

(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
2015年12月3日(03.12.2015)



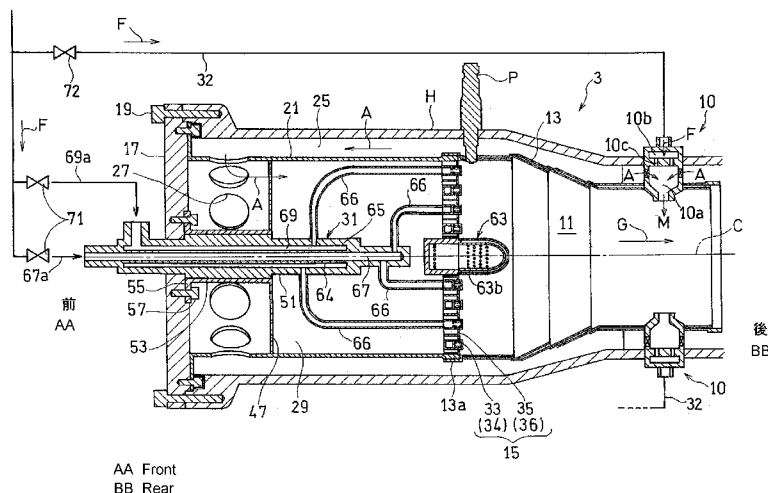
(10) 国際公開番号
WO 2015/182727 A1

- (51) 国際特許分類:
F23R 3/32 (2006.01) F23R 3/30 (2006.01)
F02C 7/232 (2006.01) F23R 3/34 (2006.01)
F23R 3/28 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/065477
- (22) 国際出願日: 2015年5月28日(28.05.2015)
- (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 2014-113269 2014年5月30日(30.05.2014) 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: 堀川敦史 (HORIKAWA, Atsushi); 〒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). 飴雅英 (KAZARI, Masahide); 〒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). 岡田邦夫 (OKADA, Kunio); 〒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). 北嶋潤一 (KITAJIMA, Junichi); 〒6730014 兵庫県明石市川崎町1番1号 川重テクノロジー株式会社内 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, 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, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーロピア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ユーロッパ (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).

[続葉有]

(54) Title: COMBUSTION DEVICE FOR GAS TURBINE ENGINE

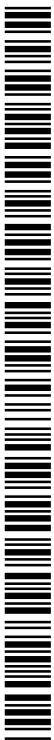
(54) 発明の名称: ガスタービンエンジンの燃焼装置



(57) Abstract: This combustion device is provided with: a combustion tube (13) inside which is formed a combustion chamber (11); a fuel injector (15) for injecting fuel (F) and air (A) into the combustion chamber, the fuel injector being provided at the top of the combustion tube, and having a fuel injection member (34) that includes a plurality of fuel injection annular parts (33) and an air guide member (36) that includes a plurality of combustion-air annular parts (35) for guiding air for combustion, the fuel combustion annular parts and the combustion-air annular parts being disposed concentrically with each other; and a reheating burner (10) disposed in the downstream region of the combustion chamber, on the circumferential wall of the combustion tube. The fuel injection annular parts have a plurality of fuel injection holes (39) opening in the radial direction thereof, and have a plurality of air guide grooves (41) opening in the axial direction thereof, for guiding air to the fuel injected through the fuel injection holes.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2015/182727 A1

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

当該燃焼装置は、内側に燃焼室 (11) を形成する燃焼筒 (13) と、前記燃焼筒の頂部に設けられ、複数の燃料噴射用環状部 (33) を含む燃料噴射部材 (34) および燃焼用の空気を案内する複数の燃焼空気用環状部 (35) を含む空気ガイド部材 (36) を有し、前記燃料噴射用環状部と前記燃焼空気用環状部とが同心状に交互に配置され、前記燃焼室に燃料 (F) と空気 (A) を噴射する燃料噴射器 (15) と、前記燃焼室の下流域であって、前記燃焼筒の周壁に配置された追い焚きバーナ (10) とを備え、前記燃料噴射用環状部は、その径方向に開口する複数の燃料噴射孔 (39) を有し、その軸心方向に開口し、前記燃焼噴射孔から噴射される燃料に対して空気を案内する複数の空気ガイド溝 (41) を有する。

明 細 書

発明の名称 : ガスタービンエンジンの燃焼装置

関連出願

[0001] 本出願は、2014年5月30日出願の特願2014-113269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、ガスタービンエンジンに使用される燃焼装置に関する。

背景技術

[0003] ガスタービンエンジンにおいては、環境保全への配慮から、燃焼により排出される排ガスの組成に関して厳しい環境基準が設けられており、窒素酸化物（以下、NO_xという）などの有害物質を低減することが求められている。そこで、近年では、NO_x発生量を効果的に低減させる予混合燃焼方式を採り入れた燃焼方式、例えば、希薄予混合燃焼方式と拡散燃焼方式とを組み合わせた複合燃焼方式が提案されている（特許文献1）。

[0004] 予混合燃焼方式を採り入れた場合、空気と燃料とを予め混合して燃料濃度を均一化した希薄な予混合気として燃焼させるので、局所的に火炎温度が高温となる燃焼領域が存在せず、かつ燃料の希薄化により全体的にも火炎温度を低くできることから、NO_x発生量を効果的に低減できる。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開平8-210641号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 一方で、予混合燃焼方式では、希薄な燃料による燃焼を保持するために、燃焼室内に強い旋回流を生じさせ逆流領域を形成することで保炎を行っているため、燃焼室で発生した火炎が予混合通路に伝播する逆火現象が生じやす

い。近年、燃料に水素を利用するガスタービンエンジンが提案されているが、水素を含む反応性の高い燃料を使用するガスタービンエンジンでは、逆火現象が特に生じやすい。

[0007] そこで、本発明の目的は、上記の課題を解決するために、局所的な高温燃焼を防止して NO_x の発生を抑制し、かつ逆火現象を防止して安定的に火炎を保持できるガスタービンエンジンの燃焼装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0008] 前記した目的を達成するために、本発明に係る燃焼装置は、内側に燃焼室を形成する燃焼筒と、前記燃焼筒の頂部に設けられ、複数の燃料噴射用環状部を含む燃料噴射部材および燃焼用空気を案内する複数の燃焼空気用環状部を含む空気ガイド部材を有し、前記燃料噴射用環状部と前記燃焼空気用環状部とが同心状に交互に配置され、前記燃焼室に燃料と空気を噴射する燃料噴射器と、前記燃焼室の下流域であって、前記燃焼筒の周壁に配置された追い焚きバーナと、を備え、前記燃料噴射用環状部は、その径方向に開口する複数の燃料噴射孔を有し、前記燃焼空気用環状部は、その軸心方向に開口し、前記燃料噴射孔から噴射される燃料に対して空気を案内する複数の空気ガイド溝を有する。

[0009] この構成によれば、燃料噴射部材に形成された多数の燃料噴射孔から燃料が噴射され、微細な火炎が多点で保持される。また、燃料噴射孔から径方向に噴射された燃料が軸心方向に流れる空気によって 90° 偏向されるので、燃料噴射器外での混合が促進される。これにより、局所的な高温燃焼が防止され、低 NO_x 燃焼が実現できる。また、燃料噴射孔から噴射された燃料に対して上流から空気が供給されるという構成によって、火炎が燃料噴射器の内部に入り込むことがないため、逆火現象が抑制される。

更に、燃焼室の下流域の燃焼反応が進んだ領域に、追い焚きバーナを設けることにより、負荷変動への対応を実現できる。

したがって、ガスタービンエンジンの燃料として、例えば水素を含む反応性の高い燃料を使用する場合にも、 NO_x の発生を抑制しながら、極めて安

定した燃焼が維持される。

- [0010] 本発明の一実施形態において、前記追い焚きバーナは、燃料と空気とを混合攪拌する予混合室を有し、前記予混合室で生成された予混合気を前記燃焼室内へ噴射するように構成されていることが好ましい。この構成によれば、燃焼室の下流域の燃焼反応が進んだ領域に、予混合式の追い焚きバーナを設けることにより、追い焚きバーナにおける逆火現象の発生を抑制しつつ、 NO_x のより一層の発生抑制を実現できる。
- [0011] 本発明の一実施形態において、さらに、前記燃料噴射器の上流に設けられ、前記空気ガイド部材に供給される空気を整流する空気整流機構を備えていることが好ましい。この構成によれば、燃焼噴射部に対して均一な空気流が供給されるので、さらに燃焼が均一化することによって NO_x 発生が抑制されるとともに、より確実に逆火現象を防止できる。
- [0012] 本発明の一実施形態において、燃焼装置の軸心上に設けられ、前記燃料噴射器を貫通して前記燃焼室に向かって突出する整流突起部材をさらに備えていることが好ましい。この構成によれば、燃料噴射器の径方向内側部分から噴射される燃料と空気によって形成される火炎が安定化されるので、燃焼が安定的に保持される。
- [0013] 本発明の一実施形態において、前記整流突起部材は、支持部と、この支持部から前記燃焼室内に突出する突出部とを含み、前記支持部に形成されて、空気を前記整流突起部材の内部に導入する冷却空気導入孔と、前記突出部に形成されて、前記整流突起部材の内部に導入された空気を前記燃焼室に排出する冷却空気排出孔とを有することが好ましい。上記構成によれば、燃焼用空気の一部を利用して、突出部を内方から対流冷却によって冷却することができる。
- [0014] 本発明の一実施形態において、前記燃料噴射用環状部は中空状に形成されており、前記燃料噴射用環状部内の中空空間が、燃料を周方向に流通させる環状の燃料流通路を形成していることが好ましい。燃料噴射用環状部の燃焼室に面した部分は、燃焼室内の火炎による高温に曝されるが、上記構成によ

れば、燃料噴射用環状部の内部に燃料が流れる環状の燃料流通路が形成されるため、高温に曝される当該部分は燃料流通路を流れる燃料によって効率的に冷却される。

[0015] 本発明の一実施形態において、前記燃料噴射用環状部は、前記燃焼室側に位置し、前記燃料噴射孔と連通する第1燃料流通路と、前記燃焼室とは反対側に位置し、前記燃料噴射孔から噴射される燃料が供給される第2燃料流通路と、前記第2燃料流通路内の燃料を前記第1燃料流通路の前記燃焼室側の壁面へ噴射する噴射ノズルと、を有することが好ましい。上記構成によれば、燃料を利用して、燃料噴射用環状部の燃焼室に面した壁を内方からインピュメント冷却によって冷却することができる。

[0016] 本発明の一実施形態において、前記燃料噴射部材に燃料を供給する、多管式構造の燃料供給母管を有し、この燃料供給母管は、前記複数の燃料噴射用環状部の第1環状群に燃料を供給する第1供給通路と、前記複数の燃料噴射用環状部の第2環状群に燃料を供給する第2供給通路とを有することが好ましい。この構成によれば、燃料噴射部材のうち、燃料供給を行う燃料噴射用環状部と燃料供給を行わない燃料噴射用環状部とに分けることができるので、定格負荷から部分負荷までの出力変化に対応した運転（ステージング燃焼）が可能となる。

[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] この発明は、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、この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。この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。

[図1]本発明の一実施形態に係る燃焼装置が適用されるガスタービンエンジンの概略構成を示すブロック図である。

[図2]本発明の一実施形態に係る燃焼装置を示す断面図である。

[図3]本発明の一実施形態に係る燃焼装置を示す断面図である。

[図4]図2の燃焼装置に使用される燃料噴射器を示す正面図である。

[図5A]図2の燃焼装置に使用される燃料噴射器の一部を拡大して示す正面図である。

[図5B]図5Aの燃料噴射器の一変形例を示す正面図である。

[図6A]図2の燃焼装置に使用される空気整流板の一例を示す斜視図である。

[図6B]図2の燃焼装置に使用される空気整流板の他の例を示す斜視図である

。

[図6C]図2の燃焼装置に使用される空気整流板の他の例を示す斜視図である

。

[図6D]図2の燃焼装置に使用される空気整流板の他の例を示す斜視図である

。

[図7A]図2の燃焼装置の空気整流機構の一変形例を示す斜視図である。

[図7B]図2の燃焼装置の空気整流機構の他の変形例を示す斜視図である。

[図8]図2の燃焼装置に使用される燃料噴射器を示す縦断面図である。

[図9]図2の燃焼装置に使用される燃料噴射器の変形例を示す縦断面図である

。

[図10]図2の燃焼装置に使用される整流突起部材の内部構造を示す縦断面図である。

[図11]本発明をアニュラー式燃焼装置に適用した一実施形態に係る燃焼装置を示す断面図である。

[図12]図11の燃焼装置の部分破断斜視図である。

[図13]本発明をアニュラー式燃焼装置に適用した他の実施形態に係る燃焼装置を示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0019] 以下、本発明に係る実施形態を図面に従って説明するが、本発明は本実施形態に限定されるものではない。

