

(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4月16日(16.04.2015)



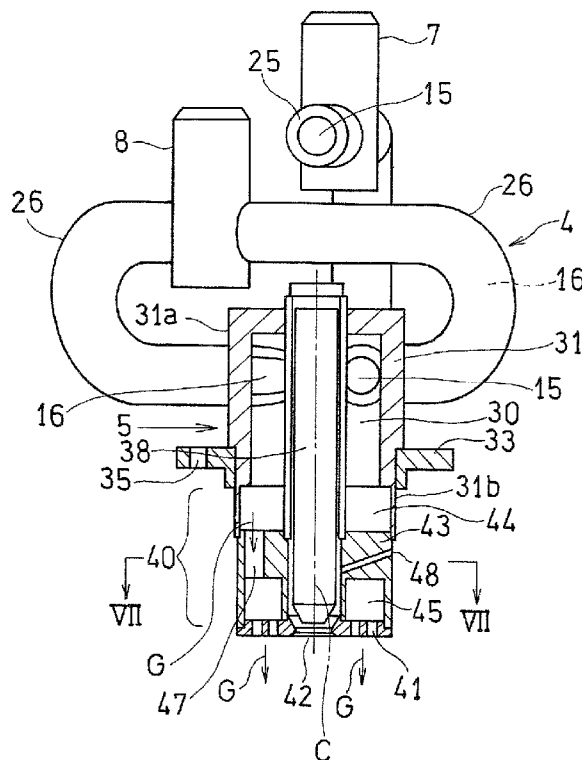
(10) 国際公開番号
WO 2015/053003 A1

- (51) 国際特許分類:
F23R 3/00 (2006.01) *F02C 9/40* (2006.01)
F02C 3/30 (2006.01) *F23R 3/28* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/072604
- (22) 国際出願日: 2014年8月28日(28.08.2014)
- (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 2013-213490 2013年10月11日(11.10.2013) 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: 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). 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).
- (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, 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, 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),

[続葉有]

(54) Title: FUEL INJECTION DEVICE FOR GAS TURBINE

(54) 発明の名称: ガスタービンの燃料噴射装置



(57) Abstract: Provided is a fuel injection device for gas turbines that is capable of uniformizing, with a simple structure and at low cost, the concentration distribution of a fuel gas and water vapor in a combustion chamber, and that is capable of effectively reducing NOx. This fuel injection device for a gas turbine is a fuel injection device (4) that mixes a fuel gas (H) and water vapor (W) and injects the same into a combustion chamber (22), the fuel injection device comprising: a nozzle housing (31) that has a mixing chamber (30) in the interior thereof; a first introduction channel (15) that introduces, to the nozzle housing (31), the fuel gas (H) in the circumferential direction of the mixing chamber (30) from the outer periphery thereof; and a second introduction channel (16) that introduces the water vapor (W) in the circumferential direction of the mixing chamber (30) from the outer periphery thereof. The fuel gas (H) and the water vapor (W) are mixed inside the mixing chamber (30) by making the fuel gas and the water vapor revolve around the axis (C) of the mixing chamber (30).

(57) 要約:

[続葉有]



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))

燃焼室内の燃料ガスと水蒸気の濃度分布の均一化を簡単な構造で、かつ低コストで行え、効果的に低 NO_x 化を図ることができるガスタービンの燃料噴射装置を提供する。このガスタービンの燃料噴射装置は、燃料ガス(H)と水蒸気(W)とを混合して燃焼室(22)に噴射する燃料噴射装置(4)であって、内部に混合室(30)を有するノズルハウジング(31)と、ノズルハウジング(31)に、その外周から混合室(30)の周方向に燃料ガス(H)を導入する第1導入通路(15)と、その外周から混合室(30)の周方向に水蒸気(W)を導入する第2導入通路(16)とを備え、混合室(30)内で燃料ガス(H)と水蒸気(W)を混合室(30)の軸心C回りに旋回させて混合する。

明 細 書

発明の名称：ガスタービンの燃料噴射装置

関連出願

[0001] 本出願は、2013年10月11日出願の特願2013-213490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、水素ガスのような燃料ガスと水蒸気とを燃焼器内への噴射前に均一な濃度分布となるように予混合しておくことで排気ガス中のNO_xを効率よく低減することができるガスタービンの燃料噴射装置に関する。

背景技術

[0003] 近年のガスタービンシステムにおいては、排気ガスの低NO_x化およびシステムの高効率化を課題として、燃料と水または水蒸気を燃焼器に噴射する技術が開発されている（例えば特許文献1～3）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開平6-66156号公報
特許文献2：特表2010-535303号公報
特許文献3：特開平10-196401号公報

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の燃料噴射装置の場合、液体燃料ノズル、水蒸気ノズルおよびガス燃料ノズルからの液体燃料、水蒸気およびガス燃料は、燃焼器への噴射後に燃焼室内で初めて混合されるので、燃焼室内における燃料と水蒸気との濃度分布が不均一なり、燃焼後の排気ガス中に含まれるNO_xの低減も不十分である。特許文献2の燃料噴射装置の場合、微細な水滴を混入させた水素燃料の噴射による火炎温度の低減を目的としているが、具体

