(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
2017 年 10 月 5 日(05.10.2017)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2017/170209 A1

(51) 国際特許分類:
F02C 7/22 (2006.01)　*F23R 3/28* (2006.01)
F02C 9/40 (2006.01)　*F23R 3/36* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2017/011967

(22) 国際出願日: 2017 年 3 月 24 日(24.03.2017)

(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 2016-065393 2016 年 3 月 29 日(29.03.2016) 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１６番５号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 宮本　健司 (MIYAMOTO, Kenji); 〒 1088215 東京都港区港南二丁目１６番５号　三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 宮内　宏太郎 (MIYAUCHI, Kotaro); 〒 2208401 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目３番１号　三菱日立パワーシステムズ株式会社内 Kanagawa (JP). 井上　慶 (INOUE, Kei); 〒 2208401 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目３番１号　三菱日立パワーシステムズ株式会社内 Kanagawa (JP). 川上　朋 (KAWAKAMI, Tomo); 〒 2208401 神奈川県横浜市西区みなとみらい三丁目３番１号　三菱日立パワーシステムズ株式会社内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 光石　俊郎, 外 (MITSUISHI, Toshiro et al.); 〒 1070052 東京都港区赤坂四丁目９番６号　タク・赤坂ビル４階　光石法律特許事務所 Tokyo (JP).

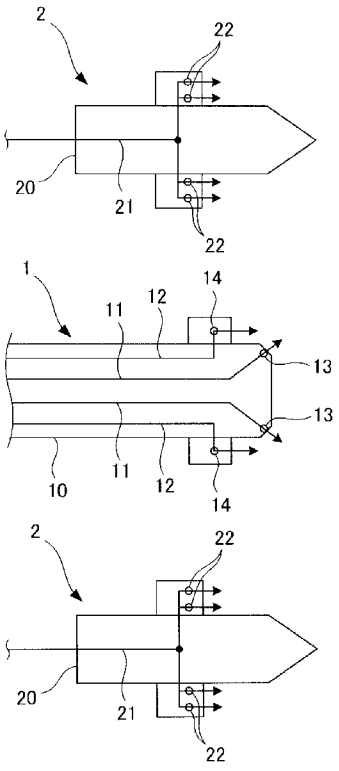
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, 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,

[続葉有]

(54) **Title**: GAS TURBINE AND CONTROL METHOD THEREFOR

(54) 発明の名称 : ガスタービン及びその制御方法

[図1]



(57) **Abstract**: Provided is a gas turbine in which a first nozzle (1) comprises first nozzle inner diameter-side fuel injection holes (13) for injecting a first nozzle fuel and first nozzle outer diameter-side fuel injection holes (14) that are for injecting the first nozzle fuel and that are formed further to the outer circumferential side of the first nozzle (1) and further upstream in the direction of an airflow within a combustor than the first nozzle inner diameter-side fuel injection holes (13). When the first nozzle fuel comprises a medium-calorie fuel, the first nozzle fuel is constantly injected from the first nozzle inner diameter-side fuel injection holes (13) while driving the gas turbine, and the first nozzle fuel is constantly injected from the first nozzle outer diameter-side fuel injection holes (14) while driving the gas turbine at a rated rotational speed.

(57) 要約: 第１ノズル（１）は、第１ノズル燃料を噴射する第１ノズル内径側燃料噴射孔（１３）、及び、第１ノズル内径側燃料噴射孔（１３）よりも第１ノズル（１）の外周側かつ燃焼器内の空気流の上流側に形成され、第１ノズル燃料を噴射する第１ノズル外径側燃料噴射孔（１４）を有し、第１ノズル燃料が中カロリ燃料からなる場合に、第１ノズル内径側燃料噴射孔（１３）からは、ガスタービンの駆動中には常に第１ノズル燃料を噴射しておき、第１ノズル外径側燃料噴射孔（１４）からは、ガスタービンの定格回転数での駆動中には常に第１ノズル燃料を噴射しておくガスタービンを用いる。

WO 2017/170209 A1

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:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

明　細　書

発明の名称 ： ガスタービン及びその制御方法

技術分野

[0001] 本発明は、ガスタービン及びその制御方法に関する。

背景技術

[0002] ガスタービンの燃焼器には、第１ノズル及び第２ノズルが設けられている。第１ノズルから噴射された燃料（第１ノズル燃料）を燃焼させて得られる火炎は、第２ノズルの燃料（第２ノズル燃料）による燃焼の種火として用いられる。

[0003] 下記特許文献１に示すように、ガスタービンを発電に用いる場合、負荷遮断試験に耐え得ることが求められている。負荷遮断とは、何らかの原因により緊急に発電機とガスタービンを切り離すことであり、その際、ガスタービンは直ちに定格回転数無負荷の状態にする必要がある。

[0004] また、プラントによっては、高カロリ燃料（メタンなどの炭化水素を主として窒素や二酸化炭素の不活性ガスが少ない燃料）及び中カロリ燃料（メタンなどの炭化水素を主として窒素や二酸化炭素の不活性ガスが多く含まれる燃料）に対し、同一の燃焼器を使用して運用することが要求されている。このようなプラントの場合、中カロリ燃料の適用時に負荷遮断を成立させるためには、第１ノズルから多くの燃料流量供給が必要なため、第１ノズルの孔径を拡大することが必要となる。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特許第３４７２４２４号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] ただし、中カロリ燃料適用時の負荷遮断を考慮し孔径を拡大した第１ノズルに、高カロリ燃料を適用した場合、ノズル差圧が低下し、第１ノズル内部

への高温ガスの逆流が発生する懸念が生じる。

[0007] そこで、本発明では、上記技術的課題に鑑みて、高カロリ燃料及び中カロリ燃料に対し同一の燃焼器を使用する場合、高カロリ燃料適用時に、第１ノズル内部への高温ガスの逆流が発生させることなく、かつ、中カロリ燃料適用時の負荷遮断の際に、必要な第１ノズル燃料を確実に供給することができる、ガスタービン及びその制御方法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] 上記課題を解決する第１の発明に係るガスタービンは、

負荷遮断が可能であり、

高カロリ燃料及び中カロリ燃料に対し使用される燃焼器を備え、

前記燃焼器は、前記高カロリ燃料又は前記中カロリ燃料からなる第１ノズル燃料を、前記燃焼器内の空気流中に噴射する第１ノズル、及び、前記高カロリ燃料又は前記中カロリ燃料からなり、前記第１ノズルから噴射された燃料を燃焼させて得られる火炎を種火として燃焼する第２ノズル燃料を、前記燃焼器内の空気流中に噴射する第２ノズルを備える、ガスタービンであって、

