

(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6月19日(19.06.2014)



(10) 国際公開番号  
**WO 2014/092185 A1**

- (51) 国際特許分類:  
F23R 3/36 (2006.01) F02C 7/228 (2006.01)  
F02C 3/22 (2006.01) F23R 3/28 (2006.01)  
F02C 3/24 (2006.01) F23R 3/34 (2006.01)  
F02C 7/22 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/083497
- (22) 国際出願日: 2013年12月13日(13.12.2013)
- (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 2012-272585 2012年12月13日(13.12.2012) JP
- (71) 出願人: 川崎重工業株式会社 (KAWASAKI JUKOGYO KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒6508670 兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号 Hyogo (JP).
- (72) 発明者: 緒方正裕(OGATA, Masahiro); 〒6738666 兵庫県明石市川崎町1番1号 川崎重工業株式会社内 Hyogo (JP). 小田剛生(ODA, Takeo); 〒6738666 兵庫県明石市川崎町1番1号 川崎重工業株式会社内 Hyogo (JP). 木下康裕(KINOSHITA, Yas-

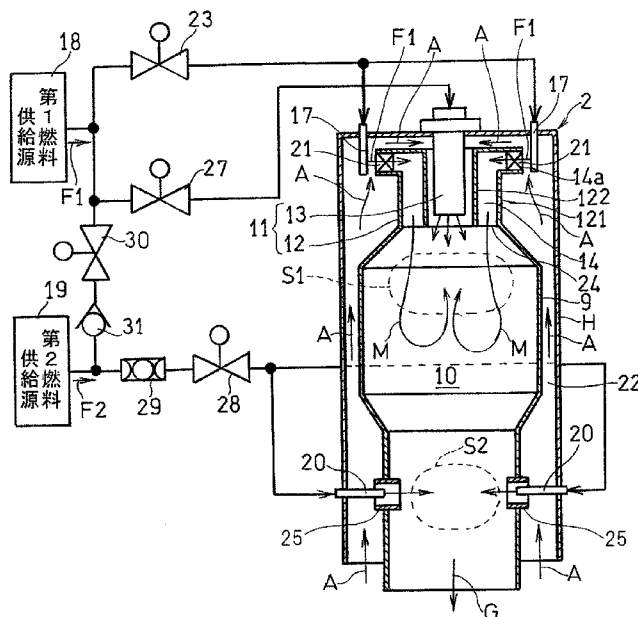
uhiro); 〒6738666 兵庫県明石市川崎町1番1号 川崎重工業株式会社内 Hyogo (JP).

- (74) 代理人: 杉本修司, 外(SUGIMOTO, Shuji et al.); 〒5500002 大阪府大阪市西区江戸堀1丁目10番2号 肥後橋ニッタイビル Osaka (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, JP, 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), ユーロパ (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

[続葉有]

(54) Title: MULTI-FUEL-CAPABLE GAS TURBINE COMBUSTOR

(54) 発明の名称: マルチ燃料対応のガスタービン燃焼器



18 First fuel supply source  
19 Second fuel supply source

(57) Abstract: Provided is a multi-fuel-capable gas turbine combustor that can sufficiently use various fuels having characteristics departing from a premix characteristic range suitable for generating premixed gas, even while maintaining favorable low-emission performance resulting from premix combustion. The present invention is provided with: a main burner (12) that supplies premixed gas (M) containing a first fuel for premixing to a first combustion region (S1) in a combustion chamber (10), and causes premix combustion; and a reheating burner (20) that supplies a second fuel for reheating having a composition differing from that of the first fuel to a second combustion region downstream from the first combustion region (S1) in the combustion chamber (10) and causes diffuse combustion. The first fuel has a pre-mix characteristic range suitable for generating a premixed gas (M), and the second fuel has characteristics departing from the premix characteristic range.

(57) 要約: 予混合燃焼による良好な低エミッション性能を維持しながらも、予混合気の生成に適した予混合特性範囲から外れた特性を有する種々の燃料を十分に利用できるマルチ燃料対応のガスタービン燃焼器を提供する。燃焼室10内の第1燃焼領域S1に予混合用の第1燃料を含む予混合気Mを供給して予混合燃焼させるメインバーナ12と、燃焼室10内の第1燃焼領域S1よりも下流の第2燃焼領域S2に、前記第1燃料とは異なる組成の追焚き用の第2燃料を供給して拡散燃焼させる追焚きバーナ20とを備え、第1燃料は、予混合気Mを生成するのに適した予混合特性範囲を有し、第2燃料は前記予混合特性範囲から外れた特性を有する。

**WO 2014/092185 A1**



---

(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))

## 明 細 書

発明の名称： マルチ燃料対応のガスタービン燃焼器

### 関連出願

[0001] 本出願は、2012年12月13日出願の特願2012-272585の優先権を主張するものであり、その全体を参照により本願の一部をなすものとして引用する。

### 技術分野

[0002] 本発明は、低エミッション性能を確保しながらも、水素含有燃料のような未利用燃料を有効に活用できるマルチ燃料対応のガスタービン燃焼器に関するものである。

### 背景技術

[0003] ガスタービンエンジンの燃焼器において、低NO<sub>x</sub>化を含む低エミッション性能を得る技術として、燃焼器中に水または蒸気を噴射するウェット式の燃焼器のほかに、燃料と圧縮空気とを混合して生成した予混合気を燃焼室内に噴射して希薄予混合燃焼させるドライ式であるDLE（Dry Low Emissions）燃焼器が知られている。このDLE燃焼器の燃料として、予混合気を生成するのに適した特性範囲を有する天然ガス、灯油、軽油などの燃料が用いられており、水素のようなガスは前記特性範囲から外れるために、使用は困難である。基本的には、水素ガスは燃焼速度が速いので、これをDLE燃焼器の燃料に多量に混ぜると、比較的長い予混合通路に火炎が遡って加熱や損傷を招く逆火と称される現象が発生したり、異常燃焼が生じる可能性がある。

