射量との合計噴射量が周方向において一定であることを特徴とする。

【００１６】

メインノズル用グループの分割位置とトップハットノズル用グループの分割位置とを周方向において同位相とすることとした。また、各メインノズル用グループから噴射される燃料の噴射量と、各メインノズル用グループと同位相の各トップハットノズル用グループから噴射される燃料の噴射量との合計噴射量を周方向において一定にすることとした。これらにより、平均燃料濃度を一定にして、内筒の周方向にメインノズルから噴射される燃料と、トップハットノズルから噴射される燃料との比率を変えることができる。これによって、内筒の周方向に火炎の長さを変えることができ、遅れ時間をバラつかせることができる。したがって、燃焼振動を抑制することができる。

【００１７】

本発明に係るガスタービン燃焼器によれば、複数の各前記トップハットノズル用グループは、前記外筒と前記内筒との間の空間において軸方向の異なる位置に配設されることを特徴とする。

【００１８】

燃焼振動により発振する周波数は、トップハットノズルの外筒と内筒との間の空間における軸方向の位置により変化することが知られている。

【００１９】

そこで、外筒と内筒との間の空間における軸方向の異なる位置に各トップハットノズル

用グループを配設することとした。そのため、メインノズルの燃焼領域から遠い位置に配置されるトップハットノズル用グループから噴射される燃料は、メインノズルの燃焼領域から近い位置に配置されるトップハットノズル用グループから噴射される燃料よりもメインノズルの燃焼領域に到達する時間が遅くなる。すなわち、時間遅れを設けることができる。したがって、燃焼振動を一層抑制することができる。

【００２０】

本発明に係るガスタービンによれば、上記のいずれかに記載のガスタービン燃焼器を備えたことを特徴とする。

【００２１】

燃焼振動を抑制することが可能なガスタービン燃焼器を用いることとした。そのため、振動によるガスタービンの損傷を抑制することができる。

【００２２】

本発明に係るガスタービンプラントによれば、上記に記載のガスタービンを備えたことを特徴とする。

【００２３】

損傷発生を抑制することが可能なガスタービンを用いることとした。そのため、ガスタービンプラントの信頼性を向上することができる。

【００２４】

本発明に係るガスタービン燃焼器の制御方法によれば、外筒と、該外筒の内部に設けられる内筒と、該内筒内に等中心角度間隔で設けられる複数のメインノズルと、前記外筒と前記内筒との間の空間に周方向に沿って設けられる複数のトップハットノズルと、を備えるガスタービン燃焼器の制御方法であって、複数の前記トップハットノズルを周方向に複数のトップハットノズル用グループに分割して、全トップハットノズル用グループから燃料を噴射した場合に前記トップハットノズルが噴射する燃料噴射量を前記トップハットノズル用グループ毎に異なるように制御することを特徴とする。

【発明の効果】

【００２５】

本発明に係るガスタービン燃焼器によれば、複数のトップハットノズルを周方向に複数のトップハットノズル用グループに分割して、トップハットノズルから噴射される燃料噴射量をトップハットノズル用グループ毎に異なるように噴射することとした。このように、周方向においてトップハットノズルから噴射される燃料噴射量の割合を変えることにより、燃料噴射量の割合の低いトップハットノズルの下流側に設けられるメインノズルに流入する予混合気の予混合気の濃度が薄くなり、燃料噴射量の割合の高いトップハットノズルの下流側に設けられるメインノズルに流入する予混合気の濃度が濃くなる。そのため、内筒の周方向にメインノズルから噴射される燃料と、トップハットノズルから噴射される燃料との比率を変えることができ、内筒の周方向に火炎の長さを変えることができる。これは、予混合気の濃度が薄い燃焼領域の火炎は、内筒の軸方向の長さが長くなり、燃焼混合気の濃度が濃い燃焼領域の火炎は、内筒の軸方向の長さが短くなるためである。これにより、全トップハットノズル用グループから燃料を噴射した場合に燃料差圧低下を生じさせることなく、内筒の周方向に遅れ時間（燃料を噴射してから火炎に到達するまでの時間）をバラつかせることができる。したがって、内筒の周方向の圧力分布がバラつき、燃焼振動を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【００２６】