的構造が開示されておらず、燃焼後の排気ガス中に含まれる NO_x の効果的な低減は期待できない。さらに、特許文献3の燃料噴射装置の場合、液体燃料と水蒸気を予混合したのち、ノズルに供給し、燃料噴射圧の低減、ひいては NO_x 排出量の低減を図る技術が示されているが、予混合のためのミキサーのような付帯設備が必要となる上、燃料として液体燃料を用いているので、燃焼室内の液体燃料と水蒸気の濃度分布の均一化が難しく、したがって、 NO_x の大幅な低減も難しい。

[0006] 本発明の目的は、燃焼室内の燃料ガスと水蒸気の濃度分布の均一化を簡単な構造で、かつ低コストで行え、効果的に低 NO_x 化を図ることができるガスタービンの燃料噴射装置を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0007] 前記目的を達成するために、本発明に係るガスタービンの燃料噴射装置は、燃料ガスと水蒸気とを混合して燃焼室に噴射する燃料ノズルを備えた燃料噴射装置であって、内部に混合室を有するノズルハウジングと、前記混合室内に接線方向から燃料ガスを導入する第1導入通路と、前記混合室内に接線方向から水蒸気を導入する第2導入通路とを備え、前記混合室内で燃料ガスと水蒸気を混合室の軸心回りに旋回させて混合する。

[0008] この構成によれば、燃料ガスおよび水蒸気は、ノズルハウジングの混合室の軸心回りに旋回しながら混合されるので、旋回させずに両者を混合する場合に比べ、混合室内で燃料ガスと水蒸気とが長い移動距離と時間をかけて混合される結果、燃料ガスと水蒸気との予混合が十分に行われ、燃料ガスと水蒸気の濃度分布の均一化が図れる。この燃料ガスと水蒸気の濃度分布が均一化されたものが燃焼室内に噴射されて燃焼するので、効果的な低 NO_x 化を達成できる。また、燃料と蒸気を予混合して噴射することで燃焼場に効果的に蒸気を噴射できるから、使用する水蒸気量を低減できるので、ガスタービンシステム全体の効率が向上する。さらに、予混合のためのミキサーのような付帯設備が不要であり、燃料噴射装置も簡単な構造であるので、低コストで製作できる。

- [0009] 本発明の燃料噴射装置において、複数の前記第1導入通路および複数の前記第2導入通路を備え、前記第1導入通路と前記第2導入通路とが前記混合室の周方向に交互に並んでいることが好ましい。この構成によれば、第1導入通路からの燃料ガスと第2導入通路からの水蒸気を混合室に周方向から均等に導入することができ、したがって、混合室内での燃料ガスと水蒸気の濃度分布の均一化を一層効率的に行うことができる。
- [0010] 本発明の燃料噴射装置において、前記複数の第1導入通路に燃料ガスを供給する単一の第1供給路と、前記複数の第2導入通路に水蒸気を供給する単一の第2供給路とを備えていることが好ましい。この構成によれば、複数の第1導入通路および複数の第2導入通路がそれぞれ、単一の第1供給路、単一の第2供給路から分岐した構造となるので、複数の第1導入通路および第2導入通路を設けながらも、燃料噴射装置の構造を簡素化でき、コストも低減できる。
- [0011] 本発明の燃料噴射装置において、さらに、前記ノズルハウジングの軸心上に配置された中心部材を備え、前記中心部材の外周に前記混合室が形成されていることが好ましい。この構成によれば、混合室内に導入される燃料ガスおよび水蒸気を中心部材の回りに円滑に旋回させることができ、均一混合が促進される。
- [0012] 本発明の燃料噴射装置において、さらに、前記中心部材の外表面に冷却用空気を供給する冷却通路を備えていることが好ましい。この構成によれば、燃焼室内の火炎によって加熱される中心部材の外表面が冷却通路からの冷却用空気冷却されることで、中心部材の熱損傷を防止できる。
- [0013] 本発明の燃料噴射装置において、前記ノズルハウジングの先端部にガス噴射部が設けられ、前記ガス噴射部は、前記混合室からの混合ガスを燃焼室に噴射するガス噴射孔と、前記中心部材を冷却した後の空気を噴射する空気噴射孔と、前記ガス噴射孔の上流側に先端ガスヘッダ室を形成するノズルブロックとを有し、前記ノズルブロックに前記冷却通路が形成されていることが好ましい。

- [0014] この構成によれば、ノズルハウジングの先端部に設けられるガス噴射部がガス噴射孔と空気噴射孔とノズルブロックを有し、ノズルブロックに先端ガスヘッド室と冷却通路が形成されたコンパクトな構造となるので、ガスタービンシステムに搭載する際の配置スペースの省スペース化が図られる。また、混合ガスが先端ガスヘッド室内で減速して混合が一層促進される。
- [0015] 本発明の燃料噴射装置において、前記混合室と前記ノズルブロックとの間に中間ガスヘッド室を有し、前記ノズルブロックに前記中間ガスヘッド室と先端ガスヘッド室とを連通する複数の連通路が形成されていることが好ましい。この構成によれば、混合ガスGが中間ガスヘッド室44内で減速され、複数の連通路47を通して先端ガスヘッド室45内で再び減速されるので、混合がより一層促進される。
- [0016] 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

- [0017] 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。
- [図1]本発明の好ましい実施形態にかかる燃料噴射装置を適用したガスタービンシステムを示す概略図である。
- [図2]同燃料噴射装置を有する燃焼器の要部を示す縦断面図である。
- [図3]同燃料噴射装置の内部構造を示す縦断面図である。
- [図4]同燃料噴射装置を示す概略横断面図である。
- [図5]同燃料噴射装置の斜視図である。
- [図6]同燃料噴射装置の底面図である。