[0020] 図1に、本発明の一実施形態に係る燃焼装置が適用されるガスタービンエンジン（以下、単にガスタービンと称する。）GTの概略構成を示す。ガスタービンGTでは、導入した空気を圧縮機1で圧縮して燃焼装置3に導き、燃料を燃焼装置3内に噴射して前記空気とともに燃焼させ、得られた高温高圧の燃焼ガスによりタービン5を駆動する。タービン5は圧縮機1に回転軸7を介して連結されており、タービン5によって圧縮機1が駆動される。このガスタービンGTの出力により、航空機のロータまたは発電機などの負荷Lを駆動する。本実施形態では、燃焼装置3に噴射される燃料として水素ガスを用いている。以下の説明において、ガスタービンGTの軸心方向における圧縮機1側を「前側」と呼び、タービン5側を「後側」と呼ぶ。

[0021] 図2は燃焼装置3を示す部分破断斜視図である。この燃焼装置3は、ガスタービンGTの軸心の周りに環状に複数個配置されるキャン型の燃焼装置である。燃焼装置3は、内側に燃焼室11を形成する燃焼筒13と、燃焼筒13の頂部13aに取り付けられて燃焼室11に燃料と空気を噴射する燃料噴射器15とを備えている。燃料噴射器15から噴射された燃料と空気に、燃焼筒13に設けられた点火プラグPで点火することにより、燃焼室11内に火炎が形成される。これら燃焼筒13および燃料噴射器15は、燃焼装置3の外筒となるほぼ円筒状のハウジングHに同心状に收容されている。ハウジングHの前端にはエンドカバー17がボルト19により固定されている。図3に示すように、エンドカバー17に、燃焼筒13から筒状に延びる支持筒21がボルト等で連結固定されることにより、燃焼筒13の頂部13aがハウジングHに取り付けられている。

[0022] 本実施形態では、燃焼装置3は空気Aと燃焼ガスGとの流動方向が逆向きの逆流型として構成されている。すなわち、燃焼装置3は、ハウジングHと燃焼筒13および支持筒21との間に形成された空気導入通路25を有しており、この空気導入通路25は、圧縮機1（図1）で圧縮された空気Aを、

燃焼室 11 内の燃焼ガス G の流動方向と逆方向に導く。なお、燃焼装置 3 は、空気 A と燃焼ガス G との流動方向が同じ向きの軸流型であってもよい。支持筒 21 の周壁の前端部には、複数の空気導入孔 27 が周方向に並べて設けられている。空気導入通路 25 を通って送られてきた空気 A は、空気導入孔 27 を通って、支持筒 21 の内方に形成された空気供給通路 29 に導入される。空気供給通路 29 に導入された空気 A は、後方、すなわち燃料噴射器 15 の方向へ送られる。また、空気供給通路 29 の中心部には、燃焼装置 3 の軸心 C に沿って延びる燃料供給母管 31 が設けられている。燃料供給母管 31 から、後述する燃料噴射部材 34 の燃料噴射用環状部 33 へと、燃料 F が供給される。空気供給通路 29 および燃料供給母管 31 の構成については後に詳述する。

[0023] 燃焼装置 3 は、燃焼室 11 の下流域であって、燃焼筒 13 の周壁に配置された、予混合式の追い焚きバーナ 10 を備えている。追い焚きバーナ 10 は、周方向に等間隔に複数（例えば 4 つ）設けられている。圧縮機 1（図 1）から空気導入通路 25 を通って送られてきた空気 A と、燃料供給系統（追い焚き用燃料供給路 32）から送られてくる燃料 F とが、追い焚きバーナ 10 に導入される。本実施形態において、追い焚きバーナ 10 は予混合式であり、空気 A と燃料 F とを混合攪拌するための予混合室 10a を有している。図 3 に示されるように、追い焚きバーナ 10 においては、空気 A は追い焚きバーナ 10 の側周面から予混合室 10a に導入され、燃料 F は燃料供給系統から追い焚き用調整弁 72 を介して追い焚きバーナ 10 内に形成された燃料室 10b に一時導入された後に、燃料噴射孔 10c から予混合室 10a に導入される。燃料噴射孔 10c は、その先端が予混合室 10a 内に突出する燃料噴射ノズルとして設けられてもよい。これにより、追い焚きバーナ 10 の予混合室 10a において空気 A と燃料 F との予混合気 M が生成される。予混合室 10a で生成された予混合気 M は、燃焼室 11 の下流域に噴射される。

[0024] 追い焚きバーナ 10 は、メインバーナである燃料噴射器 15 による燃焼が概ね完了し高温の燃焼ガス G が発生している状態で作動されるため、追い焚

きバーナ10から燃焼室11の下流域に噴射される予混合気Mは、高温の燃焼ガスGによって、NO_xの発生を抑制しながら、安定して燃焼する。また、本実施形態における追い焚きバーナ10は保炎用の逆流領域を形成するための旋回流発生機構等（保炎機構）を必要としないため、逆火に対する耐性が高い。そのため、通常では予混合燃焼としては利用が困難な水素であっても、逆火の心配なく、追い焚きバーナ10の燃料として利用可能である。なお、追い焚きバーナ10は予混合式に限らず、拡散燃焼式であってもよい。

[0025] 図4に示すように、燃料噴射器15は、複数の燃料噴射用環状部33を有する燃料噴射部材34および複数の燃焼空気用環状部35を有する空気ガイド部材36を備えている。本実施形態では、径寸法が互いに異なる4つの燃料噴射用環状部33が、互いに同心状に、かつ燃焼装置3（図2）と同心状に配置されている。また、径寸法が互いに異なる5つの燃焼空気用環状部35が、互いに同心状に、かつ燃焼装置3（図2）と同心状に配置されている。更に、燃料噴射用環状部33と燃焼空気用環状部35とは、それぞれの中心軸を同一として交互に配置されている。つまり、燃料噴射用環状部33と燃焼空気用環状部35とは、同心状に交互に配置されている。また、本実施形態では、燃料噴射器15は、4つの燃料噴射用環状部33と5つの燃焼空気用環状部35を有しているが、これらの数は適宜変更可能であり、例えば、3つの燃料噴射用環状部33と4つの燃焼空気用環状部35としても良い。

[0026] 本実施形態では、4つの燃料噴射用環状部33および5つの燃焼空気用環状部35は同一の軸心方向位置に設けられている（図3）。もっとも、4つの燃料噴射用環状部33および5つの燃焼空気用環状部35の軸心方向位置は互いにずれていてもよい。例えば、4つの燃料噴射用環状部33の軸心方向位置が順に前後にずれるように配置してもよく、5つの燃焼空気用環状部35の軸心方向位置は、対応する燃料噴射用環状部33の軸心方向位置に合わせて、順に前後にずれるように配置してもよい。

[0027] 図5に示すように、燃料噴射部材34の燃料噴射用環状部33には、径方

向Rに開口する燃料噴射孔39が周方向Qに複数設けられている。各燃料噴射孔39から燃料Fが噴射される。また、図8に示すように、燃料噴射部材34の燃料噴射用環状部33は、断面外形がほぼ矩形に形成されており、燃焼室11に面する後壁33aが、軸心C方向に垂直となるよう配置されている。図示の例では、燃料噴射孔39は、燃料噴射部材34の燃料噴射用環状部33の外径側および内径側のいずれにも設けられている。換言すれば、燃料噴射孔39は、燃料噴射用環状部33の外周壁および内周壁のそれぞれに、外周壁および内周壁を径方向Rに貫通する貫通孔として設けられている。もっとも、燃料噴射孔39は、燃料噴射部材34の外径側および内径側のいずれか一方のみに設けられていてもよい。また、燃料噴射孔39は、径方向Rに対して軸心C方向に、 -10° から $+80^{\circ}$ までの範囲で傾斜していてもよい。ここで、径方向Rに対して軸心C方向上流側に燃料噴射孔39が傾斜する場合の傾斜角をマイナスの傾斜角とし、径方向Rに対して軸心C方向下流側に燃料噴射孔39が傾斜する場合の傾斜角をプラスの傾斜角とする。

[0028] 空気ガイド部材36は、燃料噴射部材34の燃料噴射孔39から噴射された燃料Fに対して空気Aを案内する。より具体的には、空気ガイド部材36は、燃料Fに対して、空気Aを空気供給通路29の上流側から軸心C方向に案内する。空気ガイド部材36は、円環板状の複数の燃焼空気用環状部35を有している。燃料噴射部材34の燃料噴射用環状部33と空気ガイド部材36の燃焼空気用環状部35とは、それぞれの中心軸を同一として交互に配置されている。図5に示すように、各空気ガイド部材36の燃焼空気用環状部35には、燃料噴射部材34の各燃料噴射孔39に対応する周方向位置に、径方向に凹む空気ガイド溝41が形成されている。すなわち、図示の例では、燃料噴射部材34の燃料噴射用環状部33の径方向外側に位置する空気ガイド部材36の燃焼空気用環状部35の内径側に、径方向外方に凹む空気ガイド溝41が形成されており、燃料噴射用環状部33の径方向内側に位置する燃焼空気用環状部35の外径側に、径方向内方に凹む空気ガイド溝41が形成されている。

[0029] 図4に示すように、本実施形態では、2つの燃料噴射用環状部33の間に、1つの燃焼空気用環状部35を配置し、この燃焼空気用環状部35の外径側および内径側の両方に空気ガイド溝41を設けている。したがって、燃料噴射器15は、4つの燃料噴射用環状部33を有する燃料噴射部材34と、5つの燃焼空気用環状部35を有する空気ガイド部材36と、を備えている。具体的には、最外周側の燃料噴射用環状部33の外周側に配置される燃焼空気用環状部35、4つの燃料噴射用環状部33の各間に配置される3つの燃焼空気用環状部35および最内径側の燃料噴射用環状部33の内周側に配置される燃焼空気用環状部35が設けられている。空気ガイド部材36のうち最外周に配置された燃焼空気用環状部35の外周は、環状の支持リング部材43によって覆われている。図2に示すように、支持リング部材43を燃焼筒13に連結することにより、燃料噴射器15が燃焼筒13に支持される。

[0030] 図8、9に示すように、空気ガイド部材36は、燃料噴射部材34の燃料噴射孔39よりも前側、すなわち空気Aの流れ方向における上流側に配置されている。このように、各燃料噴射孔39から噴射される燃料Fに対して上流から空気Aを軸心C方向に案内するように空気ガイド部材36を設けることにより、燃料Fと空気Aとが互いにほぼ直交する向きで交わることとなり、燃料噴射器15外にて燃料Fと空気Aを均一に混合させることができる。

[0031] なお、図5Bに本実施形態の変形例として示すように、空気ガイド部材36の各燃焼空気用環状部35に、複数の冷却孔45が設けられていてもよい。複数の冷却孔45は、燃焼空気用環状部35の周方向に等間隔に配置されている。冷却孔45は、燃焼空気用環状部35を前側から後側へ貫通する、断面がほぼ円形の貫通孔として形成されている。図示の例では、各冷却孔45は、燃焼空気用環状部35内を周方向に傾斜して延びるように形成されている。したがって、燃焼空気用環状部35表面における冷却孔45の開口の形状は、周方向に長い楕円形状となっている。このように、燃焼空気用環状部35に冷却孔45を設けた場合、空気供給通路29（図3）を流れてきた

空気Aが、冷却孔45を通った後に、燃烧空気用環状部35の燃烧室側表面に吹き出して、周方向に沿って空気のフィルム層を形成し、この表面をエフュージョン冷却する。なお、冷却孔45は、周方向に傾斜していることが好ましいが、傾斜方向はこれに限定されない。また、冷却孔45は必ずしも傾斜していなくともよく、軸心方向に平行に延びる貫通孔であってもよい。

[0032] 図2に示すように、空気供給通路29には、空気導入孔27から空気供給通路29に導入された空気Aを空気ガイド部材36へ向かう均一な流れに整流する空気整流機構として空気整流板47が設けられている。空気整流板47は、円板状の部材であり、軸心方向に貫通する貫通孔49を複数有している。空気整流板47は、図3の支持筒21の内径に一致する外径を有するとともに、中心部に燃料供給母管31の外径に一致する内径の嵌合孔51を有している。本実施形態では、空気整流板47の嵌合孔51から、燃料供給母管31の外周面に嵌合する筒状の嵌合部53が軸心C方向前方に突設されている。空気整流板47は、嵌合部53の前端に設けられたフランジ55を介してエンドカバー17に整流板ボルト57によって連結固定されている。

