

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2012-241982

(P2012-241982A)

(43) 公開日 平成24年12月10日(2012.12.10)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
F 2 3 R 3/06 (2006.01)	F 2 3 R 3/06	
F 2 3 R 3/42 (2006.01)	F 2 3 R 3/42	A
F 2 3 R 3/28 (2006.01)	F 2 3 R 3/28	B
F 2 3 R 3/36 (2006.01)	F 2 3 R 3/28	D
F O 2 C 7/22 (2006.01)	F 2 3 R 3/28	F

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 12 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2011-112988 (P2011-112988)
 (22) 出願日 平成23年5月20日 (2011.5.20)

(71) 出願人 000005108
 株式会社日立製作所
 東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
 (74) 代理人 100100310
 弁理士 井上 学
 (74) 代理人 100098660
 弁理士 戸田 裕二
 (74) 代理人 100091720
 弁理士 岩崎 重美
 (72) 発明者 平田 義隆
 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号
 株式会社日立製作所
 日立研究所内

最終頁に続く

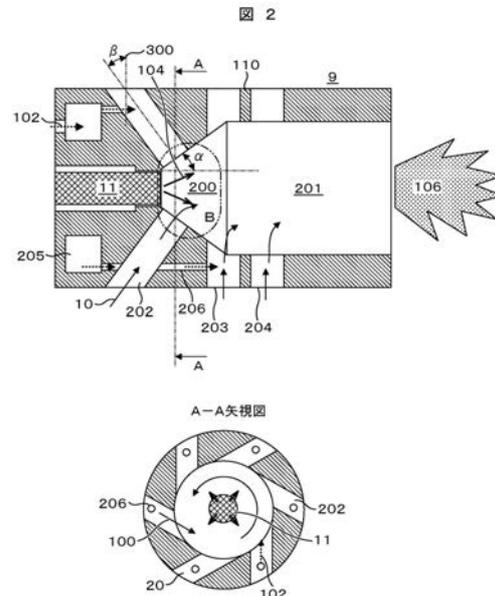
(54) 【発明の名称】 燃焼器

(57) 【要約】

【課題】 予混合器内部へのフラッシュバックを抑制した信頼性の高い燃焼器を提供する。

【解決手段】 内部に混合室を形成する混合室形成部材 110 を有し、この混合室は下流側に向かって拡開した第1の混合室 200 を備え、混合室形成部材 110 は、軸心線方向に複数列、周方向に複数個設けられた空気導入孔 202, 203, 204 を備え、空気導入孔 202, 203, 204 を形成する壁面に設けられた燃料噴出孔 206 を備えた燃焼器において、空気導入孔 202, 203, 204 を周方向に偏向して設け、最上流列に設けられた空気導入孔 202 を、最上流列以外の列に設けられた空気導入孔 203, 204 よりも下流側に傾けている。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

内部に混合室を形成する混合室形成部材を有し、
 前記混合室は下流側に向かって拡開した第 1 の混合室を備え、
 前記混合室形成部材が、軸心線方向に複数列、周方向に複数個設けられた空気導入孔と、
 前記空気導入孔を形成する壁面に設けられた燃料噴出孔とを備えた燃焼器において、
 前記空気導入孔は周方向に偏向して設けられ、
 最上流列に設けられた前記空気導入孔が、最上流列以外の列に設けられた前記空気導入孔よりも下流側に傾いていることを特徴とする燃焼器。

【請求項 2】

10

請求項 1 の燃焼器において、
 軸心線上に燃料ノズルを有し、
 前記第 1 の混合室は、前記燃料ノズルの噴出孔から拡開する円錐形状であり、
 前記第 1 の混合室の下流に円筒状の第 2 の混合室を有することを特徴とする燃焼器。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 の燃焼器において、
 前記最上流列に設けられた空気導入孔は、入口部より出口部の方が下流に位置し、
 前記最上流列以外の列に設けられた空気導入孔は、入口と出口の軸心線方向位置が同じであることを特徴とする燃焼器。

【請求項 4】

20

請求項 3 の燃焼器において、
 前記第 1 の混合室の円錐面の軸心線との成す角を θ とし、前記最上流列に設けられた空気導入孔の傾斜角を α としたとき、 α が θ の 0.7 以上 1.3 倍以下であることを特徴とする燃焼器。

【請求項 5】

請求項 1 から 4 の何れかの燃焼器において、前記第 1 の混合室の円錐面の軸心線との成す角を θ が 30 度以上 40 度以下であることを特徴とする燃焼器。

【請求項 6】

請求項 2 の燃焼器において、
 前記燃料噴出孔は気体燃料を噴出する噴出孔であり、前記燃料ノズルは液体燃料を噴出するノズルであることを特徴とする燃焼器。

30

【請求項 7】

高圧の燃焼用空気を生成する圧縮機と、前記圧縮機で生成された燃焼用空気と燃料とを混合して燃焼ガスを生成する燃焼器と、前記燃焼器で生成された燃焼ガスで駆動されるタービンを有し、