前記第１ノズルは、

前記第１ノズル燃料を噴射する第１ノズル内径側燃料噴射孔、及び、該第１ノズル内径側燃料噴射孔よりも前記第１ノズルの外周側かつ前記燃焼器内の空気流の上流側に形成され、前記第１ノズル燃料を噴射する第１ノズル外径側燃料噴射孔を有し、

前記第１ノズル燃料が前記中カロリ燃料からなる場合に、前記第１ノズル内径側燃料噴射孔からは、前記ガスタービンの駆動中には常に前記第１ノズル燃料を噴射しておき、前記第１ノズル外径側燃料噴射孔からは、前記ガスタービンの定格回転数での駆動中には常に前記第１ノズル燃料を噴射しておく

ことを特徴とする。

[0009] 上記課題を解決する第２の発明に係るガスタービンは、

上記第１の発明に係るガスタービンにおいて、

前記第１ノズル燃料を供給する第１ノズル燃料系統から分岐した一方の管であり、下流端において前記第１ノズル内径側燃料噴射孔と連通する第１ノズル内径側燃料供給管と、

前記第１ノズル燃料系統から分岐した他方の管であり、下流端において前記第１ノズル外径側燃料噴射孔と連通する第１ノズル外径側燃料供給管と、

前記第１ノズル燃料系統における分岐点よりも上流側に設けられ、弁開度を制御する圧力調整弁用コントローラが接続される、圧力調整弁と、

前記第１ノズル内径側燃料供給管に設けられ、弁開度を制御する第１流量調整弁用コントローラが接続される、第１流量調整弁と、

前記第１ノズル外径側燃料供給管に設けられ、弁開度を制御する第２流量調整弁用コントローラが接続される、第２流量調整弁とを備え、

前記圧力調整用コントローラ、前記第１流量調整弁用コントローラ、及び、前記第２流量調整弁用コントローラは、前記第１ノズル燃料が前記中カロリ燃料からなる場合に、前記ガスタービンの駆動中、前記第１ノズル内径側燃料噴射孔から常に前記第１ノズル燃料を噴射し、前記ガスタービンの定格回転数での駆動中にはさらに、前記第１ノズル外径側燃料噴射孔から常に前記第１ノズル燃料を噴射するように、前記圧力調整弁、前記第１流量調整弁、及び、前記第２流量調整弁の弁開度をそれぞれ制御する

ことを特徴とする。

[0010] 上記課題を解決する第３の発明に係るガスタービンは、

上記第１又は２の発明に係るガスタービンにおいて、

前記第１ノズル内径側燃料噴射孔及び前記第１ノズル外径側燃料噴射孔の孔径は、前記第１ノズル燃料が前記高カロリ燃料からなる場合に合わせた孔径とする

ことを特徴とする。

[0011] 上記課題を解決する第４の発明に係るガスタービンの制御方法は、

負荷遮断が可能であり、

高カロリ燃料及び中カロリ燃料に対し使用される燃焼器を備え、

前記燃焼器は、前記高カロリ燃料又は前記中カロリ燃料からなる第１ノズル燃料を、前記燃焼器内の空気流中に噴射する第１ノズル、及び、前記高カロリ燃料又は前記中カロリ燃料からなり、前記第１ノズルから噴射された燃料を燃焼させて得られる火炎を種火として燃焼する第２ノズル燃料を、前記燃焼器内の空気流中に噴射する第２ノズルを備える、ガスタービンの制御方法であって、

前記第１ノズルが、本体の下流側の先端部に形成され、前記第１ノズル燃料を噴射する第１ノズル内径側燃料噴射孔、及び、該第１ノズル内径側燃料噴射孔よりも前記第１ノズルの外周側かつ前記燃焼器内の空気流の上流側に形成され、前記第１ノズル燃料を噴射する第１ノズル外径側燃料噴射孔を有するものとし、

前記第１ノズル燃料が前記中カロリ燃料からなる場合に、前記第１ノズル内径側燃料噴射孔からは、前記ガスタービンの駆動中には常に前記第１ノズル燃料を噴射させ、前記第１ノズル外径側燃料噴射孔からは、前記ガスタービンの定格回転数での駆動中には常に前記第１ノズル燃料を噴射させておくことを特徴とする。

[0012] 上記課題を解決する第５の発明に係るガスタービンの制御方法は、

上記第４の発明に係るガスタービンの制御方法において、

前記ガスタービンに、

前記第１ノズル燃料を供給する第１ノズル燃料系統から分岐した一方の管であり、下流端において前記第１ノズル内径側燃料噴射孔と連通する第１ノズル内径側燃料供給管と、

前記第１ノズル燃料系統から分岐した他方の管であり、下流端において前記第１ノズル外径側燃料噴射孔と連通する第１ノズル外径側燃料供給管と、

前記第１ノズル燃料系統における分岐点よりも上流側に設けられ、弁開度を制御する圧力調整弁用コントローラが接続される、圧力調整弁と、

前記第１ノズル内径側燃料供給管に設けられ、弁開度を制御する第１流量

調整弁用コントローラが接続される、第１流量調整弁と、

前記第１ノズル外径側燃料供給管に設けられ、弁開度を制御する第２流量調整弁用コントローラが接続される、第２流量調整弁とを設け、

前記第１ノズル燃料が前記中カロリ燃料からなる場合に、前記ガスタービンの駆動中、前記第１ノズル内径側燃料噴射孔から常に前記第１ノズル燃料を噴射し、前記ガスタービンの定格回転数での駆動中にはさらに、前記第１ノズル外径側燃料噴射孔から常に前記第１ノズル燃料を噴射するように、前記圧力調整弁、前記第１流量調整弁、及び、前記第２流量調整弁の弁開度をそれぞれ制御する