[図7]図3のVII-VII線断面図である。

[図8]本発明による燃料噴射装置を用いた場合と、従来の燃料噴射装置を用いた場合の NO_x 発生量を実験により求めたグラフである。

[図9]図8に示した実験に用いた比較例の燃料噴射装置を示す縦断面図である。

発明を実施するための形態

[0018] 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。

図1は本発明の好ましい実施形態にかかる燃料噴射装置を適用したガスタービンシステムを示す。同図に示すガスタービンシステムGTは、空気Aを圧縮する圧縮機1と、燃焼器2と、タービン3と、ボイラ11とを備えている。ボイラ11はタービン3からの排気ガスEGを熱源として水蒸気Wを発生する。

[0019] 燃焼器2の頭部には燃料噴射装置4が設けられている。この燃料噴射装置4の燃料ノズル5（図2）の上流側である基端部には、水素ガスHのような燃料ガスを供給する単一の第1供給路7と、ボイラ11からの水蒸気Wを供給する単一の第2供給路8が接続されている。水蒸気Wは、燃焼器2の燃焼室22内の局所的に高温な火炎の温度を下げて低 NO_x 化を図るために供給される。燃料噴射装置4では、第1供給路7から供給された水素ガスHと第2供給路8から供給された水蒸気Wとが予混合されて混合ガスGを生成する。なお、燃料ガスHとして水素ガスが最も好ましいが、これに代えて、天然ガスを用いることもできる。

[0020] 圧縮機1から供給される圧縮空気Aと、燃料噴射装置4から供給される混合ガスGとを燃焼室22で燃焼させ、これにより発生する高温高圧の燃焼ガスCGをタービン3に供給し、このタービン3を駆動する。圧縮機1は回転軸9を介してタービン3により駆動され、このタービン3は発電機PUのような負荷を駆動する。

[0021] 第2供給路8は、その上流側端がボイラ11に接続されており、このボイラ11はタービン3からの排気通路12に設置され、排気ガスEGから回収

した排熱がボイラ 11 での蒸気生成の熱源に利用される。ボイラ 11 を通過した排気ガス EG は、図示しないサイレンサを通ったのち、外部に排出される。ボイラ 11 には、図示しない外部の給水源から水が供給される。

[0022] 第 1 供給路 7 は、その上流側端がガス圧縮装置 13 に接続されている。このガス圧縮装置 13 により、図示しない水素ガスポンベのような燃料源から供給される低圧の水素ガスが圧縮されて高圧の水素ガス H となって、燃料噴射装置 4 に供給される。

[0023] 図 2 は燃焼器 2 の頭部を示す。同図に示すように、燃焼器 2 は単缶型であり、筒状のハウジング 28 の内側に燃焼室 22 を形成する燃焼筒 29 が配置されている。ハウジング 28 の頂部はカバー 17 により覆われている。燃料噴射装置 4 は、燃焼筒 29 と同心上に配置され、カバー 17 に取り付けられており、燃料ノズル 5 の下流側である先端部が、カバー 17 を貫通して燃焼室 22 に臨んでいる。燃料ノズル 5 の上流側である基端部に、燃料ガス H を供給する第 1 導入通路 15 を形成する第 1 導入管 25 および水蒸気 W を供給する第 2 導入通路 16 を形成する第 2 導入管 26 が接続されている。

[0024] 燃焼筒 29 の外周には圧縮機 1（図 1）で圧縮された圧縮空気 A を燃焼室 22 内に送り込む空気通路 24 が形成されている。空気通路 24 を流れる圧縮空気 A の一部分は、矢印で示すように、燃焼筒 29 の頂部における空気通路 24 の外周に配置されたスワール 27 を経て燃焼室 22 に旋回しながら導入され、他の部分は、燃焼筒 29 に設けられた複数の空気孔 50 を通って燃焼室 22 に導入される。

[0025] 図 3 は燃料噴射装置 4 の内部構造を示す。同図に示すように、燃料ノズル 5 は、内部に円環状の混合室 30 を有するノズルハウジング 31 を有し、このノズルハウジング 31 の基端部 31a に、2 つの第 1 導入通路 15、15 と、2 つの第 2 導入通路 16、16 とが接続されている。図 4 に示すように、第 1 導入管 25 により形成された 2 つの第 1 導入通路 15、15 は、ノズルハウジング 31 の周りに 180° 離間して配置されている。第 2 導入管 26 により形成された 2 つの第 2 導入通路 16、16 もやはり、ノズルハウジ

ング31の周りに180°離間して配置されている。第1導入通路15と第2導入通路16はノズルハウジング31の周方向に交互に並んでいる。各第1導入通路15および各第2導入通路16は、ノズルハウジング31の外周から前記混合室30の周方向に、つまり前記混合室30内に接線方向から、それぞれ燃料ガスHと水蒸気Wを導入する。これにより、円環状の混合室30内で燃料ガスHと水蒸気Wが混合室30の軸心回りに旋回されて混合される。

[0026] ノズルハウジング31の軸方向中央部にはフランジ33が取り付けられており、このフランジ33に設けた挿通孔35に図2に示すボルト36を挿通して、カバー17にねじ込むことにより、燃料噴射装置4がカバー17に支持される。ノズルハウジング31の軸心C上には丸棒状の中心部材38が配置されており、この中心部材38の外周に前記混合室30が形成されている。