[0033] 図示の例では、空気整流板47は、同一径の円形の貫通孔49を複数有している。より詳細には、これら複数の貫通孔49は、空気整流板47の同一の径方向位置に周方向に沿って等間隔に配列された環状の貫通孔49の列が、径方向に等間隔に複数列設けられた状態に配置されている。つまり、空気整流板47は、同一円周上に等間隔に配置された環状の貫通孔49の列を有し、その列はその中心を同一として複数設けられている。図6Aに、前記空気整流板47、嵌合部53およびフランジ55からなる空気整流機構を示す。

[0034] もっとも、空気整流板47における複数の貫通孔49の形状、数および配置は図6Aの態様に限定されず、適宜設定してよい。例えば、図6Bに示すように、空気整流板47の内周縁部および外周縁部には、多数の同一径の円形の貫通孔49からなる列を設け、内周縁部および外周縁部との中間部に、より大径の円形の貫通孔49からなる列を設けてもよい。また、図6Cに示

すように、空気整流板 47 の内周縁部に多数の同一径の円形の貫通孔 49 からなる列を設け、その外周側に、その長径方向が空気整流板 47 の径方向と一致する長円形の貫通孔 49 の列を設けてもよい。また、図 6 D に示すように、その長径方向が空気整流板 47 の径方向と一致する長円形の貫通孔 49 の列のみを設けてもよい。

[0035] 空気整流板 47 における貫通孔の形状、数および配置をどのように設定する場合にも、空気整流板 47 全体の面積に対する全貫通孔 49 の合計面積の割合（開孔率）は、整流効果と圧力損失のバランスを考慮して、20～50%の範囲にあることが好ましく、30～40%の範囲にあることがより好ましい。

[0036] また、空気導入孔 27 から空気供給通路 29 に導入された空気 A を燃料噴射器 15 へ向かう均一な流れに整流する空気整流機構として、空気整流板 47 の代わりに、図 7 A, 7 B に示すように、整流ダクト 61 を設けてもよい。図 7 A は、空気導入孔 27 の上流側から燃料噴射器 15 まで、下流側に向かって縮径となるように延びた整流ダクト 61 a と、空気導入孔 27 の下流側から燃料噴射器 15 まで、下流側に向かって拡径となるように延びた整流ダクト 61 b と、を有する整流ダクト 61 を示している。図 7 B は、空気導入孔 27 の上流側から燃料噴射器 15 まで、下流側に向かって縮径となるように延びた整流ダクト 61 a と、空気導入孔 27 の中心位置から燃料噴射器 15 まで、下流側に向かって縮径となるように延びた整流ダクト 61 c と、空気導入孔 27 の下流側から燃料噴射器 15 まで、下流側に向かって縮径となるように延びた整流ダクト 61 d と、を有する整流ダクト 61 を示している。空気整流機構として空気整流板 47 や整流ダクト 61 を設けることにより、燃料噴射器 15 に対して均一な空気流が供給されるので、均一な燃焼によって NO_x 発生が抑制されるとともに、確実に逆火現象を防止できる。

[0037] また、図 3 に示すように、燃焼装置 3 には、その軸心 C 上に位置し、燃料噴射器 15 を貫通して燃焼室 11 に向かって突出する整流突起部材 63 が設けられている。整流突起部材 63 は、空気供給通路 29 内に位置し、円筒形

状を有する支持部63aと、燃焼室11内に位置する突出部63bとからなる。図示の例では、整流突起部材63は燃料噴射器15に取り付けられているが、燃料供給母管31に取り付けられてもよい。いずれの場合も、整流突起部材63の支持部63aの前端（燃料供給母管31側の端部）は燃料噴射器15よりも上流に位置している。突出部63bは、その先端部がほぼ半球状に形成されている。整流突起部材63は省略してもよいが、整流突起部材63を設けることにより、燃焼室11内の軸心C位置付近において、燃料噴射器15の径方向内側に位置する燃料噴射用環状部33から噴射される燃料と、燃焼空気用環状部35から供給される空気とによって形成される火炎が安定的に保持される。

[0038] なお、燃料噴射器15を構成する燃料噴射部材34、空気ガイド部材36、支持リング部材43および整流突起部材63は、一体的に形成してもよく、それぞれ別体に形成したうえで、例えば径方向にピンを挿通することにより互いに連結してもよい。

[0039] 次に、燃焼装置3における燃料噴射部材34への燃料供給構造について説明する。本実施形態の燃焼装置3は、燃料噴射部材34の各燃料噴射用環状部33に独立に燃料Fを供給可能な複数の燃料供給路を有している。具体的には、燃料供給母管31と各燃料噴射用環状部33とは、互いに独立に分岐する複数の分岐燃料供給管66によって接続されている。燃料供給母管31は、複数（図示の例では2つ）の円筒管、つまり内側の第1燃料供給管64と、その外側に配置された第2燃料供給管65とを同心状に重ねた多管式構造（二重管構造）を有している。第1燃料供給管64の内方空間が、第1燃料供給路67を形成し、第1燃料供給管64と第2燃料供給管65との間の空間が、第2燃料供給路69を形成している。外部から、燃料供給母管31内の各燃料供給路67、69に導入された燃料Fは、各分岐燃料供給管66内に形成された燃料供給路を通して各燃料噴射用環状部33へ供給される。本実施形態では、第1燃料供給路67を通った燃料Fは、第1燃料供給管64に接続された2つの分岐燃料供給管66を介して、複数の燃料噴射用環状

部 3 3 のうちの内径側に配置された 2 つの燃料噴射用環状部 3 3 (以下、「第 1 環状部群」という。)へ供給され、第 2 燃料供給路 6 9 を通った燃料 F は、第 2 燃料供給管 6 5 に接続された 2 つの分岐燃料供給管 6 6 を介して、複数の燃料噴射用環状部 3 3 のうちの外径側に配置された 2 つの燃料噴射用環状部 3 3 (以下、「第 2 環状部群」という。))へ供給される。第 1 燃料供給路 6 7 の、ハウジング H の外部に延設された上流部 6 7 a と、第 2 燃料供給路 6 9、ハウジング H の外部に延設された上流部 6 9 a には、それぞれ、燃料流量を調節できる調節弁 7 1 が設けられている。各燃料供給路 6 7、6 9 の調節弁 7 1 の開度を調節することにより、燃料噴射用環状部 3 3 の各環状部群へ供給される燃料 F の流量を独立に制御することができる。

[0040] なお、それぞれ独立に燃料 F が供給される単位となる環状部群を構成する燃料噴射用環状部 3 3 の数は、上記の例に限定されない。例えば、1 つの燃料噴射用環状部 3 3 がそれぞれ 1 つの環状部群を構成 (計 4 つの環状部群を構成) してもよく、内径側の 2 つの燃料噴射用環状部 3 3 で 1 つの環状部群を構成し、外径側の 2 つの燃料噴射用環状部 3 3 が、それぞれ 1 つの環状部群を構成 (計 3 つの環状部群を構成) してもよい。構成される環状部群の数に対応して、燃料供給路の数および調節弁の数が設定される。

[0041] このような燃料供給構造とすることにより、ガスタービン G T の負荷に応じて燃料噴射部材 3 4 の各燃料噴射用環状部 3 3 への燃料供給量を独立に制御できる。つまり、燃料噴射部材 3 4 のうち、燃料供給を行う燃料噴射用環状部 3 3 と燃料供給を行わない燃料噴射用環状部 3 3 とに分けることができるので、定格負荷から部分負荷までの出力変化に対応した運転 (ステージング燃焼) が可能となる。本実施形態のように、燃料 F を燃料噴射部材 3 4 の多数の燃料噴射孔 3 9 に分散させて噴射する場合には、すべての燃料噴射用環状部 3 3 から平均的に燃料供給量を変化させるよりも、作動させる燃料噴射用環状部 3 3 と作動しない燃料噴射用環状部 3 3 を選択することによって負荷変動に対応することが、安定的かつ低 NO_x 燃焼のために効果的である。本実施形態では、1 つの燃料供給源 (図示せず) から複数の燃料供給路 6

7, 69を分岐させて、各燃料供給路67, 69に設けた調節弁71によって燃料供給量を独立に制御するが、複数の燃料供給源から独立に各燃料供給路67, 68に燃料Fを供給するように構成してもよい。

[0042] なお、燃料噴射部材34の各燃料噴射用環状部33に接続される分岐燃料供給管66の数は、各燃料噴射用環状部33の燃料噴射量に応じて適宜設定してよい。例えば、内径側に配置された燃料噴射用環状部33に接続される分岐燃料供給管66の数を少なくし、外径側に配置された燃料噴射用環状部33に接続される分岐燃料供給管66の数を多くすることが好ましい。一つの燃料噴射用環状部33に複数の分岐燃料供給管66を接続する場合、その燃料噴射用環状部33における接続位置は、周方向に等間隔であることが好ましい。

[0043] また、燃料供給母管31の多管式構造は、複数の管を用いて互いに独立した複数の燃料供給路を形成できるのであれば、図3の例に限らない。例えば、一つの大径の母管の中に、これより小径の同一径の複数の燃料供給管を平行に延設した多管式構造でもよい。もっとも、本実施形態のように、燃料供給母管31を互いに異なる径を有する複数の燃料供給管を同心状に重ねた多管式構造として、最内径側の燃料供給管の内方空間および各管の間の空間を燃料供給路とした場合は、より大量の燃料を要する外径側の燃料噴射用環状部33に供給する外径側の燃料供給路（図3の例では第2燃料供給路69）の流路面積を大きくし、より少量の燃料を要する内径側の燃料噴射用環状部33に供給する内径側の燃料供給路（図3の例では第1燃料供給路67）の流路面積を小さく設定することが容易となる。

[0044] 次に、燃焼室11に面して燃焼室11の高温に曝される部材である燃料噴射部材34および整流突起部材63の内部冷却構造、または防熱構造について説明する。

[0045] 燃料噴射部材34については、上述のように、燃料噴射部材34の燃焼室11に面する後壁33aが、軸心C方向に垂直に設けられている。図8に示すように、空気ガイド部材36は、燃料噴射部材34の燃料噴射孔39から

噴射された燃料Fに対して上流側から供給される空気Aを軸心C方向に案内する。燃料噴射用環状部33は中空状に形成されており、この中空空間が、燃料噴射用環状部33内に燃料Fを周方向に流通させる環状の燃料流路73を形成している。つまり、燃料噴射部材34の後壁33aと環状の燃料流路73の内壁の一部とは同じ壁であって、燃焼室側の壁面が後壁面33ab、燃料流路側の壁面が内壁面33aaとなっている。

[0046] 分岐燃料供給管66は、燃料噴射部材34の前壁（空気供給通路29側の壁）33b側から環状の燃料流路73aに、燃料Fを供給するように接続されている。燃料噴射部材34の燃料噴射用環状部33の内部には、燃焼装置3の軸心C方向に区画された2つの環状の燃料流路73a、73bが形成されている。すなわち、燃料噴射用環状部33の内部には、後側（燃焼室11側）に位置して燃料噴射孔39に燃料Fを供給する下流側燃料流路73b（第1燃料流路）と、前側（空気供給通路29側）に位置して燃料Fが直接供給される上流側燃料流路73a（第2燃料流路）とが形成されている。

[0047] 上流側燃料流路73aと下流側燃料流路73bとを区画する環状の第1区画壁77には、上流側燃料流路73aから下流側燃料流路73bへと燃料を導く貫通孔が周方向に並んで複数設けられている。この貫通孔が、2つの燃料流路73a、73bを連通させ、燃料Fを上流側燃料流路73aから下流側燃料流路73bへ送給する送給孔79として機能する。分岐燃料供給管66から上流側燃料流路73aへ導入された燃料Fは、上流側燃料流路73aを周方向に流れながら、送給孔79を通過して順次下流側燃料流路73b内へ流入する。送給孔79から下流側燃料流路73bへ流入した燃料Fは、後壁33aの内壁面33aaに衝突して下流側燃料流路73b内を周方向に流れながら、燃料噴射孔39へ導かれる。このように、燃料噴射部材34の燃料噴射用環状部33内部を、燃焼装置3の軸心C方向に上流側燃料流路73aと下流側燃料流路73bとに区画することにより、燃料Fが周方向に均一に分布した状態で燃料噴射孔39へ供給される

