

(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
2018年8月30日(30.08.2018)



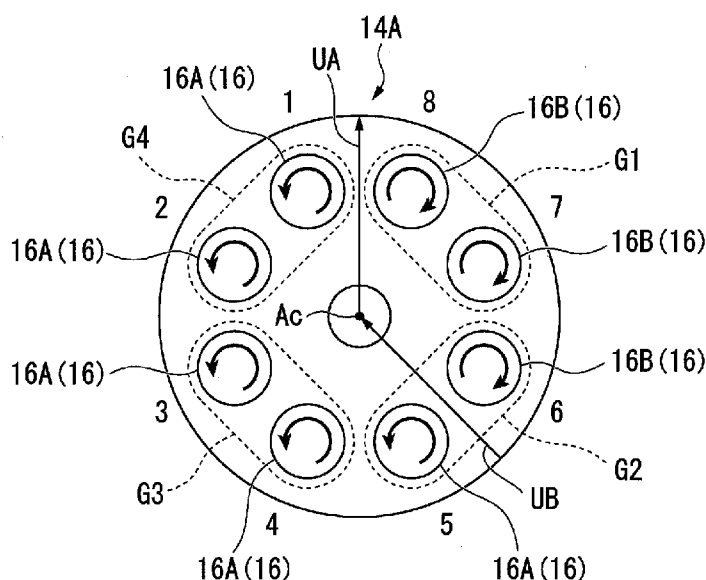
(10) 国際公開番号

WO 2018/155496 A1

- (51) 国際特許分類:
F23R 3/28 (2006.01) *F23R 3/32* (2006.01)
F23R 3/14 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/006243
- (22) 国際出願日: 2018年2月21日(21.02.2018)
- (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 2017-029640 2017年2月21日(21.02.2017) 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: 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).
齊藤 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).
- (74) 代理人: 松沼 泰史, 外 (MATSUNUMA Yasushi et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目 9 番 2 号 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, 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,

(54) Title: COMBUSTOR AND GAS TURBINE

(54) 発明の名称: 燃焼器及びガスタービン



(57) Abstract: A combustor equipped with, as main burners (16), first burners (16A) for circulating primary air and generating an air-fuel mixture, and second burners (16B) for circulating primary air in the direction opposite that of the first burners (16A) and generating an air-fuel mixture. A plurality of the main burners (16) are arranged at intervals in the circumferential direction, and the first burners (16A) and the second burners (16B) are arranged in a non-periodic pattern along the periphery in the circumferential direction.

[続葉有]

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, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (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:

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: 燃焼器は、一次空気を旋回させて混合気を生成する第一バーナー (16A) と、前記第一バーナー (16A) とは逆方向に一次空気を旋回させて混合気を生成する第二バーナー (16B) と、をメインバーナー (16) として備えている。前記メインバーナー (16) は、周方向に間隔をあけて複数配置され、前記周方向の全周に渡って非周期的な配置パターンで前記第一バーナー (16A) と前記第二バーナー (16B) とが配置されている。

明 細 書

発明の名称： 燃焼器及びガスタービン

技術分野

[0001] この発明は、燃焼器及びガスタービンに関する。

本願は、2017年2月21日に、日本に出願された特願2017-029640号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] ガスタービンの燃焼器においては、周方向に等間隔で並べられた同一形状の複数のメインバーナーを備えている場合がある。

特許文献1には、広範囲な燃焼火炎を形成して安定性と低エミッションを実現するために、燃料供給ノズルの後流における空気との混合通路形状を異ならせることで、大外径の短い火炎と、細長い火炎を形成させる技術が記載されている。

特許文献2には、中心軸線に平行に配置された旋回軸を有するスワラーを周方向に複数備える燃焼器において、隣り合うスワラーによる旋回流の外縁が合流する際に生じるせん断を減少させて、NO_xやCO排出の低減を図るために、各スワラーに対して、それぞれ隣り合うスワラーの旋回方向とは互いに反対方向となるような旋回流を与える技術が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：米国特許第6931853号明細書

特許文献2：米国特許第9500368号明細書

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 例えば、周方向に並んで配置された複数のメインバーナーによって形成される火炎が全て同じ特性の場合、周方向における火炎の形状が一様になり、火炎の軸方向長さも周方向で一様となる。

特許文献 2 に記載のメインバーナーは、周方向で隣接するメインバーナー同士で旋回方向が反対方向となるように配置されている。しかし、特許文献 2 に記載されたメインバーナーによって形成される火炎も、周方向で一様になってしまう。

このように周方向で一様な火炎が形成されると、メインバーナーに圧力変動が生じると、火炎が周方向で同じ変動を起こす。互いの火炎が同相で変動することで、燃焼器における発熱率の変動の振幅が大きくなり、燃焼振動が大きくなってしまう。

特許文献 1 に記載の燃焼器のように、火炎の形状を変化させるために外形が異なるメインバーナーを複数用いる場合、メインバーナーの製造に係る工数が増加してしまうという課題がある。

[0005] この発明は、メインバーナーの製造に係る工数が増加することを抑制しつつ、燃焼振動の発生を抑制することができる燃焼器及びガスタービンを提供する。

課題を解決するための手段

[0006] この発明の第一態様によれば、燃焼器は、一次空気を旋回させて混合気を生成するメインバーナーとしての第一バーナーと、前記第一バーナーとは逆方向に一次空気を旋回させて混合気を生成するメインバーナーとしての第二バーナーと、を備えている。前記メインバーナーは、周方向に間隔をあけて複数配置され、前記周方向の全周に渡って非周期的な配置パターンで前記第一バーナーと前記第二バーナーとが配置されている。

このように一次空気を旋回させる方向が互いに逆方向となる第一バーナーと第二バーナーとを周方向の全周に渡って非周期的に配置することで、周方向で一様な火炎となることを抑制できる。そのため、外形が異なる複数種のメインバーナーを用いる必要が無くなる。

したがって、メインバーナーの製造に係る工数が増加することを抑制しつつ、燃焼振動の発生を抑制することができる。

[0007] この発明の第二態様によれば、第一態様に係る第一バーナーと、第二バー

ナーとは、周方向で非対称な配置パターンで配置されていていてもよい。

第一バーナーと第二バーナーとを回転対称に配置しないため、周方向で一様な火炎となることを抑制できる。

[0008] この発明の第三態様によれば、第一態様に係る第一バーナーと、第二バーナーとは、複数の前記メインバーナーの全体の発熱率の重心位置が、前記周方向の中心位置からオフセットする配置パターンで配置されていていてもよい。

各メインバーナーによる火炎の発熱率を指標とした重心位置を、複数のメインバーナーの配置の中心位置からオフセットさせることで、周方向における火炎のバランスを崩して一様な火炎となることを抑制できる。

[0009] この発明の第四態様によれば、第一態様に係る第一バーナーと、第二バーナーとは、周方向における前記第一バーナーと前記第二バーナーとの境界に生じる径方向の流れの向きに応じた単位ベクトルをそれぞれ合成した合成ベクトルの大きさが前記単位ベクトルの大きさ以上となる配置パターンで配置されていていてもよい。

第一バーナーと第二バーナーとの周方向における配置パターンを、合成ベクトルの大きさが単位ベクトルの大きさ以上となる配置パターンとすることで、周方向における火炎のバランスを崩して一様な火炎となることを抑制できる。

[0010] この発明の第五態様によれば、第一態様に係る燃焼器において、周方向に間隔をあけて配置された複数の前記メインバーナーを、一または互いに周方向に隣接する複数のメインバーナーからなり、且つ、同数のメインバーナーからなる群に周方向に分割した場合に、少なくとも一つの前記群における第一バーナー及び第二バーナーの配置関係が、他の前記群と異なるようにしても良い。

このように構成することで、周方向において一様な火炎が形成されることを抑制できる。

[0011] この発明の第六態様によれば、ガスタービンは、第一から第五態様の何れか一つの態様に係る燃焼器を備えている。

このように構成することで、燃焼振動により運転状態が不安定になることを低減できる。

発明の効果

[0012] 上記燃焼器及びガスタービンによれば、メインバーナーの製造に係る工数が増加することを抑制しつつ、燃焼振動の発生を抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]この発明の第一実施形態におけるガスタービンの概略構成を示す図である。

[図2]この発明の第一実施形態における燃焼器の概略構成を示す図である。

[図3]この発明の第一実施形態におけるメインバーナーの配置を示す図である。

[図4]この発明の第一実施形態におけるメインバーナーの旋回方向を示す図である。

[図5]この発明の第一実施形態における発熱率の重心位置を示す図である。

[図6]この発明の第一実施形態における合成ベクトルを示す図である。

[図7]この発明の第二実施形態における図4に相当する図である。

[図8]この発明の第三実施形態における図4に相当する図である。

[図9]この発明の第四実施形態における図4に相当する図である。

[図10]左側の縦軸を発熱率重心と燃焼器中心との距離とし、右側の縦軸を合成ベクトルの大きさとし、横軸をケース番号としたグラフである。

発明を実施するための形態

[0014] (第一実施形態)