【図１】本発明の第１実施形態に係るガスタービン燃焼器の縦断面概略構成図である。

【図２】図１に示したガスタービン燃焼器の横断面概略構成図である。

【図３】従来のガスタービン燃焼器の縦断面概略構成図である。

【図４】図３に示した従来のガスタービン燃焼器の横断面概略構成図である。

【発明を実施するための形態】

【００２７】

〔第１実施形態〕
以下、本発明の第１実施形態に係るガスタービン燃焼器、これを備えたガスタービン、これを備えたガスタービンプラントおよびこの制御方法について、図１および図２を参照しながら説明する。
図１は、本実施形態に係るガスタービン燃焼器の縦断面概略構成図を示し、図２は、図１のＡ－Ａ部における横断面概略構成図を示している。
ガスタービンプラント（図示せず）に設けられているガスタービン（図示せず）は、空気圧縮機（図示せず）と、ガスタービン燃焼器１と、タービン（図示せず）とを備えている。
【００２８】
ガスタービン燃焼器１は、図１に示すように、外筒２と、外筒２の内部に設けられている内筒３と、内筒３の下流側に接続されている尾筒５と、内筒３の軸中心位置に配置されているパイロットノズル４と、内筒３内に等中心角度間隔でパイロットノズル４の周囲に設けられている複数（例えば、８個）のメインノズルＭと、外筒２の内壁面の周方向に沿って設けられている複数（例えば、１６個）のトップハットノズルＴとを備えている。
【００２９】
外筒２の内壁面には、トップハットノズルＴが立設している。
内筒３は、外筒２によって同心状に囲まれており、内筒３とこれを囲んでいる外筒２との間には、空気流入部（空間）１２が形成されている。この空気流入部１２を経て内筒３の内部に供給される燃焼用空気には、トップハットノズルＴから燃料が噴射されて混合されることによって均一な予混合気を得ることが可能となっている。
【００３０】
パイロットノズル４は、予混合気中に燃料を供給してパイロット火炎（拡散火炎）を生成するものである。パイロットノズル４は、内筒３の軸中心位置に１本配置されている。パイロットノズル４は、その下流側の先端部にパイロットノズル用噴射孔（図示せず）が形成されており、先端部近傍の外周であってパイロットノズル用噴射孔の上流側にパイロットスワールベーン（図示せず）を有している。
【００３１】
メインノズルＭは、内筒３内の燃焼用空気流中に燃料を供給して予混合気を形成する。メインノズルＭは、パイロットノズル４の周囲に例えば８本が等中心角度間隔に配置されている。メインノズルＭは、その下流側の先端部にメインノズル用噴射孔（図示せず）が形成されており、先端部近傍の外周であってメインノズル用噴射孔の上流側にメインスワールベーン（図示せず）を有している。メインノズル用噴射孔は、パイロットノズル用噴射孔よりも空気流入部１２から内筒３内に導かれた予混合気の上流側に設けられている。
【００３２】
８本の各メインノズルＭには、図２の左上方から時計回りにＭ１～Ｍ８と符号を付す。これらの８本の各メインノズルＭは、部分負荷割合に応じて、メインノズルＭのうち白抜きの円印で示したＭ４～Ｍ８の５本のメインノズルＭと、塗潰した円印で示したＭ１～Ｍ３の３本のメインノズルＭとの２つ（複数）のメインノズル用グループＭ－Ａ、Ｍ－Ｂに分割されている。このように２つのメインノズル用グループＭ－Ａ、Ｍ－Ｂに各メインノズルＭを分割することによって、ガスタービンの低負荷運転の際には、メインノズルＭ４～Ｍ８の５本のみで燃焼を行い、それよりも高負荷運転の際には、メインノズルＭ１～Ｍ８の８本全部で燃焼を行うフューエルステージングを行う。
【００３３】
２つのメインノズル用グループＭ－Ａ、Ｍ－Ｂに分割された各メインノズルＭから噴射される燃料噴射量は、ガスタービンの定格負荷運転の際にメインノズル用グループＭ－Ａとメインノズル用グループＭ－Ｂとでは異なっている。
【００３４】
トップハットノズルＴは、外筒２の内壁面から半径方向内側に向かって立設している。１６本のトップハットノズルＴは、等中心角度間隔で外筒２の内壁面の周方向に設けられ

ている。トップハットノズルＴは、空気流入部１２に供給される燃焼用空気に燃料を混合して、メインノズルＭの先端部に形成される燃焼領域へ燃料と燃焼用空気との予混合を促進することを可能としている。このようにトップハットノズルＴを設けることにより、ＮＯｘを低減させるようにしている。