[0027] ノズルハウジング31の先端部31bには、混合室30からの混合ガスGを燃焼室22（図2）に噴射するガス噴射部40が設けられている。このガス噴射部40は混合ガスGを噴射するガス噴射孔41と、空気噴射孔42と、前記ガス噴射孔41の上流側に中間および先端ガスヘッダ室44、45を形成するノズルブロック43とを有している。上流側の中間ガスヘッダ室44は混合室30で混合された混合ガスGを貯留する。中間ガスヘッダ室44と下流側の先端ガスヘッダ室45とは複数の連通路47で接続され、先端ガスヘッダ室45にはガス噴射孔41が直接、連通している。なお、前記中間および先端ガスヘッダ室44、45のうち、上流側の中間ガスヘッダ室44はなくてもよい。

[0028] さらに、ノズルブロック43には中心部材38の外表面に冷却用空気を供給する冷却通路48が形成されている。この冷却通路48は図2に示す空気通路24と連通しており、空気通路24からの圧縮空気Aの一部が冷却用空気として取り込まれ、図3の中心部材38を冷却した後、空気噴射孔42から燃焼室22（図2）に排出される。この冷却通路48は、図7に示すよう

に、ノズルブロック 43 に、中心部材 38 の円周上の接線方向に等間隔で複数本（例えば 6 本）形成されており、隣接する冷却通路 48，48 の間に複数の連通路 47，47 が設けられている。

[0029] 図 5 は燃料噴射装置 4 の斜視図を示す。同図に示すように、この燃料噴射装置 4 では、単一の第 1 供給路 7 が 2 つの第 1 導入通路 15，15 に接続されて、これら第 1 導入通路 15，15 に燃料ガス H を供給している。同様に単一の第 2 供給路 8 が第 2 導入通路 16，16 に接続されて、これら第 2 導入通路 16，16 に水蒸気 W を供給している。

[0030] 図 6 は同燃料噴射装置 4 の底面図を示す。燃料ノズル 5 の中心部の空気噴射孔 42 の周囲に、ガス噴射孔 41 が同心円状に複数列、等間隔で設けられている。

[0031] つぎに、この燃料噴射装置の動作について説明する。ガスタービンの作動時、図 1 に示すように、燃料ガス H は、ガス圧縮装置 13 で圧縮されたのち、第 1 供給路 7 から図 4 に示す第 1 導入通路 15 を経て混合室 30 に導入される。一方、図 1 のボイラ 11 で生成された水蒸気 W は、第 2 供給路 8 から図 4 に示す第 2 導入通路 16 を経て混合室 30 に導入される。この混合室 30 において燃料ガス H と水蒸気 W とが混合室 30 の軸心 C 回りに旋回しながら混合される。このように、混合室 30 内で燃料ガス H と水蒸気 W を混合室 30 の軸心 C 回りに旋回させて混合するようにしたので、旋回させずに両者を混合する場合に比べ、混合室 30 内で燃料ガス H と水蒸気 W とが長い移動距離と時間をかけて混合される結果、燃料ガス H と水蒸気 W との予混合が十分に行われ、燃料ガス H と水蒸気 W の濃度分布の均一化が図れる。

[0032] また、この燃料噴射装置 4 においては、燃料と蒸気を予混合して噴射することで燃焼場に効果的に蒸気を噴射できるから、使用する水蒸気量を低減できるので、ガスタービンシステム全体の効率が向上する。さらに、予混合のためのミキサーのような付帯設備が不要であり、燃料噴射装置 4 も簡単な構造であるので、低コストで製作できる。

[0033] 図 3 に示すように、混合ガス G は、混合室 30 から中間ガスヘッド室 44

に入り、さらに複数の連通路 4 7 を通って先端ガスヘッダ室 4 5 に入り、ガス噴射孔 4 1 から図 2 の燃焼室 2 2 内に噴射される。ここで、混合ガス G は、中間および先端ガスヘッダ室 4 4, 4 5 内で減速による均一化が進む。ガス噴射孔 4 1 から噴射された混合ガス G は、空気通路 2 4 からスワロー 2 7 および第 2 導入通路 1 6 の空気導入孔 5 0 から燃焼室 2 2 内に導入された圧縮空気 A に混合されて燃焼する。こうして、濃度分布が均一となった混合ガス G が燃焼するので、燃焼室 2 2 から排出される排気ガス中に含まれる NO_x 量が少なくなる。

[0034] また、図 5 に示すように、複数の第 1 導入通路 1 5 および複数の第 2 導入通路 1 6 を備え、第 1 導入通路 1 5 と第 2 導入通路 1 6 とが混合室 3 0 の周方向に交互に並んでいるので、第 1 導入通路 1 5 からの燃料ガス H と第 2 導入通路 1 6 からの水蒸気 W を混合室 3 0 に周方向から均等に導入することができ、したがって、混合室 3 0 内での燃料ガス H と水蒸気 W の濃度分布の均一化を一層効率的に行うことができる。

[0035] また、図 3 に示すように、複数の第 1 導入通路 1 5 に燃料ガス H を供給する単一の第 1 供給路 7 と、複数の第 2 導入通路 1 6 に水蒸気 W を供給する単一の第 2 供給路 8 とを備えているので、複数の第 1 導入通路 1 5 および複数の第 2 導入通路 1 6 がそれぞれ、単一の第 1 供給路 7、単一の第 2 供給路 8 から分岐した構造となり、複数の第 1 導入通路 1 5、第 2 導入通路 1 6 を設けながらも、燃料噴射装置 4 の構造を簡素化でき、コストも低減できる。