。

[0048] また、下流側燃料流通路 7 3 b へ流入した燃料 F が後壁 3 3 a の内壁面 3 3 a a に衝突することにより、燃料 F が後壁 3 3 a をインピンジメント冷却する。図示の例では、第 1 区画壁 7 7 に、後方へ突出するノズル壁 8 1 を周方向に延設し、このノズル壁 8 1 内に、送給孔 7 9 を周方向に複数設けている。ノズル壁 8 1 は、上流側燃料流通路部 7 3 a 内の燃料 F を下流側燃料流通路部 7 3 b の燃焼室 1 1 側の壁面である背面 3 3 a a へ噴射する噴射ノズルを形成する。つまり、燃料噴射用環状部 3 3 は、燃焼室 1 1 側に位置し、燃料噴射孔 3 9 と連通する下流側燃料流通路 7 3 b と、燃焼室 1 1 とは反対側に位置し、燃料噴射孔 3 9 から噴射される燃料 F が供給される上流側燃料流通路 7 3 a と、上流側燃料流通路 7 3 a 内の燃料 F を下流側燃料流通路 7 3 b の燃焼室 1 1 側の内壁面 3 3 a a へ噴射する噴射ノズルと、を有する。これにより、燃料 F が下流側燃料流通路 7 3 b の燃焼室 1 1 側の内壁面 3 3 a a へ噴き付けられ、内壁面 3 3 a a がインピンジメント冷却によって冷却される、つまり、後壁 3 3 a が燃料 F によってきわめて効果的に冷却される。なお、噴射ノズルは、ノズル壁 8 1 を必ずしも有さなくてもよく、第 1 区画壁 7 7 内に形成された絞りノズルであってもよい。さらに、燃料 F が送給孔 7 9 から噴射される後壁 3 3 a の内壁面 3 3 a a から燃料噴射孔 3 9 までの流通経路の中途に、周方向に延びる突壁 8 3 を後壁 3 3 a の内壁面 3 3 a a に突設することにより、燃料 F が下流側燃料流通路 7 3 b 内を流れることによる対流冷却の効果を一層高めている。

[0049] また、燃料噴射部材 3 4 の燃料噴射用環状部 3 3 内に設けられる燃料流通路 7 3 の形状としては、図 9 に示す変形例のように、一つの燃料流通路 7 3 のみを設けてもよい。この場合は、燃料 F を利用して、燃料噴射用環状部 3 3 の燃焼室 1 1 に面した後壁 3 3 a を内方（内壁面 3 3 a a 側）から対流冷却によって冷却することができる。

また、各分岐燃料供給管 6 6 から供給される燃料 F が燃料流通路 7 3 内をほぼ均等に流れ、対流冷却の効果を十分に発揮できるように、燃料 F が燃料

流通路 73 から燃料噴射孔 39 に導かれる途中に第 2 区画壁 87 を設けてもよい。つまり、環状の燃料流通路 73 は、外周側区画壁 87 a と内周側区画壁 87 b とによって、3 つの環状の空間に分割されていてもよい。

[0050] 更に、後壁 33 a の後壁面 33 a b に遮熱板 85 を設けてもよい。遮熱板 85 を形成する材質としては、例えば、耐腐食性及び耐熱性を有する合金である Hastelloy-X (Haynes International, Inc. : 登録商標)、HA188 (Haynes International, Inc. : 登録商標)、若しくはこれらとセラミックコーティングとの組み合わせたもの等を使用することができる。また、図 8 に示す実施例においても、遮熱板 85 を選択的に組み合わせることが可能である。

[0051] 図 10 に示すように、整流突起部材 63 は、全体として中空状に形成されている。整流突起部材 63 の支持部 63 a は、有底の円筒状部材からなり、その前端（上流端）の周壁には、径方向の貫通孔である冷却空気導入孔 91 が設けられている。冷却空気導入孔 91 は、支持部 63 a の前端の周壁の周方向に等間隔に複数形成されている。整流突起部材 63 の突出部 63 b は、燃焼室側（図 10 の右側）に向かって縮径となるドーム形状の内側壁 93 と外側壁 95 からなる二重壁構造を有している。なお、突出部 63 b は、ドーム形状でなくてもよく、円柱形状であってもよい。また、突出部 63 b は、二重壁構造でなくてもよく、外壁だけの単壁構造であってもよい。突出部 63 b の内側壁 93 の周壁には、径方向の貫通孔である第 1 冷却空気噴射孔 97 が設けられている。第 1 冷却空気噴射孔 97 は、内側壁 93 の周壁の周方向及び軸心方向に等間隔に複数形成されている。さらに、突出部 63 b の外側壁 95 の周壁には、径方向に対して後方に傾斜して延びる貫通孔である第 2 冷却空気噴射孔 98 が複数設けられている。複数の第 2 冷却空気噴射孔 98 は、外側壁 95 の周壁の周方向及び軸心方向に等間隔に配置されている。

[0052] 突出部 63 b の外側壁 95 の先端部中央には、軸心方向の貫通孔である冷却空気排出孔 99 が設けられている。つまり、整流突起部材 63 は、その支持部 63 a の前端に形成され、燃料噴射器 15 よりも上流の空気 A をその内

部に導入する冷却空気導入孔 9 1 と、その突出部 6 3 b に形成され、その内部に導入された空気 A を燃焼室 1 1 に排出する冷却空気排出孔 9 9 とを有している。

[0053] 支持部 6 3 a と突出部 6 3 b の内側壁 9 3 によって形成される内方空間 S と、突出部 6 3 b の内側壁 9 3 と外側壁 9 5 によって形成される隙間 G とが、内側壁 9 3 の第 1 冷却空気噴射孔 9 7 のみを介して連通する。図示の例では、支持部 6 3 a の開口縁部には、嵌合突壁 6 3 a a が突設されており、この嵌合突壁 6 3 a a の内周側に内側壁 9 3 の開口縁部 9 3 a が嵌合し、嵌合突壁 6 3 a a の外周側に外側壁 9 5 の開口縁部 9 5 a が嵌合する。これにより、支持部 6 3 a と突出部 6 3 b とが連結されている。

[0054] 突出部 6 3 b が外壁だけの単壁構造の場合は、空気供給通路 2 9 の空気 A の一部は、冷却空気導入孔 9 1 から整流突起部材 6 3 の内方空間 S に流入し、冷却媒体として、燃焼室 1 1 に面した突出部 6 3 b を内方から対流による冷却を行いながら、冷却空気排出孔 9 9 から燃焼室 1 1 へ排出される。更に、突出部 6 3 b が内側壁 9 3 と外側壁 9 5 からなる二重壁構造の場合は、冷却空気導入孔 9 1 から整流突起部材 6 3 の内方空間 S に流入した空気 A の一部は、冷却媒体として、内側壁 9 3 の第 1 冷却空気噴出孔 9 7 から径方向に噴射される。この空気 A は、外側壁 9 5 の内周面に衝突し、この内周面に沿って内側壁 9 3 と外側壁 9 5 との間隙間 G である冷却通路を通して冷却空気排出孔 9 9 から燃焼室 1 1 へ排出される。このように空気 A が外側壁 9 5 の内周面に衝突し、内周面に沿って流れることにより、外側壁 9 5 が内部からインピンジメント冷却される。また、内側壁 9 3 と外側壁 9 5 との間隙間 G に流入した空気 A の一部は、外側壁 9 5 の第 2 冷却空気噴射孔 9 8 を通って燃焼室 1 1 へ排出される。第 2 冷却空気噴射孔 9 8 から吹き出された空気 A は、外側壁 9 5 の表面に空気のフィルム層を形成し、外側壁 9 5 を外部からエフュージョン冷却する。このようにして、整流突起部材 6 3 の焼損を防止できる。なお、第 2 冷却空気噴射孔 9 8 は省略してもよい。

[0055] さらに、外側壁 9 5 の外周面は、断熱材 1 0 0 によってコーティングされ

てもよい。断熱材100としては、セラミックスや、耐腐食性及び耐熱性を有する合金であるHastelloy-X (Haynes International, Inc. : 登録商標)、HA188 (Haynes International, Inc. : 登録商標)等を使用することができる。断熱材100によるコーティングを施すことにより、さらに確実に整流突起部材63の焼損を防止することができる。

[0056] 以上説明したように、本実施形態に係る図2に示すガスタービンの燃焼装置3によれば、燃料噴射器15は複数の燃料噴射用環状部33を有する燃料噴射部材34を備えており、燃料噴射用環状部33はその外周面に多数の燃料噴射孔39を有しているため、燃料噴射器15の全面から均一に燃料Fが噴射されることになる。これにより、燃料噴射器15の全面において微細な火炎が多点で保持される。これにより、局所的な高温燃焼の発生が防止され、低NO_x燃焼が実現できる。また、燃料噴射孔39から噴射された燃料Fに対して上流から空気Aが供給されるという構成によって、火炎が燃料噴射器15の内部に入り込むことがないため、逆火現象が抑制される。

[0057] さらに、燃焼装置3は、燃焼室11の下流域であって、燃焼筒13の周壁に配置された、予混合式の追い焚きバーナ10を備えている。追い焚きバーナ10は、メインバーナである燃料噴射器15による燃焼が概ね完了し高温の燃焼ガスGが発生している状態で作動されるため、追い焚きバーナ10から燃焼室11の下流域に噴射される予混合気Mは、高温の燃焼ガスGによって、NO_xの発生を抑制しながら、安定して燃焼する。また、本実施形態における追い焚きバーナ10は保炎用の逆流領域を形成するための旋回流発生機構等（保炎機構）を必要としないため、逆火に対する耐性が高い。したがって、ガスタービンGTの燃料として、水素を含む反応性の高い燃料を使用する場合にも、NO_xの発生を抑制しながら、極めて安定した燃焼が維持される。

[0058] なお、本実施形態の燃焼装置3に利用される燃料Fは、水素ガスに限定されず、例えば、液体の水素でもよく、水素ガスと他の燃料ガス（天然ガス、

COなど)の混合燃料でもよく、さらには水素を含まない他の燃料ガス(天然ガス、COなど)であってもよい。また、本実施形態では、キャン型の燃焼装置3を例として説明したが、アニュラー型の燃焼装置にも上記構成を適用することができる。

[0059] 本発明を順流式のアニュラー型燃焼装置に適用した実施形態を図11、12に、逆流式のアニュラー型燃焼装置に適用した実施形態を図13に示す。これらの実施形態に係る燃焼装置3は、内側に燃焼室11を形成する燃焼筒13と、燃焼筒13の頂部に設けられ、複数の燃料噴射用環状部33を含む燃料噴射部材34および燃焼用空気を案内する複数の燃焼空気用環状部35を含む空気ガイド部材36を有し、燃料噴射用環状部33と燃焼空気用環状部35とが同心状に交互に配置され、燃焼室11に燃料と空気を噴射する燃料噴射器15と、燃焼室11の下流域であって、燃焼筒13の周壁に配置された追い焚きバーナ10とを備えている点で図2の実施形態と共通する。上記実施形態について図5とともに説明したように、燃料噴射用環状部33は、その径方向Rに開口する複数の燃料噴射孔39を有し、燃焼空気用環状部35は、その軸心方向に開口し、燃料噴射孔39から噴射される燃料Fに対して空気Aを案内する複数の空気ガイド溝41を有している。

[0060] 図11に示す順流式アニュラー型の燃焼装置3では、燃焼筒13が、筒状の内壁101と、内壁101の外側に内壁と同心状に配置された外壁103とによって構成されており、内壁101と外壁103の間の空間が環状の燃焼室11を形成している。圧縮機1(図1)で圧縮された空気Aは、前方からディフューザ105を介して環状の燃焼器ハウジングH内に導入され、さらに燃料噴射器15へ供給される。燃料噴射器15の前方は、空気整流機構である空気整流カウル107によって覆われている。図12に示すように、空気整流カウル107は、前方に膨出する断面形状を有する環状の部材であり、空気Aを通過させる多数の孔が形成されている。

[0061] 図13に示す逆流式アニュラー型の燃焼装置3においても、燃焼筒13は、筒状の内壁101と、内壁101の外側に内壁と同心状に配置された外壁

103とによって構成されており、内壁101と外壁103の間の空間が環状の燃焼室11を形成している。圧縮機1（図1）で圧縮された空気Aは、後方から、ハウジングHと燃焼筒13との間に形成された空気導入通路25を通った後、燃料噴射器15へ供給される。燃料噴射器15の前方は、空気整流機構である空気整流カウル107によって覆われている。空気整流カウル107は、図12に示す例と同様、前方に膨出する断面形状を有する環状の部材であり、空気を通過させる多数の孔が形成されている。

[0062] 以上のとおり、図面を参照しながら本発明の好適な実施形態を説明したが、本発明の趣旨を逸脱しない範囲内で、種々の追加、変更または削除が可能である。したがって、そのようなものも本発明の範囲内に含まれる。

