

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2014 年 8 月 7 日(07.08.2014)



(10) 国際公開番号

WO 2014/119358 A1

- (51) 国際特許分類:
F23R 3/28 (2006.01) F23R 3/18 (2006.01)
F02C 7/22 (2006.01) F23R 3/26 (2006.01)
F23R 3/06 (2006.01) F23R 3/32 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/050360
- (22) 国際出願日: 2014 年 1 月 10 日(10.01.2014)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2013-018481 2013 年 2 月 1 日(01.02.2013) JP
- (71) 出願人: 三菱重工業株式会社 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒1088215 東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 井上 慶 (INOUE, Kei); 〒1088215 東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 斉藤 圭司郎 (SAITO, Keijiro); 〒1088215 東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 片野 光 (KATANO, Hikaru); 〒1088215 東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 中村 聡介 (NAKAMURA, Sôsuke); 〒1088215 東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業

株式会社内 Tokyo (JP). 磯野 充典 (ISONO, Mitsunori); 〒1088215 東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 湯浅 厚志 (YUASA, Atsushi); 〒1088215 東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 酒井 宏明, 外 (SAKAI, Hiroaki et al.); 〒1006020 東京都千代田区霞が関三丁目 2 番 5 号 霞が関ビルディング 酒井国際特許事務所 Tokyo (JP).

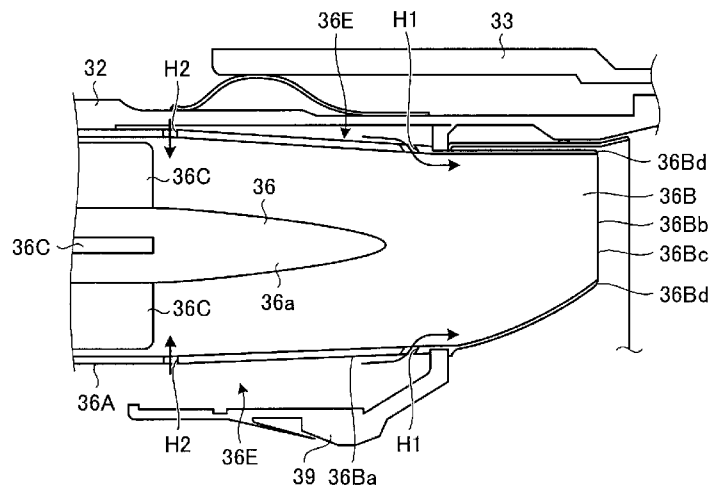
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシ

[続葉有]

(54) Title: COMBUSTOR AND GAS TURBINE

(54) 発明の名称: 燃焼器およびガスタービン



(57) Abstract: The present invention, which minimizes air-film unevenness while also minimizing flashback, is provided with a pilot burner and a plurality of main burners (36) provided in a circumferential direction around the pilot burner, radially outwards with respect thereto. Each main burner has the following: a main nozzle (36a) positioned inside a main-burner cylinder (36A); an extension tube (36B) that extends downstream from said main-burner cylinder, has a circular entrance (36Ba) to which that main-burner cylinder leads, and has a downstream exit (36Bb) formed from two radial edges (36Bc) and two circumferential edges (36Bd) that join the ends of the radial edges in the circumferential direction; an air passage (36E) provided outside that main-burner cylinder; and an inside connecting hole (H1) that connects that air passage to the interior of the entrance side of that extension tube at a point that corresponds to the radially inner circumferential edge thereof.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2014/119358 A1



ア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ
(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR,
GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT,
NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI
(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

フラッシュバックの発生を抑制しつつ、フィルム空気の偏りを抑制する。すなわち、パイロットバーナと、パイロットバーナを中心とした半径方向外側に周方向に沿って複数設けられて、メインバーナ筒 (36A) 内にメインノズル (36a) が配置されたメインバーナ (36) と、各メインバーナのメインバーナ筒から下流側に延在して設けられており、メインバーナ筒に繋がる入口 (36Ba) が円形状で、下流側の出口 (36Bb) が半径方向に平行な 2 つの半径方向エッジ (36Bc)、および各半径方向エッジの両端を連結するように周方向に沿う 2 つの周方向エッジ (36Bd) で形成された延長管 (36B) と、メインバーナ筒の外側に設けられた空気通路 (36E) と、延長管の入口側であって半径方向の内側の周方向エッジに対応する位置に設けられ空気通路と延長管内とを連通する内側連通穴 (H1) と、を備える。

明 細 書

発明の名称： 燃焼器およびガスタービン

技術分野

[0001] 本発明は、予混合燃焼を行うバーナ（メインバーナ）を有する燃焼器および当該燃焼器が適用されるガスタービンに関する。

背景技術

[0002] 例えば、特許文献１には、予混合方式を採用する燃焼器が示されている。この燃焼器は、予混合燃焼を行うメインバーナに加え、予混合燃焼を安定に維持するために拡散燃焼を行うパイロットバーナが設けられている。パイロットバーナによって生成される拡散炎が、メインバーナが予混合炎を生成するための種火として使用され、これによって予混合燃焼が維持される。一般的な燃焼器では、メインバーナは、パイロットバーナを中心とした半径方向外側に周方向に等間隔で配置される。

[0003] メインバーナは、円筒形のバーナ外筒（メインバーナ筒）内に、メインノズルおよびメインスワラを備えている。バーナ外筒は、その先端に延長管が接続されている。そして、メインバーナは、その内部で燃料と空気とを混合して予混合気を生成し、生成された予混合気を延長管の先端から噴出する。より詳細には、メインスワラの上流において、圧縮機（図示せず）から供給される圧縮空気に対してメインノズルによって燃料を噴射し、メインスワラによって空気および燃料の流れを旋回させる。これにより、空気と燃料とが混合された予混合気が生成されるとともに、予混合気の旋回流（スワール流れ）が発生する。そして、予混合気は、延長管から噴出され、さらに、パイロットバーナにより生成された拡散炎を用いて延長管の下流側で燃焼され、これにより、予混合燃焼が実現される。

[0004] ところで、延長管の内壁面近傍は低流速となるため、メインバーナの逆火（フラッシュバック）が発生しやすい。フラッシュバックの発生は燃焼器の焼損を招くため、フラッシュバックは、可能な限り抑えられなくてはならな

い。特許文献1においては、このフラッシュバックを防止するために、延長管の形状を工夫したり、バーナ外筒と延長管との接続部から膜状の空気（フィルム空気）を取り入れたりすることが示されている。延長管の形状としては、入口がバーナ外筒に合わせて円形状であり、出口が、2つの半径方向エッジと、各半径方向エッジを連結する半径方向内側および半径方向外側の各周方向エッジとで台形状に形成されている。

[0005] 特許文献1：特開2006-78127号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 上述した特許文献1のように、延長管の出口を台形状とし、フィルム空気を取り入れることでフラッシュバックを防止することが可能である。しかし、延長管は、入口が円形状で出口を台形状に変形させたものであり、延長管の出口において流速が高い部分と低い部分とが生じる。このため、取り入れたフィルム空気に偏りが発生するおそれがある。しかも、延長管の出口において流速が低い部分にフラッシュバックが発生しやすいことから、特にこの部分にフィルム空気を取り入れることが望まれている。

[0007] 本発明は上述した課題を解決するものであり、フラッシュバックの発生を抑制しつつ、フィルム空気の偏りを抑制することのできる燃焼器およびガスタービン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