[0004] ところで、近年では、化学プラントなどから発生する水素ガスや炭鉱から排出される通気メタン（VAM：Ventilation Air Methane）のような低濃度メタンの燃料ガスを、ガスタービン燃焼器の燃料として有効利用することが求められている。これに対し、希薄予混合型のガスタービン燃焼器において、特殊なノズルを用いて、天然ガスに水素含有燃料を混入させる多孔同軸噴流バーナが提案されている（特許文献1参照）。また、追焚きバーナから

水素ガスをガスタービン燃焼器に供給する燃焼器が知られている（特許文献 2 参照）。特許文献 2 に記載の燃焼器は、メインバーナが予混合燃焼方式ではなく、拡散燃焼方式であり、拡散燃焼により多く発生する  $\text{NO}_x$  を水素ガスによって還元している。

## 先行技術文献

## 特許文献

[0005] 特許文献1：特開 2 0 1 1 - 1 4 4 9 7 2 号公報

特許文献2：特開 2 0 1 1 - 0 7 5 1 7 4 号公報

## 発明の概要

## 発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、特許文献 1 の多孔同軸噴流バーナは、構造が複雑なうえに、良好な低エミッション性能を維持するには、例えば、水素濃度の割合に応じて、複数ある燃料ノズルへの燃料配分を変化させる必要があるなど、制御が複雑になる。他方、特許文献 2 の燃焼器のように追焚きバーナから水素ガスを導入するとき、メインバーナが予混合燃焼方式の場合には  $\text{NO}_x$  が少ないので、水素ガスによる  $\text{NO}_x$  の還元の作用は限定的である。よって、特許文献 2 では、予混合燃焼方式のメインバーナを使用する場合を想定していない。したがって、特許文献 2 は、予混合燃焼方式と、追焚きバーナから水素ガスを導入する方式との併用を示唆するものではない。

[0007] 本発明は、予混合燃焼による良好な低エミッション性能を維持しながらも、予混合気の生成に適した予混合特性範囲から外れた特性を有する種々の燃料を十分に利用できるマルチ燃料対応のガスタービン燃焼器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] 上記目的を達成するために、本発明に係るマルチ燃料対応のガスタービン燃焼器は、燃焼室内の第 1 燃焼領域に予混合用の第 1 燃料を含む予混合気を供給して予混合燃焼させるメインバーナと、前記燃焼室内の前記第 1 燃焼領

域よりも下流の第2燃焼領域に、前記第1燃料とは異なる組成の追焚き用の第2燃料を供給して拡散燃焼させる追焚きバーナとを備え、前記第1燃料は、予混合気を生成するのに適した予混合特性範囲を有し、前記第2燃料は前記予混合特性範囲から外れた特性を有する。

[0009] このガスタービン燃焼器では、予混合気を第1燃焼領域に供給して予混合燃焼させるメインバーナに、予混合気を生成するのに適した予混合特性範囲を有する第1燃料が供給されることから、逆火や異常燃焼または失火などが生じることがないので、良好な低エミッション性能を維持することができる。一方、エンジン負荷の増大に応じて運転範囲を高出力側へ広げる場合には、追焚きバーナから第2燃焼領域に第2燃料を供給するが、追焚きバーナは、拡散燃焼式のものであることから、予混合気を生成するのに適した予混合特性範囲を外れた特性を有する第2燃料を供給しても、逆火や異常燃焼または失火などが生じることがない。したがって、第2燃料として、石油化学プラントや精製プラント、製鉄設備などから発生する副生水素ガスやVAMのような低濃度燃料ガスなどの、現在有効利用されていない種々の燃料を十分に使用できる。

[0010] ここで言う「予混合気を生成するのに適した予混合特性範囲」とは、予混合通路内で逆火が発生することのない燃焼速度の範囲と、少量時に燃焼不能が生じたり多量時の過熱が生じたりすることのない発熱量の範囲との双方が含まれている。また、「異なる組成」とは、主成分または元素含有率が相違することをいう。

[0011] 本発明において、さらに、前記第1燃料を前記第1燃焼領域に噴射して拡散燃焼させるパイロットバーナを備えていることが好ましい。拡散燃焼は、空燃比の大きい予混合燃焼よりも、火炎が安定しているので、ガスタービンの始動時や低負荷時に使用されるのに加え、高負荷でも少量燃焼させることで、失火を防止して予混合燃焼を安定して維持することができる。

[0012] 本発明において、さらに、前記第1燃料を前記第2燃焼領域にも供給して燃焼させる追加の追焚き用バーナを備えていることが好ましい。これにより

、例えば、第2燃料として化学プラントで発生する副生水素ガスを使用する場合、化学プラントの稼働停止などにより第2燃料が不足したときに、第1燃料を追加の追焚き用バーナから第2燃焼領域に供給して、所要の高出力運転を維持することができる。

[0013] 本発明において、前記第2燃料として水素を用いることができる。これにより、化学プラントなどから発生する水素ガスを燃焼器の燃料として有効利用することができる。