前記燃焼器は、

軸心線上に配置された液体燃料ノズルと、

前記液体燃料ノズルの下流側に円錐形状に拡開する第 1 の混合室と、

前記第 1 の混合室の下流に位置する円筒形状の第 2 の混合室と、

前記第 1 の混合室または前記第 2 の混合室の外周側に軸心線方向複数列かつ周方向に複数個設けられた空気導入孔と、

40

前記空気導入孔を形成する壁面に設けられた燃料噴出孔と、

前記燃料噴出孔に燃料を供給するマニホールドを備えたガスタービンシステムにおいて、

、

前記空気導入孔は、中心軸線が前記軸心線と交わらないように配置され、

最上流列に設けられた前記空気噴出孔の入口が前記燃料ノズル出口よりも上流に位置し、

最上流列以外に設けられた前記空気噴出孔は、前記軸心線と垂直に設けられていることを特徴とするガスタービンシステム。

【請求項 8】

内部に混合室を形成する混合室形成部材を有し、

50

前記混合室は下流側に向かって拡開した第1の混合室を備え、

前記混合室形成部材が、軸心線方向に複数列、周方向に複数個設けられた空気導入孔と、前記空気導入孔を形成する壁面に設けられた燃料噴出孔を備えた燃焼器の運転方法において、

前記燃料噴出孔から気体燃料を噴出させ、

前記混合室内で旋回流を発生させるとともに、最上流列の前記空気導入孔からの空気と液体燃料が最も強い軸心線方向成分を持つように空気を供給することを特徴とする燃焼器の運転方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明はガスタービン燃焼器に関する。

【背景技術】

【0002】

予混合器内で予め燃料と空気を混合してから燃焼室に供給して燃焼する予混合燃焼方式の燃焼器を用いることで、局部的な高温領域の発生を抑えてサーマルNO_xを低減したガスタービンシステムを提供できることが知られている。この予混合燃焼方式を採用した燃焼器は多数提唱されており、その一例として、特開平7-280267号公報記載のものがある。

【先行技術文献】

20

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開平7-280267号公報

【特許文献2】特開2006-105488号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

近年の予混合器構造が複雑化に伴い、その流れも複雑化し、予混合器内に低流速域や逆流域が形成され易くなり、フラッシュバックの発生ポテンシャルが高くなるという問題がある。本発明の目的は、予混合器内部へのフラッシュバックを抑制した信頼性の高い燃焼器を提供することにある。

30

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明の燃焼器は、内部に混合室を形成する混合室形成部材を有し、前記混合室は下流側に向かって拡開した第1の混合室を備え、前記混合室形成部材が、軸心線方向に複数列、周方向に複数個設けられた空気導入孔と、前記空気導入孔を形成する壁面に設けられた燃料噴出孔とを備えた燃焼器において、前記空気導入孔は周方向に偏向して設けられ、最上流列に設けられた前記空気導入孔が、最上流列以外の列に設けられた前記空気導入孔よりも下流側に傾いていることを特徴とする。

【発明の効果】

40

【0006】

本発明によれば、予混合器内部へのフラッシュバックを抑制した信頼性の高い燃焼器を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】第1の実施形態における燃焼器の縦断面図である。

【図2】第1の実施形態における予混合燃焼バーナの縦断面図である。

【図3】第1の実施形態の空気導入孔形成角度に対する各種特性を示す図である。

【図4】比較例の予混合バーナ燃焼の縦断面図である。

【発明を実施するための形態】

50

【 0 0 0 8 】

近年、環境問題がクローズアップされ、ガスタービン燃焼器においても環境負荷低減が要求されており、NOx排出量低減が重要な開発課題となっている。さらには、地球温暖化対策として、従来の油燃料のほか天然ガスやバイオ燃料など多様な燃料を使用するニーズが増え、燃料の選択肢と自由度拡大に対する要求が高まっている。

【 0 0 0 9 】

このような背景のもと、液体燃料、気体燃料の何れにも対応可能で、且つ、NOx排出量を低減できる燃焼器として、デュアル燃料対応低NOx燃焼器がある。一般に、NOx排出量を低減する方法として、燃焼場に水や蒸気などの不活性媒体を投入する方法があるが、この方法は、イニシャルコスト、ランニングコストの増加、投入する水の確保が困難な地域へ適用できないなどの問題がある。このような問題を解決する燃焼方法として、予混合燃焼がある。予混合燃焼とは、予混合器内で予め燃料と空気を混合してから燃焼室に供給して燃焼する方法で、局部的な高温領域の発生を抑えることで、サーマルNOxの低減が可能となる。

