

(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
2019年1月24日(24.01.2019)



(10) 国際公開番号

WO 2019/017429 A1

- (51) 国際特許分類:
F23R 3/28 (2006.01) F02C 7/228 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/027085
- (22) 国際出願日: 2018年7月19日(19.07.2018)
- (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 2017-140209 2017年7月19日(19.07.2017) 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

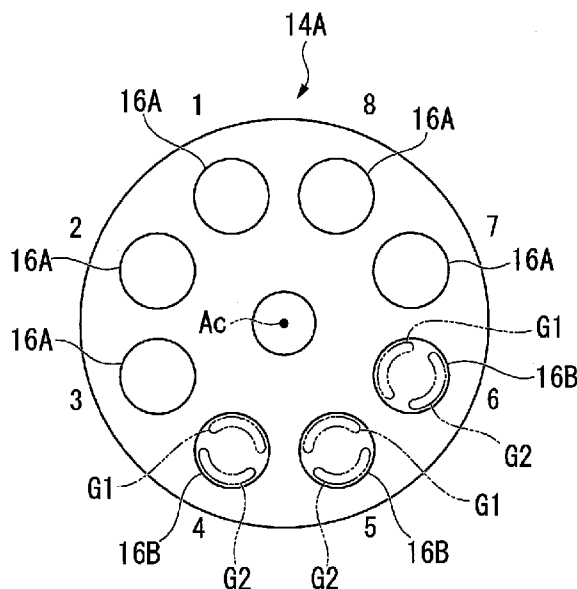
三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 齊藤 圭
司郎(SAITO Keijiro); 〒1088215 東京都港区港
南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内
Tokyo (JP). 瀧口 智志(TAKIGUCHI Satoshi);
〒1088215 東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号
三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP).

(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,

(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: This combustor is provided with a plurality of main burners disposed at an interval in the circumferential direction. The main burners include first main burners (16A) and second main burners (16B) which separately generate air-fuel mixtures. The second main burners (16B) generate air-fuel mixtures that have less uniformity in fuel concentration than air-fuel mixtures generated by the first main burners (16A).

(57) 要約: 燃焼器は、周方向に間隔をあけて複数配置されたメインバーナーを備える。前記メインバーナーは、それぞれ混合気を生成する第一メインバーナー(16A)と第二メインバーナー(16B)とを含む。第二メインバーナー(16B)は、前記第一メインバーナー(16A)よりも燃料濃度が不均一な混合気を生成する。

[続葉有]



WO 2019/017429 A1

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, 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))

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7月19日に、日本に出願された特願2017-140209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としては、パイロットバーナーの周りに、複数のメインバーナーを等間隔に並べて備えたものが知られている。このような燃焼器においては、メインバーナーに圧力変動が生じた場合に、火炎が周方向で同じ変動を起こす、いわゆる燃焼振動が生じる可能性があった。

特許文献1には、燃焼振動を抑制するために、複数のメイン予混合ノズルのうち、一部のメイン予混合ノズルから供給する燃料量を少なくする技術が提案されている。この特許文献1の技術によれば、少ない燃料量を供給した希薄予混合気の火炎を、燃料濃度を薄くしていない予混合気の火炎と比較して、長火炎とすることが可能となっている。

特許文献2には、燃焼振動を抑制するために、一部のメインノズルの楕円延長管の出口形状を、他のメインノズルの出口形状と異ならせて、着火位置をずらす技術が提案されている。この特許文献2の技術によれば、内筒内の狭い領域に発熱が集中することを防止して燃焼振動を抑制できる。

[0003] その一方で、ガスタービンの燃焼器においては、窒素酸化物（ NO_x ）等を低減することが望まれている。

特許文献3には、窒素酸化物の発生を抑制するために、冷却空気が混入したとしても軸方向において火炎面が均一になるように予混合気の燃料濃度をノズルの中心軸周りに変化させる技術が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開平 1 1－2 9 4 7 7 0 号公報

特許文献2：特開 2 0 0 1－2 5 4 9 4 7 号公報

特許文献3：国際公開第 2 0 1 3／1 2 8 5 7 2 号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] しかしながら、特許文献 1 に記載された燃焼器は、一部のメイン予混合ノズルから供給する燃料量を少なくしているため、燃焼器全体の燃料濃度分布のバラつきが大きくなり過ぎて、窒素酸化物（ NO_x ）が増加してしまう可能性が有る。

特許文献 2 に記載のメインバーナーは、全てのメインノズルからの予混合気が同一位置で着火、燃焼することを防止できるものの、やはり、燃焼器全体の燃料濃度分布のバラつきが大きくなり過ぎて、窒素酸化物（ NO_x ）が増加してしまう可能性が有る。

その一方で、特許文献 1，2 において、窒素酸化物（ NO_x ）を抑制しようとして燃料濃度分布のバラつきを小さくしようとすると、燃焼振動が増大する可能性が有る。

また、特許文献 3 のようにして窒素酸化物（ NO_x ）を低減しようとする、燃焼振動が増大してしまう可能性が有る。

[0006] この発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、窒素酸化物の増加、及び燃焼振動の発生をそれぞれ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ものである。

課題を解決するための手段

[0007] 上記の課題を解決するために以下の構成を採用する。

この発明の第一態様によれば、燃焼器は、周方向に間隔をあけて複数配置されたメインバーナーを備える。前記メインバーナーは、それぞれ混合気を生成する第一メインバーナーと第二メインバーナーとを含む。第二メインバーナーは、前記第一メインバーナーよりも燃料濃度が不均一な混合気を生成する。第一メインバーナーと、第二メインバーナーとは、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。

このように構成することで、第一メインバーナーによる火炎と、第二メインバーナーによる火炎とを僅かに異なるものとすることができる。そのため、メインバーナーの配置される周方向で、燃料濃度分布が一様になることを抑制できる。その一方で、燃焼器全体で燃料濃度分布が過度にバラつくことを抑制できる。第一メインバーナーと第二メイン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。

したがって、窒素酸化物の増加、及び燃焼振動の発生をそれぞれ抑制することができる。

[0008] この発明の第二態様によれば、第一態様に係る第二メインバーナーは、前記混合気の燃料濃度を、メインノズルを中心とした周方向で、前記第一メインバーナーよりも不均一とするようにしてもよい。

このようにすることで、メインノズルの周方向で、第二メインバーナーによる火炎の形状を第一メインバーナーによる火炎に対して僅かに変化させることができる。

[0009] この発明の第三態様によれば、第二態様に係る第二メインバーナーは、前記メインノズルを中心とした周方向の第一側に配置されて燃料を吐出する第一燃料吐出孔と、前記第一側とは反対側となる前記メインノズルを中心とした周方向の第二側に配置されて前記燃料を吐出する第二燃料吐出孔と、を備え、第二燃料吐出孔は、前記第一燃料吐出孔よりも大きい孔径を有するようにしてもよい。

このように構成することで、第一燃料吐出孔よりも第二燃料吐出孔から噴射される燃料量を増加させることができる。したがって、第二メインバーナーにおいて容易にメインノズル周りの燃料濃度を不均一にすることができる。

[0010] この発明の第四態様によれば、第二態様に係る第二メインバーナーは、前記メインノズルを中心とした周方向の第一側に配置されて燃料を吐出する第一燃料吐出孔と、前記第一側とは反対側となる前記メインノズルを中心とし

た周方向の第二側に配置されて前記燃料を吐出する第二燃料吐出孔と、を備えていてもよい。燃焼器は、前記第一燃料吐出孔に前記燃料を供給する第一燃料供給系統と、前記第一燃料供給系統とは異なる圧力で前記第二燃料吐出孔に前記燃料を供給する第二燃料供給系統と、を更に備えていてもよい。

このように構成することで、第一燃料吐出孔と第二燃料吐出孔との孔径を変えることなく、第一燃料吐出孔と第二燃料吐出孔とから噴射される燃料量を異ならせることができる。したがって、第二メインバーナーにおいて、容易にメインノズル周りの燃料濃度を不均一にすることができる。