[0036] さらに、ノズルハウジング 3 1 の軸心 C 上に配置された中心部材 3 8 を備え、この中心部材 3 8 の外周に混合室 3 0 が形成したので、混合室 3 0 内に導入される燃料ガス H および水蒸気 W を中心部材の回りに円滑に回転させることができ、均一混合が促進される。

[0037] さらに、中心部材 3 8 の外表面に冷却用空気を供給する冷却通路 4 8 を備えているので、燃焼室 2 2 内の火炎によって加熱される中心部材 3 8 の外表面が冷却通路 4 8 からの冷却用空気で冷却されることで、中心部材 3 8 の熱損傷を防止できる。

[0038] さらに、図3に示すように、ノズルハウジング31の先端部31bに設けられたガス噴射部40は、混合室30からの混合ガスGを燃焼室22に噴射するガス噴射孔41と、中心部材38を冷却した後の空気を噴射する空気噴射孔42と、ガス噴射孔41の上流側に先端ガスヘッダ室45を形成するノズルブロック43とを有し、このノズルブロック43に冷却通路48を形成している。したがって、ノズルハウジング31の先端部のガス噴射部40がガス噴射孔41と空気噴射孔42とノズルブロック43を有し、このノズルブロック43に先端ガスヘッダ室45と冷却通路48が形成されたコンパクトな構造となる。これにより、この燃料噴射装置4をガスタービンシステムに搭載する際の配置スペースの省スペース化が図られる。また、混合ガスGが先端ガスヘッダ室45内で減速して混合が一層促進される。

[0039] また、図3に示すように、混合室30とノズルブロック43との間に中間ガスヘッダ室44を有し、前記ノズルブロック43に前記中間ガスヘッダ室44と先端ガスヘッダ室45とを連通する複数の連通路47を形成している。これにより、混合ガスGが中間ガスヘッダ室44内で減速され、複数の連通路47を通過して先端ガスヘッダ室45内で再び減速されるので、混合がより一層促進される。

[0040] 本発明の燃料噴射装置4によるNOx低減効果を図8に示す。図8は本発明による燃料噴射装置4を用いた場合におけるNOx発生量と、比較例の燃料噴射装置4Aを用いた場合におけるNOx発生量を実験的に測定したグラフである。図9は実験に使用した燃料噴射装置4Aの縦断面を示す。この燃料噴射装置4Aは、特許文献1の装置に相当するもので、燃料ガスHのみが燃料噴射装置4Aから燃焼室22に噴射され、水蒸気Wはカバー17を貫通した第2導入通路16を通過して水蒸気ノズル60からスワラ27を経て燃焼室22に供給され、燃焼室22で燃料ガスHと水蒸気Wが初めて混合される。

[0041] 図8において、▲印は従来の装置で天然ガスと水蒸気を燃焼させた場合、△印は従来の装置で水素ガスと水蒸気を燃焼させた場合、●印は本発明の装

置で天然ガスと水蒸気を燃焼させた場合、○印は本発明の装置で水素ガスと水蒸気を燃焼させた場合の NO_x 発生量をそれぞれ示す。本発明の装置を用いた場合には、水蒸気を加える燃料が水素ガスか天然ガスであるにかかわらず、傾向として水蒸気と燃料ガスの重量比である水燃比が増加するにともない、従来の装置よりも NO_x の発生が抑制されていることが判った。