ことを特徴とする。

[0013] 上記課題を解決する第６の発明に係るガスタービンの制御方法は、

上記第４又は５の発明に係るガスタービンの制御方法において、

前記第１ノズル内径側燃料噴射孔及び前記第１ノズル外径側燃料噴射孔の孔径は、前記第１ノズル燃料が前記高カロリ燃料からなる場合に合わせた孔径とする

ことを特徴とする。

発明の効果

[0014] 本発明に係るガスタービン及びその制御方法によれば、高カロリ燃料及び中カロリ燃料に対し同一の燃焼器を使用する場合、高カロリ燃料適用時に、第１ノズル内部への高温ガスの逆流が発生させることなく、かつ、中カロリ燃料適用時の負荷遮断の際に、必要な第１ノズル燃料を確実に供給することができる。

図面の簡単な説明

[0015] [図1]本発明の実施例に係るガスタービンに設けられている燃焼器の概略図である。

[図2]本発明の実施例に係る第１ノズル燃料系の系統図である。

[図3]中カロリ適用時の本発明の実施例における負荷と燃料供給量の関係を示した燃料スケジュールのグラフである。

[図4]中カロリ適用時の本発明の実施例における負荷遮断の際の燃料供給量を表すグラフである。

発明を実施するための形態

[0016] 以下、本発明に係るガスタービン及びその制御方法を実施例にて図面を用いて説明する。

実施例

[0017] まず、本実施例に係るガスタービンの構成について説明する。ガスタービンプラントに設けられているガスタービンは、燃料として燃料ガス（気体燃料）を用いる。ガスタービンは、図示しない圧縮機、燃焼器、及び、タービンを有し、タービンの出力により発電機を回転させ電力を得る。また、本実施例に係るガスタービンは負荷遮断が可能である。

[0018] 図１は、本発明の実施例に係るガスタービンに設けられている燃焼器の概略図である。図１に示すように、本実施例に係るガスタービンに設けられている燃焼器は、高カロリ燃料及び中カロリ燃料に対し使用されるものであり、第１ノズル１、及び、第１ノズル１の外周に複数配置されている第２ノズル２を備えている。

[0019] 第１ノズル１は、燃焼器内の空気流中に、燃料ガスである第１ノズル燃料（予混合燃料あるいは拡散燃料）を噴射するものである。なお、この第１ノズル燃料は、高カロリ燃料又は中カロリ燃料からなるものとする。

[0020] また、第１ノズル１は、燃焼器内の空気の流れ方向に沿って配置されている第１ノズル本体１０、第１ノズル本体１０の内部を通る複数の第１ノズル内径側燃料供給管１１、同じく第１ノズル本体１０の内部を通る複数の第１ノズル外径側燃料供給管１２、第１ノズル本体１０の下流側の先端部に形成されている複数の第１ノズル内径側燃料噴射孔１３、及び、第１ノズル本体１０の下流側に形成されている複数の第１ノズル外径側燃料噴射孔１４を備えている。

[0021] 複数の第１ノズル内径側燃料噴射孔１３は、それぞれ複数の第１ノズル内径側燃料供給管１１の下流端に連通し、複数の第１ノズル外径側燃料噴射孔

１４は、それぞれ複数の第１ノズル外径側燃料供給管１２の下流端に連通している。さらに、複数の第１ノズル外径側燃料噴射孔１４は、それぞれ、複数の第１ノズル内径側燃料噴射孔１３よりも、第１ノズル１の外周側、かつ、燃焼器内の空気流の上流側に形成されている。

[0022] また、本実施例においては、第１ノズル内径側燃料噴射孔１３、及び、第１ノズル外径側燃料噴射孔１４の孔径は、高カロリ燃料適用時（第１ノズル燃料が高カロリ燃料からなる場合）に合わせた小さいサイズにしておく。

[0023] 一方、第２ノズル２は、燃焼器内の空気流中に、燃料ガスである第２ノズル燃料（予混合燃料）を噴射するものである。なお、この第２ノズル燃料は、第１ノズル燃料同様、高カロリ燃料又は中カロリ燃料からなるものとする。

[0024] また、第２ノズル２は、従来同様、燃焼器内の空気の流れ方向に沿って配置されている第２ノズル本体２０、第２ノズル本体２０の内部を通る第２ノズル燃料供給管２１、及び、第２ノズル本体２０の下流側に形成されている複数の第２ノズル燃料噴射孔２２を備えている。

[0025] 第２ノズル燃料供給管２１の下流側は複数に分岐しており、複数の第２ノズル燃料噴射孔２２は、分岐した第２ノズル燃料供給管２１の下流端のそれぞれに連通している。

[0026] 複数の第２ノズル燃料噴射孔２２は、それぞれ、第１ノズル１に設けられている複数の第１ノズル内径側燃料噴射孔１３及び第１ノズル外径側燃料噴射孔１４よりも、燃焼器内の空気流中の上流側に設けられている。

[0027] 図２は、第１ノズル燃料系を表す系統図である。図２に示すように、第１ノズル１へ第１ノズル燃料を供給するための第１ノズル燃料系統３０は、既に説明した第１ノズル内径側燃料供給管１１と第１ノズル外径側燃料供給管１２の２系統に分岐している。

[0028] 第１ノズル燃料系統３０における、上述のように２系統に分岐する分岐点よりも上流側には、圧力調整弁３１が設けられており、第１ノズル内径側燃料供給管１１には、第１流量調整弁３２が設けられており、第１ノズル外径

側燃料供給管１２には、第２流量調整弁３３が設けられている。

[0029] また、圧力調整弁３１には、圧力調整弁３１の弁開度を制御する圧力調整弁用コントローラ３４が接続されており、第１流量調整弁３２には、第１流量調整弁３２の弁開度を制御する第１流量調整弁用コントローラ３５が接続されており、第２流量調整弁３３には、第２流量調整弁３３の弁開度を制御する第２流量調整弁用コントローラ３６が接続されている。

[0030] 圧力調整弁用コントローラ３４、第１流量調整弁用コントローラ３５、及び、第２流量調整弁用コントローラ３６は、ガスタービンの負荷状態に応じて、それぞれ圧力調整弁３１、第１流量調整弁３２、及び、第２流量調整弁３３の弁開度を制御する。

[0031] なお、第２ノズル燃料系統にも調整弁及び該調整弁を制御するコントローラが設けられているが、ここでは図示及び説明を省略する。

[0032] 以上が本実施例に係るガスタービンの構成である。以下では、上記構成とした本実施例に係るガスタービンの動作（及び作用）について説明する。

[0033] 第１ノズル１において、第１ノズル内径側燃料供給管１１の下流端に連通する第１ノズル内径側燃料噴射孔１３は、第１ノズル内径側燃料供給管１１から供給された第１ノズル燃料（第１ノズル内径側燃料）を、燃焼器内に噴射する。また、第１ノズル外径側燃料供給管１２の下流端に連通する第１ノズル外径側燃料噴射孔１４は、第１ノズル外径側燃料供給管１２から供給された第１ノズル燃料（第１ノズル外径側燃料）を、燃焼器内に噴射する。このような第１ノズル１から噴射された燃料を燃焼させて得られる火炎は、第２ノズル２による燃焼の種火として用いられる。