[0011] この発明の第五態様によれば、ガスタービンは、第一から第四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とともに、窒素酸化物の発生を抑制することができる。したがって、商品性を向上することができる。

発明の効果

[0012] 上記燃焼器及びガスタービンによれば、窒素酸化物の増加、及び燃焼振動の発生をそれぞれ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第一メインバーナーの概略構成を示す正面図である。

[図5]この発明の第一実施形態における第二メインバーナーの概略構成を示す正面図である。

[図6]この発明の第一実施形態における第一メインバーナーと第二メインバーナーとの配置を示す正面図である。

[図7]この発明の第一実施形態の変形例における図6に相当する正面図である。

[図8]この発明の第二実施形態における図6に相当する図である。

[図9]この発明の第三実施形態における図6に相当する図である。

[図10]この発明の第四実施形態における図6に相当する正面図である。

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は、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は、直列に配置されて回転軸線A_r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おり、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を覆うとともに回転可能に支持している。同様に、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とは連結されており、これら圧縮機ケーシング7とタービンケーシング9とに

よってガスタービンケーシング 11 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 は、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 は、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 2 に示すように、燃焼器 3 は、燃焼筒（又は尾筒）13 と、燃料噴射器 14 A とを備えている。燃焼筒 13 は、その内部で燃料 F を燃焼させて、この燃料 F の燃焼により生成される燃焼ガスをタービン 4 に送る。燃料噴射器 14 A 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、燃料噴射器 14 A 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 A c 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 A c を中心とした軸線方向 D a 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、下流側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、パイロットノズル 18 の噴射孔が形成されている位置よりも軸線方向 D a で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、例えば、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] 上述した構成を備えるパイロットバーナー 15 は、そのパイロットバーナー筒 19 内に、圧縮機 2 で圧縮された圧縮空気 A が上流側から流入する。また、パイロットノズル 18 の噴射孔から燃料が噴射される。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、パイロットバーナー 15 の外周を囲むように配置され、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、より具体的には等間隔に配置されている。この実施形態におけるメインバーナー 16 としては、第一メインバーナー 16 A と、第二メインバーナー 16 B とがある。なお、以下の説明において、第一メインバーナー 16 A と第二メインバーナー 16 B とを区別する必要のない場合には、単にメインバーナー 16 と称する場合がある。また、第一メインバーナー 16 A と第二メインバーナー 16 B とにおいて、共通する部分については同一符号を付して重複する説明を省略する。

[0024] 第一メインバーナー 16 A、及び第二メインバーナー 16 B 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、をそれぞれ備えている。

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、内部に燃料が流れる燃料流路（図示せず）を備えている。

[0025] 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ける内側に配置される部分が、パイロットバーナー筒 19 の一部を兼ねている。

[0026] 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、それ

ぞれメインノズル 23 の外周面からメインバーナー筒 24 の内周面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 において、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。

[0027] 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、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。

[0028] 図 4 は、この発明の第一実施形態における第一メインバーナーの概略構成を示す正面図である。図 5 は、この発明の第一実施形態における第二メインバーナーの概略構成を示す正面図である。

図 4 に示すように、第一メインバーナー 16 A のメインスワラ 25 は、それぞれ燃料吐出部 26, 27 を備えている。

[0029] 燃料吐出部 26, 27 は、メインスワラ 25 の圧力面 25 a 及び負圧面 25 b に形成された一对の燃料吐出孔 28 によってそれぞれ構成されている。燃料吐出部 26 は、メインスワラ 25 の径方向外方側の端部に近い位置に形成され、燃料吐出部 27 は、燃料吐出部 26 よりも径方向内方側に形成されている。

[0030] 燃料吐出孔 28 は、それぞれメインノズル 23 の燃料流路に連通している。これら燃料吐出孔 28 は、燃料吐出部 26, 27 のそれぞれにおいて、圧力面 25 a に形成された燃料吐出孔 28 が、負圧面 25 b に形成された燃料吐出孔 28 よりも径方向外方側にオフセットしている。

[0031] 第一メインバーナー 16 A に形成された燃料吐出孔 28 は、メインノズル 23 のノズル中心軸 P3 周りで、圧縮空気 A に混合される燃料 F の濃度が実質的に均一となるように形成されている。この実施形態においては、第一メインバーナー 16 A に設けられた燃料吐出部 26 の全ての燃料吐出孔 28 が同一孔径とされている。同様に、第一メインバーナー 16 A に設けられた燃料吐出部 27 の全ての燃料吐出孔 28 が同一孔径とされている。なお、上記

周方向で燃料濃度が実質的に均一となる孔径であれば、上記のように燃料吐出孔 28 の孔径を同一にする場合に限られない。

[0032] 図 5 に示すように、第二メインバーナー 16 B のメインスワラ 25 は、それぞれ燃料吐出部 30, 31 を備えている。

[0033] 燃料吐出部 30, 31 は、メインスワラ 25 の圧力面 25 a 及び負圧面 25 b に形成された一对の燃料吐出孔 32 によってそれぞれ構成されている。燃料吐出部 30 は、メインスワラ 25 の径方向外方側の端部に近い位置に形成され、燃料吐出部 31 は、燃料吐出部 30 よりも径方向内方側に形成されている。

[0034] 燃料吐出孔 32 は、それぞれメインノズル 23 の燃料流路に連通している。これら燃料吐出孔 32 は、燃料吐出部 30, 31 のそれぞれにおいて、圧力面 25 a に形成された燃料吐出孔 32 が、負圧面 25 b に形成された燃料吐出孔 32 よりも径方向外方側にオフセットしている。

[0035] 第二メインバーナー 16 B は、第一メインバーナー 16 A よりも、ノズル中心軸 P 3 周りにおける燃料濃度を变化させて予混合気を燃焼筒 13 に供給する。この実施形態における第二メインバーナー 16 B は、ノズル中心軸 P 3 周りに燃料濃度を变化させて予混合気を燃焼筒に供給する。言い換えれば、第二メインバーナー 16 B は、第一メインバーナー 16 A よりも燃料濃度が不均一な予混合気を生成する。

[0036] 第二メインバーナー 16 B に形成された複数の燃料吐出孔 32 は、第一グループ G 1 と第二グループ G 2 とに分けられている。第一グループ G 1 の燃料吐出孔 32 は、それぞれの吐出した燃料が、燃焼器軸線 A c を中心とした径方向で内側の第一の範囲 S 1 (図 3 参照) に到達する。第二グループ G 2 の燃料吐出孔 32 は、それぞれの吐出した燃料が燃焼器軸線 A c を中心とした径方向で外側の第二の範囲 S 2 (図 3 参照) に到達する。

[0037] この第一実施形態における第二メインバーナー 16 B は、燃焼器軸線 A c (図 3 参照) を中心とした径方向内方側 (周方向の第二側) に位置する二つのメインスワラ 25 の燃料吐出部 30 及びこれら二つのメインスワラ 25 に

対して旋回方向に隣接する一つのメインスワラ 25 の燃料吐出部 30 とにより第一グループ G1 を構成している。さらに、第二メインバーナー 16 B は、燃焼器軸線 A c (図 3 参照) を中心とした径方向外方側 (周方向の第一側) に位置する二つのメインスワラ 25 を含む残りの三つのメインスワラ 25 の燃料吐出部 30 により、第二グループ G2 を形成している。これら第一グループ G1 に属する燃料吐出部 30 と第二グループ G2 に属する燃料吐出部 30 とは、それぞれの燃料吐出孔 32 の開口面積 (孔径) が異なっている。なお、六つのメインスワラ 25 の各燃料吐出部 31 が備える燃料吐出孔 32 の大きさは全て同一である。

[0038] この第一実施形態の燃料吐出孔 32 の開口面積 (孔径) は、例えば、燃料吐出部 31 における燃料吐出孔 32 を「1」とすると、第一グループ G1 に属した燃料吐出部 30 の燃料吐出孔 32 が「0.9」に設定され、第二グループ G2 に属する燃料吐出部 30 の燃料吐出孔 32 が「1.1」に設定されている。このような構成により、メインノズル 23 の燃料流路における燃料 F に圧力を作用させると、各燃料吐出孔 32 から開口面積に応じた量の燃料 F が圧縮空気 A に吐出される。