[0042] 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

[0043] G T…ガスタービンシステム

2…燃焼器

4…燃料噴射装置

5…燃料ノズル

7…第1供給路

8…第2供給路

15…第1連通路

16…第2連通路

22…燃焼室

25…第1導入管

26…第2導入管

30…混合室

31…ノズルハウジング

38…中心部材

40…ガス噴射部

41…ガス噴射孔

42…空気噴射孔

43…ノズルブロック

4 4 …中間ガスヘッダ室

4 5 …先端ガスヘッダ室

4 7 …連通路

4 8 …冷却通路

A …圧縮空気

C …混合室の軸心

E G …排気ガス

G …混合ガス

H …水素ガス（燃料ガス）

W …水蒸気

請求の範囲

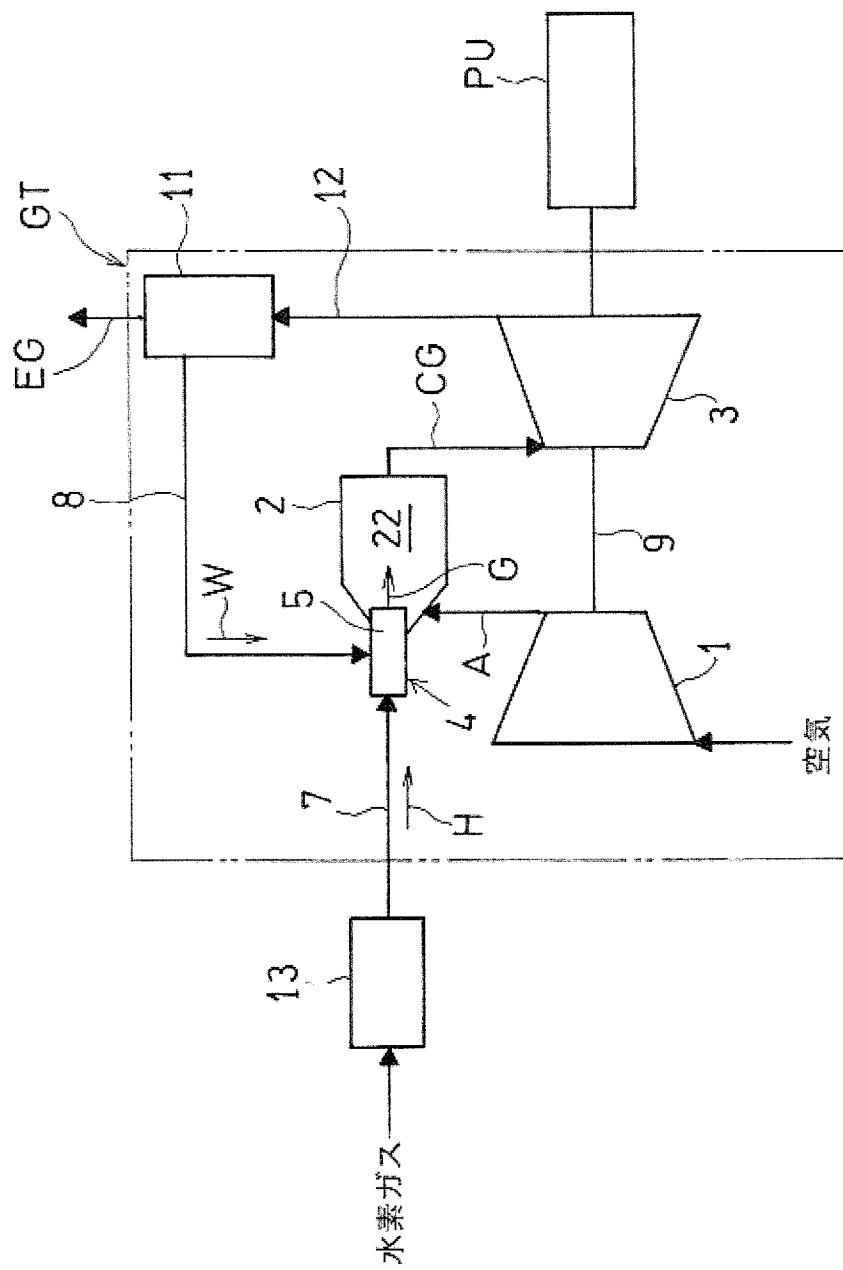
- [請求項1] 燃料ガスと水蒸気とを混合して燃焼室に噴射する燃料噴射装置であって、
- 内部に混合室を有するノズルハウジングと、
- 前記混合室内に接線方向から燃料ガスを導入する第1導入通路と、
- 前記混合室内に接線方向から水蒸気を導入する第2導入通路とを備え、
- 前記混合室内で燃料ガスと水蒸気を混合室の軸心回りに旋回させて混合するガスタービンの燃料噴射装置。
- [請求項2] 請求項1に記載の燃料噴射装置において、複数の前記第1導入通路および複数の前記第2導入通路を備え、前記第1導入通路と前記第2導入通路とが前記混合室の周方向に交互に並んでいるガスタービンの燃料噴射装置。
- [請求項3] 請求項1に記載の燃料噴射装置において、前記複数の第1導入通路に燃料ガスを供給する単一の第1供給路と、前記複数の第2導入通路に水蒸気を供給する単一の第2供給路とを備えたガスタービンの燃料噴射装置。
- [請求項4] 請求項1ないし3のいずれかに記載の燃料噴射装置において、さらに、前記ノズルハウジングの軸心上に配置された中心部材を備え、前記中心部材の外周に前記混合室が形成されているガスタービンの燃料噴射装置。
- [請求項5] 請求項4に記載の燃料噴射装置において、さらに、前記中心部材の外表面に冷却用空気を供給する冷却通路を備えたガスタービンの燃料噴射装置。
- [請求項6] 請求項5に記載の燃料噴射装置において、前記ノズルハウジングの先端部にガス噴射部が設けられ、
- 前記ガス噴射部は、前記混合室からの混合ガスを燃焼室に噴射するガス噴射孔と、前記中心部材を冷却した後の空気を噴射する空気噴射