[0034] 第２ノズル２において、第２ノズル燃料供給管２１の下流端に連通する第２ノズル燃料噴射孔２２は、第２ノズル燃料供給管２１から供給された第２ノズル燃料を、燃焼器内に噴射する。第２ノズル燃料供給管２１から燃焼器内の空気流中に噴射された第２ノズル燃料は、第１ノズル１によって生成された火炎を種火として燃焼する。

[0035] また、本実施例においては、既に説明した如く、第１ノズル内径側燃料噴

射孔１３、及び、第１ノズル外径側燃料噴射孔１４の孔径を、高カロリ燃料適用時（第１ノズル燃料が高カロリ燃料からなる場合）に合わせた小さいサイズにしておくことで、高カロリ燃料適用時にノズル差圧を保つことができる。

[0036] ここで、図３は、中カロリ適用時（第１ノズル燃料及び第２ノズル燃料が中カロリ燃料からなる場合）の本実施例における負荷と燃料供給量の関係を示した燃料スケジュールのグラフである。横軸はタービンの回転数（％）及び負荷（％）を表し、縦軸は燃料供給量（％）を表している。なお、燃料供給量（％）は、定格回転かつ負荷１００％のときの第２ノズル燃料の燃料供給量を１００％としたときの割合である。図３のグラフにおいて、Ａは第２ノズル燃料を表し、Ｂは第１ノズル内径側燃料を表し、Ｃは第１ノズル外径側燃料を表している。

[0037] 第２ノズル２においては従来同様に、第２ノズル燃料供給管２１は、第２ノズル燃料供給管２１に設けられた調整弁（図示略）の弁開度がコントローラ（図示略）により制御されることにより、ガスタービンの駆動開始とともに第２ノズル燃料の供給を開始し、ガスタービンの回転数の上昇、そして、負荷の上昇とともに第２ノズル燃料の供給量を増加させ、負荷が１００％のときに供給量１００％となるようにする（図３のＡ）。

[0038] 第１ノズル１において、第１ノズル内径側燃料供給管１１は、圧力調整弁３１、及び、第１流量調整弁３２の弁開度が、圧力調整弁用コントローラ３４、及び、第１流量調整弁用コントローラ３５により制御されることにより、ガスタービンの駆動開始とともに第１ノズル内径側燃料の供給を開始し、ガスタービンの駆動中、常に第１ノズル内径側燃料を供給する（すなわち、ガスタービンの駆動中、第１ノズル内径側燃料噴射孔１３から常に第１ノズル内径側燃料を噴射する）。詳細には、ガスタービンの回転数が１００％に上昇するまでは徐々に第１ノズル内径側燃料の供給量を増加させていき、その後、ガスタービンの負荷が０から１００％に上昇するにつれ漸減するように制御する（図３のＢ）。

[0039] また、第１ノズル１において、第１ノズル外径側燃料供給管１２は、圧力調整弁３１、及び、第２流量調整弁３３の弁開度が、圧力調整弁用コントローラ３４、及び、第２流量調整弁用コントローラ３６により制御されることにより、第１ノズル外径側燃料供給管１２は、ガスタービンの回転数が１００％の状態（定格回転数での駆動中）において、（平常運転時には）負荷に依らず常に微量の第１ノズル外径側燃料を供給する（すなわち、ガスタービンの定格回転数での駆動中には、第１ノズル内径側燃料に加えさらに、第１ノズル外径側燃料噴射孔１４から常に第１ノズル外径側燃料を噴射する）（図３のＣ）。なお、ここでの微量とは、０．０１～１％を指す。

[0040] すなわち、本実施例においては、前記第１ノズル燃料が前記中カロリ燃料からなる場合に、第１ノズル内径側燃料噴射孔１３からは、ガスタービンの駆動中には常に第１ノズル内径側燃料を噴射しておき、第１ノズル外径側燃料噴射孔１４からは、ガスタービンの定格回転数（負荷０％～１００％）での駆動中には常に第１ノズル外径側燃料を噴射しておく。このように設定する理由は下記のとおりである。

[0041] まず、通常ガスタービンは、負荷遮断（定格回転数無負荷）指令の際に、第２ノズル燃料の供給量を急激に減少させるが、それとともに第１ノズル燃料の供給量を増加させる必要がある。

[0042] しかし、本実施例のように、第１ノズル内径側燃料噴射孔１３、及び、第１ノズル外径側燃料噴射孔１４の孔径を、高カロリ適用時に合わせて小さくしている場合、仮に、第１ノズル外径側燃料供給管１２からの第１ノズル外径側燃料の供給を考慮せず、第１ノズル内径側燃料供給管１１からの第１ノズル内径側燃料の供給のみを考慮すると、中カロリ燃料適用時の負荷遮断指令の際に、第１ノズル内径側燃料の供給量を瞬時に必要量まで増加させることができない。

[0043] また、第１ノズル外径側燃料供給管１２からの第１ノズル外径側燃料の供給も考慮したとしても、仮に、平常運転時には第１ノズル外径側燃料供給管１２からの第１ノズル外径側燃料の燃料供給がないものとした場合は、負荷

遮断という瞬時の変化には供給速度が対応することができず、やはり、中カロリ燃料適用時の負荷遮断の際に、第１ノズル燃料（第１ノズル内径側燃料＋第１ノズル外径側燃料）の供給量を瞬時に必要量まで増加させることができない。

[0044] しかしながら、本実施例では、中カロリ燃料適用時の負荷遮断指令の際に、燃料供給量が少なくなることを避けるため、常に（圧力調整弁３１、及び、第２流量調整弁３３の弁開度が、圧力調整弁用コントローラ３４、及び、第２流量調整弁用コントローラ３６により制御されることにより）第１ノズル外径側燃料を微量供給しておくことで、負荷遮断指令の際、ただちに必要量の第１ノズル燃料（第１ノズル内径側燃料＋第１ノズル外径側燃料）を供給することができる。