[0008] 上述の目的を達成するために、第1の発明の燃焼器は、パイロットバーナと、前記パイロットバーナを中心とした半径方向外側に周方向に沿って複数設けられて、メインバーナ筒内にメインノズルが配置されたメインバーナと、各前記メインバーナの前記メインバーナ筒から下流側に延在して設けられており、前記メインバーナ筒に繋がる入口が円形状で、下流側の出口が半径方向に平行な2つの半径方向エッジ、および各前記半径方向エッジの両端を連結するように周方向に沿う2つの周方向エッジで形成された延長管と、前記メインバーナ筒の外側に設けられた空気通路と、前記延長管の入口側であ

って前記半径方向の内側の周方向エッジに対応する位置に設けられ前記空気通路と前記延長管内とを連通する内側連通穴と、を備えることを特徴とする。

[0009] この燃焼器によれば、内側連通穴を設けることにより、空気通路から内側連通穴を介してメインバーナ筒に空気が導入され、フィルム状の空気となってメインバーナ筒および延長管の内壁面に沿って下流側に流れる。このフィルム状の空気は、壁面近傍の低流速領域の燃料濃度を低減する。このため、フラッシュバックの発生を抑制することができる。特に、半径方向内側の周方向エッジは、パイロットバーナからの火炎に近くフラッシュバックの影響が大きい部分であるため、この部分に対応してフィルム状の空気を供給することで、フラッシュバックの発生を抑制しつつ、フィルム状の空気の偏りを抑制することができる。

[0010] また、第2の発明の燃焼器は、第1の発明において、前記延長管の入口側であって、前記内側連通穴の位置を除き、少なくとも前記半径方向の外側の周方向エッジと前記半径方向エッジとが連通する角部に対応する位置に設けられ前記空気通路と前記延長管内とを連通する角部連通穴をさらに備えることを特徴とする。

[0011] この燃焼器によれば、周方向エッジと半径方向エッジとが連通する角部は、円形状の入口から半径方向に広がって流体を拡散させ流速が特に低くなりやすい部分であり、この角部に対応する内側連通穴を設けることにより、フラッシュバックの発生を抑制しつつ、フィルム状の空気の偏りを抑制する効果を顕著に得ることができる。

[0012] また、第3の発明の燃焼器は、第2の発明において、前記内側連通穴が周方向に連続して形成され、前記角部連通穴が前記半径方向の外側の周方向エッジと前記半径方向エッジとが連通する角部に対応する位置で周方向に連続して形成されていることを特徴とする。

[0013] この燃焼器によれば、速度が低い部分に対応してフィルム状の空気を供給するため、フラッシュバックの発生を抑制しつつ、フィルム状の空気の偏り

を抑制する効果を顕著に得ることができる。

[0014] また、第4の発明の燃焼器は、第3の発明において、前記内側連通穴が前記角部連通穴よりも開口面積を大きく形成されていることを特徴とする。

[0015] この燃焼器によれば、半径方向内側の周方向エッジは、パイロットバーナからの火炎に近くフラッシュバックの影響が大きい部分であるため、フラッシュバックの発生を抑制する効果を顕著に得るため、内側連通穴が角部連通穴よりも開口面積を大きく形成されていることが好ましい。

[0016] また、第5の発明の燃焼器は、第2の発明において、前記内側連通穴が周方向に連続して形成され、前記角部連通穴が周方向で断続して形成されていることを特徴とする。

[0017] この燃焼器によれば、角部連通穴が、内側連通穴を除く範囲で断続して形成されているため、パイロットバーナからの火炎に近くフラッシュバックの影響が大きい部分である半径方向内側の周方向エッジに対応する内側連通穴側に比較的多くの空気を供給することができる。

[0018] また、第6の発明の燃焼器は、パイロットバーナと、前記パイロットバーナを中心とした半径方向外側に周方向に沿って複数設けられて、メインバーナ筒内にメインノズルが配置されたメインバーナと、各前記メインバーナの前記メインバーナ筒から下流側に延在して設けられており、前記メインバーナ筒に繋がる入口が円形状で、下流側の出口が半径方向に平行な2つの半径方向エッジ、および各前記半径方向エッジの両端を連結するように周方向に沿う2つの周方向エッジで形成された延長管と、前記メインバーナ筒の外側に設けられた空気通路と、前記延長管の入口側であって前記半径方向の外側の周方向エッジと前記半径方向エッジとが連通する角部に対応する位置に設けられ前記空気通路と前記延長管内とを連通する角部連通穴と、を備えることを特徴とする。

[0019] この燃焼器によれば、周方向エッジと半径方向エッジとが連通する角部は、円形状の入口から半径方向に広がって流体を拡散させ流速が特に低くなりやすい部分であり、この角部に対応する内側連通穴を設けることにより、フ

ラッシュバックの発生を抑制しつつ、フィルム状の空気の偏りを抑制する効果を顕著に得ることができる。

[0020] また、第7の発明の燃焼器は、第1～第6のいずれか1つの発明において、前記メインバーナ筒内で半径方向に延在して設けられた複数のメインスワラを有し、前記メインスワラの下流端に対応する位置に設けられて前記空気通路と前記メインバーナ筒内とを連通する翼部連通穴をさらに備えることを特徴とする。

[0021] メインスワラの上流側は、流速が低くなりやすく燃料濃度が高い傾向となる。従って、メインスワラの下流端に対応する位置に翼部連通穴を設けることで、この翼部連通穴からメインバーナ筒に導入された空気により、フラッシュバックの火炎を堰き止めることができる。

[0022] 上述の目的を達成するために、本発明のガスタービンは、圧縮機と、燃焼器と、タービンとを備えるガスタービンにおいて、第1～第6のいずれか1つの発明に記載の燃焼器が適用されることを特徴とする。

[0023] このガスタービンによれば、フラッシュバックの抑制により燃焼器の損傷を防ぐことで、タービン性能を維持することができる。

発明の効果

[0024] 本発明によれば、フラッシュバックの発生を抑制しつつ、フィルム空気の偏りを抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0025] [図1]図1は、本発明の実施形態に係る燃焼器を有するガスタービンの概略構成図である。

[図2]図2は、図1の燃焼器の拡大図である。

[図3]図3は、図2の燃焼器の内部構成を概略的に示す側面図である。

[図4]図4は、図3の燃焼器のメインバーナを下流側から見た拡大図である。

[図5]図5は、図3の燃焼器のメインバーナの拡大図である。

[図6]図6は、貫通穴の配置を示す図である。

[図7]図7は、貫通穴の配置の他の例を示す図である。

発明を実施するための形態

- [0026] 以下に、本発明に係る実施形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施形態によりこの発明が限定されるものではない。また、下記実施形態における構成要素には、当業者が置換可能かつ容易なもの、あるいは実質的に同一のものが含まれる。
- [0027] 図1は、本実施形態に係る燃焼器を有するガスタービンの概略構成図である。図1に示すように、ガスタービン10は、流体の流れ方向の上流側から順番に、圧縮機11と、燃焼器12と、タービン13と、排気室14とを有する。タービン13には、図示しない発電機が連結されている。ガスタービンは、回転軸Lを中心に回転可能なロータ24を有する。
- [0028] 圧縮機11は、空気を取り込む空気取入口15を有し、圧縮機車室16内に複数の静翼17と動翼18とが交互に設けられている。燃焼器12は、圧縮機11で圧縮された圧縮空気（燃焼用空気）に対して燃料を供給し、バーナで点火することで燃焼可能となっている。タービン13は、タービン車室20内に複数の静翼21と動翼22とが交互に設けられている。排気室14は、タービン13に連続する排気ディフューザ23を有している。ロータ24は、圧縮機11、燃焼器12、タービン13、排気室14の径方向中心部を貫通するように位置する。ロータ24は、圧縮機11側の端部が軸受部25により支持され、排気室14側の端部が軸受部26により支持されて回転軸Lを中心にして回転自在に設けられている。ロータ24は、複数のディスクプレートが固定され、各動翼18、22が連結されている。また、ロータ24は、圧縮機11側の端部に、図示しない発電機の駆動軸が連結されている。
- [0029] このようなガスタービンにおいて、圧縮機11の空気取入口15から取り込まれた空気は、複数の静翼17と動翼18とを通過して圧縮され、高温・高圧の圧縮空気となる。この圧縮空気は、燃焼器12において、圧縮空気に対して所定の燃料が供給されることで燃焼する。燃焼器12で生成された作動流体である高温・高圧の燃焼ガスは、タービン13を構成する複数の静翼