【００３５】

１６本の各トップハットノズルＴには、図２の左上方から時計回りにＴ１～Ｔ１６と符号を付す。これらの１６本の各トップハットノズルＴは、メインノズル用グループＭ－Ａ、Ｍ－Ｂの２つ分割されている各メインノズルＭと周方向において同位相の位置で２つ（複数）のトップハットノズル用グループＴＨ－Ａ、ＴＨ－Ｂに分割されている。すなわち、図２においては、メインノズル用グループＭ－Ａと同位相に位置しているトップハットノズルＴ１～Ｔ６は、トップハットノズル用グループＴＨ－Ａに分割され、メインノズル用グループＭ－Ｂと同位相に位置しているトップハットノズルＴ７～Ｔ１６は、トップハットノズル用グループＴＨ－Ｂに分割されることとなる。

【００３６】

２つのトップハットノズル用グループＴＨ－Ａ、ＴＨ－Ｂに分割された各トップハットノズルＴから噴射される燃料噴射量は、ガスタービンの定格負荷運転の際にトップハットノズル用グループＴＨ－Ａとトップハットノズル用グループＴＨ－Ｂとでは異なっている。

【００３７】

しかし、所定の負荷以上では、メインノズルＭから噴射される燃料噴射量と、そのメインノズルＭの周方向の同位相に位置している各トップハットノズルＴから噴射される燃料噴射量の合計は、周方向のどの位置においても一定であり変化しない。すなわち、例えばメインノズル用グループＭ－Ａに分類されているメインノズルＭのうちメインノズルＭ１から噴射される燃料噴射量およびトップハットノズル用グループＴ－Ａに分類されているトップハットノズルＴのうちトップハットノズルＴ１、Ｔ２から噴射される燃料噴射量の合計噴射量と、メインノズル用グループＭ－Ｂに分類されているメインノズルＭのうちメインノズルＭ４から噴射される燃料噴射量およびトップハットノズル用グループＴ－Ｂに分類されているトップハットノズルＴのうちトップハットノズルＴ７、Ｔ８から噴射される燃料噴射量の合計噴射量とは、常に周方向において同量である。

【００３８】

次に、このようなガスタービン燃焼器１の制御方法について説明する。

図示しない空気圧縮機から燃焼用空気が空気流入部１２に供給される。空気流入部１２に供給された燃焼用空気に対して各トップハットノズルＴから燃料が噴射される。各メインノズルＭから内筒３内に噴射された燃料によって形成された予混合気は、尾筒５内でパイロットノズル４から噴射された燃料によって形成されたパイロット火炎に接触して着火されて、尾筒５内に予混合火炎を生成して燃焼する。

【００３９】

ガスタービンの所定の負荷以上（例えば２５％負荷以上）では、尾筒５に設けられている振動計１１によって計測される燃焼振動に応じて、各メインノズルＭとトップハットノズルＴとから噴射される燃料噴射量が各々制御される。例えば、各メインノズルＭとそれと同位相に設けられているトップハットノズルＴとから噴射される燃料噴射量の合計噴射量に対して、メインノズル用グループＭ－Ａとトップハットノズル用グループＴＨ－Ａとの合計噴射量を１００％とした場合、メインノズル用グループＭ－Ａを構成している各メインノズルＭ１～Ｍ３より合計噴射量の７０％の燃料噴射量が各々噴射されるように制御して、トップハットノズル用グループＴＨ－Ａの各トップハットノズルＴ１～Ｔ６より合計噴射量の３０％の燃料噴射量が各々噴射されるように制御にする。

【００４０】

また、メインノズル用グループＭ－Ｂとトップハットノズル用グループＴＨ－Ｂとの合計噴射量を１００％とした場合、メインノズル用グループＭ－Ｂの各メインノズルＭ４～Ｍ８より合計噴射量の８０％の燃料噴射量が各々噴射されるように制御として、トップハ

ットノズル用グループＴＨ－Ｂの各トップハットノズルＴ７～Ｔ１６より合計噴射量の２０％の燃料噴射量が各々噴射されるように制御にする。

【００４１】

このように分割されたメインノズル用グループＭ－Ａ、Ｍ－Ｂを構成しているメインノズルＭと、それらと同位相に位置しているトップハットノズル用グループＴＨ－Ａ、ＴＨ－Ｂを構成しているトップハットノズルＴから噴射される燃料噴射量の割合を各々変化させることによって、燃料噴射量の割合の低いトップハットノズルＴ７～Ｔ１６と同位相のメインノズルＭ４～Ｍ８に流入する予混合気の濃度は薄くなり、燃料噴射量の割合の高いトップハットノズルＴ１～Ｔ６と同位相のメインノズルＭ１～Ｍ３に流入する予混合気の濃度は濃くなる。