[0014] 本発明において、前記第1燃料として天然ガスをを用い、前記第2燃料として水素または水素含有ガスをを用いることができる。これにより、予混合気を生成するのに適した予混合特性範囲を有する天然ガスをを用いて第1燃焼領域で良好な予混合燃焼を行わせることができるとともに、所要の予混合特性範囲から外れた特性を有する水素を、追焚き用バーナから第2燃焼領域に噴射して拡散燃焼させて、多量の水素を燃焼器の燃料として有効利用することができる。

[0015] 本発明において、前記燃焼室を形成する燃焼筒と、前記燃焼筒に設けられて前記燃焼筒の外部から内部の燃焼室に空気を導入する導入パイプとを備え、前記追焚きバーナは、前記導入パイプの中空部に挿入された構成としてもよい。空気の導入により、水素の濃度が低下して燃焼温度が低下する結果、 $\text{NO}_x$ の発生量を抑制することができる。

[0016] 本発明において、前記追焚き用の第2燃料を前記第2燃焼領域において稀薄燃焼させることもできる。これにより、 $\text{NO}_x$ 発生量をさらに低減できる。ここで、「稀薄燃焼」とは、当量比0.5以下の稀薄度で燃焼させることをいう。なお、稀薄燃焼における当量比は、0を越え、0.5以下の範囲内で負荷に応じて調整されるものである。

[0017] 請求の範囲および／または明細書および／または図面に開示された少なくとも2つの構成のどのような組合せも、本発明に含まれる。特に、請求の範囲の各請求項の2つ以上のどのような組合せも、本発明に含まれる。

## 図面の簡単な説明

[0018] 本発明は、添付の図面を参考にした以下の好適な実施形態の説明から、より明瞭に理解されるであろう。しかしながら、実施形態および図面は単なる図示および説明のためのものであり、本発明の範囲を定めるために利用されるべきものではない。本発明の範囲は添付の請求の範囲によって定まる。添付図面において、複数の図面における同一の符号は、同一または相当する部分を示す。

[0019] [図1]本発明のガスタービン燃焼器が適用されるガスタービンエンジンを示す概略構成図である。

[図2]本発明の第1実施形態に係るガスタービン燃焼器をこの燃料供給系統を含めて示した概略縦断面図である。

[図3]同上のガスタービンエンジンの負荷変動とこれに対応する第2燃料の燃料使用量との関連を示す特性図である。

[図4]本発明の第2実施形態に係るガスタービン燃焼器をこの燃料供給系統を含めて示した概略縦断面図である。

### 発明を実施するための形態

[0020] 以下、本発明の好ましい実施形態について図面を参照しながら説明する。本発明の実施形態では、ガスタービン燃焼器が適用されるガスタービンエンジンGTは、図1に示すような単缶型であるが、マルチ缶型でもよい。このガスタービンエンジンGTは、空気流入口1aから吸入した空気Aを圧縮する遠心圧縮機1と、圧縮された空気Aに燃料を供給して燃焼させる燃焼器2と、燃焼器2からの燃焼ガスで駆動されるタービン3とを有している。燃焼器2は、エンジン回転軸心Cに対してほぼ径方向に突出して配置されている。燃焼器2で発生した燃焼ガスは、タービン3へ導かれてタービン3を回転させ、このタービン3に回転軸4で連結されている遠心圧縮機1と、例えば発電機である負荷7とを駆動する。タービン3を通った排ガスEGは、排気ダクト8から外部へ排出される。

[0021] 図2に示すように、この燃焼器2は、遠心圧縮機1（図1）から空気通路22内に導入される圧縮空気Aと燃焼ガスGとが燃焼器2内を互いに逆方向

に流れる逆流缶型であり、円筒状のハウジングH内にほぼ円筒状の燃焼筒9が収納されている。ハウジングHと燃焼筒9との間に遠心圧縮機1からの空気Aを導入する空気通路22が形成され、燃焼筒9の内部に燃焼室10が形成されている。燃焼筒9の頂部にはバーナユニット（ノズルユニット）11が取り付けられている。

[0022] 前記バーナユニット11は、第1燃料F1として、天然ガス、天然ガスに5%程度の水素が混合されたもの等の燃料、または灯油、軽油のような液体燃料を使用する。このバーナユニット11は、第1燃料供給源18から供給される予混合用の第1燃料F1を含む予混合気Mを燃焼室10内の第1燃焼領域S1に噴射して予混合燃焼させるメインバーナ12と、前記第1燃料F1を第1燃焼領域S1に直接噴射して拡散燃焼させるパイロットバーナ13とを備えている。

[0023] さらに、燃焼筒9には、燃焼室10内の第1燃焼領域S1よりも下流の第2燃焼領域S2に第2燃料供給源19から供給される追焚き用の第2燃料F2を直接噴射して拡散燃焼させる拡散噴射式の追焚きバーナ20が設けられている。追焚きバーナ20は、燃焼筒9の周方向に等間隔で複数、例えば2〜12個設けられる。第2燃料F2として、天然ガスの他、水素ガス、LPG（液化石油ガス）、VAM、天然ガスに多量の水素を混合したガスなど、天然ガスと組成が異なる、つまり主成分または元素含有率が異なる燃料を使用する。天然ガスに対して、水素ガスおよびLPGは主成分が相違し、VAMは主成分がメタンで同一であるが、CO<sub>2</sub>を多く含むなど、炭素と水素の含有率が相違する。

[0024] 燃焼筒9には、その外部の空気通路22から空気Aを燃焼室10に導入する複数の円筒状の導入パイプ25が設けられており、各導入パイプ25の内側つまり中空部に追焚きバーナ20が挿入されている。空気Aは、追焚きバーナ20と導入パイプ25の内周面との隙間を、燃焼筒9の外部から内部の燃焼室10に向けて流入する。