孔と、前記ガス噴射孔の上流側に先端ガスヘッダ室を形成するノズルブロックとを有し、

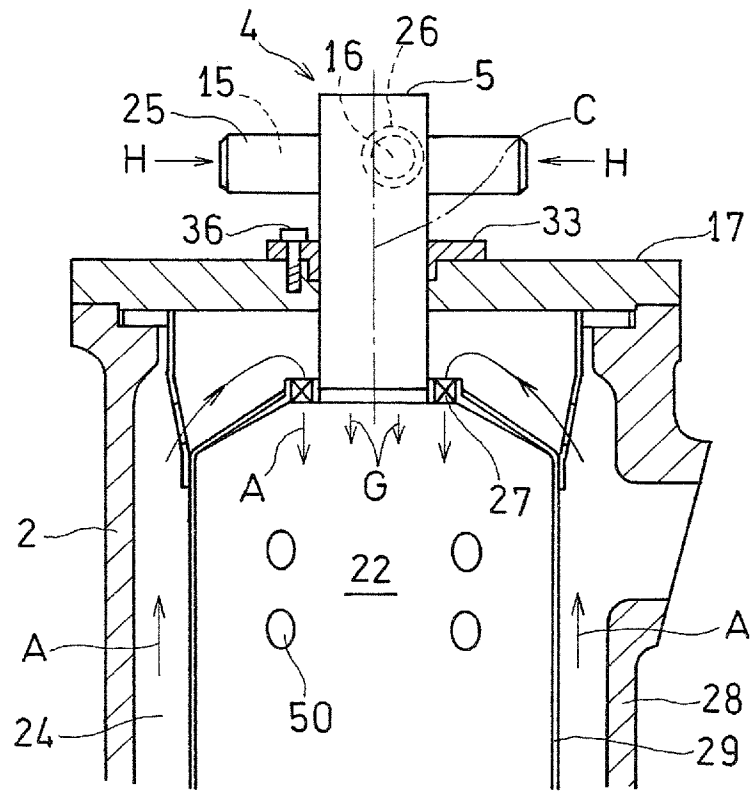
前記ノズルブロックに前記冷却通路が形成されているガスタービンの燃料噴射装置。

[請求項7] 請求項6に記載の燃料噴射装置において、前記混合室と前記ノズルブロックとの間に中間ガスヘッダ室を有し、前記ノズルブロックに前記中間ガスヘッダ室と先端ガスヘッダ室とを連通する複数の連通路が形成されているガスタービンの燃料噴射装置。

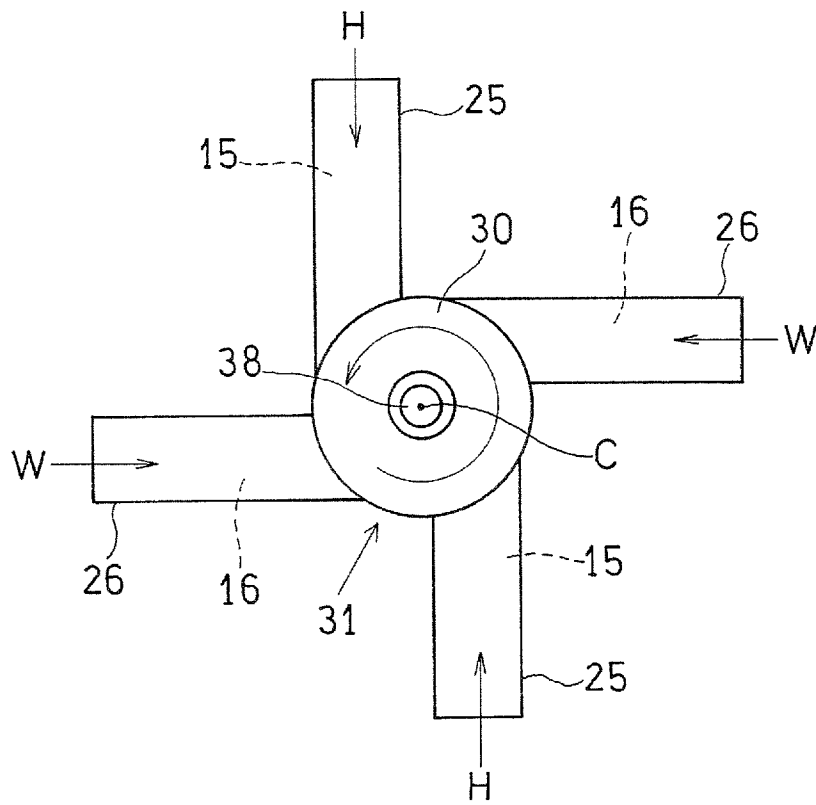
[図1]



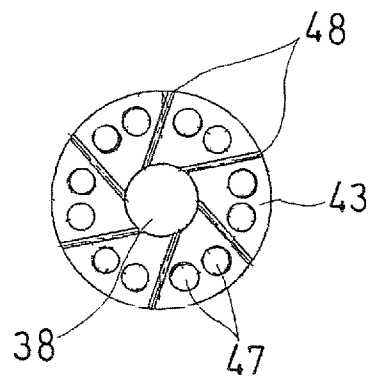
[図2]



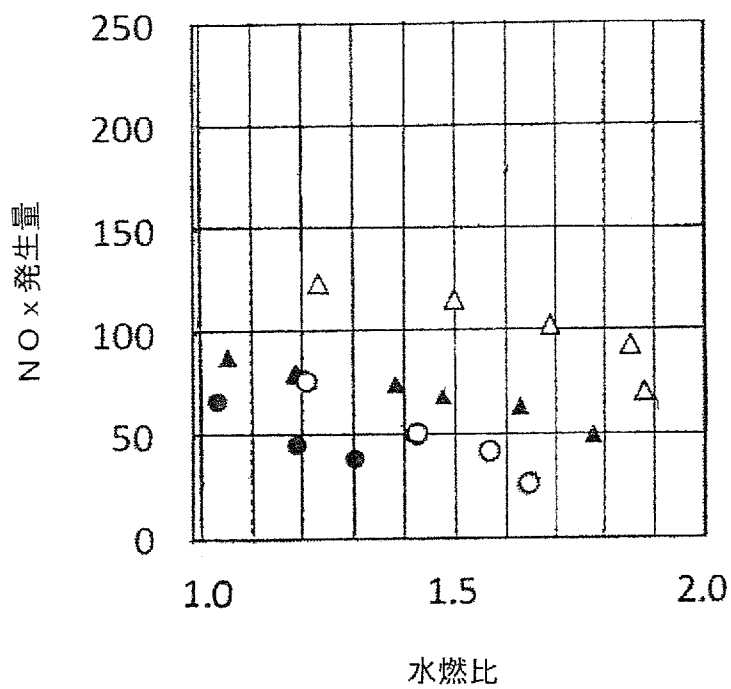
[図4]