符号の説明

[0063] 3 燃焼装置

10 追い焚きバーナ

11 燃焼室

13 燃焼筒

15 燃料噴射器

33 燃料噴射用環状部

34 燃料噴射部材

35 燃焼空気用環状部

36 空気ガイド部材

39 燃料噴射孔

41 空気ガイド溝

A 空気

C 燃焼装置軸心

F 燃料

請求の範囲

- [請求項1] 内側に燃焼室を形成する燃焼筒と、
前記燃焼筒の頂部に設けられ、複数の燃料噴射用環状部を含む燃料噴射部材および燃焼用空気を案内する複数の燃焼空気用環状部を含む空気ガイド部材を有し、前記燃料噴射用環状部と前記燃焼空気用環状部とが同心状に交互に配置され、前記燃焼室に燃料と空気を噴射する燃料噴射器と、
前記燃焼室の下流域であって、前記燃焼筒の周壁に配置された追い焚きバーナと、
を備え、
前記燃料噴射用環状部は、その径方向に開口する複数の燃料噴射孔を有し、
前記燃焼空気用環状部は、その軸心方向に開口し、前記燃料噴射孔から噴射される燃料に対して空気を案内する複数の空気ガイド溝を有する、燃焼装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の燃焼装置において、前記追い焚きバーナは、燃料と空気とを混合攪拌する予混合室を有し、前記予混合室で生成された予混合気を前記燃焼室内へ噴射する、
燃焼装置。
- [請求項3] 請求項1または2に記載の燃焼装置において、さらに、前記燃料噴射器の上流に設けられ、前記空気ガイド部材に供給される空気を整流する空気整流機構を備える燃焼装置。
- [請求項4] 請求項1から3のいずれか一項に記載の燃焼装置において、燃焼装置の軸心上に設けられ、前記燃料噴射器を貫通して前記燃焼室に向かって突出する整流突起部材をさらに備える燃焼装置。
- [請求項5] 請求項4に記載の燃焼装置において、前記整流突起部材は、支持部と、この支持部から前記燃焼室内に突出する突出部とを含み、前記支持部に形成されて、空気を前記整流突起部材の内部に導入する冷却空

気導入孔と、前記突出部に形成されて、前記整流突起部材の内部に導入された空気を前記燃焼室に排出する冷却空気排出孔とを有する燃焼装置。

[請求項6] 請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の燃焼装置において、前記燃料噴射用環状部は中空状に形成されており、

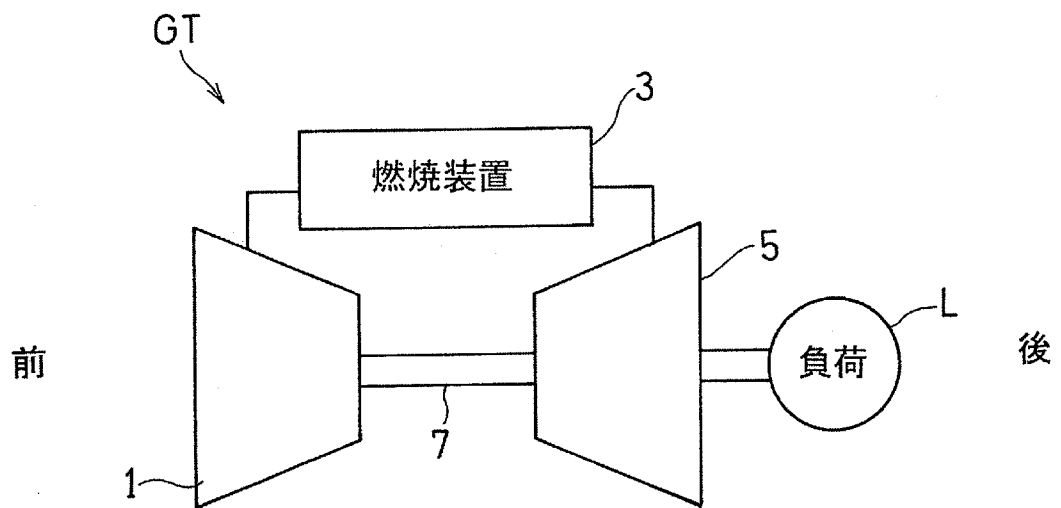
前記燃料噴射用環状部内の中空空間が、燃料を周方向に流通させる環状の燃料流通路を形成している燃焼装置。

[請求項7] 請求項 6 に記載の燃焼装置において、前記燃料噴射用環状部は、前記燃焼室側に位置し、前記燃料噴射孔と連通する第 1 燃料流通路と、前記燃焼室とは反対側に位置し、前記燃料噴射孔から噴射される燃料が供給される第 2 燃料流通路と、前記第 2 燃料流通路内の燃料を前記第 1 燃料流通路の前記燃焼室側の壁面へ噴射する噴射ノズルと、を有する燃焼装置。

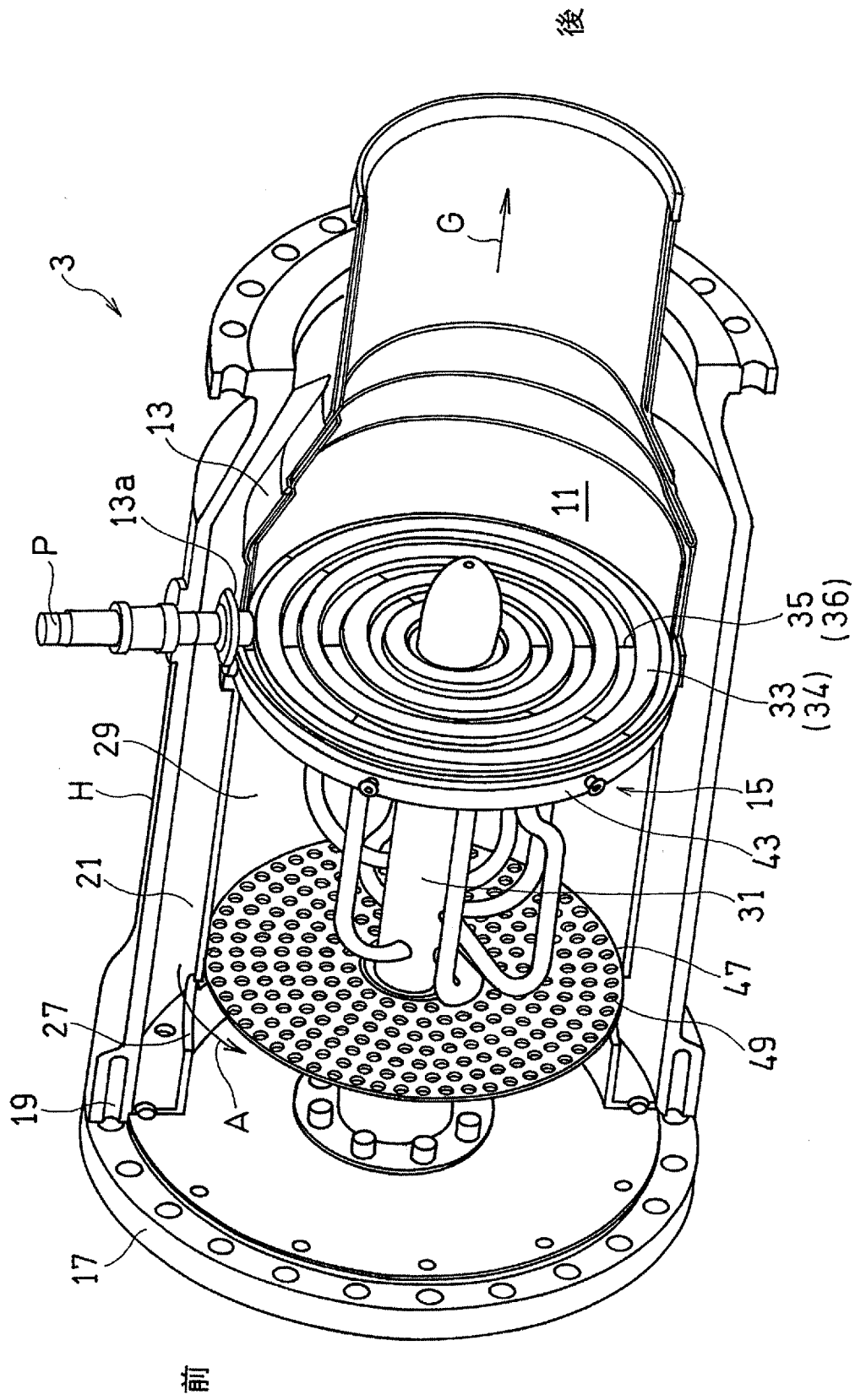
[請求項8] 請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載の燃焼装置において、前記燃料噴射部材に燃料を供給する、多管式構造の燃料供給母管を有し、

この燃料供給母管は、前記複数の燃料噴射用環状部の第 1 環状群に燃料を供給する第 1 供給通路と、前記複数の燃料噴射用環状部の第 2 環状群に燃料を供給する第 2 供給通路とを有する燃焼装置。

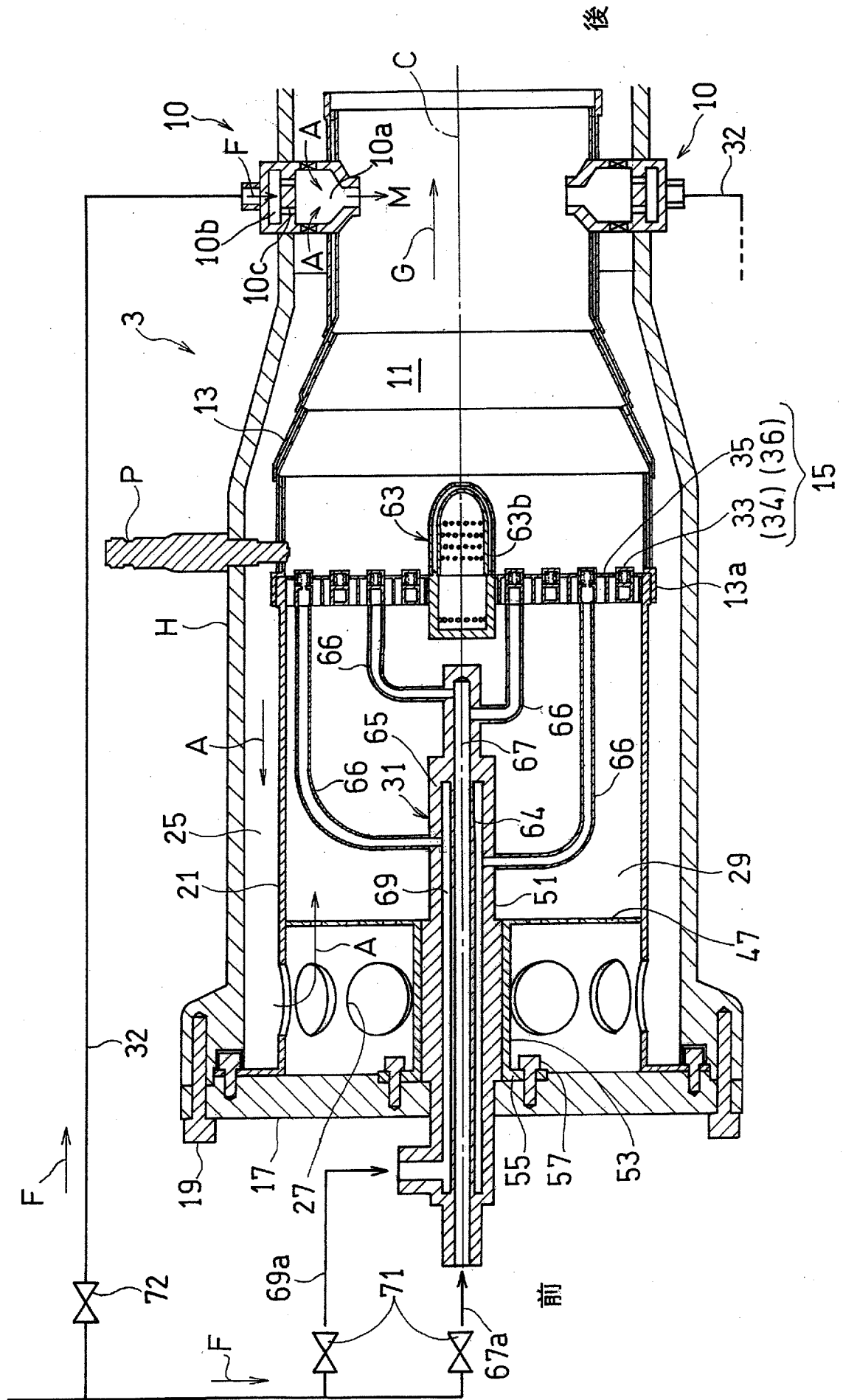
[図1]