[0025] 前記メインバーナ12はパイロットバーナ13の外周を囲むように配置さ

れている。このメインバーナ 12 は、断面 L 字状の環状の外壁 121 と内壁 122 とを有し、外壁 121 と内壁 122 との間に予混合通路 14 を形成している。予混合通路 14 の上流端は、径方向外向きに開口して、その開口した環状の空気取入口 14a の径方向外方に、複数のメイン燃料ノズル 17 がメインバーナ 12 の周方向に等間隔で配置されている。メイン燃料ノズル 17 における空気取入口 14a に対向する部分には、空気取入口 14a に向けて第 1 燃料 F1 を噴射する複数の燃料噴射孔（図示せず）が形成されており、空気取入口 14a には、流入空気に旋回を与えて第 1 燃料 F1 との予混合を促進するスワラ 21 が配置されている。拡散燃焼型のパイロットバーナ 13 は、外壁 121 の内側空間に配置されている。

[0026] 第 1 燃料供給源 18 から供給される第 1 燃料 F1 は、第 1 燃料制御弁 23 により流量を調整されたのちに、メイン燃料ノズル 17 から予混合通路 14 の空気取入口 14a に向け噴射される。この噴射された第 1 燃料 F1 は、空気通路 22 から空気取入口 14a 内に流入する圧縮空気 A とともに、スワラ 21 によって旋回を付与されながら予混合通路 14 に導入され、この予混合通路 14 内を流動しながら予混合され、環状の予混合気噴出口 24 から予混合気 M として燃焼室 10 内に噴出される。

[0027] ガスタービンエンジン GT の起動時には、第 1 燃料制御弁 23 が閉じられ、第 2 燃料制御弁 27 のみが開かれて、第 1 燃料供給源 18 の第 1 燃料 F1 が、第 2 燃料制御弁 27 を介してパイロットバーナ 13 から燃焼室 10 内に噴射され、点火プラグ（図示せず）による点火により拡散燃焼される。通常運転時には、パイロットバーナ 13 からの第 1 燃料 F1 の供給を継続しながら、その火炎を種火として、メインバーナ 12 から燃焼室 10 内に噴射された予混合気 M を予混合燃焼させて、燃焼室 10 の上流部において、第 1 燃焼領域 S1 を形成させる。メインバーナ 12 およびパイロットバーナ 13 は、空燃比（空気流量／燃料流量）がそれぞれの好ましい所定値になるように制御される。

[0028] この第 1 燃焼領域 S1 は、第 1 燃料 F1 を希薄予混合燃焼させることによ

り、 $\text{NO}_x$ 、 $\text{CO}$ などを低減させ、低エミッションを達成する。したがって、第1燃料としては、予混合気Mを生成するのに適した予混合特性範囲を有するものが用いられる。その予混合特性範囲としては、比較的長い予混合通路14内で逆火が発生することのない燃焼速度の範囲と、少量時の燃焼不能や多量時の過熱が生じない発熱量の範囲との双方が含まれる。実験結果によると、燃焼速度 $M_{cp}$ の範囲は、およそ $32 \sim 39 \text{ cm/s}$ であり、発熱量の範囲はおよそ $29 \sim 42 \text{ MJ/m}^3 \text{ N}$ である。

[0029] 燃焼室10内における第1燃焼領域S1よりも下流側には、第2燃料供給源19から供給されて追焚きバーナ20から噴射される第2燃料F2が拡散燃焼されることにより、第2燃焼領域S2が形成される。第2燃料F2は、拡散燃焼式の追焚きバーナ20から直接噴射されて拡散燃焼されることから、流量が変動しても、予混合通路14内への逆火などが生じることがないので、第2燃料F2として、第1燃料F1が有する予混合特性範囲を外れた特性の燃料を用いても支障が生じない。また、第2燃料F2としては、成分が変化するものや低品質のものであっても用いることができる。

[0030] 第2燃焼領域S2は、ガスタービンエンジンGTの運転負荷の変動に応じて運転範囲を高出力側へ広げるために形成されるものであって、図3に示すように、ガスタービンエンジンGTの運転負荷の増大が一定値を越えたときに、図2の第3燃料制御弁28が運転負荷の変動に応じた開度だけ開くように調整されて、第2燃料供給源19から所要量の第2燃料F2が、ミキサー29および第3燃料制御弁28を介して追焚きバーナ20に供給される。図3から明らかなように、エンジンGTの運転負荷が増大するのに伴って第2燃料F2の使用量も増大するので、高負荷においてその時点で十分に利用されていない水素ガスなどを燃焼器2の燃料として大量に使用することができる。この場合、第2燃焼領域S2での第2燃料F2の供給量の多少にかかわらず、第1燃焼領域S1の保炎性能はメインバーナ12およびパイロットバーナ13によって確保される。

[0031] この燃焼器2では、第2燃料F2が不足した場合、第4燃料制御弁30を

開いて第1燃料供給源18の第1燃料F1を逆止弁31を通して第2燃料供給源19側に供給して、その第1燃料F1と第2燃料供給源19からの第2燃料F2とをミキサー29で混合して、追焚きバーナ20に供給する。第2燃料F2は、逆止弁31によって、第1燃料F1側への流入が防止される。

[0032] ここで、空気通路22内の空気Aが導入パイプ25を通して燃焼室10内に流入することで、追焚きバーナ20からの水素の濃度が低下して稀薄燃焼状態となり、燃焼温度が低下する結果、NO<sub>x</sub>の発生量を抑制することができる。なお、空気により水素ガスが希釈されるので、還元作用は弱い、予混合燃焼される第1燃焼領域S1でのNO<sub>x</sub>発生量は少ないので、水素ガスの還元作用による低NO<sub>x</sub>化の効果は期待していない。なお、導入パイプ25を用いなくても、例えば、燃焼筒9における追焚きバーナ20の近傍に、空気通路22内の圧縮空気Aを燃焼室10内に導入する空気導入孔を一つ以上形成することによっても稀薄燃焼を実現できる。