[0045] すなわち、本実施例においては、第１ノズル外径側燃料供給管１２から常に微量供給することにより、供給管内に常に燃料が充填された状態となる。すると、中カロリ燃料適用時の負荷遮断指令の際に、瞬時に（燃焼器内に）第１ノズル外径側燃料の燃料供給量を増加させることができ、第１ノズル内径側燃料の供給量の必要量からの不足分を補うことができる。

[0046] 図４は、中カロリ適用時の本実施例における負荷遮断の際の燃料供給量を表すグラフである。横軸は時刻を表し、縦軸は燃料供給量（％）を表している。図４のグラフにおいて、Ａは第２ノズル燃料を表し、Ｂは第１ノズル内径側燃料を表し、Ｃは第１ノズル外径側燃料を表している。

[0047] 負荷遮断（定格回転無負荷）指令の際には、第２ノズル燃料は従来同様に、図３のグラフの回転数１００％かつ負荷０％の値とする。すなわち、第２ノズル燃料供給管２１に設けられた調整弁（図示略）の弁開度が、コントローラ（図示略）により制御されることにより、第２ノズル燃料供給管２１から供給される第２ノズル燃料は急激に減少する（図４のＡ）。

[0048] また同時に、圧力調整弁３１、第１流量調整弁３２、及び、第２流量調整弁３３の弁開度が、圧力調整弁用コントローラ３４、第１流量調整弁用コントローラ３５、及び、第２流量調整弁用コントローラ３６により、それぞれ

制御されることにより、第１ノズル内径側燃料供給管１１、及び、第１ノズル外径側燃料供給管１２から供給される第１ノズル内径側燃料及び第１ノズル外径側燃料を増加させる（図４のＢ，Ｃ）が、上述の如く、供給管内に第１ノズル外径側燃料が充填されているため、確実に必要量まで増加させることができる。

以上が、本実施例に係るガスタービンの動作（及び作用）の説明である。

[0049] なお、上述においては、第１ノズル外径側燃料を微量であるものとしたが、本実施例はこれに限定されるものではなく、第１ノズル外径側燃料が例えば第１ノズル内径側燃料と同じ程度の供給量であってもよい。ただし、第１ノズル外径側燃料を微量とすることで、ＮＯｘの発生を抑制することができる。また、本実施例における第１ノズル外径側燃料を、予混合燃料とすることで、ＮＯｘの発生を抑制することができる。

[0050] また、本実施例に係るガスタービンの制御方法としては、負荷遮断が可能であり、高カロリ燃料及び中カロリ燃料に対し使用される燃焼器を備え、この燃焼器は、高カロリ燃料又は中カロリ燃料からなる第１ノズル燃料を、燃焼器内の空気流中に噴射する第１ノズル１、及び、高カロリ燃料又は中カロリ燃料からなり、第１ノズル１から噴射された燃料を燃焼させて得られる火炎を種火として燃焼する第２ノズル燃料を、燃焼器内の空気流中に噴射する第２ノズル２を備える、ガスタービンの制御方法であって、第１ノズル１が、本体１０の下流側の先端部に形成され、第１ノズル燃料を噴射する第１ノズル内径側燃料噴射孔１３、及び、第１ノズル内径側燃料噴射孔１３よりも第１ノズル１の外周側かつ燃焼器内の空気流の上流側に形成され、第１ノズル燃料を噴射する第１ノズル外径側燃料噴射孔１４を有するものとし、第１ノズル燃料が中カロリ燃料からなる場合に、第１ノズル内径側燃料噴射孔１３からは、ガスタービンの駆動中には常に第１ノズル燃料を噴射させ、第１ノズル外径側燃料噴射孔１４からは、ガスタービンの定格回転数での駆動中には常に第１ノズル燃料を噴射させておくものである。

[0051] さらに、本実施例に係るガスタービンの制御方法は、ガスタービンに、第

１ノズル燃料を供給する第１ノズル燃料系統３０から分岐した一方の管であり、下流端において第１ノズル内径側燃料噴射孔１３と連通する第１ノズル内径側燃料供給管１１と、第１ノズル燃料系統３０から分岐した他方の管であり、下流端において第１ノズル外径側燃料噴射孔１４と連通する第１ノズル外径側燃料供給管１２と、第１ノズル燃料系統３０における分岐点よりも上流側に設けられ、弁開度を制御する圧力調整弁用コントローラ３４が接続される、圧力調整弁３１と、第１ノズル内径側燃料供給管１１に設けられ、弁開度を制御する第１流量調整弁用コントローラ３５が接続される、第１流量調整弁３２と、第１ノズル外径側燃料供給管１２に設けられ、弁開度を制御する第２流量調整弁用コントローラ３６が接続される、第２流量調整弁３３とを設け、第１ノズル燃料が中カロリ燃料からなる場合に、ガスタービンの駆動中、第１ノズル内径側燃料噴射孔１３から常に第１ノズル燃料を噴射し、ガスタービンの定格回転数での駆動中にはさらに、第１ノズル外径側燃料噴射孔１４から常に第１ノズル燃料を噴射するように、圧力調整弁３１、第１流量調整弁３２、及び、第２流量調整弁３３の弁開度をそれぞれ制御するものである。

[0052] さらに、本実施例に係るガスタービンの制御方法は、第１ノズル内径側燃料噴射孔１３及び第１ノズル外径側燃料噴射孔１４の孔径は、第１ノズル燃料が高カロリ燃料からなる場合に合わせた孔径とするものである。

[0053] 以上、本実施例に係るガスタービン及びその制御方法について説明したが、本実施例に係るガスタービン及びその制御方法によれば、中カロリ適用時のために孔径を拡大することなく、中カロリ燃料適用時の負荷遮断の際に確実に保炎することができる。