２１と動翼２２とを通過し、ロータ２４を回転駆動する。これによりロータ２４に連結された発電機を駆動する。ロータ２４を通過した排気ガスは、排気室１４の排気ディフューザ２３で静圧に変換されてから大気に放出される。

[0030] 図２は、図１の燃焼器の拡大図である。燃焼器１２は、外筒３１の内部に所定間隔をあけて空気通路３０を形成するように内筒３２が支持され、内筒３２の先端部に尾筒３３が連結されることで、回転軸Ｌに対して傾斜した中心軸Ｓに沿って延在する燃焼器ケーシングが構成されている。

[0031] 外筒３１は、タービン車室２０を構成する車室ハウジング２７に対して固定されている。内筒３２は、その中心部に、中心軸Ｓに沿ってパイロットバーナ３５が設けられている。また、内筒３２は、その内部であってパイロットバーナ３５の周囲に、メインバーナ３６が複数設けられている。メインバーナ３６は、パイロットバーナ３５（中心軸Ｓ）を中心とした半径方向外側に、パイロットバーナ３５を取り囲むように中心軸Ｓを中心とする周方向に沿って等間隔で、かつパイロットバーナ３５と平行に設けられている。尾筒３３は、その基端が円筒状に形成されて内筒３２に連結されている。尾筒３３は、先端側にかけて断面積が小さくかつ湾曲して形成され、タービン１３の１段目の静翼２１に向けて開口している。

[0032] 図３は、図２の燃焼器の内部構成を概略的に示す図であり、図４は、図３の燃焼器のメインバーナを下流側から見た拡大図であり、図５は、図３の燃焼器のメインバーナの拡大図である。

[0033] パイロットバーナ３５は、その先端部のパイロットノズル３５ａが、筒状で先端側が広角して形成された燃焼筒３５Ａ内に配置されている。また、パイロットバーナ３５は、その外周面と燃焼筒３５Ａの内周面との間にパイロットスワラ３５Ｂが設けられている。

[0034] メインバーナ３６は、その先端部のメインノズル３６ａが、円筒状のメインバーナ筒３６Ａ内に配置されている。メインバーナ筒３６Ａは、メインノズル３６ａにより燃料が噴射される下流側（図３および図５の右側）に、延

長管 3 6 B が設けられている。延長管 3 6 B は、メインバーナ筒 3 6 A から下流側に延在して設けられている。

[0035] 延長管 3 6 B は、図 4 および図 5 に示すように、メインバーナ筒 3 6 A に繋がる入口 3 6 B a がメインバーナ筒 3 6 A と同様の円形状に形成されている。また、延長管 3 6 B は、下流側の出口 3 6 B b が、中心軸 S を中心とした半径方向に対して平行な 2 つの半径方向エッジ 3 6 B c と、各半径方向エッジ 3 6 B c の両端を連結するように中心軸 S を中心とした周方向に沿う 2 つの周方向エッジ 3 6 B d とで台形状に形成されている。周方向エッジ 3 6 B d は、中心軸 S に対して半径方向で近い内側の周方向エッジ 3 6 B d と、中心軸 S に対して半径方向で遠い外側の周方向エッジ 3 6 B d とがある。また、半径方向エッジ 3 6 B c と周方向エッジ 3 6 B d とが連結する角部 3 6 B e は、円弧状に形成されている。この延長管 3 6 B は、入口 3 6 B a 側の円形状から出口 3 6 B b 側の台形状に滑らかに変化して形成されている。

[0036] また、メインバーナ 3 6 は、メインノズル 3 6 a の外周面とメインバーナ筒 3 6 A の内周面との間にメインスワラ 3 6 C が設けられている。

[0037] 外筒 3 1 は、その基端部にトップハット部 3 4 が設けられている。トップハット部 3 4 は、外筒 3 1 の基端部の内周面に沿って配置されて、外筒 3 1 の外側に空気通路 3 0 の一部を形成する筒状部材 3 4 A と、当該筒状部材 3 4 A の基端側の開口を閉塞する蓋部材 3 4 B とで構成されている。蓋部材 3 4 B は、上述のパイロットバーナ 3 5 の基端が支持され、当該パイロットバーナ 3 5 の燃料ポート 3 5 C が外側に配置されている。この燃料ポート 3 5 C は、図示しないパイロットバーナ燃料ラインが接続されてパイロットバーナ 3 5 に燃料が供給される。また、蓋部材 3 4 B は、上述のメインバーナ 3 6 の基端が支持され、当該メインバーナ 3 6 の燃料ポート 3 6 D が外側に配置されている。この燃料ポート 3 6 D は、図示しないメインバーナ燃料ラインが接続されてメインバーナ 3 6 に燃料が供給される。

[0038] 外筒 3 1 は、トップハット部 3 4 の筒状部材 3 4 A 内において、基端側に隔壁 3 7 が設けられている。この隔壁 3 7 により空気通路 3 0 が内筒 3 2 に

連通される。外筒 31（トップハット部 34 の筒状部材 34 A）と内筒 32 との間であって、空気通路 30 の入口部分には、整流板 38 が設けられている。整流板 38 は、空気通路 30 を塞ぐように設けられ、空気通路 30 の上流側と下流側とを連通する孔が多数形成された多孔板である。

[0039] このようなガスタービン燃焼器 12 では、高温・高圧の圧縮空気が空気通路 30 に流れ込むと、圧縮空気は、整流板 38 を通過して整流されつつ、内筒 32 の基端部で隔壁 37 により反転されて、パイロットバーナ 35 の燃焼筒 35 A およびメインバーナ 36 のメインバーナ筒 36 A に誘導される。そして、圧縮空気は、メインバーナ 36 において、メインバーナ筒 36 A 内でメインスワラ 36 C によって旋回する気流となり、メインノズル 36 a から噴射された燃料と延長管 36 B 内で混合され予混合気となって尾筒 33 内に流れ込む。また、圧縮空気は、パイロットバーナ 35 において、燃焼筒 35 A 内でパイロットスワラ 35 B によって旋回する気流となり、パイロットノズル 35 a から噴射された燃料と混合され、図示しない種火により着火されて燃焼し、燃焼ガスとなって尾筒 33 内に噴出する。このとき、燃焼ガスの一部が尾筒 33 内に火炎を伴って周囲に拡散するように噴出することで、各メインバーナ 36 から尾筒 33 内に流れ込んだ予混合気に着火されて燃焼する。

[0040] すなわち、パイロットバーナ 35 から噴射したパイロット燃料による拡散火炎により、メインバーナ 36 からの希薄予混合燃料の安定燃焼を行うための保炎を行うことができる。また、メインバーナ 36 によって燃料を予混合することで、燃料濃度を均一化し低 NO_x 化を図ることができる。このとき、メインバーナ 36 のメインバーナ筒 36 A および延長管 36 B の内部が予混合領域となり、パイロットバーナ 35 からの拡散火炎によって予混合気が燃焼する領域が燃焼領域となる。燃焼領域は、燃焼筒 35 A の下流であり、尾筒 33 の内部にある。従って、予混合気が燃焼した燃焼ガスは、尾筒 33 の内部を流れる。