[0033] 図4は本発明の第2実施形態を示す。同図において、図2と同一若しくは相当するものに同一の符号を付して、重複する説明を省略する。この第2実施形態のガスタービン燃焼器2Aが図2のガスタービン燃焼器と相違するのは、第1実施形態の燃焼筒9における通常の追焚きバーナ20の近傍箇所に、追加の追焚きバーナ33を設けたことである。この追焚きバーナ33に、メインバーナ12への燃料供給系から分岐し、かつ第5燃料制御弁34が設けられた燃料供給系を接続する。そして、必要に応じて第5燃料制御弁34を開いて、メインバーナ12の燃料供給系の第1燃料F1を、追加の追焚きバーナ33から第2燃焼領域S2に噴射させる。

[0034] また、追加の追焚きバーナ33は、通常の追焚きバーナ20と同数だけ設けて、通常の追焚きバーナ20と周方向の位置が交互の配置となるように等間隔に設ける。例えば、追加の追焚きバーナ33および通常の追焚きバーナ20を共に4つ設ける場合、同一円上に90度間隔で設けられている4つの通常の追焚きバーナ20に対し、その上流側または下流側に、4つの追加の追焚きバーナ33を、45°位相をずらせて、同一円上に90度間隔で配置

する。これにより、追加の追焚きバーナ 33 および通常の追焚きバーナ 20 の両方を使用する場合、第 2 燃焼領域 S2 における第 1 燃料 F1 と第 2 燃料 F2 の濃度を均一化して、良好な燃焼状態を得ることができる。

[0035] この第 2 実施形態のガスタービン燃焼器 2A では、第 1 実施形態で説明したのと同様の効果が得られるのに加えて、化学プラントの稼働停止などによって第 2 燃料 F2 である水素ガスが使用不可となる事態が生じた場合、第 5 燃料制御弁 34 を開いて、メインバーナ 12 の燃料供給系から分流させた第 1 燃料 F1 を、追焚きバーナ 33 を介して燃焼室 10 内に噴射することにより、第 2 燃焼領域 S2 を安定的に維持することができる。第 2 燃料 F2 が不足した場合には、通常の追焚きバーナ 20 と追加の追焚きバーナ 33 の両方を作動させて、第 1 燃料 F1 と第 2 燃料 F2 とを燃焼室 10 内に供給する。

[0036] 第 1 燃料として天然ガスを使用している場合、通常の追焚きバーナ 20 は、体積の少ない天然ガスに対応する小さなバーナ径に設定される。ここで、水素ガスは天然ガスよりも単位熱量当たりの体積が大きいので、通常の追焚きバーナ 20 を水素ガスの噴射に使用すると、必要量を噴射することができない。これに対し、この第 2 実施形態では、水素ガス用の追加の追焚きバーナ 33 を設けているので、この追焚きバーナ 33 を、水素ガスの体積に対応した大きなバーナ径に設定することにより、第 2 燃料 F2 としての水素ガスを噴射する場合に、必要量を噴射することができる。

[0037] 発明者らの分析によれば、予混合燃焼方式のメインバーナ 12 と追焚きバーナ 20 とを組み合わせたガスタービン燃焼器 2A では、メインバーナ 12 による低エミッション性能に悪影響を与えない第 2 燃料 F2 の割合は、熱量換算で全体の 30% 程度である。その場合、この第 2 実施形態のガスタービン燃焼器 2A では、通常の追焚きバーナ 20 から噴射する第 2 燃料 F2 を 100% 水素ガスとし、水素ガスの熱量を第 1 燃料 F1 である天然ガスの  $1/4$  とすると、体積流量配分に換算して、第 1 燃料 F1 (天然ガス) 対第 2 燃料 F2 (水素ガス) の体積比が 7 : 12 となる。すなわち、第 1 燃料 F1 が 36.84% ( $7/19$ ) で、第 2 燃料 F2 が 63.15% ( $12/19$ )

となる。

[0038] 従来のように第1燃料F1の天然ガスに第2燃料F2の水素ガスが混合されて予混合燃焼に用いる場合、逆火や異常燃焼の回避を考慮すると、第2燃料F2の混合割合の上限が体積比で5%程度であるのに比較して、本発明では、燃料全体の60%余りを第2燃料F2の水素ガスで賄うことができる。したがって、従来において十分に利用できなかった水素ガスをガスタービン燃焼器2Aの第2燃料として大量に有効利用することができる。

[0039] 以上のとおり、図面を参照しながら好適な実施形態を説明したが、当業者であれば、本件明細書を見て、自明な範囲内で種々の変更および修正を容易に想定するであろう。したがって、そのような変更および修正は、請求の範囲から定まる発明の範囲内のものと解釈される。