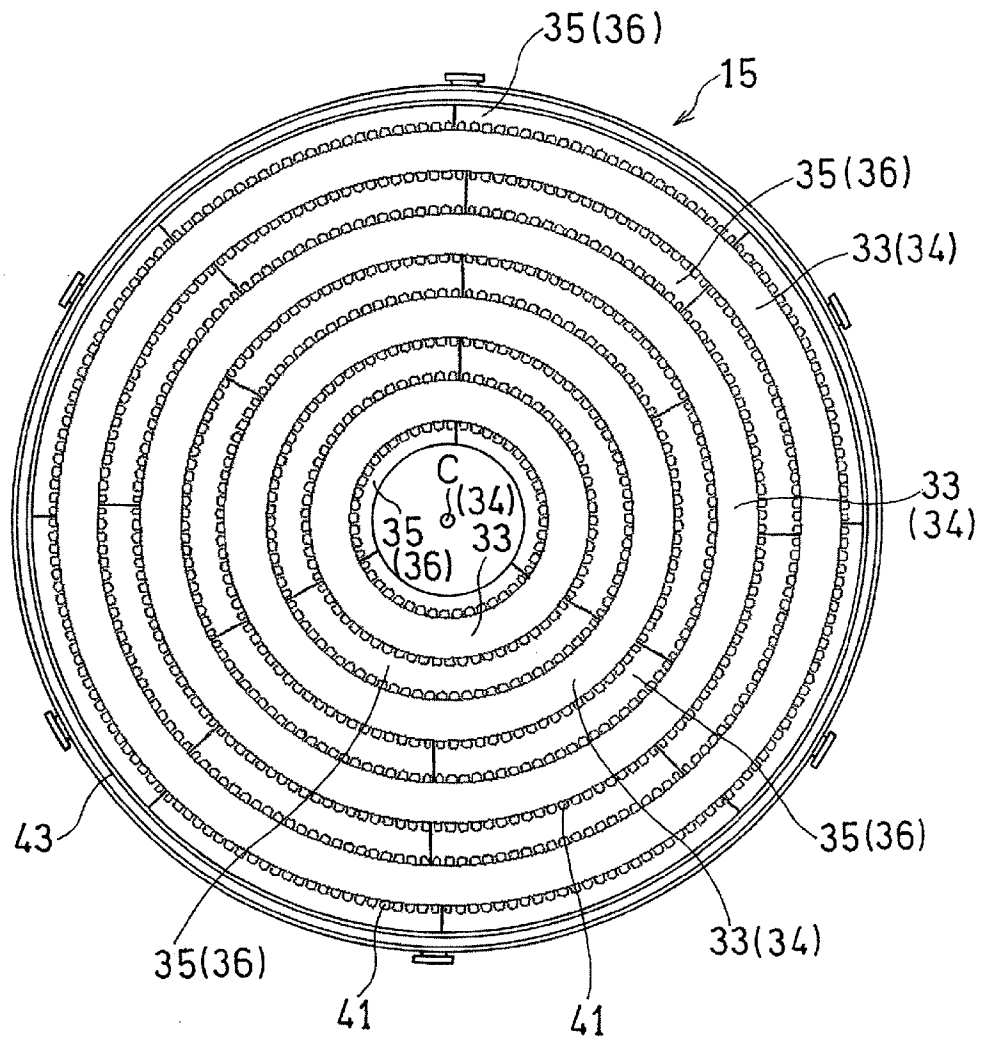
[図2]



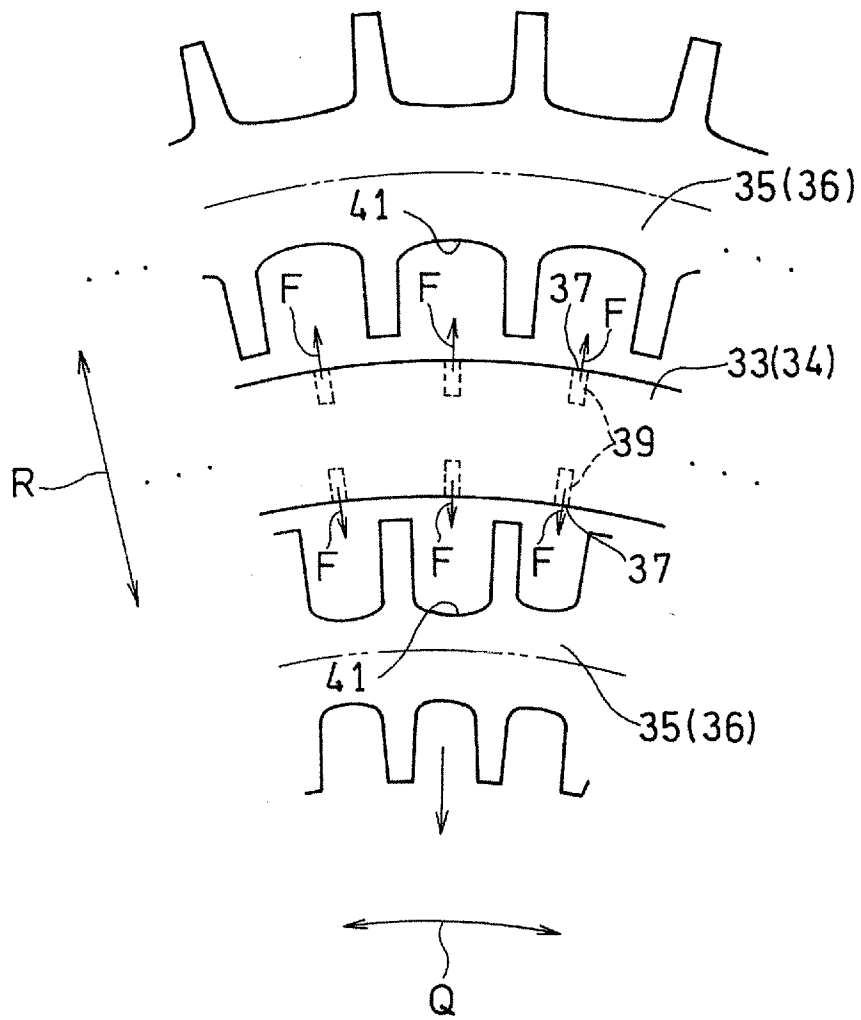
[図3]



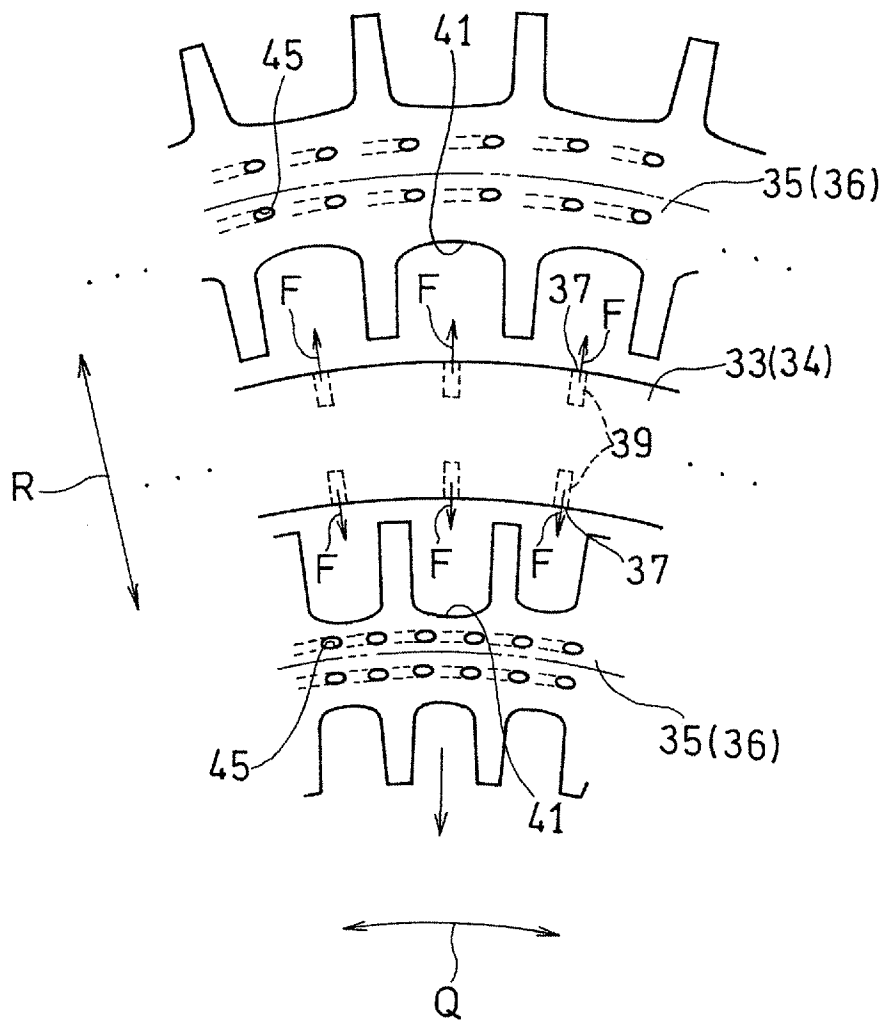
[図4]



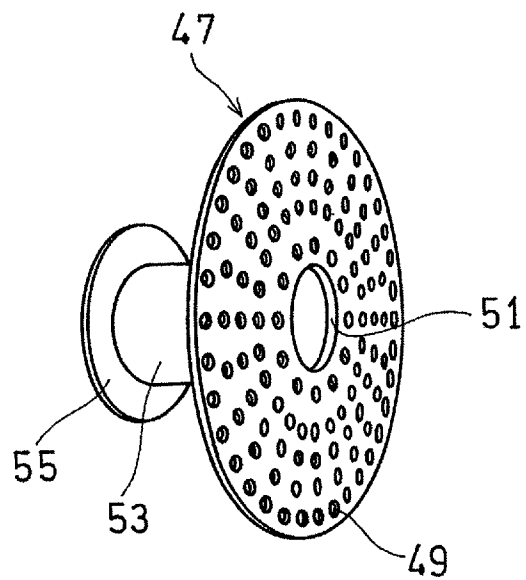
[図5A]



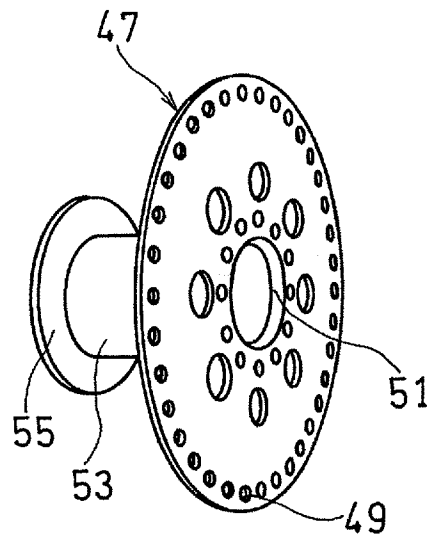
[図5B]



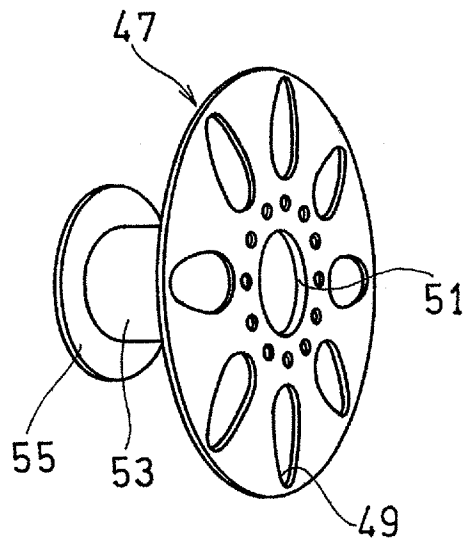
[図6A]



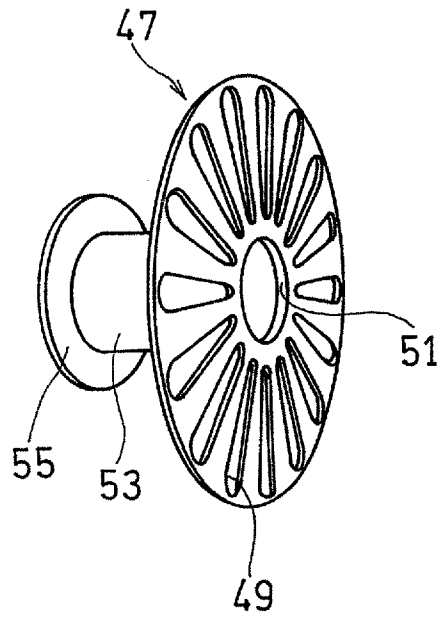
[図6B]