次に、この発明の第一実施形態における燃焼器及びガスタービンを図面に基づき説明する。

図1に示すように、ガスタービン1は、圧縮機2と、燃焼器3と、タービン4と、を備えている。

圧縮機2は、空気Aを圧縮して圧縮空気を生成する。燃焼器3は、燃料Fを圧縮機2で生成した圧縮空気中で燃焼させて高温高压の燃焼ガスを生成す

る。タービン４は、燃焼器３により生成された燃焼ガスにより駆動され、燃焼ガスのエネルギーを回転エネルギーに変換する。

[0015] 圧縮機２は、圧縮機ロータ６と、圧縮機ケーシング７と、を備えている。また、タービン４は、タービンロータ８と、タービンケーシング９と、を備えている。

圧縮機ロータ６とタービンロータ８とは、直列に配置されて回転軸線Ａｒを中心に回転する。タービンロータ８と圧縮機ロータ６とは一体に連結されている。これら圧縮機ロータ６とタービンロータ８とによってガスタービンロータ１０が構成されている。このガスタービンロータ１０には、例えば、発電機ＧＥＮのロータが連結されている。

[0016] 圧縮機ケーシング７は、圧縮機ロータ６を覆うとともに圧縮機ロータ６を回転可能に支持している。タービンケーシング９は、タービンロータ８を覆うとともにタービンロータ８を回転可能に支持している。圧縮機ケーシング７とタービンケーシング９とは連結されている。これら圧縮機ロータ６とタービンロータ８とによってガスタービンロータ１０が構成されている。このガスタービンケーシング１１には、燃焼器３が固定されている。

[0017] 図２に示すように、燃焼器３は、燃焼筒（又は尾筒）１３と、燃料噴出器１４Ａとを備えている。燃焼筒１３は、その内部で燃料Ｆを燃焼させる。燃焼筒１３は、この燃料Ｆを燃焼させた結果得られる燃焼ガスをタービン４に送る。燃料噴出器１４Ａは、燃焼筒１３内に燃料Ｆ及び圧縮空気Ａを噴出する。

[0018] 図３に示すように、燃料噴出器１４Ａは、パイロットバーナー１５と、メインバーナー１６と、バーナー保持筒１７と、を備えている。

パイロットバーナー１５は、燃焼器軸線Ａｃ上に配置され、燃料を拡散燃焼させる。このパイロットバーナー１５は、パイロットノズル１８と、パイロットバーナー筒１９と、パイロットスワラ（図示せず）と、を備えている。

[0019] パイロットノズル１８は、燃焼器軸線Ａｃを中心として軸線方向Ｄａに延

びるように形成されている。このパイロットノズル 18 は、例えば、その下流側端部に燃料噴射用の噴射孔 18 a を有している。

[0020] パイロットバーナー筒 19 は本体部 21 と、コーン部 22 と、を備えている。本体部 21 は、パイロットノズル 18 の外周を覆っている。コーン部 22 は、本体部 21 の下流側に配置されている。このコーン部 22 は、下流側に向かって次第に拡径するように形成されている。

[0021] パイロットスワラ（図示せず）は、軸線方向 D a でパイロットノズル 18 の噴射孔 18 a が形成されている位置よりも上流側に配置されている。このパイロットスワラ（図示せず）は、上流側から流れてきた圧縮空気（一次空気）A を、燃焼器軸線 A c を旋回中心にして旋回させる。パイロットスワラ（図示せず）は、パイロットバーナー筒 19 の本体部 21 の内周面から径方向内側に延びている。これらパイロットスワラ（図示せず）は、例えば、周方向に間隔をあけて複数形成されている。

[0022] 圧縮機 2 で圧縮された圧縮空気 A は、上流側からパイロットバーナー 15 のパイロットバーナー筒 19 内に流入する。燃料は、パイロットノズル 18 の噴射孔 18 a から噴射される。この燃料は、パイロットスワラ（図示せず）により旋回成分を付与された圧縮空気 A と共に、パイロットバーナー筒 19 から燃焼筒 13 に向けて噴出され、燃焼筒 13 内で拡散燃焼する。

[0023] メインバーナー 16 は、複数設けられている。これらメインバーナー 16 は、パイロットバーナー 15 の外周を囲むように配置されている。これらメインバーナー 16 は、燃料を予混合燃焼させる。これらメインバーナー 16 は、燃焼器軸線 A c を中心とした周方向に間隔をあけて配置されている。より具体的には、メインバーナー 16 は、燃焼器軸線 A c を中心とした周方向に等間隔に配置されている。

メインバーナー 16 は、メインノズル 23 と、メインバーナー筒 24 と、メインスワラ 25 と、を備えている。

メインノズル 23 は、燃焼器軸線 A c と平行に延びている。これらメインノズル 23 は、燃料噴射用の噴射孔 23 a を、例えば、その外周面に有して

いる。

[0024] メインバーナー筒 24 は、メインノズル 23 の外周を覆っている。図 3 に例示するメインバーナー筒 24 は、燃焼器軸線 A c を中心とした径方向において内側に配置されている部分が、パイロットバーナー筒 19 の一部を兼ねている。

メインスワラ 25 は、上流側から流れてきた圧縮空気（一次空気）A を、メインノズル 23 を旋回中心にして旋回させる。メインスワラ 25 は、メインバーナー筒 24 の内周面からメインノズル 23 に向かって延びている。メインスワラ 25 は、複数設けられたメインバーナー 16 にそれぞれ設けられている。メインスワラ 25 は、それぞれメインノズル 23 を中心とした周方向に間隔をあけて複数設けられている。

[0025] バーナー保持筒 17 は、上述したパイロットバーナー 15 及びメインバーナー 16 を保持している。より具体的には、バーナー保持筒 17 は、複数のメインバーナー 16 がパイロットバーナー 15 の外周を囲むように、パイロットバーナー 15 及びメインバーナー 16 を保持している。

[0026] 圧縮機 2 で圧縮された圧縮空気 A は、上流側からメインバーナー 16 のメインバーナー筒 24 内に流入する。燃料 F は、メインノズル 23 の噴射孔 23 a から噴射される。この燃料 F は、メインスワラ 25 により旋回成分を付与された圧縮空気 A と混合される。メインスワラ 25 は、圧縮空気 A に燃料 F が噴射された後に、旋回成分を付与するようにしてもよい。これら燃料と圧縮空気 A とが混合された予混合気体は、燃焼筒 13 に向けて噴出され、燃焼筒 13 内で予混合燃焼する。

[0027] 図 4 に示すように、燃料噴出器 14 は、メインスワラ 25 による旋回方向が互いに逆方向となるメインバーナー 16 としての第一バーナー 16 A と、メインバーナー 16 としての第二バーナー 16 B と、を備えている。これら第一バーナー 16 A と第二バーナー 16 B とは、旋回方向が互いに逆方向である点を除いて、同一の構成となっている。図 4 において、パイロットバーナー 15 の図示を省略している。この実施形態で用いるメインバーナー 16

は、第一バーナー 16 A と、第二バーナー 16 B との二種類のみである。

[0028] この第一実施形態における第一バーナー 16 A は、燃焼筒 13 側から見て旋回方向が左回りになっている。この第一実施形態における第二バーナー 16 B は、燃焼筒 13 側から見て旋回方向が右回りになっている。この第一実施形態における燃料噴出器 14 A は、5 つの第一バーナー 16 A が周方向に連続して配置されている。この第一実施形態における燃料噴出器 14 A は、3 つの第二バーナー 16 B が周方向に連続して配置されている。図 4 に示す燃料噴出器 14 A は、8 つのメインバーナー 16 を備える場合を示しているが、メインバーナー 16 の数は、複数であればよく、例えば、9 つ以上や、7 つ以下であっても良い。図 4 において、周方向の 8 つのメインバーナー 16 の位置をそれぞれ配置番号「1」から「8」で示している。

[0029] 第一バーナー 16 A と第二バーナー 16 B とは、燃料噴出器 14 A において、周方向の全周に渡って非周期的な配置パターンで配置されている。ここで、「周期的な配置パターン」とは、燃焼器軸線 A c を中心として周方向に一周する間に、第一バーナー 16 A と第二バーナー 16 B との配置されている順序のパターンが同一のパターンのみで繰り返されることである。周期的な場合の一例としては、第一バーナー 16 A と第二バーナー 16 B とが周方向に交互に配置されている場合や、第一バーナー 16 A のみが配置される場合や、第二バーナー 16 B のみが配置される場合などを挙げることができる。

つまり、この第一実施形態の燃料噴出器 14 A におけるメインバーナー 16 の配置パターンは、燃焼器軸線 A c を中心として周方向に一周する間に、第一バーナー 16 A と第二バーナー 16 B との配置されている順序のパターンが同一のパターンのみで繰り返されていない。

[0030] 第一バーナー 16 A と第二バーナー 16 B とは、燃料噴出器 14 A において燃焼器軸線 A c を中心とした周方向で非対称な配置パターンで配置されている。この周方向で非対称な配置パターンとは、いわゆる回転対称となるような順序で第一バーナー 16 A と第二バーナー 16 B とが配置されていない