[0039] つまり、一つのメインスワラ 25 に形成された複数の燃料吐出孔 32 のうち、メインノズル 23 のノズル中心軸 P3 を中心とした径方向外方側に配置された燃料吐出孔 32 の燃料吐出量と、径方向内方側に配置された燃料吐出孔 32 の燃料吐出量とは、それぞれ異なっている。さらに、六つのメインスワラ 25 の各燃料吐出部 30 の燃料吐出量は、メインノズル 23 のノズル中心軸 P3 周りで二種類に分かれている。

[0040] 図 6 は、この発明の第一実施形態における第一メインバーナーと第二メインバーナーとの配置を示す正面図である。

図 6 に示すように、燃料噴射器 14 A は、燃焼器軸線 A c を中心とした周方向で連続して並ぶ五つの第一メインバーナー 16 A と、同じく周方向で連続して並ぶ三つの第二メインバーナー 16 B とを備えている。

[0041] ここで、図 6 に示す燃料噴射器 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 9 つ以上や、7 つ以下であっても良い。また、第一メインバーナー 16 A の個数と第二メインバーナー 16 B の個数とは、上記の個数に限られない。燃料噴射器 14 A は、第一メインバーナー 16 A と第二メインバーナー 16 B とを両方備えていればよい。なお、図 6 において、周方向に並んだ 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。

[0042] この第一実施形態における燃料噴射器 14 A は、第一メインバーナー 16 A と第二メインバーナー 16 B とが、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、第一メインバーナー 16 A と第二メインバーナー 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、第一メインバーナー 16 A と第二メインバーナー 16 B とが周方向に交互に配置されている場合や、第一メインバーナー 16 A のみが配置される場合や、第二メインバーナー 16 B のみが配置される場合などを挙げることができる。

[0043] つまり、この第一実施形態における燃料噴射器 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、第一メインバーナー 16 A と第二メインバーナー 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。

[0044] また、この第一実施形態における燃料噴射器 14 A は、第一メインバーナー 16 A と第二メインバーナー 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メインバーナー 16 A と第二メインバーナー 16 B が配置されていないことを意味している。

[0045] 燃料噴射器 14 A の第二メインバーナー 16 B は、第一グループ G 1 と第二グループ G 2 とが、燃焼器軸線 A c を中心とした径方向で内側と外側とに分かれるように配置されている。つまり、燃料噴射器 14 A は、第二メイン

バーナー 16 B が配置される箇所において、予混合気の燃料濃度が、燃焼器軸線 A c を中心とした径方向で不均一となっている。言い換えれば、第二メインバーナー 16 B は、メインノズル 23 を中心とした周方向で、予混合気の燃料濃度が不均一になっている。この第一実施形態においては、第一グループ G 1 が径方向の内側に配置され、第二グループ G 2 が径方向の外側に配置される場合を例示している。

[0046] したがって、上述した第一実施形態によれば、第一メインバーナー 16 A による火炎と、第二メインバーナー 16 B による火炎とを僅かに異なるものとすることができる。そのため、メインバーナー 16 の配置される燃料噴射器 14 A の周方向で、燃料濃度分布が一様になることを抑制できる。その一方で、第一メインバーナー 16 A と第二メインバーナー 16 B とにより吐出される燃料量のバラつきは抑制できるので、燃焼器 3 全体で燃料濃度分布が過度にバラつくことを抑制できる。その結果、窒素酸化物 (NO_x) の増加、及び燃焼振動の発生をそれぞれ抑制することができる。

[0047] さらに、第一メインバーナー 16 A と第二メインバーナー 16 B とを回転対称に配置しないため、周方向で一様な燃料濃度分布となることを抑制できる。

また、ノズル中心軸 P 3 を中心とした周方向で、第二メインバーナー 16 B による火炎の形状を第一メインバーナー 16 A による火炎に対して僅かに変化させることができる。

[0048] さらに、第一グループ G 1 の燃料吐出孔 32 (第一燃料吐出孔) の孔径 (開口面積) よりも第二グループ G 2 の燃料吐出孔 32 (第二燃料吐出孔) の孔径 (開口面積) を大きくしている。そのため、第一グループ G 1 の燃料吐出孔 32 から吐出される燃料量よりも第二グループ G 2 の燃料吐出孔 32 から吐出される燃料量を増加させることができる。その結果、第二メインバーナー 16 B において容易にメインノズル 23 周り (言い換えれば、ノズル中心軸 P 3 周り) の燃料濃度を不均一にすることができる。

[0049] また、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とともに

、窒素酸化物の発生を抑制することができるため、燃焼器 3 の商品性を向上することができる。

[0050] (第一実施形態の変形例)

図 7 は、この発明の第一実施形態の変形例における図 6 に相当する正面図である。

上述した第一実施形態の燃料噴射器 14 A においては、第一グループ G 1 と第二グループ G 2 とが燃焼器軸線 A c を中心とした径方向にそれぞれ分かれて配置される場合について説明した。しかし、第二メインバーナー 16 B における第一グループ G 1 と第二グループ G 2 との配置は、第一実施形態で例示した配置に限られない。

例えば、図 7 に示す燃料噴射器 14 A a ように、第二メインバーナー 16 B は、第一グループ G 1 と第二グループ G 2 とが、燃焼器軸線 A c を中心とした周方向でそれぞれ分かれて配置されていても良い。

[0051] また、上述した第一実施形態では、第一グループ G 1 が燃焼器軸線 A c を中心とした径方向の内側に配置され、第二グループ G 2 が燃焼器軸線 A c を中心とした径方向の外側に配置される場合を例示した。しかし、他の変形例として、第一グループ G 1 が燃焼器軸線 A c を中心とした径方向の外側に配置され、第二グループ G 2 が燃焼器軸線 A c を中心とした径方向の内側に配置されていてもよい。

[0052] さらに、全ての第一グループ G 1 が、燃焼器軸線 A c を中心とした径方向の内側と外側との何れか一方に配置される場合について説明したが、一つの燃料噴射器 14 A において、第一グループ G 1 が燃焼器軸線 A c を中心とした径方向の内側に配置された第二メインバーナー 16 B と、第一グループ G 1 が燃焼器軸線 A c を中心とした径方向の外側に配置された第二メインバーナー 16 B とをそれぞれ両方設けるようにしても良い。

[0053] また、上述した第一実施形態や変形例においては、第一グループ G 1 と第二グループ G 2 とを燃焼器軸線 A c を中心とした径方向に分けて配置した第二メインバーナー 16 B のみを備える場合、又は、第一グループ G 1 と第二

グループG 2とを燃焼器軸線A cを中心とした周方向に分けて配置した第二メインバーナー1 6 Bのみを備える場合について説明した。しかし、燃料噴射器1 4 Aには、第一グループG 1と第二グループG 2との配置が燃焼器軸線A cを中心とした径方向で分けられた第二メインバーナー1 6 Bと、第一グループG 1と第二グループG 2との配置が燃焼器軸線A cを中心とした周方向で分けられた第二メインバーナー1 6 Bとを混在させるようにしてもよい。

[0054] (第二実施形態)

次に、この発明の第二実施形態を図面に基づき説明する。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、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。

図8は、この発明の第二実施形態における図6に相当する図である。

図8に示すように、この第二実施形態における燃料噴射器1 4 Bは、上述した第一実施形態の燃料噴射器1 4 Aと同様に、複数のメインバーナー1 6として第一メインバーナー1 6 Aと、第二メインバーナー1 6 Bと、を備えている。これら第一メインバーナー1 6 Aと第二メインバーナー1 6 Bとは、第一実施形態で説明したように、燃料濃度の分布が異なる点を除いて同一の構成となっている。

[0055] この第二実施形態における燃料噴射器1 4 Bは、7つの第一メインバーナー1 6 Aが周方向に連続して配置されるとともに、1つだけ第二メインバーナー1 6 Bが配置されている。図8に示す燃料噴射器1 4 Bは、図6と同様に、8つのメインバーナー1 6を備える場合を示しているが、メインバーナー1 6の数は、複数であれば9つ以上や、7つ以下であっても良い。