産業上の利用可能性

[0054] 本発明は、ガスタービン及びその制御方法として好適である。

符号の説明

[0055] １ 第１ノズル

２ 第２ノズル

１０　第１ノズル本体

１１　第１ノズル内径側燃料供給管

１２　第１ノズル外径側燃料供給管

１３　第１ノズル内径側燃料噴射孔

１４　第１ノズル外径側燃料噴射孔

２０　第２ノズル本体

２１　第２ノズル燃料供給管

２２　第２ノズル燃料噴射孔

３０　第１ノズル燃料系統

３１　圧力調整弁

３２　第１流量調整弁

３３　第２流量調整弁

３４　圧力調整弁用コントローラ

３５　第１流量調整弁用コントローラ

３６　第２流量調整弁用コントローラ

請求の範囲

[請求項1] 負荷遮断が可能であり、

高カロリ燃料及び中カロリ燃料に対し使用される燃焼器を備え、

前記燃焼器は、前記高カロリ燃料又は前記中カロリ燃料からなる第１ノズル燃料を、前記燃焼器内の空気流中に噴射する第１ノズル、及び、前記高カロリ燃料又は前記中カロリ燃料からなり、前記第１ノズルから噴射された燃料を燃焼させて得られる火炎を種火として燃焼する第２ノズル燃料を、前記燃焼器内の空気流中に噴射する第２ノズルを備える、ガスタービンであって、

前記第１ノズルは、

前記第１ノズル燃料を噴射する第１ノズル内径側燃料噴射孔、及び、該第１ノズル内径側燃料噴射孔よりも前記第１ノズルの外周側かつ前記燃焼器内の空気流の上流側に形成され、前記第１ノズル燃料を噴射する第１ノズル外径側燃料噴射孔を有し、

前記第１ノズル燃料が前記中カロリ燃料からなる場合に、前記第１ノズル内径側燃料噴射孔からは、前記ガスタービンの駆動中には常に前記第１ノズル燃料を噴射しておき、前記第１ノズル外径側燃料噴射孔からは、前記ガスタービンの定格回転数での駆動中には常に前記第１ノズル燃料を噴射しておく

ことを特徴とする、ガスタービン。

[請求項2] 前記第１ノズル燃料を供給する第１ノズル燃料系統から分岐した一方の管であり、下流端において前記第１ノズル内径側燃料噴射孔と連通する第１ノズル内径側燃料供給管と、

前記第１ノズル燃料系統から分岐した他方の管であり、下流端において前記第１ノズル外径側燃料噴射孔と連通する第１ノズル外径側燃料供給管と、

前記第１ノズル燃料系統における分岐点よりも上流側に設けられ、弁開度を制御する圧力調整弁用コントローラが接続される、圧力調整

弁と、

前記第１ノズル内径側燃料供給管に設けられ、弁開度を制御する第１流量調整弁用コントローラが接続される、第１流量調整弁と、

前記第１ノズル外径側燃料供給管に設けられ、弁開度を制御する第２流量調整弁用コントローラが接続される、第２流量調整弁とを備え、

前記圧力調整用コントローラ、前記第１流量調整弁用コントローラ、及び、前記第２流量調整弁用コントローラは、前記第１ノズル燃料が前記中カロリ燃料からなる場合に、前記ガスタービンの駆動中、前記第１ノズル内径側燃料噴射孔から常に前記第１ノズル燃料を噴射し、前記ガスタービンの定格回転数での駆動中にはさらに、前記第１ノズル外径側燃料噴射孔から常に前記第１ノズル燃料を噴射するように、前記圧力調整弁、前記第１流量調整弁、及び、前記第２流量調整弁の弁開度をそれぞれ制御する

ことを特徴とする、請求項１に記載のガスタービン。

[請求項3] 前記第１ノズル内径側燃料噴射孔及び前記第１ノズル外径側燃料噴射孔の孔径は、前記第１ノズル燃料が前記高カロリ燃料からなる場合に合わせた孔径とする

ことを特徴とする、請求項１又は２に記載のガスタービン。

[請求項4] 負荷遮断が可能であり、

高カロリ燃料及び中カロリ燃料に対し使用される燃焼器を備え、

前記燃焼器は、前記高カロリ燃料又は前記中カロリ燃料からなる第１ノズル燃料を、前記燃焼器内の空気流中に噴射する第１ノズル、及び、前記高カロリ燃料又は前記中カロリ燃料からなり、前記第１ノズルから噴射された燃料を燃焼させて得られる火炎を種火として燃焼する第２ノズル燃料を、前記燃焼器内の空気流中に噴射する第２ノズルを備える、ガスタービンの制御方法であって、

前記第１ノズルが、本体の下流側の先端部に形成され、前記第１ノ

ズル燃料を噴射する第１ノズル内径側燃料噴射孔、及び、該第１ノズル内径側燃料噴射孔よりも前記第１ノズルの外周側かつ前記燃焼器内の空気流の上流側に形成され、前記第１ノズル燃料を噴射する第１ノズル外径側燃料噴射孔を有するものとし、

前記第１ノズル燃料が前記中カロリ燃料からなる場合に、前記第１ノズル内径側燃料噴射孔からは、前記ガスタービンの駆動中には常に前記第１ノズル燃料を噴射させ、前記第１ノズル外径側燃料噴射孔からは、前記ガスタービンの定格回転数での駆動中には常に前記第１ノズル燃料を噴射させておく

ことを特徴とする、ガスタービンの制御方法。

[請求項5] 前記ガスタービンに、

前記第１ノズル燃料を供給する第１ノズル燃料系統から分岐した一方の管であり、下流端において前記第１ノズル内径側燃料噴射孔と連通する第１ノズル内径側燃料供給管と、

前記第１ノズル燃料系統から分岐した他方の管であり、下流端において前記第１ノズル外径側燃料噴射孔と連通する第１ノズル外径側燃料供給管と、

前記第１ノズル燃料系統における分岐点よりも上流側に設けられ、弁開度を制御する圧力調整弁用コントローラが接続される、圧力調整弁と、

前記第１ノズル内径側燃料供給管に設けられ、弁開度を制御する第１流量調整弁用コントローラが接続される、第１流量調整弁と、

前記第１ノズル外径側燃料供給管に設けられ、弁開度を制御する第２流量調整弁用コントローラが接続される、第２流量調整弁とを設け、

前記第１ノズル燃料が前記中カロリ燃料からなる場合に、前記ガスタービンの駆動中、前記第１ノズル内径側燃料噴射孔から常に前記第１ノズル燃料を噴射し、前記ガスタービンの定格回転数での駆動中に