[0041] ところで、このような予混合方式の燃焼器 12 では、メインスワラ 36 C

の下流において、メインバーナ筒 3 6 A 内を流れる予混合気が旋回流となる。このため、燃焼領域から予混合領域への逆火（フラッシュバック）が生じやすい。具体的に、メインノズル 3 6 a から噴射された燃料は、旋回流によってメインバーナ筒 3 6 A の内部全体にわたって均一化される。このため、燃料の濃度分布は、メインバーナ筒 3 6 A の中央部から内壁面部にかけてほぼ一定である。これに対し、予混合気の手速度は、内壁面において 0 となり、内壁面から離れるに従い速度が上昇し（速度境界層）、速度境界層の外側（メインバーナ筒 3 6 A の中央部側）で速度はほぼ一定となる。すなわち、メインバーナ筒 3 6 A および延長管 3 6 B の内壁面の近傍には、速度が低い速度境界層が存在するのに対し、速度境界層において燃料濃度が高いため、この速度境界層に燃焼領域からのフラッシュバックが生じやすくなる。

[0042] 特に、本実施形態では、延長管 3 6 B が、入口 3 6 B a を円形状に形成され、出口 3 6 B b を台形状に形成されている。これにより、延長管 3 6 B の出口 3 6 B b において流速の低い部分が生じることが発明者等の研究により判明した。具体的には、半径方向内側の周方向エッジ 3 6 B d の部分と、半径方向外側の両角部 3 6 B e とが顕著である。このため、流速の低い部分において、フラッシュバックが生じやすく、延長管 3 6 B の内壁面が高温となり、燃焼器 1 2 が損傷するおそれがある。これを避けるため、本実施形態では、以下のようにメインバーナ 3 6 を構成する。

[0043] 図 5 に示すように、メインバーナ筒 3 6 A の外側に空気通路 3 6 E を有する。空気通路 3 6 E は、内筒 3 2 の内側にメインバーナ筒 3 6 A の外側を覆う外周筒 3 9 が設けられ、内筒 3 2 の内周面の一部および外周筒 3 9 の内周面と、メインバーナ筒 3 6 A の外周面との間に形成されている。この空気通路 3 6 E は、空気通路 3 0 に通じている。また、延長管 3 6 B の入口 3 6 B a 側に、空気通路 3 6 E と延長管 3 6 B 内とを連通する連通穴 H 1 を有する。延長管 3 6 B の入口 3 6 B a 側とは、メインノズル 3 6 a よりも下流側の位置であって、円形状に形成された位置である。また、連通穴 H 1 は、延長管 3 6 B 内の開口が、延長管 3 6 B の出口 3 6 B b 側（下流側）に向くよう

に斜めに形成されている。連通穴H 1は、延長管3 6 Bの出口3 6 B bにおける流速の低い部分に対応し、以下のように配置されている。

[0044] 図6は、貫通穴の配置を示す図であり、図7は、貫通穴の配置の他の例を示す図である。図6および図7では、図4と同様にメインバーナ3 6を下流側から視ている。連通穴H 1は、延長管3 6 Bの出口3 6 B bにおいて、半径方向内側の周方向エッジ3 6 B dの部分と、半径方向外側の両角部3 6 B eとに対応して設けられている。

[0045] 図6において、連通穴H 1は、半径方向内側の周方向エッジ3 6 B dの部分に対応して設けられた内側連通穴H 1 aと、両角部3 6 B eの部分にそれぞれ対応して設けられた角部連通穴H 1 bとが、各部分に分けて設けられ、かつ所定範囲でスリット状に連続して形成されている。

[0046] 所定範囲について説明する。図6に示すように、メインバーナ3 6を下流側から視て旋回流が反時計回りの場合において、半径方向外側の周方向エッジ3 6 B dの中央を0 d e gとする。半径方向内側の周方向エッジ3 6 B dに対応する内側連通穴H 1 aは、図6中の二点差線の間A - Bの範囲に設けられる。また、角部3 6 B e（旋回流の上流側（図6の右側））に対応する角部連通穴H 1 bは、図6中の二点差線の間E - Fの範囲に設けられる。さらに、角部3 6 B e（旋回流の下流側（図6の左側））に対応する角部連通穴H 1 bは、図6中の二点差線の間C - Dの範囲に設けられる。このように、各連通穴H 1 a, H 1 bは、周方向に不均等な配置であり、これは旋回流の影響を加味したものである。具体的には、上述したように、メインスワラ3 6 Cの下流において、メインバーナ筒3 6 A内を流れる予混合気が旋回流となる。図6ではメインバーナ3 6を下流側から視て旋回流が反時計回りであり、各連通穴H 1 a, H 1 bからメインバーナ筒3 6 Aに導入された空気通路3 0の圧縮空気の一部は、旋回流に流されるように反時計回りに流動しつつ下流側に流れる。このため、旋回流の流れ方向や、各連通穴H 1 a, H 1 bから延長管3 6 Bの出口3 6 B bまでの距離などによる影響を加味し、各連通穴H 1 a, H 1 bの範囲を旋回流とは逆方向となる時計回りにずらした

範囲とすることで、延長管 3 6 B の出口 3 6 B b において、半径方向内側の周方向エッジ 3 6 B d の中央位置（1 8 0 d e g）を基準としたほぼ対称の範囲や、角部 3 6 B e の最も窄まった位置を基準としたほぼ対称の範囲に、各連通穴 H 1 a, H 1 b からメインバーナ筒 3 6 A に導入された空気が至ることになる。

[0047] 図 6 に示すように、連通穴 H 1 を設けることにより、空気通路 3 0 の圧縮空気の一部が空気通路 3 6 E から連通穴 H 1 を介してメインバーナ筒 3 6 A に導入され、図 5 に示すように、フィルム状の空気（フィルム空気）となってメインバーナ筒 3 6 A および延長管 3 6 B の内壁面に沿って下流側に流れる。このフィルム空気は、壁面近傍の低流速領域の燃料濃度を低減する。このため、フラッシュバックの発生を抑制することができる。

[0048] 特に、本実施形態の燃焼器 1 2 は、延長管 3 6 B の出口 3 6 B b における流速の低い部分に対応し、内側連通穴 H 1 a と角部連通穴 H 1 b とを設けたことで、フラッシュバックの発生を抑制しつつ、フィルム空気の偏りをより抑制することができる。

[0049] なお、上述した実施形態の燃焼器 1 2 において、内側連通穴 H 1 a および角部連通穴 H 1 b の双方を設けることで、フラッシュバックの発生を抑制しつつ、フィルム空気の偏りを抑制する効果を顕著に得ることが可能である。内側連通穴 H 1 a または角部連通穴 H 1 b の一方であっても、フラッシュバックの発生を抑制しつつ、フィルム空気の偏りを抑制する効果を得ることができる。内側連通穴 H 1 a または角部連通穴 H 1 b の一方の場合、パイロットバーナ 3 5 からの火炎に近くフラッシュバックの影響が大きい部分である半径方向内側の周方向エッジ 3 6 B d に対応する内側連通穴 H 1 a を設けることが好ましい。また、内側連通穴 H 1 a または角部連通穴 H 1 b の一方の場合、半径方向に広がって流体を拡散させ流速が特に低くなりやすい部分である角部 3 6 B e に対応する角部連通穴 H 1 b を設けることが好ましい。

[0050] また、半径方向内側の周方向エッジ 3 6 B d は、パイロットバーナ 3 5 からの火炎に近くフラッシュバックの影響が大きい部分であるため、内側連通

穴H 1 aおよび角部連通穴H 1 bの双方を設ける場合は、フラッシュバックの発生を抑制する効果を顕著に得るため、内側連通穴H 1 aが角部連通穴H 1 bよりも開口面積が大きく形成されていることが好ましい。