[0056] 燃料噴射器1 4 Bは、第二メインバーナー1 6 Bが一つだけ設けられていることで、第一実施形態の燃料噴射器1 4 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第一メインバーナー1 6 Aと第二メインバーナー1 6 Bとが配置されている。

さらに、燃料噴射器 14 B は、第一メインバーナー 16 A と第二メインバーナー 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。

[0057] 図 8 においては、燃焼器軸線 A c を中心とした径方向の外側に第一グループ G 1 が配置され、内側に第二グループ G 2 が配置される場合を例示したが、この配置に限られない。例えば、図 8 の第一グループ G 1 と第二グループ G 2 との配置は入れ替えてもよい。また、第一グループ G 1 と第二グループ G 2 とは、燃焼器軸線 A c を中心とし径方向及び周方向等、何れの方角に向くようにしても良い。

[0058] したがって、上述した第二実施形態によれば、第一実施形態と同様に、第一メインバーナー 16 A による燃料濃度分布と、第二メインバーナー 16 B による燃料濃度分布とを僅かに異なるものとすることができる。そのため、メインバーナー 16 の配置される燃料噴射器 14 A の周方向で、火炎が一樣になることを抑制できる。その一方で、第一メインバーナー 16 A と第二メインバーナー 16 B とにより吐出される燃料量は均一になるので、燃焼器 3 全体で燃料濃度分布が過度にバラつくことを抑制できる。その結果、窒素酸化物（ NO_x ）の増加、及び燃焼振動の発生をそれぞれ抑制することができる。

[0059] （第三実施形態）

次に、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。

[0060] 図 9 は、この発明の第三実施形態における図 6 に相当する図である。

図 9 に示すように、この第三実施形態における燃料噴射器 14 C は、上述した第一実施形態の燃料噴射器 14 A と同様に、複数のメインバーナー 16 として第一メインバーナー 16 A と、第二メインバーナー 16 B と、を備え

ている。これら第一メインバーナー 16 A と第二メインバーナー 16 B とは、第一実施形態で説明したように、燃料濃度の分布が異なる点を除いて同一の構成となっている。

[0061] この第三実施形態における燃料噴射器 14 C は、4 つの第一メインバーナー 16 A を備えるとともに、4 つの第二メインバーナー 16 B を備えている。この第三実施形態における燃料噴射器 14 C は、第一実施形態と同様に、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 9 つ以上や、7 つ以下であっても良い。

[0062] この第三実施形態における燃料噴射器 14 C は、燃焼器軸線 A c を中心とした周方向で第一メインバーナー 16 A と第二メインバーナー 16 B とが交互に配置されている。

なお、この第三実施形態における第二メインバーナー 16 B も、第一、第二実施形態と同様に、第一グループ G 1 と第二グループ G 2 との配置は図 9 に示す配置に限られるものではない。

[0063] したがって、上述した第三実施形態によれば、第一実施形態と同様に、第一メインバーナー 16 A による燃料濃度分布と、第二メインバーナー 16 B による燃料濃度分布とを僅かに異なるものとすることができる。そのため、メインバーナー 16 の配置される燃料噴射器 14 A の周方向で、燃料濃度分布が一様になることを抑制できる。その一方で、第一メインバーナー 16 A と第二メインバーナー 16 B とにより吐出される燃料量は均一になるので、燃焼器 3 全体で燃料濃度分布が過度にバラつくことを抑制できる。その結果、窒素酸化物 (NO_x) の増加、及び燃焼振動の発生をそれぞれ抑制することができる。

[0064] (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、メインバーナー 16 B における第一グループ G 1 の燃料噴射量と第二グループ G 2 の燃料噴射量を異ならせる構成のみが上述した第一実施形態と相違する。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。

[0065] 図10は、この発明の第四実施形態における図6に相当する正面図である。

図10に示すように、この第四実施形態におけるメインバーナー16Bは、メインノズル23が、互いに独立した第一燃料供給系統F1と、第二燃料供給系統F2と、を備えている。メインバーナー16Bは、第一燃料供給系統F1に連通し第一グループG1に属する燃料吐出孔32と、第二燃料供給系統F2に連通し第二グループG2に属する燃料吐出孔32とを備えている。

[0066] 第一燃料供給系統F1及び第二燃料供給系統F2は、それぞれ燃料Fの供給圧力が異なる。第一燃料供給系統F1及び第二燃料供給系統F2は、例えば、第一グループG1に属するメインスワラ25の燃料吐出孔32から吐出する燃料Fの吐出量と、第二グループG2に属するメインスワラ25の燃料吐出孔32から吐出する燃料Fの吐出量とを、それぞれ調整可能としてもよい。なお、この第四実施形態においては、第一実施形態における第一グループG1と第二グループG2とにおける各燃料吐出孔32の孔径の比率と同様に、第一燃料供給系統F1と第二燃料供給系統F2とによって供給される燃料Fの圧力比を0.9:1.1としてもよい。

[0067] したがって、上述した第四実施形態によれば、第一グループG1の燃料吐出孔32と第二グループG2の燃料吐出孔32との孔径を変えることなく、第一グループG1の燃料吐出孔32と第二グループG2の燃料吐出孔32とから吐出される燃料量を異ならせることができる。したがって、第二メインバーナー16Bにおいて、容易にメインノズル23周りの燃料濃度を不均一にすることができる。

[0068] (その他の実施形態)

第一実施形態から第四実施形態においては、それぞれ第一メインバーナー16Aと第二メインバーナー16Bとの配置パターンを異なるものとしたが、上述した以外の配置パターンであっても良い。第一メインバーナー16A

と第二メインバーナー１６Ｂとの両方を備えていればよく、例えば、以下の表に示すケース１からケース２２までの配置パターンとしても良い。以下の表において、最も左側の列に記載された数字「１」から「２２」がケースであり、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「１」から「８」に対応している。また、最も右側の列は、一つの燃料噴射器における第二メインバーナー１６Ｂの「本数」である。さらに、上記の表の各ケースにおいて、第一メインバーナー１６Ａが配置されている場合に「０」、第二メインバーナー１６Ｂが配置されている場合に「１」としている。なお、メインバーナー１６の配置パターンについては、以下の表のものに限られず、以下の表の配置パターンを、周方向に回転させた配置パターンであっても良い。

[0069] [表1]

ケース	1	2	3	4	5	6	7	8	本数
1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
2	0	0	0	0	0	0	1	1	2
3	0	0	0	0	0	1	0	1	
4	0	0	0	0	1	0	0	1	
5	0	0	0	1	0	0	0	1	
6	0	0	0	0	0	1	1	1	3
7	0	0	0	0	1	0	1	1	
8	0	0	0	0	1	1	0	1	
9	0	0	0	1	0	0	1	1	
10	0	0	0	1	0	1	0	1	
11	0	0	0	1	1	0	0	1	
12	0	0	1	0	0	1	0	1	4
13	0	0	0	0	1	1	1	1	
14	0	0	0	1	0	1	1	1	
15	0	0	0	1	1	0	1	1	
16	0	0	0	1	1	1	0	1	
17	0	0	1	0	0	1	1	1	
18	0	0	1	0	1	0	1	1	
19	0	0	1	0	1	1	0	1	
20	0	0	1	1	0	0	1	1	
21	0	0	1	1	0	1	0	1	
22	0	1	0	1	0	1	0	1	

実施例

[0070] 次に、上述した各実施形態の燃料噴射器を有する燃焼器の実施例について説明する。第一メインバーナー16A及び第二メインバーナー16Bが配置される配置パターンについて、シミュレーションにより上記の表に示すケース「1」からケース「22」のそれぞれの燃焼振動の大きさを求めた。

[0071] (実施例)

ここで、ケース「1」は、第二実施形態の配置パターンをノズル中心軸P3周りに回転させた配置パターンであり、これらは実質的に同一の結果が得られた。また、ケース「6」も、第一実施形態の配置パターンをノズル中心軸P3周りに回転させた配置パターンでありこれらは実質的に同一の結果が得られた。ケース「22」は、第三実施形態と同じ配置パターンである。ここでは、これらケース「1」、ケース「6」、ケース「22」の三パターンを代表的な実施例として説明する。