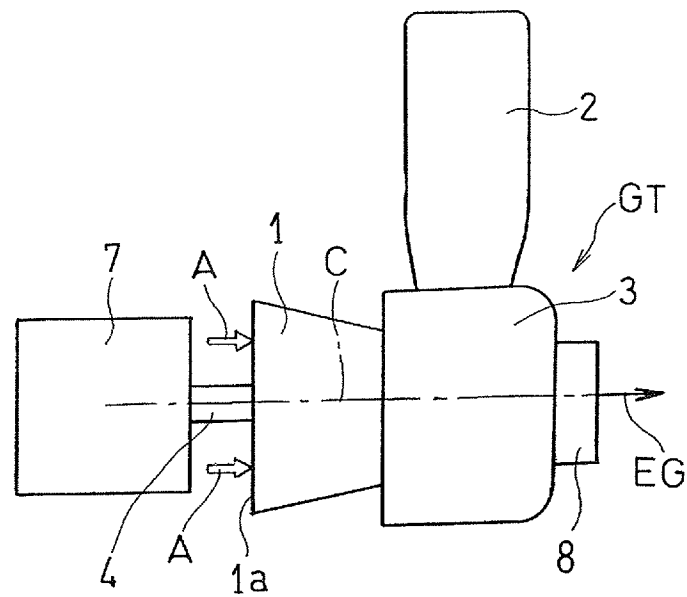
## 符号の説明

- [0040] 10 燃焼室  
12 メインバーナ  
13 パイロットバーナ  
20 追焚きバーナ  
25 導入パイプ  
33 追加の追焚きバーナ  
S1 第1燃焼領域  
S2 第2燃焼領域  
M 予混合気