[0051] 図7において、連通穴H 1は、半径方向内側の周方向エッジ3 6 B dの部分に対応して設けられた内側連通穴H 1 aと、両角部3 6 B eの部分にそれぞれ対応して設けられた角部連通穴H 1 bとが、周方向に沿って設けられている。この場合、内側連通穴H 1 aは所定範囲でスリット状に連続して形成され、角部連通穴H 1 bは、内側連通穴H 1 aを除く範囲で断続して形成されている。

[0052] 所定範囲について説明する。図7に示すように、メインバーナ3 6を下流側から視て旋回流が反時計回りの場合において、半径方向外側の周方向エッジ3 6 B dの中央を0 d e gとする。半径方向内側の周方向エッジ3 6 B dに対応する内側連通穴H 1 aは、図7中の二点差線の間A - Bの範囲に設けられる。また、角部3 6 B eに対応する角部連通穴H 1 bは、残りの範囲で、断続した小孔として設けられる。連通穴H 1 aは、周方向に不均等な配置であり、これは上述したように旋回流の影響を加味したものである。

[0053] 図7に示すように、連通穴H 1を設けることにより、空気通路3 0の圧縮空気の一部が空気通路3 6 Eから連通穴H 1を介してメインバーナ筒3 6 Aに導入され、図5に示すように、フィルム状の空気（フィルム空気）となってメインバーナ筒3 6 Aおよび延長管3 6 Bの内壁面に沿って流れる。このフィルム空気は、壁面近傍の低流速領域の燃料濃度を低減する。このため、フラッシュバックの発生を抑制することができる。

[0054] 特に、本実施形態の燃焼器1 2は、延長管3 6 Bの出口3 6 B bにおける流速の低い部分に対応し、内側連通穴H 1 aと角部連通穴H 1 bとを設けたことで、フィルム空気の偏りを抑制することができ、フラッシュバックの発生を抑制する効果を顕著に得ることができる。しかも、角部連通穴H 1 bが、内側連通穴H 1 aを除く範囲で断続して形成されているため、パイロットバーナ3 5からの火炎に近くフラッシュバックの影響が大きい部分である半

径方向内側の周方向エッジ 3 6 B d に対応する内側連通穴 H 1 a 側に比較的多くの空気を供給することができる。

[0055] ところで、メインスワラの上流側は、流速が低くなりやすく燃料濃度が濃い傾向となる。従って、メインスワラの下流端に対応する位置に翼部連通穴 H 2 を設けることで、この翼部連通穴 H 2 からメインバーナ筒 3 6 A に導入された圧縮空気により、フラッシュバックの火炎を堰き止めることができる。

[0056] また、上述した燃焼器 1 2 を備えるガスタービン 1 0 によれば、フラッシュバックの抑制により燃焼器 1 2 の損傷を防ぐことで、タービン性能を維持することができる。

符号の説明

- [0057] 1 0 ガスタービン
1 1 圧縮機
1 2 燃焼器
1 3 タービン
3 5 パイロットバーナ
3 6 メインバーナ
3 6 a メインノズル
3 6 A メインバーナ筒
3 6 B 延長管
3 6 B a 入口
3 6 B b 出口
3 6 B c 半径方向エッジ
3 6 B d 周方向エッジ
3 6 B e 角部
3 6 C メインスワラ
3 6 E 空気通路
H 1 a 内側連通穴

H 1 b 角部連通穴

H 2 翼部連通穴

請求の範囲

[請求項1]

パイロットバーナと、

前記パイロットバーナを中心とした半径方向外側に周方向に沿って複数設けられて、メインバーナ筒内にメインノズルが配置されたメインバーナと、

各前記メインバーナの前記メインバーナ筒から下流側に延在して設けられており、前記メインバーナ筒に繋がる入口が円形状で、下流側の出口が半径方向に平行な2つの半径方向エッジ、および各前記半径方向エッジの両端を連結するように周方向に沿う2つの周方向エッジで形成された延長管と、

前記メインバーナ筒の外側に設けられた空気通路と、

前記延長管の入口側であって前記半径方向の内側の周方向エッジに対応する位置に設けられ前記空気通路と前記延長管内とを連通する内側連通穴と、

を備えることを特徴とする燃焼器。

[請求項2]

前記延長管の入口側であって、前記内側連通穴の位置を除き、少なくとも前記半径方向の外側の周方向エッジと前記半径方向エッジとが連通する角部に対応する位置に設けられ前記空気通路と前記延長管内とを連通する角部連通穴をさらに備えることを特徴とする請求項1に記載の燃焼器。

[請求項3]

前記内側連通穴が周方向に連続して形成され、前記角部連通穴が前記半径方向の外側の周方向エッジと前記半径方向エッジとが連通する角部に対応する位置で周方向に連続して形成されていることを特徴とする請求項2に記載の燃焼器。

[請求項4]

前記内側連通穴が前記角部連通穴よりも開口面積を大きく形成されていることを特徴とする請求項3に記載の燃焼器。

[請求項5]

前記内側連通穴が周方向に連続して形成され、前記角部連通穴が周方向で断続して形成されていることを特徴とする請求項2に記載の燃

焼器。

[請求項6]

パイロットバーナと、

前記パイロットバーナを中心とした半径方向外側に周方向に沿って複数設けられて、メインバーナ筒内にメインノズルが配置されたメインバーナと、

各前記メインバーナの前記メインバーナ筒から下流側に延在して設けられており、前記メインバーナ筒に繋がる入口が円形状で、下流側の出口が半径方向に平行な2つの半径方向エッジ、および各前記半径方向エッジの両端を連結するように周方向に沿う2つの周方向エッジで形成された延長管と、

前記メインバーナ筒の外側に設けられた空気通路と、

前記延長管の入口側であって前記半径方向の外側の周方向エッジと前記半径方向エッジとが連通する角部に対応する位置に設けられ前記空気通路と前記延長管内とを連通する角部連通穴と、

を備えることを特徴とする燃焼器。

[請求項7]

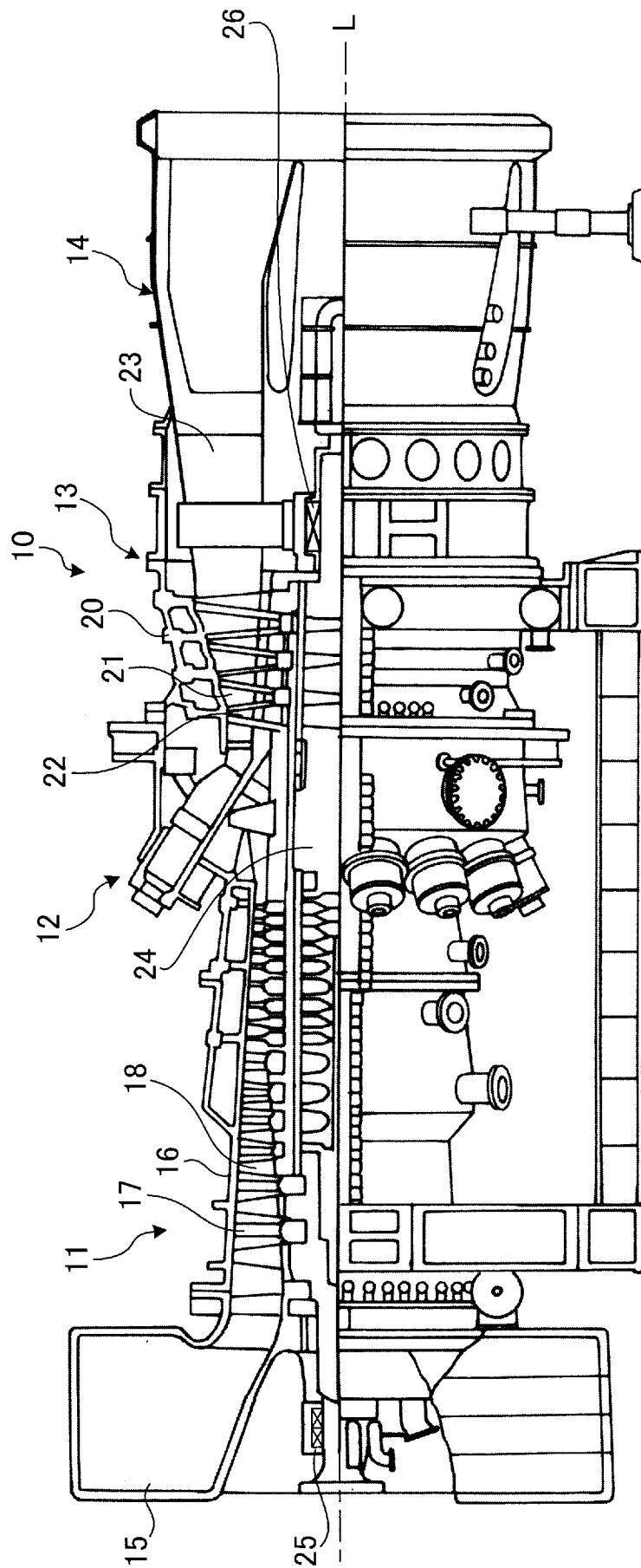
前記メインバーナ筒内で半径方向に延在して設けられた複数のメインスワラを有し、前記メインスワラの下流端に対応する位置に設けられて前記空気通路と前記メインバーナ筒内とを連通する翼部連通穴をさらに備えることを特徴とする請求項1～6のいずれか1つに記載の燃焼器。