[0072] (比較例)

上記の表にはない、燃料噴射器14A～14Cが備えるメインバーナー16の全てが、第一メインバーナー16Aの場合を比較例1、及び、メインバーナー16の全てが第二メインバーナー16Bの場合を比較例2とした。

[0073] (燃焼振動)

ケース「1」、ケース「6」、ケース「22」、比較例1および比較例2について、圧力と周波数をパラメータに、燃焼振動による圧力変動のシミュレーション計算を行った。

シミュレーション結果を比較した結果、ケース「1」、「6」、「22」において、それぞれ比較例1、2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」、「6」、「22」は、何れも、第一メインバーナー16Aと第二メインバーナー16Bとの両方を備えている。特に、ケース「6」において、燃焼振動の低減が顕著となった。

つまり、第一メインバーナー16Aと第二メインバーナー16Bとの両方

を備える配置パターンと、燃焼振動の低減との間に相関があることが確認された。

[0074] 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。

各実施形態においては、第一メインバーナー 16 A における周方向の燃料濃度が実質的に均一となる場合について説明した。しかし、第一メインバーナー 16 A における周方向の燃料濃度のバラつきは、第二メインバーナー 16 B よりも少なければよく、燃料濃度が均一な場合に限られない。

[0075] また、各実施形態においては、第二メインバーナー 16 B がそれぞれ燃料噴射量の異なる第一グループ G 1 と第二グループ G 2 とを備える場合について説明した。しかし、燃料噴射量の異なるグループは二つに限られない。三つ以上のグループを形成するようにしても良い。また、第二メインバーナー 16 B の備えるグループ数に応じて、噴射量の種類は、三種類以上としてもよい。

[0076] さらに、第二メインバーナー 16 B がノズル中心軸 P 3 を中心とした周方向で燃料濃度が不均一な予混合気を生成する構成について説明した。しかし、第二メインバーナー 16 B は、第一メインバーナー 16 A により生成した予混合気による火炎と、異なる火炎にしつつ、燃焼器 3 全体の火炎のバラつきを抑えることができる構成であれば、ノズル中心軸 P 3 を中心とした周方向で燃料濃度を不均一にする構成に限られるものではない。

[0077] また、各実施形態においては、燃料吐出孔 28, 32 がメインスワラ 25 に形成される場合について説明したが、燃料吐出孔 28, 32 は、メインスワラ 25 に形成されているものに限られない。例えば、メインノズル 23 の外周面に、燃料吐出孔 28, 32 を形成するようにしても良い。

[0078] さらに、第一グループ G 1 の燃料吐出孔 32 の孔径と第二グループ G 2 の燃料吐出孔 32 の孔径との比率や、第一グループ G 1 の燃料吐出孔 32 と第二グループ G 2 の燃料吐出孔 32 とから吐出される燃料量の比率は、上述した各実施形態の比率に限られない。

産業上の利用可能性

[0079] この発明は、燃焼器に適用できる。この燃焼器によれば、窒素酸化物の増加、及び燃焼振動の発生をそれぞれ抑制することができる。

符号の説明

- [0080] 1 ガスタービン
2 圧縮機
3 燃焼器
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 A a, 14 B, 14 C, 14 D 燃料噴射器
15 パイロットバーナー
16 メインバーナー
16 A 第一メインバーナー
16 B 第二メインバーナー
17 バーナー保持筒
18 パイロットノズル
18 a 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
24 メインバーナー筒

2 5 メインスワラ

2 5 a 圧力面

2 5 b 負圧面

2 6, 2 7, 3 0, 3 1 燃料吐出部

2 8, 3 2 燃料吐出孔

A 空気, 圧縮空気

A c 燃焼器軸線

A r 回転軸線

D a 軸線方向

F 燃料

F 1 第一燃料供給系統

F 2 第二燃料供給系統

G 1 第一グループ

G 2 第二グループ

G E N 発電機

P 3 ノズル中心軸

S 1 第一の範囲

S 2 第二の範囲

請求の範囲

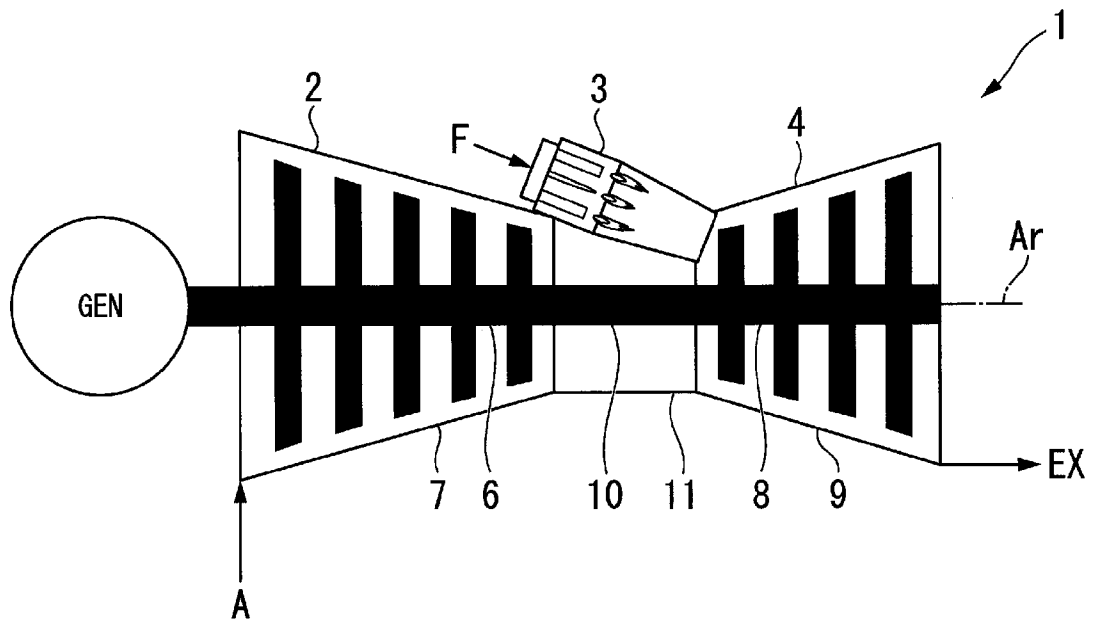
- [請求項1] 周方向に間隔をあけて複数配置されたメインバーナーを備え、
前記メインバーナーは、
混合気を生成する第一メインバーナーと、
前記第一メインバーナーよりも燃料濃度が不均一な混合気を生成する第二メインバーナーと、を備え、
前記第一メインバーナーと前記第二メインバーナーとは、周方向の全周に渡って非周期的な配置パターンで配置されている燃焼器。
- [請求項2] 前記第二メインバーナーは、前記混合気の燃料濃度を、メインノズルを中心とした周方向で、前記第一メインバーナーよりも不均一とする請求項1に記載の燃焼器。
- [請求項3] 前記第二メインバーナーは、
前記メインノズルを中心とした周方向の第一側に配置されて燃料を吐出する第一燃料吐出孔と、
前記第一側とは反対側となる前記メインノズルを中心とした周方向の第二側に配置されて前記燃料を吐出する第二燃料吐出孔と、を備え、
第二燃料吐出孔は、前記第一燃料吐出孔よりも大きい孔径を有する請求項2に記載の燃焼器。
- [請求項4] 前記第二メインバーナーは、
前記メインノズルを中心とした周方向の第一側に配置されて燃料を吐出する第一燃料吐出孔と、
前記第一側とは反対側となる前記メインノズルを中心とした周方向の第二側に配置されて前記燃料を吐出する第二燃料吐出孔と、を備え、
前記第一燃料吐出孔に前記燃料を供給する第一燃料供給系統と、
前記第一燃料供給系統とは異なる圧力で前記第二燃料吐出孔に前記燃料を供給する第二燃料供給系統と、を備える請求項2に記載の燃焼