[図7]

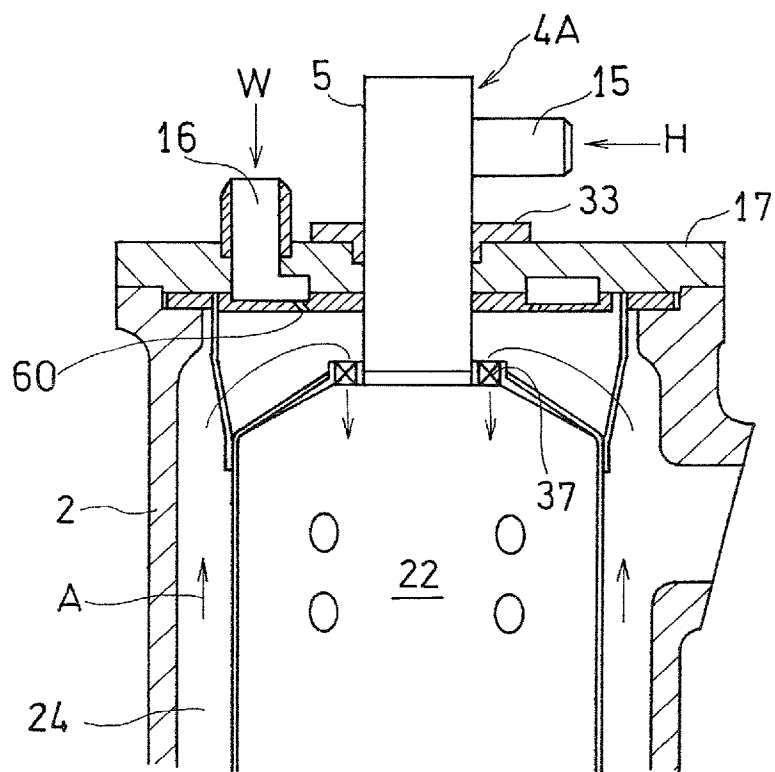


[図8]



- △：従来の装置により、天然ガスと水蒸気を燃焼させた場合。
 ▲：従来の装置により、水素ガスと水蒸気を燃焼させた場合。
 ○：本発明の装置により、天然ガスと水蒸気を燃焼させた場合。
 ●：本発明の装置により、水素ガスと水蒸気を燃焼させた場合。

[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/072604

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F23R3/00(2006.01)i, F02C3/30(2006.01)i, F02C9/40(2006.01)i, F23R3/28(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)

F23R3/00, F02C3/30, F02C9/40, F23R3/28

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.
X	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 040526/1974(Laid-open No. 129708/1975) (Tokyo Shibaura Electric Co., Ltd.), 24 October 1975 (24.10.1975), Detailed Explanation of the Device; fig. 4 to 7 (Family: none)	1-3
Y		4-7
Y	JP 2000-2420 A (Toyota Central Research and Development Laboratories, Inc., Toyota Motor Corp.), 07 January 2000 (07.01.2000), paragraphs [0018] to [0060]; fig. 1, 7, 10 (Family: none)	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
06 October, 2014 (06.10.14)

Date of mailing of the international search report
28 October, 2014 (28.10.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/072604

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2003-279042 A (Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co., Ltd.), 02 October 2003 (02.10.2003), fig. 3 (Family: none)	1-7
A	JP 63-150432 A (Mitsui Engineering & Shipbuilding Co., Ltd.), 23 June 1988 (23.06.1988), fig. 2, 3 (Family: none)	1-7
A	JP 2009-287888 A (IHI Corp.), 10 December 2009 (10.12.2009), fig. 1 to 4 (Family: none)	1-7
A	JP 2001-41454 A (Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co., Ltd.), 13 February 2001 (13.02.2001), fig. 1 (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. F23R3/00(2006.01)i, F02C3/30(2006.01)i, F02C9/40(2006.01)i, F23R3/28(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. F23R3/00, F02C3/30, F02C9/40, F23R3/28

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 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 Y	日本国実用新案登録出願49-040526号(日本国実用新案登録出願公開50-129708号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム（東京芝浦電気株式会社）1975.10.24, 考案の詳細な説明欄、第4-7図（ファミリーなし）	1-3 4-7
Y	JP 2000-2420 A（株式会社豊田中央研究所、トヨタ自動車株式会社）2000.01.07, 段落【0018】-【0060】、図1、7、10（ファミリーなし）	4-7

☒ 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 6 . 1 0 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

2 8 . 1 0 . 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）

齊藤 公志郎

3 G

3 3 2 1

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

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	JP 2003-279042 A (石川島播磨重工業株式会社) 2003. 10. 02, 図 3 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 63-150432 A (三井造船株式会社) 1988. 06. 23, 第 2、3 図 (フ ァミリーなし)	1-7
A	JP 2009-287888 A (株式会社 I H I) 2009. 12. 10, 図 1 - 4 (フ ァミリーなし)	1-7
A	JP 2001-41454 A (石川島播磨重工業株式会社) 2001. 02. 13, 図 1 (ファミリーなし)	1-7