[請求項8]

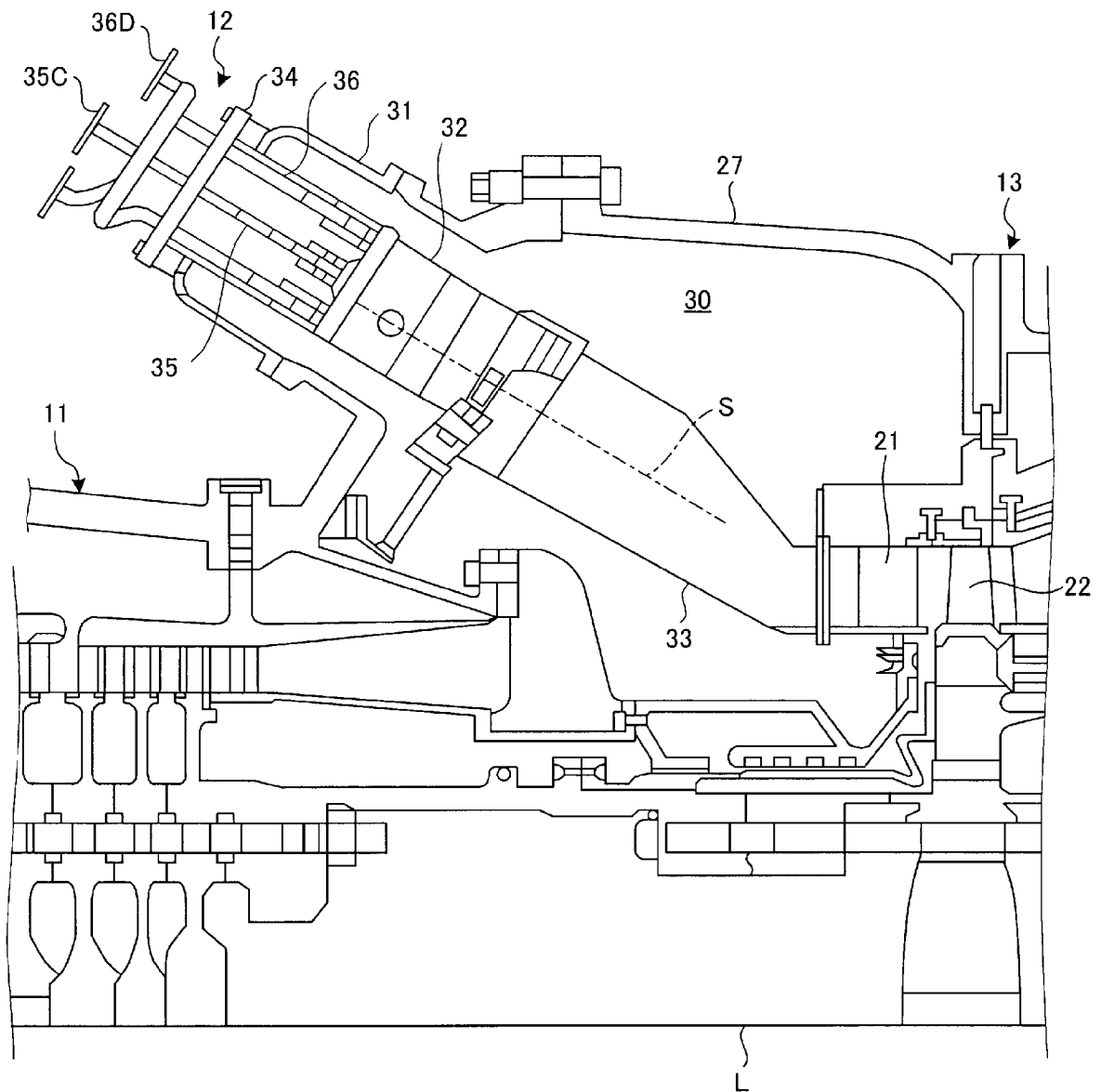
圧縮機と、燃焼器と、タービンとを備えるガスタービンにおいて、

請求項1～7のいずれか1つに記載の燃焼器が適用されることを特徴とするガスタービン。

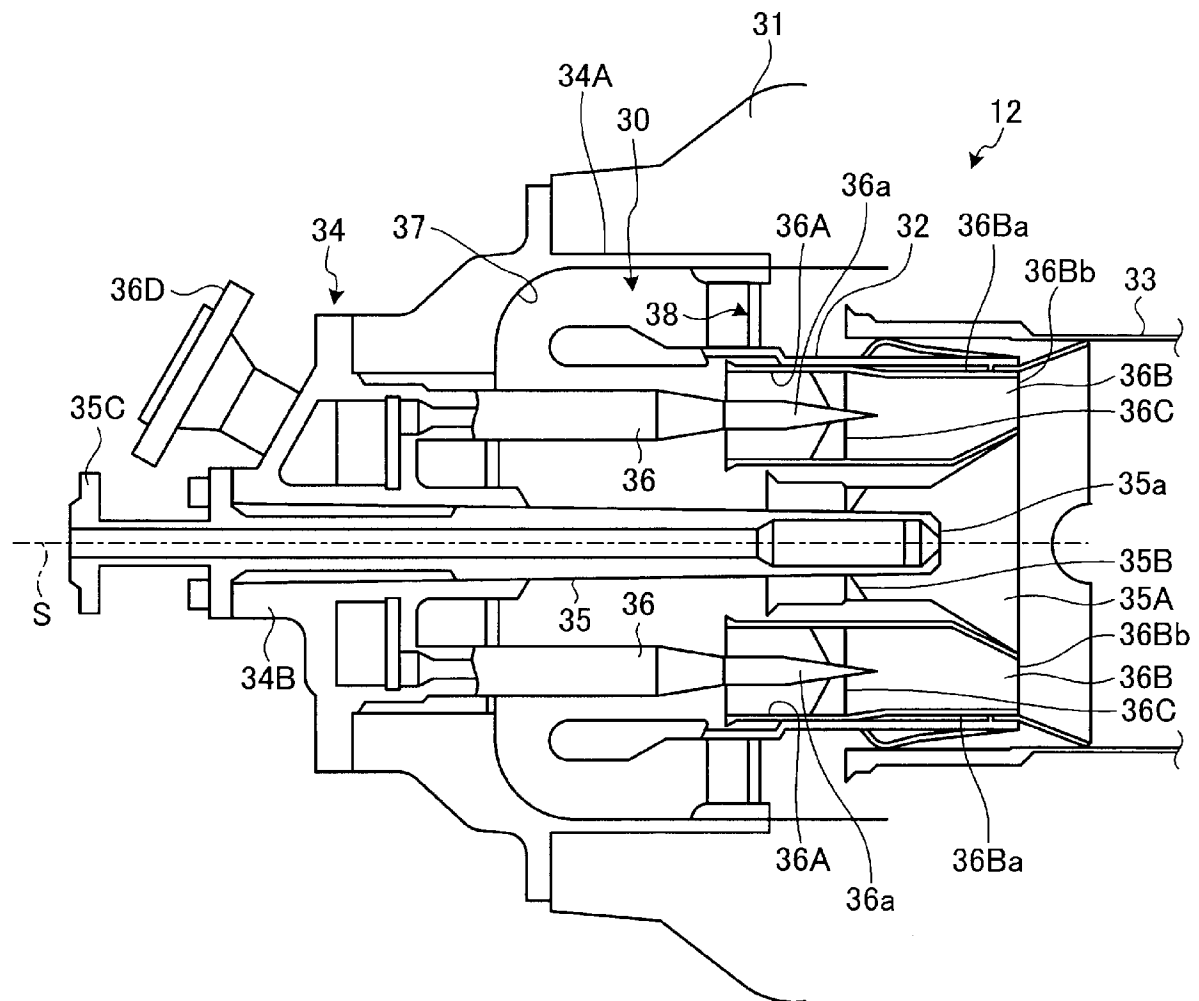
[図1]