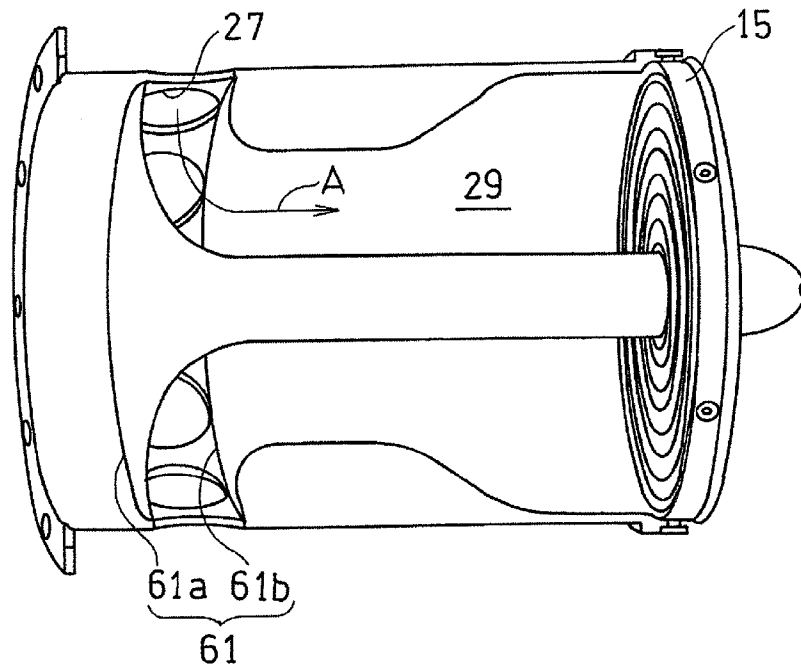
[図6C]



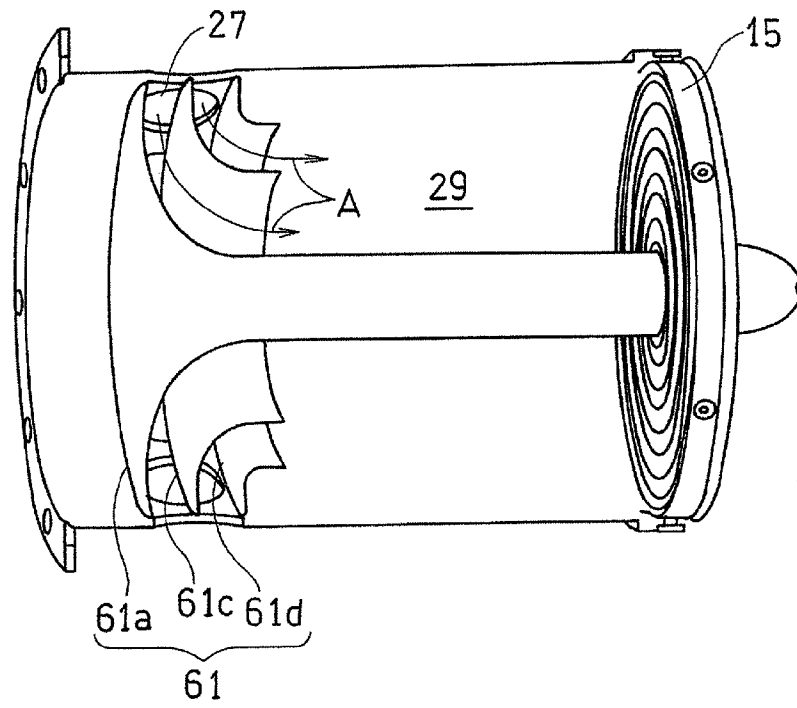
[図6D]



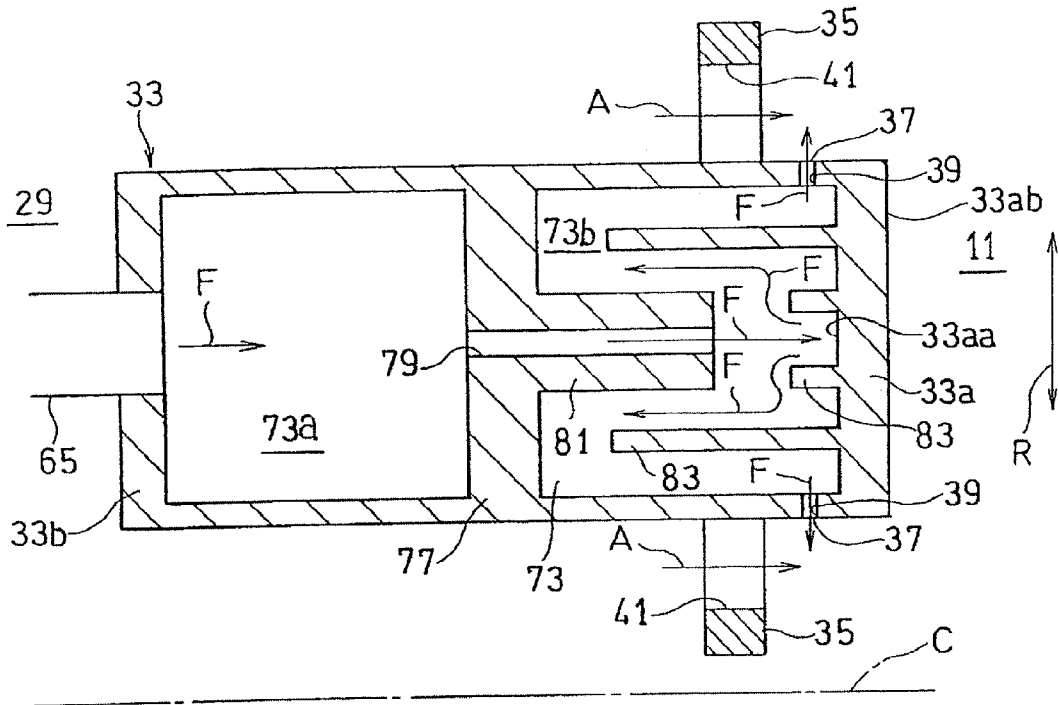
[図7A]



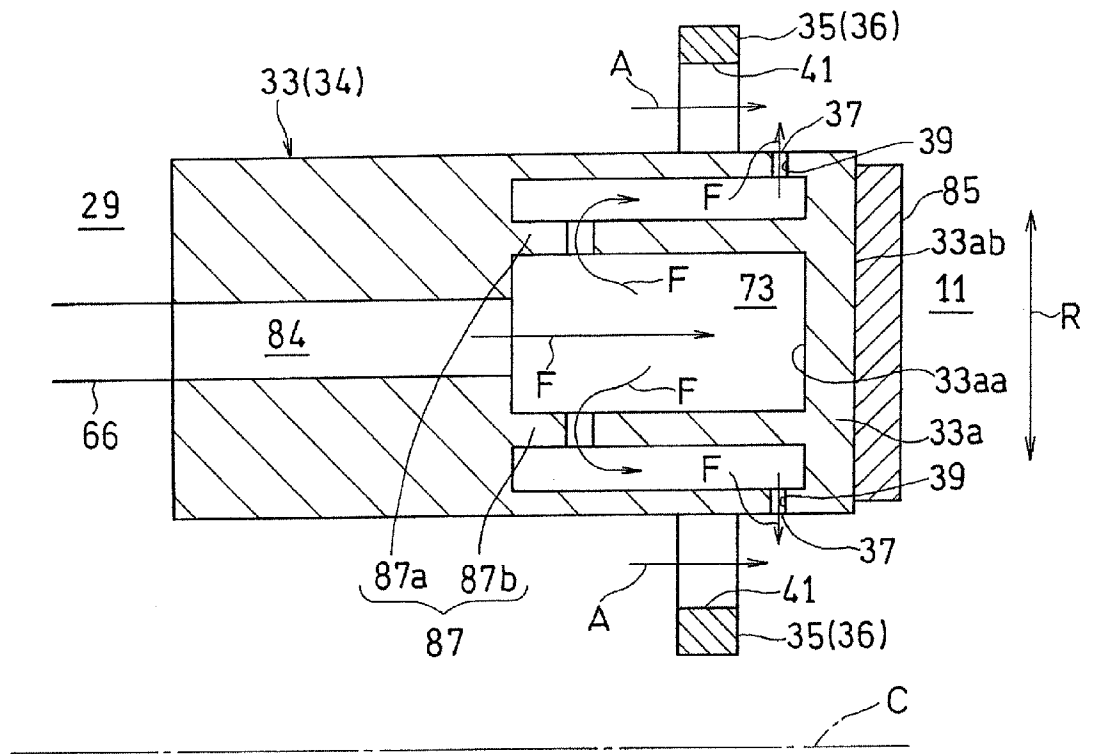
[図7B]



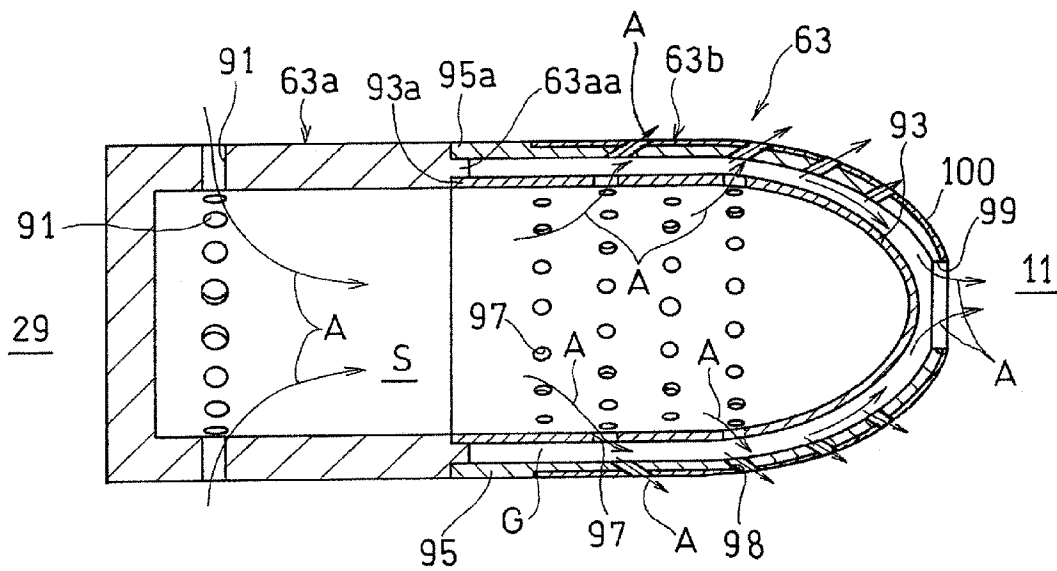
[図8]



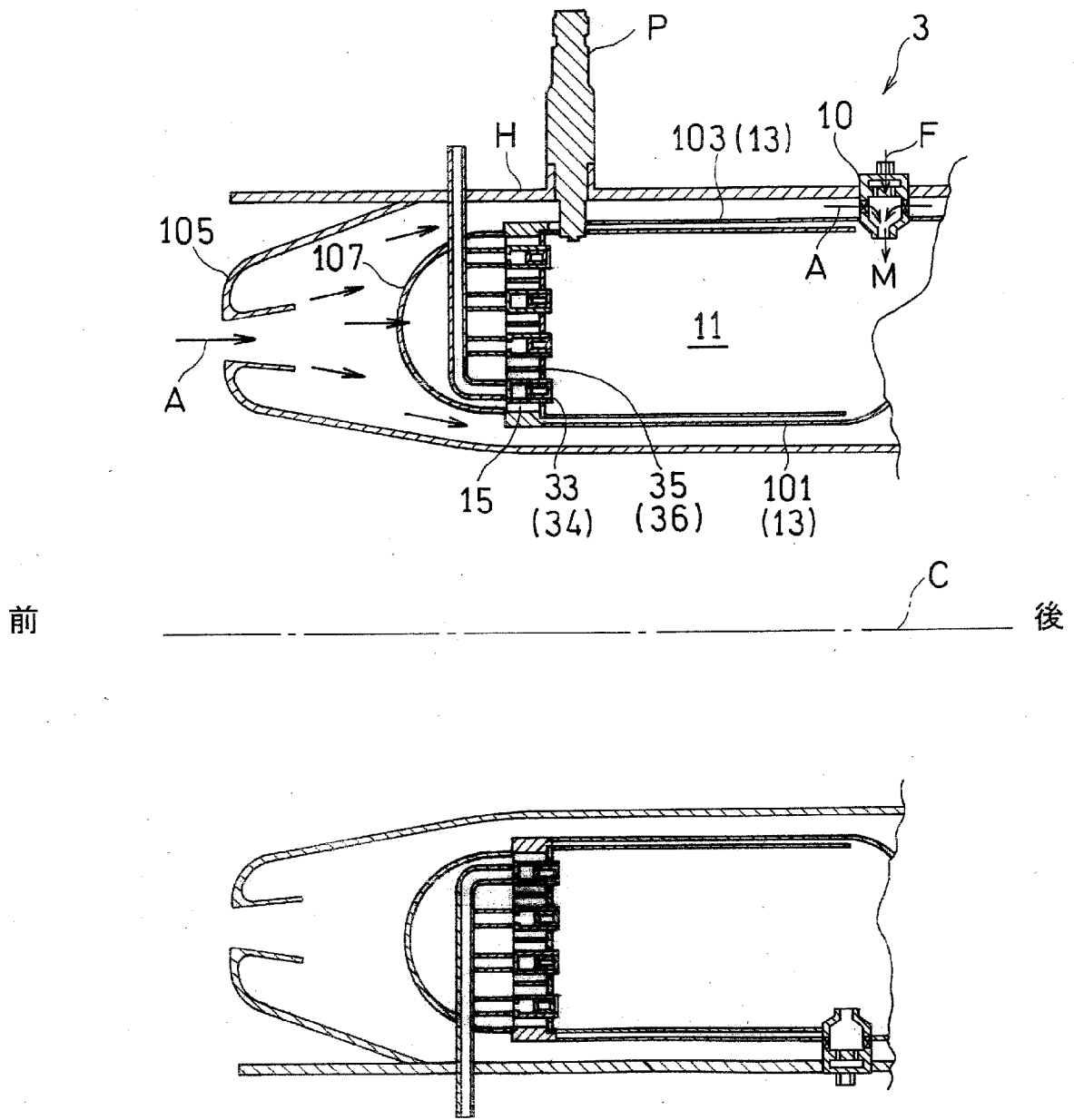
[図9]