器。

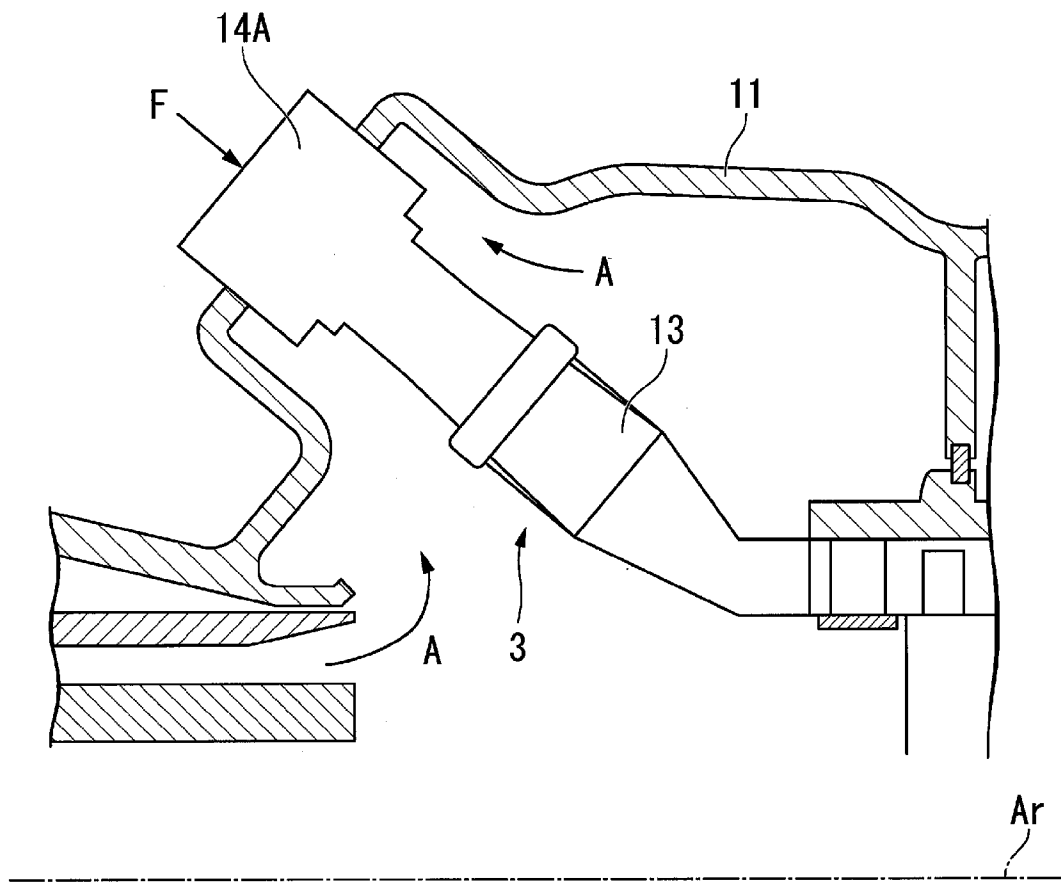
[請求項5] 請求項 1 から 4 の何れか一項に記載の燃焼器を備えるガスタービン

。

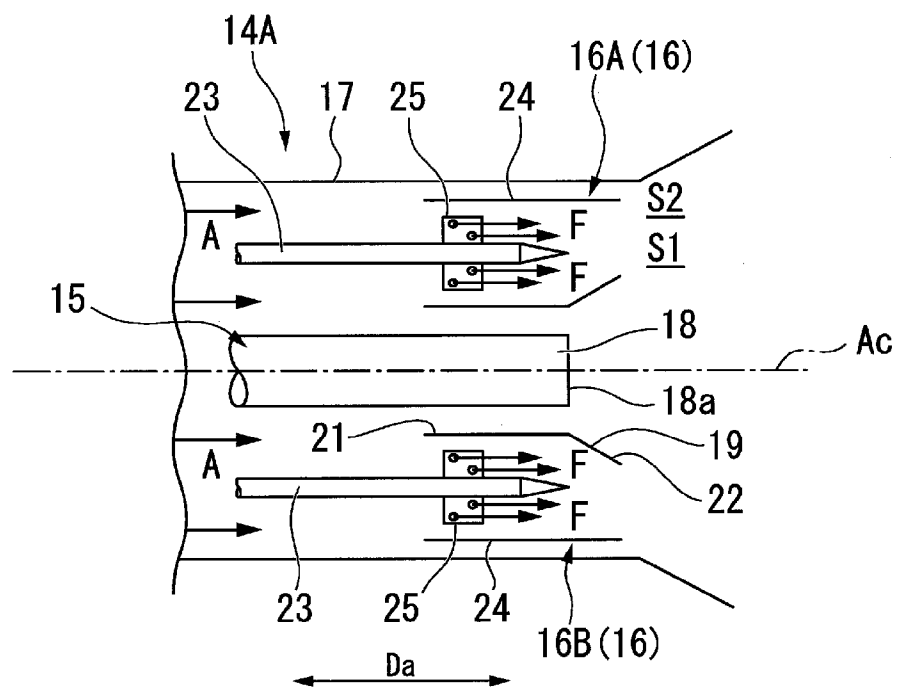
[図1]



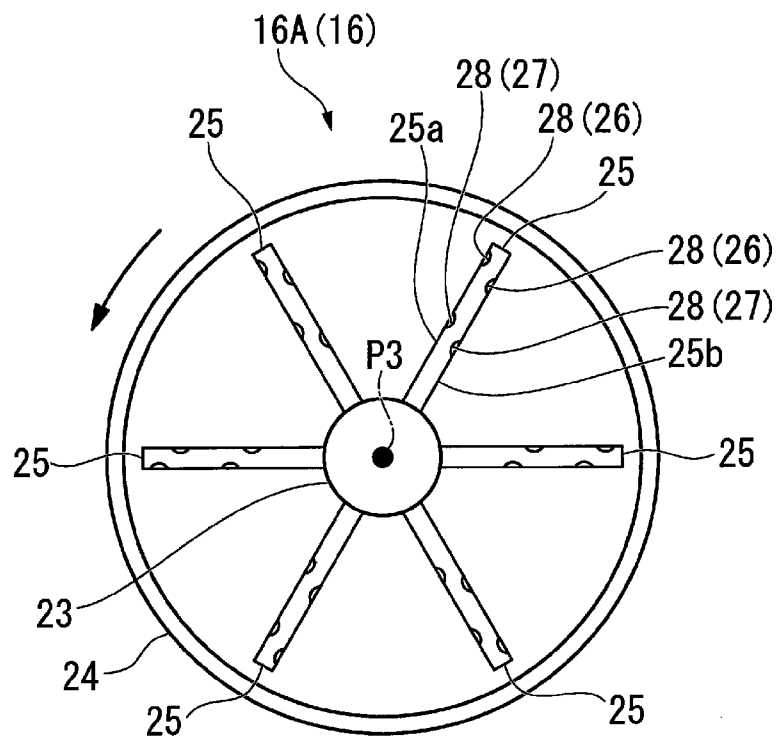
[図2]