【００４２】

これにより、内筒３の周方向に、メインノズルＭから噴射される燃料と、トップハットノズルＴから噴射される燃料との比率を変えることができ、内筒３の周方向に火炎の長さ変えることができる。これは、予混合気の濃度が薄い燃焼領域の火炎は、内筒３の軸方向の長さが長くなり、燃焼混合気の濃度が濃い燃焼領域の火炎は、内筒３の軸方向の長さが短くなるためである。これにより、燃料を噴射してから火炎に到達するまでの時間（遅れ時間）を内筒３の周方向にバラつかせることができる。したがって、ガスタービン燃焼器１の中心軸に対して非対称な位置において遅れ時間を複数（本実施形態の場合には、２つ）もたせることによって燃焼振動の発生を抑制することができる。

【００４３】

以上説明したように、本実施形態にかかるガスタービン燃焼器１、これを備えたガスタービン、これを備えたガスタービンプラントおよびこの制御方法によれば、以下の作用効果を奏する。

１６本（複数）のトップハットノズルＴを周方向に２つ（複数）のトップハットノズル用グループＴＨ－Ａ、ＴＨ－Ｂに分割して、各トップハットノズルＴから噴射される燃料噴射量をトップハットノズル用グループＴＨ－Ａ、ＴＨ－Ｂ毎に異なるように噴射することとした。このように、周方向においてトップハットノズルＴから噴射される燃料噴射量の割合を変えることにより、燃料噴射量の割合の低いトップハットノズルＴ１～Ｔ６の下流側に設けられているメインノズルＭ１～Ｍ３に流入する予混合気の濃度が薄くなり、燃料噴射量の割合の高いトップハットノズルＴ７～Ｔ１６の下流側に設けられるメインノズルＭ４～Ｍ８に流入する予混合気の濃度が濃くなる。そのため、予混合気の濃度が薄い燃焼領域の火炎は、内筒３の軸方向の長さが長くなり、燃焼混合気の濃度が濃い燃焼領域の火炎は、内筒３の軸方向の長さが短くなる。これにより、トップハットノズル用グループＴＨ－Ａ、ＴＨ－Ｂから燃料を同時に噴射した場合に燃料差圧低下を生じさせることなく、内筒３の周方向に遅れ時間（燃料を噴射してから火炎に到達するまでの時間）をバラつかせることができる。したがって、内筒３の周方向の圧力分布がバラつき、燃焼振動を抑制することができる。

【００４４】

８本（複数）のメインノズルＭを周方向に２つ（複数）のメインノズル用グループＭ－Ａ、Ｍ－Ｂに分割して、各メインノズルＭから噴射される燃料噴射量をメインノズル用グループＭ－Ａ、Ｍ－Ｂ毎に異なるように噴射することとした。これにより、各燃料濃度をバラつかせることができる。したがって、燃焼振動を抑制することができる。

【００４５】

メインノズル用グループＭ－Ａ、Ｍ－Ｂの分割位置とトップハットノズル用グループＴＨ－Ａ、ＴＨ－Ｂの分割位置とを周方向において同位相にすることとした。また、各メインノズル用グループＭ－Ａ、Ｍ－Ｂから噴射される燃料の噴射量と、それらのメインノズル用グループＭ－Ａ、Ｍ－Ｂと同位相の各トップハットノズル用グループＴＨ－Ａ、ＴＨ－Ｂから噴射される燃料の噴射量との合計噴射量を周方向において一定にすることとした。これらにより、平均燃料濃度を一定にして、内筒３の周方向にメインノズルＭから噴射される燃料と、トップハットノズルＴから噴射される燃料との比率を変えることができる

。これによって、内筒３の周方向に火炎の長さを変えることができ、遅れ時間をバラつかせることができる。したがって、燃焼振動を抑制することができる。

【００４６】

燃焼振動を抑制することが可能なガスタービン燃焼器１を用いることとした。そのため、振動によるガスタービン（図示せず）の損傷を抑制することができる。

【００４７】

損傷発生を抑制することが可能なガスタービンを用いることとした。そのため、ガスタービンプラント（図示せず）の信頼性を向上することができる。

【００４８】

なお、本実施形態では、フューエルステージングに合わせてメインノズル用グループＭ－Ａ、Ｍ－Ｂを２つに分割して、トップハットノズル用グループＴＨ－Ａ、ＴＨ－Ｂも２つに分割するとして説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、メインノズル用グループおよびこれに対応しているトップハットノズル用グループは、２以上に分割されるものであれば良い。また分割される位相位置についても、これに限定されるものではなくて良い。