10

【 0 0 1 0 】

予混合燃焼を採用した燃焼器は多数提唱されており、その一例として、特開平7-280267号公報記載のものなどがある。予混合燃焼の課題として、燃料と空気の混合を促進して希薄な可燃混合気を生成して燃焼するため、燃料と空気を混合するための混合室の内部に火炎が保持されるフラッシュバックの発生が挙げられる。したがって、予混合燃焼を採用する燃焼器では、これらの課題に対する高い信頼性が求められる。

20

【 0 0 1 1 】

上述したようにフラッシュバックは、燃料と空気を混合するための混合室の内部に火炎が形成される事象で、その発生によっては混合室を焼損する可能性があり、予混合燃焼を採用する燃焼器では、絶対に防止しなければならない重要な課題である。フラッシュバックの発生する要因は、混合室下流に形成される予混合火炎の逆流、燃料の自己発火、燃料や空気中に混入した異物の発火などが挙げられる。これらの事象により、混合室内部の低流速域や逆流領域で可燃混合気が継続的に燃焼する。

【 0 0 1 2 】

近年ではさらなるNOx排出量低減を実現するため、燃料と空気の混合を促進できる、多種多様な予混合器構造が提案されている。しかし、予混合器構造が複雑化するのに伴い、その流れも複雑化し、予混合器内に低流速域や逆流域が形成され易くなり、フラッシュバックの発生ポテンシャルが高くなるという課題がある。

30

【 0 0 1 3 】

複雑化した予混合器構造の例として、特開2006-105488号公報の図2に記載された燃焼器がある。この燃焼器は、燃焼器の軸心線上に液体燃料ノズルを配置し、ここから円錐状に拡開する混合室の周囲に複数列かつ複数個の空気孔を有している。この燃焼器では、段落0018~0020等で説明されているように、最上流側の空気孔は軸心線に対して略垂直に空気が流入するように設けられる一方、それ以外の空気孔は混合室内面に対して垂直になるように設けられている。こうすることで、最上流側の空気孔からの流体は燃料ノズルの噴出位置近傍に流入させつつ、それ以外の空気孔の出口径を小さくして混合室のコンパクト化を達成している。しかしながら、この燃焼器のように流体を燃料ノズルの噴出位置近傍に流入させる燃焼器では、予混合器として作用する混合器内部へのフラッシュバックの発生が懸念される。

40

【 0 0 1 4 】

以下、本発明を用いたガスタービン燃焼器の実施形態について図面を参照し説明する。

【 0 0 1 5 】

(第1の実施形態)

本発明の第1の実施形態について、図1乃至図4を参照しつつ以下に説明する。図1は、本発明のガスタービン燃焼器の第1の実施形態の構成を縦断面図で示すと共に、これを備えるガスタービンプラントの全体構成を概略的に示す概略構成図である。

50

【0016】

図1に示すガスタービンプラントは、主として、空気を圧縮して高圧の燃焼用空気を生成する圧縮機1と、この圧縮機1から導入される燃焼空気100と燃料とを混合して燃焼ガス107を生成する燃焼器3と、この燃焼器3で生成された燃焼ガス107で駆動されるタービン2とから構成されている。なお、圧縮機1とタービン2、発電機4の軸は連結されている。

【0017】

上記燃焼器3は、燃焼空気100と燃料を燃焼して燃焼ガス107を生成する内筒7と、この内筒7からの燃焼ガス15をタービン2に導くための図示していないトランジションピースと、内筒7、トランジションピースを収納した外筒5と、エンドカバー6によって構成されている。

10

【0018】

内筒7の上流の軸中心位置には拡散燃焼バーナ8が設けられ、その周囲には低NOx化に有効な予混合燃焼バーナ9を複数配置している。拡散燃焼バーナ8と予混合燃焼バーナ9の外周には、各バーナを堅持するためのバーナ本体13を配置している。また、各バーナの軸心上流位置には液体燃料103、104を噴射するための液体燃料ノズル10、11を配置している。なお各実施形態において、軸心線とは各バーナの中心線を意味し、軸心線上の方向で、液体燃料ノズル10、11側を上流、内筒7側を下流とよぶこととする。

【0019】

図2は本発明の第1の実施形態を備えた予混合燃焼バーナ9の縦断面図を示したものである。予混合燃焼バーナ9は、内部に混合室を形成する混合室形成部材110を有している。この混合室の一部として、燃料と空気の混合を促進するために、液体燃料ノズル11から中空円錐形状に拡開した第1の混合室200を備えている。また上記混合室の一部として、第1の混合室200の下流に位置し燃料と空気の混合を促進するとともに、液体燃料ノズル11から噴射された液体燃料104の蒸発を促進するための円筒形状の第2の混合室201を有している。第1、2の混合室200、201の壁面には、その内部に燃焼空気100を導入するための空気導入孔202、203、204を軸方向に3列形成している。各列には空気導入孔を周方向に複数個形成している。