ことを意味している。以下の実施形態の説明においては、第一バーナー 16 A と第二バーナー 16 B との配置パターンの非周期性の指標の一例として、発熱率重心と合成ベクトルとを用いているが、発熱率重心と合成ベクトルとの何れか一方だけ用いても良い。

[0031] 第一バーナー 16 A と第二バーナー 16 B とは、燃料噴出器 14 A において、複数のメインバーナー 16 の全体の発熱率の重心位置 g （図 5 参照）が、周方向の中心位置である燃焼器軸線 A c からオフセットする配置パターンで配置されている。燃焼器軸線 A c を中心とした周方向で全てのメインバーナー 16 が第一バーナー 16 A である場合、燃焼器軸線 A c を中心とした周方向で全てのメインバーナー 16 が第二バーナー 16 B である場合、及び、第一バーナー 16 A と第二バーナー 16 B とが燃焼器軸線 A c を中心とした周方向で交互に配置されている場合には、全周で発熱率がバランスされる。そのため、発熱率の重心位置 g と燃焼器軸線 A c とは実質的に一致する。

[0032] 図 5 において「8-1」、「1-2」、「2-3」、「3-4」、「4-5」、「5-6」、「6-7」は、それぞれ図 4 に示すメインバーナー 16 の配置番号に対応した位置である。一例を示すと、「8-1」は、メインバーナー 16 の位置「1」と「8」の間の位置を示している。

[0033] 第一実施形態の燃料噴出器 14 A の第二バーナー 16 B は、周方向に 3 つ連続して配置されている。燃料噴出器 14 A の第一バーナー 16 A は、周方向に 5 つ連続して配置されている。そのため、図 5 に示すように、この燃料噴出器 14 A の発熱率は、周方向に偏りが生じて位置「8-1」で外側にオフセットしている。この発熱率の偏りは、周方向で隣り合う第一バーナー 16 A と第二バーナー 16 B との境界におけるスワールの向きに起因するものと考えられる。この燃料噴出器 14 A の発熱率の重心位置 g は、燃焼器軸線 A c から位置「8-1」の外側にオフセットしている。ここで、図 5 において、燃焼器軸線 A c を中心とした周方向の全周に第一バーナー 16 A が設けられている場合（後述するケース 0 の場合）、この周方向の全周に渡って発熱率が「1」となる（図 5 中、実線で示す）。この場合、発熱率の重心位置

g は、燃焼器軸線 A c と重なる。燃焼器軸線 A c を中心とした径方向において、外側に向かうスワールが強い場合は、発熱率を 1.5 とし、径方向内側に向かうスワールが強い場合は、発熱率を 0.5 としている（図 5 中、破線で示す）。

[0034] 燃料噴出器 14 A の第一バーナー 16 A と第二バーナー 16 B とは、単位ベクトルの大きさ以上の合成ベクトルとなる配置パターンで配置されている。ここで、単位ベクトルとは、燃焼器軸線 A c を中心とした周方向における第一バーナー 16 A と第二バーナー 16 B との境界に生じる径方向の流れの向きに応じたベクトルである。合成ベクトルとは、燃料噴出器 14 A において、単位ベクトルをそれぞれ合成したベクトルである。

つまり、燃焼器軸線 A c を中心とした周方向における第一バーナー 16 A と第二バーナー 16 B との境界に生じる径方向の流れの向きに応じた単位ベクトルをそれぞれ合成した合成ベクトルの大きさが、単位ベクトルの大きさ以上となる配置パターンで、第一バーナー 16 A と第二バーナー 16 B とが配置されている。

[0035] 例えば、隣り合うメインバーナー 16 の旋回方向が同一の場合、隣り合うメインバーナー 16 の境界において互いの旋回流同士が打ち消し合うように作用するので、径方向の流れは実質的に生じないものとする。隣り合うメインバーナー 16 の旋回方向が逆方向の場合、隣り合うメインバーナー 16 の境界において互いの旋回流が径方向で同一の方向に向かう。つまり、第一バーナー 16 A と第二バーナー 16 B との境界には、燃焼器軸線 A c を中心とした径方向で内側又は外側に向かう流れが生じる。この境界に生じる径方向の流れを大きさ「1」の単位ベクトルで表すと、図 4 に示すような径方向外側に向かう単位ベクトル U A と、径方向内側に向かう単位ベクトル U B とを描くことができる。

[0036] 図 6 に示すように、この第一実施形態における燃料噴出器 14 A は、燃焼器軸線 A c の位置を原点である (0, 0) 座標とすると、単位ベクトル U A は、(0, 0) 座標から (0, 1) 座標に至る。単位ベクトル U B は、(一

0.71, 0.71) 座標から (0, 0) 座標に至る。これら単位ベクトル U_A , U_B の和 (以下、合成ベクトル S_V と称する) の大きさは、1.8 程度となる。すなわち、単位ベクトル U_A , U_B の合成ベクトル S_V の大きさは、1 以上となっている。

[0037] 燃料噴出器 14 A において、例えば、周方向に間隔をあけて配置された複数のメインバーナー 16 を、周方向に分割して、互いに周方向に隣接する複数のメインバーナー 16 からなり、且つ、同数のメインバーナー 16 からなる「群」にする。この場合、この発明の第一実施形態における燃料噴出器 14 A は、少なくとも一つの群における第一バーナー 16 A 及び第二バーナー 16 B の周方向の配置順 (配置関係) が、他の群と異なるようになっている。

[0038] 図 4 に示すように、この第一実施形態の燃料噴出器 14 A は、周方向に隣接する 2 つのメインバーナー 16 を一つの群とすると、周方向に 4 つの群が設定できる。この場合、周方向のうち一方向 (例えば、右回り) で見ると、メインバーナー 16 の配置番号で「8」及び「7」の 2 つの第二バーナー 16 B からなる第一群 G1 と、配置番号「6」及び「5」の一つの第二バーナー 16 B と一つの第一バーナー 16 A とからなる第二群 G2 と、が設定できる。さらに、メインバーナー 16 の配置番号で「4」及び「3」の 2 つの第一バーナー 16 A のみからなる第三群 G3 と、配置番号「2」及び「1」の 2 つの第一バーナー 16 A のみからなる第四群 G4 と、が設定できる。第一群 G1 は、第二群 G2 から第四群 G4 の何れに対しても周方向の第一バーナー 16 A と第二バーナー 16 B との配置順が異なっている。群として組み合わせるメインバーナー 16 は、上述した配置番号のものに限られない。各群は、例えば、メインバーナー 16 の配置番号で「7」を周方向の始点として、配置番号「7」と「6」、「5」と「4」、「3」と「2」、「1」と「8」等により構成しても同様である。

[0039] この第一実施形態の燃料噴出器 14 A は、8 つのメインバーナー 16 を有しているため、複数のメインバーナー 16 を周方向に等分できる個数は、2

個又は4個である。図示は省略するが、4個の場合も2個の場合と同様に、それぞれの群における第一バーナー16Aと第二バーナー16Bの配置順は異なるものとなる。なお、一つの群は、一つのメインバーナー16からなるようにしてもよい。

[0040] 第一実施形態によれば、燃焼器軸線Acを中心とする周方向の全周に渡って非周期的な配置パターンで第一バーナー16Aと第二バーナー16Bとが配置されている。

これにより、燃料噴出器14Aは、外形が異なる複数種のメインバーナーを用いずに、周方向で一様ではない火炎を形成することができる。

その結果、メインバーナー16の製造に係る工数が増加することを抑制しつつ、燃焼振動の発生を抑制することができる。

[0041] また、第一バーナー16Aと第二バーナー16Bとを回転対称に配置しないため、火炎が周方向で一様になることを抑制できる。

[0042] さらに、各メインバーナー16による火炎の発熱率を指標とした重心位置gが、複数のメインバーナー16の配置の中心位置である燃焼器軸線Acからオフセットしていることで、周方向における火炎のバランスを崩して一様な火炎となることを抑制できる。

[0043] また、第一バーナー16Aと第二バーナー16Bとの周方向における配置パターンが、合成ベクトルSVの大きさを単位ベクトルUAの大きさ以上とする配置パターンであるので、周方向における火炎のバランスを崩して一様な火炎となることを抑制できる。

[0044] さらに、周方向に間隔をあけて配置された複数のメインバーナー16を、一または互いに周方向に隣接する複数のメインバーナー16からなり、且つ、同数のメインバーナー16からなる群に周方向に分割した場合に、少なくとも一つの群における第一バーナー16A及び第二バーナー16Bの配置関係が、他の群と異なるようにしている。そのため、周方向において一様な火炎が形成されることを抑制できる。

[0045] (第二実施形態)

この発明の第二実施形態を図面にに基づき説明する。この第二実施形態は、上述した第一実施形態に対してメインバーナーの配置パターンを変化させたものである。そのため、第一実施形態と同一部分に同一符号を付して説明するとともに、重複する説明を省略する。