【００４９】

また、本実施形態では、フューエルステージングに合わせてメインノズル用グループを分割するとして説明したが、フューエルステージングに合わせることなくメインノズル用グループを分割するものとしても良い。この場合には、メインノズル用グループおよびトップハットノズル用グループに燃料を供給する燃料供給配管が複雑になるが、一層燃焼振動を抑制することが可能となる。

【００５０】

さらに、メインノズル用グループＭ－Ａ、Ｍ－Ｂから噴射される燃料噴射量の割合を合計噴射量の７０％、８０％とし、トップハットノズル用グループＴＨ－Ａ、ＴＨ－Ｂから噴射される燃料噴射量の割合を合計噴射量の３０％、２０％として説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、トップハットノズル用グループＴＨ－Ａ、ＴＨ－Ｂから噴射される燃料噴射量の割合は、合計噴射量の１０％～４０％の間であればよい。これは、トップハットノズルＴから噴射される燃料噴射量が多いほど予混合気の均一度は増加するが、過度な燃料噴射量をトップハットノズルＴから噴射した場合には、フラッシュバック（火炎の逆戻り）が生じるおそれがあるためである。

【００５１】

〔第２実施形態〕

本実施形態のガスタービン燃焼器、これを備えたガスタービン、これを備えたガスタービンプラントおよびこの制御方法は、トップハットノズルが外筒の軸方向に２段に設けられている点で、第１実施形態と相違し、その他は同様である。したがって、同一の構成および制御方法については、同一の符号を付してその説明を省略する。

以下、本発明の第２実施形態について説明する。

【００５２】

図２に示したトップハットノズルＴのうちトップハットノズル用グループＴＨ－Ａに分類されているトップハットノズルＴ１～Ｔ６までが設けられている外筒２と内筒（図示せず）との間に形成されている空気流入部（空間）の軸方向の位置を、トップハットノズル用グループＴＨ－Ｂに分類されているトップハットノズルＴ７～Ｔ１６までが設けられている外筒２と内筒との間に形成されている空気流入部（図示せず）の軸方向よりも外筒２の基端部側（空気流入部の下流側）に設けることとした。

【００５３】

このようにトップハットノズル用グループＴＨ－Ａ、ＴＨ－Ｂを外筒２と内筒との間に形成されている空気流入部の軸方向の異なる位置に２段になるように設けることによって、メインノズル用グループＭ－Ａに分類されているメインノズルＭ１～Ｍ３の先端部の燃料領域には、メインノズル用グループＭ－Ｂに分類されているメインノズルＭ４～Ｍ６の先端部の燃料領域にトップハットノズルＴ７～Ｔ１６から噴射された燃料が到達する時間

よりも早くトップハットノズルＴ１～Ｔ６から噴射された燃料が到達することとなる。すなわち、ガスタービン燃焼器（図示せず）の軸方向の時間遅れをもたせることができる。

【００５４】

以上説明したように、本実施形態にかかるガスタービン燃焼器、これを備えたガスタービン、これを備えたガスタービンプラントおよびこの制御方法によれば、以下の作用効果を奏する。

外筒２と内筒（図示せず）との間に形成されている空気流入部（空間）の軸方向の各々異なる位置にトップハットノズル用グループＴＨ－Ａ、ＴＨ－Ｂを設けることとした。そのため、メインノズルＭ４～Ｍ７の燃焼領域から遠い位置に配置されているトップハットノズル用グループＴＨ－Ｂから噴射される燃料は、メインノズルＭ１～Ｍ３の燃焼領域から近い位置に配置されるトップハットノズル用グループＴＨ－Ａから噴射される燃料よりもメインノズルＭ４～Ｍ７の燃焼領域に到達する時間が遅くなる。すなわち、時間遅れを設けることができる。したがって、燃焼振動を一層抑制することができる。

【００５５】

なお、本実施形態では、トップハットノズル用グループＴＨ－Ａ、ＴＨ－Ｂを外筒２と内筒との間に形成されている空気流入部（図示せず）の軸方向に２段設けるとして説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、２段以上にしても良い。