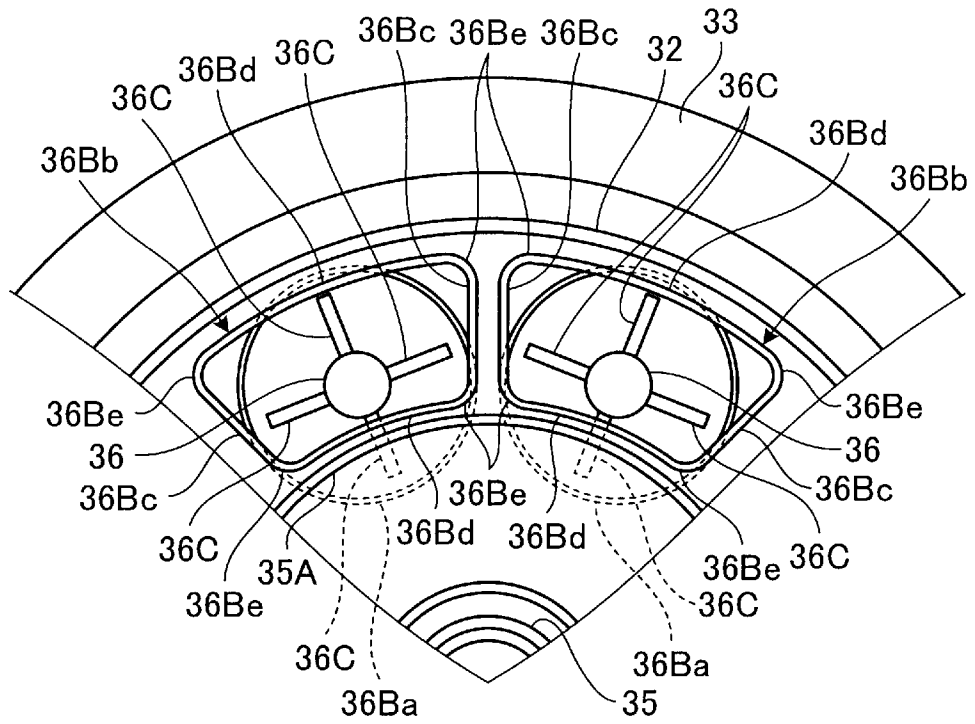
[図2]



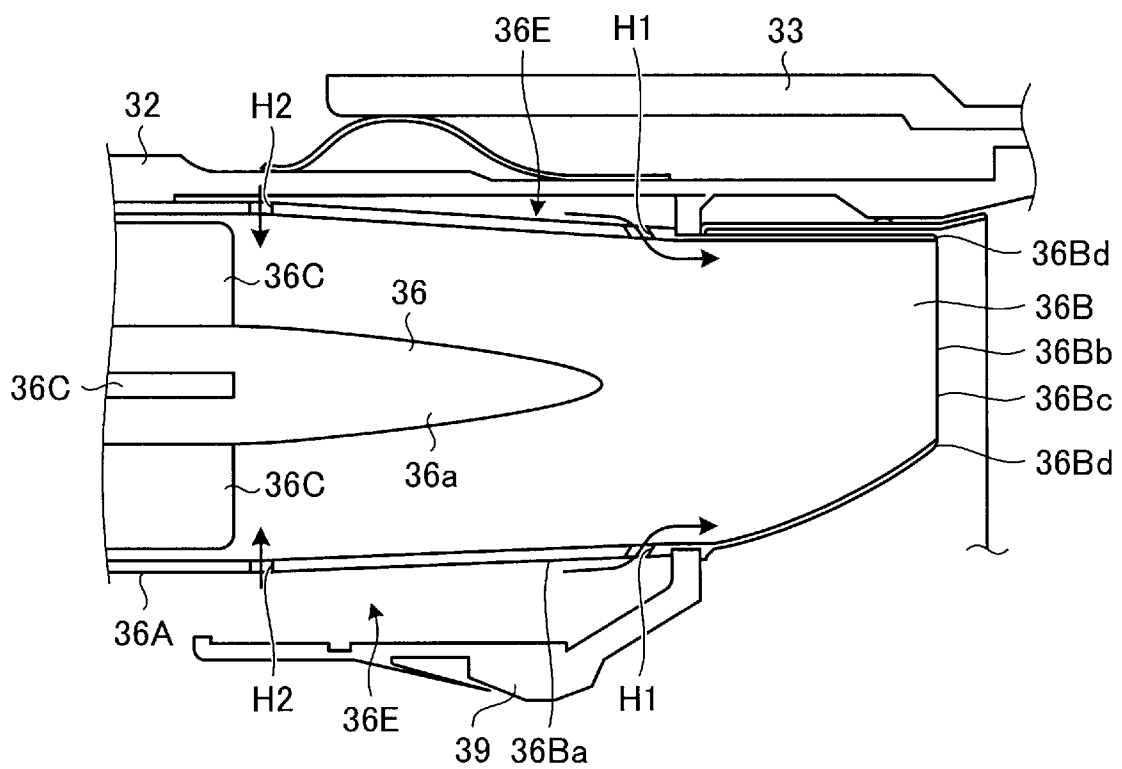
[図3]