[0046] 図7に示すように、この第二実施形態における燃料噴出器14Bは、上述した第一実施形態の燃料噴出器14Aと同様に、複数のメインバーナー16として第一バーナー16Aと、第二バーナー16Bと、を備えている。これら第一バーナー16Aと第二バーナー16Bとは、旋回方向が互いに逆方向である点を除いて、同一の構成となっている。

[0047] この第二実施形態における燃料噴出器14Bの第一バーナー16Aは、周方向に6つ連続して配置されている。燃料噴出器14Bの第二バーナー16Bは、周方向に2つ連続して配置されている。図7に示す燃料噴出器14Bは、図4と同様に、8つのメインバーナー16を備える場合を示しているが、メインバーナー16の数は、複数であればよく、例えば、9つ以上や、7つ以下であっても良い。

[0048] 燃料噴出器14Bは、燃料噴出器14Aと同様に、周方向の全周に渡って非周期的な配置パターンで第一バーナー16Aと第二バーナー16Bとが配置されている。

燃料噴出器14Bは、さらに、第一バーナー16Aと第二バーナー16Bとが、燃焼器軸線Acを中心とした周方向で非対称な配置パターン（回転対称ではない配置パターン）で配置されている。

[0049] 燃料噴出器14Bは、第一実施形態の燃料噴出器14Aと同様に、その発熱率の重心位置gが、燃焼器軸線Acからオフセットしている。

第一実施形態の燃料噴出器14Aと同様に、周方向における第一バーナー16Aと第二バーナー16Bとの境界に生じる径方向の流れの向きに応じた単位ベクトルUA、UBをそれぞれ合成した合成ベクトルSVの大きさが単位ベクトルUA（又はUB）の大きさ以上となる配置パターンで、燃料噴出器14Bのメインバーナー16（第一バーナー16A、第二バーナー16B

）が配置されている。

[0050] 燃料噴出器 14 B は、周方向に隣接する 2 つのメインバーナー 16 を一つの群とすると、周方向に 4 つの群が設定できる。この場合、周方向のうち一方向（例えば、右回り）で見ると、2 つの第二バーナー 16 B からなる第一群 G 1 と、二つの第一バーナー 16 A からなる第二群 G 2 から第四群 G 4 と、が設定できる。第一群 G 1 は、第二群 G 2 から第四群 G 4 の何れに対しても周方向の第一バーナー 16 A と第二バーナー 16 B との配置順が異なっている。この第二実施形態の燃料噴出器 14 B も、第一実施形態と同様に、8 つのメインバーナー 16 を有している。つまり、複数のメインバーナー 16 を周方向に等分できる個数は、2 個又は 4 個である。

[0051] 上述した第二実施形態によれば、第一実施形態と同様に、第一バーナー 16 A と第二バーナー 16 B とが、燃焼器軸線 A c を中心とする周方向の全周に渡って非周期的な配置パターンで配置されている。

これにより、燃料噴出器 14 B は、外形が異なる複数種のメインバーナーを用いずに、周方向で一様ではない火炎を形成することができる。

その結果、メインバーナー 16 の製造に係る工数が増加することを抑制しつつ、燃焼振動の発生を抑制することができる。

[0052] また、第一バーナー 16 A と第二バーナー 16 B とを回転対称に配置しないため、火炎が、周方向で一様になることを抑制できる。

[0053] さらに、各メインバーナー 16 による火炎の発熱率を指標とした重心位置 g が、複数のメインバーナー 16 の配置の中心位置である燃焼器軸線 A c からオフセットしている。そのため、周方向における火炎のバランスを崩して、火炎が、周方向において一様になることを抑制できる。

[0054] また、第一バーナー 16 A と第二バーナー 16 B との周方向における配置パターンが、合成ベクトル S V の大きさが単位ベクトル U A（又は、U B）の大きさ以上となる配置パターンである。そのため、周方向における火炎のバランスを崩して、火炎が、周方向において一様になることを抑制できる。

[0055] さらに、周方向に間隔をあけて配置された複数のメインバーナー 16 を、

一または互いに周方向に隣接する複数のメインバーナー 16 からなり、且つ、同数のメインバーナー 16 からなる群に周方向に分割した場合に、少なくとも一つの群における第一バーナー 16 A 及び第二バーナー 16 B の配置関係が、他の群と異なるようにしている。そのため、火炎が、周方向において一様に形成されることを抑制できる。

[0056] (第三実施形態)

この発明の第三実施形態を図面に基づき説明する。この第三実施形態は、第二実施形態と同様に、上述した第一実施形態に対してメインバーナーの配置パターンを変化させたものである。そのため、上述した第一実施形態と同一部分に同一符号を付して説明するとともに、重複する説明を省略する。

[0057] 図 8 に示すように、第三実施形態における燃料噴出器 14 C は、上述した第一実施形態の燃料噴出器 14 A と同様に、複数のメインバーナー 16 として第一バーナー 16 A と、第二バーナー 16 B と、を備えている。これら第一バーナー 16 A と第二バーナー 16 B とは、旋回方向が互いに逆方向である点を除いて、同一の構成となっている。

[0058] 第三実施形態における燃料噴出器 14 C の第一バーナー 16 A は、周方向に 4 つ連続して配置されている。この燃料噴出器 14 C の第二バーナー 16 B は、周方向に 4 つ連続して配置されている。図 8 に示す燃料噴出器 14 C は、図 4 と同様に、8 つのメインバーナー 16 を備える場合を示しているが、メインバーナー 16 の数は、複数であればよく、例えば、9 つ以上や、7 つ以下であっても良い。

[0059] 燃料噴出器 14 C の第一バーナー 16 A と第二バーナー 16 B とは、燃料噴出器 14 A と同様に、周方向の全周に渡って非周期的な配置パターンで配置されている。

ここで、第三実施形態の第一バーナー 16 A と第二バーナー 16 B との配置パターンは、一見すると周期的な配置パターンであるように見える。しかし、ここで言う周期的な配置パターンとは、周方向で第一バーナー 16 A と第二バーナー 16 B とが隣り合う配置パターンにおいて、例えば、周方向で

第一バーナー 16 A、第二バーナー 16 B の順、又は、第二バーナー 16 B、第一バーナー 16 A の順の何れかの配置パターンが周方向に一周する間に 2 回以上現れる配置パターンを意味する。

[0060] 燃料噴出器 14 B の第一バーナー 16 A と第二バーナー 16 B とは、燃焼器軸線 A c を中心とした周方向で非対称な配置パターン（回転対称ではない配置パターン）で配置されている。

燃料噴出器 14 B の発熱率の重心位置 g は、第一実施形態の燃料噴出器 14 A と同様に、燃焼器軸線 A c からオフセットしている。

図示は省略するが、燃料噴出器 14 C において、周方向における第一バーナー 16 A と第二バーナー 16 B との境界に生じる径方向の流れの向きに応じた単位ベクトル U_A 、 U_B をそれぞれ合成した合成ベクトル S_V の大きさは、単位ベクトル U_A （又は、 U_B ）の大きさ以上となっている。つまり、燃料噴出器 14 C のメインバーナー 16（第一バーナー 16 A、第二バーナー 16 B）は、単位ベクトル U_A （又は U_B ）の大きさ以上の合成ベクトル S_V になる配置パターンで配置されている。なお、この第三実施形態における合成ベクトル S_V の大きさは、単位ベクトル U_A （又は、 U_B ）に対して 2 倍の大きさとなっている。

[0061] 燃料噴出器 14 B は、周方向に隣接する 2 つのメインバーナー 16 を一つの群とすると、周方向に 4 つの群が設定できる。この場合、周方向のうち一方向（例えば、右回り）で見ると、メインバーナー 16 の配置位置が「1」と「8」の 1 つの第一バーナー 16 A と一つの第二バーナー 16 B とからなる第一群 G 1 と、二つの第一バーナー 16 A からなる第二群 G 2 と、一つの第二バーナー 16 B と一つの第一バーナー 16 A とからなる第三群 G 3 と、二つの第一バーナー 16 A からなる第四群 G 4 と、が設定できる。第一群 G 1 は、第二群 G 2 から第四群 G 4 の何れに対しても周方向の第一バーナー 16 A と第二バーナー 16 B との配置順が異なっている。この第三実施形態の燃料噴出器 14 C も、第一実施形態と同様に、8 つのメインバーナー 16 を有している。つまり、複数のメインバーナー 16 を周方向に等分できる個数

は、2個又は4個である。

[0062] 上述した第三実施形態によれば、第一実施形態と同様に、燃焼器軸線A cを中心とする周方向の全周に渡って非周期的な配置パターンで第一バーナー16 Aと第二バーナー16 Bとが配置されている。