【００５６】

また、本実施形態では、トップハットノズル用グループＴＨ－Ａをトップハットノズル用グループＴＨ－Ｂよりも外筒２の基端部側（空気流入部の下流側）に設けるとして説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、ガスタービン燃焼器の特性によって変更するものであってもよい。

【００５７】

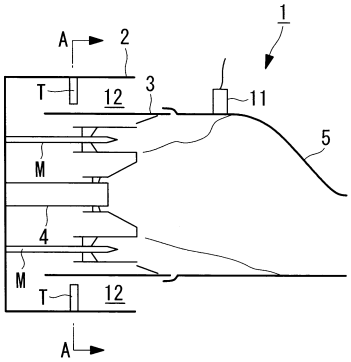
なお、本発明は上述した実施形態に限定されるものではなく、適宜必要に応じて変形・変更実施可能である。

【符号の説明】

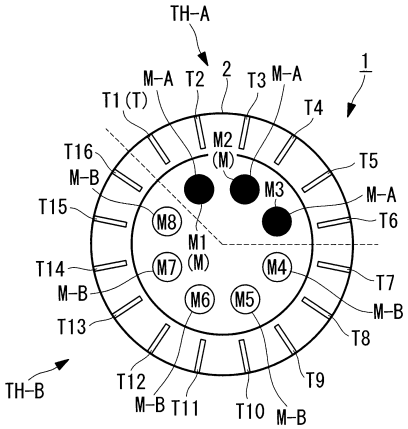
【００５８】

１　ガスタービン燃焼器
２　外筒
３　内筒
４　パイロットノズル
Ｍ、Ｍ１～Ｍ８　メインノズル
Ｍ－Ａ、Ｍ－Ｂ　メインノズル用グループ
Ｔ、Ｔ１～Ｔ１６　トップハットノズル
ＴＨ－Ａ、ＴＨ－Ｂ　トップハットノズル用グループ

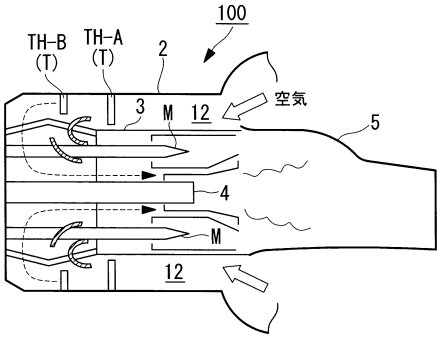
【図１】


A
2
1
T
12
3
11
5
M
4
M
T
12
A

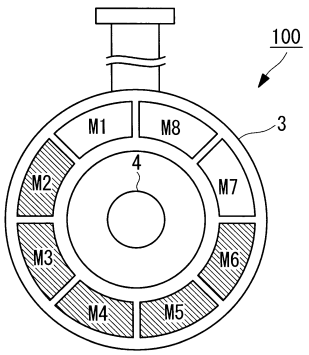
【図２】


TH-A
M-A
T2
2
T3
M-A
1
T1 (T)
T4
M2
(M)
T16
T5
M-B
M3
M-A
T15
M8
T6
M1
(M)
T14
M7
M4
T7
M-B
M6
M5
M-B
T13
T8
TH-B
T12
T9
M-B
T11
T10
M-B

【図３】


100
TH-B
(T)
TH-A
(T)
2
空気
3
M
12
5
4
M
12

【図４】


100
M1
M8
3
4
M2
M7
M3
M6
M4
M5

フロントページの続き

(72)発明者　多田　勝義
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　齋藤　敏彦
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　瀧口　智志
東京都港区港南二丁目１６番５号　三菱重工業株式会社内

審査官　橋本　敏行

(56)参考文献　特開２００６－１４５０７３（ＪＰ，Ａ）
特開２０１０－０８４７０３（ＪＰ，Ａ）
特開２００４－１４３９４２（ＪＰ，Ａ）
特開２０１０－１２７２４２（ＪＰ，Ａ）
特開２００８－０２５９１０（ＪＰ，Ａ）
特開平０５－１９６２３２（ＪＰ，Ａ）
特開２０１０－１５６３２８（ＪＰ，Ａ）
欧州特許第００９７４７８９（ＥＰ，Ｂ１）
特開２００５－２３３５７４（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｆ０２Ｃ１／００－９／５８
Ｆ２３Ｒ３／００－７／００