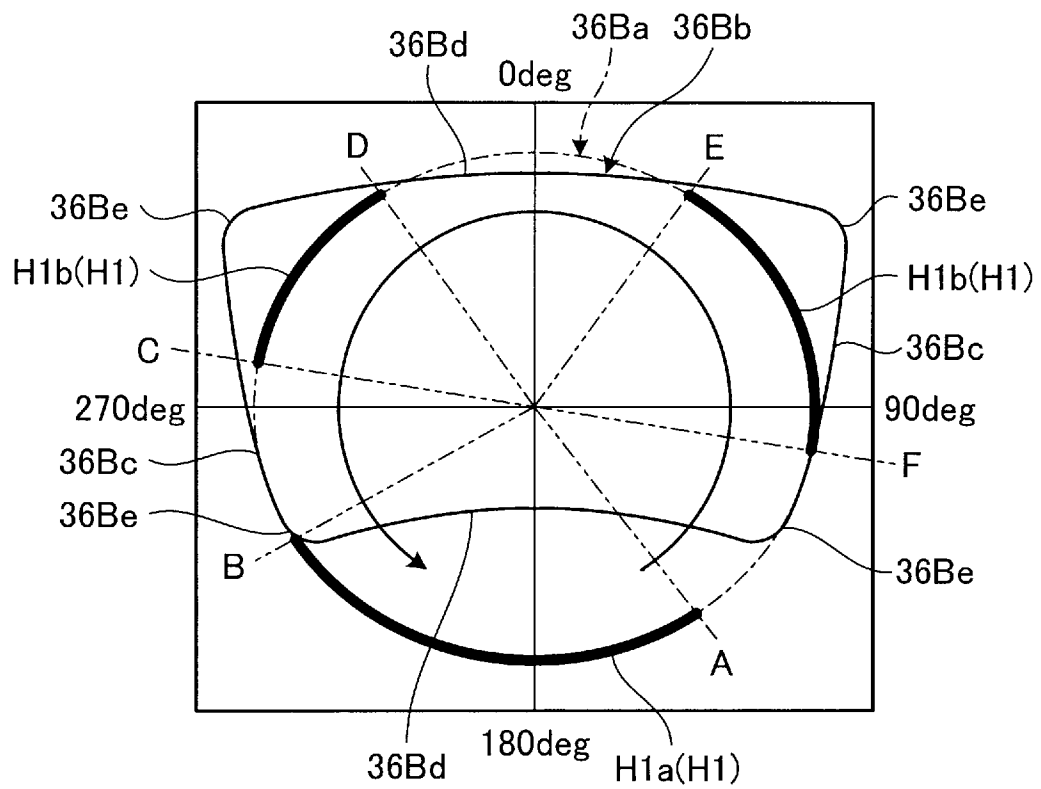
[図4]



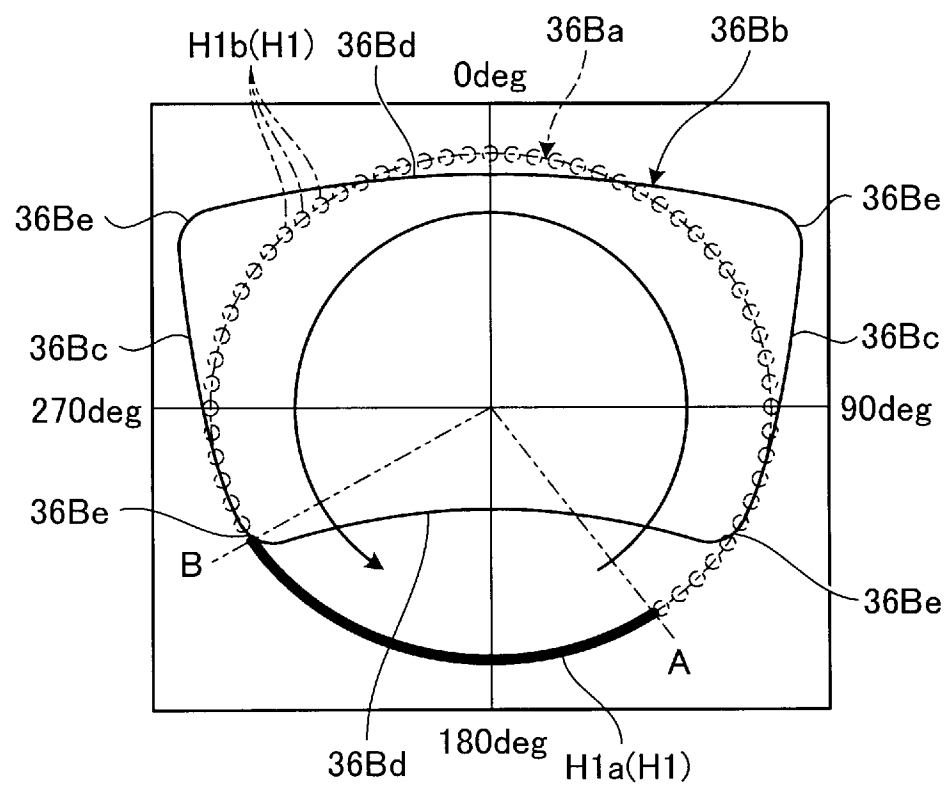
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/050360

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F23R3/28(2006.01)i, F02C7/22(2006.01)i, F23R3/06(2006.01)i, F23R3/18(2006.01)i, F23R3/26(2006.01)i, F23R3/32(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F23R3/28, F02C7/22, F23R3/06, F23R3/18, F23R3/26, F23R3/32

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2006-78127 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 23 March 2006 (23.03.2006), paragraphs [0006] to [0007], [0016] to [0020], [0026], [0037] to [0044], [0050] to [0053]; fig. 8 to 11B, 16A, 16B & US 2008/0184708 A1 & WO 2006/027989 A1 & DE 112005002065 T5 & CN 101023302 A	1-8
A	JP 2003-14232 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 15 January 2003 (15.01.2003), paragraphs [0016] to [0018]; fig. 1 to 3 & EP 1271058 A2 & US 2003/0014975 A1 & CA 2392262 C	1-8

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
 "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
05 February, 2014 (05.02.14)

Date of mailing of the international search report
18 February, 2014 (18.02.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/050360

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2002-130675 A (Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co., Ltd.), 09 May 2002 (09.05.2002), paragraphs [0013] to [0015]; fig. 1 (Family: none)	1-8
A	JP 2010-236739 A (Hitachi, Ltd.), 21 October 2010 (21.10.2010), paragraphs [0018] to [0037]; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-8
P,X P,Y	JP 2013-190196 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 26 September 2013 (26.09.2013), paragraphs [0173], [0178] to [0198]; fig. 17 to 22 (Family: none)	1-3, 6-8 4-5

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F23R3/28(2006.01)i, F02C7/22(2006.01)i, F23R3/06(2006.01)i, F23R3/18(2006.01)i, F23R3/26(2006.01)i, F23R3/32(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F23R3/28, F02C7/22, F23R3/06, F23R3/18, F23R3/26, F23R3/32

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2014年
日本国実用新案登録公報	1996-2014年
日本国登録実用新案公報	1994-2014年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2006-78127 A（三菱重工業株式会社）2006.03.23, 段落【0006】-【0007】、【0016】-【0020】、【0026】、【0037】-【0044】、 【0050】-【0053】、図8-11B, 16A, 16B & US 2008/0184708 A1 & WO 2006/027989 A1 & DE 112005002065 T5 & CN 101023302 A	1-8
A	JP 2003-14232 A（三菱重工業株式会社）2003.01.15, 段落【0016】-【0018】、図1-3 & EP 1271058 A2 & US 2003/0014975 A1 & CA 2392262 C	1-8

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

05.02.2014

国際調査報告の発送日

18.02.2014

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

米澤 篤

3 T

4132

電話番号 03-3581-1101 内線 3395

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2002-130675 A (石川島播磨重工業株式会社) 2002. 05. 09, 段落【0013】 - 【0015】, 図 1 (ファミリーなし)	1-8
A	JP 2010-236739 A (株式会社日立製作所) 2010. 10. 21, 段落【0018】 - 【0037】, 図 1-2 (ファミリーなし)	1-8
P X P Y	JP 2013-190196 A (三菱重工業株式会社) 2013. 09. 26, 段落【0173】, 【0178】 - 【0198】, 図 17-22 (ファミリーなし)	1-3, 6-8 4-5