これにより、燃料噴出器14 Cは、外形が異なる複数種のメインバーナーを用いずに、周方向で一様ではない火炎を形成することができる。

その結果、メインバーナー16の製造に係る工数が増加することを抑制しつつ、燃焼振動の発生を抑制することができる。

[0063] また、第一バーナー16 Aと第二バーナー16 Bとを回転対称に配置しないため、火炎が、周方向で一様になることを抑制できる。

[0064] さらに、各メインバーナー16による火炎の発熱率を指標とした重心位置gを、複数のメインバーナー16の配置の中心位置である燃焼器軸線A cからオフセットしているため、周方向における火炎のバランスを崩して、火炎が、一様になることを抑制できる。

[0065] また、第一バーナー16 Aと第二バーナー16 Bとの周方向における配置パターンを、合成ベクトルS Vの大きさが単位ベクトルU A（又は、U B）の大きさ以上となる配置パターンとすることで、周方向における火炎のバランスを崩して、火炎が、一様になることを抑制できる。

[0066] さらに、周方向に間隔をあけて配置された複数のメインバーナー16を、一または互いに周方向に隣接する複数のメインバーナー16からなり、且つ、同数のメインバーナー16からなる群に周方向に分割した場合に、少なくとも一つの群における第一バーナー16 A及び第二バーナー16 Bの配置関係が、他の群と異なるようにしている。そのため、火炎が、周方向において一様に形成されることを抑制できる。

[0067] （第四実施形態）

次に、この発明の第四実施形態を図面に基づき説明する。この第四実施形態は、上述した第一実施形態に対してメインバーナーの配置パターンを変化させたものである。第四実施形態は、合成ベクトルの大きさが「1」未満に

なる点で第一実施形態と異なる。そのため、上述した第一実施形態と同一部分に同一符号を付して説明するとともに、重複する説明を省略する。

[0068] 図9に示すように、この第四実施形態における燃料噴出器14Dは、上述した第一実施形態の燃料噴出器14Aと同様に、複数のメインバーナー16として第一バーナー16Aと、第二バーナー16Bと、を備えている。これら第一バーナー16Aと第二バーナー16Bとは、旋回方向が互いに逆方向である点を除いて、同一の構成となっている。

[0069] この第四実施形態における燃料噴出器14Dは、7つの第一バーナー16Aが周方向に連続して配置されるとともに、1つの第二バーナー16Bが配置されている。つまり、周方向に配置された複数のメインバーナー16のうち、一つだけ第二バーナー16Bとされ、他の全てが第一バーナー16Aとなっている。図9に示す燃料噴出器14Dは、図4と同様に、8つのメインバーナー16を備える場合を示している。しかし、メインバーナー16の数は、複数であればよく、例えば、9つ以上や、7つ以下であっても良い。

[0070] 燃料噴出器14Dの第一バーナー16Aと第二バーナー16Bとは、燃料噴出器14Aと同様に、周方向の全周に渡って非周期的な配置パターンで配置されている。

さらに、燃料噴出器14Dの第一バーナー16Aと第二バーナー16Bとは、燃焼器軸線Acを中心とした周方向で非対称な配置パターン（回転対称ではない配置パターン）で配置されている。

[0071] また、燃料噴出器14Dの発熱率の重心位置gは、第一実施形態の燃料噴出器1・BR>SAと同様に、燃焼器軸線Acからオフセットしている。

[0072] さらに、燃料噴出器14Dは、周方向に隣接する2つのメインバーナー16を一つの群とすると、周方向に4つの群が設定できる。この場合、周方向のうち一方向（例えば、右回り）で見ると、一つの第二バーナー16Bと一つの第一バーナー16Aとからなる第一群G1（メインバーナー16の配置番号「8」及び「7」）と、二つの第一バーナー16Aからなる第二群G2から第四群G4（メインバーナー16の配置番号「6」及び「5」, 「4」

及び「3」、「2」及び「1」)と、が設定できる。そして、第一群G1は、第二群G2から第四群G4の何れに対しても周方向における第一バーナー16Aと第二バーナー16Bとの配置順が異なっている。この第四実施形態の燃料噴出器14Dも、第一実施形態と同様に、8つのメインバーナー16を有している。つまり、複数のメインバーナー16を周方向に等分できる個数は、2個又は4個である。

[0073] 上述した第四実施形態によれば、第一実施形態と同様に、燃焼器軸線Acを中心とする周方向の全周に渡って非周期的な配置パターンで第一バーナー16Aと第二バーナー16Bとが配置されている。

これにより、燃料噴出器14Dは、外形が異なる複数種のメインバーナーを用いずに、周方向で一様ではない火炎を形成することができる。

その結果、メインバーナー16の製造に係る工数が増加することを抑制しつつ、燃焼振動の発生を抑制することができる。

[0074] また、第一バーナー16Aと第二バーナー16Bとを回転対称に配置しないため、火炎が、周方向で一様になることを抑制できる。

[0075] さらに、各メインバーナー16による火炎の発熱率を指標とした重心位置gが、複数のメインバーナー16の配置の中心位置である燃焼器軸線Acからオフセットしている。そのため、周方向における火炎のバランスを崩して、火炎が、一様になることを抑制できる。

[0076] さらに、周方向に間隔をあけて配置された複数のメインバーナー16を、一または互いに周方向に隣接する複数のメインバーナー16からなり、且つ、同数のメインバーナー16からなる群に周方向に分割した場合に、少なくとも一つの群における第一バーナー16A及び第二バーナー16Bの配置関係が、他の群と異なるようにしている。そのため、火炎が、周方向において一様に形成されることを抑制できる。

実施例

[0077] 次に、上述した各実施形態の燃料噴出器を有する燃焼器の実施例について説明する。

以下の表に示すケース 1 からケース 22 まで、第一バーナー 16 A 及び第二バーナー 16 B が配置される配置パターンについて、それぞれ発熱率の重心（発熱率重心）と、合成ベクトルの大きさを求めるとともに、燃焼振動の大きさを求めた。以下の表において、各列における最も上に記載した「1」から「8」の数字は、上述した各実施形態の周方向におけるメインバーナー 16 の位置に対応している。以下の表において最も左側に記載された「逆旋回本数」とは、一つの燃料噴出器における第二バーナー 16 B の本数である。また、「発熱率重心」は、燃焼器軸線 A c から発熱率重心までの距離を示したものある。発熱率重心を計算する際、径方向外側に向かうスワールが強い場合は、発熱率を 1.5 とし、径方向内側に向かうスワールが強い場合は、発熱率を 0.5 としている。

[0078] [表1]

逆旋回 本数	ケース	1	2	3	4	5	6	7	8	発熱率 重心
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0000
1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0.0478
2	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0.0884
	3	0	0	0	0	0	1	0	1	0.0676
	4	0	0	0	0	1	0	0	1	0.0366
	5	0	0	0	1	0	0	0	1	0.0000
3	6	0	0	0	0	0	1	1	1	0.1155
	7	0	0	0	0	1	0	1	1	0.0829
	8	0	0	0	0	1	1	0	1	0.0829
	9	0	0	0	1	0	0	1	1	0.0478
	10	0	0	0	1	0	1	0	1	0.0478
	11	0	0	0	1	1	0	0	1	0.0478
	12	0	0	1	0	0	1	0	1	0.0198
4	13	0	0	0	0	1	1	1	1	0.1250
	14	0	0	0	1	0	1	1	1	0.0884
	15	0	0	0	1	1	0	1	1	0.0676
	16	0	0	0	1	1	1	0	1	0.0884
	17	0	0	1	0	0	1	1	1	0.0676
	18	0	0	1	0	1	0	1	1	0.0366
	19	0	0	1	0	1	1	0	1	0.0518
	20	0	0	1	1	0	0	1	1	0.0000
	21	0	0	1	1	0	1	0	1	0.0366
	22	0	1	0	1	0	1	0	1	0.0000

[0079] (実施例)

この表において、上述した第一実施形態の燃料噴出器 14 A におけるメインバーナー 16 の配置は、ケース「6」である。第二実施形態の燃料噴出器 14 B におけるメインバーナー 16 の配置は、ケース「2」である。第三実施形態の燃料噴出器 14 C におけるメインバーナー 16 の配置は、ケース「13」である。第四実施形態の燃料噴出器 14 D におけるメインバーナー 16 の配置は、ケース「1」である。

この表において、第一バーナー 16 A が配置されている場合は「0」で示し、第二バーナー 16 B が配置されている場合は「1」で示している。

[0080] (比較例)

上記の表におけるケース「0」、ケース「5」、ケース「20」、ケース「22」は、それぞれ周方向の全周に渡って周期的な配置パターンで第一バーナー 16 A と第二バーナー 16 B とが配置されている。

[0081] (発熱率重心)

比較例であるケース「0」、ケース「5」、ケース「20」、ケース「22」の発熱率重心の値は、何れも「0.0000」となった。

その一方で、比較例を除く全てのケースについては、発熱率重心の値が「0.0000」よりも大きくなっている。

[0082] (合成ベクトルの大きさ)

図 10 において、実線は、発熱率重心の値を示している。図 10 において、破線は、合成ベクトルの大きさを示している。図 10 において、横軸の左端部がケース「0」であり、右端部がケース「22」である。つまり、横軸においてケース番号は、右側に向かうほど大きくなっている。図 10 中、水平方向に延びる太い実線は、これら発熱率重心の値と合成ベクトルの大きさとの基準値の一例である。