20

【0020】

空気導入孔202、203、204の内部、すなわち混合室形成部材110の空気導入孔202、203、204を形成する壁面には気体燃料噴出孔206が設けられている。また、予混合燃焼バーナ9の上流位置には、気体燃料噴出孔206に燃料を供給する気体燃料マニホールド205が形成されている。気体燃料マニホールド205と空気導入孔202、203、204は気体燃料噴出孔206でそれぞれ連絡されており、空気導入孔202、203、204の内部に気体燃料102を噴射する。

30

【0021】

本実施形態の予混合燃焼バーナ9のように、気体燃料噴出孔206から気体燃料を噴出させ、液体燃料ノズル11から液体燃料を噴出させるようにすることで、気体燃料でも液体燃料でもどちらの燃料にも対応可能なデュアル燃焼器とすることができる。

40

【0022】

予混合燃焼バーナ9に形成した空気導入孔202、203、204は周方向に偏向して配置している。周方向に偏向して配置とは、図2のA-A矢視図に示すように空気導入孔の中心軸線が軸心線と交わらないように配置されていることを意味する。このように配置することで、第1、2の混合室200、201内部で旋回流れを形成させることができる。

【0023】

ここで、図2に示すように、第1の混合室200の円錐面と軸心線との成す角を θ 、最上流列に設けられた空気導入孔202の傾斜角を α とする。なお、円錐面とは第1の混合室200における空気導入孔が設けられた面、空気導入孔202の傾斜角とは空気導入孔

50

202の中心軸線と軸心線に垂直な線300との成す角とする。

【0024】

上記のように構成した第1の実施形態の燃焼器の予混合燃焼バーナ9では、軸方向に3列形成した空気導入孔202, 203, 204のうち、最上流列に形成した空気導入孔202を予混合燃焼バーナ9の軸心に対する垂直線300から度傾け、それ以外の空気導入孔203, 204は予混合燃焼バーナ9の軸心に対して垂直に形成している。別の表現をすると、最上流列に設けられた空気導入孔202は、入口部より出口部の方が下流に位置し、最上流列以外の列に設けられた空気導入孔203, 204は、入口と出口の軸心線方向位置が同じである。通常は保炎性も考慮して空気導入孔202の出口は液体燃料ノズル11の噴出孔近傍に設けられる。そうすると結果的に、空気導入孔202の入口は液体燃料ノズル11の出口よりも上流に位置することとなる。

10

【0025】

上記のように構成した第1の実施形態の燃焼器の特徴を、比較例を用いて説明する。図4は比較例の予混合燃焼バーナ9を示す縦断面図で、空気の流れを模式的に示している。比較例の予混合燃焼バーナ9は、全ての空気導入孔202, 203, 204を予混合燃焼バーナ9の軸心線に対して垂直方向に形成している。このような比較例の場合、第1の混合室200の上流部(B部)は淀み域となり、さらには、空気導入孔202から流入する燃焼空気によって形成される旋回流の効果で、低速の循環流207が形成される。

【0026】

燃料と空気が混合し、可燃混合気が生成される第1の混合室200の内部に循環流207が形成されると、問題が起こる場合がある。例えば、本来、第2の混合室201の下流に形成される予混合火炎106が、第1, 2の混合室200, 201内部に逆流した場合、循環流207領域で火炎が保持され、予混合燃焼バーナ9を焼損する可能性がある。また、気体燃料102, 液体燃料104や燃焼空気100に低発火温度の異物が混入した場合、燃焼空気100の温度は300以上の高温となるため、燃焼空気100の熱を受けて異物が自己発火し、発火した異物が火種となって循環流領域207に火炎が形成される恐れがある。

20

【0027】

これに対し、図2に示す本発明の第1の実施形態では、空気導入孔202を度傾斜させることで、空気導入孔202から混合室200に流入する燃焼空気に十分に軸流成分が加わるようにしている。このようにすると循環流207を抑制でき、第1の混合室200内部で火炎が保持されることがなく、信頼性の高い燃焼器を提供できる。

30

【0028】

ここで、最上流列の空気導入孔202のみ傾斜させた理由について説明する。燃料と空気の混合や液体燃料の蒸発の程度には、混合室200, 201内部での滞留時間が大きく影響する。この観点では、燃料と空気の混合や液体燃料の蒸発性能向上には空気導入孔202, 203, 204を予混合燃焼バーナの軸心線に対し垂直方向に形成することが望ましい。しかし、この場合、前述したように混合室200内部に循環流が形成され、その内部に火炎が保持され予混合燃焼バーナ9を損傷する可能性がある。そこで、軸方向3列配置した空気導入孔のうち最も上流側の空気導入孔202のみ軸方向に傾斜させることで、燃焼性能の維持と火炎保持防止を両立させている。