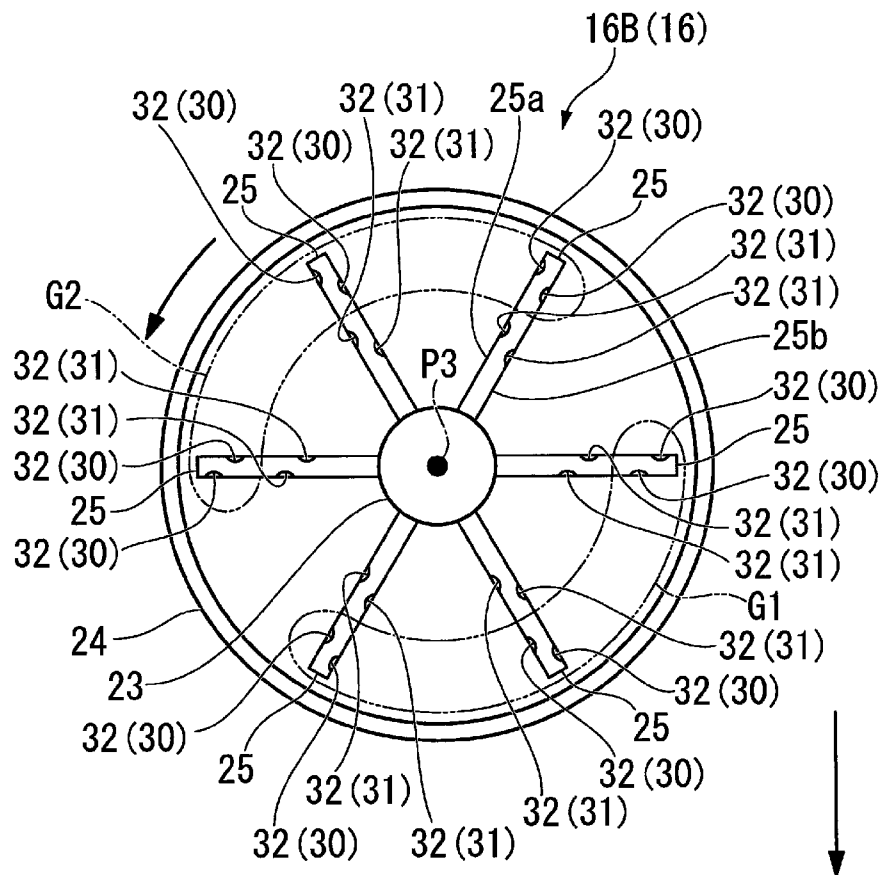
[図3]



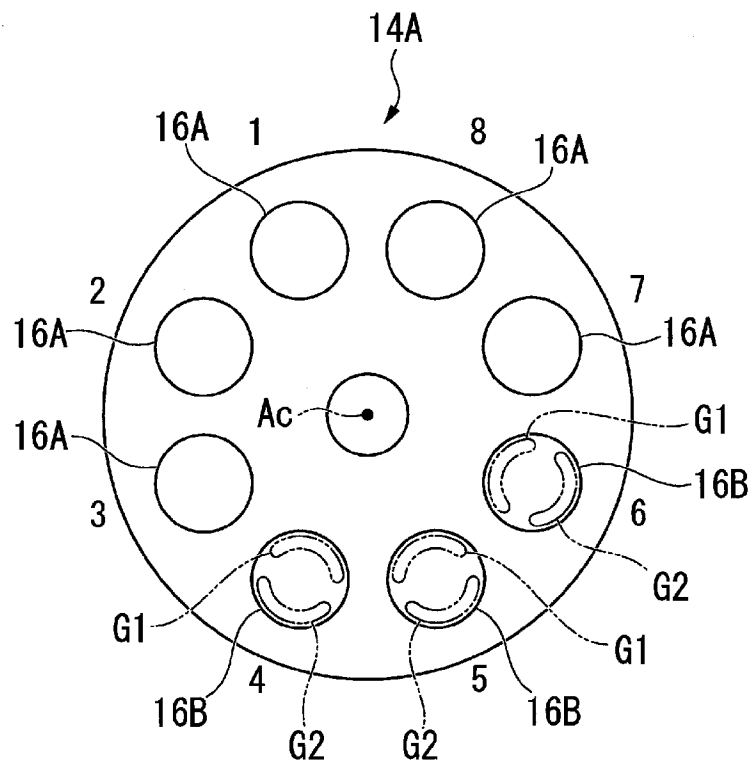
[図4]



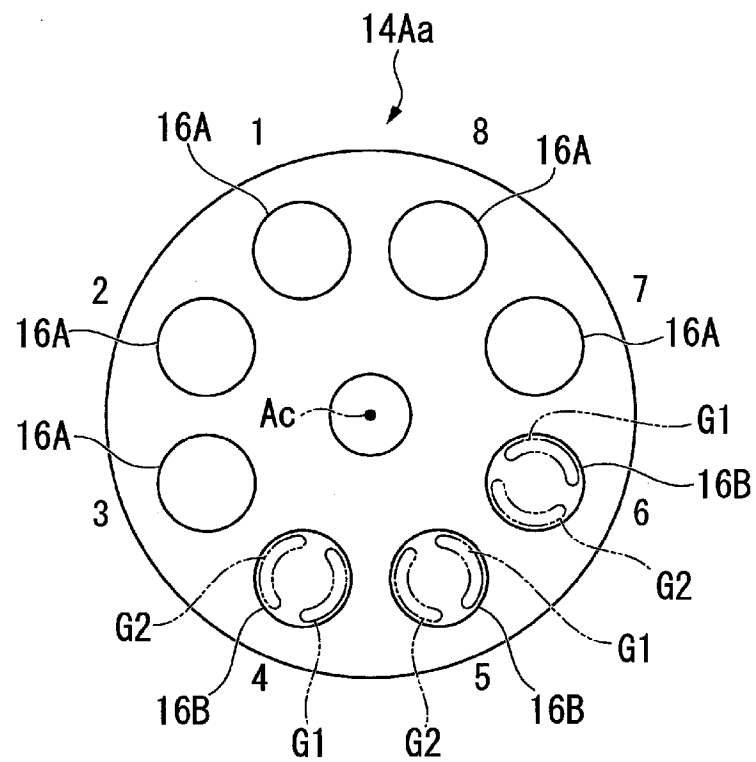
[図5]



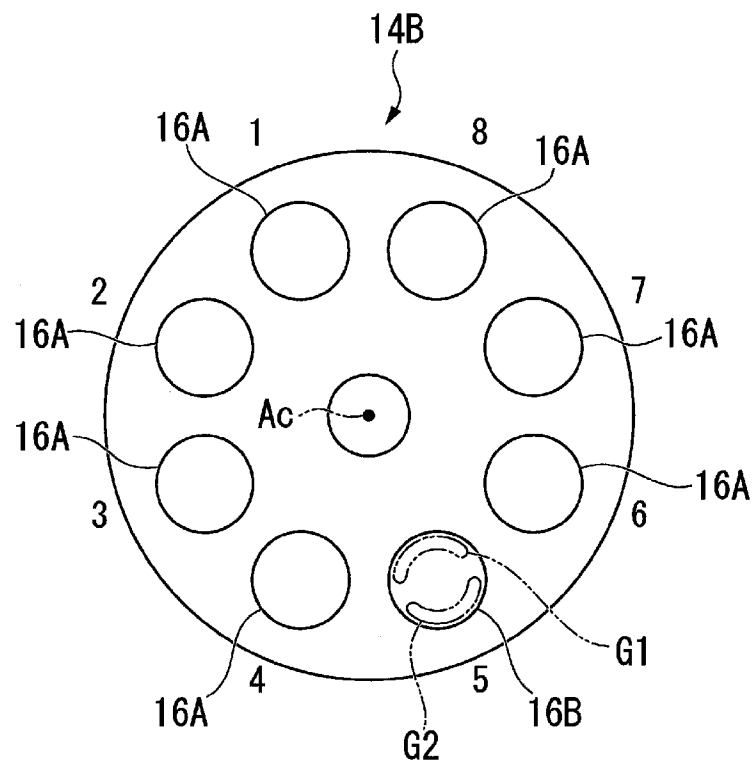
[図6]