[0083] 図 10 に示すように、合成ベクトルの大きさ（破線）は、発熱率重心の値（実線）と相関があることが分かる。これら合成ベクトルの大きさと発熱率重心の値とは、上述した第一、第二、第三実施形態に対応するケース「2」

、「６」、「１３」において、特に高い数値となっている。これらケース「２」、「６」、「１３」よりも低い数値ではあるものの、第四実施形態に対応するケース「１」の場合も、合成ベクトルの大きさ、及び発熱率重心の値は、「０」よりも十分に高い値となっている。

[0084] 燃焼振動による圧力変動の値をシミュレーション計算により検証したところ、ケース「１」、「２」、「６」、「１３」において、それぞれケース「０」よりも燃焼振動が低減される傾向が確認された。

これらケース「１」、「２」、「６」、「１３」は、何れも、第一バーナー１６Ａと第二バーナー１６Ｂとの配置が非周期的であるとともに回転対称ではなく、さらにそれぞれの発熱率重心の値と合成ベクトルの大きさとが、ケース「０」の場合よりも大きくなっている。特に、ケース「２」、「６」において、燃焼振動の低減が顕著となった。

つまり、第一バーナー１６Ａと第二バーナー１６Ｂとの配置パターンの非周期性と、燃焼振動の低減との間に相関があることが確認された。

[0085] この発明は上述した各実施形態の構成に限られるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で設計変更可能である。

例えば、第一実施形態から第四実施形態の配置パターンに限られない。すなわち、ケース「１」、「２」、「６」、「１３」の配置パターンに限られない。ケース「０」、ケース「５」、ケース「２０」、ケース「２２」を除く他のケース（配置パターン）であれば、ケース「１」、「２」、「６」、「１３」以外の配置パターンであっても良い。

産業上の利用可能性

[0086] この発明は、燃焼器及びガスタービンに適用できる。この発明によれば、メインバーナーの製造に係る工数が増加することを抑制しつつ、燃焼振動の発生を抑制することができる。

符号の説明

[0087] １ ガスタービン

２ 圧縮機

- 3 燃焼器
- 4 燃焼ガスをタービン
- 4 タービン
- 6 圧縮機ロータ
- 7 圧縮機ケーシング
- 8 タービンロータ
- 9 タービンケーシング
- 10 ガスタービンロータ
- 11 ガスタービンケーシング
- 13 燃焼筒
- 14 A, 14 B, 14 C, 14 D 燃料噴出器
- 15 パイロットバーナー
- 16 メインバーナー
- 16 A 第一バーナー
- 16 B 第二バーナー
- 17 バーナー保持筒
- 18 パイロットノズル
- 18 a 燃料噴射用の噴射孔
- 19 パイロットバーナー筒
- 21 本体部
- 22 コーン部
- 23 メインノズル
- 23 a 燃料噴射用の噴射孔
- 24 メインバーナー筒
- 25 メインスワラ
- A 圧縮空気（一次空気）
- A c 燃焼器軸線
- A r 回転軸線

D a 軸線方向

F 燃料

g 重心位置

G 1 第一群

G 2 第二群

G 3 第三群

G 4 第四群

G E N 発電機

S V 合成ベクトル

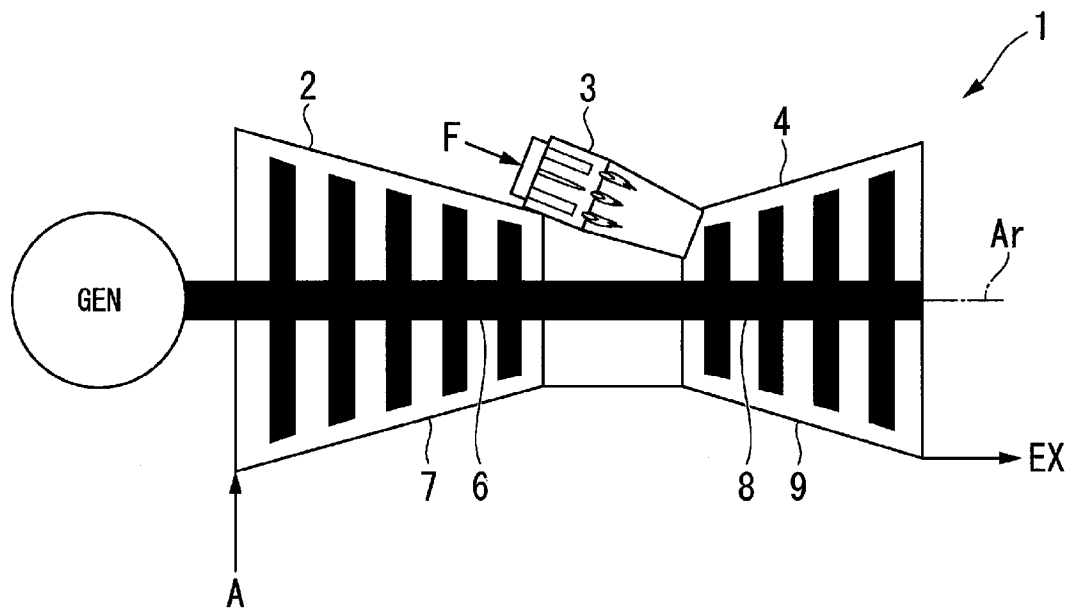
U A 単位ベクトル

U B 単位ベクトル

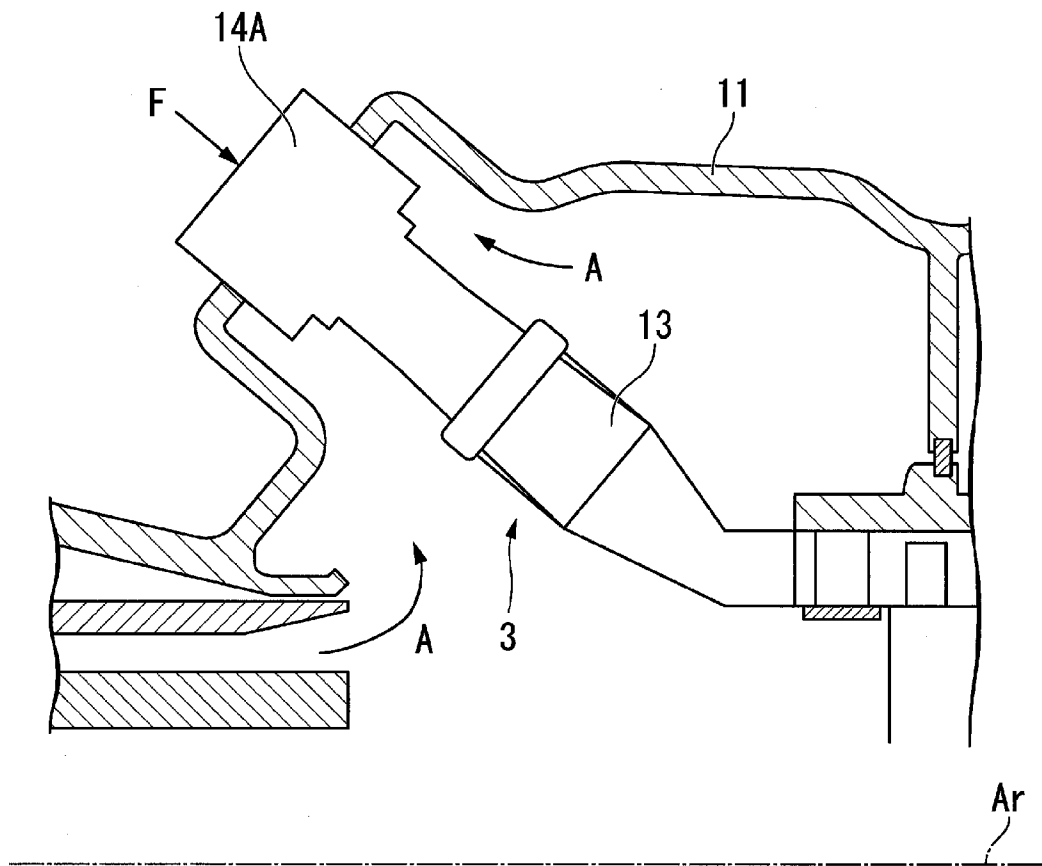
請求の範囲

- [請求項1] 一次空気を旋回させて混合気を生成するメインバーナーとしての第一バーナーと、
- 前記第一バーナーとは逆方向に一次空気を旋回させて混合気を生成するメインバーナーとしての第二バーナーと、を備え、
- 前記メインバーナーは、周方向に間隔をあけて複数配置され、
- 前記周方向の全周に渡って非周期的な配置パターンで前記第一バーナーと前記第二バーナーとが配置されている燃焼器。
- [請求項2] 前記第一バーナーと、前記第二バーナーとは、
- 周方向で非対称な配置パターンで配置されている請求項1に記載の燃焼器。
- [請求項3] 前記第一バーナーと、前記第二バーナーとは、
- 複数の前記メインバーナーの全体の発熱率の重心位置が、前記周方向の中心位置からオフセットする配置パターンで配置されている請求項1に記載の燃焼器。
- [請求項4] 前記第一バーナーと、前記第二バーナーとは、
- 周方向における前記第一バーナーと前記第二バーナーとの境界に生じる径方向の流れの向きに応じた単位ベクトルをそれぞれ合成した合成ベクトルの大きさが前記単位ベクトルの大きさ以上となる配置パターンで配置されている請求項1に記載の燃焼器。
- [請求項5] 周方向に間隔をあけて配置された複数の前記メインバーナーを、一または互いに周方向に隣接する複数のメインバーナーからなり、且つ、同数のメインバーナーからなる群に周方向に分割した場合に、
- 少なくとも一つの前記群における第一バーナー及び第二バーナーの配置関係が、他の前記群と異なる請求項1に記載の燃焼器。
- [請求項6] 請求項1から5の何れか一項に記載の燃焼器を備えるガスタービン。
- 。