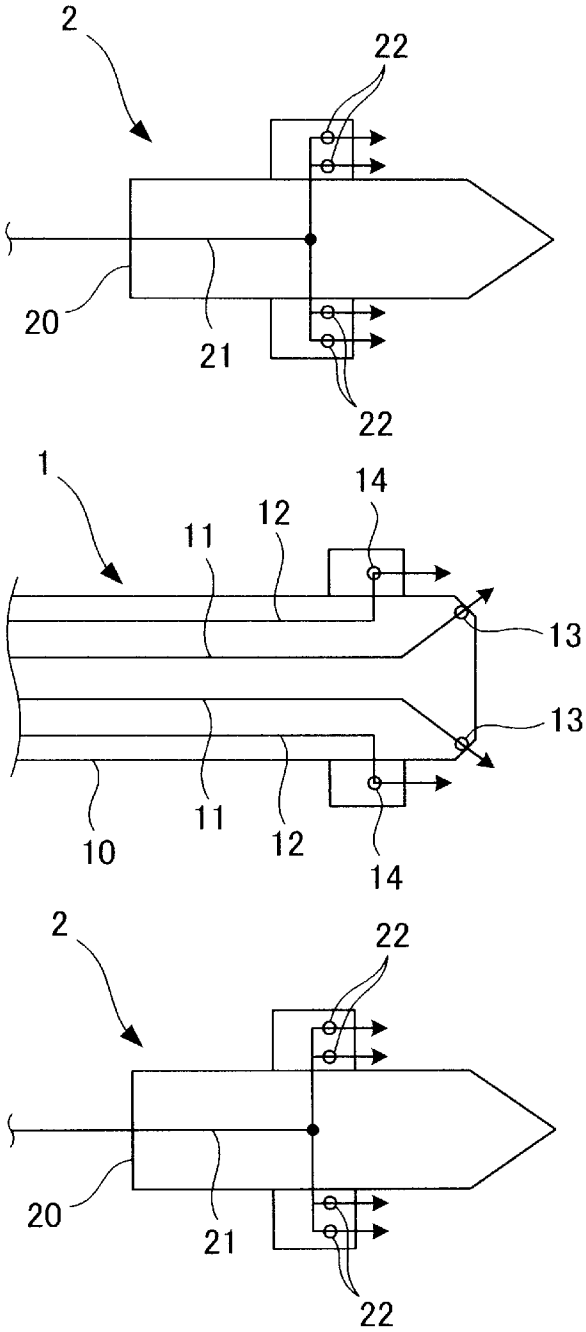
はさらに、前記第１ノズル外径側燃料噴射孔から常に前記第１ノズル燃料を噴射するように、前記圧力調整弁、前記第１流量調整弁、及び、前記第２流量調整弁の弁開度をそれぞれ制御する

ことを特徴とする、請求項４に記載のガスタービンの制御方法。

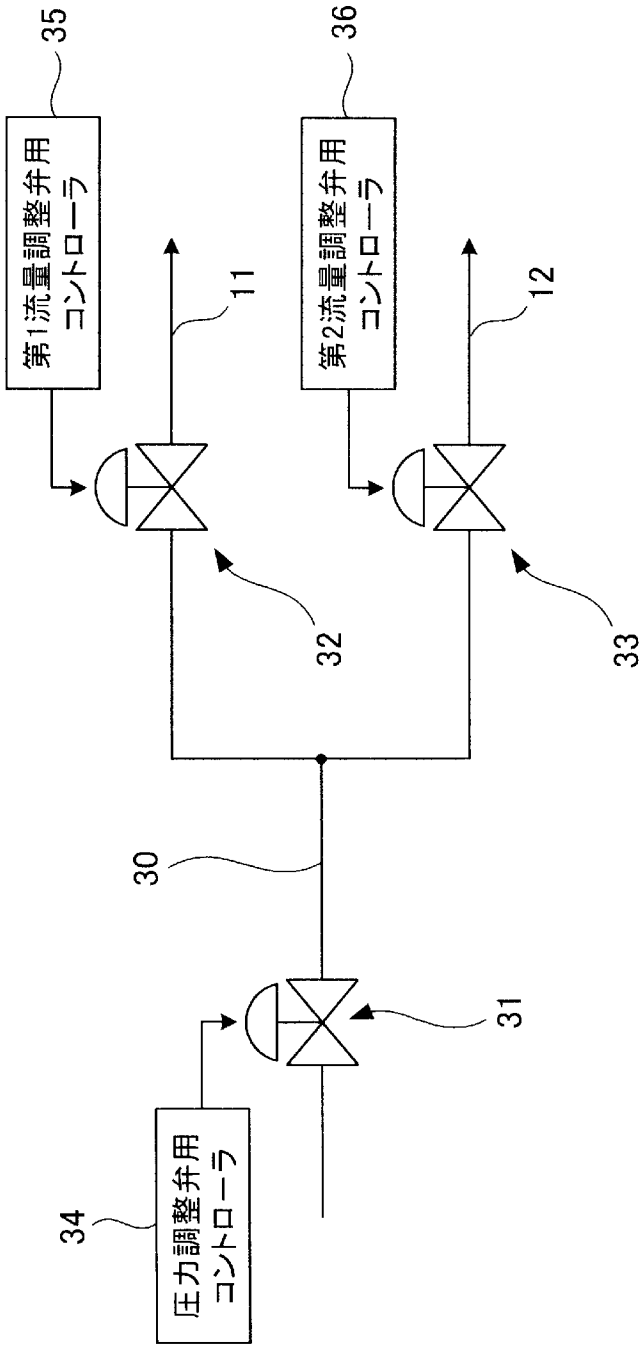
[請求項6] 前記第１ノズル内径側燃料噴射孔及び前記第１ノズル外径側燃料噴射孔の孔径は、前記第１ノズル燃料が前記高カロリ燃料からなる場合に合わせた孔径とする