40

【0029】

ただし、火炎保持を防止の効果を大きくするために最上流列空気導入孔を過度に大きく傾斜させると、燃焼空気100の軸流成分の増加によって混合室200, 201内部での滞留時間が減少する。そのため、燃料と空気の混合性能や液体燃料の蒸発性能が低下し、NOx排出量の増加など燃焼性能が著しく低下する可能性がある。このように、空気導入孔を傾斜させる角度には適正な範囲がある。以下、その詳細について説明する。

【0030】

図3は最上流列の空気導入孔202の傾斜角度に対する、各種特性を示したもので、上から液体燃料の蒸発率, 気体燃料と燃焼空気の混合度, 混合室200上流(B部)での

50

スワール数を示している。何れもが大きくなるのに伴い、低下する特性を持っている。ここで、液体燃料の蒸発率，気体燃料と燃焼空気の混合度は、その特性が低下するとNOx排出量の増加など燃焼性能が低下する。これに対し、スワール数が高い場合、軸方向流速が低下し、循環流207が形成するため火炎が混合室200内部に保持されやすくなる。

【0031】

したがって、液体燃料の蒸発率，気体燃料と燃焼空気の混合度は夫々C点，D点以上にすることが望ましく、逆に、スワール数はE点以下にすることが望ましい。これらを両立する傾斜角度はF点からG点の間となる。

【0032】

ここで、F点とG点を具体的に表すと、予混合燃焼バーナ9の軸心線に対する混合室200の円錐面の角度を30度以上40度以下とすると、F点のは0.7、G点のは1.3となる。すなわちこの範囲に包含されるよう、はの0.7以上1.3倍以下の範囲に形成することが望ましい。

【0033】

以上説明した本実施形態の燃焼器では、内部に混合室を形成する混合室形成部材110を有し、この混合室は下流側に向かって拡開した第1の混合室200を備え、混合室形成部材110は、軸心線方向に複数列、周方向に複数個設けられた空気導入孔202，203，204を備え、この空気導入孔202，203，204を形成する壁面に設けられた燃料噴出孔206とを備えた燃焼器において、空気導入孔202，203，204は周方向に偏向して設けられ、最上流列に設けられた空気導入孔202が、最上流列以外の列に設けられた空気導入孔203，204よりも下流側に傾いている。下流側に傾いているとは、入口よりも出口が軸心線方向下流側に位置することを意味し、最上流列の空気導入孔202からの燃料と空気の混合流体に、軸心線方向の成分を付与することができる。

【0034】

このような燃焼器を用いれば、燃料噴出孔206から気体燃料を噴出させ、混合室内で旋回流を発生させるとともに、最上流列の空気導入孔202からの空気と液体燃料が最も強い軸心線方向成分を持つように空気を供給するよう燃焼器を運転できる。その結果、循環流207の発生，成長を抑制し、混合器として作用する第1の混合室200や第2の混合室201内部へのフラッシュバックを抑制することができ、燃焼器の信頼性を高められる。

【符号の説明】

【0035】

- 1 圧縮機
- 2 タービン
- 3 燃焼器
- 4 発電機
- 7 内筒
- 9 予混合燃焼バーナ
- 10，11 液体燃料ノズル
- 100 燃焼空気
- 101，102 気体燃料
- 103，104 液体燃料
- 110 混合室形成部材
- 200 第1の混合室
- 201 第2の混合室
- 202，203，204 空気導入孔
- 206 燃料噴出孔