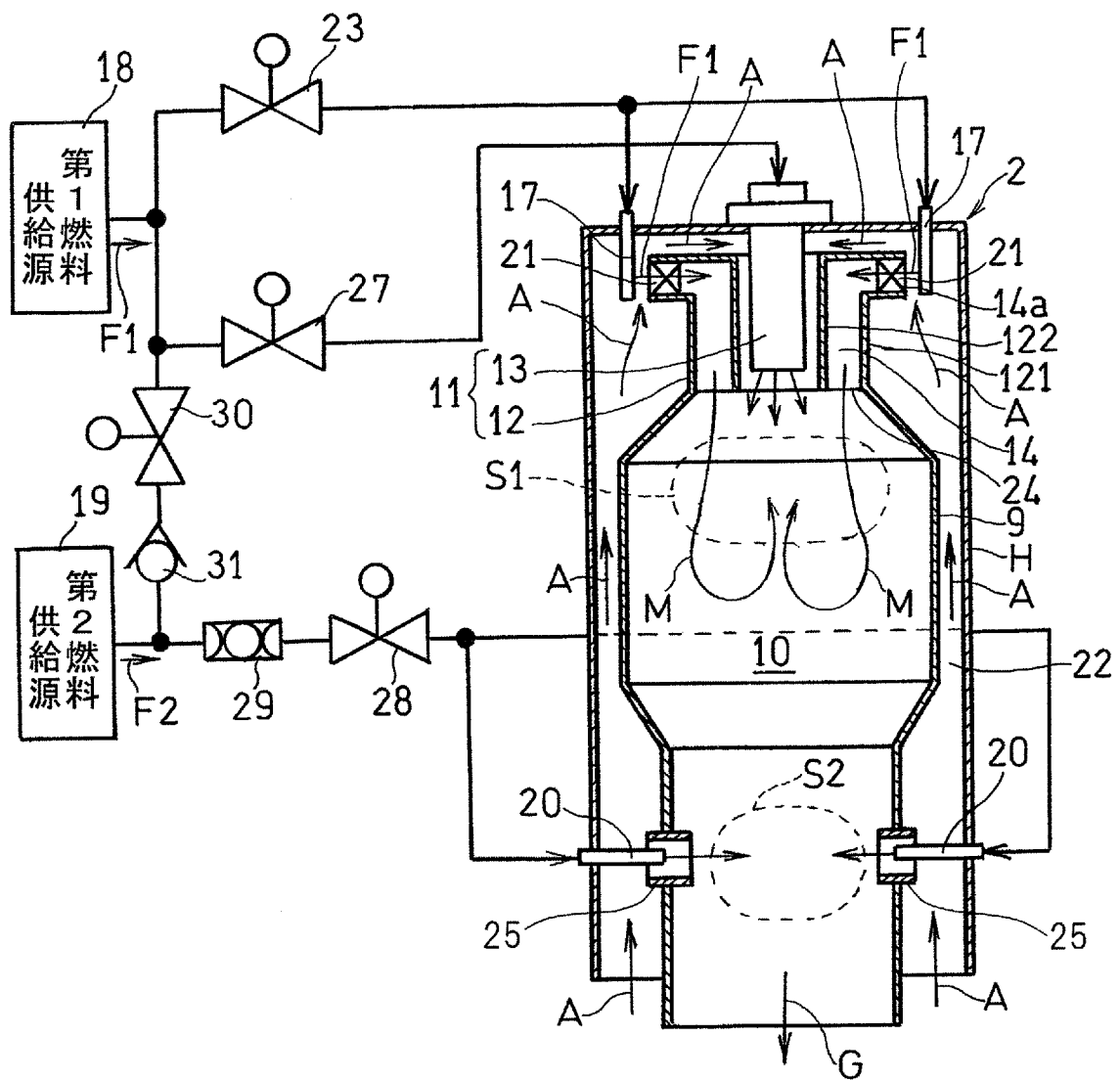
## 請求の範囲

- [請求項1] 燃焼室内の第1燃焼領域に予混合用の第1燃料を含む予混合気を供給して予混合燃焼させるメインバーナと、
- 前記燃焼室内の前記第1燃焼領域よりも下流の第2燃焼領域に、前記第1燃料とは異なる組成の追焚き用の第2燃料を供給して拡散燃焼させる追焚きバーナとを備え、
- 前記第1燃料は、予混合気を生成するのに適した予混合特性範囲を有し、前記第2燃料は前記予混合特性範囲から外れた特性を有するガスタービン燃焼器。
- [請求項2] 請求項1に記載のガスタービン燃焼器において、さらに、前記第1燃料を前記第1燃焼領域に噴射して拡散燃焼させるパイロットバーナを備えたガスタービン燃焼器。
- [請求項3] 請求項1または2に記載のガスタービン燃焼器において、さらに、前記第1燃料を前記第2燃焼領域に供給して燃焼させる追加の追焚き用バーナを備えたガスタービン燃焼器。
- [請求項4] 請求項1から3のいずれか一項に記載のガスタービン燃焼器において、前記第2燃料は水素であるガスタービン燃焼器。
- [請求項5] 請求項1から3のいずれか一項に記載のガスタービン燃焼器において、前記第1燃料は天然ガスであり、前記第2燃料は水素または水素含有ガスであるガスタービン燃焼器。
- [請求項6] 請求項4または5に記載のガスタービン燃焼器において、前記燃焼室を形成する燃焼筒と、前記燃焼筒に設けられて前記燃焼筒の外部から内部の燃焼室に空気を導入する導入パイプとを備え、
- 前記追焚きバーナは、前記導入パイプの中空部に挿入されているガスタービン燃焼器。
- [請求項7] 請求項1から6のいずれか一項に記載のガスタービン燃焼器において、前記追焚き用の第2燃料は前記第2燃焼領域において稀薄燃焼されるガスタービン燃焼器。

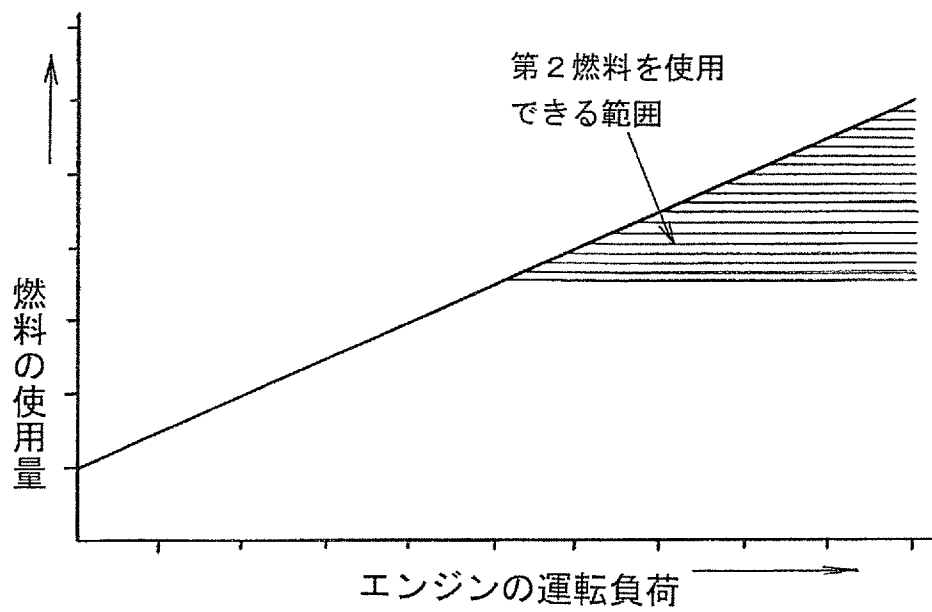
[図1]



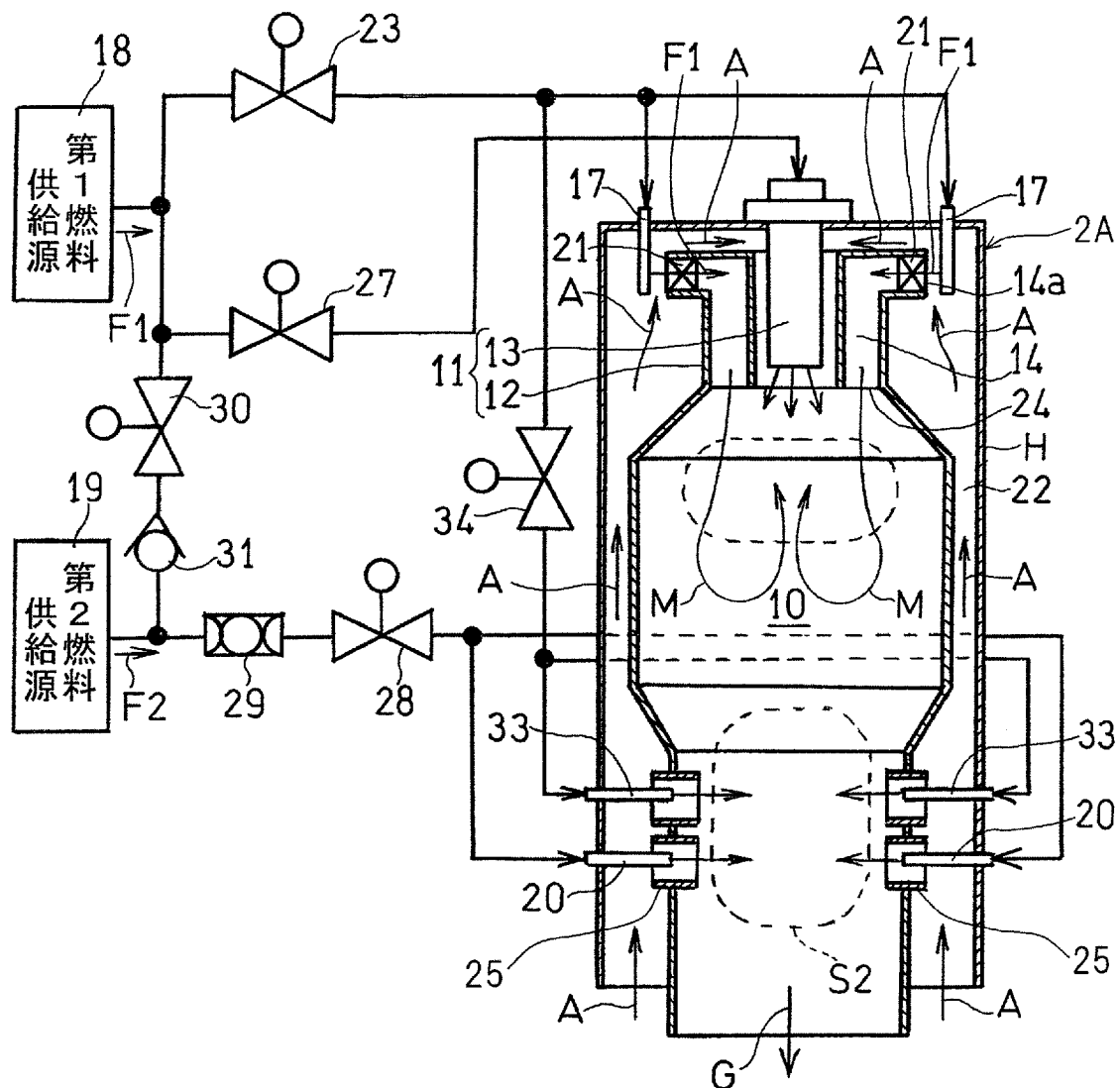
[図2]