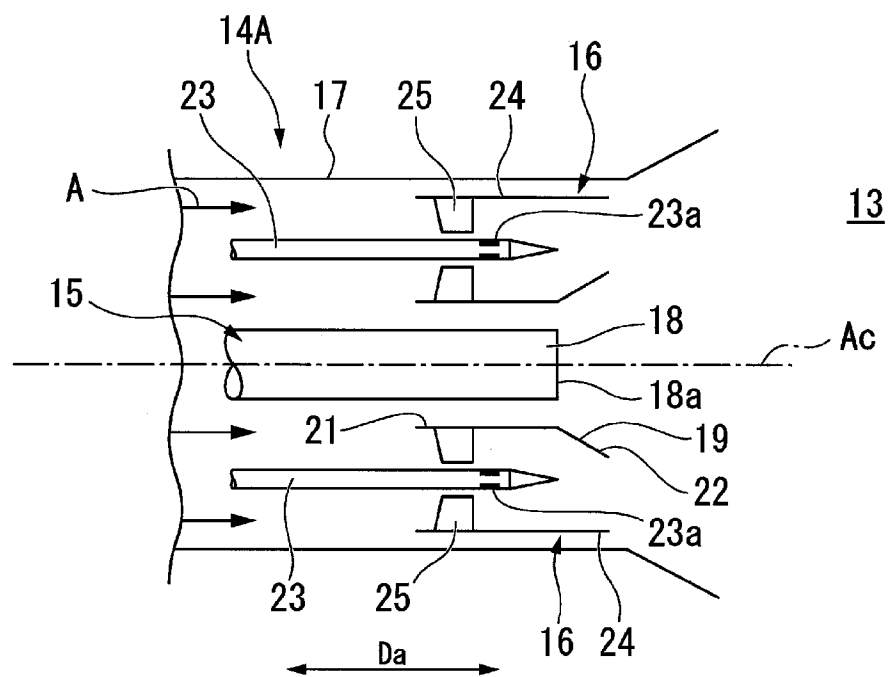
[図1]



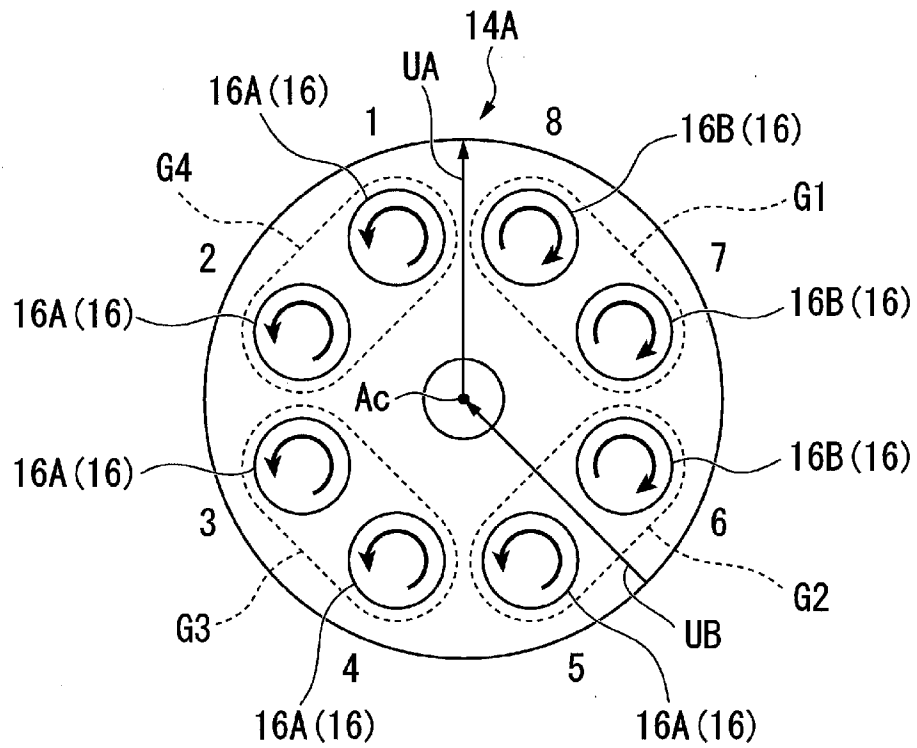
[図2]



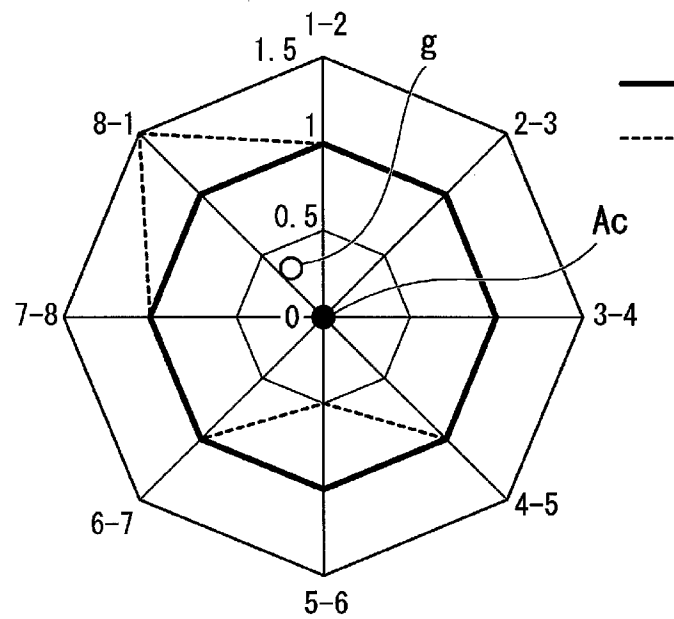
[図3]



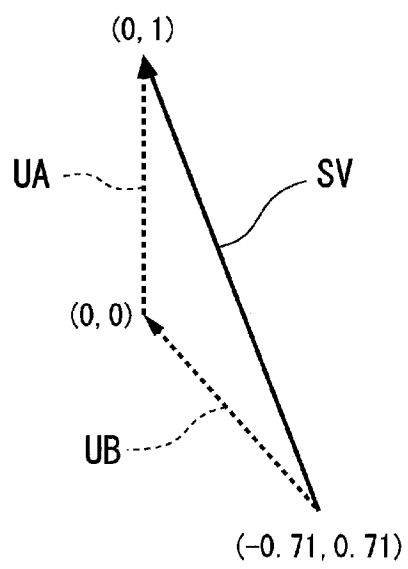
[図4]



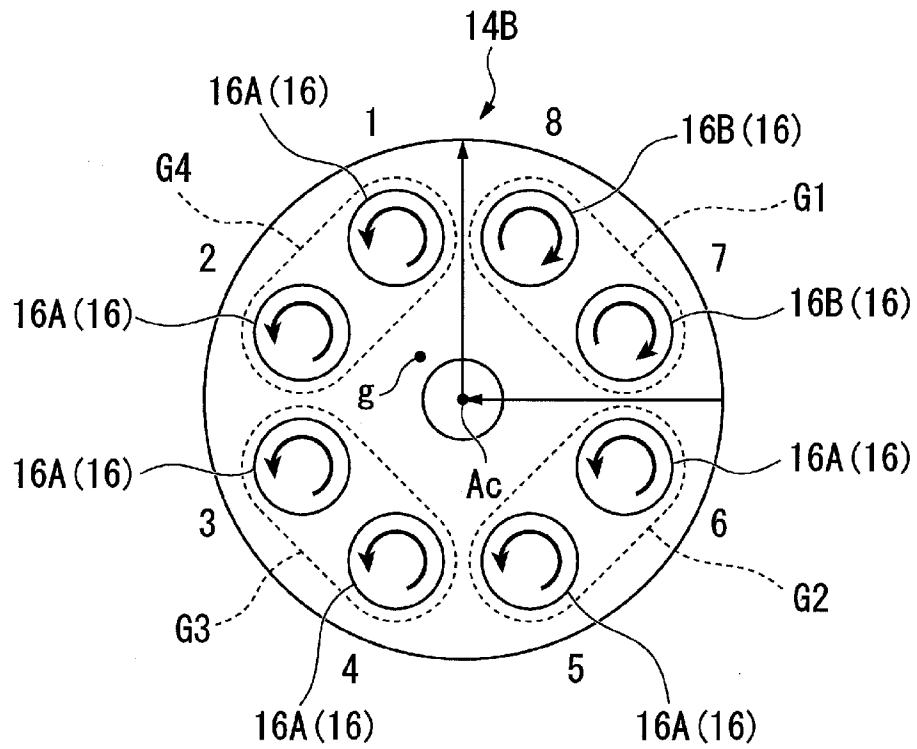
[図5]