ことを特徴とする、請求項４又は５に記載のガスタービンの制御方法。

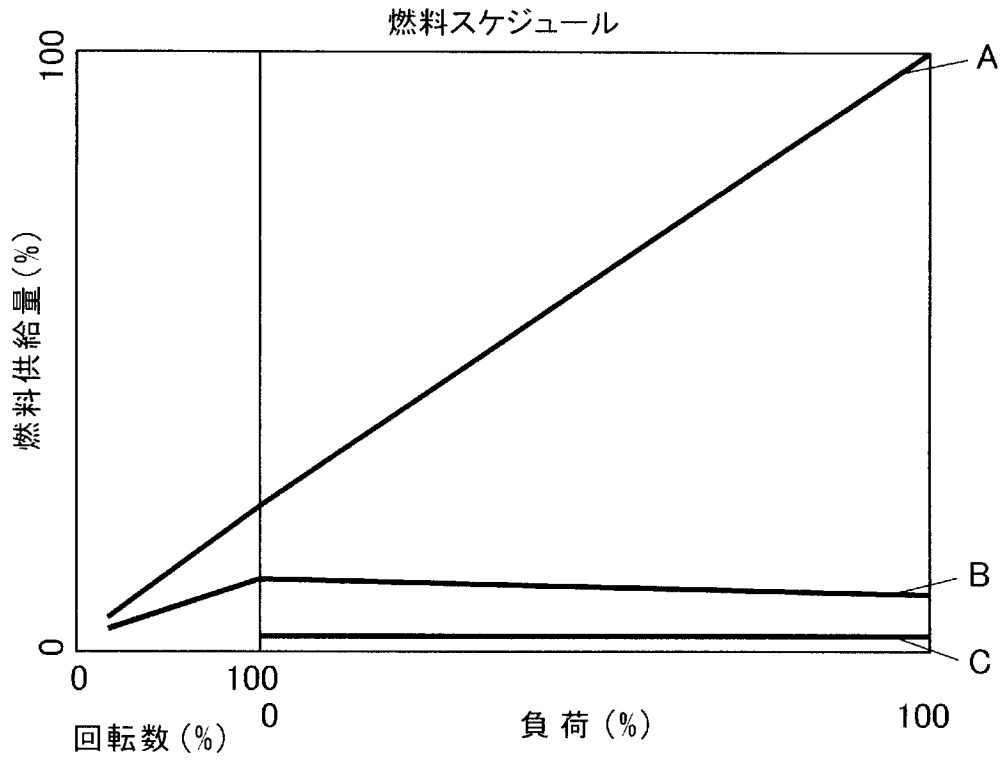
[図1]



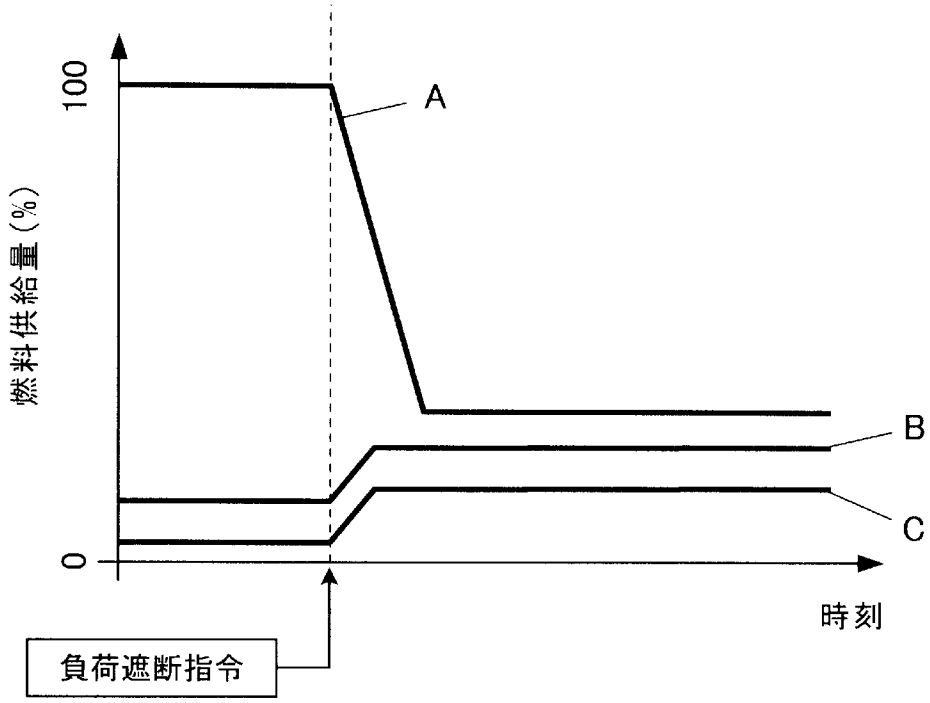
[図2]


35
第1流量調整弁用
コントローラ
36
第2流量調整弁用
コントローラ
11
12
32
33
30
31
34
圧力調整弁用
コントローラ

[図3]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/011967

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
F02C7/22(2006.01)i, *F02C9/40*(2006.01)i, *F23R3/28*(2006.01)i, *F23R3/36*(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)
F02C7/22, F02C9/40, F23R3/28, F23R3/36

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 1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2017 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2017

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	JP 8-178290 A (Toshiba Corp.), 12 July 1996 (12.07.1996), paragraphs [0010] to [0019], [0031] to [0042]; fig. 3 to 4 (Family: none)	1-6
Y	JP 6-506760 A (Siemens AG.), 28 July 1994 (28.07.1994), page 2, lower left column, line 6 to page 3, lower left column, line 20; fig. 1 to 2 & US 5451160 A column 1, line 57 to column 5, line 27; fig. 1 to 2 & WO 1992/019913 A1 & DE 4212810 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	Date of mailing of the international search report
19 May 2017 (19.05.17)	30 May 2017 (30.05.17)
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Authorized officer Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2015)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2017/011967

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2010/0050652 A1 (SKIPPER,Dorian), 04 March 2010 (04.03.2010), paragraphs [0023] to [0025] & WO 2008/087126 A1 & EP 1944547 A1 & CN 101600904 A	1-6

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１７／０１１９６７

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　F02C7/22(2006.01)i, F02C9/40(2006.01)i, F23R3/28(2006.01)i, F23R3/36(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.　F02C7/22, F02C9/40, F23R3/28, F23R3/36

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	１９７１－２０１７年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１７年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１７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	JP 8-178290 A（株式会社東芝）1996.07.12, 段落００１０－００１９、００３１－００４２、図３－４（ファミリーなし）	1-6
Y	JP 6-506760 A（シーメンス　アクチエンゲゼルシヤフト）1994.07.28, 第２ページ左下欄第６行－第３ページ左下欄第２０行、第１－２図 & US 5451160 A, 第１欄第５７行－第５欄第２７行、第１－２図 & WO 1992/019913 A1 & DE 4212810 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	国際調査報告の発送日
１９．０５．２０１７	３０．０５．２０１７

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　３Ｓ　４０２５
山崎　孔徳
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
A	US 2010/0050652 A1 (SKIPPER,Dorian) 2010.03.04, 段落００２３－００２５ & WO 2008/087126 A1 & EP 1944547 A1 & CN 101600904 A	1-6