10

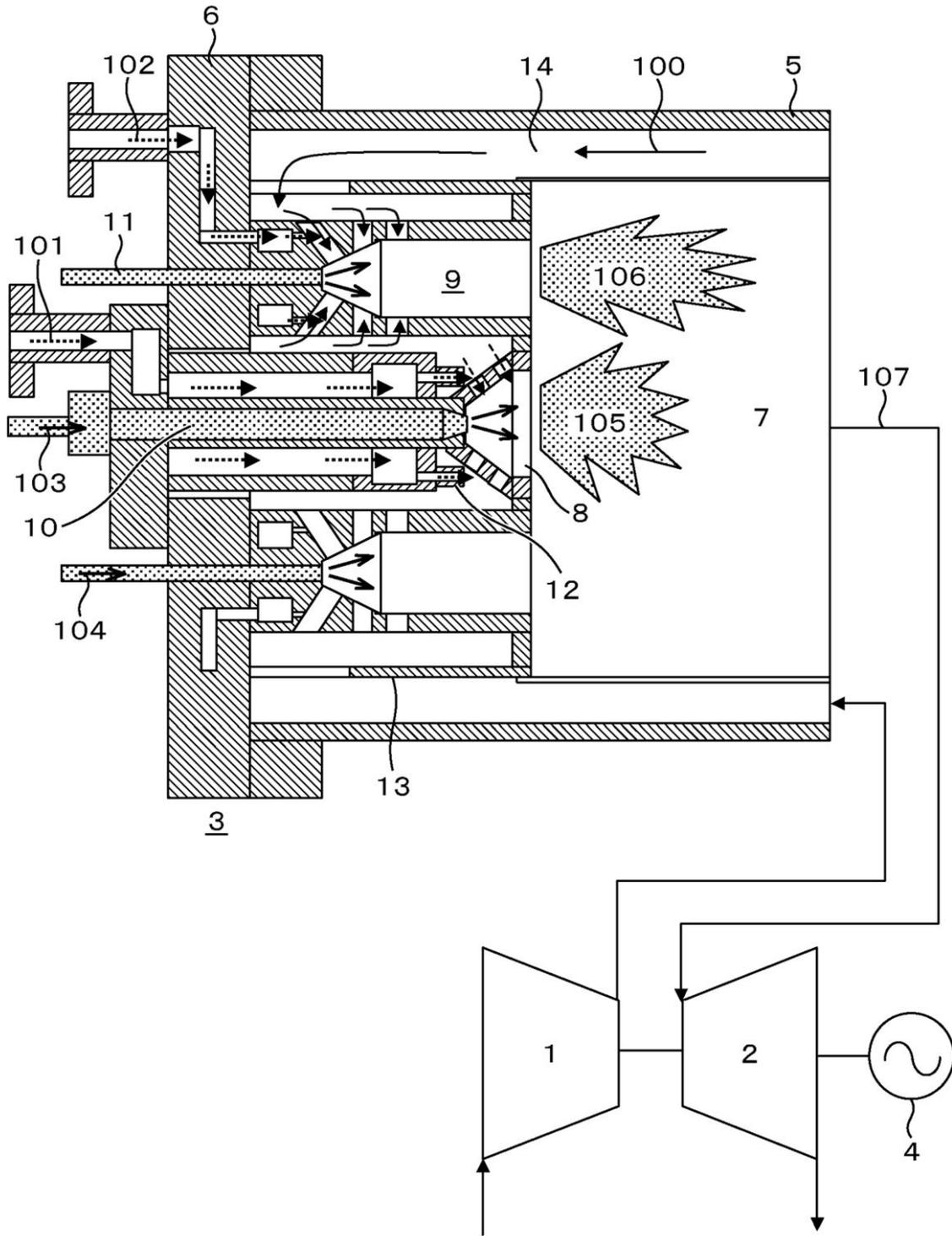
20

30

40

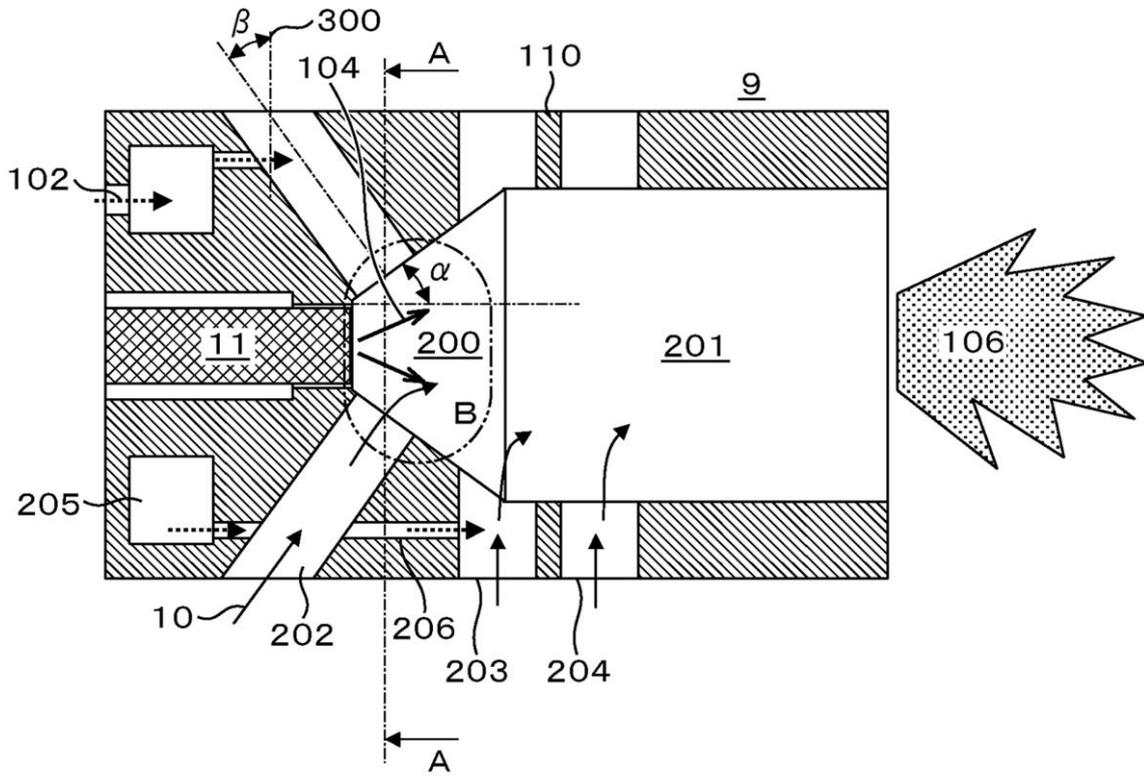
【図1】

図 1

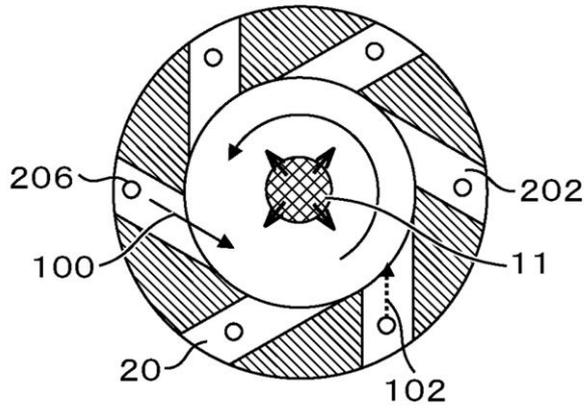


【図2】

図2

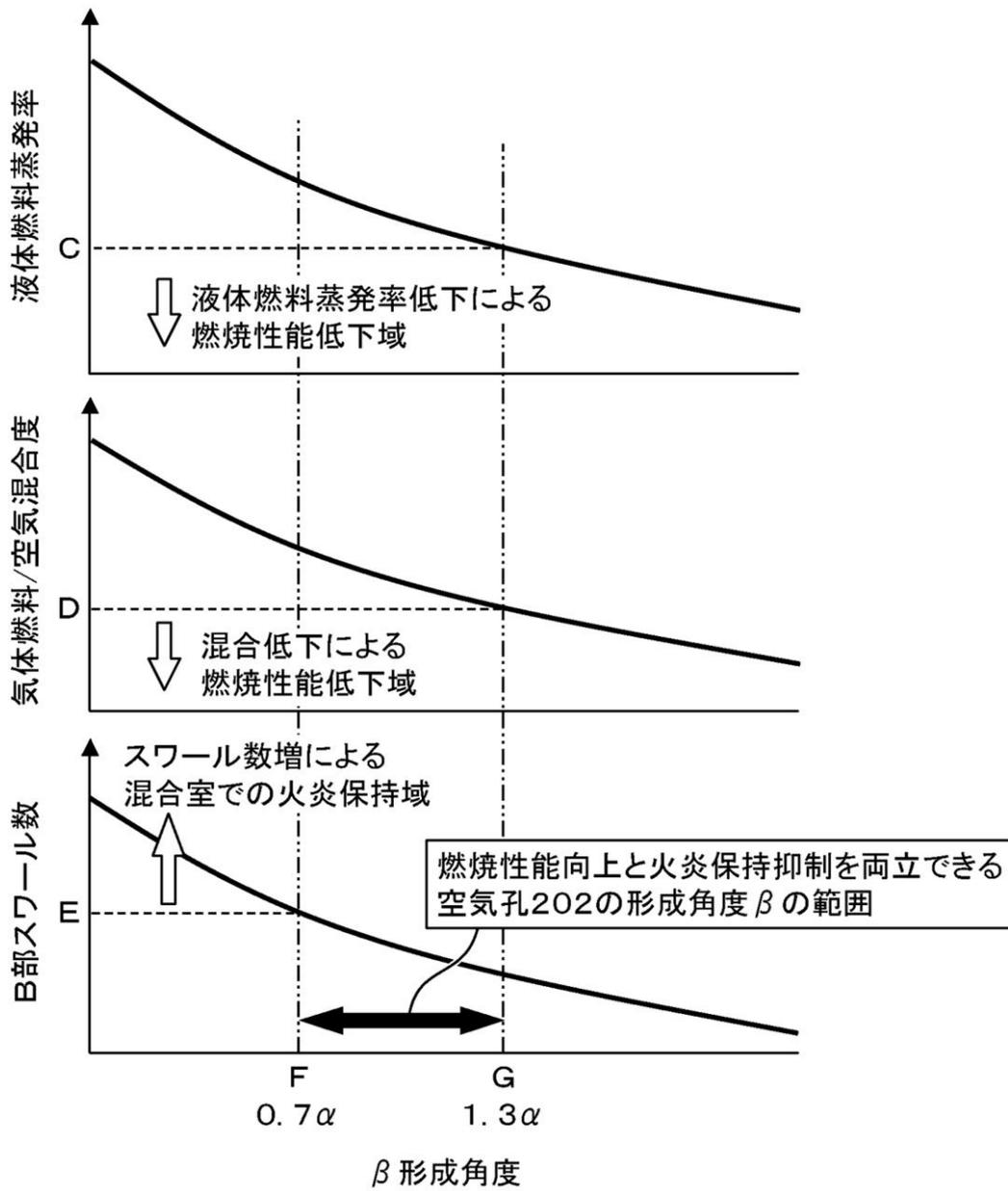


A-A矢視図