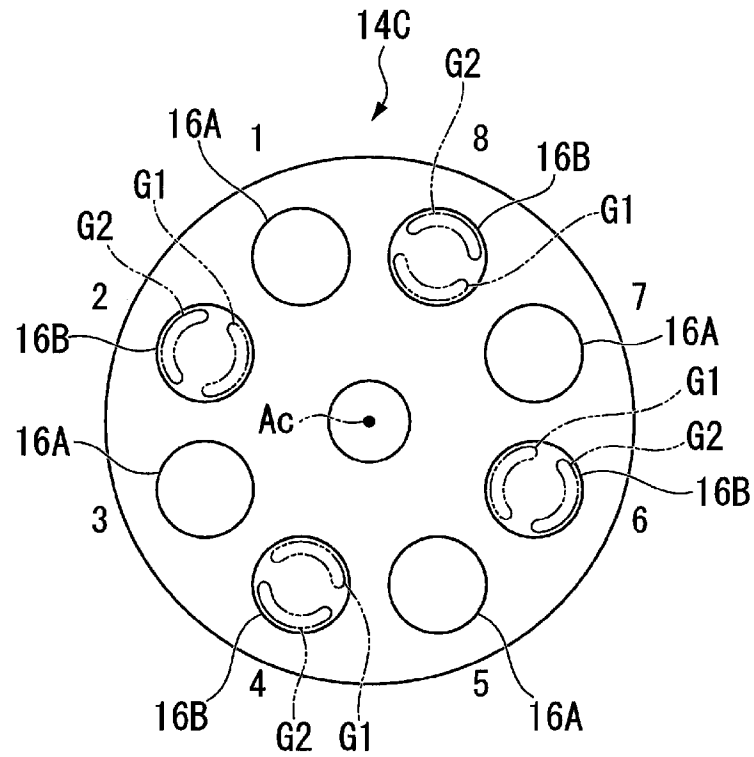
[図7]



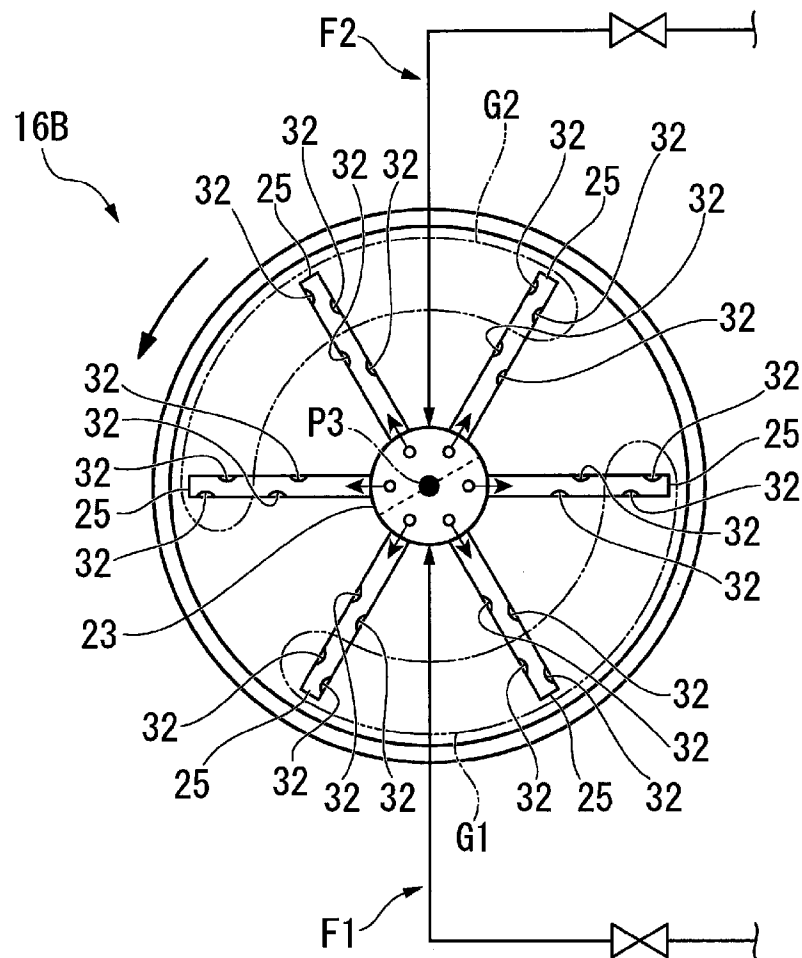
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/027085

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. F23R3/28 (2006.01) i, F02C7/228 (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, F02C7/228, F23D11/12

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	JP 2002-257346 A (ALSTOM (SWITZERLAND) LTD.) 11 September 2002, paragraphs [0010]-[0021], fig. 1-2 & US 2002/0134086 A1, paragraphs [0008]-[0026], fig. 1-2 & EP 1235033 A2 & DE 10108560 A	1, 5
Y	WO 2013/128739 A1 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 06 September 2013, paragraphs [0008], [0012]-[0016], [0040]-[0042], [0067]-[0071], fig. 4 & US 2013/0219898 A1, paragraphs [0009], [0016]-[0025], [0078]-[0084], [0125]-[0133], fig. 4 & WO 2013/128572 A1 & EP 2821706 A1 & CN 104169651 A	2-4



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
26 September 2018 (26.09.2018)

Date of mailing of the international search report
09 October 2018 (09.10.2018)

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

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/027085

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2015-68538 A (MITSUBISHI HITACHI POWER SYSTEMS, LTD.) 13 April 2015, paragraphs [0013]-[0026], [0045], [0057]-[0067], fig. 6 & US 2016/0209040 A1, paragraphs [0015]-[0029], [0055], [0067]-[0069], [0078], fig. 6 & WO 2015/046097 A1	2-3
A	JP 2001-254947 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 21 September 2001, paragraphs [0004]-[0012], fig. 2 (Family: none)	1-5
A	JP 2004-116988 A (SIEMENS AG) 15 April 2004, paragraphs [0001]-[0013], [0027]-[0036] & US 2004/0055270 A1, paragraphs [0001]-[0013], [0034]-[0044] & EP 1400752 A1	1-5
A	JP 8-285240 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 01 November 1996, entire text, all drawings & US 5901549 A, entire text, all drawings	1-5
A	JP 2008-82330 A (UNITED TECHNOLOGIES CORP.) 10 April 2008, paragraphs [0006], [0027]-[0028], fig. 8 & US 2008/0072605 A1, paragraphs [0007], [0042]-[0043], fig. 8 & EP 1906093 A2	1-5
A	US 2007/0105061 A1 (ALSTOM TECHNOLOGY LTD.) 10 May 2007, paragraphs [0008]-[0016] & WO 2005/095864 A1	1-5

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, F02C7/228(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, F02C7/228, F23D11/12

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	JP 2002-257346 A (アルストム (スイツァーランド) リミテッド)	1, 5
Y	2002.09.11, [0010]-[0021], 第1-2図 & US 2002/0134086 A1, [0008]-[0026], Fig. 1-2 & EP 1235033 A2 & DE 10108560 A	2-4
Y	WO 2013/128739 A1 (三菱重工業株式会社) 2013.09.06, [0008], [0012]-[0016], [0040]-[0042], [0067]-[0071], 図4 & US 2013/021989 8 A1 [0009], [0016]-[0025], [0078]-[0084], [0125]-[0133], Fig. 4 & WO 2013/128572 A1 & EP 2821706 A1 & CN 104169651 A	2-4

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

26.09.2018

国際調査報告の発送日

09.10.2018

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)

西中村 健一

3 S

1572

電話番号 03-3581-1101 内線 3391

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
Y	JP 2015-68538 A (三菱日立パワーシステムズ株式会社) 2015. 04. 13, [0013]-[0026], [0045], [0057]-[0067], 図 6 & US 2016/0209040 A1, [0015]-[0029], [0055], [0067]-[0069], [0078], Fig. 6 & WO 2015/046097 A1	2-3
A	JP 2001-254947 A (三菱重工業株式会社) 2001. 09. 21, [0004]-[0012], 図 2 (ファミリーなし)	1-5
A	JP 2004-116988 A (シーメンス アクチエンゲゼルシャフト) 2004. 04. 15, [0001]-[0013], [0027]-[0036] & US 2004/0055270 A1, [0001]-[0013], [0034]-[0044] & EP 1400752 A1	1-5
A	JP 8-285240 A (三菱重工業株式会社) 1996. 11. 01, 全文, 全図 & US 5901549 A, 全文, 全図	1-5
A	JP 2008-82330 A (ユナイテッド テクノロジーズ コーポレーション) 2008. 04. 10, [0006], [0027]-[0028], 図 8 & US 2008/0072605 A1, [0007], [0042]-[0043], Fig. 8 & EP 1906093 A2	1-5
A	US 2007/0105061 A1 (ALSTOM TECHNOLOGY LTD.) 2007. 05. 10, [0008]-[0016] & WO 2005/095864 A1	1-5