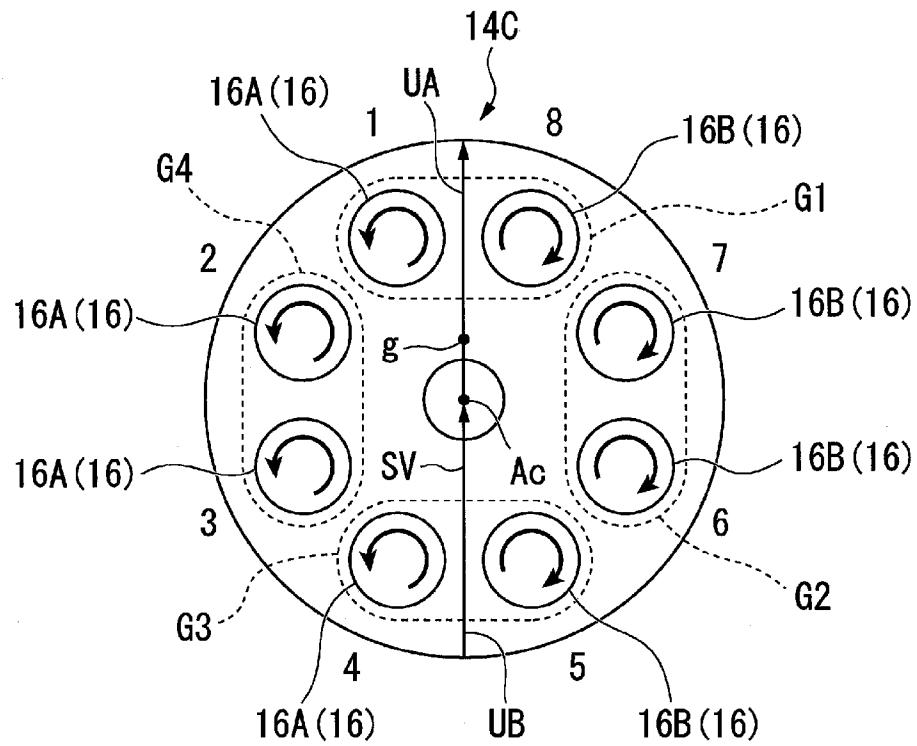
[図6]



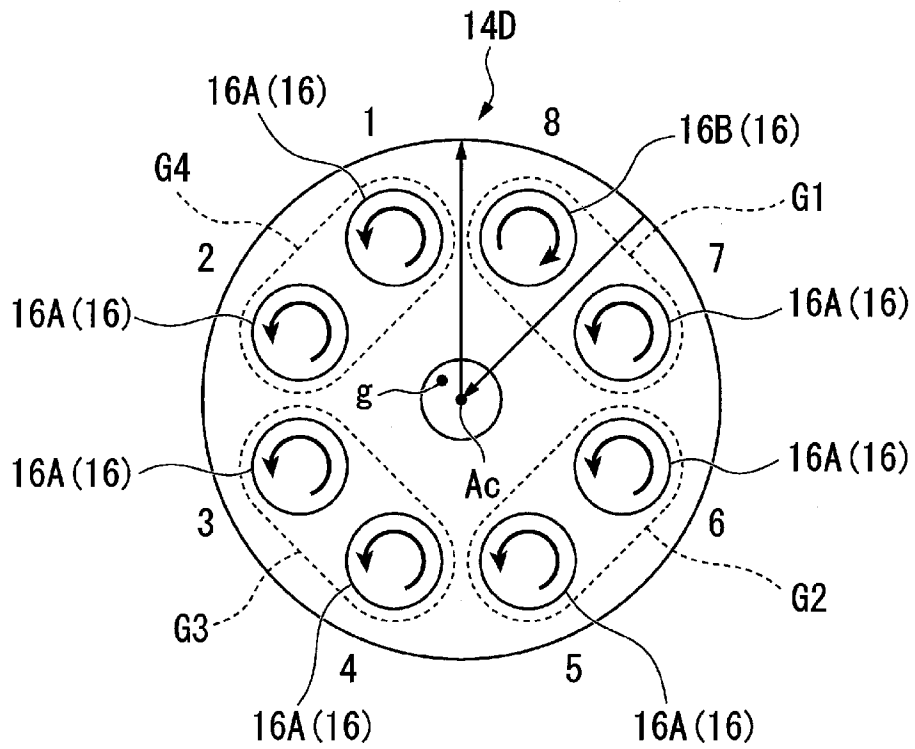
[図7]



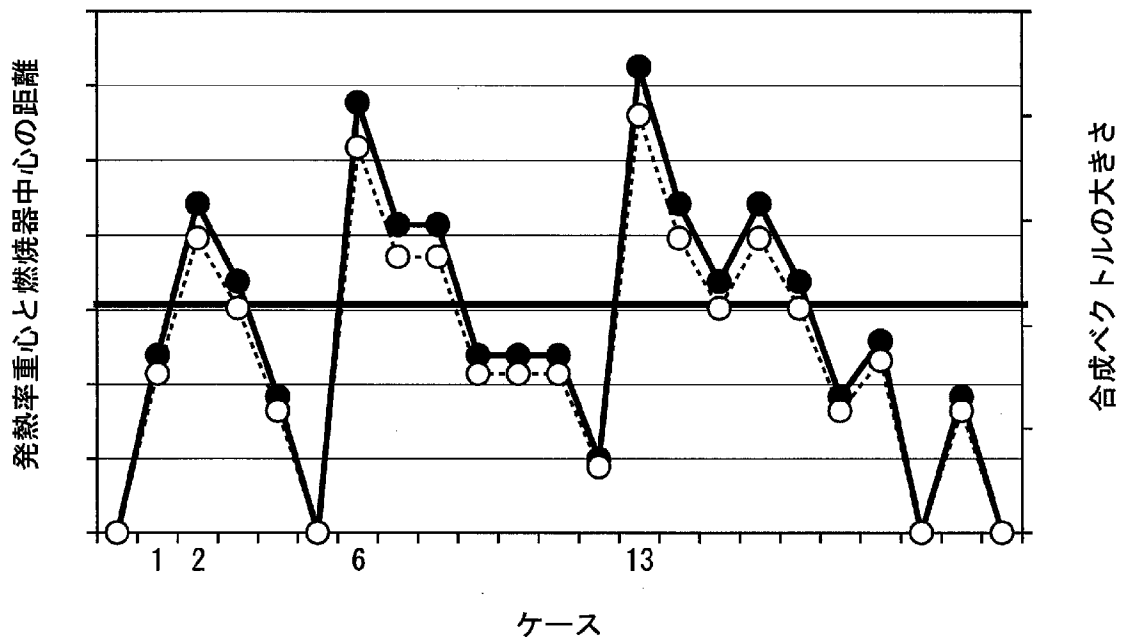
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/006243

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. F23R3/28 (2006.01) i, F23R3/14 (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)

Int.Cl. F23R3/28, F23R3/14, F23R3/32

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2018

Registered utility model specifications of Japan 1996-2018

Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

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 A	US 1508718 A (PELLHAM MANOR) 16 September 1924, page 1, lines 36-47, page 2, lines 2-37 (Family: none)	1-4, 6 5
X	JP 2006-258041 A (KAWASAKI HEAVY IND LTD.) 28 September 2006, paragraphs [0030]-[0068], fig. 7 & US 2008/0173019 A1, paragraphs [0066]-[0105], fig. 7 & WO 2006/100983 A1 & EP 1870581 A1	1-6

☐ 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
12.04.2018

Date of mailing of the international search report
24.04.2018

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

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, F23R3/14(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, F23R3/14, 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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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 A	US 1508718 A (PELLHAM MANOR) 1924.09.16, 第1ページ第36-47行、第2ページ第2-37行 (ファミリーなし)	1-4, 6 5
X	JP 2006-258041 A (川崎重工業株式会社) 2006.09.28, 段落0030-0068、図7 & US 2008/0173019 A1, 段落0066-0105、図7 & WO 2006/100983 A1 & EP 1870581 A1	1-6

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

12.04.2018

国際調査報告の発送日

24.04.2018

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）

山崎 孔徳

3S

4025

電話番号 03-3581-1101 内線 3391