[図3]



[図4]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/083497

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F23R3/36(2006.01)i, F02C3/22(2006.01)i, F02C3/24(2006.01)i, F02C7/22(2006.01)i, F02C7/228(2006.01)i, F23R3/28(2006.01)i, F23R3/34(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)

F23R3/36, F02C3/22, F02C3/24, F02C7/22, F02C7/228, F23R3/28, F23R3/34

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. |
|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Y<br>A    | JP 2011-89435 A (Kawasaki Heavy Industries, Ltd.),<br>06 May 2011 (06.05.2011),<br>paragraphs [0021] to [0024]; fig. 1<br>(Family: none)                                 | 1-2, 4-7<br>3         |
| Y<br>A    | JP 9-159143 A (Tokyo Gas Co., Ltd.),<br>20 June 1997 (20.06.1997),<br>paragraphs [0003] to [0009]; fig. 1, 3, 6<br>(Family: none)                                        | 1-2, 4-7<br>3         |
| Y         | JP 2011-75174 A (Hitachi, Ltd.),<br>14 April 2011 (14.04.2011),<br>paragraphs [0032] to [0085]; fig. 1 to 11<br>& US 2011/0094239 A1 & EP 2309189 A2<br>& CN 102032568 A | 1-2, 4-7              |

☒ 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  
07 March, 2014 (07.03.14)

Date of mailing of the international search report  
18 March, 2014 (18.03.14)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2013/083497

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 4-340020 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.),<br>26 November 1992 (26.11.1992),<br>paragraphs [0004] to [0010]<br>(Family: none) | 5-7                   |
| A         | JP 2009-52768 A (Kawasaki Heavy Industries, Ltd.),<br>12 March 2009 (12.03.2009),<br>paragraph [0017]; fig. 2<br>(Family: none)       | 1-7                   |

## A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F23R3/36(2006.01)i, F02C3/22(2006.01)i, F02C3/24(2006.01)i, F02C7/22(2006.01)i,  
F02C7/228(2006.01)i, F23R3/28(2006.01)i, F23R3/34(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（I P C））

Int.Cl. F23R3/36, F02C3/22, F02C3/24, F02C7/22, F02C7/228, F23R3/28, F23R3/34

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   | 1 9 2 2 - 1 9 9 6 年 |
| 日本国公開実用新案公報 | 1 9 7 1 - 2 0 1 4 年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1 9 9 6 - 2 0 1 4 年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1 9 9 4 - 2 0 1 4 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<br>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<br>請求項の番号 |
|-----------------|-------------------------------------------------------|----------------|
| Y               | JP 2011-89435 A（川崎重工業株式会社）                            | 1-2, 4-7       |
| A               | 2011.05.06, 段落【0021】 - 【0024】, 図 1<br>(ファミリーなし)       | 3              |
| Y               | JP 9-159143 A（東京瓦斯株式会社）                               | 1-2, 4-7       |
| A               | 1997.06.20, 段落【0003】 - 【0009】, 図 1, 3, 6<br>(ファミリーなし) | 3              |

☒ 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

0 7 . 0 3 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

1 8 . 0 3 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）  
郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5  
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）

出口 昌哉

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 9 5

3 T

9 0 3 1

| C (続き) . 関連すると認められる文献 |                                                                                                                               |                |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 引用文献の<br>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<br>請求項の番号 |
| Y                     | JP 2011-75174 A (株式会社日立製作所)<br>2011.04.14, 段落【0032】 - 【0085】, 図 1-11<br>& US 2011/0094239 A1 & EP 2309189 A2 & CN 102032568 A | 1-2, 4-7       |
| Y                     | JP 4-340020 A (三菱重工業株式会社)<br>1992.11.26, 段落【0004】 - 【0010】<br>(ファミリーなし)                                                       | 5-7            |
| A                     | JP 2009-52768 A (川崎重工業株式会社)<br>2009.03.12, 段落【0017】, 図 2<br>(ファミリーなし)                                                         | 1-7            |