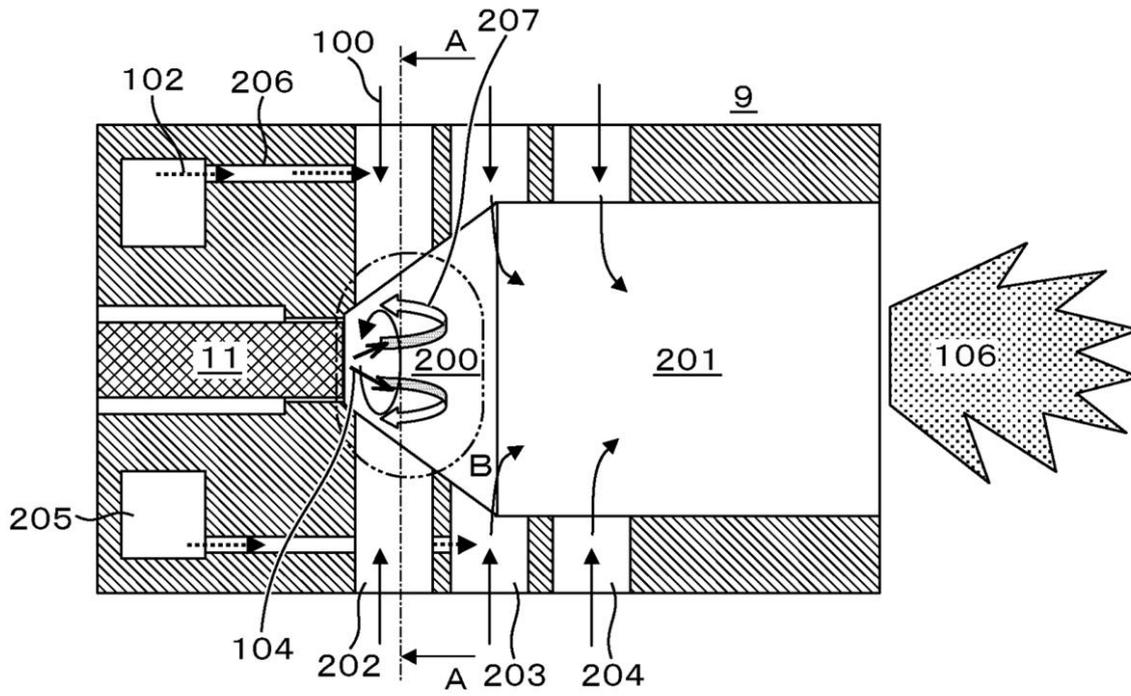
【 図 3 】

図 3

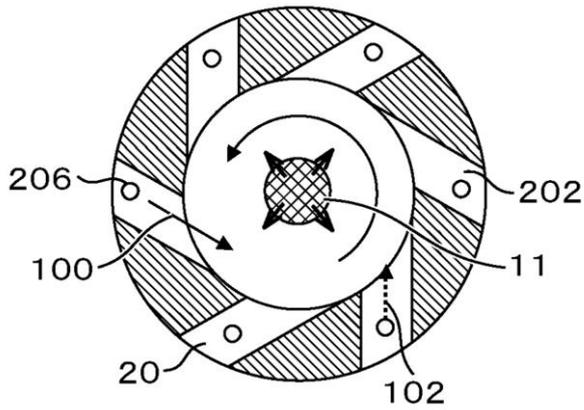


【図4】

図4



A-A矢视图



フロントページの続き

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
	F 2 3 R 3/36	
	F 0 2 C 7/22	A
(72)発明者 吉田 正平 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号		株式会社日立製作所日立研究所内
(72)発明者 関口 達也 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号		株式会社日立製作所日立研究所内
(72)発明者 林 明典 茨城県日立市幸町三丁目1番1号		株式会社日立製作所日立事業所内
(72)発明者 高橋 宏和 茨城県日立市大みか町七丁目1番1号		株式会社日立製作所日立研究所内