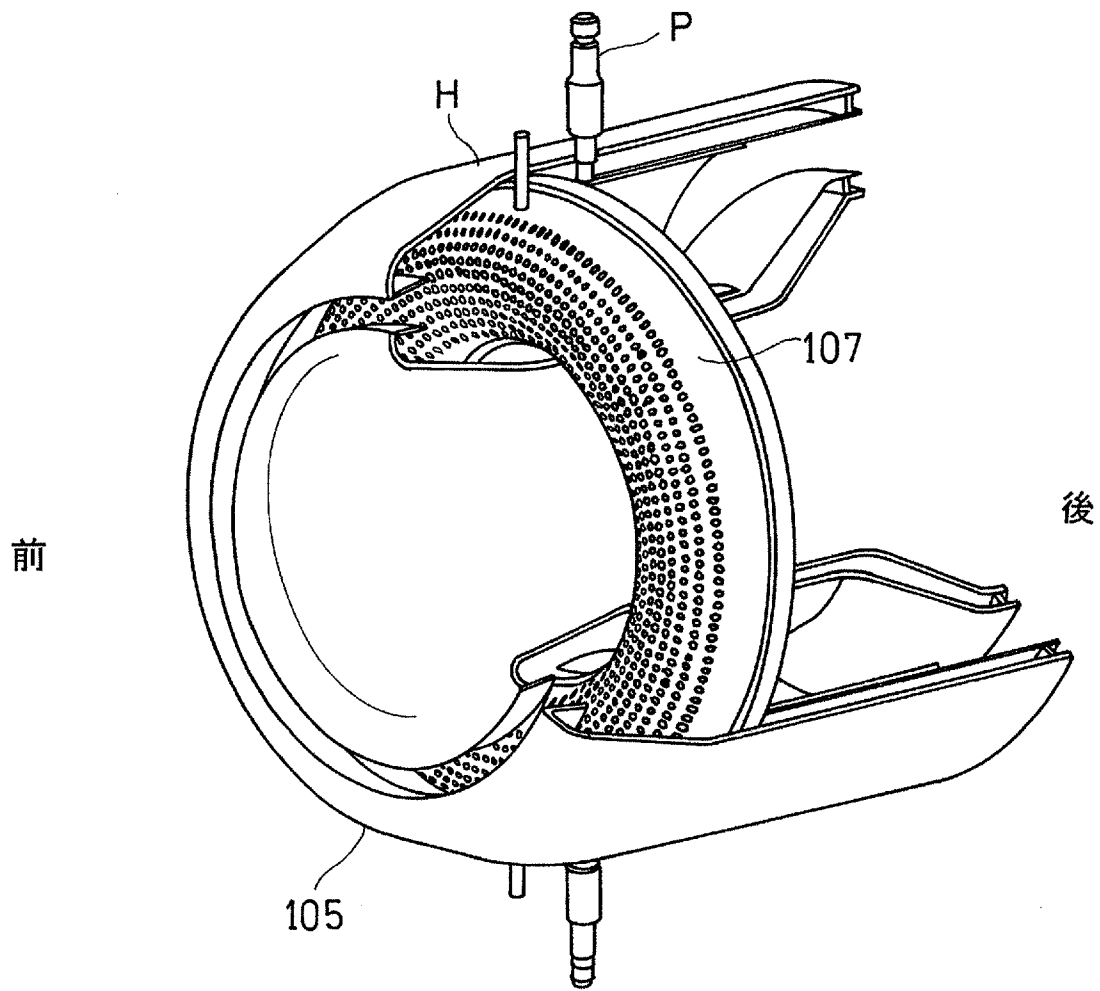
[図10]



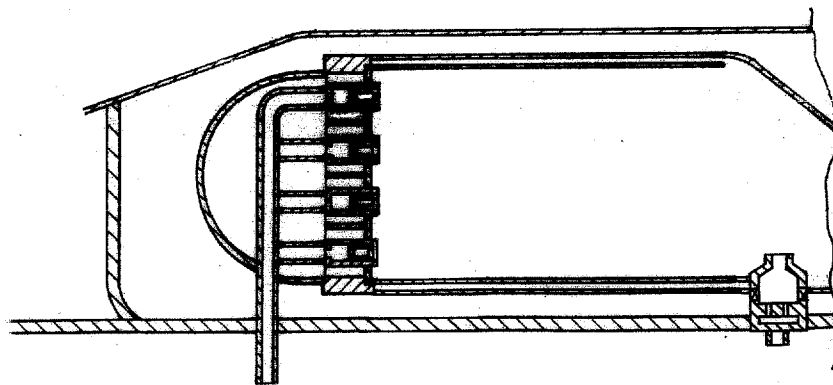
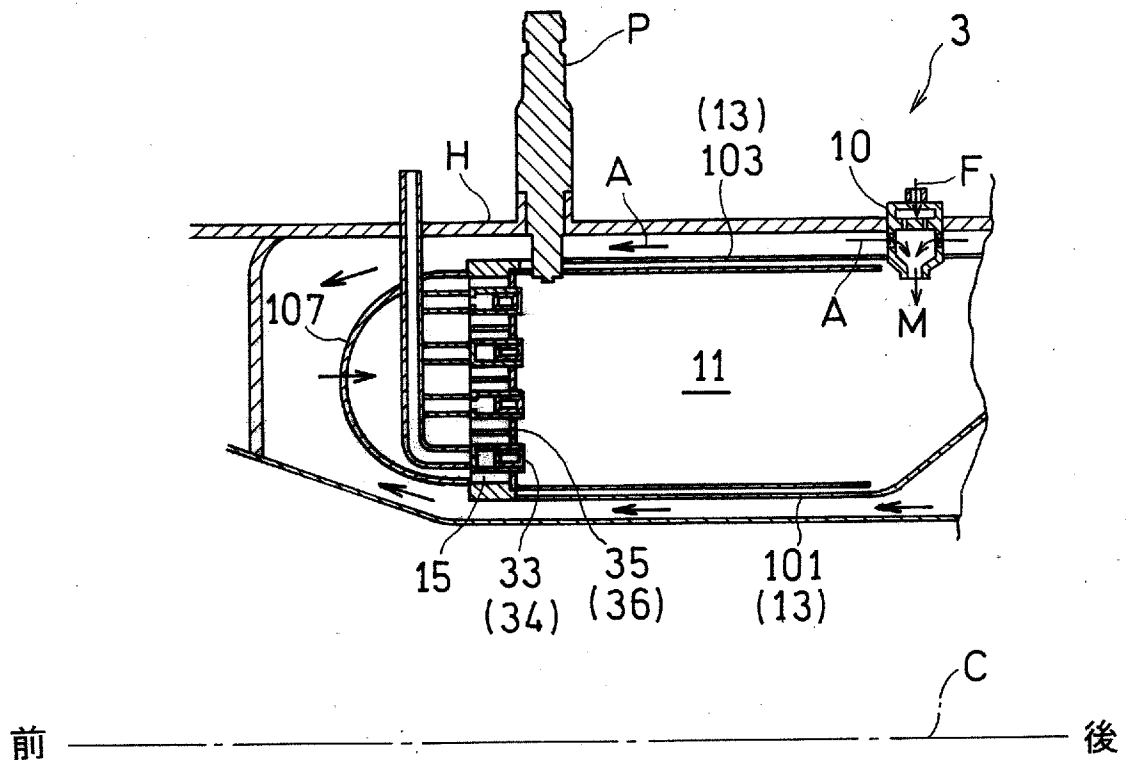
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/065477

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
F23R3/32(2006.01)i, F02C7/232(2006.01)i, F23R3/28(2006.01)i, F23R3/30(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)
F23R3/32, F02C7/232, F23R3/28, F23R3/30, 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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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 A	JP 2013-190201 A (General Electric Co.), 26 September 2013 (26.09.2013), abstract; paragraphs [0020] to [0022]; fig. 1 to 6 & US 2013/0232979 A1 & EP 2639510 A2 & RU 2013110459 A & CN 103307631 A	1-3, 6-8 4-5
Y A	JP 2012-141078 A (Kawasaki Heavy Industries, Ltd.), 26 July 2012 (26.07.2012), abstract; paragraphs [0031] to [0032], [0041]; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-3, 6-8 4-5

Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 25 August 2015 (25.08.15)	Date of mailing of the international search report 01 September 2015 (01.09.15)
--	--

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/JP2015/065477

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2002-364849 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 18 December 2002 (18.12.2002), paragraphs [0024] to [0025]; fig. 1 to 5 & US 2003/0110774 A1 & EP 1403583 A1 & WO 2002/101294 A1 & CA 2418296 A	3, 6-8 1-2, 4-5
A	WO 2006/100983 A1 (Kawasaki Heavy Industries, Ltd.), 28 September 2006 (28.09.2006), paragraphs [0035] to [0042]; fig. 1 to 3 & JP 2006-258041 A & US 2008/0173019 A1 & EP 1870581 A1	1-8
A	JP 2012-149869 A (General Electric Co.), 09 August 2012 (09.08.2012), paragraphs [0018] to [0021]; fig. 2 to 4 & US 2012/0180495 A1 & DE 102011055475 A1 & FR 2970552 A1 & CN 102607062 A	1-8
A	WO 2009/022449 A1 (Kawasaki Heavy Industries, Ltd.), 19 February 2009 (19.02.2009), paragraph [0021]; fig. 2 & US 2010/0136496 A1 & WO 2009/022449 A1 & EP 2187128 A1	1-8

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））
 Int.Cl. F23R3/32(2006.01)i, F02C7/232(2006.01)i, F23R3/28(2006.01)i, F23R3/30(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（IPC））
 Int.Cl. F23R3/32, F02C7/232, F23R3/28, F23R3/30, 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 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2015年
 日本国実用新案登録公報 1996-2015年
 日本国登録実用新案公報 1994-2015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
Y A	JP 2013-190201 A（ゼネラル・エレクトリック・カンパニー） 2013.09.26, 要約, 段落[0020]-[0022], 図1-6 & US 2013/0232979 A1 & EP 2639510 A2 & RU 2013110459 A & CN 103307631 A	1-3, 6-8 4-5
Y A	JP 2012-141078 A（川崎重工業株式会社）2012.07.26, 要約, 段落[0031]-[0032], [0041], 図1-3 （ファミリーなし）	1-3, 6-8 4-5

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	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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）	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 25.08.2015	国際調査報告の発送日 01.09.2015
--------------------------	--------------------------

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 電話番号 03-3581-1101 内線 3355	3G	4132
--	--	----	------

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 A	JP 2002-364849 A (三菱重工業株式会社) 2002. 12. 18, 段落[0024]-[0025], 図 1-5 & US 2003/0110774 A1 & EP 1403583 A1 & WO 2002/101294 A1 & CA 2418296 A	3, 6-8 1-2, 4-5
A	WO 2006/100983 A1 (川崎重工業株式会社) 2006. 09. 28, 段落[0035]-[0042], 図 1-3 & JP 2006-258041 A & US 2008/0173019 A1 & EP 1870581 A1	1-8
A	JP 2012-149869 A (ゼネラル・エレクトリック・カンパニー) 2012. 08. 09, 段落[0018]-[0021], 図 2-4 & US 2012/0180495 A1 & DE 102011055475 A1 & FR 2970552 A1 & CN 102607062 A	1-8
A	WO 2009/022449 A1 (川崎重工業株式会社) 2009. 02. 19, 段落[0021], 図 2 & US 2010/0136496 A1 & WO 2009/022449 A1 & EP 2187128 A1	1-8